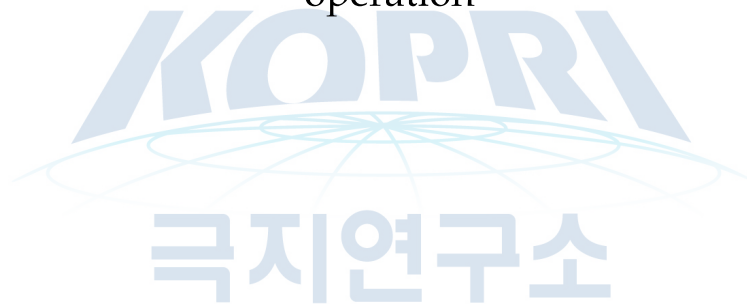


남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및
생태계 오염 요인 모니터링

Monitoring on indicators for environmental and ecological
contamination generated by Antarctic research stations
operation



2020. 04. 29

한 국 해 양 과 학 기 술 원
부 설 극 지 연 구 소



제 출 문

극지연구소장 귀하

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

2020. 4. 29

연구책임자 : 김 지 희

참여연구원 : 김 상 희, 강 성 호

김 옥 선, 김 제 원

김 형 보, 박 상 중

배 효 준, 서 원 석

안 서 희, 양 은 진

이 재 진, 이 진 교

이 태 식, 전 미 사

정 호 성, 조 안 나,

주 형 민, 최 봉 수

최 성 호, 최 태 진

최 한 구, 황 혜 원

32차, 33차 세종기지월동대

6차, 7차 장보고기지월동대

외부 참여 기관 : 기상청, (주)인더씨코리아

선박해양플랜트연구소

Plant and Food Research

참여연구원 : 노 재 훈, 정 남 재

김 사 흥, 김 현 진

고 영 욱, 이 판 목

이 판 목, 박 계 청



보고서 초록

과제관리번호	PE19190	해당단계 연구기간	2019.01.01.~12.31	단계 구분	/
연구사업명	중 사업명				
	세부사업명				
연구과제명	중 과 제 명				
	세부(단위)과제 명	남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링			
연구책임자	김지희	해당단계 참여연구원 수	총 : 27 명 내부 : 23 명 외부 : 4 명	해당단계 연구비	정부: 430,000 천원 기업: 천원 계: 430,000 천원
연구기관명 및 소속부서명	한국해양과학기술원부설 극지연구소 극지생명과학연 구부		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 : Plant & Food Institute, NZ		연구책임자 : 박 계 청		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자이내)				보고서 면수	351 (부록제외)
<p>○ 남극 과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 장보고기지의 경우 유류 사용량이 다소 증가하였음 <p>○ 기지 운영에 따른 환경 지표 모니터링</p> <ul style="list-style-type: none"> - 환경 지표로서 기지주변 공간적 점유와 야외활동지역에 대한 족적, 방류수 수질을 분석하고 있음. 방류수 분석 결과 기준치를 웃돌고 있어 지속적인 대책이 필요함 - 세종기지의 외래종 모니터링을 지속하고 있으며 현재는 개체군 통제 수준으로 효과적인 방제 대책 필요. 야외 번식가능성과 방제 매뉴얼 개발을 위한 현장 실험 수행 - 2018년 수행한 기지 점검 결과 반영여부 검토 및 2019년 기지 점검 수행. 소량 유류 유출에 대한 기지 보고 및 방제 조치 필요 <p>○ 기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2019/20년 장보고과학기지주변 생물상 모니터링 시행 - 2019년 기지주변 표층수의 식물플랑크톤 계절변동 조사 수행 <p>○ 기지 기반 환경요인 장기 모니터링</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기지 주변 기상요소, 해양 물리 요소 및 육상 미소기후 관측 					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	세종기지, 장보고기지, 환경영향 감시, 환경지표, 생태계 변화, 장기 환경요인 모니터링			
	영 어	King Sejong Station, Jang Bogo Station, environmental impact monitoring, environmental indicator, ecological change, long-term monitoring of environmental factors			



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

2. 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
3. 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
4. 장보고과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링
 - 1) 2019년 남극 장보고기지 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동
 - 장기적인 환경변화 감시를 위한 생물학적 요인 조사
 - 식물플랑크톤 생물량의 변동 분석
 - 3) 2019/20년 남극 장보고과학기지 주변 생물상 모니터링
 - 육상생태계 조사
 - 저서생태계 군집 특성 파악
 - 수중 설치 장비 유지 보수
 - 남극은어 알 채취
5. 장보고과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링
 - 1) 장보고기지주변 기상 모니터링
 - 기상
 - 바다의 결빙

2) 장보고기지연안 pCO₂ 와 관련인자 모니터링

- 대기과 해양 용존 이산화탄소 분압, 용존산소, pH, 엽록소, CDOM, 탁도 관측

3) 미기후 모니터링

- 미기후 데이터

Part III. 세종과학기지

6. 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

7. 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

8. 세종과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

- 1) 2019/20년 세종기지 유입 외래생물 모니터링
- 2) 2019년 남극 킹조지섬 마리안 소만 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동
 - 장기적인 환경변화 감시를 위한 생물, 물리적 요인 조사
 - 표층수의 수온, 염분
 - 식물플랑크톤 생물량의 변동 분석

9. 세종과학기지 기상 관측

- 1) 남극세종과학기지 주변 기상 환경 모니터링
 - 기상
 - 해빙

IV. 연구 결과 (관측 결과)

Part I. 남극 과학기지 운영 현장 점검

1. 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
 - 현장 점검과 7차 월동연구대 면담을 통해 진행하였으며, 대부분의 항목에 대해 남극 환경 영향을 최소화할 수 있도록 저감 방안을 이행함
 - 2019/20 시즌에 안전과 환경오염 문제를 유발할 수 있는 위험 요소인 유류 배관과 유류 저장소 유류 유출방지턱 내부의 눈을 상당부분 제거, ISO 유류탱크관리와 운송장비 및 헬리콥터 주유 시 여전히 주의가 요구됨

2) 세종과학기지 운영 현장 점검

- 유류관리, 화학물질관리, 에너지 보존, 수자원 보존, 환경보호의정서 관련 분야 등을 포함한 33개 항목에 대하여 실시함
 - 현장 점검과 33차 월동연구대에서 점검 결과에 따라 현장에서 조치 가능한 사항 이행. 오래된 시약 및 과거 입고된 살충제 등은 전량 반출 폐기함
 - 지난 현장점검시 지속적으로 문제가 되었던 소형 유류 저장소(ISO 유류 탱크관리 및 중장비 주유기)의 소량의 유류 유출은 2019/20 시즌에 발생하지 않았음

Part II. 장보고과학기지

2. 장보고과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

1) 기지 환경시설로서 오수처리시설, 폐기물 처리시설, 온실의 운영관리

- 6차 월동기간 동안 오수 처리시설의 관리는 주기적으로 수행되었으며 오수처리시설을 통해 생산된 중수는 청소 등에 활용하여 청수 사용량을 줄이고 있음
- 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

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

- 유류 사용량과 에너지 사용량은 월별로 관측 분석되었으며 유류의 89%가 발전기 운영에 사용됨
 - 유류소모 및 에너지 사용량은 외부기온 부하 변동과 각종 난방기구 사용 증감, 하계 연구원의 연구장비 사용에 따라 차이가 발생함
 - 2019년 경유 사용량은 527,054ℓ로 월평균 약 43,921ℓ를 사용하였으며 2018년의 연간 사용량 보다 35,448ℓ의 경유 사용량 증가
- 태양광발전량은 약 59,151kWh로 지난 해에 비해 약 3,510kWh가 감소함
- 2019년 월동기간 동안 1인당 하루 청수사용량은 약 300ℓ이었음

3) 기지에서 발생하는 폐기물의 관리와 반출

- 6차 월동기간에 발생한 생활폐기물의 발생량은 5차 월동기간에 발생한 폐기물의 양에 비해 일반폐기물의 경우 현저하게 감소함
- 재활용 폐기물 중 종이류는 약 1,000kg, 고철류는 8,860kg, 플라스틱류 3,790kg, 유리 1,770kg이 발생함
- 음식폐기물의 경우 5차 월동기간과 마찬가지로 사용하지 못하고 폐기되는 음식물이 많았으며, 음식폐기물의 양을 줄이기 위해서는 구매계획의 검토 필요
- 발생한 폐기물은 재활용폐기물, 일반폐기물, 지정폐기물 (폐유 등)로 구분 포장되어 20ft 컨테이너 적재되어 아라온을 통해 국내로 반입, 처리될 예정

3. 장보고과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

1) 족적

- 2018/19 하계시즌과 6차 월동기간이 포함된 2018년 10월 23일부터 2019년 3월 15일까지 항공기와 쇄빙연구선 아라온을 이용하여 160명이 방문함. 이중 하계 연구목적으로 들어간 인원은 111명이었음
- 기지주변과 빅토리아랜드 전 지역을 대상으로 32개 지역에서 헬리콥터, 트레바스, 도보를 이용한 연구 및 연구지원이 이루어짐

2) 방류수 수질 및 연안 해수질 모니터링

- 방류수 모니터링
 - 2019년에는 2018년보다 수질이 약간은 개선된 것으로 보이나 6차 월동기간 동안 BOD 농도와 COD농도는 기준치를 넘는 경우가 자주 발생

합

- T-P는 여전히 기준치를 크게 웃돌고 있어 지속적인 저감 노력 필요
- 연안 해수질 모니터링을 위한 정점 선정과 정점에서의 영양염, CTD 자료 획득
 - 2018/19 하계시즌 21개의 정점을 새롭게 선정하여 조사함

4. 장보고과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

1) 2019년 남극 장보고기지 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동

- 전체 식물플랑크톤 생물량(전체 Chl-*a* 농도)은 평균 $0.434\mu\text{g L}^{-1}$ 이었으며 작년($0.244\mu\text{g L}^{-1}$)보다 높았음
 - 2월 1일 ($5.703\mu\text{g L}^{-1}$)에 식물플랑크톤의 생물량이 최대값을 보임
 - 연평균 미세조류에 의한 생물량 (micro-sized Chl-*a* 농도)은 $0.218\mu\text{g L}^{-1}$ 이었음
 - 미소조류에 의한 생물량(nano-sized Chl-*a*의 농도)은 $0.149\mu\text{g L}^{-1}$ 로 나타남
 - 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl-*a*)의 농도는 $0.049\mu\text{g L}^{-1}$ 로 나타남

2) 2019/20 장보고기지 주변 생물상 모니터링

- 육상생태계 조사
 - 육상식생 및 담수호 조사, 환경관측 장비 HOBO에서 1년간 관측 기록된 수분, 온도, 광량 등의 데이터 수거
- 저서생태계 군집 특성 파악
 - 곤드와나기지 앞 저서생태계 군집구조를 파악하기 위해 수심 10m부터 20m까지 Transect Line을 설치하고 비디오 연속촬영자료 확보
 - 형태와 DNA 분석용 시료 확보
- 수중 설치 장비 유지 보수
 - 수심 20m 정점에 설치된 biologist에서 1년간 기록된 수온, salinity, Chlorophyll a 자료를 확보
- 극지용 ROV 장비 개발을 위한 자료수집
 - 남극에 특화된 ROV 장비의 개조/개발을 위해 ROV (videoRay pro4) 장비 테스트 실시
- 남극은어 알 채취
 - 다이빙용으로 확보한 얼음구멍에서 netting을 통해 남극은어알을 다량

확보하였으며 이를 통해 부화, 배양 실험 가능성 확인

5. 장보고과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링

1) 장보고과학기지 주변 기상 모니터링

• 기상

- 2019년 연평균 기압은 986.5 hPa (최고 1019.0 hPa, 최저 951.0 hPa)이었음
- 2019년 연평균 기온은 -14.0 °C(최고 4.7 °C, 최저 -35.0°C)로 나타남
- 2019년 연평균 습도는 56 %, 연평균 이슬점은 -22 °C이었음
- 2019년 연평균 풍속은 4.4 ms^{-1} (순간 최대 37.9 ms^{-1})이었고 이전 4년간 평균(4.4 ms^{-1})과 순간 최대 풍속(41.6 ms^{-1})와 비교하여 평균 풍속은 같았으나 순간 최대 풍속은 낮았음
- 연중 주풍향은 서풍계열(WSW~WNW)이 가장 우세(44%)하였고, 여름철(1월, 2월, 11~12월)은 다른 계절에 비해 북동풍계열(N~NE)의 바람의 비율이 32.3%로 서풍계열(33%)과 비슷함
- 2019년 블리자드는 총 25회로 지난 4년 평균 15회보다 훨씬 많음

• 바다의 결빙

- 2019년 기지 앞바다의 결빙이 되지 않은 날은 60일로 지난 4년 해빙(解氷) 일수(19일~52일)에 비해 상당히 길었음

2) 해수 이산화탄소 및 관련 인자 모니터링

• 장보고기지 연안 pCO₂, 수온, 염분, 용존산소, 엽록소, CDOM, pH, 탁도 모니터링

- 2019년 대기 이산화탄소 농도는 406 ppm 에서 408.6 ppm 으로 증가
- 해양 pCO₂ 는 월평균 246 ppm에서 454 ppm까지 약 210 ppm 연변화
- 용존산소는 2월에 최고값인 415 uM 기록
- 수온과 염분은 각각 약 1.7°C, 3.8 ‰ 연변화
- 엽록소는 2월과 3월에 5 mg/m³ 이상의 고농도 기록
- pH, 탁도, CDOM 은 센서 오작동으로 연변화 경향이 없음

3) 미기후 모니터링

- 남극 장보고과학 기지 주변 토양환경에서 기온, 상대습도, 광량, 토양온도와 수분함량을 포함한 미기후 환경요인의 연변화 패턴은 2014년 2월부터 2019년 10월 관측자료를 분석하였음
- 이 결과는 장기적으로 모니터링할 계획이며 기후변화에 따라 생물상 분

Part III. 세종과학기지

6. 세종과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

1) 기지 환경시설로서 오수처리시설, 폐기물 처리시설, 온실의 운영관리

- 오수처리시설 개선을 위한 점검 및 보수공사를 시행하였으나 세종기지에서 배출되는 방류수 수질은 기준에 못 미치고 있음
 - 근본적 개선을 위해서는 시설 확충이 요구되나 필요 공간이 확보될 때까지 기지 체류 인원의 생활 습관 개선이 절실히 필요
- 발생 폐기물은 폐기물처리시설에서 압축 처리, 정상별로 분류되어 국내로 운송될 때까지 지정 컨테이너에 보관
- 온실은 남극 생태계 교란의 원인이 될 수 있는 외래종 유입방지를 위해 지침에 따라 관리되고 있음
- 외래종 유입방지를 위한 조치의 지속적 개선과 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
 - 2019년 유류 사용량은 385,319ℓ로 지난해 같은 기간 사용한 374,250ℓ에 비해 다소 증가였으나 2017년 사용량(411,200ℓ) 보다는 적게 사용함
 - 2019년 8월~10월 중 담수화기를 사용하여 유류 사용량이 다소 증가함
- 유류 유출 예방을 위해 유류 저장 및 관련 시설 안전점검 항목에 따라 주기적 점검이 실시되고 있으나, ISO 유류 컨테이너 관리와 중장비 주유시 각별한 주의가 지속적으로 요구됨

3) 기지에서 발생하는 폐기물의 관리와 반출

- 32차 월동기간에 발생하거나 지난 공사 기간 중 발생한 매립 폐기물(소각재)을 포함한 일반폐기물과 재활용 가능한 폐기물은 15,522kg으로 지난해와 비슷한 양의 폐기물이 반출됨
 - 고철(46%)과 PVC(35%)가 높은 비중을 차지함
- 지정폐기물은 저유탱크 청소로 발생한 폐유의 잔량으로 1,400ℓ가 발생하였고 배터리류가 960kg 발생함
- 2019년에는 2018년 31차 월동기간에 비해 소각으로 발생한 재의 양이 약 1/2로 줄었으나 지속적인 소각용 폐기물 발생 절감을 위한 대책이 요

구됨

7. 세종과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

1) 목적

- 2018/19 하계 기간 동안 세종기지에 들어온 인원은 49명이며, 32차 월동대 16명을 포함하여 하계 연구자는 78명, 하계 지원인력 12명, 선박 보관동 건설 인원 12명, 연구협력 및 시찰을 목적으로 방문한 23명 및 기타 인원 8명으로 구성됨
- 남극특별보호구역 171번 방문신청 건수는 10건이며 총 61명이 누적 방문인원은 213명이었음

2) 방류수 수질 모니터링

- 방류수의 수질 개선을 위한 오수처리시설의 관리 및 효율 개선을 위한 실험을 진행하였으나 수질검사 결과 전년과 동일하게 한국 공공 하수처리시설의 방류수 수질기준을 상당히 초과함
- 근본적인 시설 개선이 요구되며 동시에 기지 물 사용량 및 세제사용 등을 줄이는 수질 개선 노력이 지속적으로 요구됨

8. 세종과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

1) 남극 생태계에 영향을 미칠 수 있는 외래종 모니터링

- 외래종 겨울각다귀 모니터링
 - 남극세종과학기지에서 2013년부터 외래유입종 겨울각다귀 (*Trichocera maculipennis*)가 출현하여 개체수 변화, 잠정 서식지 등을 계속 관찰 중이며 이를 바탕으로 방역 작업을 진행 중
 - 2019년 월동기간 및 2019/20 하계 시즌에도 UV-trap과 끈끈이 트랩을 설치하였으며 각다귀 방역을 위해 표준화된 관측 방법과 향후 방역을 위한 매뉴얼 작업 수행
 - 겨울각다귀는 기지 주변 호수의 환경에서 산란과 유충의 활발한 섭식 활동이 이뤄질 수 있는 것을 확인
 - 기지 주변 호수에 서식하는 midge 유충, 톱토기 및 원생동물에 의한 공격 또는 포식이 관찰됨
 - 긴 유충 기간(약 4개월 이상 필요)동안의 기지 주변 호수의 온도 변화를 감안할 때 겨울각다귀 유충이 세종기지 주변 호수에서 유충 기간을 완성하고 번데기를 거쳐 성충으로 성공적으로 발육하기는 어려울

것으로 판단됨

- visual trap 및 odor-baited trap을 사용하여 특정 냄새물질들 및 특정 광과장의 겨울각다귀에 대한 유인력 측정 실험을 개시
- 세종기지의 발전동 및 생활동의 오수집수 시설에 pesticide-impregnated netting 설치 준비 착수

2) 2019년 남극 킹조지섬 마리안소만 표층수 식물플랑크톤의 계절적 변동

- 표층수의 수온은 평균 0.04°C 로 조사되었고, 염분은 평균 332.59 psu 이 었음
- 전체 식물플랑크톤의 생물량은 년 평균 $0.476 \mu\text{g L}^{-1}$ 이었으며, 이 중 미세조류에 의한 생물량 (micro-sized Chl-a의 농도)은 년 평균 $0.258 \mu\text{g L}^{-1}$ 이었고, 미소조류에 의한 생물량 (nano-sized Chl-a의 농도)은 $0.168 \mu\text{g L}^{-1}$, 극미소조류에 의한 생물량 (pico-sized Chl-a의 농도)은 년 평균 $0.048 \mu\text{g L}^{-1}$ 이었음

9. 세종과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링

1) 세종과학기지 주변 기상 환경 모니터링

• 기상

- 2019년 1월부터 2019년 12월까지의 평균 기압은 991.1 hPa (최고 1046.5 hPa , 최저 950.2 hPa)로 예년 평균 (988.8 hPa)보다 약 2.3 hPa 높은 값을 기록함
- 평균 기온은 -1.7°C (최고 9.2°C , 최저 -17.1°C)로 예년 평균 (-1.8°C) 과 거의 같은 값을 보였음
- 평균 풍속은 6.9 ms^{-1} 로 예년 평균 (8.0 ms^{-1})보다 다소 약하였고, 2019년 전체 기간으로 보면 북서풍 계열(NW-WNW-NNW)이 가장 우세하였음
- 1평균 습도는 83.0% (예년 88.2%), 운량은 6.5 octas (예년 6.8 octas)이 었고, 총 강수량은 235.3 mm (월 평균 19.6mm)로 예년 평균(총량 522.9 mm , 월 평균 43.6 mm)에 비해 45% 수준의 적은 강수량을 기록함
- 폭풍설(blizzard)은 동계를 중심으로 4월부터 10월에 걸쳐 총 14회에 152.5 시간 발생하여 평균 회당 지속시간은 약 11시간 이며 예년 평균 횟수(22.5회) 및 총시간(265.9시간)과 비교하면 발생 횟수와 시간이 모두 60% 수준으로 발생함

- 바다의 결빙

- 2019년에는 마리안소만 및 맥스웰만 모두 결빙되지 않았으며 유빙만 관측됨



S U M M A R Y

I. Title

Monitoring on indicators of environmental and ecological contamination generated by Antarctic research station operation

II. Purpose and contents of the study

1. This study purpose 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 on-site check in 2019/20
 - 2) King Sejong Antarctic research station on- check in 2019/20

Part II. Jang Bogo Antarctic Research Station

2. Monitoring on 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 of environmental indicator affected by Jang Bogo station operation
 - 1) Monitoring of footprint by station operation and research activities based on the station
 - 2) Monitoring of discharged water quality

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, 2019
 - Annual survey for long-term monitoring on the seawater environment
 - Seasonal variation of microalgal assemblages
 - 2) Monitoring on biota around Jang Bogo Station, Antarctica
 - Investigation on terrestrial ecosystem
 - Understanding the feature of benthic community
 - Underwater devices maintenance
 - Sampling of Antarctic silverfish eggs
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) Monitoring of pCO₂ and relevant parameters at the station
 - Collect pCO₂ in the atmosphere and the surface seawater, temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, chl-a, CDOM, turbidity in seawater
 - 3) Microclimate monitoring
 - Microclimate data

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) Monitoring of discharged water quality
8. Monitoring of ecosystem changes caused by King Sejong station operation
 - 1) Non-native species monitoring at the station in 2019/20
 - 2) Temporal variation of phytoplankton and physical factors in the surface water of Marian Cove, King George Island, Antarctica, 2019
9. Long-term monitoring of Environmental factors based on King Sejong Station
 - 1) Monitoring on meteorology of King Sejong Station, Antarctica
 - Meteorology
 - Freezing of Sea

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.
 - On-site inspection and interview with the 7th over-wintering team were carried out, and most of the items have been implemented mitigation measures to minimize the environmental impact of Antarctic environment.
 - The piled-up snow on the pipeline and fuel spill prevention bund was removed as much as possible in 2019/20 summer season.
 - 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.

- On-site inspection and interview with the 33rd over-wintering team were carried out, and most of the items have been implemented mitigation measures to minimize the environmental impact of Antarctic environment.
- Expired chemicals and pesticide were packed to remove from Antarctica
- Fuel spill was not detected near ISO tank in 2019/20 season. However careful attention to fuel spill is required continuously.

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) as the environmental facilities

- To reduce fresh water usage, using grey water for cleaning facilities treated with sewage and wastewater treatment facility
- To reduce amount and to prevent environmental impact, the generated waste were pressed and classified with property 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 non-native species were not found in greenhouse facility and other building during 6th over-wintering season.

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

- Fuel and energy usage were observed and analyzed. 89% of fuel usage was for generators.
 - Fuel and energy usage was changed according to external temperature change, using heating apparatus, operation of research equipment by summer researching members.
 - Total fuel during 6th over-wintering period was up to 527,054 ℓ

which was increased amount of 35,448 ℓ for 5th over-wintering period.

- Electric energy generated by solar panels was about 59,151kWh (during five months).
- The monthly average electric power consumption was 144MW and 1,690MW per year.
- Fresh water usage for person·day in 2019 was 300 ℓ .

3) Waste management and remove from Antarctica

- Amount of general wastes generated during 6th overwintering period were significantly reduced compared to 6th overwintering period
- The amount of paper was 1,000kg, metal was 8,860kg, plastic was 3,790kg and glass was 1,770kg.
- The food waste was generated as amount of the last year during the 5th over-wintering period.
- Generated waste was itemized as recyclable waste, domestic waste and designated waste (e.g. waste oil), and individually packed to load in 20ft containers. All wastes were shipped on *Araon* to treated properly in Korea.

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

1) Footprint

- During 2018/19 season, 160 personnel entered into Jang Bogo Station via R/V icebreaker *Araon* and aircraft. The seasonal research personnel for austral summer season became 111.
- For the research activities and supporting them, 32 locations were visited to geological survey, geophysical survey, volcanic research, traverse for K-route and so on by foot, helicopter and snowmobiles.

2) Discharge water quality and sea water quality monitoring

- Discharge water quality monitoring
 - During over-wintering period of 2019, the discharged water quality was slightly improved. BOD and COD values exceeded standard limit frequently.

- Total Phosphorus concentration exceeded the standard limit. Further mitigation efforts are needed at the Jang Bogo Station.
 - Establishment of coastal seawater quality monitoring stations and obtaining nutrient CTD data from the stations
 - During 2018/19 season, monitoring the coastal seawater quality was conducted at new 21 survey stations.
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, 2019
- Annual mean of total microalgal biomass (total Chl*a* concentration) was $0.434\mu\text{g L}^{-1}$.
 - Micro-sized microalgal biomass (micro-sized Chl*a* concentration) was $0.218\mu\text{g L}^{-1}$.
 - Nano-sized microalgal biomass (nano-sized Chl*a* concentration) was $0.149\mu\text{g L}^{-1}$.
 - Pico-sized microalgal biomass (pico-sized Chl*a* concentration) was $0.049\mu\text{g L}^{-1}$.
- 3) Monitoring on the effects of human activities on biota around Jang Bogo Station during the 2019/20
- Investigation on terrestrial ecosystem
 - Investigation on terrestrial vegetation and lakes, HOBO logger data back-up and maintenance
 - Understanding the feature of benthic community
 - The impact of treated sewage and waste water effluent flowing into the ocean on the marine ecosystem is continuously observed
 - Underwater devices maintenance
 - The biologist installed at a depth of 20m in Jang Bogo Bay obtained a year-long data such as water temperature, salinity, and chlorophyll *a*, and installed a transect line from 10m to 20m in front of Gondwana station for video recording.
 - Sampling of Antarctic silverfish eggs

- Collecting Antarctic silverfish eggs to conduct further research such as life history and food web

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

1) Monitoring on meteorology at the Jang Bogo Station

• Meteorology

- Annual average atmospheric pressure was 986.5hPa, highest and lowest pressure were 1019.0 hPa and 951.0 hPa.
- Annual average temperature was -14.0°C , which was the highest since 2015. The highest and lowest air temperatures were 4.7°C and -35.0°C ,
- Annual mean wind speed in 2019 was 4.4 ms^{-1} (highest instant gust 37.9 ms^{-1}).
- Westerly (WSW~WNW, frequency 44%) was dominant, while north-easterly has occupied a significant level during the summer season (January, February November to December)
- Clear days were most frequent in May and July. Total number of clear days was greater than the last 3 years(2015 ~ 2017).
- Blizzards were occurred 25 times in total.

• Freezing of sea surface

- The period when the sea in front of the station was fully open was 60 days, which was significantly longer than those of the last four years (19-52 days).

2) Monitoring of pCO₂, temperature, salinity, dissolved oxygen, chl-a, CDOM, pH, and turbidity at Jang Bogo Station, Antarctica

- atmospheric CO₂ increased from 406 ppm to 408.6 ppm
- pCO₂ in the surface ocean varied by 210 ppm in monthly mean from 246ppm to 454ppm
- Dissolved oxygen recorded high in February by 415 μM
- Seawater temperature and salinity varied by 1.7°C and 3.8‰
- Chl-a varied by $>5\text{ mg/m}^3$
- pH, turbidity, and CDOM did not show a trend due to sensors

malfunction

3) Monitoring of microclimate

- Patterns of annual microclimates including air temperature, relative humidity, photosynthesis active radiation, soil temperature and soil moisture contents around Jang Bogo Station are monitored and analyzed from February in 2014 to December in 2019.
- These microclimate factors will monitor continuously and analyze the correlation with biota distribution.

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

- Sewage treatment facility had been improved during 2017/18 summer season nevertheless the water quality exceeded standard limit.
 - Before the fundamental improvement of sewage facility, the improvement of life style is required at the station.
- To reduce amount and to prevent environmental impact, the generated waste were pressed and classified with property to deposit at the station before transportation from Antarctica.
- The hydroponic facility has been managed by operating plan
- The precautionary measure to prevent non-native species introduction is required improvement and implementation continuously.

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

- Fuel and energy usage were observed and analyzed. Most of fuel usage was for generators.
 - During 32nd over-wintering period, 385,319 ℓ were consumed for station operation for 12 months and annual usage increased compared to the previous year.

- The increase in fuel consumption was due to operation of the desalination facility from August to October in 2019.
- To prevent oil spill, fuel storage facilities and related facilities are checked regularly with safety check list. Special caution has been required when ISO fuel tank management and refueling of vehicles.

3) Waste management and remove from Antarctica

- Wastes including to be landfill waste (incineration ash) generated during the 32nd over-winter period were 15,522kg, and scrap metal (46%) and PVC (35%) accounted for the highest percentage.
- Most of the hazardous wastes were waste-oil generated from the cleaning of the storage tank, resulting in 1,400 ℓ and batteries of 960kg.
- The amount of ash generated by incineration is half of the amount of the 31st over-wintering period in 2018, and measures are needed to reduce waste incineration.

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

1) Footprint

- During the summer of 2018/19, 149 people were visited to the King Sejong Station, composed of 78 researchers, 12 supporting staffs, 12 construction crew, 23 people for internal inspection, and 8 people for other purpose such as outreach.
- The number of permits for visit to the Antarctic Specially Protected Area No. 171 was 10, and daily accumulated number of visitor was 213 during the summer.

2) Discharge water quality monitoring

- To improve discharged water quality, improvement of the facility and experiment were conducted 2017/18 summer season. As the result, it was raised that the facility needs to enlarge processing capacity.
- The efforts such as saving fresh water and reducing detergent usage are required to improve discharged water quality.

8. Monitoring of ecosystem changes caused by King Sejong station operation
 - 1) Monitoring of non-native species during 2019/20 and developing eradication manual
 - NNS winter crane fly monitoring
 - We investigated the number of populations, locations, and provisional habitats of the invasive species (winter crane fly (WCF): *Trichocera maculipennis*) that have been spreading in King Sejong Station, Antarctica for several years since 2013.
 - A survey was continued to establish a UV-trap, a sticky trap during 2019 and 2019/20 summer season.
 - It was found that the winter crane fly can lay eggs in the freshwater around King Sejong Station and their larvae can feed on various organic materials in the freshwater.
 - Predation of the winter crane fly larvae by other insects such as springtails and midges was observed
 - A field trapping system has been established to evaluate the attractiveness of different olfactory-active compounds and visual signals.
 - We initiated preparing pesticide-impregnated nettings that can be placed in the wastewater treatment facilities at the King Sejong Station.
 - 2) Temporal variation of phytoplankton and physical factors in the surface water of Marian Cove, King George Island, Antarctica, 2019
 - Annual mean water temperature was 0.04°C in the surface water and annual mean salinity of surface water was 32.59 psu.
 - Annual mean of total phytoplankton biomass (total Chl-a concentration) was 0.476 $\mu\text{g L}^{-1}$, micro-sized phytoplankton biomass (micro-sized Chl-a concentration) was 0.258 $\mu\text{g L}^{-1}$, nano-sized phytoplankton biomass (nano-sized Chl-a concentration) was 0.168 $\mu\text{g L}^{-1}$ and pico-sized phytoplankton biomass (pico-sized Chl-a concentration) was 0.048 $\mu\text{g L}^{-1}$.

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

1) Monitoring on meteorology of King Sejong Station, Antarctica

• Meteorology

- Average station air pressure is 991.1 hPa (highest 1046.5 hPa, lowest 950.2 hPa)
- Annual mean air temperature $-1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (maximum $9.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, minimum $-17.1\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Annual mean wind speed 6.9 ms^{-1} (greatest 38.0 ms^{-1}), and predominant wind directions are NW-WNW-NNW with significant portion of E throughout the year.
- Average relative humidity is 83.0%, cloud amount 6.5 octas, total precipitation 235.3 mm (monthly average 19.6 mm)
- The occurrence number of blizzard is 14 (total duration time 152.5 hours) with average duration of 11 hours.

• Freezing of sea surface

- The Marian Cove nor the Maxwell Bay was not frozen at all in 2019 with only drift ice year-round.



C O N T E N T S

Summary (Korean)	1
Summary (English)	11
Introduction	49
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	53
Abstract (Korean)	53
1. Introduction	54
2. Survey methods	54
A. Items and survey area	54
B. On-site check method	56
3. Results and discussion	57
A. Fuel management	57
B. Chemicals management	61
C. Conservation of energy and water resource	62
D. Matters related with Environmental Protocol	62
Abstract (English)	65
Appendix 1. Inspection results of Jang Bogo Station (2019/20)	66
Appendix 2. Inspection results of Jang Bogo Station (2018/19)	74
Section 2. King Sejong Station on-site check	82
Abstract (Korean)	82
1. Introduction	83
2. Survey methods	83
A. Items and survey area	83
B. On-site check method	84
3. Results and discussion	84
A. Fuel management	84

B. Chemicals management	84
C. Conservation of energy and water resource	85
D. Matters related with Environmental Protocol	85
Abstract (English)	89
Appendix 1. Inspection results of King Sejong Station (2019/20)	90
Appendix 2. Inspection results of King Sejong Station (2018/19)	100

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	111
Abstract (Korean)	111
1. Sewage treatment facility	112
A. Facility characteristic	112
B. Facility management	112
2. Waste treatment facility	114
3. Greenhouse management	116
4. Conclusion and remark	117
Abstract (English)	119
Section 2. Management of fuel and energy use	120
Abstract (Korean)	120
1. Fuel usage and management	121
A. Fuel usage	121
B. Fuel storage and management	124
2. Prevention of oil spill and management	125
3. Energy generation and consuming	128
A. Electric energy generation and consuming	128
B. Heating	131
C. Freshwater generation and usage	131
4. Conclusion and remark	132
Abstract (English)	134
Section 3. Waste management	135
Abstract (Korean)	135

1. Amount of generated waste	136
A. Domestic waste	136
B. Hazardous waste	138
2. Preparation removal of waste and shipping	138
3. Conclusion and remark	139
Abstract (English)	140

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

Section 1. Footprint	141
Abstract (Korean)	141
1. Spatial coverage of buildings and associated impact	142
2. Personnel entered the station and Number and locations of field expeditions	142
A. Walking survey areas near the station	145
B. Cape Hallett (ASPA No. 106) camp maintenance and operation	146
C. Aviation fuel depot status	147
Abstract (English)	149
Section 2. Discharged water and sea water qualities monitoring	150
Abstract (Korean)	150
1. Discharged water quality	151
A. Characteristics of sewage treatment facility	151
B. Coliform monitoring	152
C. Total Nitrogen monitoring	153
D. Total Phosphorous monitoring	154
E. Suspended solids (SS) monitoring	155
F. BOD and COD concentration monitoring result	156
G. Conclusion	157
2. Sea water quality	157
A. Survey area	157
B. Survey items	161
C. Results	162
Abstract (English)	170

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, 2019	171
Abstract (Korean)	171
1. Introduction	172
2. Materials and methods	173
A. Survey area	173
B. Sampling and analysis of microalgae	174
3. Result and Discussion	174
A. Variation of phytoplankton biomass, 2019	174
Abstract (English)	188
References	189
Section 2. The effects of human activities on biota near Jang Bogo Station during the 2019/20	190
Abstract (Korean)	190
1. Introduction	191
2. Materials and methods	191
A. Survey area	191
B. Survey content	192
C. Methods	193
3. Results	195
A. The feature of benthic community	195
B. Taking long-term survey data	195
C. Understanding sea-ice vertical structure of front of dock	195
D. Data gathering for developing polar ROV	196
E. Collecting Antarctic silverfish eggs	196
4. Discussion	197
Abstract (English)	198
References	199

Chapter 5. Long-term monitoring of Environmental factors based

on Jang Bogo Station	
Section 1. Monitoring on meteorology at Jang Bogo Station	201
Abstract (Korean)	201
1. Introduction	202
2. Materials and methods	202
A. Study area	202
B. Measurements	202
C. Data collection and storage	204
3. Results and Discussion	204
A. Meteorology	204
B. Freezing of sea	208
Abstract (English)	210
Section 2. Monitoring of pCO ₂ and relevant parameters in the surface seawater at Jang Bogo Station	211
Abstract (Korean)	211
1. Introduction	212
2. Methods	212
A. Study area	212
B. Instrument configuration	213
3. Results and Discussion	214
A. Data collection	214
B. Results	214
Abstract (English)	219
References	220
Section 3. Monitoring of microclimate in terrestrial ecosystem around Jang Bogo Station	221
Abstract (Korean)	221
1. Introduction	222
2. Methods	222
A. Study area, microclimate logger data back-up and re-installation	222
3. Results and discussion	224
A. Monitoring results of microclimate	224
4. Conclusion	237

Abstract (English)	238
Reference	239

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	243
Abstract (Korean)	243
1. Sewage treatment facility	244
A. Facility characteristics	244
B. Facility management	246
2. Waste treatment facility	246
A. Facility characteristics	246
B. Incinerator management	247
3. Hydroponic facility management	248
4. Conclusion and remark	249
Abstract (English)	251
Section 2. Management of fuel and energy use	252
Abstract (Korean)	252
1. Fuel usage and management	253
A. Fuel usage	253
B. Fuel storage and management	254
2. Prevention of oil spill and management	256
3. Energy generation and consuming	257
A. Electric energy generation and consuming	258
B. Heating	258
C. Freshwater generation and consuming	258
4. Conclusion and remark	259
Abstract (English)	260
Section 3. Waste management	261
Abstract (Korean)	261
1. Generated waste amount	262
2. Preparation removal of waste and shipping	263

3. Conclusion and remark	264
Abstract (English)	265

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

Section 1. Footprint	267
Abstract (Korean)	267
1. Spatial coverage of buildings and associated impact	268
2. Personnel entered the station and locations of field survey	269
Abstract (English)	272
Section 2. Discharged water and sea water qualities monitoring	273
Abstract (Korean)	273
1. Discharged water quality	274
2. Measuring methods	275
A. BOD, COD, SS, pH measurement	275
B. Total nitrogen measurement	275
C. Total phosphorus measurement	276
D. Coliform measurement	276
3. Results and discussion	277
A. Monthly variation of BOD	277
B. Monthly variation of COD	278
C. Monthly variation of Suspended solids (SS)	278
D. Monthly variation of Total Nitrogen monitoring	279
E. Monthly variation of Total Phosphorous	280
F. Monthly variation of Coliform	280
4. Conclusion and remark	281
Abstract (English)	282
Reference	283

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

Section 1. Monitoring on Non-native species during the 2019/20 and

developing eradication manual	285
Abstract (Korean)	285
1. Introduction	287
2. Materials and methods	288
A. Study area	288
B. Methods	289
3. Results	292
A. Monitoring on winter crane fly (WCF)	292
B. Reproduction and growing of WCF	293
C. Sensory system and collecting olfactory-active compounds	300
D. Monitoring technique of WCF	305
E. International collaboration with other stations in KGI	307
F. Developing winter crane fly eradication manual	310
G. Introduction of moth fly into Chilean Fei Base	314
4. Discussion	315
Abstract (English)	317
References	319
Section 2. Temporal variation of phytoplankton and physical factors in the surface water of Marian Cove, 2019	321
Abstract (Korean)	321
1. Introduction	322
2. Materials and methods	323
A. Study area	323
B. Sampling and analysis of phytoplankton	323
3. Results and Discussion	325
A. Variation of temperature and salinity on surface water, 2019	325
B. Variation of phytoplankton biomass, 2019	326
Abstract (English)	329
References	330
 Chapter 9. Long-term monitoring of Environmental factors based on King Sejong Station	
Section 1. Annual Weather Report of 2019, Antarctic King Sejong Station ...	345

Abstract (Korean)	345
1. Introduction	347
2. Materials and methods	348
3. Conclusion	349
Abstract (English)	351

APPENDIX

I. Annual Weather Report Antarctic Jang Bogo Station, 2019

II. Annual Weather Report Antarctic King Sejong Station, 2019





목 차

요 약 문	1
Summary	11
서 론	49

Part I 남극 과학기지 운영 현장 점검

제 1 장 남극 과학기지 운영 현장 점검

제 1 절 장보고과학기지 운영 현장 점검	53
요 약 (국문)	53
1. 서론	54
2. 조사 방법	54
가. 조사 항목 및 세부 지역	54
나. 현장 점검 방법	56
3. 결과 및 고찰	57
가. 유류 관리	57
나. 화학 물질 관리	61
다. 에너지 및 수자원 보존	62
라. 환경보호 의정서 관련 사항	62
요 약 (영문)	65
Appendix 1 장보고과학기지 점검 결과 (2019/2020 시즌)	66
Appendix 2 장보고과학기지 점검 결과 (2018/2019 시즌)	74

제 2 절 세종과학기지 운영 현장 점검	82
요 약 (국문)	82
1. 서론	83
2. 조사 방법	83
가. 조사 항목 및 세부 지역	83
나. 현장 점검 방법	84
3. 결과 및 고찰	84
가. 유류 관리	84
나. 화학 물질 관리	84
다. 에너지 및 수자원 보존	85

라. 환경보호 의정서 관련 사항	85
요 약 (영문)	89
Appendix 1. 세종과학기지 점검 결과 (2019/2020 시즌)	90
Appendix 2. 세종과학기지 점검 결과 (2018/2019 시즌)	100

Part II 남극 장보고과학기지

제 2 장 장보고과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

제 1 절 환경 시설 관리	111
요 약 (국문)	111
1. 우수처리 시설	112
가. 시설 특성	112
나. 시설 관리	112
2. 폐기물 처리시설	114
3. 온실 관리	116
4. 결론 및 제언	117
요 약 (영문)	119
제 2 절 에너지 생산 및 유류 관리	120
요 약 (국문)	120
1. 유류 사용 및 관리	121
가. 유류 사용량	121
나. 유류 저장 및 관리	124
2. 유류 유출 예방 및 관리	125
3. 에너지 생산 및 소비	128
가. 전기에너지 생산 및 소비	128
나. 난방	131
다. 담수생산 및 사용량	131
4. 결론 및 제언	132
요 약 (영문)	134
제 3 절 폐기물 관리	135
요 약 (국문)	135
1. 폐기물 발생량	136
가. 일반 폐기물	136
나. 지정 폐기물	138
2. 폐기물 반출 준비 및 선적	138

3. 결론 및 제언	139
요 약 (영문)	140

제 3 장 장보고과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

제 1 절 족적 (footprint)	141
요 약 (국문)	141
1. 기지 주변 공간적 변경사항	142
2. 기지 체류 및 방문인원과 야외조사 지역	142
가. 기지주변 도보 조사 지역	145
나. Cape hallett (ASPA No. 106) 장기캠프 보수 및 운영	146
다. 항공유 데포 현황	147
요 약 (영문)	149
제 2 절 방류수 및 연안 해수질 모니터링	150
요 약 (국문)	150
1. 방류수 모니터링	151
가. 오수처리 설비 특성	151
나. 대장균 모니터링 결과	152
다. Total Nitrogen 모니터링 결과	153
라. Total Phosphorus 모니터링 결과	154
마. SS (Suspended solids) 농도 모니터링 결과	155
바. BOD와 COD 농도 모니터링 결과	156
사. 결 론	157
2. 연안 해수질	157
가. 조사 지역	157
나. 조사 항목	161
가. 결 과	162
요 약 (영문)	170

제 4 장 장보고과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

제 1 절 2019년 장보고과학기지 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동	171
요 약 (국문)	171
1. 서론	172
2. 재료 및 방법	173
가. 조사 지역	173

나. 식물플랑크톤의 채집 및 분석	174
3. 결과 및 고찰	174
가. 2019년 식물플랑크톤 생물량의 변화	174
요 약 (영문)	188
참고문헌	189
제 3 절 2019/20년 장보고과학기지 주변 생물상 모니터링	190
요 약 (국문)	190
1. 서론	191
2. 재료 및 방법	191
가. 조사 지역	191
나. 조사 내용	192
다. 조사 방법	193
3. 결과	195
가. 저서생태계 군집 특성 파악	195
나. 장기관측항목 자료 획득	195
다. 장보고기지 부두앞 정점 해빙 수직구조 파악	195
라. 극지용 ROV 장비 개발을 위한 자료수집	196
마. 남극은어알 채취	196
4. 고찰	197
요 약 (영문)	198
참고문헌	199

제 5 장 장보고과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링

제 1 절 장보고과학기지주변 기상 관측	201
요 약 (국문)	201
1. 서론	202
2. 재료 및 방법	202
가. 연구 지역	202
나. 관 측	202
다. 자료 획득 및 저장	204
3. 결과 및 고찰	204
가. 기상	204
나. 바다의 결빙	208
요 약 (영문)	210

제 2 절	장보고과학기지주변 해수 이산화탄소 및 관련인자 모니터링	211
	요 약 (국문)	211
1.	서론	212
2.	방법	212
	가. 연구 지역	212
	나. 장비의 구성	213
3.	결과 및 고찰	214
	가. 관측 자료 수집	214
	나. 관측 결과	214
	요 약 (영문)	219
	참고문헌	220
제 3 절	기지 주변 토양 미기후 모니터링	221
	요 약 (국문)	221
1.	서론	222
2.	방법	222
	가. 연구 지역, 미기후 로거 백업 및 재설치	222
3.	결과 및 고찰	224
	가. 미기후 자료 분석	227
	요 약 (영문)	238
	참고문헌	239

Part III 남극 세종과학기지

제 6 장 세종과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

제 1 절	환경 시설 관리	243
	요 약 (국문)	243
1.	오수처리 시설	244
	가. 시설 특성	244
	나. 시설 관리	246
2.	폐기물 처리시설	246
	가. 시설 특성	246
	나. 소각기 관리	247
3.	온실 관리	248
4.	결론 및 제언	249
	요 약 (영문)	251

제 2 절 에너지 생산 및 유류 관리	252
요 약 (국문)	252
1. 유류 사용 및 관리	253
가. 유류 사용량	253
나. 유류 저장 및 관리	254
2. 유류 유출 예방 및 관리	256
3. 에너지 생산 및 소비	257
가. 전기에너지 생산 및 소비	258
나. 난 방	258
다. 담수 생산 및 사용량	259
4. 결론 및 제언	259
요 약 (영문)	260
제 3 절 폐기물 관리	261
요 약 (국문)	261
1. 폐기물 발생량	262
2. 폐기물 반출 준비 및 선적	263
3. 결론 및 제언	264
요 약 (영문)	265
제 7 장 세종과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링	
제 1 절 족적 (footprint)	267
요 약 (국문)	267
1. 기지 주변 공간적 변경사항	268
2. 기지 체류 및 방문인원과 야외조사 지역	269
요 약 (영문)	272
제 2 절 방류수질 모니터링	273
요 약 (국문)	273
1. 방류수 모니터링	274
2. 측정 방법	275
가. BOD, COD, 부유물질, pH의 측정	275
나. 총질소의 측정	275
다. 총인의 측정	276
라. 대장균군수의 측정	276
3. 결 과	277

가. BOD의 월별 변화	277
나. COD의 월별 변화	278
다. 부유물질의 월별 변화	279
라. 총질소량의 월별 변화	279
마. 총인량의 월별 변화	280
바. 총대장균군수의 월별 변화	280
4. 고찰 및 결론	281
요 약 (영문)	282
참고문헌	283

제 8 장 세종과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

제 1 절 2019/20년 세종기지 유입 외래생물 모니터링 및 박멸 매뉴얼 개발	285
요 약 (국문)	285
1. 서론	287
2. 방법	288
가. 조사 지역	288
나. 조사 방법	289
3. 결과	292
가. 겨울각다귀 모니터링	292
나. 겨울각다귀의 생식 및 발육	293
다. 겨울각다귀의 감각 시스템 및 냄새물질 채취	300
라. 겨울각다귀 모니터링 기술	305
마. 킹조지섬 타국 기지와 모니터링 현황 및 국제 협력	307
바. 겨울각다귀 박멸기술 개발	310
사. 칠레 프레이기지 나방파리 유입	314
4. 고찰	315
요 약 (영문)	317
참고문헌	319
제 2 절 2019년 남극 킹조지섬 마리안소만 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동	321
요 약 (국문)	321
1. 서론	322
2. 재료 및 방법	323
가. 연구 지역	323
나. 식물플랑크톤의 채집 및 분석	323

3. 결과 및 고찰	325
가. 2019년 표층 수온과 염분의 변화	325
나. 2019년 식물플랑크톤 생물량 변화	326
요 약 (영문)	329
참고문헌	330

제 9 장 세종과학기지 기상 관측

제 1 절 2019년 기상관측 자료의 통계 분석	345
요 약 (국문)	345
1. 서론	347
2. 자료 및 방법	348
3. 결론	349
요 약 (영문)	351

부 록

- I. 남극장보고과학기지 기상연보 2019
- II. 남극세종과학기지 기상연보 2019



List of Tables

Table 2-1. Composition of waste water treatment facility	112
Table 2-2. Waste treatment equipment to reduce amount of wastes	114
Table 2-3. Comparison of the amount of fuel consuming for the station operation 1 st to 6 th over-wintering periods	122
Table 2-4. Installed capacity of renewable energy and generation of electric power at Jang Bogo Station	128
Table 2-5. Electric power generated with solar panels in 2019	129
Table 2-6. Monthly power consumption for the station operation in 2016~2019	130
Table 2-7. Waste generation amount during 1 st ~ 6 th over wintering periods ·	136
Table 2-8. Estimated food wastes during operation on CEE and food waste amount from 2014 to 2019	137
Table 2-9. Designated waste generated during 6 th over-wintering period transported from Antarctica	138
Table 3-1. Number of personnel visited Jang Bogo Station during 2018/19 season	142
Table 3-2. Field survey area near JBS and other regions in Victoria Land	144
Table 3-3. Locations of depots around Jang Bogo Station	147
Table 3-4. Wastewater quality suggested in CEE referring Discharged Water Quality Standard of Korea	152
Table 3-5. Coordinates of old survey stations near shore of Jang Bogo Station	159
Table 3-6. Coordinates of new survey stations near shore of Jang Bogo Station from 2019	160
Table 4-1. Phytoplankton biomass (total chl <i>a</i> concentration, micro-sized phytoplankton chl <i>a</i> concentration, nano-sized phytoplankton chl <i>a</i> concentration, pico-sized phytoplankton chl <i>a</i> concentration) recorded during 2019	175
Table 4-2. Collected samples for DNA analysis and morphological classification	195
Table 4-3. Monthly surface air temperature (°C)	184
Table 4-4. Monthly relative humidity (%)	185
Table 4-5. Monthly PAR (uE)	186
Table 4-6. Monthly soil temperature (°C)	187
Table 4-7. Monthly soil water content (m ³ /m ³)	188
Table 4-8. Annual variation of air temperature (°C) measured from Feb. 2015 to	

Nov. 2018	192
Table 4-9. Annual variation of relative humidity (%) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018	193
Table 4-10. Annual variation of PAR (uE) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018	194
Table 4-11. Annual variation of soil temperature (°C) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018	195
Table 4-12. Annual variation of soil water content (m ³ /m ³) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018	196
Table 5-1. Instrument List of ASOS	204
Table 5-2. GPS coordinates of sampling sites	224
Table 5-3. Annual change of air temperature(°C) from February 2014 to November 2019	231
Table 5-4. Annual change of relative humidity(%) from February 2014 to November 2019	232
Table 5-5. Annual change of photosynthetic available radiation (uE) from February 2014 to November 2019	233
Table 5-6. Annual change of soil temperature (°C) from February 2014 to November 2019	234
Table 5-7. Annual change of soil moisture content (m ³ /m ³) from February 2014 to November 2019	235
Table 6-1. Status of waste treatment equipment	247
Table 6-2. Monthly amount of harvested vegetables from greenhouse at King Sejong Station.	249
Table 6-3. Monthly fuel and lubricant consumption during 2019	253
Table 6-4. Fuel storage tank capacity and details	254
Table 6-5. Installed diesel generator set King Sejong Station	258
Table 6-6. Monthly operating days and hours of incinerator	262
Table 6-7. Comparison of amount of waste generation between 29 th to 32 nd over-wintering periods	263
Table 7-1. Discharged water quality expected at King Sejong Station referring Discharged Water Quality Standard of Korea	274
Table 7-2. Correlation of CMD slope and coliform count	277
Table 8-1. The adult individual numbers of WCF during 2019 monitoring period	292
Table 8-2. The head-capsule width, body length and body width (mm) of the first and second instar larvae of winter crane fly, <i>Trichocera maculipennis</i> , reared in a laboratory at King Sejong Station	297

List of Figures

Fig. 1-1. Map around Jang Bogo Station and survey area (yellow box)	55
Fig. 1-2. Portable oil spill detecting equipment. PetroFLAG Kit (left) to detect TPH and minRAE 3000 (right) to detect VOCs	57
Fig. 1-3. Fuel supply pipelines and related facilities under heavy snow file cumulated for several 3-4 years	58
Fig. 1-4. A prevention measure for fuel spill (left), small amount of fuel spill from the valve of ISO aviation fuel tank (center and right)	59
Fig. 1-5. Fuel spill prevention measures applied at Cape Hallett Camp in 2018/19 season.	59
Fig. 1-6. Fuel and lubricant treat measure in the building(left) and adsorbent sheets stored at the place not immediately accessible in case of emergency (right).	60
Fig. 1-7. Waste aviation fuel storing tanks (left) and collecting contaminated soil beneath the tanks (right) in March 2019	60
Fig. 1-8. Pile up items in front of chemical spill kit (left) and unsorted laboratory wastes (right)	62
Fig. 1-9. Map around King Sejong Station and survey area (blue box).	83
Fig. 1-10. Removing plastic cover from the top of gas drums to prevent waste disposal.	86
Fig. 1-11. Waste pesticide supplied long ago	87
Fig. 1-12. Adhesive traps provided by Uruguayan monitoring team for <i>T. maculipennis</i> (A, B), white (C) and red delta adhesive traps installed around sewage inlet tank in 2019/2020 season.	87
Fig. 2-1. Maintenance activities for wastewater treatment facility	113
Fig. 2-2. Washing the MBR filter	114
Fig. 2-3. Waste treatment facility using 20ft container (upper) and maintenance of food waste processor (below)	115
Fig. 2-4. Clean-up and greenhouse after taking over from the 5 th overwintering team	116
Fig. 2-5. Greenhouse management. Planting outside greenhouse or in dining room	117
Fig. 2-6. Comparison of the amount of fuel consuming for the station operation 1 st to 6 th over-wintering periods.	123
Fig. 2-7. Comparisons of monthly fuel consuming amount and electric power for the station operation for 2016~2019	123
Fig. 2-8. Monthly fuel consuming for generator related with monthly minimum temperature for the station operation in 2019	124
Fig. 2-9. Fuel supply system at Jang Bogo Station	125
Fig. 2-10. Fuel storage tanks near power plant (No.1~6) and near dock (No.7~9)	125
Fig. 2-11. Fuel transportation from <i>ARAON</i> to fuel tank in December 2018	126
Fig. 2-12. Aviation fuel transportation from <i>ARAON</i> to ISO tanks in December 2018	126

Fig. 2-13. ISO fuel tanks for aviation fuel next by spill kit (left) near helipad and waste fuel drum next by fuel service equipment(right)	127
Fig. 2-14. Solar Voltaic Panels installed on Power Plants. existing panels (2014) and newly installed panels (2017)	129
Fig. 2-15. Electric power generated with solar panels in 2019	130
Fig. 2-16. Monthly fuel consuming amount and maximum load power for the station operation during 2016~2019	131
Fig. 2-17. Rotten vegetables during transport by <i>ARAON</i>	137
Fig. 2-18. Waste management and storage at Jang Bogo Station before transportation to Korea	138
Fig. 3-1. Field survey map of areas near JBS and other regions in Victoria Land	143
Fig. 3-2. Logger installation sites for monitoring of micro-environmental parameters(left, red dot) and vegetation survey area (right)	145
Fig. 3-3. Adelie Penguin monitoring camp at Cape Hallett (ASPA No. 106) 2017/18 (left), 2018/19 (right)	146
Fig. 3-4. Designated camp site and distance penguin colony at Cape Hallett ..	147
Fig. 3-5. Depots in Northern Victoria Land.	148
Fig. 3-6. Waste water treatment process in Jang Bogo Station	151
Fig. 3-7. The result of total number of <i>E. coli</i> colonies detecting test at the samples from discharged water	153
Fig. 3-8. The result of T-N concentration detecting test at the samples from discharged water	154
Fig. 3-9. The result of T-P concentration detecting test at the samples from discharged water	155
Fig. 3-10. The result of SS concentration detecting test at the samples from discharged water	156
Fig. 3-11. The result of BOD and COD detecting test at the samples from discharged water	156
Fig. 3-12. Palintest COD detection kit. Tubetests COD tube(left), heater(center), wavelength selection photometer(right)	157
Fig. 3-13. CTD stations near shore of Jang Bogo Station	158
Fig. 3-14. New CTD stations near shore of Jang Bogo Station in 2019	158
Fig. 3-15. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 1 and St. 2.	162
Fig. 3-16. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 3~St. 5.	163
Fig. 3-17. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 6~St. 8.	164
Fig. 3-18. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 9~St. 11.	165
Fig. 3-19. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 12~St. 14.	166
Fig. 3-20. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 15~St. 17.	167
Fig. 3-21. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at	

St. 18~St. 20.	168
Fig. 3-22. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 21	169
Fig. 3-23. Biomass of each survey station by phytoplankton size	169
Fig. 4-1. Location of the sampling area (●) in Jang Bogo station, Antarctica	173
Fig. 4-2. Temporal variation of total Chl <i>a</i> concentration(A), micro-sized Chl <i>a</i> concentration(B), nano-sized Chl <i>a</i> concentration(C), pico-sized Chl <i>a</i> concentration (D) measured at the nearshore station January to December 2019	187
Fig. 4-3. Terrestrial and Coastal research area near the Jang Bogo Station.	192
Fig. 4-4. HOBO Data collection and battery replacement	193
Fig. 4-5. View for Video recording and sediment core collection	193
Fig. 4-6. Images after installing the transect line, bottom image (left), brine channel under sea ice (middle), Weddel seal under sea ice (right) ...	194
Fig. 4-7. Reinstallation of bilogger and ADCP	194
Fig. 4-8. Representative dominant species in the costal ecosystem (2019 survey)	195
Fig. 4-9. ROV VideoRay4 (left) and Drone FIFISH V6(right)	196
Fig. 4-10. Collection of ice fish egg by netting	197
Fig. 5-1. Automated Synoptic Observation System (A), Ceilometer (B), Rain Gauge (C), Snow Gauge (D)	203
Fig. 5-2. Variations in monthly averaged air pressure, temperature, relative humidity and wind speed from 2015 to 2019	206
Fig. 5-3. Annual and monthly frequency of wind direction in 2019	207
Fig. 5-4. Number of clear days (top) and frequency of blizzard occurrence (bottom) from 2015 to 2019	208
Fig. 5-5. Variation in sea status in front of Jang Bogo Station in 2019	209
Fig. 5-6. Location of seawater pump house in which the pCO ₂ monitoring system was mounted	213
Fig. 5-7. pCO ₂ monitoring system set up at Jang Bogo	214
Fig. 5-8. Atmospheric and dissolved CO ₂ concentrations observed at Jang Bogo Stion in 2019	215
Fig. 5-9. pH and dissolved oxygen concentration in the seawater at Jang Bogo base in 2019	216
Fig. 5-10. Fluorescences representing Chl- <i>a</i> and CDOM at Jang Bogo in 2019.	217
Fig. 5-11. In situ temperature and salinity in upper panel and the seawater temperatures measured in the laboratory	218
Fig. 5-12. Hobo logger installed sites around (yellow dots) and soil collection sites (red dots) around Jang Bogo Station (JBG-LTER, Jang Bogo Long-Term Ecological Research)	223
Fig. 5-13. Daily change of mean (upper), maximum (medium) and minimum (lower) air temperature from February 2014 to October 2019.	226
Fig. 5-14. Daily change of mean (upper), maximum (medium) and minimum (lower) relative humidity from February 2014 to October 2019. ...	227
Fig. 5-15. Daily change of mean (upper), maximum (medium) and minimum (lower) photosynthetic available radiation (PAR) from February 2014	

to October 2019	228
Fig. 5-16. Daily change of mean (upper), maximum (medium) and minimum (lower) soil temperature from February 2014 to October 2019	229
Fig. 5-17. Daily change of mean (upper), maximum (medium) and minimum (lower) soil moisture from February 2014 to October 2019	230
Fig. 6-1. IC/SBR sewage treatment system at King Sejong Station	244
Fig. 6-2. Sewage treatment facility operation flow chart	245
Fig. 6-3. Sewage inlet tanks installed in generator room (left) and next to accommodation building (right).	246
Fig. 6-4. Can presser and incinerator operating at King Sejong Station	247
Fig. 6-5. Repairing incinerator	247
Fig. 6-6. Management of hydroponic facility	248
Fig. 6-7. New fuel tanks installed in 2016/17 season	255
Fig. 6-8. Stain on the surface of inside of fuel tank	256
Fig. 6-9. Oil spill control products at King Sejong Station	257
Fig. 6-10. Oil spill prevention measure for an oiler and for waste cooking oil tank	257
Fig. 6-11. Comparison of freshwater supply source between 31 st (left) and 32 nd (right) over-wintering period	259
Fig. 6-12. Monthly incinerator operation hours	262
Fig. 6-13. Preparation of wastes to transport from Antarctic region	263
Fig. 6-14. Preparation of wastes to transport from Antarctic region	224
Fig. 7-1. Foundation works for new research boats storage house in 2018/19 season	268
Fig. 7-2. New research boats storage house construction in 2018/19 season	268
Fig. 7-3. Location map of King George Island and visited or survey area	269
Fig. 7-4. Detailed map of Barton peninsula	270
Fig. 7-5. Monitoring on number of visitors of ASPA No 171.	271
Fig. 7-6. Sample processing for total nitrogen determination	275
Fig. 7-7. Sample processing for total phosphorus determination	276
Fig. 7-8. Monthly variation of BOD concentration of treated discharged water for 3 years (2017~2019)	277
Fig. 7-9. Monthly variation of COD concentration of treated discharged water for 3 years (2017~2019)	278
Fig. 7-10. Monthly variation of SS concentration of treated discharged water for 3 years (2017~2019)	279
Fig. 7-11. Monthly variation of Total Nitrogen concentration of treated discharged water for 3 years (2017~2019)	279
Fig. 7-12. Monthly variation of Total Phosphorus concentration of treated discharged water for 3 years (2017~2019)	280
Fig. 7-13. Monthly variation of Number of Coliform group of treated discharged water for 3 years (2017~2019)	281
Fig. 8-1. Adult winter crane fly (WCF) found at humid environment in power generating building at King Sejong Station.	288
Fig. 8-2. The locations of UV Traps and Uruguayan Traps (U1~U9) installed in	

Generator room at King Sejong St., 2019/2020 season	288
Fig. 8-3. UV traps installed in power building (A, B) and in sewage inlet building near accommodation building.	289
Fig. 8-4. Adhesive traps provided by Uruguayan monitoring team for <i>T. maculipennis</i> (A, B), white (C) and red delta adhesive traps installed around sewage inlet tank	289
Fig. 8-5. Dynamic headspace volatile collection system.	290
Fig. 8-6. Collecting the olfactory-active compounds for WCF using dynamic headspace collection system installed in sewage inlet building near accommodation building.	291
Fig. 8-7. A female winter crane fly, <i>Trichocera maculipennis</i> , laying eggs (A). Each egg is deposited through an ovipositor located at the abdominal tip (B, C)	293
Fig. 8-8. Oviposition containers for testing the oviposition preference of female winter crane flies.	294
Fig. 8-9. Eggs (arrows) deposited by female winter crane flies on mosses collected from Sejong Lake and placed in the oviposition containers in indoor mesh-cages	295
Fig. 8-10. The results of the oviposition preference test. The number of eggs deposited was significantly larger when mosses were present in the oviposition container (Student <i>t</i> -test, <i>P</i> = 0.001)	295
Fig. 8-11. Eggs, a first instar larva, and a second instar larva of winter crane fly, <i>Trichocera maculipennis</i>	297
Fig. 8-12. A larva of winter crane fly undergoing molting into the second instar	297
Fig. 8-13. The intestine of the winter crane fly larvae is visible through their semi-transparent cuticle, displaying the contents of food ingested and their movement through the digestive tract	298
Fig. 8-14. The winter crane fly larvae feeding on mosses and algae collected from Sejong Lake	299
Fig. 8-15. A winter crane fly larva (green arrow) feeding on a springtail (blue arrow) undergoing molting. Ingested dark cuticle fragments of the springtail is visible inside the larval intestine, indicating that they are being digested (right)	299
Fig. 8-16. A pair of the antennae of winter crane fly, <i>Trichocera maculipennis</i> , located dorso-anteriorly on the head	301
Fig. 8-17. Well-developed compound eye of winter crane fly is composed of a number of regularly aligned facets ('ommatidia').	302
Fig. 8-18. ERG response of WCF on color of LEDs used for visual simulation	303
Fig. 8-19. Electroantennogram (EAG) responses of female winter crane flies to 17 volatile organic compounds (mean ± SE).	305
Fig. 8-20. Two different types of UV traps used to monitor the adult populations of winter crane flies at King Sejong Station.	306
Fig. 8-21. UV traps placed in the sewage treatment building (A, B), and in the sewage collection facility (C) at King Sejong Station	306
Fig. 8-22. Sewage collecting tanks at Uruguayan Artigas Base where WCF	

emerging mainly	308
Fig. 8-23. Sewage collecting site at Russian Bellingshausen Station where UV trap installed by Korean monitoring team	309
Fig. 8-24. UV trap (A) installed in sewage collecting site and captured WCF adults by the trap (B)	309
Fig. 8-25. The shape and structure of the sewage treatment tank inside the sewage treatment building at King Sejong Station (A ~ D)	311
Fig. 8-26. Three different formulations (A) used in a preliminary trapping experiment for developing attractants for winter crane fly	312
Fig. 8-27. Odor-baited trapping experiments conducted in the sewage treatment facility at King Sejong Station.	313
Fig. 8-28. Moth flies collected in the sewage treatment facility at the Chilean Eduardo Frei Antarctic Base	314
Fig. 8-29. Location of the sampling area (●) in Marian Cove, King George Island, Antarctica	324
Fig. 8-30. Temporal variation of water temperature and salinity measured at the nearshore station from January to December 2019	326
Fig. 8-31. 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 2019	328



서 론

남극 지역에서의 과학활동 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 고려되어야 할 사항은 남극환경 보호이다.

남극 지역에서 기지를 운영하는 모든 당사국들은 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 남극에서 이루어지는 모든 활동은 의정서에 기반한 국내법 ‘남극활동 및 환경보호에 관한 법률’ 및 동법 시행령에 따라 활동으로 인해 발생할 수 있는 환경에 대한 사전 영향평가 수행의무와 활동 시, 활동 이후 정기적인 모니터링과 그 결과에 대한 보고를 수행할 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(국가운영자위원회)은 2005년에 남극 모니터링 프로그램 개발을 위한 실용 가이드라인을 잠정적 지표와 매개 변수를 포함하여 제안하였다.

남극세종과학기지과 장보고과학기지를 운영하고 있는 우리나라는 친환경 남극과학기지 운영을 위한 환경영향 감시와 기지 운영에 대한 피드백을 통해 남극활동으로 인해 환경에 미칠 수 있는 영향을 최소화하여 지속 가능한 남극 연구 인프라를 운영함으로써 남극조약 협의당사국의 의무를 이행하여야 한다. 또한 국제사회에서 지속적으로 강화되고 있는 남극환경에 대한 영향 저감 노력 촉구에 부응하기 위해서는 모니터링 결과에 기초한 적극적 운영 개선이 필요하다.

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, 오수 처리 및 방류수 수질, 외래종 유입, 환경영향평가 위반사례 등을 선정하여 조사하였다. 각 기지에서 월동연구대에 의해 연중 점검 및 관측되고 있는 항목들의 결과와 9개 분야 33개 항목으로 작성한 기지 운영 점검 목록을 활용하여 현장에서 점검된 결과를 바탕으로 기지 운영 개선방안을 도출하였다. 본 과제를 통해 도출된 개선방안이 기지 운영과 연구활동 시 적용될 수 있도록 각 연구팀과 지원부서의 협조가 요구된다. 남극 환경에 대한 인간활동의 영향을 지속적

으로 저감한다면 남극조약 의무이행은 물론 친환경 기지운영 국으로서 남극국제사회의 모범이 될 것으로 기대된다.



Part I.

남극 과학기지 운영 현장 점검





제 1 장

남극 과학기지 운영 현장 점검

제 1 절

장보고과학기지 운영 현장 점검

김 지 희, 7차 월동연구대

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 본 활동은 극지연구소에서 수행하는 남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링의 일환으로, 남극장보고과학기지의 현장을 방문하여 기지의 환경관리 현황을 점검하고 기지 주변에 대한 환경 영향의 정도를 조사하였다. 기지 운영 현장 점검은 유류관리, 화학물질관리, 에너지 보존, 수자원 보존, 환경보호의정서 관련 분야 등을 포함한 33개 항목에 대해 실시하였다. 현장 점검과 7차 월동연구대 면담을 통해 진행하였고, 6차 월동기간에 제안한 조치의 이행여부를 함께 점검하였다. 대부분의 항목에 대해 남극 환경 영향을 최소화할 수 있도록 저감 방안을 이행하고 있었다. 모니터링팀에서 제안한 대부분의 조치사항을 이행했으나, 유류 저장소 유류 유출방지턱 내부의 제설, ISO 유류탱크관리와 운송장비 및 헬리콥터 주유 시 여전히 주의가 요구된다. 7차 월동연구대에서는 점검 결과에 따라 현장에서 조치 가능한 사항을 이행하였고, 안전과 환경오염 문제를 유발할 수 있는 위험 요소인 유류 배관과 유류유출 방지턱에 쌓인 눈과 얼음은 2019/20 시즌에 상당 부분 제거하였다. 정기적 현장점검과 저감 조치를 통해 기지운영으로 인한 남극환경에 대한 영향을 최소화할 수 있을 것으로 기대한다.

1. 서론

남극에서 이루어지는 기지 운영과 연구 활동을 포함한 모든 활동은 ‘남극조약 환경 보호 의정서’에 기반한 국내법인 ‘남극활동 및 환경보호에 관한 법률’ 및 동법시행령에 따라 활동으로 인해 발생할 수 있는 환경영향에 대한 사전 영향평가 수행의무와 활동 시, 활동 이후 정기적인 모니터링과 그 결과에 대한 보고를 수행할 의무가 있다. 장보고 과학기지의 현장 점검은 극지연구소가 기지 운영자로서 모니터링의 의무를 다하기 위하여 수행하고 있는 ‘남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링’ 과제의 일환으로 진행하였다.

현장 점검의 목적은 기지 운영으로 인한 환경 영향 최소화를 위해 설정한 환경 영향 저감 조치들이 현장에서 효력을 발휘하고 있는지를 점검하고, 현장 적용 시의 문제점, 개선방안 등을 기지를 직접 운영하고 있는 월동대원과 협력하여 도출해 내는 데 있다.

이를 위하여 본 과제를 통해 남극조약 당사국들이 타국 기지 및 시설 사찰 시 사용하고 있는 사찰 체크리스트(Resolution 3, 2010)를 참고하여 현장 점검 목록(2017년)을 작성하였다. 즉 기지 주변 환경관리와 환경보호 의정서 관련 문제에 중점을 두어 9개 분야, 33개 항목을 포함하였으며, 구체적으로 유류관리 분야 6개 항목, 화학물질관리 2개 항목, 에너지 보존 1개 항목, 수자원 보존 2개 항목, 환경보호 의정서 관련 사항 22개 항목으로 구성된다(Appendix 1).

극지연구소가 운영하는 남극과학기지에서 현장 점검 목록을 활용하여 기지 시설 및 주변 환경의 관리 현황을 스스로 점검함으로써 남극 환경보존을 적극적으로 실천할 수 있을 것으로 전망된다. 또한 기지 운영 점검 결과를 검토하고 피드백하여 남극 활동으로 인한 영향을 최소화하는 노력은 지속 가능한 남극 인프라 운영 전략일 뿐만 아니라 이를 통해 남극조약 협의당사국으로서의 의무를 다하여 주요 당사국으로 자리매김할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 조사 방법

가. 조사 항목 및 세부 지역

기지 운영 현장 조사 항목은 유류 저장소와 연료 급유지를 대상으로 유류 관리 현황을 점검하고, 기지에서 이행하고 있는 에너지 보존을 위한 조치 및 수자원 보존 조치 등을 점검하였다. 환경보호 의정서 관련 사항으로 환경영향평가, 동식물상 보존 조치, 폐기물 관리 점검, 외래종 유입방지를 위한 온실 관리 현황 및 기지 주변 보호구역 활

동 관리 등에 대해 점검하였다. 현장 점검 지역은 장보고기지와 주변 지역으로 Fig. 1-1과 같다. 분야별 점검 내용은 아래에 요약하였으며, 자세한 점검 내용과 조치 및 제언은 Appendix 1에 수록하였고 개선 사항 등의 이행여부 확인을 위하여 지난 2018/19 시즌 점검 결과는 Appendix 2에 첨부하였다.

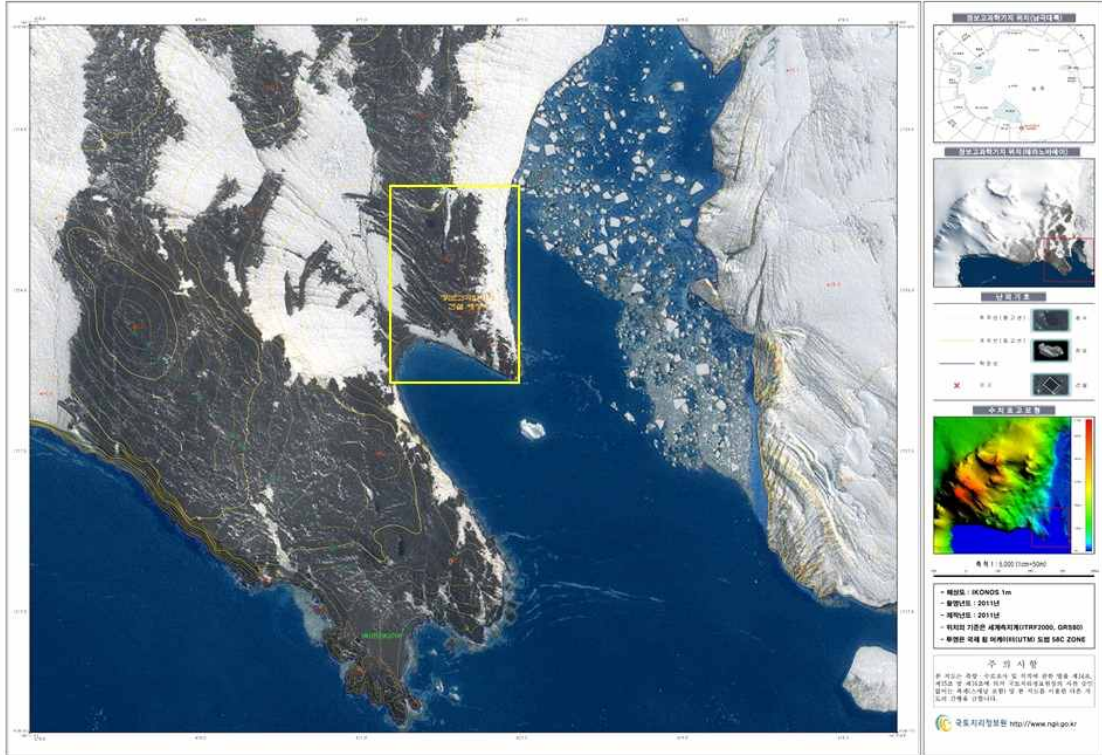


Fig. 1-1. Map around Jang Bogo Station and survey area (yellow box).

- 남극 장보고기지 유류 관리 현황 점검 (유류 저장소 및 연료 급유지)
 - 1) 연료 보관 탱크의 모니터링 방법 및 주기
 - 2) 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기
 - 3) 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태
 - 4) 유류유출 방재 자원의 종류와 양의 확보 정도
 - 5) 연료 급유 시 유출 방지 저감 조치 이행 여부 및 유출 사례
 - 6) 현장 토양의 TPH 농도 분석
- 기지 에너지 보존을 위한 조치 현황
 - 1) 전력 소모 절감을 위해 필요한 조치의 이행 여부
 - 2) 불필요한 전력사용 사례 등
- 수자원 보존을 위한 조치 현황

- 1) 기지의 생활용수 절수 방법과 이행 여부
 - 2) 기지 방문자에 대한 절수 방안의 적극적 안내 여부
- 환경보호 의정서 관련 사항 점검
- 1) 환경영향평가
 - 기지기반 및 인근지역의 허가받은 남극활동 계획과 환경영향평가서의 비치 및 파악 여부
 - 환경영향평가 위반사례
 - 2) 동식물상 보존
 - 식물상 분포 지역에서의 차량 운행 여부
 - 남극 동식물상에 대한 영향 최소화를 위한 기지 방문자 안내 여부
 - 음식물쓰레기의 관리 상태(스쿠아의 잔반섭취 방지)
 - 3) 폐기물 관리
 - 기지 발생 폐기물 관리 현황(일반 및 유해성 폐기물 보관 현황)
 - 음식물쓰레기 발생량 및 발생 저감 방안
 - 4) 외래종 유입방지를 위한 온실관리 현황
 - 관리지침 숙지 및 이행 여부
 - 외래종 유입 사례 및 모니터링 현황
 - 5) 기지 주변 보호구역 활동 관리
 - 기지 주변 보호구역의 파악 및 지도 비치 여부
 - 해당 시즌 특별보호구역 출입 허가 현황 및 방문자의 출입허가서와 방문목적 파악여부
 - 위반사례

나. 현장 점검 방법

현장 점검을 위해 기지 운영현황 점검 체크리스트(Appendix 1)를 활용하였으며, 기지 시설 등을 방문 점검하고 이를 관리 하고있는 기지 대장 및 총무를 포함한 월동대원과 면담을 수행하였다.

기지 주변 지역 유류오염 물질 조사의 경우, 기지 운영 시 유류유출 위험에 노출되기 쉬운 지역을 중심으로 조사하였다. 유류유출 모니터링을 위한 휴대용 장비를 활용하여 현장에서 VOCs(Volatile Organic Compounds)를 측정하고 유출이 의심되는 토양은 기지 내 실험실에서 PetroFLAG 키트를 사용하여 TPH(Total Petroleum Hydrocarbon)

의 함량을 조사하였다. 현장에서 사용한 휴대용 장비는 Fig. 1-2에 제시하였다.



Fig. 1-2. Portable oil spill detecting equipment. PetroFLAG Kit (left) to detect TPH and minRAE 3000 (right) to detect VOCs.

3. 결과 및 고찰

가. 유류 관리

장보고기지에서 연료 보관 탱크의 관리는 주 1회 순찰을 통한 현장 점검, 연료 잔량 월 2회 실측, 유지반 사무실의 모니터로 유류 탱크의 유량 수시 모니터링, 일 사용량을 기록 등으로 이루어지고 있다. 이러한 모니터링 방법을 통해 탱크나 벨브 파손으로 인한 대량 유출시 즉각 감지할 수 있다. 또한 유류 이송 배관이 눈으로부터 노출된 기간에는 수시로 점검하고 있으며, 지난 시즌에 비해 눈이 많이 녹은 편이나 아직까지 얼어있는 눈 속에 묻혀있는 배관은 점검을 못하고 있다. 장보고기지의 연료를 보관하고 있는 저장 탱크는 스테인레스 재질의 이중벽구조로 유출 가능성이 매우 낮지만 최악의 상황을 대비하여 탱크 주변에는 유출 방지턱이 설치되어있다. 그러나 유류 탱크가 위치한 지역은 상대적으로 눈쌓임이 많고 최근 3~4년 동안 녹지 않고 얼어붙은 눈이 그대로 남아 있어 유출 시 방지턱의 기능을 수행할 수 없을 것으로 보인다. 기상이 호전되고 눈이 많이 녹는 시기를 활용하여 안전이 확보된 이후 방지턱에 쌓인 눈을 제거할 것을 이전 차대와 마찬가지로 7차 월동대에 권고하였다. 특히 지난 몇 년간 쌓여 배관을 완전히 덮고 있는 눈을 제거하지않을 경우 눈의 압력에 의해 배관이 파손될 수 있어 시급한 조치가 필요하다(Fig. 1-3). 배관이 파손될 경우 아라온으로부터 유류 보급에 문제가 있을 수 있으며, 대량 유류유출에 의한 심각한 환경문제와 기지운영의 안전성 확보가 불가능할 수 있다.



Fig. 1-3. Fuel supply pipelines and related facilities under heavy snow file cumulated for several 3-4 years.

항공유와 휘발유 등은 별도의 소형 저장 탱크에 보관되어 있으며, 항공유는 200ℓ 드럼과 25,000ℓ 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 헬리패드에서 ISO 탱크와 서비스 탱크가 위치해 있으며, 주유시 호스에 남아있는 유류 잔량을 회수하기 위해 드럼을 준비해 두고 있다. 헬기 주유 시 지속적인 주의가 요구되며 헬리팩에 설치된 방재물품 보관통에 흡착 필로우만 남아있으므로 수시 점검 후 주유시 사용할 수 있도록 흡착포 보충이 필요하다. 또한 지난해 지면과 닿아있던 정비동 옆 ISO 탱크는 부목으로 지면에서 띄워놓았으나, 서비스 탱크와 주유 호스 연결 시 소량의 항공유가 유출된 것으로 보여 주유시 주의가 필요하다. 또한 사용 완료 또는 보관 중인 항공유 ISO 유류 컨테이너의 벨브가 잘 닫혀 있는지 주기적으로 점검이 필요하다(Fig. 1-4).

200ℓ 유류 드럼 일부는 팔레트 위에, 일부는 지면에 보관하고 있으며, 보관 상태는 양호하나 유출 시 바로 토양에 흘러들 수 있는 상황으로 연료 드럼 적재 시 바닥에 깔 수 있는 시트 또는 트레이 보급이 필요할 것으로 보인다. 2018년에 구축하여 운영 중인 Cape Hallett 캠프 사례를 참고하여 연료 드럼의 야외 보관 방안의 개선이 요구된다(Fig. 1-5).



ISO 탱크 벨브에 유출방지 흡착포 (잘된 조치)



정비동 인근에서 사용중인 항공유 ISO 탱크 호스 아래 유류 유출 확인됨 (오염토양 제거 및 재발 방지 요망)



Fig. 1-4. A prevention measure for fuel spill (left), small amount of fuel spill from the valve of ISO aviation fuel tank (center and right)



Fig. 1-5. Fuel spill prevention measures applied at Cape Hallett Camp in 2018/19 season.

실내에서 윤활유 등을 취급하는 발전동과 정비동에서 정비과정 중 흘러나오게 되는 소량의 유류관리가 잘 이루어지고 있었다(Fig. 1-6).



정비동 유류사용 지점.
적절하게 잘 운영되고 있음



유사시 바로 사용가능하도록
흡착포 일부 정비동 1층 이동 필요

Fig. 1-6. Fuel and lubricant treat measure in the building(left) and adsorbent sheets stored at the place not immediately accessible in case of emergency (right).

기지에서 반출하기 전 야외에서 보관하고 있는 폐유와 윤활유는 주로 200ℓ 드럼에 보관하거나 항공유의 경우 프레임이 있는 1톤 탱크에 보관하고 있다. 2019년 3월 6차 월동기간에 점검한 결과 항공유 폐유 보관 컨테이너 아래에서 토양오염이 관찰되어 컨테이너 이동 및 오염 현황과약을 요청한 바 있으나, 잦은 강설과 적설로 인하여 이행되지 못했다. 2019년 11월 기지현장 점검 시 7차 월동대에서 2020년 아라온 3항차에 1톤형 폐유 컨테이너를 반출하고 오염토양을 제거할 계획이었으나 이행되지 못하였다(Fig. 1-7). 2020/21 시즌에 반출 및 오염도 파악과 방제작업이 필요할 것으로 보인다.



Fig. 1-7. Waste aviation fuel storing tanks (left) and collecting contaminated soil beneath the tanks (right) in March 2019.

기지에서 운영하고 있는 설비와 차량 주유시 연료 누출 사례는 지난 5차, 6차대와 마찬가지로 한 건도 보고된 바 없으나, 현장 점검 시 정비동 앞, 본관동 앞 헬리패드, 정비동 옆 폐항공유 저장 컨테이너 및 ISO 탱크의 벨브 아래 토양이 젖어있었고 유류 냄새가 났다. 기지 운영 시작 이후 기지 주변에서 발생한 유류 유출은 소량이지만 하나 매년 발생하고 있으므로 재발 방지를 위해 철저한 보고와 시정조치, 오염토양 제거 등의 조치가 요구된다.

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. 지난해 권고 사항인 액체 시약류의 선반 아래쪽 보관은 잘 이행되고 있었다. 또한 실험실에서 나오는 실험폐액은 별도의 20리터 플라스틱 통에 넣어 외부에 보관하고 있으며 지난해와 달리 플라스틱 통을 트레이에 넣어 폐액 유출에 주의하고 있었다. 생물해양연구실내 화학물질 유출에 대비할 수 있는 화학물질유출 방제키트가 보급되어 비치되었으나, 방제키트 앞에 물품이 적재되어 가려져 있어 유사 시 신속한 대처가 어려울 수 있으므로 적재된 물품을 제거하도록 조치하였다. 또한 실험실에서 발생하는 폐기물을 분리배출할 필요가 있으며, 유해 화학물질이 묻은 종이류와 플라스틱 초자, 장갑 등을 덮개가 없는 폐기물 수거용기에 보관할 경우 실험실 내의 공기질에 영향을 미칠 수 있으므로 반드시 기밀성이 확보된 폐기물 용기 사용이 필요하다(Fig. 1-8).



실험실 화학물질 유출키트 앞 물품 적재



실험실 폐기물 분리 및 유해폐기물은
기밀성이 확보된 전용 폐기용기 사용 필요

Fig. 1-8. Pile up items in front of chemical spill kit (left) and unsorted laboratory wastes (right).

다. 에너지 및 수자원 보존

기지 운영을 위한 전력 소모 절감을 위해 기지에서는 수시로 안내하고 있으며 발전기의 병렬운전을 피하고자 노력하고 있다. 기지 체류 인원이 가장 많은 기간인 월동대 인수인계 기간(약 80명 체류)부터 현장점검 기간까지 병렬운전을 하지 않고 1대의 발전기만 운영하였다. 기지 사용 에너지의 지속적인 절감 노력과 기지 시설 및 장비의 에너지 효율 향상 노력이 필요하다.

장보고기지의 생활용수는 100% 담수화기를 가동하여 공급하고 있으므로 에너지 보존 차원에서도 절수 습관이 요구된다. 월동대는 하계활동인원 도착 시 절수에 대하여 자세한 공지를 하고 있으며 소형세탁기 사용으로 절수에 힘쓰고 있다. 소형세탁기의 경우 작동시간이 짧아(표준 약 40분) 에너지와 수자원 절감효과가 큰 것으로 보인다. 2019/20 하계시즌에 물절약과 오수처리시설의 용량(20톤)을 감안하여 세탁실은 격일제로 운영하였으며, 샤워실은 일정 시간(오후 6:00-12:00)을 정하여 운영하였다. 추가적인 수자원 절약 방안으로 절수 샤워기 설치를 검토할 필요가 있다.

라. 환경보호 의정서 관련 사항

기지를 기반으로 2019/20 시즌에 이루어지는 모든 활동에 대한 환경영향평가서와 남극활동계획서가 기지에 비치되어있으며, 기지 운영자(대장, 총무)는 예비영향평가를 수행한 활동내용에 대하여 대체로 숙지하고 있으며, 환경영향평가 위반 사례는 알려진 바

없다.

동식물상 보존을 위해 육상 야외 활동인원이 통신실에 활동을 보고하는 시점에서 표시를 위한 돌탑 조성 방지와 정해진 루트로 차량 운항 등을 당부하고 있다. 월동대 운영을 위하여 운행하는 설상차 등은 눈 위 또는 정해진 루트로 운항하고 있다.

기지의 폐기물은 종이, 플라스틱, 캔, 병, 일반 쓰레기로 구분하고 나무박스에 팩킹하여 반출 전까지 컨테이너에 보관된다. 폐기물의 처리와 보관은 대체로 잘 이루어지고 있다. 신선식품의 경우 지난 시즌과 마찬가지로 보급 당시 신선도가 떨어져 업체류의 경우 많은 부분이 폐기물로 버려지고 있으므로 보급 전 철저한 현장 검수가 필요하며, 개별 포장된 식품이 보급된다면 음식물쓰레기를 줄일 수 있을 것으로 본다.

장보고기지 병원에서 사용한 후 남은 약품이나 폐의약품은 지정폐기물로 따로 보관하여 반출 후 전문 업체를 통해 폐기하고 있다. 의료폐기물의 발생 저감을 위해 보급 전 충분한 유통기한이 있는지 철저한 검수가 필요하며 기지 병원에 적합한 소요 물품인지 전문가의 검수 또한 요구된다.

실험실 폐기물 중 유해 시약 등은 분리 배출하여 의료용 폐기물과 함께 지정폐기물로 분류되어 배출되고 있다. 그러나 실험실 폐기물의 경우 실험에 사용한 알콜이나 유해 시약 등을 닦아낸 종이류와 플라스틱 초자 등을 구분하여 배출할 필요가 있으며, 실험실 내에서 분리수거할 경우에도 휘발성 유해 물질이 실험실 공간 및 기지내 공기 중으로 방출되지 않도록 기밀성이 있는 적절한 폐기 용기를 사용할 것을 권고하였다. 분리배출이 이행될 수 있도록 기지운영실과 협의하여 2020/21 보급 시 용도별 폐기 용기를 보급할 예정이다.

2019/20 현장점검 시기는 6차와 7차대의 인수인계가 끝난 직후로 온실에는 6차대에서 재배하던 식물이 소량 남아 있었으며, 온실 내에서 외래 곤충 등의 서식은 관찰되지 않았다. 7차 월동대는 온실관리자를 기계설비 대원으로 지정하여 운영할 계획이며, 온실 관리 지침에 따라 현재 남아있는 식물과 녹조에 오염된 암염블럭을 각각 음식물처리기와 실험실 고압멸균기를 통해 멸균 배출하도록 권고하였다.

기지 주변의 남극 특별보호구역의 관리계획서가 기지에 비치되어있었다. 또한 연구팀 활동 반경 내 ASPA, ASMA, HSMs위치는 숙지하고 있으며, 지난 6차대에 해당 위치가 표시된 지도를 제작하여 기지 통신실에 부착하였다. 기지를 기반으로 남극활동인원이 방문하고자 하는 특별보호구역을 매년 반영하여 지도를 개정할 필요가 있을 것으로 보인다. ASPA 지역 활동을 위해 허가받은 활동은 6건이며 허가서 없이 들어가거나 관리계획 위반사항은 발견되지 않았다. 그러나 연구팀에 따라 방문 가능성이 낮은 ASPA 지역을 다수 포함하여 ASPA 출입 허가를 받는 경우가 있어 시정이 필요하다. 외교부에서 ASPA 활동을 허가한 경우, 남극조약 사무국 웹사이트를 통해 허가된 ASPA 지역

목록과 허가된 활동내용을 공유해야 하므로 가능한 해당시즌 활동 가능한 지역에 한해서 허가신청서를 제출할 필요가 있다.



Jang Bogo Antarctic Research Station operation on-site check

Ji Hee Kim and 7th overwintering team

Korea Polar Research Institute, KIOST

This activity was carried out as a part of ‘Monitoring on indicators of environmental and ecological contamination generated by Antarctic research station operation’ supported by KORRI at Jang Bogo Station. The environmental management status at the station were surveyed with ‘Operation checklist for Korean Antarctic Research Stations regarding the conservation of the Antarctic environment v.1.’ The checklist include 9 categories (such as fuel management, hazardous chemical management, energy and water resources conservation, and matters related to the Protocol on Environmental Protection which is composed of 33 inspection items. On-site inspection and interview with the 7th over-wintering team were carried out, and most of the items have been implemented mitigation measures to minimize the environmental impact of Antarctic environment. Most of proposed measures by monitoring team last year have been implemented, however, attention is still required when helicopter and/or vehicle refueling. According to the result of the inspection, the 7th over-wintering team has implemented the measures that can be taken on-site. The piled-up snow on the pipeline and fuel spill prevention bund was removed as much as possible in 2019/20 summer season. It is expected to minimize environmental impact caused by station operation through regular on-site inspection and mitigation measures on the raised environmental issues.

Appendix 1. 장보고과학기지 점검 결과 (2019/2020 시즌)_2019년 11월 18일

구 분	점검 항목	점검 결과 및 현장 건의 사항	제언 및 조치
유류 관리	1. 연료 보관 탱크의 모니터링 방법 및 주기? (연료 유출 감시를 위해 주기적 모니터링 필요)	<ul style="list-style-type: none"> - 연료 잔량을 월 2회 실측하고 있음 - 유지반 모니터로 유류탱크 유량 수시 모니터링 - 일 사용량 기록 중 	<ul style="list-style-type: none"> - 간접적인 누출 모니터링 방법으로 사용량과 잔량을 수시(매일)로 점검할 것 - 눈에 묻힌 연료 펌프실 개선을 위한 방안 고민 필요 (월동대의 의견과 전문가 의견 수렴 필요)
	2. 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기?	<ul style="list-style-type: none"> - 연료운송 파이프라인의 여러 구간이 여러 해 쌓인 눈과 얼음층에 덮여 있어 점검 불가 - 주변 눈의 융해와 동결 반복으로 인한 압력 증가와 눈 자체의 하중으로 배관이 파손될 우려 있음 - 눈(얼음)에 묻혀있는 파이프는 연료배관, 해수취수 배관, 전기배관 등 기지운영과 안전에 필수적인 생명선으로 파손 시 기지 운영과 대원 안전 측면에서 매우 심각함 <p><현장 건의></p> <ul style="list-style-type: none"> - 하계에 높게 쌓인 눈과 얼음을 제거할 수 있는 장비 또는 열화칼슘 등 제설용품 필요 - 순차적으로 발전동 인근의 배관 보호시설을 관랑주변에 설치 필요(배관 안전 및 동계에 작업자 보호) 	<ul style="list-style-type: none"> - 지난 2-3년간 쌓여 얼어있는 눈층을 제거하기 위한 장비 지원이 필요할 것으로 보임. 지원실과 협의하여 비교적 단시간에 얼음을 자르거나 제거할 수 있는 방안 논의 예정(예, 과학잠수시 사용하는 해빙용설비, 열수시추기 등의 응용) - 열화칼슘과 같은 약품의 남극사용에 대해 검토 예정 - 연구소 차원에서 배관의 보호와 관리 문제에 대해 근본적인 해결 방안 마련필요 (지원실과 협의하여 인프라운영위 안건으로 상정)
	3. 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태	<ul style="list-style-type: none"> - 항공유는 ISO 유류 컨테이너에 보관, 헬기 주유 시 서비스 탱크 이용 - 지난해 지면과 닿아있던 정비동 옆 ISO 탱크는 부목으로 지면에서 띄워놓았으나, 서비스탱크와 주유호스 연결 시 소량의 항공유가 	<ul style="list-style-type: none"> - 사용완료 또는 보관중인 항공유 ISO 유류 컨테이너의 밸브가 잘 닫혀있는지 주기적으로 점검필요 - 오염 토양 수거 후 반출 필요 - 주유용 ISO 탱크의 위치는 고정되어있으므로

		<p>유출된 것으로 보임</p> <ul style="list-style-type: none"> - 200L 유류드럼 일부는 팔레트 위에, 일부는 지면에 보관하고 있음. 보관 상태는 양호하나 유출 시 바로 토양에 흘러들 수 있는 상황임 	<p>탱크 아래에 콘크리트 패드를 설치하는 방안 검토(현장 제안사항이기도 함)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 200L 연료드럼 적재 시 바닥에 깔 수 있는 시트 또는 트레이 보급 필요 (Cape Hallett 캠프 사례 참고)
	4. 연료 급유 시 소량의 유출이라도 방지할 수 있는 조치를 취하고 있는가? (트레이, 흡착포 등의 활용)	<ul style="list-style-type: none"> - 정비동 앞 매우 소량의 유류 흘림. 유지반 검토 결과 설상차의 노후로 하부에서 연료가 조금씩 떨어지는 것으로 판되며 점검 후 부품 교체 예정 - 현장점검 시 헬리덱 유류 유출 감지되지 않았음. 조종사들에게 주유시 흡착포 사용을 주시시킴 	<ul style="list-style-type: none"> - 헬기 주유 시 지속적으로 주의 요구되며 헬리덱에 설치된 방재물품 보관통에 흡착 필로우만 남아있으므로 수시 점검 후 주유시 사용할 수 있도록 흡착포 보충 필요 - 흡착포 사용 습관 정착 - 설상차는 지정된 장소, 눈이 덮인 곳에 우선 주차하여 유류 오염지역 최소화. 부품 재고 확인 및 필요시 보급 요청 필요
	5. 유류 유출시 방재에 활용할 수 있는 자원의 종류와 양은 어느 정도 확보하고 있는가? (흡착포, 흡착물질, 붐, 방수포 등)	<ul style="list-style-type: none"> - 흡착포, 흡착 필로, 유화제 보유 - 정비동 2층에 방재물품 보관 중 	<ul style="list-style-type: none"> - 정비동 2층에 보관되어있는 흡착포는 유사시 바로 사용할 수 있도록 일정량은 접근이 쉬운 1층에 보관 필요 - 방재물품 재고량 파악 후 보고요망
	6. 현 월동기간 동안 기지 또는 주변에서 유류가 유출된 적이 있는지? 있으면 그 종류와 양, 위치는? 기지에 유류유출보고가 되었는지?	<ul style="list-style-type: none"> - 7차 월동 시에 보고된 유출 사례 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 소량이라도 외부 (토양, 눈 등)에 흘러면 유출로 볼 수 있으므로 주의 필요하며 대략적인 유출량과 유출지점, 종류(항공유, 휘발유 등), 수행한 조치 방법을 간단하게 기록하여 보고할 필요 있음
화학 물질 관리	7. 기지운영시설 (정비동, 기계동, 발전동)과 실험실에서 사용하는 화학물질은 누출 및 유출에 대비하여 적절히 관리, 사용되고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> - 윤활유 등은 발전동과 정비동 내에서 사용. 윤활유 등을 바닥에 흘린 흔적이 없이 잘 관리되고 있음 - 연구동의 화학물질 누출 방재키트 보관함 앞에 물품 적재 	<ul style="list-style-type: none"> - 실험실내에서 화학물질 유출시 바로 사용할 수 있도록 방재키트 앞은 비워 두어야함. 조치 완료
	8. 누출 및 유출시 대응 방안은 무엇?	<ul style="list-style-type: none"> - 발전동, 정비동 내에서 작업 시 불가피하게 	<ul style="list-style-type: none"> - 지난해 제안된 개선사항이 잘 이행되었음

	며, 모든 사용자가 즉각 대응할 수 있도록 준비되어있고 정보가 공유되고 있는가?	<p>발생하는 소량의 누출액은 흡착포로 제거하고 있음</p> <p>- 생물해양연구실에 화학물질 유출에 대비한 키트 비치되어있음. 인수인계 직후로 자원파악 아직 안됨</p>	- 빠른 시일내 생물해양연구실 화학물질 유출 키트의 재원과 사용법에 대해 생물, 해양연구원의 숙지 필요. 연구실 사용인원(하계대)에게 전파할 것
에너지 보존	9. 전력 소모 절감을 위해 필요한 조치는 충분한가? 불필요한 전력사용은 없는지? (사람이 없는 방에 전등, 히터 등의 켜져 있는 경우, PC, 실험장비 등)	- 불필요한 전열기는 월동대원이 수시로 점검하여 전원 차단하고 있음	- 기지 체류 인원이 가장 많은 하계기간(두차대 월동대와 하계인원으로 1주일간 약 80명 수준을 유지, 현재 56명 체류)임에도 불구하고 현재까지 1대의 발전기 운영으로 전력 소모량을 유지하고 있음
수자원 보존	10. 남극에서의 용수는 에너지와 동일하게 가능한 보존해야할 자원이다. 기지에서 절수 방법은 어떤 것들이 있으며 잘 이행되고 있는가?	<p>- 물절약을 위해 세탁기 사용은 격일로 제한. 소형세탁기 사용</p> <p>- 샤워실은 오후 6:00~12:00 까지 운영</p> <p>- 오수처리시설 용량 (20톤/일)을 감안하여 운영중</p>	- 소형세탁기의 경우 물 사용량과 사용시간 (표준 약 40분)이 짧아 에너지 절감 효과가 큼
	11. 월동대에서 기지 방문자에게 절수 및 그 방법에 대해 적극적으로 협조를 구하고 있는가?	- 기지 방문 시 오리엔테이션 시간에 물 절약 필요성에 대해 잘 안내하고 있음	
환경보호의정서 관련 사항			
환경영향평가	12. 이번 시즌 기지인근 및 기지를 기반으로 이루어지는 활동을 위해 허가받은 남극활동계획서와 환경영향평가서의 사본이 기지에 비치되어 있는가?	- 장보고기지기반 2019/20 시즌의 남극활동계획과 환경영향평가서 사본을 비치하고 있음	
	13. 기지대장 (남극감독관으로서)은 이번 시즌 해당 남극활동과 그 환경영	- 초기환경영향평가를 필요로 하는 활동은 이번 하계시즌에 없었으며, 활동에 대한 사항을	

	<p>향평가에 대해 파악하고 있는가? (특히 IEE 수준의 환경영향평가를 제출한 활동에 대한 파악 필요)</p>	<p>파악하고 있음</p>	
	<p>14. 현재까지 발생한(보고되거나 목격한) 환경영향평가 위반사항은? 예, IEE의 경우 활동규모 초과, 저감 방안 불이행 등. 환경영향평가 없이 활동을 수행한 경우</p>	<p>- 알려진 위반 사례 없음</p>	
<p>동물 식물상 보존</p>	<p>15. 남극식물상을 보존하기 위해 기지 운영과 남극 활동시 식생지역에서 차량운행을 하지않도록 강력히 권고하고 있다. 식물상이 있는 지역으로 차량운행을 하고 있는가? 차량운행을 한 적이 있거나 하고 있다면 피치 못할 사유는 무엇인가?</p>	<p>- 지정된 도로와 눈이 쌓인 지역에서 설상차 또는 차량 운행 준수</p>	
	<p>16. 기지 방문자에게 기지 주변 남극동물과 식물상에 대한 영향을 최소화하도록 주지시키고 있는가? (예, 스쿠아 먹이주기 금지, 가능한 식생을 밟지말고 한 줄로 이동 등) 기지에서 발생하는 음식물쓰레기는 잘 관리되고 있는가?</p>	<p>- 아직까지는 스쿠아가 기지 주변에서 먹이를 찾지 않고 있음 - 음식물쓰레기 야외 방치사례는 없었음</p>	<p>- 음식물쓰레기는 잘 관리되고 있음 - 지속적인 철저한 음식물 관리 요망</p>
<p>폐기물 관리</p>	<p>17. 기지에서 발생한 폐기물은 어떻게 구분하고 있는가? (분리수거하고 있는 일반폐기물의 종류와 지정폐기물의 종류를 구체적으로)</p>	<p>- 종이, 플라스틱, 캔, 병, 일반쓰레기로 구분하고 나무박스에 넣어 팩킹하여 컨테이너에 보관 - 의료폐기물: 따로 보급된 폐기물통에 보관하였다가 반출시 표시하여 지정업체에서 처리. 생물해양연구실 유해폐기물은 의료폐기물</p>	

	<p>로 처리중</p> <ul style="list-style-type: none"> - 건전지: 나무박스에 따로 보관 - 폐유: 빈 드럼에 넣어 발전동 저장소에 보관하였다가 발전동 앞 지정된 장소에 팔레트에 올려 보관. 컨테이너에 넣어 반출예정 - 페드럼통, 윤활유통은 지정된 장소에 별도 보관 중 	
<p>18. 음식물쓰레기는 어느 정도 발생하는가? (1주일 또는 일별 발생량(kg)/기지체류인원으로 계산= kg/person.day)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 하계기간에는 60~70 L/day, 동계기간에는 70~80 L/week 정도로 배출됨 - 하계 초기로 식수 인원 변동이 잦아 양 조절에 어려움이 있으나, 잔반배출을 줄이기 위해 식단 조절 중에 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 현장에서 보기에 먹을 수 있는 음식이 버려지는 경우는 거의 없었음 - 지난 사례에 따르면 음식폐기물은 주로 부식을 다듬거나 운송과정, 도착 후 냉해로 사용할 수 없게 된 재료들이 많으므로 보급 후 바로 정리하여 버려지는 양을 줄일 것
<p>19. 폐기물의 발생량은 주기적으로 기록, 관리하고 있는가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 주기적으로 기록, 관리하고 있음 	
<p>20. 소각하고 있는 폐기물은 어떤 종류가 있으며, 소각주기와 1회 소각시 소각량은 어느 정도인가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 해당사항 없음 (장보고기지는 소각이 없음) 	
<p>21. 유해성폐기물 (유류제품, 화학물질, 드럼, 화학물질용기 등)의 관리는 적절한가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 폐유 드럼은 지정 장소에 관리 - 실험 폐액은 20리터 플라스틱통에 관리 - 실험실 유해폐기물을 뚜껑이 없는 폐기물 용기에 사용중 - 6차 점검시 폐유 저장용기 하부 토양에서 유류가 검출되었음. 2019/20 하계시즌에 폐유 용기 반출 및 오염 토양 수거 예정 	<ul style="list-style-type: none"> - 인원 안전과 오염방지를 위해 실험실폐기물을 기밀성이 있는 폐기물통에 배출할 수 있도록 보급 필요. 안전기준에 맞춰 모니터링팀에서 구매 보급할 예정임 - 폐유 저장용기는 저온에서도 잘 파손되지 않는 드럼 등으로 교체하고 지면에서 분리하여 적재 필요(팔레트+대형 트레이 또는 방수포 보급)
<p>22. 폐기물이 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 적절한 조치가 이루어지고 있는가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 기지 주변이 잘 정돈되어 있으며, 폐기물은 지정된 장소에 바람이나 스쿠아의 영향을 받지 않도록 잘 관리되고 있음 	

	23. 온실 폐기물은 적절히 처리, 관리되고 있는가? (외래종 유입 방지를 위해 살아있는 식물체나 배양액 및 각종 부산물이 외부에 노출되지 않도록 처리 및 관리 필요)	<ul style="list-style-type: none"> - 온실에서 나오는 식물 잔해는 음식물처리기로 처리하여 반출 - 지난 차대에서 남긴 암면블록과 식물은 음식물처리기로 처리하여 반출 예정 - 멸균 보급 상토에서 톱토기 등이 발견되지 않았음 	<ul style="list-style-type: none"> - 식물 재배와 함께 암면 블록에 녹조(또는 남조)가 발생하고 있음. 온실외부로 나가지 않도록 암면사용 후 고압멸균기 또는 음식물처리기로 처리 - 보급 상토에 흑시라도 남아있을 수 있는 곤충알이 살아서 부화하지 못하도록 외부기온에서 동결(일주일정도) 후 사용 요함
	24. 기지에서 반출하기 위해 적재되어 있는 폐기물의 양과 적재위치 및 보관 방법? 유출 등의 흔적은 없는지 확인 필요	<ul style="list-style-type: none"> - 일반 폐기물은 나무박스에 종류를 표시하여 보관하였다가 컨테이너에 적재 - 유해폐기물은 구분하여 지정장소 적재 후 컨테이너로 반출 	
온실 관리	25. 온실관리자는 지정되어 있으며, 관리지침을 숙지하고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> - 온실관리자는 유경험자인 기계설비대원이 담당하고 있으며, 보조인원이 지정되어있음 - 온실관리자는 지침을 숙지하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 뉴질랜드를 통해 보급되는 야채 등 신선식품에 곤충이나 다른 절지동물이 묻어 들어오고 있으므로, 온실출입자는 신선식품 접촉을 제한할 필요 있음 - 신선식품을 다루는 주방인원은 온실 출입제한할 것 - 신선식품 포장재는 실내에 두지 말고 외부 컨테이너에서 보관하였다가 반출 할 것
	26. 주기적으로 청소하고 있는가? 청소 시 사용하고 있는 용품 (세제 등)은 어떤 종류인가?	<ul style="list-style-type: none"> - 온실 내부는 주기적으로 청소하고 있음 - 인수인계가 직후로 아직 정리가 덜된 상태임 	<ul style="list-style-type: none"> - 다음 차대 인수인계시 1% 락스로 온실 표면과 광원 등을 청소하도록 전달 필요
	27. 온실에 외래종 (거미, 곤충 등)이나 고유종의 곤충이 유입된 흔적은 없는가?	<ul style="list-style-type: none"> - 온실 점검 시 외래종 유입 등의 사례는 없었음 	<ul style="list-style-type: none"> - 주기적으로 화분 아래나 암면블록 아랫면을 점검하고, 생물대원과 협조하여 자외선 포충기 재가동과 끈끈이 설치 후 모니터링이 필요함
보호 구역	28. 기지에서 관리하고 있는 남극특별 보호구역의 관리계획서는 비치되어 있는가? (세종기지, ASPA No 171)	<ul style="list-style-type: none"> - 비치되어있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 7차 월동대에서 구역별 관리계획서 확인 필요

<p>29. 기지주변 ASPA, ASMA, HSMs의 위치가 표시된 지도는 비치되어있는가? (적어도 우리나라 과학자들이 방문하거나 방문가능성이 있는 보호구역이 표시된 지도 필요. 남극조약 사무국 웹사이트 http://www.ats.aq/e/ep_protected.htm 참고)</p>	<p>- 연구팀 활동 반경 내 보호구역(ASPA, ASMA, HSMs)의 위치가 표시된 지도는 통신실 벽에 부착되어 있음</p>	<p>- 대장, 총무, 통신대원은 지도에서 보호구역 위치확인 및 보호구역 특성 숙지 필요</p>
<p>30. 기지 주변 ASPA에 출입하고자 하는 방문자의 출입허가서와 출입목적을 기지에서 확인하고 있는가?</p>	<p>- 출입 목적, 출입인원, 출입 일시는 통신실에서 확인하고 기록 중</p>	<p>- ASPA 지역 출발 시 출입허가서 사본 소지여부 확인 필요 - 하계활동 종료 후 출입구역, 출입인원, 방문 횟수 등 보고 예정</p>
<p>31. 이번 시즌 보호구역 출입을 허가 받은 건수는 몇 건인가?</p>	<p>- 6 팀</p>	
<p>32. 허가서 없이 특별보호구역에 들어간 사례는 있는가? 있다면 구체적으로 기술</p>	<p>- 파악된 바 없음</p>	<p>- 하계활동 종료이후 보고예정</p>
<p>33. 허가받은 사항과 다른 활동을 한 경우는 없는가? 있다면 구체적으로 기술하고 해당 활동이 환경에 부정적인 영향을 미쳤다면 그 사항에 대해 상세히 기술</p>	<p>- 파악된 바 없음</p>	<p>- 하계활동 종료이후 보고예정</p>

※ 그 외 주요 사항

○ 전문기관 또는 전문 인력의 기지 안전 점검 필요

- 2014년 1차 월동 이후 약 7년이 지난 현 시점에서 기지 전반에 대한 안전 점검 (특히, 배관, 전기실 등)이 필요함
- 장보고기지의 경우 동파 우려가 세종기지에 비해 높고, 매우 건조한 환경으로 화재위험 성이 높아 수시로 점검 중이나 전문인력의

상세안전 점검이 요구됨

○ 하계 조리사 파견 조치에 대한 의견

- 6차 월동대에서 건의하였던 추가 하계 조리원의 파견이 이루어져 기지 체류 인원이 포화상태인 상황과 정기보급 이전임에도 불구하고 식사에 대한 만족도가 높음. 지속적으로 유지 요망
- 현재 7차 월동대 조리사, 하계 조리사 2명, 총 3명의 주방 인원으로 운영 중



Appendix 2. 장보고과학기지 점검 결과 (2018/2019 시즌)_2019년 3월 4일

구 분	점검 항목	점검 결과 및 현장 건의 사항	재언 및 조치
유류 관리	1. 연료 보관 탱크의 모니터링 방법 및 주기? (연료 유출 감시를 위해 주기적 모니터링 필요)	- 연료 잔량을 월 2회 실측하고 있음 - 유지반 모니터로 유류탱크 유량 수시 모니터링 - 일 사용량 기록 중	- 기상여건과 안전을 고려하면서 유류오염 방지턱 내 쌓인 눈 제거 필요
	2. 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기?	- 많은 눈에 덮여있지 않은 구역은 매월 2회 점검	
	3. 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태	- 항공유는 ISO 유류 컨테이너에 보관, 주유 시 서비스 탱크 이용 - 휘발유의 경우 드럼으로 보급, 조디악 및 스키두에 사용 - 팔레트 위에 유류를 보관하고 있음. 보관 상태 양호	- 사용완료 또는 보관중인 항공유 ISO 유류 컨테이너의 벨브가 잘 닫혀 있는지 주기적으로 점검필요. 완전히 닫혀있지 않은 경우 소량의 유류라도 지속적으로 유출될 수 있어 심각한 토양오염 가능
	4. 연료 급유 시 소량의 유출이라도 방지할 수 있는 조치를 취하고 있는가? (트레이, 흡착포 등의 활용)	- 주유 지점에 흡착포를 비치하고 있으나 정비동 주변과 헬리덱 인근 좁은 지역에서 유류 검출됨	- 주유시 주유 호스에 남아있는 소량의 유류는 흡착포를 이용하여 제거할 수 있도록 대원들에게 수시로 공지할 필요 있음 - 흡착포 사용 습관 정착 필요
	5. 유류 유출시 방재에 활용할 수 있는 자원의 종류와 양은 어느 정도 확보하고 있는가? (흡착포, 흡착물질, 붐, 방수포 등)	- 방재에 충분한 방재도구 보유 - 흡착포, 흡착 필로	
	6. 현 월동기간 동안 기지 또는 주변에	- 6차 월동 시에 보고된 유출 사례 없음	- 유류 유출에 대한 개념이 다른 것

	<p>서 유류가 유출된 적이 있는지? 있으면 그 종류와 양, 위치는? 기지에 유류유출보고가 되었는지?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 현장 점검결과 6개 지점의 토양에서 좁은 지역이기는 하나 높은 농도의 유류가 검출됨. 대부분 증장비와 헬기 주유 시 호스에 남아 있던 소량의 유류가 유출된 것으로 보임 - 폐유 저장용기 하부 토양에서 디젤유가 검출되었으며, 저장컨테이너의 문제인지, 넣을 때 흘린 것인지 확인 필요 	<p>으로 보임. 기지인원의 유류 유출에 대한 인식 제고 필요 (수시로 강조할 필요 있음)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 소량이라도 외부 (토양, 눈 등)에 흘러면 유출로 볼 수 있으므로 주의 필요 - 월동대에서 확인하여 조치예정 (점검 필요)
<p>화학 물질 관리</p>	<p>7. 기지운영시설 (정비동, 기계동, 발전동)과 실험실에서 사용하는 화학물질은 누출 및 유출에 대비하여 적절히 관리, 사용되고 있는가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 윤활유 등은 발전동과 정비동 내에서 사용 - 연구동 보관시약 중 유리병에 든 액체 시약의 경우 선반아래 쪽에 보관하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 지난해 점검이후 개선 됨
	<p>8. 누출 및 유출시 대응 방안은 무엇이며, 모든 사용자가 즉각 대응할 수 있도록 준비되어있고 정보가 공유되고 있는가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 발전동, 정비동 내에서 작업 시 불가피하게 발생하는 소량의 누출액은 흡착포로 제거하고 있음 - 생물해양연구실에 화학물질 유출에 대비한 키트 비치되어있으며, 담당 연구원이 재원과 사용법을 숙지하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 지난해 제안된 개선사항이 잘 이행되었음
<p>에너지 보존</p>	<p>9. 전력 소모 절감을 위해 필요한 조치는 충분한가? 불필요한 전력사용은 없는지? (사람이 없는 방에 전등, 히터 등의 켜져 있는 경우, PC, 실험장비 등)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 불필요한 전열기는 월동대원이 수시로 점검하여 전원 차단하고 있음 - 월동에 들어가기 전 숙소 실내 온도를 유지를 위해 우레탄 문풍지 시공 예정 	<ul style="list-style-type: none"> - 6차 월동시작 이후 현재까지 1대의 발전기 운영으로 전력 소모량을 유지하고 있음 - 지난해 요청한 우레탄 문풍지가 보급 되었으며, 시공 예정으로 적절히 조치되었음
<p>수자원</p>	<p>10. 남극에서의 용수는 에너지와 동일하</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 소형세탁기 사용 	<ul style="list-style-type: none"> - 소형세탁기의 경우 물 사용량과 사

보존	게 가능한 보존해야할 자원이다. 기지에서 절수 방법은 어떤 것들이 있으며 잘 이행되고 있는가?	- 인원이 많은 시기에 격일 세탁 시행	용시간 (표준 약 40분)이 짧아 에너지 절감 효과가 큼
	11. 월동대에서 기지 방문자에게 절수 및 그 방법에 대해 적극적으로 협조를 구하고 있는가?	- 기지 방문 시 오리엔테이션 시간에 물 절약 필요성에 대해 잘 안내하고 있음	
환경보호의정서 관련 사항			
환경영향평가	12. 이번 시즌 기지인근 및 기지를 기반으로 이루어지는 활동을 위해 허가받은 남극활동계획서와 환경영향평가서의 사본이 기지에 비치되어있는가?	- 기지에서 모든 활동 계획을 파악하고 있음	
	13. 기지대장 (남극감독관으로서)은 이번 시즌 해당 남극활동과 그 환경영향평가에 대해 파악하고 있는가? (특히 IEE 수준의 환경영향평가를 제출한 활동에 대한 파악 필요)	- 초기환경영향평가를 필요로 하는 활동은 이번 하계시즌에 없었으며, 활동에 대한 사항을 파악하고 있음	
	14. 현재까지 발생한(보고되거나 목격한) 환경영향평가 위반사항은? 예, IEE의 경우 활동규모 초과, 저감 방안 불이행 등. 환경영향평가 없이 활동을 수행한 경우	- 알려진 위반 사례 없음	
동물 식물상 보존	15. 남극식물상을 보존하기 위해 기지 운영과 남극 활동시 식생지역에서 차량운행을 하지않도록 강력히 권고하고 있다. 식물상이 있는 지역으로 차	- 지정된 도로와 눈이 쌓인 지역에서 실상차 또는 차량 운행 준수	

	<p>량 운행을 하고 있는가? 차량운행을 한 적이 있거나 하고 있다면 피치 못할 사유는 무엇인가?</p>		
	<p>16. 기지 방문자에게 기지 주변 남극동물과 식물상에 대한 영향을 최소화하도록 주지시키고 있는가? (예, 스쿠아 먹이주기 금지, 가능한 식생을 밟지말고 한 줄로 이동 등) 기지에서 발생하는 음식물쓰레기는 잘 관리되고 있는가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 아직까지는 스쿠아가 기지 주변에서 먹이를 찾지 않고 있음 - 야외 비비큐 파티 상황에서는 기지 대장이 대원들에게 먹이를 주지 않도록 주의하고 있음 - 음식물쓰레기 야외 방치사례는 없었음 	<ul style="list-style-type: none"> - 음식물쓰레기는 잘 관리되고 있음 - 장보고기지 주변 스쿠아는 기지 인근에 접근하지 않고 있음. 지속적인 철저한 음식물 관리로 feeding에 걸들지 않도록 주의 요망
폐기물 관리	<p>17. 기지에서 발생한 폐기물은 어떻게 구분하고 있는가? (분리수거하고 있는 일반폐기물의 종류와 지정폐기물의 종류를 구체적으로)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 종이, 플라스틱, 캔, 병, 일반쓰레기로 구분하고 나무박스에 넣어 팩킹하여 컨테이너에 보관 - 의료폐기물: 따로 보급된 폐기물통에 보관하였다가 반출시 표시하여 지정업체에서 처리 - 건전지: 나무박스에 따로 보관 - 폐유: 빈 드럼에 넣어 발전동 저장소에 보관하였다가 발전동 앞 지정된 장소에 팔레트에 올려 보관. 컨테이너에 넣어 다음 차대에 반출예정 - 폐드럼통, 윤활유통은 지정된 장소에 별도 보관 중 	<ul style="list-style-type: none"> - 월동대 의료대원 면담시, 의약품 구매 및 검수를 위해 단기 전문가 활용 필요성 제기되었으며, 유통기간이 촉박한 약품이 보급될 경우 바로 지정폐기물이 발생하게 되므로 구매와 검수 시 꼼꼼한 확인이 요구됨 - 오염된 과자봉지, 컵라면 용기 등은 재활용이 되지 않으므로 일반쓰레기로 배출요망 - 지난해 폐유 보관 드럼의 적재 시 받침대(팔레트) 사용을 요청하였으며, 적절한 조치가 이루어졌음
	<p>18. 음식물쓰레기는 어느 정도 발생하는가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 하계기간에는 70~80 L/day, 동계기간에는 70~80 L/week 정도로 배출됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 현장에서 보기에 먹을 수 있는 음식이 버려지는 경우는 거의 없었음

<p>(1주일 또는 일별 발생량(kg)/기지체류인원으로 계산= kg/person.day)</p>	<p>- 음식물쓰레기 절감을 위해서는 보급 시설기 보관할 수 있는 방안 마련 필요(월동대 건의 사항)</p>	<p>- 음식폐기물은 주로 부식을 다듬거나 운송과정에서 사용할 수 없게 된 재료들로 기지 인원의 영양과 폐기물저감을 위해 운송 시 신선도 유지 방안 고민 필요</p>
<p>19. 폐기물의 발생량은 주기적으로 기록, 관리하고 있는가?</p>	<p>- 주기적으로 기록, 관리하고 있음</p>	
<p>20. 소각하고 있는 폐기물은 어떤 종류가 있으며, 소각주기와 1회 소각시 소각량은 어느 정도인가?</p>	<p>- 해당사항 없음</p>	<p>- 5차 때 제기된 유해가스(다이옥신 등)가 발생하지 않는 것으로 알려진 새로운 시스템(예, 중국의 신기지에서 적용 예정인 magnetic pyrolysis furnace)에 대한 검토하였으나, 기대 성능에 미치지 못하여 도입하지 않음</p>
<p>21. 유해성폐기물 (유류제품, 화학물질, 드럼, 화학물질용기 등)의 관리는 적절한가?</p>	<p>- 폐유 드럼은 지정 장소에 관리 - 실험 폐액은 20리터 플라스틱통에 관리, 실험실 외부에 두고 있음</p>	
<p>22. 폐기물이 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 적절한 조치가 이루어지고 있는가?</p>	<p>- 기지 주변이 잘 정돈되어 있으며, 폐기물은 지정된 장소에 바람이나 스쿠아의 영향을 받지 않도록 잘 관리되고 있음</p>	
<p>23. 온실 폐기물은 적절히 처리, 관리되고 있는가? (외래종 유입 방지를 위해 살아있는 식물체나 배양액 및 각종 부산물이 외부에 노출되지 않도록 처리 및 관리 필요)</p>	<p>- 온실에서 나오는 식물 잔해는 음식물처리기로 처리하여 반출 - 양액은 사용 중으로 폐기한 사례가 없음 - 지난 차대에 오염된 상토로 인한 토타기 발생우려로 상토(선별하여 보급) 사용</p>	<p>- 식물 재배와 함께 암면 블록에 녹조(또는 남조)가 발생하고 있음. 온실외부로 나가지 않도록 암면사용 후 고압멸균기로 멸균하여 폐기하도록 함</p>

		은 최소화하고 암면으로 된 블록(UR 블록)을 사용하고 있음	
	24. 기지에서 반출하기 위해 적재되어 있는 폐기물의 양과 적재위치 및 보관 방법? 유출 등의 흔적은 없는지 확인 필요	- 일반 폐기물은 나무박스에 종류를 표시하여 보관하였다가 컨테이너에 적재 - 유해폐기물은 구분하여 지정장소 적재 후 컨테이너로 반출 - 정비동 옆 액체폐기물 보관 지역에 유류가 유출된 흔적이 있었으며, 유류 검출됨	- 액체폐기물 보관 용기에 파손이 있는지 폐유를 넣다가 소량 흘린 것인지 파악이 필요함. 유지반장이 확인하고 상황을 파악하고 보고하기로 함
온실 관리	25. 온실관리자는 지정되어 있으며, 관리지침을 숙지하고 있는가?	- 온실관리자는 유경험자인 유지반장이 담당하고 있으며, 보조인원이 지정되어 있음	
	26. 주기적으로 청소하고 있는가? 청소 에 사용하고 있는 용품 (세제 등)은 어떤 종류인가?	- 온실 내부는 정리 정돈이 잘 되어있으며, 주기적으로 청소하고 있음	- 다음 차대 인수인계시 해를 넘긴 모든 식물들을 제거하고 1% 락스로 온실 표면과 광원 등을 청소하도록 전달 필요
	27. 온실에 외래종 (거미, 곤충 등)이나 고유종의 곤충이 유입된 흔적은 없는가?	- 곤충 흔적은 없으며, 자외선 포충기가 가동중이나 포획되지 않았음 - 생물연구원이 주기적으로 점검하고 있음	- 주기적으로 화분 아래나 암면블록 아랫면을 점검하고, 포충기도 점검하기 바람
보호 구역	28. 기지에서 관리하고 있는 남극특별보호구역의 관리계획서는 비치되어 있는가? (세종기지, ASPA No 171)	- 비치되어있음	
	29. 기지주변 ASPA, ASMA, HSMs의 위치가 표시된 지도는 비치되어 있는가? (적어도 우리나라 과학자들이 방문하	- 연구팀 활동 반경 내 보호구역(ASPA, ASMA, HSMs)의 위치는 숙지하고 있으나 표시된 지도는 없음	- 기지 모니터링팀에서 제작하여 전달 예정이었으나 월동대와 논의하여 기지에 있는 플로터를 활용하여 제공

<p>거나 방문가능성이 있는 보호구역이 표시된 지도 필요. 남극조약 사무국 웹사이트 http://www.ats.aq/e/ep_protected.htm 참고)</p>		<p>한 정보를 바탕으로 통신대원이 작성하여 부착함</p>
<p>30. 기지 주변 ASPA에 출입하고자 하는 방문자의 출입허가서와 출입목적을 기지에서 확인하고 있는가?</p>	<p>- 확인하였음</p>	
<p>31. 이번 시즌 보호구역 출입을 허가 받은 건수는 몇 건인가?</p>	<p>- 6 팀</p>	
<p>32. 허가서 없이 특별보호구역에 들어간 사례는 있는가? 있다면 구체적으로 기술</p>	<p>- 파악된 바 없음</p>	
<p>33. 허가받은 사항과 다른 활동을 한 경우는 없는가? 있다면 구체적으로 기술하고 해당 활동이 환경에 부정적인 영향을 미쳤다면 그 사항에 대해 상세히 기술</p>	<p>- 파악된 바 없음</p>	

※ 그 외 제안 사항

○ 월동대 선발 시기 개선 필요

- 효율적이고 원활한 기지 운영을 위해서는 국내 준비과정(물품구매, 검수, 훈련 등)이 매우 중요한 단계임
- 연구소에서 전문 인력 수급의 어려움은 있겠지만 월동대 선발을 조기에 완료하여 해당 분야의 월동대원이 관련 사항을 숙지하고 물품도 검수 할 수 있어야함
- 월동조건, 전문 인력풀 관리 등 인력수급을 위한 다양한 방안에 대한 검토 필요



제 2 절

세종과학기지 운영 현장 점검

김 상 희, 김 지 희, 33차 월동연구대

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 본 활동은 극지연구소에서 수행하는 남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링의 일환으로, 남극세종기지의 현장을 방문하여 기지의 환경 관리 현황을 점검하고 기지 주변에 대한 환경 영향의 정도를 조사하였다. 기지 운영 현장 점검은 사전에 작성한 체크리스트를 활용하여 유류관리, 화학물질관리, 에너지 보존, 수자원 보존, 환경보호의정서 관련 분야 등을 포함한 33개 항목에 대해 실시하였다. 현장 점검과 33차 월동연구대 면담을 통해 진행하였으며, 대부분의 항목에 대해 남극 환경 영향을 최소화할 수 있도록 저감 방안을 이행하고 있었다. 지난 현장점검시 지속적으로 문제가 되었던 소형 유류 저장소의 소량의 유류 유출은 2019/20 시즌에 발생하지 않았으며, 지속적인 주의가 요구된다. 33차 월동연구대에서는 점검 결과에 따라 현장에서 조치 가능한 사항을 이행하였고, 오래된 시약 및 과거 입고된 살충제 등은 전량 반출 폐기하였다. 기지 운영 개선을 위해 추가 보급품이 필요한 경우는 연구소 기지지원실에 의뢰하여 개선할 예정이다. 정기적 현장점검과 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 활용하였으며, 모니터링팀은 2019/20 하계시즌에 기지 주변을 직접 점검하고 33차 월동연구대를 대상으로 면담을 진행하였다. 현장 점검의 배경과 조사 목적 등의 자세한 설명은 1절의 서론과 같다.

2. 조사 방법

가. 조사 항목 및 세부지역

기지 운영 현장 조사 항목은 기지 유류 저장소 및 연료 급유 지를 대상으로 유류 관리 현황을 점검하고, 기지에서 이행하고 있는 에너지 보존을 위한 조치 및 수자원 보존 조치 등을 점검 하였으며, 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 세종기지과 주변 지역으로 Fig. 1-9과 같다. 분야별 점검 내용은 9장 1절의 장보고기지의 내용과 같다.

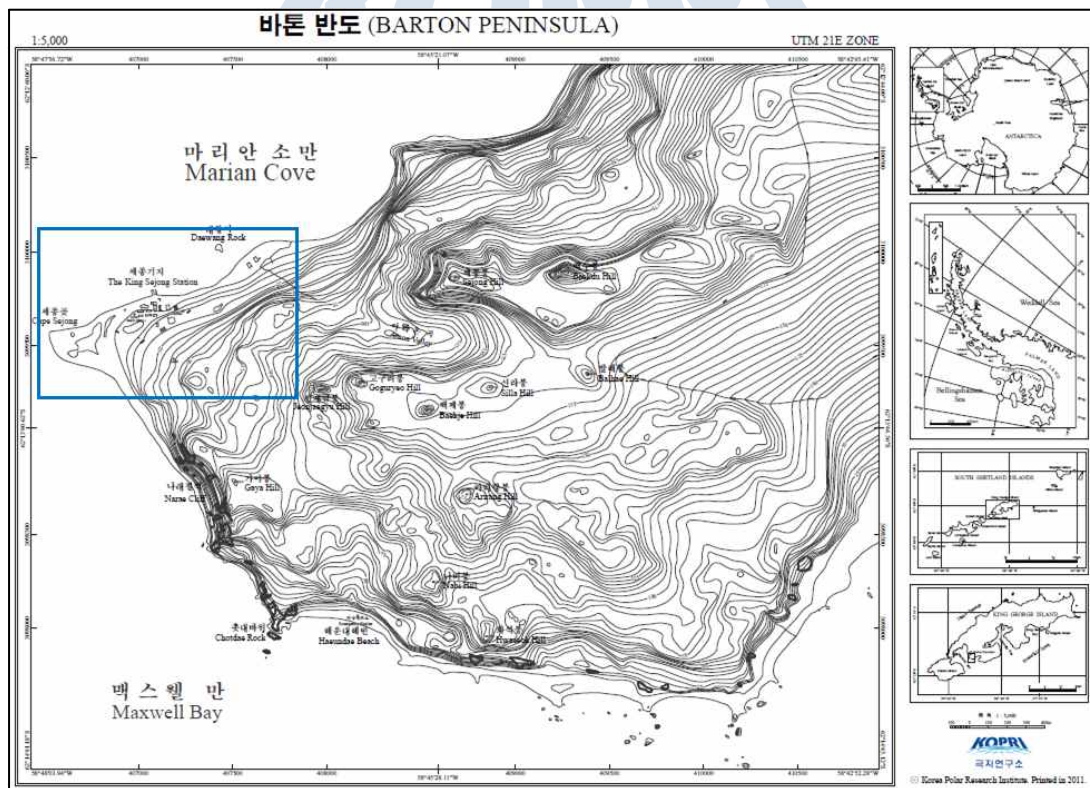


Fig. 1-9. Map around King Sejong Station and survey area (blue box).

나. 현장 점검 방법

현장 점검을 위해 기지 운영 현황 점검 체크리스트를 활용하였으며, 기지 시설 등을 방문 점검하고 이를 관리, 운영하고 있는 월동대원과 기지 대장 및 총무와 면담 하였다. 체크리스트와 구체적인 점검결과는 Appendix 1로 본 절의 마지막에 2018/19 시즌 32차 월동대를 대상으로 한 점검 결과 (Appendix 2)와 함께 추가하였다.

기지 주변 지역 유류오염 물질 조사의 경우, 기지 운영시 유류 유출 위험에 노출되기 쉬운 지역을 중심으로 오염물질 조사하였다. 기지 운영 시설 주변에서 유출이 의심되는 8개 지역을 선정하여 토양을 채취하였고, 채취한 토양은 기지 내 실험실에서 PetroFLAG 키트를 사용하여 TPH(Total Petroleum Hydrocarbon)의 함량을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 유류 관리

세종기지에서 연료 보관 탱크의 관리는 월 2회 각 탱크별 측심을 실시하고 주 1회 자동 제어 시스템상의 레벨을 모니터링 하고 있다. 또한 유류 이송 배관은 연료 정기보급 시 급유 전에 압력테스트를 하고 주1회 육안으로 유출 여부를 파악하고 있다. 세종기지의 연료 저장 탱크는 장보고기지과 마찬가지로 스테인레스 스틸 재질의 이중벽구조이며, 방지턱 내에 설치되었다. 세종기지의 경우, 하계 기간 기온이 올라 기지 주변 대부분의 지역과 유류 방지턱 내의 눈이 잘 녹지만, 방지턱 내에 눈이 쌓이지 않도록 주기적인 제설작업이 필요하다.

휘발유는 200 ℓ 드럼 단위로 발전동 앞에 옥외보관되어 있으며, 매일 당직 순찰 시 연료 드럼 보관 상태를 확인하고 있다. 윤활유는 용도에 따라 발전동과 중장비동 내부에 보관 중이며, 유출시 대비를 위해 흡착포와 유처리제가 발전동에 비치되어 있다. 유류 흡착포와 유처리제는 발전동, 고무보트보관동, 소형선박보관동 내부와 외부에 있는 경유 주입 지점에 비치하여 유류 유출에 대비하고 있다.

지난 2018/19 시즌 중장비용 경유를 25,000ℓ 용량의 ISO 탱크 주변에서 높은 농도의 TPH가 검출되어 오염토양 제거와 유처리제를 사용하여 방제활동을 진행한 바 있으나, 이번 시즌에는 유출 흔적이 없었으며, 월동연구기간 동안 유출 보고는 없었다. 소량의 유류 유출은 대부분 주유 과정에서 일어나므로 중장비 대원들의 주유 시 현장 지도와 교육이 꾸준히 요구된다.

나. 화학 물질 관리

기지 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 항시 폼 후드에서 개봉하여 사용하고 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 발생하는 르골염색 폐액은 전용 폐액통에 수거하고 있으며, 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 오른쪽 상단에 '제독키트'를 표기하여 비치하고, 누구나 즉각 사용할 수 있도록 안내하고 있다. 2019/2020 하계연구 기간 중에는 실험실(wetlab)을 이용하는 하계연구원을 대상으로 '제독키트'의 내용물을 점검하고 사용방법 교육을 실시하였다.

다. 에너지 및 수자원 보존

기지 운영을 위한 전력 소모 절감을 위해 전력 소모량 감시 프로그램으로 모니터링하고 있다. 연구동은 온도를 일괄 설정하였고 당직자 순찰 시 소등 조치 등으로 불필요한 전력사용을 최소화하고자 노력하고 있다.

세종기지의 생활용수는 하계 기간에는 용설수를 담아놓은 인공호의 담수로 공급하고 담수호가 결빙되는 겨울기간 동안은 담수화기를 가동하여 공급하고 있으므로 에너지 보존 차원에서도 절수 습관이 요구된다. 월동대는 하계활동인원 도착 시 절수에 대하여 자세한 공지를 하고, 물절약 안내문을 세면대와 샤워장에 비치하고 있으며, 최대한 세탁물을 모아서 세탁하도록 안내하고 있다. 소량 세탁 시에는 소형세탁기를 사용하도록 하여 수자원 절약에 힘쓰고 있다. 또한 방류수 수질 개선을 위해 가루세제보다 오염도가 높고 많은 양을 쓰게 되는 액체세제와 섬유유연제의 사용을 제한하고 있으며, 미세플라스틱이 포함되어있는 개인 휴대 스크럽제 등의 사용을 제한하고 있다.

기지 방문자 오리엔테이션을 통해 절수 방법, 전기절약 등을 안내하고 있으며, 기지 생활 중간에도 내부 인트라넷(세종넷)과 구내 방송 등을 통해 에너지 및 수자원 절약에 협조를 구하고 있다.

라. 환경보호의정서 관련 사항

2019/2020 시즌에 이루어지는 활동에 대한 환경영향평가서와 남극활동 계획서가 기지에 비치되어 있으며, 기지 운영자(대장, 총무)는 각 연구팀별 남극활동 계획서 상의 환

경영향평가서의 내용을 파악하고 있었다. 이번 시즌에도 지난해와 같이 초기환경영향평가(IEE) 수준에 해당하는 활동은 없었다.

동식물상 보존을 위해 기지 방문자 오리엔테이션 시간에 스쿠아 먹이 주기 금지, 식물상에 대한 교란 방지 등을 안내하고 있으며, 연구 활동 중 수시로 주의사항을 전달하고 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. 2019/2020 시즌에는 생활관, 연구동, 기계동에 4가지 분리수거함(종이류/음식물, 플라스틱/비닐류, 고철류, 유리류)을 신규 설치하여 사용 중에 있다. 음식물 쓰레기는 18명 체류 시 일평균 10kg(0.55kg/person·day)이 발생하고 있는 것으로 보고되었다.

