남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링

Monitoring indicators of environmental and ecological contamination generated by the operation of Antarctic research stations

KOPRI
극지연구소

2025. 04. 24

한 국 해 양 과 학 기 술 원
부 설 극 지 연 구 소

KOPRI
극지연구소

제 출 문

극지연구소장 귀하

본 보고서를 “ 남극과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링” 과제의 연차보고서로 제출합니다.

2025. 4. 26

연 구 책 임 자 : 김 지 희

참 여 연 구 원 : 강 승 현, 강 민 구
권 민 혁, 김 기 현
김 상 희, 김 선 휘
김 옥 선 김 유 나
김 유 민, 김 정 훈
김 종 우, 김 준 겸
김 지 희, 박 상 종
박 기 홍, 박 지 수
서 원 석, 서 태 선
양 은 진, 염 창 훈
오 영 근, 오 준 열
우 재 호, 윤 여 은
윤 정 식, 윤 채 원
이 응 찬, 이 태 식
이 혁 재, 위 대 환
전 미 사, 조 은 아
채 현 식, 최 준 혁
최 태 진, 한 동 원
황 혜 원
37차, 38차 세종기지월동대
11차, 12차 장보고기지월동대

외부 참여 기관 : 기상청, 강릉원주대

KOPRI 극지연구소

KOPRI
극지연구소

보고서 초록

<table>
<tr><td>과제관리번호</td><td>PE23170</td><td>해당단계
연구기간</td><td>2024.01.01.~12.31</td><td>단계 구분</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="2"><u>연구사업명</u></td><td>중 사 업 명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>중 과 제 명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>세부(단위)과제명</td><td colspan="4">남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링</td></tr>
<tr><td>연구책임자</td><td>김지희</td><td>해당단계
참여연구원 수</td><td>총 : 51 명
내부 : 15 명
외부 : 36 명</td><td>해당단계
연구비</td><td>정부: 350,000 천원
기업: 천원
계: 350,000 천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속부서명</td><td colspan="2">한국해양과학기술원 부설
극지연구소 극지생명과학연구부</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="5">연구기관명 : 인천대학교 산학협력단 연구책임자 : 김 승 규</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자이내)</td><td>보고서 면수</td><td>302
(부록제외)</td></tr>
<tr><td colspan="6">○ 남극 과학기지 운영 점검
- 2024/25 하계시즌 기지 점검 결과 및 2023/24 시즌 수행한 기지 점검 결과 반영 여부 검토
○ 남극 과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링
- 기지 운영에 따른 환경 영향 최소화를 위해 효율적인 오수처리시설 운영, 폐기물 관리와 반출, 외래종 유입방지를 위한 온실 관리 등이 지침에 따라 이루어짐
- 유류소모량 및 에너지 소모 관리를 주기적으로 수행하고 있음. 2024년 발전기 유류 소모량은 두 기지 모두 지난 2023년에 비해 유류 사용량 증가
○ 기지 운영에 따른 환경 지표 모니터링
- 환경 지표로서 기지 주변 공간적 점유와 야외활동 지역에 대한 족적, 방류수 수질을 분석하고 있음. 방류수 분석 결과 수질 개선은 되고 있으나 몇몇 항목에서 기준치를 웃돌고 있어 지속적인 대책이 필요함
○ 기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링
- 2024년 기지주변 표층수의 식물플랑크톤 계절변동 및 동물상 현황조사 수행
- 세종기지 및 장보고기지 주변 조류 번식생태 조사 수행
○ 기지 기반 환경요인 장기 모니터링
- 기지 주변 기상요소, 토양 미기후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">장보고기지, 세종기지, 환경영향 감시, 환경지표, 생태계 변화, 장기 환경요인 모니터링</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">Jang Bogo Station, King Sejong Station, environmental impact monitoring, environmental indicator, ecological change, long-term monitoring of environmental factors</td></tr>
</table>

KOPRI
극지연구소

요 약 문

Ⅰ. 제 목

남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염원 모니터링

Ⅱ. 연구개발의 목표 및 내용

1. 본 과제는 기지운영으로 인한 남극 환경영향 모니터링 계획에서 제시한 오염원 관리, 오염 시설관리, 환경매체별 유지 목표의 주기적 점검 및 외래종 유입을 포함한 기지 주변 환경과 생태계 변화 모니터링을 목적으로 한다.

Part I. 남극 과학기지 운영 현장 점검

1장. 남극 과학기지 운영 현장 점검

1) 2024/25 시즌 장보고과학기지 운영 현장 점검

• 남극 환경 보존을 위한 기지 운영 체크리스트를 활용한 기지운영 점검

2) 2024/25 시즌 세종과학기지 운영 현장 점검

• 남극 환경 보존을 위한 기지 운영 체크리스트를 활용한 기지운영 점검

Part II. 장보고과학기지

2장. 장보고과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

1) 기지 환경시설로서 오수처리시설, 폐기물 처리시설, 온실의 운영관리

2) 기지 운영을 위한 유류 및 에너지 사용량과 환경 오염예방을 위한 유류 유출 예방 관리

3) 기지에서 발생하는 폐기물의 관리와 반출

3장. 장보고과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

1) 기지 운영 및 기지 기반의 연구활동으로 인한 공간적 환경 영향 범위

2) 기지 오수 처리 후 배출되는 방류수의 수질 상태 파악

3) 2024년 장보고기지 주변 대기질 변화 모니터링

4장. 장보고과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

1) 2024년 남극 장보고기지 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동

- 2024년 기지 주변 표층수 식물플랑크톤 생물량의 시간적 변동 분석

2) 장보고과학기지 주변에서 번식하는 남극도둑갈매기의 번식생태

- 기지 주변 번식 조류의 분포 및 번식 생태

5장. 장보고과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링

1) 장보고기지주변 기상 모니터링
- 기상
- 바다의 결빙
2) 남극 과학기지 인근 토양 미기후 모니터링
- 지표면 기온, 상대습도, 광합성 유효광량, 토양온도, 토양수분함량

Part Ⅲ. 세종과학기지
6장. 세종과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링
1) 기지 환경시설로서 오수처리시설, 폐기물 처리시설, 온실의 운영관리
2) 기지 운영을 위한 유류 및 에너지 사용량과 환경 오염예방을 위한 유류 유출 예방 관리
3) 기지에서 발생하는 폐기물의 관리와 반출
7장. 세종과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링
1) 기지 운영 및 기지 기반의 연구활동으로 인한 공간적 환경 영향 범위
2) 기지 오수 처리 후 배출되는 방류수의 수질 상태 파악
3) 2024년 세종과학기지 주변 대기오염물질 모니터링
- 기지 유래 질소산화물 (NOx)과 이산화황 (SO_2) 농도변화 모니터링
8장. 세종과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링
1) 2024년 남극 킹조지섬 마리안 소만 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동
• 장기적인 환경변화 감시를 위한 생물, 물리적 요인 조사
- 표층수의 수온, 염분
- 식물플랑크톤 생물량의 변동 분석
2) 2024/25년 세종과학기지 주변의 조류상 모니터링
- 기지주변에서 번식하는 남극도둑갈매기의 번식지표 조사
- 기지 주변 기타 조류 개체수 변동 조사
9장. 세종과학기지 기상 관측
1) 세종과학기지 2024년 기상관측 자료의 통계 분석
- 기상
- 해빙

Ⅳ. 연구 결과 (관측 결과)

Part I. 남극 과학기지 운영 현장 점검

1장. 남극 과학기지 운영 현장 점검

1) 장보고과학기지 운영 현장 점검

• 기지 운영 현장 점검은 사전에 작성한 체크리스트를 활용하여 유류관리, 화학물질관리, 에너지 보존, 수자원 보존, 환경보호의정서 관련 분야 등을 포함한 33개 항목에 대하여 실시함

- 2024/25 시즌에 12차 월동연구대 자체적으로 기지 운영 현황을 점검함. 대부분의 항목에 대해 남극 환경 영향을 최소화할 수 있도록 저감 방안을 이행함
- 온실 외래종 유입 모니터링과 배양 배드청소 및 소독을 포함한 대부분의 조치사항을 이행
- ASPA No. 178에 대한 관리 활동을 포함하여 기지 주변 ASPA 활동에 대한 관리가 잘 이루어짐
- 2024/25년 하계 시즌에는 초기환경영향평가를 제출한 활동은 2건으로 증축공사와 ASPA No. 178 생태모니터링을 위한 활동이 있었음

2) 세종과학기지 운영 현장 점검

• 유류관리, 화학물질관리, 에너지 보존, 수자원 보존, 환경보호의정서 관련 분야 등을 포함한 33개 항목에 대하여 실시함

- 2024/25시즌 세종과학기지 점검은 기지모니터링팀과 38차 월동연구대가 함께 점검함
- 36차 유류 보급시 유출된 디젤유로 인한 오염된 토양을 보급 당시 제거하였으나 2024/25 하계시즌 검사 결과 해당 지역 토양에서 기준치를 초과하는 TPH 농도가 검출되어 추가 제거 작업 필요
- 정비동 뒤편에 위치한 유류 오염 방지턱 아래로 노출된 절단된 유류 파이프로 인한 오염 토양을 제거하였으며 이번 하계기간 동안 TPH는 기준치 이하로 검출됨

Part Ⅱ. 장보고과학기지

2장. 장보고과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

1) 기지 환경시설로서 오수처리시설, 폐기물 처리시설, 온실의 운영관리

• 11차 월동기간 동안 오수 처리시설의 관리는 주기적으로 수행되었으며 미생물 활성화에 영향을 미칠 수 있는 세제와 유류 등이 유입되지 않도

록 위생설비와 주방 운영 시 철저하게 관리된 것으로 파악

- 발생 폐기물은 폐기물처리시설에서 압축 처리, 성상별로 분류되어 국내로 운송될 때까지 지정 컨테이너에 보관
- 온실관리 지침에 의해 관리되고 있으며 식물 잔유물은 음식물처리기로 처리 후 국내로 반입 처리

- 11차 월동기간 중 기지 온실에서는 외래종이 발견되지 않았음

2) 기지 운영을 위한 유류 및 에너지 사용량과 환경 오염예방을 위한 유류 유출 예방 관리

- 유류 사용량과 에너지 사용량은 월별로 관측 분석되었으며 유류의 90%가 발전기 운영에 사용됨

- 2024년 경유 사용량은 535,654ℓ로 월평균 약 44,638ℓ를 사용함
- 2024년 연료 총소모량은 2023년에 비해 약 64,689ℓ l 가 증가하였으며 발전기 소모량은 지난해보다 42,304ℓ나 증가하였음
- 본격적인 증축공사로 중장비 연료 사용량이 약 23,800ℓ 증가하였음

- 2024년 태양광발전량(설비용량: 약 72.5 kW)은 약 52,846kWh로 지난해보다 다소 증가하였으나 2020년 이후 감소하는 경향을 보임
- 2024년 월평균 전력 사용량은 약 139Mw이며, 연간 총사용량은 약 1,670Mw로 2019년(2,094 Mw)에 비해 줄었지만 지난해 비슷한 수준으로 사용함
- 2024년 1인당 하루 청수 사용량은 월동대 기준으로 약 340ℓ로 지난해보다 7ℓ줄었으며, 9차(382ℓ), 8차(390ℓ)와 7차(381ℓ) 기간의 사용량보다 다소 줄었으나 6차 월동기간(300ℓ)에 비해 상당량 증가

3) 기지에서 발생하는 폐기물의 관리와 반출

- 11차 월동기간에 반출한 생활폐기물의 발생량은 10차 월동 기간에 발생한 폐기물의 양에 비해 약 1,803kg 많았으며, 사용되지 못하고 반출된 폐식자재의 양이 지난해(22,400kg)과 유사한 22,000kg이 반출됨
- 재활용 폐기물 중 종이류는 약 6,000kg, 플라스틱류 2,699kg로 지난해 발생량보다 많았으며, 고철류는 2,510kg과 유리류 1,320kg이 발생하여 지난해에 비해 감소함
- 음식폐기물의 경우 10차 월동기간에 비해 다소 감소하였으며, 8차 월동기간에 비하면 절반 수준임
- 발생된 폐기물은 재활용폐기물, 일반폐기물, 지정폐기물 (폐유 등)로 구분 포장되어 20ft 컨테이너 적재되어 아라온을 통해 국내로 반입, 처리될

KOPRI 극지연구소

예정

3장. 장보고과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

1) 족적

- 2024/25 시즌에는 본격적인 기지 증축공사를 진행하면서 지반에 대한 물리적 영향이 기지 부지 내에서 발생함
- 2024/25 하계시즌(2024.10.24.～2025.03.12.)에 항공기와 쇄빙연구선 아라온호를 이용하여 총 109명의 인원이 기지를 방문함. 11차 월동대 18명과 하계연구와 현장 연구지원을 위해 방문한 인원은 59명, 기지 지원 인력 14명, 건설인력 21명, 기타 방문자는 5명로 구성
- 2024/25 하계 시즌과 11차 월동 기간에 방문한 지역은 기지 주변의 도보로 갈 수 있는 육상지역, 헬리콥터를 이용하여 갈 수 있는 거리의 탐사캠프, 지질시료 채취, 펭귄 및 물범 연구, 연구관측 장비 설치 등을 위한 약 30개 지역이었음

2) 방류수 수질 모니터링

- 2024년에는 2023년보다 수질이 다소 나빠졌으며, BOD 값이 대체로 기준치를 만족하였고, 총대장균군수와 부유물질(SS) 농도는 연중 기준치 이하로 측정됨
- COD농도는 모든 경우에 기준치 이상으로 측정되었으며 2023년보다 대체로 높게 나타남. 11차 월동대는 모니터링팀의 자문을 받아 COD를 낮추기 위한 다양한 노력을 기울였으나 효과를 보지 못함
- T-P는 여전히 기준치를 크게 웃돌고 있어 전문가를 통한 응집조 반응 효율 점검 필요

3) 2024년 장보고기지 주변 대기질 변화 모니터링

- 오존(O_3)농도가 남반구 여름(1월)에 월평균 최저치인 16 ppb 겨울(8월)에 최고치인 36 ppb 로 계절변화를 보이며 기지에서 방출하는 오염물질로 인한 오존 적정현상이 자주 발생
- 일산화탄소(CO)는 여름(2월)에 월평균 최저치인 38 ppb 로 낮았으며 초봄인 10월에 66 ppb 로 최고값을 보이는 계절변화를 보이며, 대수선 공사로 인해 여름에 종종 고농도 관측
- 질화산소(NO)는 여름 (1월)에 약 60 ppt 로 낮고 가을과 겨울(3-8월)에 약간 높은 70 ppt 로 관측며 질화이산소(NO_2)는 여름 (1월)에 최저치인 1.7 ppb로 관측되었으며 가을인 3월 5 ppb 로 최고치 관측

- 이산화황은 1.5 - 1.6 ppb 로 계속 증가하는 경향이 관측됨

4장. 장보고과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

1) 2024년 남극 장보고기지 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동

• 전체 식물플랑크톤의 생물량은 연평균 0.387 μg L^{-1}이었음

- 미세조류에 의한 생물량 (micro-sized Chl-a의 농도)은 연평균 0.160 μg L^{-1}이었음
- 미소조류에 의한 생물량 (nano-sized Chl-a의 농도)은 0.129 μgL^{-1}로 나타남
- 극미소조류에 의한 생물량 (pico-sized Chl-a의 농도)은 연평균 0.038 μg L^{-1}이었음

2) 장보고과학기지 주변에서 번식하는 남극도둑갈매기의 번식생태

• 둥지 분포

- 2024/25 시즌 총 41개의 남극도둑갈매기 둥지 확인. 한배산란수는 평균 1.65개로 나타남
- 알의 부피는 평균 88.38±6.15 cm^3이었고, 알의 형태지수는 70.95±2.93%로 타원형에 가까움

• 번식지표

- 남극도둑갈매기의 평균 부화율은 54.79%, 이소율은 77.50%로, 번식 성공률은 42.47%로 확인. 2023년에 비해 둥지 수와 부화율은 감소한 반면, 이소율과 번식 성공률이 약 3배 증가한 것으로 나타남

5장. 장보고과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링

1) 장보고과학기지 주변 기상 모니터링

• 기상

- 2024년 연평균 기압은 984.9 hPa(964.8-1003.5 hPa) 이었음
- 연평균 기온은 -15.4 ℃(-23.1 - -0.5 ℃), 월평균 최저 및 최고 기온은 각각 -23.1 ℃(5월)과 -0.5 ℃(12월)이었음. 연평균 기온은 지난 4년(2020-2023년) 평균 -14.6 ℃ 보다 0.8 ℃ 낮았으며, 연최저 기온은 -35.1 ℃, 연최고 기온은 6.9 ℃임
- 연평균 습도는 55.0 %이었음
- 연평균 풍속은 3.6 ms^{-1}이었고, 지난 4년 평균(4.1 ms^{-1})보다 낮음. 순간최대 풍속은 36.5 ms^{-1}로 9월에 나타났음. 풍향의 분포는 대체로 서풍~

북서풍이 우세하였지만 하계기간에는 북동풍의 빈도가 증가하였음
- 연중 맑은 날 일수는 5월과 11월에 17일로 가장 많았고, 총 맑은 날 일수는 127일로 지난 4년 평균(131일)에 비해 적었음
- 블리자드 발생 횟수는 총 13회(지속시간 약 35.2시간)로 지난 4년 평균(23회, 65.5 시간)보다 상당히 감소하였음
• 바다 결빙
- 기지 앞 바다는 2024년 01월 15일 해빙이 시작된 후 3월 26일 완전 결빙되었음. 결빙되지 않은 기간이 71일로, 과거 4년 동안 기록된 기간(58-75일)과 비슷함
2) 남극 과학기지 인근 토양 미기후 모니터링
• 장보고기지 주변 토양 미기후 데이터
- 월평균 기온은 2월에 최고 0.78℃, 8월에 최저 -28.35℃를 기록함
- 월평균 상대습도는 7월에 최고 72.22%, 2월에 51.88%를 기록함
- 월평균 토양온도는 1월에 최고 3.32℃, 8월에 최저 -28.40℃를 기록함
- 월평균 광합성유효광량은 12월에 최고 742.88 umol/m^2/s, 6~7월에 최저 1.2 umol/m^2/s를 기록함
- 월평균 토양수분함량은 1월에 최고 -0.023 m^3/m^3, 8월에 -0.085 m^3/m^3를 기록함
• 세종기지 주변 토양 미기후 데이터
- 월평균 기온은 12월에 최고 13.68℃, 8월에 최저 -3.24℃를 기록함
- 월평균 상대습도는 8월에 최고 74.29%, 9월에 최저 10.93%를 기록함
- 월평균 토양온도는 12월에 최고 3.73℃, 6월에 최저 -3.02℃를 기록함. 토양깊이 150cm 아래로 동토층(연평균 0℃)이 형성되는 것을 확인함
- 월평균 광합성유효광량은 12월에 최고 468.60μmol/m^2/s, 6월에 최저 9.03μmol/m^2/s를 기록함
- 월평균 토양수분함량은 0월에 최고 0.164m^3/m^3, 9월에 최저 0.066m^3/m^3를 기록함
Part Ⅲ. 세종과학기지
6장. 세종과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링
1) 기지 환경시설로서 오수처리시설, 폐기물 처리시설, 온실의 운영관리
- 세종기지에서 배출되는 방류수 수질은 적용 기준에 미치지 못하고 있어 시설 확충이 요구되나, 필요 공간이 확보될 때까지 기지 체류 인원의 생활 습관 개선이 절실히 필요

KOPRI 극지연구소

- 오수가 반응조에 머무는 시간을 더 길게 확보하여 미생물과 반응시간을 늘려 지속적인 방류수 수질 개선 노력이 필요
- 발생 폐기물은 폐기물처리시설에서 압축 처리, 성상별로 분류되어 국내로 운송될 때까지 지정 컨테이너에 보관
- 소각 가능한 폐기물을 잘 구분하고 소각 폐기물 배출량 저감에 지속적인 노력이 필요
- 37차 월동기간 동안 온실관리는 온실 운영계획에 따라 관리
- 외래종 의심종이 발견되었으나 남극 고유종 가능성이 높아 추가적인 분석이 필요하며, 외래종 유입방지를 위한 조치의 지속적 실행이 요구됨

2) 기지 운영을 위한 유류 및 에너지 사용량과 환경 오염예방을 위한 유류 유출 예방 관리

• 유류 사용량과 에너지 사용량은 월별로 관측 분석되었으며 대부분의 유류가 발전기 운영에 사용됨
- 2024년 12개월간 유류 사용량은 352,585 l 로 지난해 같은 기간 사용한 370,356 l 에 비해 다소 감소하였으며, 소각기 사용량과 중장비 사용량이 현저히 줄었으며 발전기 사용량은 2023년에 비해 약 10,900 l 줄었음
- 2024년 12개월 동안 전력 사용량은 약 1,360 Mw로 지난해 1,373 Mw와 비슷하며, 10월에 가장 많은 전력 소모가 있었음
- 2024년도에 태양광 패널에서 생산된 재생에너지는 총 25,085 kWh로 2023년의 24,899 kWh보다 약간 많았음
• 유류유출 예방을 위해 유류저장 및 관련 시설 안전점검 항목에 따라 주기적 점검이 실시되고 있으나, 소규모 야외 유류 보관소나 ISO 유류 컨테이너 관리와 중장비 주유 시 각별한 주의가 요구됨

3) 기지에서 발생하는 폐기물의 관리와 반출

• 37차 월동기간에 발생한 폐기물은 일반혼합 폐기물의 양이 3,308kg으로 소각재만 발생했으며 지난해 발생한 소각재 1,530kg에 비해 2배 가까이 증가함
• 일반폐기물 중 재활용 폐기물은 고철류가 4,272kg으로 가장 많았고 플라스틱류는 1,960kg으로 지난해의 절반에 해당하는 양이 반출됨
• 37차 월동기간 동안 소각기 사용 시간은 지난해보다 다소 늘었으나 소각에 사용한 연료는 줄었으며, 소각으로 인한 대기오염물질 발생을 줄이기 위해 지속적인 폐기물 발생량 감소와 최신 소각시스템 도입 필요

7장. 세종과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

1) 족적

- 2024/25 하계 시즌에 세종기지 방문 인원은 111명이며, 38차 월동대 18명, 하계 연구자는 66명, 하계 지원인력 9명, 정부조사단 6명, 언론 및 방송팀 30명으로 구성됨
- 남극활동 신청 건 25개에서 남극특별보호구역 방문 신청 건수는 월동연구대를 포함하여 총 25건이었음
- 활동 승인받은 보호구역은 ASPA No. 125 (2팀 25명), No. 132 (13팀, 63명), No. 150 (13팀 58명), No. 171 (21팀 77명) 등 4개 지역임
- ASPA 171에 방문한 인원은 77명이었으며, 2024/25 하계기간 중 하루 평균 2.8명이 방문한 것으로 집계되었고 지난해 3.89명에 다소 감소함

2) 방류수 수질 모니터링

- 2024년 37차 월동기간에도 33차에서 적용한 바와 같이 반응조 운영시간을 연장 등의 방법을 적용하였으며, 36차 기간에 비해 전반적으로 유입수의 오염도가 낮은 경향을 보임
- BOD, COD는 기준치를 만족하였고 SS, 총대장균군수의 농도가 대체로 기준치를 만족하였으나, T-N과 T-P값은 여전히 기준치를 초과하였고 두 항목에 대한 정화율이 매우 낮았음
- 수질 개선을 위해 근본적인 시설 개선이 요구되며 동시에 기지 물 사용량 및 세제 사용 등을 줄이는 수질 개선 노력이 지속적으로 요구됨

3) 2024년 세종기지 주변 대기오염물질 모니터링

• 질소산화물

- 2024년 1월부터 2024년 12월까지 1년간 세종기지 대기빙하동에 NOx 모니터링 관측장비를 설치하고 (Thermo사의 42TL) 관측함
- 장비의 정상 작동을 확인
- NO는 연중 농도 매우 낮으며(0.16 - 0.53 ppb), 특히 겨울(5 - 6월)에 최소치, 여름(12월)에 최대치 보임
- NO의 baseline은 모든 월에서 전체 평균의 10% 미만으로 매우 낮고 일정하여, 국지적 배출이 농도에 크게 영향을 미침
- 여름에 표준편차가 가장 커서, 기지 활동 증가에 따라 농도 변동성이 큼을 시사

• 이산화황

- 지속적으로 검출한계 미만의 농도를 보여 정비를 위해 관측을 중지하

였던 SO2 관측 장비의 보정 수행

- 장비의 정상 작동을 확인
- SO_2 는 3월(평균 0.60 ppb)에 가장 높고, 겨울철(6~7월)엔 0.08 ppb로 매우 낮아 계절성이 뚜렷함
- SO_2 baseline은 3월(0.35 ppb)에 가장 높았으며, 6월(0.01 ppb)에 최저로 사실상 0 수준임
- 여름철(3, 11~12월) SO_2 는 전체 농도 중 baseline 비중이 높아 주변 해양 기원의 오염물질 영향 시사

8장. 세종과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

1) 2024년 남극 킹조지섬 마리안 소만 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동

• 조사기간 중 마리안소만의 조사 정점에서 조사된 표층수의 수온은 연평균 -0.32℃로 조사되었고, 염분은 연평균 33.67 psu이었음
• 전체 식물플랑크톤의 생물량은 연평균 0.836 μg L^{-1}이었음
  - 미세조류에 의한 생물량 (micro-sized Chl-a의 농도)은 연평균 0.326 μg L^{-1}이었음
  - 미소조류에 의한 생물량 (nano-sized Chl-a의 농도)은 0.340 μgL^{-1}로 나타났음
  - 극미소조류에 의한 생물량 (pico-sized Chl-a의 농도)은 연평균 0.184 μgL^{-1}이었음

2) 2024/25년 세종과학기지 주변의 조류상 모니터링

• 조류 번식지표
  - 모니터링 지역내에서는 남극도둑갈매기 3둥지를 확인하였으며 모두 번식에 실패함
• 조류상의 시간적 개체수 변동
  - 마리안 소만 일대에서 총 4목 8과 9종의 조류가 관찰되었으며, 우점종은 남극도둑갈매기로 확인됨
  - 세종 곶에서는 4목 8과 12종의 조류가 관찰되었으며, 우점종인 남극도둑갈매기로 확인됨

9장. 세종과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링

1) 세종과학기지 2024년 기상관측 자료의 통계 분석

• 기상

KOPRI 극지연구소

- 2024년 1월부터 12월까지의 평균 기압은 989.8 hPa(최고 1031 hPa, 최저 941 hPa)로 평년값(988.0 hPa) 대비 0.8 hPa 차이
- 평균 기온은 -1.7℃(최고 11.0℃, 최저 -19.6℃)로 평년값(-1.8℃) 대비 0.1℃ 높음
- 평균 풍속은 7.1 ms^{-1}로 평년값(7.9 ms^{-1})보다 0.8ms^{-1} 낮은 수준
  순간최대풍속은 35.9 ms^{-1}을 기록하였음. 풍향은 2024년 전체 기간으로 보면 예년과 같이 북서풍 계열(W-NW-N)이 가장 우세하였으며 겨울철에 동풍 빈도 증가
- 평균 습도는 84.0%(평년값 87.7%), 운량은 6.3 oktas(평년값 6.8 oktas), 총 강수량은 268.6㎜로, 평년값(약 527㎜) 대비 약 절반 수준
- 폭풍설(blizzard)은 3월부터 9월에 걸쳐 총 12회에 101.9시간 발생하여 평년값 (22.7회, 252.3시간) 대비 빈도는 절반, 지속시간은 75% 수준으로 짧았음

• 해빙
- 2024년 8월에는 마리안소만에서 15일간 결빙 관측되었음

KOPRI 극지연구소

S U M M A R Y

Ⅰ. Title

Monitoring indicators of environmental and ecological contamination generated by the operation of Antarctic research stations

Ⅱ. Purpose and contents of the study

1. This study aim to manage pollution source and equipment for mitigation of environmental pollution, to observe maintaining target qualities of environmental parameters, and to monitor environmental status and ecosystem around the station including non-native species introduction.

Part I. On-site check of Korean Antarctic Research Station operation

1. On-site check of Korean Antarctic Research Station operation
   1) Jang Bogo Antarctic research station son-site check in 2024/25
   2) King Sejong Antarctic research station on-site check in 2024/25

Part II. Jang Bogo Antarctic Research Station

2. Monitoring environmental facilities and energy management at Jang Bogo Station
   1) Management of sewage treatment facility, waste treatment facility and hydroponic facility(greenhouse) as the environmental facilities
   2) Management of fuel and energy use for station operation and Prevention measure for oil spill
   3) Waste management and remove from Antarctica
3. Monitoring environmental indicator affected by the operation of Jang Bogo station
   1) Monitoring footprint by the operation of station and research activities based on the station
   2) Effluent water quality monitoring

3) Monitoring the changes in air quality at Jang Bogo station, Antarctica, in 2024
4. Monitoring of ecosystem changes caused by Jang Bogo station operation
1) Temporal variation of phytoplankton in the surface water of Jang Bogo Station, Antarctica, 2024
• Annual survey for long-term monitoring on the seawater environment
- Seasonal variation of microalgal assemblages
2) Monitoring of breeding South polar skua around Jang Bogo Station, Antarctica
- Nest distribution and breeding ecology of South polar skua
5. Long-term monitoring of Environmental factors based on Jang Bogo Station
1) Monitoring on meteorology at the Jang Bogo Station, Antarctica
- Meteorology
- Freezing of Sea
2) Microclimate monitoring soil around Antarctic research stations
- Air temperature, relative humidity, soil temperature, PAR, soil moisture

Part Ⅲ. King Sejong Antarctic Research Station
6. Monitoring on environmental facilities and energy management at King Sejong Station
1) Management of sewage treatment facility, waste treatment facility and hydroponic facility(greenhouse) as the environmental facilities
2) Management of fuel and energy use for station operation and Prevention measure for oil spill
3) Waste management and remove from Antarctica
7. Monitoring of environmental indicator affected by King Sejong Station operation
1) Monitoring of footprint by station operation and research activities based on the station
2) Effluent water quality monitoring

KOPRI 극지연구소

3) Monitoring of air pollutants (SO_2 and NO_x) in the neighborhood of King Sejong Station in 2024
8. Monitoring of ecosystem changes caused by King Sejong station operation
1) Non-native species monitoring at the station in 2023 and 2023/24
- Monitoring of NNS winter crane fly and international cooperation with operators in King George Island
2) Temporal variation of phytoplankton and physical factors in the surface water of Marian Cove, King George Island, Antarctica, 2024
• Annual survey for long-term monitoring on the seawater environment
- Seawater temperature, salinity
- Variation of phytoplankton biomass
3) Avifauna around King Sejong Station during 2024/25
- Breeding parameters of birds, egg size and shape of South polar skuas
- Temporal change of bird community
9. Long-term monitoring of Environmental factors based on King Sejong Station
1) Monitoring on meteorology of King Sejong Station in 2024
- Meteorology
- Sea ice

Ⅳ. Results

Part I. Korean Antarctic Research Station operation on-site check

1. Korean Antarctic Research Station operation on-site check
1) Jang Bogo Antarctic research station site check
• List include 9 categories (such as fuel management, hazardous chemical management, energy and water conservation, and matters related to the Protocol on Environmental Protection which is composed of 33 inspection items.
- During the 2024/25 season, the 12th overwintering research team at the Jang Bogo Antarctic Reseach Station conducted a self-inspection, as they did the previous year. The 12th overwintering team had implemented mitigation measures for most of the items to minimize the

KOPRI 극지연구소

environmental impact of Antarctic environment.

- Implementation of most measures, including monitoring for greenhouse non-native species and cleaning and disinfecting of cultivation beds.
- The management activities for ASPA No. 178, which were raised last year, are being well-guided for those applying for ASPA activities around the station.
- During the 2024/25 summer season, two activities submitted an Initial Environmental Evaluation (IEE): the station expansion construction and the ecological monitoring activities within ASPA No. 178.

2) King Sejong Antarctic research station site check

• The checklist include 9 categories (such as fuel management, hazardous chemical management, energy and water conservation, and matters related to the Protocol on Environmental Protection which is composed of 33 inspection items.

- The inspection of King Sejong Station during the 2024/25 season was jointly conducted by the station monitoring team and the 38th overwintering research team.
- The 36th wintering team removed contaminated soil due to a fuel spill during fuel resupply, but during the 2024/25 summer season, soil concentrations of Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) were measured significantly above the standard, indicating that additional removal is necessary.
- Contaminated soil caused by a severed fuel pipe exposed beneath the oil containment berm behind the maintenance building was removed, and during this summer season, TPH levels were detected below the regulatory threshold.

Part II. Jang Bogo Antarctic Research Station

2. Monitoring on environmental equipment and facility management at Jang Bogo Station

1) Management of wastewater treatment facility, waste treatment facility and hydroponic facility(greenhouse)

• During 11th overwintering period, sewage facility has been managed

adequately and regularly and in order to prevent the introduction of detergents and oils which could impact on the microbiological activity in the sewage treatment facility, sanitary facilities and kitchen operations were thoroughly managed.

- The generated wastes at the station were pressed and classified by their properties to deposit at the station before transportation from Antarctica.
- To prevent introduction non-native species caused by operation hydroponic facility, the facility has been managed by strict guideline.
  - No non-native species were detected in the station greenhouse during the 11th overwintering period.

2) Management of fuel and energy use for station operation and Prevention measure for oil spill

- Fuel and energy usage were observed and analyzed. 90% of fuel usage was for generators.
  - The total fuel consumption of 2024 was 535,654 ℓ and monthly average was 44,638 ℓ.
  - In 2024, the total fuel consumption increased by approximately 64,689 ℓ compared to 2023, with generator usage alone rising by 42,304 ℓ from the previous year.
  - Due to the full-scale expansion construction, fuel consumption by heavy equipment increased by approximately 23,800 liters.
- In 2024, solar power generation (installed capacity: approximately 72.5 kW) reached about 52,846 kWh, showing a slight increase compared to the previous year but continuing a downward trend since 2020.
- In 2024, the average monthly electricity consumption was approximately 139 MWh, with a total annual usage of around 1,670 MWh. This represents a decrease compared to 2019 (2,094 MWh), but is similar to the level recorded last year.
- In 2024, the average daily freshwater usage per person during the overwintering period was approximately 340 liters, a decrease of 7 liters compared to the previous year. While this represents a slight reduction compared to the 9th (382 ℓ), 8th (390 ℓ), and 7th (381 ℓ) overwintering

periods, it remains significantly higher than the 6th overwintering period, which recorded 300 liters per person per day.

3) Waste management and remove from Antarctica

• During the 11th Antarctic wintering period at the Jang Bogo Station, the amount of household waste generated and exported was about 1,803 kg more than the waste produced during the 10th wintering period.

- A total of 22,000 kg of unused and disposed food materials was transported out, a quantity similar to that of the previous year (22,400 kg).

• Among the recyclable waste, approximately 6,000 kg of paper and 2,699 kg of plastic were generated, both showing an increase compared to the previous year. In contrast, scrap metal (2,510 kg) and glass waste (1,320 kg) decreased compared to the previous year.

• Food waste slightly decreased compared to the 10th overwintering period and was reduced to about half the amount generated during the 8th overwintering period.

• The generated waste was sorted and packaged into categories of recyclable waste, general waste, and designated waste (such as waste oil), loaded into 20-foot containers, and is scheduled to be transported to Korea via the RV Araon for proper disposal.

3. Monitoring of environmental indicator affected by Jang Bogo station operation

1) Footprint

- During the 2024/25 season, full-scale station expansion construction was carried out, resulting in physical impacts on the ground within the station site.

- During the 2024/25 summer season (October 24, 2024 – March 12, 2025), a total of 109 personnel visited the station using aircraft and the icebreaker research vessel Araon. This included 18 members of the 11th overwintering team, 59 individuals for summer research and field support, 14 station support personnel, 21 construction workers, and 5 other visitors.

- The areas visited during the 2024/25 summer season and the 11th wintering period include terrestrial areas accessible by foot around the base, and accessible by helicopter such as geological sampling, penguin and seal research, and the installation of camps and observational equipment for hydrothermal drilling, covering about 30 locations in total.

2) Effluent water quality monitoring

- In 2024, water quality slightly deteriorated compared to 2023. While BOD levels generally met the regulatory standards, the concentrations of total coliforms and suspended solids (SS) remained below the standard throughout the year.
- Total coliform bacteria were not detected except in December, and T-N and SS were generally observed to be below the standard values.
- COD levels exceeded the regulatory standards in all cases and were generally higher than in 2023. Although the 11th overwintering team made various efforts to reduce COD levels under the guidance of the monitoring team, these measures proved ineffective.
- T-P still significantly exceeds the standard, indicating a need for expert inspection of the coagulation reaction efficiency.

3) Monitoring the changes in air quality at Jang Bogo station, Antarctica, in 2024

• Monitoring on tropospheric trace gases at Jang Bogo station

- The ozone (O_3) concentrations show seasonal variations, with the lowest monthly mean value of 16 ppb during the austral summer (January) and the highest of 36 ppb in winter (August), and indicate frequent ozone titration due to pollutants emitted at the station.
- The carbon monoxide (CO) concentration also shows seasonal variations, with the lowest monthly mean at 36 ppb in the austral summer (February) and peaking at 66 ppb in spring (October). High concentrations are sporadically observed in summer due to the station maintenance activities in 2024.
- The nitrogen monoxide (NO) shows a tendency of low value of 60 ppt in summer (January) and slightly increases to 70 ppb towards

austral fall and winter (March – August). Nitrogen dioxide (NO_2) was observed at its lowest in early summer (January) at 1.7 ppb and reached a monthly peak at 5 ppb in fall (March).

- An increasing trend was observed in the sulfur dioxide (SO_2) concentrations, ranging from 1.5 to 1.6 ppb.

4. Monitoring of ecosystem changes caused by Jang Bogo station operation

1) Temporal variation of phytoplankton in the surface water of Jang Bogo station, Antarctica, 2024

• Annual mean of total microalgal biomass (total Chl*a* concentration) was 0.387 $\mu g L^{-1}$.

- Micro-sized microalgal biomass (micro-sized Chl*a* concentration) was 0.160 $\mu g L^{-1}$.
- Nano-sized microalgal biomass (nano-sized Chl*a* concentration) was 0.129 $\mu g L^{-1}$.
- Pico-sized microalgal biomass (pico-sized Chl*a* concentration) was 0.038 $\mu g L^{-1}$.

2) Monitoring of breeding South polar skua around Jang Bogo Station, Antarctica

• Nest distribution

- During the breeding season of 2024/25, a total of 41 skua nests were identified, with an average clutch size of 1.65 eggs.
- The volume of the eggs was 88.38±6.15 cm^3 on average, and the egg shape index was close to elliptical at 70.95±2.93%.

• Breeding ecology survey

- The average hatching rate of South Polar skuas was 54.79%, the fledging rate was 77.50%, and the breeding success rate was 42.47%. Compared to 2023, the number of nests and hatching rate decreased, whereas the fledging rate and breeding success rate increased by approximately threefold.

5. Long-term monitoring of Environmental factors based on Jang Bogo Station

1) Monitoring on meteorology at the Jang Bogo Station

KOPRI 극지연구소

• Meteorology

- Air pressure in 2024 ranged from 964.8 to 1003.5 hPa with an annual average of 984.9 hPa.
- Air temperature ranged from -23.1 to -0.5 ℃ with an annual mean of -15.4 ℃. The lowest monthly average temperature was recorded in May (-23.1 ℃), and the highest in December (-0.5 ℃). The 2024 annual mean temperature was 0.8℃ lower than the average for the previous four years (2020-2023, -14.6 ℃). The lowest temperature of the year was -35.1 ℃, while the highest reached 6.9 ℃.
- Annual average humidity was 55.0%.
- Annual average wind speed was 3.6 ms^{-1}, which is slightly lower than the previous four-year average (4.1 ms^{-1}). The maximum instaneous wind speed was 36.5 ms^{-1}, recorded in September.
- Winds predominantly came from the west to northwest, while during summer, winds from the northeast occurred with similar frequency.
- The total number of clear days (< 2 oktas) in 2024 was 127 days, slightly lower than the four-year average of 131 days. The highest number of clear days occurred in May and November with 17 days each.
- Blizzard events occurred 13 times with a total duration of approximately 35.2 hours, which is significantly fewer than the four-year average of 23 events and 65.5 hours.

• Freezing of sea surface

- The sea adjacent to the station began to open on January 15, 2024, and became completely refrozen on March 26. The sea ice-free period lasted for 71 days, which is within the range observed over the past four years (58-75 days).

2) Microclimate monitoring soil around Antarctic Research stations

• Microclimate data of soil around Jang Bogo station

- The highest monthly average temperature was recorded in February at 0.78℃, while the lowest was in August at -28.35℃.
- The highest monthly average relative humidity was recorded in July at 72.22%, while the lowest was in February at 51.88%.

KOPRI 극지연구소

- The highest monthly average soil temperature was recorded in January at 3.32℃, while the lowest was in August at -28.40℃.
- The highest monthly average PAR was recorded in December at 742.88 μmol/m^2/s, while the lowest was in June and July at 1.2 μmol/m^2/s.
- The highest monthly average soil moisture content was recorded in January at -0.023 m^3/m^3, while the lowest was in August at -0.085 m^3/m^3.

• Microclimate data of soil around King Sejong station

- The highest monthly average temperature was recorded in December at 13.68℃, while the lowest was in August at -3.24℃.
- The highest monthly average relative humidity was recorded in August at 74.29%, while the lowest was in September at 10.93%.
- The highest monthly average soil temperature was recorded in December at 3.73℃, while the lowest was in June at -3.02℃. It was confirmed that a permafrost layer (annual average temperature of 0℃) formed below a soil depth of 150 cm.
- The highest monthly average PAR was recorded in December at 468.60μmol/m^2/s, while the lowest was in June at 9.03μmol/m^2/s.
- The highest monthly average soil moisture content was recorded in an unspecified month at 0.164m^3/m^3, while the lowest was in September at 0.066m^3/m^3.

Part II. King Sejong Antarctic Research Station

6. Monitoring on environmental facilities and energy management at King Sejong Station

1) Management of wastewater treatment facility, waste treatment facility and hydroponic facility(greenhouse) as the environmental facilities

- The quality of the effluent discharged from the station does not meet the applied standards, indicating a need for facility expansion. Until sufficient space is secured, it is crucial to improve the lifestyle habits of the personnel residing at the station.
- It is necessary to secure a longer retention time of wastewater in the

reactor to extend the reaction time with microorganisms, thereby enabling continuous efforts to improve the quality of the discharged water.

- Waste produced at the base is sorted according to its characteristics, and both incinerators and can compactors are in operation. It is essential to properly differentiate combustible waste and continuously strive to reduce the volume of incinerated waste.
- During the 36th wintering period, greenhouse management has been conducted according to the greenhouse operation plan
- A suspected non-native species was detected; however, it is likely to be an Antarctic native species, necessitating further analysis. Continued implementation of measures to prevent the introduction of non-native species remains essential.

2) Management of fuel and energy use for station operation and Prevention measure for oil spill

• Fuel and energy consumption were monitored and analyzed on a monthly basis, with the majority of the fuel used for generator operation.

- In 2024, the total fuel consumption over 12 months was 352,585 liters, showing a slight decrease compared to 370,356 liters used during the same period in the previous year. Fuel usage for incinerators and heavy equipment significantly declined, and generator consumption decreased by approximately 10,900 liters compared to 2023.
- In 2024, the total electricity consumption over 12 months was approximately 1,360 MWh, similar to the 1,373 MWh recorded the previous year, with the highest electricity usage observed in October.
- In 2024, the total renewable energy generated by solar panels amounted to 25,085 kWh, which was slightly higher than the 24,899 kWh produced in 2023.

• In order to prevent fuel spill, bulk fuel storage tanks and related facilities were regularly checked, however special caution has been required when ISO fuel container management and refueling of vehicles.

3) Waste management and remove from Antarctica

- During the 37th overwintering period, the amount of general mixed waste generated was 3,308 kg, consisting solely of incineration ash. This represents nearly a twofold increase compared to the 1,530 kg of incineration ash generated the previous year.
- Among the general waste, recyclable materials included 4,272 kg of scrap metal, which was the largest amount, and 1,960 kg of plastic waste, which was about half the amount transported out compared to the previous year.
- During the 37th overwintering period, the operating hours of the incinerator slightly increased compared to the previous year, while the amount of fuel used for incineration decreased. To reduce air pollutant emissions from incineration, continued efforts to minimize waste generation and the adoption of advanced incineration systems are necessary.

7. Monitoring of environmental indicator affected by King Sejong station operation

1) Footprint

- During the 2024/25 summer season, King Sejong Station was visited by 111 people, consisting of 18 members of the 38th wintering team, 66 summer researchers, 9 summer support staff, 6 government surveyors, and 30 members from the media and broadcasting team.
- Out of 25 applications for Antarctic activities, a total of 25 applications were for visits to Antarctic Specially Protected Areas (ASPAs)
- The approved activity areas included four ASPAs: ASPA No. 125 (2 teams, 25 people), No. 132 (13 teams, 63 people), No. 150 (13 teams, 58 people), and No. 171 (21 teams, 77 people).
- The visitor count to ASPA No. 171, Narebski Point, near King Sejong Station was 77, with an average daily visitation rate of 2.8 people during the 2024/25 summer period, a slight decrease from the previous year's 3.89.

KOPRI 극지연구소

2) Effluent water quality monitoring

- Water quality tests included the measurement of six parameters, including biochemical oxygen demand, which are BOD, COD, SS concentration, total nitrogen concentration, total phosphorus concentration, and coliform group count.
- During the 37th overwintering period in 2024, measures such as extended reactor operation time, as applied during the 33rd period, were again implemented. Compared to the 36th period, the influent wastewater generally showed a lower level of contamination.
- BOD and COD levels met the regulatory standards, and the concentrations of SS and total coliforms generally remained within acceptable limits. However, T-N and T-P values still exceeded the standards, and the removal efficiency for both parameters was very low.
- Fundamental facility improvements are required for water quality enhancement, along with continued efforts to reduce base water usage and detergent use.

3) Monitoring on air pollutants (SO_2 and NO_x) in the neighborhood of King Sejong Station, 2024

• Nitrogen Oxides

- A nitrogen oxides continuous monitoring system (Thermo, 42TL) was set up in King Sejong Station, Antarctica and is continuously measuring nitrogen oxides from February 2022.
- The instrument is continuously monitoring the concentration of NO and NO_2 for every 15 minutes.
- NO levels were consistently low year-round (0.16–0.53 ppb), lowest in winter (May–June), highest in summer (December).
- NO baseline consistently remains below 10% of monthly averages, reflecting dominance of short-term, local emission events.
- NO exhibit largest monthly standard deviations in summer, indicating higher variability due to increased station activities.

• Sulfur dioxide

- Calibrations were made to the sulfur dioxide monitoring system that

had been stopped for maintenance due to consistently showing concentrations below the detection limit.

- The normal operation of the system was confirmed after calibration.
- SO_2 levels peak in March (avg. 0.60 ppb) and minimize during winter months (0.08 ppb, June–July), indicating clear seasonality.
- SO_2 baseline values were highest in March (0.35 ppb) and virtually zero during winter (0.01 ppb in June).
- High baseline contribution in summer (Mar, Nov–Dec) suggests influence from marine or external regional sources of SO_2.

8. Monitoring of ecosystem changes caused by King Sejong station operation

1) Temporal variation of phytoplankton and physical factors in the surface water of Marian Cove, King George Island, Antarctica, 2024

• Annual mean water temperature was −0.32℃ in the surface water and annual mean salinity of surface water was 33.67 psu.

• Annual mean of total phytoplankton biomass (total Chl-a concentration) was 0.836μgL^{-1}.

- micro-sized phytoplankton biomass (micro-sized Chl-a concentration) was 0.326 μgL^{-1}.
- nano-sized phytoplankton biomass (nano-sized Chl-a concentration) was 0.340 μgL^{-1}.
- pico-sized phytoplankton biomass (pico-sized Chl-a concentration) was 0.184 μgL^{-1}.

3) Avifauna around the King Sejong Station during 2024/25

• Breeding parameters of birds

- We found 3 nests of South Polar Skuas but all failed their breeding.

• Temporal change of bird community

- A total of 9 bird species from 4 orders and 8 families were observed in the Marian Cove area, with the South Polar Skua identified as the dominant species.
- At Cape Sejong, 12 bird species from 4 orders and 8 families were observed, with the South Polar Skua identified as the dominant species.

KOPRI 극지연구소

9. Long-term monitoring of Environmental factors based on King Sejong Station

1) Monitoring on meteorology of King Sejong Station, Antarctica

• Meteorology

- Average station-level air pressure 989.8 hPa (highest 1031 hPa, lowest 941 hPa)
- Annual mean air temperature -1.7 ℃ (maximum 11 ℃, minimum -19.6 ℃).
- Annual mean wind speed 7.1 ms^{-1} (greatest 35.9 ms^{-1}), and predominant wind directions in NW directions (from W to N) with increased Easterly in winter.
- Annual mean relative humidity 84.0%, cloud amount 6.3 oktas, total precipitation 268.6 ㎜, about half of climatological value
- Occurrence number of blizzard was 12 times with total duration time 101.9 hours, so less frequent and shorter occurrence compared to the climatological values (22.7 times, 252.3 hours).

• Sea ice

- 15-days of freezing was observed in the Marian Cove in August 2024.

KOPRI 극지연구소

목 차

요 약 문 ····· i

Summary ····· xii

서 론 ····· 1

Part Ⅰ 남극 과학기지 운영 현장 점검

제 1 장 남극 과학기지 운영 현장 점검

제 1 절 장보고과학기지 운영 현장 점검 ····· 5

요 약 (국문) ····· 5

1. 서론 ····· 6

2. 조사 방법 ····· 6

가. 조사 항목 및 세부 지역 ····· 6

나. 현장 점검 방법 ····· 7

3. 결과 및 고찰 ····· 7

가. 유류 관리 ····· 7

나. 화학 물질 관리 ····· 11

다. 에너지 및 수자원 보존 ····· 12

라. 환경보호 의정서 관련 사항 ····· 12

요 약 (영문) ····· 16

Appendix 1 장보고과학기지 점검 결과 (2024/2025 시즌) ····· 17

Appendix 2 장보고과학기지 점검 결과 (2023/2024 시즌) ····· 30

제 2 절 세종과학기지 운영 현장 점검 ····· 35

요 약 (국문) ····· 35

1. 서론 ····· 36

2. 조사 방법 ····· 36

가. 조사 항목 및 세부 지역 ····· 36

나. 현장 점검 방법 ····· 37

3. 결과 및 고찰 ····· 37

가. 유류 관리 ····· 37

나. 화학 물질 관리 ····· 40

다. 에너지 및 수자원 보존 ····· 41

라. 환경보호 의정서 관련 사항 ····· 41

KOPRI 금지연구소

요 약 (영문) ····· 44
Appendix 1. 세종과학기지 점검 결과 (2024/2025 시즌) ····· 45
Appendix 2. 세종과학기지 점검 결과 (2023/2024 시즌) ····· 53

Part II 남극 장보고과학기지

제 2 장 장보고과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

제 1 절 환경 시설 관리 ····· 59
요 약 (국문) ····· 59
1. 오수처리 시설 ····· 60
가. 시설 특성 ····· 60
나. 시설 관리 ····· 61
2. 폐기물 처리시설 ····· 62
3. 온실 관리 ····· 63
4. 결론 및 제언 ····· 64
요 약 (영문) ····· 65
제 2 절 에너지 생산 및 유류 관리 ····· 66
요 약 (국문) ····· 66
1. 유류 사용 및 관리 ····· 67
가. 유류 사용량 ····· 67
나. 유류 저장 및 관리 ····· 70
2. 유류 유출 예방 및 관리 ····· 71
3. 에너지 생산 및 소비 ····· 74
가. 전기에너지 생산 및 소비 ····· 74
나. 난방 ····· 77
다. 담수·중수 생산 및 사용량 ····· 78
4. 결론 및 제언 ····· 80
요 약 (영문) ····· 82
제 3 절 폐기물 관리 ····· 83
요 약 (국문) ····· 83
1. 폐기물 발생량 ····· 84
가. 일반 폐기물 ····· 84
나. 지정 폐기물 ····· 86
2. 폐기물 반출 준비 및 선적 ····· 87
3. 결론 및 제언 ····· 88

KOPRI 극지연구소

요 약 (영문) ····· 89

제 3 장 장보고과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

제 1 절 족적 (footprint) ····· 90
요 약 (국문) ····· 90
1. 기지 주변 공간적 변경사항 ····· 91
2. 기지 체류 및 방문인원과 야외조사 지역 ····· 93
가. 기지주변 도보 조사 지역 ····· 95
나. 항공유 데포 현황 ····· 96
요 약 (영문) ····· 98
제 2 절 방류수 수질 모니터링 ····· 99
요 약 (국문) ····· 99
1. 오수처리 설비 특성 ····· 100
2. 방류수 수질 모니터링 결과 ····· 101
가. 총대장균군수 모니터링 결과 ····· 101
나. Total Nitrogen 모니터링 결과 ····· 102
다. Total Phosphorus 모니터링 결과 ····· 103
라. SS (Suspended solids) 농도 모니터링 결과 ····· 104
마. BOD 농도 모니터링 결과 ····· 104
바. COD 농도 모니터링 결과 ····· 105
3. 결 론 ····· 107
요 약 (영문) ····· 108
제 3 절 기지 주변 환경시료 의약품 및 합성향료 분석 ····· 109
요 약 (국문) ····· 109
1. 서론 ····· 110
2. 재료 및 방법 ····· 111
가. 조사 지역 ····· 111
나. 시료 전처리 방법 ····· 113
다. 생태 위험 평가 방법 ····· 115
3. 결과 및 고찰 ····· 116
가. 2017~2022년 기지 주변 환경시료 중 의약품 분석 결과 ····· 116
나. 2017~2022년 기지 주변 환경시료 중 합성향료 분석 결과 ····· 117
다. 2017~2022년 기지 오수처리장 시료 분석 결과 ····· 118
요 약 (영문) ····· 119

KOPRI 극지연구소

참고문헌 ····· 120
제 4 절 2023년 장보고기지 주변 대기질 변화 모니터링 ····· 121
요 약 (국문) ····· 121
1. 서론 ····· 122
2. 재료 및 방법 ····· 123
가. 연구 지역 ····· 123
나. 기기 설치 ····· 123
3. 결과 및 고찰 ····· 126
가. 관측 자료 수집 ····· 126
나. 관측 결과 ····· 127
요 약 (영문) ····· 133
참고문헌 ····· 134

제 4 장 장보고과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링
제 1 절 2023년 장보고과학기지 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동 ····· 135
요 약 (국문) ····· 135
1. 서론 ····· 136
2. 재료 및 방법 ····· 137
가. 연구 지역 ····· 137
나. 식물플랑크톤의 분석 ····· 138
3. 결과 및 고찰 ····· 138
가. 2023년 식물플랑크톤 생물량의 변화 ····· 138
요 약 (영문) ····· 141
참고문헌 ····· 142
Appendix ····· 143
제 2 절 장보고과학기지 주변에서 번식하는 남극도둑갈매기의 번식생태 ····· 155
요 약 (국문) ····· 155
1. 서론 ····· 156
2. 연구 지역 및 방법 ····· 156
가. 연구 대상종 ····· 156
나. 연구 지역 및 조사 시기 ····· 157
다. 조사 및 분석 방법 ····· 157
3. 결과 및 고찰 ····· 159
가. 번식 생태 ····· 159

KOPRI 극지연구소

나. 둥지 분포 ····· 160
요 약 (영문) ····· 162
참고문헌 ····· 163

제 5 장 장보고과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링
제 1 절 장보고과학기지주변 기상 모니터링 ····· 164
요 약 (국문) ····· 164
1. 서론 ····· 165
2. 재료 및 방법 ····· 165
가. 연구 지역 ····· 165
나. 관 측 ····· 165
다. 자료 획득 및 저장 ····· 168
3. 결과 ····· 168
가. 기상 ····· 169
나. 바다의 결빙 ····· 172
요 약 (영문) ····· 174
제 2 절 남극 과학기지 인근 토양 미기후 모니터링 ····· 175
요 약 (국문) ····· 175
1. 서론 ····· 176
2. 방법 ····· 177
가. 테라노바만 연구 지역(TNB site) ····· 177
나. 킹조지섬 연구지역(KGI site) ····· 178
3. 결과 및 고찰 ····· 179
가. 장보고과학기지 인근 미기후 모니터링 ····· 179
나. 세종과학기지 인근 미기후 모니터링 ····· 186
다. 장보고과학기지와 세종과학기지의 미기후 데이터 비교 ····· 190
4. 결론 ····· 190
요 약 (영문) ····· 191
참고문헌 ····· 192

KOPRI 극지연구소

Part III 남극 세종과학기지

제 6 장 세종과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

제 1 절 환경 시설 관리 ····· 195
요 약 (국문) ····· 195
1. 오수처리 시설 ····· 196
가. 시설 특성 ····· 196
나. 시설 관리 ····· 198
2. 폐기물 처리시설 ····· 199
가. 시설 특성 ····· 199
나. 소각기 관리 ····· 200
3. 온실 관리 ····· 200
4. 결론 및 제언 ····· 201
요 약 (영문) ····· 204
제 2 절 에너지 생산 및 유류 관리 ····· 205
요 약 (국문) ····· 205
1. 유류 사용 및 관리 ····· 206
가. 유류 사용량 ····· 206
나. 유류 저장 및 관리 ····· 207
2. 유류 유출 예방 및 관리 ····· 209
3. 에너지 생산 및 소비 ····· 212
가. 전기에너지 생산 및 소비 ····· 212
나. 난 방 ····· 214
다. 담수 생산 및 사용량 ····· 214
4. 결론 및 제언 ····· 215
요 약 (영문) ····· 216
제 3 절 폐기물 관리 ····· 217
요 약 (국문) ····· 217
1. 폐기물 발생량 ····· 218
2. 폐기물 반출 준비 및 선적 ····· 220
3. 결론 및 제언 ····· 221
요 약 (영문) ····· 223

제 7 장 세종과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

KOPRI 극지연구소

제 1 절 족적 (footprint) ····· 224
요 약 (국문) ····· 224
1. 기지 주변 공간적 변경사항 ····· 225
2. 기지 체류 및 방문인원과 야외조사 지역 ····· 225
요 약 (영문) ····· 228
제 2 절 방류수 수질 모니터링 ····· 229
요 약 (국문) ····· 229
1. 방류수 모니터링 ····· 230
2. 측정 방법 ····· 231
가. BOD, COD, 부유물질, pH의 측정 ····· 231
나. 총질소의 측정 ····· 231
다. 총인의 측정 ····· 232
라. 총대장균군수의 측정 ····· 233
3. 결 과 ····· 233
가. BOD의 월별 변화 ····· 233
나. COD의 월별 변화 ····· 234
다. 부유물질농도(SS)의 월별 변화 ····· 235
라. 총질소량(T-N)의 월별 변화 ····· 235
마. 총인량(T-P)의 월별 변화 ····· 236
바. 총대장균군수(CFU)의 월별 변화 ····· 237
4. 고찰 및 결론 ····· 237
요 약 (영문) ····· 239
참고문헌 ····· 240
제 3 절 2023년 세종과학기지 주변 대기오염물질 모니터링 ····· 241
요 약 (국문) ····· 241
1. 서 론 ····· 242
2. 재료 및 방법 ····· 242
가. 연구 지역 ····· 242
나. 관측 방법 ····· 243
3. 결과 및 고찰 ····· 245
요 약 (영문) ····· 247

제 8 장 세종과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

제 1 절 2023년과 2023/24시즌 세종기지 유입 외래생물 모니터링 ····· 248

요 약 (국문) ····· 248
1. 서론 ····· 249
2. 방법 ····· 250
가. 기지 유입 외래종 모니터링 지역 ····· 250
나. 외래종 모니터링 방법 ····· 250
3. 결과 ····· 251
가. 겨울각다귀 모니터링 ····· 251
4. 고찰 ····· 251
요 약 (영문) ····· 252
참고문헌 ····· 253
제 2 절 2023년 남극 킹조지섬 마리안소만 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동
요 약 (국문) ····· 254
1. 서 론 ····· 255
2. 재료 및 방법 ····· 256
가. 연구 지역 ····· 256
나. 식물플랑크톤의 채집 및 분석 ····· 256
3. 결과 및 고찰 ····· 258
가. 2023년 표층 수온과 염분의 변화 ····· 258
나. 2023년 식물플랑크톤 생물량의 변화 ····· 259
요 약 (영문) ····· 262
참고문헌 ····· 263
Appendix ····· 265
제 3 절 2023/24년 세종과학기지 주변의 조류상 모니터링 ····· 277
요 약 (국문) ····· 277
1. 서 론 ····· 278
2. 재료 및 방법 ····· 279
가. 연구 지역 ····· 279
나. 조사 방법 ····· 280
3. 결과 및 고찰 ····· 281
가. 조류 번식지표 ····· 281
나. 남극도둑갈매기 알 크기 및 형태 ····· 283
다. 조류 개체수 변동 ····· 284
요 약 (영문) ····· 290
참고문헌 ····· 291

제 9 장 세종과학기지 기상 관측

제 1 절 남극세종과학기지 2023년 기상관측 자료의 통계 분석 ····· 293
요 약 (국문) ····· 293
1. 서론 ····· 295
2. 자료 및 방법 ····· 296
3. 결과 ····· 297
요 약 (영문) ····· 299

부 록

I. 남극장보고과학기지 기상연보 2024
II. 남극세종과학기지 기상연보 2024

KOPRI
극지연구소

KOPRI
극지연구소

C O N T E N T S

Summary (Korean) ····· i
Summary (English) ····· xii
INTRODUCTION ····· 1

Part I. Korean Antarctic Research Station on-Site Check

Chapter 1. Antarctic Research Station on-Site Check

Section 1. Jang Bogo Station on site check ····· 5
Abstract (Korean) ····· 5
1. Introduction ····· 6
2. Survey methods ····· 6
A. Items and survey area ····· 6
B. On-site check method ····· 7
3. Results and discussion ····· 7
A. Fuel management ····· 7
B. Chemicals management ····· 11
C. Conservation of energy and water resource ····· 12
D. Matters related with Environmental Protocol ····· 12
Abstract (English) ····· 16
Appendix 1. Inspection results of Jang Bogo Station (2023/24) ····· 17
Appendix 2. Inspection results of Jang Bogo Station (2022/23) ····· 30
Section 2. King Sejong Station on-site check ····· 35
Abstract (Korean) ····· 35
1. Introduction ····· 36
2. Survey methods ····· 36
A. Items and survey area ····· 36
B. On-site check method ····· 37
3. Results and discussion ····· 37
A. Fuel management ····· 37
B. Chemicals management ····· 40

KOPRI 극지연구소

C. Conservation of energy and water resource ····· 41
D. Matters related with Environmental Protocol ····· 41
Abstract (English) ····· 44
Appendix 1. Inspection results of King Sejong Station (2023/24) ····· 45
Appendix 2. Inspection results of King Sejong Station (2022/23) ····· 53

Part II. Jang Bogo Antarctic Research Station

Chapter 2. Monitoring on environmental facilities and energy management at Jang Bogo Station

Section 1. Environmental equipment and facilities management ····· 59
Abstract (Korean) ····· 59
1. Sewage treatment facility ····· 60
A. Facility characteristic ····· 60
B. Facility management ····· 61
2. Waste treatment facility ····· 62
3. Hydroponic facility management ····· 63
4. Conclusion and remark ····· 64
Abstract (English) ····· 65
Section 2. Management of fuel and energy use ····· 66
Abstract (Korean) ····· 66
1. Fuel usage and management ····· 67
A. Fuel usage ····· 67
B. Fuel storage and management ····· 70
2. Prevention of oil spill and management ····· 71
3. Energy generation and consuming ····· 74
A. Electric energy generation and consuming ····· 74
B. Heating ····· 77
C. Freshwater/grey water generation and usage ····· 78
4. Conclusion and remark ····· 80
Abstract (English) ····· 82
Section 3. Waste management ····· 83
Abstract (Korean) ····· 83
1. Amount of generated waste ····· 84

KOPRI 극지연구소

A. Domestic waste ····· 84
B. Hazardous waste ····· 86
2. Preparation removal of waste and shipping ····· 87
3. Conclusion and remark ····· 88
Abstract (English) ····· 89

Chapter 3. Monitoring of environmental indicator affected by Jang Bogo Station operation

Section 1. Footprint ····· 90
Abstract (Korean) ····· 90
1. Spatial coverage of buildings and associated impact ····· 91
2. Personnel entered the station and Number and locations of field expeditions ····· 93
A. Walking survey areas near the station ····· 95
B. Aviation fuel depot status ····· 96
Abstract (English) ····· 98
Section 2. Effluent water qualities monitoring ····· 99
Abstract (Korean) ····· 99
1. Characteristics of sewage treatment facility ····· 100
2. Effluent water quality monitoring ····· 101
A. Coliform bacteria ····· 101
B. Total Nitrogen monitoring ····· 102
C. Total Phosphorous monitoring ····· 103
D. Suspended solids (SS) monitoring ····· 104
E. BOD concentration monitoring ····· 104
F. COD concentration monitoring ····· 105
3. Conclusion ····· 107
Abstract (English) ····· 108
Section 3. Analysis of pharmaceuticals and synthetic fragrances in environmental samples around the stations ····· 109
Abstract (Korean) ····· 109
1. Introduction ····· 110
2. Materials and Methods ····· 111

KOPRI 극지연구소

A. Study Area ····· 111
B. Sample pre-treatment method ····· 113
C. Ecological risk assessment method ····· 115
3. Results and Discussion ····· 116
A. Pharmaceuticals analysis results from environmental samples collected during 2017-2022 ····· 116
B. Fragrances analysis results from environmental samples collected during 2017-2022 ····· 117
C. Analysis result from sewage plant samples collecgted during 2017-2022 ····· 118
Abstract (English) ····· 119
Reference ····· 120
Section 4. Monitoring the changes in air quality at Jang Bogo Station in 2023 ····· 121
Abstract (Korean) ····· 121
1. Introduction ····· 122
2. Materials and Methods ····· 123
A. Study Area ····· 123
B. Installation of Instruments ····· 123
3. Results and Discussion ····· 126
A. Observation data collection ····· 126
B. Observation results ····· 127
Abstract (English) ····· 133
Reference ····· 134

Chapter 4. Monitoring of ecosystem changes caused by Jang Bogo Station operation

Section 1. Temporal variation of phytoplankton in the surface water of Jang Bogo Station, Antarctic, 2023 ····· 135
Abstract (Korean) ····· 135
1. Introduction ····· 136
2. Materials and methods ····· 137
A. Survey area ····· 137
B. Sampling and analysis of microalgae ····· 138

KOPRI 극지연구소

3. Result and Discussion ····· 138
A. Variation of phytoplankton biomass, 2023 ····· 138
Abstract (English) ····· 141
References ····· 142
Appendix ····· 143
Section 2. Monitoring on breeding South polar skuas around Jang Bogo Station, Antarctica ····· 155
Abstract (Korean) ····· 155
1. Introduction ····· 156
2. Study site and methods ····· 156
A. Study species ····· 156
B. Study area and period ····· 157
C. Study methods ····· 157
3. Result and Discussion ····· 159
A. Breeding ecology of South polar skua ····· 159
B. Nest distribution ····· 160
Abstract (English) ····· 162
References ····· 163

Chapter 5. Long-term monitoring of Environmental factors based on Jang Bogo Station

Section 1. Monitoring on meteorology at Jang Bogo Station ····· 164
Abstract (Korean) ····· 164
1. Introduction ····· 165
2. Materials and methods ····· 165
A. Study area ····· 165
B. Measurements ····· 165
C. Data collection and storage ····· 168
3. Results and Discussion ····· 168
A. Meteorology ····· 169
B. Freezing of sea ····· 172
Abstract (English) ····· 174
Section 2. Monitoring of microclimate in terrestrial ecosystems around Jang Bogo

KOPRI 극지연구소

and King Sejong Station, Antarctica ····· 175
Abstract (Korean) ····· 175
1. Introduction ····· 176
2. Materials and Methods ····· 177
A. Study area of Terra Nova Bay (TNB site) ····· 177
B. Study ara of King George Island (KGI site) ····· 178
3. Results and Discussion ····· 179
A. Microclimate monitoring results around Jang Bogo station ····· 179
B. Microclimate monitoring results around King Sejong station ····· 186
C. Comparison of microclimate data between Jang Bogo and King Sejong stations ····· 190
Abstract (English) ····· 190
References ····· 192

Part III. King Sejong Antarctic Research Station

Chapter 6. Monitoring on environmental facilities and energy management at King Sejong Station

Section 1. Environmental equipment and facilities management ····· 195
Abstract (Korean) ····· 195
1. Sewage treatment facility ····· 196
A. Facility characteristics ····· 196
B. Facility management ····· 198
2. Waste treatment facility ····· 199
A. Facility characteristics ····· 199
B. Incinerator management ····· 200
3. Hydroponic facility management ····· 200
4. Conclusion and remark ····· 201
Abstract (English) ····· 204
Section 2. Management of fuel and energy generation ····· 205
Abstract (Korean) ····· 205
1. Fuel usage and management ····· 206
A. Fuel usage ····· 206
B. Fuel storage and management ····· 207

KOPRI 극지연구소

2. Prevention of oil spill and management ····· 209
3. Energy generation and consuming ····· 212
A. Electric energy generation and consuming ····· 212
B. Heating ····· 214
C. Freshwater generation and consuming ····· 214
4. Conclusion and remark ····· 215
Abstract (English) ····· 216
Section 3. Waste management ····· 217
Abstract (Korean) ····· 217
1. Generated waste amount ····· 218
2. Preparation removal of waste and shipping ····· 220
3. Conclusion and remark ····· 221
Abstract (English) ····· 223

Chapter 7. Monitoring of environmental indicator affected by King Sejong station operation

Section 1. Footprint ····· 224
Abstract (Korean) ····· 224
1. Spatial coverage of buildings and associated impact ····· 225
2. Personnel entered the station and locations of field survey ····· 225
Abstract (English) ····· 228
Section 2. Effluent water quality monitoring ····· 229
Abstract (Korean) ····· 229
1. Effluent water quality monitoring ····· 230
2. Measuring methods ····· 231
A. BOD, COD, SS, pH measurement ····· 231
B. Total nitrogen measurement ····· 231
C. Total phosphorus measurement ····· 232
D. Coliform measurement ····· 233
3. Results and discussion ····· 233
A. Monthly variation of BOD ····· 233
B. Monthly variation of COD ····· 234
C. Monthly variation of Suspended solids (SS) ····· 235

KOPRI 극지연구소

D. Monthly variation of Total Nitrogen monitoring ····· 235
E. Monthly variation of Total Phosphorous ····· 236
F. Monthly variation of Coliform ····· 237
4. Conclusion and remark ····· 237
Abstract (English) ····· 239
Reference ····· 240
Section 3. Monitoring on air pollutants (SO2 and NOx) in the neighborhood of King Sejong Station, 2023 season ····· 241
Abstract (Korean) ····· 241
1. Introduction ····· 242
2. Materials and methods ····· 242
A. Study area ····· 242
B. Observation method ····· 243
3. Results and Discussion ····· 245
Abstract (English) ····· 247

Chapter 8. Monitoring of ecosystem changes caused by King Sejong station operation
Section 1. Monitoring on Non-native species during the 2023 and 2023/24 season ····· 248
Abstract (Korean) ····· 248
1. Introduction ····· 249
2. Methods ····· 250
A. Non-native species monitoring area ····· 250
B. Non-native species monitoring methods ····· 250
3. Results ····· 251
A. Monitoring on winter crane fly (WCF) ····· 251
4. Discussion ····· 251
Abstract (English) ····· 252
References ····· 253
Section 2. Temporal variation of phytoplankton and physical factors in the surface water of Marian Cove, 2023 ····· 254
Abstract (Korean) ····· 254

KOPRI 극지연구소

1. Introduction ····· 255
2. Materials and methods ····· 256
A. Study area ····· 256
B. Sampling and analysis of phytoplankton ····· 256
3. Results and Discussion ····· 258
A. Variation of temperature and salinity on surface water, 2023 ····· 258
B. Variation of phytoplankton biomass, 2023 ····· 259
Abstract (English) ····· 262
References ····· 263
Appendix ····· 265
Section 3. Avifauna around the King Sejong Station during 2023/24 ····· 277
Abstract (Korean) ····· 277
1. Introduction ····· 278
2. Materials and methods ····· 279
A. Study Area ····· 279
B. Survey methods ····· 280
3. Results and Discussion ····· 281
A. Breeding parameters of birds ····· 281
B. Egg size and shape of South polar skuas ····· 283
C. Seasonal change of bird community ····· 284
Abstract (English) ····· 290
References ····· 291

Chapter 9. Long-term monitoring of Environmental factors based on King Sejong Station

Section 1. Annual Weather Report of 2023, Antarctic King Sejong Station ····· 293
Abstract (Korean) ····· 293
1. Introduction ····· 295
2. Materials and methods ····· 296
3. Results ····· 297
Abstract (English) ····· 299

KOPRI 극지연구소

APPENDIX

I. Annual Weather Report Antarctic Jang Bogo Station, 2024

II. Annual Weather Report Antarctic King Sejong Station, 2024

KOPRI
극지연구소

List of Tables

Table 2-1. Composition of waste water treatment facility ····· 60
Table 2-2. Waste treatment equipment to reduce amount of wastes ····· 63
Table 2-3. Comparison of the amount of fuel consuming for the station operation from 2014 to 2023 ····· 68
Table 2-4. Capacity of renewable energy and generation of electric power at Jang Bogo Station ····· 74
Table 2-5. Electric power generated with solar panels in 2019~2023 ····· 75
Table 2-6. Monthly power consumption for the station operation in 2016~2023 ····· 77
Table 2-7. General waste generated during over-wintering periods 1st~ 10th sessions ····· 85
Table 2-8. Estimated food wastes during operation on CEE and food waste amount from 2014 to 2023 ····· 86
Table 2-9. Designated waste taken out from Jang Bogo Station in 7th (2020) and 10th (2023) over-wintering period ····· 87
Table 3-1. Number of personnel visited Jang Bogo Station during 2023/24 season ····· 93
Table 3-2. Field survey area near JBS and other regions in Victoria Land 2023/24 season ····· 95
Table 3-3. Locations of depots around Jang Bogo Station (Feb. 2024) ····· 97
Table 3-4. Wastewater quality suggested in CEE referring Discharged Water Quality Standard of Korea ····· 101
Table 3-5. List of samples in detail ····· 112
Table 3-6. Information of instruments installed in the atmospheric monitoring building of Jang Bogo Station ····· 124
Table 4-1. Egg size and shape of South polar skua (n=158) ····· 159
Table 4-2. Hatching, fledging and breeding success of South polar skua ····· 160
Table 5-1. Instrument List of Automated Synoptic Observation System in 2022 ····· 167
Table 5-2. GPS information of installed loggers. Blue means the sites which are adjacent to Jang Bogo station and green means the sites which are far from the station. ····· 177
Table 5-3. Information of the site, GPS, and installed logger around King Sejong station ····· 178
Table 5-4. Monthly mean of air temperature(℃) of TNB site from March to November, 2022 ····· 181

KOPRI 극지연구소

Table 5-5. Monthly mean of relative humidity(%) of TNB site from March to November, 2022 ····· 182
Table 5-6. Monthly mean of photosynthetically active radiation(uE) of TNB site from March to November, 2022 ····· 183
Table 5-7. Monthly mean of soil temperature(℃) of TNB site from March to November, 2022 ····· 184
Table 5-8. Monthly mean of soil moisture(m^3/m^3) of TNB site from March to November, 2022 ····· 185
Table 5-9. Monthly average of air temperature, relative humidity (RH), and PAR in KGL34 and KGL35 sites from February to December, 2022 ····· 189
Table 5-10. Monthly average of soil temperature and moisture in KGL34 and KGL35 sites from February to December, 2022 ····· 189
Table 5-11. Comparison of year average data of microclimate between Jang Bogo and King Sejong stations ····· 190
Table 6-1. Status of waste treatment equipment ····· 199
Table 6-2. Amount of harvested vegetables from the hydroponic facility at King Sejong Station ····· 201
Table 6-3. Amount of harvested vegetables from the hydroponic facility at King Sejong Station ····· 206
Table 6-4. Fuel storage tank capacity and details ····· 208
Table 6-5. Installed diesel generator sets at King Sejong Station ····· 212
Table 6-6. Monthly operating days and hours of incinerator ····· 218
Table 6-7. Monthly total amount of waste generated during 36th over-wintering period ····· 219
Table 6-8. Comparison of amount of waste aken out from the station between 29th to 36th over-wintering periods ····· 220
Table 7-1. Discharged water quality expected at King Sejong Station referring Discharged Water Quality Standard of Korea ····· 230
Table 7-2. Correlation of CMD slope and coliform count ····· 233
Table 8-1. Breeding parameters of South Polar Skuas in the monitoring site ····· 283
Table 8-2. Mean (standard deviation), range, and coefficient of variation of egg characteristics of South Polar Skuas ····· 284
Table 8-3. Maximum number of each bird species in the monitoring sites ····· 285
Table 8-4. Nest information of South Polar Skuas ····· 287
Table 8-5. Information of resighted South Polar Skuas at our study site ····· 288
Table 8-6. Information of resighted Brown Skuas ····· 289

List of Figures

Fig. 1-1. Map around Jang Bogo Station and survey area (yellow box) ····· 7
Fig. 1-2. Remaining fuel amount measuring and real-time remote monitoring ····· 8
Fig. 1-3. Cleaned up snow and ice in the bund to check fuel pipe and valves (2022) ····· 9
Fig. 1-4. Packed snow over the fuel spill prevent bund ····· 9
Fig. 1-5. Petrol drums stored outside on elevated steel rack with spill containment bund (left) and lubricant containers stored in ISO container (right) ····· 10
Fig. 1-6. Provision and periodic inspection of spill response items for oil spill prevention at fueling stations. ····· 11
Fig. 1-7. Outdoor waste oil collection bin and containers for contaminated soil collection. ····· 11
Fig. 1-8. Manufacture of heavy wind and skua-proof food wast storage box placed in front of the main building at Jang Bogo Station ····· 13
Fig. 1-9. Greenhouse tools cleaned and stored inside, and culture trays upgraded from styrofoam to stainless steel ····· 14
Fig. 1-10. Map around King Sejong Station and survey area (blue box) ····· 36
Fig. 1-11. Boulders and pebbles pushed into the oil spill prevention bund due to a flood ····· 37
Fig. 1-12. Measurement of TPH concentration in the soil at 7 suspected fuel contamination sites around the Station ····· 38
Fig. 1-13. Fuel spilled site (red box, 2023. 02) and the site of the fuel spill covered in snow after cleanup (2024. 3. 27) ····· 38
Fig. 1-14. Locations contaminated above the standard due to generator vapors and where minor fuel leaks occurred from fuel dispensers vehicle operation ····· 39
Fig. 1-15. Gasoline drums are stored in open-top containers, and the plastic packaging of the gasoline drums is removed ····· 39
Fig. 1-16. Chemical spill kit at wet lab in King Sejong Station ····· 40
Fig. 1-17. King Sejong Station historical monument building established 1988 (within yellow ring). Its surface is corrosive and some paint flakes are falling off ····· 42
Fig. 1-18. UV-trap, adhesive trap, and insect net installed in the greenhouse for monitoring non-native species ····· 43
Fig. 2-1. Wastewater and sewage treatment process diagram at Jang Bogo Station ····· 61
Fig. 2-2. Cleaning process of MBR membrane in the sewage treatment facility ····· 62
Fig. 2-3. Food waste processor replacement at Jang Bogo Station ····· 63
Fig. 2-4. Cleaning hydroponic facility after harvesting ····· 63
Fig. 2-5. Annual total fuel including generator fuel and power consumption at Jang Bogo Station (2016~2023) ····· 69
Fig. 2-6. Comparisons of monthly fuel and power consumption from 2016 to 2023

····· 69
Fig. 2-7. Fuel supply system at Jang Bogo Station ····· 70
Fig. 2-8. Fuel storage tanks near power plant (No.1 ~ 6) and near dock (No.7~9) ····· 71
Fig. 2-9. Pipe lines covered with snow ····· 72
Fig. 2-10. Removing snow and ice covering the fuel spill prevention bund and fuel pipelines (2022/23) ····· 72
Fig. 2-11. Fuel spill prevention bund and pipelines covered in snow accumulated in March 2024. ····· 72
Fig. 2-12. Offloading supplies including fuel on the sea ice near Jang Bogo Station ····· 73
Fig. 2-13. Changes in annual solar power generation from 2019 to 2023 at Jang Bogo Station ····· 75
Fig. 2-14. Comparison of monthly solar power generation from 2019 to 2023 at Jang Bogo Station ····· 76
Fig. 2-15. Replacing damaged solar panels and cleaning panels to prevent performance degradation ····· 76
Fig. 2-16. Monthly fresh water production using a desalination unit at Jang Bogo Station (2020~2023) ····· 79
Fig. 2-17. Monthly fresh water usage from 2021 to 2023 at Jang Bogo Station ····· 79
Fig. 2-18. Monthly treated domestic waste water and sewage at Jang Bogo Station (2020~2023) ····· 80
Fig. 2-19. Waste management and storage at Jang Bogo Station before transportation to Korea ····· 87
Fig. 3-1. Utilization of space around the Jang Bogo station for construction material storage ····· 91
Fig. 3-2. Installation of aquarium containers for temporary storage of collected marine organisms at Jang Bogo Station ····· 91
Fig. 3-3. Installation of a neutron monitor experiment preparation space ····· 92
Fig. 3-4. Field survey map of areas near JBS and other regions in Victoria Land 94
Fig. 3-5. Logger installation sites for monitoring of micro-environmental parameters(left, red dot) and vegetation survay area (right) ····· 96
Fig. 3-6. Fuel depots in Northern Victoria Land ····· 97
Fig. 3-7. Waste water treatment process in Jang Bogo Station ····· 100
Fig. 3-8. The result of total number of *E. coli* colonies detecting test at the samples from discharged water during 2017～2023 ····· 102
Fig. 3-9. The result of T-N concentration detecting test at the samples from discharged water during 2017～2023 ····· 102
Fig. 3-10. The result of T-P concentration detecting test at the samples from discharged water during 2017～2023 ····· 103
Fig. 3-11. The result of SS concentration detecting test at the samples from discharged water during 2017～2023 ····· 104
Fig. 3-12. The result of BOD detecting test at the samples from discharged water during 2017～2023 ····· 105
Fig. 3-13. The result of COD detecting test at the samples from effluent water during 2017～2023 ····· 106

Fig. 3-14. Maps of sampling location A) Antarctica, B) Jang Bogo Station, and C) King Sejong Station ····· 112
Fig. 3-15. Location of the Atmospheric Chemistry Laboratory at Jang Bogo Station ····· 123
Fig. 3-16. Air inlet, manifold and various instruments for measuring trace gas installed in the atmospheric monitoring building of Jang Bogo station ···124
Fig. 3-17. Flow diagram of trace gases monitoring system when (a) sample air or (b) span gas was injected ····· 125
Fig. 3-18. Atmospheric O_3 concentrations measured at Jang Bogo Station (JBS) in 2023 ····· 128
Fig. 3-19. Atmospheric CO concentrations measured at Jang Bogo Staion (JBS) in 2023 ····· 129
Fig. 3-20. Atmospheric NO concentrations measured at Jang Bogo Station (JBS) in 2023 ····· 130
Fig. 3-21. Atmospheric NO_2 concentrations measured at Jang Bogo Station (JBS) in 2023 ····· 131
Fig. 3-22. Atmospheric SO_2 concentrations measured at Jang Bogo Station (JBS) in 2023. ····· 132
Fig. 4-1. Location of the sampling area (●) in Jang Bogo station, Antarctica ···· 137
Fig. 4-2. Temporal variation of total Chl *a* concentration(A), micro-sized Chl *a* concentration(B), nano-sized Chl *a* concentration(C), pico-sized Chl *a* concentration (D) measured at the nearshore station January to December 2023 ····· 139
Fig. 4-3. Variation in the average monthly time series of phytoplankton from 2021 to 2023 ····· 140
Fig. 4-4. (a) (a) South Polar skua, (b) Distribution map of South Polar skua (The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023) ····· 157
Fig. 4-5. (a) Chick of South Polar skua (d) Plastic ring attached to South Polar skua chick ····· 158
Fig. 4-6. (a) South Polar skua's nest, (b) Marking GPS position of skua' s nest ·· 158
Fig. 4-7. Nest distribution of South polar skua breeding near Jang Bogo station, 2023 ····· 161
Fig. 5-1. Automated Synoptic Observation System (A), Ceilometer (B), Rain Gauge (C), Snow Gauge (D) ····· 168
Fig. 5-2. Variations in monthly averaged air pressure, temperature, relative humidity and wind speed from 2019 to 2023 ····· 170
Fig. 5-3. Annual and monthly frequency of wind direction in 2023 ····· 171
Fig. 5-4. Number of clear days (top) and frequency of blizzard occurrence (bottom) from 2019 to 2023 ····· 172
Fig. 5-5. Variation in sea status in front of Jang Bogo Station in 2023 ····· 173
Fig. 5-6. The sites of installed loggers around Jang Bogo station to monitor microclimate changes ····· 178
Fig. 5-7. The sites of installed loggers around King Sejong station to monitor microclimate changes ····· 179
Fig. 5-8. Monthly mean of air temperature, relative humidity, Photosynthetically active radiation (PAR), soil temperature, and soil moisture according to the

distance from Jang Bogo station ····· 180
Fig. 5-9. Monthly average, maximum, and minimum value of microclimate data in KGL34 and KGL35 sites from February to December, 2022 ····· 187
Fig. 5-10. Monthly average, maximum, and minimum value of soil temperature and moisture data across the depth in KGL34 site from February to December, 2022 ····· 188
Fig. 6-1. IC/SBR sewage treatment system at King Sejong Station ····· 196
Fig. 6-2. Operation flow chart of Sewage treatment facility ····· 197
Fig. 6-3. Sewage inlet tanks installed in generator room (left) and next to accommodation building (right). ····· 198
Fig. 6-4. Incinerator and can presser operating at King Sejong Station ····· 200
Fig. 6-5. Hydroponic facility installed in 2021 at King Sejong Staton ····· 200
Fig. 6-6. Inside of the hydroponic container divided into two compartments. Hydroponic equipment (left) and foyer space (right) ····· 201
Fig. 6-7. Total amount of annual fuel consumption and amount for generator operation during 2017~2023 ····· 206
Fig. 6-8. Comparison of monthly fuel consumption amounts from 2017 to 2023 ·· 207
Fig. 6-9. Six double skin fuel tanks installed in 2017 ····· 208
Fig. 6-10. Cleaning the interior of fuel tanks in preparation for resupply ····· 209
Fig. 6-11. Fuel unloading Work-flow ····· 211
Fig. 6-12. Inspection for prevention of fuel leakage during supply ····· 211
Fig. 6-13. Fuel spill control equipment at the station (float, oil fence, adsorbent sheet, emulisifying agent) ····· 212
Fig. 6-14. Power generation through solar panels from 2021 to 2023 ····· 213
Fig. 6-15. Annual fuel and power consumption trends in King Sejong Station (2017~2023) ····· 213
Fig. 6-16. Monthly power consumption trends in King Sejong Station (2017~2023) ····· 214
Fig. 6-17. Artificial fresh water lake for water supply (left) and pump hut (right) ····· 215
Fig. 6-18. Comparison between incinerator operating time from 33rd to 36th over-wintering period ····· 219
Fig. 6-19. Preparation for removal of wastes with long-term stored waste around the station ····· 221
Fig. 7-1. Excavation work for pipeline installation and leveling work for fish sample storage tank installation. ····· 225
Fig. 7-2. Location map of King George Island and visited or survey area ····· 226
Fig. 7-3. Detailed map of Barton peninsula ····· 226
Fig. 7-4. Annual trend of number of ASPA No. 171 visitors over Antarctic summer seasons ····· 227
Fig. 7-5. Automatic discharged water quality monitoring system (s::can) in King Sejong Station ····· 231
Fig. 7-6. Sample processing for total nitrogen determination ····· 232
Fig. 7-7. Sample processing for total phosphorus determination ····· 232
Fig. 7-8. Monthly variation of BOD concentration of treated discharged water over 5 years (2019~2023) ····· 234

Fig. 7-9. Monthly variation in COD concentration of treated discharge water over 5 years (2019~2023) ····· 234
Fig. 7-10. Monthly variation in Suspended Substance concentration of treated discharge water over 5 years (2019~2023) ····· 235
Fig. 7-11. Monthly variation in T-N concentration of treated discharge water over 5 years (2019~2023) ····· 236
Fig. 7-12. Monthly variation in T-P concentration of treated discharge water over 5 years (2019~2023). ····· 236
Fig. 7-13. Monthly variation in CFU of treated discharge water over 5 years (2019~2023) ····· 237
Fig. 7-14. The location of King Sejong station ····· 242
Fig. 7-15. Air quality monitoring system (SO_2 and NOx) in King Sejong Station ····· 243
Fig. 7-16. A schematic diagram of Thermo 42i-TL ····· 244
Fig. 7-17. A schematic diagram of Thermo 43i-TLE ····· 244
Fig. 7-18. Comparison of before and after calibration of SO_2 concentration ····· 245
Fig. 7-19. Observation results of nitrous oxide at the King Sejong Station: (top) raw data (gray), 2-hour average data (green), and results after filtering contaminated data (red); (bottom) comparison of data before and after filtering ····· 246
Fig. 8-1. UV-LED and light traps are newly installed for *T. maculipenis* at (A), 1st floor of power house and (B) hydroponic facility ····· 250
Fig. 8-2. Location of the sampling area (●) in Marian Cove, King George Island, Antarctica ····· 257
Fig. 8-3. Temporal variation of water temperature and salinity measured at the nearshore station from January to December 2023 ····· 259
Fig. 8-4. Temporal variation of total Chl-a concentration(A), micro-sized Chl-a concentration(B), nano-sized Chl-a concentration(C), pico-sized Chl-a concentration (D) measured at the nearshore station January to December 2023 ····· 260
Fig. 8-5. Variation in the average monthly time series of phytoplankton. (a) 2021, (b) 2022, (c) 2023 ····· 261
Fig. 8-6. Monitoring site of avifauna located on the Barton Peninsula, King George Island, Antarctica ····· 279
Fig. 8-7. The distribution of South Polar Skua nests in the monitoring site. ····· 282
Fig. 8-8. Seasonal change of the number of South Polar Skua pairs starting breeding each week ····· 282
Fig. 8-9 Seasonal changes in the number of birds species observed around Marian Cove ····· 284
Fig. 8-10. Seasonal changes in the number of birds species observed around Cape Sejong ····· 285

KOPRI
극지연구소

서 론

남극조약 지역에서 과학 활동 및 과학 활동 지원을 위한 기지 건설, 운영 등을 포함한 모든 활동을 수행함에 있어 남극조약 환경보호의정서(이하, 의정서)의 제3조 환경원칙에 따라 남극의 과학적 가치와 고유의 가치 보호를 위해 근본적으로 고려되어야할 사항은 남극환경 보호이다.

남극조약 지역에서 기지 운영을 포함한 다양한 활동을 수행하는 남극조약 협의 당사국들(ATCPs)은 의정서 3조 2항(d)에 따라 정기적이고 효과적인 모니터링을 수행할 의무가 있으며, 3조 2항(e)에 따라 남극조약 지역 내·외에서 수행된 활동이 남극환경과 생태계에 미칠 수 있는 예견되지 않은 영향을 조기에 발견할 수 있도록 정기적이고 효과적으로 모니터링하여야 한다. 또한 우리 국민이 남극에서 행하는 모든 활동에 대해 의정서에 기반한 국내법 '남극활동 및 환경보호에 관한 법률' 및 동법 시행령에 따라 활동으로 인해 발생할 수 있는 환경에 대한 사전 영향평가 수행 의무와 활동 시, 그리고 활동 이후 정기적인 모니터링과 그 결과를 당국(외교부)에 보고할 의무가 있다.

이에 남극조약 협의당사국 회의(ATCM)에서는 의정서에 따라 남극활동의 환경영향 감시를 위해 '남극환경 모니터링 프로그램'을 개발하여 각 당사국들이 활용하기를 권고한 바 있으며, ATCM의 요청에 따라 COMNAP (국가남극운영자위원회)은 SCAR (남극연구과학위원회)와 함께 2005년에 남극 모니터링 프로그램 개발을 위한 실용 지침을 작성하여 제출하였고, 해당 지침에 기지 운영국들이 활용할 수 있도록 남극기지 모니터링을 위한 잠정적 지표와 매개 변수를 제안한 바 있다.

우리나라는 서남극과 동남극에서 각각 세종과학기지와 장보고과학기지를 운영 중인 남극연구 중견국으로서 남극조약체제의 안정성과 발전을 위해 그 역할이 중요하다. 친환경 남극과학기지 운영을 위한 환경영향 감시와 이를 반영한 지속적인 기지 운영 개선을 통해 남극활동으로 인해 발생할 수 있는 환경 영향을 최소화하여 지속 가능한 남극 연구 인프라를 운영에 힘써야 한다. 또한 국제사회에서 지속적으로 강화되고 있는 남극환경에 대한 영향 저감 노력 촉구에 부응하기 위해서는 모니터링 결과에 기초한 적극적 운영 개선이 필요하다. 이는 남극조약 협의 당사국으로서 그 역할과 의무를 이행하는 것이며, 이를 통해 남극조약체제 내에서 우리나라의 지위도 확고히 할 수 있을 것이다.

본 과제에서는 매년 남극과학기지 운영과 기지를 기반으로 한 연구활동으로 인해 발생할 수 있는 직접적인 오염원과 환경영향 지표를 대상으로 모니터링을 수행하고 있으며, COMNAP에서 제안하는 항목 중 직접적인 남극환경 교란 지표와 오염원으로 족적

(footprint), 연료 취급 및 유출, 폐기물 관리, 오수처리 및 방류수 수질, 외래종 유입, 환경영향평가 위반 사례 등을 선정하여 조사하고 있다. 각 기지에서 월동연구대가 연중 점검 및 관측하고 있는 항목들의 결과와 9개 분야 33개 항목으로 작성한 기지 운영 점검 목록을 활용하여 현장에서 점검된 결과를 바탕으로 기지 운영 개선 방안을 도출하고 있다. 또한 하계연구활동을 통해 현장을 점검하고, 기지 운영으로 인한 생태계 영향을 추적하고 있다. 본 과제를 통해 도출된 개선 방안이 기지 운영과 연구 활동 시 적용될 수 있도록 각 연구팀과 지원 부서의 협조가 요구된다.

특히 전 세계적인 기후 변화의 영향은 남극지역에서 두드러지게 관측되고 있으며, 인간 활동(연구, 관광, 어업 등)으로 인한 남극환경에 대한 영향은 기후 변화 영향과 함께 증가하고 있다. 기후변화에 취약한 남극환경과 생태계 보존을 위해 인간활동으로 인한 영향을 지속적으로 저감하는 노력이 필요하다.

KOPRI
극지연구소

Part Ⅰ.

남극 과학기지 운영 현장 점검

KOPRI
극지연구소

KOPRI
극지연구소

제 1 장

남극 과학기지 운영 현장 점검

제 1 절

장보고과학기지 운영 현장 점검

김 지 희, 김 선 휘, 12차 월동연구대

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약: 본 활동은 극지연구소에서 수행하는 남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링의 일환으로 수행되는 현장점검 활동이다. 2024/25 시즌에도 지난해와 같이 남극장보고과학기지 12차 월동연구대가 자체 점검하였다. 현장 점검은 유류관리, 화학물질관리, 에너지 보존, 수자원 보존, 환경보호의정서 관련 분야 등을 포함한 33개 항목에 대해 실시하였다. 12차 월동대는 대부분의 항목에 대해 남극 환경 영향을 최소화할 수 있도록 저감방안을 이행하였고, 우리나라가 주변국과 공동관리하고 있는 ASPA No. 178에 대한 관리활동을 포함하여 기지 주변 ASPA 활동 신청 인원들에 대한 안내가 잘 이루어지고 있다. 온실 외래종 유입 모니터링과 배양 배드청소 및 소독을 포함한 대부분의 조치사항을 이행하였고, 주기적 모니터링 수행 중이다. 장보고기지 증축공사가 재개되었으나 유류탱크와 관랑보호 시설은 2025/26년 시즌 완공될 예정이다. 2024/25년 하계 시즌에는 초기환경영향평가를 제출한 활동은 2건으로 증축공사와 ASPA No. 178 생태모니터링을 위한 활동이었다. 12차 월동연구대에서는 점검 결과에 따라 현장에서 조치 가능한 사항을 이행하였다. 정기적 현장점검과 저감 조치를 통해 기지운영으로 인한 남극환경 영향을 최소화할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

남극에서 이루어지는 과학기지 운영과 연구 활동을 포함한 모든 활동의 주체는 ‘남극조약 환경보호 의정서’에 기반한 ‘남극활동 및 환경보호에 관한 법률’과 동법 시행령에 따라 활동으로 인해 발생할 수 있는 환경영향에 대한 사전 영향평가 수행 의무와 활동 시, 활동 이후 정기적인 모니터링과 그 결과에 대한 보고를 수행할 의무가 있다. 극지연구소는 국가 남극프로그램 운영자로서 기지 운영으로 인한 환경영향 모니터링의 의무이행을 위해 수행하고 있는 ‘남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링’ 과제의 일환으로 남극 과학기지의 현장 점검을 진행하였다.

현장 점검 목록은 남극조약 협의 당사국들이 타국기지 및 시설 사찰 시 사용하고 있는 ATCM의 사찰 체크리스트(Resolution 3, 2010)를 참고하여 2017년에 작성되었으며, 2022/23년 시즌에는 업데이트된 ‘남극 환경 보존을 위한 기지 운영 체크리스트 v.2’를 활용하였다. 점검 목록은 기지 주변 환경관리와 환경보호 의정서 관련 사항에 중점을 두어 9개 분야, 33개 항목으로 구성되었으며, 구체적으로 유류관리 분야 6개, 화학물질관리 2개, 에너지 보존 1개, 수자원 보존 2개, 환경보호 의정서 관련 사항 22개 항목으로 구성된다(Appendix 1).

기지 현장 점검의 목적은 기지 운영으로 인하여 초래될 수 있는 남극환경에 대한 영향을 최소화하기 위하여 연구소가 설정한 환경영향 저감 조치들이 현장에서 효력을 발휘하고 있는지를 점검하고, 현장 적용 시의 문제점, 개선 방안 등을 기지를 직접 운영하고 있는 월동대원과 함께 찾아내어 기지 운영을 실질적으로 개선하는 데 있다.

기지 현장 점검과 개선 조치는 2018년부터 수행하고 있으며 2025년 현재까지 지속적으로 점검과 개선이 이루어지고 있다.

남극과학기지에서 현장 점검 목록을 활용하여 월동연구대를 포함한 기지 운영 당사자가 기지 시설 및 주변 환경 관리 현황을 스스로 점검함으로써 남극 환경보존을 보다 적극적으로 실천할 수 있을 것으로 보인다. 또한 매년 기지 운영 점검 결과를 검토하고 개선해 나감으로써 지속 가능한 남극 인프라 운영과 연구 활동이 가능하며, 이를 통해 남극조약 협의 당사국으로서의 의무를 다하고, 남극 환경 보존 모범국으로서 자리매김할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 조사 방 법

가. 조사 항목 및 세부 지역

기지 운영 현장 조사 항목은 유류 저장소와 연료 주유 지점을 대상으로 유류 관리

현황을 점검하고, 기지에서 이행하고 있는 에너지 보존을 위한 조치 및 수자원 보존 조치 등을 점검하였다. 환경보호 의정서관련 사항으로 환경영향평가, 동식물상 보존 조치, 폐기물 관리 점검, 외래종 유입방지를 위한 온실 관리 현황 및 기지 주변 보호구역 활동 관리 등에 대해 점검하였다. 현장 점검 지역은 장보고 기지와 주변 지역으로 Fig. 1-1과 같다. 분야별 점검 내용은 아래에 요약하였으며, 자세한 점검 내용과 조치 사항 등은 Appendix 1에 수록하였고 개선 사항 등의 이행여부 확인을 위하여 지난 2023/24 시즌 점검 결과는 Appendix 2에 첨부하였다.

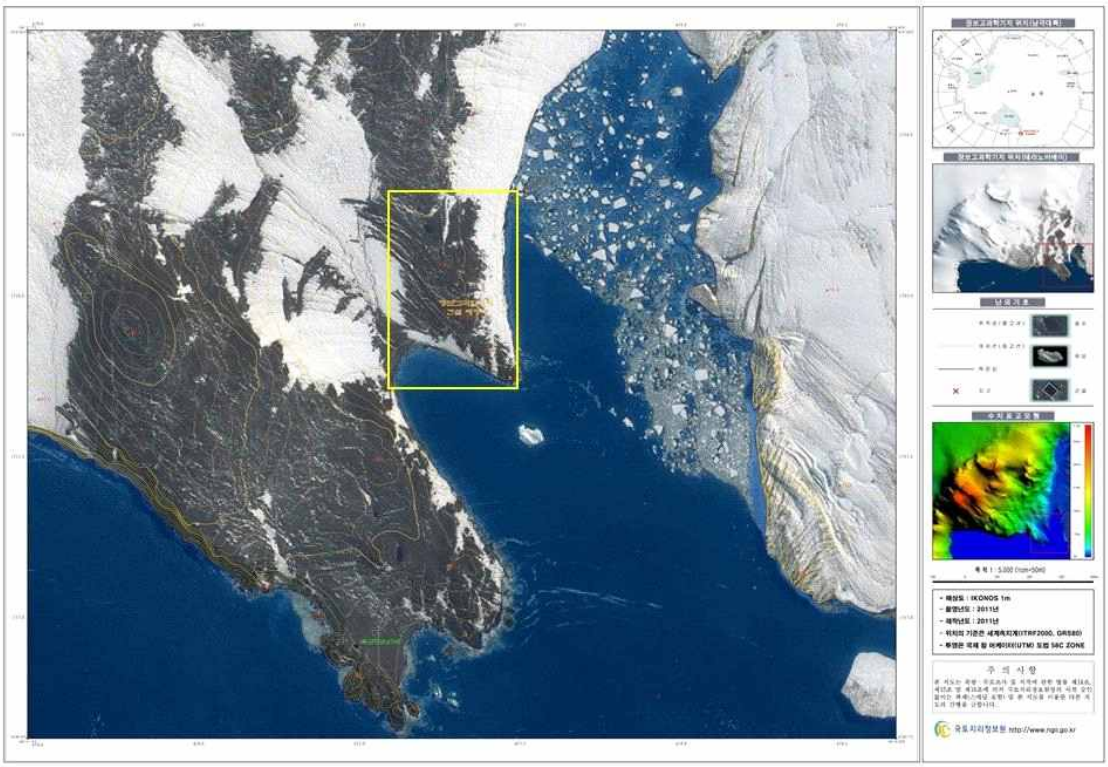


Fig. 1-1. Map around Jang Bogo Station and survey area (yellow box).

나. 현장 점검 방법

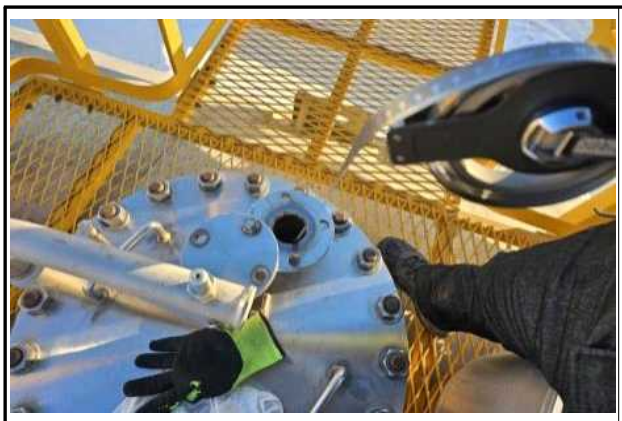
현장 점검을 위해 남극 환경 보존을 위한 기지 운영현황 체크리스트 v.2(Appendix 1)를 활용하였다. 2024/25년 시즌에도 2023/24년과 같이 장보고기지 현장 점검은 12차 월동연구대가 직접 수행하고 조치 결과와 함께 기지 모니터링팀과 운영실에 공유하였다.

3. 결과 및 고찰

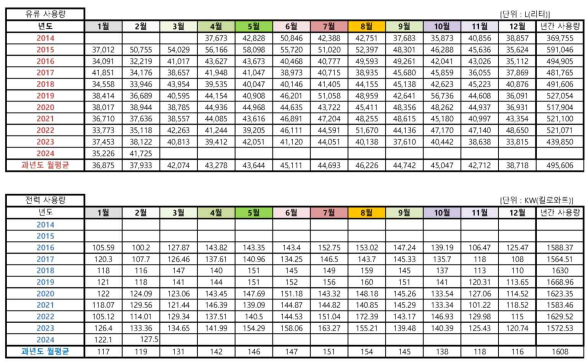
가. 유류 관리

장보고기지에서 연료 보관 탱크의 관리는 연료 잔량은 매월말 1회 실측하고, 매월

발전기, 보일러, 중장비 및 히터 등 유류 사용량(플로우 미터 및 사용 일지 확인)과 유류 탱크 실측량을 비교를 통해 소모량을 확인하고 있다. 또한 탱크 내 설치된 레벨 센서 연계 자동제어 시스템을 통해 통신실 및 유지반 사무실의 모니터로 유류 탱크의 유량을 매일 수시로 모니터링하고 있으며 일 사용량을 기록하고 있다. 이러한 모니터링 방법을 통해 탱크나 벨브 파손으로 인한 대량 유출 시 즉각 감지할 수 있다(Fig. 1-2).



(정기모니터링) 탱크 내 연료량 실측



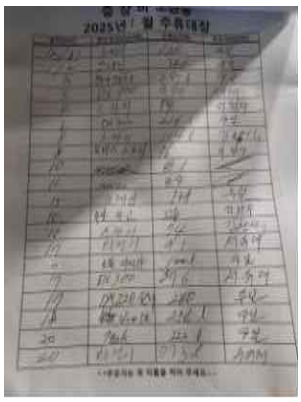
유류 사용량 [단위 : L(리터)]

년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	년간 사용량
2014				37,673	42,828	50,846	42,388	42,751	37,683	35,873	40,856	38,857	369,755
2015	37,012	50,755	54,029	56,166	58,098	55,720	51,020	52,397	48,301	46,288	45,636	35,624	591,046
2016	34,091	32,219	41,017	43,627	43,673	40,468	40,777	49,593	49,261	42,041	43,026	35,112	494,905
2017	41,851	34,176	38,657	41,948	41,047	38,973	40,715	38,935	45,680	45,859	36,055	37,869	481,765
2018	34,558	33,946	43,954	39,535	40,047	40,146	41,405	44,155	45,138	42,623	45,223	40,876	491,606
2019	38,414	36,689	40,595	44,154	40,908	46,201	51,058	48,959	42,641	56,736	44,608	36,091	527,054
2020	38,017	38,944	38,785	44,936	44,968	44,635	43,722	45,411	48,356	48,262	44,937	36,931	517,904
2021	36,710	37,636	38,557	44,085	43,616	46,891	47,204	48,255	48,615	45,180	40,997	43,354	521,100
2022	33,773	35,118	42,263	41,244	39,205	46,111	44,591	51,670	44,136	47,170	47,140	48,650	521,071
2023	37,453	38,122	40,813	39,412	42,051	41,120	44,051	40,138	37,610	40,442	38,638	33,815	439,850
2024	35,226	41,725											
과년도 월평균	36,875	37,933	42,074	43,278	43,644	45,111	44,693	46,226	44,742	45,047	42,712	38,718	495,606

전력 사용량 [단위 : KW(킬로와트)]

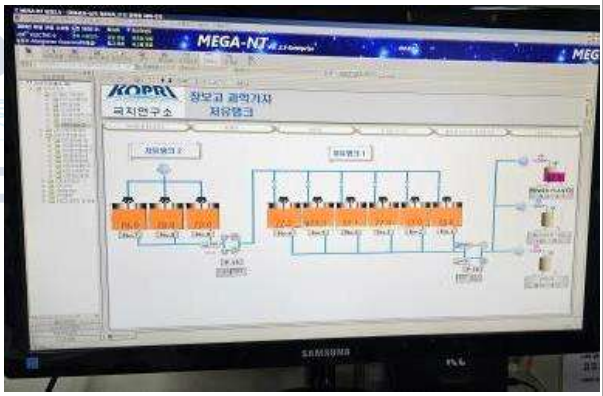
년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	년간 사용량
2014													
2015													
2016	105.59	100.2	127.87	143.82	143.35	143.4	152.75	153.02	147.24	139.19	106.47	125.47	1588.37
2017	120.3	107.7	126.46	137.61	140.96	134.25	146.5	143.7	145.33	135.7	118	108	1564.51
2018	118	116	147	140	151	145	149	159	145	137	113	110	1630
2019	121	118	141	144	151	152	156	160	151	141	120.31	113.65	1668.96
2020	122	124.09	123.06	143.45	147.69	151.18	143.32	148.18	145.26	133.54	127.06	114.52	1623.35
2021	118.07	129.56	121.44	146.39	139.09	144.87	144.82	140.85	145.29	133.34	101.22	118.52	1583.46
2022	105.12	114.01	129.34	137.51	140.5	144.53	151.04	172.39	143.17	146.93	129.98	115	1629.52
2023	126.4	133.36	134.65	141.99	154.29	158.06	163.27	155.21	139.48	140.39	125.43	120.74	1572.53
2024	122.1	127.5											
과년도 월평균	117	119	131	142	146	147	151	154	145	138	118	116	1608

(정기모니터링) 유류 사용량 및 잔량 확인





(정기모니터링)중장비 등 유류 사용량/잔량 확인



(수시 모니터링) 자동제어 시스템 확인

Fig. 1-2. Remaining fuel amount measuring and real-time remote monitoring.

또한 유류 이송 배관이 눈으로부터 노출된 기간에는 수시로 점검하고 있다. 장보고 기지의 연료를 보관하고 있는 저장 탱크는 스테인레스 스틸 재질의 이중벽구조로 유출 가능성이 매우 낮지만 최악의 상황을 대비하여 탱크 주변에는 유출 방지턱이 설치되어 있다. 유류 탱크가 위치한 지역은 상대적으로 눈쌓임이 많고 최근 6-7년간 여름철에도 모두 녹지 않고 얼어붙은 눈이 그대로 남아 있어 유출 시 방지턱의 기능을 수행하기 어려운 상태였으나 지난 2022년 월동대의 노력, 적설량 감소, 기온 상승 등으로 얼어있는 얼음과 눈을 제거할 수 있었고 점검이 가능하게 되었다. 12차 월동연구대는 유류 이송

라인(유류탱크~펌프실, 펌프실~발전동, 발전실 내 유류 라인), 유류오염 방지턱 주변, 방지턱 내 밸브 등 매월 정기점검과 수시점검을 통해 육안으로 점검하고 있다(1-3).



Fig. 1-3. Check fuel pipe and valves in the bund and pump room pipe lines (2024).

그러나 장보고기지 기상은 매년 변동적이고 저온 시기에 많은 양의 강설과 악기상이 지속될 경우, 제때 제설이 이루어지지 못하여 쌓인 눈이 유류 방지턱을 넘거나 배관을 얼어붙게 하여 유류 유출 위험이 커질 수 있다(Fig. 1-4).



Fig. 1-4. Packed snow over the fuel spill prevent bund.

이에 기지 모니터링팀과 지난 월동연구대에서는 지속적으로 결빙과 적설로부터 배관설비을 보호하기 위한 보호시설(관랑)의 설치 필요성을 기지 운영실에 제기한 바 있으며, 이를 반영하여 지난 2022/23년 시즌부터 3개 시즌 동안 기지 보수와 창고 추가 공사 시 유류탱크 및 관랑 보호시설을 설치할 예정이었으나, 2022/23 하계시즌 기지 앞 해빙의 붕괴로 건설자재의 화물선 하역이 진행되지 못하였고 2023/24 시즌에는 건설자재의 하역만 진행되었다. 이번 2024/25 시즌에 증축공사가 재개되었으나 유류탱크와 관랑보호시설은 2025/26 시즌에 완공될 예정이다.

항공유와 휘발유 등은 별도의 소형 저장 탱크에 보관되어 있으며, 항공유는 200 l

드럼과 25,000 l 용량의 ISO 탱크에 보관되어 있다. 드럼에 보관된 항공유는 주로 기지에서 먼 거리에 있는 현장 캠프용으로 사용되며, 기지 운영을 위한 헬리콥터 운항을 위해 ISO 탱크의 항공유를 서비스 탱크를 통해 주유한다. 본관동 앞에 위치한 헬리패드에 ISO 탱크와 서비스 탱크가 위치해 있으며, 주유시 호스에 남아 있는 유류 잔량을 회수하기 위해 드럼을 준비해 두고 있다. 또한 사용 완료 또는 보관 중인 항공유 ISO 유류 컨테이너의 밸브가 잘 닫혀있는지 주기적으로 점검이 필요하다.

휘발유 드럼은 폭발 위험이 있어 외부에 보관 중이며, 강한 바람이나 물리적 힘에 의해 넘어지지 않도록 포박하였고, 윤활유는 외부에 컨테이너를 활용하여 보관 중이다 Fig. 1-5). 외부에 보관중인 휘발유 드럼은 매월 잔량과 드럼의 부식 및 파손 여부를 확인하고 있다. 유류 유출시 즉각 감지할 수 있도록 휘발유 드럼 보관 받침대와 유출 방지턱이 설치되어 유출에 대비하고 있다(Fig. 1-5).



연료(휘발유) 드럼 보관 상태	컨테이너 내 윤활유 보관 상태

Fig. 1-5. Petrol drums stored outside on elevated steel rack with spill containment bund (left) and lubricant containers stored in ISO container (right).

유류 저장탱크에 유류를 수급할 때는 유류 유출 가능성이 높은 호스 연결부에 흡착포와 오일펜스를 설치하고 호스 중간에 차단 밸브를 설치하여 유류 유출에 대비하였다. 또한 유류를 다루는 지점에는 흡착포와 흡착재(흡착 분말 등)를 비치하고 격월 안전 점검을 통해 방제 물품의 비치 현황을 정기적으로 확인하고 유출에 대비할 수 있도록 조치하고 있다(Fig. 1-6). 2025년 4월 현재까지 장보고기지에서 유류 유출 사고는 발생하지 않았다.



유류 수급 시 차단 밸브 설치



주유기 및 유류서비스 탱크 상태 점검



주유 시 흡착포 비치

Fig. 1-6. Provision and periodic inspection of spill response items for oil spill prevention at fueling stations.

나. 화학 물질 관리

기지운영 시설과 실험실에서 사용하고 있는 화학물질 누출 및 유출에 대비하여 지정된 장소에서 보관과 사용이 이루어지고 있으며, 실험실 시약의 경우 시약장에 보관하고 있다. 액체 시약류의 선반 아래쪽 보관은 잘 이행되고 있으며, 실험실에서 나오는 실험 폐액은 별도의 20리터 플라스틱 통에 수거하여 외부에 보관하고 중이다. 플라스틱 폐액 통의 바닥에는 트레이를 비치하여 유출에 주의하고 있다. 생물해양연구실과 오수처리 시설에서 화학물질 유출에 대비할 수 있는 화학물질유출 방재키트가 비치되었으며, 유사시 신속히 대처할 수 있도록 키트주변이나 전면에 적재 물품 없이 눈에 잘 띄는 곳에 보관하고 있다. 실험실 발생 폐기물 중 유해 화학물질이 묻은 종이류와 플라스틱 초자, 장갑 등의 실험 폐기물은 일반쓰레기와 분리하여 뚜껑이 있는 폐기물 용기를 비치하여 사용하고 있다.

12차 월동연구대도 본관동과 중장비동의 야외에는 혹시 있을 수 있는 유류 또는 화학물질 유출에 대비하여 오염토양 수거용기를 비치하고 있으며, 폐유 수거함을 본관동 야외에 비치하였다(Fig. 1-7).



폐유 수거함(본관동)



폐유 수거함(발전동)



오염토양 수거함 (본관동, 정비동 등)



실험실 화학물질 보관소

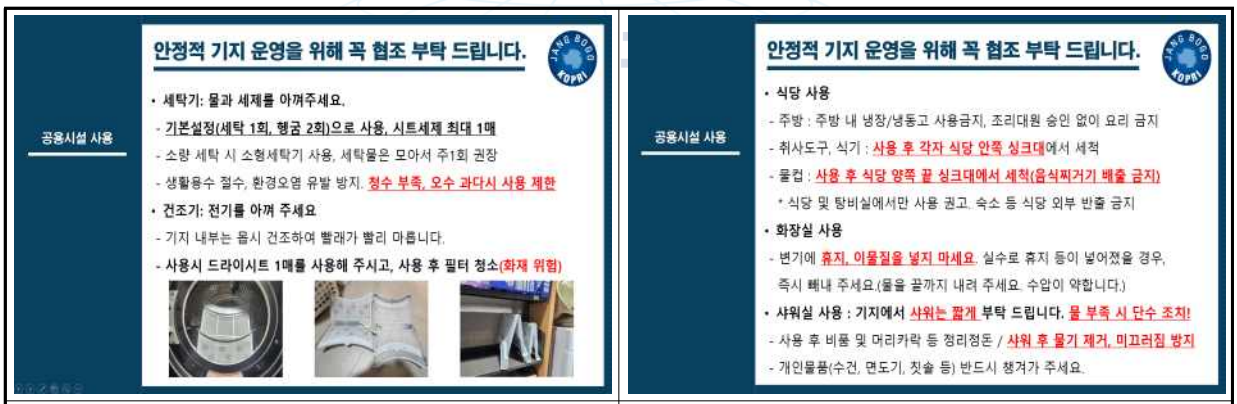
Fig. 1-7. Outdoor waste oil collection bin, containers for contaminated soil collection and chemical storage room.

다. 에너지 및 수자원 보존

기지 운영을 위한 전력 소모 절감을 위해 기지에서는 수시로 안내하고 있으며 발전기의 병렬운전을 피하고자 노력하고 있다. 기지 사용 에너지의 지속적인 절감 노력과 기지 시설 및 장비의 에너지 효율 향상 노력이 필요하다.

장보고기지 내 전등을 LED로 교체하여 전력 소모량 절감 조치를 하였고 불필요한 전력 사용에 대한 수시모니터링을 실시하고 대원들에게 전력 절약 교육을 수시로 실시하고 있다. 동계기간 전력소모가 큰 장치(탈각기, 오븐, 건조기 등)는 동시에 사용하지 않고 사용계획을 수립하여 운영하며, 기온이 내려가는 동계기간에는 냉동 컨테이너 4대의 운영을 정지하여 병렬 발전을 줄이고 있다. 또한 태양광발전시스템을 이용하여 필요 전력의 일부를 생산하고 있으며 백야 기간인 11월~1월 사이에는 약 10,000 kWh를 매월 생산하고 있다.

장보고기지의 생활용수는 100% 담수화기를 가동하여 공급하고 있으므로 에너지 보존 차원에서도 절수 습관이 요구된다. 월동대는 세탁물을 모아서 주 1회 사용을 권고하고 있으며, 적은 세탁물은 소형세탁기 사용으로 절수에 힘쓰고 있다. 또한 세탁기 사용 시 쾌속코스 및 헹굼 2회 미만으로 사용을 권고하고 있다. 그 외에 주방이나 샤워실 이용 시 절수 습관을 생활화 하도록 안내하고 있으며 해당 장소에 안내문을 부착하였고, 필요시 인원과 시간을 제한하여 사용하도록 조치하고 있다(Fig. 1-8).



기지생활 OT 자료 - 세탁실	기지생활 OT 자료 – 주방, 샤워실

Fig. 1-8. Water-saving practices for daily life on Jang Bogo Station.

라. 환경보호 의정서 관련 사항

기지를 기반으로 2024/25 시즌에 이루어지는 모든 활동에 대한 환경영향평가서와 남극활동계획서의 전자파일을 접근이 용이하도록 기지 업무 서버에 업로드하여, '2024/25 하계활동 참고자료'로 게시하고 특별보호구역 등에 출입하는 경우, 사전에 해당 활동 신청서와 활동계획서를 검토하여 활동 적정성을 파악하였다. 기지대장은 입남극전 남극

활동을 계획하고 있는 연구팀들의 주요 활동 및 그에 따른 환경영향평가서를 숙지할 수 있도록 별도 교육을 수료하였으며, 남극감독관으로서 하계연구팀을 포함한 기지 체류자의 남극활동을 수시로 점검하고 있다. 또한 기지대장은 하계활동 전 연구책임자와 사전 면담을 통해 활동지역, 내용 및 준수 사항을 확인하였다. 2024/25시즌 초기환경영향평가(IEE) 수준의 환경영향평가는 총 2건(남극특별보호구역 생태 모니터링 및 지원시설 증축)이었으며, 인익스프레서블섬 생태 모니터링 조사는 현장책임자 면담 결과 활동기간이 짧고, 그 규모가 작아 환경영향이 제한적으로 판단되었으며, 현장 활동 철수 시 주변 영향 최소화하도록 요청하였다. 지원시설 증축 관련 공사는 대기질 오염, 지반 교란 및 소음 등의 복합적 환경 영향이 발생할 수 있으므로 이를 최소화하고자 관리감독자 및 현장 관리소장과 주기적 회의를 통해 저감방안 의견 교환하고 시행하도록 하였다. 또한 다년에 걸쳐 진행되는 공사 특성상 당해 연도 공사 종료 후 차년도 개시 전까지 공사자재, 포장재, 폐기물 등의 비산으로 인한 환경영향이 최소화되도록 자재 고정, 중장비 건물 내 보관 및 폐기물의 컨테이너 적재를 요청하였다.

동식물상 보존을 위해 육상 야외 활동 인원이 통신실에 활동을 보고하는 시점에서 표시를 위한 돌탑 조성 방지와 정해진 루트로 차량 운행 등을 당부하고 있다. 월동대 운영을 위하여 운행하는 설상차 등은 눈 위 또는 정해진 루트로 이동하고 있다. 또한 주변 남극 동물과 식물상에 대한 영향을 최소화하도록 기지 체류자에 대한 오리엔테이션에서 안내와 교육을 실시하고 있으며, 생물 서식지 주변 활동 시 남극 생태계 보호 준수 사항을 철저히 이행하도록 하고, 음식물쓰레기를 잘 관리하여 남극도둑갈매기와 같은 동물들의 섭식을 방지하고 있다(Fig. 1-9).



본관동 음식쓰레기 보관

Fig. 1-9. Food waste container for heavy wind and skua protection placed in front of the main building at Jang Bogo Station.

12차 월동대에서는 기계설비 대원과 전기설비 대원이 온실 관리자로 온실관리 지침에 따라 운영하고 있으며, 온실 출입은 야간 순찰시 시설 점검을 제외하고는 관리자 이

외의 대원의 출입을 제한하고 있다. 특히 기지 방문 인원이 증가하는 하계기간 중에는 온실 출입을 엄격하게 제한하여 방문자 출입으로 인한 외래종 오염을 예방하고 있다. 온실 내 오염 및 기지주변 생태계 교란 방지를 위해 온실 내에서 사용한 물건들은 외부로 반출되지 않도록 관리하고 있다. 온실 재배식물의 정리 및 교체 시기(재배종에 따라 1-2개월 주기)에 온실 베드와 바닥청소, 집기류 세척을 진행하였다. 온실 청소시에는 오수처리 공정에 치명적인 화약용품 사용을 자제하고자 세제 없이 물로 온실 베드와 청소 후 70% 알코올로 소독하고 있다(Fig. 1-10). 2025년 4월 현재까지 12차 월동대에서 온실 내 외부에서 외래종의 흔적은 발견되지 않았다.



온실배드 청소 및 소독후 재배중인 식물

Fig. 1-10. Plants being cultivated after cleaning and disinfecting the greenhouse bed.

기지의 폐기물은 지정폐기물, 재활용 폐기물, 일반 쓰레기로 구분하여 나무박스에 담아반출 전까지 컨테이너에 보관된다. 오수처리 후 발생된 슬러지, 폐수(실험실 폐액, 유류가 섞인 폐수 등)과 폐유(엔진오일, 오염된 항공유, 폐식용유 등), 배터리 등은 지정폐기물로 구분하여 저장하고, 의료 폐기물은 따로 보급된 의료용 폐기물 통에 보관하였다가 반출시 지정폐기물로 표시하여 지정 업체를 통해 처리되도록 하고 있다. 건전지는 나무박스에 따로 보관하고 있으며, 폐유는 빈 드럼에 넣어 지정 컨테이너에 보관하였다가 반출 예정이다. 장보고기지에는 소각기가 설치되어있지 않으며 폐기물은 아라온호로 전량 반출하고 있다. 그러나 아라온호의 공간 부족으로인한 반출량의 한계로 인해 당해 발생한 폐기물을 모두 반출하지 못 하고 기지에 보관하고 있다가 순차적으로 반출하는 경우도 있다. 음식물쓰레기는 2025년 3월 기지체류 인원 46명 기준 하루에 약 15~17 kg 발생하였으며 처리전 수분을 함유하고 있는 중량이다. 음식물 쓰레기는 음식물처리기로 하계기간 1주일 평균 1~2회, 1회 80~90 kg을 처리하고 있으며 약 20~30 kg의 재가 발생한다.

기지 주변의 남극 특별보호구역의 관리계획서가 기지에 비치되어 있다. 또한 연구팀

활동 반경 내 ASPA, ASMA, HSMs 위치가 표시된 지도는 통신실 벽에 부착되어 있으며, 대장 총무, 통신대원은 위치 및 각 지역의 특성을 숙지하고 있다. 기지 통신실에는 우리나라, 중국, 이탈리아가 공동으로 관리하고 있는 ASPA No. 178(Inexpressible Island and Seaview Bay)의 관리계획서 출력물과 함께 자주 방문하고 있는 ASPA No. 106, 159, 161, 172, 173, 175의 관리계획이 비치되어 있다. 장보고기지를 기반으로 주변의 특별보호구역에서 활동하고자 할 경우에는 헬리콥터로 이동하여야 하며, 사전에 헬기운항확인서 작성이 필수적이다. 해당 양식에는 보호구역 출입을 위한 사유에 대해 상세하게 작성하게 되어있다. 또한 월동연구대는 방문자의 ASPA 방문 전에 해당 ASPA 관리계획서의 숙지사항을 확인하고 있다. 2024/25년 시즌 ASPA 활동 승인 건(외교부 승인)은 총 13건이며, 시즌 동안 기지에서 방문 승인한 허가 건수는 43회로, 이중 ASPA 173 Cape Washington and Silverfish Bay가 11회로 가장 많았고, 3국 공동 관리 중인 ASPA No. 178은 6회였다.

KOPRI
극지연구소

Jang Bogo Antarctic Research Station operation on-site check

Ji Hee Kim, Sunhwi Kim, and 12th overwintering team

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract: The activity is an on-site inspection conducted as part of ‘Monitoring on indicators of environmental and ecological contamination generated by Antarctic research station operation’ by KOPRI. During the 2024/25 season, the 12th overwintering research team at the Jang Bogo Antarctic Research Station conducted a self-inspection, as they did the previous year. The on-site inspection of the station operation included 33 items, covering areas such as fuel management, chemical management, energy conservation, water resource conservation, and environmental protection protocol. The 12th overwintering team has implemented mitigation measures for most of items to minimize the environmental impact on Antarctica. Guidance for individuals applying for activities in the ASPAs surrounding the base, including management activities for ASPA No. 178, which is co-managed with neighboring countries, is being well conducted. The team has carried out most of the action items, including monitoring for the introduction of non-native species into the greenhouse and algae removal, and is conducting periodic monitoring. There were two activities that submitted initial environmental evaluation for the 2024/25 summer season such as the construction of the Jang Bogo Station expansion and ecological monitoring at ASPA No. 178. The 12th winter research team implemented measures on-site that could be addressed according to inspection results. Regular on-site inspections and mitigation measures are expected to minimize the environmental impact of station operations on Antarctica.

Appendix 1. 장보고과학기지 점검 결과 (2024/2025 시즌)

남극 환경 보존을 위한 기지 운영 체크리스트 v.2

- 남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링 -

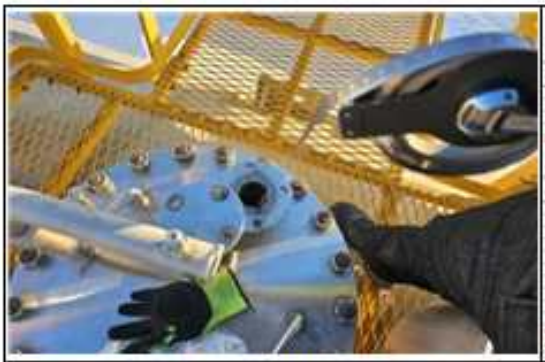
본 체크리스트는 대한민국 남극과학연구단이 기지운영과 연구 활동을 수행함에 있어 남극조약 및 환경보호의정서의 환경 원칙에 따라 활동으로 인해 야기될 수 있는 환경영향을 제거하거나 최소화할 수 있도록 지원하기 위해 작성되었다. 각 기지에서 체크리스트를 활용하여 기지 시설 및 주변 환경의 관리 현황을 스스로 점검함으로써 남극 환경보존을 적극적으로 실천할 수 있다. 남극 환경 보존은 남극 연구 결과를 신뢰할 수 있게 해주며 그 자체가 남극 연구의 주요한 목적이기도 하다.

유류 관리 점검 항목

1. 연료 보관 탱크의 모니터링 방법 및 주기? (연료 유출 감시를 위해 주기적 모니터링 필요)

1) 정기모니터링
- 매월 말 1회 탱크 내 유류량 실측 및 유류 월간보고서 작성
- 매월 발전기, 보일러, 중장비 및 히터 등의 유류 사용량(유량계 및 주유대장 확인)과 유류탱크 실측량 비교를 통한 소모량 확인

2) 수시모니터링
- 탱크 내 설치된 레벨 센서 연계 자동제어 시스템을 통해 유류 잔량 및 변동에 대한 주·야간 수시모니터링 시행중



(정기모니터링) 탱크 내 연료량 실측



(정기모니터링) 유류 사용량 및 잔량 확인



(정기모니터링) 중장비 등 유류 실사용/잔량 확인



(수시모니터링) 자동제어 시스템 확인

2. 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기?

1) 연료 파이프라인 점검 위치
- 유류탱크 이송 라인(유류 탱크~펌프실, 펌프실~발전동, 발전동 발전실 내 유류 라인)
- 유류 수급 라인
- 유류탱크 유류오염 방지턱 주변 및 방지턱 내 밸브, 집수정 등의 유류 유출 여부 점검



방지턱 내 토출 라인 및 밸브, 집수정 점검



유류 펌프실 이송 라인 점검

2) 연료 파이프라인 점검 주기
- 매월 및 수시 파이프라인 육안 점검
- 매월 및 수시 유류탱크, 밸브 등 누유 및 외관 상태 점검
  * 2025/26 남극 하계기간 중 유류탱크 보호시설 구축 시 탱크, 파이프라인 주변 유류 유출 발생에 대한 조기 파악 및 대응 가능(2024/25 남극 하계기간 건설 예정이었으나 공사 지연)

3. 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태

1) 연료(휘발유) 드럼
- 실외 지정장소에 미사용/사용중인 드럼을 구분하여 고박(lashing) 후 보관
  * 사용완료 드럼은 부식으로 인한 잔유 유출 등 예방을 위해 컨테이너 즉시 입고
- 매월 연료 잔량 확인, 드럼 부식파손 상태 파악 및 주변부 누유 여부 점검

2) 윤활유
- 20 Ltr/Can 으로 발전동 옆 컨테이너 및 발전실에 보관 중



연료(휘발유) 드럼 보관 상태



컨테이너 내 윤활유 보관 상태

4. 연료 급유 시 소량의 유출이라도 방지할 수 있는 조치를 취하고 있는가? (트레이, 흡착포 등의 활용)

1) 유류탱크의 유류 수급 시
- 유류 유출 가능성이 높은 호스 연결 접속부에 중간 차단밸브 설치 및 접속부 주변 유흡착포, 유흡착붐 오일펜스를 비치하여 유출 시 신속 대응태세 유지
- 유류 보급 시 순찰 인원 배치를 통한 유류 유출 수시 감시

2) 중장비의 주유 시
- 중장비 정비동 내 주유기, 유류 서비스 탱크 주변 흡착포 및 흡착 분말 등 비치
- 장비 내 주유 시 흡착포 비치 후 급유

3) 격월 안전 점검을 통해 흡착포 등 방제물품 비치 현황 파악 및 소진 시 추가 비치


유류 수급 시 차단 밸브 설치


주유기 및 유류 서비스 탱크 상태


주유 시 흡착포 비치

5. 유류 유출시 방재에 활용할 수 있는 자원의 종류와 양은 어느 정도 확보하고 있는가? (흡착포, 흡착물질, 붐, 방수포 등)

1) 해상용 오일 펜스 20조(400mm/20m)
2) 유흡착포 2500매
3) 유화제 3통(18L×3)
4) 흡착 붐 14개

6. 현 철동기간 동안 기지 또는 주변에서 유류가 유출된 적이 있는지? 있으면 그 종류와 양, 위치는? 기지에 유류 유출 보고가 되었는지?

- 해당 사항 없음

화학 물질 관리

7. 기지운영시설(정비동, 기계동, 발전동)과 실험실에서 사용하는 화학물질은 누출 및 유출에 대비하여 적절히 관리, 사용되고 있는가?

1) 발전동, 중장비 정비동 등 유류 사용지역에 유흡착포 비치 사용 중
2) 야외에서 유류 유출 시 즉각 수거할 수 있도록 보관 용기 사용
3) 오수처리 공정에 사용되는 화학용품의 누출에 대비하기 위해 화학 물질 누출 방재키트 비치
4) 폐유수거함을 제작하여 폐유수거함이 직접 외부 환경에 노출되지 않도록 보완
5) 기타 실험실 사용 화학물질은 별도 지정장소(연구동 원치실) 내 보관


폐유 수거함(본관동)


폐유 수거함(발전동)


오염토양 수거함 (본관동, 정비동 등)


실험실 화학물질 보관소

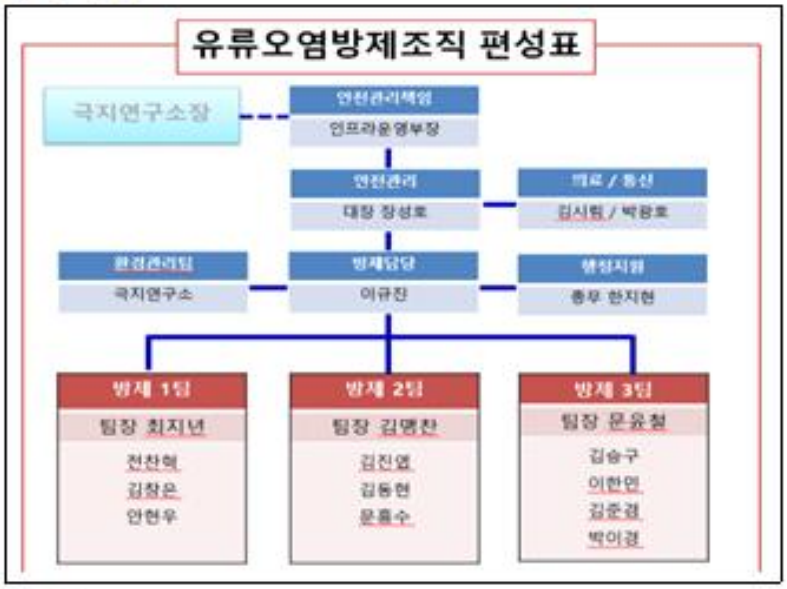
8. 누출 및 유출시 대응 방안은 무엇이며, 모든 사용자가 즉각 대응할 수 있도록 준비되어있고 정보가 공유되고 있는가?

1) 유류 오염방제 조직 편성 및 운영 : 방제 1~3팀이 다음과 같은 기준에 의해 투입

- 단계별 대응 방안

100L 미만	방제 1팀 현장 대응, 방제2·3팀 긴급대응태세 유지
100~2,000L	방제 1·2팀 현장 대응, 방제 3팀 긴급대응태세 유지
2,000L 이상	방제 1·2·3팀 현장 대응, 주변기지 지원요청(하계 시)

- 유류오염방제조직 편성표



2) 유류방제용품 현황

- 유흡착포(고무보트 보관등, 중장비 정비동, 발전동 내 보관)
- 오일펜스 20개(개당20m, 임시부두 야적장 컨테이너 보관)
- 유류방제용 장갑(안전장구등), 공기호흡기 6세트(본관등5, 발전동1)

에너지 보존

9. 전력 소모 절감을 위해 필요한 조치는 충분한가?, 불필요한 전력 사용은 없는지?
(사람이 없는 방에 전등, 히터 등의 켜져있는 경우, PC, 실험장비 등)

1) 전력 소모 절감을 위한 조치는 충분

- 현재 전력 역률 0.98~0.99 수준의 유효전력이 사용되고 있으며, 기존 설치된 전등을 소비전력량이 적은 LED 방식으로 교체하는 등 전력 소모 절감조치 이행
- 태양광발전시스템(50kW, 30kW) 병행 운용으로 소비 전력중 일부를 신재생에너지로 조달·활용 중
  * 남극 하계기간 태양광 발전으로 월간 약 10,000kwh 발전 중(11월~1월 사이)

2) 불필요한 전력 사용에 대한 수시모니터링

- 일과시간 이후, 당직 순찰 시 불필요한 전등, 전기기구 작동 여부 점검 및 소등(off)
- 체류인원 대상 빨래(세탁·건조기) 및 물 사용(담수화기) 관련 절약 안내
- 동계기간 전력 소모가 큰 장치(탈각기, 오븐, 건조기 등) 동시 사용 금지 및 교대 사용계획 수립 등

3) 냉동용 리퍼 컨테이너 전원 차단

- 동계기간 기온 저하로 리퍼 컨테이너 4대 가동 중지

수자원 보존
10. 남극에서의 용수는 에너지와 등일하게 가능한 보존해야 할 자원이다. 기지에서 절수 방법은 어떤 것들이 있으며 잘 이행되고 있는가?
1) 세탁실 사용 시 - 적은 세탁물은 별도 소형세탁기 사용 권장 - 개인 세탁물은 모아서 세탁하며 주 1회 이내 사용 권고 - 세탁기 사용 시 쾌속 코스 및 헹금 2회 미만 설정 후 사용 권고 2) 주방 사용 시 - 개인 컵 세척, 설거지 및 주방 트렌치 청소 시 물 사용 절약 관련 수시 안내 3) 샤워실 사용 시 - 샴푸 및 샤워 시 수도꼭지 잠금 후 헹금 시에 물 사용 권장 안내
11. 월동대에서 기지 방문자에게 절수 및 그 방법에 대해 적극적으로 협조를 구하고 있는가?
- 하계 체류인원 방문 시 기지생활 오리엔테이션을 통하여 기지의 용수 생산능력 및 오수처리 능력을 설명하고 물 사용 절약 협조 요청 - 필요 시 샤워실 사용시간 제한, 세탁실 사용금지 등을 사전 안내 및 시행중

기지생활 OT 자료 - 세탁실

기지생활 OT 자료 – 주방, 샤워실

환경보호의정서 부속서 관련 사항

환경영향평가 (제 1 부속서)

12. 이번 시즌 기지 인근 및 기지를 기반으로 이루어지는 활동을 위해 허가받은 남극활동 계획서와 환경영향평가서의 사본이 기지에 비치되어있는가?

- 남극활동계획서 및 환경영향평가서 전자문서를 기지 서버에 '2024/25 하계활동 참고자료'로 게시하고, 특별보호구역 등에 입출하는 경우, 사전 해당 신청·계획서를 검토하여 활동 적정성을 파악

  * 체류자 접근이 용이하도록 전자문서로 게시하여 필요 시 활용



남극활동 내역 공유서버 업로드



특별보호구역(ASPA) 신청 활동 구분 관리

13. 기지대장 (남극감독관으로서)은 이번 시즌 해당 남극활동과 그 환경영향평가에 대해 파악하고 있는가? (특히 IEE 이상 수준의 환경영향평가를 제출한 활동에 대한 파악 필요)

- 대장과 총무는 입남극 전 2024/25시즌 남극하계활동의 계획과 남극토착동식물 포획 승인서 등의 자료를 인계 받았으며, 유관 부서 및 전문가로부터 남극환경보호 관련 심화교육 수료('24.10.)
- 주요 하계활동 관련해서는 현장에서 대장과 연구책임자 간 사전 면담을 통하여 활동지역, 내용 및 준수사항에 대해 상호 간 숙지 후 수행
- 2024/25시즌 IEE 수준의 환경영향평가는 총 2건(남극특별보호구역 생태 모니터링 및 지원시설 증축) 존재하며, 생태 모니터링 조사는 현장책임자 면담 결과 활동기간이 짧고, 그 규모가 작아 환경영향이 제한적으로 판단되며 현장 활동 철수 시 주변 영향 최소화 주의 요청
- 지원시설 증축 관련 공사는 대기질 오염, 지반 교란 및 소음 등의 복합적 환경 영향이 발생할 수 있으므로 이를 최소화하고자 관리감독자 및 현장 관리소장과 주기적 회의를 통해 저감방안 의견 교환 및 시행

  * 다년에 걸쳐 진행되는 공사 특성상 당해연도 공사 종료 후 차년도 개시 전까지 공사자재, 포장재, 폐기물 등의 비산으로 인한 환경영향이 최소화되도록 자재 고박, 중장비 건물 내 보관 및 폐기물의 컨테이너 적재 등 지시

14. 현재까지 발생한(보고되거나 목격한) 환경영향평가 위반사항은?
예, IEE의 경우 활동규모 초과, 저감방안 불이행 등, 환경영향평가 없이 활동을 수행한 경우

- 해당 사항 없음

동물, 식물상 보존 (제 2 부속서)

15. 남극식물상을 보존하기 위해 기지 운영과 남극 활동 시 식생지역에서 차량운행을 하지않도록 강력히 권고하고 있다. 식물상이 있는 지역으로 차량 운행을 하고 있는가?
차량운행을 한 적이 있거나 하고 있다면 피치 못할 사유는 무엇인가?

- 차량은 지정된 도로 외 운행이 금지되며, 장보고과학기지는 차량으로 접근 가능한 식생지역 미존재

16. 기지 방문자에게 기지 주변 남극동물과 식물상에 대한 영향을 최소화하도록 주지시키고 있는가? (예, 스쿠아 먹이주기 금지, 가능한 식생을 밟지 않고 한 줄로 이동 등)

- 하계 체류인원 방문 시 기지생활 오리엔테이션에 환경보호 내용을 포함하여 교육 실시
- 교육 내용 미숙지 등을 대비 체류인원이 접근 가능한 공용 폴더에 관련 내용을 게시하여 필요 시 개인별 확인 가능



남극 환경보호 주의사항 교육(25.01.15.)



환경보호 관련 방문객 OT 자료

17. 온실관리자는 지정되어 있으며, 관리지침을 숙지하고 있는가?

- 기계설비(김승구), 전기설비(문은철) 대원이 지정관리자로 전반적인 온실 운영 및 관리 중
- 온실 운영 및 관리에 관한 핵심 사항은 입남극 전 교육을 통해 인지하고 있으며, 당직순찰 과정의 시설점검 시를 제외하고 지정인원 외 온실 출입 엄격히 금지
- 기지주변 생태계 교란 방지를 위해 온실에서 사용한 물건들이 외부로 배출되지 않도록 철저히 관리하고 있으며, 기지방문 인원이 증가하는 남극 하계기간 중에는 온실 출입을 더욱 엄격히 제한하여 지정관리자(2인) 외 일체의 인원 출입금지 중

18. 온실을 주기적으로 청소하고 있는가? 청소에 사용하고 있는 용품 (세제 등)은 어떤 종류인가?

- 재배식물 정리 및 교체시기(재배종에 따라 1-2개월 주기의 차이 발생)에 청소 실시
- 청소 시 오수처리공정에 악영향을 끼칠 수 있는 화학용품은 일체 사용하지 않으며, 70% 알콜소독과 청수를 활용 온실베드와 바닥, 집기류 세척을 진행하고 자연건조 후 사용
- 온실용 집기류는 세척 후 반드시 온실 내에만 보관하며 온실 외부사용 금지



소독후 재배중인 식물



소독후 재배중인 식물



스티로폼 베드 (과거)



청결 유지를 위한 스테인레스 베드(현재)

19. 온실에 외래종 (거미, 곤충 등)이나 고유종의 곤충이 유입된 흔적은 없는가? 온실 이외 기지에 유입된 외래종은 있는지?

- 현 12차대 온실 운영 과정에서 온실 내 외래종 발견 흔적 없음
- 2024/25 정기보급품 개인화물 위 외래종 발견으로 연구소 별도 보고(2024.12.11._생물대원)

폐기물 관리 (제 3 부속서)

20. 기지에서 발생한 폐기물은 어떻게 구분하고 있는가? (분리수거하고 있는 일반폐기물의 종류와 지정폐기물의 종류를 구체적으로)

- 기지 내 처리중인 폐기물 분리수거 현황
  1. 일반생활쓰레기(고철, PVC, 종이 및 종이박스류, 음식물쓰레기를 제외 한 모든 품목)
  2. 소주병
  3. 일반병(맥주병, 잡병, 유리 제품 등)
  4. PVC(플라스틱, 비닐 등- 오염이 심하거나 재질이 혼재된 물품은 일반생활쓰레기 처리)
  5. 고철(캔, 고철 등)
  6. 폐지(종이박스 등)
  7. 탈각재
  8. 오수처리 슬러지
  9. 폐수(실험실 폐액, 유류가 섞인 폐수 등)
  10. 폐유(엔진오일, 오염된 항공유, 폐식용유 등)
  11. 실험 후 나오는 폐액 및 시료 등(별도 관리하여 한국으로 반출)

  ※ 기지 발생 폐기물 대부분은 컨테이너에 적재하여 국내 반출 후 처리

21. 음식물쓰레기는 어느 정도 발생하는가?
(1주일간 일별 발생량(kg)/ 기지체류 인원으로 계산)

- 일일 약 15~17Kg 가량 발생되고 있으며, 이는 음식물쓰레기의 수분 포함 무게임
(2025.03.05. 현재 기지 체류인원 46명 기준)

22. 폐기물의 발생량은 주기적으로 기록, 관리하고 있는가?

- 폐기물은 컨테이너 입고 시 중량 측정 및 기록 후 패킹리스트 작성중
- 오수배출량, 슬러지, 탈각재 발생량 등도 매월 기록하여 일지 작성중



재활용 폐지 컨테이너 적재



재활용 고철 컨테이너 적재

23. 소각하고 있는 폐기물은 어떤 종류가 있으며, 소각 주기와 1회 소각시 소각량은 어느 정도인가?

- 남극장보고과학기지는 소각기를 일체 사용하지 않으며, 음식물쓰레기를 처리를 위해 전기 히터를 사용한 탈각기(용량 100kg/회) 운영중
- 체류인원에 따라 상이하나, 약 46명 체류 기준 1주일에 평균 1~2회 탈각기 가동
- 1회 탈각 시 약 80~90kg의 음식물쓰레기 처리가 가능하며, 탈각재는 평균 약 20~30kg 발생



음식물쓰레기 발생



탈각기 가동



탈각재 수집용 우드박스

24. 유해성 폐기물 (유류제품, 화학물질, 드럼, 화학물질용기 등)의 관리는 적절한가?

- 유류 관련 폐기물(폐걸레, 폐필터 등) 및 오수처리 슬러지 등은 PVC 또는 철재 드럼 등 전용 용기에 밀봉·포장하여 컨테이너로 반출
- 실험실 발생 유해 화학성 폐기물 등은 지정장소(연구동 원치실)에 수집·보관 후 반출 시 아라온호 위험물 저장구역에 별크 선적하여 국내 반출 후 폐기



폐기물(폐걸레, 폐필터, 폐유 오수) 수거 용기



수집 폐기물 운반 및 정리



화학 폐기물 수집·보관

25. 폐기물이 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 적절한 조치가 이루어지고 있는가?

- 음식물쓰레기 발생 시 덮개가 설치된 보관박스에 보관하여 강풍이나 스쿠아 등에 의해 분산되지 않도록 조치하고 있으며, 탈각 처리 후 별도 우드박스에 적재
- 그 외 모든 폐기물은 우드박스에 담아 밀봉하여 보관



본관동 음식쓰레기 보관 박스



강풍대비 열림 고정장치

26. 온실 폐기물은 적절히 처리, 관리되고 있는가?(외래종 유입 방지를 위해 살아있는 식물체나 배양액 및 각종 부산물이 외부에 노출되지 않도록 처리 및 관리 필요)

- 기존 온실에서는 상토를 보급·사용하였으나, 2021/22시즌부터 외래종 발생 방지를 위해 암염블럭(일명 UR블럭)으로 일괄 교체하였으며, 사용 완료된 암염블럭과 1회용 화분은 전량 폐기 후 쓰레기 비닐에 이중 포장하여 우드박스 입고 후 일반쓰레기로 배출중

27. 기지에서 반출하기 위해 적재되어있는 폐기물의 양과 적재 위치 및 보관 방법? 유출 등의 흔적은 없는지 확인 필요

- 본관동 앞 공병 및 일반쓰레기는 우드박스에 담아 일정량이 확보 시 컨테이너 입고
- 발전동 앞 고철, PVC, 탈각재, 일반쓰레기 등도 상기와 동일하게 처리
- 폐지는 일정량 확보 시 국기게양대 앞 컨테이너에 직접 입고



폐기물 종류별 분리 배출(본관동)



폐기물 종류별 분리 배출(발전동)



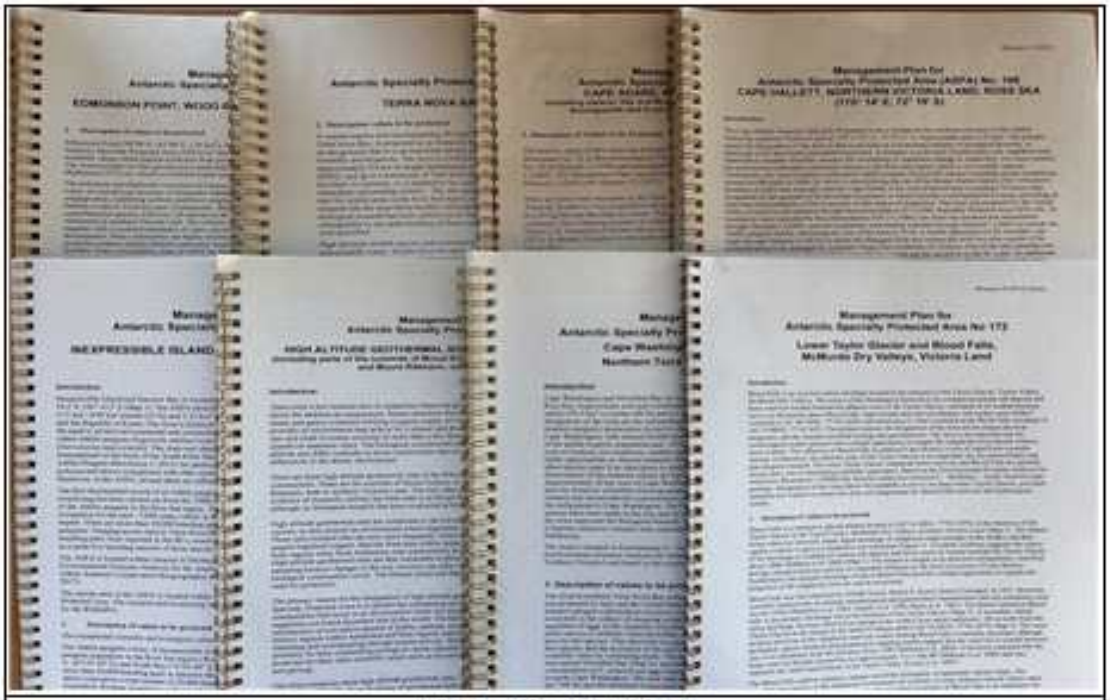
폐지 분리 배출(게양대 앞)

보호구역 (제 5 부속서)

28. 기지에서 관리하고있는 남극특별보호구역의 관리계획서는 비치되어있는가? (세종기지: ASPA No 171, 장보고기지: ASPA No. 178)

- 통신실에 ASPA No.106, 159, 161, 165, 172, 173, 175, 178 관리계획서 사본(출력물) 비치

※ 2023/24시즌 ASPA No. 172 방문이력 확인에 따라 관리계획서 추가 제본 및 비치



제본된 ASPA 관리계획서

29. 기지주변 ASPA, ASMA, HSMs의 위치가 표시된 지도는 비치되어있는가?

(남극조약 사무국 웹사이트 남극보호구역database https://www.ats.aq/devph/en/apa-database/ 참고)

- 기지 주변 ASPA, ASMA 등 통신실 벽면에 비치(게시)

※ 2023/24시즌 ASPA No. 172 방문이력 확인에 따라 해당지역 추가 게시

Appendix 2. 장보고과학기지 점검 결과 (2023/2024 시즌)

남극 환경 보존을 위한 기지 운영 체크리스트 v.2

- 남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링 -

본 체크리스트는 대한민국 남극과학연구단이 기지운영과 연구 활동을 수행함에 있어 남극조약 및 환경보호의정서의 환경 원칙에 따라 활동으로 인해 야기될 수 있는 환경영향을 제거하거나 최소화할 수 있도록 지원하기 위해 작성되었다. 각 기지에서 체크리스트를 활용하여 기지 시설 및 주변 환경의 관리 현황을 스스로 점검함으로써 남극 환경보존을 적극적으로 실천할 수 있다. 남극 환경 보존은 남극 연구 결과를 신뢰할 수 있게 해주며 그 자체가 남극 연구의 주요한 목적이기도 하다.

유류 관리 점검 항목

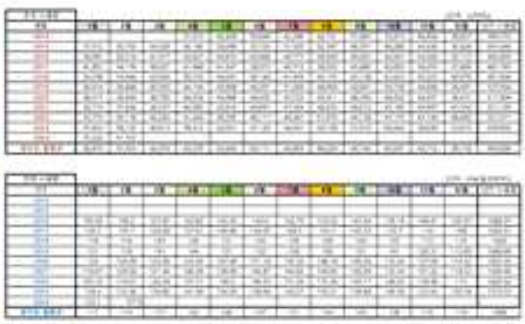
1. 연료 보관 탱크의 모니터링 방법 및 주기? (연료 유출 감시를 위해 주기적 모니터링 필요)

1) 정기모니터링
- 매월 말 1회 탱크 내 연료량 실측
- 매월 발전기, 보일러, 증장비 및 히터 등의 유류 사용량(플로우 미터 및 사용 일지 확인)과 유류 탱크 실측량 비교를 통한 소모량 확인.

2) 수시모니터링: 자동제어 프로그램을 통해 주·야간 수시 모니터링 시행 중
- 탱크 레벨 센서에 의한 자동제어를 통한 탱크 유류 잔량 수시 확인



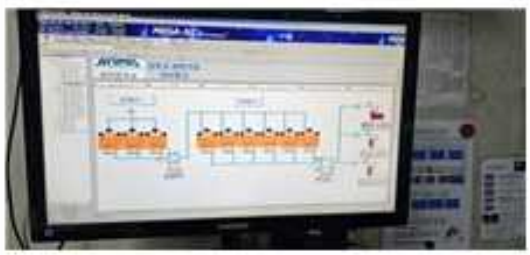
정기모니터링, 연료량 실측



정기&장기 모니터링, 유류 사용량 확인



정기모니터링, 증장비 등 유류 사용량/잔량 확인



수시모니터링, 자동제어

2. 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기?

1) 연료 파이프라인 점검 위치
- 유류탱크의 유류 이송 라인: 유류 탱크 – 펌프실, 펌프실 – 발전동, 발전동내 유류 라인
- 유류 수급 라인
- 유류탱크의 유류오염 방지턱 내 밸브 및 집수정 등 유류 유출 흔적 점검 등



방지턱 내 토출 라인 및 밸브, 집수정 점검



탱크에서 펌프실 간 유류이송 라인 점검

2) 연료 파이프라인 점검 주기
- 매월 및 수시 파이프라인 육안 점검

* 2024/25 시즌에 유류탱크에 보호시설을 건축하여 적설로 인한 탱크나 파이프 확인 불가 및 누출시 직접적 피해를 방지하도록 할 예정임

3. 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태

1) 연료(휘발유) 드럼
- 실외 장소 보관, 매월 잔량 확인 및 드럼 상태(부식 및 파손 등) 확인

2) 윤활유
- 20 Ltr/Can 으로 발전동 옆 컨테이너 및 증장비 정비동에서 보관 중



연료(휘발유) 드럼 잔량 및 상태 점검



컨테이너 내 윤활유 보관 상태

4. 연료 급유 시 소량의 유출이라도 방지할 수 있는 조치를 취하고 있는가? (트레이, 흡착포 등의 활용)

1) 유류 탱크의 유류 수급 시
- 유류 유출 가능성이 높은 유류호스 연결 접속부에 중간 차단 밸브를 설치,
주변에 유흡착포, 유흡착붐 오일펜스 비치 하여 유출 시 신속 대처

2) 중장비의 주유 시
- 정비등 내 주유기 주변 흡착포 및 흡착 분말 등 비치

3) 격월 안전 점검을 통해 흡착포 등 방제 물품의 비치 상황을 정기적으로 점검 및 추가 비치



주유 시 장비 주변에 흡착포 사용



주유기 주변 격월 안전 점검



중장비동 주유기 흡착포 비치

5. 유류 유출시 방재에 활용할 수 있는 자원의 종류와 양은 어느 정도 확보하고 있는가?
(흡착포, 흡착물질, 붐, 방수포 등)

1) 해상용 오일 펜스 20조(400mm/20m)
2) 유흡착포 1300매
3) 유화제 3통(18L×3)
4) 흡착 붐 14개 보유 중

6. 현 월등기간 동안 기지 또는 주변에서 유류가 유출된 적이 있는지? 있으면 그 종류와 양, 위치는? 기지에 유류 유출 보고가 되었는지?

- 해상사항 없음

화학 물질 관리

7. 기지운영시설 (정비동, 기계동, 발전동)과 실험실에서 사용하는 화학물질은 누출 및 유출에 대비하여 적절히 관리, 사용되고 있는가?

1) 발전동, 정비동 등 유류 사용지역에 유흡착포 비치 사용 중
2) 야외에서 유류 유출 시 즉각 수거할 수 있도록 보관용기 사용
3) 오수처리 공정에 사용되는 화학용품의 누출에 대비하기 위해 화학물질 누출 방재키트 비치
4) 폐유수거함을 제작하여 폐유수거함이 직접 외부 환경에 노출되지 않도록 보완



폐유 수거함(본관동)



폐유 수거함(본관동)



오염토양 수거함
(본관동, 정비동 등)



오염토양 수거용기
(야외 그레이트)

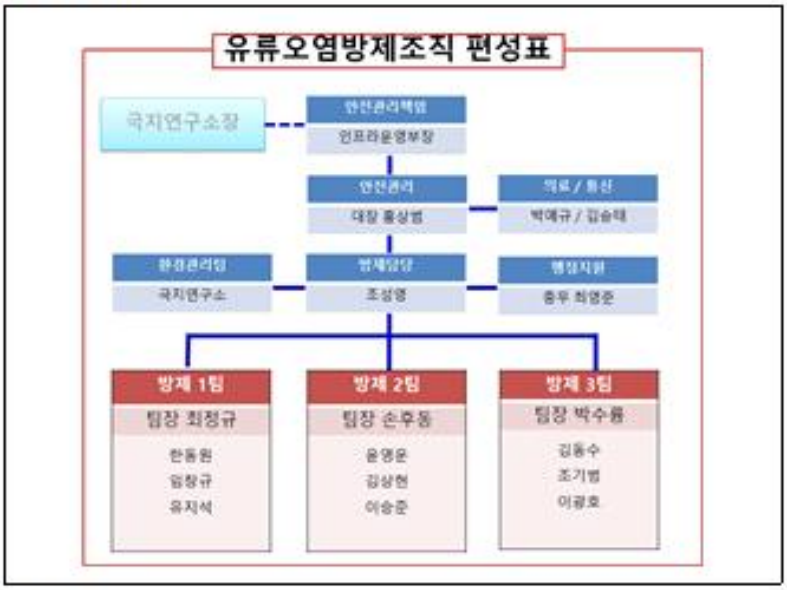
8. 누출 및 유출시 대응 방안은 무엇이며, 모든 사용자가 즉각 대응할 수 있도록 준비되어있고 정보가 공유되고 있는가?

1) 유류오염방제 조직 편성 및 운영: 현장 대응 1~3팀이 다음과 같은 기준에 의해 투입

- 단계별 대응 방안

100L미만	방제 1팀 현장대응, 방제2·3팀 긴급대응 태세유지
100~2,000L	방제 1·2팀 현장대응, 방제 3팀 긴급대응 태세유지
2,000L이상	유류오염방제 1·2·3팀 현장대응, 주변기지 지원요청

- 유류오염방제조직 편성표



2) 유류방제 용품 현황

- 유흡착포(고무보트 보관등, 정비등, 발전등 내 보관)
- 오일펜스 20개(개당20m, 임시부두 야적장 컨테이너 보관)
- 유류방제용 장갑(안전장구등), 공기호흡기 6세트(본관등5, 발전등1)

에너지 보존

9. 전력 소모 절감을 위해 필요한 조치는 충분한가?, 불필요한 전력 사용은 없는지?
(사람이 없는 방에 전등, 히터 등의 켜져있는 경우, PC, 실험장비 등)

1) 전력 소모 절감을 위한 조치는 충분

- 전력 역율 0.98 이상으로 유효하게 전력이 사용되고 있으며, 기지 내 방전등을 LED등으로 교체하는 등 전력 소모량 절감 조치는 충분
- 태양광발전시스템 운용으로 소모 전력의 일정 부분을 신재생에너지로 활용 중
  * 하계기간 태양광으로 월 약 10,000kwh 발전 중(11월~1월 사이)

2) 불필요한 전력 사용에 대한 수시모니터링

- 당직 순찰을 통해 불필요한 전력 소모가 있는지 점검 및 확인
- 대원들에게 수시로 전력 절약 교육 실시
- 동계기간 전력소모가 큰 장치(탈각기, 오븐, 건조기 등) 동시 사용 금지 및 교대 사용 계획 수립 등

3) 냉동용 리퍼 컨테이너 전원 차단

- 동계기간 기온강하로 리퍼 컨테이너 3대 운영 정지

수자원 보존
10. 남극에서의 용수는 에너지와 동일하게 가능한 보존해야 할 자원이다. 기지에서 절수 방법은 어떤 것들이 있으며 잘 이행되고 있는가?
- 적은 세탁물은 소형세탁기 사용 - 가급적 세탁물은 모아서 세탁하며 주 1회 이내 사용 권고 - 세탁기 사용 시 쾌속 코스 및 헹굼 2회 미만으로 사용 권고
11. 월동대에서 기지 방문자에게 절수 및 그 방법에 대해 적극적으로 협조를 구하고 있는가?
- 체류자의 기지 방문 시 생활안내 오리엔테이션을 통해 기지 용수의 생산능력 및 배수처리 능력을 설명하고, 기지 용수 문제 안내 시 절수 협조를 구하고 있음 - 필요시 샤워실 사용시간 제한 및 세탁실 사용금지 등을 사전 안내하고 시행하고 있음



생활 안내 OT 자료 1 - 세탁



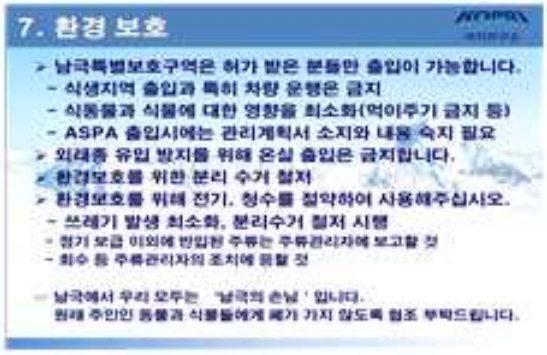
생활 안내 OT 자료 2 – 샤워 등

환경보호의정서 부속서 관련 사항
환경영향평가 (제 1 부속서)
12. 이번 시즌 기지 인근 및 기지를 기반으로 이루어지는 활동을 위해 허가받은 남극활동 계획서와 환경영향평가서의 사본이 기지에 비치되어있는가?
- 2023/24 시즌 남극활동계획서 및 환경영향평가서 전자문서를 기지 서버에 '중요 참고'로 게시하고, 기지 및 특별보호구역 등에 입출이 발생하는 경우, 해당 신청서·계획서를 검토하여 활동 적정성을 파악하고 해당 연구팀과 협의하고 있음 * 기지 체류자 누구나 접근 가능하도록 전자문서로 게시하여 필요시 활용이 가능하도록 조치

- 기지 체류자에 대한 생활안내 배포자료에 반영하여 오리엔테이션에서 교육하고 있음



남극 환경보호 주의사항 교육(23.12.14.)



환경 보호 관련 방문객 OT 자료

17. 온실관리자는 지정되어 있으며, 관리지침을 숙지하고 있는가?

- 시설유지반장(기계설비)과, 지정 대원(지구물리대원)이 전반적인 운영 및 관리 중
- 온실 운영 및 관리에 대한 핵심사항을 모든 월동대원들이 '남극환경보호를 위한 주의 사항' 교육을 통해 인지하고 있으며, 온실 출입은 야간 순찰시 시설 점검을 제외하고는 금지하고 있음
- 온실 내 오염 및 기지주변 생태계 교란 방지를 위해 온실내에서 사용하던 물건들은 외부로 배출되지 않도록 철저히 관리하고 있으며, 특히 기지를 방문하는 인원이 많은 하계기간 중에는 온실출입 제한을 엄격히 하여 관리자2인(시설유지반장, 지구물리대원) 외 출입을 금지 중

18. 온실을 주기적으로 청소하고 있는가? 청소에 사용하고 있는 용품 (세제 등)은 어떤 종류인가?

- 재배식물의 정리 및 교환시기(재배종에 따라 1-2개월 주기의 차이가 있을 수 있음)에 청소를 실시하고 있음. 오수처리공정에서 치명적일 수 있는 화학용품을 사용하지 않고, 70% 알콜소독과 청수를 사용하여 온실베드와 바닥청소, 집기류 세척을 진행하고 자연건조 후 사용
- 온실용 집기류는 세척 후 반드시 온실 내에 보관하며, 외부 사용을 금지하고 있음



알콜 소독 후 이상 없이 재배 중인 식물



온실용 집기류 세척 후 반드시 온실내에 보관

- 현 제11차대 월동대에서는 온실 베드를 스티로폼 재질에서 청소 및 관리가 더 용이한 스텐인레스 재질로 교체하여 오수처리 등에 주는 부담을 최소화

-



스티로폼 베드(기존)



스테인레스 베드로 교체완료(개선)

19. 온실에 외래종 (거미, 곤충 등)이나 고유종의 곤충이 유입된 흔적은 없는가?
온실 이외 기지에 유입된 외래종은 있는지?

- 현 11차대 온실운영 과정에서 온실 내외 모두 외래종 발견 흔적 없음

폐기물 관리 (제 3 부속서)

20. 기지에서 발생한 폐기물은 어떻게 구분하고 있는가? (분리수거하고 있는 일반폐기물의 종류와 지정폐기물의 종류를 구체적으로)

- 현 기지에서 처리중인 폐기물 분리수거 현황
  1. 일반생활쓰레기(고철, PVC, 종이 및 종이박스류, 음식물 쓰레기를 제외 한 모든 품목)
  2. 소주병
  3. 일반병(맥주병, 잡병, 유리 제품 등)
  4. PVC(플라스틱, 비닐 등- 오염이 심한 물품은 일반생활쓰레기 처리)
  5. 고철(캔, 고철 등)
  6. 오수처리 후 발생된 슬러지
  7. 폐수(실험실 폐액, 유류가 섞인 폐수 등)
  9. 폐유(엔진오일, 오염된 항공유, 폐식용유 등)
  10. 실험 후 나오는 폐액 및 시료 등(별도 관리하여 한국으로 반출)

※ 기지에서 발생된 폐기물은 우드박스와 드럼 등에 담아 컨테이너로 국내 반출

21. 음식물쓰레기는 어느 정도 발생하는가?
(1주일간 일별 발생량(kg)/ 기지체류 인원으로 계산)

- 약 15Kg/day 발생되고 있으며 이는 수분이 포함된 무게임 (2024.03.15.현재 기지체류 47명 기준)

22. 폐기물의 발생량은 주기적으로 기록, 관리하고 있는가?

- 폐기물은 컨테이너 입고 시 중량 측정 및 기록 후 패킹리스트를 작성하고 있음
- 오수배출량, 슬러지, 탈각재 발생량 등도 메일 기록하여 일지를 작성하고 있음



반출폐기물 무게측정 및 기재하여 입고



컨테이너 입고 작업

23. 소각하고 있는 폐기물은 어떤 종류가 있으며, 소각 주기와 1회 소각시 소각량은 어느 정도인가?

1) 남극장보고과학기지는 소각기를 사용하지 않음

2) 음식물쓰레기를 처리를 위해 전기 히터를 사용한 탈각기(용량 100 kg/회)를 운영하고 있음



음식물 처리 전



음식물 처리기



음식물 처리용 우드박스

- 체류인원에 따라 음식물쓰레기량이 상이하나, 약 47명 체류 시 1주일에 평균 1~2회 탈각기 가동
- 1회 탈각 시 약 80~90 kg의 음식물쓰레기를 처리하며, 탈각재는 평균 약 20~30 kg 발생

24. 유해성 폐기물 (유류제품, 화학물질, 드럼, 화학물질용기 등)의 관리는 적절한가?

1) 유류 사용에 따른 폐기물(폐걸레, 폐필터 등) 및 오수처리 공정 후 발생 슬러지 등은 PVC 또는 철재 드럼통 등 전용용기에 포장하여 컨테이너로 반출

2) 유해 화학성 폐기물 등은 아라온호 위험물 저장 구역에 선적하여 국내로 반출하여 폐기



폐기물(폐걸레, 폐필터, 오수처리 슬러지) 수거



폐기물 컨테이너 입고 작업

25. 폐기물이 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 적절한 조치가 이루어지고 있는가?

1) 기존에는 음식물쓰레기를 외부에 보관하였으나, 별도로 덮개가 있는 보관 박스를 제작하여 보관하여 강풍이나 스쿠아 등에 의해 분산되지 않도록 조치하고 있으며, 탈각 처리 후 음식물 탈각재는 별도 처리

2) 그 외 모든 폐기물은 우드박스에 담아 덮개를 밀봉하여 보관



본관동 음식쓰레기 보관 박스 제작



본관동 음식쓰레기 보관박스 제작

26. 은실 폐기물은 적절히 처리, 관리되고 있는가? (외래종 유입 방지를 위해 살아있는 식물체나 배양액 및 각종 부산물이 외부에 노출되지 않도록 처리 및 관리 필요)

- 외래종 발생 방지를 위해 상토에서 2021~2022시즌부터 전량 암염블럭(일명 UR블럭)을 사용하여 외래종 발생을 예방하고 있으며 사용한 암염블럭과 100mm 1회용 화분은 전량 폐기 후 쓰레기비닐에 이중 포장후 우드박스에 입고하여 일반쓰레기로 배출

27. 기지에서 반출하기 위해 적재되어있는 폐기물의 양과 적재 위치 및 보관 방법? 유출 등의 흔적은 없는지 확인 필요

- 본관동 앞 공병 및 일반쓰레기 우드박스에 담아 일정량이 되면 컨테이너에 입고
- 발전동 앞 고철, PVC, 탈각재, 일반쓰레기 등은 상기와 동일하게 처리



우드박스를 활용하여 폐기물 종류 별 분리배출



우드박스를 활용하여 폐기물 종류 별 분리배출

보호구역 (제 5 부속서)

28. 기지에서 관리하고있는 남극특별보호구역의 관리계획서는 비치되어있는가? (세종기지: ASPA No 171, 장보고기지: ASPA No. 178)

- 통신실에 ASPA No.106, 159, 161, 165, 173, 175, 178 관리계획서 사본(출력물) 비치



제본된 ASPA 관리계획서

29. 기지주변 ASPA, ASMA, HSMs의 위치가 표시된 지도는 비치되어있는가?
(남극조약 사무국 웹사이트 남극보호구역database https://www.ats.aq/devph/en/apa-database/ 참고)

- 기지 주변 ASPA, ASMA 등 통신실 벽면에 비치(게시)



통신실 우측 벽면에 게시된 위치표시 지도

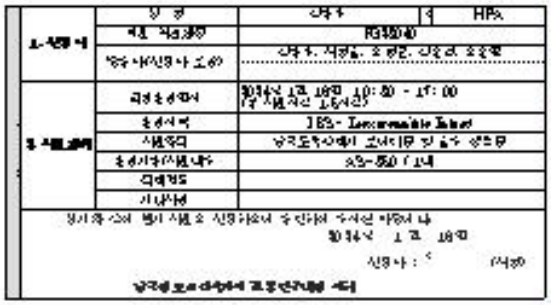


통신실 정면 게시

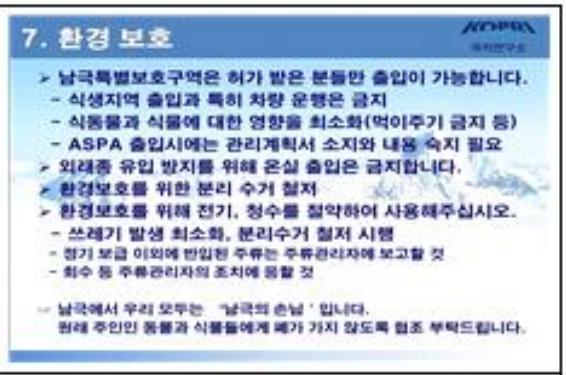
30. 기지 주변 ASPA에 출입하고자 하는 방문자의 출입 허가서와 출입 목적을 기지에서 확인하고 있는가? (기지에서 방문기록 작성시 출입목적 상세기록 요청. 예. 젠투펭귄 성체에 로거부착, 이끼류 채집 등)
ASPA 방문자가 방문하고자 하는 관리계획서 소지와 숙지 여부를 확인하고 있는가?

