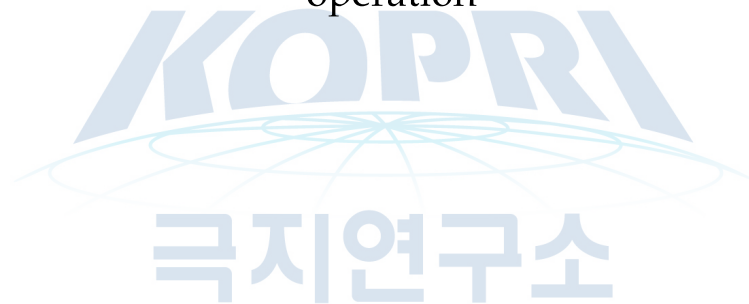


남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및  
생태계 오염 요인 모니터링

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



2019. 04. 30

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.

2019. 4. 30



연구 책임자 : 김 지 회

참여 연구원 : 김 상 회, 강 성 호

김 옥 선, 김 정 훈

김 제 원, 박 상 중

서 원 석, 소 재 은

안 서 회, 양 은 진

유 재 일, 이 방 용,

이 지 용, 이 재 진

이 태 식, 전 미 사

정 진 우, 정 호 성

조 안 나, 조 용 준

주 형 민, 최 봉 수

최 태 진, 최 한 구

31차, 32차 세종기지월동대

5차, 6차 장보고기지월동대

외부 참여 기관 : 기상청

참여 연구원 : 조 감 환, 김준형

보고서 초록

과제관리번호	PE18190	해당단계 연구기간	2018.01.01.~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: 400,000 천원 기업: 천원 계: 400,000 천원
연구기관명 및 소속부서명	한국해양과학기술원부설 극지연구소 극지생명과학연 구부		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 :		연구책임자 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서 면수	348 (부록제외)
<p>○ 남극 과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기지 운영에 따른 환경 영향 최소화를 위해 효율적인 오수처리시설 운영, 폐기물 관리와 반출, 외래종 유입방지를 위한 온실 관리 등이 지침에 따라 이루어짐</li> <li>- 유류소모량 및 에너지 소모 관리를 주기적으로 수행하고 있음. 장보고기지의 경우 지속적인 절감노력을 통해 유류사용량 전년과 유사 수준유지</li> </ul> <p>○ 기지 운영에 따른 환경 지표 모니터링</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경 지표로서 기지주변 공간적 점유와 야외활동지역에 대한 족적, 방류수 수질을 분석하고 있음. 방류수 분석 결과 기준치를 웃돌고 있어 대책이 필요함</li> <li>- 세종기지의 외래종 모니터링을 지속하고 있으며 현재는 개체군 통제수준으로 효과적인 방제 대책 필요. 야외 번식가능성과 방제 매뉴얼 개발을 위한 현장 실험 수행</li> <li>- 2017년 수행한 기지 점검 결과 반영여부 검토 및 2018년 기지 점검 수행. 소량 유류 유출에 대한 기지 보고 및 방제 조치 필요</li> </ul> <p>○ 기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2015~2018년까지의 장보고기지 인근 번식조류 (남극도독갈매기)의 분포, 한배산란수, 부화성 공률에 대한 연간 비교 분석 수행</li> <li>- 2018년 기지주변 표층수의 미세조류 계절변동 조사 수행</li> </ul> <p>○ 기지 기반 환경요인 장기 모니터링</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기지 주변 기상요소, 해양 물리 요소 및 육상 미소기후 관측</li> </ul>					
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. 장보고과학기지

1. 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
2. 장보고과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링
  - 1) 기지 운영 및 기지 기반의 연구활동으로 인한 공간적 환경 영향 범위
  - 2) 기지 오수 처리 후 배출되는 방류수의 수질 상태 파악
3. 장보고과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링
  - 1) 2015~2018년 남극 장보고기지주변에 서식하는 남극도독갈매기의 번식 현황 모니터링
    - 둥지분포 및 부화성공률, 알 크기 및 형태, 번식개체의 외형, 번식일정과 날씨의 영향, 성체의 방사성동위원소 비교
  - 2) 2018년 남극 장보고기지 표층수 미세조류의 시간적 변동
    - 장기적인 환경변화 감시를 위한 생물학적 요인 조사
      - 미세조류 생물량의 변동 분석
  - 3) 2018/19년 남극 장보고기지 연안생태 생물상 모니터링
    - 저서 생태계 군집과 다양성
    - 주요 해양생물 개체군 변동양상 파악
    - 분석용 시료 채취
    - 수중 장비 설치 및 유지 보수
4. 장보고과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링
  - 1) 장보고기지주변 기상 모니터링



- 기상
- 바다의 결빙
- 2) 장보고기지연안 pCO<sub>2</sub> 와 관련인자 모니터링
  - 대기와 해양 용존 이산화탄소 분압, 용존산소, pH, 엽록소, CDOM, 탁도 관측
- 3) 미기후 모니터링
  - 미기후 데이터

## Part II. 세종과학기지

5. 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
6. 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
7. 세종과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링
  - 1) 2018/19년 세종기지 유입 외래생물 모니터링
  - 2) 2018년 남극 킹조지섬 마리안 소만 표층수 미세조류의 시간적 변동
    - 장기적인 환경변화 감시를 위한 생물, 물리적 요인 조사
    - 표층수의 수온, 염분
    - 미세조류 생물량의 변동 분석
8. 세종과학기지 기상 관측
  - 1) 남극세종과학기지 주변 기상 환경 모니터링
    - 기상
    - 해빙

## Part III. 남극 과학기지 운영 현장 점검

9. 남극 과학기지 운영 현장 점검
  - 1) 2018/19 시즌 장보고과학기지 운영 현장 점검
    - 남극 환경 보존을 위한 기지 운영 체크리스트를 활용한 기지운영 점검
  - 2) 2018/19 시즌 세종과학기지 운영 현장 점검
    - 남극 환경 보존을 위한 기지 운영 체크리스트를 활용한 기지운영 점검

#### IV. 연구 결과 (관측 결과)

##### Part I. 장보고과학기지

###### 1. 장보고과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

###### 1) 기지 환경시설로서 오수처리시설, 폐기물 처리시설, 온실의 운영관리

- 5차 월동기간 동안 오수 처리시설의 관리는 주기적으로 수행되었으며 미생물 활성화에 영향을 미칠 수 있는 세제와 유류 등이 유입되지 않도록 위생설비와 주방 운영 시 철저히 관리됨
- 발생 폐기물은 폐기물처리시설에서 압축 처리, 정상별로 분류되어 국내로 운송될 때까지 지정 컨테이너에 보관

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

- 유류 사용량과 에너지 사용량은 월별로 관측 분석되었으며 유류의 91%가 발전기 운영에 사용됨
  - 유류소모 및 에너지 사용량은 외부기온 부하 변동과 각종 난방기구 사용 증감, 하계 연구원의 연구장비 사용에 따라 차이가 발생함
  - 2018년 경유 사용량은 491,606 ℓ로 월평균 약 40,967 ℓ를 사용하였으며 2017년의 연간사용량 보다 9,841 ℓ의 경유 사용량 증가
- 태양광발전량은 약 62,661 kWh로 지난해와 비슷한 수준
- 유류 유출 예방을 위해 유류 저장 및 관련 시설 안전점검 항목에 따라 주기적 점검이 실시되고 있음

###### 3) 기지에서 발생하는 폐기물의 관리와 반출

- 5차 월동기간에 발생한 생활폐기물의 발생량은 4차 월동기간에 발생한 폐기물의 양에 비해 일반폐기물의 양의 현저하게 증가함
- 재활용 폐기물 중 종이류는 10배 이상 반출되었고 나머지는 4차 월동기간에 비해 다소 감소
- 음식폐기물의 경우 4차 월동기간에 비해 절반 정도로 적은 처리 용량이 발생하였으나, 사용하지 못하고 폐기되는 음식물의 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

###### 2. 장보고과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

###### 1) 족적

- 5차 월동기간에 포함된 2018년 10월부터 11월과 2018/19 하계기간 동안 항공기와 채빙연구선 아라온을 이용하여 145명의 인원이 기지 방문. 이중 하계 연구목적으로 들어간 인원은 102명이었음

- 기지주변과 빅토리아랜드 전 지역을 대상으로 21개 지역에서 헬리콥터, 트레버스, 도보를 이용한 연구 및 연구지원이 이루어짐
- 2) 방류수 수질 및 연안 해수질 모니터링
- 방류수 모니터링
    - 오수처리시설을 통해 중수로 생산되어 약 18톤은 중수 탱크에 저장되고 나머지는 바다로 방. 2018년에 측정된 방류수 수질은 2017년보다 약간 개선되었으나 COD와 T-P 농도는 여전히 기준치 이상으로 나타남
  - 연안 해수질 모니터링을 위한 정점 선정과 정점에서의 영양염, CTD 자료 획득
    - 2017/18 하계 시즌의 정점별 연안해수질조사는 해빙 (sea-ice)으로 인하여 조사 불가

### 3. 장보고과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

- 1) 2017/18년 장보고기지 주변에 서식하는 남극도독갈매기 번식현황 모니터링
- 둥지분포 및 번식성공률
    - 2015/16년 번식하였던 남극도독갈매기는 64쌍, 2016/17년에는 81쌍, 2017/18년에는 81쌍이 번식
    - 둥지밀도는 2015/16년, 20둥지/km<sup>2</sup>, 2016/17년 25.3둥지/km<sup>2</sup>, 2017/18년 25.3둥지/km<sup>2</sup>
    - 한배산란수는 2015/16년  $1.98 \pm 0.12$ , 2016/17년  $1.85 \pm 0.36$ , 2017/18년  $1.73 \pm 0.45$
    - 번식성공률은 2015/16년 39%, 2016/17년 34.6%, 2017/18년 10.7%
  - 알 크기 및 형태
    - 2015/16년에는 121개, 2016/17년에는 144개, 2017/18년에는 122개의 알
    - 길이에서는 2015/16년과 2016/17년에는 유의미한 차이를 보이지 않았지만 알의 폭에서는 3년간의 비교에서 모두 유의미한 차이를 보임
  - 번식개체의 외형
    - 포획한 번식개체는 2015/16년 43개체(16쌍), 2016/17년 50개체(22쌍) 2017/18년 34개체(11쌍)을 포획
    - 가락지를 달아 3년간 추적하여 같은 쌍을 유지한 개체는 13쌍으로 2년 연속으로 쌍을 이룬 개체들은 8쌍, 3년 연속으로 쌍을 이룬 개체들은 5쌍이 관찰
  - 번식일정과 날씨의 영향
    - 2017/18년의 결과에서 번식성공률을 비롯하여 이소율, 부화율 등에서 앞선 두 해 보다 낮은 경향을 보임
    - 첫 산란을 앞두고 2015/16년과 2016/17년에는 10m/s의 바람이 부는 날

이 2017/18년보다 많이 관찰됨

- 성체의 방사성동위원소 비교
  - 월동지로 추정되는 subantarctic은 호주나 뉴질랜드와 남극대륙사이의 해역으로 여기에서 먹는 먹이의 종류는 영양단계가 고루 분포한 것으로 보아 어느 한 종을 먹이로 하기보다는 다양한 먹이를 이용하는 것으로 판단됨
  - 2016/17년과 2017/18년의 연간 동위원소를 비교하여 보았을 때 깃털과 혈액에서 N과 C의 단계모두 크게 벗어나지 않는 값을 가지고 있어 월동지와 번식기 때 먹이를 이용하는 해역이 크게 다르지 않음
- 2) 2018년 남극 장보고기지 표층수 미세조류의 시간적 변동
  - 전체 미세조류 생물량(전체 Chl *a* 농도)은 평균  $0.12\mu\text{g L}^{-1}$ 이었으며 작년( $0.50\mu\text{g L}^{-1}$ )보다 낮았음
    - 3월 2일 ( $1.24\mu\text{g L}^{-1}$ )에 미세조류의 생물량이 최대였음
    - 연평균 미세조류에 의한 생물량 (micro-sized Chl *a* 농도)은  $0.05\mu\text{g L}^{-1}$
    - 미소조류에 의한 생물량(nano-sized Chl *a*의 농도)은  $0.04\mu\text{g L}^{-1}$
    - 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl *a*)의 농도는  $0.02\mu\text{g L}^{-1}$
- 3) 2018/19 남극 장보고기지 연안생태 생물상 모니터링
  - 저서 생태계 군집과 다양성
    - 저서생물을 확인한 결과 총 58종의 저서생물이 확인되었으며, 이 가운데 41(70%)종이 종 수준까지 동정되었으며 조류(algae) 3종, 어류 2종, 무척추동물 53종으로 구성
    - 무척추동물 분류군별 출현종수를 보면 해면동물 14종, 자포동물 9종, 유형동물 1종, 환형동물 5종, 연체동물문 8종, 절지동물 4종, 극피동물문 8종, 척삭동물 멧게류 1종 등
  - 주요 해양생물 개체군 변동양상 파악
    - 테라노바만에서 최근 개체수가 줄고 있는 대표종 가리비(*Adamussium* sp.) 개체군 동태 파악을 위해 연령 분석용 가리비 확보
    - 저서생물 조사를 위해 수심 20m에 25m의 Transect Line 5줄을 설치
    - 가리비 대량서식지역인 수심 25m에 25m 길이의 줄자 2개를 설치
  - 분석용 시료 채취
    - 환경오염물질 분석용으로 장보고연안 우점종들인 성게(*Sterechinus neumayeri*)와 불가사리(*Odontaster validus*), 끈벌레, 해면동물 등의 표본을 각각 3개체씩 채집 후 냉동
    - 수심 10 m에서 750 ml 코어 샘플러를 이용하여 sediment를 채집하고 4 L 해수 채집 후 냉동
  - 수중 장비 설치 및 유지 보수
    - 수중에 설치된 총 5개의 ARMS 중에서 no-3과 no-6의 상태가 비교적

양호하였고, no-1과 no-2은 뒤틀려 있었으며, no-05은 상관이 파손된 것을 확인

- 수심 17m에 설치된 바이오로저를 수거하여 1년동안 기록된 환경데이터를 다운로드하였으며 배터리 교체 후 원래 위치에 재설치 하였음
- CTD-1은 부두 앞 바이오로저 주변에 설치하였으며, CTD-2는 취수장 수심 5m 정도에 설치
- 조위계(WLR)와 ADCP는 곤드와나 기지 앞 바다에 설치

#### 4. 장보고과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링

##### 1) 장보고과학기지 주변 기상 모니터링

###### • 기상

- 2018년 기압의 범위는 945~1010 hPa, 연평균 기압은 984.8 hPa이었음
- 2018년 기온의 범위는 -37.0~5.5 °C, 연평균 기온은 -14.9 °C, 월평균 최저기온은 -24.5 °C로 8월에 나타남
- 2018년 연평균 습도는 56 %, 연평균 이슬점은 -22 °C이었음
- 연 평균 풍속은  $4.9 \text{ ms}^{-1}$ 이었고, 상대적으로 겨울에 풍속이 강하였음. 순간 최대 풍속은  $39.5 \text{ ms}^{-1}$ 로 7월에 나타났음. 풍향의 분포는 대체로 서풍~북서풍이 우세하였지만 하계기간에는 북동풍의 빈도가 증가하였음
- 5월과 7월은 연중 맑은 일수(17일)가 가장 많았고, 지난 3년에 비해 맑은 일수가 많았음
- 2018년 블리자드는 총 10회(지속시간 약 73시간) 발생함

###### • 바다의 결빙

- 기지 앞 바다는 2월 13일 해빙 되었다가 2월 27일 결빙되었고, 3월 11일부터 5일간 해빙되었다가 3월 16일부터 2018년 말까지 결빙되었음

##### 2) 해수 이산화탄소 및 관련 인자 모니터링

###### • 장보고기지 연안 pCO<sub>2</sub>, 수온, 염분, 용존산소, 엽록소, CDOM, pH, 탁도 모니터링

- 2018년 대기 이산화탄소 농도는 약 3 ppm 증가
- 해양 pCO<sub>2</sub> 는 240 uatm 연변화
- 용존산소는 86 umol/kg 연변화
- 수온과 염분은 각각 약 2.6°C, 1 ‰ 연변화
- 엽록소는 5 mg/m<sup>3</sup> 이상 연변화
- pH, 탁도, CDOM 은 연변화 경향이 없음

##### 3) 미기후 모니터링

- 남극 장보고과학 기지 주변 토양환경에서 미기후 환경요인을 2017년 11월부터 2018년 10월까지 측정하였음
- 미기후 환경요인의 연변화 패턴은 2014년 2월부터 2018년 10월 관측자

료를 분석하였음

- 이 결과는 장기적으로 모니터링할 계획이며 기후변화에 따라 생물상 분포 변화와 상관관계 분석을 위한 데이터로 활용할 예정임

## Part II. 세종과학기지

### 5. 세종과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

#### 1) 기지 환경시설로서 오수처리시설, 폐기물 처리시설, 온실의 운영관리

- 오수처리시설을 통해 생세종기지에서 배출되는 방류수 수질은 기준에 못 미치고 있어 시설 개선을 위한 점검 및 보수 공사 수행
  - 근본적 개선을 위해서는 시설 확충이 요구되나 필요 공간이 확보될 때까지 기지 체류 인원의 생활 습관 개선이 절실히 필요
- 발생 폐기물은 폐기물처리시설에서 압축 처리, 성상별로 분류되어 국내로 운송될 때까지 지정 컨테이너에 보관
- 온실은 남극 생태계 교란의 원인이 될 수 있는 외래종 유입 방지를 위해 지침에 따라 관리되고 있음
- 외래종 유입 방지를 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
  - 31차 월동 시(2017년 12월~2018년 11월) 연간 유류 소모량은 약 374,250ℓ로 지난해 같은 기간 사용한 411,200ℓ에 비해 감소하였음
- 유류 유출 예방을 위해 유류 저장 및 관련 시설 안전점검 항목에 따라 주기적 점검이 실시되고 있으나, ISO 유류 컨테이너 관리와 중장비 주유시 각별한 주의가 요구됨

#### 3) 기지에서 발생하는 폐기물의 관리와 반출

- 31차 월동기간에 발생하거나 지난 공사 기간 중 발생한 매립 폐기물(소각재)을 포함한 일반폐기물과 재활용 가능한 폐기물은 15,815 kg으로 지난해에 비해 약 2배에 가까운 폐기물이 반출됨
  - 고철(41%)과 PVC(32%)가 높은 비중을 차지
- 지정폐기물의 대부분은 저유탱크 청소로 발생한 폐유의 잔량으로 8,000 kg이 발생하였고 배터리류가 912 kg 발생
- 31차 월동기간에는 30차 월동기간에 비해 소각으로 발생한 재의 양이 2배 가까이 발생했으며 소각용 폐기물 발생 절감을 위한 대책이 요구됨

### 6. 세종과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

#### 1) 족적

- 2018/19 하계 기간 동안 세종기지에 들어온 인원은 122명이며, 32차 월동대 16명을 포함하여 하계 연구자는 57명, 하계 지원인력 11명, 선박보관동 건설 인원 13명, 연구협력 및 시찰을 목적으로 방문한 22명 및 기타 인원 3명으로 구성
- 남극특별보호구역 171번 방문신청 건수는 10건이며 총 61명이 하계기간 동안 방문

## 2) 방류수 수질 모니터링

- 수질검사 결과 전년과 동일하게 한국 공공 하수처리시설의 방류수 수질기준에 미치지 못하여 방류수의 수질 개선을 위한 오수처리시설의 관리 및 효율 개선을 위한 실험을 진행
- 2017/18 하계시즌 실험 결과 세종기지의 오수처리시설의 처리용량 확대가 필요함이 제기됨

## 7. 세종과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

### 1) 남극 생태계에 영향을 미칠 수 있는 외래종 모니터링

#### • 외래종 각다귀 모니터링

- 남극세종과학기지에서 2013년부터 외래유입종 각다귀(*Trichocera maculipennis*)가 출현하여 개체수 변화, 잠정 서식지 등을 계속 관찰 중이며 이를 바탕으로 방역 작업을 진행 중
- 잠정 서식지인 오배수처리장에서 포획한 성체를 이용해 산란부터 배자 발육, 부화 및 유충의 성장단계를 관찰함으로써 남극에 적응한 생활사 정보를 확보하였고 이를 바탕으로 효율적인 박멸 방법 개발 계획 중

### 2) 2018년 남극 킹조지섬 마리안소만 표층수 미세조류의 계절적 변동

- 조사기간 중 마리안소만의 조사 정점에서 조사된 표층수의 수온은 평균 0.37°C로 조사되었고, 염분은 평균 34.73 psu이었음
- 전체 미세조류의 생물량은 년 평균 0.42  $\mu\text{g L}^{-1}$ 이었으며, 이 중 미세조류에 의한 생물량 (micro-sized Chl *a*의 농도)은 년 평균 0.15  $\mu\text{g L}^{-1}$  이었고, 미소조류에 의한 생물량 (nano-sized Chl *a*의 농도)은 0.22  $\mu\text{g L}^{-1}$ , 극미소조류에 의한 생물량 (pico-sized Chl *a*의 농도)은 년 평균 0.05  $\mu\text{g L}^{-1}$ 이었음

## 8. 세종과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링

### 1) 세종과학기지 주변 기상 환경 모니터링

#### • 기상

- 2018년 남극세종과학기지에서 관측된 기온의 범위는 -20.2 ~ 9.7 °C, 연평균 기온은 -1.8 °C, 월평균 최저기온은 -4.9 °C로 6월에 나타남



※ 현재 결과는 AMOS-3 관측값 기준이며 향후 AMOS-1 관측값이 모두 확보된 이후에 AMOS-3 기온센서 편차를 반영하여 수정될 예정입니다

- 연평균 풍속은  $7.8 \text{ ms}^{-1}$ 으로 예년의  $8.0 \text{ ms}^{-1}$ 과 거의 같은 수준이었다. 순간 최대 풍속은  $37.3 \text{ ms}^{-1}$ 로 11월에 발생했으며 2017년의 순간 최대풍속인  $51.9 \text{ ms}^{-1}$ 보다는 크게 낮은 값을 보였다. 풍향의 분포는 대체로 북서풍~북풍이 우세하였고 6월에는 동풍의 빈도가 15%로 증가하였음
- 연평균 기압은 988.0 hPa로 예년의 988.8 hPa 대비 0.8hPa 낮았다. 최고 기압은 12월 11일에 1024 hPa, 최저 기압은 8월 4일에 948 hPa를 기록하였음
- 1월부터 11월까지 총강수량은 363.0 mm로 월평균 약 33 mm를 기록하여 예년의 월평균 43.4 mm 대비 약 77% 수준으로 낮았음
- 폭풍설은 1월부터 11월까지 총 13회 발생에 지속시간은 94시간으로 예년 22.9회 271.6시간과 비교하여 발생 횟수는 약 1/2 수준, 지속시간은 약 1/3 수준으로 작게 발생하였음
- 바다의 결빙
  - 2018년에는 마리안소만 및 맥스웰만 모두 결빙되지 않았으며 유빙만 관측됨

### Part III. 남극 과학기지 운영 현장 점검

#### 9. 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 6차 월동연구대 면담을 통해 진행하였으며, 대부분의 항목에 대해 남극 환경 영향을 최소화할 수 있도록 저감 방안을 이행함
- 모니터링팀에서 제안한 대부분의 조치사항을 이행했으나, 유류 저장소 유류 유출방지턱 내부의 제설, 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 32차 월동연구대 면담을 통해 진행하였으며, 대부분의 항목에 대해 남극 환경 영향을 최소화할 수 있도록 저감 방안을 이행함
- 31차와 마찬가지로 야외에 보관 중인 ISO 유류 탱크에서 유출 흔적이



- 확인되었고 오염된 토양은 제거함
- ISO 유류 탱크관리 및 중장비 주유 시 각별한 주의가 필요함



# 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. Jang Bogo Antarctic Research Station**

1. 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
2. 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
3. Monitoring of ecosystem changes caused by Jang Bogo station operation
  - 1) Monitoring on Breeding South polar skuas around Jang Bogo Station during the 2015/16~2017/18 seasons
    - Nest distribution and breeding success, egg size and shape, breeding individual's appearance, breeding schedule and weather effects, breeding individual's isotope
  - 2) Temporal variation of microalgae in the surface water of Jang Bogo Station, Antarctica, 2018

- Annual survey for long-term monitoring on the seawater environment
  - Seasonal variation of microalgal assemblages
- 3) Monitoring on meteorology and atmospheric physics in the neighborhood of Jang Bogo Station, Antarctica
  - Benthic organisms and species diversity
  - Monitoring changes of dominant species
  - Sampling sediment and specimen for analysis
  - Underwater devices maintenance
- 4. 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 pCO<sub>2</sub> and relevant parameters at the station
    - Collect pCO<sub>2</sub> in the atmosphere and the surface seawater, temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, chl-a, CDOM, turbidity in seawater
  - 3) Microclimate monitoring
    - Microclimate data

## Part II. King Sejong Antarctic Research Station

5. 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
6. 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
7. Monitoring of ecosystem changes caused by King Sejong station operation
  - 1) Non-native species monitoring could be impact on Antarctic ecosystem

2) Annual survey for long-term monitoring on the seawater environment

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

- 1) Monitoring on meteorology of King Sejong Station, Antarctica
  - Meteorology
  - Freezing of Sea

Part III. Korean Antarctic Research Station operation site check

9. Korean Antarctic Research Station operation site check

- 1) Jang Bogo Antarctic research station site check
- 2) King Sejong Antarctic research station site check

IV. Results

#### **Part I. Jang Bogo Antarctic Research Station**

1. 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 was managed by strict guideline. Plant residues treated with food waste reducer and artificial soil were packed individually to transport Korea
  - The non-native springtails founded in November 2017 in the hydroponic facility were not found anymore during 5<sup>th</sup> 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. 91% 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 5<sup>th</sup> over-wintering period was up to 491,606 ℓ which is increased amount of 9,841 ℓ for 4<sup>th</sup> over-wintering period.
- Electric energy generated by solar panels was about 62,661 kWh (during five months).
- The monthly average electric power load was 207 kW which was increased than 4<sup>th</sup> over-wintering period.
- To prevent oil spill, fuel storage facilities and related facilities are checked regularly with safety check list.

### 3) Waste management and remove from Antarctica

- Among recycle wastes, amount of paper was 10 times that of last period and others were slightly reduced
- The amount of paper was 5,990 kg, metal was 2,060 kg, plastic was 2,433 kg and glass was 2,470 kg.
- The food waste was generated less than half amount of the last year during the forth 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.

## 2. Monitoring of environmental indicator affected by Jang Bogo station operation

### 1) Monitoring of footprint

- During 2018/19 season, 145 personnel entered into Jang Bogo Station via R/V icebreaker *Araon* and aircraft. The seasonal research personnel for austral summer season became 102.
- For the research activities and supporting them, 21 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 2018, the discharged water quality was monitored with measuring the parameters. COD value and Total Phosphorus concentration was quite 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
  - Due to heavy sea-ice and weather condition, during 2017/18 season, monitoring the coastal seawater quality could not conduct.

### 3. Monitoring of ecosystem changes caused by Jang Bogo station operation

#### 1) Monitoring on Breeding South polar skuas around Jang Bogo Station during the 2015/16~2017/18 seasons

- Nest distribution and breeding success
  - 64 Breeding 64 pairs in 2015/16, 81 pairs in 2016/17, 81 pairs in 2017/18
  - Nest density: 20 nest/km<sup>2</sup> in 2015/16, 25.3 nest/km<sup>2</sup> in 2016/17, 2017/18년 25.3 in 2016/17
  - Clutch size:  $1.98 \pm 0.12$  in 2015/16,  $1.85 \pm 0.36$  in 2016/17,  $1.73 \pm 0.45$  in 2017/18
  - Breeding success: 39% in 2015/16, 34.6% in 2016/17, 10.7% in 2017/18
- Egg size and shape
  - Measure numbers of eggs: 121 in 2015/16, 144 in 2016/17, 122 in 2017/18
  - There was no significant difference in length between 2015/16 and 2016/17, but there was a significant difference in egg width in all three-year comparisons
- Breeding individual's appearance
  - Captive breeding individuals 43(16 pair) in 2015/16, 50(22 pair) in 2016/17, 34(11 pair) in 2017/18
  - During three survey years, 13 pairs were kept in the same spouse, among them 8 pairs for 2 consecutive years, and 5 pairs kept for 3 consecutive years
- Breeding schedule and weather effects
  - In the results of 2017/18, the breeding success rate, the rate of hatching and fledging, tended to be lower than the previous two years
  - Prior to the first laying season, more than 10 m/s winds were

observed in 2015/16 and 2016/17 than in 2017/18

- Breeding individual's isotope
  - The type of food it eats here is considered to be diverse rather than feeding one species.
  - Compared to the isotopes of 2016/17 and 2017/18, the values of N and C in the feathers and blood are not much different from each other.
- 2) Temporal variation of microalgae in the surface water of Jang Bogo station, Antarctica, 2018
  - Annual mean of total microalgal biomass (total Chl $a$  concentration) was 0.50  $\mu\text{gL}^{-1}$ .
  - Micro-sized microalgal biomass (micro-sized Chl $a$  concentration) was 0.35  $\mu\text{gL}^{-1}$ .
  - Nano-sized microalgal biomass (nano-sized Chl $a$  concentration) was 0.21  $\mu\text{gL}^{-1}$ .
  - Pico-sized microalgal biomass (pico-sized Chl $a$  concentration) was 0.06  $\mu\text{gL}^{-1}$ .
- 3) The effects of human activities on marine communities on the coast near Jang Bogo Station during the 2018/19
  - Benthic organisms and species diversity
    - A total of 58 species of benthic organisms, including 3 species of algae, 2 species of fish and 53 species of invertebrates were identified. Among them, 41 (70%) were identified to the species levels.
    - The invertebrate species investigated consist of 14 sponges, 9 cnidarians, 1 nemertean, , 5 annelids, 8 mollusks, 4 arthropods, 8 echinoderm, and 1 chordate.
  - Monitoring changes of dominant species
    - Collecting scallops (*Adamussium* sp.), representative species In Tera Nova Bay for age distribution of populations.
    - Five lines of 25 m Transect Line installed at 20 m depth for benthos.
    - Two 25m long tape measure were installed at the depth of 25m of the scallop mass habitat.
  - Sampling sediment and specimen for analysis
    - Three specimens such as sea urchin (*Sterechinus neumayeri*) and starfish (*Odontaster validus*), cordyceps were collected and kept

frozen for the analysis of environmental pollutants.

- The sediment and seawater were collected using a 750ml core sampler and was 4L-sterile container at a depth of 10m and kept in frozen.
- Underwater devices maintenance
  - Among 5 ARMS in the water, no-3 and no-6 were relatively good, and no-1 and no-2 were distorted, and no-05 showed that the top plate was damaged.
  - Biologger installed at 17m depth was collected, and environment data recorded for one year was downloaded. It was re-installed at the original location after batteries were replaced.
  - WLR and ADCP were installed in the sea in front of the Gondwana base.

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

##### 1) Monitoring on meteorology at the Jang Bogo Station

- Meteorology
  - Air pressure ranged from 945.4 to 1010.1 hPa with annual averaged value of 984.8 hPa.
  - Air temperature ranged from -37.0 to 5.5 °C with annual averaged value of -14.9 °C. Monthly averaged temperature was the lowest, -24.5 °C in August.
  - Annual averaged humidity was 56% and dew point was -22 °C.
  - Annual averaged mean wind speed was 4.9 ms<sup>-1</sup> with maximum gust of 39.5 ms<sup>-1</sup> on July. Overall, wind from west and northwest was dominant except in summer when the frequency of wind direction from northeast was similar to or greater than that of west and northwest.
  - Clear days were most frequent in May and July. Total number of clear days was greater than the last 3 years(2015 ~ 2017).
  - Blzzards were occurred 10 times with total duration of 73 hours.
- Freezing of sea surface
  - The sea ice adjacent to the station was fully open on February 13 and the sea was completely refrozen about late February. The sea was partly open until March 16 and kept frozen to the end of the year.



- 2) Monitoring of pCO<sub>2</sub>, temperature, salinity, dissolved oxygen, chl-a, CDOM, pH, and turbidity at Jang Bogo Station, Antarctica
  - Atmospheric CO<sub>2</sub> increased by 3 ppm
  - pCO<sub>2</sub> in the surface ocean varied by up to 240 uatm
  - Dissolved oxygen varied by 86 umol/kg
  - Seawater temperature and salinity varied by 2.6°C and 1‰
  - Chl-a varied by >5 mg/m<sup>3</sup>
  - pH, turbidity, and CDOM did not show such a annual trend
- 3) Monitoring of microclimate
  - Microclimates including air temperature, relative humidity, photosynthesis active radiation, soil temperature and soil moisture contents are monitored around Jang Bogo Station from November 2017 to December 2018.
  - Patterns of annual microclimates from February in 2014 to October in 2018 have been analyzed.
  - These microclimate factors will monitor continuously and analyze the correlation with biota distribution.

## **Part II. King Sejong Antarctic Research Station**

5. 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
    - To improve discharged water quality, sewage treatment facility had been improved during 2017/18 summer season and experiment was conducted. As the result, the sewage treatment is required to increase processing capacity.
    - 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.
  - 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 31<sup>st</sup> over-wintering period, 374,250 ℓ were consumed for station operation for 12 months and annual usage reduced compared

to the previous year.

- 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 31<sup>st</sup> over-winter period were 15,815 kg, and scrap metal (41%) and PVC (32%) accounted for the highest percentage.
- Most of the hazardous wastes were waste-oil generated from the cleaning of the storage tank, resulting in 8,000 kg and batteries of 912 kg.
- The amount of ash generated by incineration is more than twice that of the 30th over-wintering period in 2018, and measures are needed to reduce incineration waste.

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

1) Monitoring of footprint

- During the summer of 2018/19, 122 people were visited to the King Sejong Station, composed of 57 researchers, 11 supporting staffs, 13 construction crew, 22 people for internal inspection, and 3 people for other purpose such as outreach.
- The number of permits for visit to the Antarctic Specially Protected Area No. 171 was 10, and a total of 61 people visited 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.

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

1) Monitoring of non-native species during 2018/19

- Numbers caught in the trap
  - once every week in the summer (Dec. to Mar) and once per month I winter, monitoring the number of individuals caught in the UV

trap.

- Usually caught around 10 individuals, 30 were caught in March 2017, 33 were caught in November.
  - Filed survey
    - Fitfall traps, outdoor capture devices were installed around the base in cooperation with Uruguay station. In Feb 2019, for the second time of cooperation, the traps were installed around the base but nothing was caught because of frequent rain.
  - Observation of life cycle
    - Two females gave 114 and 193 oval eggs, respectively. Embryo development progressed 1~2 days after spawning, and after 4~5 days.
  - Potential development outdoors
    - The eggs in an airtight container were placed in Sejong Lake to observe the developmental process. The 5 hatchlings were all alive after 8th day, and they eagerly fed organic and floating substances attached to the lichen in the water.
    - Females likely lay eggs in the water outside and eggs can be hatched at the temperature condition of Sejong Lake during at least summer time. The hatched larvae feed on the food materials and floating organic matter present in Sejong Lake and grow possibly.
  - Samples obtained from neighboring stations
    - Obtain more than 30 specimens from UV trap installed at Escudero station
  - Provisional habitat survey
    - Invasive flies prefer a place with a constantly watery on the floor and humid
    - It is necessary to keep observation of the provisional habitats such as pumping station next to the power plant, the beneath of the living building, and the pumping station next to Hyundai Lake.
- 2) Temporal variation of microalgae and physical factors in the surface water of Marian Cove, King George Island, Antarctica, 2018
- Annual mean water temperature was 0.37°C in the surface water and annual mean salinity of surface water was 34.73 psu.
  - Annual mean of total microalgal biomass (total Chl $a$  concentration) was 0.42  $\mu\text{gL}^{-1}$ , micro-sized microalgal biomass (micro-sized Chl $a$

concentration) was  $0.15 \mu\text{gL}^{-1}$ , nano-sized microalgal biomass (nano-sized Chl *a* concentration) was  $0.22 \mu\text{gL}^{-1}$  and pico-sized microalgal biomass (pico-sized Chl *a* concentration) was  $0.05 \mu\text{gL}^{-1}$ .

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

### 1) Monitoring on meteorology of King Sejong Station, Antarctica

#### • Meteorology

- Air temperature of the King Sejong Station ranged from  $-20.2$  to  $9.4$  °C with annual averaged value of  $-1.8$  °C. Lowest monthly mean temperature was  $-4.9$  °C in June.

※ Present results of air temperature are based on AMOS-3, which has bias of  $0.9\sim 1.1$  °C, so after the AMOS-1 data are secured, statistics of air temperature are expected to be corrected in appropriate manner.

- Annual mean wind speed was  $7.8 \text{ ms}^{-1}$  with maximum gust of  $37.3 \text{ ms}^{-1}$  in November. Most frequent wind direction was from northwest to north all year round with increased easterly in June.
  - Annual mean pressure at the station level was  $988.0$  hPa, which was  $0.8$  hPa lower than climatological value of  $988.8$  hPa. Highest pressure was  $1024$  hPa on December 11st and lowest pressure was  $948$  hPa on August 4th.
  - Total precipitation from January to November was  $363.0$  mm with mean monthly value of  $33.0$  mm, which is about 77% of climatological value.
  - Blizzard occurred 13 times with total  $94.0$  hours from January to November. This is about a half and one-third of climatological values in number and lasting hours, respectively.
- #### • Freezing of sea surface
- The Marian Cove nor the Maxwell Bay was not frozen at all in 2018 with only drift ice year-round.

## Part III. Korean Antarctic Research Station operation site check

### 9. Korean Antarctic Research Station operation 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 6<sup>th</sup> 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.

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 32<sup>nd</sup> 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 fuel stored in ISO tank was spilled, and contaminated soil was removed as 2017/18 season.
- The emergency spilling kit must be installed near the fueling point and, special attention has been required when ISO fuel tank management and refueling of vehicles.

# C O N T E N T S

Summary (Korean) .....	5
Summary (English) .....	15

Introduction .....	53
--------------------	----

## Part I. Jang Bogo Antarctic Research Station

### Chapter 1. Monitoring on environmental facilities and energy management at Jang Bogo Station

Section 1. Environmental equipment and facilities management .....	57
Abstract (Korean) .....	57
1. Sewage treatment facility .....	58
A. Facility characteristic .....	58
B. Facility management .....	58
2. Waste treatment facility .....	60
3. Greenhouse management .....	61
4. Conclusion and remark .....	63
Abstract (English) .....	64
Section 2. Management of fuel and energy use .....	65
Abstract (Korean) .....	65
1. Fuel usage and management .....	66
A. Fuel usage .....	66
B. Fuel storage and management .....	69
2. Prevention of oil spill and management .....	70
3. Energy generation and consuming .....	73
A. Electric energy generation and consuming .....	73
B. Heating .....	76
C. Freshwater generation and usage .....	77
4. Conclusion and remark .....	77

Abstract (English) .....	79
Section 3. Waste management .....	80
Abstract (Korean) .....	80
1. Waste production amount .....	81
A. Domestic waste .....	81
B. Hazardous waste .....	82
2. Preparation removal of waste and shipping .....	83
3. Conclusion and remark .....	83
Abstract (English) .....	84
Chapter 2. Monitoring of environmental indicator affected by Jang Bogo Station operation	
Section 1. Footprint .....	85
Abstract (Korean) .....	85
1. Spatial coverage of buildings and associated impact .....	86
2. Personnel entered the station and Number and locations of field expeditions .....	86
A. Walking survey areas near the station .....	88
B. Cape Hallett (ASPA No. 106) camp installation .....	89
C. K-route expedition .....	91
D. Aviation fuel depot status .....	93
Abstract (English) .....	94
Section 2. Discharged water and sea water qualities monitoring .....	95
Abstract (Korean) .....	95
1. Discharged water quality .....	96
A. Characteristics of sewage treatment facility .....	96
B. Coliform monitoring .....	97
C. Total Nitrogen monitoring .....	98
D. Total Phosphorous monitoring .....	98
E. Suspended solids (SS) monitoring .....	100
F. BOD and COD concentration monitoring result .....	100
G. Conclusion .....	102
2. Sea water quality .....	103

A. Survey area .....	103
Abstract (English) .....	104

### Chapter 3. Monitoring of ecosystem changes caused by Jang Bogo Station operation

Section 1. Monitoring on Breeding South polar skuas around Jang Bogo Station during the 2015/16~2017/18 seasons .....	105
Abstract (Korean) .....	105
1. Introduction .....	107
2. Methods .....	108
A. Survey area .....	108
B. Methods .....	109
3. Result .....	110
A. Nest distribution and hatching success rate .....	110
B. Egg size and shape .....	111
C. Body size and mass of breeding adults .....	112
D. Breeding schedule and weather impact .....	113
E. Comparison of isotope content in breeding adults .....	117
4. Discussion .....	118
Abstract (English) .....	121
References .....	122
Section 2. Temporal variation of microalgae in the surface water of Jang Bogo Station, Antarctic, 2018 .....	124
Abstract (Korean) .....	124
1. Introduction .....	125
2. Materials and methods .....	126
A. Survey area .....	126
B. Sampling and analysis of microalgae .....	127
3. Result and Discussion .....	128
A. Variation of microalgal biomass, 2018 .....	128
Abstract (English) .....	144
References .....	145

#### Section 3. The effects of human activities on marine communities on the



coast near Jang Bogo Station during the 2018/19 .....	146
Abstract (Korean) .....	146
1. Introduction .....	147
2. Materials and methods .....	147
A. Survey area .....	147
B. Survey content .....	148
C. Method .....	149
3. Results .....	151
A. List of benthic species .....	151
B. Autonomous Reef Monitoring Structures .....	151
C. Biologger .....	151
D. CTD, WLR, ADCP .....	152
4. Discussion .....	152
Abstract (English) .....	154
References .....	155

#### Chapter 4. Long-term monitoring of Environmental factors based on Jang Bogo Station

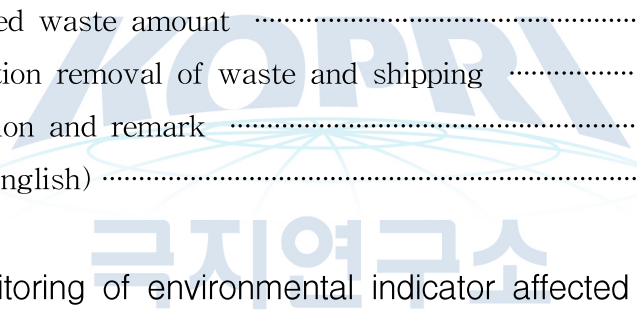
Section 1. Monitoring on meteorology at Jang Bogo Station .....	157
Abstract (Korean) .....	157
1. Introduction .....	158
2. Materials and methods .....	158
A. Study area .....	158
B. Measurements .....	158
C. Data collection and storage .....	160
3. Results and Discussion .....	160
A. Meteorology .....	161
B. Freezing of sea .....	164
Abstract (English) .....	166
Section 2. Monitoring of pCO <sub>2</sub> and relevant parameters in the surface seawater at Jang Bogo Station .....	167
Abstract (Korean) .....	167
1. Introduction .....	168

2. Methods .....	168
A. Study area .....	168
B. Instrument configuration .....	169
3. Results and Discussion .....	170
A. Data collection .....	170
B. Results .....	170
Abstract (English) .....	174
References .....	175
Section 3. Monitoring of microclimate in terrestrial ecosystem around	
Jang Bogo Station .....	176
Abstract (Korean) .....	176
1. Introduction .....	177
2. Methods .....	177
A. Study area, microclimate logger data back-up and re-installation .....	177
3. Results and discussion .....	179
A. Monitoring results of microclimate .....	179
Abstract (English) .....	197
Reference .....	198

## Part II. King Sejong Antarctic Research Station

### Chapter 5. Monitoring on environmental facilities and energy management at King Sejong Station

Section 1. Environmental equipment and facilities management .....	201
Abstract (Korean) .....	201
1. Sewage treatment facility .....	202
A. Facility characteristics .....	202
B. Facility management .....	204
2. Waste treatment facility .....	206
A. Facility characteristics .....	206
B. Incinerator management .....	206
3. Hydroponic facility management .....	207
4. Conclusion and remark .....	208
Abstract (English) .....	209

Section 2. Management of fuel and energy use .....	210
Abstract (Korean) .....	210
1. Fuel usage and management .....	211
A. Fuel usage .....	211
B. Fuel storage and management .....	212
2. Prevention of oil spill and management .....	214
3. Energy generation and consuming .....	216
A. Electric energy generation and consuming .....	216
B. Heating .....	216
C. Freshwater generation and consuming .....	217
4. Conclusion and remark .....	217
Abstract (English) .....	219
Section 3. Waste management .....	220
Abstract (Korean) .....	220
1. Generated waste amount .....	221
2. Preparation removal of waste and shipping .....	223
3. Conclusion and remark .....	224
Abstract (English) .....	225
  <b>국지연연구소</b>	
Chapter 6. Monitoring of environmental indicator affected by King Sejong station operation	
Section 1. Footprint .....	227
Abstract (Korean) .....	227
1. Spatial coverage of buildings and associated impact .....	228
2. Personnel entered the station and locations of field survey .....	229
Abstract (English) .....	233
Section 2. Discharged water and sea water qualities monitoring .....	234
Abstract (Korean) .....	234
1. Discharged water quality .....	235
2. Measuring methods .....	236
A. BOD, COD, SS, pH measurement .....	236
B. Total nitrogen measurement .....	236
C. Total phosphorus measurement .....	237

D. Coliform measurement .....	237
3. Results and discussion .....	238
A. Monthly variation of BOD .....	238
B. Monthly variation of COD .....	239
C. Monthly variation of Suspended solids (SS) .....	239
D. Monthly variation of Total Nitrogen monitoring .....	240
E. Monthly variation of Total Phosphorous .....	241
F. Monthly variation of Coliform .....	242
4. Conclusion and remark .....	243
Abstract (English) .....	245
Reference .....	246

## Chapter 7. Monitoring of ecosystem changes caused by King Sejong station operation

Section 1. Monitoring on Non-native species during the 2018/19 .....	247
Abstract (Korean) .....	247
1. Introduction .....	248
2. Materials and methods .....	249
A. Study area .....	249
B. Methods .....	249
3. Results .....	251
A. Number of invasive species caught in sewage .....	251
B. Life cycle observation .....	251
4. Discussion and remark .....	258
Abstract (English) .....	259
References .....	260
Section 2. Temporal variation of microalgae and physical factors in the surface water of Marian Cove, 2018 .....	261
Abstract (Korean) .....	261
1. Introduction .....	263
2. Materials and methods .....	263
A. Study area .....	263
B. Sampling and analysis of microalgae .....	264

3. Result and Discussion .....	265
A. Variation of temperature and salinity on surface water, 2018 .....	265
B. Variation of microalgal biomass, 2018 .....	267
Abstract (English) .....	269
References .....	270
Appendix. Physical parameters and microalgal biomass .....	271

## Chapter 8. Long-term monitoring of Environmental factors based on King Sejong Station

Section 1. Annual Weather Report of 2018, Antarctic King Sejong Station ...	283
Abstract (Korean) .....	283
1. Introduction .....	285
2. Materials and methods .....	286
3. Conclusion .....	287
Abstract (English) .....	288

## Part III. Korean Antarctic Research Station on Site Check

### Chapter 9. Antarctic Research Station on Site Check

Section 1. Jang Bogo Station on site check .....	293
Abstract (Korean) .....	293
1. Introduction .....	294
2. Survey methods .....	294
A. Items and survey area .....	294
B. On site check method .....	296
3. Results and discussion .....	297
A. Fuel management .....	297
B. Chemicals management .....	300
C. Conservation of energy and water resource .....	301
D. Matters related with Environmental Protocol .....	301
Abstract (English) .....	303
Appendix 1. Inspection results of Jang Bogo Station (2018/19) .....	305
Appendix 2. Inspection results of Jang Bogo Station (2017/18) .....	312

Section 2. King Sejong Station on site check .....	321
Abstract (Korean) .....	321
1. Introduction .....	322
2. Survey methods .....	322
A. Items and survey area .....	323
B. On site check method .....	323
3. Results and discussion .....	323
A. Fuel management .....	323
B. Chemicals management .....	326
C. Conservation of energy and water resource .....	326
D. Matters related with Environmental Protocol .....	327
Abstract (English) .....	329
Appendix 1. Inspection results of King Sejong Station (2018/19) .....	331
Appendix 2. Inspection results of King Sejong Station (2017/18) .....	340
Appendix 3. Domestic soil contamination standard .....	347

APPENDIX

- I. Annual Weather Report Antarctic Jang Bogo Station
- II. Annual Weather Report Antarctic King Sejong Station



# 목 차

요 약 문 .....	5
Summary .....	15
서 론 ` .....	53

## Part I 남극 장보고과학기지

### 제 1 장 장보고과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

제 1 절 환경 시설 관리 .....	57
요 약 (국문) .....	57
1. 오수처리 시설 .....	58
가. 시설 특성 .....	58
나. 시설 관리 .....	58
2. 폐기물 처리시설 .....	60
3. 온실 관리 .....	61
4. 결론 및 제언 .....	63
요 약 (영문) .....	64
제 2 절 에너지 생산 및 유류 관리 .....	65
요 약 (국문) .....	65
1. 유류 사용 및 관리 .....	66
가. 유류 사용량 .....	66
나. 유류 저장 및 관리 .....	69
2. 유류 유출 예방 및 관리 .....	70
3. 에너지 생산 및 소비 .....	73
가. 전기에너지 생산 및 소비 .....	73
나. 난방 .....	76
다. 담수생산 및 사용량 .....	77
4. 결론 및 제언 .....	77
요 약 (영문) .....	79
제 3 절 폐기물 관리 .....	80
요 약 (국문) .....	80
1. 폐기물 발생량 .....	81
가. 일반 폐기물 .....	81



나. 지정 폐기물 .....	82
2. 폐기물 반출 준비 및 선적 .....	83
3. 결론 및 제언 .....	83
요 약 (영문) .....	84

## 제 2 장 장보고과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

제 1 절 족적 (footprint) .....	85
요 약 (국문) .....	85
1. 기지 주변 공간적 변경사항 .....	86
2. 기지 체류 및 방문인원과 야외조사 지역 .....	86
가. 기지주변 도보 조사 지역 .....	88
나. Cape hallett (ASPA No. 106) 장기캠프설치 .....	89
다. K-루트 탐사 지역 현황 .....	91
라. 항공유 데포 현황 .....	93
요 약 (영문) .....	94
제 2 절 방류수 및 연안 해수질 모니터링 .....	95
요 약 (국문) .....	95
1. 방류수 모니터링 .....	96
가. 오수처리 설비 특성 .....	96
나. 대장균 모니터링 결과 .....	97
다. Total Nitrogen 모니터링 결과 .....	98
라. Total Phosphorus 모니터링 결과 .....	98
마. SS (Suspended solids) 농도 모니터링 결과 .....	100
바. BOD와 COD 농도 모니터링 결과 .....	100
사. 결 론 .....	102
2. 연안 해수질 .....	103
가. 조사 지역 .....	103
요 약 (영문) .....	104

## 제 3 장 장보고과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

제 1 절 2015~18년 남극 장보고기지주변에 서식하는 남극도둑갈매기의 번식현황 모니터링 .....	105
요 약 (국문) .....	105
1. 서론 .....	107

2. 방법 .....	108
가. 조사 지역 .....	108
나. 조사 방법 .....	109
3. 결과 .....	110
가. 등지분포 및 부화성공률 .....	110
나. 알 크기 및 형태 .....	111
다. 번식개체의 외형 .....	112
라. 번식일정과 날씨의 영향 .....	113
마. 성체의 방사성 동위원소 비교 .....	117
4. 고찰 .....	118
요 약 (영문) .....	121
참고문헌 .....	122
제 2 절 2018년 남극 장보고과학기지 표층수 미세조류의 시간적 변동 .....	124
요 약 (국문) .....	124
1. 서론 .....	125
2. 재료 및 방법 .....	126
가. 연구 지역 .....	126
나. 미세조류의 채집 및 분석 .....	127
3. 결과 및 고찰 .....	128
가. 2018년 미세조류 생물량의 변화 .....	128
요 약 (영문) .....	144
참고문헌 .....	145
제 3 절 2018/19년 남극 장보고기지 연안생태 생물상 모니터링 .....	146
요 약 (국문) .....	146
1. 서론 .....	147
2. 재료 및 방법 .....	147
가. 조사 지역 .....	147
나. 조사 내용 .....	148
다. 조사 방법 .....	149
3. 결과 .....	151
가. 출현종 목록 .....	151
나. 생물관측장비 ARMS .....	151
다. 바이오로거 .....	151
라. CTD, WLR, ADCP .....	152

4. 고찰 .....	152
요 약 (영문) .....	154
참고문헌 .....	155

## 제 4 장 장보고과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링

제 1 절 기지주변 기상 관측 .....	157
요 약 (국문) .....	157
1. 서론 .....	158
2. 재료 및 방법 .....	158
가. 연구 지역 .....	158
나. 관 측 .....	158
다. 자료 획득 및 저장 .....	160
3. 결과 및 고찰 .....	160
가. 기상 .....	161
나. 바다의 결빙 .....	164
요 약 (영문) .....	166
제 2 절 해수 이산화탄소 및 관련 인자 모니터링 .....	167
요 약 (국문) .....	167
1. 서론 .....	168
2. 방법 .....	168
가. 연구 지역 .....	168
나. 장비의 구성 .....	169
3. 결과 및 고찰 .....	170
가. 관측 자료 수집 .....	170
나. 관측 결과 .....	170
요 약 (영문) .....	174
참고문헌 .....	175
제 3 절 기지 주변 토양 미기후 모니터링 .....	176
요 약 (국문) .....	176
1. 서론 .....	177
2. 방법 .....	177
가. 연구 지역, 미기후 로거 백업 및 재설치 .....	177
3. 결과 및 고찰 .....	179
가. 미기후 자료 분석 .....	179

요 약 (영문) .....	197
참고문헌 .....	198

## Part II 남극 세종과학기지

### 제 5 장 세종과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

제 1 절 환경 시설 관리 .....	201
요 약 (국문) .....	201
1. 오수처리 시설 .....	202
가. 시설 특성 .....	202
나. 시설 관리 .....	204
2. 폐기물 처리시설 .....	206
가. 시설 특성 .....	206
나. 소각기 관리 .....	206
3. 온실 관리 .....	207
4. 결론 및 제언 .....	208
요 약 (영문) .....	209
제 2 절 에너지 생산 및 유류 관리 .....	210
요 약 (국문) .....	210
1. 유류 사용 및 관리 .....	211
가. 유류 사용량 .....	211
나. 유류 저장 및 관리 .....	212
2. 유류 유출 예방 및 관리 .....	214
3. 에너지 생산 및 소비 .....	216
가. 전기에너지 생산 및 소비 .....	216
나. 난 방 .....	216
다. 담수 생산 및 사용량 .....	217
4. 결론 및 제언 .....	217
요 약 (영문) .....	219
제 3 절 폐기물 관리 .....	220
요 약 (국문) .....	220
1. 폐기물 발생량 .....	221
2. 폐기물 반출 준비 및 선적 .....	223
3. 결론 및 제언 .....	224
요 약 (영문) .....	225

## 제 6 장 세종과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

제 1 절	족적 (footprint)	227
	요 약 (국문)	227
1.	기지 주변 공간적 변경사항	228
2.	기지 체류 및 방문인원과 야외조사 지역	229
	요 약 (영문)	233
제 2 절	방류수질 모니터링	234
	요 약 (국문)	234
1.	방류수 모니터링	235
2.	측정 방법	236
	가. BOD, COD, 부유물질, pH의 측정	236
	나. 총질소의 측정	236
	다. 총인의 측정	237
	라. 대장균군수의 측정	237
3.	결 과	238
	가. BOD의 월별 변화	238
	나. COD의 월별 변화	239
	다. 부유물질의 월별 변화	239
	라. 총질소량의 월별 변화	240
	마. 총인량의 월별 변화	241
	바. 총대장균군수의 월별 변화	242
4.	고찰 및 결론	243
	요 약 (영문)	245
	참고문헌	246

## 제 7 장 세종과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

제 1 절	2018/19년 세종기지 유입 외래생물 모니터링	247
	요 약 (국문)	247
1.	서론	248
2.	재료 및 방법	249
	가. 조사 지역	249
	나. 조사 방법	249
3.	결과	251

가. 오수집수정 포획 개체수 .....	251
나. 각다귀 생활사 관찰 .....	251
4. 고찰 .....	258
요 약 (영문) .....	259
참고문헌 .....	260
제 2 절 2018년 남극 킹조지섬 마리안소만 표층수 미세조류의 시간적 변동 .....	261
요 약 (국문) .....	261
1. 서론 .....	263
2. 재료 및 방법 .....	263
가. 연구 지역 .....	263
나. 미세조류의 채집 및 분석 .....	264
3. 결과 및 고찰 .....	265
가. 2018년 표층 수온과 염분의 변화 .....	265
나. 2018년 미세조류 생물량 변화 .....	267
요 약 (영문) .....	269
참고문헌 .....	270
Appendix. Physical parameters and microalgal biomass .....	271

## 제 8 장 세종과학기지 기상 관측

제 1 절 2018년 기상관측 자료의 통계 분석 .....	283
요 약 (국문) .....	283
1. 서론 .....	285
2. 자료 및 방법 .....	286
3. 결론 .....	287
요 약 (영문) .....	288

## Part III 남극 과학기지 운영 현장 점검

### 제 9 장 남극 과학기지 운영 현장 점검

제 1 절 장보고과학기지 운영 현장 점검 .....	293
요 약 (국문) .....	293
1. 서론 .....	294
2. 조사 방법 .....	294

가. 조사 항목 및 세부 지역 .....	294
나. 현장 점검 방법 .....	296
3. 결과 및 고찰 .....	297
가. 유류 관리 .....	297
나. 화학 물질 관리 .....	300
다. 에너지 및 수자원 보존 .....	301
라. 환경보호 의정서 관련 사항 .....	301
요 약 (영문) .....	303
Appendix 1 장보고과학기지 점검 결과 (2018/19) .....	305
Appendix 2 장보고과학기지 점검 결과 (2017/18) .....	312
제 2 절 세종과학기지 운영 현장 점검 .....	321
요 약 (국문) .....	321
1. 서론 .....	322
2. 조사 방법 .....	322
가. 조사 항목 및 세부 지역 .....	323
나. 현장 점검 방법 .....	323
3. 결과 및 고찰 .....	323
가. 유류 관리 .....	323
나. 화학 물질 관리 .....	326
다. 에너지 및 수자원 보존 .....	326
라. 환경보호 의정서 관련 사항 .....	327
요 약 (영문) .....	329
Appendix 1. 세종과학기지 점검 결과 (2018/19) .....	332
Appendix 2. 세종과학기지 점검 결과 (2017/18) .....	340
Appendix 3. 국내 토양오염 우려기준 .....	347

## 부 록

2018년 장보고과학기지 기상연보

2018년 세종과학기지 기상연보

## List of Tables

Table 1-1. Composition of waste water treatment facility .....	58
Table 1-2. Waste treatment equipment to reduce amount of wastes .....	60
Table 1-3. Comparison of the amount of fuel consuming for the station operation 1 <sup>st</sup> to 5 <sup>th</sup> over-wintering periods .....	67
Table 1-4. Installed capacity of renewable energy and generation of electric power at Jang Bogo Station .....	73
Table 1-5. Electric power generated with solar panels during 5 <sup>th</sup> over-wintering .....	74
Table 1-6. Monthly power consumption for the station operation in 2016~2018	75
Table 1-7. Waste generation amount during 1 <sup>st</sup> ~ 5 <sup>th</sup> over wintering periods .....	81
Table 1-8. Estimated food wastes during operation on CEE and food waste amount from 2014 to 2018 .....	82
Table 1-9. Designated waste types and amount generated during 5 <sup>th</sup> over-wintering period .....	82
Table 2-1. Number of personnel visited Jang Bogo Station during 2018/19 season .....	86
Table 2-2. Field survey area near JBS and other regions in Victoria Land .....	88
Table 2-3. Locations of depots around Jang Bogo Station .....	93
Table 2-4. Wastewater quality suggested in CEE referring Discharged Water Quality Standard of Korea .....	97
Table 2-5. Coordinates of survey stations near shore of Jang Bogo Station .....	103
Table 3-1. Clutch size and hatching success, fledging success, breeding success in South polar skuas .....	111
Table 3-2. Values of egg characteristics in South polar skuas .....	112
Table 3-3. Body size of South polar skuas in 2015/6, 2016/17 and 2017/18 .....	113
Table 3-4. Nest, clutch size, hatching success, fledging success, breeding success in South polar skuas and precedent research .....	120
Table 3-5. 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 2018 .....	129
Table 3-6. The locations of survey area .....	148
Table 3-7. Dominant benthic invertebrates around Jang Bogo station .....	151
Table 4-1. Instrument List of ASOS .....	159
Table 4-2. GPS coordinates of sampling sites .....	179
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 <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) .....	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 <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018 .....	196
Table 5-1. Status of waste treatment equipment .....	206
Table 5-2. Monthly fuel and lubricant consumption during 31 <sup>st</sup> over-wintering period .....	211
Table 5-3. Fuel storage tank capacity and details .....	212
Table 5-4. Installed diesel generator set King Sejong Station .....	216
Table 5-5. Monthly incinerator operation days and hours/day .....	221
Table 5-6. Amount (kg) and type of wastes at King Sejong Station during 31 <sup>st</sup> over-wintering period .....	222
Table 5-7. Comparison of amount of waste generation between 29 <sup>th</sup> to 31 <sup>st</sup> over-wintering period .....	223
Table 6-1. Discharged water quality expected at King Sejong Station referring Discharged Water Quality Standard of Korea .....	235
Table 6-2. Correlation of CMD slope and coliform count .....	238
Table 6-3. Influent concentration condition of IC/SBR reaction tank .....	243
Table 7-1. Populations caught in traps during the wintering season of 2018 ..	250
Table 7-2. Comparison of body lengths of WCF populations collected at King Sejong Station and Escudero Station (Chile) .....	256
Table 7-3. Wing length comparison of WCF populations collected at King Sejong Station and Escudero Station (Chile) .....	256
Table 7-4. Comparison of wing widths of WCF populations collected at King Sejong Station and Escudero Station (Chile) .....	256
Table 9-1. Comparisons of TPH concentration of each soil sample with domestic standard .....	300

## List of Figures

Fig. 1-1. Maintenance activities for wastewater treatment facility .....	59
Fig. 1-2. Waste treatment facility using 20ft container .....	60
Fig. 1-3. Waste management at Jang Bogo Station .....	61
Fig. 1-4. A massive clean-up such as vacuum cleaning and wiping after greenhouse closure .....	62
Fig. 1-5. Greenhouse management .....	63
1 <sup>st</sup> to 5 <sup>th</sup> over-wintering periods .....	68
Fig. 1-7. Comparisons of monthly fuel consuming amount and electric power for the station operation for 2016~2018 .....	68
Fig. 1-8. Monthly fuel consuming for generator related with monthly minimum temperature for the station operation in 2018 .....	69
Fig. 1-9. Fuel supply system at Jang Bogo Station .....	70
Fig. 1-10. Fuel storage tanks near power plant (No.1~6) and near dock (No.7~9) .....	70
Fig. 1-11. Fuel transportation from <i>ARAON</i> to fuel tank in December 2017 .....	71
Fig. 1-12. Aviation fuel transportation from <i>ARAON</i> to ISO tanks in December 2017 .....	71
Fig. 1-13. ISO fuel tanks for aviation fuel next by spill kit (left) near helipad and waste fuel drum next by fuel service equipment(right) .....	72
Fig. 1-14. Solar Voltaic Panels installed on Power Plants. existing panels (2014) and newly installed panels (2017) .....	74
Fig. 1-15. Electric power generated with solar panels in 2018 .....	75
Fig. 1-16. Monthly fuel consuming amount and maximum load power for the station operation during 2016~2018 .....	76
Fig. 1-17. Waste management and storage at Jang Bogo Station before transportation to Korea .....	83
Fig. 2-1. Field survey map of areas near JBS and other regions in Victoria Land .....	87
Fig. 2-2. Logger installation sites for monitoring of micro-environmental parameters(left, red dot) and vegetation survey area (right) .....	89
Fig. 2-3. Adelie Penguin monitoring camp at Cape Hallett (ASPA No. 106) 2017/18 (left), 2018/19 (right) .....	90
Fig. 2-4. Designated camp site and distance penguin colony at Cape Hallett .....	91
Fig. 2-5. K-route expedition area for 2017/18 (left) and 2018/19 (right) .....	92
Fig. 2-6. Traverse fleet and camp on plato during 2018/19 season .....	92
Fig. 2-7. Equipment and fuel placed at Depot (90 km, 232 km) .....	93

Fig. 2-8. Depots in Northern Victoria Land .....	93
Fig. 2-9. Waste water treatment process in Jang Bogo Station .....	96
Fig. 2-10. The result of T-N concentration detecting test at the samples from discharged water .....	98
Fig. 2-11. The result of T-P concentration detecting test at the samples from discharged water .....	99
Fig. 2-12. The result of SS concentration detecting test at the samples from discharged water .....	100
Fig. 2-13. The result of BOD and COD detecting test at the samples from discharged water .....	101
Fig. 2-14. Palintest COD detection kit. Tubetests COD tube(left), heater(center), wavelength selection photometer(right) .....	101
Fig. 2-15. CTD stations near shore of Jang Bogo Station .....	102
Fig. 2-16. GPS coordinates of CTD stations .....	103
Fig. 3-1. Monitoring site of the South polar skua population in the neighborhood of Jang Bogo Station, Antarctica .....	108
Fig. 3-2. Nest location map of South polar skuas around Jang Bogo station during three survey seasons .....	110
Fig. 3-3. Nest location map of South polar skuas around Gondwana station in 2015/16(green), 2016/17(blue), 2017/18(white) .....	111
Fig. 3-4. Similar nest location in 2015/18(n=23 pair) .....	113
Fig. 3-5. Breeding schedule and wind speed in study area of South polar skua .....	115
Fig. 3-6. Breeding schedule of south polar skua and temperature in study area .....	116
Fig. 3-7. Spacial stable isotope signatures of South polar skua's blood and body feather .....	117
Fig. 3-8. Temporal table isotope signatures of South polar skua's blood and body feather .....	118
Fig. 3-9. Location of the sampling area (●) in Jang Bogo station, Antarctica	127
Fig. 3-10. Temporal variation of total Chl <i>a</i> concentration measured at the near shore station from January to December 2018 .....	142
Fig. 3-11. Temporal variation of total Chl <i>a</i> concentration measured at the near shore station from January to December 2018. ....	143
Fig. 3-12. Actual survey location around Jang Bogo Station .....	148
Fig. 3-13. Underwater Transect Line Installation and Video Quantification .....	149
Fig. 3-14. Collection and processing of Benthic organism .....	150
Fig. 3-15. Collecting and installation of underwater bioglogger and long-term	

observation equipment .....	150
Fig. 3-16. Bio logger recovery, data download, and installation .....	152
Fig. 3-17. CTD and water temperature sensor installed in water .....	152
Fig. 4-1. ASOS Instruments .....	160
Fig. 4-2. Monthly pattern of air pressure, temperature, relative humidity and wind speed from 2014(April) to 2018 .....	162
Fig. 4-3. Annual and monthly frequency of wind direction in 2018 .....	163
Fig. 4-4. Number of clear days (top) and frequency of blizzard occurrence (bottom) from 2014 to 2018 .....	164
Fig. 4-5. Sea Status in front of Jang Bogo Station .....	165
Fig. 4-6. Location of seawater pump house in which the pCO <sub>2</sub> monitoring system was mounted .....	169
Fig. 4-7. pCO <sub>2</sub> monitoring system set up at Jang Bogo .....	170
Fig. 4-8. Atmospheric and dissolved CO <sub>2</sub> concentrations, pH, and dissolved oxygen measured at Jang Bogo Stion in 2018 .....	171
Fig. 4-9. Fluorescence representing Chl-a and CDOM at Jang Bogo in 2018 .....	172
Fig. 4-10. Time series variation of seawater temperature and salinity in 2018 .....	173
Fig. 4-11. Soil collection sites (red dot and Hobo logger installed sites around Jang Bogo Station (JBG-LTER, Jang Bogo Long-Term Ecological Research) .....	178
Fig. 4-12. Surface air temperature (°C) from Nov. 2017 to Oct. 2018 .....	181
Fig. 4-13. Relative humidity(%) from Nov. 2017 to Oct. 2018 .....	181
Fig. 4-14. Photosynthesis Active Radiation (PAR (uE)) from Nov. 2017 to Oct. 2018 .....	182
Fig. 4-15. Soil Temperature (°C) from Nov. 2017 to Oct. 2018 .....	182
Fig. 4-16. Soil water contents (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )from Nov. 2017 to Oct. 2018 .....	183
Fig. 4-17. Annual variation of soil water content (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018. ....	189
Fig. 4-18. Annual variation of soil temperature (°C) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018 .....	189
Fig. 4-19. Annual variation of PAR (uE) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018 .....	190
Fig. 4-20. Annual variation of relative humidity (%) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018 .....	190
Fig. 4-21. Annual variation of air temperature (°C) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018 .....	191
Fig. 5-1. IC/SBR sewage treatment system at King Sejong Station .....	202
Fig. 5-2. Sewage treatment facility operation flow chart .....	203

Fig. 5-3. Improvement of wastewater treatment facility .....	204
Fig. 5-4. Colour comparison of general domestic sewage (left) and King Sejong Station sewage (upper right: SV30, bottom: discharged water) .....	205
Fig. 5-5. Incinerator and can presser operating at King Sejong Station .....	206
Fig. 5-6. Monthly operating days and hours of incinerator .....	207
Fig. 5-7. Management of hydroponic facility .....	207
Fig. 5-8. New fuel tanks installed in 2016/17 season .....	212
Fig. 5-9. Stain on the surface of inside of fuel tank .....	214
Fig. 5-10. Oil spill control products at King Sejong Station .....	215
Fig. 5-11. Comparison of freshwater supply source between 30 <sup>th</sup> (left) and 31 <sup>st</sup> (right) over-wintering period .....	217
Fig. 5-12. Monthly incinerator operation hours .....	221
Fig. 5-13. Waste management .....	223
Fig. 5-14. Preparation of wastes to transport from Antarctic region .....	224
Fig. 6-1. Foundation works for new research boats storage house in 2018/19 season .....	228
Fig. 6-2. New research boats storage house construction in 2018/19 season .....	228
Fig. 6-3. Changed layout of King Sejong Station facilities in 2018/19 season ..	229
Fig. 6-4. Location map of King George Island and visited or survey area .....	230
Fig. 6-5. Detailed map of Barton peninsula .....	230
Fig. 6-6. Visitors status and purpose of visit to King Sejong Station during 2018/19 .....	231
Fig. 6-7. Monitoring on number of visitors of ASPA No 171. ....	232
Fig. 6-8. Sample processing for total nitrogen determination .....	236
Fig. 6-9. Sample processing for total phosphorus determination .....	237
Fig. 6-10. Monthly variation of BOD concentration of treated discharged water .....	238
Fig. 6-11. Monthly variation of COD concentration of treated discharged water .....	239
Fig. 6-12. Comparison between 30 <sup>th</sup> and 31 <sup>st</sup> over-wintering periods' monthly COD concentration of treated discharged water .....	239
Fig. 6-13. Monthly variation of SS concentration of treated discharged water .....	240
Fig. 6-14. Comparison between 30 <sup>th</sup> and 31 <sup>st</sup> over-wintering periods' monthly SS concentration of treated discharged water .....	240
Fig. 6-15. Monthly variation of Total Nitrogen concentration of treated discharged water .....	241

Fig. 6-16. Monthly variation of Total Phosphorus concentration of treated discharged water .....	241
Fig. 6-17. Comparison between 30 <sup>th</sup> and 31 <sup>st</sup> over-wintering periods' monthly T-P concentration of treated discharged water .....	242
Fig. 6-18. Monthly variation of Number of Coliform group of treated discharged water .....	242
Fig. 6-19. Comparison between 30 <sup>th</sup> and 31 <sup>st</sup> over-wintering periods' monthly variation of no. of coliform bacteria group of treated discharged water .....	243
Fig. 7-1. Insect trap and sticky trap installed at provisional habitats .....	249
Fig. 7-2. Female (A-C) & male (D-E). .....	252
Fig. 7-3. Putting WCF in the indoor cage (A), and with water on the tissue, (C) WCF spawn in the water of the tissue (B) .....	253
Fig. 7-4. WCF eggs are elliptical and light gray or white at birth (A), As embryonic development progresses, the color becomes darker, (B) It becomes gray or yellowish gray before hatching (C) .....	253
Fig. 7-5. The embryonic development stage of WCF eggs .....	254
Fig. 7-6. WCF larvae feed on the plant tissue (left) and floating organic matter (right) in the water of Sejong Lake .....	255
Fig. 7-7. Indicators measured to compare the size of WCF adults caught in King Sejong Station and Escudero Station (Chile) .....	255
Fig. 7-8. The WCF larvae were fed by moving a pair of large jaws to the inside of the mouth while opening and closing the left and right (left to right direction of feeding) .....	257
Fig. 7-9. WCF larvae breathe by placing a pair of spiracle at the end of the abdomen to surface of the water or in the air bubbles inside the water .....	257
Fig. 7-10. Location of the sampling area (●) in Marian Cove, King George Island, Antarctica .....	264
Fig. 7-11. Temporal variation of water temperature and salinity measured at the nearshore station from January to December 2018 .....	266
Fig. 7-12. 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 2018 .....	268
Fig. 9-1. Map around Jang Bogo Station and survey area (yellow box) .....	295
Fig. 9-2. Portable oil spill detecting equipment. PetroFLAG Kit (left) to detect TPH and minRAE 3000 (right) to detect VOCs .....	297



Fig. 9-3. Fuel handing at helicopter landing pad .....	298
Fig. 9-4. Waste fuel and lubricant storage status at Jang Bogo Station .....	299
Fig. 9-5. Fuel spill spot near maintenance building and helipad .....	299
Fig. 9-6. TPH test results of oil contaminated soil at the laboratory in Jang Bogo Station .....	300
Fig. 9-7. Map around King Sejong Station and survey area (blue box) .....	322
Fig. 9-8. Diesel fuel tank on ground surface (left) and waste fuel in drums at outside .....	324
Fig. 9-9. Eight soil sampling sites where suspected fuel spill .....	324
Fig. 9-10. Fuel spill from ISO tank valve (left) and collected soil samples with error message of photometer showing error message due to beyond resolution of the photometer .....	325
Fig. 9-11. TPH test results of oil contaminated soil at the laboratory in King Sejong Station .....	326



## 서 론

남극 지역에서의 과학활동 및 과학 활동 지원을 위한 기지 건설, 운영 등을 포함한 모든 활동을 수행함에 있어 남극 조약 환경보호의정서(이하, 의정서)의 제3조 환경원칙에 따라 남극의 과학적 가치와 고유의 가치 보호를 위해 근본적으로 고려되어야 할 사항은 환경보호이다.