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. 또한 소각기의 사용은 에너지 소모는 물론 대기질에 영향을 미치므로 가능한 소각량을 줄이고, 반출 가능한 폐기물은 남극 외부로 반출하는 것이 바람직하다.

또한 보급 물품의 비닐 포장재를 바로 제거하지 않아 강풍에 뜬겨 기지 주변으로 날리는 경우가 있으므로 포장재를 보급 후 바로 제거하도록 하여 폐기물 확산을 사전에 방지하였다(Fig. 1-10). 세종기지의 경우 30여년 동안 운영되면서 기지 주변에는 다양한 종류의 쓰레기 조각들이 산재하여 토양 오염과 동식물상에 대한 악영향이 우려된다. 매년 하계시즌에 월동대 및 모니터링팀과 연구자들이 자발적으로 쓰레기 수거에 참여하고 있으며 지속적인 환경 정화 노력이 필요하다.



Fig. 1-10. Removing plastic cover from the top of gas drums to prevent waste disposal.

온실을 통한 외래종 유입을 방지하기 위하여 온실관리 지침에 따라 운영되고 있으며 온실관리자를 지정하여 운영하고 있다. 매주 2회 주기적으로 진공청소기를 사용해 청

소하고 있다. 온실 내부에서는 곤충을 포함한 벌레의 흔적이 없으며, 외래종 유입 방지를 위해 설치한 자외선 포충기에 곤충이 포획되지 않았다. 한편 과거에 기지에 보급되어 환경문제로 사용하지 않은 오래된 농약류 살충제 전량을 폐기물로 배출하였다(Fig. 1-11).



Fig. 1-11. Waste pesticide supplied long ago.

현재 세종기지에 유입되어 번식하고 있는 각다귀의 서식이 우려되는 상수관리 건물의 고여 있는 물을 모두 제거하였고, 서식지가 될 수 있는 오배수 처리기 주변 물웅덩이를 자갈로 채워 물이 고이지 않도록 조치하였다. 또한 각다귀가 선호하는 환경인 식당 싱크대 밑에 UV-trap을 설치하였다. 지난 시즌과 동일하게 우루과이 연구팀에서 끈끈이 트랩을 보내와 각다귀가 주로 서식하고 있는 오수집수정에 설치하였고, 33차 월동연구대 생물연구원이 매일 포획되는 개체수를 모니터링할 계획이다(Fig. 1-12).



Fig. 1-12. Adhesive traps provided by Uruguayan monitoring team for *T. maculipennis*(A, B), white (C) and red delta adhesive traps installed around sewage inlet tank in 2019/2020 season.

외래종 유입방지 컨테이너는 2018/19 시즌에는 전원공급 문제로 가동하지 못하였으며, 정비 후 2019/20 시즌에 정비 후 시험가동할 예정이었으나 하계기간 동안 정비가 이루어지지 않았다. 효율적인 외래종 유입 방지를 위해 해당 시설의 조속한 조치와 가동이 필요하다.

남극특별보호구역(ASPAs)를 방문하고자 하는 연구팀에 대하여 33차 월동연구대에서 각 연구팀의 입남극 이전에 관련 사항을 확인하고 있었다. 기지에서 관리하고 있는 ASPA No. 171과 기지 주변의 특별보호구역들의 관리계획서들이 기지에 비치되어 있었다. 또한 연구팀 활동 반경내 ASPA, ASMA, HSMs 위치를 숙지하고 있으며, 해당 자료를 인쇄하여 추가 비치 예정이다. ASPA 지역 활동을 위해 허가받은 활동은 19건이며 지난해 14건에 비해 다소 증가하였고 허가서 없이 들어가거나 관리계획 위반사항은 발견되지 않았다.



King Sejong Antarctic Research Station operation on site check

Sanghee Kim, Ji Hee Kim, and 33rd 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 KORRI at King Sejong Station. The environmental management status at the station were surveyed with ‘Operation checklist for Korean Antarctic Research Stations regarding the conservation of the Antarctic environment v.1’. 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. On-site inspection and interview with the 33rd over-wintering team were carried out, and most of the items have been implemented mitigation measures to minimize the environmental impact of Antarctic environment. Fuel spill was not detected near ISO tank in 2019/20 season. However careful attention to fuel spill is required continuously. According to the result of the inspection, the 33rd over-wintering team institute implements the measures that can be taken on-site. Expired chemicals and pesticide were packed to remove from Antarctica. It is expected to minimize environmental impact caused by station operation through regular on-site inspection and mitigation measures on the raised environmental issues.

Appendix 1. 세종과학기지 점검 결과 (2019/2020 시즌)

구분	점검항목	점검결과 (구체적으로)	제언 및 조치
유류 관리	1. 연료 보관 탱크의 모니터링 방법 및 주기? (연료 유출 감시를 위해 주기적 모니터링 필요)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 월 2회 각 탱크별 측심 실시 ○ 주 1회 자동제어 시스템의 상 수위모니터링 ○ 매일 당직순찰시 수위계 기록 	
	2. 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연료 정기보급시 급유 전에 압력테스트 ○ 매주 1회 육안으로 파이프라인 검사 	
	3. 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태	<ul style="list-style-type: none"> ○ (휘발유) 연료 드럼 : 발전동 전면에 옥외 보관 <ul style="list-style-type: none"> - 매일 당직순찰시 연료드럼 보관상태 확인 ○ 윤활유 드럼 <ul style="list-style-type: none"> - 발전기용 : 발전동 내부 보관 - 중장비용 : 중장비정비동 내부 보관 	
	4. 연료 급유 시 소량의 유출이라도 방지할 수 있는 조치를 취하고 있는가? (트레이, 흡착포 등의 활용)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발전동, 고무보트보관동, 소형선박보관동 내부 및 외부 경유주입구 : 유흡착포, 유처리제 비치 및 활용 ○ 연료 정기보급시 : 유흡착제, 유처리제 등 비치 및 비상시 활용, 오일펜스 활용 	
	5. 유류 유출시 방재에 활용할 수 있는 자원의 종류와 양은 어느 정도 확보하고 있는가? (흡착포, 흡착물질, 붐, 방수포 등)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유흡착제: 8박스 ○ 유처리제: 18리터x20개 (Eco-Clean grade) ○ 오일펜스: 20미터x19개 (총 380미터) 	
	6. 현 월동기간 동안 기지 또는 주변에서 유류가 유	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해당사항 없음 	

	출된 적이 있는지? 있으면 그 종류와 양, 위치는? 기지에 유류 유출보고가 되었는지?		
화학 물질 관리	7. 기지운영시설 (정비동, 기계동, 발전동)과 실험실에서 사용하는 화학물질은 누출 및 유출에 대비하여 적절히 관리, 사용되고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중장비정비동·발전동 내 화학물질은 그 종류별로 분류하여 적재 및 보관 ○ 실험실 <ul style="list-style-type: none"> - 위험시약에 해당하는 산(acid)류와 휘발성이 강한 유기용매류는 전용 안전 철제 캐비닛에 보관/사용 - 휘발성과 독성이 강한 유기용매류는 항상 품 후드에서 개봉 및 실험 작업 수행 - 폐기 시 유기용매, 무기용매, 산, 염기로 분리하여 보관 중이며 폐시약 보관을 위한 전용 컨테이너를 연구동 외부에 설치하여 운영 중 - 해양연구 관련 실험 중 많이 발생하는 르골염색 폐액은 전용 폐액통을 설치하여 운영 - 생물연구 관련 오수처리 분석용 시약은 소량이라도 모두 무기계 유기계 폐액통에 분리하여 배출 중 	
	8. 누출 및 유출시 대응 방안은 무엇이며, 모든 사용자가 즉각 대응할 수 있도록 준비되어있고 정보가 공유되고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유기계, 무기계, 산(acid)용 제독 키트를 실험실 내 시약장 오른쪽 상단에 '제독키트' 문구를 표기하여 비치하고 누구나 즉각 사용 할 수 있도록 	

		<ul style="list-style-type: none"> ○ 2019/2020년 하계연구 기간 중에는 wetlab.을 이용하는 하계 연구원을 대상으로 '제독키트' 개봉하고 내용물 점검 및 사용법에 대한 교육을 시행함 	
에너지 보존	9. 전력 소모 절감을 위해 필요한 조치는 충분한가? 불필요한 전력사용은 없는지? (사람이 없는 방에 전등, 히터 등의 켜져있는 경우, PC, 실험장비 등)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전력소모량 감시 프로그램으로 모니터링 실시 ○ 연구동은 온도 일괄 설정, 당직자 순찰시 소등 조치 등으로 불필요한 전력사용 최소화 ○ 기지방문자 대상 오리엔테이션에서 전기절약 교육 	
수자원 보존	10. 남극에서의 용수는 에너지와 동일하게 가능한 보존 해야할 자원이다. 기지에서 절수 방법은 어떤 것들이 있으며 잘 이행되고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물절약 안내문을 세면대, 샤워장 등에 비치 ○ 기지방문자 대상 오리엔테이션에서 물절약 교육 ○ 최대한 세탁물은 모아서 세척하도록 안내 ○ 액체세제, 섬유유연제, 개인 스크럽제 사용 제한 	
	11. 월동대에서 기지 방문자에게 절수 및 그 방법에 대해 적극적으로 협조를 구하고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기지 방문자 오리엔테이션에서 절수 방법 안내 ○ 내부 인트라넷(세종넷), 구내방송 등을 통해 절수 협조 요청 ○ 특히, 2019/2020 시즌에는 기지내 에너지/수자 	

		원/ 환경보존/기지 생활과 밀접한 남극생활예절 등 영상 촬영이 시행된 바, 향후 기지 방문자들이 보다 쉽게 자원보존 방법에 대해 이해할 수 있도록 조치함	
환경보호의정서 관련 사항			
환경영향평가	12. 이번 시즌 기지인근 및 기지를 기반으로 이루어지는 활동을 위해 허가받은 남극활동계획서와 환경영향평가서의 사본이 기지에 비치되어있는가?	○ 비치하고 있음	
	13. 기지대장 (남극감독관으로서)은 이번 시즌 해당 남극활동과 그 환경영향평가에 대해 파악하고 있는가? (특히 IEE 수준의 환경영향평가를 제출한 활동에 대한 파악 필요)	○ 각 연구팀별 남극활동계획서 상의 환경영향평가서의 내용은 파악하고 있음 ○ 2019/2020 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	○ 해당사항 없음	

구분	점검항목	점검결과 (구체적으로)	제언 및 조치
동물 식물상 보존	15. 남극식물상을 보존하기 위해 기지 운영과 남극 활동시 식생지역에서 차량운행을 하지 않도록 강력히 권고하고 있다. 식물상이 있는 지역으로 차량운행을 하고 있는가? 차량운행을 한 적이 있거나 하고 있다면 피치 못할 사유는 무엇인가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해당사항 없음 - 차량운행 필요시 식물상 보존을 위해 암반노출 지역까지만 운행하고, 그 이외 지역에는 도보 등으로 이동함 	
	16. 기지 방문자에게 기지 주변 남극동물과 식물상에 대한 영향을 최소화하도록 주지시키고 있는가? (예, 스쿠아 먹이주기 금지, 가능한 식생을 밟지 말고 한줄 이동 등)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기지 방문자 대상 오리엔테이션에서 안내 	
폐기물 관리	17. 기지에서 발생한 폐기물은 어떻게 구분하고 있는가? (분리수거하고 있는 일반폐기물의 종류와 지정폐기물의 종류를 구체적으로)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생활관·연구동·기계동 등에 총 4가지 분리수거함을 신규 설치 및 사용 중 - 종이류/음식물,플라스틱/비닐류, 고철류, 유리류 ○ 기지 방문자 대상 오리엔테이션에서 관련 안내 ○ 종이·목재·음식물 쓰레기는 소각 처리 ○ 그 외 폐기물들은 종류별로 분류 및 반출처리 	
	18. 음식물쓰레기는 어느 정도 발생하는가? (1주일 또는 일별 발생량(kg)/기지체류인원으로 계산= kg/person.day)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 18명 체류시 일평균 10kg 발생 - 10kg/18명=0.55kg/person.day (소각전) 	

19. 폐기물의 발생량은 주기적으로 기록, 관리하고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기계설비 분야 대원이 주간업무보고에 기록 관리 	
20. 소각하고 있는 폐기물은 어떤 종류가 있으며, 소각주기와 1회 소각시 소각량은 어느 정도인가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 음식물, 종이류, 유기물 등 - 하계 : 매일 수시 소각 / 동계 : 매일 소각 - 소각 후 나온 재(ASH) 중량을 기록 보관 	
21. 유해성폐기물 (유류제품, 화학물질, 드럼, 화학물질용기 등)의 관리는 적절한가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 화학물질 폐기 시 유기용매, 무기용매, 산, 염기로 분리하여 보관하고 있으며 폐시약 보관을 위한 폐기물 전용 컨테이너를 연구동 외부에 설치·운영 중 ○ 2019/2020 기간에는 wetlab.에 지난 4~5년간 방치되어 있던 폐액통을 전부 폐액 전용 컨테이너로 이동 조치하여 실험실 내부환경 및 유해성 폐기물 관리 환경을 개선 시킴 	
22. 폐기물이 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 적절한 조치가 이루어지고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소각폐기물은 소각 전까지 건물내 보관하여 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 함 ○ 반출대상 폐기물은 모두 우드박스 등 지정 보관함에 넣어 보관함 	
23. 온실 폐기물은 적절히 처리, 관리되고 있는가? (외래종 유입 방지를 위해 살아있는 식물체나 배	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온실운영에 따른 발생폐기물은 유기물과 기타 폐기물을 분리하여 관리함 	


	양액 및 각종 부산물이 외부에 노출되지 않도록 처리 및 관리 필요)	○ 유기물은 소각로에서 소각 처리함	
	24. 기지에서 반출하기 위해 적재되어있는 폐기물의 양과 적재위치 및 보관 방법? 유출 등의 흔적은 없는지 확인 필요	○ 반출 폐기물은 우드박스를 이용하여 종류별로 컨테이너에 패킹하며 야외에 보관함 ○ 정기적으로 외관 유출 흔적 확인 시행	
온실 관리	25. 온실관리자는 지정되어 있으며, 관리지침을 숙지하고 있는가?	○ 기계설비 대원을 관리자로 지정 ○ 해당 대원이 관리지침을 숙지하고 있으며, 관리 지침에 따라 세종온실 운영 중	
	26. 주기적으로 청소하고 있는가? 청소에 사용하고 있는 용품 (세제 등)은 어떤 종류인가?	○ 매주 2회(월, 목) 주기적으로 청소 실시 ○ 세제는 사용하지 않으며 재배상과 온실 건조 후 진공청소기로 청소 실시	
	27. 온실에 외래종 (거미, 곤충 등)이나 고유종의 곤충이 유입된 흔적은 없는가?	○ 온실 내부에서 곤충 유입 흔적 없음	
보호 구역	28. 기지에서 관리하고 있는 남극특별보호구역의 관리 계획서는 비치되어있는가? (세종기지, ASPA No 171)	○ 나레브스키 포인트(펭귄마을)에 대한 관리지침서를 통신실에 다수 비치하고 있음(개정판 비치함)	
	29. 기지주변 ASPA, ASMA, HSMs의 위치가 표시된 지도는 비치되어있는가? (적어도 우리나라 과학자들이 방문하거나 방문가능성이 있는 보호구역이 표시된 지도 필요. 남극조약	○ 비치되어 있음 ○ 해당 자료들을 인쇄하여 추가 비치 예정	

<p>사무국 웹사이트 http://www.ats.aq/e/ep_protected.htm 참고)</p>		
<p>30. 기지 주변 ASPA에 출입하고자 하는 방문자의 출입 허가서와 출입목적은 기지에서 확인하고 있는가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해당 연구팀의 입남극 이전에 관련사항 확인 완료 	
<p>31. 이번 시즌 보호구역 출입을 허가 받은 건수는 몇 건인가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 19건 	
<p>32. 허가서 없이 특별보호구역에 들어간 사례는 있는가? 있다면 구체적으로 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해당사항 없음 	
<p>33. 허가받은 사항과 다른 활동을 한 경우는 없는가? 있다면 구체적으로 기술하고 해당 활동이 환경에 부정적인 영향을 미쳤다면 그 사항에 대해 상세히 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해당사항 없음 	

극지연구소

※ 2019/2020 시즌 기지 환경개선 항목

구분	점검항목	조치결과
<p>온실관리</p>	<p>○ 세종온실 내 살충제 사용 금지</p>	<p>○ 과거 차대에서 입고되어 비치(2019/20 시즌 중 사용하지는 않음)되어 있던 농약류 살충제 전량 폐기(2020.01.14.)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>세종온실 내 살충제 제거 전(2020.01.14.) 세종온실 내 살충제 제거 후(2020.01.14.)</p>
<p>폐기물관리</p>	<p>○ 고무보트 보관동 앞 유류 드럼 비닐 제거</p>	<p>○ 2019/2020 시즌 신규 입고된 유류드럼(고무보트 보관동 앞 위치)의 비닐 제거 작업 조치 완료(2020.01.25.)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>휘발유드럼 비닐 제거 전(2020.01.25.) 휘발유드럼 비닐 제거 후(2020.01.25.)</p>

기타	<ul style="list-style-type: none"> 소각장 내 공구류 안전 장치 마련 (선반 위 공구로부터 작업자 안전 확보 필요) 	<ul style="list-style-type: none"> 소각장 선반 위 안정장치가 없는 상단 공구류는 이동조치 하여 작업자의 안전 확보 조치 완료(2020.01.14.)
		
	<p>소각장 선반 위 공구 이동 전(2020.01.14.) 소각장 선반 위 공구 이동 후(2020.01.14.)</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> 소각장 내 산업용 청소기 비치 등 미세먼지 방지책 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 2020/2021 시즌 정기보급 시 산업용 청소기 보급 요청을 통해, 작업 간 발생하는 미세먼지 방지책 마련을 연구소에 요청할 예정임
<ul style="list-style-type: none"> 발전동 소음 관련 개선조치 필요. 특히, 유지반 사무실을 다른 곳으로 이동하는 것을 권장 	<ul style="list-style-type: none"> 향후 연구소측과 협의하여 개선 조치 방안 수립 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 발전동 및 기계동 분리를 포함한 기지 3차 리모델링 사업 등 	
<ul style="list-style-type: none"> 빨래 실내 건조시 먼지가 다량 발생하므로 건조기 설치가 요구됨 	<ul style="list-style-type: none"> 이불 빨래 등과 같이 건조시 시간이 오래 걸리고 먼지 발생이 많은 빨래가 있어, 2020/2021 시즌 정기 보급 시 연구소에 빨래 건조기 1대를 신규 보급 요청할 예정임 	

Appendix 2. 세종과학기지 점검 결과 (2018/2019 시즌)

구분	점검항목	점검결과 (구체적으로)	제언 및 조치
유류 관리	1. 연료 보관 탱크의 모니터링 방법 및 주기? (연료 유출 감시를 위해 주기적 모니터링 필요)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 월 2회 각 탱크별 측심 실시 ○ 주 1회 자동제어 시스템의 상 수위모니터링 	
	2. 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연료 정기보급시 급유 전에 압력테스트 ○ 매주 1회 육안으로 파이프라인 검사 	
	3. 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태	<ul style="list-style-type: none"> ○ (휘발유) 연료 드럼 : 발전동 전면에 옥외 보관 <ul style="list-style-type: none"> - 매일 당직순찰시 연료드럼 보관상태 확인 ○ 윤활유 드럼 <ul style="list-style-type: none"> - 발전기용 : 발전동 내부 보관 - 중장비용 : 중장비정비동 내부 보관 	
	4. 연료 급유 시 소량의 유출이라도 방지할 수 있는 조치를 취하고 있는가? (트레이, 흡착포 등의 활용)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발전동 내부 : 유흡착포, 유처리제 비치 및 활용 ○ 연료 정기보급시 : 유흡착제, 유처리제 등 비치 및 비상시 활용, 오일펜스 활용 	
	5. 유류 유출시 방재에 활용할 수 있는 자원의 종류와 양은 어느 정도 확보하고 있는가? (흡착포, 흡착물질, 붐, 방수포 등)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유흡착제: 19박스 ○ 유처리제: 18리터x7개 (Eco-Clean grade) ○ 오일펜스: 20미터x19개 (총 380미터) 	
	6. 현 월동기간 동안 기지 또는 주변에서 유	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보고된 바 없으나 점검 결과 유출이 발견됨 	ISO 유류탱크, 차량 주유지

	류가 유출된 적이 있는지? 있으면 그 종류와 양, 위치는? 기지에 유류 유출보고가 되었는지?		역 등은 수시로 유출 여부를 점검할 필요 있음 자세한 사항은 아래 별도 2018/19 기지 환경개선 항목 참조
화학 물질 관리	7. 기지운영시설 (정비동, 기계동, 발전동)과 실험실에서 사용하는 화학물질은 누출 및 유출에 대비하여 적절히 관리, 사용되고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중장비정비동·발전동 내 화학물질은 그 종류별로 분류하여 적재 및 보관 ○ 실험실 <ul style="list-style-type: none"> - 위험시약은 전용 안전 캐비닛에 보관 - 항시 폼후드 내에서 사용 - 폐기 시 유기용매/무기용매/산/염기로 분리하여 별도 컨테이너에 시약 폐기물 보관 	
	8. 누출 및 유출시 대응 방안은 무엇이며, 모든 사용자가 즉각 대응할 수 있도록 준비되어있고 정보가 공유되고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제독키트를 실험실내 시약장 오른쪽 상단에 '제독키트' 문구를 표기하여 비치하고 누구나 즉각 사용 할 수 있도록 안내 	
에너지 보존	9. 전력 소모 절감을 위해 필요한 조치는 충분한가? 불필요한 전력사용은 없는지? (사람이 없는 방에 전등, 히터 등의 켜져있는 경우, PC, 실험장비 등)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전력소모량 감시 프로그램으로 모니터링 실시 ○ 연구동은 온도 일괄 설정, 당직자 순찰시 소등 조치 등으로 불필요한 전력사용 최소화 ○ 기지방문자 대상 오리엔테이션에서 전기절약 교육 	
수자원	10. 남극에서의 용수는 에너지와 동일하게 가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물질약 안내문을 세면대, 샤워장 등에 비치 	

보존	능한 보존 해야할 자원이다. 기지에서 절수 방법은 어떤 것들이 있으며 잘 이행되고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기지방문자 대상 오리엔테이션에서 물절약 교육 ○ 최대한 세탁물은 모아서 세척하도록 안내 	
	11. 월동대에서 기지 방문자에게 절수 및 그 방법에 대해 적극적으로 협조를 구하고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기지 방문자 오리엔테이션에서 절수 방법 안내 ○ 내부 인트라넷(세종넷), 구내방송 등을 통해 절수 협조 요청 	
환경보호의정서 관련 사항			
환경 영향 평가	12. 이번 시즌 기지인근 및 기지를 기반으로 이루어지는 활동을 위해 허가받은 남극활동계획서와 환경영향평가서의 사본이 기지에 비치되어있는가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비치하고 있음 	
	13. 기지대장 (남극감독관으로서)은 이번 시즌 해당 남극활동과 그 환경영향평가에 대해 파악하고 있는가? (특히 IEE 수준의 환경영향평가를 제출한 활동에 대한 파악 필요)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 각 연구팀별 남극활동계획서 상의 환경영향평가서의 내용은 파악하고 있음 ○ 2018-19 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	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해당사항 없음 	

구분	점검항목	점검결과 (구체적으로)	제언 및 조치
동물 식물상 보존	15. 남극식물상을 보존하기 위해 기지 운영과 남극 활동시 식생지역에서 차량운행을 하지 않도록 강력히 권고하고 있다. 식물상이 있는 지역으로 차량운행을 하고 있는가? 차량운행을 한 적이 있거나 하고 있다면 피치 못할 사유는 무엇인가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해당사항 없음 - 차량운행 필요시 식물상 보존을 위해 암반노출 지역까지만 운행하고, 그 이외 지역에는 도보 등으로 이동함 	
	16. 기지 방문자에게 기지 주변 남극동물과 식물상에 대한 영향을 최소화하도록 주지시키고 있는가? (예, 스쿠아 먹이주기 금지, 가능한 식생을 밟지 말고 한줄 이동 등)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기지 방문자 대상 오리엔테이션에서 안내 	
폐기물 관리	17. 기지에서 발생한 폐기물은 어떻게 구분하고 있는가? (분리수거하고 있는 일반폐기물의 종류와 지정폐기물의 종류를 구체적으로)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생활관·연구동·기계동 등에 총 4가지 분리수거함을 신규 설치 및 사용 중 - 종이류/음식물,플라스틱/비닐류, 고철류, 유리류 ○ 기지 방문자 대상 오리엔테이션에서 관련 안내 ○ 종이·목재·음식물 쓰레기는 소각 처리 ○ 그 외 폐기물들은 종류별로 분류 및 반출처리 	
	18. 음식물쓰레기는 어느 정도 발생하는가?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 78여명 체류시 1주 7일 기준 평균 45kg 발생 - 소각처리 후 나온 재(ash) 중량 기준 	음식물쓰레기의 양을 줄이기 위해서는 소각 후 재가 아닌

	(1주일 또는 일별 발생량(kg)/기지체 류인원으로 계산= kg/person.day)	- 45kg/78명=0.57kg/person.day	현재 배출하고 있는 음식물 쓰레기의 양을 측정해 볼 필 요 있음
19. 폐기물의 발생량은 주기적으로 기록, 관리하고 있는가?		○ 기계설비 분야 대원이 주간업무보고에 기록 관리	
20. 소각하고 있는 폐기물은 어떤 종류가 있으며, 소각주기와 1회 소각시 소각 량은 어느 정도인가?		○ 음식물, 종이류, 유기물 등 - 하계 : 매일 소각 / 동계 : 2~3일에 1회 소각 - 소각 후 나온 재(ASH) 중량을 기록 보관	소각기의 사용은 에너지 소 모는 물론 대기질에 영향을 미치므로 가능한 소각량을 줄이고, 가능한 폐기물은 반 출을 검토할 필요 있음
21. 유해성폐기물 (유류제품, 화학물질, 드럼, 화학물질용기 등)의 관리는 적 절한가?		○ 폐기 시약은 유기용매/무기용매/산/염기 등으로 분리하여 지정 컨테이너에 보관 처리	
22. 폐기물이 바람이나 스쿠아에 의해 분 산되지 않도록 적절한 조치가 이루 어지고 있는가?		○ 소각폐기물은 소각 전까지 건물내 보관하여 바람 이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 함 ○ 반출대상 폐기물은 모두 우드박스 등 지정 보관 함에 넣어 보관함 ○ 야적장의 플라스틱조각 및 스티로폼이 용설수와 함께 바다로 들어가고 있으므로 제거 필요 ○ 공사 자재의 비닐포장 날림	- 야적장 오염물질 제거 시 행 - 강풍에 의해 비닐 조각이 뜯겨 날아갈 수 있으므로 보 급 직후 바로 제거 필요 (2018/19 기지 환경개선 항 목 참조)
23. 온실 폐기물은 적절히 처리, 관리되		○ 온실운영에 따른 발생폐기물은 유기물과 기타	- 외래종 확산 및 방제를 위

	고 있는가? (외래종 유입 방지를 위해 살아있는 식물체나 배양액 및 각종 부산물이 외부에 노출되지 않도록 처리 및 관리 필요)	<p>폐기물을 분리하여 관리함</p> <ul style="list-style-type: none"> 유기물은 소각로에서 소각 처리함 	한 조치 이행 (2018/19 기지 환경개선 항목 참조)
	24. 기지에서 반출하기 위해 적재되어있는 폐기물의 양과 적재위치 및 보관 방법? 유출 등의 흔적은 없는지 확인 필요	<ul style="list-style-type: none"> 반출 폐기물은 우드박스를 이용하여 종류별로 컨테이너에 패킹하며 야외에 보관함 정기적으로 외관 유출 흔적 확인 시행 	
온실 관리	25. 온실관리자는 지정되어 있으며, 관리 지침을 숙지하고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> 기계설비 대원을 관리자로 지정 해당 대원이 관리지침을 숙지하고 있으며, 관리 지침에 따라 세종온실 운영 중 	
	26. 주기적으로 청소하고 있는가? 청소에 사용하고 있는 용품 (세제 등)은 어떤 종류인가?	<ul style="list-style-type: none"> 매주 2회(월, 목) 주기적으로 청소 실시 세제는 사용하지 않으며 재배상과 온실 건조 후 진공청소기로 청소 실시 	
	27. 온실에 외래종 (거미, 곤충 등)이나 고유종의 곤충이 유입된 흔적은 없는가?	<ul style="list-style-type: none"> 온실 내부에서 곤충 유입 흔적 없음 	

구분	점검항목	점검결과 (구체적으로)	제언 및 조치
보호 구역	28. 기지에서 관리하고 있는 남극특별보호구역의 관리 계획서는 비치되어있는가? (세종기지, ASPA No 171)	○ 나레브스키 포인트(펭귄마을)에 대한 관리 지침서를 통신실 게시판에 비치하고 있음	
	29. 기지주변 ASPA, ASMA, HSMs의 위치가 표시된 지도는 비치되어있는가? (적어도 우리나라 과학자들이 방문하거나 방문가능성이 있는 보호구역이 표시된 지도 필요. 남극조약 사무국 웹사이트 http://www.ats.aq/e/ep_protected.htm 참고)	○ 비치되어 있지 않음	해당 자료들을 인쇄하여 추가 비치 예정
	30. 기지 주변 ASPA에 출입하고자 하는 방문자의 출입 허가서와 출입목적을 기지에서 확인하고 있는가?	○ 해당 연구팀의 입남극 이전에 관련사항 확인완료	
	31. 이번 시즌 보호구역 출입을 허가 받은 건수는 몇 건인가?	○ 14건	
	32. 허가서 없이 특별보호구역에 들어간 사례는 있는가? 있다면 구체적으로 기술	○ 해당사항 없음	
	33. 허가받은 사항과 다른 활동을 한 경우는 없는가? 있다면 구체적으로 기술하고 해당 활동이 환경에 부정적인 영향을 미쳤다면 그 사항에 대해 상세히 기술	○ 해당사항 없음	

※ 2018/2019 시즌 기지 환경개선 항목

구분	점검항목	조치결과
소방관련	<ul style="list-style-type: none"> 소화기 점검 11월까지 체크되어 있음. 현 월 동대 담당 소화기 파악 및 매월 점 확인하기 	<ul style="list-style-type: none"> 기지 내 소화기 위치 및 수량 파악, 각 소화기별 담당자 지정 매월 안전관리자(전기설비)가 각 소화기 상태 확인 시행
	<ul style="list-style-type: none"> 화재시 대피장소, 제일 먼저 해야 할 행동 수칙, 발생 위치(건물)별 숙지하기 	<ul style="list-style-type: none"> 화재발생시 대피장소(Muster Station) 지정(국기계양대 앞) 및 방문자 대상 오리엔테이션시 해당 사항 안내 생활관 및 연구동 내 비상대응 메뉴얼 비치 연구동 내 비상출입구 이동경로 확보 위해 불필요 장애물 제거 조치(2019.3월중)
환경오염	<ul style="list-style-type: none"> 야적장 토양 플라스틱재 오염 제거 필요. 특히 도랑에 색깔 스티로폼 부서져 바다로 흘러들어 가고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 시공사(한솔공영) 통해 야적장 및 주변지역의 이물질 등 제거 조치 시행(2회) 야외 공동작업 후 작업장 주변 오염물질의 수시 제거 시행 중
	<ul style="list-style-type: none"> 유지반 차량 연료 주입구 밑에 부직포 두겹 게, 수시로 갈기 	<ul style="list-style-type: none"> 주유기 하단에 그레이팅 금속판 설치. 유흡착포 설치 완료
	<ul style="list-style-type: none"> 건설 포장재 바로바로 벗기기(적재물건에 포장 비닐이 바람에 삭아 주위로 날리고 있음) 	<ul style="list-style-type: none"> 시공사(한솔공영) 통해 조치 완료
	<ul style="list-style-type: none"> 식당 뒷 계단 식용유 탱크 주위 부직포 깔기 	<ul style="list-style-type: none"> 별도 그레이팅 제작하여 식용유 폐유드럼 하부에 설치 그레이팅 하부에 유흡착제 설치하여 주기적으로 교체 예정
	<ul style="list-style-type: none"> 부두 앞 유류탱크 주입구 밑 토양 유류 누수 (오염도가 높아 측정불가) 	<ul style="list-style-type: none"> 해당구역 토양제거 후 유흡착제 등을 살포하는 등 방제작업 실시 함
외래종 퇴치	<ul style="list-style-type: none"> 현대호 앞 상수관리 건물에 항시 창문이 조금 	<ul style="list-style-type: none"> 하계기간 중 건물내 펌프 가동에 따른 열 배출을 위해 열어놓았

	열려 있고, 바닥에 물이 고여 있어서 각다귀 발생 가능성 높음	으나, 현재 창문은 닫아 둔 상태임
	○ 오배수 처리기 뒤 물웅덩이 없애는 조치 필요 (자갈로 채우거나 땅 다지기 등)	○ 바닥의 물은 모두 제거 완료
	○ 식당 싱크대 밑에 UV-trap 설치	○ 해당지역은 자갈로 채워서 물이 고이지 않게 처리함
	○ 외래종 유입 방지 컨테이너 가동시기	○ 생물대원과 협의하여 3월내로 설치 예정
기타	○ 라승구 박사와 의사가 함께 감압챔버 최종 점검하기(부품 필요시 2019/20시즌에 들어오도록 요청). 의사는 감압탱크 작동법 숙지하기	○ 2018/19 시즌 중 전원공급 문제로 인해 가동을 못함. 내부정비를 거쳐 2019/20부터 시험가동 진행 예정
		○ 해상안전대원, 의료대원, 전문다이버(라승구) 공동으로 감압탱크 최종 점검시행
		○ 해상안전대원 감압챔버 작동법 숙지하고 있음
	○ 발전기 소음으로 유지반이 지속적인 진동과 소음에 노출되어 있음. 작업장 환경개선을 위한 적극적인 조치를 고민해야 함	○ 의료대원은 월동대 의료대원의 업무분장에 의해 감압챔버 처치를 위한 의료적 판단만 실시함. 국제적으로 감압탱크 작동법 교육은 전문기관을 통한 교육이 필요하며, 의료대원의 작동법 교육이 필요한 경우 월동 투입전 전문기관의 교육을 수료하여야 할 것으로 판단되나 현재 국내에 의료인을 위한 감압탱크 교육기관이 부재하니 이 부분은 기지지원팀과 논의가 필요할 것으로 판단됨
		○ 소음차폐를 위한 헤드폰은 발전대원과 전기설비 대원에게 개인별로 지급하여 발전동 내부 작업시 사용 중
		○ 작업환경 개선 부분은 저소음/저진동 발전기로의 교체나 진동/소음을 흡수할 설비가 필요하며 이 부분은 기지지원팀과 협의 예정

Part II.

남극 장보고과학기지





제 2 장

장보고과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

제 1 절

환경 시설 관리

6차 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. 기지에서 발생된 폐기물은 폐기물 처리시설에서 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. 6차 월동기간과 현장 점검 기간 중 온실과 기지내에서 외래종은 발견되지 않았다. 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.

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.

Table 2-1. Composition of waste water treatment facility

장비명	제조사	용도	수량	용량	비고
오배수처리기	신성공영	오폐수 처리용	1 기	20m ³ /day	
중수탱크		화장실 수세용	2 기	9.4 ton/기	
중수부스터펌프	GRUNDFOS	중수공급용	1set	6.9 m ³ /h	
중수순환펌프	GRUNDFOS	중수순환용	2 대	12.6 m ³ /h	
오수 펌프		본관동 오수 이송용	2 대	280LPM, 2.2kW	
		발전동, 오/배수이송용	2 대	50LPM, 2.2kW	
		중장비보관동 오/배수이송용	2 대	50LPM, 2.2kW	

◆ 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 filtration)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)

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. 6차 월동대에서 5차대로부터 인수인계 시점에 MBR조의 여과막이 거의 정상 기능을 수행하지 못하는 상태로 여과막의 교체가 필요한 상황이었으나 재고가 없어 아라운 1항차(12월초)로 보급 후 교체가능하였다. 오배수 처리용량은 1일 기준 20톤이지만 기지내 체류인원의 일평균 1인당 사용량이 330ℓ로 국내 평균 260ℓ를 웃돌고 있어 5차 월동대가 함께 머물던 기지인원이 가장 많았던 시기(89명)에는 샤워실과 세탁실을 격일로 운영하여 처리용량을 감당하였다. 또한 설비상의 문제점으로 지적된 집수조에서 유량 조정조로 유입되는 이물질의 유입을 방지하기 위해 스크린 걸음망을 제작 설치하였고, SBR조에서 MBR조로 유입되는 이물질 제거를 위해 이송펌프에 걸음망을 설치하여 MBR조의 분리막의 오염도를 최소화하였다(Fig. 2-1). 이러한 개선조치로 지난 5차대와 비교하여 처리용량이 300%에 달했으며, 유량계 기준으로 약 3,444톤(2019년 10월 기준)을 처리하였다(1차부터 5차대까지 처리한 용량은 7,785톤).



Fig. 2-1. Maintenance activities for wastewater treatment facility. Making and installing a screen filter to remove debris (upper figures), and replace MBR filter (lower figures).

개선된 오배수처리시설의 안정된 운영을 위하여 1개월에 1회 펌프류 교대운전, MBR조 분리막 계외세정을 실시하였고 매주 1회 활성탄 필터 역세척, 이틀간격으로 스크린 걸음망 청소, 처리수 이송배관 스트레이너 청소를 진행하였다(Fig. 2-2). 거의 매

일 원수조 이물질 제거, MBR조 분리막 역세척, SBR조와 MBR조의 거품을 뜰채를 이용해 제거하였고 거품을 손쉽게 제거 할 수 있도록 소포제 보급을 요청하였다.

오수슬러지 압축처리는 주 2회 실시하여 200ℓ 통에 평균 190kg, 12통을 발생시켜 국내로 반출한다. 슬러지가 많으면 여과막 사용에 문제가 생기며, 수질도 악화되므로 지속적인 압축처리가 필요하다.

인 제거를 위한 PAC(Poly aluminium chloraide)을 투입하였으며, 종균제는 주 1통, 염소는 하계시즌 주 2알, 동계시즌 주 1알을 투입하였다. 매일 20m³을 처리 가능하나, 동계 시 약 5~6m³ 처리수가 발생하므로 이를 감안하여 약품의 양과 주기를 조절하였다.



Fig. 2-2. Washing the MBR filter.

2. 폐기물 처리시설

극지연구소

기지 내 폐기물 처리시설은 본관동에서 발전동을 바라봤을 때 왼쪽에 위치하는 2개 동의 작은 건물로 캔압축기, 파쇄기, 음식물처리기 1대가 설치되어있다(Table 2-2, Fig 2-3). 6차 월동기간에는 캔, 플라스틱 압축기를 정비하였으며, 음식물처리기의 에어 팬, 히터, 투입구 패킹을 교체하였으며, 블레이드를 분해하여 이물질 등을 제거하였다.

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

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



Fig. 2-3. Waste treatment facility using 20ft container (upper) and maintenance of food waste processor (below).



3. 온실 관리

장보고과학기지 온실은 점적관식과 저면 관수식 2종이 설치되어있으며, 점적관식에는 상대적으로 키가 큰 식물인 고추와 깻잎을 재배하였고 저면 관수식에는 엽채류를 재배하고 있다. 6차 월동대가 인수인계 받을 당시 온실에서 재배하고 있던 식물과 암면 블럭, 상토 등을 폐기하지 않은 상태였다. 인수 후 5차대에서 재배 중이던 식물, 사용한 상토 및 암면 블록을 폐기하고 화분과 수조 등을 청소 및 소독을 실시하였다(Fig. 2-4).



Fig. 2-4. Clean-up and greenhouse after taking over from the 5th overwintering team.

수조 및 재배 판을 주기적으로 청소하여 청결유지에 힘썼으며 온실에서 나오는 식물의 잔해물은 잔반처리기로 처리하고 사용한 인공 재배토는 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 유지반장(정) 및 기계설비 대원(부)이 관리하고 주방인원의 시설 출입은 가급적 배재하였다. 온실 작업 공간이 협소하여 파종이나 화분에 옮겨심기 작업 등을 할 때 식당이나 온실 앞 공간을 활용하였으며(Fig. 2-5), 수확 후 식물이나 부산물 찌꺼기는 진공청소기 등으로 제거하여 외래 식물이나 부산물이 건물 외부로 나가지 않도록 주의하였다.

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

엽채류는 꽃을 피워 종자를 맺지 않도록 꽃을 제거 하였으며 잔반처리기로 고온

처리하여 음식물쓰레기와 함께 반출하였다. 재배 식물의 잎에 생길 수 있는 질병 모니터링을 수확시기에 주기적으로 실시하여 재배 시설이 오염되지 않도록 유지하였다. 6차 월동대 인수인계 이후에도 지속적으로 UV-trap과 끈끈이로 온실 내에서 외래종 모니터링을 진행하고 있으나 현재까지 발견된 종은 없었다.



Fig. 2-5. Greenhouse management. Planting outside greenhouse or in dining room.

4. 결론 및 제언

6차 월동기간 동안 오수 처리시설의 관리는 주기적으로 적절하게 수행되었으며, 미생물 활성화에 영향을 미칠 수 있는 세제와 유류 등이 유입되지 않도록 위생설비와 주방 운영 시 철저히 관리된 것으로 파악된다. 또한 방류수 수질 측정결과를 검토하여 오수 처리기가 처리 기준 값을 달성하는지 감시하고 주기적인 종균제 투입과 분리막 세척이 이루어졌다. 방류수 처리 기준 값을 초과하는 경우에 즉시 문제점을 파악하여 적절히 대처하여 수질을 개선하였다.

온실의 관리시 출입인원들의 교육과 주기적인 청소가 적절하게 이루어졌으며, 외래종의 번식이나 곰팡이 등이 발생하지 않도록 주기적으로 식물체 및 인공 재배토, 암면 블록의 아랫면 등의 상태를 살피는 것이 중요하다. 기지 모니터링팀에서는 보급 상토를 표본 추출하여 톱토기와 같은 외래생물의 존재 여부를 점검할 필요가 있다. 온실 공간

이 협소하여 온실 외부에서 파종이나 수확을 하게 되는데, 활동에 참여하는 인원을 통해 온실 생물의 파편이나 상토 등이 건물 외부로 나가지 않도록 각별한 주의가 필요하다.



Environmental equipment and facility management

6th 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. 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 non-native species were not found in greenhouse facility and other building during 6th over-wintering season. During 6th 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.

제 2 절

에너지 생산 및 유류 관리

6차 월동연구대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 2019년 12개월간 장보고기지 경유 사용량은 527,054 ℓ 로 월평균 약 43,921 ℓ 를 사용하였으며 약 89%가 발전기 가동을 위해 경유가 사용되었고 약 11%는 중장비에 사용되었으며, 2019년에는 보일러를 사용하지 않았다. 총 경유 소모량은 2018년 5차 월동기간에 비해 약 35,448 ℓ 가 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 45.2 kW에서 80kW로 증설) 은 약 59,151kWh로 지난 해에 비해 약 3,510kWh가 감소 되었다. 월동기간 평균 전력 사용량은 약 144 MW이며, 연간 총사용량은 1690MW로 2018년(1,630MW)에 비해 약 60MW가 증가하였다. 6차 월동기간 중(2018년 11월~2019년 10월) 담수생산량은 3,552 톤, 오수처리량은 3,444톤, 중수사용량은 441톤으로 해양으로 방류된 처리된 오수는 약 3,111톤에 이른다. 2019년 월동기간 동안 1인당 하루 청수사용량은 약 300 ℓ 였다.

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 328,724ℓ로 예측하였다. 그러나 1차 월동시 약 10개월간 유류 사용량은 369,755ℓ로 12개월로 환산한다면 연간 기지 운영을 위해 약 480,681ℓ의 경유 사용량이 예측되며, 2차 월동기간인 2015년 12개월간 사용된 유류량은 예측치를 넘는 591,046ℓ에 달하였다. 주요 원인으로 는 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 275kW 발전기 2대의 병렬 운전 에 따른 동시 가동시간의 연장으로 연료소모량이 증가한 것으로 판단된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 2016년 3차 월동대는 전기온풍기, 냉동기 등 전력부하 상승을 가져오는 장비들의 작동을 자제하거나, 작동 시간을 조정하여 가능한 병렬운전 시간을 줄여 유류사용량을 약 100,000ℓ 가량 절감하였다. 기지의 발전기는 275kW이다. 발전기의 효율은 75~80%로 운영하여야 경제적이다. 즉 200kW~220kW 범위에서 운전하면 가장 효율적이다. 두대의 발전기를 병렬운전 하게되면 400~440 kW의 발전을 하게 되어 유류소모량이 크게 증가하게 된다. 2018년도의 전력소모가 전년도에 비해서 매월 10 Mw 이상 증가하였다. 1일 최대 피크를 보면, 2018년 2월~9월까지의 연속 220kw~230kw를 나타내고 있다. 이것은 태양광 발전용량이 적어지고, 온도 저하로 인한 열선의 소비전력 증가에 원인이 있다고 판단된다. 2018년 2월~9월까지의 일일최대피크가 220kw~230kw인 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 491,606ℓ로 약 9,841ℓ가 증가하였다. 6차 월동대에서는 가능한 병렬발전을 최소화하고자 노력하였으나 연간 유류소모량 527,054ℓ로 2018년 사용량에 비해 약 35,448ℓ가 증가하였다(Table 2-3, Fig. 2-6). 2015년 2차 월동기간 유류사용량 보다는 적지만 월동기간 중 두 번째로 많은 유류를 사용하였다.

2019년에 윤활유 사용량은 2,383ℓ로 2018년 사용량 2,243ℓ에 비해 140ℓ가 증가하였으며, 2017년 사용량(1,868ℓ)에 비해 515ℓ나 증가하였다. 이는 발전기 성능저하와 잦은 병렬운전과 관련이 있어 보인다.

한편 기지 주변 앞바다가 해빙된 경우 사용하는 고무보트와 현장활동을 위한 소형 스노우모빌에 사용된 휘발유는 약 16 드럼(단위: 200 ℓ)을 사용하였다.

Table 2-3. Comparison of the amount of fuel consuming for the station operation 1st to 6th over-wintering periods

단위: ℓ

연료 사용처		2014년 (1차)	2015년 (2차)	2016년 (3차)	2017년 (4차)	2018년 (5차)	2019년 (6차)
발전기	월평균	34,680	46,605	38,869	36,331	37,147	39,244
	연간	346,801	559,258	466,423	435,972	445,760	470,930
중장비	월평균	2,242	2,649	1,939	3,222	3,811	4,677
	연간	17,938	31,788	23,263	38,668	45,730	56,124
보일러	월평균	627	0	126	10.4	9.7	0
	연간	5,016	0	1,507	125	116	0
총 소비량	월평균	36,976	49,254	41,170	40,147	40,967	44,921
	연간	369,755	591,046	491,193	481,765	491,606	527,054

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

월별 유류 사용량은 평균기온이 낮고 최저기온이 대체로 -30℃이하로 떨어지는 동계기간 (6월~8월)에 높게 나타났다. 10월에 유류사용량이 많은 이유로는 2019년 10월부터 해빙활주로 조사, 하계활동 준비 및 개시, 11월에 K-route 탐사를 위한 대륙 횡단 프로그램에 투입된 장비 운영을 위해 사용된 것으로 보인다. 하계 연구활동이 시작하는 10월에 높게 나타났다(Fig. 2-6, 2-7). 전력사용량은 6월~9월 사이에 높게 나타났으며 14년부터 2018년 사이 월평균 전력사용량에 비해 12월을 제외하고 모두 높게 나타났다(Fig. 2-8).

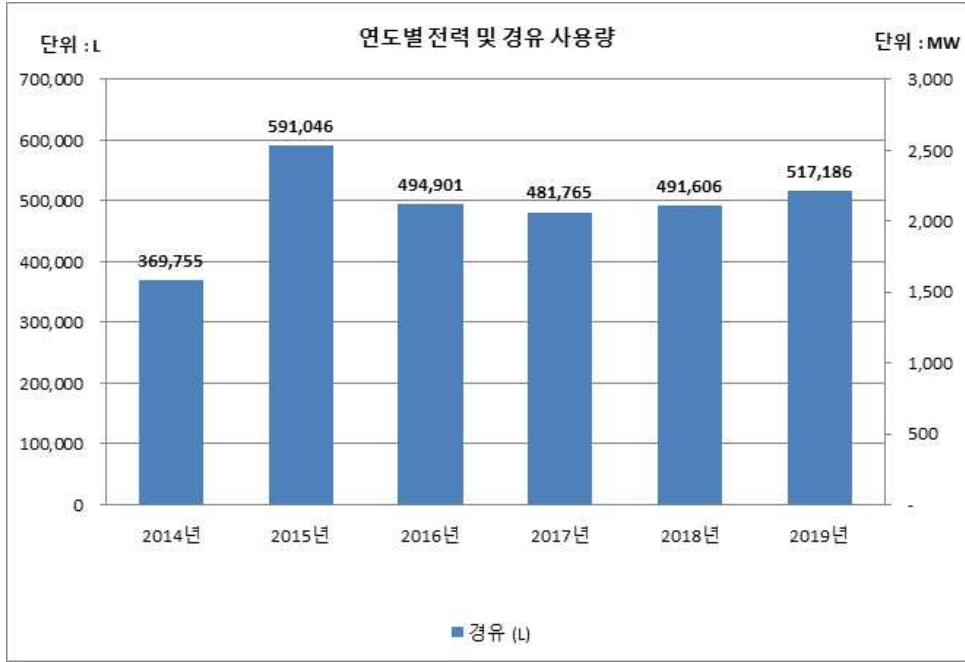


Fig. 2-6. Comparison of the amount of fuel consuming for the station operation 1st to 6th over-wintering periods.

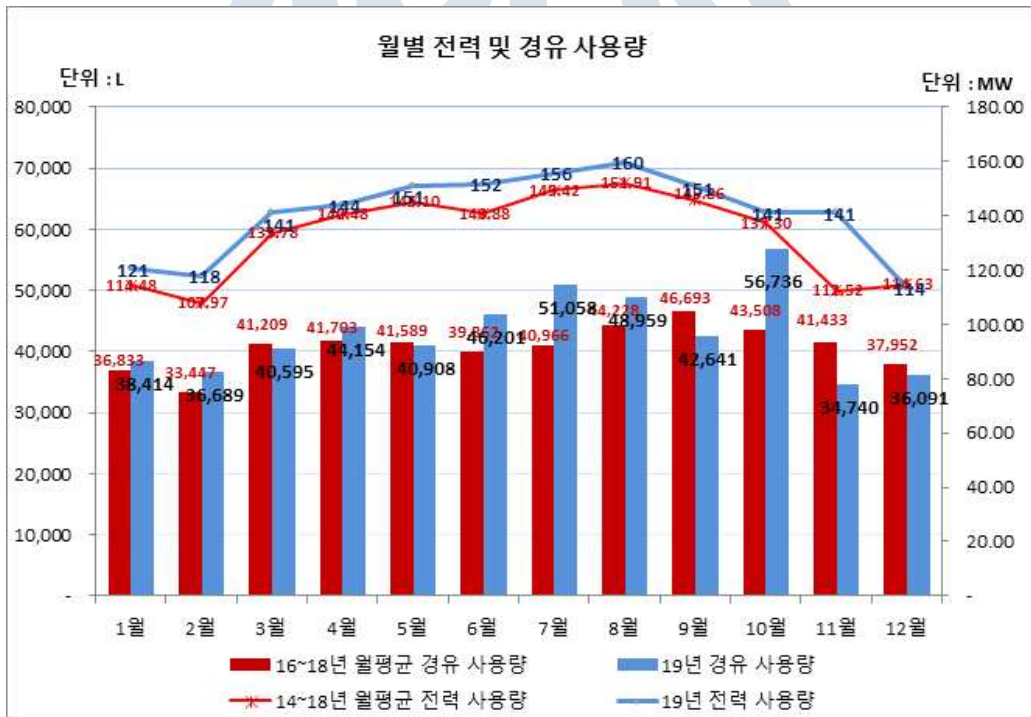


Fig. 2-7. Comparisons of monthly fuel consuming amount and electric power for the station operation for 2016~2019.

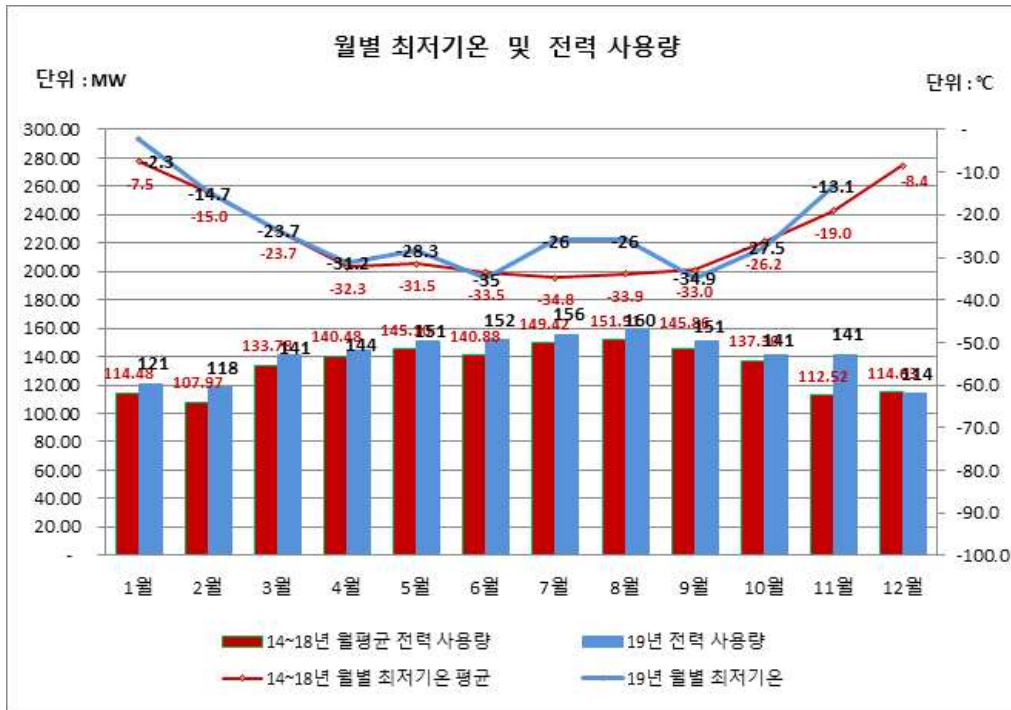


Fig. 2-8. Monthly fuel consuming for generator related with monthly minimum temperature for the station operation in 2019.

나. 유류 저장 및 관리

장보고기지에는 120,000 ℓ (실용량 111,188 ℓ) 용량의 유류 저장탱크가 발전동 인근에 6기, 부두 인근에 3기 설치되어있다. 유류보급선(현재, 아라온)으로부터 부두 인근 3기의 유류탱크에 유류가 보급되면 발전동 인근의 탱크로 펌핑된다. 발전동 인근의 유류탱크로부터 980 ℓ 용량의 발전기용 서비스탱크, 중장비용 서비스탱크와 비상발전기용 서비스 탱크로 이송된다(Fig. 2-9). 기지에서는 남극의 저온환경에서 사용할 수 있도록 호주에서 특별하게 제조된 경유(SAB, Special Antarctic Blending)를 사용한다.

연료 저장 탱크 및 관련 시설의 점검은 매주 실시하며, 유류 실측은 매월 마지막 주중에 실시한다. 동절기가 시작되기 전 NO.7, 8, 9 저장탱크에 있는 남극경유를 NO.1~ 6번 탱크로 이송하였다(Fig. 2-10). 이는 동절기 기온하강에 따른 파이프 파손 방지와 효율적인 유류 관리를 위해서다. 동절기에는 저장탱크 내 수분이 결빙되어 수분감지 시약으로 확인이 어렵다. 이 때문에 하절기에는 응결수 포함여부를 탱크 교환 사용 때 마다 철저히 확인하여야 하며, 유류 실측 결과는 기록표를 작성하여 보고 및 보존하고 있다.

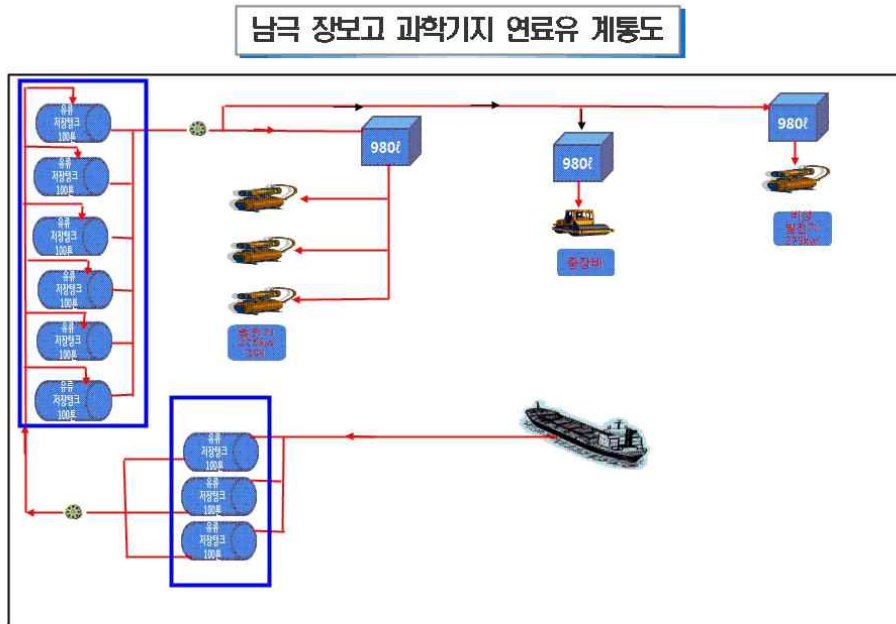


Fig. 2-9. Fuel supply system at Jang Bogo Station.



Fig. 2-10. 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 유류 유출 사고에 대비하고 있다. 아라온에서의 기지 유류 탱크로의 유류 보급은 기지앞 연안의 해빙 상태에 따라 2가지 방법으로 보급할 수 있으며, 해빙이 있을 경우 유류 컨테

이너와 트럭을 이용한 해빙 운송 방법으로 운송할 수 있고 해빙이 빠져나간 시기에는 보급용 호스를 이용할 수 있다.

해상으로 보급용 호스를 이용할 경우를 대비하여 오염방지펜스가 준비되어있다. 기지 인근 이탈리아 마리오주켈리기지 역시 기지 운영 초기에는 유류호스를 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.

6차 월동을 위한 유류 보급은 2018년 12월 7일~9일에 이루어졌으며 해빙상황과 해양환경에 따라 가장 효율적이고 안전한 하역방법으로 이송하였다. 아라온 하역기간에 해빙위로 중장비를 이용하여 Fig. 2-11과 같이 아라온과 저유 탱크간에 700 m의 호스를 연결하여 펌핑하는 방법으로 약 17시간 동안 458,700 ℓ의 경유를 이송하였다. 항공유는 ISO 탱크(항공유 22,000 ℓ)로 아라온 항공유 탱크에 있는 항공유 126,000 ℓ를 공급받았다 (Fig. 2-11). 유류이송 시 유류 유출에 대비하여 방제도구를 비치하였으며 유류 유출은 없었다.



Fig. 2-11. Fuel transportation from *ARAON* to fuel tank in December 2018.



Fig. 2-12. Aviation fuel transportation from *ARAON* to ISO tanks in December 2018.

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 수집하였다(Fig. 2-13). 그러나 주유 시 흘릴 수 있는 소량의 유류를 제거하기 위한 방제키트가 왼쪽 그림과 같이 플라스틱 컨테이너를 방제키트함으로 사용하고 있으나 강풍에 잘 견디고 사용상 편의를 위해서는 견고한 재질로 제작하여 보급할 필요가 있어 보인다.



Fig. 2-13. ISO fuel tanks for aviation fuel next by spill kit (left) near helipad and waste fuel drum next by fuel service equipment(right).

3. 에너지 생산 및 소비

가. 전기에너지 생산 및 소비

장보고기지에서 사용하는 전기에너지는 극지용 디젤을 사용하는 발전기와 1.5kW 용량의 수직형 풍력발전기, 태양전지판과 BIPV에서 생산된다(Table. 2-4). 4차 월동기간에 태양광 발전 설비가 증설되어 용량이 80 kW로 증설된 바 있다. 2019년 1월부터 12월까지 태양광 발전으로 생산한 총 발전량은 59,151 kWh 이다(Table 2-5, Fig. 2-14, 2-15). 태양광 발전은 백야 기간 중 발전량에 상당량 기여하여 발전기 병렬운전을 다소 방지하는 효과가 있다.

풍력발전기는 DC 배터리를 충전하고 일정량의 전력이 생산 되었을 때 DC 전원을 AC로 인버팅하여 발전기 전원과 병렬운전 후 배터리의 충전량이 소진되면 병렬운전은 정지하도록 구성이 되어있다. 태양광 발전은 전력 생산과 동시에 부하 측에 전력을 공급하는 방식이다.

디젤발전기와 풍력발전기간의 병렬운전에 따라 풍력발전기가 일정한 출력을 발생하지 못하여 디젤발전기의 부하변동이 자주 발생하며 여러 가지 문제로 풍력발전기의 가동은 중지한 상태이다.

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

		재생에너지 종류	설비 용량
CEE	태양광	태양전지판	41.36 kW
		BIPV	2.4 kW
	풍력 발전기		$(4\text{kW} \times 3) \times 4 = 48 \text{ kW}$
실제 설비	태양광	태양전지판	$0.25\text{kW/cell} \times 170 = 42.5 \text{ kW}$
			$0.25\text{kW/cell} \times 120 = 30 \text{ kW}$ (2017 증설)
	BIPV	$0.179\text{kW/cell} \times 15 = 2.68 \text{ kW}$	
	풍력 발전기		$0.3 \text{ kW/ea} \times 5 = 1.5 \text{ kW}$

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

점검 시기	발전량 (kWh)
January	11,356
February	7,778
March	2,930
April	797
May	-
June	-
July	-
August	141
September	2,375
October	7,123
November	13,258
December	13,393
Total	59,151



Fig. 2-14. Solar Voltaic Panels installed on Power Plants. existing panels (2014) and newly installed panels (2017).

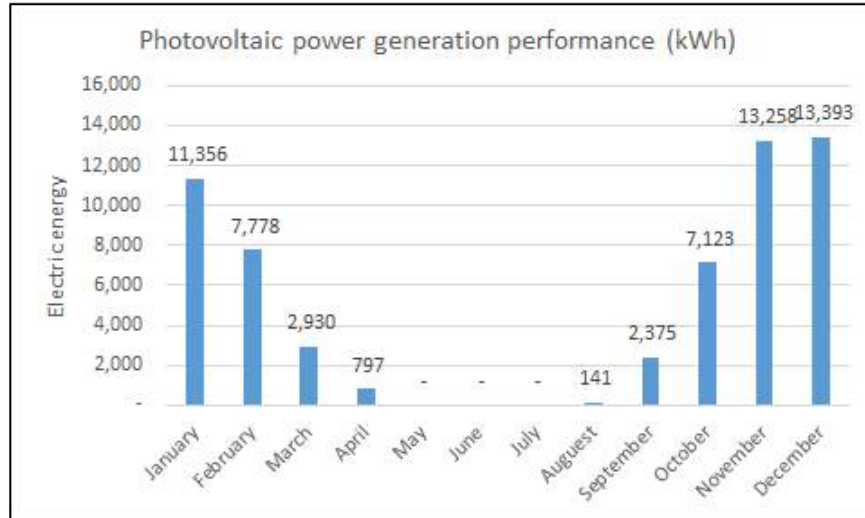


Fig. 2-15. Electric power generated with solar panels in 2019.

장보고기지에서 2019년 월평균 발전기 부하량은 213 kW로 나타났으며 가장 높은 시기는 최저기온을 기록한 9월로 233 kW 이었다. 일 최대 부하량은 247.5 kW로 8월 7일에 기록되었다. 2018년 7월 평균 (207 kW)과 일 최대 부하량(230 kW) 보다 다소 높은 부하량을 보였다. 2019년 연간 전력 사용량은 1,690 MW로 전년의 1,630 MW에 비해 사용량이 증가하였으며, 지속적으로 증가하고있는 추세다. 동계기간 중 가장 추운 시기인 8월에 160 MW의 사용량을 기록하였다(Table 2-6, Fig. 2-16).

Table 2-6. Monthly power consumption for the station operation in 2016~2019

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	121	118	141	144	151	152	156	160	151	141	141	114	1,690

* 실제 관측값에서 소수점이하는 반올림함

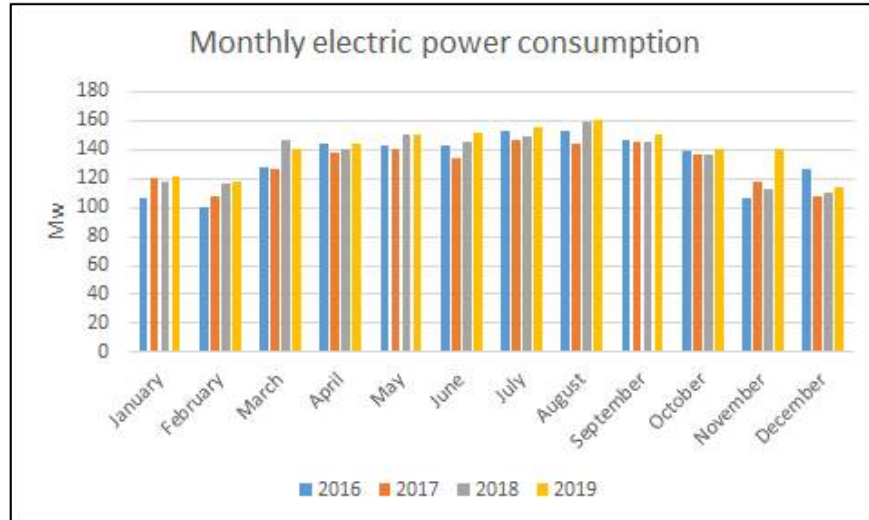


Fig. 2-16. Monthly electric power consumption for the station operation during 2016~2019.

나. 난방

장보고기지에서는 난방을 위해 열병합 발전의 폐열을 활용하고 있으며, 1차 월동기간에는 겨울철 기온 하강 시 부족한 열원을 보충하고자 증온수 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 유류소모량은 매우 컸다. 5차 월동기간에는 지난 3차, 4차 월동시와 같이 병렬운전로 인한 유류소모량을 줄이고자 전력소모량이 큰 전기식 열풍기의 사용을 자제하고 장비의 분산 운영 및 이동으로 발전기의 병렬운전을 줄이 고자 하였으나, 기온이 낮은 극야 기간에는 병렬운전이 자주 있었다. 6차 월동기간에는 열병합발전기에서 발생하는 열로 실내 온도를 20도 이하로 유지하였으며, 보일러는 사용하지 않았다. 열병합발전이란 엔진으로 발전기를 구동해 전기를 생산하고, 발전기 구동 엔진에서 발생하는 배기가스 열로 열교환기의 냉각수를 80℃ 정도로 가열하여 난방용이나 급탕용 열교환기에 열을 전달하여 난방을 실시하는 시스템이며, 기지 내 전력 소비량감소를 통해 총체적으로 운영비를 절감하는 고효율 에너지 시스템이다.

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 기록 되지 못하였다. 5차 월동 기간에는 3월 말부터 1주일 간격으로 기록 하였으며 6차 월동기간 중 2018년 11월부터 2019년 10월 30일까지 매주 기록하였다. 6차 월동기간 중 담수 생산량은 월평균 약 296 m³로 5차 월동기간에 담수 생산자료 완전하게 확보된 4월부터 9월까지 월평균 생산량인 약 153 m³ 보다 두 배 가까이 많았다. 그 이유로 하계 연구원 등 체류 인원이 많은 11월부터 2월까지의 담수생산량 자료가 누락되었기 때문으로 보인다. 담수 생산량이 가장 많은 시기는 493 m³로, 2019년 1월에 가장 많았다. 중수사용량은 월평균 약 37톤으로 6차 월동기간 동안 약 441톤의 중수를 사용하여 담수 생산으로 인한 에너지를 절감하였다.

오수처리기를 거쳐 처리된 오수는 월평균 약 296톤으로 담수생산량과 거의 같았고 방류된 방류수는 담수생산량에서 중수사용량을 뺀 3,111톤이다. 월평균으로 환산하면 약 259.25톤으로 지난 1년동안 월평균 사용량 166.5톤에 비해 상당히 많은 양의 청수를 사용하였다. 하루평균 약 8.5톤의 물을 사용하였으며 5차 월동기간에 비해 하루평균 사용량이 3톤 가량 증가한 이유는 기지 체류 인원이 80명을 웃도는 하계기간이 포함되었기 때문으로 판단된다.

6차 월동기간 동안 1인당 평균 용수 사용량은 약 300ℓ로 5차 월동기간 동안 1인당 평균 용수 사용량인 약 325ℓ에 비해 다소 감소하였으나 남극 환경 보존을 위해 기지 생활시 절수 습관 및 대책 마련이 여전히 요구된다.

4. 결론 및 제언

장보고기지 6차 월동대 기간의 경유 사용량은 527,054ℓ로 5차 월동기간에 비해 35,448ℓ가 증가하였다. 전력 소모량도 2017년에 비해 65 Mw가량 증가하여 기지운동을 위한 에너지 사용이 증가한 것으로 보인다. 기지 유류 사용량과 전력 사용량은 연중 기온 및 하계 활동 인원 등에 따라 변동될 수 있으나 유류사용 절감 노력을 통한 지속 가능한 기지운영 방안의 지속적 모색이 필요하다. 시기별 기지 운영에 필수적인 전력사용 이외에 월동기간 동안 잘 사용하지 않는 시설이나 설비, 그리고 기온이 올라가는 하계기간 동안에 불필요한 에너지 사용을 줄이는 노력을 지속하여 전력생산에 필요한 연료사용을 저감할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 태양광 발전으로 얻어진 전력으로 발전기 병렬운전 시간을 줄일 수 있으므로 최대효율을 얻을 수 있도록 적절한 유지관리와 운영이 필요하며, 가능한 범위에서 재생에너지 사용률의 확대가 요구된다.

장보고기지 주변은 시기에 따라 다를 수 있지만 세종기지에 비해 강설량이 적고 바람으로 인하여 적설이 제거되는 효과가 있어 눈 쌓임이 적은 편이나 유류 저장 탱크 주변의 유류오염 방지턱의 구조상 눈이 쌓여 유류 유출시 쌓인 눈으로 인해 유류가 넘

칠 수 있으므로 주기적인 제설이 필요하다. 또한 유류 보급시 현장의 해빙상황에 따라 보급 방법을 결정해야하나 유류유출로 인한 해양 및 토양 오염에 대비한 방제계획 점검이 필수적이다.

5차 월동기간에 비해 6차 월동기간 동안 1인당 하루 담수사용량이 25ℓ 감소하였으나, 담수 생산은 상당한 전력 부하를 유발하여 발전기에 부담을 줄 수 있으며, 병렬 운전 빈도를 높일 수 있으므로 지속적인 절수 노력이 필요하다.



Energy generation and Fuel management

6th over-wintering team, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : During 6th over-wintering period, 527,054 ℓ were consumed for station operation for 12 months. About 89% of the amount was used for generators, 11% for vehicles. Despite the effort to reduce fuel consumption, the fuel consumption amount in 2019 was about 35,448 ℓ more than that of 2018. To prevent oil spill and fire, fuel storage facilities and related facilities are checked regularly with safety check list. In 2019, about 59,151kWh was generated by solar panels (total capacity in 2017, 80 kW), a decrease of 3,510kWh compared to last year. The monthly average electric power consumption was 144MW and 1,690MW per year. Fresh water usage for person·day in 2019 was 300 ℓ.

제 3 절

폐기물 관리

6차 월동 연구대, 김 지 희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 장보고기지 6차 월동기간에 발생한 생활폐기물의 발생량은 5차 월동기간에 발생한 폐기물의 양에 비해 일반폐기물의 양은 현저하게 감소하였다. 재활용 폐기물 중 종이류는 약 1,000kg, 고철류는 8,860kg, 플라스틱류 3,790kg, 유리 1,770kg이 발생하였다. 음식폐기물의 경우 5차 월동기간과 마찬가지로 사용하지 못하고 폐기되는 음식물이 많았으며, 음식폐기물의 양을 줄이기 위해서는 구매계획의 검토가 필요하며, 신선식품의 경우 신선한 상태를 유지할 수 있도록 포장계획과 운송계획 수립이 중요한 것으로 판단된다.

1. 폐기물 발생량

가. 일반 폐기물

6차 월동기간 발생한 생활폐기물은 가연성과 불연성을 구분하지 않고 일반폐기물과 재활용폐기물로 표시하여 아라온을 통해 반출되었다. 5차 월동기간에 발생한 폐기물의 양에 비해 일반폐기물의 양은 현저하게 감소하였다. 장보고기지 폐기물 반출이 해상하역 가능여부와 아라온의 화물 공간 확보여부에 따라 변동이 있어 전차대 월동기간의 폐기물이 섞이는 경우가 많아 정확한 증감량을 판단하기는 어렵다. 또한 하계대가 머무는 10월~3월까지의 폐기물 발생량을 구분하여 기록되지 않아 원단위계산에 어려움이 있고 추정치를 제시할 수밖에 없으므로 지난해 보고서부터는 원단위를 삭제하였다. 재활용 폐기물 중 종이류와 유리류는 감소하였고, 플라스틱류와 금속류가 증가하였다. 1차~6차 월동기간에 발생한 일반폐기물의 성상별 양은 Table 2-7과 같다. 재활용 폐기물 중 종이류는 약 1,000kg, 고철류는 8,860kg, 플라스틱류 3,790kg, 유리 1,770kg이 발생하였다.

Table 2-7. Waste generation amount during 1st ~ 6th over wintering periods
단위 (kg)

구 분		종류	재활용 폐기물				일반 쓰레기	합계
			종이류	플라스틱	병/유리	캔, 금속		
1차 월동	월평균	1,824	285	168	58	229	2,335	
	총발생량	12,897	1,992	1,178	406	1,600	16,473	
2차 월동	월평균	56.7	161.7	156.7	63.3	193.3	438.4	
	총발생량	680	1,940	1,880	760	2,320	5,260	
3차 월동	월평균	63.7	121.5	117.7	406.9	229.5	939.3	
	총발생량	764	1,458	1,412	4,883	2,754	11,271	
4차 월동	월평균	47	320	290	279	247	1,183	
	총발생량	564	3,840	3,486	3,348	2,962	14,200	
5차 월동	월평균	499	202	205	172	1,003	2,081	
	총발생량	5,990	2,433	2,470	2,060	12,035	24,988	
6차 월동	월평균	83	316	148	738	153	1,438	
	총발생량	1,000	3,790	1,770	8,860	1,840	17,260	

음식폐기물은 수분을 제거한 후 잔반처리기(탈각기)를 통해 처리 및 분쇄하여 매립 폐기물로 분류하여 반출하였다. 온실에서 발생한 식물체 잔유물도 음식폐기물로 간주하

여 처리되었으며 2019년까지 발생한 음식폐기물은 Table 2-8에 정리하였다. 5차 때와 마찬가지로 보급된 신선식품 중 도착 시 이미 변질되어 다량의 폐기량이 발생하고 있다(Fig. 2-17). 사용하지 못하고 폐기되는 음식물의 양을 줄이기 위해서는 신선식품의 경우 적정량을 살균처리하여 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 조리대원의 적극적인 참여가 요구된다.



Fig. 2-17. Rotten vegetables during transport by ARAON.

Table 2-8. Estimated food wastes during operation on CEE and food waste amount from 2014 to 2019.

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
1차월동기간		17	0.283	4.810
2차월동기간		16	0.21(처리중량)	3.3(처리중량)
3차월동기간		16	0.50(처리중량)	8.2(처리중량)
4차월동기간		17	0.25(처리중량)	4.3(처리중량)
5차월동기간		17	0.17(처리중량)	2.9(처리중량)
6차월동기간		17	0.16(처리중량)	2.7(처리중량)

나. 지정 폐기물

6차 월동기간에 기지에서 발생한 지정 폐기물은 의료폐기물, 폐식용유, 중장비의 유류 필터와 폐윤활유 그리고 장비 정비나 실교체시 누유된 기름제거에 사용된 유류 흡착포 등이 발생하였다(Table 2-9). 이들 폐기물은 빈 드럼에 포장하여 컨테이너에 보관하였다. 실험실에서 발생한 폐액은 20L 플라스틱 용기에 물질명을 기입하고 수거하였다. 폐액이 일정량(2/3가량)이 되면 폐액 용기를 폐기물관리동에 옮겨 보관하였다. 모든 지정폐기물은 컨테이너에 옮겨 일반폐기물과 함께 아라온호에 선적하여 국내로 반입하였다.

Table 2-9. Designated waste generated during 6th over-wintering period transported from Antarctica

종류	폐유 등	폐전지류	의료폐기물	총량
발생량	6,100	410	5	6,515

2. 폐기물 반출 준비 및 선적

장보고기지 5차 월동기간에는 지난 차대와 마찬가지로 발생한 재활용 폐기물은 성상별로 구분하고 부피를 최소화하여 포장하여 반출을 위해 20 ft 컨테이너에 적재하였다 (Fig. 2-18). 냉장컨테이너는 기한이 경과한 식자재를 반출하기 위해 사용하였다. 폐기물 컨테이너는 쇠빙연구선 아라온에 적재되어 4월 29일 국내에 도착할 예정이며, 환경부 지정업체를 통해 검역 후 절차에 따라 처리될 예정이다.



Fig. 2-18. Waste management and storage at Jang Bogo Station before transportation to Korea.

3. 결론 및 제언

6차 월동기간에 폐기물 관리는 지침을 기준으로 비교적 잘 이루어졌으며 지난해에 비해 지정폐기물을 성상별로 세분화하여 기록하여 유해 폐기물의 발생 경향성을 알 수 있었다. 또한 기지 운영으로 인한 폐기물 발생량을 줄이기 위해 하계 연구를 위한 소모품은 불필요한 포장재를 가능한 제거하고 재사용 가능한 카톤박스나 플라스틱 박스에 포장하는 노력이 요구된다. 폐기물 발생량의 파악은 반출량을 기준으로 하는 것보다는 기지에서 발생량을 월별로 파악하는 것이 필요할 것으로 보인다. 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.



Waste management

6th over-wintering team, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : During the 6th over-wintering period, the amount of domestic wastes was reduced than amount of 5th over-wintering period. The amount of paper was 1,000kg, metal was 8,860kg, plastic was 3,790kg and glass was 1,770kg. The food waste was generated as the 5th over-wintering period. To reduce food waste which had already lost their freshness when it was supplied, the purchase plan is required detail review. In case of fresh food, establishing appropriate packaging and transport plans to keep freshness are crucial.



제 3 장

장보고과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

제 1 절

족적 (Footprint)

김지희, 6차 월동연구대

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 2018/19 하계시즌과 6차 월동기간이 포함된 2018년 10월 23일부터 2019년 3월 15일까지 항공기와 쇄빙연구선 아라온을 이용하여 160명의 인원이 기지에 들어갔다. 6차 월동대 17명과 하계연구와 현장 연구지원을 위해 방문한 인원은 111명, 기지 지원(16명) 및 정부 조사단(7명) 등은 23명으로 파악되었다. 2018/19 하계시즌과 6차 월동기간에 방문한 지역은 기지 주변의 도보로 갈 수 있는 육상지역, 지질 운석 연구와 빙하 연구지역, 화산탐사, 지질조사, 지구물리조사 지역 등과 대륙내 헬리콥터 운항을 위한 항공유 저장소 그리고 트레바스를 진행한 K-루트 탐사지역 등으로 약 32개 지역에 해당한다.

1. 기지 주변 공간적 변경사항

2018/19 하계시즌 및 6차 월동기간에는 장보고기지 부지 또는 인근에 시설을 설치하거나 이동로를 닦는 등 기지 주변 공간의 변경 사항은 발생하지 않았다.

2. 기지 체류 및 방문인원과 야외조사 지역

장보고기지를 기반으로 하계연구 활동을 하거나 기지 단순 방문, 월동연구를 위한 기지체류를 위한 인원이 2018/19 시즌에 항공기와 쇄빙연구선 아라온을 이용하여 입남극 하였다(Table 3-1, Fig. 3-1). 지난 2017/18 시즌과 5차 월동기간 후반에 기지에 들어온 인원 173명에 비해 다소 감소하였다. 동기간 동안 5차 월동인원과 6차 월동대의 인원이 기지에 함께 체류하게 되며 체류 기간은 서로 다를 수 있으나 총 160명이 기지에서 들어왔다. 하계연구를 위해 방문한 인원은 137명으로 지난시즌에 비해 다소 증가하였으며, 국내 대학이나 타 연구기관, 국제 공동연구 또는 타국연구팀이 증가한 양상을 보인다.

Table 3-1. Number of personnel visited Jang Bogo Station during 2018/19 season

	지원	연구 및 연구지원	월동대	기타방문	계
항공기(2018.10.23)	3	15	0	4	22
항공기(2018.10.29)	3	4	0	0	7
항공기(2018.10.30)	3	14	0	3	20
항공기(2018.11.03)	1	4	15	0	20
항공기(2018.11.05)	0	4	0	0	4
항공기(2018.11.06)	1	9	0	5	15
항공기(2018.11.17)	0	4	0	0	4
항공기(2018.11.21)	1	10	0	0	11
항공기(2019.01.12)	0	6	0	0	6
항공기(2019.01.19)	0	7	0	0	1
아라온(2018.12.05)	0	21	0	3	24
아라온(2018.12.30)	1	8	2	0	11
항공기(2019.02.08)	2	5	0	0	7
아라온(2019.02.19)	0	8	0	0	8
합 계	15	111	17	15	160

2018/19년 하계기간과 2019년 6차 월동 기간의 연구 및 연구지원을 위하여 방문한 지역은 도보 및 설상차 등을 이용하여 갈 수 있는 기지 주변과 헬리콥터를 이용하여 갈 수 있는 거리의 빙하캠프, 화산탐사, 지구물리 연구를 위한 장비 설치 등 다양한 지역이다(Fig. 3-1). 각각의 연구 분야에 따라 연구지역은 기지 인근과 빅토리아랜드 전반에 걸쳐있으며 활동 지역과 목적은 Table 3-2에 정리하였다.

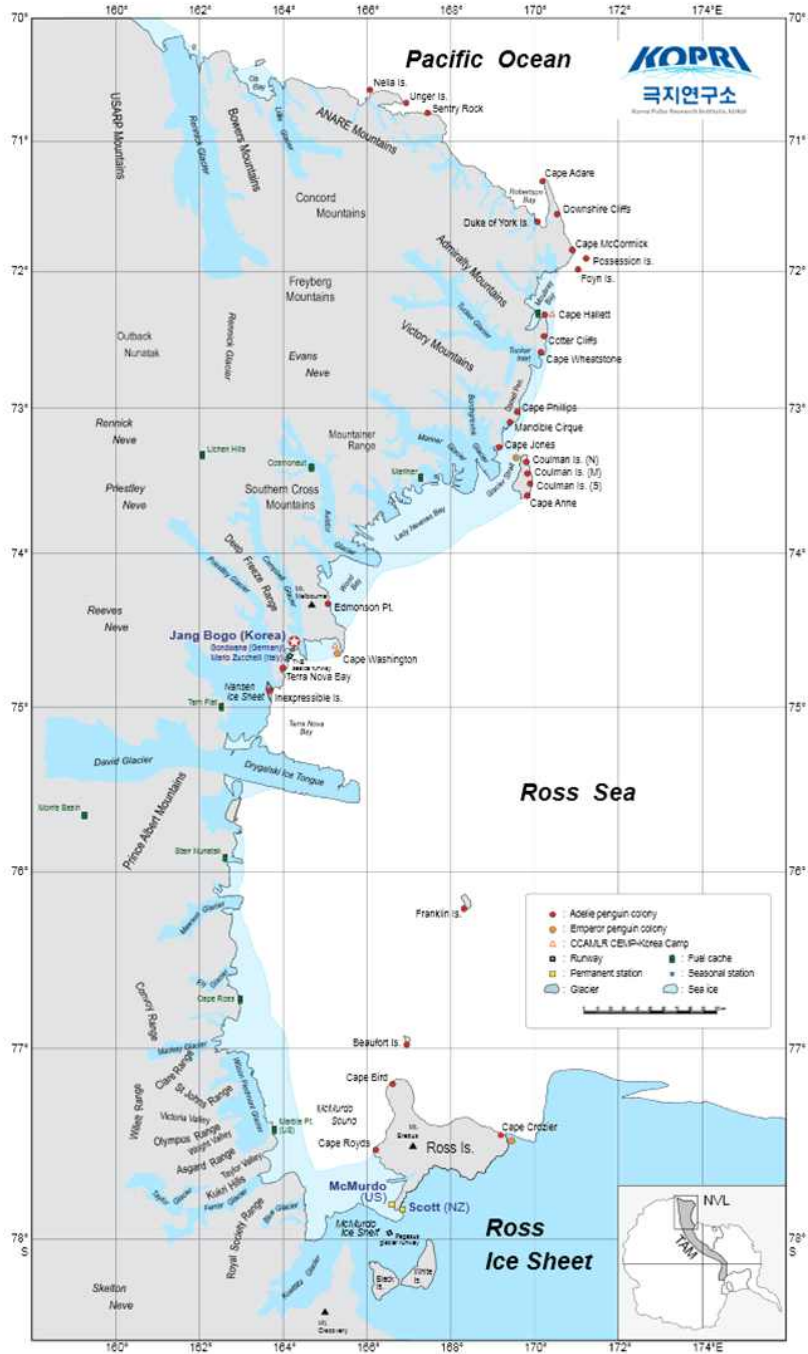


Fig. 3-1. Field survey map of areas near JBS and other regions in Victoria Land.

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

지역		활동 목적
1	이태리 기지 (TNB)	- 극한지용 지반조사 장비 성능평가
2	Inexpressible Island	- 아델리펭귄 모니터링연구, 캠프 - 카메라 및 기상장비 수리
3	Cape Washington	- 지질조사 - 황제펭귄 모니터링
4	Tarn Flat	- K-루트 경로 확보, 유류 데포
5	Priestley Glacier	- 빙하 흐름 조사(뉴질랜드 연구팀)
6	Browning pass	- K-루트 경로 확보 - 빙하구조 분석 레이더 성능시험
7	Melbourne Mt.	- 지질조사, 지진계 유지보수
8	Campbell glacier	- 빙하구조 분석 레이더 성능시험, 지진계 유지보수, GPS 안테나 설치
9	Baker Rock	- 지질조사
10	Green Point	- 지질조사
11	Allan Hills	- 운석탐사, 지질조사
12	Drygalski Tongue	- 지진계 유지보수, GPS 안테나 설치
13	Hulliston Glacier	- 지질조사
14	Niagara Icefalls	- 빙하 흐름 조사를 위한 탄성과 탐사
15	Shield Nunatak	- 지질조사, 화산연구
16	Nansen Ice shelf	- Amigos 타워 회수, 지진계 유지보수
17	마운트 오버로드	- 지질조사
18	마운트 맥기	- 지질조사
19	David glacier	- K-루트 경로 확보 - 빙저호시추 후보지 항공지구물리탐사 - 빙하코어 눈시료 채취 - 지진계 유지보수, GPS 설치
20	Elephant Moraine	- 청빙시료 채취 - 운석탐사
21	메사 레인지	- 지질조사
22	Coulman Island	- 황제펭귄 모니터링
23	Mandible Cirque	- 펭귄 모니터링(분변 등 시료 채취)
24	Oscar Point	- 지질조사
25	Tourmaline Plateau	- 빙하 GPR 탐사, 캠프 운영
26	Cape Hallett	- 아델리펭귄 모니터링연구, 캠프
27	Morris Basin	- 화산연구, 연료수송
28	코스모넛	- 연료수송
29	Mariner Depot	- 연료수송
30	Adelie Cove	- 아델리펭귄 모니터링
31	Edmonson Point	- 지질조사
32	Larsen Glacier	- 빙하 및 눈시료 채취

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 이뤄진다. Fig. 3-2의 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.

콘드와나기지와 장보고기지가 위치해 있는 두 지역의 노출지역을 중심으로 식생조사와 이끼 및 지의류 시료를 채취하였다 (Fig. 3-2 오른쪽)

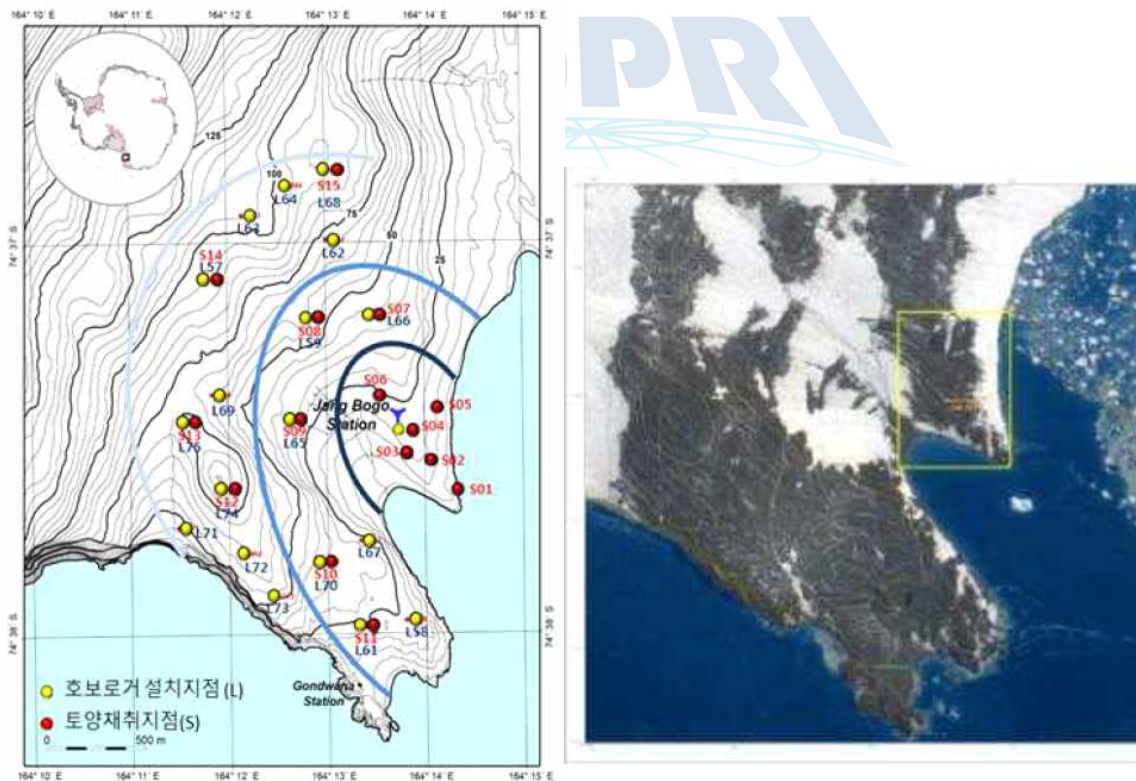


Fig. 3-2. Logger installation sites for monitoring of micro-environmental parameters(left, red dot) and vegetation survey area (right).

나. Cape Hallett (ASPA No. 106) 장기캠프 보수 및 운영

장보고기지에서 북동쪽으로 약 320km에 위치한 남극특별보호구역(ASPA No. 106) Cape Hallett은 아델리펭귄 군서지로서 로스해 해양보호구역에서 계획된 연구과제 (PM17060)의 일환으로 상위포식자인 아델리펭귄의 군서지를 조사하여 MPA 지역내에서의 개체군 동태를 파악할 목적으로 활동이 이루어진다. 이러한 연구활동을 위하여 조사 지역에 기상관측을 위한 AMIGOS와 광역 모니터링 카메라 시스템을 설치 운영하였으며, 연구과제가 진행되는 5년 동안 매년 조사가 이루어질 계획으로 보다 안정적인 장기간의 현장조사를 위해 견고한 조사 캠프를 2017/18 하계시즌에 설치하였고 올해에는 본격적으로 조사 캠프를 활용하여 생태계 모니터링 연구를 수행하였다 (Fig. 3-3).



Fig. 3-3. Adelie Penguin monitoring camp at Cape Hallett (ASPA No. 106). 2017/18 (left), 2018/19 (right).

장기 조사 캠프의 위치와 설치 규모에 대해서는 지난 시즌 ASPA No.106 제안국인 미국 및 뉴질랜드와 협의하여 관리계획서에 지정된 캠프사이트로 결정하였다(Fig. 2-4). 캠프 사이트와 펭귄군서지와는 약 150~200m 이격되어 있으며, 미국이 설치한 자동기상관측장비(AWS)와는 약 20m 거리를 두어 기상 관측에 대한 간섭을 피하였다.

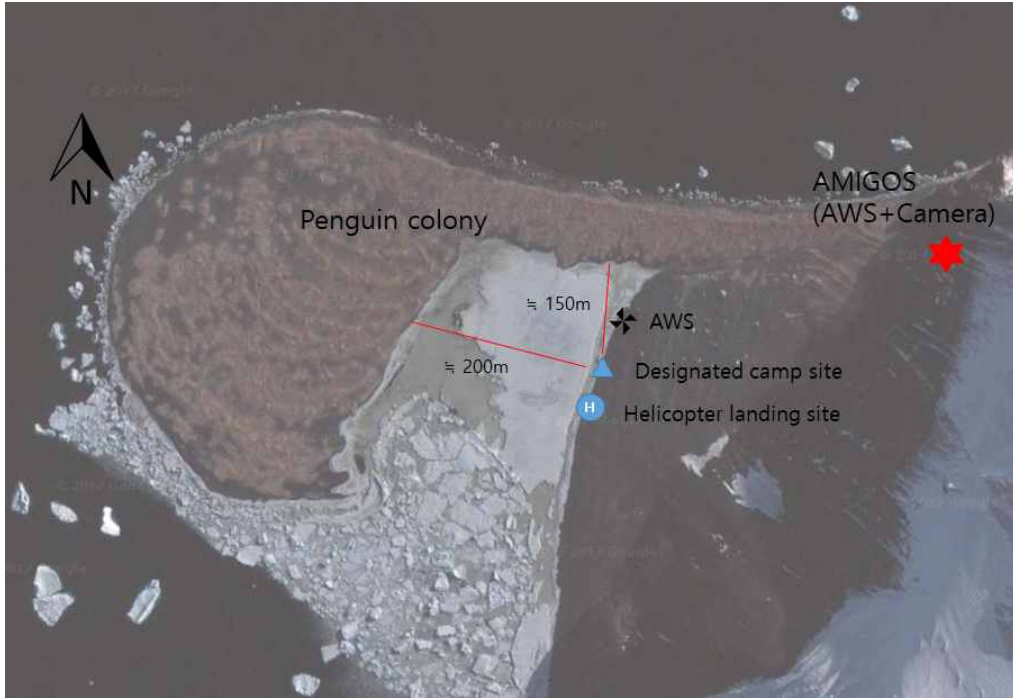


Fig. 3-4. Designated camp site and distance penguin colony at Cape Hallett.

다. 항공유 데포 현황

장보고기지에서 상대적으로 먼 거리에 있는 지역에서의 연구활동을 지원하기 위하여 항공유 저장구역을 설치하였다. 매년 사용한 빈 드럼의 회수와 재보급이 이루어진다(Table 3-3, Fig. 3-5).

Table 3-3. Locations of depots around Jang Bogo Station

Area	coordinate
Cape Ross	S 76°44.277' /E 162°56.664'
Cape Hallett	S 72°26.2438' /E 169°57.0480'
Cosmonaut	S 73°24.630' /E 164°41.350'
Helliwell	-
Lichen Hills	S 73°19.133' /E 162°04.763'
Mariners	S 73°29.79' /E 167°01.63'
Morris Basin	S 75°38.213' /E 159°04.049'
Starr Nunatak	S 75°53.951' /E 162°35.131'
Tarn Flat	S 75°00.620' /E 162°38.030'
Allan Hills Camp	S 76°42.109' /E 159°32.100'
Mesa Range	-

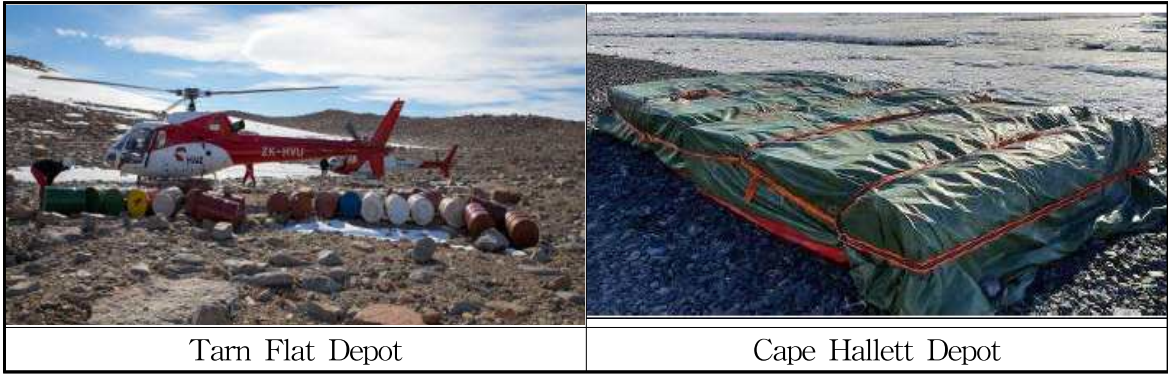


Fig. 3-5. Depots in Northern Victoria Land.



Footprint

Ji Hee Kim and the 6th overwintering team

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : During 2018/19 season including a part of the 6th overwintering period, 160 personnel entered into Jang Bogo Station via R/V icebreaker *Araon* and aircraft. The seasonal research personnel including supporting personnel for austral summer season became 111. Others were 17 members of the 6th overwintering team, operation supporting staffs (16) and governmental investigation team (7). For the research activities and supporting them, 32 locations were visited by foot, helicopter and snow mobiles to geological survey, geophysical survey, volcanic research, traverse for K-route and so on. And field camps for the expeditions were operated and aviation fuel drums were supplied at the depots.

제 2 절

방류 수질 및 연안 해수질 모니터링

6차 월동대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 장보고기지에서 발생된 오수는 처리시설을 통해 중수로 생산되어 약 18톤은 중수 탱크에 저장되고 나머지는 바다로 방류된다. 2019년에는 2018년보다 수질이 약간은 개선된 것으로 보이나 6차 월동기간 동안 BOD 농도와 COD농도는 기준치를 넘는 경우가 자주 발생하였고, T-P는 여전히 기준치를 크게 웃돌고 있어 지속적인 저감 노력이 필요하다. 2018/19 하계시즌의 연안해수수질조사를 위한 정점은 기존의 25개 정점에서 진행하지 않았고 새롭게 21개의 정점을 선정하여 조사하였다.

1. 방류수 모니터링

가. 오수처리 설비 특성

장보고과학기지의 오수처리 설비는 “SBR + MBR + 오존 + 활성탄” 방식을 택하여 설계 및 시공되었다. SBR(Sequencing Batch Reactor)은 연속회분식반응기로서 유입, 폭기, 침전, 방류, 대기 공정으로 원수를 처리하는 수조이다(Fig. 3-6).

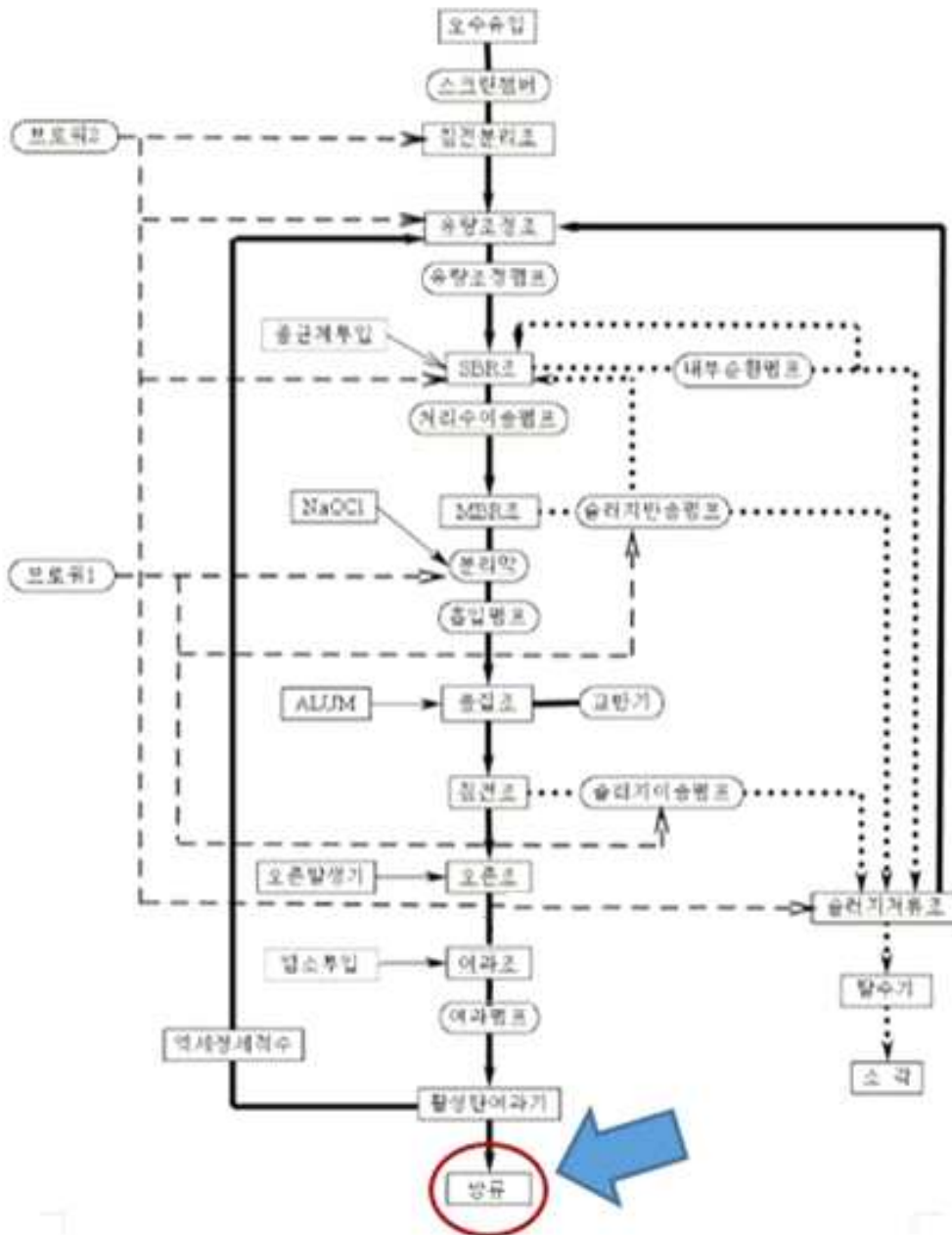


Fig. 3-6. Waste water treatment process in Jang Bogo Station.

MBR(Membrane Bio-Reactor)조는 용존산소의 농도를 2.0~3.0 mg/l 로 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 분리막으로 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. 6차 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 대장균 균수 (개/ml)
1 일 하 수 처 리 용 량	I 지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.2 이하	1,000 이하
	II 지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.3 이하	
	III 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	0.5 이하	3,000 이하
	IV 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	
	500m ³ 미만	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	
	50m ³ 이상	10 이하	40 이하	10 이하	40 이하	4 이하	

나. 대장균 모니터링 결과

6차 월동기간에 총대장균균수는 1월과 2월에 500까지 검출되다가 월동기간 동안은 검출되지 않았으나, 인수인계 이후 증가하였다가 다시 검출되지않았다(Fig. 3-7).

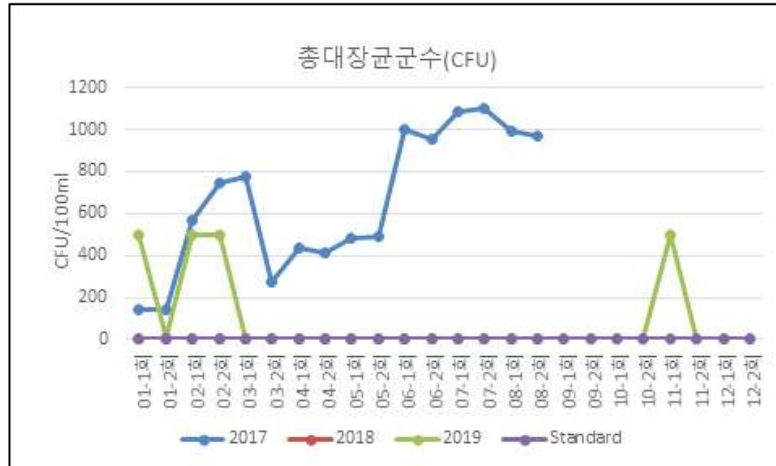


Fig. 3-7. The result of total number of *E. coli* colonies detecting test at the samples from discharged water.

다. Total Nitrogen (TN) 모니터링 결과

방류수의 총 질소 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 총 과 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 이루어 져야한다. 지난 3차 월동기간 중 측정된 총 질소의 농도는 전반적으로 기준치인 20 mg/l를 넘어 최대 34 mg/l (2015년 8월 28일)까지 검출되었으나, 4차 월동기간 중 방류수 수질 개선을 위하여 필터를 교체하고 미생물 종균의 투입 조절을 통해 수질 개선 대부분 기준치 이하의 수질을 보였다. 그러나 5차 월동대가 인수한 11월, 6차 월동대가 인수한 2018년 11월 이후에는 다시 총질소의 농도가 기준치를 웃돌았다. 2019년 2월 이후에는 기준치 아래로 떨어져 안정적으로 총질소가 제거되었다가 7차 월동대와 인수인계 직후 기준치를 오르내리고 있다.(Fig. 3-8). 인수인계 기간과 하계활동 인원 증가로 인한 오수처리 용량 증가 등과 관련이 있을 것으로 보인다. 3차와 4차 월동기간에 활성탄여과를 거쳐 방류되는 시스템으로 변경한 이후 총 질소의 농도가 현저하게 낮아진 점을 고려할 때 활성탄여과설비의 점검과 주기적인 필터 교체가 필요할 것으로 보인다.

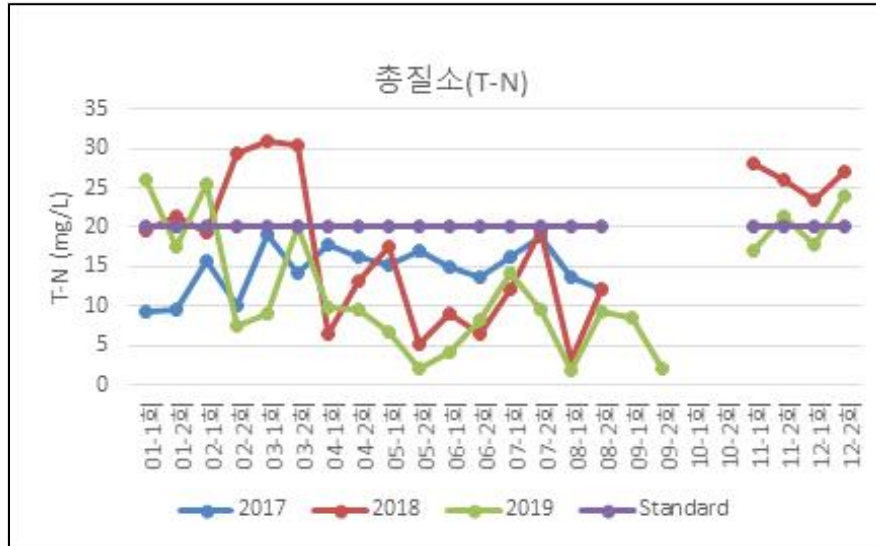


Fig. 3-8. The result of T-N concentration detecting test at the samples from discharged water.

라. Total Phosphorus (TP) 모니터링 결과

총인은 오르토인산염, 다중인산염, 유기 인산 혼합물로 구성되어 있다. 오르토인산염과 다중인산염은 세제의 주된 구성 물질이다. 인산염은 부강이나 하천의 부영양화와 관련되며 식물들의 비정상적이고 급속한 성장과 관련이 있다. 따라서 총인 검출 실험 오수나 폐수를 방류하기에 앞서 오폐수의 질을 평가하기 위한 중요한 검사이다. 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.

6차 월동기간 및 2019년에 측정된 방류수의 총인의 최소 농도는 0.15 mg/l (2019년 6월)로 1회 나타났고 가장 높은 농도는 6차 월동기간 중 2월에 4.9 mg/l로 관측되었다. 대체로 기준치 0.2 g/l 보다 상당히 높은 농도를 보이고 있으나 2018년 5차 월동기간에 비해서 대체로 낮은 농도를 보이고 있다 (Fig. 3-9).

오수처리시설에서 총인을 제거하기 위해서는 알루미늄이 함유된 ‘Alum’이라는 화학물질을 투입하여 알루미늄과 인이 반응한 후 침강시키는 방법을 사용하고 있으나, 알룸을 과량 넣을 경우 pH 등에 영향을 미칠 수 있고 월동기간 동안 공급량에도 한계가 있어 월동막바지에 농도가 상승한 것으로 보인다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 5차 월동대부터는 알룸보다 효율이 높은 PAC (Polyaluminum Chloride)를 보급하여 총인의 제거 효율을 높이려 하였다. 2017년 11월부터 시작된 5차 월동대의 측정결과를 보면 기준치인 0.2 mg/l 에 근접하는 0.3 mg/l (2017년 11월 8일)과 0.37 mg/l 로 낮은 측

정값을 보였으나 다른 측정기간에는 최대 6.7 mg/ℓ (2017년 11월 24일)까지 높게 나타났으며, 5차 월동기간 동안 기준치에서 상당히 떨어져 있다 (Fig. 3-9).

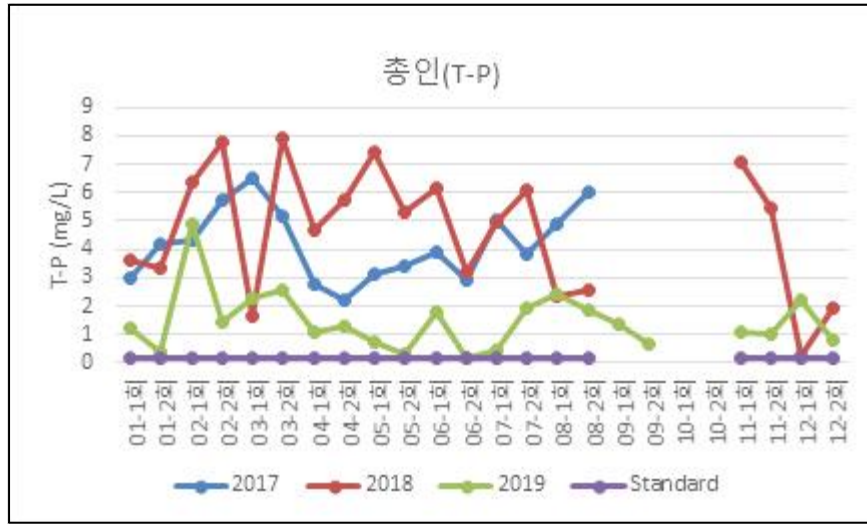


Fig. 3-9. The result of T-P concentration detecting test at the samples from discharged water.

6차 월동대 인수 이후 농도가 낮아지는 경향을 보이고 있으며 5차 월동기간에 비해 대체로 낮게 나타나고 있다. PAC은 알룸에 비해 적은 양을 사용하는 장점이 있으나 알룸과 마찬가지로 사용량에 따라 pH가 급격히 낮아질 수 있으므로 산성도 검사를 병행하여 적정량을 투입할 필요가 있다.

마. SS (Suspended solids) 농도 모니터링 결과

방류수 부유물질 농도는 전 측정기간 동안 기준 농도인 10mg/ℓ를 밑도는 수질을 보였다. 부유물질 농도는 분리막의 세척여부에 따라 변동이 크며, 주기적인 분리막 관리를 통해 부유물질 농도를 낮은 값으로 유지할 수 있다. 그러나 2018년 11월 이후 컨트롤 패널의 고장으로 생물전지방식의 BOD 측정기와 SS측정 모듈을 사용 중지하였다. SS측정을 위한 휴대용 장비를 2019년 11월 보급하여 11월부터 관측이 이루어지고 있다.

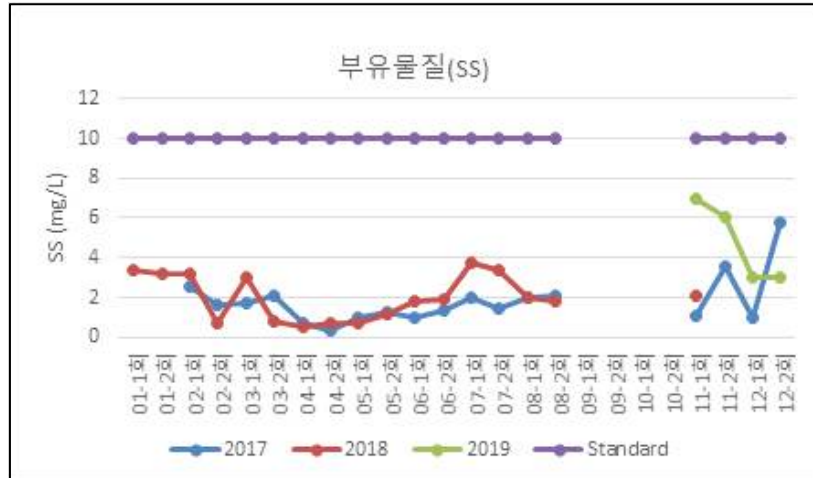


Fig. 3-10. The result of SS concentration detecting test at the samples from discharged water.

바. BOD와 COD 농도 모니터링 결과

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. 2019년 측정기간 동안에 BOD는 대체로 기준치 주변에서 관측되었으나 수질 악화로 기준치를 넘는 값이 측정되기도 하였다(Fig. 3-11).

당초 COD 측정은 광학센서가 장착된 휴대용 장비를 사용하였으나 고장으로 반출하였고, 2017년 말 5차 월동기간부터는 기계적 장비가 아닌 COD 키트를 보급하였다. 측정값은 기준치 20 mg/l를 크게 웃돌고 있어 수질개선을 위한 노력이 필요하다. 측정 키트는 Palintest 제품을 사용하였다(Fig. 3-12).

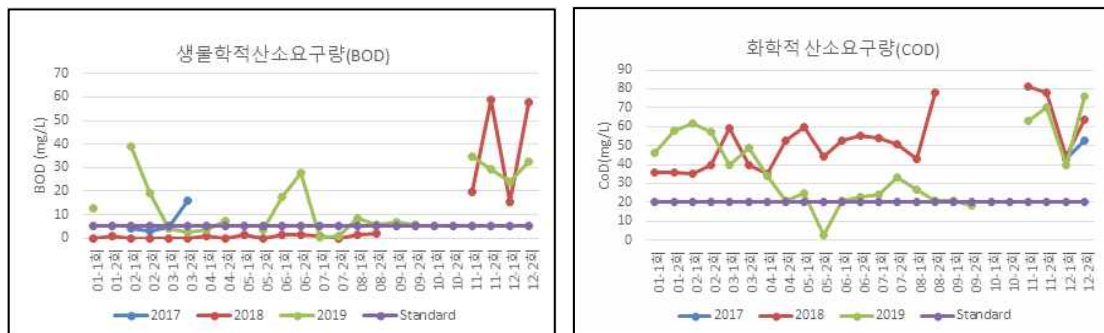


Fig. 3-11. The result of BOD and COD detecting test at the samples from discharged water.



Fig. 3-12. Palintest COD detection kit. Tubetests COD tube(left), heater(center), wavelength selection photometer(right).

사. 결 론

방류수의 수질을 기준치 이하로 유지하기 위해서는 분리막의 주기적 세척 및 교체, 활성탄 여과설비의 관리 및 교체, 인 제거를 위한 주기적 약품 처리 등이 필요할 것으로 보인다. 또한 월동대 인수인계 기간 동안에 오수처리 시설의 유지관리와 방류수 수질 측정이 누락되지 않도록 주의가 필요하다. 2018년보다 수질이 약간은 개선된 것으로 보이나 2019년 월동기간 동안 BOD농도와 COD농도는 기준치에서 벗어나는 경우가 자주 나타나고 있고, T-P는 여전히 기준치를 크게 웃돌고 있어 지속적인 저감 노력이 필요하다. 오수처리 시설의 보급과 월동대 교육을 담당하고 있는 업체의 전문가와 결과를 가지고 지속적인 논의가 필요한 것으로 판단된다. 특히 COD의 경우 높은 값을 보여주고 있으므로 하계 기간 중 기지에서 세제 사용을 줄이는 등 노력이 요구된다.

2. 연안 해수질

가. 조사 지역

기지 주변 해양 기초 조사를 위한 지역으로는 장보고 과학기지에서 배출 되는 방류수가 해양으로 유입되는 배수구를 중심으로 방사형 방향이며, 제 2차, 3차 월동연구대의 자료를 토대로 그림 3-13과 같이 선정하였다. 기존 정점 조사 지역은 총 25개 정점(Table 3-5)으로 장보고 과학기지에서 배출 되는 물이 해양으로 유입되는 배수구를 중심으로 방사형 방향으로 되어 있으나, 실제 해양환경특성 조사를 위해 6차 월동연구대부터 새로운 21개 정점을 선정하여 조사를 실시하였다(Fig. 3-14, Table 3-6). 구 정점에 대해서는 2019년 2월 8일 CTD 측정만을 하였고, 새로운 21개 정점에서는 2019년 2월 21일 CTD측정과 더불어 해수 내 용존 산소와 용존 이산화탄소와 식물플랑크톤 생물량에 대해서도 측정하였다.

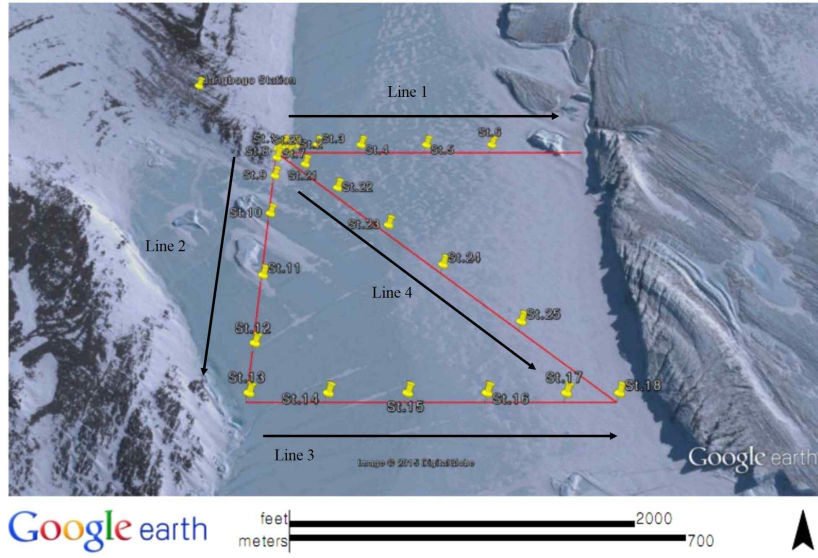


Fig. 3-13. Old CTD stations near shore of Jang Bogo Station.

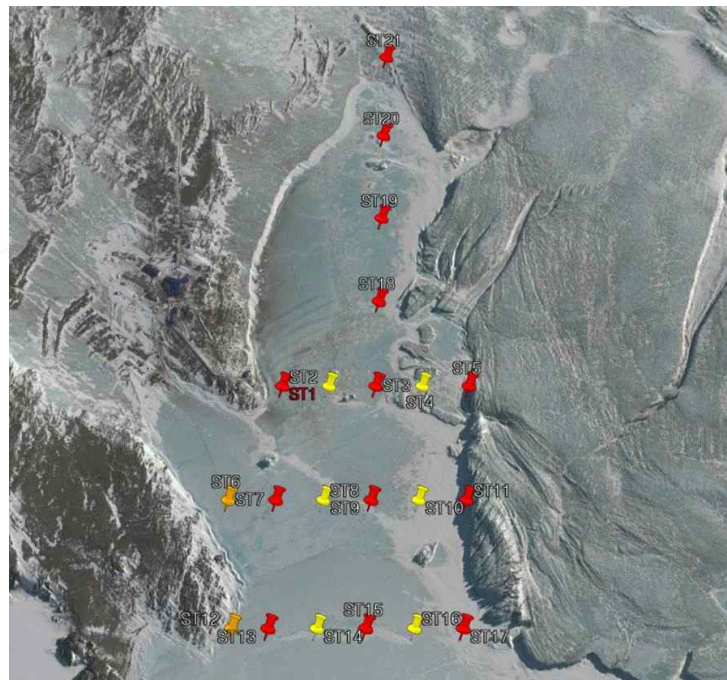


Fig. 3-14. New CTD stations near shore of Jang Bogo Station in 2019.

Table 3-5. Coordinates of old survey stations near shore of Jang Bogo Station

정점	위도(d)	경도(d)	위도(dms)	경도(dms)
st.1	-74.627861	164.23965	S74° 37'40.3"	E164° 14'22.74"
st.2	-74.627861	164.24048	S74° 37'40.3"	E164° 14'25.71"
st.3	-74.627861	164.24218	S74° 37'40.3"	E164° 14'31.83"
st.4	-74.627861	164.24557	S74° 37'40.3"	E164° 14'44.04"
st.5	-74.627861	164.25064	S74° 37'40.3"	E164° 15'2.32"
st.6	-74.627861	164.25571	S74° 37'40.3"	E164° 15'20.54"
st.7	-74.627961	164.23917	S74° 37'40.66"	E164° 14'21"
st.8	-74.628183	164.23917	S74° 37'40.46"	E164° 14'21"
st.9	-74.628633	164.23917	S74° 37'40.08"	E164° 14'21"
st.10	-74.629525	164.23917	S74° 37'40.29"	E164° 14'21"
st.11	-74.630872	164.23917	S74° 37'51.14"	E164° 14'21"
st.12	-74.632214	164.23917	S74° 37'55.97"	E164° 14'21"
st.13	-74.633117	164.23917	S74° 37'59.22"	E164° 14'21"
st.14	-74.633117	164.24424	S74° 37'59.22"	E164° 14'39.26"
st.15	-74.633117	164.24931	S74° 37'59.22"	E164° 14'57.5"
st.16	-74.633117	164.25438	S74° 37'59.22"	E164° 15'15.75"
st.17	-74.633117	164.25945	S74° 37'59.22"	E164° 15'34.01"
st.18	-74.633117	164.26283	S74° 37'59.22"	E164° 15'46.17"
st.19	-74.627919	164.23943	S74° 37'40.51"	E164° 14'21.93"
st.20	-74.628064	164.24008	S74° 37'41.03"	E164° 14'24.27"
st.21	-74.62835	164.24137	S74° 37'42.06"	E164° 14'28.93"
st.22	-74.628925	164.24396	S74° 37'44.13"	E164° 14'38.26"
st.23	-74.629789	164.24784	S74° 37'47.24"	E164° 14'52.24"
st.24	-74.630653	164.25173	S74° 37'50.35"	E164° 15'6.24"
st.25	-74.631803	164.25691	S74° 37'54.49"	E164° 15'24.88"

Table 3-6. Coordinates of new survey stations near shore of Jang Bogo Station from 2019

정점	위도(d)	경도(d)	위도(dms)	경도(dms)
st.1	-74.62778	164.24167	S74° 37'40"	E164°14'30"
st.2	-74.62778	164.24722	S74° 37'40"	E164°14'40"
st.3	-74.62778	164.25278	S74° 37'40"	E164°15'10"
st.4	-74.62778	164.25833	S74° 37'40"	E164°15'30"
st.5	-74.62778	164.26389	S74° 37'40"	E164°15'50"
st.6	-74.63139	164.23611	S74° 37'53"	E164°14'10"
st.7	-74.63139	164.24167	S74° 37'53"	E164°14'30"
st.8	-74.63139	164.24722	S74° 37'53"	E164°14'50"
st.9	-74.63139	164.25278	S74° 37'53"	E164°15'10"
st.10	-74.63139	164.25833	S74° 37'53"	E164°15'30"
st.11	-74.63139	164.26389	S74° 37'53"	E164°15'50"
st.12	-74.63528	164.23750	S74° 38'7"	E164°14'15"
st.13	-74.63528	164.24167	S74° 38'7"	E164°14'30"
st.14	-74.63528	164.24722	S74° 38'7"	E164°14'50"
st.15	-74.63528	164.25278	S74° 38'7"	E164°15'10"
st.16	-74.63528	164.25833	S74° 38'7"	E164°15'30"
st.17	-74.63528	164.26389	S74° 38'7"	E164°15'50"
st.18	-74.62500	164.25278	S74° 37'30"	E164°15'10"
st.19	-74.62222	164.25278	S74° 37'20"	E164°15'10"
st.20	-74.61944	164.25278	S74° 37'10"	E164°15'10"
st.21	-74.61667	164.25278	S74° 36'60"	E164°15'10"

나. 조사 항목

(1) CTD 측정

장보고기지 연안으로 유입되는 해수의 물리적 특성을 파악하기 위해 21개 정점을 기준으로 수온, 염분 등의 수직 프로파일을 획득하였다. 수심측정기를 이용하여 수심을 대략적으로 파악 한다. 그 후 파악된 수심에서 약 5m 정도를 CTD 장비가 손상이 가지 않는 안전거리라 판단하고 100m 로프를 이용하여 CTD를 안전거리까지 직접 손으로 내려 측정한다. 측정된 Raw 데이터는 SeatermV2 프로그램을 이용하여 컴퓨터로 옮긴 후 SBE Data Processing 매뉴얼을 참고하여 SBE Data Processing 데이터 처리 프로그램으로 데이터 후 처리 과정을 거쳐 신뢰할 수 있는 데이터를 확보한다.

자료 처리 과정은 다음과 같다.

- ① Data Conversion: 원시자료인 hex 파일을 csv 파일로 변환하는 단계
- ② Wild Edit: 튀는 값(Wild Point) 제거
- ③ Filter: Low pass filter를 이용하여 Pressure 값 안정화 시킴
- ④ Align CTD: 전도도를 수온에 대해 시간적으로 재정렬 시킴
- ⑤ Cell Thermal Mass: 온도에 민감한 전도도센서가 실제와 달리 전도도를 측정하는 것을 보정
- ⑥ Section: CTD가 표층에서 안정화 될 때 까지 걸린 시간에 측정된 데이터 제거
- ⑦ Window Filter: Median Filter를 사용하여 자료를 Smoothing 시킴
- ⑧ Bin Average: 일정한 변수만큼의 간격으로 자료를 평균하는 단계. 일반적으로 Upcast 자료는 와류에 의한 센서 방해로 인해 질이 좋지 않기에 Downcast 자료만 선택한다

(2) 식물플랑크톤 생물량 및 분포 특성

식물플랑크톤의 생물량과 분포를 파악하기 위해 기 선정된 21개 정점 중 13개 정점을 택하여 수심 0 m, 20 m 지점에서 Niskin Bottle을 이용해 채수하여 실험실로 가져와 해수 여과 실험을 진행하였다. 조사내용으로는 HPMA시료, HDF시료, HPLC시료, FCM시료, SS,클로로필 사이즈별 정량, 루골고정시료, 영양염 등을 확보하였다.

(3) 용존산소 수직분포

해수에 녹아 있는 용존산소의 수직분포 패턴을 분석하기 위해 Niskin Bottle을 이용해 SS, 10m, 20m, 50m, 75m, B 지점에서 채수를 하고 100 ml DO bottle에 기포가 생기지 않도록 옮겨 담은 뒤 Winkler-Azide 적정법으로 용존산소량을 적정하였다.

다. 결 과

기존에 선정되어있던 장보고과학기지 주변 해양조사지역의 정점에 대한 재설정이 필요하다고 인식되고 있는 상황에서 6차 월동연구대부터 새로이 정점을 선정하게 되었다. 이번 조사는 새로운 정점에서 조사항목에 대한 정립을 평가하는 예비조사 개념으로 진행되었고 이에 관한 CTD측정 결과와 식물플랑크톤 생물량 분포 특성의 결과를 아래 그래프로 나타내었다(Figs 3-15~3-23).

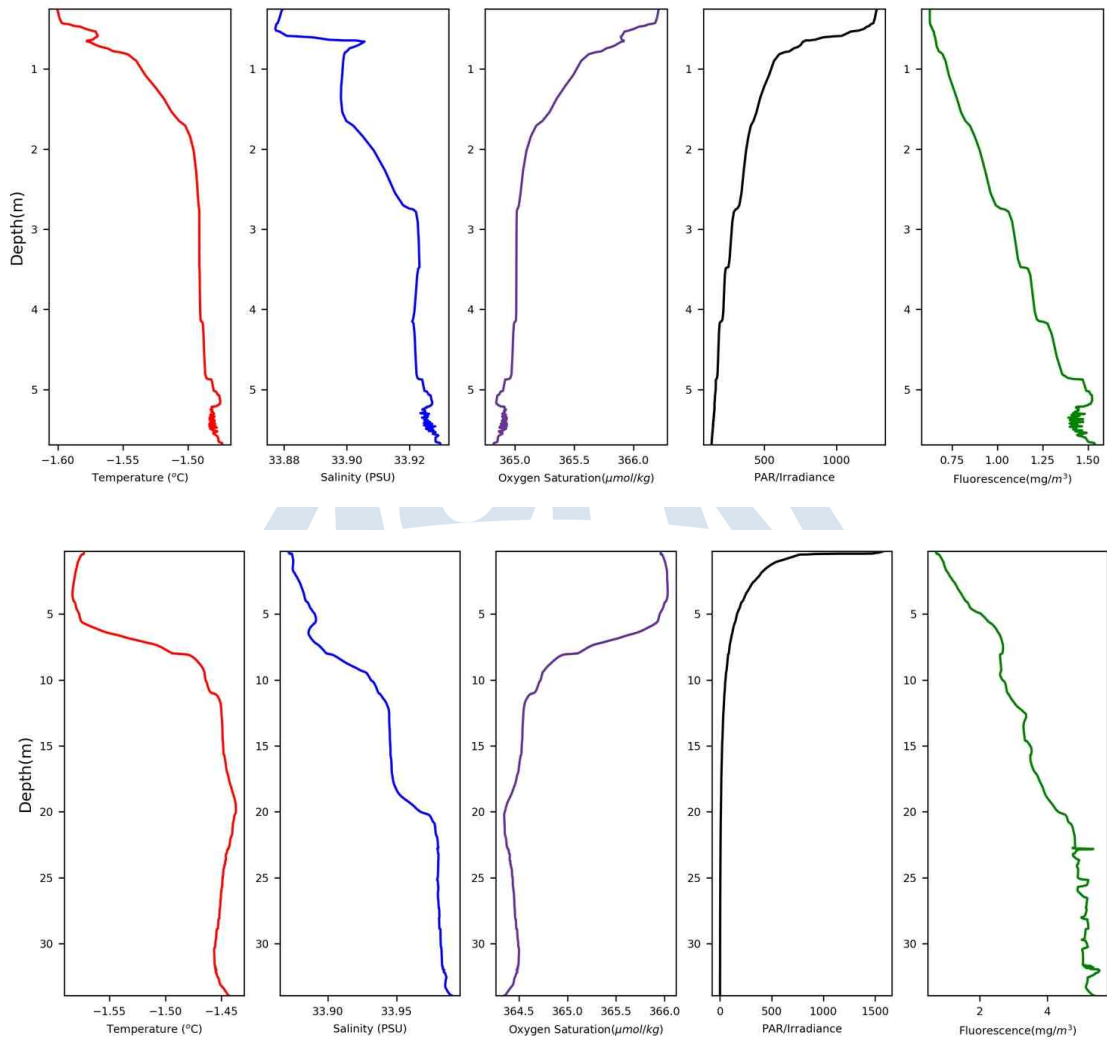


Fig. 3-15. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 1 and St. 2.

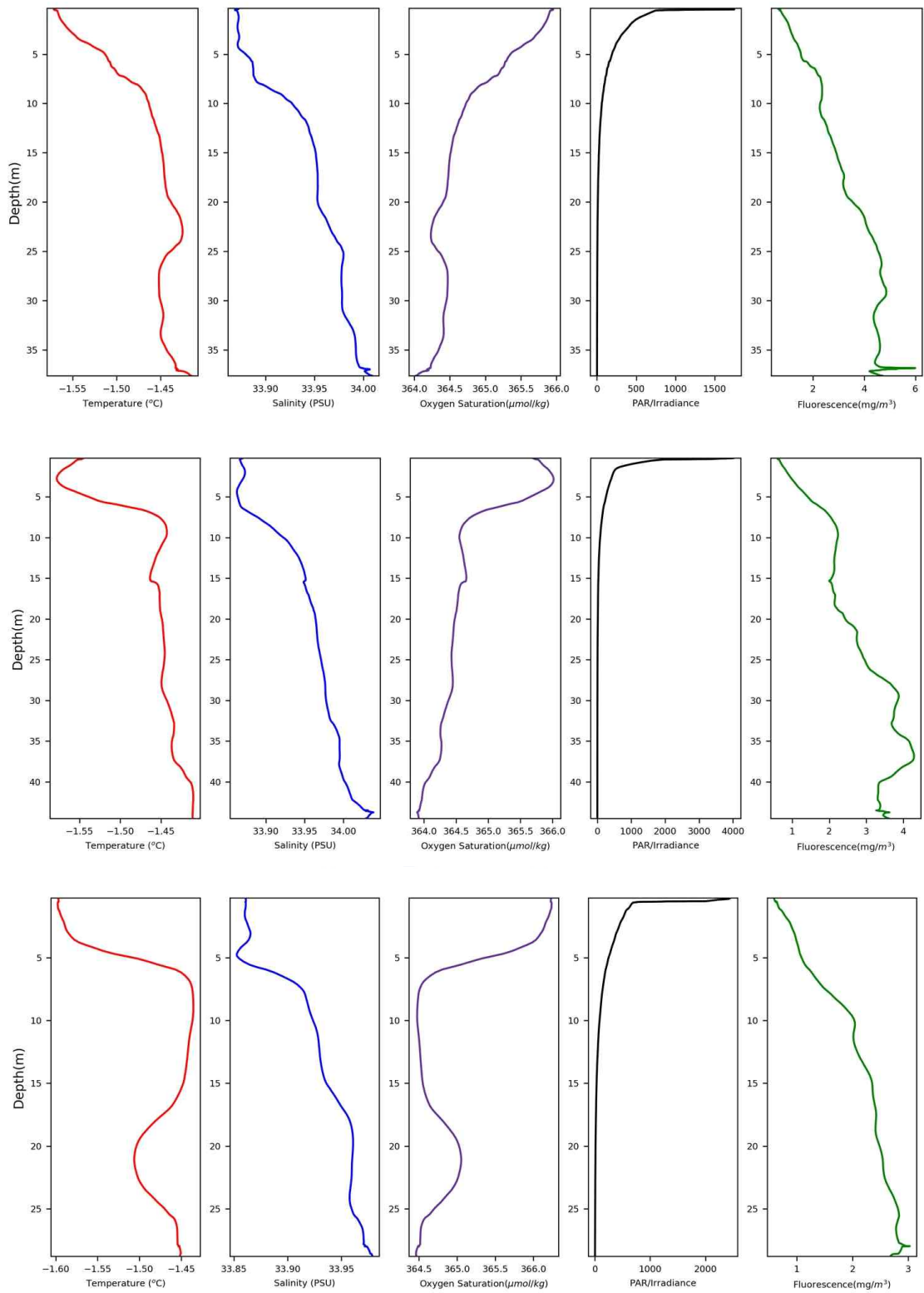


Fig. 3-16. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 3~St. 5.

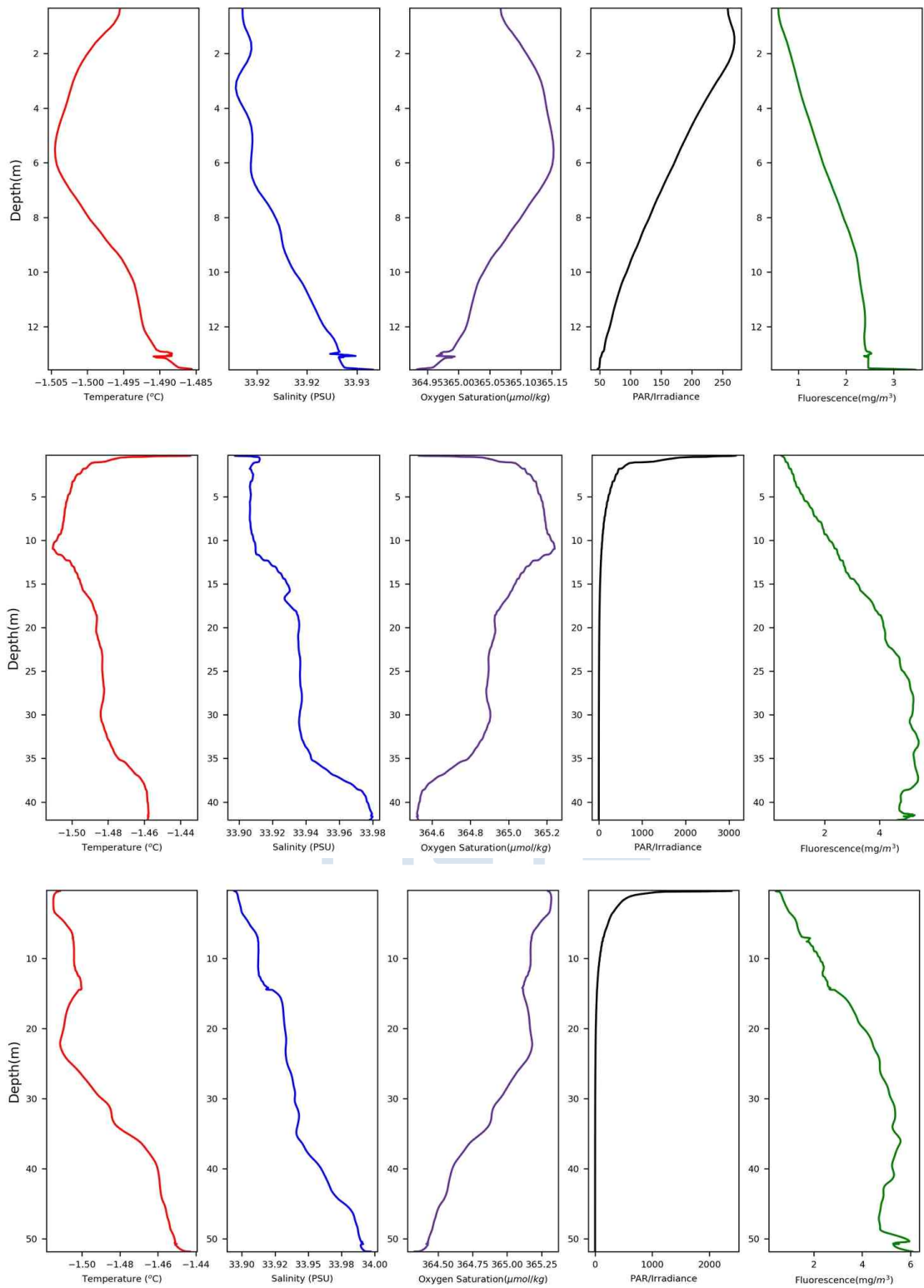


Fig. 3-17. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 6~St. 8.