1) 헬기운행확인서
- 기지 주변 ASPA에 접근하는 방법은 헬기만으로 가능한 상황으로 방문자(하계대 등)는 헬기 이용이 있을 경우, 필수적으로 헬기운행확인서를 작성하고 이를 통해 방문 사항을 확인함
- 상기 서식에 방문 목적에 대해 기록하도록 되어 있음

(예시) 헬기운행확인서



헬기운항 확인서 서식



환경 보호 관련 기지생활 OT 자료

2) ASPA 관리계획서 소지 및 숙지 여부 확인

- 휴대 편의상 방문자의 개인 휴대폰에 전자파일로 저장해서 소지하도록 권장하고 있으며, 방문자에게 ASPA 출입 전 해당 ASPA 관리계획서 숙지사항을 확인하고 있음
- 해당 내용은 2023/24 시즌부터 기지 생활 OT에 추가하여 체류자가 숙지하도록 하고 있음

31. 이번 시즌 보호구역 출입(모든 보호구역 대상)을 허가받은 건수는 몇 건인가?

- 장보고기지 주변으로 총 16건(ASPA 106, 159, 161, 165, 172, 173, 175, 178)
  * 월동연구대는 ASPA No. 106, 173, 175, 178 획득

구분	허가신청자(대표자)	허가 건수
106	ㅇ김종우(2), 이창섭, 홍상범	4건
159	ㅇ김종우	1건
161	ㅇ김종우, 정진훈	2건
165	ㅇ구성민, 김종우(2), 이미정, 이종익, 이주한, 전성준, 정진훈	8건
172	ㅇ고정훈	1건
173	ㅇ고영욱, 고정훈, 구성민, 김종우(2), 이미정, 이종익, 이주한, 서원상, 전성준, 정진훈, 홍상범	12건
175	ㅇ고정훈, 구성민, 박창근, 이미정, 이종익, 이주한, 전성준, 홍상범	8건
178	ㅇ고정훈, 고영욱(2), 김종우(2), 박창근, 박창배, 이종익, 홍상범	9건

32. 허가없이 특별보호구역에 들어간 사례는 없는가? 있다면 구체적으로 기술

- 해당사항없음

33. 허가받은 사항과 다른 활동을 한 경우는 없는가? 있다면 구체적으로 기술하고 해당 활동이 환경에 부정적인 영향을 미쳤다면 그 사항에 대해 상세히 기술

- 해당사항없음

제 2 절

세종과학기지 운영 현장 점검

김 지 희, 강민구, 채현식, 조은아, 38차 월동연구대

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약: 본 활동은 극지연구소에서 수행하는 남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링의 일환으로 시행되고 있는 현장점검 활동이다. 2024/25 시즌 세종과학기지 점검은 기지모니터링팀과 38차 월동연구대가 함께 점검하였다. 기지 운영 현장 점검은 유류관리, 화학물질관리, 에너지 보존, 수자원 보존, 환경보호의정서 관련 분야 등을 포함한 33개 항목에 대해 실시하였다. 38차 월동대는 유류 보급시 유류 유출 방지를 위해 과정별 조치 계획을 수립하여 이행하였으며 보급시 유류 유출은 없었다. 지난해 36차 월동대가 유류 보급 시 유류 유출로 오염된 토양을 제거하였으나 2024/25 하계시즌 토양에서 기준치를 상당히 초과하는 TPH 농도가 측정되어 추가 제거 작업이 필요하다. 지난해 정비동 뒤편에 위치한 유류 오염 방지턱 아래로 노출된 절단된 유류 파이프로 인한 오염 토양을 제거하였으며 이번 하계기간 동안 TPH는 기준치 이하로 검출되었다. 기지를 기반으로 한 남극활동의 환경영향평가와 연구팀별 ASPA 활동허가승인 사항들에 대해 현장에서의 점검이 잘 이루어지고 있으며, 음식물쓰레기 발생량은 지난해와 달리 소각 후의 중량을 측정하여 비교가 어렵다. 월동연구대와 모니터링팀의 정기적 현장 점검과 저감 조치를 통해 기지운영으로 인한 남극환경에 대한 영향을 최소화할 수 있을 것으로 기대한다.

1. 서론

세종과학기지의 기지시설 및 주변 환경의 관리 현황을 점검하기 위하여 1장 1절에서 장보고과학기지 점검 시와 동일한 점검 리스트를 활용하였다. 세종기지의 경우 2024/25 하계 시즌에 모니터링팀과 38차 월동연구대가 함께 기지 주변 및 시설 점검을 하였으며, 운영 현황을 파악하고 현장에서 개선 조치가 가능한 부분은 이행하였다.

2. 조사 방 법

가. 조사 항목 및 세부 지역

기지 운영 현장 조사 항목은 기지 유류 저장소와 연료 급유지점을 대상으로 유류 관리 현황을 점검하고, 기지에서 이행하고 있는 에너지 보존을 위한 조치 및 수자원 보존 조치 등을 점검하였다. 또한 환경보호 의정서 관련 사항으로 환경영향평가, 동식물상 보존 조치, 폐기물 관리 점검, 외래종 유입 방지를 위한 온실 관리 현황 및 기지 주변 보호구역 활동 관리 등에 대해 점검하였다. 현장 점검 지역은 세종기지와 주변 지역으로 Fig. 1-11과 같다.

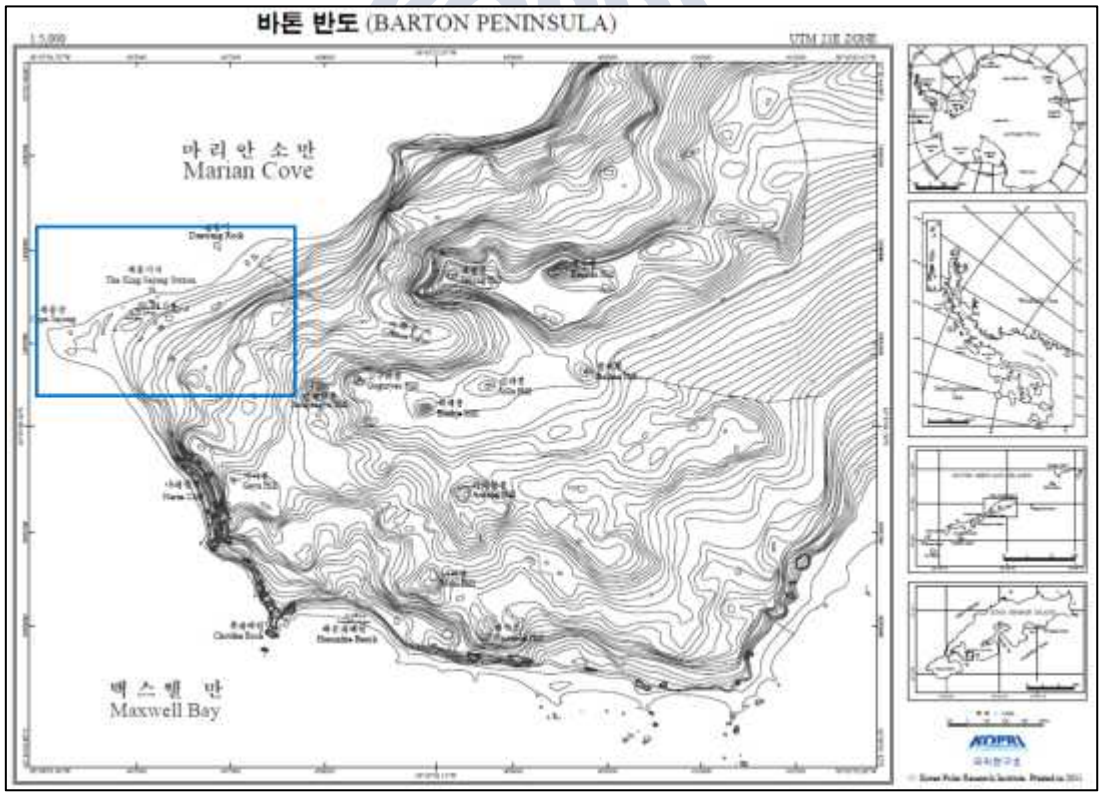


Fig. 1-11. Map around King Sejong Station and survey area (blue box).

나. 현장 점검 방법

세종기지 운영 현장 점검을 위해 개정된 체크리스트(Appendix 1)를 활용하여 모니터링팀이 38차 월동연구대와 함께 점검하였다. 체크리스트와 구체적인 점검결과와 제언사항은 Appendix 1로 본 절의 마지막에 첨부하였으며, 개선사항 이행여부와 비교를 위해 2023/24 시즌의 점검 결과(Appendix 2)와 함께 제시하였다.

3. 결과 및 고찰

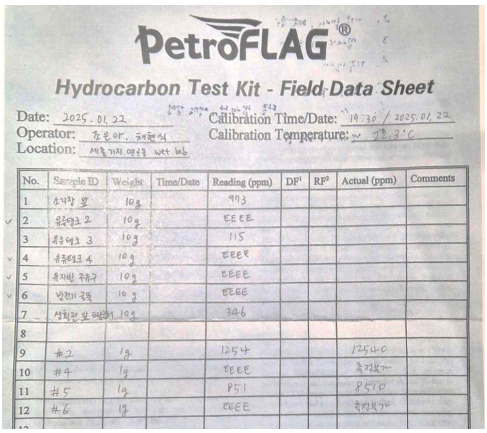
가. 유류 관리

세종기지에서 연료 보관 탱크의 관리는 월 1회 이상 각 탱크별 측심을 실시하고, 매주 월요일 주 1회 유량계를 점검하고 있으며, 매일 수시로 자동제어 시스템 상의 레벨을 점검하고 있다. 또한 정기 유류 보급 전 파이프 라인 누유 점검을 시행하고 있으며, 유류 파이프 및 밸브 등의 누유 점검은 일 1회 육안으로 파악하고 있다. 세종기지의 연료 저장 탱크는 장보고기지와 마찬가지로 스테인리스 스틸 재질의 이중벽 구조이며, 방지턱 내에 설치되었다. 세종기지의 경우, 하계 기간 기온이 올라 기지 주변 대부분의 지역과 유류 방지턱 내의 눈이 잘 녹아 방지턱 내에 눈이 쌓이지 않지만, 2022년 35차 월동기간에 융설로 인하여 다량의 융설수가 유입되면서 주변의 크고 작은 자갈들이 방지턱 내부로 유입된 바 있으나 현재까지 자갈들이 방지턱 내에 그대로 남아 있어 제거가 필요하다(Fig. 1-11). 36차~38차 월동대에서 배관 점검은 실시하였으며, 배관이나 벨브에는 이상이 없는 것으로 파악되었다.



Fig. 1-11. Boulders and pebbles pushed into the oil spill prevention bund due to a flood in 2022 (left) and the status in January 2025 (right).

2025년 1월 22일 기지모니터링팀이 기지에서 유류 하역 이후 유류 유출 가능성이 높은 지역의 토양의 TPH를 측정한 결과 발전기 배기구의 유증기로 인한 석유계총탄화수소(TPH)의 농도가 기준치(국내 토양오염우려기준 1지역 농도 500 mg/kg 적용) 이상으로 측정되었으며 유류탱크 4번에서는 유류가 유출되어 측정불가한 농도였으며, 1/10 희석 후에도 측정불가하여 매우 높은 농도임을 알 수 있다(Fig 1-12). 해당지역의 오염된 토양의 제거가 필요하며, 유류 하역시 각별한 주의가 필요하다.


PetroFLAG®

Hydrocarbon Test Kit - Field Data Sheet

Date: 2025. 01. 22 Calibration Time/Date: 19:30 / 2025. 01. 22

Operator: 조은아, 채원석 Calibration Temperature: 22.3°C

Location: 서울기지 연구동 Wet lab

No.	Sample ID	Weight	Time/Date	Reading (ppm)	DF[1]	RF[2]	Actual (ppm)	Comments
1	소각장 앞	10g		993				
2	유류탱크 2	10g		EEEE				
3	유류탱크 3	10g		115				
4	유류탱크 4	10g		EEEE				
5	유지반 주유구	10g		EEEE				
6	발전기 굴뚝	10g		EEEE				
7	생활관 앞 주차공간	10g		346				
8								
9	#2	1g		1254			12540	
10	#4	1g		EEEE			측정불가	
11	#5	1g		851			8510	
12	#6	1g		EEEE			측정불가	





#1 소각장 앞



#2 유류 탱크 2번



#3 유류 탱크 3번



#4 유류 탱크 4번



#5 유지반 주유구



#6 발전동 굴뚝



#7 생활관 앞 주차공간

Fig. 1-12. Measurement of TPH concentration in the soil at 7 suspected fuel contamination sites around the Station.

2022/23년 시즌 기지모니터링팀의 현장 점검시 중장비보관동 뒤 오른쪽 유류 탱크 교체시 기존 탱크와 연결되었던 배관이 끊어져 있으며 아래 토양에 디젤유가 유출되어 있었다. 환경모니터링팀에서는 정화작업과 배관의 상태 파악을 요청하였으나 이후 월동에 접어들면서 지난 36차 월동대가 정화작업을 수행하지 못하였다. 37차 월동대가 2023/24 하계 시즌에 오염 토양을 제거하고 콘크리트 노출 부위는 인근 토양으로 메우는 작업을 수행한 바 있다(Fig. 1-13). 작업 수행 후 해당 구역에 눈이 쌓여 조치 사항 파악이 어려운 상황이었으며, 2025년 1월 모니터링팀에서 유류오염 정도를 조사한 결과 유류탱크 3에서는 기준치 보다 낮은 농도(115 mg/kg)로 검출되었다(Fig. 1-12).



Fig. 1-13. Fuel spilled site (red box, 2023. 02) and the site of the fuel spill covered in snow after cleanup (2024. 3. 27).

극지연구소

휘발유 200 l 드럼은 옥외의 보관 컨테이너 적재하여 보관 중이며 빈 드럼은 지정 폐기물로 반출 예정이다. 휘발유 드럼은 지난 37차부터 오픈 탑 컨테이너에 보관하여 드럼 파손 등으로 혹시라도 있을 수 있는 유류 유출을 예방하였다. 또한 휘발유 드럼의 포장 비닐이 강풍과 강한 자외선으로 인해 분산되어 오염원이 되지 않도록 미리 제거하였다. 윤활유는 발전동 및 중장비 정비동 내부에 보관 중이다(Fig. 1-14).



휘발유	윤활유

Fig. 1-14. Gasoline drums are stored in open-top containers, and lubricants stored in generator building.

유출시 대비를 위해 흡착포와 유처리제가 비치되어 있다. 유류 흡착포와 유처리제는 발전동, 고무보트 보관동, 소형선박보관동 내부와 외부에 있는 경유 주입 지점에 비치하여 유류 유출에 대비하고 있다. 기지에 보관중인 방재용품은 유흡착포, 유처리제, 오일펜스로 구성되어 있다.

38차 월동대에서는 정기 유류 보급과정에서 발생할 수 있는 유류 유출 방지를 위해 단계별 조치 사항을 마련하여 적용하였다. 유류 수급 전 방제 물품을 방제를 위한 적정 위치에 미리 배치하고 유류 보급선박 도착전 각 파이프 라인 누유 방지를 위한 압력테스트를 15시간 가량 진행하였으며, 비상시 즉각 대응을 위한 통신망을 확인하였다. 유류 이송 중에는 각 파이프 연결 지점에 인원을 배치하고 누유 여부와 저장 탱크 내 유류량을 지속적으로 확인하였다. 유류 보급 중 비상 상황 발생에 대응하기 위해 전대원 무전 통신여부를 확인하고 대기하였다. 유류 이송 완료 후에는 해양 및 토양 오염 여부, 파이프 연결 지점을 육안으로 확인하고 선박에서 하역한 유류의 양과 기지에 보급된 양을 실측을 통해 비교하였다. 지난해 보급 시 유출 사고를 참고하여 유출 가능성을 차단하였으며, 현재까지 세종기지에서 유류 유출 사고는 발생하지 않았다. 그러나 모니터링팀에서 조사한 바와 같이 유류 보급시 소량의 유류가 유류 탱크 주변에서 있었던 것으로 보이며 유류 보급시 각별한 주의가 필요하다.

KOPRI 극지연구소

나. 화학 물질 관리

세종기지 중장비 정비동 및 발전실 내에서 사용하는 화학물질은 그 종류별로 분류하여 적재 및 보관하고 있다. 실험실에서 사용하는 위험시약 중 산(acid)류와 휘발성이 강한 유기용매류는 전용 안전 철제 캐비닛에 보관하고, 휘발성과 독성이 강한 시약은 사용 시 반드시 퓸후드에서 개봉하고 실험을 수행하고 있다. 또한 화학물질은 폐기 시 유기용매, 무기용매, 산, 염기로 구분하여 분리 보관 중이며, 폐시약 보관을 위한 전용 컨테이너를 연구동 외부에 설치하여 활용하고 있다. 해양연구 시 많이 사용하는 독성이 있는 루골용액의 경우 사용 후 항상 덮개를 이용, 누출되지 않도록 밀봉한다. 사용 후 발생하는 루골염색 폐액은 전용 폐액통에 수거하고 있다. 방류수 수질 분석용 시약은 소량일지라도 모두 유기계와 무기계로 구분하여 별도의 폐액통에 수거하여 반출하고 있다.

화학물질 누출 및 유출 시 신속한 방제를 위해 무기계, 유기계, 산(acid) 방제 키트(제독 키트)를 실험실 내 시약장 오른쪽에 ‘제독키트’를 표기하여 비치하고, 누구나 즉각 사용할 수 있도록 안내하고 있다(Fig. 1-15).



Fig. 1-15. Chemical spill kit at wet lab in King Sejong Station.

다. 에너지 및 수자원 보존

기지 운영을 위한 전력 소모 절감을 위해 전력 소모량 감시 프로그램으로 모니터링 하고 있다. 통신실 전력 소모량 모니터링 프로그램에서 이상 발견 시 통신대원이 연구반장에게 통보하여 연구 장비 과부하 등 확인 조치 절차를 마련하였다. 연구동은 적정 온도를 일괄 설정하였고 당직자 순찰 시 필수 연구 장비를 제외한 불필요한 장비의 전원을 차단하고 소등 조치 등으로 전력 사용을 줄이고자 노력하고 있다.

세종기지의 생활용수는 하계기간에는 융설수를 담아놓은 인공호의 담수로 공급하고 담수호가 결빙되는 겨울 동안은 담수화기를 가동하여 공급하고 있으므로 에너지 보존 차원에서도 절수 습관이 요구된다. 물 절약 안내문을 세면대와 샤워장에 비치하고 있으며, 기지 방문자 오리엔테이션을 통해 절수 방법, 전기 절약 등을 안내하고 있다. 최대한 세탁물을 모아서 세탁하고 있으며, 액체 세제, 섬유유연제, 개인 위생용품 중 스크럽제 사용을 제한하고 있다. 세종기지 주방의 식기 세척 시스템 사용 시 남은 찌꺼기를 씻어낼 때 높은 수압보다는 낮은 수압에 솔을 사용할 것을 자주 안내할 필요가 있다. 또한 급수, 급탕, 난방수 배관의 누수 상태를 주기적으로 점검하여 동파 등의 긴급보수가 발생치 않도록 관리하고, 보수 시에는 불필요한 용수 낭비가 발생하지 않도록 하여야 한다. 특히, 저수조 청소 시 사전계획 및 안내를 철저히 하여 잔류 용수를 적절히 활용하는 등의 조치가 필요하다.

라. 환경보호의정서 관련 사항

2024/2025 시즌에 이루어지는 활동에 대한 환경영향평가서와 남극활동 계획서가 기지에 전자파일로 비치되어 있으며, 이번 시즌에는 지난해 23개 팀보다 다소 많은 26개 하계연구팀, 방송사, 지원팀이 기지를 방문하여 세종기지를 기반으로 하계 활동이 진행되었다. 세종기지기반 남극활동 신청 시 1건의 초기환경영향평가가 수행되었으며 세종기

지내 GNSS안테나 신규 설치를 위한 것으로 외교부의 허가를 받아 수행하였다. 활동 시 환경영향평가 위반 사항은 발생하지 않았다.

동식물상 보존을 위해 기지 방문자 오리엔테이션 시간에 스쿠아 먹이 주기 금지, 식물상에 대한 교란 방지 등을 동영상을 활용하여 안내하고 있다. 차량 운행이 필요한 활동의 경우 식물상 보존을 위해 식생이 없는 암반 노출 지역까지만 운행하고, 그 외 지역에서는 도보로 이동하고 있다.

기지의 폐기물은 고철, 플라스틱, 종이류, 유리, 음식물로 구분하고 종이, 목재, 음식물 쓰레기는 당일 소각하고 있으며, 그 외 폐기물은 종류별로 지정 박스에 보관 후 반출하고 있다. 생활관, 연구동, 기계동에 4가지 분리수거함(종이류/음식물, 플라스틱/비닐류, 고철류, 유리류)을 사용하고 있다. 음식물 쓰레기는 월동대 18명 체류 시 소각 후 중량으로 일평균 3kg (0.17 kg/person・day)이 발생하고 있으며 지난 37차에서 발생한 0.21 kg/person・day는 소각 전 무게로 증감을 비교하기 어렵다. 소각 후에 음식물쓰레기만의 중량을 환산하기 어려우므로 정확한 양을 측정하기 위해서는 소각 전 물기를 어느 정도 제거한 무게를 기록할 필요가 있다.

기지에서 폐기물의 처리와 보관은 대체로 잘 이루어지고 있으나 태울 수 있는 종이류 및 목재류와 구분하여 반출 후 처리하여야 할 일반쓰레기(오염된 컵라면 용기, 핫팩, 오염된 비닐, 코팅된 목재 등)를 구분하여 소각기에 들어가지 않도록 주의가 필요하다.

매년 하계연구동 아래에 하계연구대 등의 용품을 보관하는 박스의 비닐라벨은 주변 환경에 대한 미세플라스틱 오염 요인이 될 수 있어 단기간이라도 외부에 두는 경우 즉각 제거하여야 한다.

현재 세종기지 역사관으로 사용하고 있는 건물은 1988년 당시 컨테이너 건물로 페인트칠 등의 잦은 보수가 필요하다(Fig. 1-16). 평상시에도 낡은 페인트칠이 떨어져 토양오염을 시킬 뿐만아니라 페인트칠을 위해서는 녹과 함께 벗겨지고 있는 페인트를 털어내는 과정에서 또 오염이 발생하게 된다. 지속적인 유지 보수와 환경오염의 악순환이 계속될 우려가 있으므로 이 건물을 극지연구소 홍보관으로 옮길 것을 지난해와 마찬가지로 제안한다. 국내에서는 유지 보수가 남극에 비해 쉽고, 실내에 전시할 경우 잦은 보수가 필요 없으며 역사관으로서의 활용도가 더 높아질 것으로 예상된다. 또한 향후에도 화물용 ISO 컨테이너는 쉽게 부식되고 페인트가 벗겨지기 때문에 기지에 설치하여 장기간 사용하는 것은 지양하여야 한다. 2008년 세종과학기지 대수선 당시 건설된 발전동, 보트 창고동 등의 건물 외벽재의 보호 필름이 남극의 자외선과 강한 바람으로 인하여 벗겨지고, 보호 필름이 떨어져 나간 자리의 페인트가 박편을 이루어 떨어져 토양오염의 원인이 되고 있어 대책이 필요하다. 향후 기지 내 건물 신축 시에는 외장재 선정에 각별한 주의가 필요하다.



Fig. 1-16. King Sejong Station historical monument building established 1988 (within yellow ring). Its surface is corrosive and some paint flakes are falling off.

세종기지에 2021년 신규로 설치된 온실은 관리계획에 따라 운영되고 있으며, 38차 월동대가 인계받은 후 온실 내부 청소를 실시하고 알코올 소독 후 운영을 재개하였다(Fig. 1-17). 연구원이 주기적으로 외래종 유입을 점검하고 있다. 38차 월동대는 지난 차대에 이어 온실 내부에 UV 트랩과 끈끈이 트랩을 운영하고 있으며 양액수조에 방충망을 설치하여 온실내 외래종 모니터링을 수행하고 있다(Fig. 1-17). 현재까지 온실 뿐만아니라 기지에서 외래종은 발견되지 않았다.



Fig. 1-17. Clean-up the greenhouse facility at King Sejong Station.

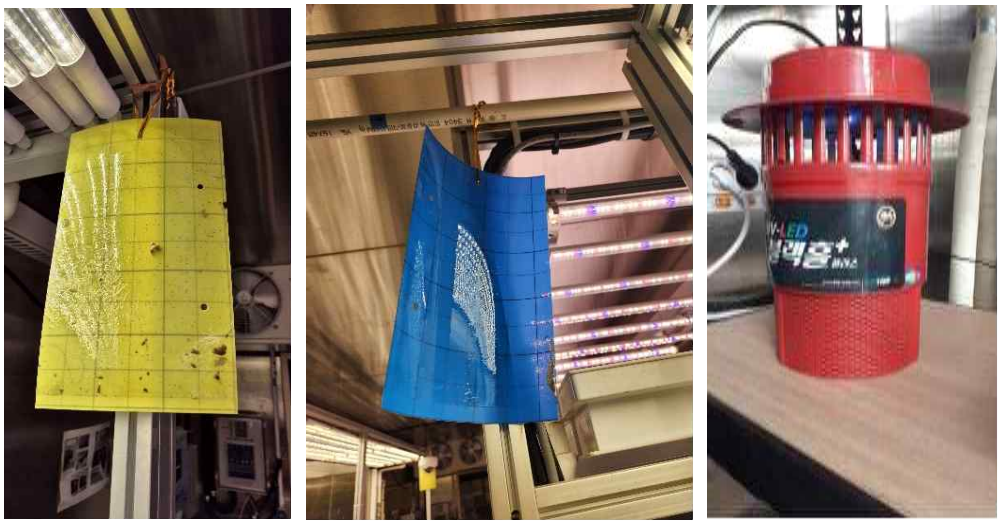


Fig. 1-18. Adhesive trap and UV-trap installed in the greenhouse for monitoring non-native species.

기지에서 관리하고 있는 ASPA No. 171과 기지 주변의 특별보호구역들의 관리계획서들이 기지에 비치되어 있었다. 또한 연구팀 활동 반경내 ASPA, ASMA, HSMs 위치를 숙지하고 있다. 2024/25년 하계연구팀 및 월동연구대가 신청하여 승인받아 활동을 취소한 경우를 제외하고 월동연구대를 포함하여 25팀 88명이 방문하였다. ASPA No. 125에서 2팀(25명), ASPA 132에서 13팀(63명), ASPA No. 150에서 13팀(58명), ASPA 171에서 21팀(77명)으로 확인되었다. 월동연구대장은 남극감독관으로서 ASPA 활동허가증의 확인과 승인받은 활동에 대하여 구체적으로 파악하여, 승인받은 활동만 수행하도록 감독할 의무와 권한이 있다.

King Sejong Antarctic Research Station operation on site check

Ji Hee Kim, Sanghee Kim, and 37th overwintering team

Korea Polar Research Institute, KIOST

This activity was carried out every austral summer season as a part of ‘Monitoring on indicators of environmental and ecological contamination generated by Antarctic research station operation’ supported by KOPRI at King Sejong Station. The 38th over-wintering team and monitoring team checked together the station operation status and surrounding environment during 2024/25 season. The on-site inspection of the station operation included 33 items, covering areas such as fuel management, chemical management, energy conservation, water resource conservation, and environmental protection protocol. The 38th wintering team established and implemented a step-by-step action plan to prevent fuel spillage during fuel resupply operations, and there were no fuel spills. Last year, the wintering team removed contaminated soil due to a fuel spill during fuel resupply during 2022/23 season, but during the 2024/25 summer season, soil concentrations of Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) were measured significantly above the standard, indicating that additional removal is necessary. The contaminated soil beneath the fuel storage area behind the maintenance building, which was raised as an issue in last year’s inspection, was removed 2023/24 summer season, TPH was measured below the standard during 2024/25 season’s re-inspection. Environmental impact assessments for Antarctic activities based at the station and the approval of ASPA activities for each research team are being well conducted on-site, and the amount of food waste generated has also slightly decreased compared to last year. It is expected that the impact on the Antarctic environment due to station operations can be minimized through regular on-site inspections and mitigation measures by the wintering research team and the monitoring team.

Appendix 1. 세종과학기지 점검 결과 (2023/2024 시즌, 2024년 1월, 3월)

남극 환경 보존을 위한 기지 운영 체크리스트 v.2

- 남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링 -

본 체크리스트는 대한민국 남극과학연구단이 기지운영과 연구 활동을 수행함에 있어 남극조약 및 환경보호의정서의 환경 원칙에 따라 활동으로 인해 야기될 수 있는 환경영향을 제거하거나 최소화할 수 있도록 지원하기 위해 작성되었다. 각 기지에서 체크리스트를 활용하여 기지 시설 및 주변 환경의 관리 현황을 스스로 점검함으로써 남극 환경보존을 적극적으로 실천할 수 있다. 남극 환경 보존은 남극 연구 결과를 신뢰할 수 있게 해주며 그 자체가 남극 연구의 주요한 목적이기도 하다.

유류 관리 점검 항목

1. 연료 보관 탱크의 모니터링 방법 및 주기? (연료 유출 감시를 위해 주기적 모니터링 필요)

○ 38차 월동대
- 1회/월 이상 각 탱크별 사운딩(측심) 실시
- 1회/주 매주 월요일 유량계 점검
- 수시/일 유지반 사무실 내 모니터링 시스템 이용 유류량 점검 및 확인

2. 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기?

○ 38차 월동대
- 정기 유류 보급 전 유류 이송라인 누유점검 실시
- 1회/일 유류 파이프 및 밸브 등 파이프 연결부 누유점검

3. 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태

○ 38차 월동대
- 휘발유 : 유류 보관용 컨테이너에 적재하여 보관 중
  공드럼은 공드럼 보관용 컨테이너에 보관 후 반출예정



휘발유



윤활유

- 윤활유 : 발전동 보관

4. 연료 급유 시 소량의 유출이라도 방지할 수 있는 조치를 취하고 있는가? (트레이, 흡착포 등의 활용)

○ 38차 월동대
- 유류오염 등 비상상황 시 즉시 사용할 수 있는 흡착포 및 유화제 등을 발전동, 소형선박동, 부두 하역컨테너에 내부 보관 중
- 정기 유류보급 과정에서 발생할 수 있는 유류오염을 방지하기 위해 다음의 과정을 수행하였음

가. 수급 전
- 오일펜스, 유화제 및 유흡착포 등 비상물품 부두에 배치
- 선박 기지 도착 전 유류호스 등 이송배관 공기압 테스트 진행(5bar/15시간 이상)
- 누유 발생 시 즉각 조치를 위한 전대원 무선통신기 확인

나. 유류 수급 중
- 이송배관 연결부에 유흡착포 및 잔유처리용 캔과 인원 배치 후 누유여부 지속 확인
- 탱크 내 유류량 지속 확인
- 선박 및 수급 구역의 압력 및 유량 매시 점검
- 유류 보급 중 비상상황에 대비하여 대원간 수시로 무전 감도확인

다. 수급 완료
- 해양 및 트양 오염 여부 육안점검
- 이송배관 연결부 누유 여부 육안점검
- 선박 하역량 및 기지 보급량 실측

5. 유류 유출시 방재에 활용할 수 있는 자원의 종류와 양은 어느 정도 확보하고 있는가? (흡착포, 흡착물질, 붐, 방수포 등)

ㅇ 38차 월동대
- 유흡착포 : 100매×14BOX, 200매×5BOX
- 유화제: 18L×20통 (Eco-Clean grade)
- 오일펜스
  - A형펜스(길이:20m, 높이:66cm 중량: 45kg) : 12SET
  - B형펜스(길이:20m, 높이:80cm 중량: 70kg) : 8SET

6. 현 월동기간 동안 기지 뜨는 주변에서 유류가 유출된 적이 있는지? 있으면 그 종류와 양, 위치는? 기지에 유류 유출 보고가 되었는지?

ㅇ 38차 월동대 : 유출 없음

화학 물질 관리

7. 기지운영시설 (정비동, 기계동, 발전동)과 실험실에서 사용하는 화학물질은 누출 및 유출에 대비하여 적절히 관리, 사용되고 있는가?

ㅇ 38차 월동대 : 각 동에 별도로 종류별 보관 및 적재하고 있으며 수시로 점검을 시행하고 있음.
- 중장비정비동·발전동 내 사용되는 화학물질은 종류별로 분류하여 적재 및 보관

8. 누출 및 유출시 대응 방안은 무엇이며, 모든 사용자가 즉각 대응할 수 있도록 준비되어있고 정보가 공유되고 있는가?

ㅇ 38차 월동대
- 비상용 샤워 시설 및 안구 세척 시설 설치됨
- 화학제품별 제독 키트와 사용 메뉴얼을 Wet lap에 비치




에너지 보존
9. 전력 소모 절감을 위해 필요한 조치는 충분한가? 불필요한 전력 사용은 없는지? (사람이 없는 방에 전등, 히터 등의 켜져있는 경우, PC, 실험장비 등)
○ 38차 월동대 : 유지반 및 통신실 당직자가 매일 불필요한 전등 및 히터 확인 및 차단조치 시행
수자원 보존
10. 남극에서의 용수는 에너지와 등일하게 가능한 보존해야 할 자원이다. 기지에서 절수 방법은 어떤 것들이 있으며 잘 이행되고 있는가?
○ 38차 월동대 - 물절약 안내문을 세면대, 샤워장, 화장실 등에 비치 - 기지방문자 대상 오리엔테이션 시 물절약 교육 · 세탁물은 모아서 한번에 세탁하도록 안내 · 샤워 및 설거지 시 절수 안내 등
11. 월동대에서 기지 방문자에게 절수 및 그 방법에 대해 적극적으로 협조를 구하고 있는가?
○ 38차 월동대 : 10번 답변과 동일한 내용을 안내하여 하계대의 협조를 구하고 있음

환경보호의정서 부속서 관련 사항
환경영향평가 (제 1 부속서)
12. 이번 시즌 기지 인근 및 기지를 기반으로 이루어지는 활동을 위해 허가받은 남극활동 계획서와 환경영향평가서의 사본이 기지에 비치되어있는가?
○ 38차 월동대 : 기지운영실을 통해 확보한 남극활동 계획서와 환경영향평가서 사본을 전자파일로 보관하고 있음
13. 기지대장 (남극감독관으로서)은 이번 시즌 해당 남극활동과 그 환경영향평가에 대해 파악하고 있는가? (특히 IEE 이상 수준의 환경영향평가를 제출한 활동에 대한 파악 필요)
○ 38차 월동대 - 각 연구팀별 남극활동계획서 상의 환경영향평가서(IEE 1건 포함)의 내용은 파악하고 있음
14. 현재까지 발생한(보고되거나 목격한) 환경영향평가 위반사항은? 예, IEE의 경우 활동규모 초과, 저감방안 불이행 등, 환경영향평가 없이 활동을 수행한 경우
○ 38차 월동대 : 해당사항 없음
동물, 식물상 보존 (제 2 부속서)
15. 남극식물상을 보존하기 위해 기지 운영과 남극 활동시 식생지역에서 차량운행을 하지 않도록 강력히 권고하고 있다. 식물상이 있는 지역으로 차량 운행을 하고 있는가? 차량운행을 한 적이 있거나 하고 있다면 피치 못할 사유는 무엇인가?
○ 38차 월동대 : 해당사항 없음
16. 기지 방문자에게 기지 주변 남극동물과 식물상에 대한 영향을 최소화하도록 주지시키고 있는가? (예, 스쿠아 먹이주기 금지, 가능한 식생을 밟지 않고 한 줄로 이동 등)
○ 38차 월동대 : 기지 체류자 대상 오리엔테이션 및 야외 활동시 별도로 안내하고 있음

17. 온실관리자는 지정되어 있으며, 관리지침을 숙지하고 있는가?

○ 38차 월동대 : 온실관리자는 기계설비(노기영, 이성수)대원으로 지정하고 있으며 관리지침을 숙지하여 온실을 운영하고 있음

18. 온실을 주기적으로 청소하고 있는가? 청소에 사용하고 있는 용품 (세제 등)은 어떤 종류인가?

○ 38차 월동대 : 매주 1회 및 필요에 따라 수시로 바닥 및 배양판 청소실시. 1회/월 수조 내 희석액 퇴수 후 청소실시. 청소 시 세제 사용없음.

19. 온실에 외래종 (거미, 곤충 등)이나 고유종의 곤충이 유입된 흔적은 없는가?
온실 이외 기지에 유입된 외래종은 있는지?

○ 38차 월동대 : 외래종 유입 없음. 37차 인수인계 후 온실내부 완전건조 후 소독작업 실시





폐기물 관리 (제 3 부속서)

20. 기지에서 발생한 폐기물은 어떻게 구분하고 있는가? (분리수거하고 있는 일반폐기물의 종류와 지정폐기물의 종류를 구체적으로)

○ 38차 월동대
- 일반폐기물
  - 생활관·연구동·기계동에 종이, 플라스틱/비닐류, 고철류, 유리류 분리수거함을 이용하여 구분
  - 종이·목재·음식물 쓰레기는 소각 처리하고 있으며 플라스틱/비닐류, 고철류, 유리류는 종류별로 분리하여 칠레로 반출/처리
- 지정폐기물
  - 폐액, 폐시약 등의 지정폐기물은 성상별로 구분하여 외부 컨테이너에 보관하고 있으며, 칠레로 반출/처리

21. 음식물쓰레기는 어느 정도 발생하는가?
(1주일간 일별 발생량(kg)/ 기지체류 인원으로 계산)

○ 38차 월동대
- 18명 체류시 일평균 약 3kg 발생
  - 3kg / 18명=0.17kg/person.day (소각 후)

22. 폐기물의 발생량은 주기적으로 기록, 관리하고 있는가?

○ 38차 월동대 : 일별로 폐기물 발생량을 기록/관리하고 있으며 각 종류별 우드박스의 무게를 측량하여 폐기물 발생량을 기록, 관리하고 있음

※ 작성 예

□ 폐기물 일일 발생량 (일간)

(단위 : kg)

일자(2025년)	에스터1	고철	PVC	유리	기타	비고
03.10	-	-	-	-	-	주말 포함
03.11	10	-	5	-	-	-
03.12	-	-	-	10	-	-
03.13	10	-	-	-	-	-
03.14	-	-	10	10	-	-
주말	20	0	15	20	0	-

23. 소각하고 있는 폐기물은 어떤 종류가 있으며, 소각 주기와 1회 소각시 소각량은 어느 정도인가?

○ 38차 월동대 : 음식물, 종이류, 유기물 등
- 수시 소각
- 1회 소각량 별도 측정하지 못하고 있으며, 소각로 운전시간 및 폐기물의 소각된 재의 양으로 측정하여 기록 중

24. 유해성 폐기물 (유류제품, 화학물질, 드럼, 화학물질용기 등)의 관리는 적절한가?

○ 38차 월동대 : 화학물질 폐기 시 유기용매, 무기용매, 산, 염기로 분리하여 전용 용기에 보관하고 있으며 폐시약 보관을 위한 폐기물 전용 컨테이너를 지정하여 운영 중

25. 폐기물이 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 적절한 조치가 이루어지고 있는가?

○ 38차 월동대
- 소각용 폐기물은 소각장 내부에 보관하여 바람이나 스쿠아에 의해 외부 분산되지 않도록 함
- 반출 폐기물은 지정 우드박스에 밀폐보관하여 외부 분산차단

26. 은실 폐기물은 적절히 처리, 관리되고 있는가? (외래종 유입 방지를 위해 살아있는 식물체나 배양액 및 각종 부산물이 외부에 노출되지 않도록 처리 및 관리 필요)

○ 38차 월동대
- 은실은영에 따른 발생폐기물은 유기물과 기타 폐기물을 분리하여 관리함
- 유기물은 소각 처리함

27. 기지에서 반출하기 위해 적재되어있는 폐기물의 양과 적재 위치 및 보관 방법? 유출 등의 흔적은 없는지 확인 필요

○ 38차 월동대
- 반출 폐기물은 폐기물 종류별로 지정 우드박스로 포장하여 반출 컨테이너에 보관
- 폐기물 보관 우드박스는 종류 및 무게, 포장일자 표기, 기록 하며 반출 컨테이너에 적재
- 야적장에 위치하고 있으며, 수시로 폐기물 유출확인 및 컨테이너 주변 청소 시행 중

※ 작성 예

□ 폐기물 컨테이너 현황 (년간)

(단위 : kg)

컨테이너 no.	에스터1	고철	PVC	유리	기타	비고
CAIU 2524584-6	-	-	-	-	폐기물저장재 960kg 25-01-22 960kg 25-01-22 560kg 25-01-22 960kg 25-01-22	-
WHLU 2625984-0	960kg 25-02-01 640kg 25-02-09	520kg 25-02-01	260kg 25-02-01 230kg 25-02-01 190kg 25-02-01 260kg 25-02-13 190kg 25-02-21 250kg 25-03-09	960kg 25-02-13	-	-

보호구역 (제 5 부속서)
28. 기지에서 관리하고있는 남극특별보호구역의 관리계획서는 비치되어있는가? (세종기지: ASPA No 171, 장보고기지: ASPA No. 178)
ㅇ 38차 월동대 : 생활관 통신실 세종회관, 연구동 휴게실에 ASPA No 150,171 관리계획서 비치
29. 기지주변 ASPA, ASMA, HSMs의 위치가 표시된 지도는 비치되어있는가? (남극조약 사무국 웹사이트 남극보호구역database https://www.ats.aq/devph/en/apa-database/ 참고)
ㅇ 38차 월동대 : 킹조지섬 인근 ASPA의 위치가 표시된 지도(South Shetland Islands)는 하계대 공용 폴더에 파일로 비치하였음. 또한 기지 인근 보호구역의 위치 지도가 포함된 "No. 171 관리계획서" 책자(18페이지)를 비치(28번과 연계)
30. 기지 주변 ASPA에 출입하고자 하는 방문자의 출입 허가서와 출입 목적을 기지에서 확인하고 있는가? (기지에서 방문기록 작성시 출입목적 상세기록 요청. 예. 젠투펭귄 성체에 로거부착, 이끼류 채집 등) ASPA 방문자가 방문하고자 하는 관리계획서 소지와 숙지 여부를 확인하고 있는가?
ㅇ 38차 월동대 : 입남극시 ASPA 출입 허가 여부와 출입 목적을 확인하고 있음. ASPA 출입 미허가자 및 목적 외 활동 수행 여부 확인
31. 이번 시즌 보호구역 출입(모든 보호구역 대상)을 허가받은 건수는 몇 건인가?
ㅇ 38차 월동대 : 25팀(허가인원 88명 기지 방문) - ASPA No 150: 13팀(인원 58명), ASPA No 171: 21팀(인원 77명) ASPA No 125: 2팀(인원 25명), ASPA No 132: 13팀(인원 63명)
32. 허가없이 특별보호구역에 들어간 사례는 없는가? 있다면 구체적으로 기술
ㅇ 38차 월동대 : 해당사항 없음
33. 허가받은 사항과 다른 활동을 한 경우는 없는가? 있다면 구체적으로 기술하고 해당 활동이 환경에 부정적인 영향을 미쳤다면 그 사항에 대해 상세히 기술
ㅇ 38차 월동대 : 해당사항 없음

Appendix 2. 세종과학기지 점검 결과 (2023/2024 시즌, 2024년 1월, 3월)

유류 관리 점검 항목
1. 연료 보관 탱크의 모니터링 방법 및 주기? (연료 유출 감시를 위해 주기적 모니터링 필요)
ㅇ 37차 월동대 - 2회/월 이상 각 탱크별 사운딩(측심) 실시 - 1회/일 유지반 사무실 내 모니터링 시스템 이용 유류량 점검 - 1회/일 주간 업무수행시 수위계 점검
2. 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기?
ㅇ 37차 월동대 - 정기 유류 보급 전 파이프 라인 누유 점검 시행 - 1회/일 유류 파이프 및 밸브 등 누유 확인
3. 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태
ㅇ 37차 월동대 - 휘발유 : 유류보관 컨테이너에 적재하여 보관 중 (빈 드럼은 외부 보관 후 반출 예정)   - 윤활유 : 중장비 정비동 내 정기 보급된 다량의 윤활유 보관 및 발전기 정비 시 필요한 소량의 윤활유는 발전동 내부에 보관
4. 연료 급유 시 소량의 유출이라도 방지할 수 있는 조치를 취하고 있는가? (트레이, 흡착포 등의 활용)
ㅇ 37차 월동대 - 비상상황(유류오염 등)시 즉각 사용할 수 있는 흡착포 및 유화제 등 각종 물품 주요건물(발전동, 소형선박동 등) 내부 보관 중 - 정기 유류 보급 과정(수급 전~끝) 중 발생할 수 있는 유류오염을 방지하기 위해 다음의 과정을 수행하고 있음 가. 수급 전 · 오일팬스, 유화제 및 유흡착포 등 비상물품 적시 장소 비치

· 보급 선박 기지 도착 전 각 파이프 라인 누유 방지를 위한 압력테스트 진행(약 1시간)

· 누유 발생 시 즉각 조치를 위한 대원 통신(무전 등) 확인

나. 유류 수급 중

· 각 파이프 연결 개소 인원 배치여부 및 누유 여부 지속 확인

· 탱크 내 유류량 지속 확인

· 선박 및 수급 구역의 압력 차이 및 수급 차이량 지속 점검 등

· 유류 보급 중 대원간 비상상황 발생 즉각 대응을 위한 각 개소 1회/10분 무전 감도 체크

다. 수급 완료

· 해양 및 토양 오염 여부 육안 식별

· 각 파이프 연결 개소 누유 여부 육안 식별

· 선박 유류 하역량 및 기지 보급량 실측

5. 유류 유출시 방재에 활용할 수 있는 자원의 종류와 양은 어느 정도 확보하고 있는가? (흡착포, 흡착물질, 붐, 방수포 등)

ㅇ 37차 월동대

- 유흡착포 : 20BOX(100매)
- 유화제: 20EA(18L) (Eco-Clean grade)
- 오일펜스
  · A형펜스(길이:20m, 높이:66cm 중량: 45kg) : 12SET
  · B형펜스(길이:20m, 높이:80cm 중량: 70kg) : 8SET

6. 현 월동기간 동안 기지 또는 주변에서 유류가 유출된 적이 있는지? 있으면 그 종류와 양, 위치는? 기지에 유류 유출 보고가 되었는지?

ㅇ 37차 월동대 : 유출 없음

화학 물질 관리

7. 기지운영시설 (정비동, 기계동, 발전동)과 실험실에서 사용하는 화학물질은 누출 및 유출에 대비하여 적절히 관리, 사용되고 있는가?

ㅇ 37차 월동대 : 각 동에 별도로 종류별 보관 및 적재하고 있으며 수시로 점검을 시행하고 있음.

- 실험실
  · 위험시약에 해당하는 산(acid)류와 휘발성이 강한 유기용매류는 전용 시약장에 보관 및 사용
  · 휘발성과 독성이 강한 시약은 항시 흄후드에서 개봉 및 실험 작업 수행

KOPRI 극지연구소

· 폐기시 유기용매, 무기용매, 산, 염기로 분리하여 전용 컨테이너 보관

· 실험 후 발생하는 폐액은 전용 폐액통에 담아 전용 컨테이너에 적재.

- 중장비정비동·발전동 내 사용되는 화학물질은 그 종류별로 분류하여 적재 및 보관

8. 누출 및 유출시 대응 방안은 무엇이며, 모든 사용자가 즉각 대응할 수 있도록 준비되어 있고 정보가 공유되고 있는가?

ㅇ 37차 월동대

- 비상용 샤워 시설 및 안구 세척 시설 설치됨

- 화학제품별 제독 키트와 사용 메뉴얼을 Wet lap에 비치





에너지 보존

9. 전력 소모 절감을 위해 필요한 조치는 충분한가?

불필요한 전력 사용은 없는지? (사람이 없는 방에 전등, 히터 등의 켜져있는 경우, PC, 실험장비 등)

ㅇ 37차 월동대 : 유지반, 통신실 당직자가 불필요한 전등 및 히터 확인 및 차단 조치 매일 시행

수자원 보존

10. 남극에서의 용수는 에너지와 동일하게 가능한 보존해야 할 자원이다. 기지에서 절수 방법은 어떤 것들이 있으며 잘 이행되고 있는가?

ㅇ 37차 월동대

- 물절약 안내문을 세면대, 샤워장, 화장실 등에 비치
- 기지방문자 대상 오리엔테이션에서 물절약 교육
  · 세탁물은 모아서 한번에 세탁하도록 안내
  · 샤워 및 설거지 시 절수 안내 등

11. 월동대에서 기지 방문자에게 절수 및 그 방법에 대해 적극적으로 협조를 구하고 있는가?

ㅇ 37차 월동대 : 10번 답변과 동일한 내용을 안내하여 하계대의 협조를 구하고 있음

환경보호의정서 부속서 관련 사항
환경영향평가 (제 1 부속서)
12. 이번 시즌 기지 인근 및 기지를 기반으로 이루어지는 활동을 위해 허가받은 남극활동 계획서와 환경영향평가서의 사본이 기지에 비치되어있는가?
ㅇ 37차 월동대 : 기지운영실을 통해 확보한 남극활동 계획서와 환경영향평가서 사본을 전자파일로 보관하고 있음
13. 기지대장 (남극감독관으로서)은 이번 시즌 해당 남극활동과 그 환경영향평가에 대해 파악하고 있는가? (특히 IEE 이상 수준의 환경영향평가를 제출한 활동에 대한 파악 필요)
ㅇ 37차 월동대 - 각 연구팀별 남극활동계획서 상의 환경영향평가서의 내용은 파악하고 있음 - 2023/2024 하계기간 중 IEE 수준의 환경영향평가 사항에 해당하는 활동은 없음
14. 현재까지 발생한(보고되거나 목격한) 환경영향평가 위반사항은? 예, IEE의 경우 활동규모 초과, 저감방안 불이행 등. 환경영향평가 없이 활동을 수행한 경우
ㅇ 37차 월동대 : 해당사항 없음
동물, 식물상 보존 (제 2 부속서)
15. 남극식물상을 보존하기 위해 기지 운영과 남극 활동시 식생지역에서 차량운행을 하지 않도록 강력히 권고하고 있다. 식물상이 있는 지역으로 차량 운행을 하고 있는가? 차량운행을 한 적이 있거나 하고 있다면 피치 못할 사유는 무엇인가?
ㅇ 37차 월동대 : 해당사항 없음
16. 기지 방문자에게 기지 주변 남극동물과 식물상에 대한 영향을 최소화하도록 주지시키고 있는가? (예, 스쿠아 먹이주기 금지, 가능한 식생을 밟지 않고 한 줄로 이동 등)
ㅇ 37차 월동대 : 기지 체류자 대상 오리엔테이션 및 야외 활동시 별도 안내함
17. 온실관리자는 지정되어 있으며, 관리지침을 숙지하고 있는가?
ㅇ 37차 월동대 : 온실관리자는 기계설비(강동경)대원으로 지정하고 있으며 관리지침을 숙지하여 온실을 운영하고 있음
18. 온실을 주기적으로 청소하고 있는가? 청소에 사용하고 있는 용품 (세제 등)은 어떤 종류인가?
ㅇ 37차 월동대 : 매주 1-2 회 바닥 및 배양판 청소 / 매월 1회 양액 수조 드레인 후 청소하고 있으며 청소 시 세제 사용 없이 빗자루, 물걸레로만 청소
19. 온실에 외래종 (거미, 곤충 등)이나 고유종의 곤충이 유입된 흔적은 없는가? 온실 이외 기지에 유입된 외래종은 있는지?
ㅇ 37차 월동대 : 해당사항 없음/예방책으로 바이오 트랩, 끈끈이 트랩, 양액수조 방충망 설치 운영 중

KOPRI 극지연구소





폐기물 관리 (제 3 부속서)

20. 기지에서 발생한 폐기물은 어떻게 구분하고 있는가? (분리수거하고 있는 일반폐기물의 종류와 지정폐기물의 종류를 구체적으로)

ㅇ 37차 월동대

- 일반폐기물

· 생활관·연구동·기계동에 종이, 플라스틱/비닐류, 고철류, 유리류 분리수거함을 이용하여 구분

· 종이·목재·음식물 쓰레기는 소각 처리하고 있으며 플라스틱/비닐류, 고철류, 유리류는 종류별로 모아 기지 반출하여 칠레에서 처리

- 지정폐기물

· 폐액, 폐시약 등의 지정폐기물은 성상별로 구분하여 외부 컨테이너에 보관하고 있으며 기지 반출하여 칠레에서 처리

21. 음식물쓰레기는 어느 정도 발생하는가?
(1주일간 일별 발생량(kg)/ 기지체류 인원으로 계산)

ㅇ 37차 월동대

- 18명 체류시 일평균 약 3.8kg 발생

· 3.8kg / 18명=0.21kg/person.day (소각전)

22. 폐기물의 발생량은 주기적으로 기록, 관리하고 있는가?

ㅇ 37차 월동대 : 37차 월동대 : 일별로 기록 관리하고 있으며 각 지정 우드박스 별로 무게측정 하여 발생량을 기록 및 매년 정기 반출되는 폐기물량으로 기록 관리중

※ 작성 예

KOPRI 극지연구소

□ 폐기물 일일 발생량 (일간)

(단위 : kg)

일자	캔(소각)	고철	PVC	유리	기타	비고
24.03.04						소각 x
24.03.05	25kg	5kg		6kg		
24.03.06	5kg	4kg		8kg		
24.03.07	10kg	2kg	10kg			
24.03.08	6kg		5kg			
종합	46kg	11kg	15kg	14kg		

23. 소각하고 있는 폐기물은 어떤 종류가 있으며, 소각 주기와 1회 소각시 소각량은 어느 정도인가?

ㅇ 37차 월동대 : 음식물, 종이류, 유기물 등

- 하계 : 매일 수시 소각 / 동계 : 매일 소각
- 1회 소각량 별도 측정하지 않고 있으나 소각로 운전시간 및 배출 폐기물의 소각된 재의 양으로 일별로 측정하여 기록중

24. 유해성 폐기물 (유류제품, 화학물질, 드럼, 화학물질용기 등)의 관리는 적절한가?

ㅇ 37차 월동대 : 화학물질 폐기 시 유기용매, 무기용매, 산, 염기로 분리하여 전용통에 보관하고 있으며 폐시약 보관을 위한 폐기물 전용 컨테이너를 연구동 외부에 설치·운영 중

25. 폐기물이 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 적절한 조치가 이루어지고 있는가?

ㅇ 37차 월동대

- 소각 폐기물은 소각장내 보관하여 바람이나 스쿠아에 의해 외부 분산되지 않도록 함
- 미소각 폐기물은 지정 우드박스에 보관하며 우드박스에 잠금 장치 설치하여 외부 분산 차단

26. 온실 폐기물은 적절히 처리, 관리되고 있는가? (외래종 유입 방지를 위해 살아있는 식물체나 배양액 및 각종 부산물이 외부에 노출되지 않도록 처리 및 관리 필요)

ㅇ 37차 월동대

- 온실운영에 따른 발생폐기물은 유기물과 기타 폐기물을 분리하여 관리함
- 유기물은 소각로에서 소각 처리함

27. 기지에서 반출하기 위해 적재되어있는 폐기물의 양과 적재 위치 및 보관 방법? 유출 등의 흔적은 없는지 확인 필요

ㅇ 37차 월동대

- 반출 폐기물은 폐기물 종류별로 지정 우드박스로 포장하여 반출 컨테이너에 보관 중
- 폐기물 보관 우드박스는 종류 및 무게, 포장일자 표기, 기록 하며 반출 컨테이너에 적재
- 반출 컨테이너는 소각장 및 중장비정비동 인근에 위치하고 있으며 수시로 폐기물 유

KOPRI 극지연구소

출 확인 및 청소시행

※ 작성 예

□ 폐기물 컨테이너 현황 (년간)

(단위 : kg)

컨테이너 no.	재(소각)	고철	PVC	유리	기타	비고
TIHU 230403 0	1388kg 2024.01.16. 860kg 2024.02.14.	640kg 2023.12.26. 350kg 2024.01.16. 970kg 2024.01.16. 280kg 2024.02.14. 390kg 2024.02.14.	350kg 2023.11.01. 320kg 2023.12.26. 200kg 2024.01.16. 300kg 2024.02.14.	630kg 2023.12.26.		12box. 적재 완료

보호구역 (제 5 부속서)

28. 기지에서 관리하고있는 남극특별보호구역의 관리계획서는 비치되어있는가? (세종기지: ASPA No 171, 장보고기지: ASPA No. 178)

ㅇ 37차 월동대 : 생활관 통신실 세종회관, 연구동 휴게실에서 ASPA No 150,171 관리계획서 비치함

29. 기지주변 ASPA, ASMA, HSMs의 위치가 표시된 지도는 비치되어있는가? (남극조약 사무국 웹사이트 남극보호구역database https://www.ats.aq/devph/en/apa-database/ 참고)

ㅇ 37차 월동대 : 킹조지섬 인근 ASPA의 위치가 표시된 지도(South Shetland Islands)는 하계대 공용 폴더에 파일로 비치하였음. 또한 기지 인근 보호구역의 위치 지도가 포함된 "No. 171 관리계획서" 책자(18페이지)를 비치(28번과 연계)

30. 기지 주변 ASPA에 출입하고자 하는 방문자의 출입 허가서와 출입 목적을 기지에서 확인하고 있는가? (기지에서 방문기록 작성시 출입목적 상세기록 요청. 예, 젠투펭귄 성체에 로거부착, 이끼류 채집 등)
ASPA 방문자가 방문하고자 하는 관리계획서 소지와 숙지 여부를 확인하고 있는가?

ㅇ 37차 월동대 : 입남극시 ASPA 출입 허가 여부와 출입 목적을 확인하고 있음. ASPA 출입 미허가자 및 목적 외 활동 수행 여부 확인

31. 이번 시즌 보호구역 출입(모든 보호구역 대상)을 허가받은 건수는 몇 건인가?

ㅇ 37차 월동대 : 33팀(인원 94명 기지 방문)
- ASPA No 150: 11팀(인원 26명), ASPA No 171: 26팀(인원 76명)
ASPA No 125: 3팀(인원 5명), ASPA No 132: 7팀(인원 13명)

32. 허가없이 특별보호구역에 들어간 사례는 없는가? 있다면 구체적으로 기술

ㅇ 37차 월동대 : 해당사항 없음

33. 허가받은 사항과 다른 활동을 한 경우는 없는가? 있다면 구체적으로 기술하고 해당 활동이 환경에 부정적인 영향을 미쳤다면 그 사항에 대해 상세히 기술

ㅇ 37차 월동대 : 해당사항 없음

□ 유류탱크 3기 쪽 유류오염 토양 관련(2월 초 완료)

- ㅇ 오염토양을 제거 후 소각 시행
- ㅇ 콘크리트 노출 부위는 인근 토양으로 메우는 등 유지·보수 작업 시행
- ㅇ 금일(3월 27일) 추가 확인 후 사진(아래)을 촬영하였으나, 눈 쌓임으로 식별에 어려움이 있음
- ㅇ 향후, 추가 촬영하여 유지·보수 내역 공유 예정



Part II.

남극 장보고과학기지

KOPRI
극지연구소

KOPRI
극지연구소

제 2 장

장보고과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

제 1 절

환경 시설 관리

11차 월동 연구대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약: 장보고기지에서는 기지 운영에 따른 환경영향을 최소화하기 위하여 SBR과 MBR 방식을 결합한 오수처리시설을 운영하고 있다. 오수처리시설을 통해 생산된 중수는 청소 등에 활용하여 청수 사용량을 줄이고 있다. 월동기간 동안 오수 처리시설의 관리는 주기적으로 수행되었으며 미생물 활성화에 영향을 미칠 수 있는 세제와 유류 등이 유입되지 않도록 위생설비와 주방 운영 시 철저하게 관리된 것으로 파악된다. 기지에서 발생된 폐기물은 폐기물처리시설에서 압축 처리, 성상별 분류되어 국내로 운송될 때까지 지정 컨테이너에 보관된다. 남극 생태계 교란의 원인이 될 수 있는 외래종 유입 방지를 위해 온실관리 지침에 의해 관리되고 있으며 식물 잔유물은 음식물처리기로 처리 후 국내로 반입 처리된다.

1. 오수처리 시설

가. 시설 특성

장보고기지 오수 처리기는 SBR+MBR+오존조+활성탄 공법의 메인 처리시설과 각 동에서 배출되는 오수를 위한 팩키지형 펌프로 구성되어있다(Table 2-1). 모든 오수는 팩키지 펌프로 유입된 후 오수 처리기로 이동하고 생활하수는 자연압으로 유입되는 시스템이다. 유입된 오수는 처리 공정을 통해 중수로 정화되고 중수탱크의 용량을 넘게 되면 배출구를 통해 장보고기지 동쪽에 위치한 만으로 방류된다(Fig 2-1).

Table 2-1. Composition of waste water treatment facility

장비명	제조사	용도	수량	용량	비고
오배수처리기	신성공영	오폐수 처리용	1 기	20 ㎥/day	
중수탱크		화장실 수세용	2 기	9.4 ton/기	
중수부스터펌프	GRUNDFOS	중수공급용	1set	6.9 ㎥/h	
중수순환펌프	GRUNDFOS	중수순환용	2 대	12.6 ㎥/h	
오수 펌프	WILO	본관동 오수 이송용	2 대	280LPM, 2.2 kW	
	WILO	발전동, 오/배수이송용	2 대	50LPM, 2.2 kW	
	WILO	중장비보관동 오/배수이송용	2 대	50LPM, 2.2 kW	

KOPRI 극지연구소

◆ 오수처리 공정 요약

① 전처리 : 스크리닝에 의한 물리적 처리

② 1차 처리 : SBR(연속회분식반응조)에서 유기물 및 질소처리(생물학적 처리)

③ 2차 처리 : 막분리(Membrane filteration)에 의한 고도처리 (미생물 고정)

④ 3차 처리 : 응집, 반응에 의한 화학적 처리 (인처리)

⑤ 4차 처리 : 오존에 의한 고도 산화처리 (유기물, 색도, 냄새, 대장균 살균)

⑥ 5차 처리 : 활성탄에 의한 여과 흡착처리 (잔류 유기물, 색도, 냄새처리)

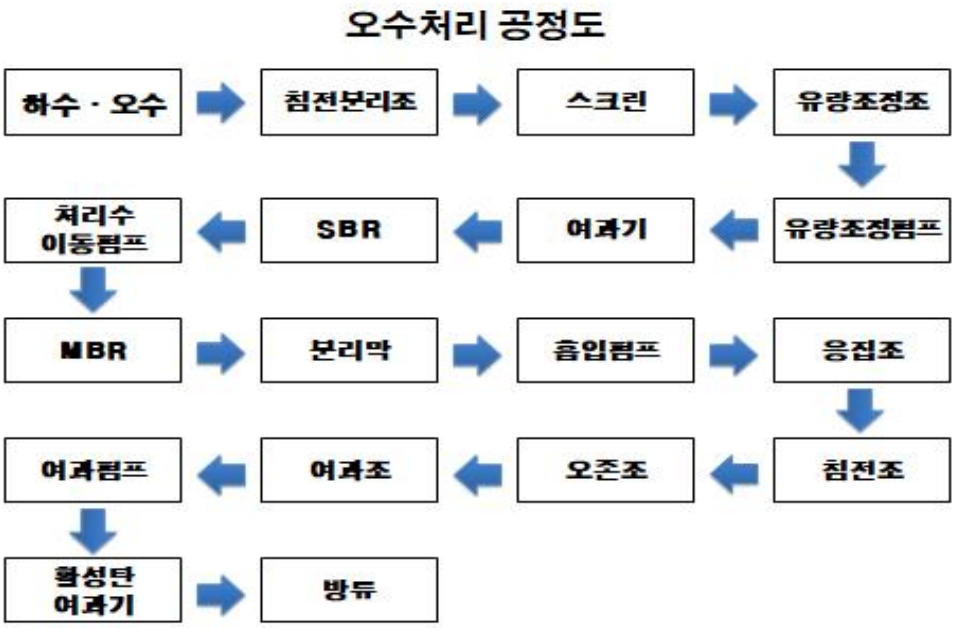


Fig. 2-1. Wastewater and sewage treatment process diagram at Jang Bogo Station.

KOPRI 극지연구소

기본 설계상으로 처리된 중수는 대변기, 소변기, 온실에 사용할 계획이었으나 실제로는 화장실 용수로만 사용 중이다.

나. 시설 관리

기지 운영으로 인한 남극 환경 영향을 최대한 줄이기 위해서는 오수처리 시설이 효율적으로 작동할 수 있도록 지속적인 점검이 필요하다. 오수처리시설은 월동기간 동안 매일 오전과 오후에 2회씩 주기적으로 펌프의 진동 및 소음 유무, 송풍조절기(blower)의 상태와 교반기의 작동 상태를 점검하였으며, 처리 미생물의 생장에 영향을 미칠 수 있는 유류, 락스 등의 사용을 자제하였다.

11차 월동기간 동안 MBR조 분리막과 활성탄 여과기는 주기적으로 역세척 과정을 통해 기능을 유지하였으며, 최소 주 1회 이상 실시하여 기능을 유지하였다. 하계연구가 시작되어 기지 인원이 증가하고 유입수량이 많아질 경우 세척 회수를 조정하여 관리하였다. 또한 연 2회(하계시즌 시작 전, 하계시즌 종료 후) 오수처리 기능 향상을 위해 MBR 분리막을 MBR조에서 분리하여 청수 세척과 약품세정(차아염소산나트륨) 과정을 수행하였다. 세정에 사용한 차아염소산나트륨은 오수처리조 미생물에 치명적이므로 충분히 폭기한 후(3~4주) 슬러지 이송조로 보내어 처리하였다(Fig. 2-2).



분리막 탈거 준비



분리막 인양 및 이물질 제거



MBR 분리막 약품처리



분리막 재설치

Fig. 2-2. Cleaning process of MBR membrane in the sewage treatment facility

KOPRI 극지연구소

오수슬러지 압축처리는 주 2회 실시하여 200ℓ통에 담아 아라온호를 통해 국내로 반출한다. 슬러지가 많으면 여과막 사용에 문제가 생기며, 수질도 악화되므로 지속적인 탈수처리가 필요하다. 11차 월동기간 동안 슬러지 탈수 펌프의 세척과 탈수포의 교체작업을 수행하였다.

인 제거를 위한 PAC(Poly aluminium chloraide)을 투입하고 있으며, 종균제는 주 1통, 염소는 하계시즌 주 2알, 동계시즌 주 1알을 투입하며, 방류수에서 대장균이 검출되지 않는 경우 투입을 중단하였다. 매일 20 ㎥을 처리 가능하나, 동계 시 약 5~6㎥ 처리수가 발생하므로 이를 감안하여 약품의 양과 주기를 조절할 필요가 있다.

2. 폐기물 처리시설

기지 내 폐기물 처리서설은 본관동에서 발전동을 바라봤을 때 왼쪽에 위치하는 2개 동의 작은 건물로 캔압축기, 파쇄기, 음식물처리기 1대가 설치되어 있다(Table 2-2). 11차 월동기간에는 캔, 플라스틱 압축기, 음식물처리기를 정비하였다(Fig. 2-3). 하계기간에는 1회 약 80kg의 잔반을 처리하고, 동계에는 주 1회 가동으로 충분하였다. 동계기

간 탈각기 운영을 위해서는 환기와 적정 온도 유지를 위해 경유 온풍기 사용이 불가피하다. 유류사용 저감을 위한 시설 운영 개선이 필요할 것으로 보인다.

Table 2-2. Waste treatment equipment to reduce amount of wastes

장비명	용 도	수량	용 량
캔압축기	캔 및 경량 철물 압축용	1대	20 TON
파쇄기	생활 폐기물 파쇄용 (뼈 파쇄 등)	1대	0.15~0.2 TON
음식물 처리기 (2022.01.21. 교체)	음식물 건조 처리용	2대	99 KG/회



Fig. 2-3. Food waste processor and maintenance.

3. 온실 관리

장보고과학기지 온실은 점적관식과 저면 관수식 2종이 설치되어있으며, 점적관식에는 상대적으로 키가 큰 식물인 고추를 재배하였고 저면 관수식에는 엽채류를 재배하고 있다. 11차 월동 기간 동안에는 온실에서 외래종은 발견되지 않았다. 10차 월동대까지는 암염블럭과 플라스틱 재배 판을 사용하였으나 11차 월동대에서는 스테인레스 재배판으로 교체하였다(Fig. 2-4).



Fig. 2-4. Greenhouse management including culture plate replacement and seeding.

온실에서 나오는 식물의 잔해물은 잔반처리기로 처리하고 사용한 9차대 이후 외래종 유입 문제로 암면 블록을 사용하여 재배 중이며 사용 후 별도로 포장하여 반출하였다. 온실 내 외래종이 생육할 위험성을 최소화하기 위하여 재배 시설 접근자에게는 수경재배에 대한 교육과 재배 위생에 대한 교육을 실시하였으며 '남극과학기지 온실 운영 및 관리 지침'에 의거하여 온실관리자인 기계설비 대원이 관리하고 주방인원의 시설 출입은 가급적 배재하였다. 지난 2020년 2월 7일 미국사찰단의 권고와 월동연구대 환경교육 시에도 권고한 바와 같이 온실 이외의 장소에서 작업 수행을 지속적으로 자제하고 작업 후 철저한 주변 청소가 필요하다.

온실 관리자는 식물의 파종, 수확, 폐기 및 양액 주입일자 등의 사항을 '온실운영일지'에 기록하여 보관하였다.

엽채류는 꽃을 피워 종자를 맺지 않도록 꽃을 제거하였으며 잔반처리기로 고온 처리하여 음식물쓰레기와 함께 반출하였다. 재배 식물의 잎에 생길 수 있는 질병 모니터링을 수확시기에 주기적으로 실시하여 재배 시설이 오염되지 않도록 유지하였다.

4. 결론 및 제언

11차 월동기간 동안 오수 처리시설의 관리는 주기적으로 적절하게 수행되었으며, 미생물 활성화에 영향을 미칠 수 있는 세제와 유류 등이 유입되지 않도록 위생설비와 주방 운영 시 철저하게 관리된 것으로 파악된다. 또한 방류수 수질 측정결과를 검토하여 오수 처리기가 처리 기준값을 달성하는지 감시하고 주기적인 종균제 투입과 분리막 세척이 이루어졌다. 방류수 처리 기준값을 초과하는 경우에 즉시 문제점을 파악하여 적절히 대처하여 수질을 개선하였다.

온실의 관리시 출입인원들의 교육과 주기적인 청소가 적정하게 이루어졌으며, 외래종의 번식이나 곰팡이 등이 발생하지 않도록 주기적으로 식물체 및 암면 블록의 아랫면 등의 상태를 살피는 것이 중요하다. 또한 온실 공간이 협소하나 온실 외부에서 파종이나 수확하는 활동은 금지하고 온실에서 나온 유기폐기물은 외부에 유출되지 않도록 각별한 주의가 필요하다.

KOPRI
극지연구소

Environmental equipment and facility management

11th over-wintering team, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract: To minimize environmental impact caused by Jang Bogo Station operation, effective sewage treatment facility has been operating. To reduce clear water usage, grey water treated with wastewater treatment facility have been used for cleaning of facilities. During 11th over-wintering period, sewage facility has been managed adequately and regularly and in order to prevent the introduction of detergents and oils which could impact on the microbiological activity in the sewage treatment facility, sanitary facilities and kitchen operations were thoroughly managed. The generated wastes at the station were pressed and classified by their properties to deposit at the station before transportation from Antarctica. To prevent introduction non-native species caused by operation hydroponic facility, the facility has been managed by strict guideline. The crew has kept monitoring non-native species at the station.

KOPRI 극지연구소

제 2 절

에너지 생산 및 유류 관리

11차 월동연구대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약: 2024년 12개월간 장보고기지 연료유(JP5) 사용량은 535,654ℓ로 월평균 약 44,638ℓ를 사용하였으며 약 90%가 발전기 가동을 위해 연료유가 사용되었고 약 9%는 중장비에 사용되었다. 연료 총소모량은 2023년 10차 월동기간에 비해 약 64,689ℓ가량 증가하였으며, 발전기 소모량은 지난해보다 42,304ℓ나 증가하였다. 본격적인 증축공사로 중장비 연료 사용량이 약 23,800ℓ 증가하였다. 연료 저장 탱크와 관련 시설의 점검, 유류 실측 등을 주기적으로 실시하고 유류 유출과 화재 예방을 위해 안전점검 항목에 따라 매일 또는 주기적으로 점검하였다. 태양광발전량(설비용량: 약 72.5 kW)은 약 52,846kWh로 지난해보다 다소 증가하였으나 2020년 이후 감소하는 경향을 보인다. 11차 월동기간 평균 전력 사용량은 약 139Mw이며, 연간 총사용량은 약 1,670Mw로 2019년(2,094 Mw)에 비해 줄었지만 지난해 비슷한 수준으로 사용하였다. 2024년 1인당 하루 청수 사용량은 월동대 기준으로 약 340ℓ로 지난해 보다 7ℓ줄었으며, 9차(382ℓ), 8차(390ℓ)와 7차(381ℓ) 기간의 사용량보다 다소 줄었으나 6차 월동기간(300ℓ)에 비해서는 상당량 증가하였다. 월동대원은 물론 하계활동인원의 적극적인 절수 노력이 필요하다. 2024년 12개월간 담수 생산량은 3,546톤으로 2023년 3,001톤보다 증가하였으며, 오수 처리량은 3,149톤으로 지난해 3,082톤에 비해 다소 증가하였다.

1. 유류 사용 및 관리

가. 유류 사용량

장보고기지 건설 및 운영을 위한 포괄적 환경영향평가서(CEE)는 25년 이상의 세종기지 운영 경험을 바탕으로 장보고기지 발전 용량을 산정한 설계를 기준으로 기지 유류 사용량 중 발전기 운전과 중장비 운영으로 인한 경유 사용량을 연간 328,724 ℓ 로 예측하였다. 그러나 1차 월동 시 약 10개월간 유류 사용량은 369,755 l 로 12개월로 환산한다면 연간 기지 운영을 위해 약 480,681 ℓ 의 경유 사용량이 예측되며, 2차 월동기간인 2015년 12개월간 사용된 유류량은 예측치를 넘는 591,046 l 에 달하였다. 주요 원인으로는 세종기지에 비해 상대적으로 높은 위도에 위치하여 저온 기간이 길며 겨울철 잦은 대륙풍으로 인한 기지 주변 기온 강하와 연구시설 설치 완료 및 보트창고동의 연구장비 유지를 위한 상시 난방, 등으로 전력 소모량이 증가하여 275 kw 발전기 2대의 병렬운전에 따른 동시 가동시간의 연장으로 연료 소모량이 증가한 것으로 판단된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 2016년 3차 월동대는 전기온풍기, 냉동기 등 전력 부하 상승을 가져오는 장비들의 작동을 자제하거나, 작동 시간을 조정하여 가능한 병렬운전 시간을 줄여 유류 사용량을 약 100,000 ℓ 가량 절감하였다. 발전기의 효율은 75~80%로 운영하여야 경제적이며 따라서 200~220 kw 범위에서 운전하면 가장 효율적이다. 두대의 발전기를 병렬운전 하게 되면 400~440 kw의 발전을 하게 되어 유류 소모량이 크게 증가한다. 2018년도의 전력소모가 전년도에 비해서 매월 10 Mw 이상 증가하였다. 1일 최대 피크를 보면, 2018년 2월~9월까지는 계속 220~230 kw를 나타내고 있다. 이것은 태양광 발전용량이 적어지고, 온도 저하로 인한 열선의 소비전력 증가에 원인이 있다고 판단된다. 2018년 2월~9월까지의 일 최대 피크가 220~230 kw인 것을 감안하면, 용량이 큰 장비의 초기운전 시 주 발전기의 자동병렬운전은 불가피한 것으로 보인다. 실제로 2월~9월 사이 월평균 5회 자동병렬운전이 시행되었다. 2018년 1월부터 12월까지의 연간 유류소모량은 약 491,606 ℓ 로 약 9,841 ℓ 가 증가하였다. 6차 월동대에서는 가능한 병렬발전을 최소화하고자 노력하였으나 연간 유류소모량 527,054 ℓ 로 2018년 사용량에 비해 약 35,448 ℓ 가 증가하였고, 7차 월동기간 중 2020년 1년간의 유류 사용량은 517,904 ℓ 로 전년에 비해 약 9,150 ℓ 감소 하였으나 월평균 발전용 유류 사용량은 오히려 1,408 ℓ 가 증가하였다. 2024년 유류 소모량은 535,654 ℓ 로 전년의 470,965 ℓ 보다 전년보다 약 64,689 ℓ 가량 증가하였으며 1월~3월까지 공사팀 중장비 사용량으로 소모된 유류량의 증가로 지난해에 비해 유류 사용량이 많았으나, 발전기 유류 사용량도 2015년을 제외하고 가장 많은 유류를 사용하였다(Table 2-3, Fig. 2-5). 사용 연료의 약 90%가 발전기 가동을 위해 연료유가 사용되었고 중장비에 약 9%가 사용되었으며 본격적인 공사 시작에 따른 공사팀 중장비 운영으로 지난해 6%에서 9%로 증가한 것으로 보인다. 2024년 11차

월동기간 동안 발전기용 유류 사용량과 전력 생산량은 2023년에 비해 모두 증가하였다.

향후 신축 중장비 보관동의 전력 공급과 매년 증가하고 있는 연구장비 수요를 고려하여 발전기 용량을 400kW급으로 늘릴 것을 월동연구대에서 지속적으로 제안하고 있다. 기존의 용량(275kW)을 지속 사용할 경우 병렬운전은 불가피하며, 이로 인한 유류 소모량 증가와 장시간 발전으로 인한 장비 노후화가 우려되고 있다. 발전기 노후와 병렬운전으로 인해 발전기 유류 사용량이 지속적으로 증가하는 것으로 보인다.

Table 2-3. Comparison of the amount of fuel consuming for the station operation from 2014 to 2024

unit: l

Over-wintering period	generator		heavy vehicle		boiler		total	
	monthly mean	annual	monthly mean	annual	monthly mean	annual	monthly mean	annual
2014	34,680	346,801	2,242	17,938	627	5,016	36,976	369,755
2015	46,605	559,258	2,649	31,788	0	0	49,254	591,046
2016	38,869	466,423	1,939	23,263	126	1,507	41,170	491,193
2017	36,331	435,972	3,222	38,668	10.4	125	40,147	481,765
2018	37,147	445,760	3,811	45,730	9.7	116	40,967	491,606
2019	39,244	470,930	4,677	56,124	0	0	44,921	527,054
2020	40,652	487,820	2,507	30,084	0	0	43,159	517,904
2021	39,516	474,190	3,909	46,909	0	0	43,425	521,099
2022	40,759	489,110	1,973	23,681	0	0	42,732	512,791
2023	36,658	439,897	2,471	29,652	118	1,416	39,247	470,965
2024	42,250	482,201	4,454	53,453	0	0	44,638	535,654

* 2014년은 10개월 사용분이며 2015년 사용량은 3차대에서 확인한 사용량으로 변경

한편 기지 주변 앞바다가 해빙된 경우 사용하는 고무보트와 현장활동을 위한 소형 스노우모빌에 사용된 휘발유는 2024년 기간에는 1,220ℓ를 사용하여 예년과 비슷한 사용한 것으로 보인다. 1월에 450ℓ로 가장 많은 양을 사용하였다. 2020년 기간에는 하계연구활동 축소로 2019년의 1/16 정도인 1 드럼(단위: 200ℓ)을 사용하였으나, 2021년 후반기 하계활동 재개로 인한 스노우모빌의 사용증가(12월: 1,150ℓ)로 약 1,401ℓ를 사용하였다. 2022년 1월(600ℓ)과 2월(200ℓ)에도 하계활동으로 같은 해 다른 시기에 비해 많은 양의 휘발유를 사용한 바 있다.

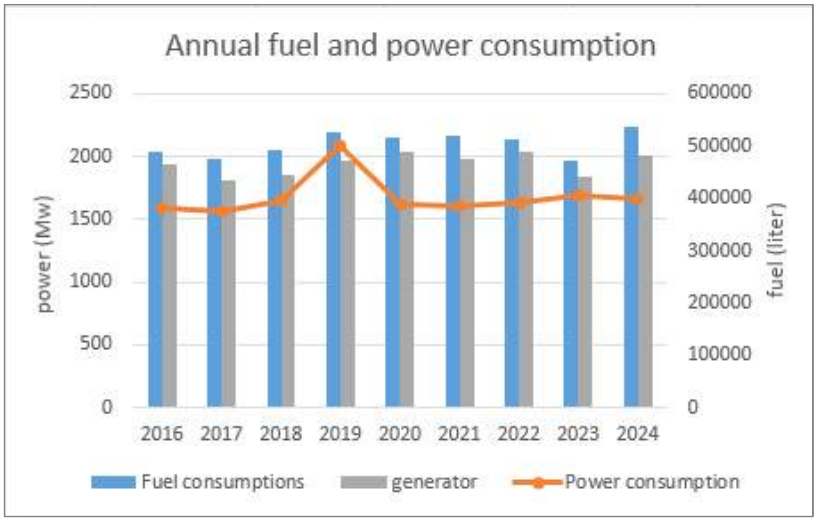


Fig. 2-5. Annual total fuel including generator fuel and power consumption at Jang Bogo Station (2016~2024).

월별 유류 사용량은 5월에 가장 많았으나 월별로 크게 차이는 없었다. 2024년간 전력 사용량은 1,668Mw로 2023년의 1,693Mw보다 다소 적었다. 발전기 유류 소모량은 더 많은 것으로 나타나 2023년 하계 발전기 점검 이후 성능이 다소 저하된 것은 아닌지 의심스럽다(Fig. 2-6).

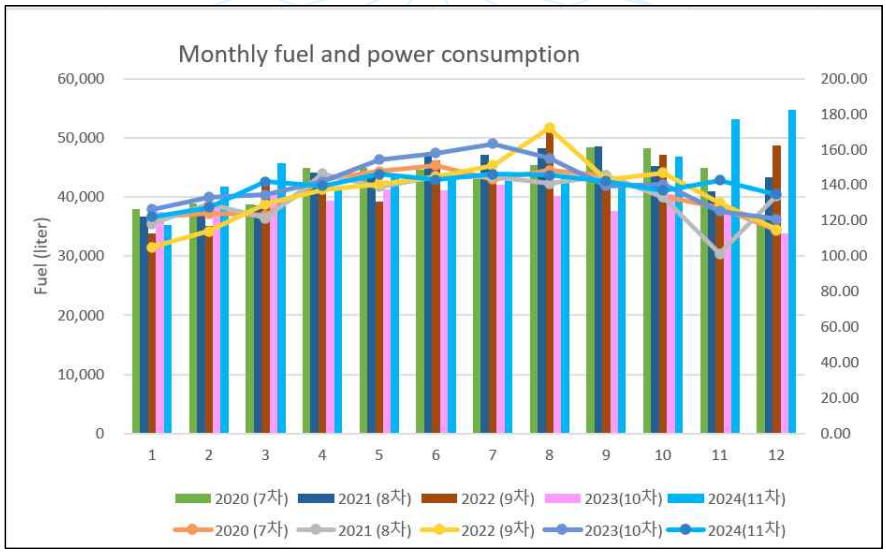


Fig. 2-6. Comparisons of monthly fuel and power consumption from 2020 to 2024.

나. 유류 저장 및 관리

장보고기지에는 120,000ℓ(실용량 111,188ℓ) 용량의 유류 저장탱크가 발전동 인근에 6기, 부두 인근에 3기 설치되어있다. 유류보급선(현재, 아라온)으로부터 부두 인근 3

기의 유류탱크에 유류가 보급되면 발전동 인근의 탱크로 펌핑된다. 발전동 인근의 유류탱크로부터 980 ℓ 용량의 발전기용 서비스탱크, 중장비용 서비스탱크와 비상발전기용 서비스 탱크로 이송된다(Fig. 2-7). 기지에서는 남극의 저온환경에서 사용할 수 있도록 호주에서 특별하게 제조된 경유(SAB, Special Antarctic Blending)를 사용한다.

연료 저장 탱크 및 관련 시설의 점검은 수시로 실시하며, 유류 실측은 매월 1회 실시한다. 동절기가 시작되기 전 NO. 7, 8, 9 저장탱크에 있는 남극 경유를 NO. 1~6번 탱크로 이송하였다(Fig. 2-8). 이는 동절기 기온하강에 따른 파이프 파손 방지와 효율적인 유류 관리를 위해서다. 동절기에는 저장탱크 내 수분이 결빙되어 수분감지 시약으로 확인이 어렵다. 하절기에는 응결수 포함여부를 탱크 교환 사용할 때마다 철저히 확인하여야 하며, 유류 실측 결과는 기록표를 작성하여 보고 및 보존하고 있다.

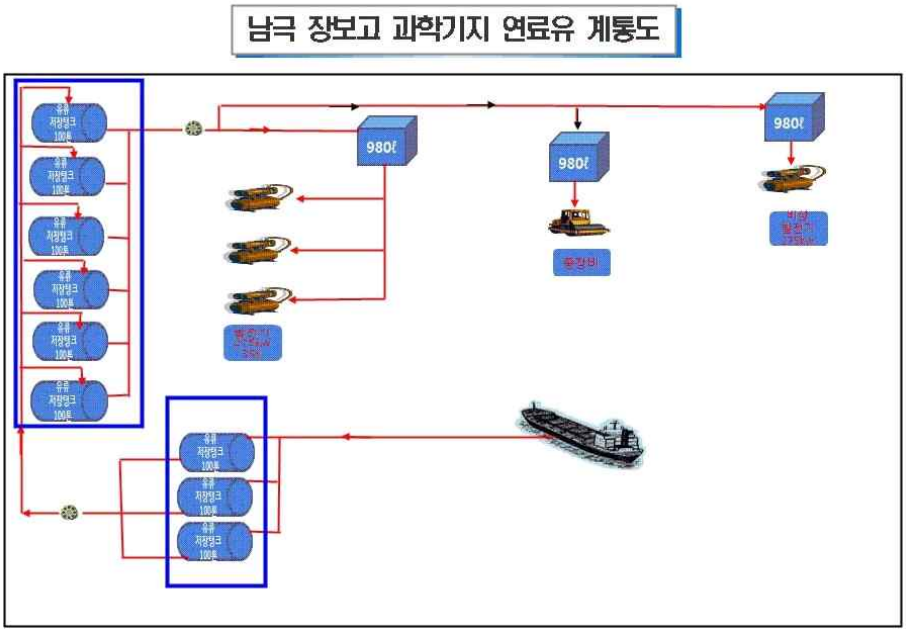


Fig. 2-7. Fuel supply system at Jang Bogo Station.



Fig. 2-8. Fuel storage tanks near power plant (No.1~6) and near dock (No.7~9)

2. 유류 유출 예방 및 관리

장보고기지에 설치된 유류 탱크는 기본적으로 이중벽구조로 되어있어 유류유출 문제를 최소화하였고 주변에 유류유출 방지턱을 설치하여 혹시라도 있을 수 있는 유류유출 사고에 대비하고 있다. 그러나 여러 해 동안 쌓인 눈을 제때 치우지 못하여 얼어 붙은 눈과 얼음으로 방지턱의 기능을 수행하지 못할 상황이 지속되어 7차 월동대는 하계기간 동안 고압 고온 살수기와 다양한 도구를 이용하여 어느 정도 제설작업을 수행하였으나 기온 강하와 강설, 기상 등으로 완전히 제거하지 못하였다. 8차 월동대가 기지 운영을 인계받은 이후 하계기간 동안 기온이 상승하고 예년에 비해 강설량이 매우 적어 발전동 인근 유류 탱크 주변의 얼음과 눈은 제거되었으나 부두 인근의 저유탱크 주변과 관랑에 쌓여 얼은 눈은 완전히 제거되지 않았다(Fig. 2-9). 다행히 9차 월동기간에 적설량이 적고 여름철 기온이 상대적으로 높아 유류탱크를 둘러싸고 있는 방지턱 내의 얼음이 녹아 추가로 쌓이는 눈을 제거할 수 있었다(Fig. 2-10). 그러나 동계기간에는 눈이 그대로 쌓이고 있으므로 얼어붙기 전에 수시로 제거하고 현장 상황이 허락하지 않을 경우 하계기간에 유류 탱크 개폐 밸브 작업이 가능하도록 제설 등 해빙 작업을 실시하여야한다. 2023/24년 하계 시즌이 끝나고 월동에 접어들면서 기온 하강과 강설로 유류탱크 주변에 다시 눈이 쌓이기 시작하여 장기적으로는 유류탱크와 배관 보호시설의 설치가 필요하다(Fig. 2-11). 2022/23년 하계 시즌 기지 앞 해빙의 조기 붕괴로 인한 건설자재 하역 지연으로 공사가 지연되었고 2024/25년 하계 시즌에 공사가 재개되었으나 유류탱크 보호시설은 2025/26 하계 시즌에 완공될 예정이다.



Fig. 2-9. Pipe lines covered with snow in 2021/22 summer season.



Fig. 2-10. Removing snow and ice covering the fuel spill prevention bund and fuel pipelines (2022/23).



Fig. 2-11. Fuel spill prevention bund in March 2024 (left) and in March 2025 (right).

아라온에서의 기지 유류 탱크로의 유류 보급은 기지 앞 연안의 해빙 상태에 따라 2가지 방법으로 보급할 수 있으며, 해빙이 있을 경우 유류 컨테이너와 트럭을 이용한 해빙 운송 방법으로 운송할 수 있고 해빙이 빠져나간 시기에는 보급용 호스를 이용할

수 있다.

해상으로 보급용 호스을 이용할 경우를 대비하여 오염방지펜스가 준비되어 있다. 기지 인근 이탈리아 마리오주켈리기지 역시 기지 운영 초기에는 유류 호스를 이용 해빙하역을 하였으나 호스 파열 등의 문제로 현재는 ISO Tank를 이용한 방법을 이용하고 있다. 2차 월동기간에는 해빙이 단단하게 유지되고 있어 효율적인 ISO Tank 이용방식으로 유류를 보급하였다. 그러나 해빙의 안전성이 문제될 수 있고 해빙 때문에 바지선의 운항이 어려운 12월 중순 이후에 유류 보급이 이루어질 경우 호스를 이용한 보급이 이루어져야한다.

11차 월동을 위한 정기 보급은 유류 보급과 함께 2023년 12월 5~6일에 이루어졌다. 아라온 하역기간에 항공유(JP-5) 480,000ℓ을 보급하였으며 헬기용 항공유(JetA-1)는 보급되지 않았고 2017년부터 2023년까지 보급된 것을 ISO 탱크에 보관하여 사용 중이다. 해당 시기에는 기지 앞 해빙이 견고하게 잘 형성되어 해빙위로 하역할 수 있었다(Fig. 2-12). 유류 이송 시 유류 유출에 대비하여 방제 도구를 비치하였으며 유류 유출은 없었다.



Fig. 2-12. Offloading supplies including fuel on the sea ice near Jang Bogo Station.

기지 운영 시 유류유출과 화재 예방 등을 위하여 다음과 같은 항목을 매일 또는 항목에 따라 정해진 일정 주기로 점검하였다.

※ 유류 저장 및 관련 시설 안전점검 항목

① 경유 이송 펌프실 밸브 개폐상태 및 위험요소
② 저장탱크 주변정리 상태 및 위험요소
③ 각 저장탱크 출구밸브 및 드레인 밸브 폐쇄상태
④ 각 저장탱크 보호커버 외관상태
⑤ 각 저장탱크 공기 배출구 및 맨홀 밀봉상태

⑥ 송유관 중간밸브 개폐상태 및 위험요소

⑦ 정비동, 기계동 발전동 경유 유입상태 및 위험요소

⑧ 경유 저장탱크 측심

기지 운영 시 발전기용 경유의 이송 이외에 중장비와 차량의 주유, 헬리콥터 운항을 위한 주유 시 유류를 취급하고 있다. 기지 주변에서 운행하는 차량에는 유류 방제키트를 비치하여 소량의 유출에 대비하고 있으며, 헬리콥터 주유는 ISO탱크에서 직접 이루어지며 호스에 남아있는 소량의 유류를 흘리는 것을 방지하기 위하여 주유 지점에 200리터 드럼을 비치하여 잔류 항공유를 수집하고 있다.

3. 에너지 생산 및 소비

가. 전기에너지 생산 및 소비

장보고기지에서 사용하는 전기에너지는 유류(항공유 JP5 + 윤활성 강화제 Infineum R621A)를 사용하는 발전기와 1.5kW 용량의 수직형 풍력발전기, 태양전지판과 BIPV에서 생산된다(Table. 2-4). 4차 월동기간에 태양광 발전 설비가 증설되어 용량이 약 72.5 kW로 증설된 바 있다. 2024년 1월부터 12월까지 태양광 발전으로 생산(4월 30일부터 8월 31일까지 극야로 접어들어 태양광 발전중단)한 총발전량은 52,846kWh로 2022년 50,932kWh 발전량보다 약간 증가하였지만 2021년 이래 생산량이 감소하는 경향을 띠고 있다(Table 2-5, 2-13, 2-14).

Table 2-4. Capacity of renewable energy and generation of electric power at Jang Bogo Station

	재생에너지 종류		설비 용량
실제 설비	태양광	태양전지판	0.25kW/cell x 170 = 42.5 kW
			0.25kW/cell x 120 = 30 kW (2017 증설)
		BIPV	0.179kW/cell x 15 = 2.68 kW
	풍력 발전기		0.3 kW/ea x 5 = 1.5 kW

Table 2-5. Electric power generated with solar panels in 2019~2024

period	generated power (kWh)					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
January	11,356	12,469	13,022	11,899	11,318	10,822
February	7,778	5,838	6,304	6,643	7,054	6,026
March	2,930	3,647	2,329	564	1,306	2,700
April	797	961	-	-	-	491
May	-	10	-	-	-	0
June	-	-	-	-	-	0
July	-	-	-	-	-	0
August	141	-	288	-	-	204
September	2,375	2,090	1,186	1,724	704	1,418
October	7,123	6,538	6,911	5,982	5,078	5,994
November	13,258	15,024	11,504	10,875	11,527	11,490
December	13,393	13,283	14,171	13,245	14,171	13,701
Total	**59,151**	**59,860**	**55,725**	**50,932**	**51,158**	**52,846**

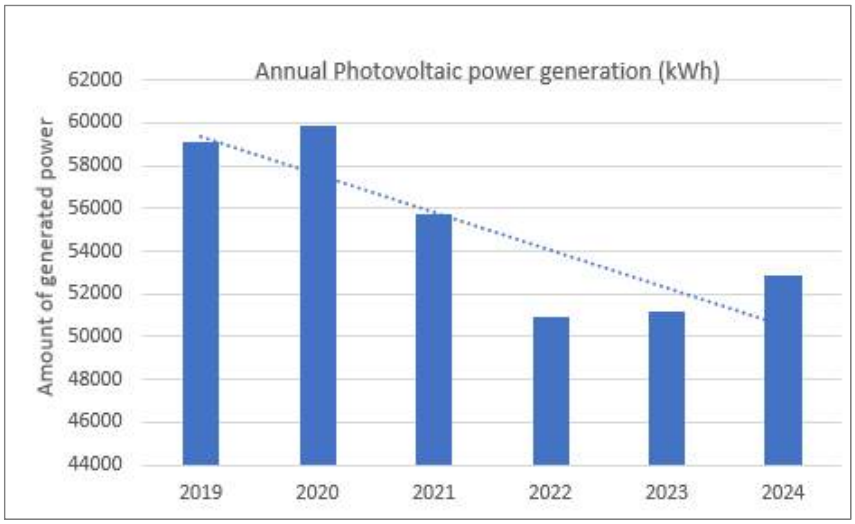


Fig. 2-13. Changes in annual solar power generation from 2019 to 2024 at Jang Bogo Station.

기지 건설 당시 설치한 태양전지판이 강한 바람으로 인한 모래, 작은 돌과 눈에 의한 파손으로 전체적인 교환이 필요한 상황으로 2023년 10차 월동기간에 발전동의 전지판을 일부 교체하였고 성능저하 방지를 위해 발전기 그을음 청소와 강풍으로 인해 이탈된 패널을 보수하였다(Fig. 2-15). 9차 전기대원은 태양전지 모듈을 보호할 수 있는 투명 아크릴의 추가설치를 제안한 바 있다. 태양광 발전은 백야 기간 중 발전량에 상당량 기여하여 발전기 병렬운전을 방지하는 효과가 있어 연구 활동이 활발한 하계활동

시즌에 활용도가 높다. 11차 월동연구대 발전대원의 월동보고서에 따르면 하계 연구가 활발한 12월~2월 사이 전력 수요가 증가하지만 태양광 발전으로 발전기 병렬운전을 피할 수 있었다고 한다. 태양광 발전 효율을 유지하기 위한 주기적인 점검과 그을음 청소, 파손 패널의 적절한 교체가 필요하며, 향후 중장비보관동 신축 등 기지 운영을 위한 전력소모가 증가할 경우를 대비하여 태양광발전 용량 증설을 고려할 필요가 있을 것으로 보인다.

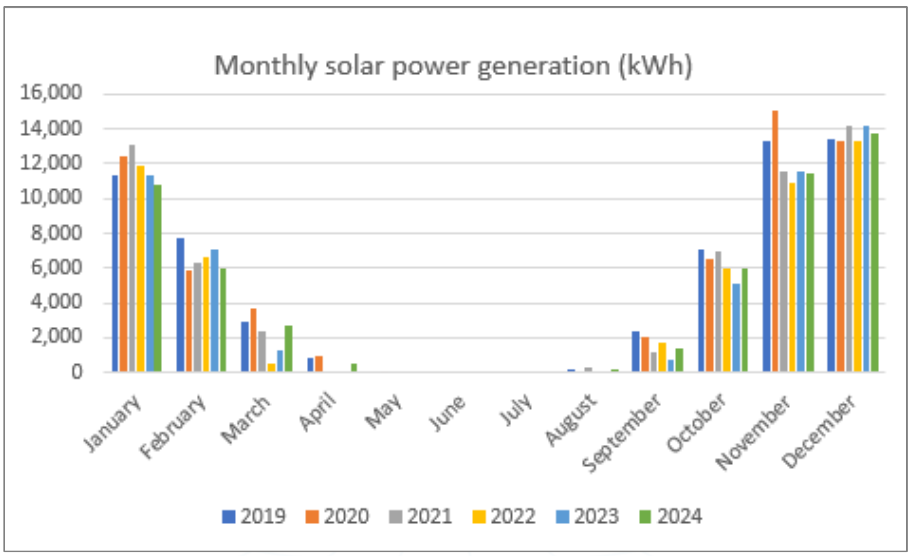


Fig. 2-14. Comparison of monthly solar power generation from 2019 to 2024 at Jang Bogo Station.



Fig. 2-15. Cleaning panels to prevent performance degradation.

풍력발전기는 DC 배터리를 충전하고 일정량의 전력이 생산되었을 때 DC 전원을 AC로 인버팅하여 발전기 전원과 병렬운전 후 배터리의 충전량이 소진되면 병렬운전은 정지하도록 구성 되어있다. 태양광 발전은 전력 생산과 동시에 부하 측에 전력을 공급

하는 방식이다. 디젤발전기와 풍력발전기 간의 병렬운전에 따라 풍력발전기가 일정한 출력을 발생하지 못하여 디젤발전기의 부하 변동이 자주 발생하며 여러 가지 문제로 풍력발전기의 가동은 중지한 상태이다.

지난 2016년부터 2024년까지 장보고기지에서 사용한 전력을 Table 2-6에 월별로 비교하였다. 2024년 월간 평균 전력 사용량은 약 139Mw로 지난해와 거의 유사하고 2Mw 가량 감소하였다. 연간 총사용량은 약 1,670MW로 가장 많이 사용한 2019년 2,094Mw 보다는 적지만 2023년(1,693Mw)과 비슷한 전력 소모량을 기록하였다.

Table 2-6. Monthly power consumption for the station operation in 2016~2024

단위: MW

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
2016	106	100	128	144	143	143	153	153	147	139	107	126	1,588
2017	120	108	126	138	141	134	147	144	145	136	118	108	1,565
2018	118	116	147	140	151	145	149	159	145	137	113	110	1,630
2019	116	117	186	328	304	145	167	156	137	204	120	114	2,094
2020	122	124	123	143	148	151	143	148	145	134	127	115	1,623
2021	118	130	121	146	139	145	145	141	145	133	101	134	1,599
2022	105	114	129	138	141	145	151	172	143	147	130	115	1,630
2023	126	134	135	142	154	158	163	155	140	140	125	121	1,693
2024	122	128	142	140	146	143	146	146	142	137	143	135	1,670

* 실제 관측값에서 소수점이하는 반올림함

나. 난방

장보고기지에서는 난방을 위해 열병합 발전의 폐열을 활용하고 있으며, 1차 월동기간에는 겨울철 기온 하강 시 부족한 열원을 보충하고자 중온수 열원 보충용 진공보일러를 가동하였고 2차 월동기간 동안 발전기 2대가 거의 상시 병렬운전으로 운영되어 난방을 위한 별도의 보일러 운영은 하지 않았으나 병렬 운전로 인한 열병합 발전으로 유류 모량은 매우 컸다. 5차 월동기간에는 지난 3차, 4차 월동시와 같이 병렬운전로 인한 유류소모량을 줄이고자 전력 소모량이 큰 전기식 열풍기의 사용을 자제하고 장비의 분산 운영 및 이동으로 발전기의 병렬운전을 줄이 고자 하였으나, 기온이 낮은 극야기간에는 병렬운전이 자주 있었다. 10차 월동대에서는 기온이 가장 낮은 7월~9월 초반

까지 보일러를 가동하여 열병합 발전으로 발생하는 열원을 보충하 실내 온도를 20도 이하로 유지하였다. 열병합 발전이란 엔진으로 발전기를 구동해 전기를 생산하고, 발전기 구동 엔진에서 발생되는 배기가스 열로 열교환기의 냉각수를 80~85℃ 정도로 가열하여 난방용이나 급탕용 열교환기에 열을 전달하여 난방하는 시스템이며, 기지 내 전력 소비량 감소를 통해 총체적으로 운영비를 절감하는 고효율 에너지 시스템이다. 그러나 8차 월동대 발전 분야 대원의 발전기의 잦은 정비 필요성에 대한 점검 의견에 따르면 열병합 시스템도 원인 중 하나로 판단되고 있다. 열병합 시스템을 통한 난방, 온수 생산은 발전기의 배기가스 온도와 압력이 일반적으로 국내에서 사용하는 발전기보다 높고 원동기 측의 부하 또한 크며, 중온수 온도 변화에 따른 냉각수 입출구 온도 편차가 심하여 발전기 내부 마모를 증가시키는 원인이 되고 있다. 9차 월동대에서도 비슷한 지적과 함께 현재 발전기 성능으로는 최대 부하 사용량을 220kw로 판정하였으며, 병렬운전으로 인한 연료 사용량 증가와 발전기 성능저하를 우려하였다. 10차 월동기간 중 태양광 발전이 되지않는 동계기간에 발전기 한 대로 단독 운전시 전력 생산 부하가 250kW를 상회 하였으며 8월 10일 순간 부하는 263kW로 발전기에 큰 부담을 주었다. 이전 월동대와 마찬가지로 고부하로 인한 사고 가능성과 기지 증축으로 인한 전력 사용량을 대비하여서라도 400kw급 이상 용량의 발전기 도입을 제안하였고, 다른 방안으로 60kW급 발전기를 증설하여 부족한 전기를 생산하는 것을 제안하였다. 그러나 11차 월동대의 운영기간 중 하계기간에는 태양광 발전의 도움으로 발전기를 단독 운전하여 부하 60-70%를 유지하였고, 동계기간에는 전력 수요가 줄어 단독 발전으로도 전력 부족을 겪지 않았다. 대신 발전기 유류 사용량이 2023년보다 증가한 것은 발전기의 노후화로 인한 것인지 살펴볼 필요가 있다.

다. 담수・중수 생산 및 사용량

장보고기지에서 사용하는 담수는 전량 해수를 취수하여 담수화기를 통해 생산된다. 담수 생산량과 사용량은 3차 월동 기간에는 매일 기록하였으나 4차 월동기간에 계량기 등의 문제로 기록되지 못하였다. 5차 월동 기간에는 3월 말부터 1주일 간격으로 기록하였으며 6차 월동기간 중 2018년 11월부터 2019년 10월 30일까지 매주 기록하였다. 6차 월동기간 중 담수 생산량은 월평균 약 296 m^3로 5차 월동기간에 담수 생산자료를 완전하게 확보된 4월부터 9월까지 월평균 생산량인 약 153 m^3보다 두 배 가까이 많았다. 그 이유로 하계 연구원 등 체류 인원이 많은 11월부터 2월까지의 담수 생산량 자료가 누락되었기 때문으로 보인다. 11차 월동기간 중 2024년 12개월간 총생산량은 3,546 m^3이었으며, 월평균 약 295 m^3로 6차~9차 월동기간 보다 적은 양의 청수를 생산하였으나 2023년보다 약 102 m^3만큼 더 생산하였다(Fig. 2-16).

2024년 담수 사용량은 월평균 약 269톤으로 집계되었으며 2023년의 월평균 약 250톤에 비해 다소 증가하였다. 하계활동이 집중되는 2023년 11월부터 2024년 2월까지 많은 양의 물을 사용한 것으로 보인며, 월동대만 생활하는 4월~10월까지는 10차 월동기간보다 대체로 적은 양을 사용하였다(Fig. 2-17). 2024년 담수 사용량은 하루평균 8.8톤을 사용하였으며, 1인당 사용량은 하계활동 종료 후 월동대 기준(4월~10월)으로 약 340 ℓ 로 지난해 보다 7 ℓ 줄었으며, 9차(382 ℓ), 8차(390 ℓ)와 7차(381 ℓ) 기간의 사용량보다 다소 줄었으나 6차 월동기간 동안 1인당 평균 사용량 300 ℓ 에 비해 상당히 많은 양으로 남극환경 보존을 위해 기지 생활시 지속적인 절수 습관이 여전히 요구된다.

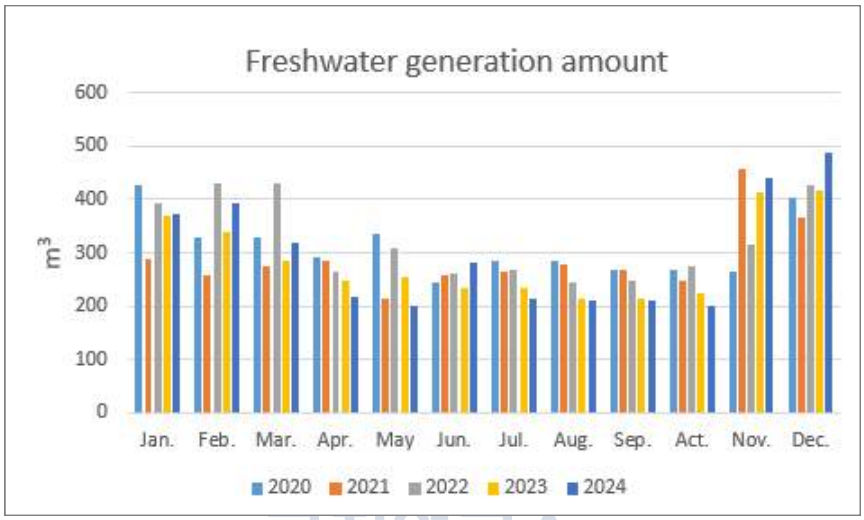


Fig. 2-16. Monthly fresh water production using a desalination unit at Jang Bogo Station (2020~2024).

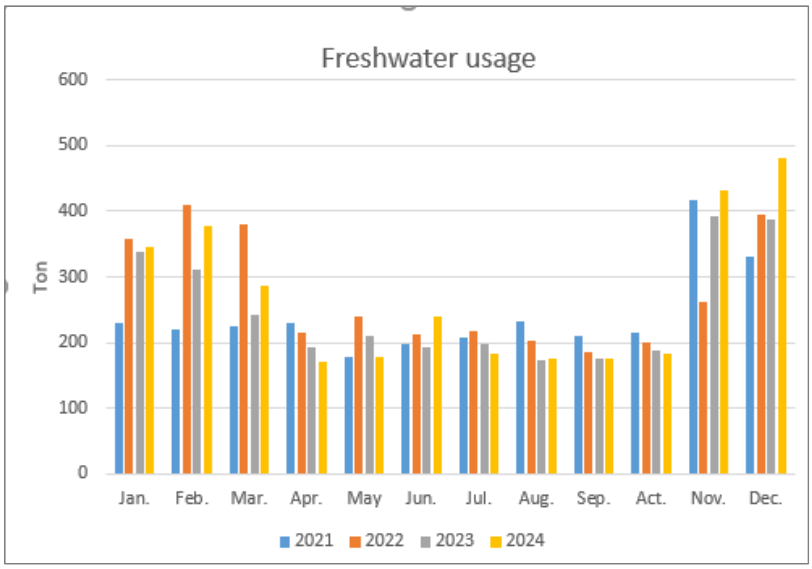


Fig. 2-17. Monthly fresh water usage from 2021 to 2024 at Jang Bogo Station.

오수처리기를 거쳐 처리된 오수는 연간 약 3,149톤으로 2023년의 3,082톤에 비해 다소 증가하였으며, 월평균 약 262톤을 기록하였다(Fig. 2-18). 하계활동이 많은 11월~2월까지 많은 양의 오수가 발생하였고 4월에 가장 적은 158톤이 발생하였으며 계량 이래 가장 적은 발생량이다.

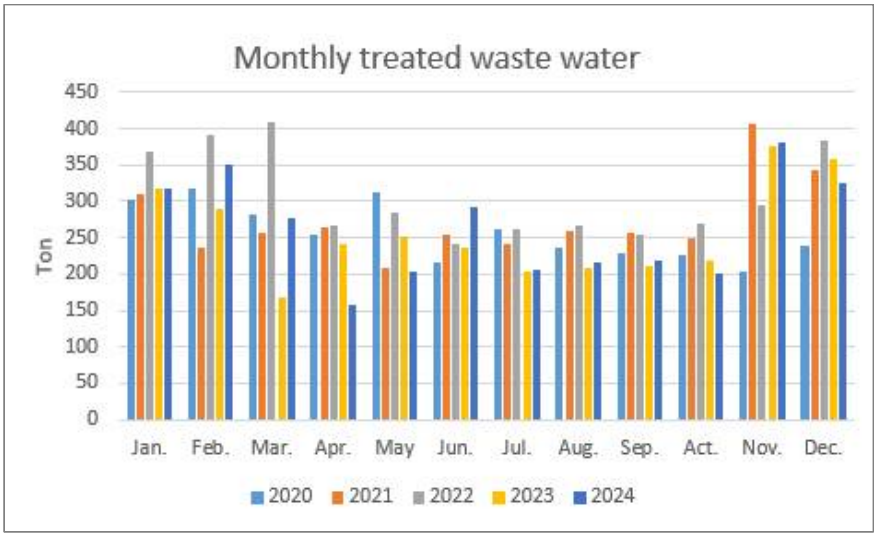


Fig. 2-18. Monthly treated domestic waste water and sewage at Jang Bogo Station (2020~2024).

KOPRI 극지연구소

4. 결론 및 제언

장보고기지 2024년 12개월간 유류(항공유 JP5) 사용량은 535,654 ℓ로 10차 월동 기간 사용량(470,965 ℓ)에 비해 64,689 ℓ 증가하였다. 발전기 연간 사용량은 2023년에 비해 42,304 ℓ를 많이 사용하였고 2020년과 2022년의 사용량보다 다소 적지만 비슷한 수준으로 사용하였다. 본격적인 증축공사 진행으로 중장비 유류 사용량이 2023년(29,652 ℓ) 대비 약 23,800 ℓ 증가하여 53,453 ℓ를 사용하였다. 전력 소모량은 약 1,668 Mw로 2023년 소모량(약 1,693 Mw)에 비해 다소 줄었다. 기지 유류 사용량과 전력 사용량은 연중 기온 및 하계 활동 인원 등에 따라 변동될 수 있으며, 지속적인 유류사용 절감 노력과 재생에너지 사용을 통해 기지운영으로 인한 남극 환경영향을 줄일 수 있을 것으로 보인다. 시기별 기지 운영에 필수적인 전력사용 이외에 월동기간 동안 잘 사용하지 않는 시설이나 설비, 그리고 기온이 올라가는 하계기간 동안에 불필요한 에너지 사용을 줄이는 노력을 지속하여 전력 생산에 필요한 연료 사용을 저감할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 태양광 발전으로 얻어진 전력으로 발전기 병렬운전 시간을 줄일 수 있으므로 최대 효율을 얻을 수 있도록 적절한 유지관리와 운영이 필요하며, 가능한 범위에서 재생에너

지 사용률의 확대가 요구된다.

11차 월동기간에 1인당 사용량은 하계활동 종료후 월동대 기준으로 약 340 l 로 지난해 보다 7 ℓ 줄었으며, 9차(382 ℓ), 8차(390 ℓ)와 7차(381 ℓ) 기간의 사용량보다 다소 감소하였으나, 6차 월동기간(300 ℓ)에 비해서는 상당량 증가하였다. 월동대원은 물론 하계활동인원의 적극적인 절수 노력이 필요하다. 담수 생산은 난방에 사용되는 폐열을 사용하여 실내 온도를 떨어뜨리고, 상당한 전력 부하를 유발하여 발전기에 부담을 줄 수 있으므로 지속적인 절수 노력이 필요하다.

KOPRI
극지연구소

Energy generation and Fuel management

11th over-wintering team, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract: Over the course of 12 months in 2023, the Jang Bogo Station used 535,654 l of JP5 fuel oil, with an average monthly usage of approximately 44,638 l . About 90% of the fuel was used for operating generators, and around 9% was used for heavy machinery. The total fuel consumption increased by about 64,689 l compared to the ninth wintering period in 2023, with generator fuel consumption increasing by 42,304 l from the previous year. The use of heavy vehicle fuel increased by approximately 23,800 liters due to the full-scale expansion work. Regular checks, including inspections of fuel storage tanks and related facilities as well as fuel level measurements, were conducted to prevent fuel spills and fires, following daily or periodic safety inspection protocols. Solar power generation (installed capacity: about 72.5 kW) was approximately 52,846 kWh, slightly increased from the previous year but has shown a decreasing trend since 2020. The average power consumption during the tenth wintering period was about 139Mw, and the total annual consumption was approximately 1,670Mw, which is less than in 2019 (2,094Mw) but has slightly increased from last year. In 2024, the daily fresh water usage per person, based on the wintering team, was about 340 l , which is 7 l more than during the tenth, 9th (382 l), eighth (390 l), and seventh (381 l) periods but significantly increased from the sixth period (300 liters). Active water conservation efforts are necessary among both wintering team members and summer activity participants. The total fresh water production over 12 months in 2023 was 3,546 tons, a increase from 3,001 tons in 2023, and the sewage treatment volume was 3,149 tons, raise from 3,082 tons the previous year.

제 3 절

폐기물 관리

11차 월동 연구대, 서 태 선, 김 지 희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약: 장보고기지 11차 월동기간에 반출한 생활폐기물의 발생량은 10차 월동 기간에 발생한 폐기물의 양에 비해 약 1,803kg 많았다. 사용되지 못하고 반출된 폐식자재의 양이 지난해(22,400kg)과 유사한 22,000kg이 반출되었다. 재활용 폐기물 중 종이류는 약 6,000kg, 플라스틱류 2,699kg로 지난해 발생량보다 많았으며, 고철류는 2,510kg과 유리류 1,320kg이 발생하여 지난해에 비해 감소하였고 일반 매립폐기물은 약 1,596kg 정도 줄었다. 음식폐기물의 경우 10차 월동기간에 비해 다소 감소하였으며, 8차 월동기간에 비하면 절반 수준이다. 지속적인 음식폐기물의 양 감소를 위해 구매계획의 검토가 필요하며, 신선식품의 경우 신선한 상태를 유지할 수 있도록 포장계획과 운송계획 수립이 중요한 것으로 판단된다.

1. 폐기물 발생량

가. 일반 폐기물

11차 월동기간 발생한 생활폐기물은 재활용 폐기물과 일반 매립폐기물로 표시하여 아라온을 통해 반출되었다. 10차 월동기간에 발생한 폐기물의 양에 비해 재활용 폐기물의 양이 증가하였으며 매립폐기물의 양은 사용되지 못한 폐식자재의 양이 22,000kg으로 지난해 반출된 22,400kg과 비슷한 양이 반출되었다. 폐식자재는 이전 월동기간 중 지속적으로 발생한 것을 매년 반출하고 있어 지난 모니터링 보고서에는 9차 월동대에서 발생한 폐기물로 산정하지 않았으나 장기적인 폐기물 모니터링을 위해 매립(또는 소각)폐기물로 반영하였으며, 2022년 일반 매립폐기물 양에도 반영하여 수정하였다(Table 2-7). 재활용폐기물의 경우 종이와 플라스틱이 지난해 반출량에 비해 2배 가까이 증가하였고, 유리류, 고철 등이 다소 감소하였다(Table 2-7). 장보고기지 폐기물 반출이 해상 하역 가능 여부와 아라온의 화물 공간 확보 여부에 따라 변동이 있어 전차대 월동 기간의 폐기물이 섞이는 경우가 많아 정확한 증감량을 판단하기는 어렵지만 기지 운영으로 발생하는 폐기물의 양을 파악할 수 있다. 하계대가 머무는 10월~3월까지의 폐기물 발생량을 구분하여 기록되지 않아 원단위계산에 어려움이 있고 추정치를 제시할 수밖에 없으므로 2018년 보고서부터는 원단위를 삭제하였다. 1차~11차 월동기간 반출한 일반폐기물의 성상별 양은 Table 2-7과 같다. 재활용폐기물 중 종이류는 약 6,000kg, 고철류는 2,510kg, 플라스틱류 2,699kg, 유리 1,320kg이 발생하였다. 11차 월동기간에 재활용폐기물을 포함하여 일반폐기물로 구분하여 반출된 폐기물의 양은 총 39,240kg으로 지난해 반출량보다 약 1,803kg 많았다. 재활용 폐기물이 다소 증가하여 지난해 보다 더 증가하였다. 장보고기지 증축과 시설 보완공사 이후 반출 폐기물의 양이 상당량 증가할 것으로 예상된다.

Table 2-7. General waste generated during over-wintering periods 1st~ 11th sessions

Unit (kg)

Over-wintering period \ Waste type		Recycling waste				general landfill waste	Total
		paper	plastic (PVC)	bottle/ glass	Can/ matal		
1st	Monthly mean	1,824	285	168	58	229	2,335
	Annual	12,897	1,992	1,178	406	1,600	16,473
2nd	Monthly mean	56.7	161.7	156.7	63.3	193.3	438.4
	Annual	680	1,940	1,880	760	2,320	5,260
3rd	Monthly mean	63.7	121.5	117.7	406.9	229.5	939.3
	Annual	764	1,458	1,412	4,883	2,754	11,271
4th	Monthly mean	47	320	290	279	247	1,183
	Annual	564	3,840	3,486	3,348	2,962	14,200
5th	Monthly mean	499	202	205	172	1,003	2,081
	Annual	5,990	2,433	2,470	2,060	12,035	24,988
6th	Monthly mean	83	316	148	738	153	1,438
	Annual	1,000	3,790	1,770	8,860	1,840	17,260
7th	Monthly mean	379	87	112	317	858	1,753
	Annual	4,550	1,050	1,350	3,800	10,300	21,050
8th	Monthly mean	417	159	1,630	921	606	3,733
	Annual	5,000	1,913	19,558	11,055	7,273	44,799
9th	Monthly mean	292	217	303	508	596	1,916
	Annual	3,500	2,600	3,630	6,100	17,650	33,480
10th	Monthly mean	250	114	146	25,175	2,359	28,044
	Annual	3,000	1,362	1,747	3,021	28,307	37,437
11th	Monthly mean	500	225	110	209	2226	3,270
	Annual	6,000	2,699	1,320	2,510	26,711	39,240

음식폐기물은 수분을 제거한 후 잔반처리기(탈각기)를 통해 처리 및 분쇄하여 매립 폐기물로 분류하여 반출하였다. 온실에서 발생한 식물체 잔유물도 음식폐기물로 간주하여 처리되었으며 2024년까지 발생한 음식폐기물은 처리된 용량으로 연간 약 2,510kg이 발생하였다. 월동 기간 중(4월~9월) 발생한 음식폐기물의 원단위와 일폐기량을 Table 2-8에 정리하였다. 11차 월동대만 기지에서 생활한 기간에 발생한 음식폐기물 처리량은 10차 월동기간보다 다소 감소하였고, 가장 많이 발생한 지난 8차 동일 시기 발생량에 비해 1/2 이하로 감소하였으나 발생량이 가장 적었던 9차 월동시기에 비하면 다소 증가하였다. 월동대에서 매일 소비하고 남은 음식쓰레기 보다는 보급된 신선식품 중 도착

시 이미 변질되어 다량의 음식폐기물이 발생하는 경우도 있고, 기지내 워크인 냉동고(-4℃～-16℃)와 냉장고(3℃～8℃)의 온도가 적정온도(냉동 -18℃ 이하, 냉장 0℃～4℃)로 유지되지 못하여 냉동식품의 장기 보관에 문제가 발생하여 냉장 야채와 과일의 보관이 잘 되지않아 폐기되는 경우 폐기량이 다량 발생하지 않도록 주의가 필요하다. 2024년 반출된 폐식자재는 22,000kg으로 지난해 22,400kg와 비슷한 양이며, 이전 시기에 반출되지 못한 양도 포함된 것으로 보인다. 사용하지 못하고 폐기되는 음식물의 양을 줄이기 위해서는 신선식품의 경우 적정량을 살균 처리하여 진공 포장된 제품을 보급하고 캔이나 팩으로 포장된 가공식품의 경우 작은 용량으로 구입하여 보급하는 것이 바람직하다. 또한 동일 종류의 식재료가 필요 이상 보급되어 기한이 지나 폐기되는 일이 없도록 리스트 작성과 발주에 해당 월동대 조리 대원의 적극적인 참여가 요구된다.

Table 2-8. Estimated food wastes during operation on CEE and food waste amount from 2014 to 2024.

구 분		근무인원 (인)	원단위 (kg/인·일)	음식물쓰레기 발생량 (kg/일)
CEE	동절기	15	0.301	4.515
	하절기	60	0.301	18.060
1차 월동기간		17	0.283	4.810
2차 월동기간		16	0.21(처리중량)	3.3(처리중량)
3차 월동기간		16	0.50(처리중량)	8.2(처리중량)
4차 월동기간		17	0.25(처리중량)	4.3(처리중량)
5차 월동기간		17	0.17(처리중량)	2.9(처리중량)
6차 월동기간		17	0.16(처리중량)	2.7(처리중량)
7차 월동기간		18	0.26(처리중량)	4.75(처리중량)
8차 월동기간		18	0.48(처리중량)	8.63(처리중량)
9차 월동기간		18	0.14(처리중량)	2.6(처리중량)
10차 월동기간		18	0.24(처리중량)	4.3(처리중량)
11차 월동기간		18	0.21(처리중량)	3,72(처리중량)

나. 지정 폐기물

11차 월동기간에 기지에서 발생한 지정폐기물로 배터리, 폐유, 탈각재, 중장비의

유류 필터와 폐윤활유 그리고 장비 정비나 부속품 교체 시 누유된 기름 제거에 사용된 유류 흡착포 등이 발생하였다(Table 2-9). 이들 폐기물은 빈 드럼에 포장하여 컨테이너에 보관하였다. 실험실에서 발생한 폐액은 20L 플라스틱 용기에 물질명을 기입하고 수거하였다. 폐유는 11드럼(550kg), 의료폐기물은 10kg 반출하였고, 그간 폐액 보관 컨테이너에 보관하고 있던 실험폐액(산) 20통(20L)을 반출하였다. 월동기간 동안 폐액이 일정량(2/3가량)이 되면 폐액 용기를 폐액 보관 컨테이너에 옮겨 보관하하고있다. 모든 지정폐기물은 컨테이너에 옮겨 일반폐기물과 함께 아라온호에 선적하여 국내로 반입 중이다.

Table 2-9. Designated waste taken out from Jang Bogo Station in 7th (2020) to 11th (2024) over-wintering period

Unit: kg

종류	waste oil, etc	Battery	Sludge	Chemical(acid)	Total
2020	2,750	500	1,900	-	5,150
2021	1,000	1,500	450	-	2,950
2022	1,540	1,500	640	200	3,880
2023	6,800	1,580	3,200	100	11,680
2024	550	150	400	400	1,500

KOPRI 극지연구소

2. 폐기물 반출 준비 및 선적

장보고기지 11차 월동기간에는 지난 차대와 마찬가지로 발생한 재활용 폐기물은 성상별로 구분하고 부피를 최소화하여 포장하여 반출을 위해 20ft 컨테이너에 적재하였다 (Fig. 2-19). 냉장컨테이너는 기한이 경과한 식자재를 반출하기 위해 사용하였다. 폐기물 컨테이너는 쇄빙연구선 아라온에 적재(2024.12.15.)되어 2025년 4월 26일 국내에 도착할 예정이며, 환경부 지정업체를 통해 검역 후 절차에 따라 처리될 예정이다.



반출폐기물 분류 이동



실험 폐액 정리



폐유 정리



건식자재 정리

Fig. 2-19. Waste management and storage at Jang Bogo Station before transportation to Korea

KOPRI 극지연구소

3. 결론 및 제언

11차 월동기간에 폐기물 관리는 지침을 기준으로 비교적 잘 이루어졌으며 폐기물 관리계획서에 따라 일반폐기물과 지정폐기물을 성상별로 좀 더 세분하여 폐기물 발생 경향을 파악할 수 있었다. 음식물쓰레기 처리량은 지난 10차 월동시기보다 다소 줄었고 지난 8차 시기에 비해 절반가량 감소하였다. 감소 원인 분석을 통해 향후 식자재 보급과 기지 운영에 참고할 필요가 있어 보인다. 기지 운영으로 인한 폐기물 발생량을 줄이기 위해 하계 연구를 위한 소모품은 불필요한 포장재를 가능한 제거하고 재사용 가능한 카툰박스나 플라스틱 박스에 포장하는 지속적인 노력이 요구된다. 폐기물 발생량의 파악은 반출량을 기준으로 하는 것보다는 기지에서 발생량을 월별로 파악하는 것이 자료 분석을 위해 바람직하지만 겨울철 기지 외부활동의 제약 등 현장에서 적용이 어려워 보인다. 폐식자재 반출을 줄이기 위해서는 월동 연구대를 위한 식자재 보급시 작은

단위의 물품을 구매하는 등 구매계획의 검토가 필요하며, 신선식품의 경우 신선한 상태를 유지할 수 있도록 포장계획과 운송계획 수립이 중요한 것으로 판단된다.

KOPRI
극지연구소

Waste management

11th overwintering team, Seo Tae Seon, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : During the 11th overwintering period at Jang Bogo Station, the amount of domestic waste removed was approximately 1,803 kg more than that generated during the 10th overwintering period. A total of 22,000 kg of unused food supplies were returned, a quantity similar to the previous year (22,400 kg). Among recyclable waste, paper waste amounted to about 6,000 kg and plastic waste to 2,699 kg, both of which increased compared to the previous year. In contrast, scrap metal waste (2,510 kg) and glass waste (1,320 kg) decreased, and general landfill waste was reduced by approximately 1,596 kg. Food waste also decreased slightly compared to the 10th overwintering period and was reduced by about half compared to the 8th overwintering period. To ensure the continued reduction of food waste, it is necessary to review purchasing plans. For fresh produce, establishing appropriate packaging and transportation plans is considered important to maintain freshness.

KOPRI 극지연구소

제 3 장

장보고과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

제 1 절

족적 (Footprint)

김지희, 11차, 12차 월동연구대

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약: 2024/25 시즌에는 본격적인 기지 증축공사를 진행하면서 지반에 대한 물리적 영향이 기지 부지 내에서 발생하였다. 2024/25 하계시즌(2024.10.24.~2025.03.12.)에 항공기와 쇄빙연구선 아라온호를 이용하여 총 109명의 인원이 기지에 들어갔다. 11차 월동대 18명과 하계연구와 현장 연구지원을 위해 방문한 인원은 59명, 기지 지원 인력 14명, 건설인력 21명, 기타 방문자는 5명이다. 2024/25 하계 시즌과 11차 월동 기간에 방문한 지역은 기지 주변의 도보로 갈 수 있는 육상지역, 헬리콥터를 이용하여 갈 수 있는 거리의 탐사캠프, 지질시료 채취, 펭귄 및 물범 연구, 연구관측 장비 설치 등을 위한 약 30개 지역이다.

1. 기지 주변 공간적 변경사항

지난 2022/23 하계 시즌에는 기지 운영과 연구지원에 필수적인 주요 중장비의 안전한 보관과 장비 유지 보수 등의 다목적 활용을 위한 공간 확보를 위한 건설공사가 시작되어 기지부지 내에서 기초공사를 수행한 바 있으며, 2023/24 시즌에는 지난해 기지 앞 해빙 붕괴로 실시하지 못했던 건축자재 하역을 완료하였다. 건축자재와 건설장비의 하역을 위해 임시부두의 보강작업을 실시하면서 부두 인근 성토 작업으로 인해 지반에 대한 영향이 있었다. 보관을 위해 기지 북서쪽에 자재보관을 위한 정지작업이 있었다 (Fig. 3-1).



Fig. 3-1. Ground embankment work near the dock for temporary dock mooring.

2024/25 하계 시즌에는 건설 3차년도로 본격적인 헬기격납고, 중장비 보관동, 컨테이너 모듈러 등의 설치를 위한 기초 설치 공사로 해당 지역 지반에 대한 영향이 있었다(Fig. 3-2, 3-3).

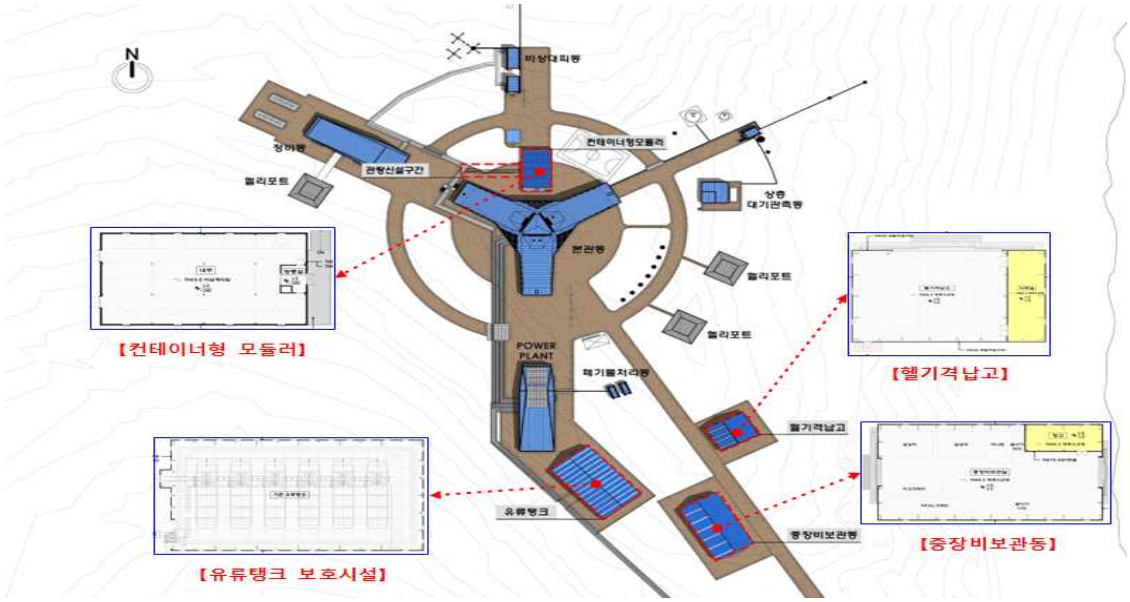


Fig. 3-2. Area of ground disturbance caused by construction work during the 2024/25 season.



Fig. 3-3. Progress of construction work during the 2024/25 season.

2. 기지 체류 및 방문 인원과 야외조사 지역

2024/25 시즌에는 장보고기지 항공기 입출에 공동활용하고 있는 이탈리아기지 앞 Gelache Inlet의 해빙 활주로의 운영이 가능하여 대부분의 인력들이 항공기를 이용하여 장보고기지에 들어갔으며, 일부는 아라온호를 주로 이용하였다. 2024/25 시즌에 항공기와 쇄빙연구선 아라온호 및 화물선을 이용하여 장보고기지에 들어간 인원은 12차 월동연구대 18명을 포함하여 109명이었다(Table 3-1). 지난해 99명보다 입남극 인원이 10명 늘었으며 여전히 기지 입출 수단의 제약으로 인원이 기지를 방문하고자 하는 인원이 일정 시기에 집중되어 가장 많은 인원이 방문했던 2017/18 시즌(173명)과 코로나-19 이전인 2019/20 시즌(160명)에 비하면 약 40% 이상 줄었다.

2024년 11차 월동기간과 2024/25년 하계기간의 연구 및 연구지원을 위하여 방문한 지역은 도보 및 설상차 등을 이용하여 갈 수 있는 기지 주변과 헬리콥터를 이용하여 갈 수 있는 거리의 미답지 탐사캠프, 지질시료 채취, 펭귄 및 물범 연구를 위한 캠프 연구관측 장비 설치 및 해도 제작을 위한 조사 등을 위한 지역 등 주로 북빅토리아랜드 지역 전역에서 활동하였다(Fig. 3-4). 각각의 연구 분야에 따라 연구 지역은 기지 인근과 빅토리아랜드 전반에 걸쳐있으며 활동 지역과 목적은 Table 3-2에 정리하였다.

Table 3-1. Number of personnel visited Jang Bogo Station during 2024/25 season

	지원	연구 및 연구지원	월동대	건설인력	기타방문	계
항공기(2024.10.24)	6	0	0	0	0	6
항공기(2024.10.30)	0	9	0	0	3	12
항공기(2024.10.31)	0	16	0	0	0	16
항공기(2024.11.04)	2	6	0	4	0	12
항공기(2024.11.07)	1	8	17	8	0	26
항공기(2024.11.12)	0	0	0	0	2	2
항공기(2024.11.14)	0	0	1	0	0	1
아라온(2024.12.04)	2	14	0	9	0	25
긴급항공기(2024.12.19)	2	0	0	0	0	2
아라온(2025.01.15)	0	6	0	0	0	6
아라온(2024.03.12)	1	0	0	0	0	1
합 계	14	59	18	21	5	109

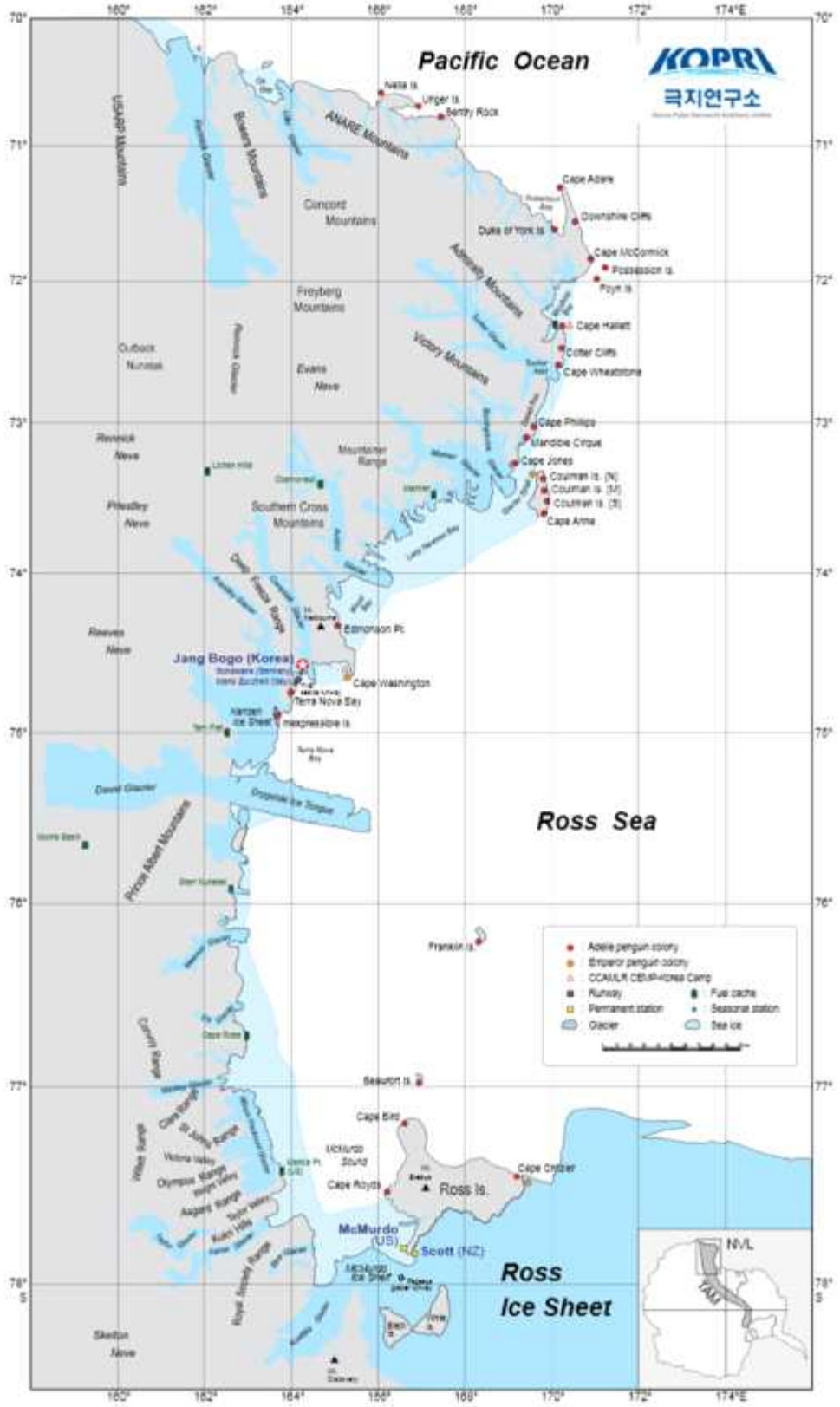


Fig. 3-4. Field survey map of areas near Jang Bogo Station and other regions in Victoria Land.

Table. 3-2. Field survey area near JBS and other regions in Victoria Land 2024/25 season.

지역		활동 목적
1	Melbourne Mt.	- 연구장비 유지보수
2	Inexpressible Island	- 아델리펭귄 모니터링연구, 캠프 - 카메라 및 기상장비 수리 - 해도 작성을 위한 조사
3	Mario Zuchelli Station	- 기지방문 - 화물 픽업, 연구협의
4	Cape Washington	- 생태조사 - AWS 등 장비설치 및 가동, 회수
5	Tarn Flat	- 크레바스 탐사 (미답지 탐사팀)
6	Browning pass	- 장비 수송 - 장비 시험
7	90 depot	- 야적 장비 정비, 화물수송
8	110 depot	- 화물 수송, 캠프
9	Campbell glacier	- AWS 설치, 항공촬영 - 물범 연구
10	윌로우 누나탁, 해로우픽	- 지질조사, 화산암 시료 채취 - 연료 운반
11	리트만 화산 지역	- 화산암 시료 채취
12	아델리코브	- 아델리펭귄 샘플링
13	Priestley glacier	- 장비점검, 지진계 철수 등
14	David glacier	- 지진계 유지보수, 촬영
15	Nansen Iceshelf	- 연구장비 유지보수
16	Coulman Island	- 펭귄 모니터링 - 지진관측소 유지보수, 암석시료 채취
17	Cape Hallett	- 아델리펭귄 모니터링연구, 캠프
18	Cape Russel	- 현장조사(지리)
19	Edmonson Point	- 펭귄군서지 항공촬영 및 모니터링 카메라 회수 - 지진관측소 설치, 통신장비 설치
20	D2	- 연구장비 유지보수
21	Silverfish Bay	- 항공 촬영, 물범 연구
22	Wood Bay	- 항공 촬영, 물범 연구, 펭귄 연구
23	Cape Reynolds	- 물범 연구
24	Drygalski Ice Tongue	- 물범 연구
25	딥프리저 레인지	- 지질조사 및 샘플링
26	어버로드, 몬티클, 클루스	- 지질조사 및 샘플링
27	엘리펀트 모레인	- 운석 시료 채취
28	친링기지	- 시료전달
29	Mariner	- 유류데포

KOPRI 극지연구소

가. 기지주변 도보 조사 지역

기지 주변에는 2014년부터 연중 미소환경 관측을 위해 지중과 지표에 다양한 센서를 설치하여 로거를 통해 연속 자료를 기록하고 매년 현장을 방문하여 자료 백업과 유지 보수가 이뤄어진다. Fig. 3-5의 붉은 색 정점은 기지주변의 지표온도, 지표면 광량(PAR), 상대습도와 토양습도를 연중 조사하는 정점을 표시하고 있다. 육상에서의 활동은 주로 센서가 설치된 정점을 포함하여 주변에서 지의류, 이끼, 토양 샘플을 채취하는 활동이 이루어진다. 장보고기지 주변에는 식생이 매우 빈약하게 발달되어있으며 주요 식생을 이루는 지의류의 경우 노출된 암반표면에 주로 착생하거나(*Umblicaria* spp.의 경우) 암반 아래쪽의 다소 그늘진 부분에 착생하여(*Usnea antarctica*) 약간의 주의만 기울인다면 도보에 의한 식생의 손상은 피할 수 있다.

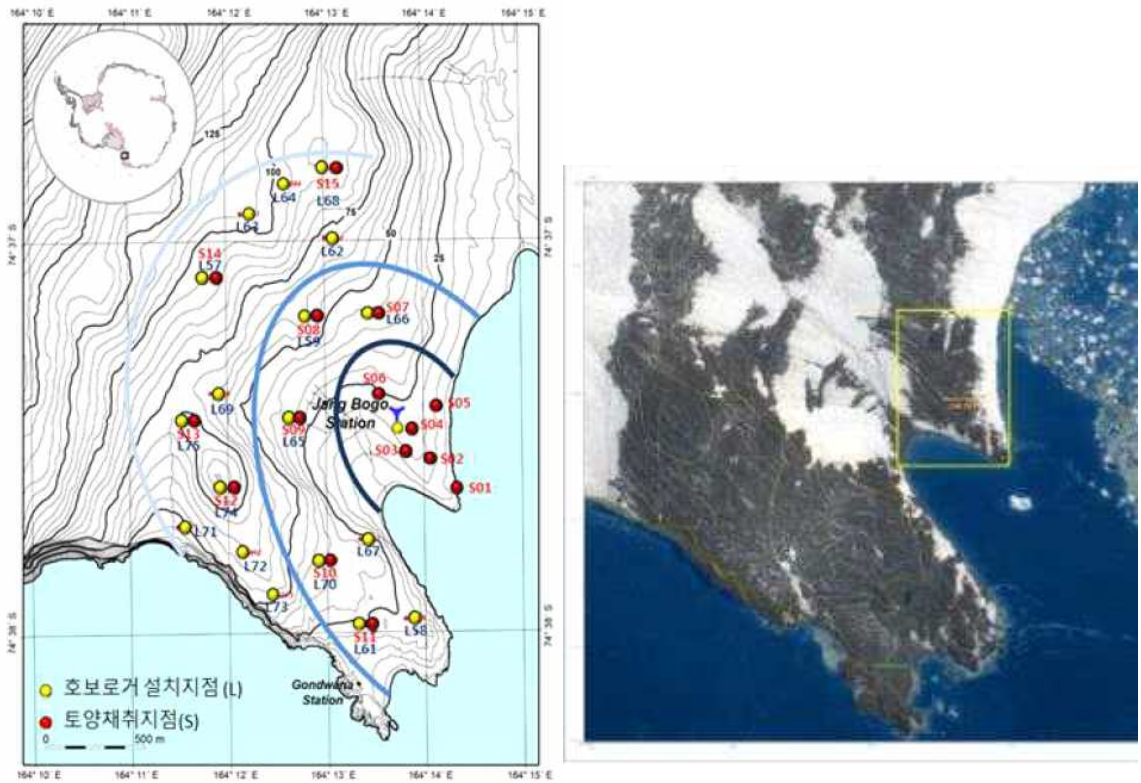


Fig. 3-5. Logger installation sites for monitoring of micro-environmental parameters(left, red dot) and vegetation survey area (right).

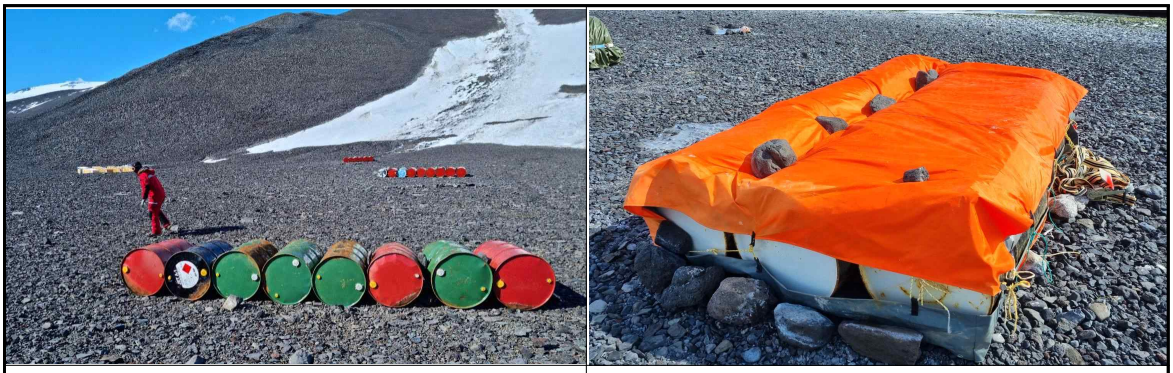
나. 항공유 데포 현황

장보고기지에서 상대적으로 먼 거리에 있는 지역에서의 연구활동을 지원하기 위하여 항공유 저장구역을 설치하였다. 매년 사용한 빈 드럼의 회수와 재보급이 이루어 진다(Table 3-3, Fig. 3-6).

Table 3-3. Locations of depots around Jang Bogo Station (Nov. 2024)

Site Name	Location				Addi-tional	Current		Check Date
	lat(deg)	lat(min)	lon (deg)	lon (min)	Full	Full	Empty	
Cape Ross	76	44.277	162	56.664	0	-	-	2022.02.04.
Cape Hallet	72	26.2438	169	57.0480	0	21	4	2024.01.20. (빈드럼 6개 회수)
Cosmonaut	73	24.630	164	41.350	3	5	2	2021.12.08.
Lichen Hills	73	19.133	162	04.763	-	2	-	2017.11.11.
Mariner	73	29.79	167	01.63	0	7	-	2024.01.20. (7 드럼 남기고 모두 회수)
Morris Basin	75	38.213	159	04.049	3	23	7	2022.02.04.
Morris Basin	75	38.213	159	04.049	3			2022.02.04.
Morris Basin	75	38.213	159	04.049	3			2022.02.04.
Morris Basin	75	38.213	159	04.049	3			2022.02.04.
Starr Nunatak	75	53.951	162	35.131	0	9	-	2019.01.12.
Tarn Flat	75	00.620	162	38.030	234 (0)	237 (3)	- -	2023.12.06.
Mesa Range	73	28.974	162	46.095	-	5	-	2021.11.30.
Red Castle Ridge	71	43.486	161	23.493	0	5	-	2023.12.06

KOPRI 극지연구소



Red Castle Ridge (30. Jan. 2023) | Cape Hallett Depot (24 Jan. 2024)



Mariner (17. Dec. 2023)

Fig. 3-6. Fuel depots in Northern Victoria Land.

KOPRI 극지연구소

Footprint

Ji Hee Kim, the 11th and 12th overwintering teams

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : During the 2024/25 season, full-scale expansion work at the station caused physical impacts on the ground within the station premises. Between October 24, 2024, and March 12, 2025, a total of 109 personnel entered the station using aircraft and the icebreaking research vessel Araon. This included 18 members of the 11th overwintering team, 59 individuals who visited for summer research and field research support, 14 station support personnel, 21 construction workers, and 5 other visitors.
During the 2024/25 summer season and the 11th overwintering period, the areas visited included terrestrial regions accessible on foot around the station, as well as approximately 30 locations reached by helicopter. These areas were used for activities such as exploration camps, geological sampling, penguin and seal research, and the installation of research and observation equipment.

제 2 절

방류수 수질 모니터링

11차 및 12차 월동연구대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약: 장보고기지에서 발생된 오수는 처리시설을 통해 중수로 생산되어 약 18톤은 중수 탱크에 저장되고 나머지는 바다로 방류된다. 2024년에는 2023년보다 수질이 다소 나빠졌으며, BOD 값이 대체로 기준치를 만족하였고, 총대장균군수와 부유물질(SS) 농도는 연중 기준치 이하로 측정되었다. COD농도는 모든 경우에 기준치 이상으로 측정되었으며 2023년보다 대체로 높게 나타났다. 11차 월동대는 모니터링팀의 자문을 받아 COD를 낮추기 위한 다양한 노력을 기울였으나 효과를 보지 못하였다. T-P는 여전히 기준치를 크게 웃돌고 있어 전문가를 통한 응집조 반응 효율 점검이 필요해 보인다.

1. 오수처리 설비 특성

장보고과학기지의 오수처리 설비는 “SBR + MBR + 오존 + 활성탄” 방식을 택하여 설계 및 시공되었다. SBR(Sequencing Batch Reactor)은 연속회분식반응기로써 유입, 폭기, 침전, 방류, 대기 공정으로 원수를 처리하는 수조이다(Fig. 3-6). 반응조 내 호기성 미생물과 혐기성 미생물의 번식을 촉진하기 위한 액상 종균제를 SBR조에 투입한다. 투입량은 기지 체류 인원이 많은 하계기간에는 매주 2통, 기지 체류 인원이 적은 동절기에는 주 1통을 투입한다. 생물/화학적 공정을 거친 오배수는 오존조에서 오존살균이 진행된다. 방류수 수질 검사 자료를 바탕으로 여과조에 염소 소독제 투입 여부를 결정하여 테블릿 형태의 트리클로로이소시아누릭산($C_3Cl_3N_3O_3$)를 사용하고 있다. 8차 월동기간 동안에는 1월 이후 방류수에서 대장균이 거의 검출되지않아 염소제 투입을 중지하였고, 11차 월동 기간에도 투입하지 않았다. 하계기간 체류 인원이 많아 대장균이 검출될 경우 매주 2알 투입을 권장하고 있다.

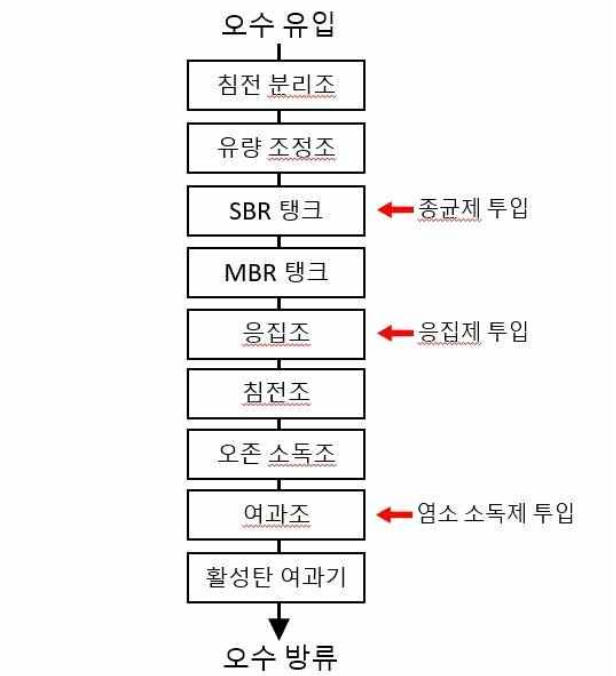


Fig. 3-7. Waste water treatment process in Jang Bogo Station.

MBR(Membrane Bio-Reactor)조는 용존산소의 농도를 2.0~3.0 mg/l로 유지하여 유입된 오수 중의 유기물이 미생물에 의해 흡착, 산화 분해될 수 있는 환경을 조성한다. 오수 중의 유기물이 분해된 후 저압의 펌프에 의해 0.4 μm의 기공을 가진 침지형 분리

막으로 흡입 여과되어 미생물과 처리수가 고액 분리된다. 본 과정을 통해 청정한 처리수가 생산된다. 오존조는 오존을 투입하여 탈색, 탈취 및 살균 소독을 위한 설비이다. 활성탄 여과기는 처리수의 미세 SS(suspended solid)를 흡착하기 위한 설비이다.

장보고기지의 방류수 수질 기준은 기지건설시 수행한 포괄적 환경영향평가서에 제시한 바와 같이 Table 3-4와 같다. 11차 월동기간 동안 방류수 수질을 주 1회 측정하고 월 1회 유량저류조의 pH와 수질상태, SBR조와 MBR조의 오니농도(MLSS)를 측정하여 미생물의 농도와 조건을 확인하였다.

Table 3-4. Wastewater quality suggested in CEE referring Discharged Water Quality Standard of Korea

<공공하수처리시설의 방류수수질기준> [개정 2010. 2. 26]

구분		생물학적 산소 요구량 (BOD) (mg/ l)	화학적 산소 요구량 (COD) (mg/ l)	부유물질 (SS) (mg/ l)	총질소 (T-N) (mg/ l)	총인 (T-P) (mg/ l)	총 대장균군수 (개/ml)
1 일 하 수 처 리 용 량 500m^3 이상	Ⅰ지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.2 이하	1,000 이하
	Ⅱ지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.3 이하	3,000 이하
	Ⅲ지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	0.5 이하	
	Ⅳ지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	
500m^3 미만 50m^3 이상		10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	
50m^3 미만		10 이하	40 이하	10 이하	40 이하	4 이하	

2. 방류수 수질 모니터링 결과

가. 총대장균군수 모니터링 결과

2024년 11차 월동기간 대장균군수(CFU)는 검출되지 않았다(Fig. 3-8). 오수처리 마지막 단계에서 오존살균 단계를 거치므로 대부분의 대장균은 사멸되는 것으로 보인다.

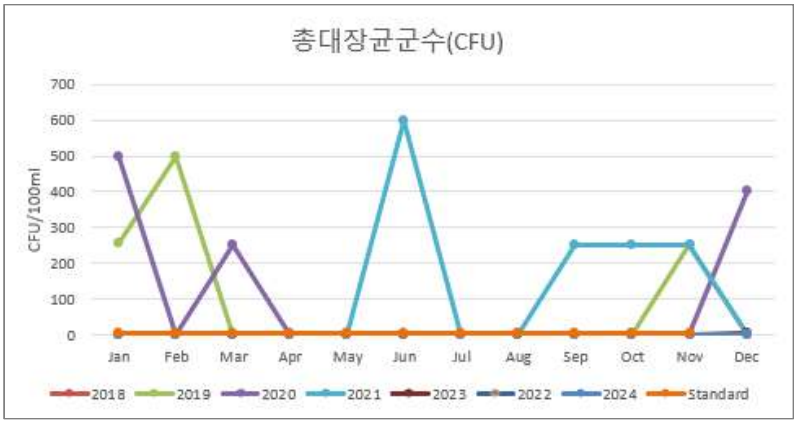


Fig. 3-8. The result of total number of *E. coli* colonies detecting test at the samples from effluent water during 2018～2024.

나. Total Nitrogen (TN) 모니터링 결과

방류수의 총질소 검출 실험은 방류수를 배출하기에 앞서 수질을 평가하기 위한 중요한 검사이다. 장보고기지에서는 세종기지와 마찬가지로 월동대 차대간 실험적 편차를 줄이기 위해 상용 kit를 사용하여 총질소를 검출한다. 기지에서 사용하고 있는 Palintest Tubetests Total Nitrogen/30 kit은 총질산염과 황산 질소를 0~30 mg/l N 범위에서 측정할 수 있다. 높은 질소 농도는 기지의 배출구 인근의 해양 생태계의 생산성에 크게 영향을 미칠 수 있으므로 오수처리시 질소 혼합물(질산염, 아질산염, 암모늄 등)의 제거가 충분히 이루어져야한다. 하계대가 체류하던 2024년은 1월~3월과 11월~12월까지 기준치 20 mg/l를 다소 초과하였으며 월동대만 머무르는 시기에는 대체로 기준치를 만족하였다(Fig. 3-9).

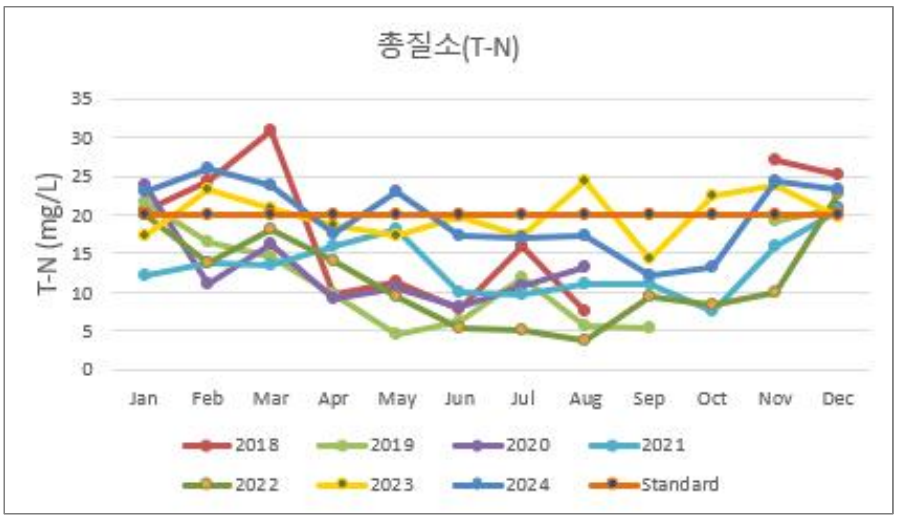


Fig. 3-9. Monthly average T-N concentrations detecting test at the samples from effluent water during 2018～2024.

다. Total Phosphorus (TP) 모니터링 결과

총인은 오르토인산염, 다중인산염, 유기 인산 혼합물로 구성되어 있다. 오르토인산염과 다중인산염은 세제의 주된 구성 물질이다. 인산염은 하천의 부영양화와 관련되며 식물들의 비정상적이고 급속한 성장과 관련이 있다. 따라서 총인 검출 실험 오수나 폐수를 방류하기에 앞서 오폐수의 질을 평가하기 위한 중요한 검사 항목이다. 4차, 5차, 6차 월동기간 동안 방류수에서 총인의 농도의 증감은 있었으나 지속적으로 기준치를 크게 웃도는 경향이 관측되었다. 이러한 현상은 2014년 관측 이후 지속적인 개선 노력에도 불구하고 해결하지 못하고 있는 문제점이다.

11차 월동기간도 다른 차대와 마찬가지로 12개월 동안 방류수의 총인 농도는 모두 기준치를 웃돌았으며, 4월과 11월에 가장 높았고 9차와 10차 월동 기간보다 높은 농도로 검출되었다(Fig. 3-10).

오수처리시설에서 총인을 제거하기 위해 초기에는 알루미늄이 함유된 'Alum'이라는 화학물질을 투입하여 알루미늄과 인이 반응한 후 침강시키는 방법을 사용하였으나, 알룸을 과량 넣을 경우 pH 등에 영향을 미쳤다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 5차 월동대부터는 알룸보다 효율이 높은 PAC (Polyaluminum Chloride)를 보급하여 총인의 제거 효율을 높이고자 하였다. PAC은 알룸에 비해 적은 양을 사용하는 장점이 있으나 알룸과 마찬가지로 사용량에 따라 pH가 급격히 낮아질 수 있으므로 산성도 검사를 병행하여 적정량을 투입할 필요가 있다. 방류수 총인의 농도는 대부분의 측정결과에서 기준치를 초과하고 있어 응집조의 반응 효율에 대한 전문가의 점검이 필요해 보인다.

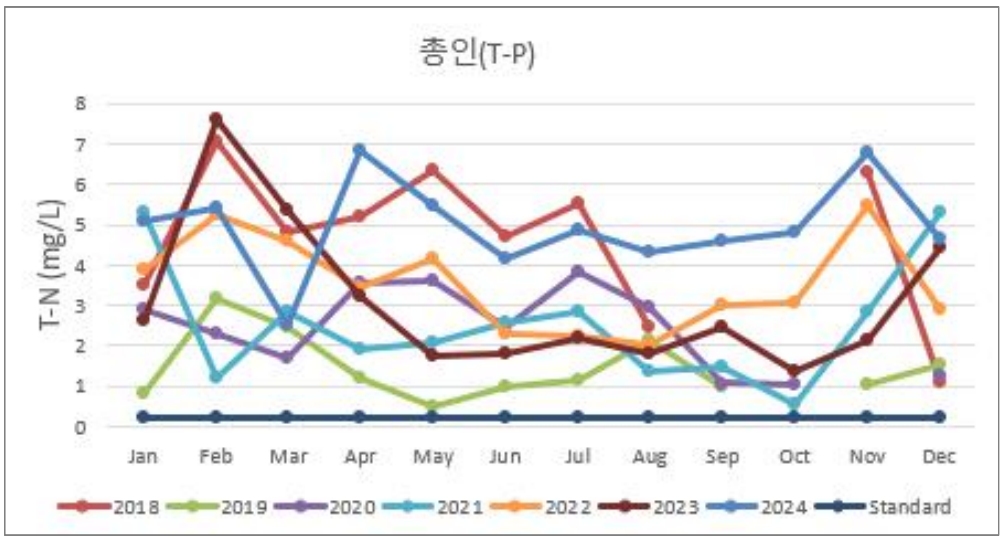


Fig. 3-10. Monthly average T-P concentrations detecting test at the samples from effluent water during 2018～2024.

라. SS (Suspended solids) 농도 모니터링 결과

방류수 부유물질 농도는 11차 월동기간 동안 기준 농도인 10mg/ l 를 밑도는 수질을 보였다. 부유물질 농도는 분리막의 세척여부에 따라 변동이 크며, 주기적인 분리막 관리를 통해 부유물질 농도를 낮은 값으로 유지할 수 있다. 부유물질 값은 필터 역세척 작업과 밀접한 관련이 있었으며 역세척 작업 직후 측정값이 높게 나오는 경향이 있다. 2024년 기간 동안 부유물질 농도는 하계기간을 포함하여 전체적으로 안정된 값을 보였다(Fig. 3-11).

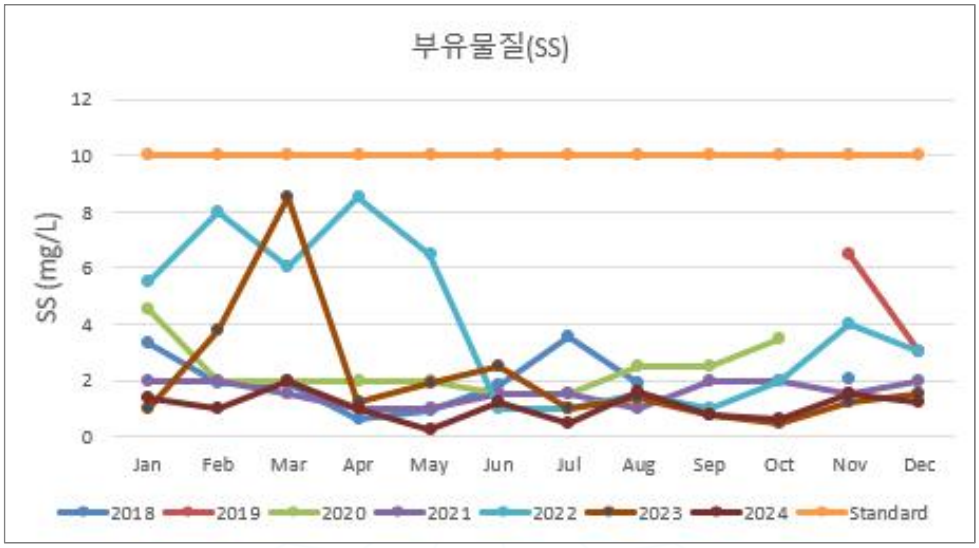


Fig. 3-11. Monthly average SS concentrations detecting test at the samples from effluent water during 2018~2024.

마. BOD 농도 모니터링 결과

10차 월동기간에는 1월초와 11차 월동대와의 인수인계 직후인 12월을 제외하고 모두 기준치 이하로 안정적인 값을 보였다. 9차 월동기간 모든 시기에 기준치 농도를 초과하였으나 10차 기간 동안 BOD 값이 상당히 개선되었다(Fig. 3-12). 5차 월동기간 동안 생물전지를 이용한 생화학적 산소요구량(BOD) 측정 장비를 사용하였으며, 측정값의 검증을 위해 배양과정과 검출 시약 등을 사용한 BOD 검출 실험을 동시에 진행하였다. 6차 월동대 인수 이후 컨트롤패널 고장으로 인하여 실험실에서 BOD 검출은 YSI 장비에 BOD 센서를 장착하여 측정하고 있다. 2020년~2022년까지의 자료를 보면 가끔 기준치를 만족하고 있지만 전체적으로 기준치를 넘겼으나 2023년 10차 월동기간에는 기준치 이하로 나타났다. 오수처리시설 운영 시 개선된 사항을 다음 차대가 활용할 수 있도록 월동보고서나 업무일지 등을 통해 정보 전달이 필요하다.

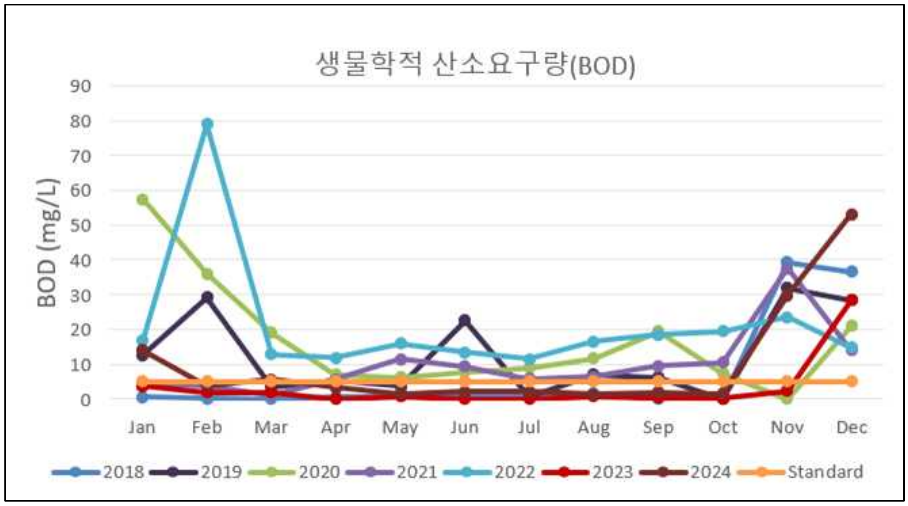


Fig. 3-12. Monthly average BOD levels at the samples from effluent water during 2018～2024.

바. COD 농도 모니터링 결과

COD(Chemical Oxygen Demand; 화학적 산소 요구량)는 유기물질로 인해 오염된 물에 KMnO4(과망간산칼륨)나 K2Cr2O7(중크롬산칼륨) 등의 수용액을 산화제로 첨가했을 때 이를 산화제가 소비된 양에 대해 요구되는 산소의 양을 의미한다. 당초 COD 측정은 광학센서가 장착된 휴대용 장비를 사용하였으나 고장으로 반출하였고, 2017년말 5차 월동기간부터는 기계적 장비가 아닌 COD 검출키트를 보급하여 측정하고 있다. COD 값은 2024년뿐만 아니라 수질 측정 이래 2019년 5월과 9월 각 1회를 제외하고 모든 시기에 기준치 20 mg/l 를 초과하고 있다(Fig. 3-13). 10차와 11차 월동연구대 교대 직후인 12월에 2주 평균 109.5 mg/l 의 농도가 검출되어 측정 이래 가장 높은 농도를 보여 COD 개선을 위한 노력이 필요하다.

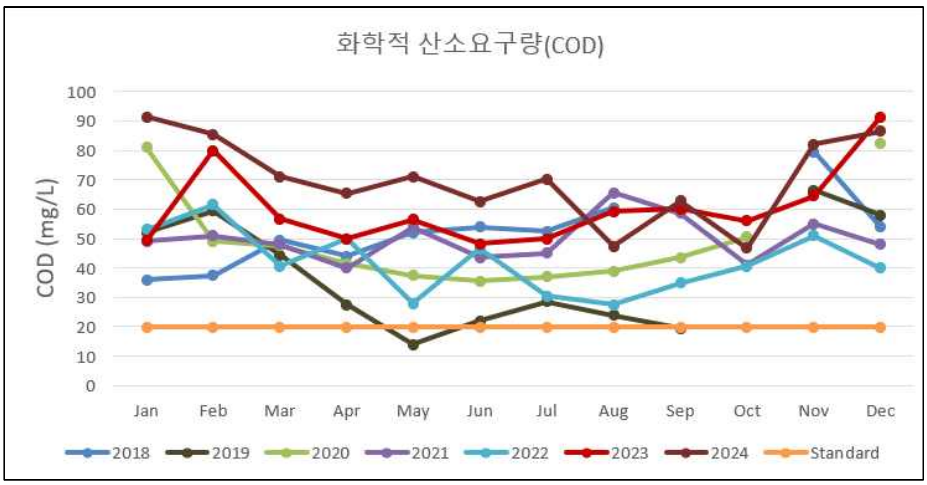


Fig. 3-13. Monthly average COD levels at the samples from effluent water during 2018～2024.

이에 모니터링팀에서는 COD 값을 낮추기 위해 오수처리시설의 운용 방법과 세제 사용 절감 방안을 11차 월동대에 다음과 같이 제시하였다. 그러나 11차 생물연구원과 오수처리시설 관리 업무를 맡은 기계설비대원의 노력과 월동대의 절제된 생활수식에도 불구하고 COD와 T-P 농도의 개선이 이루어지지 못하였다.

COD가 높게 나올 때 점검해 볼 만한 조치 사항

1. 활성탄 여과 단계 확인

   활성탄은 표면적이 넓고 다공성 구조를 가지고 있어 유기물을 흡착하는 능력이 뛰어납니다. 활성탄의 성능 유지가 잘 되고 있는지 점검해 보시기 바랍니다. 교체가 필요할 수 있습니다.

2. 오니 농도 확인 (MLSS 장비 사용)

   호기성이나 혐기성 미생물을 이용한 추가적인 생물학적 처리 단계를 통해 유기물을 더욱 분해할 수 있습니다. 특히, 난분해성 유기물에 효과적인 특정 미생물을 선택적으로 사용할 수 있습니다.

   생물학적 처리조에서 오니의 농도가 적절한지 기지에 있는(5차때 보급하여 생물해양연구실 또는 오수처리시설 근처에 있을 것으로 예상) MLSS로 측정하여 농도가 적절한지 확인합니다.

3. 막의 세척 여부 확인

   막의 성능 저하나 막힘(포울링)이 COD 제거 효율에 영향을 줄 수 있습니다. 막 세척 및 교체 주기를 최적화하고, 교체 시기가 되었는지 점검합니다.

4. 전처리 공정 강화

   막 분리 공정 이전에 더 효과적인 전처리 공정을 점검하여 막 분리 공정으로 들어가는 오염 물질의 양을 줄입니다. 이는 막의 수명을 연장하고 처리 효율을 높일 수 있습니다. 가능하다면 전처리 공정 중 반응조와 침전조에 오수가 머무는 시간을 늘려보는 것도 효과가 있습니다.

COD를 낮추는 방법

1. 세제 사용량 최적화

   세탁이나 청소 시 제조사가 권장하는 세제 사용량을 준수하거나, 필요한 최소량을 사용하여 과도한 세제 사용을 피합니다.

2. 물 재사용 및 재활용

   세탁한 물이나 청소 물의 재사용을 통해 세제가 포함된 물의 총 사용량을 줄일 수 있습니다.

3. 세제를 사용하지 않는 청소 방법

청소에 세제 대신 사용할 수 있는 **물, 식초, 베이킹 소다** 등 자연 성분을 이용한 대안적인 청소 방법을 고려합니다.