남극 지역에서 기지를 운영하는 모든 당사국은 의정서 3조 2항(d)에 따라 정기적이고 효과적인 모니터링을 수행할 의무가 있으며, 3조 2항(e)에 따라 남극조약지역 내·외에서 수행된 활동이 남극환경과 생태계에 미칠 수 있는 예견되지 않은 영향을 조기에 발견할 수 있도록 정기적이고 효과적으로 모니터링 하여야 한다. 또한 남극에서 이루어지는 모든 활동은 의정서에 기반 한 국내법 ‘남극활동 및 환경보호에 관한 법률’ 및 동법시행령에 따라 활동으로 인해 발생할 수 있는 환경영향에 대한 사전 영향평가 수행의무와 활동시, 활동 이후 정기적인 모니터링과 그 결과에 대한 보고를 수행할 의무가 있다.

이에 남극조약협약당사국회의(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 남극조약협약당사국의 의무를 이행하여야 한다. 또한 남극국제사회에서 지속적으로 강화되고 있는 남극환경에 대한 저감 노력 촉구에 부응하기 위해서는 모니터링 결과에 기초한 적극적 운영 개선 필요하다.

이를 위해 본 과제에서는 남극과학기지 운영과 기지를 기반으로 한 연구활동으로 인해 발생할 수 있는 직접적인 오염원과 환경영향 지표를 대상으로 매년 모니터링을 수행하고 있으며, 모니터링 대상으로 COMNAP에서 제안하는 항목 중 직접적인 남극환경교란 지표와 오염원으로 족적(footprint), 연료 취급 및 유출, 폐기물 관리, 오수 처리 및 방류수수질, 외래종 유입, 환경영향평가 위반 사례 등을 선정하여 조사하였다. 각 기지에서 월동연구대에 의해 연중 점검 및 관측되고 있는 항목들의 결과와 9개 분야 33개 항목으로 작성한 기지 운영 현장 점검 목록을 활용하여 현장에서 점검된 결과를 바탕으로 기지 운영 개선방안을 도출하였다.

본 과제를 통해 도출된 개선방안을 반영하여 남극 과학기지 운영과 연구활동으로



인한 환경영향을 지속적으로 저감한다면 남극조약 의무이행은 물론 친환경 기지운영  
국으로서 남극국제사회의 모범이 될 것으로 기대된다.



Part I.

남극 장보고과학기지





# 제 1 장

## 장보고과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

### 제 1 절

#### 환경 시설 관리

5차 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. 2017년 11월에 온실내부에서 발견되었던 외래종 톱토기류는 5차 월동기간 중 더 이상 발견되지 않았다. 5차 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 처리 용량 20m<sup>3</sup>/day의 SBR+MBR+오존조+활성탄 공법의 메인 처리시설과 각 동에서 배출되는 오수를 위한 팩키지형 펌프로 구성되어있다 (Table 1-1) 모든 오수는 팩키지 펌프로 유입된 후 오수 처리기로 펌핑되고 생활하수는 자연압으로 유입되는 시스템이다. 유입된 오수는 다음과 같은 처리 공정에 의해 중수로 생산되고 중수탱크(9.4 ton, 2 기)의 용량을 넘게 되면 배출구를 통해 장보고기지 동쪽에 위치한 만으로 방류된다.

Table 1-1. Composition of waste water treatment facility

장비명	제조사	용도	수량	용량	비고
오배수처리기	신영공영	오폐수 처리용	1 기	20 톤/일	
중수탱크		화장실 수세용	2 기	9.4 ton/기	
중수부스터펌프	GRUNDFOS	중수공급용	1set	6.9 m <sup>3</sup> /h	
중수순환펌프	GRUNDFOS	중수순환용	2 대	12.6 m <sup>3</sup> /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 사용 할 계획이었으나 실제로는 화장실 용수로만 사용 중이다. 그러나 중수의 사용은 청수 생산에 필요한 에너지 절감과 유류사용 절감을 통해 대기오염물질 방출 감소 등 환경에 대한 영향을 줄일 수 있으므로 중수이용을 확대할 수 있는 방안 마련이 필요하다.

### 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. MBR조의 여과막은 하계시즌이 끝난 후 매뉴얼에 따라 6개월에 1회 계외 세정을 실시하여 부유물질의 농도가 상승하지 않도록 관리하였다. 계외세정을 실시 한 후 흡입압력 150mmHg에서 평균적으로 30 ℓ /min의 수량을 확인 할 수 있었고, 세정전과 비교하였을 때는 분리막을 교체한 직후와 거의 같은 처리능력으로 회복한 것을 확인할 수 있었다. 오수슬러지 압축처리는 주 2회 실시하여 200 L통에 평균 190 kg, 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 20m<sup>3</sup>을 처리 가능하나, 동계 시 약 5~6m<sup>3</sup> 처리수가 발생하므로 이를 감안하여 약품의 양과 주기를 조절하였다.



Fig. 1-1. Maintenance activities for wastewater treatment facility. washing the membrane filter and reinstall to MBR module (upper figures), sludge and remove water from sludge with presser (bottom figures).

## 2. 폐기물 처리시설

기지 내 폐기물 처리시설은 본관동에서 발전동을 바라봤을 때 왼쪽에 위치하는 2개 동 의 작은 건물로 캔압축기, 파쇄기, 음식물처리기 1대가 설치되어있다(Table 1-2).

4차대에서 기계실 약취 등으로 인한 업무 환경 악화를 개선하기 위하여 외부에 설치한 폐기물 처리용 컨테이너에 계단을 설치하는 등 사용 편의와 안전을 위해 보수 보강하였다. (Fig 1-2).

Table 1-2. 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



<탈각기 및 캔압축기 이동설치 후>



<폐기물 처리실 외부 모습>

Fig. 1-2. Waste treatment facility using 20ft container.

기지에서 발생하는 폐기물은 캔/고철류, 음식물 탈각, PVC, 병/유리, 의료폐기물, 건식품, 폐식용유, 일반쓰레기, 폐지 등 9가지로 분리수거가 이루어졌다. 월동기간에는 발생하는 폐기물은 주 2~3회 정리하였고 파쇄기 및 캔 압축기, 파쇄기를 이용하였으며 우드박스에 보관하였다. 발생하는 폐기물 중 PVC 및 고철류는 캔 압축기를 사용하여 부피를 줄이고, 유리류는 파쇄해서 우드박스에 보관하였다 (Fig. 1-3).



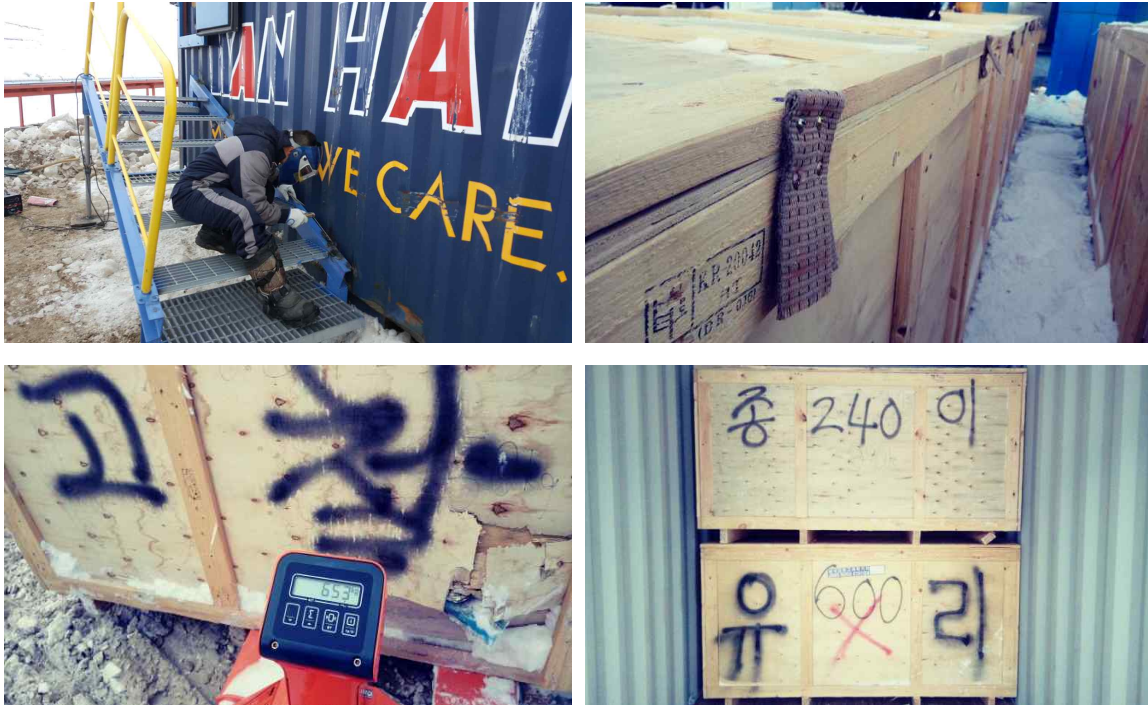


Fig. 1-3. Waste management at Jang Bogo Station. stair installing for waste treatment container (upper left), sealed wooden box (upper right), weighing box filled with steel (bottom left), loaded waste contained box in a container (bottom right).

### 3. 온실 관리

장보고과학기지 온실은 점적관식과 저면 관수식 2종이 설치되어있으며, 점적관식에는 상대적으로 키가 큰 식물인 고추와 깻잎을 재배하였고 저면 관수식에는 엽채류를 재배하였다. 2017/18 하계 시즌 정기 보급을 통해 들어온 상토가 토양에 서식하는 작은 절지류 중의 하나인 톡토기류에 오염되어 연구소 모니터링 팀과 논의하여 온실 사용을 중단하고 11월에 온실 완전소독 하였다(Fig. 1-4) 더 이상 외래종이 발견되지 않음을 확인한 후 12월 01일 첫 파종, 1월 중순 상추를 비롯한 엽채류 첫 수확을 시작으로 청양고추 등 월평균 약 15 kg 이상의 채소를 수확하였다. 보급된 상토를 모두 반출한 이후에는 암면만을 사용하여 온실을 운영하였다 (Fig. 1-5).





Fig. 1-4. A massive clean-up such as vacuum cleaning and wiping after greenhouse closure.

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 배제하였다. 온실 작업 공간이 협소하여 수확 시에는 온실 앞 공간을 활용하였으며 (Fig. 1-5), 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. 1-5. Greenhouse management. planting in glass wool block (left), harvesting outside greenhouse facility due to limited space (right).

#### 4. 결론 및 제언

5차 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. 향후에도 지속적인 주의가 필요하다. 또한 방류수 수질 측정결과를 검토하여 오수 처리기가 처리 기준 값을 달성하는지 감시하고 주기적인 종균제 투입과 분리막 세척이 이루어 졌으나, 처리 기준 값을 초과하는 경우에 즉시 문제점을 파악하여 적절한 대처가 필요하다.

온실의 관리시 출입인원들의 교육과 주기적인 청소가 적절하게 이루어 졌으며, 외래종의 번식이나 곰팡이 등이 발생하지 않도록 주기적으로 식물체 및 인공 재배토 등의 상태를 살피는 것이 중요하다. 온실 운영으로 인한 외래생물의 남극반입을 예방하기 위해서는 보급용 상토를 선정할 때 가격보다는 완전 멸균을 보증하는 고품질의 제품을 구매하여 보급할 필요가 있으며, 기지 모니터링팀에서는 보급 상토를 표본 추출하여 토탄기와 같은 외래생물의 존재여부를 점검할 필요가 있다.

## Environmental equipment and facility management

5th over-wintering team, SangHee Kim, 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 springtails founded in November 2017 in the hydroponic facility were not found anymore during 5<sup>th</sup> over-wintering season. During 5<sup>th</sup> 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

5차 월동 연구대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

**요 약** : 장보고기지 5차 월동 시 약 12개월간 경유 사용량은 491,606ℓ로 월평균 약 40,967ℓ를 사용하였으며 주로 발전기 가동을 위해 약 91% 경유가 사용되었고 나머지는 증장비와 보일러에 각각 8%와 1%의 경유가 사용되었다. 2017년에 비해 발전기용 유류 사용 비율이 약 2.2% 증가하였고 증장비 유류 사용비율이 18% 증가하였다. 총 경유소모량은 2017년 4차 월동기간에 비해 약 9,841ℓ를 증가하였다. 연료 저장 탱크와 관련 시설의 점검, 유류 실추 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 62,661 kWh로 지난해와 비슷한 수준이었다. 월동기간 평균 부하량은 약 207 kW로 2017년(193 kW)에 비해 14 kW 증가하였다. 담수사용량은 측정된 자료를 바탕으로 환산하였을 때 대략 4차 월동기간과 같았으나, 모니터링을 위하여 지속적인 담수사용량, 중수사용량 및 방류량 측정이 필요하다.

## 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 저온기간이 길며 겨울철 잦은 대륙풍으로 인한 기지 주변 기온 강하와 연구시설 설치 완료 및 보트창고동의 연구장비 유지를 위한 상시 난방, 등으로 전력 소모량이 증가하여 275 kW 발전기 2대의 병렬 운전에 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 275kw 이다. 발전기의 효율은 75~80%로 운영을 하여야 경제적이다. 즉 200kw~220kw 범위에서 운전하면 가장 효율적이다. 2대의 발전기를 병렬운전 하게 되면 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~9월까지는 계속 220kw~230kw를 나타내고 있다. 이것은 태양광 발전용량이 적어지고, 온도 저하로 인한 열선의 소비전력 증가에 원인이 있다고 판단된다. 2018년 2월~9월까지의 일일최대 피크가 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 2017년 사용량에 비해 약 9,841ℓ가 증가하였다(Table 1-3, Fig. 1-6). 주요 요인으로는 2017년에 비해 발전기 유류 사용량이 9,788ℓ 증가하였으며, 대부분의 증가량이 발전기에 사용되었다. 2018년 기지 운영기간 동안의 총 경유소모량은 491,606ℓ 중 약 91%(445,760ℓ)가 발전기 가동에 사용되었고 중장비와 보일러에 각각 8%(45,730ℓ)와 1%(116ℓ)의 경유가 사용되어 2017년과 유류 사용 장비별 사용율은 거의 동일하게 나타났다.

2018년에 윤활유 사용량은 2,243ℓ로 2017년 사용량(1,868ℓ)에 비해 375ℓ가 증가하였으며 발전기 유류 사용량의 증가 및 잦은 병렬운전과 관련이 있어 보인다.

한편 기지 주변 앞바다가 해빙된 경우 사용하는 고무보트와 현장활동을 위한 소형 스노우모빌에 사용된 휘발유는 약 12 드럼(단위: 200 ℓ)을 사용하였다.

Table 1-3. Comparison of the amount of fuel consuming for the station operation 1<sup>st</sup> to 5<sup>th</sup> over-wintering periods

단위: ℓ

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

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

월별 유류 사용량은 평균기온이 낮고 최저기온이 대체로 -30℃이하로 떨어지는 동계기간 (7월~9월)에 높게 나타났다. 11월과 12월에 경유 사용량이 많은 이유는 발전기 사용량은 10월에 비하여 줄었으나 하계 연구활동을 위한 증장비 유류사용량이 현저하게 증가하였기 때문으로 보인다. 2018년 11월에 K-route 탐사를 위한 대륙 횡단 프로그램에 투입된 장비 운영을 위해 사용된 것으로 보인다. 하계 연구활동이 시작하는 10월에 높게 나타났다(Fig. 1-7, 1-8). 전력사용량도 7월~9월 사이에 높게 나타났으며 3개월 동안 유사한 소모량을 보였다(Fig. 1-7).





Fig. 1-6. Comparison of the amount of fuel consuming for the station operation 1<sup>st</sup> to 5<sup>th</sup> over-wintering periods

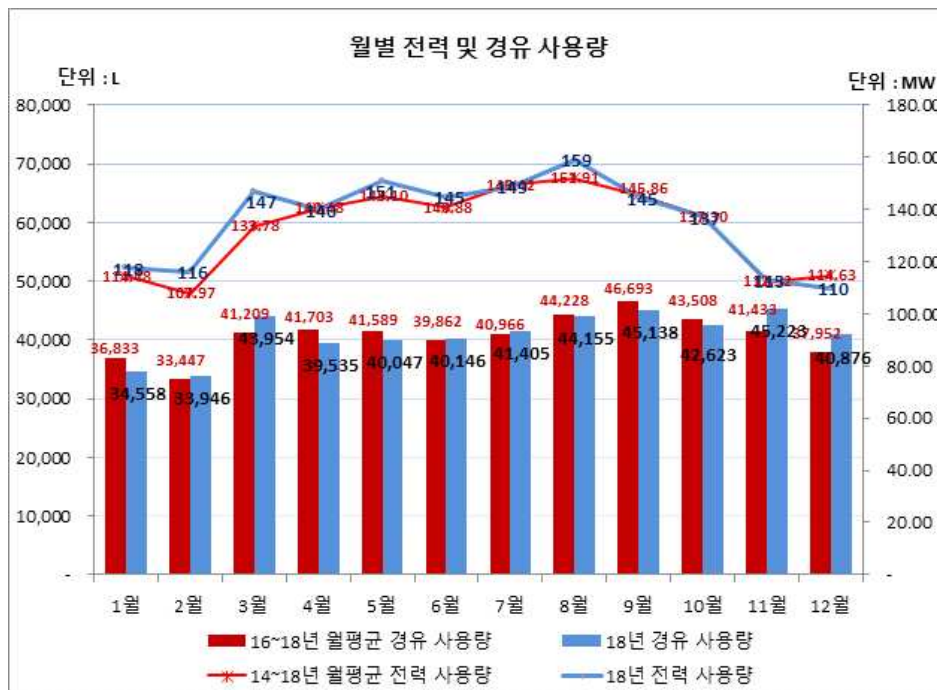


Fig. 1-7. Comparisons of monthly fuel consuming amount and electric power for the station operation for 2016~2018.

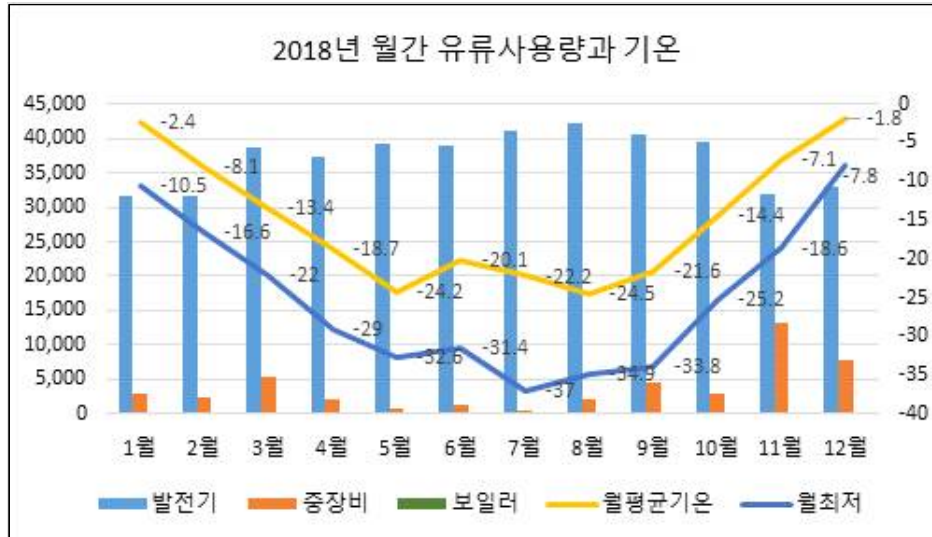


Fig. 1-8. Monthly fuel consuming for generator related with monthly minimum temperature for the station operation in 2018.

#### 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, 증장비용 서비스탱크와 비상발전기용 서비스 탱크로 이송된다(Fig. 1-9). 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 말일에 실시한다. 동절기가 시작되기 전 NO.7, 8, 9 저장탱크에 있는 남극경유를 NO.1~ 6번 탱크로 이송하였다(Fig. 1-10). 이는 동절기 기온하강에 따른 파이프 파손 방지와 효율적인 유류 관리를 위해서였다. 동절기에는 저장탱크내 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.



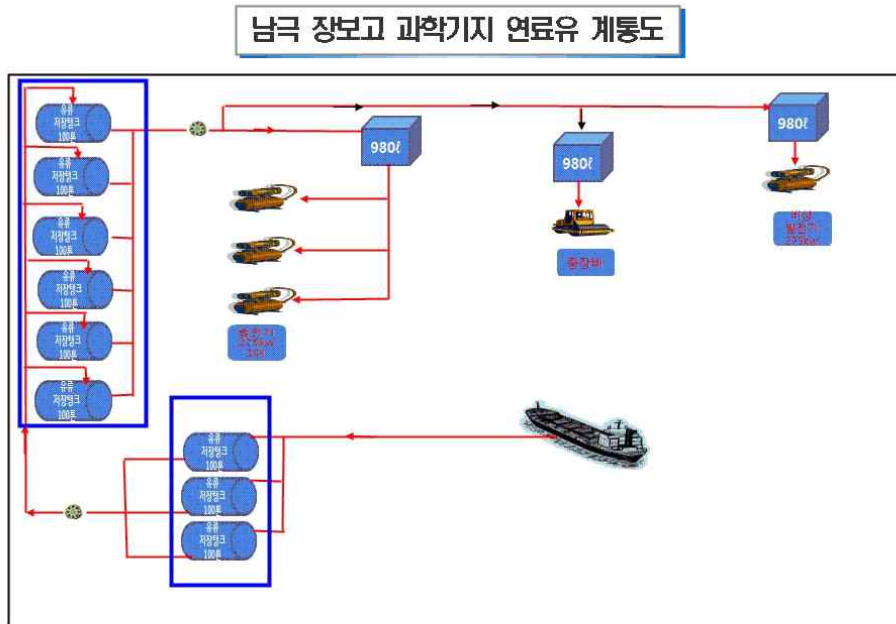


Fig. 1-9. Fuel supply system at Jang Bogo Station.



Fig. 1-10. Fuel storage tanks near power plant (No.1~6) and near dock (No.7~9)

## 2. 유류 유출 예방 및 관리

장보고기지의 연료는 120,000ℓ 용량 9개의 연료 탱크에 약 111,188ℓ 씩 보관되었다(Fig. 1-10). 기지에 설치된 유류 탱크는 기본적으로 이중벽구조로 되어있어 유류 유출 문제를 최소화 하였고 주변에 방지턱을 설치하여 혹시라도 있을 수 있는 유류 유출 사고에 대비하고 있다. 아라온에서의 기지 유류 탱크로의 유류 보급은 기지앞 연안

의 해빙 상태에 따라 2가지 방법으로 보급할 수 있으며, 해빙이 있을 경우 유류 컨테이너와 트럭을 이용한 해빙 운송 방법으로 운송할 수 있고 해빙이 빠져나간 시기에는 보급용 호스를 이용할 수 있다.

해상으로 보급용 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.

5차 월동을 위한 유류 보급은 12월 7일과 8일에 이루어 졌으며 해빙상황과 해양환경에 따라 가장 효율적이고 안전한 하역방법으로 이송하였다. 아라온과 저유 탱크간에 해빙위로 중장비를 이용하여 Fig. 1-11과 같이 아라온과 저유 탱크간에 700 m의 호스를 연결하여 펌핑하는 방법으로 약 12시간 동안 450,000 ℓ의 경유를 이송하였다. 항공유는 ISO 탱크(항공유 22,000 ℓ)로 아라온 항공유 탱크에 있는 항공유 100,000 ℓ를 공급받았다 (Fig. 1-11). 유류이송 시 유류 유출에 대비하여 방제도구를 비치하였으며 유류 유출은 없었다.



Fig. 1-11. Fuel transportation from *ARAON* to fuel tank in December 2017.



Fig. 1-12. Aviation fuel transportation from *ARAON* to ISO tanks in December 2017.

기지 운영시 유류 유출과 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 운영시 발전기용 경유의 이송이외에 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 남아 있는 소량의 유류를 흘리는 것을 방지하기 위하여 주유 지점에 200리터 드럼을 비치하여 잔류 항공유를 수집하였다(Fig. 1-13). 그러나 주유 시 흘릴 수 있는 소량의 유류를 제거하기 위한 방제키트가 비치되어 있지 않아 지난 2017/18 시즌 현장 점검 기간에 5차 월동대에 권고하였고, Fig. 1-13의 왼쪽 그림과 같이 견고한 플라스틱 컨테이너를 임시 방제키트함으로 항공유 주요 주유 지점에 설치하였으나 2018/19 시즌 현장 점검 시 뚜껑을 테이프로 밀봉하였고 사용 흔적이 없어 보였다.



Fig. 1-13. 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, 그리고 42.5 kW 용량 (2016년 현재)의 태양전지판과 2.68kW 용량의 BIPV에서 생산된다(Table. 1-4) 4차 월동기간에 태양광 발전 설비가 증설되어 용량이 80 kW로 증설되었으며, 5차 월동기간 중 2017년 11월부터 2018년 9월 (9월 8일 기준)까지 총 발전량은 62,661 kWh에 달하였다(Table 1-4, 1-5, Fig. 1-14, 1-15). 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 이를 보완하기 위하여 발전기용 배터리를 설치하였다. 풍력발전기에서 일정량의 전력이 생산되어 배터리에 축전되면 배터리의 전원과 디젤 발전기간의 병렬운전의 개념으로 운영되기 때문에 발전기에 큰 무리가 발생되지는 않는다. 풍력발전기에 의해 생산되는 발전량은 아직까지 측정되고 있지 못하고 있다.

Table 1-4. Installed capacity of renewable energy and generation of electric power at Jang Bogo Station

		재생에너지 종류	설비 용량	총발전량 (kWh)
CEE	태양광	태양전지판	41.36 kW	36,285
		BIPV	2.4 kW	2,124
	풍력 발전기		$(4\text{kW} \times 3) \times 4 = 48 \text{ kW}$	124,416
실제 설비	태양광	태양전지판	$0.25\text{kW/cell} \times 170 = 42.5 \text{ kW}$	62,661(2017.11 ~ 2018. 9, 5차 월동기간)
			$0.25\text{kW/cell} \times 120 = 30 \text{ kW}$ (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 1-5. Electric power generated with solar panels during 5<sup>th</sup> over-wintering.

점검 시기	발전량 (kWh)
2017년 11월	19,821
2017년 12월	16,719
2018년 1월	13,004
2018년 2월	8,618
2018년 3월	3,472
2018년 4월	718
2018년 5월	12
2018년 6월	-
2018년 7월	-
2018년 8월	123
2018년 9월	124
합계	62,661



Fig. 1-14. Solar Voltaic Panels installed on Power Plants. existing panels (2014) and newly installed panels (2017).

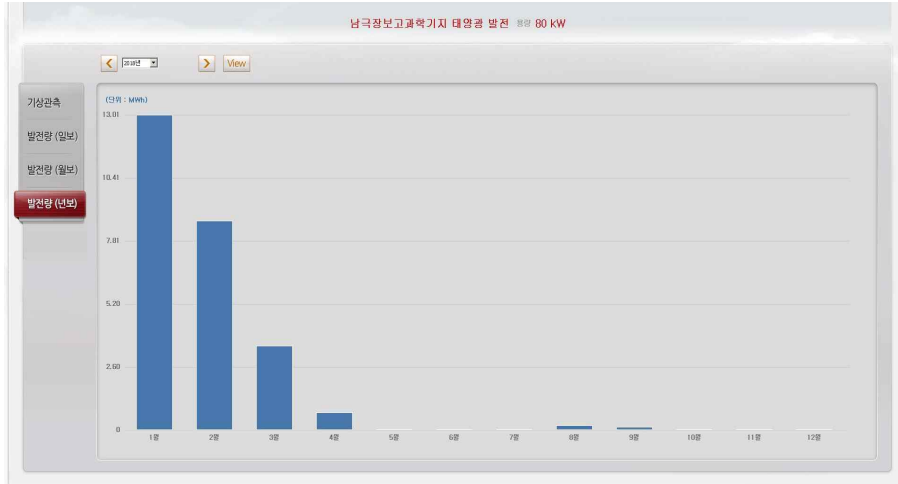


Fig. 1-15. Electric power generated with solar panels in 2018.

장보고기지에서 2018년 월평균 발전기 부하량은 207 kW로 나타났으며 가장 높은 시기는 7월로 222 kW 이었고, 일 최대 부하량은 230 kW로 7월 중 4일간 (18일, 24일, 25일) 기록하였다. 2017년 7월 평균 (211.5 kW)과 일 최대 부하량 (224 kW) 보다 다소 높은 부하량을 보였다. 2018년 연간 전력 사용량은 1,630 Mw로 전년의 1,565 Mw와 2016년의 1,588 Mw 비해 사용량이 증가하였다, 통계기간 중 가장 추운 시기인 8월에 159 Mw의 사용량을 기록하였다 (Table 1-6, Fig. 1-16).

Table 1-6. Monthly power consumption for the station operation in 2016~2018

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

\* 실제 관측값에서 소수점이하는 반올림함

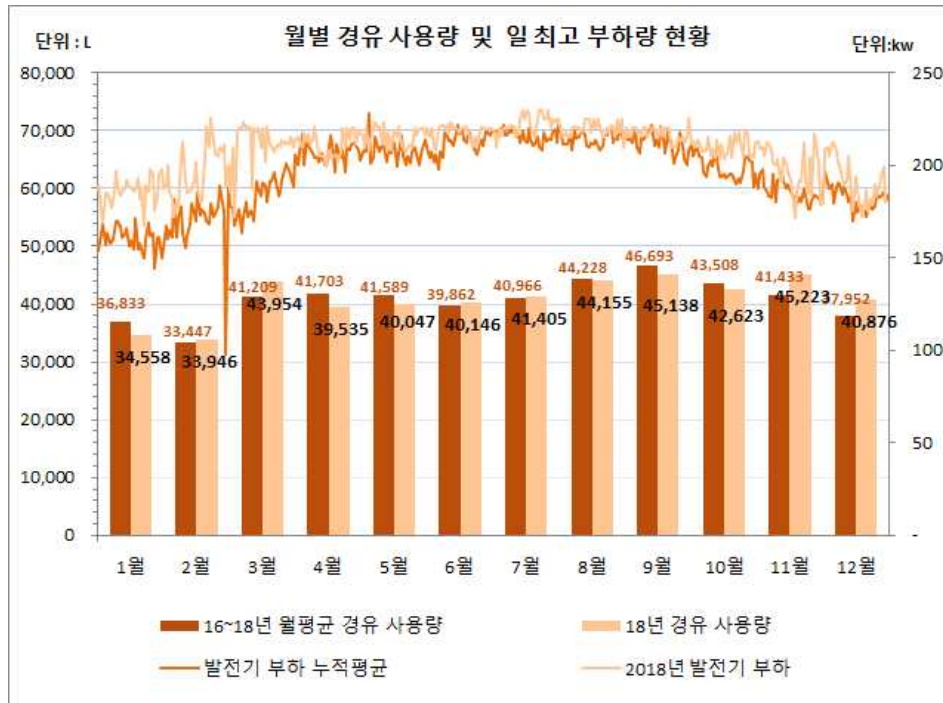


Fig. 1-16. Monthly fuel consuming amount and maximum load power for the station operation during 2016~2018.

#### 나. 난방

장보고기지에서는 난방을 위해 열병합 발전의 폐열을 활용하고 있으며, 1차 월동기간에는 겨울철 기온 하강 시 부족한 열원을 보충하고자 중온수 열원 보충용 진공보일러를 가동하였고 2차 월동기간 동안 발전기 2대가 거의 상시 병렬운전으로 운영되어 난방을 위한 별도의 보일러 운영은 하지 않았으나 병렬 운전로 인한 열병합 발전으로 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 7월부터 매월 5회 가량의 병렬운전이 있었다. 실내 온도를 20도 이하로 유지하여 보일러의 사용빈도를 최대한 줄였다. 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 기록하였으며 6차 월동대와 인수 인계 직전인 10월 17일까지 기록하였다. 5차 월동기간 중 월동대만 기지에 체류한 시기인 3월말부터 10월까지의 기록으로 월동기간 중 월평균을 조사할 수 있었다. 5차 월동기간 중 담수 생산자료 완전하게 확보된 4월부터 9월까지 월평균 담수 생산량은 약 153 m<sup>3</sup>으로 같은 기간 측정이 이루어진 3차 월동기간의 월평균 166.5 m<sup>3</sup>보다는 적은 양의 담수를 생산하였다. 2015년 11월부터 2016년 10월까지 3차 월동기간 전체 월평균 담수생산량은 약 212톤(2차 월동기간 210톤)이었다. 중수는 월평균 약 23톤가량을 사용하여 담수 생산으로 인한 에너지를 절감하였다.

오수처리기를 거쳐 방류된 방류수는 동계기간(4월-9월) 동안 월평균 166.5 m<sup>3</sup>이었으며, 방류량으로 환산했을 경우 일 평균 5.5톤의 청수를 사용하여 1인당 용수 사용량이 약 325 ℓ로 CEE 예측치(150ℓ)의 배 이상을 사용하고 있는 것으로 보인다.

5차 월동기간 동안 1인당 평균 용수 사용량이 약 325ℓ로 서울시에서 사용하는 1인당 용수사용량(약 350ℓ)과 비슷한 용량을 사용하고 있어 상대적으로 매우 청정한 남극환경, 저온 조건을 고려 할 때 남극 환경 보존을 위해 기지 생활시 절수 습관 및 대책 마련이 여전히 요구된다.

#### 4. 결론 및 제언

장보고기지 5차 월동대 기간에는 4차 월동기간에 비해 발전기 유류 소모량의 9,788 ℓ 증가하였고 2018년 11월과 12월에 집중된 K-route 프로그램의 현장 지원을 위한 중장비용 유류소모가 증가하여 전년 대비 7,062ℓ의 증가량을 보였다. 전력 소모량도 2017년에 비해 65 Mw가량 증가하여 기지운영을 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 재생



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

담수 사용량은 3차 월동기간 동안 1인당 1일 사용량 환산치인 325ℓ와 거의 비슷한 사용량을 보였으나, 잦은 계량기의 고장으로 인하여 정확한 담수 사용량, 중수 사용량을 알 수 없으므로 이에 대한 개선이 필요하다. 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

5<sup>th</sup> over-wintering team, Ji Hee Kim

*Korea Polar Research Institute, KIOST*

**Abstract** : During 5<sup>th</sup> over-wintering period, 491,606 ℓ were consumed for station operation for 12 months. About 91% of the amount was used for generators, 8% for vehicles and 1% for boiler. Despite the effort to reduce fuel consumption, the fuel consumption amount in 2018 was about 9,841 ℓ more than that of 2017. To prevent oil spill and fire, fuel storage facilities and related facilities are checked regularly with safety check list. Electric energy generated by solar panels (total capacity in 2017, 80 kW) was about 62,661 kWh (from Nov. 2017 to Sep. 2018). The average electric power load was 207 kW which was increased about 14 kWh than 2017 (193 kWh). Fresh water usage for person·day in 2018 was similar amount of 2016 which was measured. For the monitoring of amount of freshwater usage, gray water usage and discharged water, regularly and continuously measurement is required.

## 제 3 절

### 폐기물 관리

5차 월동 연구대, 김 지 희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

**요 약** : 장보고기지 5차 월동기간에 발생한 생활폐기물의 발생량은 4차 월동기간에 발생한 폐기물의 양에 비해 일반폐기물의 양의 현저하게 증가하였다. 재활용 폐기물 중 종이류는 10배 이상 반출되었고 나머지는 4차 월동기간에 비해 다소 감소하였다. 종이류는 약 5,990 kg, 고철류는 2,060 kg, 플라스틱류 2,433 kg, 유리 2,470 kg이 발생하였다. 음식폐기물의 경우 4차 월동기간에 비해 절반 정도로 적은 처리 용량이 발생하였으나, 사용하지 못하고 폐기되는 음식물의 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

5차 월동기간 발생한 생활폐기물은 가연성과 불연성을 구분하지 않고 일반폐기물과 재활용폐기물로 표시하여 아라온을 통해 반출되었다. 4차 월동기간에 발생한 폐기물의 양에 비해 일반폐기물의 양의 현저하게 증가하였다. 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 이번 보고서에서는 원단위를 삭제하였다. 재활용 폐기물 중 종이류는 10배 이상 반출되었고 나머지는 4차 월동기간에 비해 다소 감소하였다. 1차~5차 월동기간에 발생한 일반폐기물의 성상별 양은 Table 1-7과 같다. 재활용 폐기물 중 종이류는 약 5,990 kg, 고철류는 2,060 kg, 플라스틱류 2,433 kg, 유리 2,470 kg이 발생하였다.

Table 1-7. Waste generation amount during 1<sup>st</sup>~ 5<sup>th</sup> 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	

음식폐기물은 수분을 제거한 후 잔반처리기(탈각기)를 통해 처리 및 분쇄하여 매립 폐기물로 분류하여 반출하였다. 온실에서 발생한 식물체 잔유물도 음식폐기물로 간주하여 처리되었으며 음식폐기물은 Table 1-8에 정리하였다. 4차 월동기간에 비해 절반가량의 처리용량이 감소하였으나 여전히 보급된 신선식품 중 도착 시 이미 변질되어 다량

의 폐기량이 발생하고 있다. 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.

Table 1-8. Estimated food wastes during operation on CEE and food waste amount from 2014 to 2018

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)

#### 나. 지정 폐기물

5차 월동기간에 기지에서 발생한 지정 폐기물은 의료폐기물, 폐식용유, 증장비의 유류 필터와 폐윤활유 그리고 장비 정비나 실교체시 누유된 기름제거에 사용된 유류 흡착포 등이 발생하였다 (Table 1-9). 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 1-9. Designated waste types and amount generated during 5<sup>th</sup> over-wintering period

종류	폐유 등	폐전지류	페토너	태양광패널	오수슬러지	의료폐기물	총량
발생량	1,400	1,815	20	230	2,170	615	6,250

## 2. 폐기물 반출 준비 및 선적

장보고기지 5차 월동기간에는 지난 차대와 마찬가지로 발생한 재활용 폐기물은 성상별로 구분하고 부피를 최소화하여 포장하여 반출을 위해 20 ft 컨테이너 8대 (냉장컨테이너 1대 포함)에 적재하였다 (Fig. 1-17). 냉장컨테이너는 기한이 경과한 식자재를 반출하기 위해 사용하였다. 폐기물 컨테이너는 쇠빙연구선 아라온에 적재되어 4월 19일 현재 국내에 도착하였으며, 환경부 지정업체를 통해 검역 후 절차에 따라 처리될 예정이다.



Fig. 1-17. Waste management and storage at Jang Bogo Station before transportation to Korea.

## 3. 결론 및 제언

5차 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 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

5<sup>th</sup> over-wintering team, Ji Hee Kim

*Korea Polar Research Institute, KIOST*

**Abstract** : During the 5<sup>th</sup> over-wintering period, the amount of domestic wastes was quite more than amount of 4<sup>th</sup> over-wintering period. Among recycle wastes, amount of paper was 10 times that of last period and others were slightly reduced. The amount of paper was 5,990 kg, metal was 2,060 kg, plastic was 2,433 kg and glass was 2,470 kg. The food waste was generated less than half amount of the last year during the forth 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 2 장

### 장보고과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

#### 제 1 절

#### 족적 (Footprint)

김지희, 기지지원팀

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

**요 약** : 5차 월동기간에 포함된 2018년 10월부터 11월과 2018/19 하계기간 동안 항공기와 채빙연구선 아라온을 이용하여 145명의 인원이 기지에 들어갔다. 6차 월동대 17명과 하계 연구를 위해 방문한 인원은 102명, 기지 지원 및 정부 조사단 등은 24명으로 파악되었다. 2018/19 초기시즌에 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 21개 지역에 해당한다.



## 1. 기지 주변 공간적 변경사항

5차 월동기간 및 2018/19 하계 시즌에는 장보고기지 부지 또는 인근에 시설을 설치하거나 이동로를 닦는 등 기지 주변 공간의 변경사항은 발생하지 않았다.

## 2. 기지 체류 및 방문인원과 야외조사 지역

장보고기지를 기반으로 하계연구 활동을 하거나 기지 단순 방문, 월동연구를 위한 기지체류를 위한 인원이 5차 월동기간 및 2018/19 시즌에 항공기와 쇠빙연구선 아라온을 이용하여 입남극 하였다(Table 2-1, Fig. 2-1). 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 체류기간은 서로 다를 수 있으나 총 145명이 기지에서 들어왔다. 하계 연구를 위해 방문한 인원은 102명으로 2017/18 시즌과 연구원과 연구 지원인력은 비슷하게 나타났다.

Table 2-1. Number of personnel visited Jang Bogo Station during 2018/19 season

	지원	연구원	월동대	기타방문	계
항공기(2018.10.21)	4	14	0	5	23
항공기(2018.10.26)	3	4	0	0	7
항공기(2018.10.30)	3	14	0	3	20
항공기(2018.11.02)	0	4	17	0	21
항공기(2018.11.05)	0	4	0	0	4
항공기(2018.11.06)	0	9	0	0	9
항공기(2018.11.15)	0	4	0	0	4
항공기(2018.11.19)	0	5	0	0	5
항공기(2018.11.20)	2	5	0	0	7
항공기(2019.01.19)	0	7	0	0	1
아라온(2018.12.05)	0	20	0	0	20
아라온(2018.12.30)	1	7	0	0	8
항공기(2019.02.08)	3	5	0	0	8
아라온(2019.02.15)	0	8	0	0	8
합 계	16	102	17	8	145

2018년 월동기간과 2018/19년 하계기간의 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. 2-1). 각각의 연구 분야에 따라 연구지역은 기지 인근과 빅토리아랜드 전반에 걸쳐있으며 활동 지역과 목적은 Table 2-2에 정리하였다.

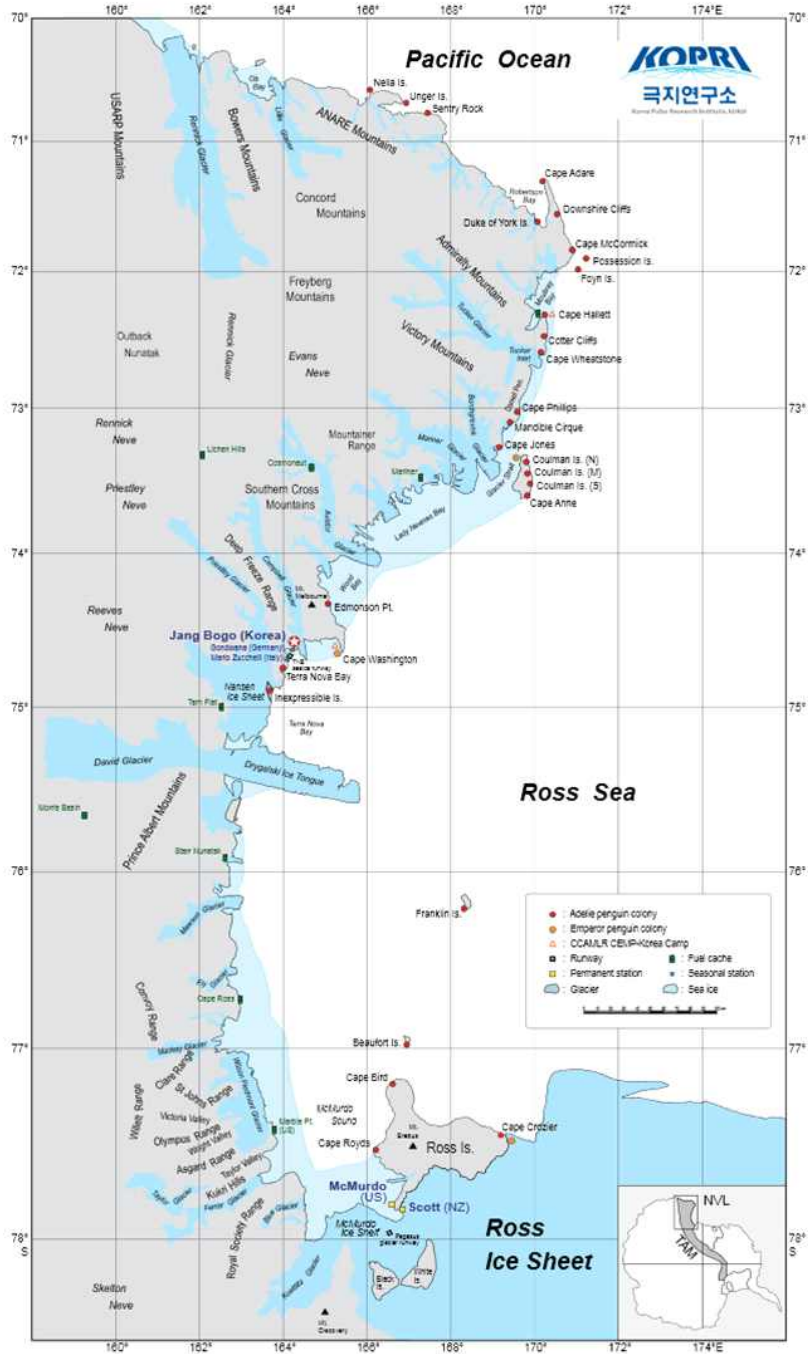


Fig. 2-1. Field survey map of areas near JBS and other regions in Victoria Land.

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

지역		활동 목적
1	David glacier	- K-루트 경로 확보 - 빙저호시추 후보지 항공지구물리탐사 - 빙하코어 눈시료 채취 - 북빅토리아랜드 육상 빙권모니터링 탐사 - 청빙시료 채취
2	Elephant Moraine	- 빙하코어 눈시료 채취 - 청빙시료 채취 - 운석탐사
3	Tarn Flat	- K-루트 경로 확보
4	Browning pass	- K-루트 경로 확보 - 빙하구조 분석 레이더 성능시험
5	Nansen Ice shelf	- 북빅토리아랜드 육상 빙권모니터링 탐사
6	Melbourne Mt.	- 중성미자 감지기 설치
7	Allan Hills	- 운석탐사 - 지질조사
8	Hulliston Glacier	- 지질조사
9	Brimstone Peak	- 지질조사
10	Priestly glacier	- 빙하 흐름 조사를 위한 탄성과 탐사
11	Niagara Icefalls	- 빙하 흐름 조사를 위한 탄성과 탐사
12	Cape Washington	- 지질조사 - 황제펭귄 모니터링
13	Edmonson Point	- 지질조사
14	Cape Hallett	- 아델리펭귄 모니터링연구, 캠프
15	Inexpressible Island	- 아델리펭귄 모니터링연구, 캠프
16	Adelie Cove	- 아델리펭귄 모니터링
17	Coulman Island	- 황제펭귄 모니터링
18	Lola glacier	- 천부빙하시추 - 청빙시료 채취
19	Reckling Moraine glacier	- 천부빙하시추 - 청빙시료 채취
20	Campbell glacier	- 빙하구조 분석 레이더 성능시험
21	Terra Nova Bay (sea-ice)	- 극한지용 지반조사 장비 성능평가

가. 기지주변 도보 조사 지역

기지 주변에는 2014년부터 연중 미소환경 관측을 위해 지중과 지표에 다양한 센

서를 설치하여 로거를 통해 연속 자료를 기록하고 매년 현장을 방문하여 자료 백업과 유지 보수가 이루어진다. Fig. 2-2의 붉은 색 정점은 기지 주변의 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. 2-2 오른쪽)

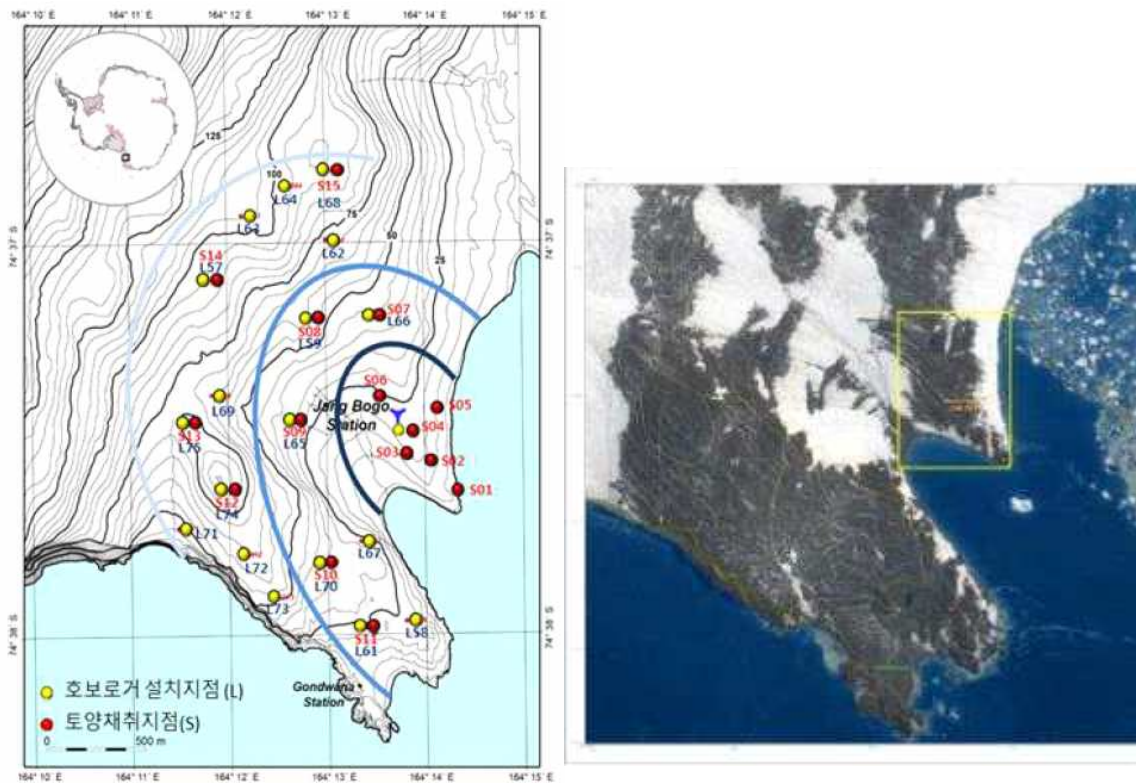


Fig. 2-2. Logger installation sites for monitoring of micro-environmental parameters(left, red dot) and vegetation survey area (right).

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

장보고기지에서 북동쪽으로 약 320 km에 위치한 남극특별보호구역(ASPА No. 106) Cape Hallett은 아델리펭귄 군서지로서 로스해 해양보호구역에서 계획된 연구과제 (PM17060)의 일환으로 상위포식자인 아델리펭귄의 군서지를 조사하여 MPA 지역내에

서의 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. 2-3).



Fig. 2-3. 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 150~200 m 이격되어 있으며, 미국이 설치한 자동기상관측장비(AWS)와는 약 20 m 거리를 두어 기상 관측에 대한 간섭을 피하였다.

극지연구소



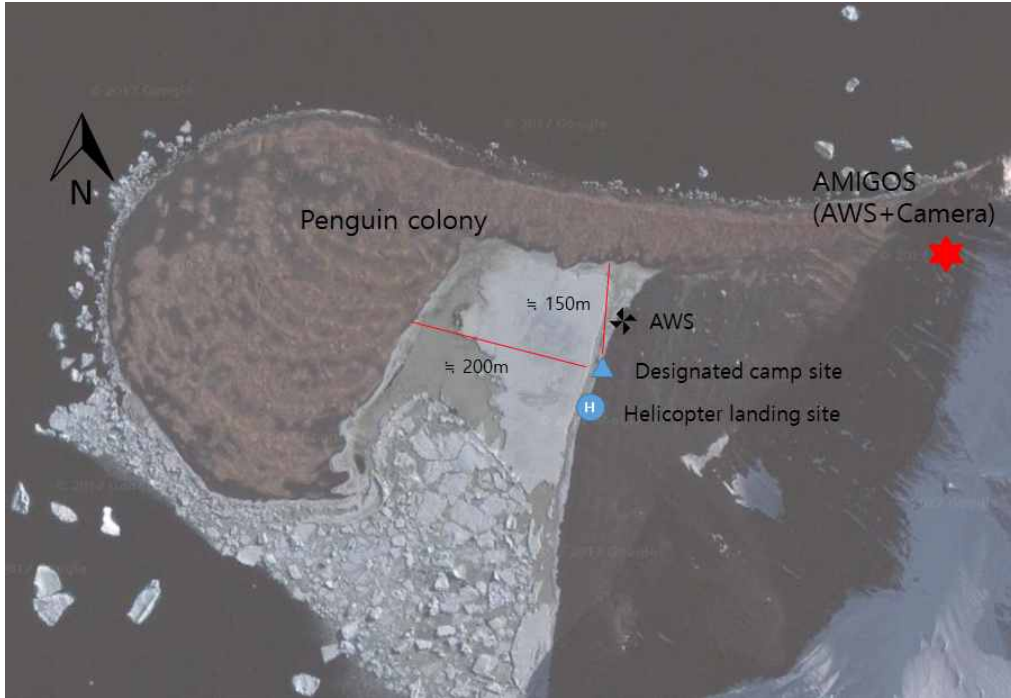


Fig. 2-4. Designated camp site and distance penguin colony at Cape Hallett.

#### 다. K-루트 탐사 지역 현황

극지연구소 주요과제의 일환으로 빙저호시추 후보지 탐사를 포함한 빙상에서의 연구활동을 위해 장보고기지로부터 동남극 빙원의 연구 후보지역까지 안전한 K-루트를 개발하고자 2015/16시즌부터 2017/18 시즌, 2018/19 시즌까지 현장 활동을 수행하였다 (Fig. 2-5) 2018/19 시즌의 루트 개발과 운송에는 안전요원과 중장비 대원을 포함하여 17명의 인원이 참여하며 설상차 2대와 챌린저 트랙터 2대, 보급품 선적용 썰매 등이 사용되었으며, 장보고기지로부터 232 km 지점에 베이스 캠프 구축, 빙저호 유력 후보지 (D2), 엘리펀트 모레인, 청빙(blue ice) 구간을 경유하여 약 720 km 지점까지 루트를 개척하였다(Fig. 2-6, PE18110).

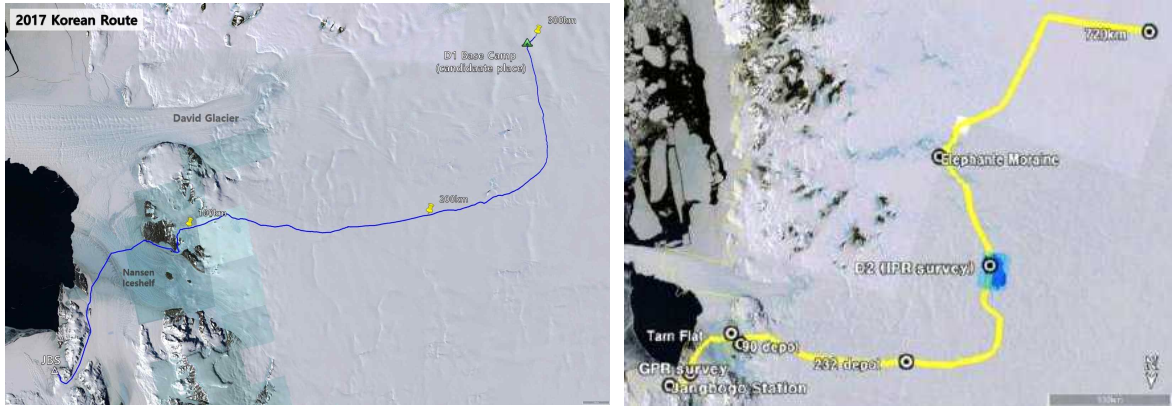


Fig. 2-5. K-route expedition area for 2017/18 (left) and 2018/19 (right).



Fig. 2-6. Traverse fleet and camp on plato during 2018/19 season.

또한 2019/10 시즌 탐사에 대비하여 장보고기지 기점 90 km와 232 km 지점에 전략 거점을 마련하고 주요장비(챌린저 2대, 연료탱크썰매 3대, 화물썰매 1대, 스키두 2대 등을 배치하였다 (Fig. 2-7).



Fig. 2-7. Equipment and fuel placed at Depot (90 km, 232 km).

라. 항공유 데포 현황

장보고기지에서 상대적으로 먼 거리에 있는 지역에서의 연구활동을 지원하기 위하여 항공유 저장구역을 설치하였다. 매년 사용한 빈 드럼의 회수와 재보급이 이루어진다(Table 2-3, Fig. 2-8).

Table 2-3. 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. 2-8. Depots in Northern Victoria Land.



## Footprint

Ji Hee Kim and Station supporting team

*Korea Polar Research Institute, KIOST*

**Abstract** : During 2018/19 season, 145 personnel entered into Jang Bogo Station via R/V icebreaker *Araon* and aircraft. The seasonal research personnel for austral summer season became 102. For the research activities and supporting them, 21 locations were visited to geological survey, geophysical survey, volcanic research, traverse for K-route and so on by foot, helicopter and snowmobiles. 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

5차 월동대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

**요 약** : 장보고기지에서 발생된 오수는 처리시설을 통해 중수로 생산되어 약 18톤은 중수 탱크에 저장되고 나머지는 바다로 방류된다. 2018년에는 2017년보다 수질이 약간은 개선된 것으로 보이나 5차 월동기간 동안 COD농도와 T-P는 여전히 기준치를 크게 웃돌고 있어 지속적인 저감 노력이 필요하다. 2017/18 하계 시즌의 정점별 연안해수질조사는 해빙 (sea-ice)으로 인하여 조사가 불가하였다.

극지연구소

# 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. 2-9).

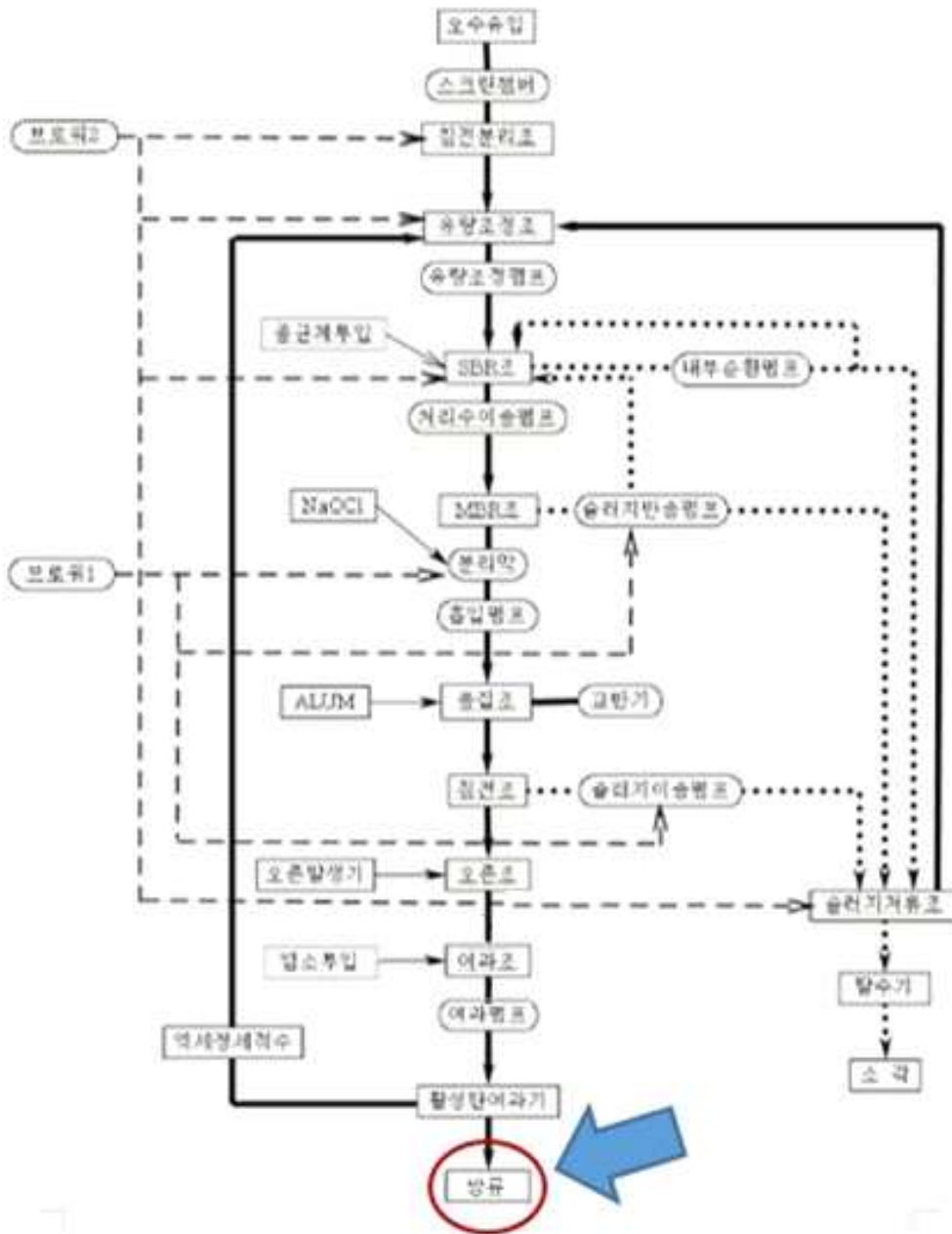


Fig. 2-9. Waste water treatment process in Jang Bogo Station.

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 2-4와 같다. 5차 월동기간 동안 방류수 수질을 주 1회 측정하고 월 1회 유량저류조의 pH와 수질상태, SBR조와 MBR조의 오니농도(MLSS)를 측정하여 미생물의 농도와 조건을 확인하였다.

Table 2-4. 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 군수 (개/ml)
1 일 하 수 처 리 용 량 500m <sup>3</sup> 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	
	IV 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	3,000 이하
	500m <sup>3</sup> 미만	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	
50m <sup>3</sup> 이상	10 이하	40 이하	10 이하	40 이하	4 이하		

#### 나. 대장균 모니터링 결과

5차 월동기간에 사용할 대장균 키트는 구매 후 기지로 발송하였으나, 뉴질랜드 기항지에서 아라온호에 선적되지 못하여 기지에 보급되지 못하였다. 대장균 측정이 불가하였으나 방류수로 인한 해양 오염을 최소화하기 위해 염소와 오존 살균을 철저히 관리하였다.

#### 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 웃돌고 있다(Fig. 2-10). 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.

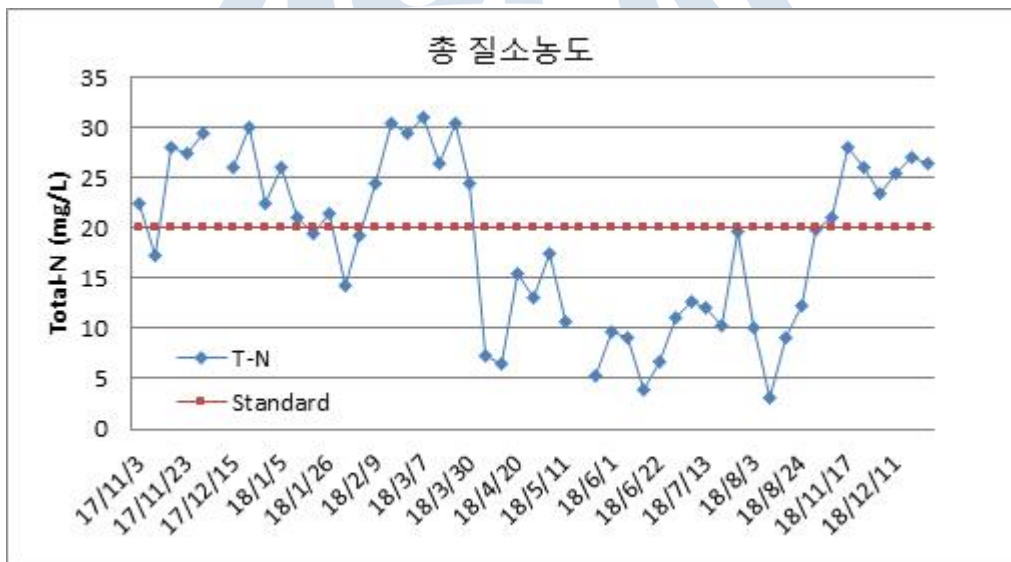


Fig. 2-10. The result of T-N concentration detecting test at the samples from discharged water.

#### 라. Total Phosphorus (TP) 모니터링 결과

총인은 오르토인산염, 다중인산염, 유기 인산 혼합물로 구성되어 있다. 오르토인산염과 다중인산염은 세제의 주된 구성 물질이다. 인산염은 부강이나 하천의 부영양화와 관련되

며 식물들의 비정상적이고 급속한 성장과 관련이 있다. 따라서 총인 검출 실험 오수나 폐수를 방류하기에 앞서 오폐수의 질을 평가하기 위한 중요한 검사이다. 4차, 5차 월동기간 동안 방류수에서 총인의 농도의 증감은 있었으나 지속적으로 기준치를 크게 웃도는 경향이 관측 되었다. 이러한 현상은 2014년 관측 이후 지속적인 개선 노력에도 불구하고 해결하지 못하고 있는 문제점이다.

5차 월동기간 및 2018년에 측정된 방류수의 총인의 최소 농도는 0.03 mg/ℓ (2017년 12월 26일)로 1회 나타났고 가장 높은 농도는 5차 월동기간 중 5월에 11.1 mg/ℓ 로 관측되었다. 대체로 기준치 0.2 g/ℓ 보다 상당히 높은 농도를 보이고 있으나 2017년 4차 월동기간(15.2 mg/ℓ)에 비해서 낮은 농도를 보이고 있다 (Fig. 2-11).

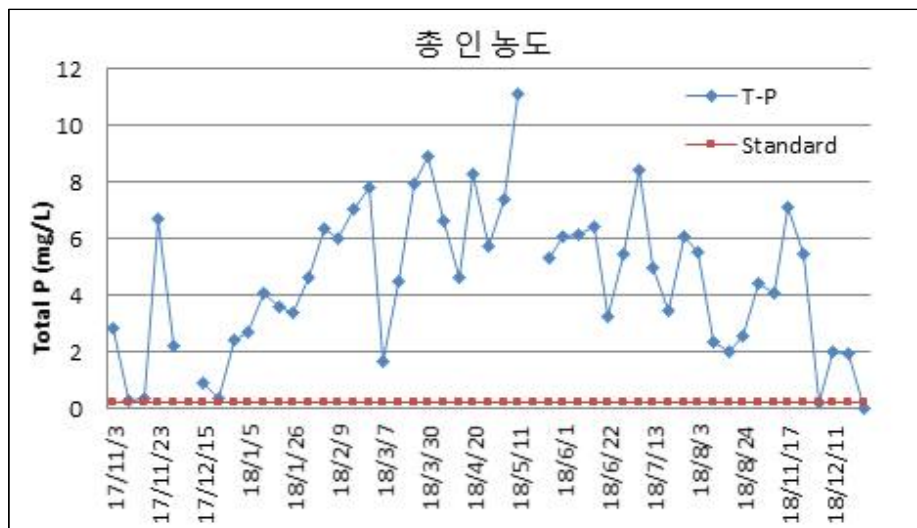


Fig. 2-11. The result of T-P concentration detecting test at the samples from discharged water.

오수처리시설에서 총인을 제거하기 위해서는 알루미늄이 함유된 ‘Alum’이라는 화학 물질을 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 월동기간에는 알룸보다 효율이 높은 PAC (Polyaluminum Chloride)를 보급하여 총인의 제거 효율을 높이려고 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 측정값을 보였으나 다른 측정기간에는 최대 6.7 mg/ℓ (2017년 11월 24일)까지 높게 나타났으며, 5차 월동기간 동안 기준치에서 상당히 떨어져 있다 (Fig. 2-11). 6차 월동대 인 수 이후 12월부터 농도가 낮아지는 경향을 보이고 있다. PAC은 알룸에 비해 적은 양을 사용하는 장점이 있으나 알룸과 마찬가지로 사용량에 따라 pH가 급격히 낮아질 수 있

으므로 산성도 검사를 병행하여 적정량을 투입할 필요가 있다.

#### 마. SS (Suspended solids) 농도 모니터링 결과

방류수 부유물질 농도는 전 측정기간 동안 기준 농도인 10 mg/ℓ를 밑도는 수질을 보였다. 부유물질 농도는 분리막의 세척여부에 따라 변동이 크며, 주기적인 분리막 관리를 통해 부유물질 농도를 낮은 값으로 유지할 수 있다. 그러나 11월 이후 컨트롤 패널의 고장으로 생물전지방식의 BOD 측정기와 SS측정 모듈을 사용 중지하였다. 이를 대체하기 위하여 MLSS 장비를 보급하였고 6차 월동기간부터는 오니농도와 SS측정에 활용하고 있다.

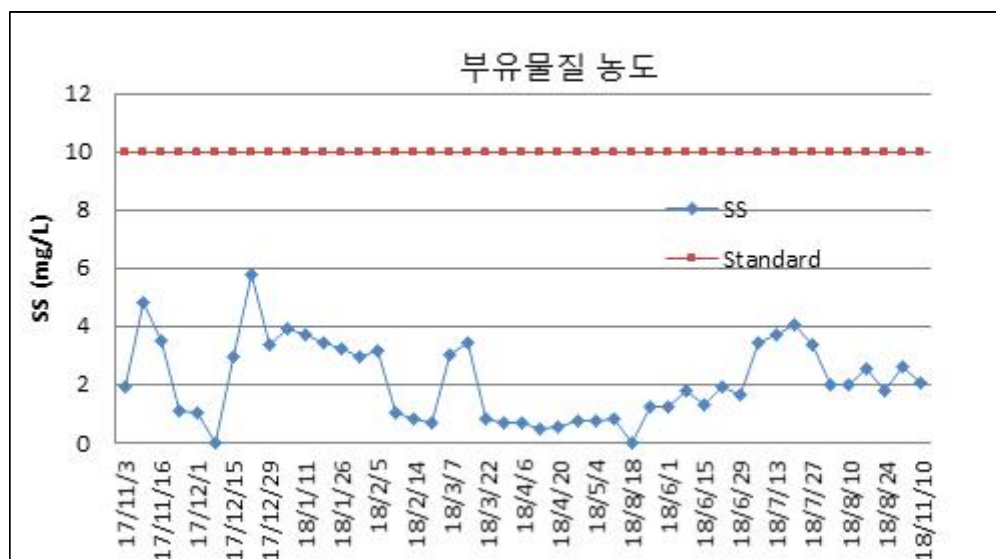


Fig. 2-12. The result of SS concentration detecting test at the samples from discharged water.

#### 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. 5차 월동기간 BOD 값은 기준치 이하로 나타났으나 6차 월동대 인수 이후 장비고장으로 값이 비정상적으로 나타남을 알 수 있다 (Fig. 2-13).

당초 COD 측정은 광학센서가 장착된 휴대용 장비를 사용하였으나 고장으로 반출하였고, 2017년 말 5차 월동기간부터는 기계적 장비가 아닌 COD 키트를 보급



하였다. 측정값은 기준치 20 mg/ℓ를 크게 웃돌고 있어 수질개선을 위한 노력이 필요하다. 측정 키트는 Palintest 제품을 사용하였다 (Fig. 2-13).