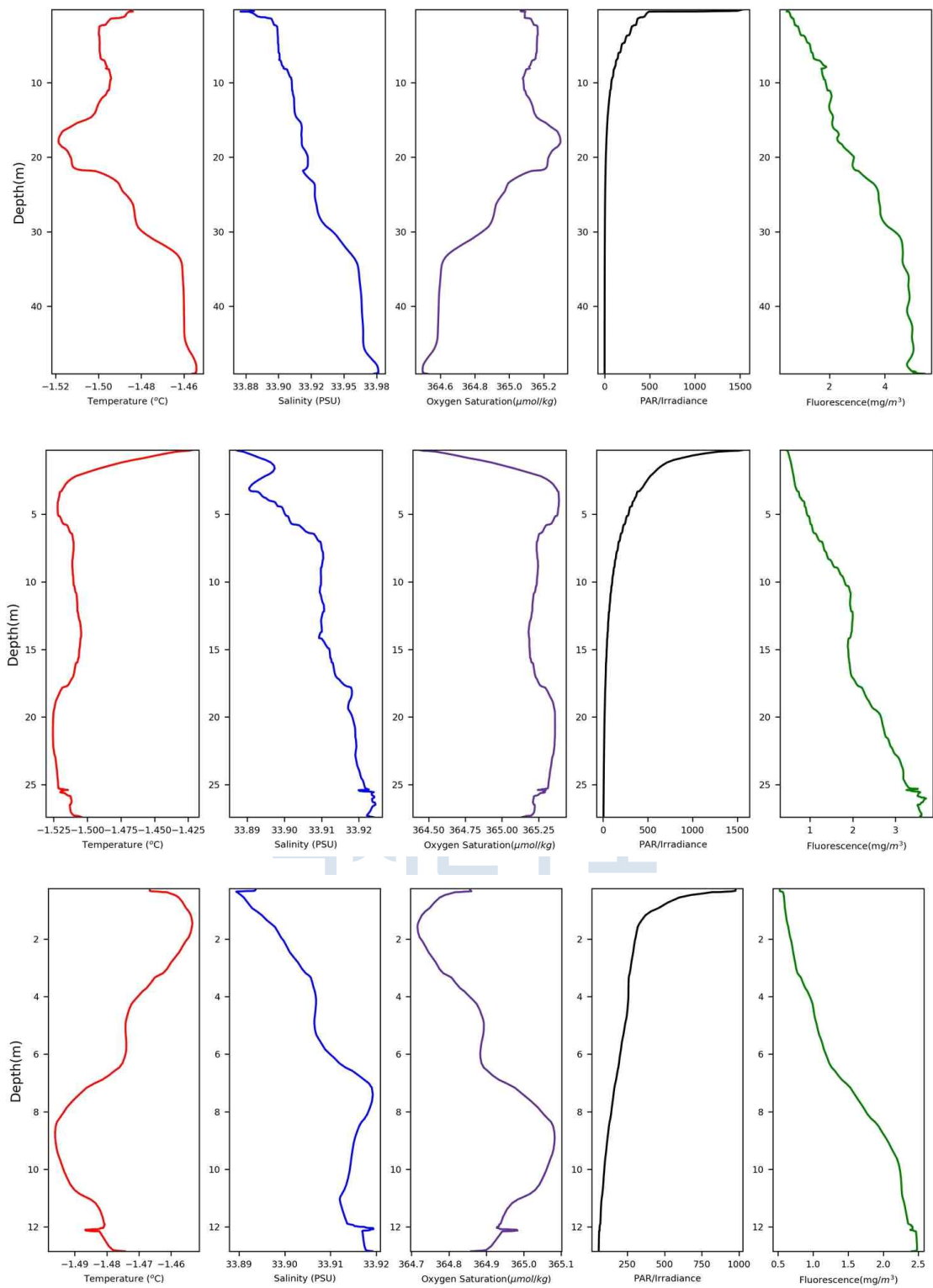


Fig. 3-18. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 9~St. 11.

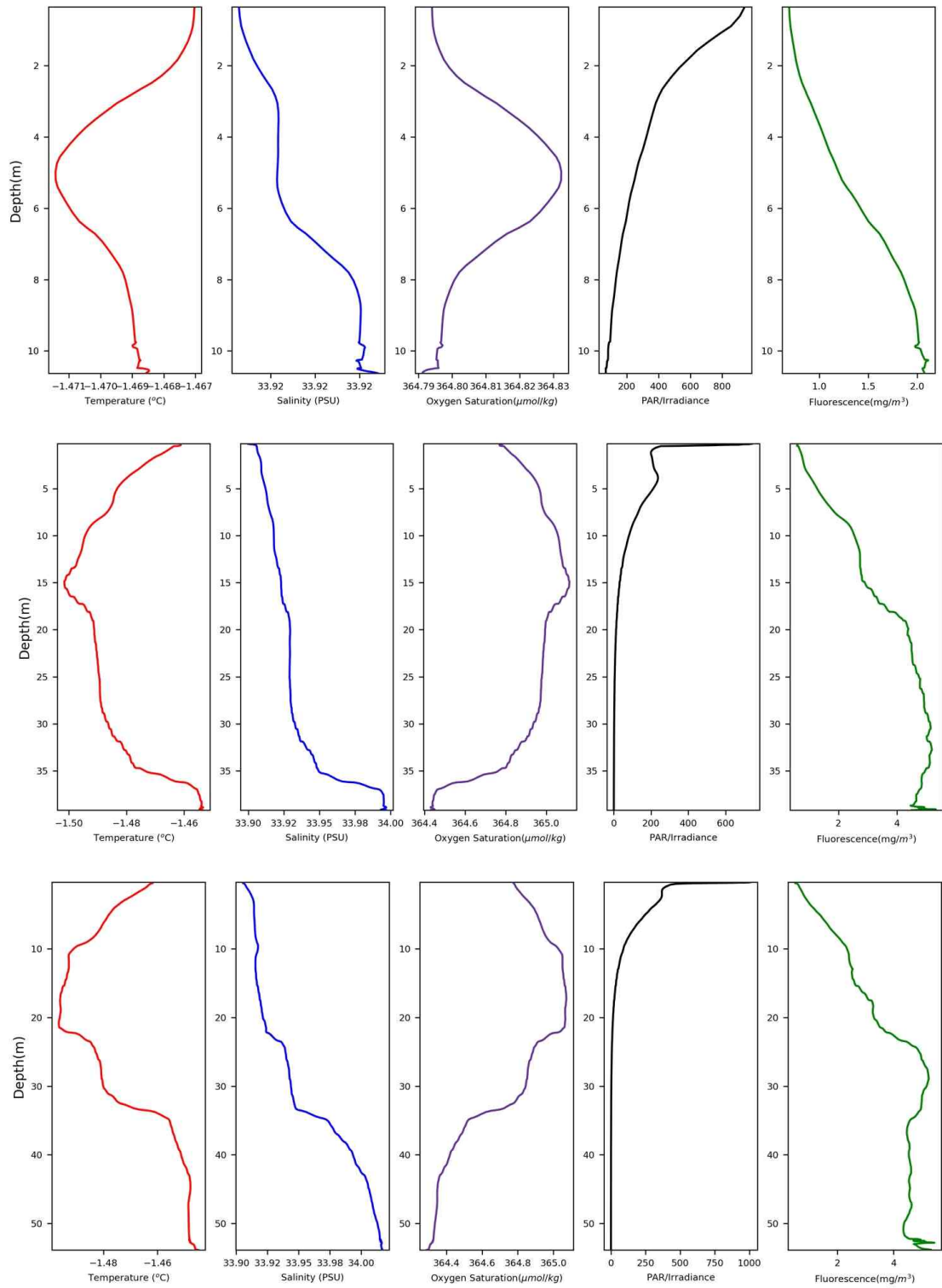


Fig. 3-19. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence(mg/m³) at St. 12~St. 14.

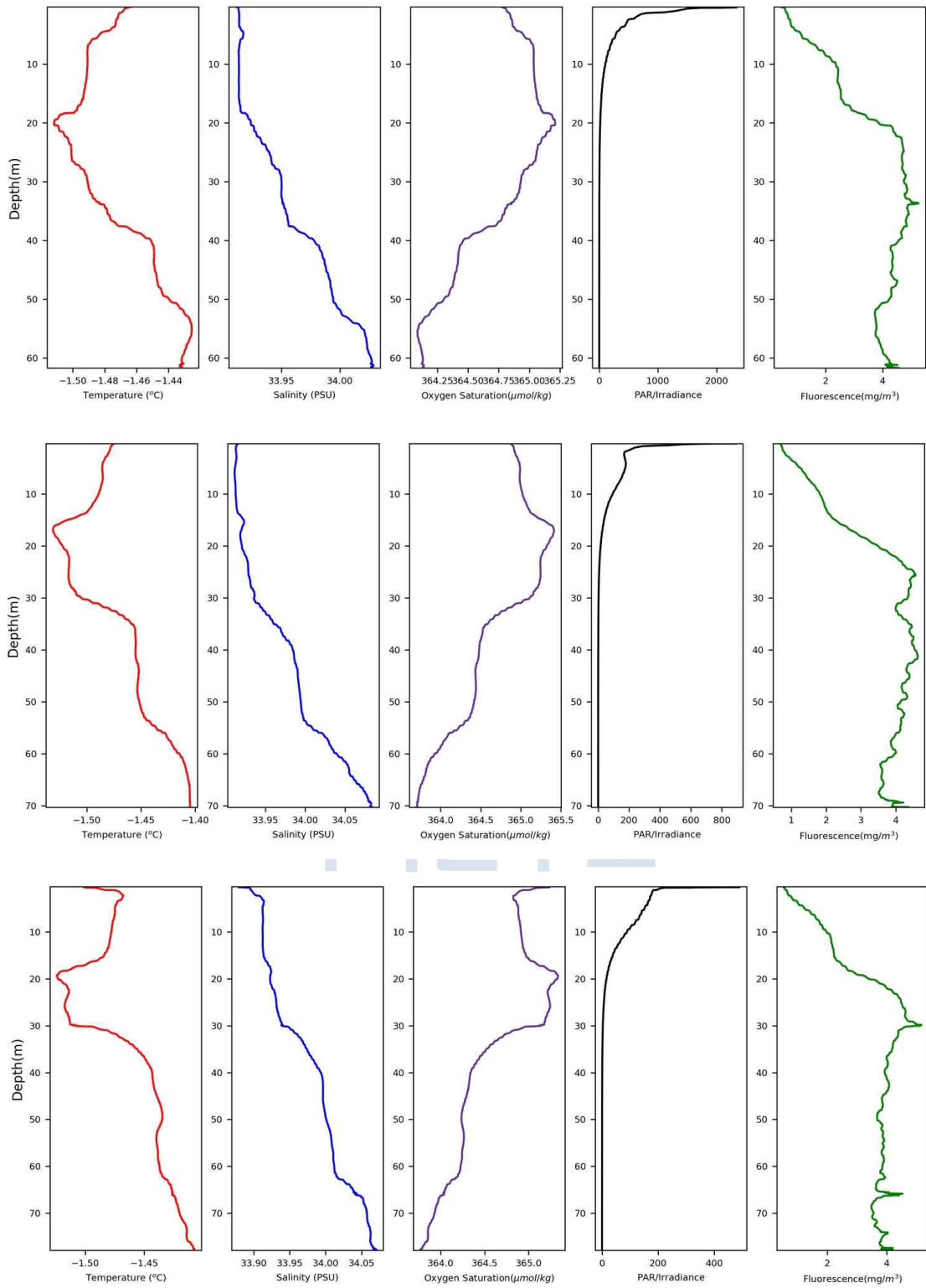


Fig. 3-20. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 15~St. 17.

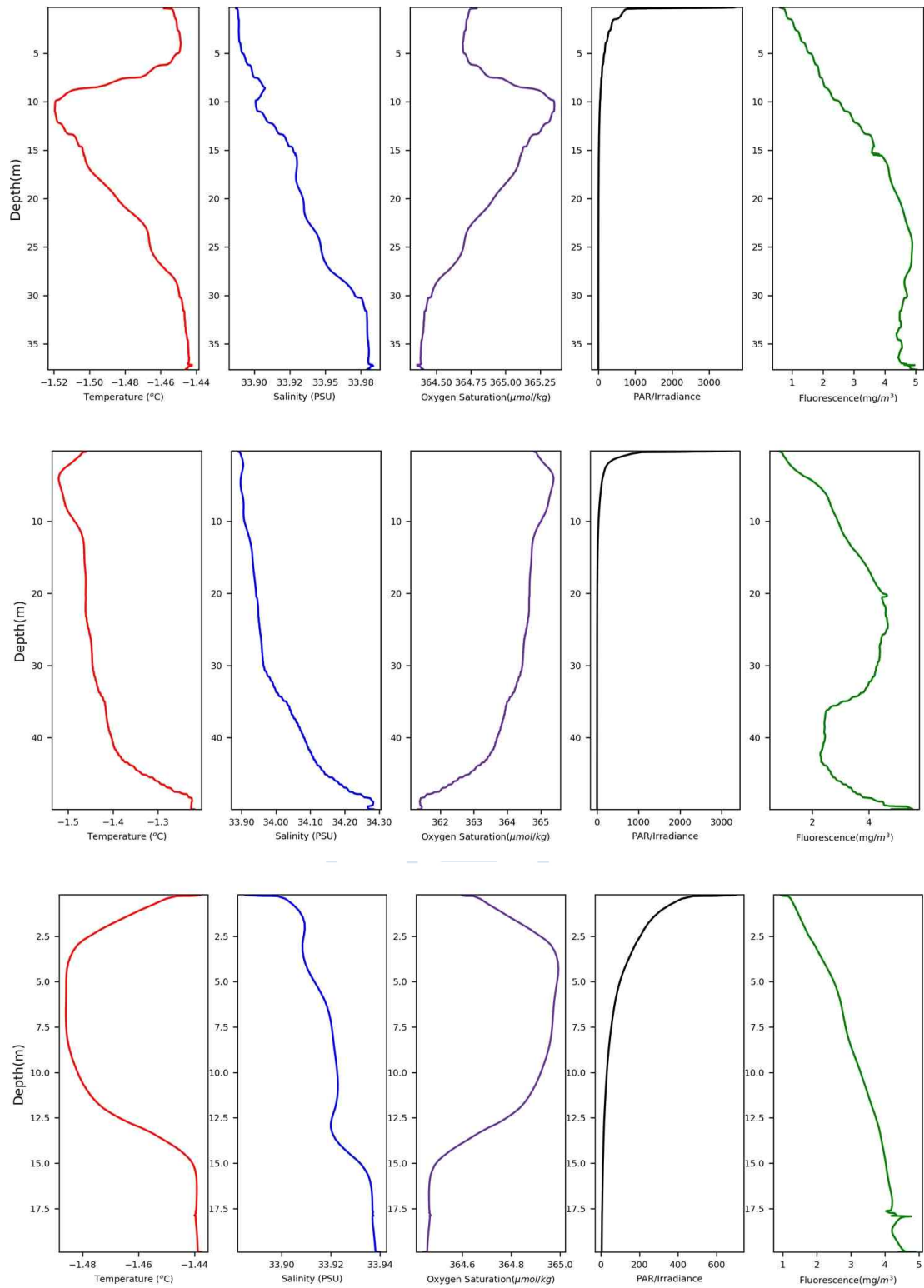


Fig. 3-21. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 18~St. 20.

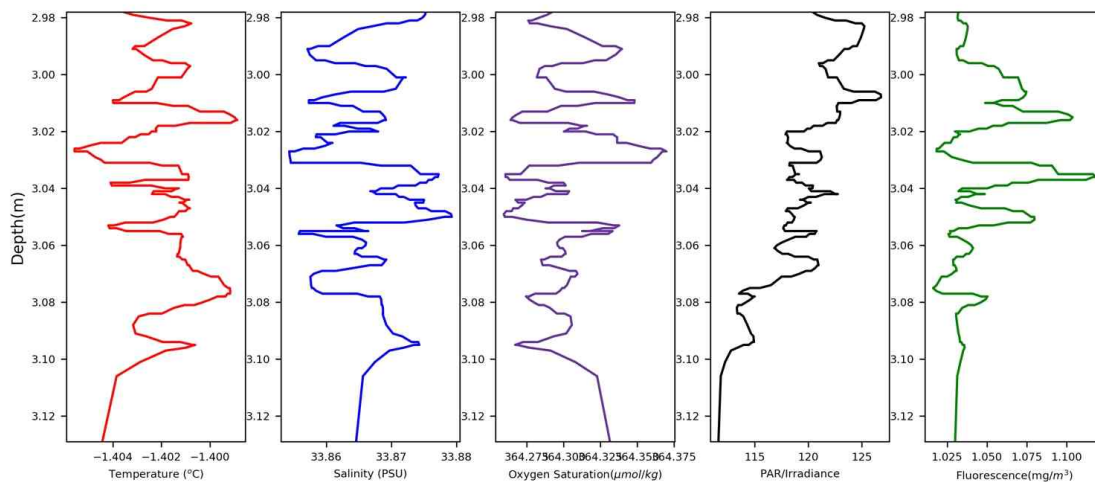


Fig. 3-22. Temperature, salinity, oxygen saturation, PAR, and fluorescence at St. 21.

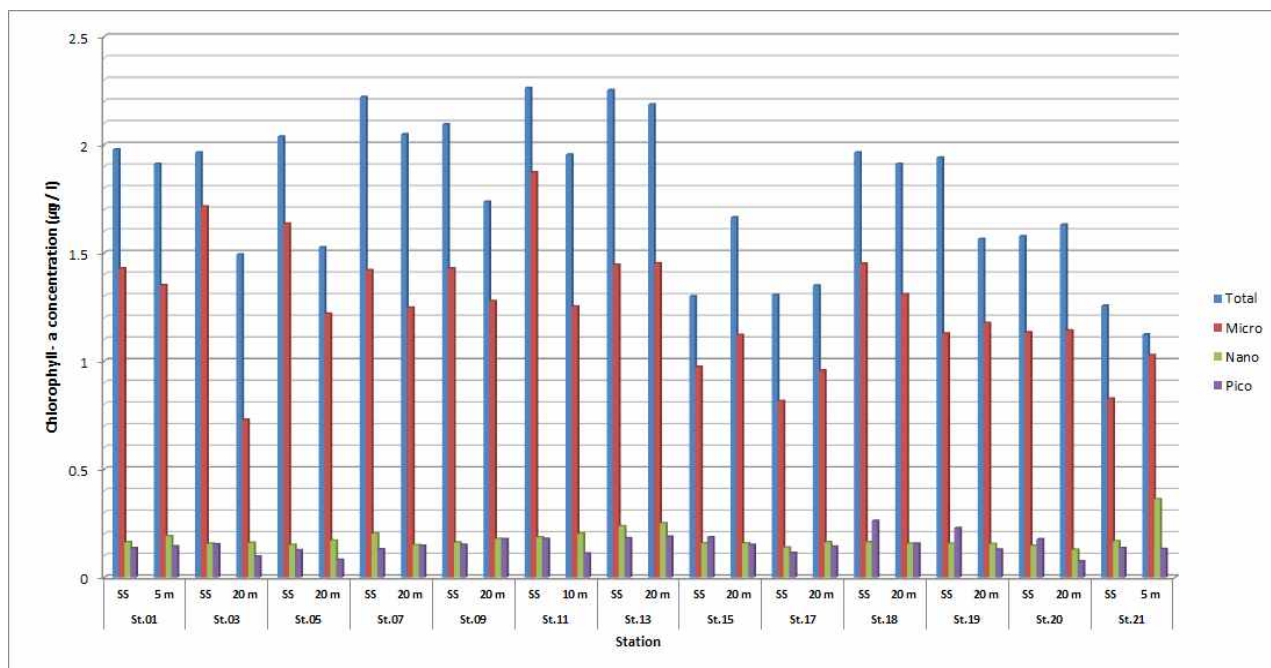


Fig. 3-23. Biomass of each survey station by phytoplankton size.

Discharged water and sea water qualities near Jang Bogo Station

6th Over-wintering Team, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : The wastewater has been treated with sewage treatment facility, 18 tons of gray water are stored in gray water tanks and the rest of treated water is discharged to coast near the dock. During over-wintering period of 2018, the discharged water quality was monitored with measuring the parameters. BOD value and COD value were frequently exceeded the standard limit. Total Phosphorus concentration was quite exceeded the standard limit. Further mitigation efforts are needed at the Jang Bogo Station. New 21 survey stations were designated and monitoring the coastal seawater quality was conducted in 2018/19 summer season.

제 4 장

장보고과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

제 1 절

2019년 장보고과학기지 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동

전미사, 이진교, 양은진, 강성호

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요약 : 남극 장보고기지 주변 해양환경을 조사하기 위하여 2019년 한 해 동안 남극 장보고기지 주변 한 정점에서 식물플랑크톤 생물량의 시간적 변동을 모니터링하였다. 전체 식물플랑크톤 생물량(전체 Chl-*a* 농도)은 평균 $0.434 \mu\text{g L}^{-1}$ 이었으며 작년($0.244 \mu\text{g L}^{-1}$)보다 높았으며, 2월 1일 ($5.703 \mu\text{g L}^{-1}$)에 식물플랑크톤의 생물량이 최대값을 보였다. 연평균 미세조류에 의한 생물량 (micro-sized Chl-*a* 농도)은 $0.218 \mu\text{g L}^{-1}$ 이었으며 미소조류에 의한 생물량(nano-sized Chl-*a*의 농도)은 $0.149 \mu\text{g L}^{-1}$, 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl-*a*)의 농도는 $0.049 \mu\text{g L}^{-1}$ 로 나타났다.

1. 서론

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 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 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; 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.

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 남극 해나 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 1차 생산자인 미세조류의 생물량 및 종조성의 변화는 년중 또는 연간 매우 다르게 나타나므로 하나의 고정된 가설로 설명하는데 어려움이 있다(Kang *et al.*, 2002). 따라서 본 연구는 장보고기지 주변해역에서의 식물플랑크톤 우점종 변화 양상을 정확하게 이해함으로써 이곳에서 진행되고 있는 미세한 환경변화가 일차생산자인 식물플랑크톤에 어떠

한 영향을 주며, 장기적인 모니터링을 통하여 장보고기지 주변 남극반도에서 우점하는 우점그룹의 변화양상과 일차생산력의 역할 이해 및 미래 해양 변동 시나리오로 활용하는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

가. 조사 지역

본 연구는 남극 로스해 서쪽에 위치한 테라노바만 연안의 한 정점(Fig. 4-1)에서 조사되었다. 이곳에는 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 연구기지인 장보고기지(74° 36' 55" 남위, 164° 12' 3" 동경)가 위치한다. 조사정점은 3월부터 주변 바다가 결빙되는 지역으로 바다가 결빙되는 3월 이후부터는 취수구에서 끌어들이 온 해수를 해수 집수조에서 채수한다.

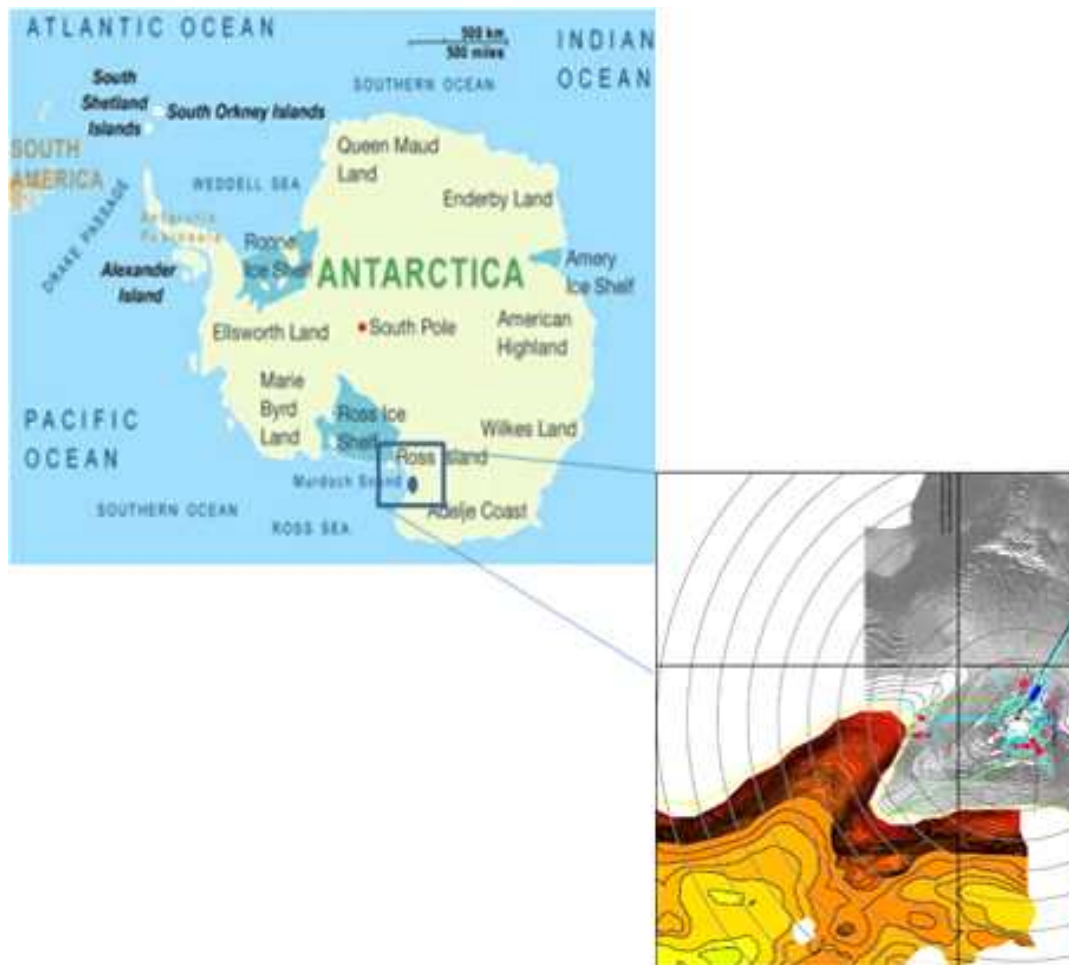


Fig. 4-1. Location of the sampling area (●) in Jang Bogo station, Antarctica.

나. 식물플랑크톤의 채집 및 분석

본 연구는 2019년 1월 1일부터 12월 31일까지 장보고 과학기지의 한 정점에서 이루어졌다(Fig. 1). 결빙되기 전 표층수 시료는 Niskin water sampler로 채수되었으며 결빙 후 해수 집수조에서 시료를 채수하였다.

식물플랑크톤 정량분석 : 채수된 해수는 미세조류의 정량분석을 위하여 현장에서 Glutaraldehyde로 희석농도 1%가 되도록 고정하였으며, 장보고기지의 실험실로 운반하여 정량분석용 slide를 제작하였다.

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

3. 결과 및 고찰

가. 2019년 식물플랑크톤 생물량의 변화

전체 식물플랑크톤 생물량(전체 Chl *a* 농도)은 년 평균 0.434 $\mu\text{g L}^{-1}$ 으로 측정되었으며 2월 1일 5.703 $\mu\text{g L}^{-1}$ 으로 작년 최대치인 2월 21일(2.624 $\mu\text{g L}^{-1}$)보다 높았다. 월평균 식물플랑크톤의 생물량은 최대(0.504 $\mu\text{g L}^{-1}$)이었으며 대부분의 동계기간에는 낮은 생물량(0.009 $\mu\text{g L}^{-1}$)이 관찰 되었다(Table 4-1).

세포의 크기가 20 μm 이상인 미세조류에 의한 생물량(micro-sized Chl *a* 농도)은 년 평균 0.218 $\mu\text{g L}^{-1}$ 로 나타났으며, 1월 24일(2.830 $\mu\text{g L}^{-1}$)에 가장 높게 측정 되었다(Fig. 4-2). 연평균 미소조류(2-20 μm 이하)에 의한 생물량(nano-sized Chl *a*의 농도)은 0.149 $\mu\text{g L}^{-1}$ 으로 측정되었으며, 작년(0.098 $\mu\text{g L}^{-1}$)에 비해 높았다.

연평균 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl *a*의 농도)는 0.049 $\mu\text{g L}^{-1}$ 이었고, 1월 24일(0.960 $\mu\text{g L}^{-1}$)에 가장 높게 측정 되었다(Fig. 4-2). 조사지역에서의 식물플랑크톤과 환경요인과의 상호관계를 보다 명확하게 인식하고 예측하기 위해서는 식물플랑크톤에 영향을 미치는 요인들에 관하여 정확한 측정이 필요하고 종 수준까지의 분석이 필요하다. 이러한 연구는 장기적 남극 연안생태계를 이해하고 예측하는데 도움이 될 것이라고 생각된다.

Table 4-1. 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 2019

Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i>	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Jan.	Day	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	1				
2	2	0.262	0.113	0.063	0.034
3	3				
4	4	0.105	0.056	0.042	0.047
5	5				
6	6				
7	7	0.387	0.130	0.150	0.069
8	8				
9	9	0.246	0.089	0.074	0.059
10	10				
11	11				
12	12				
13	13				
14	14	0.814	0.221	0.249	0.240
15	15				
16	16	0.827	0.133	0.229	0.305
17	17				
18	18	1.983	0.244	0.788	0.184
19	19				
20	20				
21	21	1.838	0.259	1.150	0.132
22	22				
23	23				
24	24	3.630	2.830	0.922	0.960
25	25				
26	26				
27	27				
28	28	3.969	0.536	3.008	0.589
29	29				
30	30				
31	31				
Average		1.406	0.461	0.668	0.262
Stdev		1.418	0.844	0.915	0.297
Max		3.969	2.830	3.008	0.960
Min		0.105	0.056	0.042	0.034

Table 4-1 (continued)

Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i>	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Feb.	Day	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	32	5.703	0.995	3.361	0.146
2	33				
3	34				
4	35				
5	36				
6	37				
7	38				
8	39				
9	40				
10	41	2.228	0.395	1.353	0.091
11	42				
12	43				
13	44	3.558	2.670	0.386	0.206
14	45				
15	46				
16	47				
17	48				
18	49				
19	50	3.298	2.449	0.321	0.190
20	51				
21	52				
22	53				
23	54				
24	55	2.675	1.707	0.489	0.134
25	56				
26	57	1.695	1.184	0.204	0.148
27	58				
28	59	1.347	0.974	0.164	0.085
Average		2.929	1.482	0.897	0.143
Stdev		1.461	0.833	1.159	0.045
Max		5.703	2.670	3.361	0.206
Min		1.347	0.395	0.164	0.085

Table 4-1 (continued)

Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i>	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Mar.	Day	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	60				
2	61				
3	62				
4	63	2.104	1.786	0.513	0.206
5	64				
6	65	1.078	0.798	0.269	0.060
7	66				
8	67				
9	68				
10	69				
11	70	1.835	1.886	0.277	0.066
12	71				
13	72				
14	73				
15	74				
16	75				
17	76				
18	77				
19	78				
20	79				
21	80	0.173	0.095	0.067	0.018
22	81	0.126	0.064	0.060	0.017
23	82				
24	83				
25	84	0.106	0.042	0.052	0.012
26	85				
27	86	0.103	0.037	0.039	0.017
28	87				
29	88				
30	89	0.089	0.042	0.043	0.017
31	90				
Average		0.702	0.594	0.165	0.051
Stdev		0.853	0.809	0.173	0.066
Max		2.104	1.886	0.513	0.206
Min		0.089	0.037	0.039	0.012

Table 4-1 (continued)

Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i>	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Apr.	Day	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	91				
2	92	0.077	0.025	0.036	0.017
3	93	0.076	0.027	0.033	0.015
4	94				
5	95				
6	96				
7	97				
8	98	0.070	0.033	0.033	0.015
9	99				
10	100				
11	101	0.086	0.036	0.031	0.019
12	102				
13	103				
14	104				
15	105				
16	106	0.072	0.032	0.027	0.015
17	107				
18	108	0.054	0.018	0.021	0.017
19	109				
20	110				
21	111				
22	112	0.047	0.016	0.019	0.011
23	113				
24	114	0.049	0.017	0.019	0.016
25	115				
26	116	0.048	0.022	0.018	0.015
27	117				
28	118				
29	119	0.096	0.065	0.023	0.016
30	120				
Average		0.068	0.029	0.026	0.016
Stdev		0.017	0.014	0.007	0.002
Max		0.096	0.065	0.036	0.019
Min		0.047	0.016	0.018	0.011

Table 4-1 (continued)

Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i> Conc.	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
May.	Day	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	121	0.044	0.019	0.014	0.012
2	122				
3	123	0.057	0.047	0.022	0.011
4	124				
5	125				
6	126				
7	127	0.040	0.015	0.014	0.010
8	128	0.033	0.007	0.012	0.010
9	129				
10	130	0.032	0.010	0.012	0.010
11	131				
12	132				
13	133				
14	134	0.029	0.008	0.010	0.010
15	135				
16	136	0.027	0.008	0.009	0.009
17	137				
18	138				
19	139				
20	140				
21	141				
22	142	0.030	0.012	0.011	0.008
23	143				
24	144	0.023	0.007	0.008	0.008
25	145				
26	146				
27	147				
28	148	0.022	0.008	0.009	0.006
29	149				
30	150				
31	151				
Average		0.034	0.014	0.012	0.009
Stdev		0.011	0.012	0.004	0.002
Max		0.057	0.047	0.022	0.012
Min		0.022	0.007	0.008	0.006

Table 4-1 (continued)

Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i> Conc.	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Jun.	Day	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	152	0.021	0.010	0.007	0.004
2	153				
3	154				
4	155	0.017	0.007	0.005	0.005
5	156				
6	157				
7	158				
8	159	0.021	0.006	0.007	0.005
9	160				
10	161				
11	162	0.019	0.007	0.008	0.005
12	163				
13	164				
14	165				
15	166	0.020	0.007	0.007	0.005
16	167				
17	168				
18	169				
19	170	0.028	0.010	0.012	0.005
20	171				
21	172	0.038	0.022	0.011	0.007
22	173				
23	174				
24	175				
25	176				
26	177	0.017	0.008	0.006	0.004
27	178				
28	179	0.008	0.003	0.002	0.003
29	180				
30	181	0.011	0.003	0.004	0.003
Average		0.020	0.008	0.007	0.005
Stdev		0.008	0.005	0.003	0.001
Max		0.038	0.022	0.012	0.007
Min		0.008	0.003	0.002	0.003

Table 4-1 (continued)

Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i>	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Jul.	Day	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	182				
2	183	0.007	0.003	0.003	0.003
3	184				
4	185	0.009	0.003	0.003	0.003
5	186				
6	187				
7	188				
8	189				
9	190				
10	191	0.011	0.005	0.004	0.002
11	192				
12	193	0.013	0.005	0.005	0.003
13	194				
14	195				
15	196				
16	197	0.009	0.004	0.003	0.002
17	198				
18	199	0.009	0.004	0.003	0.003
19	200				
20	201				
21	202				
22	203				
23	204				
24	205	0.009	0.005	0.004	0.002
25	206				
26	207	0.012	0.006	0.004	0.002
27	208				
28	209				
29	210	0.008	0.002	0.003	0.002
30	211	0.006	0.002	0.003	0.002
31	212				
Average		0.009	0.004	0.004	0.002
Stdev		0.002	0.001	0.001	0.001
Max		0.013	0.006	0.005	0.003
Min		0.006	0.002	0.003	0.002

Table 4-1 (continued)

Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i> Conc.	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Aug.	Day	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	213	0.007	0.004	0.002	0.002
2	214				
3	215				
4	216				
5	217	0.006	0.001	0.002	0.001
6	218				
7	219	0.006	0.002	0.002	0.002
8	220				
9	221	0.009	0.004	0.003	0.002
10	222				
11	223				
12	224				
13	225	0.006	0.001	0.002	0.002
14	226				
15	227				
16	228				
17	229				
18	230	0.008	0.004	0.003	0.002
19	231				
20	232	0.028	0.019	0.008	0.003
21	233				
22	234				
23	235	0.007	0.003	0.002	0.002
24	236				
25	237				
26	238				
27	239				
28	240	0.009	0.005	0.003	0.001
29	241				
30	242				
31	243	0.005	0.002	0.002	0.001
Average		0.009	0.005	0.003	0.002
Stdev		0.007	0.005	0.002	0.001
Max		0.028	0.019	0.008	0.003
Min		0.005	0.001	0.002	0.001

Table 4-1 (continued)

Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i> Conc.	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Sep.	Day	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	244				
2	245				
3	246	0.008	0.002	0.003	0.002
4	247				
5	248				
6	249	0.007	0.002	0.002	0.002
7	250				
8	251				
9	252	0.006	0.002	0.002	0.002
10	253				
11	254	0.005	0.001	0.002	0.001
12	255				
13	256				
14	257				
15	258				
16	259	0.009	0.003	0.002	0.001
17	260				
18	261	0.004	0.002	0.002	0.001
19	262				
20	263	0.006	0.002	0.002	0.001
21	264				
22	265				
23	266				
24	267	0.006	0.002	0.002	0.001
25	268				
26	269				
27	270	0.014	0.008	0.002	0.002
28	271				
29	272				
30	273	0.022	0.013	0.002	0.002
Average		0.009	0.004	0.002	0.002
Stdev		0.005	0.004	0.000	0.001
Max		0.022	0.013	0.003	0.002
Min		0.004	0.001	0.002	0.001

Table 4-1 (continued)

Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i> Conc.	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Oct.	Day	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	274	0.034	0.031	0.003	0.002
2	275				
3	276				
4	277				
5	278				
6	279				
7	280	0.030	0.025	0.004	0.003
8	281				
9	282	0.037	0.023	0.004	0.003
10	283				
11	284	0.055	0.051	0.007	0.003
12	285				
13	286				
14	287				
15	288	0.050	0.037	0.007	0.005
16	289				
17	290	0.047	0.037	0.005	0.004
18	291				
19	292				
20	293				
21	294	0.036	0.028	0.005	0.002
22	295				
23	296				
24	297	0.039	0.022	0.005	0.006
25	298				
26	299				
27	300				
28	301	0.018	0.010	0.006	0.004
29	302				
30	303	0.025	0.011	0.005	0.004
31	304				
Average		0.037	0.028	0.005	0.004
Stdev		0.011	0.012	0.001	0.001
Max		0.055	0.051	0.007	0.006
Min		0.018	0.010	0.003	0.002

Table 4-1 (continued)

Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i> Conc.	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Oct.	Day	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	305				
2	306				
3	307				
4	308				
5	309				
6	310				
7	311	0.022	0.009	0.005	0.007
8	312				
9	313	0.028	0.016	0.011	0.007
10	314				
11	315				
12	316	0.059	0.027	0.012	0.021
13	317				
14	318	0.046	0.026	0.010	0.012
15	319				
16	320	0.081	0.045	0.016	0.019
17	321				
18	322	0.112	0.053	0.021	0.043
19	323				
20	324	0.088	0.051	0.029	0.044
21	325				
22	326	0.132	0.065	0.032	0.030
23	327				
24	328	0.049	0.056	0.021	0.011
25	329				
26	330				
27	331	0.135	0.065	0.048	0.031
28	332				
29	333				
30	334	0.166	0.159	0.080	0.050
Average		0.083	0.052	0.026	0.025
Stdev		0.048	0.040	0.022	0.016
Max		0.166	0.159	0.080	0.050
Min		0.022	0.009	0.005	0.007

Table 4-1 (continued)

Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i> Conc.	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Oct.	Day	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	335				
2	336	0.159	0.150	0.070	0.037
3	337				
4	338				
5	339				
6	340				
7	341				
8	342				
9	343	0.497	0.231	0.095	0.031
10	344				
11	345				
12	346				
13	347	0.254	0.149	0.111	0.065
14	348				
15	349				
16	350	0.344	0.204	0.085	0.071
17	351				
18	352	1.069	0.505	0.223	0.199
19	353				
20	354				
21	355	1.396	0.852	0.384	0.219
22	356				
23	357	1.229	0.662	0.361	0.124
24	358				
25	359				
26	360	1.262	0.797	0.380	0.090
27	361				
28	362	0.628	0.268	0.169	0.099
29	363				
30	364	0.603	0.243	0.203	0.089
31	365				
Average		0.744	0.406	0.208	0.102
Stdev		0.456	0.274	0.126	0.063
Max		1.396	0.852	0.384	0.219
Min		0.159	0.149	0.070	0.031

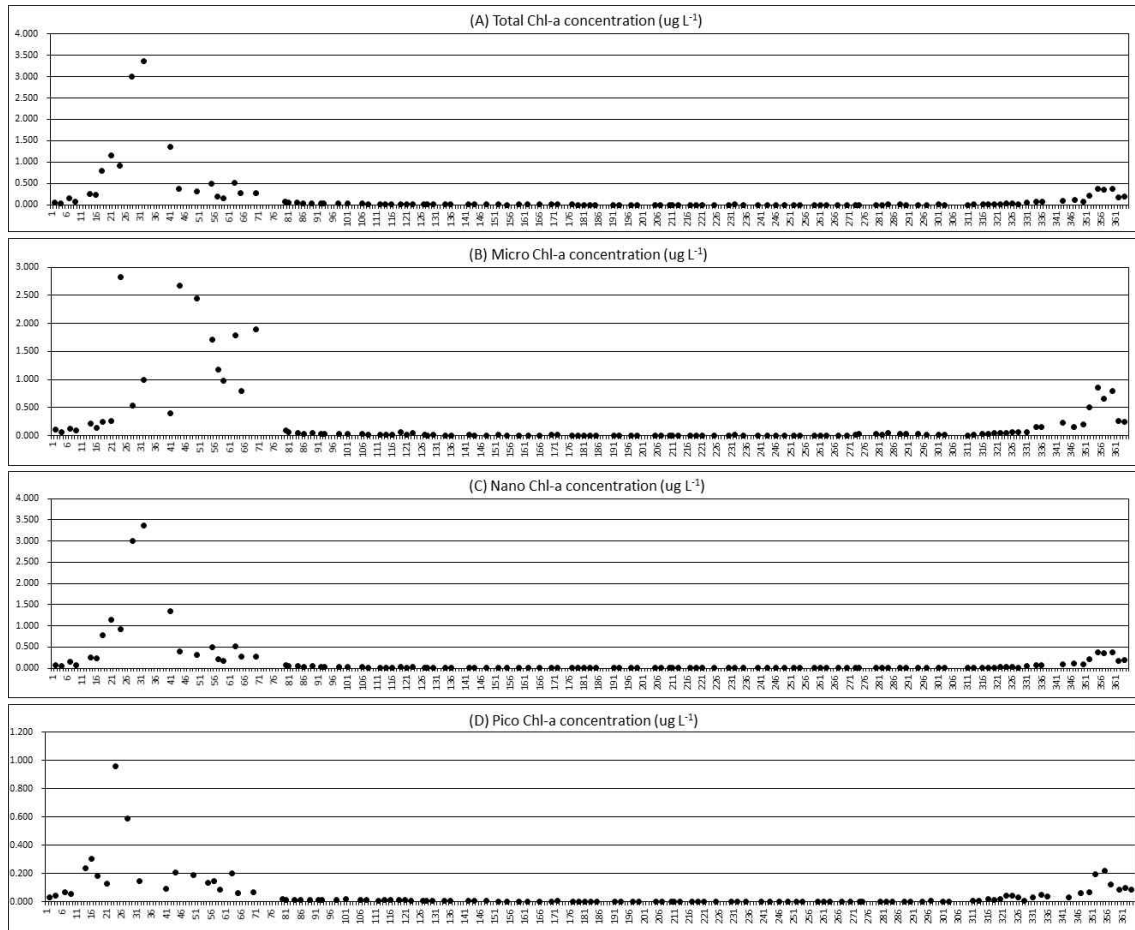


Fig. 4-2. Temporal variation of total Chl *a* concentration(A), micro-sized Chl *a* concentration(B), nano-sized Chl *a* concentration(C), pico-sized Chl *a* concentration (D) measured at the nearshore station January to December 2019.

Temporal variation of phytoplankton in the surface water of Jang
Bogo station, Antarctic, 2019

Misa Jeon, Jin Gyo Lee,
Eun Jin Yang, Sung-Ho Kang

Korea Polar Research Institute, KOPRI

Abstract : We investigated the temporal variation of phytoplankton assemblages have been measured daily from 1st January to 31st December 2019 at a Jang Bogo station in Antarctica. Annual mean of total phytoplankton biomass (total Chl *a* concentration) was $0.434 \mu\text{g L}^{-1}$, the highest phytoplankton biomass was appeared on 1 February ($5.703 \mu\text{g L}^{-1}$). Annual mean phytoplankton biomass (micro-sized Chl *a* concentration) was $0.218 \mu\text{g L}^{-1}$. Annual mean phytoplankton biomass (nano-sized Chl *a* concentration) was $0.149 \mu\text{g L}^{-1}$. Annual mean pico-sized phytoplankton biomass (pico-sized Chl *a* concentration) was $0.049 \mu\text{g L}^{-1}$.

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. Factors 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.

제 2 절

2019/20년 장보고과학기지 주변 생물상 모니터링

김상희¹, 김지희¹, 김사홍², 김현진², 고영욱², 이관묵³

한국해양과학기술원 부설 극지연구소¹

(주)인더씨코리아²

선박해양플랜트연구소 해양시스템연구본부³

요 약 : 본 연구는 장보고 기지 운영과 인간 활동이 기지 주변 환경과 생물에 미치는 영향을 조사하여 기지 주변 육상 및 해양 생물상에 미치는 인위적인 영향을 최소화하는데 목적이 있다. 해양으로 유출되는 오염수가 해양 저서생태계에 미치는 영향을 지속적으로 관찰 중이며 장보고과학기지 주변의 육상, 해양 서식 종들의 시료 확보, 서식환경 정보를 확보하였다. 생태계 모니터링 장기 관측 장비들의 유지보수, 재설치, ROV 장비 테스트 등을 수행하였다. 장보고 만 수심 20m에 설치한 biologist에서 수온, salinity, Chlrophyll *a* 등 1년간의 자료를 획득하였으며 곤드와나 앞 수심 10m부터 20m까지 transect line을 설치하고 비디오 영상을 확보하였다. 특히 올해는 해빙 아래에서 물개, 황제펭귄, 스쿠아 등 이 지역 해양포유류들의 주요 먹이원인 은어알(silverfish egg)을 채취하고 치어로 부화시키는 데 성공하여 향후 추가 조사를 통해 은어의 생활사와 먹이망을 밝힐 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

남극에 상주하고 있는 각국의 기지들은 화석연료를 사용하고 생활하수를 방출하는 등 다양한 형태의 화학물질로 남극 환경을 오염시키고 있다. 특히 많은 양의 생활하수가 발생하여 다양한 시설과 방식으로 처리되고 있으나 경우에 따라 바다로 직접 방출되는 양도 막대하다(Redvers, 2000). 장보고 기지 또한 매년 약 40톤의 오수를 발생하고 있으며, 처리 시설을 통해 일부는 중수 탱크에 저장되고 절반인 20톤의 오수는 해양생물이 서식하고 있는 바다로 직접 방류되고 있는 실정이다. 과다하게 방류된 오수는 화학물질, 환경호르몬 등을 포함하고 있으며 탁도, 색도, pH, 용존산소량 등을 변화시키고 해수 건강도를 떨어뜨릴 수 있다(Lenihan, 1992; Aronson et al, 2011; Stark et al., 2014). 특히 수중 유류오염의 대부분은 육상에서의 인간 활동으로부터 발생하며 원유와 정제유가 해양까지 도달한다. 화학섬유, 세제, 플라스틱제품 등에서 유래된 성분들이 해양바다으로 가라앉거나 하류로 흘러나간다. 유류 성분은 굴, 홍합, 조개 같은 연체동물과 해조류 등, 저서생물들을 질식시키고 나노플라스틱들은 해양생물들에 축적되어 큰 문제가 되고 있다. 장보고 기지가 위치해 있는 로스해 지역이 해양보호구역으로 지정되면서 뉴질랜드와 미국, 이태리과 연안 국제공동연구팀을 결성해서 각 기지 주변 해역을 거점으로 정해서 장기관측지점을 매년 조사 중이다. 우리나라도 국제공동연구팀으로 참여 중이며 특히 남극장보고과학기지 기반으로 주변 환경 모니터링 항목을 설정하고 지속적인 데이터를 확보하고, 기지 기반 관측 장비 등을 운용 함으로써 남극 환경보호에 기여 중이다.

본 조사 활동은 2019/20년 하계기간동안 수행되었으며 장보고기지 운영과 과학연구 목적의 인간 활동이 장기적으로 기지 주변 환경과 남극 서식 생물에 미치는 영향을 파악하기 위한 기초자료를 위해 기지 주변 육상, 해양환경 자료와 생물상 (미세조류, 선태류, 원생동물, 미생물 등)을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

가. 조사 지역

- 남극장보고과학기지 주변(육상 및 연안)
- 장보고 기지 주변 육상
- 장보고 기지, 곤드와나 기지 인근, 마리오 쥬켈리 기지 인근 연안

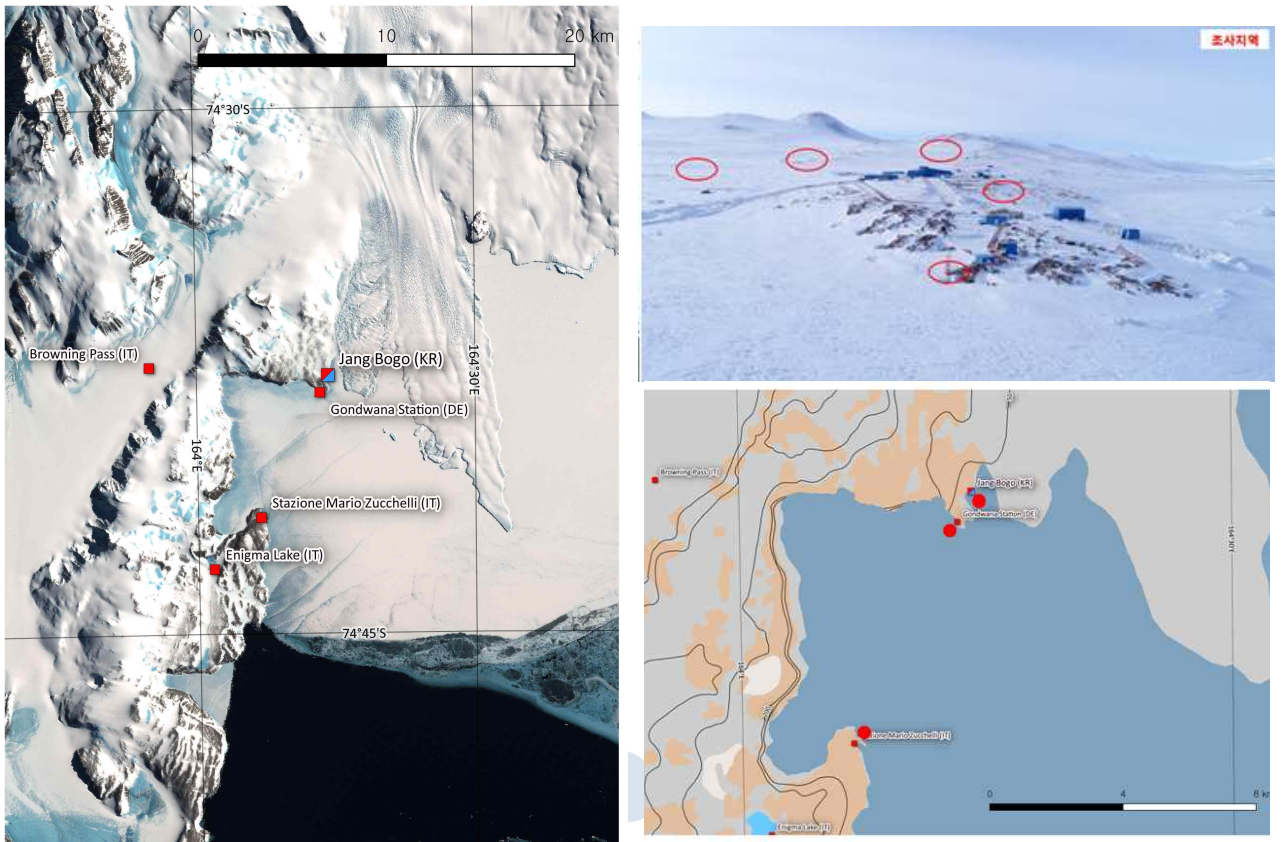


Fig. 4-3. Terrestrial and Coastal research area near the Jang Bogo Station.

나. 조사내용

1) 육상생태계 조사

- 지온, 기온, 수분함량 등 생물에 미치는 환경영향 인자자료 확보
- 미세조류 생태 변화연구를 위하여 토양, 담수 및 기지주변 해수시료 확보
- 육상생태계 변화 장기 모니터링을 위한 HOBO 설치 및 운영
- 선대식물의 식생 조사 및 분포 현황조사

2) 저서생태계 군집 특성 파악

3) 수중 설치 장비 유지 보수

- ARMS 회수 및 수중 보존상태 확인, 정비
- 바이오로거 설치상태 확인, 수거 및 재설치
- 기타 수중관측장비 회수 및 재설치
- Gondwana Station 및 장보고 부두앞 관측지점에서 ROV로 해빙 탐사 및 운용 테스트

4) 남극은어 알 채취

다. 조사방법

1) 육상생태계 조사

기지 주변의 육상식생 및 담수호를 조사하였으며 육상에 설치된 환경관측 장비 HOBO에서 1년간 관측기록된 수분, 온도, 광량 등의 데이터를 수거하였고 배터리 교체 후 2020/21년 1년간 관측을 위해 재설치 하였다.

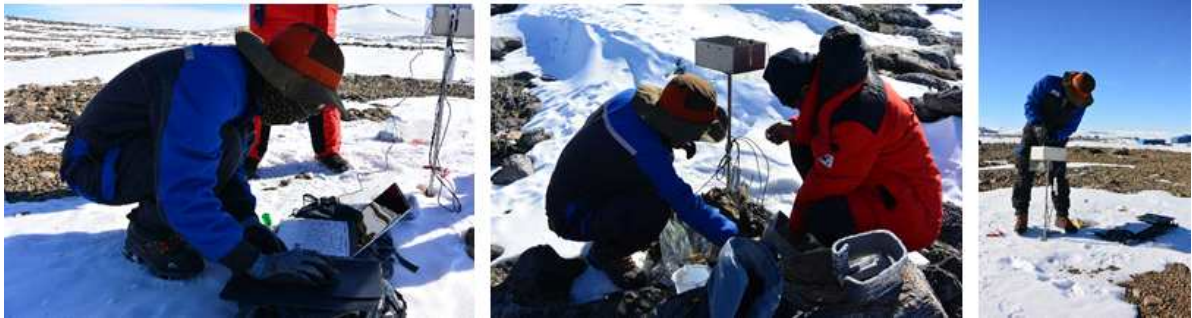


Fig. 4-4. HOBO Data collection and battery replacement.

2) 저서무척추동물 군집조사

수심 13~25m까지 수직으로 조사라인을 설치하였으며, 조사라인을 따라 줄자를 놓고 비디오 연속촬영을 실시하였다(그림2). 수직 Transect Line은 15m 간격으로 2줄을 설치하였고 수평 TL은 22m, 20m, 18m 수심에 각각 25m 길이의 줄자를 설치하였다. 또한 가리비 서식지역인 수심 25m에 25m 길이의 줄자 2개를 설치하였다. 비디오 연속 촬영은 RX100소니카메라(비디오 겸용)와 전용하우징을 사용하였고, 라이트는 KELDON Light를 사용하여 촬영하였다.

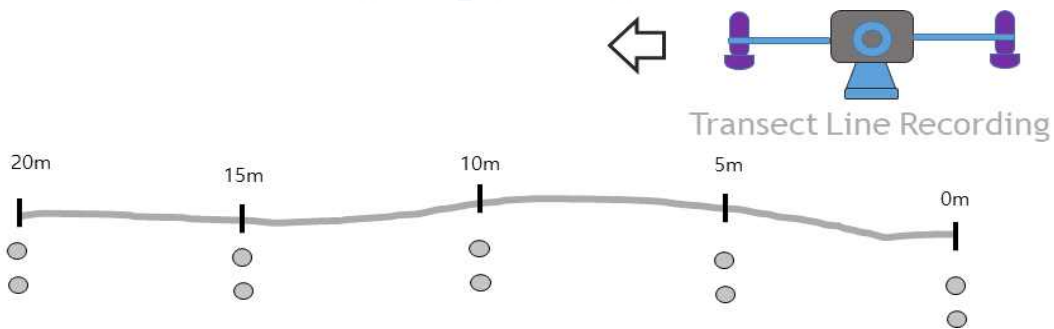


Fig. 4-5. View for Video recording and sediment core collection.

군집의 피도 분석은 격자분석법을 이용하였는데, 비디오에서 50×50cm 범위의 영상을 캡처한 후 분석용 사진자료를 확보하였다. 포토샷 프로그램에서 가로×세로 각 10칸씩 총 100개의 격자를 만들어 분석용 사진자료와 겹쳐서 찍은 후 해당 종들이 차지하는 범위의 격자수를 세었다. 사진자료 내의 종별 격자수를 계수한 후 피도(%)로 환산하였다.

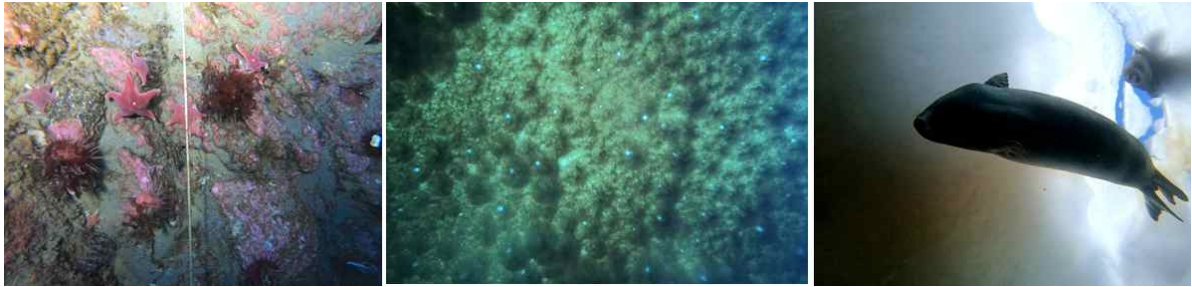


Fig 4-6. Images after installing the transect line, bottom image (left), brine channel under sea ice (middle), Weddel seal under sea ice (right).

3) 수중 설치 장비 유지 보수

바이오로거를 암반에서 분리하고 수중부이를 이용하여 운반하였으며, 연구실에서 각 부위 해체 후 Yoyo와 Echo-watch 프로그램을 이용해 1년간의 환경측정 데이터를 확보하였고, 배터리 교체 후 원래 장소에 재설치하였다. ADCP, CTD 수거하였고 보정 후 재설치하였다. ROV를 이용해 해빙 아래 플랑크톤성 algae 군집 촬영 및 저서생물 촬영, 웨델해표 생태영상을 촬영하였다.



Fig 4-7. Reinstallation of bilogger and ADCP.

4) 남극은어 알 채취

이태리 마리오쥬켈리기지 앞 ice hall zecca site에서 해빙아래에서 떠오른 남극은어 알 100여개를 채취한 후 4°C 냉장고에서 약 45일간 배양하였다. 채집 당일부터 부화하기 시작하였고 먹이 공급없이 유지하였다. 시료의 일부는 유전자, 물질 분석을 위해 냉동하였다.

3. 결과

가. 저서생태계 군집 특성 파악

곤드와나기지 앞 저서생태계 군집구조를 파악하기 위해 수심 10m부터 20m까지 Transect Line을 설치하고 비디오 연속촬영자료를 확보하였다(Fig. 4-8). 형태와 DNA 분석을 위해 일부 표본을 채집하였으며 포획정보는 표와 같다(Table 4-2).

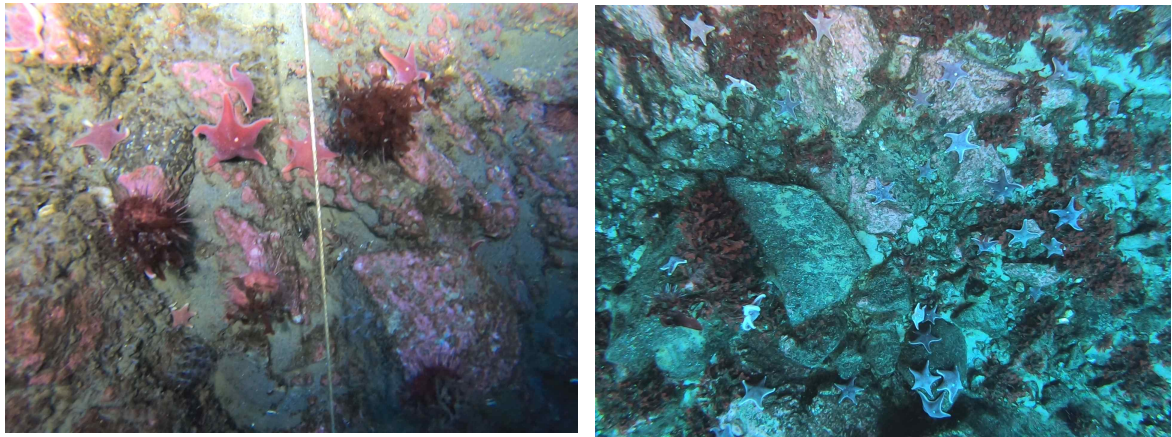


Fig 4-8. Representative dominant species in the coastal ecosystem (2019 survey).

Table 4-2. Collected samples for DNA analysis and morphological classification

번호	종명	수량	도착/ 비도착	포획/반출/ 반입	비고
1	<i>Sphaerotylus antarcticus</i>	2	비도착	포획/반출	액침표본
2	<i>Polymastia invaginata</i>	2	비도착	포획/반출	액침표본
3	<i>Clavularia frankliniana</i>	2	비도착	포획/반출	액침표본
4	<i>Homaxinella balfourensis</i>	2	비도착	포획/반출	액침표본
5	<i>Gersemia antarctica</i>	2	비도착	포획/반출	액침표본
6	<i>Phyllophora antarctica</i>	5	비도착	포획/반출	건조표본/DNA시료

나. 장기관측항목 자료 획득

수심 20m 정점에 설치된 bilogger에서 1년간 기록된 수온, salinity, Chlorophyll a 자료를 확보하였다.

다. 장보고기지 부두앞 정점 해빙 수직구조 파악

장보고과학기지 부두앞 정점은 곤드와나기지 인근 정점과는 달리 해빙 아래 ice

flake 층이, 수심 2 m 까지는 해빙(ice)가 존재하고 ice 아래면에는 플랑크톤성 algae 군집이 발달해 있었다. 수심 2~5 m까지는 ice flake 층이 발달해 있었다. 향후 장보고기지 부두 앞 정점은 해빙이 풀린 후 open sea일 경우만 조사가 가능할 것으로 판단된다. 장보고기지 부두앞에서 촬영한 정량분석용 비디오 자료를 분석한 결과 총 2강, 7목, 9과 11종의 해면동물(phylum Porifera)이 확인되었다. 분류군별로는 class Demospongia에서 10종, class Hexactinellida에서 1종이었으며 대부분 Demospongia에 해당하는 종들이었다. 과(family) 분류군별 종풍부도(species richness)는 매우 낮았는데 Suberitidae와 Polymastiidae에서 각각 2종, 나머지는 모두 1과 1종이 포함되었다.

라. 극지용 ROV 장비 개발을 위한 자료수집

빙붕과 해빙 등 남극 연안 빙저생태의 환경교란 제약 조건 및 기존 활용 장비의 한계를 검토하고 남극에 특화된 ROV 장비의 개조/개발을 위해 ROV (videoRay pro4) 장비 테스트 실시하였으며 ROV의 상부와 하부에 video 촬영장치인 Gopro와 조명장치를 추가하여 영상을 촬영 후 대조 분석하였다. 해빙 아래 ice flake가 없는 환경에서 고성능 ROV는 운용에 어려움이 없었으나 ROV 자체 카메라의 화질 개선과 조명장치, 조사범위의 개선이 필요해 보인다. 또한 Drop camera를 활용한 해빙아래 ice flake 층과 플랑크톤성 algae 군집에 대한 수직구조를 확인하였다.



Fig 4-9. ROV VideoRay4 (left) and Drone FIFISH V6(right).

마. 남극은어알 채취

남극은어는 로스해 해양포유류의 주요 먹이원인데 특히 황제펭귄의 주요 먹이원으로 황제펭귄의 번식과 생존에 밀접한 관련이 있다. 이 지역이 남극은어의 주요 산란장이라고 보고되어 있으나 실제 남극은어의 생리적 특성, 생태적 중요성에 대한 정보가 부족할 실정이다. 다이빙용으로 확보한 얼음구멍에서 netting을 통해 남극은어알을 다량 확보하였으며 이를 통해 부화, 배양 실험의 가능성을 확인할 수 있었다.



Fig 4-10. Collection of ice fish egg by netting.

4. 고찰

남극장보고과학기지 운영과 인간활동이 주변 육상과 해양환경에 미치는 영향을 파악하기 위해 서식 동식물 파악과 생물량 변화, 주변 환경요소에 대한 주기적 조사를 실시하고 있다. 장보고기지 연안은 캠벨빙하에서 흘러나오는 supercooling water에 의해 해수가 과냉각되면서 두께 2~3m 해빙 하부에 2~3m 두께의 ice platelet 층이 형성되고 있다. 이로 인해 다이빙 조사가 불가능하며 기존에 운용되고 있는 ROV나 수중로봇으로도 접근이 어려웠다. 이를 해결하기 위해 올해 VideoRay4 와 수중드론 Fifish를 해빙에서 직접 테스트하고 문제점과 기술적 해결방안을 논의하였다. 또한 해빙 위에서 빙저 ROV를 위치추적하기 위해 USBL방식의 underwater GPS를 검토 중이다.

지금까지 조사된 수중 저서생태계 군집에 대한 Transect line 자료를 분석한 결과 일차적인 특이점은 타 지역에 비해 해면동물의 서식량이 많다는 것으로 기초적인 군집특성을 분석한 결과 *Sphaerotylus antarcticus*가 가장 우점종인 것으로 나타났으며 피도 $64.12\%.m^{-2}$, 밀도 $9.8 ind.m^{-2}$, 빈도 100% 수준이었다. *S. antarcticus*는 남빅토리아랜드 미국의 맥머도기지 연안의 아미타지에서도 우점종이었으나 피도 $16.37\%.m^{-2}$, 밀도 $4.35 ind.m^{-2}$, 빈도 95%로 장보고 부두 앞에 미치지 못하였다. 차순위 우점종인 *Polymastia invaginata* 는 피도 $23.79 \%.m^{-2}$, 밀도 $6.2 ind.m^{-2}$ 로 *S. antarcticus*와 큰 차이를 보였지만 빈도는 100% 수준이었다. 따라서 로스해 전체에서 나타나는 이들 2종의 일반적인 우점현상은 유사하지만 *S. antarcticus*는 장보고기지 앞에서 특이적으로 과우점하는 양상으로 나타났으며 이것이 기지 오배수 방류로 인한 부영양화 때문인지 또는 장보고기지 보급 및 연구항차로 운영중인 선박에 의한 교란 때문인지 정밀한 원인 규명이 필요하다.

The effects of human activities on biota around Jang Bogo
Station during the 2019/20

*Sanghee Kim¹, Ji Hee Kim¹, Sa-Heung Kim², Hyun Jin Kim², Young Wook Ko²,
Pan Mook Lee³*

Korea Polar Research Institute, KIOST¹

INTHESEA KOREA Inc.²

Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering³

Abstract : The purpose of this study is to minimize the anthropogenic impact on terrestrial and marine life around the base by investigating the effects of the operation of the Jang Bogo Station and human activities on the environment around the Station. The impact of treated sewage and waste water effluent flowing into the ocean on the marine ecosystem is continuously observed, and samples of terrestrial and marine species around the Jang Bogo Station have been secured and habitat environment information has been collected. We also carried out maintenance, reinstallation, and test of ROV equipment for the long-term observation of ecosystem monitoring. The bilogger installed at a depth of 20m in Jang Bogo Bay obtained a year-long data such as water temperature, salinity, and chlorophyll a, and installed a transect line from 10m to 20m in front of Gondwana station for video recording. In particular, this year, we have succeeded in collecting Antarctic silverfish eggs, which are the main sources of food for marine mammals and sea birds in the region, such as seals, emperor penguins and skua. Further research is expected to reveal the life history and food web of Antarctic silverfish.

참 고 문 헌

- Lenihan HS (1992) Benthic marine pollution around McMurdo Station, Antarctica: a summary of findings. *Marine Pollution Bulletin* 25(9 - 12): 318 - 323. doi: 10.1016/0025-326x(92)90689-4.
- Redvers G (2000) Thesis: Dispersion and fate of sewage and wastewater components from Scott Base, Antarctica, School of Environmental and Marine Science, University of Auckland.
- Aronson RB Thatje S, McClintock JB, Hughes KA (2011) Anthropogenic impacts on marine ecosystems in Antarctica. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223: 82 - 107. doi: 10.1111/j.1749-6632.2010.05926.x.
- Stark JS, Kim SL, Oliver JS (2014) Anthropogenic Disturbance and Biodiversity of Marine Benthic Communities in Antarctica: A Regional Comparison. *PLoS ONE* 9(6): e98802. doi:10.1371/journal.pone.0098802.





제 5 장

장보고과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링

제 1 절

장보고과학기주변 기상 모니터링

최태진¹, 노재훈², 배효준^{1,3}, 서원석^{1,4}, 김제원¹, 황혜원^{1,4}, 안서희^{1,5},
6차 월동연구대

한국해양과학기술원 부설 극지연구소¹

기상청²

부경대학교 환경대기과학과³

강릉원주대학교 자연과학대학 대기환경과학과⁴

과학기술연합대학원대학교 극지과학전공⁵

요 약 : 2019년 1월 1일부터 12월 31일까지 장보고기지에서 자동종관기상관측시스템과 목측을 통해 획득된 기상 요소의 변화 특성을 분석하고, 일별, 월별, 연별 통계량과 각종 기상현상의 발생일수 등을 연보로 정리하였다. 2019년 연평균기압은 986.5 hPa (최고 1019.0 hPa, 최저 951.0 hPa)이었다. 연평균 기온은 -14.0 °C(최고 4.7 °C, 최저 -35.0°C)로, 이전 4년(2015년부터 2018년)간 평균(-15.4 °C) 보다 1.4 °C 높아 장보고기지 관측 이래 가장 높은 연평균 기온을 기록하였다. 연평균 풍속은 4.4 ms⁻¹(순간 최대 37.9 ms⁻¹)이었고 이전 4년간 평균(4.4 ms⁻¹)과 순간 최대 풍속(41.6 ms⁻¹)와 비교하여 평균 풍속은 같았으나 순간 최대 풍속은 낮았다. 연중 주풍향은 서풍계열(WSW~WNW)이 가장 우세(44%)하였고, 여름철(1월, 11~12월)은 다른 계절에 비해 북동풍계열(N~NE)의 바람의 비율이 32.3%로 서풍계열(33%)와 비슷하였다. 평균 습도는 55.1 %, 운량은 3.5 oktas 이었다. 폭풍설(blizzard) 발생회수는 총 25 회로 지난 4년 평균 15 회보다 훨씬 많았다. 2019년 기지 앞바다의 결빙이 되지 않은 날은 60일로 지난 4년 해빙(解氷) 일수(19일~52일)에 비해 상당히 길었다.

1. 서론

남극장보고과학기지(이하, 장보고기지) 자동종관기상관측시스템(74°37' 20.28" S, 164°13' 41.83" E)은 2014년 4월 구축된 이후, 같은 해 8월에 기상청을 통해 장보고기지는 세계기상기구의 정규지상관측소(WMO Index No. 89859)로 등록되었다. 기상청 파견 월동연구대 기상대원이 일 4회 기상전문을 작성한다. 기상 전문은 자동종관기상관측시스템(Automated Synoptic Observation System, ASOS)에서 자동으로 추출되는 기본 관측 요소(풍향, 풍속, 기온, 기압 등)와 목측요소(운량, 운고, 운형, 현천 등)로 구성되며, 기상대원에 의해 작성된 최종기상전문은 기상청을 통해 세계기상기구로 발송한다. 이 이보고서에서는 2019년 자동종관기상관측시스템에 의해 측정되고 기상대원이 목측한 주요 기상 통계량을 소개하고 과거 4년 통계량과 비교한다. 그리고 모든 기상 통계량은 기상연보로 제시된다.

2. 재료 및 방법

가. 연구 지역

자동종관기상관측시스템(ASOS, Automated Synoptic Observation System)은 기지 본관동으로부터 북쪽으로 약 150m 떨어진 관측 노장에 설치되어 있다. 관측 노장의 해발고도는 약 28m로 기지 본관동(해발고도 17m)보다 약 10m 높다. 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 이격거리를 확보하고 있고, 주풍향에 포함되지 않아 기상 관측에 영향은 적은 것으로 판단된다. 관측 노장은 지표 평탄화 작업 후 모래 포설이 되었다. 관측노장 주변 지형은 대체로 경사가 없으나, 북동에서 서쪽으로 가면서 점차 경사가 커지는 지형이다. 관측 노장의 서쪽으로 해발고도 760m 높이의 브라우닝산이 위치하고, 북쪽 약 33km 떨어진 곳에 멜버른산(해발고도 약 2,730m)이 있다. 이 산은 구름의 고도를 평가하는 데 이용된다. 노장의 동쪽으로 약 300m에 해안선이 위치하고 있고, 그 뒤로 캠벨빙하가 남북방향으로 뻗어있다.

나. 관 측

장보고기지 ASOS는 기상 센서가 설치된 10 m 높이의 타워(Fig. 4-1, A)와 지상에 설치된 운고계(B), 강우량계(C), 적설계(D) 등으로 구성된다. ASOS 타워에는 풍향풍속계, 온습도계, 기압계, 초음파식 적설계 등이 설치되어 있다. 풍향풍속계는 초음파 방식

으로 감지부를 통과하는 공기 흐름으로부터 수평 풍향과 풍향을 산출한다. 1.6m 높이에 설치된 온습도계는 태양 복사에 의한 가열을 방지하기 위하여 차광통 (radiation shield) 안에 설치되어 있다. 기압계는 집록기 및 전원함체 안에 설치되어 있다. 장보고기지에서 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 않았으며, 2018년 11월부터 새 장비(SR-50)로 교체되었다. 기지는 활강풍에 의한 날리는 눈에 의한 적설이 우세하여, 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 순복사계에서 관측값을 이용하여 일적산 일사량을 산출 후 월보에 기재하였다.

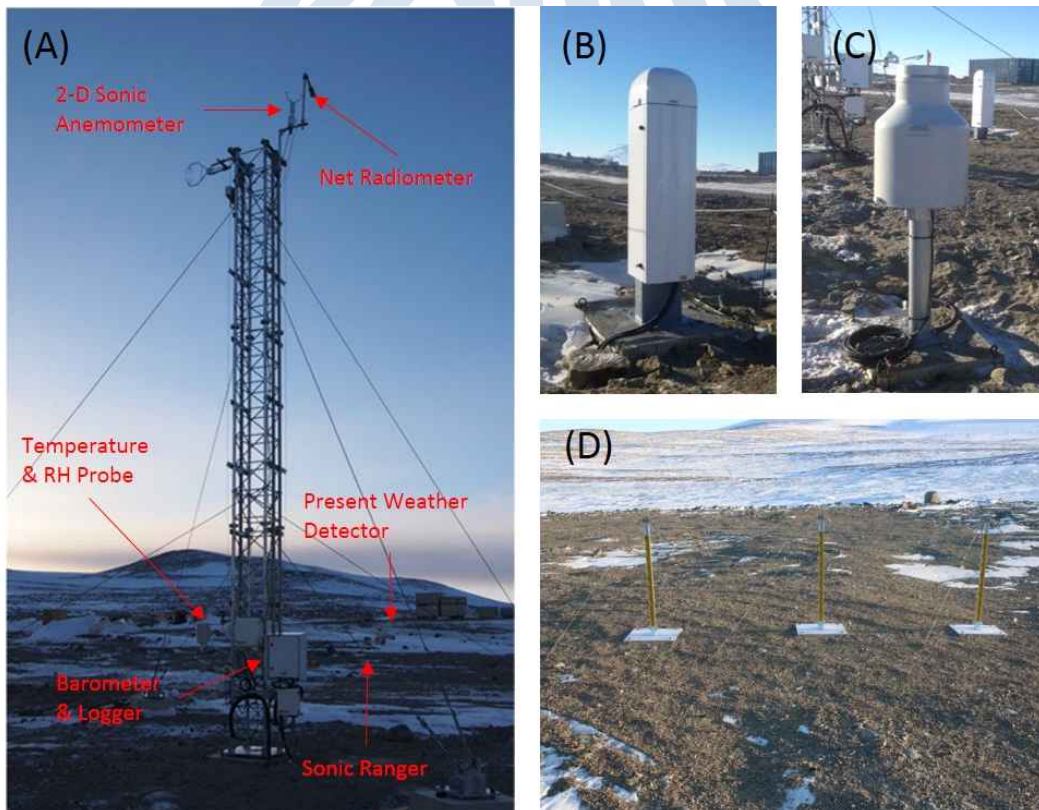


Fig. 5-1. Automated Synoptic Observation System (A), Ceilometer (B), Rain Gauge (C), Snow Gauge (D).

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.

Table 5-1. Instrument List of ASOS

Sensor	Model	Manufacturer	Height
2-dimensional Sonic Anemometer	WMT700	Vaisala	10m
Temperature & Humidity Probe	HMP155	Vaisala	1.8m
Barometer	PTB330	Vaisala	1.3m
Ceilometer	CL51	Vaisala	Ground
Precipitation Gauge	Pluvio2	OTT	Ground
Present Weather Detector	PWD22	Vaisala	1.6m
Sonic Ranger ^a	IRU-9429S	APG	1.45m
Sonic Ranger	SR-50	Campbell Sci.	1.45m
Snow Gauge	-	-	Ground
Net Radiometer	CNR4	Kipp&Zonen	10.5m

^a Replaced by SR-50 in November, 2018

다. 자료 획득 및 저장

목측 요소(적설, 구름, 해상 상태 등)를 제외한 나머지 관측요소는 ASOS의 집록기의 CF카드에 기록되며 기상대원이 매월 1회 CF카드를 회수하여 자료를 복사한다. 회수한 원시자료와 매일의 관측일지를 참고하여 각 기상 요소에 대한 평균값, 극값, 발생시간, 목측 항목에 대한 현상 일수 등을 표에 정리하였다. 자료의 신뢰도를 높이기 위하여 측기 유지 보수 기간과 악기상 등으로 결측이 된 경우 자료 분석에서 제외하였다. 기상대원이 작성한 기상순보/월보는 매월 연구소 서버로 전송되며, 검증 작업이 마무리된 자료는 자료 활용이 가능하도록 극지데이터센터(KPDC)에 이관할 예정이다.

3. 결과 및 고찰

여기서는 2019년 기상 특성을 분석하고, 지난 4년 현상과 비교 분석한다. 2019년 장보고기지 기상 연보는 본 보고서의 부록 1에 수록 하였다.

가. 기상

2 2019년 장보기기지의 연평균 기압은 986.5 hPa이었으며, 951 hPa(6월 10일)에서 1010 hPa(8월 5일)의 범위를 보였다(Fig 5-2). 6월과 9월의 평균 기압이 다른 달에 비해 현저히 낮은 반면, 11월과 12월은 평균 보다 높았다. 2019년을 포함한 5년의 기압의 경년 변동은 크다. 다만, 1-6월 사이에는 4월이, 7-12월 사이에는 10월이 다른 달에 비해 기압변동이 작았다. 평균적으로 9-10월의 기압이 연중 가장 작았다.

2019년 연평균 기온은 -14.0°C 으로 연중 최고 기온은 1월 12일에 기록된 4.7°C 이었고, 최저 기온은 6월 22일에 관측된 -35.0°C 이었다. 월평균 최고 및 최저 기온은 각각 -1.7°C (12월), -22.3°C (9월)이었다. 2019년 기온은 지난 4년의 평균 기온(-15.4°C)보다 1.4°C 높았으며, 그 중 4-9월의 기온이 높거나 비슷했다. 특히, 지난 4년 7월 평균 기온 -24.8°C 에 비해 2019년 7월은 -18.3°C 로 무려 5.5°C 높았으며, 4-9월 모든 월평균 기온은 4년 평균보다 높았다. 결과적으로 2019년 연평균 기온은 장보고기지에서 정규 관측 이래 가장 높았다. 연평균 습도는 55% 이었고, 최솟값은 5월 8일 관측된 19%이었다.

연평균 풍속은 4.4ms^{-1} 으로 월평균 풍속이 1.7ms^{-1} (11월)에서 6.7ms^{-1} (6월)의 범위를 보였다(Fig 5-2). 순간 최대 풍속(gust)은 4월 16일 관측된 37.9ms^{-1} 이었다. 이전 4년 관측과 비교하여 연평균 풍속은 4년 평균 풍속(4.4ms^{-1})와 같았다. 최대 순간 돌풍의 크기는 역대 5번째이었다. 연중 서풍 계열의 풍향(WSW~WNW)이 차지하는 비율이 44%로 타 풍향에 비해 월등히 우세했으며, 북서풍~북풍(NW~N, 22.4%)까지 감안하면 기지의 250~360도 방향에서 불어오는 바람이 약 66.4 %를 차지하였다 (Fig 5-3). 특히 8m/s 이상의 강한 바람은 대부분 서풍 계열(WSW~WNW)로 기지의 서쪽 브라우닝산을 넘어오거나, 북서쪽으로 돌아들어오는 경우가 대부분이었다. 1-2월과 11-12월은 북동풍 계열 (NNE~ENE) 비율이 31%를 상회하여(각각 39.2, 25.7, 35.5, 23%) 연중 바람 장이 다른 기간과 다른 양상을 보였다.

2019년 평균 운량은 3.5 oktas로 과거 4년 평균 운량(3.7 oktas)보다 적었고, 맑은 날(일평균 운량이 2 oktas 이하인 날)의 수가 126일로 과거 4년보다 맑은 날의 평균(115일)보다 11일 많았다(Fig 4-4). 4월부터 11월까지의 7월과 10월을 제외하면 맑은 날 수가 13일 이상 관측되었고, 9월에 가장 많은 16일이 관측되었다. 반면 하계 기간에는 맑은 날 수가 6 또는 7일이었으며, 특히 1월과 3월의 평균 운량은 5 oktas보다 높았다. 2019년 블리자드 발생횟수는 총 25회로 관측된 시간은 약 121시간이었다. 3월과 6월 각각 5회와 7회로 가장 높은 빈도를 보였고, 1월, 2월, 7월 그리고 11월은 블리자드가 불지 않았다. 2019년은 지난 4년간 평균 발생횟수(15회, 2015년 18회, 2016년 11회, 2017년 19회, 2018년 10회)에 비해 현저히 많았다. 또한 2019년의 블리자드 지속 시간은 약 122시간으로 2017년(약 126시간) 다음으로 길었으나, 지난 4년 평균(84시간)에 비해서는 월

씬 길었다.

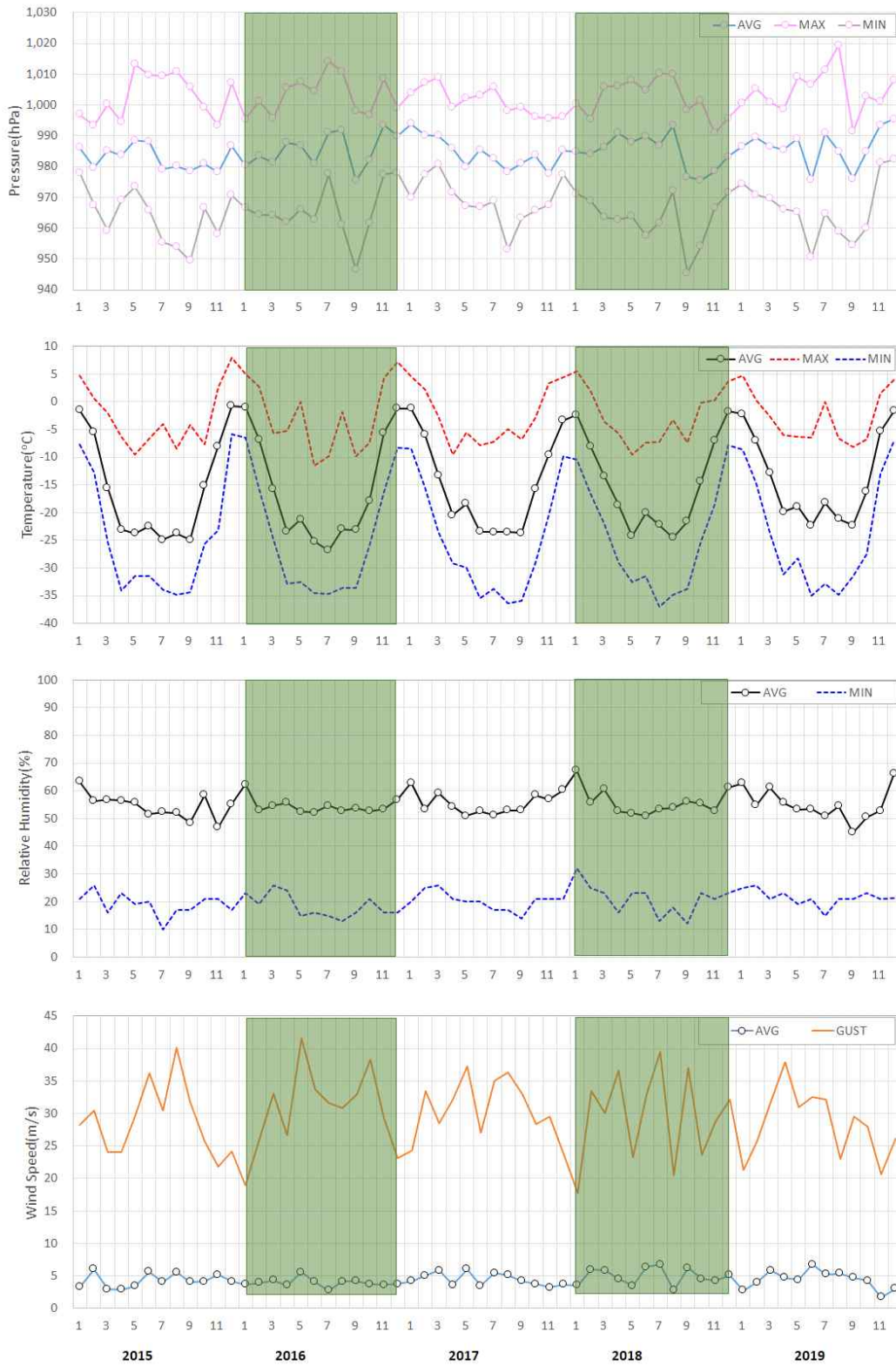


Fig. 5-2. Variations in monthly averaged air pressure, temperature, relative humidity and wind speed from 2015 to 2019

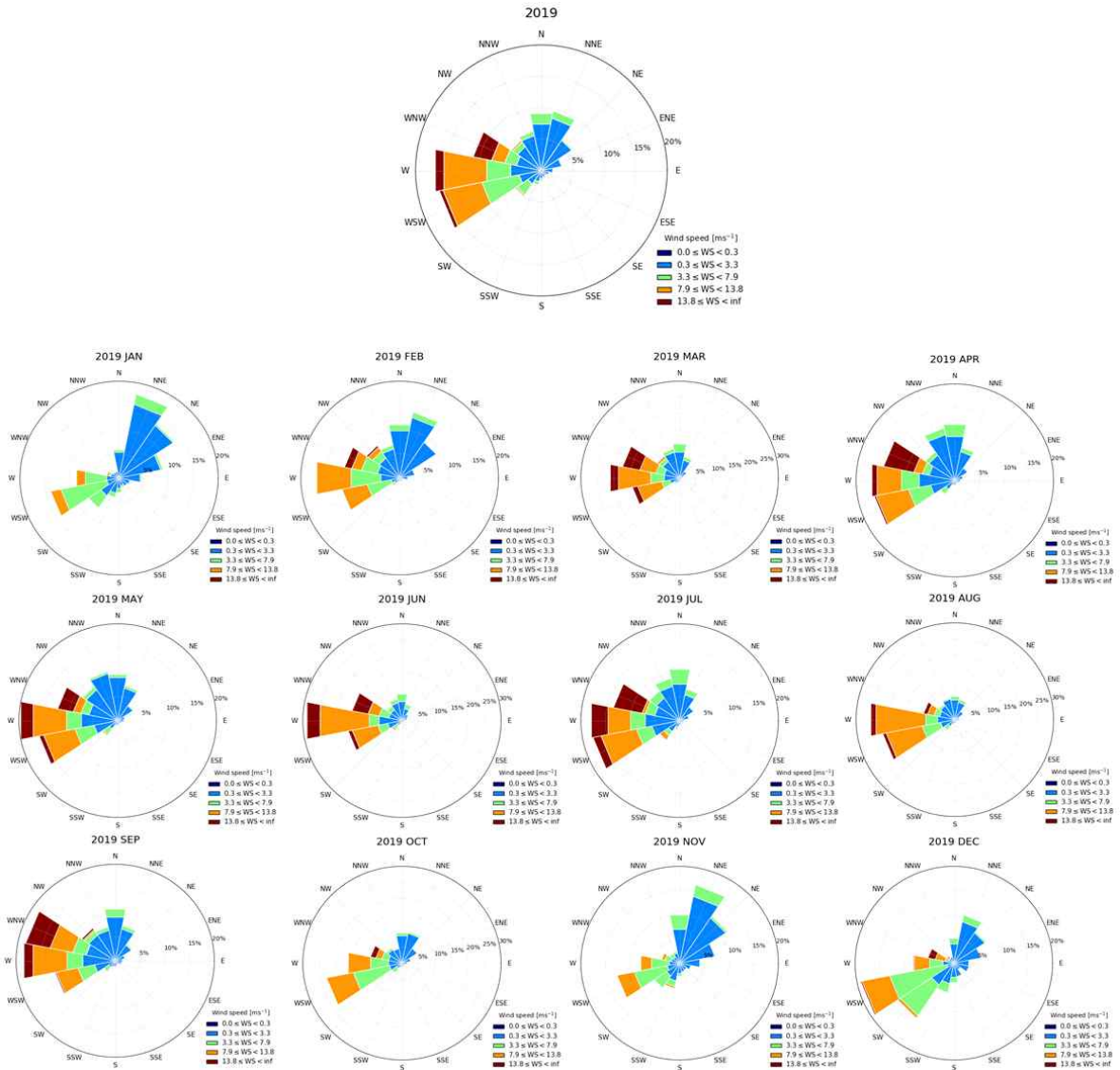


Fig. 5-3. Annual and monthly frequency of wind direction in 2019.

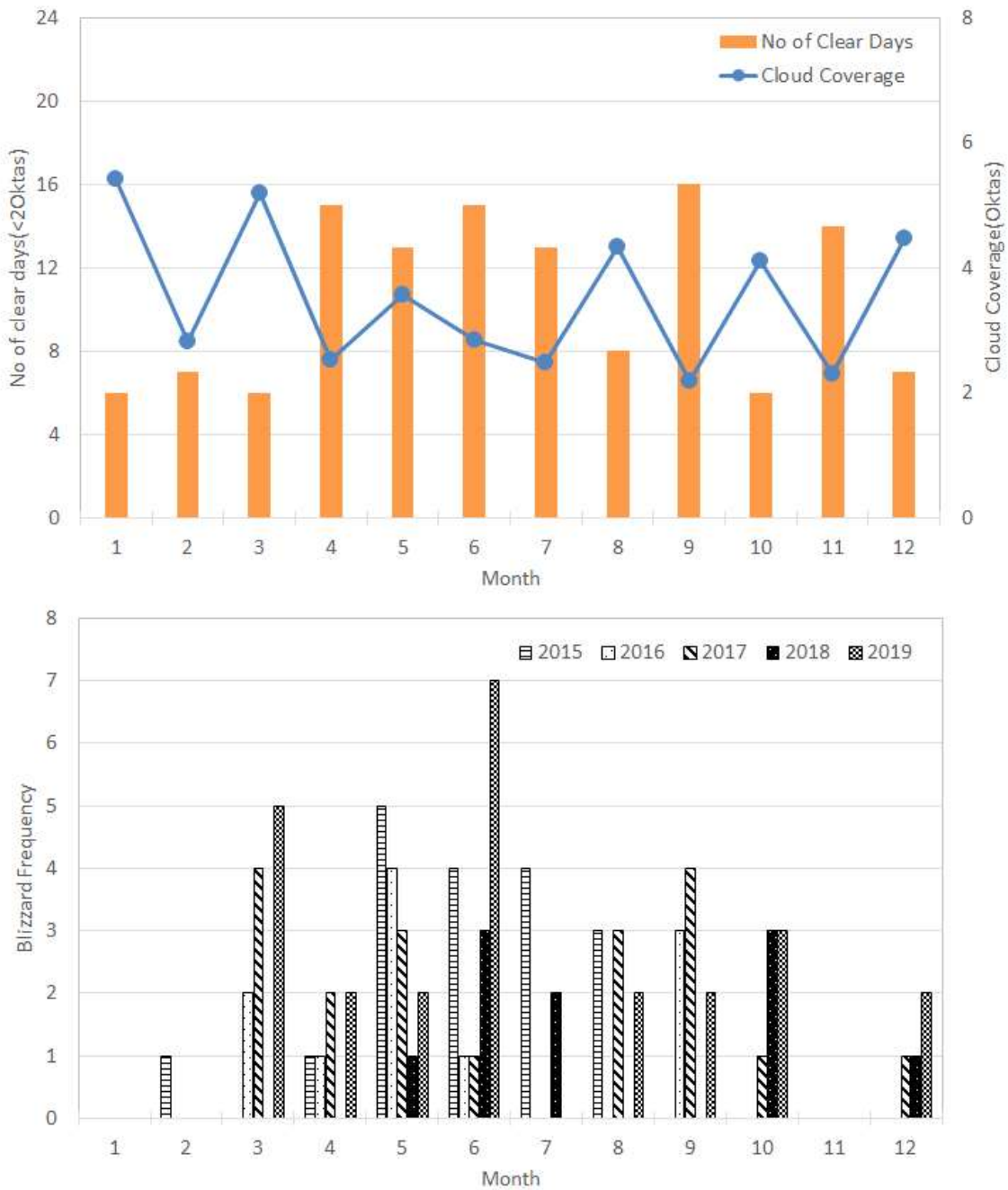


Fig. 5-4. Number of clear days (top) and frequency of blizzard occurrence (bottom) from 2015 to 2019.

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(Fig 4-5). 그러나 2019년에는 카메라 고장으로 연속 촬영이 이루어지지 못했다.

2019년 기지 앞 바다가 해빙된 것은 1월 24일이었고, 이후 기지 앞 바다에서 지속적으로 유빙이 관측되었다. 3월 25일 다시 결빙되어 이후 12월까지 결빙 상태가 지속되었다. 2019년 기지 앞바다의 결빙이 관측되지 않은 기간은 60일로 과거 4년 동안 기록된 기간(19~52일)에 비해 바다가 얼지 않은 기간이 상당히 길었다.



Fig. 5-5. Variation in sea status in front of Jang Bogo Station in 2019.

Monitoring of Meteorology at Jang Bogo Station, Antarctica, in 2019

Taejin Choi¹, Jae-Hun Noh², Hyo-jun Bae^{1,3}, Wonseok Seo^{1,4,2},
Jewon Kim¹, Hye-Won Hwang^{1,4}, Seohee Ahn^{1,5}
6th Overwintering Team

Korea Polar Research Institute, KIOST¹

Korea Meteorological Administration²

Department of Environmental Atmospheric Sciences, Pukyong National University³

*Department of Atmospheric Environmental Sciences, Gangneung-Wonju National
University⁴*

Polar Sciences, University of Science and Technology⁵

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 2019. Annual average atmospheric pressure was 986.5hPa, highest and lowest pressure were 1019.0 hPa and 951.0 hPa, respectively. The annual average temperature was -14.0°C, which was the highest since 2015. The highest and lowest air temperatures were 4.7°C and -35.0°C, respectively. The annual mean wind speed in 2019 was 4.4 ms⁻¹ (highest instant gust 37.9 ms⁻¹). Compared to the last four years period, the mean wind speed was the same whereas the highest gust wind speed was lower. Westerly (WSW~WNW, frequency 44%) was dominant, while north-easterly has occupied a significant level during the summer season (January, February November to December). The average relative humidity was 55.1% and cloud coverage was 3.5 oktas. The occurrence of the blizzard was 25 times in total. The period when the sea in front of the station was fully open was 60 days, which was significantly longer than those of the last four years (19-52 days).

제 2 절

장보고과학기지주변 해수 이산화탄소 및 관련인자 모니터링

이태식

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 이산화탄소 분압 ($p\text{CO}_2$) 자동 모니터링 시스템을 2015년 2월에 장보고기지에 설치이후 현재까지 $p\text{CO}_2$ 와 관련인자 (수온, 염분, 수소이온 농도(pH), 용존산소, 엽록소, 발색유기물(CDOM), 탁도)를 계속 관측하고 있다. 2019년에도 같은 항목을 계속 측정하고 있으나 부품 수급 및 센서 교체가 적절히 이루어지지 않아 자료 신뢰도 하락과 자료 공백이 발생하였다. 대기 이산화탄소는 6시간 주기로 기록되며 해양 $p\text{CO}_2$ 와 관련 인자는 매10분 관측하였다. 대기 이산화탄소 농도는 2019년에 406 ppm에서 408.6 ppm으로 2.6 ppm 증가하였으며 월평균으로는 이보다 높은 2.9ppm 증가하였다. 해양 일차 생산의 폭발적인 증가로 $p\text{CO}_2$ 는 2월에 최소값인 245 ppm이 관측되었으며 가을과 겨울 동안 극야와 해빙증가로 인한 호흡으로 발생하는 이산화탄소 증가와 대양수 유입으로 CO_2 가 10월에 454 ppm으로 월평균 최고값이 관측되었다. 용존산소는 해양 CO_2 변화와 반대로 관측되어 예년과 마찬가지로 생물에 의한 변화임을 입증하고 있으나 4월 이후 기기 부품고장으로 자료획득에 실패하였다. 엽록소는 식물플랑크톤의 대번성으로 여름에 기기가 관측할 수 있는 최고값을 초과하여 관측되었다. CDOM은 변화가 없었으며 탁도도 변화가 없었다. 수온과 염분은 여름에 급격한 변화를 보이는 반면 나머지 계절에는 거의 비슷한 -1.9°C 와 34를 유지하여 여름철 담수 유입이 이들 인자 변화의 가장 중요한 변수로 작용한다. 센서와 부품의 잦은 고장으로 연속관측이 점점 어려워지고 있어 기기의 대대적인 보수가 요구된다.

이 보고서에 사용한 자료는 극지연구소 주요 사업의 하나인 JBG-LTER에서 수행하여 획득한 결과이며 이를 토대로 작성한 것이다.

1. 서론

기후변화의 주요 원인으로 작용하는 대기 이산화탄소 증가는 미래 인류의 삶에 직접적인 영향을 미친다. 온실효과에 따른 기온 상승과 이로 인한 해수면 상승, 기상이변, 홍수 등의 자연재해가 예상되며, 극지방에서는 해빙 감소와 빙하 감소로 인한 기온의 급상승과 급격한 해양 수온 증가로 해양 생태계 변동이 예상된다. 이런 기후변화 뿐만 아니라 대기로 방출된 이산화탄소는 해양에 용해되어 무기탄소량을 증가시키며 해수 수소이온 농도를 증가시켜 해양 산성화를 이룰 것으로 예상된다 (Takahashi et al., 2009; Grubber et al., 2009). 위에 열거한 사항들은 이미 진행되는 현상으로 실험적으로 관측되고 있다.

로스해는 웨델해와 함께 남극에서 접한 가장 큰 바다이며 심해수의 수원지역이다. 식물 플랑크톤 번성이 강해 남극 연안 바다중에 단위면적당 이산화탄소 흡수력이 강한 해역 중의 하나이다 (Arrigo and Van Dijken, 2007). 그럼에도 불구하고 이제까지는 간헐적으로 여름에 집중하여 대기 이산화탄소 흡수력을 관측하였으면 연중 관측자료는 전무하다. 남극 연안의 이산화탄소 흡수력 연변동을 알아보고자 세종기지과 함께 장보고기지에서도 최초로 해양 용존 이산화탄소 관측을 2015년에 시작하였다. 장보고 기지가 남극연안에서 가장 큰 생산력을 가진 테라노바만에 위치하고 있다는 장점을 이용하여 양질의 연속 관측자료 축적이 요구된다. 그러나 장기적인 과학적 관측에 대한 지원이 충분하지 않아 도중에 관측이 중단되거나 장비만 설치된 경우가 있어 매우 안타까운 실정이다.

이 보고서에 사용한 자료는 극지연구소 주요사업의 하나인 JBG-LTER (남극 장보고과학기지 장기생태연구 (JBG-LTER): 한·뉴·이태리 3국 공동 platform 구축)에서 수행하여 획득한 결과이며 이를 토대로 작성한 것이다.

2. 방법

가. 연구 지역

장보고과학기지는 남극 로스해 서쪽 북빅토리아랜드 테라노바 만 연안에 위치하고 있으며 위경도는 남위 74° 36' 55" 동경 164° 12' 3" 이다. 장보고 과학기지는 본관동을 비롯하여 발전동, 대기관측동 등 여러개의 독립된 건물이 중앙에 있는 본관동을 중심으로 동서방향으로 위치하고 있다 (Fig. 5-6). pCO₂ 관측기기에 아래 Fig. 5-6에 보인 바와 같이 집수조에 설치하였으며 취수소에서 끌어들인 해수에 있는 pCO₂를 관측한다.

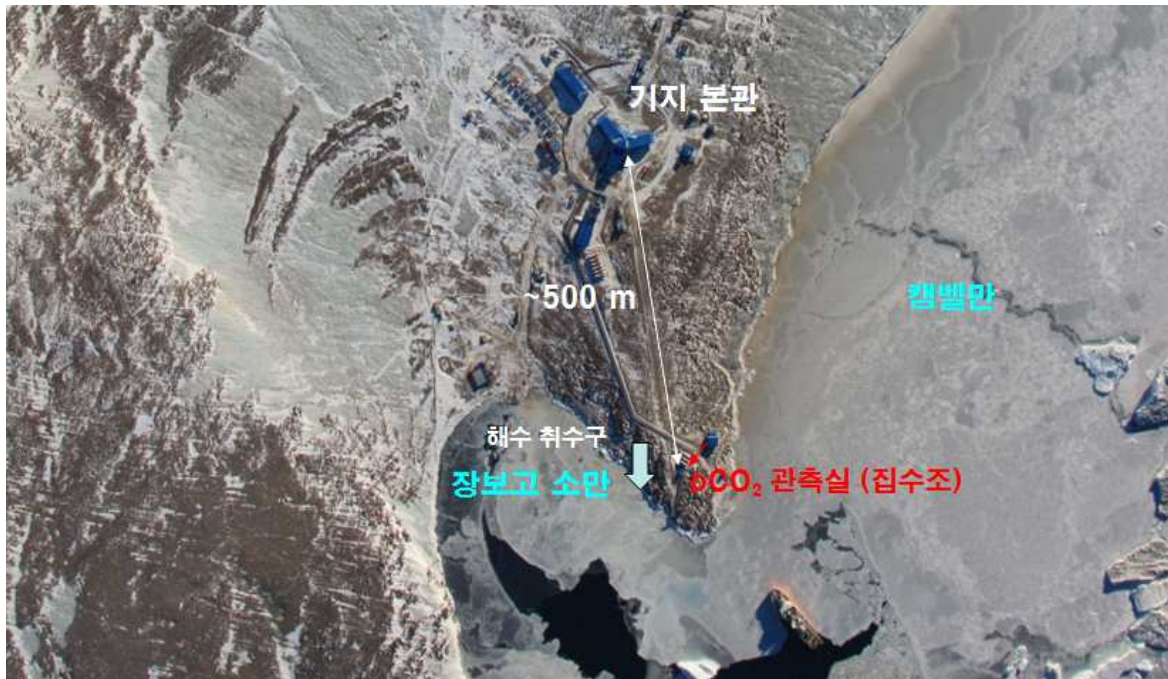


Fig. 5-6. Location of the sump house where pCO₂ instruments and sensors were installed.

나. 장비의 구성

장비는 dry box, wet box, thermosalinograph, Soogard에 설치된 pH meter, CDOM sensor, fluorometer, Optode, turbidity sensor, deck box로 구성되어 있다(Fig. 5-7). 이외에 이산화탄소 분석기기 보정을 위한 보정기체가 있다. 장보고 만에서 집수조로 유입된 해수는 중간에서 분지된 호스에 펌프를 연결하여 끌어들이도록 하였다. 공급된 해수는 Wet box에서 분지하여 하나는 용존 이산화탄소 분석위한 평형기로 가고 다른 하나는 thermosalinograph (SBE45), pH meter, CDOM sensor, fluorometer, Optode, turbidity sensor를 거쳐 배수구로 나간다. 해수 평형기로 가기 이전에 해수 필터를 거치는데 이 필터는 담수로 자동 세척이 가능하나 완전한 세척이 어려워 사람이 직접 세척해야한다. 자동 세척위한 담수 공급 라인이 현재 집수조에 설치되어 있지 않아 1톤 담수용 통을 집수조에 설치하여 펌프로 공급하고 있다. 대기 이산화탄소와 보정기체는 일방통행 방식으로 이산화탄소 분석기 (LI-7000)에 보내지나 평형기 headspace 에 있는 공기는 분석기와 평형기를 폐쇄회로형식으로 계속 순환되도록 조그만 펌프가 중간에 있다.

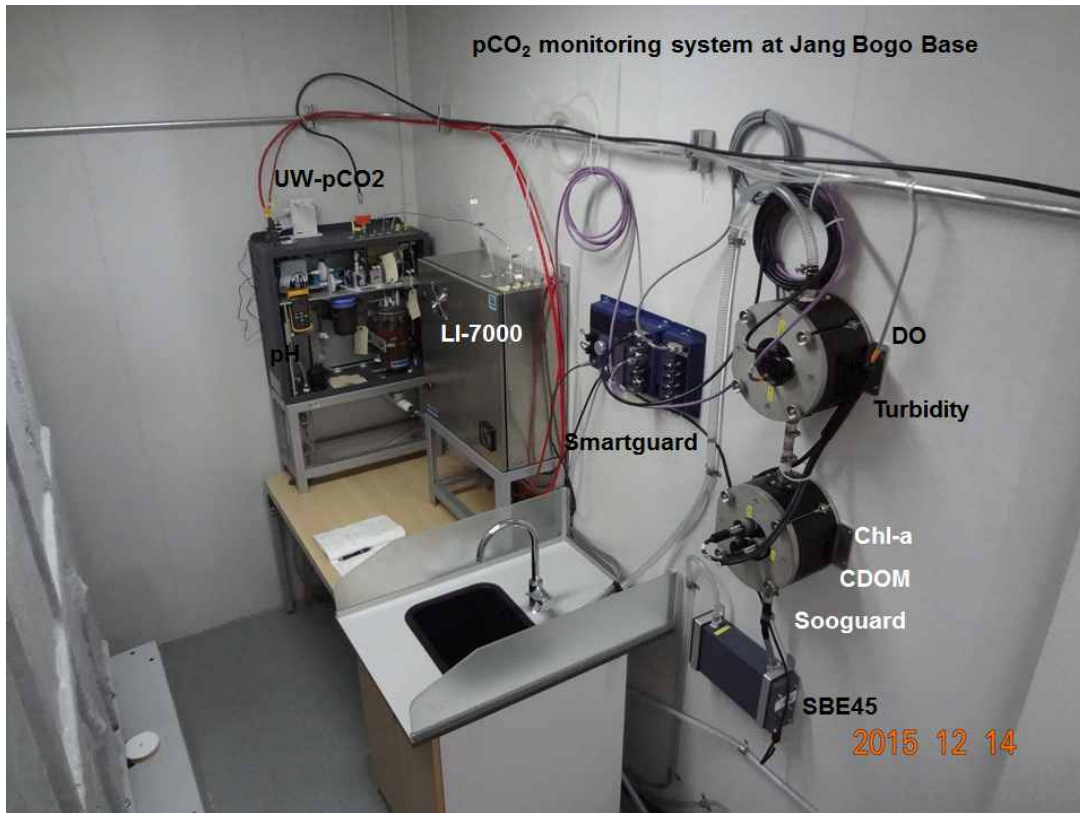


Fig. 5-7. pCO₂ monitoring system set up at Jang Bogo Station.

3. 결과 및 고찰

가. 관측 자료 수집

관측자료는 장비 운용을 위한 프로그램인 UW-pCO₂를 이용하여 수집한다. 이 프로그램으로 자료수집 빈도도 조절하며 기기 제어도 가능하다. 해수 이산화탄소와 pH, chl-a, CDOM, DO, turbidity 자료는 매분 기록되며 대기 이산화탄소와 기기 보정을 위한 보정기체 분석은 6시간마다 진행된다. 기록된 자료 매일 하나의 파일로 컴퓨터에 저장된다. 이와 함께 실험실에 인터넷을 설치하여 팀뷰어를 통해 자료를 연구소에서도 받을 수 있다.

나. 관측 결과

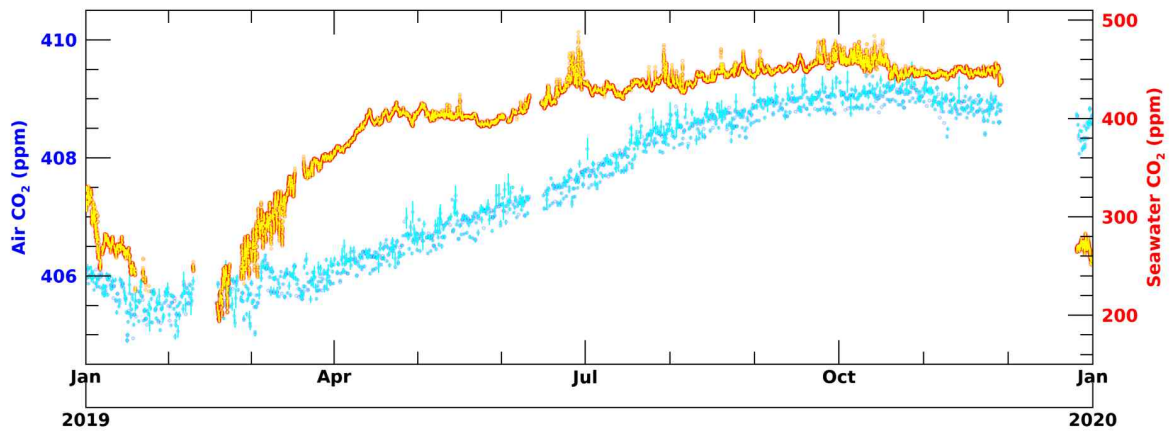


Fig. 5-8. Atmospheric and dissolved CO₂ concentrations observed at Jang Bogo base in 2019.

(1) 대기 이산화탄소

대기 이산화탄소 농도는 2019년 1월 1일에 406.0 ppm에서 12월 31일 408.6 ppm으로 2.6 ppm 증가하였다(Fig. 5-8). 일평균 최고 농도는 9월 30일에 약 409 ppm으로 관측되었으며 일평균 최저 농도는 1월 18일에 약 405 ppm으로 기록되었다. 하지만 감소하는 경향은 1월 말까지 지속되었으며 2월로 접어들면서 증가추세를 보인다. 이러한 하계 남반구 고위도의 대기 이산화탄소 감소는 남빙양 해양생물의 폭발적인 일차생산에 기인한다. 2월에서 3월 초까지 이산화탄소 농도가 불규칙적으로 약 0.5 ppm 변동을 보이는데 이는 기지활동으로 인한 오염원의 영향으로 추정된다. 늦여름에 낮고 초봄에 높은 계절 변화를 보이는데 이는 북반구 대기 유입과 남반구 거대 산불로 인한 증가와 여름철 일차생산 증가로 인한 남빙양 흡수로 인한 결과로 유추된다. 2월 이후 대기 이산화탄소 농도는 점진적으로 거의 직선형으로 10월 중순까지 증가하다 다시 감소한다.

(2) 해양 이산화탄소

2019년 해양 이산화탄소 농도는 1월 1일에 319 ppm에서 12월 31일 258 ppm으로 61 ppm 감소하였으나 여름철 해양 이산화탄소의 변화가 워낙 커서 연초와 연말 이산화탄소 농도는 의미가 없다(Fig. 5-8). 즉, 봄이 되면서 해빙이 점진적으로 감소하면서 태양 복사에너지 유입과 철과 같은 미량영양염 유입으로 식물플랑크톤의 대번성이 일어나 12월부터 2월 까지 해양이산화탄소 농도가 급속도로 감소한다. 하지만 감소량은 매년 다르다. 해양 이산화탄소의 최저값은 2월 17일에 관측되었으며 농도는 208 ppm이고, 최고값은 9월 25일에 측정된 465 ppm으로 약 260 uatm의 연변화를 볼 수 있다. 이는 대기 이산화탄소 농도 변화인 2.6 ppm에 비해 약 100배 크며 해양 이산화탄소 버퍼효과를

고려하면 거의 1000배에 해당한다. 대기 이산화탄소의 계절변화 경향과 다른 점은 2월 최저점에서 증가 속도가 대기에 비해 매우 빠르다는 것이다. 이는 여름철 해양생물의 강력한 일차생산으로 인한 해양 이산화탄소 이용으로 인해 농도가 감소하여 나타난 현상이며 겨울에는 빛이 없어 광합성이 일어나지않는 반면 생물들의 호흡으로 인한 이산화탄소 증가와 해빙의 덮개 구실로 인한 현상으로 해빙 이산화탄소 농도가 증가한다. 4월 중순까지 급속도로 증가하다가 그 이후에는 점진적으로 증가하여 9월 말에 정점을 찍고 10월 초까지 유하다가 10월 중순부터 서서히 감소한다. 이는 늦봄에 태양복사 에너지 증가로 인한 해빙감소와 해양생물 활동에 기인한다. 12월에 갑작스런 기기 고장으로 관측이 중단되어 급속도로 감소하는 시점을 놓쳤으나 이미 11월 말에 급격한 감소가 시작되는 듯한 경향이 마지막 날에 포착되었다.

(3) 수소농도 (pH)

해양 수소이온농도는 해수에 녹아있는 여러 가지 이온농도에 의해 결정되지만 무기탄소 농도에 의해 좌우되며 이는 열역학적으로 평형을 이루는 CO₂ 분압(또는 농도)으로 표현되기 때문에 분압과 pH는 반대 방향으로 움직인다. 하지만, Fig. 5-9와 같이 2월에 급작스럽게 감소하였는데 같은 기간에 CO₂ 농도는 감소하여 기기 오작동임을 보여준다. 이는 2월 말에 다시 급작스럽게 pH 값이 급증하였는데 같은 기간 CO₂ 농도도 증가하여 1월 말에서 2월 말까지 오작동에 의한 관측 결과이다. pH 센서 설치 이후 계속 교체를 요청하였으나 반응이 없으며 전연 신뢰할 수 없는 자료만 생성되고 있다. 센서 교체가 절대적으로 요구된다. 4월 이후에는 자료를 집적하는 기기내부 고장으로 CO₂ 농도와 수온을 제외한 모든 자료 수집이 중단되었으며 2월에는 기기 내부 수리로 자료 수집이 잠시 중단되었다.

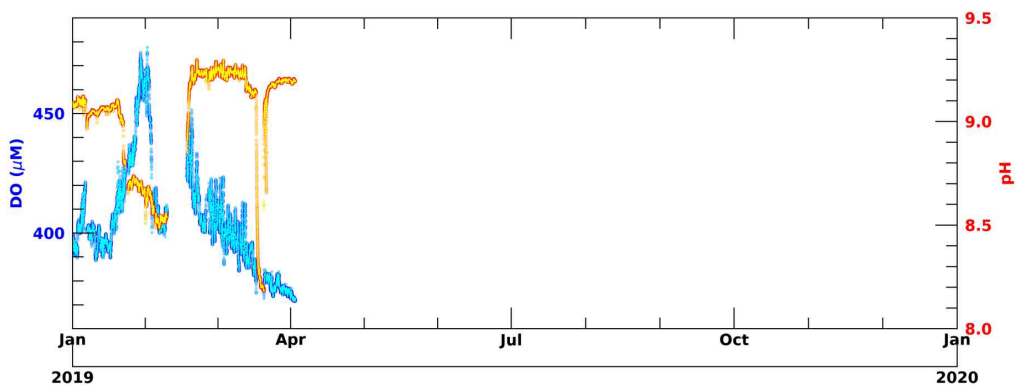


Fig. 5-9. pH and dissolved oxygen concentration in the seawater at Jang Bogo base in 2019.

(4) 용존산소

용존산소 변화경향도 pH와 마찬가지로 pCO₂와 정반대 경향을 보여준다. 이는 생물활동으로 인한 변화이기 때문이다. 즉, 광합성으로 인한 pCO₂ 감소와 산소증가, 호흡에 의한 산소 감소와 이산화탄소 증가라는 생물기작으로 인한 변화이다. 기기 자료수집 부품 고장으로 4월까지만 관측되어 일평균 최저값은 관측 마지막 날인 4월 2일에 얻은 372 uM 이며 최고값은 1월 29일에 관측한 467 uM 로 약 1 달 사이에 약 95 uM 변화하였다(Fig. 5-9).

(5) 엽록소와 발색유기물 (CDOM)

예년과 마찬가지로 엽록소-a 와 발색유기물 (Chromophoric Dissolved Organic Matter, CDOM) 관측을 위해 설치한 센서의 측정범위가 남극연안 관측에 맞지 않아 1월 중순까지는 변화를 볼 수 있었으나 그 이후 3월 중순까지 fluorescence 값이 포화되어 엽록소가 5 mg/m³ 값을 유지하다 3월 중순에 센서 범위로 돌아왔다. 1월 중순의 갑작스런 엽록소 증가가 자연환경 변화인지 센서 오작동인지 확인이 불가하다. Fig. 5-8에 보인 CO₂ 농도 자료의 공백으로 비교가 불가하다. 단지, 용존산소가 1월 말까지 급증하는 경향으로 봐서 식물플랑크톤의 대번성을 예상할 수는 있다. 앞서 언급한 바와 같이 기기 자료 수집부품 고장으로 4월이후 자료 수집이 중단되었다. CDOM의 경우 센서 민감도를 증폭시킨 후에도 CDOM의 변화는 찾아볼 수 없다. 센서상의 문제로 인식되며 교체가 요구된다.

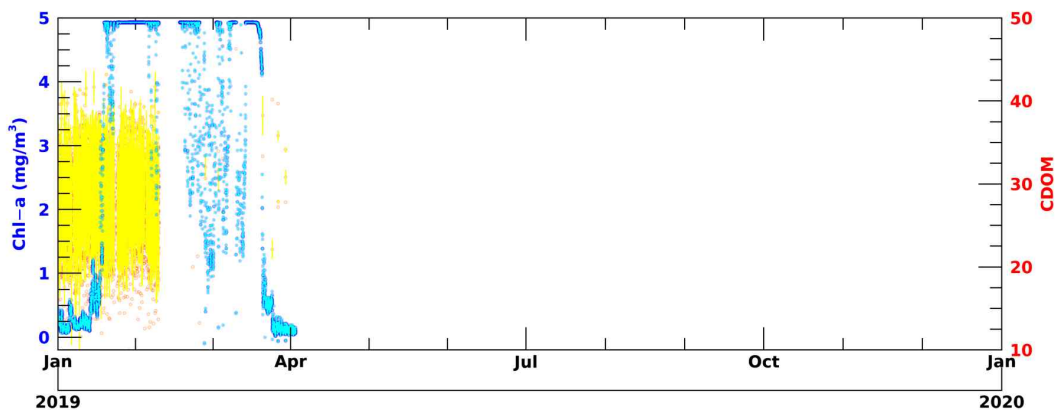


Fig. 5-10. Fluorescences representing Chl-a and CDOM at Jang Bogo in 2019.

(6) 수온과 염분

수온은 일평균 최고값이 0.42도로 1월 26일에 기록되었으며 최저값은 -1.93도로 6월 22일에 관측되었다. 참고로 이산화탄소를 제외한 다른 인자들과 달리 4월 이후에도

자료가 있는데 이는 곤드와나 기지 앞에 무어링한 수온센서에서 얻은 자료를 겹쳐놓았다. 2월과 3월 중첩되는 기간에 차이가 없었다. 이는 장보고기지앞 관측이 최소한 곤드와나기지까지 변화와 같다는 의미이다. 월평균 수온을 보면 1월에 -0.2°C 에서 3월에 -1.82°C 로 급속히 감소하다 점진적으로 9월 -1.925°C 까지 감소한다. 그 이후 11월 중순까지 약 0.01°C 증가한다.

이러한 수온 연변화 경향은 염분에서 반대로 나타났다. 즉, 수온이 가장 높은 1월에 염분은 가장 낮은 30.5를 기록하였으며 3월까지 급속히 증가하여 34.0에 이른 이후 10월 월평균 최고값인 34.4까지 점진적으로 증가한다. 이러한 수온과 염분의 반대 경향은 수온 증가로 인한 담수 유입이 수온 염분 변화가 가장 큰 원인임을 보여준다. 일평균 염분의 최저값은 1월 17일에 기록한 29.9이며 최고값은 10월 3일에 34.5이다. 일평균 변화는 여름에 높으며 겨울에 매우 적으며, 이는 여름철 담수 유입이 염분변화의 가장 큰 원인임을 보여준다.

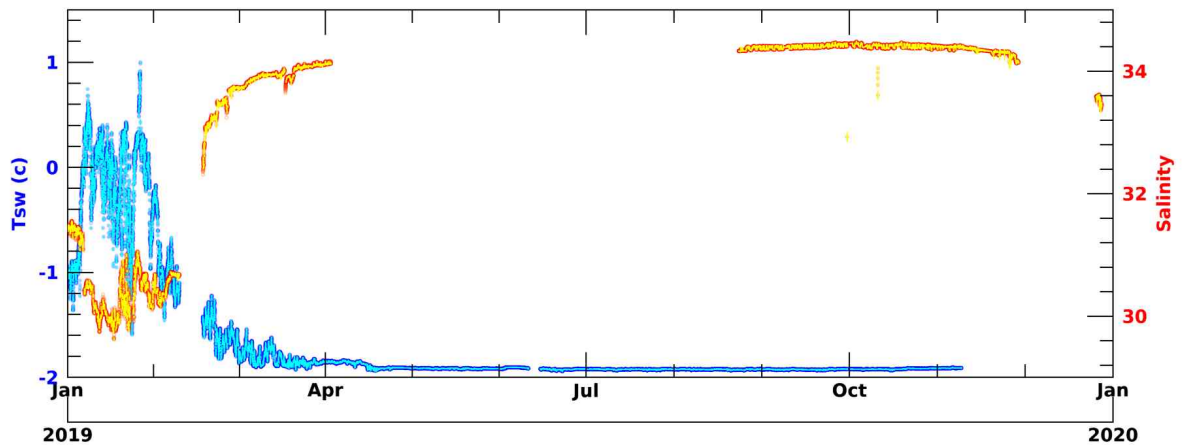


Fig. 5-11. In situ temperature and salinity in upper panel and the seawater temperatures measured in the laboratory.

Monitoring of pCO₂ and relevant parameters in the surface seawater at Jang Bogo Station, Antarctica

Tae Siek Rhee

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : An automated instrumental system running at Jang Bogo (JBG) station has been run since 2015. The pCO₂, seawater temperature, salinity, dissolved oxygen (DO), chromophoric dissolved matter (CDOM), turbidity, chlorophyll-a (Chl-a) were logged in a computer every 10-minute and atmospheric CO₂ concentration every 6 hours. The same parameters as usual were measured in 2019, but some sensors did not work correctly and further a data logging system was broken, resulting in no records since April except for atmospheric and dissolved CO₂ concentration. The atmospheric CO₂ concentration increased 2.6 ppm from 406 ppm to 409 ppm in 2019. Monthly mean values indicates the increase of similar magnitude of 2.9 ppm. The pCO₂ in the seawater varied from the low concentration of 245 ppm in February owing to phytoplankton bloom to the high values of 454 ppm in October likely due to microbial respiration and incoming circumpolar deep water from the Southern Ocean. Dissolved oxygen varied in a mirror image of CO₂ variation, pointing to the biological activity as a driver in Summer season. However, due to malfunction of data logging system, no data were recorded after April. Chl-a was suddenly increased in the middle of January reaching the maximum value the sensor can detect until in March. It was hard to see a trend of CDOM and turbidity due probably to malfunction of the sensors. Like other parameters seawater temperature and salinity swung in summer, but most of the year it kept at -1.9°C and 34. Salinity was low in summer due to melting of sea ice and glacier from the coast and high in winter with increasing sea ice formation. Malfunction of sensors and parts in the instruments lost precious data and leads to low quality of data, requiring

replacement of the sensors and parts.

This report is duplicate of the results from one of the KOPRI's target projects, JBG-LTER.

참 고 문 헌

- Takahashi, T., Sutherland, S.C., Wanninkhof, R., et al., 2009, Climatological mean and decadal change in surface ocean pCO₂ and net sea-air CO₂ flux over the global oceans, *Deep-Sea Res.*, 56, 554-577.
- Grubber, N., Gloor, M., Mikaloff Fletcher, S.E., 2009, Oceanic sources, sinks, and transport of atmospheric CO₂, *Global Biogeochem. Cycle*, 23, doi:10.1029/2008GB003349.
- Arrigo, K.R., Van Dijken, G.L., 2007, Interannual variation in air-sea CO₂ flux in the Ross Sea, Antarctica: A model analysis, *J. Geophys. Res.*, 112, doi:10.1029/2006JC003492.

제 3 절

장보고과학기지 주변 토양 미기후 모니터링

김옥선, 이재진, 최봉수, 조안나

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 장보고과학기지 주변의 생물의 생육환경을 이해하기 위하여 기온, 상대습도, 광량, 토양온도, 수분함량을 모니터링하였다. 기간은 2014년 2월부터 2019년 11월까지 5년 동안 수행하였다. 기온은 -40.0°C 에서 24.5°C 로 기록되었고, 토양온도는 기온과 연동되어 변화하였다. 상대습도는 측정 지점, 기간과 눈의 분포에 따라 매우 큰 차이를 보였다. 광량은 고위도 남극의 전형적인 연변화를 보였으며, 토양수분함량은 매우 낮았다. 기온이나 토양온도는 2017년과 2018년에 상대적으로 낮게 기록되었다. 이러한 미기후 환경요인은 지속적인 모니터링을 수행하여 생물상의 변화와 생지화학적 요인과의 상관관계 분석을 위한 매우 중요한 자료가 될 것이라 예상된다.

1. 서 론

남극에서 과학연구를 위한 인간활동은 수송, 난방 및 전력공급을 위하여 화석 연료를 필요로 하게 된다. 이러한 일련의 활동은 유기물이나 난분해성 물질 등 다양한 형태의 화학물질이 남극 토양 내로의 유입을 촉진하게 된다. 유입된 화학물질은 남극 토양에 존재하는 미생물에게는 새로운 먹이원이 됨으로써, 이를 이용하는 미생물의 증가와 연결될 수 있다. 실례로 뉴질랜드 기지 주변에서 화석연료 사용으로 인하여 탄화수소의 농도가 증가하였고, 이는 탄화수소 화합물 분해와 관련된 미생물이 증가하였다는 연구 보고가 있다 (Aislabie et al., 2012).

과학자의 남극 방문은 자연 고유의 상태를 유지하던 남극에 외래종 유입을 야기시킨다. 과학자의 신발, 가방, 의류에 붙어서 유입되는 경우가 있으며, 최근에는 식자재를 통하여 외래종이 남극으로 고스란히 유입된다는 보고도 있다. 이는 매우 단순한 남극의 생태계의 교란을 초래하는 결과를 가져오게 된다.

장보고과학기지 위치한 테라노바만의 육상환경은 연평균 기온이 -14.6°C (2010-2013조사)로 극저온환경이며, 일년 동안 백야와 흑야, 물의 동결 (freezing)과 해동 (thawing)의 연주기가 발생한다. 이러한 극한의 생육조건으로 인하여 남극의 육상환경은 선대류, 지의류를 제외한 식생이 거의 존재하지 않는다. 초식동물과 곤충의 서식이 불가능하고, 무척추동물이 매우 간헐적으로 관찰되는 상대적으로 간단한 생태계구조를 가지고 있다. 또한 미생물의 분포 패턴도 온대기후 보다는 상대적으로 매우 단순하다. 이러한 극한의 환경임에도 불구하고 서식하고 있는 생물의 환경조건을 파악하는 것은 생물 연구에 있어 가장 기초적이고 기본적인 일이라 할 수 있다. 인간에게는 극한의 환경이라고 할 수 있지만, 이 지역에 현재 서식하고 있는 생물에게는 생육하기에 최적의 환경일 수 있으며, 이들은 긴 시간동안 이 환경에 최적화 되기 위하여 진화하여왔을 것이다. 이들의 생육환경을 이해하기 위하여 미기후 모니터링은 필수적이다.

본 연구에서는 2014년 2월부터 2019년 11월까지 약 5년 동안 장보고기지 주변 인근 토양환경에서 17개 지점에서 기온, 상대습도, 광량, 토양온도 및 토양의 수분함량을 측정하여 분석하였다. 본 연구는 극지연구소 주요과제 “남극 장보고과학기지 장기생태 연구”와 공동으로 수행하였다.

2. 방 법

가. 연구 지역, 미기후 로거 백업 및 재설치

테라노바 주변 토양의 미기후 연구를 위하여 Fig. 5-12의 노란색으로 표시한 지역 (지점의 GPS 정보는 Table 5-2에 표시)에 지표에서의 기온, 상대습도, 광합성가능량, 토양온도와 토양 함수율을 측정하였다. 설치된 지점에서 2014년 2월부터 2019년 10월까

지의 일변화와 연변화 데이터를 분석하였다.

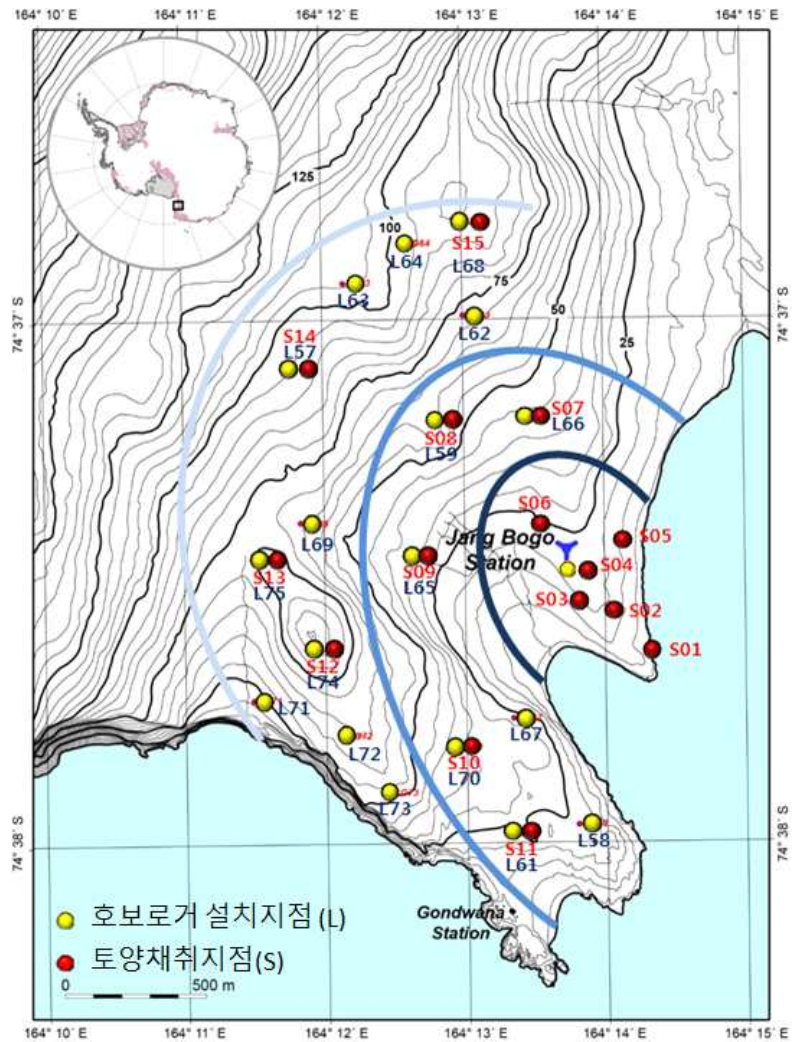


Fig. 5-12. Hobo logger installed sites (yellow dots) and soil collection sites (red dots) around Jang Bogo Station (JBG-LTER, Jang Bogo Long-Term Ecological Research)

Table 5-2. GPS coordinates of sampling sites

지점	위도	경도
LG66	74° 37' 10.8" S	164° 13' 24.2" E
LG59	74° 37' 11.5" S	164° 12' 48.4" E
LG65	74° 37' 26.9" S	164° 12' 36.0" E
LG70	74° 37' 48.9" S	164° 12' 54.8" E
LG61	74° 37' 58.1" S	164° 13' 18.6" E
LG74	74° 37' 37.7" S	164° 11' 56.0" E
LG75	74° 37' 27.3" S	164° 11' 31.5" E
LG57	74° 37' 5.5" S	164° 11' 46.0" E
LG58	74° 37' 57.9" S	164° 13' 47.9" E
LG62	74° 36' 59.5" S	164° 13' 0.6" E
LG63	74° 36' 55.7" S	164° 12' 9.2" E
LG64	74° 36' 46.8" S	164° 12' 44.8" E
LG67	74° 37' 45.7" S	164° 13' 20.3" E
LG69	74° 37' 23.2" S	164° 11' 50.0" E
LG71	74° 37' 43.5" S	164° 11' 29.0" E
LG72	74° 37' 47.6" S	164° 12' 7.5" E
LG73	74° 37' 54.1" S	164° 12' 26.7" E

3. 결과 및 고찰

가. 미기후 자료 분석

총 17지점에 대하여 미기후 자료는 설치한 2014년 2월부터 2019년 11월까지의 지표 근처 기온, 상대습도, 광합성 유효광량과 표층토의 온도와 수분함량을 측정하여 각 지역별 미환경 차이를 비교하였다 (Figs. 5-13~5-17, Tables 5-3~5-7). 지표면 근처의 최저기온은 -40.0°C로, 최고기온은 24.5°C로 기록되었다. 2017년도와 2018년도가 기온과 토양온도가 다른 해에 비하여 1에서 3°C 정도 낮게 기록되었다. 표층토의 온도는 기본적으로 지표의 기온과 연동하여 변화하였으며, 최저 -39.8°C, 최고 29.9°C로 기온보다 더 큰 폭으로 변하는 것을 확인하였다. 일교차는 11월에서 2월까지의 여름 기간은 낮동안 영상의 기온을 유지하고 밤동안 영하의 기온을 유지하여 다른 기간에 비하여 비교적 큰 일교차를 보였으며, 로거의 설치위치에 따른 차이도 크게 나타났다. 반면 전반적으로 기온이 낮은 겨울동안 각 지점별 온도 편차와 일교차가 상대적으로 적게 나타났다. 상대습도는 기간과 위치에 따라 0%에서 100%까지 매우 큰 편차를 보였는데, 특히 동일한 시간에 위치에 따른 편차가 큰 것으로 나타났다. 2016년에는 평균 65.5%로 가장 낮았으나 2017년과 2018년에는 각각 74.8%, 78.5%로 상대적으로 높아지는 경향을 보였다. 이용 가능한 수분량은 생물의 서식환경에 큰 영향을 끼치는데, 주변지형과 눈분포 등에 의해 작은 지역 내에서도 큰 지역적 차이를 유발하는 것으로 예상된다. 광량은 극

단적인 연주기가 관찰되었는데, 이는 남극 고위도 지역이라는 특성과 겨울동안 쌓인 눈의 영향이라고 판단된다. 여름이 되면서 지역 간 편차가 매우 크게 나타나는데, 이는 겨울 동안 쌓여 있던 눈이 녹는 정도와 속도가 다르기 때문이라고 판단된다. 눈에 의한 광량의 차이는 대기 중 상대습도와 함께 육상토양 환경에 매우 큰 영향을 줄 것으로 예상된다. 광합성 유효광량은 이와는 반대의 경향을 보였으므로 이것은 관측지점이 겨울에 눈에 의해 덮임과 여름에는 눈이 녹음으로서 영향을 주는 것이라 예상된다. 토양 함수율은 동절기에는 유의미한 값을 제공해주지 않으며, 여름기간동안 위치에 따라 차이를 보였지만, 전체적으로 매우 낮은 함수율을 보였다. 5년간의 연변화 차이로 패턴을 분석하는 것은 아직 무리가 있으나 데이터가 지속적으로 축적된다면 장기간의 변화를 관측함으로써 이 지역의 미소환경 특성을 파악함을 물론 생물상이 미기후가 변화함에 따라 어떻게 생육하고 반응하는지를 알 수 있는 매우 중요한 자료를 제공해 줄 것이라 판단된다.