3. 결 론

방류수의 수질을 기준치 이하로 유지하기 위해서는 분리막의 주기적 세척 및 교체, 활성탄 여과설비의 관리 및 교체, 대장균을 제거하기 위한 염소 소독제의 적정한 투입, 인 제거를 위한 주기적 약품 처리 등이 필요하다. 또한 월동대 인수인계 기간 동안에 오수처리 시설의 유지관리와 방류수 수질 측정이 누락되지 않도록 주의가 필요하다. 2024년은 2023년의 방류수 수질에 비해 대체로 나빠진 것으로 보이며 BOD 농도는 하계기간을 제외하고 대체로 기준치를 만족하였으며, 총대장균군수와 부유물질 농도는 1년 동안 기준치 아래로 검출되었고, T-N은 대체로 기준값 아래로 검출되었다. 예년과 마찬가지로 2024년 월동기간 동안 COD농도는 높게 타났으며 모든 경우에 기준치에서 벗어났다. 방류수의 COD 농도를 낮추기위한 조치의 적극적인 이행이 필요하다. 또한 T-P는 여전히 기준치를 크게 웃돌고 있어 응집조에서의 반응 효율을 전문가를 통해 점검할 필요가 있어 보인다. 수질 개선을 위해 종균제의 활성을 방해할 수 있는 세제 등의 사용을 줄이는 노력을 기울이고 있으나 그 효과가 미미한 실정이다. 인원이 적은 월동기간에도 특정 항목들에서 기준치를 지속적으로 웃돌고 있는 점은 오수처리시설 자체의 성능의 한계일 가능성이 높다. 당초 업체에서 제시한 기준치를 가동 이래 항목 모두에서 만족한 경우가 없었기 때문이다. 기지에 설치된 오수처리시설의 성능은 국내 환경을 기준으로 검증되어 남극기지 환경(월동기간 소수의 인원 체류, 하계기간 체류 인원 급증, 저온 상태, 생활하수와 정화조가 함께 처리되는 특성)에서는 기준값을 만족하지 못하는 것으로 판단된다.

Effluent water quality monitoring

11th and 12th Over-wintering Teams, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract: At Jang Bogo Station, wastewater is treated and reused as gray water. Approximately 18 tons are stored in a gray water tank, and the remaining volume is discharged into the sea. In 2024, water quality slightly deteriorated compared to 2023. Although BOD levels generally met the regulatory standards, total coliform counts and suspended solids (SS) concentrations remained below the allowable limits throughout the year. COD levels, however, exceeded the standard in all cases and were generally higher than those recorded in 2023. Despite various efforts made by the 11th overwintering team to reduce COD—based on advice from the monitoring team—no improvement was observed. Total phosphorus (T-P) concentrations still significantly exceed the standard, suggesting a need for expert inspection of the coagulation tank's reaction efficiency.

제 3 절

2024년 장보고기지 주변 대기질 변화 모니터링

이태식

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약: 장보고과학기지는 기지 자체에서 발생하는 대기오염물질 이외에는 모두 자연으로부터 생성과 소모가 이루어지는 청정 지역으로 지구 배경농도를 관측할 수 있는 최적의 장소이다. 기지 유지와 인간 활동으로 인한 대기로 방출되는 오염물질을 최소화하기 위한 대기 오염물질의 장기 모니터링이 필요하다. 기지의 대대적인 보수공사 하계기간 진행되고 있어 대기로 오염물질 공급의 증가가 예상되며, 정기적인 기기관리 미흡으로 양질의 자료확보에 문제가 있었다. 오존은 남반구 여름 1월에 월평균 최저치인 16 ppb를 기록하였고, 겨울철 8월에 최고치 36 ppb가 관측되었다. 일산화탄소도 오존과 마찬가지로 여름에 낮게 관측되어 2월에 월평균 최저치인 38 ppb가 관측되었으며, 최고치는 초봄인 10월에 66 ppb로 이전해보다 10ppb 높게 관측되었다. 질화산소(NO)는 대체적으로 연중 비슷한 60~70 ppt 로 관측되었다. 질화이산소(NO_2)는 변동폭이 NO에 비해 월동이 커서 1월에 월평균 최저값인 1.7 ppb가 관측되었으며 3월에 5 ppb 의 매우 높은 월평균값이 측정되었다. 이산화황(SO_2)은 2022~2023년과 마찬가지로 일차선형적으로 증가하는 경향을 보였으며 대체적으로 월평균 1.5~1.6 ppb를 유지하였다. 하지만 이 농도는 남극대륙에서는 매우 높아 측정장비와 검보정 장치의 점검이 강력히 요구된다.

1. 서 론

장보고기지는 북빅토리아랜드의 남쪽 끝 테라노바만 연안(74° 37.4’ S, 164 ° 13.7’E)에 2014년 2월 준공하였으며 그 이후 지금까지 계속 월동대원과 하계연구원이 생활하면서 연구활동을 벌이고 있다. 기지주변 인간활동으로 인한 기지와 주변오염정도를 모니터링하기 위해 기지준공이후 기지 대기관측동에 관측장비를 설치하고서 연속관측을 수행하고 있다. 남극기지환경 모니터링 연구는 인간의 발자취가 전연 없던 환경에서 인간활동으로 인한 환경변화를 연구하는데 중요한 자료를 제공한다. 사실 19세기 대탐험의 시기를 기점으로 남극은 항상 인간활동의 영향을 받아왔으며 최근 연구에 의하면 남극대륙의 약 70%가 인간활동의 영향을 직접적으로 받아 더 이상 청정지역이라고 불리우기 어려울 정도이다(Brooks et al., 2019; Leihy et al., 2020). 특히, 연구활동을 빌미로 세워진 연구기지 오염도는 심각하여 호주 Casey 기지 오염정도가 브라질 리오데자네이로와 비슷하다고 발표하여 놀라움을 자아내었다(Stark et al., 2023).

남극환경 보호는 과학자들이 남극을 방문하기 전에 교육과 서약으로 맹세하고 있다. 우리나라도 국제협약에 준하여 남극 연구활동을 진행해야 하지만, 연구소의 일관되지 않는 정책으로 관측장비 설치 후 2년 이내 중단되었다. 남극 연구활동도 중요하지만 남극보호조약에 가입한 나라에서 이 조약을 무시하고 남극환경보호를 무시하는 연구소 처사가 아쉽다. 다행히 2019년 이후 기지오염 모니터링 연구과제가 시작되었다. 본 과제에서는 새로 건설된 장보고 과학기지에서 인간활동으로 방출하는 오염물질 변화를 알아보고 기후변화에 민감한 온실기체 장기변동을 알아보고자 한다. 기지 북쪽에 있는 대기화학동에 대기 경계층내의 오존(O_3), 질소산화물(NO_x), 아황산가스(SO_2), 일산화탄소(CO) 및 아산화질소(N_2O) 농도를 연속적으로 관측하는 대기 경계층 미량기체 관측시스템을 2015년 2월에 설치하였다. 이제까지 간신히 모니터링 연구가 진행되고 있었으나, 정부의 연구비 삭감으로 2024년 연구비가 90% 대폭 삭감되어 관측장비 관리에 어려움이 많았으며 일부 장비는 고장나서 관측을 멈출 수 밖에 없었다. 또한, 계속되는 하계기간 장보고 기지 확장공사로 대기오염 정도가 하계기간에 심할 것으로 예상한다.

2. 재료 및 방법

가. 연구 지역

남극 북빅토리아랜드 테라노바만 연안에 위치한 장보고과학기지는 본관동, 발전동을 비롯하여 여러 개의 독립 관측동이 존재한다. 이 중 배경 대기에서 대기구성물질 및 미량기체 농도, 대기화학반응 등을 관측하는 대기화학동은 본관동 및 발전동에서 나오는 오염물질의 영향을 최소화하기 위하여 기지 중심부로부터 북으로 약 1km 떨어진 지역에 위치하고 있다(Fig. 3-15). 대기화학동 옆에는 약 30m 높이의 walkup tower가 있고, 관측 타워를 통하여 대기경계층 내 대기구성물질의 연직 농도 분포를 관측할 수 있다.

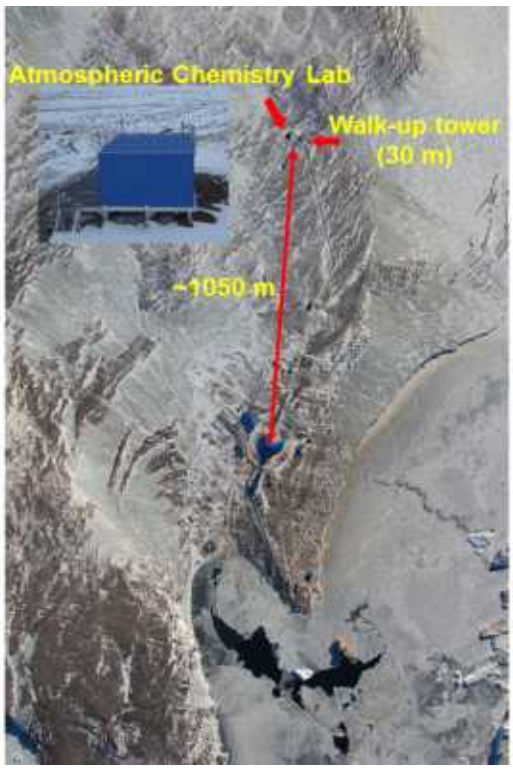


Fig. 3-15. Location of the Atmospheric Chemistry Laboratory at Jang Bogo Station.

나. 기기 설치

관측기기는 2015년 2월에 설치한 이후 그대로 유지하면서 지금까지 가동하고 있다. 이를 간단히 설명하고자 한다. 대기경계층 내 미량기체 농도를 연속 관측하기 위하여 지붕에 대기시료 흡입관을 설치하고 관측동 내부에는 특수유리로 만든 매니폴드에 연결하고 그 끝에 강제 공기 흡입을 위한 blower를 설치하였다. 흡입된 공기는 manifold 뒤쪽에 있는 PVC pipe를 타고 관측동 건물 밖으로 매분 약 2500L 로 배출된다(Fig. 3-16). 외부에서 흡입된 공기는 manifold에서 오존 분석기, 질소산화물 분석기, 아황산가스 분석기, 일산화탄소 및 아산화질소 분석 기포 각 기기에 장착된 펌프를 이용하여 공

급되어 자동 연속 관측된다. 대기화학동에 현재 설치되어 운영되는 장비들의 세부정보는 Table 3-6에 정리하였다.

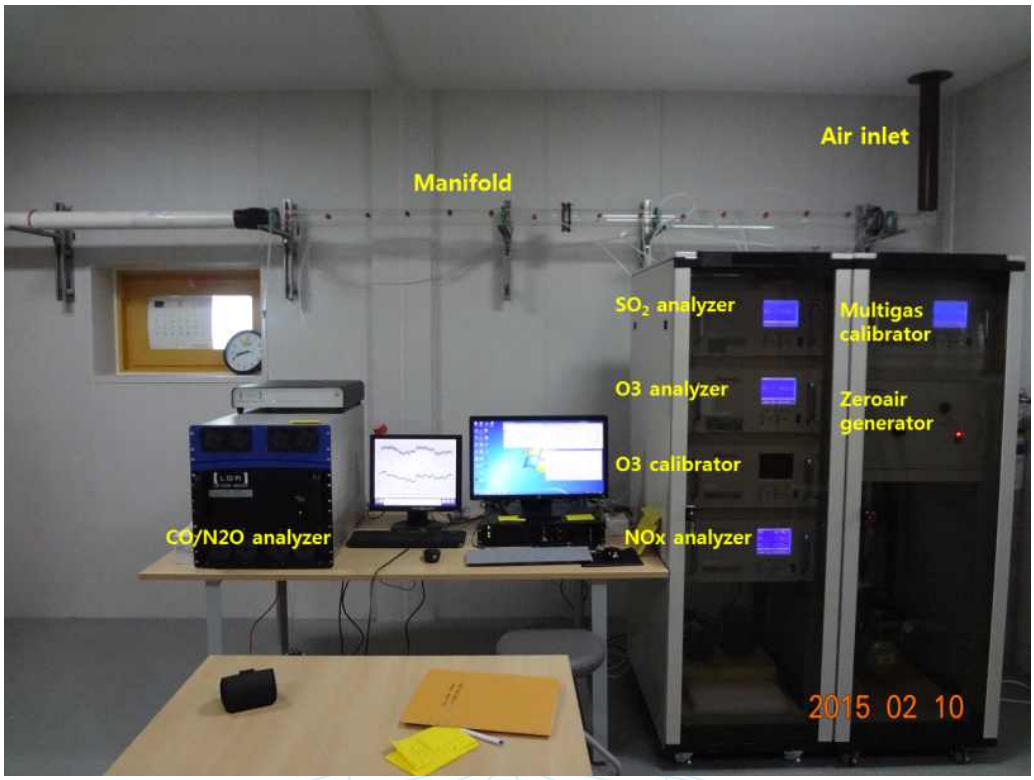


Fig. 3-16. Air inlet, manifold and various instruments for measuring trace gases installed in the atmospheric monitoring building of Jang Bogo station.

Table 3-6. Information of instruments installed in the atmospheric monitoring building of Jang Bogo Station

Instrument	Model	S/N	Observation	Company
Model 49i Ozone Analyzer	49I-B1NCB	1329159376	O_3	Thermo scientific
Model 49i-PS O3 Primary Standard	49IPS-BNCB	1335060021	-	Thermo scientific
Model 42i-TL NO-NO2-NOx analyzer	42ITL-BNMSPCB	1332659941	NO, NO_2, NOx	Thermo scientific
Model 43i-TLE SO2 analyzer	43ITLE-BNHCB	1404860708	SO_2	Thermo scientific
Model 146i Dynamic Gas Calibrator	146I-BT3BEAB	1324858823	-	Thermo scientific
Model 111 Zero Air Supply	111-B2R	1305156903	-	Thermo scientific
N2O/CO analyzer	913-0015-1000	14-0094	N_2O, CO	Los Gatos Research

미량기체를 관측하는 장비의 경우 주기적인 표준기체의 주입을 통하여 기기 drift 및 관측값의 유효성을 확인하여, 관측값의 보정을 수행하여야 한다. 따라서 제로에어와 표

준기체를 주기적으로 관측 기기들에 공급하도록 자동보정시스템을 구축하였다. 공기 시료를 분석하는 경우와 보정기체가 주입되는 경우의 기체 분기 및 흐름은 Fig. 3-17에 보였다.

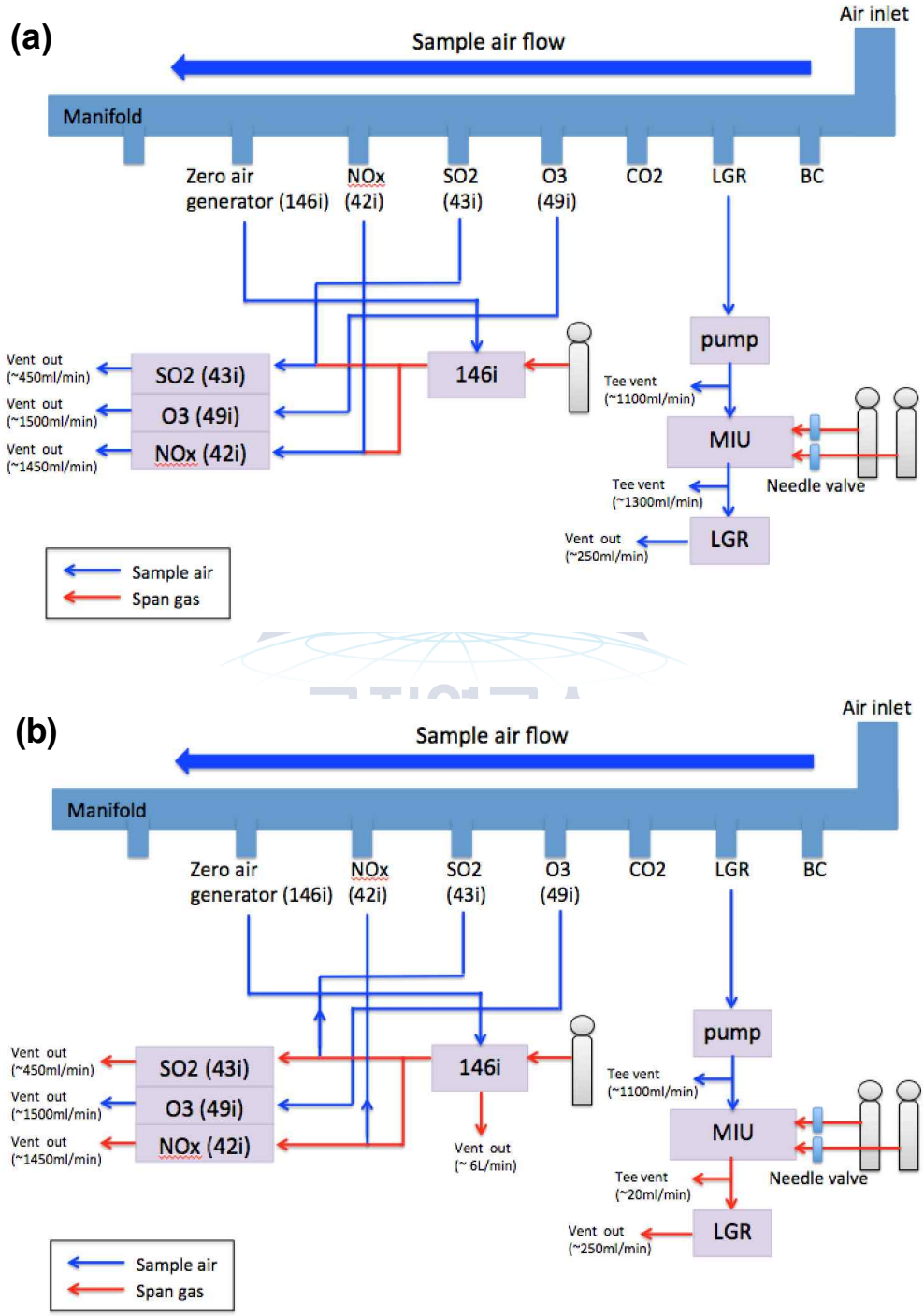


Fig. 3-17. Flow diagram of trace gases monitoring system when (a) sample air or (b) span gas was injected

관측 기기 내부의 압력이 허용 범위 내에서 안정적으로 유지될 수 있도록, 기기 기체 주입구 앞에 tee 분기를 설치하여 필요한 유량 이외에는 배출될 수 있도록 하였다. zero air generator와 보정기기에서 정한 농도를 측정하여 얻은 결과를 이용하여 추후 보정할 계획이다.

3. 결과 및 고찰

가. 관측 자료 수집

관측 자료값들은 각 기기 제조사에서 제공하는 프로그램을 통해 대기구성물질관측동에 설치되어 있는 서버 컴퓨터로 실시간 전송되며 저장되고 있다. Thermo Scientific 사의 오존 분석기, 질소산화물 분석기 및 아황산가스 분석기의 경우, ‘iPort’ 프로그램을 이용하여 각 장비에 설정된 IP주소를 통해 메인 서버 컴퓨터와 통신이 가능하도록 설정되어있다. TCP/IP 연결을 바탕으로 ‘iPort’ 프로그램 상에서 장비들의 원격 제어, 자료 전송 및 자동 저장이 가능하다. 현재 ‘iPort’ 프로그램을 통하여 메인 컴퓨터에 1분 평균 오존, 질소산화물 및 아황산가스 관측 데이터와 각 장비 상태값들이 수집되고 있다. LGR 사의 일산화탄소 및 아산화질소 분석기는 기기 내부의 하드디스크에 하루단위로 파일이 생성되며 관측 데이터가 저장되고 있다. 기기 내부의 하드디스크에 저장된 자료는 ‘Data’ panel의 접속을 통하여 이동식 저장매개장치로 복사 이동이 가능하다. 또한, 동일 local area network (LAN) 상에서의 Ethernet 연결을 통해 메인 서버 컴퓨터에서 관측 데이터 파일이 저장되는 기기 내부 하드디스크의 data directory에 직접 접속 및 공유가 가능하도록 설정되어있다.

여러 장비들에서 제공되는 서로 다른 저장 포맷 형태의 자료들을 하나로 통합하여 관측 데이터를 수집 및 저장하기 위하여, ‘Easycomp’ 소프트웨어를 추가로 운영하고 있다. 모든 장비들(오존분석기, 질소산화물 분석기, 아황산가스 분석기, 일산화탄소 및 아산화질소 분석기, 다기체 보정기)은 RS-232 serial port를 통하여 메인 컴퓨터에 설치된 ‘Easycomp’ 소프트웨어와 통신을 하며, 각 기기마다 할당된 고유 기기 주소를 통하여 해당 자료를 전송한다. 대기구성물질관측동에 있는 모든 관측기기들은 ‘Easycomp’ 소프트웨어를 통하여 각각 1분과 10분 단위로 자료의 평균값 (average), 최소값 (minimum), 최대값 (maximum), 작동 (operation status) 및 에러 상태 (error status) 값들이 일단위 파일로 저장되고 있다. 또한, 다기체 보정기를 통하여 일정한 시간간격으로 표준가스를 주입하여 기기 관측값의 유효성을 확인하는 기기 자동 보정시스템의 결과값도 일별로 저장되고 있다. 통합된 관측자료는 ‘Anavis32 software package’ 를 통하여 실시간으로 그래프화 한다.

나. 관측 결과

2015~2016년에는 장보고기지 모니터링 사업 활성화로 기기와 자료 관리를 위한 상시 연구원이 있어 양질의 대기질 관측자료를 획득할 수 있었다. 하지만, 2017년 소장 교체와 함께 모니터링 연구 중단으로 월동대원에 의지하여 기기 유지만 간신히 수행하였다. 2021년에 전담 연구원이 선임되어 다시 재기를 도모하였으나 2022년 계약 만료와 함께 기기와 자료 관리에 어려움을 겪었다. 다행히 2023년 12월에 계약직 연구원을 선임하여 기기와 자료관리를 충실히 하려고 노력하고 있었으나 2024년 대폭적인 연구비 삭감으로 연구장비 관리에 차질을 빚고 있다. 사실, NO, NO_2, SO_2 측정기기 보정을 위한 Zero air generator 고장으로 작년에 대체할 수 있는 air compressor 를 기지로 보냈으나 이를 설치할 수 있는 연구원이 기지방문을 하지 못하여 이들 기체 보정을 하지 못하고 있다. 2024/25년에 본인이 직접 방문하여 확인한 결과 NOx 측정장비가 고장났으며 새로 공급한 컴프레서 마저 설치문제로 인해 심한 소음이 발생하고 있어 자동 보정을 하지 못하고 있다. 또한 보정기체를 매년 보급해야 하는데 연구비 삭감으로 인해 보정기체 구입을 2025년에 할 계획이다. 남극 환경보호를 위해 기지 오염관리가 가장 중요한데 남극조약에 가입하였음에도 불구하고 의무를 저버리는 연구소 처사는 선진국으로 진입하는 나라로서 한심하다는 생각만 든다. 이러한 어려운 여건에서도 노력하여 획득한 2024년 관측자료를 정리하였으며 아래 분석한 결과를 서술하였다.

KOPRI 극지연구소

(1) 오존(O_3)

남극 지표 오존 농도는 오존홀 관측 이후 여러 관측기지에서 수행하고 있다 (Helmig et al., 2007;Kumar et al., 2021). 2024년 장보고 기지에서 관측한 오존농도를 그림 4에 보였다. 일평균 오존 최고 농도는 38 ppb로 8월16일에 관측되었으며 최저농도는 12 ppb 로 1월 3일에 관측되었다. 이로 미루어 일평균값의 연변화가 26 ppb 로 이는 연평균값 26 ppb 와 유사한 수치로 연변화폭이 매우 큼을 알 수 있다. Fig. 3-18. 에서도 예상하지만 중간값이 평균과 매우 유사한 27 ppb로 정규분포를 보임을 알 수 있다. 여름철에 농도가 낮고 겨울에 높은 현상은 백야와 극야가 분명한 극지역 특성으로 오존생성과 소멸이 광화학 반응보다는 극야동안 외부유입에 의한 것이라는 것을 알 수 있다. 여름철에 낮은 농도를 유지하는 이유는 대기 태양광에 의한 오존의 광분해로 인한 현상인데 이 시기에 갑작스런 오존증가가 종종 관측된다. 2024년에도 이런 현상이 12월과 1월에 관측되었으며 2월초에도 이러한 경향이 보인다. 이는 외부 공기 유입을 강력히 시사하는 바이다. 월평균값은 1월에 15 ppb로 가장 낮았으며 2023년에 가장 낮았던 2월은 약 1 ppb 높게 관측되었다. 월평균 최고값은 8월에 관측한 36 ppb 로 최저값과 반대로 1개월 늦게 관측되었다. 일평균 최저값과 최고값 관측일과 월평균 최저값

과 최고값 관측월이 같아 2023년과 달리 일반적인 지표 오존 변화를 보임을 알 수 있다. 이러한 계절변화는 장보고기지에서 관측한 복사량 또는 자외선 복사량과 차이를 보인다. 즉, 자외선 복사량이 가장 큰 12월에 오존농도가 가장 낮고 극야인 6월과 7월에 가장 높을 것으로 예상하였지만 1월에 가장 낮고 8월에 가장 높아 광분해보다는 타요인에 의해 오존의 최저 최고농도가 결정되는 것으로 추측된다. 즉, 남빙양에서 남극으로 유입하는 대기 순환으로 1월에 낮고, 남극 상공 오존층에서 하강기단의 영향으로 8월에 오존 농도가 높을 것으로 추측한다. 반면 8월이 되면서 들어오는 태양복사로 인한 광분해와 해빙에서 발생한 할로겐라디칼로인해 오존 광분해가 급속히 진행되면서 오존 감소가 관측된다(Tarasik and Bottenheim, 2002).

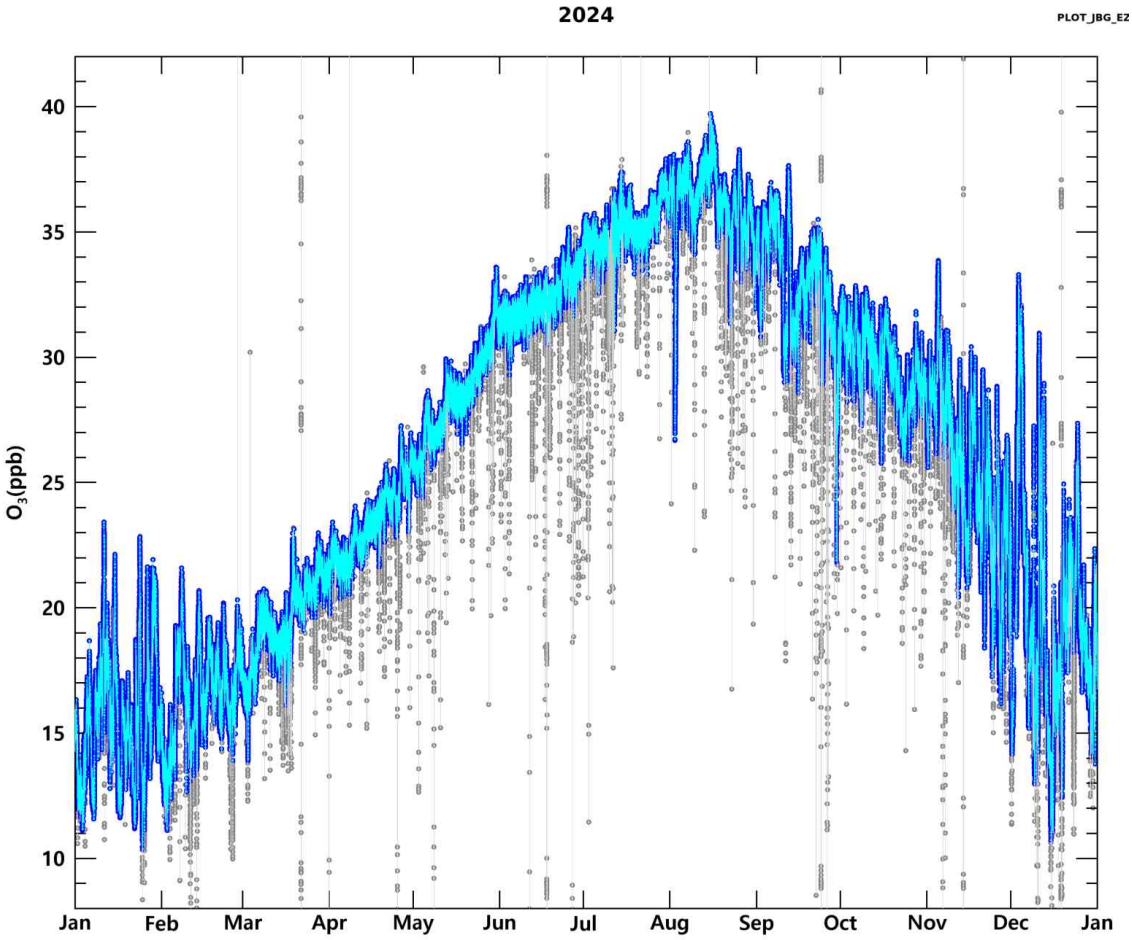


Fig. 3-18. Atmospheric O_3 concentrations measured at Jang Bogo (JBG) in 2024. The blue symbols are assumed to represent the ozone concentrations at JBG, while the gay symbols indicate ozone titration by NOx from anthropogenic emissions at the station.

3월에서 8월까지 오존이 증가할 때와 달리 9월부터 다음 해 1월까지 오존 감소 경

향은 급진적인 증가와 감소를 반복하며 나탄다. 이는 앞서 언급한 바와 같이 광분해보다는 외부에서 대기유입으로 인한 현상으로 보여진다. 이러한 자연적인 변화외에도 Fig. 3-18.에 회색으로 보인 급격한 “오존적정 (Ozone titration)” 현상이 2024년에도 어김없이 관측되었다. 이는 기지 자체 에너지 공급위한 화석연료 사용과 자동차에서 배출하는 일산화질소 (NO)와 급속히 반응하여 발생하는 현상으로 남극과 같은 휘발성부유화합물 (VOC) 농도가 작은 지역에서 NO가 급격히 증가할 때 발생한다. 이는 기지자체에서 발생한 오염원이기에 남극 배경농도에 준하는 오존 변화경향을 파악하기 위해 이들 오염으로 인한 오존 농도을 모두 배제하였다.

(2) 일산화탄소(CO)

2024년 장보고기지 대기의 일산화탄소 일평균 최저농도는 37 ppb로 2월 18일에 관측되었으며 최고농도는 69 ppb로 10월 31일에 관측되었다(Fig. 3-19). 양극값들의 차이는 32 ppb로 연평균값 51 ppb의 64%에 해당되어 오존보다는 상대적으로 작지만 절대값 측면에서는 거의 비슷한 연변화를 보인다. 월평균 최저값도 일평균과 마찬가지로 2월에 관측되었으며 최고값도 마찬가지로 10월에 관측되었다. 최저값은 오존과 비슷한 시기에 관측되지만, 최고값은 매년 10월에 관측되며 오존에 비해서도 2개월 늦어 오존과 일산화탄소 시계열분포를 결정하는 기작이 다름을 알 수 있다. 일산화탄소의 가장 큰 방출원은 메탄과 휘발성유기화합물의 광분해와 인간활동, 대형산불로부터 방출인데 남반구 경우 봄철 대형산불은 잘 알려진 현상으로 여기서 방출한 물지로 인한 일산화탄소 증가는 잘 알려진 사실이다. 일반적으로 대형산불이 9-10월에 주로 발생하는데 이는 남반구 대부분 관측지역에서 고농도 관측시기와 일치한다. 최저 농도가 관측되는 2월에 일산화탄소의 주요 소모원이 OH 라디칼 농도가 높아 일산화탄소를 산화시켜 발생하는 현상으로 추측된다. 10월이후 2월까지 급격한 일산화탄소 농도변화는 이러한 OH 라디칼 증가와 함께 메탄과 VOCs 감소때문으로 추측된다. Fig. 3-19에 2024년 일산탄소 관측자료를 보였는데 파란색 심볼이 장보고기지 대기를 대표하는 농도로 간주되며 회색은 기지 오염원으로 인해 증가한 농도이거나 기기 보정 이후 남은 보정기체가 기기 셀에서 나가면서 분석된 값들이다. 이들 오염값들을 일일이 매일 자료를 검토하면서 제거하여 파란색으로 표시한 배경농도를 결정하였다. 추후 보정기체 분석농도를 제거한 후 기지 오염원 방출로 인한 일산화탄소 영향을 평가할 계획이다.

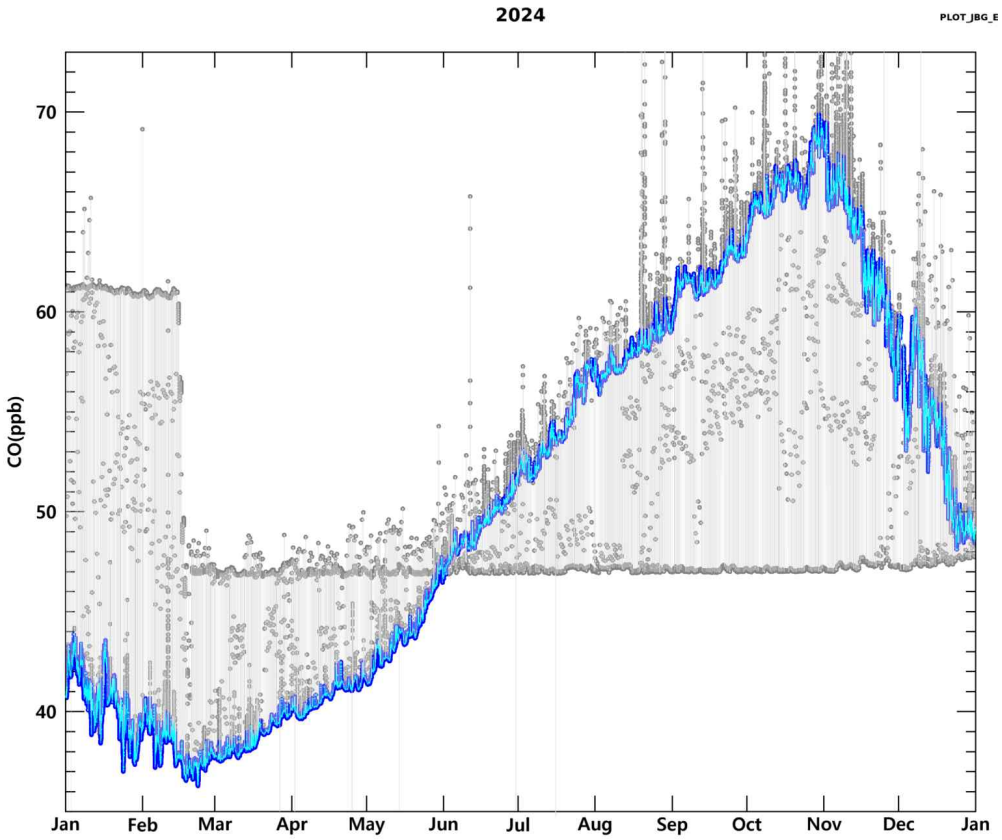


Fig. 3-19. Atmospheric CO concentrations measured at Jang Bogo (JBG) in 2024. The blue symbols are assumed to represent the CO concentrations at JBG while the gay symbols indicate the CO from anthropogenic emissions at the station or from the calibration of the instrument.

(3) 산화질소류(NO + NO_2)

산화일질소와 산화이질소는 오존이 있는 상태에서 평형상태에 있는 물질로 일반적으로 합해서 NOx 라고 불린다. 이들 물질의 주 생성원은 자동차 또는 고열작업이 주된 공장이 있는 산업공단 등지로 고열에서 산소와 질소가 반응하여 생성된다. 자연적으로는 번개로 인해 생성되기도 하며 토양에서 미생물이나 질소고정식물에 의한 질소고정과정에서 생성되기도 한다. 하지만, 남극의 경우 이러한 인위적 자연적으로 생성되는 과정이 매우 드물기 때문에 장보고기지에서 관측된 NOx 는 모두 외부 유입일 수 밖에 없다. 하지만 이들 물질은 대기에서 OH 라디칼, 오존 등과 반응하여 반응성 매우강한 질산 (HNO_3)기체로 변해 고체표면에 집적되어 없어진다. 하지만, Fig. 3-20과 Fig. 3-21에서 보듯 예년과 마찬가지로 2024년 내내 관측되어 이들 기체의 생성원이 가장 큰 의문이다. 또한 그림 7에 보듯 8월18일 이후 기기고장으로 관측자료를 획득할 수 없었다.

8월까지 자료로 볼 때 2024년 NO와 NO_2의 연평균값은 0.07 ppb와 4 ppb로 2023년과 매우 유사한 값으로 측정되었다. NO 의 계절변화는 감지하기 어렵지만 월평균값으로 볼 때 여름에 낮고 (~0.06 ppb) 겨울에 높은 경향 (~0.07 ppb)이 감지되는 반면 NO2는 계절변화가 뚜렷하다. 즉, 1~2월에 2~3 ppb인 반면 4~7월까지 ~5 ppb로 높다. 사실 남극에서 NO 관측은 관측기기의 감지능력을 고려할 때 매우 어렵다. 일반적으로 남극대륙에서 보고된 NO 농도는 약 10~20 ppt로 장보고 기지에서 관측한 평균농도에 비해 3~4배 높다. 이러한 고농도 NO 관측이 기기 보정문제인지 아니면 자연적인 변화인인지 구별하기 위한 기지에서 집중적인 관측이 필요하다.

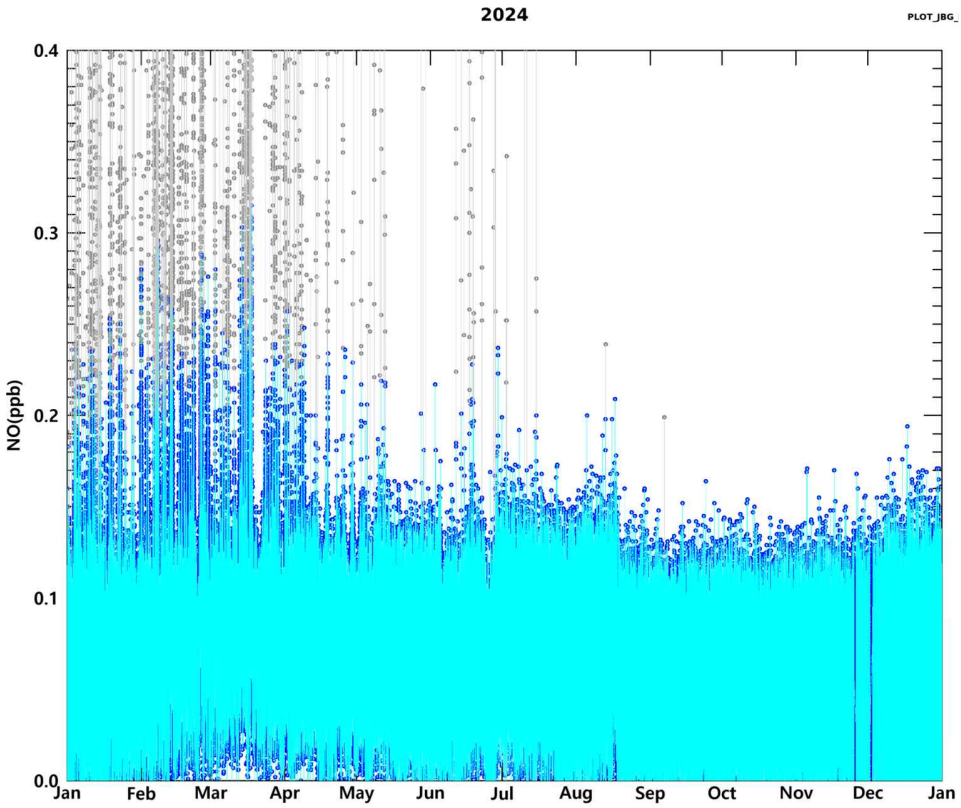


Fig. 3-20. Atmospheric NO concentrations measured at Jang Bogo (JBG) in 2024. The blue symbols assumed to represent the NO concentrations at JBG while the gay symbols indicate anthropogenic emissions from the station or transition to calibration of the instrument

NO_2는 NO에 비해 월등히 농도가 높은데 이는 타 지역에서도 마찬가지이다. 하지만, 청정한 남극대륙에서 약 9 ppb에 이르는 NO_2 관측은 현장 집중관측으로 확인할 필요가 있다. 2023년 NO_2 최저 일평균 농도는 1.3 ppb로 12월 28일에 관측되었으며 최고

값은 7.7 ppb로 10월 16일에 관측되었다. 월변화도 최고값과 최저값이 일변화 경우와 같은 달에 관측되었는데 10월에 최고값인 6 ppb가 관측되었고 12월 월평균값이 1.6 ppb로 계산되었다. 극지에서 NO_x 주요 방출원이 눈에 있는 질산염 이온의 광분해로 알려져있다. 3월 이후 태양복사 감소와 오존 증가로 NO_2 농도는 점차 증가하는 반면 NO는 감소한다. 극야를 지난 8월에 광분해가 시작되지만 극야동안 쌓인 눈에 있는 질산염의 광분해로 계속해서 NO_x 가 대기로 공급되어 증가하다 11월에 갑자기 급감하기 시작한다. 이 시기가 오존의 급감시기와 유사한데 NO_2 급감이 오존과 연관되어 있을 것으로 추정된다. Fig 3-20과 3-21에서 보듯 고농도의 NOx 가 종종 관측되는데 이는 앞서 언급한 오존과 일산화탄소에서 보여주듯 기지에서 방출한 오염원이다 자동차 배기가스에서 나온 NO_x로 기지 자체에서 매년 방출하는 오염원의 심각성을 반영한다. 화석연료 사용으로 배출되는 오염원을 감소하기 위한 재생에너지 사용이 시급하다.

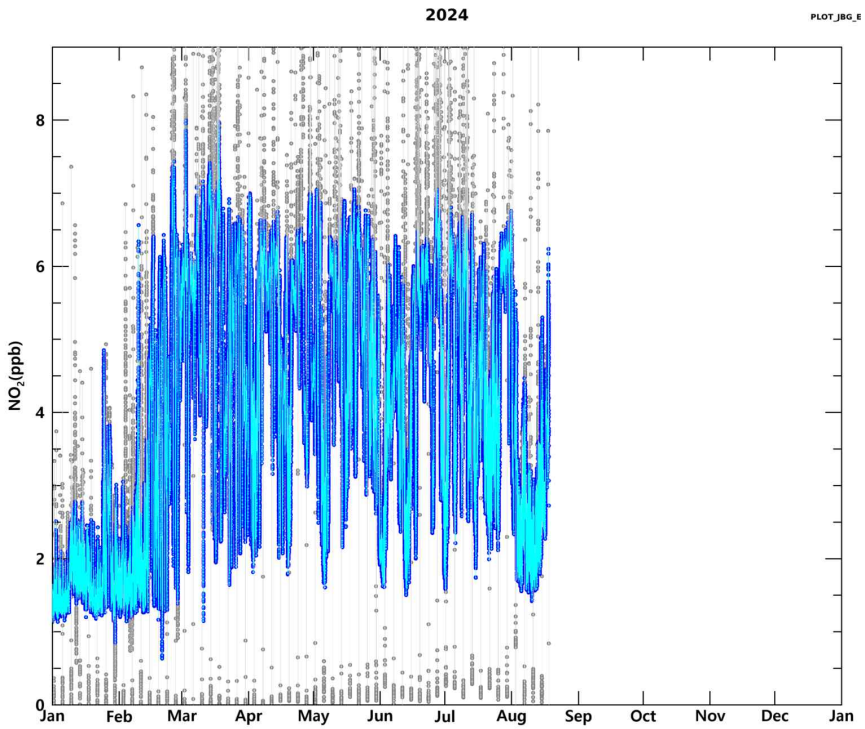


Fig. 3-21. Atmospheric NO2 concentrations measured at Jang Bogo (JBG) in 2024. The blue symbols assumed to represent the NO2 concentrations at JBG while the gay symbols indicate anthropogenic emissions from the station or transition to calibration of the instrument

NO_2는 NO에 비해 월등히 농도가 높은데 이는 타지역에서도 마찬가지이다. 하지만 청정한 남극대륙에서 약 7 ppb에 이르는 NO2 관측은 현장 집중관측으로 확인할 필요가 있다. 2022년 NO2 최저 일평균 농도는 1.3 ppb로 1월 3일에 관측되었으며 최고값은

6.8 ppb로 3월 14일에 관측되었다. 월변화도 최고값과 최저값이 일변화 경우와 같은 달에 관측되었는데 3월에 최고값인 5 ppb가 관측되었고 1월 월평균값이 1.7 ppb로 계산되었다. 극지에서 NO_x 주요 방출원이 눈에 있는 질산염 이온의 광분해로 알려져있다. 3월 이후 태양복사 감소와 오존 증가로 NO_2 농도는 점점증가하는 반면 NO는 감소한다. 극야를 지난 8월에 광분해가 시작되지만 극야동안 쌓인 눈에 있는 질산염의 광분해로 계속해서 NO_x 가 대기로 공급된다. Fig. 3-20과 3-21에서 보듯 고농도의 NOx 가 종종 관측되는데 이는 앞서 언급한 오존과 일산화탄소에서 보여주듯 기지에서 방출한 오염원이 그 원인이다. 기지 발전설비와 자동차 배기가스에서 나온 NO_x로 기지자체에서 매년 방출하는 오염원의 심각성을 반영한다. 화석연료 사용으로 배출되는 오염원을 감소하기 위한 재생에너지 사용이 시급하다.

(4) 이산화황(SO_2)

이산화황은 전형적인 오염물질로 대부분이 산업단지 또는 발전소에서 석탄이 연소되면서 나오거나 일부 디젤연소에서 나오기도한다. 자연적으로는 화산활동으로 분출되거나 산불에서 방출된다. 하지만 CO와 달리 대기중에 존재하는 시간이 수일로 짧아 중위도에서 발생하는 산불로 발생한 SO_2가 남극대륙까지 오기는 가능성이 희박하다. 장보고 기지 주변에 멜본 화산이 있기는 하지만 휴면기로 이산화황 방출이 없거나 매우 미미한 것으로 알려져있다. 따라서, 장보고 기지에서 관측되는 이산화황은 기지 자체에서 발산된 것이거나 해양에서 방출된 DMS가 산화되어 생성될 것이다. 하지만 Fig. 3-22에서 보여주듯 2024년 장보고기지에서 관측한 이산화황은 점진적으로 증가하는 경향을 보인다. 일평균값을 보더래도 최저값이 1월 9일에 관측되었으며 최고값은 12월 18일에 관측되었고 월평균값도 일평균과 마찬가지로 최저값과 최고값이 일평균과 같은 1월과 12월에 관측되어 기기 보정에 문제가 있음을 시사한다. 이러한 선형증가는 2022년에 이후 계속 관측된 현상이다.

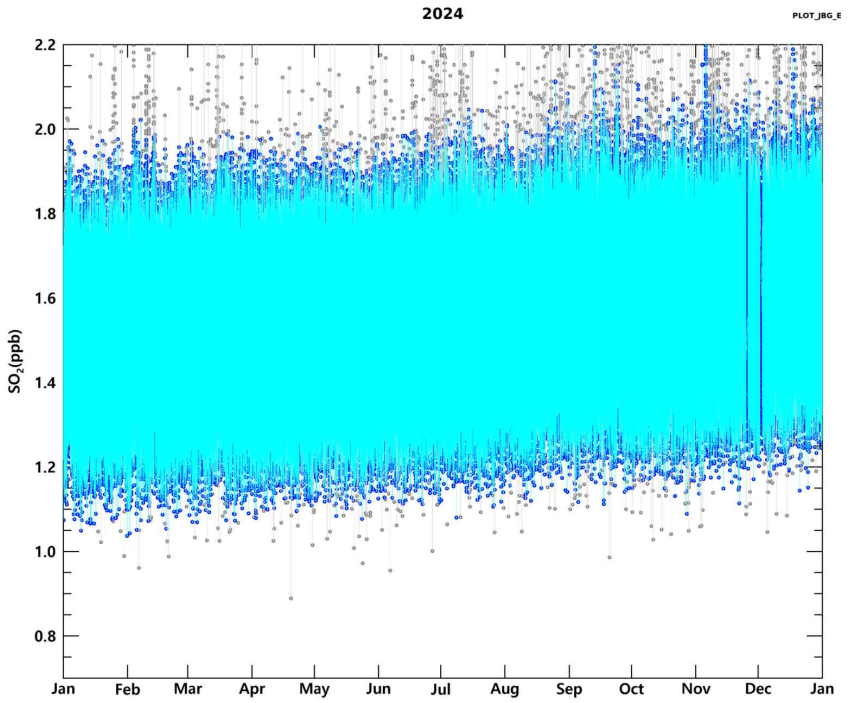


Fig. 3-22. Atmospheric SO_2 concentrations measured at Jang Bogo (JBG) in 2024. The blue symbols are assumed to represent the SO_2 concentrations at JBG while the gay symbols indicate the SO_2 from anthropogenic emissions at the station

KOPRI 극지연구소

Monitoring the changes in air quality at Jang Bogo station, Antarctica, in 2024

Tae Siek Rhee

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract: Jang Bogo Station is an optimal location for observing the Earth's background concentrations, as it is a pristine area where the generation and consumption of pollutants occur naturally, except for those originating from the station itself. Long-term monitoring of atmospheric pollutants is necessary to minimize emissions caused by station maintenance and human activities. Major repairs are underway at the station during the summer in 2024, which is expected to increase atmospheric pollution, and there have been issues with obtaining high-quality data due to inadequate routine maintenance of equipment. Ozone reached its lowest monthly average of 16 ppb in January during the austral summer and peaked at 36 ppb in August during winter. Carbon monoxide was similarly observed at low levels in summer, reaching its lowest monthly average of 38 ppb in February, with the highest recorded in early spring in October at 66 ppb, which is 10 ppb higher than the previous year. Nitrogen monoxide (NO) was generally observed at a consistent range of 60 - 70 ppt throughout the year. Nitrogen dioxide (NO_2) showed larger fluctuations compared to NO, with the lowest monthly average in January at 1.7 ppb and a very high monthly average of 5 ppb in March. Sulfur dioxide (SO_2) continued to show a primary linear increasing trend similar to 2022-2023, generally maintaining a monthly average of 1.5 - 1.6 ppb. However, these concentrations are considered very high for the Antarctic continent, necessitating a rigorous inspection of the measuring equipment and calibration devices.

KOPRI 극지연구소

참 고 문 헌

Brooks, S. T., Jabour, J., Van Den Hoff, J., and Bergstrom, D. M.: Our footprint on Antarctica competes with nature for rare ice-free land, Nature Sustainability, 2, 185-190, 2019.

Helmig D, Oltmans S J, Carlson D, et al, 2007. A review of surface ozone in the polar regions. Atmos Environ. 41, 5138-5161.

Kumar, P., et al., 2021. The increasing surface ozone and tropospheric ozone in Antarctica and their possible drivers, 55, 8542-8553.

Leihy, R. I., Coetzee, B. W., Morgan, F., Raymond, B., Shaw, J. D., Terauds, A., Bastmeijer, K., and Chown, S. L.: Antarctica's wilderness fails to capture continent's biodiversity, Nature, 583, 567-571, 2020.

Stark, J. S., Johnstone, G. J., King, C., Raymond, T., Rutter, A., Stark, S. C., and Townsend, A. T.: Contamination of the marine environment by Antarctic research stations: Monitoring marine pollution at Casey station from 1997 to 2015, Plos one, 18, e0288485, 2023.

Tarasick, D. W. and Bottenheim, J. W, 2002. Surface ozone depletion episodes in the Arctic and Antarctic from historical ozonesonde records. Atmos Chem Phys. 2, 197-205.

KOPRI 극지연구소

제 4 장

장보고과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

제 1 절

2024년 남극 장보고과학기지 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동

전미사, 한동원, 양은진, 김상희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

KOPRI 극지연구소

요약 : 남극 장보고과학기지 주변 해양환경을 조사하기 위하여 2024년 한 해 동안 남극 장보고과학기지 주변 한 정점에서 식물플랑크톤 생물량의 시간적 변동을 모니터링 하였다. 전체 식물플랑크톤 생물량(전체 Chl-a 농도)은 연평균 0.387 μgL^{-1}이었으며 1월 15일(3.070 μgL^{-1})에 식물플랑크톤의 생물량은 가장 높았다. 연평균 미세조류에 의한 생물량(micro-sized Chl-a 농도)은 0.160 μgL^{-1}이었으며 미소조류에 의한 생물량(nano-sized Chl-a의 농도)은 0.129 μgL^{-1}, 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl-a)의 농도는 0.038 μgL^{-1}이었다.

1. 서 론

남극대륙은 지구상에서 다섯 번째로 큰 대륙으로 넓은 면적을 갖지만 극지 환경이라는 특별한 환경 조건으로 사람에 의한 영향을 덜 받는 곳이다. 그러므로 상대적으로 지구환경의 작은 변화에도 민감하게 영향을 받을 수 있는 지역이다. 오늘날 남극 해양생태계는 오존층 파괴에 의한 자외선의 침투와 지구 온난화에 따른 해빙(Sea-Ice)의 감소와 같은 해수의 물리적 특성 변화 등에 의해 영향을 받고 있다. 이러한 남극 해양 생태계의 변화를 연구함에 있어서 생태계 구조의 기본 토대를 이루는 일차생산자인 식물플랑크톤에 관한 연구는 전체 해양생태계를 이해하는데 중요하다.

최근 남극 해양 생태계는 대기 중 이산화탄소 증가로 인한 지구 온난화, 오존층 파괴에 의한 자외선 증가 등과 같은 전 지구적 환경변화에 노출되고 있는 가운데(Kang *et al.* 1997; Smith *et al.* 2007; Rückamp *et al.* 2011; Lee *et al.* 2015), 오랜 기간 물리적으로 안정된 남극환경에 적응하여 진화해 온 남극 생물들은 지구상 다른 지역의 생물보다 이와 같은 환경변화에 더욱 민감하게 반응할 것으로 생각되고 있다. 이것이 무엇보다 남극에서의 해양환경과 생태계가 중요한 이유이다.

극지 해양 생태계는 다른 지역과는 달리 계절에 따른 생태계의 변화가 뚜렷하게 나타난다. 전체 해양 생태계의 일차생산자인 식물플랑크톤은 서식 환경 변화로 인하여 가장 민감하게 반응하여 생산력 및 우점종의 변화가 크게 일어나고 있다. 남극 연안 생태계를 구성하고 있는 생지화학 시스템이 지속되기 위해서는 광합성을 통한 일차생산자가 매우 중요한 역할을 한다(Clarke and Leaky 1996). 일반적으로 해양에서 일차생산은 식물플랑크톤 군집 중 크기가 비교적 큰 규조류와 와편모조류가 우세하게 출현하나 남극해나 북극해에서는 크기가 작은 종류가 우세하게 나타난다. 이는 수온이나 광조건이 열악한 곳에서 적응하는 것으로 이해되고 있다. 극지역의 해양 생태계는 계절적으로 해빙과 결빙에 의한 영향이 크며(Sakshaug and Holm-Hansen 1984), 영양염류는 심층수로부터 충분히 공급되지만 일사량의 부족과 낮은 수온으로 식물플랑크톤의 생물량은 낮은 편이다. 그러나 일사량의 증가와 해빙으로 안정된 밀도를 유지하는 하계에는 생산력이 비교적 높다고 할 수 있겠다(Smith 1987).

Krebs(1983)의 연구 결과에 의하면 미국의 파머기지 근처 해역에서 일년동안 관찰한 식물플랑크톤이 계절에 따라 변화양상이 매우 다양하였다. 그는 이러한 계절적 변화가 바람의 세기와 같은 물리적 요인에 의해 영향을 받는다고 하였다. 해양생태계의 1차생산자인 미세조류의 생물량 및 종조성의 변화는 년중 또는 년간 매우 다르게 나타나므로 하나의 고정된 가설로 설명하는데 어려움이 있다(Kang *et al.* 2002). 따라서 본 연구는 장보고과학기지 주변 해역에서의 식물플랑크톤 우점종 변화양상을 정확하게 이해함으로서 이곳에서 진행되고 있는 미세한 환경변화가 일차생산자인 식물플랑크톤에 어

떠한 영향을 주며, 장기적인 모니터링을 통하여 장보고과학기지 주변 남극반도에서 우점하는 우점 그룹의 변화양상과 일차생산력의 역할 이해 및 미래 해양 변동 시나리오로 활용하는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

가. 연구 지역

본 연구는 남극 로스해 서쪽에 위치한 테라노바만 연안의 한 정점(Fig. 4-1)에서 조사되었다. 이곳에는 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 연구기지인 장보고과학기지(74° 36’ 55” 남위, 164° 12’ 3” 동경)가 위치한다. 조사 정점은 3월부터 주변 바다가 결빙되는 지역으로 일정한 채수 조건을 위해 취수구에서 끌어들여 온 해수를 집수조에서 채수한다.

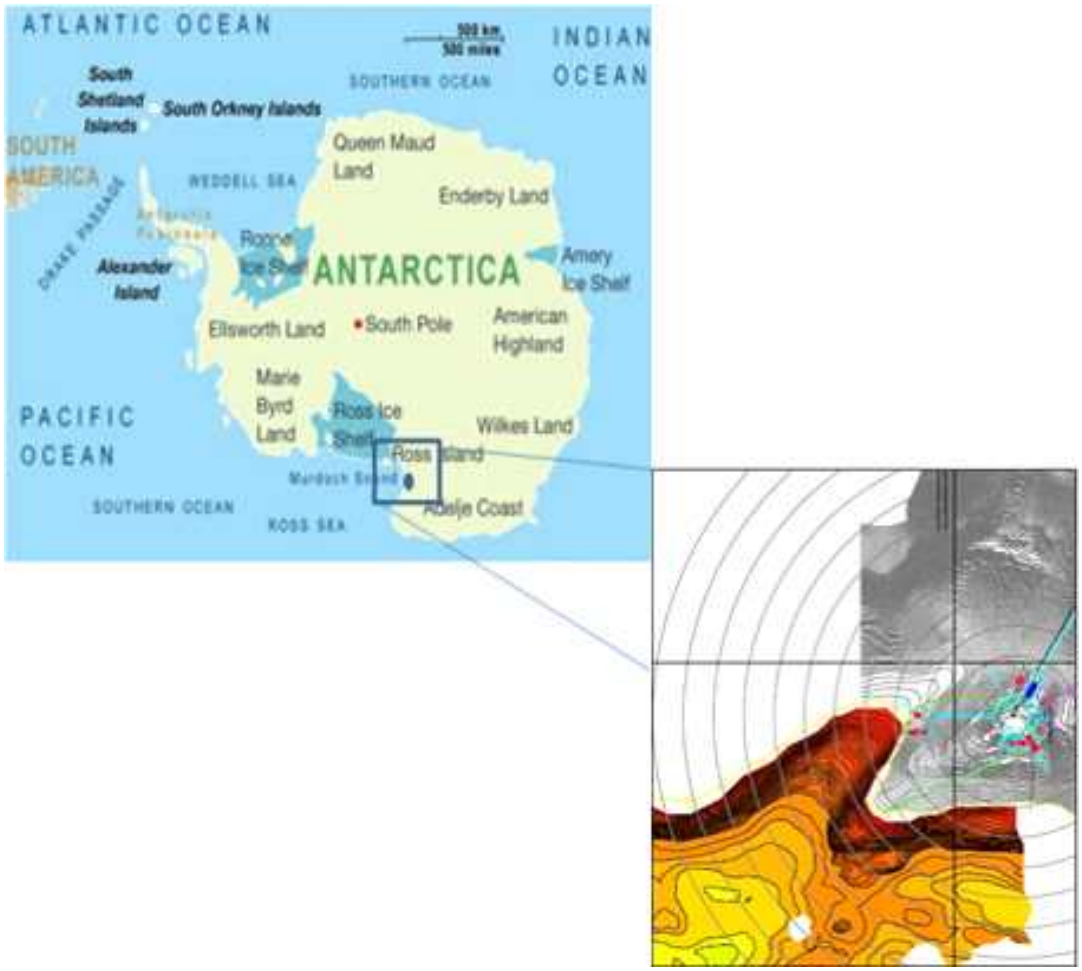


Fig. 4-1. Location of the sampling area (●) in Jang Bogo station, Antarctica.

나. 식물플랑크톤의 채집 및 분석

본 연구는 2024년 1월 1일부터 12월 31일까지 장보고과학기지의 한 정점에서 조사가 이루어졌다(Fig. 4-1). 일정한 샘플 채취를 위해 취수구에서 끌어온 해수를 집수조에서 채수하였다. 조사정점은 3월부터 주변 바다가 결빙되는 지역으로 일정한 채수 조건을 위해 취수구에서 끌어들여 온 해수를 집수조에서 채수하였다.

채수된 해수는 식물플랑크톤의 정량분석을 위하여 현장에서 Glutaraldehyde로 최종농도 1%가 되도록 고정하였으며, 장보고 과학기지의 실험실로 운반하여 정량 분석용 slide를 제작하였다.

Chlorophyll-a (Chl-a)의 분석은 Extract method를 이용하였다. 채수 된 시료는 실험실로 운반한 뒤 500-1000㎖ 해수를 GF/F filter paper로 필터 하여 90% Acetone 10㎖에 넣고, 24시간 뒤 추출된 Ch-a 농도는 현장에서 Turner Design Fluorometer (Trilogy Laboratory Fluorometer)로 측정하였다. 크기별 엽록소-a 농도는 20 ㎛ 와 2 ㎛ pore size의 PC membrane filter paper와 GF/F filter paper를 이용하여 500-1000㎖의 해수를 순차적으로 필터 하였다. 20 ㎛, 2 ㎛ 와 GF/F filter paper를 각각을 90% Acetone 6㎖에 넣고, 24시간 뒤 엽록소-a 농도를 측정하였다. 2 ㎛ 이하(극미소), 2-20 ㎛(미소), 20 ㎛ 이상(미세)으로 엽록소-a 농도의 크기를 구분하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 2024년 식물플랑크톤 생물량의 변화

전체 식물플랑크톤 생물량(전체 Chl-a 농도)은 연평균 0.387 ㎍ L^{-1}으로 측정되었으며 1월 15일(3.070 ㎍ L^{-1})에 가장 높았다(Fig. 4-2A). 전체 Chl-a의 농도는 작년(0.836 ㎍ L^{-1})에 비해 낮게 측정되었으며 대부분의 기간 낮은 생물량을 나타내었다(Appendix). 월평균 식물플랑크톤의 생물량은 1월(1.170 ㎍ L^{-1})에 가장 높았으며 8월(0.014 ㎍ L^{-1})에 가장 낮았다(Fig. 4-3).

세포의 크기가 20 ㎛ 이상인 미세조류에 의한 생물량(micro-sized Chl-a 농도)은 연평균 0.160 ㎍ L^{-1}으로 나타났으며, 1월 15일(2.243 ㎍ L^{-1})에 가장 높게 측정되었다(Fig. 4-2B). 미소조류(2-20㎛ 이하)에 의한 생물량(nano-sized Chl-a 농도)은 연평균 0.129 ㎍ L^{-1}으로 측정되었으며, 12월 30일(0.817 ㎍ L^{-1})에 가장 높게 측정되었다(FIg. 4-2C). 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl-a 농도)은 연평균 0.038 ㎍ L^{-1}이었고, 12월 23일(0.287 ㎍ L^{-1})에 가장 높게 측정되었다(Fig. 4-2D). 월평균 크기별 엽록소-a의 농도는 대부분의 기간 동안 micro-sized (연평균: 43.42%)의 비율이 다소 높았으며 동계기간 pico-sized의 비율이 증가하였다(Fig. 4-3).

조사 지역에서의 식물플랑크톤과 환경요인과의 상호관계를 더욱 명확하게 인식하

고 예측하기 위해서는 식물플랑크톤에 영향을 미치는 다양한 환경변수(미세 영양소, 수층의 혼합상태, 빛의 가용성 등)의 추가분석이 필요하며 식물플랑크톤의 종 군집 변화에 대한 세부적인 분석이 필요하다. 이러한 연구는 기후변화에 따른 남극 생태계의 변화를 예측하고, 미래 해양 변동 시나리오로 활용하는 데 기초자료가 될 것이다.

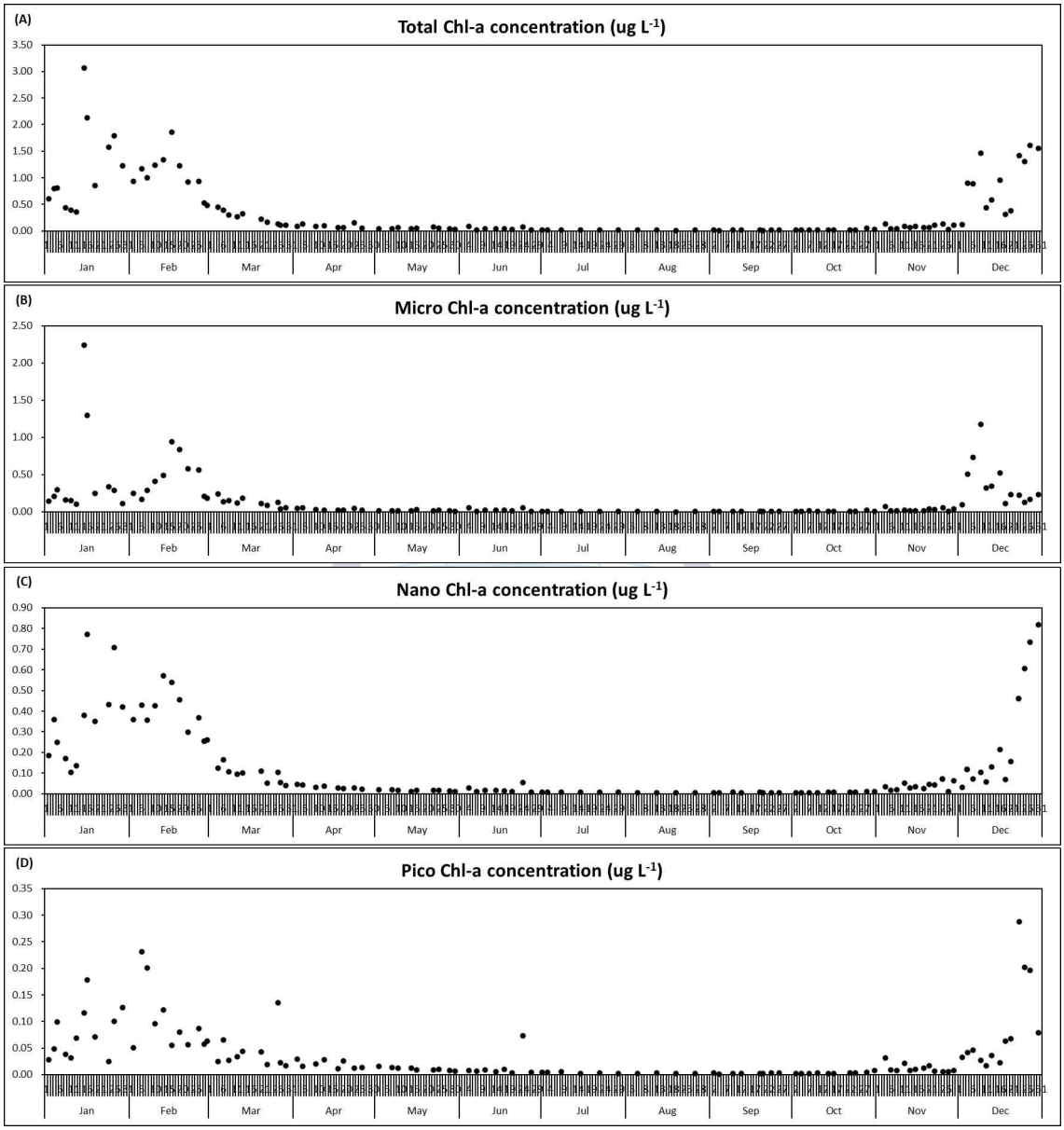


Fig. 4-2. Temporal variation of total Chl-a concentration (A), micro-sized Chl-a concentration (B), nano-sized Chl-a concentration (C), pico-sized Chl-a concentration (D) measured at the nearshore station January to December 2024.

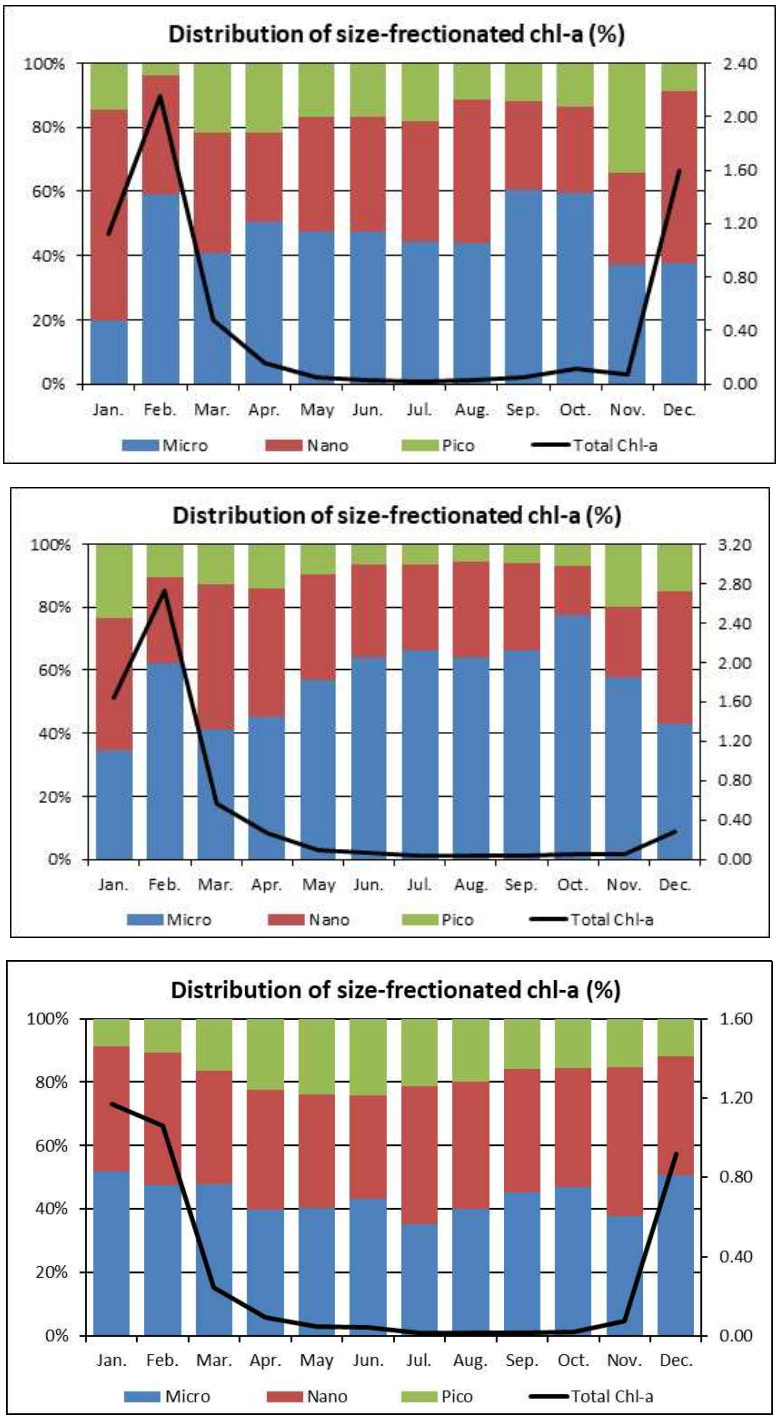


Fig 4-3. Variation in the average monthly time series of phytoplankton from 2022 to 2024.

Temporal variation of phytoplankton in the surface water of Jang Bogo station, Antarctica, 2024

Misa Jeon, Dongwon Han, Eun Jin Yang, Sanghee Kim

Korea Polar Research Institute, KOPRI

Abstract: We monitored the temporal variations in phytoplankton biomass at a nearshore station located near Jang Bogo Station in Antarctica throughout 2024. The annual mean total phytoplankton biomass (total Chl-a concentration) was 0.387 μg L^{-1}, and the highest phytoplankton biomass was recorded on 15 January (3.070 μg L^{-1}). The annual mean micro-sized phytoplankton biomass (micro-sized Chl-a concentration) was 0.160 μg L^{-1}. The annual mean nano-sized phytoplankton biomass (nano-sized Chl-a concentration) was 0.129 μg L^{-1}. The annual mean pico-sized phytoplankton biomass (pico-sized Chl-a concentration) was 0.038 μg L^{-1}.

KOPRI 극지연구소

참 고 문 헌

Clark, A. and R. J. G. Leakey, 1996. The seasonal cycle of phytoplankton, macronutrients, and the microbial community in a nearshore Antarctic marine ecosystem. *Limnol. Oceanogr.* 41: 1281-1294.

Kang JS, Kang SH, Lee JH, Chung KH, Lee MY, 1997. Antarctic micro- and nano-sized phytoplankton assemblages in the surface water of Maxwell Bay during the 1997 austral summer. *Korean J. Polar Res.* 8: 35-45.

Kang JS, Kang SH, Lee JH, Lee SH, 2002. Seasonal variation of microalgae and environmental factors in Marian Cove, King George Island, Antarctica, 1996. Marine Ecology Progress Series. 229: 19-32.

Krebs, W. N., 1983. Ecology of neritic marine diatoms, Authur Harbor, Antarctica. *Micropaleontology* 29: 267-297.

Lee SH, Joo HM, Joo HT, Kim BK, Song HJ, Jeon MS, Kang SH, 2015. Large contribution of small phytoplankton at Marian Cove, King George Island, Antarctica, based on long-term monitoring from 1996 to 2008. Polar Biol. 38: 207-220.

Rückamp M, Braun M, Suckro S, Blindow N, 2011. Observed glacial changes on the King George Island ice cap, Antarctica, in the last decade. Glob Planet Change. 79: 99-109.

Sakshaug, E., Holm-Hansen, 1984. Factos governing pelagic production in polar oceans. In: Holm Hansen, O., L. Bolis and R. Gills (eds.): Marine Phytoplankton and Productivity - Springer - Verlag, Berlin, 125-126.

Smith DM, Cusack S, Colman AW, Folland CK, Harris GR, Murphy JM, 2007. Improved surface temperature prediction for the coming decade from a global climate model. Science. 317: 796-799.

Smith WO, JR (1987) Phytoplankton dynamics in marginal ice zones. Oceanography and Marine Biology 25: 11-38.

Appendix. Phytoplankton biomass (total chl-a concentration, micro-sized phytoplankton chl-a concentration, nano-sized phytoplankton chl-a concentration, pico-sized phytoplankton chl-a concentration) recorded during 2024

KOPRI 극지연구소

Appendix. Phytoplankton biomass (total chl-a concentration, micro-sized phytoplankton chl-a concentration, nano-sized phytoplankton chl-a concentration, pico-sized phytoplankton chl-a concentration) recorded during 2024

Date Jan.	Julian Day	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	1				
2	2	0.610	0.143	0.185	0.028
3	3				
4	4	0.795	0.206	0.359	0.048
5	5	0.810	0.297	0.249	0.099
6	6				
7	7				
8	8	0.434	0.162	0.171	0.038
9	9				
10	10	0.386	0.149	0.103	0.031
11	11				
12	12	0.354	0.105	0.137	0.069
13	13				
14	14				
15	15	3.070	2.243	0.381	0.116
16	16	2.130	1.295	0.772	0.178
17	17				
18	18				
19	19	0.856	0.252	0.351	0.071
20	20				
21	21				
22	22				
23	23				
24	24	1.580	0.337	0.431	0.025
25	25				
26	26	1.790	0.289	0.707	0.100
27	27				
28	28				
29	29	1.227	0.115	0.420	0.126
30	30				
31	31				
Average		1.170	0.466	0.355	0.078
Stdev		0.831	0.646	0.212	0.048
Max		3.070	2.243	0.772	0.178
Min		0.354	0.105	0.103	0.025

KOPRI 극지연구소

Date Feb.	Julian Day	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	32				
2	33	0.933	0.248	0.358	0.051
3	34				
4	35				
5	36	1.174	0.169	0.428	0.231
6	37				
7	38	1.002	0.287	0.357	0.201
8	39				
9	40				
10	41	1.243	0.414	0.427	0.095
11	42				
12	43				
13	44	1.344	0.493	0.570	0.122
14	45				
15	46				
16	47	1.857	0.946	0.539	0.055
17	48				
18	49				
19	50	1.230	0.837	0.455	0.080
20	51				
21	52				
22	53	0.926	0.576	0.298	0.056
23	54				
24	55				
25	56				
26	57	0.931	0.566	0.369	0.087
27	58				
28	59	0.522	0.207	0.253	0.058
29	60	0.484	0.183	0.260	0.063
Average		1.059	0.448	0.392	0.100
Stdev		0.383	0.265	0.104	0.062
Max		1.857	0.946	0.570	0.231
Min		0.484	0.169	0.253	0.051

KOPRI 극지연구소

Date Mar.	Julian Day	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	61				
2	62				
3	63				
4	64	0.446	0.242	0.125	0.025
5	65				
6	66	0.389	0.136	0.165	0.066
7	67				
8	68	0.303	0.152	0.108	0.027
9	69				
10	70				
11	71	0.265	0.124	0.094	0.034
12	72				
13	73	0.321	0.186	0.100	0.044
14	74				
15	75				
16	76				
17	77				
18	78				
19	79				
20	80	0.217	0.116	0.109	0.043
21	81				
22	82	0.168	0.084	0.051	0.019
23	83				
24	84				
25	85				
26	86	0.130	0.130	0.104	0.136
27	87	0.110	0.035	0.055	0.023
28	88				
29	89	0.107	0.057	0.040	0.017
30	90				
31	91				
Average		0.246	0.126	0.095	0.043
Stdev		0.119	0.060	0.038	0.036
Max		0.446	0.242	0.165	0.136
Min		0.107	0.035	0.040	0.017

KOPRI 극지연구소

Date Apr.	Julian Day	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	92				
2	93	0.091	0.051	0.045	0.029
3	94				
4	95	0.127	0.052	0.041	0.015
5	96				
6	97				
7	98				
8	99				
9	100	0.083	0.027	0.030	0.020
10	101				
11	102				
12	103	0.097	0.025	0.036	0.028
13	104				
14	105				
15	106				
16	107				
17	108	0.066	0.021	0.029	0.011
18	109				
19	110	0.063	0.026	0.026	0.025
20	111				
21	112				
22	113				
23	114	0.152	0.049	0.030	0.012
24	115				
25	116				
26	117	0.057	0.020	0.021	0.014
27	118				
28	119				
29	120				
30	121				
Average		0.092	0.034	0.032	0.019
Stdev		0.033	0.014	0.008	0.007
Max		0.152	0.052	0.045	0.029
Min		0.057	0.020	0.021	0.011

KOPRI 극지연구소

Date May.	Julian Day	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	122				
2	123	0.044	0.017	0.019	0.016
3	124				
4	125				
5	126				
6	127				
7	128	0.035	0.018	0.020	0.014
8	129				
9	130	0.062	0.018	0.018	0.013
10	131				
11	132				
12	133				
13	134				
14	135	0.041	0.015	0.011	0.012
15	136				
16	137	0.056	0.027	0.016	0.009
17	138				
18	139				
19	140				
20	141				
21	142				
22	143	0.071	0.018	0.017	0.009
23	144				
24	145	0.047	0.026	0.017	0.010
25	146				
26	147				
27	148				
28	149	0.039	0.018	0.012	0.007
29	150				
30	151	0.029	0.006	0.011	0.006
31	152				
Average		0.047	0.018	0.016	0.011
Stdev		0.014	0.006	0.003	0.003
Max		0.071	0.027	0.020	0.016
Min		0.029	0.006	0.011	0.006

KOPRI 극지연구소

Date Jun.	Julian Day	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	153				
2	154				
3	155				
4	156	0.085	0.053	0.029	0.008
5	157				
6	158				
7	159	0.022	0.009	0.010	0.006
8	160				
9	161				
10	162	0.040	0.020	0.016	0.009
11	163				
12	164				
13	165				
14	166	0.042	0.023	0.016	0.006
15	167				
16	168				
17	169	0.041	0.025	0.015	0.010
18	170				
19	171				
20	172	0.028	0.015	0.012	0.004
21	173				
22	174				
23	175				
24	176	0.074	0.059	0.054	0.073
25	177				
26	178				
27	179	0.016	0.008	0.009	0.004
28	180				
29	181				
30	182				
Average		0.043	0.027	0.020	0.015
Stdev		0.024	0.019	0.015	0.024
Max		0.085	0.059	0.054	0.073
Min		0.016	0.008	0.009	0.004

KOPRI 극지연구소

Date Jul.	Julian Day	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	183	0.016	0.005	0.007	0.004
2	184				
3	185	0.019	0.006	0.009	0.005
4	186				
5	187				
6	188				
7	189				
8	190	0.017	0.006	0.008	0.005
9	191				
10	192				
11	193				
12	194				
13	195				
14	196				
15	197	0.022	0.009	0.008	0.003
16	198				
17	199				
18	200				
19	201				
20	202				
21	203				
22	204	0.014	0.006	0.007	0.004
23	205				
24	206				
25	207				
26	208				
27	209				
28	210				
29	211	0.014	0.004	0.008	0.002
30	212				
31	213				
Average		0.017	0.006	0.008	0.004
Stdev		0.003	0.002	0.001	0.001
Max		0.022	0.009	0.009	0.005
Min		0.014	0.004	0.007	0.002

KOPRI 극지연구소

Date Aug.	Julian Day	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	214				
2	215				
3	216				
4	217				
5	218	0.016	0.006	0.004	0.003
6	219				
7	220				
8	221				
9	222				
10	223				
11	224				
12	225	0.017	0.007	0.006	0.003
13	226				
14	227				
15	228				
16	229				
17	230				
18	231				
19	232	0.010	0.002	0.005	0.002
20	233				
21	234				
22	235				
23	236				
24	237				
25	238				
26	239	0.012	0.005	0.005	0.002
27	240				
28	241				
29	242				
30	243				
31	244				
Average		0.014	0.005	0.005	0.002
Stdev		0.003	0.002	0.001	0.000
Max		0.017	0.007	0.006	0.003
Min		0.010	0.002	0.004	0.002

KOPRI 극지연구소

Date Oct.	Julian Day	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	275				
2	276	0.015	0.007	0.006	0.002
3	277				
4	278	0.017	0.007	0.006	0.002
5	279				
6	280				
7	281	0.015	0.013	0.006	0.003
8	282				
9	283				
10	284	0.016	0.010	0.006	0.003
11	285				
12	286				
13	287				
14	288	0.016	0.008	0.008	0.002
15	289				
16	290	0.018	0.007	0.009	0.002
17	291				
18	292				
19	293				
20	294				
21	295				
22	296	0.015	0.009	0.007	0.003
23	297				
24	298	0.018	0.008	0.009	0.003
25	299				
26	300				
27	301				
28	302	0.053	0.024	0.011	0.004
29	303				
30	304				
31	305	0.024	0.006	0.012	0.008
Average		0.021	0.010	0.008	0.003
Stdev		0.012	0.005	0.002	0.002
Max		0.053	0.024	0.012	0.008
Min		0.015	0.006	0.006	0.002

KOPRI 극지연구소

Date Nov.	Julian Day	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	306				
2	307				
3	308				
4	309	0.128	0.074	0.034	0.031
5	310				
6	311	0.044	0.017	0.018	0.009
7	312				
8	313	0.040	0.014	0.019	0.008
9	314				
10	315				
11	316	0.089	0.023	0.051	0.021
12	317				
13	318	0.060	0.013	0.028	0.008
14	319				
15	320	0.087	0.017	0.035	0.010
16	321				
17	322				
18	323	0.058	0.018	0.024	0.013
19	324				
20	325	0.060	0.039	0.045	0.017
21	326				
22	327	0.105	0.032	0.044	0.007
23	328				
24	329				
25	330	0.131	0.058	0.071	0.005
26	331				
27	332	0.024	0.011	0.011	0.005
28	333				
29	334	0.106	0.038	0.064	0.007
30	335				
Average		0.078	0.030	0.037	0.012
Stdev		0.035	0.020	0.019	0.008
Max		0.131	0.074	0.071	0.031
Min		0.024	0.011	0.011	0.005

KOPRI 극지연구소

Date Dec.	Julian Day	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	336				
2	337	0.123	0.092	0.031	0.033
3	338				
4	339	0.895	0.509	0.116	0.041
5	340				
6	341	0.892	0.734	0.073	0.047
7	342				
8	343				
9	344	1.463	1.177	0.103	0.027
10	345				
11	346	0.436	0.325	0.058	0.017
12	347				
13	348	0.580	0.346	0.131	0.036
14	349				
15	350				
16	351	0.953	0.519	0.213	0.022
17	352				
18	353	0.311	0.109	0.069	0.064
19	354				
20	355	0.381	0.235	0.157	0.068
21	356				
22	357				
23	358	1.423	0.224	0.460	0.287
24	359				
25	360	1.303	0.124	0.607	0.202
26	361				
27	362	1.606	0.172	0.733	0.197
28	363				
29	364				
30	365	1.558	0.231	0.817	0.079
31	366				
Average		0.917	0.369	0.274	0.086
Stdev		0.518	0.307	0.279	0.086
Max		1.606	1.177	0.817	0.287
Min		0.123	0.092	0.031	0.017

KOPRI 극지연구소

제 2 절

장보고과학기지 주변에서 번식하는 남극도둑갈매기의 번식생태

김준겸, 김종우, 김유민, 오영근, 김정훈

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요약 : 본 연구는 남극 장보고기지 주변 남극도둑갈매기의 둥지 분포 및 번식 생태를 조사하기 위하여 실시되었다. 이를 위해 번식기인 2024-2025년 하계기간에 남극도둑갈매기의 둥지분포와 번식 지표를 조사하였다. 조사 결과, 총 41개의 남극도둑갈매기 둥지가 확인되었으며, 한배산란수는 평균 1.65개로 나타났다. 또한 알의 부피는 평균 88.38±6.15cm^3 이였으며, 알의 형태지수는 70.95±2.93%로 타원형에 가까웠다. 번식 생태 조사 결과, 남극도둑갈매기의 평균 부화율은 54.79%, 이소율은 77.50%로 나타났으며, 번식 성공률은 42.47%로 확인되어 2023년에 비해 둥지 수와 부화율은 감소한 반면, 이소율과 번식 성공률이 약 3배 증가한 것으로 나타났다. 2021년, 2023년, 2024년 이소한 새끼 수는 둥지 수 및 부화율과 관련없이 약 30개체로 유지되었으며, 이는 본 연구지역의 환경이 수용할 수 있는 번식 개체군 한계에 해당하는 것으로 추정된다. 또한 남극도둑갈매기 둥지는 장보고기지 및 곤드와나 기지와 일정거리 이상 떨어진 지역에 높은 밀도로 형성되었고, 이는 남극도둑갈매기의 번식 장소 선호가 지형, 기후적인 요인뿐 아니라 인간 교란의 영향을 받을 가능성을 시사한다.

1. 서론

남극 대륙은 극지 환경으로서 특별한 환경 조건을 갖춘 곳이다(Corsolini, 2009). 최근 남극 생태계는 지구 온난화와 같은 범지구적 환경 변화에 노출되고 있다(Ducklow *et al.*, 2007). 이에 대해 장기간 물리적으로 정적인 남극 환경에 적응해 서식 및 번식해 온 남극 생물은 다른 지역의 생물보다 상대적으로 환경 변화에 더욱 민감하게 반응할 것으로 생각되고 있다. 남극조약의정서에서는 유해한 간섭으로부터의 남극동식물군의 보존을 명시하고 있으며, 장보고기지 일대에서 번식하는 토착조류는 남극도둑갈매기(*Stercorarius maccormicki*) 1종이 이에 해당된다.

극지의 육상 생태계는 인간 활동에 대해 즉각적으로 영향을 받는다(Olech, 1996). 그 중 육상에서 번식하는 해양조류(鳥類)의 번식성공은 먹이풍부도, 번식개체의 숙련도, 번식지의 질적 차이(Giese 1996) 뿐 아니라 인간의 활동에 의한 교란에 의해 영향을 받는다(Hunt 1972, Ellison & Cleary 1978, Ollason & Dunnet 1980, Cairns 1980, Brubeck *et al.* 1981, Fetterolf 1983). 또한 인간의 잦은 서식지 접근은 휴식지에서 쉬고 있는 조류들을 교란시키기도 한다(Smith & Renken 1993). 남극도둑갈매기(South polar skua, *Stercorarius maccormicki*)는 주로 남극 해안에서 번식을 하며, 과학 기지의 경우 주로 해안가에 건설되어 기지를 이용하는 연구자의 활동에 의해 남극도둑갈매기의 번식이 영향을 받는 것으로 보고되었다(Hemmings, 1990; Olech, 1996; Wang *et al.*, 1996; Micol and Jouventin, 2001; Livezey *et al.*, 2016).

따라서 모니터링 수행을 통해 이들의 둥지분포와 생태적 특성을 파악하고 이를 토대로 장보고기지 운영으로 발생하는 교란요인을 저감할 수 있는 대책을 마련할 필요가 있다. 본 조사는 장보고 기지 근처에서 번식하는 남극도둑갈매기의 둥지 분포와 번식지표를 확인하고 인간 활동이 남극도둑갈매기의 번식 및 개체군 변화에 미치는 영향을 파악하고자 실시하였다. 또 이를 통해 남극 로스해 지역에서 남극도둑갈매기의 번식 생태를 확인하고, 번식 개체군에 인간 활동에 대한 영향을 줄이기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 연구 지역 및 방법

가. 연구 대상종

남극도둑갈매기는 남극의 최상위 조류 포식자 중 하나이며(Goutte et al., 2014, Fig. 4-4a), 주로 해안을 따라 번식하며 계절에 따라 대서양과 태평양 전역으로 이동하는 이주성 조류이다(Goutte et al., 2014, Fig. 4-4b). 번식체계는 일부일처제로 한 쌍이 함께 부화, 육추, 둥지 방어를 수행한다. 한배산란수는 1~2개이며 번식을 마친 성체와 이소한 유조는 3월에 번식지를 떠난다(Olsen, 2013). 남극도둑갈매기의 번식지는 해양

접근이 용이한 지역 중 얼음과 눈이 없는 지역으로 알려져 있다. 남극도둑갈매기는 빨리 부화한 새끼가 이소성공율이 높았으며, 기온이 낮거나 바람이 심한 번식기에 번식성공율이 낮다고 보고되었다(Ritz et al., 2005).

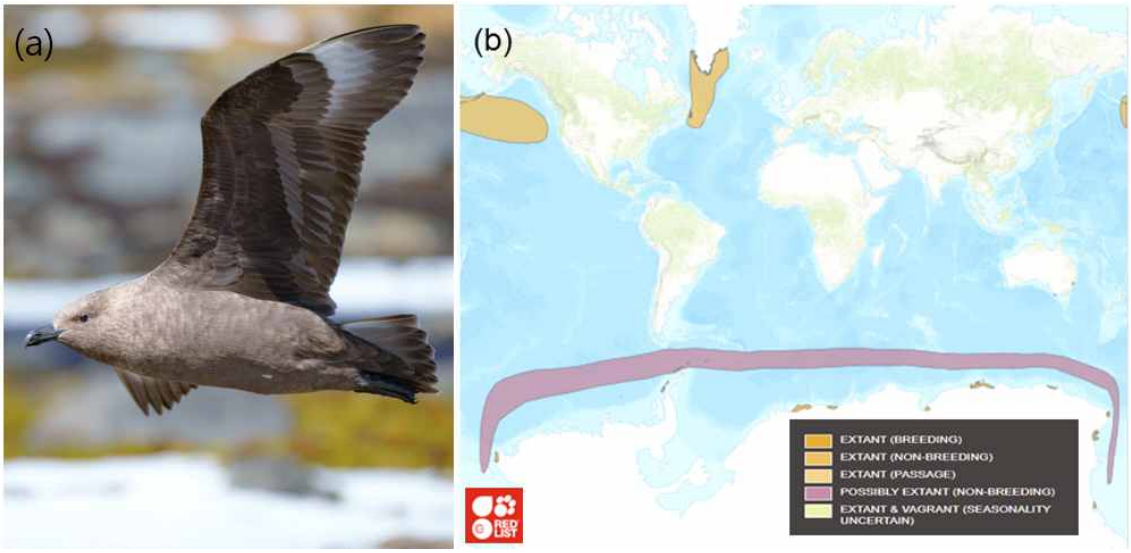


Fig. 4-4. (a) South polar skua and (b) Distribution map of the South polar skua (The IUCN Red List of Threatened Species).

나. 연구 지역 및 조사 시기

본 조사는 2024년 12월 1일부터 2025년 2월 2일까지 남극 로스해 서쪽에 위치한 테라노바만 연안의 남극도둑갈매기 번식지에서 수행되었다. 이곳에는 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 연구 기지인 장보고기지(74° 36’ 55 “S, 164 12’ 3” E)와 남극 하계 기간 동안 운영되는 독일의 곤드와나기지(Gondwana Station, 74° 38’ 7 “S, 164 13’ 18” E)가 위치해 있다. 해당 지역은 하계 기간 동안 생태 조사를 위해 인간의 방문이 다른 지역에 비해 상대적으로 잦은 곳이다.

다. 현장 조사 및 분석 방법

현장 조사 중 번식 중인 개체 발견 시 둥지 내 알의 장경과 단경, 무게를 측정하고 알의 형태 지수(100×단경÷장경; Narushin, 1997)와 한배산란수(전체알개수÷전체둥지수)를 도출하였다. 한배산란수는 관찰자가 직접 둥지 내에 있는 알 또는 부화 중인 알을 발견한 둥지를 대상으로 도출하였으며, 둥지를 발견하지 못하고 유조만 발견한 경우 한배산란수 계산에 포함하지 않았다. 그리고 부화일 예측 수식 제작을 위해 30개 둥지에서 반복적으로 알을 측정하여 포란 진행 및 부화일과 알의 밀도와의 관계를 확인하였다.

남극도둑갈매기 알의 부화 중 부화가 완료된 경우 부화(Hatched), 부화실패의 경우 무정란(Unfertilized)과 알 수 없는 이유에 의한 실패한 경우(Unknown)으로 기록하였다. 기록을 바탕으로 부화율(부화한 알 수/전체 알개수 × 100)을 계산하였으며, 부화 된 유조를 대상으로 관찰 날짜 기록 및 개체인식을 위한 가락지 부착을 진행하였다(Fig. 4-5a, b).

번식성공율(이소한 유조의 수/전체 알개수 × 100)과 이소율(이소한 유조의 수/부화한 유조 수 × 100) 파악을 위하여 번식 중인 둥지를 지속적으로 방문하여 남극도둑갈매기의 번식 상황을 관찰하고 기록하였다. 마지막으로 둥지를 방문했을 때 둥지에 10일령 이상인 새끼가 존재할 경우 이소 성공으로 판단하였다.

둥지 분포는 연구 지역에서 남극도둑갈매기의 둥지가 확인되면 둥지 번호를 부여하고 GPS 좌표를 기록하였다. 둥지 조사 후 부화 시기에도 새로운 둥지가 생기면 날짜와 둥지번호, GPS 좌표를 기록하였다.



Fig. 4-5. (a) Chick of South polar skua (d) Plastic ring attached to the South polar skua chick.

3. 결과 및 고찰

가. 번식 생태

(1) 한배산란수 및 알의 형태적 특성

2024~2025년 번식기 남극도둑갈매기의 둥지는 41개, 알은 총 73개가 확인되었다. 번식기 후반 둥지를 발견하지 못하고 유조만 발견한 경우를 제외한 36개의 둥지에서 확인된 한배산란수를 도출한 결과, 평균 1.65개로 나타났다. 이중 이미 부화하여 알의 크기 측정이 불가한 경우를 제외한 58개의 알을 대상으로 측정한 결과, 알 크기는 장경 72.06±2.69mm, 단경 50.52±1.31mm으로 확인되었다. 알의 형태지수는 70.20±2.93%로 나타나 타원형에 가깝게 나타났다(Table 4-1).

Table 4-1. Egg size and shape of South polar skua (n=73)

Egg Index	Mean±SD
Length (mm)	72.06±2.69
Breadth (mm)	50.52±1.31
Egg volume (cm^3)	88.38±6.15
Shape Index (%)	70.20±2.93

과거 번식기록과 비교하였을 때, 둥지 수에서 큰 폭의 감소가 확인되었다(Table 4-2). 지난 번식기 (2023/24)와 비교하여 번식 개체군이 약 60% 감소하였으며, 과거 최소 개체군인 64쌍과 비교해서도 30% 이상 감소한 것으로 나타났다(Table 4-2). 확인된 번식개체군 감소에 영향을 준 요인 중 하나는 현장 연구 인력 감소로 인한 조사 강도의 감소일 것으로 예상된다. 2024/25 번식기에는 과거와 비교하여 남극도둑갈매기 번식 조사가 일주일 늦게 진행되었으며, 평균 주 1회 번식 모니터링을 수행함으로서 조사 빈도가 과거에 비해 절반으로 감소하였다. 해당 지역에서 남극도둑갈매기는 높은 동족포식이 일어날 것으로 추정되고 있으며, 생성된 둥지가 일주일 내로 사라지는 경우가 잦다. 때문에 일부 소실된 둥지의 경우 현장 모니터링 중 확인되지 않아 둥지수가 일부 감소하였을 것으로 예상된다. 이를 고려하고도 실제 현장 번식개체군의 감소가 있었을 것으로 보이며, 번식 환경이 좋지 않아 번식을 포기하였거나 혹은 아남극권과 남극반도에서 유행하고 있는 고병원성 조류 인플루엔자(HPAI)로 인한 번식 개체의 사망이 번식 개체군 크기에 영향을 주었을 수 있다.

알의 형태지수는 번식기에 따른 차이가 크지 않았으며, 비교적 작은 알이 큰 편차를 가지고 나타난 2021/22 번식기를 제외하면 유사하게 나타났다(Table 4-2). 즉, 환경에 따른 알의 형태적 변화 및 적응 전략은 확인되지 않았다.

Table 4-2. The number of nests and breeding egg size of the South polar skua during seven breeding seasons

Breeding season	The number of nest (n)	Egg volume (cm^3)
2015/16	64	90 ± 6
2016/17	81	87 ± 6
2017/18	81	84 ± 6
2021/22	106	72 ± 3
2022/23	94	87 ± 5
2023/24	102	86 ± 9
2024/25	41	88 ± 6

독일 예나 대학에서 제시하였던 부화일 예측 수식이 본 연구 지역에 적합하지 않기 때문에 30개 둥지, 56개 알을 대상으로 반복적인 밀도 측정 및 부화일 확인을 통해 자료를 수집한 후 예측 수식을 제작하였다. 형성된 부화일 예측 수식은 높은 예측력을 보였으나, 오차범위가 3.22일로 크게 나타났다(Fig. 4-6). 또한 기존에 알려진 부화일 수식과는 달리 포란 초기 밀도 변화가 높게 나타났으며, 이는 포란 초기 측정값이 부족하여 발생한 문제로 보인다. 차후 부화일 예측 수식은 추가적인 자료 수집을 통해 보완 및 검증하고, 그 결과를 현장 연구에 적용할 수 있게 발전시킬 필요가 있다.

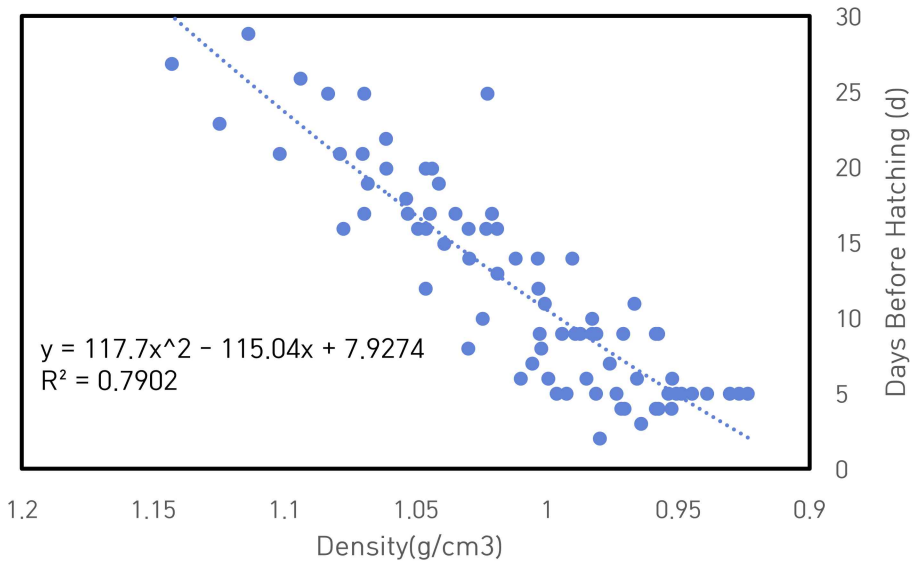


Fig. 4-6. A regression of egg density days before hatching.

(2) 유조의 성장 및 번식지표

2024년 번식기에 부화한 남극도둑갈매기 유조의 수는 총 40마리였으며, 이중 이소에 성공한 유조의 수는 31마리가 확인되었다. 이를 바탕으로 도출된 부화율은 54.79%, 이소율 77.50%, 번식성공율은 42.47%로 나타났다(Table 4-4).

과거 데이터와 비교해보았을 때 부화율은 가장 낮은 54.79%로 확인되었으나, 이소성공율과 번식성공율은 작년 대비 약 세배 증가하여 2022년의 결과와 비슷한 양상을 보였다(Table 4-4). 이는 산란 전후 기상 혹은 성체의 건강 상태 등 불리한 환경이 산란 및 부화에 부정적인 영향을 주었을 것으로 추정되며, 반면 둥지수의 감소는 번식 경쟁을 줄임으로써 부화한 새끼의 생존율이 높아졌을 것으로 추정된다. 결과적으로 2022년을 제외한 3번의 번식시기 모두 이소에 성공한 새끼 개체수는 거의 차이가 없으며, 이는 해당 번식지 환경이 수용할 수 있는 번식 수용한계로 추측된다.

Table 4-4. Hatching, fledging, and breeding success of the South polar skua

Year		Hatching success		Fledging Success		Breeding success	
		Egg laid	Egg hatched	Total number of hatched chicks*	Total number of fledged chicks	Egg laid	Chick fledged
2021/22	N	183	107	112	30	183	30
	Percent (%)	58.47%		26.79%		16.39%	
2022/23	N	151	91	91	48	151	48
	Percent (%)	60.26%		52.75%		31.79%	
2023/24	N	178	127	127	31	178	31
	Percent (%)	71.35%		24.41%		17.42%	
2024/25	N	73	40	40	31	73	31
	Percent (%)	54.79%		77.5%		42.47%	

Total number of hatched chicks*: Including chicks were found outside the nest

KOPRI 극지연구소

나. 둥지 분포

2024년 12월 1일에 장보고기지 근처에서 번식하는 남극도둑갈매기의 첫 둥지가 확인되었으며, 총 41개의 둥지가 확인되었다. 남극도둑갈매기 둥지는 장보고과학기지로부터 약 600m 떨어진 위치에 높은 밀도로 형성되었다(Fig. 4-7). 지난 번식기(2023/24)와 비교하여 외곽에 위치한 둥지가 줄어들었으며, 중심지의 번식 밀도도 감소하였다(Fig. 4-7). 장보고과학기지 주변의 번식지에서 남극도둑갈매기 부화실패는 간혹 아델리펭귄의 공격 때문에 발생하지만(Kim et al. 2021), 흔히 무정란이거나 혹은 동종포식으로 인해 발생한다. 따라서 둥지가 높은 밀도로 존재하는 둥지는 이웃한 개체의 공격을 받아 알이나 새끼를 잃어버릴 위협이 큼에도 내륙 쪽 언덕이나 곤드와나기지 혹은 장보고기지 주변으로 분산되는 경향이 약하게 나타났다. 이는 지형과 기후적인 문제뿐 아니라 인간의 활동으로 인해 기지 주변이 번식에 부정적인 영향을 주기 때문일 수 있다.

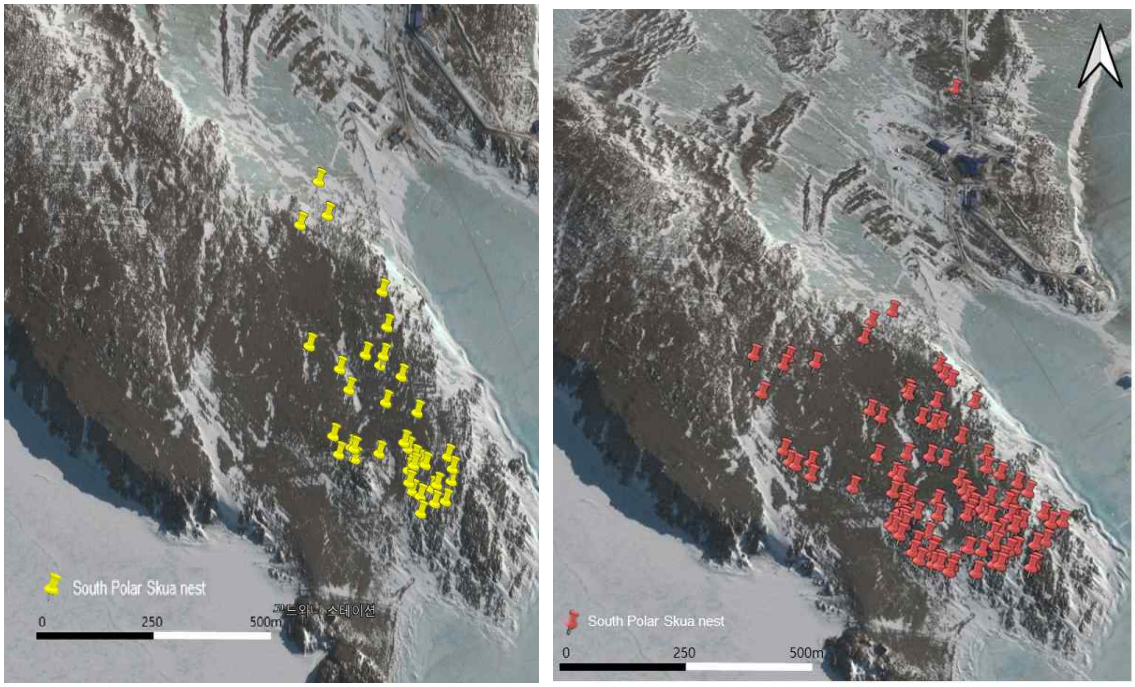


Fig. 4-7. Nest distribution of South polar skua breeding near Jang Bogo Station in 2024 (left) and 2023 (right).

KOPRI
극지연구소

Monitoring on breeding South polar skuas around Jang Bogo Station, Antarctica

Jungyuem Kim, Jong-u Kim, Youmin Kim, Younggeun Oh, Jeong-Hoon Kim

Korea Polar Research Institute, KOPRI

Abstract: This study aimed to investigate the nest distribution and breeding ecology of South Polar Skuas around Jang Bogo Station in Antarctica. The distribution of skua nests and breeding indicators was surveyed during the 2024~2025 breeding season. A total of 41 skua nests were identified, with an average clutch size of 1.65 eggs. The average egg volume was 88.38±6.15 cm^3 , and the egg shape index was close to elliptical at 70.95±2.93%. Breeding ecology data revealed that the average hatching rate was 54.79%, the fledging rate was 77.50%, and the overall breeding success rate was 42.47%. Compared to 2023, the number of nests and hatching rate decreased, while the fledging rate and breeding success rate increased approximately threefold. Across 2021, 2023, and 2024, the number of fledglings remained consistent at around 30 individuals, regardless of nest numbers or hatching rates. This suggests that the breeding population's carrying capacity in the study area may be reflected in the number of fledglings produced. Additionally, skua nests were densely distributed in areas located at a certain distance from both Jang Bogo Station and Gondwana Station. This distribution pattern suggests that the South Polar Skua's preferred breeding sites may be influenced by topographical and climatic factors, as well as human disturbance.

참 고 문 헌

Brubeck, M. V., B. C. Thompson, R. D. Slack, 1981. The Effects of Trapping, Banding, and Patagial Tagging on the Parental Behavior of Least Terns in Texas. Colonial Waterbirds 4: 54-60.

Cairns, D. 1980. Nesting Density, Habitat Structure and Human Disturbance as Factors in Black Guillemot Reproduction. The Wilson Bulletin 92: 352-361.

Corsolini, S. (2009). Industrial contaminants in Antarctic biota. Journal of Chromatography A, 1216(3), 598-612.

Ducklow, H. W., Baker, K., Martinson, D. G., Quetin, L. B., Ross, R. M., Smith, R. C.,Fraser, W. (2007). Marine pelagic ecosystems: the west Antarctic Peninsula. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 362(1477), 67-94.

Ellison, L. N., L. Cleary, 1978. Effects of Human Disturbance on Breeding of Double-Crested Cormorants. The Auk 95: 510-517.

Fetterolf, P. M., 1983. Effects of Investigator Activity on Ring-Billed Gull Behavior and Reproductive Performance. The Wilson Bulletin 95: 23-41.

Giese, M., 1996. Effects of human activity on adelie penguin Pygoscelis adeliae breeding success. Biological Conservation 75: 157-164.

Goutte, A., Bustamante, P., Barbraud, C., Delord, K., Weimerskirch, H., & Chastel, O. (2014). Demographic responses to mercury exposure in two closely related Antarctic top predators. Ecology, 95(4), 1075-1086.

Hemmings, A. (1990). Human impacts and ecological constraints on skuas. In Antarctic ecosystems (pp. 224-230): Springer.

Hunt, G. L., J.r., 1972. Influence of Food Distribution and Human Disturbance on the Reproductive Success of Herring Gulls. Ecology 53: 1051-1061.

Kim, Y., Kim, J. U., Chung, H., Oh, Y. S., Oh, Y. G., & Kim, J. H. (2021). Penguins Strike Back: A Report on the Unusual Case of Adelie Penguin (*Pygoscelis adeliae*) Attacks on South Polar Skua Nests Distant from the Breeding Colony. Diversity, 13(5), 181.

Livezey, K. B., Fernandez-Juricic, E., & Blumstein, D. T. (2016). Database of bird flight initiation distances to assist in estimating effects from human disturbance and delineating buffer areas. Journal of Fish and Wildlife Management, 7(1), 181-191.

Micol, T., & Jouventin, P. (2001). Long-term population trends in seven Antarctic

seabirds at Pointe Géologie (Terre Adélie) Human impact compared with environmental change. Polar biology, 24(3), 175-185.

Ollason, J.C., G. M. Dunnet, 1980. Nest Failures in the Fulmar: The Effect of Observers. Journal of Field Ornithology 51: 39-54.

Olech, M. (1996). Human impact on terrestrial ecosystems in west Antarctica. Paper presented at the Proceedings of the NIPR Symposium on Polar Biology.

Olsen, K. M. (2013). Skuas and jaegers: A&C Black.

Ritz, M. S., Hahn, S., & Peter, H. U. (2005). Factors affecting chick growth in the South Polar Skua (*Catharacta maccormicki*): food supply, weather and hatching date. Polar Biology, 29, 53-60.

Smith, J. W., R. B. Renken, 1993. Reproductive success of least terns in the Mississippi River Valley. Colon Waterbirds 16: 39-44.

Wang, Z., Norman, F., Burgess, J., Ward, S., Spate, A., & Carson, C. (1996). Human influences on breeding of south polar skuas in the eastern Larsemann Hills, Princess Elizabeth Land, East Antarctica. Polar Record, 32(180), 43-50.

KOPRI
극지연구소

제 5 장

장보고과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링

제 1 절

장보고과학기지 주변 기상 모니터링

최태진[1], 김상현[2], 서원석[1,3], 황혜원[1,3]

한국해양과학기술원 부설 극지연구소[1]
기상청[2]
강릉원주대학교 자연과학대학 대기환경과학과[3]

KOPRI 극지연구소

요약 : 2024년 1월 1일부터 12월 31일까지 남극장보고과학기지에서 자동종관기상관측시스템과 목측으로부터 획득된 기상 요소의 변화 특성을 분석하고 지난 4년 특성과도 비교하였다. 그리고 일별, 월별, 연별 통계량과 각종 기상현상의 발생 일수 등을 2024년 기상연보로 정리하였다. 2024년 연평균기압은 984.9 hPa (최고 1003.5 hPa, 최저 964.8 hPa)이었다. 연평균 기온은 -15.4 ℃(최고 6.9 ℃, 최저 -35.1 ℃)로 이전 4년 평균(-14.6 ℃)보다 낮았다. 연평균 풍속은 3.6 ms^{-1}(순간 최대 36.5 ms^{-1})이었고, 이전 4년 평균(4.1 ms^{-1})보다 낮았다. 연중 주풍향은 서풍계열(WSW~WNW)이 가장 우세(49.3 %)하였다. 평균 습도는 55.0 %, 운량은 3.7 oktas이었다. 폭풍설(blizzard) 발생횟수는 총 13회로 지난 4년 평균 횟수(23회)보다 적었다. 2024년 기지 앞바다의 완전 결빙이 지속되지 않은 날은 71일로 지난 4년 결빙 일수(58일~75일)와 비슷하였다.

1. 서론

남극장보고과학기지(이하, 장보고기지) 자동종관기상관측시스템(Automated Synoptic Observation System(ASOS), 74° 37′ 20.28″ S, 164° 13′ 41.83″ E)은 2014년 4월 구축된 이후, 같은 해 8월에 기상청을 통해 세계기상기구의 정규지상관측소(WMO Index No. 89859)로 등록되었다. 기상청 파견 월동 대원은 ASOS에서 자동으로 추출되는 기본 관측요소(풍향, 풍속, 기온, 기압 등)와 목측요소(운량, 운고, 운형, 현천 등)를 이용하여 기상전문을 작성하고, 1일 4회 기상청을 통해 세계기상기구로 발송한다. 이 보고서에서는 2023년 자동종관기상관측시스템에 의해 측정되고 기상대원이 목측한 주요 기상 현상을 분석하고, 과거 4년(2020-2023년)과 비교한다. 그리고 2024년 기상연보를 부록에 수록하였다.

2. 재료 및 방법

가. 연구 지역

자동종관기상관측시스템(ASOS, Automated Synoptic Observation System)은 기지 본관동 북쪽으로 약 180m 떨어진 관측 노장에 설치되어 있으며, 해발고도는 약 32.8 m이다. 노장에는 기상 측기를 운영하기 위한 10m 높이의 타워가 세워져 있다. 이 타워로부터 남쪽으로 약 10m 떨어진 곳에 4m 높이의 경계층관측동이 위치하고 있다. 이 관측동은 기상 타워로부터 충분한 거리를 확보하고 있고, 연중 남풍계열의 풍향 빈도가 가장 낮아 기상 관측에 영향은 적은 것으로 판단된다. 관측 노장은 지면 평탄화 작업 후 모래로 포설되었다. 관측 노장 주변 지형은 대체로 완만하나, 북동에서 서쪽은 내륙 방향으로 경사가 증가하며, 서쪽에 기지 주변에서 가장 높은 브라우닝산(해발고도 760m 높이)이 있다. 북서쪽 약 33km 떨어진 곳에 멜버른산(해발고도 약 2,730m)이 있으며, 구름의 고도를 평가하는 데 이용된다. 반면에 동쪽과 남쪽은 해안 방향으로 경사가 완만하게 감소한다. 노장의 동쪽으로 약 300m에 해안선이 위치하고, 그 뒤로 캠벨 빙하가 남북 방향으로 뻗어있다.

나. 관측

ASOS는 여러 기상 센서가 설치된 10m 높이의 타워(Fig. 5-1, A)와 지상에 설치된 운고계(B), 강우량계(C), 적설계(D) 등으로 구성된다. ASOS 타워에는 풍향풍속계, 온습도계, 기압계, 초음파식 적설계 등이 설치되어 있다. 풍향풍속계는 초음파 방식으로 감지부를 통과하는 공기 흐름으로부터 수평 풍향과 풍향을 산출한다. 1.6m 높이에 설치된 온습도계는 태양 복사에 의한 가열을 방지하기 위하여 차광통(radiation shield) 안에 설

치되어 있다. 기압계는 집록기와 함께 전원 함체 안에 설치되어 있다. 장보고기지에서의 강수 관측은 무게식 우량계를 사용하며, 연중 대부분 기온이 영하에 머물러 부동액(polypropylene glycol)을 충전하여 측정하고 있다. 강설보다 강풍에 날리는 눈이 많아 강풍에 날리는 눈이 관측되지 않도록 바람막이가 설치되어 있다. 시정현천계는 지상 1.6 m에 설치되어 있으나, 산출되는 현천코드가 실제 기상현상과 상이한 경우가 있어, 기상대원이 목측으로 관측한 기상 현상을 우선 기입하고, 극야기간 중 참고용으로 활용하고 있다. 초음파적설계(IRU-9429S)는 2014년 기상관측을 시작했을 때부터 사용하였으나, 고장으로 관측값이 산출되지 않아 2018년 11월부터 새 장비(SR-50)로 교체되었다. 하지만 기지는 활강풍에 날리는 눈이 적설보다 많아, 초음파적설계에서 산출되는 최심적설은 실제 기상현상을 반영하지 못하는 문제가 있다. 이에 적설량 산정은 초음파적설계의 산출값을 참고하되, 기상대원이 적설판의 목측을 기반으로 월보에 적설량을 기재하였다. 전천일사량은 기상타워의 최상단에 설치된 순복사계 관측값을 이용하여 일적산일사량을 산출 후 월보에 기재하였다. 각 장비별 상세 내역은 Table 5-1에서 확인할 수 있다.

장보고기지에서 기상대원이 수행하는 목측요소는 수평시정, 운고/운량/운형, 해상상태(유빙, 거칠기) 등이다. 기상대원이 이들 목측요소를 매 6시간마다 관측하여 일 대푯값을 산출하여 월보에 기재하였다. 기상타워 주변에 설치된 운고계에서 상층/중층/하층운의 고도 및 두께, 운량 등이 산출되나, 이는 참고용으로 활용하였고, 기상대원의 목측이 우선 고려되었다.

KOPRI 극지연구소

Table 5-1. Summary of Instruments of Automated Synoptic Observation System in 2022. Platinum Resistance has been used with HMP155 from April 2014. A windvane and anemometer, which was connected to another data logger, was installed near the 2-dimensional Sonic Anemometer for complementary measurement in 2020 March.

Sensor	Model	Manufacturer	Height
2-dimensional Sonic Anemometer	WMT700	Vaisala	10 m
Windvane and anemometer	05103	R.M. Young	10 m
Temperature & Humidity Probe	100Ω Platinum Resistance for Temperature/HMP155 for Relative Humidity	Vaisala	1.8 m
Barometer	PTB330	Vaisala	1.3 m
Ceilometer	CL51	Vaisala	Ground
Precipitation Gauge	Pluvio2	OTT	Ground
Present Weather Detector	PWD22	Vaisala	1.6 m
Sonic Ranger	SR-50	Campbell Sci.	1.45 m
Snow Gauge	-	-	Ground
Net Radiometer	CNR4	Kipp&Zonen	10.5 m

KOPRI 극지연구소

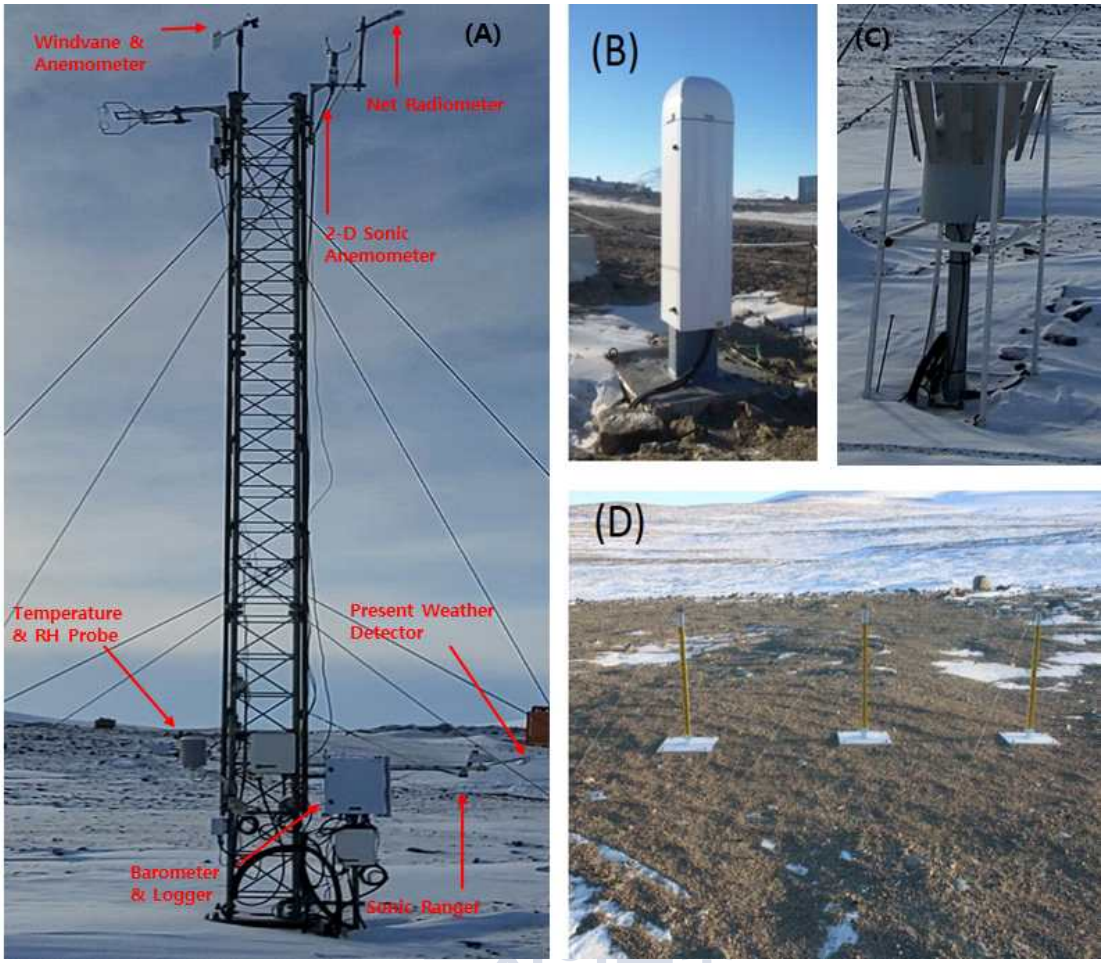


Fig. 5-1. Automated Synoptic Observation System (A), Ceilometer (B), Rain Gauge (C), Snow Gauge (D).

다. 자료 획득 및 저장

ASOS의 자동 관측 요소는 집록기의 CF 카드에 바이너리 형식의 1분 단위 측정값과 10분 평균 자료가 함께 저장되며, 한 달에 한번 기상대원이 자료를 회수 된다. 기상대원은 이 자료와 함께 매일의 관측일지를 참고하여 각 기상 요소에 대한 평균값, 극값, 발생시간, 목측 항목에 대한 현상 일수 등이 정리하여 기상순보 및 월보를 작성한다. 자료의 신뢰도를 높이기 위하여 측기 유지 보수 기간과 악기상 등으로 결측이 된 경우 자료 분석에서 제외된다. 기상대원이 작성한 기상순보/월보는 매월 연구소 서버로 전송되며, 품질 검증 작업이 마무리된 자료는 자료 활용이 가능하도록 극지데이터센터(KPDC)에 저장된다.

3. 결과

여기서는 2024년 기상 특성을 분석하고, 지난 4년 현상과 비교 분석하였다. 2024년

장보고기지 기상연보는 본 보고서의 부록 1에 수록하였다.

가. 기상

2024년 장보고기지의 연평균기압은 984.9 hPa이었으며, 951.6 hPa(5월 5일)에서 1021.5 hPa(7월 22일)의 범위를 보였다(Fig. 5-2). 연평균 기온은 -15.4 ℃으로 연중 최고 기온은 12월 21일에 기록된 6.9 ℃ 이었고, 최저 기온은 6월 23일에 관측된 -35.1 ℃이었다. 월평균 최고 및 최저 기온은 각각 -0.5℃(12월), -23.1℃(5월)이었다. 2024년을 제외한 지난 4년 평균은 -14.6 ℃ 로 2024년 연평균 기온은 그 보다 낮았고, 2020~2024년 중 2023년 연평균 (-15.7 ℃) 다음으로 기온이 낮았다. 2024년을 제외한 지난 4년 월평균과 비교하면 2024년은 7월은 낮았고, 8월은 높았다. 한편, 연평균 상대습도는 55.0 %이었고, 최솟값은 5월 30일, 7월 17일, 9월 12일 관측된 17.0 %이었다.

연평균 풍속은 3.6 ms^{-1}로 월평균 풍속이 2.3 ms^{-1}(9월)에서 4.6ms^{-1}(8월)의 범위를 보였다(Fig. 5-2). 월평균 풍속은 9월이 가장 높았으며, 순간 최대 풍속(gust)은 9월 12일 관측된 36.5 ms^{-1}이었다. 이전 4년 관측과 비교하여 연평균 풍속은 4년 평균 풍속(4.1 ms^{-1})보다 낮았고, 2020-2024년 중 2023년 다음으로 약했다. 연중 서풍 계열의 풍향(WSW ~ WNW)이 차지하는 비율이 49.3%로 타 풍향에 비해 월등히 우세했으며, 북서풍 ~ 북풍(NW ~ N, 9.6%)까지 감안하면 기지의 250 ~ 360도 방향에서 불어오는 바람이 약 58.9 %를 차지하였다(Fig 4-3). 특히 8 ms^{-1} 이상의 강한 바람은 대부분 서풍 계열(WSW ~ WNW)로 기지의 서쪽 브라우닝산을 넘어오거나, 북서쪽으로 돌아들어오는 경우가 대부분이었다.

2024년 평균 운량은 3.7 oktas로 과거 4년 평균 운량(3.6 oktas)와 비슷하였고, 맑은 날(일평균 운량이 2 oktas 이하인 날)의 수가 127일로 이전 4년 평균 맑은 날 일수(131일)보다 4일 적었다(Fig. 5-4). 1, 2, 4, 9월 맑은 날의 수가 10일 미만으로 관측되었고, 5월과 11월에 가장 많은 17일이 관측되었다. 2024년 블리자드 발생횟수는 총 13회이었고, 5월에 4회로 가장 높은 빈도를 보였으며, 2, 6, 10~12월은 블리자드가 없었다. 블리자드 지속 시간은 약 35.2시간으로, 지난 4년 평균(65.5시간)보다 짧았다.

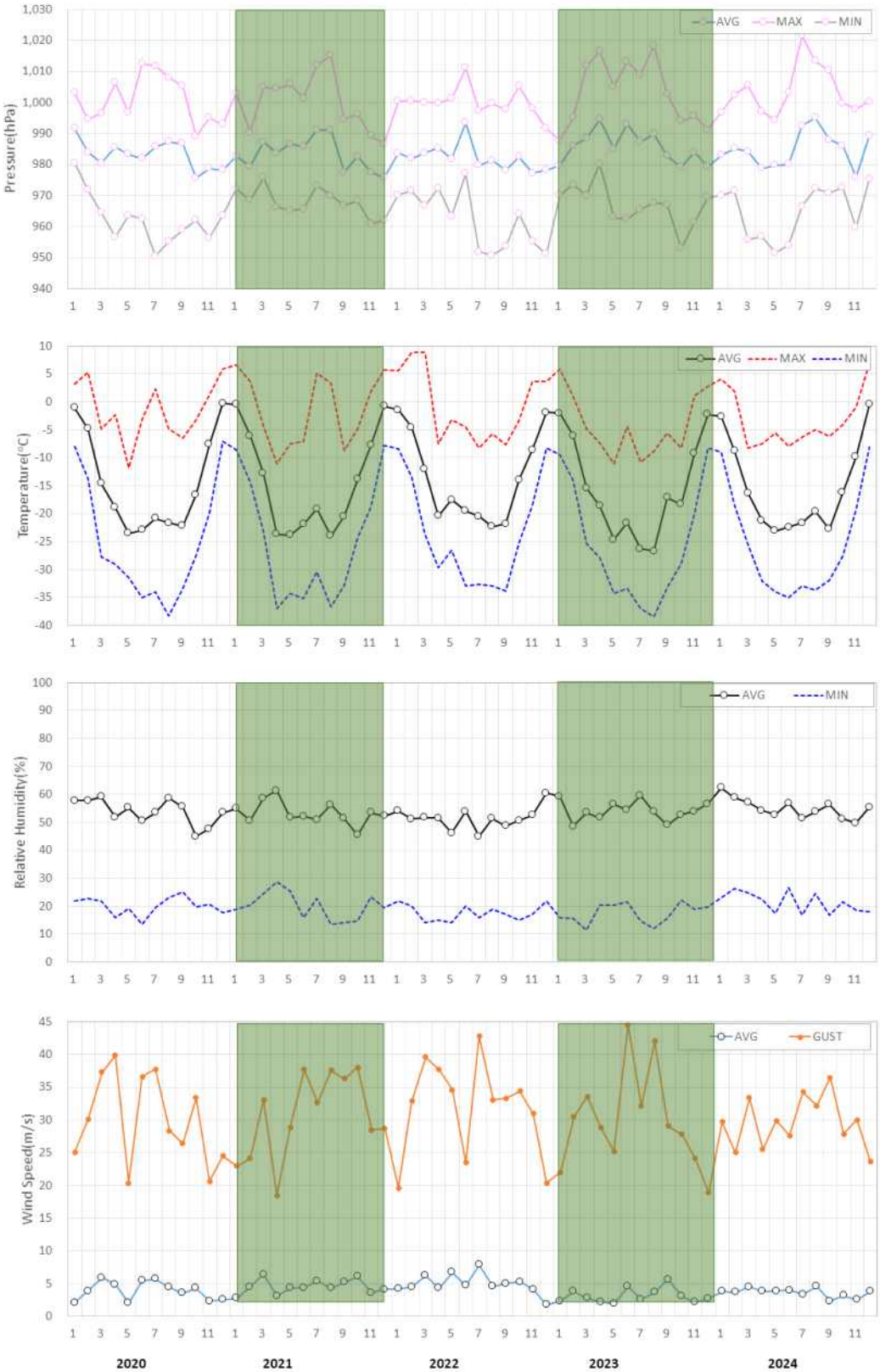


Fig. 5-2. Variations in monthly averaged air pressure, temperature, relative humidity and wind speed from 2020 to 2024.

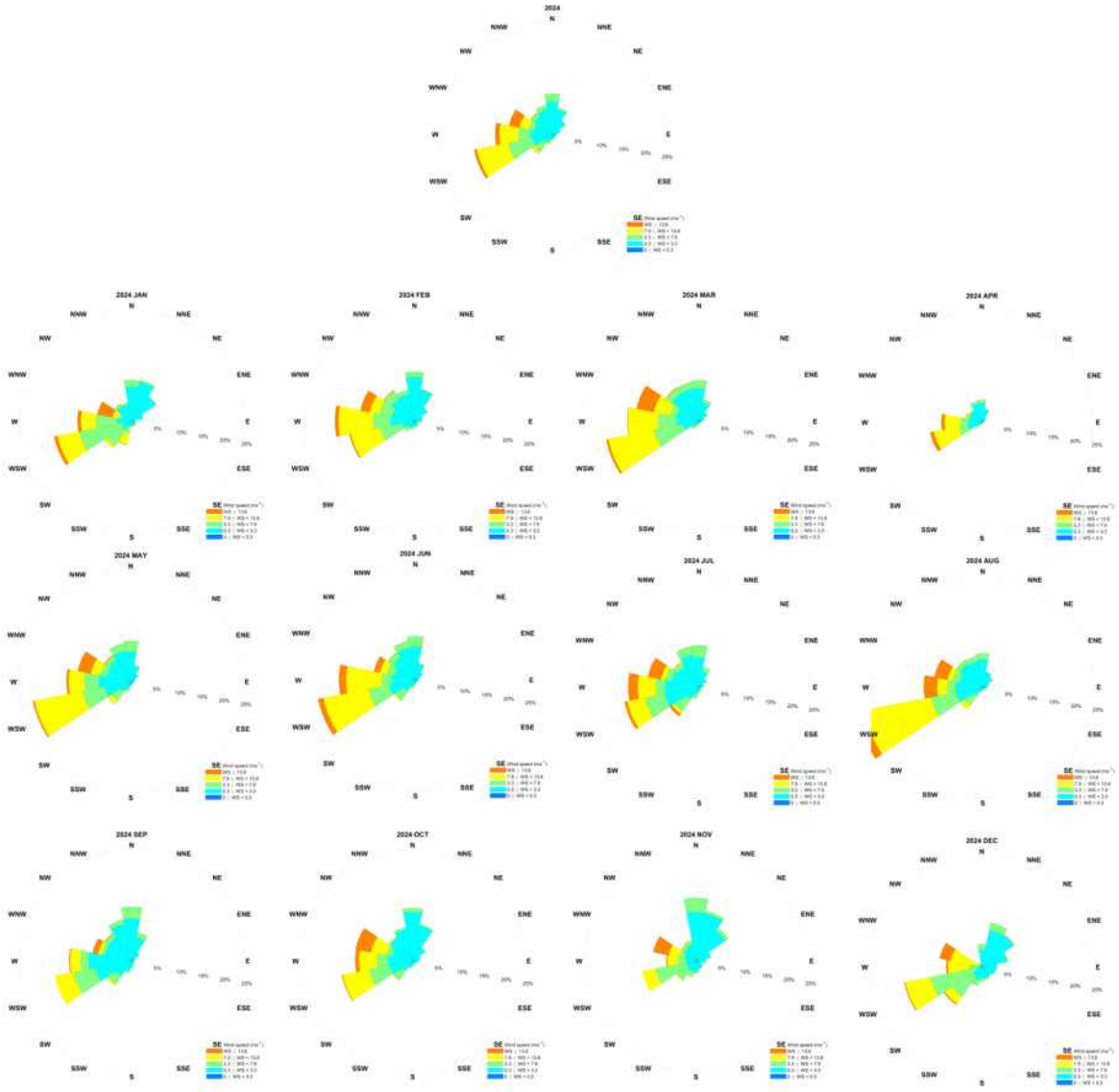


Fig. 5-3. Annual and monthly frequency of wind direction in 2024.

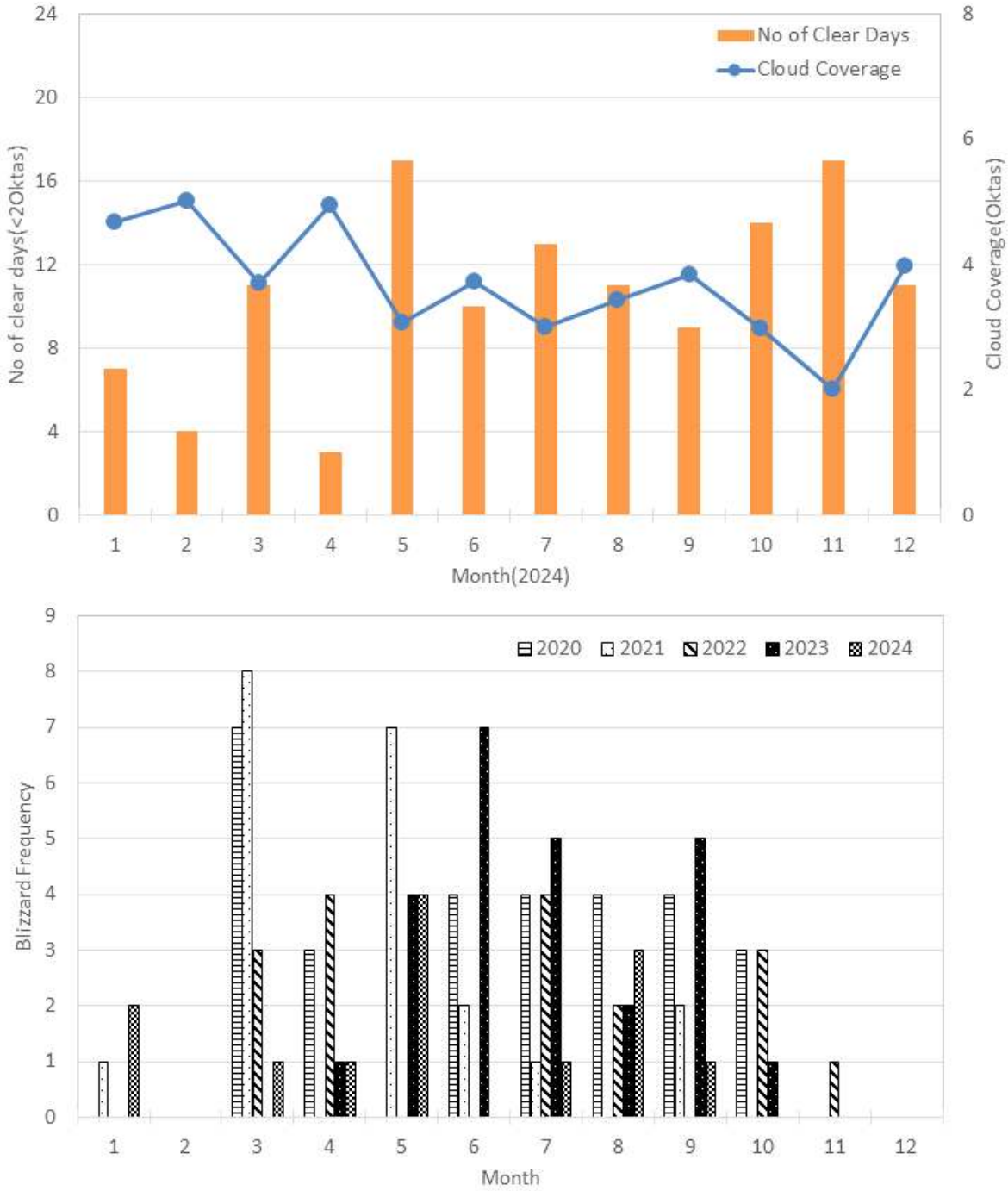


Fig. 5-4. Number of clear days (top) in 2024 and frequency of blizzard occurrence (bottom) from 2020 to 2024.

나. 바다의 결빙

장보고기지 앞 바다의 결빙은 기상대원이 목측하여 순보에 기술하며, 기지 본관동 지붕에 설치된 카메라에서 10분 간격으로 해상 상황을 촬영하여 보완 자료로 활용하고

있다. 2024년 01월 15일 해빙(解氷)이후, 2024년 3월까지 지속되었으며, 최초로 결빙이 관측된 날은 2월 21일이었다(2023년 첫 결빙은 2월 27일). 이후 해빙과 결빙을 반복(2.24-해빙, 3.5-결빙, 3.17-해빙, 3,26-결빙)하다가 최종 3월 26일 이후 결빙되어 연말까지 지속되었다. 관측을 시작한 이후(2015~) 앞바다의 최종 결빙일은 대부분 2월 말에서 3월 말경에 나타났지만, 2022년~2023년은 동계기간인 7월과 8월에는 지속적인 강풍으로 바다 얼음이 깨지는 현상이 발생하였다. 2024년 기지 앞바다의 결빙이 관측되지 않은 해빙 일수는 총 71일로 작년 기준 4일이 적었다.



Fig. 5-5. Variation in sea status near the Jang Bogo Station in 2024.

Monitoring on meteorology at Jang Bogo Station

Taejin Choi[1], Sanghyun Kim[2], Wonseok Seo[1,3],
Hyewon Hwang[1,3]

Korea Polar Research Institute, KIOST[1]
Korea Meteorological Administratiion[2]
Department of Atmospheric Environmental Sciences, Gangneung-Wonju National University[3]

Abstract: Meteorological statistics were presented and analyzed based on Automated Synoptic Observation System and manual observations at the Jang Bogo Station, Terra Nova Bay, East Antarctica in 2024. Annual average atmospheric pressure was 984.9 hPa, highest and lowest pressure were 1003.5 hPa and 964.8 hPa, respectively. The annual mean temperature was -15.4 ℃ (-35.1 to 6.9 ℃), which was lower than the four-year average of -14.6 ℃. The annual mean wind speed in 2024 was 3.6 ms^{-1} (highest instant gust 36.5 ms^{-1}). Compared to the last four years period, wind speed was the lowest. Westerly (WSW ~ WNW, frequency 49.3 %) was dominant. The mean relative humidity was 55.0 % and cloud coverage was 3.7 oktas. The occurrence of the blizzard was 13 times in total. The duration when the sea in front of the station was not fully frozen was 71 days, which showed a similar trend to the number of freezing days (58 ~ 75 days) in the last four years.

제 2 절

남극 과학기지 인근 토양 미기후 모니터링

조안나, 윤여은, 염창훈, 최준혁, 김옥선

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 남극 장보고기지와 세종과학기지 주변에 서식하는 생물의 생육환경을 이해하기 위해 기온, 상대습도, 광합성유효광량, 토양온도, 토양수분함량을 2023년 1월~12월까지 약 1년 간 데이터를 수집하였다. 기온과 토양온도는 계절의 변화에 따라 연동되어 변하는 것을 관찰할 수 있었으며, 상대습도는 이와 달리 측정 지점과 기간, 눈의 분포 등 여러 요인에 의해 변하는 것을 예측할 수 있었다. 광합성유효광량은 온도와 마찬가지로 계절에 따른 변화 양상을 띄며 고위도 남극의 전형적인 연변화 특징을 보였다. 토양수분함량은 눈이 쌓이고 녹는 과정에 따라 영향을 받는 것으로 추측되며, 특히 세종과학기지에서는 깊이가 깊어질수록 표층에 비해 변화의 폭이 적은 양상을 보였다. 기지 주변에서의 미소환경 변화를 관찰하기 위한 장기적인 미기후 환경 모니터링은 추후 생물생태계의 변화와 생지화학적 요인의 상관관계를 분석할 때 매우 중요한 기초자료로 활용될 것이라고 예상한다.

1. 서 론

남극의 육상생태계는 건조하고 저온환경으로 오랜기간 동안 자연 그대로 유지되고 있다. 는 남극 대륙은 기후 변화에 가장 취약한 대륙으로 알려져 있으며, 남극 반도(Antarctic Peninsula)는 그 중에서도 가장 민감하게 반응 하는 지역 중 하나이다. 기후 변화에 더불어 과학자들의 연구 활동과 최근의 관광산업 등으로 인하여 남극에서의 인간 활동은 매년 증가하고 있으며, 이에 따라 남극 육상생태계도 많은 변화를 겪고 있다 (Rintoul et al., 2018). 연구활동에 필요한 난방, 전력공급 등을 위한 화석연료의 사용으로 유기물이나 난분해성 물질들이 발생하며, 실례로 뉴질랜드 기지 주변에서 화석연료의 사용으로 인해 탄화수소 농도가 증가하면서, 탄화수소 분해 미생물이 증가했다는 연구 결과가 보고된 바 있다 (Aislabie *et al.*, 2012). 뿐만 아니라, IAATO (International Association of Antarctica Tour Operators)의 통계보고서에 따르면 코로나가 발생했던 2020/21과 2021/22 시즌을 제외하고 매년 급격히 증가하는 추세이며, 2022/23 시즌의 방문객 수는 104,076명에 달한다 (IAATO, 2023a). 방문을 위해 이용하는 선박과 비행기 등에 의존하는 방문으로 발생하는 여러 오염물질과 다양한 형태의 화학물질이 남극의 대기와 수환경에 직간접적으로 유입되고 있다.

우리나라는 킹조지섬의 바톤반도와 빅토리아랜드의 테라노바만에 세종과학기지와 장보고과학기지를 운영하며 하계기간동안 많은 연구자들이 방문하여 과학활동을 하고 있다. 장보고과학기지가 위치한 테라노바만의 육상환경은 연평균 기온이 2023년 기준 -16.2℃로 극저온 환경이며, 일 년 동안 백야와 극야, 동결(freezing)과 해동(thawing)이 연주기로 발생한다. 세종과학기지가 위치한 킹조지섬은 테라노바만과 비교하여 상대적으로 온화한 기후로, 연평균 기온은 2023년 기준 1.8℃이고, 기온이 영상으로 올라가는 여름철이 테라노바만 보다는 길어 육상 상부에는 활동층(active layer)이, 하부에는 영구동토층(permafrost)이 형성되어 있다. 이러한 극한의 생육조건으로 인하여 남극의 육상환경은 선태·지의류를 제외한 식생이 거의 존재하지 않는다. 초식동물과 곤충의 서식이 불가능하고, 무척추동물이 매우 간헐적으로 관찰되는 간단한 생태계 구조를 가지고 있다. 따라서 아열대 지방이나 온대지방에 비하여, 토양 내로의 영양염류 유입이 적고, 물질순환이 매우 느리며, 그 구조 또한 매우 단순하다. 이러한 특징으로 외부에서 물질이 유입되었을 때 그 영향이 다른 환경에 비해 더 크게 작용할 수 있으며, 오랜 기간 남극 환경에 적응하고 있던 생물 생태계가 민감하게 반응하면서 직간접적인 영향을 받을 수 있으므로, 이들의 변화를 감시하고 이해하기 위해서는 장기적인 미기후 모니터링이 필요하다.

토양의 온도, 수분함량, pH 등의 물리화학적 특징은 주변의 대기의 온도나 CO_2농도 등과 밀접한 연관이 있다. 기후 변화와 같은 환경 요인은 토양의 유기 탄소량의 변화를

야기하며, 결과적으로 토양 미생물 군집에 변화를 유도하게 된다 (Jansson *et al.*, 2020). 따라서 토양 미생물의 생육환경을 이해하기 위해서는 그 환경의 미기후 특성을 이해하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 2023년 1월부터 12월까지 약 1년 동안의 장보고과학기지와 세종과학기지 주변 인근 토양환경 각각 15지점, 2지점에서 미기후 데이터(기온, 상대습도, 광합성유효광량, 토양온도 및 토양수분함량)를 관측하였다.

2. 재료 및 방법

가. 테라노바만 연구 지역(TNB site)

남극 테라노바만에 위치한 장보고과학기지의 주변 토양의 미기후 연구를 위하여 지표에서 기온(temperature), 상대습도(humidity), 광합성유효광량(PAR)과 토양의 온도(soil temperature), 수분함량(soil moisture)을 측정할 수 있는 장치(logger)를 설치하였다 (Table 5-2 and Fig. 5-6). 설치된 지점에서 2023년 1월부터 2023년 12월까지의 월평균 데이터를 분석하였다.

Table 5-2. GPS information of installed loggers. Blue means the sites which are adjacent to Jang Bogo station and green means the sites which are far from the station.

No.	Site	Latitude				Longitude		
1	LG64	S	74	36	46.8	E	164	12	44.8
2	LG63	S	74	36	55.7	E	164	12	9.2
3	LG57	S	74	37	5.5	E	164	11	46.0
4	LG75	S	74	37	27.3	E	164	11	31.5
5	LG62	S	74	36	59.5	E	164	13	0.6
6	LG69	S	74	37	23.2	E	164	11	50.0
7	LG74	S	74	37	37.7	E	164	11	56.0
8	LG72	S	74	37	47.6	E	164	12	7.5
9	LG73	S	74	37	54.1	E	164	12	26.7
10	LG61	S	74	37	58.1	E	164	13	18.6
11	LG58	S	74	37	57.9	E	164	13	47.9
12	LG59	S	74	37	11.5	E	164	12	48.4
13	LG65	S	74	37	26.9	E	164	12	36
14	LG66	S	74	37	10.8	E	164	13	24.2
15	LG70	S	74	37	48.9	E	164	12	54.8

KOPRI 극지연구소

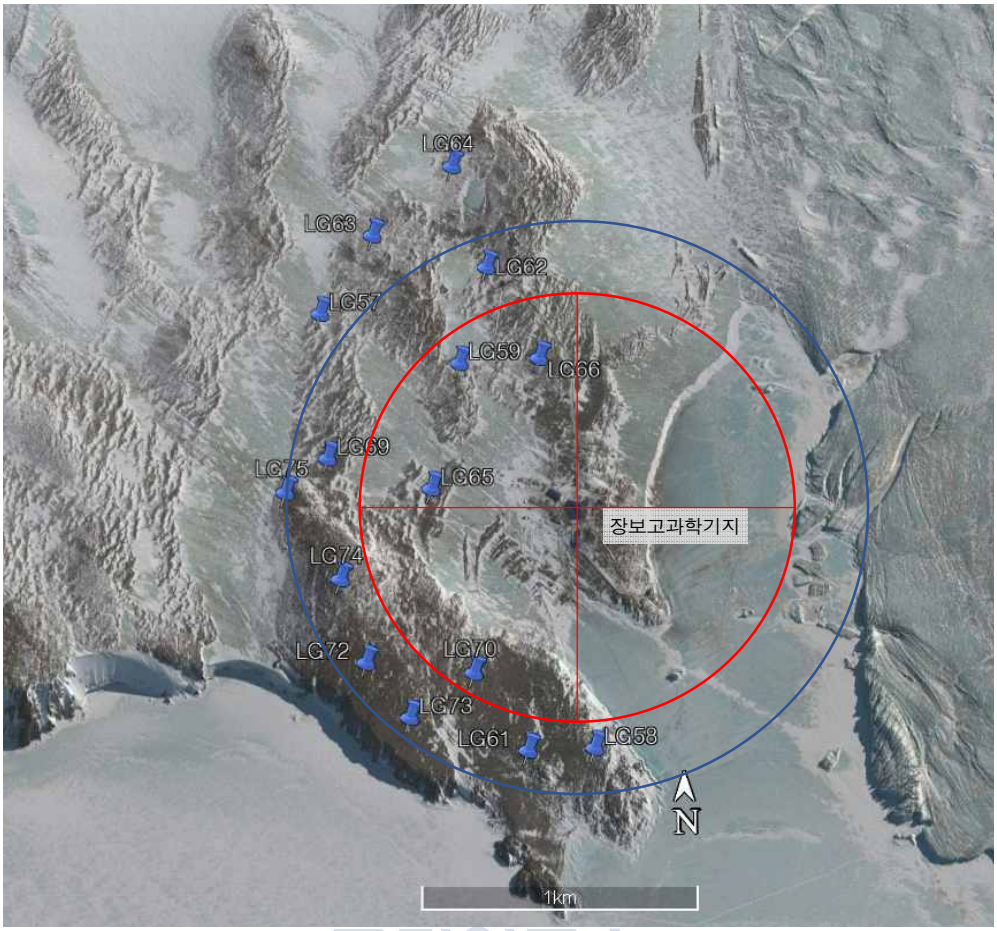


Fig. 5-6. The sites of installed loggers around Jang Bogo station to monitor microclimate changes.

나. 킹조지섬 연구 지역(KGI site)

남극 킹조지섬에 위치한 세종과학기지의 주변 토양의 미기후 연구를 위하여 기온(temperature), 상대습도(humiduty), 광합성유효광량(PAR)과 토양의 온도(soil temperature), 수분함량(soil moisture)을 측정할 수 있는 장치(logger)를 설치하였다(Table 5-3, Fig. 5-7). 설치된 지점에서 2023년 1월부터 12월까지의 월평균 데이터를 분석하였다. 모니터링 지점 KGL21은 연구사업 '환경변화에 따른 남극 육상생물의 생리생태 반응 규명' 의 연구지점중 한 지점이다.

Table 5-3. Information of the site, GPS, and installed logger around King Sejong station.

No.	Site	Latitude				Longitude			
1	**KGL21**	S	62	13	21.90	W	58	47	00.10
2	**KGL34**	S	62	13	29.87	W	58	47	18.37
3	**KGL35**	S	62	13	26.94	W	58	47	10.29



Fig. 5-7. The sites of installed loggers around King Sejong station to monitor microclimate changes.

3. 결과 및 고찰

가. 장보고과학기지 인근 미기후 모니터링

장보고과학기지 인근 15개 지점에 대하여 2023년 1월~12월까지의 지표 근처 기온, 상대습도, 광합성유효광량, 토양온도 및 수분함량을 측정하여 월평균을 분석하였다(Fig. 5-8, Table 5-4~5-8). 장보고 기지 주변 연평균 기온과 상대습도는 각각 -16.12℃, 63.66%로 나타났으며, 표층 토양의 연평균 온도와 수분함량은 각각 -15.65℃, -0.07m^3/m^3로 나타났다.

기지로부터의 가까운 지역과 먼 지역으로 구분하여 관찰한 결과, 두 지역 모두 기온이 가장 낮은 달은 8월이었으며 각각 -28.5℃, -28.2℃로 나타났다. 평균 기온이 가장 높은 달은 1월로 각각 0.7℃, 0.8℃를 기록하였다. 표층 토양의 평균온도 또한 동일한 달에 최저점과 최고점을 기록하였으며, 최저점은 -28.3℃와 -28.5℃, 최고점은 3.0℃와 3.5℃으로 나타났다. 기온과 토양온도는 기지로부터 거리에 따른 차이는 없었으며, 뚜렷한 계절적 변화 양상을 확인하였다.

광합성유효광량은 기온 및 표층 토양온도와 동일하게 계절에 따른 변화 양상을 보였다. 광합성유효광량의 최고점 기간은 12월로 평균 742.9umol/m^2/s 로 나타났다. 극야기간인 5월부터 7월까지는 광합성유효광량이 1.2umol/m^2/s~1.8umol/m^2/s으로 측정되다가, 10월에는 평균 328.9umol/m^2/s로 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 겨울 동안 쌓인 눈이 기온의 상승으로 일부 녹으면서 땅이 햇빛에 노출되는 것도 광합성 유효광량증가에 많은 영향을 준 것으로 사료된다. 이러한 눈의 녹음 정도는 일부 지점에서 토양수분함량이 증가하는 양상을 통해서도 확인할 수 있다.

토양 표층의 상대습도는 2월과 7월에 최저점과 최고점이 나타났으며, 가까운 지역과 먼 지역의 최저점은 각각 49.2%, 53.4%, 최고점은 각각 73.4%, 71.6%로 기록되었다. 이는 겨울기간동안 눈으로 덮여 있기 때문에표층이 노출이 되는 여름기간동안보다 상대습도가 높게 유지되는 것으로 사료된다. 기지로부터 가까운 지역의 토양 분함량은 최저 -0.126m^3/m^3 (9월), 최고 -0.079m^3/m^3 (1월)이었고, 먼 지역에서 최저 -0.061m^3/m^3(8월), 최고 0.015m^3/m^3(1월)로 나타났다. 기온과 토양온도와 비교하여 뚜렷한 계절적 양상은 확인하기 어려우나, 토양수분함량은 여름 기간(11월~2월)에 비교적 높아지는 것을 확인하였다.

계절의 변화에 따른 온도, 토양수분함량, 광합성유효광량의 변화는 대기 중 상대습도뿐만 아니라 육상토양 환경에 서식하는 생물의 활동에 지대한 영향을 미칠 수 있다. 특히 토양미생물의 활동과 토양의 물리화학적 특성은 밀접한 연관성이 있는 것으로 알려져 있다(Jansson *et al.*, 2020; Borowik *et al.*, 2016; Zhou *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2021). 해당 지역에 대한 장기간의 모니터링을 통해 미소환경 특성 파악 및 생태학적 특징과 변화를 확인할 수 있을 것으로 기대된다.

KOPRI
극지연구소

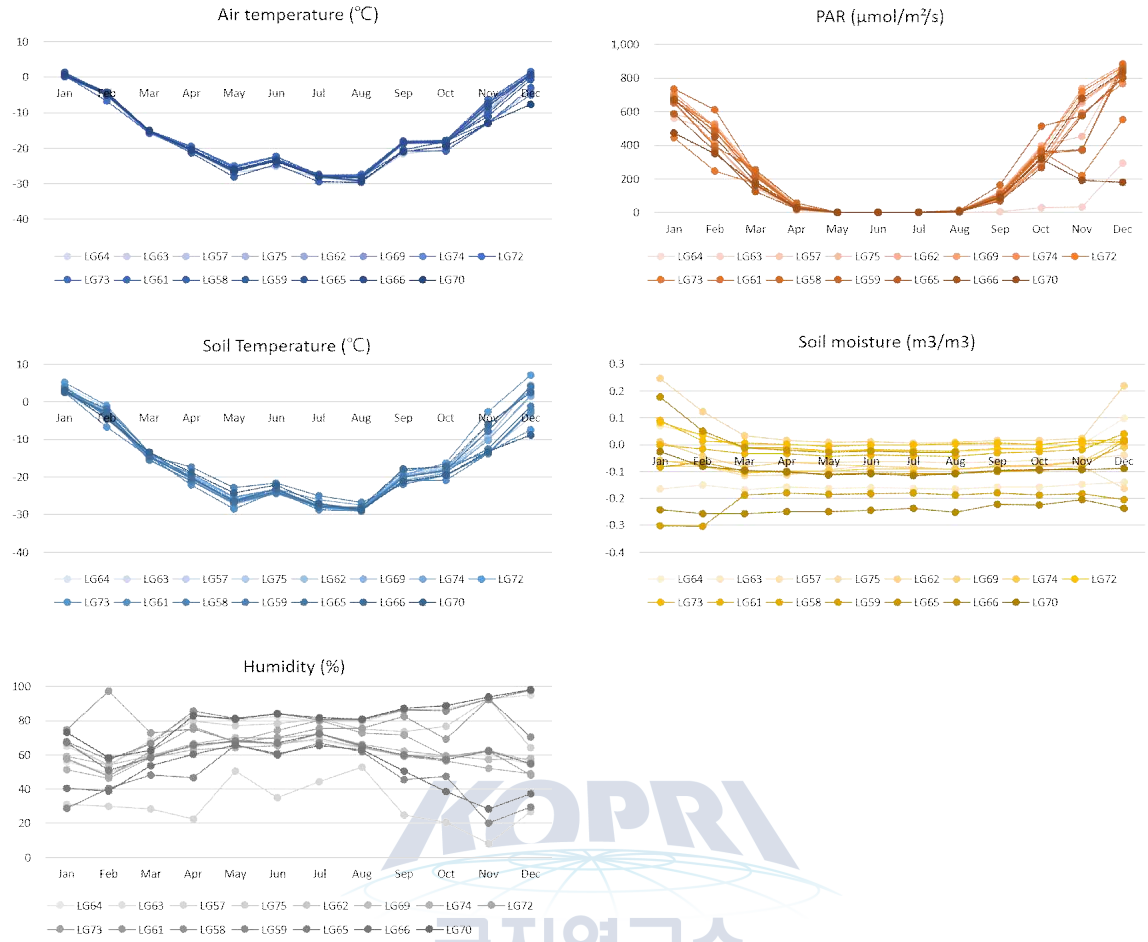


Fig. 5-8. Monthly mean values of air temperature, photosynthetically active radiation (PAR), soil temperature, soil moisture, and relative humidity at Jang Bogo Station.

KOPRI 극지연구소

Table 5-4. Monthly mean air temperature (℃) at the Terra Nova Bay site from January to December 2023.

Air Temp.	Distant area				Intermediate area							Adjacent area				AVG.	MIN	MAX
	LG64	LG63	LG57	LG75	LG62	LG69	LG74	LG72	LG73	LG61	LG58	LG59	LG65	LG66	LG70			
Jan	0.09	1.39	0.60	1.31	0.93	0.83	1.16	0.82	0.47	0.25	1.35	0.75	0.34	0.63	0.82	**0.78**	0.09	1.39
Feb	-4.91	-5.17	-4.95	-4.68	-4.19	-4.65	-4.17	-4.33	-6.68	-4.98	-4.83	-4.21	-4.50	-4.42	-4.97	**-4.78**	-6.68	-4.17
Mar	-15.51	-15.86	-15.25	-15.70	-15.29	-15.26	-15.39	-14.95	-15.65	-15.54	-15.41	-15.14	-15.17	-15.19	-15.17	**-15.37**	-15.86	-14.95
Apr	-20.41	-20.81	-20.27	-20.69	-20.46	-20.60	-19.72	-19.46	-19.62	-20.44	-21.37	-20.19	-20.51	-20.50	-20.40	**-20.36**	-21.37	-19.46
May	-26.23	-26.94	-26.10	-26.54	-26.24	-26.54	-24.92	-25.07	-25.47	-26.32	-28.04	-25.98	-26.44	-26.57	-25.92	**-26.22**	-28.04	-24.92
Jun	-23.24	-25.10	-23.21	-23.57	-23.24	-23.59	-22.25	-22.32	-22.54	-23.19	-24.45	-22.99	-23.44	-23.34	-23.74	**-23.35**	-25.10	-22.25
Jul	-27.65	-28.28	-27.82	-28.22	-27.73	-28.16	-27.44	-27.55	-27.43	-28.12	-29.32	-27.49	-28.16	-27.92	-27.87	**-27.94**	-29.32	-27.43
Aug	-28.01	-29.46	-28.09	-28.77	-28.08	-28.27	-27.62	-27.44	-28.30	-28.05	-29.51	-27.93	-28.25	-28.18	-29.23	**-28.35**	-29.51	-27.44
Sep	-18.14	-21.51	-18.48	-18.71	-18.26	-18.34	-17.97	-18.27	-18.62	-20.79	-20.37	-18.08	-18.25	-18.32	-20.95	**-19.00**	-21.51	-17.97
Oct	-18.50	-20.34	-18.21	-18.47	-18.17	-18.05	-17.77	-17.72	-17.91	-20.76	-18.08	-18.04	-18.02	-18.57	-19.46	**-18.54**	-20.76	-17.72
Nov	-8.83	-13.15	-8.12	-9.77	-7.94	-7.46	-6.85	-6.37	-12.73	-12.96	-10.12	-10.94	-7.29	-8.19	-12.89	**-9.57**	-13.15	-6.37
Dec	-0.12	-3.64	1.01	1.33	0.78	1.13	1.50	1.52	-5.00	-2.89	0.35	-0.62	0.76	0.65	-7.57	**-0.72**	-7.57	1.52

KOPRI 극지연구소

Table 5-5. Monthly mean photosynthetically active radiation(PAR, umol/m^2/s) at the Terra Nova Bay site from January to December 2023

PAR	Distant area				Intermediate area							Adjacent area				AVG.	MIN	MAX
	LG64	LG63	LG57	LG75	LG62	LG69	LG74	LG72	LG73	LG61	LG58	LG59	LG65	LG66	LG70			
Jan	695.27	561.54	651.67	584.00	712.61	652.35	664.64	690.78	444.65	737.58	655.69	672.25	587.70	672.50	474.25	**630.50**	444.65	737.58
Feb	478.72	490.07	406.29	530.09	513.73	411.56	522.79	504.73	246.79	611.73	395.01	486.39	366.07	449.20	349.77	**450.86**	246.79	611.73
Mar	210.73	173.35	148.28	248.77	237.28	161.31	216.11	229.70	171.27	234.82	256.08	217.77	125.22	183.09	165.90	**198.64**	125.22	256.08
Apr	34.84	12.36	23.30	40.87	40.39	24.58	21.63	33.47	29.95	29.67	58.62	36.13	22.84	28.04	26.99	**30.91**	12.36	58.62
May	1.60	1.20	1.50	1.64	1.64	1.50	1.47	1.61	1.60	1.56	1.79	1.59	1.46	1.54	1.51	**1.55**	1.20	1.79
Jun	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	**1.20**	1.20	1.20
Jul	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.21	1.20	1.20	1.20	1.20	**1.20**	1.20	1.21
Aug	9.08	1.58	7.93	10.20	9.46	7.87	6.50	8.56	8.48	8.27	14.47	8.80	7.43	7.82	4.37	**8.05**	1.58	14.47
Sep	106.44	4.82	76.06	123.26	122.43	82.55	71.46	113.84	104.24	98.52	165.87	110.76	70.46	94.48	90.06	**95.68**	4.82	165.87
Oct	355.07	30.24	294.36	399.61	386.01	301.02	287.76	377.47	361.07	349.29	513.89	363.18	268.97	327.10	319.15	**328.94**	30.24	513.89
Nov	698.55	32.72	652.65	453.25	738.15	666.42	592.32	718.60	219.68	371.29	576.14	375.03	577.98	680.59	192.50	**503.06**	32.72	738.15
Dec	855.23	295.80	830.07	887.21	877.59	836.63	767.92	868.46	553.04	884.04	807.75	860.34	797.66	839.59	181.87	**742.88**	181.87	887.21

KOPRI 극지연구소

Table 5-6. Monthly mean soil temperature (℃) at the Terra Nova Bay site from January to December 2023

Soil Temp.	Distant area				Intermediate area							Adjacent area				AVG.	MIN	MAX
	LG64	LG63	LG57	LG75	LG62	LG69	LG74	LG72	LG73	LG61	LG58	LG59	LG65	LG66	LG70			
Jan	4.25	2.50	3.69	3.71	2.97	3.02	3.97	5.26	2.50	2.60	3.94	2.84	3.06	2.52	3.02	**3.32**	2.50	5.26
Feb	-1.50	-4.51	-2.44	-3.23	-3.73	-3.15	-3.04	-1.08	-6.72	-2.58	-3.95	-3.54	-1.96	-3.02	-4.62	**-3.27**	-6.72	-1.08
Mar	-13.61	-14.47	-14.33	-14.74	-15.54	-14.33	-14.97	-13.40	-14.72	-14.50	-14.32	-15.37	-13.46	-14.42	-13.52	**-14.38**	-15.54	-13.40
Apr	-20.42	-19.44	-20.54	-20.55	-21.15	-20.52	-19.87	-20.11	-19.16	-22.20	-17.33	-21.01	-20.10	-20.29	-18.76	**-20.10**	-22.20	-17.33
May	-26.80	-25.32	-26.62	-27.02	-27.27	-26.31	-25.53	-26.06	-25.40	-28.58	-22.77	-26.94	-26.56	-26.44	-24.20	**-26.12**	-28.58	-22.77
Jun	-23.79	-24.12	-23.79	-23.95	-24.36	-23.71	-23.13	-23.46	-23.21	-23.89	-21.63	-24.18	-23.83	-23.23	-22.18	**-23.50**	-24.36	-21.63
Jul	-27.45	-26.93	-28.02	-28.23	-28.02	-27.87	-26.09	-28.07	-27.66	-28.77	-24.92	-27.82	-27.58	-27.90	-27.04	**-27.49**	-28.77	-24.92
Aug	-28.39	-28.49	-28.52	-29.07	-28.96	-28.43	-27.52	-28.47	-28.27	-28.97	-26.68	-28.86	-28.83	-27.91	-28.72	**-28.40**	-29.07	-26.68
Sep	-19.18	-21.41	-19.13	-19.85	-19.78	-19.56	-20.87	-19.53	-18.46	-20.84	-21.95	-19.91	-20.07	-17.87	-21.20	**-19.98**	-21.95	-17.87
Oct	-17.68	-19.75	-17.59	-18.37	-18.58	-17.84	-18.98	-16.27	-17.14	-20.88	-19.49	-18.31	-18.18	-17.20	-19.44	**-18.38**	-20.88	-16.27
Nov	-9.77	-13.22	-7.76	-9.28	-10.21	-6.22	-10.28	-2.56	-13.37	-13.71	-13.79	-12.50	-7.77	-5.97	-13.23	**-9.97**	-13.79	-2.56
Dec	4.50	-4.01	4.27	4.27	1.44	3.00	1.85	7.19	-7.36	-2.80	-2.03	-1.20	4.15	2.43	-8.78	**0.46**	-8.78	7.19

KOPRI 극지연구소

Table 5-7. Monthly mean soil moisture (m^3/m^3) at the Terra Nova Bay site from January to December 2023

SM	Distant area				Intermediate area							Adjacent area				AVG.	MIN	MAX
	LG64	LG63	LG57	LG75	LG62	LG69	LG74	LG72	LG73	LG61	LG58	LG59	LG65	LG66	LG70			
Jan	0.072	-0.165	-0.064	-0.081	0.247	0.012	-0.058	0.082	0.090	-0.002	-0.083	-0.301	0.178	-0.241	-0.025	**-0.02**	-0.30	0.25
Feb	0.037	-0.151	-0.064	-0.081	0.124	-0.045	-0.078	0.037	0.013	-0.015	-0.065	-0.303	0.050	-0.257	-0.081	**-0.06**	-0.30	0.12
Mar	-0.014	-0.167	-0.066	-0.116	0.033	-0.082	-0.107	-0.012	0.006	-0.033	-0.098	-0.187	-0.010	-0.257	-0.097	**-0.08**	-0.26	0.03
Apr	-0.016	-0.157	-0.066	-0.114	0.017	-0.066	-0.099	-0.012	0.002	-0.034	-0.103	-0.180	-0.020	-0.249	-0.101	**-0.08**	-0.25	0.02
May	-0.023	-0.163	-0.066	-0.093	0.009	-0.074	-0.099	-0.024	-0.006	-0.043	-0.110	-0.184	-0.027	-0.249	-0.112	**-0.08**	-0.25	0.01
Jun	-0.021	-0.160	-0.062	-0.079	0.011	-0.082	-0.091	-0.019	0.000	-0.039	-0.105	-0.182	-0.024	-0.245	-0.108	**-0.08**	-0.24	0.01
Jul	-0.027	-0.163	-0.064	-0.088	0.006	-0.083	-0.090	-0.022	-0.001	-0.041	-0.108	-0.179	-0.029	-0.238	-0.115	**-0.08**	-0.24	0.01
Aug	-0.030	-0.165	-0.068	-0.093	0.008	-0.092	-0.091	-0.025	0.003	-0.043	-0.108	-0.187	-0.029	-0.253	-0.107	**-0.09**	-0.25	0.01
Sep	-0.018	-0.157	-0.063	-0.082	0.016	-0.078	-0.081	-0.014	0.005	-0.030	-0.100	-0.181		-0.223	-0.096	**-0.08**	-0.22	0.02
Oct	-0.018	-0.158	-0.057	-0.080	0.016	-0.077	-0.079	-0.016	0.000	-0.026	-0.096	-0.187		-0.224	-0.093	**-0.08**	-0.22	0.02
Nov	0.001	-0.148	-0.054	-0.081	0.025	-0.062	-0.067	0.004	0.014	-0.017	-0.086	-0.183		-0.204	-0.092	**-0.07**	-0.20	0.02
Dec	0.098	-0.141	-0.038	-0.163	0.219	0.020	-0.008	0.012	0.019	0.042	0.014	-0.206		-0.237	-0.089	**-0.03**	-0.24	0.22

KOPRI 극지연구소

Table 5-8. Monthly mean Relative humidity (RH, %) at the Terra Nova Bay site from January to December 2023

RH	Distant area				Intermediate area						Adjacent area					AVG.	MIN	MAX
	LG64	LG63	LG57	LG75	LG62	LG69	LG74	LG72	LG73	LG61	LG58	LG59	LG65	LG66	LG70			
Jan	56.03	64.98	31.25	66.62	57.95	59.27	51.46	57.49	74.75		67.68	28.54	67.23	40.46	73.32	**56.93**	28.54	74.75
Feb	49.48	54.00	30.06	54.01	48.01	53.90	46.35	47.50	97.20		57.26	40.27	50.86	39.02	58.34	**51.88**	30.06	97.20
Mar	59.81	68.45	28.16	66.99	59.64	59.52	58.38	62.30	72.89		66.45	48.13	58.55	53.50	62.59	**58.95**	28.16	72.89
Apr	64.80	83.58	22.56	79.89	65.16	66.63	63.13	76.23	74.99		85.82	46.67	65.79	60.48	82.80	**67.04**	22.56	85.82
May	68.59	80.16	50.37	76.92	67.92	69.92	64.32	67.85	67.76		81.52	65.90	68.01	65.79	80.90	**69.71**	50.37	81.52
Jun	66.61	82.41	35.15	78.14	66.31	69.50	65.47	74.29	70.16		83.98	59.75	66.82	60.69	84.23	**68.82**	35.15	84.23
Jul	68.49	79.57	44.50	81.02	69.84	72.32	72.33	80.39	75.73		80.72	67.06	72.25	65.22	81.60	**72.22**	44.50	81.60
Aug	63.84	79.27	52.74	75.27	64.39	66.35	64.77	72.75	75.51		80.52	61.86	65.50	63.09	81.12	**69.07**	52.74	81.12
Sep	59.62	86.07	24.87	73.55	59.91	62.18	59.34	71.73	82.46		86.53	45.52	59.87	50.72	87.23	**64.97**	24.87	87.23
Oct	59.13	87.02	20.38	76.52	58.70	59.54	56.53	59.10	69.15		85.50	47.44	57.18	38.42	88.69	**61.66**	20.38	88.69
Nov	59.81	92.89	7.86	92.59	62.72	57.39	52.11	62.13	92.17		92.56	20.27	62.39	28.26	93.84	**62.64**	7.86	93.84
Dec	54.65	95.03	26.75	64.24	56.61	57.92	48.99	48.27	97.79		70.40	29.50	54.72	37.19	98.04	**60.01**	26.75	98.04

KOPRI 극지연구소

나. 세종과학기지 인근 미기후 모니터링

세종과학기지 주변에 서식하는 생물의 생육환경을 이해하기 위해 대기관측동 뒤편(KGL34) 및 유류창고 뒤쪽(KGL35) 두 곳에서 기온, 상대습도, 광합성유효광량, 토양온도, 토양수분함량을 2023년 2월~12월까지 약 1년간 데이터를 수집하였다(Fig. 5-9, Table 5-9). 그리고 기지 인접 해안가(KGL21)와 대기관측동 뒤편(KGL34)에서 토양의 깊이별 토양온도와 토양수분함량을 2023년 1월~12월까지 약 1년간 측정하였다(Fig. 5-10, Table 5-10~5-11).