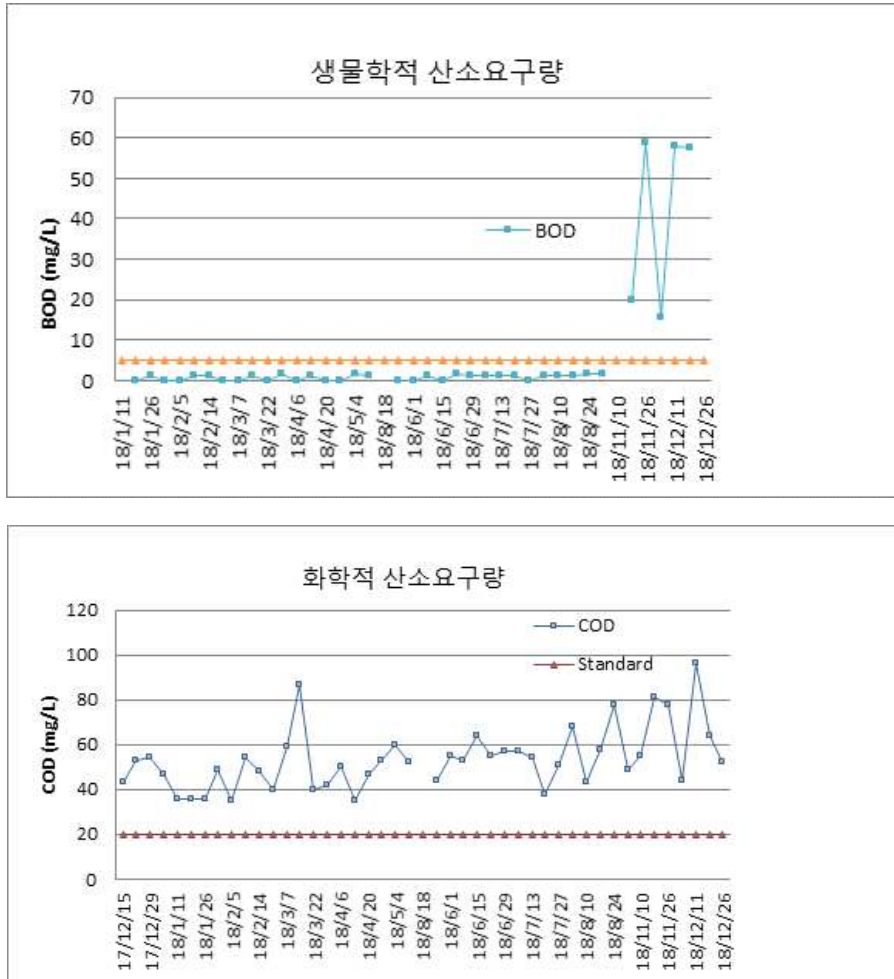


Fig. 2-13. The result of BOD and COD detecting test at the samples from discharged water.



Fig. 2-14. 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. 2017년보다 수질이 약간은 개선된 것으로 보이나 2018년 월동기간 동안 COD농도와 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 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 2-15 및 2-16과 같이 선정하였다. 해당 정점의 위도는 표 2-5와 같다. 5차 월동기간 중 하계시즌에는 예년과 달리 바다가 열리는 시기가 매우 짧았고, 강한 카타바틱으로 해빙이 빠져나가는 경우에는 강풍으로 인하여, 해빙이 깨지는 경우에도 깨진 해빙들이 기지 주변해안에 쌓여 있어 고무보트를 이용한 해양조사는 수행하지 못 하였다.

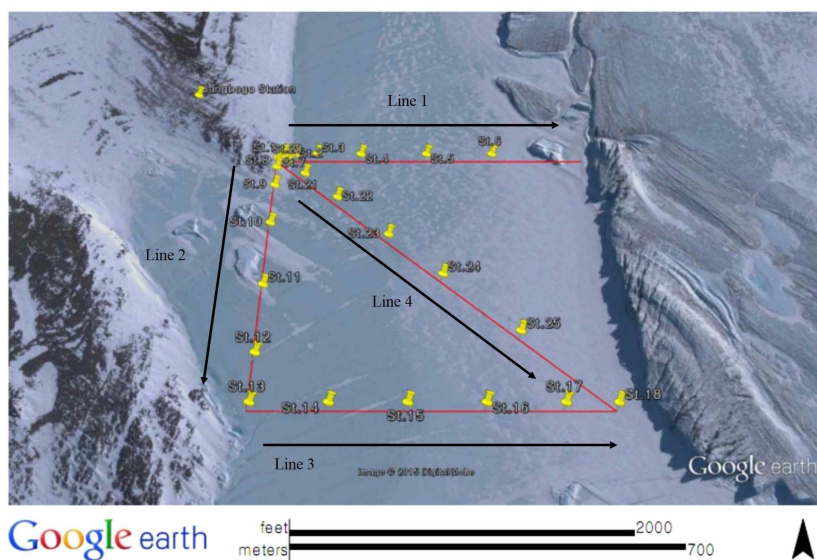


Fig. 2-15. CTD stations near shore of Jang Bogo Station.

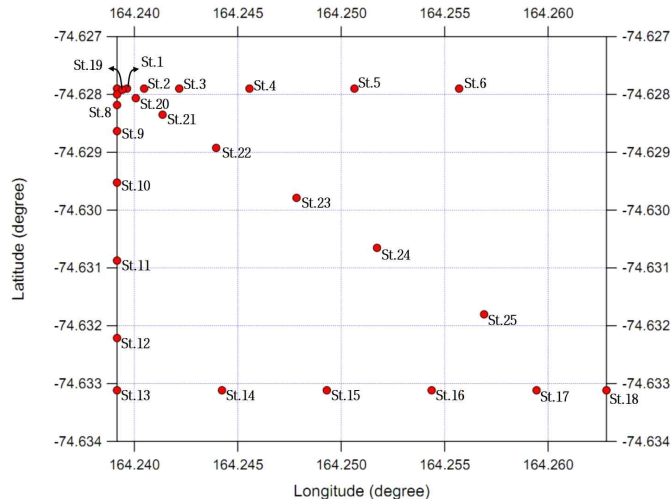


Fig. 2-16. GPS coordinates of CTD stations.

Table 2-5. Coordinates of 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"

# Discharged water and sea water qualities near Jang Bogo Station

5<sup>th</sup> 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. COD value and Total Phosphorus concentration was quite exceeded the standard limit. Further mitigation efforts are needed at the Jang Bogo Station. Due to heavy sea-ice and weather condition, during 2017/18 season, monitoring the coastal seawater quality could not conduct.

## 제 3 장

### 장보고과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

#### 제 1 절

#### 2015/18년 남극 하계기간 장보고기지주변에 서식하는 남극도독갈매기의 번식현황 모니터링

김정훈<sup>1</sup>, 이지용<sup>2</sup>, 정진우<sup>1</sup>

한국해양과학기술원 부설 극지연구소<sup>1</sup>  
전남대학교 생물과학생명기술학과<sup>2</sup>

**요 약** : 2015년부터 2018년 남극의 하계기간에 장보고과학기지 주변에 서식하는 남극도독갈매기의 둥지분포, 한배산란수, 부화성공률을 조사하였다. 2015/16년에는 64쌍, 2016/17년에는 81쌍, 2017/18년에는 81쌍이 번식하였다. 둥지밀도는 각각 20둥지/km<sup>2</sup>, 25.3둥지/km<sup>2</sup>, 25.3둥지/km<sup>2</sup>이었다. 대부분의 둥지는 곤드와나기지에서 북쪽으로 반경 0.8km 이내에 집중되어 분포 하였고 2015/16년 56쌍(87.5%), 2016/17년 64쌍(79%), 2017/18년 70쌍(86.4%)로 나타났다. 남극도독갈매기의 한배산란수는 2015/16년 1.98 ± 0.12, 2016/17년 1.85 ± 0.36, 2017/18년 1.73 ± 0.45으로 2015/16년과 2017/18년에서 유의미한 차이를 보였고, 부화성공률은 2015/16년 95.3%, 2016/17년 97.5%, 2017/18년 92.4%로 비교적 높았다. 이소성공률은 2015/16년 36.4%, 2016/17년 44.5%, 2017/18년 11.6%, 번식성공률은 2015/16년 39%, 2016/17년 34.6%, 2017/18년 10.7%로 나타났으며 부화성공률, 이소성공률, 번식성공률 모두 2015/16년과 2016/17년간의 통계적인 차이는 보이지 않았으나 2015/16년과 2017/18년 그리고 2016/17년과 2017/18년에는 각각 유의미한 차이를 보였다. 포획한 번식개체는 2015/16년 43개체(16쌍), 2016/17년 50개체(22쌍) 2017/18년 34개체(11쌍)을 포획하였으며 가락지를 달아 3년간 추적하여 같은 쌍을 유지한 개체는 13쌍으로 2년 연속으로 쌍을 이룬 개체들은 8쌍, 3년 연속으로 쌍을 이

문 개체들은 5쌍이 관찰되었다. 또한 가락지를 통해 매년 비슷한 위치에 등지를 가지는 쌍은 23쌍으로 확인되었다. 2016/17년과 2017/18년의 연간 동위원소를 비교하여 보았을 때 깃털과 혈액에서 N와 C의 단계모두 크게 벗어나지 않는 값을 가지고 있어 월동지와 번식기 때 먹이를 이용하는 해역이 매년 다르지 않음을 알 수 있다.



## 1. 서론

장보고과학기지 운영과 주변 연구활동으로 인한 인간활동의 증가는 집단으로 번식하는 토착조류의 번식수행에 교란요인으로 작용할 수 있다. 이러한 영향을 최소화 하고자 환경보호에 관한 남극조약의정서 제2부속서에는 유해한 간섭으로부터 남극 토착조류를 포함한 남극동식물군의 보존을 명시하고 있다. 남극조약의정서는 ‘남극지역에서 본래 서식하거나 자연적 이주를 통해 도입된 조강(鳥綱, Class Avee)에 속하는 모든 생물’을 남극토착조류로 정의하고 있으며, 장보고기지 일대에서 번식하는 토착조류는 남극도독갈매기(*Stercorarius maccormicki*) 1종인 것으로 알려져 있다.

일반적으로 해양조류(鳥類)의 번식성공은 먹이풍부도, 번식개체의 숙련도, 번식지의 질적 차이(Giese 1996) 뿐 아니라 인간의 활동에 의한 교란에 의해 영향을 받으며(Hunt 1972, Ellison & Cleary 1978, Ollason & Dunnet 1980, Cairns 1980, Brubeck *et al.* 1981, Fetterolf 1983, Piatt *et al.* 1990) 알 크기의 변이는 한배산한수(Lack 1967), 암컷의 몸무게(Myrberget 1977), 알을 낳는 기간의 먹이공급과 관련 있다. 또한 인간의 잦은 서식지 접근은 휴식지에서 쉬고 있는 조류들을 교란시키기도 한다(Smith & Renken 1993). 해양조류들 중 수명이 긴 종들은 먹이풍부도, 서식지의 환경, 포식압 변화 등의 자연적인 현상에 대하여 오랜 기간 동안 다양한 생활사 전략으로 적응하며 극복해 왔지만, 이들이 예측하기 어렵고 급작스럽게 발생하는 인간에 의한 교란에는 효율적으로 대응하지 못하고 있다. 전반적으로 남극을 방문하는 사람의 숫자는 증가하고 있으며, 남극을 방문하는 이유도 과학연구 뿐 만 아니라 여가활동이나 여행목적 등 다양해지고 있다(Enzenbacher 1993). 따라서 인간 활동의 증가가 남극 환경에 미치는 잠재적인 영향에 대한 관심이 증가하고 있다(Muller-Schwarze 1984). 장보고과학기지 또한 준공 이후 매년 연구활동을 위한 과학자들의 방문이 증가하고 있다. 이러한 인간의 활동 증가는 남극에서 번식하는 해양조류에 대한 교란 증가를 야기할 것으로 예상된다.

남극도독갈매기는 남극생태계의 최상위포식자 중 중 하나이며 펭귄의 알과 새끼, 어류 및 크릴을 주식으로 살아간다(Ecklund 1961; Young 1963; Müller-Schwarze & Müller-Schwarze 1973; Trillmich 1978; Hull *et al.* 1994; Norman *et al.* 1994). 갈색도독갈매기는 번식기에 펭귄과 습새류의 집단번식지에 영역권을 설정하며(김 2005; Stonehouse 1956; Sladen 1958; Trivelpiece *et al.* 1980; Pietz 1987; Hahn and Peter 2003), 펭귄의 알과 새끼 그리고 작은 습새류의 성체를 먹이로 이용한다(Fraser 1984; Osborne 1985; Pietz 1987). 따라서 환경변화에 의한 번식지 인근 해역의 생태계변화는 이들의 가용 먹이원에 영향을 미쳐 개체수 변동 및 번식성공률에 영향을 미치는 자연적인 요인으로 작용한다. 땅에서 번식하는 조류의 경우, 포식은 등지실패의 주된 원인



이며 둥지터 선택은 생존, 번식에 영향을 미치는 중요한 선택압에 의한 결과로 여겨진다(Loyd et al. 2000; Kim 2017; Ricklefs 1969). 하지만 인간의 활동이 빈번한 남극과학기지 주변에서 번식하는 개체들은 자연적인 요인 뿐 아니라 인위적인 요인의 영향도 함께 받는다(Hemmings 1990; Wang & Norman 1995, 1996). 특히 기지 건물이나 인간의 이동로에서 서식하는 개체들은 번식기간 내내 인간의 조우에 대한 스트레스를 감당해야 할 것이다(Smith & Renken 1993). 따라서 장기모니터링 수행을 통해 이들의 둥지 분포와 생태적 특성을 파악하고 이를 토대로 장보고기지 운영으로 발생할 수 있는 인위적인 교란요인을 저감할 수 있는 대책을 마련할 필요가 있다. 본 조사에서는 남극도독갈매기의 기초번식생태연구와 장보고기지의 건설 및 증가되는 인간활동이 남극도독갈매기의 분포 및 번식생태에 미치는 영향을 장기적으로 모니터링 하고자 한다.

## 2. 방법

### 가. 조사 지역

남극도독갈매기 번식지의 중장기 모니터링 수행을 위해 장보고기지 주변 인간 활동의 영향을 받을 수 있는 공간을 조사지역으로 선정하였다. 조사지역은 빙원을 경계로 장보고기지 주변과 연구자 및 월동대원이 도보로 이동할 수 있는 범위로 설정되었다(Fig. 3-1). 조사지역의 거리는 남북으로 약 3.3 km, 동서로 약 1.5 km이며 면적은 약 3.2 km<sup>2</sup>이다.

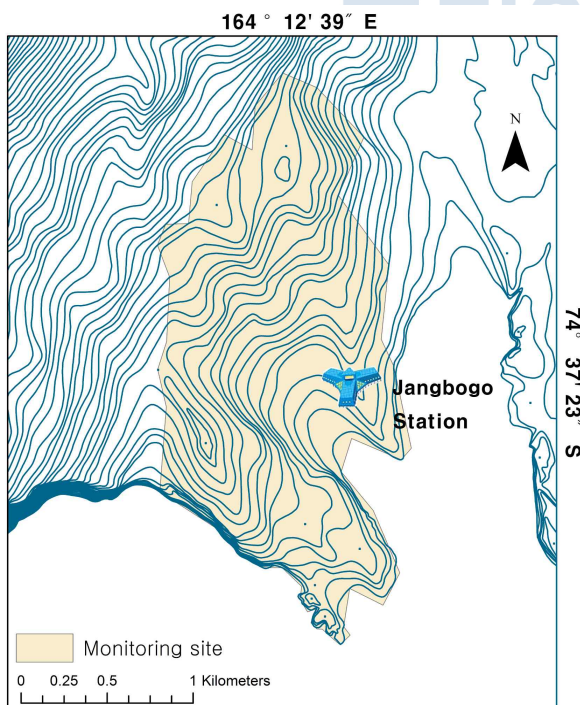


Fig. 3-1. Monitoring site of the South polar skua population in the neighborhood of Jang Bogo Station, Antarctica.



## 나. 조사 방법

### (1) 둥지분포 및 번식성공률

본 조사는 2015년부터 2018년 까지 11월 중순 부터 이듬해 2월 말일까지 남극도 독갈매기의 번식시기동안 수행되었다. 남극도독갈매기의 둥지 수 및 분포를 파악하기 위해 조사지 전 지역을 방문 조사하였으며, 발견된 둥지의 GPS좌표를 기록하였다. 현장조사는 블리자드 등으로 인해 조사가 불가능한 날을 제외하고 3,4일에 한번 씩 수행되었다. 모든 조사는 하나 이상의 알이 관찰된 둥지에서 수행되었으며, 주변에 포식 흔적(알껍질, 사체 등)이 남아있는 둥지도 포함시켰다. 현장에서의 신속한 둥지 파악을 위해 모든 둥지인근에 고유 번호가 부여된 표지를 설치하였다.

- 둥지수(No. of nests) : 조사기간 동안 발견된 하나 이상의 알이 포함된 둥지의 수
- 한배산란수(Clutch size) : 각각의 둥지에서 확인된 최대 알의 수
- 부화성공률(Hatching success) : 부화된 알의 수 / 한배산란수 × 100
- 이소성공률(Fledging success) : 이소한 새끼의 수 / 부화된 알의 수 × 100
- 번식성공률(Breeding success) : 이소한 새끼의 수 / 한배산란수 × 100

### (2) 알 크기 및 형태

캘리퍼스(ECOTON, 150 mm, 단위 0.1mm)를 사용하여 2017년 11월 29일부터 2018년 2월 28일까지 관찰된 모든 알의 길이(Length), 폭(Breadth)을 측정하였으며 이를 토대로 부피( $0.0048 \times \text{알의 길이} \times \text{알의 폭}^2$ ) 및 알형태지수(Shape index = 알의 폭 / 알의 길이 × 100)를 산출하였다.

### (3) 성체 모니터링

번식개체의 장기 모니터링 수행을 위해 둥지 위치 파악과 함께 각 개체를 포획하여 외형 및 체중을 측정하고 고유번호가 표기된 금속가락지 및 플라스틱 가락지를 부착 후 방사하였다(Appendix 1). 성체의 측정 부위 및 방법은 다음과 같다.

- Head bill length(Head) : 두개골부터 부리 끝까지의 길이
- Wing length(Wing) : 날개의 가장 앞쪽 부분인 익각에서 가장 긴 날개깃 끝까지의 길이
- Tarsus length(Tarsus) : 발가락을 90°로 구부러지는 지점부터 부척골이 만나는 발목 뒷부분까지의 길이
- Body mass : 용수철저울(Pesola, 2500g)을 보정한 후, 몸무게를 측정

### 3. 결과

#### 가. 둥지분포 및 부화성공률

장보고기지 일대에서 3년간 하계연구기간동안 관측한 결과 2015/16년 번식하였던 남극도독갈매기는 64쌍, 2016/17년에는 81쌍의 남극도독갈매기가 번식하였으며, 2017/18년에는 81쌍이 번식하였다(Fig. 3-2. 3-3). 둥지밀도는 각각 20 둥지/km<sup>2</sup>, 25.3 둥지/km<sup>2</sup>, 25.3 둥지/km<sup>2</sup>이었다. 대부분의 둥지는 곧드와나기지에서 북쪽으로 반경 0.8 km 이내에 집중되어 분포 하였고 2015/16년 56쌍(87.5%), 2016/17년 64쌍(79%), 2017/18년 70쌍(86.4%)로 나타났다(Fig 3-2. 3-3). 남극도독갈매기의 한배산란수는 2015/16년  $1.98 \pm 0.12$ , 2016/17년  $1.85 \pm 0.36$ , 2017/18년  $1.73 \pm 0.45$ 으로 2015/16년과 2017/18년에서 유의미한 차이를 보였고, 부화성공률은 2015/16년 95.3%, 2016/17년 97.5%, 2017/18년 92.4%로 비교적 높았다. 이소성공률은 2015/16년 36.4%, 2016/17년 44.5%, 2017/18년 11.6%, 번식성공률은 2015/16년 39%, 2016/17년 34.6%, 2017/18년 10.7%로 나타났으며 부화성공률, 이소성공률, 번식성공률 모두 2015/16년과 2016/17년간의 통계적인 차이는 보이지 않았으나 2015/16년과 2017/18년 그리고 2016/17년과 2017/18년에는 각각 유의미한 차이를 보였다(Table 3-1).

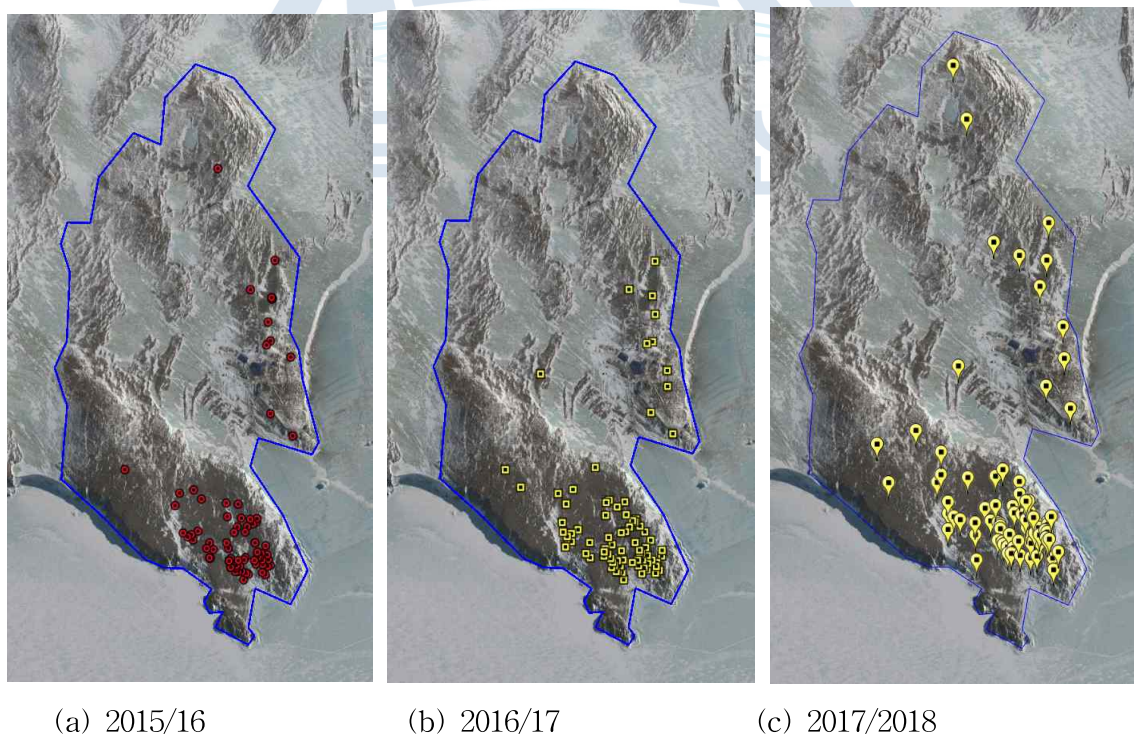


Fig 3-2. Nest location map of South polar skuas around Jang Bogo Station during three survey seasons



Fig 3-3. Nest location map of South polar skuas around Gondwana station in 2015/16(green), 2016/17(blue), 2017/18(white).

Table 3-1. Clutch size and hatching success, fledging success, breeding success in South polar skuas

	Breeding parameters		
	2015/16	2016/17	2017/18
Clutch size	1.98 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.85 ± 0.36	1.73 ± 0.45 <sup>a</sup>
Hatching success(%)	95.31 <sup>b</sup>	97.53 <sup>c</sup>	92.14 <sup>bc</sup>
Fledging success(%)	36.4 <sup>b</sup>	44.5 <sup>c</sup>	11.6 <sup>bc</sup>
Breeding success(%)	39 <sup>b</sup>	34.6 <sup>c</sup>	10.7 <sup>bc</sup>

#### 나. 알 크기 및 형태

2015/16년에는 121개, 2016/17년에는 144개, 2017/18년에는 122개의 알의 크기를 비교한 결과 길이에서는 2015/16년과 2016/17년에는 유의미한 차이를 보이지 않았지만 알의 폭에서는 3년간의 비교에서 모두 유의미한 차이를 보였다(Table 3-2).

Table 3-2. Values of egg characteristics in South polar skuas

	2015/16 (n=121)		2016/17 (n=144)		2017/18 (n=122)	
	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range
Egg length (mm)	72.1±2.8 <sup>a</sup>	65.7-80.0	71.7 ± 3.27 <sup>b</sup>	57.1-78.6	70.7 ± 3.08 <sup>ab</sup>	62.2-79.3
Egg breadth (mm)	50.9±1.3 <sup>a</sup>	47.6-54.1	50.3 ± 1.30 <sup>a</sup>	46.2-53.6	49.8 ± 1.18 <sup>a</sup>	46.9-53.5
Egg volume (cm <sup>3</sup> )	0.9 <sup>a</sup>	0.75-1.05	0.87 <sup>a</sup>	0.66-1.04	0.84 <sup>a</sup>	0.66-1.00
Shape index (%)	70.69		70.25		70.6	

<sup>ab</sup>significant difference.

다. 번식개체의 외형 및 체중

포획한 번식개체는 2015/16년 43개체(16쌍), 2016/17년 50개체(22쌍) 2017/18년 34개체(11쌍)을 포획하였으며 가락지를 달아 3년간 추적하여 같은 쌍을 유지한 개체는 13쌍으로 2년 연속으로 쌍을 이룬 개체들은 8쌍, 3년 연속으로 쌍을 이룬 개체들은 5쌍이 관찰되었다. 또한 가락지를 통해 매년 비슷한 위치에 둥지를 가지는 쌍은 23쌍으로 확인되었다(Fig 3-4). 암컷과 수컷의 측정부위를 비교하였을 때 암컷이 수컷보다 모든 측정부위에서 큰 것으로 나타났다(Table 3-3).



Table 3-3. Body size of South polar skuas in 2015/6, 2016/17 and 2017/18

	Male(n=73)			Female(n=73)		
	Mean(SD)	Range	CV <sup>a</sup>	Mean(SD)	Range	CV <sup>a</sup>
Head Bill (mm)	107.1±2.5	103.1-117.5	0.02	110.1±3.2	102.9-119.9	0.03
Wing (cm)	40.7±0.9	38.5-45.5	0.02	41.1±0.7	38.8-42.6	0.02
Tarsus (mm)	64.99±1.97	60.4-70.6	0.03	65.79±2.3	61.25-70.1	0.03
Mass (g)	1271.4±76.6	1140-1530	0.06	1400.9±102.51	1210-1680	0.07

<sup>a</sup>CV: Coefficient of variation (standard deviation / mean)

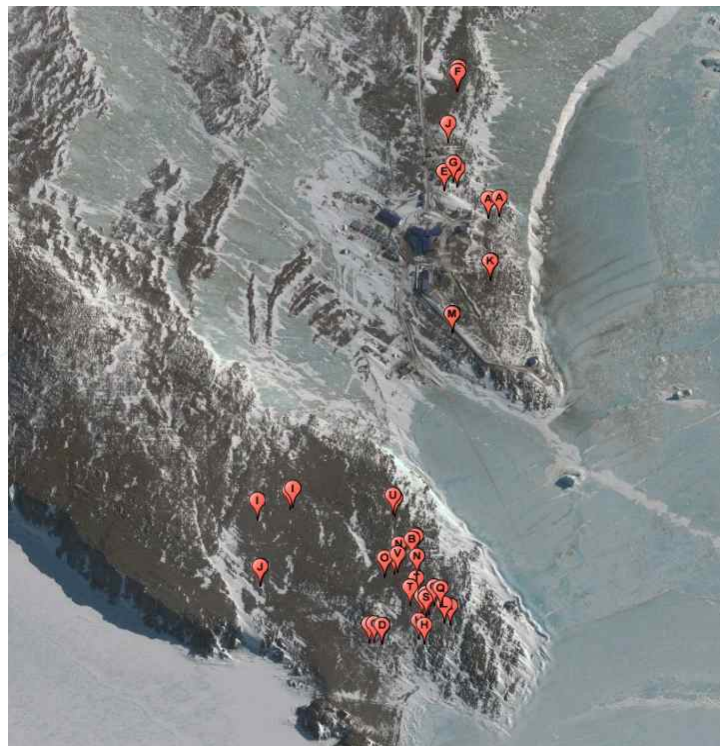


Fig 3-4. Similar nest location in 2015/18(n=23 pair).

라. 번식일정과 날씨의 영향

2017/18년의 결과에서 번식성공률을 비롯하여 이소율, 부화율 등에서 앞선 두 해 보다 낮은 경향을 보였다. 첫 산란의 경우 2015/16년에는 2015년 11월 14일, 2016/17년에는 2016년 11월 6일에 이루어 졌으나 2017/18년은 그보다 늦은 2017년 11월 19일에

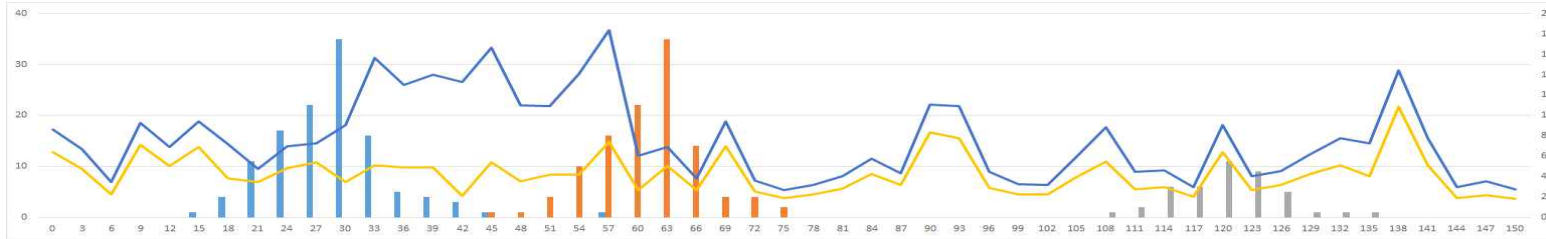
첫 산란이 이루어 졌고 가장 많은 등지에서 첫 산란이 이루어진 날 역시 2017년 12월 07일로 앞선 두해보다 2015/16년과는 5일, 2016/17년과는 16일 늦게 관찰되었다. 이러한 현상의 원인을 보기위해 번식단계를 산란기(알을 낳는 기간), 부화기(부화가 이루어지는 기간), 이소기(부화한지 2달 후 생존)로 나눈 후 각 번식 시기의 날씨데이터에서 일별 평균풍속과 최대풍속 그리고 평균기온과 최저기온과 비교하였다.

첫 산란일과 날씨와의 관계를 보면 첫 산란을 앞두고 2015/16년과 2016/17년에는 10m/s의 바람이 부는 날이 2017/18년보다 많이 관찰되었다(Fig 3-5).

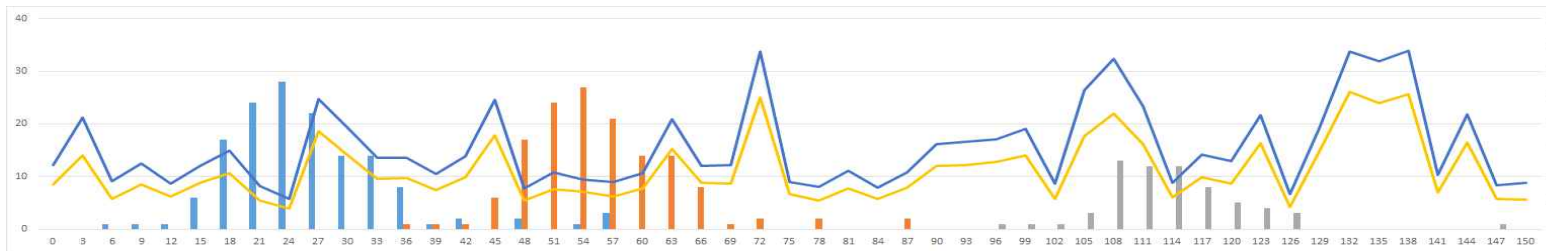
첫 산란과 기온과의 관계에서는 첫 산란이 시작되는 날부터 최저기온이 전날보다 높아져  $-10^{\circ}\text{C}$  이상으로 평균 기온 또한 매년  $-6^{\circ}\text{C}$ ,  $-2^{\circ}\text{C}$ ,  $-7^{\circ}\text{C}$ 로 올라가는 날에 산란이 이루어지는 모습을 보였다(Fig 3-6).



a) 2015/16



b) 2016/17



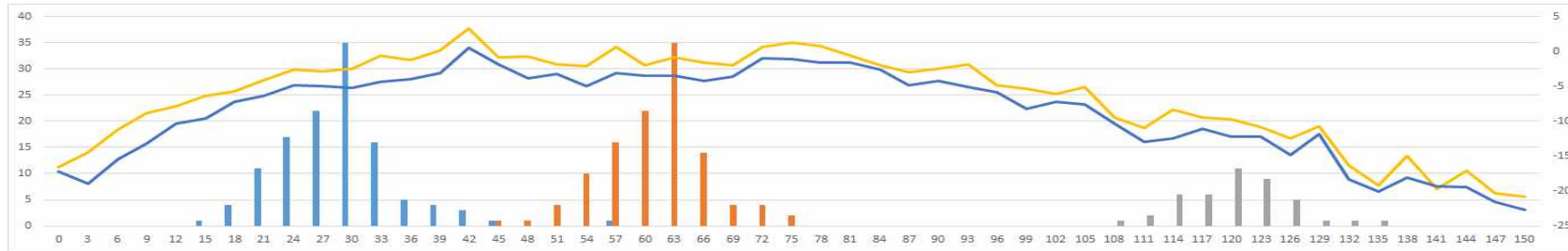
c) 2017/18



Fig 3-5. Breeding schedule and wind speed (m/sec) in study area of South polar skua.



a) 2015/16



b) 2016/17



c) 2017/18

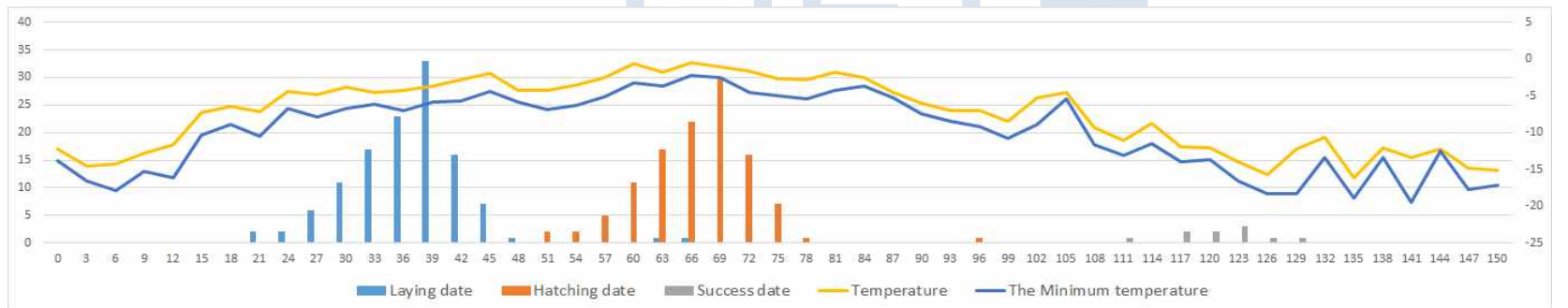


Fig 3-6. Breeding schedule of south polar skua and temperature in study area.

마. 성체의 안정동위원소 비교

2016/17년과 2017/18년에 포획한 성체의 몸 깃털과 혈액을 동위원소 분석한 결과 몸 깃털은 월동지로 추정되는 subantarctic에서 깃갈이를 하는 것으로 나타나며 혈액의 경우 antarctica의 해역에서 먹이를 섭취하는 것으로 나타났다. 월동지로 추정되는 subantarctic은 호주나 뉴질랜드와 남극대륙사이의 해역으로 여기에서 먹는 먹이의 종류는 영양단계가 고루 분포한 것으로 보아 어느 한 종을 먹이로 하기 보다는 다양한 먹이를 이용하는 것으로 판단되고 혈액의 경우 세포가 교환되는 주기가 짧기 때문에 번식기 이전에 antarctica 해역에 들어와서 영양단계가 높은 펭귄이나 생선을 먹이로 이용하는 것으로 판단된다(Fig 3-7).

2016/17년과 2017/18년의 연간 동위원소를 비교하여 보았을 때 깃털과 혈액에서 N와 C의 단계모두 크게 벗어나지 않는 값을 가지고 있어 월동지와 번식기 때 먹이를 이용하는 해역이 매년 다르지 않음을 알 수 있다(Fig 3-8).

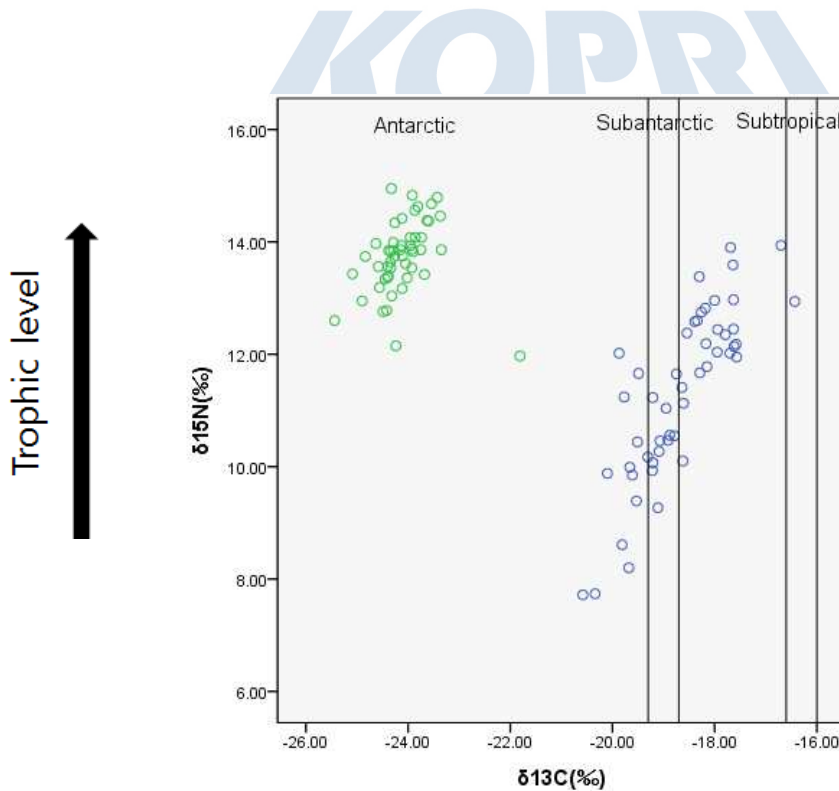


Fig 3-7. Spatial stable isotope signatures of South polar skua's blood and body feather.

blue= body feather, green= blood

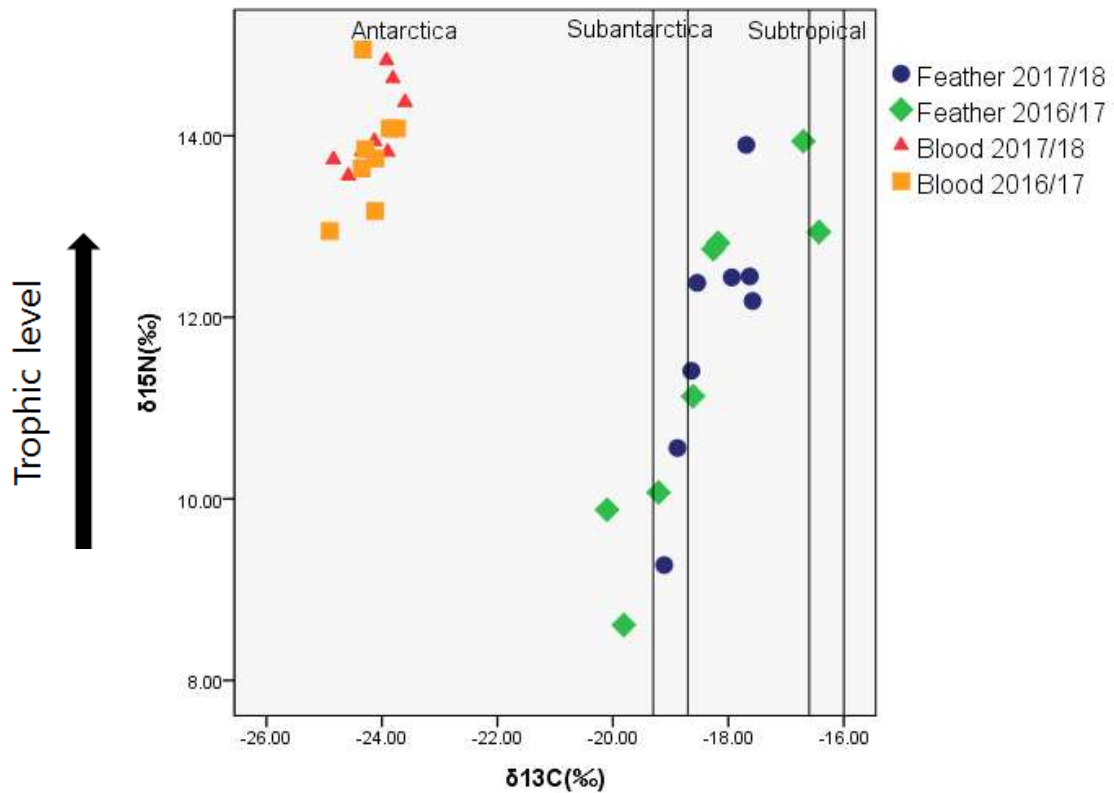


Fig 3-8. Temporal stable isotope signatures of South polar skua's blood and body feather.

극지연구소

#### 4. 고찰

장보고기지를 건설하기 위한 후보지 사전조사 및 건립 이후 기지주변에 서식하는 남극도독갈매기의 둥지 수 조사가 수행된 바 있다. 하지만 남극도독갈매기의 새끼가 부화하여 둥지를 이탈한 시기에 조사하였기 때문에 정확한 번식집단의 규모를 파악하는데 한계가 있었다. 본 모니터링은 남극도독갈매기의 산란기 및 포란기부터 육추기까지 장기간 수행되었기 때문에 둥지의 위치와 분포 현황, 한배산란수 및 부화성공률 등 번식지표를 획득할 수 있었다. 또한 장기 모니터링 수행을 위해 번식중인 127개체를 포획하여 체형을 측정하고 성판별을 위한 유전자분석 시료를 채취했으며 각 개체에 고유 인식번호가 기재된 가락지를 부착하였다. 이는 번식개체의 영양상태, 짝짓기, 둥지 회귀율 등을 분석하기 위한 사전 조사 작업이다.

Table 3-4는 장보고기지 주변의 모니터링 결과와 타 연구를 비교하였다. 2015/16년 조사에서 남극도독갈매기 64쌍이 2016/17년 조사에서는 총 81쌍 2017/18년 조사에서도

81쌍이 번식하는 것으로 확인되었다. 둥지밀도는 2015/16년에는 19.39 둥지/km<sup>2</sup> 2016/17년과 2017/18년은 25.61 둥지/km<sup>2</sup>였다. 남극도둑갈매기의 한배산란수는 2015/16년 1.98 ± 0.12개, 2016/17년 1.85 ± 0.36개, 2017/18년 1.73 ± 0.45개로 나타났으며, 부화성공률은 2015/16년 95.31%, 2016/17년 97.53%, 2017/18년 92.14%로 나타났다. 선행연구와 비교해보면 부화성공률은 다른 선행연구보다 높게 나타났지만 번식성공률은 다른 지역의 낮은 번식성공률과 비슷하게 나타났고 2017/18년의 경우 다른 선행연구들 보다는 현저히 낮게 번식성공률을 보여주고 있다. 2017/18년 한배산란수와 부화성공률 등 여러 결과에서 전년도 조사보다 낮게 나타났고 이는 다른 조사기간 보다 하계기간의 날씨의 영향이 더 큰 것으로 보이며 2017/18년 하계기간에 많은 눈이 내려 날씨의 영향이 큰 것으로 보인다.

2015/16년 43개체, 2016/17년 50개체, 2017/18년 29개체의 번식개체를 포획하였으며 이들 성체의 평균 체중은 2015/16년 1,359 ± 99.0g, 2016/17년 1,346.8 ± 112.42g, 2017/18년 1,274.5 ± 97.87g으로 나타났다. 번식 개체의 체중은 번식에 있어 중요한 요인들 중의 하나이기 때문에 혈액을 이용한 성 판별 이후 암컷과 수컷의 측정치의 차이를 보았을 때 암컷이 더 큰 것으로 보였고 둥지별 암컷과 수컷을 비교하였을 때 암컷의 날개길이가 길수록 수컷의 날개 길이역시 길어지는 경향을 보였다. 암컷과 수컷의 크기가 알의 크기나 한배산란수, 부화율, 이소율, 번식성공률에 영향을 끼치는지 상관분석을 통해 분석하였으나 유의미한 결과가 나오지 않아 번식성공률에 영향을 끼치는 부모의 질을 판별하는 요인에 있어 몸의 크기는 영향을 주지 못하는 것으로 보인다.

깃털과 혈액의 안정동위원소 분석결과 암컷과 수컷의 사이에서 유의미한 결과가 나오지 않은 것으로 보아 쌍이 서로 같은 해역과 같은 영양레벨의 먹이를 월동과 번식기에 섭취를 하는 것으로 분석된다.

기지건설 및 인간활동에 의한 번식지의 교란실태는 다년간의 모니터링 자료를 토대로 분석할 수 있기 때문에 향후 5년 이상의 지속적인 조사 수행이 필요하다. 특히 둥지수 및 분포 변화상은 기지 건설이 번식지 선택에 미치는 영향에 대한 정보를 제공해 줄 것으로 기대된다. 2017/18년에 부화성공률은 이전조사와 마찬가지로 비교적 높게 나타났다. 이는 현재 번식중인 둥지장소가 아직 인간활동에 의한 교란을 적게 받고 있음을 보여준다. 장보고기지로의 입남극은 이태리 항공기나 아라온 일정에 좌우되는데 남극도둑갈매기는 하계연구원이 본격적으로 들어오기 전에 산란을 마치며, 기지 인근 육상에서 수행되는 현장조사 빈도가 아직은 낮기 때문에 영향을 적게 받는 것으로 보인다. 하지만 향후 이곳에서의 육상연구가 증가하면 도둑갈매기의 번식 지표에 미치는 영향도 증가할 것으로 예측되므로 지속적인 모니터링이 요구된다.

Table 3-4. Nest, clutch size, hatching success, fledging success, breeding success in South polar skuas and precedent research

study	Nest marked	Mean clutch size	Hatching success (%)	Fledging success (%)	Breeding success (%)
2015/16	64	1.98	95.3	36.4	39.0
2016/17	81	1.85	97.5	44.5	34.6
2017/18	81	1.73	92.4	11.6	10.7
Eklund(1961) Windmill Is	40	1.80	61.1	77.3	47.2
Ensor(1979) Cape Bird	79	1.51	23.2	85.7	19.9
Jouventin&Guillotin(1979) Pt Geologie	210	1.52	-	-	56.6
Le Morvan et al(1967) Pt Geologie	38	1.55	67.7	92.4	62.6
Pryor(1968) Hanswell Is	23	1.74	62.6	71.6	44.8
Reid(1966) Cape Hallett	472	-	-	-	-
Spellerberg(1971) Cape royd.	176	1.80	71.1	46.9	33.3
Wood(1970) Cape Crozier	879	-	-	-	-
Young(1963) Cape Royds	67	1.91	84.3	28.6	24.1

극지연구소

# Monitoring on Breeding South polar skuas around Jang Bogo Station during the 2015/16~2017/18 seasons

Jeong-Hoon Kim<sup>1</sup>, Ji-Yong Lee<sup>2</sup>, Jin-Woo Jung<sup>1</sup>

*Korea Polar Research Institute, KIOST<sup>1</sup>*

*School of Biological Sciences and Biotechnology, Chonnam University<sup>2</sup>*

**Abstract** : The nest distribution, clutch size and breeding success of South polar skuas breeding around Jang Bogo Station were investigated at 64 nest during the 2015/16, 81 nests during the 2016/17 and 2017/2018 breeding season. Nest density was estimated each 20nest/km<sup>2</sup>, 25.3nest/km<sup>2</sup>, 25.3nest/km<sup>2</sup>. Mean clutch size were 1.98 ± 0.12 in 2015/16, 1.85 ± 0.36 in 2016/17, 1.73 ± 0.45 in 2017/18. Breeding success was 39% in 2015/16, 34.6% in 2016/17, 10.7% in 2017/18. In order to conduct long-term monitoring, we captured 127(49 pair) breeding adults for individual identification and measured their body size and mass. Mean body mass, length of head bill, tarsus and wing were male 1271.4 ± 76.6(g), 107.1 ± 2.5 (mm), 64.99 ± 2.5 (mm), 40.7 ± 0.9 (cm) and female 1400.9 ± 102.51(g), 110.1 ± 3.2 (mm), 65.79 ± 2.3 (mm), 41.1 ± 0.7 (cm) respectively. Comparing the isotopes of the year 2016/17 and 2017/18, the values of N and C in feathers and blood are not significantly different from each other.

## 참 고 문 헌

- 김정훈, 박현, 안인영. 2009. 기후변화가 남극 킹조지섬 도둑갈매기류의 번식생태에 미치는 영향. p. 51-64. In: 남극 세종기지주변 인간활동으로 인한 환경변화 모니터링. 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 보고서, BSE08040-106-3.
- 김정훈, 안인영. 2011. 남극도둑갈매기(*Catharacta maccormicki*)의 둥지수, 한배한란수 및 알 크기 변화. p. 80-90. In: 남극 세종기지주변 인간활동으로 인한 환경변화 모니터링. 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 보고서, BSE10040-162-5.
- 김정훈, 조현준, 정진우, 안인영. 2012. 남극 킹조지섬 바톤반도에서의 남방큰폴마갈매기(*Macronectes giganteus*) 둥지분포. p. 41-52. In: 남극 세종기지주변 인간활동으로 인한 환경변화 모니터링. 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 보고서, BSE411010-207-7.
- 정진우, 김정훈, 한영덕, 안인영. 2013. 킹조지섬 나레브스키 포인트에서 젠투펭귄과 턱끈펭귄의 번식생태. p. 42-52. In: 남극 세종기지주변 인간활동으로 인한 환경변화 모니터링. 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 보고서, BSE413040-267-7.
- 환경부. 2015. 남극특별보호구역 모니터링 및 남극기지 환경관리에 관한 연구 BSPG 14030-057-3
- Berry, R. J., P. E. Davis, 1970. Polymorphism and behaviour in the Arctic Skua (*Stercorrius parasiticus* (L.)). Proc. Roy. Soc. Lond. 175: 255-267.
- Brubeck, M. V., B. C. Thompson, R. D. Slack, 1981. The Effects of Trapping, Banding, and Patagial Tagging on the Parental Behavior of Least Terns in Texas. Colonial Waterbirds 4: 54-60.
- Cairns, D. 1980. Nesting Density, Habitat Structure and Human Disturbance as Factors in Black Guillemot Reproduction. The Wilson Bulletin 92: 352-361.
- Ellison, L. N., L. Cleary, 1978. Effects of Human Disturbance on Breeding of Double-Crested Cormorants. The Auk 95: 510-517.
- Enzenbacher, D. J., 1993. Tourists in Antarctica: numbers and trends. Tourism Management 14: 142-146.
- Fetterolf, P. M., 1983. Effects of Investigator Activity on Ring-Billed Gull Behavior and Reproductive Performance. The Wilson Bulletin 95: 23-41.
- Giese, M., 1996. Effects of human activity on adelic penguin *Pygoscelis adeliae* breeding success. Biological Conservation 75: 157-164.



- Given, A. 2009. The South Polar Skua(*Catharacta maccormicki*). Gateway Antarctica, University of Canterbury.
- Hunt, G. L., Jr., 1972. Influence of Food Distribution and Human Disturbance on the Reproductive Success of Herring Gulls. *Ecology* 53: 1051-1061.
- Hemmings, A. D., 1984. Aspects of the breeding biology of Macormik's skua *Catharacta maccormicki* at Signy Island, South Orkney Islands. *Br. Antarct. Sre. Bull.* 65: 65-79.
- Hemmings, A. D., 1990. Human impacts and ecological constraints on skua. *Antarctic Ecosystems, Ecological Change and Conservation* p.230-244.
- Janicke, T., S. Hahn, M. Ritz, Peter, H.-U., 2008. Vocal performance reflects individual quality in a nonpasserin. *Anim Behav* 75: 91-98.
- John, F. P., D. R. Bay, W. L. Wayne, L. W. Jonh, A. H. Scott, 1990. Effects of human disturbance on breeding least and crested auklets at St. Lawrence Island, Alaska. *Auk* 107: 342.
- Muller-Schwarze, D., 1984. Possible human impact on penguin populations in the Antarctic peninsula area. *Antarct. J. US.* 19(5): 158-159.
- Ollason, J.C., G. M. Dunnet, 1980. Nest Failures in the Fulmar: The Effect of Observers. *Journal of Field Ornithology* 51: 39-54.
- Phillips R.A., P. Catry, J. R. D. Silk, S. Bearhop, R. McGill, V. Afanasyev, I. J. Strange. 2007. Movements, winter distribution and activity patterns of Falkland and brown skuas: insights from loggers and isotopes. *MARINE ECOLOGY PROGRESS PERIES*. Vol 345: 281-291.
- Smith, J. W., R. B. Renken, 1993. Reproductive success of least terns in the Mississippi River Valley. *Colon Waterbirds* 16: 39-44.
- Wang, Z. P., H-U. Peter, 2004. Ecological difference of south polar skua populations from fildes peninsula of King george Island eastern Larsemann Hills, Antarctica. *Chinese J. Polar Sci.* 15: 89-107.
- Wood, R. C., 1971. Population dynamics of breeding South Polar skuas of unknown age. *The Auk* 88: 80-814.

## 제 2 절

### 2018년 남극 장보고과학기지 표층수 미세조류의 시간적 변동

전미사, 박상훈, 양은진, 강성호

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

**요약** : 남극 장보고기지 주변 해양환경을 조사하기 위하여 2018년 한 해 동안 남극 장보고 과학기지 주변 한 정점에서 미세조류 생물량의 시간적 변동을 모니터링 하였다. 전체 미세조류 생물량(전체 Chl $a$  농도)은 평균  $0.12 \mu\text{gL}^{-1}$ 이었으며 작년( $0.50 \mu\text{gL}^{-1}$ )보다 낮았고, 3월 2일 ( $1.24 \mu\text{gL}^{-1}$ )에 미세조류의 생물량이 최대였다. 연평균 미세조류에 의한 생물량 (micro-sized Chl $a$  농도)은  $0.05 \mu\text{gL}^{-1}$ 이었으며 미소조류에 의한 생물량 (nano-sized Chl $a$ 의 농도)은  $0.04 \mu\text{gL}^{-1}$ , 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl $a$ )의 농도는  $0.02 \mu\text{gL}^{-1}$ 이었다.

## 1. 서 론

남극대륙은 지구상에서 다섯 번째로 큰 대륙으로 넓은 면적을 갖지만 극지 환경이라는 특별한 환경 조건으로 사람에 의한 영향을 덜 받는 곳이다. 그러므로 상대적으로 지구환경의 작은 변화에도 민감하게 영향을 받을 수 있는 지역이다. 오늘날 남극 해양 생태계는 오존층 파괴에 의한 자외선의 침투와 지구 온난화에 따른 해빙(Sea-Ice)의 녹음과 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 (Häberlein & Häder, 1992; Behrenfeld *et al.*, 1993; Davidson *et al.*, 1994; Lesser *et al.*, 1994; Worrest & Häder, 1997), 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. 특히 남극 해양 생태계는 오존층 파괴에 의한 자외선의 침투와 지구 온난화에 따른 해빙(Sea-Ice)의 녹음과 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.

전체 해양 생태계의 일차생산자인 식물플랑크톤의 서식환경 변화로 인한 생산력 및 우점종의 변화가 일어나고 있다. 남극 연안 생태계를 구성하고 있는 생지화학 시스템이 지속되도록 유지되기 위해서는 광합성을 통한 일차 생산자가 매우 중요한 역할을 한다 (Clarke and Leaky, 1996). 전체 해양 생태계의 일차생산자인 식물플랑크톤의 서식환경 변화로 인한 생산력 및 우점종의 변화가 일어나고 있다. 남극 연안 생태계를 구성하고 있는 생지화학 시스템이 지속되도록 유지되기 위해서는 광합성을 통한 일차 생산자가 매우 중요한 역할을 한다(Clarke and Leaky, 1996). 일반적으로 해양에서 일차생산은 식물플랑크톤군집 중 크기가 비교적 큰 규조류와 와편모 조류가 우세하게 출현하나 남극해나 북극해에서는 크기가 작은 종류가 우세하게 나타난다. 이는 수온이나 광조건이 열악한 곳에서 적응하는 것으로 이해되고 있다. 북극해의 생태계는 계절적으로 해빙과 결빙에 의한 영향이 크며(Sakshaug and Holm-Hansen 1984), 영양염류는 심층

수로부터 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; Nelson *et al.* 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.

지금까지 남극 세종기지 연안생태계에서 미세조류의 계절변동에 관한 연구는 1996년 이후 17년간 지속적으로 수행되어 왔으며(Kang *et al.* 1997; 1999; 2000; 2002), 이러한 연구는 남극 연안생태계가 한가지 패턴으로 설명하기에는 복잡한 연간 변동이 관찰된다는 결과를 보여주었다. 따라서 장보고기지 연안생태계에서 미세조류의 계절변동에 관한 연구는 남극 연안생태계를 이해하기 위하여 연속적으로 연구되어야 한다.

해양생태계의 1차 생산자인 미세조류의 생물량 및 종조성의 변화는 년중 또는 년간 매우 다르게 나타나므로 하나의 고정된 가설로 설명하는데 어려움이 있다(Kang *et al.*, 2000; 2002). 따라서 본 연구는 장보고기지 주변해역에서의 식물플랑크톤 우점종 변화양상을 정확하게 이해함으로써 이곳에서 진행되고 있는 미세한 환경변화가 일차 생산자인 식물플랑크톤에 어떠한 영향을 주며, 이들의 변화가 전체 남극 해양생태계에 어떤 영향을 미칠지를 알 수 있으며 주변의 물리, 화학적 환경요인과 미세조류의 생물량과의 관계와 분포패턴을 예측하여 남극해 연안생태계의 해양환경변화를 장기적으로 모니터링 하여 첫째, 연안 해양 환경생태계의 변화를 조절하는 요인을 이해하고, 둘째, 전 지구적 환경변화에 따른 국지적 생태환경 변화에 대한 증거를 제시하는데 그 목적이 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 연구 지역

본 연구는 남극 로스해 서쪽에 위치한 테라노바만 연안의 한 정점(Fig. 3-9)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 끌어들여 온 해수를 해수 집수조에서 채수한다.

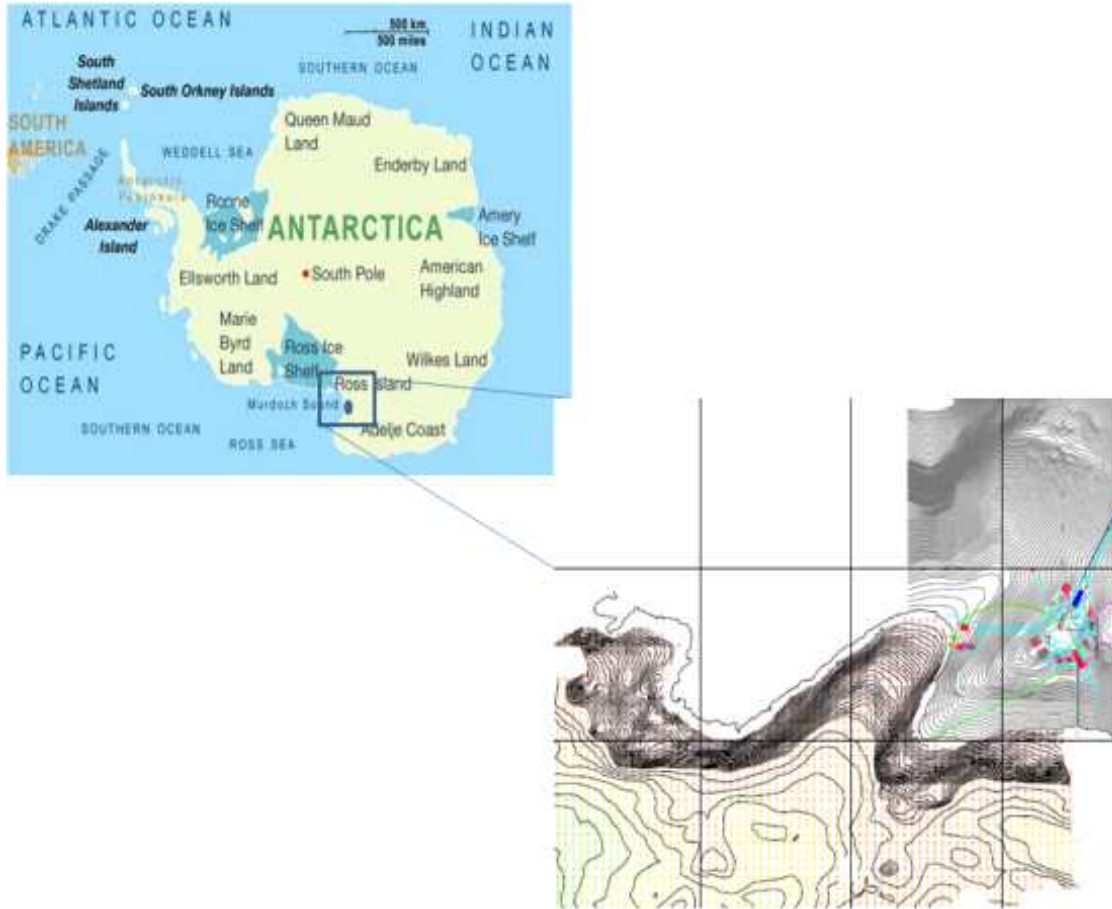


Fig. 3-9. Location of the sampling area (●) in Jang Bogo station, Antarctica.

#### 나. 미세조류의 채집 및 분석

본 연구는 2018년 1월 1일부터 12월 31일까지 장보고 과학기지의 한 정점에서 이루어졌다(Fig. 3-9). 결빙되기 전 표층수 시료는 Niskin water sampler로 채수되었으며 결빙 후 해수 집수조에서 시료를 채수하였다.

미세조류 정량분석 : 채수된 해수는 미세조류의 정량분석을 위하여 현장에서 Glutaraldehyde로 희석농도 1%가 되도록 고정하였으며, 일부의 시료는 Chlorophyll *a* 농도 분석을 위하여 dark bottle에 담아 장보고기지의 실험실로 운반하였다.

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 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  $\mu\text{m}$  와 2  $\mu\text{m}$  pore size의 PC membrane filter paper를 이용하여 500-1000 ml의 해수를 순차적으로 걸러준 후 마지막에는 GF/F를 이용하여 필터

하였다. 20  $\mu\text{m}$ , 2  $\mu\text{m}$  와 GF/F 필터페이퍼를 각각을 90% Acetone 10ml에 넣고, 24시간 뒤 현장에서 엽록소-a 농도를 측정하였다. 2  $\mu\text{m}$  이하(극미소), 2-20  $\mu\text{m}$ (미소형), 20  $\mu\text{m}$  이상(소형)으로 엽록소-a 농도의 크기를 구분하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 2018년 미세조류 생물량의 변화

전체 미세조류 생물량(전체 Chl *a* 농도)은 년 평균 0.12  $\mu\text{g L}^{-1}$ 으로 측정되었으며 3월 2일 1.24  $\mu\text{g L}^{-1}$ 으로 작년 최대치인 2월 15일(7.79  $\mu\text{g L}^{-1}$ )보다 낮았다. 월평균 미세조류의 생물량은 최대(0.39  $\mu\text{g L}^{-1}$ )이었으며 대부분의 동계기간에는 낮은 생물량(0.01  $\mu\text{g L}^{-1}$ )이 관찰 되었다(Table 3-5).

세포의 크기가 20  $\mu\text{m}$  이상인 미세조류에 의한 생물량(micro-sized Chl *a* 농도)은 년 평균 0.05  $\mu\text{g L}^{-1}$ 로 나타났으며, 3월 2일(0.80  $\mu\text{g L}^{-1}$ )에 가장 높게 측정 되었다(Fig. 2).

년 평균 미소조류(2-20 $\mu\text{m}$  이하)에 의한 생물량(nano-sized Chl *a*의 농도)은 0.04  $\mu\text{g L}^{-1}$ 으로 측정되었으며, 작년(0.21  $\mu\text{g L}^{-1}$ )에 비해 낮게 나왔다.

년 평균 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl *a*의 농도)는 0.02  $\mu\text{g L}^{-1}$ 이었고, 3월 2일(0.11  $\mu\text{g L}^{-1}$ )에 가장 높게 측정 되었다(Fig. 3-10).

조사지역에서의 미세조류와 환경요인과의 상호관계를 보다 명확하게 인식하고 예측하기 위해서는 미세조류에 영향을 미치는 요인들에 관하여 정확한 측정이 필요하고 중수준까지의 분석이 필요하다. 이러한 연구는 장기적 남극 연안생태계를 이해하고 예측하는데 도움이 될 것이라고 생각된다.