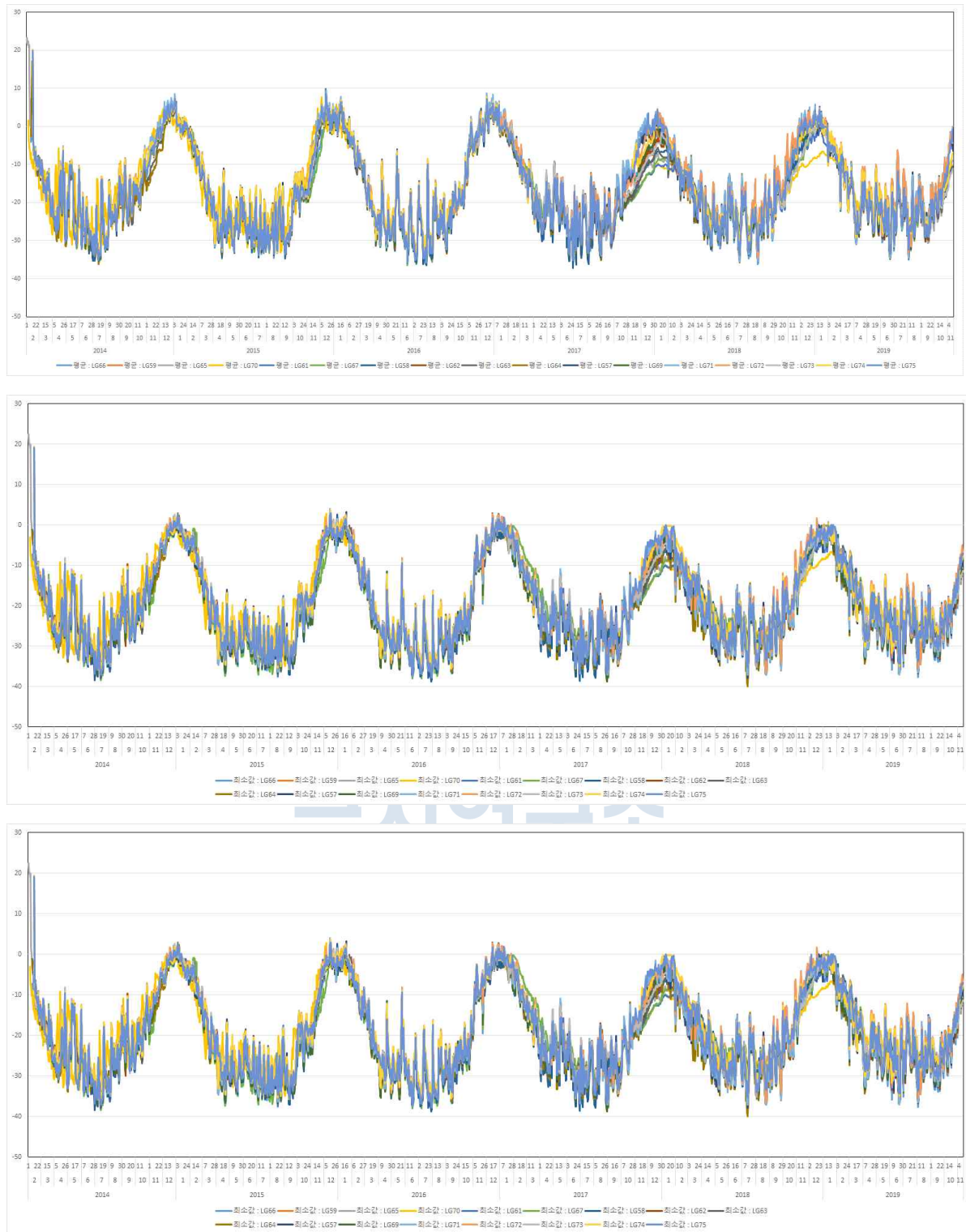


Fig. 5-13. Daily change of mean (upper), maximum (medium) and minimum (lower) air temperature from February 2014 to October 2019.

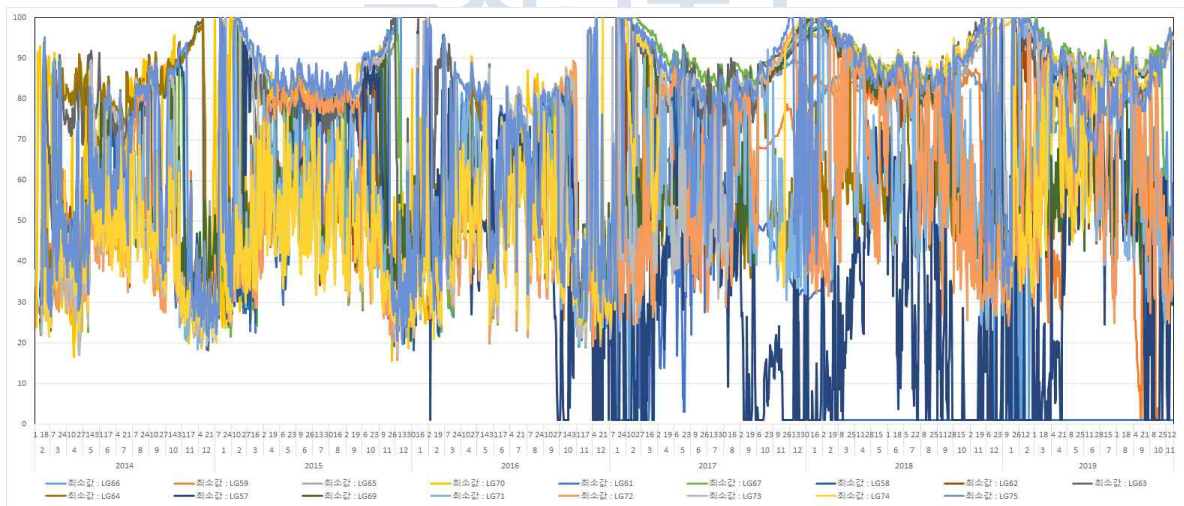
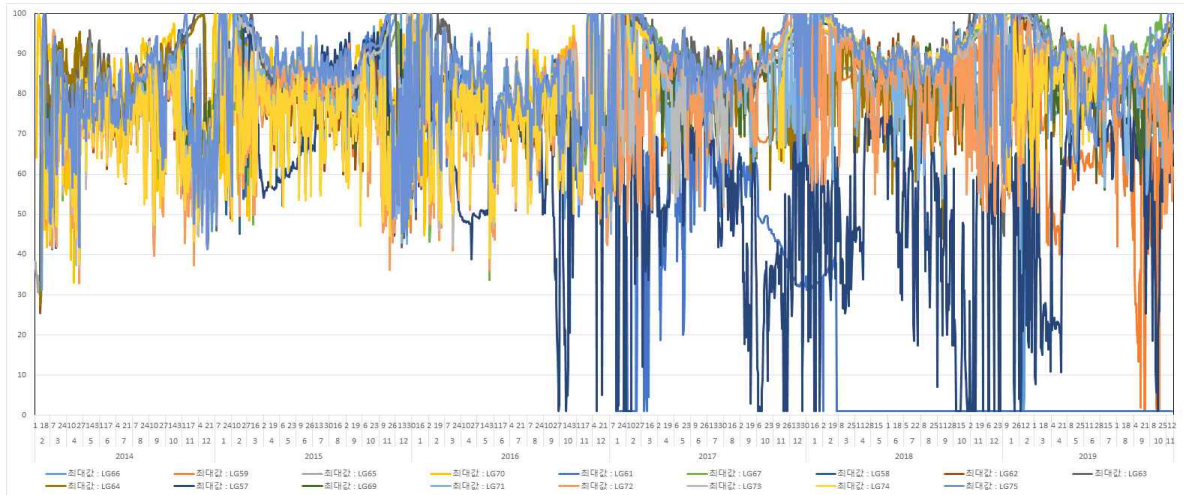
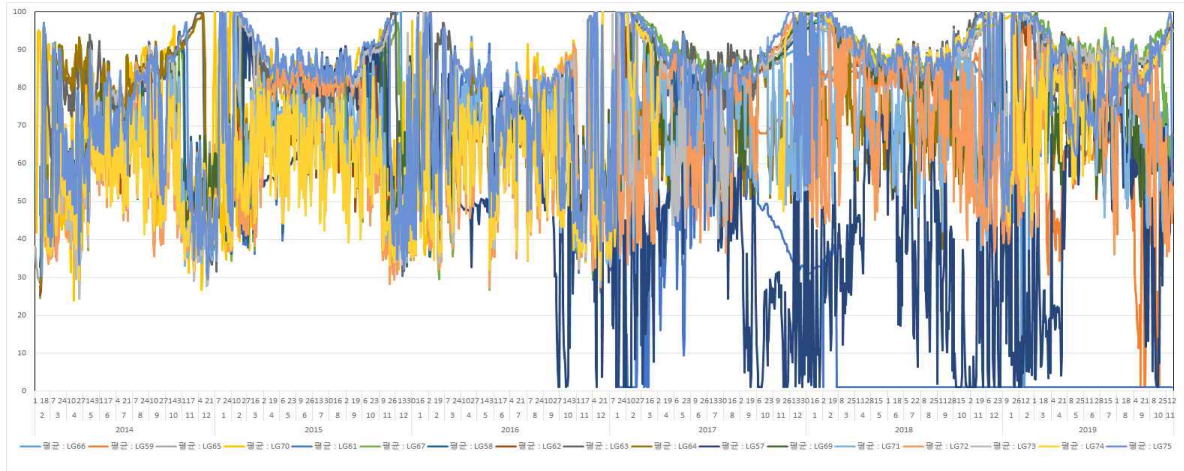


Fig. 5-14. Daily change of mean (upper), maximum (medium) and minimum (lower) relative humidity from February 2014 to October 2019.

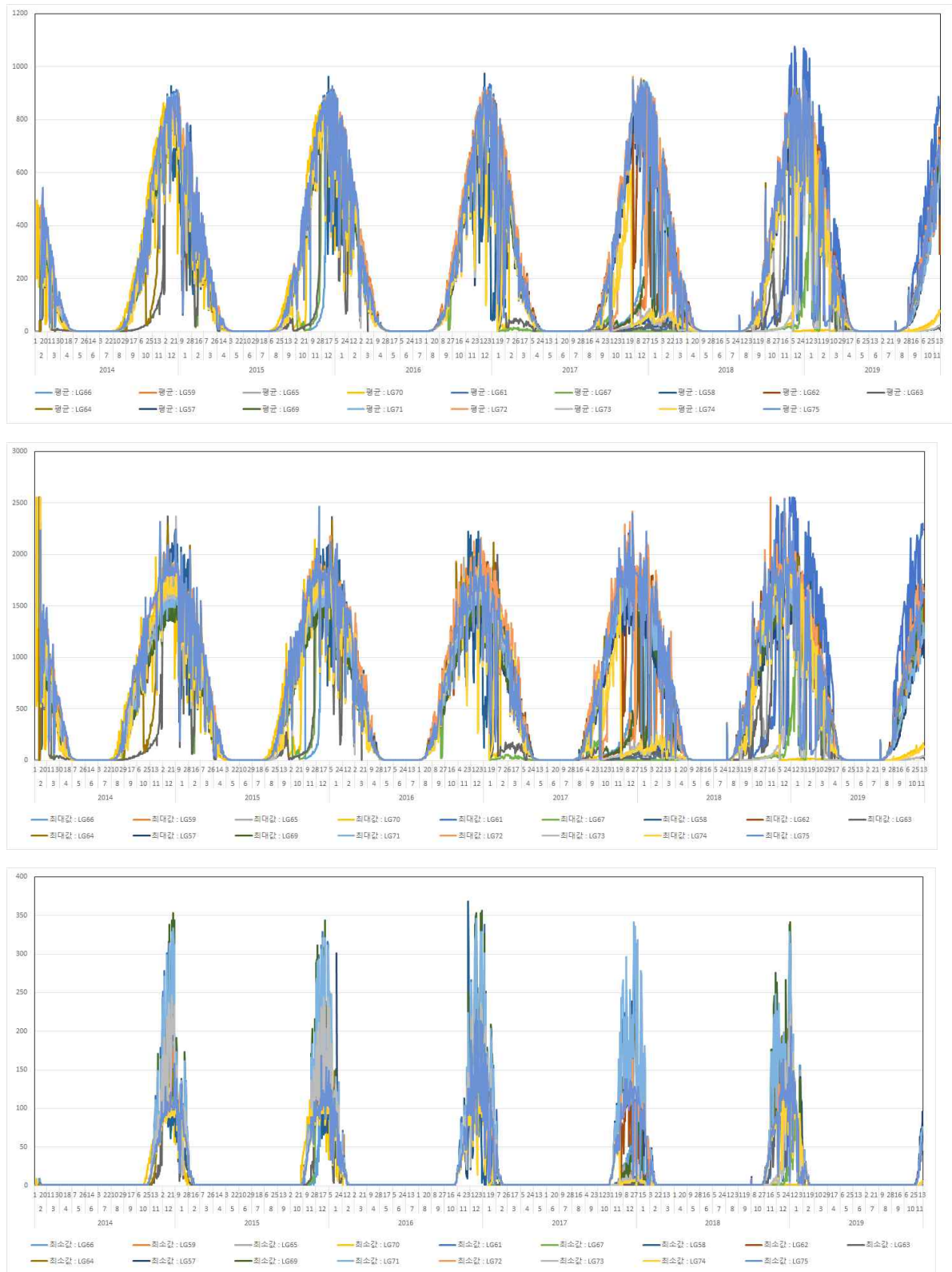


Fig. 5-15. Daily change of mean (upper), maximum (medium) and minimum (lower) photosynthetic available radiation (PAR) from February 2014 to October 2019.

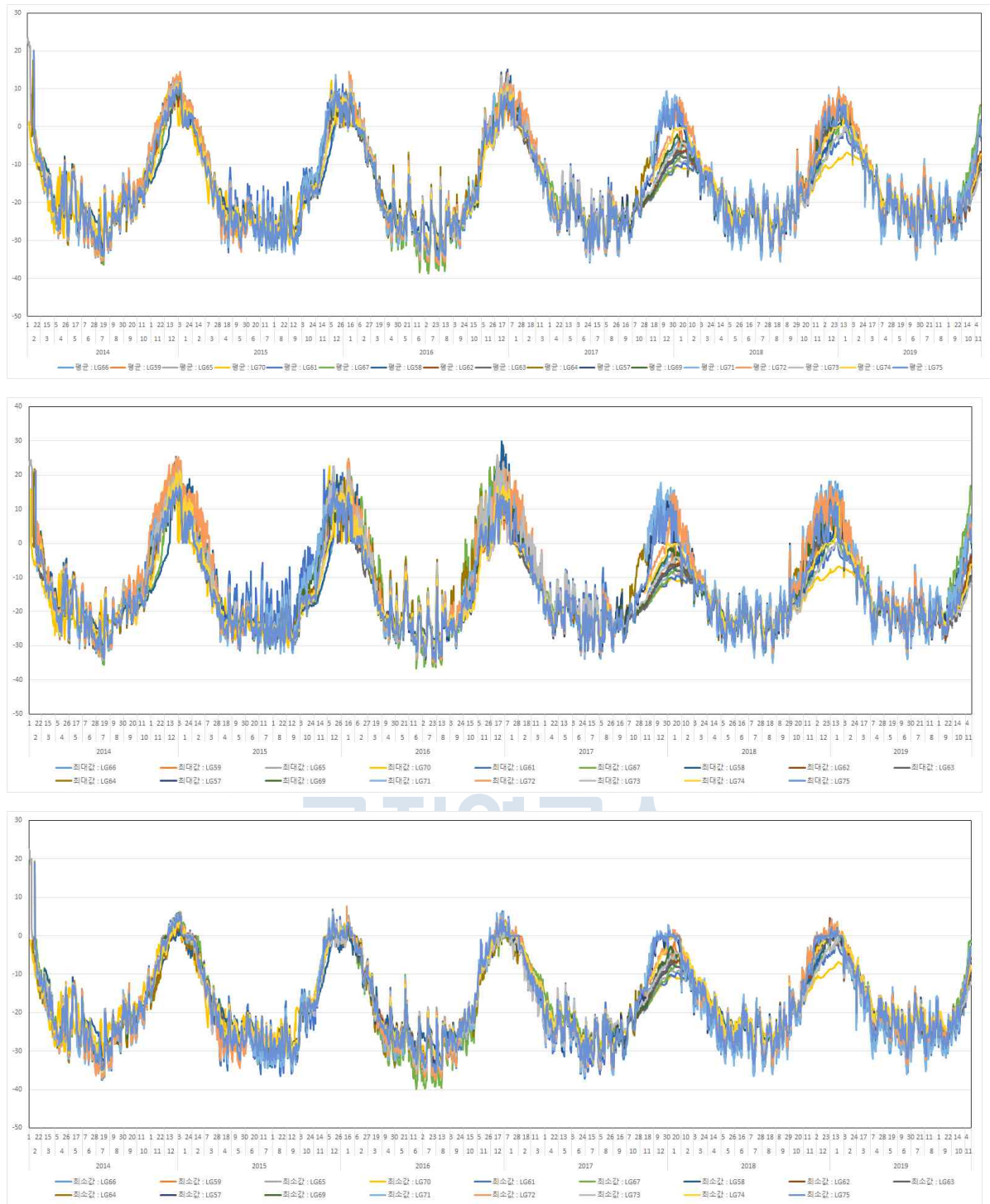


Fig. 5-16. Daily change of mean (upper), maximum (medium) and minimum (lower) soil temperature from February 2014 to October 2019.

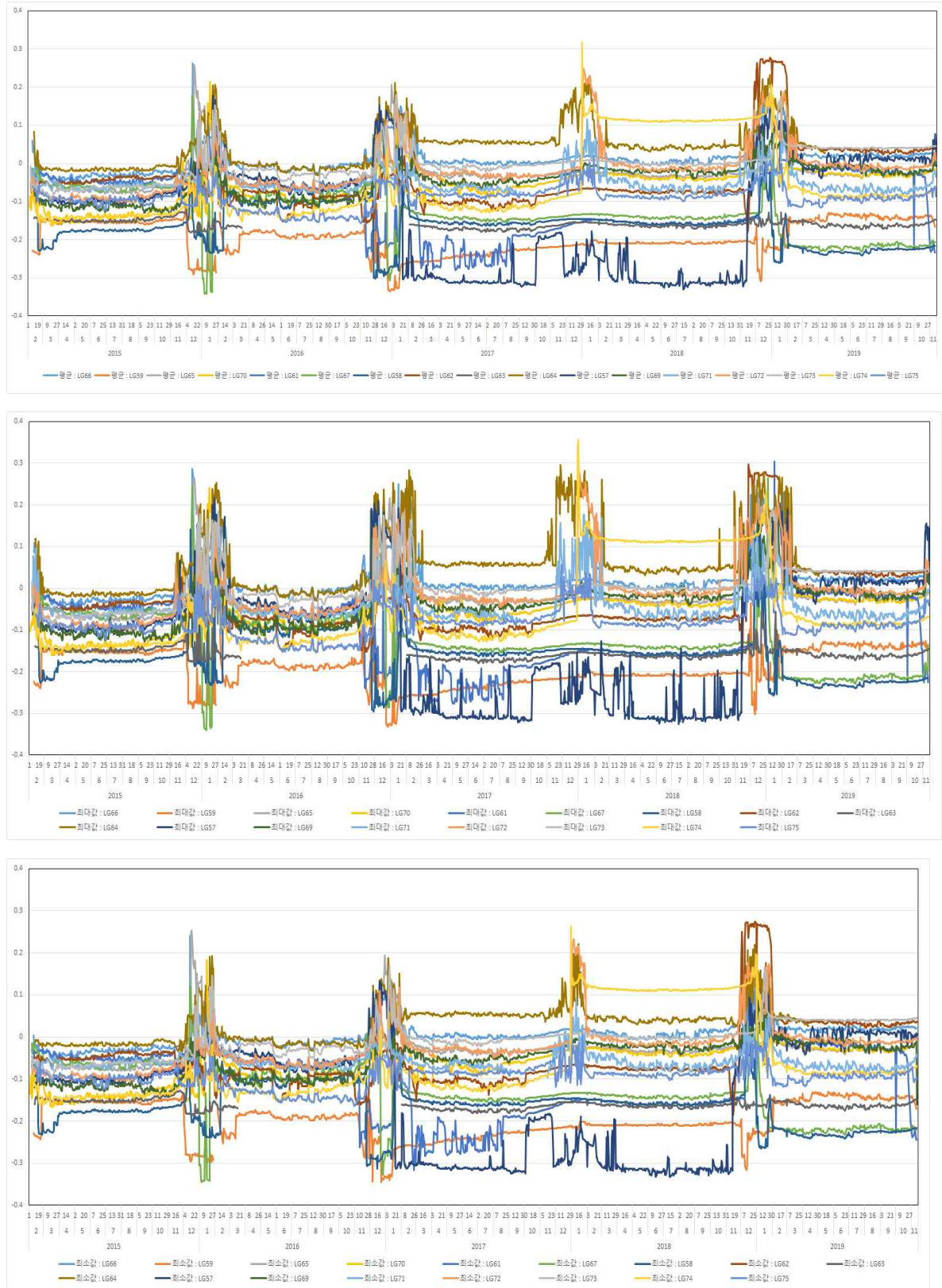


Fig. 5-17. Daily change of mean (upper), maximum (medium) and minimum (lower) soil moisture content from February 2014 to October 2019.

Table 5-3. Annual change of air temperature(°C) from February 2014 to November 2019

Year		Near the Station					Far from the Station											
		LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG64	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75
2014	Mean	-16.3	-16.2	-15.4	-16.1	-16.4	-16.8	-16.9	-16.3	-17.8	-18.2		-16.4	-15.9	-16.0	-16.3	-15.9	-16.8
	Min	-37.5	-37.1	-37.2	-37.3	-37.8	-38.5	-38.4	-37.3	-34.8	-37.0		-37.2	-36.6	-36.3	-36.5	-35.6	-37.2
	Max	19.8	21.8	25.7	16.7	11.9	10.8	11.7	21.3	21.5	21.5		21.0	15.2	17.8	14.0	21.3	21.1
2015	Mean	-16.6	-15.8	-16.6	-16.7	-15.9	-17.0	-16.4	-16.0	-17.2	-6.1	-18.2	-16.1	-15.4	-15.9	-16.3	-15.3	-16.7
	Min	-37.0	-35.8	-36.1	-35.0	-37.5	-37.3	-37.2	-36.4	-34.8	-26.9	-36.1	-36.8	-36.4	-34.5	-32.9	-35.7	-35.7
	Max	12.0	13.0	12.4	12.4	11.3	12.1	17.6	13.6	16.0	13.2	14.0	12.7	16.5	12.7	14.3	15.1	14.4
2016	Mean	-16.0	-16.0	-16.1	-16.8	-16.0	-16.1	-16.1	-15.9	-4.5	-17.2	-16.4	-16.1	-15.4	-15.5	-15.8	-15.4	-16.2
	Min	-37.0	-36.1	-37.0	-36.8	-37.2	-38.0	-38.8	-36.8	-22.5	-37.0	-36.4	-37.6	-36.6	-37.1	-36.4	-36.6	-37.8
	Max	11.7	12.5	11.0	11.4	12.0	12.6	14.1	12.3	12.9	11.5	10.9	11.4	16.6	12.1	14.1	14.3	11.4
2017	Mean	-17.9	-17.1	-17.7	-17.9	-17.8	-17.4	-18.1	-17.2	-20.2	-15.8	-15.9	-16.8	-14.8	-15.6	-16.7	-6.5	-16.0
	Min	11.1	-36.1	-36.6	-35.3	-36.2	-32.9	-38.6	-36.3	-35.1	-38.7	-37.8	-38.7	-37.2	-35.9	-35.5	-28.0	-36.8
	Max	-36.7	11.2	8.0	10.7	8.7	10.2	14.8	9.6	-2.9	8.1	9.4	8.6	13.9	9.9	11.8	12.8	9.3
2018	Mean	-17.2	-16.0	-17.2	-18.2	-17.6	-17.0	-16.8	-16.3	-16.6	-15.6	-15.6	-16.1	-14.8	-14.6	-16.7	-15.6	-15.9
	Min	-36.9	-33.6	-34.5	-29.1	-32.7	-30.3	-32.2	-38.3	-32.9	-40.0	-37.9	-36.1	-37.2	-36.6	-32.1	-31.7	-35.4
	Max	8.4	7.5	6.8	-8.2	2.0	-0.1	3.0	9.5	10.8	8.3	7.2	9.6	13.2	10.1	0.0	6.5	8.8
2019	Mean	-17.1	-16.2	-18.2	-17.5	-16.7	-16.7	-17.0	-16.6	-17.5	-9.37	-16.5	-16.5	-15.9	-15.6	-17.0	-16.6	-17.0
	Min	-37.7	-35.6	-35.0	-27.6	-36.1	-35.8	-32.9	-36.9	-31.2	-34.3	-36.4	-36.8	-37.2	-35.3	-30.7	-34.8	-34.4
	Max	11.1	9.8	9.3	-6.5	3.4	4.5	13.4	10.3	11.7	9.5	9.6	10.4	13.8	9.9	9.7	9.8	10.3
	Mean	-16.9	-16.3	-16.9	-17.2	-16.7	-16.9	-16.9	-16.4	-17.3	-15.6	-16.5	-16.3	-15.4	-15.5	-16.4	-15.0	-16.4
	Min	-37.7	-37.1	-37.2	-37.3	-37.8	-38.5	-38.8	-38.3	-35.1	-40.0	-37.9	-38.7	-37.2	-37.1	-36.5	-36.6	-37.8
	Max	19.8	21.8	24.5	16.7	12.0	12.6	17.6	21.3	21.5	21.5	14.0	21.0	16.6	17.8	14.3	21.3	21.1

Table 5-4. Annual change of relative humidity(%) from February 2014 to November 2019

Year	Near the Station							Far from the Station										
	LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG64	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75	
2014	Mean	61.1	63.3	60.5	65.7	61.1	62.8	65.9	59.3	81.3	81.0		61.3	59.9	56.6	62.5	56.5	68.6
	Min	22.9	20.1	25.1	16.6	18.3	17.6	19.9	22.3	18.2	24.2		23.0	18.4	17.1	17.2	21.2	21.5
	Max	95.5	95.3	92.8	100.0	100.0	93.4	95.9	93.2	100.0	100.0		94.7	95.3	96.0	98.2	92.2	100.0
2015	Mean	76.7	66.1	70.6	74.4	70.0	70.4	68.5	62.0	81.8	68.2	71.8	66.5	65.5	67.3	80.7	59.6	82.2
	Min	24.7	21.6	24.4	15.6	15.8	21.6	19.9	22.7	20.5	24.6	23.4	25.0	19.1	16.0	17.5	19.7	19.7
	Max	100.0	99.4	99.2	100.0	100.0	100.0	97.9	99.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.1	100.0	97.5
2016	Mean	68.8	65.4	62.3	69.2	65.8	61.4	63.0	60.9	81.6	63.4	57.7	63.0	64.0	61.4	71.8	59.8	72.1
	Min	20.1	22.2	23.9	17.7	17.7	18.3	18.2	21.5	23.2	22.4	1.0	26.2	19.2	19.2	20.4	20.9	25.2
	Max	100.0	97.8	100.0	100.0	98.8	100.0	96.4	97.7	100.0	97.1	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2017	Mean	78.1	77.0	76.2	80.9	43.7	90.1	80.7	73.2	88.4	67.2	39.4	74.0	68.8	73.3	80.8	86.1	86.4
	Min	1.0	24.0	32.9	21.0	1.0	22.6	19.6	27.4	71.3	28.7	1.0	29.7	22.9	22.6	21.1	24.2	29.8
	Max	97.2	100.0	100.0	100.0	95.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	77.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2018	Mean	82.2	80.9	87.5	91.0	6.0	92.2	91.1	79.3	89.5	67.6	36.9	83.2	75.7	73.7	91.5	91.9	88.9
	Min	1.0	6.1	37.1	83.3	1.0	83.6	81.2	31.4	26.7	32.5	1.0	30.6	23.3	25.6	81.4	37.0	35.4
	Max	89.8	95.7	99.6	98.1	39.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	90.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2019	Mean	72.3	57.6	86.4	92.2	1.0	90.9	88.1	70.5	86.6	67.4	46.9	68.6	74.6	72.7	90.1	78.1	84.4
	Min	1.0	1.0	31.6	85.3	1.0	38.8	36.8	28.7	23.8	27.5	1.0	29.3	24.2	24.3	35.0	28.8	30.8
	Max	92.2	97.9	100.0	99.6	1.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	79.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.9
	Mean	73.5	68.7	73.8	78.9	41.8	78.0	76.1	67.6	85.4	69.3	50.1	69.6	68.1	67.6	79.7	70.5	80.6
	Min	1.0	1.0	23.9	15.6	1.0	17.6	18.2	21.5	18.2	22.4	1.0	23.0	18.4	16.0	17.2	19.7	19.7
	Max	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 5-5. Annual change of photosynthetic available radiation (uE) from February 2014 to November 2019

Year	Near the Station							Far from the Station										
	LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG64	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75	
2014	Mean	200.3	213.5	189.1	221.5	208.6	196.9	196.9	205.2	110.6	180.7	190.7	203.7	221.5	206.5	194.9	226.0	
	Min	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	Max	2553.7	2098.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2311.2	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2321.2
2015	Mean	182.5	264.2	241.6	228.8	254.1	168.5	221.3	256.7	167.5	261.8	237.3	249.8	264.2	250.0	234.6	265.7	
	Min	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	Max	1796.2	2261.2	2161.2	2146.2	2186.2	2128.7	2346.2	2181.2	2181.2	2086.2	2106.2	2101.2	2316.2	2373.7	2113.7	2463.7	
2016	Mean	242.9	262.1	250.4	244.5	257.1	241.3	217.9	263.5	413.5	261.7	212.9	239.2	250.9	270.3	252.5	235.1	264.6
	Min	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	Max	1888.7	2131.2	1928.7	2018.7	1948.7	1931.2	2226.2	2141.2	2366.2	2331.2	1811.2	1846.2	2078.7	2183.7	2048.7	2018.7	2148.7
2017	Mean	152.1	120.1	109.7	65.8	97.2	27.5	77.9	197.7	10.8	275.0	242.8	123.7	261.7	258.2	105.6	126.7	264.5
	Min	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	Max	1663.7	2011.2	1743.7	1746.2	1881.2	1876.2	1928.7	2206.2	2001.2	2116.2	1756.2	1586.2	2083.7	2416.2	1731.2	1726.2	2396.2
2018	Mean	232.9	202.9	137.7	5.0	70.3	6.8	164.4	247.6	108.8	273.6	240.9	216.5	260.2	277.0	43.0	150.1	264.2
	Min	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	Max	2301.2	2553.7	2288.7	81.2	2553.7	413.7	2303.7	2521.2	2338.7	2373.7	2066.2	2236.2	2141.2	2496.2	2203.7	2308.7	2543.7
2019	Mean	172.6	194.2	171.1	7.2	223.6	132.2	190.1	204.6	88.3	383.5	165.7	171.5	156.8	203.1	93.1	113.9	163.7
	Min	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	Max	1958.7	2126.2	1971.2	166.2	2553.7	2016.2	2068.7	2191.2	2046.2	2043.7	1728.7	1918.7	1871.2	2143.7	1961.2	2008.7	2226.2
Mean	197.8	209.6	183.6	129.6	183.8	127.5	177.5	230.3	112.3	259.3	217.3	197.2	232.8	250.7	159.0	177.0	243.6	
Min	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
Max	2553.7	2553.7	2288.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2066.2	2553.7	2311.2	2553.7	2553.7	2553.7	2543.7	

Table 5-6. Annual change of soil temperature (°C) from February 2014 to November 2019

Year	Near the Station							Far from the Station										
	LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG64	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75	
2014	Mean	-15.9	-16.2	-14.8	-15.3	-15.3	-16.0	-16.4	-16.4	-9.1	-16.2	-16.2	-16.0	-15.3	-15.5	-16.3	-16.3	
	Min	-36.2	-34.6	-35.6	-34.5	-37.4	-36.7	-32.8	-36.1	-16.2	-37.0	-36.4	-37.2	-37.1	-35.5	-35.6	-34.9	
	Max	19.9	21.7	25.7	22.5	22.8	21.4	25.4	21.5	21.4	24.0	21.1	22.3	25.0	20.2	21.3	21.2	
2015	Mean	-16.7	-12.3	-16.0	-15.6	-14.1	-14.1	-15.6	-15.7	-18.5	-15.2	-20.7	-15.8	-15.3	-12.4	-15.4	-15.4	-16.0
	Min	-32.9	-28.1	-32.8	-31.9	-36.5	-33.5	-29.8	-32.8	-31.1	-33.3	-32.0	-34.3	-35.4	-34.5	-31.1	-30.1	-33.4
	Max	17.8	21.2	14.3	22.6	23.5	21.7	22.6	17.9	16.0	23.0	0.9	16.5	22.7	25.3	22.7	21.2	17.7
2016	Mean	-15.6	-17.4	-15.4	-15.9	-15.3	-16.8	-14.4	-15.6	-3.5	-15.3	-16.6	-15.7	-15.2	-15.6	-15.2	-15.6	-15.7
	Min	-35.3	-32.5	-34.1	-34.2	-37.6	-39.8	-32.5	-33.8	-18.6	-36.9	-35.6	-35.6	-36.9	-37.5	-35.4	-33.6	-35.5
	Max	20.9	11.4	12.9	19.2	22.9	23.0	29.9	15.4	13.4	19.8	19.6	16.4	21.1	25.0	25.8	16.9	14.9
2017	Mean	-17.4	-17.3	-16.4	-17.5	-17.3	-16.6	-17.3	-17.5	-19.5	-15.0	-15.7	-16.9	-13.6	-14.4	-16.4	-14.9	-15.8
	Min	-34.7	-30.9	-33.4	-32.8	-37.2	-30.9	-32.1	-33.5	-32.4	-34.3	-35.6	-34.0	-36.6	-35.1	-35.4	-31.3	-34.3
	Max	18.9	9.8	10.4	12.8	18.8	21.0	26.1	13.6	-3.4	17.8	16.3	14.1	17.8	22.0	17.8	15.8	12.9
2018	Mean	-17.1	-15.8	-17.0	-17.8	-17.2	-16.5	-16.3	-16.2	-16.5	-14.9	-15.5	-16.0	-14.6	-14.0	-16.7	-15.0	-15.5
	Min	-34.5	-29.2	-30.1	-27.3	-30.9	-29.1	-30.3	-32.4	-31.2	-35.6	-35.6	-34.5	-36.5	-33.8	-31.6	-28.6	-33.4
	Max	18.2	8.1	8.7	-8.7	0.1	0.0	0.4	15.4	11.6	13.9	14.6	10.9	16.3	15.9	-1.6	0.1	12.4
2019	Mean	-17.2	-3.7	-16.8	-17.0	-17.0	-15.6	-16.0	-17.0	-16.7	-6.9	-16.1	-16.3	-16.0	-15.3	-16.7	-15.5	-16.4
	Min	-33.0	-14.3	-31.1	-25.7	-35.8	-34.2	-28.6	-32.3	-28.7	-28.9	-34.1	-33.9	-36.1	-33.5	-28.6	-27.6	-31.9
	Max	18.2	11.1	10.4	-6.8	8.4	16.9	12.3	15.2	12.5	14.2	13.7	12.9	18.0	17.2	1.0	12.0	12.3
	Mean	-16.6	-15.6	-16.1	-16.5	-16.0	-16.1	-16.0	-16.4	-16.8	-14.8	-16.4	-16.1	-15.1	-14.7	-16.0	-15.5	-15.9
	Min	-36.2	-34.6	-35.6	-34.5	-37.6	-39.8	-32.8	-36.1	-32.4	-37.0	-35.6	-36.4	-37.2	-37.5	-35.5	-35.6	-35.5
	Max	20.9	21.7	24.5	22.6	23.5	23.0	29.9	21.5	21.4	24.0	19.6	21.1	22.7	25.3	25.8	21.3	21.2

Table 5-7. Annual change of soil moisture content (m³/m³) from February 2014 to November 2019

Year		Near the Station					Far from the Station											
		LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG64	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75
2015	Mean	-0.021	-0.167	-0.052	-0.130	-0.040	-0.050	-0.172	-0.043	-0.149	-0.005	-0.087	-0.104	-0.056	-0.079	-0.058	-0.131	-0.094
	Min	-0.055	-0.296	-0.080	-0.166	-0.087	-0.078	-0.232	-0.100	-0.185	-0.035	-0.120	-0.142	-0.079	-0.104	-0.096	-0.163	-0.124
	Max	0.286	-0.058	0.265	0.058	0.174	0.245	0.140	0.027	-0.070	0.202	0.153	0.080	0.129	0.112	0.178	-0.001	0.015
2016	Mean	0.011	-0.205	-0.026	-0.064	-0.063	-0.086	-0.128	-0.091	-0.166	0.017	-0.029	-0.075	-0.048	-0.038	-0.013	-0.113	-0.120
	Min	-0.028	-0.346	-0.076	-0.140	-0.263	-0.346	-0.314	-0.159	-0.183	0.033	-0.085	-0.119	-0.081	-0.078	-0.048	-0.155	-0.164
	Max	0.204	0.068	0.215	0.240	0.182	0.186	0.045	0.016	-0.070	0.252	0.216	0.135	0.147	0.165	0.184	0.066	0.038
2017	Mean	0.017	-0.240	-0.014	-0.049	-0.202	-0.144	-0.155	-0.088	-0.168	0.075	-0.263	-0.039	-0.048	-0.016	0.003	-0.102	-0.075
	Min	-0.008	-0.340	-0.043	-0.114	-0.316	-0.283	-0.289	-0.154	-0.180	0.005	-0.324	-0.072	-0.097	-0.048	-0.030	-0.130	-0.128
	Max	0.250	-0.164	0.206	0.216	0.032	-0.069	-0.041	0.082	-0.154	0.295	0.192	0.150	0.158	0.267	0.202	0.357	0.057
2018	Mean	0.020	-0.211	-0.020	-0.033	-0.146	-0.132	-0.148	-0.044	-0.161	0.065	-0.252	-0.013	-0.041	0.028	0.002	0.118	-0.076
	Min	-0.008	-0.316	-0.039	-0.048	-0.165	-0.148	-0.162	-0.186	-0.173	0.026	-0.333	-0.042	-0.082	-0.023	-0.008	0.109	-0.114
	Max	0.248	-0.036	0.259	-0.015	0.043	0.168	0.131	0.297	-0.055	0.281	0.184	0.176	0.176	0.281	0.017	0.261	0.038
2019	Mean	0.032	-0.150	-0.014	-0.025	-0.024	-0.210	-0.226	0.058	-0.160	0.085	0.017	-0.006	-0.056	0.010	0.046	-0.070	-0.088
	Min	0.001	-0.235	-0.040	-0.038	-0.245	-0.232	-0.266	0.021	-0.174	0.026	-0.042	-0.161	-0.086	-0.023	0.011	-0.090	-0.119
	Max	0.234	-0.109	0.141	-0.010	0.304	0.265	-0.125	0.274	-0.057	0.266	0.203	0.193	0.130	0.203	0.190	0.229	0.022
	Mean	0.012	-0.196	-0.025	-0.060	-0.098	-0.123	-0.164	-0.044	-0.160	0.043	-0.128	-0.047	-0.050	-0.019	-0.004	-0.058	-0.090
	Min	-0.055	-0.346	-0.081	-0.166	-0.316	-0.346	-0.314	-0.186	-0.185	-0.035	-0.333	-0.161	-0.097	-0.104	-0.096	-0.163	-0.164
	Max	0.286	0.068	0.265	0.240	0.304	0.265	0.141	0.297	-0.055	0.295	0.216	0.193	0.176	0.281	0.202	0.357	0.057



4. 결론

장보고기지 인근의 생물의 생육 및 분포와 생지화학적 요인과 밀접한 관련이 있는 미소환경 요인을 2014년 2월부터 2019년 11월까지 모니터링하였다. 이러한 미소환경의 지속적인 모니터링은 장보고기지 주변의 육상 생물상 변화와 생지화학적 요인의 변화에 대한 중요한 자료로 제공될 것으로 예상된다.



Monitoring of microclimate in terrestrial ecosystems around Jang Bogo Station, Antarctica

Ok-Sun Kim, Jaejin Lee, Bong Soo Choi and Ahnna Cho

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : Microclimates including air temperature, relative humidity, photosynthesis active radiation, soil temperature and soil moisture contents were monitored around Jang Bogo Station. The monitoring was carried out from February 2014 to November 2019. The air temperature recorded from -40.0°C to 24.5°C . The change of the soil temperature was connected to the change of the air temperature. The relative humidity showed big differences between the monitoring points, the time periods, and the presence of snow cover. The photosynthesis active radiation detected the typical annual cycles according to the high latitude and the soil moisture contents showed extreme aridity. Relatively lower air and soil temperature were showed in 2017 and 2018. These microclimate factors will monitor continuously and be provided for analyzing the correlation with biota distribution and biogeochemical components.

참 고 문 헌

Aislabie, J.M., Ryburn, J., Gutierrez-Zamora, M., Rhodes, P., Hunter, D., Sarmah, A.K., Barker, G.M., Farrell, R.L. 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.





Part III.

남극 세종과학기지





제 6 장

세종과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

제 1 절

환경 시설 관리

32차 월동 연구대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 세종기지에서는 기지에서 발생하는 생활하수를 처리하기 위해 미생물을 이용하는 오수처리시설을 운영하고 있다. 오수처리시설은 국내의 방류수 수질기준에 맞추어 처리되고 있으며, 지속적인 점검과 보수를 수행하였다. 그러나 세종기지에서 배출되는 방류수 수질은 기준에 못 미치고 있어 시설 확충이 요구되나, 필요 공간이 확보될 때까지 기지 체류 인원의 생활 습관 개선이 절실히 필요하다. 기지에서 발생된 폐기물은 총 4종류로 분리수거를 하며, 소각기와 캔압축기를 가동하고 있다. 온실관리는 온실 운영 계획에 따라 관리되고 있으며, 외래종 유입방지를 위한 조치의 지속적 개선과 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 있다.

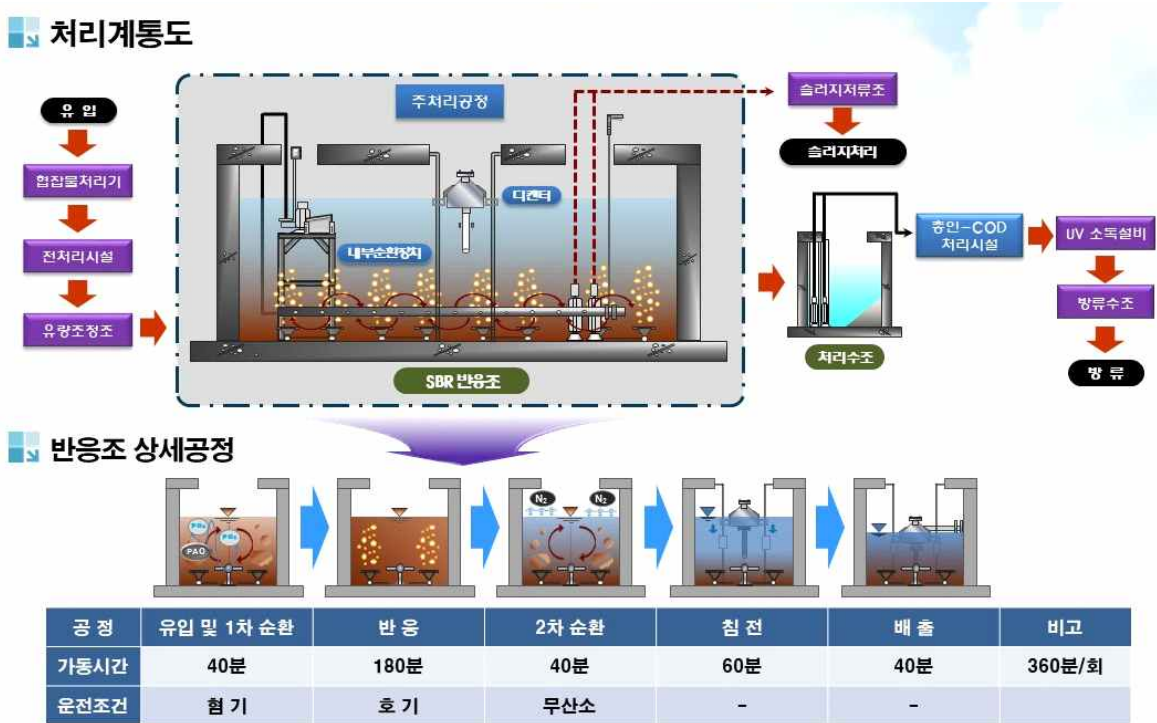


Fig. 6-1. IC/SBR sewage treatment system at King Sejong Station.

※ 오수 집수정 작동 방법

- ① 오수가 유입되어 고수위레벨 스위치 On 시, 1번 이송펌프가 작동하여 저수위 레벨까지 오수 이송
- ② 고수위레벨 스위치 혹은 1번 이송펌프에 문제가 발생하여 비상수위레벨 스위치 On 시, 2번 이송펌프가 작동하여 저수위까지 오수 이송

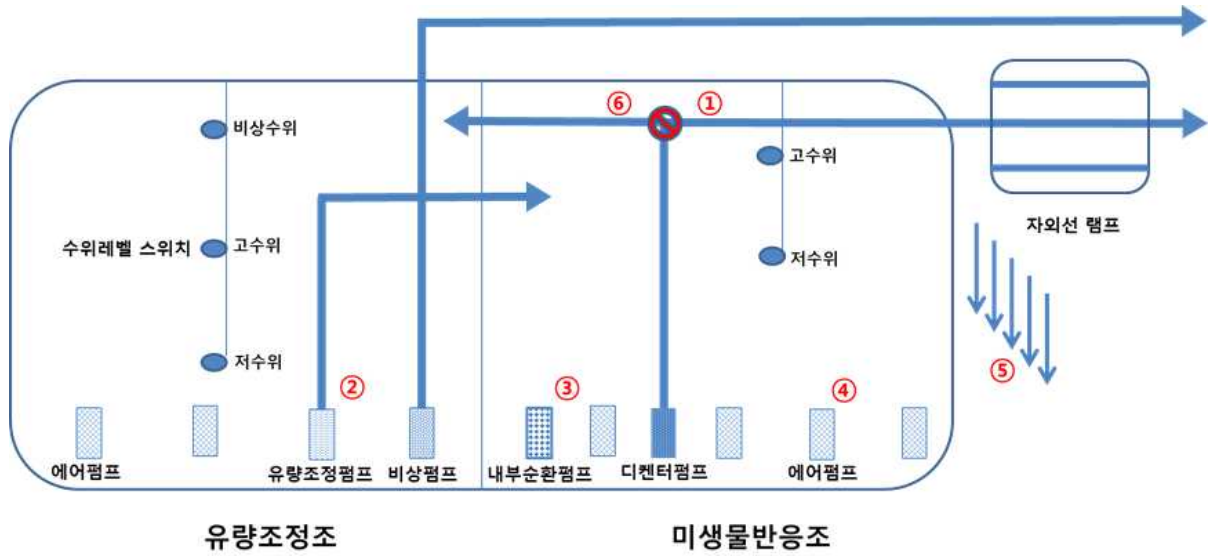


Fig. 6-2. Sewage treatment facility operation flow chart.

※ 오수 집수정 작동 방법

- ① 미생물반응조 3-Way 밸브와 디센터펌프가 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 유량 간헐; 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 디센터펌프가 작동(1분)하면서 미생물반응조에서 유량조정조로 처리 중인 오수 이동
- ① 미생물반응조 3-Way 밸브와 디센터펌프가 작동하여 처리한 오수 배출

나. 시설 관리

기지에 설치된 오수처리시설은 기지에서 발생하는 일반 생활하수를 오수처리설비에 유입시켜 물리적, 화학적, 생물학적 처리과정을 거친 후 처리된 물을 방류하여 수질오염을 사전에 방지하고 있다. 기지에서는 연구동, 숙소동, 생활관동에서 발생하는 오수가 오수집수정에 모여 침전이 이루어지며, 집수정에서 오수처리설비로 이송되어 처리되고 있다(Fig. 6-3).

그러나 세종기지의 방류수 수질은 오수처리시설 설치 시 제안된 수질 기준을 만족하지 못하고 있어 해당 장비의 처리 공정 개선을 위해 장비 납품 업체의 전문가를 2016/17 하계기간 동안 파견하여 현황을 파악하였으며, 2017/18 하계 기간 동안 전반적인 시설 개선 작업이 이루어 졌다((주) 에이치애펙 시행). 시설 개선 작업은 오수처리 시설의 노후 기자재 및 추가 부속기자재를 설치하는 작업과 배관 및 전기 공사를 수행한 바 있으나 32차 월동기간에도 대부분의 수질 항목에서 기준치를 초과하고 있는 실정이다. 기지 하수의 경우 오수처리시설 반응조의 미생물이 정상적으로 번식, 유지되기 어려운 조건으로 연구실, 식당, 세탁으로 인한 처리 용량을 초과하는 BOD, COD, 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 반응조 증설로 오수의 체류시간을 증가시키는 방안이 제안되었다.



Fig. 6-3. Sewage inlet tanks installed in generator room (left) and next to accommodation building (right).

2. 폐기물 처리시설

가. 시설 특성

기지에서 발생하는 폐기물 처리를 위해 소각기와 캔압축기를 운영하고 있으며, 폐기물은 전량 반출된다. 발생되는 폐기물은 CAN, ASH, PVC, GLASS 이렇게 4가지로 분리수거가 이루어지고 있으며, 종이, 목재, 음식물 등 유기물에 대한 소각이 제한적으로 이루어지고 있

다. 또한 발생하는 PVC류와 고철류는 부피를 줄이기 위해 캔압축기를 2대 운영하고 있다 (Fig. 6-4, Table 6-1).



Fig. 6-4. Can presser and incinerator operating at King Sejong Station.

Table 6-1. Status of waste treatment equipment

장비명	도입년도	제조사	장비 재원	용도	상태	비고
소각기	2011년	하나로이앤지	BHF-30 (횡형축로식)	폐기물 소각	양호	
캔 압축기	?		NDJ (9TON)	캔, PVC 압축	중급	
캔 압축기	2012년	대원테크	DW MCP-1 최대압축력 9TON	캔, PVC 압축	양호	

나. 소각기 관리

소각기의 내화벽돌 보호를 위한 보수 작업은 매 차대마다 이루지고 있다. 황토와 케스타블을 2:8 비율로 혼합하여 1차, 2차 보강을 하고 그 위를 황토로 한 번 더 보강을 하여 황토와 케스타블이 쉽게 분리되지 않는 방식을 적용하여 좀 더 효율적인 보수를 진행 하였다(Fig. 6-5).



Fig. 6-5. Repairing incinerator

3. 온실 관리

월동연구대는 인수인계 후 전체적인 설비를 점검하여 보수 하였으며, 월 1회 양액 A, B를 각각 200-300 g 주입하고 월 1회 물갈이 및 온실 물탱크 청소를 시행하였다 (Fig. 6-6). 새싹 재배 재배시에는 비치된 소독제를 사용하였다.

온실 운영 시 주의 사항은 멸균된 종자를 사용하고 온실 관리 인원은 온실에 들어가기 전 손을 씻고, 신발과 피복에 이물질 특히 유기물이나 동식물의 전체나 일부가 붙어있지 않은지 확인하였다. 또한 매월 수확량을 기록하였으며 수확이 종료된 식물과 인공 상토는 소각처리 후 배출하고 있다(Table 6-2).



Fig. 6-6. Management of hydroponic facility.

극지연구소

Table 6-2. Monthly amount of harvested vegetables from greenhouse at King Sejong Station.

구분	2018.1 2	2019.0 1	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	총량(g)
청치마 상추		350	1130	1760	2390	1050	1650	2510	2100	1750	1410	1560	17,660
적치마 상추						860	830						1,690
봄동 배추				1830	3300	2020	380		1820	470	1760	1570	13,150
잎쌈 배추	740	390	980	780	2590	2380	3155	1030	1370	1160			14,575
청경채	160	650	400	1563	830	900	1490	970	1650	710	1130	2010	12,463
겨자잎	530	310	150				1474	1970	1830	920	830		8,014
갓	840	1780									1360	1480	5,460
레드 치커리										530			530
썩갓	360	200	430	550	265	420	180	90	100		330	890	3,815
청량 고추							70	330	320	640	300	430	2,090
청경채 새싹	780		450										1,230
브로콜리 새싹	840	980	450										2,270
유채 새싹	920	450											1,370
무순			1520										1,520

4. 결론 및 제언

세종과학기지 오수처리설비는 2008년 도입 시에는 방류수 처리 기준에 부합하였으나 이후 방류수 수질 측정값이 처리기준을 상당히 상회하고 있어 시급한 조치가 요구되어 왔다. 각 차대에서는 수질을 개선하고자 다각적인 접근 방법을 검토하여 중균체의 투입이나 펌프설비 교체, 오수집수정 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 수질개선에 전력을 다하고 있다. 그러나 세종기지 오수시설의 처리용량과 기지 하수의 특성상 뚜렷한 개선 효과는 얻을 수 없었다. 시험 운영결과 제안 사항으로 유입량 대비 시설의 확충을 통한 처리시간 증대가 제안되었으나, 오수처리시설이 위치한 세종기지 발전동의 협소한 공간으로 근본적인 해결은 당분간 어려울 것으로 판단된다. 그러나 세종기지 방류수의 수질 개선을 위한 체류인원의 물질약, 세제사용량 줄이기, 연구실에서 알코올 등의 하수 방류 금지, 주방 세제 사용 줄이기 등의 방안을 실천한다면 시설 개선 이전에 어느 정도 수질 향상에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

장보고기지과 달리 폐기물 처리를 위해 소각기를 운영하고 있는 세종기지는 운영자는 물론 월동연구대를 비롯한 하계연구원들의 폐기물 발생 저감 노력이 요구된다. 소각기 가동으로 인한 다이옥신과 같은 유해 오염물질의 발생을 줄이기 위하여 소각 가능한 폐기물만 선별하여 처리할 필요가 있으며, 음식물 소각시 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. 또한 하계기간 동안에 소각기 가동 시간이 늘어나고 있으므로 하계 연구 활동을 위해 기지에 보급하는 물품의 포장 시 폐기물 발생을 최소화하도록 특별한 주의가 필요하다.

온실 관리를 위하여 세종기지의 온실 설비에 맞는 사전 교육이 이루어져야하며, 온실 운영지침을 온실 입구에 비치하여 출입 인원의 제한과 외래종 유입 방지를 위한 사전조치를 하여야 한다. 특히 세종기지 온실은 기지 외부에 위치하여 있으므로 남극 토양이 묻은 작업화로 들어가는 것은 금지하고, 온실의 전실에서 깨끗한 실내화로 갈아신어야하며, 온실의 식물체 조각이 신발이나 옷에 붙어 남극 생태계 내로 유입되는 것을 예방하여야 한다.

Environmental equipment and facility management

32nd over-wintering team, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : To treat of domestic sewage caused by King Sejong Station, sewage treatment facility using microbes has been operating. Sewage treatment facility has been treated with domestic wastewater quality standard, continuous check and maintenance were carried out. However the discharged water quality over the standard concentration of most parameters. The improvement of sewage treatment shall be required as soon as possible. The generated wastes at the station were separate into four types, incinerator and compressor are operating. The hydroponic facility has been managed by operating plan, facility structure, sowing and seedling method were changed for the effective operation. The precautionary measure to prevent non-native species introduction is required improvement and implementation continuously.

제 2 절

에너지 생산 및 유류 관리

32차 월동 연구대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 32차 월동 시 12개월간 유류 사용량은 385,319ℓ로 지난해 같은 기간 사용한 374,250ℓ에 비해 다소 증가하였으나 2017년 사용량(411,200ℓ) 보다는 적게 사용하였다. 2019년 8월~10월 중 담수화기를 사용하여 유류 사용량이 다소 증가한 것으로 보인다. 전자제어와 열병합 발전설비를 갖춘 발전기 3대(270KW)가 신규 설치되어 있으며, 비상용 발전기 1대, 공사용 예비발전기 1대를 운영하고 있다. 32차 월동기간의 급수지원은 현대호의 보유 수량으로 81%를 공급하였고 현대호가 동결된 8월부터 10월 15일까지 담수화기를 가동하여 19%의 청수를 공급하였다. 유류유출 예방을 위해 유류저장 및 관련 시설 안전점검 항목에 따라 주기적 점검이 실시되고 있으나, 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 칠레에서 보급되고 있다. 385,319 ℓ로 지난해 같은 기간 사용한 374,250 ℓ에 비해 다소 증가하였으나 2017년 사용량(411,200 ℓ) 보다는 적게 사용하였다(Table 6-3). 지난해에 비해 겨울동안 기온이 하강하여 담수화기 가동으로 인해 사용량이 증가한 것으로 보인다.

Table 6-3. Monthly fuel and lubricant consumption during 2019

구 분 월 별	ADO (ℓ)			lubricant (ℓ)		
	사용량	재고량	비고	사용량	재고량	비고
1월	32,700	762,700		100	1,600	
2월	33,600	729,100		100	1,500	
3월	31,300	697,800		160	1,340	
4월	30,600	667,200		20	1,320	
5월	33,390	633,810		40	1,280	
6월	34,600	599,210		140	1,140	
7월	31,000	568,210		20	1,120	
8월	32,000	536,210		180	940	
9월	33,400	502,810		20	920	
10월	32,910	469,900		180	740	
11월	29,800	440,100	폐유 1,400 ℓ 발생 (TK 청소)	80	660	
12월	30,019	761,340	351,259 보급	180	480	
총 사용량	385,319			1,220		

2019년 12개월 동안 월간 평균 유류 소모는 약 32,110 ℓ 이었다. 2018년 12월~2019년 11월간 발전기 유허유 소모는 지난해와 같은 양인 약 1,220 ℓ 이며 월 평균 약 101 ℓ 를 사용하였다. 경유 소모량은 대부분 발전기가 차지하고 있으며, 담수화기와 냉동기 등의 사용여부, 열선 부하변동과 각종 난방기구들의 사용 증감에 따라 유류(경유) 소모량의 차이가 있다.

32차 월동을 위한 연료 보급량은 지난해(270,000 ℓ)보다 다소 많은 350,000 ℓ 가 2018년 12월 17일에 보급되었으며, 33차 인수인계 기간인 12월에 351,259 ℓ 가 보급되었다. 경유 재고량이 1년 정도 여유분이 있어 기지 운영에는 문제가 없었다.

※ 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 오일 펜스: 해상으로 유출되었을 경우 1차적으로 유류를 차단하여줌.
- ⑤ 유처리제 및 유흡착제 : 유출 유류 방제용 2차 작업용

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. 신규 탱크 6기의 저유 용량은 각각 150,737 ℓ (100% 기준)으로 총 904,422 ℓ 로 기존의 용량 (990,750 ℓ)에 비해 약간 줄어들었다(Table 6-4, Fig. 6-7).

Table 6-4. Fuel storage tank capacity and details

구 분	용 량(100%)	위 치	비 고
NO.1 저장탱크	150,737	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	904,422		

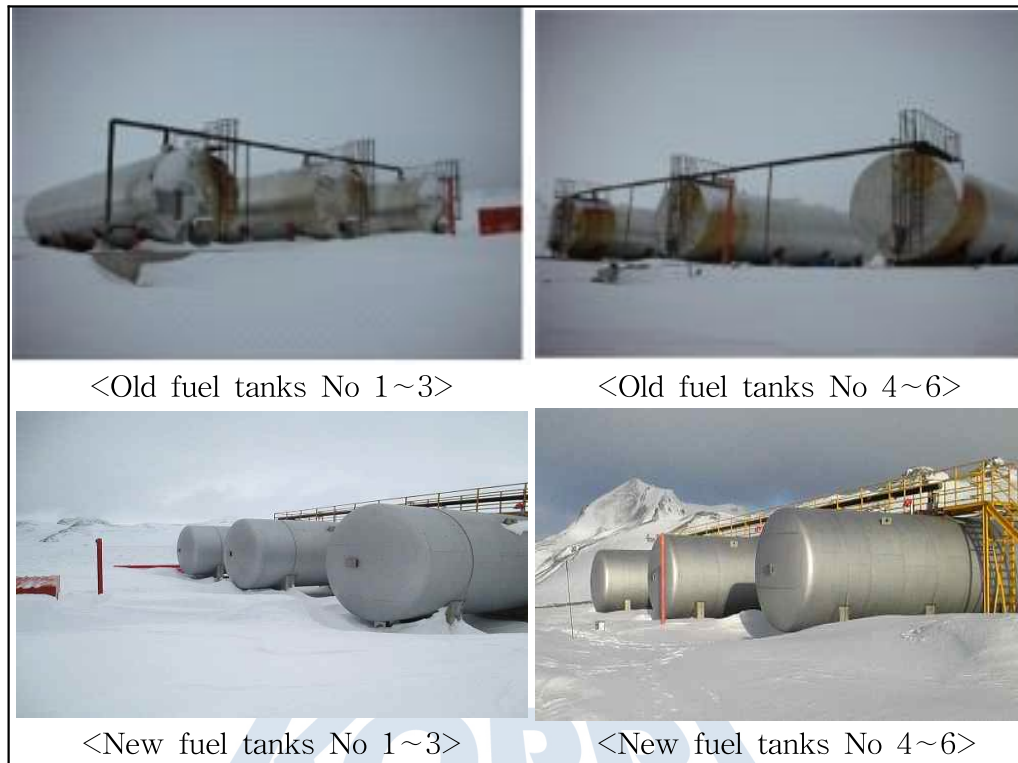


Fig. 6-7. New fuel tanks installed in 2016/17 season.

2) 저장탱크 관리

가) 안전점검

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

저유 탱크 No. 1, 3, 4, 6 유류탱크(내부 재질 : SS400) 내부 전체적으로 녹이 발생하

여 제거하였으나, 재질 특성상 지속적으로 녹이 발생할 가능성이 있다(Fig. 6-8). 연료에 녹가루가 섞여 발전기나 중장비의 엔진에 문제를 야기할 수 있으므로 이에 대한 대책 마련이 필요하다. 연료의 문제는 남극기지에서 기지 안전은 물론 연소 시 환경문제를 야기시킬 수 있으므로 빠른 시일 내에 적절한 조치가 요구된다.



Fig. 6-8. Stain on the surface of inside of fuel tank.

나) 경유 저장탱크 응결수 드레인 및 보온

- 옥외 유류탱크는 바람과 기온에 따라 짧게는 10일 길게는 20일 간격으로 응결수 드레인 및 점검 관리하고 발전실 내 서비스 탱크는 특별한 일이 없는 한 적어도 매일 오전과 오후 간격으로 드레인 및 점검하고 있으며, 주기적인 드레인 작업과 수분 함유 여부 점검으로 기름 상태 철저히 파악하여야 함
- 매일 오전과 오후로 서비스 탱크의 드레인을 시키고 있음에도 엔진에 이물질이 들어가 엔진이 정지하는 사례가 있으므로 추후 서비스 탱크를 교체하기 위하여 재제작 할 때 에는 현재 2,000ℓ의 서비스탱크 바닥면을 현재와 같이 평면으로 하지 않고 약간의 구배 (기울기)를 주어 수분과 이물질 드레인을 용이하게 한다면 상당량의 기름을 절약 할 수 있고, 효율적인 드레인으로 엔진의 정상가동에도 큰 도움이 될 것임
- No. 4, 5, 6 번 유류탱크에서 발전동 까지 연결되는 유류이송용 이중 단열관 내에는 열선이 설치되어 있는 상태로 현 작동 상태 양호함

2. 유류 유출 예방 및 관리

기지에 설치된 유류 탱크는 기본적으로 이중벽구조로 되어있어 유류 유출 문제를 최소화 하였고 주변에 방지턱을 설치하여 혹시라도 있을 수 있는 유류 유출 사고에 대비하

고 있다. 이중벽구조의 견고한 스테인레스 재질의 유류 탱크라 할지라도 유류 방지턱이 제 기능을 할 수 있도록 주기적인 제설 작업이 필요하다.

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. 유류유출 시 방제를 위한 물품은 부두인근에 위치한 2개의 컨테이너에 보관하였으며, 오일펜스, 유처리제, 흡착포로 구성되어있다(Fig. 6-9). 여분의 흡착포는 발전실 상부에 보관중이다.



Fig. 6-9. Oil spill control products at King Sejong Station.

또한 중장비 및 차량 등에 연료를 공급하는 주유기(기계동 동편) 하부에 흡착포 거치대를 설치하여 경유에 의한 토양오염을 예방할 수 있다. 또한 주방에서 발생하는 폐식용유 누출에 의한 토양오염 방지를 위해 흡착포 거치대를 설치하였다(Fig. 6-10).



Fig. 6-10. Oil spill prevention measure for an oiler and for waste cooking oil tank.

3. 에너지 생산 및 소비

가. 전기에너지 생산 및 소비

2008년에 도입된 총 3대의 기계식 발전기(각 용량 275 kW)의 노후로 유지 관리비 증가 및 효율 저하로 2017년 12월 13일부터 2018년 1월 22일까지 총 3대의 270 kW급 전자제어 발전기 세트가 설치되었다. 비상용 발전기와 부두에 설치된 하역 작업용 예비 발전기(275 kW급)은 그대로 유지되고 있다. 새로 도입된 발전기역시 폐열 열교환기가 있어 열병합 발전을 하고 있다 (Table 6-6).

Table 6-5. Installed diesel generator set King Sejong Station

장 비 명	설치장소	제 원	설치년도	비 고
1호 발전기	발 전 동	3상 4선식, 270Kw	2018	
2호 발전기	발 전 동	3상 4선식, 270Kw	2018	
3호 발전기	발 전 동	3상 4선식, 270Kw	2018	
비상 발전기	기 계 동	3상 4선식, 275Kw	1991	비상용
예비 발전기	부 두	3상 4선식, 275Kw	1991	부두하역 작업용 (예비용)
폐열 열교환기	1호 발전기		2018	
"	2호 발전기		2018	
"	3호 발전기		2018	

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 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. 32차 월동기간의 급수지원은 현대호의 보유 수량으로 81%를 공급하였고 현대호가 동결된 8월부터 10월 15일까지 담수화기를 가동하여 19%의 청수를 공급하였다(Fig. 6-11).



Fig. 6-11. Comparison of freshwater supply source between 31st (left) and 32nd (right) over-wintering period. red bar: desalination facility, blue bar: artificial lake.

4. 결론 및 제언

세종기지의 담수 공급원인 현대호의 정비와 정기적인 점검을 통해 하계기간 동안 충분한 담수를 확보하여 담수화기의 가동률을 최소화할 수 있었다. 연구장비의 추가설치와 하계연구동 신축으로 인하여 소요 전력량의 요구가 어느 정도 증가되었으나 지난해에 비해 에너지 소모량은 다소 줄어들었다. 그러나 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.

32차 월동기간동안 기지 내 차량운행을 위한 주유 시 소량의 유류유출이 발생하지 않도록 주유기 주변에 흡착포 거치대를 설치하였으며, 이는 지난 30차와 31차 월동연구대에 환경모니터링팀이 지적한 사항을 개선한 것으로 주유 시 소량 유류유출을 방지할 수 있을 것으로 본다. 유출 시에 즉각 대응할 수 있도록 지속적으로 방제물품의 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. 전력 부하량이 발전기의 적정 용량을 초과할 경우 병렬발전이 불가피하므로 병렬발전을 최소화할 수 있는 방안의 마련이 필요하다.

Energy generation and Fuel management

32nd over-wintering team, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : During 32nd over-wintering period, 385,319 ℓ were consumed for station operation for 12 months and annual usage increased compared to 374,250 ℓ of the previous year. The increase in fuel consumption was due to operation of the desalination facility from August to October in 2019. Three new electrically controlled cogeneration generators (270 kW) were installed at King Sejong Station, together with a emergency and a backup generators. Fresh water is supplied 81% through artificial lake (hyundaiho) and 19% through the desalination facility during 32nd over-wintering period. 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.

제 3 절

폐기물 관리

32차 월동 연구대, 김 지 희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 세종기지의 월동기간에 발생한 폐기물은 성상별로 구분하여 우드박스에 보관하고 컨테이너에 선적되어 남극 외부로 반출되어 처리된다. 32차 월동기간에 발생하거나 지난 공사 기간 중 발생한 매립 폐기물(소각재)을 포함한 일반폐기물과 재활용 가능한 폐기물은 15,522kg으로 지난해와 비슷한 양의 폐기물이 반출되었다. 이중 고철(46%)과 PVC(35%)가 높은 비중을 차지하였다. 지정폐기물의 대부분은 저유탱크 청소로 발생한 폐유의 잔량으로 1,400 l 가 발생하였고 배터리류가 960kg 발생하였다. 2018년 31차 월동 기간에 비해 소각으로 발생한 재의 양이 약 1/2로 줄었으나 지속적인 소각용 폐기물 발생 절감을 위한 대책이 요구된다.

1. 폐기물 발생량

하계기간에 발생하는 폐기물을 처리하기 위하여, 매일 폐기물 정리가 이루어졌으며 평균적으로 주 4~5회 소각기가 운영되었다. 동계기간에는 주 1~2회 소각기를 가동하여 발생하는 유기물을 소각하고 폐기물정리가 이루어졌다 (Fig. 6-12, Table 6-6).

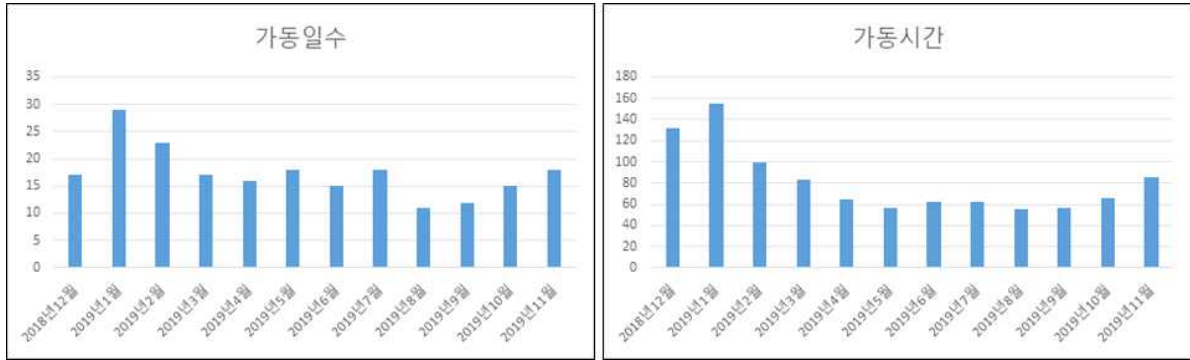


Fig. 6-12. Monthly operating days and hours of incinerator.

Table. 6-6. Monthly operating days and hours of incinerator.

구분	2018 12	2019 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
가동 일수	17	29	23	17	16	18	15	18	11	12	15	18
가동 시간	132	155	100	84	65	57	62	62	56	57	65.5	85

발생되는 폐기물 중 PVC 및 고철류는 캔 압축기를 사용하여 부피를 줄였고 각 폐기물 별 무게를 측정하여 발생량을 기록하였다. 일반폐기물 중 재활용 폐기물은 고철이 7,088kg으로 가장 많이 발생하였고 PVC 플라스틱류는 5,474kg 발생하였다(Table 6-7).

지정폐기물은 지난해 유류 탱크 청소 시에 발생한 폐유 잔량과 발전기 교체로 발생한 양으로 약 1,400ℓ가 발생하였다.

32차 월동기간 동안 폐기물 발생량은 31차 기간동안에 발생한 폐기물의 양이 종류에 따라 다른 양상을 보였다. 소각 후 발생한 재의 양은 지난 월동기간에 비해 1/2로 감소하였으나 폐기물 발생 감소 노력은 지속적으로 필요하다(Table 6-7). 재활용 가능 폐기물의 양이 대체로 증가한 것으로 보이며, 이는 공사 후 제한적인 운송편으로 인하여 공사폐기물을 분리수거하여 지속적으로 반출하고 있기 때문으로 판단되며, 다음 차대에도 일부 공사폐기물과 풍력발전기 철거 폐기물 등이 반출될 예정이다.

Table 6-7. Comparison of amount of waste generation between 29th to 32nd over-wintering periods

시 기	지정 폐기물			일반 폐기물				
				반출후 매립	재활용 가능 폐기물			
	배터리	LPG 공병	폐유		소각재	고철	PVC	의류
29차 (2016)	2,120	-	-	648	3,757	238	-	1,684
30차 (2017)	1,200	540	19,200	1,050	4,160	1,660	980	660
31차 (2018)	915	1,260	8,000	2,450	6,490	4,925	250	1,950
32차 (2019)	960	-	1,400	1,160	7,088	5,474	-	1,800

2. 폐기물 반출 준비 및 선적

월동기간에 발생한 재활용 폐기물은 성상별로 구분하고 부피를 최소화하여 포장하여 반출을 위해 20ft 컨테이너에 적재하였다(Fig. 6-13). 폐기물 컨테이너는 33차 월동 연구대 운영을 위한 보급시 화물선을 이용해 반출되었다.



Fig. 6-13. Preparation of wastes to transport from Antarctic region.

3. 결론 및 제언

32차 월동기간에 폐기물 관리는 지침을 기준으로 비교적 잘 이루어졌다. 또한 기지 운영으로 인한 폐기물 발생량을 줄이기 위해 하계 연구를 위한 소모품은 불필요한 포장재를 가능한 제거하고 재사용 가능한 카톤박스나 플라스틱 박스에 포장하는 노력이 요구된다. 세종기지의 경우 유통기한이 지난 식자재나 음식물 쓰레기를 소각하여 처리하므로 음식폐기물 발생량과 발생 양상에 대한 분석이 불가능하다. 월동 연구대에서 소각하기 위해 물기를 제거한 음식폐기물의 발생량을 주기적으로 기록하고, 발생 양상을 분석하여 폐기물 발생을 줄일 수 있는 방안을 간구하여야 할 것이다. 음식폐기물의 발생이 식자 준비량 또는 보급품의 신선도나 보급량의 문제인지 파악할 필요가 있을 것으로 보인다. 또한 31차 월동기간에 비해 소각으로 발생한 재의 양은 절반가까이 줄어들었으나 소각으로 인한 대기오염물질 발생량 증가는 남극 환경과 주변 생태계에 악영향을 미칠 수 있으며, 단기간 많은 양의 다이옥신 등이 배출될 경우 기지 월동인원의 건강에도 어느 정도 영향을 미칠 수 있으므로 남극기지에서의 소각량을 줄이고 반출 가능한 폐기물은 반입하여 처리하는 것이 바람직하다.



Waste management

32nd over-wintering team, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : All waste was classified with their type, packed in wood box and then stored in 20ft container before loading at King Sejong Station. Wastes including to be landfill waste (incineration ash) generated during the 32nd over-winter period were 15,522kg으로, and scrap metal (46%) and PVC (35%) accounted for the highest percentage. Most of the hazardous wastes were waste-oil generated from the cleaning of the storage tank, resulting in 1,400 ℓ and batteries of 960 kg. The amount of ash generated by incineration is less than half amount that of the 32nd over-wintering period in 2019, nevertheless measures are continuously required to reduce incineration waste.



제 7 장

세종과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

제 1 절

족적(Footprint)

32차 월동 연구대, 김지희, 정호성

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 2018/19 하계기간 동안 세종기지에 들어온 인원은 149명이며, 32차 월동대 16명을 포함하여 하계 연구자는 78명, 하계 지원인력 12명, 선박보관동 건설 인원 12명, 연구협력 및 시찰을 목적으로 방문한 23명 및 기타 인원 8명으로 구성된다. 남극특별보호구역 171번 방문신청 건수는 10건이며 누적 방문인원은 213명이었다. 이중 보호구역 내에서 연구활동을 수행한 누적 인원은 183명이며, 사찰 및 점검 등을 위한 누적 인원은 30명이었다. 세종기지를 기반으로 활동한 인원의 방문지역은 주로 바톤반도 지역에 국한되나, 국제공동연구팀과 함께 필데스반도지역과 맥스웰만에서도 활동하였다.

1. 기지 주변 공간적 변경사항

2018/19 하계시즌 동안(2018.12.03.-2019.03.12.) 보급된 소형연구선 2척의 보관을 위한 소형선박 보관동 공사가 진행되었으며, 이로 인한 기지 주변 공간의 변경이 발생하였다(Fig. 7-1, 7-2). 공사가 진행된 지역은 기지부지내로 이미 평탄화 작업이 이루어진 지역이며, 건물 기초 PC블럭 설치를 위한 굴착작업이 진행되어 지반에 대한 영향이 발생하였다. 해당지역은 인간의 활동이 빈번히 발생하여 식생의 발달이 없는 지역이다.



Fig. 7-1. Foundation works for new research boats storage house in 2018/19 season.



Fig. 7-2. New research boats storage house construction in 2018/19 season.

2. 기지 체류 및 방문인원과 야외조사 지역

2018/19 하계기간 동안 세종기지에 들어온 인원은 149명이며, 32차 월동대 16명을 포함하여 하계 연구자는 78명, 하계 지원인력 12명, 선박보관동 건설 인원 12명, 연구협력 및 시찰을 목적으로 방문한 23명 및 기타 인원 8명으로 구성되었다. 하계시즌 시작 전 남극활동허가를 신청한 인원은 122명이었으나, 정부조사단 등 남극방문 허가신청이 뒤늦게 이루어진 경우 통계에서 누락되었다가 32차 월동이 마무리된 시기에 통계에 포함되어 방문자 수에 차이를 보이게 되었다. 남극특별보호구역 171번 방문신청 건수는 10건이며 누적 방문인원은 213명이 2018년 12월 10일부터 2019년 3월 19일까지의 하계기간 동안 방문하였다. 이중 보호구역 내에서 점검 및 사찰 등을 위해 방문한 인원은 30명이었고, 일평균 약 5.8명이 ASPA 171을 방문한 것으로 나타났다. 세종기지를 기반으로 활동한 인원의 방문지역은 주로 바톤반도 지역에 국한되나, 국제공동연구팀과 함께 필데스반도지역과 맥스웰만에서도 활동하였다. 세종기지를 기반으로 도보를 통한 육상현장조사나 고무보트를 이용한 조사는 대부분 바톤반도와 주변의 마리안소만, 포터코브 지역에서 활동하였다(Fig. 7-3, 7-4).

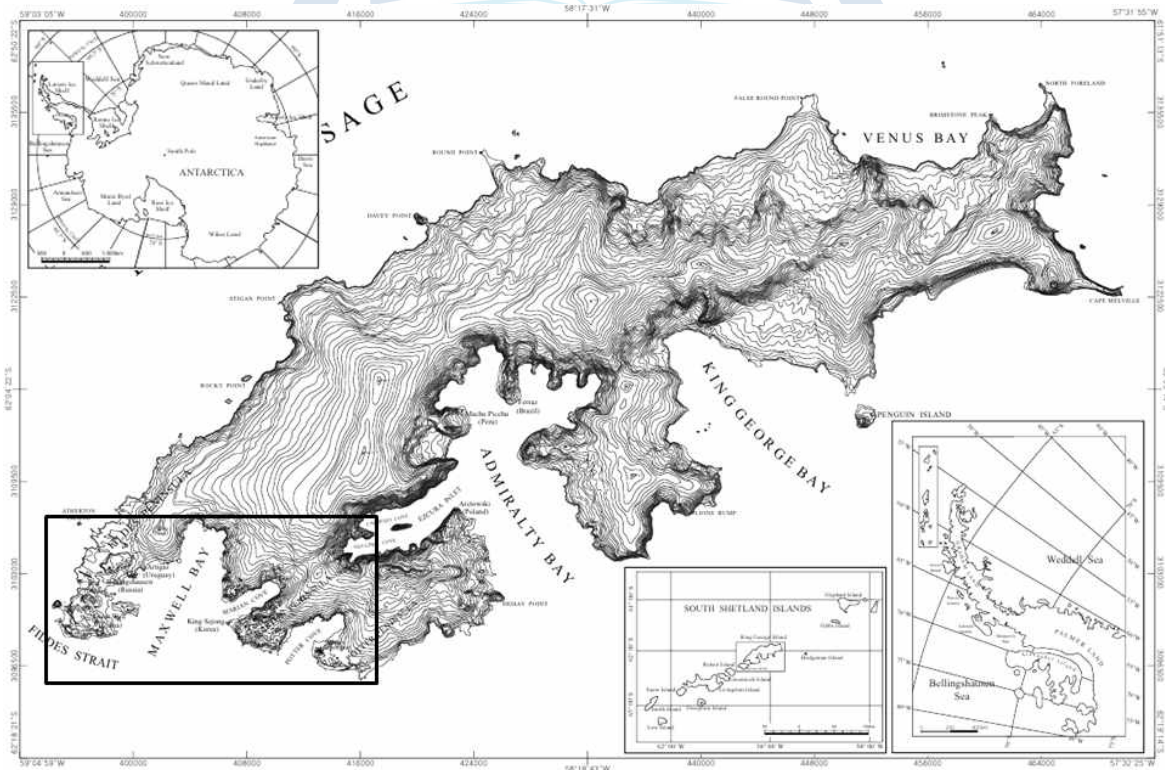


Fig. 7-3. Location map of King George Island and visited or survey area.

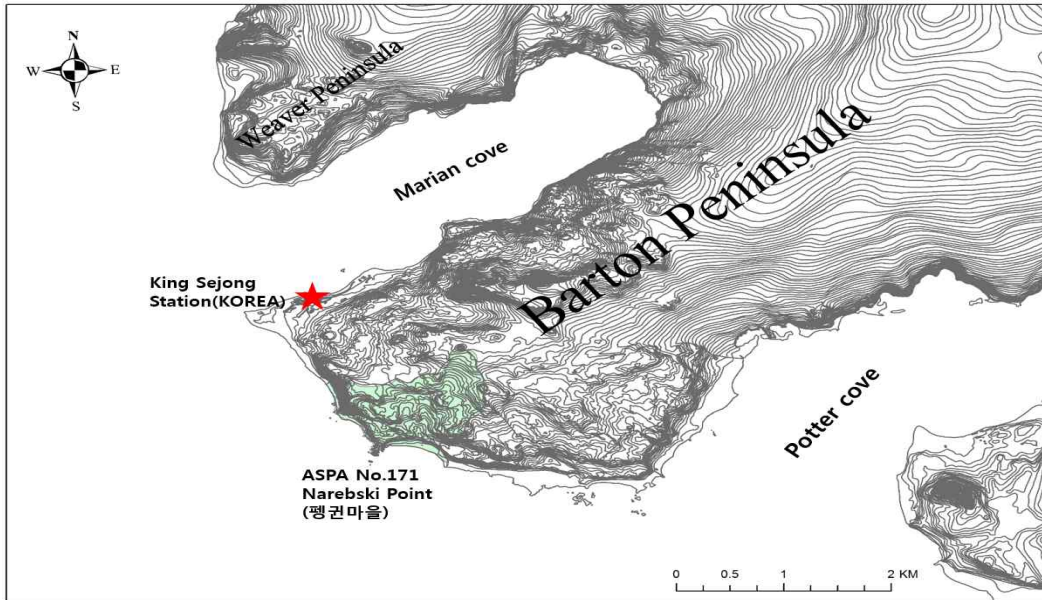


Fig. 7-4. Detailed map of Barton peninsula.

2009년 기지 인근 펭귄군서지(나레브스키 포인트)의 생태적 가치와 과학적 가치를 보존하기 위한 남극특별보호구역(ASPА)이 지정된 바 있으며, 우리나라는 지정 제안국으로서 관리계획에 따라 지속적인 모니터링과 환경보호의정서 제5부속서에 따라 5년마다 관리계획을 검토하고 필요시 개정하여 남극조약협약당사국의 승인을 받고 있다.

ASPА No. 171 나레브스키 포인트에서의 활동은 2014년 개정된 관리계획에 따라 이루어지고 있으며, 대부분 우리나라 과학자들이 현장연구와 펭귄개체군 모니터링을 위해 매년 방문하고 있다. 월동연구대는 대부분 보호구역의 관리 활동과 일부 연구활동을 위해 방문하고 있다. 2017/18 시즌까지의 방문 기록을 분석한 결과는 Fig. 7-5과 같으며, 2017년 12월 1일부터 2018년 2월 20일까지 연구를 위해 보호지역에 출입한 사람은 총 323명(중복계수), 하루 평균 3.94명으로 나타났다. 또한 남극특별보호구역을 경유하여 이외의 연구 지역을 방문했던 사람은 총 142명(중복계수)로 나타났다 (PG18040 과제 결과 인용). 2018/19 하계시즌에 연구를 위해 보호지역에 출입한 사람은 총 183명(중복계수)로 나타났다. 나머지 인원은 단순 방문이나 홍보영상 등의 제작을 위해 방문하였다.

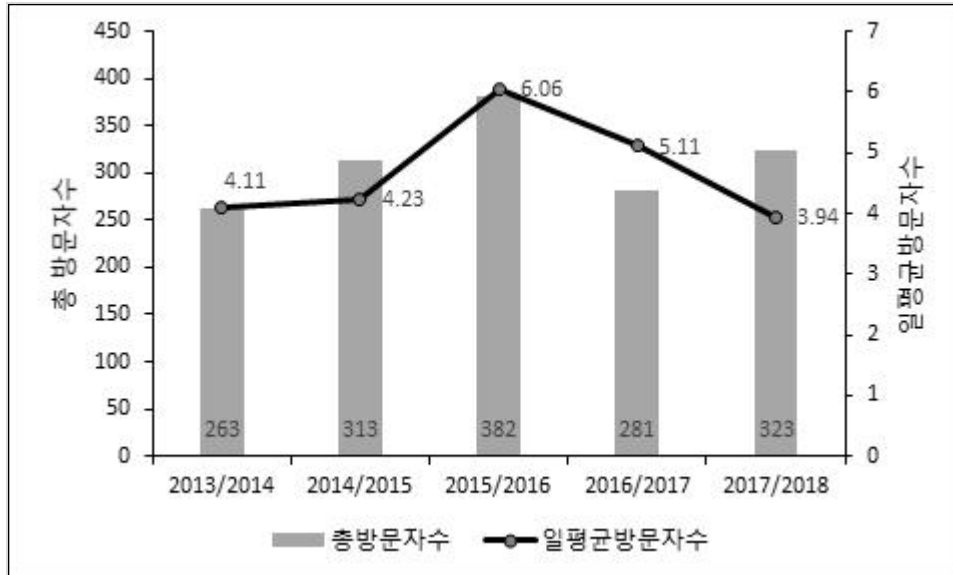


Fig 7-5. Monitoring on number of visitors of ASPA No 171.
 (PG18040과제 결과인용). (2013/14 시즌 : 2013. 12. 17~2014. 02. 28, 64일간, 2014/15 시즌: 2014. 12. 09~2015. 02. 20, 74일간, 2015/16 시즌 : 2015.12.02~2016.02.02., 63일간, 2016/17 시즌: 2016.12.01~2017.2.1., 63일간, 2017/2018 시즌 : 2017.12.01.~2018.02.20. 82일간)

극지연구소

Footprint

32nd over-wintering team, Ji Hee Kim,

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : During the summer of 2018/19, 149 people were visited to the King Sejong Station, composed of 78 researchers, 12 supporting staffs, 12 construction crew, 23 people for internal inspection, and 8 people for other purpose such as outreach. The number of permits for visit to the Antarctic Specially Protected Area No. 171 was 10, and daily accumulated number of visitor was 213 during the summer. Among the accumulated visitors, 183 were to conduct field surveys and others were to inspection and transport the area. King Sejong Station-based personnel worked around the Baton Peninsula, but with the international collaborative team, they also worked in the Fildes Peninsula and Maxwell Bay.

제 2 절

방류수 수질 모니터링

32차 월동 연구대, 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. 수질검사 결과 전년과 동일하게 한국 공공 하수처리시설의 방류수 수질기준에 미치지 못하여 2017/18 하계시즌에 방류수의 수질 개선을 위한 오수처리시설 보수와 개선 검증 실험을 진행하였으나 수질이 개선되지 않았고, 32차 월동기간에도 방류수 기준치를 초과하였다. 근본적인 시설 개선이 요구되며 동시에 기지 물 사용량 및 세제사용 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 비교분석하는데, 수행하는 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 '500m³ 미만~50m³ 이상'인 시설의 방류수 수질 기준에 해당한다.

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 대장균군수 (개/ml)
1 일 하수처리용량 500m ³ 이상	I 지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.2 이하	1,000 이하
	II 지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.3 이하	
	III 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	0.5 이하	3,000이하
	IV 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	
500m ³ 미만		10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	
50m ³ 이상							
50m 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 특정 파장을 흡광도로 분석하여 측정치를 도출한다. 측정기기의 항목별 측정범위를 살펴보면 BOD는 0~42.86mg/L, COD는 0~57.14mg/L, 그리고 SS는 0~57.14mg/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. 7-68).

나. 총질소의 측정

방류수의 총질소 측정은 pHotoFlex® STD handheld colorimeter(YSI, USA)를 이용하여 측정하였다. 측정은 매일 2회 실시하였다(Fig. 7-6).

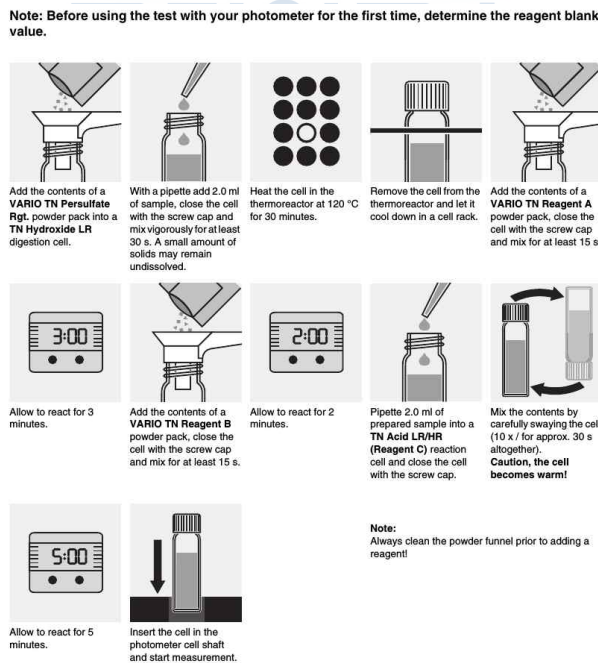
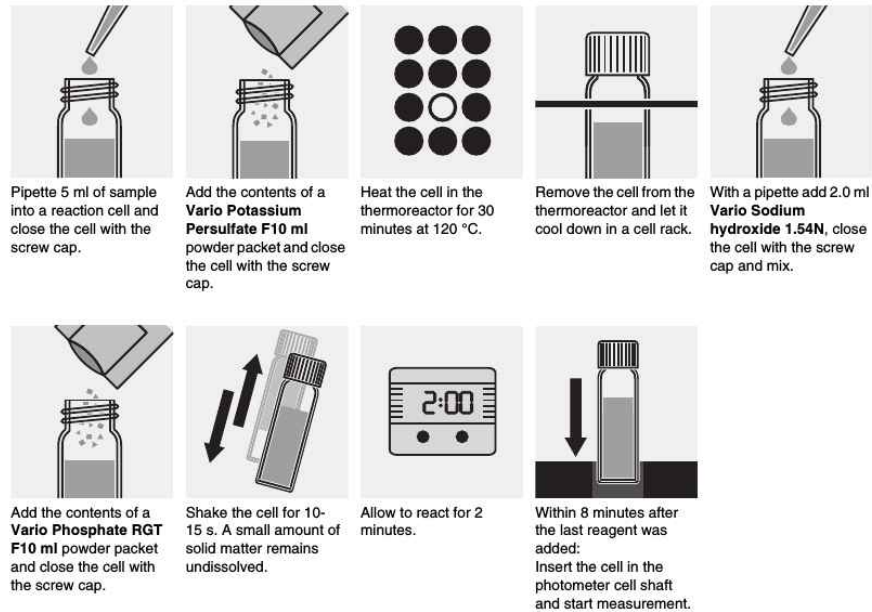


Fig. 7-6. Sample processing for total nitrogen determination.

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.

Note: Before using the test with your photometer for the first time, determine the reagent blank value.



Notes:

- We recommend to determine a new reagent blank value (deionized water instead of sample) for each test package started.
- Clean all laboratory glassware with hydrochloric acid (approx. 20 %), then thoroughly rinse with deionized water. Do not use any detergents that contain phosphate!

Fig. 7-7. Sample processing for total phosphorus determination.

라. 대장균균수의 측정

방류수의 대장균균수 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°C에서 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 대장균균수를 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).

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

2019년 동안 오수처리시설을 거쳐 방류수 내 BOD의 연평균은 50.4 mg/L이었고, 최대값은 5월에 관측된 67.94 mg/L이었으며 최저값은 11월 2차의 18.5 mg/L로 관측기간 동안 모두 기준치를 초과하였다(Fig. 7-8). 32차 월동기간 동안에도 지난해와 같이 BOD의 값은 거의 모든 측정 기간 동안 기준치 10 mg/L보다 상당히 높은 값을 보였으나 2017년 30차 월동기간 보다는 다소 낮은 값을 보였으나 2018년과는 유사하였다.

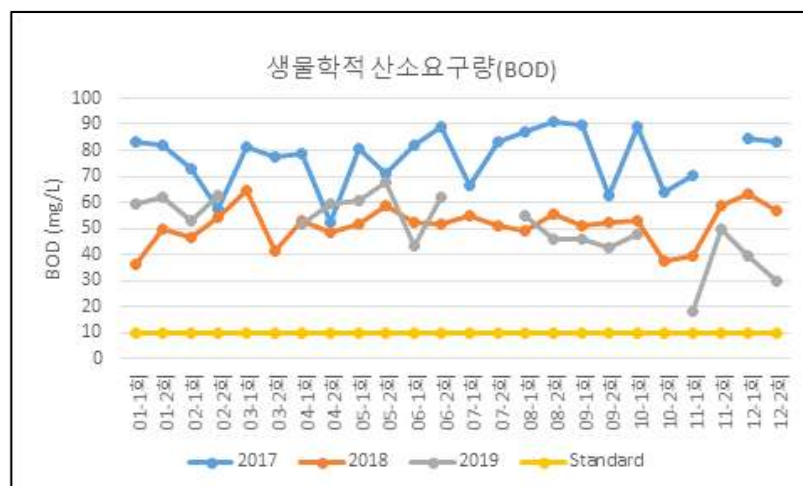


Fig. 7-8. Monthly variation of BOD concentration of treated discharged water for 3 years (2017~2019).

나. COD의 월별 변화

방류수 내 COD의 연평균은 137 mg/L이었고, 최대값은 4월 2회차에서 252.85 mg/L로 가장 높게 나타났으며, 최저값은 12월 2차의 24.25 mg/L로 유일하게 기준값 이하로 나타났다(Fig. 7-9). 31차 월동기간 동안에도 지난해와 같이 COD의 값은 거의 모든 측정 기간 동안 기준치 40 mg/L보다 상당히 높은 값을 보였으나 2017년 30차 월동기간 보다는 다소 낮은 값을 보였으나 2018년과는 유사하거나 높은 값을 보였다.

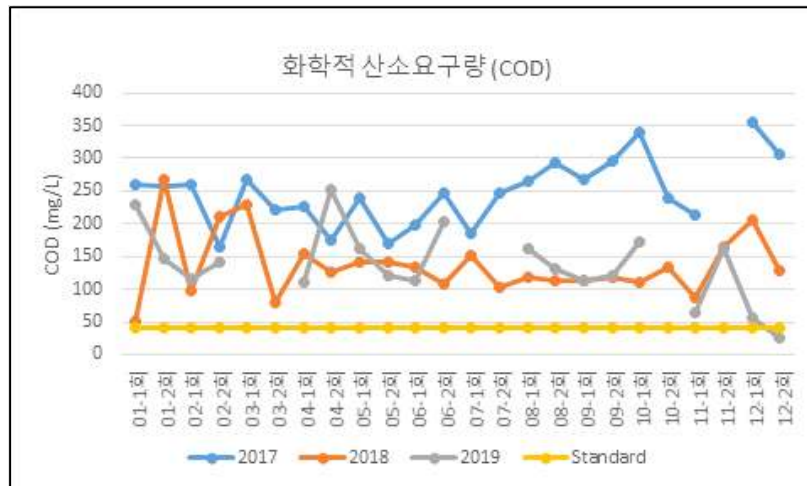


Fig. 7-9. Monthly variation of COD concentration of treated discharged water for 3 years (2017~2019).

다. 부유물질농도의 월별 변화

방류수의 부유물질 농도는 평균 85.6 mg/L이었으며, 최대값은 COD와 마찬가지로 4월 2회차 측정시기에 181.25 mg/L이었으며 최저값도 COD와 마찬가지로 12월 1회차의 7.75 mg/L로 유일하게 기준값 이하로 나타났다(Fig. 7-10).

부유물질의 농도변화는 하계시즌에 매우 변동이 심하며 그 농도가 높게 나타나고 있다. 농도 변동의 원인으로서는 2018년 1월의 오수처리시설 보수공사의 일시적인 효과로 보인다. 월동보고서와 용역업체의 보고서에서도 알 수 있듯이 근본적인 방류수 수질 개선을 위해서는 유입된 오수가 처리시설에서 장시간 머물면서 희석되고 미생물 반응시간을 연장할 수 있도록 저유조와 반응조의 용량을 늘려야 한다. 부유물질 농도의 경우 2018년에는 전반적으로 농도가 낮아지는 경향을 보였으나 2019년에는 2017년과 유사하게 변동폭이 크고 높은 농도를 보였다(Fig. 7-10).

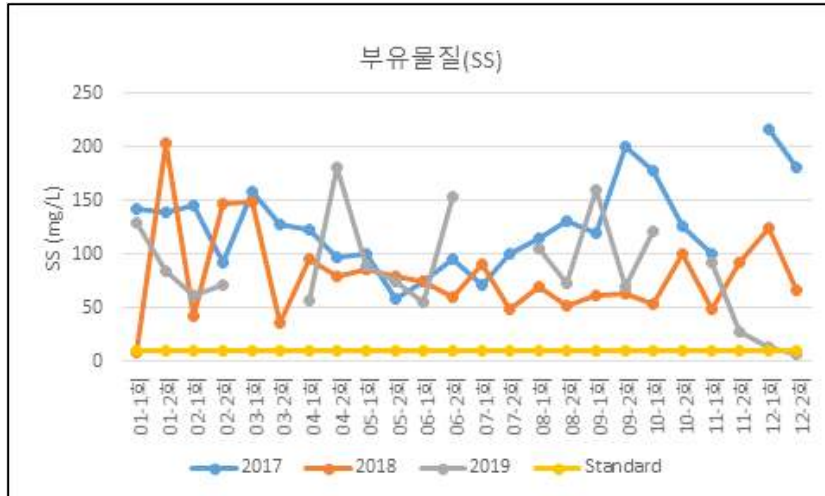


Fig. 7-10. Monthly variation of SS concentration of treated discharged water for 3 years (2017~2019).

라. 총질소량의 월별 변화

방류수 내 총질소의 연평균은 63.7 mg/L이었고 최대값은 COD 및 SS와 마찬가지로 4월 2회차에 나타났으며 82.4 mg/L이었다. 최저값은 2018년 12월 2차에 측정된 28 mg/L이었으나 기준치를 모두 초과하였다(Fig. 7-11). 그러나 지난 3년간 비교했을 때 평균적으로 낮은 농도를 보이고 있다.

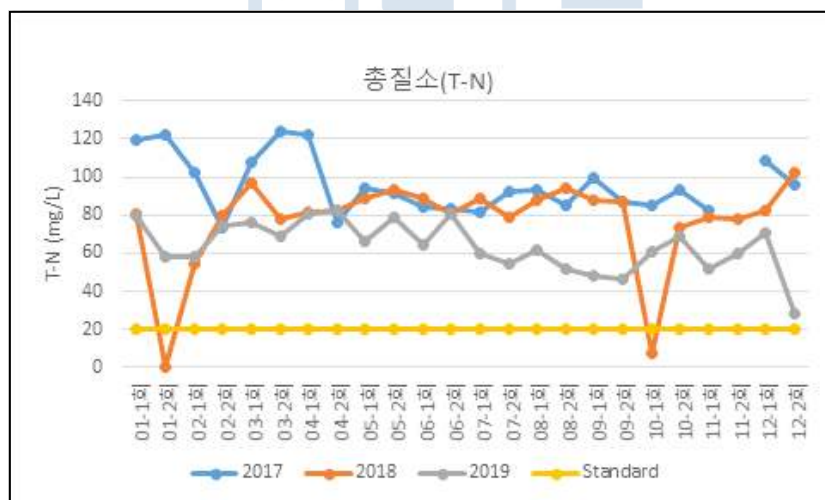


Fig. 7-11. Monthly variation of Total Nitrogen concentration of treated discharged water for 3 years (2017~2019).

마. 총인량의 월별 변화

방류수 내 총인의 연평균은 10.91 mg/L로 2018년에 비해 증가하였고, 최대값은 10월 2회차의 15.14 mg/L이었으며 최저값은 3월의 1회차에 3.50 mg/L을 보였다. 2018년 오수처리시설 보수 기간 동안 기준치 이하의 낮은 값을 보였으나, 2018년 대부분의 시기와 2019년 내내 기준치를 5배 이상 초과하였다(Fig. 7-12). 보수기간 동안 T-P의 농도를 낮추기 위하여 PAC의 양을 늘려 투입한 결과일 것으로 판단된다. 또한 30차 월동 기간에 비해 낮은 농도 값을 보였으나 2018년과는 유사한 패턴을 보였다(Fig. 7-12).

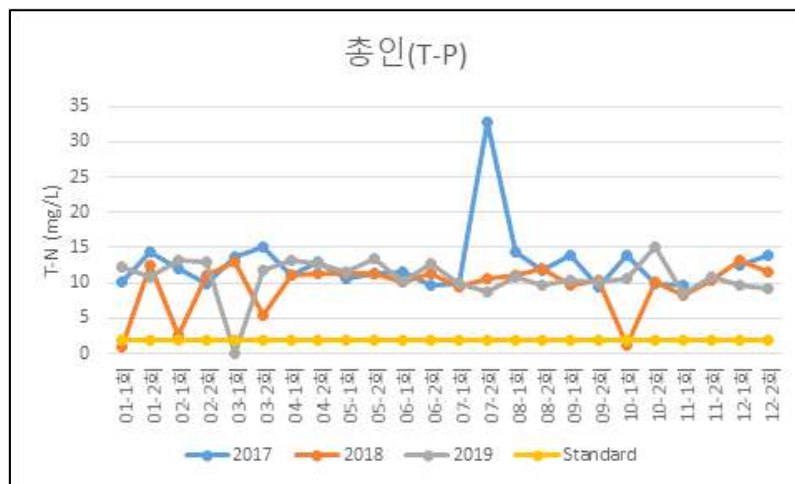


Fig. 7-12. Monthly variation of Total Phosphorus concentration of treated discharged water for 3 years (2017~2019).

바. 총대장균균수의 월별 변화

방류수 내 총대장균균수의 연평균은 14,518 CFU/mL이었고, 최대값은 2019년 1월 1회에 측정된 34,078 CFU/mL이었으며 최저값은 11월 1회에 35 CFU/mL로 기준치보다 매우 낮은 값을 보였다(Fig. 7-13). 32차 월동기간 동안에는 3회의 측정기간에 기준치 3000 CFU/mL 이하로 나타났으며, 평균값도 31차 월동기간과 유사하게 나타났다. 지속적인 수질 개선을 위한 노력이 필요하다.

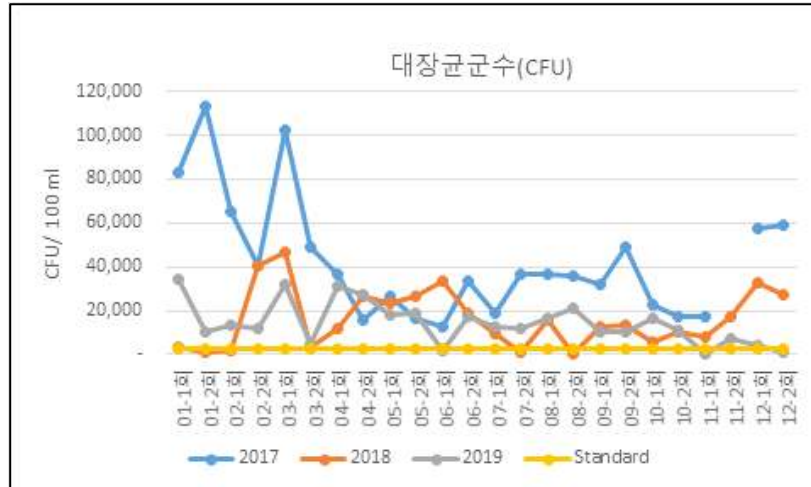


Fig. 7-13. Monthly variation of Number of Coliform group of treated discharged water for 3 years (2017~2019).

4. 고찰 및 결론

세종기지의 유입수의 농도는 IC/SBR반응조가 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 보수 공사를 이행하였으나, 전문인력의 시험가동 기간 이후에는 대부분의 수질 항목에서 기준치 이상을 나타냈으며 변동 폭도 증가하는 양상을 보였다. 따라서 근본적인 개선을 위해서는 오수처리시설의 증설 또는 처리능력이 향상된 신규 오수처리시설의 도입이 필요할 것으로 보인다. 그러나 빠른 시일내에 시설 개선이 어려울 수 있으므로 수질 개선을 위해서는 사용자의 물 절약, 오염원 사용 최소화 노력이 요구된다.

Discharged water quality monitoring

32nd over-wintering team, Ji Hee Kim

Korea Polar Research Institute, KIOST

Abstract : The generated wastewater at the station has been treated with sewage treatment facility, the effluent water discharged into the ocean analyzed once a month. The water quality analysis was monitored with measuring six items such as BOD, COD, suspended solid, total nitrogen and phosphorus, number of coliform group. Our analysis shows the efficiency of facility is not good by inadequate domestic effluent water quality standards. To improve discharged water quality, improvement of the facility and experiment were conducted 2017/18 summer season. As the result, it was raised that the facility needs to enlarge processing capacity. The efforts such as saving fresh water and reducing detergent usage are required to improve discharged water quality.

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 wastewater using 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.



제 8 장

세종과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

제 1 절

2019/20년 세종기지 유입 외래생물 모니터링 및 박멸 매뉴얼 개발

박계청¹, 김상희², 최성호², 김지희²

뉴질랜드 Plant and Food 연구소¹

한국해양과학기술원 부설 극지연구소²

요 약 : 남극 세종기지에 2013년 발견된 이후 지속적으로 번식하고 있는 외래유입종 겨울각다귀(*Trichocera maculipennis*)의 출현 개체수, 장소, 잠정 서식지 등을 조사하였다. 2017/18년 생육이 확인된 킹조지섬 내 각국 기지들과 공동으로 조사를 시작하여 2019년 월동 기간 및 2019/20 하계 시즌에도 UV-trap과 끈끈이 트랩을 설치하였으며 각다귀 방역을 위해 표준화된 관측 방법과 향후 방역을 위한 매뉴얼 작업을 실시했다. 겨울각다귀는 기지 주변 호수의 환경에서 산란과 유충의 활발한 섭식활동이 이뤄질 수 있는 것을 확인하였다. 반면에, 기지 주변 호수에 서식하는 midge 유충, 톱토기 및 원생동물에 의한 공격 또는 포식이 관찰되었고, 호수 내 병원체에 의한 겨울각다귀 유충의 감염도 관찰되었으며, 긴 유충 기간(약 4개월 이상 필요)동안의 기지 주변 호수의 온도 변화를 감안할 때 겨울각다귀 유충이 세종기지 주변 호수에서 유충 기간을 완성하고 번데기를 거쳐 성충으로 성공적으로 발육하기는 어려운 것으로 판단된다. 겨울각다귀의 냄새 감각 및 시각 통신을 파악하여 이에 주로 사용되는 신호를 유인제로 개발하려는 연구에서는, 우선 겨울각다귀의 냄새감각기와 겹눈의 구조를 전자현미경으로 자세히 관찰하여 어떤 종류의 감각기들을 갖고있는지 파악하였고, 냄새감각세포와 시각세포의 반응을 전기생리적으로 측정하는 EAG(electroantennogram) 및 ERG (electroretinogram)

기술을 사용하여 겨울각다귀의 냄새감각 반응 및 시각 반응을 측정하여 겨울각다귀가 특정 냄새 물질 및 특정 광파장에 민감한 반응을 나타낸다는 사실을 밝혔으며, visual trap 및 odor-baited trap을 사용하여 특정 냄새물질들 및 특정 광파장의 겨울각다귀에 대한 유인력 측정 실험을 개시하였다. 또한, 세종기지의 발전동 및 생활동의 오수집수 시설에 pesticide-impregnated netting을 설치하기 위한 준비도 착수하였다.



1. 서 론

외래종 이슈는 2012년 35차 ATCM 및 15차 환경보호위원회 (CEP)에서 'Non-native Species Manual (NNS Manual)'이 결의안으로 채택되었고 2015년 ATCM에서 동의를 얻은 기후변화 대응 업무 프로그램(CCRWP)의 우선순위 1이다. 남CEP에서는 2016년 외래종 매뉴얼을 발간하였고 2017년 남극 외래종에 대한 두 번째 매뉴얼이 발표하여 남극에서 인간활동 증가 및 기후변화 압력에 따른 남극지역의 외래종 유입과 생태계에 대한 영향 저감을 위해 당사국들의 노력을 촉구하고 있다. 남극생태계에 영향을 미칠 수 있는 외래종의 유입은 금지되고 있으나, 최근 10년간 남극 연구기지의 운영, 연구자 및 관광객을 포함한 다양한 방문자 수가 급증하고 있고 각국이 남극 대륙 내 깊숙이 새 기지 건설을 계획하고 있어 그 수는 앞으로도 증가할 것이다. 따라서 최근 남극환경보호위원회(CEP)를 중심으로 남극과학위원회(SCAR), 국가남극운영자위원회(COMNAP) 등과 함께 남극활동으로 인해 인근 대륙, 고산지대로부터 유입되고 있는 생물에 대한 모니터링 필요성이 주요 사안으로 다루어지고 있으며 외래종의 유입 규모 및 이동 경로 등에 대한 자료를 공개하는 website를 구축하고 각 당사국들이 여기에 기여하도록 권장하고 있다.

서남극 킹조지섬에는 북반구에서 유입된 것으로 추정되는 '겨울각다귀'(winter crane fly: *Trichocera maculipennis*)가 2006년 우루과이 Artigas 기지에서 처음 발견되었다 (Volonterio et al., 2013). 세종과학기지도 2013년 처음 발견된 이후 (월동대 보고) 2015년부터 개체수 모니터링을 수행하고 있으며, 2015년에는 잠정 서식처로 보이는 오수집수정을 대대적으로 청소하였다. 2016년부터 야채보관창고, 숙소동, 생활관 식당복도, 기계동 1층, 오수집수정, 발전실 등에서 유입 곤충(각다귀)이 발견되어 제 28차 월동 연구대부터 지속적인 개체수 변화를 관찰 중이다. 친환경 살충제 및 UV 트랩을 사용하여 개체수의 급증과 확산을 막고 있으나 오수집수정 내의 알과 유생들에 대한 방역효과가 없어 박멸에는 어려움이 있으며 친환경 살충제의 사용은 내성이 생길 가능성이 있어 2018년 초 중단하였다. 2018년 현재 킹조지섬에 있는 Arctowski station(폴란드), Artigas station(우루과이), Escudero station(칠레), 세종기지(한국)에서 생육이 확인되었으며 Artigas station의 경우 야외에서도 상당수의 개체들이 관찰되고 있다. 이에 우리나라와 우루과이의 2017/18 공동 모니터링 프로그램 운영 및 모니터링 결과를 21차 CEP에 IP로 제출하였고 킹조지섬 기지 운영국(8개국) CEP 대표와 모니터링 필요성 인식 및 지속적 정보 공유에 대한 공감대 형성하여 2018년 2월부터 각 기지 연구자들을 주축으로 서남극 기지들이 트랩 등을 이용한 표준화된 관측방법으로 공동 조사를 진행 중이다.

한편 본과제를 통해 뉴질랜드 Plant and Food Research와 협력하여 세종기지를 비

못한 킹조지섬에 서식하고 있는 겨울각다귀를 박멸할 수 있는 기술을 개발하여 적용하기 위한 연구가 2019년에 착수되었다.

2. 방법

가. 조사 지역

지난 하계기간(2018년 12월)에 설치한 오수집수정이 있는 발전기 건물 내부의 red delta trap 2개, white sticky base trap 10개, 형광등 UV trap, LED UV trap에 포획되는 겨울각다귀의 개체들을 2019년 월동기간 동안 모니터링하였다. 현재 겨울각다귀가 집중적으로 발견되고 성충 발생이 모니터링되는 발전동과 생활동 옆 오수집수정 주변 물이 고여있는 구역들을 포함하여 조사하였다(Fig. 8-1). 또한 우루과이 연구팀에서 제공한 끈끈이 트랩과 자외선 포충기를 오수처리시설 내부에 다시 설치하였다(Fig. 8-2)

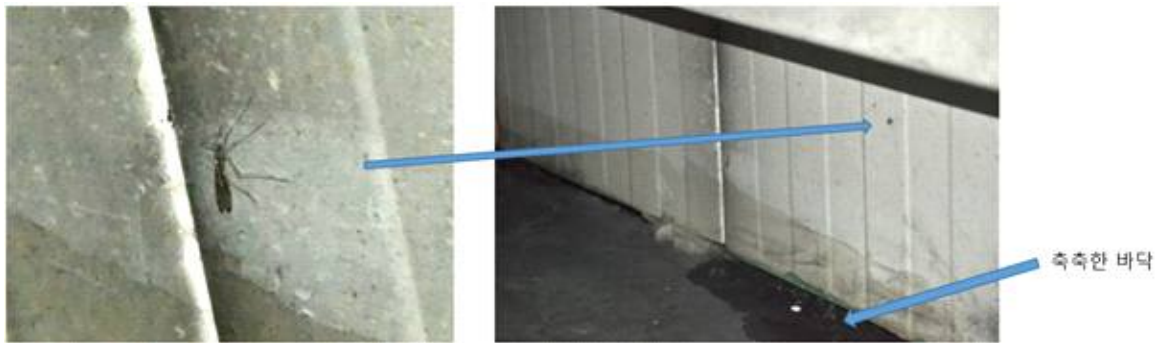


Fig. 8-1. Adult winter crane fly (WCF) found at humid environment in power generating building at King Sejong Station.

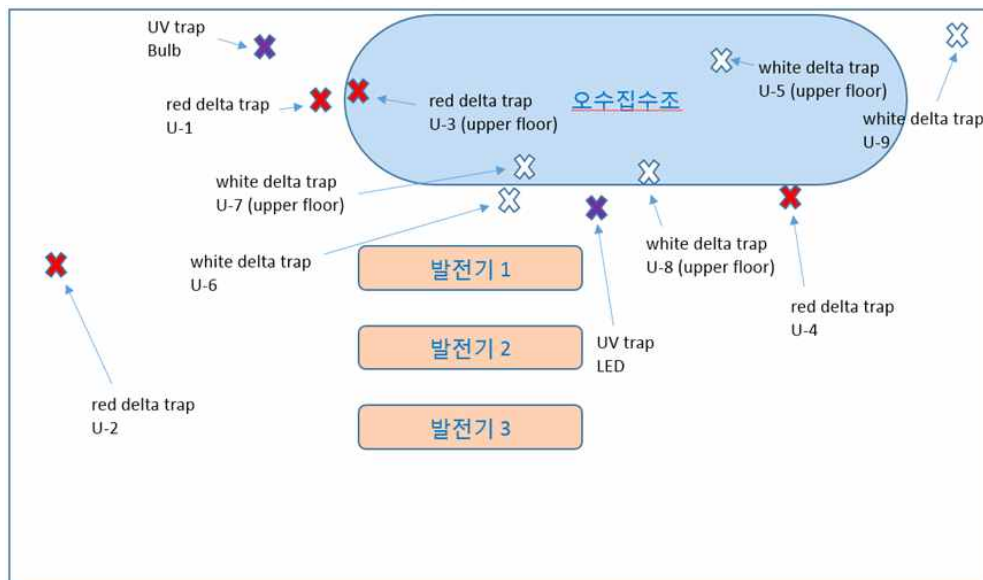


Fig. 8-2. The locations of UV Traps and Uruguayan Traps (U1~U9) installed in Generator room at King SejongSt., 2019/2020 season

나. 조사 방법

(1) 트랩 포획 개체수

기지 내의 기온이 올라가는 하계기간에는 매주 1회(수요일), 동계기간에는 매월 1회(매월 마지막 수요일) 포충기에 잡힌 각다귀의 개체수를 확인하고 에탄올을 넣은 50mL tube에 고정하고 초저온 냉동고에 보관하였다(Fig. 8-3). 우루과이팀으로부터 받은 끈끈이 트랩은 오수처리기 집수정 주변에 설치하였다(Fig. 8-4).



Fig. 8-3. UV traps installed in power building (A, B) and in sewage inlet building near accommodation building.



Fig. 8-4. Adhesive traps provided by Uruguayan monitoring team for *T. maculipennis* (A, B), white (C) and red delta adhesive traps installed around sewage inlet tank.

(2) 겨울각다귀의 생식 및 발육

겨울각다귀 성충을 포획한 후 실내 및 세종호 환경에서 사육하면서 발육 및 행동을 관찰하였다. 실내 케이지에 넣은 각다귀 암컷의 산란을 유도하여 알을 확보하였다. 산란된 각다귀 알의 배자발육과 부화한 유충의 행동을 관찰하고 기록하였다.

(3) 겨울각다귀의 감각 시스템 및 냄새물질 채취

전자현미경 관찰을 통해 겨울각다귀가 갖고 있는 냄새감각기의 형태적 종류와 분포를 조사하였으며, 이를 통해 겨울각다귀 성충의 화학 통신 시스템이 어느 정도 발달되어 있는지를 파악하고, 성특이적 냄새감각기의 존재 유, 무를 파악하여 겨울각다귀가 성페로몬 등 성특이적 통신물질을 사용할 가능성을 알아보았다. 겨울각다귀가 성페로몬을 사용하는지는 아직 증거를 확보하지 못했기 때문에, 우선 이들의 섭식 및 산란과 관계 있는 서식처에서의 냄새활성물질 탐색에 초점을 맞춰 연구를 시작하였다(Fig. 8-5). 우선 겨울각다귀의 주요 서식처인 세종 기지의 오수집수조에서 나오는 냄새물질을 채취하였고, 각다귀의 안테나 및 작은턱수염에 있는 냄새감각기들의 반응을 전기생리학적으로 측정하는 electroantennogram (EAG) 및 electropalpogram (EPG) 기술을 사용하여 이들 냄새감각기에 존재하는 냄새감각세포들의 반응을 측정하는 기술을 확립하였다.

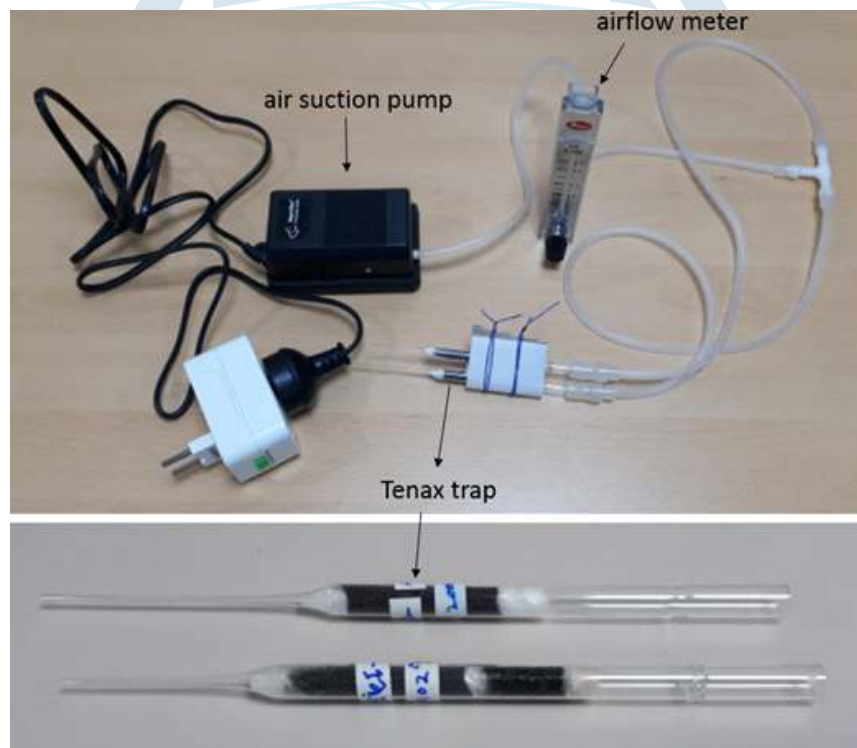


Fig. 8-5. Dynamic headspace volatile collection system.



Fig. 8-6. Collecting the olfactory-active compounds for WCF using dynamic headspace collection system installed in sewage inlet building near accommodation building.

(4) 겨울각다귀 모니터링 기술

세종기지에서 겨울각다귀 모니터링을 위해 2015년부터 사용중인 UV trap은 겨울각다귀에 어느 정도의 유인력을 나타내는 것으로 밝혀졌으며, 이러한 UV trap을 우루과이기지, 칠레기지 및 러시아기지의 오수집수조 시설에 설치하여 겨울각다귀 성충이 포획되는 것을 확인하고 모니터링 용도로 사용하고 있으며, 2020년에는 중국 장성기지의 오수집수조 건물 내부에도 설치하였다. 세종기지에서는 UV trap의 광원에 따른 포획효율을 비교하여 유인력을 파악하는 실험을 진행 중이다. UV-trap이외에도 우루과이팀에서 사용하고 있는 색깔별 끈끈이 트랩과 향후 겨울각다귀가 선호하는 특정 냄새물질을 활용한 odor-baited trap 개발을 위한 예비실험을 진행하였다.

(5) 겨울각다귀 박멸기술 개발

남극환경에 적합한 환경친화적인 겨울각다귀 박멸 기술 개발을 위하여 겨울각다귀의 서식지 특성, 재유입 방지를 위한 조치 등을 중심으로 박멸 후보 기술들을 검토하였다.

3. 결 과

가. 겨울각다귀 모니터링

세종기지 32차 월동기간 동안 주로 상반기에 상당히 많은 겨울각다귀 개체 수를 확인할 수 있었다. 2018년 12월과 2019년 1월에 다수의 겨울각다귀 개체 수가 확인되어 모니터링팀에서 준비한 전기충격기를 사용해 보았다. 다년간 각다귀의 개체 수가 감소되지 않아 겨울각다귀의 산란장인 오수집수정 내부에 있는 각다귀의 알부터 제거할 목적으로 전기충격기 사용을 검토한 바 있다. 전기충격기를 오수집수정과 발전실 내부 오수집수 탱크에서 2019년 2월부터 3개월 간 사용하였다. Table 8-1을 보면 2월에 확인된 개체 수가 확연히 감소한 것을 알 수 있다. 하지만 2월 개체 수 모니터링을 하기 이전에 오수집수정 내부 페인트 도색을 하였던 부분이 있어 개체 수 감소의 원인이 전기충격기를 사용해서인지 페인트의 유독성분 때문인지 확신할 수 없었다. 이를 재확인하기 위해 3월과 4월에도 두 달간 전기충격기를 사용해 보았으나 개체 수는 감소하지 않았다. 겨울각다귀의 개체 수 감소에 뚜렷한 효과가 없음을 확인한 이후 전기충격기의 사용은 중지하였고, 주로 실내온도가 높은 오수집수정과 발전실에서 각다귀 개체 수가 확인되었다(Table 8-1).

오수집수정과 발전실 외에도 각다귀가 출현할 만한 위치에 포충기를 설치하였다. 포충기를 설치한 위치는 식당 내부와 아쿠아존 옆에 해수펌프실 내부였고 32차 월동기간 동안 한 마리도 출현하지 않았다. 간혹 하계기간 동안 연구동에서 한, 두 마리 정도의 각다귀가 활동하는 것을 확인하였으나 오수집수정과의 거리가 가까워 따뜻한 연구동 내부로 이동한 것으로 보인다.

Table 8-1. The adult individual numbers of WCF during 2019 monitoring period

일련 번호	모니터링 일자	오수집수정 각다귀/미동정	발전실	펌프실	식당	합계	비고
1	2018년 12월 26일	26	1	0	0	27	
2	2019년 01월 31일	33	4	0	0	37	
3	2019년 02월 27일	7 / 4	0	0	0	11	크기가 작은 유 사종 출현, 전기충격기 사용
4	2019년 03월 29일	29 / 8	1	0	0	38	전기충격기 사용
5	2019년 04월 30일	32 / 2	3	0	0	37	전기충격기 사용
6	2019년 05월 31일	21	3	0	0	24	
7	2019년 06월 28일	20 / 2	3	0	0	25	
8	2019년 07월 31일	18	2	0	0	20	
9	2019년 08월 29일	8	0	0	0	8	
10	2019년 09월 30일	15	1	0	0	16	
11	2019년 10월 31일	14	0	0	0	14	
12	2019년 11월 30일	13	0	0	0	13	

나. 겨울각다귀의 생식 및 발육

(1) 교미 및 산란

겨울각다귀 암컷은 우화시 이미 난소가 충분히 발육이 진행되어 산란할 준비가 되어 있으며 우화 후 바로 교미할 수 있는 것으로 보인다. 겨울각다귀 수컷이 우화 중에 있는 또는 갓 우화한 암컷을 탐지하고 교미를 할 수 있는 것으로 보아 이 과정에서 종특이적인 냄새물질이 관여할 가능성이 크다. 2018년의 전자현미경 관찰 결과에 따르면 겨울각다귀의 안테나와 작은턱수염에는 잘 발달된 냄새감각기들이 다수 분포하고 있다. 겨울각다귀 성충의 평상시 활동성은 다른 곤충에 비해 아주 낮은 것으로 보이는데, 세종기지의 실내에 둔 망사 케이지에 겨울각다귀 성충들을 넣고 time lapse video recording을 통해 관찰한 결과에서도 겨울각다귀 성충의 활동성이 아주 낮은 것을 보여준다. 겨울각다귀 암컷 성충은 교미 후 복부 끝에 위치한 산란관을 통해 한 개씩 산란을 한다 (Fig. 8-7). 겨울각다귀 암컷을 실내 케이지에 넣고 티슈와 함께 물이 담긴 샐레를 케이지에 넣어 주면 티슈와 물에 산란하는 것이 확인된다. 겨울각다귀 암컷 두 마리를 각각 실내에서 망사 케이지에 넣고 산란수를 조사한 결과 각 암컷은 총 114 개 및 193 개의 알을 산란하였다.



Fig. 8-7. A female winter crane fly, *Trichocera maculipennis*, laying eggs (A). Each egg is deposited through an ovipositor located at the abdominal tip (B, C).

겨울각다귀 암컷 성충이 세종기지 주변의 이끼 등 호수에 존재하는 유기물이 포함되었을 때 산란 선호성을 보이는지 알아보았다. 겨울각다귀의 암컷 및 수컷 성충들을 섞어서 각각 세 개의 망사케이지에 넣고, 케이지 안에 암컷이 산란할 수 있도록 두 개의 페트리디쉬에 각각 물에 적신 티슈를 접어서 넣어주고 페트리디쉬 하나에는 이 위에 세종호에서 채취한 이끼 조각을 잘게 나뉘서 넣어주고, 각 페트리디쉬에 산란된 겨

울각다귀의 알 수를 측정하였다(Fig. 8-8). 겨울각다귀 암컷은 페트리디쉬 안에 위치한 적셔진 티슈 표면 또는 세종호에서 채집한 이끼나 조류 표면 또는 주변에 산란을 했으며, 특히 세종호에서 채취한 이끼 표면 또는 주변에 산란을 많이 하는 것으로 나타났다(Fig. 8-9). 두 페트리디쉬에 각각 산란된 겨울각다귀 알의 수를 비교했을 때 세종호에서 채취한 이끼가 들어 있는 페트리디쉬에는 평균 113.1 ± 15.5 개(mean \pm SE, 총 산란수 1,131 개, N = 10)의 알을 산란하였고, 이끼가 들어있지 않은 페트리디쉬에는 평균 51.3 ± 7.7 개(mean \pm SE, 총 산란수 513 개, N = 10)의 알을 산란하여 유의한 차이를 나타냈다 ($p = 0.01$) (Fig. 8-10).

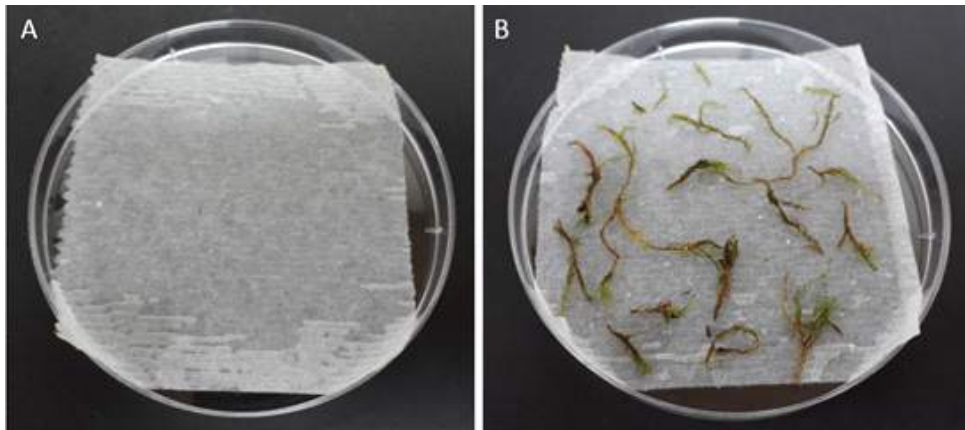


Fig. 8-8. Oviposition containers for testing the oviposition preference of female winter crane flies. A square piece of wet paper tissue is placed in a Petri dish without (A) or with (B) algae and mosses collected from a freshwater lake (Sejong Lake) at King Sejong Station.



Fig. 8-9. Eggs (arrows) deposited by female winter crane flies on mosses collected from Sejong Lake and placed in the oviposition containers in indoor mesh-cages.

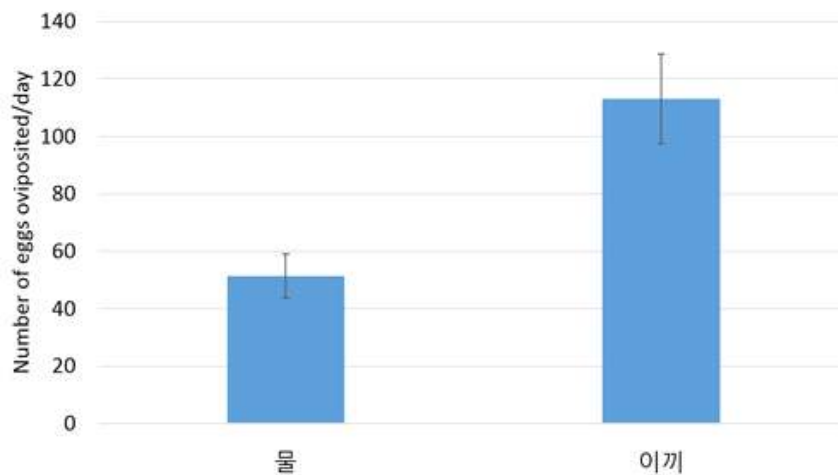


Fig. 8-10. The results of the oviposition preference test. The number of eggs deposited was significantly larger when mosses were present in the oviposition container (Student *t*-test, $P = 0.001$).

(2) 배자 발육

겨울각다귀의 알은 타원형으로 세종기지에서 발생한 겨울각다귀 성충이 실내 망사 케이지에서 산란한 알의 크기는 길이 0.453 ± 0.005 mm (N = 28) 폭 0.137 ± 0.003

mm (N = 28) 이었다. 겨울각다귀의 알은 산란시 연한 회색 또는 흰색을 띠며, 배자발육이 진행되면서 색깔이 다소 진해져서 부화 직전에는 회색 또는 노란 빛을 띠는 회색이 된다. 겨울각다귀 알의 배자발육 단계를 보면, 산란 직후에는 알 내부가 균일한 물질로 채워져 있고, 산란 후 1-2일에는 배자발육이 진행되는 것이 외부에서 관찰되어 머리, 가슴 및 복부가 구분되며, 산란 후 3-4일이 지나면 복부의 체절들이 형성되고, 산란 후 4-5일이 지나면 부화한다. 갓 산란된 알을 세종호의 물 속에 담가 뒀을 경우에도 배자발육이 진행되어 25%(20 개의 알 중에서 5 마리 부화)의 부화율을 보여 실내 케이지에 둔 겨울각다귀 알의 부화율(26.6%; 94 개의 알 중에서 25 마리 부화함)과 큰 차이를 보이지 않았다.

(3) 후배자 발육

겨울각다귀 유충은 부화 직후부터 왕성한 섭식 활동을 보인다. 겨울각다귀 유충은 진정아가미(true gill)를 갖고 있지 않고 복부 끝에 있는 기문(그림 1-4)을 통해 호흡을 하기 때문에 몸이 물 속에 잠겨 있을 때에는 산소를 섭취하기 위해 한 번씩 물 표면으로 올라와야 하는 것으로 보이며, 따라서 유충의 영기가 진행할수록 물 속 보다는 몸을 물 표면에 쉽게 내놓을 수 있는 장소에 머물면서 섭식을 하는 것을 선호하는 것으로 보인다. 겨울각다귀는 유충의 발육 속도가 다른 곤충에 비해 아주 느린 것으로 보이는데, 이들이 분포하는 나라들 및 세종기지에서의 성충 발생으로 미루어 유충 발육이 몇 달 정도 걸리는 것으로 보인다. 하지만 유충 발육 속도는 온도 뿐 아니라 먹이 조건에 따라서 크게 달라질 수 있기 때문에 겨울각다귀의 유충 발육 속도에 이러한 요소에 따라 큰 변이가 있을 가능성도 배제할 수 없을 것이다. 세종기지에서도 각다귀 성충을 망사 케이지에 넣고 실내 조건에서 산란된 알들이 부화되어 유충으로 발육하는 과정을 관찰했을 때에는 기지에서의 관찰 기간인 한 달 정도 동안 최대 2령충까지 발육하는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 8-11). 1령에서 2령충으로 유충이 탈피할 때 표피의 등 쪽 앞부분이 균열되면서 이 부분을 통해 2령충의 몸이 머리부터 빠져나오는 것을 관찰할 수 있었으며(Fig. 8-12), 2령충 이후의 영기가 진행될 때의 탈피도 같은 방법으로 진행될 것으로 생각된다. 세종기지에서도 채집하여 실내에서 사육된 겨울각다귀 유충의 경우 1령충의 두폭과 체장 및 체폭은 각각 0.159 ± 0.009 (mean \pm SE, N = 7), 1.122 ± 0.122 (mean \pm SE, N = 6) 및 0.197 ± 0.018 (mean \pm SE, N = 6) 이었으며, 2령충의 두폭과 체장 및 체폭은 각각 0.239 ± 0.007 (mean \pm SE, N = 9), 1.833 ± 0.154 (mean \pm SE, N = 13) 및 0.460 ± 0.190 (mean \pm SE, N = 13) 이었다(Table 8-2).



Fig. 8-11. Eggs, a first instar larva, and a second instar larva of winter crane fly, *Trichocera maculipennis*.



Fig. 8-12. A larva of winter crane fly undergoing molting into the second instar. The second instar larva started escaping the old cuticle, head-first from dorso-anterior region.

Table 8-2. The head-capsule width, body length and body width (mm) of the first and second instar larvae of winter crane fly, *Trichocera maculipennis*, reared in a laboratory at King Sejong Station.

		Size (mm) (mean \pm SE)	N
1st Instar	Head capsule	0.159 \pm 0.009	7
	Body length	1.122 \pm 0.122	6
	Body width	0.197 \pm 0.018	6
2nd Instar	Head capsule	0.239 \pm 0.007	9
	Body length	1.833 \pm 0.154	13
	Body width	0.460 \pm 0.190	13

(4) 세종호 환경에서의 발육

겨울각다귀의 어린 유충은 몸이 반투명하여 이들이 섭식을 한 먹이가 입으로 들어가 소화기관을 따라 이동하는 모습과 내용물의 모양과 색깔을 외부에서 관찰할 수 있다(Fig. 8-13). 부화한 겨울각다귀의 유충과 2령 유충들이 세종호의 물 속에 있는 이끼류와 이들에 붙어 있는 유기물과 부유성 유기물들을 왕성하게 섭식하는 것이 관찰되며(Fig. 8-14), 부화 유충이 이러한 먹이들을 섭취하고 2령충으로 발육하는 것으로 볼 때, 먹이 조건만으로는 세종호 주변 민물 호수에 있는 유기물들을 겨울각다귀 유충이 먹고 성장하기에 적당한 것으로 판단되었다. 이렇게, 겨울각다귀 유충은 세종호의 물 속에 있는 식물 조직 및 유기물질들에 대한 왕성한 섭식력을 보여주었는데, 방수 플라스틱 통 안에서 실내에서 부화한 겨울각다귀 유충을 넣고 이 통을 1월에 세종호의 물 속에 넣어 두었을 때 이들 유충은 세종호의 차가운 물 속에서 8일이 경과한 이후에도 모두 건강하게 살아 있었고 활발한 운동성과 섭식력을 나타내어 이 정도의 온도 조건은 겨울각다귀 유충의 발육 및 활동에 장애가 되지 않는다는 것을 보여주었다.