KGL34 지점의 표층 기온은 12월에 최고 13.7℃, 6월에 최저-4.3℃, 연평균 1.8℃를 기록했고, KGL35 지점은 12월에 최고 20.7℃, 9월에 최저 1.7℃, 연평균 13.1℃를 기록했다. 특히 유류창고 뒤편(KGL35)지점은 월평균 기온이 1년 동안 모두 영상을 기록하였다. 상대습도는 특정 패턴은 보이지 않았으며, KGL34의 상대습도는 월평균 2.6%(4월)에서 74.3%(2월)에 이르기까지 큰 편차를 보였다. 표층 토양온도의 경우 KGL34 지점에서 12월에 최고 3.7℃, 6월에 최저 -3.02℃, 연평균 -0.18℃인 것으로 관측되었고, KGL35 지점에서는 1월에 최고 4.5℃, 9월에 최저 -4.4℃, 연평균 -0.28℃로 관측되었다. 두 지점의 기온 패턴은 유사한 모습으로 나타났으며, 기온과 같은 양상으로 변화하는 것을 확인할 수 있었다. 광합성유효광량은 KGL34에서는 12월에 최고 468.4umol/m^2/s, 6월에 최저 9.0umol/m^2/s, 연평균 171.0umol/m^2/s을 기록했고, KGL35에서도 마찬가지로 12월에 최고 462.2umol/m^2/s, 6월에 최저 9.0umol/m^2/s, 연평균 188.0umol/m^2/s을 기록했다. 광합성유효광량은 뚜렷한 계절적 양상을 보이는 환경요인으로 극야기간인 6월에는 10umol/m^2/s미만으로 측정되었다. 표층토양의 수분함량의 경우 KGL34 지점에서는 2월 최고 0.16m^3/m^3, 9월에 최저 0.07m^3/m^3, 연평균 0.12m^3/m^3를 기록하였다. KGL34 표층토양의 수분함량은 토양의 온도 패턴과 유사한 모습을 보였다. 그러나 KGL35지점은 12월 최고 0.12m^3/m^3, 9월 0.06m^3/m^3, 연평균 0.08m^3/m^3로 최고점과 최저점은 패턴은 토양온도 패턴과 유사하나, 여름철에 수분함량이 증가하고 겨울기간동안에 감소하는 전형적인 패턴은 보이지 않았다. 세종과학기지 주변의 표층 토양은 1년 동안 얼거나 녹는 현상을 겪기보다는 계속적으로 활동층(active layer)이 형성 되어있기 때문에 토양수분함량의 계절에 따른 차이는 보이지 않는 것으로 판단된다.

토양의 깊이별 온도와 수분함량 관측은 KGL21지역과 KGL34지역에서 수행하였다. KGL21 지역은 15cm, 30cm, 50cm, 100cm, 150cm와 180cm에서 토양온도와 토양수분함량을 측정하였다. 토양온도는 15cm부터 100cm까지 계절적 변화 양상을 보였으나, 150cm와 180cm 에서는 계절적 양상이 나타나지 않는 동토층이 형성되어 있는 것을 확

인하였다. 특히 180cm에서는 토양온도가 연평균 0.0℃로 최고 0.3℃(3월)에서 최저 -0.5℃(10월)까지 관측되었다. 반면 토양수분함량은 깊이와 상관없이 계절적 양상이 나타났는데, 전체 깊이에서 4월부터 수분함량이 감소하여 7월~10월동안 최저 상태(평균 0.05m^3/m^3)를 유지하다가 10월 이후 증가하여 여름기간인 12월과 2월에 최고 상태(평균 0.14m^3/m^3)를 유지하였다. KGL34 지역은 0cm, 10cm, 20cm, 30cm와 40cm에서 토양온도와 토양수분함량을 관측하였다.

모든 깊이에서 남극의 여름기간인 12월과 1월에 최고점을 기록했는데 그 범위는 3.5~4.4℃였다. 또한 겨울에 해당하는 6월~9월 사이에 최저점을 기록하였으며 그 범위는 -3.0~-1.8℃였다. KGL34 지역은 깊이별 온도 변화 추세는 같은 경향을 보이나 깊이가 깊을수록 변화폭은 적었다. 이는 심층이 표층과 비교하여 상대적으로 기온의 영향을 적게 받기 때문으로 사료된다. 토양수분함량은 표층인 0cm를 제외한 모든 깊이에서 12월에 최고점을 기록했으며, 그 범위는 0.24~0.28m^3/m^3이였다. 표층(0cm)의 경우에는 2월에 최고점(0.16m^3/m^3)을 기록하였다. 최저점은 40cm 제외하고 9월에 관찰되었으며 그 범위는 0.07~0.11m^3/m^3였고 40cm는 7월(0.04m^3/m^3)에 가장 최저점을 나타내었다. 실제로 토양 미생물 군집이 계절의 변화에 따라 달라지고, 그들의 효소 활성 정도도 달라진다는 연구 결과가 있으며(Luo *et al.*, 2020), 이로 미루어 보아 남극의 토양에서도 계절에 따라 토양의 물리화학적 변화가 발생하는 경우 미생물의 생육환경에 직간접적인 영향을 미칠 수 있다는 것을 유추할 수 있다. 따라서 이들의 생물학적, 그리고 생태학적 변화를 관측하기 위해서는 장기적인 미기후 모니터링이 필요하다.

KOPRI 극지연구소

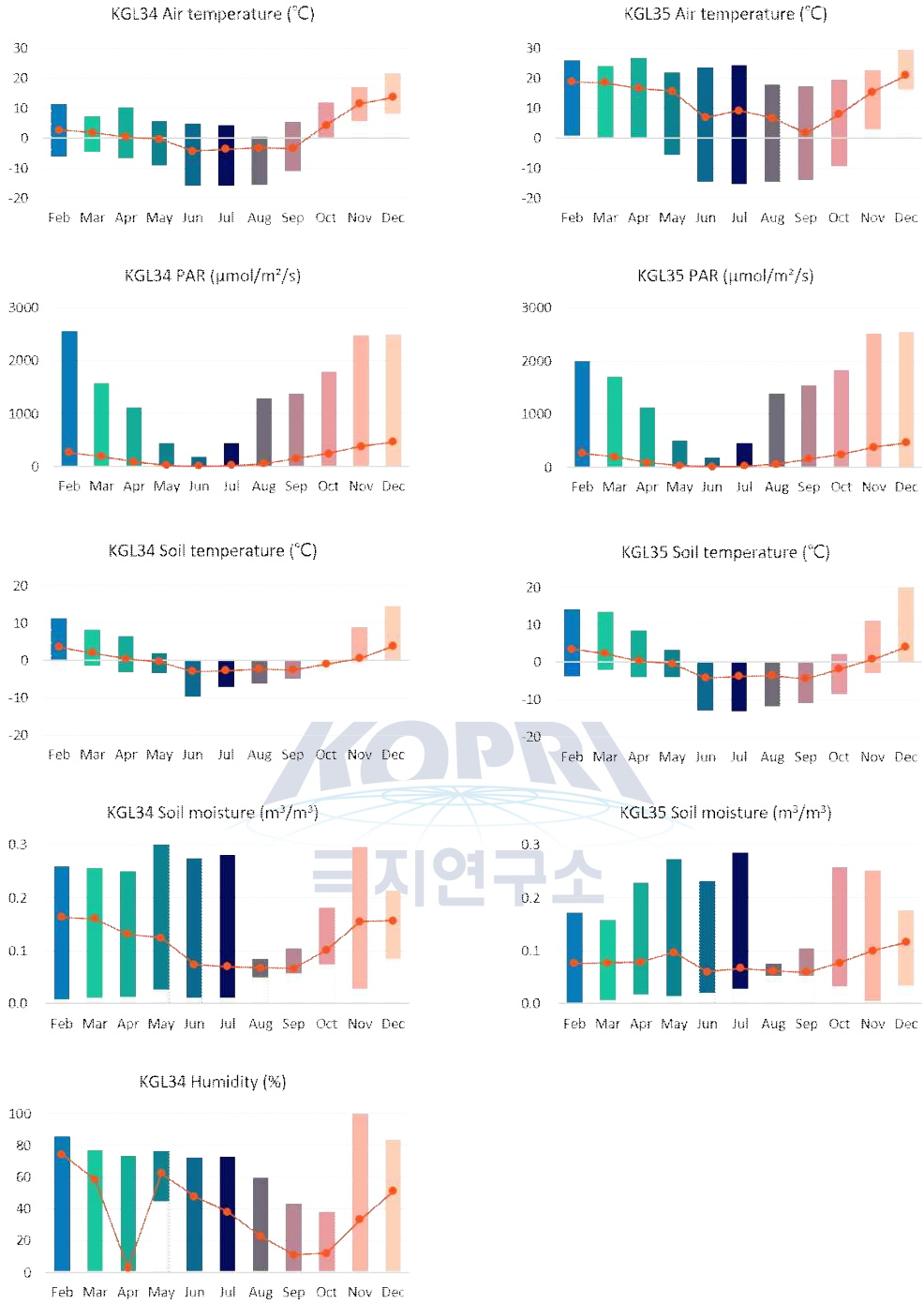


Fig. 5-9. Monthly average, maximum, and minimum microclimate values at KGL34 and KGL35 from February to December 2023.

Table 5-9. Monthly average of air temperature, PAR and relative humidity at KGL34 and KGL35 from January to December 2023

Surface	KGL34			KGL35	
	Airtemperature	PAR (μmol/m² /s)	Relative humidity (%)	Air temperature	PAR (μmol/m² /s)
Jan				18.76	384.26
Feb	2.75	267.82	74.29	18.87	261.15
Mar	1.93	189.92	57.97	18.49	189.83
Apr	0.39	86.36	2.59	16.62	85.55
May	-0.30	23.99	62.09	15.73	24.01
Jun	-4.33	9.03	47.76	6.86	8.97
Jul	-3.68	18.00	37.83	9.19	17.48
Aug	-3.24	49.21	22.53	6.70	52.11
Sep	-3.44	148.30	10.93	1.70	154.41
Oct	4.32	239.76	11.81	7.94	238.66
Nov	11.45	380.48	33.03	15.37	377.66
Dec	13.68	468.40	50.96	20.96	462.23

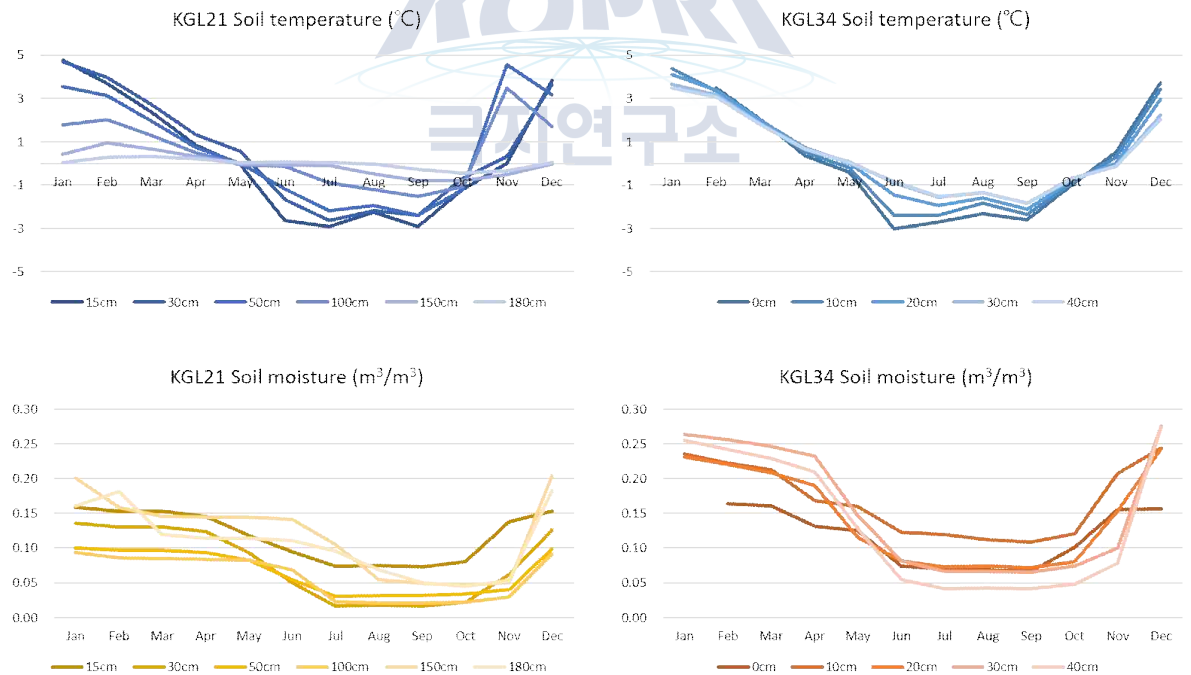


Fig. 5-10. Soil temperature and moisture across depths at KGL34 and KGL35 from January to December 2023.

KOPRI
극지연구소

Table 5-10. Monthly average soil temperature across depths at KGL21, KGL34, and KGL35 from January to December 2023

Soil Temperature (℃)	KGL21						KGL34					KGL35
	15cm	30cm	50cm	100cm	150cm	180cm	0cm	10cm	20cm	30cm	40cm	0cm
Jan	4.76	4.70	3.56	1.78	0.41	0.04		4.39	4.10	3.64	3.47	4.47
Feb	3.69	3.96	3.14	2.02	0.94	0.27	3.48	3.35	3.39	3.15	3.08	3.42
Mar	2.37	2.71	1.96	1.28	0.68	0.31	2.01	1.95	1.97	1.82	1.78	2.26
Apr	0.85	1.31	0.74	0.51	0.31	0.20	0.34	0.54	0.72	0.68	0.65	0.33
May	-0.05	0.55	0.01	-0.08	-0.04	0.05	-0.40	-0.22	-0.01	0.07	0.05	-0.45
Jun	-2.64	-1.65	-1.18	-0.14	-0.05	0.07	-3.02	-2.38	-1.47	-0.89	-0.83	-4.26
Jul	-2.93	-2.65	-2.19	-0.91	-0.10	0.05	-2.71	-2.39	-1.94	-1.55	-1.51	-3.88
Aug	-2.24	-2.20	-1.93	-1.22	-0.48	-0.01	-2.32	-1.84	-1.58	-1.35	-1.34	-3.59
Sep	-2.90	-2.39	-2.39	-1.52	-0.80	-0.28	-2.59	-2.37	-2.10	-1.84	-1.83	-4.44
Oct	-1.21	-0.70	-1.22	-1.07	-0.79	-0.46	-1.02	-0.91	-0.79	-0.71	-0.72	-1.92
Nov	0.00	0.33	4.57	3.48	-0.52	-0.34	0.52	0.28	0.01	-0.12	-0.14	0.72
Dec	3.82	3.65	3.18	1.70	-0.03	0.04	3.73	3.41	2.95	2.23	2.01	4.00

KOPRI 극지연구소

Table 5-11. Monthly average soil moisture across depths at KGL21, KGL34, and KGL35 from January to December 2023

Soil moisture (m^3/m^3)	KGL21						KGL34					KGL35
	15cm	30cm	50cm	100cm	150cm	180cm	0cm	10cm	20cm	30cm	40cm	0cm
Jan	0.158	0.136	0.100	0.093	0.200	0.160		0.235	0.231	0.263	0.255	0.079
Feb	0.153	0.130	0.096	0.085	0.158	0.181	0.164	0.223	0.220	0.256	0.242	0.076
Mar	0.153	0.130	0.097	0.085	0.146	0.119	0.160	0.212	0.208	0.246	0.229	0.077
Apr	0.146	0.124	0.093	0.084	0.144	0.114	0.131	0.168	0.189	0.232	0.210	0.078
May	0.118	0.093	0.082	0.083	0.145	0.114	0.124	0.160	0.115	0.146	0.128	0.097
Jun	0.095	0.050	0.054	0.069	0.141	0.111	0.074	0.123	0.081	0.082	0.055	0.060
Jul	0.074	0.016	0.030	0.023	0.105	0.095	0.070	0.119	0.073	0.067	0.041	0.067
Aug	0.075	0.017	0.031	0.021	0.055	0.068	0.068	0.111	0.074	0.067	0.042	0.062
Sep	0.073	0.016	0.031	0.021	0.049	0.050	0.066	0.108	0.072	0.065	0.042	0.059
Oct	0.081	0.022	0.034	0.022	0.047	0.045	0.101	0.121	0.080	0.074	0.048	0.077
Nov	0.138	0.062	0.040	0.029	0.050	0.053	0.155	0.207	0.152	0.100	0.078	0.100
Dec	0.153	0.126	0.098	0.091	0.204	0.183	0.156	0.244	0.243	0.275	0.274	0.116

KOPRI 극지연구소

다. 장보고과학기지와 세종과학기지의 미기후 데이터 비교

장보고과학기지는 남극 대륙 동남극 북빅토리아(Northen Victoria Land) 테라노바만(Terra Nova Bay)연안의 노출된 육지에 위치하고 있으며, 위경도는 74° 37.4’ S, 164° 13.7’ E이다. 세종과학기지는 서남극 남극반도 끝에 위치한 남쉐틀랜드 군도(South Shetkand Islands)의 킹조지섬(King George Island) 바톤반도(Barton Peninsula)에 위치(62° 13’ 0’’ S, 58° 47’ 0’’ W)하고 있다. 세종과학기지는 장보고과학기지와 비교하여 기온이 높고 습도의 편차가 심하며, 여름기간 동안 안개가 자주 발생한다는 특징이 있다. 이번 연구를 위해 설치한 미기후 수집 장치(로거)의 데이터를 통해 두 기지의 연평균 값을 비교해보았다 (Table 5-12).

Table 5-12. Comparison of annual average microclimate data between Jang Bogo and King Sejong Stations

	Jang Bogo			King Sejong	
	Distant	Intermediate	Adjacent	KGL34	KGL35
Air temp. (℃)	-16.29	-15.98	-16.19	1.78	13.10
RH (%)	61.53	67.56	60.12	37.44	-
PAR (umol/m^2/s)	298.12	266.84	230.37	171.02	188.03
Soil temp. (℃)	-15.54	-15.66	-15.75	-0.18	-0.28
Soil moisture (m^3/m^3)	-0.078	-0.025	-0.145	0.12	0.08

KOPRI 극지연구소

평균 기온의 경우 장보고과학기지는 영하, 세종과학기지는 영상을 기록하였다. 전체 관측일 중 약 10% 내외만이 영상의 기온을 기록한 장보고과학기지에 반해 세종기지는 80% 이상 영상의 기온을 기록하였다. 토양온도는 장보고과학기지가 세종과학기지보다 -15℃이상 낮은 것을 확인하였으며 상대습도는 장보고과학기지가 더 높은 것을 확인하였다. 광합성유효광량은 세종과학기지보다 장보고과학기지에서 더 높은 수치가 관측되었다. 장보고과학기지의 경우 극야기간에는 일조량이 없으나, 여름이 시작되면 급격하게 증가하여 세종과학기지보다 약 20~50% 이상 더 높은 수치가 기록되기 때문에 이와 같은 결과가 관측된 것으로 유추된다. 토양수분함량은 장보고과학기지가 세종과학기지에 비해 더 낮게 관찰됨으로써, 자외선이 강한 비교적 건조한 토양 환경이 형성되어 있다는 것을 알 수 있었다. 장보고과학기지와의 거리요인는 미기후에 영향을 주는 요인은 아닌 것으로 사료된다.

4. 결론

남극 장보고과학기지와 세종과학기지 인근 생물의 생육 및 분포, 그리고 생지화학적

요인과 밀접한 관련이 있는 미소환경 요인을 2023년 약 1년간 모니터링하였다. 미소환경의 지속적인 모니터링은 기지 주변의 육상 생물상과 생지화학적 요인의 변화에 대한 중요한 기초자료가 될 것으로 예상된다.

KOPRI
극지연구소

Monitoring of microclimate in terrestrial ecosystems around Jang Bogo and King Sejong station, Antarctica

Ahnna Cho, Yeo-Eun Yun, Changhoon Yeom, Junhyuk Choi and Ok-Sun Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract: To understand the relationship between microbial ecology and chemicophysical characteristics in terrestrial ecosystems around Jang Bogo and King Sejong Stations, we collected soil microclimate data using loggers that recorded air temperature, relative humidity (RH), photosynthetically active radiation (PAR), soil temperature, and soil moisture from January to December 2023. Air and soil temperatures exhibited dynamic variations in response to seasonal changes, while RH fluctuated due to factors such as measurement location, duration, and the presence of snow cover. PAR followed an annual cycle, a typical characteristic of high-latitude regions. Soil moisture was influenced by snow accumulation and melting patterns, and at King Sejong Station, deeper soil layers showed less variation. Long-term microenvironmental monitoring around these stations is expected to provide essential baseline data for analyzing the interactions between microbial ecology and biogeochemical processes.

KOPRI 극지연구소

참 고 문 헌

Rintoul SR, Chown SL, Deconto RM, England MH, Fricker HA, Masson-Delmotte V, Naish TR, Siegert MJ, Xavier JC. 2018. Choosing the future of Antarctica. Nature 558, 233-241.

IAATO. 2023a. IAATO Overview of Antarctic tourism: The 2022-23 season, and preliminary estimates for 2023-24

IAATO. 2023b. A Five-Year overview and 2022-23 season report on IAATO operator use of Antarctic Peninsula landing sites and ATCM visitor site guidelines.

Aislabie JM, Ryburn J, Gutierrez-Zamora M, Rhodes P, Hunter D, Sarmah AK, Barker GM, Farrell RL. 2012. Hexadecane mineralization activity in hydrocarbon-contaminated soils of Ross Sea region Antarctica may require nutrients and inoculation. Soil Biology and Biochemistry 45, 49-60.

Jansson JK, Hofmockel KS 2020. Soil microbiomes and climate change. Nature Reviews Microbiology 18, 35-46.

Borowik A, Wyszkowska J. 2016. Soil moisture as a factor affecting the microbiological and biochemical activity of soil. Plant, Soil and Environment 62(6), 250-255.

Zhou WP, Shen WJ. 2017. Interactive effects of temperature and moisture on composition of the soil microbial community. European Journal of Soil Science. 68(6), 909-918.

Wang C et al. 2021. The temperature sensitivity of soil: microbial biodiversity, growth, and carbon mineralization. ISME J. 15, 2738-2747.

Luo S, He B, Zeng Q, Li N, Yang L. 2020. Effects of seasonal variation on soil microbial community structure and enzyme activity in a Masson pine forest in Southwest China. Journal of Mountain Science. 17, 1398-1409.

KOPRI 극지연구소

Part III.

남극 세종과학기지

KOPRI
극지연구소

KOPRI
극지연구소

제 6 장

세종과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

제 1 절

환경 시설 관리

37차 월동 연구대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

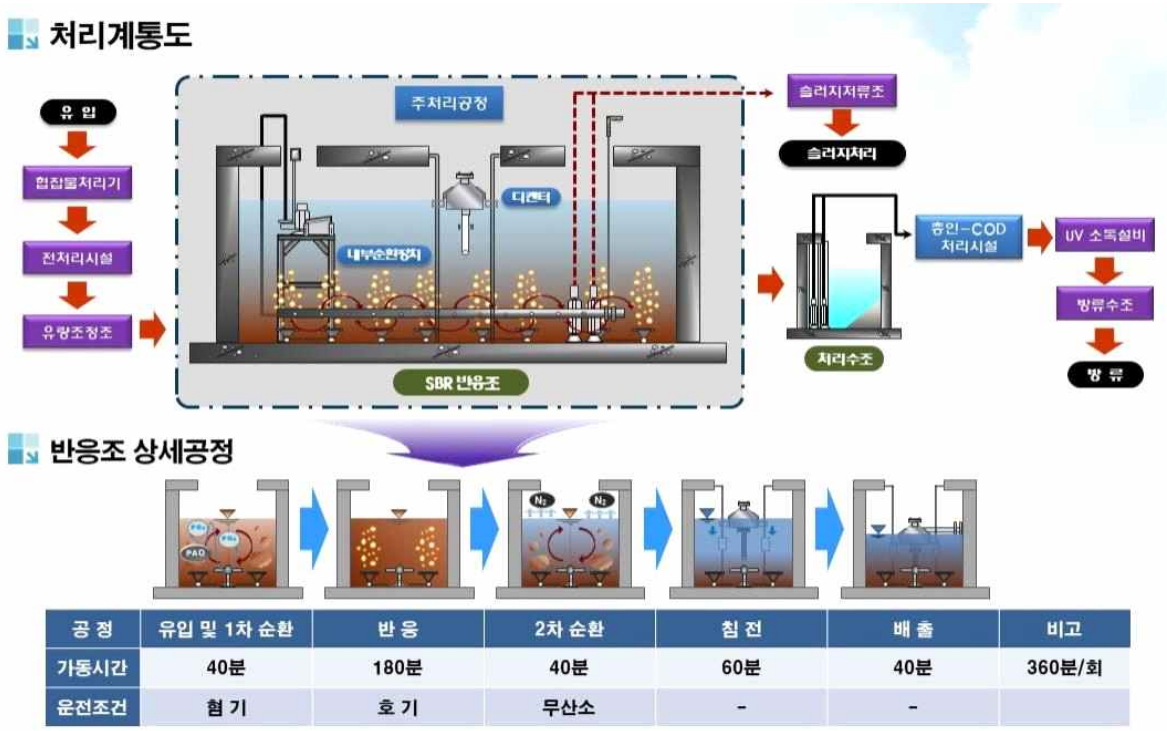
KOPRI 극지연구소

요 약: 세종기지에서는 기지에서 발생되는 생활하수를 처리하기 위해 미생물을 이용하는 오수처리시설을 운영하고 있다. 오수처리시설은 국내의 방류수 수질기준을 적용하여 처리되고 있으며, 지속적인 점검과 보수를 수행하였다. 그러나 세종기지에서 배출되는 방류수 수질은 적용 기준에 미치지 못하고 있어 시설 확충이 요구되나, 필요 공간이 확보될 때까지 기지 체류 인원의 생활 습관 개선이 절실히 필요하다. 오수가 반응조에 머무는 시간을 더 길게 확보하여 미생물과 반응시간을 늘려 지속적인 방류수 수질 개선 노력이 지속적으로 필요하며, 이를 위해서는 오수 발생량을 최대한 줄여야 한다. 기지에서 발생된 폐기물은 성상에 따라 분리수거를 하며, 소각기와 캔압축기를 가동하고 있다. 소각 가능한 폐기물을 잘 구분하고 소각 폐기물 배출량 저감에 지속적인 노력이 필요하다. 또한 소각기의 성능 저하로 실제 사양대비 저온에서 운영하고있어 소각으로 인한 대기오염물질 방출이 우려되며 신규시스템으로 교체가 필요하다. 37차 월동기간 동안 온실관리는 온실 운영계획에 따라 관리되고 있다. 외래종 의심종이 발견되었으나 남극 고유종 가능성이 높아 추가적인 분석이 필요하며, 외래종 유입방지를 위한 조치의 지속적 실행이 요구된다.

1. 오수처리 시설

가. 시설 특성

세종기지에서는 생활하수의 효율적인 처리와 방류를 위해 기존의 재래식 공법을 개량한 IC/SBR(Internal circulation sequence batch reactor)공법의 20톤 용량을 갖춘 오수처리설비(Sewage treatment system)를 운영하고 있다. 기지에서 배출되는 생활하수는 오수집수정으로 모여지고, 모여진 오수는 일정량씩 오수처리기 내로 이송되어 유량조정조와 미생물반응조에서 물리적, 생물학적 분해과정을 거친 후에 바다로 방류되고 있다. 이 공정은 미생물의 효율적인 분해작용을 돕기 위해 호기적, 혐기적 조건을 교대로 형성해주기 때문에, 하수의 주요 오염원인 유기물의 제거와 더불어 부영양화의 주원인으로 주목받고 있는 영양염류인 질소와 인을 효과적으로 제거할 수 있도록 설계되어있다.



공 정	유입 및 1차 순환	반 응	2차 순환	침 전	배 출	비고
가동시간	40분	180분	40분	60분	40분	360분/회
운전조건	혐 기	호 기	무산소	-	-	

Fig. 6-1. IC/SBR sewage treatment system at King Sejong Station.

※ 오수 집수정 작동 방법

① 오수가 유입되어 고수위레벨 스위치 On 시, 1번 이송펌프가 작동하여 저수위레벨까지 오수 이송

② 고수위레벨 스위치 혹은 1번 이송펌프에 문제가 발생하여 비상수위레벨 스위치 On 시, 2번 이송펌프가 작동하여 저수위까지 오수 이송

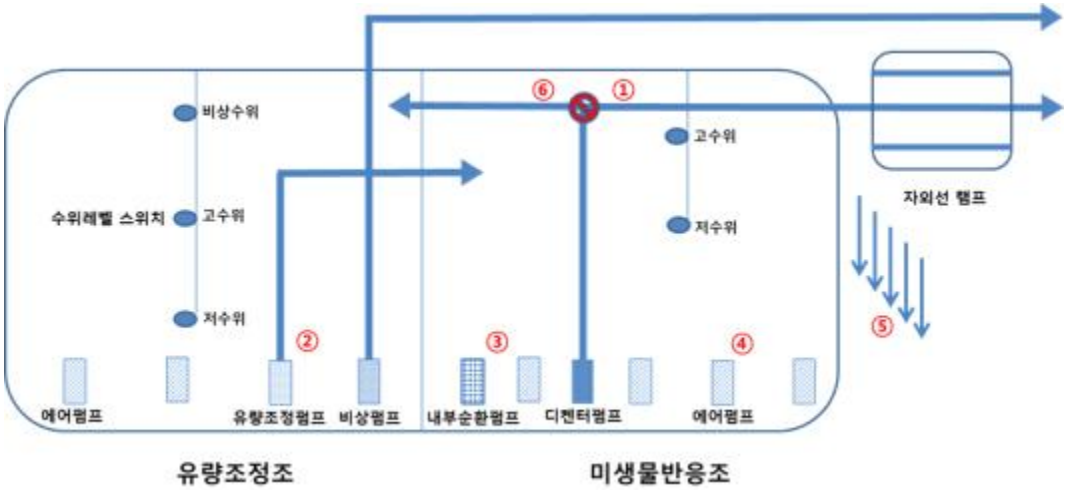


Fig. 6-2. Operation flow-chart of the sewage treatment facility.

※ 오수 집수정 작동 방법

① 미생물반응조 3-Way 밸브와 디켄터펌프가 작동하여 처리한 오수 배출
- 수위조절 스위치가 저수위로 이동할 때까지 배출
- 오수는 자외선 램프를 통과하면서 살균처리

② 유량조정조 유량조정펌프가 작동하여 미처리 오수 이송
- 유량조 오수가 고수위 위치에서, 저수위로 이동할 때까지 이송
- 혹은 유량조 오수가 고수위 위치에서, 반응조 고수위까지 이송
- 오수집수정에서 오수가 유량조 고수위까지 유입되는 동안, 에어펌프 작동(1회 유량간헐; 5분 On, 55분 Off)
- 유량조 저수위 상황에서 에어펌프 작동(반복적 반응저부하; 20분 On, 40분 Off)

③ 미생물반응조 내부순환펌프 작동
- 오수 유입과 상관없이 1회 30분 작동 후 정지
- 반응조 저수위 상황에서 에어펌프 작동(반복적 반응저부하; 20분 On, 40분 Off)

④ 미생물반응조 에어펌프가 작동
- 오수가 반응조 고수위까지 유입된 후, 에어펌프 작동(3시간 반응간헐; 50분 On, 10분 Off)

⑤ 미생물반응조 침전(1시간 30분)

⑥ 디켄터펌프가 작동(1분)하면서 미생물반응조에서 유량조정조로 처리 중인 오수 이동

⑦ 미생물 반응조 3-Way 밸브와 디켄터펌프가 작동하여 처리한 오수 배출

나. 시설 관리

세종기지에서 발생하는 일반 생활하수를 오수처리설비에 유입시켜 물리적, 화학적, 생물학적 처리과정을 거친 후 처리된 물을 방류하여 수질오염을 사전에 방지하고 있다. 기지의 연구동, 숙소동, 생활관동에서 발생하는 오수가 오수 집수정에 모여 침전이 이루어지며, 집수정에서 오수처리설비로 이송되어 처리되고 있다(Fig. 6-3).



Fig. 6-3. Sewage inlet tanks installed in generator room (left) and next to accommodation building (right). Sewage facility details (lower).

그러나 세종기지의 방류수 수질은 오수처리시설 설치 시 제안된 수질기준을 만족하지 못하고 있어 해당 장비의 처리 공정 개선을 위해 장비 납품 업체의 전문가를 2016/17 하계기간 동안 파견하여 현황을 파악하였으며, 2017/18 하계기간 동안 전반적인 시설 개선 작업이 이루어졌다((주) 에이치앤텍 시행). 시설 개선 작업은 오수처리 시설의 노후 기자재 및 추가 부속을 설치하는 작업과 배관 및 전기 공사를 수행하였으나 31차 및 32차 (2019년) 월동기간에는 수질이 개선되지 않았고 대부분의 수질 항목에서 기준치를 초과하였다. 기지 하수의 경우 오수처리시설 반응조의 미생물이 정상적으로 번식, 유지되기 어려운 조건으로 연구실, 식당, 세탁으로 인한 처리 용량을 초과하는 유기물, T-N, T-P 농도의 유입이 원인인 것으로 평가하였다. 향후 개선 방안으로 세종기지의 고농도 유입수 부하를 완충할 수 있는 집수조 증설과 고농도 전처리 설비 및 반

응조 증설로 오수의 처리시설 내 체류시간을 증가시키는 방안을 제안하였다. 2019/20년 하계기간과 33차 2020년 월동기간에는 방류수 수질 개선하고자 반응조에 오폐수가 머무는 시간을 더 길게 확보하기 위해 오수처리시설 운영 시 다음의 조치를 취하여, 반응시간을 늘림으로써 방류수의 수질을 개선하였다.

이후 동일한 운영 방식을 적용하고 있으며 2024년 37차 월동기간에도 지속하였다. 하계기간에 유입량의 증가로 집수정이 넘칠 수 있어 수위관찰과 이물질 등을 수시로 점검하였다. 매월 유량 조절조 수위 센서를 점검하였고, 하계시즌 종료 후 생활관의 오수가 1차로 유입되는 집수정의 수위 센서 점검과 수중 펌프 임펠러 점검, 체크밸브 분해 청소 작업을 하였다. 집수정 청소는 지난 차대에 연 1회 실시하였으나 방류수 수질을 더욱 개선하기 위한 노력으로 월 1회 실시하였다.

2. 폐기물 처리시설

가. 시설 특성

기지에서 발생하는 폐기물 처리를 위해 소각기와 캔압축기를 운영하고 있으며, 폐기물은 전량 반출된다. 발생되는 일반 폐기물은 고철, 유리, 플라스틱, 혼합폐기물로 분리수거가 이루어지고 있으며, 종이, 목재, 음식물 등 유기물에 대한 소각이 제한적으로 이루어지고 있다. 또한 발생되는 PVC류와 고철류는 부피를 줄이기 위해 캔압축기를 2대 운영하였으나 오래된 캔 압축기는 고장으로 2025년 반출 예정이다(Table 6-1, Fig. 6-4).

Table 6-1. Status of waste treatment equipment

장비명	도입년도	제조사	장비 재원	용 도	상 태	비 고
소각기	2011년	하나로이앤지	BHF-30 (횡형축로식)	폐기물 소각	양호	
캔 압축기	2012년	대원테크	DW MCP-1 최대압축력 9TON	캔, PVC 압축	양호	
캔 압축기	-	동진파워	NDJ (9 Ton)	캔, PVC 압축	고장	반출 예정



Fig. 6-4. Incinerator and can presser operating at King Sejong Station.

나. 소각기 관리

소각기의 내화벽돌 보호를 위한 보수 작업은 매년 진행하고 있다. 황토와 케스타블을 2:8 비율로 혼합하여 1차, 2차 보강을 하고 그 위를 황토로 한 번 더 보강하여 황토와 케스타블이 쉽게 분리되지 않는 방식을 적용하여 좀 더 효율적인 보수를 진행하였다. 소각기 운전 시 주의할 사항은 소각로 온도가 100℃ 이상일 때 소각기 전원을 OFF 하면 노내 온도 영향으로 버너에 무리를 줄 수 있다.

※ 소각기 사용시 주의 할 점 (37차 월동대 기계설비)

- 연소실에 쓰레기 주입시 화염 토출구를 가리지 말 것.
- 연소실 전용 환풍기 가동 후 버너 점화할 것.
- 소각 종료 후 내부 온도가 100℃에 이르면 환풍기 및 전원을 끌 것(버너 역화 발생으로 노즐 등 파손 위험)
- 최대 온도는 550℃를 넘기지 말 것(단열재 용융점)
- 유기화합물 소각 시 고점 온도 주의(소각기 내부 온도가 600℃ 이상 넘어가면 변형 및 파괴 화재 위험)
- 바람의 방향 확인하고 태울 것(연구동쪽으로 불때는 삼가)
- 폐기물 관리지침을 따를 것

소각기 사용 시 주의 사항에서 언급한 바와 같이 화재의 위험으로 소각기의 온도를 550℃ 이상으로 사용하지 말 것을 당부하고 있으나, 해당 온도는 불완전 연소를 유발하여 다이옥신 등 유해가스와 대기 오염물질이 발생할 수 있어 소각시스템의 교체가 필요한 것으로 보인다. 현재 세종기지에서 사용중인 소각기는 2011년 설치하였으며 당초 고온의 2차 연소까지 가능한 사양이었으나 현장 운영 시 해당 사양을 반족하지 못하였고 화재의 위험으로 1차 연소만 진행하고 있다. 또한 전문가 자문 시 그 성능이 국내 기준에도 못 미치는 것으로 검토되어 소각시스템에 대한 근본적인 검토가 필요하다.

3. 온실 관리

세종기지 온실 시스템은 2021년 새롭게 도입되었다. 해당 시설은 2개의 40ft 컨테이너를 붙여 놓은 크기로 분리된 왼쪽은 온실 설비가 갖추어져 있고 오른쪽은 기지 체류 인원의 휴식 또는 온실 작업자가 활용할 수 있는 공간으로 구성되어 있다(Fig. 6-5, 6-6).



Fig. 6-5. Hydroponic facility installed in 2021 at King Sejong Staton.



Fig. 6-6. Inside of the hydroponic container divided into two compartments. Hydroponic equipment (left) and foyer space (right).

세종기지 온실은 농진청과 ㈜팜에이트에서 제작하고 시험한 후 보급되었으며, 기존 온실에서 재배가 불가능하였던 열매채소의 재배가 가능해졌고, 엽채류의 수확량도 늘었다. 37차 월동기간에는 설비개선을 통해 외기 유입 설비를 통한 온도 제어로 연중 일정한 온도 재배가 가능하게 되어 수박, 참외, 멜론, 당울 토마토 등 다양한 열매 과일 및 채소를 공급할 수 있었다(Fig. 6-7). 2024년 5주차 ~ 50주차까지 약 450kg의 작물을 수확하였으며 지난해 약 310kg보다 약 140kg 많은 양을 수확하였다(Table 6-2).

Table. 6-2. Amount of harvested vegetables from the hydroponic facility at King Sejong Station

단위 : kg

기간	5주	10주	15주	20주	25주	30주	35주	40주	45주	50주	계
잎채소	31	35	56	51.5	45.5	37	34	29	42	42	**403**
열매채소	0	0	4.5	6.5	11	5	3	2	6	9	**47**
수확량	31	35	60.5	58	56.5	42	37	31	48	51	**450**

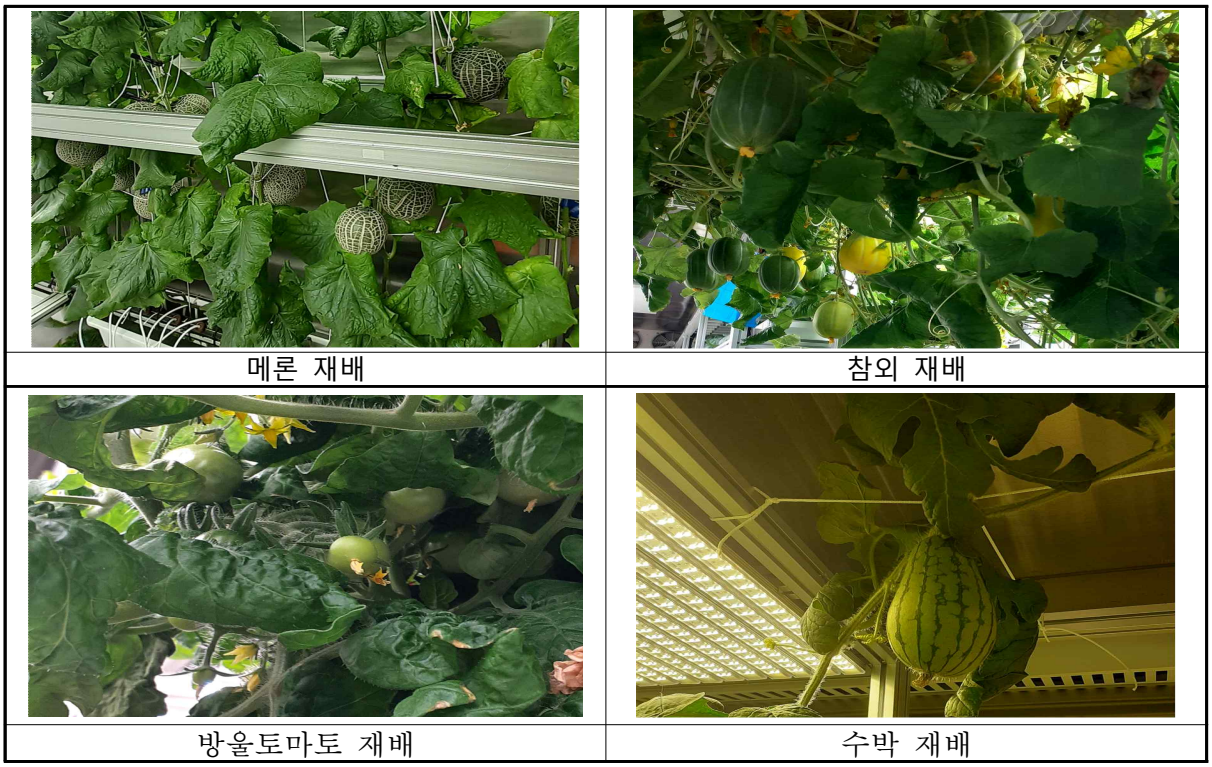


Fig. 6-7. Fruits and fruiting vegetables being cultivated in the greenhouse at King Sejong Station.

온실 운영은 '온실운영 지침'에 따르며, 멸균된 종자를 사용하고 온실 관리 인원은 온실에 들어가기 전 손을 씻고, 신발과 피복에 이물질 특히 유기물이나 동식물의 전부나 일부가 붙어있지 않은지 확인하였다.

세종기지 온실의 외래종 모니터링 과정에서 2024년 10월 절지동물이 발견되었다(Fig. 6-8). 발견된 톡토기류로 추정되는 절지동물은 남극의 고유종과 형태적으로 유사하나 유전자 분석을 통해 외래종 또는 고유종 여부를 판단하기 위해 반출하였다. 남극종이 온실의 바닥과 통해 있는 작은 구멍으로 들어갔을 가능성이 있어 온실과 외부와의 연결된 구멍들을 차단하였다.



Fig. 6-8. Suspected non-native springtails found in the greenhouse.

4. 결론 및 제언

세종과학기지 오수처리설비는 2008년 도입 시에는 방류수 처리 기준에 부합하였으나 이후 방류수 수질 측정값이 처리기준을 상당히 상회하고 있어 시급한 조치가 요구되어왔다. 각 차대에서는 방류수 수질을 개선하고자 다각적인 접근 방법을 검토하여 종균제의 투입이나 펌프설비 교체, 오수 집수정 청소 등을 수행하였으나 수질 개선에 크게 도움이 되지 않았다. 이에 해당 설비의 근본적인 문제를 파악하고 교체 또는 전면적 정비를 검토하기 위하여 2016/17하계 시즌에 전문가를 파견하였고, 2017/18 시즌에는 전문업체 용역으로 대대적인 장비의 개선 및 시험 운영을 진행하면서 수질 개선에 전력을 다하고 있다. 그러나 세종기지 오수시설의 처리 용량과 기지 하수(정화조와 생활하수가 함께 처리됨)의 특성상 뚜렷한 개선 효과는 얻을 수 없었다. 시험 운영 결과 전문업체의 제안 사항으로 유입량 대비 시설의 확충을 통한 처리시간 증대가 제안되었으나, 오수처리시설이 위치한 세종기지 발전동의 협소한 공간문제로 근본적인 해결은 당분간 어려울 것으로 판단된다. 오수처리시설 확장을 위해서는 상당한 기간이 소요될 것으로 예상되나, 2020년 이후 동일하게 적용하여 운영하고 있는 바와 같이 반응조에 유입되는 유량을 조절하여 반응조에 머무는 시간을 늘리고, 유량조와 반응조의 슬러지를 수시로 청소하여 주어진 여건에서도 지속적인 수질 개선이 필요하다. 또한 세종기지 방류수의 수질 개선을 위한 체류 인원의 물절약, 세탁 세제 사용량 줄이기, 연구실에서 알코올 등의 하수 방류 금지, 주방 세제 사용 줄이기 등의 방안을 실천하고 있으며, 이러한 조치는 시설 개선 이전에 어느 정도 수질 향상에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

장보고기지와 달리 폐기물처리를 위해 소각기를 운영하고 있는 세종기지에서는 운영자는 물론 월동연구대를 비롯한 하계연구원들의 폐기물 발생 저감 노력이 더욱 요구된다. 소각기 가동으로 인한 다이옥신 및 난분해성 물질과 같은 유해 오염물질의 발생을 줄이기 위하여 소각 가능한 폐기물만 선별하여 처리할 필요가 있으며, 음식물 소각 시 가능한 습기를 제거하여야 한다. 소각 시설에 소각 가능 물품과 소각 금지 물품에 대한 목록과 그림 등을 비치하여 수시로 운영자가 주의할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 2011년 소각기 도입 당시의 소각기 운전 적정 온도는 800~930℃로 2차 연소까지 가능하여 저온 소각시 발생할 수 있는 유해가스를 줄일 수 있는 사양이었으나, 시험 운전부터 고온으로 작동할 경우 화재가 발생했고, 이후 고온 소각은 전혀 이루어지지 못하였다. 화재와 소각기 자체의 고장 원인이 될 수 있어 월동대에서는 600℃ 이하로 운전하고 있어 성능을 충족시키지 못하고 있다. 전문가에 따르면 현재 세종기지에서 사용하고 있는 소각기는 자체 성능도 발휘하지 못할 뿐만 아니라 국내에서도 거의 사용하지 않는 오래된 모델로 세종기지 소각시스템의 개선이 시급하다.

온실 운영지침을 신규 온실 입구와 휴게 공간에 비치하여 출입 인원의 제한과 외래종 유입 방지를 위한 사전 조치를 지속하여야 한다. 특히 세종기지 온실은 기지 외부에 위치하여 있으므로 남극 토양이 묻은 작업화로 들어가는 것은 금지하고, 온실의 전실에서 깨끗한 실내화로 갈아 신어야 하며, 온실의 식물체 조각이 신발이나 옷에 붙어 남극 생태계 내로 유입되는 것을 예방하여야 한다. 또한 신규 온실에서는 과채류의 재배가 가능하므로 수확한 식물에서 나오는 종자의 관리가 중요하다. 남극 환경에 외래식물의 종자가 노출되지 않도록 각별한 주의가 요구된다.

KOPRI
극지연구소

Environmental equipment and facility management

37th over-wintering team, Ji Hee Kim
Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract: The King Sejong Station operates a wastewater treatment facility that utilizes microbes to process the domestic wastewater generated on-site. This facility processes the wastewater according to the national effluent quality standards and has undergone continuous inspection and maintenance. However, the quality of the effluent discharged from the station does not meet the applied standards, indicating a need for facility expansion. Until sufficient space is secured, it is crucial to improve the lifestyle habits of the personnel residing at the station. To continuously improve the quality of the discharged water, it is necessary to increase the dwell time of the sewage in the reaction tanks, allowing more time for the interaction with microbes. This requires a significant reduction in the volume of wastewater generated. Waste produced at the base is sorted according to its characteristics, and both incinerators and can compactors are in operation. It is essential to properly differentiate combustible waste and continuously strive to reduce the volume of incinerated waste. Due to the performance degradation of the incinerator, it operates at lower temperatures than specified, raising concerns about the emission of air pollutants from incineration and necessitating a replacement with a new system. During the 37th overwintering period, the greenhouse has been managed in accordance with the greenhouse operation plan. Although a suspected non-native species was observed, it is likely to be an Antarctic native species, and further analysis is required. Continued implementation of measures to prevent the introduction of alien species is necessary.

KOPRI 극지연구소

제 2 절

에너지 생산 및 유류 관리

37차 월동연구대, 강민구, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약: 37차 월동 시 12개월간 유류 사용량은 352,585 l 로 지난해 같은 기간 사용한 370,356 l 에 비해 다소 감소하였으며, 소각기 사용량과 중장비 사용량이 현저히 줄었으며 발전기 사용량은 2023년에 비해 약 10,900 l 줄었다. 2024년 12개월 동안 전력 사용량은 약 1,360 Mw로 지난해 1,373 Mw와 비슷하며, 10월에 가장 많은 전력 소모가 있었다. 2024년도에 태양광 패널에서 생산된 재생에너지는 총 25,085 kWh로 2023년의 24,899 kWh 보다 약간 많았다. 37차 월동기간의 급수지원은 지난해와 같이 현대호의 보유 수량으로 100% 청수를 공급하였다. 유류유출 예방을 위해 유류 저장 및 관련 시설 안전점검 항목에 따라 주기적 점검이 실시되고 있으나, 소규모 야외 유류 보관소나 ISO 유류 컨테이너 관리와 중장비 주유 시 각별한 주의가 요구된다.

1. 유류 사용 및 관리

가. 유류 사용량

세종기지에서 사용하고 있는 경유는 남극 환경에 맞게 제조된 Antarctic Diesel Oil(ADO)로 2023년 12월 13일 376차 월동대를 위한 유류 보급은 칠레 유조선을 통해 약 255,460 l 가 보급되어 지난해 보급량(197,843 l)보다 다소 많은 양이 보급되었다. 2024년 연료 사용량은 352,585 l 로 지난해 370,356 l 보다 상당량 감소하였으며, 2018년 이래 가장 적은 소모량을 기록하였다(Table 6-3). 소각기 사용량과 중장비 사용량이 현저히 줄었으며 발전기 사용량은 2023년에 비해 약 10,900 l 줄었다(Table 6-3, Fig. 6-9).

Table 6-3. Comparison of fuel consuming for the station operation from 2018 (31st) to 2024 (37th) over-wintering periods

unit: l

Over-wintering period	generator		heavy vehicle		Incinerator		total	
	monthly mean	annual	monthly mean	annual	monthly mean	annual	monthly mean	annual
2018	29,439	353,269	1,671	20,057	426	5,112	31,537	378,438
2019	29,344	352,122	1,138	13,651	746	8,957	31,228	374,730
2020	28,306	339,677	910	10,922	806	9,667	30,022	360,266
2021	28,828	345,940	1,350	16,199	829	9,953	31,008	372,092
2022	29,842	358,100	928	11,130	741	8,893	31,510	378,123
2023	28,999	347,989	1,194	14,328	670	8,039	30,863	370,356
2024	28,090	337,081	853	10,230	440	5,274	29,382	352,585

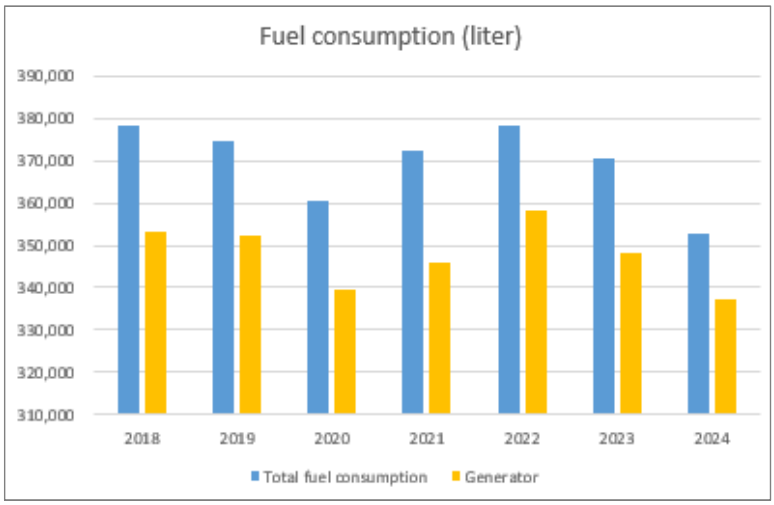


Fig. 6-9. Total amount of annual fuel consumption and amount for generator operation during 2018~2024.

2024년 1월~4월의 하계시즌에는 유류 소모량이 2023년 보다 다소 많았으나 동계기간 에는 대체로 유류 소모량이 전년에 비해 적었다(Fig. 6-8).

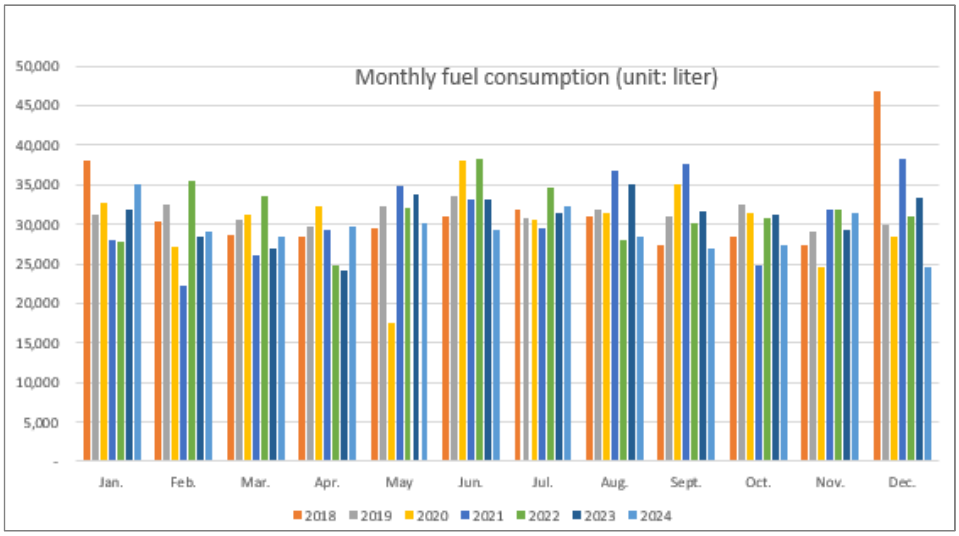


Fig. 6-10. Comparison of monthly fuel consumption from 2018 to 2024.

2024년 12개월간 발전기 윤활유 소모는 약 1,600 l 로 지난해 1,620 l 과 비슷한 양을 사용하였으나 2021년 이후 꾸준히 증가 주세에 있다(Fig. 6-11). 월평균 약 133 l 로 지난해 135 l 보다 줄었지만 33차(2020년) 85 l 에 비해 현저하게 증가하였다.

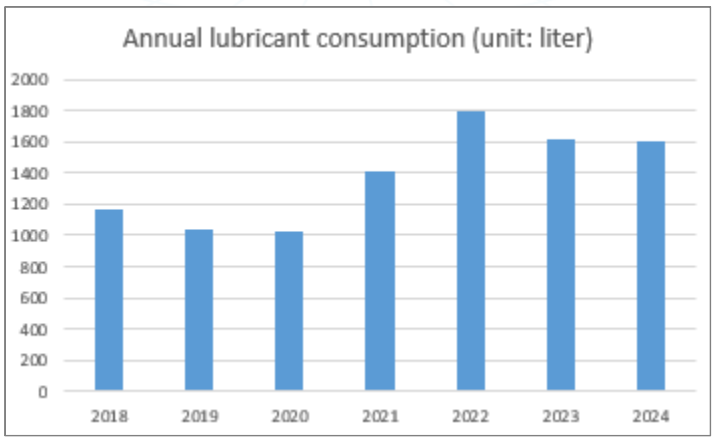


Fig. 6-11. Comparison of annual lubricant consumption form 2018 to 2024.

발전기 성능 개선을 통해 윤활유 사용량을 줄일 수 있을 것으로 보인다. 2024년 경유 소모량의 약 95.6%를 발전기가 차지하고 있으며, 담수화기와 냉동기 등의 사용여부, 열선 부하변동과 각종 난방기구들의 사용 증감에 따라 유류(경유) 소모량의 차이가 있다.

나. 유류 저장 및 관리

(1) 경유 저장탱크

세종기지의 경유 저장 탱크는 2017년 기지 개축 공사의 일환으로 교체되었으며, 신규 저유 탱크는 유류 유출을 방지를 위하여 이중벽구조의 스테인레스 재질이다. 저유 탱크 6기의 저유 용량은 각각 150,737 l (100% 기준)으로 총 904,422 l 이며, 기존의 용량(990,750 l)에 비해 약간 줄어들어 2019년 32차 월동기간까지는 해당 용량을 보관하였으나 2020년부터는 각 탱크의 용량을 150,000 l 를 최대용량으로 설정하여 관리하고 있다 (Table 6-4, Fig. 6-12). 세종기지 유류저장탱크에는 경유 재고량이 1년 정도 여유분을 저장하고 있어 보급 문제 발생 시를 대비하고 있다.

Table 6-4. Fuel storage tank capacity and details

구 분	용 량(100%)	위 치	비 고
NO.1 저장탱크	150,000	신 중장비 보관동 동쪽	2017년 설치
NO.2 저장탱크	〃	〃	〃
NO.3 저장탱크	〃	〃	〃
NO.4 저장탱크	〃	구 중장비 보관동 남쪽	〃
NO.5 저장탱크	〃	〃	〃
NO.6 저장탱크	〃	〃	〃
총 용 량	900,000		

KOPRI 극지연구소



< fuel tanks No 1~3>　　< fuel tanks No 4~6>

Fig. 6-12. Six double skin fuel tanks installed in 2017.

(2) 저장탱크 관리

유류 저장탱크는 아래와 같은 항목을 매일 또는 일정 주기로 점검하여 유류 유출과 화재를 예방하였다.

※ 유류저장 및 관련시설 안전점검 항목

① 경유 이송 펌프실 밸브 개폐상태 및 위험요소
② 저장탱크 주변정리 상태 및 위험요소
③ 각 저장탱크 출구밸브 및 드레인 밸브 폐쇄상태
④ 각 저장탱크 보호커버 외관상태
⑤ 각 저장탱크 공기 배출구 및 맨홀 밀봉상태
⑥ 송유관 중간밸브 개폐상태 및 위험요소
⑦ 정비동, 기계동, 발전동 경유 유입상태 및 위험요소
⑧ 경유 저장탱크 측심 등

유류 보급을 위하여 저유 탱크 No. 6에 남아있던 연료유 약 3,400 l 중 3,300 l 는 침전시켜 온풍기용 연료로 사용하고, 찌꺼기가 섞인 나머지 100 l 는 폐유로 처리하여 반출예정이다. 잔유를 모두 제거한 후 유류탱크(내부 재질: SS400) 내부 검사 및 청소 실시하였다(Fig. 6-13). 연료에 녹가루가 섞여 발전기나 중장비의 엔진에 문제를 일으킬 수 있으므로 녹이 탱크 내부로부터 박리되는 경우 이른 시일 내에 적절한 조치가 필요하다. 내부 부식 정도와 슬러지 형성 상태를 확인하였으며, 탱크 내부 상태가 양호하고 슬러지도 거의 가라앉지않은 상태로 깨끗한 것을 확인하였다.

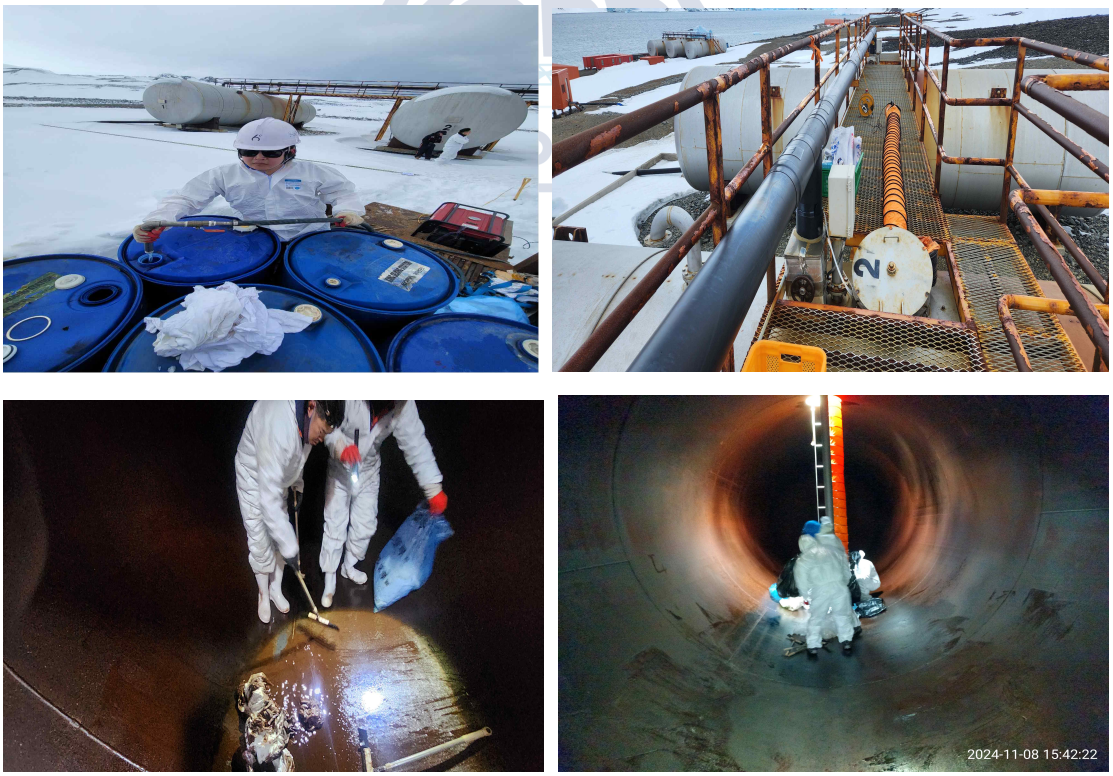


Fig. 6-13. Remaining fuel in the tank was collected, and the interior was cleaned to remove rust and sludge.

2. 유류 유출 예방 및 관리

기지에 설치된 유류 탱크는 기본적으로 이중벽구조로 되어있어 유류 유출 문제에 대비하였고 주변에 방지턱을 설치하여 혹시라도 있을 수 있는 유류 유출 사고에 대비하고 있다. 이중벽구조의 견고한 스테인레스 스틸 재질의 유류 탱크라 할지라도 유류 방지턱이 제 기능을 할 수 있도록 주기적인 제설 작업이 필요하다.

유류의 해상 하역 이전에 유류수급 라인(해상용 유류호스-유류수급관-육상용 유류호스-저유탱크)을 연결한 후 압축공기를 주입하여 전반적인 누유 검사를 실시하였다.

※ 유류 하역 시 준비 자재

① 유류 호스: 해상용 호스와 육상용 호스

② 중간연결 긴급 차단 밸브: 해상용과 육상용 호스 연결부 Ball Valve

③ 부이: 호스의 부력을 유지함

④ 오일펜스: 해상으로 유출되었을 경우 1차적으로 유류를 차단하여줌

⑤ 유처리제 및 유흡착제: 유출 유류 방제용 2차 작업용

⑥ 오일펜스 보관 컨테이너 : 오일펜스 20EA 보관 (A형 : 5sets, B형 : 15sets)

⑦ 유류수급 자재 컨테이너 : 유류호스, 방제장비 등 보관

세종기지의 유류 하역 동선 배치도는 Fig. 6-14과 같다. 유류의 해상 하역시 유출 방지를 위하여 호스의 꼬임 방지에 주의하고 해상용 호스의 연결부는 끈으로 단단히 묶어 이탈을 예방하였다. 또한 해상 호스의 주변에 오일펜스를 설치하여 유류가 유출될 경우 해양으로 퍼져 나가는 것을 방지하였으며, 육상 호스 구간에는 각 연결부에 흡착포와 유류를 담을 수 있는 용기 등을 비치하여 대비하였다. 유류 수급은 육상용 호스 연결, 해상용 호스 연결, 오일펜스 설치 등 정해진 절차에 따라 안전하게 진행되었다(Fig. 6-15). 유류 유출 시 방제를 위한 물품은 부두 인근에 위치한 2개의 컨테어너에 보관하였으며, 오일펜스, 유처리제, 흡착포로 구성되어있다(Fig. 6-16).

※ 유류 해상 수급 절차

① 육상용 유류 호스 연결

- 중간밸브 육상연결부에 연결 후 탱크 쪽으로 이동
- 차량 이동 통로 아래 터널로 호스를 통과시켜 유류 탱크 주공급 밸브에 연결
- 탱크 공급 밸브 연결 시 호스가 쳐지지 않게 지지대를 만들어 호스 고정

② 해상용 유류 호스 연결

- 부두 쪽 유류 공급관 해상연결부에 연결 후 유류 공급선 쪽으로 호스 연결
- 사전에 유류 공급선 연결부를 확인하여 유류 호스 전달
- 유류 호스 전달 시 플루트 상부에 호스 연결부를 올려놓고 고정할 것

③ 오일펜스 연결 및 유처리제, 유흡착제 비치 및 유류 수급 실시
- 유류 유출 사고를 대비해 유류 공급선 주변 오일펜스 설치
- 유처리제 및 유흡착제를 작업장 주변(부두)에 비치

④ 유류 담당자가 탱크의 사전 측심을 측정하여 현재 유류량 파악

⑤ 모든 준비가 완료되면 No. 4, 5, 6 탱크 주공급 밸브를 열고 순차적으로 각 탱크의 공급 밸브를 열어 유류수급을 실시하며, 유류 수급이 시작되면 시간당 유류 수급량을 수급 종료 시까지 통신 보고(시간별로 측정실시)

⑥ 유류 수급이 종료되면 마지막으로 유류 공급선에서 라인 AIR BLOWER(1차) 작업 후 사운딩을 실시하여 유류량 파악 (35차와 36차 보급시 보급선에 AIR BLOWER가 없어 진행 못함)

⑦ 유류 수급 완료 후 호스 등 자재 정리
- 모든 유류 수급 작업이 완료되면 해상 및 육상용 호스를 단계적으로 철거(해상용 호스 철거 시 호스 끝 마개를 확실히 막은 후 회수 시작)
- 빈 유류 드럼 등을 준비하여 육상 측에서 라인 AIR BLOWER(2차)를 실시
- 해상용 유류 호스 철거가 완료되면 플루트, 오일펜스 등도 철거 실시
- 육상용 호스는 에어가 차지 않도록 잘 감아서 정리
- 철거된 모든 자재는 잘 정리하여 보관창고로 적재



Fig. 6-14. Fuel unloading Work-flow.



유류 수급 전 압력테스트 실시	누유여부 확인(순찰)

Fig. 6-15. Inspection for prevention of fuel leakage during supply.



Fig. 6-16. Fuel spill control equipment at the station (float, oil fence, adsorbent sheet, emulsifying agent).

KOPRI 극지연구소

3. 에너지 생산 및 소비

가. 전기에너지 생산 및 소비

현재 세종기지에서 운영중인 발전기는 2017년 12월 13일부터 2018년 1월 22일까지 설치한 총 3대의 270 kW급 전자제어 발전기이다. 비상용 발전기와 부두에 설치된 하역작업용 예비발전기(275 kW급)는 그대로 유지되고 있다. 새로 도입된 발전기 역시 폐열열교환기가 있어 열병합 발전을 하고 있다(Table 6-5).

Table 6-5. Installed diesel generator sets at King Sejong Station

장 비 명	설치장소	제 원	설치년도	비 고
1호 발전기	발 전 동	3상 4선식, 270 kW	2018	
2호 발전기	발 전 동	3상 4선식, 270 kW	2018	
3호 발전기	발 전 동	3상 4선식, 270 kW	2018	
비상 발전기	기 계 동	3상 4선식, 275 kW, 3406B	1991	비상용
예비 발전기	비상숙소용	90 kW	1991	비상숙소 및 공사용
폐열 열교환기	1호 발전기	Remote Radiator, Heat Exchanger	2018	이코노마이저
〃	2호 발전기	〃	2018	이코노마이저
〃	3호 발전기	〃	2018	이코노마이저

세종기지의 재생에너지는 태양광 패널로 생산되는 에너지이며 2018년 하계연구동 건설 당시 설치한 태양광패널에서 생산하는 전기는 연동프로그램으로 발전기 발전 부하를 분담하고 있으나, 2024년 하계기간 동안 체육관 옆 공터에 설치한 패널은 독립 관측동 전력을 충당하고 있으며, 온실 지붕에 설치한 (Table 6-6, Fig. 6-17).

Table 6-6. Installation locations, capacities, and energy usage of solar panels

NO	태양광 패널위치	인버터 위치	분담 부하	용량	비고
1	연구동 옥상	연구동 PIT	연구동	51.2kw	연동 프로그램 설치 3상 부하 분담
2	체육관 옆 공터	체육관 분전반실	우주광학관측동, 대기구성물질 관측동	10.8kw	연동 프로그램 없음 단상 부하 분담
3	온실 옥상	온실 휴게실	신규 체련실 사용 예정	9kw	연동 프로그램 없음 단상 부하 분담



Fig. 6-17. Newly installed solar panels in the 2024 summer season.

하계연구동에 설치된 태양전지판으로 2024년도에 생산된 에너지는 총 25,085 kWh로 2023년의 24,899 kWh 보다 약간 많은 전력을 생산하였다(Fig. 6-18).

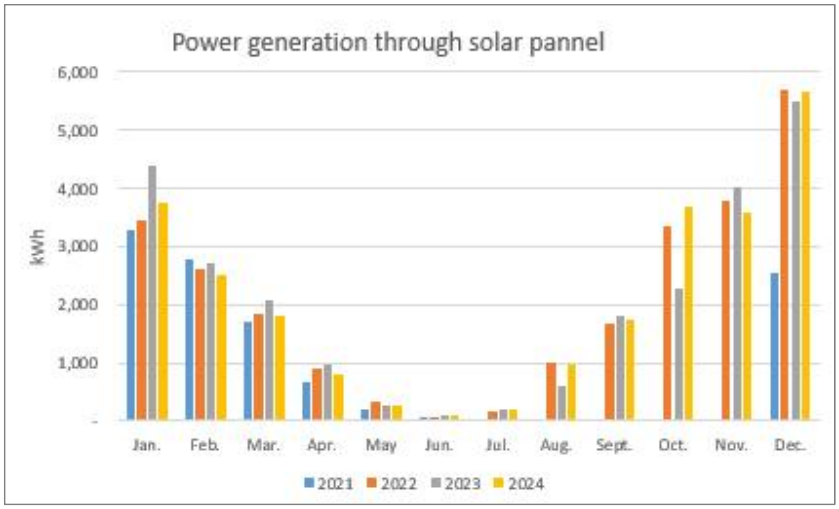


Fig. 6-18. Power generation through solar panels from 2021 to 2024.

2024년 37차 월동기간 12개월 동안 유류 사용량은 지난해에 비해 다소 감소하였고, 발전기 유류 사용량은 지난 2018년 이래 가장 적은 양을 사용하였으나 에너지 생산은 가장 많이 생산했으며, 신규 발전기 도입 직후인 2018년에 비해 더 많은 에너지를 생산하여 발전기 효능 향상을 위한 37차 월동대의 조치 내용을 살펴볼 필요가 있다. 전력 사용량은 1,360 Mw로 지난해(1,373 Mw)와 비슷하며, 특히 1월과 10월에 다른 해에 비해 사용량이 상당히 증가하였으며 10월 사용량이 두드러지게 많았고 12월은 상대적으로 적은 전력을 사용하였다(Fig. 6-19, Fig. 6-20).

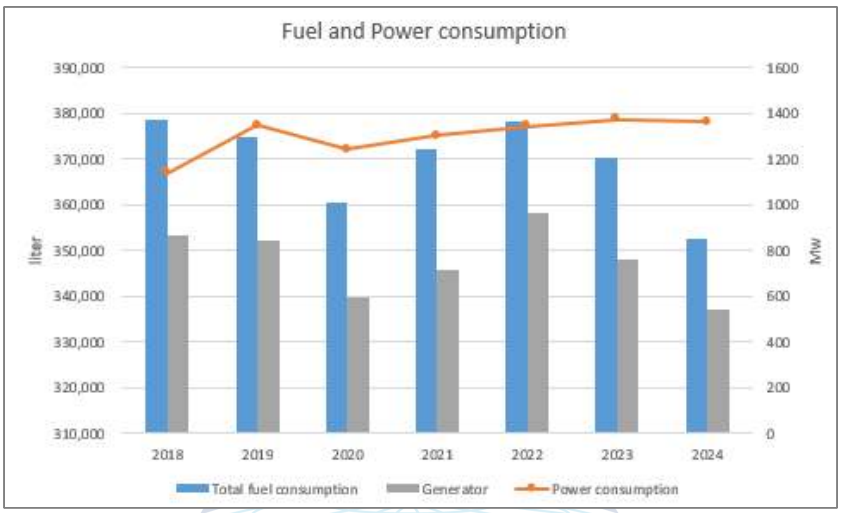


Fig. 6-19. Annual fuel and power consumption trends at King Sejong Station (2018~2024).

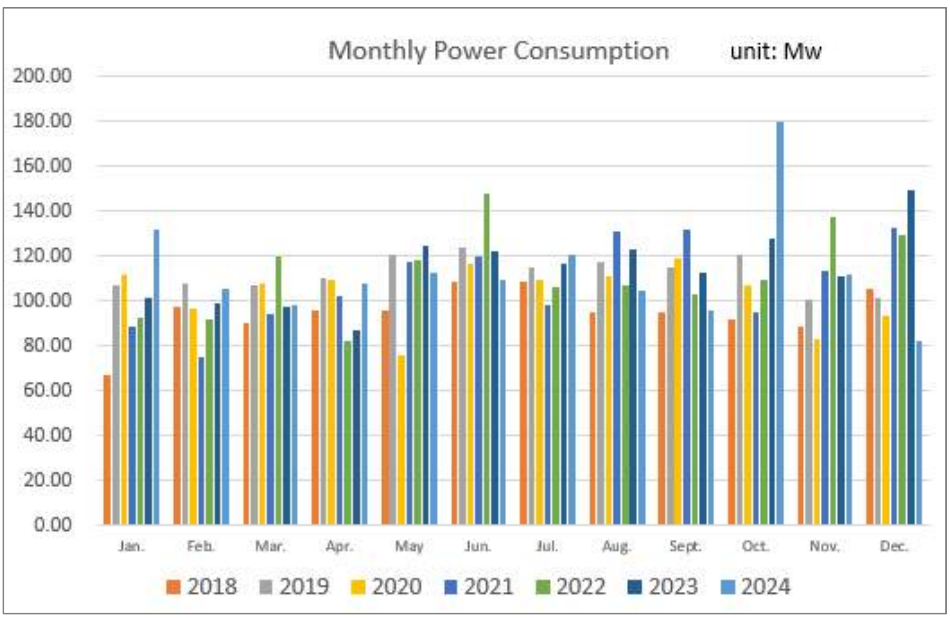


Fig. 6-20. Monthly power consumption trends at King Sejong Station (2018~2024).

나. 난 방

생활관을 제외한 각 시설의 난방은 주로 전기방열기, 온수는 전기온수기를 통해 이루어지고, 생활관 난방과 온수, 기계동 온수는 발전기 폐열과의 열교환을 통하여 공급하고 있다. 기계동에 예비용으로 전기온수기 2대가 설치되어 있으며, 담수화기 해수 가열 시 공급하기 위하여 보일러가 설치되어 있다. 공급수(해수) 염분 측정결과 보일러를 가동하지 않고도 담수화기 가동에 문제가 없다는 판단으로 보일러를 사용하지 않았고 그로 인해 유류 사용 절감 효과까지 얻게 되었다.

다. 담수 생산 및 사용량

하계기간에는 담수 현대호(인공호)를 이용하여 급수지원을 하며, 동계기간에는 해수를 이용하여 담수화기를 통해 급수지원을 한다. 37차 월동기간에는 담수화기는 비상시를 대비하여 시험가동만 하였으며, 2018/19년 시즌 이후 현대호가 얼지않아 현대호의 보유 수량으로 100% 청수를 공급하였다. 동계기간 동안 취수 배관 및 펌프의 동결 방지를 위해 열선 작동을 수시로 점검하였으며, 원활한 담수 공급을 위하여 현대호 저수량을 주기적으로 확인하였다(Fig. 6-21).



Fig. 6-21. Artificial freshwater lake for water supply (left) and pump hut (right).

4. 결론 및 제언

세종기지의 담수 공급원인 현대호의 정비와 정기적인 점검을 통해 하계기간 동안 충분한 담수를 확보하여 담수화기를 사용하지 않을 수 있었다. 기지운영 개선 사항으로 담수의 취수량과 월별 사용량을 측정할 수 있는 계측기의 부착이 필요하다. 기지 체류 인원의 물 사용량을 파악하여 절수 필요성의 판단에 활용할 수 있다. 기후변화에 따른 세종기지 주변 강설패턴의 변화로 융설수의 양이 달라질 수 있으며 이에 대한 대책 마련에도 참고할 수 있다.

연구장비의 추가설치와 1월부터 집중된 하계활동으로 소요 전력량의 요구가 어느

정도 증가 되어 지난해에 비해 에너지 소모량은 다소 증가하였다. 특이한 점은 10월 사용 전력량이 다른 해에 비해 상당히 많았으며 증가 사유를 추적할 필요가 있어 보인다. 사용 에너지의 지속적인 절감 노력은 기지운영 효율 증대는 물론 남극환경에 대한 영향 저감을 위하여 필수적인 것으로 기지 운영 및 연구 활동 인원의 에너지 절감에 대한 인식향상과 지속적인 노력이 요구된다.

37차 월동기간동안 기지 내 차량운행을 위한 주유 시 소량의 유류유출이 발생하지 않도록 주유기 주변에 흡착포 거치대를 설치하여 주유 시 소량 유류유출을 방지할 수 있을 것으로 본다. 유출 시에 즉각 대응할 수 있도록 방제 물품의 비치여부와 양을 주기적으로 확인하여야 한다.

기지에서 사용하는 전기에너지의 월변화와 연간 변화의 추이를 분석하여 에너지 사용 패턴과 절약 가능성을 파악할 수 있도록 주기적인 전력 사용량과 전력 부하량의 기록이 요구된다. 또한 37차 월동대에서 제안한 바와 같이 가용한 기지 건물들의 지붕에 태양광 패널을 적극적으로 도입하여 재생에너지 사용량을 늘릴 필요가 있다.

KOPRI
극지연구소

Energy generation and Fuel management

The 37th over-wintering team, Min-gu Kang and Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : During the 37th overwintering period, fuel consumption over 12 months was 352,585 liters, showing a slight decrease compared to 370,356 liters used during the same period last year. Notably, fuel usage by the incinerator and heavy machinery decreased significantly, and generator fuel consumption was reduced by approximately 10,900 liters compared to 2023. Electricity consumption during the 12 months of 2023 was approximately 1,360 MWh, similar to 1,373 MWh in the previous year, with the highest usage recorded in October. In 2024, the total amount of renewable energy generated by solar panels was 25,085 kWh, slightly higher than the 24,899 kWh produced in 2023. As in the previous year, fresh water supply during the 37th overwintering period was fully provided using reserves stored on the *Hyundai* artificial lake. To prevent fuel spills, periodic inspections are being carried out based on safety checklists for fuel storage and related facilities. However, special attention is required when managing small outdoor fuel storage units, ISO fuel containers, and during refueling of heavy equipment.

제 3 절

폐기물 관리

37차 월동 연구대, 권민혁, 김 지 희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약: 세종기지의 월동기간에 발생한 폐기물은 성상별로 구분하여 우드박스에 보관하고 컨테이너에 선적되어 남극 외부로 반출되어 처리된다. 37차 월동기간에 발생한 폐기물은 일반혼합 폐기물의 양이 3,308kg으로 소각재만 발생했으며 지난해 발생한 소각재 1,530kg에 비해 2배 가까이 증가하였다. 일반폐기물 중 재활용 폐기물은 고철류가 4,272kg으로 가장 많았고 플라스틱류는 1,960kg으로 지난해의 절반에 해당하는 양이 반출되었다. 37차 월동기간 동안 소각기 사용 시간은 지난해보다 다소 늘었으나 소각에 사용한 연료는 줄었다. 소각으로 인한 대기오염물질 발생을 줄이기 위해 지속적인 폐기물 발생량 감소와 최신 소각시스템 도입이 필요하다.

1. 폐기물 발생량

하계기간에 발생되는 폐기물을 처리하기 위하여, 매일 폐기물 정리가 이루어졌으며 평균적으로 주 4~5회 소각기가 운영되었다. 동계기간에는 주 1~2회 소각기를 가동하여 발생되는 유기물을 소각하고 폐기물 정리가 이루어졌다. 37차 월동기간 동안 소각기 운영일과 운영시간은 36차 월동기간 보다 약 97시간 더 사용하였으나 유류 사용량은 5,918 l 로 2023/24 하계기간 및 월동기간에 사용한 7,965 l 보다 2,047 l 적게 사용하였다(Table 6-7, Fig. 6-22). 37차 월동기간 동안 소각기에 사용한 유류의 양은 33차 이래 가장 적은 양의 유류를 소각에 사용하였다. 소각으로 인한 유류소모와 남극 대기질에 영향을 미칠 수 있는 유해가스 발생을 줄이기 위해서는 지속적으로 소각량을 줄이고, 음식물쓰레기 소각 시 수분제거를 위한 설비의 설치를 고려할 필요가 있다.



Fig. 6-22. Comparison between incinerator fuel consumption and operating time from 33rd to 37th overwintering period.

Table. 6-7. Monthly operating days and hours of incinerator.

월		12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	total
33차 (2019/20	가동일수	28	29	23	21	22	16	16	15	10	12	11	16	219
	가동시간	117	159	138	80	60	45	37	29	27	27	31	50	800
	유류사용량	1,397	2,027	1,392	842	211	902	608	530	422	595	533	699	10,158
34차 (2020/21)	가동일수	17	18	22	18	22	16	16	13	10	11	13	15	191
	가동시간	48	52	65	55	60	43	41	33	29	28	41	59	554
	유류사용량	906	1,672	709	107	1,278	750	529	740	334	597	282	1,057	8,961
35차 (2021/22)	가동일수	17	29	23	17	16	18	15	18	11	12	15	18	209
	가동시간	120	160	150	110	55	50	50	50	55	55	100	120	1,075
	유류사용량	1,898	1,329	1,302	561	532	500	515	610	292	312	727	860	9,438
36차 (2022/23)	가동일수	16	19	21	18	19	15	13	11	10	13	11	14	180
	가동시간	45	55	60	52	54	43	37	32	29	36	31	40	514
	유류사용량	1,353	1,210	1,004	617	406	402	624	575	372	601	225	576	**7,965**
37차 (2023/24)	가동일수	14	22	19	10	7	4	4	5	4	4	4	5	102
	가동시간	109	145	106	42	36	18	18	32	24	24	27	30	611
	유류사용량	1427	872	753	430	317	333	318	277	218	277	228	468	**5,918**

KOPRI 극지연구소

37차 월동기간(20223년 12월~2023년 11월)에는 남극의 겨울기간 동안에는 폐기물 정리 작업이 이루어지지 않았고 다음 하계 시즌 준비를 위한 폐기물 정리와 기지 주변 정리를 통해 일괄 정리하여 11월 발생량에 합산된 것으로 보인다(Table 6-8).

Table 6-8. Monthly total amount of waste generated during 37th overwintering period

Unit: kg

일 자	재(소각)	고 철	PVC	유 리	기 타
2023년 12월		640	670kg	630kg	
2024년 1월	1,388	1,320	200kg		
2024년 2월	860	670	300kg		
2024년 5월		526		700kg	
2024년 11월	1,060kg	1,116	790kg	1,760kg	폐배터리 3,400
합 계	**3,308**	**4,272**	**1,960**	**3,090**	폐배터리 **3,400**

지정폐기물은 유류 탱크 청소 시에 발생한 폐유 잔량 등으로 약 100 리터가 발생하였고, 소각재가 약 3,308kg으로 지난해 발생량인 1,530kg에 비해 다시 배로 늘어났다. 37차 월동기간 동안 소각재를 제외한 폐기물은 다른 시기에 비해 적게 발생하였다. 폐기물 발생 저감 노력으로 소각량과 기지 운영으로 발생하는 폐기물 발생 감소 노력은 지속적으로 필요하다(Table 6-9).

Table 6-9. Comparison of amount of waste taken out from the station between 29th to 37th overwintering periods

Unit: kg

시 기	지정 폐기물			일반 폐기물						
				반출후 매립/소각			재활용 가능 폐기물			
	배터리	LPG 공병	폐유	소각재	혼합 폐기물	폐 식자재	고철	플라스틱	의류	유리
29차 (2016)	2,120	-	-	648	no data	no data	3,757	238	-	1,684
30차 (2017)	1,200	540	19,200	1,050	no data	no data	4,160	1,660	980	660
31차 (2018)	915	1,260	8,000	2,450	no data	no data	6,490	4,925	250	1,950
32차 (2019)	960	-	1,400	1,160	no data	no data	7,088	5,474	-	1,800
33차 (2020)	2,000	-	13,240	6,130	20,382	1,500	3,170	4,030	-	2,595
34차 (2021)	-	-	5,440	2,420	7,800	4,580	7,620	8,850	-	1,080
35차 (2022)	-	-	5,280	3,900	35,140	-	5,410	2,420	-	2,145
36차 (2023)	2,375		5,450	1,530	1,031	-	11,338	4,151	-	1,335
37차 (2023)	3,400		100	3,308			4,272	1,960		3,090

KOPRI 극지연구소

2. 폐기물 반출 준비 및 선적

월동기간에 발생한 재활용 폐기물은 성상별로 구분하고 부피를 최소화하여 포장하여 반출을 위해 20ft 컨테이너에 적재하였다(Fig. 6-23). 폐기물 컨테이너는 화물선에 선적하여 남극 외부로 반출되었다.

반출된 폐기물 중 플라스틱 및 고철류는 캔 압축기를 사용하여 부피를 줄였고 각 폐기물별 무게를 측정하여 기록하였다. 일반폐기물 중 재활용 폐기물은 고철류가 4,272kg으로 가장 많았고 플라스틱류는 1,960kg으로 지난해의 절반에 해당하는 양이 반출되었다(Table 6-9).



Fig. 6-23. Preparation for removal of wastes with long-term stored waste around the station.

3. 결론 및 제언

37차 월동기간에 폐기물 관리는 지침을 기준으로 비교적 잘 이루어졌으나 월간 폐기물 발생량 등 주기적인 폐기물 발생량 파악으로 증감의 원인 파악이 필요하다. 또한 기지 운영으로 인한 폐기물 발생량을 줄이기 위해 하계 연구를 위한 소모품은 불필요

한 포장재를 가능한 제거하고 재사용 가능한 카툰박스나 플라스틱 박스에 포장하는 노력이 요구된다. 세종기지의 경우 유통기한이 지난 식자재나 음식물 쓰레기를 소각하여 처리하므로 음식폐기물 발생량과 발생 양상에 대한 분석이 불가능하다. 월동연구대가 소각하기 위해 물기를 제거한 음식폐기물의 발생량을 주기적으로 기록하고, 발생 양상을 분석하여 폐기물 발생을 줄일 수 있는 방안을 마련하면 폐기물을 줄이고 소각기 사용시간을 줄이는 데 효과적일 것으로 보인다. 음식폐기물의 발생이 식사 준비량 또는 보급품의 신선도나 보급량의 문제인지 파악할 필요가 있을 것으로 보인다. 또한 37차 월동기간에는 35차 기간에 비해 소각기 운영시간은 다소 증가하였으나 소각기 사용 유류는 감소하였다. 소각재 발생량은 36차에 현저하게 줄었으나 37차에 두 배 가까이 증가하여 35차 수준으로 발생하였다. 소각 시간과 소각 연료 사용량에 비해 많은 양의 소각재가 발생하여 원인 파악이 필요해 보인다. 소각기의 잦은 사용으로 인한 대기오염물질 발생량 증가는 남극 환경과 주변 생태계에 악영향을 미칠 수 있으며, 단기간 많은 양의 다이옥신 및 유해가스 등이 배출될 경우 기지 월동인원의 건강에도 어느 정도 영향을 미칠 수 있으므로 남극기지에서의 소각량을 줄이고 반출 가능한 폐기물은 외부로 반출하여 처리하는 것이 바람직하다. 또한 소각 효율과 대기오염물질 발생을 줄이기 위해 국내 전문기관의 자문을 얻어 최신 소각시스템 도입이 요구된다.

KOPRI
극지연구소

Waste management

The 37th over-wintering team, Minhyuck Gwon, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract: During the overwintering period at King Sejong Station, waste was sorted by type and stored in wooden boxes, then loaded into containers for removal from Antarctica for proper disposal. During the 37th overwintering period, 3,308 kg of general mixed waste was generated, consisting solely of incineration ash—almost twice the 1,530 kg produced the previous year. Among the general waste designated for recycling, scrap metal accounted for the largest portion at 4,272 kg, while plastic waste amounted to 1,960 kg, about half the volume of the previous year. Although the operating time of the incinerator increased slightly during the 37th overwintering period, the amount of fuel used for incineration decreased. To reduce air pollutants from incineration, continued efforts to minimize waste generation and the introduction of an advanced incineration system are necessary.

KOPRI 극지연구소

제 7 장

세종과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

제 1 절

족적(Footprint)

38차 월동 연구대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

KOPRI 극지연구소

요 약: 2024/25 하계 시즌에 세종기지 방문 인원은 111명이며, 38차 월동대 18명, 하계 연구자는 66명, 하계 지원인력 9명, 정부조사단 6명, 언론 및 방송팀 30명으로 구성되었다. 남극활동 신청 건 25개에서 남극특별보호구역 방문 신청 건수는 월동연구대를 포함하여 총 25건이었다. 외교부로부터 활동 승인받은 보호구역은 ASPA No. 125 (2팀 25명), No. 132 (13팀, 63명), No. 150 (13팀 58명), No. 171 (21팀 77명) 등 4개 지역이다. 세종기지 인근 ASPA No. 171 나레브스키 포인트의 방문자 수는 77명이며 2024/25 하계 기간 중 하루 평균 2.8명이 방문한 것으로 집계되었다. 지난해 3.89명에 비해 다소 감소하였다. 세종기지를 기반으로 활동한 인원의 방문지역은 주로 바톤반도 지역에 국한되나, 국제공동연구팀과 함께 필데스반도지역과 맥스웰만에서 활동하였다.

1. 기지 주변 공간적 변경사항

2023/24년 체육관동 옆 빈터에 태양광 발전을 위한 패널이 10.8 kW 용량으로 설치되면서 기초 작업을 위한 지반 공사로 지반에 대한 영향이 있었다(Fig. 7-1). 해당 설비는 발전기를 통해 생산되는 전력과 연동 프로그램 없이 단상 부하를 분담하며 인근의 우주광학관측동과 대기구성물질 관측동의 전력을 공급한다.



Fig. 7-1. Foundation work and completed installation of solar power panels.

2. 기지 체류 및 방문인원과 야외조사 지역

2024/25 하계 시즌에 세종기지 방문 인원은 111명이며, 38차 월동대 18명, 하계 연구자는 국내외 연구자 66명, 하계 지원인력 9명, 정부조사단 6명, 언론 및 방송팀 30명으로 구성되었다. 남극활동 신청 건 25개에서 남극특별보호구역 방문 신청 건수는 월동연구대를 포함하여 총 25건이었다. 외교부로부터 활동 승인받은 보호구역은 ASPA No. 125 (2팀 25명), No. 132 (13팀, 63명), No. 150 (13팀 58명), No. 171 (21팀 77명) 등 4개 지역으로 킹조지섬과 주변의 보호구역이 포함되어있다. 각 구역의 활동 인원 중 ASPA No. 132, 150, 171은 월동대의 지원이 필요할 경우를 대비하여 월동대 전원이 활동승인

을 받은 경우다. 보호구역 활동 연구팀과 인원은 우리나라가 관리하고 있는 171번이 가장 많았다. 세종기지를 기반으로 활동한 인원의 방문지역은 주로 바톤반도 지역에 국한되나, 국제공동연구팀과 함께 필데스반도지역과 맥스웰만에서도 활동하였다. 세종기지를 기반으로 도보를 통한 육상현장조사나 고무보트, 소형선박을 이용한 조사는 대부분 바톤반도와 주변의 마리안소만, 포터코브 지역에서 활동하였다(Fig. 7-2, 7-3).

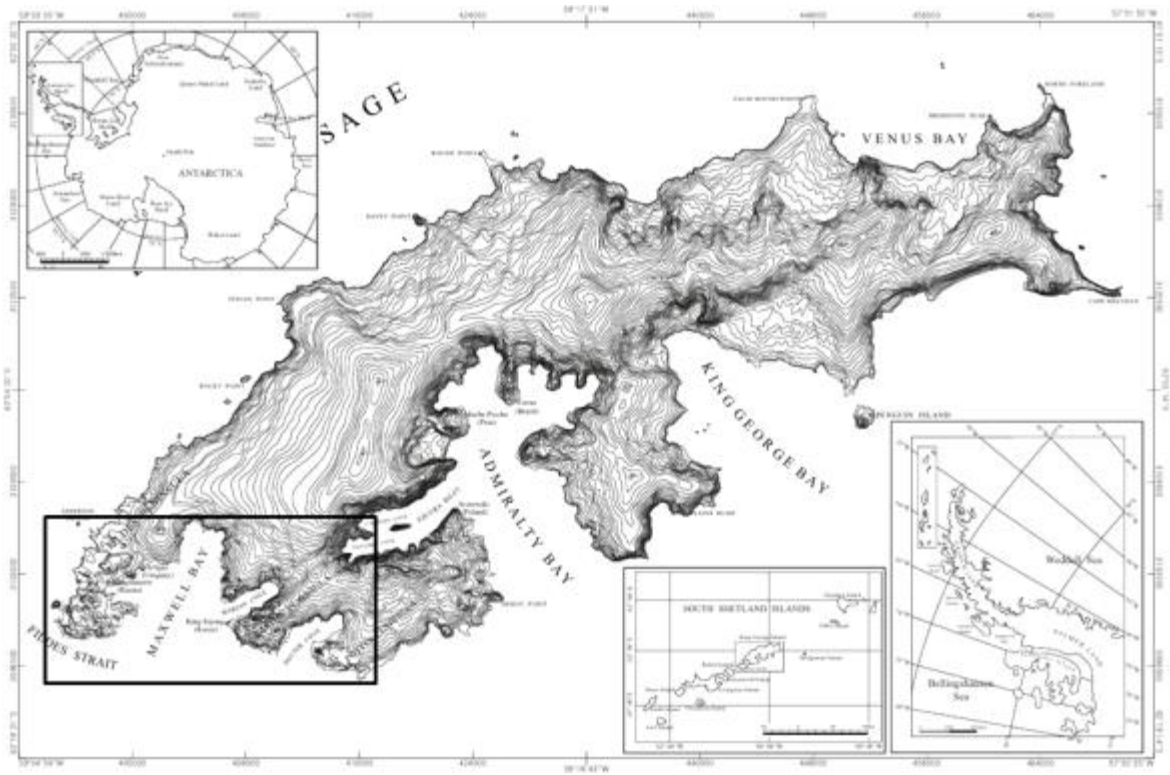


Fig. 7-2. Location map of King George Island and visited or survey area.

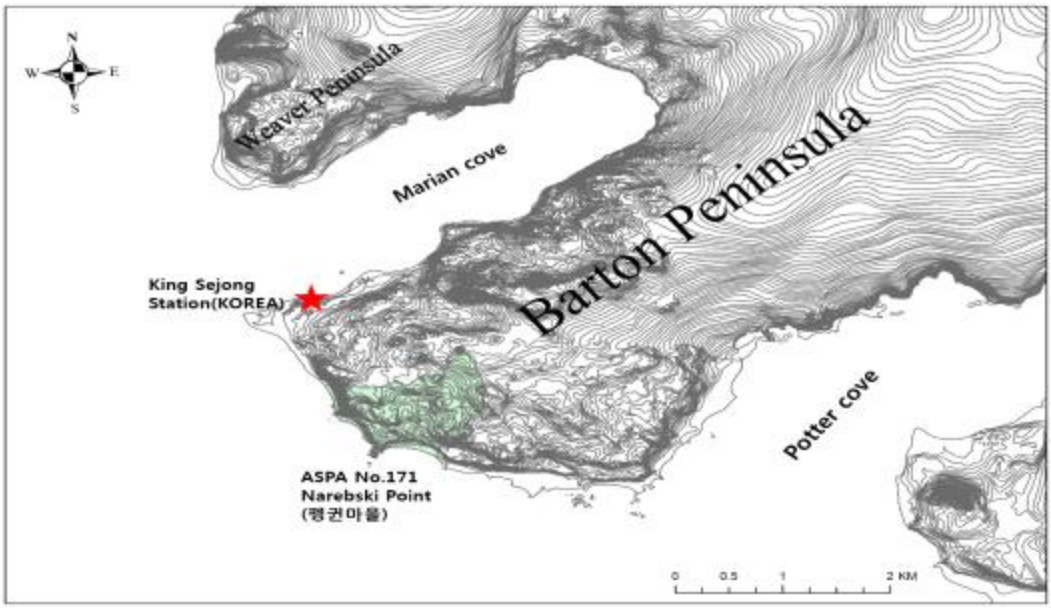


Fig. 7-3. Detailed map of Barton Peninsula.

우리나라가 관리하는 세종기지 인근 ASPA No. 171 나레브스키 포인트의 방문자 수는 77명이다. 2024년 11월 23일부터 2025년 2월 27일(하계 연구기간)까지 보호구역의 출입은 중복계수하여 269명으로 하루 평균 방문자 수는 2.80명으로 집계되었으며 지난해 3.89명에 비해 다소 감소하였다(Fig. 7-4).

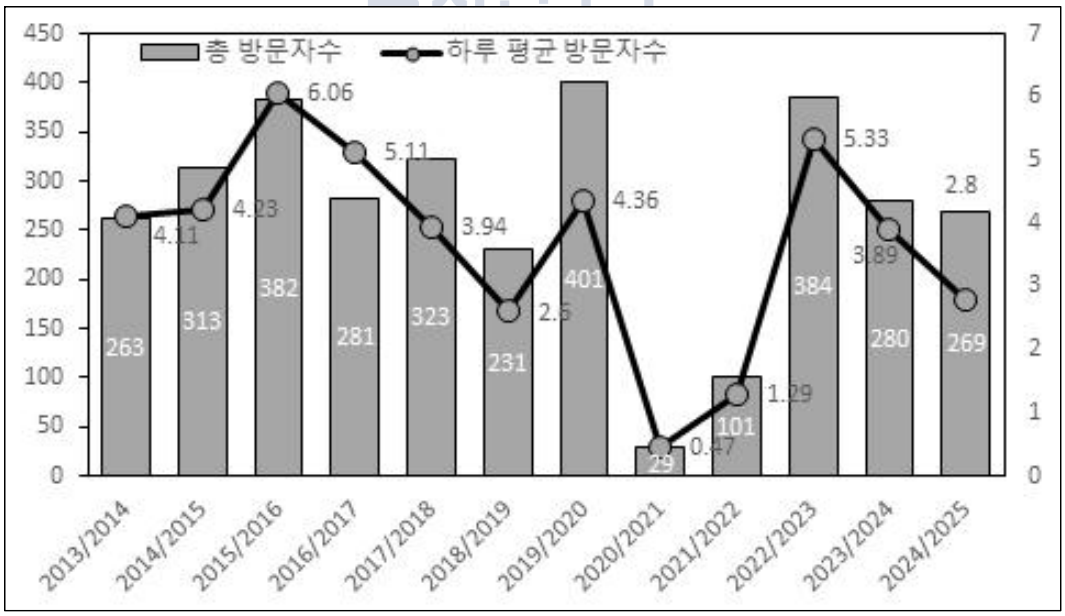


Fig. 7-4. Annual trends of number of visitor of the ASPA No. 171 over Antarctic summer seasons.

Footprint

38th overwintering team, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract: During the 2024/25 summer season, a total of 111 personnel visited King Sejong Station. This included 18 members of the 38th overwintering team, 66 summer researchers, 9 summer support staff, 6 members of a government inspection team, and 30 members from media and broadcasting teams. Of the 25 submitted Antarctic activity applications, all included visits to Antarctic Specially Protected Areas (ASPAs), totaling 25 applications including those by the overwintering team. Permits were granted for four ASPAs: ASPA No. 125 (2 teams, 25 individuals), ASPA No. 132 (13 teams, 63 individuals), ASPA No. 150 (13 teams, 58 individuals), and ASPA No. 171 (21 teams, 77 individuals). ASPA No. 171, Narebski Point near King Sejong Station, received 77 visitors during the summer period, with an average of 2.8 visitors per day —slightly lower than the previous year's daily average of 3.89. While most field activities based out of King Sejong Station were concentrated around the Barton Peninsula, some were conducted jointly with international teams in the Fildes Peninsula and Maxwell Bay areas.

제 2 절

방류수 수질 모니터링

37차 및 38차 월동연구대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약: 세종기지에서 발생한 오수는 오수처리시설을 통해 정화되며, 해양으로 배출되는 처리 방류수의 수질을 매월 2회 분석하였다. 수질검사는 생화학적 산소요구량을 포함한 6가지 항목(BOD, COD, 부유물질농도, 총질소농도, 총인농도, 대장균군수)을 측정하였다. 2024년 37차 월동기간에도 33차에서 적용한 바와 같이 반응조 운영시간을 연장 등의 방법을 적용하였으며, 36차 기간에 비해 전반적으로 유입수의 오염도가 낮은 경향을 보였다. BOD, COD는 기준치를 만족하였고 SS, 총대장균군수의 농도가 대체로 기준치를 만족하였으나, T-N과 T-P값은 여전히 기준치를 초과하였고 두 항목에 대한 정화율이 매우 낮았다. 수질 개선을 위해 근본적인 시설 개선이 요구되며 동시에 기지 물 사용량 및 세제 사용 등을 줄이는 수질 개선 노력이 지속적으로 요구된다.

1. 방류수 모니터링

세종기지에서는 기지에서 발생한 오수의 처리 효율을 높이기 위하여, 생물 반응조 내에 존재하는 활성슬러지(Activated sludge)의 양을 매주 측정하고 필요시 종균제를 투입하고 있다. 활성 슬러지 내에는 세균, 조류, 균류, 원생동물 등 다양한 작은 생물체들이 존재하고 있는데, 이 중에서 세균은 95% 이상의 비율로 존재하고 있어 하수처리 과정에서 중심적인 역할을 수행하고 있다.

생물연구대원은 오수처리기로 유입되는 생활하수와 정화된 후에 해양으로 배출되는 처리 방류수의 수질을 매달 한 번씩 비교분석하는 임무를 수행하고 있다. 지난 36차 생물대원은 35차 대원으로부터 인계받을 당시 최종 방류수가 아닌 이전 단계인 침전조에서 채수하여 측정하는 것으로 인계받아 침전조에서 처리된 오수가 머무는 시간인 60분이 경과하기 이전에 채수할 경우 최종 방류수와 수질이 차이가 있음을 2023년 6월 기지모니터링 책임자와 대화중 발견하였다. 6월 이후부터는 최종 방류수를 채수하여 수질검사를 수행하였다. 수질검사는 생화학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 부유물질량, 총질소와 총인 함량, 총대장균군수를 측정하는 6개 항목으로 구성되어 있으며, 이는 국내의 하수, 폐수, 분뇨처리시설에서 수행하는 항목과 동일하다(Table 7-1). 2008년 오수처리시설 설치 당시 기대 수질은 2010년 개정된 방류수 수질기준에 따르면 Table 7-1에 표시된 일 방류수량 '500 m^3 미만~50 m^3 이상' 인 시설의 방류수 수질기준에 해당한다.

KOPRI 극지연구소

Table 7-1. Discharged water quality expected at King Sejong Station referring Discharged Water Quality Standard of Korea

<공공하수처리시설의 방류수수질기준> [개정 2010. 2. 26]

구분		생물학적 산소 요구량 (BOD) (mg/ l)	화학적 산소 요구량 (COD) (mg/ l)	부유물질 (SS) (mg/ l)	총질소 (T-N) (mg/ l)	총인 (T-P) (mg/ l)	총 대장균 군수 (개/ml)
1일 하수처리용량 500m^3 이상	Ⅰ지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.2 이하	1,000 이하
	Ⅱ지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.3 이하	3,000 이하
	Ⅲ지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	0.5 이하	
	Ⅳ지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	
500 m^3 미만 50 m^3 이상		10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	
50 m^3 미만		10 이하	40 이하	10 이하	40 이하	4 이하	

2. 측정 방법

가. BOD, COD, 부유물질(Suspended solid; SS), pH의 측정

방류수의 BOD, COD, 부유물질, pH는 무시약 수질 자동모니터링시스템(s::can, Austria)의 Spectrometer probe(Spectro::lyser)를 활용하여 측정하였다. Spectrometer probe는 UV-Vis의 원리를 적용한 광센서로써 용존물질의 각 분자들이 흡수하는 특정파장을 흡광도로 분석하여 측정치를 도출한다. 측정기기의 항목별 측정범위를 살펴보면 BOD는 0~42.86 mg/L, COD는 0~57.14 mg/L, 그리고 SS는 0~57.14 mg/L의 범위이다. 세종과학기지의 IC/SBR 오수 처리 시스템을 거쳐 배출되는 방류수의 수질은 무시약 수질 자동모니터링시스템의 측정범위를 상회하는 수준이므로 시스템에서 지원하는 실시간 모니터링 기능을 이용할 수 없는 상황이다. 따라서 유입수와 방류수를 증류수로 적절히 희석하여 측정할 필요가 있다.

무시약 수질 자동모니터링시스템을 활용한 유입수와 방류수의 반자동 수질측정방법은 다음과 같다. 1000 mL 메스실린더에 시료 100 mL과 증류수 400 mL을 섞어 1/5로 희석한 후 Spectrometer probe를 메스실린더에 넣어 측정하였다(Fig. 7-5).



Fig. 7-5. Automatic discharged water quality monitoring system (s::can) at King Sejong Station.

나. 총질소의 측정

빙류수의 총질소 측정은 pHotoFlex® STD handheld colorimeter(YSI, USA)를 이용하여 측정하였다. 측정은 매월 2회 실시하였다(Fig. 7-6).

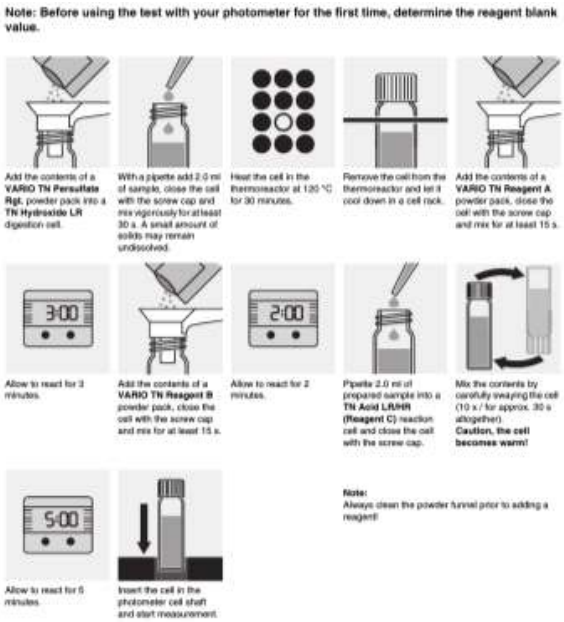


Fig. 7-6. Sample processing for total nitrogen determination.

다. 총인의 측정

방류수의 총인 측정은 pHotoFlex® STD handheld colorimeter(YSI, USA)를 이용하여 수행하였다. 측정은 매월 2회 실시하였으며 그 방법은 Fig. 7-7과 같다.

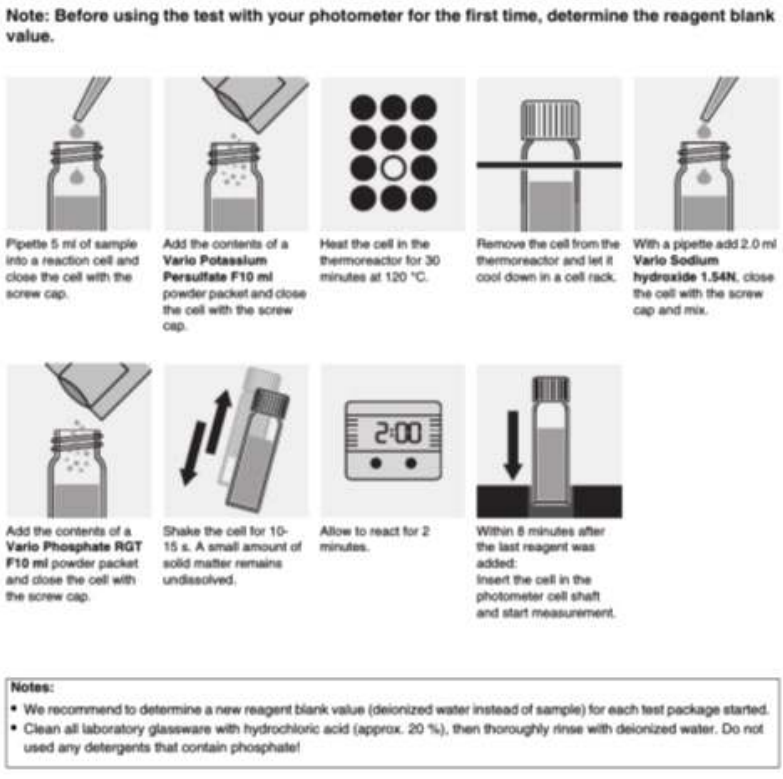


Fig. 7-7. Sample processing for total phosphorus determination.

라. 총대장균군수의 측정

방류수의 대장균군수 측정은 Colifast field kit(Colifast, Norway)를 이용하여 측정하였다. 측정은 매월 2회 실시하였으며 그 방법은 다음과 같다. 유입수와 방류수를 1/100로 희석하여 분석시료 10ml을 준비하였다(증류수 9.9ml + 유입수 또는 방류수 0.1ml). 10ml의 반응시약이 담겨있는 바이알에 준비된 분석시료 10 ml을 첨가한 후 배양기(CULTURA® M, Almedica AG)에 넣고 44℃에서 배양하였다. 배양 후 15분, 75분 그리고 135분에 바이알에서 큐벳으로 3ml을 분주하고 0.5M NaOH 3방울(0.1ml)을 첨가한 후 큐벳 뚜껑을 닫고 8회에 걸쳐 섞어주었다. 이후 Colifast Micro Detector에서 배양시간별 fluorescence value(MU)를 측정하였다. 한편 검교정을 위한 시료는 분석시료의 MU를 측정하기 전 큐벳에 Blank 시료 3ml 과 Cal 48 시료 3ml을 혼합한 후 0.5M NaOH 3방울(0.1ml)을 첨가하여 준비하였다. 큐벳 뚜껑을 닫고 8회에 걸쳐 섞어준 후 검교정을 시행하였다. 산출된 MU를 바탕으로 대장균군수를 환산하는 방법은 MU값의 시간당 증가에 대한 기울기((마지막 MU - 첫 번째 MU) / 시간)을 구한 후 200을 곱하여 시료 100ml 당 대장균군수를 산출하였다. 분석시료는 1/100로 희석하였기 때문에 시료 100ml 당 대장균군수는 1ml 당 대장균군수로 재계산할 수 있으며, MU값의 시간당 증가에 대한 기울기가 시료 100ml 당 200개의 대장균군으로 환산되는 것은 Colfast사에서 시험한 통계학적 계산에 근거한 것이다(Table 7-2).

KOPRI 극지연구소

Table 7-2. Correlation of CMD slope and coliform count

CMD slope (MU Production/hour)	cfu/100ml
<2.5	~ 0
3	500
5	1,000
25	5,000
50	10,000
100	20,000
500	100,000

1 Slope unit = 200 cfu/100ml

3. 결 과

가. BOD의 월별 변화

유입수(influent) BOD는 평균 5.65 mg/L, 최댓값은 2024년 6월 1차에 8.43 mg/L, 최젓값은 8월 2차에 0.59 mg/L로 가장 낮았다. 방류수(effluent) 내 BOD의 연평균 농도는 2.91 mg/L, 최댓값은 2024년 2월 2차의 9.27 mg/L로 유입수 4.97 mg/L 보다 높게 나타나 채수 과정에서 문제가 있었을 수 있다. 최젓값은 12월 1차의 0.8 mg/L이었다(Fig. 7-8). 37차 월동기간 동안 전 기간에 걸쳐 방류수의 BOD 농도가 기준치 이내로 측정되었고, 36차 월동 기간에 비해 더 낮은 값을 보였다. 5년에 걸쳐 꾸준히 방류수의 BOD 정화율이 개선되고 있는 것으로 보인다(Fig. 7-8).

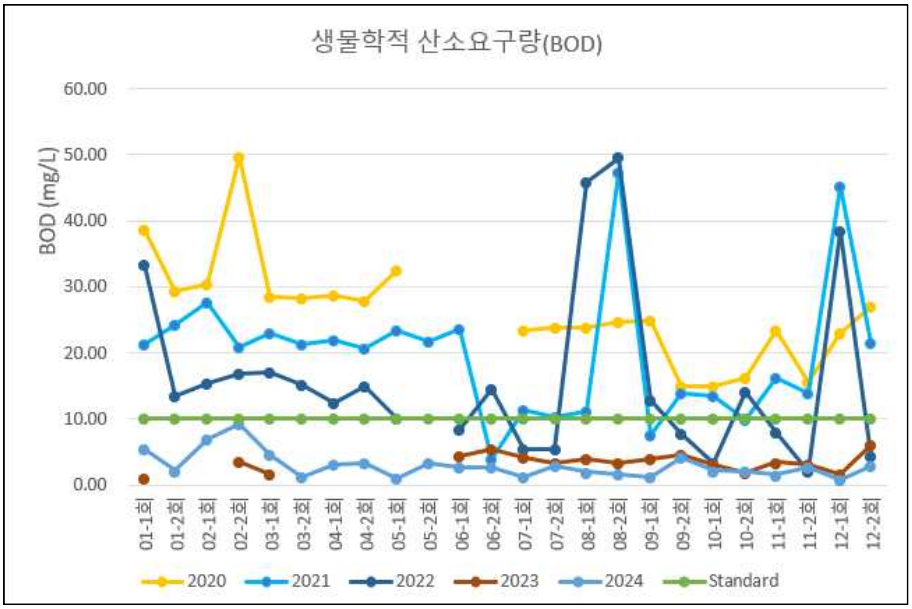


Fig. 7-8. Monthly variation in BOD concentration of treated discharge water over 5 years (2020~2024).

나. COD의 월별 변화

유입수(influent) 내 COD의 연평균 농도는 40.09 mg/L, 최댓값은 2024년 1월 1차에 55.37 mg/L, 최젓값은 2024년 9월 1차의 6.58 mg/L이었다. 방류수(effluent) 내 COD의 연평균 농도는 11.85 mg/L, 최댓값은 1월 1차의 64.75 mg/L로 유입수보다 높은 값을 보여 채수과정에 문제가 있었던 것으로 보인다. 최젓값은 11월 1차의 0.87 mg/L이었다(Fig. 7-9). 2024년 방류수 COD의 농도는 모두 기준치(40 mg/L) 아래로 검출되어 기준치를 만족하였다. 37차 월동기간에는 유입수와 방류수 모두 지난해 보다 낮은 COD 값을 보였으며, 방류수 COD농도 관측이래 처음으로 연중 기준치 이하로 검출되었다.

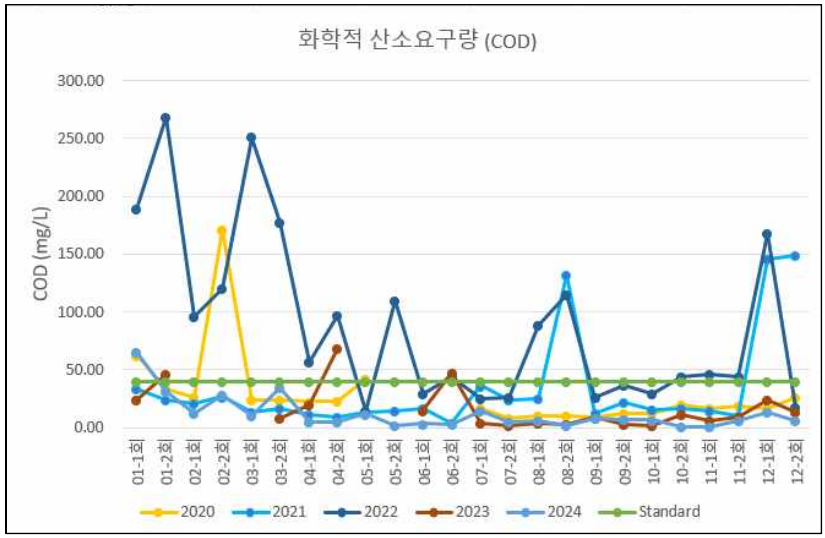


Fig. 7-9. Monthly variation in COD concentration of treated discharge water over 5 years (2020~2024).

다. 부유물질농도(SS)의 월별 변화

유입수 총 SS의 연평균 농도는 29.84 mg/L, 최댓값은 2024년 1월 1차의 50.65 mg/L, 최젓값은 2024년 9월 1차의 4.77 mg/L였다. 방류수 내 SS의 연평균 농도는 10.78 mg/L, 최댓값은 3월 2차의 60.59 mg/L로 유입수보다 더 높은 값을 보였으며, 이는 침전조의 폭기중에 수질을 측정한 것이 원인으로 보인다. 최젓값은 0 mg/L으로 5월 2차에 부유물질이 검출되지 않았다(Fig. 7-10). 2024년 동안 4회를 제외하고 방류수 부유물질 농도는 기준치 이하로 검출되었으며 전반적으로 유입수의 농도가 다른 해에 비해 낮게 검출되었다.

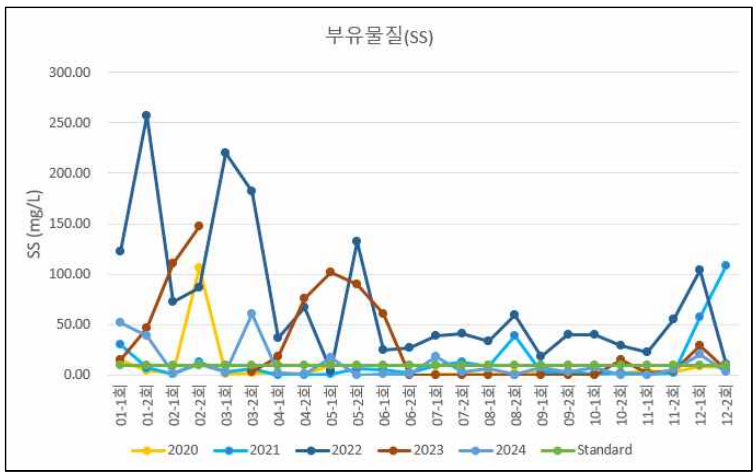


Fig. 7-10. Monthly variation in Suspended Substance concentration of treated discharge water over 5 years (2020~2024).

라. 총질소량(T-N)의 월별 변화

유입수 T-N의 연평균 농도는 66.06 mg/L, 최댓값은 2024년 2월 2차의 95.8 mg/L, 최젓값은 2024년 8월 2차의 28.4 mg/L였다. 방류수 총질소량의 연평균 농도는 43.70 mg/L, 최댓값은 5월 1차의 78 mg/L, 최젓값은 12월 2차의 8.8 mg/L이었다(Fig. 7-11). 총질소량의 경우 지난해보다는 개선 되었지만 2회를 제외하고 기준치 이상으로 검출되었다.

전반적으로 유입수와 비교하면 방류수의 T-N 농도가 낮게 나타나는 결괏값을 보였고 연평균 농도로 분석했을 때, 유입수의 TN 총량 대비 방류수의 정화율(reduction ratio)은 약 34%였다. 정화율이 33차(60.85%), 34차(48.80%) 월동기간의 TN 총량 대비 방류수의 정화율은 감소하는 경향을 보이고 있는 이유로 근래에 종균제 공급이 원활하지 못하여 질소화합물을 분해하는 미생물의 활성이 좋지 못한 것으로 판단된다. 종균제 보급과 적기에 투입하여 총질소 농도 변화를 관찰할 필요가 있다.

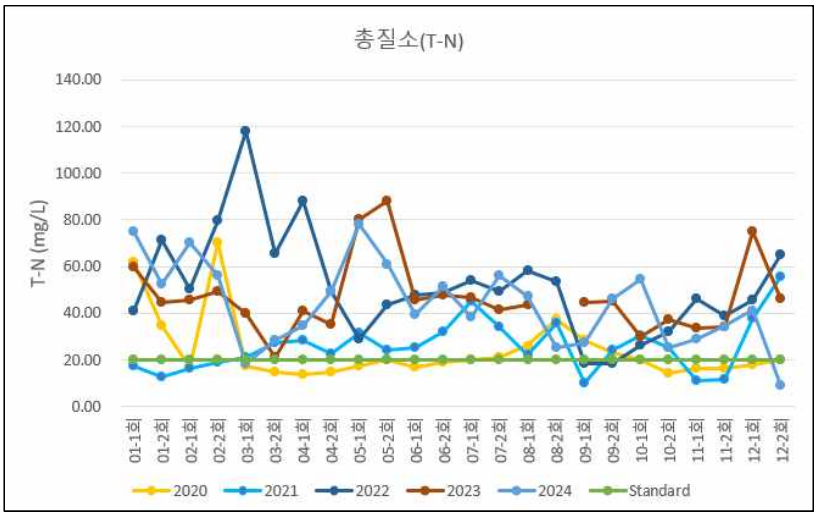


Fig. 7-11. Monthly variation in T-N concentration of treated discharge water over 5 years (2020~2024).

마. 총인량(T-P)의 월별 변화

유입수 T-P의 연평균 농도는 9.02 mg/L, 최댓값은 2024년 2월 2차의 14.55 mg/L, 최젓값은 9월 1차의 5.83 mg/L였다. 방류수 내 T-P의 연평균 농도는 7.30 mg/L, 최댓값은 2월 2차의 11.91 mg/L, 최젓값은 12월 2차의 1.23 mg/L이었다(Fig. 7-12).

전반적으로 유입수와 비교하면 방류수의 T-P 농도가 큰 차이는 없지만 다소 낮게 나타나는 결괏값을 보였고 연평균 농도로 분석했을 때, 유입수의 TP 총량 대비 방류수의 정화율(reduction ratio)은 약 19.07%로 지난해 19.17%와 비슷한 매우 낮은 정화율을 보였다. 33차(20.52%), 34차(23.71%), 35차(32.59%)로 T-P의 정화율을 볼 때 세종기지의

오수처리시설의 총인 정화 효율이 매우 낮은 것으로 보이며 개선이 필요하다.

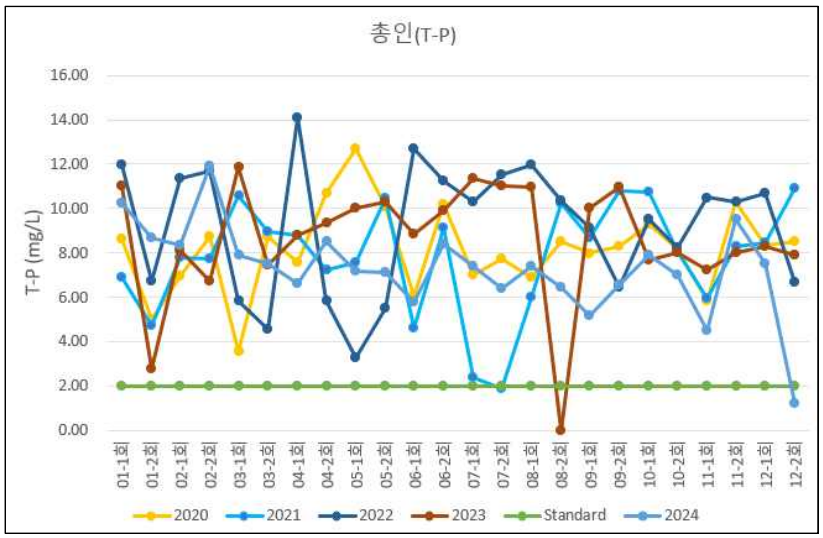


Fig. 7-12. Monthly variation in T-P concentration of treated discharge water over 5 years (2019~2023).

바. 총대장균군수(CFU)의 월별 변화

유입수 총대장균군수 연평균은 25,423 CFU/ml, 최댓값은 2024년 2월 2차의 46,912 CFU/ml, 최젓값은 2024년 8월 2차의 4,900 CFU/ml였다. 방류수(effluent) 내 총대장균군수의 연평균 2,430 CFU/ml, 최댓값은 1월 1차의 32,120 CFU/ml, 최젓값은 0 CFU/ml으로 대장균이 검출되지 않았다(Fig. 7-13). 연평균 총대장균군수로 분석했을 때, 유입수의 총대장균군수 총량 대비 방류수의 총대장균군수 정화율(reduction ratio)은 약 90.45%였다. 2024년 2월 2차, 4월 1차, 5월 1차를 제외하고, 총대장균군수가 기준치 아래로 내려오거나 아예 검출되지 않았다.

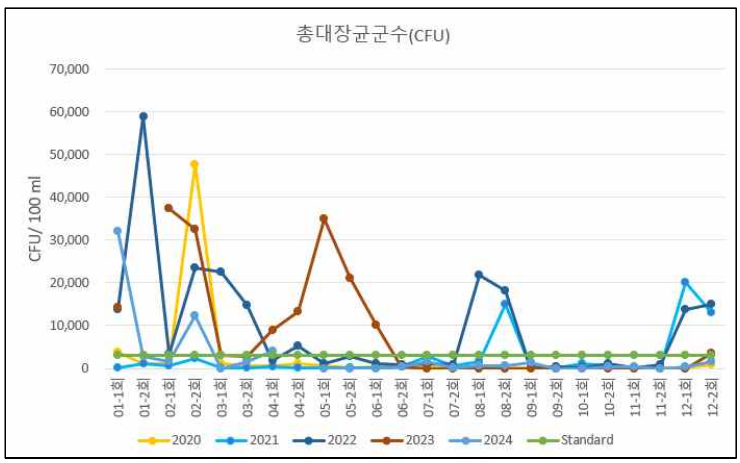


Fig. 7-13. Monthly variation in CFU of treated discharge water over 5 years (2020~2024).

4. 고찰 및 결론

2024년 1월~12월까지 세종과학기지의 오수처리장 수질검사는 매월 2회 6가지 평가 항목인 생화학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 부유물질량(SS), 총질소(T-N)와 총인(T-P)농도, 총대장균군수(CFU)에 대해 이루어졌다. 국내 공공하수 처리장의 방류수 기준으로, 2024년 기간 동안 최종 방류수를 채수하여 측정한 경우, BOD, COD, SS, 총대장균군수가 대체로 기준치 이하의 농도로 검출되었으나 T-N과 T-P의 방류수 농도는 대부분 기준치를 초과하였다. 37차 월동기간의 경우 지난해에 비해 유입수의 오염도가 낮았으며 36차 기간에도 이전해 보다 상당히 낮았던 것은 특기할 만하다. 방류수 수질 개선을 위한 월동연구대의 노력이 지속되고 있는 것으로 보인다.

세종기지의 유입수의 농도는 IC/SBR 반응조가 가동될 수 있는 유입수의 기초농도 조건을 만족하지 못하고 있다. 2018년 1월에 수행된 보수공사 결과에 따른 개선 방안이 도출된 바 있다. 오수처리시설이 설치되어있는 발전동 공간의 한계로 인한 2차 처리시설 추가를 제외하고 모든 항목에 대하여 보수공사를 이행하였으나, 전문인력의 시험가동 기간 이후에는 대부분의 수질 항목에서 기준치 이상을 나타냈으며 변동 폭도 증가하는 양상을 보였다. 33차 월동기간에 반응조에 오수가 머무는 시간을 연장하는 등 운영방법을 개선하여 상당한 수질 개선 효과를 보았고 이후 현재까지 동일한 방법을 적용하고 있으나 장비 노후화와 설비 용량의 한계로 방류수 수질 개선에 어려움이 있다. 따라서 근본적인 수질 개선을 위해서는 오수처리시설의 증설 또는 처리 능력이 향상된 신규 오수처리시설의 도입이 필요할 것으로 보인다. 그러나 새로운 설비를 위한 공간, 예산, 공사 및 교체 기간 중 기지 운영 문제 등을 포함한 장기 계획 수립이 요구되어 이른 시일 내에 시설 개선이 어려울 수 있으므로 수질 개선을 위해서는 사용자의 물 절약, 오염원 사용 최소화 노력이 지속적으로 요구된다. 또한 종균제의 정확한 재고 파악과 보급으로 SBR의 정화율을 일정 수준 유지해 줄 필요가 있다.

KOPRI 극지연구소

Effluent water quality monitoring

The 37th and 38th overwintering team, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract: Wastewater generated at the base was purified through the sewage treatment facility and the quality of the treated effluent discharged into the ocean was analyzed twice a month. Water quality tests included the measurement of six parameters, including biochemical oxygen demand, which are BOD, COD, SS concentration, total nitrogen concentration, total phosphorus concentration, and coliform group count. During the 37th overwintering period in 2024, the same methods applied in the 33rd period, such as extending the operating time of the reaction tanks, were implemented. The influent generally showed a trend of lower pollution levels compared to the 36th period. While the concentrations of BOD and COD met the standards, and SS, and total coliform count generally met the standards, the values of T-N and T-P continued to exceed the standards, and the purification rates for these two parameters were very low. Fundamental facility improvements are required for water quality enhancement, along with continued efforts to reduce base water usage and detergent use.

참 고 문 헌

모리시타 이사무 (2012) 하수처리와 원생생물. 아카데미 서적

Abdalla and Hammam. 2014. Correlation between Biochemical Oxygen Demand and Chemical Oxygen Demand for Various Wastewater Treatment Plants in Egypt to Obtain the Biodegradability Indices. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research 13:42-48.

Cowan, D. A. & Tow, L. A. 2004. Endangered antarctic environments. Annu Rev Microbiol 58, 649-690.

Lee AH. and Nikraz H. 2014. BOD:COD Ratio as an Indicator for Pollutants Leaching from Land fill. Journal of Clean Energy Technologies 2:3.

L.-W. Deng, P. Zheng, Z.-A. Chen. 2006. Anaerobic digestion and post-treatment of swine wastwater unsing IC-SBR process with bypass of raw wastewater. Process Biochemistry 40:965-969.

Mantzavion D. Psillakis E. 2004. Review Enhancement of biodegradability of industrial wastwaters by chemical oxidation pre-treatment. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 79:431-454.

Pisarevsky A. M. Polozova I. P. Hockridge P. M. 2005. Chemical Oxygen Demand. Russian Journal of Applied Chemistry. 78:101-107.

Samudro G. Mangkoedihardjo S. 2010. Review on BOD, COD and BOD/COD ratio: A triangle zone for toxic, biodegradable and stable levels. 2:4.

KORRI 극지연구소

제 3 절

2024년 세종과학기지 주변 대기오염물질 모니터링

박 기 홍

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요약 : 남극세종과학기지 주변에서 배출되는 대표적인 오염 물질인 질소산화물(NOx)와 이산화황(SO_2)의 감시를 위해, 세종기지 내의 대기빙하동에 대기오염 연속관측장비(Thermo사 42-TL, 43-TLE)를 2022년 2월 하계 연구기간 중 설치하였으며 현재까지 연속 관측 중이다. 장비는 대기중의 NOx와 SO_2의 농도를 15분 간격으로 관측하고 있으며, 2023년 12월 보정문제로 인하여 관측을 중지 중이었던 SO_2의 보정을 완료하고 정상 관측 수행 중이며, NO(일산화질소)의 보정도 완료하여 연속관측을 수행하고 있다. 추가로 2025년 2월 하계기간 보정을 완료하여, 2024년의 24년과 25년 보정을 반영한 최종농도는 추후 보고될 예정이다.

1. 서론

지구의 대기에서 질소산화물들은 다른 미량기체와의 화학반응을 통해서 대기의 산화과정을 조절하는 중요한 요소이다. 특히, NO와 NO_2 (NO + NO_2 = NOx)는 대류권에서 오존의 광화학적 생성에 있어 필수요소로 기여한다. 이산화황(SO_2)은 화석연료의 배출을 통해 대기로 유입되며, 이는 황산으로 변형되어 산성비, 산성 안개 등 식물과 환경의 파괴를 유발시키는 대표적인 오염물질로 알려져 있다.

남극은 그 지역의 특성상 화석연료의 소비, 산불, 번개, 토양 등으로부터 발생되는 산화질소나 이산화황의 배출원으로부터 멀리 떨어져 있기 때문에, 질소산화물의 농도와 이산화황의 농도는 극히 낮은 지역이다(ppb level). 한편, 이러한 저농도의 오염물질의 대기환경에서, 근래 들어 증가하고있는 남극에서의 인간활동에 의한 고농도의 오염물질의 유입은 아직 잘 알려져있지 않은 극지대기환경에 미치는 영향의 분석과 대기산화력의 변동 수반하게 된다. 따라서, 질소산화물과 이산화황의 모니터링은 인간활동의 영향을 평가하는 것 뿐만 아니라, 향후 남극의 대기환경변동을 예측하는데 있어 반드시 필요하다.

2. 재료 및 방법

가. 연구 지역

관측을 위한 분석 장비는 남극 반도의 킹조지섬에 위치한 남극세종과학기지(62.223° 남위, 58.787° 서경)의 대기빙하동(Fig. 7-14)에서 이루어졌다. 장비는 2022년 2월에 설치되었으며, 15분 간격으로 기지 주변의 이산화황과 질소산화물의 농도를 관측하고 있다. 2023년 3월 이산화황은 지속적으로 검출한계 이하의 값을 보이고 있어 관측을 중지하였으나, 현재 보정을 완료하여 재가동을 시작하여 관측중이다.



Fig. 7-14. The location of King Sejong Station.

나. 관측 방법

본 연구의 NOx와 SO_2의 관측은 각각 Thermo사의 42i-TL과 43i-TLE 모델을 통하여 이루어졌다(Fig. 7-15, 7-16).



Fig. 7-15. Air quality monitoring system (SO_2 and NOx) in King Sejong Station.

질소산화물은 일산화질소가 오존과 반응시 생성되는 발광현상의 강도를 측정한다. 발광의 정도는 일산화질소의 농도에 선형적으로 비례하게된다. 이때 발생하는 적외선은 생성된 이산화질소 분자가 전기적으로 들뜬 상태에서 안정화 되면서 발생한다.

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2 + h\nu$$

이산화질소를 측정하기 위해서 이는 일산화질소로 분석 전에 먼저 변환이 이루어져야하며, 이는 325℃에서 몰리브데늄 컨버터를 통해서 이루어진다. 일산화질소만을 분석하기 위해서는 이 컨버터를 분석과정에서 통과할 필요가 없으며, 질소산화물(NO + NO_2) 분석 시에만 통과하게 된다. 그리고 유입된 대기 시료는 기기에서 발생시킨 오존과 반응챔버에서 반응하게 되며, 이때 NO의 농도에 따라 발생하는 발광의 정도는 photomultiplier tube에서 감지되게 된다. 장비에는 NO와 NOx의 농도가 저정되며, NO_2의 농도는 NOx와 NO의 농도차이로 계산된다.

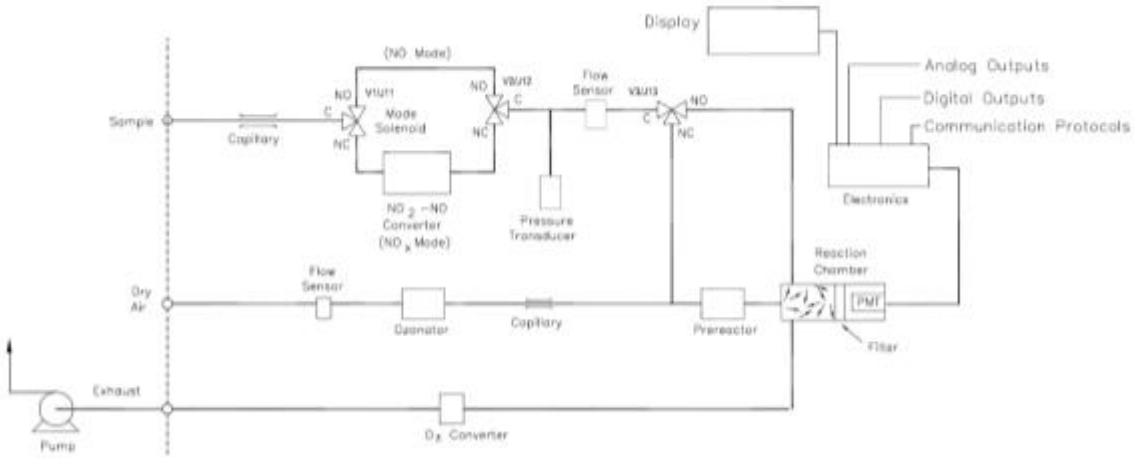


Fig. 7-16. A schematic diagram of Thermo 42i-TL.

이산화황의 분석은 43i-TLE 모델(Fig. 7-17)을 통해 이루어진다. 원리를 간단히 살펴보면, 이산화황이 자외선을 흡수하여 들뜬 상태에서 다시 안정한 상태로 돌아가는 과정에서 조사한 자외선과 다른 파장의 자외선을 방출하는 원리를 이용한다.

$$SO_2 + hv1 \rightarrow SO_2^* \rightarrow SO_2 + hv2$$

유입된 대기 시료는 형광챔버 내에서 자외선을 조사하게 되며, 들뜬상태의 이산화황은 다시 저준위 상태로 안정화되는 과정에서 이산화황의 농도에 비례적으로 자외선을 방출한다. 그리하여 photomultiplier tube에서 이때 방출되는 자외선의 세기를 감지하게 된다.

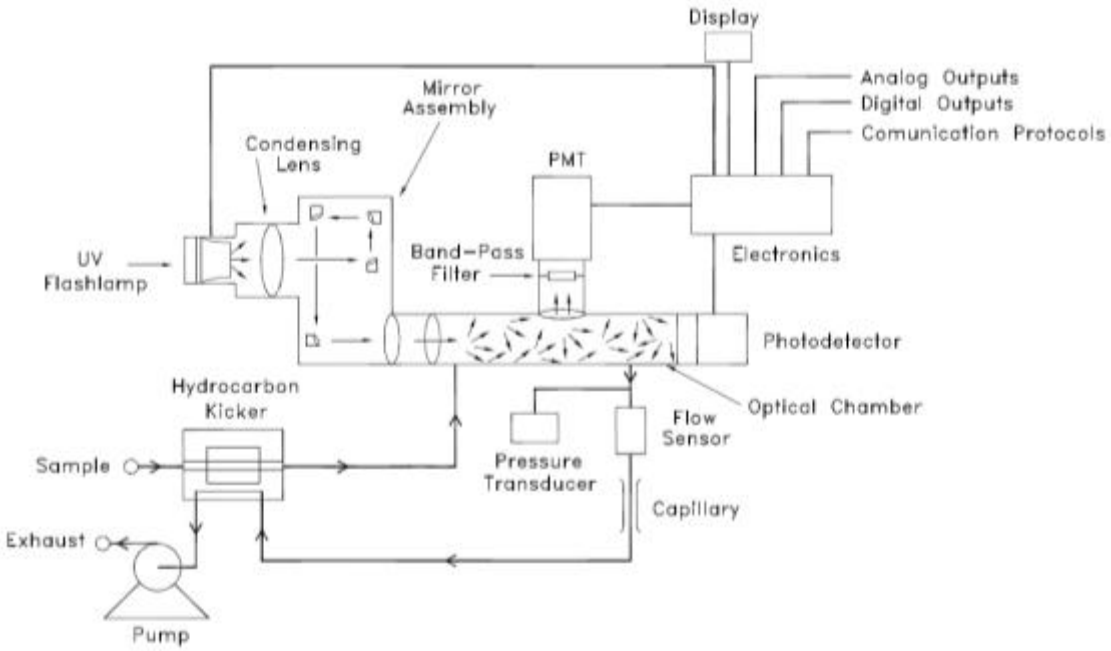


Fig. 7-17. A schematic diagram of Thermo 43i-TLE.

3. 결과 및 고찰

가. 이산화황 및 일산화질소의 시계열분석

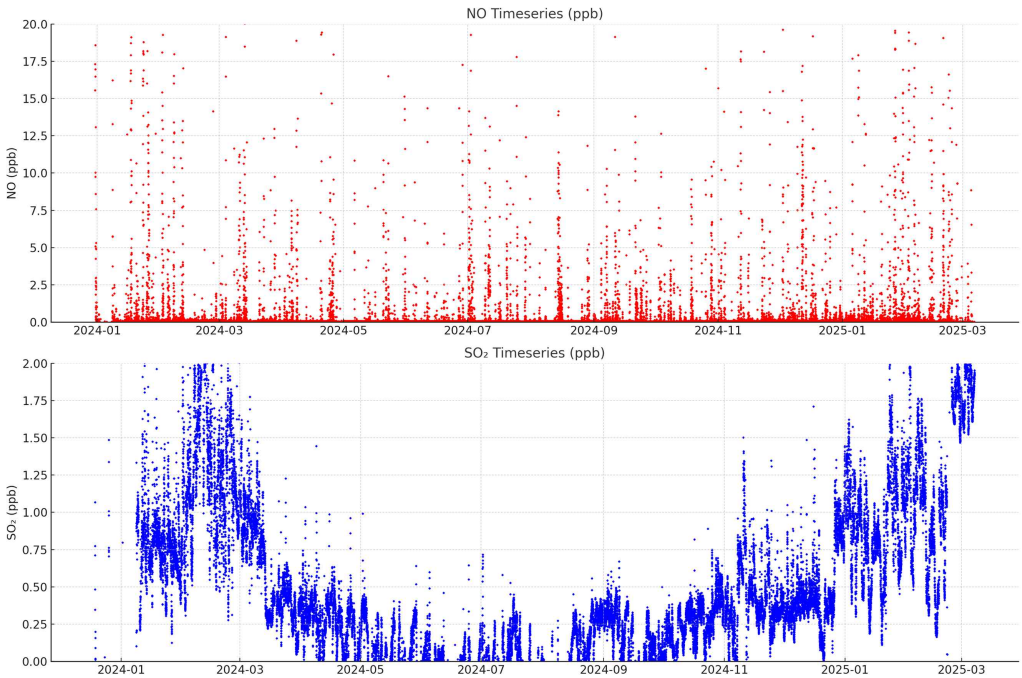


Fig. 7-18 A time series graph of NO (top, red) and SO_2 (bottom, blue) concentrations measured at the King Sejong Station in Antarctica from March to December 2024.

KOPRI 극지연구소

SO_2 와 NO의 2024년 3월-12월 시계열 데이터를 살펴보면 (Fig. 7-18), 두 오염물질 모두 대부분의 시간 동안에는 매우 낮은 농도를 보이고, 국지적 요인으로 추정되는 짧은 고농도 피크들이 불규칙하게 나타나는 것이 관찰된다. NO의 경우 수 ppb 수준의 급격한 상승 이벤트가 연중 산발적으로 발생하며, 최고치는 약 45 ppb에 달한다. 이러한 NO 피크들은 3-4월과 11-12월에 상대적으로 빈번하며, 한겨울인 6-7월 동안에는 발생 빈도가 다소 줄어드는 경향이 있다. 이는 기지 활동이 활발한 하계 기간에 주로 기지의 소각장 및 발전동에서 배출되는 질소산화물을 포함한 여러 연구활동을 통해 NO가 국지적 연소에 의해 단발적으로 배출되는 이벤트가 집중됨을 보인다. 한편 SO_2 의 경우 NO에 비해 분명한 계절 변동이 나타나는데, 3월 초에는 배경수준이 약 1-2 ppb로 비교적 높았다가 4월 이후 점차 감소하여, 6-8월 동절기에는 거의 0에 가까운 안정적인 낮은 농도를 유지한다. 이후 9월부터 다시 농도가 상승하여 11-12월에는 평균 0.5 ppb 안팎까지 올라가고, 최대 피크는 약 3.5 ppb 수준까지 관찰된다. 이러한 SO_2 농도의 계절적 변화는 남극의 봄~여름철에 배경 대기 중 SO_2 를 증가시키는 요인이 존재함을 시사한다. 이는 해양생물 유래의 황화합물 산화(예: DMS의 산화)에 따른 계절적 배경 SO_2

증가나, 하계 기간 세종기지 및 주변 활동으로 인한 지속적인 배출 증가와 관련될 수 있다. 또한, SO_2 는 해양이나 장거리 이동 등으로 인해 계절적 배경 변동이 나타날 가능성을 반영한다. 실제로 위성 및 기류 연구에 따르면 세종기지가 위치한 남극반도 지역은 남아메리카 남단으로부터 이동해오는 대기 영향을 직접 받는 특징이 있으며, 이로 인해 외부 기원의 오염물질이 남극반도까지 수일에 걸쳐 수송될 수 있다.

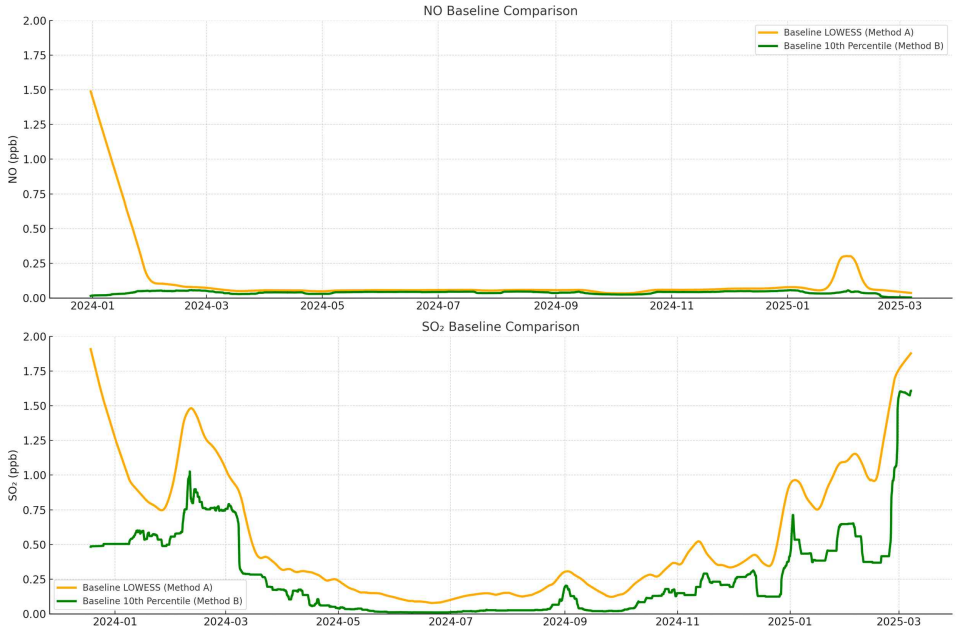


Fig. 7-19 Comparison of baselines extracted using two different methods for the time series of NO (top) and SO_2 (bottom) concentrations. The orange line represents the moving average/LOWESS-based baseline (Method A), while the green line represents the 10th percentile-based baseline (Method B).

시계열 데이터에서 baseline(배경 농도 수준)을 두 가지 방법으로 추출하여 비교하였다 (Fig. 7-19). 방법 A는 moving average/LOWESS 등 장기 추세를 나타내는 평활화 기법을 사용하였고, 방법 B는 각 기간별 하위 10번째 백분위수(10th percentile)를 산출하여 배경값을 대표하도록 한 것이다. 방법 A로는 30일 정도의 window로 데이터를 LOWESS 스무딩하여 장기 변동을 얻었고, 방법 B로는 약 ±2주간의 자료에서 하위 10% 수준을 moving window로 계산하여 baseline으로 정의하였다.

NO의 baseline을 비교하면, 방법 A의 결과는 3-4월에 약 0.05-0.07 ppb 수준으로 시작하여 연중 완만한 변동을 보이며, 12월에 약 0.08 ppb까지 상승하는 추세선을 제공한다. 이에 비해 방법 B로 추정한 NO baseline은 0.03-0.06 ppb 범위의 더 낮은 값을 유지하며, 연중 큰 변화 없이 거의 일정한 수준(평균 약 0.04 ppb)을 보인다. 이는 NO 데이터

에 국지적 고농도 피크들이 존재해도, 백분위수 기반으로는 그 하위의 배경 부분만을 추출하므로 더 낮은 baseline이 얻어지기 때문이다. 실제로 7-8월경 NO LOWESS baseline이 일시적으로 ~0.05 ppb에서 ~0.03 ppb로 떨어진 구간에서, 백분위수 기반 baseline은 ~0.02 ppb까지 더 낮아져 둘 간 차이가 커지는 모습이 나타난다. 전반적으로 NO의 LOWESS baseline이 백분위수 baseline보다 항상 높거나 유사하며, 배출 이벤트로 인한 장기 평균 상승분을 포함하고 있음을 알 수 있다. SO_2 의 두 baseline은 NO에 비해 차이가 더 두드러진다. 방법 A로 추출한 SO_2 baseline은 3월 초 약 1.1 ppb로 매우 높게 시작하는데, 이는 3월에 지속된 고농도 배출로 인해 장기 평활화 값 자체가 높아진 결과이다. 이후 4월부터 baseline이 급격히 감소하여 6-7월에는 0.1 ppb 미만까지 내려갔다가, 다시 서서히 상승하여 12월 말에는 ~0.5 ppb 수준을 보인다. 반면 방법 B의 SO_2 baseline은 3월 초 약 0.7 ppb에서 출발하여 5월 이후 0에 수렴하는 매우 낮은 값을 보이고, 9월 이후에 서서히 증가하여 12월에 약 0.2 ppb를 나타냈다. 즉, 백분위수 기반 baseline은 해당 기간의 최저치 근접값이므로 한겨울 동안 사실상 0에 가까운 배경농도를 반영하며, 3월과 11-12월에도 LOWESS baseline보다 일관되게 낮은 값을 유지한다. 다만 9월 하순경에는 방법 B baseline이 일시적으로 ~0.08 ppb로 솟아 방법 A보다 높게 나타났는데, 이는 해당 기간 SO_2 데이터가 드물게 거의 모든 값이 높았던 영향으로 10% 최소치마저 높았기 때문으로 추정된다. 전반적으로 SO_2 에서도 방법 A가 방법 B보다 높게 나타나며, 특히 고농도 기간에는 그 차이가 크게 벌어지는 경향을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 baseline 정의 방법에 따라 추정값에 차이가 있음을 보여주며, 국지적 오염원에 의한 장기 영향까지 포함한 추세를 볼 것인지, 배경 대기질 자체만을 분리할 것인지에 따라 적절한 방법을 선택해야 함을 시사한다.

나. 고농도 이벤트 분석

Baseline을 초과하는 값을 고농도 발생으로 정의하고 그 특성을 분석하였다(Fig. 7-20). 특히 상위 90 퍼센타일 이상에 해당하는 극값 구간의 데이터를 추출하여 통계분석한 결과, NO와 SO_2 모두 고농도치는 전체 자료의 10%에 해당하는 시료 수를 가지며, 해당 구간 내에서도 편중된 분포를 보였다. NO의 경우 90퍼센타일 기준값(~0.18 ppb) 이상 데이터들의 중앙값은 약 1.1 ppb, 평균은 2.7 ppb로 집계되었다. 이는 상위 10% 구간 내에서도 대부분의 NO 값은 1-2 ppb 이하이지만, 수십 ppb에 이르는 극단적인 피크들이 소수 존재하여 평균을 끌어올린다는 의미이다. 실제로 NO 농도가 10 ppb를 초과한 경우는 153개, 30 ppb를 초과한 경우는 10개에 불과하여, 대부분의 고농도 NO 이벤트들은 수 ppb 수준에서 발생하고 극소수 이벤트만이 수십 ppb의 매우 높은 농도까지 도달하였다. 반면 SO_2 의 상위 10% 구간은 기준값(~0.71 ppb) 이상에서 중앙

값 0.90 ppb, 평균 0.94 ppb로 NO에 비해 분포가 비교적 좁고 평균과 중앙값이 유사하였다. 이는 SO_2 의 고농도 사례들이 주로 0.7-1.0 ppb 범위에 몰려 있으며, 최고값(약 3.47 ppb) 같은 극치 사례는 드물기 때문이다. 요약하면, NO 고농도 분포는 긴 꼬리(long-tail)를 가진 반면 SO_2 는 상대적으로 한정된 범위에 분포한다. 이는 NO 배출원의 강도가 경우에 따라 크게 달라질 수 있음을 시사하며, SO_2 는 배출량 한계 혹은 기상조건으로 인해 일정 수준 이상은 잘 발생하지 않는 것으로 볼 수도 있다.

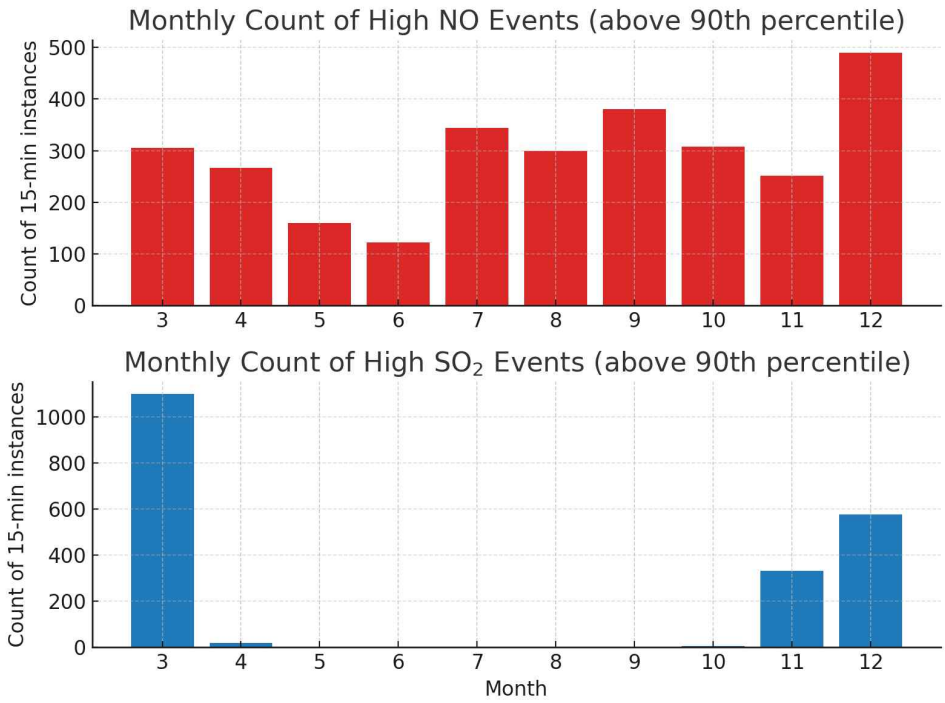


Fig. 7-20 Monthly occurrences of high concentrations exceeding the 90th percentile. (Top) For NO, the number of occurrences generally ranged between approximately 150 and 400 per month, showing a relatively even distribution. (Bottom) For SO_2 , the number of high-concentration events was overwhelmingly high in March (1,099 cases) but nearly absent from April to August.

NO 고농도 발생 횟수는 12월에 가장 많은 490건(15분 단위 자료 기준)으로 집계되었고 9월(380건), 7월(344건)도 높은 편이었다. 반면 5-6월에는 각각 160건, 122건으로 가장 적었다. 즉, NO의 고농도 이벤트는 연중 고르게 발생하지만, 한겨울보다는 여름철에 다소 빈발하는 경향을 보인다. 이는 동절기에는 인원과 활동이 제한적인 반면, 하절기에는 기지 내 소각 및 차량/발전기 사용 등이 늘어나 NO 배출 이벤트가 많아지기 때

문으로 추정된다. 한편 SO_2 는 고농도 발생의 계절성이 매우 뚜렷하다. 3월에 무려 1,099건으로 전체 SO_2 고농도의 절반 이상이 이때 집중되었으며, 4-8월에는 거의 발생 사례가 없었다. 그러다가 10월에 소수 발생이 시작되어 11월 332건, 12월 577건으로 다시 크게 늘어났다. 이는 SO_2 고농도 현상이 주로 여름철 하계연구활동 기간에 집중되며, 겨울철에는 사실상 전무함을 보여준다. 이 기간 동안 발전기 가동 증가, 선박의 엔진 및 보일러 배출, 혹은 폐기물 소각 등의 활동이 평시에 비해 많아져 다량의 SO_2 가 지속적으로 배출된 것으로 볼 수 있다. 반대로 동절기에는 기지 운영이 최소 수준이므로 SO_2 농도가 배경수준에 머물며 고농도 발생이 거의 없었던 것이다. 흥미롭게도 NO와 SO_2 의 고농도 발생은 항상 동반되지 않는 모습도 관찰된다. 두 오염물질 모두 고농도였던 사례는 322건으로, 이는 각기 단독 고농도 발생의 약 10~15% 수준에 불과하다. 이는 배출원의 특성에 따라 NO와 SO_2 의 상대적 배출 비율이 달라질 수 있음을 시사한다. 예를 들어, 선박이나 디젤발전기 연소의 경우 SO_2 와 NO가 함께 배출되어 동시 고농도를 유발하는 반면, 질소산화물만 많이 배출되는 사건(연료에 황 함유가 적은 소형 차량이나 발전기 가동, 혹은 질소가 풍부한 폐기물 소각 등)에서는 NO만 치솟고 SO_2 는 그렇지 않을 수 있다. 이러한 상세한 배출원별 기여는 추가 데이터(예: 기상 조건, 풍향, 배출 활동 기록 등)와의 교차 분석을 통해 밝혀야 할 부분이며, 현재 자료에서는 주로 기지에서의 연소활동이 NO와 SO_2 고농도의 주요 원인임을 정성적으로 파악할 수 있다.

KOPRI 극지연구소

다. 월별 이산화황과 일산화질소의 통계분석

전체 NO와 SO_2 데이터에 대해 월별 통계를 산출하고, 앞서 추출한 baseline 값의 월별 통계와 비교하였다 (Fig. 7-21). 월별 NO 및 SO_2 의 전체 평균농도와 baseline 평균 비교. 상단 NO 그래프를 보면, 빨간색 막대(전체 평균)는 3월 약 0.39 ppb에서 5-6월에 ~0.16 ppb로 낮아졌다가 12월에 0.53 ppb로 다시 높아지는 경향을 보인다. 그러나 NO의 baseline은 모든 달에서 0.05 ppb 이하로 매우 낮아, 실제 평균 대비 10~20% 수준에 불과하다. 더욱이 NO baseline의 표준편차는 거의 0에 가까워 월내 변동이 미미함을 나타낸다. 이는 대부분 기간 NO 농도가 항상 거의 0에 수렴하는 배경상태이며, 가끔의 피크가 전체 평균을 결정짓는다는 사실과 일치한다. 실제로 NO의 표준편차는 모든 달에서 평균 값의 수배에 달하며 (예: 12월 NO 표준편차 ~2.14 ppb로 평균의 4배 이상), 이는 분포가 피크 중심으로 매우 넓음을 뜻한다. 한편 SO_2 의 경우 (하단 파란/녹색 막대) 3월 전체 평균이 0.60 ppb, baseline 평균은 0.35 ppb로 baseline이 약 58% 수준이었으나, 6월에는 전체 평균 0.08 ppb vs baseline 0.012 ppb로 15% 미만까지 떨어졌다가, 12월에는 전체 0.48 ppb vs baseline 0.21 ppb로 약 44%를 차지하였다. 이는 SO_2 는 계

절에 따라 전체 오염도 중 배경 기여분의 비율이 달라짐을 의미한다. 여름철(3월, 11-12월)에는 지역적 배출이 있어도 주변 해양과 대기에서 기원한 광범위한 배경 SO_2 농도 자체가 높기 때문에 전체 평균 대비 baseline 비중이 큰 반면, 겨울철에는 배경 대기가 거의 청정하여 기지가 배출하는 적은 양의 SO_2 마저도 전체 농도의 대부분을 차지하게 되는 것으로 해석할 수 있다. 특히 6-7월에는 baseline이 사실상 0에 수렴하므로, 이 기간 SO_2 평균 (~0.08 ppb)은 순전히 드문 국지 배출의 영향으로 결정된 값이라 할 수 있다.

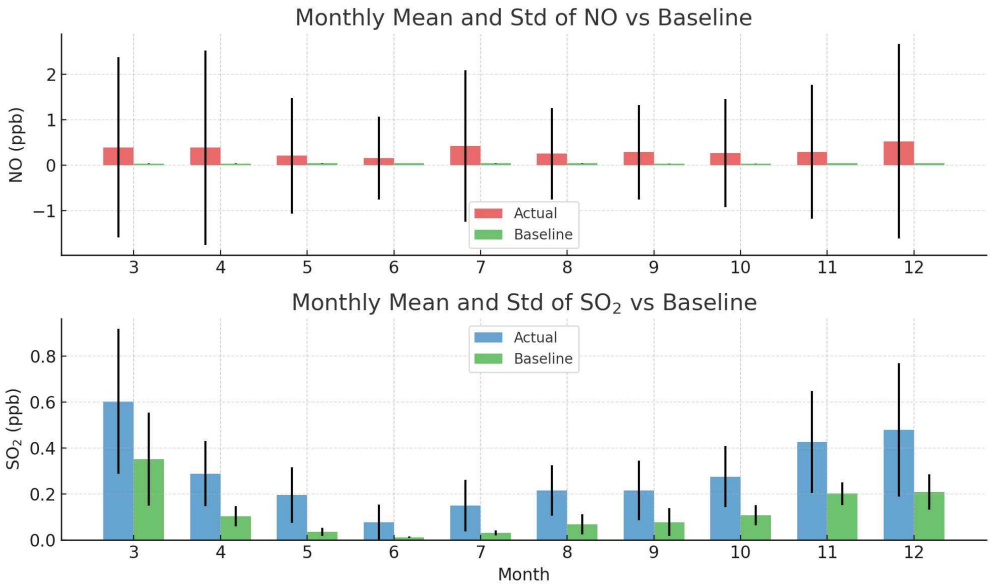


Fig. 7-21 The mean concentrations (bar height) and standard deviations (black error bars) of NO and SO_2 for each month are presented, along with the monthly mean and standard deviation of the baseline. NO is represented with red for actual values and green for the baseline, while SO_2 is shown in blue for actual values and green for the baseline.

SO_2 의 월별 표준편차를 보면 3월에 가장 크고(0.31 ppb) 11-12월에도 0.22-0.29 ppb 수준으로 비교적 크며, 5-6월에는 0.08 ppb 이하로 매우 작다. 이는 앞서 논한대로 하계에 고농도 에피소드 변동이 심해 분포가 넓고, 동계에는 분포가 배경 부근에 몰려 좁음을 재확인해준다. 정리하면, NO의 월평균 농도는 모두 수백 ppt 수준으로 매우 낮고 (연중 범위 0.16-0.53 ppb), baseline은 0.03-0.07 ppb로 전체 평균의 10% 이하에 머물렀다. 이는 NO의 월평균을 좌우하는 것이 기지 국지오염의 유무이며, 배경농도는 거의 일정하고 무시할 만큼 작다는 것을 의미한다. 반면 SO_2 는 월평균 0.08-0.60 ppb로 NO보다

높고 뚜렷한 계절변화가 나타났다. 특히 3월과 11-12월에는 평균과 baseline 모두 상승하여, 배경농도 자체가 높아지는 계절적 효과가 있음을 시사한다. 이는 주변 환경 요인(예: 해양생물 기원 황 화합물)이나 남극반도에 장거리 수송된 오염물질 축적 등이 기여했을 가능성이 있다. 결국 NO는 배경 대기질이 항상 청정한 가운데 기지활동 시에만 일시적으로 농도가 상승하는 전형적인 국지오염 특성을 보이며, SO_2 는 이와 유사한 패턴을 보이면서도 여름철 배경 대기오염의 흔적이 일부 반영되어 있다고 볼 수 있다.

KOPRI
극지연구소

Monitoring of air pollutants in the neighborhood of King Sejong Station

Ki-Hong Park

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract: To monitor nitrogen oxides (NOx) and sulfur dioxide (SO_2), the primary pollutants emitted around King Sejong Station in Antarctica, continuous air pollution monitoring equipment (Thermo 42-TL, 43-TLE) was installed in the atmospheric and glaciological laboratory at the station during the summer research period in February 2022 and has been operating continuously since then. The instruments measure atmospheric NOx and SO_2 concentrations at 15-minute intervals. Following a calibration issue, SO_2 monitoring was temporarily halted in December 2023, but calibration has now been completed, and normal measurements have resumed. The calibration of nitric oxide (NO) has also been finalized, enabling continuous observations. Additionally, further calibration will be conducted during the summer period in February 2025, and the final concentration data, incorporating calibrations from both 2024 and 2025, will be reported in the future.

제 8 장

세종과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

제 1 절

2024년 남극 킹조지섬 마리안소만 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동

전미사, 위대환, 양은진, 박지수

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

KOPRI 극지연구소

요 약: 남극 세종기지 주변 해양환경을 조사하기 위하여 2024년 한 해 동안 남극 킹조지섬 맥스웰만 내 마리안소만에 위치한 한 정점에서 식물플랑크톤 생물량의 시간적 변동 및 해수의 물리적 특성(수온, 염분)을 모니터링 하였다. 연구 정점 표층수의 연평균 수온은 -0.32℃로 조사되었으며, 최고 수온은 3월(1.97℃)에 관측되었고 최저 수온은 8월(-1.77℃)에 관측되었다. 연평균 염분은 33.67 psu이었으며, 최고 염분은 1월(36.04 psu)에 관측되었고 최저 염분은 7월에 32.23 psu로 관측되었다. 전체 식물플랑크톤 생물량(전체 Chl-a 농도)은 평균 0.836 μg L^{-1}이었으며, 12월 31일(7.075 μg L^{-1})에 식물플랑크톤의 생물량은 가장 높았다. 연평균 미세조류에 의한 생물량(micro-sized Chl-a 농도)은 0.326 μg L^{-1}이었으며 미소조류에 의한 생물량(nano-sized Chl-a의 농도)은 0.340 μg L^{-1}, 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl-a)의 농도는 0.184 μg L^{-1}이었다.

1. 서 론

남극대륙은 지구상에서 다섯 번째로 큰 대륙으로 넓은 면적을 갖지만 극지 환경이라는 특별한 환경 조건으로 사람에 의한 영향을 덜 받는 곳이다. 그러므로 상대적으로 지구 환경의 작은 변화에도 민감하게 영향을 받을 수 있는 지역이다. 오늘날 남극 해양 생태계는 오존층 파괴에 의한 자외선의 침투와 지구 온난화에 따른 해빙(Sea-Ice)의 감소와 같은 해수의 물리적 특성 변화 등에 의해 영향을 받고 있다. 이러한 남극 해양 생태계의 변화를 연구함에 있어서 생태계 구조의 기본 토대를 이루는 일차 생산자인 식물플랑크톤에 대한 연구는 전체 해양 생태계를 이해하는 데 중요하다.

최근 남극 해양 생태계는 대기 중 이산화탄소 증가로 인한 지구 온난화, 오존층 파괴에 의한 자외선 증가 등과 같은 전 지구적 환경변화에 노출되고 있는 가운데(Kang *et al.* 1997; Smith *et al.* 2007; Ruckamp *et al.* 2011; Lee *et al.* 2015), 오랜 기간 물리적으로 안정된 남극 환경에 적응하여 진화해 온 남극 생물들은 지구상 다른 지역의 생물보다 이와 같은 환경변화에 더욱 민감하게 반응할 것으로 생각되고 있다. 이것이 무엇보다 남극에서의 해양 환경과 생태계가 중요한 이유이다. 특히 서남극반도(Western Antarctic Peninsula: WAP)의 해안지역은 지구상에서 가장 빠르게 온난화가 진행 되는 지역 중 하나이다(Hansen *et al.* 1999; Vaughan *et al.* 2003). 지난 50년 동안 지구 대기 온도는 평균 0.6℃ 증가한 반면 WAP 대기온도는 같은 기간 동안 1.5℃ 상승하였다(Clarke *et al.* 2007; Cook *et al.* 2005, 2014, 2016). 남극세종과학기지가 위치한 서남극반도 해역은 수십 년 동안 온난화와 해빙의 변화가 빠르게 진행되고 있는 지역이다(Ducklow *et al.* 2006; Turner *et al.* 2016; Cook *et al.* 2016; Rignot *et al.* 2019).

극지 해양 생태계는 다른 지역과는 달리 계절에 따른 생태계의 변화가 뚜렷하게 나타난다. 전체 해양 생태계의 일차생산자인 식물플랑크톤은 서식환경 변화로 인하여 가장 민감하게 반응하여 생산력 및 우점종의 변화가 크게 일어나고 있다. 남극 연안 생태계를 구성하고 있는 생지화학 시스템이 지속되기 위해서는 광합성을 통한 일차 생산자가 매우 중요한 역할을 한다(Clarke and Leaky 1996). 일반적으로 해양에서 일차생산은 식물플랑크톤군집 중 크기가 비교적 큰 규조류와 와편모조류가 우세하게 출현하나 남극해나 북극해에서는 크기가 작은 종류가 우세하게 나타난다. 이는 수온이나 광조건이 열악한 곳에서 적응하는 것으로 이해되고 있다. 극지역의 해양 생태계는 계절적으로 해빙과 결빙에 의한 영향이 크며(Sakshaug and Holm-Hansen 1984), 영양염류는 심층수로부터 충분히 공급되지만 일사량의 부족과 낮은 수온으로 식물플랑크톤의 생물량은 낮은 편이다. 그러나 일사량의 증가와 해빙으로 안정된 밀도를 유지하는 하계에는 생산력이 비교적 높다고 할 수 있겠다(Smith 1987).

Kim *et al.*(1998)에 의하면, 세종기지 앞에서 1994년 한 해 동안 표층 식물플랑

크톤의 생물량 변동을 월별 관찰하였을 때, 표층 식물플랑크톤 군집의 크기는 계절에 따라 변동하며, 일사량이 중요한 제한 요인으로 작용한다고 하였다. 세종기지 앞 한 정점을 모니터링 한 연구결과에 의하면, 1996년에는 수온이 상승하는 늦은 봄부터 여름까지 식물플랑크톤의 생물량이 증가하며 특히 저서성 식물플랑크톤의 생물량이 급증하였지만 (Kang *et al.* 2002). 반면에 같은 정점에서 1998년부터 1999년까지 식물플랑크톤의 생물량 변동을 조사한 결과에 의하면, 여름철 전체 식물플랑크톤의 생물량은 겨울철에 비해 증가하지만 1996년에 나타난 저서성 식물플랑크톤의 뚜렷한 증가는 관찰되지 않았다.

지금까지 남극 세종기지 연안 생태계에서 식물플랑크톤의 계절변동에 관한 연구가 1996년 이후 27년간 지속적으로 수행되어 왔다(Kang *et al.* 1997; 2002, Lee *et al.* 2015, Jeon *et al.* 2021). 이러한 연구들은 남극 연안 생태계가 한가지 패턴으로 설명하기에는 복잡한 연간 변동이 관찰된다는 결과를 보여주었다. 즉, 해양 생태계의 1차 생산자인 식물플랑크톤의 생물량 및 종조성의 변화는 연중 또는 연간 매우 다르게 나타나므로 하나의 고정된 가설로 설명하는데 어려움이 있다(Kang *et al.* 2002). 따라서 본 연구는 세종기지 주변 해역에서의 총 엽록소-a의 농도변화와 식물플랑크톤의 군집구조 변화 양상을 이해하고 연안 생태계의 해양 환경변화를 장기적으로 모니터링하여 연안 해양 환경생태계의 변화를 조절하는 요인을 분석하고, 전 지구적 환경변화에 따른 국지적 생태환경 변화에 대한 증거를 제시하는 데 그 목적이 있다.

KOPRI 극지연구소

2. 재료 및 방법

가. 연구 지역

본 연구는 남극 킹조지섬 맥스웰만에 위치한 마리안소만의 한 정점(Fig. 1)에서 조사되었다. 이곳에는 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 연구기지인 세종기지(62° 13’ 남위, 58° 47’ 서경)가 위치한다. 킹조지섬과 넬슨섬 사이에 위치한 맥스웰만의 수심은 연안에서 200m까지 완만하게 증가하다가 200-400m 중앙부 수심이 급격하게 증가하는 지형적 특징을 가지고 있다. 만의 입구는 남동쪽으로 열려있어서 브랜스필드 해협의 영향을 받는 수계가 유입되는 지역이다. 콜린스만과 마리안 소만의 안쪽 빙벽과 같이 만의 곳곳에는 빙벽이 발달해 있으며, 그 해의 특성에 따라 동계에는 맥스웰만의 표층수가 얼거나 frazil ice 등이 형성되기도 하며, 하계에는 만의 곳곳에서 담수의 유입이 있으며 외만으로부터 유입된 유빙의 조각들이 만의 표층수를 덮고 있기도 한다.

나. 식물플랑크톤의 채집 및 분석

본 연구는 2024년 1월 1일부터 12월 31일까지 세종기지 앞의 한 정점에서 조사되

었다(Fig. 1). 조사지역의 평균 수심은 약 2m이며 수층은 바람과 조류에 의해 비교적 고르게 혼합되어 있다. 표층수 시료는 수심 약 0.5 m에서 PVC 병으로 채수되었다.