Table 3-5. 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 2018

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	0.250	0.094	0.069	0.065
3	3	0.371	0.139	0.073	0.082
4	4	0.230	0.089	0.055	0.051
5	5				
6	6				
7	7				
8	8	0.113	0.032	0.048	0.035
9	9	0.138	0.067	0.049	0.021
10	10	0.069	0.019	0.033	0.018
11	11	0.191	0.093	0.058	0.034
12	12	0.352	0.135	0.095	0.060
13	13				
14	14				
15	15	0.159	0.078	0.044	0.014
16	16				
17	17	0.174	0.083	0.078	0.016
18	18	0.151	0.074	0.048	0.038
19	19	0.166	0.039	0.038	0.042
20	20				
21	21				
22	22				
23	23	0.368	0.149	0.106	0.072
24	24	0.186	0.060	0.063	0.046
25	25	0.332	0.121	0.106	0.068
26	26	0.731	0.198	0.432	0.053
27	27				
28	28				
29	29	0.619	0.189	0.378	0.070
30	30	0.698	0.147	0.407	0.049
31	31				
Average		0.294	0.100	0.121	0.046
Stdev		0.200	0.051	0.133	0.021
Max		0.731	0.198	0.432	0.082
Min		0.069	0.019	0.033	0.014



Table 3-5. (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	0.250	0.094	0.069	0.065
2	33				
3	34				
4	35				
5	36	0.371	0.139	0.073	0.082
6	37	0.230	0.089	0.055	0.051
7	38				
8	39	0.113	0.032	0.048	0.035
9	40				
10	41				
11	42				
12	43	0.138	0.067	0.049	0.021
13	44				
14	45				
15	46				
16	47				
17	48				
18	49				
19	50				
20	51				
21	52	0.069	0.019	0.033	0.018
22	53	0.352	0.135	0.095	0.060
23	54				
24	55				
25	56				
26	57	0.151	0.074	0.048	0.038
27	58	0.368	0.149	0.106	0.072
28	59				
Average		0.227	0.089	0.064	0.049
Stdev		0.117	0.046	0.024	0.022
Max		0.371	0.149	0.106	0.082
Min		0.069	0.019	0.033	0.018

Table 3-5. (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.
Mar.	Day	Conc. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Conc. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
1	60				
2	61	1.240	0.805	0.267	0.116
3	62				
4	63				
5	64				
6	65	0.661	0.206	0.347	0.115
7	66	0.595	0.321	0.168	0.094
8	67				
9	68	0.541	0.259	0.175	0.048
10	69				
11	70				
12	71	0.294	0.131	0.111	0.049
13	72				
14	73				
15	74				
16	75				
17	76				
18	77				
19	78	0.318	0.165	0.084	0.052
20	79	0.155	0.059	0.052	0.026
21	80	0.157	0.077	0.050	0.027
22	81	0.169	0.089	0.069	0.026
23	82				
24	83				
25	84				
26	85	0.197	0.108	0.055	0.022
27	86				
28	87	0.177	0.090	0.051	0.022
29	88	0.121	0.057	0.039	0.013
30	89				
31	90				
Average		0.385	0.197	0.122	0.051
Stdev		0.329	0.209	0.099	0.037
Max		1.240	0.805	0.347	0.116
Min		0.121	0.057	0.039	0.013

Table 3-5. (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.
Apr.	Day	Conc. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Conc. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
1	91				
2	92				
3	93	0.052	0.018	0.028	0.008
4	94	0.104	0.060	0.033	0.013
5	95				
6	96	0.058	0.020	0.024	0.008
7	97				
8	98				
9	99				
10	100	0.040	0.013	0.020	0.004
11	101	0.061	0.024	0.025	0.009
12	102				
13	103	0.054	0.026	0.022	0.009
14	104				
15	105				
16	106				
17	107				
18	108	0.044	0.017	0.019	0.007
19	109				
20	110	0.037	0.016	0.015	0.005
21	111				
22	112				
23	113	0.038	0.015	0.015	0.007
24	114	0.040	0.015	0.016	0.007
25	115				
26	116	0.037	0.016	0.014	0.008
27	117	0.032	0.011	0.015	0.006
28	118				
29	119				
30	120				
Average		0.050	0.021	0.020	0.008
Stdev		0.020	0.013	0.006	0.002
Max		0.104	0.060	0.033	0.013
Min		0.032	0.011	0.014	0.004

Table 3-5. (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	0.028	0.009	0.013	0.006
2	122	0.028	0.008	0.011	0.005
3	123	0.026	0.010	0.013	0.004
4	124				
5	125				
6	126				
7	127				
8	128	0.022	0.005	0.010	0.003
9	129				
10	130				
11	131	0.025	0.008	0.012	0.005
12	132				
13	133				
14	134				
15	135	0.026	0.008	0.011	0.005
16	136				
17	137	0.025	0.006	0.004	0.011
18	138	0.016	0.005	0.006	0.004
19	139				
20	140				
21	141				
22	142				
23	143	0.024	0.008	0.009	0.006
24	144				
25	145				
26	146				
27	147				
28	148	0.022	0.007	0.009	0.005
29	149	0.024	0.008	0.010	0.005
30	150	0.018	0.004	0.008	0.003
31	151	0.021	0.004	0.007	0.005
Average		0.023	0.007	0.009	0.005
Stdev		0.004	0.002	0.003	0.002
Max		0.028	0.010	0.013	0.011
Min		0.016	0.004	0.004	0.003

Table 3-5. (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				
2	153				
3	154				
4	155				
5	156	0.017	0.005	0.007	0.003
6	157				
7	158	0.014	0.004	0.008	0.002
8	159				
9	160				
10	161				
11	162				
12	163	0.017	0.004	0.007	0.003
13	164				
14	165	0.013	0.004	0.007	0.003
15	166	0.015	0.005	0.007	0.004
16	167				
17	168				
18	169				
19	170				
20	171				
21	172	0.017	0.005	0.008	0.004
22	173				
23	174				
24	175				
25	176	0.018	0.007	0.009	0.004
26	177	0.015	0.003	0.007	0.005
27	178				
28	179				
29	180	0.018	0.004	0.006	0.004
30	181				
Average		0.016	0.005	0.007	0.003
Stdev		0.002	0.001	0.001	0.001
Max		0.018	0.007	0.009	0.005
Min		0.013	0.003	0.006	0.002

Table 3-5. (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.
Jul.	Day	Conc. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Conc. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
1	182				
2	183	0.012	0.004	0.004	0.003
3	184				
4	185				
5	186				
6	187	0.013	0.004	0.006	0.003
7	188				
8	189				
9	190				
10	191	0.006	0.002	0.005	0.002
11	192				
12	193				
13	194	0.008	0.002	0.004	0.003
14	195				
15	196				
16	197	0.007	0.002	0.003	0.003
17	198				
18	199				
19	200				
20	201				
21	202	0.008	0.001	0.003	0.001
22	203				
23	204				
24	205	0.010	0.003	0.004	0.002
25	206				
26	207				
27	208				
28	209	0.009	0.004	0.006	0.002
29	210				
30	211	0.007	0.003	0.003	0.002
31	212				
Average		0.009	0.003	0.004	0.002
Stdev		0.002	0.001	0.001	0.001
Max		0.013	0.004	0.006	0.003
Min		0.006	0.001	0.003	0.001

Table 3-5. (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.
Jul.	Day	Conc. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Conc. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
1	182				
2	183	0.012	0.004	0.004	0.003
3	184				
4	185				
5	186				
6	187	0.013	0.004	0.006	0.003
7	188				
8	189				
9	190				
10	191	0.006	0.002	0.005	0.002
11	192				
12	193				
13	194	0.008	0.002	0.004	0.003
14	195				
15	196				
16	197	0.007	0.002	0.003	0.003
17	198				
18	199				
19	200				
20	201				
21	202	0.008	0.001	0.003	0.001
22	203				
23	204				
24	205	0.010	0.003	0.004	0.002
25	206				
26	207				
27	208				
28	209	0.009	0.004	0.006	0.002
29	210				
30	211	0.007	0.003	0.003	0.002
31	212				
Average		0.009	0.003	0.004	0.002
Stdev		0.002	0.001	0.001	0.001
Max		0.013	0.004	0.006	0.003
Min		0.006	0.001	0.003	0.001



Table 3-5. (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	0.008	0.002	0.003	0.002
2	214				
3	215	0.008	0.003	0.002	0.002
4	216				
5	217				
6	218	0.010	0.002	0.004	0.002
7	219	0.008	0.001	0.004	0.002
8	220				
9	221				
10	222				
11	223				
12	224				
13	225	0.007	0.002	0.003	0.001
14	226	0.007	0.002	0.003	0.002
15	227				
16	228	0.007	0.002	0.003	0.001
17	229				
18	230				
19	231				
20	232	0.006	0.002	0.003	0.001
21	233				
22	234				
23	235				
24	236				
25	237				
26	238				
27	239				
28	240				
29	241				
30	242				
31	243	0.007	0.002	0.003	0.001
Average		0.008	0.002	0.003	0.001
Stdev		0.001	0.000	0.001	0.000
Max		0.010	0.003	0.004	0.002
Min		0.006	0.001	0.002	0.001

Table 3-5. (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				
4	247	0.010	0.003	0.002	0.001
5	248	0.009	0.003	0.003	0.002
6	249				
7	250				
8	251				
9	252				
10	253				
11	254	0.006	0.002	0.003	0.001
12	255	0.008	0.003	0.004	0.002
13	256				
14	257	0.008	0.002	0.003	0.002
15	258				
16	259				
17	260				
18	261	0.007	0.003	0.003	0.001
19	262				
20	263				
21	264	0.010	0.005	0.004	0.002
22	265				
23	266				
24	267				
25	268				
26	269	0.011	0.006	0.003	0.001
27	270				
28	271				
29	272				
30	273				
Average		0.009	0.003	0.003	0.002
Stdev		0.002	0.001	0.001	0.000
Max		0.011	0.006	0.004	0.002
Min		0.006	0.002	0.002	0.001

Table 3-5. (continued)

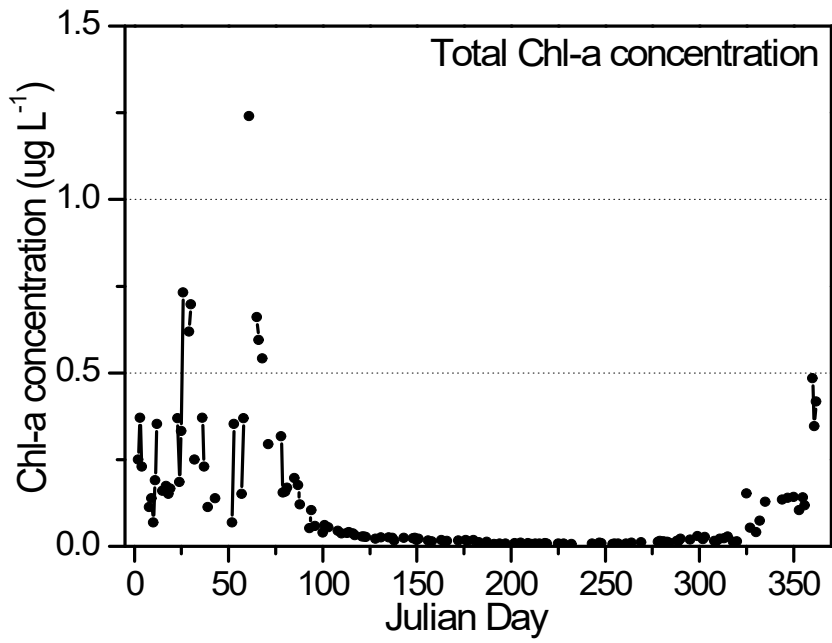
Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i> Conc.	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Oct.	Day	Conc. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Conc. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
1	274				
2	275				
3	276				
4	277				
5	278	0.013	0.008	0.006	0.001
6	279	0.016	0.008	0.006	0.003
7	280				
8	281	0.014	0.008	0.004	0.002
9	282				
10	283	0.013	0.006	0.003	0.002
11	284	0.011	0.007	0.003	0.002
12	285				
13	286				
14	287				
15	288	0.015	0.011	0.003	0.002
16	289	0.015	0.008	0.003	0.003
17	290	0.022	0.014	0.004	0.004
18	291				
19	292				
20	293				
21	294				
22	295	0.019	0.011	0.006	0.004
23	296				
24	297				
25	298				
26	299	0.030	0.015	0.008	0.005
27	300				
28	301				
29	302	0.020	0.012	0.004	0.004
30	303	0.027	0.016	0.006	0.006
31	304				
Average		0.018	0.010	0.005	0.003
Stdev		0.006	0.003	0.002	0.002
Max		0.030	0.016	0.008	0.006
Min		0.011	0.006	0.003	0.001

Table 3-5. (continued)

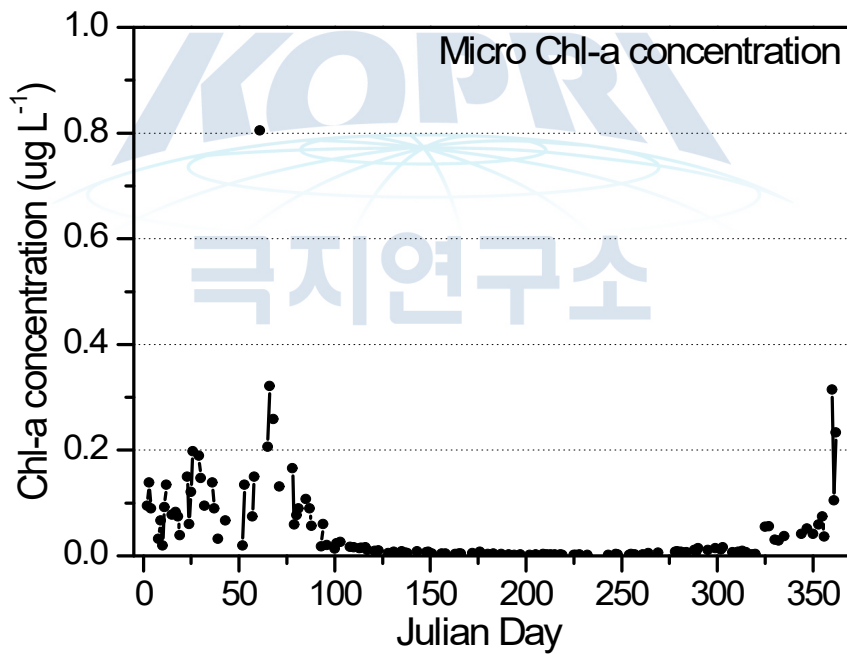
Date	Julian	Total Chl <i>a</i>	Micro Chl <i>a</i> Conc.	Nano Chl <i>a</i>	Pico Chl <i>a</i> Conc.
Nov.	Day	Conc. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Conc. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
1	305				
2	306				
3	307				
4	308	0.015	0.007	0.005	0.005
5	309	0.014	0.005	0.004	0.004
6	310				
7	311	0.022	0.008	0.005	0.007
8	312				
9	313	0.023	0.009	0.011	0.006
10	314				
11	315	0.027	0.006	0.009	0.011
12	316				
13	317				
14	318	0.013	0.003	0.005	0.009
15	319				
16	320	0.014	0.004	0.005	0.004
17	321				
18	322				
19	323				
20	324				
21	325	0.152	0.055	0.083	0.017
22	326				
23	327	0.053	0.056	0.040	0.017
24	328				
25	329				
26	330	0.041	0.030	0.026	0.014
27	331				
28	332	0.074	0.029	0.024	0.017
29	333				
30	334				
Average		0.041	0.019	0.020	0.010
Stdev		0.042	0.020	0.024	0.005
Max		0.152	0.056	0.083	0.017
Min		0.013	0.003	0.004	0.004

Table 3-5. (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.
Dec.	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	0.128	0.037	0.048	0.028
2	336				
3	337				
4	338				
5	339				
6	340				
7	341				
8	342				
9	343				
10	344	0.135	0.042	0.037	0.040
11	345				
12	346				
13	347	0.140	0.051	0.043	0.048
14	348				
15	349				
16	350	0.143	0.042	0.033	0.031
17	351				
18	352				
19	353	0.105	0.059	0.040	0.038
20	354				
21	355	0.140	0.074	0.062	0.033
22	356	0.118	0.036	0.037	0.032
23	357				
24	358				
25	359				
26	360	0.485	0.315	0.169	0.061
27	361	0.347	0.105	0.114	0.054
28	362	0.417	0.233	0.133	0.054
29	363				
30	364				
31	365				
Average		0.216	0.099	0.072	0.042
Stdev		0.142	0.096	0.049	0.011
Max		0.485	0.315	0.169	0.061
Min		0.105	0.036	0.033	0.028

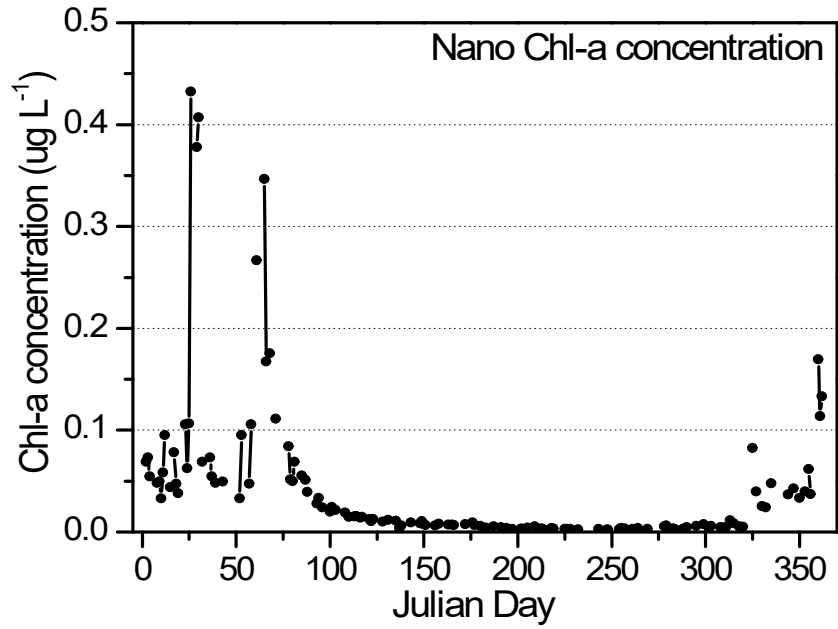


(a) Total Chl *a* concentration

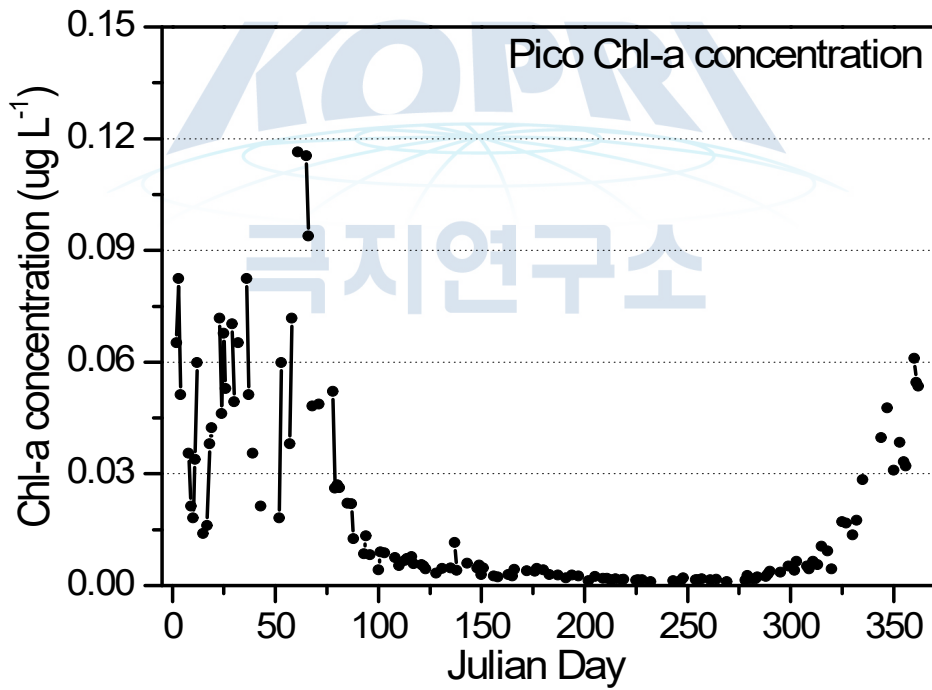


(b) Micro-sized Chl *a* concentration

Fig. 3-10. Temporal variation of total Chl *a* concentration measured at the near shore station from January to December 2018. (a) total Chl *a* concentration, (b) micro-sized Chl *a* concentration.



(a) Nano-sized Chl *a* concentration



(b) Pico-sized Chl *a* concentration

Fig. 3-11. Temporal variation of total Chl *a* concentration measured at the near shore station from January to December 2018. (a) nano-sized Chl *a* concentration, (b) pico-sized Chl *a* concentration.



# Temporal variation of microalgae in the surface water of Jang Bogo Station, Antarctic, 2018

Misa Jeon, Sang Hoon Park, 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 2018 at a Jang Bogo station in Antarctica. Annual mean of total phytoplankton biomass (total Chl *a* concentration) was  $0.12 \mu\text{g L}^{-1}$ , the lowest phytoplankton biomass ( $0.50 \mu\text{g L}^{-1}$ ) was appeared on 2 March ( $1.24 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Annual mean phytoplankton biomass (micro-sized Chl *a* concentration) was  $0.05 \mu\text{g L}^{-1}$ . Annual mean phytoplankton biomass (nano-sized Chl *a* concentration) was  $0.04 \mu\text{g L}^{-1}$ . Annual mean pico-sized phytoplankton biomass (pico-sized Chl *a* concentration) was  $0.02 \mu\text{g L}^{-1}$ .

## 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, J.-S., S.-H. Kang, and J. H. Lee, 1999. Cryophilic diatoms *Navicula glaciei/perminuta* in an Antarctic coastal environment: morphology and ecology. *Korean J. Phycol. (Algae)* **14** : 1-10.
- Kang, J.-S., S.-H. Kang, J. H. Lee, D. W. Choi, and S. Lee. 2000. Seasonal variation of microalgae in the surface water of Marian Cove, King George Island, the Antarctic 1998/1999. *Korean J. Environ. Biol.* **18**: 21-31.
- Kang, J.-S., S.-H. Kang, J. H. Lee, K.-H. Chung, and M.-Y. Lee, 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, J.-S., S.-H. Kang, J. H. Lee, and S. Lee 2002. Seasonal variation of microalgae and environmental factors in Marian Cove, King George Island, Antarctica, 1996. Marine Ecology Progress Series. **229**:19-32.
- Kang, S.-H., J.-S. Kang, K.-H. Chung, M.-Y. Lee, B. Y. Lee, H. Chung, Y. Kim, and D.-Y. Kim, 1997. Seasonal variation of nearshore Antarctic microalgae and environmental factors in Marian Cove, King George Island, 1996. *Korean J. Polar Res.* **8** : 9-27.
- Kim, H. C., S. R. Yang, S. J. Pae, and J. H. Shim, 1998. The seasonal variation of primary productivity in the Antarctic coastal ecosystems. *J. Korean Soc. Oceanogr.* **3** : 80-89.
- Krebs, W. N., 1983. Ecology of neritic marine diatoms, Authur Harbor, Antarctica. *Micropaleontology* **29** : 267-297.
- 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, W.O., Jr., 1987. Phytoplankton dynamics in marginal ice zones. Annual Review of Oceanography and Marine Biology. **25**, 11-38.

## 제 3 절

### 2018/19년 남극 장보고기지 연안생태 생물상 모니터링

김사홍<sup>2</sup>, 김상희<sup>1</sup>, 김지희<sup>1</sup>, 김현진<sup>2</sup>, 최한구<sup>1</sup>,

한국해양과학기술원 부설 극지연구소<sup>1</sup>

(주)인더씨코리아<sup>2</sup>

**요 약** : 본 연구는 장보고 기지 운영과 인간 활동으로 인해 해양으로 유출되는 오염수 등이 저서 생물과 동물플랑크톤 등 해양생물에 미치는 영향을 파악하고 환경에 미치는 영향을 최소화 하는데 목적이 있다. 2018/19년 하계기간에 장보고과학기지 주변 연안의 수중 저서환경조사를 수행하여 주요 서식종들의 분포, 깊이별 서식지 특성, 생물자료 채집, CTD, Biologger 등 장기관측장비를 회수하고 재설치하였다. 저서무척추동물 군집 조사를 위해 20m 수심에 transect line들을 설치하였고 비디오연속촬영으로 사진자료를 확보하였으며 50 x 50 cm 격자분석법으로 생물들의 피도를 계산하였다. 특히 테라노바 지역에 대표종인 남극가리비 (*Adamussium* sp.)의 대량군집지를 수심 25 m에서 발견하였고 향후 개체군 변동을 파악하기 위해 군집 연령을 조사 중이다.

## 1. 서론

남극대륙은 인류의 영향을 적게 받은 마지막 청정대륙이며, 고립된 단순환 극지환경으로 상대적으로 작은 변화에도 민감하게 영향을 받는 지역이기도 하다. 남극에 상주하고 있는 기지들은 화석연료를 사용하고 생활하수를 방출하는 등 다양한 형태의 화학물질로 남극 환경을 오염시키고 있다. 특히 오염수를 다양한 시설과 방식으로 처리하고 있으나 경우에 따라 많은 양은 바다로 직접 방출하고 있다 (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).

오랫동안 청정 해역에서 서식해 온 남극 해양생물들은 인간의 활동에 의해 발생된 이러한 오염물질에 매우 취약할 수 있다. 특히 수중 유류오염의 대부분은 육상에서의 인간 활동으로부터 발생하며 원유와 정제유가 해양까지 도달한다. 화학섬유, 세제, 플라스틱제품 등에서 유래된 성분들이 해양바닥으로 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, 이탈리아 연안 국제공동연구팀을 결성해서 각 기지 주변 해역을 거점으로 정해서 장기관측지점을 매년 조사 중이다.

남극장보고과학기지 운영으로 비롯되는 주변 해양환경 영향을 파악하기 위해 저서생태계 변화상에 대한 주기적 조사가 필요하다. 기지에서 주변 해역으로 배출되는 생활하수 등 인간활동이 해양저서 생물에 미치는 영향을 조사하기 위해 2014/2015년 해양저서생물 관측 시스템 설치를 시작하여 2016/2017년에는 해양생물 전반에 관한 조사가 이루어졌다. 2018/2019년 3번째 탐사를 통해 장보고기지 주변 해역의 생물다양성에 대한 기초정보를 확보하였고 저서생태계 변화 양상을 모니터링 할 수 있는 기반을 마련하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 조사 지역

2017년 조사지점(Table 3-6) 이 결빙되어 조사지점(Fig. 3-12)을 변경하였다.

Table 3-6. The locations of survey area

조사 지역	시설좌표(WGS-84)			
	시작점	수심	끝점	수심
Transect Line 1	S 74°37'38.5" E 164°14'26.2"	6m	S 74°37'37.1" E 164°14'27.5"	12m
Transect Line 2	S 74°37'39.1" E 164°14'26.9"	6m	S 74°37'38.9" E 164°14'33.5"	16m
Transect Line 3	S 74°37'39.8" E 164°14'27.0"	6m	S 74°37'40.6" E 164°14'33.7"	16m

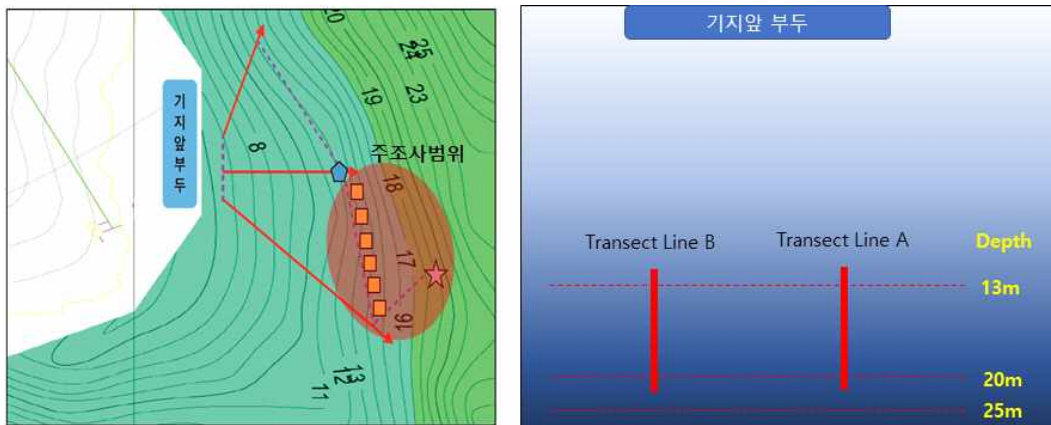


Fig. 3-12. Actual survey location around Jang Bogo Station.

나. 조사내용

- 1) 저서 생태계 군집 및 종 다양성 파악
  - 저서생태계 군집구조 파악을 위한 정량조사
  - 저서 무척추동물 종 다양성 파악 및 표본 확보
  - 해조류 및 무척추동물 군집구조 파악을 위한 방형구 촬영
- 2) 주요 해양생물 개체군 변동양상 파악
  - 가리비(Adamussium sp.) 개체군 동태 파악을 위한 실험 디자인 및 분석용 가리비 개체확보
- 3) 수중 설치 장비 유지 보수
  - ARMS 회수 및 수중 보존상태 확인, 정비
  - 바이오로거 설치상태 확인, 수거 및 재설치
  - 기타 수중관측장비 회수 및 재설치

#### 4) 분석용 시료 채취

- 물질분석용 시료(해면, 불가사리, 성게, 끈벌레) 채집 및 냉동 처리
- 부두앞 해수 채수 2L x 2개
- 부두 앞 표층퇴적물 채집(수심10m, 25m에서 500g용 코어 각각 3개씩)

#### 다. 조사방법

##### 1) 저서무척추동물 군집조사

수심 13~25 m까지 수직으로 조사라인을 설치하였으며, 조사라인을 따라 줄자를 놓고 비디오 연속촬영을 실시하였다(Fig 3-13). 수직 Transect Line은 15m 간격으로 2줄을 설치하였고 수평 TL은 22 m, 20 m, 18 m 수심에 각각 25 m 길이의 줄자를 설치하였다. 또한 가리비 서식지역인 수심 25m에 25m 길이의 줄자 2개를 설치하였다. 비디오 연속촬영은 RX100 소니카메라(비디오 겸용)와 전용하우징을 사용하였고, 라이트는 KELDON Light를 사용하여 촬영하였다.

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.

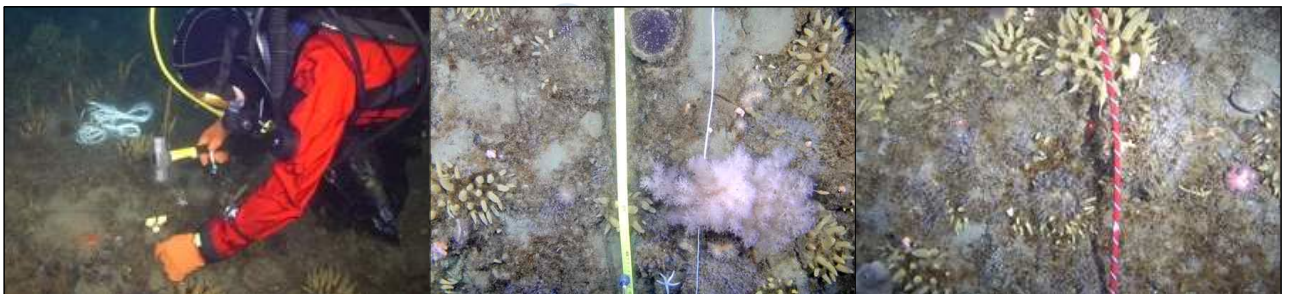


Fig. 3-13. Underwater Transect Line Installation and Video Quantification.

##### 2) 주요 해양생물 개체군 변동과악

수중에서 남극가리비(*Adamussium* sp.) 약 50개체를 채집하여 지퍼백에 해수와 함께 넣고 밀봉하였다.

##### 3) 해양생물 시료채취

종다양성 연구 및 물질 분석연구 등을 위해 수중에서 저서생물 표본을 종별로 채집하였으며, 지퍼백에 해수와 함께 밀봉하여 표본이 손상되지 않게 하였다. 채집된 표본은 기지실험실에서 종별로 구분하여 냉동보관 하였다. 채집된 표본은 표본 클리닝-마취 및 표본사진촬영-표본고정 및 냉동의 절차를 거쳤다 (Fig. 3-14).





Fig. 3-14. Collection and processing of Benthic organism.

오염물질 분석을 위해 성게(*Sterechinus neumayeri*)와 불가사리(*Odontaster validus*), 끈벌레, 해면동물 등의 표본을 각각 3개체씩 이상씩 채집한 후 밀폐용기에 넣고 즉시 냉동하였다.

수심 10 m에서 750 ml 코어 샘플러를 이용하여 sediment를 채집하였다. 실험실에서 1 L Nalgen 용기에 해수와 함께 담은 후 즉시 냉동하였다. 또한 10 m 수심에서 4 L 멸균 채수병으로 해수를 채수하였고, 채수 후 즉시 냉동하였다.

#### 4) 관측장비 회수 및 처리



Fig. 3-15. Collecting and installation of underwater biogger and long-term observation equipment.

2017년에 설치된 6개의 ARMS중에서 2018년 3월에 수거한 no-4를 제외하고 남아 있는 no-1, 2, 3, 5, 6번의 시설상태와 부착생물 부착상태를 촬영하였으며, 수거하지 않았다(Fig. 3-15).

바이오로거를 암반에서 분리하고 수중부이를 이용하여 운반하였으며, 연구실에서 각 부위 해체 후 데이터를 다운로드 받았다. 프로그램은 Yoyo와 Echo-watch 프로그램을 이용하였다. Data 다운로드 부위별로 결합 후 원래 시설위치에 재설치하였다.

#### 5) 기지 잠수운영시설 점검

잠수용 Compressor 작동상태를 점검하였고, 최초 사용전 엔진오일, 컴프레서 오일,



활성탄소 필터, 2차 에어 필터 등을 확인하였다. 매 사용 시 마다 컴프레서 몸체와 주변에 오일의 유출 흔적이 있는지 여부를 확인하였고, 충전 시간, 충전탱크 개수, 충전압력 등을 기록 하였다. 기지 보트동내에 있는 잠수장비 보관함의 장비상태를 확인하였으며, 관리가 필요한 장비를 포장하여 국내로 반출하였다.

### 3. 결과

#### 가. 출현종 목록

2019년 2~3월 장보고기지 주변 수중에서 촬영된 채집 또는 확인된 저서생물을 확인한 결과 총 58종의 저서생물이 확인되었으며, 이 가운데 41(00%)종이 종 수준까지 동정되었다. 채집된 저서생물은 조류(algae) 3종, 어류 2종, 무척추동물 53종으로 구성된다. 조사 중에 해양포유류는 총 3종이 확인되었다. 무척추동물 분류군별 출현종수를 보면 해면동물 14종, 자포동물 9종, 유형동물 1종, 환형동물 5종, 연체동물문 8종, 절지동물 4종, 극피동물문 8종, 척삭동물 명계류 1종 등이었다. 무척추동물 가운데 우점종은 해면동물인 *Sphaerotylus antarcticus*, *Polymastia invaginata* 이며, 산호충류의 *Clavularia frankliniana*, *Alcyonium antarcticum*, 유형동물의 *Parborlasia corrugatus*, 연체동물의 *Laternula elliptica*와 *Adamussium colbecki*, 극피동물의 *Odontaster validus* 등으로 나타났다.

Table 3-7. Dominant benthic invertebrates around Jang Bogo station

순위	출현종		피도(%/m <sup>2</sup> )	점유율(%)
1	<i>Sphaerotylus antarcticus</i>	Porifera	48.3	63.5
2	<i>Polymastia invaginata</i>	Porifera	14.5	19.1
3	<i>Clavularia frankliniana</i>	Cnidaria	7.8	10.2
4	<i>Homaxinella balfourensis</i>	Porifera	3.0	3.9
5	<i>Gersemia antarctica</i>	Cnidaria	2.5	2.9

#### 나. 생물관측장비 ARMS

ARMS (인공부착판): 2015/16년 장보고기지 부두 앞 수심 13~15m 범위에 설치한 있는 ARMS의 시설상태를 확인한 결과 부착판에는 육안으로 뚜렷이 확인되는 부착생물이 없었으며, 부유물질과 규조류 일부만이 확인되었다. 수중에 설치된 ARMS는 외부 충격에 의해 훼손된 부분도 있었는데, 총 5개의 ARMS 중에서 no-3과 no-6의 상태가 비교적 양호하였고, no-1과 no-2sms 뒤틀려 있었으며, no-05sms 상부판이 파손되었다.

#### 다. Biologger

부두앞 바이오로거(bio-logger 1)는 수심 약 17m 지점에 설치되어 있었으며 2017년

1월경 처음 투입되었고, 2018년 3월 수거하여 데이터를 다운로드 한 후 재설한 상태였다. 수중에 설치된 바이오로거의 상태를 확인한 수 수심을 기록하였고, 수중 부력기를 이용하여 수거하였다. 수거한 바이오로거는 담수로 Washing한 후 건조시켰으며, 물기가 없는 상태에서 각각의 부속을 해체하였다. 다운로드는 Yoyo와 Echo-watch 프로그램을 이용하였으며, Data는 해당 전문가에게 메일로 전송하였다. 데이터 다운로드를 마친 후 각 부위의 누수상태를 확인하였고 배터리를 교체 한 후 원래위치에 재설치 하였다. 콘드와나기지 바이오로거(bio-logger 2)는 뉴질랜드에서 보내진 기기으로써 부품속을 교체하고 전원 및 로깅 상태를 확인 후 콘드와나 기지 앞에 신규로 설치하였다 (Fig. 3-16).



Fig. 3-16. Bio logger recovery, data download, and installation.

#### 라. CTD, WLR, ADCP

CTD-1은 부두 앞 바이오로거 주변에 설치하였으며, CTD-2는 취수장 수심 5m 정도에 설치하였다. 또한 수온센서는 콘드와나 기지에 투여되어 있다. 그밖에 2018년 11월 콘드와나 기지 앞에 투여된 조위계(WLR)와 ADCP는 안정적으로 고정되어 있는 것을 확인하였다 (Fig. 3-17).



Fig. 3-17. CTD and water temperature sensor installed in water.

#### 4. 고찰

남극장보고과학기지 운영과 인간활동이 주변 해양환경에 미치는 영향을 파악하기 위해 저서 생태계 변화상에 대한 주기적 조사가 필요하다. 현재까지 확인된 저서생물은

총 58종이었으며, 이 가운데 41(00%)종이 종 수준까지 동정되었다. 채집된 저서생물은 조류(algae) 3종, 어류 2종, 무척추동물 53종으로 구성된다. 조사 중에 해양포유류는 총 3종이 확인되었다. 우점종은 해면동물인 *Sphaerotylus antarcticus*, *Polymastia invaginata*이며, 산호충류의 *Clavularia frankliniana*, *Alcyonium antarcticum*, 유형동물의 *Parborlasia corrugatus*, 연체동물의 *Laternula elliptica*와 *Adamussium colbecki*, 극피동물의 *Odontaster validus* 등으로 나타났다. 가장 우점한 종은 2018년과 동일하게 해면동물인 *Sphaerotylus antarcticus* 이었으며 피도는 48.3%/m<sup>2</sup> 점유도는 63.5%인 것으로 나타났다. 차순위 우점종은 *Polymastia invaginata*로써 점유율은 19.1%, 피도는 14.5%/m<sup>2</sup>이었으며 *Clavularia frankliniana*는 점유율 10.2%, 피도 7.8%/m<sup>2</sup>로 나타났다. 연산호인 *Gersemia antarctica*는 22~25m 수심 내외에서 우점하였는데, 점유율은 2.9%, 피도 2.5%/m<sup>2</sup>이었다. 수심별 군집구조를 보면, 상부 수심에서 저서무척추동물은 약 5.9%/m<sup>2</sup>의 평균피도를 보였으며 *Sphaerotylus antarcticus* (POR)가 4.3%/m<sup>2</sup>로 우점하였다. 중부수심에서는 약 72.0%/m<sup>2</sup>의 피도였으며 *Sphaerotylus antarcticus* (POR)가 57.5%/m<sup>2</sup>로 우점하였고 차순위로 *Polymastia invaginata* (POR)가 18.4%/m<sup>2</sup>로 나타났다. 하부수심의 평균피도는 27.2%/m<sup>2</sup>이었고 *Adamussium colbecki* (MOL)이 14.8%/m<sup>2</sup>로 우점하였고 다음으로 *Gersemia antarctica*가 10.9%/m<sup>2</sup>로 우점하였다. 따라서 수심에 따라 군집 구조와 우점종 양상이 차이를 보이는 것으로 나타났다.

장보고 기지가 속해 있는 테라노바 만(Terra Nova Bay)은 남극 로스해(Ross Sea) 중에서도 대표적인 청정지역으로써 MPA로 지정되었다. 따라서 극지 해양생태계를 장기적으로 모니터링하기에 적합한 지역일 뿐만 아니라 다양한 생물학적 현상들이 귀중한 자료를 제공한다. 남극 연안환경의 핵심지역인 장보고기지 주변해역을 대상으로 생물종 다양성에 대한 기초정보를 확보하고, 수중 관측장비 관리를 통해 해양환경변화를 기록하여 기지운영과 인간활동 영향을 최소화 할 수 있도록 연안생태계 변화 양상을 매년 모니터링하는 것이 중요하다.

The effects of human activities on marine communities on the coast near Jang Bogo Station during the 2018/19

*Sa-Heung Kim<sup>2</sup>, Sanghee Kim<sup>1</sup>, Jee Hee Kim<sup>1</sup>, Hyun Jin Kim<sup>2</sup>, Han-Gu Choi<sup>1</sup>*

*Korea Polar Research Institute, KIOST<sup>1</sup>*

*INTHESEA KOREA Inc.<sup>2</sup>*

**Abstract** : The purpose of this study is to understand the effects of sewage flowing into the ocean due to the operation of Jang Bogo st. and human activities on benthic ecosystem and to minimize environmental impacts. In the summer activity of 2018/19, the underwater benthic environment survey of the coastal area around Jang Bogo st. was carried out to collect and re-establish the distribution of major species, habitat characteristics by depth, long-term observation equipment such as sediment collection, CTD and Biologger. Transect lines were installed at 20m depth to investigate the invertebrate community of the benthic ecosystem. Photographic data were obtained by video sequential photographs and the figure of the dominant species was calculated by 50 × 50cm grid method. In particular, massive clusters of Antarctic scallop (*Adamussium* sp.), A representative species in the Terra Nova region, were found at depths of 25 m and The population ratio by age will be investigated in order to identify community structure and future change.

## 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 4 장

### 장보고과학기지 기반 환경요인 장기 모니터링

#### 제 1 절

#### 장보고기지주변 기상 모니터링

최태진<sup>1</sup>, 유재일<sup>1</sup>, 서원석<sup>1,2</sup>, 김제원<sup>1,2</sup>, 안서희<sup>1,3</sup>, 5차 월동연구대

한국해양과학기술원 부설 극지연구소<sup>1</sup>  
강릉원주대학교 자연과학대학 대기환경과학과<sup>2</sup>  
과학기술연합대학원대학교 극지과학전공<sup>3</sup>

### 극지연구소

**요 약** : 2018년 1월 1일부터 12월 31일까지 남극장보고과학기지에서 자동종관기상관측 시스템과 목측으로부터 획득된 기상 요소의 변화 특성을 분석하고, 일별, 월별, 연별 통계량과 각종 기상현상의 발생일수 등을 연보로 정리하였다. 2018년 연평균기압은 984.8 hPa (최고 1010.1 hPa, 최저 945.4 hPa)이었다. 연평균 기온은  $-14.9\text{ }^{\circ}\text{C}$  (최고  $5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 최저  $-37.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ )로, 이전 3년(2015년부터 2017년)간 평균보다  $0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  높았다. 연평균 풍속은  $4.9\text{ ms}^{-1}$  (순간 최대  $39.5\text{ ms}^{-1}$ )이었고 이전 3년간 평균과 비교하여 평균 풍속은 높았으나, 순간 최대 풍속은 낮았다. 연중 주풍향은 서풍계열(SWW~NWW)이 가장 우세(47.7%)하였고, 여름철(1월, 11~12월)은 다른 계절에 비해 북동~동풍계열의 바람의 비율이 높은 경향을 보였다. 평균 습도는 56 %, 운량은 3.3 oktas였다. 폭풍설(blizzard) 발생회수는 총 10 회이었다. 2018년 기지 앞바다의 결빙이 되지 않은 날은 19일로 지난 3년 결빙 일수에 비해 적었다.



## 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 2018년 자동종관기상관측시스템에 의해 측정되고 기상대원이 목측한 주요 기상 통계량을 소개하고 과거 3년 통계량과 비교한다. 그리고 모든 기상 통계량은 기상연보로 제시된다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 연구 지역

자동종관기상관측시스템(ASOS)은 기지 본관동으로부터 약 150m 북쪽에 떨어진 관측 노장에 설치되어 있다. 관측 노장의 해발고도는 약 28 m로 기지 본관동 (해발고도 17 m)보다 약 10m 높다. 노장에는 기상 센서를 운영하기 위한 10 m 타워가 세워져 있으며, 이 타워로부터 약 10 m 남쪽에 경계층관측동이 위치하고 있다. 경계층관측동의 높이가 약 4m 의 건물이지만, 기상 타워로부터 충분한 이격 거리를 확보하고 있어, 기상 관측에 영향은 적은 것으로 판단된다. 관측 노장은 지표 평탄화 작업 후 모래 포설이 되었다. 관측노장 주변 지형은 대체로 경사가 없으나, 서쪽으로 가면서 점차 경사가 커지는 지형이다. 관측 노장의 서쪽으로 해발고도 760 m 높이의 브라우닝산이 위치하고, 북쪽 약 120 km 떨어진 곳에 뿔머리 화산(해발고도 2,732 m)이 있다. 노장의 동쪽으로 약 150 m에 해안선이 위치하고 있고, 그 뒤로 캠벨빙하가 남북방향으로 뻗어있다.

### 나. 관측

장보고기지 ASOS는 기상 센서가 설치된 10m 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 방식으로 감지부를 통과하는 공기의 움직임으로 2차원적으로 해석하여 풍향과 풍속을 산출한다. 1.6m 높이에 설치된 온습도계는 태양 복사에 의한 가열을 방지하기 위하여 차광

통 (radiation shield) 안에 설치되어 있다. 기압계는 집록기 및 전원함체 안에 설치되어 있다. 장보고기지에서의 강수 관측은 무게식 우량계를 사용하며, 연중 기온이 영하에 머물러 부동액(polypropylene glycol)을 충전하여 측정하고 있다. 강설보다 강풍에 날리는 눈이 많아 강풍에 날리는 눈이 관측되지 않도록 바람막이가 설치되어 있다. 시정현 천계는 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 때 부터 사용하였으나, 고장으로 관측값이 산출되지 않아, 2018년 11월부터 새 장비 (SR-50)로 교체되었다. 기지는 활강풍에 의한 적설이 우세하여, 초음파적설계에서 산출 되는 최심적설은 실제 기상현상을 반영하지 못하는 문제가 있다. 이에 적설량 산정은 초음파적설계의 산출값을 참고하되, 기상대원이 적설관의 목측을 기반으로 월보에 적설 량을 기재하였다. 전천일사량은 기상타워의 최상단에 설치된 순복사계에서 관측값을 이 용하여 일적산 일사량을 산출 후 월보에 기재하였다. 각 장비별 상세 내역은 Table 4-1 에서 확인할 수 있다.

장보고기지에서 기상대원이 수행하는 목측요소는 수평시정, 운고/운량/운형, 해상상 태(유빙, 거칠기) 등이다. 기상대원이 이들 목측요소를 매 3시간마다 관측하여 일 대푯 값을 산출하여 월보에 기재하였다. 기상타워 주변에 설치된 운고계에서 상층/중층/하층 운의 고도 및 두께, 운량 등이 산출되나, 이는 참고용으로 활용하였고, 기상대원의 목측 이 우선 고려되었다.



Table 4-1. 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 <sup>a</sup>	IRU-9429S	APG	1.45m
Sonic Ranger	SR-50	Campbell Sci.	1.45m
Snow Gauge	-	-	Ground
Net Radiometer	CNR4	Kipp&Zonen	10.5m

<sup>a</sup> Replaced by SR-50 in November, 2018

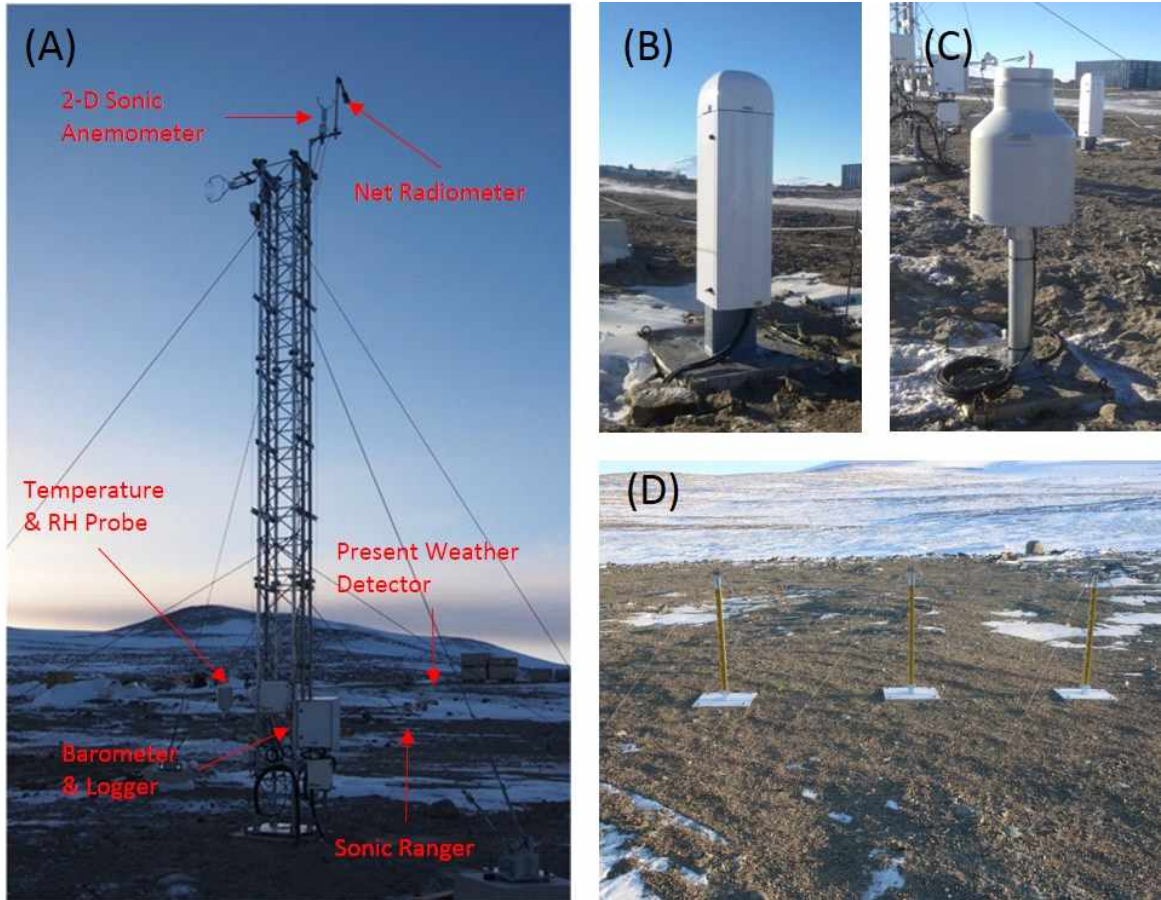


Fig. 4-1. ASOS Instruments. (A) Tower, (B) Ceilometer, (C) Rain Gauge, (D) Snow Gauge

다. 자료 획득 및 저장

목측 요소(적설, 구름, 해상 상태 등)를 제외한 나머지 관측요소는 ASOS의 집록기의 CF카드에 기록되며 기상대원이 매일 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 매일 연구소 서버로 전송되며, 검증 작업이 마무리된 자료는 자료 활용이 가능하도록 극지데이터센터(KPDC)에 이관할 예정이다.

### 3. 결과 및 고찰

여기서는 2018년 기상 특성을 분석하고, 지난 3년 현상과 비교 분석한다. 2018년 장보고기지 기상 연보는 본 보고서의 부록 1에 수록 하였다.

## 가. 기상

2018년 장보기기지의 연평균 기압은 984.8 hPa이었으며, 945 hPa(9월 4일)에서 1010 hPa(7월 31일)의 범위를 보였다(Fig 4-2). 북사 냉각이 강한 가을~겨울철(3~8월)에는 월평균 기압이 높았으며, 로스해 해역에서 저기압이 발달하여 기지에 영향을 준 봄철(9~11월)에는 기압이 대체로 낮았다. 특히 9월은 강설을 수반한 저기압의 통과가 관측되었다. 과거 3년(2015~2017년)과 비교하여 비슷한 평균(984.3 hPa)과 패턴을 보였다. 2018년 연평균 기온은  $-14.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ 으로 과거 3년 평균 기온( $-15.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ )보다 다소 높았다. 연중 최고 기온은 1월 19일에 기록된  $5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이었고, 최저 기온은 7월 12일에 관측된  $-37.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이었으며, 이는 장보고기지에서 2014년 4월 기상 관측을 시작한 이후로 가장 낮은 기온이었다. 월평균 최고 및 최저 기온은 각각  $-1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (12월),  $-24.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (8월)이었다. 연평균 습도는 56 %였고, 최솟값은 9월 10일 관측된 12 %였으며, 연평균 이슬점은  $-22.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이었다. 연평균 풍속은  $4.9\text{ ms}^{-1}$ 으로 월평균 풍속이  $2.8\text{ ms}^{-1}$ (8월)에서  $6.8\text{ ms}^{-1}$ (7월)의 범위를 보였다(Fig 4-3). 순간 최대 풍속(gust)은 7월 22일 관측된  $39.5\text{ ms}^{-1}$ 이었다. 이전 3년 관측과 비교하여 연평균 풍속은 3년 평균 풍속( $4.3\text{ ms}^{-1}$ )에 비해 다소 강했지만, 최대 순간 돌풍의 크기는 작았다. 연중 서풍 계열의 풍향(SWW~NWW)이 차지하는 비율이 47.7%로 타 풍향에 비해 월등히 우세했으며, 북서풍 ~ 북풍(NW ~ N, 22.1%)까지 감안하면 기지의 270~360도 방향에서 불어오는 바람이 약 70 %를 차지하였다. 특히 8m/s 이상의 활강풍은 대부분 서풍 계열(SWW~NWW)로 기지의 서쪽 브라우닝산을 넘어오거나, 북서쪽으로 돌아들어오는 경우가 대부분이었다. 11월부터 다음해 1월까지의 북북서풍~동풍(NNE ~ E) 비율이 20 %를 상회하여(각각 21.1, 24.6, 29.4, %)연중 바람장이 다른 기간과 다른 양상을 보였다. 그리고 4, 7, 8, 10월에는 북풍(N)의 비율이 10%(각각 14.2, 11.0, 13.3, 11.7%)를 상회하였는데, 이는 하계 해빙이 녹고, 또한 남쪽에 위치한 폴리냐 발달 정도에 따라 저기압의 발달 정도에 따라 풍계가 다르게 형성되는 것으로 추정된다.

2018년 평균 운량은 3.3 oktas로 과거 3년 평균 운량(3.8 oktas)보다 적었고, 맑은 날(일평균 운량이 2 oktas 이하인 날)의 수가 141일로 과거 3년보다 맑은 날의 평균(106일)보다 35일 많았다(Fig 4-4). 2월부터 11월까지는 맑은 날 수가 10일 이상 관측되었고, 5월과 7월에 가장 많은 17일이 관측되었다. 반면 1월과 12월에는 맑은 날 수도 10일 미만이었으며, 특히 1월과 12월의 평균 운량은 4 oktas보다 높았다. 2018년 블리자드 발생횟수는 총 10회로 관측된 시간은 약 73시간이었다. 6월과 10월 각 3회로 가장 높은 빈도로 발생하였고, 1월~4월, 8월~9월, 11월은 블리자드가 불지 않았다. 2018년은 지난 3년간 평균 발생횟수(16회, 2015년 18회, 2016년 11회, 2017년 19회)에 비해 현저히 적어 2015년 이후 블리자드가 적게 발생한 해로 기록되었다. 그러나 2018년의 블리



자드 지속 시간은 지난 3년 평균(87시간)에 근접하였다.

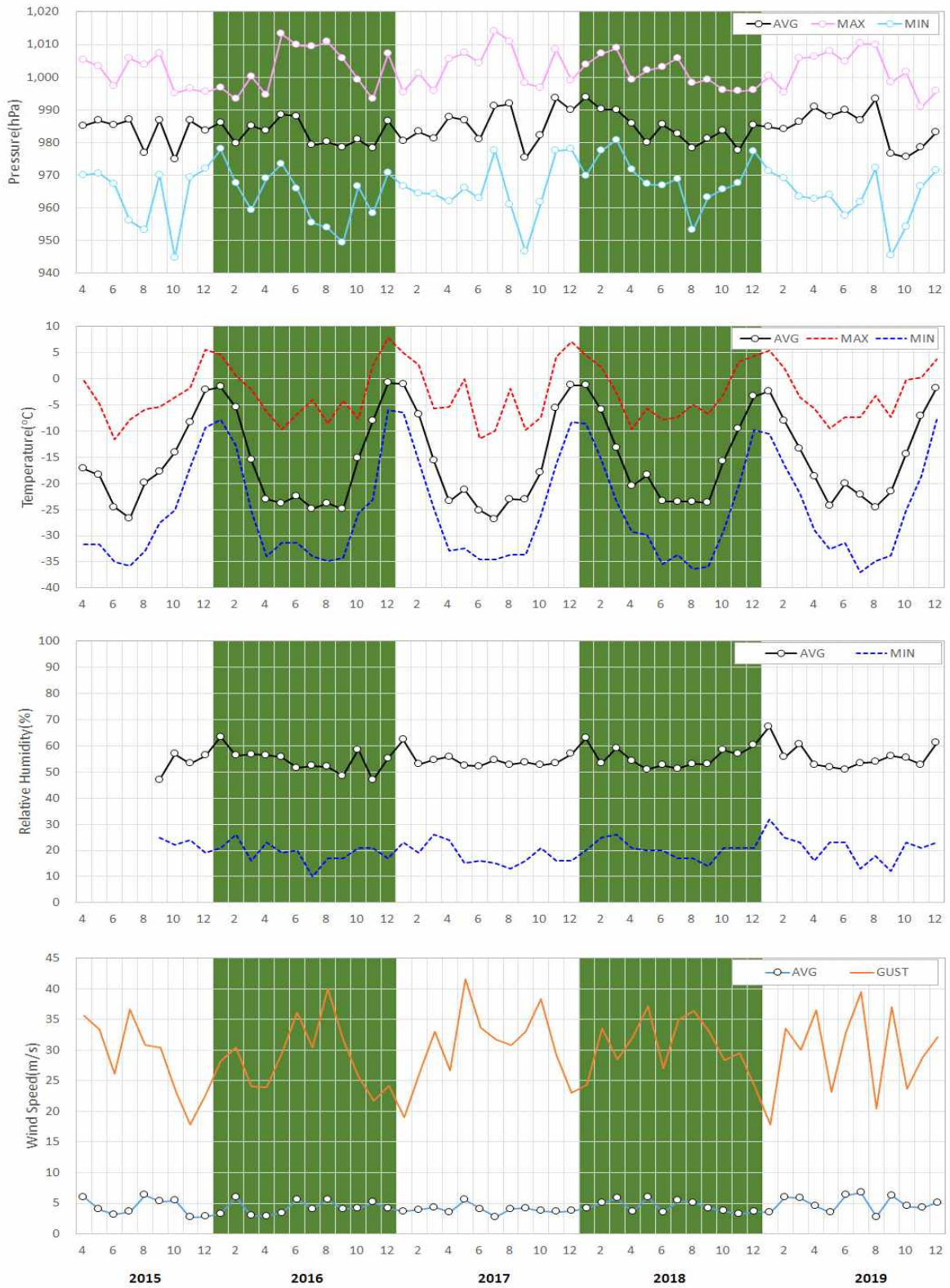


Fig. 4-2. Monthly pattern of air pressure, temperature, relative humidity and wind speed from 2014(April) to 2018

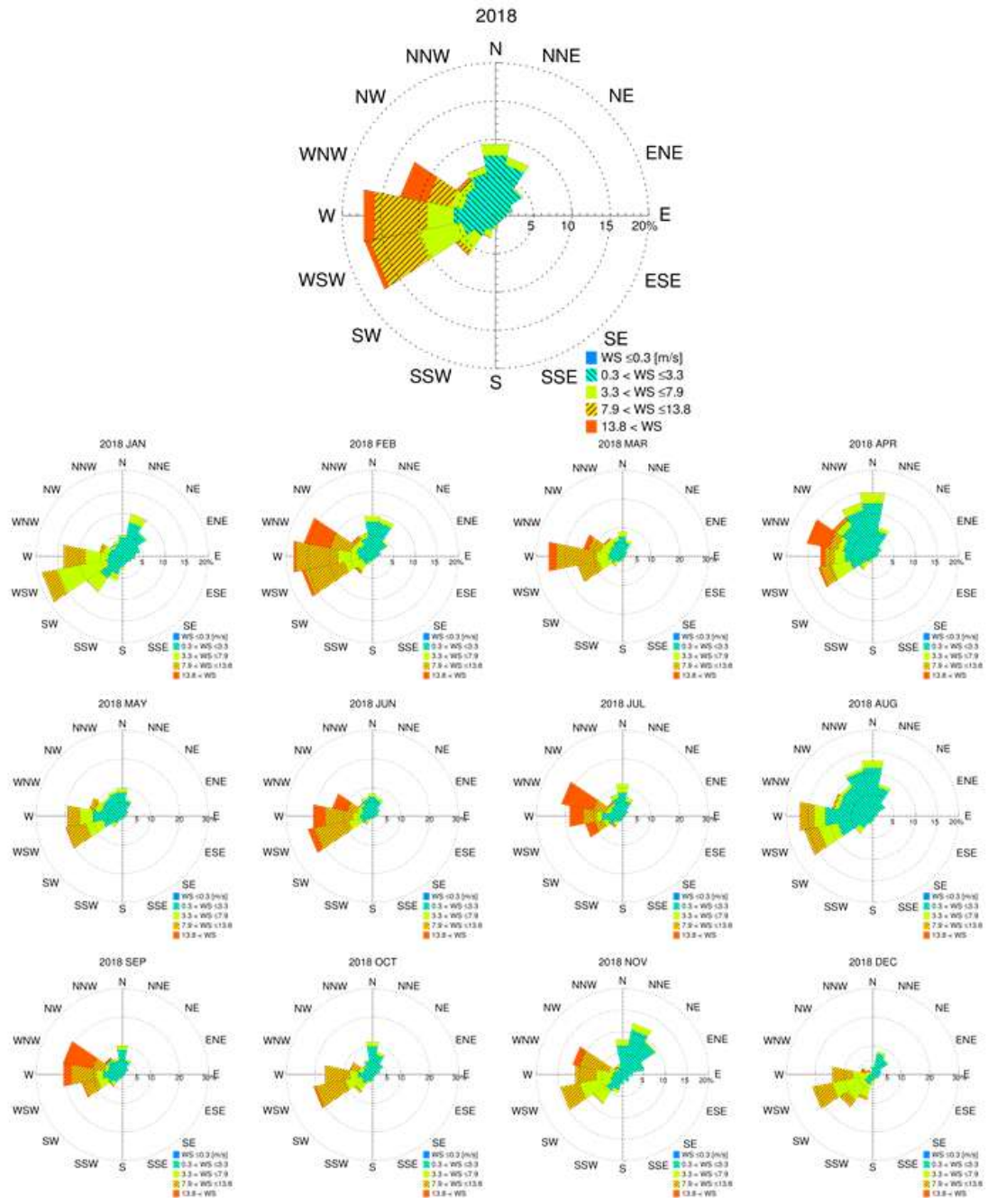


Fig. 4-3. Annual and monthly frequency of wind direction in 2018.

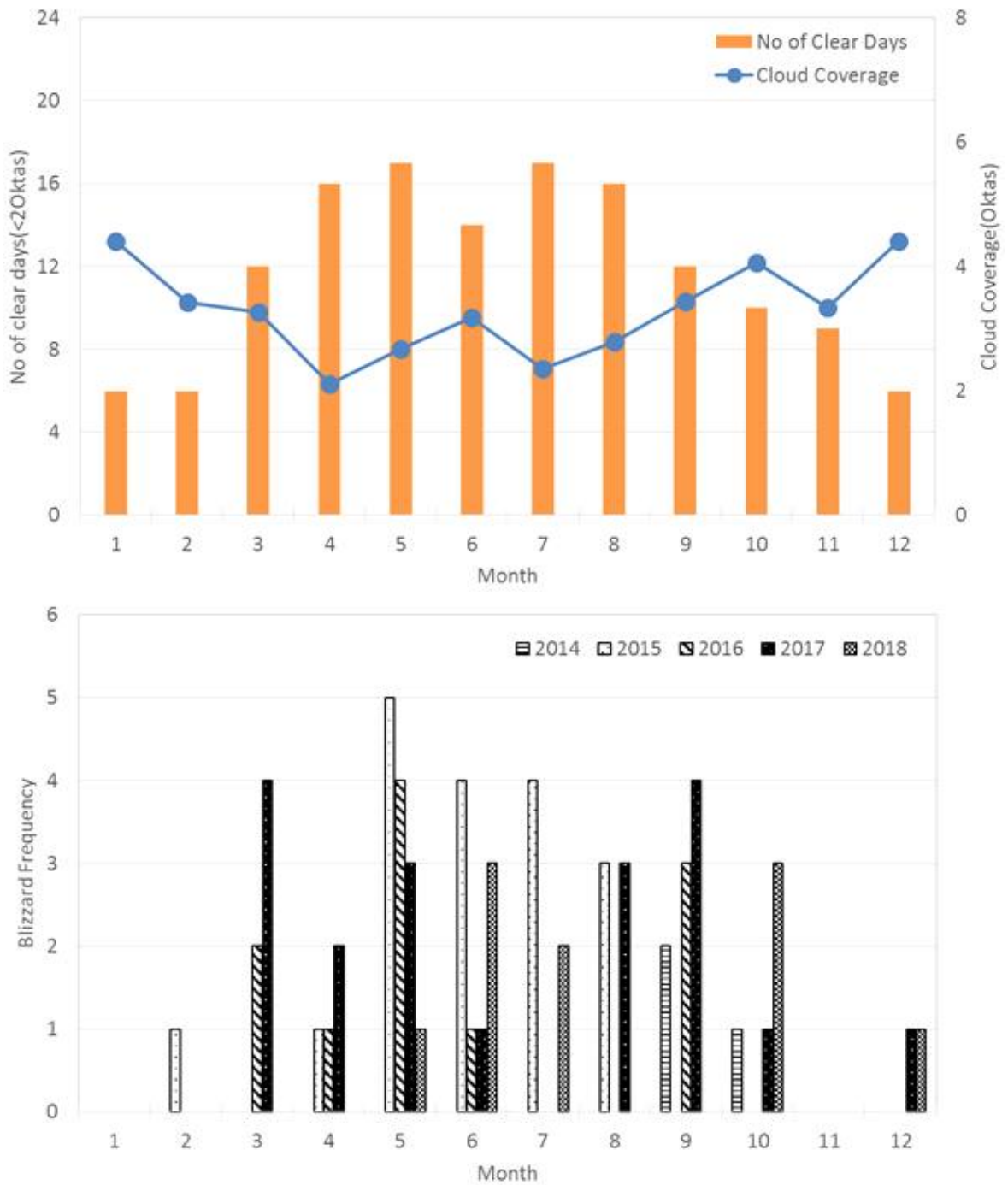


Fig. 4-4. Number of clear days (top) and frequency of blizzard occurrence (bottom) from 2014 to 2018.

나. 바다의 결빙

장보고기지 앞 바다의 결빙은 기상대원이 목측하여 순보에 기술하며, 기지 본관동 지붕에 설치된 카메라에서 10분 간격으로 해상 상황을 촬영해두고 있다(Fig 4-5). 2018



년 기지 앞 바다가 해빙된 것은 2월 13일이었고, 이후 기지 앞 바다에서 지속적으로 유빙이 관측되었다. 2월 27일 결빙이 되었지만, 3월 11일부터 일시적으로 해빙되었다가 3월 16일 이후 12월까지 결빙 상태가 지속되었다. 2018년 기지 앞바다의 결빙이 관측되지 않은 기간은 19일로 과거 3년 동안 기록된 해빙 기간(30일~52일)에 비해 해빙된 기간이 매우 짧았다.

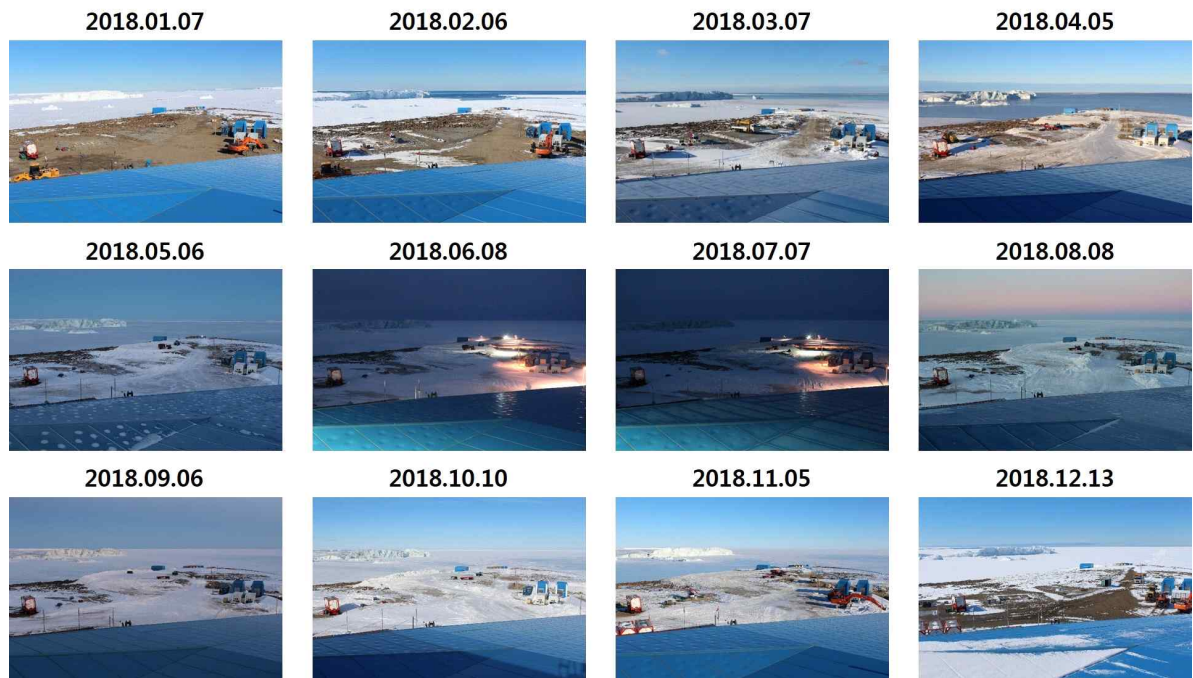


Fig. 4-5. Sea Status in front of Jang Bogo Station.

# Monitoring of Meteorology at Jang Bogo Station, Antarctica, During 2018

Taejin Choi<sup>1</sup>, Jaeill Yoo<sup>1</sup>, Jewon Kim<sup>1,2</sup>, Seohee Ahn<sup>1,3</sup>, Wonseok Seo<sup>1,2</sup>,  
5<sup>th</sup> Overwintering Team

*Korea Polar Research Institute, KIOST<sup>1</sup>*

*Department of Atmospheric Environmental Sciences, Gangneung-Wonju National  
University<sup>2</sup>*

*Polar Sciences, University of Science and Technology<sup>3</sup>*

**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 2018. Annual average atmospheric pressure was 984.8 hPa, highest and lowest pressure were 1010.1 hPa and 945.4 hPa, respectively. Annual average temperature was -14.9 °C, which was higher by 0.8 °C than average temperature of the last 3 years (2015–2017). Highest and lowest of air temperature were 5.5 °C and -37.0 °C, respectively. Annual mean wind speed in 2018 was 4.9 ms<sup>-1</sup> (highest instant gust 39.5 ms<sup>-1</sup>). Compared to the last 3 years period, mean wind speed was higher whereas highest gust wind speed was lower. Westerly (SWW~NWW, frequency 47.7%) was dominant, while north-easterly and easterly has occupied significant level during summer season (January, November to December). Average relative humidity was 56 % and cloud coverage was 3.3 oktas in 2018. Occurrence of blizzard was 10 times in total. Number of days when sea in front of the station was not totally frozen was 19 days, which was slightly fewer than those of last 3 years.

## 제 2 절

### 장보고기지 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 측정하고 있다. 2018년에도 같은 항목을 계속 측정하고 있으나 수소이온농도와 탁도 센서고장으로 자료를 신뢰할 수가 없다. 엽록소와 발색유기물은 아직 2차보정에 머물고 있어 절대값은 알지 못한다. 대기 이산화탄소는 6시간 주기로 기록되며 해양  $p\text{CO}_2$ 와 관련인자는 매분 관측하였다. 대기 이산화탄소 농도는 2018년에 403 ppm에서 406 ppm 으로 약 3 ppm 증가하였다. 해양 일차생산의 폭발적인 증가로  $p\text{CO}_2$  는 늦여름에 최소값인 200  $\mu\text{atm}$  이 관측되었으며 가을과 겨울동안 극야와 해빙증가 등으로  $p\text{CO}_2$  가 증가하여 초봄에 최고값인 438  $\mu\text{atm}$  이 관측되었다. 이는 2017년에 비해 여름에 약 40  $\mu\text{atm}$  높으며 초봄에는 20  $\mu\text{atm}$  작다. 용존산소는 해양  $p\text{CO}_2$  변화와 반대 변화가 관측되어 생물에 의한 변화임을 입증하였다. 엽록소는 여름에 일변화가 관측되었지만 CDOM 은 변화가 없었으며 탁도도 변화가 없었다. 수온과 염분은 여름에 급격한 변화를 보이는 반면 나머지 계절에는 거의 비슷한  $-1.9^\circ\text{C}$  와 34 를 유지 하였다. 이보고서에 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 이끌 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. 식물플랑크톤 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 세종기지와 함께 장보고기지에서도 최초로 해양 용존 이산화탄소 관측을 2015년에 시작하였다.

이 보고서는 현재 극지연구소 주요사업의 하나인 JBG-LTER (남극 장보고과학기지 장기생태연구 (JBG-LTER): 한·뉴·이태리 3국 공동 platform 구축)에서 수행 중인 연구 결과를 중복 사용하였다.

## 2. 방법

### 가. 연구 지역

장보고 과학기지는 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. 4-6).  $pCO_2$  관측기기에 아래 Fig. 4-5에 보인 바와 같이 집수조에 설치하였으며 취수소에서 끌어들이는 해수에 있는  $pCO_2$ 를 관측한다.

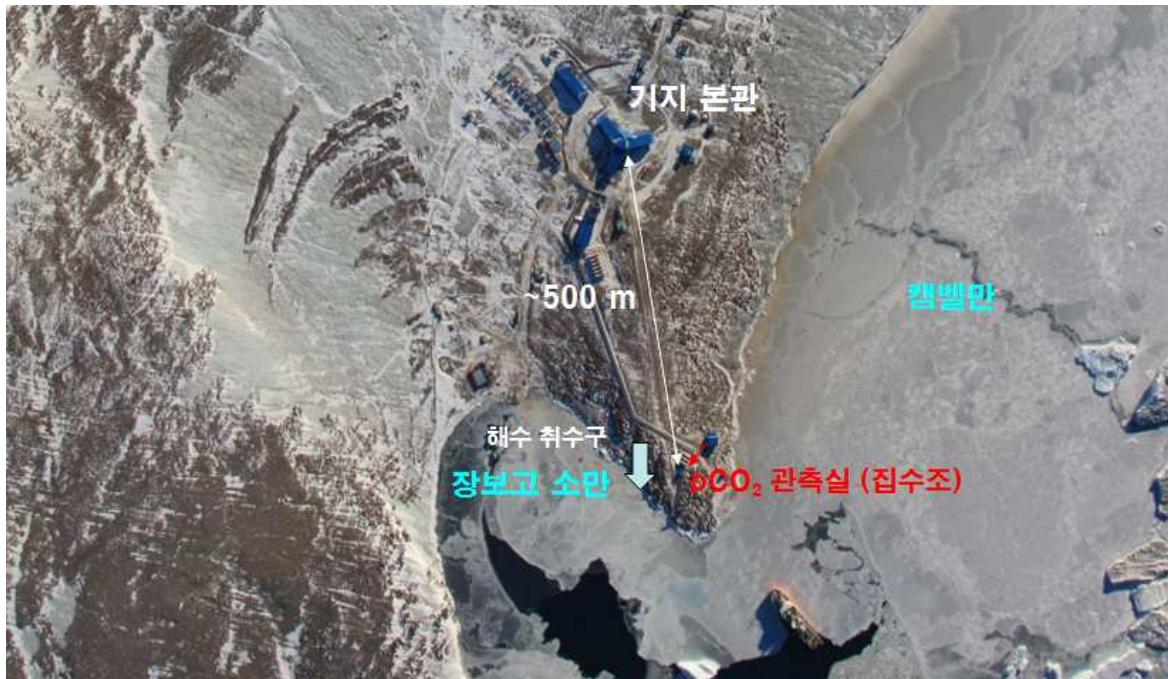


Fig. 4-6. Location of the sump house where pCO<sub>2</sub> instruments and sensors were installed.

#### 나. 장비의 구성

장비는 dry box, wet box, thermosalinograph, Soogard 에 설치된 pH meter, CDOM sensor, fluorometer, Optode, turbidity sensor, deck box 로 구성되어 있다 (Fig. 4-7). 이외에 이산화탄소 분석기기 보정위한 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 headspace에 있는 공기는 분석기와 평형기를 폐쇄회로형식으로 계속 순환되도록 조그만 펌프가 중간에 있다.



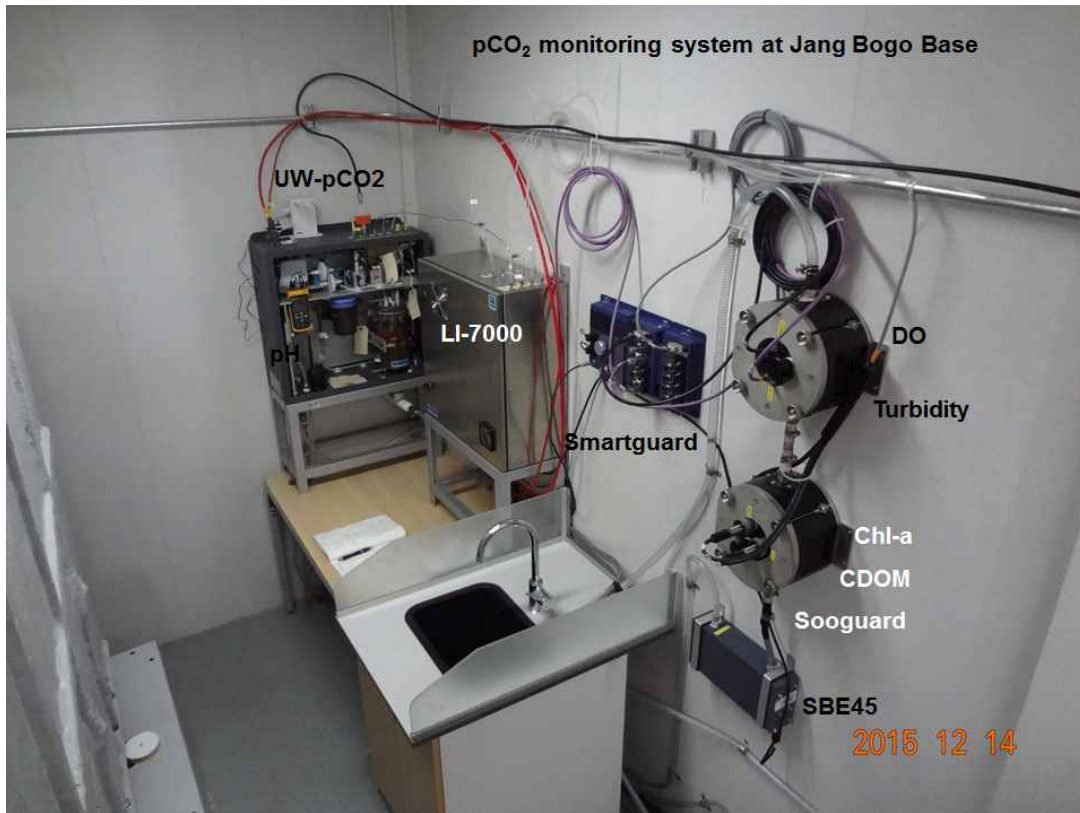


Fig. 4-7. pCO<sub>2</sub> monitoring system set up at Jang Bogo Station.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 관측 자료 수집

관측자료는 장비 운용을 위한 프로그램인 UW-pCO<sub>2</sub>를 이용하여 수집한다. 이 프로그램으로 자료수집 빈도도 조절하며 기기 제어도 가능하다. 해수 이산화탄소와 pH, chl-a, CDOM, DO, turbidity 자료는 매분 기록되며 대기 이산화탄소와 기기보정위한 보정기체 분석은 6시간마다 진행된다. 기록된 자료 매일 하나의 파일로 컴퓨터에 저장된다. 이와함께 실험실에 인터넷을 설치하여 텀뷰어를 통해 자료를 연구소에서도 받을 수 있다.