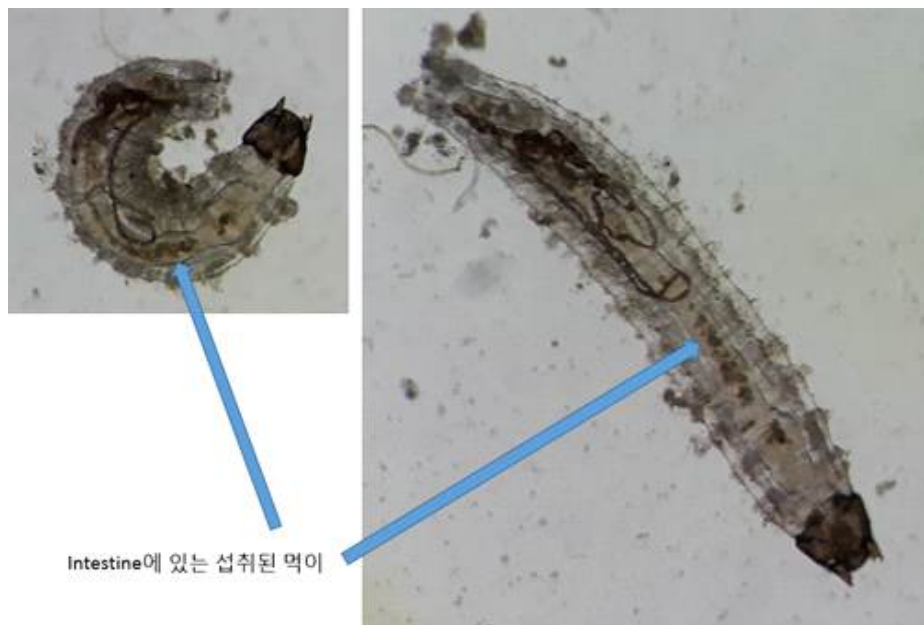


Fig. 8-13. The intestine of the winter crane fly larvae is visible through their semi-transparent cuticle, displaying the contents of food ingested and their movement through the digestive tract.

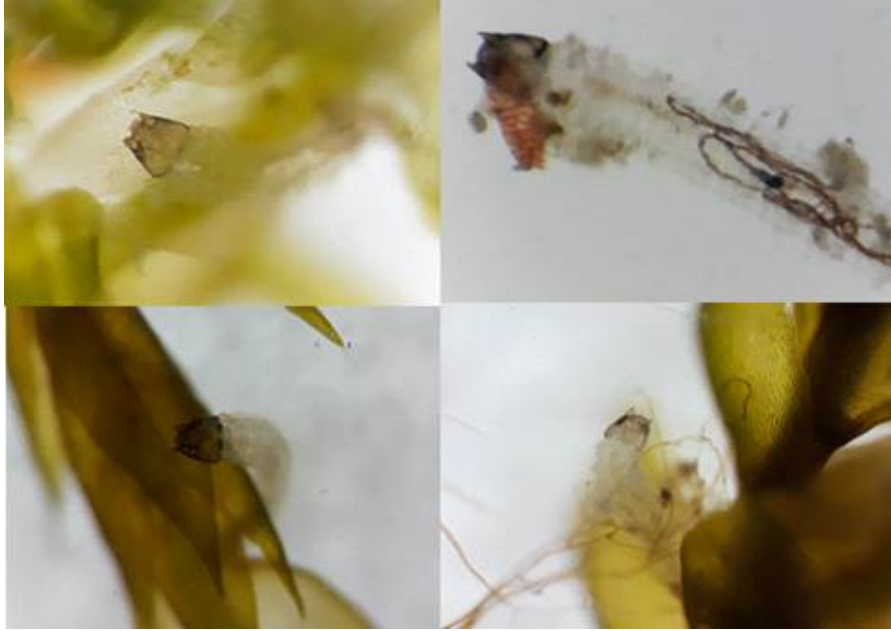


Fig. 8-14. The winter crane fly larvae feeding on mosses and algae collected from Sejong Lake.

겨울각다귀 유충은 이끼 등 식물성 물질이나 부유성 유기물 외에도 왕성한 포식 활동을 나타내었다. 겨울각다귀 유충은 곤충의 일반적인 특성인 탈피후 탈피각을 먹는 습성을 보인 외에도, 동족포식(cannibalism) 활동도 나타내어 상황에 따라 겨울각다귀의 알을 섭식하는 것을 흔히 관찰할 수 있었으며, 세종호의 물 표면에서 탈피중인 툽토기(springtail)를 포식하는 것도 관찰되었다(Fig. 8-15).



Fig. 8-15. A winter crane fly larva (green arrow) feeding on a springtail (blue arrow) undergoing molting. Ingested dark cuticle fragments of the springtail is visible inside the larval intestine, indicating that they are being digested (right).

세종기지 주변의 민물호수 주변에는 midge들이 많이 서식하며, 겨울각다귀의 알이 부화하여 어린 유충들이 섭식 활동을 활발하게 하는 여름 기간 동안에는 midge의 유충들도 민물호수에 많이 서식하는데, 유충의 크기와 상황에 따라 이들이 서로 포식을 하는 경우도 종종 관찰할 수 있었으며, midge의 유충 밀도가 아주 높은 시기에는 이들이 겨울각다귀의 알과 유충을 활발하게 포식하여 겨울각다귀의 발생과 성장을 조절할 수 있는 생물적 요인으로 작용할 수 있을 가능성을 보여주었다. 또한, 어느 정도의 크기가 되는 톱토기(springtail)가 물 표면으로 올라온 겨울각다귀 유충을 포식하는 것도 관찰되었는데, 이는 세종기지 주변의 호수에 널리 서식하는 톱토기들도 겨울각다귀의 어린 유충의 밀도를 조절할 수 있는 생물적 요인으로 작용할 수 있음을 암시하고 있다. 또한, 세종호의 물에 넣어 둔 겨울각다귀의 유충 몸 표면에 몇 가지의 원생동물로 보이는 동물체들이 붙어서 표면을 따라 이동하면서 무엇인가를 섭식하는 것도 관찰되었고, 각다귀의 유충들이 세종호의 물 속에 있는 병원체 또는 포자에 감염된 것 같은 증상을 보이다가 죽는 경우도 다수 관찰되어 이러한 현미경적 생물체들도 기지 주변의 호수에서 겨울각다귀 유충이 정상적으로 성장하는 것을 억제하는 요인으로 작용할 수 있음을 암시하였다. 이를 종합할 때 겨울각다귀의 암컷 성충은 세종기지 주변의 민물 호수에 산란할 수 있으며, 산란된 알은 적어도 여름 기간 동안에는 세종호의 온도 조건에서 부화할 수 있고, 부화한 유충은 세종호에 존재하는 식물질과 부유성 유기물을 섭식하고 성장할 수 있을 것으로 사료되지만, 이들 유충이 기지 주변의 민물호수에서 정상적으로 성장하여 성충으로 발육하는 것을 저해하는 생물적, 무생물적 요인이 많아서 겨울각다귀가 기지 주변의 민물 호수에서 생활사를 완성할 수 있을 가능성은 아주 낮은 것으로 판단된다.

다. 겨울각다귀의 감각 시스템 및 냄새물질 채취

(1) 냄새 감각 시스템

전자현미경 관찰을 통해 겨울각다귀가 갖고 있는 냄새감각기의 형태적 종류와 분포를 조사하였으며, 이를 통해 겨울각다귀 성충의 화학 통신 시스템이 어느 정도 발달되어 있는지를 파악하고, 성특이적 냄새감각기의 존재 유, 무를 파악하여 겨울각다귀가 성페로몬 등 성특이적 통신물질을 사용할 가능성을 알아보았다. 겨울각다귀 성충 머리에는 한 쌍의 안테나와 한 쌍의 작은턱수염(maxillary palps)이 있으며, 안테나는 머리 위 중앙부에서 시작되고, 휴식시에는 몸 뒤로 향하고 있으며, 작은턱수염은 두부 전면을 향하고 있고 입틀 양 쪽에 위치하고 있다(Fig. 8-16). 겨울각다귀 성충 머리 윗부분 중앙에 있는 한 쌍의 안테나는 한 마디의 scape와 한 마디의 pedicel, 그리고 여러 마디의 긴 flagella segments로 구성된다. scape와 pedicel은 많은 짧은 털로 덮여 있는데 이들

의 표면에 미세공(nanoscale wall-pores)은 냄새감각기능은 하지 않는 것으로 보인다 (Fig. 8-16). 겨울각다귀 성충 여러 마디의 편절(flagella segments)로 구성된 안테나는 끝부분으로 갈수록 점점 가늘어지는데 이들 각 편절 마디에는 긴 털모양 및 짧은 털모양, 그리고 종상 감각기들이 다수 분포하며 이들 중 대부분은 냄새감각기능을 하는 것으로 보인다.

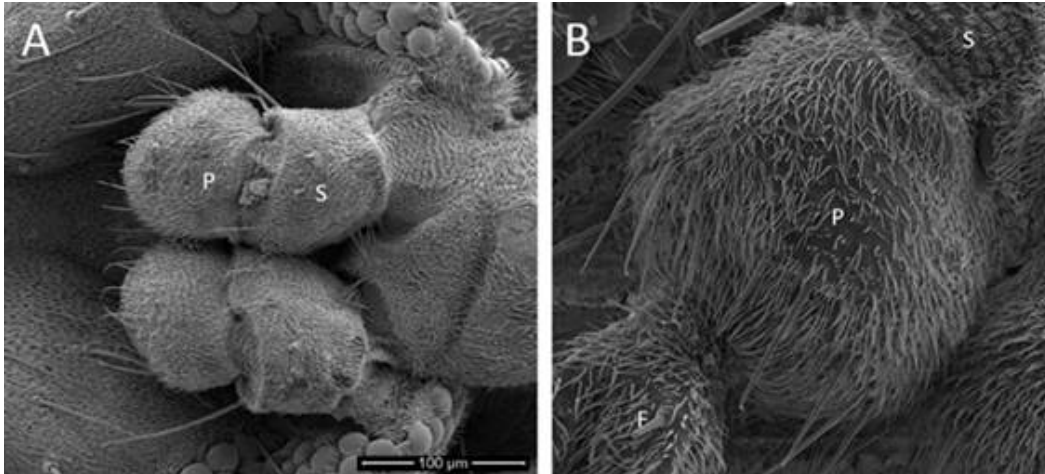


Fig. 8-16. A pair of the antennae of winter crane fly, *Trichocera maculipennis*, located dorso-anteriorly on the head. Their first segment (scape) and second segment (pedicel) are covered with dense hairs that do not appear to have any sensory function. S: scape; P: pedicel; F: flagella.

(2) 시각 시스템

겨울각다귀 성충은 겹눈이 잘 발달되어 있어서 겹눈은 겨울각다귀 성충 머리의 상당한 면적을 차지하고 있으며, 겨울각다귀의 겹눈은 수많은 홑눈(facet)들로 구성되어 있다(Fig. 8-17). 겨울각다귀의 겹눈이 잘 발달되어 있다는 것은 겨울각다귀가 시각을 이용한 통신(visual communication)을 중요한 통신 수단으로 사용한다는 것을 의미하는데, 실제로 겨울각다귀 성충은 자외선 트랩(UV trap)에 어느 정도 유인이 되어 시각 자극에 의한 겨울각다귀의 유인이 가능하다는 것을 보여준다. 또한, 세종기지의 오수집수조 주변에 설치한 백색 끈끈이 트랩에 적은 수의 겨울각다귀 성충이 유인, 포획되었는데, 이것으로 볼 때 자외선이 백색 가시광선에 비해 겨울각다귀 성충에 상대적으로 강한 유인력이 있는 것으로 판단되며, 형광등 형식과 LED 형식의 자외선 트랩 중에서는 형광등 형식의 자외선 트랩이 상대적으로 강한 유인력을 나타내고 있다. 하지만, 이러한 차이가 형광등 형태와 LED 형태 사이에 자외선의 강도 차이에 기인하는 것인지 자외선의 파장이 달라서인지는 불분명하다.

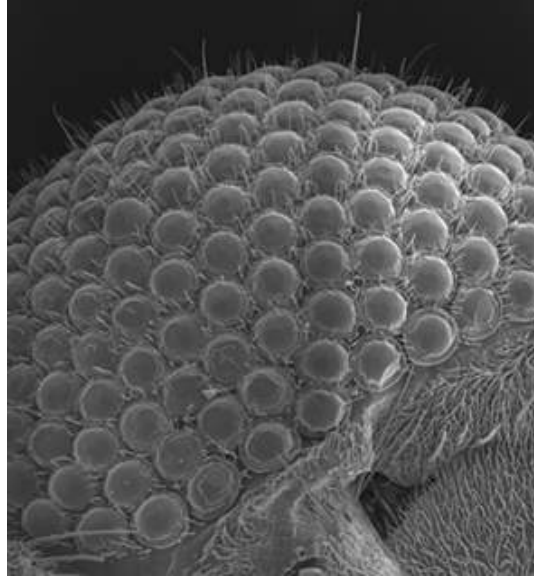


Fig. 8-17. Well-developed compound eye of winter crane fly is composed of a number of regularly aligned facets ('ommatidia').

본 연구에서는 겨울각다귀의 시각 시스템에 강한 활성을 나타내는 파장의 빛을 알아보기 위해 겨울각다귀 성충의 겹눈이 각각 다른 단파장의 LED에 반응하여 나타내는 전기생리학적 시각 신경 신호를 ERG(electroretinogram) 기술을 사용하여 측정하였다. 겨울각다귀 성충의 ERG 반응을 측정하기 위해서 조립식 ERG 측정 시스템을 세종기지에 설치하여 사용하였다. 살아 있는 각다귀 성충을 plasticine block에 고정하고 생리적 식염수를 넣은 microglass electrode의 끝을 겹눈 표면에 연결하여 recording electrode로 사용하였다. Recording electrode를 통해 포착된 겨울각다귀 겹눈으로부터 나오는 시각 신호는 headstage amplifier로 일차 증폭하고, main amplifier에서 추가로 증폭하였으며, noise eliminator를 거치도록 하여 electromagnetic noise를 최소화 하였으며, 이 신호는 AD converter를 거쳐 노트북 컴퓨터로 보내고, 컴퓨터 프로그램(Picoscope 6)으로 관찰, 저장 및 분석을 하였다. 겨울각다귀 성충은 LED 광원을 사용한 시각 자극에 대해 안정적이고 뚜렷한 ERG 반응을 나타내었다. 첫 번째 ERG 실험으로 겨울각다귀 암컷 성충의 6 가지 다른 파장(IR, red, yellow, green, blue, UV)의 LED 광원에 의한 자극에 대한 ERG 반응을 측정, 비교하였다. 그 결과, 겨울각다귀 암컷 성충은 초록색과 파란색의 LED 자극에 대해 큰 ERG 반응을 나타냈으며, UV에 대해서는 어느 정도의 강한 ERG 반응을 나타내었다(Fig. 8-18). 이러한 결과는 겨울각다귀 성충의 겹눈이 특정 파장의 빛에 상대적으로 민감하게 반응한다는 것을 뜻하며, 특히 초록색, 파란색 및

UV가 겨울각다귀 성충의 행동에 상대적으로 강한 활성을 보일 가능성이 크다.

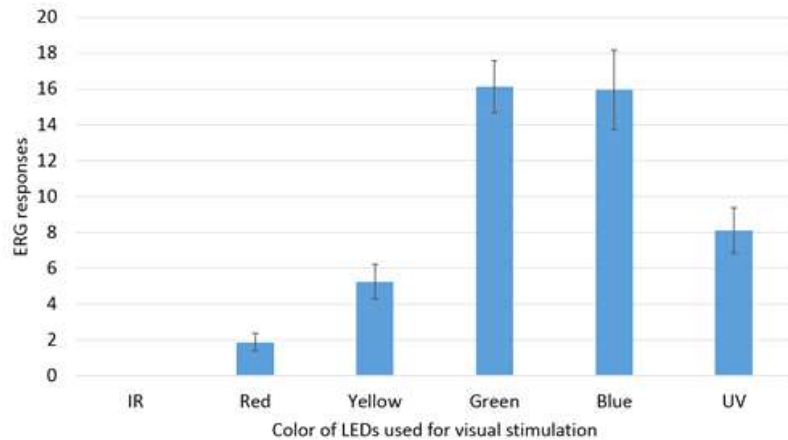


Fig. 8-18. ERG response of WCF on color of LEDs used for visual stimulation

어떤 파장의 시각 신호가 겨울각다귀에 행동 활성을 나타내는지 알아보기 위해 LED를 끈끈이판에 장착한 트랩(LED 끈끈이 트랩)을 개발하여 이를 사용할 수 있는지 세종기지의 오수집수조 건물 내부에 설치하고 예비실험을 하였다. 사흘 동안 수행된 이 실험에서 녹색 LED 끈끈이 트랩과 UV LED 끈끈이 트랩에 각각 두 마리씩의 겨울각다귀 성충이 포획되었는데, 포획된 겨울각다귀의 수가 적어서 blank control과의 통계적 비교는 할 수 없었다. 포획 수가 적은 것은 이 시기에 생활동 오수집수조 건물 내에 발생한 겨울각다귀의 수가 적은 때문일 것으로 생각된다. 이것을 바탕으로, 앞으로 겨울각다귀 성충의 밀도가 높은 조건을 마련하여 서로 다른 파장 및 강도의 LED 빛에 대한 겨울각다귀의 행동 반응을 조사할 예정이다.

(3) 냄새활성물질 탐색

세종기지에서도 포획되는 겨울각다귀는 대부분 생활동 및 발전동과 연결된 오수집수조 건물 내부에서 채집되어 이들 두 곳이 겨울각다귀의 섭식과 산란과 관련한 주 서식처임을 알 수 있었다. 세종기지에서의 관찰 결과, 겨울각다귀의 성충은 오수집수조 같이 유기물이 풍부한 물속 또는 부근의 습한 곳에 산란하는 것으로 보이며, 이러한 서식처에서 발산되는 휘발성 냄새 성분이 산란 준비가 된 교미 암컷 성충을 유인하는 효과가 있을 것으로 생각된다. 따라서 오수집수조에서 발생하는 냄새물질들을 dynamic headspace sampling system을 사용하여 채취하여 여기에 함유된 유기화학 냄새물질들을 분석하고, 전기생리 기법 및 바이오어세이를 통해 이들 중에서 겨울각다귀에 냄새활성을 나타내는 물질들을 동정할 계획이다. 이를 위해 휴대용 dynamic headspace

sampling system을 준비하여, 약 100 ml/min의 속도로 24시간 동안 흡입시킨 오수집수조 내부의 공기에 포함된 냄새물질들을 흡착시킨 각 Tenax cartridge를 1 ml의 hexane으로 elution 하여 준비된 extract를 vial에 보관하였다. 이러한 dynamic headspace sampling을 세종기지의 생활동과 연결된 오수집수조 건물 내부에서 10일 동안 지속적으로 진행하여 향후 화학분석 및 전기생리 실험에 필요한 충분한 양의 샘플을 확보하였다. 이들 샘플을 사용하여 GC-EAD (coupled gas chromatograph-electroantennographic detection) 분석을 통해 겨울각다귀에 냄새활성을 나타내는 물질을 동정할 예정이며, 냄새활성을 나타내는 물질들의 화학구조는 GC-MS (gas chromatograph-mass spectrometry) 등을 통해 규명할 계획이다. 우리는 또한 겨울각다귀가 성페로몬을 사용할 가능성을 계속 알아볼 예정이다. 각다귀가 교미에 성유인물질(pheromone)을 사용한다는 것이 보고된 바 있으며(Freeman 1968; Gordon Pritchard, 1983; Desai et al., Biolife 3: 21-25), 각다귀의 안테나의 형태가 암, 수컷 간에 다르다는 보고도 있는데 (Jackson & Campbell, 1975; Volonterio et al., 2013), 이는 겨울각다귀도 교미에 성페로몬을 사용할 가능성을 시사하고 있다. 겨울각다귀 성충은 습하고 비교적 어두운 장소에서 휴식을 취하는 것을 선호하는 것으로 보이는데, 겨울각다귀 수컷이 우화 중에 있는 또는 갓 우화한 암컷을 탐지하고 교미를 할 수 있다는 보고로 보아 교미를 위해 겨울각다귀 수컷이 교미를 위해 암컷을 찾아갈 때 냄새물질인 성페로몬을 이용할 가능성을 배제할 수 없을 것이다.

또한 여러 가지 식물 및 발효물질들에서 생성되는 냄새물질들 중에서 17 가지 물질들을 선별하여 이들에 대한 겨울각다귀 암컷 성충의 안테나에 있는 냄새감각세포들의 EAG 반응을 조사하였다(Fig. 8-19). 각 물질을 1 mg/20 μ l의 농도로 hexane에 희석하여 준비하였고, 각 성분 20 μ l를 작은 조각(5 x 20 mm)의 filter paper에 가하고 이를 glass Pasteur pipette에 넣은 다음 이를 통해 1 ml의 공기를 가해 겨울각다귀 암컷 성충의 안테나를 자극하고 반응을 측정하였다. 그리고, 용매로 사용한 hexane을 20 μ l 가한 것을 solvent control로 사용하였다. 그 결과 17 가지 냄새물질 중에서 linalool 및 1-hexanol의 두 가지 물질이 겨울각다귀의 안테나에서 강한 EAG 반응을 보여주었다(Fig. 8-19). 이 두 물질은 겨울각다귀 암컷에서 각각 7.31 ± 0.53 mV (mean \pm SE, N = 48) 및 6.67 ± 0.72 mV (mean \pm SE, N = 24)의 EAG 반응을 나타내어 1.01 ± 0.13 의 EAG 반응만을 나타낸 hexane(solvent control)에 비해 훨씬 높았고, 이는 겨울각다귀의 안테나에 이들 물질에 특이적으로 반응하는 냄새감각세포들이 다수 존재한다는 것을 암시한다. 이들 두 물질 외에도 2-phenylethanol과 Z3-hexenol이 상대적으로 강한 EAG 반응을 나타내었다(Fig. 8-19). 본 실험을 통하여 겨울각다귀의 안테나에 특정 냄새물질들에 대해 선택적으로 반응하는 냄새감각세포들이 존재한다는 것을 알 수 있었

으며, 이 결과를 바탕으로 세종기지의 오수집수조에서 발산되는 냄새물질들 중에서 겨울각다귀의 안테나에 강하고 선택적인 냄새활성을 나타내는 물질들을 GC-EAD 기술을 사용하여 동정할 계획이다.

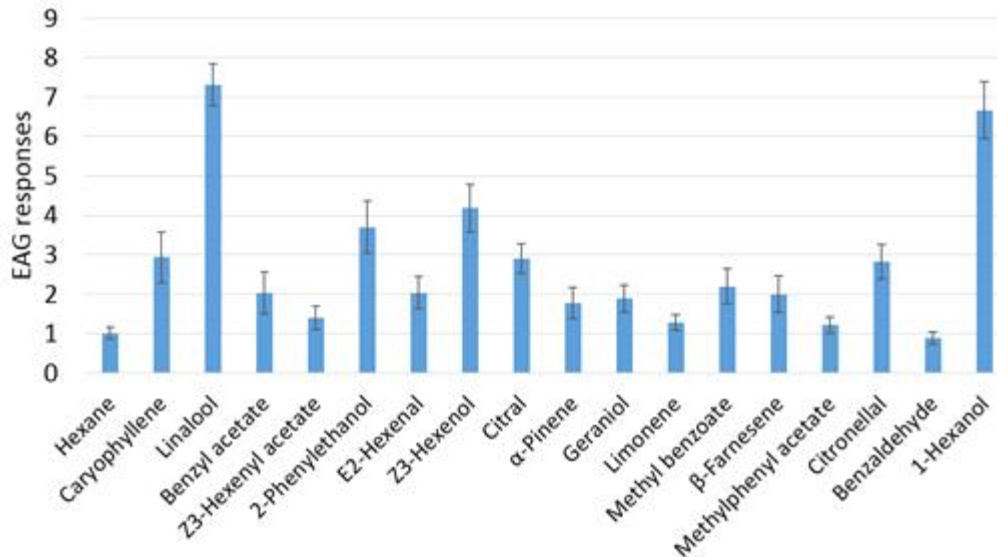


Fig. 8-19. Electroantennogram (EAG) responses of female winter crane flies to 17 volatile organic compounds (mean \pm SE). Several compounds elicited significant EAG responses, and linalool and 1-hexanol elicited the largest EAG responses among the compounds tested, which indicates that these compounds have strong olfactory activities on the antennae of the winter crane flies and their antennal olfactory receptor neurons have selective responsiveness to specific odors.

라. 겨울각다귀 모니터링 기술

(1) UV trap

UV trap은 겨울각다귀에 어느 정도의 유인력을 나타내는 것으로 밝혀졌으며 UV trap을 겨울각다귀의 밀도 변동을 파악하기 위한 모니터링 수단으로 적당할 것으로 사료된다. 현재 세종 기지에서 사용되고 있는 UV trap은 LED 형태(Fig. 8-20A) 또는 형광등 형태(Fig. 8-20B)의 UV 광원을 이용하여 유인된 겨울각다귀 성충을 fan으로 흡입하여 채집통 내부로 들어오도록 하는 방식이다. 세종기지에서는 이 두 가지 UV trap을 발전동(Fig. 8-21A, B)과 생활동(Fig. 8-21C)에 설치하여 겨울각다귀 성충의 발생을 모니터링하고 있는데, 지난 수년 동안 UV trap에 겨울각다귀들이 지속적으로 포획되었고, 그 결과 세종기지에서는 겨울각다귀 성충이 매년 2회 발생하고, 성충의 발생 최성기는 12-1월 및 7-8월 인 것으로 나타나고 있다. 이러한 UV trap을 우루과이 기지, 칠레 기지 및 러시아 기지의 오수집수조 시설에 설치하여 겨울각다귀 성충이 포획되는 것을

확인하고 모니터링 용도로 사용하고 있으며, 2020년에는 중국 장성기지의 오수집수조 건물 내부에도 설치하였는데 아직 겨울각다귀의 존재 여부는 확인되지 않은 상태이다. 이 UV trap은 우루과이 기지에서 공급한 delta trap에 비해 겨울각다귀 성충에 대한 유인, 포획력이 훨씬 높은 것으로 나타나고 있다. 하지만 이들 시설에서의 겨울각다귀 성충의 절대 밀도는 파악된 바 없으며, 따라서 이들 UV trap의 포획 효율은 아직 불분명한 상태이다. 그리고, 형광등을 광원으로 사용한 UV trap과 LED를 광원으로 사용한 UV trap 중에서는 형광등을 광원으로 사용한 UV trap의 유인력이 LED를 광원으로 사용한 UV trap에 비해 높은 것으로 파악되고 있다.

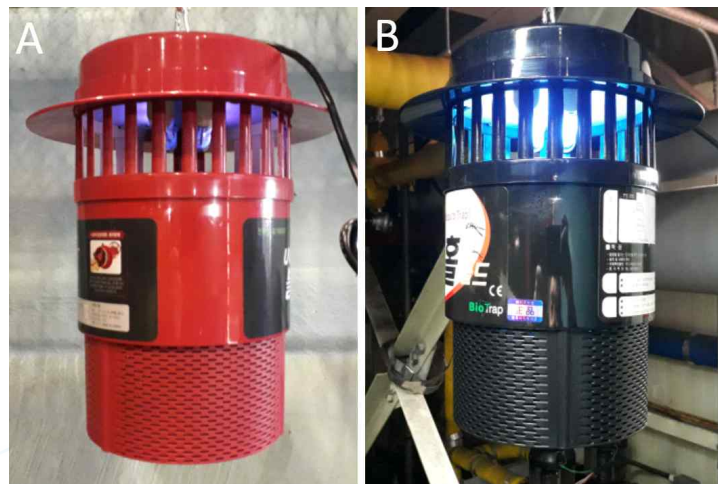


Fig. 8-20. Two different types of UV traps used to monitor the adult populations of winter crane flies at King Sejong Station. One type uses UV LEDs (A), and the other UV fluorescent bulbs (B) as the visual stimuli.



Fig. 8-21. UV traps placed in the sewage treatment building (A, B), and in the sewage collection facility (C) at King Sejong Station.

(2) Odor-baited trap

전자현미경 관찰을 통해 겨울각다귀 성충의 안테나와 작은턱수염에 잘 발달된 냄새감각기들이 존재하는 것이 확인되었으며, 이는 겨울각다귀가 냄새물질을 주요 통신수단으로 사용한다는 형태적 증거이다. 또한, 예비 트랩실험을 통해 겨울각다귀가 냄새물질에 유인된다는 사실이 확인되었기 때문에 겨울각다귀에 특이적으로 강한 냄새 유인 활성을 갖는 물질들을 동정하여 이들을 UV 또는 강한 ERG 반응을 보여준 녹색 또는 파란색 등의 시각 유인 자극원과 결합하여 겨울각다귀에 강한 유인력을 나타내는 새로운 유인제로 개발하여 박멸 프로그램에 활용할 계획이다.

마. 킹조지섬 타국 기지와 모니터링 현황 및 국제 협력

겨울각다귀는 세종기지 외에도 킹조지섬 필데스 반도의 외국 기지들 중 러시아 벨링스하우젠기지, 칠레기지(필데스기지 및 에스쿠데로기지), 그리고 우루과이 아르티가스 기지에 겨울각다귀가 서식하고 있는 것이 확인되었으며, 중국 장성기지에의 겨울각다귀 발생은 공식적으로 확인되지는 않았으며, 현재 장성기지에 UV trap을 설치해두고 겨울각다귀 성충 발생을 모니터링하고 있다. 칠레기지와 우루과이기지에서의 겨울각다귀 성충 밀도는 세종기지에 비해 월등히 높아서 이들 기지에서 겨울각다귀들이 매년 크게 발생하고 있다는 것을 알 수 있었으며, 따라서 이들 기지로부터 세종기지로 유입되는 겨울각다귀의 경로도 지속적으로 차단하고 세종기지로 들어오는 인원과 물품에 겨울각다귀들이 함께 딸려 오지 않도록 해야 할 것으로 보인다. 폴란드 약토스키기지에 현재 겨울각다귀가 어느 정도 발생하고 있는지는 불확실하다. 하지만, 폴란드기지에서의 겨울각다귀 발생 보고 이후 겨울각다귀가 박멸되었다는 보고는 없었으며, 폴란드기지 주변의 비교적 온화한 기후를 감안할 때 겨울각다귀들이 아직 발생하고 있을 가능성이 높을 것으로 예상된다.

세종기지와 마찬가지로, 필데스반도의 우루과이기지, 러시아기지 및 칠레기지에서도 겨울각다귀가 발생하는 장소도 각 기지의 오폐수 처리 시설과 뚜렷한 관련이 있으며, 각 기지의 오수집수조가 겨울각다귀 유충의 주로 서식하며 성충이 주로 우화하는 장소라는 것은 분명하다. 이들 시설 외에서 겨울각다귀 유충이 성장해서 성충으로 발육된 예는 지금까지 보고된 바 없다. 우루과이기지의 경우 건물 외부의 지하에 매설된 오수집수조에서 유충이 번식하고 성충은 여러 개의 오수집수조 뚜껑을 통해 외부로 나갈 수 있는 것으로 보인다(Fig. 8-22). 우루과이의 흰색 끈끈이 트랩을 오수집수조 뚜껑 안에 위치시켰을 때 다수의 겨울각다귀 성충이 포획되는데, 흰색 끈끈이 트랩의 겨울각다귀에 대한 유인력이 아주 낮은 것을 감안할 때 우루과이 기지의 오수집수조 내의 겨울

각다귀 밀도는 아주 높을 것으로 생각된다. 러시아기지의 오수집수조 건물(Fig. 8-23)에 UV trap을 설치했을 때 다수의 겨울각다귀 성충이 포획되는 것으로 보아 러시아 기지에서 겨울각다귀 발생량도 어느 정도 높을 것으로 보인다. 2019년 말에 러시아기지의 오수집수조에 설치한 UV trap에서 3주 정도 후에 30 마리 이상의 겨울각다귀 성충이 포획되었다(Fig. 8-24).

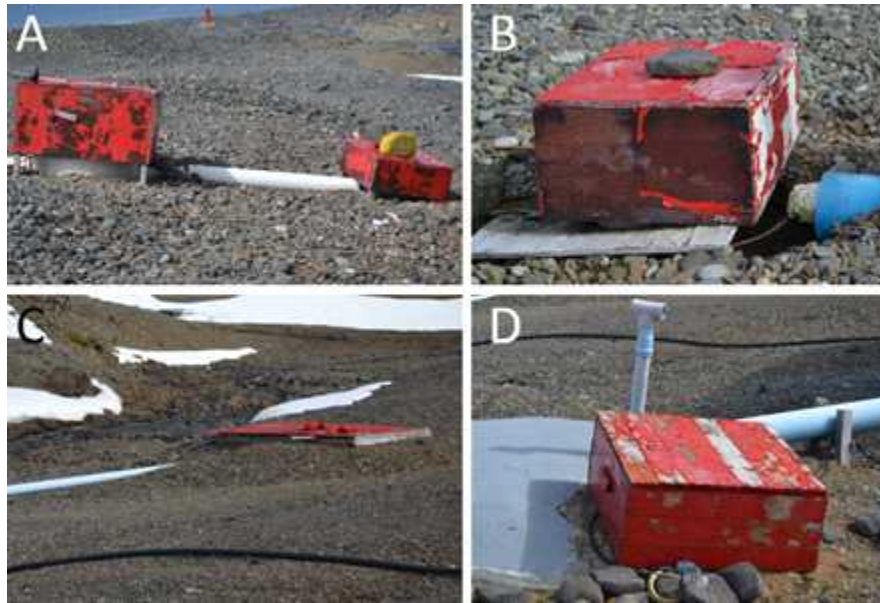


Fig. 8-22. Sewage collecting tanks at Uruguayan Artigas Base where WCF emerging mainly.



Fig. 8-23. Sewage collecting site at Russian Bellingshausen Station where UV trap installed by Korean monitoring team.



Fig. 8-24. UV trap (A) installed in sewage collecting site and captured WCF adults by the trap (B).

칠레 에스꾸데로기지의 지하 오수집수조 건물 내부에 설치한 UV trap에는 겨울각다귀 성충이 지속적으로 포획되고 있어서 칠레기지에서 겨울각다귀가 지속적으로 발생되고 있는 것을 나타낸다. 하지만, 칠레 프레이기지의 대형 오폐수 처리 시설에서는

2019년 말부터 2020년 1월 중에는 건물 내에 설치한 UV trap에 겨울각다귀가 한 마리도 포획되지 않아서 이 시설에서의 겨울각다귀 발생은 상당히 낮은 것으로 판단되며, 이는 필데스기지에서 현재 일주일 간격으로 이 오페수 처리 시설을 청소하고 있는 것과 연관이 있을 가능성이 크다. 하지만, 2019년 12월 - 2020년 1월의 현장 조사에서 이 처리 시설 건물 내에서 새로운 외래 곤충인 나방파리가 발견되어 현재 이 외래 곤충에 대한 상황을 파악하는 중이다.

바. 겨울각다귀 박멸기술 개발

(1) Pesticide-impregnated netting

피레드린(pyrethroid) 계통의 살충제를 모기장 망사에 처리하여 말라리아 모기가 망사와 접촉할 경우 살충 효과가 나타나 모기가 죽게 만드는 ‘pesticide-impregnated netting’ 기술은 아프리카 등지에서 말라리아 모기에 대처하는 수단으로 널리 쓰이는 중요한 수단이다. 세종 기지의 경우, 기지에서 발생하는 겨울각다귀의 유충들은 모두 오수집수조 내부에서 서식하는 것으로 보이며, 유충들이 성장하여 번데기를 거쳐 성충으로 우화한 다음 오수집수조 밖으로 나와 교미를 하고 산란할 준비가 된 암컷은 다시 오수집수조 안으로 들어가 산란을 하여 겨울각다귀의 발생이 반복되는 것으로 판단된다. 기지의 다른 건물이나 물이 고인 곳 또는 세종호나 현대호 등의 호수에도 오수집수조 건물 밖으로 나간 성충이 산란을 할 가능성이 있으며 부화한 유충이 호수에서 성장할 수 있는 가능성은 있지만, 건물 외부에서의 유충 생장은 아직은 여름 기간 동안에만 가능한 것으로 보이기 때문에 비교적 긴 유충 성장 기간이 필요한 겨울각다귀가 기지의 건물 외부에서 성충으로까지 성공적으로 성장할 수 있다는 증거는 아직 없는 상태이다. 따라서, 오수집수조에서 우화한 성충이 오수집수조 밖으로 나가는 것을 차단하고, 겨울각다귀 암컷이 오수집수조 외부에서 오수집수조 내부로 들어와 산란하는 것을 방지한다면 세종기지에서 겨울각다귀 번식을 억제하는 좋은 수단이 될 것이다. 이에 따라, 피레드린 계 살충제를 처리한 망사로 세종기지의 발전동과 생활동의 오수집수조와 외부를 차단하여 겨울각다귀의 번식을 억제할 계획이다. 살충제는 피레드린 계 살충제들 중에서 한국에서 시험을 거쳐 선발할 것이며, 이 살충제를 처리한 망사를 차단 재료로 사용할 계획이다. 이렇게 하면 살충제 성분은 망사에 잔류하면서 오랫동안 겨울각다귀에 대한 살충력을 발휘할 것이며, 오수집수조로 들어가는 물과는 접촉을 하지 않기 때문에 살충 성분이 오수집수조를 거쳐 바다로 유입되지는 않을 것이다.

발전동의 경우, 오수집수조는 하나의 큰 금속 탱크로 이뤄져 있고 (Fig. 8-25A), 탱크 내부는 네 개의 방으로 구성되어 첫 번째 방으로 들어온 오페수가 다음 단계들을 거치면서 정화되어 최종적으로 바다로 유출되는 구조로 되어 있으며 (Fig. 8-25D), 탱크 윗부분에 있는 다섯 개의 직사각형 모양의 구멍을 통해 외부로 연결되는데 (Fig.

8-25B), 각 구멍에는 금속제 뚜껑이 있다(Fig. 8-25C). 이 다섯 개의 구멍을 각각 pesticide-impregnated net로 덮어 씌우고 그 위로 금속 뚜껑을 덮을 수 있도록 하여, 오수집수조 내, 외로의 겨울각다귀의 출입을 방지하고 망사에 접촉하는 겨울각다귀 성충들이 죽도록 할 계획이다. 이를 위해 한국에서 시험을 통해 적합한 살충제를 선발하고, 겨울각다귀 성충을 지속적으로 죽게 할 수 있는 살충제의 처리량을 결정하며, 살충제가 처리된 망사의 살충 효과 지속 기간을 측정할 예정이다.

생활동과 연결되어 생활동으로부터의 오폐수가 모이는 오수집수조 건물은 발전동과는 달리 콘크리트 구조물로 이뤄져 있으며, 오폐수를 담는 콘크리트 구조물의 개방된 공간 위를 통해 다소 복잡하게 배열되어있는 파이프들을 통해 오폐수가 유입, 유출되는 구조이기 때문에 발전동에서의 경우처럼 탱크 위를 망사로 덮어 겨울각다귀 성충의 이동을 막기는 어려운 상태이다. 따라서, 생활동의 오수집수조 건물 내부의 오수집수 탱크가 있는 공간과 출입문과 연결되는 나머지 공간 사이에 바닥부터 천장까지 pesticide-impregnated net를 설치하는 것이 현실적이고 효율적일 것으로 생각된다. 또한, 오수집수 탱크가 위치한 공간의 문쪽 벽면 윗부분에 있는 환기구를 통해서도 겨울각다귀 성충이 이동할 가능성이 있기 때문에 이 환기구도 pesticide-impregnated net로 덮어 씌울 계획이다.

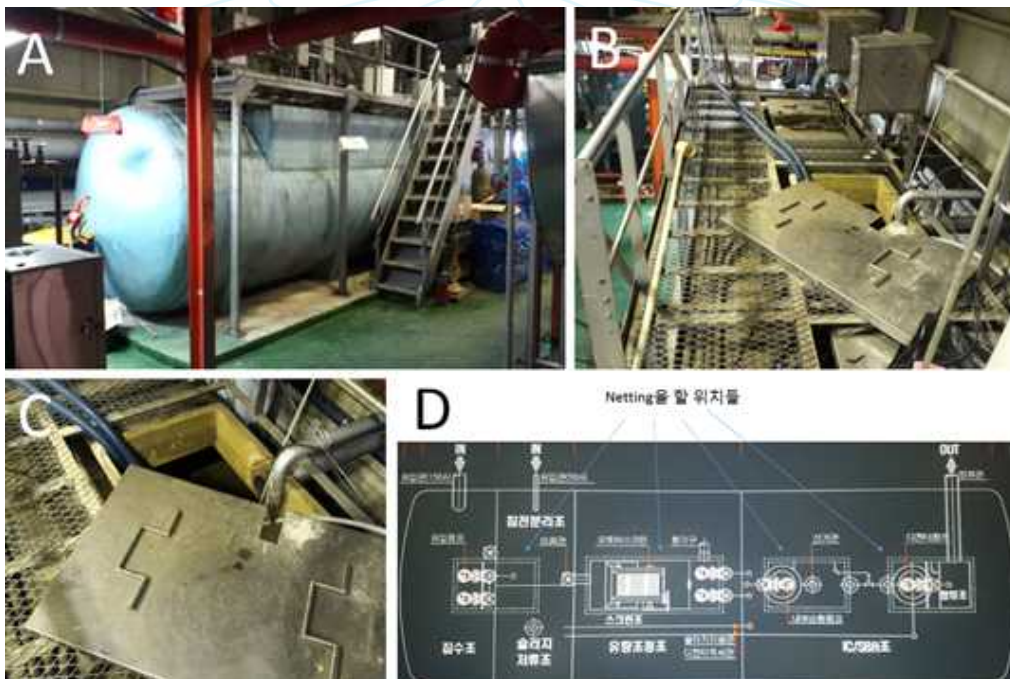


Fig. 8-25. The shape and structure of the sewage treatment tank inside the sewage treatment building at King Sejong Station (A ~ D), and the location where nettings are to be placed (D arrows).

(2) 유인제 및 트랩 포획

겨울각다귀의 안테나와 작은턱수염에 냄새활성을 나타내는 물질들을 GC-EAD와 GC-EPD 실험을 통해 밝힌 다음, 이들의 겨울각다귀에 대한 행동 활성을 트랩 실험을 통해 조사하여 겨울각다귀에 대한 유인제를 개발할 계획이다. 이에 대한 예비실험으로 끈끈이판에 세 가지의 다른 일반 파리유인제(Fig. 8-26A)를 처리하여 새충기지의 발견 동 및 생활동의 오수집수조 건물 내부에 설치하여 이들 트랩에 겨울각다귀 성충이 유인, 포획되는지를 조사하였다. 그 결과 실험 초반에 이들 일반 파리 유인제에 몇 마리의 겨울각다귀 성충이 선택적으로 유인, 포획되는 것이 관찰되었다 (Fig. 8-26B). 하지만, 설치 2-3일 후부터는 대조구와 처리구 간에 겨울각다귀에 대한 유인력에 차이가 없어 졌는데 이는 유인제로 사용한 물질의 발효가 과도하게 진행되어 겨울각다귀에 대해 유인 활성을 나타내는 성분들이 더 이상 생성되지 않았기 때문일 것으로 추측된다. 그 다음 트랩 실험으로, 치과용 숨방망이에 개별 합성 냄새물질을 10 mg 처리하여 끈끈이판에 부착하고 이를 생활동의 오수집수조 건물 벽에 설치하고 겨울각다귀 성충이 유인, 포획되는지 살펴보았다 (Fig. 8-27). 이 실험에서는 linalool을 10 mg 처리한 끈끈이판에 겨울각다귀 성충이 총 3마리 포획된 것이 확인되었으나 더 이상 포획되지 않아 실험을 종료하였다. 이 실험에서 겨울각다귀 성충에 대한 유인력이 확인되지 않은 것은 실험을 수행한 기간 동안 오수집수조에서 발생한 겨울각다귀 성충 수가 너무 적어서 일 가능성이 크다. 위의 두 가지 예비 트랩실험에서 사용된 실험 방법이 합성 냄새물질들의 유인력 시험에 적절할 것으로 판단되며, 따라서 GC-EAD 및 GC-EPD 실험을 통해 겨울각다귀에 강한 냄새활성을 나타내는 물질들을 밝힌 후에 이들 물질의 유인력을 같은 방법을 사용한 트랩 실험을 통해 검증하여 유인제를 개발할 계획이다.

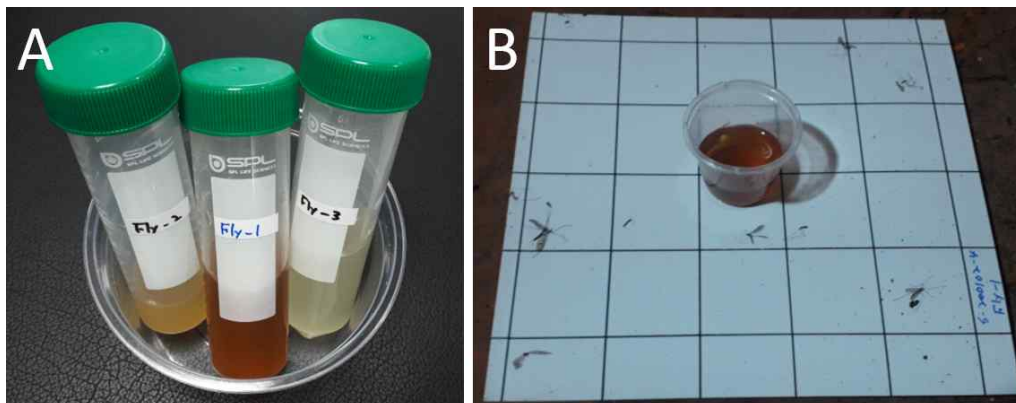


Fig. 8-26. Three different formulations (A) used in a preliminary trapping experiment for developing attractants for winter crane fly. Each liquid formulation contained in a small plastic container was placed at the center of a white sticky-base trap (B).

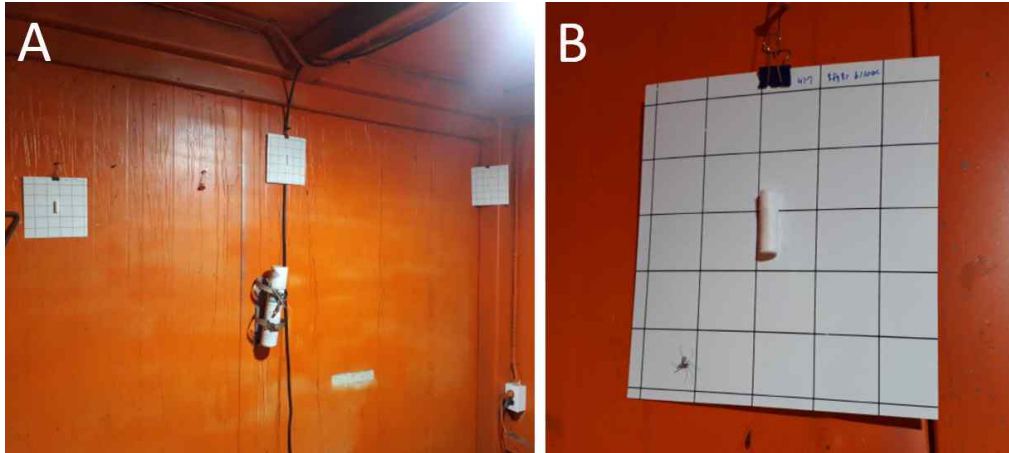


Fig. 8-27. Odor-baited trapping experiments conducted in the sewage treatment facility at King Sejong Station (A). A cotton roll impregnated with test compound(s) was placed at the center of a sticky-base trap (B).

외래 곤충의 박멸에는 효율적인 유인제가 아주 중요한 요소이다. 이미 박멸이 이뤄진 여러 외래 곤충들의 경우 SIT나 살충제 처리, 천적 살포 등의 수단을 통해 이들의 밀도를 효율적으로 낮출 수는 있지만 그 어느 방법도 완전 박멸을 이루는 수단은 되지 않으며, 이러한 수단들을 사용하여 밀도가 상당히 낮아진 상태의 외래 곤충을 효율적인 유인제로 유인하여 직접 유살하고 또한 낮은 밀도로 서식하는 외래해충 서식처들의 정확한 위치를 파악하여 완전 박멸을 이루게 하는 중요한 수단이다. 이에 따라, 겨울각다귀의 박멸에도 보다 효율적인 유인제의 개발이 중요할 것으로 판단되며, 겨울각다귀 성충은 냄새 감각 및 빛 감각이 상당히 발달한 것이 입증되었기 때문에 냄새 물질과 빛을 병합한 새로운 유인제를 개발하여 겨울각다귀의 박멸에 사용할 계획이다. 박멸 프로그램을 진행하면서, 각다귀 성충 밀도의 변동에 대한 모니터링은 지금까지 사용해 온 UV trap을 그대로 사용하여 박멸이 진행되면서의 겨울각다귀의 밀도 변화를 파악할 수 있을 것이다.

(3) 재침투 방지

현재 세종기지에서 서식하고 있는 겨울각다귀들은 아직 정확히 밝혀지지 않은 경로를 통해 세종기지 외부로부터 침입했으며, 박멸 프로그램을 가동하는 동안, 그리고 박멸이 성공적으로 이뤄진 후에 겨울각다귀가 외부에서 세종기지로 재침투하는 것을 방지하는 것은 아주 중요하다. 세종기지는 현재 컨테이너 박스로 구성된 'Invasive pest prevention post'(IPPP)가 있는데, 이 시설을 보다 적극적으로 활용한다면 겨울각다귀의 재침투를 억제할 수 있는 중요한 수단이 될 것이다. 이 시스템을 보다 효율적으로 만들기 위해서 국립검역본부의 자문을 구해 필요할 경우 현재 갖고 있는 IPPP 시설을 이용

할 수 있는 방안을 마련할 계획이다.

사. 칠레 프레이기지 나방파리 유입

2019년 12월과 2020년 1월에 세 번에 걸쳐 필데스반도에 위치한 칠레의 프레이기지에 있는 건식 오폐수 처리 건물 내부에 겨울각다귀 성충의 모니터링을 위해 설치해 둔 UV trap에서 세 차례 모두 새로운 종류의 작은 곤충이 여러 마리씩 포획된 것이 확인되었으며 (Fig. 8-28A), 이들을 알코올에 담아 세종기지로 가져와서 검사한 결과 이들은 나방파리과(Psychodidae)에 속하는 나방파리(moth fly)의 일종인 것으로 판명되었다 (Fig. 8-28B, C). 이 나방파리의 종명은 아직 밝혀지지 않았으며, 칠레 프레이기지에서 채집한 샘플을 분류 전문가에게 보내어 종 동정을 시도하고, 또 이들의 DNA barcoding을 수행해서 정확한 종 이름을 파악할 계획이다. 이들이 세종기지로 침투한다면 겨울각다귀의 경우에서처럼 세종기지의 오수집수조에서 서식할 가능성을 배제할 수 없기 때문에 예의 주시할 필요가 있을 것이다. 현재, 프레이기지의 담당자인 Harold Burgos Villanof(Major, 1st Officer BAAPEFM)의 주도 하에 이 오폐수 처리 건물 내부를 매 주 청소하면서 겨울각다귀와 새로 발생한 나방파리의 밀도를 줄이려는 노력을 하고 있으며, 이의 추이에 따라 이 종에 대한 대책이나 연구가 필요한지 판단할 필요가 있다.

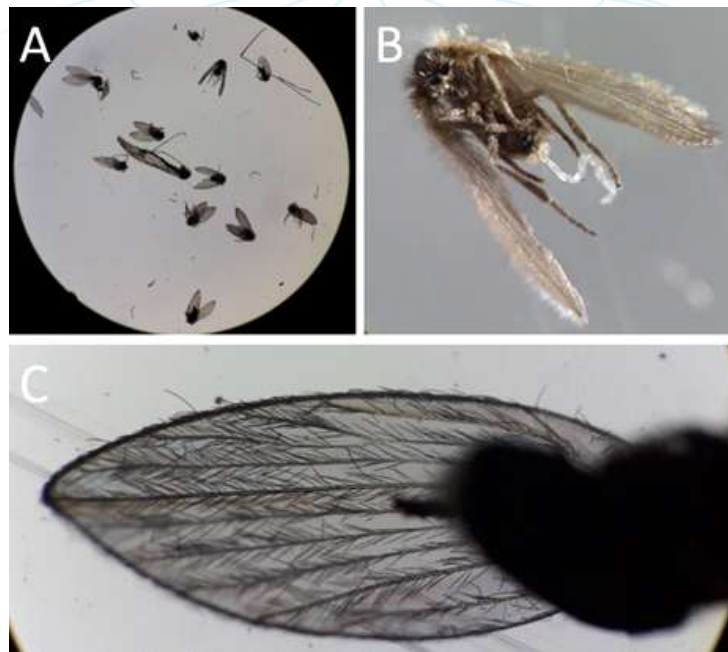


Fig. 8-28. Moth flies collected in the sewage treatment facility at the Chilean Eduardo Frei Antarctic Base (A). Their overall morphology (B) and wing venation (C) indicate typical characteristics of a moth fly.

4. 고찰

본 연구 프로젝트의 궁극적인 목표는 세종 기지에 침입하여 정착 과정에 있는 겨울각다귀를 박멸할 수 있는 기술을 개발하여 매뉴얼로 제공하고, 이를 실제 기지에 적용하여 기지에서 겨울각다귀를 박멸하는 것이며, 성공적인 겨울각다귀의 박멸을 이루면 서 우루과이 기지, 칠레 기지, 러시아 기지 등 동일 종의 겨울각다귀가 침입하여 서식하고 있는 킹조지섬의 주변 외국 기지들에도 이 방법을 보급하여 각 기지에서 겨울각다귀를 박멸할 수 있도록 하는 것이다. 일반적인 외래 곤충의 박멸에는 대량으로 사육하여 방사선 조사 등의 방법으로 불임화 시킨 수컷을 대량으로 방사하여 이들이 자연계에 있는 암컷과 교미하고 이들과 교미한 암컷은 무정란을 낳아 번식을 억제하는 기술인 SIT (sterile insect technique) 및 외래 해충의 자연 서식지인 native range 나라들에서 이들의 번식을 억제하는 기생벌 (parasitic wasp) 또는 기생파리 (parasitic fly) 등의 천적을 대량 사육하여 외래 해충의 서식지에 방사하여 밀도를 줄이는 방법이 널리 사용되고 있으며, 선택적 독성을 갖는 살충제의 사용도 이들과 조합되어 효율적인 박멸 프로그램에 활용되고 있다. 또한, 박멸 프로그램에는 외래 해충의 밀도 변동을 정확히 파악하는 것이 중요하며, 앞서 언급한 방법들을 사용하여 침입한 외래 해충의 밀도를 어느 수준 이하로 낮춘 다음에는 유인제를 사용하여 낮은 밀도로 존재하는 외래 해충들을 직접 유인, 포획하며, 유인제를 사용하여 이들의 서식처를 정확히 알아내어 포살하는 것이 박멸을 완결하는 중요한 단계이기 때문에 효율적인 유인제가 가용한지는 박멸 프로그램의 성공에 필수적인 조건이다. 하지만, 남극이라는 특수한 환경을 감안할 때, 이러한 기술들 중에서 겨울각다귀의 박멸에는 SIT나 천적의 대량 살포, 그리고 독성 살충제의 사용은 고려하지 않는 것이 바람직할 것이며, 따라서 제한적인 가용한 기술들을 적용하여 세종기지의 겨울각다귀 박멸을 이루는 것이 본 과제에서 이뤄야 할 중요한 부분이다. 유인제에 있어서도, 현재 사용하고 있는 UV trap이 겨울각다귀의 모니터링에는 적합한 것으로 보이지만, 저밀도의 겨울각다귀 성충을 강하게 유인, 포살할 수 있을 정도의 유인력을 갖지는 않는 것으로 판단되어 겨울각다귀에 훨씬 강한 유인력을 갖는 유인제를 개발하여 사용하는 것이 성공적인 박멸을 이루는데 중요하다고 판단된다. 세종기지에 침입한 겨울각다귀의 박멸을 위해서는, 서식하고 있는 겨울각다귀의 밀도를 줄이고, 주변으로의 확산을 억제하며, 외부로부터의 재침투를 방지하며, 밀도가 줄어든 겨울각다귀의 최종 박멸을 이룰 기술을 확보해야 할 것이다. 이를 감안하여 여러 가지 옵션들을 검토한 결과, pesticide-impregnated netting를 우선 적용하고, 새로운 유인제를 개발하여 사용하며, 파리류 유충에 선택적 독성을 갖는 Bt toxin의 사용 가능성 등을 파악하여 박멸 프로그램을 완성하고 세종기지에서 적용할 계획이다. 또한, 겨울각

다귀가 세종기지로 재침투 하는 것을 방지하기 위한 대책도 마련할 것이다.

우리나라는 국제 공도 모니터링 프로그램 운영 및 모니터링 결과를 CEP에 주요 의제로 보고할 예정이며 킹조지섬 기지 운영국(8개국) CEP 대표와 모니터링 필요성 인식 및 지속적 정보 공유를 통해 서남극 기지에서 전주기 대응 방안을 포함한 박멸 매뉴얼을 개발하여 서남극 뿐 아니라 향후 남극 전역에서 동일 또는 유사종 박멸에 대비하고자 한다.



Monitoring of Non-native species
during the 2019/20 and developing eradication manual

Kye Chung Park¹, Sanghee Kim², Seong-Ho Choi², Ji Hee Kim²,

Plant and Food institute, New Zealand¹

Korea Polar Research Institute, KIOST²

Abstract : We investigated the number of populations, locations, and provisional habitats of the invasive species (winter crane fly (WCF): *Trichocera maculipennis*) that have been spreading in King Sejong Station, Antarctica for several years since 2013. In cooperation with the bases in King George Island, which had been confirmed WCF to be growing in 2017/18, a survey was continued to establish a UV-trap, a sticky trap during 2019 and 2019/20 summer season. It was found that the winter crane fly can lay eggs in the freshwater around King Sejong Station and their larvae can feed on various organic materials in the freshwater. However, predation of the winter crane fly larvae by other insects such as springtails and midges was observed and parasitism by microscopic animals present in the freshwater was also found, which might limit the survival of the winter crane fly larvae in the lakes around King Sejong Station. The adult winter crane flies have well-developed olfactory sensory systems on the antennae and maxillary palps, and they exhibited specialized olfactory responses to some volatile compounds in EAG (electroantennogram) experiments. The adult winter crane flies have well-developed compound eyes, and their visual sensory neurons displayed strong ERG (electroretinogram) responses to green, blue and UV lights, the volatiles produced in the wastewater treatment facility at King Sejong Station has been collected by using a dynamic headspace collection system and Tenax cartridges, and EAG tests with the samples indicated that olfactory-active compounds for the winter crane fly are present in the headspace samples. A field trapping system has been established to evaluate the attractiveness of different olfactory-active compounds and visual

signala. We initiated preparing pesticide-impregnated nettings that can be placed in the wastewater treatment facilities at the King Sejong Station.



참 고 문 헌

- Chown SL, Huiskes AHL, Gremmen NJM, Lee JE, Terauds A et al (2012) Continent-wide risk assessment for the establishment of nonindigenous species in Antarctica. PNAS 109: 4938-4943.
- Darriet F., N'guessan R., Koffi AA., Konan L., Doannio JM., Chandre F., Carnevale P. (2000) Impact of pyrethrin resistance on the efficacy of impregnated mosquito nets in the prevention of malaria: results of tests in experimental cases with deltamethrin SC. Europe PMC. 93(2):131-134
- Fine BC. (1961) Pattern of pyrethrin-resistance in houseflies. Nature. 191:884-885
- Gressitt JL, Weber NA (1959) Bibliographic introduction to Antarctic-subantarctic entomology. Pacific Insects 1: 441-480.
- Hagvar S., Krzeminska E. (2008) Contribution to the winter phenology of Trichoderidae (Diptera) in snow-covered southern Norway. Stud Dipt 14:271-283.
- Hewlett PS. (1974) Time from dosage to death in beetles, *Tribolium castaneum*, treated with pyrethrins or DDT, and its bearing on dose-mortality relations. J. stroed Prod. Res. 10:27-41
- Hughes KA, Convey P (2014) Aliens invasions in Antarctica-is anyone liable? Polar Research 33: 1, 22103, DOI: 10.3402/polar.v33.22103.
- Hughes KA., Pertierra LR., Molina-Montenegro MA., Convey P. (2015) Biological invasions in terrestrial Antarctica: what is the current status and can we respond? Biodivers Conserv. 24:1031-1055
- Hughes KA, Pertierra LR (2016) Evaluation of non-native species policy development and implementation within the Antarctic Treaty area. Biological Conservation 200: 149-159.
- Karandikar KR (1931) The early stages of bionomics of *Trichocera maculipennis* (Meig.) (Diptera, Tipulidae). Trans. Ent. Soc. Lond. 79: 249-260.
- McGeoch MA., Shaw JD., Terauds A., Lee JE., Chown SL. (2015) Monitoring biological invasion across the broader Antarctic: A baseline and indicator framework. Global Environmental Change 32:108 - 125
- Petrasiunas A, Weber D (2013) Winter crane flies (Insecta, Diptera, Trichoceridae) from caves of the Grand Duchy of Luxembourg. Ferrantia 69: 276-283.

- Petrasiunas A, Podenas S (2017) New data on winter crane flies (Diptera: Trichoceridae) of Korea with description of a new species. 4311:
- Potocka M, Krzeminska E (2018) *Trichocera maculipennis* (Diptera)-an invasive species in Maritime Antarctica. PeerJ 6:e5408; DOI 10.7717/peerj.5408.
- Salmela J (2010) Crane fly (Diptera, Tipuloidea & Ptychopteridae) fauna of Limhamn limestone quarry (Sweden, Malmo) - diversity and faunistics viewed from a NW European perspective. Norwegian Journal of Entomology 14: 123-135.
- Volonterio O., Ponce de Leon R., Convey P., Krzeminska E. (2013) First record of Trichoceridae(Dipteria) in the maritime Antarctic. Polar Biol. 36:1125-1131
- Wilkinson JD., Biever KD., Ignoffo CM. (1975) Contact toxicity of some chemical and biological pesticides to several insect parasitoids and predators. Entomophaga 20(1):113-120



제 2 절

2019년 남극 킹조지섬 마리안소만 표층수 식물플랑크톤의 시간적 변동

전미사, 김형보, 주형민, 양은진, 강성호

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

요 약 : 남극 세종기지 주변 해양환경을 조사하기 위하여 2019년 한 해 동안 남극 킹조지섬 맥스웰만 내 마리안소만의 한 정점에서 식물플랑크톤 생물량의 시간적 변동 및 해수의 물리적 요인을 모니터링 하였다. 본 연구의 목적은 장기적으로 한 연구 정점에서 미세한 규모의 변화양상을 감지하고, 환경변화를 감지하기 위한 표준 데이터를 제시하는 것이다. 그 결과 채수된 연구 정점 표층수의 수온은 평균 0.04℃로 조사되었으며, 최고 수온은 2019년 1월과 2월(1.80℃)에 관측되었고, 최저 수온은 7월(-2.10℃)에 관측되었다. 염분은 평균 32.59 psu이었으며, 최고 염분은 7, 8, 11, 12월(34.50 psu)에 그리고 최저 염분은 1월(29.60 psu)에 관측되었다. 전체 식물플랑크톤 생물량(전체 Chl-a 농도)은 평균 0.476 $\mu\text{g L}^{-1}$ 이었으며, 1월 9일(4.784 $\mu\text{g L}^{-1}$)에 식물플랑크톤의 생물량이 최대였다. 연평균 미세조류에 의한 생물량 (micro-sized Chl-a 농도)은 0.258 $\mu\text{g L}^{-1}$ 이었으며 미소조류에 의한 생물량(nano-sized Chl-a의 농도)은 0.168 $\mu\text{g L}^{-1}$, 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl-a)의 농도는 0.048 $\mu\text{g L}^{-1}$ 이었다.

1. 서론

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 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; 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 대기온도는 평균 0.6°C 증가한 반면 WAP 대기온도는 같은 기간동안 1.5°C 상승하였다(Clarke *et al.* 2007). 남극세종과학기지가 위치한 서남극반도 해역은 수십년동안 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 식물플랑크

톤의 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 연안생태계에서 식물플랑크톤의 계절변동에 관한 연구가 1996년 이후 23년간 지속적으로 수행되어 왔다(Kang et al. 1997; 2002, Lee et al. 2015). 이러한 연구들은 남극 연안생태계가 한가지 패턴으로 설명하기에는 복잡한 연간 변동이 관찰된다는 결과를 보여주었다. 즉, 해양생태계의 1차 생산자인 식물플랑크톤의 생물량 및 종조성의 변화는 년중 또는 연간 매우 다르게 나타나므로 하나의 고정된 가설로 설명하는데 어려움이 있다(Kang et al. 2000; 2002). 따라서 본 연구는 세종기지 주변해역에서의 총 엽록소-a의 농도변화와 식물플랑크톤의 군집구조 변화 양상을 이해하고 연안생태계의 해양환경변화를 장기적으로 모니터링 하여 연안 해양 환경생태계의 변화를 조절하는 요인을 분석하고, 전 지구적 환경변화에 따른 국지적 생태환경 변화에 대한 증거를 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

가. 연구 지역

본 연구는 남극 킹조지섬 맥스웰만에 위치한 마리안소만의 한 정점(Fig. 8-28)에서 조사되었다. 이곳에는 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 연구기지인 세종기지($62^{\circ} 13'$ 남위, $58^{\circ} 47'$ 서경)가 위치한다. 킹조지 섬과 벨슨 섬 사이에 위치한 맥스웰만은 수심 200 m까지는 서서히 깊어지다가 중앙부의 수심이 갑자기 500 m가 넘는 지형을 하고 있으며 만의 입구는 브랜스필드 해협과 연결되어 있다. 콜린스만과 마리안 소만의 안쪽 벽과 같이 만의 곳곳에는 빙벽이 발달해 있으며, 그 해의 특성에 따라 동계에 맥스웰만 표층수가 얼거나 frazil ice 등이 형성되기도 한다. 만의 하계에는 곳곳에서 담수의 유입이 있으며 외만으로 부터 유입된 유빙의 조각들이 만의 표층수를 덮고 있기도 한다.

나. 미세조류의 채집 및 분석

본 연구는 2019년 1월 1일부터 12월 31일까지 세종기지 앞의 한 정점에서 매일 이루어졌다(Fig. 8-29). 이 지역은 수심이 약 3m 정도이며 수층은 바람과 조류에 의해 비교적 고르게 혼합되어있다. 표층수 시료는 수심 약 0.5 m에서 PVC 병으로 채수되었다.

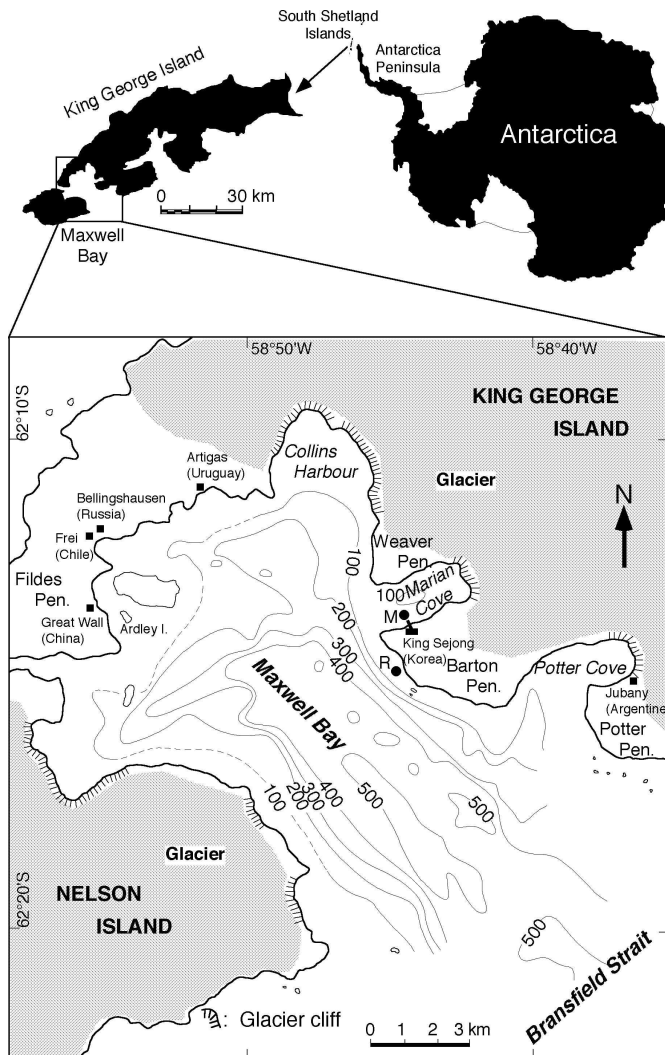


Fig 8-29. Location of the sampling area (●) in Marian Cove, King George Island, Antarctica.

- 수온, 염분 : 현장에서 채수한 시료를 즉시 Pro 30 Conductivity meter를 이용하여 수온과 염도를 측정하였다.
- 식물플랑크톤 정량분석 : 채수된 해수는 미세조류의 정량분석을 위하여 현장에서 Glutaraldehyde로 최종농도 1%가 되도록 고정하였으며, 세종기지의 실험실로 운반하여 slide를 제작하였다.
- 영양염 : 현장에서 시료를 1L 채수하여 GF/F 필터(diam=47mm)로 여과하였고, 여과된 해수는 영양염 bottle에 담아 초 저온냉동고(-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 mL 해수를 GF/F 필터 페이퍼로 필터하여 90% Acetone 10ml에 넣고, 24시간 뒤 추출된 Chl *a* 농도는 현장에서 Turner Design Fluorometer (Trilogy Laboratory Fluorometer)로 측정하였다. 크기별 엽록소-*a* 농도는 20 μm 와 2 μm pore size의 PC membrane filter paper를 이용하여 500-1000 ml의 해수를 순차적으로 걸러준 후 마지막에는 GF/F를 이용하여 필터하였다. 20 μm , 2 μm 와 GF/F 필터페이퍼를 각각을 90% Acetone 10ml에 넣고, 24시간 뒤 현장에서 엽록소-*a* 농도를 측정하였다. 2 μm 이하(극미소), 2-20 μm (미소형), 20 μm 이상(소형)으로 엽록소-*a* 농도의 크기를 구분하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 2019년 표층 수온과 염분의 변화

연구 정점 표층수의 연평균 수온은 0.04°C이었다(Appendix). 남극의 하계인 1월과 2월에 최고 수온인 1.80°C를 기록하였으며 최저 수온은 7월(-2.10°C)에 측정되었다. 기존 자료에 의하면 1996, 1998, 1999년에 측정된 표층수의 평균 수온은 각각 -0.28°C, -0.24°C, -0.27°C로 2001년의 -0.24°C와 유사했으며, 2002년 (-0.37°C) 이후 표층 수온은 2005년(-0.48°C)까지 낮아지는 경향을 보이다가 2006년 이후부터는 상승, 하락을 반복하는 양상을 보이고있다. 올해는 표층수의 평균 수온이 1.80°C로 측정되었으며 다른 해보다 높게 측정되었다(Fig. 8-29).

표층수 연평균 염분은 32.59 psu이었으며, 최고 염분은 7, 8, 11, 12월(34.50 psu)에 그리고 최저 염분은 1월(29.60 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 최저염분이 예년에 비해 많이 감소한 것으로 확인되었고 이는 당 월의 지속적인 강우(설)와 용빙수의 영향을 받았을 것으로 사료된다(Fig. 8-30). 남극의 지역적 특성상 겨울철 마리안 소만이 동결되는 해와 동결되지 않는 해의 월별 염분 변화가 크게 달라지며 조각 유빙이 소만내에 밀려오는 정도의 차이가 년 중 크게 달라지기 때문에 안정적인 표층수의 염분을 측정하기 위하여 수심 5m 이하의 물을 채수하기 위한 새로운 방법이 고안되어야 할 필요성이 제시된다.

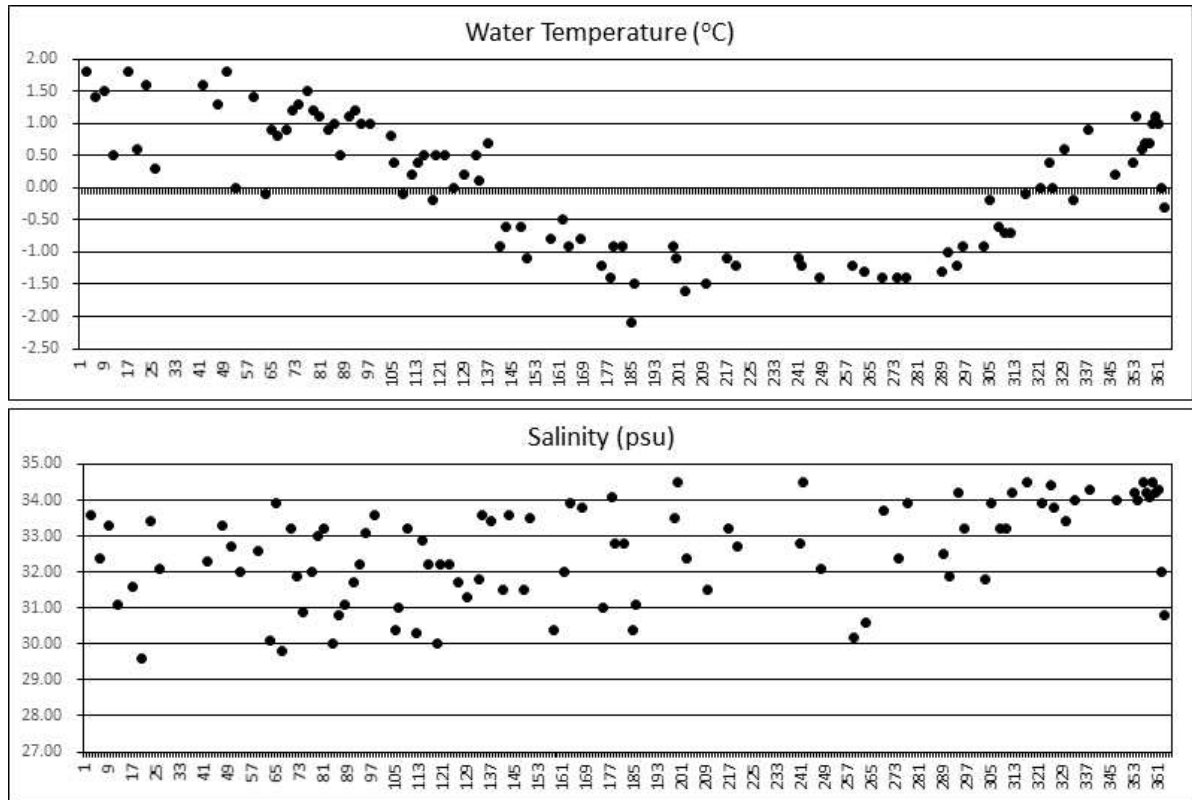


Fig 8-30. Temporal variation of water temperature and salinity measured at the nearshore station from January to December 2019.

나. 2019년 식물플랑크톤 생물량의 변화

전체 식물플랑크톤 생물량(전체 Chl-a 농도)은 평균 $0.476 \mu\text{g L}^{-1}$ 이었다. 1월 9일 ($4.784 \mu\text{g L}^{-1}$)에 식물플랑크톤의 생물량이 최대였으며, 최저 식물플랑크톤 생물량은 5월 6일에 $0.012 \mu\text{g L}^{-1}$ 로 측정 되었다(Fig. 8-31). 월평균 식물플랑크톤의 생물량은 1월 ($1.674 \mu\text{g L}^{-1}$)이 가장 높았으며, 7월($0.039 \mu\text{g L}^{-1}$)에 가장 낮았다(Appendix). 2001년의 경우, 최고 Chl-a 농도가 12월 14일($1.28 \mu\text{g L}^{-1}$)에 나타났으며, 겨울을 지나 11월부터 식물플랑크톤의 생물량이 두 배 이상 증가하였다. 이러한 식물플랑크톤의 생물량은 2001년 12월까지 꾸준히 증가하다가 2002년 1월에 다소 감소한 뒤 다시 2002년 2월에 갑자기 두 배 이상 생물량이 증가하였다. 1996년 연평균 전체 Chl-a 농도는 $1.38 \mu\text{g L}^{-1}$ 로서 2001년과 2002년에 비해 3배 이상 높았다(Kang *et al.*, 2002). 한편, 1998년과 1999년의 연평균 전체 Chl-a 농도는 각각 $0.65 \mu\text{g L}^{-1}$, $0.47 \mu\text{g L}^{-1}$ 로서 2001년 생물량과 크게 다르지 않았으며, 1996년 식물플랑크톤 생물량에 비해 매우 낮았다(Kang *et al.*, 2000). 1996년 전체 식물플랑크톤의 생물량은 11, 12월에 집중되어 각각 $3.82 \mu\text{g L}^{-1}$, $3.28 \mu\text{g L}^{-1}$ 로 매우 높았으나, 1998, 1999, 2001년에는 이러한 대발생은 관찰되지 않았다. 2002년의 경우 2월에 생물량이 급증하여 예년의 식물플랑크톤 생물량 증감 패턴과

는 뚜렷한 차이를 보였고 2010년에는 남극 하계인 1월, 2월, 12월에 생물량이 높은 전형적인 남극 해양생태계의 식물플랑크톤 변동을 나타내었다. 연구기간 동안에는 2010년과 같은 대발생은 관찰되지 않았다.

세포의 크기가 $20\mu\text{m}$ 이상인 미세조류에 의한 생물량(micro-sized Chl-a 농도)은 연평균 $0.258\ \mu\text{g L}^{-1}$ 로 측정 되었으며, 월 평균 micro-sized 식물플랑크톤 생물량은 1월 ($1.558\mu\text{g L}^{-1}$)에 가장 높았고, 7월($0.005\ \mu\text{g L}^{-1}$)에 가장 낮았다(Fig. 8-30).

연평균 미소조류($2-20\mu\text{m}$ 이하)에 의한 생물량(nano-sized Chl-a의 농도)은 $0.168\mu\text{g L}^{-1}$ 로 측정 되었으며, 월 평균 미소조류 생물량은 3월($0.481\ \mu\text{g L}^{-1}$)에 가장 높았고, 8월 ($0.020\mu\text{g L}^{-1}$)에 가장 낮았다.

연평균 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl-a의 농도)은 $0.048\mu\text{g L}^{-1}$ 이다. 월 평균 극미소조류 생물량은 2월($0.159\mu\text{g L}^{-1}$)에 가장 높았고 7월($0.010\mu\text{g L}^{-1}$)에 가장 낮았다.

연간 식물플랑크톤의 생물량과 해양 환경요인의 계절적 변동을 모니터링하고 이전의 연구결과와 비교한 결과, 수온은 cooling 되는 양상을 보였으며 1996년과 2010년에 나타난 식물플랑크톤의 대발생은 관찰되지 않았다. 조사지역에서의 물리 화학적 환경요인과 식물플랑크톤의 상호관계를 보다 명확하게 인식하고 예측하기 위해서는 식물플랑크톤에 영향을 미치는 요인들에 관하여 정확한 측정이 필요하고 종 수준까지의 분석이 필요하다. 이러한 연구는 장기적 남극 연안생태계를 이해하고 예측하는데 도움이 될 것이라고 생각된다.

극지연구소

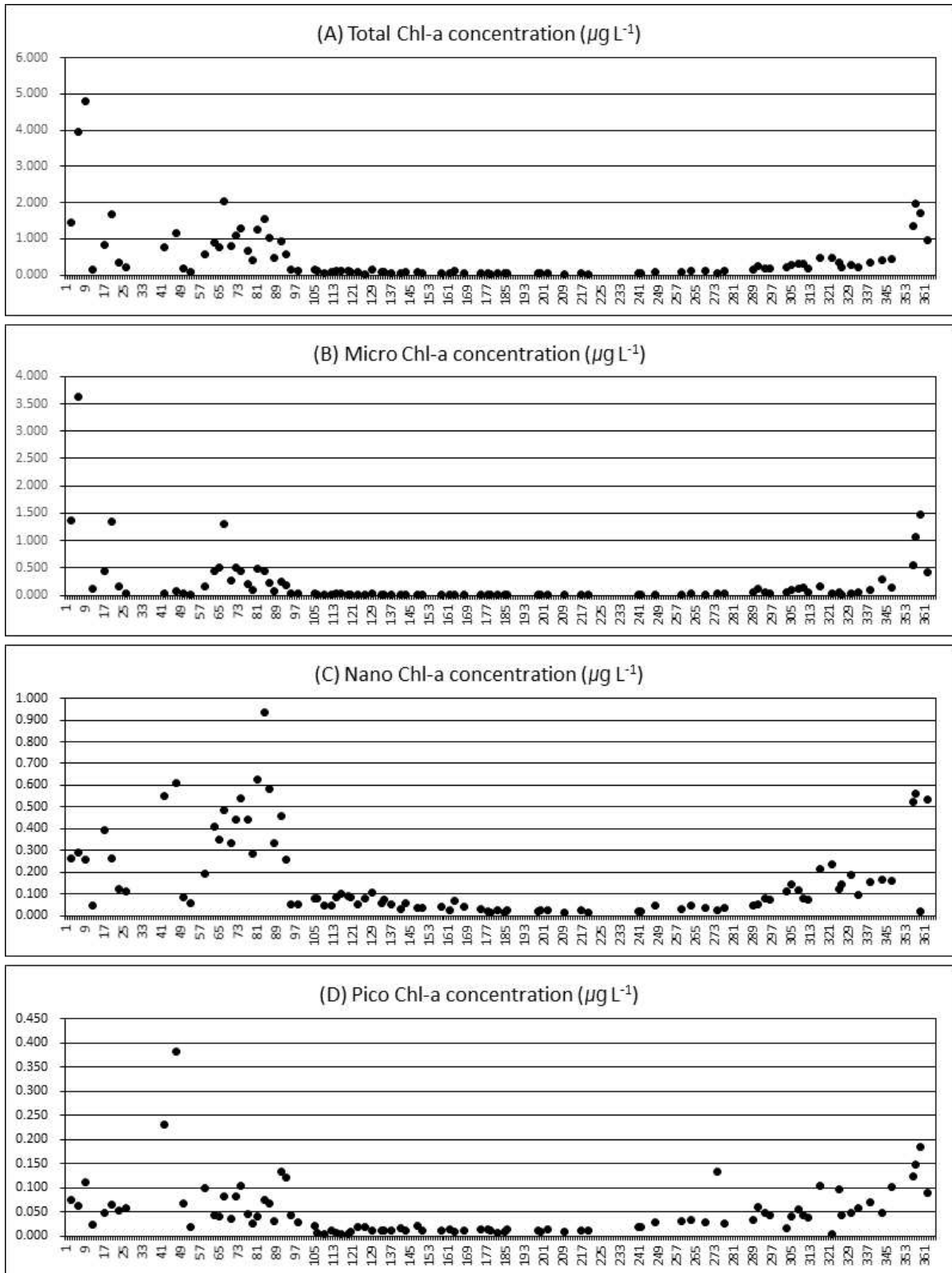


Fig 8-31. Temporal variation of total Chl-a concentration(A), micro-sized Chl-a concentration(B), nano-sized Chl-a concentration(C), pico-sized Chl-a concentration (D) measured at the nearshore station January to December 2019.

Temporal variation of phytoplankton and physical factors in the
surface water of Marian Cove, King George Island,
Antarctica, 2019

Misa Jeon, Hyung-Bo Kim, Hyoung Min Joo,
Eun Jin Yang, Sung-Ho Kang,

Korea Polar Research Institute, KOPRI

Abstract : We investigated the temporal variation of phytoplankton assemblages, sea water temperature and salinity have been measured from 1st January to 31st December 2019 at a nearshore station in Marian Cove, Maxwell Bay, King George Island, Antarctica. Annual mean water temperature was 0.04°C in surface water and the highest water temperature (1.80°C) was formed in January and February the lowest water temperature (-2.10°C) was formed July. Annual mean salinity was 32.59 psu, the highest salinity (34.50 psu) was formed July, August, November, December and the lowest salinity (29.60 psu) was formed 20 January. Annual mean of total phytoplankton biomass (total Chl-a concentration) was 0.476 $\mu\text{g L}^{-1}$, the highest phytoplankton biomass (4.784 $\mu\text{g L}^{-1}$) was appeared on 9 January. Annual mean phytoplankton biomass (micro-sized Chl-a concentration) was 0.258 $\mu\text{g L}^{-1}$. Annual mean phytoplankton biomass (nano-sized Chl-a concentration) was 0.168 $\mu\text{g L}^{-1}$. Annual mean pico-sized phytoplankton biomass (pico-sized Chl-a concentration) was 0.048 $\mu\text{g L}^{-1}$.

참 고 문 헌

- Chang KI, Jun HK, Park GT, Eo YS (1990) Oceanographic conditions of Maxwell Bay, King George Island, Antarctica (austral summer 1989). *Ocean Polar Res* 1: 27-46
- 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, Holland PR, Meredith MP, Turray T, Luckman A, Vaughan DG (2016) Ocean forcing of glacier retreat in the western Antarctica Peninsula. *Science* 353: 6296
- Crumpto WG (1987) A simple and reliable method for making permanent mounts of phytoplankton for light and fluorescence microscopy. *Limnol Oceanogr* 32: 1154-1159
- 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
- Hasle GR, Fryxell GA (1970) Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy. *Trans Am Microsc Soc* 89: 469-474
- 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 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
- Meredith MP, Stammerjohn SE, Venables HJ, Ducklow HW, Martinson DG, Iannuzzi RA, Wessem JMV, Reijmer CH, Barrand NE (2017) Changing distributions of sea ice melt and meteoric water west of the Antarctic Peninsula. *Deep Sea Res Part II Top Stud Oceanogr* 139: 40-57
- Moline MA, Claustre H, Frazer TK, Schofield O, Vernet M (2004) Alteration of the food web along the Antarctic Peninsula in response to a regional warming trend. *Glob Change Biol* 10: 1973-1980
- 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) Factors 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
- Sun J, Liu D (2003) Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *J Plank Res* 25: 1331-1346

- 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



Appendix. Physical parameters (water temperature, salinity) and 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 2019.

Date	Julian	Water	Water	Total Chl-a	Micro Chl-a	Nano Chl-a	Pico Chl-a
Jan.	Day	Temp(°C)	Sal(psu)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	1						
2	2						
3	3	1.80	33.60	1.460	1.365	0.261	0.074
4	4						
5	5						
6	6	1.40	32.40	3.946	3.626	0.290	0.062
7	7						
8	8						
9	9	1.50	33.30	4.784		0.257	0.110
10	10						
11	11						
12	12	0.50	31.10	0.155	0.115	0.049	0.024
13	13						
14	14						
15	15						
16	16						
17	17	1.80	31.60	0.816	0.435	0.395	0.048
18	18						
19	19						
20	20	0.60	29.60	1.691	1.349	0.266	0.065
21	21						
22	22						
23	23	1.60	33.40	0.332	0.158	0.122	0.053
24	24						
25	25						
26	26	0.30	32.10	0.207	0.039	0.114	0.058
27	27						
28	28						
29	29						
30	30						
31	31						
Average		1.19	32.14	1.674	1.558	0.219	0.062
Stdev		0.62	1.36	1.768	1.947	0.114	0.025
Max		1.80	33.60	4.784	5.374	0.395	0.110
Min		0.30	29.60	0.155	0.039	0.049	0.024

Date	Julian	Water	Water	Total Chl-a	Micro Chl-a	Nano Chl-a	Pico Chl-a
Feb.	Day	Temp(°C)	Sal(psu)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Conc. ($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	1						
2	2						
3	3						
4	4						
5	5						
6	6						
7	7						
8	8						
9	9						
10	10						
11	11	1.60	32.30	0.773	0.034	0.552	0.230
12	12						
13	13						
14	14						
15	15						
16	16	1.30	33.30	1.143	0.078	0.611	0.382
17	17						
18	18						
19	19	1.80	32.70	0.187	0.031	0.082	0.067
20	20						
21	21						
22	22	0.00	32.00	0.090	0.009	0.057	0.018
23	23						
24	24						
25	25						
26	26						
27	27						
28	28	1.40	32.60	0.570	0.159	0.191	0.099
Average		1.22	32.58	0.553	0.062	0.298	0.159
Stdev		0.71	0.49	0.431	0.060	0.264	0.147
Max		1.80	33.30	1.143	0.159	0.611	0.382
Min		0.00	32.00	0.090	0.009	0.057	0.018

Date	Julian	Water	Water	Total Chl-a	Micro Chl-a	Nano Chl-a	Pico Chl-a
Mar.	Day	Temp(°C)	Sal(psu)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)
1	1						
2	2						
3	3						
4	4	-0.10	30.10	0.889	0.453	0.410	0.042
5	5						
6	6	0.90	33.90	0.752	0.502	0.348	0.041
7	7						
8	8	0.80	29.80	2.036	1.296	0.487	0.082
9	9						
10	10						
11	11	0.90	33.20	0.789	0.261	0.334	0.036
12	12						
13	13	1.20	31.90	1.077	0.497	0.443	0.081
14	14						
15	15	1.30	30.90	1.295	0.437	0.539	0.103
16	16						
17	17						
18	18	1.50	32.00	0.673	0.213	0.443	0.046
19	19						
20	20	1.20	33.00	0.422	0.105	0.286	0.025
21	21						
22	22	1.10	33.20	1.268	0.491	0.627	0.041
23	23						
24	24						
25	25	0.90	30.00	1.539	0.435	0.935	0.075
26	26						
27	27	1.00	30.80	1.011	0.235	0.586	0.067
28	28						
29	29	0.50	31.10	0.462	0.067	0.332	0.030
30	30						
31	31						
Average		0.93	31.66	1.018	0.416	0.481	0.056
Stdev		0.42	1.41	0.465	0.318	0.178	0.025
Max		1.50	33.90	2.036	1.296	0.935	0.103
Min		-0.10	29.80	0.422	0.067	0.286	0.025

Date	Julian	Water	Water	Total Chl-a	Micro Chl-a	Nano Chl-a	Pico Chl-a
Apr.	Day	Temp(°C)	Sal(psu)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)
1	1	1.10	31.70	0.944	0.257	0.459	0.133
2	2						
3	3	1.20	32.20	0.585	0.190	0.256	0.121
4	4						
5	5	1.00	33.10	0.142	0.038	0.053	0.043
6	6						
7	7						
8	8	1.00	33.60	0.106	0.030	0.051	0.029
9	9						
10	10						
11	11						
12	12						
13	13						
14	14						
15	15	0.80	30.40	0.145	0.032	0.079	0.020
16	16	0.40	31.00	0.107	0.017	0.077	0.005
17	17						
18	18						
19	19	-0.10	33.20	0.061	0.009	0.046	0.005
20	20						
21	21						
22	22	0.20	30.30	0.071	0.021	0.048	0.012
23	23						
24	24	0.40	32.90	0.122	0.025	0.086	0.007
25	25						
26	26	0.50	32.20	0.131	0.024	0.103	0.005
27	27						
28	28						
29	29	-0.20	30.00	0.099	0.014	0.091	0.003
30	30	0.50	32.20	0.085	0.011	0.082	0.009
Average		0.57	31.90	0.216	0.056	0.119	0.033
Stdev		0.46	1.23	0.269	0.080	0.121	0.046
Max		1.20	33.60	0.944	0.257	0.459	0.133
Min		-0.20	30.00	0.061	0.009	0.046	0.003

Date	Julian	Water	Water	Total Chl-a	Micro Chl-a	Nano Chl-a	Pico Chl-a
May.	Day	Temp(°C)	Sal(psu)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)
1	1						
2	2						
3	3	0.50	32.20	0.079	0.011	0.052	0.019
4	4						
5	5						
6	6	0.00	31.70	0.012	0.019	0.077	0.020
7	7						
8	8						
9	9	0.20	31.30	0.136	0.026	0.108	0.012
10	10						
11	11						
12	12						
13	13	0.50	31.80	0.073	0.008	0.055	0.012
14	14	0.10	33.60	0.090	0.020	0.074	0.011
15	15						
16	16						
17	17	0.70	33.40	0.053	0.008	0.049	0.012
18	18						
19	19						
20	20						
21	21	-0.90	31.50	0.050	0.005	0.029	0.017
22	22						
23	23	-0.60	33.60	0.088	0.017	0.058	0.011
24	24						
25	25						
26	26						
27	27						
28	28	-0.60	31.50	0.069	0.008	0.036	0.020
29	29						
30	30	-1.10	33.50	0.047	0.005	0.036	0.011
31	31						
Average		-0.12	32.41	0.070	0.013	0.057	0.014
Stdev		0.64	0.99	0.033	0.007	0.024	0.004
Max		0.70	33.60	0.136	0.026	0.108	0.020
Min		-1.10	31.30	0.012	0.005	0.029	0.011

Date	Julian	Water	Water	Total Chl-a	Micro Chl-a	Nano Chl-a	Pico Chl-a
Jun.	Day	Temp(°C)	Sal(psu)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)
1	1						
2	2						
3	3						
4	4						
5	5						
6	6						
7	7	-0.80	30.40	0.050	0.008	0.041	0.012
8	8						
9	9						
10	10						
11	11	-0.50	32.00	0.045	0.004	0.024	0.015
12	12						
13	13	-0.90	33.90	0.110	0.021	0.069	0.009
14	14						
15	15						
16	16						
17	17	-0.80	33.80	0.066	0.019	0.039	0.010
18	18						
19	19						
20	20						
21	21						
22	22						
23	23						
24	24	-1.20	31.00	0.050	0.006	0.030	0.014
25	25						
26	26						
27	27	-1.40	34.10	0.034	0.005	0.018	0.012
28	28	-0.90	32.80	0.028	0.003	0.012	0.010
29	29						
30	30						
Average		-0.93	32.57	0.055	0.009	0.033	0.012
Stdev		0.29	1.48	0.028	0.007	0.019	0.002
Max		-0.50	34.10	0.110	0.021	0.069	0.015
Min		-1.40	30.40	0.028	0.003	0.012	0.009

Date	Julian	Water	Water	Total Chl-a	Micro Chl-a	Nano Chl-a	Pico Chl-a
Jul.	Day	Temp(°C)	Sal(psu)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)
1	1	-0.90	32.80	0.036	0.004	0.024	0.006
2	2				1.	가.	1)
3	3	가)	(1)	(가)	①		
4	4	-2.10	30.40	0.034	0.004	0.016	0.008
5	5	-1.50	31.10	0.052	0.006	0.025	0.013
6	6						
7	7						
8	8						
9	9						
10	10						
11	11						
12	12						
13	13						
14	14						
15	15						
16	16						
17	17						
18	18	-0.90	33.50	0.043	0.005	0.018	0.011
19	19	-1.10	34.50	0.035	0.003	0.023	0.007
20	20						
21	21						
22	22	-1.60	32.40	0.042	0.008	0.024	0.013
23	23						
24	24						
25	25						
26	26						
27	27						
28	28						
29	29	-1.50	31.50	0.030	0.004	0.014	0.009
30	30						
31	31						
Average		-1.37	32.31	0.039	0.005	0.021	0.010
Stdev		0.43	1.43	0.007	0.002	0.004	0.003
Max		-0.90	34.50	0.052	0.008	0.025	0.013
Min		-2.10	30.40	0.030	0.003	0.014	0.006

Date	Julian	Water	Water	Total Chl-a	Micro Chl-a	Nano Chl-a	Pico Chl-a
Aug.	Day	Temp(°C)	Sal(psu)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)
1	1						
2	2						
3	3						
4	4						
5	5	-1.10	33.20	0.048	0.009	0.027	0.010
6	6						
7	7						
8	8	-1.20	32.70	0.034	0.006	0.014	0.012
9	9						
10	10						
11	11						
12	12						
13	13						
14	14						
15	15						
16	16						
17	17						
18	18						
19	19						
20	20						
21	21						
22	22						
23	23						
24	24						
25	25						
26	26						
27	27						
28	28						
29	29	-1.10	32.80	0.058	0.015	0.019	0.017
30	30	-1.20	34.50	0.051	0.014	0.021	0.018
31	31						
Average		-1.15	33.30	0.048	0.011	0.020	0.014
Stdev		0.06	0.83	0.010	0.004	0.005	0.004
Max		-1.10	34.50	0.058	0.015	0.027	0.018
Min		-1.20	32.70	0.034	0.006	0.014	0.010



Date Aug.	Julian Day	Water Temp(°C)	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						
2	2						
3	3						
4	4						
5	5	-1.10	33.20	0.048	0.009	0.027	0.010
6	6						
7	7						
8	8	-1.20	32.70	0.034	0.006	0.014	0.012
9	9						
10	10						
11	11						
12	12						
13	13						
14	14						
15	15						
16	16						
17	17						
18	18						
19	19						
20	20						
21	21						
22	22						
23	23						
24	24						
25	25						
26	26						
27	27						
28	28						
29	29	-1.10	32.80	0.058	0.015	0.019	0.017
30	30	-1.20	34.50	0.051	0.014	0.021	0.018
31	31						
Average		-1.15	33.30	0.048	0.011	0.020	0.014
Stdev		0.06	0.83	0.010	0.004	0.005	0.004
Max		-1.10	34.50	0.058	0.015	0.027	0.018
Min		-1.20	32.70	0.034	0.006	0.014	0.010



Date	Julian	Water	Water	Total Chl-a	Micro Chl-a	Nano Chl-a	Pico Chl-a
Oct.	Day	Temp(°C)	Sal(psu)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)
1	1	-1.40	32.40	0.056	0.023	0.023	0.133
2	2						
3	3						
4	4	-1.40	33.90	0.110	0.041	0.038	0.027
5	5						
6	6						
7	7						
8	8						
9	9						
10	10						
11	11						
12	12						
13	13						
14	14						
15	15						
16	16	-1.30	32.50	0.142	0.053	0.046	0.034
17	17						
18	18	-1.00	31.90	0.238	0.114	0.049	0.060
19	19						
20	20						
21	21	-1.20	34.20	0.184	0.052	0.078	0.047
22	22						
23	23	-0.90	33.20	0.165	0.033	0.076	0.042
24	24						
25	25						
26	26						
27	27						
28	28						
29	29						
30	30	-0.90	31.80	0.213	0.064	0.113	0.017
31	31						
Average		-1.16	32.84	0.158	0.054	0.060	0.051
Stdev		0.22	0.95	0.062	0.030	0.030	0.039
Max		-0.90	34.20	0.238	0.114	0.113	0.133
Min		-1.40	31.80	0.056	0.023	0.023	0.017

Date	Julian	Water	Water	Total Chl-a	Micro Chl-a	Nano Chl-a	Pico Chl-a
Nov.	Day	Temp(°C)	Sal(psu)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)
1	1	-0.20	33.90	0.270	0.097	0.144	0.041
2	2						
3	3						
4	4	-0.60	33.20	0.300	0.121	0.117	0.055
5	5						
6	6	-0.70	33.20	0.296	0.136	0.077	0.044
7	7						
8	8	-0.70	34.20	0.165	0.046	0.072	0.037
9	9						
10	10						
11	11						
12	12						
13	13	-0.10	34.50	0.485	0.161	0.214	0.105
14	14						
15	15						
16	16						
17	17						
18	18	0.00	33.90	0.488	0.036	0.235	0.004
19	19						
20	20						
21	21	0.40	34.40	0.335	0.061	0.123	0.097
22	22	0.00	33.80	0.226	0.021	0.142	0.042
23	23						
24	24						
25	25						
26	26	0.60	33.40	0.288	0.034	0.185	0.048
27	27						
28	28						
29	29	-0.20	34.00	0.214	0.054	0.096	0.057
30	30						
Average		-0.15	33.85	0.307	0.077	0.140	0.053
Stdev		0.44	0.46	0.107	0.049	0.056	0.029
Max		0.60	34.50	0.488	0.161	0.235	0.105
Min		-0.70	33.20	0.165	0.021	0.072	0.004

Date	Julian	Water	Water	Total Chl-a	Micro Chl-a	Nano Chl-a	Pico Chl-a
Dec.	Day	Temp(°C)	Sal(psu)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)	Conc. (µg L ⁻¹)
1	1						
2	2						
3	3						
4	4	0.90	34.30	0.335	0.098	0.153	0.071
5	5						
6	6						
7	7						
8	8						
9	9			0.413	0.293	0.168	0.048
10	10						
11	11						
12	12						
13	13	0.20	34.00	0.425	0.142	0.162	0.101
14	14						
15	15						
16	16						
17	17						
18	18						
19	19	0.40	34.20				
20	20	1.10	34.00				
21	21						
22	22	0.60	34.50	1.353	0.557	0.524	0.123
23	23	0.70	34.20	1.974	1.068	0.561	0.148
24	24	0.70	34.10				
25	25	1.00	34.50	1.707	1.466	0.022	0.184
26	26	1.10	34.20				
27	27	1.00	34.30				
28	28	0.00	32.00	0.949	0.425	0.534	0.090
29	29	-0.30	30.80				
30	30						
31	31						
Average		0.62	33.76	1.022	0.578	0.303	0.109
Stdev		0.46	1.14	0.670	0.509	0.227	0.046
Max		1.10	34.50	1.974	1.466	0.561	0.184
Min		-0.30	30.80	0.335	0.098	0.022	0.048

제 9 장

세종과학기지 기상 관측

제 1 절

남극세종과학기지 주변 기상 환경 모니터링

박상종¹, 정남재², 김제원¹, 황혜원^{1,3}, 안서희^{1,4}

한국해양과학기술원 부설 극지연구소¹

기상청²

강릉원주대학교 자연과학대학 대기환경과학과³

과학기술연합대학원대학교 극지과학전공⁴

요 약 : 2019년 남극세종과학기지(이하 ‘세종기지’라 함)에서 관측된 지상 기상요소와 현상을 정리한 후, 1988년부터 2018년까지의 예년 값과 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. 2019년 1월부터 2019년 12월까지의 평균 기압은 991.1 hPa(최고 1046.5 hPa, 최저 950.2 hPa)로 예년 평균 (988.8 hPa)보다 약 2.3 hPa 높은 값을 기록하였다. 평균 기온은 -1.7°C (최고 9.2°C , 최저 -17.1°C)로 예년 평균 (-1.8°C)과 거의 같은 값을 보였다. 평균 풍속은 6.9 ms^{-1} 로 예년 평균 (8.0 ms^{-1})보다 다소 약하였다. 그리고 2019년 전체 기간으로 보면 북서풍 계열(NW-WNW-NNW)이 가장 우세하였으며 예년에 비해 동풍(E)의 비율이 다소 높았는데 동풍이 매월 상당한 비중으로 기록되었다. 평균 습도는 83.0%(예년 88.2%), 운량은 6.5 octas(예년 6.8 octas)이었고, 총 강수량은 235.3 mm(월 평균 19.6mm)로 예년 평균(총량 522.9 mm, 월 평균 43.6 mm)에 비해 45% 수준의 적은 강수량을 기록하였다. 폭풍설(blizzard)은 동계를 중심으로 4월부터 10월에 걸쳐 총 14회에 152.5 시간 발생하여 평균 회당 지속시간은 약 11시

간이며 예년 평균 횡수(22.5회) 및 총시간(265.9시간)과 비교하면 발생 횡수와 시간이 모두 60% 수준으로 발생했다.



1. 서론

남극 세종기지에서의 기상관측은 지난 1988년 2월 17일 기지 완공과 함께 시작되었으며, 이때부터 자동기상관측시스템(Automatic Meteorological Observation System; AMOS)을 이용하여 세종기지 주변의 기상요소와 각 기상현상을 관측하기 시작하였다. 기상관측은 10미터 높이의 관측탑 최상단에 설치한 풍향·풍속계를 비롯하여 온/습도계, 이슬점온도계, 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 관측 등에 미칠 영향과 노후된 기상관측시스템을 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. 극지연구소 기상 연구팀에서는 2018년 1월부터는 AMOS-3 관측값을 세종기지 기준 자료로 사용하고 있으며 다만 AMOS-1 시스템도 유지하여 AMOS-3 결측에 대비하고 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/지구대기감

시(WMO/GAW, Global Atmosphere Watch) 프로그램의 지역급 기후변화감시소로 등재되어 관측을 수행하고 있다.

2. 자료 및 방법

세종기지에서의 2019년 1월부터 12월까지의 기상관측자료를 점검하여 보완한 다음 정리 분석하였다. 연보는 세종기지에서 기록된 원시자료를 체계화시켰고, 매일의 관측 일지를 참고하여 각 기상요소에 대한 평균값과 극값, 발생시간과 목측 항목에 대한 현상일수 등에 대해 표로써 일별, 월별로 나타내었다.

한편, 자료의 신뢰성을 높이기 위하여, 센서의 고장 또는 기계적인 오작동으로 기록된 오류 자료의 삭제와 교정장비에 의한 자체 보정 및 수동 관측으로 비교 측정된 이후의 자료만을 사용하여 분석하였으며, 제시한 표에서 이러한 자료를 보다 알기 쉽게 파악할 수 있도록 본 단락 뒤에 별도의 ‘일러두기’를 두었다. 또한 불분명한 자료나 손실자료는 ‘관측못함(*)’으로, 현상 자체가 발생하지 않았을 때는 ‘현상없음(-)’으로 별도 표시하였다. 다만, 강수량은, 기지에서 비나 눈의 강수 현상이 있을 때는 대부분 강한 바람과 함께 발생하기 때문에 강우현상이 있거나 신적설 현상이 있었다 하더라도 그 양이 제대로 기록되지 않는 문제점이 있어, 강수량계로 기록된 자료 중 현지 관측자의 기록을 근거로 믿을만한 것만 선택하여 정리하였다.

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 시정도(visibility target map)를 근거로 하여 매 시간 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 상

태에 따라 Calm(고요; 거울같은; 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 보고서에서 사용한 표현 방식은 대부분 우리나라 기상청에서 발행되는 연, 월보의 양식을 참고로 하였으나, 세종기지만의 기상자료 취급과 현지 관측업무 형편에 따른 목적의 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 목적 자료 재편집 등의 작업을 수행하였다. 이 보고서에는 자료의 분석 결과로서, 측기에 대한 간단한 사양과 연보에 나타난 각종 자료의 표현 방식에 대한 일러두기 및 기상요소와 현상에 대한 분석 자료가 정리되어 있다 (부록 참조).

극지연구소

3. 결 과

2019년 1월부터 12월까지의 연평균 기온은 -1.7°C 로 예년(-1.8°C)과 거의 같았으며, 평균 기온이 가장 낮았던 달은 8월(-4.3°C , 예년: 7월 -5.6°C), 가장 높았던 달은 3월(1.1°C , 예년: 1월 1.9°C)이었다. 연간 총 강수량은 235.3 mm로 예년(522.9 mm)에 비해 45% 수준으로 적은 양을 기록하였다. 평균 습도는 83.0%로 예년(88.2%)보다 약 5% 낮았으며 평균 운량은 6.5 octas로 예년(6.8 octas) 보다 약간 낮게 관측되었다.

바람은 북서, 서북서, 북북서 등 북서풍(NW) 계열이 연중 가장 우세하였고 예년에 비해 동풍(E)이 많이 불었다는 특징이 보였다. 연 평균 풍속은 6.9 ms^{-1} 로 예년값 8.0 ms^{-1} 보다 상당히 약한 편이었고, 순간최대풍속은 8월 9일에 38.0 ms^{-1} (동남동풍)를 기록하였다. 한편, 남극의 특징적 기상현상인 폭풍설은 1월부터 12월 동안 총 14회 발생에 지속시간은 152.5 시간으로 예년 22.5회에 265.9시간과 비교하여 횟수와 총 지속시간 모두 60% 수준을 보였다.

기압은 평균 991.1 hPa로 예년의 988.8 hPa보다 약 2.3 hPa 높았다. 최고 기압은 8월 23일에 1046.5 hPa, 최저 기압은 4월 13일에 950.2 hPa이었다. 수평면 전천 일사량은 월 평균 214.800 MJm⁻² (예년 216.247 MJm⁻²)이었고, 연중 6월에 7.222 MJm⁻²로 최소, 12월에 536.715 MJm⁻²로 최대를 기록하였다.

2019년에는 1월 및 2월 기온이 평년보다 낮고 겨울철인 6월부터 8월까지 기온은 평년에 비해 높은 편이었다. 이에 따라 2019년에 마리안소만과 맥스웰만에서 결빙은 전혀 기록되지 않았다.



Annual Weather Report of 2019, Antarctic King Sejong Station

Sang-Jong Park¹, Nam-Jae Jung², Jewon Kim¹, Hye-Won Hwang^{1,3}, Seohee Ahn^{1,4}

Korea Polar Research Institute, KIOST¹

Korea Meteorological Administration²

*Department of Atmospheric Environmental Sciences, Gangneung-Wonju National
University³*

Polar Sciences, University of Science and Technology⁴

Abstract : Meteorological observation at King Sejong station has been carried out since February 1988. Meteorological data obtained and analyzed at the station are published as an annual report. The objective of this study is to understand characteristics of meteorological phenomena at the station. Automatical observation elements are composed of wind direction, wind speed, air temperature, air pressure of station level, relative humidity, dew point temperature, horizontal global solar radiation, precipitation. These data are calculated as type of average, maximum, minimum, occurrence time of daily data. Manual observation includes visibility, snow, fog, rain, cloud, blizzard, sea-ice etc. In this study, meteorological data of 2019 are collected and processed. Processed data were used to produce daily, monthly and annual statistics. Brief results of meteorological data in 2019 are follow; average station air pressure is 991.1 hPa (highest 1046.5 hPa, lowest 950.2 hPa), air temperature $-1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (maximum $9.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, minimum $-17.1\text{ }^{\circ}\text{C}$), wind speed 6.9 ms^{-1} (greatest 38.0 ms^{-1}), and predominant wind directions are NW-WNW-NNW with significant portion of E throughout the year. Average relative humidity is 83.0%, cloud amount 6.5 octas, total precipitation 235.3 mm (monthly average 19.6 mm), the occurrence number of blizzard is 14 (total duration time 152.5 hours) with average duration of 11 hours.



부 록





I. 남극장보고과학기지 기상 연보

ANNUAL WEATHER REPORT The ANTARCTIC JANG BOGO STATION



2019

극지연구소

KOREA POLAR RESEARCH INSTITUTE



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 —┘

● 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(°C) : Ave., Max./Max. Time
Min./Min. Time
- RELATIVE HUMIDITY(%) : Ave., Min./Min. Time
- DEW POINT TEMPERATURE(°C): 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.

● UPPER-AIR OBSERVATION

- TEMPERATURE: Vertical Profile of Ave(°C)
- 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 °C)
RESISTIVE PLATINUM SENSOR(Pt-100) (-80 °C ~ 60 °C)

- ☞ 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 $\pm 2^\circ$)
ULTRASONIC TRANSDUCERS ON A HORIZONTAL PLANE
(0 ~ 75 ms⁻¹, 0~ 360°)

- ☞ PRECIPITATION;
200 cm² BUCKET ORIFICE OPENING (ACCURACY ± 0.2 mm)
WEIGHING COLLECTING BUCKET (0 ~ 1500 mm)

- ☞ SNOW HEIGHT;
SNOW RANGER (ACCURACY $\pm 0.25\%$ / RANGE 0.15 ~ 10.67 m)^a

SNOW RANGER (ACCURACY 1 cm / RANGE 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 자동 관측된 값의 전체 평균값이다.

Daily averages for station level air pressure(hPa), air temperature($^{\circ}\text{C}$), wind speed(ms^{-1}), relative humidity(%) and dew-point temperature($^{\circ}\text{C}$) 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 $^{\circ}\text{C}$ 이하의 값은 음의 부호로써 표시하였다.

Air temperature($^{\circ}\text{C}$) 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 $^{\circ}\text{C}$ 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, 순간 최대풍속은 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 불가능한 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 측정된 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 ‘-’로 써 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 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		
	High				1005	1003	997	1006	1004	1007	995	997	996		1007	9/25
	Date				970	971	967	956	953	970	945	969	972		945	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		
	High	997	993	1000	995	1013	1010	1009	1011	1006	999	993	1007		1013	5/29
	Date	978	968	959	969	973	966	955	954	949	967	958	971		949	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		
	High	995	1001	996	1006	1007	1004	1014	1011	998	997	1009	999		1014	7/31
	Date	967	964	964	962	966	963	978	961	947	962	978	978		947	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		
	High	1004 ^②	1007 ^①	1009	999	1002	1003	1006	998	999	996	996	996		1009	3/1
	Date	970	978	981	972	967	967	969	953	963	966	968	977		953	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		
	High	1000 ^③	1009 ^⑨	1006	1006	1008	1005	1010	1010	998	1002	991	996		1010	7/31
	Date	971	969	964	963	964	958	962	972	945	954	967	972		945	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		
	High	1000 ^④	1009 ^⑨	995	989	1009	1007	1011	1019	991	1003	1001	1008		1019	8/5
	Date	974	969	975	966	965	951	965	959	955	960	981	982		951	6/10
Total	Avg	986.4	984.2	985.7	986.5	986.5	984.2	986.2	984.2	979.1	980.3	984.7	987.4	984.6		
	High	1004	1007	1009	1006	1013	1010	1014	1019	1007	1003	1009	1008		1019	16/7/31
	Year	2017	2017	2017	2018	2015	2015	2016	2019	2014	2019	2016	2019			

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		
	High				-0.4	-4.7	-11.6	-7.8	-5.8	-5.3	-3.6	-1.7	5.6		5.6	12/27
	Date				-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		
	High	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
	Date	-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		
	High	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
	Date	-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		
	High	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
	Date	-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		
	High	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
	Date	-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		
	High	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
	Date	-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
Total	Avg	-1.7	-6.9	-14.2	-20.5	-20.8	-23.0	-23.7	-22.7	-22.2	-15.6	-7.3	-1.8	-15.0		
	High	5.5	2.7	-2.0	-0.4	-0.1	-6.5	-0.1	-1.9	-4.1	-0.2	4.2	7.9		7.9	15/12/14
	Year	2018	2016	2015	2014	2016	2019	2018	2016	2015	2018	2016	2015			

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		
	High				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		
	High	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		
	High	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	425/13
	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		
	High	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	5/23
	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		
	High	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		
	High	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			
Total	Avg	3.5	5.4	5.0	4.2	4.5	4.9	4.6	4.9	4.8	4.3	3.4	3.8	4.4		
	High	28.2	33.5	33.1	37.9	41.6	36.2	39.5	40.1	37.0	38.3	29.5	32.1		41.6	16/5/23
	Year	2015	2017	2016	2019	2016	2015	2018	2015	2018	2016	2017	2018			

극지연구소

**ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT JANG
BOGO STATION(2014-2019)**

AVG. P(hPa)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ANN. AVG.
1	*	986.2	980.7	993.8	984.8	986.6	986.4
2	*	979.6	983.4	990.1	984.0	989.5	985.3
3	*	985.2	981.2	990.0	986.3	986.6	985.9
4	985.2	983.6	987.8	958.9	990.8	985.4	981.9
5	986.7	988.5	986.9	980.0	988.0	989.1	986.5
6	985.4	988.1	980.9	985.5	989.8	975.7	984.2
7	987.0	979.1	991.0	982.6	986.9	990.8	986.2
8	976.7	980.1	991.8	978.3	993.3	984.9	984.2
9	987.0	978.6	975.3	981.1	976.6	976.1	979.1
10	974.8	980.9	982.1	983.7	975.5	984.9	980.3
11	986.7	978.4	993.5	977.6	978.4	993.5	984.7
12	983.7	987.0	989.9	985.3	983.2	995.4	987.4
AVERAGE	983.7	982.9	985.4	982.2	984.8	986.5	984.3

AVG. T(°C)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ANN. AVG.
1	*	-1.5	-1.0	-1.2	-2.4	-2.3	-1.7
2	*	-5.5	-6.8	-5.9	-8.1	-7.0	-6.7
3	*	-15.5	-15.7	-13.3	-13.4	-12.9	-14.2
4	-17.2	-23.1	-23.5	-20.5	-18.7	-19.8	-20.5
5	-18.4	-23.8	-21.2	-18.4	-24.2	-18.9	-20.8
6	-24.5	-22.4	-25.2	-23.4	-20.1	-22.4	-23.0
7	-26.7	-24.9	-26.8	-23.5	-22.2	-18.1	-23.7
8	-19.9	-23.8	-23.0	-23.5	-24.5	-21.2	-22.6
9	-17.8	-24.9	-23.2	-23.7	-21.6	-22.3	-22.2
10	-14.0	-15.2	-17.9	-15.7	-14.4	-16.2	-15.6
11	-8.3	-8.1	-5.6	-9.5	-7.1	-5.4	-7.3
12	-2.2	-0.6	-1.2	-3.4	-1.8	-1.7	-1.8
AVERAGE	-16.6	-15.8	-15.9	-15.2	-14.9	-14.0	-15.4

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT JANG BOGO STATION(2014-2019)

PRECIP.(mm)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ANN. AVG.
1	*	*	*	*	*	13.6	13.6
2	*	*	*	*	*	5.9	5.9
3	*	*	*	*	*	16.8	16.8
4	*	*	*	*	*	4.2	4.2
5	*	*	*	*	*	*	*
6	*	*	*	*	*	4.7	4.7
7	*	*	*	*	*	*	*
8	*	*	*	*	*	*	*
9	*	*	*	*	*	0.2	0.2
10	*	*	*	*	*	*	*
11	*	*	*	*	*	0.0	0.0
12	*	*	*	*	*	0.0	0.0
AVERAGE	*	*	*	*	*	5.7	*
TOTAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.4	7.6

AVG. RH(%)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ANN. AVG.
1	*	63.4	62.0	62.9	67.4	62.7	63.7
2	*	56.3	52.9	53.0	55.6	54.8	54.5
3	*	56.8	55.0	59.0	60.6	61.2	58.5
4	*	56.5	56.0	54.0	52.7	55.8	55.0
5	*	55.7	52.5	51.0	51.8	53.3	52.9
6	*	51.6	52.1	53.0	51.0	53.3	52.2
7	*	52.3	54.6	51.0	53.4	50.9	52.4
8	*	52.0	52.7	53.0	53.9	54.5	53.2
9	47.0	48.5	53.6	53.0	56.2	45.0	50.5
10	56.9	59.0	52.6	58.0	55.4	50.5	55.4
11	53.2	47.0	53.3	57.0	52.7	52.8	52.7
12	56.3	55.0	56.8	60.0	61.2	66.1	59.2
AVERAGE	53.4	54.5	54.5	55.4	56.0	55.1	54.8

**ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT
JANG BOGO STATION(2014-2019)**

AVG. WS(m/s)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ANN. AVG.
1	*	3.3	3.7	4.2	3.5	2.8	3.5
2	*	6.0	3.9	5.1	6.0	4.0	5.0
3	*	2.9	4.5	5.8	5.8	5.8	5.0
4	6.0	2.9	3.6	3.6	4.5	4.7	4.2
5	4.0	3.4	5.6	6.0	3.5	4.4	4.5
6	3.1	5.7	4.1	3.5	6.4	6.7	4.9
7	3.6	4.1	2.7	5.4	6.7	5.2	4.6
8	6.4	5.6	4.1	5.1	2.8	5.3	4.9
9	5.3	4.1	4.2	4.2	6.2	4.7	4.8
10	5.4	4.1	3.8	3.8	4.5	4.3	4.3
11	2.7	5.2	3.6	3.2	4.3	1.7	3.5
12	2.8	4.3	3.8	3.7	5.1	3.0	3.8
AVERAGE	4.4	4.3	4.0	4.5	4.9	4.4	4.4

MAX. WS(m/s)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	MON. MAX.
1	*	28.2	19.0	24.3	17.8	21.3	28.2
2	*	30.4	26.3	33.5	33.5	25.8	33.5
3	*	24.1	33.1	28.5	30.0	31.8	33.1
4	35.6	24.0	26.7	32.1	36.6	37.9	37.9
5	33.4	29.5	41.6	37.2	23.2	31.0	41.6
6	26.1	36.2	33.7	27.1	32.9	32.6	36.2
7	36.7	30.5	31.7	35.0	39.5	32.2	39.5
8	30.8	40.1	30.8	36.4	20.5	23.0	40.1
9	30.5	31.8	33.0	33.0	37.0	29.5	37.0
10	23.3	25.8	38.3	28.4	23.7	28.0	38.3
11	17.9	21.8	29.3	29.5	28.8	20.6	29.5
12	22.7	24.2	23.1	23.9	32.1	26.2	32.1
AVERAGE	28.6	28.9	30.6	30.7	29.6	28.3	30.7
HIGH WS(m/s)	36.7	40.1	41.6	37.2	39.5	37.9	41.6

**ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT JANG BOGO
STATION(2014-2019)**

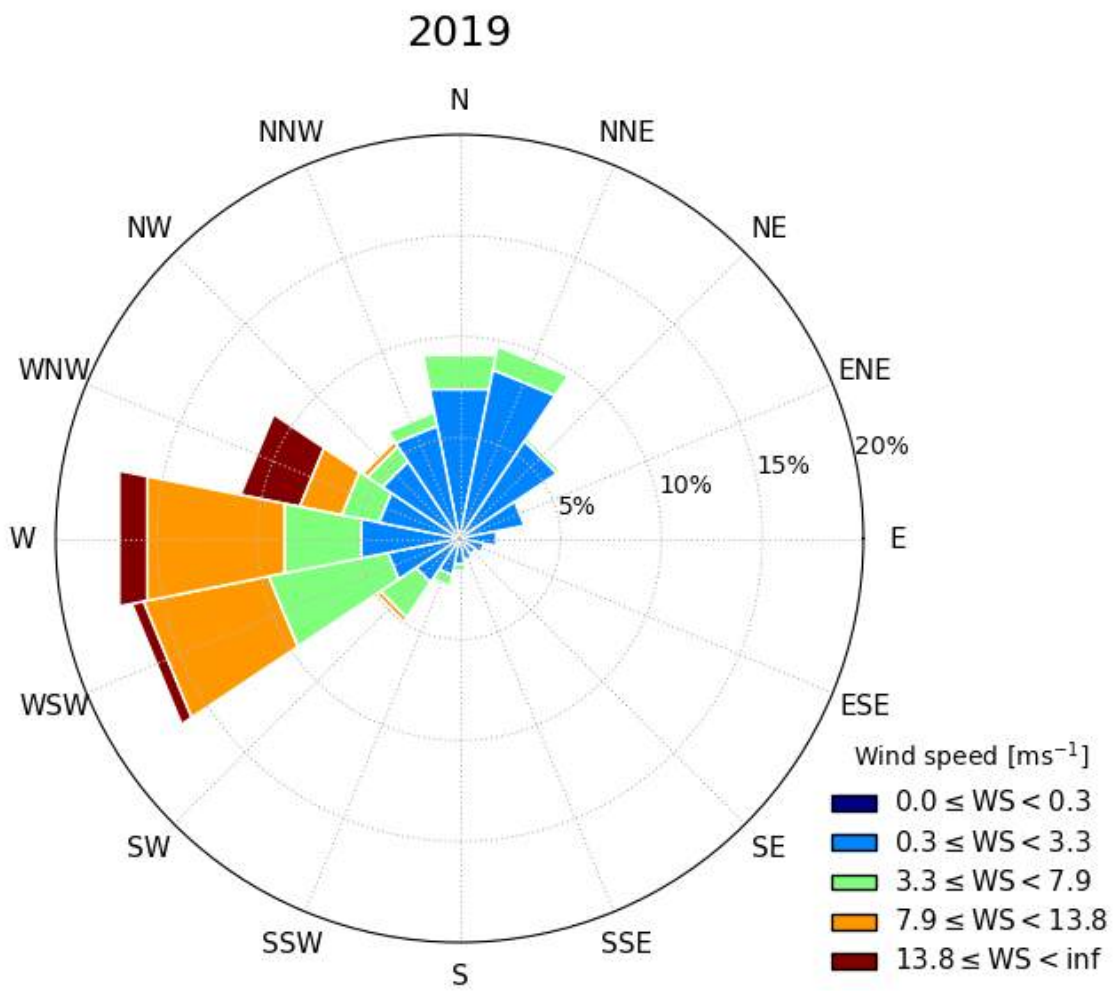
AVG. CLD(1/8)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ANN. AVG.	
1	*	5.0	5.5	4.4	4.4	5.4	4.9	
2	*	5.3	3.8	3.4	3.4	2.8	3.8	
3	*	4.2	4.4	5.4	3.3	5.2	4.5	
4	1.4	3.4	4.5	3.2	2.1	2.5	2.9	
5	3.8	3.2	2.6	4.7	2.7	3.6	3.4	
6	2.4	3.2	3.4	4.1	3.2	2.8	3.2	
7	3.1	2.8	3.0	4.1	2.4	2.5	3.0	
8	5.2	4.0	3.1	3.7	2.8	4.3	3.9	
9	3.8	3.4	3.4	3.3	3.4	2.2	3.3	
10	5.1	5.4	2.9	3.3	4.1	4.1	4.2	
11	2.5	3.9	3.3	3.6	3.3	2.3	3.2	
12	2.1	3.3	3.4	3.7	4.4	4.5	3.6	
AVERAGE	3.3	3.9	3.6	3.9	3.3	3.5	3.6	
BLZ. OCC. NO.	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ANN. AVG.	TOTAL
1	*	0	0	0	0	0	0	0
2	*	1	0	0	0	0	0	1
3	*	0	2	4	0	3	2	9
4	0	1	1	2	0	1	1	5
5	0	5	4	3	1	1	2	14
6	0	4	1	1	3	6	3	15
7	0	4	0	0	2	0	1	6
8	0	3	0	3	0	1	1	7
9	2	0	3	4	0	1	2	10
10	1	0	0	1	3	1	1	6
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	1	1	1	1	3
AVERAGE	0	2	1	2	1	1	1	6
TOTAL	3	18	11	19	10	15	13	76

**ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT
JANG BOGO STATION(2014-2019)**

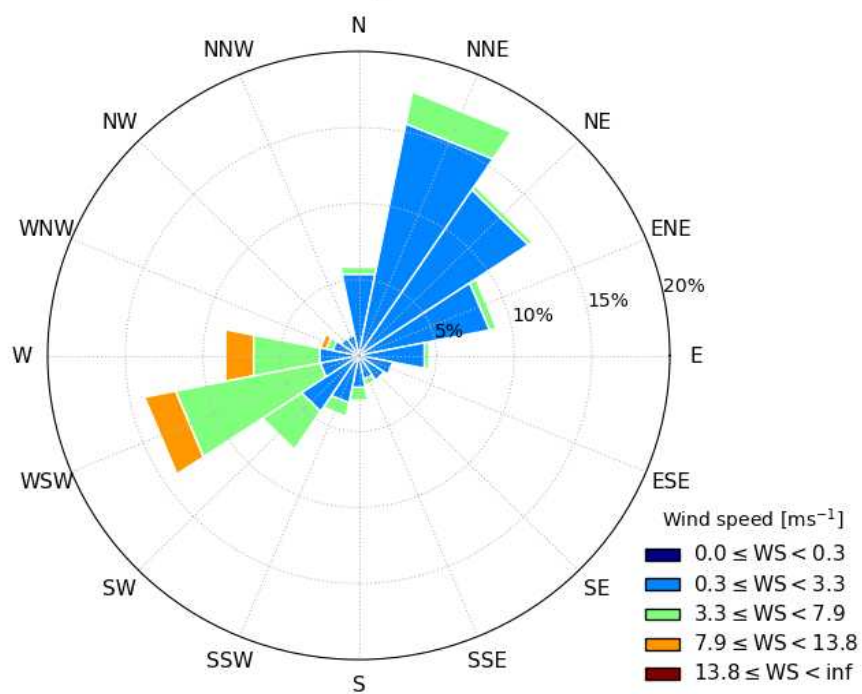
BLZ OCC. TIME	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ANN. AVG.	TOTAL
(hour) 1	*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	*	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	12.8
3	*	0.0	15.5	32.9	0.0	23.9	14.4	72.2
4	0.0	3.3	0.7	9.6	0.0	2.5	2.7	16.1
5	0.0	33.3	29.1	22.5	1.6	0.5	14.5	87.0
6	0.0	8.3	5.7	12.3	21.5	69.2	19.5	117.0
7	0.0	10.1	0.0	0.0	27.3	0.0	6.2	37.4
8	0.0	7.2	0.0	4.9	0.0	5.1	2.9	17.2
9	8.4	0.0	10.8	17.3	0.0	3.7	6.7	40.2
10	1.3	0.0	0.0	9.4	5.2	8.2	4.0	24.1
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	17.0	17.0	3.6	6.3	37.6
AVERAGE	1.1	6.3	5.1	10.5	6.1	9.7	6.5	38.7
TOTAL	9.6	75.1	61.7	125.9	72.6	116.7	76.9	461.5

GLB. SOL. RAD.	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ANN. AVG.	TOTAL
(KJ/m ²) 1	*	762,179	715,768	398,994	776,375	772,701	685,203	3,426,017
2	*	388,691	461,961	502,077	495,835	469,637	463,640	2,318,201
3	*	222,891	168,980	193,315	194,987	177,017	191,438	957,190
4	10,928	35,585	24,096	33,325	33,891	39,397	29,537	177,222
5	143	222	213	225	189	228	203	1,220
6	-	9	42	34	4	6	16	95
7	-	9	7	9	23	7	9	55
8	10,613	11,851	9,470	10,957	10,615	8,974	10,413	62,480
9	140,226	131,009	107,591	136,548	124,568	136,463	129,401	776,405
10	388,582	392,143	398,994	436,258	439,283	416,460	411,953	2,471,720
11	790,936	798,595	729,303	824,502	777,268	821,134	790,290	4,741,738
12	,043,070	956,375	940,634	1,016,836	931,277	934,813	970,501	5,823,005
AVERAGE	264,944	308,297	296,422	296,090	315,360	314,736	299,308	1,795,848
TOTAL	2,384,497	3,699,559	3,557,058	3,553,080	3,784,315	3,776,837	3,459,225	20,755,347