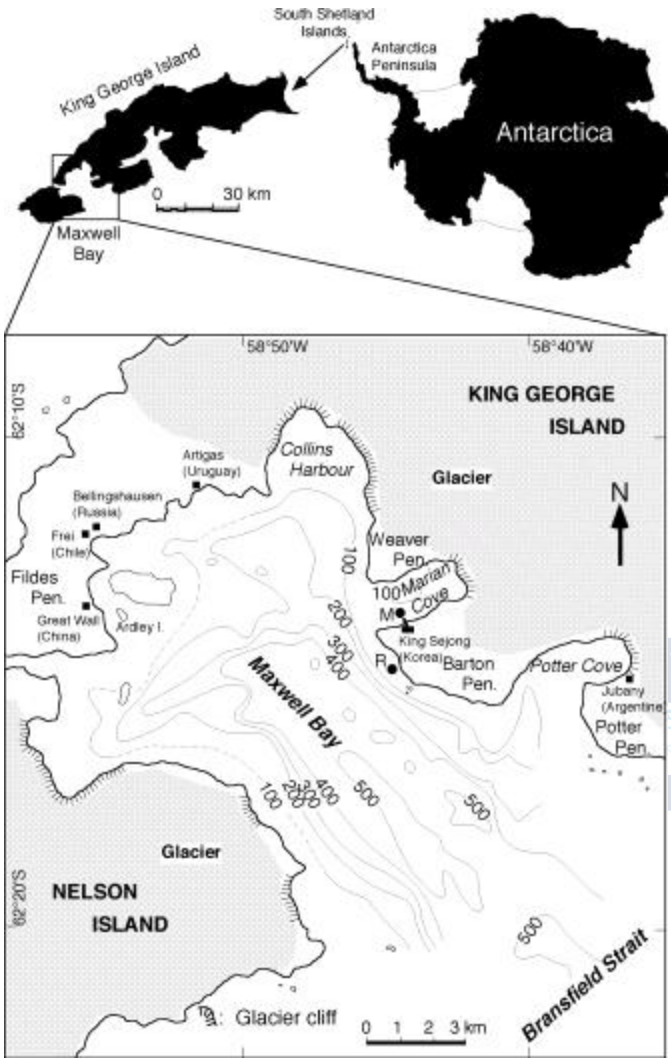


Fig. 8-1. Location of the sampling area (●) in Marian Cove, King George Island, Antarctica.

○ 수온, 염분 : 부두에 고정된 CTD (5819RA, Aanderra)를 이용하여 실시간으로 수온, 염분을 관측하였다.

○ 식물플랑크톤 정량분석 : 채수된 해수는 미세조류의 정량분석을 위하여 현장에서 Glutaraldehyde로 최종농도 1%가 되도록 고정하였으며, 세종기지의 실험실로 운반하여 정량분석용 slide를 제작하였다.

○ 영양염 : 현장에서 시료를 1L 채수하여 GF/F 필터(diam=47mm)로 여과하였고, 여과된 해수는 영양염 bottle에 담아 초저온냉동고(-80℃)에 보관 후 한국으로 운반하여 자동영양염분석기를 이용하여 분석할 예정이다.

○ Chlorophyll *a* : Chlorophyll *a* (Chl *a*)의 분석은 Extract method를 이용하였다.

채수된 시료는 실험실로 운반한 뒤 500-1000㎖ 해수를 GF/F filter paper로 필터 하여 90% Acetone 10㎖에 넣고, 24시간 뒤 추출된 Chl-a 농도는 현장에서 Turner Design Fluorometer (Trilogy Laboratory Fluorometer)로 측정하였다. 크기별 엽록소-a 농도는 20 ㎛ 와 2 ㎛ pore size의 PC membrane filter paper와 GF/F filter paper를 이용하여 500-1000㎖의 해수를 순차적으로 필터 하였다. 20 ㎛, 2 ㎛ 와 GF/F filter paper를 각각을 90% Acetone 10㎖에 넣고, 24시간 뒤 엽록소-a 농도를 측정하였다. 크기별 엽록소-a 농도를 측정하기 위하여 2 ㎛ 이하(극미소), 2-20 ㎛(미소), 20 ㎛ 이상(미세)으로 엽록소-a 농도의 크기를 구분하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 2024년 표층 수온과 염분의 변화

연구 정점의 연평균 표층 수온은 -0.32℃이었으며(Fig. 8-2A), 남극의 하계시기인 3월에 최고 수온인 1.97℃를 기록하였으며 8월에 최저 수온인 -1.77℃를 기록하였다(Appendix). 기존 자료에 의하면 1996, 1998, 1999년에 측정된 표층수의 평균 수온은 각각 -0.28℃, -0.24℃, -0.27℃로 2001년의 -0.24℃와 유사했으며, 2002년 (-0.37℃) 이후 표층 수온은 2005년(-0.48℃)까지 낮아지는 경향을 보이다가 2006년 이후부터는 상승, 하락을 반복하는 양상을 보인다. 올해는 표층수의 평균 수온이 다른 해에 비해 낮게 측정되었다.

표층수의 연평균 염분은 33.67 psu이었으며(Fig. 8-2B), 최고 염분은 1월(36.04 psu)에 최저 염분은 7월(32.23 psu)에 관측되었다(Appendix). 같은 정점에서 1996, 1998, 1999년, 2002년에 측정된 표층수 평균 염분은 각각 33.50 psu, 33.30 psu, 33.50 psu, 32.70 psu로 특징적인 변화가 관찰되지는 않았으나 최저 염분이 예년에 비해 많이 감소한 것으로 확인되었고 이는 당 월의 지속적인 강우(설)와 융빙수의 영향을 받았을 것으로 사료된다. 남극의 지역적 특성상 겨울철 마리안 소만이 동결되는 해와 동결되지 않는 해의 월별 염분 변화가 크게 달라지며 조각 유빙이 소만 내로 밀려오는 정도의 차이가 연중 크게 달라지기 때문에 안정적인 표층수의 염분을 측정하기 위하여 수심 5m 이하의 물을 채수하기 위한 새로운 방법이 고안되어야 할 필요성이 제시된다.

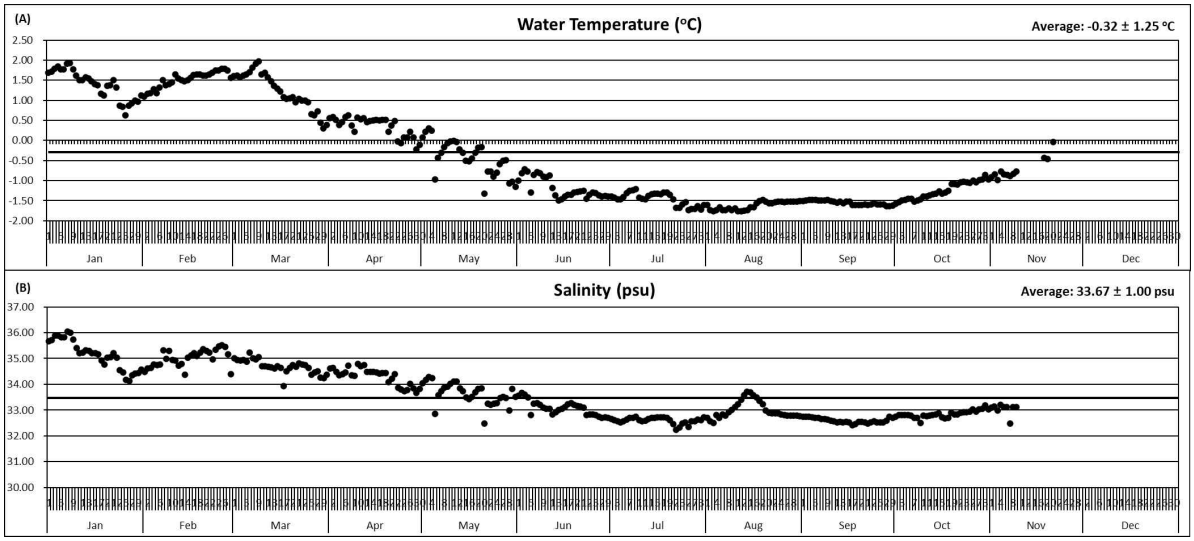


Fig 8-2. Temporal variation of water temperature (A) and salinity (B) measured at the nearshore station from January to December 2024.

나. 2024년 식물플랑크톤 생물량의 변화

전체 식물플랑크톤 생물량(전체 Chl-a 농도)은 연평균 0.836 μg L^{-1}으로 측정되었으며 작년(0.440 μg L^{-1})보다 높게 측정되었다. 12월 31일(7.75 μg L^{-1}) 식물플랑크톤의 생물량은 최대였으며, 최저 식물플랑크톤의 생물량은 6월 28일(0.074 μg L^{-1})에 측정되었다(Fig. 8-3A). 월평균 식물플랑크톤의 생물량은 12월(2.621 μg L^{-1})에 가장 높았으며 8월(0.108 μg L^{-1})에 가장 낮았다(Fig. 8-4).

세포의 크기가 20 μm 이상인 미세조류에 의한 생물량(micro-sized Chl-a 농도)은 연평균 0.326 μg L^{-1}으로 나타났으며, 12월 31일(5.540 μg L^{-1})에 가장 높게 측정되었다(Fig. 8-3B). 연평균 미소조류(2-20μm 이하)에 의한 생물량(nano-sized Chl-a 농도)은 0.340 μg L^{-1}으로 측정되었으며, 2월 20일(1.599 μg L^{-1})에 가장 높게 측정되었고(Fig. 3C) 작년(0.137 μg L^{-1})에 비해 높게 관측되었다. 연평균 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl-a 농도)은 0.184 μg L^{-1}이었고, 12월 13일(0.610 μg L^{-1})에 가장 높게 측정되었다(Fig. 8-3D).

조사 지역에서의 식물플랑크톤과 환경요인과의 상호관계를 더욱 명확하게 인식하고 예측하기 위해서는 식물플랑크톤에 영향을 미치는 요인들을 세부적으로 파악하고 정확한 수치 측정과 종 수준에서의 연구가 필요하다. 이러한 연구는 장기적 남극 연안 생태계를 이해하고 예측하는 데 기초자료가 될 것이다.

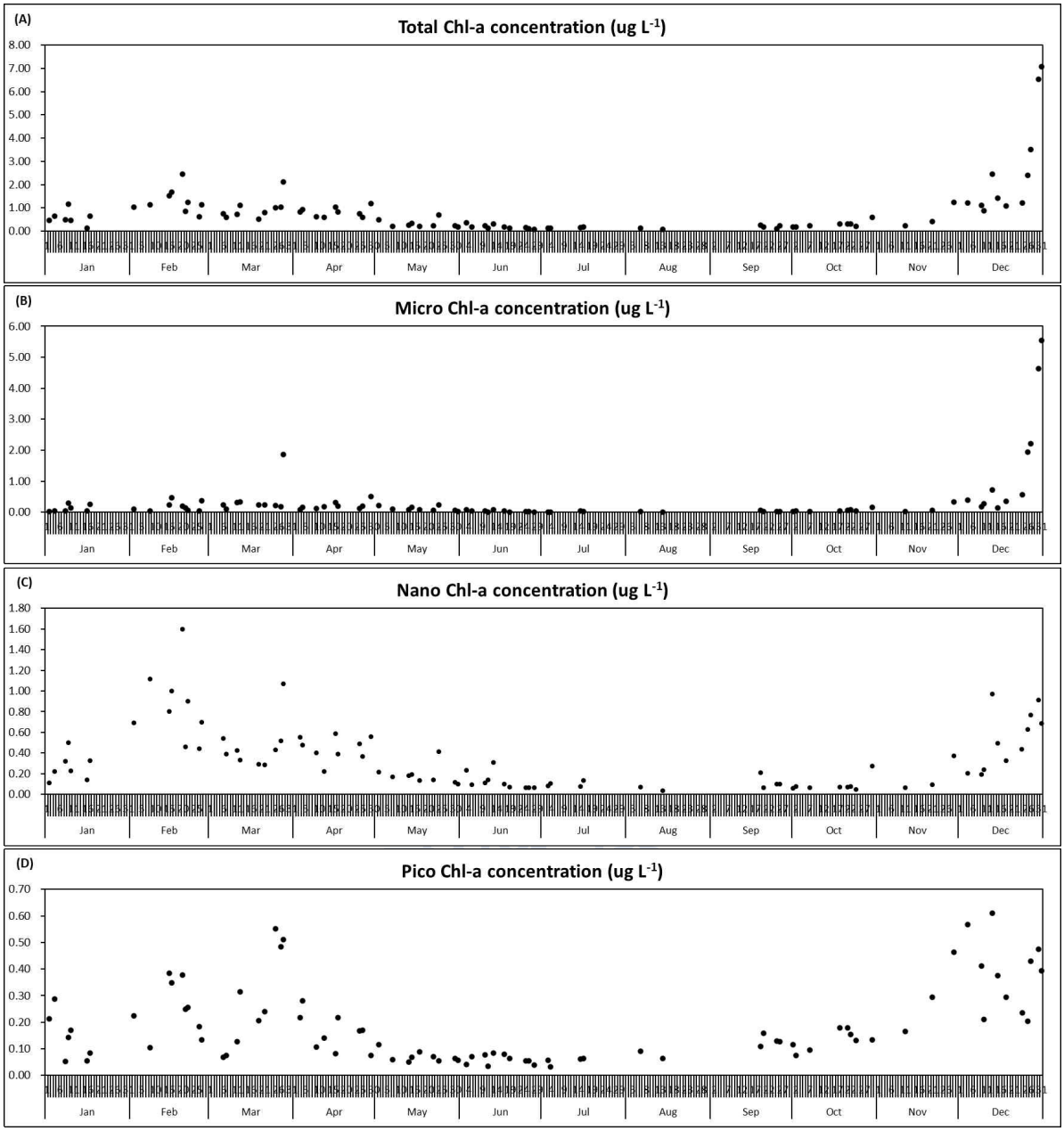


Fig. 8-3. Temporal variation of total Chl-a concentration (A), micro-sized Chl-a concentration (B), nano-sized Chl-a concentration (C), pico-sized Chl-a concentration (D) measured at the nearshore station January to December 2024.

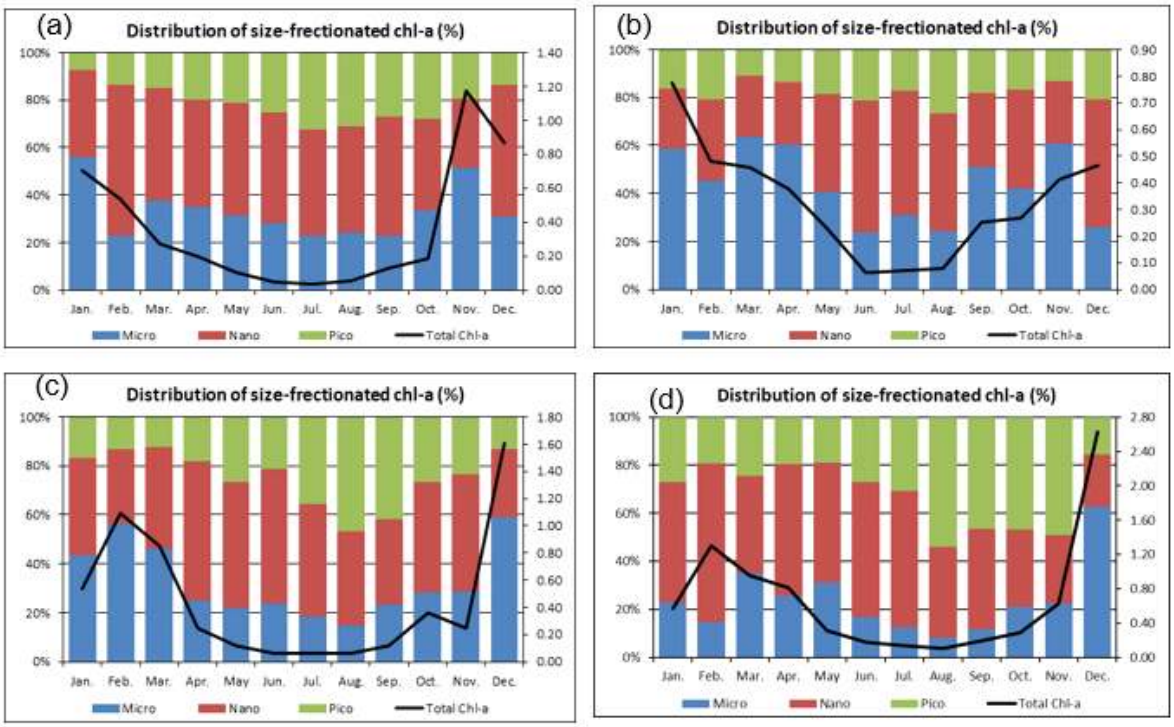


Fig 8-4. Variation in the average monthly time series of phytoplankton. (a) 2021, (b) 2022, (c) 2023, (d) 2024.

KOPRI
극지연구소

Temporal variation of phytoplankton and physical factors in the surface water of Marian Cove, King George Island, Antarctica, 2024

Misa Jeon, Daehwan Wi, Eun Jin Yang, Jisoo Park

Korea Polar Research Institute, KOPRI

Abstract: We monitored the temporal variations in phytoplankton biomass and the physical properties of seawater (water temperature and salinity) at a station in Marian Cove, Maxwell Bay, King George Island, Antarctica, throughout 2024. The annual mean water temperature at the surface was −0.32℃, with the highest water temperature (1.97℃) recorded in March and the lowest water temperature (−1.77℃) recorded in August. The average salinity was reported as 33.67 psu, with the highest salinity (36.04 psu) recorded in January and the lowest salinity (32.23 psu) recorded in July. The annual mean total phytoplankton biomass (total Chl-a concentration) was 0.836 μg L^{-1}, and the highest phytoplankton biomass (7.075 μg L^{-1}) was recorded on 31 December. The annual mean micro-sized phytoplankton biomass (micro-sized Chl-a concentration) was 0.326 μg L^{-1}. The annual mean nano-sized phytoplankton biomass (nano-sized Chl-a concentration) was 0.340 μg L^{-1}. The annual mean pico-sized phytoplankton biomass (pico-sized Chl-a concentration) was 0.184 μg L^{-1}.

참 고 문 헌

Clarke A, Leakey RJG (1996) The seasonal cycle of phytoplankton, macronutrients, and the microbial community in a nearshore Antarctic marine ecosystem. Limnol Oceanogr 41: 1281-1294.

Clarke A, Murphy EJ, Meredith MP, King JC, Peck LS, Barnes DKA, Smith RC (2007) Climate change and the marine ecosystem of the western Antarctic Peninsula. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 362: 149-166.

Cook AJ, Fox AJ, Vaughan DG, Ferrigno JG (2005) Retreating glacier fronts on the Antarctic Peninsula over the past half-century. Science 308: 541-544.

Cook AJ, Vaughan DG, Luckman AJ, Murray T (2014) Anew Antarctic Peninsula glacier basin inventory and observed area changes since the 1940s. Antarct Sci 26: 614-624.

Cook AJ, Holland PR, Meredith MP, Turray T, Luckman A, Vaughan DG (2016) Ocean forcing of glacier retreat in the western Antarctica Peninsula. Science 353: 6296.

Ducklow HW, Baker K, Martinson DG, Quetin LB, Ross RM, Smith RC, Stammerjohn SE, Vernet M, Fraser W (2006) Marine pelagic ecosystems: the west Antarctic Peninsula. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 362: 67-94

Hansen J, Ruedy R, Sato M (1999) GISS analysis of surface temperature change. J Geophys Res Atmos 104: 30997-31022.

Jeon M, Iriarte JL, Yang EJ, Kang S-H, Lee Y, Joo HM, Ahn I-Y, Park J, Min G-S, Park S-J (2021) Phytoplankton succession during a massive coastal diatom bloom at Marian Cove, King George Island, Antarctica. Polar Biol 44: 1993-2010.

Kang JS, Kang SH, Lee JH, Chung KH, Lee MY (1997) Antarctic micro-and nano-sized phytoplankton assemblages in the surface water of Maxwell Bay during the 1997 austral summer. Korean J Polar Res 8: 35-45.

Kang JS, Kang SH, Lee JH, Lee SH (2002) Seasonal variation of microalgal assemblages at a fixed station in King George Island, Antarctica, 1996. Mar Ecol Prog Ser 229: 19-32.

Kang SH, Kang JS, Chung KH, Lee MY, Lee BY, Chung HS, Kim YD, Kim DY (1997) Seasonal variation of nearshore Antarctic microalgae and environmental factors

KOPRI 극지연구소

in Marian Cove, King George Island, 1996. Ocean Polar Res 8: 9-27.

Kim HC, Yang SR, Pae SJ, Shim JH (1998) The seasonal variation of primary productivity in the Antarctic coastal ecosystems. J Korean Soc Oceanogr 3: 80-89.

Lee SH, Joo HM, Joo HT, Kim BK, Song HJ, Jeon MS, Kang SH (2015) Large contribution of small phytoplankton at Marian Cove, King George Island, Antarctica, based on long-term monitoring from 1996 to 2008. Polar Biol 38: 207-220.

Rignot E, Mouginot J, Scheuchl B, Broeke M, Wessem MJ, Morlighem M (2019) Four decades of Antarctic Ice Sheet mass balance from 1979-2017. Proc Natl Acad Sci 116: 1095-1103.

Rückamp M, Braun M, Suckro S, Blindow N (2011) Observed glacial changes on the King George Island ice cap, Antarctica, in the last decade. Glob Planet Change 79: 99-109.

Sakshaug E, Holm-Hansen (1984) Factos governing pelagic production in polar oceans. In: Holm Hansen, O., L. Bolis and R. Gills (eds.): Marine Phytoplankton and Productivity - Springer - Verlag, Berlin, 125-126.

Simonsen R (1974) The diatom plankton of the Indian Ocean Expedition R/V TEOR 1964-1965. Meteor Forsch. Ergebnisse, ser 19: 1-107.

Smith DM, Cusack S, Colman AW, Folland CK, Harris GR, Murphy JM (2007) Improved surface temperature prediction for the coming decade from a global climate model. Science 317: 796-799.

Smith WO, JR (1987) Phytoplankton dynamics in marginal ice zones. Oceanography and Marine Biology 25: 11-38.

Turner J, Lu W, White I, King JC, Phillips T, Hosking SJ, Bracegirdle TJ, Marshall GJ, Mulvaney R, Deb P (2016) Absence of 21st century warming on Antarctic Peninsula consistent with natural variability. Nature 535: 411-415.

Vaughan DG, Marshall GJ, Connolley WM, Parkinson C, Mulvaney R (2003) Recent rapid regional climate warming on the Antarctic Peninsula. Clim Change 60: 243-274.

KOPRI 극지연구소

Appendix. Phytoplankton biomass (total chl-a concentration, micro-sized phytoplankton chl-a concentration, nano-sized phytoplankton chl-a concentration, pico-sized phytoplankton chl-a concentration) recorded during 2024

Date Jan.	Julian Day	Water Temp (℃)	Water Sal (psu)	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	1	1.69	35.68				
2	2	1.72	35.71	0.458	0.032	0.114	0.213
3	3	1.79	35.88				
4	4	1.84	35.88	0.635	0.037	0.221	0.287
5	5	1.77	35.83				
6	6	1.77	35.83				
7	7	1.92	36.04				
8	8	1.93	35.99	0.479	0.036	0.318	0.052
9	9	1.77	35.74	1.175	0.304	0.501	0.143
10	10	1.61	35.40	0.470	0.136	0.230	0.170
11	11	1.50	35.21				
12	12	1.51	35.24				
13	13	1.57	35.32				
14	14	1.55	35.29				
15	15	1.47	35.20				
16	16	1.41	35.21	0.136	0.050	0.142	0.055
17	17	1.37	35.16	0.646	0.255	0.328	0.084
18	18	1.16	34.92				
19	19	1.12	34.77				
20	20	1.36	35.03				
21	21	1.38	35.06				
22	22	1.50	35.21				
23	23	1.32	35.03				
24	24	0.87	34.54				
25	25	0.84	34.45				
26	26	0.63	34.18				
27	27	0.87	34.12				
28	28	0.93	34.35				
29	29	0.99	34.41				
30	30	0.97	34.43				
31	31	1.12	34.57				
Average		1.40	35.15	0.571	0.121	0.265	0.143
Stdev		0.36	0.57	0.315	0.115	0.131	0.087
Max		1.93	36.04	1.175	0.304	0.501	0.287
Min		0.63	34.12	0.136	0.032	0.114	0.052

KOPRI 극지연구소

Date Feb.	Julian Day	Water Temp (℃)	Water Sal (psu)	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	32	1.09	34.48				
2	33	1.16	34.61	1.033	0.107	0.694	0.224
3	34	1.18	34.64				
4	35	1.28	34.77				
5	36	1.18	34.74				
6	37	1.32	34.77				
7	38	1.51	35.31				
8	39	1.37	34.99	1.145	0.052	1.118	0.104
9	40	1.40	35.29				
10	41	1.45	34.95				
11	42	1.64	34.92				
12	43	1.54	34.73				
13	44	1.51	34.80				
14	45	1.48	34.37				
15	46	1.51	35.03	1.532	0.239	0.802	0.385
16	47	1.56	35.13	1.690	0.474	0.999	0.348
17	48	1.63	35.21				
18	49	1.64	35.10				
19	50	1.64	35.24				
20	51	1.62	35.37	2.441	0.204	1.599	0.378
21	52	1.62	35.29	0.856	0.147	0.458	0.250
22	53	1.64	35.24	1.227	0.062	0.901	0.255
23	54	1.69	34.97				
24	55	1.74	35.33				
25	56	1.74	35.48				
26	57	1.78	35.52	0.629	0.046	0.442	0.183
27	58	1.78	35.46	1.143	0.377	0.696	0.135
28	59	1.74	35.17				
29	60	1.56	34.39				
Average		1.52	35.01	1.300	0.190	0.856	0.251
Stdev		0.20	0.33	0.534	0.151	0.358	0.102
Max		1.78	35.52	2.441	0.474	1.599	0.385
Min		1.09	34.37	0.629	0.046	0.442	0.104

KOPRI 극지연구소

Date Mar.	Julian Day	Water Temp (℃)	Water Sal (psu)	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	61	1.60	35.02				
2	62	1.61	34.94				
3	63	1.58	34.92				
4	64	1.62	34.94				
5	65	1.65	34.88				
6	66	1.70	35.23	0.738	0.240	0.542	0.067
7	67	1.81	35.00	0.589	0.101	0.393	0.074
8	68	1.91	34.96				
9	69	1.97	35.06				
10	70	1.64	34.70				
11	71	1.69	34.70	0.732	0.316	0.422	0.128
12	72	1.57	34.67	1.104	0.344	0.333	0.314
13	73	1.47	34.66				
14	74	1.36	34.61				
15	75	1.29	34.70				
16	76	1.22	34.64				
17	77	1.08	33.93				
18	78	1.04	34.51				
19	79	1.05	34.64	0.518	0.245	0.289	0.206
20	80	1.08	34.74				
21	81	0.95	34.68	0.805	0.236	0.284	0.241
22	82	1.03	34.82				
23	83	1.00	34.76				
24	84	1.00	34.75				
25	85	0.95	34.63	0.995	0.215	0.431	0.552
26	86	0.65	34.37				
27	87	0.63	34.45	1.031	0.179	0.517	0.484
28	88	0.72	34.51	2.127	1.858	1.071	0.510
29	89	0.44	34.26				
30	90	0.30	34.25				
31	91	0.38	34.38				
Average		1.23	34.69	0.960	0.415	0.476	0.286
Stdev		0.46	0.27	0.481	0.546	0.241	0.189
Max		1.97	35.23	2.127	1.858	1.071	0.552
Min		0.30	33.93	0.518	0.101	0.284	0.067

KOPRI 극지연구소

Date Apr.	Julian Day	Water Temp (℃)	Water Sal (psu)	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	92	0.56	34.61				
2	93	0.59	34.64				
3	94	0.52	34.49	0.821	0.078	0.552	0.218
4	95	0.39	34.34	0.930	0.166	0.478	0.282
5	96	0.45	34.40				
6	97	0.59	34.46				
7	98	0.63	34.72				
8	99	0.37	34.36				
9	100	0.21	34.32	0.628	0.123	0.404	0.108
10	101	0.57	34.79				
11	102	0.53	34.71				
12	103	0.55	34.75	0.581	0.189	0.221	0.140
13	104	0.45	34.49				
14	105	0.48	34.48				
15	106	0.50	34.49				
16	107	0.51	34.46	1.025	0.320	0.587	0.081
17	108	0.50	34.41	0.828	0.194	0.388	0.217
18	109	0.52	34.43				
19	110	0.52	34.43				
20	111	0.22	34.09				
21	112	0.37	34.22				
22	113	0.48	34.39				
23	114	-0.03	33.87				
24	115	-0.07	33.79				
25	116	0.08	33.74	0.742	0.125	0.489	0.168
26	117	0.08	33.78	0.606	0.204	0.364	0.170
27	118	0.21	34.01				
28	119	0.07	33.85				
29	120	-0.22	33.67	1.184	0.509	0.561	0.074
30	121	-0.11	33.82				
Average		0.35	34.30	0.816	0.212	0.449	0.162
Stdev		0.24	0.33	0.204	0.130	0.117	0.069
Max		0.63	34.79	1.184	0.509	0.587	0.282
Min		-0.22	33.67	0.581	0.078	0.221	0.074

KOPRI 극지연구소

Date May.	Julian Day	Water Temp (℃)	Water Sal (psu)	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	122	0.08	34.04				
2	123	0.22	34.17	0.489	0.220	0.217	0.117
3	124	0.30	34.29				
4	125	0.25	34.23				
5	126	-0.97	32.86				
6	127	-0.44	33.58				
7	128	-0.30	33.73	0.207	0.100	0.168	0.058
8	129	-0.16	33.86				
9	130	-0.06	33.92				
10	131	-0.03	34.03				
11	132	-0.01	34.10				
12	133	-0.04	34.10				
13	134	-0.22	33.85	0.250	0.083	0.181	0.051
14	135	-0.30	33.74	0.347	0.162	0.194	0.069
15	136	-0.50	33.49				
16	137	-0.52	33.43				
17	138	-0.45	33.52	0.211	0.077	0.132	0.089
18	139	-0.31	33.68				
19	140	-0.18	33.83				
20	141	-0.16	33.84				
21	142	-1.32	32.49				
22	143	-0.77	33.26	0.232	0.065	0.140	0.071
23	144	-0.78	33.21				
24	145	-0.90	33.25	0.703	0.247	0.416	0.054
25	146	-0.80	33.28				
26	147	-0.59	33.47				
27	148	-0.50	33.52				
28	149	-0.49	33.46				
29	150	-1.07	32.98				
30	151	-1.03	33.83	0.244	0.061	0.120	0.064
31	152	-1.16	33.52	0.172	0.030	0.101	0.058
Average		-0.43	33.63	0.317	0.116	0.186	0.070
Stdev		0.43	0.42	0.173	0.076	0.094	0.021
Max		0.30	34.29	0.703	0.247	0.416	0.117
Min		-1.32	32.49	0.172	0.030	0.101	0.051

KOPRI 극지연구소

Date Jun.	Julian Day	Water Temp (℃)	Water Sal (psu)	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	153	-1.00	33.56				
2	154	-0.82	33.67				
3	155	-0.72	33.61	0.362	0.085	0.236	0.042
4	156	-0.77	33.49				
5	157	-1.29	32.82	0.194	0.035	0.096	0.071
6	158	-0.86	33.24				
7	159	-0.79	33.28				
8	160	-0.81	33.21				
9	161	-0.90	33.10				
10	162	-0.91	33.06	0.224	0.041	0.110	0.078
11	163	-0.87	33.06	0.125	0.015	0.141	0.034
12	164	-1.18	32.83				
13	165	-1.37	32.93	0.303	0.088	0.307	0.084
14	166	-1.49	33.01				
15	167	-1.46	33.06				
16	168	-1.40	33.12				
17	169	-1.35	33.23	0.174	0.041	0.100	0.081
18	170	-1.35	33.27				
19	171	-1.30	33.20	0.125	0.015	0.068	0.064
20	172	-1.28	33.17				
21	173	-1.27	33.14				
22	174	-1.26	33.09				
23	175	-1.45	32.80				
24	176	-1.36	32.83				
25	177	-1.30	32.84	0.149	0.032	0.066	0.055
26	178	-1.31	32.81	0.100	0.016	0.064	0.055
27	179	-1.37	32.74				
28	180	-1.40	32.71	0.074	0.012	0.066	0.038
29	181	-1.38	32.72				
30	182	-1.39	32.69				
Average		-1.18	33.08	0.183	0.038	0.125	0.060
Stdev		0.25	0.27	0.091	0.028	0.083	0.018
Max		-0.72	33.67	0.362	0.088	0.307	0.084
Min		-1.49	32.69	0.074	0.012	0.064	0.034

KOPRI 극지연구소

Date Jul.	Julian Day	Water Temp (℃)	Water Sal (psu)	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	183	-1.40	32.65				
2	184	-1.43	32.61				
3	185	-1.46	32.56	0.124	0.012	0.083	0.057
4	186	-1.46	32.53	0.121	0.012	0.104	0.033
5	187	-1.41	32.56				
6	188	-1.31	32.64				
7	189	-1.25	32.71				
8	190	-1.24	32.70				
9	191	-1.21	32.74				
10	192	-1.43	32.62				
11	193	-1.45	32.57				
12	194	-1.46	32.59				
13	195	-1.38	32.65				
14	196	-1.34	32.70				
15	197	-1.33	32.71	0.156	0.036	0.074	0.062
16	198	-1.33	32.72	0.172	0.029	0.137	0.064
17	199	-1.34	32.72				
18	200	-1.29	32.72				
19	201	-1.29	32.70				
20	202	-1.35	32.61				
21	203	-1.47	32.46				
22	204	-1.68	32.23				
23	205	-1.68	32.32				
24	206	-1.59	32.48				
25	207	-1.54	32.53				
26	208	-1.73	32.34				
27	209	-1.71	32.56				
28	210	-1.71	32.57				
29	211	-1.64	32.63				
30	212	-1.72	32.61				
31	213	-1.61	32.72				
Average		-1.46	32.60	0.143	0.022	0.099	0.054
Stdev		0.16	0.13	0.025	0.012	0.028	0.014
Max		-1.21	32.74	0.172	0.036	0.137	0.064
Min		-1.73	32.23	0.121	0.012	0.074	0.033

KOPRI 극지연구소

Date Aug.	Julian Day	Water Temp (℃)	Water Sal (psu)	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	214	-1.61	32.69				
2	215	-1.74	32.57				
3	216	-1.76	32.51				
4	217	-1.73	32.81				
5	218	-1.67	32.69				
6	219	-1.73	32.84	0.134	0.016	0.071	0.091
7	220	-1.73	32.78				
8	221	-1.69	32.93				
9	222	-1.74	33.01				
10	223	-1.70	33.11				
11	224	-1.76	33.23				
12	225	-1.77	33.41				
13	226	-1.75	33.57				
14	227	-1.73	33.71	0.082	0.008	0.036	0.064
15	228	-1.66	33.68				
16	229	-1.67	33.58				
17	230	-1.57	33.50				
18	231	-1.51	33.35				
19	232	-1.48	33.23				
20	233	-1.53	32.99				
21	234	-1.57	32.90				
22	235	-1.57	32.87				
23	236	-1.54	32.87				
24	237	-1.53	32.87				
25	238	-1.53	32.83				
26	239	-1.54	32.80				
27	240	-1.53	32.79				
28	241	-1.53	32.78				
29	242	-1.52	32.79				
30	243	-1.52	32.78				
31	244	-1.51	32.77				
Average		-1.63	33.01	0.108	0.012	0.054	0.077
Stdev		0.10	0.34	0.036	0.005	0.025	0.019
Max		-1.48	33.71	0.134	0.016	0.071	0.091
Min		-1.77	32.51	0.082	0.008	0.036	0.064

KOPRI 극지연구소

Date Sep.	Julian Day	Water Temp (℃)	Water Sal (psu)	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	245	-1.51	32.74				
2	246	-1.49	32.75				
3	247	-1.48	32.74				
4	248	-1.48	32.73				
5	249	-1.48	32.71				
6	250	-1.49	32.69				
7	251	-1.50	32.66				
8	252	-1.49	32.66				
9	253	-1.48	32.63				
10	254	-1.51	32.59				
11	255	-1.52	32.57				
12	256	-1.55	32.53				
13	257	-1.53	32.54				
14	258	-1.56	32.52				
15	259	-1.52	32.54				
16	260	-1.52	32.52				
17	261	-1.61	32.42				
18	262	-1.61	32.45				
19	263	-1.61	32.54	0.267	0.059	0.210	0.109
20	264	-1.61	32.54	0.191	0.016	0.063	0.159
21	265	-1.60	32.52				
22	266	-1.61	32.49				
23	267	-1.59	32.53				
24	268	-1.57	32.56				
25	269	-1.59	32.53	0.115	0.026	0.097	0.129
26	270	-1.60	32.52	0.223	0.032	0.098	0.128
27	271	-1.60	32.53				
28	272	-1.64	32.58				
29	273	-1.64	32.74				
30	274	-1.62	32.71				
Average		-1.55	32.59	0.199	0.033	0.117	0.131
Stdev		0.06	0.10	0.064	0.018	0.064	0.020
Max		-1.48	32.75	0.267	0.059	0.210	0.159
Min		-1.64	32.42	0.115	0.016	0.063	0.109

KOPRI 극지연구소

Date Oct.	Julian Day	Water Temp (℃)	Water Sal (psu)	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	275	-1.58	32.75	0.183	0.030	0.057	0.116
2	276	-1.54	32.81	0.176	0.038	0.076	0.076
3	277	-1.50	32.80				
4	278	-1.48	32.81				
5	279	-1.45	32.82				
6	280	-1.45	32.79				
7	281	-1.52	32.69	0.221	0.030	0.064	0.095
8	282	-1.50	32.69				
9	283	-1.46	32.50				
10	284	-1.39	32.78				
11	285	-1.39	32.77				
12	286	-1.37	32.79				
13	287	-1.34	32.82				
14	288	-1.33	32.83				
15	289	-1.27	32.87				
16	290	-1.32	32.72				
17	291	-1.30	32.67				
18	292	-1.26	32.70	0.305	0.050	0.069	0.180
19	293	-1.09	32.89				
20	294	-1.08	32.84				
21	295	-1.10	32.84	0.320	0.056	0.073	0.180
22	296	-1.04	32.89	0.319	0.076	0.079	0.155
23	297	-1.03	32.93				
24	298	-1.04	32.92	0.219	0.038	0.045	0.131
25	299	-1.05	32.95				
26	300	-1.00	33.02				
27	301	-1.04	32.95				
28	302	-0.99	33.04				
29	303	-0.97	33.06				
30	304	-0.86	33.18	0.606	0.165	0.275	0.135
31	305	-0.97	33.03				
Average		-1.25	32.84	0.293	0.060	0.092	0.133
Stdev		0.21	0.14	0.139	0.045	0.075	0.038
Max		-0.86	33.18	0.606	0.165	0.275	0.180
Min		-1.58	32.50	0.176	0.030	0.045	0.076

KOPRI 극지연구소

Date Nov.	Julian Day	Water Temp (℃)	Water Sal (psu)	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	306	-0.92	33.09				
2	307	-0.85	33.13				
3	308	-0.98	32.98				
4	309	-0.78	33.21				
5	310	-0.85	33.11				
6	311	-0.86	33.11				
7	312	-0.89	32.47				
8	313	-0.83	33.11				
9	314	-0.78	33.11				
10	315						
11	316			0.231	0.016	0.066	0.164
12	317						
13	318						
14	319						
15	320						
16	321						
17	322						
18	323	-0.44					
19	324	-0.46					
20	325						
21	326	-0.04		0.420	0.072	0.091	0.294
22	327						
23	328						
24	329						
25	330						
26	331						
27	332						
28	333						
29	334			1.247	0.334	0.373	0.463
30	335						
Average		-0.72	33.04	0.633	0.141	0.177	0.307
Stdev		0.27	0.22	0.540	0.170	0.170	0.150
Max		-0.04	33.21	1.247	0.334	0.373	0.463
Min		-0.98	32.47	0.231	0.016	0.066	0.164

KOPRI 극지연구소

Date Dec.	Julian Day	Water Temp (℃)	Water Sal (psu)	Total Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Micro Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Nano Chl-a Conc. (μg L^{-1})	Pico Chl-a Conc. (μg L^{-1})
1	336						
2	337						
3	338						
4	339			1.205	0.391	0.202	0.567
5	340						
6	341						
7	342						
8	343						
9	344			1.099	0.173	0.192	0.412
10	345			0.875	0.282	0.240	0.210
11	346						
12	347						
13	348			2.442	0.715	0.973	0.610
14	349						
15	350			1.414	0.141	0.494	0.376
16	351						
17	352						
18	353			1.082	0.349	0.329	0.294
19	354						
20	355						
21	356						
22	357						
23	358						
24	359			1.208	0.566	0.433	0.236
25	360						
26	361			2.390	1.942	0.628	0.204
27	362			3.499	2.218	0.765	0.429
28	363						
29	364						
30	365			6.541	4.634	0.912	0.474
31	366			7.075	5.540	0.686	0.393
Average				2.621	1.541	0.532	0.382
Stdev				2.219	1.897	0.281	0.137
Max				7.075	5.540	0.973	0.610
Min				0.875	0.141	0.192	0.204

KOPRI 극지연구소

제 2 절

2024/25년 세종과학기지 주변의 조류상 모니터링

이혁재, 김유나, 김지희, 김유민, 김정훈, 38차 월동연구대

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요약: 2024/25년 남극 하계기간 동안 세종과학지기 주변에서 조류의 둥지분포 및 번식지표와 조류상의 시간적 변동을 조사하였다. 조사기간 동안 남극도둑갈매기 3둥지를 확인하였으며 모두 번식에 실패하였다. 마리안소만 일대에서 총 4목 8과 9종의 조류가 관찰되었으며, 남극도둑갈매기가 우점하였다. 세종 곶에서는 4목 8과 12종의 조류가 관찰되었으며, 남극도둑갈매기가 우점하였다. 인간활동 및 환경변화가 조류의 번식지표 군집구조에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 본 지역에서의 지속적인 조류상 및 번식생태 모니터링이 수행되어야 할 것이다. 특히 이러한 외부요인이 주요 번식조류이면서 우점종인 남극도둑갈매기의 개체군 동태에 미치는 영향 파악을 위해서는 가락지 부착 및 재관찰 조사가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

1. 서론

해양성 조류의 번식생태와 개체군 동태는 환경변화에 영향을 받으며(Croxall *et al.* 2002; Jenouvrier *et al.* 2005; Barbraud *et al.* 2015), 상위 포식자로서 서식환경 및 하위 영양단계에서의 변화를 간접적으로 파악할 수 있다는 점에서 여러 장기 생태모니터링의 생물지표로 연구되고 있다(Micol *et al.* 2001; Rajpar *et al.* 2018). 남극반도는 남반구에서 기후변화가 가장 빠르게 진행되고 있는 지역으로(Meredith *et al.* 2005, Amesbury *et al.* 2017; Znój *et al.* 2017), 그로 인한 해양 및 기후 환경의 변화가 해양성 조류의 분포, 종간 상호작용, 번식행동, 개체군 동태 등에 영향을 미치고 있는 것으로 보고되었다(Franeker *et al.* 2001; Barbraud *et al.* 2006; Korczak-Abshire and Malgorzata 2010). 이와 같은 인간활동에 의한 기후변화의 영향 외에도, 남극 내에서의 인간활동은 해양성 조류에 대한 직, 간접적 교란을 야기할 수 있는 것으로 알려져있다(Giese 1996; Micol and Jouventin 2001; Iveson *et al.* 2008). 기존 연구에 따르면 인간활동에 의한 교란은 남극 조류의 번식개체수 및 번식성공률 감소, 생리적 스트레스 반응 등을 일으키는 것으로 보고되었다(Culik *et al.* 1990; Giese 1996; Micol and Jouventin 2001). 이 외에도 폐기물 및 오염물질로 인한 피해와 사람 또는 외부에서 들여온 식재료와의 접촉으로 인한 질병 전파 등이 발생할 수 있을 것으로 생각되고 있다(Braun *et al.* 2008). 남극반도의 킹조지섬은 남극반도 최북단에 있는 남극 진입의 관문이며, 멕스웰만 주변 지역은 세종과학기지를 포함한 각 국가의 남극기지가 높은 밀도로 위치하고 있어, 건설, 운송, 관광, 및 연구활동 등 다양한 인간활동이 지속적으로 이뤄지고 있는 곳이다(Braun *et al.* 2008). 바톤반도 또한 세종과학기지가 1988년 준공된 이래로 매년 많은 인원이 방문하고 있으며, 이러한 인간활동 증가는 해양조류 및 남극 환경의 교란을 야기할 가능성이 있다(Muller-Schwarze 1984; Giese 1996).

바톤반도는 남극내 해양성 조류의 다양성이 높은 서식지로서, 젠투펭귄, 턱끈펭귄, 남극도둑갈매기, 갈색도둑갈매기, 남방큰재갈매기, 남극제비갈매기, 칼집부리물떼새, 남방큰풀마갈매기, 알락풀마갈매기, 월슨바다제비, 검은배바다제비 등이 번식하고 있다(환경부 2020). 바톤반도 내 남극특별보호구역인 나레브스키 포인트에서는 환경변화에 의한 보호구역 내 생태계 변화를 모니터링하기 위하여 동물상 조사가 수행되고 있다(환경부 2020). 그러나 인간활동의 증가가 해양성 조류를 포함한 남극생태계에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 세종기지 주변 지역의 조류 군집 및 번식 개체군에 대한 모니터링도 함께 진행되어야 할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 2013/14년도에 선정된 조사범위 및 모니터링 항목에 따라 조류상 및 조류 번식개체군을 조사하여 체계적인 모니터링 자료를 마련하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 연구 지역

본 연구는 2024년 11월 22일부터 2025년 1월 29일까지 남극 킹조지섬 바톤반도에 위치한 세종과학지기 주변에서 수행되었다 (Fig. 8-5). 모니터링 지역은 세종기지 주변 인간활동으로 인한 환경변화의 영향을 장기적으로 모니터링하기 위해 기지 건물 및 주변 지역을 포함하여 선정되었으며, 해당 지역의 최장 거리는 1.9 km 이며, 폭은 약 4 km 면적은 약 0.7 km^2 이다. 모니터링 지역 서쪽에는 세종곶이 위치하고 있으며, 세종곶 내 담수연못과 주변 해안선은 남극도둑갈매기를 비롯한 다양한 조류들의 휴식처로 이용되고 있다. 따라서 세종곶의 생태적 중요성 평가 및 인간활동에 의한 영향을 모니터링하기 위해 담수연못 일대를 조류모니터링 장소로 선정하였다. 조사지역 내 세종과학기지 동쪽 방향 해안은 마리안소만과 인접하고 있으며, 육상에서는 남극제비갈매기와 남극도둑갈매기 등이 번식하는 것으로 보고되었다. 해안지역은 전투펭귄, 턱끈펭귄 등을 포함한 조류들의 휴식처로 이용되며, 인근 연안은 남극제비갈매기, 바다제비류, 남방큰재갈매기 등의 취식장소로 이용되고 있다. 세종기지로부터 동쪽으로 약 600m 떨어진 곳에 체육관, 창고동, 및 관측실 등이 위치해있어 도보 및 차량을 이용한 이동이 빈번한 지역이다. 따라서 동쪽 연안지역의 생태적 중요성을 평가하고 인간활동에 의한 영향을 평가하기 위해 해당지역은 조류 모니터링 장소로 선정하였다.

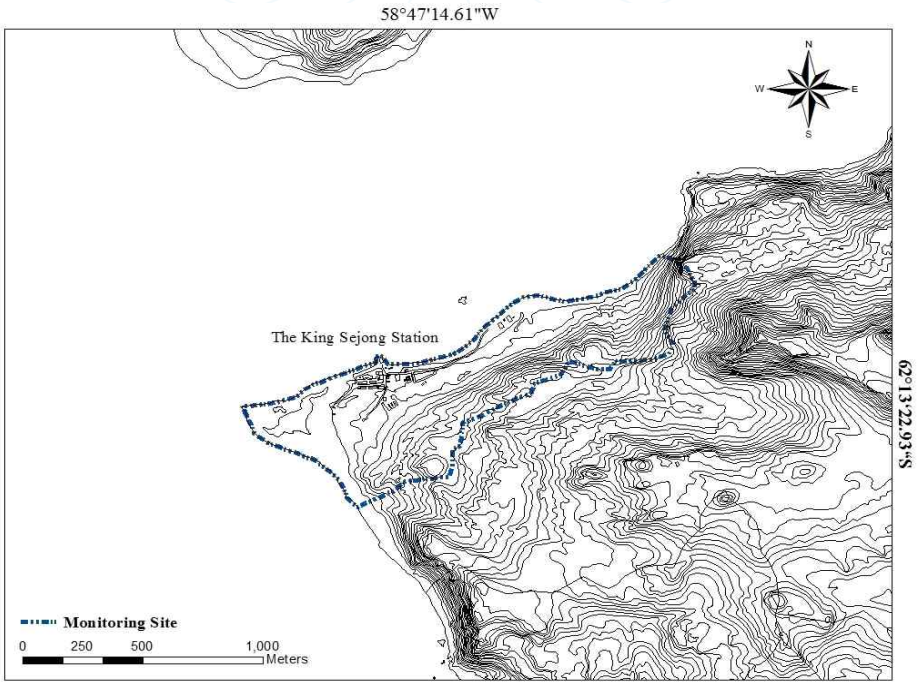


Fig. 8-5. Monitoring site of avifauna located on the Barton Peninsula, King George Island, Antarctica.

나. 조사 방법

(1) 조류 번식지표 조사

본 조사는 2024년 11월 27일부터 2025년 1월 26일까지 수행되었다. 둥지분포 및 둥지수 파악을 위해 약 5-6일 간격으로 모니터링 구역을 도보로 이동하면서 조사를 수행하였으며, 번식 쌍이 한 개 이상의 알을 낳았을 경우는 번식시도(breeding attempt)로 정의하였다. 번식 둥지 최초 발견일에는 GPS를 이용하여 둥지 좌표를 기록하였으며, 알루미늄 팩을 이용하여 위치를 표지하였다. 추가로 번식 개체에 가락지가 부착된 경우, 가락지 종류와 번호를 기록하였다.

번식 조류의 한배산란수 파악을 위해, 5-6일 간격으로 모든 둥지를 재방문하여 둥지별 최대 알 개수를 기록하였다. 또한 산란이 끝난 둥지는 알 크기 및 무게 측정을 통해 부화시기를 예측하였다. 부화성공율은 조사가 끝날 때까지 부화하지 않은 알을 제외하고 부화된 알의 수를 전체 알 수로 나누어 산출하였고, 산란 및 포란기 중간에 알이 모두 사라진 둥지는 번식이 실패한 것으로 기록하였다. 도둑갈매기의 경우, 유조가 둥지밖으로 나가 몸을 숨길 수 있어 생존여부를 파악하기 어려웠기 때문에, 유조가 모두 부화한 둥지에 대해서는 번식 성공여부를 기록하지 않았다.

각 번식지표의 정의는 아래와 같다.

- 둥지수(Number of nests): 번식쌍의 수를 의미하며, 조사기간 동안 발견된 둥지 수
- 알의 개수(Number of eggs) : 조사기간 동안 발견된 알의 수
- 한배산란수(Clutch size) : 각 둥지에서 확인된 최대 알의 수
- 부화성공률(Hatching success) : 부화된 알의 수 / 알의 개수

(2) 남극도둑갈매기 알 크기 및 형태

남극도둑갈매기의 알은 조사기간 중 번식기간동안 최초 발견된 시점에서 측정하였다. 알 크기의 특성을 분석하기 위해서 알의 장축(Length), 단축(Breadth) 및 무게(Mass)를 측정하였으며, 알의 길이와 폭의 측정치로 형태지수(Shape index)를 산출하였다. 알의 길이 및 폭은 캘리퍼스(ECOTON, 150 mm, 단위 0.01mm)로 측정하였으며, 무게는 용수철저울(Pesola, 300 g, 단위 1 g)으로 측정하였다. 형태지수는 아래의 식과 같이 정의하였다.

형태지수(Shape index, %) = 알의 단축(Breadth) / 알의 장축(Length) × 100

(3) 조류 개체수 변동

세종곶과 마리안소만에서 2024년 11월 27일부터 2025년 1월 26일까지 약 5-6일 간격으로 선조사법(Line survey)을 이용하여, 총 13회에 걸쳐 조류 개체수 조사를 수행하

였다. 세종곶 내 담수연못 및 주변 육상의 지형은 평탄하지만, 해안선 부근은 굴곡이 있어 세종곶 내에서 모든 조류를 기록하기 어려운 지형이다. 따라서 세종곶 담수연못 주변, 북쪽 해안, 서쪽 해안 지역 등을 이동하면서 센서스(Census)를 실시하였다. 두 지역 모두에서 번식개체와 해안에서 휴식중인 개체 뿐 아니라 비행 및 해상에 떠있는 개체들도 조사대상에 포함시켰으며, 조류에 부착된 가락지 번호를 기록하고 번식 여부 및 관찰 위치를 정리하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 조류 번식지표

1) 둥지분포 및 번식 둥지수

본 연구기간 동안 모니터링 지역에서 번식한 조류는 남극도둑갈매기 한 종이었으며, 총 3둥지가 확인되었다. 남극도둑갈매기는 세종기지 남쪽 약 300m 떨어진 경사면(Fig. 8-6) 이전 해의 연구결과에 따르면, 연도별 둥지 수 변화는 있으나, 해당 지역들은 이전 조사결과에서도 남극도둑갈매기의 주요 번식지로 나타났다 (극지연구소 2016). 따라서 위 지역에서 통행 및 연구활동의 빈도 및 강도에 대한 모니터링과 남극도둑갈매기 번식에 인간활동이 미치는 영향에 대한 관찰 및 실험 연구를 통해, 현재 수행되고 있는 인간활동이 번식에 미치는 영향 파악이 필요하다고 생각된다.

조사지역 내 남극도둑갈매기의 3번식 쌍 중 두 쌍은 두 마리 모두 가락지가 부착되어 있었다 (A421－L-M-10194, L-M-10178--L-M-10203). 다른 한 쌍은 한 마리만 가락지가 부착되어 있었다 (A039). 새끼가 부화한 둥지는 없었다. 포란기간은 4-8일로 나타났다. 모든 쌍은 한 번씩만 번식을 시도하였다 (Table 3-4). 첫 포란은 23-24시즌 2023/12/12에 비해 24-25시즌 2024/12/05로 7일 빨라진 것으로 확인되었다. 번식 둥지 수의 변화를 일주일 간격으로 분석한 결과 12월 첫째 주 1둥지, 2째 주 2둥지로 나타났으며, 추가적인 번식은 관찰되지 않았다 (Fig. 8-7).

따라서 인간활동과 그 외 밀도의존적 요인 및 환경변화가 개체군 동태에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 지속적인 가락지 부착 및 재관찰을 통한 번식 개체군 크기 연구가 수행되어야 할 필요가 있다고 판단된다.

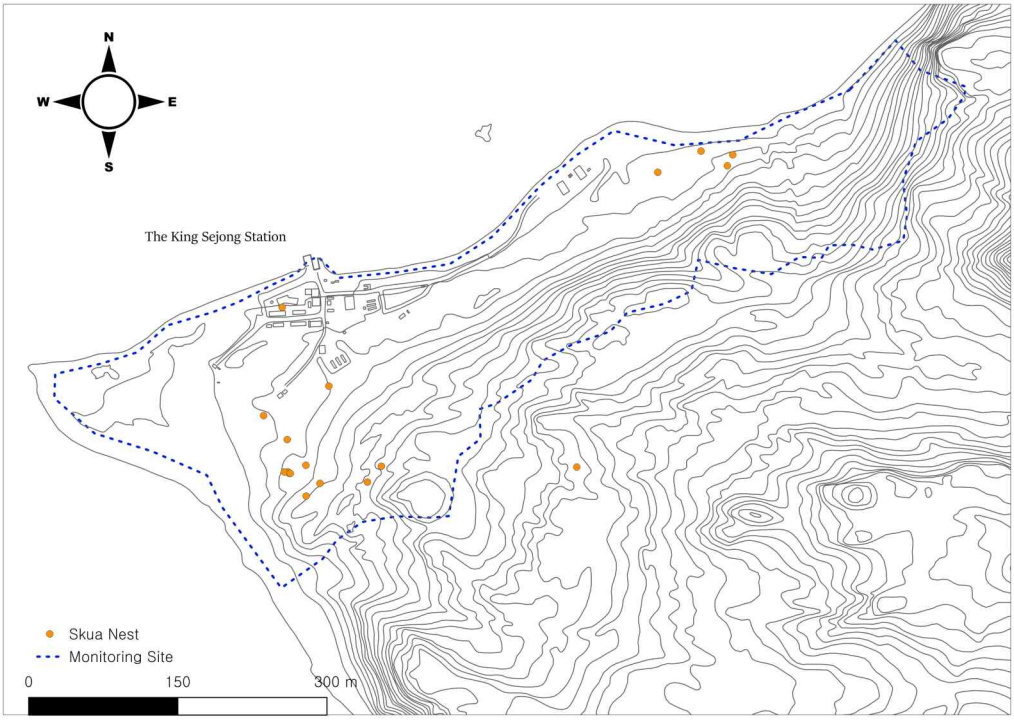


Fig. 8-6. The distribution of South Polar Skua nests in the monitoring site.

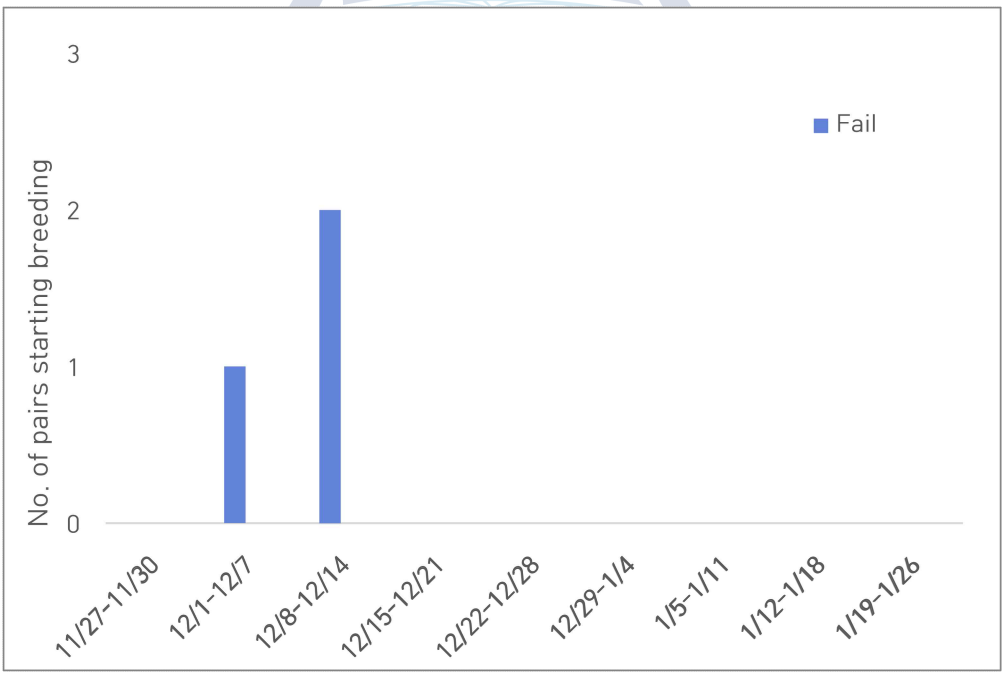


Fig. 8-7. Seasonal change in the number of South Polar Skua pairs initiating breeding each week. Bar colors represent the order of breeding attempts for each pair: Blue indicates breeding failure, orange indicates breeding success.

(2) 한배산란수 및 부화성공률

조사기간 동안 확인된 남극도둑갈매기 3개 둥지의 한배산란수는 1.33 ± 0.58개로 확인되었으며, 모두 부화에 실패하였다. 3개 둥지 모두 포란 기간 중 둥지가 소실되었으며, 알은 발견되지 않았다(Table 8-1). 2024년 12월 18일 이후로 기지 주변에서 새로운 남극도둑갈매기의 둥지는 확인하지 못했다. 남극도둑갈매기의 번식성공에는 인위적인 영향과 주변 환경 영향이 함께 작용할 것으로 보고 있으며, 지속적인 번식 모니터링을 통해 번식성공율을 증가시키는 구체적인 요인을 파악할 필요가 있다. 알이 사라진 원인은 주변의 남극도둑갈매기의 포식이 원인으로 사료되며, 기존 연구에서도 동족간 포식이 주요 번식실패요인으로 보고된바 있다(Pezzo *et al.* 2001). 이 외에도 남극도둑갈매기의 번식성공률은 번식 초기의 해수온도(Sea surface temperature)가 높고, 해빙이 녹는시기가 빠를수록 증가한다는 연구결과가 있다(Hahn *et al.* 2007) 이러한 해양환경변화 및 종내 경쟁 등에 대한 조사가 함께 진행된다면 번식결과지표의 연간 변동에 있어 인간활동의 영향을 보다 정확하게 파악할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 8-1. Breeding parameters of South Polar Skuas at the monitoring site

Year	No. of Nests	Clutch size	Hatching success[a]	
			Egg laid	Egg hatched
2021	30	1.67 ± 0.48	50	12
			31.58% (12/38)	
2022	27	1.70 ± 0.47	45	20
			60.61% (20/33)	
2023	17	1.41 ± 0.51	24	1
			4.16% (1/24)	
2024	3	1.33 ± 0.58	4	0
			0% (0/4)	

[a]Percentage: No. of hatching / No. of egg × 100 (unhachted eggs were excluded from the analysis)

나. 남극도둑갈매기 알 크기 및 형태

남극도둑갈매기의 알 장축은 평균 71.41 ± 5.58 mm, 단축은 48.47 ± 0.8 mm, 무게는 89 ± 6.98 g, 알 형태지수는 68.22 ± 5.86% 로 나타났다. 측정치 중 형태지수의 변이 계수가 가장 컸으며(0.08), 다음으로는 무게, 장축, 단축 순으로 확인되었다(Table 8-2). 모니터링 지역 주변의 필데스반도 및 포터반도에서 수행된 연구에 따르면, 갈색도둑갈매기와 혼합번식쌍에서는 알 크기와 환경변수간의 뚜렷한 관계가 나타나지 않은 반면, 남극도둑갈매기 첫 번째 알 크기는 주변 해역의 먹이가용도에 영향을 미칠 것으로 생각되는 해수온도와 해빙이 녹는시기와 관련이 있는 것으로 보고되었다(Hahn *et al.* 2007). 이는 알 크기가 산란기의 먹이가용도 및 암컷의 건강상태를 반영할 수 있음을 보여주며, 따라서 지속적인 알 크기 및 형태 조사는 본 연구지역에서 번식하는 남극

도둑갈매기의 건강상태와 해양환경의 변화를 이해하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

Table 8-2. Mean (standard deviation), range, and coefficient of variation of egg characteristics in South Polar Skuas

	South Polar Skua			
	2021 (n = 50)	2022 (n = 45)	2023 (n = 24)	2024 (n = 4)
Length (mm)	70.78 ± 3.06 (65.40 - 79.45)	70.50 ± 2.96 (63.40 - 77.70)	69.30 ± 3.43 (63.60 - 76.70)	71.41 ± 5.58 (67.91 - 76.44)
Breadth (mm)	49.49 ± 1.32 (46.00 - 51.92)	49.14 ± 2.26 (46.20 - 52.00)	48.11 ± 1.13 (45.89 - 50.65)	48.47 ± 0.8 (47.34 - 49.1)
Mass (g)	90.63 ± 5.89 (80.0 - 100.0)	90.78 ± 6.36 (70.0 - 100.0)	84.61 ± 5.61 (71.0 - 96.2)	89 ± 6.98 (89 - 97)
Shape index (%)	70.05 ± 3.59 (62.03 - 77.32)	59.46 ± 76.18 (59.46 - 76.18)	69.60 ± 3.98 (62.84 - 77.72)	68.22 ± 5.86 (62.40 - 73.3)

다. 조류 개체수 변동

마리안소만 일대에서는 총 4목 8과 9종의 조류가 관찰되었다. 우점종인 남극도둑갈매기는 각 조사의 전체 관찰 개체수의 평균 21.70 ± 24.70 % 를 차지하는 것으로 확인되었으며, 그 외 젠투펭귄, 남방큰재갈매기 등이 주로 확인되었다(Fig. 8-8, Table 8-3). 조류상 조사기간동안 남극도둑갈매기 7개체, 갈색도둑갈매기 2개체에서 가락지 번호를 확인하였다. 그중 갈색도둑갈매기는 미국 연구진이 부착한 가락지를 착용하고 있었으며, 외국 연구팀에서 가락지(R-M-EA163074)을 부착한 남극도둑갈매기를 확인하였다 (Table 8-4).

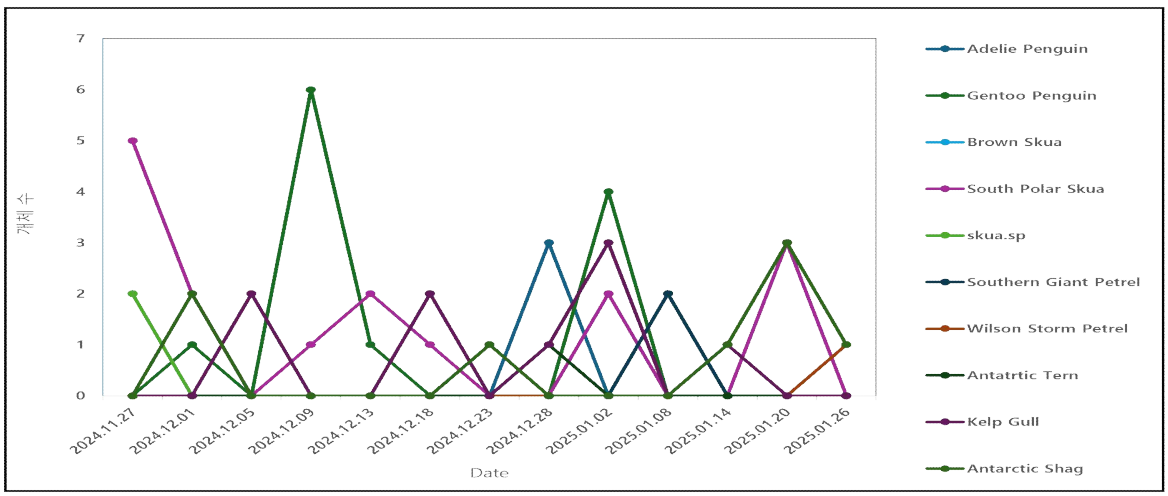


Fig. 8-8. Seasonal changes in the number of bird species observed around Marian Cove.

Table 8-3. Maximum number of individuals for each bird species at the monitoring sites

Species	Cape Sejong	Marian Cove
Chinstrap Penguin	6	0
Adelie Penguin	6	3
Gentoo Penguin	8	12
Antarctic Tern	4	1
Arctic Tern	1	0
South Polar Skua	10	16
Brown Skua	3	4
Southern Giant Petrel	3	3
Kelp Gull	8	9
Wilson's Storm Petrel	1	1
Antarctic Shag	1	8
Snowy Sheathbill	5	0
Skua sp.	2	2
Number of species	12(1)	9(1)

Table 8-4. Information on resighted South Polar Skuas at the study site

Ring number	Breeding/Non-breeding	Observed location	
		Cape Sejong	Marian Cove
A039	Breeding(SJ)	○	
A047	Non-breeding	○	
A063	Non-breeding	○	
A067	Non-breeding	○	
A073	Non-breeding	○	
A170	Non-breeding		○
A221	Non-breeding	○	
A245	Non-breeding	○	
A247	Non-breeding	○	
A248	Non-breeding	○	
A267	Non-breeding	○	
A274	Non-breeding	○	
A305	Non-breeding	○	
A308	Non-breeding	○	
A309	Non-breeding	○	
A326	Non-breeding	○	
A348	Non-breeding		○
A390	Non-breeding	○	
A407	Non-breeding	○	
A419	Non-breeding	○	
A421	Breeding(SJ)	○	
A425	Non-breeding	○	

KOPRI 극지연구소

A445	Non-breeding		o
A467	Non-breeding	o	
A477	Non-breeding	o	
L-M-10104	Non-breeding	o	
L-M-10118	Non-breeding	o	
L-M-10141	Non-breeding	o	
L-M-10178	Breeding(SJ)	o	
L-M-10187	Non-breeding		o
L-M-10194	Breeding(SJ)	o	
L-M-10195	Non-breeding	o	
L-M-10203	Breeding(SJ)	o	
L-M-10223	Non-breeding	o	
L-M-10262	Non-breeding		o
L-M-10508	Non-breeding	o	
L-M-1408**	Non-breeding	o	
R-M-EA163074	Non-breeding		o
흰눈테	Non-breeding		o

세종곶에서는 4목 8과 12종의 조류가 관찰되었다. 남극도둑갈매기는 관찰 개체수 중 평균 42.53 ± 32.10%를 차지하며 우점하였다(Fig 8-9). 세종곶에서 남극도둑갈매기 32개체, 갈색도둑갈매기 1개체에서 플라스틱 가락지를 확인하였다(Table 8-5). 가락지 부착 개체 중 5개체는 세종곶에서 번식하는 개체이다. A421과 L-M-10194, L-M-10178과 L-M-10203은 각각 pair이며, A309는 가락지가 없는 개체와 번식을 시도하였다(Table 8-6).

KOPRI 극지연구소

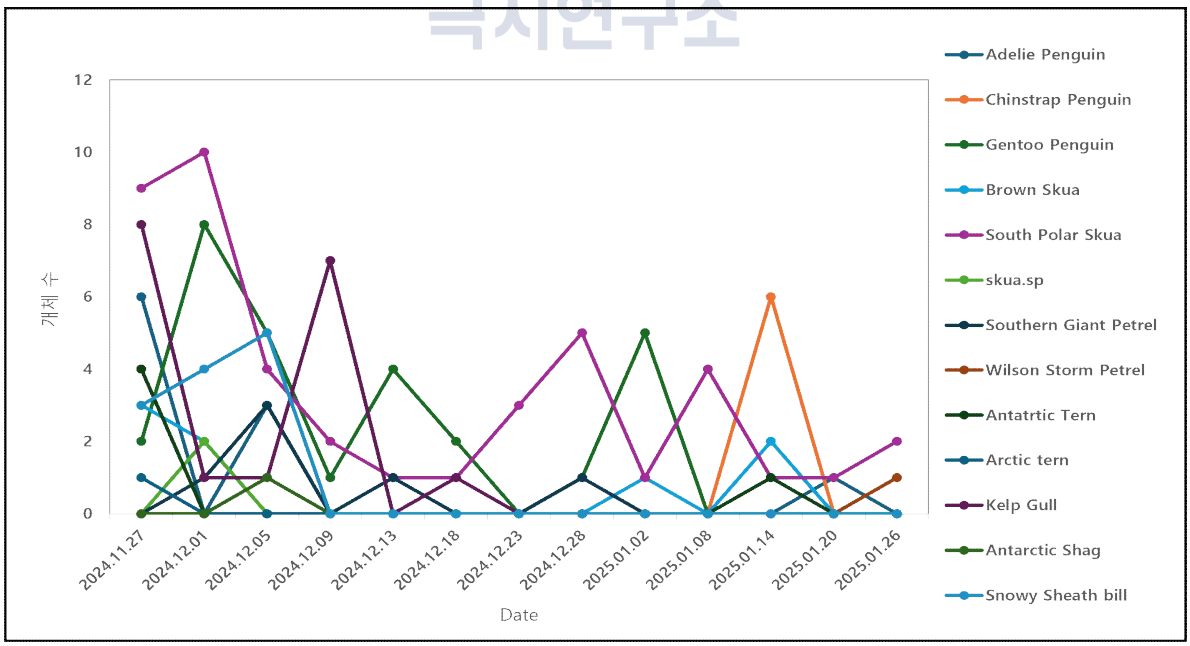


Fig. 8-9. Seasonal changes in the number of bird species observed around Cape Sejong.

Table 8-5. Information on resighted Brown Skuas at the study site

Ring number	Breeding/Non-breeding	Observed location	
		Cape Sejong	Marian Cove
A053	Non-breeding		O
A074	Non-breeding	O	
USA	Non-breeding		O

Table 8-6. Nest information of South Polar Skuas

Nest ID	Observed date	Ring number of parents		GPS coordinate		Clutch size	Hatched eggs	Note
		Parent A	Parent B	S	W			
24SN02	2024-12-05	A421	L-M-10194	-62.225826	-58.788020	1	0	Failed
24SN03	2024-12-09	A309	-	-62.224340	-58.786574	1	0	Failed
24SN04	2024-12-13	L-M-10178	L-M-10203	-62.226156	-58.785351	2	0	Failed

2024/25 시즌 세종곶 지역에서는 남극도둑갈매기가 1회 조사당 최대 10마리가 관찰되었는데, 2023/24 시즌의 조사중 1회 최대 개체수는 44로, 전년도 대비 약 25% 이하 수준에 머물렀다. 조사 초반인 12월 초에 가장 많은 개체수가 관찰되었으며, 조사 후반으로 갈수록 감소하는 추세를 보였다. 세종곶의 남극도둑갈매기 개체수는 12월 초반 증가하다 감소되어 이후 연구기간동안 유지되었다. 기상상황 및 시간대에 따라 개체수가 달라질 것으로 예상된다. 2024/25 시즌은 이전 연도 대비, 기지주변에서 번식하는 남극도둑갈매기의 둥지 수가 급감하였다. 기후와 인간활동에 대한 분석을 통해 번식에 영향을 주는 요인들을 밝혀낼 필요가 있다.

따라서 지속적인 조사를 통해 남극도둑갈매기가 세종곶을 이용하는 주요 시간대 및 시기를 파악한다면, 인간활동에 대한 제약을 최소화하는 동시에 세종곶을 이용하는 남극도둑갈매기에 대한 교란을 줄일 수 있는 방안을 마련하는데 도움이 될 것으로 생각된다. 본 연구결과, 남극도둑갈매기 가락지 재관찰 조사를 통해 해당 개체의 활동 범위 및 번식상황을 파악할 수 있었다. 따라서 지속적인 가락지 부착 및 재관찰 조사는 남극도둑갈매기 전체 군집 내 번식개체비율, 회귀율 및 생존율 등 인간활동 및 환경변화가 조류 개체군에 미치는 영향을 이해하는데 필수적인 자료를 제공할 것으로 생각된다.

Avifauna around the King Sejong Station during 2024/25

Hyeokjae Lee, Yuna Kim, Jihee Kim, Youmin Kim, Jeong-Hoon Kim, 38th over-wintering team,

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract: We surveyed breeding parameters of birds and avifauna around the King Sejong Station during the austral summer in 2024/25. Three nests of South Polar Skuas, all of which failed in their breeding attempts. In the Marian Cove region, we observed 9 species in 8 families, and South Polar Skuas are the dominant species. In the Cape Sejong region, we recorded twelve species in 8 families. South Polar Skuas are the dominant species. The number of South Polar Skuas, increased from early December and began to decline by mid-December. Continuous monitoring of avifauna and the breeding ecology of birds at the site is necessary to examine the effect of human activity and environmental changes. Especially, banding and resighting surveys are essential to understand the impact of such external factors on South Polar Skuas, the dominant species in this region.

KOPRI 극지연구소

참 고 문 헌

극지연구소 2016. 2015/16년 남극 세종기지주변의 조류상 모니터링. 극지연구소.

환경부 2020. 남극특별보호구역 모니터링 및 남극기지 환경관리에 관한 연구(6). 환경부.

Amesbury MJ, Roland TP, Royles J, Hodgson DA, Convey P, Griffiths H, Charman DJ, 2017. Widespread biological response to rapid warming on the Antarctic Peninsula. Curr. Biol. 27: 1616-1622.

Barbraud C, Delord K, Weimerskirch H, 2015. Extreme ecological response of a seabird community to unprecedented sea ice cover. R. Soc. Open Sci. 2: 140456.

Barbraud, C. and H. Weimerskirch, 2006. Antarctic birds breed later in response to climate change. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 103: 6248-6251.

Croxall JP, Trathan PN, Murphy EJ, 2002. Environmental change and Antarctic seabird populations. Science. 297: 1510-1514.

Culik B, Adelung D, Woakes AJ, 1990. The effect of disturbance on the heart rate and behaviour of Adélie penguins (*Pygoscelis adeliae*) during the breeding season. In: Kerry, K. R. and G. Hempel (eds.): Antarctic Ecosystems - Springer-Verlag - Berlin, German. 177-182.

Hahn S, Reinhardt K, Ritz MS, Janicke T, Montalti D, Peter HU, 2007. Oceanographic and climatic factors differentially affect reproduction performance of Antarctic skuas. Mar. Ecol. Prog. Ser. 334: 287-297.

Iveson JB, Shellam GR, Bradshaw SD, Smith DW, Mackenzie JS, Mofflin RG, 2009. Salmonella infections in Antarctic fauna and island populations of wildlife exposed to human activities in coastal areas of Australia. Epidemiol. Infect. 137: 858-870.

Jenouvrier S, Weimerskirch H, Barbraud C, Park YH, Cazelles B, 2005. Evidence of a shift in the cyclicity of Antarctic seabird dynamics linked to climate. Proc. R. Soc. B: Biol. Sci. 272: 887-895.

Korczak-Abshire, M, 2010. Climate change influences on Antarctic bird populations. Pap. Glob. Chang. 17: 53-66.

Meredith, MP. and J. C. King, 2005. Rapid climate change in the ocean west of the Antarctic Peninsula during the second half of the 20th century. Geophys. Res. Lett. 32: L19604.

Micol T. and P. Jouventin, 2001. Long-term population trends in seven Antarctic

KOPRI 극지연구소

seabirds at Pointe Géologie (Terre Adélie) Human impact compared with environmental change. Polar Biol. 24(3), 175-185.

Muller-Schwarze, D., 1984. Possible human impact on penguin populations in the Antarctic peninsula area. Antarct. J. 19: 158-159.

Pezzo F, Olmastroni S, Corsolini S, Focardi S, 2001. Factors affecting the breeding success of the south polar skua *Catharacta maccormicki* at Edmonson Point, Victoria Land, Antarctica. Polar Biol. 24: 389-393.

Rajpar MN, Ozdemir I, Zakaria M, Sheryar S, Rab A, 2018. Seabirds as bioindicators of marine ecosystems. In: Mikkola H (ed.): Seabirds - IntechOpen - London, United Kingdom, 47-65.

Van Franeker JA, Creuwels JC, Van Der Veer W, Cleland S, Robertson G, 2001. Unexpected effects of climate change on the predation of Antarctic petrels. Antarct. Sci. 13: 430-439.

Znój A, Chwedorzewska KJ, Androsiuk P, Cuba-Diaz M, Gielwanowska I, Koc J, Zmarz A, 2017. Rapid environmental changes in the Western Antarctic Peninsula region due to climate change and human activity. Appl Ecol Environ Res. 15: 525-539.

KOPRI
극지연구소

제 9 장

세종과학기지 기상 모니터링

제 1 절

세종과학기지 2024년 기상관측 자료의 통계 분석

박상종[1], 김기현[2], 황혜원[1,3]

[1]극지연구소 해양대기연구본부

[2]기상청

[3]강릉원주대학교 대기환경과학과

요 약: 2024년 남극세종과학기지(이하 ‘세종기지’)에서 관측된 지상 기상요소와 현상을 정리한 후, 1991년부터 2020년까지의 30년 평년값과 비교하였다. 기상자료는 세종기지에서의 자동기상관측 및 목측 자료의 수집과 검토 작업을 통해 획득되었고, 통계 프로그램을 이용한 일별, 월별, 년별 자료의 정량 분석과 각종 기상현상의 발생일수 등을 정리하여 연보를 작성하였다. 2024년 1월부터 12월까지의 평균 기압은 989.8 hPa(최고 1031 hPa, 최저 941 hPa)로 예년 평균값 989.0 hPa 대비 0.8 hPa 차이를 나타내었다. 기온의 경우 2024년은 연평균기온 -1.7℃로 예년 평균 -1.8℃보다 0.1℃ 높아서 평년값과 거의 같았고, 역대 가장 높은 연평균기온을 기록했던 2021년 이후로 연평균 기온은 하강 추세를 보이고 있다. 최고 기온은 11.0℃, 최저 기온은 -19.6℃로 관측되었다. 연평균 풍속은 7.1 ms^{-1}로 예년 평균 7.9 ms^{-1}에 비해 다소 약했고 순간최고풍속은 35.9 ms^{-1}를 기록하였다. 풍향의 경우 예년처럼 북서풍을 중심으로 서풍에서 북풍 계열이 대부분 비율을 차지하였으며 5월부터 10월에는 동풍(E) 계열의 바람도 10% 내외로 높은 빈도를 나타내었다. 평균 습도는 84.0%로 예년 87.7%보다 3.7% 낮았고, 운량은 6.3 oktas로 예년의 6.8 oktas보다 다소 낮았다. 총 강수량은 268.6㎜를 기록하여 평년값 약 527mm의 절반 수준으로 작은 강수량을 보였다. 폭풍설(blizzard)은 동계를 중심으로 총 12회 발생하였고 총 시간은 101.9으로 평년값 22.7회 및 252.3시간 대비 횟수는 절반 수준에 총 시간은 75% 수준으로 적게 발생하였다. 2024년 8월 중순에는 15일간 마리안소만 결빙이 발생하여 2021년 8월 이래 3년 만에 마리안소만 결빙이 기록되었다.

1. 서 론

남극 세종기지에서의 기상관측은 지난 1988년 2월 17일 기지 준공일부터 시작되었으며, 자동기상관측시스템(Automatic Meteorological Observation System; AMOS)을 이용하여 세종기지의 기상요소를 측정하였다. 기상관측은 10미터 높이의 관측탑 최상단에 설치한 풍향·풍속계를 비롯하여 지상에서 1-2미터 높이에서 온/습도계, 강수량계, 기압계와 그리고 수평면 전천일사량계, 자외선 광도계 등의 센서로부터 5초 또는 1초 간격으로 측정하여 10분 평균값이 자료 집록기에 저장되는 자동 관측 및 저장방식으로 수행되고 있다. 이외에 구름, 시정, 폭풍설, 지면 및 해상의 상태 등은 관측자가 목측으로 일정 시각마다 관찰하고 기록한다.

한편, 2003년 12월에 기상관측의 정밀도를 높이고 시스템 오류에 따른 결측 자료 등을 보완하기 위하여 기존의 AMOS 기상타워와 약 3 m 거리에 10 m 높이의 기상타워를 설치하고 기존 시스템을 AMOS-1, 신규 시스템을 AMOS-2 관측시스템으로 명명하여 병행 운영하다가 2016년 11월에 AMOS-2 운영을 종료하였다. 2008/2009 하계에는 신규 생활관이 기상관측 노장과 가까운 곳에 건축되면서, 풍향 및 풍속 관측에 미칠 영향을 감안하여 보다 적합한 위치에 새로운 기상관측시스템을 구축할 필요가 발생하였다. 이에 따라 2010년 12월에 AMOS-1 시스템에서 남서 방향으로 200 m 떨어진 위치에 AMOS-3 시스템이 설치되어 현재까지 AMOS-1과 병행 운영되고 있다. 풍향 및 풍속의 경우 2018년 1월부터는 AMOS-3 (해발고도 7.1m) 관측값을 세종기지 기준 자료로 사용하고 있다.

세종기지의 기상관측소(62° 13’ S, 58° 47’ W)는 1989년 1월에 세계기상기구(WMO)의 정규 지상관측소로 등록(WMO Index No. 89251)되었다. 비록 지상의 기상현상에 대해서만 관측하고 있지만, 세종기지에서의 기상관측 업무 및 이에 대한 연구조사를 수행하고 있는 목적은 일반 기상관서에서 수행하고 있는 기상관측 목적과 마찬가지로, 1) 시시각각으로 변화하는 기상요소와 기상현상에 관하여 측기와 목측을 이용하여 일정한 시각에 대한 기상요소를 관측하여 서로 비교 분석하고, 2) 현재의 기상실황을 파악할 수 있도록 국제 기상통보식에 따라 국제적으로 자료를 제공하며, 3) 또한 기후조사를 위한 통계자료나 기상학 연구에 필요한 자료로 활용하며, 4) 특히 남극 세종기지의 지역적, 환경적 특수한 상황에 비추어 볼 때, 기지 주변에서 이루어지는 타 분야 연구를 위한 중요한 참고자료가 되면서, 5) 기지 대원들의 실생활이나 야외업무 수행을 위한 지표로서 활용되는 것이다. 한편, 2010년 10월 26일, 세종기지는 기상청과 공동으로 이산화탄소, 성층권 오존 농도 및 복사 등의 관측요소에 대하여 세계기상기구/지구대기감시(WMO/GAW, Global Atmosphere Watch) 프로그램의 지역급 기후변화감시소로 등재되어 관측을 수행하고 있다.

KOPRI 극지연구소

2. 자료 및 방법

본 기상연보 작성을 위해 세종기지에서의 2024년 1월부터 12월까지의 기상관측자료를 점검하여 보완한 다음 분석하였다. 연보는 세종기지에서 기록된 원시자료를 체계화시켰고, 매일의 관측일지를 참고하여 각 기상요소에 대한 평균값과 극값, 발생시간과 목측 항목에 대한 현상일수 등에 대해 표로써 일별, 월별로 나타내었다.

자료의 신뢰성을 높이기 위하여 세종기지 현지에서 기상대원이 의심스러운 측정값을 제외하고 월보를 작성하며 연보 작성 과정에서 극지연구소 연구원이 추가로 자료의 이상여부를 검토하였다. 강수량은, 기지에서 비나 눈의 강수 현상이 있을 때는 대부분 강한 바람과 함께 발생하기 때문에 강우현상이 있거나 신적설 현상이 있었다 하더라도 그 양이 정확히 기록되지 않는 문제점이 있어, 강수량계로 기록된 자료 중 현지 관측자가 판단하여 믿을만한 것만 선택하여 기록하였다.

신적설은 어떤 특정한 기간 동안에 새로 내려 쌓인 눈의 깊이를 말하는데, 지형이나 건물 등에 의한 오차를 최소화하기 위하여 기지주변에서 자연 상태를 대표할 수 있는 지점에서 눈이 내릴 때마다 측정하여 평균한 값으로 나타내었으며 계속 누적된 깊이를 구적설로 표현하였다. 단, 폭풍설 발생 시에 지면에 쌓인 눈에 대해서는 대부분 다른 지역의 지면에서 날린 눈이 기지로 날려와 쌓인 것으로 판단되어 그 양 자체를 신적설량으로 표현하지는 않았다. 이러한 현지의 특수한 상황으로 인해 강수량과 신적설량 누적값에 다소 오차가 있을 수는 있지만, 관측자가 당시 상황을 기록한 일지를 바탕으로 최종 자료를 출력하여 신뢰도를 최대화시켰으므로 전반적인 추세 파악에는 커다란 장애가 없을 것으로 판단된다.

시정은 세종기지의 상주 관측자가 시정지도(visibility target map)를 근거로 하여 매시간 기지 주변의 최소 수평 가시거리를 판단하여 일 평균값으로 산출하고 있다. 바다의 상태는 맥스웰만(Maxwell Bay)과 마리안소만(Marian Cove)으로 나누어, 유빙의 유무와 바다의 거칠기, 결빙 등으로 표현하였다. 바다의 거칠기는 풍속이 아무리 강해도 세종기지 앞바다가 육지로 대부분 둘러싸인 내만이므로 파고가 높지 않기 때문에 Beaufort 풍력계급표의 7 이하를 근거로 다음과 같이 분류하여 나타내었다; 해면의 상태에 따라 Calm(고요; 거울 같음; CA), Smooth (SM), Slight(잔잔함; 파고 0.2 m 이내; SL), Moderate(약간 거침; 파고 0.6 m이내에 백파 약간; MO), Rough(거침; 파고 1 m 이내에 백파 많음; RO), Very Rough(매우 거침; 파고 1 m 이상에 백파 많고 물보라나 파가 부서져 바람에 날림; VR)로 구분하여 표시하였다.

기상현상에 대해서는 운량의 정도에 따른 하늘의 상태, 강수의 형태, 안개의 정도 등 각 현상이 발생한 날에 대해서 ‘y’로 표시하고 각 현상의 전체 일수를 매월 나타내었으나, 각 현상의 발생과 소멸시간은 별도 표시하지 않았으며 짧은 시간동안이라도

현상이 관측되었으면 기상청의 ‘관측지침’에 근거하여 해당 일에 그 현상이 있었음을 표시하였다. 이 보고에서 사용한 표현 방식은 대부분 우리나라 기상청에서 발행되는 연, 월보의 양식을 참고로 하였으나, 세종기지만의 기상자료 취급과 현지 관측업무 형편에 따른 목측의 제한성 등의 몇몇 요인을 고려한 결과, 그 방식을 그대로 따르지는 못하고 나름대로의 항목을 필요성에 따라 가감하여 표현하였다.

기상자료는, 세종기지에서의 1차 기상관측 원시자료를 정리하여 2차 자료를 만들고, 다시 이것을 점검한 후 통계 프로그램에 대한 입력자료로 활용하였다. 이후 프로그램 처리과정을 거쳐 생성된 자료를 토대로 일별, 월별, 연별 자료를 작성하고, 현장 관측일지 등을 참고하여 오류 자료 정리와 목측 자료 재편집 등의 작업을 수행하였다. 이 보고서에는 자료의 분석 결과로서, 측기에 대한 간단한 사양과 연보에 나타낸 각종 자료의 표현 방식에 대한 일러두기 및 기상요소와 현상에 대한 분석 자료가 정리되어 있다(부록 Ⅱ 참조).

3. 결 과

1월부터 12월까지의 연평균 기온은 -1.7℃로 1991-2020년 기준 30년 평년값 -1.8℃보다 0.1℃ 높았으며, 월평균 기온이 가장 낮았던 달은 8월(-6.5℃)로 평년(7월 -5.7℃)보다 0.8℃ 낮았다. 월평균기온이 가장 높았던 달은 2월(2.6℃)로 평년(1월 1.9℃)보다 0.7℃ 높았다. 연평균기온은 2021년 -0.3℃를 기록한 이래 상승 추세를 보이고 있다. 연최고기온은 2월 7일에 11.0℃, 연최저기온은 8월 13일에 -19.6℃로 관측되었다. 특이사항으로 2024년은 역대 7번째로 적은 강수량을 보였는데 연간 총 강수량은 268.6㎜로 기록되어 평년값 약 527㎜ 대비 절반 수준으로 낮았다. 평균 상대습도는 84.0%로 평년(87.7%)보다 3.7% 낮았고 평균 운량도 6.3 oktas로 평년(6.8 oktas)보다 다소 낮았다.

풍향의 경우 2024년에도 북서풍을 중심으로 서풍에서 북풍 계열이 대부분의 비중을 차지하였으며 겨울철에 동풍(E)의 빈도가 다소 높아졌는데, 5월부터 10월에는 동풍(E) 계열의 바람이 10% 내외로 높은 빈도를 나타내었다. 연 평균 풍속은 7.1 ms^{-1}로 평년 7.9ms^{-1}에 비해 약했으며 순간최대풍속은 7월 10일에 35.9 ms^{-1}를 기록하였다. 폭풍설은 3월에 1회를 비롯해 5월부터 9월에 걸쳐 총 12회 발생하였으며 총 지속시간은 101.9시간으로 평년값 22.7회 및 252.3시간 대비 횟수는 절반 수준에 총 시간은 75% 수준으로 적게 발생하였다.

연평균 기압은 989.8 hPa로 평년의 989.0 hPa에 비해 0.8 hPa 약간 높았다. 최고기압은 8월 11일에 1031 hPa, 최저 기압은 7월 22일에 941 hPa을 기록하였다. 수평면 전천 일사량은 1월부터 12월까지 평균 201.941 MJm^{-2}를 기록해 평년 216.332 MJm^{-2}보다 약 7% 낮았다. 월별로는 6월에 9.396 MJm^{-2}로 최소 일사량을 보였고 12월에 553.271

MJm^{-2}로 최대 일사량을 기록하였다.

해빙의 경우 마리안소만과 맥스웰만에서 2020년 이전 수년간 결빙이 관측되지 않았다가 2021년 8월에 5일간 마리안소만에서 부분 결빙이 관측된 바 있고, 3년 만인 2024년에 8월 10일부터 24일까지 15일간 결빙이 관측되었다.

KOPRI
극지연구소

Annual Weather Report of the Antarctic King Sejong Station in 2024

Sang-Jong Park[1], Jung-Sic Yoon[2], Hye-Won Hwang[1,3]

[1]*Korea Polar Research Institute*

[2]*Korea Meteorological Administration*

[3]*Gangneung-Wonju National University*

Abstract: Meteorological data obtained in 2024 at the King Sejong Station are given in this annual report. The objective of this report is to describe weather condition during the year and to understand climate variability of the Station and Antarctic peninsula. Automatic observation elements include wind direction, wind speed, air temperature, relative humidity, atmospheric pressure, horizontal global solar radiation, precipitation. Besides, manual observation includes cloud, visibility, snow, fog, rain, blizzard, sea-ice etc. In this work, meteorological data of 2023 were collected and quality-checked. Processed data are used to produce daily, monthly and annual statistics. Brief summary of th meteorological data is following; annual average station-level pressure was 989.8 hPa (highest 1031 hPa, lowest 941 hPa), air temperature -1.7 ℃(maximum 11.0 ℃, minimum -19.6 ℃), wind speed 7.1 ms^{-1} (greatest 35.9 ms^{-1}), and predominant wind directions were between W-NW-N occupying more than 50% with E following due to more frequent E-wind in winter. Average relative humidity was 84.0%, cloud amount 6.3 oktas, total precipitation 268.6 ㎜ which was almost half of the climatological annual precipitation (527㎜). The occurrence number of blizzard was 12 times with total duration time of 101.9 hours compared with normals (22.7 times with total duration 252.3 hours). In 2024, 15-days of freeze-up of the Marian Cove was observed.

KOPRI 극지연구소

부 록

KOPRI
극지연구소

KOPRI
극지연구소

I. 남극장보고과학기지 기상 연보

ANNUAL WEATHER REPORT
The ANTARCTIC JANG BOGO STATION



2024

극지연구소
KOREA POLAR RESEARCH INSTITUTE

KOPRI
극지연구소

REGULAR OBSERVATIONS and LONG-TERM MONITORING at JANG BOGO STATION

JANG BOGO STATION (WMO INDEX No. 89859)

ELEVATION: 28 m / COORDINATES: 74°37′ S, 164°14′ W

==========

A. BRIEF METEOROLOGICAL ACTIVITIES

1. AUTOMATIC OBSERVATION : EVERY 10 MINUTES OUTPUT INTERVAL BY AUTOMATIC SYNOPTIC OBSERVATION SYSTEM (ASOS)

2. MESSAGE TRANSMISSION

◉ SYNOPTIC MESSAGE: FOUR TIMES EVERY DAY

- 00 UTC ─┐
- 12 UTC ─┼─> TO Korea Meteorology Administration(KMA) [FTP]
- 18 UTC ─┘
- 24 UTC ─┘

KOPRI 극지연구소

◉ UPPER AIR MESSAGE: ONCE A DAY DURING FEBRUARY ~ NOVEMBER

- 00 UTC -> TO Korea Meteorology Administration(KMA) [FTP]
- OBSERVATION Time IS SUBJECT TO CHANGE ACCORDING TO WEATHER CONDITIONS.

3. OBSERVATION AND RECORDING TYPE OF EACH ELEMENTS

◉ AUTOMATIC OBSERVATION

· WIND SPEED (ms^{-1})	:	Ave., Max./Max. Time
· WIND DIRECTION (deg)	:	Resultant Vector

· TEMPERATURE (℃) : Ave., Max./Max. Time
Min./Min. Time
· RELATIVE HUMIDITY (%) : Ave., Min./Min. Time
· DEW POINT TEMPERATURE (℃): Ave.
· PRESSURE(hPa) : Ave., Max./Max. Time,
Min./Min. Time
· PRECIPITATION (mm) : Accumulated Total
· HORIZONTAL GLOBAL SOLAR RADIATION (Wm^{-2}) : Ave.

◉ VISUAL OBSERVATION(ACCORDING TO WMO REFERENCE)

· CLOUDS : Amount (oktas), Type, Height using Cloud Chart
· VISIBILITY : Visible Distance (km)
· STATE OF SEA(Co 3700) AND GROUND
· FLOATING ICES : ON GERLACHE INLET
· ACCUMULATED SNOW(cm)
· METEOROLOGICAL PHENOMENA AND ETC.

KOPRI 극지연구소

◉ UPPER-AIR OBSERVATION

· TEMPERATURE: Vertical Profile of Ave (℃)
· RELATIVE HUMIDITY: Vertical Profile of Ave (%)
· WIND: Vertical Profile of Speed (ms^{-1}) and Direction (°)

4. DATA HANDLING

- CF CARD ON ASOS, HARD DISK ON PC
- DAILY, TEN DAYS AND MONTHLY DATA PROCESSING
- DATA TRANSMISSION TO KOPRI, KOREA VIA FTP ON A MONTHLY BASIS
- MONTHLY AND ANNUAL REPORT PRODUCTION

B. SYNOPTIC OBSERVATIONS

1. SURFACE WEATHER OBSERVATIONS

☞ AUTOMATIC SYNOPTIC OBSERVATION SYSTEM (ASOS);
DATA LOGGER (QML201, VAISALA. FINLAND)

☞ AIR TEMPERATURE;
TEMPERATURE PROBE (ACCURACY ±0.30 ℃)
RESISTIVE PLATINUM SENSOR(Pt-100) (-80 ℃ ~ 60 ℃)

☞ RELATIVE HUMIDITY;
RH PROBE (ACCURACY ±2 %)
CAPACITIVE THIN FILM HUMICAP® POLYMER SENSOR (0~100 %)

☞ STATION LEVEL AIR PRESSURE;
PRECISION DIGITAL OUTPUT BAROMETER (ACCURACY ±0.1 hPa)
SILICON CAPACITIVE ABSOLUTE PRESSURE SENSOR BAROCAP®
(500 ~ 1100 hPa)

☞ WIND SPEED AND DIRECTION;
2 DIMENSIONAL SONIC ANEMOMETER (ACCURACY SPEED ±0.1 ms^{-1},
DIRECTION ±2°)
ULTRASONIC TRANSDUCERS ON A HORIZONTAL PLANE
(0 ~ 75 ms^{-1}, 0~ 360°)

☞ PRECIPITATION;
200 cm^2 BUCKET ORIFICE OPENING (ACCURACY ± 0.2 mm)
WEIGHING COLLECTING BUCKET (0 ~ 1500 mm)

☞ SNOW HEIGHT;
SNOW RANGER (ACCURACY ±0.25% / RANGE 0.15 ~ 10.67 m)[a]

KOPRI 극지연구소

SNOW RANGER (ACCURACY 1 cm / RNAGE 0.5 ~ 10 m)[b]

※ Sensor a was replaced by Sensor b on November, 2018

☞ VISIBILITY AND PRESENT WEATHER CODE;

VISUAL OBSERVATION 6-HOURLY AND/OR ON DEMANDS

AUTOMATIC WEATHER OBSERVING SYSTEM FOR SECONDARY MEASURE

FORWARD SCATTER VISIBILITY METER (RANGE 10 ~ 20,000m) /

PRESENT WEATHER SENSOR (7 DIFFERENT PRECIPITATION TYPES)

☞ SEA AND GROUND VISUAL OBSERVATION;

HOURLY AND/OR ON DEMANDS

☞ WEATHER SURFACE CHART ANALYSIS

WEATHER CHART AND INFORMATION GATHERING FROM WEB SITE

: WWW.WINDY.COM

2. RADIATION ENERGY MEASUREMENTS

☞ GLOBAL SOLAR RADIATION ON A HORIZONTAL SURFACE

PYRANOMETER (ACCURACY 1.6% of Reading)

THERMOPILE SENSOR AND A GLASS DOME (RANGE 0 ~ 2000 Wm^{-2})

C. UPPER-AIR OBSERVATIONS

1. RADIOSONDE OBSERVATIONS

☞ RADIOSONDE

RS41-SG(VAISALA)[c] ATTACHED TO WEATHER BALLOON (600g)

DigiCORA® SOUNDING SYSTEM MW41 (VAISALA)

※ Radiosonde RS92-SGP(VAISALA) with sounding system MW31 has been used until November, 2018.

일 러 두 기

INTRODUCTORY NOTE

1. 이 자료집에 표시된 시각은 세계협정시(UTC)에 따르며. 일계는 1일 24시간제에서 00시를 기준으로 하였다.
   In this report, the time stated is Coordinated Universal Time on a 24-hour clock beginning at midnight.

2. 현지기압, 기온, 풍속, 상대습도, 이슬점온도 등의 일 평균값은 1 또는 10초마다 자동관측된 값의 전체 평균값이다.
   Daily averages for station level air pressure(hPa), air temperature(℃), wind speed(ms^{-1}), relative humidity(%) and dew-point temperature(℃) are derived from observation measured at every 1 or 10 seconds scanning interval by Automatic Synoptic Observation System(ASOS).

3. 현지기압은 노장에 설치된 디지털 기압계로 측정되며, 단위는 hPa이고 평균 해수면 고도 29.3 m의 높이에서의 값이다.
   Station level air pressure is measured by Digital Barometer and given in hPa unit at 29.3 m above mean sea level on the meteorological tower.

4. 기온과 상대습도는 지상 약 1.6 m 되는 높이에 설치된 온습도계에서 측정되며, 0 ℃ 이하의 값은 음의 부호로써 표시하였다.
   Air temperature(℃) and relative humidity(%) are measured by RH/Temperature Probe, at about 1.6 m above the ground level on the meteorological tower, and the values below 0 ℃ are shown with negative(−) sign.

5. 강수량의 단위는 밀리미터(mm)이며, 00 ~ 24시의 강수량 합계를 1일부터 해당월 말일까지의 합계로 표시하였다.
   Precipitation is given in millimeters(mm) unit. The 00 ~ 24h total is the value measured from the first day to the last day every month.

6. 바람은 지상 약 10 m 되는 높이의 기상 타워 상단에 설치된 초음파식 풍향풍속계로

풍향과 풍속을 측정한다. 풍향은 16방향, 풍속은 초당 미터(ms^{-1})로 표시하고, 순간최대풍속은 어느 임의의 한순간에 나타난 풍속 중 최대값이며, 이때 풍향을 16방향으로 나타내었다.

Wind direction and speed are measured by ultra-sonic anemometer at about 10 m above the ground level on the meteorological tower. Wind directions are given in 16 directions. Wind speeds are given in meters per second(ms^{-1}) unit. The greatest gust is the greatest instantaneous wind speed recorded.

7. 블리자드는 풍속 14 ms^{-1} 이상의 강한 바람이 눈보라와 함께 불어 수평 시정악화(약 150 m 이하)가 있었던 때의 시작과 끝난 시간(예: 0645는 6시 45분임) 및 지속시간(예: 2030은 20시간 30분임)으로 표시하였다.

   Blizzards is defined as strong winds exceeding 14 ms^{-1} with much snow and bad visibility (< 150 m), and are given with start time in hour and minute (for example, 0645 means 06:45 UTC), end and duration time (for example, 2030 means duration of 20 hours and 30 minutes).

8. 풍향별 최대풍속(ms^{-1}) 및 풍향별 관측횟수의 백분율(%)은 10분간 관측된 평균 풍속과 풍향을 이용하여 방향별(16방향)로 구분해서 산출한 값이며, 풍속 0.4 ms^{-1} 이하인 경우에는 '정온'으로 처리하였다.

   The maximum wind speed (ms^{-1}) and the percentage (%) of the number of frequency for each direction are derived from values of 10 minutes interval output. When wind speed is less than 0.4 ms^{-1}, it is given as 'calm'.

9. 운량은 하늘 전체를 8로 하여 구름으로 덮여 있는 부분을 하늘 전체에 대한 8 분수로 표시하였고, 관측이 불가한 경우에는 9로 표시하였다.

   Cloud cover is the proportion of the sky obscured by cloud and measured in oktas. When cloud cover can not be observed, number 9 is assigned to it.

10. 수평면 전천 일사량은 일사계로 자동 측정한 것이다.

    The global solar radiation on a horizontal surface is automatically measured by pyranometer at 10.5m above the ground.

11. 일평균 수평 시정은 관측자가 시정도를 근거로 하여 기지 각 방향을 매시 목측한

수평 최소 시정의 일일 평균값으로 나타낸 것이다.

Daily average horizontal visibility is given in km unit as averaged values of each day for horizontal minimum visibility which observer measured hourly with the eye based on the visibility target map around the station.

12. 적설은 지표면 면적의 반 이상에 쌓인 눈의 깊이를, 신적설은 하루 동안(00 ~ 24시) 새로 쌓인 눈의 깊이를 각각 센티미터(cm) 단위로 표시했으며, 신적설의 합계는 일별 신적설 최심값의 합계이다.

    The depth of snow cover and snow fall represent the depth of each accumulated snow covering half or more area of the ground. The values are given in centimeters(cm) unit and snow fall is accumulated the fresh depth in a day. The total value of it shows the sum of daily maximum snow fall.

13. 관측이 제대로 수행되지 않았거나 해당 현상이 없을 경우에는 각각 '*' 또는 '-'로써 표시하였다.

    If there are no data available (including data missing) or no occurrence of phenomena at any date, those data are shown with signs of '*' or '-', respectively.

KOPRI 극지연구소

14. 현상일수는 각 기상현상이 나타났던 일수를 나타내며, 'y'(yes)로 표시하였다. 각 날에 대해 기지 앞바다에 유빙이 관찰되었을 경우를 'D (Drift Ice)'로 표시하고, 바다가 얼었을 경우에는 'F (Frozen Sea)' 로 나타내었다. 해면의 상태에 따라 Calm (CA), Smooth (SM), Slight (SL), Moderate (MO), Rough (RO), Very Rough (VR)로 구분하였다.

    The phenomena on days means the number of days when each weather phenomenon occurs, and it represents as 'y'(yes). For each day, when drift ices are observed on the sea shore, it represents by an abbreviation (D) of drift ice. And when the sea in front of the station are totally frozen, it represents by an abbreviation (F) of frozen sea. States of sea are sorted by Calm (CA), Smooth (SM), Slight(SL), Moderate (MO), Rough (RO), Very Rough (VR).

15. 본 연보에 수록된 자료는 자료 품질관리 절차에 따라 고지없이 수정될 수 있다.

    Data presented in this annual report is subject to change without notice according to data quality control procedure.

월별 기압 Monthly Air Pressure

(Unit: hPa)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg	Ext	Ext Date
2014	Avg				985.2	986.7	985.4	987.0	976.7	987.0	974.8	986.7	983.7	983.7		
	Max				1005.0	1003.0	997.0	1006.0	1004.0	1007.0	995.0	997.0	996.0		1007.0	9/25
	Min				970.0	971.0	967.0	956.0	953.0	970.0	945.0	969.0	972.0		945.0	10/19
2015	Avg	986.2	979.6	985.2	983.6	988.5	988.1	979.1	980.1	978.6	980.9	978.4	987.0	982.9		
	Max	997.0	993.0	1000.0	995.0	1013.0	1010.0	1009.0	1011.0	1006.0	999.0	993.0	1007.0		1013.0	5/29
	Min	978.0	968.0	959.0	969.0	973.0	966.0	955.0	954.0	949.0	967.0	958.0	971.0		949.0	9/14
2016	Avg	980.7	983.4	981.2	987.8	986.9	980.9	991.0	991.8	975.3	982.1	993.5	989.9	985.4		
	Max	995.0	1001.0	996.0	1006.0	1007.0	1004.0	1014.0	1011.0	998.0	997.0	1009.0	999.0		1014.0	7/31
	Min	967.0	964.0	964.0	962.0	966.0	963.0	978.0	961.0	947.0	962.0	978.0	978.0		947.0	9/14
2017	Avg	993.8	990.1	990.0	985.9	980.0	985.5	982.6	978.3	981.1	983.7	977.6	985.3	984.5		
	Max	1004.0	1007.0	1009.0	999.0	1002.0	1003.0	1006.0	998.0	999.0	996.0	996.0	996.0		1009.0	3/1
	Min	970.0	978.0	981.0	972.0	967.0	967.0	969.0	953.0	963.0	966.0	968.0	977.0		953.0	8/22
2018	Avg	984.8	984.0	986.3	990.8	988.0	989.8	986.9	993.3	976.6	975.5	978.4	983.2	984.8		
	Max	1000.0	995.0	1006.0	1006.0	1008.0	1005.0	1010.0	1010.0	998.0	1002.0	991.0	996.0		1010.0	7/31
	Min	971.0	969.0	964.0	963.0	964.0	958.0	962.0	972.0	945.0	954.0	967.0	972.0		945.0	10/4
2019	Avg	986.6	984.0	985.6	985.4	989.1	975.7	990.8	984.9	976.1	984.9	993.5	995.4	986.0		
	Max	1000.0	955.0	995.0	989.0	1009.0	1007.0	1011.0	1019.0	991.0	1003.0	1001.0	1008.0		1019.0	8/5
	Min	974.0	969.0	975.0	966.0	965.0	951.0	965.0	959.0	955.0	960.0	981.0	982.0		951.0	6/10
2020	Avg	991.6	984.0	980.5	985.6	983.3	981.9	985.7	987.3	986.7	975.7	978.7	978.2	983.3		
	Max	1003.0	995.0	997.0	1005.0	997.0	1012.0	1012.0	1008.0	1005.0	989.0	995.0	993.0		1012.0	6/29
	Min	990.0	972.0	965.0	956.0	964.0	963.0	951.0	955.0	959.0	962.0	956.0	964.0		950.5	7/25
2021	Avg	982.6	979.3	987.1	983.8	986.6	985.7	991.0	991.2	977.5	982.6	977.6	975.8	983.4		
	Max	1003.0	990.3	1005.0	1004.4	1005.8	1001.4	1012.0	1015.2	994.5	996.3	989.2	986.7		1015.2	8/11
	Min	972.2	968.6	975.8	966.3	965.3	965.7	973.2	970.0	966.8	968.4	960.9	962.0		960.9	11/23
2022	Avg	983.7	981.9	983.7	985.3	981.9	993.5	979.8	981.3	978.1	982.5	977.3	978.2	982.3		
	Max	1000.4	1000.6	1000.0	999.8	1001.2	1011.2	997.4	999.6	997.8	1005.2	998.2	991.6		1011.2	6/17
	Min	970.4	971.5	966.7	972.5	963.4	977.1	951.8	950.8	953.6	964.1	955.2	951.2		950.8	8/26
2023	Avg	979.7	986.1	988.4	961.4	985.0	993.1	987.4	989.9	982.8	979.2	984.0	979.3	983.0		
	Max	987.7	995.0	1011.6	1016.5	1005.1	1013.2	1008.8	1018.2	1002.7	994.1	995.7	991.2		1018.2	8/25
	Min	970.2	973.5	970.0	980.2	963.0	962.4	965.4	967.6	967.1	953.1	961.4	969.3		953.1	10/11
2024	Avg	983.1	985.2	984.2	978.8	979.8	980.1	992.5	995.1	987.9	986.1	976.0	989.3	984.9		
	Max	996.8	1002.4	1005.5	997.1	994.3	1003.1	1021.5	1013.2	1010.4	999.7	997.9	1000.3		1021.5	7/22
	Min	970.0	971.5	955.8	956.8	951.6	954.0	966.5	972.3	970.9	972.6	959.8	975.5		951.6	5/5
Total	Avg	985.5	983.8	985.2	983.1	985.1	985.4	986.7	986.4	980.7	980.7	982.0	984.1	984.1		
	Max	1004.0	1007.0	1011.6	1016.5	1013.0	1013.2	1021.5	1019.0	1010.4	1005.2	1009.0	1008.0		1021.5	24/7/22
	Year	2017	2017	2023	2023	2015	2023	2024	2019	2024	2022	2016	2019			
	Min	967.0	964.0	955.8	956.0	951.6	951.0	951.0	950.8	945.0	945.0	955.2	951.2		945.0	18/10/4
	Year	2016	2016	2015	2024	2024	2019	2020	2022	2018	2014	2022	2022			

KOPRI 극지연구소

월별 기온 Monthly Air Temperature

(Unit: ℃)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg	Ext	Ext Date
2014	Avg				-17.2	-18.4	-24.5	-26.7	-19.9	-17.8	-14.0	-8.3	-2.2	-16.6		
	Max				-0.4	-4.7	-11.6	-7.8	-5.8	-5.3	-3.6	-1.7	5.6		5.6	12/27
	Min				-31.6	-31.6	-35.0	-35.8	-32.9	-27.6	-25.2	-16.9	-9.3		-35.8	7/14
2015	Avg	-1.5	-5.5	-15.5	-23.1	-23.8	-22.4	-24.9	-23.8	-24.9	-15.2	-8.1	-0.6	-15.8		
	Max	4.7	0.6	-2.0	-6.3	-9.6	-6.7	-4.0	-8.5	-4.1	-7.7	2.5	7.9		7.9	12/14
	Min	-7.8	-12.8	-25.3	-34.0	-31.4	-31.4	-33.9	-34.9	-34.3	-25.7	-23.2	-5.9		-34.9	8/24
2016	Avg	-1.0	-6.8	-15.7	-23.5	-21.2	-25.2	-26.8	-23.0	-23.2	-17.9	-5.6	-1.2	-15.9		
	Max	5.0	2.7	-5.7	-5.3	-0.1	-11.5	-9.9	-1.9	-9.8	-7.4	4.2	7.1		7.1	12/15
	Min	-6.4	-15.7	-24.8	-32.9	-32.5	-34.5	-34.6	-33.6	-33.6	-26.0	-16.3	-8.3		-34.6	7/29
2017	Avg	-1.2	-5.9	-13.3	-20.5	-18.4	-23.4	-23.5	-23.5	-23.7	-15.7	-9.5	-3.4	-15.2		
	Max	4.5	2.2	-2.6	-9.6	-5.6	-7.8	-7.3	-4.9	-6.8	-3.0	3.3	4.4		4.5	12/15
	Min	-8.5	-15.4	-23.5	-29.2	-29.9	-35.4	-33.7	-36.4	-35.9	-29.1	-20.4	-9.8		-36.4	7/29
2018	Avg	-2.4	-8.1	-13.4	-18.7	-24.2	-20.1	-22.2	-24.5	-21.6	-14.4	-7.1	-1.8	-14.9		
	Max	5.5	2.0	-3.6	-5.7	-9.5	-7.4	-7.3	-3.3	-7.4	-0.2	0.2	3.7		5.5	1/19
	Min	-10.5	-16.6	-22.0	-29.0	-32.6	-31.4	-37.0	-34.9	-33.8	-25.2	-18.6	-7.8		-37.0	7/12
2019	Avg	-2.3	-8.1	-12.9	-19.8	-18.9	-22.4	-18.3	-21.2	-22.3	-16.2	-5.4	-1.7	-14.1		
	Max	4.7	2.0	-2.6	-6.0	-6.3	-6.5	-0.1	-6.6	-8.1	-6.8	1.5	3.9		4.7	1/12
	Min	-8.6	-16.6	-23.7	-31.2	-28.3	-35.0	-32.8	-34.9	-31.5	-27.5	-13.1	-7.1		-35.0	6/22
2020	Avg	-1.0	-4.8	-14.6	-18.9	-23.6	-23.0	-20.9	-21.7	-22.2	-16.6	-7.6	-0.3	-14.6		
	Max	3.3	5.2	-4.8	-2.3	-11.8	-3.2	2.4	-4.8	-6.5	-3.2	1.2	5.9		5.9	12/30
	Min	7.9	-13.8	-27.8	-29.0	-31.5	-35.1	-33.9	-38.3	-33.4	27.4	-19.9	-7.0		-38.3	8/3
2021	Avg	-0.5	-6.1	-12.8	-23.7	-23.8	-21.9	-19.1	-23.9	-20.5	-13.9	-7.8	-0.8	-14.6		
	Max	6.7	3.7	-4.3	-11.1	-7.5	-7.1	5.1	3.3	-8.8	-4.8	1.8	5.7		6.7	1/24
	Min	-8.6	-14.3	-23.2	-37.0	-34.3	-35.1	-30.4	-36.7	-32.8	-24.3	-18.8	-7.8		-37.0	4/23
2022	Avg	-1.4	-4.6	-12.1	-20.4	-17.5	-19.5	-20.5	-22.3	-21.8	-13.9	-8.6	-1.9	-13.7		
	Max	5.6	8.8	8.8	-7.5	-3.2	-4.6	-8.3	-5.7	-7.7	-3.3	3.7	3.6		8.8	2/11 3/18
	Min	-8.3	-13.4	-23.7	-29.6	-26.5	-33.0	-32.6	-33.0	-33.8	-25.2	-18.5	-8.2		-33.8	9/7
2023	Avg	-2.1	-6.1	-15.4	-18.6	-24.7	-21.7	-26.3	-26.7	-17.1	-18.4	-9.2	-2.2	-15.7		
	Max	5.9	0.9	-4.8	-7.3	-11.1	-4.4	-10.8	-8.9	-5.5	-8.2	1.1	2.7		5.9	1/9
	Min	-9.5	-14.0	-25.4	-27.9	-34.3	-33.4	-36.9	-38.4	-33.2	-29.0	-19.8	-8.2		-38.4	8/14
2024	Avg	-2.6	-8.8	-16.3	-21.2	-23.1	-22.4	-21.7	-19.6	-22.8	-16.2	-9.8	-0.5	-15.4		
	Max	4.1	1.8	-8.2	-7.5	-5.6	-8.0	-6.3	-4.9	-6.2	-4.0	-1.0	6.9		6.9	12/21
	Min	-9.0	-18.5	-25.5	-32.1	-33.9	-35.1	-32.9	-33.6	-31.9	-27.6	-19.2	-8.1		-35.1	6/23
Total	Avg	-1.5	-6.5	-14.2	-20.5	-21.6	-22.4	-22.8	-22.7	-21.6	-15.7	-7.9	-1.5	-14.9		
	Max	6.7	8.8	8.8	-0.4	-0.1	-3.2	5.1	3.3	-4.1	-0.2	4.2	7.9		8.8	22/2/11 22/3/18
	Year	2021	2022	2022	2014	2016	2020	2021	2021	2015	2018	2016	2015			
	Min	-10.5	-18.5	-27.8	-37.0	-34.3	-35.4	-37.0	-38.4	-35.9	-29.1	-23.2	-9.8		-38.4	20/8/3
	Year	2018	2024	2020	2021	2023	2017	2018	2023	2017	2017	2015	2017			

KOPRI 극지연구소

월별 풍속 Monthly Wind Speed

(Unit: m/s)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg	Ext	Ext Date
2014	Avg				6.0	4.0	3.1	3.6	6.4	5.3	5.4	2.7	2.8	4.4		
	Max				35.6	33.4	26.1	36.7	30.8	30.5	23.3	17.9	22.7		36.7	7/8
	Date				23	9	19	8	27	2	20	2	17			
2015	Avg	3.3	6.0	2.9	2.9	3.4	5.7	4.1	5.6	4.1	4.1	5.2	4.3	4.3		
	Max	28.2	30.4	24.1	24.0	29.5	36.2	30.5	40.1	31.8	25.8	21.8	24.2		40.1	8/30
	Date	21	16	7	7	20	3	5	30	1	2	4	16			
2016	Avg	3.7	3.9	4.5	3.6	5.6	4.1	2.7	4.1	4.2	3.8	3.6	3.8	4.0		
	Max	19.0	26.3	33.1	26.7	41.6	33.7	31.7	30.8	33.0	38.3	29.3	23.1		41.6	5/23
	Date	11	16	21	16	23	25	12	2	2	5	4	2			
2017	Avg	4.2	5.1	5.8	3.6	6.0	3.5	5.4	5.1	4.2	3.8	3.2	3.7	4.5		
	Max	24.3	33.5	28.5	32.1	37.2	27.1	35.0	36.4	33.0	28.4	29.5	23.9		37.2	5/19
	Date	12	16	14	12	19	26	14	8	18	2	25	31			
2018	Avg	3.5	6.0	5.8	4.5	3.5	6.4	6.7	2.8	6.2	4.5	4.3	5.1	4.9		
	Max	17.8	33.5	30.0	36.6	23.2	32.9	39.5	20.5	37.0	23.7	28.8	32.1		39.5	7/22
	Date	5	13	9	15	22	3	22	11	8	1	18	5			
2019	Avg	2.8	6.0	5.8	4.7	4.4	6.7	5.2	5.3	4.7	4.3	1.7	3.0	4.6		
	Max	21.3	33.5	31.8	37.9	31.0	32.6	32.2	23.0	29.5	28.0	20.6	26.2		37.9	4/16
	Date	12	13	18	16	8	16	22	9	26	12	1	22			
2020	Avg	2.1	3.9	5.9	4.9	2.0	5.5	5.7	4.4	3.6	4.3	2.3	2.6	3.9		
	Max	25.1	30.1	37.3	39.9	20.4	36.6	37.8	28.4	26.4	33.4	20.6	24.5		39.9	4/15
	Date	24	17	29	15	28	22	4	30	8	28	8	27			
2021	Avg	2.8	4.5	6.4	3.1	4.3	4.4	5.4	4.3	5.2	6.1	3.6	4.1	4.5		
	Max	23.0	24.1	33.1	18.5	28.9	37.7	32.6	37.6	36.3	38.0	28.5	28.7		38.0	10/2
	Date	21	13	18	26	30	17	31	31	1	2	30	1			
2022	Avg	4.2	4.5	6.2	4.3	6.7	4.7	7.9	4.6	5.0	5.3	4.1	1.8	4.9		
	Max	19.6	32.9	39.6	37.7	34.6	23.5	42.8	33.1	33.3	34.4	31.0	20.4		42.8	7/26
	Date	8	10	15	29	28	10	26	26	17	17	18	31			
2023	Avg	2.4	3.8	2.8	2.2	1.9	4.6	2.6	3.7	5.7	3.0	2.1	2.7	3.1		
	Max	22.0	30.5	33.6	28.9	25.2	44.5	32.1	42.0	29.1	27.8	24.1	18.9		44.5	6/9
	Date	1	22	6	13	8	9	9	5	13	29	5	26			
2024	Avg	3.8	3.7	4.5	3.8	3.9	4.0	3.4	4.6	2.3	3.2	2.5	3.8	3.6		
	Max	29.7	25.0	33.4	25.5	29.9	27.6	34.3	32.2	36.5	27.9	30.0	23.7		36.5	9/12
	Date	26	2	16	18	14	25	15	15	12	27	22	20			
Total	Avg	3.3	4.7	5.1	4.0	4.2	4.8	4.8	4.6	4.6	4.3	3.2	3.4	4.5		
	Max	29.7	33.5	39.6	39.9	41.6	44.5	42.8	42.0	37.0	38.3	31.0	32.1		44.5	23/6/9
	Year	2024	2019	2022	2020	2016	2023	2022	2023	2018	2016	2022	2018			

KOPRI 극지연구소

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT JANG BOGO STATION(2014-2024)

AVG. P(hPa)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	*	986.2	980.7	993.8	984.8	986.6	991.6	982.6	983.7	979.7	983.1	985.3
2	*	979.6	983.4	990.1	984.0	989.5	984.0	979.3	981.9	986.1	985.2	984.3
3	*	985.2	981.2	990.0	986.3	986.6	980.5	987.1	983.7	988.4	984.2	985.3
4	985.2	983.6	987.8	958.9	990.8	985.4	985.6	983.8	985.3	961.4	978.8	980.6
5	986.7	988.5	986.9	980.0	988.0	989.1	983.3	986.6	981.9	985.0	979.8	985.1
6	985.4	988.1	980.9	985.5	989.8	975.7	981.9	985.7	993.5	993.1	980.1	985.4
7	987.0	979.1	991.0	982.6	986.9	990.8	985.7	991.0	979.8	987.4	992.5	986.7
8	976.7	980.1	991.8	978.3	993.3	984.9	987.3	991.2	981.3	989.9	995.1	986.3
9	987.0	978.6	975.3	981.1	976.6	976.1	986.7	977.5	978.1	982.8	987.9	980.7
10	974.8	980.9	982.1	983.7	975.5	984.9	975.7	982.6	982.5	979.2	986.1	980.7
11	986.7	978.4	993.5	977.6	978.4	993.5	978.7	977.6	977.3	984.0	976.0	982.0
12	983.7	987.0	989.9	985.3	983.2	995.4	978.2	975.8	978.2	979.3	989.3	984.1
AVERAGE	983.7	982.9	985.4	982.2	984.8	986.5	983.3	983.4	982.3	983.0	984.9	983.9

AVG. T(℃)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	*	-1.5	-1.0	-1.2	-2.4	-2.3	-1.0	-0.5	-1.4	-2.1	-2.6	-1.6
2	*	-5.5	-6.8	-5.9	-8.1	-7.0	-4.8	-6.1	-4.6	-6.1	-8.8	-6.4
3	*	-15.5	-15.7	-13.3	-13.4	-12.9	-14.6	-12.8	-12.1	-15.4	-16.3	-14.2
4	-17.2	-23.1	-23.5	-20.5	-18.7	-19.8	-18.9	-23.7	-20.4	-18.6	-21.2	-20.5
5	-18.4	-23.8	-21.2	-18.4	-24.2	-18.9	-23.6	-23.8	-17.5	-24.7	-23.1	-21.6
6	-24.5	-22.4	-25.2	-23.4	-20.1	-22.4	-23.0	-21.9	-19.5	-21.7	-22.4	-22.4
7	-26.7	-24.9	-26.8	-23.5	-22.2	-18.1	-20.9	-19.1	-20.5	-26.3	-21.7	-22.8
8	-19.9	-23.8	-23.0	-23.5	-24.5	-21.2	-21.7	-23.9	-22.3	-26.7	-19.6	-22.7
9	-17.8	-24.9	-23.2	-23.7	-21.6	-22.3	-22.2	-20.5	-21.8	-17.1	-22.8	-21.6
10	-14.0	-15.2	-17.9	-15.7	-14.4	-16.2	-16.6	-13.9	-13.9	-18.4	-16.2	-15.7
11	-8.3	-8.1	-5.6	-9.5	-7.1	-5.4	-7.6	-7.8	-8.6	-9.2	-9.8	-7.9
12	-2.2	-0.6	-1.2	-3.4	-1.8	-1.7	-0.3	-0.8	-1.9	-2.2	-0.5	-1.5
AVERAGE	-16.6	-15.8	-15.9	-15.2	-14.9	-14.0	-14.6	-14.6	-13.7	-15.7	-15.4	-15.1

KOPRI 극지연구소

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT JANG BOGO STATION(2014-2024)

PRECIP. (mm)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	*	*	*	*	*	13.6	7.6	21.8	8.0	8.2	34.7	15.7
2	*	*	*	*	*	5.9	8.4	4.9	2.5	2.0	17.8	6.9
3	*	*	*	*	*	16.8	13.4	64.1	2.5	5.6	7.2	17.8
4	*	*	*	*	*	4.2	3.3	4.3	2.7	7.3	7.5	4.2
5	*	*	*	*	*	*	1.9	5.7	3.0	12.2	4.7	5.5
6	*	*	*	*	*	4.7	1.7	0.5	2.6	49.6	6.6	3.7
7	*	*	*	*	*	*	9.4	4.2	4.1	30.1	1.3	4.9
8	*	*	*	*	*	*	14.7	3.8	3.3	20.5	2.8	6.0
9	*	*	*	*	*	0.2	1.8	19.4	0.0	31.7	5.3	6.1
10	*	*	*	*	*	*	0.3	5.9	2.2	7.2	3.0	2.7
11	*	*	*	*	*	0.0	0.9	5.0	12.7	15.1	1.3	5.5
12	*	*	*	*	*	0.0	8.5	13.1	13.8	7.3	2.8	7.6
AVERAGE	*	*	*	*	*	5.7	6.0	12.7	4.8	16.4	7.9	7.3
TOTAL	*	*	*	*	*	45.4	71.9	152.7	57.4	196.7	95.0	86.5

AVG. RH(%)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	*	63.4	62.0	62.9	67.4	62.7	57.8	55.0	54.1	59.2	62.4	60.7
2	*	56.3	52.9	53.0	55.6	54.8	57.8	50.7	51.2	48.6	58.8	54.0
3	*	56.8	55.0	59.0	60.6	61.2	59.2	58.7	51.7	53.4	57.1	57.3
4	*	56.5	56.0	54.0	52.7	55.8	51.8	61.4	51.6	51.7	54.2	54.6
5	*	55.7	52.5	51.0	51.8	53.3	55.2	51.6	46.1	56.4	52.7	52.6
6	*	51.6	52.1	53.0	51.0	53.3	50.5	52.1	54.0	54.5	57.0	52.9
7	*	52.3	54.6	51.0	53.4	50.9	53.5	51.0	44.9	59.6	51.3	52.2
8	*	52.0	52.7	53.0	53.9	54.5	58.7	56.3	51.4	53.8	53.8	54.0
9	47.0	48.5	53.6	53.0	56.2	45.0	55.5	51.4	48.8	49.0	56.4	51.3
10	56.9	59.0	52.6	58.0	55.4	50.5	44.9	45.4	50.6	52.6	51.3	52.5
11	53.2	47.0	53.3	57.0	52.7	52.8	47.6	53.5	52.5	53.9	49.7	52.1
12	56.3	55.0	56.8	60.0	61.2	66.1	53.5	52.3	60.5	56.6	55.4	57.6
AVERAGE	53.4	54.5	54.5	55.4	56.0	55.1	53.8	53.3	51.4	54.1	55.0	54.2

KOPRI 극지연구소

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT JANG BOGO STATION(2014-2024)

AVG. WS(m/s)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	*	3.3	3.7	4.2	3.5	2.8	2.1	2.8	4.2	2.4	3.8	3.3
2	*	6.0	3.9	5.1	6.0	4.0	3.9	4.5	4.5	3.8	3.7	4.5
3	*	2.9	4.5	5.8	5.8	5.8	5.9	6.4	6.2	2.8	4.5	5.1
4	6.0	2.9	3.6	3.6	4.5	4.7	4.9	3.1	4.3	2.2	3.8	4.0
5	4.0	3.4	5.6	6.0	3.5	4.4	2.0	4.3	6.7	1.9	3.9	4.2
6	3.1	5.7	4.1	3.5	6.4	6.7	5.5	4.4	4.7	4.6	4.0	4.8
7	3.6	4.1	2.7	5.4	6.7	5.2	5.7	5.4	7.9	2.6	3.4	4.8
8	6.4	5.6	4.1	5.1	2.8	5.3	4.4	4.3	4.6	3.7	4.6	4.6
9	5.3	4.1	4.2	4.2	6.2	4.7	3.6	5.2	5.0	5.7	2.3	4.6
10	5.4	4.1	3.8	3.8	4.5	4.3	4.3	6.1	5.3	3.0	3.2	4.3
11	2.7	5.2	3.6	3.2	4.3	1.7	2.3	3.6	4.1	2.1	2.5	3.2
12	2.8	4.3	3.8	3.7	5.1	3.0	2.6	4.1	1.8	2.7	3.8	3.4
AVERAGE	4.4	4.3	4.0	4.5	4.9	4.4	3.9	4.5	4.9	3.1	3.6	4.2

MAX. WS(m/s)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	MON. MAX.
1	*	28.2	19.0	24.3	17.8	21.3	25.1	23.0	19.6	22.0	29.7	29.7
2	*	30.4	26.3	33.5	33.5	25.8	30.1	24.1	32.9	30.5	25.0	33.5
3	*	24.1	33.1	28.5	30.0	31.8	37.3	33.1	39.6	33.6	33.4	39.6
4	35.6	24.0	26.7	32.1	36.6	37.9	39.9	18.5	37.7	28.9	25.5	39.9
5	33.4	29.5	41.6	37.2	23.2	31.0	20.4	28.9	34.6	25.2	29.9	41.6
6	26.1	36.2	33.7	27.1	32.9	32.6	36.6	37.7	23.5	44.5	27.6	44.5
7	36.7	30.5	31.7	35.0	39.5	32.2	37.8	32.6	42.8	32.1	34.3	42.8
8	30.8	40.1	30.8	36.4	20.5	23.0	28.4	37.6	33.1	42.0	32.2	42.0
9	30.5	31.8	33.0	33.0	37.0	29.5	26.4	36.3	33.3	29.1	36.5	37.0
10	23.3	25.8	38.3	28.4	23.7	28.0	33.4	38.0	34.4	27.8	27.9	38.3
11	17.9	21.8	29.3	29.5	28.8	20.6	20.6	28.5	31.0	24.1	30.0	31.0
12	22.7	24.2	23.1	23.9	32.1	26.2	24.5	28.7	20.4	18.9	23.7	32.1
AVERAGE	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	29.6	31.9
HIGH WS(m/s)	36.7	40.1	41.6	37.2	39.5	37.9	39.9	38.0	42.8	44.5	36.5	44.5

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT JANG BOGO STATION(2014-2024)

AVG. CLD(1/8)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	*	5.0	5.5	4.4	4.4	5.4	3.8	3.4	3.8	3.5	4.7	4.4
2	*	5.3	3.8	3.4	3.4	2.8	5.2	4.5	3.8	2.6	5.0	4.0
3	*	4.2	4.4	5.4	3.3	5.2	5.2	5.3	3.4	3.6	3.7	4.4
4	1.4	3.4	4.5	3.2	2.1	2.5	2.7	4.5	3.6	3.4	4.9	3.3
5	3.8	3.2	2.6	4.7	2.7	3.6	2.8	3.7	3.6	3.8	3.1	3.4
6	2.4	3.2	3.4	4.1	3.2	2.8	1.5	3.0	4.8	2.9	3.7	3.2
7	3.1	2.8	3.0	4.1	2.4	2.5	3.1	4.4	2.8	3.2	3.0	3.1
8	5.2	4.0	3.1	3.7	2.8	4.3	5.0	3.8	4.1	3.6	3.4	3.9
9	3.8	3.4	3.4	3.3	3.4	2.2	4.0	3.9	3.0	4.2	3.8	3.5
10	5.1	5.4	2.9	3.3	4.1	4.1	3.0	1.9	4.5	3.7	3.0	3.7
11	2.5	3.9	3.3	3.6	3.3	2.3	2.8	3.4	3.4	3.1	2.0	3.1
12	2.1	3.3	3.4	3.7	4.4	4.5	3.1	3.2	3.1	3.6	4.0	3.5
AVERAGE	6.5	3.3	3.9	3.6	3.3	3.5	3.5	3.8	3.6	3.4	3.7	3.8

BLZ. OCC. NO.	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.	TOTAL
1	*	*	*	*	*	*	*	1	*	*	2	2	3
2	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	1
3	*	*	2	4	*	3	7	8	3	*	1	4	28
4	*	1	1	2	*	1	3	*	4	1	1	2	14
5	*	5	4	3	1	1	*	7	*	4	4	4	29
6	*	4	1	1	3	6	4	2	*	7	*	4	28
7	*	4	*	*	2	*	4	1	4	5	1	3	21
8	*	3	*	3	*	1	4	*	2	2	3	3	18
9	2	*	3	4	*	1	4	2	*	5	1	3	22
10	1	*	*	1	3	1	3	*	3	1	*	2	13
11	*	*	*	*	*	*	*	*	1	*	*	1	1
12	*	*	*	1	1	1	*	*	*	*	*	1	3
AVERAGE	2	3	2	2	2	2	4	4	3	4	2	3	29
TOTAL	3	18	11	19	10	15	29	21	17	25	13	28	181

KOPRI 극지연구소

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT JANG BOGO STATION(2014-2024)

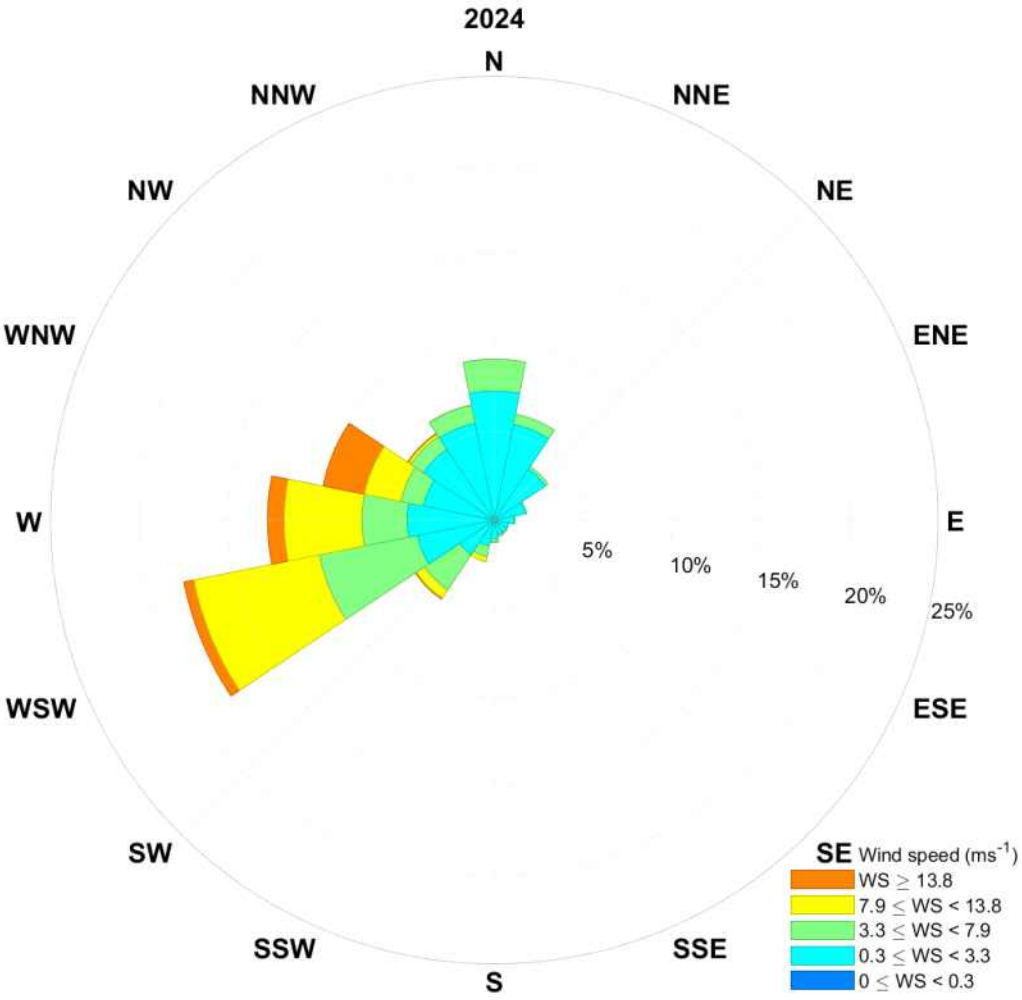
BLZ OCC. TIME	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.	TOTAL
(hour) 1	*	*	*	*	*	*	*	1	*	*	3.5	2.3	4.5
2	*	12.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12.8	12.8
3	*	*	15.5	32.9	*	23.9	39.2	8	5.9	*	6.0	18.8	131.4
4	*	3.3	0.7	9.6	*	2.5	8.5	*	6.4	5.5	5.5	5.3	42.0
5	*	33.3	29.1	22.5	1.6	0.5	0.0	7	*	7.0	5.8	11.9	106.7
6	*	8.3	5.7	12.3	21.5	69.2	3.9	2	*	42.1	*	20.6	165.0
7	*	10.1	*	*	27.3	*	18.0	1	10.0	11.5	2.5	11.5	80.3
8	*	7.2	*	4.9	*	5.1	19.0	*	5.0	11.0	4.0	8.0	56.2
9	8.4	*	10.8	17.3	*	3.7	15.5	2	*	10.1	8.0	9.5	75.8
10	1.3	*	*	9.4	5.2	8.2	15.3	*	5.0	0.3	*	6.4	44.7
11	*	*	*	*	*	*	*	*	2.0	*	*	2.0	2.0
12	*	*	*	17.0	17.0	3.6	0.0	*	*	*	*	9.4	37.6
AVERAGE	4.9	12.5	12.4	15.7	14.5	14.6	13.3	3.5	5.7	12.5	5.0	9.9	114.5
TOTAL	9.7	75.0	61.8	125.9	72.6	116.7	119.4	21.0	34.3	87.3	35.2	118.3	758.9

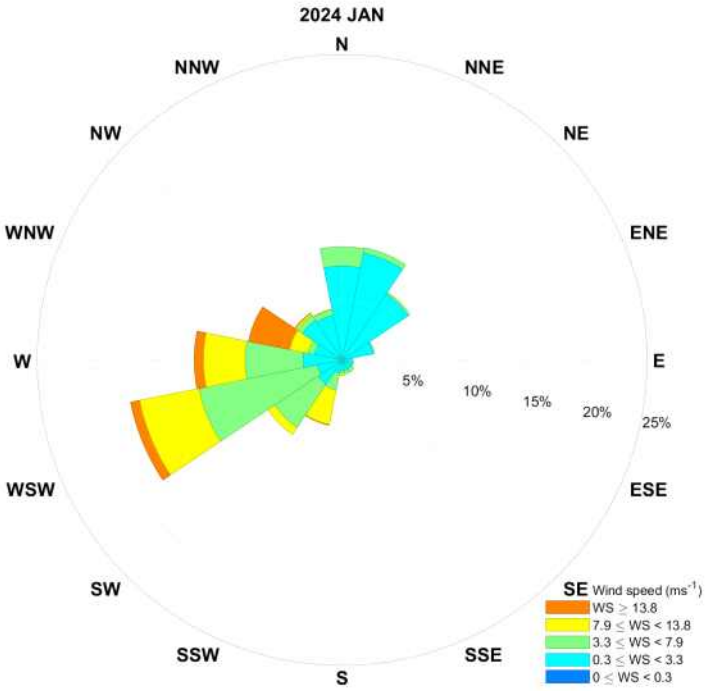
GLB. SOL. RAD.	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.	TOTAL
(KJ/m2)1	*	762179	715768	398994	776375	772701	818817	833509	807770	807835	781958	747591	7475906
2	*	388691	461961	502077	495835	469637	454318	437659	460642	505951	441802	461857	4618573
3	*	222891	168980	193315	194987	177017	184084	181942	231594	232490	206141	199344	1993442
4	10928	35585	24096	33325	33891	39397	33055	31175	35698	29437	33227	30892	339814
5	143	222	213	225	189	228	146	220	3530	287	114	502	5518
6	-	9	42	34	4	6	10	3	518	12	-31	61	606
7	-	9	7	9	23	7	11	182	17	9	11	29	286
8	10613	11851	9470	10957	10615	8974	10942	12196	13643	10029	12191	11044	121482
9	140226	131009	107591	136548	124568	136463	142133	129711	147635	114292	119960	130012	1430136
10	388582	392143	398994	436258	439283	416460	483408	478030	411128	417409	468385	430007	4730079
11	790936	798595	729303	824502	777268	821134	835489	770687	756466	809116	858674	797470	8772170
12	,043,070	956375	940634	1016836	931277	934813	955579	1011567	949808	1008683	985929	975870	10734571
AVERAGE	223571	308297	296422	296090	315360	314736	326499	323907	318204	327963	325697	317620	3493816
TOTAL	1341428	3699559	3557059	3553080	3784315	3776837	3917992	3886881	3818450	3935552	3908363	3656599	40222585

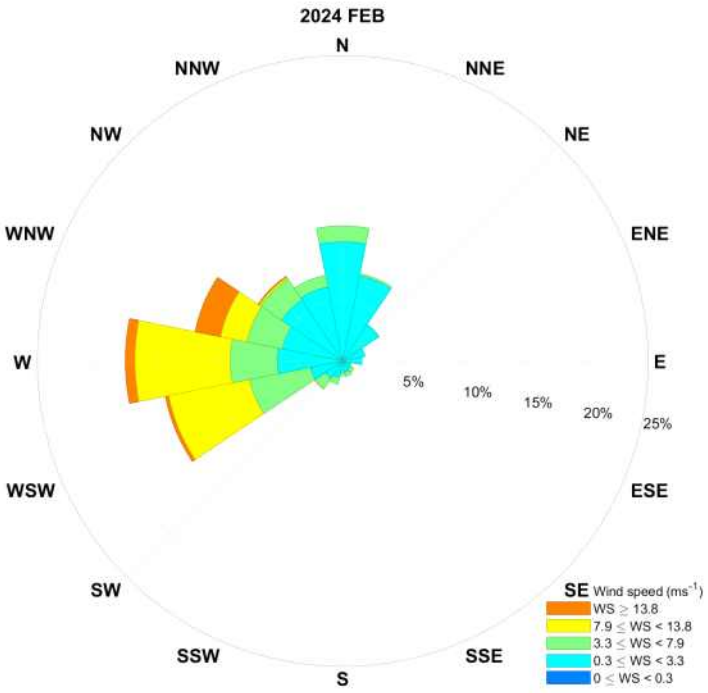
KORA 극지연구소

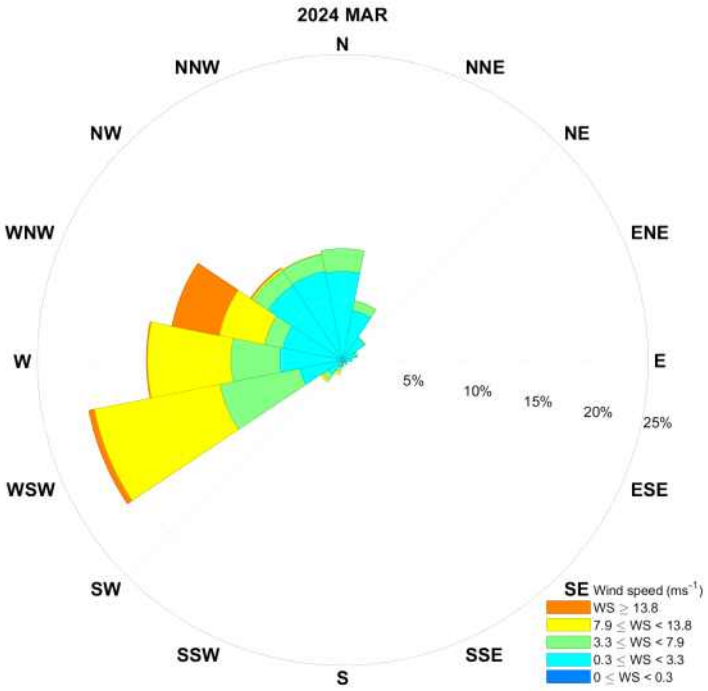
KOPRI
극지연구소

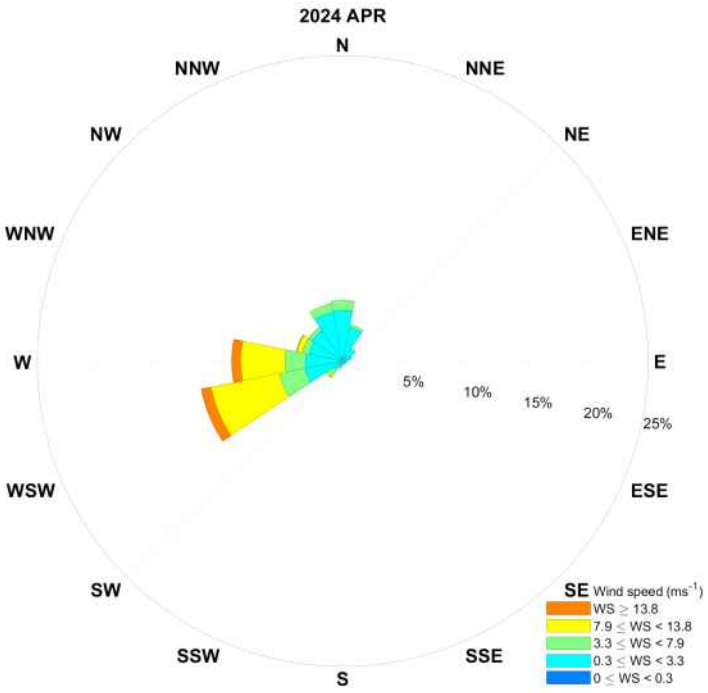
WIND DIAGRAM FOR EACH MONTH OF 2024

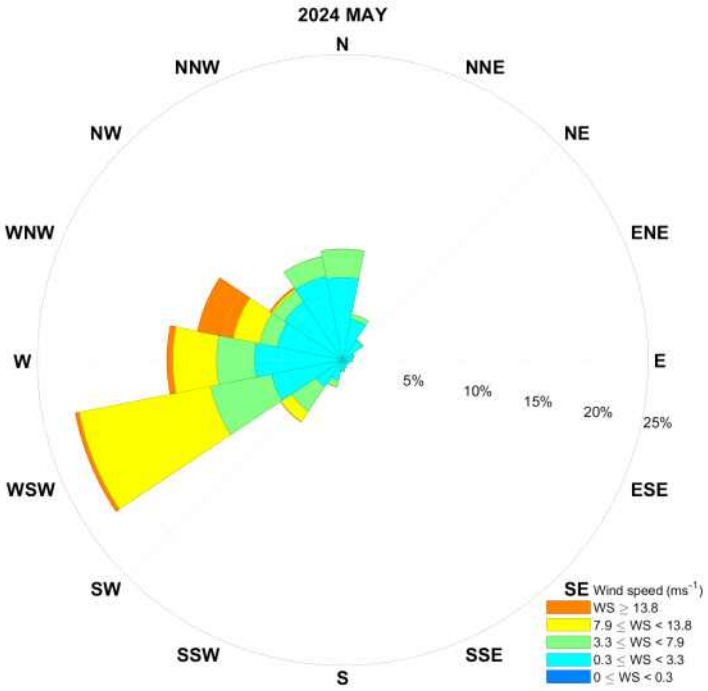


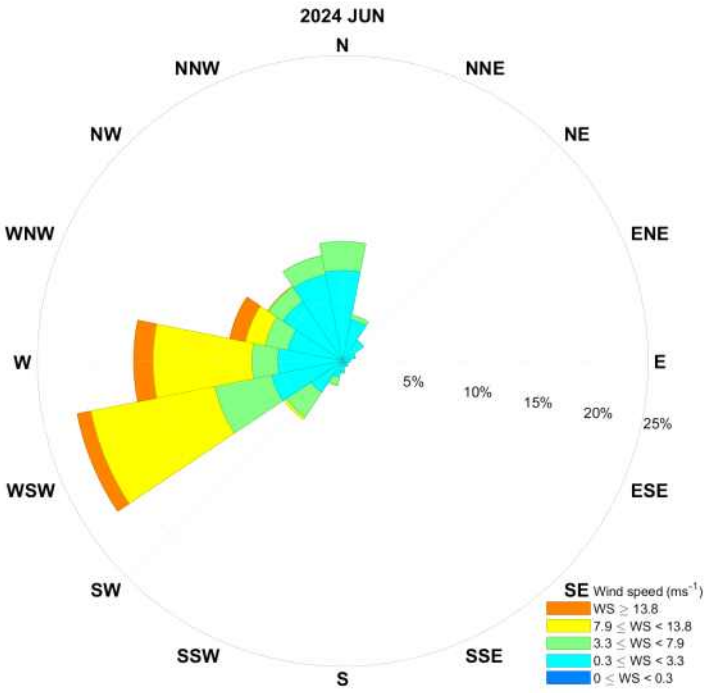

2024 JAN
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
SE Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

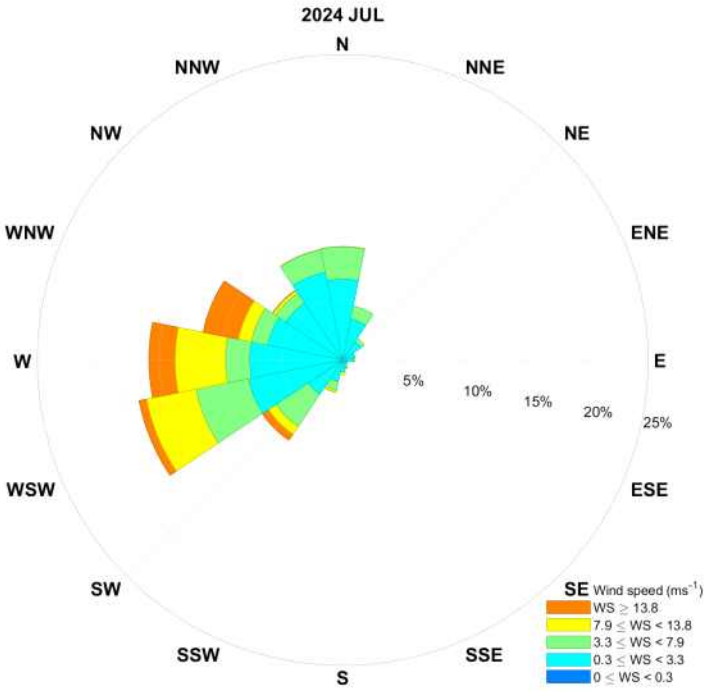

2024 FEB
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
SE Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

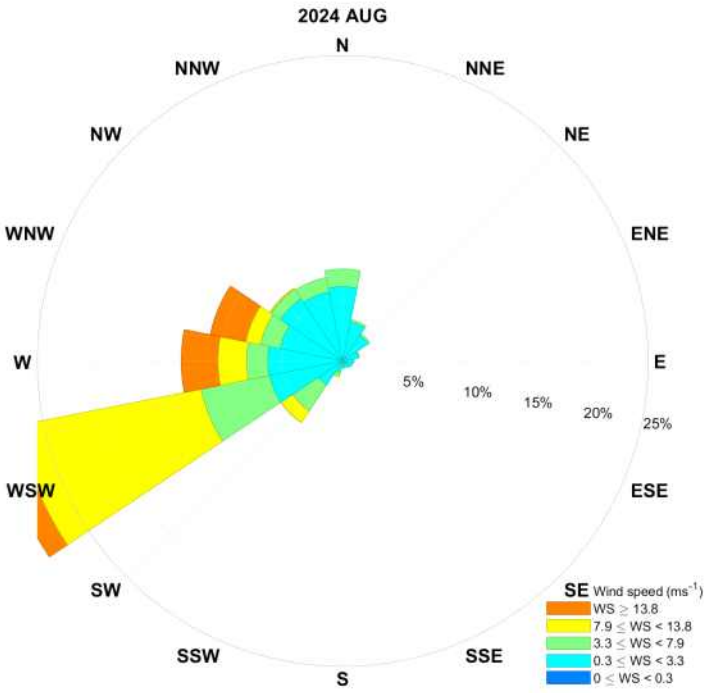

2024 MAR
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
SE Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

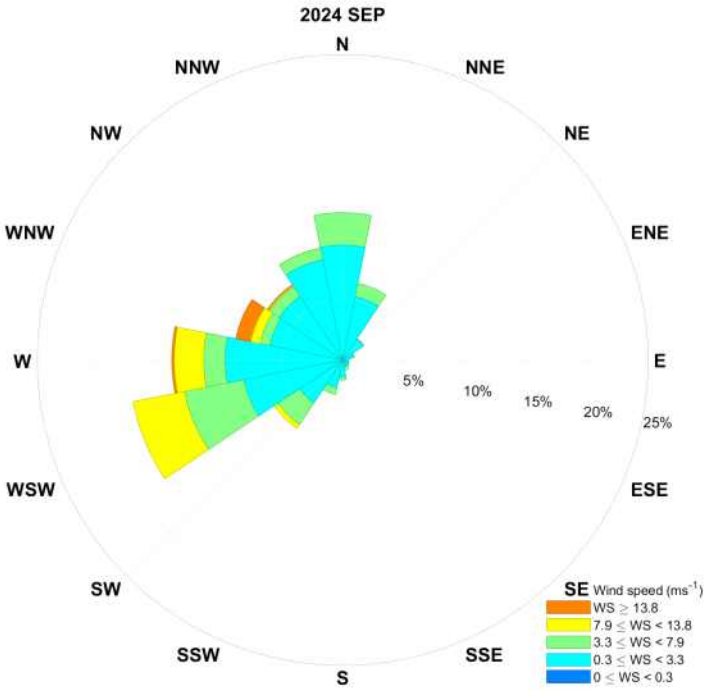

2024 APR
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
SE Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

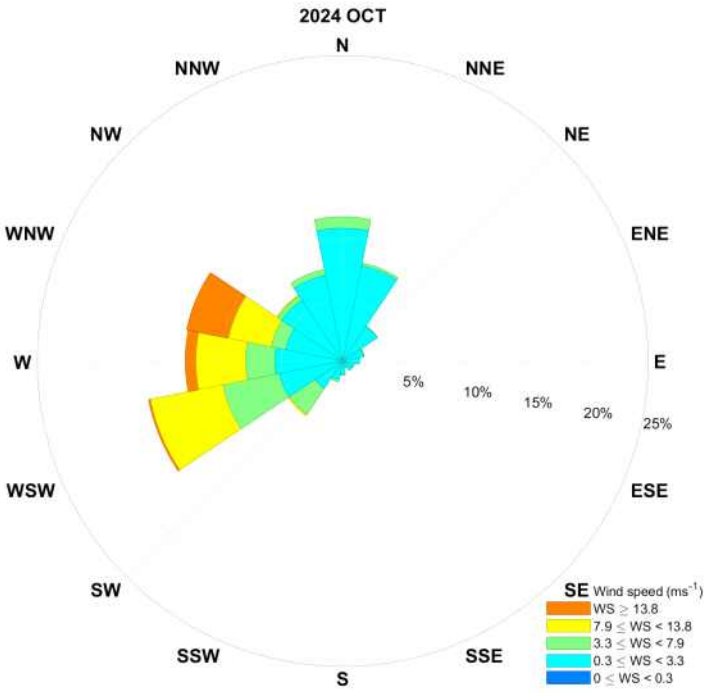

2024 MAY
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
SE Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

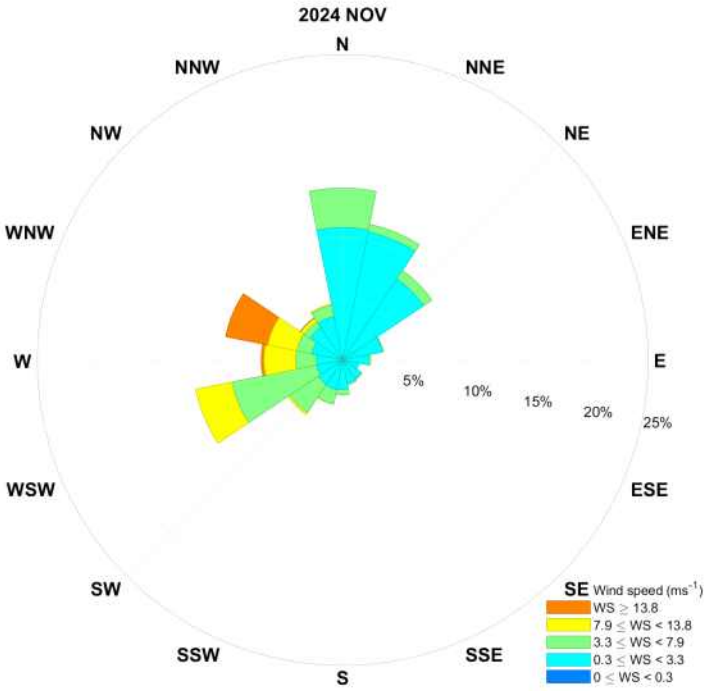

2024 JUN
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
SE Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

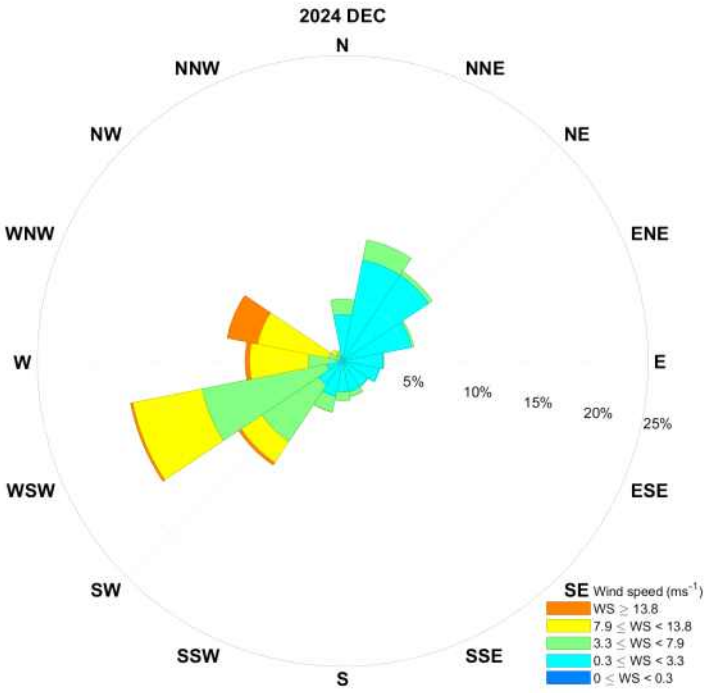

2024 JUL
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
SE Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3


2024 AUG
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
SE Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3


2024 SEP
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
SE Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3


2024 OCT
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
SE Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3


2024 NOV
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
SE Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3


2024 DEC
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
SE Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

KOPRI
극지연구소

2024년 1월

요소 Element	일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
기압 Air Press. (hPa)	기압평균 Ave. Station	971.7	976.0	979.5	978.6	976.8	976.7	977.5	978.2	979.8	980.0	978.1	978.9	982.3	975.8	979.7		983.1
		980.1	982.6	986.6	988.2	990.9	988.4	990.6	982.3	982.1	990.2	984.5	992.9	993.1	992.0	991.8	989.7	
	최고 Highest	974.3	981.1	981.1	979.5	979.3	978.1	978.1	978.6	982.6	982.6	980.1	981.6	983.7	980.5	980.7		996.8
		981.6	986.7	987.3	991.0	991.3	990.9	992.2	987.4	988.8	993.2	988.3	996.6	996.8	993.5	993.6	990.9	28일
	나타난 시간 Time	0002	2252	0022	2032	0000	2342	0627	2334	2352	0110	0101	2359	1006	0000	1756		0134
		0835	2357	2353	2353	0053	0001	0550	0005	2359	0618	2345	2359	0134	2251	0002	0927	
	최저 Lowest	970.0	972.4	978.1	977.8	975.6	976.0	976.9	977.7	977.9	978.7	976.7	976.7	980.5	973.4	976.7		970.0
		978.2	979.0	986.3	986.9	990.6	986.6	987.7	980.5	979.2	983.3	981.8	987.4	990.6	991.0	990.5	986.6	1일
	나타난 시간 Time	1509	0000	2348	0221	1503	0625	1448	0012	0445	1344	1930	0300	2359	1515	0000		1509
		1956	0117	1411	0557	1513	1519	2337	1953	1123	2352	0308	0006	1639	0708	1754	2359	
기온 Air Temp. (℃)	기온평균 Ave. Station	-0.6	-2.5	-3.3	-2.7	-2.6	-1.8	-0.7	-0.9	-1.4	-0.4	-0.8	-1.9	-0.9	-0.3	-0.8		-2.6
		-1.4	-1.9	-3.2	-2.4	-3.8	-3.1	-4.1	-5.2	-5.5	-4.1	-4.5	-3.3	-2.6	-4.9	-4.6	-4.5	
	평균최고 Avg. Maximum																	-0.3
	평균최저 Avg. Minimum																	-5.5
	최고 Highest	0.7	0.2	0.5	2.9	2.2	3.7	3.3	0.6	2.3	4.1	2.2	0.8	1.7	2.3	1.1		4.1
		1.2	-0.3	0.8	1.8	-0.6	-0.4	-1.1	0.5	-1.6	-1.7	-1.9	0.0	0.4	-0.8	-3.0	0.7	10일
	나타난 시간 Time	2042	0053	2253	0107	0455	2354	0002	0024	0647	0229	0007	0030	0454	0534	0359		0229
		0140	0144	2355	0509	0615	0343	2238	0538	2342	2051	2224	0651	0517	0309	2231	0302	
	최저 Lowest	-2.4	-4.1	-6.9	-6.8	-7.4	-5.7	-3.3	-3.9	-4.7	-3.1	-3.4	-5.8	-3.1	-3.5	-3.1		-9.0
		-3.3	-2.9	-6.5	-6.1	-7.3	-4.7	-6.9	-9.0	-7.2	-8.0	-6.4	-6.2	-5.4	-7.4	-6.2	-7.5	23일
	나타난 시간 Time	1351	2033	1558	1649	1329	1353	1416	1114	1608	2009	1501	1431	1036	1601	1148		1738
		1241	2202	1543	1024	1537	0930	1331	1738	0944	1127	1857	1701	1806	2007	0014	1722	
평균이슬점온도(℃) Average Dewpoint Temperature		-10.7	-5.1	-8.3	-9.6	-10.3	-9.5	-7.0	-8.9	-10.0	-8.0	-6.1	-7.5	-8.4	-10.9	-11.1		
		-5.4	-3.4	-6.4	-7.1	-11.0	-7.1	-7.3	-11.0	-9.5	-8.8	-9.9	-11.2	-14.7	-14.2	-12.2	-13.3	

KOPRI 극지연구소

- 25 -

2024년 1월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		-	10.3	1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		34.7
Total Precipitation		2.9	6.1	-	-	-	1.9	1.0	-	4.7	5.4	-	-	-	0.8	0.0	-	
상	평 균 Average	47	83	69	60	56	56	63	55	53	57	69	66	58	45	46		62
대		77	90	79	71	58	75	78	64	75	71	66	55	39	49	56	50	
습	최 소 Lowest	28	51	44	41	39	39	41	39	33	34	46	53	41	27	34		23
도		37	78	59	58	42	49	55	42	46	39	43	34	23	28	43	37	28일
(%)	나타난 시간 Time	0110	0002	2221	0026	0454	2350	0000	2349	0617	0220	0010	0022	1756	0401	2048		2236
R.H.		0155	0148	2229	2214	1348	0343	2230	2240	0122	1440	2224	0651	2236	0309	2009	1142	
	평 균 Average	0.8	6.9	2.3	0.8	0.8	1.2	1.4	1.8	1.4	1.2	1.2	1.2	2.6	1.8	4.3		3.8
바		8.6	8.1	1.7	0.7	2.1	4.7	1.4	1.3	11.4	3.6	15.0	12.6	5.6	5.1	5.3	2.0	
	순 간 최 대 Greatest Gust	8.3	15.3	9.9	5.0	4.1	5.9	4.9	10.5	9.4	5.0	4.0	4.3	16.3	12.8	13.8		29.7
람		19.3	17.1	8.4	5.4	5.3	12.5	11.0	10.1	23.4	22.8	29.7	27.3	17.2	12.8	11.3	9.6	26일
	풍 향 Direction	WSW	SW	W	N	SSW	W	NE	WSW	SW	N	NNE	NNE	W	NW	W		WNW
(m/s)		SW	SSW	W	N	NNW	SSW	SSW	WNW	W	WNW	WNW	WNW	W	W	W	W	
Wind	나타난 시간 Time	1744	1723	0847	1722	2107	1823	2316	1555	0106	2134	0307	2133	1703	1042	2206		1930
		1457	0416	0635	2353	0626	2147	0017	1928	1911	1538	1930	0118	1319	1957	1456	1022	
구름(1/8)		7.6	8.0	5.1	1.8	1.8	6.0	5.8	5.1	0.8	2.8	5.4	4.1	6.0	5.6	6.0		4.7
Average Amount of Cloud		8.0	8.0	7.5	3.9	1.5	8.0	6.4	4.3	7.9	3.3	0.0	0.0	0.0	4.0	6.0	4.6	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time									1811		1551						
	끝 난 시 간 End Time									2017		1715						
	계 속 시 간 Duration of Blizzard									0206		0124						

2024년 1월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		26056	15390	28839	36115	35708	29031	30007	29520	30979	32619	24475	30641	26957	27793	26086			781958
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		14444	11361	22259	26157	27569	15403	20412	27221	11726	21965	30799	30641	29898	21563	15918	24408		
일평균 수평시정(km)/월최소		20.0	6.8	20.0	20.0	20.0	17.5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0			0.8
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		4.5	0.8	17.5	20.0	20.0	3.1	15.5	20.0	3.5	15.3	20.0	20.0	20.0	20.0	17.5	18.8		17일
눈	적 설 최 심	-	9.4	10.1	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			10.1
	Max. Depth. Snow Cover	1.0	4.0	-	-	-	3.0	2.5	-	2.5	5.0	-	-	-	-	-	-		3일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	9.4	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			24.6
		1.0	4.0	-	-	-	3.0	0.5	-	2.5	3.5	-	-	-	-	-	-		
	Snow 최 심 Max. Depth																		9.4
	Fall 나타난 날 Date																		02일
기상현상	맑 음 Clear				y	y				y									7
	(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)					y						y	y	y					
	구 름 조 금 Partly Cloudy										y								4
	(2.1≤N≤4.0)				y						y				y				
	구 름 많 음 Mostly Cloudy			y			y	y	y			y	y	y	y	y			12
	(4.1≤N≤6.0)								y							y	y		
	흐 림 Cloudy	y	y																8
	(6.1≤N≤8.0)	y	y	y			y	y		y									
	눈 Snow		y	y															9
		y	y				y	y			y				y	y			
	비 Rain																		0
Meteo. Pheno-mena	진 눈 깨 비 Sleet																		0
	안 개 Fog																		0
	박 무 Mist																		0
해상상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	D	D			
	(JC=0, GC=1, JC.GC=2)	D	D	D	-	-	-	D	D	-	-	-	-	-	-	-	-		
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/CAM	CAM/SMO			
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	SMO/SLI	MOD/SLI	CAM/CAM	CAM/CAM	CAM/CAM	CAM/SLI	SLI/SMO	SLI/SMO	SLI/MOD	SLI/MOD	MOD/MOD	ROU/MOD	SLI/MOD	SLI/MOD	SMO/SMO	CAM/CAM		

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2024년 1월

요소 Element / 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	3.4	3.4	2.0	1.9	1.8	3.6	3.4	3.8	3.5	3.7	5.4	5.7	5.5	1.2	1.4	1.3
2						2.7		2.8	0.9	5.3	7.0	10.7	10.7			
3		2.0	2.0	1.5	1.6	2.4	2.0	1.0	2.2	1.5	5.4	6.6	7.7	2.1	3.1	2.0
4	4.4	3.5	2.0	3.6	1.6	3.3	3.1	1.0	2.4	2.1	4.2	2.8	1.9	3.4	2.4	2.7
5	2.5	2.3	2.3	2.3	1.1	2.5	2.1	1.8	2.3	2.9	2.6	2.3	2.5	2.2	2.7	2.5
6	3.2	3.3	3.3	3.2	2.9	2.2	3.0	2.2	3.0	1.9	4.2	4.8	4.8	4.0	2.8	2.4
7	2.7	3.1	3.6	3.6	2.8	1.5	1.6	0.6	1.1	1.1		1.8	1.0	1.3	2.3	1.9
8	4.8	4.0	3.1	4.5	5.2	4.8	4.0	2.5		1.6	6.1	8.4	3.5	4.7	4.8	4.1
9	4.4	3.6	3.3	3.1	3.0	3.3	3.4	1.9	3.5	3.2	5.3	7.2	6.7	2.6	2.8	3.1
10	3.9	3.5	3.5	1.4	2.7	2.8	3.4	1.9	2.0	0.6	0.9	1.1	2.3	2.4	3.0	1.2
11	1.9	2.8	2.9	2.1	2.1	1.1	1.7	2.3	1.9		1.6	0.9	1.5	0.8		
12	3.3	3.6	2.3	2.0	1.8	1.9	1.0	0.8	1.7	1.3	2.3	1.7	2.9	2.2	0.7	
13		5.0	4.2	3.3	2.6	2.2	1.1	5.8	4.9	5.9	7.0	10.2	12.2	1.0		2.6
14	5.4	3.3	3.0	2.9	1.5	2.2	4.7	3.1	3.8	5.6	6.6	6.9	8.7	8.7	8.1	6.0
15	4.0	2.2	2.2	1.4	1.5	2.7	2.0	1.4	1.5	2.7	4.0	8.8	9.3	2.7	3.2	3.3
16									11.3	15.3	12.5	13.9	9.6			
17									12.7	12.9	10.8	7.9				
18	3.0	2.3	2.2	1.2	0.9	2.7	1.6	0.7	2.2	2.3	5.4	5.7	1.6	2.6	2.5	2.6
19	3.1	2.7	1.9	4.2	1.8	1.2	1.5	1.3	2.1	2.8	3.1	3.5	3.1	2.7	2.7	2.6
20	3.7	3.4	3.6	3.5	2.8	3.8	3.7	1.7	2.9	2.7	3.2	4.1	1.9	4.0	3.9	3.8
21	2.5	3.1	3.0	3.0	2.9		1.4	2.6		9.7	7.5	8.7	0.9			
22		1.6	5.1	2.4		2.6		2.1	3.3	8.8	5.9	5.7	1.5	2.3	3.2	3.1
23	3.8	3.6	4.2	5.5	3.2	3.0	2.9	1.2	3.6	3.7	3.2	3.0	4.3	7.4	2.7	2.6
24						5.1		4.3	3.3	5.6	12.8	17.5	17.1			
25		2.8	3.0	2.1	2.6	7.0	7.5	5.3	3.9	4.8	8.9	10.3	13.4	18.4	3.2	
26													16.5	22.0	16.4	
27								1.5	3.6		4.3	11.7	14.8	19.6		
28						3.6		2.9	4.3	8.6	10.0	12.1	10.3	5.2	5.3	
29			3.5	2.3					2.0	2.0	8.0	9.0	9.7	3.7	4.6	3.4
30	4.5	2.6	2.4	1.2	2.7			3.8		1.7	4.7	8.7	9.5		2.7	
31		3.0	2.0	2.0	2.0	1.7		1.5	1.1	1.3	2.3	7.6	8.5	3.5	2.8	
월 Month	5.4	5.0	5.1	5.5	5.2	7.0	7.5	5.8	12.7	15.3	12.8	17.5	17.1	22.0	16.4	6.0