#### 나. 관측 결과

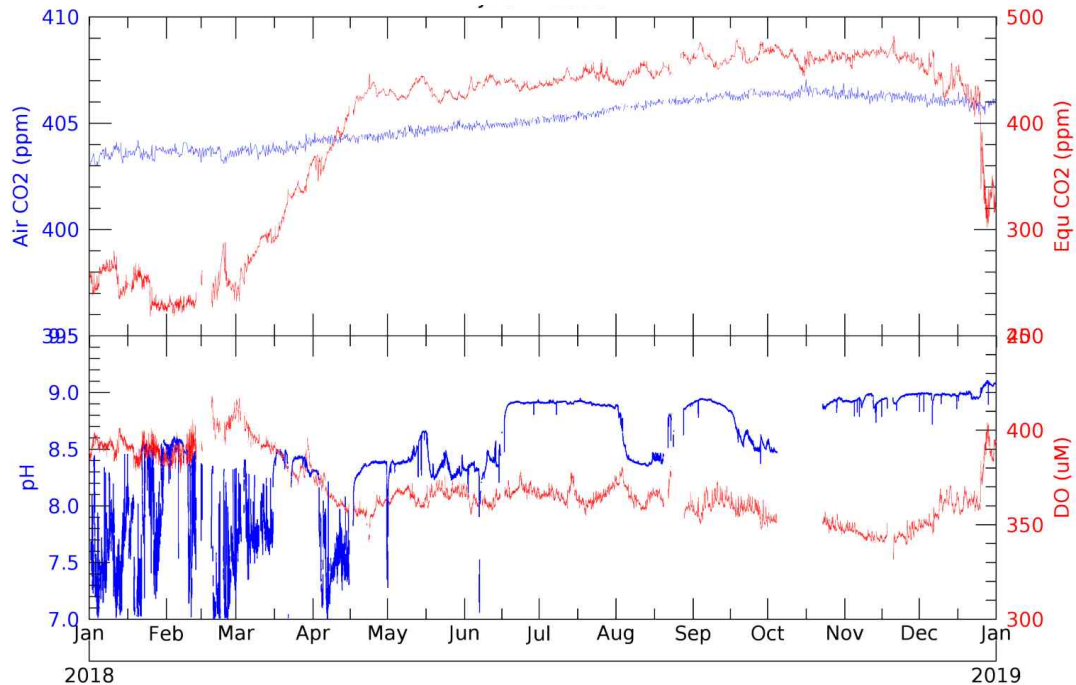


Fig. 4-8. Atmospheric and dissolved CO<sub>2</sub> concentrations, pH, and dissolved oxygen measured at Jang Bogo Stion in 2018

#### (1) 대기 이산화탄소

대기 이산화탄소 농도는 2018년 1월 1일에 403 ppm에서 12월 31일 406 ppm 으로 약 3 ppm 증가하였다 (Fig. 4-8). 평균 최고 농도는 10월 16일에 약 407 ppm 이 관측되었으며 최저 농도는 1월 3일에 약 403 ppm 이었다. 1월과 2월에 이산화탄소 농도가 불규칙적으로 약 1 ppm 높게 측정되었는데 이는 기지활동으로 인한 오염원의 영향으로 추정된다. 늦여름에 낮고 초봄에 높은 계절변화를 보이는데 이는 북반구 대기 유입과 남반구 거대 산불로 인한 증가와 여름철 일차생산 증가로 인한 남빙양 흡수로 인한 결과로 유추된다. 고농도 이산화탄소가 간헐적으로 관측되는데 이는 기지에서 사용하는 자동차 또는 기지 발전동에서 방출한 오염원이 원인이다. 이들 오염원 자료들은 모두 제거하였다.

#### (2) 해양 이산화탄소

2018년 해양 이산화탄소 분압은 1월 1일에 238 uatm에서 12월 31일 291 uatm 으로 53 uatm 증가하였다 (Fig. 4-8). 이는 2018년 초기와 말기 여름의 일차생산의 차이로 발생한 현상으로 추정된다. 최저값은 1월 25일에 관측한 199 uatm 이며 최고값은 9월 18일에 측정된 438 uatm 으로 약 240 uatm 의 연변화를 볼 수 있다. 이는 대기 이산화



탄소 농도 변화에 비해 약 80배 크지만 해양 이산화탄소 버퍼효과를 고려하면 800 배에 해당하여 해양 pCO<sub>2</sub> 의 거대한 변화를 가리킨다. 대기 이산화탄소와 비슷한 계절변화를 보이는데 늦여름에 낮은 농도를 유지하고 겨울에 농도가 높다. 이는 여름철 해양 생물의 강력한 일차생산으로 인한 해양 이산화탄소 이용으로 인해 농도가 감소하여 나타난 현상이며 겨울에는 빛이 없어 광합성이 일어나지 않는 반면 생물들의 호흡으로 인한 이산화탄소 증가와 해빙의 덮개구실로 인한 현상으로 추정된다.

### (3) 수소농도 (pH)

해양 수소농도는 pCO<sub>2</sub> 변화에 의해 결정된다. 즉, 생물활동으로 인한 용존 무기탄소의 증감과 표층 기체교환으로 결정되는데 Fig. 4-8 에 보인 pH 는 용존 pCO<sub>2</sub> 와 다른 경향을 보인다. 이는 pH 센서 고장으로 인한 결과이다.

### (4) 용존산소

용존산소 변화경향은 pH 와 마찬가지로 pCO<sub>2</sub> 와 정반대 경향을 보여준다. 이는 생물에 의한 변화임을 강력히 시사한다. 즉, 광합성으로 인한 pCO<sub>2</sub> 감소와 산소증가, 호흡에 의한 산소 감소와 이산화탄소 증가라는 생물기작으로 변화하고 있음을 보여준다. 최저값은 11월 20일에 관측한 333 uM 이며 최고값은 2월19일에 관측한 419 uM 로 약 86 uM 변화하였다 (Fig. 4-8).

### (5) 엽록소와 발색유기물 (CDOM)

엽록소-a 와 발색유기물 (Chromophoric Dissolved Organic Matter, CDOM) 관측을 위해 설치한 센서의 측정범위가 남극연안 관측에 맞지 않아 11월까지의 변화를 볼 수 없었으나 센서 측정범위 조절위한 사용케이블 교체로 일변화를 관측할 수 있게 되었다. Fig. 4-9 는 엽록소와 CDOM 교정이후 변화를 보였다. 11월부터 엽록소 증가가 보인 후 약간 증가하다 2월에 급작스럽게 5 mg/m<sup>3</sup> 이상 증가하다 3월이 되며 감소한 후 가을부터 봄까지 최저값을 유지한다. 센서 민감도를 증폭시킨 후에도 CDOM 의 변화는 찾아볼 수 없었다.

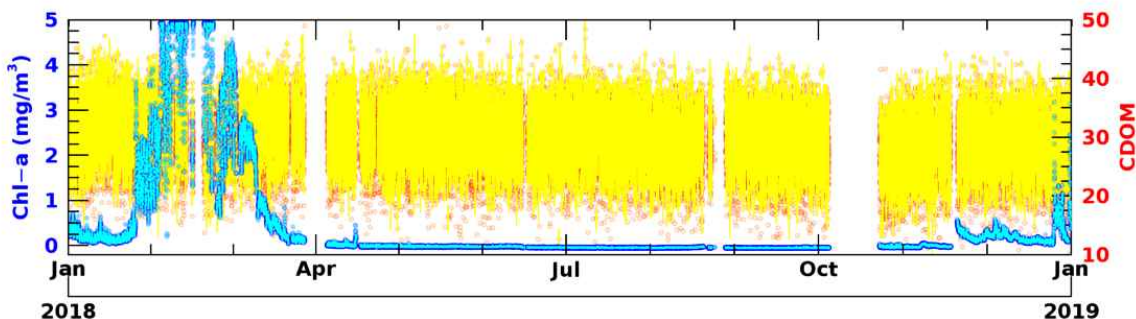


Fig. 4-9. Fluorescence representing Chl-a and CDOM at Jang Bogo in 2018.

(6) 수온과 염분

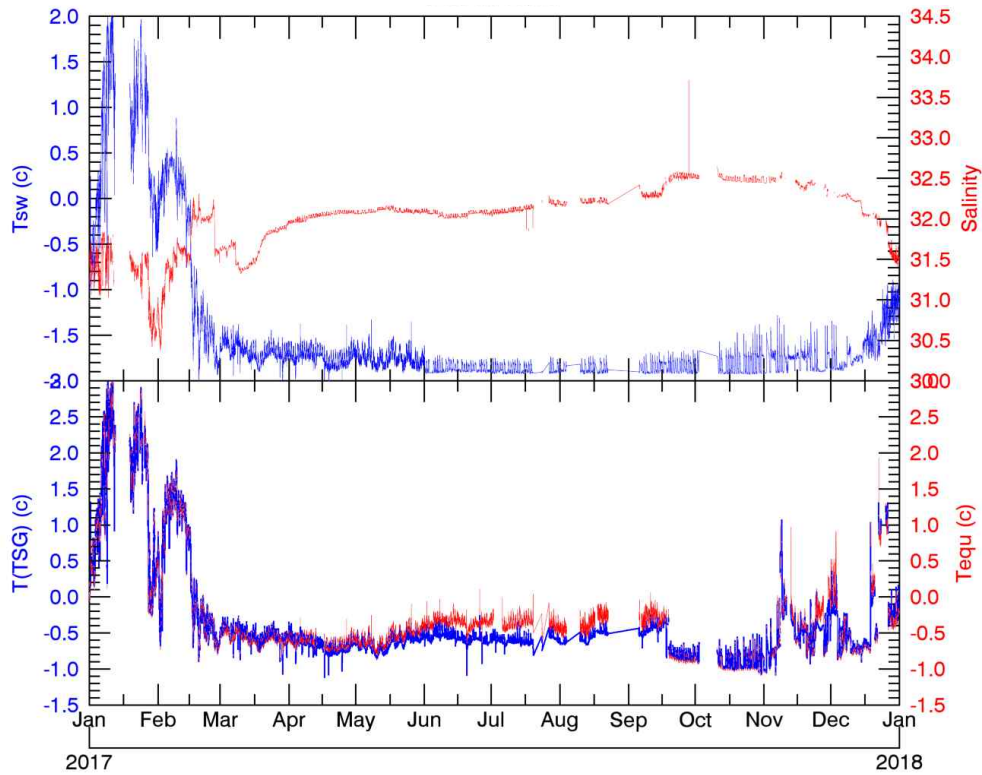


Fig. 4-10. Time series variation of seawater temperature and salinity in 2018, below: the equilibrator of seawater temperature.

수온은 한여름인 1월 25일에 0.6도까지 상승한 후 기온 감소로 하강하여 2월 말에 -1.5도 이하까지 내려간 후 해빙 빙점인 -1.9도까지 점진적으로 감소하였다 (Fig. 4-10). 4월에서 11월까지 거의 비슷한 온도를 유지하다 다시 여름이 되면서 증가하였다. 염분은 여름에 해빙과 빙하가 녹아 낮고 겨울에는 해빙증가로 인해 높은 전형적인 경향을 보여준다. 염분 값은 여름에 33.5에서 34 사이로 유지하다 수온이 낮아지면서 34.9까지 겨울동안 계속 증가하였다.

Monitoring of pCO<sub>2</sub> 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 pCO<sub>2</sub>, seawater temperature, salinity, dissolved oxygen (DO), chromophoric dissolved matter (CDOM), turbidity, chlorophyll-a (Chl-a) were logged in a computer every minute and atmospheric CO<sub>2</sub> concentration every 6 hours. The atmospheric CO<sub>2</sub> concentration increased from 403 ppm to 406 ppm in 2018. The pCO<sub>2</sub> in the seawater varied from 199  $\mu$ atm in late summer to 438  $\mu$ atm in early spring. It was hard to see a trend of chl-a, CDOM, and turbidity due to malfunction of the sensors. After replacement of the sensor cable, daily variation of Chl-a was detected. Seawater temperature was 0.59°C in summer, but most of the year it kept at the freezing point of seawater. 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. 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 pCO<sub>2</sub> and net sea-air CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>, *Global Biogeochem. Cycle*, 23, doi:10.1029/2008GB003349.
- Arrigo, K.R., Van Dijken, G.L., 2007, Interannual variation in air-sea CO<sub>2</sub> flux in the Ross Sea, Antarctica: A model analysis, *J. Geophys. Res.*, 112, doi:10.1029/2006JC003492.



## 제 3 절

### 장보고기지 주변 토양 미기후 모니터링

김옥선, 이재진, 조안나, 조용준

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

**요 약 :** 장보고과학기지 주변의 생물의 생육환경을 이해하기 위하여 기온, 상대습도, 광량, 토양온도, 수분함량을 모니터링하였다. 기간은 2017년 11월부터 2018년 10월까지 1년 동안 수행하였다. 기온은  $-36.9^{\circ}\text{C}$ 에서  $13.3^{\circ}\text{C}$ 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. 2014년 2월 관측 이래로 기온은 지점마다의 차이는 있으나 평균  $-16.7^{\circ}\text{C}$ 이며,  $-38.8^{\circ}\text{C}$ 에서  $25.7^{\circ}\text{C}$ 의 범위를 보였으며, 토양온도는 평균 온도는  $-16.4^{\circ}\text{C}$ 로 비슷하였지만, 범위는  $-39.8^{\circ}\text{C}$ 에서  $29.9^{\circ}\text{C}$ 의 범위로 기온보다 더 큰 차이를 보였다. 이러한 미기후 환경요인은 지속적인 모니터링을 수행하여 생물상의 변화와 지화학적 요인과의 상관관계를 분석할 계획이다.

## 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 유입이 되는 보고도 있다. 이는 매우 단순한 남극의 생태계의 교란을 초래하는 결과를 가져오게 된다.

남극 장보고과학기지 위치한 테라노바만의 육상환경은 연평균 기온이  $-14.6^{\circ}\text{C}$  (2010-2013조사)로 극저온환경이며, 일년동안 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 진화하여 왔을 것이다. 이들의 생육환경을 이해하기 위하여 미기후 모니터링은 필수적이다.

본 연구에서는 2017년 11월부터 2018년 10월까지 1년동안 장보고기지 주변 인근 토양환경에서 16개 지점에서 기온, 상대습도, 광량, 토양온도 및 토양의 수분함량을 측정하여 분석하였다. 또한 2014년 2월 모니터링을 시작한 시점부터 현재까지의 연변화도 분석하였다. 이 데이터는 향후 기후가 변화함에 따라 장보고기지 주변의 생물상 변화 모니터링을 위하여 활용 할 예정이다.

## 2. 방 법

### 가. 연구 지역, 미기후 로거 백업 및 재설치

테라노반 주변 토양의 미기후 연구를 위하여 Fig. 4-11의 노란색으로 표시한 지역 (지점의 GPS 정보는 Table 4-2에 표시)에 지표에서의 기도, 상대습도, 광합성가능량,



토양온도와 토양 함수율을 측정하였다. 설치된 지점에서 2017년 11월부터 2018년 10월  
 까지의 월변화와 2014년 2월부터 2018년 10월까지의 연변화 데이터를 분석하였다.

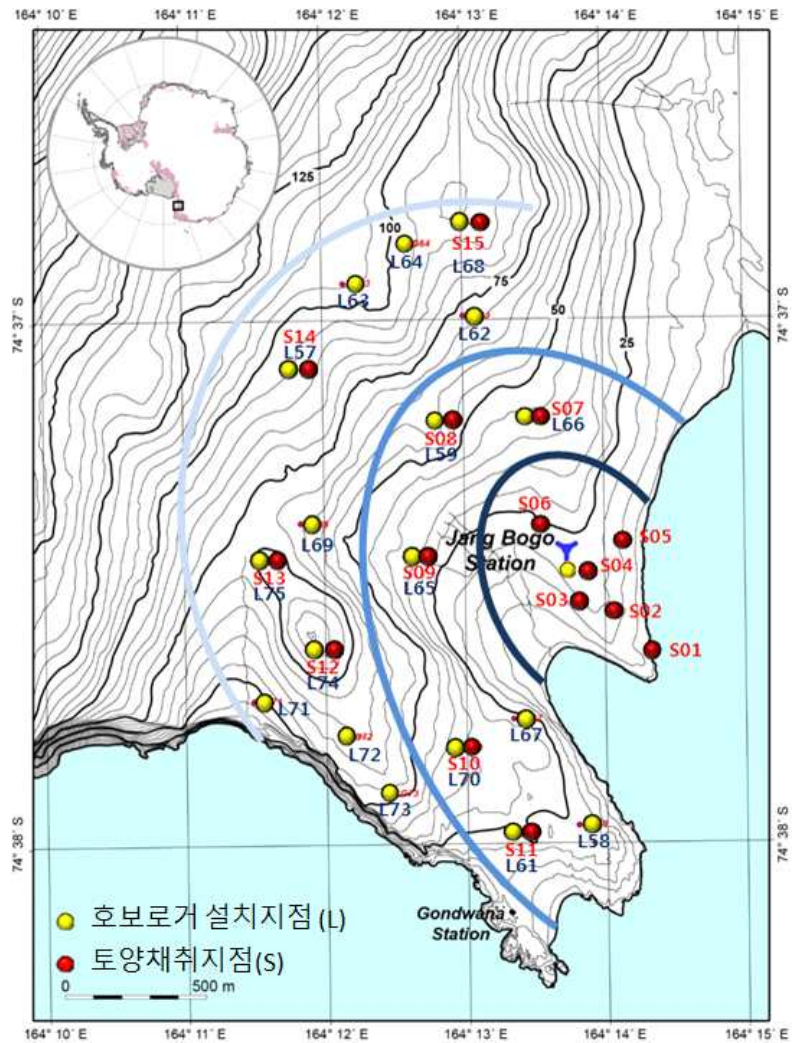


Fig. 4-11. Soil collection sites (red dot and Hobo logger installed sites around Jang Bogo Station (JBG-LTER, Jang Bogo Long-Term Ecological Research)



Table 4-2. 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 16지점에 대하여 미기후 자료는 지표 근처의 기온(Fig. 4-12, Table 4-3), 상대 습도(Fig. 4-13, Table 4-4), 광합성 유효광량(Fig. 4-14, Table 4-5)와 표층토의 온도(Fig. 4-15, Table 4-6)와 수분함량(Fig. 4-16, Table 4-7)을 측정하여 각 지역별 미환경 차이를 비교하였다. 지표면 근처의 최저기온은 -38.71℃로, 최고기온은 16.63℃로 기록되었다. 표층토의 온도는 기본적으로 지표의 기온과 연동하여 변화하였으며, 최저 -35.36℃, 최고 25.82℃로서 기온보다 더 큰 폭으로 변하는 것을 확인하였다. 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. 이용 가능한 수분량은 생물의 서식환경에 큰 영향을 끼치는데, 주변지형과 눈분포 등에 의해 작은 지역 내에서도 큰 지역적 차이를 유발하는 것으로 예상된다. 광량은 극단적인 연 주기가 관찰되었는데, 이는 남극 고위도지역이라는 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. 토양 함수율은 동절기에는 유의미한 값을 제공해주지 않으며, 여름기간동안 위치에 따라 차이를 보였지만, 전체적으로 매우 낮은 함수율을 보였다.

2014년 2월부터 2018년 10월까지의 관측된 데이터의 연변화에서는 지점마다의 차이는 있으나 일년동안의 연변화와 마찬가지로 기온은 평균  $-16.7^{\circ}\text{C}$ 로 관측되었고, 최저  $-38.8^{\circ}\text{C}$ 에서 최대  $25.7^{\circ}\text{C}$ 의 범위를 보였다. 2018년도가 다른 해에 비하여  $-18.4^{\circ}\text{C}$ 로 낮게 관측되었으나 이는 10월까지의 측정값이므로 11월과 12월 관측치가 추가되면 조금 더 높아질 것이라 예상된다. 토양온도도 4년 동안 평균  $-16.4^{\circ}\text{C}$ 로 기온과 비슷하게 관측되었지만, 그 범위는  $-39.8^{\circ}\text{C}$ 에서  $29.9^{\circ}\text{C}$ 로 기온보다 더 큰 차이를 보였다. 상대습도는 2016년에는 평균 65.5%로 가장 낮았으나 2017년과 2018년에는 각각 74.8%, 78.5%로 상대적으로 높아지는 경향을 보였다. 반면, 광합성 유효광량은 이와는 반대의 경향을 보였으므로 이것은 관측지점이 겨울에 눈에 의해 덮힘과 여름에는 눈이 녹음으로서 영향을 주는 것이라 예상된다. 4년간의 연변화 차이로 패턴 분석을 하는 것에는 아직 무리가 있으나 전반적으로 장기적으로 데이터가 축적이 된다면 장기간의 변화를 관측함으로써 이 지역의 미소환경 특성을 파악 및 생물상이 기온이 변화함에 따라 어떻게 반응하는지를 알 수 있는 매우 중요한 자료를 제공해 줄 것이라 판단된다.

극지연구소

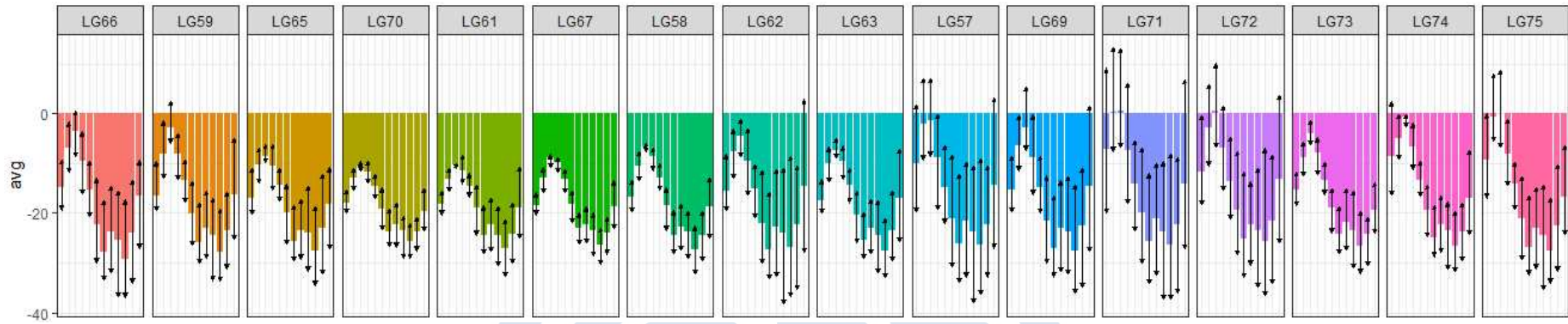


Fig. 4-12. Surface air temperature (°C) from Nov. 2017 to Oct. 2018.

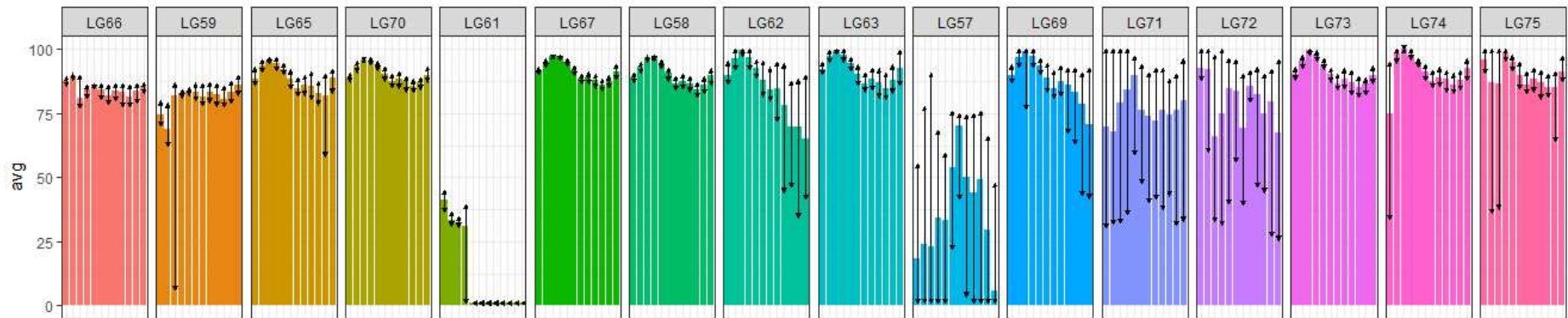


Fig. 4-13. Relative humidity(%) from Nov. 2017 to Oct. 2018.

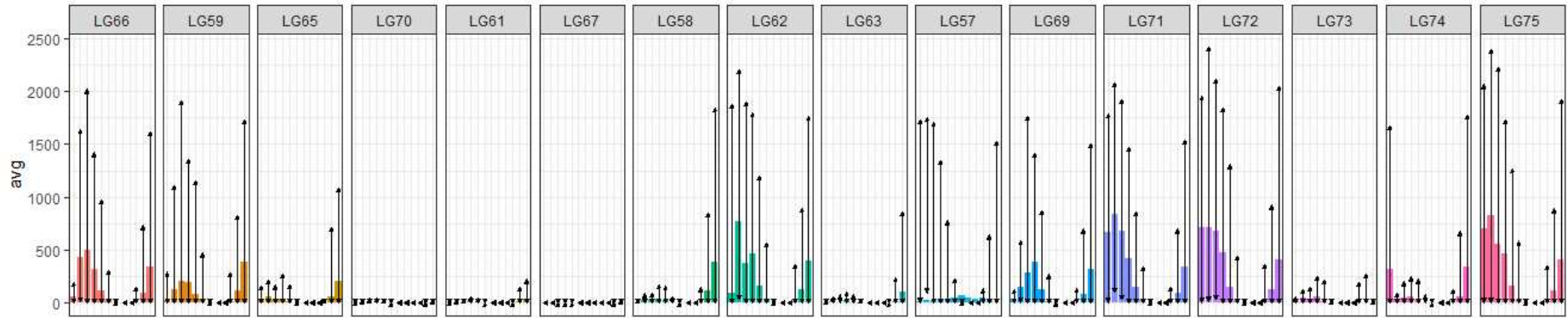


Fig. 4-14. Photosynthesis Active Radiation (PAR (uE)) from Nov. 2017 to Oct. 2018.

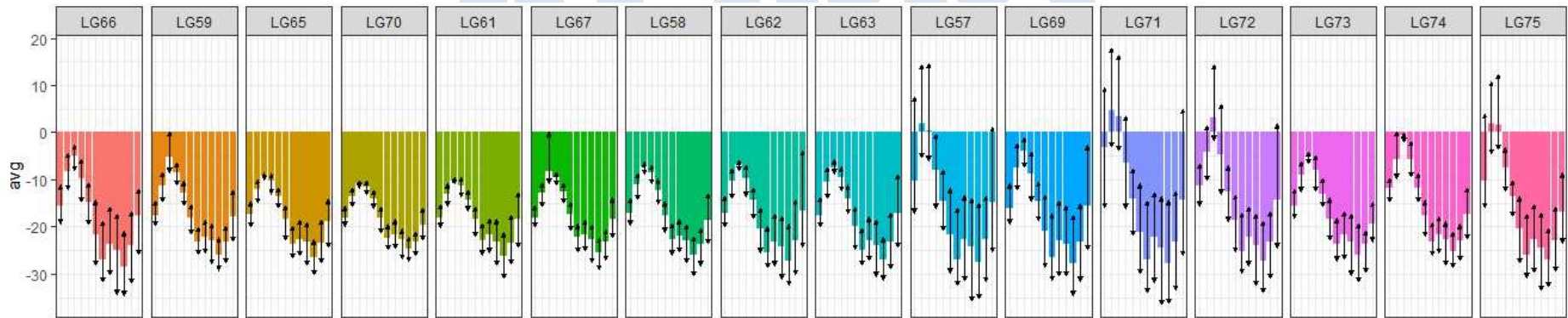


Fig. 4-15. Soil Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) from Nov. 2017 to Oct. 2018.

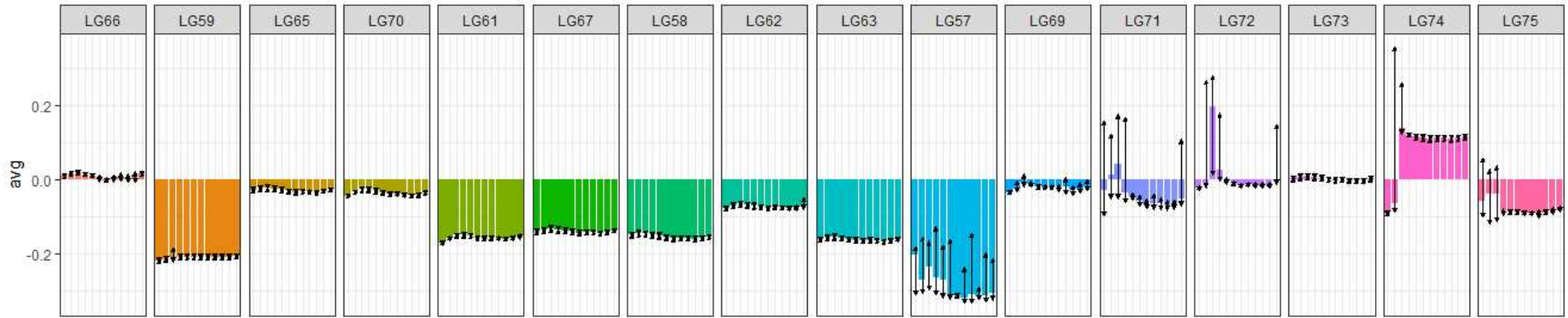


Fig. 4-16. Soil water contents ( $\text{m}^3/\text{m}^3$ ) from Nov. 2017 to Oct. 2018.

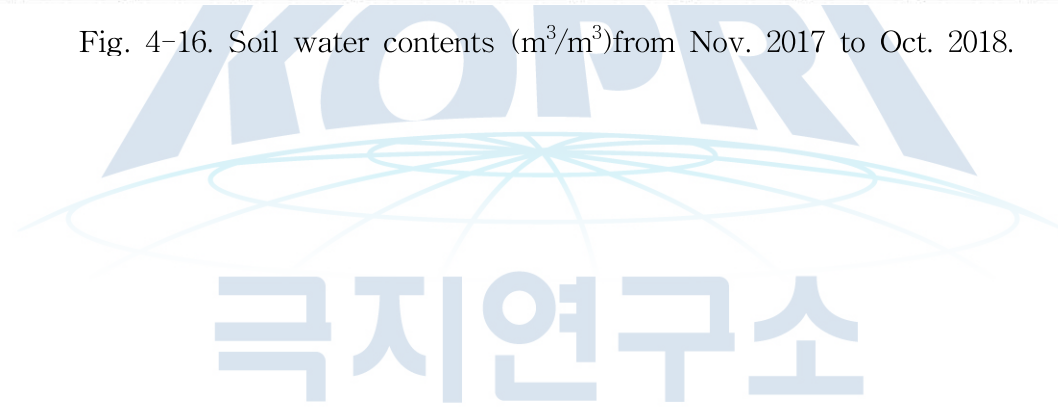


Table 4-3. Monthly surface air temperature (°C)

연도	월		기저 뒷편					기저에서 먼 지점											
			LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75	
2017	11	평균	-14.9	-16.4	-17.0	-18.0	-18.1	-18.4	-16.8	-15.5	-17.4	-9.9	-15.2	-7.1	-11.6	-15.4	-8.5	-9.3	
		최소	-19.3	-19.4	-20.1	-20.0	-20.3	-20.3	-19.7	-19.5	-20.0	-19.7	-19.7	-19.9	-18.3	-18.5	-16.3	-16.9	
		최대	-9.2	-9.6	-11.0	-15.3	-15.5	-15.9	-13.3	-8.2	-13.2	1.8	-8.5	9.2	-0.3	-11.7	2.4	0.0	
	12	평균	-6.9	-8.0	-10.3	-13.0	-13.1	-13.0	-10.4	-7.7	-10.1	-2.0	-6.3	0.3	-2.9	-8.7	-5.0	-0.5	
		최소	-11.7	-12.9	-13.9	-15.3	-15.5	-15.9	-13.5	-13.0	-13.6	-9.2	-11.4	-7.5	-10.4	-12.4	-9.0	-5.5	
		최대	-1.7	-1.4	-6.8	-10.9	-10.9	-10.8	-7.6	-3.1	-6.7	7.2	-0.3	13.3	6.0	-5.7	-0.1	8.1	
2018	1	평균	-3.5	-2.8	-8.6	-10.6	-10.3	-8.8	-6.7	-4.5	-7.4	-1.3	-2.9	0.6	0.5	-3.9	-0.5	0.2	
		최소	-8.6	-5.8	-9.8	-11.5	-11.0	-10.8	-7.7	-8.6	-8.8	-8.5	-7.3	-6.7	-6.6	-6.2	-2.5	-6.6	
		최대	0.6	2.6	-6.2	-9.6	-9.9	-8.2	-5.9	-1.0	-5.0	7.2	5.5	13.2	10.1	-1.3	-0.1	8.8	
	2	평균	-9.6	-8.0	-10.6	-11.6	-11.4	-9.8	-8.5	-9.5	-9.6	-8.7	-8.7	-7.4	-6.9	-7.8	-6.6	-8.0	
		최소	-16.1	-13.2	-15.4	-13.9	-14.0	-11.8	-11.4	-16.3	-13.2	-19.2	-16.2	-18.0	-15.3	-12.2	-11.1	-14.4	
		최대	-3.6	-4.0	-6.2	-9.5	-8.3	-8.8	-6.8	-3.0	-6.5	-0.1	-0.2	6.2	1.5	-4.8	-1.9	-1.0	
	3	평균	-15.3	-13.5	-14.3	-14.6	-14.6	-13.2	-12.8	-15.1	-14.4	-14.9	-14.9	-14.0	-13.6	-13.3	-13.3	-14.0	
		최소	-20.7	-17.7	-17.5	-17.1	-16.7	-15.8	-15.4	-20.9	-17.9	-22.0	-20.0	-23.5	-21.1	-16.2	-16.5	-19.2	
		최대	-9.5	-9.2	-10.9	-12.2	-12.0	-11.2	-10.0	-10.2	-10.9	-6.4	-8.6	-5.4	-4.6	-9.8	-9.5	-9.7	
	4	평균	-22.3	-20.2	-19.8	-19.1	-18.9	-18.2	-18.5	-22.0	-20.4	-21.0	-21.5	-20.0	-19.5	-19.0	-19.3	-21.2	
		최소	-29.9	-26.4	-26.1	-23.3	-24.4	-21.8	-23.4	-30.1	-25.9	-30.7	-30.0	-30.1	-28.3	-23.9	-24.8	-29.3	
		최대	-13.0	-13.6	-14.2	-14.9	-14.4	-15.6	-14.9	-11.5	-15.5	-8.3	-12.5	-6.9	-7.6	-15.0	-14.4	-12.6	
	5	평균	-27.9	-25.8	-25.6	-23.7	-24.4	-23.1	-24.4	-27.3	-25.5	-26.2	-27.2	-25.6	-25.2	-24.3	-24.9	-26.8	
		최소	-33.4	-30.1	-29.6	-26.6	-28.1	-26.2	-28.1	-33.1	-29.1	-33.9	-32.8	-34.1	-33.0	-28.1	-28.7	-32.3	
		최대	-17.4	-17.9	-18.4	-19.1	-18.5	-20.0	-19.5	-15.8	-19.9	-12.2	-16.5	-12.0	-11.7	-18.7	-18.4	-16.5	
	6	평균	-23.7	-22.9	-23.4	-22.2	-22.4	-22.2	-22.8	-22.7	-23.0	-21.6	-23.0	-21.1	-22.4	-21.9	-22.4	-23.0	
		최소	-31.9	-29.1	-29.2	-26.8	-27.6	-25.9	-27.3	-32.6	-28.1	-32.8	-31.7	-32.4	-30.4	-27.3	-27.9	-31.1	
		최대	-14.5	-15.6	-17.2	-17.9	-17.0	-18.8	-18.1	-11.1	-17.2	-9.7	-13.5	-9.9	-13.7	-15.1	-16.4	-14.8	
	7	평균	-25.5	-24.5	-24.0	-23.6	-24.4	-23.4	-23.8	-24.1	-24.4	-23.7	-23.7	-23.6	-23.4	-23.6	-24.5		
		최소	-36.7	-33.5	-31.6	-29.1	-30.5	-28.6	-29.0	-38.3	-32.0	-37.9	-32.2	-37.2	-34.8	-31.0	-31.2	-35.4	
		최대	-15.5	-17.0	-14.5	-20.6	-18.6	-20.0	-19.6	-10.9	-17.5	-10.5	-12.6	-9.6	-11.0	-15.6	-17.8	-14.4	
	8	평균	-29.2	-27.9	-27.6	-25.6	-27.0	-26.3	-27.4	-26.8	-27.5	-26.4	-27.7	-26.4	-25.7	-26.7	-26.6	-27.5	
		최소	-36.9	-33.6	-34.5	-29.1	-32.7	-30.3	-32.2	-36.8	-32.9	-36.3	-36.1	-37.2	-36.6	-32.1	-31.7	-34.0	
		최대	-17.3	-19.1	-18.6	-22.1	-21.3	-22.9	-22.6	-8.6	-21.1	-9.1	-14.4	-8.0	-7.0	-19.6	-19.6	-16.9	
	9	평균	-23.9	-23.5	-22.9	-23.8	-24.2	-23.9	-24.4	-22.4	-23.6	-22.4	-22.6	-22.3	-21.6	-24.2	-23.7	-22.6	
		최소	-34.0	-31.1	-32.2	-27.5	-30.1	-28.2	-29.5	-35.3	-29.6	-32.8	-34.8	-36.0	-34.1	-30.5	-29.6	-31.6	
		최대	-13.3	-15.7	-12.1	-20.8	-17.9	-20.8	-19.7	-10.4	-15.5	-10.5	-10.9	-8.8	-8.3	-20.9	-17.9	-10.3	
	10	평균	-16.6	-16.3	-18.2	-19.7	-19.0	-18.7	-18.8	-14.7	-16.9	-14.3	-14.6	-14.0	-13.2	-19.5	-16.9	-16.7	
		최소	-27.0	-25.2	-27.2	-23.6	-25.0	-23.1	-25.0	-27.9	-25.7	-27.0	-27.6	-27.2	-26.0	-24.1	-24.3	-24.3	
		최대	-9.4	-5.0	-10.8	-15.1	-10.7	-13.5	-12.9	2.9	-7.1	3.3	1.5	6.9	3.8	-13.8	-7.4	-6.3	
연간			평균	-18.3	-17.5	-18.5	-18.8	-19.0	-18.3	-18.0	-17.7	-18.4	-16.0	-17.4	-15.1	-15.5	-17.4	-16.2	-16.2
			최소	-36.9	-33.6	-34.5	-29.1	-32.7	-30.3	-32.2	-38.3	-32.9	-37.9	-36.1	-37.2	-36.6	-32.1	-31.7	-35.4
			최대	0.6	2.6	-6.2	-9.5	-8.3	-8.2	-5.9	2.9	-5.0	7.2	5.5	13.3	10.1	-1.3	2.4	8.8



Table 4-4. Monthly relative humidity (%)

연도	월		기지 뒷편					기지에서 먼 지점											
			LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75	
2017	11	평균	87.5	74.3	88.5	88.8	41.1	91.3	88.8	89.9	92.0	627.7	89.6	69.6	92.7	90.3	75.0	95.7	
		최소	85.7	70.3	86.1	87.2	36.6	90.1	86.9	86.6	90.2	1.0	86.9	30.5	88.0	88.1	33.6	90.7	
		최대	89.5	79.9	92.9	90.9	45.1	92.9	90.9	95.2	95.1	55.2	93.9	100.0	100.0	92.9	95.0	100.0	
	12	평균	89.4	68.6	93.7	93.5	33.2	94.8	93.3	96.5	97.2	786.3	96.8	68.0	92.0	95.4	98.0	87.1	
		최소	87.9	62.2	91.0	90.9	31.2	92.9	90.8	92.0	94.8	1.0	93.0	32.0	59.8	92.6	94.7	36.1	
		최대	90.6	78.9	95.9	95.4	36.6	96.2	95.1	100.0	99.8	77.6	100.0	100.0	100.0	97.6	100.0	100.0	
2018	1	평균	80.9	81.9	95.5	95.9	32.3	97.4	96.7	99.5	99.2	624.4	99.3	78.9	66.2	99.4	100.0	86.6	
		최소	77.3	6.1	94.6	95.4	30.7	96.2	95.0	97.3	98.3	1.0	76.8	32.2	32.7	97.6	99.9	37.7	
		최대	89.8	86.9	96.9	96.4	34.7	97.8	97.6	100.0	100.0	90.7	100.0	100.0	97.9	100.0	100.0	100.0	
	2	평균	84.2	82.8	94.5	95.5	30.9	97.1	96.9	96.7	97.7	382.4	97.3	84.4	75.0	97.7	97.4	98.7	
		최소	80.9	81.1	91.8	94.1	1.0	96.0	95.6	92.2	95.1	1.0	93.1	35.7	31.5	95.2	96.1	95.2	
		최대	86.3	84.3	97.0	97.0	39.4	97.7	97.6	100.0	100.0	68.5	100.0	100.0	100.0	99.5	100.0	100.0	
	3	평균	85.9	83.7	92.1	93.6	1.0	95.1	94.3	92.8	94.4	130.3	93.4	90.0	84.8	94.2	94.9	94.8	
		최소	84.6	82.1	90.4	91.9	1.0	93.4	92.7	88.8	91.8	1.0	90.4	59.1	39.7	92.3	93.1	91.7	
		최대	86.7	85.3	94.4	95.2	1.0	96.3	96.1	96.1	96.9	59.6	96.4	97.2	96.4	96.4	96.5	97.6	
	4	평균	84.1	83.5	88.6	90.5	1.0	91.8	90.6	88.0	90.1	19.0	88.9	76.1	83.6	90.3	91.3	90.0	
		최소	80.4	80.0	84.5	87.6	1.0	89.6	87.7	81.6	85.9	22.2	83.2	47.8	56.0	87.2	87.8	84.7	
		최대	86.7	86.9	92.0	93.2	1.0	93.5	92.8	95.5	93.9	75.9	94.4	94.1	95.8	92.7	94.1	94.9	
	5	평균	81.8	81.2	84.5	87.3	1.0	88.5	86.6	84.4	86.4	1.4	84.8	73.8	69.2	86.7	87.5	86.1	
		최소	78.7	78.1	81.9	85.2	1.0	86.4	84.1	80.1	83.5	41.6	81.0	40.2	39.5	84.2	85.1	82.6	
		최대	86.0	86.5	89.0	90.3	1.0	90.3	89.4	92.9	90.9	74.9	91.9	90.7	90.3	90.3	91.6	91.4	
	6	평균	83.8	83.2	85.9	88.2	1.0	89.0	87.4	84.5	88.3	1.2	87.6	72.1	85.5	88.2	89.1	88.3	
		최소	80.1	79.2	82.1	84.9	1.0	86.6	84.6	72.1	84.0	3.7	81.9	41.6	79.5	84.6	85.5	83.4	
		최대	86.6	87.1	89.8	91.2	1.0	91.1	90.2	95.1	92.7	74.6	93.7	92.7	91.8	92.4	92.9	92.6	
	7	평균	83.1	82.5	85.4	87.3	1.0	88.1	86.7	78.1	87.2	1.2	86.2	76.5	82.4	87.2	88.2	87.2	
		최소	77.7	77.8	80.3	83.4	1.0	84.9	83.4	44.3	81.1	1.0	67.2	37.5	46.2	82.2	83.2	80.6	
		최대	86.5	86.7	91.2	89.3	1.0	90.2	89.4	94.3	92.5	74.8	92.8	92.7	92.9	91.9	91.9	91.7	
	8	평균	81.6	80.7	82.9	85.8	1.0	86.1	84.3	69.7	84.9	9.5	83.1	74.6	75.0	85.0	86.1	85.3	
		최소	77.5	77.7	78.3	83.3	1.0	83.6	81.2	46.2	80.3	1.0	63.0	42.8	44.2	81.4	82.7	81.5	
		최대	86.1	85.7	87.7	88.2	1.0	88.4	87.1	87.4	90.7	76.0	92.6	88.5	90.2	89.4	90.6	90.4	
	9	평균	83.8	83.2	81.8	87.0	1.0	87.7	86.2	69.9	87.9	84.2	78.8	76.3	79.7	86.6	88.1	85.3	
		최소	79.1	78.9	58.2	84.4	1.0	85.0	82.9	34.5	83.0	1.0	43.0	31.4	27.1	82.4	84.2	64.2	
		최대	86.7	87.6	90.3	89.1	1.0	89.6	89.2	88.3	93.9	66.1	90.7	90.2	92.3	88.7	91.8	91.4	
	10	평균	85.7	86.3	88.7	89.9	1.0	91.0	89.7	64.9	92.6	316.5	70.8	80.1	67.2	89.7	92.4	91.3	
		최소	82.6	82.1	83.0	87.2	1.0	88.3	86.1	41.7	86.0	1.0	41.9	33.0	25.6	86.7	87.9	87.3	
		최대	87.2	90.0	92.2	93.1	1.0	94.2	92.4	90.0	99.8	61.5	92.7	96.2	95.9	93.4	96.2	97.3	
연간			평균	84.3	81.0	88.5	90.3	12.1	91.5	90.1	84.6	91.5	36.4	88.1	76.7	79.5	90.9	91.2	89.6
			최소	77.3	6.1	58.2	83.3	1.0	83.6	81.2	34.5	80.3	1.0	41.9	30.5	25.6	81.4	33.6	36.1
			최대	90.6	90.0	97.0	97.0	45.1	97.8	97.6	100.0	100.0	90.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	



Table 4-5. Monthly PAR (uE)

연도	월		가지 뒷편					가지에서 먼 지점										
			LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75
2017	11	평균	58.4	26.9	24.5	3.6	4.5	1.2	9.3	99.5	4.2	18.2	42.1	673.2	713.3	19.9	319.8	702.3
		최소	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	8.7	1.2	8.7	8.7	1.2	1.2	8.7
		최대	196.2	293.7	161.2	16.2	16.2	1.2	41.2	1881.2	26.2	1728.7	133.7	1788.7	1961.2	58.7	1673.7	2063.7
	12	평균	433.3	130.2	58.1	9.4	10.3	1.2	31.5	770.3	15.5	24.1	151.0	841.0	714.8	47.6	41.0	823.1
		최소	13.7	3.7	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	41.2	1.2	98.7	8.7	103.7	21.2	3.7	3.7	8.7
		최대	1643.7	1111.2	223.7	33.7	33.7	1.2	91.2	2206.2	61.2	1756.2	591.2	2083.7	2416.2	128.7	93.7	2396.2
2018	1	평균	499.8	204.9	28.6	7.8	8.6	1.3	25.8	377.6	10.2	22.9	283.4	678.9	681.4	40.1	51.8	556.8
		최소	3.7	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	6.2	1.2	3.7	3.7	36.2	36.2	1.2	1.2	1.2
		최대	2021.2	1911.2	168.7	46.2	38.7	3.7	96.2	1903.7	78.7	1706.2	1768.7	1923.7	2113.7	156.2	203.7	2226.2
	2	평균	323.1	201.1	40.4	10.2	11.7	1.7	36.6	472.0	23.0	34.2	384.0	417.0	477.4	56.6	59.1	470.5
		최소	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
		최대	1421.2	1356.2	281.2	53.7	66.2	6.2	176.2	1798.7	108.7	1346.2	1413.7	1473.7	1843.7	253.7	248.7	1733.7
	3	평균	122.0	88.5	15.1	3.3	4.8	1.4	23.1	160.5	9.7	33.5	134.3	148.4	152.5	17.4	31.1	162.4
		최소	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
		최대	973.7	1158.7	173.7	43.7	48.7	3.7	163.7	1201.2	81.2	778.7	873.7	866.2	1308.7	218.7	226.2	1273.7
	4	평균	23.3	34.3	2.0	1.4	1.3	1.2	4.3	39.4	3.0	54.0	20.4	22.8	25.7	2.3	7.0	38.7
		최소	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
		최대	313.7	473.7	21.2	6.2	6.2	1.2	61.2	571.2	41.2	233.7	271.2	346.2	446.2	31.2	78.7	586.2
	5	평균	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.2	70.2	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	1.4
		최소	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
		최대	16.2	16.2	1.2	1.2	1.2	1.2	3.7	16.2	1.2	16.2	13.7	16.2	16.2	1.2	6.2	16.2
	6	평균	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	50.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
		최소	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
		최대	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
	7	평균	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	43.9	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
		최소	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
		최대	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
	8	평균	9.9	12.3	2.3	1.2	1.3	1.2	10.1	12.9	1.2	49.2	9.5	10.0	11.5	10.4	8.4	13.1
		최소	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
		최대	153.7	291.2	43.7	1.2	8.7	1.2	148.7	363.7	3.7	136.2	138.7	156.2	363.7	196.2	128.7	358.7
	9	평균	94.2	113.8	65.4	1.9	15.8	1.8	113.1	125.3	18.8	29.7	87.2	97.2	124.5	3.6	62.4	122.1
		최소	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
		최대	733.7	826.2	716.2	11.2	153.7	11.2	853.7	898.7	241.2	643.7	698.7	701.2	926.2	276.2	676.2	891.2
	10	평균	340.7	385.3	213.1	6.9	38.1	6.6	385.7	397.0	104.7	7.0	322.5	347.4	407.9	4.8	340.6	407.8
		최소	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
		최대	1618.7	1733.7	1088.7	36.2	226.2	36.2	1841.2	1768.7	866.2	1526.2	1503.7	1543.7	2048.7	28.7	1781.2	1921.2
		평균	159.1	99.0	37.7	4.1	8.2	1.8	52.6	203.7	16.1	248.7	118.1	270.0	275.5	17.1	75.7	274.1
		최소	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
		최대	2021.2	1911.2	1088.7	53.7	226.2	36.2	1841.2	2206.2	866.2	1756.2	1768.7	2083.7	2416.2	276.2	1781.2	2396.2

Table 4-6. Monthly soil temperature (°C)

연도	월		기지 뒷편					기지에서 먼 지점										
			LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75
2017	11	평균	-15.7	-17.7	-17.4	-18.1	-18.1	-18.1	-17.1	-17.1	-17.6	-10.4	-16.1	-3.2	-11.3	-15.6	-11.7	-10.2
		최소	-19.3	-19.7	-20.0	-19.8	-20.1	-19.9	-19.6	-19.9	-20.0	-17.0	-19.3	-15.9	-15.5	-18.2	-14.7	-15.9
		최대	-11.1	-14.5	-14.7	-15.7	-15.4	-15.6	-14.1	-13.5	-13.8	7.5	-10.9	9.6	-6.7	-12.0	-9.7	4.0
	12	평균	-8.2	-11.2	-12.0	-13.5	-13.1	-12.8	-11.1	-10.4	-10.5	2.0	-7.6	4.6	-4.3	-9.1	-5.7	2.0
		최소	-12.0	-14.6	-14.9	-15.7	-15.5	-15.6	-14.1	-13.9	-13.8	-5.3	-12.1	-2.9	-10.0	-12.5	-9.7	-4.4
		최대	-4.4	-8.4	-10.0	-11.7	-10.9	-10.7	-8.8	-7.7	-7.4	14.4	-2.4	17.8	1.5	-6.2	0.1	10.7
2018	1	평균	-4.9	-5.3	-9.2	-10.9	-10.2	-8.2	-7.2	-6.8	-7.5	0.3	-3.9	3.5	3.2	-5.2	-0.7	1.7
		최소	-8.1	-8.4	-10.0	-11.7	-10.9	-10.7	-8.8	-8.1	-8.7	-5.9	-7.2	-3.7	-1.6	-6.5	-2.0	-3.5
		최대	-2.7	0.1	-8.6	-10.3	-9.6	0.0	-6.3	-5.9	-5.8	14.6	-1.1	16.3	14.4	-4.1	-0.1	12.4
	2	평균	-9.8	-8.4	-10.4	-11.6	-11.3	-9.4	-8.4	-9.8	-9.5	-7.9	-8.8	-6.6	-4.6	-8.0	-5.7	-7.6
		최소	-14.7	-11.0	-13.0	-13.1	-13.6	-11.1	-10.9	-13.5	-12.4	-16.0	-14.5	-16.0	-13.0	-12.4	-9.3	-12.3
		최대	-5.6	-6.5	-8.8	-10.3	-9.5	-8.5	-6.9	-6.9	-7.3	-0.4	-4.1	3.5	5.9	-5.0	-1.9	-3.3
	3	평균	-14.9	-12.7	-13.7	-14.1	-14.3	-12.6	-12.4	-14.4	-14.0	-14.6	-14.6	-14.0	-12.6	-13.1	-11.9	-13.6
		최소	-19.4	-15.4	-15.8	-16.0	-16.5	-14.9	-15.1	-18.1	-17.1	-20.7	-18.7	-21.8	-18.8	-15.7	-14.7	-17.6
		최대	-10.7	-10.4	-11.8	-12.3	-12.2	-10.7	-9.9	-11.7	-11.1	-7.9	-10.5	-7.8	-7.1	-9.8	-8.8	-10.2
	4	평균	-21.6	-18.1	-18.5	-18.1	-18.4	-17.4	-17.6	-20.5	-19.8	-21.6	-21.0	-21.2	-18.7	-18.3	-17.7	-20.5
		최소	-28.1	-21.5	-22.8	-21.2	-21.9	-20.7	-21.1	-25.4	-24.7	-29.7	-28.5	-29.8	-25.3	-22.8	-21.9	-27.6
		최대	-14.4	-15.3	-15.6	-15.8	-15.8	-14.8	-14.7	-16.1	-15.8	-11.9	-13.3	-10.9	-13.3	-13.9	-14.4	-13.7
	5	평균	-27.0	-23.1	-23.8	-22.4	-23.0	-22.3	-22.8	-25.4	-24.9	-26.9	-26.5	-26.9	-25.3	-23.7	-23.3	-26.1
		최소	-31.6	-25.8	-26.5	-24.8	-25.9	-25.2	-25.9	-28.6	-28.0	-32.4	-31.3	-33.8	-29.9	-27.2	-26.0	-30.7
		최대	-18.8	-20.2	-19.9	-19.5	-19.3	-19.5	-19.4	-20.0	-20.3	-16.0	-17.2	-14.5	-17.0	-18.2	-19.2	-17.4
	6	평균	-23.6	-22.2	-22.6	-21.6	-21.8	-21.6	-21.9	-23.1	-22.9	-22.6	-22.9	-22.3	-22.3	-21.7	-21.8	-22.8
		최소	-30.1	-25.6	-26.1	-24.5	-25.4	-25.0	-25.3	-28.2	-27.0	-31.4	-30.3	-31.7	-28.2	-26.7	-25.6	-29.5
		최대	-15.8	-18.7	-18.6	-18.5	-18.3	-18.6	-18.5	-17.3	-18.0	-13.4	-14.5	-12.8	-15.9	-16.9	-17.8	-15.3
	7	평균	-25.1	-23.0	-23.3	-22.8	-23.1	-22.7	-22.9	-24.2	-24.0	-24.2	-23.7	-24.6	-23.9	-23.2	-22.6	-24.4
		최소	-34.3	-27.8	-28.0	-26.8	-28.1	-27.5	-27.6	-31.0	-30.5	-35.6	-30.3	-36.5	-32.3	-30.2	-28.0	-33.4
		최대	-17.4	-19.4	-19.1	-20.5	-18.5	-19.7	-19.6	-17.9	-18.6	-14.1	-15.6	-13.7	-17.3	-17.3	-19.0	-17.1
	8	평균	-28.6	-26.0	-26.6	-24.7	-26.2	-25.5	-26.1	-27.3	-26.9	-27.6	-27.7	-27.8	-27.2	-26.1	-25.3	-27.1
		최소	-34.5	-29.2	-30.1	-27.3	-30.9	-29.1	-30.3	-32.4	-31.2	-35.2	-34.5	-36.1	-33.8	-31.6	-28.6	-32.6
		최대	-21.0	-22.3	-22.8	-22.1	-21.3	-22.4	-22.2	-19.5	-22.3	-15.0	-17.6	-14.4	-18.9	-19.3	-21.2	-20.4
	9	평균	-24.0	-23.3	-23.5	-23.2	-23.4	-23.2	-23.7	-23.0	-23.3	-22.8	-23.1	-23.1	-23.3	-23.7	-23.0	-23.0
		최소	-31.9	-27.6	-27.5	-26.1	-27.8	-27.1	-28.2	-30.0	-28.9	-31.6	-31.5	-33.4	-30.9	-29.5	-27.1	-29.3
		최대	-16.8	-19.8	-18.6	-21.1	-17.6	-20.6	-20.3	-14.3	-17.1	-13.6	-15.2	-12.6	-16.8	-20.9	-19.5	-15.8
	10	평균	-17.7	-17.9	-18.9	-19.6	-18.4	-18.4	-18.7	-16.7	-17.0	-14.8	-15.5	-14.3	-14.4	-19.4	-17.5	-16.9
		최소	-25.8	-23.0	-24.3	-22.7	-24.3	-22.3	-23.5	-24.2	-24.3	-25.2	-24.8	-26.0	-24.4	-23.1	-22.4	-23.4
		최대	-12.0	-12.2	-14.2	-16.0	-12.8	-13.9	-13.0	-4.0	-8.9	1.2	-2.8	4.9	1.8	-14.8	-11.8	-8.6
		평균	-18.4	-17.4	-18.4	-18.4	-18.5	-17.7	-17.5	-18.3	-18.2	-15.9	-17.6	-15.0	-15.5	-17.3	-15.7	-15.7
		최소	-34.5	-29.2	-30.1	-27.3	-30.9	-29.1	-30.3	-32.4	-31.2	-35.6	-34.5	-36.5	-33.8	-31.6	-28.6	-33.4
		최대	-2.7	0.1	-8.6	-10.3	-9.5	0.0	-6.3	-4.0	-5.8	14.6	-1.1	17.8	14.4	-4.1	0.1	12.4

Table 4-7. Monthly soil water content (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)

연도	월		가지 뒷편				가지에서 먼 지점											
			LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75
2017	11	평균	0.0084	-0.2184	-0.0276	-0.0443	-0.1699	-0.1399	-0.1482	-0.0779	-0.1619	-0.2040	-0.0342	-0.0305	-0.0234	0.0018	-0.0899	-0.0581
		최소	0.0040	-0.2210	-0.0297	-0.0485	-0.1755	-0.1420	-0.1517	-0.0822	-0.1650	-0.3088	-0.0382	-0.0967	-0.0284	-0.0003	-0.0950	-0.1012
		최대	0.0127	-0.2156	-0.0247	-0.0389	-0.1639	-0.1379	-0.1463	-0.0725	-0.1572	-0.1790	-0.0278	0.1577	-0.0167	0.0050	-0.0855	0.0574
	12	평균	0.0170	-0.2142	-0.0233	-0.0334	-0.1577	-0.1353	-0.1462	-0.0693	-0.1549	-0.2718	-0.0212	0.0144	-0.0084	0.0059	-0.0657	-0.0402
		최소	0.0112	-0.2169	-0.0259	-0.0389	-0.1639	-0.1379	-0.1473	-0.0733	-0.1594	-0.3071	-0.0316	-0.0499	-0.0210	0.0040	-0.0864	-0.1189
		최대	0.0214	-0.2103	-0.0222	-0.0284	-0.1517	-0.1337	-0.1452	-0.0662	-0.1538	-0.1549	-0.0025	0.1219	0.2670	0.0081	0.3568	0.0274
2018	1	평균	0.0185	-0.2078	-0.0225	-0.0266	-0.1488	-0.1328	-0.1462	-0.0655	-0.1546	-0.2363	-0.0058	0.0414	0.1951	0.0085	0.1383	-0.0373
		최소	0.0137	-0.2210	-0.0240	-0.0297	-0.1549	-0.1337	-0.1484	-0.0670	-0.1561	-0.2972	-0.0185	-0.0506	0.0122	0.0071	0.1237	-0.1141
		최대	0.0238	-0.1826	-0.0210	-0.0259	-0.1463	-0.1317	-0.1441	-0.0639	-0.1528	-0.1650	0.0147	0.1762	0.2810	0.0107	0.2607	0.0371
	2	평균	0.0138	-0.2081	-0.0245	-0.0265	-0.1482	-0.1343	-0.1487	-0.0683	-0.1576	-0.2632	-0.0133	-0.0354	0.0245	0.0064	0.1188	-0.0876
		최소	0.0081	-0.2103	-0.0265	-0.0297	-0.1517	-0.1358	-0.1517	-0.0717	-0.1616	-0.3088	-0.0191	-0.0609	-0.0047	0.0040	0.1153	-0.0976
		최대	0.0200	-0.2051	-0.0222	-0.0240	-0.1463	-0.1337	-0.1473	-0.0654	-0.1549	-0.1267	-0.0047	0.1681	0.1789	0.0081	0.1251	-0.0781
	3	평균	0.0109	-0.2098	-0.0266	-0.0300	-0.1527	-0.1372	-0.1524	-0.0711	-0.1609	-0.2695	-0.0189	-0.0451	-0.0028	0.0038	0.1150	-0.0859
		최소	0.0050	-0.2116	-0.0284	-0.0323	-0.1549	-0.1389	-0.1538	-0.0733	-0.1639	-0.3174	-0.0240	-0.0557	-0.0120	0.0013	0.1133	-0.0915
		최대	0.0166	-0.2064	-0.0247	-0.0278	-0.1484	-0.1348	-0.1495	-0.0685	-0.1572	-0.1755	-0.0150	-0.0349	0.0050	0.0066	0.1164	-0.0830
	4	평균	0.0034	-0.2086	-0.0303	-0.0345	-0.1563	-0.1399	-0.1554	-0.0743	-0.1629	-0.3080	-0.0212	-0.0582	-0.0101	0.0004	0.1123	-0.0881
		최소	-0.0052	-0.2103	-0.0349	-0.0389	-0.1616	-0.1441	-0.1594	-0.0789	-0.1662	-0.3208	-0.0265	-0.0717	-0.0173	-0.0025	0.1107	-0.0923
		최대	0.0122	-0.2051	-0.0265	-0.0297	-0.1528	-0.1379	-0.1528	-0.0701	-0.1594	-0.1605	-0.0138	-0.0409	-0.0047	0.0029	0.1138	-0.0822
	5	평균	-0.0026	-0.2098	-0.0346	-0.0402	-0.1597	-0.1434	-0.1592	-0.0769	-0.1656	-0.3138	-0.0212	-0.0687	-0.0173	-0.0027	0.1102	-0.0907
		최소	-0.0069	-0.2116	-0.0369	-0.0436	-0.1628	-0.1463	-0.1616	-0.0805	-0.1685	-0.3174	-0.0259	-0.0781	-0.0222	-0.0052	0.1091	-0.0950
		최대	0.0056	-0.2064	-0.0303	-0.0349	-0.1549	-0.1399	-0.1561	-0.0717	-0.1616	-0.3071	-0.0138	-0.0528	-0.0086	0.0008	0.1117	-0.0830
	6	평균	0.0034	-0.2085	-0.0327	-0.0382	-0.1569	-0.1415	-0.1579	-0.0739	-0.1632	-0.3181	-0.0194	-0.0634	-0.0134	-0.0009	0.1113	-0.0889
		최소	-0.0052	-0.2103	-0.0369	-0.0436	-0.1616	-0.1463	-0.1605	-0.0789	-0.1662	-0.3331	-0.0323	-0.0789	-0.0203	-0.0047	0.1091	-0.0976
		최대	0.0127	-0.2051	-0.0278	-0.0323	-0.1528	-0.1379	-0.1549	-0.0685	-0.1594	-0.2362	-0.0120	-0.0382	-0.0063	0.0029	0.1133	-0.0822
	7	평균	0.0066	-0.2084	-0.0329	-0.0399	-0.1576	-0.1424	-0.1579	-0.0746	-0.1646	-0.3105	-0.0186	-0.0658	-0.0138	-0.0017	0.1115	-0.0900
		최소	-0.0025	-0.2116	-0.0389	-0.0471	-0.1639	-0.1473	-0.1616	-0.0814	-0.1696	-0.3331	-0.0402	-0.0814	-0.0228	-0.0069	0.1085	-0.1030
		최대	0.0186	-0.2038	-0.0265	-0.0349	-0.1517	-0.1389	-0.1549	-0.0693	-0.1605	-0.1441	0.0056	-0.0471	-0.0052	0.0024	0.1133	-0.0805
	8	평균	0.0017	-0.2101	-0.0352	-0.0431	-0.1606	-0.1450	-0.1600	-0.0772	-0.1676	-0.3133	-0.0273	-0.0704	-0.0154	-0.0039	0.1108	-0.0887
		최소	-0.0080	-0.2116	-0.0389	-0.0478	-0.1650	-0.1484	-0.1616	-0.0822	-0.1719	-0.3226	-0.0416	-0.0822	-0.0222	-0.0080	0.1096	-0.0923
		최대	0.0147	-0.2064	-0.0303	-0.0389	-0.1549	-0.1410	-0.1572	-0.0693	-0.1628	-0.2890	-0.0156	-0.0535	-0.0069	0.0008	0.1117	-0.0822
	9	평균	0.0129	-0.2079	-0.0312	-0.0410	-0.1576	-0.1420	-0.1573	-0.0753	-0.1645	-0.3122	-0.0259	-0.0664	-0.0123	-0.0014	0.1127	-0.0835
		최소	-0.0069	-0.2116	-0.0369	-0.0457	-0.1628	-0.1463	-0.1605	-0.0822	-0.1696	-0.3296	-0.0349	-0.0789	-0.0222	-0.0063	0.1101	-0.0923
		최대	0.0214	-0.2051	-0.0247	-0.0369	-0.1517	-0.1389	-0.1549	-0.0685	-0.1594	-0.1974	-0.0080	-0.0550	-0.0063	0.0008	0.1143	-0.0749
	10	평균	0.0168	-0.2051	-0.0267	-0.0349	-0.1522	-0.1369	-0.1542	-0.0717	-0.1601	-0.3061	-0.0192	-0.0525	-0.0027	0.0019	0.1147	-0.0798
		최소	0.0112	-0.2090	-0.0316	-0.0409	-0.1594	-0.1410	-0.1572	-0.0789	-0.1662	-0.3243	-0.0297	-0.0693	-0.0120	-0.0008	0.1128	-0.0855
		최대	0.0205	-0.2025	-0.0222	-0.0297	-0.1452	-0.1317	-0.1517	-0.0471	-0.1538	-0.2129	-0.0003	0.1080	0.1479	0.0056	0.1164	-0.0701
평균			0.0092	-0.2097	-0.0290	-0.0361	-0.1566	-0.1392	-0.1536	-0.0730	-0.1616	-0.2855	-0.0205	-0.0417	0.0090	0.0015	0.0833	-0.0763
최소			-0.0080	-0.2210	-0.0389	-0.0485	-0.1755	-0.1484	-0.1616	-0.0822	-0.1719	-0.3331	-0.0416	-0.0967	-0.0284	-0.0080	-0.0950	-0.1189
최대			0.0238	-0.1826	-0.0210	-0.0240	-0.1452	-0.1317	-0.1441	-0.0471	-0.1528	-0.1267	0.0147	0.1762	0.2810	0.0107	0.3568	0.0574

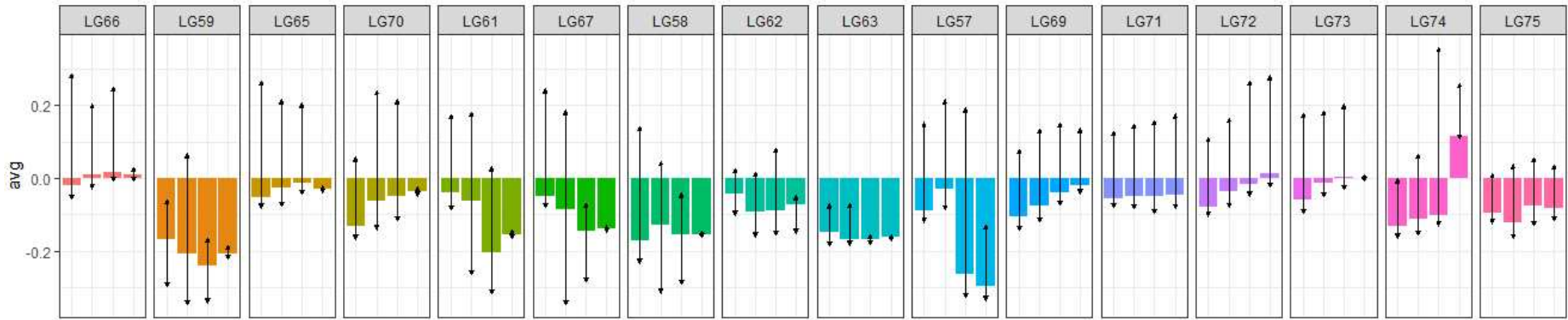


Fig. 4-17. Annual variation of soil water content ( $\text{m}^3/\text{m}^3$ ) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018.

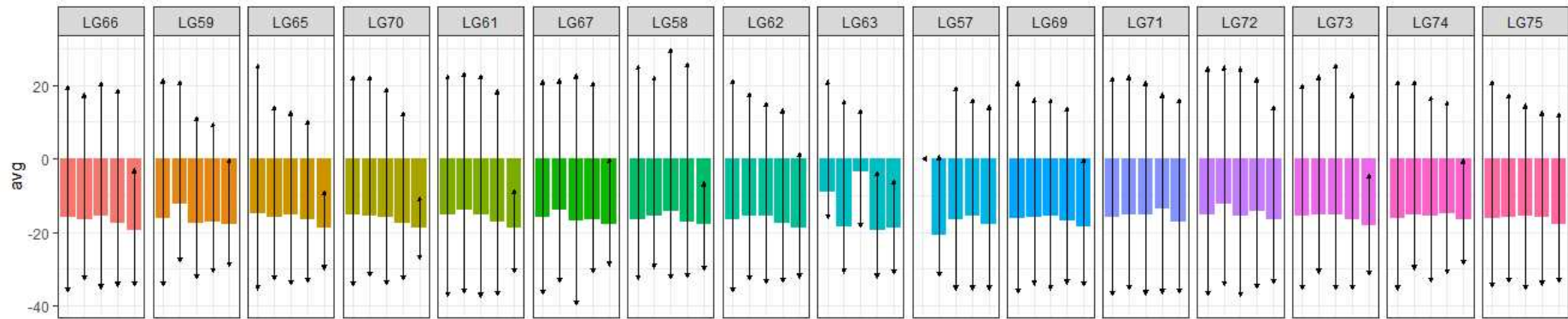


Fig. 4-18. Annual variation of soil temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018.

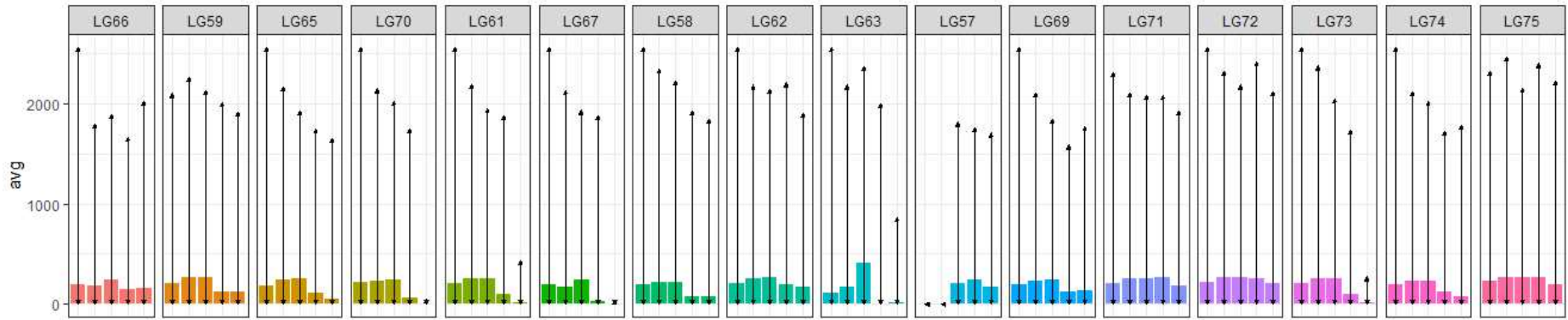


Fig. 4-19. Annual variation of PAR (uE) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018.

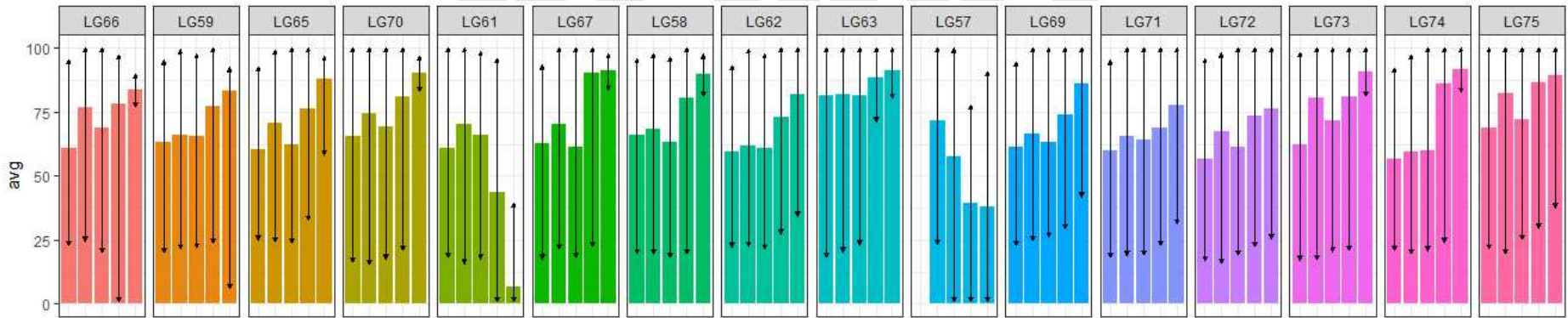


Fig. 4-20. Annual variation of relative humidity (%) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018.