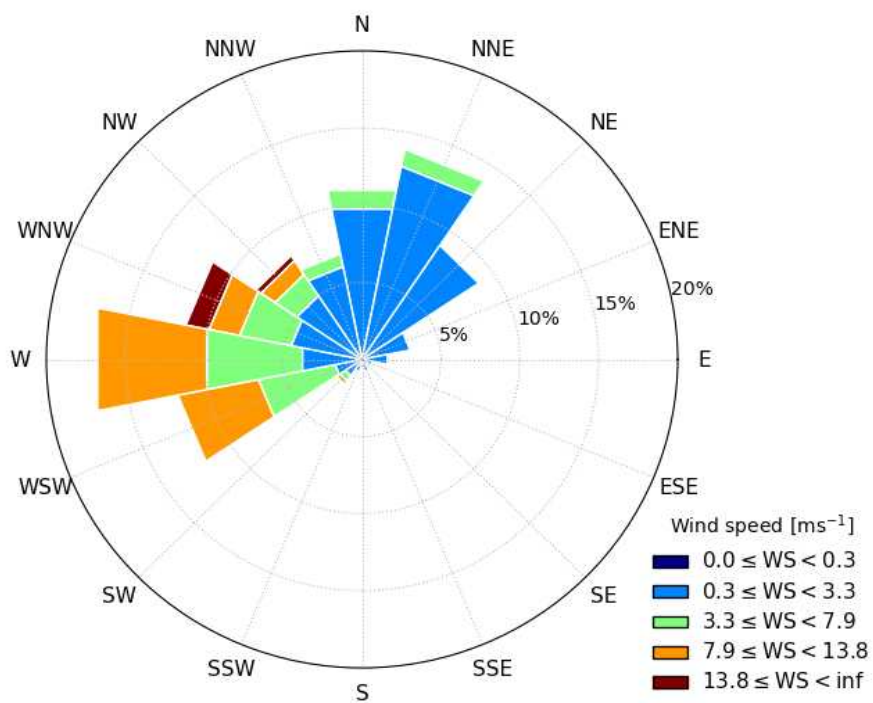
WIND DIAGRAM FOR EACH MONTH OF 2019



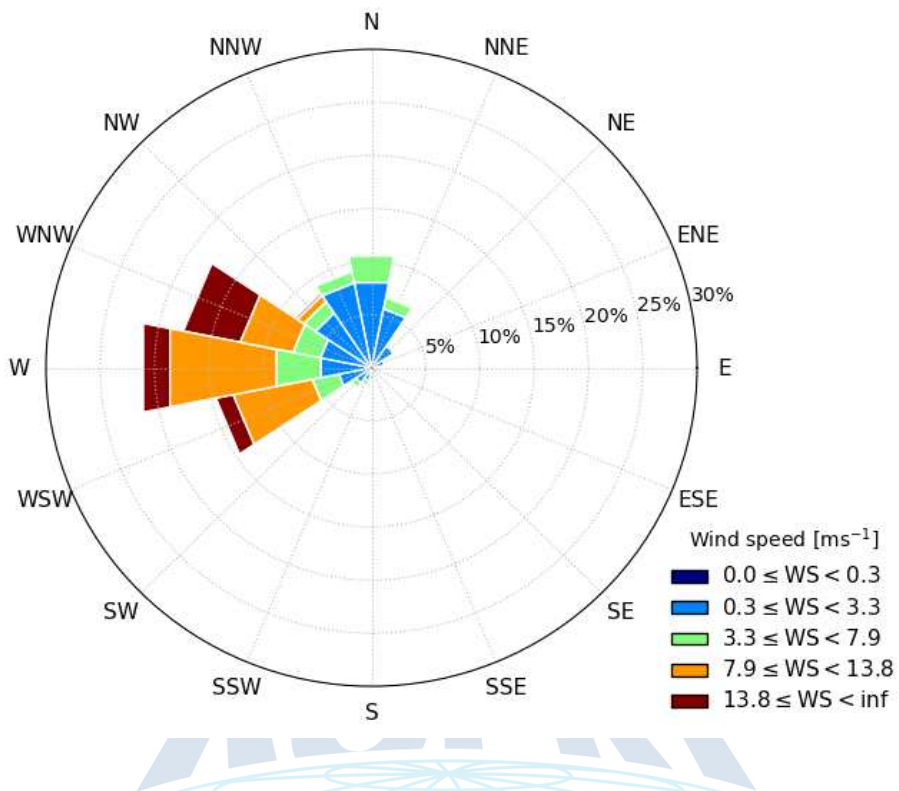
2019 JAN



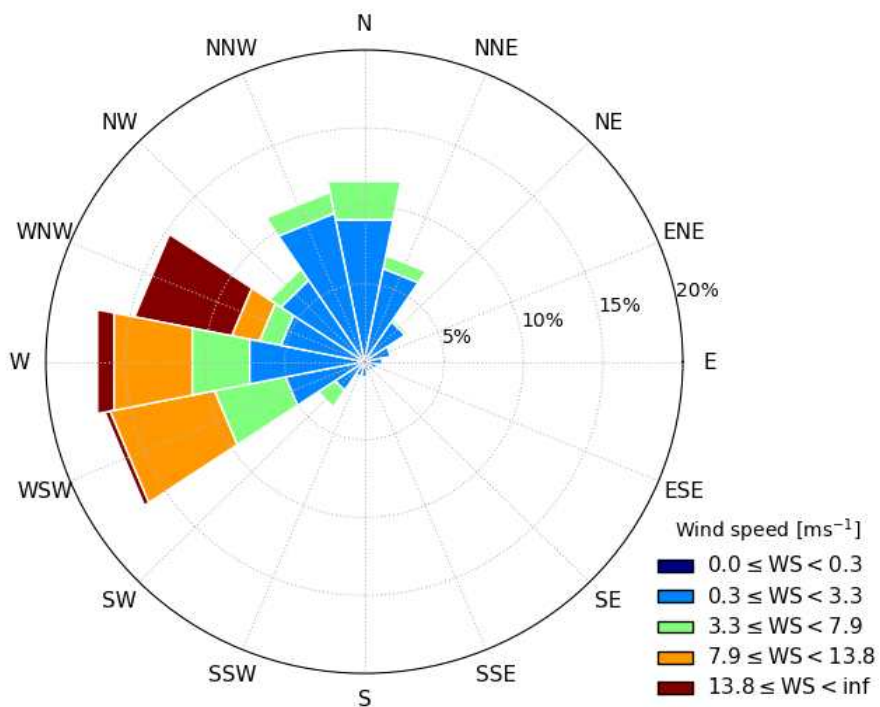
2019 FEB



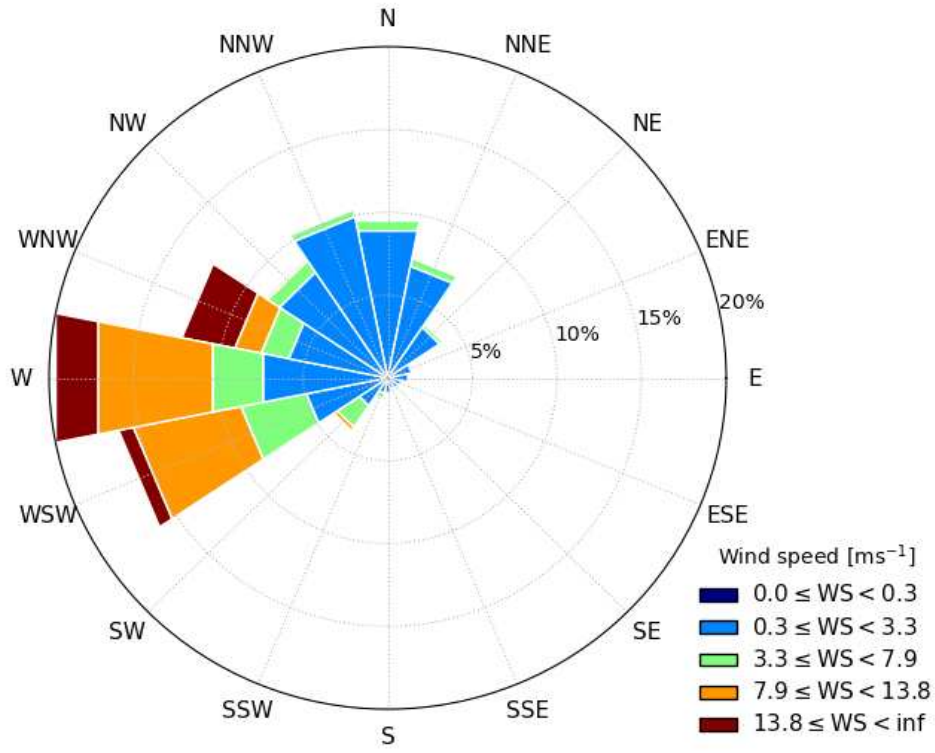
2019 MAR



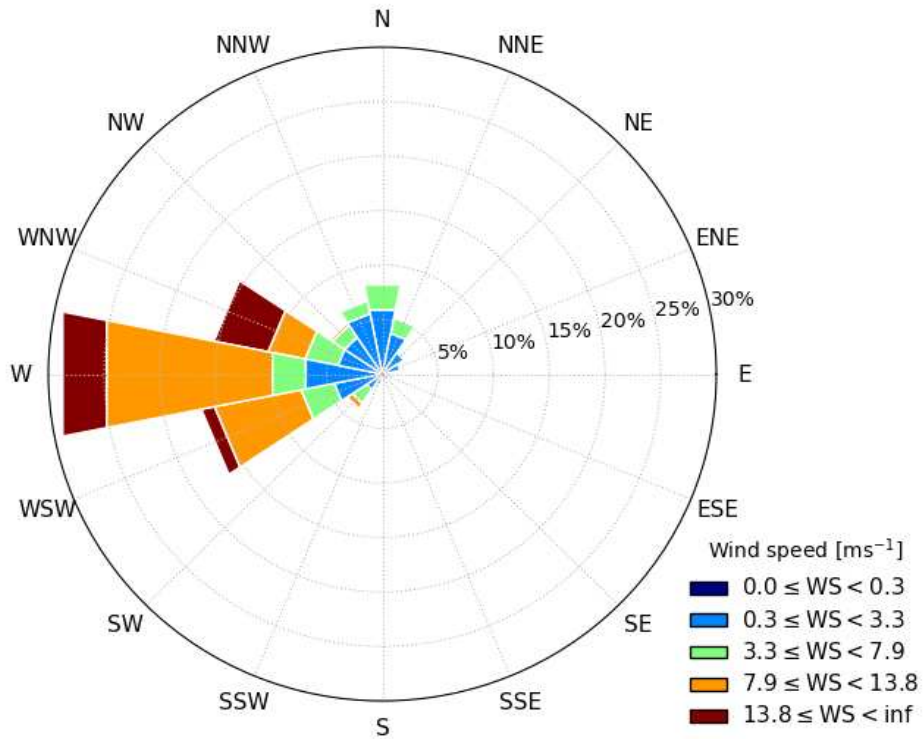
2019 APR



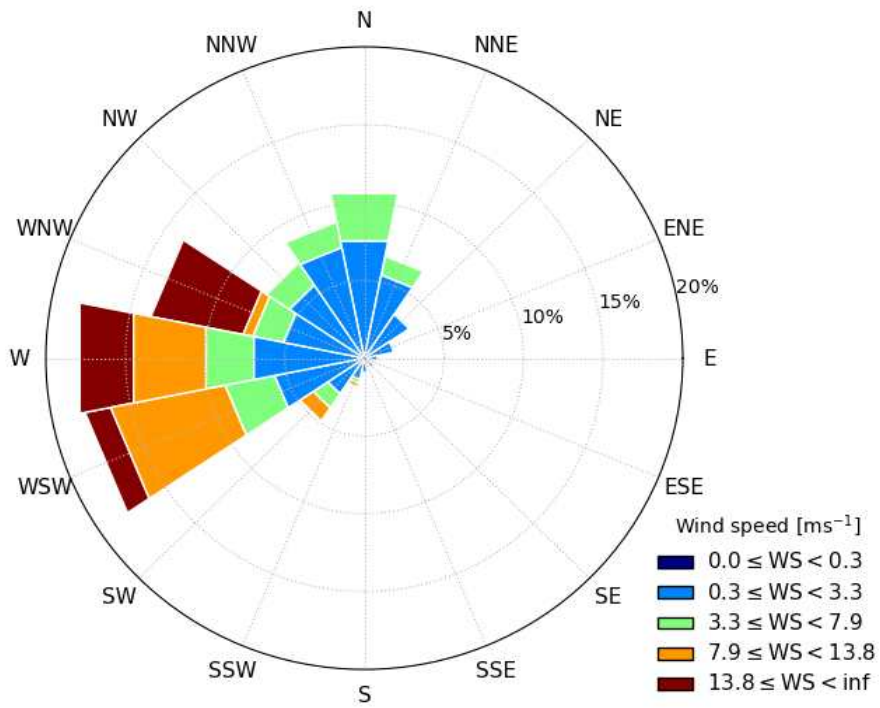
2019 MAY



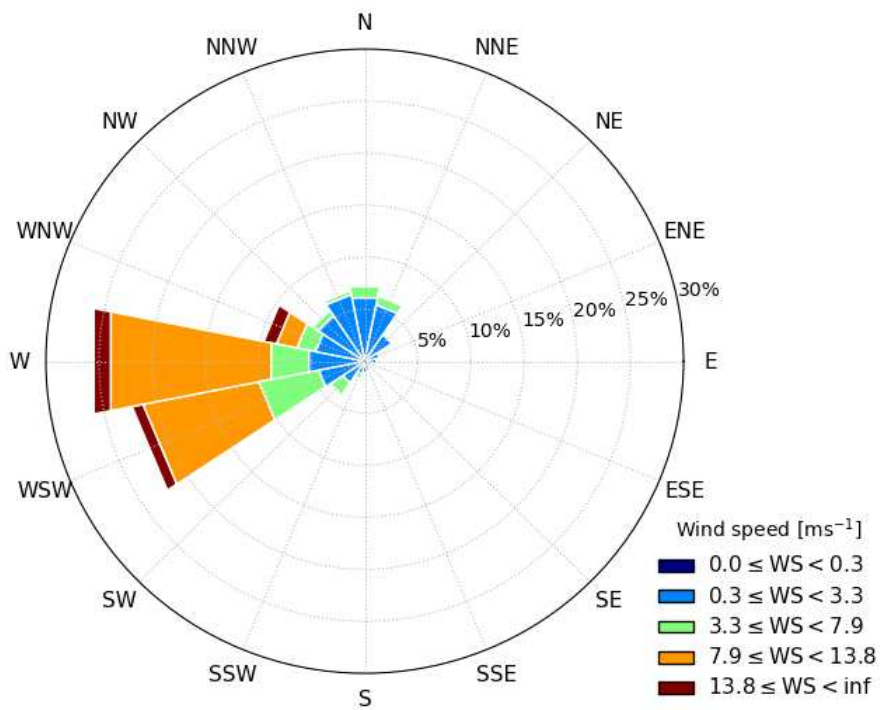
2019 JUN



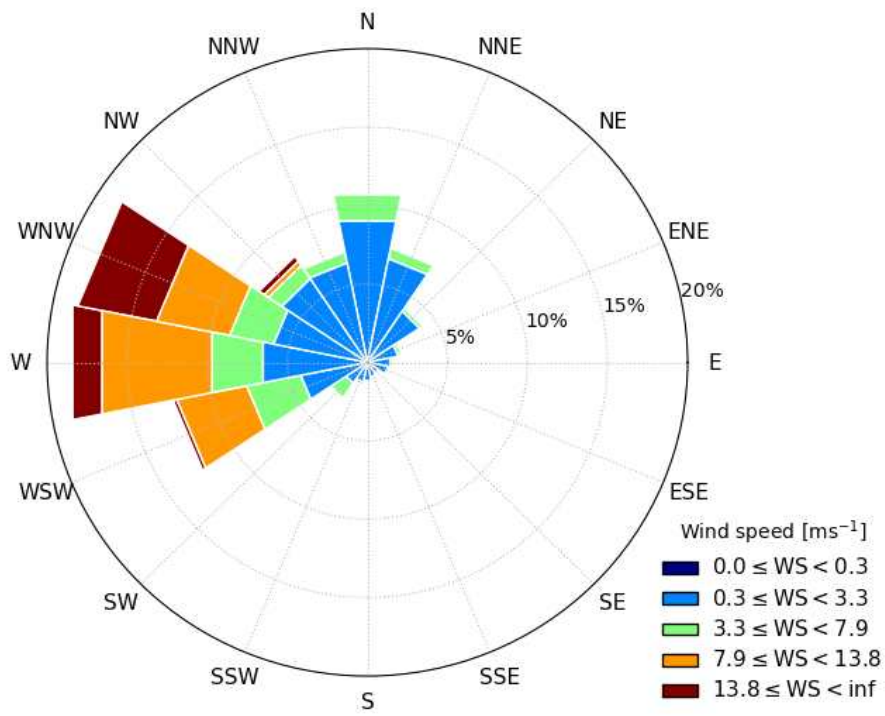
2019 JUL



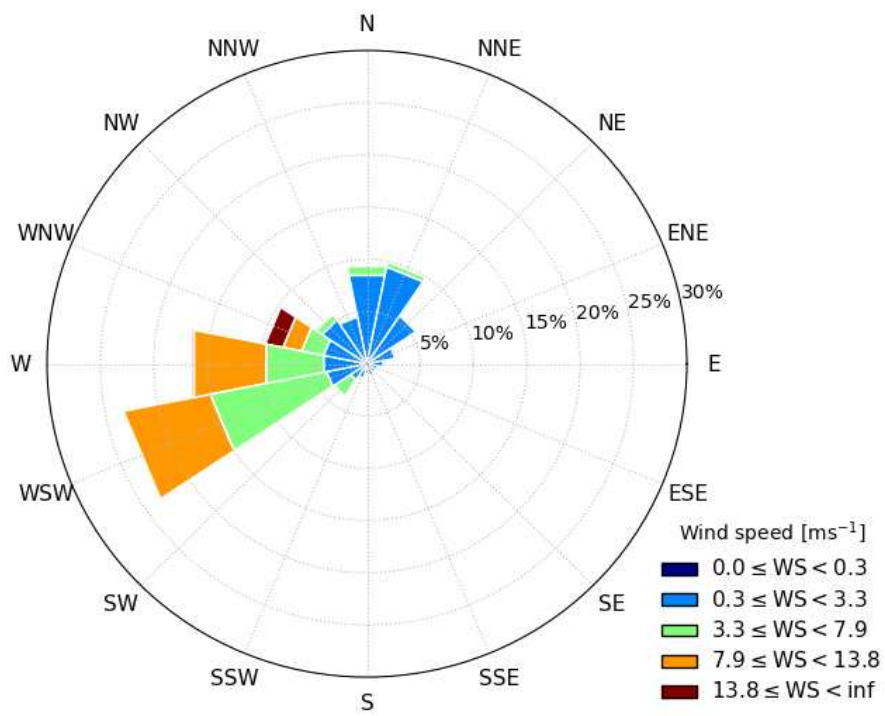
2019 AUG



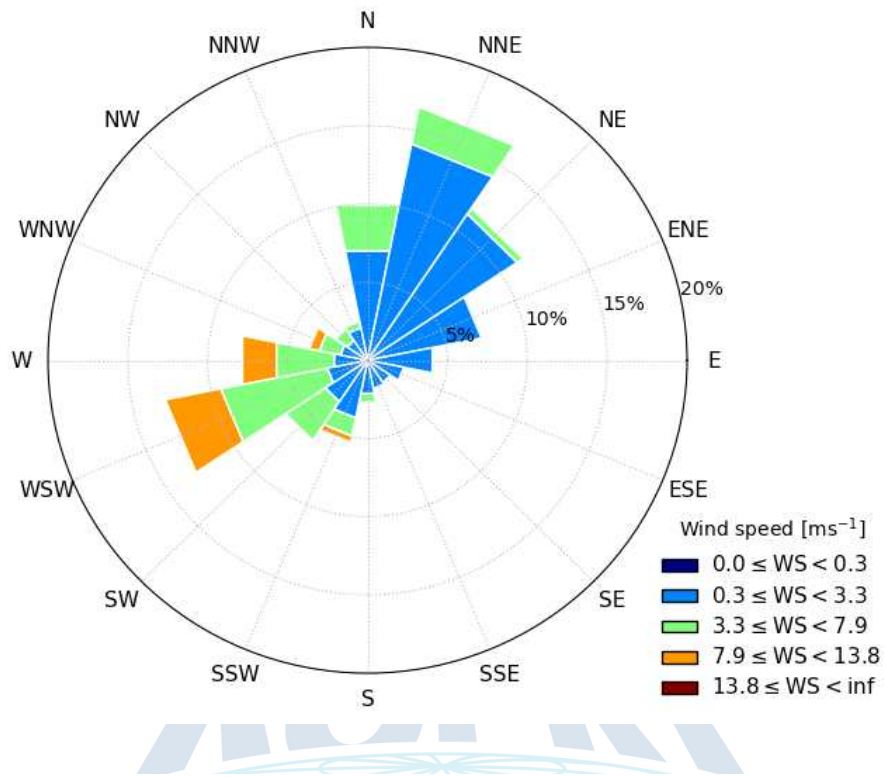
2019 SEP



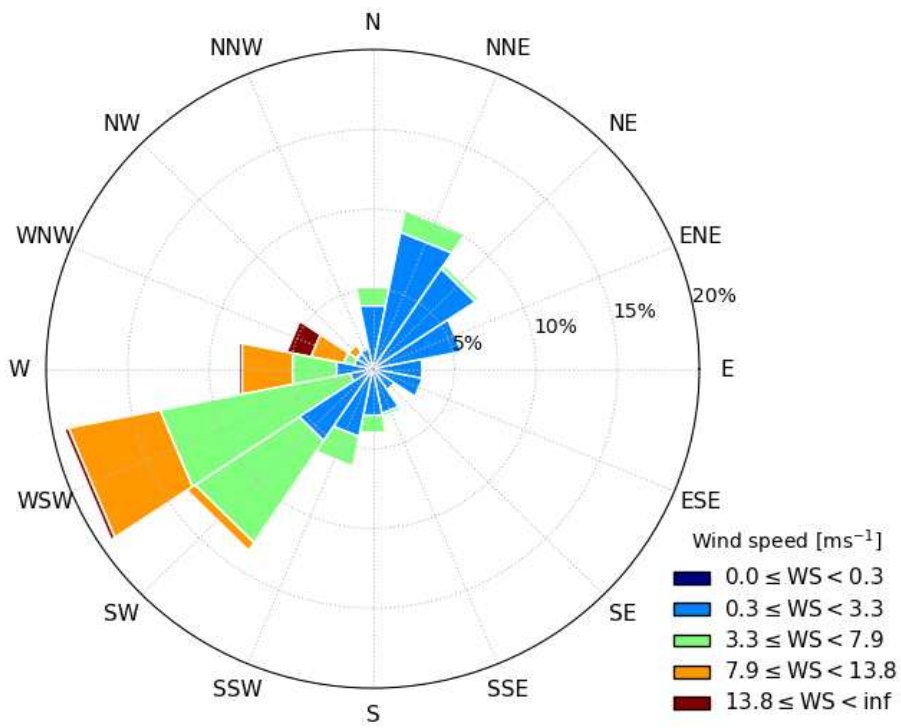
2019 OCT



2019 NOV



2019 DEC



89859 남극장보고과학기지(KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	984.2	980.1	976.9	974.9	979.2	983.5	985.9	985.8	985.8	988.3	993.8	995.6	992.3	997.7	996.5		986.6
기압 최고 Highest	985.8	985.4	987.8	984.9	985.6	989.4	994.1	995.7	989.6	979.3	982.2	984.2	982.2	981.0	986.3	990.2	
기압 나타난 시간 Time	990.8	988.0	988.4	987.3	988.4	991.2	996.6	997.0	994.7	984.4	985.4	985.3	984.4	983.7	989.7	990.9	15일
(hPa) 기압 최저 Lowest	0001	0001	0001	0001	2327	2324	1900	0301	2226	2329	1939	0455	2338	2257	0001		
Air Press. 나타난 시간 Time	0001	2324	1221	0001	2359	2348	2349	0827	0001	0001	2307	0001	0132	2357	2337	0915	0001
Air Press. 최저 Lowest	982.8	978.9	976.0	974.4	975.7	982.8	985.3	984.8	985.2	987.2	990.0	993.4	991.1	994.6	990.8		974.4
Air Press. 나타난 시간 Time	984.4	984.8	987.2	983.3	984.2	988.3	991.0	994.7	984.3	977.4	978.8	983.7	980.4	980.3	983.5	989.6	4일
기온 평균 Ave. Station	1249	0153	2154	1610	0238	0015	0010	2350	2352	1350	0001	1856	2359	0024	0007	0018	1533
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-1.0	-1.4	-2.1	-3.2	-2.4	-1.5	-2.1	-3.0	-3.1	-2.0	0.6	0.4	-1.3	-2.4	-1.6		-2.3
기온 평균 최저 Avg. Minimum	-0.4	-1.5	-3.5	-2.8	-2.1	-3.7	-2.8	-2.4	-2.1	-2.0	-2.4	-2.3	-3.8	-3.9	-4.5	-3.6	
기온 최고 Highest	2.1	1.8	0.3	-0.7	-0.3	0.2	-0.1	-0.8	-0.2	-0.4	3.5	4.7	0.7	-1.2	-0.1		4.7
(°C) 기온 나타난 시간 Time	2.1	1.2	-2.0	-0.5	0.4	-1.7	-2.1	0.5	3.0	2.3	0.8	0.6	-0.8	-0.6	-1.5	0.1	12일
Air Temp. 나타난 시간 Time	0635	0736	0315	0918	2355	0220	0814	2346	0346	0543	2221	0225	0207	0436	2336		0225
Air Temp. 최저 Lowest	0331	0446	0334	2204	0426	0157	2317	2352	0053	0353	0233	0233	0541	0430	2319	0314	
Air Temp. 나타난 시간 Time	-5.5	-6.2	-4.3	-6.9	-5.1	-3.2	-3.8	-6.5	-7.3	-4.5	-2.1	-3.3	-3.8	-4.3	-4.3		-8.6
Average Dewpoint Temperature	-1.9	-3.9	-5.0	-4.9	-4.5	-4.7	-3.6	-4.7	-6.2	-5.7	-4.9	-4.3	-7.3	-6.9	-8.6	-5.3	30일
평균이슬점온도(°C)	1536	1528	2048	1619	1342	2144	1639	1619	1547	1206	1353	1915	1845	1733	1606		1731
Average Dewpoint Temperature	1557	2008	1708	1310	1721	1826	2222	1337	1521	1500	1051	1853	1716	1921	1731	1132	
평균이슬점온도(°C)	-10.3	-9.4	-10.2	-9.8	-8.8	-9.5	-6.7	-9.8	-11.1	-9.2	-10.8	-8.6	-10.2	-6.9	-6.4		-
Average Dewpoint Temperature	-6.7	-6.2	-5.6	-8.4	-9.6	-6.9	-4.3	-7.2	-9.0	-9.3	-9.2	-7.9	-7.8	-11.7	-11.8	-9.3	

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	984.2	980.1	976.9	974.9	979.2	983.5	985.9	985.8	985.8	988.3	993.8	995.6	992.3	997.7	996.5		986.6
기압 최고 Highest	985.8	985.4	987.8	984.9	985.6	989.4	994.1	995.7	989.6	979.3	982.2	984.2	982.2	981.0	986.3	990.2	
기압 나타난 시간 Time	990.8	988.0	988.4	987.3	988.4	991.2	996.6	997.0	994.7	984.4	985.4	985.3	984.4	983.7	989.7	990.9	15일
(hPa) 기압 최저 Lowest	0001	0001	0001	0001	2327	2324	1900	0301	2226	2329	1939	0455	2338	2257	0001		
Air Press. 나타난 시간 Time	0001	2324	1221	0001	2359	2348	2349	0827	0001	0001	2307	0001	0132	2357	2337	0915	0001
Air Press. 최저 Lowest	982.8	978.9	976.0	974.4	975.7	982.8	985.3	984.8	985.2	987.2	990.0	993.4	991.1	994.6	990.8		974.4
Air Press. 나타난 시간 Time	984.4	984.8	987.2	83.3	984.2	88.3	991.0	994.7	984.3	977.4	978.8	983.7	980.4	980.3	983.5	989.6	4일
Air Press. 나타난 시간 Time	2341	2329	2356	1533	0001	0009	0650	1825	0035	0001	0132	2341	0842	0001	2353		
Air Press. 나타난 시간 Time	1249	0153	2154	1610	0238	0015	0010	2350	2352	1350	0001	1856	2359	0024	0007	0018	1533
기온 평균 Ave. Station	-1.0	-1.4	-2.1	-3.2	-2.4	-1.5	-2.1	-3.0	-3.1	-2.0	0.6	0.4	-1.3	-2.4	-1.6		-2.3
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-0.4	-1.5	-3.5	-2.8	-2.1	-3.7	-2.8	-2.4	-2.1	-2.0	-2.4	-2.3	-3.8	-3.9	-4.5	-3.6	
기온 평균 최저 Avg. Minimum																	0.6
기온 최고 Highest	2.1	1.8	0.3	-0.7	-0.3	0.2	-0.1	-0.8	-0.2	-0.4	3.5	4.7	0.7	-1.2	-0.1		4.7
(°C) 기온 나타난 시간 Time	2.1	1.2	-2.0	-0.5	0.4	-1.7	-2.1	0.5	3.0	2.3	0.8	0.6	-0.8	-0.6	-1.5	0.1	12일
Air Temp. 나타난 시간 Time	0635	0736	0315	0918	2355	0220	0814	2346	0346	0543	2221	0225	0207	0436	2336		0225
Air Temp. 나타난 시간 Time	0331	0446	0334	2204	0426	0157	2317	2352	0053	0353	0233	0233	0541	0430	2319	0314	
Air Temp. 최저 Lowest	-5.5	-6.2	-4.3	-6.9	-5.1	-3.2	-3.8	-6.5	-7.3	-4.5	-2.1	-3.3	-3.8	-4.3	-4.3		-8.6
Air Temp. 나타난 시간 Time	-1.9	-3.9	-5.0	-4.9	-4.5	-4.7	-3.6	-4.7	-6.2	-5.7	-4.9	-4.3	-7.3	-6.9	-8.6	-5.3	30일
Air Temp. 나타난 시간 Time	1536	1528	2048	1619	1342	2144	1639	1619	1547	1206	1353	1915	1845	1733	1606		1731
Air Temp. 나타난 시간 Time	1557	2008	1708	1310	1721	826	2222	1337	1521	1500	1051	1853	1716	1921	1731	1132	
평균이슬점온도(°C)	-10.3	-9.4	-10.2	-9.8	-8.8	-9.5	-6.7	-9.8	-11.1	-9.2	-10.8	-8.6	-10.2	-6.9	-6.4		-
Average Dewpoint Temperature	-6.7	-6.2	-5.6	-8.4	-9.6	-6.9	-4.3	-7.2	-9.0	-9.3	-9.2	-7.9	-7.8	-11.7	-11.8	-9.3	

2019년 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) Total Precipitation	-	-	-	-	-	-	0.9	0.0	-	-	-	-	-	0.1	-	-	13.6
상 평 균 Average	50	55	54	60	62	55	71	60	55	58	43	52	51	72	70		63
대	63	71	85	66	57	79	89	70	60	58	60	66	74	55	57	65	
습 최 소 Lowest	31	31	38	41	45	40	56	48	33	39	26	25	30	52	52		25
도	45	43	68	32	34	46	74	51	43	38	41	46	64	41	42	45	12일
(%) 나타난 시간 Time	0636	0732	0308	0016	2337	0631	2228	0555	0546	0026	2221	0200	0835	0101	1901		0200
R.H.	1912	0146	2341	1446	1223	0101	2318	2352	0053	0651	0512	0231	2304	1830	0419	0051	
평 균 Average	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1	4.4	4.0	2.5	2.2	2.0	4.8	4.0	3.4	1.6	1.7		2.8
바	2.1	5.7	1.7	3.0	2.2	3.0	4.4	5.6	1.0	1.5	2.9	1.8	1.4	5.2	2.6	1.4	
순 간 최 대 Greatest Gust	6.8	5.5	7.0	5.7	6.0	9.8	13.1	13.1	8.8	9.0	12.1	21.3	9.7	3.8	4.3		21.3
람	5.9	12.7	5.9	15.8	6.8	9.4	10.3	14.1	3.3	4.7	10.2	7.1	4.6	15.4	11.3	6.7	12일
풍	NNE	SW	NNE	ENE	WSW	WSW	W	W	WSW	W	W	WNW	WSW	NNE	NNE		WNW
(m/s)	NNE	W	SSW	WNW	SW	W	W	WSW	W	NNE	W	NNE	S	WSW	WSW	W	
Wind 나타난 시간 Time	1532	1653	2121	0231	2046	1701	2303	0054	2348	2336	1611	1527	0855	1729	1515		1527
	1917	1612	0023	1437	1225	1926	2224	0419	1149	1219	1555	1752	0001	1905	0001	1828	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	2.0	0.0	2.5	4.4	1.6	7.4	7.4	7.2	5.8	6.0	7.6	6.4	1.2	8.0	8.0		5.4
시 작 시 간 Start Time																	
폭풍설																	
끝 난 시 간 End Time																	
Bliz- zard																	
계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

2019년 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/m ²)/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	37601	36075	32445	33919	31352	25572	23091	28643	29259	29107	28798	29879	25627	18643	20780		772701	
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	17.5	17.7	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	18.8	12.8		3.5	
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-		35.9
눈 신적설 합 계 Total	-	1.5	2.7	-	-	6.5	14.3	8.6	-	-	-	-	-	-	-	-		20.2
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	1.5	1.7	-	-	6.5	8.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-		8.2
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y			y					y	y		y					6
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)			y										y	y				3
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)				y					y	y								6
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y		y	y	y				y	y					15
상 눈 Snow							y	y						y				8
상 비 Rain		y	y			y	y	y										0
Meteo. Pheno-mena 진 눈 개 비 Sleet																		0
안 개 Fog																		0
박 무 Mist														y	y			6
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen) 상태 (JC=0, GC=1, JC.GC=2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Sea 거칠기 Sea Sfc. Roughness State (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-		

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2019년 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	5.2	5.9	2.9	1.9	1.3	0.4	1.5	1.2	2.5	1.3	4.0	0.4	0.7		0.5	
2	2.4	3.9	2.7	1.8	2.5	1.2	1.1	1.4	1.1	2.5	3.7	1.0	1.5	1.3	1.1	0.9
3	3.0	5.1	3.8	2.1	1.6	1.1	0.9	0.5			0.4	0.6	0.5		0.9	
4	2.8	3.4	4.4	4.5	4.6	0.7	0.5		0.3		0.4	0.3		1.1		1.1
5	1.7	3.6	2.3	2.0	3.7	2.0	1.0	1.0	1.2		3.3	4.6	4.5	2.0	1.9	2.2
6				1.1	1.0	2.7		1.1	2.6	2.9	5.4	7.8	7.6	1.0		
7		2.6	3.1	2.0	2.2	1.0	0.7	4.0	4.4	5.9	5.7	8.9	10.0	1.2	1.6	
8	2.7	3.3	2.3	2.3	1.3		1.3			3.1	4.4	9.8	9.6	0.9	1.5	1.1
9	2.5	3.2	2.9	3.1	2.3	1.2	1.4		1.1	2.0	4.4	6.7	6.8	3.7		1.1
10	2.4	3.1	3.1	1.7	1.1	1.1	1.2	1.6	1.6	2.1	3.7	6.5	6.9		1.0	1.1
11	2.3	2.1	1.8	1.8	1.6	2.7	2.3		3.6	5.1	6.5	7.5	9.3	5.2	2.7	2.2
12	5.2	4.5	3.1	2.5	2.9	2.0	2.6	2.5	4.1	4.0	3.5	9.3	7.8	14.8	13.9	10.4
13	2.4	4.1	3.1	2.3	3.0	2.1	1.0			2.0	3.7	7.2	7.8	2.4	1.0	2.6
14	2.1	3.3	2.7	1.6	1.8									0.3	1.0	0.7
15	3.2	3.8	2.4	1.6	0.9	1.0	1.0	1.4	1.8	2.6	2.9		0.6	0.8	0.4	0.7
16	4.0	4.9	4.0	3.6	2.2	1.0	1.0		2.5	2.5	2.1	1.1				1.0
17		3.9	3.4	3.6	1.6	1.4					3.8	10.0	10.5			
18	3.5	3.1	3.4	1.1	1.2	0.6	0.4	1.1	3.5	3.3	1.2	1.1	0.6	0.7	0.5	
19	4.3	4.3	3.2	2.0	1.1	1.3	1.8	5.0	4.4	5.8	3.2	1.5	8.2	10.7	7.8	
20	3.0	3.3	2.8	2.7	1.9		1.1	1.1	0.8	0.8	5.3	4.1	3.1	2.6		
21	1.4	2.2	2.2	1.6	1.8	1.6	1.3	2.1	2.6	1.2	4.7	6.7	7.0	2.9		1.4
22						2.5	3.5	5.8	5.8	5.0	5.5	8.3	8.1			
23	3.7	3.0	1.5		0.9	1.4			2.2	3.3	5.7	10.4	10.4	3.5	0.9	1.6
24	1.3	2.0	1.9	1.3	0.9	1.3		0.7		2.0	1.3	2.4	2.7	0.9	0.8	0.9
25	3.4	3.7	2.9	2.8	1.8	0.7	2.4	1.1	1.9	3.0	1.5	2.6	2.4	1.5	2.8	2.2
26	5.0	3.6	2.1	1.5	1.2	1.4	2.4	1.2	1.6	2.0	1.1	0.9	8.2	3.0	2.7	3.6
27	2.5	4.3	2.2	1.1	1.4	1.2	1.1	3.6	3.1	5.5	3.7	2.7	2.4	2.1	1.5	2.5
28	1.9	2.4	1.8		1.4	1.3	2.7	2.7	2.8	3.4	2.9	2.0	2.3	2.2	2.3	2.1
29	1.6	2.1	2.1	1.5		2.2	1.5	1.6			3.9	11.3	12.3	6.2		
30	3.6	4.4	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	2.6	2.9	3.0	4.1	8.3	6.1	2.7	3.4	3.1
31	3.8	3.4	2.4	2.5	1.6		1.6	1.5	1.5	0.7	0.8	0.5	5.2	3.7	2.0	1.6
월 Month	5.2	5.9	4.4	4.5	4.6	2.7	3.5	5.8	5.8	5.9	6.5	11.3	12.3	14.8	13.9	10.4

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	6.9	25.7	31.3	13.2	6.3	0.0	2.8	2.8	2.8	1.4	4.2	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	1.4
2	6.3	25.7	20.1	11.8	8.3	2.1	2.1	1.4	2.8	2.1	6.9	2.8	3.5	1.4	0.7	1.4	0.7
3	5.6	39.6	24.3	14.6	4.2	2.1	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	0.7	0.0	2.8
4	7.6	25.7	26.4	20.1	8.3	1.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	2.8	4.2
5	0.7	6.3	9.7	6.3	21.5	10.4	2.8	2.8	3.5	0.0	2.8	20.8	4.2	1.4	0.7	0.7	5.6
6	0.0	0.0	0.0	2.1	0.7	2.8	0.0	0.7	2.8	5.6	25.0	45.1	14.6	0.7	0.0	0.0	0.0
7	0.0	4.2	11.1	2.8	3.5	0.7	0.7	2.8	4.2	9.7	32.6	16.0	10.4	0.7	0.7	0.0	0.0
8	10.4	18.1	21.5	4.2	1.4	0.0	1.4	0.0	0.0	6.3	14.6	8.3	6.9	2.1	0.7	2.1	2.1
9	16.7	41.0	14.6	5.6	3.5	1.4	0.7	0.0	0.7	0.7	2.8	7.6	2.8	0.7	0.0	0.7	0.7
10	2.8	13.9	22.9	14.6	3.5	2.1	4.2	3.5	0.7	3.5	6.3	11.8	6.9	0.0	0.7	0.7	2.1
11	3.5	2.8	4.2	1.4	2.1	2.8	1.4	0.0	0.7	1.4	4.9	31.9	29.2	6.3	2.8	4.9	0.0
12	6.3	18.8	19.4	6.3	4.2	2.8	1.4	2.8	2.1	4.2	3.5	5.6	2.1	7.6	8.3	4.2	0.7
13	4.9	20.8	10.4	4.9	1.4	2.1	0.7	0.0	0.0	2.1	2.1	20.1	23.6	2.1	0.7	4.2	0.0
14	4.9	44.4	26.4	11.8	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.7	2.1
15	4.9	29.9	28.5	8.3	0.7	2.8	3.5	1.4	2.8	5.6	4.2	0.0	2.1	0.7	0.0	1.4	3.5
16	9.0	25.7	25.7	16.0	4.9	1.4	2.1	0.0	2.1	9.7	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
17	0.0	7.6	9.0	9.0	3.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	43.8	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0
18	6.3	16.0	13.9	2.1	4.9	1.4	0.0	0.0	2.1	16.0	23.6	4.9	2.8	1.4	0.7	0.7	3.5
19	6.9	13.2	17.4	9.0	2.1	3.5	4.2	6.9	6.9	10.4	3.5	2.8	1.4	9.7	2.1	0.0	0.0
20	5.6	25.0	20.8	16.7	2.8	0.0	1.4	0.7	0.7	1.4	11.8	4.2	6.9	0.7	0.0	0.0	1.4
21	2.1	11.1	10.4	5.6	2.8	2.8	1.4	1.4	0.7	2.1	11.1	38.2	8.3	0.7	0.0	0.7	0.7
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	10.4	25.7	8.3	20.8	31.9	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
23	9.7	7.6	2.1	0.0	0.7	1.4	0.0	0.0	0.7	0.7	4.9	45.8	22.2	2.1	0.7	1.4	0.0
24	6.9	21.5	11.8	8.3	4.2	0.7	0.0	1.4	0.0	1.4	3.5	12.5	8.3	2.8	2.8	3.5	10.4
25	18.8	19.4	11.1	3.5	3.5	0.7	5.6	2.1	4.9	4.2	1.4	6.3	3.5	4.2	2.8	4.2	4.2
26	10.4	13.9	8.3	2.1	4.9	1.4	3.5	0.7	2.8	1.4	0.7	0.7	37.5	7.6	0.7	2.8	0.7
27	4.9	15.3	7.6	2.1	8.3	2.1	0.7	1.4	4.2	18.1	16.0	5.6	3.5	1.4	2.1	1.4	5.6
28	6.9	13.2	8.3	0.0	3.5	5.6	6.3	6.3	6.9	2.1	2.1	4.2	10.4	6.9	6.3	5.6	5.6
29	2.8	8.3	17.4	4.2	0.0	4.2	1.4	1.4	0.0	0.0	2.1	38.2	15.3	4.9	0.0	0.0	0.0
30	16.0	12.5	3.5	2.8	3.5	1.4	0.7	2.1	6.3	2.8	2.8	20.1	7.6	2.8	6.9	4.9	3.5
31	12.5	13.2	14.6	13.9	7.6	0.0	2.1	2.8	1.4	1.4	1.4	0.7	2.8	11.8	5.6	2.1	6.3
월 Month	6.5	17.4	14.6	7.2	4.3	2.0	1.8	1.8	2.9	4.0	7.1	14.0	8.5	2.6	1.6	1.7	2.2

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	988.1	983.2	979.3	976.4	977.3	980.3	976.4	973.1	987.2	991.9	989.8	991.9	996.7	1000.9	1002.1	989.5
기압 최고 Highest	996.6	1001.4	998.9	1003.9	1000.7	996.8	995.8	993.5	991.0	981.3	977.6	987.1	987.4			1005.3
기압 나타난 시간 Time	999.4	1002.5	1001.1	1005.3	1004.8	998.2	997.7	994.0	993.2	987.9	982.6	990.8	991.1			19일
(hPa)	0025	0003	0013	0001	2150	1230	0001	2357	2353	0148	2215	2359	2133	2358	0259	2113
기압 최저 Lowest	2351	1312	2351	2113	0007	0001	0117	1639	0002	0001	0000	2338	0551			
Air Press. 나타난 시간 Time	986.0	981.6	978.5	974.9	974.7	979.2	972.9	970.9	978.6	988.1	988.1	991.2	993.2	998.6	997.9	970.9
(hPa)	994.0	999.1	997.9	1001.1	998.2	996.3	993.6	993.1	987.8	975.9	975.4	982.6	981.2			8일
Air Temp. 나타난 시간 Time	2338	2355	1840	2022	0430	2357	2336	0712	0001	2359	0001	0515	0127	0001	2345	0712
(°C)	0812	0003	1346	0001	2345	0906	2042	0815	2357	2229	0116	0001	2304			
기온 평균 Ave. Station	-5.6	-5.8	-4.0	-4.9	-7.1	-5.6	-5.0	-5.7	-5.6	-5.7	-7.3	-7.3	-6.3	-6.5	-6.1	-7.0
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-5.2	-7.0	-8.7	-5.9	-6.6	-8.9	-10.2	-10.0	-10.7	-10.7	-9.6	-7.5	-6.9			-4.0
기온 평균 최저 Avg. Minimum																-10.7
기온 최고 Highest	-3.6	-3.9	-1.3	-0.8	-3.0	-1.9	-2.9	-1.6	-2.2	-2.6	-1.1	-4.2	-3.1	-2.7	-2.5	0.3
(°C)	0.3	-3.9	-3.1	-4.1	-3.0	-4.1	-7.0	-6.9	-6.4	-7.2	-4.8	-3.6	-3.9			16일
Air Temp. 나타난 시간 Time	0106	2338	0728	0310	0232	0147	0911	0424	0519	0124	0433	0258	0353	2348	0316	0757
(°C)	0757	0000	0229	1547	0316	0252	0601	1259	0218	0422	0305	0016	1828			
Air Temp. 최저 Lowest	-7.4	-6.6	-6.3	-9.3	-10.5	-10.5	-8.3	-10.5	-8.9	-8.9	-12.0	-11.5	-10.8	-9.9	-9.7	-14.7
(°C)	-9.3	-8.5	-12.8	-7.4	-10.2	-12.3	-13.3	-13.0	-14.7	-14.3	-13.4	-11.1	-11.0			24일
Air Temp. 나타난 시간 Time	1540	0043	1416	1249	1702	1258	1604	1745	1258	1849	1452	1625	1519	1511	1415	1745
(°C)	1956	1537	1505	0746	1417	1718	1314	1812	1745	1834	1650	1630	1701			
평균이슬점온도(°C)	-12.6	-9.0	-12.2	-14.4	-14.6	-15.7	-14.0	-13.5	-13.7	-9.4	-14.3	-13.0	-11.7	-11.1	-11.4	-
Average Dewpoint Temperature	-14.2	-16.8	-17.4	-14.1	-15.7	-18.9	-18.6	-19.9	-19.8	-19.8	-16.7	-17.3	-15.5			

2019년 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) Total Precipitation	0.0	3.1	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.6	-	-	-	2.2	-	5.9
상 평 균 Average	58	78	53	48	56	46	50	55	54	75	58	64	66	70	66	55
대	51	46	50	54	49	45	50	45	47	48	56	46	51			
습 최 소 Lowest	32	58	34	33	30	26	34	37	30	42	39	38	44	55	54	26
도	28	36	32	28	35	30	37	32	35	31	39	27	30			
(%) 나타난 시간 Time	1145	2223	0728	0708	2221	1457	0008	0127	1521	2242	1935	1448	1457	1436	0314	1221
R.H.	0758	0513	0305	0406	2219	0231	1846	1259	0043	1009	1438	2221	1814			
평 균 Average	6.6	10.2	4.8	5.6	11.4	3.8	4.9	2.0	2.9	1.8	1.6	2.4	2.3	3.0	2.0	4.0
바	7.1	3.7	2.0	7.0	1.9	3.8	3.5	4.0	1.3	2.4	1.7	2.4	5.4			
순 간 최 대 Greatest Gust	19.2	19.1	13.6	17.4	25.8	14.4	13.4	8.6	11.0	8.5	4.7	14.7	10.6	10.6	8.4	25.8
람	22.8	12.6	6.6	14.4	7.7	16.7	15.9	16.3	5.7	10.2	5.8	12.2	15.1			5일
풍	W	WSW	W	WNW	WNW	WNW	W	WNW	WSW	WNW	NNE	WNW	WSW	WSW	N	WNW
(m/s)	WNW	W	WNW	W	W	W	WSW	W	WNW	WSW	NW	W	W			
Wind 나타난 시간 Time	1355	1758	0456	2210	1632	1356	0136	1422	2035	2239	1351	2230	0730	1203	0137	1632
	0847	0003	0940	1654	0002	2110	0031	1048	1108	0122	0943	2349	0227			
구름(1/8) Average Amount of Cloud	7.8	8.0	3.6	0.0	0.0	3.8	5.6	3.3	6.9	2.6	2.1	2.9	2.8	5.3	1.2	3.5
시 작 시 간 Start Time																
폭풍설																
끝 난 시 간 End Time																
Bliz- zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard																

2019년 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/m ²)/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	12809	11004	20848	25969	26155	19218	15391	20001	16281	16980	21041	19752	16269	12850	17441	469637
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	18.8	3.7	18.3	20.0	15.0	20.0	20.0	20.0	18.3	17.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	3.7
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	7.0	5.6	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-	5.2	2.5	7.0
눈 신적설 합 계 Total	-	7.0	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-	5.2	-	12.6
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)			y	y	y				y	y	y				y	7
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y		y			y		y	y	y	y	y	y			9
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)		y		y		y	y					y	y			8
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y							y							4
상 눈 Snow	y	y	y						y	y					y	7
상 비 Rain				y												0
Meteo. Pheno- -mena 진 눈 개 비 Sleet																0
안 개 Fog																0
박 무 Mist		y	y						y	y				y		5
해상 상태 Sea State	유/무 SLRO/	무/무 VRVR/	무/무 VRVR/	유/무 MOSL/	무/무 ROVR/	무/무 VRMO/	무/무 RORO/	무/무 MOMO/	무/무 RORO/	무/무 VRMO/	무/무 SLSL/	무/무 SLSL/	무/무 SLSL/	무/무 MOMO/	유/무 SLMO/	유/무 SLMO/
Sea State (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	MOMO/MO MO	ROMO/ROM O	MOMO/MO MO	MOMO/MO MO	VRRO/VRRO O	SLSM/SLSM O	VRRO/VRRO O	MOMO/MOMO O	RORO/RORO O	VRMO/VRMO O	MOSL/MOSL L	SLSL/SLSL L	SLSL/SLSL L	SLSL/SLSL L	SLVR/SLVR L	SLVR/SLVR L

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2019년 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	2.7	2.1	2.7	2.1			0.9		1.7		2.9	10.8	13.2	2.6	2.3	1.5
2											12.1	12.2	14.0			
3	4.5	5.1	6.0	3.7	2.6	1.8	1.7	2.0	1.2	1.0	3.1	9.2	9.8	9.7	5.2	2.9
4	3.4	3.5	2.7	2.0	1.3	2.7			1.7			5.1	5.6	11.5	10.4	4.2
5	5.5	4.8	1.8										4.8	19.4	15.6	6.2
6	2.6	3.3	2.7	2.6	1.9						1.4	9.2	10.4	10.7	10.1	5.8
7	2.7	2.2	1.8	0.9							3.9	9.6	7.8	8.2	4.2	2.9
8	2.6	2.3	1.8	2.0	1.1	0.6		1.0		1.8	2.8	3.9	4.5	7.1	3.9	2.0
9	2.5	3.3	2.4	2.7	1.3						3.9	9.0	7.3	3.7		1.8
10	3.7	4.1	2.4	1.1	0.9			2.4				1.9	3.5	3.6	4.5	3.1
11	2.6	3.3	2.1	1.8	2.2	1.8	1.1	1.4		0.6		1.3	1.7	1.9	3.0	2.5
12	5.3	5.6	2.7	2.6	1.5	5.3				2.4	3.7		5.0	5.2	9.7	5.1
13	5.8	5.7	4.8	4.5	2.7	1.7	2.3	2.7	4.7	6.4	5.7	3.3	5.1	2.2	3.6	3.0
14	4.4	4.0	1.2	1.2	1.7	1.1	4.9	4.5	1.8	1.9	5.9	7.6	6.2	1.8	2.2	4.1
15	6.3	6.7	3.1	1.2	3.8	4.3		2.8	3.0	2.5	2.6	2.6	3.5	3.2	2.4	2.1
16	5.6	3.5	2.6								6.3	11.3	13.9	16.7	13.0	4.7
17	2.5	2.3	2.3	1.6	1.4	0.9			1.7	2.3	3.3	8.0	7.4	7.8	3.7	3.3
18	4.2	3.6	1.8	0.5	0.7								1.7	4.5	3.2	2.4
19	0.9	1.9	1.7	1.1								7.5	10.9			
20	1.8	2.2	2.2	1.4	1.5	1.2	0.8		1.8	0.8	0.7	5.3	6.6	3.3	2.0	2.7
21	2.3	1.8	2.1	1.0	1.6	1.4	0.9					12.5	13.1	4.9	3.4	2.5
22	2.7	2.8	2.1	1.2	0.9	0.9	1.5				0.6	12.1	10.6	5.1	4.6	3.1
23	1.9	2.8	2.5	1.4	1.0							9.9	13.1	6.8	1.6	3.1
24	2.4	2.5	2.1	1.3	0.9	0.6						0.8		3.1	2.9	3.3
25	4.0	4.0	2.5	0.8	0.9	1.0						7.7	3.1	2.4	3.3	3.5
26	3.9	3.2	1.3	1.6	0.4	1.2	0.8	1.0		0.5		1.3	2.0	3.0	4.8	4.4
27	3.1	3.2	1.8	0.8	0.9	0.7		0.8		1.4	6.1	9.1	9.5	4.8	4.6	2.9
28	4.5	4.1	3.1	2.2	3.4		1.2		0.5	1.3		10.5	11.3	9.1	5.6	4.4
월 Month	6.3	6.7	6.0	4.5	3.8	5.3	4.9	4.5	4.7	6.4	12.1	12.5	14.0	19.4	15.6	6.2

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	6.3	6.3	16.0	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	0.0	2.8	16.0	46.5	0.7	1.4	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	6.9	69.4	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0
3	6.9	11.1	10.4	2.8	2.1	1.4	1.4	1.4	2.1	0.7	4.2	5.6	38.9	4.9	2.8	3.5	0.0
4	6.3	6.3	9.7	2.1	1.4	2.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	3.5	2.8	43.8	14.6	6.9	0.0
5	6.9	5.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	45.8	34.7	5.6	0.0
6	11.8	9.7	7.6	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	9.7	16.0	9.0	13.2	17.4	0.0
7	10.4	16.7	6.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	33.3	13.2	11.8	2.1	3.5	0.0
8	6.3	16.7	17.4	4.9	3.5	1.4	0.0	0.7	0.0	1.4	1.4	3.5	13.2	20.1	6.3	2.1	1.4
9	6.3	20.1	25.7	12.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	16.7	9.0	2.8	0.0	2.8	1.4
10	20.1	14.6	25.7	1.4	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	11.8	4.2	9.7	9.7	0.0
11	17.4	27.8	9.0	3.5	2.8	2.1	2.8	2.8	0.0	0.7	0.0	0.7	2.1	2.1	10.4	14.6	1.4
12	30.6	28.5	7.6	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	4.2	5.6	9.0	9.7	0.0
13	14.6	15.3	12.5	2.8	4.2	2.1	0.7	4.2	4.9	3.5	5.6	2.8	5.6	2.1	9.0	8.3	2.1
14	9.7	7.6	0.7	0.7	2.8	0.7	1.4	5.6	4.2	5.6	13.2	31.9	3.5	4.9	2.1	4.9	0.7
15	12.5	6.9	3.5	1.4	0.7	1.4	0.0	2.1	1.4	4.2	6.3	7.6	13.2	15.3	15.3	8.3	0.0
16	4.9	9.7	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	16.0	26.4	22.9	9.0	3.5	0.0
17	3.5	3.5	11.8	4.2	2.1	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	2.1	22.9	20.8	17.4	4.2	5.6	0.0
18	36.8	30.6	6.3	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.3	6.3	10.4	0.7
19	0.7	4.2	4.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	80.6	0.0	0.0	0.0	0.0
20	7.6	13.2	21.5	3.5	2.8	1.4	0.7	0.0	1.4	0.7	0.7	7.6	16.7	9.0	5.6	7.6	0.0
21	11.8	9.7	9.7	3.5	5.6	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	18.8	11.8	10.4	8.3	0.0
22	9.0	12.5	7.6	3.5	3.5	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	10.4	22.2	15.3	6.3	6.3	0.7
23	11.8	23.6	11.1	2.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	30.6	6.3	2.1	2.1	0.0
24	21.5	16.7	12.5	3.5	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	7.6	13.2	20.1	1.4
25	36.1	24.3	4.2	1.4	0.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	6.9	2.1	4.2	10.4	0.0
26	13.9	5.6	2.1	3.5	0.0	1.4	0.7	2.8	0.0	0.7	0.0	2.1	9.7	20.8	16.0	17.4	3.5
27	12.5	26.4	11.1	1.4	1.4	0.7	0.0	1.4	0.0	2.8	0.7	7.6	4.9	4.9	13.9	9.7	0.7
28	9.7	14.6	4.2	1.4	1.4	0.0	2.1	0.0	0.7	0.7	0.0	22.2	20.8	12.5	1.4	8.3	0.0
월 Month	12.4	13.9	9.4	2.4	1.6	0.8	0.4	0.8	0.6	0.8	1.9	11.7	16.6	11.1	8.0	7.4	0.5

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	984.1	994.8	998.0	998.0	995.5	991.0	988.7	988.9	985.6	989.2	989.5	994.7	987.7	984.1	982.4		986.6
기압 최고 Highest	973.2	971.1	976.4	978.9	990.2	986.2	986.1	988.9	979.1	980.4	992.4	989.7	984.4	983.5	985.0	986.4	
기압 나타난 시간 Time	979.4	975.0	978.0	987.5	991.9	989.4	988.1	990.3	987.6	989.6	994.7	992.9	985.9	984.8	987.1	987.8	3일
(hPa) 기압 최저 Lowest	2356	1148	2238	0009	0001	0001	2345	0146	2343	0853	2351	0923	0001	0246	0654		
Air Press. 나타난 시간 Time	0001	2352	2340	2357	1020	0001	2358	0952	0001	2339	1015	0333	0001	0001	2246	1645	2238
Air Press. 기압 최저 Lowest	979.5	991.7	994.7	996.4	994.8	988.7	988.0	985.4	984.6	988.6	988.6	992.6	986.2	982.0	979.4		969.6
Air Press. 나타난 시간 Time	969.7	969.6	974.5	976.2	987.4	984.9	985.0	987.4	975.2	974.7	989.4	985.7	983.5	982.5	983.4	985.3	17일
Air Press. 나타난 시간 Time	0402	0019	0005	2152	2032	1757	1512	2359	1310	0001	1001	2356	1520	2036	2350		
기온 평균 Ave. Station	2242	0115	0018	0236	0002	2016	0454	2252	2344	0416	0001	2351	0916	1728	0012	0757	0115
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-7.5	-5.9	-5.7	-9.2	-10.6	-10.8	-12.0	-12.8	-15.5	-15.8	-11.0	-9.9	-10.1	-12.2	-11.7		-12.9
기온 평균 최저 Avg. Minimum	-12.1	-18.1	-22.0	-17.9	-13.1	-15.2	-14.0	-13.1	-13.9	-8.2	-11.4	-13.3	-14.4	-16.6	-17.2	-18.7	
기온 최고 Highest	-3.7	-3.1	-2.6	-6.1	-9.0	-8.7	-10.5	-10.5	-11.9	-11.2	-9.1	-7.5	-7.4	-8.8	-9.5		-2.6
(°C) 기온 최저 Lowest	-8.7	-13.4	-19.8	-11.6	-9.6	-11.1	-9.8	-10.4	-9.3	-4.8	-5.4	-11.1	-11.6	-14.6	-13.8	-15.0	3일
(°C) 기온 나타난 시간 Time	0338	2350	0100	0056	0451	0445	1832	0104	0254	2316	2054	0138	0958	0017	1221		0100
Air Temp. 기온 최저 Lowest	0201	0236	0558	2347	0631	2351	2358	0004	1144	0749	0124	0044	1045	0418	0949	0319	
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	-9.7	-9.4	-8.7	-12.4	-13.8	-14.9	-14.7	-14.7	-17.8	-18.9	-13.9	-12.5	-14.0	-14.3	-14.8		-23.7
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	-16.9	-23.3	-23.7	-22.9	-17.0	-18.3	-18.6	-16.9	-18.6	-14.4	-15.4	-16.6	-17.8	-19.7	-20.8	-21.9	18일
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	2114	0005	2055	1328	1425	2354	0012	1234	2037	1825	0025	1400	1426	1744	1811		0429
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	2325	2346	0429	0154	2153	1542	1020	1420	1948	0015	1919	2003	0708	2101	1637	1900	
평균이슬점온도(°C)	-14.8	-12.6	-9.1	-16.9	-18.2	-18.3	-20.0	-17.1	-19.9	-20.7	-17.7	-14.0	-13.1	-17.1	-16.6		-
Average Dewpoint Temperature	-18.7	-24.2	-28.0	-24.8	-20.5	-25.0	-24.1	-23.3	-21.5	-15.6	-18.9	-16.7	-18.1	-20.8	-20.8	-24.8	

2019년 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) Total Precipitation	-	-	1.4	-	-	-	-	-	8.2	0.6	-	0.1	0.5	2.6	0.0		16.8
상 평 균 Average	56	60	77	54	54	55	51	71	70	66	58	73	79	68	67		61
대 습 최 소 Lowest	59	59	59	56	55	45	43	43	54	56	55	75	74	70	74	60	
도 (%) 나타난 시간 Time	38	44	55	39	40	38	36	49	42	50	42	48	61	39	52		21
R.H.	39	44	43	32	31	21	23	28	26	32	33	66	62	61	60	37	21일
평 균 Average	0022	0241	0215	0927	2041	1018	0426	0154	0747	2316	0012	0118	1437	0348	1233		2355
바 람 순 간 최 대 Greatest Gust	1920	0228	2157	1129	1712	2355	0001	0917	2107	0027	1512	1709	0735	2307	0616	1715	
람 풍 향 Direction	4.2	8.9	2.2	2.1	3.0	5.0	11.7	2.6	9.1	3.0	2.0	1.8	2.0	9.2	6.2		5.8
(m/s)	3.2	11.0	16.5	14.8	9.9	4.6	5.9	8.3	6.3	11.2	3.5	2.2	2.3	1.5	2.0	5.1	
Wind 나타난 시간 Time	18.1	22.3	7.6	12.2	13.5	18.4	26.3	18.1	23.1	18.0	5.0	5.1	14.2	18.0	15.6		31.8
구름(1/8)	14.3	27.1	31.8	26.1	27.9	16.4	19.8	25.4	25.9	21.9	15.3	5.0	6.3	3.8	8.0	14.1	18일
Average Amount of Cloud	WSW	W	S	W	W	WSW	W	W	WSW	WSW	ENE	WSW	SSW	W	W	W	WNW
시 작 시 간 Start Time	WSW	WNW	WNW	W	WNW	WSW	WNW	W	WNW	W	WNW	NNE	N	NNE	SW	W	
폭풍설 끝 난 시 간 End Time	2353	0847	0250	2152	0114	2340	1831	0001	2030	0012	0015	1533	0956	2317	0001		0707
Blizzard 계속 시 간 Duration of Blizzard	2320	2222	0707	1730	1145	1311	1829	2312	1005	0032	1557	1952	0707	2019	0947	1500	
시 작 시 간 Start Time	4.8	7.8	7.6	6.8	7.9	7.3	7.6	8.0	7.2	1.0	2.7	5.7	4.6	8.0	7.6		5.2
폭풍설 끝 난 시 간 End Time	7.0	4.4	7.0	4.3	1.7	4.0	0.0	0.0	0.4	6.8	1.8	7.6	5.1	5.2	5.7	5.6	
시 작 시 간 Start Time										1311	0000						
폭풍설 끝 난 시 간 End Time		1833	0000	1315													
Blizzard 계속 시 간 Duration of Blizzard										2400	0105						
Blizzard 계속 시 간 Duration of Blizzard		2400	2129	1932													
Blizzard 계속 시 간 Duration of Blizzard										1049	0105						
Blizzard 계속 시 간 Duration of Blizzard		0527	2129	0617													

- 35 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2019년 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	3.7	4.4	1.8	0.6		1.1			1.9			12.2	12.7	7.6	6.7	2.4
2	2.0		0.6		0.4					0.6	4.2	14.0	14.8	1.1		0.6
3	3.9	2.9	1.6	1.3	0.5	2.3	0.9	4.1	5.4	4.9	3.5	4.5	1.2	1.1	1.1	2.2
4	2.2	2.6	2.0	1.7	1.5	0.8			1.0	0.5	0.6	8.5	8.5	4.3	3.1	3.3
5	2.2	2.5	1.6	1.1	1.0		0.8		0.8	1.2	1.6	10.6	10.3	4.7	2.0	2.2
6	1.9	2.1	2.0	0.9			0.6		0.5			1.5	14.0	9.7	5.4	1.5
7												14.7	15.3			
8	3.5	3.5	1.7	0.6	1.1	1.3	1.3	1.4	1.6	2.6	13.3	13.3	5.3	2.0	1.6	
9	1.7	1.9	1.2	0.5					2.2	5.9	15.3	14.8	8.6	1.3		
10	4.2	5.1	3.1	2.7			1.6		1.4	1.5	3.4	13.5	12.9	5.2	3.5	3.6
11	2.8	3.0	2.1								1.3	3.2	3.7	3.4	3.2	3.0
12	2.1	1.8	2.1		0.7	0.7		1.1	1.8	2.9	3.5	4.4	3.4	1.4	3.1	3.4
13	4.2	3.6	2.0	1.4	4.1		4.0	1.1	1.9	5.6	3.9	3.0	2.5	2.8	1.7	3.0
14	6.2	3.7		2.0	4.9		6.6	2.5	7.7			10.8	13.9	3.4	7.3	6.8
15	6.3	5.6	3.0								7.1	10.5	11.6	4.8	7.4	6.6
16	4.7	3.4	3.9	2.4	1.8	3.9	2.3	2.8		4.2	7.0	9.6	10.2	8.5	5.5	3.9
17	3.1											10.0	16.8	20.1	11.1	2.7
18												14.7	16.4	21.0		
19												19.3	19.7	14.7		
20	5.0	3.2	2.6	1.3		1.2	1.9	2.5	3.3	4.4	6.4	14.9	20.7	16.9	6.8	
21	2.8	2.1	2.7	1.1	1.7	1.0	1.2		0.4	2.1	9.8	10.1	10.3	3.9	2.3	
22	5.5	4.6	2.1	2.0	0.7			0.7	2.2	2.7	6.8	4.5	5.1	15.1	12.6	7.5
23	4.1	5.3	2.8	3.4			3.0	1.9	2.6	3.4	3.0	7.7	9.1	19.1	10.2	5.3
24	9.8	5.6	3.5	2.9	3.9	1.2	1.1			2.9		16.5	17.3	19.7	19.4	11.0
25												7.3	17.4	17.7	9.9	4.9
26	5.6	6.2	2.9		1.2	3.0		1.1	1.5	0.7	0.8	7.7	5.1	9.5	7.7	3.6
27	4.1	3.2	2.2								1.9	1.4	3.4	2.6	3.9	3.8
28	4.1	4.2	2.9	1.7	0.6		0.9	1.2	2.6	1.4	2.2	3.7	1.7	2.4	2.1	4.1
29	2.7	3.1	1.9							0.4	0.7	2.1	2.6	2.7	2.9	2.4
30	2.8	2.1	3.2	2.0	1.7		3.6	3.1	2.8	6.1	5.3	4.4	2.5	2.4	2.8	3.1
31	3.1	3.3	3.0	2.0	0.9	0.8	2.8	1.7	3.4		3.6	10.4	10.7	7.0	2.1	3.1
월 Month	9.8	6.2	3.9	3.4	4.9	3.9	6.6	4.1	7.7	6.1	7.3	19.3	19.7	21.0	19.4	11.0

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	17.4	11.8	1.4	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	17.4	15.3	13.9	12.5	8.3	0.0
2	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	44.4	46.5	1.4	0.0	0.7	2.1
3	7.6	6.9	6.9	2.8	0.7	2.1	0.7	1.4	11.8	22.2	9.0	7.6	3.5	2.8	2.8	5.6	5.6
4	9.7	12.5	10.4	5.6	2.1	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	9.0	13.2	9.7	12.5	12.5	0.0
5	9.0	4.9	3.5	0.7	1.4	0.0	1.4	0.0	0.7	0.7	0.7	13.9	22.9	9.7	13.9	16.7	0.0
6	7.6	11.1	3.5	2.8	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	2.1	29.9	32.6	4.9	2.8	1.4
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.8	54.2	0.0	0.0	0.0	0.0
8	16.7	15.3	2.1	0.7	1.4	1.4	0.7	0.7	0.0	1.4	4.9	9.0	12.5	10.4	12.5	6.9	3.5
9	2.1	9.7	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	50.0	25.0	5.6	1.4	0.0	1.4
10	20.1	9.0	2.1	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	1.4	2.8	6.3	10.4	9.7	16.7	18.1	0.7
11	16.7	11.1	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	12.5	19.4	18.1	15.3	1.4
12	9.0	3.5	2.8	0.0	1.4	0.7	0.0	1.4	0.7	2.8	9.7	12.5	11.8	2.1	13.9	27.8	0.0
13	25.7	20.8	8.3	0.7	2.1	0.0	2.1	0.7	1.4	1.4	3.5	2.1	5.6	15.3	3.5	6.9	0.0
14	3.5	2.1	0.0	0.7	1.4	0.0	1.4	0.7	3.5	0.0	0.0	34.0	50.7	0.7	0.7	0.7	0.0
15	25.0	6.3	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	23.6	27.1	4.9	2.1	7.6	0.0
16	16.7	6.3	4.2	2.8	1.4	3.5	1.4	1.4	0.0	2.1	4.9	11.8	11.8	10.4	5.6	16.0	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	3.5	9.7	68.1	17.4	0.7	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	8.4	8.4	83.2	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	18.8	72.2	9.0	0.0	0.0	0.0
20	6.3	3.5	1.4	0.7	0.0	1.4	0.0	0.7	0.7	1.4	0.7	4.9	6.3	56.9	10.4	4.9	0.0
21	7.6	8.3	2.8	2.1	0.7	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	17.4	29.2	13.2	6.3	9.0	0.7
22	24.3	6.3	2.1	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	2.8	1.4	6.3	25.0	12.5	16.0	0.0
23	4.9	6.3	2.1	2.8	0.0	0.0	0.7	1.4	0.7	0.7	1.4	4.9	3.5	57.6	9.7	3.5	0.0
24	22.9	14.6	4.2	2.8	2.1	0.7	0.7	0.0	0.0	1.4	0.0	9.0	12.5	4.2	15.3	9.7	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	31.3	63.2	3.5	1.4	0.0	0.0
26	14.6	11.8	3.5	0.0	1.4	1.4	0.0	0.7	1.4	0.7	0.7	6.9	16.0	21.5	9.7	9.7	0.0
27	22.9	7.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	10.4	6.3	13.9	34.7	0.7
28	30.6	11.1	2.1	2.8	0.7	0.0	0.7	1.4	2.1	0.7	2.1	5.6	1.4	6.3	9.7	22.9	0.0
29	11.8	4.9	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	5.6	14.6	16.0	20.8	18.1	3.5
30	13.9	2.8	3.5	0.7	2.1	0.0	2.1	2.1	6.9	9.7	11.8	14.6	8.3	4.9	8.3	8.3	0.0
31	11.8	11.1	4.9	0.7	0.7	0.7	2.1	0.7	1.4	0.0	2.8	18.1	26.4	4.2	4.2	9.7	0.7
월 Month	11.6	7.1	2.8	1.1	0.7	0.5	0.5	0.5	1.1	1.6	2.1	14.3	20.7	17.0	8.4	9.5	0.7

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2019년 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
기압	기압 평균 Ave. Station	982.7	981.0	981.7	984.7	982.2	986.2	990.8	991.3	993.6	988.9	986.5	983.6	978.5	983.0	992.1	985.4
	최고 Highest	990.9	996.7	985.0	973.8	984.5	990.3	984.5	974.3	971.3	979.4	986.2	989.2	991.6	991.5	985.9	
압	나타난 시간 Time	986.3	982.4	983.2	986.1	984.3	989	993.1	993.4	995.1	994.1	987.2	986.1	982.2	991.4	993.8	998.6
	(hPa)	996.1	998.6	992.5	979.7	992.6	993.0	988.2	981.1	977.7	981.6	989.2	991.1	993.5	993.6	989.6	17일
Air Press.	최저 Lowest	0001	2331	2354	1607	0001	2358	2201	0246	1157	0001	0107	0001	0001	2355	0758	0716
	나타난 시간 Time	2340	0716	0001	0001	2351	0105	0006	0001	2354	2245	2211	2309	2338	0022	0004	
Air Press.	최저 Lowest	980.9	980.0	980.8	983.0	981.4	983.5	988.9	987.7	991.9	986.3	986.0	981.2	976.2	977.2	990.9	966.1
	나타난 시간 Time	986.5	992.3	979.8	971.6	974.3	988.1	981.0	968.5	966.1	977.4	981.5	988.4	990.9	989.5	983.7	24일
Air Temp.	기온 평균 Ave. Station	2357	0820	1631	0002	0626	0110	0005	1213	0423	1933	2220	1826	1843	0002	0004	1522
	평균 최고 Avg. Maximum	1444	2356	2341	1756	0002	2215	2313	2013	0739	0009	0001	0312	0019	2355	1946	0739
온	평균 최저 Avg. Minimum	-23.0	-23.5	-24.1	-27.9	-29.4	-26.5	-23.1	-17.4	-21.4	-25.4	-25.9	-26.2	-22.3	-24.8	-21.5	-19.8
	최고 Highest	-15.3	-20.5	-12.5	-11.5	-9.8	-13.5	-18.0	-16.9	-9.4	-11.6	-15.5	-19.6	-19.7	-17.8	-20.5	
Air Temp.	평균 최고 Avg. Maximum	-19.2	-21.2	-20.8	-24.5	-25.4	-21.9	-18.6	-11.0	-18.1	-21.2	-23.0	-22.0	-18.6	-20.4	-15.6	-6.0
	최저 Lowest	-11.6	-14.8	-6.9	-6.7	-6.0	-7.8	-15.2	-8.7	-7.0	-7.6	-11.5	-17.0	-14.1	-14.6	-18.9	20일
Air Temp.	나타난 시간 Time	0055	1058	0329	0004	0333	1637	2244	0837	0429	0111	1151	1923	1952	0041	0000	0637
	나타난 시간 Time	1739	0101	1422	1933	0637	0001	0619	2256	2229	0020	0040	1238	2214	0012	1832	
Air Temp.	최저 Lowest	-25.7	-26.6	-26.9	-31.2	-31.2	-30.8	-27.1	-23.8	-24.8	-28.4	-28.1	-29.6	-25.2	-28.3	-26.9	-31.2
	나타난 시간 Time	-17.7	-24.5	-19.5	-16.8	-12.7	-18.0	-20.8	-23.6	-11.4	-15.4	-18.3	-22.7	-22.7	-22.1	-22.9	4일
Average Dewpoint Temperature	나타난 시간 Time	0523	0859	2256	1602	0659	0951	0023	0119	2054	2215	1811	1357	0036	2036	0001	1602
	평균이슬점온도(°C)	0114	1925	0245	0858	1053	2129	2252	0508	0114	0737	0000	0503	1623	2138	0808	
Average Dewpoint Temperature		-28.3	-29.2	-29.1	-36.9	-36.6	-33.7	-31.7	-24.4	-26.4	-30.8	-32.4	-32.7	-29.5	-30.6	-33.2	-
Average Dewpoint Temperature		-24.0	-27.5	-24.6	-22.5	-16.4	-19.4	-22.3	-26.6	-13.0	-17.6	-20.4	-24.1	-27.2	-24.8	-25.3	

2019년 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) Total Precipitation	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	4.2
상 평 균 Average	62	60	64	42	50	51	45	55	64	62	55	55	53	60	34	56
대	49	54	36	41	60	62	69	45	75	62	67	68	52	55	66	
습 최 소 Lowest	40	36	45	32	35	36	32	35	44	35	35	32	35	32	25	23
도	23	35	27	25	41	44	48	23	52	37	49	49	39	43	51	16일
(%) 나타난 시간 Time	2355	0017	2334	0245	0106	1854	0910	0055	0043	1925	0453	1926	0232	2245	0427	0007
R.H.	0007	0014	2056	0130	2258	0003	0424	1000	0018	1257	0052	2225	1853	1214	0421	
평 균 Average	1.6	1.9	1.7	4.8	2.4	2.4	2.1	7.4	2.8	2.5	2.2	2.0	3.1	4.3	13.7	4.7
바	18.4	3.2	8.7	7.2	8.2	2.4	2.0	5.2	10.6	3.4	1.6	3.0	7.2	2.6	1.9	
순 간 최 대 Greatest Gust	9.9	10.0	5.2	23.4	14.5	23.3	11.6	30.3	18.9	8.6	7.2	8.8	9.5	18.7	26.1	37.9
람	37.9	23.2	23.7	18.1	20.5	9.2	5.7	17.2	22.5	15.1	7.7	11.1	19.3	9.2	5.0	16일
풍	W	WSW	N	WNW	WNW	WNW	W	WNW	W	WSW	W	W	NNE	W	WNW	WNW
(m/s)	WNW	NW	WNW	W	W	W	NE	W	W	WSW	W	WSW	WSW	W	N	
Wind 나타난 시간 Time	2127	0011	1210	2022	0340	1644	1848	0918	1347	0149	0451	1257	0751	2011	2031	2224
	2224	0044	1658	1811	1224	0002	1231	2045	0806	0009	0742	2321	0913	1935	1950	
구름(1/8)	0.7	1.1	3.6	1.9	0.0	0.0	0.4	4.0	0.6	0.0	0.0	2.2	0.0	3.4	0.4	2.5
Average Amount of Cloud	1.0	0.0	3.6	4.4	7.0	1.4	0.8	3.6	7.6	2.6	6.6	5.7	7.0	2.7	3.8	
시 작 시 간 Start Time																
폭풍설										0740,	0949					
끝 난 시 간 End Time																
Bliz-										0847,	1114					
zard																
계 속 시 간 Duration of Blizzard										0107,	0232					

2019년 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/m ²)/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	3431	3136	3576	3109	2688	2500	2354	1481	2156	1865	1705	1540	1333	1150	1259	39397
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	20.0	20.0	17.5	20.0	20.0	20.0	20.0	18.8	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	16.3	6.7
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-
눈 신적설 합 계 Total	-	-	-	-	1.5	-	-	-	5.5	5.3	-	-	-	-	-	-
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	1.5	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y		y	y	y	y		y	y	y		y		y	15
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y	y											y		y	9
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)			y					y		y						2
상 흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)				y								y				4
상 눈 Snow			y												y	6
상 비 Rain					y				y			y	y			0
Meteo. Pheno- -mena 진 눈 개 비 Sleet																0
안 개 Fog																0
박 무 Mist																0
해상 상태 Sea State	유빙 Drift Ice(F:Frozen) (JC=0, GC=1, JC.GC=2)	F/2	F/2	F/2	F/2	F/2	F/2	F/2	F/2	F/2	F/2	F/2	F/2	F/2	F/2	F/2
거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2019년 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	2.0	2.5	1.4	1.0	0.5	1.0					2.1	7.2	7.8	3.7	4.1	3.1
2	4.7	2.7	1.6	1.0		1.6	0.9		1.0	1.0	4.7	6.5	5.3	3.1	2.9	3.5
3	3.9	2.7	2.8	2.1	1.8	2.1	1.1	1.9	2.4	2.0	1.1	3.3	3.1	2.9	2.7	3.1
4	4.8	4.2	2.4	2.5	1.5		2.0	2.9	2.5		4.7	11.9	11.2	16.8	4.1	7.2
5	5.7	4.4	4.2	2.1	1.2	0.4	2.9		4.1		1.1	2.0	5.5	2.2	7.8	4.3
6	4.5	4.5	3.9	2.7	1.5	2.2		2.3	1.3	3.2	2.5	2.9	2.6	2.6	14.0	4.1
7	4.7	3.1	3.0	1.7	1.4	1.5		0.9	2.9	1.8		7.8	5.8	3.6	3.4	3.1
8	4.6	5.9	2.7	5.3	1.6		2.3	1.0	1.3	3.0	4.6	11.0	7.0	23.8	13.0	6.0
9	6.9	4.8	6.2	7.3	2.1	2.4	1.6	5.7	2.9	4.6	2.0	4.0	9.1	10.4	6.0	4.2
10	5.7	4.4	1.9	1.8		1.9	2.2	0.9	1.5	3.7	4.7	6.8	3.2	2.6	5.3	5.4
11	5.0	3.7	2.1	0.8	1.0		0.8	1.1	2.4	1.6	1.4	5.5	5.7	4.1	3.6	3.0
12	4.5	4.7	3.7	1.6	0.6	1.9			1.3		0.4	2.4	7.1	5.1	3.7	4.0
13	5.8	6.6	1.6		1.1	0.9	1.8	0.9	1.7	4.5	7.3	5.8	3.1	2.8	3.9	4.1
14	5.3	3.8	3.8	4.7	4.4	3.7	2.0		0.6	0.7		13.6	12.4	2.2	5.6	5.1
15												13.8	11.0	20.6	8.3	
16	4.7											8.9	19.5	27.3	20.2	9.2
17	4.6	4.4	3.2	2.9	2.1		1.5	2.0	4.1	1.4	2.6	8.8	11.0	15.6	4.2	6.9
18	3.2	3.5	2.7	2.2	1.5		2.1		1.5		5.3	8.0	15.5	18.4	4.3	3.8
19	5.0	3.5	2.8	2.7	3.0	2.7	2.3				2.9	14.9	14.0	10.9	4.2	6.7
20	2.2	2.0	1.8	5.5	6.3	4.4		1.5	4.3		6.0	13.9	15.3	11.1	3.2	2.2
21	3.4	2.3	1.7						1.4	3.2		4.9	7.8	2.3	3.3	1.8
22	3.8	3.4	1.9			1.1	0.9		1.1	0.8	2.0	4.0	2.9	2.9	3.2	3.9
23	4.7	2.7	3.9	2.8	3.3	3.2			1.7	0.6	2.6	11.7	13.0	9.1	5.3	4.8
24											10.3	16.6	15.3			
25	4.9	2.4	2.5	1.5	2.1	1.5	2.4	1.0	1.4	4.0	6.9	8.7	9.4	2.7	4.9	3.9
26	2.5	2.9	2.6	2.4	1.6	0.6	3.5	2.7	3.1	3.1	4.1	2.6	5.7	4.6	3.6	2.4
27	3.3	3.2	1.5	0.8	1.5	1.8	0.5	0.7	0.5	0.7	5.2	8.5	8.9	1.1	2.1	3.5
28	2.5	2.6	1.4	1.7	1.5		1.1	1.1			2.1	13.2	11.8	5.5	2.0	2.2
29	2.9	1.7	1.3	1.4	1.2	1.0		0.8	1.4	1.4	5.0	6.8	7.3	5.9	4.0	2.6
30	4.5	2.8	2.2	1.5		1.6	2.5	1.3	0.6	0.7	1.6	2.8	2.8	2.0	2.2	3.6
월 Month	6.9	6.6	6.2	7.3	6.3	4.4	3.5	5.7	4.3	4.6	10.3	16.6	19.5	27.3	20.2	9.2

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	11.8	12.5	2.8	1.4	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	6.3	13.9	20.8	13.2	11.8	0.7	
2	13.9	6.9	2.8	0.7	0.0	2.1	1.4	0.0	1.4	0.7	6.9	11.8	17.4	6.3	9.0	18.8	0.0	
3	20.1	8.3	8.3	6.3	2.8	1.4	1.4	1.4	3.5	0.7	1.4	4.9	8.3	8.3	9.7	13.2	0.0	
4	9.7	6.9	0.7	1.4	2.1	0.0	0.7	0.7	2.1	0.0	2.1	18.8	16.7	16.7	11.1	10.4	0.0	
5	41.0	9.7	3.5	1.4	0.7	0.0	1.4	0.0	0.7	0.0	1.4	1.4	2.8	4.9	9.0	21.5	0.7	
6	23.6	14.6	6.9	0.7	1.4	1.4	0.0	1.4	0.7	4.2	3.5	6.9	5.6	2.8	7.6	18.8	0.0	
7	26.4	11.1	4.9	2.1	2.1	1.4	0.0	0.7	1.4	1.4	0.0	11.1	6.3	4.9	10.4	16.0	0.0	
8	13.2	10.4	2.1	4.2	1.4	0.0	0.7	0.7	0.7	2.1	3.5	6.9	4.2	30.6	7.6	11.8	0.0	
9	22.2	16.0	2.8	2.1	1.4	1.4	1.4	2.1	0.7	1.4	2.1	2.8	7.6	4.9	9.7	21.5	0.0	
10	16.0	5.6	4.2	1.4	0.0	2.1	1.4	1.4	0.7	2.1	3.5	11.1	19.4	9.7	4.9	16.7	0.0	
11	16.7	9.7	2.8	0.7	0.7	0.0	0.7	2.1	1.4	0.7	0.7	17.4	16.7	9.0	11.1	9.7	0.0	
12	18.8	9.7	4.2	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	2.8	12.5	9.7	16.7	20.8	1.4	
13	10.4	4.2	2.1	0.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	4.9	26.4	9.7	9.7	4.2	10.4	14.6	0.0	
14	13.9	7.6	2.1	2.1	1.4	2.1	0.7	0.0	0.7	0.7	0.0	25.0	21.5	7.6	6.3	8.3	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	20.1	4.9	74.3	0.7	0.0	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	0.7	19.4	75.0	3.5	0.7	0.0	
17	17.4	14.6	6.3	3.5	2.1	0.0	0.7	2.1	0.7	0.7	2.1	7.6	4.2	9.7	9.0	19.4	0.0	
18	4.2	2.1	2.4	2.1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.7	9.7	28.5	38.2	2.8	5.6	0.0
19	2.8	2.8	2.8	1.4	0.7	1.4	1.4	0.0	0.0	3.0	0.0	25.0	3.1	15.3	3.1	3.5	0.0	
20	3.1	1.4	4.2	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	1.4	0.0	2.1	31.9	39.6	9.7	2.1	2.1	0.0	
21	13.9	4.9	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	0.0	25.0	32.6	6.3	6.9	6.3	0.0	
22	15.3	13.9	1.4	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	2.1	0.7	2.8	17.4	10.4	13.9	8.3	12.5	0.0	
23	6.3	8.3	10.4	5.6	5.6	2.8	0.0	0.0	2.1	0.7	1.4	9.7	28.5	6.9	6.3	5.6	0.0	
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	69.4	29.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
25	10.4	6.9	3.5	0.7	1.4	0.7	2.1	0.7	2.1	2.1	9.0	18.1	11.1	5.6	11.8	13.9	0.0	
26	9.7	13.2	7.6	2.8	0.7	0.7	2.1	2.1	2.8	4.9	9.7	8.3	10.4	6.3	8.3	6.9	3.5	
27	20.1	5.6	4.2	0.7	2.1	1.4	0.7	0.7	0.7	0.7	4.9	16.7	22.2	2.8	6.3	8.3	2.1	
28	5.6	2.1	0.7	2.1	1.4	0.0	0.7	1.4	0.0	0.0	2.1	45.8	22.9	6.9	3.5	4.9	0.0	
29	12.5	9.0	6.3	2.1	1.4	1.4	0.0	2.1	0.7	2.1	6.3	29.9	9.0	4.9	6.9	4.9	0.7	
30	20.1	8.3	2.1	1.4	0.0	1.4	2.1	0.7	0.7	0.7	3.5	11.1	15.3	4.9	6.3	21.5	0.0	
월 Month	13.3	7.5	3.5	1.6	1.1	0.8	0.7	0.7	1.0	1.1	3.4	16.1	16.3	14.0	7.4	11.0	0.3	

- 42 -

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2019년 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
기압	기압 평균 Ave. Station	982.5	971.4	968.9	979.2	986.9	994.7	991.2	984.0	981.8	981.3	979.8	981.0	985.4	985.2	983.4		989.1
	최고 Highest	980.7	984.7	983.4	979.6	983.0	979.2	984.4	1003.8	1005.3	1006.9	1007.2	1007.8	1005.1	1006.8	1004.0	1002.7	
압	나타난 시간 Time	984.3	978.3	969.8	985.2	993.5	996.8	997.2	989.2	983.2	984.0	983.5	984.7	986.8	987.0	984.3		1009.1
	(hPa)	982.6	986.6	984.6	982.7	986.5	983.4	997.6	1006.7	1006.5	1007.8	1008.1	1009.1	1007.5	1007.7	1007.6	1004.1	27일
Air Press.	최저 Lowest	0647	0001	2216	2101	2330	2236	0019	0013	0038	2147	0001	2312	2239	0034	1528		2312
	나타난 시간 Time	0001	1154	0001	0035	2008	0001	2355	2224	0011	1156	2338	1028	1926	0434	0030	1920	
Air Press.	최저 Lowest	978.2	965.5	965.3	968.9	983.3	993.1	986.8	979.5	980.3	978.9	977.4	978.2	984.3	983.2	982.6		965.3
	나타난 시간 Time	979.7	981.4	982.3	977.7	978.6	977.0	977.1	997.6	1004.4	1005.9	1007.1	1006.1	1004.5	1005.8	1001.0	1001.3	3일
Air Temp.	기온 평균 Ave. Station	2355	2352	0419	0017	1257	0019	1702	1435	2348	0437	1647	0001	0138	2034	2355		0419
	나타난 시간 Time	0856	0001	2309	1846	0008	2141	0050	0001	1747	0001	0047	2349	0647	1759	2157	0005	
기온	평균 최고 Avg. Maximum	-20.5	-20.6	-22.0	-17.0	-12.7	-14.4	-17.6	-15.8	-20.9	-13.0	-18.3	-21.7	-25.7	-25.1	-24.3		-18.9
	평균 최저 Avg. Minimum	-24.3	-21.9	-22.2	-18.0	-11.1	-9.5	-16.2	-17.7	-18.6	-22.9	-24.8	-24.0	-16.2	-17.6	-16.4	-15.5	
온도	최고 Highest	-16.1	-15.2	-20.2	-13.6	-7.2	-9.3	-9.8	-10.0	-14.3	-7.6	-14.9	-18.2	-23.2	-19.5	-19.5		-6.3
	(°C) 나타난 시간 Time	-21.4	-19.0	-19.9	-11.9	-8.1	-6.3	-11.0	-16.9	-16.3	-17.7	-22.1	-18.8	-10.3	-13.2	-13.4	-12.3	21일
Air Temp.	최저 Lowest	2243	0222	2306	2320	0750	1650	1659	1246	2349	0958	0351	0332	0504	2115	0150		0453
	나타난 시간 Time	1922	0643	0725	1856	2327	0453	0014	1440	0855	0158	0001	2240	1514	1458	2339	1859	
Air Temp.	최저 Lowest	-22.7	-26.0	-27.3	-23.3	-17.3	-18.4	-20.7	-21.8	-24.6	-18.3	-20.9	-26.9	-27.8	-28.2	-27.2		-28.3
	나타난 시간 Time	-27.0	-26.2	-24.8	-26.5	-14.4	-13.2	-19.8	-19.5	-21.4	-26.3	-27.6	-28.3	-22.4	-21.1	-19.6	-19.1	27일
Average Dewpoint Temperature	평균이슬점온도(°C)	0638	2345	1113	0003	0152	2245	0724	0552	1648	0000	2253	0000	0843	0847	1952		0833
	나타난 시간 Time	0030	0303	2345	0114	0002	1340	1313	1759	1932	1849	0000	0833	0057	0939	0309	1708	
Average Dewpoint Temperature		-27.7	-28.7	-32.0	-23.4	-19.4	-23.3	-24.0	-24.6	-29.5	-24.1	-25.2	-29.4	-34.2	-34.9	-32.6		-
Average Dewpoint Temperature		-32.4	-28.2	-27.8	-24.9	-14.7	-17.5	-20.0	-20.6	-23.0	-29.6	-32.6	-32.8	-26.6	-27.3	-24.1	-21.7	

2019년 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) Total Precipitation	0.2	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.1
상 평 균 Average	54	49	40	59	59	48	58	48	47	40	56	51	45	40	47		53
대	48	57	61	56	75	53	73	78	69	54	48	45	41	43	52	59	
습 최 소 Lowest	35	34	31	30	33	27	44	19	23	23	35	32	34	28	32		19
도	32	41	42	34	54	32	44	69	51	40	41	27	27	27	37	40	8일
(%) 나타난 시간 Time	2236	0056	1439	0050	0323	1650	2009	1246	2349	0020	0338	1257	0504	1713	0045		1246
R.H.	0158	0029	1941	0544	2327	1713	0013	1711	2122	0201	0623	2243	0001	1455	0036	1859	
평 균 Average	2.2	2.9	1.7	6.7	12.5	9.7	2.5	10.1	3.7	9.3	2.3	1.9	1.8	2.1	2.7		4.4
바	1.7	4.1	3.3	10.3	11.3	6.2	2.5	1.0	1.4	2.2	2.3	3.7	7.4	1.9	2.0	2.1	
순 간 최 대 Greatest Gust	11.7	12.1	14.3	17.3	29.7	23.3	16.5	31.0	17.2	21.3	9.6	12.2	6.2	15.2	9.9		31.0
람	4.4	13.8	15.1	20.3	19.8	18.6	10.1	2.6	4.7	12.0	13.1	17.9	18.3	9.6	12.5	10.1	8일
풍	W	WNW	WSW	WSW	WSW	WNW	NW	WNW	WSW	W	W	WSW	W	WSW	W		WNW
(m/s)	WSW	WSW	WSW	W	WSW	W	SW	NW	WSW	SW	WSW	SW	W	SW	WSW	WSW	
Wind 나타난 시간 Time	0147	0134	1406	0815	1526	1146	1643	1412	2348	0825	0338	1243	0534	2030	1611		1412
	1301	1006	2226	1855	0829	0108	0541	1628	2148	2255	1705	1605	0213	0246	2306	0038	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	5.4	1.6	0.0	7.0	7.9	3.5	0.0	0.0	0.2	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		3.6
	0.8	4.8	7.0	5.4	8.0	7.5	5.9	8.0	6.6	4.4	0.0	0.0	5.6	2.8	7.6	6.4	
시 작 시 간 Start Time				4.		4.1.1.		4.1.1.1.1		4.1.1.1.1							
폭풍설					0038,												
끝 난 시 간 End Time					0435												
Bliz-					0057,												
zard					0450												
계 속 시 간 Duration of Blizzard					0034,						5.		5.1.1.			5.1.1.1.1.	
					0015												

- 44 -

2019년 5월

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	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 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	78	29	28	32	32	23	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	228
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	16.5	20.0	20.0	16.8	16.0	18.8	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	16.0
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	0.8	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.7
눈 Snow (cm)	-	-	-	-	3.4	3.4	4.5	6.2	6.8	6.8	-	-	-	-	-	-	8.1
신적설 합 계 Total	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4
Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	3.4	-	1.3	1.9	0.7	-	-	-	-	-	-	-	20일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y	y	-	-	-	y	y	y	-	y	y	y	y	y	-	13
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	-	-	-	-	-	y	-	-	-	y	-	-	-	-	-	-	3
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y	-	-	y	-	-	y	-	-	y	-	-	y	-	-	-	6
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	-	y	-	-	y	y	-	y	y	-	-	-	-	-	-	y	9
눈 Snow	y	-	-	y	y	-	-	y	y	-	-	-	-	-	-	-	7
비 Rain	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Meteo. Pheno-mena 진 눈 개 비 Sleet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
안 개 Fog	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
박 무 Mist	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen) 상태 (JC=0, GC=1, JC.GC=2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sea 거칠기 Sea Sfc. Roughness State (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2019년 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	2.7	2.7	4.4	2.8	3.2	2.3	1.8	1.7	1.9	3.1	5.7	7.6	9.6	5.7	3.5	2.4
2	특이사항 참조															
3																
4	2.7	3.3	2.3	0.9	1.4		2.0	3.2	3.3	5.7	7.3	13.5	13.8	6.5	3.1	1.2
5	1.6	1.4	2.1							5.9	18.0	24.3	18.9	19.6	4.3	2.9
6	2.9	3.2	3.4	2.8	2.4	1.9			0.8	3.1	5.5	17.1	17.0	18.7	11.5	5.1
7	3.8	5.5	5.7	1.7	1.5	5.1		3.6	2.6	2.6	4.2	7.5	3.6	9.1	10.4	3.0
8	4.8	4.8	2.3	4.6			4.0		2.6	3.5	4.4	12.8	22.2	23.7	9.0	8.9
9	4.7	3.4	3.8	2.7		1.4	1.9		2.0		4.3	13.1	12.1	9.3	7.5	4.9
10	2.7	3.3	3.0	2.2	2.7		0.8	2.2	1.2		14.3	16.2	16.1	6.8	4.4	3.1
11	2.8	3.1	1.1	1.3			1.4				1.3	4.3	6.1	5.7	3.2	3.2
12	3.0	2.6	2.3		1.2	0.9	0.8	1.0	0.8		1.7	9.9	8.4	2.8	4.6	2.5
13	3.8	4.0	2.1	2.1	0.9					1.5	1.4	1.3	4.7	3.8	3.5	2.2
14	4.4	3.2	3.0	1.8	3.4	1.2	2.7			0.9	5.8	10.7	7.0	5.2	3.1	3.5
15	2.7	2.6	3.0	2.1		1.4	1.4			1.8	5.6	5.3	6.5	4.4	3.0	3.0
16	3.4	2.5	1.1	0.6							1.0	3.0	3.0	2.0	2.1	2.9
17	4.0	2.7	2.8		1.3		0.4	0.7			6.1	11.1	9.8	1.8	1.7	1.8
18	2.5	3.2	1.7								1.4	11.7	10.0	6.5	3.8	3.4
19	3.3	2.2	2.8	2.0		0.5	1.5				11.7	14.8	15.3	1.0	3.7	1.9
20							5.7	7.5	8.9		11.9	14.2	14.9			
21	4.4	5.7	3.7	5.3	3.8	2.1	0.9		1.2	1.7	2.1	10.4	14.9	5.0	4.4	4.3
22	2.9	2.0	1.8	1.2	1.4	1.2	0.7	3.1	3.3	3.4	8.0	6.2	5.7	1.5	1.9	2.1
23	1.7	1.7	1.3	1.1	1.1	0.7	1.4	0.3	0.6		0.3	0.9	1.2	1.5	1.7	1.9
24	2.6	1.6	1.0	0.9	0.4	0.6	0.8	0.7			1.7	4.0	2.4	2.7	3.4	2.8
25	2.9	2.9	2.3	1.4	1.4						1.4	8.3	7.7	3.8	3.0	2.7
26	4.1	3.2	2.5	1.2	0.7		1.7				2.9	8.6	7.6	4.5	6.0	2.4
27	2.9	2.4	3.5	1.8		1.8		1.1	1.3	3.2	7.9	12.3	10.7	7.0	4.2	3.1
28	3.7	1.7	1.7									9.5	12.4	4.4	5.0	4.6
29	4.3	3.7	2.6	1.5	1.4	0.8	1.3	1.7	0.7	5.6	1.6	5.1	3.4	3.1	3.1	4.1
30	2.7	3.1	1.2	0.5	1.2	1.1	0.7	0.5	3.5	2.8	6.9	9.8	2.2	1.6	3.1	2.8
31	3.7	3.1	2.3		1.7		0.8	0.9	1.7	2.0	1.4	8.0	6.5	4.7	2.6	3.4
월 Month	4.8	5.7	5.7	5.3	3.8	5.1	4.0	5.7	7.5	8.9	18.0	24.3	22.2	23.7	11.5	8.9

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	5.6	9.8	13.3	7.0	4.2	4.2	4.2	2.1	2.1	4.9	6.3	10.5	7.7	5.6	9.8	2.8	0.0
2	특이사항 참조																
3																	
4	2.1	6.3	2.8	0.7	2.1	0.0	2.1	0.7	2.1	2.8	9.0	31.3	31.3	3.5	2.8	0.7	0.0
5	2.1	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	6.3	7.6	34.0	40.3	2.8	2.1	0.0
6	2.1	2.1	4.2	0.7	1.4	2.1	0.0	0.0	0.7	1.4	4.2	10.4	9.7	54.9	4.2	1.4	0.7
7	11.8	13.9	11.1	0.7	0.7	4.2	0.0	0.7	2.1	2.1	5.6	11.8	15.3	6.3	8.3	5.6	0.0
8	9.7	4.9	2.1	1.4	0.0	0.0	1.4	0.0	0.7	0.7	2.1	3.5	16.0	40.3	8.3	9.0	0.0
9	12.5	9.0	3.5	2.1	0.0	0.7	0.7	0.0	1.4	0.0	2.1	9.7	17.4	9.7	17.4	13.2	0.7
10	4.9	6.9	2.8	2.1	1.4	0.0	0.7	0.7	1.4	0.0	2.1	26.4	41.7	4.2	2.1	2.8	0.0
11	11.1	4.9	2.8	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	18.1	13.2	10.4	15.3	22.2	0.0
12	16.0	11.8	7.6	0.0	1.4	0.7	2.8	2.1	0.7	0.0	2.8	10.4	8.3	10.4	9.7	14.6	0.7
13	22.2	16.7	4.2	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	2.1	9.7	11.1	14.6	14.6	0.0
14	16.7	16.7	6.9	2.1	4.2	0.7	1.4	0.0	0.0	0.7	3.5	5.6	9.7	9.0	9.0	13.9	0.0
15	6.3	6.9	2.8	1.4	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	1.4	7.6	25.7	14.6	11.8	8.3	11.8	0.0
16	22.2	9.7	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	15.3	18.8	6.3	7.6	18.1	0.0
17	16.7	3.5	2.8	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	36.8	16.0	6.9	5.6	7.6	0.7
18	9.7	6.9	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	25.7	32.6	6.3	4.2	9.7	0.7
19	3.5	4.2	3.5	2.1	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	2.1	22.2	58.3	0.7	0.7	1.4	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	4.9	7.6	65.3	20.1	0.0	0.0	0.0
21	9.7	11.8	5.6	2.8	4.2	1.4	0.7	0.0	1.4	1.4	0.7	13.9	33.3	3.5	4.2	5.6	0.0
22	10.4	10.4	4.2	2.1	4.2	3.5	2.1	3.5	4.9	1.4	9.0	17.4	11.1	2.8	4.9	6.3	2.1
23	14.6	14.6	3.5	2.1	0.7	1.4	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	3.5	6.3	9.0	8.3	22.9	11.1
24	12.5	6.9	2.8	2.1	0.0	0.7	0.7	2.1	0.0	0.0	0.7	9.7	11.8	11.1	20.8	12.5	5.6
25	18.1	12.5	3.5	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.8	11.1	13.2	18.8	17.4	0.0
26	20.1	13.9	7.6	1.4	2.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	4.2	9.0	9.0	16.0	15.3	0.0
27	4.9	4.2	4.9	0.7	0.0	1.4	0.0	0.7	2.1	2.8	4.2	13.9	19.4	19.4	11.1	10.4	0.0
28	3.7	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	59.3	9.3	7.4	7.4	0.0
29	20.3	14.7	7.0	2.8	0.7	0.7	0.7	2.1	0.7	3.5	2.8	5.6	12.6	7.7	9.8	8.4	0.0
30	10.4	4.9	2.8	0.7	1.4	1.4	0.7	0.7	2.8	3.5	15.3	15.3	12.5	7.6	6.9	11.8	1.4
31	11.8	6.3	6.3	0.0	1.4	0.0	0.7	0.7	3.5	1.4	2.8	11.8	13.9	7.6	7.6	24.3	0.0
월 Month	10.7	8.2	4.3	1.3	1.2	0.8	0.8	0.6	1.0	1.3	3.6	15.4	19.8	11.7	8.5	10.1	0.8

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2019년 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	평균 Ave. Station	1004.4	994.5	990.8	979.6	977.1	980.7	980.4	981.9	976.6	955.2	956.0	966.8	977.3	975.7	978.9	975.7
기압	최고 Highest	983.5	973.6	982.6	981.5	983.9	974.8	977.2	974.9	971.4	955.5	958.9	968.7	966.9	973.7	968.5	
	최저 Lowest	1006.5	1000.8	992.9	987.3	979.6	982.4	982	983.1	981.9	968.5	962.9	972.3	979.3	978	980.5	1006.5
기압	나타난 시간 Time	1202	0001	0522	0003	2306	1431	2308	1856	0001	0001	2342	2344	1350	2355	2359	0716
(hPa)	평균	0638	0009	1702	2338	0315	0014	1715	0001	0912	2350	2353	0436	2358	1907	0001	1202
Air Press.	최고 Highest	1000.8	991.1	987.3	974.0	974.4	979.1	979.8	981.0	968.6	950.5	951.1	962.8	972.3	974.4	977.7	950.5
	최저 Lowest	977.2	970.4	972.7	979.1	980.6	969.2	969.5	974.1	960.5	953.0	951.0	966.5	965.5	969.1	965.2	10일
기압	나타난 시간 Time	2347	1907	2353	2125	0004	0002	0108	0141	2357	1558	0003	0003	0001	0650	0028	1558
	평균	2140	1709	0001	1422	2339	2321	0001	0646	2358	1119	1417	1152	0451	0001	1651	0739
기온	평균 Ave. Station	-15.9	-18.8	-25.5	-28.1	-27.6	-24.1	-22.9	-28.4	-21.1	-15.4	-14.9	-17.0	-25.3	-25.6	-25.2	-22.4
기온	평균 최고 Avg. Maximum	-21.7	-15.8	-24.9	-30.2	-29.2	-32.5	-32.5	-28.3	-19.8	-15.1	-12.7	-14.2	-18.5	-17.6	-22.0	-12.7
	평균 최저 Avg. Minimum																-32.5
온도	최고 Highest	-13.6	-16.4	-21.8	-25.8	-24.1	-20.1	-18.4	-25.3	-16.5	-12.6	-11.0	-9.5	-20.0	-22.3	-21.3	-6.5
	최저 Lowest	-15.3	-12.0	-16.2	-26.5	-24.6	-28.9	-29.5	-20.6	-15.7	-8.8	-6.5	-9.0	-15.2	-12.6	-17.0	26일
(°C)	나타난 시간 Time	0249	0841	0906	0119	0225	2310	0345	0241	2027	1300	2355	0016	0015	2158	1618	2355
Air Temp.	최고 Highest	2114	1126	0153	0509	0429	0055	2117	2327	2208	1618	1511	1638	0020	1241	2331	
	최저 Lowest	-17.8	-26.4	-29.6	-31.9	-32.1	-26.2	-29.1	-31.4	-29.4	-17.6	-18.6	-22.1	-29.2	-28.4	-27.9	-35.0
기온	나타난 시간 Time	-27.4	-17.9	-30.8	-33.5	-33.6	-34.8	-35.0	-34.0	-24.2	-21.2	-15.2	-19.0	-21.9	-22.0	-26.6	22일
	평균	1955	2324	2318	0330	1327	0114	2258	1358	0001	0249	1239	2148	1907	0103	1047	1006
	평균	0457	1956	2221	1239	1949	0709	1006	0051	1131	0546	0536	2314	0446	0636	2022	
	평균이슬점온도(°C)	-21.5	-21.9	-29.6	-33.1	-33.3	-31.2	-31.7	-35.5	-32.0	-24.6	-25.1	-24.3	-32.0	-30.2	-29.2	-
	Average Dewpoint Temperature	-26.6	-25.8	-31.2	-36.5	-36.5	-37.3	-43.3	-40.2	-30.9	-24.2	-17.7	-19.7	-28.3	-27.9	-29.0	

2019년 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) Total Precipitation	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	1.4	0.7	-	-	4.7
상 평 균 Average	63	77	69	63	59	52	45	52	38	46	42	54	54	65	69	53
대	65	43	57	55	50	62	34	32	37	48	67	64	43	41	54	
습 최 소 Lowest	47	69	60	52	34	38	31	29	23	33	31	33	34	45	46	21
도	37	21	28	40	29	47	24	24	24	27	31	27	25	28	22	17일
(%) 나타난 시간 Time	0555	2321	1354	1712	1515	2046	1225	2207	0127	1119	1537	1056	1621	0021	1851	1129
R.H.	1415	1129	0305	1415	0431	0508	2033	1431	0020	1053	1512	1638	1042	0719	2334	
평 균 Average	2.5	1.6	2.3	1.5	5.6	11.8	5.7	2.2	8.8	9.8	5.3	3.6	3.3	1.5	3.2	6.7
바	17.8	19.1	5.9	3.7	4.1	1.9	8.4	6.9	13.1	16.9	13.2	11.0	2.9	4.3	4.3	
순 간 최 대 Greatest Gust	9.0	6.3	8.3	5.0	19.6	18.0	15.9	16.0	16.2	19.5	19.4	18.0	15.0	4.8	22.3	32.6
람	32.6	31.1	29.0	20.1	23.6	5.6	17.3	18.8	24.5	32.1	29.3	25.6	13.1	15.2	25.2	16일
풍	NNE	NNE	SW	NE	W	W	W	W	WSW	WNW	WSW	WNW	W	WNW	WNW	NW
(m/s)	NW	WNW	WNW	W	SW	N	WSW	W	WNW	WNW	WNW	WNW	WSW	W	WNW	
Wind 나타난 시간 Time	1300	2135	1201	0813	2309	0728	0001	2120	0759	1442	1629	1119	1549	0921	2351	1742
	1742	0103	0046	0825	0139	1741	1018	2251	2326	0541	1358	1819	1418	1724	0935	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	7.4	7.0	0.0	0.0	5.2	6.5	0.5	0.0	1.4	5.2	4.2	1.3	1.1	0.7	3.9	2.8
	7.2	8.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.8	5.6	5.8	0.0	3.6	2.9	
시 작 시 간 Start Time																
폭풍설	0021, 0219	0000	0000							1936	0701	1015				
끝 난 시 간 End Time																
Bliz-	0050, 2400	2400	0250							2213	1655	1358				
zard																
계 속 시 간 Duration of Blizzard	0029, 2210	2400	0250							0237	0954	0343				

2019년 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/m ²)/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	6
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	20.0	17.5	20.0	20.0	17.4	16.4	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	17.0	0.1
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	17.4
눈 신적설 합 계 Total	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	4.1	5.5	-	-	-
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	10.5
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)			y	y	y	y	y	y	y			y	y	y		15
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)			y	y						y	y				y	6. 5
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)					y					y	y					5
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y				y										5
눈 Snow	yy														y	5
비 Rain										y	y	y				0
진눈깨비 Sleet																0
안개 Fog																0
박무 Mist		y														1
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen) (JC=0, GC=1, JC.GC=2)	F/F	F/F	F/F	F/FF/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
상태	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/F
Sea 거칠기 Sea Sfc. Roughness State (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2019년 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	5.9	5.0	2.0	0.3		1.0	1.0		2.0	1.3	3.1	3.9	3.1	3.4	2.4	5.2
2	4.4	5.2	3.2	1.0	2.4	0.9	0.9	0.8		1.5	1.0	1.3	1.8	3.4	2.5	3.7
3	5.0	3.7	2.0	1.9	1.8	2.5		1.8	1.6	4.7	6.3	5.9	2.6	2.0	3.1	3.5
4	3.2	1.8	2.0	1.1						1.0	1.2	3.2	3.0	2.7	1.7	2.4
5	5.2	5.7	3.9	3.3	1.9	1.0	1.2	2.0			9.7	12.9	14.7	5.9	3.1	2.5
6												13.1	13.8			
7	2.7		2.5	2.8	4.5		1.8		1.7		4.1	5.0	12.8	10.5	1.3	1.2
8	3.1	3.3	1.9	1.5	2.4	1.3	0.6	1.2		1.1	1.3	10.5	7.9	5.4	5.0	4.3
9	3.0	3.3	4.1								5.1	11.7	12.3	7.0	2.6	2.0
10	4.3									2.3		8.2	12.2	15.5	9.8	3.1
11	3.7	3.4	4.3	2.1	2.0	2.2	0.9	1.5		4.6	7.2	15.0	15.3	9.9	6.1	4.5
12	5.0	5.9	2.1	1.6	0.9	1.4			1.3		7.0	7.5	10.8	12.1	7.1	5.0
13	4.3	3.9	2.4	1.5	3.1	3.4	2.5	2.2	0.9		1.2	1.9	12.4	6.3	7.1	6.5
14	1.6	1.6	1.3	0.8				0.6	0.9	1.3	1.1	2.3	3.0	3.0	2.4	1.5
15																
16																
17																
18	6.5	6.8	4.3				1.9		1.4	1.2		9.2	20.2	22.8	8.0	7.9
19																
20																
21																
22	2.5	4.2	2.9	3.9			2.1		1.7	1.5	2.9	13.3	13.3	9.1	6.7	3.9
23	2.8	3.9	2.0	2.1		0.9		1.2			10.8	12.0	14.5	7.4	4.9	4.1
24	6.8	6.8						6.0			10.4	14.8	18.5	20.1		6.0
25												16.7	24.5	24.7		
26										10.1	11.6	16.4	17.4	24.3	6.0	
27	4.3	4.2	1.5						4.5	8.2	9.4	11.3	13.4	18.5	12.0	2.3
28	2.8	2.6	2.2	4.6	1.1		0.5		1.6	2.4	8.5	9.5	7.9	4.8	3.5	3.6
29	3.9	2.7	2.8	3.1	2.2	1.1	3.1	1.0	3.8	1.4	6.5	10.8	10.5	5.9	7.7	3.5
30	4.9	4.5	3.3	2.1				0.4	3.5	3.4	7.5	9.0	4.4	17.3	9.9	6.3
월 Month	6.8	7.6.8	4.3	4.6	4.5	3.4	3.1	6.0	4.5	10.1	11.6	16.7	24.5	24.7	12.0	7.9

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	27.1	12.5	2.1	0.0	0.0	0.7	1.4	0.0	2.1	0.7	4.2	11.1	13.2	6.3	4.9	11.8	2.1
2	17.4	17.4	3.5	2.8	2.1	1.4	2.1	1.4	0.0	2.1	0.7	3.5	13.9	11.8	4.2	9.0	6.9
3	12.5	3.5	4.9	0.7	1.4	2.8	0.0	2.8	2.8	6.9	23.6	13.2	9.7	2.8	6.9	4.9	0.7
4	9.0	2.1	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	20.8	28.5	13.9	11.1	11.1	0.0
5	9.7	10.4	6.9	7.6	2.8	0.7	0.7	1.4	0.0	0.0	2.1	6.3	33.3	5.6	4.2	6.9	1.4
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.4	57.6	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2.8	0.0	2.1	2.1	2.1	0.0	2.1	0.0	1.4	0.0	5.6	18.1	47.2	9.0	4.9	2.8	0.0
8	9.0	6.9	4.9	2.8	1.4	0.7	0.7	1.4	0.0	4.2	1.4	11.1	27.8	6.3	10.4	11.1	0.0
9	1.4	2.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	34.7	48.6	3.5	5.6	1.4	0.0
10	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	3.5	30.6	56.3	6.3	1.4	0.0
11	6.3	6.9	4.9	0.7	1.4	1.4	0.7	0.7	0.0	0.7	9.7	22.2	16.7	16.0	4.2	7.6	0.0
12	14.6	8.3	2.1	3.5	0.7	2.1	0.0	0.0	0.7	0.0	7.6	13.9	15.3	12.5	8.3	10.4	0.0
13	18.8	7.6	4.2	2.1	1.4	2.8	1.4	1.4	0.7	0.0	1.4	3.5	19.4	9.7	8.3	16.7	0.7
14	3.5	3.5	2.8	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	2.1	0.7	12.5	30.6	22.9	9.7	9.0	0.0
15																	
16																	
17																	
18	23.6	10.4	6.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	0.7	0.0	3.5	9.7	15.3	7.6	20.8	0.0
19																	
20																	
21																	
22	0.7	0.7	0.7	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.7	1.4	27.1	50.0	10.4	2.8	2.8	0.0
23	11.8	11.8	3.5	1.4	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	11.1	40.3	2.8	2.8	10.4	1.4
24	2.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	14.6	64.6	14.6	0.0	1.4	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.6	38.2	31.3	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	5.6	31.3	37.5	22.2	0.7	0.0	0.0
27	4.9	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	6.3	6.3	13.2	15.3	49.3	1.4	0.7	0.0
28	18.1	8.3	4.9	3.5	1.4	0.0	0.7	0.0	0.7	3.5	3.5	14.6	15.3	9.7	6.9	9.0	0.0
29	11.8	3.5	5.6	3.5	4.2	0.7	2.8	1.4	0.7	1.4	5.6	21.5	18.1	3.5	10.4	4.9	0.7
30	23.6	11.1	1.4	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	3.5	3.5	6.3	4.9	19.4	11.1	9.0	1.4
월 Month	9.6	5.4	2.7	1.6	0.8	0.6	0.6	0.5	0.6	1.5	3.7	16.3	28.6	14.8	5.5	6.8	0.6

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2019년 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
기압	기압 평균 Ave. Station	969.5	975.5	989.3	982.6	985.6	986.7	990.9	977.7	972.8	978.1	984.7	1000.6	1003.5	1007.8	1010.0	990.8	
	최고 Highest	1005.9	997.8	995.1	988.4	990.7	991.3	995.9	1001.7	1000.5	996.7	988.1	988.7	986.9	984.9	990.9	996.0	1011.4
압	나타난 시간 Time	1009.4	1001.8	999.6	989.7	998.5	996.6	1006.4	1006.9	1003.7	1003.4	990.3	993.2	990.7	987.1	994.7	998.3	15일
	(hPa)	1244	2357	1444	0001	1125	2247	1829	0514	2356	0150	2356	1459	2215	2349	0306		0306
Air Press.	최저 Lowest	0001	0001	0200	1429	1650	0013	0000	0142	2135	0001	0001	1505	0046	2345	2346	2321	
	나타난 시간 Time	967.1	971.4	983.5	980.8	983.2	985.1	987.4	965.3	964.8	976.3	976.3	995.9	1001.2	1005.3	1009.3		964.8
Temp.	나타난 시간 Time	1001.8	995.6	988.2	986.4	982.4	988.1	988.5	996.3	998.3	990.3	983.3	981.1	983.9	983.9	987.0	994.6	9일
		0025	0008	0004	1714	0028	0007	2359	2357	0059	2222	0038	0001	0101	0015	1624		0059
기온	기온 평균 Ave. Station	2353	1111	2356	2353	0643	2301	0043	2119	0604	2357	2358	0228	2033	0001	0022	0002	
	평균 최고 Avg. Maximum	-17.1	-21.8	-21.7	-25.2	-26.8	-26.8	-15.1	-11.2	-3.7	-10.3	-11.8	-14.0	-15.8	-16.9	-20.1		-18.3
온	평균 최저 Avg. Minimum	-21.9	-20.3	-23.8	-22.7	-19.2	-22.4	-9.2	-8.4	-15.6	-20.2	-21.1	-14.2	-15.9	-19.3	-24.4	-29.3	
	최고 Highest	-11.5	-19.5	-19.6	-22.2	-23.9	-15.9	-11.3	-0.8	-0.1	-4.6	-8.4	-10.5	-14.0	-15.0	-18.5		-0.1
Air Temp.	나타난 시간 Time	-20.0	-15.6	-20.6	-19.2	-6.0	-7.8	-4.9	-4.3	-8.7	-17.2	-13.7	-9.1	-10.5	-15.9	-20.3	-26.5	9일
		0928	0909	0952	0001	1540	2003	0846	2227	0018	0002	1325	0016	1248	0935	1703		0018
Temp.	최저 Lowest	0001	1846	0009	2354	0730	2352	0543	1313	0001	0032	2347	0332	0742	1142	0030	0009	
	나타난 시간 Time	-23.4	-23.4	-24.0	-28.9	-29.6	-28.4	-19.2	-18.8	-6.5	-15.1	-15.4	-19.0	-18.1	-19.7	-22.0		-32.8
Average Dewpoint Temperature		-24.4	-23.2	-27.0	-26.0	-26.0	-27.0	-17.1	-13.0	-20.1	-22.8	-24.7	-19.5	-20.1	-23.6	-28.5	-32.8	31일
		2313	2036	2000	2356	0201	0017	0004	0453	0411	2029	0752	1949	0437	2355	0355		0833
평균이슬점온도(°C)		1530	1805	2032	0922	2334	1658	0011	0112	2117	2231	0737	1514	1408	2009	1756	2117	2117
Average Dewpoint Temperature		-26.9	-28.7	-26.9	-32.2	-36.3	-32.2	-28.4	-25.0	-15.6	-17.3	-20.6	-20.4	-19.2	-20.5	-24.0		-
		-27.1	-25.4	-29.5	-30.0	-25.7	-29.2	-21.8	-25.1	-23.7	-28.1	-32.8	-24.4	-23.0	-27.8	-33.3	-35.7	

- 53 -

2019년 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) Total Precipitation	-	0.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1	-	-	0.5
상 평 균 Average	45	56	63	53	40	36	31	32	40	57	49	59	75	74	71		51
대	63	64	60	52	59	55	37	25	51	50	34	44	56	48	44	54	
습 최 소 Lowest	16	33	53	40	35	28	22	20	21	33	34	43	48	64	62		15
도	48	43	41	40	26	29	20	15	28	33	19	17	34	28	34	44	23일
(%) 나타난 시간 Time	0016	1436	0253	1419	0930	0611	0137	0834	0134	1724	0046	0037	1301	1125	0532		0350
R.H.	1922	1848	2219	0855	0828	2352	1253	0350	0001	2102	2346	0104	0654	1505	0404	0008	
평 균 Average	3.1	5.8	4.8	3.1	7.1	6.3	13.2	15.8	11.6	3.7	2.7	2.9	5.6	5.5	2.3		5.2
바	1.6	2.1	2.2	1.6	3.8	2.5	17.5	13.1	2.8	1.7	2.4	7.0	2.7	2.0	3.9	2.0	
순 간 최 대 Greatest Gust	15.3	17.3	16.4	16.0	19.5	23.3	25.7	27.4	22.9	16.0	16.6	11.5	20.7	17.6	5.4		32.2
람	4.9	9.9	7.6	5.3	25.0	23.6	32.2	29.0	12.6	8.9	13.2	27.6	13.4	10.7	10.0	6.0	22일
풍	W	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WNW	WNW	WSW	SW	NW	WSW	W	W	N		WNW
(m/s)	N	S	N	W	WNW	WNW	WNW	WNW	SW	W	W	W	SW	WSW	NW	NW	
Wind 나타난 시간 Time	0026	2033	0004	2324	0239	2344	0242	1833	0806	0001	0044	0051	2049	0003	0511		1546
	0001	1842	0001	1451	0656	2340	1546	1357	0344	1633	1135	0558	0054	1507	0737	0230	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	2.7	5.8	5.8	1.1	0.5	0.0	0.0	0.9	6.9	2.0	4.2	3.0	3.0	6.2	4.3		2.5
	3.7	3.9	1.1	1.6	0.4	0.0	2.4	4.0	3.2	0.0	0.0	4.8	2.6	3.2	0.0	0.0	
시 작 시 간 Start Time																	
폭풍설																	
끝 난 시 간 End Time																	
Bliz- zard																	
계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

2019년 7월

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	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 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	7
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	20.0	18.0	18.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	13.9	13.1	20.0	20.0	13.1
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	0.7	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.6	0.6	-	2.9
눈 신적설 합 계 Total	-	0.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	-	-	1.3
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7 2일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)			y	y	y	y	y	y	y	y	y				y		13
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y							y	y	y		y	y				10
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y	y	y									y				y	5
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)									y					y			2
상 눈 Snow		y	y										y	y			4
상 비 Rain																	0
Meteo. Pheno- -mena 진 눈 개 비 Sleet																	0
안 개 Fog																	0
박 무 Mist																	0
해상 상태 Sea State	유빙 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/F
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2019년 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	3.3	3.6	2.3	2.9	1.7	1.4		1.7	2.2	3.6	8.6	10.8	11.6	5.5	4.1	3.8	
2	3.2	1.7	1.9	1.3	0.6	1.6	1.1			0.3	1.7	13.7	12.8	8.1	4.6	3.4	
3	3.2	3.0	1.8	1.4								12.4	12.4	6.0	3.7	2.2	
4	3.1	3.1	2.7	2.2	0.8		1.5	1.9	0.6	0.8	1.6	11.5	9.7	4.9	3.6	2.9	
5	2.8	3.2	2.8	2.1	1.1					1.8		15.7	13.1	8.3	5.3	3.8	
6	2.9	3.4	2.6	2.1	1.8	1.5	2.0				2.9	19.1	15.8	7.7	3.8	3.3	
7	6.6		4.6								11.8	19.1	19.8	15.1	8.3	3.8	
8		4.5	2.7									17.3	19.0	20.4	7.0		
9	5.8	5.4	5.1							12.9	14.6	14.5	17.3	3.1	7.5		
10	5.9	5.6	2.4	2.0	2.4	2.7	3.2	3.2	3.1	5.9	10.2	5.1	6.8	3.2	7.0	5.4	
11	5.8	4.0	2.7	3.7	2.0	2.9	0.6	1.6	2.1	4.2	8.3	7.5	5.2	4.2	4.7	8.5	
12	4.7	4.6	3.3	1.4	0.9		0.7	0.4	1.3	1.1	1.4	8.9	6.0	3.6	2.8	4.4	
13	0.5	0.7		1.1	0.3	1.3		1.1	0.7	3.0	5.5	13.7	13.9	2.6	1.1		
14																	
15	4.6	3.6	1.5				1.9	0.6		1.2	3.4	3.8	3.8	2.7	0.9	2.5	3.4
16	4.0	2.9	1.2				0.6		0.6	0.9	0.6	1.8	3.1	3.3	2.6	2.4	3.2
17	6.3	5.9	3.2		2.4	0.7	0.7		0.9	5.4	1.8	2.6	2.5	2.3	3.2	4.7	
18	6.4	5.4	2.4	1.8		1.1			1.1		4.4	3.9	2.8	1.5	3.0	3.6	
19	3.4	2.0	2.7	1.9	1.6		1.6		1.3	2.1	2.1	3.0	3.4	2.4	2.4	2.7	
20	10.6	8.9	8.7	1.9	3.3		0.4	4.7	0.3	4.0	4.1	12.1	1.6	20.5	2.3	6.9	
21	3.5	4.3	3.1	3.1	2.4	2.7	1.4		1.3	2.4	2.4	2.8	2.0	17.6	13.9	8.9	
22	5.4	4.2					1.5		4.5		3.6	21.2	22.0	23.9	16.4		
23	4.2	3.4	4.2	4.7	5.0	7.5	6.0	3.8	3.1	5.6	6.0	14.0	23.3	23.5	8.9	6.3	
24	4.8	3.8	3.3	2.1	2.7		1.8	1.7		4.9	6.0	8.8	9.5	5.3	5.0	4.1	
25	2.2	2.0	0.9	1.8			1.0	0.7		0.8	1.7	2.6	7.3	3.5	3.7	2.5	
26	2.8	2.7	2.9	2.5	1.2	1.5	1.7		1.1		1.3	6.1	8.3	8.0	3.7	2.8	
27	3.5	3.2	3.3	4.5	2.2	1.3	0.8	1.0		1.4	7.8	21.9	19.7	5.4	4.7	4.1	
28	3.3	3.2	3.5	3.2	2.6	1.7	1.0		2.6	1.3	3.8	7.4	7.3	3.1	2.6	3.2	
29	2.8	3.0	2.1	0.7		0.9	1.6			1.2	0.8	8.1	6.5	4.6	4.1	3.0	
30	6.9	3.7	1.3		0.7	1.6			1.3	2.2	4.5	5.8	3.3	5.3	7.5	6.8	
31	4.7	3.8	2.6	2.1	1.1		0.9	1.2	2.7	2.1	1.5	3.0	3.0	2.0	4.7	4.8	
월 Month	10.6	8.9	8.7	4.7	5.0	7.5	6.0	4.7	4.5	12.9	14.6	21.9	23.3	23.9	16.4	8.9	

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	9.7	5.6	0.7	1.4	1.4	1.4	0.0	2.8	4.9	6.9	5.6	12.5	16.7	11.8	8.3	9.7	0.7
2	5.6	4.2	3.5	0.7	0.7	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	30.6	19.4	9.7	11.1	9.7	1.4
3	11.8	12.5	4.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1	26.4	11.8	6.3	5.6	0.0
4	13.9	7.6	3.5	2.8	0.7	0.0	0.7	2.1	1.4	1.4	0.7	20.8	19.4	9.0	7.6	8.3	0.0
5	2.1	3.5	2.8	4.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	37.5	25.7	12.5	6.3	2.8	0.0
6	6.3	8.3	9.0	4.9	2.1	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	1.4	13.2	31.3	2.1	6.9	11.8	0.0
7	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	27.1	51.4	14.6	1.4	1.4	0.0
8	0.0	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	45.1	45.8	1.4	0.0	0.0
9	0.7	2.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	23.6	38.9	25.0	0.7	1.4	0.0	0.0
10	18.8	9.7	6.9	2.1	0.7	1.4	2.8	2.8	2.1	1.4	13.2	5.6	8.3	4.9	10.4	9.0	0.0
11	13.2	13.2	4.9	4.2	2.1	0.7	0.7	0.7	1.4	4.2	14.6	5.6	8.3	10.4	6.3	9.0	0.7
12	18.1	14.6	5.6	2.8	1.4	0.0	1.4	0.0	0.7	2.1	4.2	20.1	4.2	5.6	6.9	10.4	2.1
13	0.7	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7	0.7	2.1	7.6	61.1	18.8	3.5	1.4	0.0	1.4
14																	
15	27.8	8.3	2.1	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.7	4.9	13.9	18.8	6.3	0.7	1.4	13.2	0.7
16	21.5	6.3	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	0.7	0.7	2.1	5.6	20.8	11.8	11.1	13.2	2.8
17	27.1	9.7	2.8	0.0	0.7	0.7	0.7	0.0	1.4	2.8	3.5	9.0	7.6	6.9	9.7	14.6	2.8
18	21.5	9.0	4.2	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	4.9	13.9	14.6	8.3	4.2	17.4	0.0
19	16.0	7.6	3.5	1.4	0.7	0.0	0.7	0.0	2.8	1.4	3.5	18.1	15.3	11.8	9.0	7.6	0.7
20	18.1	22.9	13.9	2.1	2.8	0.0	0.0	1.4	0.0	4.2	3.5	8.3	2.8	6.3	2.8	6.9	4.2
21	14.6	13.9	7.6	2.1	1.4	1.4	2.1	0.0	0.7	1.4	6.3	9.0	11.8	9.7	7.6	8.3	2.1
22	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7	20.8	15.3	58.3	2.1	0.0	0.0
23	2.8	2.8	1.4	2.1	1.4	1.4	2.1	2.1	1.4	0.7	2.1	3.5	9.0	60.4	4.2	2.8	0.0
24	22.2	11.1	6.3	1.4	2.1	0.0	1.4	0.7	0.0	4.2	6.3	9.0	9.0	9.0	7.6	9.7	0.0
25	12.5	2.8	1.4	2.1	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	0.7	3.5	10.4	25.0	11.8	10.4	16.0	0.7
26	14.6	10.4	4.9	4.2	1.4	0.7	0.7	0.0	0.7	0.0	1.4	4.9	13.9	18.8	11.8	11.8	0.0
27	4.2	6.9	5.6	2.8	2.8	0.7	0.7	0.7	0.0	1.4	2.1	35.4	20.8	4.2	5.6	6.3	0.0
28	3.5	5.6	8.3	2.8	2.1	1.4	0.7	0.0	0.7	0.7	5.6	30.6	18.8	9.0	2.8	7.6	0.0
29	20.1	6.9	8.3	0.7	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	2.1	10.4	10.4	18.8	19.4	0.0
30	23.6	3.5	0.7	0.0	0.7	2.1	0.0	0.0	0.7	1.4	2.8	3.5	3.5	6.3	24.3	27.1	0.0
31	20.8	6.3	4.2	1.4	0.7	0.0	1.4	2.1	2.8	3.5	6.3	13.2	16.0	2.8	7.6	10.4	0.7
월 Month	12.5	7.3	4.0	1.6	0.9	0.6	0.7	0.6	0.8	1.8	4.8	17.2	17.4	13.0	7.2	9.0	0.7

남극장보고과학기지(KARP)

2019년 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
기압	평균 Ave. Station	995.7	999.7	998.0	1010.6	1017.6	1006.4	999.9	1000.4	995.4	974.9	970.5	974.0	984.7	991.3	990.5		984.9
	최고 Highest	989.2	974.5	971.6	972.3	974.5	982.5	978.9	975.6	985.3	976.6	962.5	963.8	975.1	976.0	980.8	983.8	
압	나타난 시간 Time	998.1	1002.4	1002.2	1018.1	1019.4	1016.2	1002.4	1005.4	1002.8	985.0	972.2	978.1	991.0	992.6	991.7		1019.4
	(hPa)	992.1	984.3	973.5	973.5	978.1	984.2	983.3	982.7	988.2	981.6	967.5	971.1	979.0	977.7	983.9	985.0	5일
Air Press.	최저 Lowest	0126	2051	2358	2042	1728	0037	0802	1820	0001	0005	0000	2356	2358	0932	2203		1728
	나타난 시간 Time	0537	0009	1422	1215	2359	1242	0001	2356	0814	0001	0001	2343	1648	2300	2344	1002	
Air Press.	최저 Lowest	994.2	995.3	995.6	1002.1	1014.8	995.9	998.1	994.0	984.9	969.6	968.8	971.6	978.0	990.2	990.1		958.9
	나타난 시간 Time	984.1	969.5	969.7	970.9	972.5	978.1	976.1	972.7	981.4	967.4	958.9	959.3	970.4	974.8	977.1	982.4	26일
Air Temp.	평균 Ave. Station	1826	0001	1520	0003	0310	1929	1829	0554	2359	2121	0154	0126	0002	1820	0155		2222
	나타난 시간 Time	2353	2021	0045	0659	0057	0001	2351	906	2350	2354	2222	0322	0022	1035	0005	2357	
온도	평균 최고 Avg. Maximum	-29.1	-30.7	-31.8	-28.4	-26.8	-25.7	-23.8	-28.9	-26.5	-17.4	-11.5	-12.9	-19.1	-24.0	-26.4		-21.2
	평균 최저 Avg. Minimum	-24.2	-23.3	-22.8	-15.5	-17.8	-16.5	-21.8	-24.0	-20.7	-16.4	-12.3	-10.8	-13.5	-13.5	-18.0	-22.1	
온도	최고 Highest	-26.8	-28.3	-29.2	-26.6	-24.7	-18.1	-13.5	-22.4	-18.6	-12.7	-6.6	-7.2	-14.5	-19.6	-24.3		-6.6
	나타난 시간 Time	-20.9	-20.0	-15.0	-10.7	-15.2	-13.2	-18.2	-20.5	-16.4	-12.0	-8.7	-7.9	-10.7	-11.4	-12.0	-18.3	11일
Air Temp.	최저 Lowest	2155	0001	1652	2254	0501	2138	0403	0537	2352	2025	2348	0311	0029	0259	2246		2348
	나타난 시간 Time	2111	1211	2352	0745	0933	0906	0407	2338	2310	2352	908	1633	0057	1638	0134	2309	
Air Temp.	최저 Lowest	-31.6	-34.0	-34.9	-30.1	-28.4	-28.3	-29.1	-33.2	-32.9	-21.7	-18.3	-16.5	-23.8	-27.4	-29.5		-34.9
	나타난 시간 Time	-28.6	-27.3	-28.3	-19.8	-21.0	-21.3	-24.2	-26.3	-24.7	-19.0	-15.3	-12.9	-15.5	-15.1	-23.4	-25.5	3일
Average Dewpoint Temperature	평균이슬점온도(°C)	0023	2312	0219	0004	1744	1601	2307	2138	0113	0002	0016	1952	2059	1651	1810		219
	나타난 시간 Time	0439	2346	0158	1953	1913	2245	1050	1750	1320	0923	0519	2321	1908	2232	2315	0913	

2019년 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) Total Precipitation	-	0.1	-	1.2	4.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.2
상 평 균 Average	61	67	70	64	72	71	62	65	50	40	38	45	48	43	46		54
대	37	43	36	40	42	44	63	48	57	52	64	67	68	69	65	52	
습 최 소 Lowest	54	59	64	58	62	51	48	46	28	21	23	35	34	29	32		21
도	27	30	27	32	32	30	32	32	41	35	41	51	45	47	44	38	10일
(%) 나타난 시간 Time	0204	0001	0841	0247	1259	2136	0305	0540	2101	0721	0106	2149	0821	0252	2248		0721
R.H.	1243	1211	1622	0210	0233	0533	2338	0007	2310	0429	0908	0115	0550	2330	0135	2315	
평 균 Average	1.8	1.9	1.5	5.1	2.0	1.4	3.4	2.6	6.2	10.3	12.2	6.4	4.9	1.8	1.5		5.3
바	6.5	3.6	5.2	5.9	3.1	4.9	2.5	2.4	5.7	10.5	8.6	10.6	10.2	12.2	4.1	6.7	
순 간 최 대 Greatest Gust	6.6	7.5	3.7	12.6	8.4	8.4	19.6	10.3	23.0	20.3	18.9	19.2	19.1	10.8	5.3		23.0
람	15.7	16.2	15.5	21.5	14.8	15.9	17.3	16.6	15.3	20.9	20.9	18.4	21.9	22.8	14.2	21.2	9일
풍	SSE	SW	N	W	WSW	N	WNW	SW	WNW	WNW	W	WSW	WSW	WNW	WSW		WNW
(m/s)	WSW	WSW	WSW	W	W	W	WSW	W	WSW	W	W	W	WSW	W	WNW	WSW	
Wind 나타난 시간 Time	2223	0847	1915	1703	1133	2359	0336	0621	1539	0509	0747	0325	0441	0250	2347		1539
	1112	0006	1752	0534	0102	0606	2351	0008	0425	1826	0515	0445	2051	1158	0143	1440	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	4.5	5.9	4.2	8.0	8.0	5.0	0.0	0.0	0.0	3.5	7.7	5.2	2.7	0.9	0.0		4.3
	1.6	3.0	4.2	5.0	2.4	3.4	1.2	0.9	7.3	7.8	8.0	8.0	8.0	8.0	6.8	3.1	
시 작 시 간 Start Time																	
폭풍설																	0621, 0807
끝 난 시 간 End Time																	0709, 1228
Bliz- zard																	
계 속 시 간 Duration of Blizzard																	0509, 0421

2019년 8월

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	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 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	1	7	7	19	41	37	7	22	32	48	67	75	70	116	130	1381	8974
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	20.0	20.0	20.0	12.0	15.1	19.4	20.0	20.0	18.8	18.8	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	29일
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	0.3	0.3	2.2	8.6	8.6	8.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.6
눈 신적설 합 계 Total	-	0.3	0.0	2.2	6.9	0.0	-	-	-	-	0.5	1.2	1.2	2.5	5.8	5.8	16.0
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.9	-	1.5	3.7	-	6.9 5일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y						y	y	y					y	y		8
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)		y			y	y				y			y				6
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y	y	y			y						y					7
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)				y	y				y	y	y	y	y	y	y		10
상 눈 Snow		y		y	y	y											8
상 비 Rain										y	y		y	y			0
Meteo. Pheno- -mena 진 눈 개 비 Sleet																	0
안 개 Fog																	0
박 무 Mist																	1
해상 상태 Sea State	유빙 Drift Ice(F:Frozen) (JC=0, GC=1, JC.GC=2)	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2019년 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	3.9	3.2	2.3	1.5		1.3		2.1	4.2	2.5	3.3	3.8	2.3	2.2	2.3	2.9
2	3.6	3.1	1.7		1.3	1.1	0.4	0.4	1.5	2.4	4.7	4.6	2.7	1.8	2.6	2.6
3	3.3	3.2	0.9	0.6	0.7	0.4	0.5	0.3	0.7		2.7	2.6	2.6	1.9	1.8	1.6
4	2.2	2.8	2.4	1.9	1.4	0.6	0.6			4.8	7.6	10.1	9.0	3.6	2.7	2.0
5	1.7	1.5	1.6	1.3	2.3	1.2	1.7	4.0	4.0	3.7	5.5	5.8	5.0	2.4	1.9	1.3
6	5.7	4.0	4.0	2.5	0.6	0.8	2.8	1.6	3.0	2.8	1.5	4.5	3.1	3.0	2.7	1.5
7	8.5	6.6	2.8	4.3			1.7	2.5	1.5	2.0	5.6	7.6	11.5	8.9	5.8	4.7
8	5.1	5.3	3.2	1.1		1.4		3.2	3.8	5.2	4.0	6.9	2.7	2.4	3.5	2.3
9	4.8	5.1	4.0	2.1	1.6	1.1		1.4	3.1		6.7	7.2	9.5	16.6	4.8	3.6
10	2.3	1.0	4.0	1.6	3.1		5.2	0.7	7.1		4.0	9.8	13.7	16.4	1.4	1.1
11	2.3	2.0	2.2									13.2	15.6	8.5	2.3	1.8
12	3.4	4.1	3.6	3.6	2.4	1.6	2.3	1.4			4.8	14.6	14.6	9.8	8.4	4.6
13	2.8	2.8	2.5	4.7	0.8		2.4	0.9	0.5	0.8	9.6	14.4	12.4	2.8	2.5	3.5
14	2.7	2.9	2.0	0.5	1.7		1.1	3.1		3.1	1.6	5.8	4.7	7.3	3.0	2.9
15	2.8	2.5	0.8	0.9	0.6		0.3	0.9			1.5	3.7	2.8	3.2	2.2	3.1
16	2.7	2.8	2.0		1.7	0.9				2.0		12.7	12.5	6.2	3.8	3.1
17	1.8	2.0	3.8	5.6	5.4	0.9	0.8	1.3		1.3	2.3	12.0	10.8	7.2	4.7	2.2
18	2.4	3.4	3.0	2.1	1.0	2.0	1.1			1.4	3.3	11.5	11.4	8.1	5.5	4.4
19	3.3	2.8	4.3	7.4	5.9	2.1	1.3	1.5	1.3	5.8	6.3	13.2	13.5	6.9	4.0	4.5
20	2.8	3.6	3.5	1.7	1.3	1.3	2.2		2.8		1.3	8.9	10.9	7.3	3.2	2.8
21	2.1	2.9	2.3			0.9			2.3	1.1	6.6	12.1	12.7	5.3	4.2	3.0
22	2.1	2.2	2.6	1.5	1.6		0.5	0.3	0.8		1.1	12.5	9.5	5.8	2.9	2.8
23	2.7	2.0		1.0			0.4	0.5		2.2	3.1	12.5	13.0	5.2	4.2	2.3
24	2.5	3.6	1.6	1.9	1.4						6.3	10.5	10.1	3.9	4.0	2.5
25											5.6	11.4	15.1			
26	4.0	3.4	2.4						6.3	10.2	8.7	11.7	16.0	7.6	3.7	4.4
27										7.2		12.1	13.8	9.4		
28										7.3	9.2	13.7	14.5			
29										6.1	9.2	15.5	17.4			
30	4.2	3.5	4.0	3.5	1.3	0.9	3.2		1.6	1.1	2.2	10.6	10.8	10.9	3.4	2.0
31	3.9	2.7	2.0	2.4	1.5	2.4				1.5	4.8	16.3	16.4	6.0	3.6	4.2
월 Month	8.5	6.6	4.3	7.4	5.9	2.4	5.2	4.0	7.1	10.2	9.6	16.3	17.4	16.6	8.4	4.7

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	6.3	4.2	0.7	1.4	0.0	0.7	0.0	1.4	4.2	2.8	6.3	26.4	21.5	6.9	7.6	9.0	0.7
2	15.3	20.8	2.8	0.0	2.8	0.7	0.0	0.0	2.1	2.1	9.7	4.9	4.9	3.5	6.3	21.5	2.8
3	13.2	11.8	2.1	1.4	0.7	0.0	0.7	0.0	1.4	0.0	3.5	16.0	25.7	10.4	5.6	4.2	3.5
4	2.8	4.9	5.6	2.8	2.1	0.7	0.7	0.0	0.0	4.2	10.4	46.5	9.0	4.2	2.8	3.5	0.0
5	2.8	5.6	6.3	2.8	2.1	1.4	2.8	13.2	9.7	6.9	11.8	9.7	4.9	6.9	6.3	3.5	3.5
6	6.9	13.9	8.3	1.4	2.8	2.8	1.4	1.4	5.6	6.9	6.9	10.4	4.2	7.6	1.4	5.6	12.5
7	31.9	16.7	3.5	1.4	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	0.7	3.5	5.6	10.4	4.2	6.3	13.9	0.0
8	23.6	16.0	3.5	0.7	0.0	2.1	0.0	1.4	3.5	1.4	10.4	11.1	2.1	9.7	8.3	6.3	0.0
9	13.2	9.0	2.1	1.4	1.4	0.7	0.0	1.4	2.1	0.0	2.8	2.1	9.7	35.4	5.6	13.2	0.0
10	2.8	0.7	2.8	0.7	0.7	0.0	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	4.2	29.2	54.2	0.7	1.4	0.0
11	1.4	0.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	86.1	0.7	0.7	0.7	0.0
12	6.3	3.5	2.1	2.8	1.4	2.1	1.4	0.7	0.0	0.0	0.7	15.3	31.3	16.7	11.8	4.2	0.0
13	9.7	11.1	6.9	3.5	0.7	0.0	1.4	0.7	0.7	0.7	2.8	33.3	7.6	6.3	8.3	6.3	0.0
14	18.8	11.8	9.0	1.4	3.5	0.0	1.4	0.7	0.0	0.7	2.8	4.2	9.0	14.6	11.1	11.1	0.0
15	11.1	11.8	2.8	0.7	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	3.5	10.4	13.2	11.8	11.1	19.4	2.1
16	9.7	5.6	1.4	0.0	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	18.8	42.4	3.5	7.6	7.6	0.0
17	6.3	11.1	10.4	1.4	0.7	1.4	1.4	1.4	0.0	1.4	2.1	20.1	15.3	13.2	7.6	6.3	0.0
18	1.4	5.6	1.4	1.4	0.7	2.8	0.7	0.0	0.0	1.4	4.2	29.9	29.2	11.8	5.6	4.2	0.0
19	5.6	4.9	5.6	1.4	2.1	1.4	0.7	0.7	1.4	1.4	4.2	19.4	31.9	9.0	4.2	5.6	0.7
20	14.6	11.1	6.9	3.5	1.4	0.7	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7	18.8	7.6	6.3	13.2	13.9	0.0
21	4.9	6.3	7.6	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	6.9	33.3	20.1	5.6	6.9	6.3	0.0
22	10.4	7.6	5.6	4.9	1.4	0.0	0.7	0.0	1.4	0.0	0.7	18.1	20.8	6.3	11.1	8.3	2.8
23	11.8	4.9	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	4.2	6.3	20.8	12.5	6.3	11.8	17.4	1.4
24	4.9	4.2	0.7	0.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	51.4	19.4	4.2	4.9	5.6	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	29.9	69.4	0.0	0.0	0.0	0.0
26	5.6	5.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	6.3	4.2	18.8	47.2	5.6	0.7	2.1	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	23.6	74.3	1.4	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.9	59.0	34.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.7	50.7	45.1	0.0	0.0	0.0	0.0
30	9.0	5.6	5.6	2.8	1.4	0.7	1.4	0.0	0.7	1.4	2.8	27.1	16.0	13.9	6.9	4.2	0.7
31	7.6	4.2	3.5	0.7	3.5	2.1	0.0	0.0	0.0	2.1	2.1	24.3	26.4	9.0	6.3	8.3	0.0
월 Month	8.3	7.1	3.5	1.3	1.1	0.7	0.5	0.8	1.3	1.7	3.8	21.7	25.2	9.3	5.8	6.9	1.0