KOPRI 극지연구소

- 28 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2024년 1월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	4.2	21.0	9.1	2.1	0.7	2.1	5.6	6.3	3.5	7.7	16.8	15.4	0.7	1.4	1.4	0.7	1.4
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	1.4	0.7	2.9	14.4	60.4	18.7	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	2.8	4.9	2.8	2.8	3.5	2.8	1.4	2.1	0.7	16.1	36.4	9.8	2.1	8.4	2.8	0.7
4	4.9	7.0	6.3	4.9	2.8	2.8	2.8	2.1	1.4	2.8	10.5	6.3	22.4	9.1	5.6	1.4	7.0
5	2.8	7.0	21.0	9.1	2.1	2.1	2.8	2.1	8.4	3.5	7.0	4.2	7.7	4.2	9.1	6.3	0.7
6	3.5	16.8	14.7	2.8	4.2	1.4	4.2	4.9	4.2	4.2	5.6	6.3	4.2	11.2	10.5	1.4	0.0
7	2.8	25.9	22.4	11.9	4.9	2.8	0.7	0.7	2.1	2.8	0.0	4.2	2.1	3.5	11.9	0.7	0.7
8	4.9	10.5	5.6	7.0	2.8	3.5	2.1	1.4	0.0	0.7	9.1	29.4	7.7	2.1	5.6	7.7	0.0
9	13.3	11.2	4.9	9.1	2.8	5.6	3.5	0.7	4.2	2.1	9.8	21.0	5.6	0.7	2.8	2.8	0.0
10	3.5	25.2	18.2	2.1	4.2	7.0	0.7	2.8	6.3	0.7	2.8	0.7	8.4	7.7	5.6	0.7	3.5
11	2.1	28.0	32.9	11.9	5.6	1.4	1.4	6.3	2.1	0.0	2.1	0.7	2.8	1.4	0.0	0.0	1.4
12	9.1	30.8	17.5	8.4	2.8	0.7	1.4	0.7	1.4	3.5	4.2	1.4	14.0	3.5	0.7	0.0	0.0
13	0.0	7.0	19.6	9.8	2.1	1.4	0.7	7.7	4.2	3.5	7.0	16.1	19.6	0.7	0.0	0.7	0.0
14	1.4	2.8	8.4	9.1	4.9	6.3	7.0	3.5	5.6	5.6	6.3	4.2	14.7	10.5	6.3	3.5	0.0
15	2.8	1.4	4.2	1.4	0.7	2.1	4.2	1.4	1.4	0.7	4.9	14.0	49.0	0.7	5.6	4.9	0.7
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	34.3	21.7	32.2	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	60.8	18.2	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.7	3.5	4.2	3.5	1.4	4.2	3.5	0.7	3.5	4.2	12.6	36.4	1.4	5.6	7.7	5.6	1.4
19	4.2	10.5	5.6	3.5	1.4	3.5	3.5	4.2	8.4	5.6	8.4	7.7	12.6	10.5	5.6	4.2	0.7
20	18.2	12.6	6.3	3.5	2.1	4.9	5.6	1.4	5.6	2.1	4.2	5.6	2.1	2.1	11.9	11.9	0.0
21	1.4	4.9	4.9	4.2	0.7	0.0	0.7	0.7	0.0	22.4	13.3	46.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	1.4	8.4	1.4	0.0	5.6	0.0	3.5	4.9	13.3	21.0	8.4	2.8	5.6	12.6	11.2	0.0
23	2.8	2.8	6.3	7.0	6.3	5.6	2.1	2.1	6.3	7.7	4.2	6.3	11.2	11.2	10.5	6.3	1.4
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.7	0.7	6.3	70.6	20.3	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.7	2.1	2.8	0.7	6.3	13.3	7.0	4.2	4.9	11.9	22.4	11.9	11.2	0.7	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	78.3	6.3	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	0.0	1.4	8.4	18.2	69.9	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	4.2	4.2	12.6	59.4	15.4	1.4	1.4	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	4.9	26.6	43.4	7.7	8.4	5.6	0.0
30	2.8	4.9	4.2	0.7	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	1.4	34.3	48.3	0.0	0.7	0.0	0.0
31	0.0	11.2	17.5	9.1	2.8	1.4	0.0	0.7	0.7	0.7	4.2	19.6	18.2	7.7	5.6	0.0	0.7
월 Month	2.8	7.9	7.7	4.0	1.9	2.5	2.3	2.2	3.1	6.8	8.6	20.1	13.3	8.7	4.6	2.6	0.7

KOPRI 극지연구소

- 29 -

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2024년 2월

일 Date / 요소 Element		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			Month
기	기 압 평 균 Ave. Station	983.1	987.0	994.8	993.9	988.5	981.5	981.7	985.0	986.4	989.1	999.2	995.4	982.9	984.7	985.5	985.2
		982.2	979.9	983.4	982.0	984.8	989.6	989.8	986.5	982.1	984.2	981.9	976.6	972.6	976.9		
압	최 고 Highest	986.6	991.2	997.3	997.1	992.0	984.6	984.3	986.4	987.2	993.8	1002.4	1001.5	986.8	985.6	986.3	1002.4
		984.8	981.0	984.4	984.2	988.5	990.2	990.2	989.3	984.5	984.5	984.2	979.7	974.2	980.5		11일
	나타난 시간 Time	0000	2356	2247	0000	0002	0000	2354	2356	1047	2358	2117	0003	0000	1315	0952	2117
(hPa)		0010	2359	2100	0009	2354	1747	1928	0000	0018	0209	0000	0037	0013	2351		
	최 저 Lowest	981.2	983.1	991.1	991.8	984.6	980.3	980.7	984.0	985.9	986.0	993.8	986.9	981.8	983.3	984.6	971.5
Air		980.3	979.2	981.0	981.3	981.5	988.4	989.3	983.8	978.6	983.8	979.6	974.0	971.5	973.2		28일
Press.	나타난 시간 Time	1550	0005	0000	1948	2358	1324	0628	0315	0308	0416	0000	2359	1415	0002	0055	1105
		2354	1506	0002	1448	0244	0002	2359	2338	1031	1726	2356	2345	1105	0059		
	기 온 평 균 Ave. Station	-5.1	-4.3	-3.4	-3.1	-4.2	-5.5	-5.8	-6.9	-5.8	-4.9	-4.3	-5.8	-8.1	-10.5	-8.9	-8.8
		-10.6	-9.9	-10.6	-11.3	-10.9	-12.8	-10.2	-13.6	-12.3	-10.6	-12.0	-13.0	-15.0	-15.0		
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																-3.1
	평 균 최 저 Avg. Minimum																-15.0
온	최 고 Highest	-0.2	-0.2	1.8	1.3	-1.9	-1.6	-2.4	-4.8	-2.6	-2.1	-2.8	-3.4	-2.9	-7.4	-7.6	1.8
		-6.3	-5.0	-6.9	-7.7	-6.8	-7.9	-7.7	-8.1	-9.1	-7.6	-8.6	-8.1	-12.2	-12.3		3일
(℃)	나타난 시간 Time	0151	0201	0331	0432	2316	0440	0205	0428	2358	0016	0044	2336	0213	0124	0717	0331
		0546	0009	2337	0022	0052	2355	0143	0141	2352	0516	0243	0521	0944	0620		
Air	최 저 Lowest	-9.6	-7.2	-7.9	-6.6	-5.3	-10.1	-9.5	-8.4	-7.6	-6.3	-5.9	-9.6	-11.1	-12.6	-10.8	-18.5
Temp.		-15.3	-12.0	-12.3	-15.2	-15.5	-17.9	-12.1	-18.5	-17.5	-13.6	-15.2	-17.4	-18.2	-17.5		23일
	나타난 시간 Time	1529	1744	1600	1325	1414	1600	1959	0007	1710	1559	1822	1426	1401	1743	2035	2334
		1423	1436	0943	1651	1542	1440	2327	2334	0030	1744	1537	1653	2020	1950		
평균이슬점온도(℃)		-14.8	-13.3	-11.7	-14.2	-9.6	-12.9	-14.2	-17.3	-14.1	-8.8	-5.9	-11.5	-14.1	-19.3	-15.6	
Average Dewpoint Temperature		-19.1	-18.3	-16.4	-16.1	-16.6	-20.6	-18.1	-20.8	-17.3	-15.2	-16.8	-18.5	-23.2	-20.6		

KOPRI 극지연구소

- 30 -

2024년 2월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			Month
강수량(mm)		-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	3.1	12.9	0.0	-	-	0.1	17.8
Total Precipitation		-	-	0.1	0.1	0.0	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	0.5		
상	평 균 Average	47	50	53	43	67	56	52	43	52	76	89	65	63	49	59	59
대		50	51	64	68	64	53	54	55	67	69	68	64	50	62		
습	최 소 Lowest	29	28	35	26	40	41	32	30	42	46	75	46	36	30	40	26
도		31	31	36	52	34	30	32	34	46	58	38	33	36	49		4일
(%)	나타난 시간 Time	1859	0814	0011	0429	2314	1705	2322	0448	1329	0013	2324	2357	1931	0916	1904	0429
R.H.		1840	0002	0159	0026	2035	2304	0007	1433	0127	2241	1728	0116	0433	0833		
	평 균 Average	1.7	10.7	1.0	3.2	4.7	1.6	0.8	4.3	3.8	0.7	4.3	3.2	1.1	7.0	8.8	3.7
바		2.9	1.0	1.2	1.8	2.3	1.8	1.3	6.1	12.6	1.1	1.6	2.4	4.8	8.4		
	순 간 최 대 Greatest Gust	10.0	25.0	13.3	14.1	13.2	7.0	10.7	15.7	15.2	6.1	12.3	12.3	10.9	17.9	19.0	25.0
람		22.8	9.3	9.5	5.2	13.4	12.8	9.9	23.2	23.2	8.7	11.3	11.6	17.7	18.5		2일
	풍 향 Direction	WNW	WNW	WNW	W	W	N	WSW	W	W	S	W	WNW	SW	W	WNW	WNW
(m/s)		WNW	W	WSW	NW	WNW	WSW	WSW	WNW	W	W	W	WNW	WSW	WSW		
Wind	나타난 시간 Time	1734	1930	0005	2110	0258	0000	1954	1832	0338	1501	1907	1515	2042	2013	2252	1930
		0139	1456	0937	0326	1348	1803	0709	1236	0943	0059	1653	0057	2003	1435		
구름(1/8)		0.8	0.0	2.5	3.8	6.8	0.0	4.5	7.5	7.3	8.0	8.0	5.8	5.3	7.5	5.8	5.0
Average Amount of Cloud		1.5	7.8	7.0	3.8	3.5	3.5	7.8	6.3	7.3	6.5	4.3	2.5	2.8	8.0		
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																
	끝 난 시 간 End Time																
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																

KORRI 극지연구소

2024년 2월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		26869	27496	26345	22519	12186	24725	18062	12033	12249	10363	8847	14573	17091	10872	14604	441802
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		19589	12158	10667	15899	15611	17397	12185	11993	10696	12215	10337	11859	14654	7709		
일평균 수평시정(km)/월최소		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	16.3	10.0	17.5	2.0	0.6	20.0	11.3	6.0	12.0	0.6
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		20.0	10.0	6.8	16.3	16.3	20.0	9.0	17.5	12.5	20.0	20.0	20.0	20.0	5.5		11일
눈	적 설 최 심	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5	23.0	-	-	-	17.0	23.0
	Max. Depth. Snow Cover	-	-	6.1	5.2	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-		11일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5	17.5	-	-	-	-	23.3
		-	-	0.1	0.2	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-		
	Snow 최 심 Max. Depth																17.5
	Fall 나타난 날 Date																11일
기 상 현 상 Meteo. Pheno -mena	맑 음 Clear	y	y				y										4
	(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y															
	구 름 조 금 Partly Cloudy			y	y												7
	(2.1≤N≤4.0)				y	y	y						y	y			
	구 름 많 음 Mostly Cloudy							y					y	y		y	5
	(4.1≤N≤6.0)											y					
	흐 림 Cloudy					y		y	y	y	y	y			y		13
	(6.1≤N≤8.0)		y	y				y	y	y	y				y		
	눈 Snow					y					y	y	y			y	9
								y		y	y				y		
	비 Rain																0
	진 눈 깨 비 Sleet																0
	안 개 Fog																0
	박 무 Mist													y			5
			y	y	y	y											
해상 상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	D	D	D	D	-	D	-	-	-	-	-	D	-	-	-	
	(JC=0, GC=1, JC.GC=2)	-	D	D	D	-	F	F	-	D	D	D	D	D	D		
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	CAM/CAM	CAM/SLI	CAM/CAM	CAM/SMO	SMO/SMO	SMO/SMO	CAM/CAM	CAM/CAM	CAM/CAM	CAM/CAM	SLI/MOD	SMO/CAM	SLI/SLI	SLI/SLI	MOD/MOD	
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	SMO/CAM	CAM/CAM	CAM/CAM	CAM/CAM	CAM/CAM	-/-	-/-	CAM/MOD	MOD/SMO	SMO/CAM	CAM/CAM	CAM/CAM	CAM/SLI	MOD/MOD		

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2024년 2월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	3.2	3.8	3.5	3.4	2.8	3.5	2.8	3.0	3.8	4.8	4.7	4.4	5.8	6.3	4.4	2.2
2	1.7	2.4	1.9	2.4	2.4	1.4	0.6	1.6	2.2	2.1		5.8		17.9	14.4	
3	3.1	2.8	4.0	3.2	2.7	3.0	2.6	1.6	2.6	1.8	1.1	4.7	3.8	2.3	8.3	3.0
4	2.5	2.5	1.8	1.8				1.3			3.4	10.2	9.9	3.0	1.8	1.0
5	6.6	1.9	3.0	6.8	1.8	2.2	3.4	3.8	1.8	2.6	7.0	9.4	10.8	3.2	3.1	
6	4.8	2.8	3.5	4.7	2.6	2.3	2.2	3.9	2.3	3.1	5.5	2.5	4.6	3.4	3.6	3.9
7	2.5	2.2	1.9	1.9	2.6	1.9	2.5	2.7	2.9	2.3	4.5	7.4	7.1	2.4		
8		2.1	2.4	1.6	2.2	1.6	1.6	1.4	1.8	2.7	1.9	11.1	11.5	2.2	1.8	0.9
9	2.2	2.0	2.3	2.6	1.2	1.4	1.4	1.3	1.7	1.2	1.7	11.5	12.1	1.6	3.4	1.5
10	2.0	2.6	1.7	1.7	1.4	1.5	1.7	2.9	3.6	4.3	4.7	4.6	1.7	2.1	1.2	1.1
11		1.1	1.0		0.6	4.7	5.6	5.9	5.8	6.4	7.1	8.8	9.9			
12		2.6		1.8	1.5	1.7	4.3	3.1	4.4	2.8	4.3	8.8	6.9	8.5	5.6	1.5
13	3.7	3.6	3.7	4.2	1.3	2.1	3.2	1.5	3.0	4.5	7.1	3.6	3.8	5.1	3.1	2.5
14					1.2		2.0	1.2	2.1	3.0	5.3	13.8	14.7	8.1	1.2	2.0
15												11.8	12.2	14.0		
16	2.9	3.3	1.6	1.5		3.4	3.1	3.7	2.6	4.7	6.8	9.8	13.4	14.3	8.9	3.3
17	2.6	2.3	2.3	2.3	1.9	1.8	2.2	1.9	2.8	3.9	2.6	3.5	5.5	5.6	2.7	0.8
18	1.6	2.2	2.9	0.8	1.4	1.8	1.3	1.2	1.2	1.4	1.6	7.4	8.1	3.3	3.4	0.8
19	3.3	2.6		3.2	1.1	3.1	3.1	1.9	3.6	1.5	1.0	2.4	2.9	3.3	3.8	3.6
20	3.7	3.6	5.9	2.8	2.8	3.3	1.8	2.9	4.0	4.1	2.7	5.9	4.7	8.6	5.8	4.9
21	2.1	3.3	2.0	1.6	1.9	1.7	2.1	1.9	2.8	4.0	3.5	10.2	10.0	5.3	4.3	3.5
22		2.2	2.6	2.7	2.7	1.8	1.0	2.7	0.9	1.3	4.3	6.1	7.4	6.9	3.9	2.3
23	2.7	2.8	2.4	1.4	2.1	2.6	1.6	3.4	1.5	2.0	5.5	13.3	11.4	17.0	4.0	5.0
24												16.5	16.5			
25	2.5	2.1	1.8	1.0	2.0	2.3	1.5	1.8	1.7	1.1	4.7	6.3	6.7	2.8	2.0	2.3
26	4.3	2.9	3.2	3.0	2.6	3.9	2.5	3.4	2.7	2.7	2.6	6.7	6.3	3.7	4.7	3.7
27	4.2	1.7	3.5	2.9	1.8	3.8	1.9	3.5	4.2	3.5	2.7	4.4	7.2	8.3	6.1	4.7
28		2.2	2.8	1.1	1.8	3.0	1.1	1.6	2.3	1.7	9.4	12.8	12.8	11.9	5.3	2.9
			2.6	2.1				2.9	2.9	2.2	4.5	13.6	11.8	9.8		
월 Month	6.6	3.8	5.9	6.8	2.8	4.7	5.6	5.9	5.8	6.4	9.4	16.5	16.5	17.9	14.4	5.0

KOPRI 극지연구소

- 33 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2024년 2월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	2.1	10.5	20.3	10.5	2.8	4.2	2.1	0.7	4.2	5.6	4.9	4.2	9.8	9.1	8.4	0.7	0.0
2	0.7	0.7	4.2	7.7	7.7	2.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0	1.4	0.0	66.4	5.6	0.0	0.0
3	2.8	7.0	4.9	6.3	6.3	2.8	2.8	2.8	6.3	4.9	4.9	5.6	27.3	6.3	4.2	2.8	2.1
4	7.0	13.3	6.3	1.4	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	1.4	24.5	32.2	7.0	4.2	0.7	0.7
5	2.1	0.7	2.1	1.4	1.4	2.1	2.1	2.8	3.5	2.8	3.5	39.9	28.7	4.2	2.1	0.0	0.7
6	8.4	13.3	11.2	6.3	5.6	4.2	1.4	4.9	3.5	4.9	4.2	5.6	5.6	6.3	4.9	9.1	0.7
7	1.4	5.6	4.2	4.9	5.6	4.9	4.9	11.9	10.5	9.1	9.8	14.7	10.5	2.1	0.0	0.0	0.0
8	0.0	3.5	9.1	4.2	6.3	4.9	3.5	2.8	2.1	3.5	1.4	11.9	39.9	3.5	1.4	2.1	0.0
9	2.1	3.5	1.4	2.8	2.8	2.1	5.6	3.5	5.6	3.5	2.1	23.8	29.4	4.9	4.9	0.7	1.4
10	2.1	8.4	5.6	4.2	9.1	6.3	4.2	6.3	3.5	2.8	12.6	14.7	4.9	8.4	4.9	1.4	0.7
11	0.0	0.7	0.7	0.0	0.7	2.1	11.2	9.8	8.4	14.7	11.9	37.8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	2.1	0.0	0.7	2.1	0.7	4.9	2.8	4.9	2.8	4.9	29.4	12.6	18.9	11.9	1.4	0.0
13	2.8	4.2	3.5	3.5	0.7	2.1	5.6	2.1	7.0	7.7	12.6	10.5	16.8	13.3	4.2	2.8	0.7
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	2.8	1.4	2.8	7.7	11.9	32.2	36.4	2.1	1.4	0.7	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1	51.0	32.9	0.0	0.0	0.0
16	2.1	4.9	2.1	3.5	0.0	5.6	4.9	5.6	7.7	4.2	3.5	7.7	14.0	16.1	11.9	5.6	0.7
17	1.4	9.8	3.5	4.2	3.5	2.8	3.5	5.6	7.0	5.6	4.9	10.5	9.8	16.1	10.5	0.7	0.7
18	1.4	9.1	9.1	0.7	2.1	3.5	3.5	2.1	0.7	3.5	4.2	9.8	22.4	10.5	12.6	0.7	4.2
19	2.1	2.1	0.0	0.7	0.7	1.4	0.7	2.1	2.8	2.1	2.8	7.7	11.9	21.0	28.0	13.3	0.7
20	4.9	8.4	4.2	3.5	7.0	1.4	3.5	1.4	4.9	3.5	4.2	9.1	4.9	11.9	16.8	9.8	0.7
21	0.7	7.0	1.4	2.8	4.2	2.8	5.6	4.2	4.2	7.0	6.3	10.5	10.5	14.0	12.6	6.3	0.0
22	0.0	6.3	9.8	4.9	5.6	4.2	1.4	2.8	2.1	2.8	3.5	16.1	16.1	16.1	7.7	0.7	0.0
23	1.4	5.6	4.2	2.1	0.7	2.1	1.4	2.1	0.7	0.7	1.4	11.9	16.1	46.2	1.4	2.1	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.4	33.6	0.0	0.0	0.0	0.0
25	1.4	7.7	3.5	2.1	4.9	1.4	4.9	4.9	4.2	3.5	4.9	20.3	8.4	10.5	9.1	6.3	2.1
26	6.3	7.7	5.6	1.4	3.5	2.1	1.4	5.6	2.1	2.8	5.6	11.9	17.5	11.2	7.7	7.7	0.0
27	4.2	0.7	2.1	2.1	2.8	4.2	2.1	2.8	2.1	2.1	2.8	11.9	15.4	10.5	10.5	23.8	0.0
28	0.0	1.4	2.1	0.7	2.8	2.8	0.7	1.4	3.5	2.1	6.3	21.0	28.0	16.1	9.1	2.1	0.0
29	0.0	0.0	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	0.7	1.4	44.1	43.4	5.6	0.0	0.0	0.0
월 Month	2.0	5.0	4.2	2.9	3.1	2.5	2.9	3.3	3.7	3.8	4.8	18.3	19.3	13.5	6.8	3.5	0.6

KOPRI 극지연구소

- 34 -

2024년 3월

요소 Element	일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
	기 압 평 균 Ave. Station	982.2	988.6	987.1	989.0	981.0	975.5	973.7	975.2	986.0	991.6	993.2	1002.7	999.5	995.6	998.5		984.2
기		996.1	994.9	982.4	978.7	987.9	982.0	986.9	983.6	979.5	989.5	989.5	981.8	970.9	964.7	963.2	959.5	
	최 고 Highest	986.8	989.2	989.5	990.8	985.9	978.2	976.7	981.4	990.5	992.4	997.6	1005.5	1004.1	997.1	999.5		1005.5
압		999.3	998.3	991.0	989.4	990.6	985.9	988.6	985.6	984.1	992.7	992.7	986.8	976.5	967.2	966.1	963.7	12일
	나타난 시간 Time	2352	1326	2359	0820	0001	0003	0142	2330	2355	2310	2338	1649	0000	2359	2222		1649
(hPa)		0044	0310	0001	2359	0829	2358	0928	0000	2334	2341	0022	0007	0008	1949	0001	0201	
	최 저 Lowest	979.9	986.7	985.7	985.8	978.1	972.9	971.2	971.6	981.1	990.3	991.6	997.5	995.8	994.6	997.0		955.8
Air		992.5	991.0	972.0	970.6	983.6	979.3	985.5	979.4	978.2	983.9	986.7	976.3	964.8	963.0	960.6	955.8	31일
Press.	나타난 시간 Time	0236	0000	1253	2357	2350	1435	1956	0000	0000	0000	1347	0001	2351	0639	0002		1634
		1616	2359	2343	0325	2351	1203	2205	2358	0545	0002	2355	2336	2358	0449	0936	1634	
	기 온 평 균 Ave. Station	-13.6	-15.2	-14.7	-18.9	-18.1	-18.2	-17.4	-17.2	-12.8	-11.3	-12.2	-12.3	-12.5	-13.4	-14.8		-16.3
		-13.6	-15.5	-15.2	-13.5	-19.3	-16.5	-14.8	-18.6	-20.3	-18.4	-21.4	-21.7	-22.3	-21.9	-17.4	-13.0	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																	-11.3
	평 균 최 저 Avg. Minimum																	-22.3
온	최 고 Highest	-12.2	-11.5	-12.0	-15.0	-15.5	-14.9	-14.1	-12.6	-10.5	-9.8	-9.6	-10.6	-10.7	-10.8	-8.7		-8.2
		-8.2	-11.2	-8.9	-8.3	-16.6	-13.6	-12.0	-14.2	-16.8	-16.1	-18.2	-18.3	-18.6	-17.6	-14.4	-9.0	16일
(℃)	나타난 시간 Time	1322	2259	1609	0016	0335	0110	0155	0423	2234	0351	2116	0030	0403	2354	0122		1257
		1257	0045	1940	0637	2322	2346	1025	0313	2023	1018	0320	0257	0347	2349	1245	1637	
Air	최 저 Lowest	-15.4	-19.2	-17.4	-23.2	-21.3	-22.1	-20.9	-20.6	-17.5	-13.1	-14.4	-13.0	-14.2	-16.3	-18.7		-25.5
Temp.		-18.1	-20.1	-20.1	-19.3	-21.9	-19.0	-18.6	-22.3	-24.0	-21.4	-24.1	-25.5	-24.8	-25.4	-21.5	-16.7	27일
	나타난 시간 Time	0233	1645	1508	1540	1417	1850	1018	1254	0000	1903	0927	0727	1423	1606	2224		1318
		0858	1848	1646	2152	0537	0330	1522	2013	0655	2109	1601	1318	1637	0625	0527	0132	
평균이슬점온도(℃)		-18.6	-22.1	-20.1	-25.2	-23.6	-26.1	-24.6	-24.0	-21.5	-18.2	-16.0	-15.6	-16.2	-17.5	-20.0		
Average Dewpoint Temperature		-18.2	-18.7	-20.3	-19.8	-28.6	-27.1	-23.6	-27.7	-29.6	-27.9	-27.8	-30.5	-30.4	-29.7	-26.3	-21.0	

- 35 -

2024년 3월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		0.0	-	-	-	-	-	0.1	-	0.2	0.0	4.0	2.7	0.2	0.0	-		7.2
Total Precipitation		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	-	0.0	-	-	
상	평 균 Average	66	56	64	58	63	51	54	57	49	57	74	77	75	71	65		57
대		69	76	65	59	44	40	47	45	44	43	57	46	49	51	47	52	
습	최 소 Lowest	56	39	48	41	38	34	37	31	30	47	52	63	59	51	44		25
도		49	62	45	41	28	25	35	31	30	35	41	26	28	30	27	32	21일
(%)	나타난 시간 Time	2229	1216	1609	1636	2210	2354	0031	1904	0421	1424	0227	1853	0315	2312	0120		1301
R.H.		1240	0004	1810	0524	2323	1301	1828	0313	1138	1412	1103	2215	0347	1227	0350	2221	
	평 균 Average	6.2	2.7	2.3	2.8	2.2	1.7	1.6	1.7	9.9	1.5	7.2	9.2	1.4	1.6	1.3		4.5
바		6.6	0.4	5.3	7.3	7.9	8.8	5.9	1.3	5.6	5.4	1.3	0.9	1.6	6.5	9.8	11.2	
	순 간 최 대 Greatest Gust	14.7	12.7	14.8	17.3	13.5	21.4	5.5	16.3	15.4	12.8	15.9	18.0	6.0	7.5	4.9		33.4
람		33.4	10.1	30.8	28.6	25.2	17.6	17.5	10.0	19.9	17.4	6.8	14.7	7.0	20.2	25.6	24.5	16일
	풍 향 Direction	WSW	W	NW	WNW	SW	WNW	NNE	WSW	W	W	W	W	W	SW	NNE		WNW
(m/s)		WNW	SE	WNW	WNW	WNW	WNW	W	W	W	WSW	WSW	W	WNW	WSW	WNW	WNW	
Wind	나타난 시간 Time	0206	0015	1610	1215	1923	0853	1031	2339	0230	0007	1438	0418	0232	1158	1255		1859
		1859	0239	2333	0436	1029	1006	0647	2223	1707	0034	0946	1753	0051	1528	0937	1357	
구름(1/8)		7.3	3.3	2.3	1.0	2.6	0.3	3.8	1.5	6.8	7.8	8.0	7.4	7.8	7.5	3.5		3.7
Average Amount of Cloud		0.3	2.0	0.5	1.5	2.3	6.4	6.4	1.3	3.5	4.1	2.4	1.0	0.0	1.8	5.1	5.8	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time	1548																
	끝 난 시 간 End Time	2148																
	계 속 시 간 Duration of Blizzard	0600																

2024년 3월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		6447	9741	12412	12844	11438	12259	9667	9527	8467	4414	4273	5961	5700	4717	7265		206141
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		7308	6521	5570	5812	5531	5536	5339	5092	4448	5172	3855	4751	4529	4205	3868	3474	
일평균 수평시정(km)/월최소		9.3	17.5	20.0	20.0	20.0	20.0	15.0	20.0	8.0	4.3	1.4	4.8	4.1	7.1	20.0		1.4
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		15.0	18.8	15.1	20.0	13.1	17.5	16.3	17.5	15.0	17.5	16.9	20.0	20.0	20.0	20.0	15.0	11일
눈	적 설 최 심	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	8.0	5.0	5.7	5.9	-		8.0
	Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5	5.5	-	5.3	-	-	11일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	8.0	3.5	0.7	0.2	-		12.6
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Snow 최 심 Max. Depth																	8.0
	Fall 나타난 날 Date																	11일
기상 현상	맑 음 Clear				y		y		y									11
	(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y	y	y				y				y	y	y			
	구 름 조 금 Partly Cloudy		y	y		y		y								y		8
	(2.1≤N≤4.0)					y				y		y						
	구 름 많 음 Mostly Cloudy																	3
	(4.1≤N≤6.0)										y					y	y	
	흐 림 Cloudy	y								y	y	y	y	y	y			9
	(6.1≤N≤8.0)						y	y										
	눈 Snow	y						y		y	y	y	y	y	y			11
												y	y		y			
	비 Rain																	0
Meteo. Pheno -mena	진 눈 깨 비 Sleet																	0
	안 개 Fog																	0
	박 무 Mist																	0
해상 상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	D	D	D	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F		
	(JC=0, GC=1, JC.GC=2)	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	F	F	F	F	F	F	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	SLI/SMO	SMO/CAM	CAM/CAM		-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/MOD	CAM/CAM	CAM/MOD	MOD/MOD	SMO/SLI	SMO/SMO	SMO/CAM	CAM/CAM	CAM/SLI	SLI/CAM	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	

KOPRI 극지연구소

- 37 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2024년 3월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1								1.9		2.4	1.5	11.3	11.6	7.1	3.8	2.5
2	3.5	4.6	4.7		2.6	3.9	2.8	2.1	2.7	2.9	4.3	10.8	10.7	2.6	2.1	2.7
3	5.0	5.2	5.2	4.4	4.0	4.0	4.3	5.1	5.0	4.4	3.8	3.3	5.1	4.3	4.5	7.1
4	4.5	3.9	5.4	6.1	3.7	4.7	3.3	3.5	6.2	3.8	6.2	5.6	7.5	9.9	9.7	4.3
5	4.1	3.8	4.0	3.3	4.4	3.9	5.8		3.7	0.8	10.1	8.5	7.7	4.2	4.9	4.6
6	2.5	6.1	4.1	2.8	2.6	2.8	2.0	2.5	3.6	5.3	9.0	8.8	11.0	14.6	11.5	3.6
7		2.2	3.8	3.4		3.3	2.3	0.9	3.0	1.8	1.5	2.6	4.1	4.3	3.2	3.6
8	2.1	3.2	2.5	3.2	2.5	1.3	3.4	2.6	5.6	4.7	3.2	12.5	11.6	8.1	6.5	4.8
9									2.3			11.9	11.4	6.0		
10		1.4	1.9	2.0	1.7	2.4	2.6	1.0	0.8	2.1	2.1	9.6	7.9	1.6	2.0	1.6
11								2.2	8.3	8.8	8.6	12.5	11.9	4.1	1.7	
12											8.7	13.5	13.1			
13	2.1	2.2	2.0	0.9	1.7		1.2	1.3	1.3	1.1	1.8	4.9	4.9	3.7	1.6	1.9
14	2.1	1.7	2.1	1.9	2.3	1.1	1.0	1.1	2.0	2.3	4.0	5.7	3.4	3.0	2.5	1.0
15	3.0	2.8	4.3	2.5	1.4	2.6	1.6	4.0	1.9	2.5	3.7	3.0	2.2	3.3	3.4	3.5
16	3.7	3.9	4.3	3.0	5.3	2.0	3.1	3.2	3.6	2.4	5.6	3.0	22.9	24.0	19.3	3.9
17		3.2	3.7	5.3	3.8	3.1	6.1	4.1	3.3	2.3	4.0	3.0	3.5	2.3	2.6	2.8
18	2.5	3.0	3.3	3.0	6.5	2.1	3.1	4.6	2.8	6.2	2.2	3.5	3.5	23.0	4.7	3.9
19	5.3	5.1	4.7	5.2	6.1	4.4	2.7	5.5	3.9	10.8	12.0	4.5	4.7	22.2	16.9	12.1
20		1.6	3.2	3.0	1.9	1.3		1.3	1.2	2.5	7.9	12.3	12.8	18.9	8.6	2.1
21											4.2	10.3	11.7	14.0	7.4	
22	5.0	3.4	4.6	1.6	2.0	2.8	1.7	1.4	3.8	1.5	3.3	12.3	12.8	7.4	1.5	
23		1.7	1.7	1.3	1.4	1.3	2.2	1.7	1.4	3.0	2.6	7.2	5.9	4.4	4.9	3.3
24			2.1	1.3	1.0	1.6	1.9	1.7	2.5	2.6	2.0	15.3	15.9	6.5	2.0	2.9
25		2.9	4.0	2.0		1.3	1.4	3.1	2.7	2.1	2.5	13.9	11.7	2.8	2.9	2.3
26		2.8	2.1		2.5	2.5	2.6	0.9	3.3	2.2	2.1	5.8	5.2	4.8	3.5	2.7
27	2.5	2.3	2.7	2.7	2.3	2.1	2.0	2.9	2.2	4.0	5.3	7.1	8.3	1.9	3.2	3.3
28	2.8		2.4	2.8		1.8	1.9	2.4	2.3	2.5	3.2	4.8	4.6	4.8	3.1	2.6
29								1.5	1.4		1.9	15.4	12.4	6.5	3.5	2.9
30		1.6	2.8	2.0	2.8	3.0	3.2	2.7	1.9		1.6	12.4	12.4	19.6	6.0	
31				1.2			2.7	3.1	3.1	3.3	1.1	12.7	13.4	19.7	8.3	4.4
월 Month	5.3	6.1	5.4	6.1	6.5	4.7	6.1	5.5	8.3	10.8	12.0	15.4	22.9	24.0	19.3	12.1

KOPRI 극지연구소

- 38 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2024년 3월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	2.1	1.4	46.2	36.4	9.8	2.1	1.4	0.0
2	0.7	0.7	1.4	0.0	2.8	4.2	1.4	4.2	4.2	5.6	7.7	29.4	24.5	4.9	2.8	2.8	2.8
3	2.1	2.8	5.6	2.1	6.3	3.5	4.2	2.8	7.0	3.5	5.6	6.3	10.5	11.9	14.7	11.2	0.0
4	4.9	3.5	4.9	3.5	2.1	4.9	3.5	3.5	4.9	4.9	5.6	7.7	4.9	7.7	25.2	8.4	0.0
5	2.8	1.4	4.2	2.8	3.5	3.5	4.2	0.0	3.5	1.4	8.4	5.6	11.9	14.0	22.4	10.5	0.0
6	1.4	4.9	4.9	2.1	2.1	4.9	3.5	4.2	7.7	7.7	5.6	11.9	11.9	11.2	8.4	7.7	0.0
7	0.0	4.2	2.8	3.5	0.0	2.1	2.8	1.4	4.9	2.8	2.1	4.2	15.4	21.7	18.9	11.9	1.4
8	2.1	2.8	3.5	5.6	3.5	2.8	2.1	8.4	7.7	5.6	2.1	13.3	13.3	9.1	9.8	7.0	1.4
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	67.1	31.5	0.7	0.0	0.0	0.0
10	0.0	1.4	6.3	4.9	9.8	4.9	6.3	2.1	1.4	4.9	7.0	27.3	11.9	6.3	4.2	1.4	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	9.1	1.4	56.6	24.5	4.2	1.4	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	80.4	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	4.2	2.8	2.1	1.4	1.4	0.0	1.4	0.7	4.2	2.1	4.2	23.1	17.5	4.2	9.8	18.9	2.1
14	1.4	3.5	2.8	3.5	3.5	2.1	1.4	2.8	5.6	4.2	10.5	35.0	7.0	7.0	8.4	0.7	0.7
15	3.5	3.5	4.2	4.2	1.4	2.8	1.4	4.2	2.8	2.1	6.3	16.1	14.0	3.5	20.3	7.0	2.8
16	2.4	2.4	3.2	0.8	4.8	3.2	4.8	4.0	3.2	4.0	7.9	9.5	12.7	31.0	4.8	1.6	0.0
17	0.0	3.5	5.6	3.5	3.5	4.2	7.0	4.9	11.2	4.2	15.4	12.6	11.2	5.6	4.9	2.1	0.7
18	0.7	4.2	2.8	2.1	5.6	4.2	2.8	3.5	4.9	4.9	3.5	7.7	11.2	26.6	6.3	9.1	0.0
19	0.7	6.3	3.5	4.2	2.1	4.2	2.8	4.2	2.1	9.8	5.6	3.5	2.8	38.5	4.9	4.9	0.0
20	0.0	1.4	3.5	2.1	1.4	0.7	0.0	0.7	0.7	0.7	2.8	11.2	20.3	49.0	2.1	2.1	1.4
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	27.3	27.3	42.7	0.7	0.0	0.0
22	1.4	2.8	5.6	0.7	2.1	2.8	1.4	0.7	3.5	2.8	1.4	8.4	56.6	8.4	1.4	0.0	0.0
23	0.0	0.7	3.5	1.4	5.6	3.5	4.2	3.5	4.9	6.3	8.4	8.4	13.3	14.0	14.0	8.4	0.0
24	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	1.4	0.7	0.7	1.4	3.5	3.5	37.8	31.5	10.5	2.8	4.2	0.0
25	0.0	2.1	5.6	2.1	0.0	0.7	1.4	3.5	3.5	3.5	4.2	54.5	11.2	3.5	3.5	0.7	0.0
26	0.0	4.2	3.5	0.0	2.1	3.5	2.8	0.7	2.8	2.8	3.5	28.0	14.7	11.2	14.0	4.9	1.4
27	0.7	7.7	5.6	5.6	3.5	6.3	4.9	3.5	2.1	6.3	11.9	13.3	14.0	5.6	5.6	3.5	0.0
28	0.7	0.0	2.1	1.4	0.0	2.8	1.4	2.8	3.5	2.1	11.9	37.1	9.8	11.2	8.4	4.9	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	0.0	1.4	49.7	22.4	14.7	8.4	0.7	0.7
30	0.0	0.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	2.1	1.4	0.0	0.7	21.7	16.1	49.7	0.7	0.0	0.0
31	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	2.1	0.7	0.7	17.5	21.7	51.0	3.5	0.7	0.0
월 Month	1.0	2.2	3.0	2.0	2.3	2.5	2.3	2.4	3.4	3.6	5.3	25.4	17.5	14.6	7.7	4.5	0.5

KOPRI 극지연구소

- 39 -

2024년 4월

요소 Element	일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
기압 Air Press.(hPa)	기압평균 Ave. Station	962.0	972.1	982.7	984.8	991.2	987.3	978.4	973.5	974.4	978.7	980.9	980.2	981.6	979.1	978.8	978.8
		981.9	975.1	966.4	971.1	973.1	981.1	986.3	986.5	995.4	980.6	971.6	980.6	982.6	972.5	973.7	
	최고 Highest	967.4	977.3	986.2	989.2	992.1	992.1	982.5	974.2	977.1	982.0	982.3	981.2	982.5	980.9	980.3	997.1
		983.2	980.4	969.7	973.1	975.9	986.7	987.2	992.2	997.1	993.4	979.3	982.3	986.7	977.1	976.6	24일
	나타난 시간 Time	2359	2359	1726	2358	2353	0037	0259	0000	2342	2324	0215	2342	1514	0340	2358	1610
		1335	0000	0122	2324	2354	2331	0542	2359	1610	0000	2357	1206	1026	0005	2353	
	최저 Lowest	956.8	967.4	977.3	982.9	989.0	982.4	974.2	972.9	972.7	976.8	979.7	979.2	980.6	978.1	976.9	956.8
		980.1	969.2	963.8	965.2	971.8	975.8	984.7	984.4	992.2	968.2	966.6	978.8	977.0	970.0	971.7	1일
	나타난 시간 Time	0032	0008	0000	1052	0015	2349	2359	2050	0259	0410	2343	0802	2351	2112	0634	0032
		0002	2358	1843	0031	0410	0001	2241	0610	0008	2359	0500	2058	2359	1408	0402	
기온 Air Temp.(℃)	기온평균 Ave. Station	-18.0	-18.4	-18.5	-16.5	-20.8	-21.5	-23.9	-26.5	-29.3	-23.2	-21.4	-23.3	-24.4	-20.3	-17.8	-21.2
		-12.3	-12.2	-16.2	-16.3	-21.2	-24.0	-25.9	-23.9	-22.3	-23.4	-26.3	-23.3	-18.1	-23.4	-24.5	
	평균최고 Avg. Maximum																-12.2
	평균최저 Avg. Minimum																-29.3
	최고 Highest	-10.3	-13.9	-15.6	-14.9	-17.1	-17.6	-19.3	-23.3	-24.0	-18.0	-17.9	-19.5	-21.2	-15.8	-11.9	-7.5
		-10.3	-7.5	-10.6	-12.5	-17.1	-21.6	-23.2	-21.7	-19.9	-20.1	-23.5	-17.1	-16.1	-18.6	-21.7	17일
	나타난 시간 Time	0031	2152	0340	1705	0400	2046	0004	0028	2301	2347	0008	0140	0021	0941	2355	1608
		0800	1608	2049	0031	0056	1453	0448	1035	1553	0211	0101	2224	1904	0542	2308	
	최저 Lowest	-23.5	-23.8	-22.1	-20.8	-25.6	-25.0	-27.0	-30.0	-32.0	-28.8	-24.0	-25.8	-27.1	-25.6	-22.0	-32.0
		-14.7	-17.6	-20.5	-20.5	-24.5	-26.3	-28.8	-26.0	-24.8	-27.6	-28.1	-28.0	-22.2	-27.1	-27.9	9일
	나타난 시간 Time	2058	0550	1343	2344	2225	0930	1558	2112	1102	0425	2006	1925	1850	0041	0211	1102
		2234	2358	0854	2239	2358	2310	1816	0233	0324	2234	1320	0237	2228	2256	0042	
평균이슬점온도(℃) Average Dewpoint Temperature		-22.9	-27.5	-24.8	-20.8	-26.9	-29.8	-30.3	-30.7	-37.9	-35.0	-30.1	-30.5	-34.1	-29.0	-27.2	
		-19.1	-21.9	-25.5	-24.5	-26.6	-33.0	-33.0	-27.5	-27.3	-28.8	-32.7	-29.7	-24.5	-29.1	-29.4	

KOPRI 극지연구소

- 40 -

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
강수량(mm)		0.0	-	-	1.5	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	7.5
Total Precipitation		0.0	-	-	0.0	1.0	-	-	0.4	0.5	0.0	0.0	0.9	1.7	0.0	1.5	
상	평 균 Average	66	46	59	70	58	48	56	68	44	33	46	52	40	47	44	54
대		57	45	46	50	63	44	52	72	64	61	56	56	59	60	65	
습	최 소 Lowest	32	29	36	48	45	32	36	56	26	23	32	34	31	27	30	23
도		40	29	25	34	41	29	38	58	48	50	35	41	36	40	40	10일
(%)	나타난 시간 Time	0131	2153	0342	2227	0347	1708	0201	2359	2258	1314	0004	2326	0421	0357	1139	1314
R.H.		0034	1608	1756	1353	0057	1512	0021	2337	2027	1046	1429	1928	1614	1638	0003	
	평 균 Average	2.1	2.0	1.2	6.0	1.7	1.4	1.2	1.3	1.1	1.7	1.1	1.3	1.0	1.2	7.3	3.8
바		10.1	10.4	5.7	1.5	1.3	3.1	0.8	0.8	6.6	1.2	7.2	12.1	6.8	2.5	12.3	
	순 간 최 대 Greatest Gust	19.7	10.4	5.6	19.1	8.5	12.0	9.6	4.8	11.8	12.5	10.7	9.6	14.1	13.7	17.8	25.5
람		20.8	20.5	23.9	16.5	10.0	16.3	4.7	4.6	17.0	6.7	20.7	25.5	24.5	19.7	20.2	27일
	풍 향 Direction	W	SW	W	WSW	WSW	W	W	WSW	WSW	WSW	W	W	SW	WSW	W	W
(m/s)		W	W	WSW	WSW	W	WSW	W	WSW	W	SW	WSW	W	W	WSW	W	
Wind	나타난 시간 Time	0029	1607	0919	1412	0502	0314	0042	0003	0303	1449	1343	2321	1710	0344	2221	1945
		0432	1126	0254	1302	2233	0717	1615	2334	0737	1629	1318	1945	0624	2127	0323	
구름(1/8)		2.3	2.8	3.3	7.0	4.3	4.5	4.3	4.5	1.3	3.0	3.8	4.5	3.6	1.3	2.4	4.9
Average Amount of Cloud		8.0	7.8	6.8	5.6	6.0	2.1	1.6	8.0	8.0	7.3	7.8	8.0	8.0	2.9	8.0	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time													0700			
	끝 난 시 간 End Time													1230			
	계 속 시 간 Duration of Blizzard													0530			

- 41 -

2024년 4월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		3162	2833	2330	1354	2361	2061	2014	1975	2091	1870	1598	1354	1283	1127	907	33227
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		604	522	611	612	403	300	400	271	222	183	234	196	109	76	164	
일평균 수평시정(km)/월최소		15.3	20.0	20.0	10.8	20.0	20.0	20.0	12.5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	1.9
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		8.9	12.5	17.5	18.8	11.3	20.0	20.0	8.8	6.3	12.5	7.0	2.0	9.8	17.5	1.9	30일
눈	적 설 최 심	18.0	17.8	17.5	19.0	17.5	17.0	17.0	17.2	17.0	17.0	17.0	17.0	16.8	16.8	18.0	20.1
	Max. Depth. Snow Cover	18.5	18.5	19.0	19.0	20.1	19.0	18.0	18.5	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	20일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	1.5	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	3.3
		-	-	-	-	1.1	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	
	Snow 최 심 Max. Depth																1.5
	Fall 나타난 날 Date																04일
기상현상 Meteo. Pheno-mena	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)							y		y					y		3
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y	y	y			y				y	y		y		y	9
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)				y	y		y	y				y				7
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y				y	y	y	y	y	y		y	11
	눈 Snow	y			y				y								11
		y			y	y			y	y	y	y			y		
	비 Rain																0
	진 눈 깨 비 Sleet																0
	안 개 Fog																0
	박 무 Mist																0
해상 상태 Sea State	유 빙 Drift Ice(F:Frozen) (JC=0, GC=1, JC.GC=2)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
	거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	
		-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	

KOPRI 극지연구소

- 42 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2024년 4월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	2.3	3.7	3.4	3.7	2.7	4.0	3.4	4.6	3.7	1.6	6.0	4.1	7.0	10.6	5.0	4.7
2		3.6	3.9	3.7	2.1	2.6	3.4	4.2	3.6	2.9	7.7	8.4	7.8	5.0	5.0	5.8
3			3.2	1.9		2.5	1.4	1.3	2.2	2.4	3.8	4.3	4.3	3.8	2.3	1.9
4	3.7	3.7	3.3	0.8	2.5	3.4	4.4	3.1	0.8	0.6	7.8	13.1	12.8	0.6	4.1	2.6
5	4.2	3.9	3.8	4.7	5.1	3.9	3.9	2.1	4.4	2.2	4.7	6.8	4.1	2.8	6.1	5.7
6	4.1	3.9	2.8	2.0	2.7	2.0	3.1	2.4	4.4	2.8	2.9	10.0	10.5	4.3	4.2	3.6
7	4.6	3.2	4.0	3.7	2.9	4.5	2.0	0.9	3.4	3.9	4.2	6.9	6.6	3.3	3.0	4.1
8	2.0	3.1	2.1	1.9	1.6	1.8	2.0	1.3	2.5	1.6	3.2	4.2	3.2	2.1	2.6	3.0
9	4.6	2.9	5.0	2.8	1.7	3.3	2.5	3.0	2.6	2.7	6.1	9.1	6.1	2.5	3.0	3.0
10		3.7	3.4	2.3	2.4	2.6	2.4	3.7	2.9	2.3	8.4	9.9	6.8	5.3	4.1	3.6
11	3.9	2.8	3.3	3.0	2.0	2.9	2.0	2.6	2.4	2.3	7.7	7.4	8.3	4.9	3.4	3.0
12		1.5			0.8	1.5	3.2	0.4	1.2	1.5	1.3	7.6	6.9	3.5	2.3	2.2
13	3.2	2.7	2.6	2.1	3.2	2.8	2.5	2.0	3.2	2.3	2.9	4.4	7.7	4.4	3.3	2.6
14		1.8	3.1	2.5	3.3	2.4	2.8	2.1	2.6	6.0	7.2	5.2	6.3	3.2	2.9	4.7
15		3.1	3.1		2.3	2.5	1.8	1.8	2.3	2.0	1.7	13.0	13.3	10.1	4.5	1.9
16										6.0	8.0	14.7	15.5	12.7		
17						3.3		3.2		6.7	6.5	14.6	16.2	15.4	3.4	
18		3.4		2.4	5.0	3.6	3.9	3.8	2.9	3.6	3.7	18.1	16.7	5.0	8.2	3.8
19	3.7	2.3	3.3	2.1	2.1	3.7	3.0	2.5	3.5	5.0	5.6	11.6	8.7	5.4	1.6	2.6
20	4.5	2.8	2.4	4.0	1.8	3.9	3.2	2.8	1.3	1.7	3.4	7.5	7.9	5.3	3.8	2.9
21		2.5	3.1	2.2	2.6	2.7	2.2	2.5	2.6	4.2	6.8	12.0	12.5	6.4	2.9	2.0
22		2.0	2.2	1.6	1.2	2.5	1.7	1.3	1.9	1.8	3.3	3.6	2.6	2.0	2.3	2.6
23	2.6	1.7	3.1	2.8	2.3	3.0	1.7		2.5	1.6	1.7	2.3	2.7	2.5	2.6	2.5
24		1.5	2.1	1.2	1.9	0.8	1.9	0.9	2.6	1.6	2.8	13.7	14.0	6.5	4.6	1.9
25	1.9	2.1	1.1	1.7	0.9	1.5	1.6	1.8	1.5	2.1	4.7	4.1	3.5	3.5	2.8	2.8
26		2.1	1.5	2.4	1.6	3.0	2.4	3.1	2.6	1.3	2.9	15.2	12.2	3.4	3.8	0.9
27											11.9	15.0	15.5			
28		2.4	2.8		1.3	1.5	1.3	2.8	3.3	3.0	12.6	14.7	11.4	8.2	3.9	2.5
29	3.7	3.6	3.0	1.9	2.8	3.7	2.7	3.5	3.5	1.9	3.6	15.7	15.1	3.5	3.4	4.5
30												15.9	16.2			
월 Month	4.6	3.9	5.0	4.7	5.1	4.5	4.4	4.6	4.4	6.7	12.6	18.1	16.7	15.4	8.2	5.8

KOPRI 극지연구소

- 43 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2024년 4월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.7	3.5	2.8	5.6	4.2	7.0	4.2	5.6	10.5	1.4	7.0	7.7	7.7	3.5	5.6	23.1	0.0
2	0.0	5.6	3.5	8.4	2.8	2.8	4.9	4.9	5.6	3.5	5.6	25.2	11.2	9.1	4.2	2.8	0.0
3	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	2.1	2.1	1.4	2.8	7.7	9.1	25.9	26.6	17.5	2.8	0.7	0.0
4	1.4	1.4	1.4	0.7	1.4	1.4	0.7	2.1	2.8	2.1	4.2	40.6	31.5	2.1	2.8	2.1	1.4
5	2.8	2.1	3.5	3.5	3.5	2.8	4.9	2.1	7.7	4.2	11.2	11.2	7.0	4.2	5.6	23.1	0.7
6	1.4	6.3	3.5	5.6	3.5	4.9	5.6	2.1	4.2	6.3	7.0	13.3	18.9	9.1	4.2	3.5	0.7
7	2.8	2.8	2.1	2.1	1.4	3.5	1.4	0.7	2.1	5.6	9.1	32.9	21.0	5.6	1.4	4.9	0.7
8	1.4	2.8	1.4	4.2	0.7	2.1	2.1	0.7	4.2	2.8	4.2	16.1	11.9	7.7	16.8	21.0	0.0
9	1.4	3.5	4.2	5.6	6.3	3.5	3.5	7.0	4.9	6.3	9.8	9.8	13.3	7.7	7.0	6.3	0.0
10	0.0	3.5	3.5	1.4	6.3	4.2	3.5	9.1	6.3	5.6	8.4	19.6	11.2	7.7	4.9	4.9	0.0
11	1.4	4.2	4.2	5.6	5.6	5.6	5.6	7.0	2.8	5.6	6.3	12.6	13.3	5.6	8.4	5.6	0.7
12	0.0	0.7	0.0	0.0	2.8	3.5	2.8	0.7	3.5	3.5	3.5	25.9	35.0	7.7	4.9	2.8	2.8
13	1.4	4.9	3.5	3.5	3.5	4.9	8.4	4.9	7.7	4.2	10.5	10.5	14.0	8.4	6.3	3.5	0.0
14	0.0	0.7	6.3	2.8	5.6	4.2	4.9	2.8	4.9	6.3	13.3	23.1	11.2	8.4	3.5	2.1	0.0
15	0.0	1.4	0.7	0.0	0.7	0.7	0.7	2.1	3.5	2.1	1.4	35.0	39.2	7.0	3.5	2.1	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.8	53.1	37.1	5.6	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.7	0.0	1.4	2.8	22.4	42.7	27.3	0.7	0.0	0.0
18	0.0	1.4	0.0	2.1	5.6	6.3	10.5	3.5	3.5	2.1	3.5	29.4	23.8	4.9	2.1	1.4	0.0
19	0.7	2.1	2.8	7.0	2.1	7.0	5.6	4.9	7.0	13.3	8.4	14.0	14.0	8.4	0.7	2.1	0.0
20	1.4	4.2	2.8	5.6	4.2	10.5	4.2	4.9	2.8	2.8	4.2	22.4	14.7	4.2	3.5	4.9	2.8
21	0.0	2.1	4.2	4.9	2.1	2.1	2.1	4.9	2.1	3.5	6.3	23.8	30.1	9.8	0.7	1.4	0.0
22	0.0	2.1	2.1	1.4	1.4	3.5	4.9	2.1	8.4	4.9	16.1	23.1	12.6	9.1	6.3	2.1	0.0
23	1.4	3.5	4.2	2.8	3.5	4.2	2.8	0.0	6.3	7.0	5.6	15.4	13.3	12.6	8.4	7.0	2.1
24	0.0	1.4	0.7	0.7	2.1	1.4	3.5	0.7	1.4	2.1	3.5	35.0	36.4	6.3	3.5	1.4	0.0
25	1.4	4.9	2.8	2.1	2.1	2.8	0.7	4.2	5.6	6.3	11.2	17.5	11.2	14.0	8.4	3.5	1.4
26	0.0	4.2	0.7	1.4	1.4	4.2	1.4	3.5	1.4	0.7	2.1	67.1	7.0	2.8	1.4	0.7	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	62.9	34.3	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	1.4	2.1	0.0	0.7	1.4	2.1	3.5	4.9	2.8	5.6	46.9	11.9	11.9	4.2	0.7	0.0
29	0.7	2.1	5.6	2.1	2.8	6.3	4.2	5.6	4.2	4.2	11.9	15.4	19.6	5.6	3.5	6.3	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.5	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0
월 Month	0.7	2.4	2.3	2.7	2.5	3.5	3.2	3.1	4.0	4.0	6.6	27.8	20.2	7.8	4.2	4.7	0.4

KOPRI 극지연구소

- 44 -

2024년 5월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
	기 압 평 균 Ave. Station	984.9	990.7	989.4	970.7	958.4	976.4	974.3	973.2	982.9	987.0	982.4	982.6	974.2	966.7	970.8		979.8
기		985.3	978.7	973.4	979.8	983.0	983.4	983.3	982.8	978.1	981.8	988.8	990.8	988.9	979.8	977.0	975.5	
	최 고 Highest	994.2	994.3	991.8	986.3	968.7	981.7	981.6	979.4	985.7	987.9	987.8	985.6	981.0	971.2	979.9		994.3
압		987.6	985.7	977.0	981.6	984.9	985.2	985.5	985.4	981.3	988.3	990.7	992.8	992.5	984.1	982.1	978.9	2일
	나타난 시간 Time	2242	0311	0723	0010	2358	2313	0001	2359	2359	2343	0132	1505	0000	2004	2356		0311
(hPa)		1348	0000	2356	2232	2308	0113	2255	0000	1938	2338	0833	0837	0624	0000	0659	1753	
	최 저 Lowest	976.4	987.8	985.9	953.8	951.6	968.5	968.2	968.2	979.4	985.7	978.3	978.4	964.1	962.0	966.6		951.6
Air		979.6	971.6	971.1	977.0	981.4	981.9	982.1	977.6	975.0	976.3	985.4	989.0	984.0	978.2	970.1	971.2	5일
Press.	나타난 시간 Time	0036	1659	2322	2358	0403	0003	2007	0118	0001	0144	2048	0006	2354	0205	0654		0403
		0013	2353	0406	0003	0006	1829	0743	2358	0349	0740	1708	2037	2357	0757	2140	0000	
	기 온 평 균 Ave. Station	-20.4	-20.9	-24.0	-19.8	-13.1	-16.0	-17.0	-22.6	-25.3	-25.4	-27.6	-28.8	-25.5	-22.3	-21.8		-23.1
		-22.1	-24.5	-26.0	-28.0	-23.9	-28.5	-31.5	-23.6	-22.8	-24.4	-24.3	-23.2	-24.4	-24.9	-21.3	-11.0	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																	-11.0
	평 균 최 저 Avg. Minimum																	-31.5
온	최 고 Highest	-18.2	-17.6	-21.3	-11.7	-9.8	-11.3	-14.7	-16.2	-22.7	-22.0	-25.4	-21.4	-21.1	-15.4	-18.9		-5.6
		-19.4	-22.4	-22.2	-25.6	-21.9	-23.5	-28.5	-18.8	-16.8	-17.3	-18.8	-19.6	-20.3	-21.8	-13.3	-5.6	31일
(℃)	나타난 시간 Time	2336	0312	0419	2212	2022	0213	2123	0108	0053	1319	0508	2257	0127	1625	2022		1407
		0420	0106	0823	2208	0949	0013	2339	2309	0242	0657	2258	2318	0014	0019	2323	1407	
Air	최 저 Lowest	-22.5	-25.9	-26.7	-26.0	-16.6	-19.7	-21.5	-27.2	-27.9	-29.8	-29.8	-32.1	-28.8	-29.3	-24.9		-33.9
Temp.		-26.7	-26.8	-31.2	-30.0	-26.6	-33.1	-33.9	-30.1	-28.7	-29.2	-28.2	-26.5	-29.2	-28.9	-25.0	-19.1	22일
	나타난 시간 Time	0023	2321	2015	0040	1119	1946	0301	2336	0805	2011	0024	1023	2046	0718	0002		0250
		2050	0547	2224	0831	0026	2119	0250	0000	2345	0447	0217	0851	1719	1612	0135	0031	
평균이슬점온도(℃)		-24.9	-25.4	-31.3	-28.4	-21.5	-22.4	-25.6	-30.4	-35.7	-33.8	-36.7	-37.5	-34.2	-30.2	-27.0		
Average Dewpoint Temperature		-28.7	-31.1	-29.7	-32.3	-32.0	-36.0	-35.1	-30.5	-29.8	-31.3	-33.6	-32.7	-31.3	-32.3	-34.5	-15.1	

KOPRI 극지연구소

- 45 -

2024년 5월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		1.3	0.3	-	-	0.0	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2		4.7
Total Precipitation		-	-	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	2.8	
상	평 균 Average	68	68	52	47	51	59	48	50	37	46	42	43	44	49	63		53
대		55	54	71	66	48	49	70	54	54	53	42	42	53	50	30	73	
습	최 소 Lowest	52	48	36	29	30	37	31	31	26	34	31	23	26	27	45		17
도		40	41	59	47	34	35	61	32	32	32	29	30	31	26	17	32	30일
(%)	나타난 시간 Time	0253	1024	2312	2213	0226	2212	0649	2251	0311	0503	0508	2239	0059	1643	0103		2325
R.H.		1401	1926	0009	2320	2309	0000	0004	0721	0748	1723	2259	2116	0014	2355	2325	0039	
	평 균 Average	10.4	2.6	4.2	3.4	6.2	6.0	12.6	2.9	1.4	1.3	2.4	1.4	0.9	6.2	2.6		3.9
바		5.0	1.6	1.0	0.8	5.1	1.3	1.1	5.9	3.2	4.6	1.6	1.5	2.8	2.7	9.9	6.9	
	순 간 최 대 Greatest Gust	18.4	13.8	13.7	20.0	21.3	18.4	27.3	22.9	12.2	16.4	18.8	14.0	10.2	29.9	16.0		29.9
람		18.1	4.8	5.2	3.9	16.2	13.5	4.4	13.4	18.1	27.9	6.8	6.5	8.4	19.3	22.4	18.9	14일
	풍 향 Direction	WSW	WSW	WSW	WSW	WNW	WSW	WNW	WNW	WSW	W	WSW	W	WSW	WNW	WSW		WNW
(m/s)		WSW	WSW	N	NNE	W	WSW	WSW	SW	W	WNW	N	N	NW	WNW	WNW	SSW	
Wind	나타난 시간 Time	1654	0141	0624	1924	0100	1043	1849	0033	0311	2351	0322	2016	0759	1145	2353		1145
		0019	0029	0643	2144	2234	0016	0123	1458	0404	1306	1014	2359	0419	2219	0127	1535	
구름(1/8)		8.0	4.5	4.0	6.0	6.8	3.6	0.5	1.0	1.3	1.0	0.5	0.0	0.0	2.0	4.3		3.1
Average Amount of Cloud		4.8	3.3	5.8	6.3	7.5	1.0	1.9	7.3	2.0	0.0	1.4	0.0	0.0	1.5	1.6	8.0	
	시 작 시 간 Start Time	1750													0938			
폭풍설											0001							
	끝 난 시 간 End Time	1812													1306			
Bliz-											0001							
zard	계 속 시 간 Duration of	0022													0328			
	Blizzard										0000							

2024년 5월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		52	40	27	34	19	20	3	2	0	0	0	0	0	0	3		114
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-89	
일평균 수평시정(km)/월최소		1.9	18.8	20.0	16.3	15.8	16.0	15.8	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	11.8	12.5		1.9
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		16.5	20.0	7.3	16.3	12.5	20.0	20.0	8.9	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	2.6	1일
눈	적 설 최 심	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	19.3	19.3		22.0
	Max. Depth. Snow Cover	19.0	19.0	19.2	19.2	19.2	19.0	19.0	19.0	19.0	19.3	19.3	19.3	19.3	19.0	19.0	22.0	31일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		3.2
		-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	
	Snow 최 심 Max. Depth																	3.0
	Fall 나타난 날 Date																	31일
기상현상	맑 음 Clear							y	y	y	y	y	y	y	y			17
	(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)						y	y		y	y	y	y	y	y	y		
	구 름 조 금 Partly Cloudy			y			y											3
	(2.1≤N≤4.0)		y															
	구 름 많 음 Mostly Cloudy		y		y											y		5
	(4.1≤N≤6.0)	y		y														
	흐 림 Cloudy	y				y												6
	(6.1≤N≤8.0)				y	y		y									y	
	눈 Snow					y	y									y		8
				y	y	y			y								y	
	비 Rain																	0
Meteo. Pheno -mena	진 눈 깨 비 Sleet																	0
	안 개 Fog																	0
	박 무 Mist																	0
해상 상태 Sea State	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F		
	(JC=0, GC=1, JC.GC=2)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
	거칠기 Sea Sfc. Roughness	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-		
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2024년 5월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1										5.0	10.7	14.0	14.3			
2	3.5	3.2		2.3	1.5	0.5	2.2	1.4	2.5	4.4	7.3	10.7	10.7	2.4	4.2	2.3
3	2.1	1.0	1.8		0.9	2.0	1.2	1.2	2.2	1.8	9.6	10.7	9.9	3.2	2.3	1.9
4		3.7	4.0	4.7	3.7	2.9	2.8	3.2	2.6	3.5	11.9	14.9	10.8	9.8		
5		2.7	3.0	3.1	1.8	2.7	3.3	2.0	3.4	4.6	6.9	13.4	12.1	16.1	4.8	
6	4.1	2.1		2.5	2.0	2.6	1.6	1.8	4.2	1.9	11.9	14.5	10.3		2.8	
7		4.5					2.7	3.9	5.6	3.5	7.5	11.3	17.7	21.0	10.0	7.1
8		3.9	2.5	2.2	3.5	2.3	2.8	1.6	4.1	3.7	4.3	11.0	9.3	18.2	13.9	2.1
9			1.2	1.9	2.1	2.6	1.7	2.3	2.5	3.5	2.5	5.8	6.2	5.4	3.7	2.7
10		2.0	0.6	1.9	2.5	3.1	1.5	1.2	3.7	0.9	3.4	10.4	8.4	4.4	3.1	3.8
11		2.7	3.6	2.8	1.4	4.1	2.4	1.6	3.7	3.9	2.8	15.1	8.2	8.6	3.5	1.4
12		2.6	4.0	2.6	2.7	3.5	3.3	1.6	2.3	4.3	3.8	5.0	6.9	10.4	5.9	4.1
13		3.2	3.0	2.6	2.8	3.1	2.0	3.8	3.5	5.2	6.1	6.8	5.0	2.9	3.1	4.1
14	4.2	4.1	3.2	3.3	2.5	5.1	3.6	2.5	3.6	3.1	7.4	15.1	15.5	25.0	15.2	5.6
15	3.1	2.6	1.7			2.7	2.7	2.6	2.2	2.6	2.1	12.4	9.3	3.0	2.5	2.9
16		2.6	3.0		2.7	1.7	1.9	3.7	2.4	1.9	6.2	13.7	10.1	2.0	1.7	2.6
17				1.5		0.8	0.8	1.1	1.6	1.3	2.7	3.6	3.4	3.0	2.2	2.1
18	4.3	2.0	2.6	2.2	2.0	0.9	2.1	2.1	1.5	2.2	3.3	2.3	3.4	3.2	3.3	2.6
19		1.7	1.6	0.9	2.0	1.9	1.3	1.6	1.0	1.2	2.3	1.5	2.3	2.2	2.5	2.3
20			2.2	2.5	1.8	2.1	1.5	2.2	2.7	1.4	8.2	13.0	12.3	6.8	3.1	2.1
21	2.0	1.9	2.1	1.6	2.8	2.2	2.3	2.5	2.4	3.0	2.8	10.2	10.5	4.9	2.7	2.8
22	2.7		1.2	1.5			1.0	1.6	1.8	3.0	2.3	3.2	2.9	1.8	3.5	3.6
23				2.7	2.5	0.8	1.0	2.2	4.1	7.1	9.3	9.2	10.3	3.9		1.8
24	5.9	4.0	2.3	5.0	2.9	5.1	2.5	4.7	3.3	6.0	13.1	14.4	12.4	9.4	1.4	
25	4.6	5.5	4.3	5.5	5.3	6.2	4.3	4.8	3.4	8.6	6.5	7.9	5.9	21.7	19.2	3.2
26	3.4	3.6	5.1	3.8	1.7	3.6	3.2	2.2	4.0	3.4	2.8	4.1	3.1	3.5	3.8	3.5
27	3.4		4.1	4.2	1.9	1.3	3.6	2.8	3.2	2.8	2.3	3.5	2.9	4.6	4.1	4.7
28	7.1	2.2	4.2	6.1	3.7	5.0	3.8	3.7	4.7	4.7	2.3	6.0	3.6	3.2	7.2	6.2
29		4.5	5.1	2.4	3.4	5.2	1.6	3.0	3.2	4.5	3.0	5.1	13.4	14.4	5.6	5.6
30				2.7			2.3	2.0		3.0	9.9	13.6	14.4	16.1	3.2	
31			3.4	2.6	1.6	2.5	1.8	5.9	9.0	13.5	14.2	12.9	10.1	4.8		
월 Month	7.1	5.5	5.1	6.1	5.3	6.2	4.3	5.9	9.0	13.5	14.2	15.1	17.7	25.0	19.2	7.1

KOPRI 극지연구소

- 48 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2024년 5월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	74.8	22.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.4	4.2	0.0	2.1	2.1	0.7		0.7	1.4	4.9	9.1	25.2	24.5	11.9	6.3	4.2	1.4
3	0.7	0.7	1.4	0.0	2.1	2.1	2.8	3.5	5.6	3.5	12.6	48.3	7.7	2.1	3.5	0.7	2.8
4	0.0	1.4	2.8	4.9	5.6	4.9	10.5	6.3	6.3	3.5	7.0	26.6	10.5	9.8	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.7	1.4	1.4	2.1	5.6	1.4	2.8	2.8	4.9	6.3	19.6	14.7	32.9	3.5	0.0	0.0
6	1.4	0.7	0.0	3.5	2.1	2.8	3.5	1.4	4.9	2.8	10.5	59.4	4.2	0.0	2.8	0.0	0.0
7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	0.7	0.7	4.2	7.7	25.2	52.4	5.6	0.7	0.0
8	0.0	2.1	2.1	1.4	4.2	4.9	2.1	3.5	10.5	6.3	9.8	17.5	16.8	14.7	1.4	2.8	0.0
9	0.0	0.0	2.1	1.4	3.5	3.5	2.8	2.8	5.6	9.1	7.0	9.8	25.2	13.3	10.5	3.5	0.0
10	0.0	0.7	0.7	1.4	2.8	3.5	3.5	3.5	8.4	2.8	12.6	22.4	23.8	8.4	2.8	1.4	1.4
11	0.0	1.4	2.8	4.9	2.8	8.4	7.7	2.1	6.3	2.1	4.9	11.2	28.0	12.6	3.5	0.7	0.7
12	0.0	0.7	3.5	1.4	3.5	5.6	4.9	3.5	3.5	11.9	13.3	9.8	9.8	15.4	7.7	4.9	0.7
13	0.0	2.1	2.1	2.8	4.2	7.0	2.8	7.0	3.5	11.2	17.5	24.5	9.1	2.8	2.1	0.7	0.7
14	0.7	1.4	3.6	0.7	0.7	2.9	1.4	2.2	2.9	3.6	9.4	21.0	18.8	20.3	8.0	2.2	0.0
15	0.7	1.4	2.8	0.0	0.0	2.1	3.5	4.2	4.2	7.0	7.7	29.4	18.9	6.3	7.0	4.9	0.0
16	0.0	1.4	3.5	0.0	2.8	2.1	1.4	2.1	3.5	3.5	4.9	55.9	14.0	2.1	1.4	1.4	0.0
17	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.7	0.7	1.4	2.8	2.8	4.2	25.9	32.2	20.3	5.6	2.1	0.0
18	2.1	3.5	2.8	1.4	2.8	2.1	4.2	4.2	3.5	4.2	11.9	16.8	20.3	9.1	6.3	4.2	0.7
19	0.0	1.4	0.7	0.7	2.8	5.6	2.8	3.5	6.3	4.2	6.3	9.8	16.8	16.1	14.0	3.5	5.6
20	0.0	0.0	8.4	2.1	2.8	2.8	0.7	2.1	3.5	1.4	7.0	48.3	10.5	7.7	2.1	0.7	0.0
21	0.7	1.4	4.2	3.5	2.8	2.8	3.5	1.4	7.0	7.7	7.7	12.6	18.2	11.2	9.8	4.9	0.7
22	0.7	0.0	1.4	1.4	0.0	0.0	0.7	2.1	4.2	3.5	9.1	28.0	32.9	9.1	2.8	1.4	2.8
23	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	5.6	4.2	14.7	49.7	18.9	2.8	0.0	0.7	0.0
24	1.4	0.7	0.7	2.8	0.7	2.8	2.1	2.1	4.2	11.2	18.9	21.0	23.1	7.7	0.7	0.0	0.0
25	0.7	3.5	4.2	1.4	4.9	9.1	4.2	4.9	5.6	6.3	8.4	9.8	7.7	19.6	7.7	2.1	0.0
26	2.1	3.5	2.1	2.8	0.7	4.2	3.5	4.2	8.4	12.6	9.8	13.3	6.3	9.8	10.5	6.3	0.0
27	1.4	0.0	3.5	2.1	1.4	1.4	4.2	4.9	4.2	6.3	7.0	12.6	16.1	15.4	7.7	11.9	0.0
28	10.5	2.8	3.5	0.7	1.4	2.8	2.1	5.6	3.5	4.2	5.6	11.9	4.2	3.5	11.2	26.6	0.0
29	0.0	0.7	2.1	1.4	2.1	4.2	0.7	2.8	7.7	9.8	11.9	17.5	13.3	12.6	5.6	7.0	0.7
30	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	0.7	9.1	21.7	24.5	39.2	0.7	0.0	0.0
31	0.0	0.0	2.8	2.1	1.4	2.1	0.7	4.2	4.9	7.7	16.8	51.7	4.9	0.7	0.0	0.0	0.0
월 Month	0.8	1.2	2.1	1.7	2.1	3.2	2.7	3.0	4.7	5.4	9.5	25.4	16.9	12.8	5.0	3.2	0.6

KOPRI 극지연구소

- 49 -

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2024년 6월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
기압 Air Press. (hPa)	기압평균 Ave. Station	979.8	988.9	986.2	968.8	969.4	975.6	965.3	969.3	960.7	968.6	984.8	1000.1	988.6	979.4	978.4	980.1
		977.0	988.2	991.3	985.5	966.7	980.4	982.1	982.9	976.1	973.2	987.4	974.1	979.9	995.1	998.1	
	최고 Highest	984.1	990.9	990.2	979.0	978.6	980.9	969.8	971.2	968.8	976.8	997.1	1003.1	994.9	983.1	980.3	1003.1
		980.9	992.5	993.0	993.1	972.4	985.4	985.3	986.1	980.5	986.6	991.1	983.8	989.7	1000.3	1000.6	12일
	나타난 시간 Time	2348	1329	0406	0006	2356	0227	0015	1145	0008	2359	2359	0946	0007	0142	0519	0946
		2033	1943	2349	0014	0000	1618	2359	0454	0209	2354	0654	0000	2352	2354	0454	
	최저 Lowest	977.2	984.1	979.0	961.9	962.3	969.5	962.9	965.5	954.0	955.1	976.6	994.8	983.0	976.7	976.3	954.0
		974.3	980.1	989.5	972.4	964.4	969.4	979.5	979.5	968.6	964.7	983.7	969.3	971.4	989.5	995.3	9일
	나타난 시간 Time	0025	0005	2359	2054	0008	2358	1813	0000	2147	0000	0246	2352	1909	1758	2218	2147
		0717	0020	0605	2350	1845	0036	0955	1958	2352	0510	2345	1821	0038	0001	2359	
기온 Air Temp. (℃)	기온평균 Ave. Station	-11.2	-13.9	-22.4	-25.4	-25.5	-20.5	-18.2	-19.1	-16.8	-18.6	-20.9	-18.8	-16.1	-21.4	-24.1	-22.4
		-22.4	-20.5	-27.6	-29.0	-27.3	-24.3	-26.8	-32.5	-28.4	-20.3	-25.1	-28.6	-25.0	-22.5	-18.7	
	평균최고 Avg. Maximum																-11.2
	평균최저 Avg. Minimum																-32.5
	최고 Highest	-8.0	-12.7	-16.5	-22.7	-22.1	-17.7	-15.8	-14.1	-12.9	-16.3	-15.5	-15.2	-12.4	-16.7	-20.4	-8.0
		-15.5	-14.5	-24.3	-26.6	-23.7	-21.4	-22.9	-28.9	-21.4	-15.7	-22.0	-25.3	-19.2	-19.1	-14.1	1일
	나타난 시간 Time	0259	0204	0000	2237	0316	2147	1408	2151	1054	2329	0208	2357	1952	0342	1645	0259
		2349	0403	0152	2245	1235	1020	0600	0002	2359	1608	2008	1158	2220	1845	1609	
	최저 Lowest	-14.1	-17.2	-27.9	-28.2	-30.3	-24.1	-21.3	-22.7	-22.2	-21.3	-24.6	-24.1	-20.9	-26.0	-27.4	-35.1
		-25.2	-26.8	-31.6	-32.2	-31.1	-28.1	-31.1	-35.1	-34.9	-25.6	-29.1	-32.2	-30.6	-25.3	-24.6	23일
	나타난 시간 Time	1910	2353	2247	0907	1247	0005	0218	0437	2312	0004	2308	0159	2351	1841	1030	2332
		1101	2330	2354	0704	0647	0510	2357	2332	0017	2317	0931	2251	0518	1551	0111	
평균이슬점온도(℃) Average Dewpoint Temperature		-14.5	-20.7	-26.9	-28.0	-29.6	-28.4	-26.4	-25.0	-25.9	-24.4	-29.0	-23.7	-20.9	-28.1	-30.7	
		-32.2	-29.6	-35.2	-35.0	-33.3	-31.1	-32.2	-37.6	-37.7	-28.3	-29.6	-32.9	-31.3	-29.8	-27.6	

KOPRI 극지연구소

- 50 -

2024년 6월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
강수량(mm)		0.6	0.0	-	0.1	0.0	-	-	0.1	0.0	0.8	-	3.4	0.8	0.0	0.8	6.6
Total Precipitation		-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
상	평 균 Average	77	56	67	79	69	50	49	60	46	61	49	67	67	55	55	57
대		41	44	49	57	58	54	61	60	41	49	66	67	56	52	46	
습	최 소 Lowest	52	43	55	68	51	32	37	42	27	36	32	34	36	39	38	27
도		31	32	33	41	42	32	38	52	27	30	53	42	35	33	33	9일
(%)	나타난 시간 Time	2223	2035	1400	0000	1606	1138	1841	0022	1054	0809	0210	0108	1954	0609	2239	1054
R.H.		1912	2225	1003	1829	1238	0737	0228	1119	1646	1011	0012	1259	1957	1845	0646	
	평 균 Average	4.3	6.7	1.0	1.1	6.9	10.7	8.4	10.1	5.3	8.6	1.7	1.0	5.1	1.1	5.4	4.0
바		4.0	4.6	0.9	1.3	1.4	3.1	1.1	1.5	5.0	12.2	1.4	1.4	2.3	2.0	1.1	
	순 간 최 대 Greatest Gust	18.8	14.8	7.3	4.8	24.7	19.2	18.5	18.3	16.3	18.6	12.0	10.4	19.4	9.7	23.0	27.6
람		20.5	19.2	13.5	6.7	7.0	12.8	5.8	11.4	21.4	27.6	8.4	14.0	23.1	13.2	6.6	25일
	풍 향 Direction	W	WSW	SW	SW	WSW	WSW	WSW	WSW	WNW	WSW	WNW	WSW	W	SW	W	WNW
(m/s)		W	WSW	WSW	W	N	WSW	SW	WSW	W	WNW	SSW	W	WNW	WSW	SW	
Wind	나타난 시간 Time	0108	0845	0241	0945	2208	0004	0935	0510	0903	1216	0226	2359	0724	0833	0554	1447
		2218	1032	1025	0948	1049	0929	0245	2358	2324	1447	0353	1158	0026	0101	2354	
구름(1/8)		8.0	6.4	0.5	5.9	5.3	5.8	4.8	8.0	2.0	6.6	0.0	8.0	5.0	2.3	0.8	3.7
Average Amount of Cloud		2.9	3.4	0.3	1.3	0.0	4.8	1.8	1.5	4.8	4.5	5.0	3.8	4.4	0.3	4.0	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																
	끝 난 시 간 End Time																
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																

2024년 6월

일 Date / 요소 Element		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월 Month
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	-31
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-42	
일평균 수평시정(km)/월최소		2.8	7.3	20.0	8.8	13.5	18.8	17.5	10.0	20.0	9.8	20.0	6.8	9.0	17.5	17.5	2.8
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		20.0	19.1	20.0	20.0	20.0	16.3	20.0	20.0	17.5	13.8	17.5	16.3	18.1	20.0	17.5	1일
눈	적 설 최 심	20.0	20.0	20.0	20.3	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	22.5	19.5	19.5	19.5	22.5
	Max. Depth. Snow Cover	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	12일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	2.5	-	-	-	2.8
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Snow 최 심 Max. Depth																2.5
	Fall 나타난 날 Date																12일
기상 현상 Meteo. Pheno-mena	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)			y						y		y				y	10
				y	y	y		y	y						y		
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)														y		5
		y	y										y			y	
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)				y	y	y	y						y			10
							y			y	y	y		y			
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y						y		y		y				5
	눈 Snow	y	y		y	y			y	y	y		y	y	y	y	16
							y					y	y	y	y		
	비 Rain																0
	진 눈 깨 비 Sleet																0
	안 개 Fog																0
	박 무 Mist																0
해상 상태 Sea State	유 빙 Drift Ice(F:Frozen) (JC=0, GC=1, JC.GC=2)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
	거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	
		-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2024년 6월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	3.9	3.4	2.3	4.6	0.6	2.1	3.4	1.1	2.9	6.0	7.6	14.6	14.0	3.4	2.2	3.0
2				1.6	0.9	1.5		0.5		2.3	8.4	10.7	8.2	4.5		
3	4.2	3.9	3.1	1.8	2.0	3.4	3.1	2.4	4.2	3.2	6.2	3.4	2.7	2.3	4.3	3.8
4	2.1	3.1	2.2	1.9	3.2	2.0	3.3	1.8	2.7	2.6	3.9	3.5	3.2	2.7	4.0	3.5
5		3.0	2.1	2.3	2.1	2.6	2.1	2.9	2.8	3.0	2.6	17.4	17.9	5.4	3.3	3.0
6											2.3	14.9	13.3	6.5		
7		2.3	1.4	3.2	1.0	1.2	1.4	2.3	2.2	3.1	1.9	13.2	14.5	11.6	1.3	
8											6.8	14.9	13.2	8.2	2.8	
9	4.4	2.3	2.7	2.1	3.1	3.3	1.7	2.1	1.9	1.8	7.4	11.8	12.0	12.4	4.4	4.0
10	3.3										8.6	13.8	13.6	7.2	5.4	5.1
11	3.2	3.3	1.8	1.9	3.2	2.7	2.0	2.1	2.9	4.3	3.8	8.1	6.8	8.8	2.7	2.9
12	1.6	2.3	2.4	1.0	2.2	3.0	1.5	1.7	2.0	1.5	2.8	7.6	2.3	2.5	2.6	1.1
13		3.9	2.4		1.5	4.6	3.3		7.3	8.3	9.5	11.8	12.4	12.7	6.7	
14		1.8	2.8	3.8	3.5	2.5	2.4	2.4	2.1	4.8	7.9	5.0	6.4	4.4	3.8	3.3
15	3.4	3.5		1.8	2.7	2.0	1.8	4.8	5.1	3.1	2.0	11.4	15.5	17.2	6.0	2.9
16		1.7	2.0	2.8	1.7	2.8	1.6	3.2	2.8	3.2	6.7	14.1	16.4	7.5	5.2	1.3
17		2.3	3.2	2.0	2.7	2.7	2.6	1.7	4.9	2.8	13.1	14.2	13.9	7.6	3.5	3.2
18		2.6	1.9	2.3	2.5	2.4	3.4	1.9	2.9	2.9	7.2	9.4	8.7	3.3	3.4	1.8
19	3.1	3.2	2.7	3.8	2.3	3.6	1.8	2.2	2.5	2.7	3.5	3.6	4.2	3.9	4.2	4.3
20		4.5	5.4	2.3	2.4		5.5	4.5	5.2	2.4	3.4	4.7	3.2	2.8	4.2	5.5
21	4.9	2.7	3.4	1.9	2.1	5.0	4.7	1.9	3.5	1.7	8.1	10.1	9.2	4.5	4.4	3.5
22	4.5	3.6		3.1	2.1	1.3	3.3	3.4	2.4	2.7	4.9	3.9	3.0	2.0	3.1	3.8
23	2.6	2.7	1.6	1.9	2.3	3.0	3.5	1.9	2.7	2.3	2.5	3.3	3.7	3.0	3.4	3.5
24		3.0	3.9	2.8	3.6	1.6	5.0	4.1	5.3	2.9	7.9	14.4	16.3	10.6	4.7	3.0
25		5.3	1.4	3.0			4.9		5.0	7.2	4.9	16.8	19.5	20.7	8.8	5.6
26	4.2	3.9	4.1	3.7	3.6	4.0	4.0	4.4	6.3	2.1	4.2	4.3	5.9	5.6	5.3	4.2
27		2.3	2.3	4.6	4.1	5.1	2.1	4.2	3.8	6.1	6.9	4.6	8.5	3.9	4.8	4.2
28				2.7	4.8	3.6	3.6	5.5	6.0	5.4	5.4	12.3	12.6	11.2	16.2	4.6
29	3.6		2.3	3.7	3.6	2.6	2.3	3.1	3.3	1.4	2.7	9.8	10.7	5.5	2.4	2.3
30	1.4	3.1	2.1	3.3	2.7	1.9	2.7	3.5	2.5	2.5	3.5	3.4	2.7	3.7	4.0	4.0
월 Month	4.9	5.3	5.4	4.6	4.8	5.1	5.5	5.5	7.3	8.3	13.1	17.4	19.5	20.7	16.2	5.6

KOPRI 극지연구소

- 53 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2024년 6월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	2.8	4.9	4.9	2.1	1.4	0.7	1.4	0.7	4.9	5.6	15.4	44.1	4.9	3.5	0.7	1.4	0.7
2	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	1.4	0.0	0.7	0.0	0.7	10.5	71.3	12.6	1.4	0.0	0.0	0.0
3	5.6	2.1	2.1	2.1	2.1	2.8	3.5	4.2	9.1	6.3	21.0	18.2	8.4	4.2	3.5	4.9	0.0
4	0.7	2.1	3.5	1.4	2.1	2.1	3.5	3.5	8.4	11.2	7.7	16.8	8.4	7.7	11.2	9.8	0.0
5	0.0	0.7	2.1	2.8	1.4	4.2	2.8	2.8	2.8	5.6	4.2	37.1	22.4	2.8	4.2	4.2	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	21.7	76.9	0.7	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.7	2.8	2.8	0.7	0.7	2.1	2.8	1.4	2.8	0.7	31.5	34.3	16.1	0.7	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	69.9	23.8	3.5	0.7	0.0	0.0
9	0.7	0.7	1.4	2.1	3.5	2.8	1.4	1.4	2.1	0.7	4.9	19.6	29.4	20.3	4.2	3.5	1.4
10	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	55.2	20.3	8.4	9.8	4.9	0.0
11	0.7	2.1	0.7	2.8	4.2	4.2	2.8	2.1	7.0	7.0	7.7	18.9	13.3	14.7	6.3	4.9	0.7
12	2.1	2.8	1.4	0.7	2.8	4.2	2.8	3.5	3.5	7.0	14.0	25.9	11.2	7.0	5.6	1.4	4.2
13	0.0	2.1	0.7	0.0	0.7	2.1	2.8	0.0	3.5	18.2	12.6	31.5	7.7	15.4	2.8	0.0	0.0
14	0.0	1.4	2.8	4.2	3.5	7.7	4.9	2.8	4.9	7.7	17.5	12.6	9.8	9.1	7.7	3.5	0.0
15	1.4	2.8	0.0	2.1	3.5	2.1	1.4	2.1	4.9	3.5	1.4	21.7	25.9	18.9	5.6	2.8	0.0
16	0.0	0.7	1.4	2.1	1.4	2.8	1.4	1.4	4.9	2.8	7.7	32.9	19.6	14.0	6.3	0.7	0.0
17	0.0	0.7	3.5	2.8	4.2	7.0	7.0	1.4	7.0	4.2	3.5	36.4	11.2	6.3	2.8	2.1	0.0
18	0.0	3.5	0.7	4.2	3.5	4.9	4.2	5.6	7.0	4.9	18.2	14.0	14.0	7.0	7.0	1.4	0.0
19	0.7	1.4	0.7	0.7	0.7	2.8	2.1	2.8	4.9	6.3	11.9	20.3	16.1	15.4	6.3	7.0	0.0
20	0.0	1.4	2.8	0.7	1.4	0.0	2.8	4.9	4.9	6.3	7.0	30.1	16.8	5.6	9.1	6.3	0.0
21	1.4	2.1	1.4	2.8	1.4	3.5	2.1	2.8	4.9	3.5	9.1	38.5	9.1	7.7	7.0	2.8	0.0
22	1.4	1.4	0.0	2.8	3.5	2.1	4.9	2.1	5.6	6.3	17.5	19.6	6.3	7.7	11.9	7.0	0.0
23	2.1	1.4	3.5	0.7	1.4	2.1	5.6	4.2	4.2	2.1	4.9	8.4	18.9	11.2	14.7	14.0	0.7
24	0.0	1.4	5.6	1.4	1.4	2.8	5.6	5.6	6.3	7.0	3.5	17.5	33.6	5.6	2.1	0.7	0.0
25	0.0	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	3.5	0.0	3.5	0.7	1.4	9.1	25.2	49.7	2.1	2.8	0.0
26	3.5	2.1	3.5	2.1	3.5	2.8	3.5	9.1	7.7	4.9	16.1	11.2	18.2	4.2	4.2	3.5	0.0
27	0.0	0.7	3.5	2.1	3.5	4.9	1.4	7.7	7.0	6.3	11.2	21.0	7.7	7.7	8.4	7.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	1.4	4.9	5.6	4.9	6.3	9.1	9.8	8.4	13.3	19.6	2.8	7.7	6.3	0.0
29	0.7	0.0	2.1	3.5	2.1	4.2	3.5	6.3	7.7	4.2	6.3	16.1	23.8	14.0	1.4	2.8	1.4
30	0.7	2.8	2.8	5.6	2.1	4.9	5.6	4.2	4.2	8.4	15.4	8.4	10.5	7.7	8.4	7.7	0.7
월 Month	0.8	1.4	1.8	1.9	2.1	2.8	2.9	3.0	4.7	5.1	8.8	26.4	18.6	10.0	5.4	3.8	0.3

KOPRI 극지연구소

- 54 -

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2024년 7월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
	기 압 평 균 Ave. Station	993.8	991.6	979.5	968.7	984.5	986.7	982.3	978.7	991.8	1004.5	992.2	985.9	979.7	976.1	987.8		992.5
기		990.2	982.0	986.6	991.3	1002.5	1009.4	1016.8	1011.4	1002.6	999.6	1002.9	996.8	995.9	1006.8	999.1	990.4	
	최 고 Highest	995.8	995.4	986.1	973.1	989.9	990.0	985.4	982.3	1004.1	1008.5	1000.2	988.6	984.0	977.6	996.7		1021.5
압		995.7	984.2	991.3	994.2	1007.6	1011.0	1021.5	1018.7	1008.1	1005.3	1005.5	997.7	1001.2	1008.7	1008.1	992.4	22일
	나타난 시간 Time	1905	0008	0002	2359	2128	0210	0113	2358	2359	0716	0210	0937	0726	2246	2252		1859
(hPa)		0350	2356	2359	2358	2330	2359	1859	0000	0001	2257	0101	2331	2359	1455	0000	2117	
	최 저 Lowest	991.8	986.1	972.4	966.5	973.0	984.0	978.3	976.9	982.2	999.7	985.2	980.8	975.6	974.5	977.2		966.5
Air		983.0	979.1	983.4	989.9	994.2	1007.3	1010.9	1007.9	996.2	993.3	997.0	996.0	993.2	1001.3	989.4	988.5	4일
Press.	나타난 시간 Time	0821	2343	2359	0925	0003	1805	2359	0427	0013	2357	2351	2344	1743	1905	0003		0925
		2358	0946	0057	1554	0003	0004	0023	2355	2359	0241	2359	1530	1316	0000	2359	0437	
	기 온 평 균 Ave. Station	-15.8	-25.3	-27.7	-26.9	-19.6	-26.0	-27.5	-20.8	-26.2	-25.9	-19.3	-11.8	-17.3	-13.3	-21.0		-21.7
		-17.2	-16.9	-17.1	-19.6	-22.2	-20.8	-21.4	-22.7	-21.7	-19.7	-23.9	-25.9	-26.1	-25.1	-22.8	-23.9	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																	-11.8
	평 균 최 저 Avg. Minimum																	-27.7
온	최 고 Highest	-12.2	-19.2	-24.3	-15.7	-15.8	-21.4	-19.8	-15.0	-21.7	-22.2	-11.3	-8.7	-10.8	-6.3	-14.3		-6.3
		-14.0	-13.2	-13.5	-16.0	-19.1	-18.5	-17.9	-16.5	-16.9	-14.9	-19.4	-21.8	-23.7	-18.5	-19.3	-17.2	14일
(℃)	나타난 시간 Time	1044	0052	0148	2228	0024	0233	2203	1016	0101	0736	2336	1511	1744	1834	0043		1834
		2317	1307	2249	0001	0008	2129	0129	2142	0314	1014	0237	0427	0410	2201	0919	0531	
Air	최 저 Lowest	-20.4	-29.0	-31.3	-31.8	-22.4	-30.6	-32.9	-25.5	-31.6	-31.7	-26.2	-20.3	-26.0	-18.6	-24.1		-32.9
Temp.		-22.7	-22.8	-20.7	-22.1	-25.7	-23.8	-25.7	-27.4	-24.9	-25.1	-27.3	-28.3	-28.0	-29.4	-26.3	-29.6	7일
	나타난 시간 Time	2248	1546	2356	0434	2354	2355	0831	2329	2258	0015	0146	0023	1411	1101	1645		0831
		1959	1433	1729	2259	0941	1728	2245	1801	1530	2253	2127	2006	1213	0129	2235	2116	
평균이슬점온도(℃)		-24.7	-29.4	-32.4	-35.5	-23.7	-32.3	-37.1	-29.4	-31.8	-32.8	-27.5	-22.0	-26.2	-23.6	-28.3		
Average Dewpoint Temperature		-28.5	-29.2	-28.0	-24.7	-26.5	-26.2	-25.6	-27.7	-30.2	-30.1	-32.8	-32.1	-35.0	-34.5	-31.2	-32.5	

KOPRI 극지연구소

- 55 -

2023년 7월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		-	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-		1.3
Total Precipitation		-	-	-	-	0.3	0.2	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
상	평 균 Average	47	69	64	45	70	55	40	48	60	53	49	44	47	42	53		51
대		38	34	38	65	69	62	70	65	47	40	44	57	43	41	47	46	
습	최 소 Lowest	35	45	51	28	57	43	27	25	48	29	32	21	21	22	28		17
도		19	17	25	47	41	48	48	32	32	28	26	32	30	29	32	25	17일
(%)	나타난 시간Time	2343	0000	1129	2111	2022	1737	1845	0359	0142	0738	2255	1551	0700	0053	2017		1308
R.H.		1453	1308	0010	0000	1134	2224	0940	2310	0316	1013	0237	2116	0142	2119	0922	0532	
	평 균 Average	6.2	1.3	0.9	1.1	5.2	2.4	2.9	3.6	1.5	1.7	1.8	12.1	6.1	7.2	9.2		3.4
바		8.9	7.3	7.2	1.0	1.0	1.0	0.9	1.7	1.1	2.5	1.5	2.0	1.1	1.3	1.2	1.5	
	순 간 최 대 Greatest Gust	18.6	6.7	8.1	13.0	17.9	15.4	16.4	17.2	10.0	19.2	23.6	27.6	28.4	27.2	34.3		34.3
람		24.4	23.4	20.3	4.4	9.1	5.3	4.0	11.7	5.5	13.5	11.1	10.4	9.6	16.9	13.2	21.7	15일
	풍 향 Direction	W	SW	W	W	W	W	WSW	WNW	NW	W	WNW	WNW	WNW	WNW	WSW		WSW
(m/s)		NW	WNW	WSW	N	W	SW	SSW	WSW	W	WSW	WSW	WSW	SW	WSW	WSW	WNW	
Wind	나타난 시간 Time	1614	0332	2233	2318	0318	0342	0302	0820	1529	0242	2350	1019	0337	1723	1318		1318
		0156	0819	0918	0959	1124	0218	1408	2246	0308	1656	0014	2109	0333	2124	0708	0442	
구름(1/8)		3.8	3.0	4.4	3.0	7.5	1.3	0.6	0.6	2.9	5.3	4.5	2.0	2.1	5.5	5.5		3.0
Average Amount of Cloud		6.8	1.8	4.8	1.5	6.8	2.5	5.0	4.0	0.3	0.0	1.6	3.5	1.3	0.5	1.0	0.0	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time															1234		
	끝 난 시 간 End Time															1502		
	계 속 시 간 Duration of Blizzard															0228		

2024년 7월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		0	0	3	3	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0		11
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
일평균 수평시정(km)/월최소		18.8	18.1	16.3	16.9	3.1	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	15.5		3.1
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		20.0	20.0	17.5	20.0	15.0	16.3	18.8	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	5일
눈	적 설 최 심	19.0	19.0	19.0	19.0	19.5	19.6	19.3	19.3	19.3	19.3	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0		19.8
	Max. Depth. Snow Cover	19.0	19.0	19.5	19.5	19.7	19.8	19.8	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	21일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	-	0.5	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0.9
		-	-	-	-	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Snow 최 심 Max. Depth																	0.5
	Fall 나타난 날 Date																	05일
기상현상	맑 음 Clear						y	y	y				y					13
	(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)		y		y					y	y	y		y	y	y	y	
	구 름 조 금 Partly Cloudy	y	y		y					y				y				8
	(2.1≤N≤4.0)						y		y				y					
	구 름 많 음 Mostly Cloudy			y							y	y			y	y		7
	(4.1≤N≤6.0)			y				y										
	흐 림 Cloudy					y												3
	(6.1≤N≤8.0)	y				y												
	눈 Snow		y	y	y	y	y	y										9
						y	y	y										
	비 Rain																	0
Meteo. Pheno-mena	진 눈 깨 비 Sleet																	0
	안 개 Fog																	0
	박 무 Mist																	0
해상 상태 Sea State	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F		
	(JC=0, GC=1, JC.GC=2)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
	거칠기 Sea Sfc. Roughness	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-		
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2024년 7월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1			1.8	1.9	2.2	1.4	1.1	1.5	1.3	0.8	4.9	12.5	12.8	9.0	1.3	1.5
2	2.5		1.7			3.0	2.0	1.7	2.8	4.2	5.7	5.5	4.7	3.5	2.5	3.0
3		2.7	3.1	2.2	3.1	1.6	2.5	1.5	3.1	1.5	2.8	3.7	6.0	4.8	2.4	1.7
4	5.0	3.1	2.9	1.8	3.5	1.9	5.5	3.2	4.7	1.2	9.9	9.4	7.9	2.2	2.6	1.3
5	1.8	2.1	1.6			2.4		2.1	2.2	7.1	12.7	12.3	12.9	3.0	3.3	3.0
6	3.1	3.7	1.2	2.6	2.2	1.4	2.7	4.1	2.3	3.8	6.0	10.2	12.4	3.4	1.5	2.9
7		4.3	2.6	2.5	1.6	3.1	2.3	2.6	2.6	3.1	8.1	12.7	9.9	7.6	6.3	2.5
8			1.5	1.3	3.7	3.6	3.2	4.3	3.5	5.7	10.1	12.4	11.2	13.8		2.1
9	6.9	3.9	5.1	4.7	1.4	3.5	1.7	2.5	4.2	4.2	3.8	3.6	2.9	6.1	5.0	5.5
10	8.5	3.7	5.0	3.8	2.6	2.4	3.8	4.6	4.2	5.0	6.2	9.7	15.1	3.3	10.6	4.0
11			2.3	5.1	3.5	4.0	3.7	4.2	4.1	6.9	7.1	7.9	10.1	16.4	14.3	6.9
12	6.2				2.9	5.7	7.0	3.7	4.8	9.2	10.9	11.1	20.5	22.3	11.4	4.0
13	6.5	4.0	2.9	4.5	4.6	3.0	3.8	4.5	5.1	8.0	6.9	9.2	22.3	22.2	12.9	7.5
14					2.3		2.9	2.2	4.9	5.8	7.1	11.9	15.8	20.3	15.1	9.8
15		5.6	5.2	5.0	2.6	4.8	2.7	10.9	13.5	13.9	24.0	24.4	12.4	3.5		5.2
16			6.1	4.8	6.4	3.9	4.4	4.7	3.8	7.6	5.8	16.0	16.7	17.3	14.7	7.0
17	3.9	3.5	2.9	2.2	2.2	3.0	2.7	4.3	6.9	4.7	10.9	13.3	16.6	17.2	6.2	
18		2.2	2.9	3.8	3.5	2.6	2.7	3.0	3.9	5.2	13.4	16.4	15.9	13.2	5.4	
19		2.1	1.9	0.9	1.8	2.3	1.1	1.3	1.8	1.3	2.1	3.3	3.2	1.5	2.4	
20	2.2	3.2	2.0	1.5	1.2	1.8		1.8	2.9	2.4	1.4	7.6	6.2	2.5	2.3	2.7
21	3.7	2.1	1.5	4.3	2.5	2.8		1.9	2.7	2.4	4.3	4.0	2.6	3.3	3.5	2.4
22	2.4	1.8	1.9	1.7	1.9	2.0	1.4	1.0	1.4	2.9	2.8	2.6	2.6	2.3	2.3	2.9
23	5.7	6.0	5.4	4.3	2.9	4.7	3.4	1.1	4.8	4.7	4.6	9.3	8.0	4.0	4.5	4.4
24	1.6	3.0	2.9	1.7	1.9	2.0	1.5	0.7	3.0	1.6	3.4	3.9	3.3	3.1	3.3	2.6
25		2.7	3.6	5.5	2.8	4.4	5.3	1.6	3.9	5.8	8.6	9.2	8.8	7.3	6.4	3.3
26			1.3		0.5	0.7	0.9	2.5	1.7	3.8	5.8	7.2	5.2	4.5	3.6	2.9
27	6.0	4.6	3.1	0.7	2.3	5.3	4.6		5.1	2.8	5.1	6.5	4.4	5.3	5.6	5.3
28	2.1	2.9	3.2	0.8	2.7	1.5	2.7	2.0	2.4	1.8	3.7	3.4	4.8	3.5	2.8	3.4
29		3.3	2.0	1.6	3.0	3.0	3.4	3.2	4.3	2.8	7.8	12.3	5.0	3.8	5.6	2.7
30	5.0	4.7	3.0	3.7	2.8	3.0	3.7	4.6	5.6	5.6	4.7	7.7	3.2	2.8	4.2	4.9
31	4.6	4.0	5.8	4.8	3.1	2.8	2.9	3.1	2.9	3.5	6.8	7.9	11.3	3.4	4.1	2.6
월 Month	8.5	6.0	6.1	5.5	6.4	5.7	7.0	10.9	13.5	13.9	24.0	24.4	22.3	22.3	15.1	9.8

KOPRI 극지연구소

- 58 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2024년 7월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.0	0.0	1.4	1.4	1.4	0.7	0.7	0.7	0.7	2.1	6.3	44.8	30.1	7.0	2.1	0.7	0.0
2	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	2.8	0.7	4.2	7.7	17.5	32.2	14.0	6.3	3.5	2.1	7.0	0.0
3	0.0	0.7	1.4	2.1	3.5	2.1	3.5	5.6	6.3	6.3	4.9	17.5	21.7	14.7	7.7	2.1	0.0
4	2.8	3.5	3.5	2.8	4.2	4.2	7.0	5.6	3.5	4.2	14.7	12.6	18.2	7.0	2.8	2.8	0.7
5	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	2.8	0.0	2.1	4.9	11.9	21.7	35.0	10.5	4.2	3.5	1.4	0.0
6	0.7	2.8	2.8	4.9	2.1	3.5	2.8	2.1	2.8	4.9	16.1	14.0	25.9	10.5	2.1	2.1	0.0
7	0.0	2.1	0.7	4.2	1.4	5.6	3.5	4.2	6.3	7.0	3.5	24.5	21.7	9.8	2.8	2.8	0.0
8	0.0	0.0	0.7	0.7	2.8	2.1	2.1	3.5	7.0	5.6	18.9	32.9	18.2	4.9	0.0	0.7	0.0
9	2.1	1.4	0.7	2.1	1.4	3.5	3.5	2.8	7.0	4.2	8.4	18.2	9.1	9.8	13.3	12.6	0.0
10	0.7	1.4	4.9	2.8	2.1	2.1	4.2	5.6	7.7	6.3	10.5	22.4	16.1	8.4	2.8	2.1	0.0
11	0.0	0.0	0.7	4.9	2.1	6.3	8.4	2.8	8.4	8.4	11.2	11.9	11.9	9.8	5.6	7.7	0.0
12	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	1.4	1.4	0.7	2.1	7.0	11.9	44.1	25.9	2.1	0.7	0.0
13	0.7	1.4	0.7	4.2	4.9	2.1	2.8	4.9	4.9	5.6	11.9	11.9	12.6	22.4	5.6	3.5	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	2.8	1.4	2.8	11.9	18.2	18.9	9.8	30.8	2.1	0.7	0.0
15	0.0	4.2	2.8	2.8	2.1	3.5	2.8	4.9	8.4	9.1	27.3	25.9	4.9	0.7	0.0	0.7	0.0
16	0.0	0.0	0.7	0.7	2.1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	4.2	13.3	26.6	37.8	5.6	2.1	0.0
17	0.7	0.7	1.4	1.4	2.1	1.4	2.8	2.1	2.1	2.8	11.2	30.1	30.8	8.4	2.1	0.0	0.0
18	0.0	1.4	1.4	2.1	2.1	3.5	1.4	1.4	3.5	1.4	4.2	23.8	33.6	17.5	2.8	0.0	0.0
19	0.0	3.5	3.5	0.7	1.4	3.5	1.4	3.5	4.9	5.6	9.1	20.3	33.6	4.9	4.2	0.0	0.0
20	0.7	6.3	4.2	2.8	2.1	2.1	0.0	4.9	9.1	6.3	7.0	21.7	15.4	9.1	3.5	2.8	2.1
21	4.2	2.1	0.7	3.5	2.1	3.5	0.0	2.8	3.5	8.4	11.2	24.5	14.0	9.8	4.2	4.2	1.4
22	0.7	1.4	3.5	2.1	2.1	2.1	2.1	1.4	1.4	10.6	5.6	23.2	15.5	9.2	7.7	9.9	1.4
23	4.2	8.4	12.6	7.0	3.5	2.8	2.8	3.5	3.5	2.8	10.5	16.8	7.7	4.2	4.2	5.6	0.0
24	0.7	0.7	1.4	2.1	2.8	1.4	1.4	2.8	3.5	2.1	11.2	26.6	21.0	11.9	5.6	3.5	1.4
25	0.0	1.4	1.4	2.8	0.7	1.4	5.6	2.8	4.9	6.3	16.8	29.4	10.5	9.8	3.5	2.8	0.0
26	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.7	2.1	1.4	4.2	2.1	8.4	21.0	20.3	23.8	8.4	4.2	2.1
27	10.5	2.1	1.4	0.7	1.4	2.1	2.1	0.0	3.5	2.1	3.5	12.6	16.1	14.7	9.1	18.2	0.0
28	1.4	1.4	0.7	0.7	2.1	0.7	2.8	3.5	4.2	3.5	11.2	23.8	17.5	9.8	10.5	6.3	0.0
29	0.0	2.8	2.8	0.7	4.9	6.3	4.2	8.4	10.5	7.0	9.8	12.6	13.3	9.8	5.6	1.4	0.0
30	2.1	4.2	2.1	3.5	4.2	3.5	2.1	4.2	6.3	9.8	14.0	21.7	9.8	7.7	2.1	2.8	0.0
31	2.8	3.5	4.2	6.3	4.9	2.8	4.2	3.5	7.7	8.4	11.9	14.0	10.5	4.9	7.0	3.5	0.0
월 Month	1.2	1.8	2.0	2.1	2.1	2.6	2.6	3.2	4.8	6.0	11.7	21.2	18.2	11.9	4.5	3.7	0.3

KOPRI 극지연구소

- 59 -

2024년 8월

요소 Element	일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월 Month
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
기압 Air Press. (hPa)	기압평균 Ave. Station	986.3	992.7	1002.6	1003.1	1002.6	994.2	1004.8	1007.1	1007.5	1008.0	1004.4	1003.0	1010.2	1009.4	994.5		995.1
		986.6	986.1	986.7	974.9	984.2	988.7	987.9	993.8	987.9	987.0	990.6	989.9	990.4	1001.2	996.7	986.3	
	최고 Highest	992.0	1005.4	1004.4	1004.3	1003.9	1001.7	1008.3	1009.4	1008.6	1009.3	1005.8	1006.1	1012.8	1013.2	1002.7		1013.2
		989.2	990.3	990.3	979.3	988.9	990.1	993.3	995.3	991.9	989.5	993.6	993.0	996.4	1003.0	1001.0	991.8	14일
	나타난 시간 Time	0048	2312	1722	2035	0005	0002	2009	2051	2329	1039	0014	2349	2325	0322	0000		0322
		1043	2355	0007	0000	2325	0417	2359	0814	0000	2350	1005	2237	2359	1113	0030	0000	
	최저 Lowest	979.4	978.8	1000.4	1001.7	1000.9	989.7	998.6	1005.3	1006.5	1005.7	1002.4	1001.1	1006.0	1002.7	983.7		972.3
		983.5	982.5	979.3	972.3	978.0	986.2	985.5	991.8	984.4	984.6	987.7	986.8	988.3	996.3	991.9	983.5	19일
	나타난 시간 Time	2205	0119	0707	0610	0942	1525	0001	0548	0838	2342	2359	0621	0019	2359	2129		1556
		0011	0358	2359	1556	0005	2337	0606	2122	2215	0000	2255	0424	1114	0005	2359	2359	
기온 Air Temp. (℃)	기온평균 Ave. Station	-15.6	-11.2	-10.3	-10.8	-14.3	-19.9	-16.6	-16.2	-16.7	-14.5	-11.8	-14.5	-17.8	-18.2	-17.4		-19.6
		-20.7	-17.1	-16.9	-21.7	-21.2	-22.0	-23.2	-23.7	-25.4	-27.3	-27.5	-21.0	-26.3	-31.3	-27.5	-27.5	
	평균최고 Avg. Maximum																	-10.3
	평균최저 Avg. Minimum																	-31.3
	최고 Highest	-10.2	-4.9	-6.6	-8.0	-9.4	-16.8	-11.4	-11.7	-13.6	-12.1	-10.0	-12.0	-15.6	-14.7	-11.5		-4.9
		-15.9	-10.2	-13.1	-18.5	-19.1	-18.1	-20.6	-21.7	-22.0	-23.3	-19.3	-15.2	-21.9	-28.0	-24.9	-23.7	2일
	나타난 시간 Time	1419	0251	0805	0224	0019	0020	1937	0025	1349	2356	0432	0655	1400	0735	1617		0251
		0224	2008	0502	0021	1523	0221	1423	0001	0022	0404	2159	0744	0134	0000	1651	0142	
	최저 Lowest	-25.8	-14.9	-12.4	-12.3	-19.4	-22.4	-23.2	-21.0	-20.7	-17.3	-14.4	-18.2	-20.8	-21.0	-22.5		-33.6
		-23.2	-22.3	-21.4	-24.7	-23.4	-25.3	-26.0	-25.7	-27.4	-30.1	-32.7	-27.6	-29.8	-33.6	-32.1	-30.7	29일
	나타난 시간 Time	0001	0603	0004	1134	2221	2049	0015	2154	0617	0319	2313	2336	0535	2336	1012		1818
		2254	0052	2330	1141	0032	1650	0949	1410	1415	1402	1118	2145	1459	1818	0024	2138	
평균이슬점온도(℃) Average Dewpoint Temperature		-24.8	-18.7	-15.5	-14.5	-20.2	-25.4	-26.3	-25.6	-25.5	-22.4	-16.7	-19.8	-24.3	-25.7	-24.3		
		-30.6	-29.4	-26.6	-26.4	-30.7	-28.2	-26.2	-28.9	-31.2	-33.9	-38.3	-29.9	-31.8	-40.0	-38.6	-33.7	

KOPRI 극지연구소

- 60 -

2024년 8월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		-	1.4	0.5	0.9	-	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-		2.8
Total Precipitation		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
상	평 균 Average	46	58	66	75	62	62	43	45	47	52	67	64	57	52	55		54
대		42	34	43	67	43	58	77	63	59	55	35	46	61	42	34	57	
습	최 소 Lowest	28	28	34	59	41	36	31	29	34	37	44	53	46	40	38		24
도		26	26	30	31	31	46	65	44	42	32	25	24	34	29	26	34	27일
(%)	나타난 시간 Time	0935	0924	0806	0224	0953	2352	0951	0707	0234	2038	0012	1157	1815	0736	1145		0411
R.H.		1740	0727	0539	2240	0114	1055	0041	2006	1310	2134	1616	0411	2310	2238	1405	0144	
	평 균 Average	12.3	11.4	12.1	11.0	1.1	1.6	2.6	2.1	1.2	7.2	6.9	1.0	2.5	1.4	9.8		4.6
바		11.7	10.8	3.5	1.8	7.2	1.0	1.0	1.0	1.4	2.7	4.0	1.9	1.9	2.2	3.8	1.7	
	순 간 최 대 Greatest Gust	31.2	27.6	21.7	20.8	10.1	9.2	15.5	19.5	9.9	14.6	15.5	5.6	12.7	10.1	32.2		32.2
람		30.6	21.9	17.7	17.8	17.8	5.9	5.5	8.3	5.3	17.4	14.8	17.2	12.9	12.9	14.5	6.3	15일
	풍 향 Direction	WNW	WNW	W	W	WSW	SW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	N	WSW	SW	WNW		WNW
(m/s)		WNW	W	W	WSW	WSW	WSW	SW	WSW	WSW	WSW	WNW	WSW	WSW	W	W	NW	
Wind	나타난 시간 Time	1933	0052	1927	0522	0948	2230	0143	1440	2114	1333	0405	1500	1026	0148	2344		2344
		0003	2050	0732	2350	0037	1904	0410	1126	0027	1832	2106	0645	2335	0005	0603	2335	
구름(1/8)		2.3	8.0	6.3	8.0	2.5	0.8	3.6	0.6	2.1	6.8	7.8	6.1	2.8	2.8	1.0		3.4
Average Amount of Cloud		0.0	3.0	0.3	4.4	6.4	1.3	4.6	7.3	1.0	2.8	1.9	1.9	1.3	2.1	6.8	0.6	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time				1130											0001		
	끝 난 시 간 End Time				1215											1547		
	계 속 시 간 Duration of Blizzard	0130			0045											0000		

2024년 8월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		0	2	2	8	3	2	19	14	41	63	102	118	106	138	203		12191
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		194	238	247	326	335	375	447	555	492	682	862	1053	1190	1283	1389	1702	
일평균 수평시정(km)/월최소		20.0	10.5	2.8	3.5	20.0	20.0	20.0	20.0	17.3	7.3	6.5	20.0	20.0	20.0	8.9		2.8
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		20.0	17.5	20.0	12.5	17.8	20.0	13.6	11.0	20.0	16.3	20.0	20.0	20.0	20.0	18.5	20.0	3일
눈	적 설 최 심	19.3	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5		19.3
	Max. Depth. Snow Cover	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	1일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		0.0
		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date																	0.0
기 상 현 상 Meteo. Pheno -mena	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y		y			y	y	y			y	y	y		y	y	11
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y	y			y		y	y		y			y	y			9
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)				y			y							y			2
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)		y	y	y	y			y		y	y	y			y		9
	눈 Snow				y						y	y						3
	비 Rain																	0
	진 눈 깨 비 Sleet																	0
	안 개 Fog																	0
	박 무 Mist																	0
해상 상태 Sea State	유 빙 Drift Ice(F:Frozen) (JC=0, GC=1, JC.GC=2)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F		
		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
	거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-		
		-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2024년 8월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1			2.4	2.9	4.8	4.9	6.1	2.2	5.4	3.8	7.4	20.2	23.4	24.3		
2			5.8						9.3	13.6	13.4	16.0	17.2	21.7		
3											13.1	15.6	15.9			
4											9.6	14.2	10.1			
5	1.9	2.2	2.9	2.2	3.3	2.2	2.6	2.8	1.8	4.0	5.8	8.6	2.3	2.5	2.3	2.0
6	3.6	2.5	4.6	2.6			2.5	1.3	4.6	5.5	7.0	6.2	3.0	4.0	3.9	3.3
7		3.3	5.0	5.8	3.2	2.8	2.1	5.7	4.5	6.5	9.2	12.2	11.4	8.9	3.8	5.3
8		2.9	3.1	2.2	2.4	3.5	2.4	3.0	2.8	2.9	6.7	16.8	11.9	3.9	3.0	3.1
9		2.1	2.4	2.6	2.6	2.5	2.6	2.9	3.2	2.7	6.9	7.7	4.1	4.0	3.1	2.9
10					1.5		1.0		1.8	6.7	9.0	11.7	11.8	1.0	1.9	
11			1.8			2.0	0.9				7.4	12.1	12.4	1.8	1.3	1.5
12	4.5	2.5	2.2	3.1	3.0	4.3	1.9	2.8	2.7	1.6	4.0	2.2	2.5	4.4	3.1	3.9
13			1.7	2.4	2.2	2.0	1.9	0.7	1.6	2.9	7.7	10.0	4.6	4.5	1.6	1.9
14	3.3	1.3	2.8	3.8	2.3	2.8	2.4	2.4	2.1	6.5	7.4	6.0	3.0	1.0	3.9	2.2
15			2.9	1.1	2.6	3.9	2.3	1.6	4.5	3.4	3.7	9.1	22.7	24.2	9.2	4.0
16			1.8							3.3	14.3	17.0	25.5	22.9	14.4	
17				2.7	1.0	1.4	2.8	2.0	3.7	1.3		17.1	17.2	4.1		
18		3.0	3.9	3.4	5.0	1.7	1.5	2.5	3.2	5.8	11.9	13.8	13.4	2.7	4.1	2.6
19	1.0	2.1	2.1	1.9		1.8	1.1	1.9	2.1	2.0	10.5	13.2	5.3	1.2	1.7	2.6
20			2.2	1.3	2.2	1.9	1.0	0.9	2.1	0.8	7.4	13.4	11.9	1.1	1.3	
21		2.6	1.5	1.3	2.2	1.8	1.6	3.2	1.7	3.0	3.7	4.9	3.4	2.8	3.0	
22	3.0	2.5	1.8	1.3	0.9	2.0	1.0	1.7	3.0	3.1	4.2	4.6	2.3	2.6	2.7	2.4
23	2.9	2.4	2.2	2.0	2.4	1.9	1.1	1.3	2.5	2.8	2.4	6.2	3.9	5.0	2.8	2.2
24			0.8	0.9	0.7	1.2	0.9	0.7	0.8	1.4	3.1	4.0	3.1	3.0	2.2	1.7
25	3.0	2.9	4.3	4.1	3.0	3.4	2.7	3.9	4.0	7.5	6.6	13.0	12.1	10.5	3.8	5.0
26			3.8	3.9	2.9	4.2	2.7	3.6	2.4	2.5	7.3	9.8	12.3	12.0	3.4	4.1
27	5.9	3.5	5.5	3.0	4.2	3.8	4.5	2.7	3.9	2.8	4.3	10.5	9.1	5.8	5.7	4.4
28	7.2	6.6	5.7	2.0	1.3	2.2	1.2	6.3	6.1	1.2	4.2	10.2	8.5	5.0	4.3	7.6
29	3.1	2.4	3.2	2.2	2.3	2.5	1.3	1.7	2.6	2.8	8.8	10.3	9.1	6.1	7.9	5.7
30		2.9	2.6	3.3	3.8	3.7	3.9	2.6	4.2	4.2	6.6	11.0	11.6	3.6		
31		2.0			1.5	1.3	1.4	2.4	2.1	1.5	4.5	4.0	3.3	3.3	5.2	3.9
월 Month	7.2	6.6	5.8	5.8	5.0	4.9	6.1	6.3	9.3	13.6	14.3	20.2	25.5	24.3	14.4	7.6

KOPRI 극지연구소

- 63 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2024년 8월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.0	0.0	0.7	0.7	2.8	3.5	3.5	2.1	2.8	1.4	4.2	6.3	42.7	29.4	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.3	20.3	38.5	16.1	16.1	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	83.2	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	92.3	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.7	2.1	2.1	6.3	7.0	3.5	4.2	5.6	2.8	5.6	14.7	23.1	10.5	5.6	4.9	1.4	0.0
6	1.4	1.4	0.7	0.7	0.0	0.0	4.2	3.5	2.8	2.8	14.7	24.5	16.8	11.2	10.5	4.9	0.0
7	0.0	0.7	2.8	2.8	9.8	8.4	4.2	11.2	5.6	2.8	9.1	23.8	9.1	2.1	5.6	2.1	0.0
8	0.0	2.8	3.5	3.5	5.6	7.0	4.2	3.5	4.2	6.3	7.7	20.3	16.8	9.1	2.8	2.8	0.0
9	0.0	2.1	4.2	3.5	4.9	4.9	4.9	4.9	4.2	7.0	7.7	10.5	12.6	15.4	8.4	4.9	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	2.1	2.8	14.0	69.9	6.3	0.7	2.1	0.0	0.7
11	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	12.6	69.2	9.1	4.2	0.7	1.4	0.0
12	3.5	4.2	4.2	2.1	2.1	5.6	2.8	4.2	6.3	5.6	4.9	13.3	13.3	13.3	9.8	2.8	2.1
13	0.0	0.0	2.1	4.9	0.7	3.5	1.4	0.7	4.2	3.5	15.4	41.3	11.9	4.9	2.1	3.5	0.0
14	2.1	1.4	0.7	2.1	1.4	2.1	2.8	2.1	6.3	7.0	14.0	30.8	9.1	2.8	7.7	7.0	0.7
15	0.0	0.0	0.7	1.4	1.4	1.4	1.4	2.8	2.8	4.9	7.7	8.4	28.7	31.5	4.9	2.1	0.0
16	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.8	14.7	11.9	65.7	2.1	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	1.4	0.7	1.4	0.7	0.0	70.6	20.3	2.8	0.0	0.0	0.0
18	0.0	2.1	2.8	2.1	2.1	2.8	2.8	2.8	4.2	6.3	11.9	32.9	15.4	5.6	3.5	2.8	0.0
19	0.7	2.1	2.1	0.7	0.0	4.9	0.7	4.2	6.3	8.4	10.5	37.1	13.3	3.5	2.1	3.5	0.0
20	0.0	0.0	2.8	1.4	1.4	4.2	1.4	2.1	2.8	1.4	2.1	71.3	4.9	2.1	2.1	0.0	0.0
21	0.0	2.8	2.1	2.1	6.3	2.8	3.5	7.7	3.5	4.9	8.4	27.3	16.1	6.3	5.6	0.0	0.7
22	2.8	0.7	0.7	2.8	0.7	1.4	2.8	2.8	6.3	4.2	13.3	32.2	11.2	8.4	5.6	2.1	2.1
23	3.5	6.3	3.5	4.2	2.1	5.6	2.8	2.8	4.2	5.6	7.0	7.0	13.3	14.0	13.3	4.2	0.7
24	0.0	0.0	0.7	1.4	1.4	1.4	2.1	2.8	2.8	4.2	5.6	17.5	39.9	13.3	4.2	1.4	1.4
25	0.7	2.1	2.8	4.2	2.8	3.5	2.8	3.5	2.1	7.0	4.9	20.3	20.3	7.7	9.1	6.3	0.0
26	0.0	0.0	2.1	3.5	2.1	3.5	4.2	2.1	5.6	3.5	6.3	9.8	20.3	31.5	2.8	2.8	0.0
27	4.2	1.4	2.1	1.4	2.8	3.5	4.2	2.8	2.1	3.5	11.9	32.2	14.0	4.2	4.2	5.6	0.0
28	7.7	4.9	3.5	2.1	1.4	2.1	2.8	4.9	6.3	2.8	5.6	9.8	15.4	11.9	9.1	9.8	0.0
29	0.7	0.7	5.6	2.1	2.1	1.4	1.4	1.4	4.2	2.8	3.5	23.1	14.0	10.5	11.9	14.7	0.0
30	0.0	2.1	3.5	4.9	8.4	7.0	2.1	3.5	1.4	2.8	7.0	42.0	14.0	1.4	0.0	0.0	0.0
31	0.0	0.7	0.0	0.0	2.1	2.8	3.5	3.5	5.6	1.4	9.1	15.4	12.6	11.9	18.9	12.6	0.0
월 Month	0.9	1.3	2.0	2.1	2.4	2.9	2.3	2.8	3.3	3.8	8.6	33.4	15.4	11.2	4.5	2.9	0.3

KOPRI 극지연구소

- 64 -

2024년 9월

요소 Element	일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
기압 Air Press. (hPa)	기압평균 Ave. Station	987.8	992.7	983.6	976.0	980.5	988.5	986.1	978.2	982.2	982.4	979.0	976.6	987.0	987.2	984.7	987.9
		991.1	986.8	987.1	990.4	998.0	1006.0	1000.0	995.0	996.3	1006.2	994.7	986.4	986.9	983.4	977.6	
	최고 Highest	993.4	996.5	987.7	978.4	985.5	990.3	990.0	981.2	985.9	985.5	981.6	980.5	989.8	988.8	987.6	1010.4
		993.0	991.9	989.0	992.8	1004.5	1007.0	1005.0	996.4	1007.3	1010.4	1002.7	989.7	987.6	986.6	981.2	25일
	나타난 시간 Time	2359	1048	0016	0007	2354	2208	0039	0000	2258	0000	0336	2333	1658	0039	2359	0616
		2101	0002	0549	2351	2359	1003	0000	0802	2359	0616	0002	0021	0953	0000	0016	
	최저 Lowest	982.0	987.0	978.4	974.7	977.2	985.5	981.2	976.6	977.8	977.9	976.6	970.9	980.2	985.6	983.8	970.9
		987.6	982.0	986.1	987.2	992.8	1004.5	995.7	992.4	990.3	1001.7	989.4	983.8	986.1	981.4	976.0	12일
	나타난 시간 Time	0124	2341	2359	0549	0044	0000	2359	1427	0011	2310	2121	0629	0005	2352	0725	0629
		0000	1408	1828	0055	0000	0000	2326	2359	0450	2203	2229	0821	2109	2354	1818	
기온 Air Temp. (℃)	기온평균 Ave. Station	-23.8	-12.1	-13.6	-15.7	-22.5	-26.1	-27.3	-28.0	-28.8	-22.1	-22.1	-16.2	-23.6	-27.1	-28.0	-22.8
		-28.6	-23.0	-24.6	-23.7	-21.2	-20.1	-20.5	-21.5	-24.2	-19.1	-21.5	-19.8	-25.6	-27.7	-25.7	
	평균최고 Avg. Maximum																-12.1
	평균최저 Avg. Minimum																-28.8
	최고 Highest	-15.7	-6.7	-6.2	-9.7	-19.0	-23.2	-25.3	-25.0	-25.9	-17.4	-16.3	-10.7	-15.2	-24.0	-24.8	-6.2
		-25.0	-18.3	-19.8	-20.6	-18.5	-18.7	-14.4	-15.6	-17.0	-14.3	-16.6	-14.2	-21.7	-23.8	-22.3	3일
	나타난 시간 Time	2345	1855	0201	0444	0047	0042	0208	0317	2355	2226	0042	1939	0023	0241	0308	0201
		2355	1315	0200	2249	1229	2350	2241	0059	0437	2015	2251	0511	0013	0318	2132	
	최저 Lowest	-30.2	-18.1	-18.4	-22.9	-26.6	-28.3	-29.6	-30.3	-31.9	-27.6	-27.3	-26.4	-27.9	-29.2	-30.8	-31.9
		-31.2	-25.6	-28.6	-26.8	-24.5	-22.6	-23.4	-27.6	-29.5	-25.3	-25.5	-23.8	-29.4	-31.0	-28.4	9일
	나타난 시간 Time	0620	0002	1936	2200	2324	1752	1052	1950	1808	0039	2040	0115	2107	1604	2132	1808
		1434	0142	1704	0658	2132	0029	1635	1518	1219	0014	1414	2344	1912	1322	0636	
평균이슬점온도(℃) Average Dewpoint Temperature		-33.4	-23.0	-23.5	-26.5	-28.8	-33.5	-36.7	-37.0	-34.4	-28.0	-27.4	-26.5	-29.7	-31.6	-32.6	
		-35.3	-28.1	-28.5	-29.5	-26.1	-24.7	-24.4	-26.9	-29.6	-25.9	-27.9	-26.2	-31.6	-32.5	-32.1	

KOPRI 극지연구소

- 65 -

2023년 9월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
강수량(mm)		-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	0.4	0.0	-	-	-	0.0	5.3
Total Precipitation		0.0	0.8	0.0	0.5	0.7	2.6	0.3	-	-	0.0	-	-	-	-	-	
상	평 균 Average	41	40	44	40	57	50	41	42	59	60	63	44	59	66	65	56
대		54	64	70	59	65	68	71	62	63	55	57	57	57	64	55	
습	최 소 Lowest	27	26	26	22	44	38	32	32	34	29	43	17	28	53	55	17
도		30	36	54	50	53	52	45	47	42	36	37	40	50	48	44	12일
(%)	나타난 시간 Time	2305	0035	0201	1025	2341	2257	1515	0317	2356	0052	1045	1451	0024	0243	0312	1451
R.H.		1941	0003	2257	0216	1600	0313	2342	2346	0040	1807	2211	1412	1643	0512	1219	
	평 균 Average	1.0	5.3	1.6	2.0	1.8	1.1	1.0	1.2	1.8	7.0	2.8	11.9	1.6	1.0	1.1	2.3
바		1.3	8.2	1.0	1.0	2.6	1.0	0.8	0.8	1.1	4.6	0.8	1.5	1.5	0.6	1.0	
	순 간 최 대 Greatest Gust	6.1	18.8	11.7	15.6	7.3	6.9	7.0	6.5	8.1	17.0	14.2	36.5	13.0	4.7	4.0	36.5
람		10.0	19.1	10.2	3.7	13.6	4.7	4.2	6.5	7.1	17.2	12.4	15.2	6.3	5.9	6.8	12일
	풍 향 Direction	N	WNW	WSW	W	NNW	NNW	NW	W	WSW	W	SW	WNW	W	WSW	N	WNW
(m/s)		WSW	W	SW	NNW	WSW	SW	SW	SW	NNE	WSW	W	W	NNE	W	SW	
Wind	나타난 시간 Time	0441	1622	0145	1023	1648	0037	1517	1919	2322	2006	0136	0718	1032	1350	1704	0718
		1938	1148	0153	1233	0940	0705	0320	0448	2052	0240	2154	1332	0112	1013	0426	
구름(1/8)		5.1	2.1	0.0	0.6	6.3	4.3	0.0	0.3	3.5	8.0	3.1	1.6	6.5	3.3	4.8	3.8
Average Amount of Cloud		6.1	8.0	2.6	3.5	7.0	8.0	7.0	0.5	2.8	7.9	5.8	5.3	0.1	0.0	1.0	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time												0450				
	끝 난 시 간 End Time												1250				
	계 속 시 간 Duration of Blizzard												0800				

2023년 9월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		1596	1514	2327	2280	2186	2776	2981	3219	2558	1919	3215	3100	3459	4194	4433	119960
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		3388	2811	5203	4381	4244	4472	2771	2778	3212	4998	6480	6184	9015	9540	8725	
일평균 수평시정(km)/월최소		20.0	20.0	20.0	20.0	18.3	16.3	20.0	20.0	20.0	20.0	16.3	10.1	20.0	19.4	18.8	2.9
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		14.4	2.9	14.6	16.4	11.1	7.7	7.9	20.0	20.0	9.6	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	17일
눈	적 설 최 심	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.1	18.1	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	21.0
	Max. Depth. Snow Cover	18.1	18.2	18.4	18.9	19.4	20.0	21.0	21.0	21.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	22일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5
		0.1	0.2	0.2	0.4	0.5	2.0	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Snow 최 심 Max. Depth																2.0
	Fall 나타난 날 Date																21일
기 상 현 상	맑 음 Clear			y	y			y	y				y				9
	(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)								y					y	y	y	
	구 름 조 금 Partly Cloudy		y							y		y			y		7
	(2.1≤N≤4.0)			y	y					y							
	구 름 많 음 Mostly Cloudy	y					y									y	5
	(4.1≤N≤6.0)											y	y				
	흐 림 Cloudy					y					y			y			9
	(6.1≤N≤8.0)	y	y			y	y	y			y						
	눈 Snow						y									y	3
						y											
Meteo. Pheno -mena	비 Rain																0
	진 눈 깨 비 Sleet																0
	안 개 Fog																0
	박 무 Mist											y					8
		y	y	y	y		y	y			y						
해상 상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
	(JC=0, GC=1, JC.GC=2)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2024년 9월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	3.5	2.6	3.3	4.0	2.2	4.0	3.7	4.6	3.9	2.3	4.4	3.7	3.3	4.5	2.6	3.6
2		4.7	1.3	4.7	5.0	4.1	4.4	4.7	3.4	6.6	7.6	10.8	12.2	15.2	2.6	2.7
3			4.2	1.8	2.5	3.5	2.0	4.0	3.8	2.4	8.6	8.5	9.0	6.4	5.2	4.0
4	4.5	3.1	2.7	4.0	2.5	2.0	3.4	1.7	2.3	3.7	4.7	9.7	11.0	8.5	3.6	
5	4.1	3.3	4.5	4.9	3.8	4.9	1.8	4.5	2.8	2.8	2.2	2.8	3.0	4.8	6.0	5.1
6	5.1	1.2	1.8	1.2	1.6	1.8	0.8	1.6	5.5	1.4	1.5	3.0	3.9	5.1	5.3	5.6
7	1.4	2.8	2.0	2.3	1.1	1.3	1.9	1.6	2.4	1.8	1.7	2.2	4.7	3.5	3.8	2.3
8	1.6	2.8	2.7	2.5	1.2	2.0	3.2	2.3	2.9	2.0	2.4	5.0	4.7	3.2	2.9	2.6
9	3.1	2.6	2.0	2.3			2.7	2.8	1.4	1.3	2.2	6.7	6.4	4.2	4.5	4.2
10		1.3	1.0	1.9	1.5	1.8	2.3		2.3	3.7	11.1	13.2	13.6	1.9	3.4	
11	2.6	3.5	1.4		2.2	1.0	2.6	5.4	6.8	5.7	10.0	9.1	9.0	4.3	3.1	3.1
12		5.3	3.9	5.1	4.9	4.6	3.7		7.9	6.4	7.6	8.9	22.9	28.1	20.3	
13	3.9	3.2	1.9	2.2	2.7	3.0	3.3	7.4	4.1	4.1	7.3	10.7	10.8	3.3	3.8	4.4
14	2.7	2.4	2.7	2.6	2.2	1.1	2.7	0.7	1.9	1.9	3.0	4.0	3.4	2.3	1.6	2.3
15	3.3	3.0	3.7	2.2	1.0	3.2	1.4	2.2	2.5	2.5	1.8	2.6	2.6	1.9	2.8	2.7
16	1.8	3.1	2.3	2.2	2.1	2.2	2.2	2.2	3.9	2.5	6.1	7.7	8.1	5.0	2.2	2.0
17							2.1		1.8	5.5	10.0	12.1	14.5			
18	2.7	2.7	2.9	2.4	3.4	2.8	1.3	5.2	5.1	0.8	7.7	2.5	3.0	3.0	8.2	4.1
19			0.7		1.2		1.1	2.2	2.5	1.3	2.3	2.5	2.6	2.4	2.3	2.7
20		2.5	2.9	1.2	3.2	2.0	3.8	1.2	2.1	1.0	10.4	10.2	8.9	2.8	1.2	
21	1.4	1.0	1.0		0.6	0.6		0.5	0.9	2.8	3.9	2.7	3.0	1.3	0.8	
22	3.1	3.4	0.8	3.0	2.1	3.1	1.7	2.6	2.2	3.3	3.5	2.5	1.4	1.2	2.3	2.4
23		2.5	1.9	2.6	1.4	1.3	2.2	2.1	2.3	2.5	5.4	4.1	2.1	2.0	1.7	3.0
24	5.8	5.5	4.7		2.2	2.8	2.8	4.3	4.1	3.9	2.4	4.4	3.2	3.3	2.1	3.0
25	2.0	3.3	2.6	3.9	2.8	3.6	1.4	2.9	4.0	4.2	9.2	12.2	10.5	7.3	2.2	
26	3.9	3.0	3.8	2.5	2.0	2.4	3.7	1.6	3.1	6.1	9.0	9.4	2.6	2.3	2.4	3.0
27	4.7	4.7	4.5	4.1	3.2	4.5	1.4	2.0	3.1	4.3	7.6	11.0	12.6	4.9	4.7	2.7
28	4.5	4.5	4.2	3.3	3.5	3.5	4.1	2.4	3.1	1.8	5.0	2.5	3.2	3.7	4.1	3.4
29	3.8	2.1	1.8	2.9	2.3	3.5	2.3	3.0	3.5	2.8	3.6	3.9	4.0	1.9	2.4	1.8
30	5.1	4.6	4.3	4.5	3.5	4.3	4.1	4.8	3.9	3.7	5.2	4.4	2.5	2.4	3.8	2.0
월 Month	5.8	5.5	4.7	5.1	5.0	4.9	4.4	7.4	7.9	6.6	11.1	13.2	22.9	28.1	20.3	5.6

KOPRI 극지연구소

- 68 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2024년 9월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	4.2	2.1	2.1	0.7	2.8	3.5	5.6	4.9	5.6	4.9	14.7	23.8	11.9	5.6	4.2	2.1	1.4
2	0.0	1.4	1.4	2.8	1.4	2.8	2.8	4.9	4.9	5.6	11.9	25.2	13.3	19.6	0.7	1.4	0.0
3	0.0	0.0	2.8	1.4	4.2	4.9	4.9	2.1	7.0	7.0	16.1	11.9	13.3	9.1	9.1	6.3	0.0
4	0.7	2.1	2.1	2.8	0.7	3.5	4.2	7.0	4.2	7.0	8.4	27.3	15.4	8.4	6.3	0.0	0.0
5	1.4	3.5	4.2	3.5	7.0	2.8	2.8	4.2	1.4	3.5	4.9	9.8	17.5	6.3	15.4	11.2	0.7
6	3.5	1.4	1.4	2.8	4.2	4.2	0.7	3.5	5.6	2.1	3.5	13.3	20.3	16.8	11.9	4.2	0.7
7	0.7	7.0	6.3	2.1	2.8	4.9	5.6	4.2	3.5	5.6	4.9	10.5	23.8	9.1	4.9	4.2	0.0
8	0.7	1.4	0.7	2.8	0.7	0.7	2.8	4.2	7.7	4.9	7.0	18.2	19.6	11.2	9.8	7.0	0.7
9	0.7	2.1	2.1	2.8	0.0	0.0	1.4	1.4	4.2	4.2	7.7	21.7	16.8	5.6	12.6	15.4	1.4
10	0.0	0.7	0.7	2.1	1.4	0.7	1.4	0.0	2.1	4.9	4.2	54.5	23.1	2.1	2.1	0.0	0.0
11	1.4	1.4	1.4	0.0	1.4	0.7	2.8	2.8	4.2	6.3	23.8	30.1	11.2	9.1	2.1	1.4	0.0
12	0.0	0.8	3.1	1.5	1.5	1.5	0.8	0.0	4.6	3.8	3.1	11.5	12.3	48.5	6.9	0.0	0.0
13	1.4	2.8	1.4	2.1	2.1	4.2	2.8	9.8	11.2	6.3	9.1	17.5	8.4	3.5	4.9	12.6	0.0
14	2.8	7.0	2.1	0.7	0.7	3.5	0.7	0.7	2.1	2.1	10.5	27.3	20.3	11.2	2.1	4.2	2.1
15	3.5	2.1	2.8	2.1	0.7	4.9	0.7	3.5	4.2	6.3	4.2	14.0	18.9	10.5	7.0	13.3	1.4
16	1.4	7.0	3.5	2.1	4.9	2.8	3.5	4.9	4.9	3.5	5.6	18.9	11.2	9.8	7.7	4.9	3.5
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	2.1	1.4	11.2	65.7	17.5	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.7	0.7	3.5	1.4	3.5	3.5	2.8	5.6	7.7	2.1	5.6	10.5	20.3	8.4	11.9	11.9	0.0
19	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	0.0	1.4	4.2	3.5	2.8	7.0	19.6	22.4	15.4	13.3	6.3	2.1
20	0.0	1.4	2.8	1.4	4.9	4.2	5.6	2.1	1.4	1.4	7.0	35.0	26.6	4.9	0.7	0.0	0.7
21	0.7	1.4	0.7	0.0	0.7	1.4	0.0	0.7	2.8	6.3	22.4	15.4	31.5	5.6	0.7	0.0	9.8
22	6.3	11.9	0.7	2.8	4.2	4.2	6.3	7.0	11.9	14.7	9.1	4.2	5.6	4.9	3.5	2.1	0.7
23	0.0	1.4	2.1	2.8	0.7	3.5	4.2	2.8	5.6	7.0	14.7	28.0	11.9	5.6	4.2	5.6	0.0
24	7.0	8.4	5.6	0.0	0.7	4.2	7.0	3.5	8.4	9.8	10.5	15.4	8.4	4.2	2.1	4.9	0.0
25	0.7	2.8	0.7	4.2	2.1	2.8	2.1	2.1	7.0	4.2	7.0	33.6	16.1	12.6	2.1	0.0	0.0
26	2.8	4.2	2.8	2.8	2.1	5.6	4.9	4.2	5.6	16.1	14.7	14.0	10.5	2.1	4.2	3.5	0.0
27	5.6	13.3	4.2	4.9	3.5	6.3	0.7	1.4	3.5	7.7	7.7	19.6	7.0	7.7	2.8	4.2	0.0
28	7.7	4.9	3.5	2.1	2.1	3.5	3.5	4.9	6.3	7.0	3.5	12.6	11.9	6.3	8.4	10.5	1.4
29	1.4	0.7	2.1	3.5	4.2	2.1	4.9	5.6	7.7	18.9	18.9	11.2	8.4	3.5	4.2	1.4	1.4
30	2.1	2.1	5.6	4.9	2.1	4.2	2.8	2.1	4.2	4.9	16.8	23.8	12.6	5.6	3.5	1.4	1.4
월 Month	1.9	3.2	2.4	2.1	2.3	3.0	3.1	3.5	5.2	6.1	9.8	21.5	15.6	9.1	5.6	4.7	1.0

KOPRI 극지연구소

- 69 -

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2024년 10월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
	기 압 평 균 Ave. Station	983.0	985.1	979.3	978.5	985.8	987.7	988.1	976.5	975.5	981.4	981.1	978.1	982.3	985.9	982.4		986.1
기		982.7	985.0	994.8	990.2	986.5	983.7	984.0	988.9	995.9	995.8	991.6	989.5	992.1	989.2	990.5	998.7	
	최 고 Highest	985.6	985.6	984.2	982.0	990.1	990.0	989.7	983.4	979.9	983.1	983.1	981.0	987.8	987.8	984.1		999.7
압		984.0	991.2	996.5	994.2	988.4	985.8	986.3	992.7	999.3	999.2	994.6	992.5	993.4	991.5	996.5	999.7	31일
	나타난 시간 Time	2359	0000	0000	2350	2257	0007	1225	0000	2359	2302	0058	0001	2337	0106	1957		1120
(hPa)		0000	2353	1350	0017	0059	0000	2344	2354	2311	0054	0030	2222	0323	0132	2359	1120	
	최 저 Lowest	978.1	984.2	976.9	976.8	981.8	985.8	983.4	973.2	972.6	979.4	979.5	975.5	978.6	982.4	981.0		972.6
Air		981.3	982.3	991.0	987.2	984.5	982.5	982.8	986.1	992.7	994.2	989.7	988.1	990.8	988.1	987.5	996.5	9일
Press.	나타난 시간 Time	0006	2359	2044	0400	0014	1211	2359	2314	0324	0545	1427	1051	0525	2355	0417		0324
		1614	0016	0016	2319	1746	0659	0652	0003	0002	2343	2357	0944	1846	1307	0542	0000	
	기 온 평 균 Ave. Station	-20.0	-16.4	-20.8	-23.5	-23.0	-19.1	-18.3	-20.3	-22.6	-21.2	-19.3	-18.2	-18.1	-16.6	-15.6		-16.2
		-17.7	-18.8	-20.4	-16.0	-13.7	-14.3	-13.5	-11.3	-14.1	-14.1	-8.2	-11.0	-9.5	-8.9	-10.4	-8.8	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																	-8.2
	평 균 최 저 Avg. Minimum																	-23.5
온	최 고 Highest	-16.5	-14.2	-15.4	-17.8	-18.3	-15.1	-14.1	-17.5	-16.5	-17.2	-15.8	-14.1	-14.3	-11.0	-8.9		-4.0
		-15.4	-14.6	-16.8	-12.0	-10.4	-9.3	-10.0	-8.7	-8.7	-6.8	-5.7	-4.0	-6.4	-4.4	-5.8	-4.8	27일
(℃)	나타난 시간 Time	2056	1625	0347	0248	2357	2355	0326	0148	0125	2322	0140	1036	0442	2359	0336		0120
		2354	0130	2304	2336	2340	0140	0454	0552	0106	2349	2315	0120	2315	0329	0049	2356	
Air	최 저 Lowest	-25.1	-19.5	-24.3	-27.6	-26.1	-23.5	-22.5	-23.4	-27.0	-23.8	-22.7	-22.3	-23.8	-20.3	-21.9		-27.6
Temp.		-19.5	-21.4	-23.2	-19.9	-17.7	-18.6	-18.2	-15.3	-18.9	-19.5	-11.3	-17.0	-14.0	-13.1	-14.7	-11.9	4일
	나타난 시간 Time	0011	1216	1647	1521	0745	1726	1817	1526	1058	0253	1953	1348	1625	1011	1812		1521
		1715	1338	1712	0825	0921	1254	1827	1943	1548	1339	1816	1651	1556	1739	1427	1714	
평균이슬점온도(℃)		-25.3	-20.2	-25.7	-28.9	-27.7	-23.9	-24.6	-25.8	-29.0	-29.2	-29.4	-28.0	-26.6	-26.4	-22.5		
Average Dewpoint Temperature		-22.7	-26.4	-29.7	-24.4	-25.3	-25.5	-24.5	-22.4	-21.5	-24.8	-20.5	-19.1	-21.9	-18.9	-17.7	-17.0	

KOPRI 극지연구소

- 70 -

2024년 10월

	일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
	요소 Element	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
	강수량(mm)	0.3	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0		3.0
	Total Precipitation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
상	평 균 Average	64	73	65	62	66	66	58	62	56	49	41	42	48	43	57		51
대		65	51	43	49	37	39	40	40	54	41	37	53	36	45	55	51	
습	최 소 Lowest	46	63	45	46	50	43	45	44	41	36	25	26	32	32	30		22
도		54	39	31	28	25	28	25	26	37	26	22	26	27	25	38	38	26일
(%)	나타난 시간Time	1213	2022	2326	0111	2056	2357	0027	2209	0125	2025	1159	0856	1124	0537	0208		2022
R.H.		0037	0333	1411	0222	0316	2151	2309	0009	2202	2004	2022	0213	1508	0331	0050	1142	
	평 균 Average	0.8	2.1	1.6	0.8	0.7	4.7	1.3	0.5	1.2	7.0	0.5	2.2	1.2	0.8	1.3		3.2
바		1.1	6.9	6.9	10.8	7.1	4.1	1.4	3.6	1.4	1.8	10.6	3.9	9.4	0.6	0.7	1.1	
	순 간 최 대 Greatest Gust	9.1	12.5	11.9	4.0	5.6	13.9	9.3	3.3	14.2	20.2	9.1	15.0	8.5	4.7	11.0		27.9
람		8.6	14.5	20.3	26.7	20.4	18.3	11.0	16.6	9.6	15.6	23.9	27.9	21.0	6.9	4.1	9.0	27일
	풍 향 Direction	SW	W	W	W	SW	W	W	NNE	W	WNW	WNW	WNW	WNW	NNW	SSW		WNW
(m/s)		SW	W	WNW	WNW	WNW	WSW	W	W	WSW	WNW	WNW	WNW	WNW	SW	WSW	WSW	
Wind	나타난 시간 Time	2158	1920	2037	1556	2212	1200	0218	0610	2253	0556	1158	0702	0443	1221	2328		1938
		0004	1250	2015	1351	0007	2210	0715	1427	2019	2356	1512	1938	0659	1416	1337	1407	
	구름(1/8)	7.5	8.0	3.5	2.5	6.5	6.6	5.6	6.4	1.0	0.0	0.3	0.3	0.1	2.0	4.0		3.0
	Average Amount of Cloud	7.4	4.8	2.1	0.4	1.8	0.8	0.0	3.3	4.6	1.0	0.0	0.0	3.1	0.3	2.3	6.3	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																	
	끝 난 시 간 End Time																	
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

2024년 10월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		6465	6485	10166	10387	8510	6829	8818	10917	13375	14351	14538	15074	15370	15211	13556		468385
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		12641	15323	17370	18212	15460	18850	19699	18541	19440	20403	21283	21541	18408	21250	21533	18380	
일평균 수평시정(km)/월최소		10.5	3.4	18.8	20.0	15.8	6.1	20.0	18.1	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	18.1		3.4
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		11.4	20.0	20.0	20.0	19.1	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	2일
눈	적 설 최 심	18.3	18.7	18.0	18.0	18.5	20.0	21.0	21.0	21.0	18.0	18.0	18.6	18.6	18.6	18.6		21.0
	Max. Depth. Snow Cover	18.5	18.5	18.5	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.3	18.3	18.3	18.3	18.0	17.5	17.3	17.3	7일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	0.3	0.4	–	–	0.5	1.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–		2.7
		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	Snow 최 심 Max. Depth																	1.5
	Fall 나타난 날 Date																	06일
기 상 현 상	맑 음 Clear									y	y	y	y	y	y			14
	(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)				y	y	y	y			y	y	y		y			
	구 름 조 금 Partly Cloudy			y	y											y		7
	(2.1≤N≤4.0)			y					y					y		y		
	구 름 많 음 Mostly Cloudy							y										3
	(4.1≤N≤6.0)		y							y								
	흐 림 Cloudy	y	y			y	y		y									7
	(6.1≤N≤8.0)	y															y	
	눈 Snow			y												y		2
Meteo. Pheno -mena	비 Rain																	0
	진 눈 깨 비 Sleet																	0
	안 개 Fog																	0
	박 무 Mist	y	y			y	y											5
		y																
해상 상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F		
	(JC=0, GC=1, JC.GC=2)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-		
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2024년 10월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	1.3	2.0	2.2	1.9	0.6		0.9	2.5	1.0	2.3	7.5	6.5	1.9	1.8	1.9	1.7
2	1.8	2.9	1.5	1.6	2.1	1.9	1.8	2.8	2.8	2.8	6.1	9.4	9.3	1.3	1.9	1.6
3	3.1	2.5	3.7	3.2	1.1	2.6	3.6	3.0	2.6	1.5	3.2	7.9	8.9	2.7	5.1	5.0
4	2.3	1.6	2.0	1.6	1.3	1.0	0.9	1.4	1.9	1.3	2.0	2.6	2.4	2.2	2.6	2.6
5		2.2	1.9	1.5	2.8	1.0	1.2	1.7	2.0	3.2	4.4	3.5	1.8	2.2	2.0	2.2
6		1.1	1.9	2.6	0.7		2.1	0.5	4.2	3.1	8.4	10.5	10.1	2.6	0.8	1.5
7		2.9	1.7	4.4	2.5	2.2	1.7	1.7	3.7	2.5	6.6	7.1	5.9	2.6	2.2	2.4
8	2.5	2.0	2.2	2.4	1.1	0.8	2.3	2.5	1.8	1.4	1.7	2.6	1.3	2.1	1.7	1.5
9	4.8	3.4	4.1	1.8	2.6	1.3	1.3	1.2	4.0	3.5	3.4	5.9	10.1	4.5	3.0	3.9
10		2.7	1.7	3.9	2.5	3.4	4.8	3.2	1.8	2.9	9.2	13.0	14.2	14.7	3.5	
11		2.2	2.9	3.7	3.1	1.6	1.6	2.1	3.2	2.7	3.6	3.8	4.7	3.5	2.3	2.4
12	3.8	4.6	4.5	2.7	3.8	4.6	3.9	4.8	4.2	3.8	7.8	4.2	6.9	12.0	7.1	2.5
13	3.8	3.3	2.9	3.6	2.9	3.1	3.4	3.6	3.5	4.2	2.8	3.9	2.6	3.2	3.6	3.0
14		2.3	2.1	2.1	3.0	2.9	2.1	2.3	2.1	1.6	2.2	3.0	2.9	2.4	1.7	3.0
15	3.1	4.3	2.6	3.3	2.0	2.9	1.7	3.2	3.0	4.2	8.5	7.6	6.6	4.0	2.8	2.1
16	3.0	3.7	2.6	3.3	1.6	0.7	3.1	2.5	2.0	2.2	5.4	5.2	2.4	2.3	2.7	2.2
17	2.0	2.3	2.0	1.1		1.3	1.7		7.3	4.1	8.2	10.7	10.9	5.4		
18		2.4	2.3	2.3	1.7	3.1	1.8	3.4	2.0	2.3	2.4	10.2	9.7	14.7		
19		4.4	3.4		3.3	2.6	3.6	3.0	5.3	5.2	6.6	6.6	19.2	21.1	9.2	3.7
20		2.4	1.7	3.6	1.7	1.5	1.4	2.2	1.5	2.0	4.7	14.3	13.6	15.7	10.1	3.0
21		2.6	1.4	1.6	1.9	1.4	2.2	1.9	2.0	4.4	3.5	14.7	11.4	10.3	5.2	1.3
22	2.8	2.9	2.2	3.1	2.3	2.9	2.3	2.1	2.1	2.0	6.5	6.6	7.2	5.0	4.8	
23	3.4	2.8	3.7	2.9	1.9	1.8	2.3	2.5	2.7	6.1	8.5	11.9	7.9	3.2	3.3	2.8
24	3.4	2.7	3.4	2.7	1.7	2.9	1.8	3.2	2.2	3.8	6.4	3.7	7.7	3.5	3.1	2.9
25	1.1	3.3	2.7	3.2	3.0	2.3	3.3	2.7	3.2	3.1	3.0	7.9	11.8	4.7	3.2	1.9
26		3.2	3.3	3.0	2.6	2.0	0.9	4.3	3.5	1.0	2.6	9.4	13.2	18.7		
27			1.6	1.6	2.5	4.2	2.9	1.1	2.6	2.4	5.5	4.6	16.4	19.0	2.4	2.7
28		2.5			1.5	2.3	1.5		1.5	3.5	4.2	11.8	13.9	16.0	6.6	1.5
29	2.7	2.8	2.0	2.4	2.7	2.6	2.1	2.2	2.6	2.5	5.7	2.0	2.5	2.3	2.1	2.0
30	3.5	2.6	2.5	2.6	2.0	1.3	1.2	2.1	1.6	2.7	2.6	3.5	2.5	1.4	1.5	1.9
31	2.9	3.2	2.4	1.8	2.4	2.8	2.3	2.5	2.4	0.9	5.8	6.7	6.0	2.2	2.0	1.8
월 Month	4.8	4.6	4.5	4.4	3.8	4.6	4.8	4.8	7.3	6.1	9.2	14.7	19.2	21.1	10.1	5.0

KOPRI 극지연구소

- 73 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2024년 10월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.7	2.8	4.2	2.1	2.8	0.0	2.8	2.1	4.2	2.1	13.3	13.3	21.0	7.0	7.0	0.7	14.0
2	0.7	7.7	4.9	2.8	2.1	4.9	2.1	6.3	3.5	6.3	11.9	23.1	10.5	2.8	4.2	2.8	3.5
3	4.9	2.1	2.8	2.1	2.1	2.8	2.8	3.5	7.0	6.3	4.2	9.8	11.2	10.5	13.3	14.0	0.7
4	1.4	0.7	4.2	1.4	2.1	3.5	2.8	7.7	4.9	2.1	8.4	11.9	18.2	7.7	13.3	9.1	0.7
5	0.0	3.5	2.8	1.4	4.2	1.4	2.8	2.8	4.9	8.4	8.4	16.8	9.8	9.8	9.8	10.5	2.8
6	0.0	2.1	2.1	0.7	2.1	0.0	1.4	0.7	2.1	6.3	14.7	53.1	7.7	4.9	0.7	0.7	0.7
7	0.0	7.7	2.8	3.5	3.5	5.6	2.8	3.5	7.7	6.3	13.3	23.8	9.8	6.3	1.4	1.4	0.7
8	1.4	1.4	2.1	2.8	3.5	1.4	6.3	4.9	5.6	2.8	11.9	23.1	14.7	7.7	4.9	2.8	2.8
9	0.7	2.8	2.1	1.4	3.5	1.4	1.4	2.1	6.3	9.1	11.9	14.0	17.5	8.4	2.8	12.6	2.1
10	0.0	1.4	1.4	7.0	5.6	2.1	3.5	0.7	2.1	1.4	3.5	31.5	31.5	7.7	0.7	0.0	0.0
11	0.0	4.9	4.2	7.0	7.0	7.7	4.9	7.7	8.4	9.1	9.8	11.2	8.4	3.5	4.2	2.1	0.0
12	0.7	4.9	4.9	1.4	2.1	7.0	4.2	7.0	8.4	4.9	10.5	5.6	9.8	16.8	8.4	2.8	0.7
13	2.1	6.3	5.6	5.6	2.8	9.1	5.6	7.7	8.4	6.3	3.5	17.5	6.3	6.3	1.4	2.1	3.5
14	0.0	3.5	2.1	3.5	10.5	4.9	8.4	11.2	8.4	4.2	4.9	9.1	9.1	7.7	3.5	4.9	4.2
15	2.1	5.6	3.5	4.2	3.5	5.6	4.9	7.0	7.0	7.0	21.0	16.8	6.3	2.1	2.1	1.4	0.0
16	4.9	16.1	7.0	3.5	2.1	0.7	3.5	0.7	3.5	2.8	11.2	5.6	3.5	12.6	16.8	5.6	0.0
17	1.4	5.6	2.1	0.7	0.0	0.7	1.4	0.0	2.8	2.8	2.1	60.8	18.9	0.7	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.7	0.7	2.1	2.1	3.5	2.1	2.8	2.8	1.4	2.1	37.1	23.8	18.9	0.0	0.0	0.0
19	0.0	2.1	2.8	0.0	2.1	2.1	0.7	1.4	2.1	2.1	0.7	4.2	30.8	41.3	4.2	3.5	0.0
20	0.0	0.7	1.4	2.8	0.7	0.7	2.8	0.7	4.2	4.9	5.6	30.1	23.1	17.5	4.2	0.7	0.0
21	0.0	0.7	0.7	0.7	3.5	0.7	2.1	4.9	1.4	7.0	7.7	29.4	14.7	21.7	3.5	1.4	0.0
22	0.7	3.5	6.3	3.5	4.9	6.3	4.2	5.6	3.5	4.2	12.6	16.8	16.8	7.0	3.5	0.0	0.7
23	2.1	4.9	3.5	0.7	3.5	2.1	2.8	3.5	1.4	4.2	10.5	37.8	9.8	6.3	2.8	2.1	2.1
24	9.1	9.8	7.0	4.9	4.2	5.6	2.8	2.8	4.2	4.2	4.9	6.3	10.5	9.8	8.4	4.9	0.7
25	0.7	9.1	5.6	2.1	6.3	7.7	4.2	8.4	6.3	4.2	3.5	10.5	16.8	5.6	5.6	3.5	0.0
26	0.0	0.7	2.1	2.1	4.2	2.1	0.7	0.7	1.4	0.7	2.1	6.3	14.0	62.9	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	1.4	4.2	1.4	4.2	4.9	2.1	3.5	5.6	9.1	14.0	18.9	21.7	4.9	3.5	0.7
28	0.0	2.1	0.0	0.0	2.1	1.4	0.7	0.0	1.4	0.7	1.4	7.0	18.9	62.2	1.4	0.7	0.0
29	1.4	4.9	8.4	4.9	4.2	5.6	8.4	8.4	7.7	3.5	14.0	7.0	5.6	8.4	2.8	1.4	3.5
30	3.5	7.7	4.2	4.2	2.8	2.1	2.8	2.8	6.3	7.0	4.9	23.1	11.9	7.0	4.2	3.5	2.1
31	16.1	12.6	7.0	2.1	5.6	5.6	2.1	5.6	2.1	0.7	3.5	19.6	7.7	1.4	3.5	3.5	1.4
월 Month	1.3	4.2	3.4	2.8	3.4	3.4	3.4	4.0	4.7	4.6	8.1	19.2	14.3	13.8	4.7	3.3	1.5

KOPRI 극지연구소

- 74 -

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2024년 11월

요소 Element	일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
기압 (hPa) Air Press.	기압평균 Ave. Station	994.2	990.5	986.5	985.2	983.7	972.9	968.3	973.1	977.3	976.5	972.8	976.2	980.6	982.7	969.7	976.0
		961.9	967.7	970.6	972.8	973.6	974.2	971.5	971.3	975.4	970.7	965.6	976.6	979.2	980.5	977.7	
	최고 Highest	997.9	991.5	990.1	986.0	985.8	979.4	970.1	975.7	979.9	978.7	975.2	978.1	985.4	985.3	979.4	997.9
		966.2	968.5	974.0	974.0	975.2	975.2	974.3	977.9	978.9	972.8	968.9	981.6	980.8	981.4	979.9	1일
	나타난 시간 Time	0000	1218	0004	2317	0038	0002	0011	2214	1920	0008	0000	2325	2351	0024	0000	0000
		2359	1021	2330	2206	0846	0047	0515	2357	0342	0023	2359	2030	0000	1418	0000	
	최저 Lowest	990.1	989.7	984.3	984.2	979.4	970.0	967.2	968.5	975.1	975.2	971.5	972.3	977.5	979.4	962.4	959.8
		959.8	966.1	968.0	971.5	972.4	973.3	967.3	968.5	972.3	967.4	964.1	968.9	978.3	979.8	976.0	16일
	나타난 시간 Time	2355	0250	2302	0106	2359	2359	1448	0128	0225	2350	2057	0000	0530	2359	2359	0912
		0912	0006	0048	1449	1506	1312	1809	0938	1838	2359	1314	0000	1004	2348	2350	
기온 (℃) Air Temp.	기온평균 Ave. Station	-8.5	-11.2	-13.6	-14.7	-14.4	-13.6	-13.3	-11.7	-10.6	-11.0	-11.1	-11.2	-11.1	-10.1	-10.3	-9.8
		-11.7	-12.3	-11.0	-9.9	-8.3	-9.5	-7.8	-6.9	-6.4	-6.0	-5.9	-5.7	-5.6	-5.8	-5.7	
	평균최고 Avg. Maximum																-5.6
	평균최저 Avg. Minimum																-14.7
	최고 Highest	-3.7	-4.0	-9.4	-10.1	-10.1	-8.2	-7.9	-7.1	-7.5	-6.5	-7.2	-6.7	-7.4	-7.8	-6.1	-1.0
		-6.2	-9.6	-7.8	-6.2	-6.2	-5.5	-5.2	-5.3	-2.4	-3.1	-1.0	-2.8	-2.4	-2.3	-2.8	26일
	나타난 시간 Time	0233	0130	0517	0022	0303	2347	0001	0549	0131	0547	0437	0148	0217	2356	0600	0201
		0011	2320	2337	0358	0705	0659	1213	2211	0549	2359	0201	0213	0236	0123	0631	
	최저 Lowest	-13.6	-17.1	-18.3	-19.2	-18.9	-17.7	-17.9	-17.5	-14.6	-15.9	-15.2	-15.7	-15.4	-11.2	-15.0	-19.2
		-14.5	-17.3	-13.0	-12.7	-11.3	-14.1	-10.4	-9.7	-10.5	-9.5	-11.2	-8.8	-10.3	-8.9	-9.4	4일
	나타난 시간 Time	1703	1453	1553	1356	1601	1622	1750	1511	1627	1528	1601	1545	1636	0639	1545	1356
		1828	1426	1916	1748	1038	1647	2158	1403	1433	1201	1653	1601	1716	1641	1406	
평균이슬점온도(℃) Average Dewpoint Temperature		-16.5	-20.0	-22.1	-22.5	-23.7	-22.5	-20.7	-22.6	-19.2	-17.5	-19.3	-18.3	-18.8	-15.3	-17.6	
		-18.3	-20.2	-21.4	-20.9	-20.2	-19.6	-18.2	-17.8	-14.1	-15.5	-14.7	-12.9	-14.9	-16.5	-18.1	

KOPRI 극지연구소

2024년 11월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
강수량(mm)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-	1.3
Total Precipitation		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	
상	평 균 Average	53	49	49	52	46	47	55	41	50	59	51	56	54	67	56	50
대		59	52	43	41	39	45	44	42	55	48	51	57	48	43	38	
습	최 소 Lowest	32	29	28	32	29	27	25	18	28	40	38	45	37	36	38	18
도		40	33	28	25	24	27	28	25	33	30	29	40	32	32	23	8일
(%)	나타난 시간 Time	2348	0034	1252	2215	0037	2343	2235	0407	1504	2159	2240	2038	2350	0013	0023	0407
R.H.		0010	1913	0421	0438	0325	0100	1213	1754	1447	0446	0837	0129	1359	0148	0629	
	평 균 Average	1.2	1.6	1.5	0.5	1.2	1.0	0.1	0.9	1.3	0.5	1.2	0.4	0.6	4.9	0.3	2.5
바		3.7	2.8	7.6	5.0	4.1	1.8	11.3	10.6	1.4	1.8	0.5	0.8	0.5	2.9	3.6	
	순 간 최 대 Greatest Gust	9.6	11.1	16.9	9.5	5.3	4.7	11.8	11.1	22.6	5.3	4.6	8.3	6.7	12.1	7.5	30.0
람		16.2	13.6	20.6	20.2	17.6	12.5	30.0	25.7	13.7	11.2	5.3	8.5	7.6	12.7	12.9	22일
	풍 향 Direction	WSW	SSW	WNW	WSW	N	N	WNW	WSW	WNW	W	N	SSE	WSW	W	SW	WNW
(m/s)		W	WSW	WNW	WNW	WNW	W	WNW	WNW	W	W	SW	WSW	SW	WSW	W	
Wind	나타난 시간 Time	1754	0651	1249	2243	1421	1318	2150	0126	1451	0934	1606	0644	2311	1752	0101	2100
		2221	0208	2121	1426	1335	1312	2100	0820	1446	1500	1448	2334	1004	1544	2349	
구름(1/8)		4.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.1	7.4	3.1	2.0
Average Amount of Cloud		5.0	3.9	2.8	0.8	0.3	0.3	0.0	4.6	0.6	4.8	0.0	3.8	5.8	4.5	4.5	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																
	끝 난 시 간 End Time																
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																

KORDI 극지연구소

2024년 11월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		22063	23405	25365	25904	26285	26709	26948	27628	28085	28140	28982	25971	27596	19453	29422	858674
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		27556	24665	30824	31027	32992	34307	33978	26652	30218	33000	34297	29489	31263	32267	34183	
일평균 수평시정(km)/월최소		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	6.9	20.0	6.9
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	14일
눈	적 설 최 심	17.3	17.3	17.3	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	16.8	16.8	16.8	16.8	18.6	17.6	18.6
	Max. Depth. Snow Cover	17.6	17.5	17.0	17.0	16.6	16.0	15.5	15.0	14.5	14.0	13.5	13.5	13.5	13.5	13.0	14일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-	1.8
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Snow 최 심 Max. Depth																1.8
	Fall 나타난 날 Date																14일
기 상 현 상	맑 음 Clear		y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y				17
	(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)				y	y	y	y		y		y					
	구 름 조 금 Partly Cloudy													y		y	5
	(2.1≤N≤4.0)		y	y									y				
	구 름 많 음 Mostly Cloudy	y															7
	(4.1≤N≤6.0)	y							y		y			y	y	y	
	흐 림 Cloudy														y		1
	(6.1≤N≤8.0)																
Meteo. Pheno -mena	눈 Snow																1
													y				
	비 Rain																0
	진 눈 깨 비 Sleet																0
	안 개 Fog																0
	박 무 Mist														y		1
해상 상태 Sea State	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
	(JC=0, GC=1, JC.GC=2)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
	거칠기 Sea Sfc. Roughness	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2024년 11월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	3.6	2.8	2.5	2.8	2.5	2.0	1.6	1.7	2.6	2.1	7.3	7.5	2.5	2.2	2.4	1.7
2	5.3	4.5	5.3	3.0	3.3	5.6	5.4	4.4	5.2	8.4	4.6	6.3	3.5	6.3	5.6	6.9
3	3.5	3.2	4.4	3.3	3.5	2.9	3.6	2.2	3.4	5.1	3.2	8.0	9.8	10.6	3.5	5.2
4	5.4	2.9	4.2	3.3	2.1	2.3	4.2	2.0	3.3	2.1	3.0	7.9	4.6	2.3	1.5	
5	3.0	2.9	3.7	2.7	1.6	2.5	2.4	1.4	3.3	2.8	1.9	3.4	1.3	2.7	2.1	2.4
6	3.8	3.1	2.7	3.5	3.0	2.3	1.3	3.0	3.6	2.5	2.2	2.6	1.4	1.6	1.4	
7		3.2	2.5	4.1	4.3	2.2	2.5	2.6	2.9	3.2	4.2	4.4	6.1	7.8	4.6	
8	7.6	3.2	7.6	2.0	2.6	6.7	5.0	6.7	6.3	6.0	3.5	7.4	6.3	3.2	6.7	7.2
9	5.8	3.3	4.0	3.3	1.9	5.4	4.4	7.4	4.7	8.7	6.2	5.8	11.7	14.6	12.6	9.4
10		2.6	2.5	1.6	1.0	2.8	2.2	1.8	1.6	1.9	2.3	2.3	3.0	2.8	2.0	1.9
11	3.7	2.7	2.7	2.3	2.6	3.5	2.4	2.0	2.6	2.5	3.0	2.2	2.1	2.4	1.5	1.6
12	2.6	2.8	3.9	3.3	2.5	2.1	2.0	4.2	4.1	3.1	3.1	1.5	2.3	3.8	3.5	3.2
13	3.1	2.3	3.7	1.9	1.7	2.3	2.2	1.3	2.5	2.0	2.9	4.4	2.0	2.8	2.8	2.3
14	2.1	2.3				2.7		2.3		2.9	5.5	8.3	9.6	2.2	2.2	
15	2.9	3.9	3.9	3.8	1.5	3.7	3.0	2.0	3.2	3.9	5.3	4.3	2.8	2.8	3.0	1.5
16	2.9	3.7	4.1	2.4	2.9	2.6	1.9	2.8	2.5	1.4	10.8	13.3	10.0	2.9	3.5	2.5
17	4.4	3.2	3.5	2.6	2.4	2.9	3.7	3.4	3.6	4.5	5.7	10.5	9.3	1.6	2.7	2.5
18		1.5	2.8	1.2		3.0	1.5		2.4	3.4	5.4	7.9	9.3	16.0	1.6	
19		3.6	4.4	3.0	3.1	3.8	1.8	3.2	4.1	4.1	5.7	6.6	9.6	15.5	14.6	
20		1.3	1.4	3.0	2.5	4.2	5.0	4.4	4.2	4.2	7.0	9.8	11.3	12.0	3.7	4.3
21	5.8	4.5	4.7	4.5	2.9	3.5	4.3	2.3	2.1	5.6	9.0	8.9	2.9	4.6	5.2	4.7
22		2.5	2.7		1.4		1.4	1.9	1.6		3.4	12.0	19.2	22.5	14.0	
23		3.1	1.7	2.7	3.2	2.4	3.0	4.8	6.2	6.0	8.9	9.6	18.9	20.2	7.4	
24	3.1	4.3	3.4	3.5	2.7	3.5	5.3	1.7	3.5	2.9	8.6	10.3	4.4	9.3	2.9	1.8
25	4.1	3.0	3.5	2.9	2.8	3.4	2.4	1.2	3.3	2.3	7.1	7.1	8.8	2.7	3.0	4.0
26	3.9	3.6	3.6	2.6	3.7	2.2	2.6	2.9	2.8	3.2	2.2	3.0	2.5	2.0	2.5	
27	1.0	3.5	3.6	2.0	1.8	2.4	1.5	1.7	2.5	2.3	4.5	6.8	4.8	1.9	2.2	1.9
28	4.4	3.1	4.5	4.4	2.9	4.4	3.8	3.2	3.0	3.9	4.7	5.0	2.6		2.2	
29	2.9	2.3	2.0	2.7	1.9	1.0	1.7	1.3	3.0	4.4	5.3	9.2	10.2	2.2	0.7	
30		3.3	2.9	2.5	1.7	1.5	4.3	2.6	2.1	3.9	6.5	9.4	9.2	6.6	4.2	3.1
월 Month	7.6	4.5	7.6	4.5	4.3	6.7	5.4	7.4	6.3	8.7	10.8	13.3	19.2	22.5	14.6	9.4

KOPRI 극지연구소

- 78 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2024년 11월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	7.7	14.7	4.9	5.6	0.7	4.2	2.8	6.3	7.0	4.9	4.9	9.8	5.6	7.7	7.0	4.9	1.4
2	9.8	14.0	11.2	7.0	5.6	5.6	3.5	2.8	7.0	8.4	2.8	5.6	2.1	4.9	4.2	4.2	1.4
3	4.2	17.5	18.9	4.9	10.5	8.4	2.8	3.5	4.9	4.2	2.8	4.2	3.5	3.5	4.9	1.4	0.0
4	4.2	10.5	7.0	3.5	4.2	9.8	11.2	11.2	5.6	2.8	4.2	11.9	5.6	3.5	4.9	0.0	0.0
5	4.9	18.2	12.6	2.8	2.8	2.8	2.1	2.8	7.0	4.9	4.2	5.6	1.4	9.8	11.2	4.2	2.8
6	7.7	13.3	9.8	8.4	7.7	5.6	2.8	2.8	4.9	6.3	9.1	6.3	4.9	7.0	3.5	0.0	0.0
7	0.0	2.1	2.1	9.1	16.8	4.2	7.7	9.8	10.5	11.9	7.0	5.6	4.9	5.6	2.1	0.0	0.7
8	6.3	2.1	5.6	2.8	4.2	8.4	4.2	7.7	9.8	14.7	5.6	9.8	7.7	5.6	2.1	3.5	0.0
9	1.4	1.4	4.9	8.4	1.4	2.8	7.7	11.9	12.6	12.6	9.1	7.7	4.9	6.3	4.9	2.1	0.0
10	0.0	9.1	16.1	7.0	2.1	9.1	6.3	7.0	7.7	8.4	9.8	7.7	2.8	4.9	0.7	1.4	0.0
11	2.8	19.6	11.2	2.1	2.8	8.4	4.2	3.5	14.0	4.9	4.2	4.9	9.8	4.2	1.4	2.1	0.0
12	0.7	6.3	16.1	12.6	5.6	4.2	2.1	11.2	6.3	6.3	9.1	2.1	3.5	4.2	7.0	2.1	0.7
13	4.2	3.5	18.2	6.3	4.9	3.5	5.6	2.1	9.1	3.5	4.2	13.3	6.3	4.9	4.2	6.3	0.0
14	2.1	4.2	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	2.1	0.0	0.7	12.6	68.5	7.7	0.7	0.7	0.0	0.0
15	0.7	14.7	8.4	5.6	2.1	4.2	2.1	2.1	7.7	15.4	15.4	10.5	6.3	2.8	1.4	0.7	0.0
16	1.4	10.5	9.1	2.8	2.1	2.8	1.4	2.8	2.1	1.4	5.6	33.6	3.5	4.2	15.4	1.4	0.0
17	8.4	7.7	9.8	2.8	0.7	3.5	4.9	0.7	4.9	4.2	4.9	35.7	5.6	1.4	2.1	2.8	0.0
18	0.0	2.1	5.6	0.7	0.0	2.1	0.7	0.0	0.7	1.4	6.3	17.5	23.8	38.5	0.7	0.0	0.0
19	0.0	1.4	5.6	6.3	2.8	2.8	1.4	2.1	3.5	2.8	5.6	11.9	14.7	26.6	11.9	0.0	0.7
20	0.0	1.4	3.5	2.8	0.7	2.8	7.0	3.5	4.2	6.3	5.6	18.2	20.3	15.4	4.2	2.8	1.4
21	11.2	11.9	2.1	2.1	2.8	4.9	1.4	1.4	1.4	6.3	20.3	13.3	4.9	4.9	5.6	5.6	0.0
22	0.0	0.7	7.0	0.0	2.1	0.0	0.7	1.4	1.4	0.0	2.8	9.1	14.0	56.6	4.2	0.0	0.0
23	0.0	0.7	0.7	1.4	2.1	2.1	2.1	0.7	1.4	4.9	6.3	14.0	10.5	52.4	0.7	0.0	0.0
24	2.1	6.3	6.3	6.3	8.4	4.2	4.9	7.0	9.1	5.6	9.1	21.0	0.7	4.9	2.1	1.4	0.7
25	7.0	7.7	14.7	2.1	3.5	3.5	1.4	1.4	2.8	1.4	5.6	15.4	14.7	4.9	7.7	6.3	0.0
26	2.8	8.4	13.3	7.0	8.4	8.4	11.2	7.7	6.3	6.3	3.5	7.0	3.5	3.5	2.8	0.0	0.0
27	0.7	7.0	25.9	7.7	1.4	0.7	0.7	1.4	2.1	4.2	9.8	17.5	7.7	4.9	7.0	1.4	0.0
28	6.3	10.5	25.9	7.0	2.8	4.2	2.1	2.1	5.6	9.8	16.1	2.8	2.8	0.0	0.7	0.0	1.4
29	4.2	7.7	10.5	11.9	1.4	1.4	2.1	1.4	4.2	6.3	2.1	28.7	13.3	0.7	0.7	0.0	3.5
30	0.0	3.5	9.1	1.4	0.7	0.7	0.7	1.4	2.8	4.2	7.0	28.7	11.9	23.8	2.8	1.4	0.0
월 Month	3.4	7.9	9.9	4.9	3.7	4.2	3.6	4.1	5.5	5.8	7.2	14.9	7.6	10.6	4.3	1.9	0.5

KOPRI 극지연구소

- 79 -

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2024년 12월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
	기 압 평 균 Ave. Station	981.2	989.6	993.8	992.8	987.6	978.7	979.7	983.3	996.3	994.8	993.0	995.6	998.6	996.6	995.2		989.3
기		988.1	987.5	984.4	987.1	992.8	996.1	996.4	992.4	986.3	984.0	986.4	985.8	986.1	988.4	984.4	985.8	
	최 고 Highest	986.1	993.7	995.8	995.3	991.8	984.0	982.1	989.5	1000.3	999.9	994.3	999.6	999.6	997.6	996.2		1000.3
압		992.5	988.2	986.7	989.3	997.0	997.5	997.2	995.4	990.8	985.9	987.3	987.3	988.6	989.0	986.2	986.8	9일
	나타난 시간 Time	2358	2349	0825	0136	0224	0025	0652	2356	2233	0004	2359	2218	0116	0041	0909		2233
(hPa)		0000	1043	2359	2241	2338	0436	1118	0000	0003	0133	2241	0012	2359	0908	0000	1018	
	최 저 Lowest	975.5	985.6	991.6	991.6	983.8	975.5	977.0	978.4	989.5	992.0	992.5	994.2	997.5	995.7	992.5		975.5
Air		986.2	986.7	982.6	986.3	988.5	994.5	995.4	990.8	984.1	982.0	983.7	984.3	984.7	986.2	983.2	984.8	1일
Press.	나타난 시간 Time	0007	0018	0308	0935	2358	1310	2119	0150	0002	1755	0636	0139	2040	1749	2359		0007
		1814	2359	0945	1457	0045	1207	2353	2359	1546	1516	0015	1804	0816	2358	1635	1917	
	기 온 평 균 Ave. Station	-5.2	-1.5	-2.0	-2.1	-2.0	-0.9	-1.1	0.8	-0.3	-0.1	-0.9	-1.2	-1.9	-2.0	-3.0		-0.5
		-0.7	0.7	-0.4	1.3	1.8	3.4	-1.0	-1.3	0.8	0.9	-0.3	0.1	0.7	-0.2	1.2	2.0	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																	3.4
	평 균 최 저 Avg. Minimum																	-5.2
온	최 고 Highest	-1.8	0.9	0.4	-0.1	-0.1	1.1	2.1	2.9	4.3	2.6	1.4	0.3	-0.5	0.2	1.2		6.9
		1.7	3.7	1.7	3.1	3.9	6.9	2.6	1.1	2.7	3.8	2.0	1.9	3.0	2.8	3.6	4.0	21일
(℃)	나타난 시간 Time	2256	0643	0148	0856	0422	0959	2047	0510	0220	1204	0054	0016	0228	2256	0056		0603
		0717	0815	0118	0448	0423	0603	0112	0027	1038	0334	0528	0711	0255	2321	0148	0230	
Air	최 저 Lowest	-8.1	-4.5	-4.0	-3.7	-3.8	-3.1	-3.4	-1.1	-2.0	-3.6	-4.5	-2.8	-3.4	-3.9	-7.4		-8.1
Temp.		-3.1	-2.8	-2.6	-0.3	-1.1	0.1	-3.1	-2.7	-1.4	-1.0	-3.3	-2.8	-1.7	-2.7	-1.6	-0.7	1일
	나타난 시간 Time	1414	1625	1941	1506	2014	1438	0308	0117	1623	1611	1731	1158	1736	1241	1443		1414
		0001	1528	1525	1246	1402	1903	1853	1928	1355	1936	1741	1425	1527	1627	1420	1230	
평균이슬점온도(℃)		-13.2	-14.6	-15.6	-16.5	-16.3	-14.1	-6.7	-5.4	-4.8	-8.0	-6.5	-6.8	-7.7	-5.2	-7.1		
Average Dewpoint Temperature		-11.1	-10.2	-5.7	-8.6	-13.1	-10.2	-4.5	-5.6	-7.9	-11.0	-9.3	-7.8	-5.5	-4.3	-8.1	-7.7	

KOPRI 극지연구소

- 80 -

2024년 12월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.4	0.0	-	-	0.0	0.2	2.2	0.0		2.8
Total Precipitation		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
상	평 균 Average	55	37	35	32	33	37	66	64	72	56	66	66	66	80	74		55
대		47	45	68	50	33	39	78	73	53	42	53	56	64	74	53	50	
습	최 소 Lowest	18	24	24	23	23	24	40	44	54	27	49	44	43	56	55		18
도		25	25	54	23	23	20	49	61	33	28	24	38	35	42	23	23	1일
(%)	나타난 시간 Time	0013	2118	0049	2140	0209	0038	0017	1858	0223	1204	0009	2249	0225	2012	0427		0013
R.H.		0749	0856	0318	1904	2120	0602	0134	0011	1038	2138	0525	0658	0813	2305	1727	0130	
	평 균 Average	6.7	9.2	11.4	7.2	9.0	7.1	6.0	3.0	1.6	1.2	1.0	1.2	3.2	0.6	0.7		3.8
바		3.7	4.0	1.4	5.8	10.5	4.7	1.0	1.4	1.7	4.8	0.8	1.2	1.6	1.5	2.6	1.5	
	순 간 최 대 Greatest Gust	19.1	21.5	22.2	20.1	22.3	17.8	16.4	11.3	9.1	15.1	6.6	9.6	8.9	8.7	6.8		23.7
람		15.6	17.3	4.0	22.4	23.7	18.7	5.3	7.6	13.0	16.5	16.4	4.5	9.8	6.1	20.1	19.4	20일
	풍 향 Direction	WSW	W	WNW	WNW	NW	W	SW	W	WSW	WNW	NE	WSW	WSW	SW	SW		WSW
(m/s)		WNW	WNW	NNE	WNW	WSW	SW	SSE	S	WSW	W	W	N	SW	NNE	WNW	WNW	
Wind	나타난 시간 Time	2101	1718	2207	0020	1522	1634	1742	0143	1732	1154	0115	1822	2045	1749	0529		1405
		1757	0131	0613	1717	1405	1141	0132	1002	1546	1817	0027	1637	1927	2032	1854	0114	
구름(1/8)		8.0	4.3	0.5	0.0	1.5	6.8	7.0	7.0	6.9	1.4	2.0	6.5	8.0	6.9	6.3		4.0
Average Amount of Cloud		2.1	2.6	7.8	3.6	0.1	4.6	6.5	5.5	0.5	1.0	1.3	1.0	3.4	5.0	0.1	5.1	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																	
	끝 난 시 간 End Time																	
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

2024년 12월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		24037	31972	36618	37121	36576	21643	18877	20730	26694	37089	36915	25169	17566	25378	29803		985929
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		39365	38311	27574	33316	38965	33313	28738	33213	37714	38178	37824	36854	35955	31852	37186	31385	
일평균 수평시정(km)/월최소		10.0	20.0	20.0	20.0	20.0	18.1	9.4	15.6	12.5	20.0	20.0	11.9	7.6	6.3	19.4		6.3
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		20.0	20.0	18.1	18.8	20.0	20.0	17.5	17.5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	14일
눈	적 설 최 심	13.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.0	12.0	12.0	11.5	11.5	11.5	11.0	11.0	14.0	13.0		14.0
	Max. Depth. Snow Cover	11.0	9.0	8.0	5.0	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	-		2.2
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Snow 최 심 Max. Depth																	2.2
	Fall 나타난 날 Date																	14일
기상 현상 Meteo. Pheno-mena	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)			y	y	y					y	y						11
						y				y	y	y	y			y		
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y	y		y									y				4
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)		y				y		y						y		y	5
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y		y			y	y	y	y			y	y	y	y		11
	눈 Snow							y								y		1
	비 Rain																	0
	진 눈 깨 비 Sleet																	0
	안 개 Fog																	0
	박 무 Mist	y						y	y	y			y	y	y			7
해상 상태 Sea State	유 빙 Drift Ice(F:Frozen) (JC=0, GC=1, JC.GC=2)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F		
		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
	거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-		
		-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2024년 12월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1			3.4					7.9	7.0	7.7	7.4	12.9	12.6	3.8		
2										8.6	14.4	13.1	13.4	16.0		
3											15.0	13.9	15.9	17.7		
4											13.0	10.2	13.3	15.4	10.5	
5										4.3	7.5	9.6	10.5	16.0		
6						2.0	2.8	2.1		4.5	5.8	11.6	13.4	10.3		
7			1.4	1.6	1.8	1.7			1.1	5.0	9.9	11.9	10.8	3.9	3.8	
8	2.6		2.5	2.5	4.9	2.6	1.9	2.2	2.7	5.1	6.3	8.8	6.3	7.4	5.3	
9	2.0	1.1	2.0	2.0	2.1	1.6	3.4	3.4	3.3	3.8	5.7	6.3	1.9	4.6		
10	5.7	4.4	4.4	2.7	1.4	2.2	1.8	2.9	4.1	4.4	4.1	4.5	9.8	10.9	9.4	5.3
11	4.2	4.6	5.1	3.7	2.6	2.5	1.1	1.1	3.1	3.1	3.0	0.8				
12		4.3	3.0	3.5	2.9	1.5	2.9	0.7	2.6	2.4	5.7	6.7	6.1			
13				1.6		1.9	0.9	2.5	2.0	4.4	5.2	6.2	7.4			
14	1.7	2.8	2.3	2.3	2.4	1.5	1.8	2.0	1.6	2.3	3.7	6.1		1.6	1.2	
15	5.0	4.5	3.8	2.6	1.6	4.2	2.8	2.4	1.8	3.5	4.4	2.9	0.5		1.6	
16		2.3	3.5	2.6	2.4	5.5	1.7	3.8	2.5	3.3	3.5	7.3	10.9	11.1		
17	4.2	2.6	1.7	3.6	3.4	3.0	4.6	4.0	2.9	4.3	5.0	3.6	10.9	12.3	9.3	4.5
18	1.7	3.0	2.7	2.4	2.8	1.5	1.2	2.1	2.5	2.2						
19		2.9	2.6	2.2	1.2	1.3		1.4	1.3	2.4	2.6	2.4	9.8	15.9		
20											15.0	16.3	17.7	16.7		
21		4.1	2.1	5.0	1.6	1.9	4.4	3.8	4.2	5.6	14.5	12.8	13.0			3.1
22		3.1	2.9	2.8	2.1	2.9	2.7	3.6	1.6	1.1	1.1	0.6		0.7		
23		3.9	3.0	3.6	2.4	3.5	3.4	3.5	5.8	4.9	4.0					
24	5.3	3.8	3.5	3.4	3.1	4.7	2.4	4.2	2.1	4.9	7.1	9.0	4.0	2.9		
25	5.1	5.7	3.9	3.0	3.1	3.5	3.2	3.3	5.6	5.3	11.6	11.0	10.6	6.7	6.1	4.7
26	2.8	2.9	2.8	2.8	1.7	3.2	1.4	1.3	1.4	6.9	7.2	6.0	12.3	3.7	2.8	2.3
27	2.9	2.8	2.7	3.3	2.2	1.7	2.2	2.4	3.2	3.2	2.3	3.2				
28		2.2	3.5	3.0		1.3	0.8	1.1	1.5	4.9	7.1	6.8	3.6			
29	3.2	4.6	2.6	3.1	3.0	2.0	2.8	0.6		4.4						
30		3.8	3.4	3.3	4.4	4.6	4.2	1.6	5.5	6.8	6.4	6.7	9.5	13.7	12.9	7.8
31		4.7	5.4	4.8	6.0	2.9	2.2	2.0	3.0	5.2	4.7	3.3	8.1	14.9	10.9	2.4
월 Month	5.7	5.7	5.4	5.0	6.0	5.5	4.6	7.9	7.0	8.6	15.0	16.3	17.7	17.7	12.9	7.8

KOPRI 극지연구소

- 83 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2024년 12월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	14.7	8.4	4.9	35.7	23.8	1.4	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	24.5	53.1	14.7	5.6	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	14.7	29.4	46.9	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.5	32.9	21.0	25.2	3.5	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	7.7	21.0	19.6	49.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	0.7	0.0	4.2	4.9	45.5	28.7	14.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.7	2.1	0.7	1.4	0.0	0.0	1.4	3.5	20.3	60.8	7.0	1.4	0.7	0.0	0.0
8	0.7	0.0	4.2	3.5	5.6	2.8	2.1	0.7	3.5	4.9	27.3	33.6	5.6	4.2	1.4	0.0	0.0
9	1.4	1.4	2.8	6.3	3.5	1.4	11.2	11.9	11.2	5.6	18.9	20.3	0.7	3.5	0.0	0.0	0.0
10	3.5	18.9	14.7	7.0	2.8	2.8	3.5	7.0	8.4	3.5	8.4	4.2	2.8	9.8	2.1	0.7	0.0
11	3.5	23.1	19.6	10.5	4.2	7.7	2.1	2.1	7.0	16.1	2.8	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	16.8	17.5	10.5	0.7	1.4	1.4	0.7	3.5	2.8	9.1	31.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.7
13	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	0.7	2.1	2.8	7.7	30.8	45.5	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0
14	3.5	13.3	12.6	7.0	3.5	12.6	8.4	8.4	2.1	1.4	2.1	23.1	0.0	1.4	0.7	0.0	0.0
15	8.4	16.1	9.8	8.4	9.1	10.5	7.7	12.6	2.8	2.8	7.7	1.4	0.7	0.0	1.4	0.0	0.7
16	0.0	2.8	7.7	4.9	7.0	4.2	2.8	4.9	7.7	3.5	4.9	4.9	17.5	27.3	0.0	0.0	0.0
17	1.4	1.4	1.4	2.1	6.3	8.4	5.6	0.7	4.9	10.5	8.4	2.8	7.7	30.8	5.6	2.1	0.0
18	1.4	29.4	37.1	19.6	1.4	1.4	1.4	2.8	3.5	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	16.1	14.0	8.4	2.8	4.2	0.0	2.1	1.4	2.1	2.1	2.1	2.1	42.7	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	39.9	28.0	19.6	0.0	0.0	0.0
21	0.0	1.4	2.1	2.8	2.8	0.7	2.1	6.3	5.6	13.3	30.8	24.5	7.0	0.0	0.0	0.7	0.0
22	0.0	7.7	18.2	21.7	12.6	18.9	9.1	7.0	2.1	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
23	0.0	7.0	2.8	11.2	7.0	11.9	16.8	25.2	9.8	7.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	9.1	32.2	16.1	6.3	4.2	4.2	2.1	4.9	1.4	4.9	3.5	7.0	2.8	1.4	0.0	0.0	0.0
25	0.7	3.5	9.8	2.1	2.1	1.4	1.4	0.7	3.5	2.8	23.8	38.5	4.9	1.4	2.1	1.4	0.0
26	7.7	16.1	21.7	4.9	3.5	4.9	1.4	1.4	1.4	4.9	14.7	4.2	7.0	2.1	2.1	2.1	0.0
27	10.5	16.1	15.4	21.7	5.6	1.4	6.3	3.5	7.0	9.1	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
28	0.0	2.8	24.5	16.1	0.0	2.8	0.7	0.7	1.4	12.6	19.6	16.8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
29	3.5	16.1	6.3	30.8	25.9	8.4	4.2	0.7	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
30	0.0	4.9	6.3	3.5	11.2	13.3	7.7	2.1	10.5	6.3	4.9	2.1	2.8	17.5	6.3	0.7	0.0
31	0.0	12.6	18.9	8.4	7.7	4.9	2.1	3.5	4.9	8.4	9.8	3.5	3.5	7.0	4.2	0.7	0.0
월 Month	1.8	8.2	8.9	7.1	4.1	4.3	3.3	4.0	3.9	4.9	10.8	19.0	8.3	10.2	0.9	0.3	0.1

KOPRI 극지연구소

- 84 -

Last page

KOPRI
극지연구소

KOPRI
극지연구소

Ⅱ. 남극세종과학기지 기상 연보

ANNUAL WEATHER REPORT
ANTARCTIC KING SEJONG STATION



2024

극지연구소

KOREA POLAR RESEARCH INSTITUTE

REGULAR OBSERVATIONS and LONG-TERM MONITORING
at KING SEJONG STATION

KING SEJONG STATION (WMO INDEX No. 89251)

ELEVATION: 7.1 m / COORDINATES: 62°13′ S, 58°47′ W

==========

A. BRIEF METEOROLOGICAL ACTIVITIES

1. AUTOMATIC OBSERVATION : EVERY 10 MINUTES OUTPUT INTERVAL BY AUTOMATIC METEOROLOGICAL OBSERVATION SYSTEM (AMOS)

2. DATA TRANSMISSION : FOUR TIMES PER DAY

- 00 UTC ─┐
- 12 UTC ─┼─> TO KMA* [FTP, since JAN 2019]
- 18 UTC ─┘
- 24 UTC ─┘

*Korea Meteorological Administration

3. OBSERVATION AND RECORDING TYPE OF EACH ELEMENTS

◉ AUTOMATIC OBSERVATION

- WIND SPEED(ms^{-1}) : Ave., Max./Max. Time
- WIND DIRECTION(deg) : Resultant Vector
- TEMPERATURE(℃) : Ave., Max./Max. Time Min./Min. Time
- RELATIVE HUMIDITY(%) : Ave., Min./Min. Time
- PRESSURE(hPa) : Ave., Max./Max. Time, Min./Min. Time
- PRECIPITATION(mm) : Accumulated Total
- HORIZONTAL GLOBAL SOLAR RADIATION (W/m^2): Ave.
- UV SOLAR RADIATION (W/m^2): Ave.