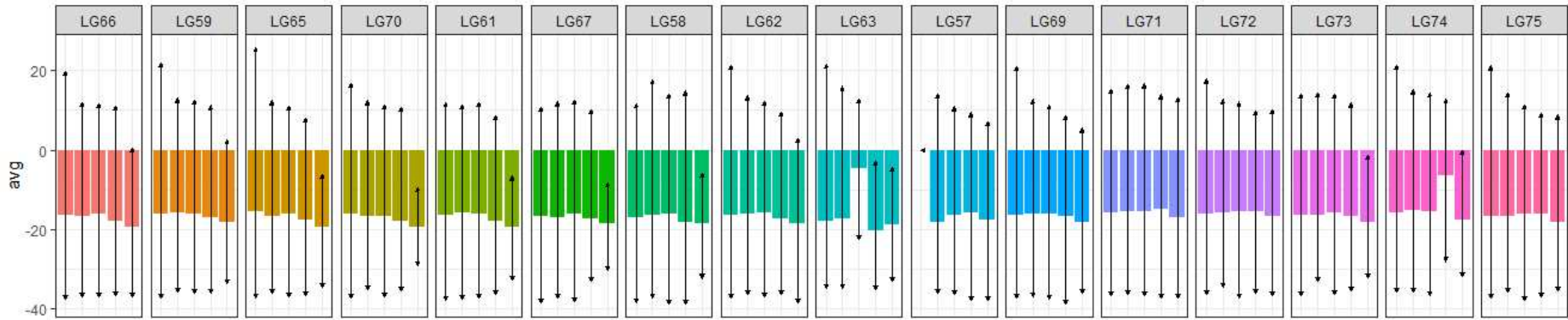


Fig. 4-21. Annual variation of air temperature (°C) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018.

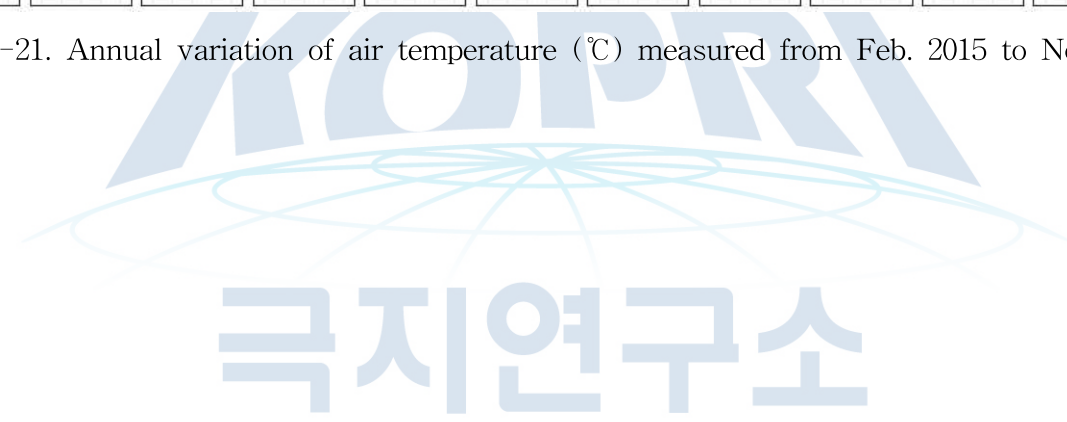


Table 4-8. Annual variation of air temperature (°C) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018.

연도		기지 뒷편				기지에서 먼 지점											
		LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75
2014	평균	-16.3	-16.2	-15.4	-16.1	-16.4	-16.8	-16.9	-16.3	-17.8		-16.4	-15.9	-16.0	-16.3	-15.9	-16.8
	최소	-37.5	-37.1	-37.2	-37.3	-37.8	-38.5	-38.4	-37.3	-34.8		-37.2	-36.6	-36.3	-36.5	-35.6	-37.2
	최대	19.8	21.8	25.7	16.7	11.9	10.8	11.7	21.3	21.5		21.0	15.2	17.8	14.0	21.3	21.1
2015	평균	-16.6	-15.8	-16.6	-16.7	-15.9	-17.0	-16.4	-16.0	-17.2	-18.2	-16.1	-15.4	-15.9	-16.3	-15.3	-16.7
	최소	-37.0	-35.8	-36.1	-35.0	-37.5	-37.3	-37.2	-36.4	-34.8	-36.1	-36.8	-36.4	-34.5	-32.9	-35.7	-35.7
	최대	12.0	13.0	12.4	12.4	11.3	12.1	17.6	13.6	16.0	14.0	12.7	16.5	12.7	14.3	15.1	14.4
2016	평균	-16.0	-16.0	-16.1	-16.8	-16.0	-16.1	-16.1	-15.9	-4.5	-16.4	-16.1	-15.4	-15.5	-15.8	-15.4	-16.2
	최소	-37.0	-36.1	-37.0	-36.8	-37.2	-38.0	-38.8	-36.8	-22.5	-36.4	-37.6	-36.6	-37.1	-36.4	-36.6	-37.8
	최대	11.7	12.5	11.0	11.4	12.0	12.6	14.1	12.3	12.9	10.9	11.4	16.6	12.1	14.1	14.3	11.4
2017	평균	-17.9	-17.1	-17.7	-17.9	-17.8	-17.4	-18.1	-17.2	-20.2	-15.9	-16.8	-14.8	-15.6	-16.7	-6.5	-16.0
	최소	11.1	-36.1	-36.6	-35.3	-36.2	-32.9	-38.6	-36.3	-35.1	-37.8	-38.7	-37.2	-35.9	-35.5	-28.0	-36.8
	최대	-36.7	11.2	8.0	10.7	8.7	10.2	14.8	9.6	-2.9	9.4	8.6	13.9	9.9	11.8	12.8	9.3
2018	평균	-19.4	-18.3	-19.3	-19.3	-19.4	-18.6	-18.6	-18.5	-18.9	-17.7	-18.3	-17.0	-16.7	-18.3	-17.5	-18.1
	최소	-36.9	-33.6	-34.5	-29.1	-32.7	-30.3	-32.2	-38.3	-32.9	-37.9	-36.1	-37.2	-36.6	-32.1	-31.7	-35.4
	최대	0.6	2.6	-6.2	-9.5	-6.6	-8.2	-5.9	2.9	-4.4	7.2	5.5	13.2	10.1	-1.3	-0.1	8.8
평균		-17.2	-16.7	-17.0	-17.4	-17.1	-17.2	-17.2	-16.7	-17.7	-17.0	-16.7	-15.7	-15.9	-16.6	-15.1	-16.7
최소		-37.5	-37.1	-37.2	-37.3	-37.8	-38.5	-38.8	-38.3	-35.1	-37.9	-38.7	-37.2	-37.1	-36.5	-36.6	-37.8
최대		19.8	21.8	25.7	16.7	12.0	12.6	17.6	21.3	21.5	14.0	21.0	16.6	17.8	14.3	21.3	21.1



Table. 4-9. Annual variation of relative humidity (%) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018

연도		기지 뒷편			기지에서 먼 지점												
		LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75
2014	평균	61.1	63.3	60.5	65.7	61.1	62.8	65.9	59.3	81.3		61.3	59.9	56.6	62.5	56.5	68.6
	최소	22.9	20.1	25.1	16.6	18.3	17.6	19.9	22.3	18.2		23.0	18.4	17.1	17.2	21.2	21.5
	최대	95.5	95.3	92.8	100.0	100.0	93.4	95.9	93.2	100.0		94.7	95.3	96.0	98.2	92.2	100.0
2015	평균	76.7	66.1	70.6	74.4	70.0	70.4	68.5	62.0	81.8	71.8	66.5	65.5	67.3	80.7	59.6	82.2
	최소	24.7	21.6	24.4	15.6	15.8	21.6	19.9	22.7	20.5	23.4	25.0	19.1	16.0	17.5	19.7	19.7
	최대	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	98.1	100.0	97.5
2016	평균	68.8	65.4	62.3	69.2	65.8	61.4	63.0	60.9	81.6	57.7	63.0	64.0	61.4	71.8	59.8	72.1
	최소	20.1	22.2	23.9	17.7	17.7	18.3	18.2	21.5	23.2	1.0	26.2	19.2	19.2	20.4	20.9	25.2
	최대	100.0	97.8	100.0	100.0	98.8	100.0	96.4	97.7	100.0	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2017	평균	78.1	77.0	76.2	80.9	43.7	90.1	80.7	73.2	88.4	39.4	74.0	68.8	73.3	80.8	86.1	86.4
	최소	1.0	24.0	32.9	21.0	1.0	22.6	19.6	27.4	71.3	1.0	29.7	22.9	22.6	21.1	24.2	29.8
	최대	97.2	100.0	100.0	100.0	95.8	100.0	100.0	100.0	100.0	77.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2018	평균	83.6	83.1	88.1	90.2	6.8	91.3	90.0	82.0	91.1	38.0	86.2	77.9	76.1	90.6	91.7	89.5
	최소	77.3	6.1	58.2	83.3	1.0	83.6	81.2	34.5	80.3	1.0	41.9	31.4	25.6	81.4	82.7	37.7
	최대	89.8	92.4	97.0	97.0	39.4	97.8	97.6	100.0	100.0	90.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	평균	73.7	70.8	71.3	75.9	50.4	75.0	73.4	67.3	85.3	51.5	70.0	67.1	66.9	77.3	68.2	79.8
	최소	1.0	6.1	23.9	15.6	1.0	17.6	18.2	21.5	18.2	1.0	23.0	18.4	16.0	17.2	19.7	19.7
	최대	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 4-10. Annual variation of PAR (uE) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018

연도		기지 뒷편					기지에서 먼 지점										
		LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75
2014	평균	200.3	213.5	189.1	221.5	208.6	196.9	196.9	205.2	110.6		190.7	203.7	221.5	206.5	194.9	226.0
	최소	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
	최대	2553.7	2098.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7		2553.7	2311.2	2553.7	2553.7	2553.7	2321.2
2015	평균	182.5	264.2	241.6	228.8	254.1	168.5	221.3	256.7	167.5		237.3	249.8	264.2	250.0	234.6	265.7
	최소	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
	최대	1796.2	2261.2	2161.2	2146.2	2186.2	2128.7	2346.2	2181.2	2181.2		2106.2	2101.2	2316.2	2373.7	2113.7	2463.7
2016	평균	242.9	262.1	250.4	244.5	257.1	241.3	217.9	263.5	413.5	212.9	239.2	250.9	270.3	252.5	235.1	264.6
	최소	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
	최대	1888.7	2131.2	1928.7	2018.7	1948.7	1931.2	2226.2	2141.2	2366.2	1811.2	1846.2	2078.7	2183.7	2048.7	2018.7	2148.7
2017	평균	152.1	120.1	109.7	65.8	97.2	27.5	77.9	197.7	10.8	242.8	123.7	261.7	258.2	105.6	126.7	264.5
	최소	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
	최대	1663.7	2011.2	1743.7	1746.2	1881.2	1876.2	1928.7	2206.2	2001.2	1756.2	1586.2	2083.7	2416.2	1731.2	1726.2	2396.2
2018	평균	155.9	120.6	49.5	3.9	12.7	2.2	78.2	173.5	21.0	171.0	139.1	187.2	204.1	13.7	75.6	192.9
	최소	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
	최대	2021.2	1911.2	1648.7	53.7	433.7	38.7	1841.2	1903.7	866.2	1706.2	1768.7	1923.7	2113.7	276.2	1781.2	2226.2
	평균	187.3	197.5	171.0	155.2	169.2	129.2	159.8	220.9	98.0	210.6	187.2	232.5	245.3	168.8	175.6	244.6
	최소	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
	최대	2553.7	2261.2	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	2553.7	1811.2	2553.7	2311.2	2553.7	2553.7	2553.7	2463.7

Table 4-11. Annual variation of soil temperature (°C) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018

연도		기지 뒷편			기지에서 먼 지점												
		LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75
2014	평균	-15.9	-16.2	-14.8	-15.3	-15.3	-16.0	-16.4	-16.4	-9.1		-16.2	-16.0	-15.3	-15.5	-16.3	-16.3
	최소	-36.2	-34.6	-35.6	-34.5	-37.4	-36.7	-32.8	-36.1	-16.2		-36.4	-37.2	-37.1	-35.5	-35.6	-34.9
	최대	19.9	21.7	25.7	22.5	22.8	21.4	25.4	21.5	21.4		21.1	22.3	25.0	20.2	21.3	21.2
2015	평균	-16.7	-12.3	-16.0	-15.6	-14.1	-14.1	-15.6	-15.7	-18.5	-20.7	-15.8	-15.3	-12.4	-15.4	-15.4	-16.0
	최소	-32.9	-28.1	-32.8	-31.9	-36.5	-33.5	-29.8	-32.8	-31.1	-32.0	-34.3	-35.4	-34.5	-31.1	-30.1	-33.4
	최대	17.8	21.2	14.3	22.6	23.5	21.7	22.6	17.9	16.0	0.9	16.5	22.7	25.3	22.7	21.2	17.7
2016	평균	-15.6	-17.4	-15.4	-15.9	-15.3	-16.8	-14.4	-15.6	-3.5	-16.6	-15.7	-15.2	-15.6	-15.2	-15.6	-15.7
	최소	-35.3	-32.5	-34.1	-34.2	-37.6	-39.8	-32.5	-33.8	-18.6	-35.6	-35.6	-36.9	-37.5	-35.4	-33.6	-35.5
	최대	20.9	11.4	12.9	19.2	22.9	23.0	29.9	15.4	13.4	19.6	16.4	21.1	25.0	25.8	16.9	14.9
2017	평균	-17.4	-17.3	-16.4	-17.5	-17.3	-16.6	-17.3	-17.5	-19.5	-15.7	-16.9	-13.6	-14.4	-16.4	-14.9	-15.8
	최소	-34.7	-30.9	-33.4	-32.8	-37.2	-30.9	-32.1	-33.5	-32.4	-35.6	-34.0	-36.6	-35.1	-35.4	-31.3	-34.3
	최대	18.9	9.8	10.4	12.8	18.8	21.0	26.1	13.6	-3.4	16.3	14.1	17.8	22.0	17.8	15.8	12.9
2018	평균	-19.5	-17.8	-18.9	-18.8	-18.8	-18.0	-18.0	-18.7	-18.7	-17.8	-18.4	-17.2	-16.5	-18.1	-16.7	-17.7
	최소	-34.5	-29.2	-30.1	-27.3	-30.9	-29.1	-30.3	-32.4	-31.2	-35.6	-34.5	-36.5	-33.8	-31.6	-28.6	-33.4
	최대	-2.7	0.1	-8.6	-10.3	-8.4	0.0	-6.3	1.8	-5.8	14.6	0.0	16.3	14.4	-4.1	-0.1	12.4
	평균	-17.0	-16.7	-16.2	-16.6	-16.1	-16.5	-16.3	-16.7	-17.5	-17.2	-16.6	-15.5	-15.1	-16.1	-15.8	-16.3
	최소	-36.2	-34.6	-35.6	-34.5	-37.6	-39.8	-32.8	-36.1	-32.4	-35.6	-36.4	-37.2	-37.5	-35.5	-35.6	-35.5
	최대	20.9	21.7	25.7	22.6	23.5	23.0	29.9	21.5	21.4	19.6	21.1	22.7	25.3	25.8	21.3	21.2

Table 4-12. Annual variation of soil water content (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) measured from Feb. 2015 to Nov. 2018.

연도	기지 뒷편			기지에서 먼 지점													
	LG66	LG59	LG65	LG70	LG61	LG67	LG58	LG62	LG63	LG57	LG69	LG71	LG72	LG73	LG74	LG75	
2015	평균	-0.0213	-0.1668	-0.0523	-0.1300	-0.0402	-0.0498	-0.1718	-0.0433	-0.1491	-0.0870	-0.1045	-0.0556	-0.0790	-0.0578	-0.1314	-0.0939
	최소	-0.0550	-0.2955	-0.0805	-0.1662	-0.086	-0.0781	-0.2320	-0.1003	-0.1850	-0.1198	-0.1420	-0.0789	-0.1039	-0.0958	-0.1628	-0.1237
	최대	0.2864	-0.0579	0.2650	0.0581	0.1742	0.2452	0.1405	0.0270	-0.0701	0.1527	0.0803	0.1290	0.1117	0.1783	-0.0008	0.0147
2016	평균	0.0114	-0.2053	-0.0265	-0.0637	-0.0630	-0.0857	-0.1285	-0.0906	-0.1657	-0.0289	-0.0747	-0.0483	-0.0376	-0.0127	-0.1123	-0.1199
	최소	-0.0284	-0.3458	-0.0765	-0.1399	-0.263	-0.3458	-0.3139	-0.1594	-0.1826	-0.0847	-0.1189	-0.0814	-0.0781	-0.0485	-0.1549	-0.1639
	최대	0.2043	0.0678	0.2153	0.2403	0.1820	0.1862	0.0454	0.0161	-0.0693	0.2156	0.1347	0.1470	0.1648	0.1840	0.0660	0.0384
2017	평균	0.0172	-0.2397	-0.0138	-0.0494	-0.2019	-0.1439	-0.1551	-0.0875	-0.1683	-0.2629	-0.0389	-0.0483	-0.0161	0.0031	-0.1023	-0.0749
	최소	-0.0080	-0.3403	-0.0430	-0.1141	-0.316	-0.2826	-0.2890	-0.1538	-0.1802	-0.3243	-0.0725	-0.0967	-0.0478	-0.0297	-0.1297	-0.1277
	최대	0.2498	-0.1639	0.2056	0.2156	0.0319	-0.0685	-0.0409	0.0816	-0.1538	0.1923	0.1503	0.1577	0.2670	0.2020	0.3568	0.0574
2018	평균	0.0090	-0.2082	-0.0295	-0.0353	-0.1548	-0.1393	-0.1548	-0.0736	-0.1620	-0.2953	-0.0187	-0.0475	0.0144	0.0012	0.1157	-0.0815
	최소	-0.0080	-0.2210	-0.0389	-0.0478	-0.165	-0.1484	-0.1616	-0.1495	-0.1719	-0.3331	-0.0416	-0.0822	-0.0228	-0.0080	0.1085	-0.1141
	최대	0.0297	-0.1826	-0.0203	-0.0240	-0.1399	-0.1287	-0.1441	-0.0471	-0.1528	-0.1267	0.1370	0.1762	0.2810	0.0107	0.2607	0.0371
평균	0.0046	-0.2060	-0.0299	-0.0694	-0.1155	-0.1049	-0.1519	-0.0747	-0.1603	-0.1671	-0.0592	-0.0499	-0.0298	-0.0161	-0.0612	-0.0929	
최소	-0.0550	-0.3458	-0.0805	-0.1662	-0.316	-0.3458	-0.3139	-0.1594	-0.1850	-0.3331	-0.1420	-0.0967	-0.1039	-0.0958	-0.1628	-0.1639	
최대	0.2864	0.0678	0.2650	0.2403	0.1820	0.2452	0.1405	0.0816	-0.0693	0.2156	0.1503	0.1762	0.2810	0.2020	0.3568	0.0574	

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

Ok-Sun Kim, Jaejin Lee, Ahnna Cho and Yong-Joon 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 November 2017 to October 2018. The air temperature recorded from  $-36.9^{\circ}\text{C}$  to  $13.3^{\circ}\text{C}$ . The change of the soil temperature was connected to the change of the air temperature. The relative humidity showed big differences between the 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. Since February in 2014, the air temperature recorded from  $-38.8^{\circ}\text{C}$  to  $25.7^{\circ}\text{C}$  with the average of  $-16.7^{\circ}\text{C}$ , while the soil temperature showed  $-16.4^{\circ}\text{C}$  with average values ranged from  $-39.8^{\circ}\text{C}$  to  $29.9^{\circ}\text{C}$ . These microclimate factors will monitor continuously and analyze the correlation with biota distribution.

## 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 II.

남극 세종과학기지







## 제 5 장

### 세종과학기지 환경시설 및 에너지 모니터링

#### 제 1 절

#### 환경 시설 관리

31차 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. 세종 온실관리는 온실 운영계획에 따라 관리되고 있으며, 외래종 유입 방지를 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 오수집수장으로 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.

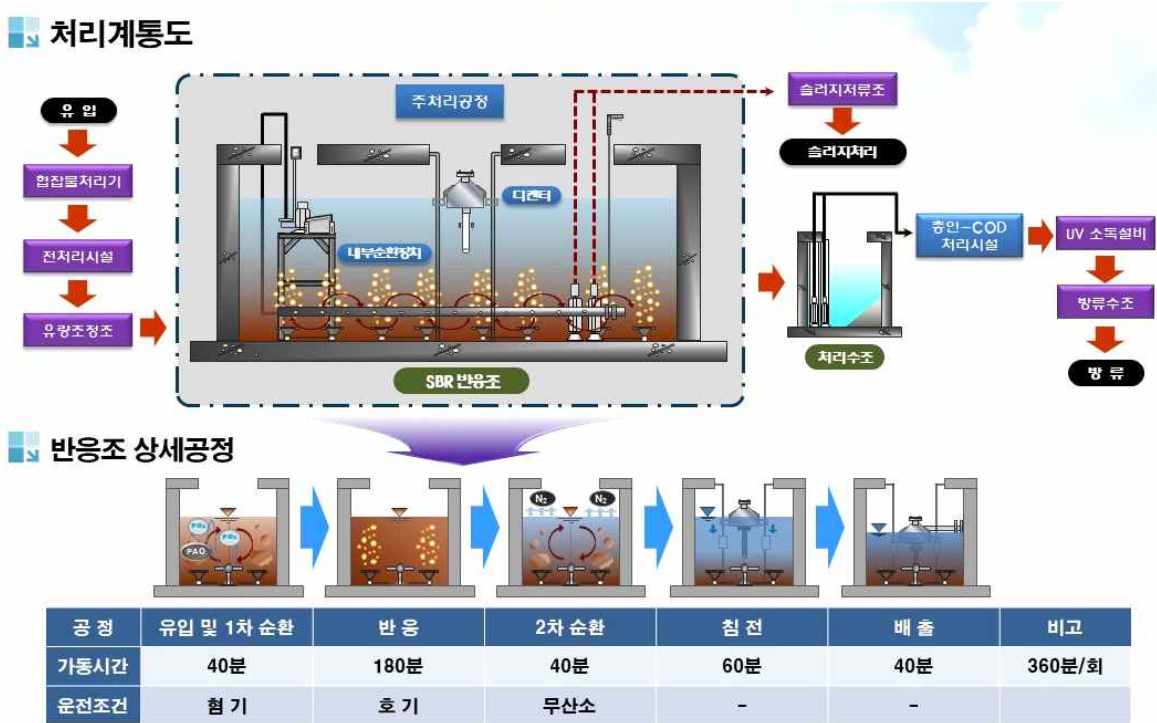


Fig. 5-1. IC/SBR sewage treatment system at King Sejong Station.

### ※ 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

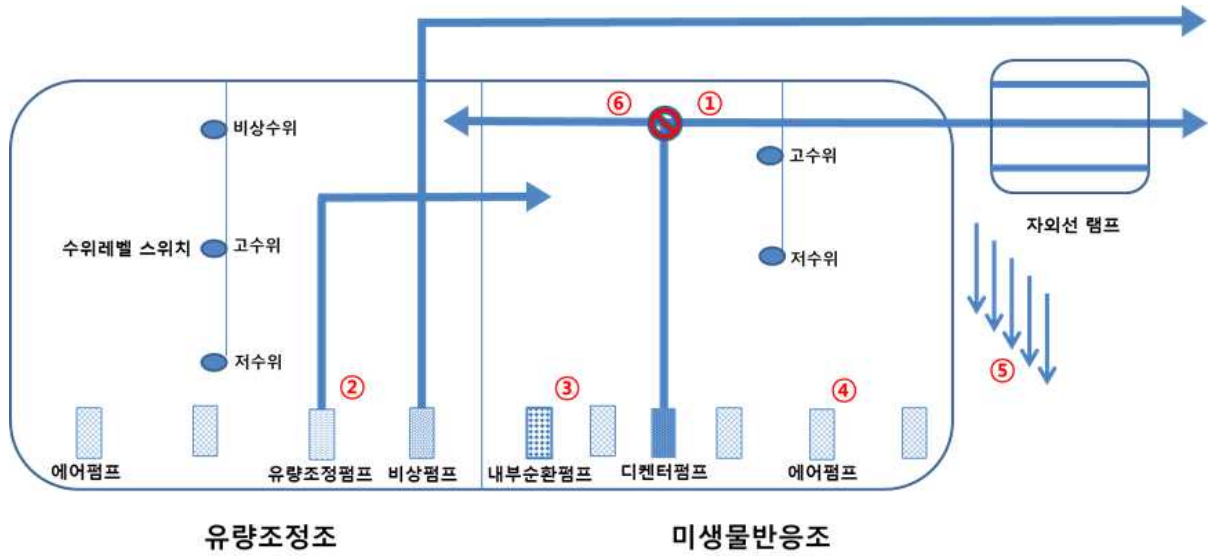


Fig. 5-2. Sewage treatment facility operation flow chart.

※ 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 방지 하고 있다. 기지에서는 1차적으로 집수정을 통해 연구동, 숙소동, 생활관동에서 발생하는 오수가 차집 되어 침전이 이루어지며, 집수정에서 오수처리설비로 이송되어 처리되고 있다.

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 하계 기간 동안 파견하여 현황을 파악하였으며, 2017/18 하계 기간 동안 전반적인 시설 개선 작업이 이루어 졌다((주) 에이치엔텍 시행). 시설 개선 작업은 오수처리 시설의 노후 기자재 및 추가 부속기자재를 설치하는 작업과 배관 및 전기 공사로 이루어 졌다. 반응조의 잉여슬러지 펌프하였고 반응조의 DO를 높이기 위해 산기장치를 설치하였다. 기계실에는 반응조의 미생물 증식과 DO 농도 증가에 필요한 공기가 주입되도록 브로워를 설치하고 COD 농도를 낮추기 위한 메탄올과 T-P를 낮추기 위한 PAC의 투입을 위해 약품펌프와 약품탱크를 설치하였다. 또한 방류수수질 개선을 위한 여과기, 방류량 유량계, 잉여슬러지 탈수기 등을 설치하고 오수처리시설에 설치된 설비와 공법 프로그램을 자동으로 운전하기 위한 제어반을 설치하였다 (Fig. 5-3).

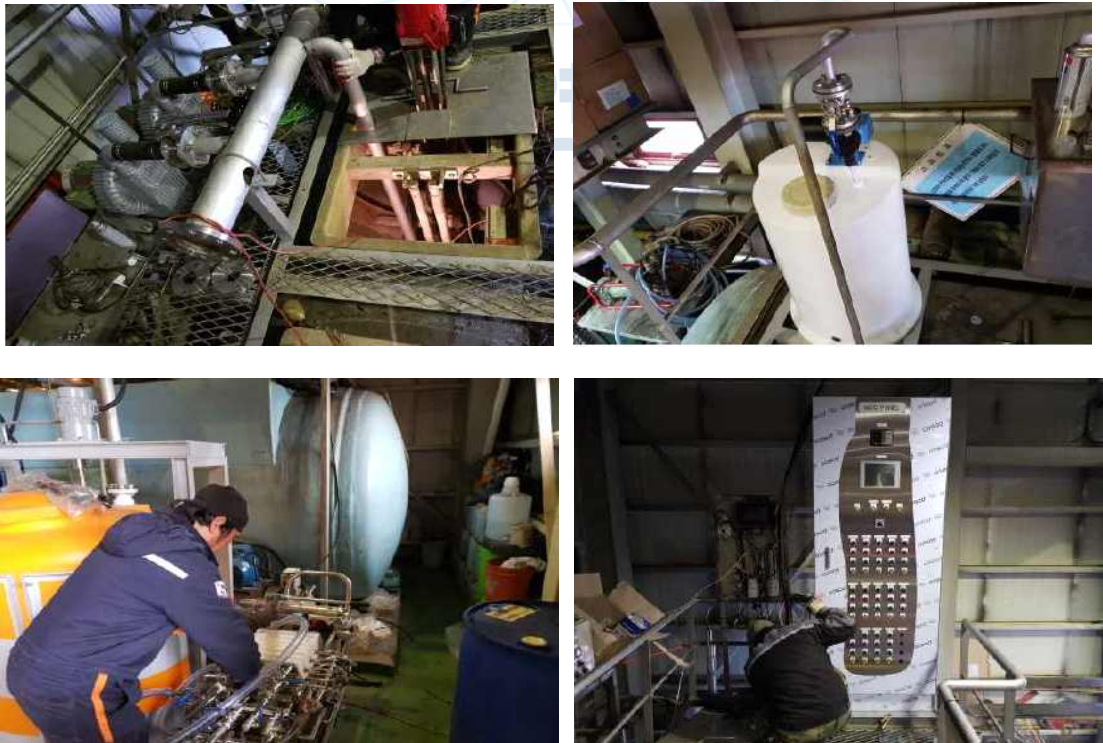


Fig. 5-3. Improvement of wastewater treatment facility.



시설 설치 이후 2018년 1월 16일부터 20일까지 시운전하면서 세종기지 오수의 유량과 유입 수질을 관측한 결과 세종기지의 유입수는 COD, T-N, T-P, pH가 국내의 일반하수와는 양상이 다르게 나타났다 (Fig. 5-4). Fig. 5-4의 왼쪽 사진은 일반하수의 SV30 (1L 매스실린더에서 30분간 가라앉힌 슬러지의 양)과 유입수 및 방류수의 색깔을 보여주고 있으며, 왼쪽의 세종기지의 양상과는 상당한 차이를 보여주고 있다. 특히 일반하수의 경우 pH는 6.5-8.5 사이로 나타나나, 세종기지의 하수는 동일기간 동안 5.07-6.47로 낮은 pH값을 보였다. 하계기간 동안 세종기지의 1일 오수 발생량은 22-23톤으로 나타났다. 시험가동 및 이후 31차 월동대의 수질검사 결과를 토대로 세종기지 오수처리시설의 문제점을 검토한 결과, 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. 5-4. Colour comparison of general domestic sewage (left) and King Sejong Station sewage (upper right: SV30, bottom: discharged water)

## 2. 폐기물 처리시설

### 가. 시설 특성

기지에서 발생하는 폐기물 처리를 위해 소각기와 캔압축기를 운영하고 있으며, 폐기물은 전량 반출된다. 발생하는 폐기물은 CAN, ASH, PVC, GLASS 이렇게 4가지로 분리수거가 이루어지고 있으며, 종이, 목재, 음식물 등 유기물에 대한 소각이 제한적으로 이루어지고 있다. 또한 발생하는 PVC류와 고철류는 부피를 줄이기 위해 캔압축기를 2대 운영하고 있다 (Fig. 5-5, Table 5-1).



<소각기>

<캔 압축기>

Fig. 5-5. Incinerator and can presser operating at King Sejong Station

Table 5-1. Status of waste treatment equipment

장비명	도입년도	제조사	장비 재원	용도	상태	비고
소각기	2011년	하나로이엔지	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 이루어지고 있다. 31차 월동 기간 중 2018년 7월 21일부터 7일간 소각기 보수를 실시하였다. 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.

월별 소각기 운영현황은 Fig. 5-6과 같다. 10월과 11월의 소각기 운영은 유류탱크교



체 공사 시 발생한 폐유를 사용하였다.

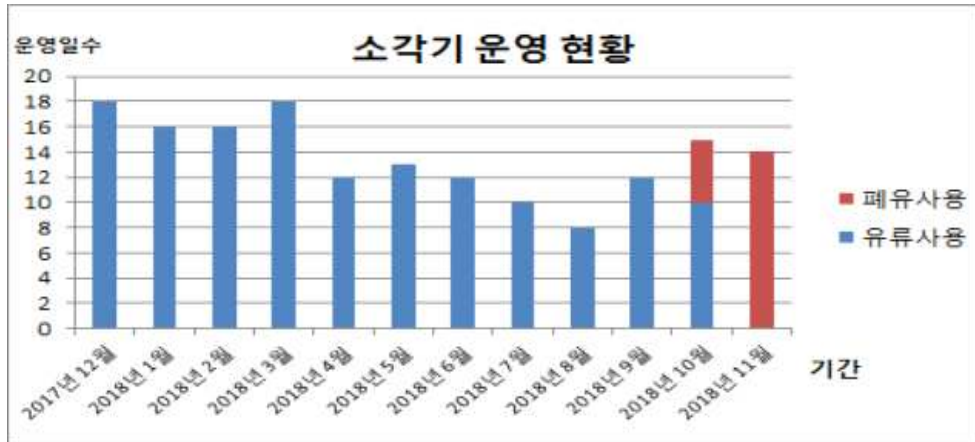


Fig. 5-6. Monthly operating days and hours of incinerator.

### 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. 5-7). 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 수확이 종료된 식물과 인공 상토는 소각처리 후 배출하고 있다.



Fig. 5-7. Management of hydroponic facility.

#### 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 종균제의 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.

장보고기지와 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

31<sup>st</sup> 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

31차 월동 연구대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

**요 약** : 31차 월동 시 12개월간 유류 사용량은 374,250 ℓ 로 지난해 같은 기간 사용한 411,200 ℓ 에 비해 감소하였다. 신규 발전기 도입과 담수화기 사용기간이 없어 유류 사용량이 줄어든 것으로 보인다. 전자제어와 열병합 발전설비를 갖춘 발전기 3대(270KW)가 신규 설치되어 있으며, 비상용 발전기 1대, 공사용 예비발전기 1대를 운영하고 있다. 31차 월동기간의 급수지원은 현대호의 보유 수량으로 100% 공급하였으며, 담수화기의 가동은 없었다. 급수의 사용량은 동계기간 약 3~4톤 정도이었으며, 많은 인원이 상주하는 하계기간에는 동절기 대비 2~3배 많은 사용량을 보였다. 유류 유출 예방을 위해 유류 저장 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. 2017년 12월~2018년 11월까지 1년간 총 연료 소모량은 약 374,250ℓ로 지난해 같은 기간 사용한 411,200ℓ에 비해 감소하였으며, 월간 평균 약 31,210ℓ의 연료를 사용하였다(Table 5-2). 기지 증개축 공사 이후 사용된 연료량을 기지 운영에 소요된 양이다.

Table 5-2. Monthly fuel and lubricant consumption during 31<sup>st</sup> over-wintering period

구 분 월	ADO (ℓ)			lubricant (ℓ)		
	사용량	재고량	비고	사용량	재고량	비고
2017년/ 12월	37,500	815,450	12/26: 270,000 보급	160	2,760	1,680 보급
2018년/ 1월	37,500	777,950		120	2,640	
2월	30,820	747,130		40	2,600	
3월	28,200	718,930		100	2,500	
4월	31,800	687,130		60	2,440	
5월	29,400	657,730		100	2,340	
6월	34,300	623,430		40	2,300	
7월	29,100	594,330		100	2,200	
8월	29,900	564,430		120	2,080	
9월	28,800	535,630		120	1,960	
10월	29,900	502,600	3,130 폐유 발생	160	1,800	중장비 140ℓ
11월	27,300	475,300		100	1,700	
총 사용량	374,520			1,220		

2017년 5월~11월 월동기간 동안 월간 평균 유류 소모는 약 30,000ℓ이었다. 2017년 12월~2018년 11월간 발전기 윤활유 소모는 지난해(2,230ℓ)의 절반 가량으로 약 1,220ℓ이며 월 평균 약 101ℓ를 사용 하였다. 경유 소모량은 대부분 발전기가 차지하고

있으며, 담수화기와 냉동기 등의 사용여부, 열선 부하변동과 각종 난방기구들의 사용 증감에 따라 유류(경유) 소모량의 차이가 있다.

31차 월동을 위한 연료 보급량은 지난해(640,000 ℓ)의 절반에 못 미치는 270,000 ℓ가 2017년 12월 26일에 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 방지하기 위하여 이중벽구조의 스테인레스 재질이다. 신규 탱크 6기의 저유 용량은 각각 150,737 ℓ(100% 기준)으로 총 904,422 ℓ로 기존의 용량(990,750 ℓ)에 비해 약간 줄어들었다(Table 5-3, Fig. 5-8).

Table 5-3. 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		

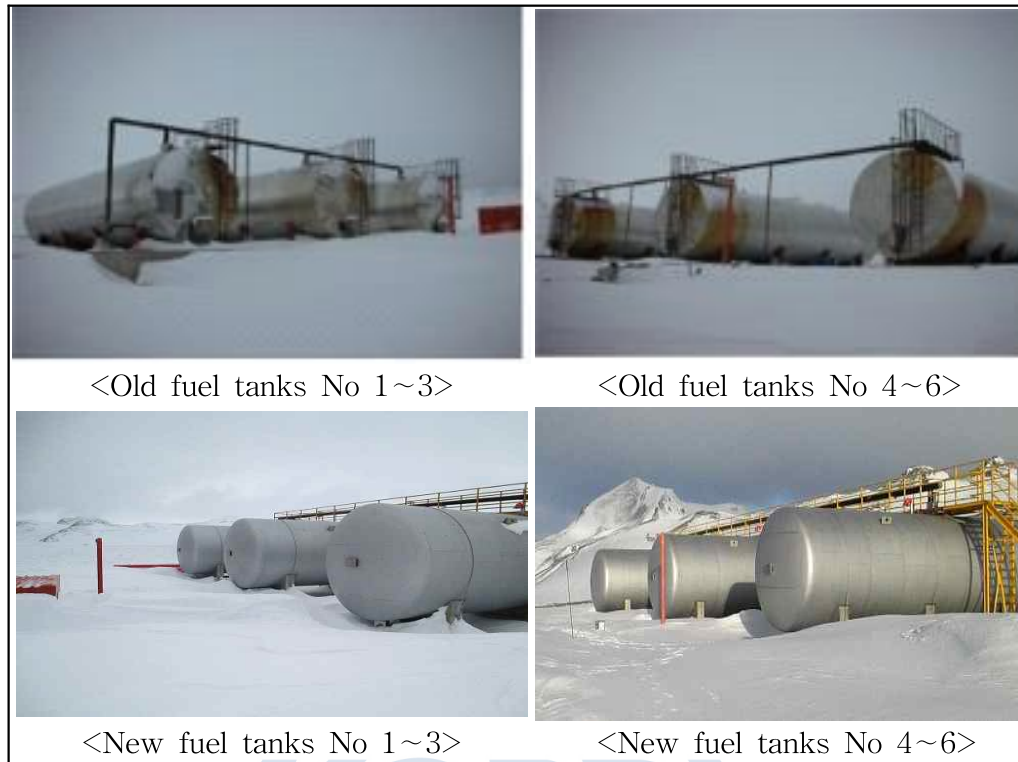


Fig. 5-8. New fuel tanks installed in 2016/17 season.

## 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 발생하여 제거하였으나, 재질 특성상 지속적으로 녹이 발생할 가능성이 있다(Fig. 5-9). 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.

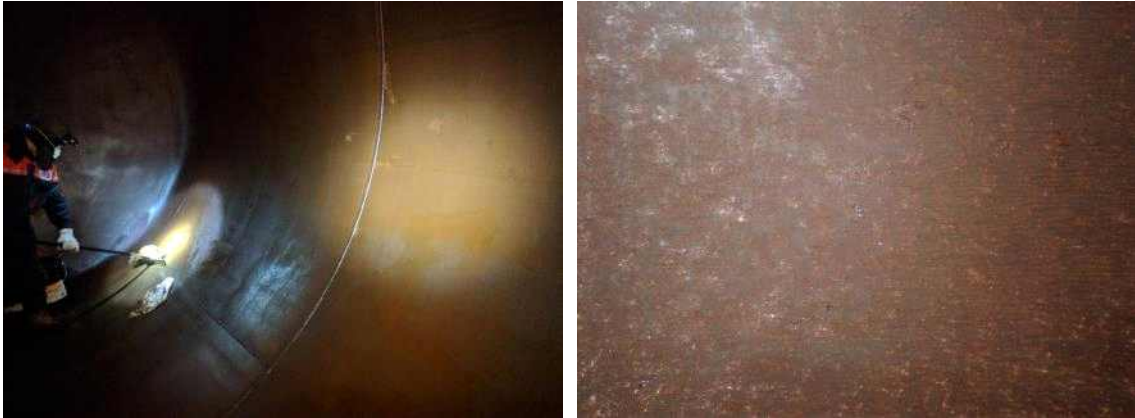


Fig. 5-9. Stain on the surface of inside of fuel tank.

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 예는 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 대비하고 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 (Fig. 5-10).



<Oil fence>



<buoy (3 Set)>



<Oil treatment agent ( 20 ℓ x 20 ea)>



<Oil adsorbent>

Fig. 5-10. Oil spill control products at King Sejong Station.

또한 혹시라도 있을 수 있는 기지 운영 시 유류 유출이나 화재 발생 시 발전실로 진입하지 않고 신속하게 연료 공급을 차단할 수 있도록 ‘Quick close valve’의 설치가 필요하며, 다음 차대부터 설치 가능하도록 보급될 예정이다.

### 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 5-4).

Table 5-4. 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. 31차 월동 기간((2017년 12월~2018년 11월까지) 내내 현대호를 통하여 100% 급수를 시행하였으며 담수화기 사용 기간은 없었으나 장비 점검과 시험 가동만 실시하였다 (Fig. 5-11). 31차 월동기간에 현대호 내부 방수공사를 완료하여 그동안 누수 되었던 수량을 확보할 수 있어 월동기간 내 용설수 만으로 급수가 가능하였다.

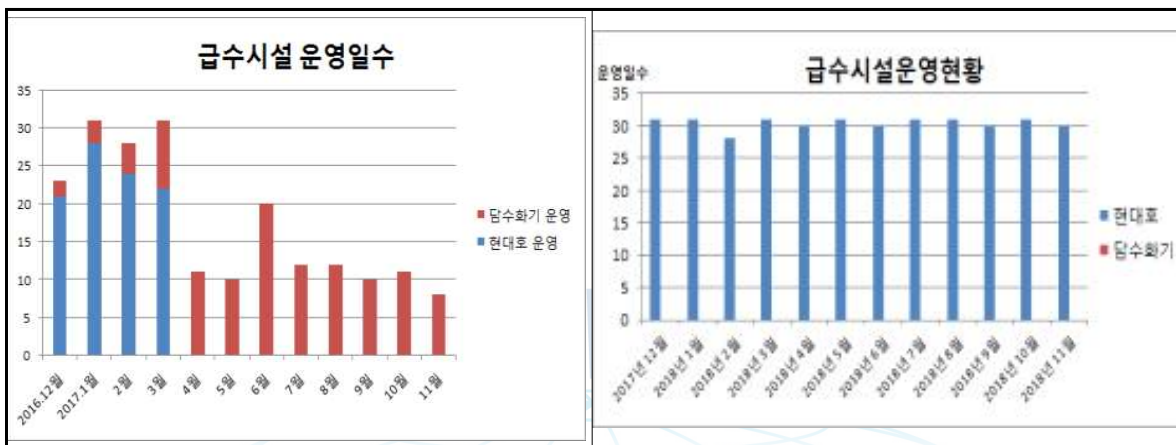


Fig. 5-11. Comparison of freshwater supply source between 30<sup>th</sup> (left) and 31<sup>st</sup> (right) over-wintering period. red bar: desalination facility, blue bar: artificial lake.

#### 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.

기지 내 차량운행을 위한 주유 시 소량의 유류 유출이 발생하지 않도록 주의가 필요하며, 유출 시에 즉각 대응할 수 있도록 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

31<sup>st</sup> over-wintering team, Ji Hee Kim

*Korea Polar Research Institute, KIOST*

**Abstract** : During 31<sup>st</sup> over-wintering period, 374,250 ℓ were consumed for station operation for 12 months and annual usage reduced compared to the previous year. 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 100% through artificial lake (hyundaiho) during 31<sup>st</sup> over-wintering period. The usage amount of water was about 3~4 ton, summer period which many people reside was used 2~3 times more than 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

31차 월동 연구대, 김 지 희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

**요 약** : 세종기지의 월동기간에 발생한 폐기물은 성상별로 구분하여 우드박스에 보관하고 컨테이너에 선적되어 남극외부로 반출되어 처리된다. 31차 월동기간에 발생하거나 지난 공사 기간 중 발생한 매립 폐기물(소각재)을 포함한 일반폐기물과 재활용 가능한 폐기물은 15,815 kg으로 지난해에 비해 약 2배에 가까운 폐기물이 반출되었다. 이중 고철(41%)과 PVC(32%)가 높은 비중을 차지하였다. 지정폐기물의 대부분은 저유탱크 청소로 발생한 폐유의 잔량으로 8,000 kg이 발생하였고 배터리류가 912 kg 발생하였다. 2017년 30차 월동기간에 비해 소각으로 발생한 재의 양이 2배 이상 발생했으며 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. 5-12, Table 5-5).

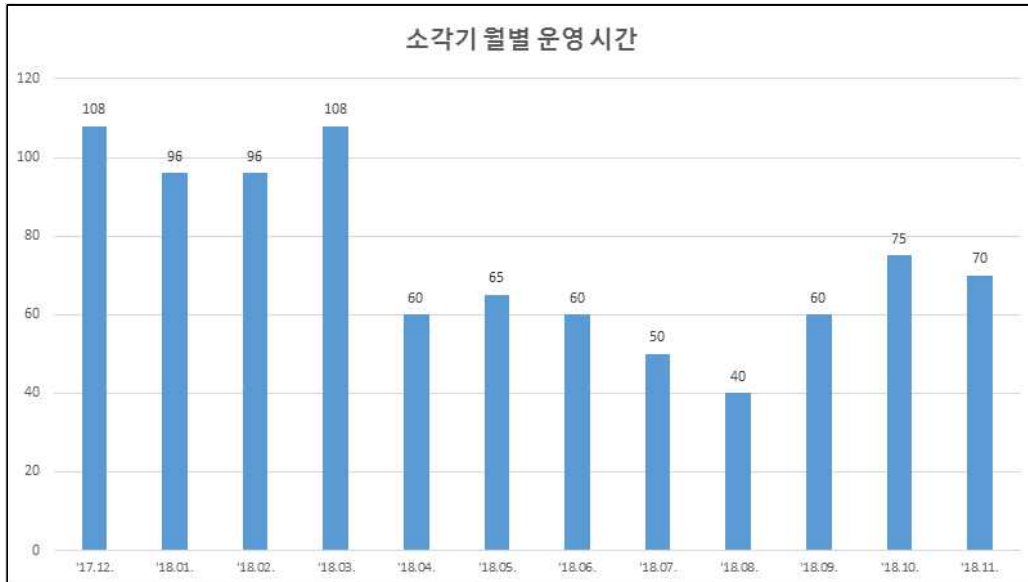


Fig. 5-12. Monthly incinerator operation hours.

Table 5-5. Monthly incinerator operation days and hours/day

구분	'17.12	'18.01	'18.02	'18.03	'18.04	'18.05	'18.06	'18.07	'18.08	'18.09	'18.10	'18.11
일 수	18	16	16	18	12	13	12	10	8	12	15	14
시간/일	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5
시간 합계	108	96	96	108	60	65	60	50	40	60	75	70

발생되는 폐기물 중 PVC 및 고철류는 캔 압축기를 사용하여 부피를 줄였고 각 폐기물 별 무게를 측정하여 월별 발생량을 기록하였다(Table 5-6). 일반폐기물 중 재활용 폐기물은 고철이 6,490 kg으로 가장 많이 발생하였고 PVC 플라스틱류는 4,926 kg 발생하였다.

지정폐기물은 지난해 유류 탱크 청소 시에 발생한 폐유 잔량과 발전기 교체로 발생한 양으로 약 8,000 kg이 발생하였다.

Table 5-6. Amount (kg) and type of wastes at King Sejong Station during 31<sup>st</sup> over-wintering period

시기	종류	지정 폐기물			일반 폐기물				
					반출후 매립	재활용 가능 폐기물			
		배터리	LPG 공병	폐유		소각재	고철	PVC	의류
2017.12월					170	630	740		240
2018.1월					180	630	570		260
2월					220	410	530		170
3월					250	430	540		170
4월					200	430	480		200
5월					350	565	370		150
6월					190	730	260		160
7월					200	730	360		160
8월					200	425	280		90
9월					150	570	280		80
10월					140	470	190		160
11월	912	1,260	8,000		200	470	325	250	110
합계	912	1,260	8,000		2,450	6,490	4,925	250	1,950

31차 월동기간 동안 폐기물 발생량은 30차 기간 동안에 발생한 폐기물의 양이 종류에 따라 다른 양상을 보였다. 소각 후 발생한 재의 양은 지난 월동기간에 비해 2배 이상 많은 양으로 유통기간이 지난 월동기간의 남은 식자재를 대량 소각하였기 때문으로 보인다 (Table 5-7). 재활용 가능 폐기물의 양이 대체로 상당량 증가한 것으로 보이며, 이는 공사 후 제한적인 운송편으로 인하여 공사폐기물을 분리수거하여 지속적으로 반출하고 있기 때문으로 판단되며, 다음 차대에도 일부 공사폐기물의 반출이 예정되어 있다.

Table 5-7. Comparison of amount of waste generation between 29<sup>th</sup> to 31<sup>st</sup> over-wintering period

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

## 2. 폐기물 반출 준비 및 선적

세종기지에서 발생한 폐기물은 기지 동편의 창고동과 체육관동에서 선별작업 등을 진행한다(Fig. 5-13).



Fig. 5-13. Waste management. Classified waste boxes (left) and stored waste boxes in warehouse before transportation.

월동기간에 발생한 재활용 폐기물은 성상별로 구분하고 부피를 최소화하여 포장하여 반출을 위해 20 ft 컨테이너에 적재하였다(Fig. 5-14). 폐기물 컨테이너는 쇠빙연구선 아라온에 적재되어 5월 중순에 국내에 도착하여 검역 후 처리될 예정이다.



Fig. 5-14. Preparation of wastes to transport from Antarctic region.

### 3. 결론 및 제언



31차 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, 발생양상을 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 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

31<sup>st</sup> 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 31<sup>st</sup> over-winter period were 15,815 kg, and scrap metal (41%) and PVC (32%) accounted for the highest percentage. Most of the hazardous wastes were waste-oil generated from the cleaning of the storage tank, resulting in 8,000 kg and batteries of 912 kg. The amount of ash generated by incineration is more than twice that of the 30th over-wintering period in 2018, and measures are needed to reduce incineration waste.

극지연구소



## 제 6 장

### 세종과학기지 운영에 따른 환경지표 모니터링

#### 제 1 절

#### 족적(Footprint)

31차 월동 연구대, 김지희

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

**요 약** : 2018/19 하계 기간 동안 세종기지에 들어온 인원은 122명이며, 32차 월동대 16명을 포함하여 하계 연구자는 57명, 하계 지원인력 11명, 선박보관동 건설 인원 13명, 연구협력 및 시찰을 목적으로 방문한 22명 및 기타 인원 3명으로 구성된다. 남극특별보호구역 171번 방문신청 건수는 10건이며 총 61명이 하계기간 동안 방문하였다. 이중 보호구역 내에서 연구활동을 수행한 인원은 36명이며, 연구지역 접근을 위한 통행 및 시찰단 인원이 25명이었다. 세종기지를 기반으로 활동한 인원의 방문지역은 주로 바톤반도 지역에 국한되나, 국제공동연구팀과 함께 필데스반도지역과 맥스웰만에서도 활동하였다.



## 1. 기지 주변 공간적 변경사항

2018/19 하계 시즌 동안 보급된 소형연구선 2척의 보관을 위한 소형선박 보관동 공사가 진행되었으며, 이로 인한 기지 주변 공간의 변경이 발생하였다(Fig. 6-1, 6-2). 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. 6-1. Foundation works for new research boats storage house in 2018/19 season.



Fig. 6-2. New research boats storage house construction in 2018/19 season.

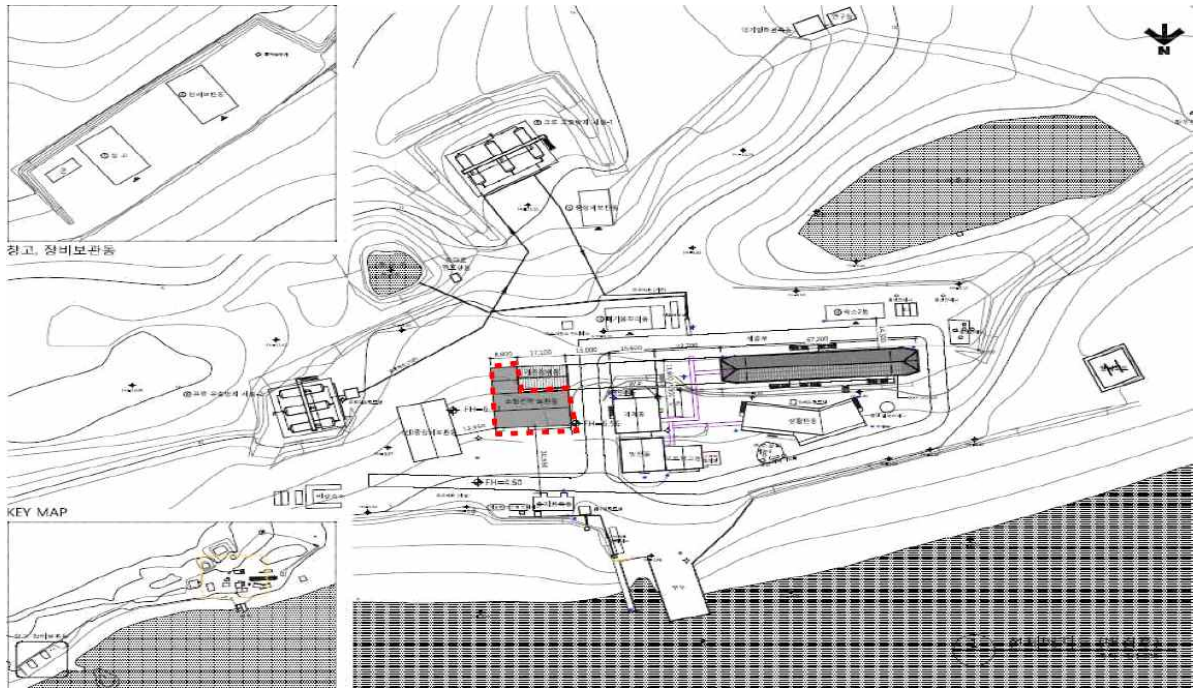


Fig. 6-3. Changed layout of King Sejong Station facilities in 2018/19 season.

## 2. 기지 체류 및 방문인원과 야외조사 지역

2018/19 하계 기간 동안 세종기지에 들어온 인원은 122명이며, 32차 월동대 16명을 포함하여 하계 연구자는 57명, 하계 지원인력 11명, 선박보관동 건설 인원 13명, 연구협력 및 시찰을 목적으로 방문한 22명 및 기타 인원 3명으로 구성된다. 남극특별보호구역 171번 방문신청 건수는 10건이며 총 61명이 하계기간 동안 방문하였다. 세종기지를 기반으로 활동한 인원의 방문지역은 주로 바톤반도 지역에 국한되나, 국제공동연구팀과 함께 필데스반도지역과 맥스웰만에서도 활동하였다. (Fig. 6-4). 남극 하계활동 보고서를 분석한 결과 남극특별보호구역 171번 방문신청 건수는 10건이며 총 36명이 하계기간 동안 방문하여 현장조사를 수행하였고, 연구지역 접근을 위한 통행 및 사찰단 인원이 25명이었다 (Fig. 6-5, 6-6). 세종기지를 기반으로 도보를 통한 육상현장조사나 고무보트를 이용한 조사는 대부분 바톤반도와 주변의 마리안소만, 포터코브 지역에서 활동하였다(Fig. 6-5).

보고서에 제시한 야외 활동지역 및 활동 인원조사는 지난 보고서에서 분석한 2016/17 하계기간에 포함된 2017년 2월 1일까지의 활동은 제외하였고, 30차 월동대에서 기록한 12월 초까지의 자료를 수록하였다. 나머지 기간의 자료는 31차 월동이 마무리되



는 시기에 정리하여 다음 보고서에 수록할 계획이다.

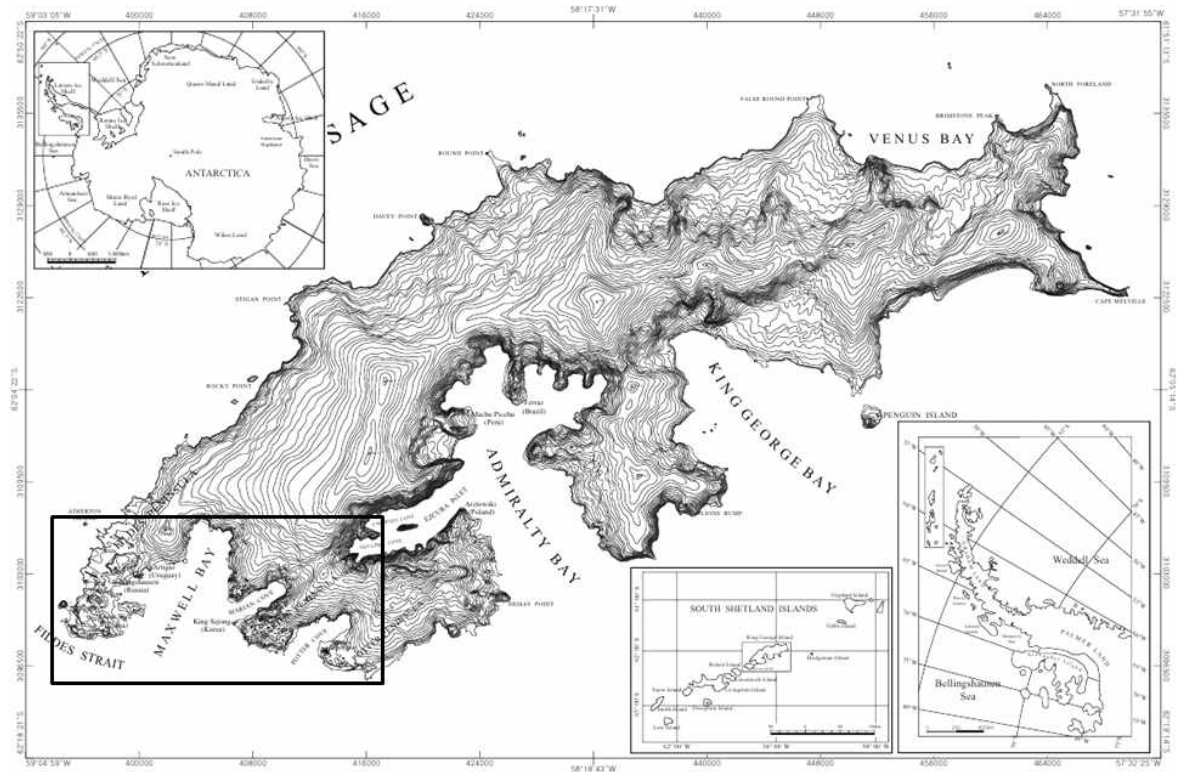


Fig. 6-4. Location map of King George Island and visited or survey area.

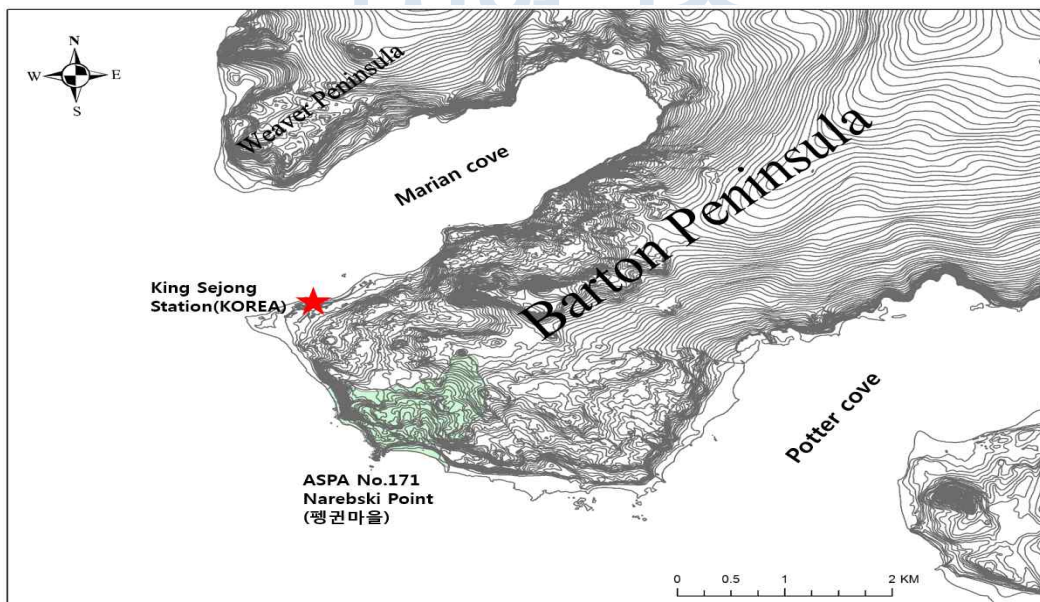


Fig. 6-5. Detailed map of Barton peninsula.

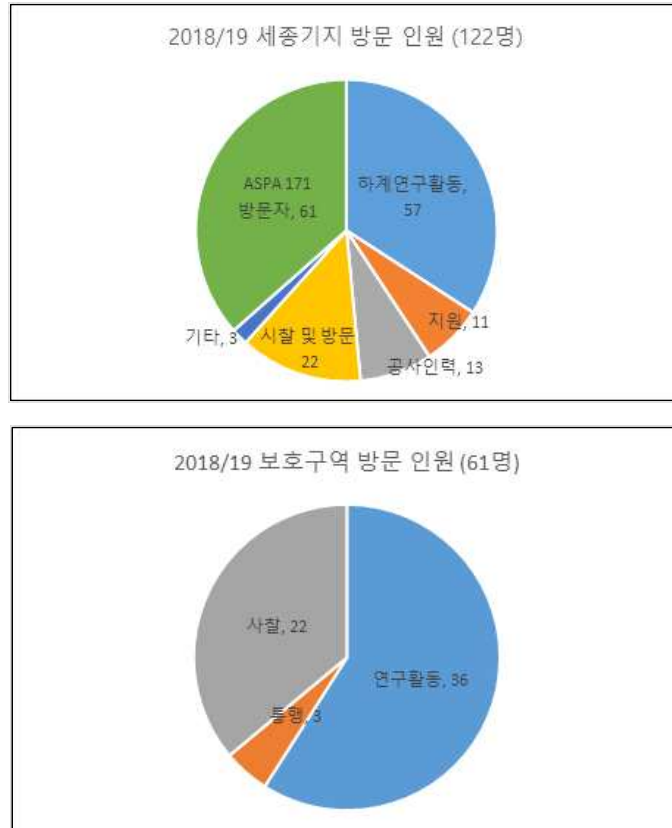


Fig. 6-6. Visitors status and purpose of visit to King Sejong Station during 2018/19.

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

ASPA 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. 6-7과 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).

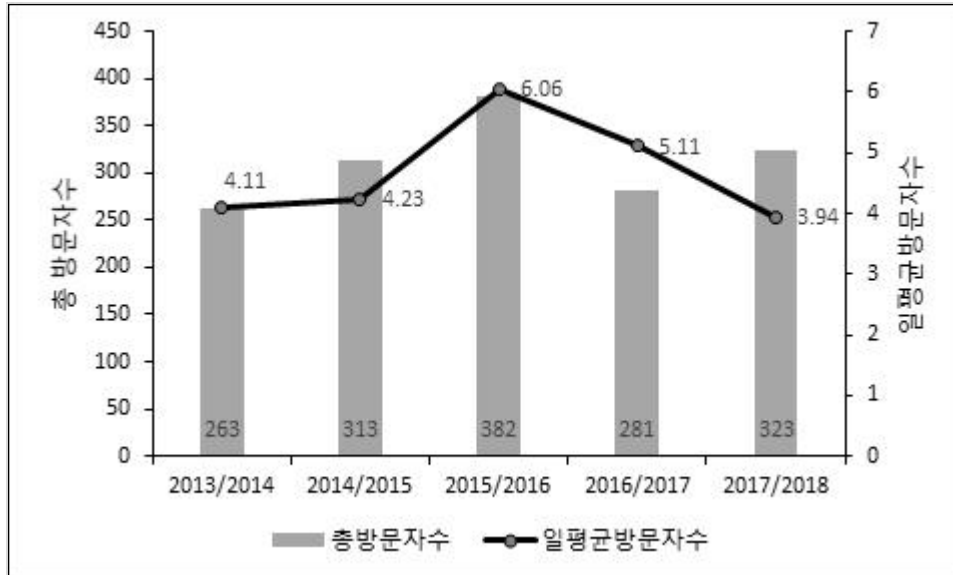


Fig 6-7. Monitoring on number of visitors of ASPA No 171.  
 (PG18040과제 결과인용). (2013/14 시즌 : 2013. 12. 17~2014. 02. 28, 64일간, 2014/15 시즌: 2014. 12. 09~2015. 02. 20, 74일간, 2015/16 시즌 : 2015.12.02~2016.02.02., 63일간, 2016/17 시즌: 2016.12.01~2017.2.1., 63일간, 2017/2018 시즌 : 2017.12.01.~2018.02.20. 82일간)

극지연구소

## Footprint

31<sup>st</sup> over-wintering team, Ji Hee Kim,

*Korea Polar Research Institute, KIOST*

**Abstract** : During the summer of 2018/19, 122 people were visited to the King Sejong Station, composed of 57 researchers, 11 supporting staffs, 13 construction crew, 22 people for internal inspection, and 3 people for other purpose such as outreach. The number of permits for visit to the Antarctic Specially Protected Area No. 171 was 10, and a total of 61 people visited during the summer. Among the visitors, 36 personnels 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

### 방류수질 모니터링

31차 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 7가지 항목(BOD, COD, 부유물질농도, pH, 총질소농도, 총인농도, 대장균군수)을 측정하였다. 수질검사 결과 전년과 동일하게 한국 공공 하수처리시설의 방류수 수질기준에 미치지 못하여 방류수의 수질 개선을 위한 오수처리시설의 관리 및 효율 개선을 위한 실험을 진행하였다. 2017/18 하계시즌 실험 결과 세종기지의 오수처리시설의 처리용량 확대가 필요함이 제기되었다.



## 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 6-1). 2008년 오수처리시설 설치 당시 기대 수질은 2010년 개정된 방류수 수질기준에 따르면 Table 6-1에 표시된 일 방류수량 '500m<sup>3</sup> 미만~50m<sup>3</sup> 이상'인 시설의 방류수 수질 기준에 해당한다. 2018년 상반기 하계에 기존 오수처리시설의 대대적인 점검과 보수가 진행되었으며, 전문업체와 월동대원의 협력으로 미생물처리 과정에 대한 실험이 2018년 4월까지 진행되었다.

Table 6-1. 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 <sup>3</sup> 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	3,000이하
	III 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	0.5 이하	
	IV 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	
	500m <sup>3</sup> 미만	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	
	50m <sup>3</sup> 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. 6-8).

나. 총질소의 측정

방류수의 총질소 측정은 pHotoFlex® STD handheld colorimeter(YSI, USA)를 이용하여 측정하였다. 측정은 매일 2회 실시하였다(Fig. 6-8).

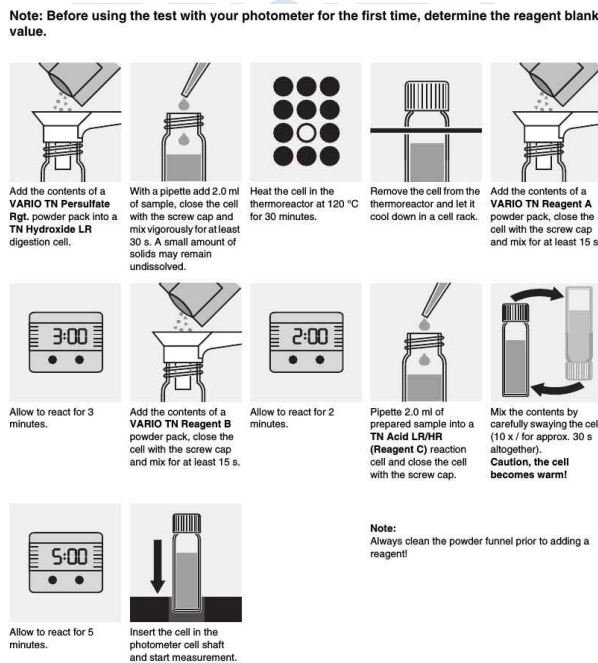
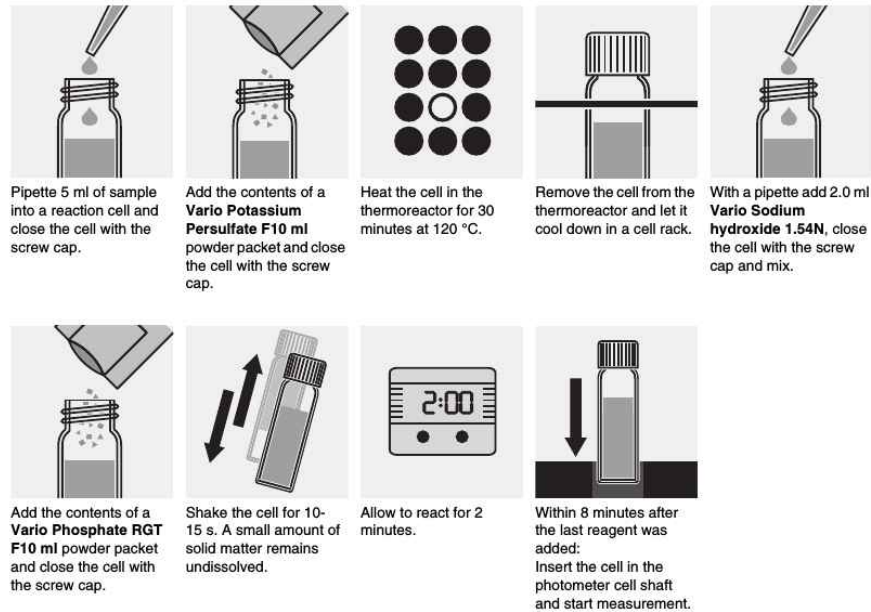


Fig. 6-8. Sample processing for total nitrogen determination.

다. 총인의 측정

방류수의 총인 측정은 pHotoFlex® STD handheld colorimeter(YSI, USA)를 이용하여 수행하였다. 측정은 매월 2회 실시하였으며 그 방법은 Fig 6-9와 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. 6-9. 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 6-2).

Table 6-2. 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

31차 월동기간(2017년 12월~2018년 11월) 동안 오수처리시설을 거쳐 방류수 내 BOD의 연평균은 51.2 mg/L이었고, 최대값은 인수인계 직후인 2017년 12월 1차의 84.5 mg/L이었으며 최저값은 1월 3차의 7.72 mg/L로 유일하게 기준값 이하로 나타났다 (Fig. 6-10). 31차 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 보였다.

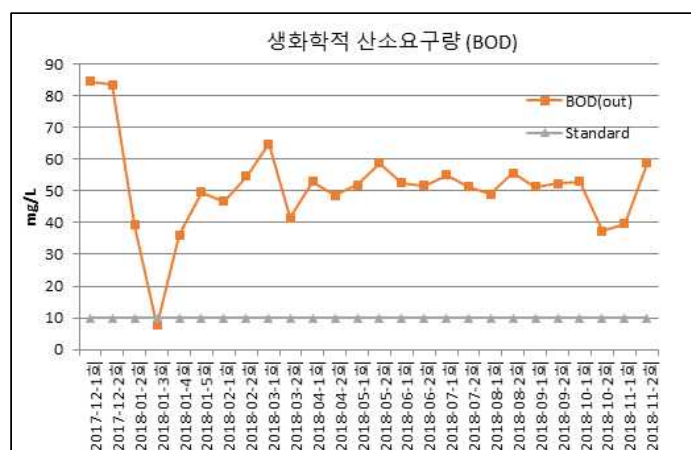


Fig. 6-10. Monthly variation of BOD concentration of treated discharged water.

나. COD의 월별 변화

방류수 내 COD의 연평균은 140.9 mg/L이었고, 최대값은 BOD와 마찬가지로 인수인계 직후인 2017년 12월 1차 측정시기에 354.05 mg/L이었으며 최저값도 BOD와 마찬가지로 1월 3차의 4.87 mg/L로 유일하게 기준값 이하로 나타났다(Fig. 6-11). 그 이유는 전문업체의 보수공사 후 시험가동 기간 동안에 측정값 농도를 낮추기 위한 여러 가지 인위적 방법들을 적용했던 까닭으로 보인다. 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 보였다(Fig. 6-12).

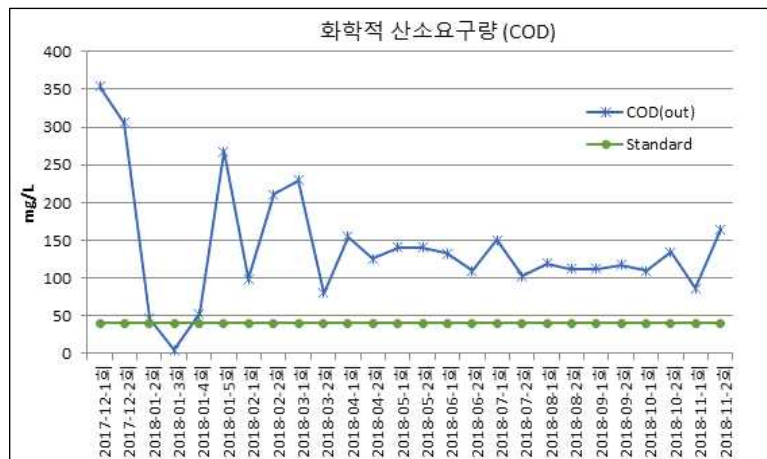


Fig. 6-11. Monthly variation of COD concentration of treated discharged water.