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2019년 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
기압	평균 Ave. Station	977.2	970.3	969.6	971.2	971.2	980.4	978.4	974.2	969.7	977.5	978.5	972.5	972.3	980.7	979.4	976.1
	최고 Highest	961.2	965.0	983.6	987.3	982.2	982.2	981.7	980.6	984.2	984.6	979.0	984.1	977.0	968.6	957.8	
압	나타난 시간 Time	982.4	976.2	976.9	976.2	978.8	981.3	980.2	976.7	972.5	980.1	980.2	976.5	975.4	983.5	982.8	991.4
	(hPa)	973.3	975.6	988.6	991.4	985.0	984.5	985.9	983.8	987.3	987.4	981.6	986.6	981.7	973.2	963.6	19일
Air Press.	최저 Lowest	0001	0001	2130	0001	2356	1225	0001	0006	0002	2218	0044	0001	2355	1402	0204	0353
	나타난 시간 Time	0001	2356	2342	0353	0139	1627	2041	0001	2331	1133	2346	0752	0025	0001	0001	
Air Press.	최저 Lowest	975.8	963.7	962.3	964.4	966.4	978.7	976.6	972.5	968.5	972.0	976.1	970.2	970.5	975.4	973.3	954.6
	나타난 시간 Time	955.1	957.1	975.6	983.1	979.6	980.8	978.6	977.8	982.5	978.0	977.5	981.0	973.0	963.6	954.6	30일
기온	평균 Ave. Station	1717	2353	0407	2155	0028	0001	2356	2342	1331	0001	2336	1937	0006	0001	0000	1055
	평균 최고 Avg. Maximum	1829	0001	0001	2153	1818	0005	0425	0628	0648	2333	0017	0029	2357	0000	1055	
온	평균 최저 Avg. Minimum	-19.1	-21.1	-18.7	-13.7	-21.8	-20.7	-22.7	-26.7	-27.2	-26.6	-27.8	-25.2	-20.3	-23.6	-26.9	-22.3
	최고 Highest	-27.4	-26.7	-27.7	-20.3	-24.5	-25.6	-15.9	-17.3	-21.7	-16.7	-16.8	-18.4	-22.2	-22.6	-23.7	
온	평균 최고 Avg. Maximum	-14.5	-18.2	-13.2	-9.7	-14.9	-17.5	-17.8	-23.2	-24.4	-22.7	-25.3	-20.0	-16.2	-19.8	-21.9	-8.1
	평균 최저 Avg. Minimum	-24.2	-23.0	-24.3	-13.7	-17.5	-19.9	-13.0	-9.7	-18.1	-8.1	-8.3	-16.1	-17.7	-18.1	-16.6	25일
Air Temp.	최고 Highest	0538	0754	0000	0940	0115	1911	0242	0811	2335	0722	2308	2354	0723	0022	0019	2325
	나타난 시간 Time	2345	0116	1137	2134	0013	2326	2328	0714	0645	2325	0034	1628	0407	0139	2204	
Air Temp.	최저 Lowest	-23.4	-23.7	-23.7	-16.2	-26	-24.2	-27.2	-29.3	-29	-30.5	-30.4	-28.8	-24.7	-27.2	-30.2	-31.5
	나타난 시간 Time	-29.3	-31.4	-31.5	-28.5	-29.6	-30.7	-21.3	-23.2	-25.5	-21.7	-22.5	-20.6	-25.8	-26.2	-27.3	18일
Air Temp.	나타난 시간 Time	1744	0437	0610	1354	1838	0029	1729	2035	1328	2118	1016	1345	1614	0939	1526	0852
	평균이슬점온도(°C)	1641	2015	0852	0006	1242	1543	0029	2049	1106	0801	1847	0956	1916	1539	1040	
Average Dewpoint Temperature		-28.2	-31.7	-25.7	-21.6	-28.3	-27.5	-31.9	-34.7	-33.1	-34.4	-37.6	-37.3	-31.1	-34.2	-35.2	-
Average Dewpoint Temperature		-33.8	-31.3	-37.1	-29.8	-33.7	-35.5	-28.4	-26.4	-32.9	-29.9	-27.4	-31.0	-30.5	-30.2	-31.0	

- 63 -

2019년 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)	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2
Total Precipitation	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	
상 평 균 Average	45	38	55	53	56	56	43	47	58	49	39	32	39	38	45	45
대 습 최 소 Lowest	54	65	41	43	43	40	34	47	37	31	40	32	48	50	51	
도 (%) 나타난 시간 Time	31	28	30	27	32	36	32	33	37	31	26	23	21	24	33	21
R.H.	40	49	27	24	31	28	24	21	24	21	21	27	30	36	32	13일
	0126	0754	1240	1130	1717	2219	0242	1600	1118	0803	2312	2337	0416	1532	0302	2232
	0049	2232	0934	1830	1405	1631	0115	0714	0507	2327	0034	0551	0122	2353	1958	
바 람 평 균 Average	2.7	1.9	5.8	13.0	2.9	2.6	2.7	1.8	1.4	2.5	7.8	6.7	3.3	3.5	1.5	4.7
순 간 최 대 Greatest Gust	1.4	1.7	1.9	8.8	6.4	7.5	13.3	6.3	3.9	8.6	6.5	9.0	1.9	1.6	2.6	29.5
람 풍 향 Direction	4.0	6.6	8.5	27.6	15.7	29.2	23.0	23.7	19.7	20.7	29.5	19.0	12.0	5.7	12.7	26일
(m/s)	SW	WSW	W	WNW	WSW	WNW	WSW	WNW	W	SW	WNW	WNW	WNW	WSW	WSW	WNW
Wind 나타난 시간 Time	NNE	N	SW	WNW	W	WNW	W	W	WNW	WNW	WNW	WSW	SW	E	WSW	
	0137	0159	1725	2100	1706	2225	2201	0803	0948	0757	1922	0141	0901	0924	0222	0901
	0315	1420	0941	0600	2050	1742	0402	0132	2345	2212	0901	0058	0117	1804	2348	
부름(1/8)	2.7	0.6	5.4	5.3	1.0	5.4	3.3	0.0	0.7	2.9	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
Average Amount of Cloud	1.2	4.0	4.6	4.6	3.3	1.0	6.9	1.6	0.6	3.6	0.0	2.2	0.0	0.0	0.9	
시 작 시 간 Start Time																
폭풍설																
끝 난 시 간 End Time																
Bliz- zard																
계 속 시 간 Duration of Blizzard																

2019년 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/m ²)/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	1477	1958	2111	1701	1749	1900	2432	2558	2444	2745	3682	3881	4264	4084	4337	136463
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	20.0	20.0	18.0	16.3	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	10.0
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	0.6	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3
눈 신적설 합 계 Total	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6 6일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y	-	-	y	y	-	y	y	-	-	y	y	y	y	16
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y	-	-	-	-	-	y	-	-	y	y	-	-	-	-	8
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	-	y	y	y	-	y	-	-	-	-	-	y	-	-	-	5
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	-	-	-	-	-	-	-	y	-	-	-	-	-	-	-	1
상 눈 Snow	-	-	-	-	-	y	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
비 Rain	-	y	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	y	0
Meteo. Pheno -mena 진 눈 개 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/F
거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2019년 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	3.9	2.4	3.2	3.7	3.4	4.5	2.2	0.9	2.1		4.6	9.1	7.8	3.9	3.8	3.8
2	2.9	2.6	2.2	2.3	1.6	0.8	0.7	1.2	0.9		2.8	4.9	7.7	4.6	2.8	3.8
3	3.2	2.1	0.6		1.6				1.0	2.2	8.3	12.9	13.4	2.5	5.8	3.3
4	4.6	5.2	7.2		4.7	2.5				1.8	5.6	6.4	11.3	22.7	16.8	13.4
5	6.9	4.4	3.2	1.9	3.0	1.7	1.3	1.9	2.2	0.9	5.6	10.4	7.2	7.0	3.3	3.7
6	3.7	2.5	2.3	1.7	1.8	0.6	0.9			2.6	2.4	7.0	7.4	5.9	5.2	4.1
7	5.4	2.9	1.6	1.4	0.7	1.1	1.3	0.6		1.5	5.1	10.0	9.6	6.0	5.0	4.5
8	3.3	3.6	2.5		0.7	0.5			0.5	0.9	1.2	2.3	5.8	6.4	3.8	2.9
9	2.1	2.0	1.5	1.1	0.9	0.5	1.5	0.8	0.4	0.3	1.0	2.9	4.3	2.1	2.3	2.4
10	6.8	6.5	2.1			1.4	2.9	0.9	0.6		11.4	11.0	10.9	4.4	4.4	3.5
11	3.9	2.4	1.7									12.7	14.4	15.9	6.7	5.4
12	5.1	3.0	2.2	1.9		2.4	0.9		1.0		1.1	13.6	13.5	13.8	7.2	4.2
13	3.9	3.9	1.5	2.3	3.0	2.1	1.7	0.9	1.7	3.1	2.2	6.1	6.4	9.6	5.8	2.8
14	2.7	3.3	3.5	4.9	3.7	2.0			1.3	3.7	4.0	10.0	13.0	10.2	3.2	4.0
15	3.1	2.5	2.0	0.6	1.0					0.7	1.0	6.5	6.1	4.7	3.4	2.7
16	2.8	2.9	1.8	1.6	0.4				0.6		1.5	2.5	2.5	1.9	2.0	2.1
17	4.8	4.5	2.3	0.6	1.5	0.7	1.2	0.7	0.5	0.6		2.4	1.8	2.4	3.8	4.1
18	3.4	4.8	3.5	2.4	2.1	3.2	1.1	1.6	0.9	2.1	1.0	2.0	3.1	3.7	3.6	3.6
19	7.4	4.9	4.0	5.5	3.4	2.6	0.9	2.8	2.0		3.1	4.5	10.8	18.9	17.9	13.9
20	5.3	4.5	3.1	4.6	8.0	7.3	4.5	1.9	5.2	5.9	3.7	11.5	12.4	2.2	7.6	8.3
21	3.0	2.9	2.3	0.8	1.3	1.0	1.4					12.3	16.7	20.1	2.5	2.8
22											6.9	14.6	17.9	16.3		
23	2.4	3.1	2.5	3.0	1.1	1.6	1.7	1.0	0.4	1.5	8.2	9.6	16.4	16.2	4.2	1.7
24	4.1	4.2	2.7	2.0	1.1	1.7	1.6	1.6	2.3	1.0	2.8	3.5	9.7	13.7	9.4	5.6
25	3.3	3.1	2.2	1.7		2.2			1.8	3.2		14.2	15.3	15.2	4.2	3.3
26	5.5	4.4	2.5	2.7	2.2			2.0	2.5	7.2	5.9	13.8	18.2	20.2	5.9	6.6
27	2.1	2.0	2.3	2.5	2.5	2.2	0.7	0.8	1.8	2.5	1.2	15.7	14.3	14.6	2.0	3.6
28	3.4	5.1	2.8	1.8	0.9	1.8	1.4	1.2	0.6	3.9	7.9	3.1	2.7	2.4	2.1	4.3
29	3.8	3.3	2.7	2.4	0.6	1.0	1.6	1.9	1.4	2.1	2.5	3.0	3.0	2.0	2.8	2.1
30	3.7	3.5	3.3	0.8	2.6	2.1	2.4	2.3	2.2		5.7	8.8	3.0	2.7	3.3	3.3
월 Month	7.4	6.5	7.2	5.5	8.0	7.3	4.5	2.8	5.2	7.2	11.4	15.7	18.2	22.7	17.9	13.9

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	9.7	4.9	4.2	3.5	2.8	4.2	1.4	0.7	4.2	0.0	4.2	25.0	16.0	7.6	5.6	6.3	0.0
2	22.2	11.1	6.3	3.5	3.5	1.4	0.7	1.4	1.4	0.0	1.4	4.2	10.4	9.7	13.9	8.3	0.7
3	6.9	2.8	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	4.9	39.6	32.6	2.1	2.8	3.5	0.7
4	4.2	2.1	2.1	0.0	2.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	0.7	12.5	70.8	1.4	1.4	0.0
5	14.6	7.6	5.6	2.8	2.8	3.5	2.1	2.1	2.8	1.4	8.3	11.8	9.0	9.7	6.9	8.3	0.7
6	16.7	17.4	13.2	2.1	2.8	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	11.1	13.9	7.6	5.6	6.3	0.7
7	9.0	13.9	4.2	3.5	1.4	0.7	0.7	0.7	0.0	1.4	2.1	21.5	18.1	9.7	6.3	6.3	0.7
8	20.8	11.8	4.2	0.0	1.4	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	1.4	5.6	11.8	17.4	6.9	15.3	1.4
9	11.1	6.3	4.9	2.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	2.8	4.2	23.6	13.9	12.5	11.8	3.5
10	16.0	13.2	1.4	0.0	0.0	0.7	0.7	1.4	0.7	0.0	3.5	4.9	9.0	10.4	26.4	11.1	0.7
11	4.9	2.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	34.0	31.3	6.9	4.2	0.0
12	9.7	7.6	5.6	4.2	0.0	1.4	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7	12.5	15.3	32.6	2.8	6.3	0.0
13	12.5	11.1	2.1	2.1	3.5	2.1	0.7	1.4	0.7	2.8	4.2	7.6	12.5	22.9	9.7	4.2	0.0
14	9.0	9.7	6.9	3.5	4.9	1.4	0.0	0.0	1.4	2.8	6.3	12.5	16.7	17.4	2.8	4.9	0.0
15	22.2	13.2	7.6	2.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.7	4.2	6.9	6.9	16.7	16.0	0.7
16	14.6	10.4	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	2.1	9.0	21.5	13.2	13.9	10.4	0.7
17	29.9	11.8	3.5	0.7	2.8	1.4	1.4	0.7	1.4	0.7	0.0	3.5	4.9	6.3	9.0	17.4	4.9
18	22.2	11.8	13.2	3.5	4.2	3.5	0.7	2.8	0.7	2.8	1.4	1.4	4.2	6.3	6.9	14.6	0.0
19	13.9	4.9	6.3	2.1	2.8	1.4	1.4	2.1	2.1	0.0	0.7	2.1	9.7	29.9	18.1	2.1	0.7
20	6.3	4.2	2.8	3.5	2.8	2.1	4.2	1.4	2.8	4.2	2.1	17.4	29.2	4.9	6.3	6.3	0.0
21	9.7	5.6	2.8	0.7	1.4	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	13.2	22.2	33.3	3.5	5.6	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	18.1	66.0	15.3	0.0	0.0	0.0
23	3.5	4.9	3.5	2.8	1.4	2.8	1.4	1.4	0.0	2.1	17.4	6.9	25.0	20.1	4.2	2.1	0.7
24	14.6	17.4	8.3	4.2	1.4	2.8	0.7	1.4	2.1	1.4	2.8	2.8	3.5	22.9	7.6	6.3	0.0
25	4.2	4.2	0.7	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	1.4	0.0	20.8	24.3	38.2	2.8	0.7	0.0
26	15.3	6.3	2.8	1.4	0.7	0.0	0.0	1.4	1.4	4.2	3.5	8.3	13.2	25.7	6.3	9.7	0.0
27	1.4	4.2	5.6	2.1	1.4	1.4	0.7	0.7	2.1	0.7	0.7	27.1	39.6	11.1	0.7	0.7	0.0
28	11.8	7.6	4.9	2.1	1.4	0.7	0.7	2.1	0.7	2.8	8.3	11.8	14.6	14.6	6.9	7.6	1.4
29	16.7	7.6	2.8	1.4	0.7	1.4	2.1	2.1	4.2	7.6	1.4	19.4	10.4	9.0	7.6	4.9	0.7
30	11.8	9.0	3.5	0.7	0.7	1.4	3.5	1.4	1.4	0.0	4.2	17.4	11.8	4.9	12.5	16.0	0.0
월 Month	12.2	8.2	4.5	1.9	1.7	1.3	0.9	0.9	1.1	1.4	2.9	12.0	18.1	17.5	7.8	7.3	0.6

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2019년 10월

- 68 -

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
기압 평균 Ave. Station	966.7	978.0	974.6	973.8	972.7	972.7	970.2	978.7	987.3	986.6	987.9	986.9	980.2	981.2	977.7		984.9
기압 최고 Highest	976.0	977.9	984.9	997.8	996.6	992.2	998.6	995.3	992.3	990.6	988.1	988.1	997.0	995.0	994.3	990.6	
기압 나타난 시간 Time	978.3	978.8	991.1	1002.8	1002.6	997.7	999.5	998.4	994.1	991.3	990.5	992.0	996.6	997.9	997.7	995.1	19일
(hPa)	2359	0303	0002	1815	2256	0011	2341	2358	2220	0001	1544	0135	0001	1719	0020		2103
기압 최저 Lowest	2257	0317	2313	2103	0001	2327	1057	0001	0140	0211	0001	2354	2141	2153	0001	1935	
Air Press. 나타난 시간 Time	960.1	977.2	972.6	972.7	971.1	970.5	969.1	973.3	984.5	983.8	985.7	983.9	978.6	980.4	975.8		960.1
Air Press. 나타난 시간 Time	974.8	977.3	978.6	990.6	989.8	988.1	997.7	993.5	991.1	990.3	987.3	986.9	991.7	996.5	993.5	993.5	1일
	0002	1833	2324	0232	0751	2345	0444	0001	0007	2119	0001	2340	1441	0001	1754		0002
	0644	1734	0001	0052	2357	0419	0001	2355	2353	1419	1356	0643	0036	0004	2339	0001	
기온 평균 Ave. Station	-17.6	-17.6	-17.8	-14.8	-16.5	-17.5	-20.7	-22.4	-22.9	-21.6	-16.1	-13.2	-18.1	-16.8	-14.9		-16.2
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-18.5	-22.1	-20.8	-15.0	-13.9	-13.8	-15.1	-15.6	-11.1	-11.9	-14.0	-14.3	-10.8	-12.0	-14.8	-10.2	-10.2
기온 평균 최저 Avg. Minimum																	-22.9
기온 최고 Highest	-14.9	-14.7	-15.0	-12.5	-12.1	-14.8	-17.7	-17.8	-19.9	-15.6	-11.1	-8.7	-14.2	-12.8	-13.1		-6.8
(°C) 나타난 시간 Time	-14.1	-18.4	-16.3	-12.0	-10.0	-9.6	-12.9	-13.1	-7.4	-6.9	-10.3	-10.3	-10.6	-8.1	-6.8	-11.4	30일
Air Temp. 나타난 시간 Time	0717	0340	2326	2329	0049	1037	0123	0006	0416	2213	2001	0732	0039	2315	0005		0354
Air Temp. 나타난 시간 Time	0210	0234	0019	2346	0124	0231	0423	0502	2225	0044	0102	0301	0519	2345	0354	2357	
Air Temp. 최저 Lowest	-22.7	-21.2	-20.5	-17.0	-19.7	-21.3	-24.4	-25.7	-27.5	-25.2	-20.1	-17.9	-21.8	-19.8	-16.9		-27.5
Air Temp. 나타난 시간 Time	-21.2	-25.3	-24.2	-18.6	-18.0	-17.5	-16.7	-20.0	-16.1	-15.8	-16.6	-18.9	-16.4	-12.9	-16.5	-18.3	9일
Air Temp. 나타난 시간 Time	1255	1741	0029	0010	0901	1741	1753	1234	1621	1843	0418	2103	1244	1116	1644		1621
Air Temp. 나타난 시간 Time	2104	1548	1400	0001	1617	1545	1757	1440	0017	1510	1257	1446	1114	0957	1520	1534	
평균이슬점온도(°C)	-22.8	-22.9	-26.3	-23.7	-24.5	-26.5	-26.0	-29.1	-33.7	-31.3	-25.2	-23.3	-25.8	-25.5	-21.8		-
Average Dewpoint Temperature	-24.9	-28.5	-27.9	-25.7	-21.7	-20.8	-22.7	-24.7	-22.4	-19.9	-21.4	-24.5	-20.3	-18.7	-21.2	-22.4	

2019년 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) Total Precipitation	1.0	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	1.5
상 평 균 Average	64	63	48	47	51	46	63	55	37	42	46	44	51	47	56		51
대	58	56	54	40	52	57	54	46	39	52	55	42	46	58	60	37	
습 최 소 Lowest	46	47	32	26	36	34	50	28	25	23	26	23	33	27	41		23
도	37	36	31	23	34	32	32	37	30	30	31	30	33	31	40	34	10일
(%) 나타난 시간 Time	0717	2147	2326	0031	1703	1039	0055	2348	0905	2209	2001	1517	2138	1442	1705		2209
R.H.	0813	1728	2021	0200	0126	2027	0048	0623	1926	0046	2225	2238	0045	0303	0001	1231	
평 균 Average	5.2	5.2	9.5	8.1	4.7	4.5	2.4	1.6	3.3	1.8	9.0	7.6	2.2	3.4	4.3		4.3
바	4.0	2.2	1.6	3.2	1.4	2.6	9.3	6.2	9.4	2.4	2.7	2.4	2.3	1.9	2.7	5.0	
순 간 최 대 Greatest Gust	20.9	15.0	17.2	17.8	15.4	12.1	8.0	5.8	12.9	7.0	26.2	28.0	9.9	10.9	12.4		28.0
람	13.5	11.3	10.9	11.7	4.2	10.8	14.9	16.9	17.8	10.0	12.9	9.3	10.1	7.4	7.7	11.5	12일
풍	SW	W	W	W	W	WSW	SW	WSW	W	SW	WNW	WNW	WSW	WSW	W		WNW
(m/s)	WNW	WSW	WSW	W	NNE	WSW	WSW	WSW	WSW	WNW	W	W	WSW	WSW	ESE	WNW	
Wind 나타난 시간 Time	2218	0935	2347	1021	2130	1132	0128	1631	0525	2309	1010	1303	2152	1831	0402		1303
	1514	0042	2001	0052	1508	2138	2046	2354	0006	0001	2147	0107	2131	0245	2342	1133	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	6.5	7.4	7.7	7.7	5.3	3.3	4.0	3.2	1.9	1.9	3.0	0.7	2.1	4.3	7.5		4.1
	4.3	0.7	2.5	4.8	4.4	4.7	7.0	4.3	5.1	0.2	2.3	1.1	5.5	6.1	3.7	4.3	
시 작 시 간 Start Time											0750,						
폭풍설											1303,						
											1610						
끝 난 시 간 End Time											1220,						
Bliz-											1448,						
zard											1706						
계 속 시 간 Duration of											0430,						
Blizzard											0145,						
											0136						

2019년 10월

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	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 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	5488	6754	8411	8214	7970	10281	10604	11692	11517	11375	13877	13357	13260	11075	9780		416460
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	12.0	13.3	16.5	17.5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	18.8		12.0
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	2.9	3.1	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.1
눈 신적설 합 계 Total	0.5	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)		y							y	y		y					6
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)			y			y	y	y			y		y				8
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)				y	y	y		y	y					y			10
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y									y			y	7
상 눈 Snow	y	y															4
상 비 Rain	y																0
Meteo. Pheno- -mena 진 눈 개 비 Sleet																	0
안 개 Fog																	0
박 무 Mist	y																2
해상 상태 Sea State	유빙 Drift Ice(F:Frozen) (JC=0, GC=1, JC.GC=2)	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS	FS/FS
거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)		-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

- 70 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2019년 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	4.2	3.0	2.7		2.8	1.2	1.2	6.0	6.6	12.3	13.4	15.0	2.3	1.6	2.1
2	7.2	1.6			0.8	1.5		6.1	5.3	0.6	5.5	10.7	12.5	4.6	1.6	4.6
3											6.8	12.0	11.9	9.9		
4											7.4	11.1	12.1	9.2		
5	1.9	3.4	2.4		2.0	1.3	0.9	1.3	2.6	4.1	5.9	11.5	11.8	7.8	1.9	2.3
6	1.4	3.6	2.0	2.2	1.3	1.4	2.2	1.6	0.5	1.6	7.5	9.4	9.4	9.3		1.7
7	3.4	3.2	2.3	0.7	2.7	1.3	1.7	1.7	2.2	4.9	6.5	4.0	4.4	2.9	3.0	2.3
8	3.7	2.9	2.6	1.7	2.1	1.8		1.4		2.2	2.0	1.9	2.7	2.7	3.4	3.4
9	4.1	2.5	2.4	2.0	0.8		1.1	1.6			4.6	10.3	11.1	6.1	4.7	3.2
10	3.0	4.4	3.2	2.6	2.3	2.0	2.6	3.0		4.0	4.1	3.7	2.4	3.6	2.7	2.5
11	5.3	4.8	1.1	3.7	2.2		3.0	2.5	2.3	1.2	5.9	7.4	13.8	19.2	16.4	3.5
12	5.6	4.6	2.0	2.4	1.2	0.8	1.0	2.3	5.6	4.4	8.9	8.3	13.9	19.9	13.1	1.6
13	3.7	2.6	3.1	1.8		0.3	1.4			1.4		8.2	6.1	2.6	4.0	3.0
14	2.2	2.4	2.0	0.8	0.3	0.4			0.8	1.8	5.6	8.1	6.0	1.9	1.2	2.5
15	2.5	2.2	1.9	2.2	2.0	1.0	1.1	0.9			3.3	9.1	7.5	5.0	3.9	2.8
16	2.4	1.4	3.6	3.6	1.8	1.3	0.6	2.0	1.9	3.2	5.3	6.4	7.6	9.4	5.5	1.2
17	4.0	3.2	1.0		1.4					1.8	5.9	7.5	4.2	3.1	3.1	3.0
18	2.9	2.9	2.8	2.2	1.7	1.0	0.5	0.6	0.4	3.3	1.3	7.4	6.6	2.2	3.6	2.1
19	3.7	3.5	1.9	1.5	1.6	1.5	0.7		0.4	0.7	6.3	9.1	9.1	6.7	3.9	3.4
20	2.0	2.6	1.6	0.6	0.7	0.7	0.7		0.4	0.7	2.4	3.5	2.9	2.7	2.5	2.2
21	3.6	4.1	1.5	0.9	0.8	0.3	0.5	1.5	3.0	3.6	3.7	8.3	7.6	1.6	4.4	3.6
22												11.7	10.6			
23	2.6	2.9	2.8	1.4	1.8	1.1	1.4	1.3		1.8	1.2	13.5	12.8	3.5	2.9	2.1
24												13.6	12.0	9.9		
25	2.7	3.0	1.9	1.9	1.2	0.6	2.1	2.5	2.3	3.2	3.6	6.1	5.3	8.5	2.2	1.9
26	2.7	2.5	2.6	2.5	1.7	1.4	1.8	2.2	1.8	3.1	1.9	9.6	10.4	6.8	1.7	2.3
27	3.2	2.7	2.4	2.2	0.9					3.1	5.5	6.6	4.8	2.3	3.2	2.2
28	3.2	2.8	2.1	1.4	1.3		1.1		0.9	3.3	4.2	5.7	3.2	2.6	4.1	3.8
29	4.3	3.0	2.1	4.7	5.2	2.5	2.3	1.6	1.8	2.6	4.0	2.0	2.3	2.0	2.0	2.0
30	4.9	3.5	3.7	5.2	5.0	1.0	1.2	1.2	0.5		1.1	1.7	1.7	8.4	7.1	5.0
31	2.7	2.8	5.1	2.0	2.5	1.4	2.2	1.8	1.8	2.1	10.7	13.0	14.9	9.1	6.4	3.9
월 Month	7.2	4.8	5.1	5.2	5.2	2.8	3.0	6.1	6.0	6.6	12.3	13.6	15.0	19.9	16.4	5.0

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	11.1	11.8	4.2	1.4	0.0	1.4	1.4	0.7	2.1	2.1	6.9	29.2	18.1	2.8	4.2	2.8	0.0
2	9.7	2.8	0.0	0.0	1.4	0.7	0.0	1.4	2.1	0.7	2.8	36.8	26.4	6.3	4.2	4.9	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	41.7	51.4	5.6	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	4.9	38.2	53.5	3.5	0.0	0.0	0.0
5	7.6	6.3	6.9	0.0	1.4	1.4	0.7	1.4	2.1	0.7	2.8	21.5	20.8	17.4	5.6	2.8	0.7
6	4.2	6.9	10.4	2.1	0.7	2.1	2.1	2.1	0.7	2.1	3.5	31.3	21.5	5.6	0.0	4.9	0.0
7	8.3	6.3	5.6	2.1	1.4	0.7	2.8	0.7	2.1	7.6	18.8	16.0	11.8	5.6	6.3	2.8	1.4
8	19.4	16.7	13.9	2.8	2.1	1.4	0.0	1.4	0.0	0.7	2.1	6.3	4.2	4.2	13.9	7.6	3.5
9	13.2	8.3	10.4	2.1	1.4	0.0	0.7	2.1	0.0	0.0	1.4	4.9	27.1	8.3	9.7	10.4	0.0
10	17.4	18.8	10.4	4.9	2.1	0.7	1.4	2.1	0.0	2.1	2.1	3.5	4.2	6.9	13.9	9.0	0.7
11	16.0	11.1	0.7	1.4	0.0	1.4	0.7	1.4	1.4	0.7	0.7	3.5	9.7	41.0	4.2	6.3	0.0
12	9.0	16.7	4.2	1.4	1.4	1.4	0.7	0.7	0.7	3.5	11.1	7.6	6.3	31.3	2.8	1.4	0.0
13	16.0	4.9	2.1	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	0.0	14.6	22.9	9.0	13.9	10.4	2.8
14	15.3	14.6	11.8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	6.9	35.4	2.8	0.7	1.4	4.9	2.1
15	2.8	4.2	10.4	2.8	6.3	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	1.4	50.7	8.3	5.6	3.5	2.1	0.0
16	0.7	0.7	8.3	5.6	3.5	2.1	1.4	2.1	2.8	1.4	8.3	16.7	10.4	26.4	6.9	1.4	1.4
17	30.6	15.3	1.4	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.1	3.5	8.3	8.3	11.1	16.0	0.7
18	16.0	25.7	5.6	4.9	1.4	2.8	0.7	0.7	0.0	1.4	1.4	7.6	9.7	4.9	4.9	6.3	6.3
19	15.3	7.6	4.9	1.4	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	25.7	10.4	12.5	6.9	6.3	4.2
20	8.3	11.8	6.9	1.4	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	16.7	9.7	11.1	11.8	6.9	10.4
21	15.3	9.7	5.6	1.4	3.5	0.0	0.7	0.7	2.1	2.1	6.9	17.4	10.4	2.1	10.4	10.4	1.4
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	78.5	21.5	0.0	0.0	0.0	0.0
23	6.3	3.5	4.9	1.4	1.4	0.7	1.4	0.7	0.0	0.7	0.7	53.5	13.2	5.6	4.2	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	25.0	60.4	14.6	0.0	0.0	0.0
25	8.3	4.9	3.5	1.4	0.7	0.7	2.1	6.3	4.2	6.3	6.9	25.0	12.5	11.1	3.5	2.8	0.0
26	6.3	8.3	4.9	4.9	2.1	5.6	6.9	5.6	1.4	2.8	2.1	18.1	12.5	4.2	6.3	5.6	2.8
27	10.4	16.0	12.5	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.9	18.8	10.4	6.3	9.0	8.3	0.7
28	9.0	18.1	8.3	4.9	2.8	0.0	0.7	0.0	0.7	2.8	3.5	19.4	3.5	7.6	8.3	10.4	0.0
29	22.2	16.7	9.0	4.9	4.2	2.1	2.8	2.8	2.1	4.9	6.9	7.6	3.5	2.8	4.2	2.8	0.7
30	20.1	29.2	11.8	6.3	6.9	1.4	0.7	1.4	0.7	0.0	0.7	1.4	0.7	9.0	3.5	6.3	0.0
31	4.9	10.4	12.5	4.9	2.1	1.4	1.4	2.1	0.7	1.4	1.4	28.5	11.8	8.3	5.6	2.8	0.0
월 Month	10.4	9.9	6.2	2.2	1.6	1.0	1.0	1.2	0.9	1.6	3.8	22.7	16.1	9.3	5.8	5.1	1.3

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	990.6	989.8	995.0	995.8	994.3	992.5	991.8	994.1	997.0	998.9	994.9	987.2	986.9	995.7	999.9	993.5
기압 최고 Highest	996.1	994.4	994.1	992.3	991.3	996.3	995.2	996.1	996.4	994.5	993.5	983.7	986.4	993.2	995.5	
기압 나타난 시간 Time	0000	2244	2106	2209	0000	0151	2359	2356	2327	0355	0034	0000	2359	2358	1147	1001.1
(hPa) 기압 최저 Lowest	0002	0110	1031	0009	2355	1142	2350	0408	1245	0000	0140	0000	2349	2242	1914	
Air Press. 나타난 시간 Time	1715	0951	0000	0929	1520	1810	0846	0225	0344	2359	2354	2359	0932	0000	2359	1916
기온 평균 Ave. Station	-10.2	-8.5	-7.3	-6.5	-6.0	-5.2	-4.7	-6.7	-7.4	-6.4	-4.5	-4.5	-6.4	-6.8	-6.9	-5.4
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-7.9	-9.6	-5.7	-4.5	-6.0	-4.6	-2.7	-5.8	-2.2	-2.0	-3.2	-2.6	-2.4	-1.1	-2.2	-1.1
기온 평균 최저 Avg. Minimum																-10.2
기온 최고 Highest	-7.3	-5.7	-4.4	-0.8	-3.0	-2.0	-1.3	-3.2	-4.8	-3.1	-1.6	-0.6	-3.4	-4.5	-4.4	1.5
(°C) 기온 나타난 시간 Time	-4.5	-6.5	-1.5	-0.7	-3.0	0.1	0.5	-2.7	1.2	1.3	-1.0	-0.2	-0.2	1.5	0.5	29일
Air Temp. 기온 최저 Lowest	0143	2352	2356	0743	0554	2318	0353	2348	2226	0032	0052	0130	0158	0215	0407	
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	-12.7	-11.9	-9.7	-10.7	-11.0	-9.9	-8.0	-10.8	-10.4	-9.0	-8.0	-7.9	-9.5	-9.9	-10.5	-13.1
Air Temp. 기온 평균 최고 Avg. Maximum	-11.3	-13.1	-9.5	-9.2	-9.1	-8.5	-6.0	-9.9	-4.4	-5.8	-6.3	-6.2	-6.6	-4.8	-5.9	17일
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	1456	1611	1601	1840	1442	1624	1551	1536	1756	1607	1227	1611	1636	1506	1613	1504
Air Temp. 기온 평균 최저 Avg. Minimum	1642	1504	1419	1509	1807	1302	2237	1449	1337	1434	1939	1523	1454	1513	1735	
평균이슬점온도(°C)	-22.4	-19.1	-19.2	-15.2	-17.3	-16.1	-10.5	-13.6	-12.9	-12.4	-13.5	-12.1	-12.1	-13.6	-13.2	-
Average Dewpoint Temperature	-16.3	-17.7	-16.2	-15.3	-15.6	-15.0	-9.3	-10.6	-11.5	-10.0	-12.2	-10.7	-10.6	-10.8	-9.2	

2019년 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) Total Precipitation	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	0.0
상 평 균 Average	37	43	39	51	41	43	64	59	65	63	50	56	65	59	61	53
대	52	52	45	44	48	45	65	69	50	55	50	54	54	49	59	
습 최 소 Lowest	22	28	28	29	28	28	50	45	47	41	32	38	50	44	44	21
도	30	38	21	24	22	25	28	54	23	31	34	37	31	32	40	18일
(%) 나타난 시간 Time	0955	0219	0805	0123	0837	1431	1959	2330	0001	2231	0321	0647	0003	1428	2154	2043
R.H.	0619	0011	2043	0155	0554	2231	0004	2100	2212	0312	2156	0954	2309	0112	2115	
평 균 Average	3.4	1.1	5.1	0.7	3.1	2.7	0.1	0.7	0.3	0.2	0.9	2.8	1.6	1.0	0.9	1.7
바	0.9	1.4	1.5	2.5	1.6	1.1	5.7	2.1	3.6	0.9	1.4	0.7	1.4	1.7	0.7	
순 간 최 대 Greatest Gust	20.6	13.7	15.7	11.4	14.0	13.5	6.2	3.9	5.0	4.6	5.4	9.2	6.1	6.1	5.4	20.6
람	15.4	6.0	11.9	10.6	11.7	11.5	20.1	14.8	11.1	6.3	13.4	9.0	11.4	10.4	7.9	1일
풍	W	WSW	W	W	WSW	WSW	NNE	WSW	E	SSW	NE	N	N	N	N	W
(m/s)	S	N	W	WSW	WSW	W	SW	WSW	W	SW	W	WNW	WSW	WSW	WSW	
Wind 나타난 시간 Time	1716	2349	0742	0531	1931	0446	1735	1317	2152	0244	2224	1658	0044	1243	1611	1716
	0605	0327	2208	0004	0111	1927	1554	0039	1723	0329	1354	1043	1849	2041	1333	
구름(1/8)	2.0	1.0	5.8	3.8	0.0	2.3	2.8	0.0	2.5	5.3	4.0	1.5	0.5	3.0	2.5	2.3
Average Amount of Cloud	1.5	1.0	1.3	0.3	0.5	3.8	8.0	2.5	5.5	0.0	1.3	0.8	2.8	5.0	0.5	0.0
시 작 시 간 Start Time																
폭풍설																
끝 난 시 간 End Time																
Bliz-																
zard																
계 속 시 간 Duration of Blizzard																

- 74 -

2019년 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/m ²)/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	21236	23736	19273	17510	25085	22261	26027	26097	26292	24550	27460	27566	28551	27644	26405	821134	
일평균 수평시정(km)/월최소 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	20.0	22일
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5
눈 신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5 22일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y				14
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y			y		y	y		y					y	y		10
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)			y					y		y	y						5
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)																	1
상 눈 Snow								y									1
상 비 Rain								y									0
Meteo. Pheno- -mena 진 눈 개 비 Sleet																	0
안 개 Fog																	0
박 무 Mist																	0
해상 상태 Sea State	유빙 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
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2019년 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	5.7	7.2	7.9	6.6	4.9	3.5	4.1	4.3	5.2	4.8	15.1	17.3	20.6	12.3	8.7	7.4
2	4.6	4.3	4.4	4.2	4.1	3.0	2.4	2.4	2.4	3.4	8.7	13.5	13.7	5.7	7.0	3.9
3	7.5	7.9	6.4	6.7	5.4	4.4	4.4	6.3	7.5	8.1	13.8	15.6	15.7	9.7	6.9	5.5
4	7.1	7.0	9.8	7.0	8.2	3.7	3.7	10.7	10.6	10.6	8.7	10.4	11.4	8.4	6.6	5.1
5	6.4	5.4	3.9	4.1	3.3	2.3	3.7	2.3	3.2	9.4	12.3	14.0	11.6	12.0	8.1	6.2
6	5.9	4.7	6.0	5.6	3.9	2.9	3.3	3.5	4.8	5.7	7.3	13.5	12.1	12.9	7.5	6.8
7	5.0	6.2	3.6	2.8	1.8	2.8	2.8	2.2	3.1	3.6	3.8	3.3	3.1	2.5	3.9	3.7
8	3.3	3.4	3.1	2.9	2.2	1.7	1.4	1.0	1.0	2.0	3.3	3.9	3.4	1.9	1.9	1.8
9	4.8	4.6	3.7	3.2	5.0	2.3	3.8	4.1	3.6	3.8	3.5	3.1	3.1	2.0	1.8	2.1
10	2.9	3.0	2.6	2.2	1.7	2.2	3.0	3.4	3.7	4.6	4.5	4.0	1.8	1.6	1.5	1.5
11	4.7	5.4	4.7	3.8	3.0	1.7	1.7	1.7	3.1	2.8	2.1	3.2	2.2	2.9	3.0	3.1
12	9.2	7.2	3.8	4.5	3.1	2.1	1.5	3.2	3.1	4.6	5.6	3.6	1.4	1.8	1.6	8.5
13	6.1	5.6	4.6	3.8	1.9	1.1	1.8	1.2	3.7	4.6	4.9	4.0	1.7	1.1	1.1	1.2
14	6.1	5.3	5.3	3.6	3.5	2.4	3.4	5.2	4.0	4.2	3.6	1.9	1.5	1.5	4.2	5.3
15	5.4	5.2	4.5	5.0	5.2	4.4	4.4	3.9	4.1	3.8	2.4	3.0	2.5	2.0	2.7	3.6
16	6.5	6.7	4.4	7.5	5.2	12.6	4.6	14.1	15.4	14.7	12.5	6.4	5.1	6.0	9.7	5.5
17	4.8	6.0	4.0	2.5	2.4	2.5	3.4	2.7	2.7	2.0	3.5	3.5	1.4	2.1	4.7	4.2
18	4.1	4.2	5.8	5.2	4.2	2.6	3.1	2.9	4.9	5.0	7.7	11.3	11.9	4.9	3.4	3.9
19	4.7	5.1	5.1	3.7	2.8	3.0	4.0	4.9	5.5	10.3	9.0	10.4	10.6	7.1	5.8	3.7
20	5.4	5.4	2.6	2.2	1.9	2.1	2.3	2.1	4.3	4.3	10.2	11.7	11.0	5.4	3.3	4.3
21	7.9	6.8	6.5	3.8	3.2	3.7	2.4	2.5	3.6	6.9	7.4	10.3	11.5	6.0	3.9	3.2
22	2.7	2.0	1.2	1.1	4.6	4.2	4.7	7.3	11.9	15.8	20.1	14.7	15.0	3.5	1.2	2.4
23	5.3	5.1	2.6	1.7	1.8	2.6	2.9	3.9	7.7	8.7	11.1	14.8	11.2	1.6	6.0	5.9
24	3.7	5.4	4.0	3.7	2.6	2.8	2.6	2.2	3.0	3.8	8.9	10.7	11.1	7.1	1.3	2.1
25	3.9	5.1	4.0	3.1	2.1	1.9	2.8	2.8	2.0	5.1	6.3	5.3	4.4	2.5	2.0	1.9
26	5.1	5.0	4.5	4.7	4.4	3.2	3.4	2.7	2.4	2.9	7.4	12.0	13.4	10.9	4.8	6.9
27	4.8	5.0	4.0	3.4	4.2	3.7	2.0	2.7	3.2	5.2	5.5	5.3	5.7	9.0	1.3	2.0
28	4.9	4.8	4.3	3.3	2.6	2.4	2.5	2.1	2.5	3.9	10.1	11.4	10.4	5.8	3.3	2.6
29	4.7	4.8	4.0	2.8	1.4	1.8	2.3	4.9	3.2	6.1	9.0	10.4	7.9	5.4	4.6	2.9
30	4.1	4.9	4.4	4.3	4.5	2.3	0.9	4.0	4.1	3.9	6.8	7.9	5.9	2.4	2.8	2.4
월 Month	9.2	7.9	9.8	7.5	8.2	12.6	4.7	14.1	15.4	15.8	20.1	17.3	20.6	12.9	9.7	8.5

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	4.9	11.2	11.2	4.9	0.7	2.1	2.1	0.7	1.4	0.0	2.1	28.7	14.0	9.1	3.5	3.5	0.0
2	9.1	11.2	8.4	11.2	7.0	2.1	0.0	0.7	2.8	1.4	7.7	16.8	10.5	1.4	4.2	2.8	2.8
3	0.7	4.9	3.5	5.6	4.2	0.7	1.4	2.1	1.4	7.0	4.9	37.8	21.7	1.4	1.4	1.4	0.0
4	14.7	14.0	10.5	7.7	7.0	0.7	2.8	2.1	2.8	4.2	4.9	5.6	6.3	2.8	6.3	7.7	0.0
5	7.7	10.5	4.9	4.2	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	16.1	15.4	28.7	2.8	4.2	0.0
6	4.2	10.5	13.3	4.9	2.1	2.8	0.7	1.4	0.7	2.1	4.2	11.9	17.5	18.2	2.8	2.8	0.0
7	7.0	12.6	9.8	7.7	4.2	3.5	2.8	1.4	3.5	17.5	5.6	6.3	7.0	4.2	2.8	2.1	2.1
8	9.1	14.7	18.2	23.1	4.9	2.1	0.7	0.0	0.0	1.4	2.8	7.0	2.8	3.5	1.4	2.1	6.3
9	15.4	16.1	12.6	3.5	7.0	2.8	1.4	5.6	6.3	4.9	2.8	11.9	2.8	2.8	1.4	2.8	0.0
10	17.5	14.7	12.6	4.9	3.5	5.6	2.1	4.9	7.7	9.1	7.0	2.8	1.4	1.4	2.1	0.0	2.8
11	16.1	16.1	19.6	10.5	4.2	2.1	0.0	0.0	1.4	1.4	2.1	2.8	10.5	2.8	4.2	5.6	0.7
12	43.4	13.3	4.9	3.5	2.8	2.1	0.7	2.1	4.2	4.9	8.4	1.4	2.1	0.0	0.7	4.9	0.7
13	14.7	32.9	16.1	1.4	0.7	0.0	1.4	0.0	2.1	14.0	6.3	4.9	2.1	1.4	0.0	0.7	1.4
14	14.7	11.2	14.0	19.6	7.0	0.7	3.5	4.9	6.3	7.0	3.5	0.7	0.0	1.4	1.4	4.2	0.0
15	9.1	21.7	14.0	12.6	4.2	9.8	4.9	4.2	0.7	1.4	0.7	3.5	3.5	3.5	3.5	2.8	0.0
16	10.5	15.4	11.9	4.9	1.4	0.7	0.7	0.7	16.1	20.3	8.4	0.0	0.7	0.0	4.2	4.2	0.0
17	22.4	28.0	4.9	3.5	7.0	4.9	2.8	2.1	0.0	2.1	2.8	1.4	0.7	0.0	12.6	4.9	0.0
18	5.6	18.9	11.9	8.4	7.0	2.1	4.2	2.1	0.0	1.4	9.1	11.9	15.4	0.7	0.0	1.4	0.0
19	6.3	8.4	6.3	2.8	3.5	2.8	2.1	2.8	4.2	3.5	7.7	22.4	13.3	7.0	3.5	2.1	1.4
20	22.4	11.2	9.8	2.1	2.1	1.4	2.8	0.7	2.8	4.9	5.6	18.2	9.8	0.7	1.4	3.5	0.7
21	11.2	32.9	14.0	9.8	5.6	0.7	1.4	0.0	0.0	0.7	2.8	7.0	11.9	2.1	0.0	0.0	0.0
22	0.7	2.1	0.0	0.0	0.0	3.5	2.8	0.7	2.8	21.0	15.4	30.1	20.3	0.0	0.0	0.7	0.0
23	9.8	16.1	5.6	2.1	1.4	1.4	0.7	0.7	2.1	9.1	14.7	21.0	0.7	1.4	4.9	7.7	0.7
24	2.8	4.2	7.7	11.2	2.1	0.7	0.7	0.0	1.4	2.1	13.3	32.2	21.0	0.7	0.0	0.0	0.0
25	11.2	34.3	9.8	7.7	6.3	0.0	0.0	0.7	1.4	2.1	11.2	4.2	1.4	2.1	5.6	2.1	0.0
26	6.3	16.8	23.8	10.5	9.1	0.7	0.0	0.7	0.7	0.0	1.4	6.3	18.9	2.1	0.7	2.1	0.0
27	5.6	23.1	13.3	20.3	7.7	3.5	0.7	0.0	0.7	6.3	9.1	5.6	0.7	3.5	0.0	0.0	0.0
28	5.6	21.7	8.4	11.2	7.7	2.8	0.7	0.7	0.7	2.1	1.4	29.4	4.2	0.0	0.7	2.1	0.7
29	13.3	23.1	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	1.4	9.1	35.7	4.9	0.7	0.7	0.7	0.7
30	6.3	28.7	18.2	18.9	6.3	0.0	0.0	0.0	1.4	0.7	4.9	12.6	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0
월 Month	10.9	16.7	10.9	7.9	4.3	2.1	1.5	1.4	2.5	5.2	6.1	13.2	8.1	3.4	2.4	2.7	0.7

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	994.2	1002.9	1002.4	997.9	993.7	998.1	995.5	996.8	991.1	994.2	993.9	995.6	996.7	1001.1	1001.1		995.4
기압 최고 Highest	1001.5	994.8	994.9	1005.3	1005.6	999.6	989.6	985.9	984.9	985.3	983.3	986.3	993.7	995.5	995.8	1000.5	
기압 나타난 시간 Time	2359	2010	0002	0028	0011	1152	0033	1250	0009	1117	1145	2153	2358	2227	0628		2034
(hPa)	1733	0005	2358	2034	0225	0002	0000	0001	0113	1931	0000	2357	2330	0057	2348	2257	
기압 최저 Lowest	992.8	996.6	1000.1	996.1	990.9	995.8	994.0	993.4	989.6	993.1	993.4	993.7	995.7	998.7	1000.1		982.3
Air Press. 나타난 시간 Time	1317	0000	1443	1757	1308	0006	2329	2359	1500	0018	2131	0028	0838	0005	1800		1842
	0022	2253	0327	0006	1528	2359	1949	1758	2233	0442	1842	0001	0000	1601	0631	0154	
기온 평균 Ave. Station	-2.6	-2.4	-0.5	-1.1	-0.6	-3.2	-2.8	-2.4	-1.3	-3.1	-2.3	-0.8	-0.7	-1.6	-1.9		-1.7
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-1.9	-2.2	-1.8	-4.2	-5.2	-2.1	-0.4	-0.6	-1.5	-0.8	-0.2	-0.9	-1.4	-1.7	0.0		-0.3
기온 평균 최저 Avg. Minimum																	-5.2
기온 최고 Highest	-0.3	1.8	2.6	1.6	1.8	-1.3	-0.8	-0.4	2.0	-1.1	1.6	2.2	1.6	1.4	-0.7		3.9
(°C) 나타난 시간 Time	-1.1	0.9	2.8	-2.6	-4.3	2.2	3.9	3.1	2.3	1.7	3.4	1.6	0.4	0.2	2.6	2.5	22일
Air Temp. 최저 Lowest	0316	0514	0605	0213	1911	2330	0349	0406	0501	0526	0342	0724	0239	2307	0456	0340	
	-5.8	-6.2	-3.5	-3.9	-3.2	-4.4	-4.3	-4.2	-3.5	-4.2	-7.1	-3.7	-4.4	-3.1	-2.9		-7.1
Air Temp. 나타난 시간 Time	-2.7	-5.7	-3.6	-5.6	-5.8	-4.7	-3.6	-4.9	-4.3	-3.9	-4.4	-3.2	-3.0	-3.1	-4.6	-3.1	11일
	1357	1341	1251	1610	2355	0043	1455	1316	2358	1347	1602	1815	1454	1544	0611		1602
	1826	1738	1840	2357	1503	0025	1706	1432	1814	1209	1322	1725	1656	1806	1542	1423	
평균이슬점온도(°C)	-9.2	-8.8	-14.4	-14.4	-12.8	-7.2	-7.3	-6.8	-5.5	-6.0	-8.7	-6.3	-7.6	-5.7	-2.8		-
Average Dewpoint Temperature	-3.4	-6.7	-5.6	-6.7	-7.9	-8.8	-7.7	-9.5	-7.3	-8.2	-8.3	-5.9	-5.4	-4.1	-9.0	-9.1	

2019년 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) Total Precipitation	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	0.0	0.0
상 평 균 Average	61	62	35	36	41	74	72	72	75	80	62	69	60	74	93		66
대	90	71	76	83	82	61	58	51	66	58	55	69	75	84	51	52	
습 최 소 Lowest	41	23	21	26	24	58	59	51	33	67	36	29	42	48	80		21
도	74	56	45	67	67	37	37	30	46	38	35	50	58	60	34	31	3일
(%) 나타난 시간 Time	0305	2349	0309	1918	0827	2303	2357	0317	0746	2357	2338	0221	0937	0327	0120		0309
R.H.	2327	2230	0558	2251	0421	1851	0649	1528	0501	2052	0339	1047	0239	2340	2111	0029	
평 균 Average	1.2	1.3	9.6	8.6	6.9	3.9	1.1	3.4	2.7	3.6	1.3	0.8	0.6	2.5	2.0		3.0
바	4.9	0.9	0.8	4.9	9.0	2.4	9.9	1.9	0.5	1.0	0.3	1.3	0.7	2.5	1.3	1.0	
순 간 최 대 Greatest Gust	5.4	13.8	23.8	20.7	16.6	14.1	10.5	13.7	12.2	10.0	5.0	7.9	4.7	8.5	8.0		26.2
람	10.6	5.9	8.0	14.7	18.1	14.8	26.2	19.0	6.0	8.8	5.6	10.1	5.3	9.3	17.8	15.7	22일
풍	N	NW	WNW	SW	WSW	W	WSW	WSW	W	WSW	NNE	SW	SSW	WSW	SSW		NW
(m/s)	W	WSW	WSW	WSW	W	WSW	NW	WNW	SSW	WSW	WSW	W	WSW	W	WSW	WSW	
Wind 나타난 시간 Time	0835	2348	1403	1239	1452	0038	1522	1149	1537	0405	1623	0131	2145	1313	0912		1927
	1828	0000	2350	2357	1528	0107	1927	0015	1235	1554	2115	1708	1503	1822	2238	0018	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	7.0	3.0	6.0	8.0	7.5	2.8	6.0	1.5	6.8	8.0		4.5
	8.0	4.5	6.8	8.0	8.0	4.3	0.0	1.3	2.0	4.5	2.0	4.0	7.5	6.3	4.8	4.5	
시 작 시 간 Start Time																	
폭풍설							1505,										
끝 난 시 간 End Time							1700										
Bliz-							1520,										
zard							2020										
계 속 시 간 Duration of Blizzard							0015,										
							0320										

2019년 12월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																
수평면일사량(0.001 MJ/m ²)/월총량		34953	35283	36793	36617	26418	25317	31878	29632	22934	19558	35283	27277	37521	28001	21033	934813																
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		21175	34162	26050	19052	19651	29808	38074	37055	36058	32040	37749	30528	23442	27731	38707	35036																
일평균 수평시정(km)/월최소		20.0	20.0	20.0	20.0	19.5	18.8	20.0	16.8	9.3	18.0	20.0	20.0	20.0	15.8	1.5	1.5																
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		10.8	20.0	10.5	8.0	5.8	20.0	15.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	12.5	11.6	20.0	20.0	15일															
적설최심		-	-	-	-	-	0.2	-	0.3	8.3	9.5	2.0	-	-	-	17.0	25.0																
눈 Max. Depth. Snow Cover		25.0	15.5	-	1.2	15.2	20.7	20.0	1.5	1.0	-	-	-	1.5	2.0	-	-	16일															
신적설 합 계 Total		-	-	-	-	-	0.2	-	0.3	8.3	1.2	-	-	-	-	17.0	64.0																
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth		17.5	-	-	0.5	14.0	3.0	-	-	-	-	-	-	1.5	0.5	-	-	17.5															
Fall 나타난 날 Date																	16일																
맑음 Clear	(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y	y	y											y							7										
구름조금 Partly Cloudy	(2.1≤N≤4.0)																y	y							4								
구름많음 Mostly Cloudy	(4.1≤N≤6.0)																y							y	y			6					
흐림 Cloudy	(6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y			y	y	y			14													
눈 Snow																	y	y	y			14											
비 Rain		y	y	y	y	y											y	y							0								
Meteo. Pheno-mena	진 눈 개 비 Sleet																				0												
	안 개 Fog																				0												
	박 무 Mist																				0												
해상 상태	유 빙 Drift Ice(F:Frozen)	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	F
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

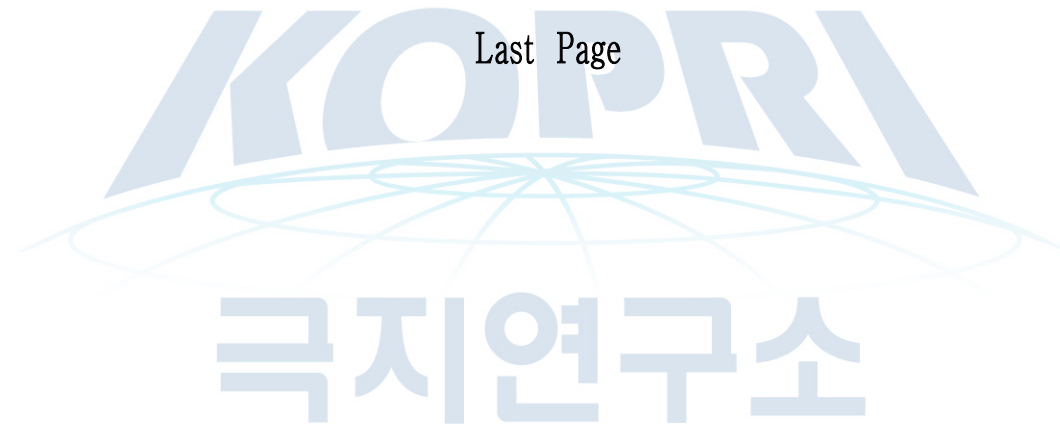
08

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed for directions(unit: m/s)

2019년 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	5.4	4.8	4.5	4.1	3.0	2.2	3.5	4.3	4.8	4.9	3.8	3.2	1.4	1.0	1.1	1.7
2	8.6	5.6	5.4	4.1	3.4	2.5	3.1	3.8	3.6	3.4	4.2	1.9	9.0	8.8	13.8	7.8
3	5.8	4.1			3.0	2.2			8.0	9.2	18.6	16.7	23.3	23.8	20.9	6.8
4									6.2	11.0	17.2	20.7	18.0	18.0	14.6	
5							1.4	6.6	5.7	10.0	15.5	16.6	13.9	13.9	11.3	
6	4.6	3.6	3.9	3.9	4.4	4.1	2.7	3.1	3.7	6.5	13.5	14.0	14.1		5.8	5.2
7	3.8	4.2	4.2	3.9	3.3	3.2	3.9	4.0	4.4	5.6	10.3	10.5	5.7	4.8	3.0	
8	5.6	5.8	5.1	2.9	2.3	2.9	2.8	6.2	8.0	8.7	12.2	13.7	12.8	1.3	1.2	6.2
9	4.0	4.0	3.6	3.4	4.4	5.1	5.4	5.0	4.9	10.6	11.4	12.1	12.2	3.8	3.7	2.9
10	3.7	4.1	2.9	2.8					4.4	6.2	8.2	10.0	10.0	4.0	3.2	2.7
11	5.0	5.0	3.3	2.1	1.6	1.6	1.7	1.3	1.8	1.8	2.5	2.7	3.0	4.6	3.5	4.0
12	2.7	2.8	2.4	2.3	2.3	2.6	4.4	4.5	4.0	6.1	7.9	7.7	7.4	3.3	3.5	1.6
13	4.4	4.5	3.6	2.3	2.1	1.7	1.9	4.0	4.4	4.7	4.7	2.3	2.8	2.8	2.6	2.8
14	3.0	3.2	2.9	2.4	2.1	2.1	3.5	5.7	6.1	6.9	7.9	8.5	7.5			1.3
15	1.3	1.3	3.2	4.1	5.0	3.5	4.5	6.5	7.6	8.0	6.5	4.8	1.3		0.9	1.3
16									7.6	9.0	8.5	9.9	10.6			
17	3.8	4.1	2.6	2.5	2.6	2.1	2.2	1.9	2.0	3.7	3.8	5.9	2.9	3.7	4.0	3.8
18	3.4	4.1	3.7	2.1	2.4	2.7	3.0	4.8	4.6	5.7	7.7	8.0	3.6		0.7	1.4
19										6.3	10.2	14.7	12.1			
20										8.0	13.5	16.8	18.1			
21	6.1	6.2	4.8	6.1	5.8	5.5	3.9	4.3	5.5	5.1	14.8	14.2	12.8	11.3	4.6	4.5
22	4.7	7.1	6.7	2.9	6.8	4.7	8.9	3.3	7.6	10.6	9.0	13.7	21.8	26.2	23.4	14.2
23	9.9	7.9	8.4	7.9	7.4	4.8	5.0	5.2	3.0	4.1	4.2	3.6	8.3	19.0	18.2	14.1
24	4.2	4.4	4.0	3.4	3.3	2.8	3.8	3.3	3.3	6.0	5.8	5.0	4.8	3.2	2.6	2.5
25	3.9	5.0	3.8	3.3	2.1	2.0	1.9	2.0	2.9	5.6	6.9	8.8	7.4	2.7		1.8
26	2.8	5.0	4.6	2.7	1.9	2.5	2.8	3.3	3.3	5.0	5.6	5.5	3.0	2.1	2.3	1.7
27	3.3	3.3	2.9	1.8	2.1	3.2	3.4	3.7	3.1	4.6	7.8	8.7	10.1	6.4	4.0	4.1
28	2.4	2.5	2.3	1.9	2.6	2.9	3.6	4.0	3.6	3.4	5.1	5.3	4.4	1.4	0.8	2.2
29	3.9	5.7	4.5	3.7	2.0	2.4	2.1	3.0	3.5	5.5	7.7	9.1	9.3	5.5	3.7	4.4
30	6.5	6.1	4.5	3.5	3.8	3.0	3.5	3.9	5.3	9.3	11.4	17.8	17.7	5.2	5.3	3.5
31	6.7	6.2	4.8	3.4	2.8	2.2	2.2	1.4	2.6	5.5	11.8	15.7	14.2	6.9	5.9	2.8
월 Month	9.9	7.9	8.4	7.9	7.4	5.5	8.9	6.6	8.0	11.0	18.6	20.7	23.3	26.2	23.4	14.2

Last Page



II. 남극세종과학기지 기상 연보

ANNUAL WEATHER REPORT ANTARCTIC KING SEJONG STATION



2019

극지연구소

KOREA POLAR RESEARCH INSTITUTE
REGULAR OBSERVATIONS and LONG-TERM MONITORING
at KING SEJONG STATION

KING SEJONG STATION (WMO INDEX No. 89251)
ELEVATION: 9.85 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 [Korea Meteorological Administration \[INTERNET,](#)
[since JAN 2019\]](#)

- 18 UTC ─┘

- 24 UTC ─┘

3. OBSERVATION AND RECORDING TYPE OF EACH ELEMENTS

● AUTOMATIC OBSERVATION

- WIND SPEED(ms^{-1}) : Ave., Max./Max. Time
- WIND DIRECTION(deg) : Resultant Vector
- TEMPERATURE($^{\circ}\text{C}$) : 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
- TEN-DAY DATA TRANSMIT TO KOPRI, KOREA (e-mail or ftp)
- DATA TRANSMIT TO [KMA](#) FOUR TIMES A DAY (INTERNET)
- MONTHLY AND ANNUAL REPORT PRODUCTION

B. SYNOPTIC OBSERVATIONS

1. SURFACE WEATHER OBSERVATIONS

- ☞ AUTOMATIC METEOROLOGICAL OBSERVATION SYSTEM (AMOS);
DATA LOGGER (CR-1000, CAMPBELL SCIENTIFIC. INC. UTAH, USA)
LOGGNET PROGRAM
- ☞ AIR TEMPERATURE;
TEMPERATURE PROBE (ACCURACY ± 0.10 °C)
3-ELEMENTS COMPOSITE LINEAR THERMISTOR (-50 °C ~ 50 °C)
- ☞ RELATIVE HUMIDITY;
RH PROBE (ACCURACY ± 2 TO ± 3 %)
THIN FILM CAPACITOR (0 ~ 100 %)
- ☞ STATION LEVEL AIR PRESSURE;
[PTB101 BAROMETER](#) (ACCURACY ± 0.5 hPa)

☞ WIND SPEED AND DIRECTION;

SKYVANE SYSTEM (ACCURACY $\pm 0.4 \text{ ms}^{-1}$, $\pm 2^\circ$)

4-BLADE PROPELLER, DC GENERATOR ($0 \sim 90 \text{ ms}^{-1}$)

COUNTERBALANCED TAIL ($0 \sim 360^\circ$)

☞ PRECIPITATION;

ELECTRICALLY HEATED RAIN/SNOW GAUGE (ACCURACY 0.5 %)

TIPPING BUCKET TYPE (UNLIMITED CAPACITANCE)

☞ VISIBILITY, CLOUDS, STATE OF SEA AND GROUND

VISUAL OBSERVATION; 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

2. RADIATION ENERGY MEASUREMENTS

☞ GLOBAL SOLAR RADIATION ON A HORIZONTAL SURFACE

EPPLEY TYPE DOUBLE SPECTRAL PYRANOMETER (Sensitivity ~
6 mv/ly/min)

MULTIJUNCTION COPPER-CONSTANTAN, CIRCULAR TYPE
($0.285 \sim 3 \mu\text{m}$), SCHOTT OPTICAL GLASS (WG7)

TOTAL UV SOLAR RADIATION

10 MINUTES OUTPUT INTERVAL (AVERAGE VALUE);

EPPLEY TOTAL UV-PHOTOMETER

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 하였다.

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 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 의 방향에 대한 일 벡터 합성값의 16방향이다.

Daily averages for station level air pressure(hPa), air temperature($^{\circ}\text{C}$), wind speed(ms^{-1}), relative humidity(%) and dewpoint temperature($^{\circ}\text{C}$) 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 자료집록기함에 설치된 기압계로 측정되며, 단위는 hPa이고 평균 해수면 고도 9.85 m의 높이에서의 값이다.

Station level air pressure is measured by a digital barometer and given in hPa unit at 9.85 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°C 이하의 값은 음의 부호로써 표시하였다.

Air temperature($^{\circ}\text{C}$) 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°C 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, 순간 최대풍속은 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 45분임) 및 지속시간(예: 2030은 20시간 30분임)으로 표시하였다.

Blizzards are strong winds exceeding 14 ms^{-1} with much snow and bad visibility($< 150 \text{ m}$), and are given in hour and minute for start, end and duration time(Example; 0645 \rightarrow 06:45, 2030 \rightarrow 20:30, local standard time).

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($\times 0.1\%$) 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 8분수로 표시하였고, 관측이 불가능한 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 에플리 일사계로 자동 측정된 것이다.

The global solar radiation on a horizontal surface is automatically measured by Eppley double dome spectral pyranometer.

11. 일평균 수평 시정은 관측자가 시정도를 근거로 하여 기지 각 방향을 4시간 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 4-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.

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 occurs, 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).



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
1988	Ave	992	990	986	991	997	994.3	990.3	999.2	991.6	999.8	982.1	982.7	991.3		
	Max		1005	1012	1011	1018	1015	1014	1025	1016	1025	995	998		1025	8/9, 10/25
	Min		973	968	957	977	966	952	976	958	974	966	963		952	7/23
1989	Ave	991.1	986.5	987.5	991.2	985.1	983.1	994.8	997.7	990.2	982.7	983.3	990.5	988.6		
	Max	1003	1005	1010	1003	1014	1024	1015	1017	1017	1010	1006	1004		1024	6/12
	Min	970	966	959	976	954	952	965	977	963	957	946	962		946	11/2
1990	Ave	989.3	990.8	984.4	990.1	1002.5	983.7	992.2	979.8	992.4	976.6	972.1	986.7	986.7		
	Max	999	1005	1011	1010	1027	1012	1010	1007	1018	999	997	1006		1027	5/9-12
	Min	968	970	958	965	960	953	956	951	956	952	954	964		951	8/18
1991	Ave	986.7	990.6	988.6	990.9	987.1	990.2	991.8	986.8	996.4	984.6	987.5	997.2	989.9		
	Max	1002	1012	1023	1016	1011	1013	1012	1016	1023	1014	1001	1008		1023	3/30, 9/27
	Min	968	970	961	967	970	955	962	951	959	955	964	978		951	8/17
1992	Ave	989.9	986.4	989.5	993.7	997.9	1000.9	995.9	990	987	984.8	993.1	994.6	992.0		
	Max	1007	1005	1009	1023	1016	1017	1024	1012	1007	1020	1011	1011		1024	7/13
	Min	970	966	962	963	983	971	962	971	952	962	965	971		952	9/5
1993	Ave	994.5	993	987.4	986.8	987.5	990.6	992	987	983.1	983.7	984	983.5	987.8		
	Max	1008	1014	1009	1011	1017	1021	1018	1010	1013	1007	1013	999		1021	6/8, 9
	Min	977	970	967	956	967	969	960	958	950	946	963	962		946	10/9
1994	Ave	984	984.8	991.7	993.4	994.6	995.1	993.8	987.7	979.4	988.2	992.2	987.1	989.3		
	Max	1000	1002	1009	1017	1018	1018	1014	1012	1003	1010	1007	1003		1018	5/27, 6/12
	Min	966	956	968	966	967	967	965	958	952	965	970	976		952	9/19
1995	Ave	990.9	990.2	982.1	990	990.6	987.8	988.5	993	986.6	991.4	980.8	985.1	988.1		
	Max	1007	1017	1002	1015	1008	1002	1011	1017	1012	1016	1006	1009		1017	2/18, 8/10
	Min	971	960	944	954	961	969	960	963	949	959	959	957		944	3/19
1996	Ave	989.3	988.1	984.2	994.7	984.5	991	989	988.2	993.7	983.8	976.1	987	987.5		
	Max	1015	1017	1002	1012	1016	1029	1009	1019	1012	1006	1000	1010		1029	6/25
	Min	968	951	959	967	958	962	956	959	976	959	953	966		951	2/24
1997	Ave	986.3	990.7	988.6	983.7	997.1	1000.5	988.2	984.3	991.6	989	994.9	996.8	991.0		
	Max	1003	1005	1011	1014	1017	1020	1017	1009	1021	1021	1013	1017		1021	9/30, 10/1
	Min	964	971	961	962	974	982	957	955	951	967	974	978		951	9/10
1998	Ave	983.6	992.4	988.7	993.7	997.9	994	976.8	983.8	988.4	979.1	982.4	980.9	986.8		
	Max	999	1012	1007	1018	1016	1017	1011	1011	1014	1010	1018	1005		1018	4/29, 11/7
	Min	969	974	963	969	968	967	950	961	957	953	951	959		950	7/10
1999	Ave	987.7	982.7	993.2	986.5	991.3	995.1	988	988.1	989.6	983.9	986	980.8	987.7		
	Max	1003	1004	1008	1008	1021	1011	1017	1013	1008	1013	1013	998		1021	5/29
	Min	970	958	961	959	955	962	959	955	962	940	951	956		940	10/15
2000	Ave	979.7	993.6	1000.6	986.7	996.6	995.8	1002.7	990.8	1000.3	987.4	992.8	987	992.8		
	Max	995	1012	1017	1002	1031	1016	1031	1008	1035	1018	1010	1002		1035	9/7
	Min	964	978	975	959	964	967	959	958	976	954	971	967		954	10/16, 17
2001	Ave	987.5	986.8	986.3	986.1	997.3	990.8	994.7	980.8	989.5	983.5	978.9	981.7	987.0		
	Max	1001	1005	1006	1006	1025	1015	1014	1002	1013	1012	1001	1007		1025	5/9
	Min	969	966	966	965	960	965	976	949	966	949	956	952		949	8/17, 10/27
2002	Ave	986.2	985.1	990.2	986.5	992.1	989.7	993.5	997.3	1001.1	987.7	988.3	988.7	990.5		
	Max	1004	1003	1018	1002	1015	1009	1011	1022	1020	1001	1008	1010		1022	8/29,30
	Min	965	962	968	965	971	963	950	971	967	971	972	968		950	7/14
2003	Ave	991.1	985.2	995.5	992.4	989.8	996.2	983.3	986.8	989.8	983.2	983.4	993.4	989.2		
	Max	1001	1008	1016	1022	1019	1024	1010	1014	1020	1007	998	1007		1024	6/9,10
	Min	970	968	956	957	962	976	955	954	959	949	966	977		949	10/24
2004	Ave	985.2	996.2	987.2	990.7	992.7	987.1	989.8	989.7	977.9	988.2	993.6	989.6	989.0		
	Max	999	1017	1007	1012	1024	1018	1011	1011	1005	1010	1022	1004		1024	5/16
	Min	960	977	965	968	945	967	943	958	937	964	969	957		937	9/18
2005	Ave	985.0	985.4	989.2	982.5	992.8	995.2	996.2	990.6	998.2	991.9	989.6	994.3	990.9		
	Max	1000	1008	1011	1009	1008	1028	1014	1010	1021	1013	1004	1009		1028	6/18
	Min	972	963	967	957	973	963	974	952	969	950	970	963		950	10/10
2006	Ave	990.4	994.7	980.1	990.8	988.2	996.6	992.6	998.7	990.1	990.1	981.4	984.0	989.8		
	Max	1010	1016	996	1010	1020	1020	1017	1021	1025	1016	1006	1000		1025	9/23
	Min	979	971	960	960	955	971	957	973	949	962	946	965		946	11/4
2007	Ave	989.3	986.9	988.3	990.5	998.4	990.9	993.4	987.6	996.8	984.1	989.5	983.2	989.9		
	Max	1008	1000	1007	1026	1023	1009	1016	1013	1023	1004	1008	1009		1026	4/29
	Min	962	965	956	973	969	973	959	960	960	956	970	961		956	10/1

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
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	991	992	986.6	989.1	993.2	1001.5	995.1	990.4	990	987.6	993	991.1		
	Max	1004	1036	1023	1033.2	1045.3	1030.3	1037.6	1046.5	1032.3	1040.1	1037.2	1032.8		1047	8/23
	Min	968	964	964	950.2	952.5	966.6	969.5	958.3	963.7	968	963.3	971		950	4/13
Total	Ave	987.6	990.6	988.7	989.2	991.9	990.7	991.4	990.3	990.8	985.9	984.9	986.8	989.1		
	Max	1015.0	1036.0	1023.0	1033.2	1045.3	1030.3	1037.6	1046.5	1035.0	1040.1	1037.2	1032.8		1047	19/8/23
	Year	1996	2019	1991	2019	2019	2019	2019	2019	2000	2019	2019	2019			
	Min	960	944	944	950.2	945	942	943	929	937	940	946	952		929	15/8/16
	Year	04,13	2009	1995	2019	2004	2013	04,12	2015	2004	1999	89,06	2001			

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	10.4	12/12		
	Max		5.8	5.8	4.4	5.1	3.1	2.4	1.7	4.4	8.4	7.9	10.4				-19.9	8/28
	Min	-0.9	-6.8	-7.8	-8.5	-19.0	-17.5	-19.9	-12.5	-10.4	-6.4	-5.2						
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	8.9	3/18		
	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				-15.4	5/11
	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					
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	8.6	1/18		
	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				-21.6	9/1
	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					
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	8.9	1/12		
	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				-24.4	8/5
	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					
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	11.2	1/23		
	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				-23.6	7/13
	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					
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	8.6	3/9		
	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				-16.6	6/29
	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					
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	9.4	12/17		
	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				-25.6	7/24
	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					
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	9.7	2/11		
	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				-25.1	7/22
	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					
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	8.9	3/17		
	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				-15.3	6/22
	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					
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	11.0	1/22		
	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				-21.3	7/2
	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					
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	10.2	1/14		
	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				-23.1	9/14
	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					
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	12.0	1/11		
	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				-17.2	8/11
	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					
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	8.6	3/11		
	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				-18.3	9/11
	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					
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	9.2	12/31		
	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				-17.0	7/20
	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					
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	11.5	12/31		
	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				-24.6	7/20
	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					
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	9.6	4/6		
	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				-17.3	7/22
	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					
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	13.2	1/24		
	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				-19.3	7/13
	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					
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	9.8	1/4		
	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				-23.1	7/1
	Min	-2.3	-1.9	-8.6	-11.6	-9.6	-23.1	-23	-14.6	-10.5	-6.9	-5.8	-5.7					
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	10.5	12/26		
	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				-16.8	6/20
	Min	-2.3	-1.9	-2.3	-7.5	-11.6	-16.8	-14	26	-13.5	-8	-5	-2.4					
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	9.7	12/30		
	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				-24.2	7/26
	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					

월별 기온 Monthly Air Temperature

(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
Total	Ave	1.9	1.7	0.8	-1.5	-2.7	-5.0	-5.4	-5.2	-3.7	-2.2	-0.5	0.8	-1.8		
	Max	13.2	11.5	11.3	9.6	8.9	7.9	5.8	5.2	11.0	9.9	9.9	10.5		13.2	04/1/24
	Year	2004	2002	2017	2003	2016	1998	03,04	2003	2002	2002	2008	2006			
	Min	-4.6	-7.1	-10.0	-18.3	-20.7	-24.6	-25.6	-24.4	-23.1	-19.8	-10.0	-8.5		-25.6	94/7/24
	Year	2016	2014	2004	1990	92,02	2002	1994	1991	1998	2002	2009	2013			

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	43.3	12/30
	High		12.8	31.9	28.7	29.5	36.3	37.1	29.0	30.6	30.7	28.6	43.3			
	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	38.9	3/26
	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			
	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	46.6	6/16
	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			
	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	46.6	9/11
	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			
	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	37.9	12/2
	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			
	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	36.7	11/7
	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			
	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	39.2	8/27
	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			
	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	44.5	8/1
	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			
	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	40.3	5/29
	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			
	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	35.1	4/22
	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			
	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	39.8	4/1
	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			
	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	38.6	9/21
	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			
	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	46.5	6/7
	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			
	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	41.4	9/20
	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			
	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	41.2	10/10
	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			
	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	49.5	8/16
	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			
	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	40.2	9/17
	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			
	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	37.6	4/20
	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			
	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	41.9	6/30
	High	27.2	31.4	37.5	35.5	34.8	41.9	30	37.7	41.3	35.8	31	34			
	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	40.1	8/10
	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			
	Date	31	20	18	5	19	19	3	10	24	22	30	28			

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
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	50.0	4/20
	High	30.9	33.3	38.6	50	32.7	36.7	44.6	32.3	29	32.2	29.1	29.7			
	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	37.8	5/17
	High	27.4	36.8	34.9	31.5	37.8	35.6	36	37.2	36.9	33.3	34	28			
	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	41.4	5/15
	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			
	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	41.2	9/16
	High	27.2	34	34.3	36.6	34.6	31.3	38	30.3	41.2	33.3	35.9	33.3			
	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	49.4	6/20
	High	22.9	28.4	29.1	39.5	41.9	49.4	42.9	32.1	37.5	33	31.9	24.1			
	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	50.8	8/19
	High	45.9	39.2	38.9	38.3	42	37.5	45.2	50.8	45.6	36.9	44.6	34.8			
	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	51.9	7/1
	High	32.7	36.9	45.5	41.6	46	50.7	51.9	49.7	51.7	40.2	38.5	27			
	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	49.1	8/5
	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			
	Date	23	15	12	10	21	28	22	5	4	18	18	12			
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	35.1	3/16
	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			
	Date	12	16	16	6	20	13	17	7	7	31	2	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	33.9	8/22
	High	24.1	21.2	26.2	27.1	30	26.6	24.8	33.9	31.7	23.2	27.7	33.4			
	Date	26	27	17	8	14	18	11	22	7	16	29	21			
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	37.3	11/4
	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			
	Date	12	21	27	15	28	21	25	9	13	18	4	14			
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	38	8/9
	High	21	20.1	29.1	36.6	35.6	29.1	33	38	28.4	29.4	28.9	20.3			
	Date	11	7	24	6	10	25	25	9	1	26	1	23			
Total	Ave	6.6	7.2	7.9	8.2	8.1	8.5	8.3	8.6	8.7	8.7	7.6	6.8	7.9	51.9	14/7/1
	High	45.9	39.2	45.5	50.0	46.0	50.7	51.9	50.8	51.7	41.2	44.6	43.3			
	Year	2013	2013	2014	2008	2014	2014	2014	2013	2014	2002	2013	1988			

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	28.5	10/3
	Max	*	12.0	11.5	1.5	0.2	0.7	0.1	*	*	28.5	7.4	19.5			
	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	26.5	3/12
	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			
	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	25.0	10/13
	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			
	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	30.7	4/3
	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			
	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	25.8	4/7
	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			
	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	23.8	6/2
	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			
	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	18.4	1/26
	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			
	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	55.2	8/1
	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			
	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	38.2	4/19
	Max	13.1	22.0	38.2	12.4	18.3	13.4	34.4	8.6	7.7	6.2	37.2				
	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	22.4	10/18
	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			
	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	31.1	1/3
	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			
	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	25.6	3/2
	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			
	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	27.9	2/3
	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			
	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	22.0	7/1
	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			
	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	20.8	1/5
	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			
	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	59.0	2/25
	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			
	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	38.7	3/17
	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			
	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	34.1	2/12
	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			
	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	47.6	4/4
	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			
	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	35.3	4/14
	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			
	Date	11	20	18	14	8	18	14	10	16	15	23	1			

월별 강수량 Monthly Precipitation

(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	13.3	1/20
	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			
	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	46.8	9/24
	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			
	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	35.2	2/5
	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			
	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	15.1	10/31
	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			
	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	46.0	5/20
	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			
	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	57.0	3/25
	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			
	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	16.4	3/8
	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			
	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	25.0	10/19
	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			
	Date	22	2,4	19	11,19	13	5	17	5	13	19	18	2			
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	13.4	3/26
	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			
	Date	29	20	26	15	21	17	20	30	6	30	30	18			
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	27.6	4/19
	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			
	Date	16	27	17	19	15	20	4	21	24	18	19	9			
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	21.1	3/26
	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			
	Date	12	3	26	15	26	15	8	23	4	12	4	6			
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	10.9	4/13
	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			
	Date	19	13	14	13	10	6	25	3	28	24	26	25			
Total	Ave	44.8	54.7	60.0	56.6	38.7	34.1	37.0	39.4	39.8	42.4	35.5	31.0	513.9		
	Max	44.7	59.0	58.0	47.6	46.0	25.3	46.2	55.2	46.8	28.5	32.3	52.2			
	Year	2013	2003	2003	2006	2012	2010	1995	1995	2009	1988	2009	2003			
																03/02/ 25

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

AVG. P(hPa)	2018	2019	ANN. AVG.
1	986.0	984.0	987.6
2	985.0	991.0	988.4
3	982.0	992.0	988.3
4	989.0	986.6	989.0
5	990.0	989.1	991.9
6	994.0	993.2	990.7
7	994.0	1001.5	991.6
8	988.0	995.1	990.4
9	992.0	990.4	991.1
10	995.0	990.0	985.9
11	980.0	987.6	984.9
12	980.9	993.0	987.0
AVERAGE	988.0	991.1	988.9

AVG. T(C)	2018	2019	ANN. AVG.
1	1.0	0.7	1.8
2	1.8	0.0	1.7
3	0.4	1.1	0.7
4	-1.3	-0.6	-1.5
5	-2.7	-3.3	-2.8
6	-4.9	-3.9	-5.0
7	-4.7	-4.0	-5.5
8	-4.4	-4.3	-5.2
9	-3.8	-3.9	-3.7
10	-2.4	-2.6	-2.2
11	-0.7	0.0	-0.5
12	0.5	0.7	0.8
AVERAGE	-1.8	-1.7	-1.8

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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	46.1
2	21.1	63.6	148.3	28.0	45.4	99.6	21.4	38.0	36.9	56.7
3	60.4	82.6	52.1	54.4	44.2	108.7	65.0	55.7	62.9	59.3
4	44.5	52.5	40.5	46.4	41.9	132.4	9.5	36.7	14.7	57.2
5	10.0	95.1	46.6	39.1	158.9	61.3	14.9	34.0	11.9	39.7
6	2.3	74.6	59.1	63.4	117.8	27.6	4.9	90.3	27.0	35.6
7	2.8	117.6	50.7	43.7	100.1	9.5	23.5	69.6	10.1	38.7
8	1.5	101.3	98.8	15.2	136.7	86.1	5.9	63.7	22.7	40.8
9	2.1	150.5	70.9	83.2	85.2	5.6	3.3	139.5	39.0	41.6
10	14.4	139.3	32.4	63.5	110.2	55.0	7.6	83.0	23.5	43.9
11	10.6	92.2	29.1	97.9	53.6	26.9	27.2	113.0	11.5	36.4
12	11.4	34.0	26.8	31.9	4.3	9.8	9.7	23.3	24.8	30.5
AVERAGE	18.4	87.9	57.1	48.5	76.2	59.2	16.5	66.9	24.8	43.9
TOTAL	220.6	1055.3	684.9	581.5	914.4	710.5	198.5	803.1	297.7	526.5

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

PRECIP. (mm)	2018	2019	ANN. AVG.
1	22.9	27.6	44.8
2	33.8	13.8	55.3
3	103.3	39.1	61.2
4	58.8	37.5	56.4
5	23.1	22.2	36.5
6	8.9	13.1	34.9
7	16.0	5.9	36.0
8	31.6	4.2	38.3
9	10.0	15.3	37.7
10	19.1	21.0	40.8
11	35.5	9.0	34.8
12	51.4	26.6	31.5
AVERAGE	34.5	19.6	42.4
TOTAL	414.4	235.3	508.2

AVG. RH (%)	2018	2019	ANN. AVG.
1	87.0	85.0	87.5
2	89.0	80.0	88.5
3	87.0	85.0	88.3
4	87.0	85.0	88.1
5	83.0	81.0	88.2
6	87.0	85.0	87.9
7	85.0	85.0	88.3
8	86.0	84.0	88.2
9	85.0	81.0	88.9
10	84.0	81.0	88.7
11	88.0	84.0	87.6
12	86.3	80.0	86.0
AVERAGE	86.2	83.0	88.0

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

AVG. WS(m/s)	2018	2019	ANN. AVG.
1	5.7	5.9	6.7
2	7.4	5.7	7.3
3	8.4	7.0	7.9
4	8.0	8.3	8.2
5	7.9	7.8	8.1
6	7.2	7.5	8.5
7	8.8	5.2	8.3
8	8.9	6.9	8.6
9	8.7	7.7	8.7
10	6.9	8.5	8.7
11	8.3	6.9	7.7
12	7.7	5.1	6.8
AVERAGE	7.8	6.9	7.9

MAX. WS(m/s)	2018	2019	ANN. AVG.
1	25.7	21.0	45.9
2	29.7	20.1	39.2
3	34.1	29.1	45.5
4	34.9	36.6	50.0
5	26.5	35.6	46.0
6	23.6	29.1	50.7
7	31.1	33.0	51.9
8	34.2	38.0	50.8
9	36.8	28.4	51.7
10	35.6	29.4	41.2
11	37.3	28.9	44.6
12	34.4	20.3	43.3
AVERAGE	32.0	29.1	46.7
HIGH WS(m/s)	37.3	38.0	51.9

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

AVG. CLD(1/8)	2018	2019	ANN. AVG.
1	7.6	7.0	7.0
2	7.3	6.2	6.9
3	7.1	6.4	6.9
4	6.8	6.6	6.9
5	6.4	6.2	6.7
6	5.2	6.7	6.6
7	6.6	5.8	6.6
8	5.4	6.5	6.6
9	5.5	6.3	6.8
10	5.1	6.9	6.8
11	5.6	7.1	6.9
12	6.8	6.5	6.9
AVERAGE	6.3	6.5	6.8

BLZ. OCC. NO.	2018	2019	ANN. AVG.	TOTAL
1	0.0	0.0	0.4	12.0
2	0.0	0.0	0.7	23.0
3	2.0	0.0	1.4	45.0
4	3.0	1.0	2.2	69.0
5	0.0	1.0	1.9	62.0
6	1.0	5.0	3.4	108.0
7	2.0	1.0	3.6	115.0
8	1.0	3.0	3.3	104.0
9	2.0	2.0	2.4	78.0
10	2.0	1.0	1.7	53.0
11	0.0	0.0	0.9	29.0
12	0.0	0.0	0.5	15.0
AVERAGE	1.1	1.2	1.9	
TOTAL	13.0	14.0	22.3	713.0

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

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

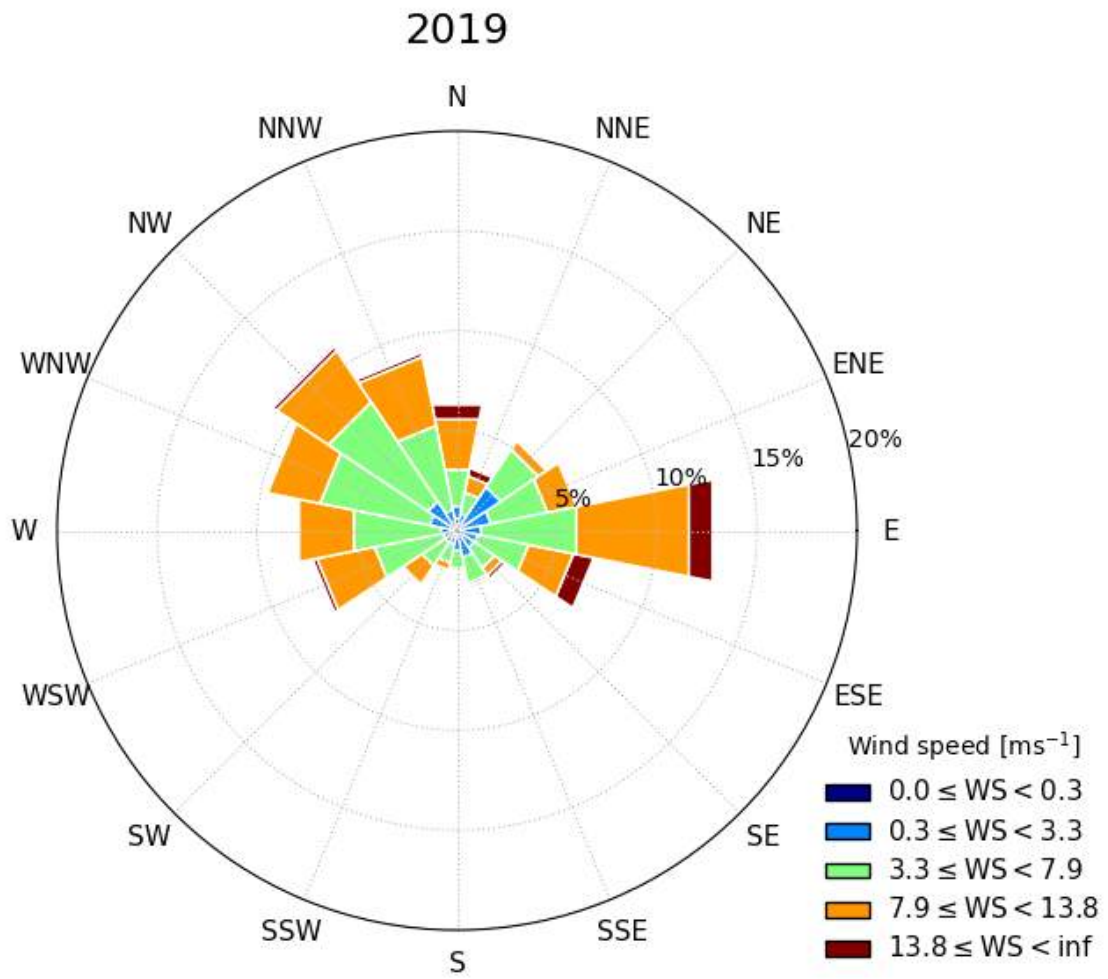
GLB. SOL. RAD.	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
(kJ/m ²) 1	426452	408085	507802	463621	450029	378216	510528	417408	439182	480027
2	295096	282103	245161	258826	371615	261206	283824	286052	344328	275657
3	158068	189852	183683	192254	207323	214462	215175	213278	157004	180738
4	86828	82023	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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2019)

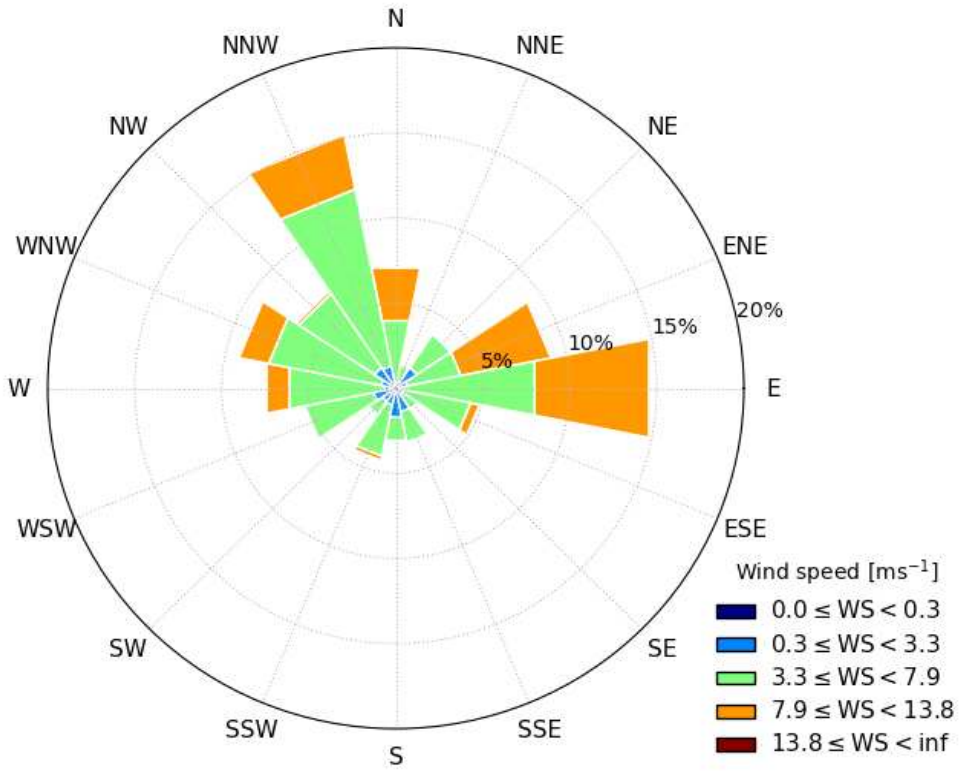
BLZ. OCC. TIME	2018	2019	ANN. AVG.	TOTAL
(hour) 1	0.0	0.0	3.1	97.8
2	0.0	0.0	6.7	214.9
3	1.8	0.0	13.2	421.0
4	25.8	23.0	33.2	1061.6
5	0.0	2.2	26.2	838.0
6	4.8	39.3	46.8	1498.9
7	13.2	8.5	40.2	1287.6
8	7.7	47.3	37.0	1184.2
9	11.2	17.5	23.8	761.4
10	29.5	14.7	20.4	651.7
11	0.0	0.0	7.8	250.9
12	0.0	0.0	3.9	126.0
AVERAGE	7.8	12.7	21.9	
TOTAL	94.0	152.5	262.3	8393.9

GLB. SOL. RAD.	2018	2019	ANN. AVG.	TOTAL
(kJ/m ²) 1	330235	430162	438311	13587638
2	274000	302523	303915	9421361
3	169954	178848	194658	6034403
4	78230	76898	85647	2655050
5	24324	28623	32744	1047805
6	8998	7222	16951	542421
7	15474	19370	26908	861045
8	62505	65794	78252	2425804
9	156313	182549	179277	5736853
10	328373	348427	311238	9959602
11	418081	400474	420833	13466648
12	454046	536715	507144	16228621
AVERAGE	193378	214800	215986	
TOTAL	2320533	2577605	2561477	81967251

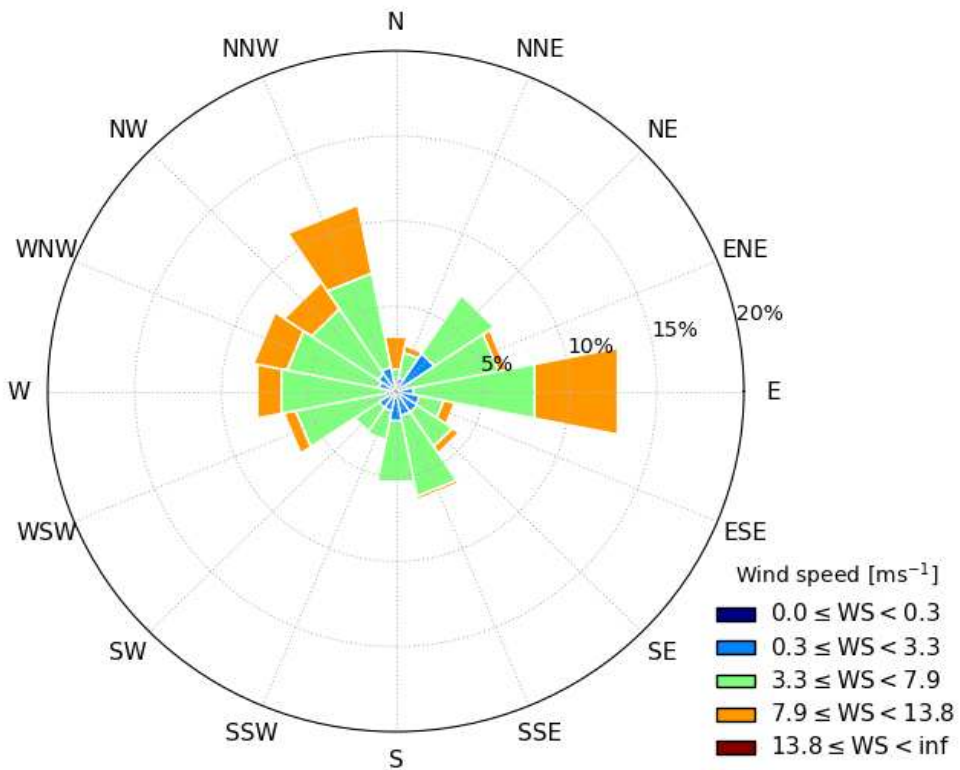
WIND DIAGRAM FOR EACH MONTH OF 2019



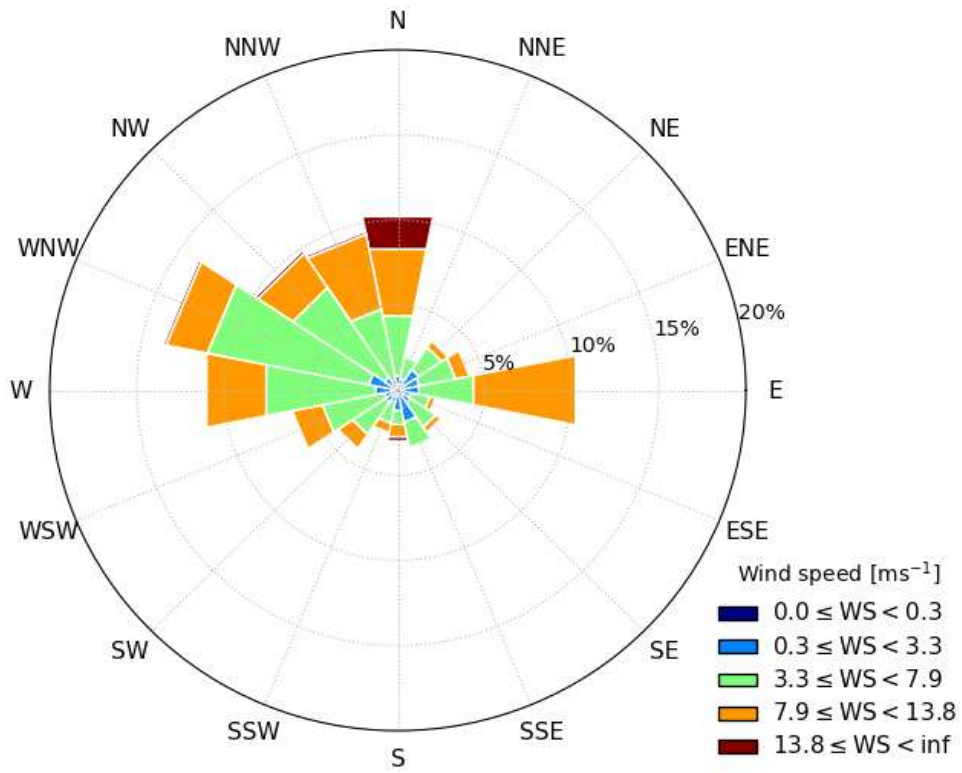
2019 JAN



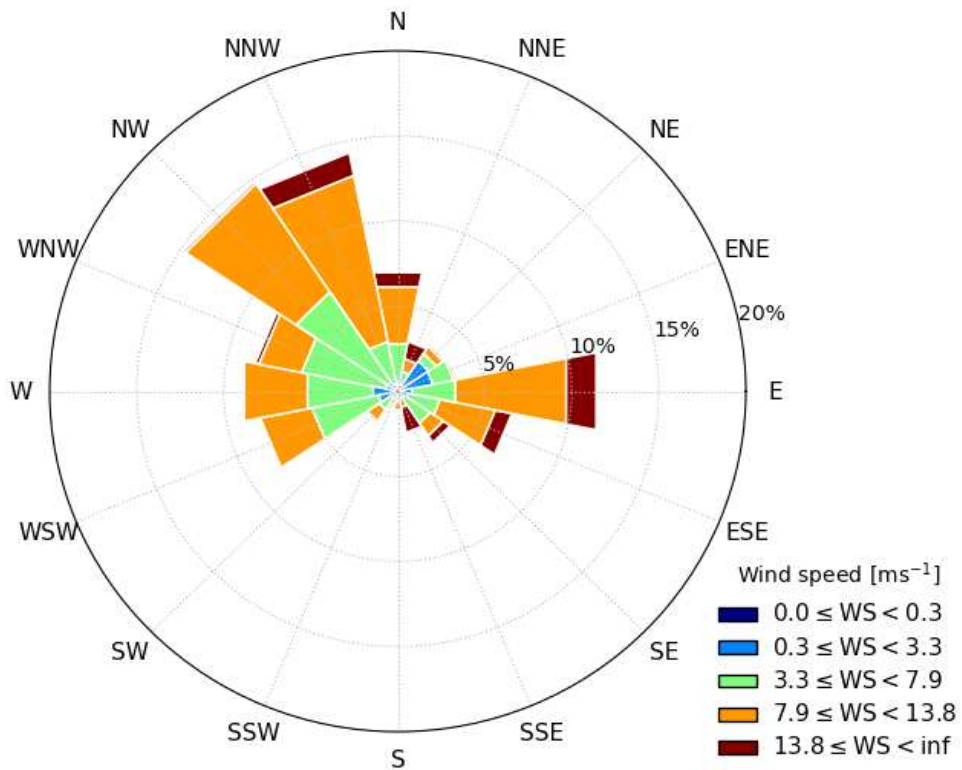
2019 FEB



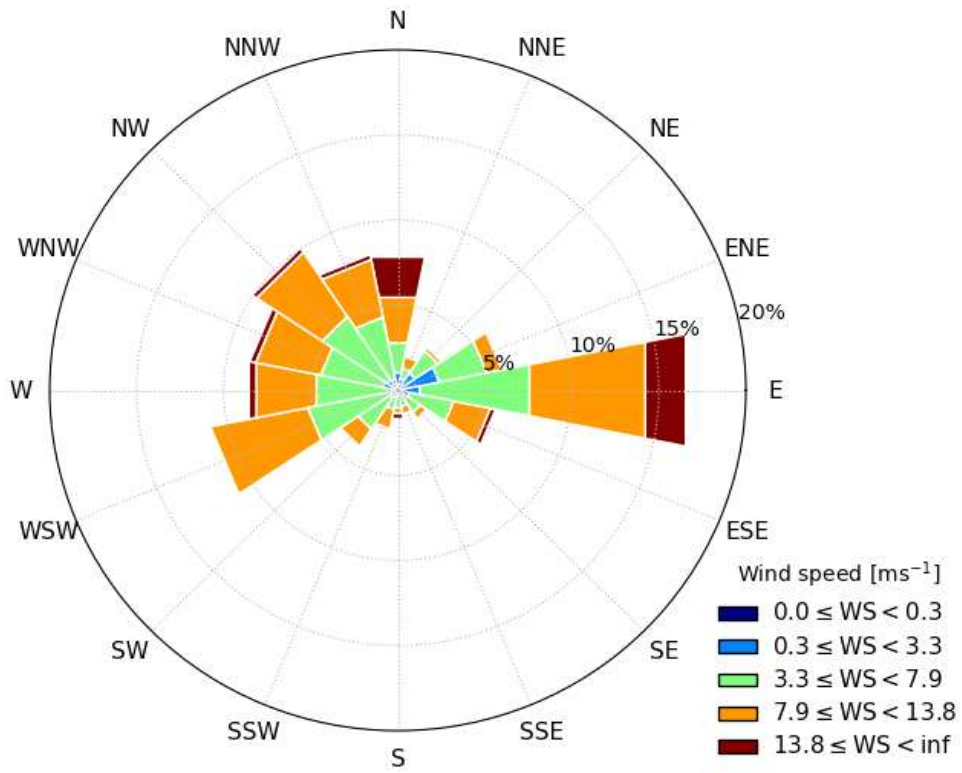
2019 MAR



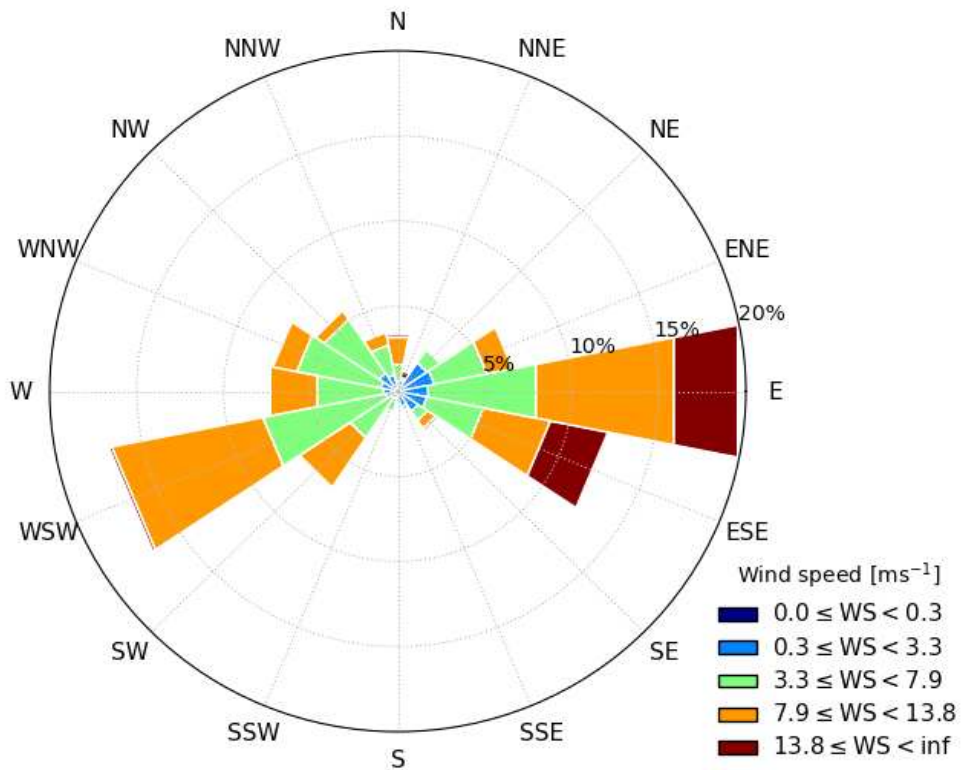
2019 APR



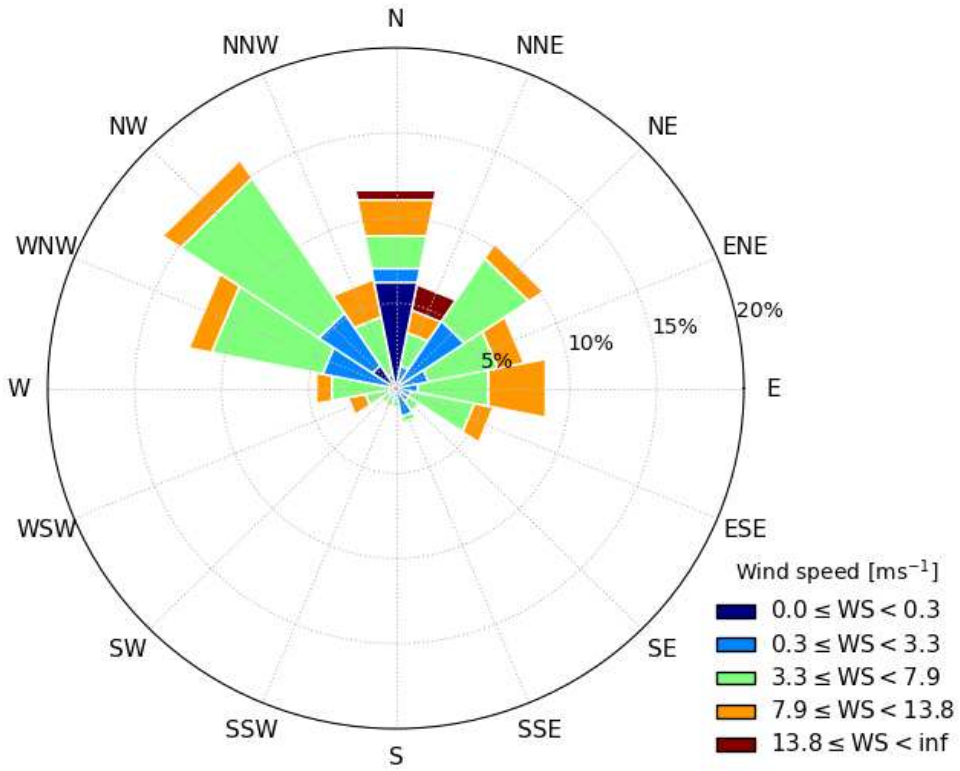
2019 MAY



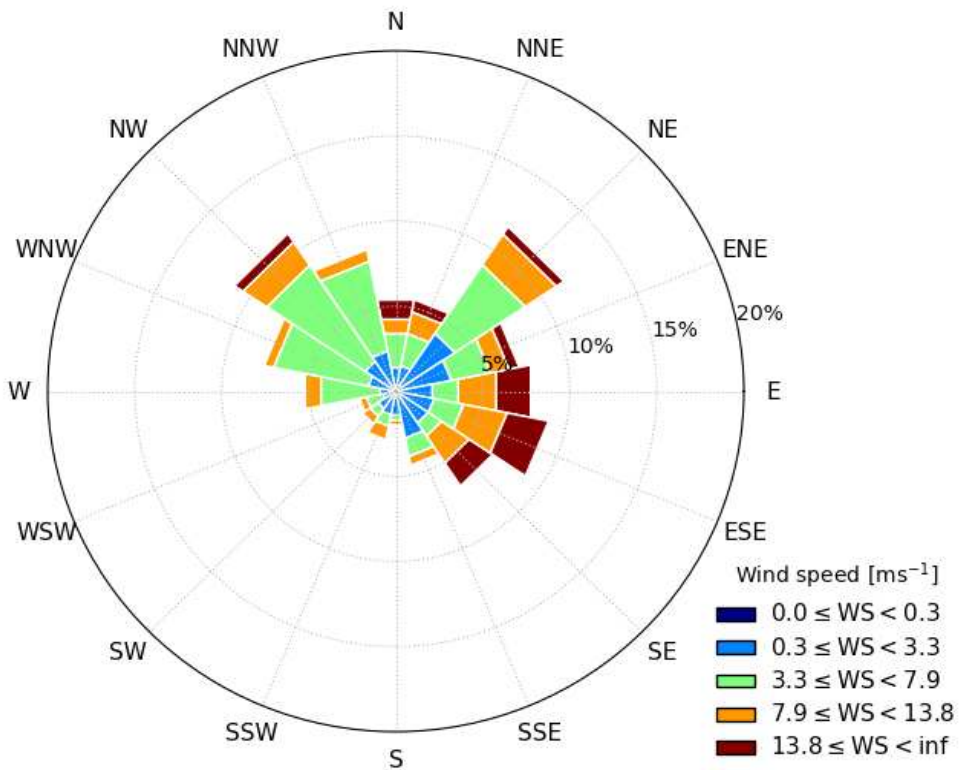
2019 JUN



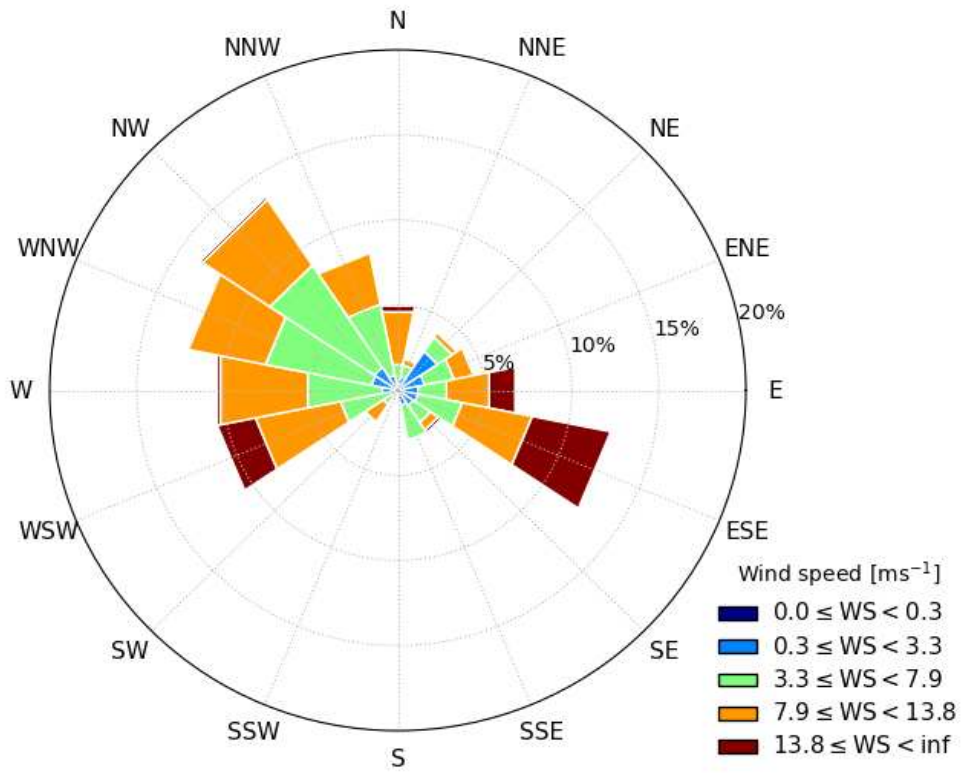
2019 JUL



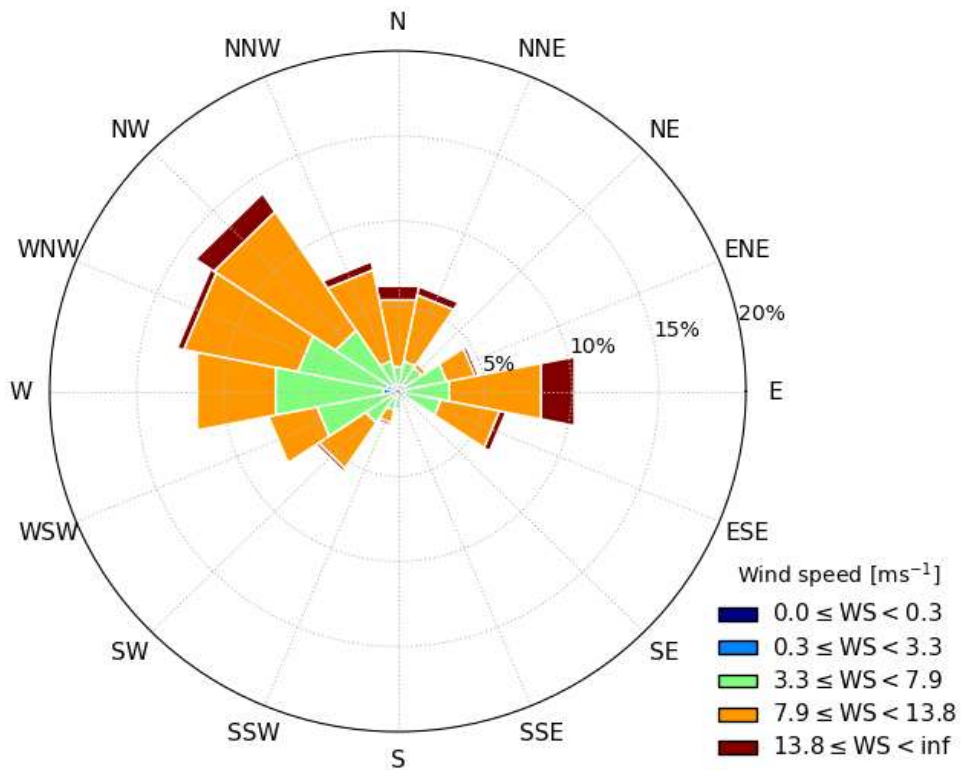
2019 AUG



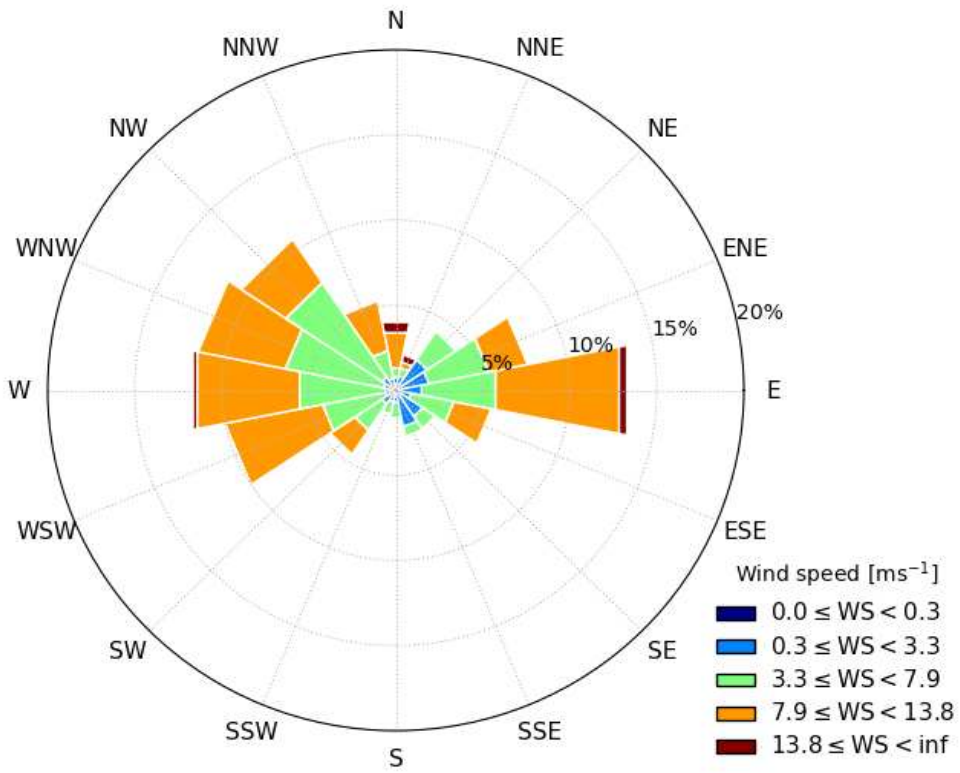
2019 SEP



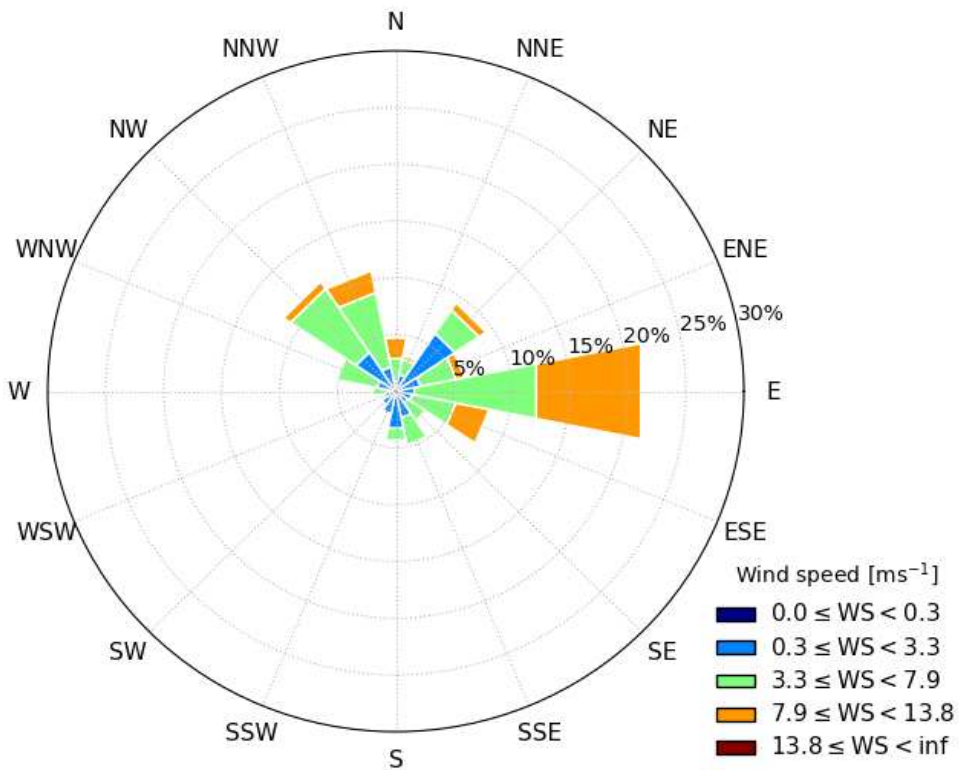
2019 OCT



2019 NOV



2019 DEC



89251 남극세종과학기지 (KARP)

2019년 1월

1
4
1

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	월
요소 Element	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
기압 평균 Ave. Station	979	984	988	980	973	979	989	996	993	986	986	983	983	988	988		984
기압 최고 Highest	990	991	987	976	978	987	984	988	975	974	989	984	976	978	988	995	
기압 나타난 시간 Time	2330	2341	0737	0018	1849	2347	2359	1157	0001	1027	1635	0001	2357	1135	0817		
(hPa)	2317	0529	0403	0002	2347	1935	0005	1342	2014	2359	0638	0001	0013	2330	1748	0657	
기압 최저 Lowest	975	982	986	973	971	975	983	993	991	983	984	981	980	987	986		968
Air Press. 나타난 시간 Time	0002	0015	0000	2112	1241	0000	0005	0041	2355	1702	0000	2359	0412	2304	2142		
	0340	2354	0248	1644	0746	0007	1250	0017	2331	0303	0000	2350	1408	0255	0003	0000	
기온 평균 Ave. Station	0.8	1.0	0.7	0.8	0.3	-0.2	-1.5	0.9	0.8	0.2	-0.1	0.3	-0.7	0.4	0.4		0.7
기온 평균 최고 Avg. Maximum	0.1	0.4	-0.5	1.2	0.7	1.9	2.0	1.1	2.8	0.0	0.9	2.9	2.9	0.5	-0.8	0.5	
기온 평균 최저 Avg. Minimum																	
기온 최고 Highest	3.0	3.1	3.0	2.6	2.1	2.5	0.0	3.4	2.8	1.7	1.5	2.3	0.5	1.9	2.2		6.0
(°C) 나타난 시간 Time	2.6	2.5	1.7	3.3	2.0	4.2	4.1	2.7	5.3	2.9	3.0	5.1	6.0	3.4	1.3	3.0	28일
Air Temp. 나타난 시간 Time	1321	1509	1300	1633	1323	1450	1126	1554	1402	1227	1515	1215	1520	1321	1227		
	1538	1717	2326	0640	1403	1458	1403	1628	0907	0013	1423	1324	1607	0022	1613	1839	
Air Temp. 최저 Lowest	-0.7	-0.4	-0.7	-0.8	-1.3	-2.3	-2.8	-0.8	-0.7	-1.2	-1.1	-1.2	-1.7	-1.0	-0.9		-2.8
	-2.0	-1.4	-2.2	-0.7	-0.7	0.5	0.6	-0.4	0.3	-1.4	-1.4	0.9	0.4	-1.8	-2.0	-2.5	7일
평균이슬점온도(°C)	0345	1900	0336	0419	2233	2322	0337	0134	0101	2041	0620	2355	1814	0253	0406		
Average Dewpoint Temperature	0533	0357	1204	2219	0849	0629	2347	0420	0426	0528	0231	0010	0731	2336	0523	0120	
	-3.1	-1.8	-3.1	-1.1	-0.8	-3.8	-5.8	-1.2	-1.8	-2.2	-1.9	-1.0	-2.1	-1.7	-2.7		-1.6
	-4.0	-2.9	-2.7	-0.1	-0.4	-0.2	0.4	-0.3	0.9	-3.1	-1.9	1.2	1.3	-0.7	-2.8	-1.2	

2019년 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) Total Precipitation	-	0.0	-	0.5	1.4	0.0	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.3	0.1	-		27.6
상 평 균 Average	0.1	0.8	0.6	6.4	2.0	-	2.2	0.2	6.0	1.8	-	0.9	0.1	2.9	0.1	0.4	
대 습 최 소 Lowest	75	81	75	87	92	77	73	86	83	84	87	91	90	86	79		85
도	74	78	85	91	92	86	89	90	87	79	82	88	89	91	86	88	
(%) 나타난 시간 Time	60	65	60	71	86	57	56	66	59	70	83	84	77	71	66		56
R.H.	61	64	74	78	83	72	76	81	78	67	70	71	78	86	73	68	7일
평 균 Average	1334	1156	1519	0103	0515	1636	0543	1516	1605	0500	0724	1217	1423	1234	1201		
바 순 간 최 대 Greatest Gust	1354	0906	2225	0057	1927	1458	0537	1534	0246	1735	2354	0000	1614	0040	1417	1820	
람 풍 향 Direction	3.7	3.0	4.0	7.2	4.9	7.7	5.8	4.5	5.0	7.8	9.9	5.2	5.5	5.9	6.4		5.9
(m/s)	5.3	3.8	7.9	6.3	5.9	7.3	4.0	5.2	5.7	9.0	5.8	7.7	6.9	6.0	6.2	4.0	
Wind 나타난 시간 Time	10.8	8.1	7.0	16.3	11.1	17.2	13.3	11.1	11.7	19.8	21.0	13.5	13.3	12.1	12.8		21.0
구름(1/8)	12.1	8.8	16.1	15.1	15.1	12.8	12.4	13.8	19.9	20.2	12.2	17.2	13.5	14.6	13.8	8.6	11일
Average Amount of Cloud	N	WSW	WNW	N	NNW	E	NNW	WNW	WNW	E	E	E	E	W	W		E
시 작 시 간 Start Time	SSW	SSW	ENE	N	W	WNW	N	E	N	ENE	NNW	NNW	NNW	ENE	E	NNW	
폭풍설 끝 난 시 간 End Time	1024	0338	1646	1646	0419	1636	1807	0044	0250	2144	0009	0126	0743	2341	0030		
Blizzard 계속 시 간 Duration of Blizzard	1754	2337	0642	0520	1836	0756	0124	0140	1039	0541	1102	1547	0638	1315	0446	1202	
시 작 시 간 Start Time	7.5	6.1	6.5	7.6	8.0	5.5	7.0	6.8	7.3	7.8	8.0	7.8	7.8	7.6	6.4		7.0
폭풍설 끝 난 시 간 End Time	3.9	7.4	8.0	8.0	7.8	4.8	7.4	7.4	7.5	7.6	6.6	6.8	7.3	6.8	6.4	6.9	
Blizzard 계속 시 간 Duration of Blizzard																	

45

2019년 1월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	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		17311	22067	22041	13545	11374	26074	11288	18353	19628	5795	10107	16216	10176	11917	16957	430162	
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		25522	13149	7703	5890	6586	21938	9056	11667	12503	13649	16914	10504	16475	5442	10495	9823	
일평균 수평시정(km)/월최소		18.1	20.0	20.0	11.1	11.0	19.0	13.1	15.8	17.9	9.5	9.1	7.3	10.3	9.6	20.0	7.3	
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		22.5	16.9	10.6	12.8	10.4	16.3	13.3	15.6	8.4	13.5	19.4	9.5	10.9	12.0	15.0	18.1	12일
눈 적설 최심		-	0.0	-	0.5	1.4	0.0	0.3	0.5	0.1	0.2	0.1	0.0	1.0	0.1	-	6.4	
눈 Max. Depth. Snow Cover		0.5	0.8	0.6	6.4	2.0	-	-	-	-	1.8	-	-	-	2.9	0.1	0.4	19일
눈 신적설 합 계 Total		-	0.0	-	0.5	1.4	0.0	0.3	0.5	0.1	0.2	0.1	0.0	1.0	0.1	-	19.7	
Snow (cm)		0.5	0.8	0.6	6.4	2.0	-	-	-	-	1.8	-	-	-	2.9	0.1	0.4	
Snow 최 심 Max. Depth																		6.4
Fall 나타난 날 Date																		19일
맑음 Clear	(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																	0
기름조금 Partly Cloudy	(2.1≤N≤4.0)	y																1
기름많음 Mostly Cloudy	(4.1≤N≤6.0)						y											2
흐림 Cloudy	(6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y		y	y	y	y	y	y	y	y	y		28
눈 Snow			y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y			21
비 Rain		y	y	y	y	y					y				y	y	y	12
Meteo. Phenomena					y			y	y	y	y		y	y	y			1
진눈깨비 Sleet																	y	
안개 Fog					y													1
박무 Mist					y										y			2
해상 상태	유빙 Drift Ice(F:Frozen) (MB=0, MC=1, MB.MC=2)	-	-	-	D/2	D/2	-	-	-	-	-	-	-	-	D/2	-	-	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	SL/SL	SM/SM	SL/SL	MO/MO	SL/SL	MO/MO	MO/MO	MO/MO	SL/SL	SL/SL	MO/MO	RO/RO	SL/SL	MO/MO	MO/MO	MO/MO	SL/SL

- 46 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed fro directions(unit: m/s)

2019년 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	6.7	4.9	6.2	2.0	1.9	1.2	1.7	1.8	3.3	3.5	2.2	4.0	1.0	3.8	5.1	6.6
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	4.2	4.5	4.5	2.2	6.2	5.7	3.7	3.1	2.9
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.5	5.4	4.3	5.4	5.2	5.5	2.1	2.8
4	11.3	10.6	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.4	6.2	0.0	5.1	7.3	9.4
5	6.7	2.1	0.0	0.0	7.7	7.9	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	7.3	8.8
6	0.0	0.0	0.0	9.8	11.7	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	8.5	3.0	2.5	3.9	7.6	7.2	0.0	1.8	2.7	1.1	1.6	1.1	0.0	8.0	8.1	9.2
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	1.3	5.9	6.8	8.0	3.6	2.9
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	6.5	4.4	5.4	6.7	8.2	7.2	6.6
10	6.4	2.8	5.7	11.7	14.1	3.0	0.0	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	6.6
11	0.0	0.0	10.7	13.3	15.1	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	0.0	0.0	9.1	9.3	6.0	5.6	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	5.9	9.1	7.5	5.5	3.8	5.1	4.7	4.4	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	7.0	9.2	7.3	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	3.1	8.6	10.0	8.7	6.5	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	6.6	5.2	6.9	7.7	10.2	7.4	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0
17	3.5	3.9	2.7	5.4	5.6	5.5	1.9	1.9	0.0	6.7	6.1	5.1	4.8	5.2	6.1	6.1
18	9.2	6.3	7.5	12.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	10.6	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	4.8	3.8	8.1	10.1
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	2.5	4.4	11.3	10.5	5.5	6.6
21	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	9.7	8.9	6.7
22	9.3	7.3	3.1	4.1	4.4	8.3	6.5	5.0	3.1	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
23	5.9	4.1	6.6	8.1	10.4	8.6	0.0	1.5	1.6	0.6	0.0	0.8	0.0	0.0	4.9	7.2
24	12.5	9.9	9.4	5.7	4.0	4.0	3.2	2.0	2.0	1.5	1.6	0.0	1.8	3.8	5.6	11.4
25	0.0	0.0	5.5	14.4	11.1	10.1	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	4.2	0.0	5.9	3.3	4.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	7.9	8.4
27	10.5	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	4.9	11.3
28	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	4.6	9.4
29	1.6	2.3	3.4	9.8	9.7	6.4	2.4	3.2	2.6	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	3.2	9.5	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	4.1	3.8
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	3.1	3.5	4.1	5.3	6.0	7.1
월 Month	12.5	10.6	10.7	14.4	15.1	10.1	9.0	6.9	7.7	10.2	7.4	8.6	11.3	10.5	8.9	11.4

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	9.0	5.6	13.9	0.7	0.7	0.7	1.4	3.5	9.0	3.5	0.7	6.9	0.7	1.4	13.9	21.5	6.9
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	7.6	31.2	9.0	1.4	11.8	11.8	8.3	10.4	6.2	0.7
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	8.3	43.1	10.4	16.0	14.6	1.4	1.4	0.7	0.0
4	29.2	6.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	6.2	0.0	6.9	16.0	31.2	2.1
5	9.0	0.7	0.0	0.0	9.7	24.3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	22.2	31.9	0.0
6	0.0	0.0	0.0	19.4	72.2	8.3	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	2.1	1.4	2.8	21.5	16.7	0.0	0.7	2.8	0.7	0.7	0.7	0.0	5.6	18.1	21.5	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	1.4	17.4	44.4	21.5	6.2	2.1	3.5
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	25.7	2.1	20.1	12.5	13.9	12.5	8.3	0.0
10	7.6	0.7	9.0	34.7	35.4	2.1	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	8.3	0.0
11	0.0	0.0	0.7	35.4	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
12	0.0	0.0	0.0	7.6	29.2	24.3	9.7	29.2	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	2.8	46.5	16.7	5.6	9.7	3.5	4.2	3.5	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	36.8	41.7	20.8	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	4.2	51.4	41.7	1.4	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	12.5	6.2	4.9	19.4	25.7	13.9	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	4.2	4.2	1.4	3.5	9.0	4.2	1.4	1.4	0.0	9.0	5.6	6.2	4.2	13.9	14.6	13.9	3.5
18	13.9	5.6	16.0	37.5	27.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	27.8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.1	2.1	11.8	47.2	4.9
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	2.8	3.5	38.2	25.0	8.3	20.8	0.7
21	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	66.0	18.8	11.8	0.0
22	11.8	6.9	7.6	4.9	9.7	19.4	7.6	21.5	7.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0
23	2.1	1.4	28.5	9.7	26.4	4.9	0.0	2.8	2.1	0.7	0.0	1.4	0.0	0.0	0.7	13.2	6.2
24	18.8	8.3	15.3	2.1	1.4	1.4	1.4	2.8	1.4	0.7	0.7	0.0	0.7	2.1	9.0	33.3	0.7
25	0.0	0.0	0.7	49.3	26.4	13.9	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	2.8	0.0	6.9	2.8	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.3	10.4	50.7	0.0
27	56.9	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	2.8	38.9	0.0
28	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	0.7	1.4	77.1	0.0
29	2.1	1.4	2.1	54.9	20.8	1.4	0.7	7.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3
30	0.0	0.0	11.1	18.1	57.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.8	2.8	6.2
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	2.8	2.1	10.4	25.0	29.9	26.4	0.0
월 Month	7.2	1.5	3.7	9.2	14.9	4.9	1.5	3.1	3.0	4.3	1.5	5.0	7.6	9.1	6.9	15.1	1.5

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	1001	997	988	986	987	980	977	984	985	988	994	983	978	969	982	991
기압 최고 Highest	980	989	995	996	995	997	997	1001	1007	1002	994	997	1007			1036
기압 나타난 시간 Time	0335	0225	1513	0001	1638	0240	2344	1147	2355	0854	0658	0000	0745	0740	0355	25일
(hPa) 기압 최저 Lowest	2352	2359	1305	1458	0017	1106	2242	1652	1711	0007	0249	2357	1933			964
Air Temp. 나타난 시간 Time	0000	2351	0323	0203	0000	2359	0213	2343	0747	0324	2359	1822	2356	0424	0000	14일
기온 평균 Ave. Station	0643	0000	0004	1006	1001	0029	0351	0021	0022	2359	2356	0128	0000			0.0
기온 평균 최고 Avg. Maximum	1.5	1.6	1.8	1.7	2.0	2.6	-1.9	0.1	0.1	-0.4	0.3	1.4	1.4	-0.1	-0.4	2.4
기온 평균 최저 Avg. Minimum	0.6	-0.8	-1.9	-0.5	-1.5	-0.5	-1.3	-0.7	-0.1	-0.8	-0.8	-2.9	-0.8			-2.0
온도 최고 Highest	3.9	3.0	4.6	3.7	5.1	5.0	1.5	2.3	3.3	1.2	1.8	3.2	3.1	1.8	1.5	6.9
(°C) 나타난 시간 Time	2.4	1.1	0.5	2.4	0.6	6.9	1.4	2.1	2.3	0.3	0.6	0.2	2.4			21일
Air Temp. 기온 최저 Lowest	1336	1931	1342	1730	1410	0529	0001	1301	1338	16:31	1506	1444	1306	0110	2312	-6.4
기온 나타난 시간 Time	0517	1232	1559	1318	1548	1324	1526	1534	1505	1604	1727	0004	1412			27일
Air Temp. 기온 최저 Lowest	-0.1	0.2	-0.1	0.5	0.8	1.0	-4.2	-1.9	-2.3	-2.7	-1.5	-0.2	0.4	-1.8	-2.2	-6.4
평균이슬점온도(°C)	-1.7	-2.1	-3.7	-3.9	-3.5	-3.0	-3.7	-2.5	-2.0	-1.7	-2.5	-6.4	-4.4			27일
Average Dewpoint Temperature	0252	0535	0530	0106	0256	2335	1043	0141	0657	0355	0519	0429	0200	2301	0543	-3.1
평균이슬점온도(°C)	2320	2359	0820	2316	2146	2137	0624	0621	0119	0732	0705	0657	0339			-3.1
Average Dewpoint Temperature	-1.3	0.4	0.5	1.1	0.8	1.0	-3.9	-1.8	-3.0	-3.8	-3.1	-0.1	-0.7	-1.2	-3.0	-3.1
Average Dewpoint Temperature	-3.2	-4.6	-5.9	-5.8	-6.8	-5.4	-6.0	-3.5	-3.3	-4.3	-3.2	-8.1	-8.4			-3.1