◉ VISUAL OBSERVATION(ACCORDING TO WMO REFERENCE)

· CLOUDS : Amount(octas), Type, Height using Cloud Chart

· VISIBILITY : Visible Distance (km)

· STATE OF SEA (Co 3700) AND GROUND

· FLOATING ICES : Marian Cove and Maxwell Bay

· ACCUMULATED SNOW (cm)

· METEOROLOGICAL PHENOMENA AND ETC.

4. DATA HANDLING

- HARD DISK OF PERSONAL COMPUTER
- DAILY, TEN-DAY AND MONTHLY DATA PROCESSING
- GTS TRANSMIT TO WMO THROUGH KMA FOUR TIMES A DAY
- MONTHLY DATA TRANSMIT TO KOPRI, KOREA (E-MAIL)
- MONTHLY AND ANNUAL REPORT PRODUCTION

B. SYNOPTIC OBSERVATIONS

KOPRI 극지연구소

1. SURFACE WEATHER OBSERVATIONS

☞ AUTOMATIC METEOROLOGICAL OBSERVATION SYSTEM (AMOS);
DATA LOGGER (CR-1000, CAMPBELL SCIENTIFIC. INC. UTAH, USA)
LOGGERNET PROGRAM

☞ AIR TEMPERATURE;
HMP155 PT100 PROBE (ACCURACY ±0.20 ℃, -80℃ ~ 60℃)

☞ RELATIVE HUMIDITY;
HMP155 HUMICAP® PROBE (ACCURACY ±2 %, 0~100 %)

☞ STATION LEVEL AIR PRESSURE;
PTB101 BAROMETER (ACCURACY ±0.5 hPa)

☞ WIND SPEED AND DIRECTION;

SKYVANE SYSTEM (ACCURACY ±0.3 ms^{-1}, ±2°)

4-BLADE PROPELLER, DC GENERATOR (0~100 ms^{-1})

COUNTERBALANCED TAIL (0~360°)

☞ PRECIPITATION;

ELECTRICALLY HEATED RAIN/SNOW GAUGE (ACCURACY 0.5 %)

TIPPING BUCKET TYPE (UNLIMITED CAPACITANCE)

☞ VISIBILITY, CLOUDS, STATE OF SEA AND GROUND

VISUAL OBSERVATION; SIX-HOURLY AND/OR ON DEMANDS

☞ WEATHER SURFACE CHART ANALYSIS

WEATHER CHART AND INFORMATION GATHERING FROM WEB SITE

: WWW.WEATHER.COM, WWW.WUNDERGROUND.COM,
AMRC.SSEC.WISC.EDU, WWW.DIRECTEMAR.CL,
WWW.METEONET.COM.AR

KOPRI 극지연구소

2. RADIATION ENERGY MEASUREMENTS

☞ GLOBAL SOLAR RADIATION ON A HORIZONTAL SURFACE

[Until February 2021]

EPPLEY TYPE DOUBLE SPECTRAL PYRANOMETER

10 MINUTES OUTPUT INTERVAL (AVERAGE VALUE);

EPPLEY TOTAL UV-PHOTOMETER

[From 15 March 2021]

KIPP&ZONEN CMP21 PYRANOMETER

10 MINUTES OUTPUT INTERVAL (AVERAGE VALUE);

KIPP&ZONEN SUV5 TOTAL UV-METER

일 러 두 기

INTRODUCTORY NOTE

1. 이 자료집에 표시된 시각은 세종기지 시각에 따른 것으로서, 칠레 표준시보다 1시간 빨라 UTC-3시간에 해당한다. 일계는 1일 24시간제에서 00시를 기준으로 한다.

In this report, the time stated is King Sejong Station Time (UTC-3 hours) on a 24-hour clock beginning at midnight; for example, 1830 means 6:30 p.m..

2. 현지기압, 기온, 풍속, 상대습도, 이슬점온도 등의 일 평균값은 5초 또는 1초마다 자동 관측된 값의 전체 평균값이며, 풍향은 0° ~ 360°의 방향에 대한 일 벡터 합성값의 16방향이다.

Daily averages for station level air pressure(hPa), air temperature (℃), wind speed (ms^{-1}), relative humidity (%) and dewpoint temperature (℃) are derived from observation measured at every 5 or 1 seconds scanning interval by Automatic Meteorological Observation System (AMOS). Daily wind direction, given in 16 directions, is a vector summation of each measurements.

3. 현지기압은 자동기상관측시스템(AMOS-3, 해발고도 7.1 m) 자료집록기함에 설치된 기압계(지상 1.5 m)로 측정되며, 단위는 hPa이고 평균 해수면 고도 8.6 m의 높이에서의 값이다.

Station level air pressure is measured by a digital barometer and given in hPa unit at 8.6 m above mean sea level in the enclosure of the AMOS-3 data-logger.

4. 기온과 상대습도는 지상 약 1.8 m 되는 높이에 설치된 RH/Temperature Probe로 각각 측정되며, 0 ℃ 이하의 값은 음의 부호로써 표시하였다.

Air temperature (℃) and relative humidity (%) are measured by RH/Temperature Probe, at about 1.8 m above the ground level on the meteorological tower, and the values below 0 ℃ are shown with negative (−) sign.

5. 강수량의 단위는 밀리미터(mm)이며, 00 ~ 24시의 강수량 합계를 1일부터 해당월 말일까지의 합계로 표시하였다.

Precipitation is given in millimeters(mm) unit. The 00~24h total is the value measured from the first day to the last day every month.

6. 바람은 지상 약 10 m 되는 높이의 관측탑 상단에 설치된 프로펠러식 Skyvane으로 풍향과 풍속을 측정한다. 풍향은 16방향, 풍속은 초당 미터(ms^{-1})로 표시하고, 순간최대풍속은 어느 임의의 한순간에 나타난 풍속 중 최대값이며 이때 풍향을 16방향으로 나타내었다.

Wind direction and speed are measured by Skyvane with 4-blade propeller and counter-balanced tail at about 10 m above the ground level on the meteorological tower. Wind directions are given in 16 directions. Wind speeds are given in meters per second (ms^{-1}) unit. The greatest gust is the greatest instantaneous wind speed recorded.

7. 폭풍설은 수평 시정악화(약 150 m 이하)와 풍속 14 ms^{-1} 이상의 강한 바람이 눈보라와 함께 불었던 때의 시작과 끝난 시간(예: 0645는 6시 45분) 및 지속시간(예: 2030은 20시간 30분)으로 표시하였다.

Blizzards are strong winds exceeding 14 ms^{-1} with much snow and bad visibility (< 150 m), and are given in hour and minute for start, end (e.g. 0645 → 06:45) and duration time (e.g. 2030 → 20 hour and 30 minutes).

8. 풍향별 최대풍속(ms^{-1}) 및 풍향별 관측횟수의 백분율(0.1%)은 10분마다 출력된 값으로부터 얻어진 값을 방향별(16방향)로 구분해서 산출한 값이며, 풍속 0.2 ms^{-1} 이하인 경우에는 '정온'으로 처리하였다.

The maximum wind speed (ms^{-1}) and the percentage (× 0.1%) of the number of frequency for each direction are derived from values of 10 minutes interval output. When wind speed is less than 0.2 ms^{-1}, it is given as 'calm'.

9. 운량은 하늘 전체를 8로 하여 구름으로 덮여 있는 부분을 하늘 전체에 대한 8 분수로 표시하였고, 관측이 불가한 경우에는 9로 표시하였다.

Cloud cover is the proportion of the sky obscured by cloud and measured in octas unit. When cloud cover can not be observed, number 9 is assigned to it.

10. 수평면 전천 일사량은 2021년 2월까지는 에플리 일사계로 측정한 값이며 3월부터는

Kipp & Zonen CMP21 일사계로 측정한 값이다.

The global solar radiation on a horizontal surface had been measured by Eppley double dome spectral pyranometer by February 2021 and by Kipp & Zonen CMP21 pyranometer afterwards.

11. 일평균 수평 시정은 관측자가 시정도를 근거로 하여 기지 각 방향을 6시간 간격으로 목측한 수평 최소 시정의 일일 평균값으로 나타낸 것이다.

Daily average horizontal visibility is given in km unit as averaged values of each day for horizontal minimum visibility which observer measured 6-hourly with the eye based on the visibility target map around the station.

12. 적설은 지표면의 반 이상에 쌓인 눈의 깊이를, 신적설은 하루 동안(00 ~ 24시) 새로 쌓인 눈의 깊이를 각각 센티미터(cm) 단위로 표시했으며, 신적설의 합계는 일별 신적설 최심값의 합계이다.

The depth of snow covered and snow fall represent the depth of each accumulated snow covered on a half or more area on the ground. The values are given in centimeters (cm) unit and snow fall is accumulated the fresh depth in a day. The total value of it shows the sum of daily maximum snow fall.

KOPRI 극지연구소

13. 관측이 제대로 수행되지 않았거나 해당 현상이 없을 경우에는 각각 '*' 또는 '-'로써 표시하였다.

If there are no data available (including data missing) or no occurrence of phenomena at any date, those data are shown with signs of '*' or '-', respectively.

14. 현상일수는 각 기상현상이 나타났던 일수를 나타내며, 'y'(yes)로 표시하였다. 각 날에 대해 맥스웰만과 마리안소만에 유빙이 관찰되었을 경우를 'D(Drift Ice)'로 표시하고, 해역에 따라 각각 '0'과 '1', 마리안소만과 맥스웰만 전체를 '2'로(예; D/2) 표시하였다. 단, 바다가 얼었을 경우에는 해당 해역에 따라 'F (Frozen Sea)' 로(예; F/2) 나타내었으며, 해면의 상태에 따라 Calm (CA), Smooth (SM), Slight (SL), Moderate (MO), Rough (RO), Very Rough (VR)로 구분하였다.

The phenomena on days means the number of days when each weather phenomenon occurrs, and it represents as 'y'(yes). For each day, when drift ices

are observed on the Maxwell Bay(0) and the Marian Cove (1), it represents by an abbreviation (D) of drift ice (for example; D/2) for each sea. And when the Marian Cove and/or the Maxwell Bay are frozen, it represents by an abbreviation(F) of frozen sea (for example; F/2). States of sea are sorted by Calm (CA), Smooth (SM), Slight (SL), Moderate (MO), Rough (RO), Very Rough (VR).

KOPRI
극지연구소

월별 기압 Monthly Air Pressure

KOPRI
극지연구소

(Unit: hPa)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg	Ext	Ext Date
2008	Ave	986.2	988.2	990.7	986.5	991.9	992.5	995.6	989.7	1000.1	983.9	983.3	981.1	989.1		
	Max	1009	1011	1010	999	1009	1011	1028	1021	1017	1000	1002	1004		1028	7/19
	Min	979	961	962	955	967	969	944	945	980	951	961	960		944	7/5
2009	Ave	984.4	984.9	986.8	989.0	985.5	987.5	991.0	1000.7	988.1	977.3	983.8	987.5	987.2		
	Max	998	1004	1009	1012	1008	1020	1016	1019	1013	1006	1008	998		1020	6/26,27,29
	Min	965	944	963	959	953	964	950	972	962	956	959	973		944	2/17
2010	Ave	988.5	990.8	986.5	984.0	985.0	985.8	990.2	990.0	989.8	985.7	986.6	980.4	986.9		
	Max	1003	1011	1013	1008	1006	1010	1021	1026	1015	1009	1009	998		1026	8/18
	Min	973	957	957	963	951	957	959	958	962	963	961	957		951	5/29
2011	Ave	991.0	988.4	991.1	984.8	988.0	990.7	998.0	1002.6	992.3	981.3	988.5	985.6	990.2		
	Max	1006	1010	1011	1005	1018	1011	1027	1024	1009	1011	1011	1005		1027	7/28
	Min	976	960	962	958	955	958	974	969	966	965	957	960		955	5/3
2012	Ave	984	984	989	994	991	976	987	987	992	980	984	991	986.6		
	Max	998	1015	1013	1019	1011	1005	1011	1010	1015	1003	995	1008		1019	4/21
	Min	967	957	961	960	958	955	943	961	965	950	966	968		943	7/25
2013	Ave	986	991	995	986	986	980	984	990	996	983	979	985	986.8		
	Max	1004	1012	1019	1010	1007	1007	1023	1028	1027	1015	998	1000		1028	8/22
	Min	960	965	965	958	966	942	947	962	965	954	954	967		942	6/23
2014	Ave	989	988	983	995	992	993	992	995	996	981	979	981	988.7		
	Max	1005	1009	1003	1019	1016	1012	1009	1017	1020	1010	1001	1010		1020	9/20,21
	Min	976	964	960	974	965	968	968	954	969	947	960	960		947	10/26
2015	Ave	989	986	987	987	988	982	985	984	983	991	982	985	985.8		
	Max	1010	1002	1015	1013	1021	1002	1011	1007	1013	1008	1001	1006		1021	5/8,9
	Min	974	966	960	959	951	949	945	929	949	967	955	964		929	8/16
2016	Ave	988	984	985	986	1001	990	995	992	992	992	985	991	990.1		
	Max	1007	1006	1004	1017	1016	1007	1025	1013	1020	1017	1014	1001		1025	7/15,16
	Min	975	951	957	968	969	958	954	955	961	959	952	969		951	2/16
2017	Ave	987	994	1002	994	991	988	985	988	980	984	987	980	988.3		
	Max	1002	1013	1015	1006	1010	1018	1018	1026	1007	1007	1007	999		1026	8/8
	Min	969	976	984	974	963	959	952	958	950	956	958	957		950	9/15
2018	Ave	986	985	982	989	990	994	994	988	992	995	980	980.9	988.0		
	Max	1002	1001	998	1004	1014	1011	1021	1022	1016	1016	1002	1024		1024	12/11
	Min	962	965	961	970	965	970	968	948	960	976	955	1003		948	8/4
2019	Ave	984	990	991	986	989	993	1001	994	990	989	987	993	990.6		
	Max	997	1008	1017	1010	1024	1018	1020	1017	1021	1009	1009	1002		1024	5/31
	Min	968	965	965	951	953	967	969	959	964	968	964	971		951	4/13
2020	Ave	990	994	988	990	998	994	1002	994	987	985	985	984	991.0		
	Max	1000	1014	1012	1012	1013	1023	1022	1012	1016	1013	1014	1003		1023	6/30
	Min	975	971	964	969	974	955	967	972	950	951	954	962		950	9/14
2021	Ave	988	989	986	988	996	996	993	986	986	981	987	983	988.3		
	Max	1021	1009	1011	1010	1027	1015	1023.4	1011	1015	1009	1022	1013		1027	5/16
	Min	965	959	953	950	963	963	960.3	951	942	954	961	966		942	9/14
2022	Ave	988	988	994	988	994	988	990	994	990	981	984	985	988.7		
	Max	1007	1010	1010	1013	1018	1013	1017	1022	1015	1010	1016	1025		1025	12/29
	Min	957	954	966	967	972	959	959	961	949	943	955	955		943	10/9
2023	Ave	986	989	982	989	985	995	995	987	997	982	985	986	988.2		
	Max	1005	1010	997	1015	1006	1015	1024	1017	1024	1006	999	1003		1024	09/06
	Min	964	972	960	963	950	970	953	952	972	953	963	960		950	05/05
2024	Ave	986	989	990	984	995	996	990	1005	974	984	987	998	989.8		
	Max	1000	1003	1020	1008	1015	1017	1018	1031	992	1010	1022	1015		1031	08/11
	Min	972	958	959	953	966	968	941	976	953	962	964	979		941	07/22
Total	Ave	987.6	988.7	988.6	989.0	992.1	991.1	991.8	990.7	990.2	985.4	985.0	986.8	988.9		
	Max	1021	1017	1023	1026	1031	1029	1031	1031	1035	1025	1022	1025		1035	00/0/7
	Year	2021	95,96,04	1991	2007	2000	1996	2000	2024	2000	1988	04,21,24	2022			
	Min	957	944	944	950	945	942	943	929	937	940	946	952		929	15/8/16
	Year	2022	2009	1995	2021	2004	2013	04,12	2015	2004	1999	89,06	2001			

KOPRI 극지연구소

월별 기온 Monthly Air Temperature

(Unit: ℃)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg	Ext	Ext Date
1988	Ave	2.8	2.3	-0.1	-1.1	-1.9	-7.3	-4.8	-8.4	-3.2	-2.6	-1.1	0.5	-2.1		
	Max		5.8	5.8	4.4	5.1	3.1	2.4	1.7	4.4	8.4	7.9	10.4		10.4	12/12
	Min		-0.9	-6.8	-7.8	-8.5	-19.0	-17.5	-19.9	-12.5	-10.4	-6.4	-5.2		-19.9	8/28
1989	Ave	1.5	2.4	2.3	-4.8	-0.9	-2.0	-0.7	-2.1	-3.0	-0.6	0.2	1.4	-0.5		
	Max	8.1	7.5	8.9	5.4	4.9	4.4	3.6	4.2	6.1	2.8	5.6	6.6		8.9	3/18
	Min	-3.3	-2.1	-3.6	-13.8	-15.4	-8.4	-5.5	-9.3	-11.2	-6.3	-7.4	-2.7		-15.4	5/11
1990	Ave	2.3	2.7	1.1	-4.9	-4.9	-4.2	-5.4	-5.3	-2.7	-1.9	-0.8	0.7	-1.9		
	Max	8.6	8.1	6.8	1.7	3.9	0.6	4.5	2.5	5.4	6.2	4.3	5.5		8.6	1/18
	Min	-1.2	-2.2	-3.8	-18.3	-13.7	-13.2	-17.3	-20.5	-21.6	-10.1	-5.0	-3.6		-21.6	9/1
1991	Ave	2.2	0.8	-0.2	-2.4	-7.2	-8.8	-6.5	-6.6	-2.9	-3.5	-0.8	-0.2	-3.0		
	Max	8.9	6.1	5.5	5.8	3.8	1.5	1.2	2.4	4.1	2.4	4.3	6.5		8.9	1/12
	Min	-1.0	-4.7	-6.3	-11.4	-18.5	-21.7	-18.5	-24.4	-10.7	-11.3	-5.7	-3.7		-24.4	8/5
1992	Ave	1.8	0.9	-1.1	-0.7	-8.0	-7.7	-7.2	-4.2	-2.1	-2.5	-0.1	2.6	-2.4		
	Max	11.2	6.1	8.1	5.7	3.1	0.9	1.3	4.0	3.6	4.9	5.2	9.6		11.2	1/23
	Min	-2.4	-5.3	-9.1	-9.5	-20.7	-18.5	-23.6	-17.2	-9.2	-12.0	-4.8	-0.3		-23.6	7/13
1993	Ave	2.0	2.2	0.4	-0.8	-2.1	-3.6	-2.8	-3.2	-3.0	-1.4	0.2	0.8	-0.9		
	Max	8.3	7.5	8.6	8.3	6.6	2.5	3.6	3.9	1.7	4.7	6.9	5.6		8.6	3/9
	Min	-2.7	-1.1	-6.6	-11.7	-10.4	-16.6	-13.2	-15.7	-13.1	-9.2	-7.3	-3.3		-16.6	6/29
1994	Ave	2.2	1.6	1.1	-1.0	-3.6	-3.4	-10.3	-3.3	-2.9	-5.0	1.0	1.5	-1.8		
	Max	8.5	7.0	8.0	4.5	4.1	2.7	1.9	3.5	4.7	1.6	8.1	9.4		9.4	12/17
	Min	-0.7	-2.9	-5.2	-9.3	-12.5	-13.7	-25.6	-14.2	-11.4	-13.5	-3.4	-3.1		-25.6	7/24
1995	Ave	2.6	2.3	0.3	-1.2	-2.1	-6.2	-12.1	-10.3	-5.6	-0.9	-0.5	1.3	-2.7		
	Max	8.5	9.7	5.6	4.6	6.4	4.4	0.9	1.2	4.8	3.4	5.2	8.0		9.7	2/11
	Min	-0.9	-0.6	-4.6	-12.1	-11.3	-17.4	-25.1	-21.8	-19.8	-6.3	-6.8	2.2		-25.1	7/22
1996	Ave	2.0	2.7	1.5	-1.0	-2.1	-4.8	-3.4	-3.6	-1.4	-1.3	-0.1	1.1	-0.9		
	Max	7.6	8.6	8.9	5.9	5.9	4.0	4.4	3.8	5.4	6.2	5.6	8.7		8.9	3/17
	Min	-1.1	-1.8	-8.1	-8.5	-12.1	-15.3	-15.2	-11.6	-13.1	-8.4	-6.4	-2.2		-15.3	6/22
1997	Ave	3.0	2.2	1.6	-1.3	-1.1	-4.4	-5.9	-4.4	-6.6	-3.0	-2.0	1.0	-1.7		
	Max	11.0	10.1	8.6	6.7	5.0	5.1	3.1	3.4	1.7	4.5	7.0	6.0		11.0	1/22
	Min	-1.2	-1.6	-4.9	-10.9	-8.0	-18.8	-21.3	-15.3	-16.7	-10.5	-9.2	-2.8		-21.3	7/2
1998	Ave	2.8	2.4	1.3	1.1	-1.4	-0.4	-4.9	-6.5	-7.3	-1.4	0.0	0.9	-1.1		
	Max	10.2	7.6	7.4	7.2	4.7	7.9	3.7	1.5	4.1	3.3	6.9	6.8		10.2	1/14
	Min	-0.6	-1.3	-3.7	-3.7	-10.7	-11.5	-17.2	-17.7	-23.1	-9.9	-3.7	-2.0		-23.1	9/14
1999	Ave	2.2	2.2	1.8	1.1	-0.3	-3.5	-3.1	-5.0	-5.0	-1.3	0.5	1.5	-0.7		
	Max	12.0	9.1	7.5	6.0	5.3	2.7	4.2	1.0	5.2	3.7	5.6	10.4		12.0	1/11
	Min	-0.4	-1.1	-4.5	-4.1	-6.1	-13.3	-15.1	-17.2	-15.3	-7.9	-3.6	-1.8		-17.2	8/11
2000	Ave	1.6	1.9	0.8	0.0	-1.5	-2.0	-3.0	-6.4	-5.8	-1.5	-0.5	0.6	-1.3		
	Max	6.0	5.7	8.6	4.7	5.0	4.8	4.3	1.3	2.1	3.6	5.3	4.9		8.6	3/11
	Min	-2.2	-2.3	-5.3	-9.0	-10.3	-10.6	-11.3	-17.8	-18.3	-6.2	-6.8	-2.7		-18.3	9/11
2001	Ave	1.8	0.7	0.2	-2.8	-0.9	-5.0	-6.1	-2.3	-2.0	-0.4	0.3	1.5	-1.3		
	Max	7.2	8.3	7.7	4.2	3.7	5.8	0.7	1.7	2.8	6.8	4.1	9.2		9.2	12/31
	Min	-3.2	-5.4	-7.2	-13.1	-10.4	-16.0	-17.0	-11.4	-9.8	-6.6	-4.2	-2.6		-17.0	7/20
2002	Ave	2.4	2.5	0.3	0.5	-6.0	-8.9	-6.5	-4.1	-2.6	-5.3	-0.7	1.0	-2.3		
	Max	9.7	11.5	8.9	8.3	4.5	1.3	5.0	4.7	11.0	9.9	9.6	8.9		11.5	12/31
	Min	-2.8	-4.6	-9.3	-8.8	-20.7	-24.6	-20.8	-15.3	-13.8	-19.8	-8.7	-5.6		-24.6	7/20
2003	Ave	2.1	2.1	-0.2	-0.6	-2.5	-7.7	-5.4	-1.9	-2.3	-2.1	-1.4	-0.7	-1.7		
	Max	7.8	7.2	8.5	9.6	4.0	0.6	5.8	5.2	5.3	3.6	4.6	6.2		9.6	4/6
	Min	-2.4	-2.8	-5.7	-9.2	-11.5	-15.4	-17.3	-15.5	-12.9	-8.9	-6.4	-7.0		-17.3	7/22
2004	Ave	1.7	1.7	1.0	-1.8	-2.2	-2.7	-3.3	-4.0	-3.6	-2.2	0.2	0.8	-1.2		
	Max	13.2	9.1	9.5	7.9	6.6	6.6	5.8	3.4	6.5	6.2	6.3	10.4		13.2	1/24
	Min	-2.9	-2.1	-10.0	-14.6	-12.9	-12.5	-19.3	-16.7	-16.8	-12.4	-5.1	-3.9		-19.3	7/13
2005	Ave	1.6	2	0.2	-1.3	-3.6	-7.5	-5.7	-3.9	-2.6	-1.2	-0.1	0.6	-1.8		
	Max	9.8	7.8	6.8	3.5	4.9	3.1	2.6	1.4	2.3	3.3	4.8	9.7		9.8	1/4
	Min	-2.3	-1.9	-8.6	-11.6	-9.6	-23.1	-23	-14.6	-10.5	-6.9	-5.8	-5.7		-23.1	7/1
2006	Ave	2.8	2.5	2.7	-0.4	-0.6	-3.9	-4.0	-8.3	-4.5	-8.0	-0.2	1.3	-1.7		
	Max	10.2	9.1	8.5	5.6	8.8	5.4	2.3	1.6	3.8	7.5	6.1	10.5		10.5	12/26
	Min	-2.3	-1.9	-2.3	-7.5	-11.6	-16.8	-14	26	-13.5	-8	-5	-2.4		-16.8	6/20
2007	Ave	2.1	1.9	-0.8	-4.0	-4.4	-7.1	-11.4	-5.2	-3.0	-2.6	-1.3	1.0	-2.9		
	Max	7.9	7.1	7.6	4.1	4.0	3.1	1.9	2.4	4.4	5.1	5.4	9.7		9.7	12/30
	Min	-3.3	-2.9	-8.4	-13.7	-14.5	-14.9	-24.2	-17.3	-18.5	-9.9	-8.7	-3.0		-24.2	7/26

KOPRI 극지연구소

(Unit: ℃)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg	Ext	Ext Date
2008	Ave	1.7	2.2	0.9	-1.6	-1.5	-3.3	-3.2	-4.5	-0.7	-0.7	0.2	1.3	-0.8		
	Max	7.0	7.4	7.5	5.9	5.5	4.1	4.3	0.9	6.5	5.3	9.9	5.5		9.9	11/27
	Min	-1.5	-2.1	-7.9	-9.4	-11.4	-15.2	-16.5	-14.2	-9.3	-11.1	-4.7	-1.8		-16.5	7/5
2009	Ave	2.4	1.7	1.5	-1.7	-3.1	-7.2	-8.2	-8.0	-4.4	-2.8	-1.9	0.5	-2.6		
	Max	7.5	5.2	7.3	3.4	3.4	1.4	0.5	1.3	3.8	3.8	3.9	6.9		7.5	1/13
	Min	-0.8	-3.0	-5.7	-9.0	-10.2	-19.2	-23.4	-21.8	-15.9	-9.6	-10.0	-4.3		-23.4	7/12
2010	Ave	0.9	-0.1	-0.1	-2.6	-2.4	-2.2	-4.3	-4.3	-2.7	-0.1	0.7	-0.1	-1.4		
	Max	6.8	4.3	9.1	5.9	5.9	5.4	3.3	1.3	5.6	8.6	5.9	5.1		9.1	3/7
	Min	-2.9	-5.4	-8.5	-15.5	-14.3	-9.6	-16.2	-17.7	-14.5	-4.8	-2.8	-4.8		-17.7	8/11
2011	Ave	1.5	2.5	0.4	-4.6	-2.5	-7.2	-9.6	-7.5	-6.2	-1.4	-0.3	1.6	-2.8		
	Max	9.4	7.2	8.7	4.1	8.5	1.2	1.8	3.1	4.2	5.9	7.1	7.6		9.4	3/7
	Min	-2.1	-1	-6.8	-15.1	-14	-16.7	-20.6	-21.2	-17.5	-8.5	-6.2	-1.1		-21.2	8/11
2012	Ave	1.7	0.9	1.2	-4.2	-2.2	-7	-5.1	-4	-5.5	-3.4	-1.6	-0.7	-2.5		
	Max	6.1	5	9.6	4.9	5.1	1.8	3.4	3.9	1.7	5.2	4.6	2.3		9.6	3/2
	Min	-1.3	-6.6	-5.5	-13.9	-13.7	-18.5	-15.1	-16.5	-16.6	-11.7	-8.1	-5		-18.5	6/10
2013	Ave	0.8	1	1.1	1.4	-3.7	-3.8	-6.2	-7.7	-4.6	-2	-1.3	-0.7	-2.1		
	Max	6.5	5.7	7.7	7.8	6.1	3.6	1.2	4.2	2.4	4.6	5.8	5		7.8	4/9
	Min	-2.4	-4.7	-5.7	-4.1	-12.7	-12.9	-20.1	-16.4	-20.3	-9.4	-8.4	-8.5		-20.3	9/10
2014	Ave	0.8	0.1	-0.6	-0.7	-2.7	-4.3	-2.7	-5.4	-4.1	-2	-1.7	0.3	-1.9		
	Max	7	6.9	5.3	8.1	6.8	2.4	3.2	2.5	3.5	7.7	9.6	8		9.6	11/6
	Min	-3.8	-7.1	-9.5	-9.2	-13.1	-15.1	-12.7	-20	-19.1	-12.2	-8.7	-4.8		-20	8/21
2015	Ave	1.1	1.8	1.2	0	-2.2	-7	-7	-5.6	-7.1	-2	-1	0.5	-2.3		
	Max	7.1	9.7	8.3	7.5	6.8	3.4	2.7	3.2	1.9	7.2	9.8	8.1		9.8	11/16
	Min	-3.6	-5.8	-4.6	-6	-15	-18.7	-17.5	-19.6	-16.9	-11.8	-8.1	-3.1		-19.6	8/21
2016	Ave	1.1	1.2	1.4	-2.7	-1.8	-1.6	-3.9	-6	-1	-0.8	0.1	1.2	-1.1		
	Max	12.4	7.4	9.5	7.6	8.9	4.9	4.9	4.2	5.2	7.1	4.8	7.4		12.4	1/1
	Min	-4.6	-6	-5	-16.5	-13.2	-12	-13.5	-19.9	-14	-9.4	-4.4	-2.5		-19.9	8/20
2017	Ave	2.1	2.4	1.7	-1.2	-1.6	-5.9	-2.9	-4.9	-3.6	-2.1	-0.5	1.4	-1.3		
	Max	6.9	9	11.3	5	5.8	0.9	3.6	4.5	2.9	5.3	5.8	9.4		11.3	3/20
	Min	-1.5	-4.4	-7	-14	-12.1	-12.1	-15	-17.8	-14.1	-8.8	-8.5	-2.8		-17.8	3/4
2018	Ave	1	1.8	0.4	-1.3	-2.7	-4.9	-4.7	-4.4	-3.8	-2.4	-0.7	0.5	-1.8		
	Max	6.5	9.7	7.2	7.2	5	1.6	2.5	2.8	4	4.9	5.2	5.4		9.7	2/21
	Min	-2.5	-2.8	-9.1	-8.6	-9.8	-15.3	-20.2	-14.7	-13.6	-9.8	-7.2	4.5		-20.2	7/3
2019	Ave	0.7	0	1.1	-0.6	-3.3	-3.9	-4	-4.3	-3.9	-2.6	0	0.7	-1.7		
	Max	6	6.9	8.7	5.9	5.6	3.7	4.7	4.3	4.8	7.7	9.2	8.1		9.2	11/24
	Min	-2.8	-6.4	-6.1	-11	-15.2	-12.9	-14.7	-17.1	-13.9	-14.9	-5.4	-3.7		-17.1	8/16
2020	Ave	3.0	2.6	1.1	-0.2	-1.9	-3.2	-3.7	-7.7	-4.5	-2.5	0.2	1.2	-1.3		
	Max	6.3	8.9	8.4	7.6	4.4	3.0	2.4	4.6	6.2	4.0	3.9	6.9		8.9	02/07
	Min	0.9	-2.5	-8.7	-9.4	-11.3	-11.6	-14.2	-18.8	-20.0	-13.5	-3.6	-3.3		-20.0	09/03
2021	Ave	2.2	2.5	1.9	0.0	-1.8	-1.9	-3.7	-4.3	-0.9	-0.3	0.7	1.6	-0.3		
	Max	7	12.3	8.6	9.6	9	4.6	3.7	5.6	4.4	8	5.8	4.8		12.3	2/11
	Min	-1.7	-2.3	-3.9	-9.3	-11.8	-13	-17.4	-21	-9.4	-7	-5	-1.2		-21	8/19
2022	Ave	1.8	2.2	0.5	-0.7	-2.6	-2.9	-3.5	-2.3	-1.2	-0.9	1	1.4	-0.6		
	Max	7.7	13.9	5.4	5.8	7.8	3.4	3.5	2.6	4.6	4	7	6.9		13.9	2/7
	Min	-1.5	-2.1	-5.3	-10.1	-14.6	-14.5	-12.3	-11	-10.1	-6.4	-2	-3.3		-14.6	5/8
2023	Ave	2.9	2.2	1.8	0.3	-0.2	-4	-3.2	-3.3	-5	-3	-0.5	1	-0.9		
	Max	7.9	8.8	7.3	10.2	6.6	6.2	5.4	1.8	6.2	4	5.1	6.4		10.2	4/3
	Min	-1	-4.4	-4.7	-6.7	-9.8	-15.8	-16.3	-13.9	-15.5	-10.9	-4.7	-3.4		-16.3	7/21
2024	Ave	1.4	2.6	0.6	-0.8	-3.3	-4.9	-4.6	-6.5	-3.9	-2.3	-0.2	1.0	-1.7		
	Max	7.2	11	7.4	5.8	2.3	0	4.1	2.4	3.4	5.2	10.9	8.3		11	02/07
	Min	-2.5	-0.1	-5.9	-8.3	-16.3	-14.1	-15.8	-19.6	-12.6	-12.1	-6.0	-3.8		-19.6	08/13
Total	Ave	1.9	1.8	0.8	-1.3	-2.6	-4.8	-5.2	-5.1	-3.7	-2.2	-0.4	0.9	-1.7		
	Max	13.2	13.9	11.3	10.2	9	7.9	5.8	5.6	11	9.9	10.9	10.5		13.9	22/2/7
	Year	2004	2022	2017	2023	2021	1998	03,04	2021	2002	2002	2024	2006			
	Min	-4.6	-7.1	-10	-18.3	-20.7	-24.6	-25.6	-24.4	-23.1	-19.8	-10	-8.5		-25.6	94/7/24
	Year	2016	2014	2004	1990	92,02	2002	1994	1991	1998	2002	2009	2013			

KOPRI 극지연구소

월별 풍속 Monthly Wind Speed

(Unit: m/s)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg	Ext	Ext Date
1988	Ave	6.8	5.7	9.2	7.3	7.0	10.3	7.4	6.9	8.0	7.9	6.6	7.0	7.5		
	High		12.8	31.9	28.7	29.5	36.3	37.1	29.0	30.6	30.7	28.6	43.3		43.3	12/30
	Date		20	19	18	17	24	29	23	28	5	7	30			
1989	Ave	6.3	7.1	9.1	8.5	8.8	8.9	9.6	8.2	10.0	10.9	6.4	6.2	8.3		
	High	38.0	33.7	38.9	29.4	32.5	33.3	33.4	33.9	27.9	36.0	25.6	28.9		38.9	3/26
	Date	1	25	26	20	28	29	15	31	20	27	29	11			
1990	Ave	6.3	7.7	8.5	8.3	6.4	8.4	8.1	9.0	8.2	8.1	9.2	5.7	7.8		
	Max	32.0	28.2	45.2	33.4	37.7	46.6	30.9	36.9	29.4	35.1	33.8	22.8		46.6	6/16
	Min	16	27	11	25	22	16	3	18	14	13	5	28			
1991	Ave	8.0	8.2	7.5	8.3	6.8	7.8	8.2	9.4	8.1	8.2	8.3	7.4	8.0		
	High	25.0	33.0	31.3	33.2	36.1	35.0	37.0	33.9	46.6	33.8	30.2	28.9		46.6	9/11
	Date	12	25	14	24	25	10	29	15	11	9	2	7			
1992	Ave	6.7	7.9	7.5	7.8	7.6	6.9	8.2	7.7	8.8	8.2	8.1	7.4	7.7		
	High	26.7	31.0	25.6	34.9	37.4	34.3	35.3	33.1	34.1	31.3	27.0	37.9		37.9	12/2
	Date	23	2	3	7	31	1	25	24	9	1	4	2			
1993	Ave	6.0	6.4	7.8	8.5	9.4	8.3	7.8	8.0	9.0	9.0	8.6	5.7	7.9		
	High	25.0	29.8	28.3	33.7	34.9	30.3	33.7	30.5	35.7	30.0	36.7	30.0		36.7	11/7
	Date	18	5	4	25	4	2	12	7	5	7	7	20			
1994	Ave	6.9	7.8	7.8	7.4	6.7	7.5	8.6	9.5	9.4	7.8	6.7	6.6	7.7		
	High	36.0	30.4	33.1	31.5	26.0	27.4	27.1	39.2	36.4	28.4	31.4	30.2		39.2	8/27
	Date	29	23	5	12	13	22	7	27	1	8	9	17			
1995	Ave	7.0	7.3	8.0	8.5	8.8	7.9	8.6	8.2	8.4	8.2	7.4	6.8	7.9		
	High	30.9	31.9	30.5	38.5	29.4	33.7	41.6	44.5	34.0	29.0	27.0	30.7		44.5	8/1
	Date	31	11	24	16	17	4	18	1	3	12	15	25			
1996	Ave	7.3	7.7	7.2	6.7	8.9	8.9	10.2	8.1	10.5	9.9	9.0	7.6	8.5		
	High	28.9	26.0	28.7	26.1	40.3	28.8	39.6	29.4	33.4	32.7	33.5	28.3		40.3	5/29
	Date	23	17	3	19	29	13	28	16	17	11	4	6			
1997	Ave	7.2	5.9	9.2	7.6	8.1	7.5	8.1	8.6	6.9	8.0	6.8	5.0	7.4		
	High	30.1	31.2	29.1	35.1	28.3	33.4	31.6	28.7	34.1	33.8	25.6	23.9		35.1	4/22
	Date	21	28	29	22	2	21	22	20	7	8	25	31			
1998	Ave	5.6	6.7	7.1	10.0	7.0	7.7	9.1	9.1	8.5	8.8	8.6	7.0	7.9		
	High	20.8	22.6	27.0	39.8	30.7	33.0	31.1	34.6	39.6	28.0	28.6	24.5		39.8	4/1
	Date	21	11	14	1	14	28	14	29	9	30	23	26			
1999	Ave	7.0	8.0	8.0	8.9	8.0	10.2	9.8	10.0	9.0	9.0	8.2	7.3	8.6		
	High	27.1	35.9	30.5	34.6	29.7	33.6	33.0	32.4	38.6	35.1	27.7	30.7		38.6	9/21
	Date	1	21	7	17	24	25	23	14	21	19	19	16			
2000	Ave	7.1	6.4	7.4	8.8	7.8	8.8	7.1	8.8	9.1	8.7	6.0	7.1	7.8		
	High	22.9	29.3	31.1	32.2	27.3	46.5	39.7	37.7	33.1	35.8	28.9	38.8		46.5	6/7
	Date	7	3	8	25	14	7	31	29	25	29	2	16			
2001	Ave	6.3	7.9	7.8	8.1	8.3	8.8	7.2	10.6	10.0	11.4	9.5	9.7	8.8		
	High	29.9	31.5	29.3	30.6	30.7	35.0	29.4	39.7	41.4	33.8	35.4	36.9		41.4	9/20
	Date	30	21	8	6	22	2	30	20	20	17	29	4			
2002	Ave	7.2	8.5	6.2	8.1	8.1	8.1	8.0	8.0	7.6	9.4	5.9	7.1	7.7		
	High	33.1	35.5	31.3	30.3	30.1	33.4	40.6	31.2	37.4	41.2	34.7	33.9		41.2	10/10
	Date	1	11	31	18	19	15	1	14	24	10	5	11			
2003	Ave	5.2	7.3	7.6	8.0	8.4	9.6	8.6	10.4	9.7	9.6	6.6	6.5	8.1		
	High	37.4	30.7	37.7	29.8	30.2	41.6	37.3	49.5	35.1	33.8	31.8	28.3		49.5	8/16
	Date	1	11	31	18	19	15	1	14	24	10	5	11			
2004	Ave	6.6	6.4	7.8	8	8.2	7.7	10.2	10.3	9.4	8.7	8.3	7.5	8.3		
	High	24.6	35.5	27.3	35.4	38.8	26.6	36.8	37.7	40.2	27.3	33.2	30.4		40.2	9/17
	Date	3	8	4	12	24	16	28	24	17	13	30	30			
2005	Ave	5.9	8.9	8.5	6	5.6	7.8	7.4	7.2	6.3	8.3	7.6	6.1	7.1		
	High	25.1	28.2	30.4	37.6	26.5	34.3	29.9	32.7	35.6	25.6	29.4	21.1		37.6	4/20
	Date	14	15	30	20	16	29	21	5	23	7	3	2			
2006	Ave	5.9	7.2	8.7	7.5	9.9	8.1	9.1	7.7	8.7	8.7	7.6	7.2	8.0		
	High	27.2	31.4	37.5	35.5	34.8	41.9	30	37.7	41.3	35.8	31	34		41.9	6/30
	Date	22	27	7	7	3	30	20	12	9	31	11	17			
2007	Ave	6.0	5.9	7.6	8.2	8.1	7.2	6.9	9.1	7.4	7.7	5.9	6.1	7.2		
	High	25.9	27.4	31.6	39.3	37.0	34.9	39.6	40.1	30.9	29.5	25.0	24.8		40.1	8/10
	Date	31	20	18	5	19	19	3	10	24	22	30	28			

KOPRI 극지연구소

(Unit: m/s)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg	Ext	Ext Date
2008	Ave	7.6	7.5	7.5	8.5	8.6	9.3	9	9.2	9	8.5	7.5	9.1	8.4		
	High	30.9	33.3	38.6	50	32.7	36.7	44.6	32.3	29	32.2	29.1	29.7		50.0	4/20
	Date	9	24	1	20	23	16	4	21	12	22	26	22			
2009	Ave	7.4	7.2	7.7	7.1	9.0	8.7	6.8	7.9	8.9	9.9	7.0	7.7	7.9		
	High	27.4	36.8	34.9	31.5	37.8	35.6	36	37.2	36.9	33.3	34	28		37.8	5/17
	Date	8	17	29	30	17	14	14	3	8	9	1	16			
2010	Ave	7.0	7.2	8.4	9.7	9.3	10.0	9.7	9.0	9.0	9.4	8.1	7.6	8.7		
	High	33.2	33.9	31.4	36.6	41.4	36.3	38.9	39.4	29.3	37.2	31.1	32.5		41.4	5/15
	Date	17	28	17	16	15	2	7	10	30	19	3	13			
2011	Ave	7.5	8.9	8.6	8.6	8.5	8.6	7.1	5.7	9.2	8.5	8.6	8	8.2		
	High	27.2	34	34.3	36.6	34.6	31.3	38	30.3	41.2	33.3	35.9	33.3		41.2	9/16
	Date	3	25	1	23	17	20	23	17	16	19	4	16			
2012	Ave	6.5	7.1	7	9.5	8.2	11.3	8.6	9	9.1	8.5	7.4	4.7	8.1		
	High	22.9	28.4	29.1	39.5	41.9	49.4	42.9	32.1	37.5	33	31.9	24.1		49.4	6/20
	Date	17	18	4	11	15	20	3	16	9	19	21	1			
2013	Ave	7.2	7	7.5	10.3	9.3	8.6	9	9.6	7.5	8.7	8.2	5.5	8.2		
	High	45.9	39.2	38.9	38.3	42	37.5	45.2	50.8	45.6	36.9	44.6	34.8		50.8	8/19
	Date	27	15	21	14	23	2	19	19	21	29	2	9			
2014	Ave	6.1	7.5	8.7	8.7	9.7	8.5	8.9	8.4	7	9.2	8.8	6.2	8.1		
	High	32.7	36.9	45.5	41.6	46	50.7	51.9	49.7	51.7	40.2	38.5	27		51.9	7/1
	Date	12	8	20	16	13	30	1	15	22	3	17	10			
2015	Ave	7.1	7.2	7.8	8	7.8	8.8	8.4	8.4	8.8	8.4	8.6	7.5	8.1		
	High	30.3	26.3	38.1	35.4	40.2	41.7	45.1	49.1	32.1	30.4	38.2	24.7		49.1	
	Date	23	15	12	10	21	28	22	5	4	18	18	12			8/5
2016	Ave	6.8	7.3	8.2	8.2	6.6	8.0	7.7	7.9	10.4	7.5	6.7	5.1	7.5		
	High	24.7	29.8	35.1	29.9	26.0	29.0	30.5	33.2	34.2	25.2	24.5	20.7		35.1	
	Date	12	16	16	6	20	13	17	7	7	31	2	16			3/16
2017	Ave	6.1	6.3	6.5	7	7.7	8.6	8.1	8.4	10.6	7.8	6.6	6.4	7.5		
	High	24.1	21.2	26.2	27.1	30	26.6	24.8	33.9	31.7	23.2	27.7	33.4		33.9	
	Date	26	27	17	8	14	18	11	22	7	16	29	21			8/22
2018	Ave	5.7	7.4	8.4	8	7.9	7.2	8.8	8.9	8.7	6.9	8.3	7.7	7.8		
	High	25.7	29.7	34.1	34.9	26.5	23.6	31.1	34.2	36.8	35.6	37.3	34.4		37.3	
	Date	12	21	27	15	28	21	25	9	13	18	4	14			11/4
2019	Ave	5.9	5.7	7	8.3	7.8	7.5	5.2	6.9	7.7	8.5	6.9	5.1	6.9		
	High	21	20.1	29.1	36.6	35.6	29.1	33	38	28.4	29.4	28.9	20.3		38	
	Date	11	7	24	6	10	25	25	9	1	26	1	23			8/9
2020	Ave	4.8	6.0	7.0	8.1	6.0	6.8	7.0	10.0	7.8	7.2	8.4	7.3	7.2		
	High	22.3	26.4	28.6	26.0	38.8	32.4	24.6	35.9	31.1	26.2	27.1	28.9		38.8	
	Date	7	12	20	3	27	11	23	23	14	9	21	26			5/27
2021	Ave	7.1	7.5	8.0	7.9	8.3	6.8	7.1	8.7	9.5	9.5	8	9.6	8.2		
	High	27.3	26.1	27.9	33.3	35	33.3	30.3	35.4	37	31.6	26.3	29		37	
	Date	20	11	16	14	11	21	2	10	3	9	9	4			09/03
2022	Ave	5.7	7.4	7	7.5	8.4	8.6	7.6	8.4	9.5	8.2	9.9	7.1	7.9		
	High	24.5	27.7	27.7	28.6	29.6	38.6	32	28.3	31	29.9	30.1	27.6		38.6	6/5
	Date	3	8	24	12	16	5	31	23	14	9	24	1			
2023	Ave	7.9	6.2	7.4	7.7	8.4	7.7	8.4	8.6	7.7	9.6	7.9	6.1			
	High	31.8	31.9	30.4	36.2	36.3	32.5	26.9	31.3	25.9	30.5	31.1	23.3		36.3	
	Date	18	9	12	4	15	22	3	22	30	28	5	5			
2024	Ave	6.4	7.2	6.3	7.2	7.7	6.5	7.9	7.1	9.0	6.3	7.1	6.6	7.1		
	High	23.9	24.2	31.9	27	27	31.9	35.9	29.7	31.6	28.7	24.6	22.7		35.9	
	Date	24	6	29	1	29	12	10	31	17	15	20	25			7/10
Total	Ave	6.6	7.2	7.8	8.2	8.0	8.4	8.2	8.6	8.7	8.7	7.7	6.9	7.9		
	High	45.9	39.2	45.5	50	46	50.7	51.9	50.8	51.7	41.2	44.6	43.3		51.9	14/7/1
	Year	2013	2013	2014	2008	2014	2014	2014	2013	2014	2002	2013	1988			

KOPRI 극지연구소

월별 강수량 Monthly Precipitation

(Unit: mm)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg	Ext	Ext Date
1988	Ave	29.2	63.6	24.9	3.7	0.4	1.0	0.3	8.8	20.0	29.0	10.9	41.1	232.9		
	Max	*	12.0	11.5	1.5	0.2	0.7	0.1	*	*	28.5	7.4	19.5		28.5	10/3
	Date		23	25	17	4	15	12,13,16			3	18	11			
1989	Ave	16.1	68.8	49.2	18.9	15.2	9.1	16.5	11.0	12.0	17.2	25.3	13.9	273.2		
	Max	4.6	19.9	26.5	9.7	4.5	2.6	4.9	2.9	4.2	4.8	3.3	6.1		26.5	3/12
	Date	10	1	12	12	26	20	3	31	16	7	6	11			
1990	Ave	28.3	34.8	41.0	31.1	27.1	3.9	5.0	80.0	25.6	55.9	16.7	16.7	366.1		
	Max	7.0	7.0	7.2	4.5	5.0	2.0	5.0	15.5	8.0	25.0	3.5	4.7		25.0	10/13
	Date	31	27	29	6	22,30	2,11	9	15	17	13	10	31			
1991	Ave	60.4	88.6	48.6	100.9	43.8	34.6	10.7	19.6	31.9	29.6	56.2	12.2	537.1		
	Max	26.7	19.4	16.8	30.7	13.0	7.2	3.3	4.2	12.5	6.5	19.5	3.2		30.7	4/3
	Date	7	19	20	3	13	10	2	27	10	17	17	12,17			
1992	Ave	27.3	23.2	14.2	63.5	2.6	1.6	2.2	4.2	4.0	22.2	4.0	58.4	227.4		
	Max	4.5	8.2	5.8	25.8	0.6	0.4	0.6	1.2	1.0	8.4	2.0	24.6		25.8	4/7
	Date	3	25	6	7	3	13,22	17,24	24	3	19	17	2			
1993	Ave	19.6	15.6	28.5	99.5	82.5	65.9	28.3	68.5	55.9	34.3	49.9	23.0	571.5		
	Max	6.9	4.0	7.6	18.2	14.0	23.8	7.3	14.5	9.6	6.2	15.0	5.6		23.8	6/2
	Date	19	7	31	25	5	2	31	1	9	13	16	2			
1994	Ave	64.3	56.8	49.6	32.7	17.0	12.0	15.9	9.2	16.2	16.0	29.4	10.4	329.5		
	Max	18.4	9.6	8.6	6.8	5.2	4.4	8.6	2.6	3.8	3.4	8.8	4.0		18.4	1/26
	Date	26	25	26	21	1	2	1	16	14	22	9	13			
1995	Ave	77.1	54.6	98.6	82.6	89.4	59.5	146.8	58.5	22.3	25.3	25.0	40.1	779.8		
	Max	20.8	10.2	16.2	14.4	39.8	14.8	46.2	55.2	7.1	7.2	9.4	19.2		55.2	8/1
	Date	19	24	19	13	13	24	24	1	17	10	22	27			
1996	Ave	90.5	62.5	65.5	69.9	29.2	54.3	76.7	53.9	37.7	25.3	31.6	74.3	671.4		
	Max	13.1	22.0	11.7	38.2	12.4	18.3	13.4	34.4	8.6	7.7	6.2	37.2		38.2	4/19
	Date	19	16	24	19	2	5	9	16	12	30	19,26	25			
1997	Ave	48.4	52.4	38.9	51.9	21.3	49.9	28.4	14.7	2.8	47.6	34.0	7.0	397.3		
	Max	10.2	12.9	9.1	9.1	5.4	16.6	11.4	6.3	0.8	22.4	13.4	0.8		22.4	10/18
	Date	30	16	28	22	2	21	20	29	7,18,24	18	27	22			
1998	Ave	84.4	26.3	70.8	58.5	10.9	46.9	84.3	8.1	11.3	16.2	22.4	27.4	467.5		
	Max	31.1	4.7	13.1	20.8	5.8	12.8	14.7	3.1	2.8	10.5	7.7	5.5		31.1	1/3
	Date	3	21	16	1	14	26	10	16	21	1	22	22			
1999	Ave	19.5	27.6	43.1	42.2	27.4	61.3	47.6	45.5	73.4	39.3	39.1	37.5	503.5		
	Max	6.1	7.3	25.6	7.3	7.5	11.6	8.7	7.7	16.0	6.7	7.7	13.6		25.6	3/2
	Date	23	24	2	28	24	7	23	8	15	21	14	31			
2000	Ave	73.3	74.0	101.7	84.5	43.7	21.8	22.4	18.1	7.7	16.0	7.2	27.2	497.6		
	Max	21.9	27.9	20.7	26.4	15.3	4.8	9.0	7.0	2.9	5.1	3.8	7.4		27.9	2/3
	Date	24	3	2	5	14	7	31	16	3	7	3	26			
2001	Ave	66.7	67.0	63.5	47.4	37.8	46.2	36.8	34.9	29.2	87.1	41.9	37.1	595.6		
	Max	8.4	12.7	11.6	6.5	13.5	13.8	22.0	5.8	5.8	17.3	6.3	5.6		22.0	7/1
	Date	22	26	8	9	22	2	1	18	4	16	6	27			
2002	Ave	97.3	64.3	48.6	57.6	47.5	27.6	44.5	17.7	49.1	22.0	23.2	44.4	543.8		
	Max	20.8	16.3	14.5	16.2	16.6	10.8	18.2	6.9	14.0	11.0	5.7	9.2		20.8	1/5
	Date	5	8	4	7	2	3	19	1	26	2	2	6			
2003	Ave	43.2	129.1	77.4	40.4	30.8	14.6	25.7	69.6	19.5	53.1	37.6	116.3	657.3		
	Max	10.1	59.0	58.0	19.0	9.1	4.3	8.5	20.4	4.3	10.8	27.5	52.2		59.0	2/25
	Date	12	25	6	11	12	4	17	9	27	23	7	6			
2004	Ave	60.3	30.0	100.8	44.2	32.5	21.7	32.2	52.5	63.2	29.9	40.2	69.1	576.6		
	Max	13.1	14.6	38.7	10.4	11.2	6.5	9.3	25.8	29.3	10.9	6.8	25.0		38.7	3/17
	Date	19	8	17	28	4	3	28	23	22	15	22	1			
2005	Ave	55.1	142.9	105.8	83.8	14.9	30.5	14.8	16.5	45.6	40.2	41.5	5.6	597.2		
	Max	11.6	34.1	31.6	30.9	4.0	11.7	3.1	7.3	14.6	13.8	18.8	2.1		34.1	2/12
	Date	5	12	28	20	8	4	9	12	23	7	19	30			
2006	Ave	20.0	66.1	75.1	117.8	34.8	10.3	1.7	7.8	8.9	29.1	5.3	39.5	416.4		
	Max	11.8	32.2	18.9	47.6	11.0	6.8	0.9	5.5	4.4	18.4	2.3	13.1		47.6	4/4
	Date	4	27	24	4	3	8	11	11	28	21	11	17			
2007	Ave	42.0	14.0	25.6	100.5	1.1	20.8	24.4	17.8	22.4	58.1	29.7	22.0	378.4		
	Max	8.5	8.3	11.7	35.3	0.9	11.7	10.0	6.6	16.5	20.5	15.0	5.8		35.3	4/14
	Date	11	20	18	14	8	18	14	10	16	15	23	1			

KOPRI 극지연구소

(Unit: mm)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg	Ext	Ext Date
2008	Ave	39.5	21.1	60.4	44.5	10.0	2.3	2.8	1.5	2.1	14.4	10.6	11.4	220.6		
	Max	13.3	4.1	12.9	12.1	6.3	0.7	1.6	0.6	0.8	4.0	5.5	2.6		13.3	1/20
	Date	20	19,23	25	19	8	16	4	17	29	30	26	17			
2009	Ave	52.0	63.6	82.6	52.5	95.1	74.6	117.6	101.3	150.5	139.3	92.2	34.0	1055.3		
	Max	8.9	29.8	14.2	13.7	24.7	12.9	27.7	21.1	46.8	18.2	32.3	14.9		46.8	9/24
	Date	23	17	28	10	5	16	15	2	24	23	30	25			
2010	Ave	29.6	148.3	52.1	40.5	46.6	59.1	50.7	98.8	70.9	32.4	29.1	26.8	684.9		
	Max	7.5	35.2	9.8	11.2	11.8	25.3	23.4	29.0	18.7	16.6	5.8	4.5		35.2	2/5
	Date	22	5	17	16	9	24	7	11	4	19	6	1			
2011	Ave	14.8	28.0	54.4	46.4	39.1	63.4	43.7	15.2	83.2	63.5	97.9	31.9	581.5		
	Max	5.3	5.3	9.0	7.6	9.7	9.2	8.4	3.6	12.5	15.1	7.3	5.4		15.1	10/31
	Date	25	25	6,30	26	17	5	23	17	16	31	18	7			
2012	Ave	16.1	45.4	44.2	41.9	158.9	117.8	100.1	136.7	85.2	110.2	53.6	4.3	914.4		
	Max	3.2	18.9	7.8	23.7	46.0	13.2	12.4	25.3	11.2	15.0	9.4	1.7		46.0	5/20
	Date	6	11	26	11	20	9	30	18	22	8	1	24			
2013	Ave	88.0	99.6	108.7	132.4	61.3	27.6	9.5	86.1	5.6	55.0	26.9	9.8	710.5		
	Max	44.7	53.7	57.0	35.6	14.5	4.5	2.6	46.5	1.3	19.2	8.8	3.6		57.0	3/25
	Date	27	15	25	14	4	28	21	16	8	13	2	3			
2014	Ave	5.6	21.4	65.0	9.5	14.9	4.9	23.5	5.9	3.3	7.6	27.2	9.7	198.5		
	Max	2.9	3.6	16.4	5.1	8.4	0.8	7.6	3.4	0.8	1.0	7.4	2.2		16.4	3/8
	Date	12	3, 13	8	26	1	23	13	9	2	21	24	26			
2015	Ave	56.3	38.0	55.7	36.7	34.0	90.3	69.6	63.7	139.5	83.0	113.0	23.3	803.1		
	Max	17.0	6.0	13.0	8.0	7.0	15.0	21.0	18.0	20.0	25.0	21.0	5.5		25.0	
	Date	22	2,4	19	11,19	13	5	17	5	13	19	18	2			10/19
2016	Ave	12.7	36.9	62.9	14.7	11.9	27.0	10.1	22.7	39.0	23.5	11.5	24.8	297.7		
	Max	4.0	11.6	13.4	3.8	2.9	4.1	5.6	7.6	12.0	6.6	3.1	7.2		13.4	
	Date	29	20	26	15	21	17	20	30	6	30	30	18			3/26
2017	Ave	44.8	37.9	20.9	63.8	110.3	7.8	68.2	75.7	110.2	93.6	59.1	16.3	708.6		
	Max	6.9	12.2	10.3	27.6	18.5	2.7	22.0	18.0	16.2	19.5	17.1	3.7		27.6	
	Date	16	27	17	19	15	20	4	21	24	18	19	9			4/19
2018	Ave	22.9	33.8	103.3	58.8	23.1	8.9	16.0	31.6	10.0	19.1	35.5	51.4	414.4		
	Max	9.0	4.7	21.1	11.9	9.7	4.2	5.8	13.3	4.0	5.2	19.5	10.7		21.1	
	Date	12	3	26	15	26	15	8	23	4	12	4	6			3/26
2019	Total	27.6	13.8	39.1	37.5	22.2	13.1	5.9	4.2	15.3	21.0	9.0	26.6	235.3		
	Max	6.4	6.4	10.0	10.9	7.9	5.7	2.0	2.9	5.9	8.5	2.6	4.2		10.9	
	Date	19	13	14	13	10	6	25	3	28	24	26	25			4/13
2020	Total	16.5	31.7	38.6	32.1	5.3	14.5	1.3	10.7	7.6	4.4	33.9	27.4	224		
	Max	3.3	10.3	6.4	10.7	1.7	4.4	1.0	3.6	1.6	1.1	12.1	6.0		12.1	
	Date	8	12	13	8	11	5	11	5	9	22	11	24			11/11
2021	Total	37.8	32.4	34.9	30.9	48	17.9	21.8	23.7	31.8	23.7	14.1	26.4	343.4		
	Max	9	5	5.2	13	6.7	5	5	3	5.5	3.5	2.4	4.6		13	
	Date	20	27	15	12	19	30	11	20	15	25	3	18			04/12
2022	Total	61	30.3	40.7	61.1	22.9	49.7	31.1	33.9	24.2	24.2	42.3	25.5	446.9		
	Max	19	8.5	6	16	5.1	8	4	6	3	4.5	5.5	12		19	
	Date	24	1	15	12	16	11	27	2	17	4	19	18			1/24
2023	Total	54.5	13.5	40.5	27.8	55.2	45.7	39.5	49.5	50.0	58.5	27.0	14.0	475.7		
	Max	13	4	9	6.5	9.5	10	5.5	5	7	8	3	5.9		13	
	Date	29	21	1	5	8	7	27	9	1	4	5	5			1/29
2024	Total	62.9	30.5	28.2	23.9	11.1	6.3	13.2	5.9	21	11.8	22.5	31.3	268.6		
	Max	21.3	7.5	10.5	8.1	2.8	3.4	4.8	1.5	5.4	5.4	5.6	9.2		21.3	
	Date	26	5	29	5	21	12	20	18	17	15	16	19			1/26
Total	Ave	45.0	51.0	56.9	53.7	37.3	33.1	34.9	37.4	38.1	40.0	34.5	30.2	41.0		
	Max	44.7	59	58	47.6	46	25.3	46.2	55.2	46.8	28.5	32.3	52.2		59	03/2/25
	Year	2013	2003	2003	2006	2012	2010	1995	1995	2009	1988	2009	2003			

KOPRI 극지연구소

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

AVG. P(hPa)	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1	992.0	991.1	989.3	986.7	989.9	994.5	984.0	990.9	989.3	986.3
2	990.0	986.5	990.8	990.6	986.4	993.0	984.8	990.2	988.1	990.7
3	986.0	987.5	984.4	988.6	989.5	987.4	991.7	982.1	984.2	988.6
4	991.0	991.2	990.1	990.9	993.7	986.8	993.4	990.0	994.7	983.7
5	997.0	985.1	1002.5	987.1	997.9	987.5	994.6	990.6	984.5	997.1
6	994.3	983.1	983.7	990.2	1000.9	990.6	995.1	987.8	991.0	1000.5
7	990.3	994.8	992.2	991.8	995.9	992.0	993.8	988.5	989.0	988.2
8	999.2	997.7	979.8	986.8	990.0	987.0	987.7	993.0	988.2	984.3
9	991.6	990.2	992.4	996.4	987.0	983.1	979.4	986.6	993.7	991.6
10	999.8	982.7	976.6	984.6	984.8	983.7	988.2	991.4	983.8	989.0
11	982.1	983.3	972.1	987.5	993.1	984.0	992.2	980.8	976.1	994.9
12	982.7	990.5	986.7	997.2	994.6	983.5	987.1	985.1	987.0	996.8
AVERAGE	991.3	988.6	986.7	989.9	992.0	987.8	989.3	988.1	987.5	991.0

AVG. T(C)	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1	2.8	1.5	2.3	2.2	1.8	2.0	2.2	2.6	2.0	3.0
2	2.3	2.4	2.7	0.8	0.9	2.2	1.6	2.3	2.7	2.2
3	-0.1	2.3	1.1	-0.2	-1.1	0.4	1.1	0.3	1.5	1.6
4	-1.1	-4.8	-4.9	-2.4	-0.7	-0.8	-1.0	-1.2	-1.0	-1.3
5	-1.9	-0.9	-4.9	-7.2	-8.0	-2.1	-3.6	-2.1	-2.1	-1.1
6	-7.3	-2.0	-4.2	-8.8	-7.7	-3.6	-3.4	-6.2	-4.8	-4.4
7	-4.8	-0.7	-5.4	-6.5	-7.2	-2.8	-10.3	-12.1	-3.4	-5.9
8	-8.4	-2.1	-5.3	-6.6	-4.2	-3.2	-3.3	-10.3	-3.6	-4.4
9	-3.2	-3.0	-2.7	-2.9	-2.1	-3.0	-2.9	-5.6	-1.4	-6.6
10	-2.6	-0.6	-1.9	-3.5	-2.5	-1.4	-5.0	-0.9	-1.3	-3.0
11	-1.1	0.2	-0.8	-0.8	-0.1	0.2	1.0	-0.5	-0.1	-2.0
12	0.5	1.4	0.7	-0.2	2.6	0.8	1.5	1.3	1.1	1.0
AVERAGE	-2.1	-0.5	-1.9	-3.0	-2.4	-0.9	-1.8	-2.7	-0.9	-1.7

KOPRI 극지연구소

- 17 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

AVG. P(hPa)	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	983.6	987.7	979.7	987.5	986.2	991.1	985.2	985.0	990.4	989.3
2	992.4	982.7	993.6	986.8	985.1	985.2	996.2	985.4	994.7	986.9
3	988.7	993.2	1000.6	986.3	990.2	995.5	987.2	989.2	980.1	988.3
4	993.7	986.5	986.7	986.1	986.5	992.4	990.7	982.5	990.8	990.5
5	997.9	991.3	996.6	997.3	992.1	989.8	992.7	992.8	988.2	998.4
6	994.0	995.1	995.8	990.8	989.7	996.2	987.1	995.2	996.6	990.9
7	976.8	988.0	1002.7	994.7	993.5	983.3	989.8	996.2	992.6	993.4
8	983.8	988.1	990.8	980.8	997.3	986.8	989.7	990.6	998.7	987.6
9	988.4	989.6	1000.3	989.5	1001.1	989.8	977.9	998.2	990.1	996.8
10	979.1	983.9	987.4	983.5	987.7	983.2	988.2	991.9	990.1	984.1
11	982.4	986.0	992.8	978.9	988.3	983.4	993.6	989.6	981.4	989.5
12	980.9	980.8	987.0	981.7	988.7	993.4	989.6	994.3	984.0	983.2
AVERAGE	986.8	987.7	992.8	987.0	990.5	989.2	989.0	990.9	989.8	989.9

AVG. T(C)	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	2.8	2.2	1.6	1.8	2.4	2.1	1.7	1.6	2.8	2.1
2	2.4	2.2	1.9	0.7	2.5	2.1	1.7	2.0	2.5	1.9
3	1.3	1.8	0.8	0.2	0.3	-0.2	1.0	0.2	2.7	-0.8
4	1.1	1.1	0.0	-2.8	0.5	-0.6	-1.8	-1.3	-0.4	-4.0
5	-1.4	-0.3	-1.5	-0.9	-6.0	-2.5	-2.2	-3.6	-0.6	-4.4
6	-0.4	-3.5	-2.0	-5.0	-8.9	-7.7	-2.7	-7.5	-3.9	-7.1
7	-4.9	-3.1	-3.0	-6.1	-6.5	-5.4	-3.3	-5.7	-4.0	-11.4
8	-6.5	-5.0	-6.4	-2.3	-4.1	-1.9	-4.0	-3.9	-8.3	-5.2
9	-7.3	-5.0	-5.8	-2.0	-2.6	-2.3	-3.6	-2.6	-4.5	-3.0
10	-1.4	-1.3	-1.5	-0.4	-5.3	-2.1	-2.2	-1.2	-8.0	-2.6
11	0.0	0.5	-0.5	0.3	-0.7	-1.4	0.2	-0.1	-0.2	-1.3
12	0.9	1.5	0.6	1.5	1.0	-0.7	0.8	0.6	1.3	1.0
AVERAGE	-1.1	-0.7	-1.3	-1.3	-2.3	-1.7	-1.2	-1.8	-1.7	-2.9

KOPRI 극지연구소

- 18 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

AVG. P(hPa)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	986.2	984.4	988.5	991.0	984.0	986.0	989.0	989.0	987.6	987.8
2	988.2	984.9	990.8	988.4	984.0	991.0	988.0	986.0	984.3	988.6
3	990.7	986.8	986.5	991.1	989.0	995.0	983.0	987.0	984.5	988.8
4	986.5	989.0	984.0	984.8	994.0	986.0	995.0	987.0	986.1	989.3
5	991.9	985.5	985.0	988.0	991.0	986.0	992.0	988.0	1001.0	992.0
6	992.5	987.5	985.8	990.7	976.0	980.0	993.0	982.0	989.9	990.5
7	995.6	991.0	990.2	998.0	987.0	984.0	992.0	985.0	995.2	991.0
8	989.7	1000.7	990.0	1002.6	987.0	990.0	995.0	984.0	991.8	990.2
9	1000.1	988.1	989.8	992.3	992.0	996.0	996.0	983.0	991.7	990.8
10	983.9	977.3	985.7	981.3	980.0	983.0	981.0	991.0	992.3	985.4
11	983.3	983.8	986.6	988.5	984.0	979.0	979.0	982.0	984.7	985.0
12	981.1	987.5	980.4	985.6	991.0	985.0	981.0	985.0	990.9	986.7
AVERAGE	989.1	987.2	986.9	990.2	986.6	986.8	988.7	985.8	990.0	988.8

AVG. T(C)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	1.7	2.4	0.9	1.5	1.7	0.8	0.8	1.1	1.1	1.9
2	2.2	1.7	-0.1	2.5	0.9	1.0	0.1	1.8	1.2	1.8
3	0.9	1.5	-0.1	0.4	1.2	1.1	-0.6	1.2	1.4	0.8
4	-1.6	-1.7	-2.6	-4.6	-4.2	1.4	-0.7	0.0	-2.7	-1.5
5	-1.5	-3.1	-2.4	-2.5	-2.2	-3.7	-2.7	-2.2	-1.8	-2.7
6	-3.3	-7.2	-2.2	-7.2	-7.0	-3.8	-4.3	-7.0	-1.6	-5.0
7	-3.2	-8.2	-4.3	-9.6	-5.1	-6.2	-2.7	-7.0	-3.9	-5.5
8	-4.5	-8.0	-4.3	-7.5	-4.0	-7.7	-5.4	-5.6	-6.0	-5.2
9	-0.7	-4.4	-2.7	-6.2	-5.5	-4.6	-4.1	-7.1	-1.0	-3.7
10	-0.7	-2.8	-0.1	-1.4	-3.4	-2.0	-2.0	-2.0	-0.8	-2.2
11	0.2	-1.9	0.7	-0.3	-1.6	-1.3	-1.7	-1.0	0.1	-0.5
12	1.3	0.5	-0.1	1.6	-0.7	-0.7	0.3	0.5	1.2	0.8
AVERAGE	-0.8	-2.6	-1.4	-2.8	-2.5	-2.1	-1.9	-2.3	-1.1	-1.8

- 19 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

AVG. P(hPa)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	986.0	984.0	990.0	988.0	988.0	986	986	987.6
2	985.0	990.0	994.0	989.0	988.0	989	989	988.6
3	982.0	991.0	988.0	986.0	994.0	982	990	988.3
4	989.0	986.0	990.0	988.0	989.0	989	984	988.9
5	990.0	989.0	998.0	996.0	994.0	985	995	992.1
6	994.0	993.0	994.0	996.0	988.0	995	996	991.2
7	994.0	1001.0	1002.0	993.0	990.0	995	990	991.9
8	988.0	994.0	994.0	986.0	995.0	987	1005	990.8
9	992.0	990.0	987.0	986.0	990.0	997	974	990.5
10	995.0	989.0	985.0	981.0	981.0	982	984	985.5
11	980.0	987.0	985.0	987.0	984.0	985	987	985.0
12	980.9	993.0	984.0	983.0	985.0	986	998	987.0
AVERAGE	988.0	990.6	991.0	988.3	988.83	988.2	989.8	988.9

AVG. T(C)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	1.0	0.7	3.0	2.2	1.8	2.9	1.4	1.9
2	1.8	0.0	2.6	2.5	2.2	2.2	2.6	1.8
3	0.4	1.1	1.1	1.9	0.5	1.8	0.6	0.8
4	-1.3	-0.6	-0.2	0.0	-0.7	0.3	-0.8	-1.3
5	-2.7	-3.3	-1.9	-1.8	-2.6	-0.2	-3.3	-2.6
6	-4.9	-3.9	-3.2	-1.9	-2.9	-4.0	-4.9	-4.7
7	-4.7	-4.0	-3.7	-3.7	-3.5	-3.2	-4.6	-5.3
8	-4.4	-4.3	-7.7	-4.3	-2.3	-3.3	-6.5	-5.1
9	-3.8	-3.9	-4.5	-0.9	-1.2	-5.0	-3.9	-3.7
10	-2.4	-2.6	-2.5	-0.3	-0.9	-3.0	-2.3	-2.2
11	-0.7	0.0	0.2	0.7	1.0	-0.5	-0.2	-0.4
12	0.5	0.7	1.2	1.6	1.4	1.0	1.0	0.8
AVERAGE	-1.8	-1.7	-1.3	-0.3	-0.6	-0.9	-1.7	-1.7

KOPRI 극지연구소

- 20 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

PRECIP. (mm)	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1	29.2	16.1	28.3	60.4	27.3	19.6	64.3	77.1	90.5	48.4
2	63.6	68.8	34.8	88.6	23.2	15.6	56.8	54.6	62.5	52.4
3	24.9	49.2	41.0	48.6	14.2	28.5	49.6	98.6	65.5	38.9
4	3.7	18.9	31.1	100.9	63.5	99.5	32.7	82.6	69.9	51.9
5	0.4	15.2	27.1	43.8	2.6	82.5	17.0	89.4	29.2	21.3
6	1.0	9.1	3.9	34.6	1.6	65.9	12.0	59.5	54.3	49.9
7	0.3	16.5	5.0	10.7	2.2	28.3	15.9	146.8	76.7	28.4
8	8.8	11.0	80.0	19.6	4.2	68.5	9.2	58.5	53.9	14.7
9	20.0	12.0	25.6	31.9	4.0	55.9	16.2	22.3	37.7	2.8
10	29.0	17.2	55.9	29.6	22.2	34.3	16.0	25.3	25.3	47.6
11	10.9	25.3	16.7	56.2	4.0	49.9	29.4	25.0	31.6	34.0
12	41.1	13.9	16.7	12.2	58.4	23.0	10.4	40.1	74.3	7.0
AVERAGE	19.4	22.8	30.5	44.8	19.0	47.6	27.5	65.0	56.0	33.1
TOTAL	232.9	273.2	366.1	537.1	227.4	571.5	329.5	779.8	671.4	397.3

AVG. RH (%)	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1	83.0	85.0	91.0	96.0	89.0	90.0	91.0	88.0	89.0	91.0
2	88.0	89.0	92.0	89.0	94.0	91.0	92.0	90.0	89.0	92.0
3	85.0	91.0	92.0	89.0	92.0	88.0	91.0	90.0	90.0	91.0
4	85.0	86.0	90.0	93.0	95.0	91.0	92.0	90.0	89.0	89.0
5	85.0	90.0	92.0	78.0	93.0	90.0	89.0	90.0	89.0	91.0
6	88.0	89.0	93.0	80.0	92.0	91.0	90.0	87.0	89.0	90.0
7	89.0	92.0	94.0	84.0	92.0	89.0	91.0	89.0	90.0	91.0
8	86.0	91.0	93.0	84.0	93.0	85.0	92.0	89.0	90.0	91.0
9	88.0	92.0	95.0	84.0	91.0	89.0	92.0	88.0	91.0	89.0
10	86.0	90.0	94.0	83.0	92.0	89.0	91.0	90.0	90.0	91.0
11	84.0	92.0	94.0	82.0	92.0	91.0	92.0	89.0	90.0	89.0
12	84.0	90.0	91.0	81.0	89.0	87.0	88.0	86.0	91.0	88.0
AVERAGE	85.9	89.8	92.6	85.3	92.0	89.3	90.9	88.8	89.8	90.3

KOPRI 극지연구소

- 21 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

PRECIP. (mm)	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	84.4	19.5	73.3	66.7	97.3	43.2	60.3	55.1	20	42.0
2	26.3	27.6	74.0	67.0	64.3	129.1	30.0	142.9	66.1	14.0
3	70.8	43.1	101.7	63.5	48.6	77.4	100.8	105.8	75.1	25.6
4	58.5	42.2	84.5	47.4	57.6	40.4	44.2	83.8	117.8	100.5
5	10.9	27.4	43.7	37.8	47.5	30.8	32.5	14.9	34.8	1.1
6	46.9	61.3	21.8	46.2	27.6	14.6	21.7	30.5	10.3	20.8
7	84.3	47.6	22.4	36.8	44.5	25.7	32.2	14.8	1.7	24.4
8	8.1	45.5	18.1	34.9	17.7	69.6	52.5	16.5	7.8	17.8
9	11.3	73.4	7.7	29.2	49.1	19.5	63.2	45.6	8.9	22.4
10	16.2	39.3	16.0	87.1	22.0	53.1	29.9	40.2	29.1	58.1
11	22.4	39.1	7.2	41.9	23.2	37.6	40.2	41.5	5.3	29.7
12	27.4	37.5	27.2	37.1	44.4	116.3	69.1	5.6	39.5	22.0
AVERAGE	39.0	42.0	41.5	49.6	45.3	54.8	48.1	49.8	34.7	31.5
TOTAL	467.5	503.5	497.6	595.6	543.8	657.3	576.6	597.2	416.4	378.4

AVG. RH (%)	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	92.0	92.0	86.0	92.0	87.0	87.0	86.0	87.0	88.9	88.0
2	92.0	92.0	81.0	93.0	82.0	94.0	78.0	92.0	90.4	87.0
3	92.0	93.0	82.0	97.0	76.0	86.0	78.0	87.0	93.3	83.0
4	91.0	92.0	81.0	94.0	84.0	95.0	78.0	87.0	91.4	90.0
5	88.0	92.0	82.0	97.0	85.0	90.0	79.0	89.0	92.3	90.0
6	91.0	93.0	80.0	95.0	81.0	87.0	82.0	86.0	88.9	89.0
7	90.0	93.0	81.0	91.0	92.0	91.0	80.0	88.0	90.9	88.0
8	88.0	91.0	79.0	95.0	87.0	94.0	81.0	91.0	88.3	95.0
9	89.0	93.0	79.0	94.0	97.0	83.0	82.0	93.0	88.7	94.0
10	90.0	97.0	86.0	95.0	91.0	83.0	82.0	92.0	93.6	88.0
11	91.0	95.0	87.0	88.0	89.0	79.0	86.0	92.0	90.0	86.0
12	90.0	90.0	86.0	91.0	91.0	78.0	82.0	81.0	91.4	88.0
AVERAGE	90.3	92.8	82.5	93.5	86.8	87.3	81.2	88.8	90.7	88.8

KOPRI 극지연구소

- 22 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

PRECIP. (mm)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	39.5	52.0	29.6	14.8	16.1	88.0	5.6	56.3	12.7	44.8
2	21.1	63.6	148.3	28.0	45.4	99.6	21.4	38.0	36.9	37.9
3	60.4	82.6	52.1	54.4	44.2	108.7	65.0	55.7	62.9	20.9
4	44.5	52.5	40.5	46.4	41.9	132.4	9.5	36.7	14.7	63.8
5	10.0	95.1	46.6	39.1	158.9	61.3	14.9	34.0	11.9	110.3
6	2.3	74.6	59.1	63.4	117.8	27.6	4.9	90.3	27.0	7.8
7	2.8	117.6	50.7	43.7	100.1	9.5	23.5	69.6	10.1	68.2
8	1.5	101.3	98.8	15.2	136.7	86.1	5.9	63.7	22.7	75.7
9	2.1	150.5	70.9	83.2	85.2	5.6	3.3	139.5	39.0	110.2
10	14.4	139.3	32.4	63.5	110.2	55.0	7.6	83.0	23.5	93.6
11	10.6	92.2	29.1	97.9	53.6	26.9	27.2	113.0	11.5	59.1
12	11.4	34.0	26.8	31.9	4.3	9.8	9.7	23.3	24.8	16.3
AVERAGE	18.4	87.9	57.1	48.5	76.2	59.2	16.5	66.9	24.8	59.1
TOTAL	220.6	1055.3	684.9	581.5	914.4	710.5	198.5	803.1	297.7	708.6

AVG. RH (%)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	91.0	87.5	81.0	82.5	85.0	88.0	85.0	87.0	83.2	80.0
2	91.0	85.0	88.0	88.9	84.0	89.0	92.0	87.0	85.9	85.0
3	90.0	87.6	89.0	98.3	85.0	89.0	90.0	86.0	87.9	83.0
4	86.0	82.4	89.0	87.3	90.0	89.0	88.0	86.0	82.7	82.0
5	88.0	90.2	88.0	90.3	88.0	88.0	93.0	88.0	89.8	85.0
6	89.0	87.4	89.0	89.7	89.0	91.0	89.0	85.0	89.1	82.0
7	85.0	87.2	89.0	86.4	90.0	92.0	88.0	84.0	85.1	82.0
8	83.0	83.9	92.0	87.5	91.0	90.0	88.0	87.0	82.3	83.0
9	91.0	90.2	91.0	91.0	88.0	91.0	85.0	85.0	91.0	84.0
10	90.0	89.2	88.0	90.2	86.0	91.0	87.0	88.0	88.6	81.0
11	86.0	84.8	89.0	87.2	87.0	87.0	86.0	87.0	77.6	83.0
12	83.0	86.8	88.0	88.9	81.0	85.0	83.0	87.0	77.2	84.0
AVERAGE	87.8	86.8	88.4	89.0	87.0	89.2	87.8	86.4	85.0	82.8

KOPRI 극지연구소

- 23 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

PRECIP. (mm)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	22.9	27.6	16.5	37.8	61.0	54.5	62.9	45.0
2	33.8	13.8	31.7	32.4	30.3	13.5	30.5	51.0
3	103.3	39.1	38.6	34.9	40.7	40.5	28.2	56.9
4	58.8	37.5	32.1	30.9	61.1	27.8	23.9	53.7
5	23.1	22.2	5.3	48.0	22.9	55.2	11.1	37.3
6	8.9	13.1	14.5	17.9	49.7	45.7	6.3	33.1
7	16.0	5.9	1.3	21.8	31.1	39.5	13.2	34.9
8	31.6	4.2	10.7	23.7	33.9	49.5	5.9	37.4
9	10.0	15.3	7.6	31.8	24.2	50.0	21.0	38.1
10	19.1	21.0	4.4	23.7	24.2	58.5	11.8	40.0
11	35.5	9.0	33.9	14.1	42.3	27	22.5	34.5
12	51.4	26.6	27.4	26.4	25.5	14	31.3	30.2
AVERAGE	34.5	19.6	18.7	28.6	37.2	39.7	22.4	41.0
TOTAL	414.4	235.3	224.0	343.4	446.9	475.7	268.6	492.0

AVG. RH (%)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	87.0	85.0	85.0	89.4	87	87	87	87.5
2	89.0	80.0	84.0	87.5	88	84	90	88.3
3	87.0	85.0	84.0	84.0	85	84	85	87.7
4	87.0	85.0	83.0	84.9	85	83	84	87.5
5	83.0	81.0	84.0	84.9	86	85	84	87.8
6	87.0	85.0	85.0	83.6	83	82	81	87.3
7	85.0	85.0	82.0	83.2	85	84	82	87.6
8	86.0	84.0	82.0	83.4	84	84	80	87.4
9	85.0	81.0	83.0	86.8	87	82	82	88.3
10	84.0	81.0	84.0	86.8	84	85	82	88.1
11	88.0	84.0	87.0	84.4	90	84	87	87.5
12	86.3	80.0	86.0	85.2	81	85	84	85.8
AVERAGE	86.2	83.0	84.1	85.3	85.5	84.1	84.0	87.6

KOPRI 극지연구소

- 24 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

AVG. WS(m/s)	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1	6.8	6.3	6.3	8.0	6.7	6.0	6.9	7.0	7.3	7.2
2	5.7	7.1	7.7	8.2	7.9	6.4	7.8	7.3	7.7	5.9
3	9.2	9.1	8.5	7.5	7.5	7.8	7.8	8.0	7.2	9.2
4	7.3	8.5	8.3	8.3	7.8	8.5	7.4	8.5	6.7	7.6
5	7.0	8.8	6.4	6.8	7.7	9.4	6.7	8.8	8.9	8.1
6	10.3	8.9	8.4	7.8	6.9	8.3	7.5	7.9	8.9	7.5
7	7.4	9.6	8.1	8.2	8.2	7.8	8.6	8.6	10.2	8.1
8	6.9	8.2	9.0	9.4	7.7	8.0	9.5	8.2	8.1	8.6
9	8.0	10.0	8.2	8.1	8.8	9.0	9.4	8.4	10.5	6.9
10	7.9	10.9	8.1	8.2	8.2	9.0	7.8	8.2	9.9	8.0
11	6.6	6.4	9.2	8.3	8.1	8.6	6.7	7.4	9.0	6.8
12	7.0	6.2	5.7	7.4	7.4	5.7	6.6	6.7	7.6	5.0
AVERAGE	7.5	8.3	7.8	8.0	7.7	7.9	7.7	7.9	8.5	7.4

MAX. WS(m/s)	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1	30.0	38.0	32.0	25.0	26.7	25.0	36.0	30.9	28.9	30.1
2	12.8	33.7	28.2	33.0	31.0	29.8	30.4	31.9	26.0	31.2
3	31.9	38.9	45.2	31.3	25.6	28.3	33.1	30.5	28.7	29.1
4	28.7	29.4	33.4	33.2	34.9	33.7	31.5	38.5	26.1	35.1
5	29.5	32.5	37.7	36.1	37.4	34.9	26.0	29.4	40.3	28.3
6	36.3	33.3	46.6	35.0	34.3	30.3	27.4	33.7	28.8	33.4
7	37.1	33.4	30.9	37.0	35.3	33.7	27.1	41.6	39.6	31.6
8	29.0	33.9	36.9	33.9	33.1	30.5	39.2	44.5	29.4	28.7
9	30.6	27.9	29.4	46.6	34.1	35.7	36.4	34.0	33.4	34.1
10	30.7	36.0	35.1	33.8	31.3	30.0	28.4	29.0	32.7	33.8
11	28.6	25.6	33.8	30.2	27.0	36.7	31.4	27.0	33.5	25.6
12	43.3	28.9	22.8	28.9	37.9	30.0	30.2	30.7	28.3	23.9
AVERAGE	30.7	32.6	34.3	33.7	32.4	31.6	31.4	33.5	31.3	30.4
HIGH WS(m/s)	43.3	38.9	46.6	46.6	37.9	36.7	39.2	44.5	40.3	35.1

KORI 극지연구소

- 25 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

AVG. WS(m/s)	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	5.6	7.0	7.1	6.3	7.2	5.2	6.6	5.9	5.9	6.0
2	6.7	8.0	6.4	7.9	8.5	7.3	6.4	8.9	7.2	5.9
3	7.1	8.0	7.4	7.8	6.2	7.6	7.8	8.5	8.7	7.6
4	10.0	8.9	8.8	8.1	8.1	8.0	8.0	6.0	7.5	8.2
5	7.0	8.0	7.8	8.3	8.1	8.4	8.2	5.6	9.9	8.1
6	7.7	10.2	8.8	8.8	8.1	9.6	7.7	7.8	8.1	7.2
7	9.1	9.8	7.1	7.2	8.0	8.6	10.2	7.4	9.1	6.9
8	9.1	10.0	8.8	10.6	8.0	10.4	10.3	7.2	7.7	9.1
9	8.5	9.0	9.1	10.0	7.6	9.7	9.4	6.3	8.7	7.4
10	8.8	9.0	8.7	11.4	9.4	9.6	8.7	8.3	8.7	7.7
11	8.6	8.2	6.0	9.5	5.9	6.6	8.3	7.6	7.6	5.9
12	7.0	7.3	7.1	9.7	7.1	6.5	7.5	6.1	7.2	6.1
AVERAGE	7.9	8.6	7.8	8.8	7.7	8.1	8.3	7.1	8.0	7.2

MAX. WS(m/s)	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	20.8	27.1	22.9	29.9	33.1	37.4	24.6	25.1	27.2	25.9
2	22.6	35.9	29.3	31.5	35.5	30.7	35.5	28.2	31.4	27.4
3	27.0	30.5	31.1	29.3	31.3	37.7	27.3	30.4	37.5	31.6
4	39.8	34.6	32.2	30.6	30.3	29.8	35.4	37.6	35.5	39.3
5	30.7	29.7	27.3	30.7	30.1	30.2	38.8	26.5	34.8	37.0
6	33.0	33.6	46.5	35.0	33.4	41.6	26.6	34.3	41.9	34.9
7	31.1	33.0	39.7	29.4	40.6	37.3	36.8	29.9	30.0	39.6
8	34.6	32.4	37.7	39.7	31.2	49.5	37.7	32.7	37.7	40.1
9	39.6	38.6	33.1	41.4	37.4	35.1	40.2	35.6	41.3	30.9
10	28.0	35.1	35.8	33.8	41.2	33.8	27.3	25.6	35.8	29.5
11	28.6	27.7	28.9	35.4	34.7	31.8	33.2	29.4	31.0	25.0
12	24.5	30.7	38.8	36.9	33.9	28.3	30.4	21.1	34.0	24.8
AVERAGE	30.0	32.4	33.6	33.6	34.4	35.3	32.8	29.7	34.8	32.2
HIGH WS(m/s)	39.8	38.6	46.5	41.4	41.2	49.5	40.2	37.6	41.9	40.1

- 26 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

AVG. WS(m/s)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	7.6	7.4	7.0	7.5	6.5	7.2	6.1	7.1	6.8	6.7
2	7.5	7.2	7.2	8.9	7.1	7.0	7.5	7.2	7.3	7.3
3	7.5	7.7	8.4	8.6	7.0	7.5	8.7	7.8	8.2	7.9
4	8.5	7.1	9.7	8.6	9.5	10.3	8.7	8.0	8.2	8.2
5	8.6	9.0	9.3	8.5	8.2	9.3	9.7	7.8	6.6	8.1
6	9.3	8.7	10.0	8.6	11.3	8.6	8.5	8.8	8.0	8.6
7	9	6.8	9.7	7.1	8.6	9.0	8.9	8.4	7.7	8.4
8	9.2	7.9	9.0	5.7	9.0	9.6	8.4	8.4	7.9	8.6
9	9	8.9	9.0	9.2	9.1	7.5	7.0	8.8	10.4	8.8
10	8.5	9.9	9.4	8.5	8.5	8.7	9.2	8.4	7.5	8.8
11	7.5	7.0	8.1	8.6	7.4	8.2	8.8	8.6	6.7	7.6
12	9.1	7.7	7.6	8.0	4.7	5.5	6.2	7.5	5.1	6.8
AVERAGE	8.4	7.9	8.7	8.2	8.1	8.2	8.1	8.1	7.5	8.0

MAX. WS(m/s)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	30.9	27.4	33.2	27.2	22.9	45.9	32.7	30.3	24.7	45.9
2	33.3	36.8	33.9	34.0	28.4	39.2	36.9	26.3	29.8	39.2
3	38.6	34.9	31.4	34.3	29.1	38.9	45.5	38.1	35.1	45.5
4	50.0	31.5	36.6	36.6	39.5	38.3	41.6	35.4	29.9	50
5	32.7	37.8	41.4	34.6	41.9	42.0	46.0	40.2	26.0	46
6	36.7	35.6	36.3	31.3	49.4	37.5	50.7	41.7	29.0	50.7
7	44.6	36.0	38.9	38.0	42.9	45.2	51.9	45.1	30.5	51.9
8	32.3	37.2	39.4	30.3	32.1	50.8	49.7	49.1	33.2	50.8
9	29.0	36.9	29.3	41.2	37.5	45.6	51.7	32.1	34.2	51.7
10	32.2	33.3	37.2	33.3	33.0	36.9	40.2	30.4	25.2	41.2
11	29.1	34.0	31.1	35.9	31.9	44.6	38.5	38.2	24.5	44.6
12	29.7	28.0	32.5	33.3	24.1	34.8	27.0	24.7	20.7	43.3
AVERAGE	34.9	34.1	35.1	34.2	34.4	41.6	42.7	36.0	28.6	46.7
HIGH WS(m/s)	50.0	37.8	41.4	41.2	49.4	50.8	51.9	49.1	35.1	51.9

- 27 -

AVG. WS(m/s)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	5.7	5.9	4.8	7.1	5.7	7.9	6.4	6.6
2	7.4	5.7	6.0	7.5	7.4	6.2	7.2	7.2
3	8.4	7.0	7.0	7.8	7.0	7.4	6.3	7.8
4	8.0	8.3	8.1	8.0	7.5	7.7	7.2	8.2
5	7.9	7.8	6.0	8.3	8.4	8.4	7.7	8.0
6	7.2	7.5	6.8	6.8	8.6	7.7	6.5	8.3
7	8.8	5.2	7.0	7.4	7.6	8.4	7.9	8.2
8	8.9	6.9	10.0	8.7	8.4	8.6	7.1	8.6
9	8.7	7.7	7.8	9.5	9.5	7.7	9.0	8.7
10	6.9	8.5	7.2	9.5	8.2	9.6	6.3	8.7
11	8.3	6.9	8.4	8.0	9.9	7.9	7.1	7.7
12	7.7	5.1	7.3	9.6	7.1	6.1	6.6	6.9
AVERAGE	7.8	6.9	7.2	8.2	7.9	7.8	7.1	7.9

MAX. WS(m/s)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	25.7	21.0	22.3	27.3	24.5	31.8	23.9	29.0
2	29.7	20.1	26.4	26.1	27.7	31.9	24.2	30.3
3	34.1	29.1	28.6	27.9	27.7	30.4	31.9	32.9
4	34.9	36.6	26.0	33.3	28.6	36.2	27.0	34.6
5	26.5	35.6	38.8	35.0	29.6	36.3	27.0	34.2
6	23.6	29.1	32.4	33.3	38.6	32.5	31.9	35.7
7	31.1	33.0	24.6	30.3	32.0	26.9	35.9	36.0
8	34.2	38.0	35.9	35.4	28.3	31.3	29.7	36.5
9	36.8	28.4	31.1	37.0	31.0	25.9	31.6	35.8
10	35.6	29.4	26.2	31.6	29.9	30.5	28.7	32.5
11	37.3	28.9	27.1	26.3	30.1	31.1	24.6	31.4
12	34.4	20.3	28.9	29.0	27.6	23.3	22.7	29.5
AVERAGE	32.0	29.1	29.0	31.0	29.6	30.7	28.3	33.2
HIGH WS(m/s)	37.3	38.0	38.8	37.0	38.6	36.3	35.9	36.5

- 28 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

AVG. CLD(1/8)	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1	7.0	6.4	6.9	7.3	7.6	6.8	7.1	7.1	6.9	6.4
2	6.8	6.5	6.1	6.9	7.0	6.1	7.3	6.5	6.6	7.0
3	7.6	6.4	6.0	6.6	7.0	5.9	6.2	6.4	7.0	6.0
4	6.9	6.8	5.8	7.0	7.6	6.4	6.9	6.9	6.4	6.5
5	6.7	6.4	5.8	6.3	7.2	6.4	5.5	6.6	6.8	5.6
6	7.2	6.2	5.9	6.5	6.8	6.5	6.2	5.8	6.7	6.1
7	6.8	6.2	6.2	6.7	7.1	5.8	6.4	6.7	6.8	6.6
8	6.4	6.5	6.0	6.7	6.8	6.1	6.8	5.9	7.0	6.1
9	6.5	6.6	6.2	6.2	6.3	6.4	6.4	6.4	7.6	5.6
10	6.8	6.4	6.1	6.9	6.8	6.1	6.8	5.6	6.7	6.6
11	7.1	6.9	6.2	6.8	6.8	6.6	6.3	7.2	6.8	6.9
12	7.2	6.8	6.5	6.9	6.7	6.7	6.5	6.9	6.9	6.8
AVERAGE	6.9	6.5	6.1	6.7	7.0	6.3	6.5	6.5	6.9	6.4

BLZ. OCC. NO.	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2.0	1.0	1.0	2.0	0.0	2.0	0.0	4.0	0.0	0.0
4	0.0	5.0	4.0	3.0	1.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0
5	1.0	1.0	1.0	4.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	0.0
6	5.0	2.0	2.0	4.0	4.0	2.0	1.0	4.0	3.0	2.0
7	2.0	0.0	6.0	4.0	1.0	0.0	7.0	7.0	2.0	1.0
8	3.0	1.0	5.0	4.0	2.0	3.0	1.0	1.0	2.0	2.0
9	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	3.0	2.0	1.0
10	4.0	1.0	1.0	2.0	1.0	0.0	3.0	0.0	1.0	2.0
11	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	3.0
12	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
AVERAGE	1.8	1.2	1.8	2.4	1.1	1.5	1.5	2.0	1.2	1.0
TOTAL	21.0	14.0	22.0	29.0	13.0	18.0	18.0	24.0	14.0	12.0

KORI 극지연구소

- 29 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

AVG. CLD(1/8)	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	7.3	6.9	6.3	6.9	7.0	6.9	6.8	7.3	6.6	6.3
2	6.5	7.2	6.4	7.0	6.9	7.5	7.2	7.2	7.2	6.3
3	7.4	7.3	6.2	7.3	6.9	7.1	6.6	6.9	7.0	6.5
4	6.9	7.4	7.1	7.0	7.0	7.1	6.6	6.6	6.2	6.8
5	6.2	7.3	7.0	6.7	6.9	6.6	6.5	7.0	6.7	6.3
6	7.5	7.3	6.3	6.8	6.2	6.5	6.6	6.4	7.0	6.2
7	6.8	7.6	6.5	7.0	6.3	7.0	7.3	6.8	6.6	6.0
8	6.9	7.2	7.0	6.9	6.5	7.1	6.9	6.8	5.8	6.6
9	7.0	7.3	7.0	6.4	6.8	7.0	6.8	7.0	6.9	6.5
10	7.4	6.9	7.0	6.5	7.0	7.2	6.3	6.8	6.5	6.9
11	7.2	7.2	6.5	6.6	7.0	7.0	6.9	6.7	6.8	6.6
12	7.1	7.0	6.7	6.6	7.4	6.7	6.7	6.4	7.0	6.6
AVERAGE	7.0	7.2	6.7	6.8	6.8	7.0	6.8	6.8	6.7	6.5

BLZ. OCC. NO.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	2.0	1.0	1.0
3	3.0	0.0	2.0	1.0	1.0	1.0	6.0	1.0	1.0	1.0
4	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	4.0	3.0
5	0.0	0.0	1.0	2.0	7.0	3.0	3.0	1.0	1.0	1.0
6	1.0	5.0	1.0	2.0	6.0	4.0	3.0	6.0	0.0	1.0
7	10.0	1.0	1.0	2.0	6.0	7.0	4.0	2.0	6.0	2.0
8	13.0	4.0	6.0	0.0	0.0	3.0	5.0	0.0	4.0	3.0
9	5.0	5.0	3.0	0.0	1.0	1.0	6.0	2.0	4.0	1.0
10	5.0	1.0	3.0	0.0	5.0	3.0	1.0	0.0	1.0	2.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	3.0	1.0	1.0
12	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	0.0	1.0	0.0
AVERAGE	3.2	1.3	1.4	0.8	2.3	2.5	2.8	1.6	2.0	1.4
TOTAL	38.0	16.0	17.0	10.0	27.0	30.0	33.0	19.0	24.0	17.0

KOPRI 극지연구소

- 30 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

AVG. CLD(1/8)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	7.2	7.5	7.3	6.6	6.9	7.5	7.0	7.3	6.9	6.9
2	7.0	7.4	7.5	7.5	6.2	7.0	7.3	7.5	6.8	7.2
3	7.2	7.4	7.5	7.5	7.0	6.3	7.3	7.2	7.3	7.2
4	7.4	7.0	7.4	7.4	7.2	6.6	6.9	7.2	7.3	7.3
5	6.7	7.3	7.1	7.3	7.2	6.8	7.3	7.2	6.2	7.2
6	6.7	7.1	6.8	7.1	7.3	6.5	6.9	7.3	7.0	7.2
7	6.4	7.1	6.6	6.4	6.8	6.8	7.1	6.6	6.5	6.8
8	6.1	6.8	7.1	6.3	7.4	6.7	7.1	6.9	6.9	7.0
9	7.3	7.4	7.1	7.2	7.0	6.6	7.1	7.5	7.4	6.9
10	7.5	7.4	7.2	7.1	7.2	7.5	7.4	7.3	7.3	7.2
11	7.0	7.0	7.4	7.0	7.4	6.4	7.5	7.3	7.0	7.2
12	6.6	7.7	7.2	7.6	6.7	6.8	7.1	7.3	7.0	8.6
AVERAGE	6.9	7.3	7.2	7.1	7.0	6.8	7.2	7.2	7.0	7.2

BLZ. OCC. NO.	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0
2	0.0	2.0	4.0	0.0	1.0	0.0	2.0	0.0	1.0	0.0
3	0.0	1.0	3.0	4.0	2.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	3.0	4.0	5.0	10.0	0.0	2.0	0.0	2.0	1.0
5	0.0	3.0	1.0	3.0	2.0	7.0	7.0	2.0	1.0	0.0
6	1.0	3.0	3.0	5.0	15.0	7.0	2.0	6.0	0.0	2.0
7	1.0	3.0	5.0	4.0	4.0	9.0	0.0	9.0	0.0	6.0
8	0.0	3.0	4.0	2.0	8.0	13.0	0.0	3.0	3.0	2.0
9	0.0	3.0	5.0	4.0	5.0	2.0	2.0	8.0	0.0	0.0
10	0.0	3.0	2.0	0.0	3.0	2.0	0.0	2.0	0.0	2.0
11	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	2.0	3.0	5.0	0.0	0.0
12	0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0	1	0.0	2.0
AVERAGE	0.2	2.3	2.9	2.3	4.4	3.7	1.8	3.0	0.7	1.3
TOTAL	2.0	28.0	35.0	27.0	53.0	44.0	22.0	36.0	8.0	15.0

KOPRI 극지연구소

- 31 -

AVG. CLD(1/8)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	7.6	7.0	7.1	7.2	7.3	6.8	7.2	7.0
2	7.3	6.2	6.5	7.4	7.3	6.8	7.1	6.9
3	7.1	6.4	6.8	7.3	7.6	6.7	6.8	6.9
4	6.8	6.6	6.7	7.4	7.7	6.5	6.2	6.9
5	6.4	6.2	6.4	7.5	7.6	6.7	6.2	6.7
6	5.2	6.7	6.2	7.7	7.7	6.7	5.9	6.7
7	6.6	5.8	6.8	7.1	7.4	6.7	6.2	6.7
8	5.4	6.5	7.1	7.6	7.3	6.7	5.3	6.7
9	5.5	6.3	6.9	7.4	7.8	6.7	5.3	6.8
10	5.1	6.9	7.0	7.7	7.4	7.0	5.3	6.8
11	5.6	7.1	7.0	7.1	7.7	6.8	7.1	6.9
12	6.8	6.5	7.0	6.9	7.4	6.7	6.8	7.0
AVERAGE	6.3	6.5	6.8	7.4	7.5	6.7	6.3	6.8

0

BLZ. OCC. NO.	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
3	2.0	0.0	3.0	2.0	0.0	0.0	1.0	1.4
4	3.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.9
5	0.0	1.0	0.0	0.0	3.0	3.0	2.0	2.0
6	1.0	5.0	3.0	1.0	2.0	5.0	2.0	3.3
7	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	5.0	3.0	3.5
8	1.0	3.0	7.0	2.0	0.0	6.0	0.0	3.3
9	2.0	2.0	4.0	1.0	3.0	5.0	4.0	2.6
10	2.0	1.0	3.0	0.0	1.0	7.0	0.0	1.7
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
AVERAGE	1.1	1.2	1.8	0.7	0.9	2.6	1.0	1.8
TOTAL	13.0	14.0	22.0	8.0	11.0	31.0	12.0	21.8

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

BLZ. OCC. TIME		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
(hour)	1	0.0	0.0	3.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.0	0.0	69.2	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	43.7	6.8	7.5	29.0	0.0	2.8	0.0	10.9	0.0	0.0
	4	0.0	72.8	94.0	52.8	12.2	41.1	50.6	12.9	14.2	13.3
	5	23.5	1.0	17.5	74.8	38.2	23.3	13.0	52.8	34.8	0.0
	6	252.0	58.7	8.0	52.0	27.8	41.1	6.2	27.7	24.3	36.2
	7	48.0	0.0	70.0	68.0	10.5	0.0	48.3	130.8	16.2	17.3
	8	70.5	13.2	50.0	35.7	29.5	21.7	4.3	18.3	19.8	21.3
	9	37.5	35.2	6.0	12.3	6.0	7.0	7.2	3.8	16.3	19.1
	10	64.0	17.7	30.5	31.0	5.5	0.0	20.7	0.0	1.8	43.6
	11	10.0	5.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	28.5
	12	0.0	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	0.0
AVERAGE		45.8	19.0	23.9	35.4	10.8	12.3	12.5	21.4	12.4	14.9
TOTAL		549.2	228.5	286.5	424.8	130.1	147.9	150.3	257.3	148.3	179.2

GLB. SOL. RAD.		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
(kJ/m^2)	1	*	530987	372532	406216	355562	468003	412703	410342	442910	494720
	2	*	290418	261019	304427	307979	273130	265754	318858	334924	257419
	3	*	200176	176819	217716	182252	222116	221135	224769	189983	207088
	4	*	94925	91518	86788	74711	87583	96964	84655	101352	98924
	5	30214	22285	33786	39422	43544	41516	51151	45716	34636	38848
	6	12370	13100	14786	36111	25385	26699	23032	25946	20069	20069
	7	24819	20201	21355	48140	39018	41132	33568	37455	26909	28043
	8	89371	62438	70937	103469	91865	89915	82223	105066	73452	69378
	9	216868	155750	175372	238970	185840	179604	182904	214074	143228	208600
	10	275190	315956	331411	357432	325776	333001	323130	368619	314201	324820
	11	443521	417065	376798	478895	403979	407998	460627	456926	420905	361755
	12	530449	489832	490522	509239	509628	513635	529135	398124	478910	559616
AVERAGE		202850	217761	201405	235569	212128	223694	223527	224213	215123	222440
TOTAL		1622802	2613133	2416855	2826825	2545539	2684332	2682326	2690550	2581479	2669280

KOPRI 극지연구소

- 33 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

BLZ. OCC. TIME		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
(hour)	1	0.0	0.0	0.0	11.5	0.0	14.9	13.4	10.0	0.0	8.3
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9	0.0	4.0	12.7	6.0
	3	1.5	0.0	49.1	9.6	3.5	14.2	46.6	16.9	3.3	15.5
	4	0.0	0.0	0.0	13.5	6.7	20.1	52.8	10.2	25.7	109.2
	5	0.0	0.0	12.5	19.4	130.5	20.8	13.7	11.4	6.2	23.0
	6	3.5	63.7	5.4	24.6	106.7	130.7	9.8	82.3	0.0	68.0
	7	105.8	29.4	28.5	6.9	62.5	70.3	34.0	15.8	39.2	39.3
	8	126.8	28.8	47.3	0.0	0.0	20.1	52.0	0.0	67.8	52.5
	9	41.3	32.9	25.6	0.0	61.5	7.0	55.3	13.8	21.8	13.3
	10	15.5	8.0	17.2	0.0	107.3	39.4	4.3	0.0	3.3	61.7
	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	0.0	26.4	3.3	19.0
	12	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	40.9	7.2	0.0	17.3	0.0
AVERAGE		24.7	13.6	15.5	7.1	39.9	34.4	24.1	15.9	16.7	34.7
TOTAL		296.2	162.8	185.6	85.5	478.7	412.5	289.1	190.7	200.7	415.8

GLB. SOL. RAD.		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
(kJ/m^2)	1	429163	422902	519210	425924	358501	528957	469562	369655	463437	464605
	2	319320	305570	306732	253117	248962	252091	366622	247940	732219	294469
	3	181964	192128	200455	175152	169293	197058	234863	178783	173244	228770
	4	75755	84150	81077	72714	70844	85203	100008	91681	90734	93985
	5	33733	36553	27451	23263	33411	31429	32398	35017	24837	40128
	6	17816	19545	16071	23860	23019	20091	17924	19777	13077	14369
	7	27522	25623	27210	27262	20903	31809	41646	29227	21723	27777
	8	79268	69629	74546	69175	65590	65157	66169	80519	83477	81900
	9	206515	165277	171881	177229	118529	158826	159662	174287	159990	191771
	10	318587	314467	350411	283269	270924	298711	334653	314145	310230	284144
	11	371016	390349	412363	426806	398004	437384	412259	459743	310230	438271
	12	509127	488420	516217	508751	673027	538021	500751	463437	461611	548510
AVERAGE		214149	209551	225302	205544	204251	220395	242759	205351	237067	225725
TOTAL		2569786	2514613	2703624	2466522	2451007	2644737	2670348	2464211	2844809	2708699

KOPRI 극지연구소

- 34 -

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

BLZ. OCC. TIME		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
(hour)	1	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	20.2	0.0	0.0	7.0	0.0
	2	0.0	5.2	55.8	0.0	16.8	0.0	8.7	0.0	10.8	0.0
	3	0.0	31.0	67.8	12.8	5.5	0.0	41.1	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	44.2	96.8	43.0	101.7	0.0	25.7	0.0	51.8	47.7
	5	0.0	78.2	10.8	19.2	19.7	72.6	89.2	19.5	10.2	0.0
	6	23.3	39.3	54.0	33.8	103.3	35.6	14.5	77.2	0.0	45.1
	7	6.0	29.0	97.7	82.7	42.7	108.5	0.0	28.2	0.0	30.4
	8	0.0	73.0	87.2	8.6	27.3	156.6	0.0	35.2	24.2	37.5
	9	0.0	24.8	68.2	48.7	89.7	6.3	13.8	58.3	0.0	0.0
	10	0.0	36.8	30.7	0.0	10.0	3.2	0.0	37.7	0.0	17.6
	11	0.0	47.2	0.0	0.0	32.8	5.3	20.8	33.2	0.0	0.0
	12	0.0	5.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0	9.3	0.0	2.0
AVERAGE		2.4	34.5	48.4	20.7	37.5	34.0	17.8	24.9	8.7	15.0
TOTAL		29.3	414.2	581.0	248.8	449.5	408.3	213.8	298.6	104.0	180.2

GLB. SOL. RAD.		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
(kJ/m^2)	1	426452	408085	507802	463621	450029	378216	510528	417408	439182	480027
	2	295096	282103	245161	258826	371615	261206	283824	286052	344328	275657
	3	158068	189852	183683	192254	207323	214462	215175	213278	157004	180738
	4	86828	82023	72800	82524	87256	81248	93077	81245	88509	80841
	5	30041	33990	28946	34228	27295	29405	29131	26493	31661	24330
	6	13576	13502	11687	13393	12495	9336	14259	12990	12679	9168
	7	21789	23280	19814	25583	23388	21283	24191	25572	23068	16891
	8	76989	96080	61955	94719	66226	80819	78042	80114	88917	66269
	9	142451	203528	169177	210366	185649	214647	179465	195581	151875	160075
	10	289710	348881	303853	320893	337368	280397	282409	284000	204648	281566
	11	382603	479477	415183	434946	424329	502103	430474	416780	485408	391896
	12	545813	472604	496847	404791	565526	583553	500708	477769	540705	432582
AVERAGE		205785	219450	209742	211345	229875	221390	220107	209774	213999	200003
TOTAL		2469416	2633405	2516908	2536144	2758499	2656675	2641283	2517282	2567984	2400040

KOPRI 극지연구소

- 35 -

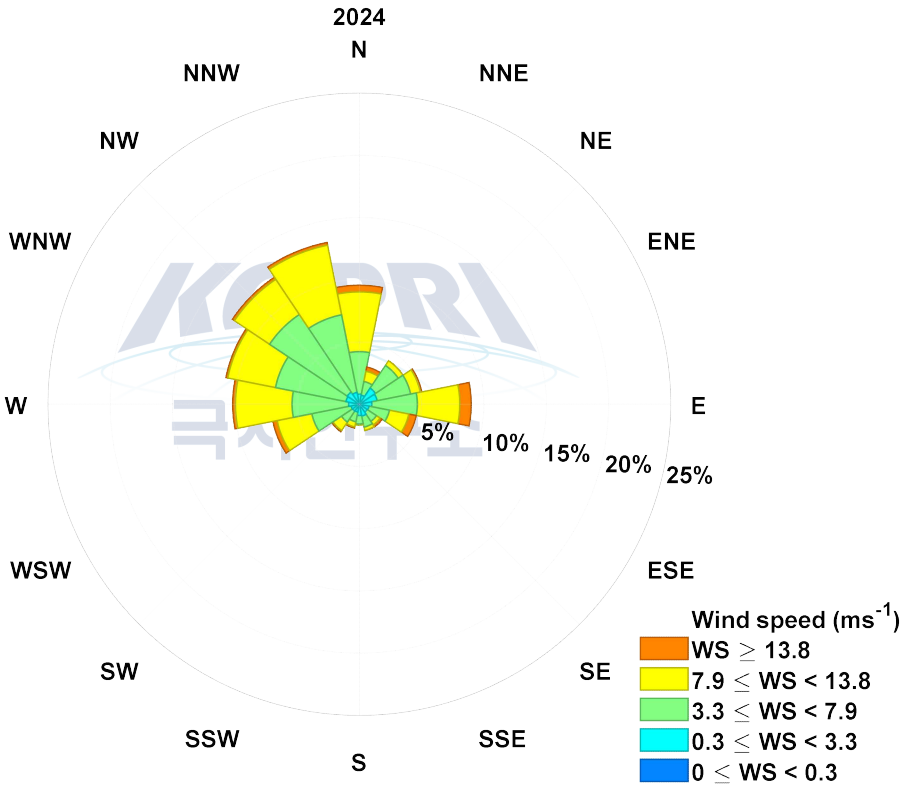
ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2024)

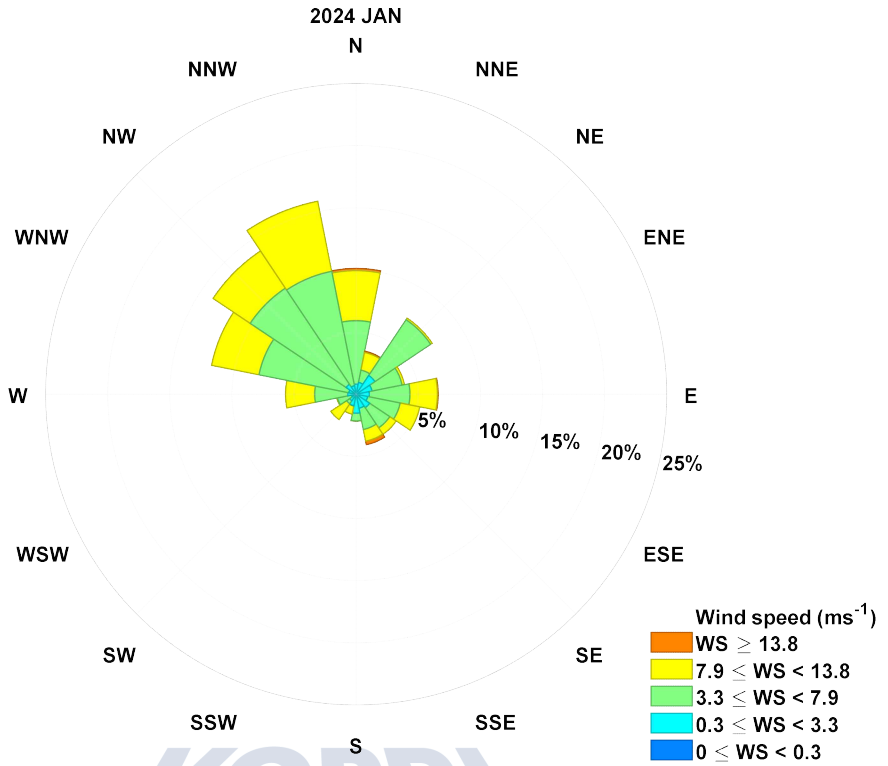
BLZ. OCC. TIME		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
(hour)	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
	3	1.8	0.0	24.0	23.7	0.0	0.0	6.2	13.0
	4	25.8	23.0	9.2	9.3	0.0	0.0	0.0	30.0
	5	0.0	2.2	0.0	0.0	75.8	5.3	15.7	24.9
	6	4.8	39.3	49.3	49.5	22.2	34.0	18.0	45.9
	7	13.2	8.5	4.2	4.3	31.5	37.0	33.3	37.9
	8	7.7	47.3	99.2	10.8	0.0	34.5	0.0	36.9
	9	11.2	17.5	32.4	3.5	12.0	31.0	28.7	23.3
	10	29.5	14.7	20.5	0.0	4.3	64.0	0.0	20.6
	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0
	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
AVERAGE		7.8	12.7	19.9	8.4	12.2	17.2	8.5	20.6
TOTAL		94.0	152.5	238.8	101.1	145.8	205.8	101.9	251.6

GLB. SOL. RAD.		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	ANN. AVG.
(kJ/m^2)	1	330235	430162	372854	384728	453770	464900	393714	434933
	2	274000	302523	320432	281042	283164	264654	273262	301220
	3	169954	178848	213285	*	186925	227576	177180	189982
	4	78230	76898	84369	68459	81073	91020	77435	84928
	5	24324	28623	23236	19708	21026	23713	23334	31320
	6	8998	7222	9357	6860	6229	7850	9396	15733
	7	15474	19370	17781	16357	16357	7964	18229	25344
	8	62505	65794	*	56667	67956	57759	79667	74663
	9	156313	182549	143721	154337	144262	55920	75460	170555
	10	328373	348427	311951	288183	326397	283929	366106	311788
	11	418081	400474	444099	464784	356636	433184	376240	420043
	12	454046	536715	463822	463063	568343	550688	553271	506625
AVERAGE		193378	214800	218628	200381	209345	205763	201941	213857
TOTAL		2320533	2577605	2404907	2387870	2721483	2674920	2625235	2567135

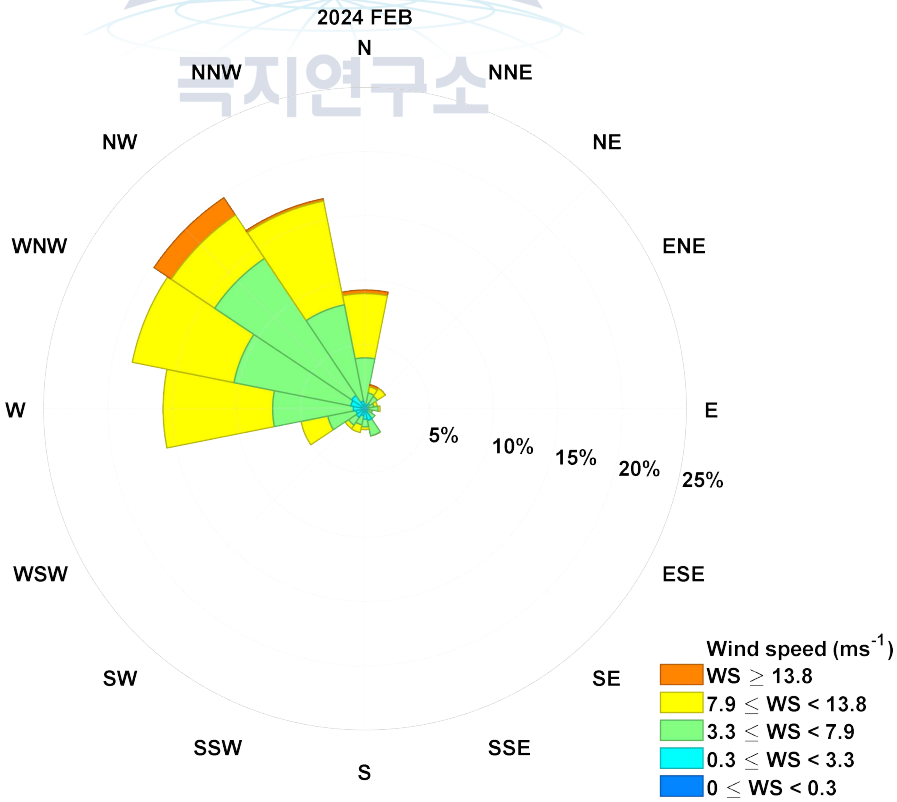
- 36 -

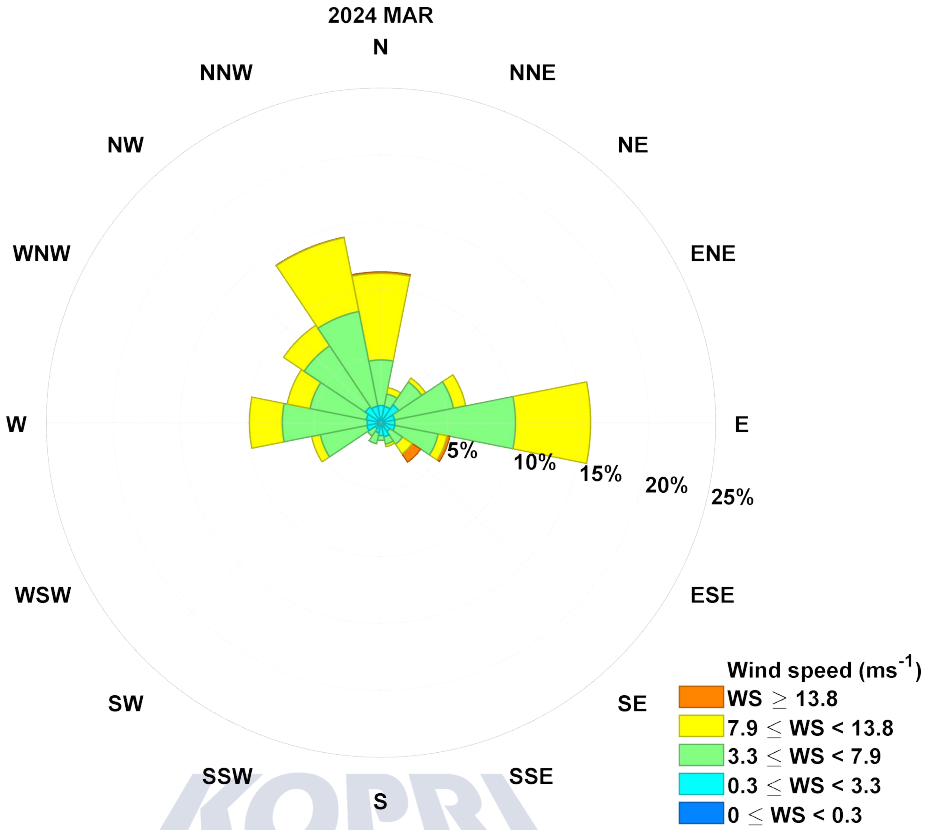
WIND DIAGRAM FOR EACH MONTH OF 2024



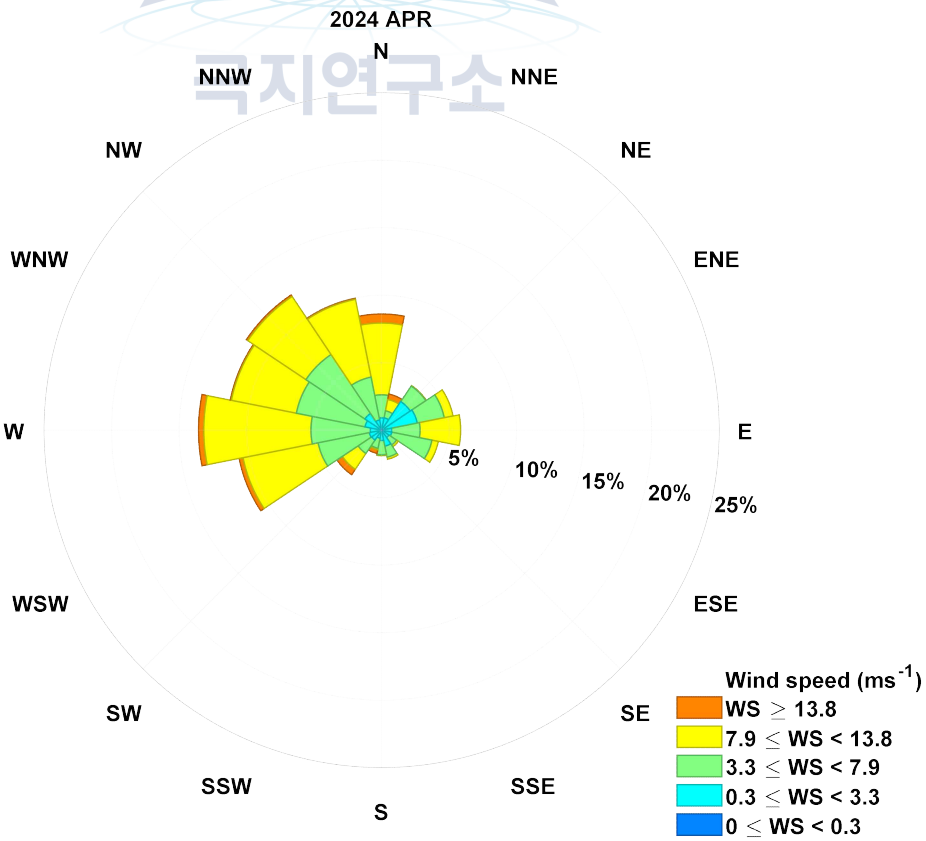

2024 JAN
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

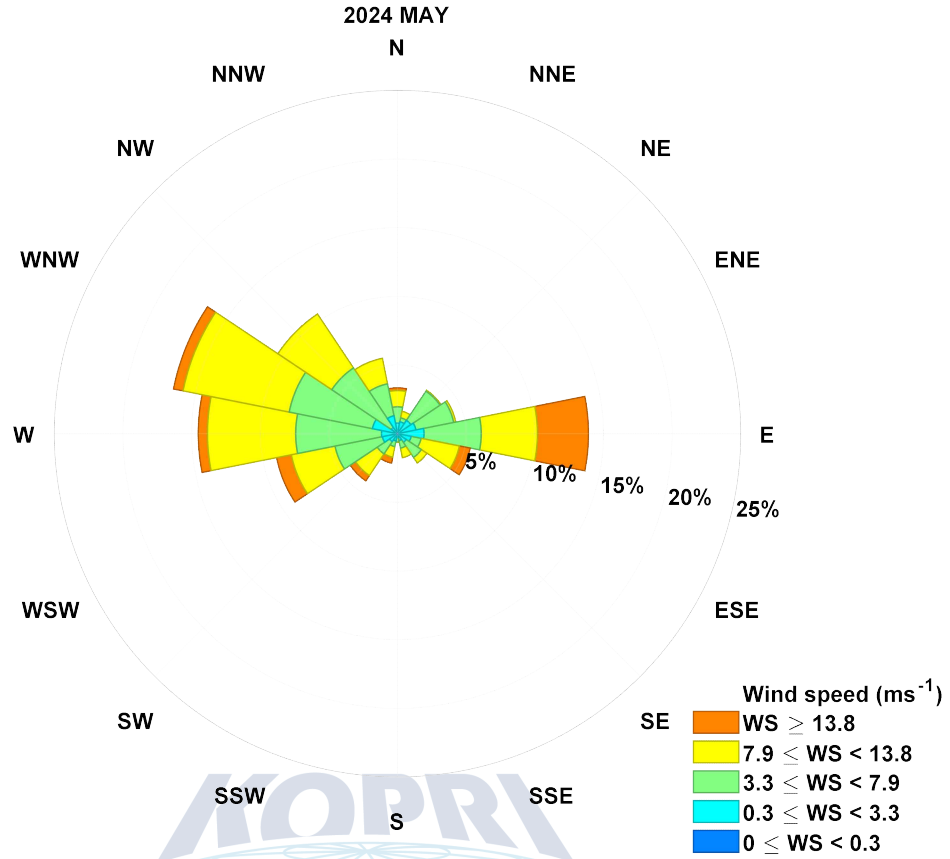
KOPRI
극지연구소


2024 FEB
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

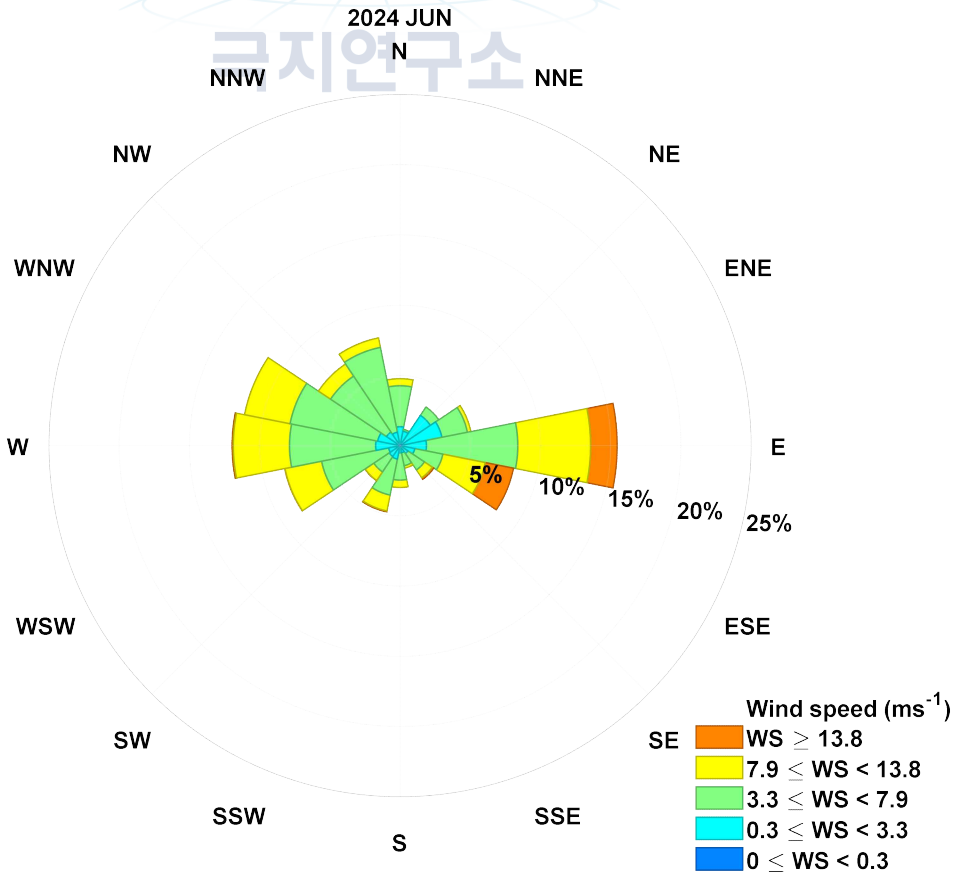

2024 MAR
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

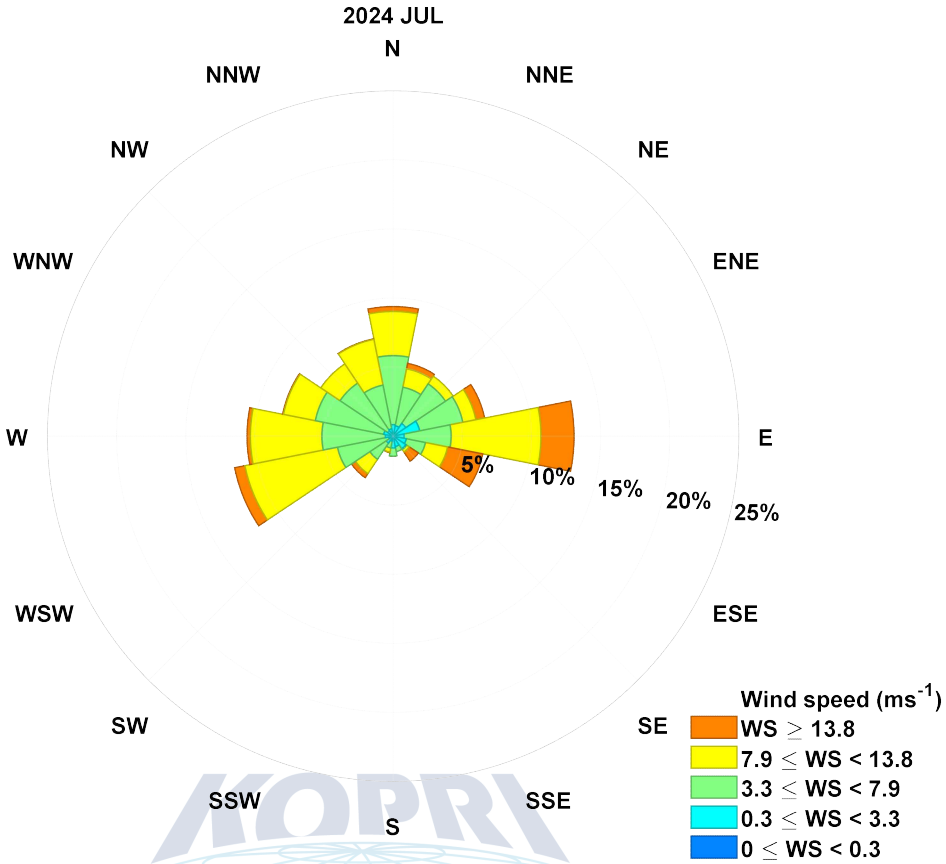
KOPRI
극지연구소


2024 APR
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

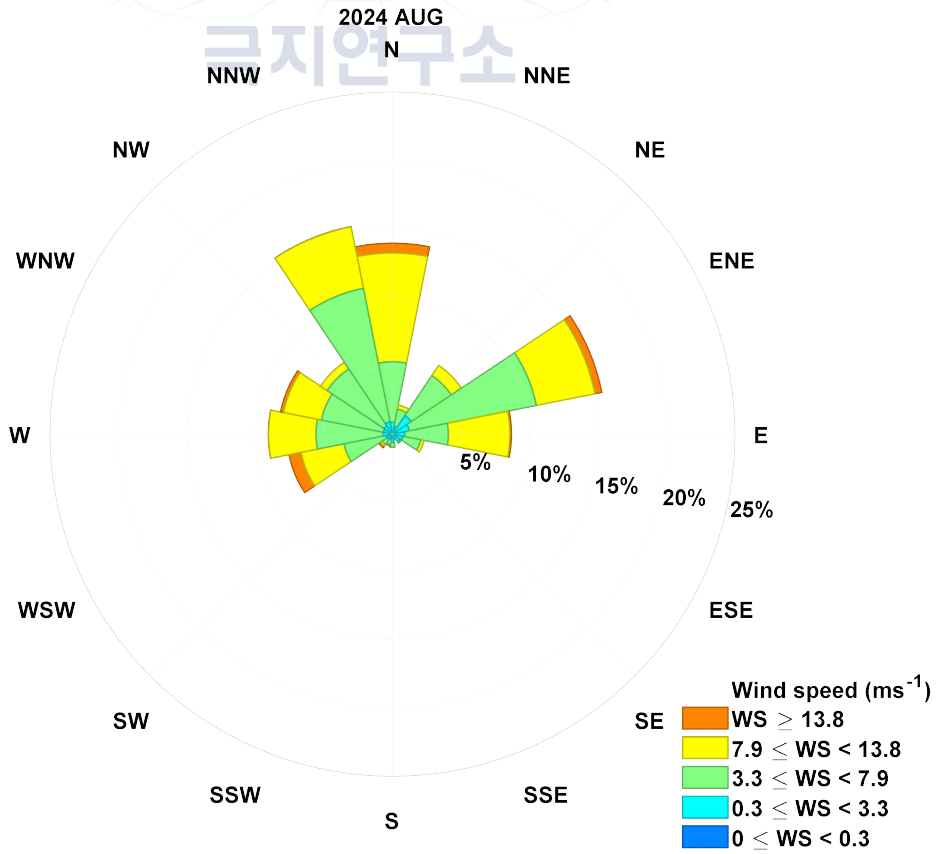

2024 MAY
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

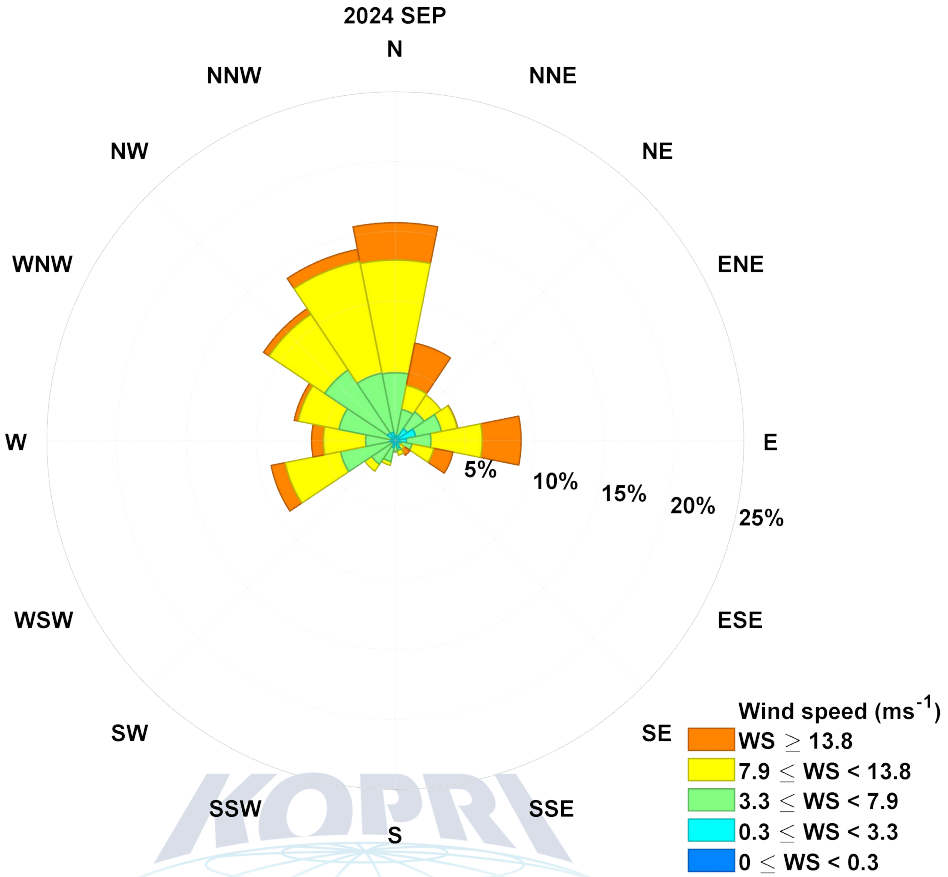
KOPRI
극지연구소


2024 JUN
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

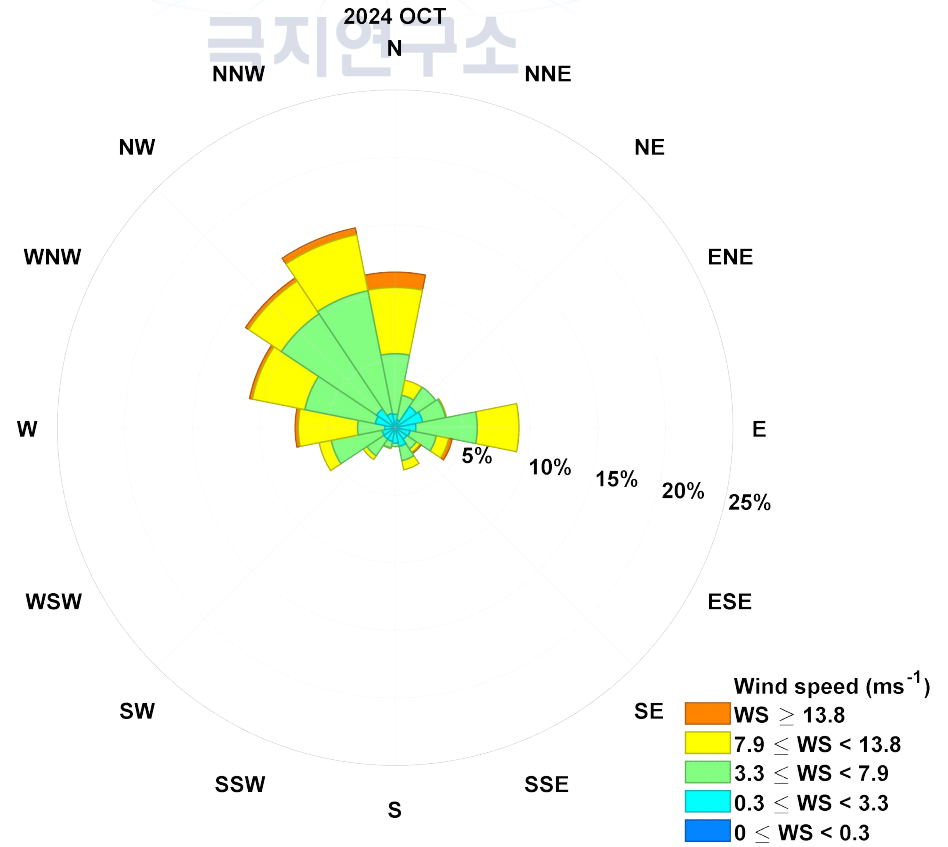

2024 JUL
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

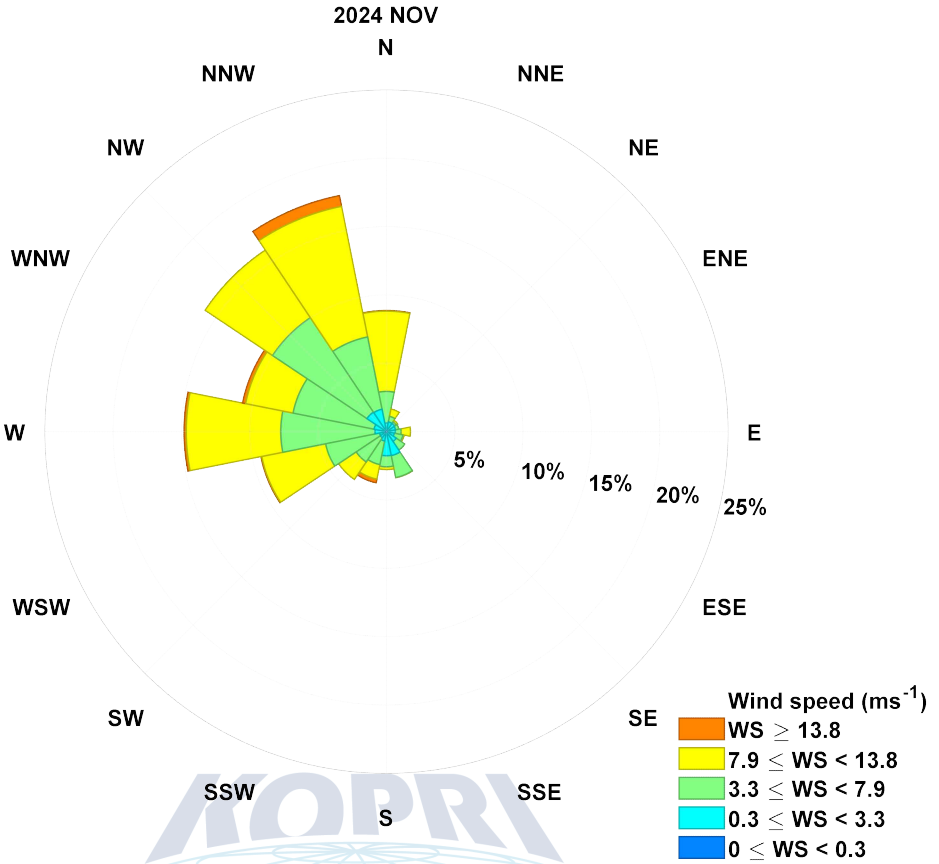
KOPRI
극지연구소


2024 AUG
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

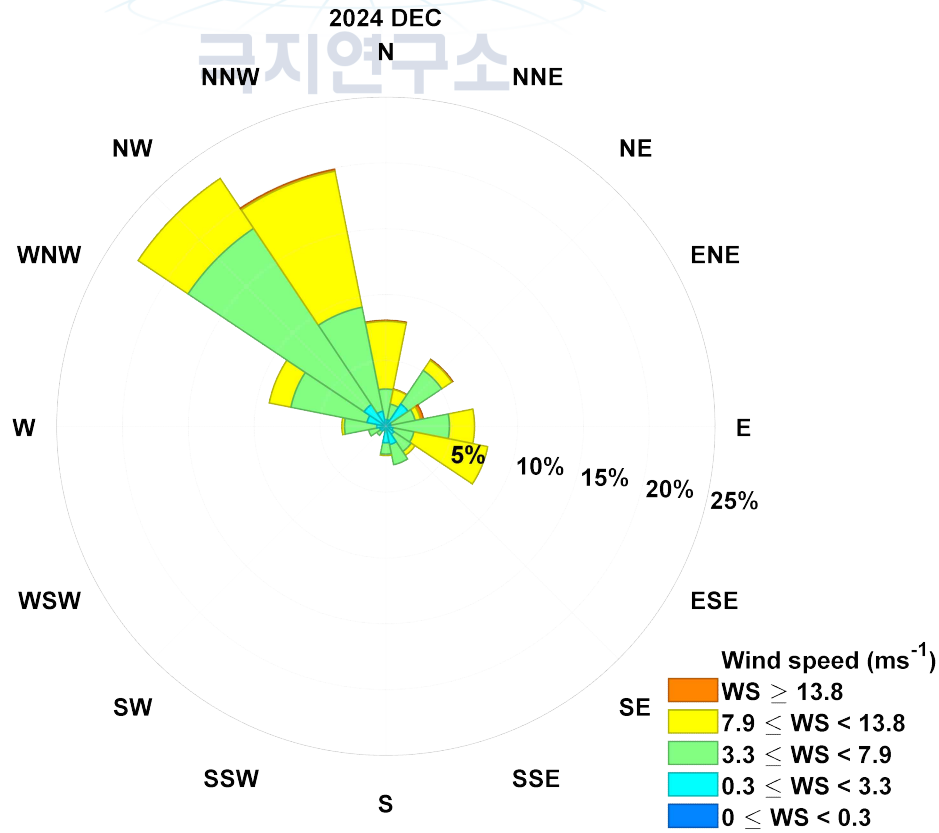

2024 SEP
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

KOPRI
극지연구소

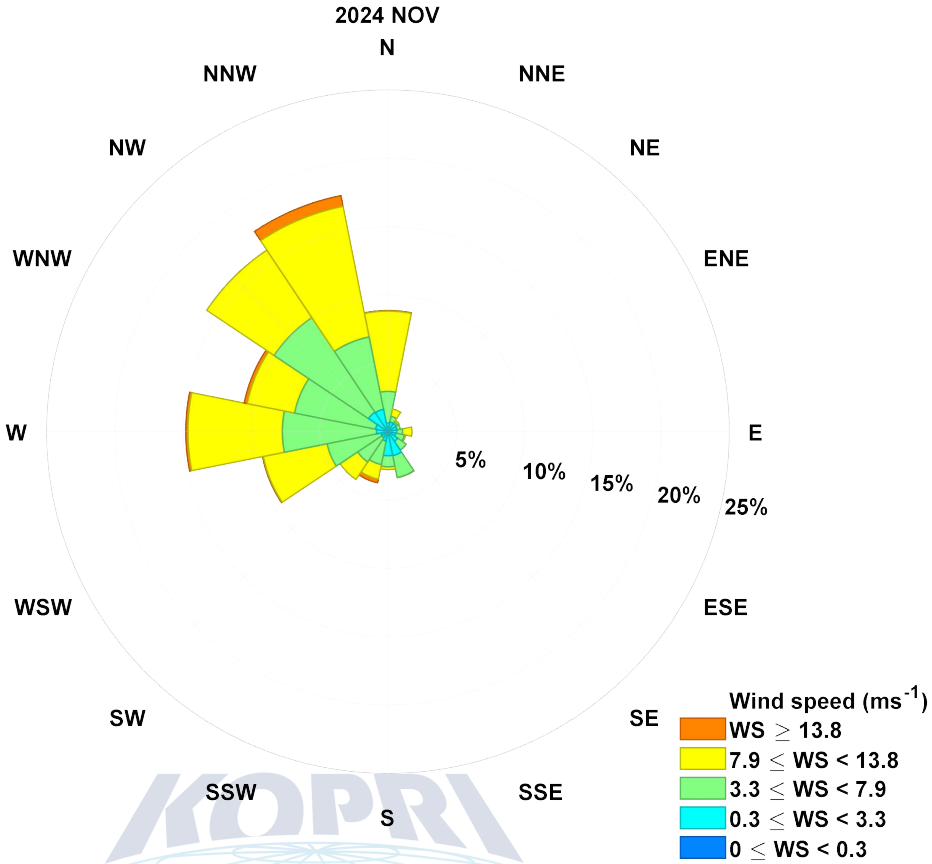

2024 OCT
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3


2024 NOV
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

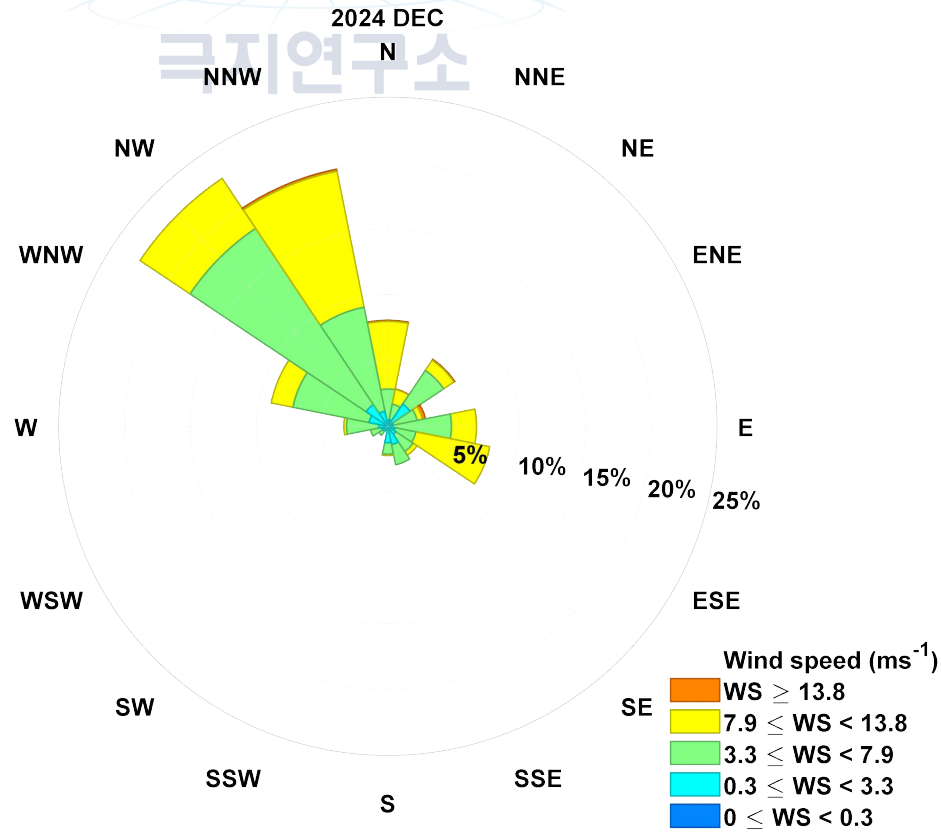
KOPRI
극지연구소


2024 DEC
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

KOPRI
극지연구소


2024 NOV
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

KOPRI
극지연구소


2024 DEC
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
5%
10%
15%
20%
25%
Wind speed (ms-1)
WS ≥ 13.8
7.9 ≤ WS < 13.8
3.3 ≤ WS < 7.9
0.3 ≤ WS < 3.3
0 ≤ WS < 0.3