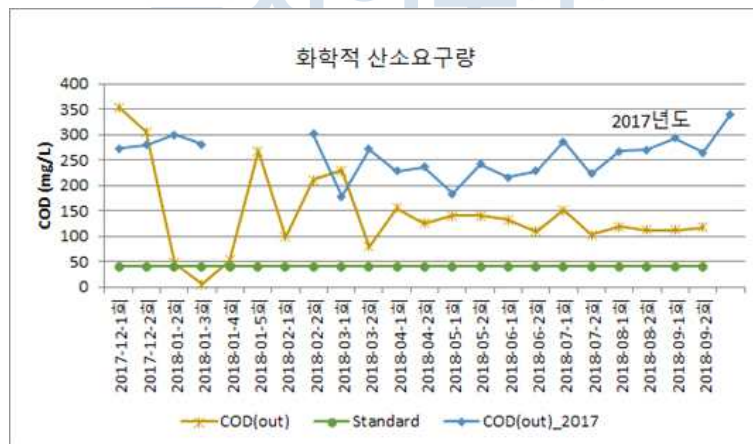


Fig. 6-12. Comparison between 30<sup>th</sup> and 31<sup>st</sup> over-wintering periods' monthly COD concentration of treated discharged water.

다. 부유물질농도의 월별 변화

방류수의 부유물질 농도의 최대값은 BOD와 마찬가지로 인수인계 직후인 2017년 12월 1차 측정시기에 354.05 mg/L이었으며 최저값도 BOD 및 COD와 마찬가지로 1월

3차의 0 mg/L로 1월 2회차의 7.13으로 총 2회 기준값 이하로 나타났다(Fig. 6-13).

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 경우에도 지난 30차대와 같이 기준 농도 이상을 보였으나, 전반적으로 농도가 낮아지는 경향을 보였다(Fig. 6-14)

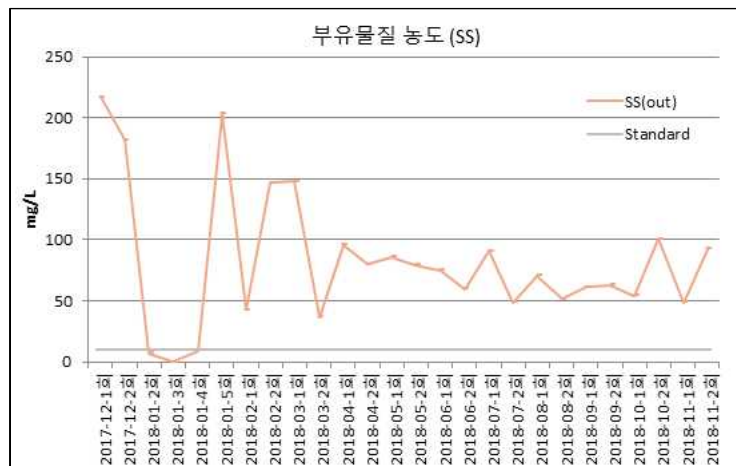


Fig. 6-13. Monthly variation of SS concentration of treated discharged water.

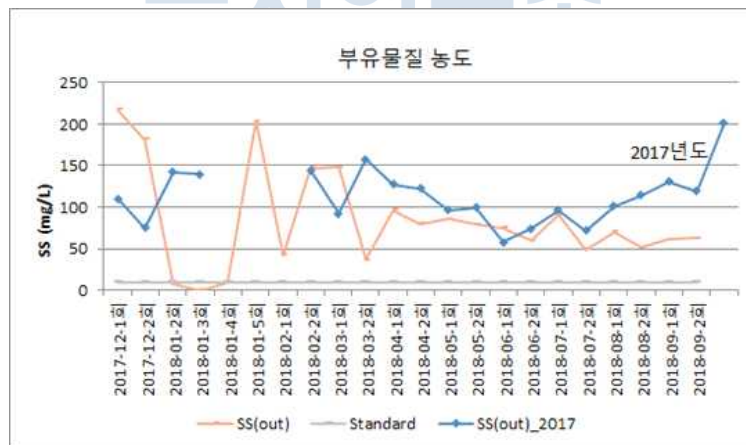


Fig. 6-14. Comparison between 30<sup>th</sup> and 31<sup>st</sup> over-wintering periods' monthly SS concentration of treated discharged water.

#### 라. 총질소량의 월별 변화

방류수 내 총질소의 연평균은 79.7 mg/L이었고 최대값은 2017년 12월 1차의



108.7 mg/L이었으며 최저값은 2018년 10월 1차에 측정된 7.4 mg/L로 유일하게 기준값 이하로 나타났다(Fig. 6-15). 30차 월동기간에 비해 최대값이나 평균값, 최소값에서 낮은 농도를 보였으나 여전히 기준치의 3배에서 5배에 이르는 높은 값을 보이고 있다.

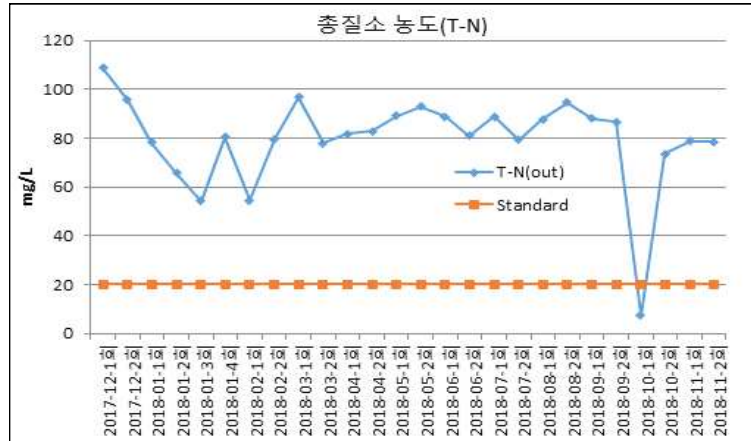


Fig. 6-15. Monthly variation of Total Nitrogen concentration of treated discharged water.

마. 총인량의 월별 변화

방류수 내 총인의 연평균은 8.6 mg/L이었고, 최대값은 2017년 12월 2회차의 13.93 mg/L이었으며 최저값은 2018년 1월의 1, 2회차에 모두 0값을 보였다. 오수처리시설 보수 기간 동안 기준치 이하의 낮은 값을 보였으며, 2018년 10월 1회차에 T-N과 동일하게 기준치 이하로 1.23 mg/L를 나타내었다(Fig. 6-16). 보수기간 동안 T-P의 농도를 낮추기 위하여 PAC의 양을 늘려 투입한 결과일 것으로 판단된다. 또한 30차 월동기간에 비해 연평균, 최대값, 최소값에서 더 낮은 농도 값을 보였다(Fig. 6-17).

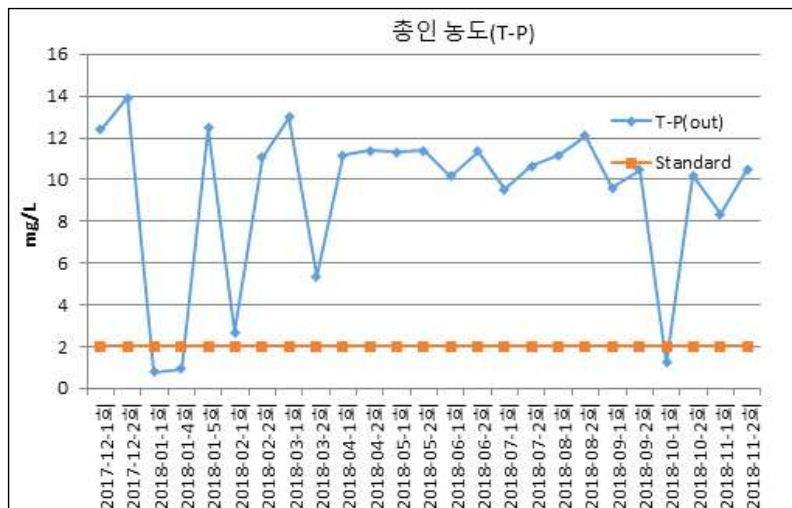


Fig. 6-16. Monthly variation of Total Phosphorus concentration of treated discharged water.



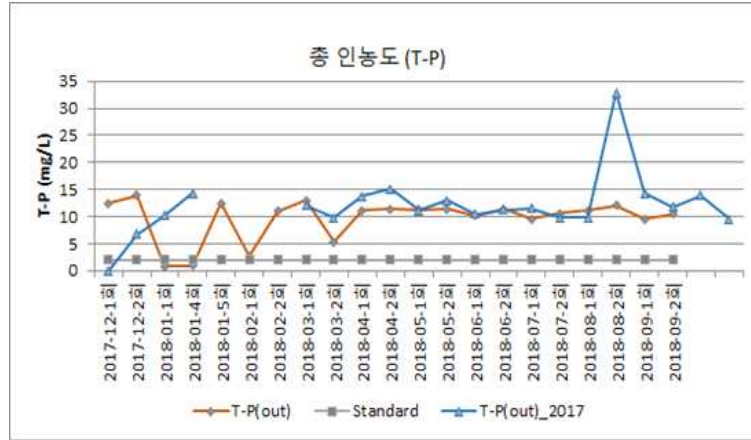


Fig. 6-17. Comparison between 30<sup>th</sup> and 31<sup>st</sup> over-wintering periods' monthly T-P concentration of treated discharged water.

바. 총대장균군수의 월별 변화

방류수 내 총대장균군수의 연평균은 16,839 CFU/mL이었고, 최대값은 2017년 12월 2회에 측정된 59,188 CFU/mL이었으며 최저값은 2018년 8월 2회에 97 CFU/mL로 기준치보다 매우 낮은 값을 보였다(Fig. 6-18). 31차 월동기간 동안에는 7회의 측정기간에 기준치 3000 CFU/mL 이하로 나타났으며, 평균값도 30차 월동기간의 1/2이하로 상당히 개선된 양상을 보이고 있으나 그 변동폭이 매우 커 근본적인 개선책이 필요하다(Fig. 6-19).

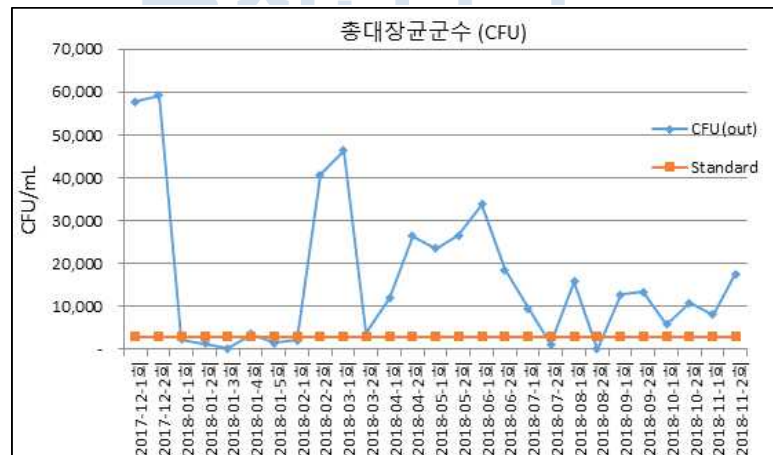


Fig. 6-18. Monthly variation of Number of Coliform group of treated discharged water.

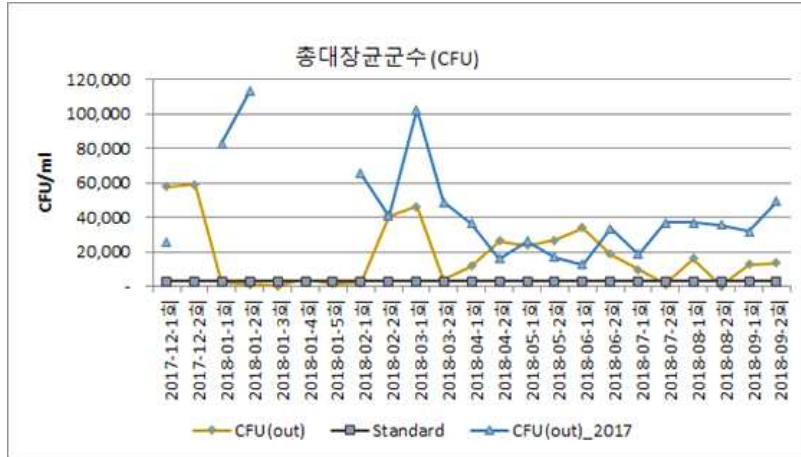


Fig. 6-19. Comparison between 30<sup>th</sup> and 31<sup>st</sup> over-wintering periods' monthly variation of no. of coliform bacteria group of treated discharged water.

#### 4. 고찰 및 결론

세종기지의 오수처리장 수질은 국내 공공하수처리장의 방류수를 기준으로 했을 때, 모든 항목에 있어서 기준을 초과하는 결과를 나타내고 있다. 2016-17년 하계시즌 방문한 오수처리 전문가가 언급한 오수처리장의 운영상 문제점은 다음과 같다.

- 1) 반응조 산기기관 소손으로 인해 정상적인 폭기가 이뤄지고 있지 않아 호기성 미생물이 생착할 수 있는 환경이 못 됨
- 2) 유입농도 및 유입유량이 설계된 반응조의 기초농도(Table 6-2) 조건보다 낮게 유입되고 있지 않음
- 3) 반응조 내부의 슬러지가 퇴적되어 있어 적절하게 희석되지 않고 지속적으로 퇴적되고 있음

Table 6-3. Influent concentration condition of IC/SBR reaction tank

기준	BOD (mg/L)	SS (mg/L)
유입수 농도	250	250

이러한 문제를 해결하기 위하여 오수처리 전문가가 제시한 개선방안은 다음과

같으며 2017/18 하계 시즌에 보수공사와 시험가동을 실시하였다.

- 1) 악취 및 수질악화를 개선하기 위한 반응조 퇴적 슬러지 제거
- 2) 유입수의 BOD농도가 낮아 외부 탄소원 (메탄올)을 주입하여 유입 농도를 높게 유지하여 미생물이 정상적으로 증식 할 수 있도록 함
- 3) 충분한 산소량을 공급하기 위해 브로어의 교체와 산기관 보수 및 추가 설치
- 4) 방류수 배출시 수질개선에 도움이 되는 2차 처리시설(예, 분리막)
- 5) 오수처리시설의 제어반실 격리 필요

세종기지의 유입수의 농도는 IC/SBR반응조가 가동될 수 있는 유입수의 기초농도 조건을 만족하지 못하고 있다. 5장 1절 환경시설관리 중 오수처리시설의 관리 부분에서 2018년 1월에 수행된 보수공사 결과와 그에 따른 개선 방안에 대하여 언급하였다. 위에서 제시한 5가지 사항 중, 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 변동폭도 증가하는 양상을 보였다. 따라서 근본적인 개선을 위해서는 31차 월동보고서의 생물분야의 제안과 2017/18년 용역보고서의 제안과 같이 오수처리시설의 증설이 필요하며, 증설을 위한 공간과 자원확보가 어려울 경우, 처리시설 운영을 위한 전문 인력의 월동대원 합류로 방류수의 수질 개선은 어느 정도 해결 될 것으로 판단된다.

## Discharged water quality monitoring

30th 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 seven items such as BOD, COD, suspended solid, pH, total nitrogen and phosphorus, number of coliform group. Our analysis shows the efficiency of facility is not good by inadequate for 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.

극지연구소

## 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 7 장

### 세종과학기지 운영에 따른 생태계 변화 모니터링

#### 제 1 절

#### 2018/19년 세종기지 유입 외래생물 모니터링

박지강<sup>1</sup>, 김상희<sup>1</sup>, 박계청<sup>2</sup>, 김지희<sup>1</sup>

한국해양과학기술원 부설 극지연구소<sup>1</sup>  
뉴질랜드 Plant and Food 연구소<sup>2</sup>

**요 약** : 남극 세종기지에 2013년 발견된 이후 지속적으로 번식하고 있는 외래유입종 각다귀(*Trichocera maculipennis*)의 출현 개체수, 장소, 잠정 서식지 등을 조사하였다. 2017/18년 생육이 확인된 킹조지섬 내 각국 기지들과 공동으로 조사를 시작하여 UV-trap, 끈끈이 트랩, pitfall trap을 설치하였으며 각다귀 방역을 위해 표준화된 관측 방법과 향후 방역을 위한 매뉴얼 작업을 실시했다. 잠정 서식지인 오배수처리장에서 포획한 성체를 이용해 산란부터 배자발육, 부화 및 유충의 성장단계를 관찰함으로써 남극에 적용한 생활사 정보를 확보하였고 이를 바탕으로 효율적인 박멸 방법을 계획 중이다.

## 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 각다귀가 2006년 우루과이 Artigas 기지에서 처음 발견되었다 (Volonterio et al., 2013). 세종과학기지에도 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), Artigus station(우루과이), Escudero station(칠레), 세종기지(한국)에서 생육이 확인되었으며 Artigus 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.



## 2. 방법

### 가. 조사 지역

2018년 월동기간 동안 외래 유입 곤충(각다귀)을 포획하기 위해 기지에서 자주 목격되는 위치인 오수집수정에 포충기를 설치하고 관찰하였다 (Fig. 7-1). 오수집수정이 아닌 세종 기지 다른 장소에서의 각다귀 출현을 확인하기 위하여 각다귀가 서식할 수 있는 후보 장소 10곳을 선정해 포충 트랩과 끈끈이트랩을 설치하였다.



Fig. 7-1. Insect trap and sticky trap installed at provisional habitats.

하계기간(2018년 12월)오수집수정이 있는 발전기 건물 내부에 red delta trap 2개, white sticky base trap 10개를 추가 설치하였고 램프가 고장나서 월동기간 동안 작동이 멈춰있던 UV trap을 새 LED UV trap으로 교체하였고 추가로 1대를 더 설치하였다. 2019년 2월 각다귀 산란장소로 추정되는 오배수집수정 내에 각다귀 알들을 초기박멸하기 위해 전기충격기를 목적에 맞게 개조하여 집수정에서 처음 실시하였고 월동기간 동안 실시 전/후 개체수 변동을 파악하여 전기충격기의 효율을 유추하고자 한다.

또한 칠레 에스꾸데로 기지를 방문(2018년 12월 20일)해 오배수집수정에 UV trap을 설치하였으며 칠레 필데스 기지를 방문해 오배수처리 건물에 LED UV trap을 설치하였다(2019년 1월 12일).

### 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.

Table 7-1. Populations caught in traps during the wintering season of 2018

	모니터링 일자	오수집수정	LP 가스실	합계	비고
1주	2017-12-13	7	0	7	
2주	2017-12-20	3	0	3	
3주	2017-12-27	3	1	4	- LP 가스실 각다귀 발견
4주	2018-01-03	5	0	5	- LP 가스실 콘센트 부재로 포충기 설치 불가. 지속적 모니터링 실시
5주	2018-01-10	6	0	6	
6주	2018-01-17	3	0	3	
7주	2018-01-24	3	0	3	- 7주차 각다귀 채집 이후 살충제 미사용
8주	2018-01-31	10	0	10	
9주	2018-02-07	1	0	1	
10주	2018-02-14	7	0	7	
11주	2018-02-21	18	0	18	
12주	2018-02-28	12	0	12	- 모니터링 횟수를 주 1회에서 월 1회로 조정
03월	2018-03-28	30	0	30	
04월	2018-04-25	19	0	19	
05월	2018-05-31	5	0	5	
06월	2018-06-27	5	0	5	- 오수집수정 개보수 공사로 인해 06/30 재설치
07월 1차	2018-07-11	1	0	1	- 오수집수정 개보수 및 환풍기 재설치
07월 2차	2018-07-26	2	0	2	공사 후 모니터링 2회 실시 - 07/10 오수집수정 환풍기 재설치
08월	2018-08-29	2	0	2	
09월	2018-09-21	3	0	3	- 기존 포충기 고장으로 조기 모니터링 - 포충기 교체
10월	2018-10-31	16	0	16	
11월	2018-11-30	33	0	33	

(2) 야외 포집 조사

2018.01.31.~02.05년 우루과이와 첫 공동조사로 세종기지주변 현대호, 세종호 근처에 야외포획장치인 pitfall trap를 설치한 바 있으며 2019년 2월에도 우루과이 연구자가 세종기지를 방문해 함께 pitfall 트랩을 설치하였다.

### (3) 각다귀 생활사 관찰

발전동의 오수집수정 및 발전동 건물 벽면에서 각다귀 성충을 포획한 후 실내에서 사육하면서 행동을 관찰하였다. 안테나와 작은턱수염에 있는 냄새감각기의 전자현미경 관찰을 위해 샘플을 확보하였으며 실내 케이지에 넣은 각다귀 암컷의 산란을 유도하여 알을 확보하였다. 산란된 각다귀 알의 배자발육과 부화한 유충의 행동을 관찰하고 기록하였다.

## 3. 결 과

### 가. 오수집수정 포획개체수

오수집수정에서의 각다귀 개체수가 매 주 20~30마리 정도 확인되던 2017년과는 달리 31차 월동대의 하계기간에는 매주 평균 6~7마리의 각다귀가 확인되었다. 따라서 동계기간에는 매월 1회 포충기를 확인하여 각다귀의 개체수를 확인하였다. 처음 3월에는 포충기에 잡힌 각다귀 개체 수가 약 30마리였으나 시간이 지날수록 그 수는 감소하였고 (4월 19마리, 5월 5마리, 6월 5마리), 7월 오수집수정 개보수 공사 이후에는 그 수가 2~3마리까지 감소하였다. 이후 하계가 다가오는 10월이 되자 16마리의 개체수가 확인되었으며, 11월 30일에는 33마리가 확인되었다 (Table 7-1). 따라서 오수집수정 내의 각다귀는 기지 주변의 기온과 오수집수정 내의 온도에 따라 그 개체수가 달라지는 것으로 보인다.

오수집수정 외의 다른 구역에서 각다귀가 서식하는지 확인하기 위한 포충 트랩 및 끈끈이 트랩 2종을 기지 곳곳에 설치하였다. 포충 트랩의 경우 오수집수정과 가까운 위치인 생활관 식당방향 후문의 트랩에서 각다귀 1개체가 확인 되었고, 그 이외의 위치에서는 각다귀가 확인되지 않았다. 끈끈이 트랩의 경우 세종호 펌프실, 현대호 펌프실, 세종 온실, 세종아쿠아존, 유지반, 발전실 총 6군데에 설치하였으나 각다귀 개체는 발견되지 않았다. 이를통해 31차 월동 기간 중에는 오수집수정을 제외한 다른 장소에서는 각다귀가 서식하지 않는 것으로 보인다. 하지만 이전 차대에서는 오수집수정 이외의 다른 장소에서 각다귀가 발견된 전례가 있었으며, 하계기간 기지 주변 기온이 올라갈 경우 실외에서도 각다귀가 근거리 이동하는 것이 가능한 것으로 보이기 때문에 각다귀 확산에 대한 주기적인 모니터링이필요할 것으로 보인다.

### 나. 각다귀 생활사 관찰

#### (1) 각다귀 암, 수컷 성충의 형태적 구분

세종기지에 침입한 외래해충 각다귀(winter crane fly)는 어리각다귀과(Trichoceridae)의 *Trichocera maculipennis* (winter crane fly: WCF)의 형태

WCF의 암컷은 복부가 수컷에 비해 훨씬 굵으며, 복부 끝에 뾰족한 갈고리 모양의 산란관이 하나 있음. 반면에, WCF의 수컷은 복부가 암컷에 비해 훨씬 가늘고, 복부 끝에 비교적 짧고 끝이 뾰족한 반고리 모양의 돌기가 두 개 있었다 (Fig. 7-2). 이러한 형태적 비교를 통해 WCF의 암, 수컷 성충을 어렵지 않게 구분할 수 있을 것이다.

(2) 각다귀의 산란, 배자발육, 부화 및 유충의 성장

WCF 암컷은 우화시 이미 산란할 준비가 되어 있으며 우화 후 바로 교미할 수 있다. WCF 수컷이 우화 중에 있는 또는 갓 우화한 암컷을 탐지하고 교미를 할 수 있는 것으로보아 이 과정에서 종특이적인 냄새물질이 관여할 가능성이 크다. 2018년의 전자현미경 관찰 결과에 따르면 WCF의 안테나와 작은턱수염에는 잘 발달된 냄새감각기들이 다수 분포하고 있었다.

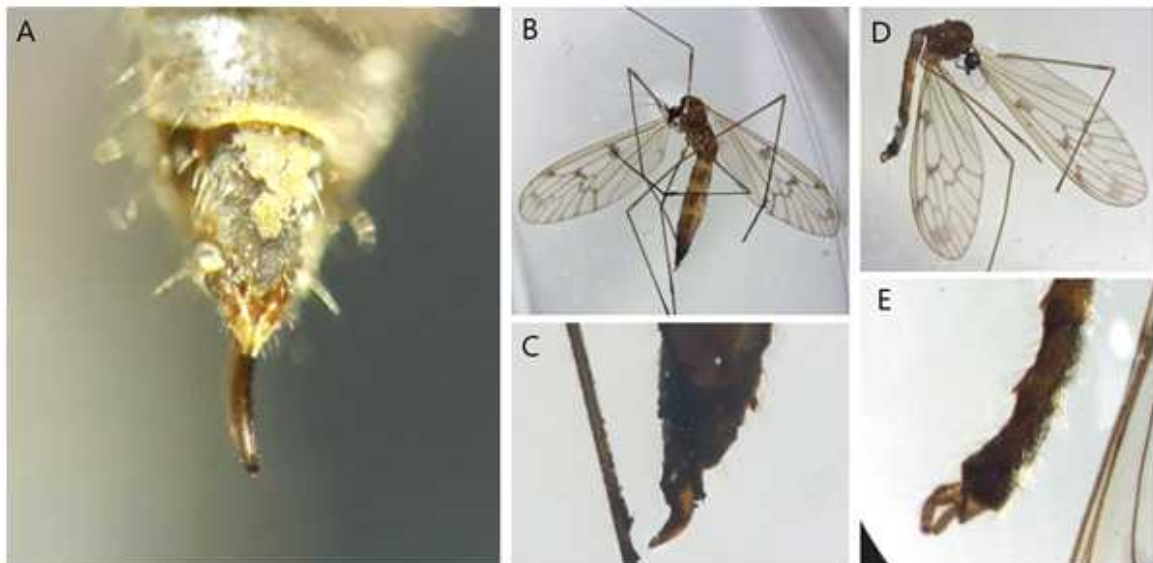


Fig. 7-2. Female (A-C) & male (D-E). female and male's abdomen thickness is different (B, D), While a female has one ovipositor at the end of her abdomen (A, C), Males have two blunt ring-shaped structures (E).

실내 케이지에서 time lapse video recording을 통해 관찰한 결과에서도 WCF 성충의 활동성이 아주 낮았다. WCF 암컷을 실내 케이지에 넣고 티슈와 함께 물이 담긴 샐레를 케이지에 넣어 주면 티슈와 물에 산란을 하는 것이 확인되었다 (Fig. 7-3).

총 두 마리의 WCF 암컷에서 산란이 확인되었는데, 아들의 총 산란 수는 각각 114개 및 193 개였으며 알은 타원형이고 길이는 0.5 mm 정도이며, 산란시 연한 회색 또는 흰색을 띠며, 배자발육이 진행되면서 색깔이 다소 진해져서 부화 직전에는 회색 또는 노란 빛을 띠는 회색이다 (Fig. 7-4). 또한 WCF 알의 배자발육 단계를 보면, 산란 직후

에는 알 내부가 균일한 물질로 채워져 있고, 산란 후 1-2 일에는 배자발육이 진행되어 머리, 가슴 및 복부가 구분되며, 산란 후 3-4 일이 지나면 복부의 체절들이 형성되고, 산란 후 4-5일이 지나면 부화되었다 (Fig. 7-5).

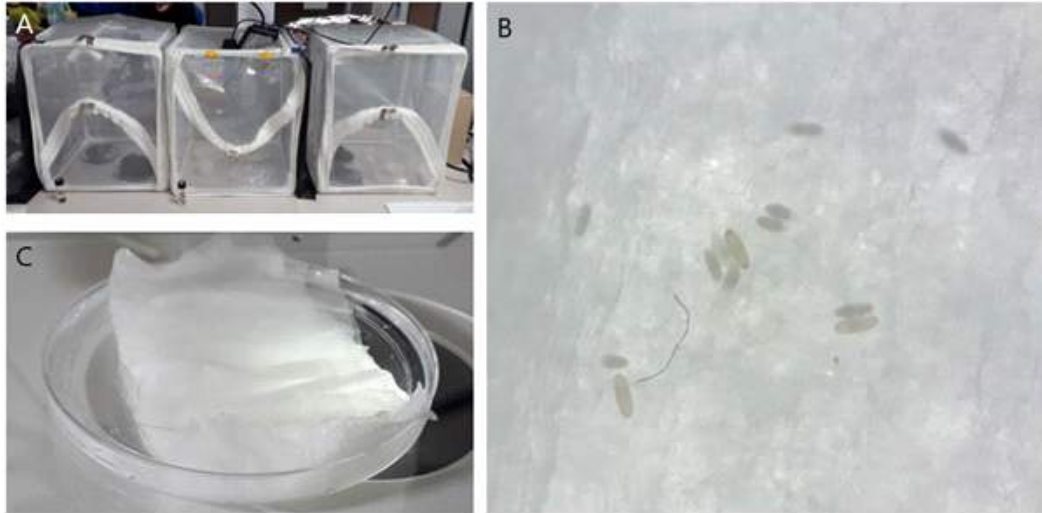


Fig. 7-3. Putting WCF in the indoor cage (A), and with water on the tissue, (C) WCF spawn in the water of the tissue (B).

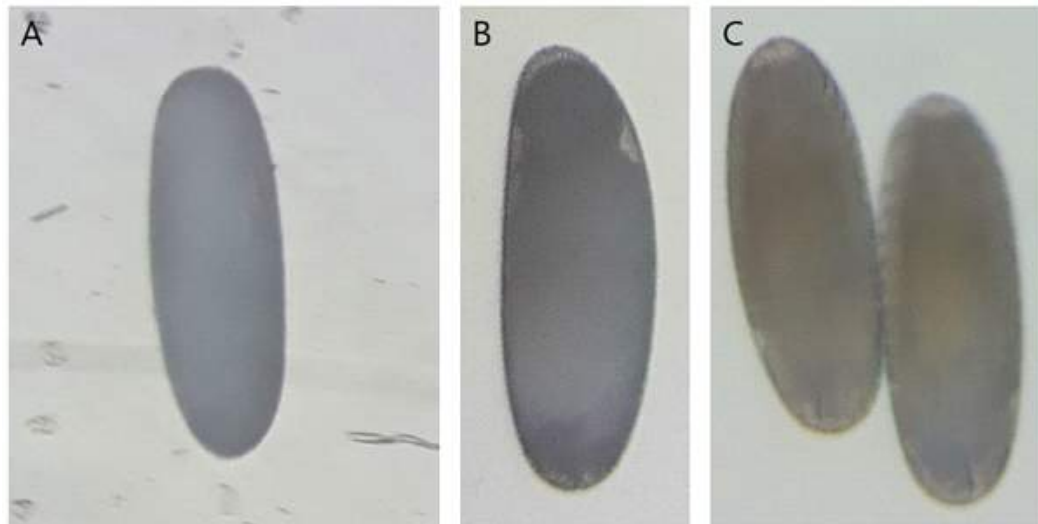


Fig. 7-4. WCF eggs are elliptical and light gray or white at birth (A), As embryonic development progresses, the color becomes darker (B) It becomes gray or yellowish gray before hatching (C).



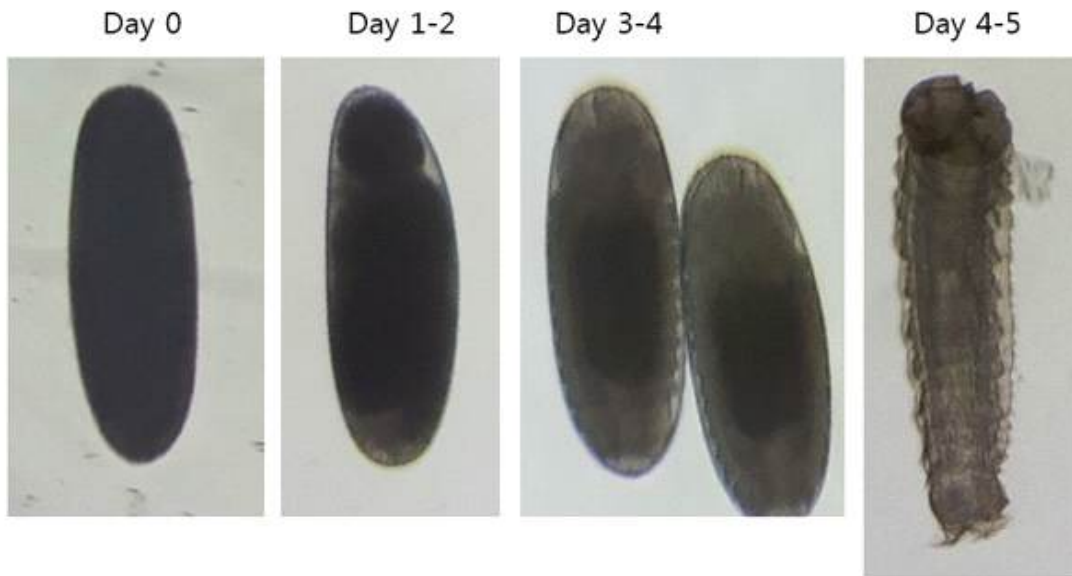


Fig. 7-5. The embryonic development stage of WCF eggs. Immediately after spawning, eggs are filled with homogeneous material (Day 0), The embryonic development progresses on 1-2 days after spawning, distinguishing the head, chest and abdomen (Day 1-2), After 3-4 days after spawning, the abdominal glands form (Day 3-4) and hatch after 4-5 days after spawning (Day 4-5).

### (3) 각다귀의 건물 외부 세종호에서의 발육 가능성

WCF 유충은 세종호의 물속에 있는 식물 조직 및 유기물질들에 대한 왕성한 섭식력을 보여주었다 (Fig. 7-6). 갓 산란된 알을 세종호의 물 속에 담가 뒀을 경우에도 배자발육이 진행되어 25% (20 개의 알 중에서 5마리 부화)의 부화율을 보여 실내 케이지에 둔 WCF 알의 부화율(26.6%; 94 개의 알 중에서 25 마리 부화함)과 큰 차이를 보이지 않았다.

세종호의 물 안에서 부화한 유충 5 마리는 세종호의 물 속에서 8일이 경과한 이후에도 모두 살아 있었으며 우화한 WCF의 유충들이 세종호의 물 속에 있는 이끼류에 붙어 있는 유기물과 부유성 유기물들을 왕성하게 섭식하는 것을 관찰하였다.

-결과를 종합할 때 WCF 암컷 성충은 세종호의 물에 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 보인다.

### (4) 한국 세종기지과 칠레 Fildes 기지에서 채집된 각다귀들의 크기 비교

세종기지와 칠레 Fildes 기지에서 채집된 각다귀들의 체장(머리+가슴+복부의 총 길이) 및 날개의 길이와 폭을 측정해서 비교하였다 (Fig 7-7).

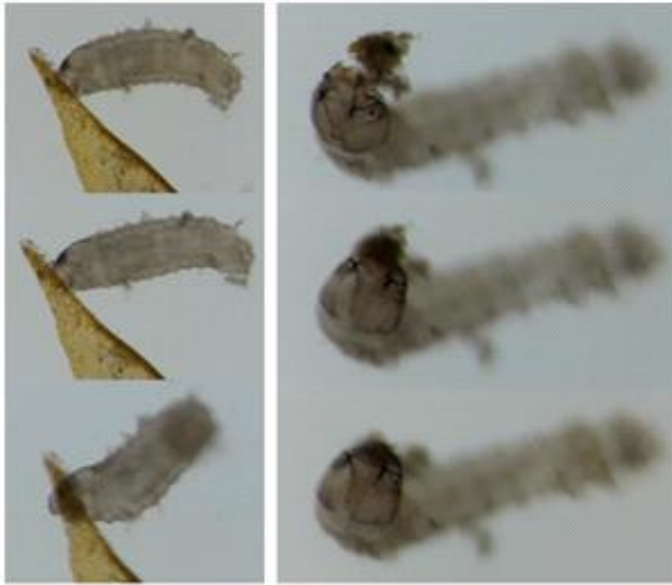


Fig. 7-6. WCF larvae feed on the plant tissue (left) and floating organic matter (right) in the water of Sejong Lake



Fig. 7-7. Indicators measured to compare the size of WCF adults caught in King Sejong Station and Escudero Station(Chile)

체장(Table 7-2), 날개의 길이(Table 7-3) 및 날개의 폭(Table 7-4)은 세종기지에서 채집된 각다귀들이 칠레 Fildes 기지에서 채집된 각다귀들에 비해 훨씬 컸으며 이들의 차이는 모두 통계적으로 유의했다. 이들 두 그룹 간의 크기 차이가 이들의 유충이 섭식한 물질들의 영양 차이 등에 기인했을 가능성을 배제할 수 없으나, 이들 두 집단이



다른 종 또는 다른 생태형일 가능성도 배제할 수 없다 (Table 7-2~7-4).

Table 7-2. Comparison of body lengths of WCF populations collected at King Sejong Station and Escudero Station (Chile)

항목	세종기지의 WCF	칠레 Fildes 기지의 WCF
평균 몸 길이 (머리+가슴+배)	6.98 mm	5.85 mm
SE	0.23 mm	0.09 mm
N	11 (5 males, 6 females)	59 (31 males, 28 females)
최대값	8.37 mm	7.27 mm
최소값	5.82 mm	4.03 mm
t-test	$P = 5.03 \times 10^{-6}$ (95%)	

Table 7-3. Wing length comparison of WCF populations collected at King Sejong Station and Escudero Station (Chile)

항목	세종기지의 WCF	칠레 Fildes 기지의 WCF
평균 날개 길이	8.06 mm	7.29 mm
SE	0.18 mm	0.11 mm
N	12	57
최대값	9.11 mm	9.47 mm
최소값	7.02 mm	5.66 mm
t-test	$P = 0.001883$ (95%)	

Table 7-4. Comparison of wing widths of WCF populations collected at King Sejong Station and Escudero Station (Chile)

항목	세종기지의 WCF	칠레 Fildes 기지의 WCF
평균 날개 길이	2.54 mm	2.21 mm
SE	0.07 mm	0.05 mm
N	12	58
최대값	2.96 mm	2.91 mm
최소값	2.12 mm	1.28 mm
t-test	$P = 0.002456$ (95%)	

(5) 기지 내 각다귀의 서식처 및 서식 가능 장소들

우화해서 오수 집수정 밖으로 나온 WCF 성충은 어둡고 습한 곳을 선호하는 것으로 보이며, 주로 낮은 곳에 머물러서, 바닥에 지속적으로 물이 고여 있는 습도가 높은 장소에 머무는 경향을 보였다. WCF 성충은 교미와 산란 외의 상황에서는 활동성이 아주 낮은 것으로 보이며, 평상시 날거나 걷지 않고 제자리에 가만히 머무는 습성을 보이고, 가만히 앉아 있는 개체는 건드리더라도 크게 움직이지 않는 경우가 많았다.

WCF 유충은 부화 직후부터 왕성한 섭식활동을 보이며, 한 쌍의 큰 턱을 좌우로 열고 닫으면서 먹이를 구강 내부로 이동시켜 섭취한다 (Fig. 7-8).



Fig. 7-8. The WCF larvae were fed by moving a pair of large jaws to the inside of the mouth while opening and closing the left and right (left to right direction of feeding)

WCF 유충은 복부 끝에 있는 한 쌍의 털이 많은 기문을 물 밖에 내놓거나 물 속 공기방울 내에 위치시켜 호흡을 한다 (Fig. 7-9). 이들 각다귀 유충들의 서식처 및 성충들의 shelter, 그리고 산란 장소 및 유충 서식 가능성 등을 종합할 때 현재 WCF가 집중적으로 발견되고 성충 발생이 모니터링 되는 발전동과 생활동 옆 오수 집수정 건물 외의 장소(예를 들어, 현대호 옆의 펌프장 및 생활동 옆 오수 집수정 외부의 물이 고인 장소)에서도 충분히 번식할 수 있을 것으로 보인다.



Fig. 7-9. WCF larvae breathe by placing a pair of spiracle at the end of the abdomen to surface of the water or in the air bubbles inside the water.

#### 4. 고찰 및 제언

기지 내에 출현한 유입 곤충(각다귀)의 개체수는 2016, 2017년에 비해 현저히 감소한 것을 볼 수 있다. 그러나 하계기간에 개체수가 증가하는 경향을 보이고 있어 개체수가 줄고 있다고 보기는 어려우며 서식환경이 맞으면 언제든지 수 백개체로 번식할 가능성이 크다고 판단된다. 우루과이 기지에서는 필데스반도에 있는 칠레, 중국, 러시아기지에 끈끈이 트랩을 설치하여 매달 포획 개체수를 모니터링하고 있으며 우리나라는 UV-trap을 각 기지에 보급, 설치를 요청했다. 세종기지에 이어 올해 처음으로 에스꾸데로 기지에서 UV trap에 잡힌 각다귀를 수거하였으며 microsatellite, SNP 분석을 위해 국내로 시료를 반입했다. 한편, 올해는 뉴질랜드 Plant and Food 연구소 박계청 박사가 하계기간동안 각다귀 실태 파악과 생리 및 행동특성을 파악하는 성과를 거두었다. 박계청 박사는 유입해충 퇴치 및 사전 예방에 관한 전문가로 국내 농진청의 해충 퇴치 매뉴얼 개발과제에 참여중이며, 뉴질랜드에서도 외래종 박멸에 참여 중이다. 처음으로 각다귀 성충을 포획하여 한 달간 행동을 관찰하였으며 암컷의 산란을 확인하고 알의 배자발육과 알의 부화를 확인하였다. 산란된 알의 일부는 야외 서식여부를 확인하기 위해 기지 주변 세종호(호수)에 밀폐케이지를 설치하고 야외 발육과정을 조사했다. 다행히 실내케이지 실험에서는 유충이 부화하였으나 야외케이지에서는 일부 배자발육에 그치고 부화하지는 못했다. 그러나 한 암컷에서 받은 한 배의 알들(수십개로 추정)을 한정된 기간에 1회 관찰한 결과이므로 향후 추가 실험이 필요하다. 배발생부터 부화, 유충의 생육이 일어나는 기간 동안 야외 기온이 높고 바람 등의 교란이 적으면 야외 발생도 배제할 수 없다. 전자현미경 관찰 결과 WCF의 안테나와 작은턱수염에 잘 발달된 냄새감각기들이 존재하는 것을 확인했으며, 이는 WCF가 냄새물질을 주요 통신수단으로 사용한다는 형태적 증거이며 성페로몬을 사용한 유인제를 개발한다면 종 특이적이고 강력한 유인제 개발에 큰 도움이 될 것으로 보인다. 또는 WCF의 서식처의 유기물과 관련한 냄새물질을 이용한 유인제의 개발 가능성도 클 것으로 판단된다. 추가 실험을 통해 각 발생단계별 기간과 전체 생활사를 파악하는 것이 중요한데 남극 현장에서 실제 생육범위 및 생리특성에 기반한 박멸 기술을 개발해야 산발적인 개체수 감소가 아닌, 완전한 박멸로 이어질 수 있기 때문이다.

우리나라와 우루과이는 지속적으로 공동 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 2018/19

Jigang Park<sup>1</sup>, Sanghee Kim<sup>1</sup>, Ji Hee Kim<sup>1</sup>, Kye Chung Park<sup>2</sup>

*Korea Polar Research Institute, KIOST<sup>1</sup>*

*Plant and Food institute, New Zealand<sup>2</sup>*

**Abstract** : We investigated the number of populations, locations, and provisional habitats of the invasive species *Trichocera maculipennis* that have been spreading in King Sejong Station, Antarctica for several years. In cooperation with the bases in King George Island, which have been confirmed to be growing in 2017/18, a survey was initiated to establish a UV-trap, a sticky trap, and a pitfall trap. Using the adults captured in the provisional habitat, Observation of embryonic development, embryogenesis and larval growth, we have obtained information on its life cycle adapted to the Antarctic. Based on this plan, we are planning an efficient eradication method.

## 참 고 문 헌

- 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
- 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., 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
- 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
- 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 preadtors. *Entomophaga* 20(1):113-120

## 제 2 절

### 2018년 남극 킹조지섬 마리안소만 표층수 미세조류의 시간적 변동

전미사, 최봉수, 주형민, 양은진, 강성호

한국해양과학기술원 부설 극지연구소

**요 약** : 남극 세종기지 주변 해양환경을 조사하기 위하여 2018년 한 해 동안 남극 킹조지섬 맥스웰만 내 마리안소만의 한 정점에서 미세조류 생물량의 시간적 변동 및 해수의 물리적 요인을 모니터링 하였다. 본 연구의 목적은 장기적으로 한 연구 정점에서 미세한 규모의 변화양상을 감지하고, 환경변화를 감시하기 위한 표준 데이터를 제시하는 것이다. 그 결과 채수된 연구 정점 표층수의 수온은 평균 0.37°C로 조사되었으며, 최고 수온은 2018년 11월과 28월에(2.90°C) 관측되었고, 최저 수온은 9월(-1.80°C)에 관측되었다. 염분은 평균 34.73 psu이었으며, 최고 염분은 12월(36.40 psu)에 그리고 최저 염분은 7월(30.90 psu)에 관측되었다. 전체 미세조류 생물량(전체 Chl *a* 농도)은 평균 0.42  $\mu\text{g L}^{-1}$ 이었으며, 2월 22일 (4.33  $\mu\text{g L}^{-1}$ )에 미세조류의 생물량이 최대였다. 년 평균 미세조류에 의한 생물량 (micro-sized Chl *a* 농도)은 0.15  $\mu\text{g L}^{-1}$ 이었으며 미소조류에 의한 생물량(nano-sized Chl *a*의 농도)은 0.22  $\mu\text{g L}^{-1}$ , 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl *a*)의 농도는 0.05  $\mu\text{g L}^{-1}$ 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 녹음과 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 (Häberlein & Häder, 1992; Behrenfeld *et al.*, 1993; Davidson *et al.*, 1994; Lesser *et al.*, 1994; Worrest & Häder, 1997), 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. 남극세종과학기지가 위치한 남극반도 해역은 지구 환경변화에 가장 심각하게 영향을 받고 있는 지역이라고 말할 수 있다.

극지 해양 생태계는 다른 지역과는 달리 계절에 따른 생태계의 변화가 뚜렷하게 나타난다. 특히 남극 해양 생태계는 오존층 파괴에 의한 자외선의 침투와 지구 온난화에 따른 해빙(Sea-Ice)의 녹음과 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.

전체 해양 생태계의 일차생산자인 식물플랑크톤의 서식환경 변화로 인한 생산력 및 우점종의 변화가 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. 남극해의 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; Nelson *et al.* 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. Kim *et al.*(1998)에 의하면, 세종기지 앞에서 1994년 한 해 동안 표층 식물플랑크톤의 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 미세조류의 생물량이 증가하며 특히 저서성 미세조류의 생물량이 급증하였지만 (Kang *et al.*, 2002), 반면에 같은 정점에서 1998년부터 1999년까지 미세조류의 생물량 변동을 조사한 결과에 의하면, 여름철 전체 미세조류의 생물량은 겨울철에 비해 증가하지만 1996년에 나타난 저서성 미세조류의 뚜렷한 증가는 관찰되지 않았다(Kang *et al.* 2000).

지금까지 남극 세종기지 연안생태계에서 미세조류의 계절변동에 관한 연구가 1996년 이후 18년간 지속적으로 수행되어 왔다(Kang *et al.* 1997; 1999; 2000; 2002.). 이러한 연구들은 남극 연안생태계가 한가지 패턴으로 설명하기에는 복잡한 연간 변동이 관찰된다는 결과를 보여주었다. 즉, 해양생태계의 1차 생산자인 미세조류의 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 식물플랑크톤 우점종 변화 양상을 정확하게 이해함으로써 이곳에서 진행되고 있는 미세한 환경변화가 일차 생산자인 식물플랑크톤에 어떠한 영향을 주며, 이들의 변화가 전체 남극 해양생태계에 어떤 영향을 미칠지를 알 수 있으며 주변의 물리, 화학적 환경요인과 미세조류의 생물량과의 관계와 분포패턴을 예측하여 남극해 연안생태계의 해양환경변화를 장기적으로 모니터링 하여 첫째, 연안 해양 환경생태계의 변화를 조절하는 요인을 이해하고, 둘째, 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. 1)에서 조사되었다. 이곳에는 한국해양과학기술원 부설 극지연구소 연구기지인 세종기지(62° 13' 남위, 58° 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 2018년 1월 1일부터 12월 31일까지 세종기지 앞의 한 정점에서 매일 이루어졌다(Fig. 7-10). 이 지역은 수심이 약 10m 정도이며 수층은 바람과 조류에 의해 비교적 고르게 혼합되어있다. 표층수 시료는 수심 약 0.5 m에서 PVC 병으로 채수되었다.

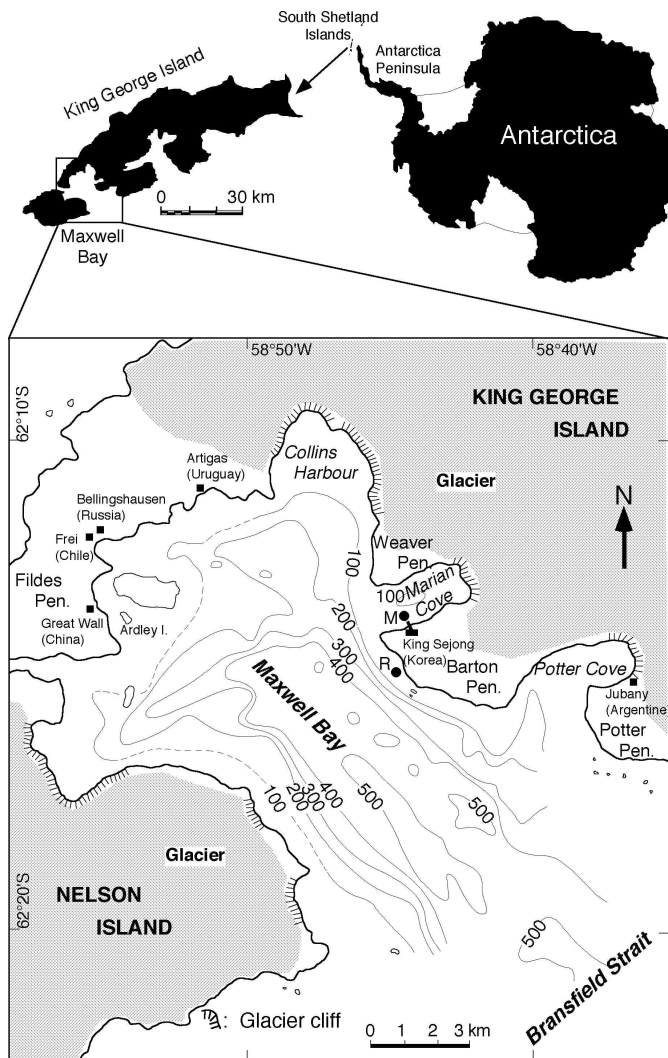


Fig 7-10. Location of the sampling area (●) in Marian Cove, King George Island, Antarctica.

- 수온, 염분 : 현장에서 채수한 시료를 즉시 Pro 30 Conductivity meter를 이용하

여 수온과 염도를 측정하였다.

- 미세조류 정량분석 : 채수된 해수는 미세조류의 정량분석을 위하여 현장에서 Glutaraldehyde로 최종농도 1%가 되도록 고정하였으며, 일부의 시료는 Chlorophyll *a* 농도 분석을 위하여 dark bottle에 담아 세종기지의 실험실로 운반하였다.
- 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  $\mu\text{m}$  와 2  $\mu\text{m}$  pore size의 PC membrane filter paper를 이용하여 500-1000 ml의 해수를 순차적으로 걸러준 후 마지막에는 GF/F를 이용하여 필터하였다. 20  $\mu\text{m}$ , 2  $\mu\text{m}$  와 GF/F 필터페이퍼를 각각을 90% Acetone 10ml에 넣고, 24시간 뒤 현장에서 엽록소-*a* 농도를 측정하였다. 2  $\mu\text{m}$  이하(극미소), 2-20  $\mu\text{m}$ (미소형), 20  $\mu\text{m}$  이상(소형)으로 엽록소-*a* 농도의 크기를 구분하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 2018년 표층 수온과 염분의 변화

연구 정점 표층수의 년 평균 수온은 0.37℃ 이었다(Appendix). 남극 하계인 2월에 최고 수온인 4.33℃를 기록하였으며 최저 수온은 9월(-1.80℃)에 측정되었다. 기존 자료에 의하면 1996, 1998, 1999년에 측정된 표층수의 평균 수온은 각각 -0.28℃, -0.24℃, -0.27℃로 2001년의 -0.24℃와 유사했으며, 2002년 (-0.37℃) 이후 표층 수온은 2005년 (-0.48℃)까지 낮아지는 경향을 보이다가 2006년 이후부터는 상승, 하락을 반복하는 양상을 보이고 있다. 올해는 표층수의 평균 수온이 0.37℃로 측정 되었으며 다른 해보다 높게 측정 되었다.

표층수 년 평균 염분은 34.73 psu이었으며, 최고 염분은 12월(36.40 psu)에 그리고 최저 염분은 7월(30.90 psu)에 관측되었다(Appendix, Fig. 7-11). 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. 남극의 지역적 특성 상 겨울철 마리안 소만이 동결되는 해와 동결되지 않는 해의 월별 염분 변화가 크게 달라지며 조각 유빙이 만 내에 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.

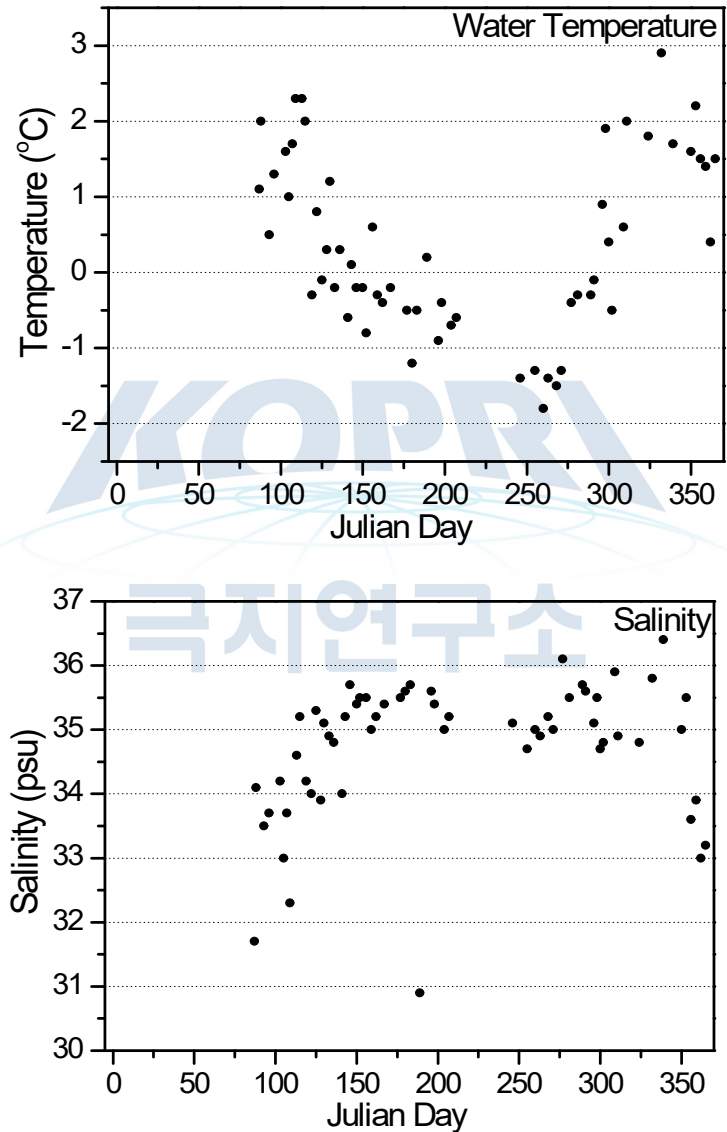


Fig 7-11. Temporal variation of water temperature and salinity measured at the nearshore station from January to December 2018.

#### 나. 2018년 미세조류 생물량의 변화

전체 미세조류 생물량(전체 Chl *a* 농도)은 평균  $0.42 \mu\text{g L}^{-1}$ 이었다. 2월 22일( $4.33 \mu\text{g L}^{-1}$ )에 미세조류의 생물량이 최대였으며, 최저 미세조류 생물량은 6월 16일에  $0.05 \mu\text{g L}^{-1}$ 로 측정 되었다(Fig. 3). 월 평균 미세조류 생물량은 2월( $2.45 \mu\text{g L}^{-1}$ )이 가장 높았으며, 7월( $0.11 \mu\text{g L}^{-1}$ )에 가장 낮았다(Appendix). 2001년의 경우, 최고 Chl *a* 농도가 12월 14일( $1.28 \mu\text{g L}^{-1}$ )에 나타났으며, 겨울을 지나 11월부터 미세조류의 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 년 평균 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 년 평균 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 미세조류 생물량에 비해 매우 낮았다(Kang *et al.*, 2000). 1996년 전체 미세조류의 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 미세조류 생물량 증감 패턴과는 뚜렷한 차이를 보였고 2010년에는 남극 하계인 1월, 2월, 12월에 생물량이 높은 전형적인 남극 해양생태계의 미세조류 생물량 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 년 평균  $0.15 \mu\text{g L}^{-1}$ 로 측정 되었으며, 월 평균 micro-sized 미세조류 생물량은 2월( $0.10 \mu\text{g L}^{-1}$ )에 가장 높았고, 7월( $0.02 \mu\text{g L}^{-1}$ )에 가장 낮았다(Fig. 7-12).

연평균 미소조류( $2-20 \mu\text{m}$  이하)에 의한 생물량(nano-sized Chl *a*의 농도)은  $0.22 \mu\text{g L}^{-1}$ 로 측정 되었으며, 월 평균 미소조류 생물량은 2월( $1.45 \mu\text{g L}^{-1}$ )에 가장 높았고, 10월( $0.07 \mu\text{g L}^{-1}$ )에 가장 낮았다.

연평균 극미소조류에 의한 생물량(pico-sized Chl *a*의 농도)는  $0.05 \mu\text{g L}^{-1}$ 이다. 월 평균 극미소조류 생물량은 12월( $0.15 \mu\text{g L}^{-1}$ )에 가장 높았고 9월( $0.01 \mu\text{g L}^{-1}$ )에 가장 낮았다.

연간 미세조류와 표층수 해양 환경요인의 계절적 변동을 모니터링 하고 이전의 연구결과와 비교한 결과, bloom이 일어났던 1996년과 2010년에 나타난 미세조류의 생물량보다 낮은 생물량이 관찰되었다. 조사지역에서의 물리 화학적 환경 요인과 미세조류간의 상호관계를 보다 명확하게 인식하고 예측하기 위해서는 미세조류에 영향을 미치는 요인들에 관하여 정확한 측정이 필요하고 종 수준까지의 분석이 필요하다. 이러한 연구는 장기적 남극 연안생태계를 이해하고 예측하는데 도움이 될 것이라고 생각된다.

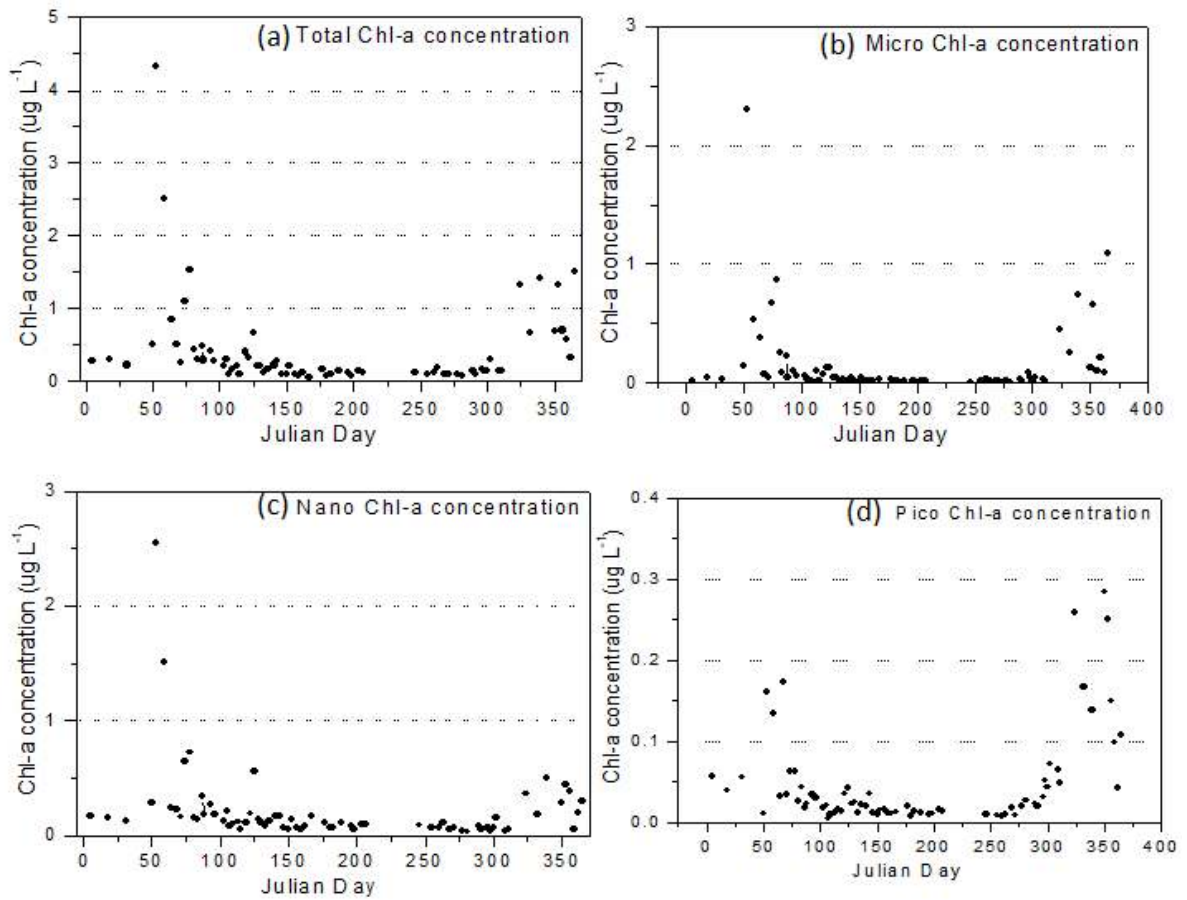


Fig 7-12. Temporal variation of total Chl *a* concentration(A), micro-sized Chl *a* concentration(B), nano-sized Chl *a* concentration(C), pico-sized Chl *a* concentration (D) measured at the nearshore station, January to December 2018.



Temporal variation of microalgae and physical factors in the  
surface water of Marian Cove, King George Island,  
Antarctica, 2018

Misa Jeon, Bong Soo Choi, Hyoung Min Joo,  
Eun Jin Yang, Sung-Ho Kang,

*Korea Polar Research Institute, KOPRI*

**Abstract** : We investigated the temporal variation of microalgal assemblages, sea water temperature and salinity have been measured from 1st January to 31st December 2018 at a nearshore station in Marian Cove, Maxwell Bay, King George Island, Antarctica. Annual mean water temperature was 0.37°C in surface water and the highest water temperature (2.90°C) was formed in 28 November the lowest water temperature (-1.80°C) was formed September. Annual mean salinity was 34.73 psu, the highest salinity (36.40 psu) was formed December and the lowest salinity (30.90 psu) was formed 8 July. Annual mean of total microalgal biomass (total Chl *a* concentration) was 0.42  $\mu\text{g L}^{-1}$ , the highest microalgal biomass (4.33  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) was appeared on 22 February. Annual mean microalgal biomass (micro-sized Chl *a* concentration) was 0.15  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Annual mean microalgal biomass (nano-sized Chl *a* concentration) was 0.22  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Annual mean pico-sized microalgal biomass (pico-sized Chl *a* concentration) was 0.05  $\mu\text{g L}^{-1}$ .



## 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, J.-S., S.-H. Kang, and J. H. Lee, 1999. Cryophilic diatoms *Navicula glaciei/perminuta* in an Antarctic coastal environment: morphology and ecology. *Korean J. Phycol. (Algae)* **14** : 1-10.
- Kang, J.-S., S.-H. Kang, J. H. Lee, D. W. Choi, and S. Lee. 2000. Seasonal variation of microalgae in the surface water of Marian Cove, King George Island, the Antarctic 1998/1999. *Korean J. Environ. Biol.* **18**: 21-31.
- Kang, J.-S., S.-H. Kang, J. H. Lee, K.-H. Chung, and M.-Y. Lee, 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, J.-S., S.-H. Kang, J. H. Lee, and S. Lee 2002. Seasonal variation of microalgae and environmental factors in Marian Cove, King George Island, Antarctica, 1996. Marine Ecology Progress Series. **229**:19-32.
- Kang, S.-H., J.-S. Kang, K.-H. Chung, M.-Y. Lee, B. Y. Lee, H. Chung, Y. Kim, and D.-Y. Kim, 1997. Seasonal variation of nearshore Antarctic microalgae and environmental factors in Marian Cove, King George Island, 1996. *Korean J. Polar Res.* **8** : 9-27.
- Kim, H. C., S. R. Yang, S. J. Pae, and J. H. Shim, 1998. The seasonal variation of primary productivity in the Antarctic coastal ecosystems. *J. Korean Soc. Oceanogr.* **3** : 80-89.
- Krebs, W. N., 1983. Ecology of neritic marine diatoms, Authur Harbor, Antarctica. *Micropaleontology* **29** : 267-297.
- 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, W.O., Jr., 1987. Phytoplankton dynamics in marginal ice zones. Annual Review of Oceanography and Marine Biology. **25**, 11-38.