2019년 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) Total Precipitation	-	0.6	0.0	0.0	-	1.0	3.2	0.0	0.0	-	-	0.0	6.4	1.8	0.1	13.8
상 평 균 Average	81	91	91	95	92	89	86	87	79	77	78	90	86	92	82	80
대	75	75	74	67	67	69	70	81	79	77	84	68	56			
습 최 소 Lowest	59	84	78	88	81	81	64	78	61	66	60	73	74	82	70	41
도	55	59	58	51	54	41	57	68	70	72	68	47	44			21일
(%) 나타난 시간 Time	1415	0345	1342	2:17	2312	1535	1933	1320	1630	0159	1109	1948	1216	1625	2307	
R.H.	0516	1233	1756	1436	1827	1327	1527	1522	1929	0434	1154	1826	1232			
평 균 Average	5.4	7.7	6.9	7.5	5.5	7.4	8.7	5.3	5.1	3.6	5.5	6.9	8.0	6.2	6.4	5.7
바	7.3	4.3	7.2	4.1	4.3	2.4	3.0	5.1	3.7	4.9	4.6	8.3	2.9			
순 간 최 대 Greatest Gust	12.4	12.8	15.8	19.1	15.3	14.4	20.1	11.7	11.7	8.1	13.4	14.1	18.1	13.4	15.5	20.1
람	15.7	10.7	16.6	9.8	10.4	5.4	7.8	9.7	8.9	10.5	9.8	19.8	8.1			7일
풍	W	NNW	W	NNW	WNW	NNW	E	NNW	E	S	WSW	WNW	N	E	N	E
(m/s)	NNE	ENE	E	SSW	ENE	S	NE	SSE	ESE	WSW	S	ESE	SSE			
Wind 나타난 시간 Time	1846	0833	0144	0153	1056	2152	0829	0908	0612	2218	1427	0105	2010	1112	2358	
	0644	2020	0901	0937	1214	0324	1510	1239	0141	1245	2149	0730	0840			
구름(1/8) Average Amount of Cloud	4.9	7.4	7.3	8.0	7.0	7.8	7.5	7.5	5.0	6.0	6.0	6.1	5.9	8.0	6.5	6.2
시 작 시 간 Start Time																
폭풍설																
끝 난 시 간 End Time																
Bliz-																
zard																
계 속 시 간 Duration of Blizzard																

2019년 2월

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	월 Month
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 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	20499	5907	12701	2967	15148	7436	11469	12373	16147	6113	9426	10650	11477	5467	9504		302523
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	28.8	12.8	12.5	6.5	11.9	12.1	11.1	14.8	21.4	21.3	12.0	9.3	12.5	11.0	16.9		6.5
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	3.2	0.0	0.0	-	-	-	-	1.8	0.1	3.2
눈 신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	3.2	0.0	0.0	-	-	-	-	1.8	0.1	5.7
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	0.0	0.6	-	-	-	-	3.2
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)														y			1
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)							y					y					2
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y			y	y	y			y	y	y		y				8
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y			y	y		17
상 눈 Snow							y	y	y						y	y	8
상 비 Rain		y	y	y		y	y				y	y		y			9
Meteo. Phenomena 진 눈 개 비 Sleet		y													y		1
안 개 Fog																	0
박 무 Mist		y		y							y	y					4
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen) 상태 (MB=0, MC=1, MB,MC=2)	-	D/2	-	-	-	D/2	D/2	-	D/2	D/2	-	-	D/2	D/2	-	-	
Sea State 거칠기 Sea Sfc. Roughness State (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	SL/SL	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	SL/SL	MO/MO	RO/RO	SL/SL	SL/SL	SL/SL	SL/SL	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO
	MO/MO	SL/SL	MO/MO	SL/SL	SL/SL	SM/SM	SM/SM	SM/SM	SL/SL	SL/SL	SL/SL	SL/SL	RO/RO	SM/SM			

- 51 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed fro directions(unit: m/s)

2019년 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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	9.4	3.8	3.2	2.9
2	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	9.0	9.2	9.5
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	8.3	7.8	8.2	9.4	11.0	10.9	9.6	8.4	
4	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	13.0	13.0	13.6
5	3.5	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	10.7	10.7	9.1
6	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	6.2	7.5	10.8
7	0.0	0.0	5.6	6.4	13.8	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.9	6.6	7.1	7.7
8	8.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.6	1.6	1.3	1.5	1.2	2.3	3.6	4.1	7.9	8.7	
9	0.0	1.9	7.2	7.2	8.6	6.6	5.4	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	3.6	1.9	2.5	0.0	1.0	2.6	3.6	6.4	6.5	6.0	5.5	4.9	5.1	3.8	0.0	3.1	
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	6.8	6.8	9.6	8.4	9.3	7.0	6.5	
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	9.8	9.3	9.9	7.6	0.0	
13	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	9.0	8.6	8.1	8.8	10.0	
14	0.0	0.0	5.7	7.1	9.4	5.1	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	5.6	7.5	8.4	0.0	
15	11.0	10.1	6.1	7.9	8.2	1.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	
16	0.0	11.3	10.2	9.8	10.5	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
17	3.1	4.6	7.4	7.8	7.4	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.0	0.0	0.0	9.6	11.5	4.5	4.1	5.7	6.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
19	0.0	0.0	3.2	6.8	6.3	4.7	0.4	7.0	7.4	7.6	5.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	0.0	2.2	2.3	7.6	7.1	5.3	6.1	6.2	3.4	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
21	3.2	2.6	3.7	0.0	1.1	0.0	2.3	2.9	4.6	3.8	2.4	1.2	0.8	2.5	3.4	3.4	
22	0.0	4.2	4.5	0.0	4.0	4.1	3.7	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
23	0.0	0.0	0.0	5.4	6.4	5.5	5.8	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.0	0.0	0.0	2.1	5.1	5.9	5.4	5.9	5.5	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	4.2	5.9	5.8	5.9	8.0	7.7	5.9	0.0	0.0	
26	1.4	2.0	5.3	5.0	6.4	0.0	4.2	4.3	8.3	7.9	6.0	6.6	5.7	6.2	5.3	5.2	
27	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	14.1	12.0	9.2	9.8	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	1.7	2.2	1.6	2.2	2.7	3.2	4.3	6.4	6.1	4.7	1.4	1.9	1.4	2.4	3.6	3.4	
월 Month	13.1	11.3	10.2	9.8	13.8	14.1	12.0	9.2	9.8	7.9	9.7	9.8	11.0	13.0	13.0	13.6	

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.6	48.3	18.9	5.6	7.7	0.0
2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	13.2	22.2	47.2	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	9.7	5.6	6.9	18.8	12.5	20.1	18.8	1.4	0.0
4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	34.7	37.5	22.2	0.0
5	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	38.2	36.8	12.5	0.0
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	5.6	2.1	9.0	74.3	0.0
7	0.0	0.0	9.0	3.5	52.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	4.9	8.3	19.4	0.0
8	6.9	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.7	0.7	1.4	0.7	0.7	0.7	2.1	6.2	7.6	60.4	4.2
9	0.0	0.7	8.3	25.0	37.5	18.8	6.9	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
10	1.4	2.8	4.2	0.0	0.7	4.2	4.9	4.2	19.4	9.7	9.7	11.8	20.1	4.9	0.0	1.4	0.7
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	9.0	22.2	24.3	20.1	17.4	3.5	2.1	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	36.1	25.0	28.5	9.0	0.0	0.0
13	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	25.0	16.0	6.9	6.9	18.1	0.0
14	0.0	0.0	25.7	9.0	26.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	6.2	11.8	19.4	0.0	0.0
15	32.6	1.4	10.4	25.7	18.1	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0
16	0.0	18.1	11.8	22.9	46.5	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	2.8	27.1	42.4	20.8	5.6	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	20.8	45.1	2.1	1.4	22.2	7.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	1.4	14.6	13.9	0.7	0.0	25.0	25.0	11.1	4.9	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
20	0.0	0.7	2.1	27.1	16.7	15.3	19.4	13.9	2.1	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	4.2	3.5	6.9	0.0	1.4	0.0	2.1	6.2	22.2	10.4	4.9	1.4	0.7	4.2	12.5	16.0	3.5
22	0.0	17.4	46.5	0.0	2.1	10.4	17.4	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.7	31.2	5.6	19.4	43.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	2.1	8.3	13.9	16.0	23.6	31.2	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	3.5	9.0	9.0	18.1	32.6	24.3	0.7	0.0	0.0	0.0
26	0.7	0.7	15.3	1.4	10.4	0.0	4.9	4.9	13.9	14.6	5.6	1.4	4.2	9.7	8.3	4.2	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	24.3	23.6	21.5	11.8	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.7	2.1	2.1	2.8	6.9	7.6	12.5	20.1	13.9	3.5	1.4	4.9	1.4	2.8	10.4	6.9	0.0
월 Month	3.1	2.7	6.6	6.3	12.4	3.8	4.7	7.3	6.0	3.1	2.9	6.4	7.8	8.0	7.7	10.9	0.4

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2019년 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	
기압 평균 Ave. Station	1006	1003	997	986	978	980	995	991	987	986	986	999	1003	1000	988		992	
기압 최고 Highest	994	989	994	997	987	991	1012	1013	1006	988	992	984	985	974	972	978		
기압 나타난 시간 Time	1007	1005	1002	992	984	988	999	999	993	993	997	1001	1006	1005	999		1023	
(hPa) Air Press. 나타난 시간 Time	998	992	998	1012	996	994	1013	1023	1017	1018	997	986	1009	990	974	988	23일	
기압 최저 Lowest	0004	0006	0031	0002	0012	0000	2354	0043	0000	0053	0000	2352	2221	0159	0121			
Air Press. 나타난 시간 Time	1045	2359	2346	0934	0105	0824	1846	2054	0021	1816	1134	1941	2131	0402	1007	2227		
기온 평균 Ave. Station	1004	1001	991	983	974	974	988	980	980	979	978	997	1000	994	976		964	
기온 최고 Highest	986	984	992	993	980	987	986	1004	992	987	982	982	982	964	969	973		29일
기온 나타난 시간 Time	2338	2358	2331	2359	2327	0009	0002	2335	0000	2350	0:42	0005	0001	1749	1914			
기온 평균 최고 Avg. Maximum	0000	0619	0100	1635	1302	2359	0446	0000	2350	1541	2251	0816	2127	1641	0000	0022		
기온 평균 최저 Avg. Minimum	0.5	0.8	4.0	4.1	3.1	-2.1	-2.5	1.0	1.6	2.0	-2.5	-1.9	1.2	2.5	2.6		1.1	
기온 최고 Highest	2.3	1.8	1.2	1.1	0.7	0.9	-0.1	0.8	2.1	2.0	1.5	1.8	2.2	-0.9	0.7	0.4		
기온 나타난 시간 Time																		3.6
기온 최저 Lowest																		-1.3
기온 최고 Highest	2.4	2.4	8.7	6.0	6.0	0.0	1.8	3.4	4.1	4.1	2.8	1.2	3.3	4.0	4.2			8.7
(°C) Air Temp. 나타난 시간 Time	3.7	3.5	3.9	3.5	4.2	3.2	2.5	3.6	4.1	4.2	4.1	3.2	3.7	2.6	3.3	2.6		3일
기온 나타난 시간 Time	1347	1430	1453	1030	1045	1407	2052	2055	1529	1546	0006	1636	1347	2043	0937			
기온 최저 Lowest	1232	1708	1441	1545	0612	1348	1618	1605	1604	0031	2202	1908	1826	0013	1846	1239		
기온 나타난 시간 Time	-1.4	-0.2	1.1	2.2	-1.0	-5.0	-5.7	-0.1	-0.4	0.7	-6.1	-6.0	-0.8	1.1	1.4			-6.1
Average Dewpoint Temperature	1.3	-0.3	-1.6	-0.4	-3.0	-2.3	-4.2	-0.6	-0.1	0.8	0.6	0.7	1.3	-5.4	-3.9	-2.6		11일
평균이슬점온도(°C)	0022	2129	0001	1804	2358	2342	0403	1145	0454	0757	2321	0137	0354	0113	0527			
Average Dewpoint Temperature	2223	2332	2240	2311	2016	0044	0735	1929	0005	1810	1613	1055	0128	2028	0000	1942		
평균이슬점온도(°C)	-3.9	-1.4	1.6	2.0	1.0	-4.5	-5.4	-2.0	-0.1	1.0	-4.9	-5.9	-0.8	1.5	1.6			-1.1
Average Dewpoint Temperature	1.1	-0.9	-2.4	-1.1	-0.9	-0.7	-2.6	-2.1	-0.2	0.9	-0.1	1.1	0.5	-2.4	-2.3	-1.1		

2019년 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) Total Precipitation	-	0.0	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.6	0.3	0.1	0.9	0.0	-	10.0	7.3		39.1
상 평 균 Average	72	84	84	85	86	83	80	80	88	93	83	73	86	93	92		85
대	91	82	77	85	89	89	83	80	84	92	88	95	88	89	80	89	
습 최 소 Lowest	62	75	71	76	71	74	60	67	80	84	67	62	74	87	81		60
도	81	64	65	73	78	78	74	68	71	86	77	86	78	77	64	81	7일
(1%) 나타난 시간 Time	1321	2359	0018	1942	1032	1602	1324	0914	2103	1426	1154	0622	0128	2247	2212		
R.H.	0907	1821	1109	0607	1024	0440	1815	1601	0322	1555	1355	1858	2351	0009	1229	2156	
평 균 Average	4.3	7.4	7.8	8.0	6.4	8.3	6.0	6.3	2.3	5.8	7.7	6.4	6.2	11.6	11.7		7.0
바	9.6	9.0	3.1	5.8	5.6	5.6	6.3	2.2	12.4	6.0	6.3	6.4	12.9	5.8	6.6	5.9	
순 간 최 대 Greatest Gust	10.7	10.8	20.0	20.1	16.3	16.8	17.3	12.5	8.9	12.2	17.6	16.9	14.8	20.3	24.1		29.1
람	18.1	21.4	10.4	16.0	17.5	15.0	17.7	9.7	29.1	11.3	24.6	12.7	22.7	18.4	14.5	14.3	24일
풍	W	WNW	N	NNE	N	E	E	N	NNW	NNW	E	NNW	WSW	WNW	W		N
(m/s)	W	N	SSW	NW	E	W	W	N	N	N	N	NNW	N	SE	W	E	
Wind 나타난 시간 Time	2013	0447	2200	0802	0509	1929	0047	1925	2324	1411	0456	1003	1332	2043	2046		
	0021	0356	0306	1617	1749	2359	0031	2357	1544	1532	20:43	1925	1826	1824	2115	1842	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	5.0	7.0	6.8	7.0	7.3	7.5	6.4	7.6	7.0	7.8	7.8	6.0	6.3	8.0	7.8		6.4
시 작 시 간 Start Time																	
폭풍설																	
끝 난 시 간 End Time																	
Bliz- zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

1
55
1

2019년 3월

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	월 Month
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 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	7720	6294	6902	8255	6971	7126	8909	4477	7600	6945	3511	6209	6451	1800	1843		178848
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	21.9	20.0	13.6	11.0	16.3	9.0	17.6	18.1	13.5	3.8	8.5	19.0	10.8	10.0	8.8		3.8
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	0.0	-	-	-	0.1	0.1	-	0.3	-	0.9	0.0	-	-	-		2.6
눈 신적설 합 계 Total	-	0.0	-	-	-	0.1	0.1	-	0.3	-	0.9	0.0	-	-	-		7.3
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	0.2	2.6	0.5	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	1.0	1.6	
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)			y														1
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)		y						y									2
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y				y			y				y					6
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)		y	y	y	y	y	y	y	y	y	y		y	y	y		22
눈 Snow		y				y	y		y		y	y					12
비 Rain			y	y	y	y		y	y					y	y	y	20
Meteo. Phenomena 진눈깨비 Sleet		y		y	y				y	y				y	y	y	1
안개 Fog					y					y	y		y	y			7
박무 Mist				y	y							y		y			8
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen) 상태 (MB=0, MC=1, MB,MC=2)	-	-	D/2	-	-	-	-	-	-	-	D/2	-	-	-	D/2		
Sea State 거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	SL/SL	MO/MO	MO/MO	RO/RO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	SM/SM	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	RO/RO	RO/RO

- 56 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed fro directions(unit: m/s)

2019년 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	0.0	0.0	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	5.3	5.9	7.6	7.5	2.3	2.3
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	8.4	8.7	8.2	7.6
3	15.1	13.9	4.3	0.0	0.0	0.0	4.0	3.6	4.0	2.8	2.7	0.0	0.0	2.8	6.9	9.5
4	14.1	14.6	5.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	9.7
5	12.3	9.3	3.0	4.5	11.2	7.6	5.7	4.5	2.7	2.1	0.0	1.4	1.1	2.9	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	9.3	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1.5	0.0	0.0	6.8	11.9	0.0	1.3	0.0	0.0	6.5	4.7	7.2	7.0	6.5	5.6	0.0
8	9.9	0.0	0.0	1.8	3.5	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	8.7	7.9	8.6	9.5
9	5.0	1.9	1.1	2.0	3.5	3.8	4.0	3.4	3.0	1.9	1.6	1.6	1.5	0.9	0.9	7.5
10	0.0	1.1	0.0	2.2	2.6	1.8	2.2	2.4	2.2	0.4	0.0	0.0	0.9	5.2	9.7	10.1
11	6.7	4.5	3.0	10.0	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
12	12.4	1.5	1.0	7.6	7.9	0.0	0.0	2.8	0.0	11.0	9.0	8.9	6.9	5.8	6.1	12.6
13	5.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	6.6	12.1	11.6	9.8	8.6	6.5
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	15.5	15.7	13.6	14.6
15	14.2	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	18.7	15.6	13.7	14.9
16	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	14.1	11.0	11.4	12.5
17	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.9	1.7	0.0	1.5	2.6	7.2	10.9	11.4	13.1	15.3
18	0.0	0.8	1.1	1.6	0.7	1.4	2.6	6.0	7.2	8.6	4.8	4.4	6.2	4.4	2.4	3.9
19	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	10.4	10.6	11.0	10.3
20	6.1	5.0	5.8	9.3	12.1	4.2	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	4.1	7.2	7.0	6.6
21	6.2	0.0	3.0	3.9	1.3	0.0	1.9	2.3	1.9	0.0	0.0	5.0	9.9	9.6	7.8	9.2
22	5.3	0.0	3.6	3.5	10.6	9.7	8.3	4.6	7.5	8.9	7.8	11.5	12.0	10.8	4.5	0.0
23	7.3	1.4	2.6	1.3	0.3	0.2	1.8	1.5	3.5	3.0	3.0	3.1	1.9	1.2	3.6	5.2
24	18.5	15.7	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	10.8
25	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	5.8	8.3	7.8	10.7
26	16.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	4.8	2.7	3.5	8.8	9.4	9.8	14.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	8.8	7.9	8.6	9.6
28	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	12.7	14.8	15.3	14.8
29	4.4	2.2	1.6	2.8	5.4	9.7	10.6	9.6	0.0	0.5	0.0	0.0	8.9	9.5	6.3	4.6
30	6.9	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	8.9	10.0	9.4	7.1	7.4
31	4.9	0.0	5.7	5.8	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	5.5	6.9	7.6	7.5
월 Month	18.5	15.7	5.8	10.0	12.1	9.7	10.6	9.6	7.5	11.0	9.2	17.4	18.7	15.7	15.3	15.3

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	9.7	16.7	37.5	17.4	4.2	1.4	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	14.6	63.2	16.7	5.6	0.0
3	46.5	8.3	2.8	0.0	0.0	0.0	2.8	4.2	10.4	2.8	2.8	0.0	0.0	0.7	3.5	15.3	0.0
4	37.5	18.8	9.7	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	22.2	0.0
5	31.2	11.1	1.4	2.8	27.8	5.6	7.6	5.6	2.1	1.4	0.0	0.7	0.7	2.1	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	11.8	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
7	0.7	0.0	0.0	16.0	41.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	2.8	9.7	18.1	9.7	0.7	0.0	0.0
8	14.6	0.0	0.0	4.2	6.2	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	32.6	16.7	4.2	6.2	0.0
9	5.6	2.1	1.4	10.4	4.2	8.3	20.8	7.6	9.0	1.4	1.4	1.4	0.7	0.7	1.4	11.1	12.5
10	0.0	1.4	0.0	1.4	1.4	0.7	0.7	2.1	4.2	0.0	0.0	0.0	1.4	4.2	28.5	43.8	10.4
11	8.3	2.1	0.7	18.1	70.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
12	20.8	0.7	0.7	18.1	6.9	0.0	0.0	0.7	0.0	7.6	13.2	10.4	2.8	2.8	3.5	11.8	0.0
13	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	2.8	9.7	20.8	37.5	14.6	8.3	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	11.1	27.1	43.8	18.1	0.0
15	4.9	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	14.6	6.9	16.7	49.3	0.0
16	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	25.7	11.8	29.9	25.7	0.0
17	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	1.4	0.0	0.7	0.7	6.2	30.6	26.4	2.8	11.1	0.0
18	0.0	1.4	1.4	4.9	1.4	2.8	3.5	34.0	19.4	5.6	3.5	3.5	3.5	2.1	1.4	4.2	7.6
19	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	24.3	37.5	18.8	17.4	0.0
20	3.5	8.3	7.6	8.3	36.1	4.9	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.8	9.0	9.7	4.2	0.7
21	2.8	0.0	3.5	5.6	1.4	0.0	1.4	4.2	1.4	0.0	0.0	1.4	22.2	26.4	15.3	14.6	0.0
22	1.4	0.0	1.4	1.4	11.8	10.4	1.4	4.9	2.1	11.1	9.7	11.1	11.1	20.1	2.1	0.0	0.0
23	17.4	5.6	11.1	1.4	0.0	0.0	2.1	0.7	7.6	7.6	9.0	2.8	1.4	2.1	6.2	13.2	11.8
24	91.0	4.2	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	4.9	0.0
25	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.9	36.8	34.7	13.9	0.0
26	26.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.2	1.4	1.4	13.2	22.9	10.4	13.9	2.8
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	18.1	26.4	20.1	31.9	0.0
28	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	30.6	17.4	15.3	18.1	0.0
29	6.9	0.7	2.1	2.1	11.8	15.3	17.4	4.9	0.0	0.7	0.0	0.0	5.6	11.8	11.8	8.3	0.7
30	15.3	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	13.9	24.3	18.8	6.9	8.3	0.0
31	0.7	0.0	0.7	6.9	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	7.6	29.9	22.9	5.6	0.0
월 Month	12.3	2.4	1.5	4.0	10.8	1.8	2.0	2.3	1.9	1.9	2.0	4.0	12.3	15.8	11.3	12.6	1.5

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	993	983	967	975	983	968	990	1003	1009	1005	990	985	960	974	980	987
기압 최고 Highest	974	975	980	982	989	999	1000	998	992	1002	992	994	992	985	981	
기압 나타난 시간 Time	1010	997	979	994	1004	989	1023	1009	1012	1026	1007	994	977	985	985	1033
(hPa)	977	978	1008	1016	994	1013	1029	1003	1004	1033	1004	1029	1025	990	986	25일
기압 최저 Lowest	2356	0529	2340	1602	0008	2358	2353	0227	0053	0117	2353	2359	842	139	0005	
Air Press. 나타난 시간 Time	1630	0002	0831	1710	1922	2158	0002	2359	2357	2349	0037	0002	0051	1635	0418	
Air Press. 최저 Lowest	985	964	964	968	973	961	971	997	1007	994	987	976	950	963	975	950
Air Press. 나타난 시간 Time	972	971	977	977	981	993	996	996	987	993	984	988	988	980	979	13일
기온 평균 Ave. Station	1018	2036	0000	0131	2354	0353	0000	2353	1528	2324	0550	0038	1918	2359	1406	
기온 평균 최고 Avg. Maximum	0000	2119	0223	0010	2357	0115	1251	0116	0000	0014	2359	1545	1601	0002	2349	
기온 평균 최저 Avg. Minimum	0.4	0.4	0.4	-3.9	-2.1	-3.0	-1.7	-0.3	1.0	1.9	2.4	2.2	3.1	0.8	0.6	-0.6
기온 최고 Highest	-0.3	-5.3	-5.3	-3.5	-7.9	-4.8	-0.8	0.3	1.7	1.5	2.2	1.2	1.8	2.0	-1.9	
기온 최저 Lowest																1.8
(°C) 나타난 시간 Time																-2.7
Air Temp. 나타난 시간 Time	2.3	2.7	3.4	-2.7	0.1	-0.8	0.6	1.6	2.4	4.3	4.5	4.1	5.4	2.6	2.1	5.9
Air Temp. 나타난 시간 Time	1.5	-0.7	-2.2	-1.3	-3.4	0.1	2.2	1.4	3.9	2.7	5.9	2.5	3.9	3.9	-0.4	26일
Air Temp. 나타난 시간 Time	0651	2147	1404	1441	0125	0024	1404	2355	2056	0000	2301	2249	1730	1135	0655	
Air Temp. 나타난 시간 Time	1438	2051	1227	2116	2056	0018	0221	1654	0415	2342	2119	0100	1716	2356	2357	
Average Dewpoint Temperature	-2.3	-0.9	-4.3	-5.0	-3.9	-4.3	-3.4	-1.7	-0.2	0.0	1.0	0.1	1.4	-0.5	-0.7	-11.0
Average Dewpoint Temperature	-3.0	-7.2	-8.1	-9.2	-11.0	-8.2	-3.7	-1.0	0.1	0.5	-0.1	-0.1	1.0	-1.4	-4.4	20일
Average Dewpoint Temperature	0152	0640	0500	0353	2358	1902	2211	0232	0622	1635	0049	2028	0007	1704	1924	
Average Dewpoint Temperature	2141	0455	0633	2235	0608	2246	1326	0014	2355	0341	0012	2342	2342	0932	0022	
Average Dewpoint Temperature	-2.7	-2.4	-0.9	-5.5	-3.2	-4.0	-4.7	-3.7	-0.3	1.1	0.6	0.9	0.9	-2.1	-2.1	-2.8
Average Dewpoint Temperature	-3.6	-7.1	-9.5	-6.5	-11.2	-10.6	-3.7	-0.2	0.8	-0.3	0.5	-0.8	0.6	-0.1	-5.6	

2019년 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) Total Precipitation	-	0.2	1.2	0.3	0.1	1.0	0.1	0.0	0.1	6.2	8.4	3.1	10.9	0.4	0.0	37.5
상 평 균 Average	80	81	91	89	92	93	80	77	91	94	87	91	85	81	81	85
대	78	87	72	80	76	64	81	96	93	87	89	86	92	86	76	
습 최 소 Lowest	63	65	82	82	89	85	70	65	80	87	81	79	78	59	65	50
도	61	71	59	59	64	50	68	91	81	81	72	64	85	74	59	21일
(%) 나타난 시간 Time	1807	1324	0621	0220	1346	2227	1533	1553	0025	0000	2320	2251	1024	1138	656	
R.H.	0956	1558	1222	2116	2056	0012	0425	1637	1107	0408	0520	1825	0034	2017	0010	
평 균 Average	5.9	6.6	9.3	9.7	9.0	17.2	7.8	3.8	7.1	10.7	12.3	10.8	16.0	10.8	8.2	8.3
바	3.7	10.1	3.1	4.4	7.4	2.0	6.0	6.2	10.4	8.8	9.8	8.2	10.5	7.0	7.3	
순 간 최 대 Greatest Gust	17.8	19.7	22.4	20.4	24.4	36.6	28.2	9.6	13.0	25.7	28.1	19.4	33.6	25.5	17.5	36.6
람	12.2	17.4	11.1	21.2	20.2	4.7	14.5	14.0	20.4	19.1	20.7	18.4	18.0	16.5	17.2	6일
풍	SW	E	E	E	E	E	SSE	WSW	NNW	N	NNW	NNW	N	NNW	NNW	E
(m/s)	E	E	ENE	E	E	E	NNW	W	N	W	N	NW	NW	NNW	SSE	
Wind 나타난 시간 Time	0812	2009	1208	0141	0344	0610	1319	2357	1547	2346	0237	0411	1443	0246	0342	
	0914	2123	2232	0004	2359	0046	0957	1305	1851	0647	1915	0020	1424	2346	2251	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	4.0	6.8	7.8	7.5	8.0	8.0	7.5	3.0	6.5	7.8	5.5	7.0	6.5	7.3	6.4	6.6
시 작 시 간 Start Time						0030										
폭풍설						2330										
끝 난 시 간 End Time						2330										
Bliz- zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard						2300										

- 60 -

2019년 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/m ²)/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	7091	2458	1671	2625	2829	822	3649	5491	2836	1927	4057	1164	2676	2058	3586	76898
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	15.0	13.6	5.6	3.0	7.0	1.3	12.5	16.8	11.5	1.3	11.5	8.0	10.5	14.3	12.7	1.3
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	0.2	1.2	0.3	0.1	1.0	0.1	0.0	0.1	-	-	-	-	0.4	0.0	1.3
눈 신적설 합 계 Total	0.0	0.0	1.0	1.3	1.3	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	19일
Snow (cm)	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	
Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date																1.2 3일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																0
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y					y		y								3
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)			y								y					3
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y			y	y	y	y	y	y	y		y	y	y	y	24
눈 Snow		y	y	y	y	y	y	y	y						y	16
비 Rain	y	y	y	y	y					y	y	y	y		y	12
Meteo. Pheno-mena									y	y	y	y	y	y		
진눈깨비 Sleet																0
안개 Fog									y	y		y			y	6
박무 Mist										y	y		y		y	7
해상 상태 Sea State	유빙 Drift Ice(F:Frozen) (MB=0, MC=1, MB,MC=2)	D/2	D/2	-	-	-	-	D/2	-	-	D/2	D/1	-	D/2	-	-
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	MO/MO/MO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	VRU/VRU	MO/MO	SL/SL	MO/MO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	VRU/VRU	RO/RO	RO/RO	RO/RO

- 61 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed fro directions(unit: m/s)

2019년 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	3.3	1.9	5.5	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	12.7	8.2	5.5	6.2	7.5	6.6
2	4.6	5.2	4.8	5.5	12.9	11.9	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	12.4	10.5
3	9.3	4.7	3.6	14.9	16.0	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	13.1
4	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	14.2	7.1	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	9.9	18.2	12.2	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	21.6	20.1	17.6	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	7.2	3.9	5.4	6.0	7.9	9.4	12.9	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	6.3	7.1
8	2.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	6.8	7.6	5.7	4.1	4.4	4.7
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	5.3	6.3	9.4	10.4
10	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	10.5	15.6
11	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	12.0	14.3	19.4
12	13.6	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	10.8	12.0	12.1	13.9
13	24.4	21.8	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	21.5	22.3	22.3	22.9
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	11.0	13.9	17.1	17.1	17.4
15	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	9.9	10.1	10.2	12.6
16	5.0	4.1	3.1	5.5	9.7	9.3	0.0	0.0	3.4	2.1	3.3	5.0	5.5	5.5	4.1	2.8
17	0.0	0.0	0.0	11.2	12.2	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	2.6	1.8	2.7	9.5	8.2	4.5	3.7	2.7	3.6	3.4	3.4	4.2	3.6	3.9	3.8	3.6
19	1.8	1.9	5.9	4.8	15.8	15.7	9.3	6.4	0.4	0.0	0.0	8.0	6.5	3.5	2.8	1.9
20	10.1	3.9	3.8	6.9	15.2	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	8.5
21	0.9	1.1	2.7	3.5	3.7	2.3	1.3	1.3	2.3	2.1	1.6	3.5	2.9	0.0	0.1	0.0
22	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	5.0	4.7	6.4	8.9	10.9
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	9.0	8.5	5.5
24	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	14.1	12.3	9.5	11.9
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	13.4	8.0	7.7	7.7
26	15.1	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	8.2	9.5	11.2	13.1
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	9.6	9.5	10.4	12.2	11.1
28	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	13.7	10.8
29	8.9	7.0	1.9	0.0	0.0	3.0	0.0	2.8	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.7
30	0.0	0.5	0.0	0.0	5.5	4.6	5.3	13.6	12.3	9.1	9.2	9.3	0.0	0.8	0.0	0.0
월 Month	20.7	21.3	14.1	12.2	21.6	17.3	13.6	6.2	8.8	10.1	10.9	11.4	13.4	13.4	12.3	17.6

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	0.7	6.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	16.0	29.9	4.2	11.8	19.4	6.9	0.0
2	2.1	8.3	4.2	6.9	26.4	16.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	24.3	4.2	0.0
3	24.3	2.8	4.2	2.8	35.4	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	16.7	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	59.0	29.2	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	0.7	41.7	35.4	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	23.6	20.1	15.3	41.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	11.1	0.7	2.1	4.2	10.4	10.4	25.7	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	9.0	16.0	0.0
8	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	11.8	48.6	20.1	4.9	7.6	2.8	0.7
9	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	20.1	53.5	25.0	0.0
10	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	11.8	65.3	0.0
11	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	8.3	51.4	33.3	0.0
12	9.7	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	6.9	16.0	9.7	32.6	0.0
13	10.4	34.7	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	2.8	2.8	8.3	18.8	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	41.0	31.9	9.7	3.5	9.7	0.0
15	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	44.4	14.6	13.2	13.9	0.0
16	2.1	2.1	2.8	3.5	16.7	3.5	0.0	0.0	4.2	1.4	3.5	19.4	26.4	9.7	2.8	2.1	0.0
17	0.0	0.0	0.0	1.4	95.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	5.6	1.4	17.4	34.7	5.6	6.2	1.4	1.4	4.2	2.1	1.4	2.1	2.1	6.2	2.8	4.9	0.7
19	1.4	2.8	6.9	12.5	10.4	17.4	4.9	2.8	0.0	0.0	0.0	13.9	9.7	8.3	3.5	2.1	3.5
20	13.9	1.4	0.7	11.8	47.9	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	15.3	0.0
21	2.1	2.8	34.7	25.7	20.1	3.5	0.7	0.7	2.1	0.7	0.7	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	2.1
22	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	13.9	20.8	18.8	22.2	22.2	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	0.0	15.3	41.0	43.1	0.7	0.0
24	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	16.7	22.2	22.2	22.9	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.6	44.4	18.1	11.8	2.1	0.0
26	36.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	10.4	9.0	9.7	32.6	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	14.6	13.9	20.8	41.0	6.9	0.0
28	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	65.3	31.2	0.0
29	33.3	10.4	0.7	0.0	0.0	2.8	0.0	4.2	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	40.3	0.7
30	0.0	0.7	0.0	0.0	2.8	4.2	6.9	13.2	16.7	14.6	22.2	18.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
월 Month	9.8	3.8	7.4	5.9	13.1	5.8	3.7	1.4	0.5	1.0	1.1	7.0	9.0	4.7	8.6	16.5	0.6

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	980	996	999	990	989	993	982	985	984	978	965	979	970	976	991		989
기압 최고 Highest	988	980	977	984	992	1000	998	1000	987	986	993	995	994	997	1012	1023	
기압 나타난 시간 Time	1839	21:48	0000	0005	0934	0948	0426	1721	1920	0015	2349	1508	1613	2359	2355		30일
(hPa) 기압 최저 Lowest	0217	0315	1703	2022	2307	0916	1940	0916	0001	1509	2345	1417	0053	2034	2048	0904	
Air Press. 나타난 시간 Time	984	972	970	983	984	996	995	992	981	981	992	992	992	991	1003	1019	11일
기온 평균 Ave. Station	-2.1	-6.1	-4.4	0.0	0.9	1.7	1.9	1.3	0.8	1.7	0.9	1.7	0.6	-0.3	-1.8		-3.3
기온 평균 최고 Avg. Maximum	1.8	-1.1	-6.4	-2.9	-8.5	-8.0	-10.4	-7.7	-2.7	-9.9	-11.8	-4.8	-5.0	-8.0	-7.7	-5.8	
기온 평균 최저 Avg. Minimum																	-5.9
기온 최고 Highest	2.3	-4.9	-1.2	2.2	2.8	4.2	4.0	3.1	2.4	4.6	3.8	3.7	3.4	2.3	0.6		5.6
(°C) 기온 나타난 시간 Time	5.6	1.5	-4.7	0.2	-2.1	-4.5	-4.3	-1.7	-1.6	-2.6	-7.0	-2.5	-3.6	-3.5	-5.9	-2.2	16일
Air Temp. 기온 최저 Lowest	1031	0035	2206	1223	0000	2255	0120	1955	0347	0002	2330	1924	0835	0415	0634	2304	
기온 나타난 시간 Time	-6.2	-7.6	-7.6	-2.6	-1.2	0.2	0.3	0.0	-0.4	0.1	-0.7	-0.3	-0.8	-2.5	-3.5		-15.2
Average Dewpoint Temperature	-1.6	-6.9	-7.8	-5.9	-10.9	-11.0	-14.1	-14.7	-3.7	-13.4	-15.2	-8.6	-6.6	-11.3	-9.8	-9.7	26일
평균이슬점온도(°C)	2229	2323	0636	0001	0212	0859	1904	0705	1325	0244	2109	0228	0722	2332	2136		
Average Dewpoint Temperature	0000	2352	0614	0027	2332	0815	1637	0936	0846	1517	0648	0002	0732	1150	0005	0850	
Average Dewpoint Temperature	-4.6	-10.3	-7.6	-1.2	-0.5	0.4	0.5	0.1	-0.5	-0.3	-2.1	-2.3	-1.5	-2.9	-4.0		-6.1
Average Dewpoint Temperature	0.2	-2.3	-7.8	-5.5	-10.1	-11.0	-13.4	-11.1	-6.8	-12.7	-15.5	-10.4	-9.9	-13.2	-12.8	-11.0	

2019년 5월

1
65
1

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	1.6	3.2	3.2	0.0	7.9	0.3	0.2	0.9	0.0	0.4	-	22.2
Total Precipitation	3.7	0.4	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	-	
상 평	83	72	78	91	90	91	90	91	91	86	81	76	86	82	85		81
대	89	91	89	81	88	79	78	76	73	80	74	65	68	66	67	67	
습	65	64	70	82	80	83	82	77	82	67	68	43	70	73	73		43
도	72	75	81	73	81	72	69	68	66	64	59	56	59	46	58	57	12일
(%) 나타난 시간 Time	0000	1327	0001	0213	1926	0608	0909	0432	2141	1252	1711	2025	0022	1353	1012		
R.H.	1138	1109	2355	1222	2339	1708	1338	18:02	0740	0337	1637	0912	1404	1702	1138	1807	
평	8.5	7.6	4.1	7.3	5.9	7.8	10.7	8.8	7.7	13.6	13.6	10.5	6.6	10.3	6.3		7.8
바	8.1	7.0	10.5	4.0	5.6	3.8	7.0	8.7	5.0	9.7	8.5	9.1	6.1	6.4	5.2	7.3	
순 간 최 대 Greatest Gust	21.1	17.2	9.2	13.9	10.8	20.8	20.3	16.9	18.5	35.6	28.6	20.5	19.0	21.2	13.8		35.6
람	20.3	21.6	24.0	15.9	11.6	15.5	17.7	18.1	11.2	22.9	16.7	21.0	13.8	14.6	16.9	16.7	10일
풍	ESE	E	NNW	NNW	NNW	NNW	N	W	WSW	N	NNW	NW	N	WNW	WSW		N
(m/s)	N	E	E	NNE	ESE	N	ESE	W	WSW	ESE	E	S	WSW	E	SSE	WSW	
Wind 나타난 시간 Time	1838	0351	2325	0638	1757	2238	1043	0321	2225	1335	0358	2018	2047	0417	0825		
	1151	2328	0414	1053	0253	2226	0401	0317	2043	0843	2359	0428	0401	0418	2057	2327	
구름(1/8)	6.8	1.5	5.0	7.8	8.0	6.5	8.0	8.0	5.8	7.0	6.0	5.0	6.5	5.3	5.3		6.2
Average Amount of Cloud	8.0	7.5	7.4	6.3	6.6	5.5	5.0	5.3	7.5	7.8	6.5	5.3	6.5	5.8	5.5	3.5	
시 작 시 간 Start Time																	
폭풍설																	0930
끝 난 시 간 End Time																	
Bliz-																	1140
zard																	
계 속 시 간 Duration of																	
Blizzard																	0210

2019년 5월

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	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 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	1516	2426	2239	968	1169	1101	568	999	834	851	929	1414	1236	919	730	28623	
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	14.4	19.0	20.0	12.8	11.0	8.1	10.9	4.6	12.0	11.9	13.3	11.3	8.8	14.0	15.6	2.3	
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	0.0	0.0	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	0.0	1.5	2.5	
눈 신적설 합 계 Total	1.5	0.4	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.3	-	0.3	0.0	-	-	13일
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	3.7	0.4	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.3	-	0.3	0.0	-	-	3.7 16일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)		y															1
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)																	1
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)			y						y		y	y		y	y		12
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y	y		y			y				17
눈 Snow	y	y	y										y	y	y		16
비 Rain		y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y			13
Meteo. Pheno-mena 진눈깨비 Sleet	y	y															1
안개 Fog																	0
박무 Mist									y								1
해상 상태 Sea State	유빙 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	-	-	
거칠기 Sea Sfc. Roughness State (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)		-	D/2	-	-	-	-	D/2	-	-	-	-	-	-	-	D/2	-
		RO/RO/MO/MO	SL/SL/MO/MO/MO/MO/MO/MO	RO/RO	RO/RO/MO/MO	RO/RO	RO/RO/MO/MO	RO/RO	RO/RO	RO/RO/MO/MO/MO/MO	RO/RO/MO/MO/MO/MO	RO/RO/MO/MO/MO/MO	RO/RO/MO/MO/MO/MO	RO/RO/MO/MO/MO/MO	RO/RO/MO/MO/MO/MO	RO/RO/MO/MO/MO/MO	

- 66 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed fro directions(unit: m/s)

2019년 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	7.2	7.5	8.2	7.4	15.5	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	6.1	6.2	3.6	4.3	7.2
2	0.0	0.0	0.0	12.2	12.8	4.4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	6.1	0.0	2.4	2.7	4.1	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	4.3	7.0	7.3
4	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	8.9	8.5	8.0	10.5
5	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	7.5	7.0	7.6	7.8
6	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	7.1	6.5	14.0	14.6
7	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	10.2	12.0	13.7	14.3
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	12.0	10.1	10.5	11.1
9	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	9.9	9.3	10.7	10.9
10	23.3	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	10.0	9.3	8.1	10.7
11	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	15.6	14.9	17.2	18.4
12	14.6	13.8	9.7	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	13.7	14.7	14.1
13	11.9	10.8	9.1	8.3	6.6	5.6	5.0	0.0	0.0	2.1	10.7	7.4	10.2	10.4	9.9	11.1
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	13.1	14.7	14.1	14.8	14.1	0.0
15	1.9	0.9	1.0	0.5	0.0	3.1	3.5	5.5	3.7	0.0	0.0	10.8	10.1	7.4	9.5	5.7
16	14.5	10.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	9.4	11.7	14.2
17	2.3	1.7	1.6	2.0	16.1	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	7.8	7.6	3.2
18	0.0	0.0	0.0	6.7	16.3	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	6.7	11.2	7.6	5.0	7.0	4.5	3.0	0.0	0.0	0.4	0.0	1.0	1.6	1.1	1.3	4.4
20	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	10.6	6.7	2.9	2.9	4.2	1.3	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.3
22	9.9	6.4	3.4	7.8	12.7	13.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	4.1	4.0	3.5
23	4.2	0.0	2.1	6.3	11.0	11.4	10.3	10.6	0.0	0.0	8.9	12.0	13.2	12.5	7.8	8.1
24	3.6	1.6	0.0	0.4	0.0	0.0	1.2	1.7	6.4	8.8	7.2	9.0	7.9	7.8	6.6	6.0
25	0.0	0.0	7.2	8.8	16.3	17.3	4.6	5.1	6.7	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	12.6	14.6	11.9	5.1	5.4	12.7	11.3	5.4	8.2	8.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2	15.5	10.8	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	5.6	10.4	8.8	11.2	7.9	2.8	0.0	0.0
29	0.0	0.0	8.2	8.6	10.7	10.2	6.9	5.8	6.4	9.9	10.6	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0
30	3.2	2.6	2.0	2.6	4.6	8.2	9.1	10.6	5.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	2.3	2.6
31	2.9	1.8	2.0	6.7	7.6	8.4	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	11.1	4.1	4.8	3.7
월 Month	23.3	17.6	9.7	12.6	16.3	17.3	10.3	10.6	16.2	15.5	13.1	14.7	15.6	14.9	17.2	18.4

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	9.7	5.6	10.4	2.8	34.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	4.9	9.0	1.4	1.4	9.7	0.0
2	0.0	0.0	0.0	27.1	68.1	4.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	8.3	0.0	4.9	7.6	16.0	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	7.6	20.1	16.7	0.0
4	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	25.7	26.4	11.1	26.4	0.0
5	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	5.6	9.0	24.3	47.9	0.0
6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	27.8	6.9	31.2	29.9	0.0
7	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	3.5	8.3	34.7	23.6	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	19.4	29.9	20.1	18.8	0.0
9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.9	10.4	13.9	28.5	7.6	0.0
10	55.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	13.2	10.4	6.2	12.5	0.0
11	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.3	40.3	8.3	6.9	2.8	0.0
12	19.4	9.7	2.8	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	34.7	22.2	6.9	0.0
13	5.6	2.1	5.6	9.0	3.5	5.6	2.1	0.0	0.0	0.7	13.2	13.9	15.3	5.6	5.6	9.0	3.5
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	16.0	29.2	31.2	21.5	1.4	0.0	0.0
15	1.4	2.1	0.7	0.7	0.0	1.4	3.5	6.2	0.7	0.0	0.0	35.4	7.6	10.4	25.7	3.5	0.7
16	24.3	3.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	15.3	38.2	17.4	0.0
17	2.1	0.7	2.8	4.2	39.6	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	18.8	4.9	0.7	0.0
18	0.0	0.0	0.0	7.6	76.4	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	10.4	17.4	30.6	13.9	6.9	3.5	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.8	4.2	2.8	1.4	3.5
20	0.0	0.0	0.0	0.0	71.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	36.1	11.1	3.5	22.2	16.0	5.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.7	2.1
22	9.0	2.8	2.1	9.0	53.5	8.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	4.2	6.2	2.1	0.7
23	0.7	0.0	1.4	4.2	6.2	13.2	9.0	7.6	0.0	0.0	2.8	15.3	15.3	18.8	3.5	2.1	0.0
24	5.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.1	4.2	13.2	15.3	16.7	12.5	11.8	7.6	5.6	2.1
25	0.0	0.0	4.9	23.6	43.8	7.6	0.7	2.8	13.9	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	8.3	41.0	3.5	3.5	6.9	12.5	3.5	3.5	14.6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	38.9	35.4	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.9	9.7	20.1	52.1	11.8	0.7	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	13.9	29.9	25.7	1.4	0.7	1.4	0.7	6.2	11.1	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	3.5	3.5	4.9	6.2	7.6	20.8	30.6	16.0	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	1.4	2.8	0.7
31	0.7	0.7	2.8	5.6	12.5	12.5	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	41.0	6.2	0.7	6.2	3.5	1.4
월 Month	7.9	2.0	3.0	6.0	16.8	5.7	2.0	1.4	1.7	2.4	3.9	11.1	8.7	8.7	10.1	8.1	0.5

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2019년 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 평균 Ave. Station	1013	1006	1003	997	988	986	989	986	987	988	1003	1005	1007	1000	990	993
기압 최고 Highest	986	994	991	983	984	986	996	995	982	975	987	996	995	999	1002	
기압 나타난 시간 Time	1012	999	993	985	997	1008	1007	1000	991	980	1023	1006	1020	1030	1003	29일
(hPa)	0016	0030	0000	0024	0009	2326	0028	2108	1414	2357	2330	0958	2131	0012	0702	
기압 최저 Lowest	0113	2345	2301	1715	1829	0830	0416	0529	0031	2351	2150	0930	0228	2355	0859	
Air Press. 나타난 시간 Time	1007	1004	999	994	982	982	987	984	985	984	1002	1003	1005	992	979	967
	981	992	990	980	978	980	993	986	969	967	978	994	993	997	1000	25일
기온 평균 Ave. Station	2356	2244	2344	2350	2258	0002	2346	1558	2355	0047	1455	0013	1806	2252	2137	
	0001	0000	2148	2255	0145	0703	0035	1955	2342	0343	0004	0026	0629	1148	0006	
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-1.7	-0.9	-0.2	1.3	0.6	-2.0	-3.8	-1.8	-3.1	-8.2	-6.3	-2.0	-0.7	-0.3	-0.3	-3.9
기온 평균 최저 Avg. Minimum	-0.1	-0.7	-1.3	-4.9	-9.8	-8.6	-6.1	-2.9	-1.9	-10.6	-11.8	-11.2	-8.4	-3.9	-5.6	-1.4
기온 최고 Highest	0.1	0.1	2.9	3.7	3.7	1.0	-2.4	0.3	-1.3	-2.1	-1.4	0.0	0.4	0.7	1.1	3.7
(°C) 나타난 시간 Time	1.7	0.6	0.8	-2.5	-6.4	-4.8	-3.4	0.7	1.1	-6.8	-10.6	-8.8	-4.5	-1.9	-3.1	4/5일
Air Temp. 나타난 시간 Time	2341	0321	2353	0805	1519	0046	2353	2011	0050	0044	1647	1652	1509	1432	2355	
	0152	0946	1232	0006	0006	0540	2242	2108	2101	0002	0700	1816	2247	1139	1219	
Air Temp. 최저 Lowest	-3.3	-2.0	-1.7	-0.9	-1.2	-4.3	-4.7	-3.5	-6.0	-11.3	-10.9	-3.6	-2.3	-1.2	-1.8	-12.9
	-1.9	-1.8	-3.4	-7.3	-11.6	-11.0	-12.1	-5.0	-7.8	-12.4	-12.9	-12.7	-12.6	-5.8	-8.7	26일
평균이슬점온도(°C)	0000	2200	0028	2226	2249	2351	0537	0014	1213	2122	0029	0027	0000	1910	1436	
Average Dewpoint Temperature	2211	2252	2349	2355	1617	2321	0302	0015	2357	2340	1551	0320	0008	0000	0618	
	-4.3	-3.1	-1.3	-0.2	-0.5	-2.8	-4.7	-2.7	-4.6	-9.9	-9.4	-4.2	-2.4	-1.2	-1.9	-6.0
	-2.3	-3.2	-3.0	-6.5	-11.7	-10.3	-8.9	-5.0	-4.1	-12.2	-14.8	-15.3	-12.3	-7.0	-8.7	

2019년 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) Total Precipitation	0.0	-	0.0	0.0	4.1	5.7	1.1	-	-	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	13.1
상 평 균 Average	82	85	92	89	92	93	93	93	89	88	78	85	88	93	89	85
대	85	83	88	88	85	87	81	85	85	87	78	71	73	79	79	
습 최 소 Lowest	61	77	81	81	83	87	92	86	83	85	60	80	77	82	80	60
도	69	73	74	82	80	79	71	76	70	84	69	66	67	69	68	11일
(1%) 나타난 시간 Time	0036	2012	0005	0635	1545	0405	1315	2010	2054	2345	0816	1923	0444	0347	0847	
R.H.	1724	0000	1235	1322	1845	0203	1537	0311	0809	2348	2215	1330	1345	2357	0026	
평 균 Average	9.3	8.6	5.3	6.0	4.0	5.3	6.2	3.1	2.8	11.5	7.5	6.9	10.5	8.5	8.0	7.5
바	10.2	7.4	6.6	10.6	12.9	11.5	3.4	8.9	6.0	17.2	10.1	4.1	3.2	6.5	3.4	
순 간 최 대 Greatest Gust	15.8	14.3	14.7	15.1	16.5	13.8	14.5	10.5	7.9	22.7	21.0	16.3	19.9	17.2	19.8	29.1
람	20.4	15.3	12.0	21.0	24.5	22.8	7.3	26.7	23.3	29.1	21.8	12.0	9.3	12.7	8.8	25일
풍	WSW	SW	W	N	ENE	E	E	NNW	ESE	ESE	E	WSW	SW	WSW	N	E
(m/s)	WSW	SW	E	ESE	E	E	SSW	NNE	ESE	E	ESE	ENE	WSW	WSW	WNW	
Wind 나타난 시간 Time	0708	0829	1250	0010	2221	1546	0303	1702	2358	2035	1522	2251	1745	0040	1600	
	0522	1416	2228	2246	0515	0714	0745	2047	2315	0342	0000	0101	2210	1427	1336	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	7.3	7.1	6.4	6.5	7.8	8.0	6.9	7.0	6.4	8.0	5.3	5.5	8.0	7.9	7.6	6.7
시 작 시 간 Start Time											1740	0030				
폭풍설						0630					0010	0000				
끝 난 시 간 End Time											2140	0410				
Bliz-						1330					2400	0050				
zard											0400	0340				
계 속 시 간 Duration of Blizzard						0700					2350	0050				

2019년 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/m ²)/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	261	173	171	376	71	81	618	287	344	128	320	341	285	222	138	7222
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	10.0	17.5	8.8	10.5	11.0	3.3	10.3	15.6	14.6	4.1	16.9	15.0	10.5	10.3	9.8	0.1
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	0.0	-	-	-	-	3.0	3.0	2.0	0.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	27.3
눈 신적설 합 계 Total	2.3	2.0	3.5	3.8	3.8	3.8	3.8	5.3	27.3	22.0	22.0	22.0	22.0	23.2	23.2	24일
Snow (cm)	0.0	-	1.5	0.3	0.0	0.0	0.0	1.5	22.0	0.0	0.0	-	-	1.2	0.0	22.0
Fall 나타난 날 Date																24일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																0
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)												y				1
상 기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)							y					y	y			4
현 흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y		y	y	y	25
상 눈 Snow	y					y	y	y	y	y	y				y	19
Meteo. Pheno- -mena 비 Rain	y		y	y	y	y	y	y	y	y	y			y	y	4
진 눈 개 비 Sleet																0
안 개 Fog				y												1
박 무 Mist	y		y	y	y								y			5
해상 상태 Sea State	유빙 Drift Ice(F:Frozen) (MB=0, MC=1, MB.MC=2)	-	-	D/2	D/2	D/2	-	-	D/2	D/2	-	-	-	-	-	-
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	RO/RO	RO/RO	SL/SL	MO/MO	MO/MO	SL/SL	SL/SL	MO/MO	MO/MO	SM/SM	SM/SM	SM/SM	MO/MO	MO/MO	MO/MO
Sea State		RO/RO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	SM/SM	RO/RO	MO/MO	MO/VRU	VRU/VRU	RO/RO	SL/SL	SM/SM

- 71 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed fro directions(unit: m/s)

2019년 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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	12.4	7.3	0.0	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	10.8	10.5	9.3	0.0	0.0
3	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	7.2	9.2
4	10.9	2.7	3.7	3.8	0.0	3.7	3.4	2.4	2.5	4.9	5.6	7.1	7.4	8.3	9.2	9.6
5	3.2	3.4	4.6	11.3	10.7	6.1	9.7	3.0	1.2	2.0	1.0	1.8	2.1	2.9	5.6	1.6
6	0.0	0.0	0.0	6.7	10.8	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	6.9	7.3	12.4	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	5.8	1.1	3.0	3.4	1.9	2.2	1.5	2.2	0.1	0.0	0.6	3.5	5.0	6.9	7.4	7.4
9	3.5	2.1	2.7	2.7	4.9	6.0	2.7	1.0	0.0	0.0	0.0	3.7	3.4	3.7	4.2	4.3
10	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	17.9	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	3.6	2.4	2.0	11.4	16.8	15.1	4.3	3.6	0.0	0.0	7.0	8.2	7.3	4.6	3.9	4.5
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	9.7	11.3	9.7	9.7	7.2	0.0
13	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.1	15.1	12.1	4.1	3.3
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	12.8	10.4	12.0	8.4
15	14.3	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	7.4	13.0	12.3	8.8	10.3	11.5
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	13.9	12.3	0.0	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	10.5	10.5	9.9	4.7	0.0
18	5.6	5.3	3.6	0.0	9.3	8.4	2.6	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	6.7	6.4	6.9
19	0.0	0.0	0.0	11.9	10.9	15.5	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	7.4	8.3	19.1	17.5	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	6.7	14.6	19.0	16.7	17.2	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	2.5	3.9	4.5	4.0	5.7	4.9	0.6	4.2	5.7	5.5	3.3	3.0	3.0	4.9	4.4
23	16.4	17.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	5.3	10.2
24	2.3	2.2	3.3	8.2	10.1	18.4	8.4	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	4.9
25	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4	19.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	12.2	14.4	16.1	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	8.9	5.3	4.6	5.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	2.4	3.3	4.5	2.1	0.0	0.0	0.0	4.4	4.5	6.3	5.9	5.3	0.0	0.7
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	7.6	9.9	9.1	2.6	0.0	0.0
30	2.3	2.1	3.2	3.6	4.3	4.7	2.7	6.0	6.2	5.0	4.2	0.0	6.3	7.0	6.7	3.8
월 Month	16.4	17.7	7.4	14.6	22.4	19.3	17.2	9.5	6.2	7.0	15.1	15.1	12.3	12.0	10.3	12.4

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	77.1	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	0.0	0.0	16.0	70.1	13.9	0.0	0.0	0.0
3	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	30.6	36.8	7.6
4	23.6	2.8	1.4	1.4	0.0	0.7	1.4	2.1	1.4	2.8	2.8	7.6	6.9	16.0	6.9	21.5	0.7
5	0.7	2.8	8.3	13.2	20.8	14.6	12.5	6.2	2.8	2.1	0.7	2.8	2.8	0.7	2.1	2.8	4.2
6	0.0	0.0	0.0	13.9	81.9	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	7.6	25.7	43.8	22.9	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	1.4	6.9	4.9	1.4	5.6	4.9	5.6	0.0	0.0	0.7	0.7	6.2	9.7	20.8	11.8	18.8
9	4.2	3.5	13.2	4.2	6.2	31.2	4.2	0.7	0.0	0.0	0.0	5.6	3.5	11.8	8.3	3.5	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	41.0	55.6	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2.1	0.7	2.1	2.1	27.8	14.6	4.2	1.4	0.0	0.0	9.0	28.5	3.5	0.7	1.4	2.1	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.2	4.9	30.6	48.6	11.1	0.0
13	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	64.6	15.3	1.4	2.8	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	38.9	16.7	38.2	4.9	0.0	0.0
15	9.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	15.3	25.7	16.0	13.9	11.1	7.6	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.9	34.0	11.1	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	0.0	0.0	20.8	64.6	13.2	1.4	0.0	0.0	0.0
18	4.2	3.5	2.8	0.0	21.5	15.3	9.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	13.9	13.9	5.6	0.0
19	0.0	0.0	0.0	4.9	58.7	28.7	7.7	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	9.7	11.8	72.9	5.6	0.0	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	4.2	6.2	22.2	56.9	9.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	2.8	9.0	2.8	2.1	6.9	4.9	0.7	2.8	18.8	7.6	3.5	5.6	8.3	11.8	11.8	0.7
23	41.7	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	6.9	20.8	16.7	0.0
24	1.4	2.1	9.0	6.9	18.8	30.6	7.6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	8.3	2.1
25	0.0	0.0	0.0	0.0	54.2	45.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	34.7	61.1	4.2	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	42.4	34.7	13.2	5.6	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	3.5	12.5	25.0	5.6	0.0	0.0	0.0	4.9	15.3	17.4	13.2	2.1	0.0	0.7	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	15.3	59.7	23.6	0.7	0.0	0.0	0.0
30	0.7	0.7	10.4	14.6	2.1	5.6	4.2	5.6	9.0	4.2	2.8	0.0	12.5	13.2	6.9	4.9	2.8
월 Month	3.2	1.1	2.9	6.7	19.9	12.3	2.6	1.1	0.5	1.2	6.8	16.9	7.4	7.3	5.7	3.5	1.0

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2019년 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
기압	기압 평균 Ave. Station	1010	1011	1008	1005	1006	1010	1014	1016	1017	1018	1020	1017	1015	1012	1003		1002
	최고 Highest	987	987	996	994	987	983	983	994	1008	999	981	976	979	993	1003	1012	
압	나타난 시간 Time	1017	1013	1010	1030	1010	1012	1017	1026	1019	1038	1023	1020	1019	1032	1017		1038
	(hPa)	999	996	1015	1017	1013	997	1015	1005	1011	1011	1022	998	981	1004	1009	1016	10일
Air Press.	최저 Lowest	2332	1657	0000	2233	2310	2358	2022	0303	0907	0519	1751	0006	0459	2133	0953		
	나타난 시간 Time	0429	2359	2334	1837	2206	1651	1417	2359	1826	0137	1134	2124	1936	2359	2311	1927	
Temp.	최저 Lowest	1001	1009	1006	1004	1004	1008	1011	1015	1015	1015	1019	1015	1014	1008	997		970
	나타난 시간 Time	979	980	994	991	982	982	982	985	1004	981	976	970	977	979	1000	1005	27일
기온	기온 평균 Ave. Station	0000	2351	2358	0735	0242	0000	0000	1326	2227	0221	0721	2134	0122	2348	2344		
	평균 최고 Avg. Maximum	2029	0224	2243	2324	2255	0036	0747	0040	0004	2359	2357	0000	2156	0000	0821	0000	
온	평균 최저 Avg. Minimum	-8.8	-3.9	-3.3	-0.9	-3.1	-5.1	-7.2	-4.7	-3.3	-3.1	-4.2	-2.5	-2.7	-2.2	1.3		-4.0
	최고 Highest	0.4	-2.4	-1.1	-6.7	-8.3	-5.2	-3.2	-5.6	-8.6	-3.3	0.2	-1.3	-0.9	-8.7	-3.7	-12.1	
Temp.	최저 Lowest	-5.3	-2.3	-1.7	0.2	-0.3	-2.3	-4.1	-2.4	-1.3	-0.6	-0.8	-0.8	-1.0	2.0	2.8		4.7
	나타난 시간 Time	2.7	-0.5	2.6	-2.4	-6.4	-3.0	-1.7	-2.3	-6.5	4.7	2.9	1.0	1.3	-1.2	-0.3	-7.8	25일
Air Temp.	최저 Lowest	0333	2237	1524	1822	0049	1253	0337	1726	2000	1837	0328	1426	0444	2134	0742		
	나타난 시간 Time	1319	1133	1238	0000	0114	2350	0829	0419	2358	2322	0001	0057	2210	0047	1258	0204	
Average Dewpoint Temperature	평균이슬점온도(°C)	-12.1	-8.1	-5.7	-2.7	-6.7	-7.0	-9.9	-9.5	-7.3	-5.9	-8.3	-4.8	-3.9	-4.8	0.3		-14.7
	나타난 시간 Time	-4.8	-5.3	-4.1	-8.4	-9.9	-8.0	-5.1	-8.9	-10.5	-8.6	-1.9	-3.2	-2.3	-14.3	-11.5	-14.7	31일
	나타난 시간 Time	1738	0044	0955	0000	2255	0638	2134	0010	0030	2214	2024	0104	2308	0752	0028		
	나타난 시간 Time	2356	0338	2350	1130	1828	0000	2101	2106	0356	0102	2113	1429	2350	0720	2202	2046	

- 74 -

2019년 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) Total Precipitation	0.1	-	-	0.1	-	-	-	0.0	-	0.0	-	-	0.0	-	0.9		5.9
상 평 균 Average	69	76	83	92	94	86	82	84	92	82	87	91	92	85	84		85
대	83	91	87	82	88	90	93	83	67	81	91	88	87	88	89	76	
습 최 소 Lowest	51	67	77	75	89	81	68	71	87	62	70	79	89	78	80		51
도	74	86	72	74	82	85	85	71	53	67	83	78	79	83	80	69	1일
(%) 나타난 시간 Time	1405	0019	0051	0702	1405	1457	2352	0000	0224	2053	0117	0009	0425	2134	2342		
R.H.	1318	0152	1446	2203	0500	0358	2242	1457	0435	0218	2348	1943	1241	0814	2338	1903	
평 균 Average	6.6	3.8	4.2	4.8	0.5	0.1	0.0	2.3	3.7	1.6	3.4	5.2	5.9	3.2	7.2		5.2
바	5.7	7.6	3.0	7.5	5.5	4.8	3.0	5.0	5.9	13.9	11.1	6.3	8.6	5.9	7.8	6.6	
순 간 최 대 Greatest Gust	14.6	8.8	12.2	13.4	2.0	0.8	0.9	9.1	8.8	6.5	11.3	10.5	9.8	13.5	17.1		33.0
람	17.8	16.7	12.2	16.4	12.2	11.1	8.0	11.4	13.8	33.0	28.2	17.4	18.1	20.6	18.1	12.4	25일
풍	ENE	WSW	W	WNW	NW	NW	NW	NNW	WNW	SE	NW	WSW	NW	NNE	N		NNE
(m/s)	E	ESE	ENE	E	E	NW	NW	SSW	ENE	NNE	N	N	W	ESE	ESE	E	
Wind 나타난 시간 Time	1304	1626	2203	0357	1146	2345	0303	0858	1400	1214	0342	1907	0641	2348	0411		
	2139	0024	2358	1012	0605	1529	0253	1450	0113	1525	0022	0121	2156	0325	0821	0452	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	1.0	5.8	3.3	7.0	4.5	2.0	0.5	3.8	6.5	2.5	3.0	7.4	7.4	8.0	7.8		5.8
	7.5	7.3	5.4	6.5	7.6	8.0	6.8	7.5	6.8	7.3	6.5	6.3	7.5	6.8	8.0	3.8	
시 작 시 간 Start Time																	
폭풍설																	1210
끝 난 시 간 End Time																	
Bliz-																	2040
zard																	
계 속 시 간 Duration of Blizzard																	0830

2019년 7월

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	Month	
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 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	473	226	382	215	1027	440	1127	280	423	1079	707	634	427	391	463	1811	19370	
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	20.3	20.0	20.0	7.0	8.5	19.4	20.0	17.5	10.8	20.5	17.8	11.1	14.1	20.0	10.4	13.6	20일	
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	23.5	22.0	20.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.4	17.4	23.5
눈 신적설 합 계 Total	18.0	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.8	18.5	18.5	18.5	17.0	17.0	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	1일
Snow (cm)	1.0	0.5	-	-	-	0.0	0.3	-	-	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date																		16일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y					y	y											3
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)			y					y		y	y							5
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)		y			y													3
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)			y					y	y			y	y	y	y			20
눈 Snow	y	y		y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y			16
비 Rain	y	y		y		y	y			y	y	y	y	y	y	y		6
Meteo. Pheno-mena					y	y				y	y							1
진 눈 개 비 Sleet	y																	
안 개 Fog				y	y													2
박 무 Mist				y	y				y	y		y						7
해상 상태					y		y											
Sea State	MO/MO	SL/SL	SL/SL	SL/SL	CALM/CALM	CALM/CALM	CALM/CALM	SM/SM	SL/SL	SM/SM	SL/SL	SL/SL	MO/MO	SM/SM	MO/MO	MO/MO	MO/MO	
거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	MO/MO	MO/MO	SM/SM	MO/MO	SL/SL	SL/SL	SM/SM	SL/SL	MO/MO	VRU/VRU	RO/RO	MO/MO	RO/RO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed fro directions(unit: m/s)

2019년 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	1.1	0.0	0.0	12.0	11.0	9.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0
2	2.9	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	5.5	8.0	8.6	10.6	8.9	4.4	3.7	3.1
3	4.1	2.9	3.0	2.9	1.7	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	8.2	8.8	7.6	4.7	4.4
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	8.6	9.2	8.4	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.3	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	0.0	0.0	0.6	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	0.0	0.5	0.0
8	1.5	2.4	3.8	0.0	0.0	0.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	6.9
9	2.2	2.5	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	5.4	4.6
10	3.4	0.0	3.6	2.7	3.5	4.2	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0
11	4.0	3.6	3.9	4.1	4.1	5.3	1.1	1.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	8.2	5.1
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	7.7	5.8	7.4	6.2
13	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	7.5	7.8	6.7
14	6.3	8.0	4.4	4.5	4.4	3.6	4.5	3.9	3.9	0.9	3.6	1.4	2.9	4.4	4.7	6.6
15	11.0	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	0.0	10.4
16	4.8	8.1	9.6	6.8	12.6	12.2	2.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	6.0	5.9	9.1	11.0	11.9	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	9.2	8.4	7.0
18	6.3	6.5	5.7	8.0	7.7	0.6	3.6	3.5	0.7	0.0	1.5	2.1	0.7	3.4	5.5	5.5
19	0.0	0.0	10.7	11.5	13.1	9.8	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	7.6	8.0	9.2	8.0	5.6	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	2.4	2.8	0.0	4.1	4.6	4.2	3.9	3.2	2.2	1.9	3.6	7.9	8.1	6.1
22	1.3	1.3	1.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	6.7	4.3
23	0.0	0.9	7.1	6.9	6.9	6.0	5.4	3.9	5.2	9.3	8.1	5.6	4.7	0.0	0.0	0.0
24	0.0	4.5	9.5	9.5	7.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	20.2	24.7	16.3	9.9	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	20.3	18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	11.0	13.9
27	11.8	9.3	8.6	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.0	1.1	6.4	9.6	10.9
28	11.8	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	13.1	11.1	9.5	10.5
29	0.8	0.6	5.5	7.0	14.1	14.6	4.1	4.5	0.8	0.1	2.3	6.0	5.0	4.3	3.5	3.3
30	12.3	0.0	0.0	7.8	12.7	12.9	0.0	0.0	6.8	6.0	6.2	6.9	8.1	8.3	9.8	10.6
31	0.0	0.0	5.3	7.6	9.4	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
월 Month	20.3	24.7	16.3	12.0	14.1	14.6	7.2	4.5	6.8	9.3	8.6	10.6	13.1	11.1	11.0	13.9

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	0.7	0.0	0.0	30.6	33.3	30.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	2.1
2	2.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	3.7	6.0	7.5	58.2	11.2	3.7	3.0	2.2	0.0
3	13.2	9.7	9.0	2.8	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	34.0	7.6	4.9	12.5	2.1
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	6.9	83.3	9.7	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	41.7	0.0	44.4
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	0.0	2.1	0.0	97.9
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	0.0	0.7	0.0	99.3
8	0.7	2.8	18.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.7	19.4	32.6
9	0.7	3.5	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.8	26.4	8.3	2.8
10	0.7	0.0	36.1	3.5	6.9	12.5	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.9	0.0	0.0	8.3
11	2.8	2.1	19.4	11.1	10.4	8.3	0.7	1.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	27.1	5.6	3.5
12	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	26.4	27.1	10.4	0.0
13	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	3.5	74.3	20.1	0.0
14	16.0	6.2	6.9	8.3	2.8	4.9	6.9	23.6	7.6	0.7	1.4	0.7	0.7	2.8	2.1	2.8	5.6
15	40.3	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	2.8	0.0
16	2.1	22.9	33.3	10.4	21.5	6.9	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
17	0.7	0.7	6.9	2.8	6.9	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	47.9	8.3	2.1	0.0
18	5.6	3.5	5.6	16.0	12.5	0.7	7.6	17.4	0.7	0.0	0.7	0.7	0.7	4.2	13.9	4.2	6.2
19	0.0	0.0	20.1	34.0	38.2	5.6	2.1	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	4.2	12.5	24.3	49.3	8.3	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	3.5	1.4	0.0	2.1	10.4	10.4	4.2	2.8	2.1	0.7	3.5	25.0	30.6	3.5	0.0
22	1.4	3.5	9.7	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.3	42.4	6.2	9.7
23	0.0	0.7	16.0	9.0	12.5	4.2	0.7	1.4	11.1	25.7	12.5	3.5	2.1	0.0	0.0	0.0	0.7
24	0.0	2.8	60.4	25.7	9.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	1.4	54.2	35.4	6.9	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	34.7	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	17.4	46.5	0.0
27	23.6	13.9	5.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	3.5	25.0	25.0	0.0
28	15.3	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	18.8	18.1	22.2	19.4	0.0
29	0.7	0.7	4.9	11.8	27.1	20.1	2.1	5.6	2.1	0.0	1.4	3.5	3.5	1.4	2.1	2.8	10.4
30	4.9	0.0	0.0	1.4	13.2	5.6	0.0	0.0	1.4	2.1	5.6	13.2	12.5	20.1	12.5	7.6	0.0
31	0.0	0.0	0.7	32.6	52.1	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
월 Month	5.5	6.1	9.9	7.3	8.8	5.7	1.4	2.0	1.1	1.2	1.1	2.9	4.7	11.9	13.5	6.5	10.5

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	1010	994	984	970	970	965	971	985	978	991	1005	1007	1004	995	991		995
기압 최고 Highest	1001	1010	1001	1010	1012	1016	1017	1014	1007	996	1000	990	981	984	996	995	
기압 나타난 시간 Time	0122	0003	0301	2207	0453	0713	1740	1219	0000	2359	2149	1659	0006	1002	2113		
(hPa) 기압 최저 Lowest	2354	1441	0936	2340	2346	2049	1718	0033	0004	0822	1141	0001	0008	2352	2032	2358	
Air Press. 나타난 시간 Time	0517	2242	1849	0000	0958	0022	0248	2356	2352	1311	2355	2323	2027	0240	0043	1237	
기온 평균 Ave. Station	-9.0	-1.4	-0.1	-1.1	-1.0	-9.9	-10.6	-6.0	-12.0	-10.7	-9.6	-6.9	-3.2	-1.9	-4.4		-4.3
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-11.1	-7.0	-2.3	-3.2	-2.1	-4.9	-4.8	-0.9	1.1	0.5	0.1	0.5	-1.4	-3.0	-3.6	-4.5	
기온 평균 최저 Avg. Minimum																	
기온 최고 Highest	-2.5	1.4	1.9	0.3	0.9	-5.5	-4.5	-4.1	-7.5	-8.9	-6.0	-4.4	-0.8	-0.1	-0.1		4.3
(°C) 기온 나타난 시간 Time	-3.9	-3.4	1.4	-0.4	0.6	-1.2	-2.2	0.7	3.4	3.9	3.4	4.3	3.5	0.7	-2.1	0.1	27일
Air Temp. 기온 최저 Lowest	0300	2354	1920	0140	1546	0134	2357	2301	2340	1302	2324	0419	0230	1457	1232	1052	
Air Temp. 나타난 시간 Time	-14.4	-3.7	-2.1	-2.6	-6.1	-12.4	-14.9	-9.1	-14.2	-12.8	-13.4	-10.0	-6.9	-3.3	-9.6		-17.1
Air Temp. 기온 평균 최고 Highest	-17.1	-14.6	-7.5	-6.2	-4.6	-7.9	-6.8	-3.1	-1.4	-1.5	-1.4	-3.8	-4.5	-5.3	-5.3	-10.8	16일
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	0057	0038	0000	1938	2359	0518	0931	2311	2007	0001	0612	0442	0301	0715	2017		
Air Temp. 기온 평균 최저 Lowest	1644	0005	0601	2120	2317	0446	0101	0000	0759	0501	0248	2240	2057	2231	2307	2116	
평균이슬점온도(°C)	-12.3	-3.6	-1.7	-2.7	-2.9	-12.3	-13.8	-10.6	-14.5	-13.7	-12.9	-9.3	-4.3	-3.7	-5.7		-6.6
Average Dewpoint Temperature	-13.9	-10.0	-4.9	-5.2	-4.2	-6.1	-6.2	-2.0	-0.8	-0.7	-1.8	-2.5	-3.9	-5.7	-6.0	-7.3	

2019년 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) Total Precipitation	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.1	0.0	-	-	0.0	-	1.0		4.2
상 평 균 Average	77	85	89	89	86	83	77	70	82	79	76	83	92	87	90		84
대	79	79	82	85	85	91	89	92	87	91	87	80	83	81	83	81	
습 최 소 Lowest	68	70	71	77	75	78	65	60	68	72	65	75	81	71	82		59
도	62	63	71	72	77	76	83	85	77	81	66	59	62	69	72	69	27일
(%) 나타난 시간 Time	0114	0414	1245	0824	0538	1314	2352	1753	0328	2306	1016	0726	0224	0820	1359		
R.H.	1324	0032	1538	0344	1547	0149	1407	0139	2345	1311	2146	0616	0236	1501	0000	0518	
평 균 Average	12.3	9.7	12.2	16.3	13.2	9.9	8.6	7.4	15.5	5.9	3.6	2.1	4.5	7.1	6.2		6.9
바	8.8	4.8	3.8	3.8	2.7	2.0	5.0	4.9	4.4	4.3	3.4	6.3	7.3	4.0	2.8	10.2	
순 간 최 대 Greatest Gust	18.0	17.9	29.1	27.6	28.6	23.6	19.2	12.6	38.0	33.9	12.9	5.6	12.2	17.2	14.7		38.0
람	25.5	11.5	19.2	10.2	7.7	5.5	11.1	11.0	10.9	13.0	12.4	21.1	17.4	14.2	8.3	31.8	9일
풍	NE	NE	N	NNW	N	ESE	E	SSW	ESE	SE	ESE	NE	WNW	W	ESE		ESE
(m/s)	ENE	NNW	S	NW	NNW	ESE	NNW	NNW	N	NW	NNE	NNE	ESE	ESE	NE	ESE	
Wind 나타난 시간 Time	2349	0120	2332	0029	1854	0033	0515	0517	2341	0007	0029	1714	0728	2000	1215		
	1140	0321	0849	0139	1856	0109	2018	0526	1608	1333	2315	0710	1833	0110	1038	2050	
구름(1/8)	5.5	6.5	7.8	7.5	7.3	8.0	6.8	5.0	7.8	6.5	3.8	7.5	8.0	7.5	5.5		6.5
Average Amount of Cloud	7.0	5.5	4.5	3.8	4.0	5.8	5.0	8.0	7.8	7.8	7.3	7.3	7.5	5.3	7.3	8.0	
시 작 시 간 Start Time			1530	0000					0600	0000							
폭풍설																	1620
끝 난 시 간 End Time			2400	0420					2400	0850							
Bliz-																	2400
zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard			0830	0420					1800	0850							0740

108

2019년 8월

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	Month
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 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	1296	1083	789	1012	978	1398	1492	1256	684	628	2238	1359	1600	2400	2193	1838	65794
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	14.6	8.1	3.2	6.0	6.5	8.1	8.7	17.1	1.6	5.4	19.4	20.0	10.5	14.8	12.9	5.0	1.6
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	18.2	18.2	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	20.0	20.0	20.0	20.0	27.0	20.0	27.0
눈 신적설 합 계 Total	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	20.0	15일
Snow (cm)	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0	0.0	-	-	0.0	7.0
Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date																	15일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																	0
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)				y	y						y						3
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y								y							y	8
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)		y	y	y	y	y	y		y	y		y	y	y			20
상 눈 Snow	y	y	y	y	y	y	y		y	y			y			y	16
상 비 Rain	y							y				y	y				3
Meteo. Pheno- -mena									y	y	y						0
안개 Fog														y			3
박무 Mist				y		y							y				8
해상 유빙 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	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	D/2	D/2
Sea State	SL/SL	MO/MO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	SL/SL	VRU/VRU	RO/RO	SL/SL	SM/SM	SL/SL	MO/MO	MO/MO	MO/MO	
(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	RO/RO	SL/SL	SL/SL	SL/SL	SM/SM	SM/SM	SM/SM	SL/SL	SL/SL	SL/SL	SL/SL	SM/SM	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	RO/RO

- 81 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed fro directions(unit: m/s)

2019년 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	6.9	7.1	12.8	7.0	2.8	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	4.8	12.3	12.5	8.6	7.3	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6	9.3	9.0	4.2
3	21.9	19.9	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	8.1	19.4
4	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	11.0	17.0	19.4	19.8
5	18.5	12.8	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	9.5	8.5	12.7
6	0.0	0.0	8.9	9.0	13.8	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	7.0	13.2	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	11.8	7.0	5.9	4.5	3.9	3.2	
8	4.3	3.8	4.8	7.9	7.2	4.0	3.4	0.0	8.7	11.0	10.3	4.7	1.2	2.4	1.1	2.6	
9	0.0	0.0	0.0	12.3	22.4	25.4	23.8	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	0.0	0.0	0.0	11.8	20.7	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	1.9	2.2	3.6	3.0	8.0	9.6	9.2	3.7	3.8	5.8	5.1	4.6	2.8	2.1	1.3	0.1	
12	2.6	2.5	4.3	3.6	1.9	2.9	3.3	2.6	3.2	3.4	3.4	2.8	0.0	0.0	3.2	2.4	
13	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	2.4	2.9	2.8	0.2	7.0	8.8	7.8	7.6	
14	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	10.7	12.1	7.4	7.4	5.8	
15	0.0	1.5	2.4	0.1	11.9	12.0	8.1	3.6	0.0	0.0	1.1	5.7	8.1	8.5	0.0	0.0	
16	2.0	2.1	7.8	18.9	18.9	18.6	7.0	6.7	3.7	2.1	0.8	0.2	1.7	3.7	3.2	1.8	
17	3.1	2.3	2.5	4.2	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.2	2.6	6.0	7.5	7.4	8.0	9.4	
18	1.2	3.7	4.2	3.3	3.9	3.5	5.8	7.5	13.4	9.6	5.4	5.7	3.8	4.0	3.9	2.0	
19	5.4	3.8	4.0	2.9	5.7	5.7	7.3	6.9	0.6	3.8	4.2	4.5	4.6	7.4	7.7	6.7	
20	4.8	3.0	3.3	4.1	2.6	2.0	3.3	1.4	5.3	1.1	4.4	1.7	3.8	4.2	4.8	5.4	
21	3.2	2.5	2.9	3.6	3.2	4.1	3.7	0.9	1.7	1.7	0.0	0.0	0.8	0.0	3.8	3.9	
22	3.3	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	8.0	8.6	
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	5.7	7.5	7.6	
24	8.5	6.0	4.5	1.4	0.0	0.0	3.3	3.8	1.2	0.0	0.0	0.0	1.8	5.1	6.2	5.7	
25	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	2.9	2.7	4.0	3.7	0.0	0.0	0.0	3.5	5.7	8.5	8.4	
26	4.2	9.3	8.6	4.4	5.1	1.7	1.6	2.6	0.7	0.0	0.0	0.8	4.0	5.9	5.9	5.2	
27	6.0	14.7	11.6	7.7	2.0	1.1	1.8	3.3	1.6	1.7	0.4	1.0	0.0	0.0	2.6	3.1	
28	2.1	2.2	7.9	8.9	10.9	13.1	12.5	3.1	0.0	0.7	0.0	2.0	1.4	0.0	0.0	2.2	
29	0.0	0.0	2.6	3.0	3.3	10.5	8.2	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	4.7	3.3	6.1	4.4	2.7	2.7	3.0	2.0	1.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	
31	9.2	11.5	9.8	9.2	22.1	26.5	2.8	2.9	2.6	0.0	1.9	1.9	0.0	0.0	2.6	0.0	
월 Month	21.9	19.9	17.1	18.9	22.4	26.5	23.8	12.9	13.4	12.5	11.8	10.7	12.1	17.0	19.4	19.8	

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	1.4	18.1	47.2	27.1	4.9	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	2.1	13.2	22.2	4.9	3.5	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1	16.7	9.0	2.8	0.0
3	10.4	31.9	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	9.0	20.1	0.0
4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	10.4	13.2	60.4	6.2	0.0
5	52.8	6.2	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	15.3	13.2	6.9	0.0
6	0.0	0.0	47.2	16.0	17.4	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	4.9	23.6	38.2	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	6.2	2.1	6.2	2.1	4.2	2.8	0.7
8	1.4	1.4	11.8	24.3	17.4	6.9	3.5	0.0	1.4	16.7	11.1	0.7	0.7	0.7	0.7	1.4	0.0
9	0.0	0.0	0.0	5.6	36.8	42.4	15.3	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	0.0	0.0	0.0	0.7	82.6	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.7	2.8	11.1	4.2	12.5	16.7	3.5	6.2	5.6	15.3	6.2	3.5	2.1	1.4	2.1	0.0	6.2
12	3.5	1.4	20.8	6.9	3.5	1.4	5.6	7.6	7.6	19.4	14.6	1.4	0.0	0.0	2.1	1.4	2.8
13	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	1.4	0.7	2.1	0.0	8.3	25.0	25.7	20.8	4.2
14	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	13.9	51.4	22.2	6.9	1.4	0.0
15	0.0	4.2	4.2	0.0	20.8	20.8	13.2	2.1	0.0	0.0	0.7	12.5	14.6	3.5	0.0	0.0	3.5
16	2.1	1.4	7.6	31.2	15.3	6.9	4.2	6.2	4.9	0.7	1.4	0.0	2.1	4.2	5.6	4.2	2.1
17	0.7	1.4	1.4	2.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	2.8	6.9	20.8	24.3	20.8	17.4	0.0
18	0.7	4.9	6.9	4.9	3.5	2.8	4.2	9.7	18.1	12.5	9.0	2.8	1.4	7.6	6.2	4.2	0.7
19	8.3	6.9	6.2	2.8	4.9	9.0	7.6	9.0	0.7	4.2	6.2	2.1	0.7	8.3	13.2	6.9	2.8
20	9.0	7.6	7.6	5.6	2.1	2.8	1.4	0.7	2.8	2.1	4.2	2.1	6.2	7.6	14.6	22.9	0.7
21	10.4	5.6	18.1	6.9	2.8	4.2	3.5	0.7	5.6	2.1	0.0	0.0	0.7	0.0	9.7	21.5	8.3
22	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	31.2	63.2	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	0.0	0.7	36.8	38.9	23.6	0.0
24	31.9	16.7	4.9	0.7	0.0	0.0	3.5	16.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	3.5	6.9	13.2	0.0
25	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	2.8	7.6	25.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.7	20.1	33.3	7.6	0.0
26	3.5	8.3	6.2	2.8	2.8	0.7	1.4	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	11.1	22.2	29.9	6.2	2.8
27	1.4	24.3	41.7	3.5	1.4	1.4	2.1	12.5	1.4	1.4	0.0	1.4	0.0	0.0	1.4	1.4	4.9
28	0.7	0.7	10.4	10.4	13.2	49.3	10.4	1.4	0.0	0.7	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7
29	0.0	0.0	2.8	8.3	6.9	42.4	28.5	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
30	6.9	2.8	25.0	18.8	11.8	16.7	4.2	3.5	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	1.4
31	1.4	10.4	24.3	10.4	20.8	20.1	3.5	4.9	2.1	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0
월 Month	5.3	5.5	11.6	7.1	7.8	8.9	6.6	4.4	1.8	2.8	2.2	2.0	5.3	7.7	11.2	8.5	1.5

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	1011	1011	1017	1011	1003	1002	992	986	997	985	974	987	978	996	995	990
기압 최고 Highest	1002	996	984	979	969	978	977	983	992	979	983	983	986	984	994	
기압 나타난 시간 Time	1015	1023	1023	1014	1005	1010	1011	996	1001	993	1013	991	991	999	999	1032
(hPa) 기압 최저 Lowest	1032	1002	990	982	976	987	988	995	999	987	986	1003	994	987	995	16일
Air Press. 나타난 시간 Time	1105	2318	0322	0324	2147	0304	0019	2347	0909	0328	1907	1125	2348	1939	2359	
Air Press. 기온 평균 Ave. Station	2144	0001	0028	0125	0005	2359	0252	2359	0543	0001	1935	2136	0025	2359	1823	
Air Press. 기온 평균 최고 Avg. Maximum	1003	1003	1013	1003	1001	998	981	976	990	971	964	975	970	990	992	964
Air Press. 기온 평균 최저 Avg. Minimum	997	989	979	975	966	969	969	972	986	973	979	971	979	980	992	11일
Air Press. 기온 최고 Highest	0003	0806	2047	2341	0801	2358	2356	0439	2320	2353	0516	2357	0607	0000	1241	
Air Press. 기온 나타난 시간 Time	0038	2358	1555	2355	1330	0000	1639	0000	2359	1325	0001	0920	2002	0036	1409	
Air Temp. 기온 평균 Ave. Station	-8.8	-7.7	-5.2	-3.8	-0.1	-0.8	-0.7	-2.3	-1.9	-0.2	-6.3	-8.3	-4.0	-7.9	-6.0	-3.9
Air Temp. 기온 평균 최고 Avg. Maximum	-5.3	-3.6	-2.0	-1.4	-3.8	-6.4	-2.6	-3.4	-4.4	-0.4	-0.7	-0.8	-1.6	-8.0	-8.2	
Air Temp. 기온 평균 최저 Avg. Minimum																-0.9
Air Temp. 기온 최고 Highest	-3.7	-3.9	-2.4	0.5	4.8	3.5	0.6	0.4	1.2	1.0	1.3	-0.4	-0.2	-5.1	-3.7	4.8
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	-1.5	-1.4	0.5	0.6	-1.1	-3.5	0.2	-1.9	-2.0	1.6	0.6	0.9	1.0	-6.5	-7.0	5일
Air Temp. 기온 평균 최고 Avg. Maximum	2238	0011	1004	2357	1058	1142	1405	0132	1843	2318	0315	2357	0011	1447	1351	
Air Temp. 기온 평균 최저 Avg. Minimum	1332	1451	1527	1207	0858	1938	1650	0228	2356	0803	1455	0938	1553	0004	23:35	
Air Temp. 기온 최고 Highest	-11.6	-12.0	-11.1	-7.7	-2.2	-2.2	-1.8	-5.0	-5.6	-1.4	-13.9	-13.7	-7.9	-10.7	-7.8	-13.9
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	-8.8	-8.3	-4.9	-3.4	-8.2	-8.9	-6.0	-5.1	-6.0	-2.6	-1.7	-3.6	-7.0	-8.9	-9.1	11일
Air Temp. 기온 평균 최저 Avg. Minimum	0817	2257	0002	0139	2309	0218	0745	2209	0256	0931	2332	0000	2335	2007	0000	
Air Temp. 기온 평균 최고 Avg. Maximum	0252	0125	0255	2212	2349	0421	0415	1909	0655	0002	0822	1323	2345	0644	2129	
Average Dewpoint Temperature	-12.1	-10.8	-9.6	-5.5	-2.2	-1.9	-1.2	-3.6	-4.1	-0.9	-9.4	-12.2	-7.1	-13.5	-9.3	-6.7
Average Dewpoint Temperature	-9.9	-8.6	-5.2	-4.4	-5.9	-9.4	-5.0	-7.4	-7.9	-2.6	-2.7	-2.9	-3.0	-10.2	-11.6	

2019년 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) Total Precipitation	0.0	0.0	-	-	-	-	0.3	5.3	0.0	0.8	0.5	0.0	0.3	-	0.2	15.3
상 평 균 Average	77	78	71	87	86	92	96	91	84	95	78	74	79	63	77	81
대 습 최 소 Lowest	70	69	79	80	85	79	83	74	77	85	86	86	89	84	73	
도 (1%) 나타난 시간 Time	45	45	56	68	66	61	66	60	61	70	70	66	75	72	64	3일
R.H.	1613	2356	0207	0428	1103	1143	0050	2359	0000	0552	1214	1257	2217	2025	1126	
평 균 Average	2144	2240	0000	1207	0900	1520	0116	1742	1309	0231	0259	1600	0822	2359	1453	
바 램 풍 향 Direction	9.7	7.7	5.4	4.5	5.6	6.8	6.5	7.6	9.4	7.5	13.9	10.0	9.4	2.8	5.1	7.7
(m/s) 순 간 최 대 Greatest Gust	3.9	5.6	9.6	4.0	7.5	7.8	10.0	8.2	7.7	8.8	8.8	9.2	7.2	15.2	6.1	
람 풍 향 Direction	28.4	21.0	14.4	12.7	15.8	17.6	15.4	16.5	21.9	19.9	23.9	23.9	16.9	9.3	10.9	28.4
(m/s) 나타난 시간 Time	8.9	10.9	22.7	13.4	21.6	18.2	23.2	18.7	18.2	20.6	17.2	24.3	19.8	22.2	13.8	1일
Wind 나타난 시간 Time	ESE	SE	ENE	SW	WSW	W	NNW	NNW	W	NW	WSW	WSW	WSW	WSW	SSE	ESE
	E	NNW	N	NW	E	ESE	N	WSW	ENE	NNW	WSW	SSW	E	E	ESE	
구름(1/8)	0015	1354	0009	2359	1055	1559	1050	0024	1702	1420	2257	0130	0107	0036	1940	
Average Amount of Cloud	1114	1917	1606	0216	2137	0248	1023	0724	2328	0009	0949	1200	1956	2358	1341	
시 작 시 간 Start Time	5.8	5.3	6.5	6.5	5.8	7.5	8.0	5.8	7.5	8.0	7.3	7.0	6.3	2.8	5.5	6.3
폭풍설	1.3	1.3	6.0	7.3	7.5	6.8	7.8	6.5	7.8	7.8	8.0	6.5	8.0	6.5	4.3	
끝 난 시 간 End Time	0000															
Bliz- zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard					2110								2110	0000		
						2320							2400	0700		
					0530											
						0210							0250	0700		

1
85
1

2019년 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/m ²)/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	5300	2493	3896	4736	6844	4368	2266	6833	3252	2271	4807	5403	5042	10435	7953	182549
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	13.1	14.9	20.0	15.0	12.3	6.3	1.1	12.1	12.1	4.0	11.8	10.8	15.4	18.1	23.1	1.1
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.5	30.0	20.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	32.0	50.0
눈 Max. Depth. Snow Cover	32.0	32.0	32.0	32.6	32.0	32.0	30.0	30.0	30.7	31.0	31.3	32.0	50.0	50.0	50.0	28일
신적설 합 계 Total	0.0	0.1	-	-	-	-	0.5	9.5	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	-	2.0	42.8
Snow (cm)	-	-	-	0.6	0.0	0.0	0.0	-	0.7	0.3	0.3	0.7	18.0	0.1	0.0	18.0
Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date																28일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y														2
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)														y		1
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y	y			y			y							y	7
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)			y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y		20
눈 Snow	y	y						y	y	y	y	y	y	y	y	21
비 Rain				y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	0
Meteo. Pheno-mena																
진 눈 개 비 Sleet																0
안 개 Fog								y								1
박 무 Mist						y	y									3
해상 상태 Sea State																
유빙 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
거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	RO/RO/MO/MO	SL/SL	SL/SL	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	RO/RO	MO/MO	MO/VRU/VRU	RO/RO	RO/RO	SM/SM	SL/SL	

- 86 -

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed fro directions(unit: m/s)

2019년 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	5.5	0.0	4.3	11.2	12.5	21.3	0.7	0.0	0.6	0.0	0.9	0.0	1.3	2.1	4.7	6.2
2	0.0	2.2	2.2	10.9	11.0	15.2	15.3	8.1	2.2	0.0	0.6	5.4	4.4	3.0	4.4	0.0
3	2.2	1.3	2.0	11.3	9.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	3.6	6.9	8.0	8.7	8.4	3.8
4	1.9	2.0	4.5	3.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.5	8.9	8.8	5.2	8.1	8.6	7.9
5	4.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	6.3	12.0	12.3	8.8	8.2	6.4	6.2
6	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	8.3	12.2	10.6	10.2	7.6
7	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	10.1	10.2
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	9.1	10.1	10.2	10.1	11.6
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	15.4	14.6	13.7	9.1
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	12.3	14.2	13.4
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8	15.7	12.0	14.2	13.8
12	11.9	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.6	7.6	9.4	7.6	8.6
13	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	7.9	9.6	11.2	12.7	11.2	11.3	9.3	11.1
14	0.0	0.0	3.0	2.9	3.2	4.6	0.0	0.9	0.0	0.0	4.2	7.0	6.3	2.2	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	5.5	5.5	8.2	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	1.0	2.2	4.0	3.1	7.9	7.4	5.6	4.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
17	6.1	2.5	4.6	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	7.3	8.4
18	16.8	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	10.6
19	8.7	7.7	2.2	1.4	1.9	3.7	3.3	3.0	2.3	1.4	0.3	0.0	3.3	4.0	9.4	9.0
20	0.0	3.4	4.7	11.2	17.2	15.9	4.1	3.9	1.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	1.8	0.5	0.0	0.9	10.7	14.1	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	6.5	3.4	2.7	3.2
22	15.7	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	11.0	11.3	13.1	13.2
23	0.0	0.0	4.1	3.3	3.7	3.9	3.5	5.0	0.0	12.1	11.9	13.8	12.0	3.9	2.7	3.2
24	2.1	3.6	12.1	13.6	13.5	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	2.3
25	12.4	9.9	12.5	8.2	0.0	3.8	3.5	3.4	0.0	0.0	0.0	11.7	12.1	11.2	12.7	13.3
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	12.0	10.0	11.6	11.1
27	2.7	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	14.1	18.2	14.0	15.2	15.8	14.6	12.5	10.5
28	5.5	3.9	6.5	7.4	16.2	0.0	0.5	1.5	0.9	0.8	3.2	0.0	0.0	6.8	8.0	7.4
29	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	9.5	10.9	17.4	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
월 Month	16.8	14.9	12.5	13.6	18.1	21.3	15.3	8.2	14.1	18.2	14.0	17.8	15.8	14.6	14.2	13.8

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	6.2	0.0	1.4	5.6	13.2	43.8	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	1.4	4.2	4.2	16.7	1.4
2	0.0	1.4	1.4	2.1	14.6	32.6	22.9	2.1	1.4	0.0	0.7	4.2	8.3	2.8	4.9	0.0	0.7
3	2.1	0.7	2.1	5.6	4.9	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	12.5	25.7	29.2	12.5	2.8	0.7
4	2.1	2.8	22.2	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	1.4	9.0	34.0	16.0	4.9
5	3.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	3.5	11.1	16.7	25.0	13.9	18.1	6.9	0.0
6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	5.6	23.6	47.2	13.2	6.9	0.0
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	0.0	20.1	44.4	34.7	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	6.2	45.8	21.5	6.2	17.4	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	0.7	35.4	42.4	20.8	0.7	0.0
10	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	33.3	41.7	16.7	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.0	9.0	2.8	17.4	4.9	0.0
12	9.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.5	6.9	6.9	4.9	10.4	0.0
13	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.2	2.8	4.9	38.9	26.4	9.7	4.2	2.8	0.0
14	0.0	0.0	30.6	18.1	7.6	5.6	0.0	0.7	0.0	0.0	4.2	23.6	6.9	2.1	0.0	0.0	0.7
15	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	12.5	17.4	59.7	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.7	1.4	11.8	9.7	16.0	47.9	9.7	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
17	2.8	6.9	9.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	58.3	13.9	0.0
18	75.7	18.8	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	5.6	0.0
19	9.7	7.6	3.5	0.7	2.1	5.6	9.7	9.7	2.1	0.7	0.0	0.0	2.1	4.2	17.4	22.2	2.8
20	0.0	0.7	4.9	10.4	38.2	28.5	9.7	3.5	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8
21	1.4	0.7	0.0	1.4	6.9	55.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	7.6	2.8	5.6	2.8	0.7
22	11.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	15.3	20.1	25.7	10.4	0.0
23	0.0	0.0	4.9	2.1	2.1	2.8	0.7	2.8	0.0	9.7	24.3	29.2	15.3	4.9	0.7	0.7	0.0
24	0.7	2.1	13.2	56.9	14.6	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	0.7	0.0
25	13.2	0.7	10.4	4.9	0.0	0.7	4.2	4.9	0.0	0.0	0.0	6.2	7.6	22.2	6.9	18.1	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	15.3	36.8	27.1	17.4	3.5	0.0
27	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	2.1	4.2	16.0	8.3	8.3	27.8	18.8	10.4	0.0
28	2.8	0.7	3.5	6.9	27.1	0.0	0.7	1.4	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	8.3	26.4	19.4	0.7
29	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	84.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	1.4	38.2	47.9	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
월 Month	5.0	1.9	4.0	4.4	6.9	12.4	3.0	3.0	0.7	0.7	2.3	10.5	10.6	12.4	13.7	8.2	0.5

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2019년 10월

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	월
요소 Element	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
기압 평균 Ave. Station	991	980	977	981	989	987	983	983	973	978	987	997	1007	998	1005		990
기압 최고 Highest	1006	993	992	979	981	992	995	1004	1000	1002	998	981	975	990	995	992	1040
기압 나타난 시간 Time	0014	1959	2051	2355	2359	1732	2029	0052	2234	2325	2308	2240	1022	1726	1924		13일
(hPa)	1129	0005	2158	0110	2358	0037	2053	2240	0006	2003	0159	1955	0338	1943	2130	1414	
기압 최저 Lowest	982	978	973	977	985	977	977	972	970	973	984	989	1003	995	999		968
Air Press. 나타난 시간 Time	999	989	989	968	973	988	988	998	995	998	988	975	969	984	991	985	19일
기온 평균 Ave. Station	-5.0	-4.0	-5.6	-6.0	-7.1	-4.9	-7.6	-8.2	-7.0	-10.5	-8.6	-9.3	-5.0	-0.6	-0.5		-2.6
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-0.7	-0.2	-1.2	0.2	0.0	0.3	0.4	-0.9	1.8	1.5	3.3	0.6	-1.1	-0.7	1.3	4.3	-0.2
기온 평균 최저 Avg. Minimum																	-4.9
기온 최고 Highest	-1.8	-1.1	-4.4	-4.0	-5.4	-2.1	-2.7	-3.8	-4.0	-9.3	-6.4	-5.7	-2.1	1.9	1.6		7.7
(°C) 기온 나타난 시간 Time	0.5	1.5	0.4	2.8	1.2	1.1	1.6	0.7	5.5	3.4	7.7	4.1	0.1	0.6	3.2	7.3	26일
Air Temp. 기온 최저 Lowest	0000	0033	1520	1306	0002	1948	10:53	1330	0850	2358	1152	0125	0232	2341	1225	1920	
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	-9.4	-5.8	-7.0	-8.1	-8.8	-6.8	-11.8	-14.9	-9.7	-11.1	-10.1	-11.2	-8.7	-2.6	-1.5		-14.9
Air Temp. 기온 평균 Ave. Station	-1.7	-1.4	-2.3	-3.8	-1.5	-1.2	-1.0	-3.1	-1.7	0.3	-0.3	-3.2	-2.8	-2.8	0.0	1.1	8일
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	0221	2016	0645	1856	0921	0756	2333	0629	2357	0606	0347	0524	0819	0000	1826		
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	2139	0255	0651	0302	2115	0204	2340	2009	0000	0308	0421	2310	0017	0558	0017	0306	
평균이슬점온도(°C)	-7.7	-8.0	-10.0	-9.9	-10.8	-9.3	-9.4	-12.6	-10.2	-13.2	-12.1	-14.3	-8.7	-1.9	-2.7		-5.4
Average Dewpoint Temperature	-1.5	-1.3	-3.4	-2.0	-2.3	-0.9	-1.1	-2.1	0.0	-0.9	-0.4	-1.5	-3.0	-3.3	-1.0	-1.4	

2019년 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) Total Precipitation	-	0.0	-	0.0	1.1	0.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.2	-	-	21.0
상 평 균 Average	81	74	71	74	75	71	86	71	77	80	75	67	75	91	85	-	81
대	94	92	85	85	84	92	89	92	87	84	77	86	86	82	84	67	-
습 최 소 Lowest	70	59	63	57	49	53	79	36	66	74	62	48	62	77	68	-	36
도	84	78	73	68	75	81	77	76	74	73	50	74	68	64	62	38	8일
(1%) 나타난 시간 Time	0851	0924	2051	1214	2221	0148	2221	0853	0650	2034	1523	2221	1158	1220	1119	-	-
R.H.	2354	0033	1030	0723	1531	0009	1333	1623	0140	2332	1152	0844	2202	0413	1224	2212	-
평 균 Average	5.7	11.3	6.2	6.3	6.5	6.2	15.1	5.7	8.7	11.7	6.4	7.5	6.3	7.4	5.1	-	8.5
바	8.4	8.6	6.0	11.4	9.1	12.2	9.5	5.5	6.9	9.8	10.4	8.5	9.9	10.0	11.5	10.6	-
순 간 최 대 Greatest Gust	13.5	21.5	12.3	17.2	18.1	23.2	26.9	15.0	16.0	21.5	13.2	15.8	13.3	15.8	13.8	-	29.4
람	16.5	19.3	16.2	23.7	20.9	22.1	18.2	16.9	24.0	21.0	29.4	19.3	20.4	17.1	24.2	23.2	26일
풍	W	S	SW	WSW	SW	ENE	E	NNW	E	E	ESE	ENE	ESE	WSW	SW	-	N
(m/s)	W	NNW	NW	NNE	WNW	NW	NW	NW	NNE	N	N	E	N	NW	NNW	NNE	-
Wind 나타난 시간 Time	2327	1512	0300	2334	0451	2323	1019	1616	2347	1513	2316	0258	0800	1943	0412	-	-
	1132	1349	1608	1102	0015	1846	0216	0133	1041	2353	0138	0236	0728	2237	1227	2339	-
구름(1/8) Average Amount of Cloud	6.8	5.8	6.1	7.1	7.5	7.0	7.5	6.0	7.3	7.9	6.3	7.4	6.8	7.0	6.3	-	6.9
시 작 시 간 Start Time							0310										
폭풍설																	
끝 난 시 간 End Time							1750										
Bliz- zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard							1440										

- 06 -

2019년 10월

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31 Month
요소 Element	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
수평면일사량(0.001 MJ/m ²)/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	6979	10874	9961	7738	10193	10271	7600	10796	10409	6016	11322	10667	13562	13528	16104	348427
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	18.1	16.8	22.5	20.0	9.3	16.5	0.2	18.8	7.5	2.0	15.8	21.3	20.3	4.2	12.3	0.2
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	39.0	39.0	39.0	39.0	49.5	43.0	40.0	36.0	35.0	34.0	33.5	33.5	33.5	33.0	32.5	49.5
눈 신적설 합 계 Total	32.0	31.5	30.5	36.5	36.0	35.5	35.0	34.5	27.0	23.0	17.0	12.0	10.0	9.5	4.5	-
Snow (cm)	-	0.0	-	6.0	-	2.3	-	0.0	-	-	-	0.0	0.0	-	0.0	-
Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date																10.5 5일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)					y											1
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)		y						y	y							4
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	26
눈 Snow	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	16
비 Rain	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	10
Meteo. Pheno-mena				y	y	y	y		y	y	y	y		y	y	
진눈깨비 Sleet							y									1
안개 Fog														y		3
박무 Mist	y			y											y	11
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen)	-	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
Sea State	MO/MO	RO/RO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/VRU	VRU/MO	MO/MO	RO/RO	RO/RO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	SL/SL
거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	RO/RO	RO/RO	MO/MO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	SL/SL	MO/MO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed fro directions(unit: m/s)

2019년 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	0.0	0.0	3.3	3.7	1.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	8.6	9.6	8.0	7.1	1.3
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	15.1	14.9	13.0	9.3	9.4	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	5.7	7.2	9.7	9.1	8.8	5.7	0.0	0.0
4	0.0	0.0	5.7	5.0	6.7	4.9	4.8	5.8	9.4	10.0	7.8	13.4	6.6	6.2	4.8	3.6
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.3	2.4	0.7	3.6	9.0	13.0	12.9	9.5	5.2	4.2	4.2
6	6.4	7.4	6.6	18.3	10.2	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	4.4	4.8	6.1	6.1
7	0.0	0.0	0.0	18.9	21.0	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	8.4	6.3	0.0	0.0	8.6	8.4	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	3.0	3.1	2.9	10.0
9	0.0	6.1	5.3	11.0	13.1	11.8	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	0.0	0.0	14.9	13.9	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	0.0	8.4	8.7	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	3.3	2.5	2.6	12.8	11.1	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	3.3	3.5
13	3.7	3.1	5.3	5.8	10.2	11.0	6.6	5.2	0.0	10.3	9.2	3.3	8.2	9.2	6.8	7.9
14	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	11.2	11.8	8.8	10.9	10.3	9.5
15	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	4.6	7.4	1.6	9.5	8.0	7.9	8.3	7.0	4.3
16	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	11.1	13.1	10.9	10.4	10.0
17	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1	11.6	13.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	9.4	10.0	10.0	11.0	4.2
19	15.9	17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	14.3	15.8	16.6	14.9
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	13.2	14.1	11.0	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	15.6	16.9	12.9
22	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	10.1	13.7	13.6
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	5.7	3.7	4.6	5.9	6.9	11.3	11.8	3.1
24	13.8	15.2	6.6	5.8	3.5	5.2	3.3	2.1	1.8	2.4	0.0	5.7	0.0	6.6	8.6	9.1
25	15.2	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	12.6	13.0
26	18.7	13.2	8.9	4.4	3.6	2.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7
27	10.6	13.2	12.1	9.6	13.5	13.2	5.5	4.2	3.4	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	14.5	5.3	7.3	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	12.6	10.7	10.4
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	11.6	11.4	12.3	12.2
30	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	0.0	12.5	16.8
31	12.0	16.1	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	9.5
월 Month	18.7	17.5	12.1	18.9	21.0	20.2	8.0	5.8	15.4	15.1	14.9	13.4	14.3	15.8	16.9	16.8

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	0.0	0.0	7.6	7.6	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	13.2	45.8	7.6	1.4	0.7	0.7
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	20.8	66.0	3.5	6.2	2.1	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	11.1	11.1	32.6	25.0	12.5	4.9	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	6.9	6.2	5.6	2.1	2.1	2.1	11.8	7.6	6.2	30.6	7.6	6.9	3.5	0.7	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	2.1	0.7	3.5	9.7	25.7	41.7	6.2	4.9	1.4	1.4	0.0
6	5.6	14.6	7.6	25.0	3.5	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	8.3	11.1	16.7	3.5	0.0
7	0.0	0.0	0.0	1.4	81.2	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	23.6	15.3	0.0	0.0	21.5	16.7	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	1.4	1.4	0.7	11.8	0.7
9	0.0	11.8	0.7	22.2	56.9	8.3	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	0.0	0.0	40.3	59.7	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	0.0	13.9	36.8	49.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	1.4	1.4	4.2	50.7	24.3	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	4.2	1.4	0.0
13	3.5	0.7	4.2	6.2	9.0	6.9	0.7	0.7	0.0	4.2	2.8	1.4	16.7	32.6	5.6	4.9	0.0
14	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	13.2	14.6	25.0	25.7	16.0	2.8	0.0
15	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	1.4	2.1	1.4	6.2	21.5	25.0	21.5	15.3	2.1	0.0
16	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	19.4	32.6	15.3	27.1	2.1	0.0
17	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	51.4	34.0	13.2	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	26.4	50.0	12.5	8.3	0.7	0.0
19	18.8	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	2.8	18.1	22.9	16.7	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	19.4	41.7	35.4	3.5	0.0	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	5.6	87.5	6.9	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	0.0	19.4	47.9	25.0	7.6	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	3.5	4.2	3.5	8.3	20.8	36.8	18.1	1.4	0.7
24	16.0	16.7	4.2	5.6	2.1	4.9	4.2	2.1	0.7	2.1	0.0	0.7	0.0	2.1	20.1	18.8	0.0
25	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	0.0	44.4	48.6	0.0
26	34.0	37.5	7.6	2.1	4.2	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0
27	2.1	20.8	16.0	2.1	31.2	18.1	4.2	2.8	2.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	27.1	0.7	2.8	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1	27.1	16.7	0.7	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	21.5	26.4	30.6	21.5	0.0
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	29.9	56.9	0.0
31	41.0	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	0.0	4.2	0.0
월 Month	6.3	6.3	2.0	4.8	10.3	6.3	0.7	0.5	1.2	2.1	5.6	7.6	11.7	12.9	14.0	7.8	0.1

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	980	982	967	965	965	974	989	999	1003	993	986	988	983	989	977	988
기압 최고 Highest	977	974	978	984	984	991	997	1006	1003	1004	1000	998	1001	996	995	1037
기압 나타난 시간 Time	0015	0547	0000	0145	2344	2359	2359	2337	0952	0001	0102	0449	2243	1729	0001	25일
(hPa) 기압 최저 Lowest	0820	0035	2019	0036	0929	2204	2352	1148	0419	1457	0015	2342	0225	0111	0537	
Air Press. 나타난 시간 Time	0045	2352	0008	0712	1509	0000	0027	0000	2039	0028	2009	0006	1943	2137	0244	
기온 평균 Ave. Station	1.0	-1.4	-1.7	-1.3	-0.7	-1.1	-1.7	-1.9	-1.5	0.0	0.3	0.2	-0.1	-0.7	1.5	0.0
기온 평균 최고 Avg. Maximum	0.5	2.5	-0.9	-1.1	-2.2	-2.0	1.6	1.6	4.7	1.9	1.3	1.1	0.4	0.1	0.5	2.2
기온 평균 최저 Avg. Minimum																-1.7
기온 최고 Highest	4.9	-0.6	-0.3	0.5	0.6	1.1	1.3	0.8	-0.2	2.2	1.1	1.2	0.7	1.7	4.5	9.2
(°C) 기온 나타난 시간 Time	1.9	7.1	0.6	1.0	0.4	0.6	4.7	3.5	9.2	4.3	5.0	3.1	1.1	1.2	3.0	24일
Air Temp. 기온 최저 Lowest	1154	1034	1040	1420	1247	2349	1239	2201	1028	1538	1159	1519	1621	1657	1612	
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	-1.4	-2.9	-3.1	-2.9	-2.1	-2.6	-3.8	-4.2	-3.0	-0.9	-0.5	-0.6	-1.1	-1.9	-0.3	-5.4
Average Dewpoint Temperature	-0.4	-0.3	-2.6	-4.4	-5.4	-3.8	0.0	0.3	-0.2	0.5	-0.9	-0.1	-0.1	-0.7	-1.1	20일
평균이슬점온도(°C)	2307	2209	2101	0214	0526	0545	2225	0353	0637	0000	0507	0606	2225	0709	2305	
Average Dewpoint Temperature	0123	0028	2126	2350	0223	0243	0006	0029	0354	2303	0645	2155	2207	2349	2357	
평균이슬점온도(°C)	-1.2	-3.9	-3.8	-5.8	-4.4	-5.2	-6.6	-5.3	-4.3	-1.4	-0.8	-0.7	-0.7	-3.4	0.4	-2.4
Average Dewpoint Temperature	-0.1	0.3	-3.6	-5.2	-6.9	-8.6	0.2	1.0	0.4	-0.1	-0.1	0.0	-1.1	-0.8	-0.5	

2019년 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) Total Precipitation	2.1	0.9	0.0	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	-	0.7	9.0
상 평 균 Average	86	84	85	71	76	73	69	77	81	90	92	93	96	82	92	84
대	95	85	82	74	70	60	90	96	75	86	90	91	89	93	93	
습 최 소 Lowest	59	58	61	55	57	59	50	66	70	78	87	86	91	71	80	46
도	90	65	60	53	57	46	74	92	46	73	57	82	84	85	86	21일
(%) 나타난 시간 Time	0139	2341	0003	1442	1131	1340	1432	2258	0116	1135	2357	0027	2255	1137	0819	
R.H.	1529	1028	1525	2135	0656	1650	0010	2203	1027	1538	1146	1526	1134	0014	1613	
평 균 Average	6.3	6.5	9.1	6.7	3.4	5.8	4.2	3.5	6.2	9.8	10.1	9.3	8.2	10.0	9.5	6.9
바	5.6	3.0	6.8	8.0	5.6	7.5	5.8	6.7	7.0	8.8	3.3	8.2	9.3	9.4	3.5	
순 간 최 대 Greatest Gust	28.9	13.9	15.8	14.4	11.2	14.7	10.6	7.3	14.8	21.6	19.6	16.9	19.1	21.6	20.0	28.9
람	12.6	12.8	17.1	23.0	13.3	14.3	13.3	14.5	20.7	16.8	12.7	21.6	17.5	19.8	8.4	1일
풍	NNE	SW	E	ENE	E	ENE	ENE	NW	WSW	WSW	WSW	NNW	W	WSW	N	NNE
(m/s)	NW	ENE	WSW	N	WSW	WSW	NNE	WNW	NNW	NNW	ENE	E	E	E	SE	
Wind 나타난 시간 Time	0033	0912	0618	0333	2359	1008	1712	0051	1830	1909	1441	1857	2303	1036	1540	
	0234	1205	1350	0643	2108	0206	0016	1258	1032	1127	1333	2017	0641	1652	0227	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	8.0	7.3	7.8	6.5	7.8	6.3	5.8	6.5	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.3	8.0	7.1
시 작 시 간 Start Time																
폭풍설																
끝 난 시 간 End Time																
Bliz- zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard																

2019년 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/m ²)/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	6076	11779	9409	18370	7634	22472	20154	17638	11227	8375	6114	7660	8608	22584	6349	400474
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	7.0	15.7	8.8	25.0	20.0	16.3	21.9	20.0	13.3	9.0	4.9	2.7	6.6	9.1	4.3	2.7
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	2.1	2.0	0.0	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	0.4	0.2	-	-	2.1
눈 신적설 합 계 Total	-	-	0.0	0.0	0.0	-	0.1	-	-	-	-	0.8	0.1	0.1	0.0	1일
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	0.0	0.0	0.0	-	0.1	-	-	-	-	0.8	0.1	0.1	0.0	2.1
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																0
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)																0
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)								y								5
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	25
눈 Snow	y	y	y	y	y	y	y	y	y			y	y			13
비 Rain											y			y	y	10
Meteo. Pheno-mena 진 눈 개 비 Sleet	y	y					y	y	y	y	y	y				2
안개 Fog												y	y			4
박무 Mist							y	y			y	y	y	y	y	17
해상 상태 Sea State	y		y				y	y	y		y	y	y	y	y	
유빙 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
거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	MO/MO	MO/MO	RO/RO	MO/MO	SM/SM	MO/MO	SL/SL	SL/SL	MO/MO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed fro directions(unit: m/s)

2019년 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	19.5	19.8	9.9	6.9	6.3	6.3	2.8	2.3	1.4	2.5	5.9	5.9	5.0	4.0	4.7	3.7
2	4.7	6.3	4.6	1.9	0.0	4.0	0.0	3.0	3.1	9.7	10.3	9.1	6.2	6.5	7.9	8.1
3	0.0	0.0	0.0	9.1	11.5	10.9	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	2.0	1.1	6.5	10.5	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
5	1.5	1.7	6.1	7.8	8.4	2.4	2.2	1.8	1.7	0.0	0.0	0.0	2.3	2.4	3.4	3.2
6	0.0	0.0	0.0	10.7	10.0	9.3	3.9	4.8	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	7.2	8.2	5.0	4.9	4.6	3.2	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	1.5	0.0	1.3
8	1.6	2.4	5.4	1.5	1.1	0.0	0.0	0.0	4.7	4.8	4.1	4.6	4.6	4.6	5.6	4.3
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	5.3	10.8	9.5	8.5	4.1	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	13.1	13.5	9.8	7.7
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	13.9	12.6	12.1	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	12.0	11.6	11.2	12.4
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	15.1	10.9	7.1	0.0
14	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	15.2	10.6	8.3	11.2
15	14.8	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	8.9	11.9	14.0
16	0.9	1.7	2.2	0.3	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.5	5.2	5.2	7.4	7.4	9.7	9.6
17	1.7	2.9	3.5	8.2	6.8	6.0	5.1	3.6	2.0	0.7	4.4	4.3	4.7	0.8	2.9	4.5
18	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	5.7	4.9	3.7	7.3	0.7	12.5	12.7	8.6	5.9	0.0	0.0
19	15.7	15.0	1.7	2.4	0.5	0.0	0.7	0.7	0.0	2.3	5.9	7.4	11.6	13.2	12.9	13.7
20	1.9	1.4	2.4	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	8.0	9.8	10.7	7.5	5.8	5.1	2.8
21	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	9.5	11.2	5.4	5.2	6.8	9.5
22	7.6	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	6.1	8.1	7.9
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.9	2.6	1.6	0.7	0.0	8.5	10.8	8.7	0.0
24	11.6	8.7	3.0	2.8	3.0	4.0	2.9	3.7	1.2	3.1	0.0	0.0	5.1	6.8	8.4	13.3
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	11.9	12.8	13.1
26	2.0	1.4	5.8	8.8	7.5	8.0	3.5	4.5	2.7	1.2	4.0	3.1	4.4	4.0	7.7	2.0
27	0.0	0.5	1.6	10.6	15.7	10.1	3.1	3.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	9.1	13.4	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	4.2	15.7	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	2.2	2.0	0.0	2.5	6.1	4.7	6.2	5.6	4.8	2.4	0.0	1.5	1.8	4.5	4.4	3.4
월 Month	19.5	19.8	9.9	10.7	15.7	13.2	6.2	5.6	7.8	9.7	12.5	15.3	15.2	13.5	12.9	14.0

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	11.8	16.0	4.2	1.4	11.8	5.6	1.4	4.9	3.5	1.4	8.3	12.5	6.2	2.8	2.8	3.5	2.1
2	1.4	5.6	4.2	0.7	0.0	1.4	0.0	0.7	1.4	3.5	44.4	20.8	2.8	4.2	2.1	6.9	0.0
3	0.0	0.0	0.0	2.1	68.1	29.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.4	0.7	17.4	75.7	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
5	4.2	4.9	18.1	34.0	17.4	2.8	1.4	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	2.1	7.6	4.2	0.0
6	0.0	0.0	0.0	22.2	40.3	9.0	9.0	6.2	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	34.7	32.6	17.4	9.0	2.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	0.0	0.7	0.0
8	2.8	4.9	15.3	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	4.9	10.4	11.1	10.4	1.4	5.6	20.1	8.3	3.5
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	11.1	46.5	28.5	6.2	0.7	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.2	44.4	14.6	6.9	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	0.0	23.6	37.5	24.3	14.6	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	0.0	11.8	36.1	35.4	11.1	5.6	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	3.5	59.0	36.8	0.7	0.0	0.0
14	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	52.1	11.1	6.2	9.7	0.0
15	31.9	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	9.7	10.4	38.9	0.0
16	0.7	1.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	2.1	4.2	28.5	48.6	7.6	2.8
17	2.1	4.2	10.4	13.9	17.4	8.3	5.6	12.5	2.8	0.7	6.2	5.6	2.1	0.7	2.1	2.1	3.5
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	9.7	25.7	4.2	0.7	0.7	21.5	25.7	10.4	0.7	0.0	0.0	0.0
19	16.0	1.4	1.4	2.8	0.7	0.0	0.7	0.7	0.0	2.1	4.9	19.4	15.3	11.8	13.9	6.9	2.1
20	0.7	0.7	9.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	9.7	8.3	14.6	28.5	10.4	8.3	2.1	1.4
21	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	13.9	54.9	5.6	4.2	5.6	4.9	0.0
22	0.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	14.6	59.7	21.5	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	2.8	0.7	0.7	0.0	12.5	54.9	24.3	0.0	0.7
24	27.8	7.6	1.4	2.1	2.1	3.5	4.2	10.4	0.7	1.4	0.0	0.0	0.7	1.4	11.1	25.7	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	50.0	44.4	2.1	0.0
26	2.1	1.4	5.6	13.2	15.3	3.5	8.3	16.0	2.1	1.4	3.5	2.8	2.1	5.6	7.6	3.5	6.2
27	0.0	0.0	2.8	20.8	56.9	2.8	6.2	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
28	0.0	0.0	0.0	0.7	86.8	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.7	45.1	54.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	1.4	1.4	0.0	2.1	18.1	15.3	13.9	10.4	11.8	1.4	0.0	0.7	0.7	9.7	9.7	3.5	0.0
월 Month	4.0	2.0	4.2	7.7	13.4	5.6	2.7	2.7	1.6	1.4	4.5	10.1	11.9	11.6	10.6	5.4	0.8

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2019년 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
기압 평균 Ave. Station	1001	1000	995	992	993	997	994	998	997	998	1002	1002	1000	1000	1000		993
기압 최고 Highest	998	994	994	998	1001	990	982	974	977	981	982	987	983	985	997	998	
기압 나타난 시간 Time	1000	1007	1006	1002	1003	998	987	979	1005	983	990	991	992	992	1000	1001	2일
(hPa) 기압 최저 Lowest	0010	0325	1910	2335	0702	0039	1520	0001	2356	1256	2331	0708	1736	2351	0946	2357	
Air Press. 나타난 시간 Time	0002	2313	2133	2342	0020	2359	1120	0002	2002	0207	0308	0933	2031	0321	1743		
기온 평균 Ave. Station	-0.6	-0.5	0.1	-1.0	-2.2	0.5	0.5	0.4	-0.3	-1.6	-1.7	-1.4	-0.6	0.3	0.3		0.7
기온 평균 최고 Avg. Maximum	0.3	0.3	0.7	0.4	0.8	2.6	2.6	0.2	1.5	2.0	2.4	5.0	3.2	3.0	2.3	2.3	
기온 평균 최저 Avg. Minimum																	
기온 최고 Highest	1.4	1.8	1.4	1.4	0.5	3.3	2.5	2.1	1.3	0.3	0.0	0.2	1.5	2.9	2.9		8.1
(°C) 기온 나타난 시간 Time	3.2	2.2	3.0	3.1	3.6	5.3	5.5	3.4	4.4	5.0	4.1	8.1	5.0	5.8	6.1	4.6	27일
Air Temp. 기온 최저 Lowest	1326	1619	1242	1459	1623	2326	1820	0011	1524	1737	2348	1118	0011	1527	1248	1545	
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	-1.9	-2.1	-1.5	-3.5	-3.7	-2.7	-1.7	-1.0	-1.5	-3.0	-3.4	-3.0	-2.4	-2.2	-2.2		-3.7
Average Dewpoint Temperature	-2.1	-1.8	-1.1	-1.7	-2.6	0.4	0.0	-1.0	-0.9	0.4	1.4	1.9	1.1	0.2	0.1	1.3	5일
평균이슬점온도(°C)	2226	0109	2356	2344	0416	0020	0404	0410	2356	2352	0344	0442	0457	0453	0145		
Average Dewpoint Temperature	2333	0016	2353	0237	0202	0337	0741	1928	0113	0230	0007	0153	2211	2354	0303	0715	
평균이슬점온도(°C)	-2.3	-2.1	-0.5	-4.3	-5.3	-3.9	-2.8	-3.5	-4.3	-6.8	-6.7	-3.5	-3.2	-4.3	-5.6		-2.3
Average Dewpoint Temperature	-3.8	-3.8	-4.4	-5.6	-5.1	-0.4	0.9	-1.1	-0.2	0.0	1.7	2.5	1.8	1.5	1.1	1.4	

2019년 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) Total Precipitation	-	0.0	1.6	0.0	0.4	-	0.1	-	0.0	-	0.0	0.4	1.5	-	-		26.6
상 평 균 Average	0.0	0.0	-	-	-	2.0	4.1	0.3	1.0	4.2	2.8	0.7	2.9	3.2	1.1	0.3	
대 습 최 소 Lowest	74	74	68	64	65	80	88	91	88	86	95	84	90	90	91	93	
도	61	63	51	52	43	68	74	80	76	65	86	67	83	77	76	81	20일
(%) 나타난 시간 Time	1335	2355	0000	1326	1547	1542	1105	1241	1326	1505	1420	2144	1510	1440	0639		
R.H.	1157	1413	1206	1845	1621	1037	1832	0011	1526	1728	2348	1102	0827	1526	1249	1546	
평 균 Average	4.0	6.4	3.0	8.2	8.0	2.6	3.2	4.4	6.8	8.7	4.6	1.5	1.9	1.7	6.8		5.1
바 순 간 최 대 Greatest Gust	3.4	3.7	4.1	6.7	2.5	5.9	4.4	9.2	7.0	5.0	3.2	5.5	7.8	5.9	6.4	4.9	
람 풍 향 Direction	8.9	7.4	12.3	13.9	7.0	19.9	13.1	20.3	16.3	9.5	10.9	14.9	18.9	16.0	13.1	10.2	23일
(m/s)	NW	E	ESE	E	E	S	SSE	SE	E	E	E	NW	NNW	NW	E		E
Wind 나타난 시간 Time	ENE	NNW	E	E	NW	NE	NNE	E	NNW	NW	NNW	NNW	N	E	NNW	NNW	
	2320	2352	2357	2355	0918	1854	1900	0115	1518	1000	0223	1615	2054	1501	1250		
	0305	1258	2258	0341	1212	1503	2118	1339	1604	1124	0041	2350	0346	1402	1300	2238	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	6.4	6.2	6.4	5.5	5.6	2.8	6.2	5.0	5.9	7.1	7.5	7.8	8.0	3.5	3.4		6.5
시 작 시 간 Start Time	6.6	7.6	5.8	3.4	5.2	8.0	7.8	8.0	7.8	7.6	8.0	7.2	8.0	8.0	6.4	8.0	
폭풍설 끝 난 시 간 End Time																	
Bliz- zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

2019년 12월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	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		14636	15604	7862	22438	21972	29609	19777	21496	13323	18161	15466	10722	10316	32849	33022	536715	
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		20546	22386	20555	27380	28227	10731	15293	7404	15664	16736	7456	15517	5030	6062	15405	15068	
일평균 수평시정(km)/월최소		17.5	10.9	4.9	16.4	9.3	27.5	15.6	22.5	20.0	20.0	17.5	10.5	13.5	19.4	20.0	2.4	
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		17.4	15.8	19.4	20.0	20.0	12.9	10.3	2.4	12.4	11.4	6.8	11.5	3.9	10.0	9.3	7.7	23일
눈 적설 최심		-	0.0	-	0.0	0.4	-	0.1	-	0.0	-	0.0	0.2	3.0	-	-	-	4.1
눈 Max. Depth. Snow Cover		0.0	0.0	-	-	-	-	4.1	0.3	1.0	-	-	-	-	-	-	-	22일
신적설 합 계 Total		-	0.0	-	0.0	0.4	-	0.1	-	0.0	-	0.0	0.2	3.0	-	-	-	9.1
Snow (cm)		0.0	0.0	-	-	-	-	4.1	0.3	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Snow 최 심 Max. Depth																		4.1
Fall 나타난 날 Date																		22일
맑음 Clear																		0
(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																		
구름조금 Partly Cloudy								y							y	y		4
(2.1≤N≤4.0)					y													
구름많음 Mostly Cloudy					y	y			y	y								6
(4.1≤N≤6.0)				y		y												
흐림 Cloudy		y	y	y				y			y	y	y	y				21
(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				13
비 Rain		y	y	y						y	y							11
Meteo. Pheno-mena							y	y		y	y	y	y	y	y	y	y	
진눈깨비 Sleet																		2
안개 Fog																		3
박무 Mist		y	y	y	y	y				y		y		y	y			17
해상 상태	유빙 Drift Ice(F:Frozen)	-	-	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	SL/SL	MO/MO	SM/SM	RO/RO	RO/RO	SM/SM	SM/SM	SL/SL	MO/MO	RO/RO	RO/RO	RO/CALM	CALM/CALM	CALM/CALM	CALM/CALM	MO/RO	
	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	MO/MO	SM/SM	SL/SL	SL/SL	SL/SL	MO/RO	RO/RO	VRU/VRU	MO/RO	MO/MO	SL/SM	RO/SL	RO/MO	RO/RO	SM/SM	CA/SL	

풍향별 최대풍속 Maximum wind speed fro directions(unit: m/s)

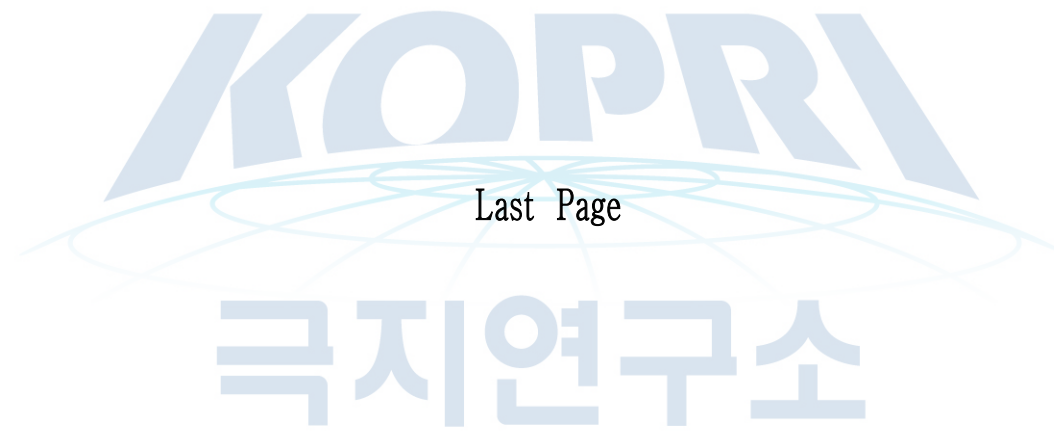
2019년 12월

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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	4.0	2.2	0.0	2.7	3.8	7.1	8.0	4.7
2	2.5	3.0	7.4	10.4	10.5	4.1	2.6	1.6	1.1	0.0	0.0	0.6	0.0	8.1	8.8	8.4
3	0.0	5.0	2.6	8.2	9.0	9.2	2.3	2.6	2.7	2.6	3.3	2.4	2.3	4.3	0.0	0.0
4	0.0	0.0	6.7	10.9	14.5	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.2	1.4	4.3	2.6	14.0	13.1	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
6	1.4	1.3	1.9	1.2	1.8	2.3	1.6	4.8	5.7	3.4	4.1	4.8	1.9	1.4	1.7	1.5
7	1.0	1.1	2.0	1.9	1.1	1.9	5.3	7.9	5.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.6	0.9
8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	6.9	7.3	5.7	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	8.2	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.1	0.0	0.8	6.7	9.0	4.1	3.4	3.5	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
12	0.8	1.4	1.8	1.6	0.8	0.0	1.5	1.3	1.4	1.4	1.6	0.0	1.2	2.4	4.7	3.7
13	2.5	1.4	3.4	2.5	0.0	0.0	0.0	2.2	1.8	2.1	2.3	2.0	0.6	1.4	3.6	3.6
14	0.8	1.0	2.6	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.9	2.1	2.3	2.5	3.3	2.9
15	0.0	1.1	1.5	8.1	10.3	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	3.1	3.2	5.4	6.1	5.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.5	1.8	2.4	3.4	3.9
17	4.2	1.9	4.1	3.8	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.3	4.2	6.1
18	0.0	3.0	3.7	2.7	9.4	7.5	2.8	1.0	1.2	1.7	1.9	2.1	0.5	1.8	3.7	3.3
19	0.0	0.0	3.1	7.3	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	3.2	3.2	3.9	2.9	3.7	2.3	0.0	3.9	3.7	3.2	3.4	2.6	2.0	2.6	4.7	3.9
21	0.0	6.6	13.7	9.1	10.7	7.8	1.5	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	4.3	8.9	8.0	5.1	6.5	5.0	3.5	4.3	2.8	2.7	0.0	3.0	0.6	7.0	6.9	6.1
23	0.0	0.0	3.7	8.2	14.3	11.9	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	10.7	1.2	4.5	4.3	5.5	0.0	1.3	0.0	1.0	3.0	3.1	4.6	0.0	7.4	8.2	10.9
25	4.9	5.5	4.0	3.0	3.1	4.4	3.6	2.0	1.5	1.0	0.8	0.0	6.3	6.6	7.5	7.5
26	0.0	0.9	1.9	2.4	3.9	4.3	3.8	2.2	1.6	1.4	0.5	1.4	4.2	5.3	6.0	8.1
27	10.0	7.4	4.5	5.9	5.9	4.7	3.9	4.2	3.5	0.0	1.3	0.0	0.0	1.5	6.2	10.2
28	12.0	9.1	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2
29	9.1	10.2	7.4	4.6	11.2	9.7	1.2	1.7	1.5	0.9	0.0	0.8	0.0	0.0	8.0	8.1
30	7.5	1.1	0.0	1.7	4.4	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	7.9	9.3
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	6.6	7.1	6.8	7.3
월 Month	12.0	10.2	13.7	10.9	14.5	13.1	7.9	7.9	5.7	3.4	4.1	7.0	6.6	8.1	8.8	10.9

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2019년 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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	13.9	2.1	0.0	2.8	9.7	27.1	36.1	2.1	0.0
2	0.7	1.4	2.1	1.4	4.2	2.1	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	13.2	65.3	6.9	0.0
3	0.0	0.7	0.7	1.4	16.0	6.9	6.2	13.2	20.1	14.6	10.4	3.5	2.1	3.5	0.0	0.0	0.7
4	0.0	0.0	2.8	31.9	61.8	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	2.1	3.5	6.2	2.8	25.7	54.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	3.5
6	0.7	0.7	7.6	2.8	2.8	6.9	0.7	18.1	31.2	9.0	4.9	4.2	1.4	1.4	2.8	2.1	2.8
7	3.5	1.4	9.0	2.1	2.1	4.2	9.7	47.9	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	2.8
8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	29.2	36.8	20.8	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	56.2	39.6	4.2	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	0.0	0.0	86.1	13.9	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	0.7	12.5	59.0	6.9	9.0	5.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	4.2
12	0.7	3.5	12.5	3.5	0.7	0.0	2.1	2.1	4.2	13.9	4.2	0.0	0.7	5.6	16.0	16.7	13.9
13	1.4	2.1	45.8	4.2	0.0	0.0	0.0	3.5	4.9	3.5	9.0	2.8	0.7	0.7	9.7	6.2	5.6
14	0.7	1.4	21.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	3.5	1.4	10.4	41.7	4.2	9.0
15	0.0	1.4	2.8	12.5	66.0	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
16	2.1	3.5	15.3	13.2	19.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	2.1	2.1	2.1	14.6	21.5	0.0
17	8.3	2.1	5.6	6.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	1.4	9.0	63.2	0.0
18	0.0	2.8	9.7	0.7	42.4	4.9	2.1	1.4	1.4	2.8	6.2	3.5	0.7	1.4	13.9	2.8	3.5
19	0.0	0.0	7.6	15.3	77.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	3.5	9.0	38.2	4.9	2.8	1.4	0.0	0.7	4.2	4.2	5.6	3.5	1.4	4.2	9.0	7.6	0.0
21	0.0	6.9	49.3	26.4	11.1	4.2	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	2.8	6.9	9.0	4.2	16.0	5.6	3.5	6.9	3.5	2.8	0.0	1.4	0.7	7.6	21.5	7.6	0.0
23	0.0	0.0	0.7	7.6	79.2	8.3	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	34.7	0.7	2.8	4.9	2.8	0.0	0.7	0.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0	6.9	4.2	38.9	0.7
25	2.1	3.5	2.8	1.4	2.1	3.5	3.5	2.8	2.1	1.4	1.4	0.0	11.8	29.2	15.3	16.0	1.4
26	0.0	0.7	1.4	1.4	2.8	5.6	4.2	6.2	4.9	4.2	0.0	2.8	1.4	10.4	31.2	18.8	4.2
27	16.7	9.7	6.2	10.4	4.9	3.5	2.8	5.6	8.3	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	2.8	27.8	0.0
28	41.7	22.9	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	21.5	0.0
29	19.4	10.4	9.7	6.9	22.9	14.6	0.7	1.4	0.7	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	10.4	0.0
30	2.8	0.7	0.0	0.7	2.8	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	28.5	45.1	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	4.9	22.2	29.9	32.6	10.4	0.0
월 Month	4.6	3.1	9.2	5.9	21.6	8.1	3.0	4.6	4.2	2.0	1.6	1.2	1.9	5.1	11.5	10.7	1.8





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.