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2024년 1월

요소 Element	일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
기	기 압 평 균 Ave. Station	997	997	990	983	984	983	981	982	985	990	985	977	977	984	985		986
		991	986	979	979	982	984	988	990	984	997	989	978	986	989	997	986	
	최 고 Highest	999	1000	994	989	987	985	984	985	994	996	989	988	982	986	989		1000
압		993	993	980	983	984	988	993	995	995	999	995	985	990	990	991	998	2일
	나타난 시간Time	23:17	3:01	0:05	0:13	11:57	7:49	23:58	4:43	23:59	20:07	21:04	0:02	23:59	19:52	23:42		
(hPa)		20:39	0:06	13:56	19:29	0:00	23:58	23:58	6:20	0:30	12:13	0:30	0:35	23:28	23:28	0:00	0:01	
	최 저 Lowest	993	993	988	981	981	980	979	979	980	980	980	972	974	981	984		972
Air		987	978	977	975	981	982	986	977	973	993	984	972	981	987	990	979	27일
Press.	나타난 시간 Time	0:17	19:52	23:52	13:41	23:06	20:34	11:51	19:42	3:45	23:14	1:34	17:38	0:01	0:34	10:08		
		0:01	23:25	3:51	6:27	4:12	11:28	12:24	23:59	4:03	23:42	23:48	10:39	0:01	12:57	0:02	11:25	
	기 온 평 균 Ave. Station	1.5	1.4	2.3	1.7	1.4	1.6	1.6	2.3	1.5	0.8	1.5	1.0	1.0	0.5	0.7		1.4
		0.9	2.2	2.4	1.0	1.1	0.6	0.4	1.4	-0.3	1.7	3.7	0.5	1.4	1.7	2.4	0.9	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																	3.5
	평 균 최 저 Avg. Minimum																	-0.4
온	최 고 Highest	3.8	5.1	3.1	2.9	4.1	4.6	2.9	4.3	2.9	2.1	3.5	2.6	3.9	2.8	3.5		7.2
		2.9	4.7	3.9	2.3	2.5	2.0	2.1	4.0	2.3	4.7	7.2	2.2	3.5	3.2	4.4	4.0	26일
(℃)	나타난 시간Time	14:51	15:26	12:51	9:42	15:46	13:39	11:29	12:35	7:05	8:37	13:44	13:37	15:03	17:49	10:37		
		13:40	18:06	18:37	15:25	2:51	11:54	15:08	11:59	1:55	21:50	9:11	0:51	15:18	13:05	18:01	3:38	
Air	최 저 Lowest	0.1	-1.0	1.5	-0.2	-0.1	-0.3	0.6	0.5	0.3	-0.3	0.1	-0.1	-0.7	-1.4	-1.4		-2.5
Temp.		-2.5	-0.4	1.4	-0.3	-0.5	-0.7	-1.5	-1.6	-1.8	-0.8	1.2	-1.6	-0.2	0.3	0.7	-0.7	16일
	나타난 시간 Time	23:15	3:01	16:28	22:43	0:05	1:27	23:51	0:01	22:14	19:26	3:29	7:20	23:39	3:41	3:49		
		2:59	3:54	7:06	10:16	21:52	1:49	4:59	0:35	14:11	0:01	22:08	11:22	6:04	4:47	23:38	20:14	
평균이슬점온도(℃)		0.0	0.2	1.6	0.3	-0.1	0.5	1.0	0.6	0.4	-0.7	-1.3	-0.9	-2.8	-4.5	-4.7		-0.7
Average Dewpoint Temperature		-3.0	-1.1	1.8	0.0	0.0	-2.4	-4.8	-2.5	-1.4	-2.0	2.5	-0.1	0.5	1.1	0.3	-0.6	

KOPRI 극지연구소

- 46 -

2024년 1월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		-	0.0	1.1	0.0	0.2	1.1	0.5	0.8	0.6	0.4	0.0	-	-	0.0	-		62.9
Total Precipitation		-	2.3	0.8	4.9	3.8	0.0	-	1.8	7.3	0.8	21.3	6.7	0.6	2.5	0.2	5.2	
상	평 균 Average	90	92	96	90	89	93	96	88	92	90	82	87	76	70	68		87
대		76	80	96	93	92	81	68	76	93	77	92	96	93	96	86	91	
습	최 소 Lowest	82	74	92	81	76	77	87	70	85	79	72	74	57	52	46		46
도		66	48	89	80	83	66	60	54	76	48	79	91	79	89	75	60	15일
(1%)	나타난 시간Time	14:47	11:43	23:23	17:53	9:38	13:42	21:56	8:07	5:54	11:32	13:06	0:12	15:35	15:23	11:14		
R.H.		14:33	8:06	19:54	20:42	2:46	11:15	10:54	4:01	23:48	16:14	9:11	1:15	12:59	10:51	17:14	2:56	
	평 균 Average	5.1	7.6	10.0	9.0	9.3	7.3	6.5	7.1	6.1	6.0	9.3	4.5	4.3	5.3	2.2		6.4
바		5.1	7.5	7.4	5.6	2.2	4.4	5.0	5.2	9.6	5.2	10.3	5.9	5.2	5.6	8.0	6.5	
	순 간 최 대 Greatest Gust	8.1	16.8	15.8	16.5	16.2	12.4	10.9	13.2	15.1	17.0	16.8	12.8	12.9	14.2	6.3		23.9
람		9.8	19.0	14.2	14.5	9.8	9.6	10.3	17.0	23.9	21.1	23.0	23.8	12.0	12.5	16.6	18.8	24일
	풍 향 Direction	WNW	NW	NNW	WNW	WNW	NW	NW	NNW	E	NW	SW	WNW	E	SSE	ESE		ESE
(m/s)		WNW	N	NNW	ENE	NE	ENE	NE	NE	ESE	NNE	N	S	NW	NNW	WNW	ESE	
Wind	나타난 시간 Time	8:26	11:15	7:33	22:41	3:49	0:02	20:13	11:15	14:41	20:50	4:48	2:58	23:47	0:32	12:02		
		15:28	17:56	17:13	9:52	0:04	16:14	12:24	20:29	12:33	22:12	7:43	11:24	13:32	23:19	14:17	18:18	
구름(1/8)		7.6	8.0	8.0	7.6	7.0	7.6	8.0	8.0	7.6	7.4	5.4	7.4	6.0	7.0	5.4		7.2
Average Amount of Cloud		5.4	7.0	8.0	8.0	6.4	6.4	6.4	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	7.6	5.2	8.0	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																	
	끝 난 시 간 End Time																	
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

2024년 1월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		15129	17323	7197	11975	12692	14455	11785	14014	14939	11500	19665	10740	21393	19380	19967		393714
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		12537	12701	9115	13478	6396	11578	13980	11465	9469	13651	6502	6134	12390	5844	21963	4360	
일평균 수평시정(km)/월최소		11.8	4.8	2.8	3.8	6.3	9.8	3.8	4.3	10.1	8.5	12.0	13.5	16.3	14.5	20.0		2.1
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		20.0	14.8	3.0	2.1	12.1	14.8	20.0	15.4	2.4	13.0	6.8	7.8	12.1	8.6	13.5	10.0	19일
눈	적 설 최 심	-	-	-	-	0.1	0.5	0.5	0.3	-	0.5	5.0	-	-	0.0	-		10.0
	Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	0.7	3.8	3.8	3.0	2.0	10.0	10.0	-	7.5	8.0	8.0	2.5	4.0	24일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	-	0.1	0.5	0.5	-	-	0.5	0.0	-	-	0.0	-		29.1
		-	-	-	0.7	3.8	0.0	-	1.5	8.5	-	-	7.5	0.5	1.0	-	4.0	
	Snow 최 심 Max. Depth																	8.5
	Fall 나타난 날 Date																	24일
기 상 현 상 Meteo. Pheno -mena	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																	0
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)																	0
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y										y		y		y		5
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y		y		y			26
			y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y		y	
	눈 Snow									y	y	y			y			11
					y	y	y			y			y	y			y	
	비 Rain			y				y	y	y								11
			y	y							y	y		y	y	y		
	진 눈 깨 비 Sleet		y		y	y	y	y		y								12
					y	y			y	y					y		y	
	안 개 Fog																	0
	박 무 Mist	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y							20
			y	y	y	y			y	y	y	y		y	y			
해상 상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2		
	(MB=0, MC=1, MB.MC=2)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	MO/MO	RO/VR	VR/VR	RO/VR	VR/RO	MO/RO	RO/RO	RO/RO	MO/VR	RO/VR	RO/VR	MO/RO	MO/MO	MO/SL	SL/SL		
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	MO/MO	RO/VR	RO/RO	VR/MO	CA/CA	SL/MO	MO/MO	SL/RO	VR/RO	SL/VR	VR/VR	VR/MO	MO/RO	RO/MO	VR/MO	VR/VR	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions (unit: m/s)

2024년 1월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	5.6	6.5	6.6	5.8
2	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	10.0	10.7
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	11.9
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	11.2	10.6	11.1
5	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	11.8	10.4	10.8
6	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	9.1	8.7
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	8.3	8.3
8	9.0	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	7.9	9.3
9	6.6	2.5	1.2	2.3	10.2	9.7	4.8	1.9	2.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
10	11.1	1.1	2.1	2.2	2.7	2.5	1.7	0.0	0.0	0.0	8.4	7.6	7.9	9.3	9.2	9.8
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	13.2	8.4	7.3	3.9	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.7	3.7	3.1	1.9	0.0	1.6	9.7	8.7	6.7	6.1
13	0.0	4.0	5.4	5.4	4.8	4.2	8.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	8.4	8.6	6.3	0.0	1.0	3.5	4.4	1.6	0.0	0.0
15	0.0	0.7	4.0	4.3	4.2	3.1	3.1	3.6	3.2	2.9	0.4	2.1	0.0	0.0	1.7	1.8
16	3.5	2.0	3.4	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	7.8	5.8	4.8	4.9
17	12.5	13.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	3.7	8.7
18	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	9.2
19	8.2	3.9	5.4	5.0	5.9	10.4	9.6	2.6	2.5	1.5	0.0	0.9	0.0	0.0	5.5	5.9
20	7.2	2.4	6.4	1.3	1.5	1.9	2.2	2.7	2.2	2.4	1.1	1.1	0.5	0.3	0.9	5.2
21	0.8	1.2	6.5	5.7	7.3	0.0	2.8	2.9	2.4	1.9	0.0	1.5	0.2	1.0	0.5	2.0
22	0.0	0.0	7.2	6.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	6.9	6.5	9.1	12.5	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
24	0.0	0.0	5.4	5.9	14.2	13.8	12.9	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	13.7	14.1	9.8	5.3	2.6	0.0	2.2	2.9	2.5	2.5	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6
26	15.4	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	13.1
27	3.9	0.9	0.6	0.0	4.0	7.6	7.5	15.4	4.7	1.3	2.4	3.5	5.8	7.3	6.3	4.8
28	1.6	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	4.9	8.7	8.6	8.5
29	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	8.3	8.3
30	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.5	0.3	11.3	12.1	6.9	5.2
31	0.0	1.0	6.3	5.5	12.8	9.7	10.7	11.7	8.1	1.1	2.8	0.1	3.0	2.8	3.8	0.0
월 Month	15.4	14.4	9.8	12.5	14.2	13.8	12.9	15.4	8.1	13.4	13.2	8.4	11.7	12.1	11.8	13.1

KOPRI 극지연구소

- 49 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions (%)

2024년 1월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	14.6	45.8	29.2	3.5	0.0
2	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	27.8	52.1	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.2	52.8	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.3	35.4	22.9	17.4	0.0
5	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.2	32.6	20.1	15.3	0.0
6	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	43.8	36.1	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	33.3	52.8	0.0
8	67.4	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	6.9	10.4	0.0
9	14.6	2.1	0.7	0.7	38.9	22.2	10.4	0.7	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	0.0
10	9.0	1.4	2.1	0.7	0.7	4.2	0.7	0.0	0.0	0.0	2.8	0.7	6.9	34.0	20.8	13.2	2.8
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	54.9	15.3	6.9	1.4	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	12.5	9.7	1.4	1.4	0.0	2.1	17.4	18.8	15.3	19.4	0.0
13	0.0	0.7	25.0	20.1	11.1	8.3	22.9	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	27.8	34.0	16.0	0.0	1.4	2.1	11.1	0.7	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.7	11.1	22.2	12.5	6.2	5.6	7.6	18.1	5.6	0.0	1.4	0.0	0.0	1.4	4.9	2.8
16	2.8	0.7	11.1	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	41.7	23.6	0.7	2.1	0.0
17	33.3	28.5	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	6.2	22.2	0.0
18	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	59.0	0.0
19	18.1	0.7	6.2	1.4	7.6	34.0	9.0	1.4	1.4	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	2.8	14.6	1.4
20	15.3	3.5	22.9	0.7	2.1	2.8	3.5	4.2	9.7	9.7	10.4	0.7	0.0	0.0	4.2	3.5	6.9
21	0.7	0.7	29.2	17.4	38.2	0.0	2.1	5.6	1.4	1.4	0.0	0.7	0.0	0.7	0.7	0.7	0.7
22	0.0	0.0	67.4	25.7	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	21.5	25.7	18.8	11.8	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0
24	0.0	0.0	4.9	9.0	29.9	29.2	12.5	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	17.4	26.4	22.9	3.5	2.1	0.0	3.5	3.5	5.6	5.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0
26	70.1	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	15.3	0.0
27	4.2	0.7	0.7	0.0	3.5	17.4	3.5	22.2	4.2	1.4	0.7	2.1	1.4	18.8	16.7	1.4	1.4
28	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	4.2	29.2	48.6	14.6	0.0
29	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	36.8	57.6	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	63.2	15.3	4.9	2.8
31	0.0	0.7	1.4	4.9	29.2	27.8	6.2	12.5	7.6	0.7	0.7	0.0	3.5	2.1	1.4	0.0	1.4
월 Month	10.2	3.4	7.4	3.9	6.5	5.2	3.9	4.1	2.2	1.6	2.3	1.5	5.6	11.9	13.8	15.8	0.7

KOPRI 극지연구소

- 50 -

2024년 2월

요소 Element		일 Date 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월 Month
	기 압 평 균 Ave. Station	993	982	992	989	968	982	980	980	981	993	994	993	983	984	989	989
기		998	991	982	990	990	990	989	994	995	993	1002	998	988	992		
	최 고 Highest	996	991	994	993	979	989	987	981	988	996	998	988	995	986	994	1003
압		1003	1001	984	994	991	993	990	999	999	1001	1003	1001	993	996		26일
	나타난 시간Time	12:28	23:59	12:18	7:00	0:02	19:14	0:01	21:55	23:58	23:37	6:54	2:39	0:09	18:45	21:44	
(hPa)		18:02	0:12	23:58	13:25	1:46	11:01	12:09	22:50	4:30	23:49	8:40	1:28	0:02	23:49		
	최 저 Lowest	982	976	990	978	958	973	976	976	978	987	988	987	977	979	983	958
Air		993	982	981	983	988	986	987	988	988	987	1000	992	985	987		5일
Press.	나타난 시간 Time	23:59	9:13	0:23	0:00	10:12	0:05	18:13	2:30	6:14	0:02	23:48	2:33	17:47	0:02	3:34	
		0:38	23:56	11:31	0:14	14:41	22:08	0:19	0:01	23:35	1:53	0:19	0:00	12:43	1:34		
	기 온 평 균 Ave. Station	2.6	2.8	1.6	2.5	4.4	3.1	6.1	1.7	1.7	2.6	4.0	2.3	2.7	2.5	1.8	2.6
		2.6	2.7	2.2	2.0	1.8	2.0	1.7	1.5	1.7	2.7	1.8	3.1	3.3	2.4		
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																4.8
	평 균 최 저 Avg. Minimum																1.0
온	최 고 Highest	5.1	5.6	3.7	5.1	9.0	4.7	11.0	3.4	3.5	5.0	7.0	6.5	3.8	4.1	3.6	11.0
		4.2	6.1	3.7	3.8	2.6	3.4	2.9	4.5	2.5	5.3	2.9	7.2	6.0	3.8		7일
(℃)	나타난 시간Time	17:28	2:00	16:14	20:19	7:43	14:50	15:57	0:01	15:12	17:13	22:29	0:17	9:06	14:27	16:21	
		14:52	12:58	15:49	12:09	15:03	22:28	13:19	16:14	14:16	16:39	13:06	21:35	6:35	15:56		
Air	최 저 Lowest	0.3	0.4	0.5	-0.1	2.5	2.0	2.0	0.6	0.8	1.1	1.7	0.6	1.6	1.6	0.4	-0.1
Temp.		1.0	1.2	1.3	1.2	0.8	0.8	0.6	-0.1	0.7	1.1	0.7	1.6	1.6	1.0		4일
	나타난 시간 Time	0:01	14:14	1:28	6:01	12:53	21:41	21:13	23:20	0:37	6:55	5:19	20:56	0:02	22:05	8:30	
		0:45	21:37	22:13	1:15	18:47	9:06	6:07	5:59	6:04	23:06	7:54	2:11	20:39	23:43		
평균이슬점온도(℃)		0.7	0.8	-0.7	-0.6	2.7	1.4	3.3	-0.1	1.1	1.5	2.7	0.2	2.2	0.1	-0.7	1.0
Average Dewpoint Temperature		0.9	1.8	0.9	0.1	1.3	1.6	0.8	-0.6	0.7	0.5	0.9	2.8	2.7	0.7		

KOPRI 극지연구소

- 51 -

2024년 2월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			Month
강수량(mm)		0.0	2.9	-	0.5	7.5	2.6	0.1	0.1	0.8	-	3.3	1.3	5.5	-	-	30.5
Total Precipitation		0.7	0.4	-	-	0.1	2.4	-	-	-	-	0.0	1.8	0.3	0.2		
상	평 균 Average	87	87	85	80	89	89	84	88	96	92	92	86	97	84	84	90
대		89	94	91	87	97	97	93	86	93	86	94	98	96	88		
습	최 소 Lowest	72	76	73	57	78	81	57	75	86	82	80	67	88	74	69	57
도		73	80	77	66	93	89	86	72	76	67	82	89	87	74		4일
(1%)	나타난 시간Time	19:59	17:44	11:03	12:55	8:37	14:53	9:23	16:15	0:03	17:13	14:24	16:12	0:01	17:07	14:54	
R.H.		11:04	12:59	15:53	12:12	15:14	13:46	3:27	15:01	0:40	16:39	2:02	21:42	4:41	18:56		
	평 균 Average	5.9	6.5	8.0	6.4	10.2	12.2	6.7	4.5	4.7	4.6	4.1	6.4	10.3	10.6	8.8	7.2
바		8.4	5.2	8.2	8.7	6.1	7.8	4.2	4.4	7.6	6.5	6.0	7.7	10.1	9.0		
	순 간 최 대 Greatest Gust	15.2	13.4	14.1	21.9	23.3	24.2	18.6	13.1	10.9	12.3	13.4	16.0	20.4	17.0	18.2	24.2
람		16.0	13.6	15.0	16.5	14.9	17.4	11.2	10.4	16.7	17.6	13.7	16.1	21.8	16.5		6일
	풍 향 Direction	NNW	WNW	W	N	N	NNW	N	S	NW	NW	NNW	W	NNW	WNW	W	NNW
(m/s)		WNW	NW	W	W	NW	NNW	WNW	S	WNW	WSW	NW	NNW	NNW	WNW		
Wind	나타난 시간 Time	22:30	17:38	18:11	19:37	9:36	4:41	9:03	5:06	15:41	3:30	20:42	7:27	8:26	17:59	3:34	
		9:57	1:48	7:40	22:53	0:15	22:21	6:37	23:51	20:03	20:28	20:28	23:12	8:17	17:14		
구름(1/8)		6.6	7.6	5.2	7.2	8.0	8.0	7.6	8.0	7.6	8.0	8.0	6.4	8.0	6.0	5.6	7.1
Average Amount of Cloud		5.6	7.0	7.8	7.2	8.0	8.0	7.6	4.8	7.0	5.8	7.4	8.0	8.0	7.0		
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																
	끝 난 시 간 End Time																
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																

KORRI 극지연구소

2024년 2월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31 Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		16347	10869	13954	13236	5636	7508	11543	7897	6318	10506	6394	12779	3057	16883	11958	273262
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		18766	7448	9279	9366	5748	4841	11085	14619	3780	11612	6748	4355	2583	8148		
일평균 수평시정(km)/월최소		10.3	12.0	17.5	12.8	9.5	7.8	12.0	9.0	12.8	14.3	12.8	14.3	6.0	10.3	13.5	5.3
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		13.5	16.3	5.3	12.3	7.0	11.5	9.5	14.3	8.3	12.8	12.0	6.5	5.9	12.0		18일
눈	적 설 최 심	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	Max. Depth. Snow Cover	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		극값일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
		0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Snow 최 심 Max. Depth																0.0
	Fall 나타난 날 Date																A/T일
기상 현상 Meteo. Pheno -mena	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																0
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)																0
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)			y											y	y	6
		y							y		y						
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y		y	y	y	y	y	y	y	y	y	y			23
			y	y	y	y	y	y		y		y	y	y	y		
	눈 Snow		y														1
	비 Rain	y	y		y	y	y	y	y	y		y	y	y			19
		y	y			y	y					y	y	y	y		
	진 눈 깨 비 Sleet		y														3
		y	y														
	안 개 Fog																0
	박 무 Mist	y				y	y	y	y					y	y		15
				y	y	y		y		y	y		y	y			
해상 상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
	(MB=0, MC=1, MB.MC=2)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2		
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	MO/MO	MO/RO	RO/RO	MO/VR	VR/VR	VR/VR	VR/RO	MO/SL	SL/MO	RO/SL	MO/MO	VR/MO	VR/RO	VR/VR	RO/VR	
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	VR/VR	MO/SL	VR/RO	VR/VR	MO/MO	RO/VR	MO/SL	MO/MO	RO/VR	VR/MO	MO/MO	RO/RO	VR/VR	VR/VR		

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions (unit: m/s)

2024년 2월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	7.5	7.9	9.4	4.7	5.2	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	7.5	7.3
2	8.0	7.7	5.9	0.0	3.0	3.5	6.8	7.8	8.8	8.7	8.6	9.7	10.6	2.8	4.4	4.9
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	10.8	10.7	8.5	0.0
4	6.3	15.6	14.3	9.9	5.5	3.1	0.0	0.0	3.4	3.6	0.0	4.8	5.5	5.1	6.3	6.0
5	15.9	8.4	13.0	11.1	10.3	7.5	0.0	1.7	2.6	2.9	0.0	0.0	0.0	3.4	12.9	13.3
6	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.4	13.5
7	11.7	9.9	1.1	0.0	1.2	0.0	0.0	3.3	0.0	1.4	3.0	5.5	0.0	7.0	9.6	8.9
8	0.0	0.0	0.0	9.2	9.8	8.8	0.0	4.6	4.4	6.2	5.8	4.5	7.8	5.6	0.0	0.0
9	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	2.4	8.1	9.0	6.7	6.2
10	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.9	1.0	0.0	0.0	7.3	8.6	6.1	6.5
11	9.4	5.2	4.8	2.9	2.6	1.4	1.5	4.1	4.2	3.6	1.3	0.0	0.3	3.2	6.0	6.7
12	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	10.8	7.4	7.0	7.0	8.7	10.0
13	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	7.8	15.2
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	12.9	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	11.6	10.6	6.9	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	12.4	8.2	9.2
17	6.7	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	2.3	4.0	4.9	6.5	5.7	7.9	10.3
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	11.6	11.1	7.5	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	12.5	12.7	9.6	11.6	8.2	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	10.9	8.4	5.9
21	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	8.6	9.7	10.5
22	1.4	2.4	1.4	0.0	1.5	0.0	4.3	4.4	4.5	1.7	1.8	3.5	4.1	5.1	7.8	8.8
23	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	4.6	8.0	8.5	1.6	1.5	0.8	7.3	5.9	5.8	6.3
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	12.2	10.8	3.6
25	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	11.6	11.0	11.3	10.7	7.2	8.6	4.7
26	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.9	5.0	8.0	7.2	7.9	9.8
27	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	9.5	10.2
28	14.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	10.9
29	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	12.0	11.4	11.3
월 Month	15.9	15.6	14.3	11.1	10.3	8.8	6.8	8.0	9.2	12.7	12.5	12.7	12.5	12.9	16.4	15.2

KOPRI 극지연구소

- 54 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions (%)

2024년 2월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	13.2	7.6	6.9	2.1	4.9	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	39.6	18.1	0.0
2	18.8	9.0	0.7	0.0	0.7	2.1	3.5	4.9	4.2	3.5	2.1	14.6	24.3	0.7	4.9	6.2	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	50.7	41.7	5.6	0.0	0.0
4	5.6	16.0	22.9	4.2	1.4	0.7	0.0	0.0	2.8	0.7	0.0	2.1	7.6	11.8	13.2	11.1	0.0
5	9.7	2.8	11.8	10.4	6.9	2.8	0.0	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	13.9	38.9	0.0
6	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.8	29.9	0.0
7	56.9	11.1	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	0.0	0.7	0.7	1.4	0.0	2.8	11.8	10.4	0.7
8	0.0	0.0	0.0	10.4	18.1	3.5	0.0	11.1	4.2	16.0	9.0	3.5	18.8	4.9	0.0	0.0	0.7
9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.8	6.9	36.1	31.9	19.4	0.0
10	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.2	0.7	0.0	0.0	7.6	34.7	19.4	28.5	0.0
11	16.7	6.9	9.7	1.4	0.7	1.4	1.4	9.7	9.7	2.8	1.4	0.0	0.0	1.4	22.9	10.4	3.5
12	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	13.9	11.1	12.5	8.3	19.4	19.4	0.0
13	29.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	15.3	50.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.7	58.3	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	74.3	7.6	9.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.2	40.3	11.1	19.4	0.0
17	6.9	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	1.4	5.6	6.2	4.9	8.3	24.3	39.6	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	61.8	25.7	2.8	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	3.5	43.1	8.3	32.6	11.8	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	38.2	50.0	6.2	0.0
21	27.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	29.2	13.9	28.5	0.0
22	1.4	1.4	1.4	0.0	0.7	0.0	9.7	6.2	2.8	1.4	3.5	6.9	15.3	6.9	17.4	25.0	0.0
23	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	12.5	27.8	11.8	1.4	2.1	0.7	15.3	2.1	11.8	8.3	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.1	37.5	34.0	1.4	0.0
25	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	10.4	9.0	31.2	23.6	9.0	11.1	2.1	0.0
26	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	2.8	16.0	29.2	27.1	21.5	0.0
27	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	41.7	48.6	0.0
28	56.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	31.2	0.0
29	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	53.5	34.7	8.3	0.0
월 Month	9.2	1.9	1.9	1.0	1.2	0.6	0.9	2.2	1.6	1.9	1.8	5.1	15.7	18.4	19.7	16.6	0.2

KOPRI 극지연구소

- 55 -

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2024년 3월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
기	기 압 평 균 Ave. Station	995	999	1011	1017	1007	1005	1001	997	992	976	975	987	978	977	980		990
		986	991	996	990	984	986	987	989	995	1000	989	987	983	968	982	974	
	최 고 Highest	996	1005	1019	1020	1013	999	1004	999	998	983	985	990	983	979	983		1020
압		990	995	997	995	986	988	991	996	997	1002	998	990	990	979	985	980	4일
	나타난 시간Time	4:30	23:36	23:50	4:53	0:03	1:39	3:46	0:07	0:11	0:01	23:59	9:18	0:50	23:05	23:55		
(hPa)		21:05	23:43	15:45	0:01	0:05	23:59	11:28	23:58	3:41	16:42	0:15	23:16	1:00	0:00	10:27	0:04	
	최 저 Lowest	993	995	1003	1011	1004	1002	998	996	982	970	969	981	972	972	978		959
Air		982	988	994	985	982	984	982	982	992	995	985	984	965	959	978	972	29일
Press.	나타난 시간 Time	12:52	0:01	0:01	23:22	16:14	23:26	23:48	19:08	23:59	23:51	3:25	23:25	23:46	0:07	0:58		
		0:11	0:07	0:08	23:36	15:51	1:38	22:19	0:37	19:51	0:15	16:56	7:20	0:00	5:38	0:01	16:26	
	기 온 평 균 Ave. Station	1.8	2.3	0.9	0.8	3.2	4.0	3.3	2.0	1.7	3.7	1.6	1.7	3.7	1.8	-0.6		0.6
		-0.7	-2.4	-2.0	0.2	-1.0	-1.7	-0.1	0.8	1.4	1.2	0.0	-3.1	-0.9	-3.4	-2.2	0.6	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																	2.7
	평 균 최 저 Avg. Minimum																	-1.2
온	최 고 Highest	3.2	6.0	4.0	3.7	5.9	5.7	4.6	4.4	6.7	7.4	3.8	4.6	6.0	4.6	0.5		7.4
		0.4	-1.2	-0.5	1.7	0.8	-0.5	2.2	1.6	2.5	2.7	2.1	-1.3	0.3	-0.2	0.7	1.4	10일
(℃)	나타난 시간Time	15:08	15:09	15:42	21:29	12:16	8:53	13:06	13:11	23:51	15:14	0:01	21:24	10:05	4:03	15:47		
		1:55	0:09	20:32	14:26	13:55	22:39	18:21	13:48	16:05	14:06	10:01	23:32	21:36	1:03	0:00	14:37	
Air	최 저 Lowest	0.5	-0.2	-1.2	-0.6	0.2	2.4	1.1	-0.3	-0.6	1.7	0.0	0.0	2.4	-0.2	-1.4		-5.9
Temp.		-1.7	-3.9	-3.4	-1.5	-3.0	-3.0	-2.0	-0.1	-0.4	-0.4	-2.3	-4.4	-3.3	-5.3	-5.9	-0.2	30일
	나타난 시간 Time	4:39	7:35	8:22	1:54	0:36	5:29	23:58	3:40	9:03	4:15	21:55	0:46	2:25	23:53	8:21		
		20:02	20:25	0:19	0:16	22:59	1:02	2:45	22:54	2:23	22:54	0:00	17:20	0:11	23:43	2:02	19:12	
평균이슬점온도(℃)		0.1	0.9	-1.1	-2.1	1.8	2.9	2.4	1.6	0.8	1.9	-0.2	-2.3	1.5	0.0	-2.8		-1.7
Average Dewpoint Temperature		-3.5	-5.2	-5.7	-1.7	-3.8	-5.6	-3.9	-1.6	0.2	-1.2	-1.6	-5.2	-4.5	-7.2	-6.4	-1.0	

KOPRI 극지연구소

- 56 -

2024년 3월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		0.2	-	-	-	3.0	0.6	3.5	0.5	-	1.0	0.8	1.5	0.6	0.7	-		28.2
Total Precipitation		0.0	-	-	0.0	0.1	0.1	0.2	-	0.4	-	1.9	1.2	1.1	10.5	-	0.3	
상	평 균 Average	89	91	87	82	91	92	94	97	94	89	88	75	86	88	85		85
대		82	82	76	88	82	76	77	85	92	84	89	86	77	76	73	89	
습	최 소 Lowest	72	72	64	55	73	80	90	85	76	67	68	60	67	78	81		55
도		75	74	66	73	69	56	57	77	79	71	77	73	58	59	61	73	4일
(1%)	나타난 시간Time	10:03	15:09	15:43	20:43	12:17	8:25	15:44	13:11	23:58	15:16	23:05	17:44	10:42	20:14	18:43		
R.H.		13:02	22:29	20:23	23:59	14:13	19:05	12:31	19:18	3:18	17:25	2:02	22:52	10:12	18:33	7:36	13:37	
	평 균 Average	4.3	3.9	3.8	7.6	11.0	10.4	6.9	6.4	4.4	3.0	5.2	7.2	6.5	6.7	7.3		6.3
바		7.4	5.2	3.4	3.9	4.1	3.1	4.3	6.5	9.0	6.2	5.6	7.5	6.4	11.3	6.9	8.8	
	순 간 최 대 Greatest Gust	10.3	9.7	12.4	18.8	22.0	18.5	16.8	12.4	11.5	12.3	11.9	18.7	16.9	14.9	14.3		31.9
람		13.8	12.6	7.7	9.1	9.5	7.8	16.0	13.5	16.1	17.9	13.8	15.1	16.4	31.9	13.4	16.2	29일
	풍 향 Direction	NW	E	E	NNW	N	N	NNW	NNW	NW	NE	WNW	NW	NNE	E	E		ESE
(m/s)		ENE	E	SSW	W	E	WSW	NW	W	NW	WNW	E	E	NNW	ESE	NNW	WNW	
Wind	나타난 시간 Time	0:52	13:38	11:54	21:59	4:50	21:38	0:36	13:00	0:00	11:26	18:15	23:27	11:57	21:15	5:56		
		18:28	0:43	18:04	19:12	16:01	0:18	18:01	3:00	22:04	0:35	16:45	3:26	22:58	7:27	20:34	3:47	
구름(1/8)		6.0	4.8	3.6	4.6	7.0	7.6	8.0	8.0	6.4	7.6	8.0	8.0	7.4	8.0	7.4		6.8
Average Amount of Cloud		7.2	7.6	8.0	7.4	6.4	6.6	5.8	6.8	7.4	5.8	7.4	8.0	7.6	5.6	5.2	5.6	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																	
															01:20			
	끝 난 시 간 End Time																	
															07:30			
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																	
															06:10			

2024년 3월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		4559	17323	13712	12969	7543	5194	2980	4175	7249	6425	3267	4511	3440	5742	5710		177180
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		4152	2528	2755	6023	6025	4969	6288	4155	3326	6080	3633	4538	3083	5070	4316	5442	
일평균 수평시정(km)/월최소		13.5	14.3	16.8	18.0	12.5	8.8	5.0	8.3	11.8	13.0	10.5	15.5	14.3	13.5	12.8		5.0
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		15.0	15.0	15.0	13.5	14.3	16.8	15.0	12.5	11.8	14.3	13.3	7.3	13.5	9.5	18.8	7.3	7일
눈	적 설 최 심	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		18.3
	Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.1	-	0.5	2.5	3.5	18.0	18.0	18.3	31일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		20.1
		-	-	-	0.0	0.1	0.2	0.2	-	-	-	0.5	2.0	1.0	16.0	-	0.3	
	Snow 최 심 Max. Depth																	16.0
	Fall 나타난 날 Date																	29일
기 상 현 상	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																	0
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)			y														1
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y	y		y			y			y				y	y	y	8
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y		22
	눈 Snow				y	y	y					y	y	y	y		y	8
	비 Rain	y				y	y	y	y		y	y	y	y	y			12
Meteo. Pheno -mena		y								y								
	진 눈 깨 비 Sleet							y	y			y						3
	안 개 Fog																	0
	박 무 Mist						y	y	y			y						7
									y	y			y					
해상 상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2		
	(MB=0, MC=1, MB.MC=2)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	MO/RO	MO/MO	MO/MO	RO/VR	VR/VR	VR/VR	RO/MO	MO/RO	MO/MO	MO/SL	MO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/VR	RO/MO		
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	RO/RO	RO/MO	SL/MO	SL/SL	SL/RO	SL/CA	CA/RO	RO/RO	VR/VR	RO/MO	MO/RO	VR/RO	RO/MO	VR/VR	MO/VR	VR/RO	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions (unit: m/s)

2024년 3월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	1.9	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	3.7	3.5	3.4	1.4	0.0	0.0	5.5	7.2	6.5	6.6
2	1.7	1.7	4.7	5.9	6.8	7.2	6.4	3.0	1.9	1.2	0.8	2.2	3.6	4.3	4.7	1.0
3	3.5	2.5	6.2	5.1	7.9	7.2	6.2	4.7	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	4.2
4	3.2	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	13.8
5	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	14.0
6	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3
7	11.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	3.7	6.1	12.0
8	0.0	2.7	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	8.3	9.4
9	6.9	0.8	4.4	7.1	8.6	6.0	5.4	4.8	3.7	1.9	3.2	3.7	6.5	7.0	7.4	7.9
10	8.4	4.7	3.2	1.0	1.4	3.6	3.4	7.8	3.7	2.4	2.2	1.4	3.0	4.5	5.4	8.9
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	9.0	10.1	8.6	6.0	4.8	6.3
12	12.4	9.7	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	7.2	7.6	9.0	10.2	8.3	7.5
13	10.7	9.2	10.5	5.6	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	5.3	6.4
14	6.2	5.9	6.6	10.7	11.1	6.1	1.5	2.9	2.5	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
15	0.0	0.0	5.5	7.9	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	7.9	9.8	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	9.3	8.7	4.9	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	1.8	3.8	4.6	3.8	0.2	1.3	3.6	5.8	6.3	4.7	4.2	3.7	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	5.6	5.5	3.3	5.9	5.7	5.8	5.4	4.7
20	0.8	2.6	2.8	6.7	7.0	7.2	2.1	3.2	0.0	2.0	2.1	6.0	5.1	2.6	0.0	0.0
21	3.0	0.0	3.9	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	6.2	4.1	3.5	4.0	4.3	4.4	5.1
22	10.3	10.4	1.2	1.1	1.9	2.7	2.6	0.0	1.9	6.4	5.0	2.4	8.3	9.1	8.5	9.2
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	10.4	9.2	3.9	0.0	0.0
24	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	11.6	11.7	11.0
25	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	12.6	8.5	4.8	3.8
26	3.1	2.5	5.1	8.4	9.8	9.7	2.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	2.6	2.7	6.3	5.2	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4
28	9.7	10.0	5.0	5.2	12.2	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	7.7	5.2	7.2
29	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	16.2	17.3	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	8.0	0.0	3.4	7.5	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	9.9	10.2	10.6
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	9.4	9.1	11.7	12.1
월 Month	14.9	10.4	10.5	10.7	12.2	16.2	17.3	12.3	5.6	7.4	9.0	10.4	12.6	11.6	13.0	14.0

KOPRI 극지연구소

- 59 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions (%)

2024년 3월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	2.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	4.2	4.9	5.6	0.7	0.0	0.0	0.7	12.5	41.7	27.1	0.0
2	6.2	6.2	4.2	7.6	6.2	30.6	12.5	2.1	0.7	2.1	0.7	2.1	2.8	4.9	9.0	1.4	0.7
3	5.6	3.5	13.9	5.6	8.3	12.5	20.1	16.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	11.1	0.0
4	4.2	3.5	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	64.6	0.0
5	62.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	36.8	0.0
6	90.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	0.0
7	39.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	4.2	7.6	40.3	0.0
8	0.0	2.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	36.1	56.2	0.0
9	2.8	0.7	2.8	4.2	9.0	5.6	5.6	4.9	5.6	2.1	1.4	5.6	11.8	12.5	8.3	16.0	1.4
10	18.8	6.9	6.9	0.7	1.4	4.9	5.6	14.6	10.4	3.5	2.1	3.5	2.8	2.1	1.4	12.5	2.1
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.8	20.1	14.6	7.6	22.2	31.9	0.0
12	15.3	11.1	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.8	3.5	20.8	21.5	10.4	9.0	0.0
13	38.2	18.1	24.3	10.4	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.8	1.4	0.0
14	4.2	4.9	9.7	9.0	62.5	1.4	0.7	1.4	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0
15	0.0	0.0	2.1	9.7	88.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	7.6	71.5	20.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	13.9	63.9	20.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	2.1	13.2	18.1	2.1	0.0	0.7	2.1	13.9	26.4	8.3	2.8	5.6	0.0	4.9
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	1.4	1.4	27.1	36.8	8.3	13.9	7.6	0.7
20	0.7	5.6	7.6	4.2	34.7	9.7	1.4	4.9	0.0	0.7	0.7	9.7	16.7	2.8	0.0	0.0	0.7
21	1.4	0.0	4.2	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	25.0	8.3	6.9	4.2	8.3	9.7	6.9	1.4
22	11.8	8.3	2.1	3.5	2.1	3.5	2.8	0.0	0.7	5.6	1.4	7.6	11.8	12.5	9.7	13.9	2.8
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	45.8	48.6	4.2	0.0	0.0	0.0
24	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	11.1	20.1	46.5	0.0
25	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	48.6	29.9	10.4	4.2	0.0
26	2.1	2.1	4.9	20.1	45.8	22.9	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	1.4	1.4	11.1	4.9	75.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0
28	8.3	6.2	9.0	4.2	14.6	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	17.4	2.1	3.5	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1	22.9	50.7	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	16.7	0.0	4.9	13.2	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	17.4	14.6	15.3	0.0
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	27.8	36.8	18.1	16.0	0.0
월 Month	11.3	2.6	4.0	6.4	15.5	5.2	3.5	1.8	1.3	1.6	1.2	5.3	9.8	7.2	8.7	14.1	0.5

KOPRI 극지연구소

- 60 -

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2024년 4월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
기	기 압 평 균 Ave. Station	980	978	977	979	971	966	976	979	995	987	985	996	990	983	992	984
		994	990	989	996	993	980	978	987	988	987	975	970	973	990	1000	
	최 고 Highest	984	980	980	985	985	975	980	989	1000	996	1008	1007	1003	988	996	1008
압		996	994	996	997	995	991	983	991	991	993	978	977	984	996	1002	11일
	나타난 시간Time	10:50	20:20	00:16	23:29	00:16	23:50	13:03	23:57	16:47	00:08	07:55	19:27	00:23	09:06	17:18	
(hPa)		11:26	08:54	24:00	08:32	00:18	00:02	24:00	22:28	24:00	04:42	00:06	00:03	23:57	23:58	11:52	
	최 저 Lowest	973	972	974	974	953	953	972	966	988	977	973	974	981	977	984	953
Air		992	982	982	994	990	976	974	982	985	977	972	965	965	983	995	5일
Press.	나타난 시간 Time	23:54	00:03	23:48	00:50	23:53	00:01	22:44	04:21	00:01	15:17	19:25	00:06	22:31	18:09	00:01	
		01:24	23:51	00:10	23:56	24:00	14:59	11:05	00:03	16:52	24:00	08:54	23:50	00:02	00:07	00:01	
	기 온 평 균 Ave. Station	0.8	0.8	-1.5	-1.8	1.5	0.6	0.4	-1.9	-4.3	0.4	0.0	-1.0	1.2	0.9	1.6	-0.8
		2.0	1.1	-0.2	-1.6	-1.6	-0.4	-1.8	-3.9	0.1	1.2	-0.8	-4.3	-7.0	-2.2	-0.9	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																1.5
	평 균 최 저 Avg. Minimum																-3.2
온	최 고 Highest	2.4	2.4	1.4	0.8	4.4	2.6	3.2	2.2	-0.6	2.2	1.5	0.8	2.1	2.5	3.3	5.8
		4.6	3.7	1.7	-0.4	-0.4	1.0	0.3	-1.8	2.1	5.8	4.0	-1.8	-5.1	-0.4	0.3	25일
(℃)	나타난 시간Time	23:49	00:43	00:46	15:53	22:48	00:05	20:04	00:35	24:00	05:13	18:46	03:46	04:59	14:00	21:47	
		23:07	01:57	00:01	12:20	10:29	14:14	00:08	23:20	12:27	16:17	00:04	12:01	19:09	17:16	24:00	
Air	최 저 Lowest	-0.9	-0.5	-5.8	-5.7	-1.3	-1.3	-1.7	-5.7	-7.3	-1.2	-0.9	-4.0	-1.0	0.0	0.4	-8.3
Temp.		1.2	-1.5	-1.5	-4.0	-3.2	-2.5	-4.8	-6.9	-3.2	-4.2	-3.6	-8.0	-8.3	-5.9	-1.9	28일
	나타난 시간 Time	05:34	09:22	23:11	00:31	00:27	18:33	08:52	08:14	11:28	00:02	04:40	08:27	00:04	06:35	02:27	
		21:00	09:25	11:30	08:42	02:52	03:54	23:49	06:27	00:01	05:32	14:38	23:58	06:28	00:08	10:33	
평균이슬점온도(℃)		-1.1	-1.2	-2.3	-4.0	-0.1	-1.9	-2.5	-5.3	-7.6	-1.8	-2.8	-5.0	0.8	0.1	0.0	-3.2
Average Dewpoint Temperature		1.7	0.6	-4.2	-6.8	-4.3	-2.6	-5.2	-8.4	-1.9	-2.1	-2.1	-6.0	-9.9	-5.3	-3.6	

KOPRI 극지연구소

- 61 -

2024년 4월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
강수량(mm)		3.3	0.0	0.6	0.3	8.1	0.7	0.3	0.4	0.4	0.0	0.5	0.1	3.3	2.1	0.8	23.9
Total Precipitation		0.9	0.2	0.1	-	-	-	-	0.7	0.2	-	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
상	평 균 Average	88	87	94	85	89	84	81	78	78	85	82	74	97	95	89	84
대		98	96	75	68	82	86	78	72	87	79	91	88	80	80	83	
습	최 소 Lowest	72	74	84	73	71	57	58	60	60	66	63	53	89	81	78	46
도		88	88	57	57	72	77	59	47	68	46	76	73	68	67	66	25일
(1%)	나타난 시간Time	19:59	17:44	11:03	12:55	08:37	14:53	09:23	16:15	00:03	17:13	14:24	16:12	00:01	17:07	14:54	
R.H.		11:04	12:59	15:53	12:12	15:14	13:46	03:27	15:01	00:40	16:39	02:02	21:42	04:41	18:56	05:58	
	평 균 Average	9.9	4.7	3.9	4.0	10.7	9.2	8.0	6.5	6.2	12.6	10.8	7.8	9.0	9.5	10.2	7.2
바		8.1	7.3	9.2	2.8	3.2	10.6	9.4	3.6	6.8	4.4	4.0	5.0	8.9	6.7	4.6	
	순 간 최 대 Greatest Gust	27.0	17.8	12.0	11.5	26.3	19.3	18.9	19.7	15.4	24.6	19.3	21.6	18.8	20.8	19.5	27.0
람		16.3	22.1	19.7	9.7	9.3	19.3	19.1	10.0	16.8	14.9	12.9	18.9	16.7	14.8	9.5	1일
	풍 향 Direction	NW	NNW	ESE	WNW	N	WNW	NNW	SW	ENE	W	W	WNW	NW	NW	NW	NW
(m/s)		NNW	NW	W	NNW	SSE	W	WSW	NE	N	NNE	SE	E	E	W	W	
Wind	나타난 시간 Time	20:58	00:21	15:47	00:07	08:22	08:45	01:52	02:46	23:12	17:51	16:53	02:41	03:14	15:33	21:38	
		01:14	19:36	04:20	00:15	11:35	19:58	00:34	01:14	13:40	18:36	11:50	23:54	15:28	17:49	14:53	
구름(1/8)		6.4	7.2	5.4	6.2	7.0	7.2	6.6	7.2	4.6	6.6	6.6	5.8	8.0	7.0	6.0	6.2
Average Amount of Cloud		8.0	7.2	5.2	3.4	5.4	6.6	4.8	5.4	7.2	5.6	6.8	3.4	7.2	5.4	5.6	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																
	끝 난 시 간 End Time																
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																

- 62 -

2024년 4월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		3614	4559	4045	3198	1396	3638	4387	2694	4692	1738	1777	4238	1348	1409	1713	77435
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		651	3598	2099	3979	2388	2714	2517	3325	1492	2133	1239	3241	1443	1017	1153	
일평균 수평시정(km)/월최소		9.3	6.3	11.0	12.8	9.0	8.5	12.0	11.0	14.3	11.0	14.3	15.5	8.3	9.3	11.5	4.0
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		4.0	4.2	12.8	14.3	12.8	11.5	12.8	14.3	9.5	12.0	13.5	14.3	8.5	12.0	12.0	16일
눈	적 설 최 심	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.0
	Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.1	-	0.5	2.5	3.5	18.0	18.0	29일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	2.5	0.0	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.0	0.5	0.0	1.5	-	-	10.6
		-	-	-	-	-	-	-	1.5	0.3	-	0.5	-	-	-	-	
	Snow 최 심 Max. Depth																2.5
	Fall 나타난 날 Date																1일
기	맑 음 Clear																0
	(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																
	구 름 조 금 Partly Cloudy																2
	(2.1≤N≤4.0)				y								y				
상	구 름 많 음 Mostly Cloudy			y						y			y			y	11
	(4.1≤N≤6.0)			y		y		y	y		y				y	y	
현	흐 림 Cloudy	y	y		y	y	y	y	y		y	y		y	y		17
	(6.1≤N≤8.0)	y	y			y				y		y		y			
상	눈 Snow		y	y	y	y	y		y	y		y	y	y			14
									y	y		y		y			
Meteo.	비 Rain					y	y		y						y	y	8
		y	y	y													
Pheno	진 눈 깨 비 Sleet	y	y			y		y			y			y			7
-mena												y					
	안 개 Fog																1
			y														
	박 무 Mist	y	y														5
		y	y	y													
해상	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
상태	(MB=0, MC=1, MB.MC=2)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
Sea	거칠기 Sea Sfc. Roughness	RO/VR	MO/CA	CA/MO	MO/MO	VR/VR	VR/RO	RO/RO	RO/RO	RO/MO	VR/VR	VR/VR	RO/RO	VR/RO	VR/VR	VR/VR	
State	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	VR/RO	RO/VR	VR/RO	SL/SL	MO/MO	VR/VR	VR/VR	MO/MO	RO/RO	MO/MO	MO/RO	SL/RO	VR/VR	RO/VR	MO/RO	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions (unit: m/s)

2024년 4월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	16.5	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	10.4	9.1	8.5	13.0
2	6.3	0.4	4.9	3.6	2.6	2.7	2.1	0.9	1.3	1.0	0.0	1.2	0.0	11.2	12.9	13.3
3	0.0	0.7	1.2	1.1	9.1	7.9	2.0	2.2	3.2	1.1	0.7	0.0	2.2	3.0	2.5	1.1
4	3.1	2.5	1.3	7.9	8.4	4.1	0.0	0.0	3.1	5.1	4.9	6.9	7.1	6.5	3.6	3.6
5	15.8	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	6.7	7.0	14.3
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	13.0	14.5	14.0
7	12.6	8.9	6.7	4.6	2.9	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	12.8	10.3
8	12.9	12.4	4.1	3.9	2.9	3.6	11.3	9.3	5.4	6.4	5.6	10.7	10.2	2.7	2.6	3.5
9	6.9	0.0	6.0	6.0	9.3	5.6	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	10.9	11.0	7.8	5.8	7.3
10	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5	18.6	16.1	16.1	15.6	11.6	11.2
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	12.6	13.6	13.3	14.5	13.0
12	8.4	4.9	6.3	4.7	3.9	7.3	7.7	9.0	13.7	15.4	17.1	11.0	11.2	11.5	12.4	7.7
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	13.0	14.1
14	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	12.0	12.3	11.3	13.9
15	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	12.7	13.3	12.9
16	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	7.4	7.7	12.9
17	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	4.6	7.0	8.3	13.1
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	8.5	10.7	13.8	13.6	12.3	0.0
19	4.6	3.1	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	7.9	3.9	2.7	1.3	4.0	4.1	5.2
20	0.0	1.9	2.3	1.8	0.0	0.0	0.0	6.3	6.7	7.1	3.2	2.6	1.0	4.3	4.6	4.7
21	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	13.1	10.8	10.2	10.8
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	13.3	12.9	12.9	0.0	0.0	0.0
23	4.5	3.1	7.5	5.0	6.1	4.4	4.7	2.7	0.0	0.0	5.2	6.1	5.2	2.9	0.0	2.7
24	11.2	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	3.4	3.3	0.0	0.0	6.4	6.2	6.8	7.1	10.3
25	3.8	10.1	8.0	6.8	6.1	1.8	0.0	1.2	1.8	1.6	0.0	2.7	2.8	6.4	6.8	5.1
26	0.0	4.3	2.7	2.4	8.8	9.1	7.6	4.3	3.7	0.7	0.7	0.0	5.4	6.7	5.3	3.7
27	0.6	0.8	4.4	7.8	13.2	9.8	6.3	1.3	2.2	2.5	0.0	3.7	4.6	4.3	4.5	4.3
28	0.0	0.0	0.0	11.9	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	1.3	0.0	2.7	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	8.6	10.4	9.4	2.5	3.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.6	5.4	7.1	7.0	5.9	0.0
월 Month	16.5	17.0	8.0	11.9	13.2	9.8	11.3	9.3	13.7	18.5	18.6	16.1	16.1	15.6	14.5	14.3

KOPRI 극지연구소

- 64 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions (%)

2024년 4월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	17.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2	16.0	8.3	6.2	27.1	0.0
2	9.7	0.0	5.6	10.4	1.4	3.5	0.7	0.7	2.8	2.1	0.0	0.7	0.0	14.6	25.7	17.4	4.9
3	0.0	0.7	2.1	3.5	9.7	47.2	2.1	4.9	3.5	2.1	1.4	0.0	4.2	5.6	2.8	0.7	9.7
4	5.6	1.4	2.1	6.9	12.5	3.5	0.0	0.0	3.5	2.1	1.4	9.7	24.3	18.1	5.6	2.8	0.7
5	38.9	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	4.2	4.2	33.3	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.7	36.8	26.4	2.1	0.0
7	22.2	6.9	3.5	0.7	1.4	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	31.2	18.8	0.0
8	9.0	8.3	3.5	2.1	1.4	3.5	7.6	11.8	1.4	2.1	9.0	29.2	6.2	0.7	1.4	2.8	0.0
9	1.4	0.0	5.6	15.3	34.0	6.2	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	12.5	9.7	1.4	7.6	4.2	0.7
10	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	25.0	10.4	28.5	19.4	9.0	2.8	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	29.9	24.3	10.4	19.4	7.6	0.0
12	8.3	0.7	6.2	6.9	1.4	6.2	9.7	3.5	2.1	4.9	2.8	6.9	15.3	15.3	4.9	4.9	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	77.8	16.0	0.0
14	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	37.5	13.9	15.3	15.3	0.0
15	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	31.9	25.7	14.6	0.0
16	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	12.5	10.4	74.3	0.0
17	27.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	6.9	20.1	29.9	14.6	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	7.6	39.6	36.1	9.0	4.9	0.0	0.0
19	14.6	9.0	13.9	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	13.9	2.1	9.0	2.8	3.5	13.9	9.7	2.8
20	0.0	0.7	22.2	3.5	0.0	0.0	0.0	13.9	31.9	6.2	6.2	5.6	0.7	2.1	2.8	2.8	1.4
21	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.6	30.6	15.3	7.6	6.2	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	30.6	50.0	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0
23	3.5	1.4	22.2	27.1	2.1	2.8	1.4	1.4	0.0	0.0	9.0	22.9	2.1	3.5	0.0	0.7	0.0
24	56.9	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	7.6	4.9	0.0	0.0	0.7	2.8	5.6	6.9	6.2	0.0
25	7.6	20.8	22.2	20.8	4.9	1.4	0.0	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	0.7	2.8	5.6	9.0	1.4
26	0.0	2.1	3.5	2.1	6.2	25.7	15.3	18.8	2.8	0.7	0.7	0.0	5.6	4.2	7.6	2.8	2.1
27	0.7	0.7	4.9	15.3	27.8	22.9	2.1	1.4	0.7	2.1	0.0	2.8	7.6	7.6	2.1	1.4	0.0
28	0.0	0.0	0.0	29.2	70.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.7	0.0	2.1	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	20.1	45.8	16.7	2.8	0.7	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	13.2	7.6	30.6	41.7	3.5	0.0	0.0
월 Month	8.6	2.6	4.0	5.3	5.8	4.2	1.4	2.2	1.8	1.7	4.0	10.7	13.5	11.4	12.0	10.0	0.8

KOPRI 극지연구소

- 65 -

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2024년 5월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
	기 압 평 균 Ave. Station	996	987	988	1002	1013	1005	1005	1005	999	995	981	988	991	997	1004		995
기		1008	995	984	983	971	977	991	997	1008	1007	1006	1002	984	988	995	990	
	최 고 Highest	1000	990	996	1009	1015	1012	1006	1006	1006	999	990	992	993	1002	1008		1015
압		1011	1007	988	982	982	983	997	1010	1011	1010	1009	1007	994	996	998	992	5일
	나타난 시간Time	00:19	00:01	23:59	23:18	15:44	00:04	22:43	00:07	03:00	09:42	00:23	23:41	09:31	13:41	24:00		
(hPa)		09:15	00:50	11:00	06:50	00:06	23:53	19:59	24:00	03:40	17:29	00:37	00:50	00:10	23:52	10:19	23:29	
	최 저 Lowest	989	985	984	995	1008	1001	1003	1002	989	989	975	983	988	988	999		966
Air		1005	981	979	981	966	967	982	987	1004	1002	1004	993	979	980	990	987	20일
Press.	나타난 시간 Time	23:55	23:51	02:16	00:01	00:02	17:50	00:52	15:28	21:52	23:58	15:14	12:53	23:52	01:19	01:53		
		23:33	23:54	03:05	07:10	16:31	00:10	00:01	07:21	23:53	02:48	14:03	23:59	22:59	00:04	23:53	05:24	
	기 온 평 균 Ave. Station	0.2	-0.3	-2.2	-5.5	-7.3	-3.8	-2.7	-0.4	-1.2	-0.8	-0.7	-1.9	-2.4	-5.0	-5.1		-3.3
		-2.3	-0.5	-0.3	-0.8	-3.4	-7.8	-6.3	-6.9	-3.3	-0.2	-0.5	-1.0	-0.6	-12.4	-10.7	-5.8	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																	-0.8
	평 균 최 저 Avg. Minimum																	-5.9
온	최 고 Highest	0.9	1.0	-0.9	-2.7	-6.2	-2.3	-1.6	0.4	0.2	0.8	1.4	0.5	-0.1	-3.1	-3.0		2.3
		-0.7	1.3	1.2	0.7	-0.1	-1.9	-1.9	-1.7	-0.5	1.2	2.3	0.3	0.3	-0.5	-6.6	-3.1	26일
(℃)	나타난 시간Time	23:57	02:17	01:02	01:01	22:36	12:19	16:08	15:01	21:43	22:02	08:57	13:49	07:25	23:58	01:53		
		20:47	23:10	01:34	03:46	11:15	23:55	00:04	07:02	19:17	11:06	14:04	20:35	10:18	00:20	23:58	23:18	
Air	최 저 Lowest	-0.4	-1.5	-4.1	-8.1	-8.6	-7.9	-3.9	-2.2	-2.4	-2.2	-6.5	-6.7	-5.0	-7.5	-6.4		-16.3
Temp.		-5.1	-2.9	-1.8	-3.0	-9.5	-10.9	-8.8	-11.5	-10.4	-1.8	-1.5	-2.0	-1.3	-16.3	-13.3	-8.8	29일
	나타난 시간 Time	01:05	22:53	18:27	23:51	06:25	01:36	05:12	00:11	09:02	03:10	24:00	00:52	23:58	11:08	07:37		
		00:01	08:01	08:34	14:59	23:56	04:35	09:15	21:22	00:04	00:22	03:05	03:27	17:34	12:40	01:54	11:56	
평균이슬점온도(℃)		-0.3	-0.6	-3.8	-7.7	-10.1	-7.4	-6.4	-2.1	-2.8	-4.0	-2.8	-5.0	-4.9	-10.5	-8.0		-5.7
Average Dewpoint Temperature		-4.4	-1.7	-2.8	-3.7	-5.2	-10.6	-9.2	-9.9	-6.5	-2.9	-1.9	-1.4	-1.0	-14.8	-14.3	-9.7	

KOPRI 극지연구소

- 66 -

2024년 5월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		-	-	-	0.1	-	-	-	-	0.1	-	0.3	0.0	-	-	0.1		11.1
Total Precipitation		0.0	1.4	0.0	0.0	2.6	2.8	-	0.7	0.1	-	-	-	0.2	2.5	0.0	0.2	
상	평 균 Average	97	98	89	85	81	77	76	88	89	80	86	79	83	66	80		84
대		86	92	84	81	88	81	80	80	79	82	90	97	97	82	75	74	
습	최 소 Lowest	86	95	77	76	76	66	71	71	67	63	61	61	78	53	64		53
도		76	82	66	64	78	64	65	62	62	66	76	94	90	69	62	63	14일
(1%)	나타난 시간Time	01:56	23:42	22:18	21:57	10:12	10:28	04:03	01:45	23:21	04:32	19:09	02:29	24:00	13:33	01:21		
R.H.		13:34	10:52	06:42	10:27	03:55	23:54	00:03	12:35	01:44	02:07	01:04	04:12	24:00	21:03	22:07	21:00	
	평 균 Average	7.6	6.2	4.1	9.3	12.0	2.3	4.1	8.5	9.5	10.0	11.4	8.6	4.3	6.8	4.0		7.7
바		5.2	10.0	13.7	11.0	10.1	8.9	6.5	9.2	5.8	6.1	8.0	7.2	7.9	12.3	3.6	4.4	
	순 간 최 대 Greatest Gust	16.3	13.7	8.6	25.5	24.9	7.3	12.1	18.1	18.5	22.8	21.7	20.2	11.1	18.4	11.5		27.0
람		14.2	22.2	24.7	20.2	21.4	22.8	13.8	18.3	13.6	22.7	18.0	14.1	14.3	27.0	9.9	10.8	29일
	풍 향 Direction	WNW	WNW	WNW	E	ESE	W	WSW	W	WNW	WSW	W	SW	N	SE	E		E
(m/s)		NW	NW	W	W	N	NE	NE	ESE	W	SW	WNW	NW	NW	E	ENE	WSW	
Wind	나타난 시간 Time	12:22	01:41	16:31	19:59	03:40	00:05	23:18	10:54	23:21	07:01	04:58	14:11	07:10	13:25	04:54		
		19:05	13:43	09:45	02:43	23:29	02:27	22:01	18:12	10:47	02:07	14:02	04:56	02:23	11:10	23:55	00:57	
구름(1/8)		7.4	8.0	6.2	7.0	8.0	6.2	5.6	6.6	7.6	5.4	6.4	4.6	5.4	4.4	5.4		6.2
Average Amount of Cloud		5.6	7.2	7.4	4.8	7.6	8.0	2.6	8.0	5.4	3.0	3.8	6.8	8.0	8.0	7.2	5.2	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time					19:20	00:00								04:30			
	끝 난 시 간 End Time					24:00	04:10								14:10			
	계 속 시 간 Duration of Blizzard					01:50	04:10								09:40			

2024년 5월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m^2)/월총량		1331	1077	1513	778	843	837	873	599	1184	1422	415	401	967	1331	676		23334
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		652	497	279	497	481	1182	714	985	456	809	558	287	227	370	395	701	
일평균 수평시정(km)/월최소		9.0	4.5	10.0	6.6	9.5	14.3	15.0	15.0	7.3	13.5	10.0	10.8	15.0	15.0	11.0		2.7
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		12.0	7.5	8.8	12.0	6.9	7.0	14.3	7.3	12.0	14.3	13.5	7.5	5.5	2.7	10.0	10.0	29일
눈	적 설 최 심	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7		40.0
	Max. Depth. Snow Cover	1.7	2.2	2.0	2.0	9.0	23.5	23.5	25.5	25.5	25.5	25.0	22.0	22.5	39.0	39.0	40.0	31일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	0.5	-	-	-	-	0.2	-	0.3	0.0	-	-	0.2		36.2
		0.0	0.5	0.0	0.0	7.0	14.5	-	2.0	0.0	-	-	-	0.5	24.0	0.0	1.0	
	Snow 최 심 Max. Depth																	24.0
	Fall 나타난 날 Date																	29일
기 상 현 상	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																	0
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)							y			y	y						3
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y			y			y		y	y		y	y	y	y	y	10
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y		y	y		y						18
			y	y		y	y		y				y	y	y	y		
	눈 Snow				y					y		y	y			y		14
		y	y			y	y		y					y	y	y	y	
	비 Rain																	0
Meteo. Pheno -mena	진 눈 깨 비 Sleet																	3
			y	y	y													
	안 개 Fog																	0
	박 무 Mist	y	y	y	y	y				y								11
		y	y	y									y	y				
해상 상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2		
	(MB=0, MC=1, MB.MC=2)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	RO/RO	RO/MO	SL/MO	RO/VR	VR/VR	SL/SL	SL/MO	RO/VR	RO/VR	VR/VR	VR/VR	VR/VR	MO/MO	VR/RO	RO/MO		
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	SL/RO	VR/VR	VR/VR	VR/VR	VR/VR	VR/VR	RO/MO	RO/VR	RO/MO	RO/MO	RO/VR	RO/RO	VR/MO	VR/VR	MO/SL	SL/MO	

KOPRI 극지연구소

- 68 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions (unit: m/s)

2024년 5월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	11.6	9.0	6.6
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	9.9	10.4	8.7
3	0.0	0.0	6.4	5.5	6.6	5.9	0.0	4.0	4.5	2.6	3.1	4.0	5.4	5.3	0.0	0.0
4	0.0	0.0	6.0	6.8	18.5	17.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	18.1	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	1.8	2.3	1.2	2.0	4.3	1.9	2.3	3.0	3.5	2.8	3.8	4.2	4.5	3.4	4.5	2.5
7	0.6	0.0	0.0	2.2	1.3	0.7	0.0	0.0	1.2	3.2	4.7	9.3	9.6	3.4	2.4	2.1
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	11.8	11.2	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	12.2	13.6	12.2	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.3	16.3	12.9	11.9	12.0	11.1	9.2
11	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	9.2	0.0	14.6	14.8	15.6	14.7	14.7	13.1	11.6
12	1.8	1.4	2.4	3.1	7.7	8.3	7.3	4.4	10.4	15.8	15.5	15.3	6.1	5.2	2.2	2.9
13	3.1	2.8	8.3	6.9	7.9	4.9	2.5	3.6	5.9	8.8	7.3	6.9	4.4	4.7	4.3	4.9
14	1.2	1.0	2.2	6.0	6.4	13.9	12.3	11.6	0.0	0.0	0.0	3.2	3.3	1.9	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	7.5	8.6	3.1	1.8	1.6	0.1	1.9	1.6	2.9	2.6	1.7	0.0	0.0
16	4.0	1.9	2.7	2.2	3.3	2.6	1.7	1.2	1.1	0.0	1.1	0.0	10.7	10.9	4.9	5.5
17	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	12.4	13.5
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	18.6	16.5	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	13.7	14.5	0.0	0.0
20	10.3	11.2	0.0	0.0	15.4	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	9.7	9.8
21	11.0	10.7	5.7	5.4	17.1	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	8.2	8.6	4.1	6.4
22	9.4	7.9	6.9	6.8	10.0	8.5	5.8	0.0	0.0	6.8	5.7	9.4	8.7	8.8	8.5	9.4
23	10.2	0.0	0.0	8.7	14.5	14.1	8.1	12.7	11.8	0.0	10.8	9.7	8.4	8.6	7.6	7.5
24	0.0	1.8	3.5	6.8	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	9.6	7.8	8.3	8.7	9.0	8.4	7.8
25	0.7	0.9	2.0	2.2	0.0	0.0	3.2	7.5	6.3	14.6	16.0	10.6	8.4	2.9	3.0	1.9
26	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	4.5	14.6	13.5	10.6	9.0	7.9
27	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	10.4	9.6
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	10.1	10.7	10.5
29	1.4	1.3	0.0	8.5	19.5	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	7.7	7.3	0.0	0.0
30	7.2	7.1	3.4	6.4	5.8	5.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.0
31	7.2	6.0	2.7	3.3	2.1	0.0	3.6	7.2	7.1	8.1	6.6	7.3	5.8	5.2	5.6	5.9
월 Month	**15.5**	**11.2**	**8.3**	**8.7**	**19.5**	**18.2**	**12.9**	**12.7**	**11.8**	**16.3**	**16.3**	**17.0**	**18.6**	**16.5**	**13.1**	**13.5**

- 69 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions (%)

2024년 5월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1	52.8	25.7	0.7	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	56.2	34.7	0.7	0.0
3	0.0	0.0	24.3	4.9	4.9	4.2	0.0	1.4	2.1	3.5	2.8	7.6	31.9	12.5	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	21.5	13.2	54.9	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	46.5	52.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	1.4	6.2	2.1	5.6	9.7	4.2	3.5	4.9	4.9	1.4	5.6	11.1	13.9	12.5	9.0	2.1	2.1
7	0.7	0.0	0.0	6.2	2.8	0.7	0.0	0.0	1.4	6.9	12.5	32.6	23.6	8.3	1.4	2.1	0.7
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	71.5	21.5	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	34.0	45.8	10.4	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	31.9	16.0	13.2	18.1	11.1	1.4	0.0
11	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	1.4	0.0	1.4	4.9	20.8	13.9	25.7	19.4	4.2	0.0
12	2.1	0.7	2.8	0.7	6.2	4.9	0.7	0.7	0.7	13.9	22.2	23.6	3.5	3.5	0.7	9.0	4.2
13	4.9	2.1	16.0	2.8	11.1	3.5	2.8	2.8	2.1	9.7	3.5	4.9	2.1	9.0	5.6	16.0	1.4
14	0.7	0.7	2.1	6.9	8.3	21.5	36.1	16.0	0.0	0.0	0.0	2.8	3.5	1.4	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	22.9	47.2	8.3	4.2	4.2	0.0	1.4	0.7	4.2	4.2	0.7	0.0	0.0	2.1
16	2.8	3.5	8.3	4.9	8.3	4.2	2.8	1.4	0.7	0.0	0.7	0.0	10.4	34.7	2.8	12.5	2.1
17	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	37.5	25.7	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2	43.8	34.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	56.9	34.0	0.0	0.0	0.0
20	10.4	9.7	0.0	0.0	29.2	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	20.8	18.1	0.0
21	16.0	9.0	2.8	5.6	34.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	7.6	5.6	2.8	4.2	0.0
22	21.5	5.6	18.1	9.0	23.6	9.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	6.9	2.1	0.7	0.7	0.7	0.0
23	4.9	0.0	0.0	4.2	24.3	15.3	12.5	11.8	0.7	0.0	0.7	0.7	4.2	9.7	8.3	2.8	0.0
24	0.0	0.7	1.4	4.9	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	5.6	25.7	22.2	15.3	19.4	2.8	0.0
25	0.7	1.4	2.1	3.5	0.0	0.0	1.4	4.2	0.7	11.1	33.3	22.2	7.6	4.2	2.8	4.2	0.7
26	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	28.5	21.5	18.8	16.0	11.8	0.0
27	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	62.5	25.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	41.0	29.2	22.9	0.0
29	0.7	0.7	0.0	14.6	68.8	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	9.0	1.4	0.0	0.0	0.0
30	6.9	7.6	8.3	18.1	46.5	7.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	3.5	0.0
31	7.6	1.4	6.9	4.9	2.1	0.0	6.9	6.9	5.6	6.9	2.1	20.8	13.2	6.9	2.8	0.7	4.2
월 Month	3.3	1.6	3.8	4.3	13.8	5.4	2.6	1.8	0.6	2.2	4.1	9.0	14.5	16.6	10.5	5.5	0.6

KOPRI 극지연구소

- 70 -

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2024년 6월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
	기 압 평 균 Ave. Station	994	997	987	993	993	987	989	994	1000	997	991	977	972	972	981	996
기		994	1005	1013	1010	1012	1005	992	1004	992	992	1009	1011	1014	1011	1003	
	최 고 Highest	998	999	993	996	997	992	991	1001	1003	1001	996	986	976	977	989	1017
압		997	1016	1017	1016	1016	1010	997	1008	1005	1005	1011	1014	1016	1014	1007	18일
	나타난 시간Time	23:50	12:00	00:27	13:25	07:01	23:14	01:25	22:16	20:25	00:01	00:14	00:02	00:21	23:51	23:58	
(hPa)		23:53	23:52	02:00	22:03	00:17	00:25	23:57	19:02	00:01	23:54	19:57	23:30	11:02	00:03	00:01	
	최 저 Lowest	991	992	983	989	986	981	986	988	997	995	985	971	968	968	976	968
Air		988	996	1008	1005	1009	999	986	996	982	983	1004	1009	1013	1006	1001	14일
Press.	나타난 시간 Time	00:01	23:59	13:02	00:23	00:00	04:48	14:41	06:09	05:44	23:19	23:57	13:38	22:08	02:57	00:49	
		00:05	02:03	22:42	09:08	23:42	23:57	16:49	00:01	22:34	01:08	00:07	03:22	00:22	23:48	18:42	
	기 온 평 균 Ave. Station	-2.5	-1.0	-2.0	-3.7	-6.0	-2.1	-3.2	-4.0	-3.0	-2.7	-3.8	-11.9	-11.7	-9.7	-7.2	-4.9
		-9.5	-7.3	-3.0	-2.9	-4.1	-3.6	-2.8	-6.5	-1.4	-5.7	-8.0	-5.1	-6.6	-3.3	-3.3	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																-2.7
	평 균 최 저 Avg. Minimum																-7.9
온	최 고 Highest	-0.9	0.0	-0.9	-2.0	-1.9	-0.1	-1.2	-1.7	-1.8	-1.4	-2.8	-6.9	-10.4	-6.6	-5.2	0.0
		-6.3	-4.8	-1.5	-0.1	-1.7	-1.5	-0.3	-2.7	0.0	-1.1	-5.0	-3.0	-3.8	-2.0	-2.6	2일
(℃)	나타난 시간Time	23:11	18:53	08:29	04:32	23:52	03:16	09:11	13:48	06:12	10:05	06:50	00:16	19:26	14:42	07:58	
		21:41	06:47	13:07	09:23	04:50	23:59	08:20	15:56	17:02	00:07	23:57	09:21	23:35	18:03	14:10	
Air	최 저 Lowest	-3.9	-1.9	-5.8	-7.9	-9.3	-3.8	-6.4	-7.3	-5.3	-3.8	-7.4	-14.1	-13.3	-12.4	-9.7	-14.1
Temp.		-12.5	-11.1	-8.0	-6.3	-6.6	-5.6	-8.8	-9.5	-4.3	-10.6	-11.3	-8.8	-10.1	-5.9	-4.5	12일
	나타난 시간 Time	02:02	11:34	23:55	23:57	09:35	23:55	20:05	19:40	16:43	20:49	23:59	11:45	00:01	02:33	00:11	
		18:03	20:12	01:03	21:00	19:16	09:50	23:51	04:23	00:02	21:57	07:24	23:55	01:07	05:45	23:59	
평균이슬점온도(℃)		-5.6	-2.5	-4.3	-6.0	-8.0	-5.6	-5.4	-7.8	-5.9	-5.2	-5.9	-13.7	-14.5	-14.7	-12.1	-7.7
Average Dewpoint Temperature		-14.3	-12.7	-5.6	-6.8	-6.1	-5.6	-3.9	-11.6	-2.6	-9.5	-11.3	-7.2	-8.5	-5.1	-4.2	

KOPRI 극지연구소

- 71 -

2024년 6월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
강수량(mm)		-	0.0	1.0	0.3	0.2	-	0.1	-	-	0.0	0.0	3.4	0.1	-	-	6.3
Total Precipitation		-	0.0	-	-	-	-	0.9	-	0.0	0.1	-	-	-	0.0	0.2	
상	평 균 Average	79	90	85	84	86	77	85	76	80	83	85	87	80	67	68	81
대		68	66	82	75	86	86	93	68	91	75	78	86	86	88	93	
습	최 소 Lowest	67	75	74	69	70	65	71	58	71	75	76	78	72	50	50	45
도		52	54	63	45	67	80	70	46	73	52	67	77	79	77	85	19일
(1%)	나타난 시간Time	03:23	22:52	01:44	18:56	16:11	20:44	01:04	14:15	07:49	15:44	00:32	23:55	19:06	14:10	05:41	
R.H.		23:28	00:09	00:33	21:22	00:01	05:08	23:44	13:10	01:43	12:33	08:32	09:35	11:32	02:39	23:02	
	평 균 Average	3.6	8.7	7.1	5.2	7.4	8.2	6.4	5.5	5.4	4.2	3.6	17.0	10.5	6.7	3.4	6.5
바		4.6	8.1	5.9	5.3	5.1	5.5	9.5	6.0	8.8	8.0	3.3	4.1	3.3	4.4	7.0	
	순 간 최 대 Greatest Gust	10.0	16.9	16.0	17.0	16.0	21.6	12.7	12.3	14.7	13.2	15.2	31.9	20.6	21.0	9.1	31.9
람		11.0	19.5	11.8	18.3	14.6	17.1	24.8	17.7	16.6	16.2	9.0	10.6	8.4	9.4	10.4	12일
	풍 향 Direction	W	W	W	NNW	SSW	WSW	W	S	W	SW	NNE	ESE	E	ESE	E	ESE
(m/s)		ESE	SE	WNW	ENE	NW	W	WNW	ENE	WNW	SE	NE	E	N	NW	NNW	
Wind	나타난 시간 Time	01:39	11:33	01:41	23:44	00:26	04:55	20:19	23:58	01:34	09:48	22:10	11:46	21:58	03:23	20:36	
		19:46	07:39	13:43	09:20	01:51	22:25	19:49	01:03	11:51	04:41	00:41	09:20	15:01	21:28	12:17	
구름(1/8)		5.8	6.8	6.8	6.8	8.0	8.0	8.0	4.8	3.0	5.8	8.0	8.0	5.2	3.0	6.8	5.9
Average Amount of Cloud		3.4	4.8	3.8	2.6	5.2	6.2	7.6	4.8	7.4	3.8	4.0	7.2	6.0	7.0	7.2	
	시 작 시 간 Start Time												02:40				
폭풍설								19:00									
	끝 난 시 간 End Time												18:00				
Bliz-								21:40									
zard	계 속 시 간 Duration of																
	Blizzard							02:40					15:20				

- 72 -

2024년 6월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		249	381	363	347	346	218	204	310	439	166	319	61	541	453	197	9396
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		544	266	282	383	282	343	73	527	113	505	242	202	392	258	392	
일평균 수평시정(km)/월최소		12.0	10.0	10.0	12.0	11.3	13.5	8.3	12.8	15.0	13.5	12.0	0.2	7.6	14.0	12.8	0.2
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		17.5	14.3	13.5	13.5	12.0	13.5	6.4	11.8	9.5	11.5	15.0	13.5	15.0	13.0	11.5	12일
눈	적 설 최 심	40.0	40.0	41.0	42.0	43.0	43.0	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	63.0	64.0	55.0	55.0	64.0
	Max. Depth. Snow Cover	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	58.5	58.5	55.0	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5	56.0	13일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	0.0	1.0	1.0	1.0	-	0.5	-	-	0.0	0.0	30.0	1.0	-	-	8.0
		-	0.0	-	-	-	-	3.5	-	0.0	0.5	-	-	-	0.0	0.5	
	Snow 최 심 Max. Depth																30.0
	Fall 나타난 날 Date																12일
기상현상	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																0
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y		y	y					y		y	y		y		7
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y	y		y				y		y			y			8
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)		y	y	y	y	y	y		y		y	y		y	y	15
	눈 Snow		y			y		y	y		y	y	y	y			15
			y				y	y		y	y				y	y	
Meteo. Pheno-mena	비 Rain																0
	진 눈 깨 비 Sleet																0
	안 개 Fog																0
	박 무 Mist							y						y			5
										y		y	y				
해상 상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	-	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
	(MB=0, MC=1, MB.MC=2)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	MO/CA	VR/RO	CA/MO	SL/RO	VR/VR	VR/RO	VR/RO		MO/SL	RO/CA	SL/SL	VR/VR	VR/RO	RO/MO	SL/MO	
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	MO/MO	RO/VR	RO/RO	VR/RO	MO/SL	SL/RO	VR/VR	MO/RO	VR/VR	RO/VR	CA/MO	MO/MO	SL/MO	SL/MO	RO/RO	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions (unit: m/s)

2024년 6월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	1.5	1.3	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	1.2	3.5	4.4	5.8	7.7	6.9	6.8	6.3	6.1
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	12.7	11.0	6.5	3.4
3	0.0	0.0	4.0	4.6	7.5	0.0	1.1	5.5	6.9	6.4	5.6	10.0	10.9	7.9	7.9	0.0
4	4.4	3.4	3.7	6.0	12.9	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	6.9	5.8	6.2	6.2
5	2.8	2.7	3.3	3.3	12.5	10.6	6.9	0.0	0.0	0.0	9.6	11.1	11.4	3.0	3.4	2.8
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2	13.9	14.9	15.7	8.0	4.8	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	9.2	3.3	3.6	1.9	1.2	1.5	10.1	8.9	10.0	8.4	0.0
8	0.8	2.6	5.4	8.8	8.8	6.7	5.7	6.3	7.5	7.4	5.1	8.1	7.0	4.2	8.5	9.8
9	10.0	2.6	3.1	3.9	0.9	0.8	0.8	5.1	7.9	7.4	5.9	7.7	6.8	8.0	9.0	10.2
10	5.0	3.7	3.9	3.7	3.0	2.1	2.2	2.6	6.0	10.3	9.3	7.4	8.0	7.5	6.5	0.0
11	5.4	4.3	3.3	4.8	12.1	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	5.4	4.5	5.5	4.9
12	0.0	0.0	0.0	0.0	24.4	16.9	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	9.4	14.0	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	1.2	0.0	2.6	3.9	15.3	15.0	8.9	0.0	6.2	6.6	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0
15	0.0	1.4	6.0	5.7	7.3	4.3	3.5	4.6	7.0	4.0	3.8	2.4	2.5	2.7	0.0	1.2
16	0.0	0.0	3.2	4.2	6.2	6.2	0.0	0.3	8.9	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	3.0	7.0	9.9	14.3	11.2	12.6	12.8	9.1	4.3	0.0	3.0	0.8	0.0	0.0
18	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.6	7.5	8.8	7.7	6.2
19	4.5	3.6	6.4	11.2	10.5	6.1	4.6	5.7	11.1	12.6	11.0	4.4	4.5	3.9	4.9	6.6
20	10.3	1.0	1.5	1.8	0.0	1.8	1.1	3.3	0.0	0.2	3.1	4.7	6.3	9.0	8.6	11.2
21	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	10.9	12.4	12.4	7.9	7.3
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6	13.9	0.0	1.1	1.4	0.0	1.8	11.6	11.5	10.9	0.0
23	7.2	0.7	3.7	6.0	9.4	12.4	12.5	5.6	8.2	8.3	0.0	4.8	3.2	0.0	6.1	7.5
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	10.6	12.6	10.1	0.0
25	0.0	0.0	0.0	9.3	11.7	8.0	7.3	7.2	7.7	12.2	11.2	11.4	8.3	0.0	0.0	0.0
26	5.5	2.9	2.1	5.2	6.4	3.1	2.4	2.4	1.5	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	1.8	6.4
27	3.9	0.1	1.5	4.1	6.9	5.7	5.7	6.3	5.4	0.0	0.0	1.0	1.4	1.7	0.0	4.3
28	4.2	3.1	0.0	5.3	5.7	3.3	2.0	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	3.3	4.1	5.0	5.8
29	2.1	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	4.2	6.8	7.5	7.2
30	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	8.5
월 Month	10.3	4.3	6.4	11.2	24.4	16.9	14.8	12.6	12.8	15.2	13.9	14.9	15.7	12.6	10.9	11.2

KOPRI 극지연구소

- 74 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions (%)

2024년 6월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.8	6.9	12.5	22.9	22.2	11.1	10.4	6.2	2.8
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	55.6	24.3	7.6	0.7	0.0
3	0.0	0.0	0.7	4.9	6.2	0.0	0.7	0.7	2.1	1.4	1.4	29.9	41.7	7.6	2.8	0.0	0.0
4	6.2	2.1	13.2	5.6	6.2	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	13.2	11.1	16.0	4.9	0.0
5	0.7	2.1	2.8	4.9	19.4	9.7	6.2	0.0	0.0	0.0	1.4	38.2	9.7	2.1	1.4	1.4	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	23.6	31.9	15.3	6.2	4.2	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	8.3	2.1	0.7	2.1	0.7	0.7	18.1	18.8	23.6	5.6	0.0	0.0
8	0.7	0.7	8.3	14.6	9.7	0.7	3.5	2.1	16.0	5.6	3.5	14.6	6.9	4.9	3.5	3.5	1.4
9	11.8	2.8	3.5	3.5	0.7	0.7	0.7	0.7	16.7	12.5	6.2	6.2	3.5	11.8	15.3	3.5	0.0
10	4.2	0.7	6.2	6.2	5.6	3.5	3.5	0.7	3.5	11.8	16.0	6.9	22.2	5.6	2.1	0.0	1.4
11	15.3	4.9	4.2	20.1	16.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	9.7	2.1	4.2	6.9	4.9
12	0.0	0.0	0.0	0.0	61.8	28.5	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	2.1	66.7	31.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.7	0.0	3.5	13.2	20.8	35.4	9.7	0.0	3.5	11.1	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7
15	0.0	0.7	18.8	23.6	24.3	4.2	3.5	1.4	5.6	6.2	5.6	1.4	2.1	0.7	0.0	0.7	1.4
16	0.0	0.0	5.6	8.3	50.0	13.2	0.0	0.0	4.9	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8
17	0.0	0.0	0.7	2.1	20.8	18.8	16.7	9.0	15.3	13.9	0.7	0.0	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0
18	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	20.8	52.1	15.3	8.3	0.0
19	9.0	4.2	6.2	9.7	11.8	12.5	4.9	1.4	4.9	9.0	2.1	2.8	1.4	1.4	4.9	13.9	0.0
20	16.0	0.7	1.4	2.8	0.0	2.1	1.4	7.6	0.0	0.0	2.1	4.9	7.6	19.4	11.8	20.1	2.1
21	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	18.8	34.0	20.1	14.6	6.2	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	4.2	0.0	0.7	1.4	0.0	0.7	17.4	29.2	20.8	0.0	0.7
23	5.6	0.7	6.2	8.3	17.4	13.9	0.7	0.7	4.2	16.7	0.0	2.8	0.7	0.0	4.2	17.4	0.7
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	25.7	66.0	6.9	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	2.1	43.1	4.2	4.9	4.9	2.1	11.8	9.7	9.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0
26	29.2	4.9	7.6	11.1	20.1	4.9	2.1	1.4	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	15.3	0.7
27	11.1	0.0	2.8	3.5	29.9	11.1	8.3	15.3	3.5	0.0	0.0	0.7	2.1	2.8	0.0	3.5	5.6
28	19.4	8.3	0.0	4.2	5.6	5.6	2.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	10.4	11.1	25.7	5.6
29	1.4	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	16.0	23.6	31.2	16.0	0.0
30	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	79.9	0.0
월 Month	4.8	1.1	3.2	5.0	15.2	8.2	2.8	1.6	3.0	4.8	3.0	8.4	12.0	11.2	7.0	7.8	1.0

KOPRI 극지연구소

- 75 -

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2024년 7월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
	기 압 평 균 Ave. Station	1003	1005	1009	1016	1012	1011	998	999	976	984	982	967	983	985	994		990
기		997	993	989	984	962	971	955	979	987	979	972	982	999	1001	1005	1005	
	최 고 Highest	1005	1007	1014	1018	1016	1013	1010	1002	998	994	991	974	991	992	996		1018
압		1000	999	993	987	973	979	973	981	991	987	977	991	1004	1003	1007	1007	4일
	나타난 시간Time	20:57	23:28	24:00	12:05	00:07	16:29	00:02	12:45	00:05	20:15	00:02	23:51	21:13	05:28	11:01		
(hPa)		19:35	01:41	07:24	15:04	00:01	10:39	23:57	23:45	18:05	00:18	00:01	23:32	21:39	00:16	19:12	18:34	
	최 저 Lowest	1001	1003	1006	1013	1007	1006	990	992	961	964	969	964	973	974	990		941
Air		994	988	983	972	956	948	941	972	980	975	969	973	989	998	1000	1004	22일
Press.	나타난 시간 Time	01:36	00:09	00:10	00:24	23:52	01:08	16:46	01:01	21:35	00:01	24:00	04:43	00:12	12:44	00:01		
		00:08	17:27	23:15	23:58	13:42	24:00	03:44	00:01	00:13	23:40	16:12	00:59	00:01	16:50	00:19	02:32	
	기 온 평 균 Ave. Station	-4.9	-5.7	-3.5	-3.6	-2.4	-2.1	-1.5	-2.2	-3.1	-11.8	-4.7	-1.5	-2.4	-0.9	-0.8		-4.6
		0.4	1.0	-2.3	-2.4	-3.4	-4.4	-9.5	-6.3	-4.8	-2.6	-10.4	-11.5	-11.1	-9.6	-11.4	-4.3	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																	-2.2
	평 균 최 저 Avg. Minimum																	-7.3
온	최 고 Highest	-3.9	-4.1	-1.6	-1.7	-1.5	-0.7	-0.4	-1.3	0.1	-8.8	-1.3	-0.3	-1.4	1.3	0.5		4.1
		4.1	3.4	-1.3	-1.1	0.6	-2.8	-2.2	-3.5	-3.2	1.0	-7.6	-10.4	-7.2	-5.2	-5.9	-3.2	16일
(℃)	나타난 시간Time	02:58	19:16	10:59	19:45	18:48	07:42	20:10	00:06	13:42	23:46	19:44	02:40	23:06	15:39	12:27		
		21:04	13:23	24:00	00:29	03:01	24:00	03:55	04:12	24:00	04:43	00:09	10:41	23:51	06:15	23:58	15:25	
Air	최 저 Lowest	-6.3	-7.8	-5.5	-6.4	-3.3	-4.2	-2.6	-3.1	-11.3	-13.9	-10.5	-2.5	-4.5	-2.1	-1.7		-15.8
Temp.		-3.2	-2.3	-3.6	-3.1	-9.1	-5.8	-12.6	-11.4	-7.5	-8.6	-11.8	-12.7	-12.8	-14.5	-15.8	-6.5	30일
	나타난 시간 Time	19:18	05:09	02:28	06:20	02:04	21:17	02:22	17:49	23:37	15:42	00:09	21:37	02:39	03:38	01:38		
		08:56	24:00	09:50	20:08	20:51	02:40	12:24	00:06	01:48	21:50	22:47	22:34	01:46	20:37	09:27	00:04	
평균이슬점온도(℃)		-8.2	-9.4	-6.3	-5.3	-5.0	-4.6	-3.0	-5.7	-4.4	-15.7	-7.9	-3.7	-5.4	-2.5	-2.4		-7.3
Average Dewpoint Temperature		-1.5	0.1	-4.6	-6.2	-5.4	-8.5	-11.8	-10.3	-9.2	-4.0	-12.3	-14.1	-14.3	-13.3	-14.2	-6.0	

KOPRI 극지연구소

- 76 -

2024년 7월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		0.0	-	0.7	0.0	-	-	0.0	0.0	1.1	0.4	0.0	0.2	0.4	0.2	0.4		13.2
Total Precipitation		0.4	2.0	-	0.1	4.8	0.3	0.5	-	-	0.7	0.6	0.3	-	-	0.0	0.1	
상	평 균 Average	78	75	81	89	82	83	90	77	90	74	79	85	80	89	89		82
대		87	94	85	75	87	73	83	73	71	90	86	82	77	74	80	88	
습	최 소 Lowest	65	66	70	81	76	72	74	65	81	56	68	73	68	76	74		50
도		75	86	73	63	74	50	69	65	60	80	80	76	70	64	67	76	21일
(1%)	나타난 시간Time	22:56	17:38	01:33	18:05	06:27	16:27	23:56	05:15	13:41	09:24	08:33	08:15	08:10	03:28	02:36		
R.H.		10:47	12:55	09:52	14:22	22:49	12:36	23:58	17:12	08:15	04:43	09:46	09:10	18:15	07:03	10:36	23:58	
	평 균 Average	5.8	6.5	2.2	3.8	8.5	6.5	9.7	9.1	9.6	14.1	6.9	10.4	7.3	10.6	4.9		7.9
바		5.0	9.9	5.8	9.0	7.7	10.0	11.2	7.2	5.2	10.2	15.8	9.5	4.2	6.3	5.0	5.5	
	순 간 최 대 Greatest Gust	13.0	13.7	9.0	8.6	19.9	20.5	19.9	23.3	30.5	35.9	20.9	20.1	14.3	26.1	13.5		35.9
람		15.7	21.4	15.0	19.9	25.5	21.7	25.9	13.7	14.6	22.4	25.2	18.2	11.0	17.3	13.6	11.2	10일
	풍 향 Direction	NNE	NE	E	WNW	W	WSW	WNW	WSW	NE	E	NNW	W	WSW	WNW	WNW		E
(m/s)		E	NNW	WNW	WNW	NE	WNW	ESE	W	W	NNE	E	E	E	ENE	NE	NW	
Wind	나타난 시간 Time	22:38	00:14	10:24	23:29	23:19	00:49	22:51	02:08	23:34	05:32	01:07	16:11	08:03	12:38	01:37		
		15:34	10:41	22:50	23:57	00:59	22:31	04:11	06:03	04:55	04:58	11:02	01:33	00:12	16:26	02:04	01:26	
구름(1/8)		7.4	8.0	6.2	7.0	8.0	6.2	5.6	6.6	7.6	5.4	6.4	4.6	5.4	4.4	5.4		6.2
Average Amount of Cloud		5.6	7.2	7.4	4.8	7.6	8.0	2.6	8.0	5.4	3.0	3.8	6.8	8.0	8.0	7.2	5.2	
	시 작 시 간 Start Time									18:00	00:00							
폭풍설								04:10				00:00						
	끝 난 시 간 End Time									00:00	06:00							
Bliz-								06:30				19:00						
zard	계 속 시 간 Duration of									06:00	06:00							33:20
	Blizzard							02:20				19:00						

2024년 7월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		198	383	392	358	456	503	161	497	229	431	472	321	370	94	355		18229
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		387	175	894	810	332	715	513	417	746	498	1094	987	1832	1584	1111	1501	
일평균 수평시정(km)/월최소		10.0	12.5	12.8	13.5	15.0	12.0	13.5	15.0	4.3	5.0	8.3	6.0	14.3	10.5	13.5		0.2
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		12.0	8.5	15.5	14.3	6.5	13.3	7.0	15.0	15.0	8.8	0.2	6.6	14.3	12.8	11.3	11.8	26일
눈	적 설 최 심	56.0	56.0	57.0	57.0	57.0	57.0	54.0	54.0	55.0	60.0	51.0	50.2	50.6	51.0	49.0		60.0
	Max. Depth. Snow Cover	49.0	40.0	20.0	20.2	25.5	25.5	33.0	33.0	33.0	34.0	46.0	47.5	47.5	47.5	47.5	47.6	10일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	0.0	-	1.0	0.0	-	-	0.0	0.0	7.5	8.0	0.0	0.2	0.4	0.4	1.0		41.1
		0.0	-	-	0.2	5.3	1.0	7.0	-	-	1.0	8.0	1.0	-	-	0.0	0.1	
	Snow 최 심 Max. Depth																	8.0
	Fall 나타난 날 Date																	10일
기상현상 Meteo. Pheno-mena	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																	0
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)							y			y	y						3
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y			y			y		y	y		y	y	y	y	y	10
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y		y	y	y	y	y		18
	눈 Snow	y		y	y			y	y	y	y	y	y	y	y	y		22
		y			y	y	y	y			y	y	y			y	y	
	비 Rain		y															1
	진 눈 깨 비 Sleet	y																1
	안 개 Fog																	0
	박 무 Mist	y	y	y			y				y	y	y					14
			y			y	y					y	y		y	y		
해상상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2		
	(MB=0, MC=1, MB.MC=2)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	RO/MO	RO/RO	SL/CA	CA/MO	RO/VR	RO/MO	VR/VR	VR/RO	RO/VR	VR/VR	MO/RO	VR/VR	VR/RO	VR/VR	RO/SL		
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	RO/MO	VR/VR	SL/RO	VR/RO	RO/RO	VR/VR	VR/VR	VR/RO	MO/MO	VR/VR	VR/VR	VR/VR	MO/SL	SL/VR	MO/MO	MO/RO	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions (unit: m/s)

2024년 7월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	8.3	9.4	7.7	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
2	0.0	8.9	10.6	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2.5	3.6	5.7	4.8	4.0	3.3	3.0	2.4	1.4	2.1	2.4	0.0	0.0	2.8	2.2	1.4
4	3.5	0.0	2.0	2.7	2.4	2.8	2.5	2.5	1.2	1.7	2.2	6.9	6.6	6.5	5.1	5.1
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	14.8	11.2	7.9	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	14.6	15.8	9.5	7.1	6.7	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	13.5	11.9	10.9	11.1
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	16.5	17.2	7.5	5.4	4.5	0.0
9	7.9	6.0	4.7	2.7	21.2	23.6	3.4	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	6.2	7.6
10	9.5	10.1	5.9	11.4	15.4	24.6	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	10.2	14.7	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	7.5	9.4	9.9
12	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	12.8	13.5	11.0	10.2	11.5
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	12.1	10.2	10.3	9.0	6.1	10.8	10.2
14	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	15.2	15.1	11.4	12.2
15	0.0	1.3	2.4	2.6	1.8	1.5	1.9	4.2	2.9	3.1	3.4	1.9	9.6	10.8	7.7	8.4
16	9.3	4.9	5.2	7.7	8.8	8.2	4.2	5.3	4.7	2.7	0.0	2.5	0.0	0.0	0.6	8.9
17	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	8.9	14.2
18	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	4.2	5.0	4.2	5.0	8.8	11.3	11.5
19	10.2	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	11.3	12.5	10.7	10.4	7.0
20	7.9	19.6	0.0	0.0	12.0	10.2	2.8	1.9	2.3	0.0	8.0	0.0	3.2	2.8	2.3	3.5
21	7.9	7.2	8.1	15.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	16.1	14.3	12.2	8.5	9.1	9.5
22	0.0	0.0	0.0	16.9	14.9	18.3	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	6.9	0.0	2.3	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	11.2	8.9	3.9	8.6	8.7
24	4.8	4.5	10.6	5.7	2.5	2.0	0.0	0.0	0.0	11.5	7.1	7.1	6.7	6.8	6.5	5.0
25	15.1	12.7	11.4	9.0	16.4	15.9	2.9	4.6	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	2.7	0.0	11.3
26	0.0	0.0	0.0	16.7	18.8	18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	3.1	1.9	2.1	6.0	7.4	7.9	1.8	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
29	3.8	5.0	7.8	12.5	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8
30	5.4	0.0	5.5	8.6	8.3	5.4	2.1	2.1	0.6	1.2	1.2	5.8	3.0	6.1	7.5	7.8
31	8.2	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	7.4	8.0
월 Month	18.3	19.6	11.4	16.9	21.2	24.6	21.7	5.3	5.9	14.8	16.5	17.2	15.2	15.1	11.4	14.2

KOPRI 극지연구소

- 79 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions (%)

2024년 7월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	36.1	31.9	28.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0
2	0.0	21.5	52.8	25.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.7	2.1	15.3	27.8	4.9	11.8	20.1	3.5	2.8	1.4	2.1	0.0	0.0	2.1	2.1	0.7	2.8
4	1.4	0.0	4.2	9.0	3.5	4.9	4.9	2.8	0.7	0.7	0.7	6.2	19.4	22.2	7.6	11.8	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	47.9	50.0	1.4	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	13.9	44.4	19.4	16.7	2.8	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	20.1	32.6	29.9	6.9	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	23.6	37.5	29.2	5.6	2.8	0.0	0.0
9	31.2	9.0	4.2	2.1	4.9	29.2	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	6.2	8.3	0.7
10	4.9	6.2	1.4	10.4	20.1	31.9	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	19.4	30.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	12.5	16.0	12.5	0.0
12	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	28.5	49.3	8.3	1.4	3.5	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	9.7	20.8	39.6	7.6	3.5	6.2	6.9	0.0
14	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	42.4	16.0	5.6	20.8	0.0
15	0.0	1.4	4.9	2.8	0.7	1.4	0.7	10.4	10.4	2.1	4.9	1.4	7.6	20.8	12.5	16.0	2.1
16	20.8	4.2	9.0	11.1	18.1	6.9	2.1	11.8	11.8	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	1.4	0.7
17	41.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.9	13.2	40.3	0.0
18	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	5.6	7.6	4.2	6.9	29.9	20.8	13.2	0.0
19	7.6	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	24.3	30.6	13.9	11.1	2.8	0.0
20	23.6	16.0	0.0	0.0	36.1	11.1	0.7	0.7	1.4	0.0	1.4	0.0	0.7	0.7	1.4	5.6	0.7
21	3.5	6.2	5.6	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	7.6	33.3	11.8	6.2	5.6	7.6	0.0
22	0.0	0.0	0.0	9.7	47.2	36.1	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	4.9	0.0	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	66.7	12.5	1.4	2.8	6.2	0.0
24	3.5	2.8	9.0	3.5	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	9.7	19.4	11.8	9.0	13.2	13.9	2.1	0.7
25	34.7	9.0	13.2	4.2	18.1	6.9	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	11.1	0.0
26	0.0	0.0	0.0	7.6	77.1	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	85.4	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	4.2	4.2	0.7	18.1	40.3	29.2	0.7	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
29	10.4	9.0	9.7	37.5	30.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0
30	4.2	0.0	1.4	24.3	16.7	4.2	3.5	4.9	0.7	0.7	0.7	2.8	2.1	4.2	17.4	12.5	0.0
31	20.8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.7	15.3	27.1	0.0
월 Month	9.4	5.3	5.2	6.7	13.0	6.6	2.2	1.1	1.4	1.2	3.6	11.7	10.6	8.1	6.3	7.2	0.2

- 80 -

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2024년 8월

요소 Element	일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
	기 압 평 균 Ave. Station	1005	1008	1006	1011	1013	1012	1013	1007	1004	1011	1026	1028	1025	1027	1023		1005
기		1018	1011	1001	995	985	988	985	994	1005	1006	996	990	985	996	990	990	
	최 고 Highest	1006	1010	1008	1014	1015	1014	1015	1013	1007	1019	1031	1031	1028	1028	1026		1031
압		1021	1017	1005	1000	994	995	989	1000	1008	1009	999	995	988	1002	999	997	11일
	나타난 시간Time	22:29	12:17	01:13	20:00	08:50	08:06	19:40	00:26	23:58	23:59	20:52	02:31	23:25	07:45	00:15		
(hPa)		00:04	00:31	00:14	08:34	22:05	01:50	23:57	24:00	22:42	09:14	00:01	00:06	00:05	19:38	00:01	12:55	
	최 저 Lowest	1003	1005	1004	1006	1011	1010	1011	1000	1000	1006	1018	1025	1023	1025	1020		976
Air		1016	1004	995	985	976	983	978	988	999	998	994	987	983	985	984	982	20일
Press.	나타난 시간 Time	01:48	00:03	07:38	00:01	23:58	06:29	00:01	23:40	00:02	00:01	00:01	23:54	07:59	23:45	23:51		
		24:00	23:07	23:55	24:00	06:16	15:05	06:22	00:01	00:01	23:58	23:46	23:59	17:03	00:01	22:44	23:48	
	기 온 평 균 Ave. Station	-7.6	-13.8	-13.7	-14.2	-8.8	-7.4	-11.9	-11.2	-13.3	-13.7	-16.2	-15.6	-16.7	-9.9	-3.8		-6.5
		-0.7	-1.4	-3.6	-2.5	-3.8	-2.7	-1.4	-1.2	-2.1	-0.3	0.4	-0.8	0.3	-2.0	0.2	-0.7	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																	-4.1
	평 균 최 저 Avg. Minimum																	-8.9
온	최 고 Highest	-3.9	-11.3	-10.9	-10.1	-6.4	-5.7	-5.1	-8.5	-11.6	-11.6	-14.9	-12.6	-12.9	-5.7	-1.5		2.4
		0.4	-0.3	-2.0	-0.3	-0.3	-0.8	-0.1	-0.5	-0.2	1.0	2.3	1.9	2.4	-0.6	0.8	2.4	28일
(℃)	나타난 시간Time	02:59	14:57	01:29	23:48	12:37	22:49	01:25	04:55	15:10	13:58	00:10	21:28	01:29	23:59	23:53		
		07:24	01:51	00:52	20:12	01:37	12:30	12:25	07:32	20:48	22:38	23:11	01:01	13:25	09:53	01:35	22:38	
Air	최 저 Lowest	-14.5	-16.4	-15.4	-16.2	-11.1	-9.0	-16.4	-15.5	-15.5	-15.4	-17.3	-17.5	-19.6	-18.4	-6.3		-19.6
Temp.		-2.1	-2.5	-5.7	-6.7	-6.4	-5.2	-3.0	-2.4	-3.2	-1.2	-0.8	-2.6	-1.3	-3.4	-1.6	-2.3	13일
	나타난 시간 Time	23:09	09:44	23:51	02:45	06:29	03:44	12:25	23:49	01:55	23:24	19:22	00:09	17:13	00:30	00:33		
		00:02	23:33	09:15	05:31	12:39	00:01	04:17	23:26	11:35	00:01	04:42	21:25	23:35	20:48	00:01	08:45	
	평균이슬점온도(℃)	-10.9	-18.0	-17.5	-18.4	-12.1	-10.8	-16.2	-16.5	-21.3	-19.7	-20.6	-20.7	-22.1	-13.7	-6.9		-9.3
	Average Dewpoint Temperature	-2.3	-2.1	-4.8	-3.4	-6.6	-5.1	-3.2	-3.3	-4.6	-0.9	-0.6	-1.6	-0.8	-2.5	-0.3	-2.4	

KOPRI 극지연구소

- 81 -

2024년 8월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		-	-	-	0.0	0.1	0.0	0.2	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0		5.9
Total Precipitation		0.1	0.0	1.5	0.3	0.2	0.0	0.1	0.2	-	0.1	0.1	0.7	0.4	-	1.4	0.4	
상	평 균 Average	78	71	73	70	77	77	71	65	52	61	69	65	63	74	79		80
대		89	95	91	93	82	84	87	86	84	96	93	95	93	97	96	89	
습	최 소 Lowest	66	55	64	63	67	68	46	54	38	44	60	48	50	66	69		38
도		78	90	81	78	64	66	74	76	71	87	81	81	82	92	87	64	9일
(1%)	나타난 시간Time	09:54	11:21	16:36	10:34	04:39	14:12	19:49	18:56	22:45	00:01	23:09	22:58	10:18	13:16	00:17		
R.H.		02:10	05:49	11:59	08:01	17:14	03:13	13:46	08:10	02:44	22:06	23:02	01:04	13:23	22:08	00:30	07:28	
	평 균 Average	6.3	5.0	7.5	6.0	6.7	6.3	7.4	5.3	5.6	7.4	8.5	5.6	6.9	5.6	10.0		7.1
바		8.8	6.3	6.1	6.1	13.0	8.0	8.1	7.4	5.8	8.3	6.2	4.6	6.5	4.5	11.8	7.7	
	순 간 최 대 Greatest Gust	15.2	15.7	14.1	12.5	15.0	14.0	18.2	21.5	20.0	16.3	17.9	12.4	18.0	14.2	20.6		29.7
람		19.2	10.7	12.1	18.2	27.5	17.5	16.9	17.6	12.5	16.9	15.0	11.7	17.0	15.3	19.8	29.7	31일
	풍 향 Direction	SE	E	ENE	ENE	NW	WSW	E	ENE	ENE	ENE	E	ENE	ENE	NNE	N		NNW
(m/s)		NNW	NNW	WNW	NW	WSW	W	W	W	WNW	NNW	NNW	NW	NNW	NNW	N	NNW	
Wind	나타난 시간 Time	23:38	00:03	05:50	02:29	21:30	01:47	08:45	23:53	00:02	19:29	03:50	01:20	09:53	17:47	08:53		
		07:33	09:27	14:43	21:40	08:00	00:23	20:57	06:56	01:48	12:37	02:31	23:58	11:11	23:54	02:02	22:46	
구름(1/8)		5.4	1.6	4.8	6.4	7.2	5.8	3.2	0.4	0.2	2.0	0.6	0.4	0.8	4.4	6.0		5.3
Average Amount of Cloud		8.0	7.6	6.4	7.6	5.8	6.8	7.4	6.0	6.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.6	8.0	4.6	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																	
	끝 난 시 간 End Time																	
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

- 82 -

2024년 8월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		1559	2615	1226	1054	1100	1058	2170	3402	3580	3467	3283	3907	4165	1933	2171		79667
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		2559	1697	2987	2252	1509	2342	3929	1843	3884	2028	3025	2849	2366	3803	1695	4207	
일평균 수평시정(km)/월최소		12.0	13.5	12.0	14.3	11.0	14.3	11.3	18.8	15.8	16.5	12.8	15.5	14.3	13.5	12.0		4.3
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		10.0	11.0	11.8	9.5	7.3	12.0	10.5	12.0	12.0	6.0	11.8	8.5	8.3	6.6	4.3	6.8	30일
눈	적 설 최 심	47.6	47.6	47.6	47.6	48.0	48.0	50.0	50.0	48.0	45.0	44.0	40.0	40.0	40.5	40.5		50.0
	Max. Depth. Snow Cover	40.7	40.7	42.7	43.0	43.5	43.5	43.7	44.0	44.0	44.1	44.2	42.0	42.5	42.5	44.0	44.5	7일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	0.0	0.4	0.0	2.0	-	-	-	-	-	-	0.5	0.0		8.6
		0.2	0.0	2.0	0.3	0..5	0.0	0.2	0.3	-	0.1	0.1	0.0	0.5	-	1.5	0.5	
	Snow 최 심 Max. Depth																	2.0
	Fall 나타난 날 Date																	7일
기	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)		y					y	y	y	y	y						7
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)							y										1
상	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y		y		y				y					y	y		9
					y		y		y								y	
현	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)				y	y												14
		y	y	y	y		y	y			y	y	y	y	y	y		
상	눈 Snow				y	y	y	y	y	y					y	y		21
		y	y	y	y	y	y	y	y		y	y		y		y	y	
Meteo. Pheno -mena	비 Rain																	0
	진 눈 깨 비 Sleet																	1
	안 개 Fog												y					1
	박 무 Mist														y			9
		y			y						y		y	y	y	y	y	
해상 상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	F/1	F/1	F/1	F/1	F/1	F/1		
	(MB=0, MC=1, MB.MC=2)	F/1	F/1	F/1	F/1	F/1	F/1	F/1	F/1	F/1	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	MO/RO	MO/SL	RO/RO	RO/MO	SL/VR	MO/MO	VR/VR	SL/MO	MO/SL	MO/VR	VR/VR	MO/MO	RO/MO	MO/RO	VR/VR		
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	VR/RO	RO/MO	MO/MO	RO/VR	VR/VR	RO/VR	VR/RO	RO/MO	MO/MO	RO/VR	MO/SL	MO/RO	VR/MO	CA/MO	VR/VR	SL/VR	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions (unit: m/s)

2024년 8월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	0.0	0.0	0.0	6.0	12.7	7.7	1.8	3.6	4.6	4.7	6.5	6.0	6.9	6.9	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	8.6	10.9	8.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	9.7	10.2	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	5.1	2.9	6.3	10.0	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
5	6.0	4.4	2.7	3.1	1.7	1.0	1.4	0.0	3.5	4.4	0.0	0.0	10.7	11.9	9.9	5.7
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	5.9	6.7	10.0	10.5	9.7	1.0	0.0
7	2.8	0.0	3.9	14.2	14.6	6.2	4.8	6.4	6.3	5.6	5.1	3.9	3.9	1.1	2.8	2.9
8	4.0	2.6	4.8	17.9	4.2	2.2	1.6	1.6	0.0	2.8	3.8	3.6	4.1	2.3	2.5	4.6
9	0.0	0.0	4.8	15.6	10.1	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	9.8	12.6	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	6.5	10.5	13.2	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	3.7	8.4	9.9	7.2	7.2	2.6	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	7.1	7.9	10.2	13.7	11.6	7.6	1.5	1.3	0.0	0.0	0.0	2.2	3.9	3.6	2.6	2.6
14	8.9	6.3	4.8	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
15	14.4	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	12.9	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	10.0
17	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	5.9	7.2	8.5
18	2.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	9.6	9.0	5.9	2.2
19	8.7	1.8	2.7	1.8	1.2	2.2	2.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	11.1	9.1	8.3
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2	17.4	19.6	15.8	16.1	0.0	7.5
21	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	12.3	10.0	9.4	9.0	9.7
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	11.0	10.2	8.0	8.8
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	9.4	8.8	0.0	0.0
24	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	7.3	8.9	7.0	7.6
25	10.6	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	8.9	11.4
26	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	9.4
27	6.9	1.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	3.9	2.8	2.0	0.0	3.0	0.3	7.8	7.9
28	11.1	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	3.3	2.7	3.1	3.6	2.5	11.9
29	11.2	1.8	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	6.0	9.0	10.9
30	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1
31	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.9	4.2	4.5	4.6	11.1
월 Month	19.4	13.3	10.2	17.9	14.6	11.8	7.5	6.4	6.3	19.2	17.4	19.6	15.8	16.1	9.9	14.1

KOPRI 극지연구소

- 84 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions (%)

2024년 8월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.0	0.0	0.0	6.2	39.6	4.9	1.4	3.5	6.9	9.0	5.6	7.6	10.4	4.9	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	17.4	47.9	31.2	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	13.9	84.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	5.6	0.7	27.1	58.3	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0
5	12.5	2.8	4.9	3.5	1.4	0.7	1.4	0.0	3.5	1.4	0.0	0.0	4.9	45.8	6.2	10.4	0.7
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	5.6	10.4	44.4	29.9	7.6	0.7	0.0	0.7
7	2.1	0.0	2.8	33.3	30.6	11.1	4.2	3.5	2.8	0.7	0.7	2.8	2.8	0.7	0.7	1.4	0.0
8	3.5	2.1	6.2	59.0	3.5	2.1	2.1	1.4	0.0	1.4	3.5	3.5	0.7	0.7	0.7	9.7	0.0
9	0.0	0.0	16.0	38.9	36.1	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	48.6	41.0	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	4.9	41.7	47.2	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.7	23.6	55.6	14.6	4.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.7	4.9	21.5	34.0	28.5	2.1	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	2.8	0.7	0.7	0.7	0.0
14	61.8	23.6	7.6	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0
15	88.9	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	51.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	47.2	0.0
17	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	9.0	3.5	83.3	0.0
18	0.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	41.0	48.6	4.9	0.7	0.0
19	11.8	2.1	6.2	4.2	1.4	1.4	9.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	32.6	16.7	6.2	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	10.4	54.9	11.8	18.1	0.0	1.4	0.0
21	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	45.1	22.9	18.1	2.8	9.7	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.4	44.4	13.2	8.3	7.6	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	66.0	18.1	0.0	0.0	0.0
24	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.9	13.9	10.4	24.3	20.8	0.0
25	25.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	36.1	36.8	0.0
26	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	61.1	0.0
27	5.6	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	16.0	4.9	2.8	0.0	1.4	0.0	25.7	38.2	1.4
28	59.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	2.1	4.9	4.9	0.7	20.1	0.0
29	11.8	7.6	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	11.1	23.6	35.4	2.1
30	42.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.6	0.0
31	32.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.8	10.4	12.5	13.9	27.1	0.0
월 Month	13.9	2.2	6.1	15.5	8.7	2.4	0.8	0.5	1.0	0.9	1.2	7.7	9.1	8.3	6.3	15.5	0.2

KOPRI 극지연구소

- 85 -

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2024년 9월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
기	기 압 평 균 Ave. Station	973	974	974	972	963	967	972	973	981	978	975	961	963	979	969	974
		976	971	979	987	987	977	969	973	962	964	971	966	980	988	991	
압	최 고 Highest	984	979	977	977	968	973	978	983	986	985	985	966	974	984	978	992
		981	979	985	992	992	984	973	977	967	970	974	974	984	991	992	30일
	나타난 시간Time	00:05	16:24	02:41	05:04	23:07	21:38	23:57	03:42	16:29	22:54	01:10	00:01	23:59	11:36	24:00	
(hPa)		10:00	16:18	24:00	23:50	03:29	00:59	24:00	09:06	19:30	10:06	16:50	23:53	23:46	22:26	19:49	
	최 저 Lowest	967	970	972	967	956	963	970	964	969	972	965	956	954	970	964	953
Air		962	957	973	984	982	967	965	962	953	957	962	960	973	983	989	24일
Press.	나타난 시간 Time	16:47	03:24	12:52	23:55	11:04	10:14	04:34	20:10	00:01	06:10	23:58	13:42	05:22	23:58	08:47	
		23:54	01:46	08:51	00:46	21:44	23:18	02:07	24:00	07:40	20:11	00:10	05:09	00:10	00:17	03:16	
	기 온 평 균 Ave. Station	0.3	-1.3	-1.0	-1.3	0.2	-0.9	-0.6	-0.9	-3.6	-3.2	-2.0	-1.4	-5.8	-2.5	-3.3	-3.9
		-5.6	-7.2	-5.1	-6.1	-7.5	-3.5	-2.6	-2.1	-3.0	-5.2	-6.4	-9.1	-9.2	-10.2	-6.1	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																-1.0
	평 균 최 저 Avg. Minimum																-6.6
온	최 고 Highest	2.0	0.8	0.0	0.4	1.4	0.6	1.0	3.4	-1.0	0.1	1.1	1.7	-2.6	0.6	-0.1	3.4
		-3.8	-4.7	-0.6	-4.6	-6.4	0.8	0.6	0.6	1.2	-1.2	-3.7	-4.2	-3.7	-8.0	-3.0	8일
(℃)	나타난 시간Time	05:40	18:40	11:01	21:39	12:08	01:34	05:13	16:29	23:54	02:19	12:06	11:58	01:10	21:45	00:09	
		13:13	03:14	09:50	07:20	22:08	21:57	00:33	21:47	05:30	17:43	14:05	01:47	13:28	20:58	16:26	
Air	최 저 Lowest	-2.9	-2.6	-2.3	-2.9	-1.4	-2.3	-2.1	-4.5	-5.7	-5.3	-5.1	-4.7	-9.8	-5.4	-8.0	-12.6
Temp.		-7.5	-10.4	-9.2	-7.8	-8.7	-8.5	-5.4	-4.9	-6.2	-9.2	-10.2	-11.1	-11.8	-12.6	-10.6	29일
	나타난 시간 Time	21:52	02:59	20:57	03:11	22:20	09:47	24:00	23:55	03:47	13:42	04:31	23:20	09:46	06:29	21:19	
		04:17	07:00	03:49	22:56	22:55	00:05	22:20	03:09	19:31	06:02	02:46	15:36	23:27	05:39	00:01	
평균이슬점온도(℃)		-0.4	-2.5	-1.5	-2.4	-1.3	-1.9	-2.1	-3.4	-7.5	-5.9	-4.6	-3.3	-8.7	-5.3	-5.9	-6.7
Average Dewpoint Temperature		-10.2	-9.5	-8.5	-10.5	-12.6	-7.2	-4.7	-5.4	-6.0	-7.5	-9.4	-11.3	-12.7	-14.8	-12.7	

KOPRI 극지연구소

- 86 -

2024년 9월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
강수량(mm)		3.6	0.2	0.3	0.8	1.0	-	-	1.0	0.1	0.2	1.1	0.1	1.1	0.5	0.0	21.0
Total Precipitation		0.1	5.4	-	-	-	0.3	1.5	1.5	0.3	0.3	0.1	1.5	0.0	-	-	
상	평 균 Average	95	92	97	92	90	93	90	83	75	82	83	88	80	81	83	82
대		71	84	78	72	67	76	86	78	80	84	80	84	76	70	60	
습	최 소 Lowest	90	80	93	73	77	81	82	68	62	68	67	61	59	64	61	44
도		55	73	50	51	56	56	66	61	58	66	66	63	58	55	44	30일
(1%)	나타난 시간Time	05:05	15:56	23:39	07:36	18:10	23:02	18:08	02:11	08:53	23:52	06:17	19:30	13:54	09:08	15:25	
R.H.		15:43	16:30	20:30	10:59	19:10	06:29	21:56	02:58	21:34	10:47	23:20	23:55	05:11	14:04	12:13	
	평 균 Average	12.0	8.5	7.4	9.1	13.6	5.4	8.2	9.4	11.0	6.8	7.2	7.9	7.8	10.1	12.9	9.0
바		9.1	11.7	11.6	7.8	4.1	12.2	7.6	9.4	12.4	7.0	8.6	15.1	7.0	5.4	4.3	
	순 간 최 대 Greatest Gust	27.7	17.4	13.5	25.8	28.0	15.1	19.4	22.9	22.6	18.0	21.7	18.8	21.6	28.3	22.6	31.6
람		24.6	31.6	27.8	16.8	10.3	30.1	29.5	24.0	28.7	20.1	19.9	29.2	17.4	15.9	11.8	17일
	풍 향 Direction	NNW	NW	NNW	NNW	NNW	N	NNW	N	WNW	W	N	NNW	ENE	WNW	WNW	E
(m/s)		WSW	E	NW	W	SW	NNE	NNW	N	NNW	ENE	NE	E	E	E	S	
Wind	나타난 시간 Time	00:01	20:10	02:51	10:51	11:27	02:25	23:07	17:08	03:13	02:15	11:09	13:40	06:39	21:47	12:28	
		23:23	06:08	08:11	00:04	00:05	22:22	02:03	19:37	01:42	22:01	00:31	04:58	18:14	06:22	04:39	
구름(1/8)		5.4	1.6	4.8	6.4	7.2	5.8	3.2	0.4	0.2	2.0	0.6	0.4	0.8	4.4	6.0	5.3
Average Amount of Cloud		8.0	7.6	6.4	7.6	5.8	6.8	7.4	6.0	6.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.6	8.0	
	시 작 시 간 Start Time													06:00			
폭풍설		23:00	00:00								22:00	00:00	02:30				
	끝 난 시 간 End Time													08:00			
Bliz-		00:00	08:30								00:00	02:40	15:00				
zard	계 속 시 간 Duration of													02:00			28:40
	Blizzard	01:00	08:30								02:00	02:40	12:30				

KORRI 극지연구소

2024년 9월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		1559	2615	1226	1054	1100	1058	2170	3402	3580	3467	3283	3907	4165	1933	2171	75460
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		2559	1697	2987	2252	1509	2342	3929	1843	3884	2028	3025	2849	2366	3803	1695	
일평균 수평시정(km)/월최소		5.0	3.1	4.0	5.3	5.4	8.5	11.8	9.3	12.5	11.3	10.3	8.0	9.4	10.8	9.5	0.5
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		10.5	3.0	9.0	9.0	12.8	8.3	6.5	13.3	6.9	9.1	10.6	0.5	7.3	15.5	18.8	27일
눈	적 설 최 심	44.5	33.2	33.5	34.2	35.0	35.0	35.0	35.2	31.5	31.7	32.5	32.6	36.6	37.0	37.0	65.0
	Max. Depth. Snow Cover	39.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.5	52.0	53.5	54.0	54.6	55.0	65.0	63.0	63.0	63.0	27일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	0.2	0.3	0.7	0.8	-	-	0.2	0.2	0.2	0.8	0.1	4.0	0.4	0.0	34.7
	Snow 최 심 Max. Depth	2.0	8.5	-	-	-	0.5	1.5	1.5	0.5	0.6	1.0	11.2	0.0	-	-	11.2
	Fall 나타난 날 Date																27일
기 상 현 상 Meteo. Pheno -mena	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)		y						y	y	y	y	y	y			7
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)							y									1
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y		y			y								y	y	8
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	14
	눈 Snow		y	y	y	y			y	y	y	y	y	y	y	y	22
		y	y				y	y	y	y	y	y	y	y			
	비 Rain	y							y								2
	진 눈 깨 비 Sleet	y							y								2
	안 개 Fog			y													1
	박 무 Mist	y	y	y	y	y	y	y		y		y	y				19
			y	y	y		y	y			y	y	y	y			
해상 상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
	(MB=0, MC=1, MB.MC=2)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	VR/VR	VR/VR	RO/MO	VR/VR	VR/VR	MO/MO	RO/VR	RO/VR	VR/VR	RO/RO	VR/VR	RO/VR	VR/RO	VR/VR	VR/VR	
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	VR/VR	VR/RO	VR/VR	RO/VR	RO/RO	VR/VR	MO/RO	RO/VR	VR/VR	MO/VR	VR/RO	VR/VR	SL/VR	RO/SL	MO/SL	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions (unit: m/s)

2024년 9월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	10.8	13.4
2	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.3	11.0
3	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	7.7	10.6
4	17.2	17.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	6.3	10.6	13.6
5	19.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	15.4	19.7
6	10.9	7.0	2.9	2.5	1.9	2.0	2.8	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.5	5.8	9.6
7	11.0	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	14.5	12.8	14.0
8	15.8	0.0	9.1	9.1	7.4	7.7	7.6	0.0	10.4	13.4	12.0	0.0	13.3	13.4	4.5	13.2
9	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	14.8	13.7	12.2	9.3	12.8
10	11.9	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	4.2	3.9	9.1	8.2	7.7	8.3	10.4
11	12.7	16.0	12.6	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	10.4	10.6
12	12.1	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	11.4	10.6	9.9
13	12.2	7.9	5.4	3.2	8.5	16.5	13.6	7.9	8.1	1.2	11.3	10.1	8.8	4.3	7.7	10.6
14	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	13.6	12.4	11.0	9.4	13.8
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	17.1	17.0	16.0	13.2
16	2.1	2.4	2.4	14.3	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	16.0	14.0	4.9	4.2	0.0
17	0.0	0.0	8.1	9.6	20.2	20.3	19.8	13.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	17.9	19.2	11.1	8.4	9.9	15.9	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8	15.7	14.7	14.1	14.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	10.9	11.7	12.3	8.1	0.0
20	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	3.5	2.9	3.4	4.2	5.5	7.2	7.3	4.5	3.7	0.0	0.0
21	19.9	19.9	13.3	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	20.4	18.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	11.5	10.1
23	9.5	17.1	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	9.5	12.4	11.7
24	18.9	18.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	19.3	17.4
25	8.0	9.0	10.0	11.1	14.9	12.3	9.3	6.0	4.4	4.5	4.1	4.2	6.0	8.4	8.5	6.4
26	9.6	12.0	8.0	10.6	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	8.6	6.5
27	0.0	0.0	0.0	14.3	23.0	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	7.8	7.1	10.3	10.8	12.3	9.2	7.8	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	8.4	9.4	5.9
29	0.0	0.3	2.2	11.0	11.3	1.9	0.0	2.1	3.1	2.7	2.1	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
30	1.7	0.0	3.4	3.8	3.3	4.8	3.1	2.5	7.0	9.0	8.7	6.1	2.1	2.3	0.0	0.0
월 Month	20.4	19.9	13.3	14.3	23.0	20.3	19.8	13.4	10.4	13.4	12.0	16.0	17.1	17.0	19.3	19.7

KOPRI 극지연구소

- 89 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions (%)

2024년 9월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	54.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	9.7	28.5	0.0
2	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.6	20.1	31.9	0.0
3	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	26.4	61.8	0.0
4	27.8	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	8.3	27.1	21.5	0.0
5	41.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	13.9	43.8	0.0
6	30.6	4.2	6.2	1.4	1.4	0.7	2.8	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	19.4	22.9	2.8
7	43.8	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	7.6	6.9	30.6	0.0
8	41.7	0.0	5.6	6.9	4.9	5.6	0.7	0.0	1.4	3.5	3.5	0.0	4.2	15.3	3.5	3.5	0.0
9	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	37.5	11.8	18.1	9.7	14.6	0.0
10	13.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	4.2	4.9	36.1	15.3	12.5	2.1	9.0	0.0
11	25.7	23.6	9.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	19.4	18.1	0.0
12	35.4	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	7.6	26.4	22.2	0.0
13	16.7	7.6	6.9	0.7	5.6	23.6	6.9	2.8	2.8	0.7	6.2	4.2	2.1	4.9	0.7	6.9	0.7
14	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	25.0	26.4	6.9	6.9	11.8	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.1	18.8	9.7	29.2	15.3	0.0
16	0.7	0.7	1.4	14.6	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	44.4	9.7	4.9	4.2	0.0	0.0
17	0.0	0.0	12.5	16.7	29.2	15.3	15.3	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	2.1	9.0	9.0	0.7	4.2	9.7	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	34.0	13.9	8.3	0.7	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	47.2	32.6	14.6	2.1	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	2.8	0.7	0.7	0.7	13.9	27.8	36.8	11.1	3.5	0.0	0.0	0.0
21	16.0	66.0	9.7	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	20.8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	33.3	25.0	0.0
23	20.8	22.9	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	10.4	17.4	13.9	0.0
24	18.1	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	28.5	23.6	0.0
25	8.3	0.7	13.9	7.6	27.8	8.3	3.5	3.5	1.4	0.7	1.4	1.4	1.4	3.5	6.2	9.7	0.7
26	6.9	14.6	12.5	10.4	31.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	14.6	2.8	0.0
27	0.0	0.0	0.0	2.1	53.5	44.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	1.4	3.5	4.2	22.2	44.4	6.9	2.1	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	4.2	1.4	0.0
29	0.0	0.0	3.5	29.2	46.5	4.2	0.0	0.7	5.6	6.2	2.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4
30	0.7	0.0	11.8	9.7	3.5	4.9	1.4	1.4	11.1	25.0	18.8	9.7	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0
월 Month	15.6	7.1	4.0	4.5	9.0	4.2	1.3	1.1	0.8	1.8	2.6	9.1	6.0	7.4	11.3	14.0	0.2

- 90 -

2024년 10월

요소 Element		일 Date 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
기	기 압 평 균 Ave. Station	993	984	976	983	986	994	1008	999	989	970	972	981	976	985	980		984
		980	988	997	985	980	978	987	986	984	980	981	978	972	972	978	989	
압	최 고 Highest	995	993	978	990	990	1004	1010	1010	992	983	977	983	981	991	991		1010
		984	997	999	993	983	986	988	988	985	985	984	981	977	976	982	994	7일
	나타난 시간Time	15:50	00:06	00:39	22:35	00:40	23:56	20:11	00:26	00:01	00:22	23:54	19:50	00:01	23:56	01:08		
(hPa)		13:43	24:00	08:31	00:01	01:05	23:58	22:13	00:10	23:44	00:06	13:39	00:05	00:14	23:49	24:00	18:36	
	최 저 Lowest	990	977	975	975	980	989	1003	990	981	962	968	976	974	975	964		962
Air		971	977	992	980	977	973	985	982	981	976	977	976	969	970	975	981	10일
Press.	나타난 시간 Time	02:47	22:48	23:23	00:01	10:54	00:01	00:09	21:58	24:00	14:37	00:01	00:06	15:56	00:01	20:33		
		00:09	00:05	23:51	19:44	09:06	08:50	00:01	23:59	00:20	19:39	00:33	23:47	21:04	16:12	19:46	00:01	
	기 온 평 균 Ave. Station	-6.7	-4.6	-2.7	-4.3	-2.6	-8.4	-6.3	-0.8	0.2	-0.6	-3.1	-2.0	-0.4	-0.5	0.8		-2.3
		-0.7	-1.5	-0.4	0.1	-1.3	-2.2	-3.3	-3.9	-4.2	-3.0	-3.5	-1.5	-0.8	-0.5	-0.5	-0.9	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																	0.1
	평 균 최 저 Avg. Minimum																	-4.4
온	최 고 Highest	-3.0	-2.7	-1.4	-2.7	-0.4	-2.2	-3.4	2.8	3.3	3.7	-1.7	-0.6	1.8	0.7	5.2		5.2
		0.5	0.3	2.5	1.8	-0.3	-1.4	-1.9	-0.7	-1.7	-0.3	-1.6	2.3	1.0	2.8	1.0	0.1	15일
(℃)	나타난 시간Time	13:20	15:23	09:39	00:32	12:11	00:03	23:50	16:10	23:59	04:45	16:42	15:02	16:00	00:01	15:52		
		20:59	00:05	20:53	01:48	10:10	00:21	14:25	13:43	17:25	13:17	23:48	12:03	14:50	12:23	13:50	11:42	
Air	최 저 Lowest	-10.1	-6.2	-4.4	-5.4	-4.3	-12.1	-11.2	-4.0	-1.1	-3.9	-4.2	-4.3	-3.4	-1.7	-1.7		-12.1
Temp.		-2.1	-2.7	-2.4	-1.5	-2.1	-4.1	-4.1	-7.2	-7.2	-4.9	-6.0	-3.6	-3.6	-2.4	-2.2	-2.3	6일
	나타난 시간 Time	07:55	01:40	00:52	06:00	05:30	21:01	00:10	00:11	07:32	18:37	21:23	21:09	04:27	22:25	07:25		
		03:03	22:41	01:41	23:31	19:22	22:04	06:34	05:11	02:23	23:43	04:45	22:14	00:29	01:04	06:12	21:25	
평균이슬점온도(℃)		-12.6	-9.0	-5.9	-5.9	-5.0	-10.9	-9.5	-3.1	-0.5	-1.9	-6.1	-3.7	-2.3	-1.7	-0.6		-5.1
Average Dewpoint Temperature		-2.7	-5.0	-4.1	-1.2	-3.8	-6.1	-7.5	-8.2	-9.8	-9.2	-6.4	-3.5	-3.9	-1.6	-1.4	-4.6	

KOPRI 극지연구소

- 91 -

2024년 10월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		-	-	0.1	0.8	0.2	-	0.2	1.3	0.3	0.7	0.3	-	0.5	0.4	5.4		11.8
Total Precipitation		0.5	0.0	-	0.3	0.1	0.0	-	-	0.4	-	0.3	-	-	0.0	0.0	-	
상	평 균 Average	64	72	78	88	83	82	78	85	95	91	81	88	87	92	90		82
대		87	77	77	91	84	75	73	73	66	63	80	86	79	93	94	76	
습	최 소 Lowest	43	54	66	78	77	72	66	65	84	80	63	79	75	83	76		43
도		73	64	56	81	67	48	62	57	49	46	63	67	51	65	76	64	1일
(1%)	나타난 시간Time	13:20	10:30	21:00	00:01	05:02	23:41	12:06	08:29	20:29	06:29	15:21	23:14	02:07	10:52	16:22		
R.H.		06:31	11:47	12:01	23:52	15:45	20:40	17:58	13:44	08:39	12:58	08:46	12:03	02:06	12:22	23:37	23:39	
	평 균 Average	3.5	4.8	4.3	5.2	7.6	8.4	5.3	9.5	6.6	9.0	4.0	3.6	4.4	7.0	10.8		6.3
바		12.2	9.1	5.9	10.8	8.7	5.2	4.1	3.1	4.6	3.4	6.1	3.3	5.9	4.1	7.7	8.7	
	순 간 최 대 Greatest Gust	8.1	9.2	12.6	10.7	20.8	17.0	11.2	22.2	13.9	25.7	9.7	6.8	12.7	15.5	28.7		28.7
람		24.3	17.0	15.7	20.5	16.8	11.9	12.9	11.4	13.2	11.4	12.1	8.2	16.3	10.5	16.2	18.6	15일
	풍 향 Direction	NE	NNW	NNE	E	WNW	E	NNW	N	NNW	ESE	E	WNW	N	NW	NNW		NNW
(m/s)		NW	W	N	NNW	WNW	SSW	WSW	ENE	S	NW	N	W	N	NW	NW	WNW	
Wind	나타난 시간 Time	22:43	07:12	07:11	12:24	09:42	10:07	23:49	15:17	20:36	17:48	06:20	09:42	23:59	03:47	16:55		
		00:25	03:20	23:44	08:47	08:58	14:31	03:29	23:43	01:13	23:56	03:56	02:54	11:54	10:07	22:24	08:31	
구름(1/8)		5.4	1.6	4.8	6.4	7.2	5.8	3.2	0.4	0.2	2.0	0.6	0.4	0.8	4.4	6.0		5.3
Average Amount of Cloud		8.0	7.6	6.4	7.6	5.8	6.8	7.4	6.0	6.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.6	8.0	4.6	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																	
	끝 난 시 간 End Time																	
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

- 92 -

2024년 10월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		14619	12226	7793	8018	8078	9107	8649	7785	6190	3870	9513	8329	9668	14861	6101		366106
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		8493	10057	15034	14023	15284	19302	8597	12010	22671	18187	10048	20900	16442	15241	8605	16407	
일평균 수평시정(km)/월최소		20.0	17.5	12.8	11.0	5.5	2.9	13.5	11.8	1.7	2.4	10.5	12.0	10.5	14.0	9.0		1.7
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		9.0	15.5	16.8	8.5	10.8	16.0	16.3	14.3	17.0	17.5	12.8	12.8	12.8	5.2	5.5	12.0	9일
눈	적 설 최 심	63.0	63.0	63.1	64.0	64.3	64.0	64.2	64.2	61.5	59.0	57.5	57.5	58.1	58.5	58.0		64.3
	Max. Depth. Snow Cover	32.0	32.0	32.0	25.2	24.6	24.5	24.0	24.0	24.5	24.5	24.0	24.0	22.0	18.0	11.0	8.0	5일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	0.1	0.9	0.3	-	0.2	0.0	0.5	0.5	0.5	-	0.6	0.4	0.2		6.3
	Snow 최 심 Max. Depth	0.3	0.0	-	0.3	0.1	0.0	-	-	0.8	-	0.6	-	-	0.0	0.0	-	
	Fall 나타난 날 Date																0.9	4일
기상현상 Meteo. Pheno-mena	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y						y	y	y		y	y	y				7
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)						y											1
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y		y		y			y	y					y	y	y	9
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y			y	y	y	y	y	y		14
	눈 Snow			y	y	y		y	y	y	y	y		y	y	y		21
	비 Rain	y	y		y	y	y			y		y	y		y	y		1
	진 눈 깨 비 Sleet								y							y		2
	안 개 Fog					y			y						y			3
	박 무 Mist				y	y	y		y	y	y	y		y				14
		y			y								y	y	y	y		
해상상태 Sea State	유 빙 Drift Ice(F:Frozen) (MB=0, MC=1, MB.MC=2)	D/2	D/2 D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
	거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	MO/MO VR/VR	RO/MO VR/RO	RO/MO MO/RO	RO/MO VR/VR	VR/RO VR/RO	VR/VR MO/MO	MO/RO MO/SL	VR/VR MO/SL	MO/RO MO/MO	VR/VR SL/MO	MO/SL RO/RO	MO/MO MO/SL	SM/RO VR/RO	VR/MO RO/MO	RO/VR RO/VR	VR/RO	

KOPRI 극지연구소

- 93 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions (unit: m/s)

2024년 10월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	4.6	0.0	5.1	5.3	5.9	4.4	3.0	2.6	2.2	0.0	0.0	5.3	5.4	6.3	5.9	4.7
2	5.2	4.3	4.9	4.5	5.4	4.2	2.6	2.2	0.0	0.0	5.6	7.5	6.4	7.1	7.2	7.3
3	8.0	8.9	4.7	4.9	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	4.4	6.0
4	4.9	0.0	5.5	5.6	8.6	8.1	4.2	2.0	1.6	1.7	2.5	0.0	1.8	0.0	2.4	5.3
5	13.1	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	10.1	9.0	8.2	7.6	9.6
6	0.0	0.0	0.0	8.6	13.3	3.3	1.6	3.0	1.6	2.4	3.2	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0
7	5.2	2.7	6.0	6.1	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	8.1	8.7	5.9	7.3
8	14.4	13.7	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	8.5	10.6
9	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	10.2
10	9.2	6.2	5.7	6.4	8.7	15.1	14.9	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2
11	1.1	0.0	3.7	6.3	7.4	7.4	3.6	7.8	5.7	6.7	0.0	0.0	2.4	2.3	3.2	3.4
12	1.4	0.0	1.3	2.0	2.8	4.1	3.5	2.7	0.0	0.0	4.5	4.1	5.0	5.4	5.5	3.6
13	8.2	5.0	4.6	2.8	3.3	4.3	3.3	3.0	3.1	1.0	0.8	1.0	0.8	0.0	5.6	9.3
14	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	10.4	8.3	9.3
15	19.1	0.0	0.6	0.0	0.0	3.9	0.0	4.3	3.8	0.9	2.9	0.0	0.0	16.6	15.9	13.8
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	16.6	15.4	14.9
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	11.9	11.8	0.0	0.0
18	10.5	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	6.9	6.9	6.4
19	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	15.4
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	10.9	12.5	12.3
21	2.5	1.9	2.8	0.0	1.4	5.0	7.1	8.7	7.2	5.0	8.3	5.9	5.1	5.4	6.4	6.5
22	0.5	0.9	1.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	2.9	9.9	10.3	10.3	5.0	2.5	1.8	1.3
23	3.0	0.0	4.0	4.7	9.3	6.3	0.0	1.3	1.9	1.5	0.9	0.6	0.9	0.7	1.0	2.5
24	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	8.6	4.4	4.5	0.0	5.3	5.8	5.3	3.2	0.0	0.0	0.0
25	2.3	2.9	4.1	4.1	4.6	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	5.5	4.1	4.2	3.1	3.1
26	7.7	0.0	7.7	8.8	9.4	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	7.5	7.8
27	0.0	0.0	1.0	1.7	0.5	0.9	2.2	2.8	3.1	3.6	4.0	3.9	2.5	5.8	6.2	6.0
28	12.0	11.2	6.5	4.0	3.1	2.9	4.5	4.3	2.5	3.5	2.9	2.5	0.0	4.8	8.2	9.0
29	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	2.3	2.6	3.3	1.8	5.9	6.9	8.0
30	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	11.4	8.8	8.1	10.8
31	5.4	5.4	0.0	2.1	4.2	2.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	13.5	13.6	6.6	6.6
월 Month	19.1	13.7	7.7	8.8	13.3	15.1	14.9	12.3	7.2	9.9	10.3	12.3	16.8	16.6	15.9	15.4

KOPRI 극지연구소

- 94 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions (%)

2024년 10월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	3.5	0.0	2.1	13.2	18.1	10.4	6.2	2.1	2.1	0.0	0.0	6.9	2.8	9.7	6.9	14.6	1.4
2	8.3	4.2	6.2	11.1	9.0	3.5	4.9	0.7	0.0	0.0	2.1	5.6	12.5	10.4	12.5	9.0	0.0
3	26.4	18.1	14.6	15.3	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.9	9.7	0.0
4	4.2	0.0	5.6	6.9	33.3	25.7	3.5	1.4	2.8	2.1	1.4	0.0	1.4	0.0	0.7	11.1	0.0
5	15.3	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	37.5	15.3	7.6	8.3	9.7	0.0
6	0.0	0.0	0.0	2.8	84.7	2.1	0.7	3.5	0.7	0.7	0.7	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	7.6	1.4	12.5	14.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.9	20.1	11.8	22.9	0.0
8	36.1	21.5	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	8.3	23.6	0.0
9	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2	68.1	0.0
10	7.6	2.8	2.8	2.8	4.2	36.1	20.1	21.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0
11	1.4	0.0	3.5	13.9	41.0	13.2	2.1	6.2	4.9	3.5	0.0	0.0	2.1	3.5	1.4	2.8	0.7
12	0.7	0.0	0.7	2.1	0.7	5.6	0.7	3.5	0.0	0.0	0.7	6.2	9.7	34.0	33.3	2.1	0.0
13	4.2	3.5	6.9	2.1	2.1	3.5	5.6	9.7	5.6	2.8	1.4	0.7	0.7	0.0	1.4	49.3	0.7
14	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	45.1	29.2	14.6	0.0
15	54.9	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	7.6	0.7	0.7	0.0	0.0	6.9	14.6	11.8	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.2	14.6	37.5	18.8	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	53.5	29.2	0.0	0.0	0.0
18	52.1	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.2	16.0	13.9	0.0
19	41.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	45.1	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	34.0	50.7	3.5	0.0
21	1.4	2.1	2.8	0.0	0.7	2.8	13.2	27.1	2.1	4.2	11.1	10.4	4.2	6.2	10.4	1.4	0.0
22	0.0	1.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	13.9	26.4	25.7	7.6	4.2	5.6	1.4	9.7
23	4.9	0.0	24.3	12.5	32.6	6.2	0.0	2.8	2.8	2.8	0.7	0.7	1.4	1.4	0.7	1.4	4.9
24	0.0	0.0	0.0	0.0	23.6	9.0	7.6	2.8	0.0	7.6	24.3	22.9	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.7	4.9	9.7	9.7	6.9	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	23.6	4.9	7.6	11.8	9.7	0.0
26	12.5	0.0	9.0	7.6	14.6	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	24.3	13.9	0.0
27	0.0	0.0	0.7	1.4	0.0	0.7	4.2	8.3	10.4	7.6	7.6	4.9	2.1	16.0	18.8	15.3	2.1
28	31.2	28.5	5.6	1.4	0.7	0.7	1.4	5.6	1.4	2.1	1.4	0.7	0.0	4.2	6.9	8.3	0.0
29	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	2.8	2.1	1.4	13.2	23.6	43.8	1.4
30	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	6.2	13.9	31.9	27.8	0.0
31	2.1	1.4	0.0	1.4	1.4	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	43.8	29.9	3.5	10.4	0.7
월 Month	11.4	3.5	3.6	3.8	9.1	4.3	2.3	3.1	1.4	1.6	2.8	5.7	7.4	10.9	13.3	15.0	0.7

KOPRI 극지연구소

- 95 -

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2024년 11월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
기	기 압 평 균 Ave. Station	982	973	983	976	981	985	986	993	999	999	997	992	983	982	975	987
		970	988	997	994	988	999	996	982	986	991	994	989	985	978	980	
압	최 고 Highest	992	979	988	978	983	990	990	997	1002	1002	999	995	988	984	982	1003
		979	997	999	998	992	1003	1002	992	992	994	996	993	989	982	985	21일
(hPa)	나타난 시간Time	0:01	23:56	11:05	23:58	17:54	23:57	0:04	17:31	0:00	0:01	1:12	5:18	0:13	13:35	0:03	
		23:59	23:56	14:17	0:37	0:00	20:25	1:11	0:02	23:59	8:13	12:10	0:07	0:03	0:09	23:54	
Air	최 저 Lowest	977	968	976	974	977	980	983	988	995	997	994	987	979	980	966	964
		964	978	995	989	985	991	991	973	977	986	990	987	981	976	978	16일
Press.	나타난 시간 Time	18:29	13:44	23:58	3:45	0:02	2:14	13:24	0:01	0:01	23:35	23:55	23:56	12:36	5:46	23:57	
		4:04	0:01	3:37	23:56	6:07	0:08	23:37	19:23	0:11	19:11	0:08	15:27	23:53	13:28	0:02	
기	기 온 평 균 Ave. Station	0.3	-0.9	-2.0	-0.5	-2.7	-3.7	-3.3	-2.8	-0.8	0.1	0.4	0.7	0.8	0.1	1.3	-0.2
		-0.5	-0.8	-0.1	1.0	1.5	1.5	4.9	0.2	-0.4	-0.8	-0.5	0.4	0.4	0.1	-0.5	
	평 균 최 고 Avg. Maximum																1.9
	평 균 최 저 Avg. Minimum																-2.0
온	최 고 Highest	3.3	1.4	-0.4	2.7	-0.7	-2.2	-0.4	-1.0	0.1	2.8	2.4	2.6	3.2	1.2	4.2	10.9
		0.7	0.9	1.1	2.4	6.0	5.3	10.9	2.0	1.5	0.3	0.6	2.6	1.4	1.3	1.3	22일
(℃)	나타난 시간Time	7:00	11:39	21:50	7:47	13:16	3:47	12:00	22:54	17:28	12:06	17:32	12:58	10:43	14:43	15:39	
		3:35	14:41	15:35	15:09	2:01	22:12	11:47	4:48	2:41	20:30	14:52	13:04	10:26	13:13	15:00	
Air	최 저 Lowest	-1.6	-2.7	-3.3	-3.5	-4.2	-6.0	-5.0	-4.9	-2.1	-2.4	-2.9	-0.7	-0.3	-0.9	-0.5	-6.0
Temp.		-1.7	-3.5	-1.5	-0.5	0.3	-0.1	0.9	-1.6	-1.3	-1.6	-2.7	-0.8	-0.3	-0.8	-2.6	6일
	나타난 시간 Time	3:09	23:58	6:18	23:53	1:35	10:31	22:01	1:24	23:39	23:44	1:14	4:25	23:15	7:14	2:06	
		23:17	3:26	0:44	2:51	2:20	5:23	22:42	19:06	3:27	15:07	4:29	2:32	17:44	5:54	23:57	
평균이슬점온도(℃)		-0.9	-2.1	-5.6	-1.3	-6.8	-8.2	-7.0	-6.7	-1.8	-3.6	-2.2	-0.6	0.0	-0.4	0.5	-2.1
Average Dewpoint Temperature		-1.5	-4.2	-1.5	0.0	0.4	0.6	0.8	-0.6	-2.6	-2.8	-3.0	-0.6	-0.6	-0.4	-1.4	

KOPRI 극지연구소

- 96 -

2024년 11월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
강수량(mm)		3.6	0.2	0.6	0.9	0.2	0.7	0.2	0.1	-	-	-	0.9	0.5	0.8	1.2	22.5
Total Precipitation		5.6	-	-	-	2.7	0.4	0.5	3.2	0.0	0.0	-	-	-	0.2	0.0	
상	평 균 Average	92	92	77	94	74	72	76	75	93	77	83	91	95	96	94	87
대		93	78	91	93	92	94	76	94	86	86	84	93	94	97	93	
습	최 소 Lowest	63	71	66	80	56	49	62	53	87	54	72	78	86	91	83	49
도		81	63	71	85	71	74	52	79	63	75	65	77	84	91	86	6일
(1%)	나타난 시간Time	0:09	23:40	10:08	0:00	11:51	13:57	12:08	12:00	1:15	9:14	3:07	12:56	10:55	14:44	16:26	
R.H.		23:51	16:19	1:11	15:10	2:02	22:14	11:47	23:57	2:40	10:52	3:44	18:30	13:37	11:38	14:58	
	평 균 Average	7.0	4.6	7.0	5.4	7.9	9.8	4.6	4.7	5.3	2.8	3.5	10.8	9.2	7.0	5.3	7.1
바		4.5	7.1	9.3	10.1	11.8	9.5	8.6	6.6	8.3	7.7	5.3	8.9	9.7	6.5	4.9	
	순 간 최 대 Greatest Gust	18.3	17.4	20.5	14.8	15.2	17.6	10.5	11.2	10.6	7.7	15.2	19.7	16.6	13.8	13.0	24.6
람		11.6	17.4	17.2	18.2	24.6	18.1	20.1	18.5	19.4	15.8	12.1	20.8	19.7	13.7	15.2	20일
	풍 향 Direction	NNW	WNW	WNW	NNW	W	WSW	SW	WSW	WNW	NNW	SE	N	NNW	NNW	N	NNW
(m/s)		SSW	SW	WNW	NW	NNW	NNW	NNW	SW	W	W	WNW	WNW	WNW	NW	N	
Wind	나타난 시간 Time	5:32	23:58	2:04	10:03	16:01	5:13	4:38	14:27	12:21	0:25	21:15	15:38	12:33	23:01	13:13	
		13:26	14:48	8:26	11:25	6:07	13:11	11:07	19:36	0:25	14:18	0:19	15:51	10:21	0:12	21:06	
구름(1/8)		8.0	6.8	5.8	8.0	7.2	6.8	8.0	7.4	6.8	5.0	6.4	8.0	8.0	8.0	8.0	7.1
Average Amount of Cloud		6.8	4.8	7.8	8.0	7.0	6.8	6.8	8.0	7.0	5.6	6.4	6.2	7.2	8.0	8.0	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																
	끝 난 시 간 End Time																
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																

KORDI 극지연구소

2024년 11월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		5167	5734	15241	8554	16969	16934	16451	15457	9392	28331	11413	11223	8156	9392	11560	376240
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		6826	19924	13193	10722	9979	9167	20131	6459	9400	10282	17047	21427	10627	12096	8986	
일평균 수평시정(km)/월최소		4.8	5.0	11.8	4.8	13.3	16.8	13.5	14.8	9.8	14.5	12.0	5.0	3.1	7.5	10.5	3.1
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		9.8	15.0	9.2	6.7	6.0	5.8	13.5	7.4	11.0	11.8	10.5	9.0	5.3	4.3	8.0	13일
눈	적 설 최 심	7.0	7.5	8.5	10.5	11.0	13.0	13.5	14.0	14.0	14.0	12.0	11.0	11.5	12.5	12.5	14.0
	Max. Depth. Snow Cover	11.0	11.0	11.0	10.0	5.0	-	-	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	3.0	2.5	2.5	8일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	2.0	0.5	1.0	2.0	0.5	2.0	0.5	0.5	-	-	-	1.0	0.5	1.0	-	25.0
		5.0	-	-	-	-	-	-	8.0	0.0	0.0	-	-	-	0.5	0.0	
	Snow 최 심 Max. Depth																8.0
	Fall 나타난 날 Date																23일
기	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																0
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)																0
	구 름 많 음 Mostly Cloudy			y							y						4
상	(4.1≤N≤6.0)		y								y						
	흐 림 Cloudy	y	y		y	y	y	y	y	y		y	y	y	y	y	26
현	(6.1≤N≤8.0)	y		y	y	y	y	y	y	y		y	y	y	y	y	
	눈 Snow	y	y	y	y	y	y	y	y				y	y	y		17
상		y							y	y	y				y	y	
	비 Rain															y	5
Meteo.		y				y	y	y									
Pheno	진 눈 깨 비 Sleet	y												y			3
-mena		y															
	안 개 Fog																2
				y	y												
	박 무 Mist	y	y		y					y	y		y	y	y	y	21
		y		y	y	y	y		y	y		y	y	y	y	y	
해상	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
상태	(MB=0, MC=1, MB.MC=2)	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
Sea	거칠기 Sea Sfc. Roughness	MO/RO	SL/RO	RO/MO	RO/MO	RO/VRU	VRU/VRU	RO/MO	SL/MO	MO/MO	SL/SL	SL/MO	RO/VRU	RO/RO	MO/RO	MO/SL	
State	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	SL/MO	RO/VRU	VRU/VRU	VRU/VRU	VRU/VRU	RO/VRU	RO/VRU	SL/RO	RO/RO	RO/RO	MO/MO	MO/VRU	VRU/VRU	RO/MO	SL/RO	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions (unit: m/s)

2024년 11월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	10.8	11.6	12.7	7.1	3.8	6.1	6.0	1.6	1.2	1.2	3.0	2.2	0.0	6.0	7.6	12.8
2	2.9	2.4	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	9.5	13.1	5.7	4.9	4.2	3.2
3	4.7	3.8	3.6	5.0	4.6	3.1	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8	13.8	8.7	6.4	6.3
4	10.4	1.0	1.1	1.5	0.0	0.0	0.0	1.7	1.4	3.5	4.1	5.1	5.7	0.0	9.4	9.9
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	9.6	10.7	11.1	11.2	7.8	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	13.5	12.4	8.6	0.0	0.0
7	3.2	0.0	0.0	0.0	4.7	4.9	4.5	6.7	5.2	2.6	1.9	7.7	8.0	7.7	5.1	4.3
8	0.0	0.0	0.5	0.7	4.6	3.9	4.1	5.4	5.0	9.1	8.9	9.2	7.4	5.7	0.0	1.2
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	7.8	7.5	6.4	4.6
10	4.5	2.7	0.7	2.7	3.0	0.8	4.1	3.9	2.3	1.1	0.0	0.0	6.0	5.9	5.8	4.7
11	7.4	10.1	7.7	3.3	3.1	3.9	3.6	3.4	3.4	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0
12	13.7	12.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6
13	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	11.8
14	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	8.3	9.9
15	9.5	0.0	1.9	2.1	2.0	2.9	2.2	3.6	3.3	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	1.1	9.8
16	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	1.1	3.7	5.0	6.7	8.9	7.4	5.3	6.0	4.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	7.9	12.8	12.5	10.6	9.1	3.8	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	12.8	11.7	11.2	8.0
19	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	13.8	10.5
20	16.7	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	4.4	2.5	7.8	17.1
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	12.9
22	13.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	4.3	4.2	4.6	4.4	0.0	3.6	0.0	9.6	12.1
23	5.4	2.6	3.3	0.0	3.2	0.0	5.4	9.3	12.8	14.9	3.3	3.1	2.7	3.4	9.5	8.7
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	0.0	10.7	10.4	4.7	4.0	4.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	9.5	6.2	9.5	11.6	10.3	0.0	0.0
26	2.1	2.5	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	9.7	4.8	4.0	7.5	7.7	6.8	3.2
27	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	15.0	14.2	8.4	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	14.9	10.5	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	7.0	10.4	9.3
30	4.6	0.0	0.0	0.0	11.9	9.8	5.3	4.6	0.0	2.5	1.5	1.0	5.3	5.2	4.7	4.7
월 Month	16.7	12.7	12.7	7.1	11.9	9.8	6.0	9.3	12.8	14.9	12.5	14.8	15.0	14.9	13.8	17.1

KOPRI 극지연구소

- 99 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions (%)

2024년 11월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	6.2	1.4	7.6	4.2	4.2	4.2	2.1	1.4	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0	4.2	20.8	41.0	0.0
2	6.9	8.3	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	9.0	25.0	3.5	7.6	9.0	15.3	4.9
3	2.8	3.5	1.4	10.4	9.0	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	36.8	6.2	5.6	13.2	1.4
4	18.1	0.7	2.8	2.1	0.0	0.0	0.0	2.1	2.1	1.4	6.2	1.4	2.1	0.0	19.4	36.1	5.6
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	9.7	47.9	22.9	15.3	3.5	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	55.6	18.1	4.9	0.0	0.0	0.0
7	1.4	0.0	0.0	0.0	4.2	4.9	4.9	23.6	2.1	2.8	2.1	11.1	17.4	9.0	10.4	5.6	0.7
8	0.0	0.0	0.0	0.7	5.6	1.4	2.1	4.9	1.4	3.5	11.8	27.1	22.2	15.3	0.0	0.7	3.5
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	52.1	28.5	17.4	0.7	0.0
10	4.2	2.8	0.7	2.8	0.7	1.4	8.3	7.6	3.5	1.4	0.0	0.0	3.5	4.9	26.4	25.7	6.2
11	9.0	16.0	2.8	2.1	0.7	11.1	11.1	22.2	20.8	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	2.1
12	79.2	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0
13	45.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.4	18.8	0.0
14	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	34.7	47.2	0.0
15	30.6	0.0	0.7	2.1	1.4	2.8	0.7	8.3	12.5	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.7	37.5	1.4
16	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	3.5	13.9	14.6	34.7	16.7	8.3	4.9	1.4	0.0	0.0	0.7
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	2.8	11.8	34.0	38.2	10.4	2.1	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	51.4	19.4	22.2	0.7	0.0
19	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	69.4	18.8	0.0
20	3.5	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	2.8	91.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.6	69.4	0.0
22	32.6	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	2.1	1.4	3.5	0.0	0.7	0.0	16.0	34.7	0.0
23	4.2	2.8	2.8	0.0	1.4	0.0	4.2	14.6	11.1	20.1	2.1	2.1	6.2	1.4	13.9	13.2	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	20.8	70.8	2.1	0.7	0.7	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	11.1	3.5	20.1	42.4	20.1	0.0	0.0	0.0
26	4.2	2.8	2.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	6.2	3.5	1.4	18.1	29.2	22.2	2.1	0.0
27	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	36.8	41.7	18.1	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	63.9	24.3	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	13.9	50.7	28.5	0.0
30	0.7	0.0	0.0	0.0	23.6	10.4	7.6	2.1	0.0	4.2	1.4	1.4	2.8	15.3	22.2	8.3	0.0
월 Month	8.9	1.6	0.8	0.9	1.7	1.3	1.6	3.4	2.8	3.8	4.2	9.4	14.8	10.7	15.9	17.5	0.9

KOPRI 극지연구소

- 100 -

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2024년 12월

요소 Element		일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
기	기 압 평 균 Ave. Station		989	993	997	1006	1012	1013	1003	999	997	995	1000	992	992	992	992		998
			1002	1001	981	984	1000	1010	1010	1003	989	989	991	997	999	1006	1003	1010	
압	최 고 Highest		992	996	1002	1011	1015	1015	1008	1001	1001	998	1002	999	995	995	995		1015
			1009	1008	989	993	1008	1012	1012	1008	995	994	996	999	1005	1007	1006	1013	6일
(hPa)	나타난 시간Time		22:56	23:14	23:56	23:30	23:28	1:06	0:03	0:01	4:32	23:35	18:38	0:09	19:03	22:42	0:28		
			23:51	0:10	0:01	24:00	24:00	15:57	0:06	0:02	0:09	13:21	23:49	19:04	23:55	15:38	23:08	22:39	
Air	최 저 Lowest		984	991	994	1001	1010	1007	1000	998	994	992	996	989	989	989	990		979
			994	988	979	979	991	1007	1007	994	986	984	984	994	996	1004	1001	1004	18일
Press.	나타난 시간 Time		0:06	2:09	3:31	0:01	0:02	24:00	23:55	23:56	19:23	5:07	0:03	10:27	1:39	2:14	16:13		
			0:12	0:00	7:11	2:44	0:13	0:02	24:00	23:59	20:35	23:36	0:01	0:11	5:10	0:59	13:01	0:01	
	기 온 평 균 Ave. Station		-1.1	-0.6	-0.9	-0.3	-1.0	-0.4	0.4	0.2	1.1	1.6	1.6	3.5	2.0	2.1	1.7		1.0
			1.3	1.1	1.6	-0.9	-1.6	-0.7	-0.2	1.7	2.2	3.8	2.7	2.0	2.2	2.3	2.1	2.2	
기	평 균 최 고 Avg. Maximum																		3.4
	평 균 최 저 Avg. Minimum																		-0.8
온	최 고 Highest		0.7	2.2	1.3	1.7	1.8	2.3	3.6	2.0	5.8	3.4	3.8	8.3	4.2	3.5	6.0		8.3
			3.3	4.0	5.4	0.1	-0.6	1.7	1.3	5.1	4.9	5.6	4.4	4.6	4.1	3.1	3.3	5.0	12일
(℃)	나타난 시간Time		11:58	13:57	18:01	14:44	15:09	13:49	15:12	15:46	13:54	15:12	22:22	10:37	20:35	11:48	14:59		
			14:31	12:44	16:24	14:06	14:00	15:57	12:44	24:00	0:01	15:30	13:02	13:37	17:14	14:15	1:03	14:39	
Air	최 저 Lowest		-2.7	-1.9	-2.2	-2.6	-3.2	-3.8	-1.4	-1.7	-2.2	0.4	0.2	1.6	0.7	0.7	0.0		-3.8
Temp.			-0.5	-0.5	-1.0	-1.9	-2.7	-2.8	-1.4	-1.2	0.2	1.3	0.9	0.9	1.0	1.0	0.7	0.2	6일
	나타난 시간 Time		0:48	0:04	4:29	3:38	4:15	1:17	3:55	23:05	5:25	23:50	3:25	23:29	9:46	23:54	22:24		
			23:48	0:01	23:56	21:26	22:38	0:22	1:58	2:10	22:41	13:10	23:43	5:42	24:00	0:01	20:04	3:28	
평균이슬점온도(℃)			-3.9	-3.8	-5.9	-5.5	-5.5	-3.6	-1.5	-0.7	-0.8	0.1	0.3	1.8	0.3	0.9	0.1		-1.4
Average Dewpoint Temperature			-2.4	-3.3	-0.7	-2.3	-5.3	-5.7	-4.5	-0.6	1.2	1.8	0.7	1.1	1.3	1.9	1.5	-0.5	

KOPRI 극지연구소

- 101 -

2024년 12월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
강수량(mm)		0.5	0.5	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.0	0.1	0.7	-		31.3
Total Precipitation		-	0.0	5.2	9.2	-	-	-	0.5	2.5	2.0	5.5	-	0.0	2.0	1.5	-	
상	평 균 Average	82	79	69	68	72	79	87	94	87	90	91	89	88	92	89		84
대		77	73	86	91	76	69	73	85	93	88	87	94	94	98	96	83	
습	최 소 Lowest	61	62	56	56	49	57	75	80	71	79	80	70	69	84	64		49
도		60	60	67	84	66	53	59	69	80	72	76	80	83	94	85	68	5일
(1%)	나타난 시간Time	10:09	13:59	15:18	17:19	21:13	0:03	15:11	14:38	11:07	16:12	11:15	10:36	19:44	18:27	14:57		
R.H.		16:00	13:10	10:13	18:47	14:23	16:05	8:17	13:17	1:01	14:57	12:50	12:42	17:14	7:33	23:59	10:34	
	평 균 Average	4.0	2.5	6.5	3.3	3.2	5.1	3.9	4.6	5.5	8.7	6.7	8.5	7.8	8.4	5.9		6.6
바		3.9	6.3	7.7	11.3	9.5	5.1	5.4	9.7	9.1	10.0	9.5	6.0	5.6	8.1	6.9	5.4	
	순 간 최 대 Greatest Gust	11.2	7.4	13.3	10.5	10.1	11.2	8.0	8.1	12.7	16.8	13.4	18.3	14.2	16.8	12.6		22.7
람		10.1	22.3	22.4	18.7	17.6	11.9	11.1	17.5	17.5	22.7	18.1	13.7	12.9	12.9	14.8	12.6	25일
	풍 향 Direction	E	N	ESE	SE	E	W	WNW	NW	NNW	NNW	NNW	N	NNW	NNW	N		N
(m/s)		NNE	NE	ESE	ESE	ESE	E	NW	N	NNW	N	NW	NW	NW	NNW	NW	WNW	
Wind	나타난 시간 Time																	
구름(1/8)		8.0	6.6	3.4	5.6	4.0	1.8	7.6	7.6	7.2	6.6	8.0	8.0	7.6	8.0	7.2		6.8
Average Amount of Cloud		6.4	8.0	7.8	8.0	6.8	4.0	6.2	7.6	8.0	7.2	6.2	8.0	7.8	8.0	8.0	4.8	
폭풍설 Bliz-zard	시 작 시 간 Start Time																	
	끝 난 시 간 End Time																	
	계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

KORRI 극지연구소

2024년 12월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m²)/월총량		10316	17712	30015	20537	16839	31406	20408	15561	17798	20995	11992	10653	16356	13124	19129		553271
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		15068	17496	15941	17833	18446	33169	16070	21133	8389	16433	26404	15172	14645	7180	8882	28166	
일평균 수평시정(km)/월최소		9.0	13.5	15.0	15.5	20.0	17.5	9.5	6.9	12.0	12.0	8.0	8.0	10.0	8.5	10.0		4.0
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		14.3	13.3	9.5	7.0	11.0	17.5	20.0	11.0	8.0	8.0	8.0	9.5	8.5	4.0	5.5	17.5	29일
눈	적 설 최 심	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		1.5
	Max. Depth. Snow Cover	-	-	1.5	1.5	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18일
Snow (cm)	신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		3.0
		-	-	1.5	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Snow 최 심 Max. Depth																	1.5
	Fall 나타난 날 Date																	18일
기상 현상 Meteo. Pheno -mena	맑 음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)						y											1
	구 름 조 금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)			y		y	y											3
	구 름 많 음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)				y												y	2
	흐 림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y		y	y	y	y	y	y	y	y	y		25
	눈 Snow		y		y				y									3
	비 Rain	y	y					y	y	y	y		y	y	y			16
	진 눈 깨 비 Sleet								y	y	y	y		y	y	y		2
	안 개 Fog		y									y						0
	박 무 Mist	y						y	y			y	y	y	y	y		19
			y		y	y			y	y	y	y	y	y	y	y		
해상 상태 Sea State	유 빙 Drift Ice(F:Frozen) (MB=0, MC=1, MB.MC=2)	- D/2	D/1 D/2	- D/2	D/2 -	D/2 D/2	D/2 -	D/2 D/2	D/2 D/2	D/2 D/2	D/2 D/2	D/2 D/2	D/2 D/2	D/2 D/2	D/2 D/2	D/2 D/2	D/2	
	거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	RO/MO SL/CA	RO/MOD SM/RO	MO/SL RO/SL	MO/MO RO/RO	SL/SL MO/MO	MO/SL SM/SM	SL/MO SL/MO	MO/MO MO/RO	MO/RO RO/RO	RO/RO RO/VR	RO/VR VR/RO	RO/VR SL/MO	VR/VR SL/MO	MO/MO MO/RO	MO/SL RO/RO	MO/RO	

KOPRI 극지연구소

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions (unit: m/s)

2024년 12월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	0.0	0.0	4.4	4.4	8.6	8.2	0.0	5.6	5.8	4.8	2.5	0.2	1.7	3.4	3.7	3.1
2	5.0	4.3	4.8	1.4	1.7	1.5	2.0	2.8	2.0	0.0	0.0	1.9	2.1	2.9	2.8	3.4
3	0.0	0.0	5.6	4.0	10.2	8.9	6.5	7.7	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	1.3	2.8	2.8	2.5	6.4	6.4	5.8	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.7	2.1	7.4	6.1	6.0	4.6	5.9	5.7	2.4	0.8	2.0	0.4	0.7	0.9	0.8	0.8
6	0.0	2.6	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	5.6	7.5	8.1	7.8	0.0	1.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	4.8	4.8	5.7	6.2	5.5	5.3
8	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	5.9	6.6	6.2
9	8.4	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	3.7	3.8	0.0	3.4	0.0	2.9	5.4	5.7	8.8
10	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	10.3	11.7
11	10.2	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	7.9	9.0
12	11.2	11.6	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
13	9.2	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	9.8	11.2
14	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	12.3
15	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	8.8	5.8	4.1	4.0	0.0	0.0	3.7	2.7	4.1	8.3	8.0
16	3.3	4.0	7.2	7.7	7.3	0.0	5.4	4.7	3.5	1.5	4.0	2.6	4.8	3.5	4.7	2.6
17	2.4	14.5	13.7	8.0	7.3	6.6	5.9	1.4	2.4	2.1	2.2	0.0	1.1	0.5	0.9	0.8
18	2.1	0.0	15.1	15.9	12.2	11.8	3.4	4.3	4.0	3.6	0.0	0.0	1.4	1.2	1.4	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	10.9	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	1.8	6.4	7.7	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	3.8	2.3	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	7.3	8.6	9.1
23	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	11.8
24	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	10.4	11.2
25	14.7	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	0.0	14.3
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	12.2	14.2
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	7.7	6.1
28	4.3	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	10.6	8.0	7.2
29	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	9.7
30	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	8.3	10.0	10.1
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	1.9	3.0	4.4	4.8	9.6	8.8	7.4
월 Month	4.4	2.6	2.3	1.8	3.2	2.9	1.7	1.5	1.4	0.6	0.9	0.8	2.0	4.6	5.2	6.3

KOPRI 극지연구소

- 104 -

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions (%)

2024년 12월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.0	0.0	7.6	4.9	22.2	6.9	0.0	3.5	18.8	0.7	0.7	0.0	2.1	3.5	22.9	4.2	2.1
2	14.6	8.3	26.4	2.1	0.7	1.4	1.4	3.5	0.7	0.0	0.0	2.1	4.2	14.6	8.3	11.1	0.7
3	0.0	0.0	6.2	1.4	52.8	8.3	8.3	16.0	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	4.9	5.6	1.4	0.7	13.9	36.1	34.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.7	1.4	36.1	8.3	9.0	4.9	10.4	14.6	2.8	2.1	2.1	0.0	0.7	1.4	1.4	0.7	3.5
6	0.0	1.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	8.3	25.0	53.5	6.9	0.0	0.7	0.7
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	3.5	5.6	13.9	34.0	30.6	11.8	0.0
8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	19.4	61.8	16.7	0.0
9	18.1	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	4.9	0.0	0.7	0.0	0.7	8.3	33.3	28.5	0.0
10	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	29.2	51.4	0.0
11	16.7	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	43.8	28.5	0.0
12	40.3	35.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	0.0
13	16.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	32.6	33.3	0.0
14	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	66.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	11.8	4.2	0.7	2.8	0.0	0.0	1.4	1.4	4.2	22.9	34.0	0.0
16	0.7	4.2	32.6	14.6	2.8	0.0	3.5	4.2	2.1	0.7	3.5	3.5	2.1	9.0	14.6	2.1	0.0
17	0.7	14.6	49.3	7.6	1.4	6.9	4.2	2.1	2.8	2.8	2.8	0.0	1.4	0.0	1.4	0.7	1.4
18	0.7	0.0	11.1	22.2	19.4	10.4	1.4	9.7	19.4	2.8	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7
19	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	92.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	24.3	64.6	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	6.9	25.7	47.9	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	4.9	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	15.3	55.6	18.1	0.0
23	63.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	34.0	0.0
24	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	13.9	65.3	0.0
25	52.7	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	0.0	32.4	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	70.1	19.4	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.7	54.9	3.5	0.0
28	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	10.4	45.8	33.3	0.0
29	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.6	75.7	0.0
30	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	25.7	45.8	24.3	0.0
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	3.5	2.1	5.6	28.5	52.8	4.9	0.0
월 Month	8.8	2.9	6.0	2.8	6.6	7.8	2.6	2.9	2.2	0.4	0.8	1.3	3.3	9.0	22.2	20.1	0.3

KOPRI 극지연구소

- 105 -

Last Page

KOPRI
극지연구소

KOPRI
극지연구소

주 의

1. 이 보고서는 극지연구소에서 수행한 기본연구사업의 연구결과보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 극지연구소에서 수행한 기본연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.

KOPRI 극지연구소