**Appendix.** Physical parameters (water temperature, salinity) and microalgal biomass (total Chl *a* concentration, micro-sized microalgal Chl *a* concentration, nano-sized microalgal Chl *a* concentration, pico-sized microalgal Chl *a* concentration) recorded during 2018

Date Jan.	Julian Day	Water Temp(°C)	Water Sal(psu)	Total Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )	Micro Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )	Nano Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )	Pico Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )
1	1						
2	2						
3	3						
4	4						
5	5			0.264	0.024	0.165	0.057
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			0.292	0.048	0.160	0.039
19	19						
20	20						
21	21						
22	22						
23	23						
24	24						
25	25						
26	26						
27	27						
28	28						
29	29						
30	30						
31	31			0.219	0.032	0.127	0.055
Average				0.258	0.035	0.150	0.050
Stdev				0.037	0.012	0.021	0.010
Max				0.292	0.048	0.165	0.057
Min				0.219	0.024	0.127	0.039

Date Feb.	Julian Day	Water Temp(°C)	Water Sal(psu)	Total Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )	Micro Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )	Nano Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )	Pico Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )
1	32						
2	33						
3	34						
4	35						
5	36						
6	37						
7	38						
8	39						
9	40						
10	41						
11	42						
12	43						
13	44						
14	45						
15	46						
16	47						
17	48						
18	49						
19	50			0.502	0.142	0.280	0.010
20	51						
21	52						
22	53			4.327	2.299	2.548	0.160
23	54						
24	55						
25	56						
26	57						
27	58						
28	59			2.511	0.530	1.511	0.134
Average				2.447	0.990	1.446	0.102
Stdev				1.913	1.150	1.135	0.080
Max				4.327	2.299	2.548	0.160
Min				0.502	0.142	0.280	0.010

Date Mar.	Julian Day	Water Temp(°C)	Water Sal(psu)	Total Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Micro Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Nano Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Pico Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )
1	60						
2	61						
3	62						
4	63						
5	64			0.836	0.374	0.248	0.032
6	65						
7	66						
8	67						
9	68			0.498	0.074	0.224	0.173
10	69						
11	70						
12	71			0.259	0.039	0.163	0.034
13	72						
14	73						
15	74			1.086	0.677	0.651	0.063
16	75						
17	76						
18	77						
19	78			1.524	0.859	0.726	0.062
20	79						
21	80						
22	81			0.442	0.247	0.158	0.026
23	82						
24	83			0.294	0.092	0.142	0.043
25	84						
26	85						
27	86						
28	87	1.10	31.70	0.478	0.219	0.339	0.017
29	88	2.00	34.10	0.286	0.049	0.181	0.023
30	89						
31	90						
Average		1.55	32.90	0.634	0.292	0.315	0.053
Stdev		0.64	1.70	0.432	0.295	0.221	0.048
Max		2.00	34.10	1.524	0.859	0.726	0.173
Min		1.10	31.70	0.259	0.039	0.142	0.017

Date Apr.	Julian Day	Water Temp(°C)	Water Sal(psu)	Total Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Micro Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Nano Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Pico Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )
1	91						
2	92						
3	93	0.50	33.50	0.413	0.106	0.270	0.034
4	94						
5	95						
6	96	1.30	33.70	0.270	0.058	0.189	0.029
7	97						
8	98						
9	99						
10	100						
11	101						
12	102						
13	103	1.60	34.20	0.207	0.061	0.131	0.018
14	104						
15	105	1.00	33.00	0.304	0.029	0.213	0.021
16	106						
17	107	1.70	33.70	0.100	0.012	0.079	0.004
18	108						
19	109	2.30	32.30	0.155	0.023	0.105	0.009
20	110						
21	111						
22	112						
23	113	2.30	34.60	0.213	0.096	0.120	0.012
24	114						
25	115	2.00	35.20	0.091	0.017	0.058	0.017
26	116						
27	117						
28	118						
29	119	-0.30	34.20	0.403	0.066	0.113	0.014
30	120						
		1.38	33.82	0.239	0.052	0.142	0.018
Average		0.86	0.86	0.118	0.034	0.069	0.010
Stdev		2.30	35.20	0.413	0.106	0.270	0.034
Max		-0.30	32.30	0.091	0.012	0.058	0.004
Min		-0.50	31.50	0.13	0.01	0.07	0.02

Date May.	Julian Day	Water Temp(°C)	Water Sal(psu)	Total Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Micro Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Nano Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Pico Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )
1	121						
2	122	0.80	34.00	0.319	0.131	0.193	0.035
3	123						
4	124						
5	125	-0.10	35.30	0.668	0.122	0.560	0.042
6	126						
7	127						
8	128	0.30	33.90	0.211	0.044	0.148	0.023
9	129						
10	130	1.20	35.10	0.200	0.043	0.113	0.025
11	131						
12	132						
13	133	-0.20	34.90	0.108	0.012	0.082	0.011
14	134						
15	135						
16	136	0.30	34.80	0.166	0.030	0.131	0.022
17	137						
18	138						
19	139						
20	140						
21	141	-0.60	34.00	0.221	0.018	0.166	0.020
22	142						
23	143	0.10	35.20	0.269	0.048	0.171	0.035
24	144						
25	145						
26	146	-0.20	35.70	0.091	0.009	0.073	0.011
27	147						
28	148						
29	149						
30	150	-0.20	35.40	0.086	0.011	0.059	0.009
31	151						
Average		0.14	34.83	0.234	0.047	0.170	0.023
Stdev		0.53	0.65	0.170	0.044	0.144	0.011
Max		1.20	35.70	0.668	0.131	0.560	0.042
Min		-0.60	33.90	0.086	0.009	0.059	0.009

Date Jun.	Julian Day	Water Temp(°C)	Water Sal(psu)	Total Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )	Micro Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )	Nano Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )	Pico Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )
1	152	-0.80	35.50	0.201	0.039	0.146	0.015
2	153						
3	154						
4	155						
5	156	0.60	35.50	0.098	0.014	0.073	0.016
6	157						
7	158						
8	159	-0.30	35.00	0.082	0.010	0.060	0.012
9	160						
10	161						
11	162	-0.40	35.20	0.114	0.019	0.080	0.011
12	163						
13	164						
14	165						
15	166						
16	167	-0.20	35.40	0.049	0.028	0.165	0.012
17	168						
18	169						
19	170						
20	171						
21	172						
22	173						
23	174						
24	175						
25	176						
26	177	-0.50	35.50	0.159	0.028	0.115	0.019
27	178						
28	179						
29	180	-1.20	35.60	0.079	0.011	0.067	0.007
30	181						
Average		-0.40	35.39	0.112	0.021	0.101	0.013
Stdev		0.56	0.21	0.052	0.011	0.042	0.004
Max		0.60	35.60	0.201	0.039	0.165	0.019
Min		-1.20	35.00	0.049	0.010	0.060	0.007



Date Jul.	Julian Day	Water Temp(°C)	Water Sal(psu)	Total Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )	Micro Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )	Nano Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )	Pico Chl <i>a</i> Conc. ( $\mu\text{g}$ $\text{L}^{-1}$ )
1	182						
2	183	-0.50	35.70	0.098	0.019	0.064	0.014
3	184						
4	185						
5	186						
6	187						
7	188						
8	189	0.20	30.90	0.137	0.015	0.108	0.012
9	190						
10	191						
11	192						
12	193						
13	194						
14	195						
15	196	-0.90	35.60	0.112	0.018	0.083	0.009
16	197						
17	198	-0.40	35.40	0.078	0.010	0.061	0.011
18	199						
19	200						
20	201						
21	202						
22	203						
23	204	-0.70	35.00	0.132	0.012	0.095	0.015
24	205						
25	206						
26	207	-0.60	35.20	0.108	0.015	0.093	0.013
27	208						
28	209						
29	210						
30	211						
31	212						
Average		-0.48	34.63	0.111	0.015	0.084	0.012
Stdev		0.38	1.85	0.022	0.004	0.019	0.002
Max		0.20	35.70	0.137	0.019	0.108	0.015
Min		-0.90	30.90	0.078	0.010	0.061	0.009

※ August: No data

Date Sep.	Julian Day	Water Temp(°C)	Water Sal(psu)	Total Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Micro Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Nano Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Pico Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )
1	244						
2	245						
3	246	-1.40	35.10	0.114	0.008	0.092	0.009
4	247						
5	248						
6	249						
7	250						
8	251						
9	252						
10	253						
11	254						
12	255	-1.30	34.70	0.087	0.012	0.074	0.008
13	256						
14	257						
15	258						
16	259						
17	260	-1.80	35.00	0.108	0.025	0.072	0.007
18	261						
19	262						
20	263	-1.40	34.90	0.184	0.016	0.107	0.010
21	264						
22	265						
23	266						
24	267						
25	268	-1.50	35.20	0.094	0.015	0.059	0.017
26	269						
27	270						
28	271	-1.30	35.00	0.098	0.017	0.069	0.008
29	272						
30	273						
Average		-1.45	34.98	0.114	0.015	0.079	0.010
Stdev		0.19	0.17	0.035	0.006	0.018	0.004
Max		-1.30	35.20	0.184	0.025	0.107	0.017
Min		-1.80	34.70	0.087	0.008	0.059	0.007

Date Oct.	Julian Day	Water Temp(°C)	Water Sal(psu)	Total Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Micro Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Nano Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Pico Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )
1	274						
2	275						
3	276						
4	277	-0.40	36.10	0.100	0.016	0.042	0.020
5	278						
6	279						
7	280						
8	281	-0.30	35.50	0.077	0.009	0.033	0.027
9	282						
10	283						
11	284						
12	285						
13	286						
14	287						
15	288						
16	289	-0.30	35.70	0.142	0.031	0.079	0.023
17	290						
18	291	-0.10	35.60	0.102	0.020	0.053	0.020
19	292						
20	293						
21	294						
22	295						
23	296	0.90	35.10	0.164	0.084	0.073	0.031
24	297						
25	298	1.90	35.50	0.145	0.039	0.047	0.051
26	299						
27	300	0.40	34.70	0.131	0.010	0.066	0.043
28	301						
29	302	-0.50	34.80	0.302	0.050	0.156	0.072
30	303						
31	304						
Average		0.20	35.38	0.145	0.032	0.069	0.036
Stdev		0.83	0.47	0.069	0.026	0.038	0.018
Max		1.90	36.10	0.302	0.084	0.156	0.072
Min		-0.50	34.70	0.077	0.009	0.033	0.020

Date Nov.	Julian Day	Water Temp(°C)	Water Sal(psu)	Total Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Micro Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Nano Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Pico Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )
1	305						
2	306						
3	307						
4	308						
5	309	0.60	35.90	0.149	0.029	0.039	0.065
6	310						
7	311	2.00	34.90	0.144	0.023	0.053	0.048
8	312						
9	313						
10	314						
11	315						
12	316						
13	317						
14	318						
15	319						
16	320						
17	321						
18	322						
19	323						
20	324	1.80	34.80	1.326	0.444	0.364	0.259
21	325						
22	326						
23	327						
24	328						
25	329						
26	330						
27	331						
28	332	2.90	35.80	0.672	0.254	0.186	0.167
29	333						
30	334						
Average		1.83	35.35	0.573	0.188	0.160	0.135
Stdev		0.95	0.58	0.560	0.202	0.151	0.098
Max		2.90	35.90	1.326	0.444	0.364	0.259
Min		0.60	34.80	0.144	0.023	0.039	0.048

Date Dec.	Julian Day	Water Temp(°C)	Water Sal(psu)	Total Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Micro Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Nano Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )	Pico Chl <i>a</i> Conc. (µg L <sup>-1</sup> )
1	335						
2	336						
3	337						
4	338						
5	339	1.70	36.40	1.422	0.741	0.502	0.138
6	340						
7	341						
8	342						
9	343						
10	344						
11	345						
12	346						
13	347						
14	348						
15	349						
16	350	1.60	35.00	0.690	0.124	0.281	0.284
17	351						
18	352						
19	353	2.20	35.50	1.328	0.651	0.439	0.250
20	354						
21	355						
22	356	1.50	33.60	0.699	0.107	0.391	0.149
23	357						
24	358						
25	359	1.40	33.90	0.576	0.207	0.050	0.098
26	360						
27	361						
28	362	0.40	33.00	0.324	0.080	0.199	0.042
29	363						
30	364						
31	365	1.50	33.20	1.499	1.095	0.297	0.107
Average		1.47	34.37	0.934	0.429	0.308	0.153
Stdev		0.54	1.28	0.470	0.399	0.153	0.086
Max		2.20	36.40	1.499	1.095	0.502	0.284
Min		0.40	33.00	0.324	0.080	0.050	0.042



## 제 8 장

### 세종과학기지 기상 관측

#### 제 1 절

#### 2018년 기상관측 자료의 통계 분석

박상종<sup>1</sup>, 조갑환<sup>2</sup>, 김제원<sup>1</sup>, 이방용<sup>1</sup>, 최태진<sup>1</sup>

<sup>1</sup>극지연구소 극지기후과학연구부

<sup>2</sup>기상청

**요 약** : 2018년 남극세종과학기지(이하 ‘세종기지’라 함)에서 관측된 지상 기상요소와 현상을 정리한 후, 1988년부터 2017년까지의 예년 값과 비교하였다. 기상자료는 세종기지에서의 자동기상관측 및 목측 자료의 수집과 정밀화 작업을 통해 획득되었고, 통계 프로그램을 이용한 일별, 월별, 년별 자료의 정량 분석과 각종 기상현상의 발생일수 등을 정리하여 연보를 작성하였다. 2018년 1월부터 2018년 12월까지의 평균 기압은 988.0 hPa(최고 1024 hPa, 최저 948 hPa)로 예년 평균 (988.8 hPa)보다 약 0.8 hPa 낮은 값을 기록하였다. 평균 기온은  $-1.8^{\circ}\text{C}$ (최고  $9.7^{\circ}\text{C}$ , 최저  $-20.2^{\circ}\text{C}$ )로 예년 평균 ( $-1.8^{\circ}\text{C}$ )과 동일한 값을 나타내었다. 평균 풍속은  $7.8\text{ ms}^{-1}$ 로 예년 평균 ( $8.0\text{ ms}^{-1}$ )보다 근소하게 약하였다. 그리고 연중 주 풍향은 16방위 중 북북서풍(NNW)이 약 17%로 가장 우세하였고 두 번째로는 북서풍(NW)이 약 13%를 차지하였다. 그 다음으로는 서북서풍(WNW), 서풍(W),북풍(N)이 각각 약 10%씩을 나타내었다. 동풍은 연중 약 7% 빈도를 보였는데 동계인 6월에는 약 15%로 빈번하게 발생하였다. 평균 습도는 86.2%(예년 88.2%), 12월을 제외한 평균운량은 6.2 octas(예년 연평균 6.8 octas)이었고, 역시 12월을 제외한 총 강수량은 363.0 mm(월 평균 33.0mm)로 예년 평균(총량 520.4 mm, 월 평균 43.4 mm)에 비해 월평균 기준으로 77% 수준의 강수량을 기록하였다. 특히 폭풍설(blizzard) 발생 회수는 총 13회에 94시간으로 평균 지속시간은 7.2시간이며 예년 평균 횟수(22.9회) 및



총 시간(271.6 시간)과 비교하면 발생 횟수는 약 1/2수준, 지속시간은 약 1/3 수준으로 작게 나타났다.



## 1. 서론

남극 세종기지에서의 기상관측은 지난 1988년 2월 17일 기지건설과 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 10초 또는 1초 간격으로 측정하여 10분 평균값이 자료 집록기에 저장되는 자동 관측 및 저장방식으로 수행되고 있다. 이외에 구름, 시정, 폭풍설, 지면 및 해상의 상태 등은 자동관측이 어려우므로 이러한 기상현상은 관측자가 목측으로 매시간 또는 수시로 관찰하고 기록한다. 한편, 2003년 12월에 기상관측의 정밀도를 높이고 시스템 오류에 따른 결측 자료 등을 보완하기 위하여 별도의 자동관측시스템을 기존 시스템 주변에(수 m 이내 위치) 설치하였다. 기지 운영을 위한 새로운 건물이 2008년 관측 시스템 주변에 건축되면서, 풍향 등 관측에 미칠 영향을 고려하고, 20년 이상 사용하여 노후된 타워를 대신할 새로운 자동기상관측시스템의 구축을 계획하게 되었다. 따라서 2010년 12월 기존의 자동기상관측시스템에서 남서 방향으로 200 m 가량 떨어진 위치에 새로운 자동기상관측시스템이 설치되었으며, 2011년부터 운영되어 기존 시스템 관측자료와의 비교자료를 축적하였다. 비교관측은 2016년 10월까지 수행되다가 2016년 11월에 노후된 AMOS-1과 AMOS-2 시스템 철거와 함께 중단되었고 이후 11월부터는 AMOS-3 관측자료를 세종기지의 기존 기상자료로 사용하고 있다. 한편 기존 AMOS-1 위치에는 AMOS-3 결측에 대비한 기상관측시스템을 설치하여 2016년 11월부터 운영하고 있다. 다만 2016년 11월부터 AMOS-1 관측노장에 근접하여 2층 높이의 연구동이 신축되었으므로 북동풍이나 동풍 계열일 때 AMOS-1의 바람은 사용에 주의가 필요하다.

세종기지의 기상관측소(62°13' S, 58°47' W)는 1989년 1월에 세계기상기구(WMO)의 정규 지상관측소로 등록(WMO Index No. 89251)되었다. 비록 지상의 기상현상에 대해서만 관측하고 있지만, 세종기지에서의 기상관측 업무 및 이에 대한 연구조사를 수행하고 있는 목적은 일반 기상관서에서 수행하고 있는 기상관측 목적과 마찬가지로, 1) 시시각각으로 변화하는 기상요소와 기상현상에 관하여 측기와 목측을 이용하여 일정한 시각에 대한 기상요소를 관측하여 서로 비교 분석하고, 2) 현재의 기상실황을 파악할 수 있도록 국제 기상통보식에 따라 국제적으로 자료를 제공하며, 3) 또한 기후조사를 위한 통계자료나 기상학 연구에 필요한 자료로 활용하며, 4) 특히 남극 세종기지의 지역적, 환경적 특수한 상황에 비추어 볼 때, 기지 주변에서 이루어지는 타 분야 연구를 위한 중요한 참고자료가 되면서, 5) 기지 대원들의 실생활이나 야외업무 수행을 위한

지표로서 활용되는 것이다. 한편, 2010년 10월 26일, 세종기지는 기상청과 공동으로 이산화탄소, 성층권 오존 농도 및 복사 등의 관측요소에 대하여 세계기상기구/지구대기감시(WMO/GAW, Global Atmosphere Watch) 프로그램의 지역급 기후변화감시소로 등재되어 관측을 수행하고 있다.

## 2. 자료 및 방법

연보에서는 세종기지에서의 2018년 1월부터 12월까지의 기상관측자료를 1차적으로 점검한 다음 분석하였다. 연보는 세종기지에서 기록된 원시자료를 체계화시켰고, 매일의 관측일지를 참고하여 각 기상요소에 대한 평균값과 극값, 발생시간과 목측 항목에 대한 현상일수 등에 대해 표로써 일별, 월별로 나타내었다. 다만 12월의 경우 목측자료 전달이 지연되어 본 연보에는 포함하지 않았다 (부록 2 참조).

한편, 자료의 신뢰성을 높이기 위하여, 센서의 고장 또는 기계적인 오작동으로 기록된 오류 자료의 삭제와 교정장비에 의한 자체 보정 및 수동 관측으로 비교 측정된 이후의 정확한 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, 현상이 발생하지 않았을 때는 ‘현상없음(-)’으로 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 유

무와 바다의 거칠기, 결빙 등으로 표현하였다. 바다의 거칠기는 풍속이 아무리 강해도 세종기지 앞바다가 육지로 대부분 둘러싸인 내만이므로 파고가 높지 않기 때문에 Beaufort 풍력계급표의 7 이하를 근거로 다음과 같이 분류하여 나타내었다; 해면의 상태에 따라 Calm(고요; 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 m이내에 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 목측의 제한성 등의 몇몇 요인을 고려한 결과, 그 방식을 그대로 따르지는 못하고 나름대로의 항목을 필요성에 따라 가감하여 표현하였다.

기상자료는, 세종기지에서의 1차 기상관측 원시자료를 정리하여 2차 자료를 만들고, 다시 이것을 점검한 후 통계 프로그램에 대한 입력자료로 활용하였다. 이후 프로그램 처리과정을 거쳐 생성된 자료를 토대로 일별, 월별, 연별 자료를 작성하고, 현장 관측일지 등을 참고하여 오류 자료 정리와 목측 자료 재편집 등의 작업을 수행하였다. 이 보고서에는 자료의 분석 결과로서, 측기에 대한 간단한 사양과 연보에 나타난 각종 자료의 표현 방식에 대한 일러두기 및 기상요소와 현상에 대한 분석 자료가 정리되어 있다.

### 3. 결 론

2018년 남극세종과학기지에서 측정된 기상환경은 다음과 같다. 우선 1월부터 12월까지의 연평균 기온은  $-1.8^{\circ}\text{C}$ 로 예년( $-1.8^{\circ}\text{C}$ )과 동일하였으며 최저기온  $-20.2^{\circ}\text{C}$ 에서 최고기온  $9.7^{\circ}\text{C}$ 의 분포를 보였다. 월평균 기온이 가장 낮았던 달은 6월( $-4.9^{\circ}\text{C}$ , 예년: 7월  $-5.6^{\circ}\text{C}$ )이고 가장 높았던 달은 2월( $1.8^{\circ}\text{C}$ , 예년: 1월  $1.9^{\circ}\text{C}$ )이었다. 1월부터 11월까지의 총 강수량은 363.0 mm로 월평균 32.7 mm를 기록하여 예년값(총 강수량 520.4 mm, 월평균 43.4 mm)에 비해 월평균값 기준 약 77% 수준으로 적은 양을 기록하였다. 평균 습도는 86.2%로 예년(88.2%)과 큰 차이 없었고 1월부터 11월까지의 평균 운량은 6.2 octas로 예년(연평균 6.8 octas) 보다 적었다.

바람은 경우, 평균 풍속은  $7.8 \text{ ms}^{-1}$ 로 예년 평균 ( $8.0 \text{ ms}^{-1}$ )보다 근소하게 약하였다.

그리고 연중 주 풍향은 16 방위 중 북북서풍(NNW)이 약 17%로 가장 우세하였고 두 번째로는 북서풍(NW)이 약 13%를 차지하였다. 그 다음으로는 서북서풍(WNW), 서풍(W),북풍(N)이 각각 약 10%씩을 나타내었다. 동풍은 연중 약 7% 빈도를 보였는데 동계인 6월에는 약 15%로 빈번하게 발생하였다. 순간최대풍속은 11월 4일에  $37.3 \text{ ms}^{-1}$ (N)를 기록하였다. 한편, 세종기지의 특징적 기상현상인 폭풍설은 1월부터 11월까지 총 13회 발생에 지속시간은 94시간으로 예년 22.9회 271.6시간과 비교하여 발생 횟수는 약 1/2 수준, 지속시간은 약 1/3 수준으로 작게 발생하였다.

기압은 평균 988.0 hPa로 예년의 988.8 hPa와 거의 같았다. 세종기지에서 평균적인 기압은 동계에 높고 하계에 낮는데, 2018년의 경우에는 최고 기압이 하계인 12월 11일에 1024 hPa, 최저 기압이 동계인 8월 4일에 948 hPa를 기록하였다. 수평면 전천 일사량은 1월부터 11월까지 월평균  $169.681 \text{ MJm}^{-2}$  (예년 연평균  $217.009 \text{ MJm}^{-2}$ )를 기록하였다. 월별로는 6월에  $8.998 \text{ MJm}^{-2}$ 로 최소, 11월에  $418.081 \text{ MJm}^{-2}$ 로 최대를 기록하였다. 본 연보에 12월 일사량이 포함되었다면 12월에 최대치를 기록하고 연평균 일사량도 현재보다 증가하였을 것이다. 2018년의 경우에 기지 앞 마리안소만과 맥스웰만에서의 결빙은 거의 발생하지 않았다.

끝으로 본 연보에서는 AMOS-3를 기준 관측자료로 사용하였는데, 이는 AMOS-1에서 관측되는 자료 중 바람의 경우 세종기지 건물에 의한 왜곡이 우려되기 때문이다. 다만 2018년 중에 대기과학 월동대원이 독립적인 센서들을 이용해 비교관측을 해 본 결과 AMOS-3의 기온 센서가 약  $0.9\sim 1.1^{\circ}\text{C}$ 의 범위로 기온을 낮게 측정하며, AMOS-1의 기온 센서가 더 정확한 것을 확인하였다. 그러나 본 연보 작성 시점에서 AMOS-1의 자료가 전체 확보되지 않은 관계로 우선 AMOS-3 기온을 사용하였으며 따라서 향후 AMOS-1 자료와 확보되면 기온 편차를 반영하여 기온 통계가 수정될 수 있음을 밝혀 둔다.

# Annual Weather Report of 2018, Antarctic King Sejong Station

Sang-Jong Park<sup>1</sup>, Kab-Hwan Cho<sup>2</sup>, Jae-Won Kim<sup>1</sup>  
Bang-Yong Lee<sup>1</sup>, Tae-Jin Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Korea Polar Research Institute*

<sup>2</sup>*Korea Meteorological Administration*

**Abstract** : Meteorological observation at the King Sejong Station was carried out in 2018 and the result is compared to the climatological data of previous years from 1988 to 2017. Meteorological data which are observed 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. Automatic 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. Visual observation elements include visibility, snow, fog, rain, cloud, blizzard, sea-ice etc. In this study, meteorological data of 2018 are collected and processed. Then the data are used to produce daily, monthly, and annual statistics. Summarized results in 2018 are follows; average station air pressure is 988.0 hPa (highest 1024 hPa, lowest 948 hPa), air temperature  $-1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (maximum  $9.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , minimum  $-20.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), wind speed  $7.8\text{ ms}^{-1}$  (gust  $37.3\text{ ms}^{-1}$ , Northerly), and predominant wind directions are NNW(17%), NW(13%) with 10% frequencies in WNW, W, and N. Easterly wind occurred 15% in June. Average relative humidity is 86.2%, cloud amount 6.2 octas (Jan~Nov), total precipitation 363.0 mm (monthly average 33.0 mm, Jan~Nov), the occurrence number of blizzard is 13 (total duration time 94 hours) with average duration of 7.2 hours. There was no sea ice formation in Maxwell Bay and Marian Cove in 2018.





# Part III.

남극 과학기지 운영 현장 점검





## 제 9 장

### 남극 과학기지 운영 현장 점검

#### 제 1 절

#### 장보고과학기지 운영 현장 점검

김 지 희

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 지난해와 동일하게 2017년에 작성한 체크리스트를 활용하여 유류관리, 화학물질관리, 에너지 보존, 수자원 보존, 환경보호의정서 관련 분야 등을 포함한 33개 항목에 대해 실시하였다. 현장 점검과 6차 월동연구대 면담을 통해 진행하였고, 5차 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 체설, ISO 유류탱크 관리와 운송장비 및 헬리콥터 주유 시 여전히 주의가 요구된다. 6차 월동연구대에서는 점검 결과에 따라 현장에서 조치 가능한 사항을 이행하였다. 현장 점검과 월동대원과의 면담을 통해 기지 운영에 대한 월동연구대의 환경 의식을 제고할 수 있었으며 환경 영향 저감 조치의 현장 이행에 대한 애로 사항 등을 파악할 수 있었다. 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 환경보호 의정서’에 기반 한 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 기지 운영자로서 모니터링의 의무를 다하기 위하여 극지연구소에서 수행하고 있는 ‘남극 과학기지 운영에 따른 주변 환경 및 생태계 오염 요인 모니터링’ 과제의 일환으로 진행되었다.

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

상기의 목적을 달성하기 위하여 구체적인 점검 체크리스트가 요구되어, 남극 조약 당사국들이 타 당사국이 운영하는 기지 및 시설을 사찰할 때 사용하고 있는 사찰 체크리스트(Resolution 3, 2010)를 참고하여 기지 주변 환경관리 및 환경보호의정서 관련 문제에 중점을 두어 9개 분야, 33개 항목으로 작성되었다. 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).

세종과학기지와 장보고과학기지에서 기지 운영 점검 체크리스트를 활용하여 기지 시설 및 주변 환경의 관리 현황을 스스로 점검함으로써 남극 환경보존을 적극적으로 실천하는 계기가 될 것으로 기대된다. 또한 기지 운영 점검 결과를 검토하고 적극적으로 피드백하여 남극 활동으로 인한 영향을 최소화 하는 노력은 지속가능한 남극 인프라 운영 전략일 뿐만 아니라 이를 통해 남극조약협약당사국으로서의 의무를 다하여 주요 당사국으로 자리매김할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 조사 방법

### 가. 조사 항목 및 세부 지역

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 장보고기지와 주변 지역으로 Fig. 9-1과 같다. 분야별 점검 내용은 아래에 요약하였으며, 자세한 점검 내용과 조치 및 제언은 Appendix 1에 수록하였고 개선 사항 등의 이행여부 확인을 위하여 2017/18 시즌 점검 결과는 Appendix 2에 첨부하였다.

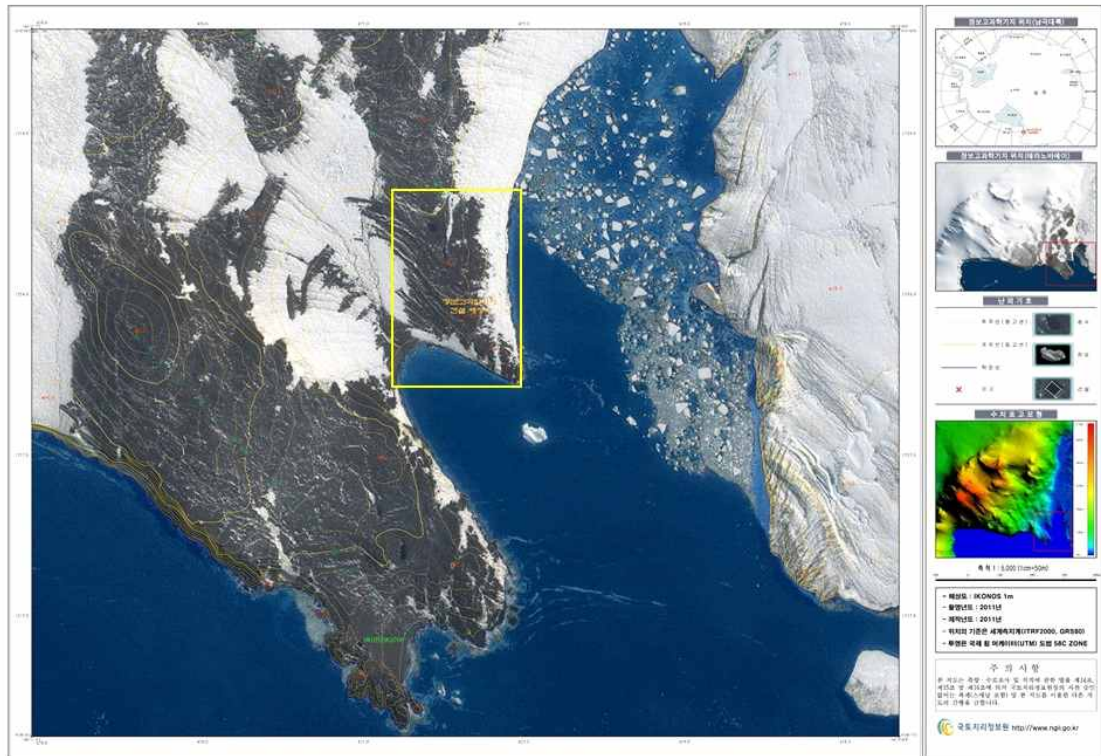


Fig. 9-1. Map around Jang Bogo Station and survey area (yellow box).

- 남극 장보고기지 유류관리 현황 점검 (기지유류 저장소 및 연료 급유 지)
  - 1) 연료 보관 탱크의 모니터링 방법 및 주기
  - 2) 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기
  - 3) 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태
  - 4) 유류 유출 방재 자원의 종류와 양의 확보 정도
  - 5) 연료 급유시 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 전력 사용 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 파악여부
    - 환경영향평가 위반 사례
  - 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 유입 방지를 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 운영 현황 점검 체크리스트(Appendix)를 활용하였으며, 기지 시설 등을 방문 점검하고 이를 관리하고 있는 월동대원, 기지 대장 및 총무와 면담하였다.

기지 주변 지역 유류 오염 물질 조사의 경우, 기지 운영시 유류 유출 위험에 노출되기 쉬운 지역을 중심으로 오염 물질을 조사하였다. 유류 유출 모니터링을 위한 휴대용 장비를 활용하여 현장에서 VOCs (Volatile Organic Compounds)를 측정하고 유출이 의심되는 토양은 기지내 실험실에서 PetroFLAG 키트를 사용하여 TPH(Total

Petroleum Hydrocarbon)의 함량을 조사하였다. 현장에서 사용한 휴대용 장비는 Fig. 9-2에 제시하였다.



Fig. 9-2. 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 2~3년 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 6차 월동대에 권고하였다.

항공유와 휘발유 등은 별도의 소형 저장 탱크에 보관되어 있으며, 항공유는 200ℓ 드럼과 25,000ℓ 용량의 ISO 탱크에 보관되어있다. 드럼에 보관된 항공유는 주로 기지에서 먼 거리에 있는 현장 캠프용으로 사용되며, 기지 운영을 위한 헬리콥터 운항을 위해 ISO 탱크의 항공유를 서비스탱크를 통해 주유한다. 본관동 앞에 위치한 헬리패드에서 ISO 탱크와 서비스 탱크가 위치해 있으며, 주유시 호스에 남아있는 유류 잔량을 회수하기 위해 드럼을 준비해 두고 있다(Fig 9-3). 주입구에 묻어있는 소량의 유류를 닦아낼 수 있



는 흡착포와 같은 방제키트 보관함의 없애 2017/18년 점검시 보관함 설치를 권고 하였  
고, 지난 5차 월동대에서 설치가 완료되었다. 그러나 설치만 되어있을 뿐 유사 시 신속  
하게 활용할 수 있어야할 방제키트 보관함의 뚜껑이 테이프로 고정되어 있었고 전혀 사  
용한 흔적이 없었다(Fig. 9-3). 강한 바람으로 인해 플라스틱 재질의 보관함의 뚜껑이 열  
릴 수 있어 붙여 놓은 것으로 보이거나 무게가 나가는 다른 재질 (나무 또는 우레탄 등)의  
보관함으로 교체가 필요할 것으로 보인다.



Fig. 9-3. Fuel handling at helicopter landing pad. a. service tank near by empty fuel drum to recover remaining fuel in the hose, b. inspection of fuel spill, c, d. container for fuel spill adsorbent

실내에서 윤활유 등을 취급하는 발전동과 정비동에서 정비과정 중 흘러나오게 되는  
소량의 유류관리가 잘 이루어지고 있었다.

기지에서 반출하기 전 야외에서 보관하고 있는 폐유와 윤활유는 주로 200ℓ 드럼에  
보관하거나 항공유의 경우 프레임이 있는 1톤 탱크에 보관하고 있다. 유류 용기의 야외  
보관 시에는 유출시 즉각 감지하고 토양 오염을 방지할 수 있도록 지면과 분리하여 방  
지 트레이 등을 설치하도록 2017/18 시즌에 제안한 바 있으며, 이에 대해 5차 월동대와  
6차 월동대는 Fig. 9-4와 같이 팔레트 위에 폐유 드럼을 보관하고 있다(Fig. 9-4). 이 경

우 유류 유출 시 즉각 감지하기에 하고 어느 정도 토양 오염을 방지할 수 있으나, 토양에 대한 유류 유출의 영향을 더욱 줄이는 저감 방안으로는 트레이 또는 방수포 위에 팔레트에 올린 드럼을 보관하는 것이 바람직하다.



Fig. 9-4. Waste fuel and lubricant storage status at Jang Bogo Station. a. waste fuel drums on the ground in 2017/18 season, b, c. waster fuel drums on palettes in 2018/19. d. e. waste aviation fuel in plastic containers (d: 2017/18, e: 2018/19).

기지에서 운영하고 있는 설비와 차량 주유시 연료 누출 사례는 지난 5차대와 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 젖어있었으며, 소량이지만 하나 각 지역에서 모두 유류가 검출되었다 (Fig. 9-5).



Fig. 9-5. Fuel spill spot near maintenance building and helipad. a. spots in the front of maintenance building, b. spots on helipad, c. waste aviation fuel spill.



현장에서 VOCs를 검사한 결과 휘발성 유기탄소는 검출되지 않았으나 토양 분석 결과 TPH의 농도가 여러 지역에서 상당히 높게 검출되었다(Fig. 9-6, Table 9-1). 이는 국내 토양오염우려 기준의 3지역 기준을 2.5배에서 15배까지 웃도는 수치로 나타났다. 주로 주유지점에서 발생하는 좁은 지역에 한정된 유출이기는 하나 그 농도가 매우 높게 나타나 주유 시 세심한 주의가 절실히 요구된다. 또한 정비동 앞 항공유를 저장하고 있는 ISO 유류탱크의 벨브 아래 토양에서 높은 농도의 TPH가 검출되어 유류 보급 후 또는 야외 보관 시 벨브가 잘 잠겨있는지 수시로 점검해야 할 것으로 보인다. 가장 우려스러운 부분은 폐항공유 저장소 아래가 상당히 젖어있어 폐유를 옮기는 과정에서 유출이 발생한 것으로 보이나, 폐유컨테이너가 플라스틱 재질이므로 손상여부를 수시로 점검하는 것이 필요하다.

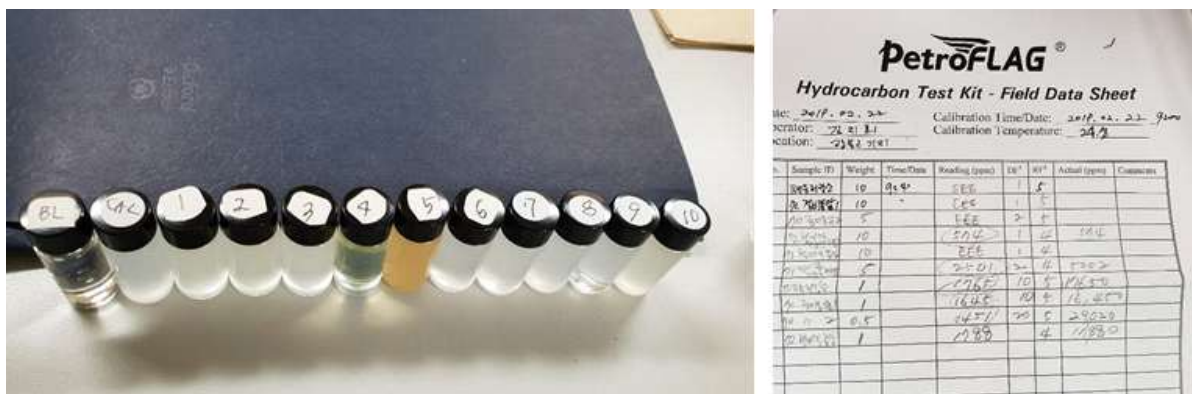


Fig. 9-6. TPH test results of oil contaminated soil at the laboratory in Jang Bogo Station.

Table 9-1. Comparisons of TPH concentration of each soil sample with domestic standard

유출 장소	TPH 농도(ppm)	토양오염우려기준 (2016. 4. 28 개정)
서비스탱크 아래	574	1지역 TPH 농도: 500 ppm, 2지역: 800 ppm, 3지역: 2,000 ppm ※ 1지역: 논, 밭, 과수원, 어린이 놀이시설 등, 2지역: 임야, 염전, 창고용지, 하천, 유지, 수도용지, 유원지 등, 3지역: 공장용지, 주차장, 주요소용지, 도로, 철도용지, 군사시설부지
정비동 앞 ISO	5,002	
항공유 탱크 아래	17,650	
정비동 앞 1	16,450	
정비동 앞 2	29,020	
헬리텍 중앙	17,880	

#### 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. 또한 지난해 권고 사항으로 생물해양연구실내 화학물질 유출에 대비할 수 있는 화학물질유출 방제키트가 보급되어 비치되었으며, 주요 실험실 사용자인 생물분야 및 해양분야 월동연구원이 위치와 사용방법을 숙지하고 있었다.

#### 다. 에너지 및 수자원 보존

기지 운영을 위한 전력 소모 절감을 위해 기지에서는 수시로 안내하고 있으며 발전기의 병렬운전을 피하고자 노력하고 있다. 월동대 인수인계 기간부터 현장에 머물던 3월 중순까지도 병렬운전을 하지않고 1대의 발전기만 운영하였다. 그러나 밤늦은 시간 기지내 복도와 화장실, 실험실 등의 조명이 켜져 있는 경우가 자주 있어 주의가 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. 2018/19 하계시즌에 하계연구대의 인원이 기지 수용인원을 초과하는 경우 생활용수 공급을 위해 샤워와 세탁을 격일제로 운영하였다. 샤워 시 샤워꼭지를 잠그지 않고 물을 흘려보내는 사례들이 있으므로 절수 샤워기 설치를 검토할 필요가 있다. 담수화기를 운영하는 시간에는 난방에 에너지 투입이 줄어들어 실내기온이 18~19도까지 내려가기도 하였다. 원활한 담수공급과 난방 에너지 수급을 위해 지속적인 절수, 절전이 요구된다.

#### 라. 환경보호 의정서 관련 사항

2018/19 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 경

우 50% 정도가 폐기물로 버려지고 있으며, 월동대에서도 건의 한 바와 같이 보급 전 철저한 현장 검수 및 날개 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. 의료대원 면담결과 보급 시 이미 유통기한이 임박했거나 월동대에서 활용도가 전혀 없는 의약품이 보급되는 경우가 있어 폐기물 발생량이 증가하므로 보급 전 철저한 검수가 필요하다.

온실을 통한 외래종 유입을 방지하기 위하여 온실관리 지침에 따라 운영되고 있으며 온실관리자를 지정하여 운영하고 있다. 2017/18 하계에 보급된 상토가 토탄기류로 오염되어 온실 가동을 중단한 바 있으나, 2018/19 시즌에는 현재까지 외래종의 흔적은 발견되지 않았다. 상토 보급 시 원산지와 멸균 상태 확인이 지속적으로 필요하다.

기지 주변의 남극 특별보호구역의 관리계획서가 기지에 비치되어있었다. 또한 연구팀 활동 반경 내 ASPA, ASMA, HSMs 위치는 숙지하고 있으나 해당 위치가 표시된 지도가 없어 각 보호구역이 표시된 지도를 제작하여 기지 통신실에 부착할 예정이다. ASPA 지역 활동을 위해 허가받은 활동은 6건이며 허가서 없이 들어가거나 관리계획 위반사항은 발견되지 않았다.



## Jang Bogo Antarctic Research Station operation site check

Ji Hee Kim

*Korea Polar Research Institute, KIOST*

This activity was carried out during 2018/19 season 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'(2017) which was prepared by monitoring team. 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 6<sup>th</sup> 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 6<sup>th</sup> over-wintering team has implemented the measures that can be taken on-site. Through on-site inspection and interviews, some difficulties to conduct mitigation measures were recognized. It is expected to minimize environmental impact caused by station operation through regular on-site inspection and mitigation measues on the raised environmental issues.





Appendix 1. 남극 장보고기지 운영 체크리스트 점검 결과 (2018/19 시즌)\_2019년 3월 4일

구 분	점검 항목	점검 결과 및 현장 건의 사항	재언 및 조치
<b>유류 관리</b>	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"> <li>- 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</li> <li>- 폐유 저장용기 하부 토양에서 디젤유가 검출되었으며, 저장컨테이너의 문제인지, 넣을 때 흘린 것인지 확인 필요</li> </ul>	<p>으로 보임. 기지인원의 유류 유출에 대한 인식 제고 필요 (수시로 강조할 필요 있음)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소량이라도 외부 (토양, 눈 등)에 흘러면 유출로 볼 수 있으므로 주의 필요</li> <li>- 월동대에서 확인하여 조치예정 (점검 필요)</li> </ul>
<p><b>화학 물질 관리</b></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"> <li>- 윤활유 등은 발전동과 정비동 내에서 사용</li> <li>- 연구동 보관시약 중 유리병에 든 액체 시약의 경우 선반아래 쪽에 보관하고 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지난해 점검이후 개선 됨</li> </ul>
	<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"> <li>- 발전동, 정비동 내에서 작업 시 불가피하게 발생하는 소량의 누출액은 흡착포로 제거하고 있음</li> <li>- 생물해양연구실에 화학물질 유출에 대비한 키트 비치되어있으며, 담당 연구원이 재원과 사용법을 숙지하고 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지난해 제안된 개선사항이 잘 이행되었음</li> </ul>
<p><b>에너지 보존</b></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"> <li>- 불필요한 전열기는 월동대원이 수시로 점검하여 전원 차단하고 있음</li> <li>- 월동에 들어가기 전 숙소 실내 온도를 유지를 위해 우레탄 문풍지 시공 예정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 6차 월동시작 이후 현재까지 1대의 발전기 운영으로 전력 소모량을 유지하고 있음</li> <li>- 지난 해 요청한 우레탄 문풍지가 보급 되었으며, 시공 예정으로 적절히 조치되었음</li> </ul>
<p><b>수자원</b></p>	<p>10. 남극에서의 용수는 에너지와 동일하</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소형세탁기 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소형세탁기의 경우 물 사용량과 사</li> </ul>

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	
<b>환경보호의정서 관련 사항</b>			
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, 저감방안 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"> <li>- 아직까지는 스쿠아가 기지 주변에서 먹이를 찾지 않고 있음</li> <li>- 야외 비비큐 파티 상황에서는 기지 대장이 대원들에게 먹이를 주지 않도록 주의를 주고 있음</li> <li>- 음식물쓰레기 야외 방치사례는 없었음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 음식물쓰레기는 잘 관리되고 있음</li> <li>- 장보고기지 주변 스쿠아는 기지 인근에 접근하지 않고 있음. 지속적인 철저한 음식물 관리로 feeding에 길들지 않도록 주의 요망</li> </ul>
<b>폐기물 관리</b>	<p>17. 기지에서 발생한 폐기물은 어떻게 구분하고 있는가? (분리수거하고 있는 일반폐기물의 종류와 지정폐기물의 종류를 구체적으로)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 종이, 플라스틱, 캔, 병, 일반쓰레기로 구분하고 나무박스에 넣어 팩킹하여 컨테이너에 보관</li> <li>- 의료폐기물: 따로 보급된 폐기물통에 보관하였다가 반출시 표시하여 지정업체에서 처리</li> <li>- 건전지: 나무박스에 따로 보관</li> <li>- 폐유: 빈 드럼에 넣어 발전동 저장소에 보관하였다가 발전동 앞 지정된 장소에 팔레트에 올려 보관. 컨테이너에 넣어 다음 차대에 반출예정</li> <li>- 폐드럼통, 윤활유통은 지정된 장소에 별도 보관 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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</li> <li>- 오염된 과자봉지, 컵라면 용기 등은 재활용이 되지 않으므로 일반쓰레기로 배출요망</li> <li>- 지난해 폐유 보관 드럼의 적재 시 받침대(팔레트) 사용을 요청하였으며, 적절한 조치가 이루어졌음</li> </ul>
	<p>18. 음식물쓰레기는 어느 정도 발생하는가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 하계기간에는 70~80 L/day, 동계기간에는 70~80 L/week 정도로 배출됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장에서 보기에 먹을 수 있는 음식이 버려지는 경우는 거의 없었음</li> </ul>

<p>(1주일 또는 일별 발생량(kg)/기지체 류인원으로 계산= kg/person.day)</p>	<p>- 음식물쓰레기 절감을 위해서는 보급 시 장기 보관할 수 있는 방안 마련 필요(월 동대 건의 사항)</p>	<p>- 음식폐기물은 주로 부식을 다듬거 나 운송과정에서 사용할 수 없게 된 재료들로 기지 인원의 영양과 폐기물 저감을 위해 운송 시 신선도 유지 방 안 고민 필요</p>
<p>19. 폐기물의 발생량은 주기적으로 기 록, 관리하고 있는가?</p>	<p>- 주기적으로 기록, 관리하고 있음</p>	
<p>20. 소각하고 있는 폐기물은 어떤 종류 가 있으며, 소각주기와 1회 소각시 소각량은 어느 정도인가?</p>	<p>- 해당사항 없음</p>	
<p>21. 유해성폐기물 (유류제품, 화학물질, 드럼, 화학물질용기 등)의 관리는 적 절한가?</p>	<p>- 폐유 드럼은 지정 장소에 관리 - 실험 폐액은 20리터 플라스틱통에 관 리, 실험실 외부에 두고 있음</p>	
<p>22. 폐기물이 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 적절한 조치가 이루 어지고 있는가?</p>	<p>- 기지 주변이 잘 정돈되어 있으며, 폐기 물은 지정된 장소에 바람이나 스쿠아의 영향을 받지 않도록 잘 관리되고 있음</p>	
<p>23. 온실 폐기물은 적절히 처리, 관리되 고 있는가? (외래종 유입 방지를 위 해 살아있는 식물체나 배양액 및 각 종 부산물이 외부에 노출되지 않도록 처리 및 관리 필요)</p>	<p>- 온실에서 나오는 식물 잔해는 음식물처 리기로 처리하여 반출 - 양액은 사용 중으로 폐기한 사례가 없 음 - 지난 차대에 오염된 상토로 인한 특토 기 발생우려로 상토(선별하여 보급) 사용 은 최소화하고 압면으로 된 블록(UR 블 록)을 사용하고 있음</p>	<p>- 식물 재배와 함께 압면 블록에 녹 조(또는 남조)가 발생하고 있음. 온 실외부로 나가지 않도록 압면사용 후 고압멸균기로 멸균하여 폐기하도록 함</p>
<p>24. 기지에서 반출하기 위해 적재되어 있는 폐기물의 양과 적재위치 및 보관</p>	<p>- 일반 폐기물은 나무박스에 종류를 표시 하여 보관하였다가 컨테이너에 적재</p>	<p>- 액체폐기물 보관 용기에 파손이 있 는지 폐유를 넣다가 소량 흘린 것인</p>

	방법? 유출 등의 흔적은 없는지 확인 필요	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유해폐기물은 구분하여 지정장소 적재 후 컨테이너로 반출</li> <li>- 정비동 옆 액체폐기물 보관 지역에 유류가 유출된 흔적이 있었으며, 유류 검출됨</li> </ul>	지 파악이 필요함. 유지반장이 확인하고 상황을 파악하고 보고하기로 함
온실 관리	25. 온실관리자는 지정되어 있으며, 관리지침을 숙지하고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 온실관리자는 유경험자인 유지반장이 담당하고 있으며, 보조인원이 지정되어 있음</li> </ul>	
	26. 주기적으로 청소하고 있는가? 청소 에 사용하고 있는 용품 (세제 등)은 어떤 종류인가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 온실 내부는 정리 정돈이 잘 되어있으며, 주기적으로 청소하고 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다음 차대 인수인계시 해를 넘긴 모든 식물들을 제거하고 1% 락스로 온실 표면과 광원 등을 청소하도록 전달 필요</li> </ul>
	27. 온실에 외래종 (거미, 곤충 등)이나 고유종의 곤충이 유입된 흔적은 없는가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 곤충 흔적은 없으며, 자외선 포충기가 가동중이나 포획되지 않았음</li> <li>- 생물연구원이 주기적으로 점검하고 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주기적으로 화분 아래나 압면블록 아랫면을 점검하고, 포충기도 점검하기 바람</li> </ul>
보호 구역	28. 기지에서 관리하고 있는 남극특별보호구역의 관리계획서는 비치되어 있는가? (세종기지, ASPA No 171)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 비치되어 있음</li> </ul>	
	29. 기지주변 ASPA, ASMA, HSMs의 위치가 표시된 지도는 비치되어 있는가? (적어도 우리나라 과학자들이 방문하거나 방문가능성이 있는 보호구역이 표시된 지도 필요. 남극조약 사무국 웹사이트 <a href="http://www.ats.aq/e/ep_protected.htm">http://www.ats.aq/e/ep_protected.htm</a> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구팀 활동 반경 내 보호구역(ASPA, ASMA, HSMs)의 위치는 숙지하고 있으나 표시된 지도는 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기지 모니터링팀에서 제작하여 전달 예정이었으나 월동대와 논의하여 기지에 있는 플로터를 활용하여 제공한 정보를 바탕으로 통신대원이 작성하여 부착함</li> </ul>

	참고)		
	30. 기지 주변 ASPA에 출입하고자 하는 방문자의 출입허가서와 출입목적을 기지에서 확인하고 있는가?	- 확인하였음	
	31. 이번 시즌 보호구역 출입을 허가 받은 건수는 몇 건인가?	- 6 팀	
	32. 허가서 없이 특별보호구역에 들어간 사례는 있는가? 있다면 구체적으로 기술	- 파악된 바 없음	
	33. 허가받은 사항과 다른 활동을 한 경우는 없는가? 있다면 구체적으로 기술하고 해당 활동이 환경에 부정적인 영향을 미쳤다면 그 사항에 대해 상세히 기술	- 파악된 바 없음	

※ 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



Appendix 2. 남극 장보고기지 운영 체크리스트 점검 결과 (2017/18 시즌)\_2018년 3월 11일

구분	점검 항목	점검 결과 및 현장 건의 사항	재언 및 조치
유류관리	1. 연료 보관 탱크의 모니터링 방법 및 주기? (연료 유출 감시를 위해 주기적 모니터링 필요)	- 주 1회 순찰을 통한 현장 점검 - 모니터로 유류탱크 유량 모니터링 - 1일 사용량 기록	- 기상 여건과 안전을 고려하여 가능한 bund내에 쌓인 눈 제거 필요. 적어도 쌓인 눈이 밖으로 연결되어 유류유출시 연결 통로를 만들지 않도록 관리가 필요함
	2. 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기?	- 파이프가 노출된 기간에는 수시 점검 - 5차 하계기간에는 눈이 많이 와서 전구간 점검 불가	해빙 이후 점검 요망
	3. 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태	- 항공유는 ISO유류컨테이너에 보관 - 주유시 서비스탱크 이용 - 휘발유 보관소 지정랙에 보관, 강설로 덮여있음(휘발유사용량은 연 2-3 드럼 정도로 소량), 눈으로 덮여있어 점검 불가	해빙 이후 점검 요망
	4. 연료 급유 시 소량의 유출이라도 방지할 수 있는 조치를 취하고 있는가? (트레이, 흡착포 등의 활용)	- 차량에 흡착포 비치하고 있음 - 아라온 유류보급 시 파이프 연결부에 트레이 및 흡착포로 유출 예방함 - 유류 보급 시 아라온에서 호스에 남은 유류를 완전히 펌핑(제거)하지 않아 월동대에서 제거하는데 어려움이 많았으므로 시정바람	- 헬리 주유지점에 방재키트 비치 필요 (조치 예정). 해당 설비(방재키트보관함) 보급이 필요할 수 있으므로 지원팀과 기지간 논의 필요
	5. 유류 유출시 방재에 활용할 수 있는 자원의 종류와 양은 어느 정도 확보하고 있는가? (흡착포, 흡착물질, 붐, 방수포 등)	- 총 360 평방미터를 커버할 수 있는 흡착포 보유	- 흡착포는 소량 유출시 효과적이거나 200리터 이상 유출을 대비하여 유류흐름을 방지하기 위한 붐 등이 필요할 것으로 보임. 지원팀 정기 보급시 보급 요망
	6. 현 월동기간 동안 기지 또는 주변에	- 월동대가 운영하는 설비나 주유 중에는	- 헬리패드 인근 방재키트함 설치하고

	서 유류가 유출된 적이 있는지? 있으면 그 종류와 양, 위치는? 기지에 유류유출보고가 되었는지?	<p>누출 사례 없었음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 헬리패드 서비스탱크 가까이에서 주유시에는 주유 후 호스에 남아있는 유류를 받을 수 있는 여분의 드럼이 있어 마지막 몇 방울 정도가 유출 된 것으로 보이나 서비스탱크에서 멀리 있는 지점(패드 중간)에서 주유할 경우 더 많은 양이 유출된 것으로 보임 (사진)</li> <li>- 토양 TPH 검사 결과, 헬리패드 서비스탱크 주변에서 70~100 ppm의 TPH 검출, 헬리패드 중간 부분에 매우 좁은 면적(직경 50~60 cm)이기는 하나 높은 농도(약 2000 ppm)검출</li> </ul>	<p>헬리콥터 관계자에게 주의 및 키트 활용하도록 안내가 필요함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 패드 중간지점에서 주유시 흡착포 사용 필수</li> </ul>
화학물질관리	7. 기지운영시설 (정비동, 기계동, 발전동)과 실험실에서 사용하는 화학물질은 누출 및 유출에 대비하여 적절히 관리, 사용되고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 발전동, 정비동내에서만 사용</li> <li>- 연구동 원치실에 위치한 시약장에 보관 및 관리하고 있음. 액체시약류가 위쪽 선반에 있는 경우가 있어 위험성이 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 액체 시약류는 아래쪽 선반에 보관하여 위험성 저감 필요</li> </ul>
	8. 누출 및 유출시 대응 방안은 무엇이며, 모든 사용자가 즉각 대응할 수 있도록 준비되어있고 정보가 공유되고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 발전동, 정비동내에서 주로 윤활유 등 사용하며 흡착포 비치됨</li> <li>- 생명해양연구실에 화학물품 유출키트가 비치되어있지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 실험실 안전관리를 위해 연구소 시설 보안팀 및 지원팀과 논의하여 유출키트 비치 필요</li> <li>- 시약류에 대한 MSDS (물질안전자료)비치 필요 (생물연구원이 출력하여 비치 예정)</li> </ul>
에너지보존	9. 전력 소모 절감을 위해 필요한 조치는 충분한가? 불필요한 전력사용은 없는지? (사람이 없는 방에 전등, 히터 등의 켜져 있는 경우, PC, 실험장비 등)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전력 소모 절감을 위해 수시로 안내하고 있음. 2대 병렬 발전을 가능한 피하려고 노력하고 있음</li> <li>- 월동대와 하계대팀이 대체로 잘 지키고 있으나, 밤늦은 시간 기지내 복도와 화장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 식당의 경우 환기를 위해 가끔 창을 열어주는 것은 필요하지만 환기 후 닫아 줄 것. 환기 이외에 식당 기온 조절을 위해서는 창문을 열지 말고 라지에이터를 줄이기를 바람</li> </ul>

		<p>실의 조명이 켜져 있는 경우가 있었음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2017/18시즌초에는 공조기 2대 가동으로 실내온도가 높았다고함(약 27도)</li> <li>- 2018년 3월 현재 침실온도는 18~20도로 적정수준임 (방문을 조금 열어두면 식당의 열기가 들어와 20도를 유지할 수 있음)</li> <li>- 숙소동 가장자리 침실은 출입문틈으로 찬바람이 들어와 외풍이 많고 실내온도가 낮음. 출입문에 얇은 우레탄문풍지 테이프 시공 제안이 있었음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구실 퇴실시(중간에 긴시간 퇴실 포함) 조명 전원 끄기</li> <li>- 하계팀의 경우 침실온도가 춥게 느껴졌으나 이불솜을 넣은 후 수면에 문제가 없었으므로 차후 추위를 호소하는 경우 사용하면 좋을 것임(월동대원은 환경적응? 완료로 사용하고 있지 않음)</li> <li>- 우레탄 문풍지 보급 및 시공 필요</li> </ul>
수 자 원 보 존	10. 남극에서의 용수는 에너지와 동일하게 가능한 보존해야할 자원이다. 기지에서 절수 방법은 어떤 것들이 있으며 잘 이행되고 있는가?	- 소량 세탁기 활용하여 용수 절약	
	11. 월동대에서 기지 방문자에게 절수 및 그 방법에 대해 적극적으로 협조를 구하고 있는가?	- 기지 방문 첫날 용수 공급의 어려움과 절약필요성에 대해 잘 안내하고 있음	
<b>환경보호의정서 관련 사항</b>			
환 경 영 향 평 가	12. 이번 시즌 기지인근 및 기지를 기반으로 이루어지는 활동을 위해 허가받은 남극활동계획서와 환경영향평가서의 사본이 기지에 비치되어있는가?	- 대장실에 비치되어 있으며, 관련 전자파일은 총무가 관리중	
	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"> <li>- 기지기반 각 연구팀의 남극 활동 계획을 파악하고 있음</li> <li>- IEE 1건(K-route 사업관련) 에 대해 숙지하고 있음</li> </ul>	- 연구소에서 IEE를 수행하는 경우는 드물고 특별한 경우이므로 해당 연구팀의 기지 도착 후, 제출된 환경영향평가서를 확인하고, 평가서에 맞게 활동을 수행하도록 당부 요망

	<p>14. 현재까지 발생한(보고되거나 목격한) 환경영향평가 위반사항은? 예, IEE의 경우 활동규모 초과, 저감방안 불이행 등. 환경영향평가 없이 활동을 수행한 경우</p>	<p>- 알려진 위반 사례없음</p>	
<p>동물 식물 상 보 존</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>- 육상 야외활동 출발전 통신대원이 주의사항 공지 (돌탑 등을 만들지 말 것) - 기지주변이 눈으로 덮여있어 식물상으로 운행할 우려가 없었고, 정해진 루트로 이동</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>- 방문 첫날 공지 - 잔반통의 덮개가 없는 상태로 기지 입구에 잠시 있었던 적이 있었음 (장보고기지 인근 서식 스쿠아는 아직까지 기지가까이 접근하고 있지않아 섭식의 우려는 거의 없으나 향후 익숙해지면 문제가 될 수 있음)</p>	<p>- 눈이 녹는 시기와 스쿠아가 많은 번식기에는 더 강조할 필요 있음 - 잔반통 덮개는 월동대에서 즉각 조치 함</p>
<p>폐 기 물 관 리</p>	<p>17. 기지에서 발생한 폐기물은 어떻게 구분하고 있는가? (분리수거하고 있는 일반폐기물의 종류와 지정폐기물의 종류를 구체적으로)</p>	<p>일반폐기물 - 종이, 플라스틱, 캔, 병, 일반쓰레기로 구분하고 나무박스에 팩킹하여 컨테이너에 보관 지정폐기물 - 의료폐기물 수거용 봉투에 따로 수거 - 폐유: 드럼통에 넣어 발전동 저장소에 보관하였다가 외부 지정장소에 적재, 컨테이너로 반출</p>	<p>- 폐기물 처리와 보관은 대체로 잘 관리되고 있음 - 기지내 일반쓰레기함에 가끔 플라스틱 봉지(과자봉지)와 테트라팩이 섞여 있는 경우가 있으므로 주의 요망 - 폐유 보관 드럼을 야외에 적재할 때 지면과 접촉하지 않도록 받침대 등에 올려 보관 제안함 (월동대에서 제작하여 보완 예정)</p>

	- 페드럼통, 운할유통은 발전동과 정비동의 지정장소에 별도 보관 후 야외 적재 또는 컨테이너 보관	
18. 음식물쓰레기는 어느 정도 발생하는가? (1주일 또는 일별 발생량(kg)/기지체류인원으로 계산= kg/person.day)	- 하계와 동계, 인원에 따라 크게 차이이며, 신선식품보급 시 보급량의 약 40%가 음식물쓰레기가 됨 주방 건의 사항 - 현장 의견에 따르면 대량 보급 시 적절한 검수가 이루어지지 못하여 쓰레기 발생량이 현저히 증가하는 것으로 보고 있음 - 보급시 보다 잘 검수된다면 음식물쓰레기 발생을 현저히 줄일 수 있을 것으로 생각됨 - 특히 업체류(50%가 폐기물로 나감) 신선도 확인 및 살균달걀 보급 필수(미살균시 곰팡이 발생). 금번에 살균달걀을 요청하였으나 미살균 달걀이 들어와 70% 알콜로 소독하려고 함 - 진공포장기 도입 필요 (장기간 신선도 유지로 버려지는 양 감소)	- 신선식품의 경우 검수가 중요할 것으로 보임 - 신선식품 장기 보관을 위한 방안 필요 (예, 진공포장기를 활용하여 손질 후 날개 포장하여 보관)
19. 폐기물의 발생량은 주기적으로 기록, 관리하고 있는가?	- 나무 박스 1개 분량 발생시 무게를 기록하고 컨테이너에 적재하고 있음	
20. 소각하고 있는 폐기물은 어떤 종류가 있으며, 소각주기와 1회 소각시 소각량은 어느 정도인가?	- 장보고기지는 소각기가 없음 - 발생 폐기물 전량을 보관하고 반출하는데 어려움이 있으므로 환경친화적 시스템을 검토하여 기지에 도입하기를 건의함 (유지반)	- 유해가스(다이옥신 등)가 발생하지 않는 것으로 알려진 새로운 시스템(예, 중국의 신기지에서 적용 예정인 magnetic pyrolysis furnace)에 대한 조사 후 도입 검토 필요
21. 유해성폐기물 (유류제품, 화학물질,	- 폐유 드럼 지정 장소에 관리	

	드럼, 화학물질용기 등)의 관리는 적절한가?	- 생명해양연구실내에 20리터 플라스틱통에 수거하고 있음	- 연구실에 비치된 수거용 플라스틱통 받침 트레이로 유출 방지 필요 (생물연구원 조치 예정)
	22. 폐기물이 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 적절한 조치가 이루어지고 있는가?	- 분산되지 않도록 관리 중	
	23. 온실 폐기물은 적절히 처리, 관리되고 있는가? (외래종 유입 방지를 위해 살아있는 식물체나 배양액 및 각종 부산물이 외부에 노출되지 않도록 처리 및 관리 필요)	- 온실 폐기물은 음식물처리기로 가열 분쇄하여 처리함 (일반폐기물(매립용)로 반출 예정) - 양액은 폐기하지 않음 (오염사례 없음)	- 양액 오염이 발생한 경우에 한해 고압 멸균 후 폐기 필요
	24. 기지에서 반출하기 위해 적재되어있는 폐기물의 양과 적재위치 및 보관 방법? 유출 등의 흔적은 없는지 확인 필요	- 일반 폐기물은 나무박스에 표시하여 보관 및 컨테이너 적재 - 유해폐기물은 구분하여 지정장소 적재 후 컨테이너로 반출 - 유출 흔적 없음 (외부의 경우 눈으로 확인 불가)	
온실관리	25. 온실관리자는 지정되어 있으며, 관리지침을 숙지하고 있는가?	- 경험자로 지정되어있고 온실 관리지침을 숙지하고 있음	- 현장인터뷰 결과 온실의 관리와 식물을 키우는데는 상당한 경험과 정성이 필요한 것으로 보이며, 부득이 다음 차대에 무경험자가 담당하게 될 경우에는 인수인계기간이 매우 짧으므로 국내에서 충분한 교육필요
	26. 주기적으로 청소하고 있는가? 청소용에 사용하고 있는 용품 (세제 등)은 어떤 종류인가?	- 보급된 상토가 톱토기에 오염되어있었음 (1차, 2차 때와 다른 상표가 보급됨) - 온실전체, 양액 배관 등을 1% 락스로 전면 청소하고 상토 포장의 표면도 닦아 전량 반출	- 모니터링팀은 반출된 오염 상토를 확인하고 지원팀에서는 구매시 해당 상표를 구매하고 보급전 상표 및 멸균상태 확인(모니터링팀 협조) 요망 - 암면 사용은 최소화하는 것이 바람직

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 암면으로 모든 식물을 키우고 있어 크게 키우기 어려우며 식물 뿌리나 줄기를 지지하는데 한계가 있으므로 멸균된 상토 보급 필요. 암면의 경우 작업자의 건강에도 유해함(암면을 절단하는 과정에서 마스크를 착용함에도 불구하고 분진이 발생하여 가려움증과 호흡기에 영향을 주고 있음)</li> <li>- 펄라이트는 장보고기지 온실 시스템에 맞지 않음 (물을 지속적으로 흐르게 하는 수경재배에 적합)</li> <li>- 보급전에 멸균상태 확인 필요</li> </ul>	할 것으로 보임
	27. 온실에 외래종 (거미, 곤충 등)이나 고유종의 곤충이 유입된 흔적은 없는가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 보급 상토로 인해 톱토기에 오염되었으나 지난 12월에 오염된 상토 및 식물을 모두 반출함</li> <li>- 현재 자외선 포충기를 설치하여 모니터링 중이며 현재까지 오염 흔적 없음(생물대원이 1주일 간격으로 점검)</li> <li>- 온실내 포충용 끈끈이 부착</li> </ul>	- 1년 동안 끈끈이를 부착하고 톱토기류 발견시 알콜 고정하여 모니터링팀에 전달 요망
	28. 기지에서 관리하고 있는 남극특별보호구역의 관리계획서는 비치되어있는가? (세종기지, ASPA No 171)	- 비치되어 있음	
보호구역	29. 기지주변 ASPA, ASMA, HSMs의 위치가 표시된 지도는 비치되어있는가? (적어도 우리나라 과학자들이 방문하거나 방문가능성이 있는 보호구역이 표시된 지도 필요. 남극조약 사무국 웹사이트 <a href="http://www.ats.aq/e/ep_protected.h">http://www.ats.aq/e/ep_protected.h</a> )	- 연구팀 활동 반경내 ASPA, ASMA, HSMs 위치는 숙지하고 있으나 표시된 지도는 없는 것으로 보임(4층 통신실 확인)	각 보고 구역이 표시된 지도를 모니터링팀에서 작성하여 각 기지에 전달 예정



	<a href="#">tm</a> 참고)		
30.	기지 주변 ASPA에 출입하고자 하는 방문자의 출입허가서와 출입목적을 기지에서 확인하고 있는가?	- 확인하고 있음	- 허가서 복사 후 지속적으로 기록 보관 필요
31.	이번 시즌 보호구역 출입을 허가 받은 건수는 몇 건인가?	- 6건	
32.	허가서 없이 특별보호구역에 들어간 사례는 있는가? 있다면 구체적으로 기술	없음	
33.	허가받은 사항과 다른 활동을 한 경우는 없는가? 있다면 구체적으로 기술하고 해당 활동이 환경에 부정적인 영향을 미쳤다면 그 사항에 대해 상세히 기술	없음 (파악된 바 없음)	

KOPRI  
극지연구소



## 제 2 절

### 세종고과학기지 운영 현장 점검

김 상 희, 김 지 희

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 32차 월동연구대 면담을 통해 진행하였으며, 대부분의 항목에 대해 남극 환경 영향을 최소화할 수 있도록 저감 방안을 이행하고 있었다. 그러나 야외에 보관 중인 ISO 유류 탱크에서 유출 흔적이 확인되었고 오염된 토양은 제거하였다. 유류 보관 용기의 야외 적재 시 지면과 접촉하지 않도록 조치가 필요하다. 32차 월동연구대에서는 점검 결과에 따라 현장에서 조치 가능한 사항을 이행하였고, 추가 보급품이 필요한 경우는 연구소 기지지원팀에 의뢰하기로 하였다. 현장 점검과 월동대원과의 면담을 통해 기지 운영에 대한 월동연구대의 환경 의식을 제고할 수 있었으며 환경 영향 저감 조치의 현장 이행에 대한 애로 사항 등을 파악할 수 있었다.

## 1. 서론

세종과학기지의 기지시설 및 주변 환경의 관리 현황을 점검하기 위하여 9장 1절에서 장보고과학기지 점검 시와 동일한 점검 리스트를 활용하였으며, 모니터링팀은 2018/19 하계시즌에 기지 주변을 직접 점검하고 32차 월동연구대를 대상으로 면담을 진행하였다. 현장 점검의 배경과 조사 목적 등의 자세한 설명은 1절의 서론에 작성하였다.

## 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 세종기지와 주변 지역으로 Fig. 9-7과 같다. 분야별 점검 내용은 9장 1절의 장보고기지의 내용과 같다.

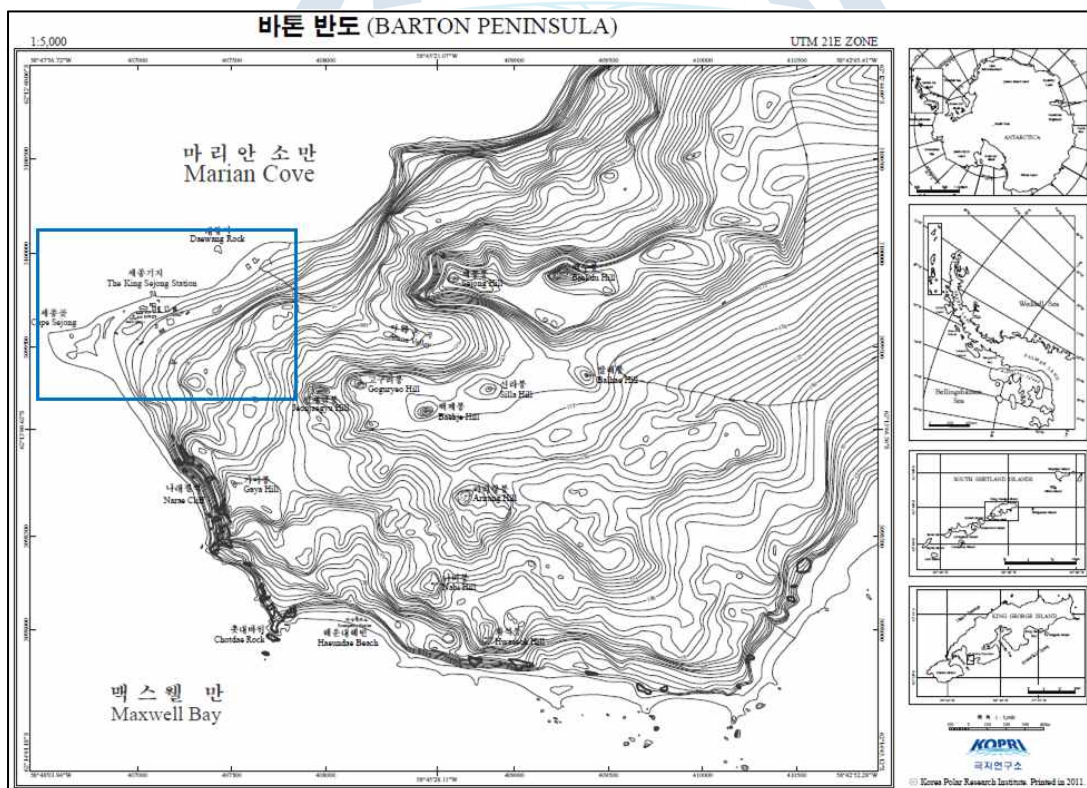


Fig. 9-7. Map around King Sejong Station and survey area (blue box).

#### 나. 현장 점검 방법

현장 점검을 위해 기지 운영 현황 점검 체크리스트를 활용하였으며, 기지 시설 등을 방문 점검하고 이를 관리하고 있는 월동대원과 기지 대장 및 총무와 면담 하였다. 체크리스트와 구체적인 점검결과는 Appendix 1로 본 절의 마지막에 2017/18 시즌 31차 월동대를 대상으로 한 점검 결과 (Appendix 2)와 함께 추가하였다.

기지 주변 지역 유류 오염 물질 조사의 경우, 기지 운영시 유류 유출 위험에 노출되기 쉬운 지역을 중심으로 오염 물질 조사하였다. 기지 운영 시설 주변에서 유출이 의심되는 8개 지역을 선정하여 토양을 채취하였고, 채취한 토양은 기지내 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 정기 보급시 급유 전에 압력테스트를 하고 주1회 육안 검사로 유출 여부를 파악하고 있다. 세종기지의 연료유를 보관하고 있는 저장 탱크는 장보고 기지와 마찬가지로 스테인레스 제질의 이중벽구조의 안전성이 강화된 유류 탱크로 교체되었으며(2016/17 시즌) 방지턱내에 설치되었다. 방지턱 내에 눈이 쌓이지 않도록 주기적인 제설작업이 필요하다.

휘발유는 200 ℓ 드럼 단위로 발전동 앞에 옥외보관되어 있으며, 매일 당직순찰시 연료 드럼 보관상태를 확인하고 있다. 윤활유는 용도에 따라 발전동과 중장비동 내부에 보관 중이며, 유출시 대비를 위해 흡착포와 유처리제가 발전동에 비치되어 있다.

지난 2017/18 시즌과 마찬가지로 중장비용 경유를 25,000 ℓ 용량의 ISO 탱크로 옮겨 부두 인근에서 중장비 주유에 사용하고 있었으며, 2018/19 시즌에도 ISO 탱크 주변에서 높은 농도의 TPH가 검출되어 오염토양 제거와 유처리제를 사용하여 방제활동을 진행하였다. 장보고기지과 마찬가지로 유류 유출의 대부분이 주유과정에서 일어나므로 중장비 대원들의 주유 시 현장 지도와 교육이 필요하며, 부두 인근의 ISO 탱크 주변에 흡착포를 비치하여 주유 시 소량의 유류라도 토양으로 스며들지 않도록 각별한 주의가 요구된다.





Fig. 9-8. Diesel fuel tank on ground surface (left) and waste fuel in drums at outside.

기지에서 운영하고 있는 설비와 차량 주유 시 연료 누출 사례는 없는 것으로 조사되었으나 유류 오염이 의심된 지역인 8개 지역에서 토양을 채취하여 오염도를 조사하였다(Fig. 9-9).



발전동 환풍관

차량용 유류

차량 통행로

부두앞 야적유류탱크

부두앞 차량 통행로

부두앞 송유관

유류탱크

Fig. 9-9. Eight soil sampling sites where suspected fuel spill.

모든 지역의 토양에서 유류(TPH)가 검출되었고 지난해와 마찬가지로 부두인근 야적 ISO 탱크 주변에서 상당량(고농도로 검출불가)의 유류유출이 있었다(Fig. 9-10). 지난해 오염된 토양을 제거하는 등 방제작업을 실시하였으므로 2018년 31차대 운영기간에 유출되었거나 2018/19 하계시즌에 유출된 것으로 보인다. 32차 월동대가 오염된 토양은 제거하는 등 방제 작업을 실시하였다. 지난해 점검을 통해 제안한 ISO 탱크 주유구 아래에 트레이 등을 설치 등의 방제 조치가 여전히 이루어지지 않고 있으며 유출 방지조치가 시급하다.



Fig. 9-10. Fuel spill from ISO tank valve (left) and collected soil samples with error message of photometer showing error message due to beyond resolution of the photometer.

토양 분석 결과 6개의 TPH의 농도가 179~2,057 ppm으로 검출되었고 6번 샘플의 경우 측정값의 범위를 넘어 에러 메시지가 표출되었다 (Fig. 9-11). 해당 샘플은 부두인근 야적된 ISO 탱크 주변의 토양으로 기준용량의 1/5을 사용하였으나 높은 농도로 검출이 어려웠다. 국내 토양오염우려 기준(Appendix 3)의 1지역의 TPH 농도 기준은 500 ppm, 2지역은 800 ppm, 3지역은 2,000 ppm이다. 세종기지 운영 시 발생한 유류 유출로 오염된 토양의 방제작업이 요구된다. 특히 ISO 유류 탱크를 이용한 중장비 유류 보급시 각별한 주의가 필요하다.



**PetroFLAG<sup>®</sup>**

**Hydrocarbon Test Kit - Field Data Sheet**

Date: 2019. 01. 16      Calibration Time/Date: 2019. 01. 16  
 Operator: 김상민      Calibration Temperature: 20°C  
 Location: 남동세종연구원기2

No.	Sample ID	Weight	Time/Date	Reading (ppm)	DF <sup>1</sup>	RF <sup>2</sup>	Actual (ppm)	Comments
1	12가동전충동매 연료	10g	2019. 01. 16	749				
2	유기용매 배분 연료	10g	"	2094				
3	방전동원동매	10g	"	392				
4	부동매 크롬강	10g	"	199				
5	부동매 유압배분	10g	"	622				
6	이적기용매	2g	"	특정용매				정량분석용
7	차량용매	10g	"	189				
8	연료 유압배분	10g	"	223				
9								

Fig. 9-11. TPH test results of oil contaminated soil at the laboratory in King Sejong Station.

나. 화학 물질 관리

기지의 실험실에서 사용하고 있는 산류, 포르말린 등의 위험 시약은 전용 안전 캐비닛에 보관하고 폼후드 내에서만 사용하며, 사용 후 폐기 시 유기용매/무기용매/산/염기로 구분하여 별도 컨테이너에 시약 폐기물을 보관하고 있다. 화학물질유출시 신속히 대응할 수 있는 화학물질유출 방제키트의 비치를 지난해 현장 점검시 권고한 바 있으며, 2018/19 시즌에 지원팀의 협조로 방제키트 (제독키트)를 비치하였고, 누구나 즉각 사용할 수 있도록 안내하고 있다.

다. 에너지 및 수자원 보존

기지 운영을 위한 전력 소모 절감을 위해 기지에서는 입남극 시 안내하고 있으며, 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 하

여 수자원 절약에 힘쓰고 있다.

#### 라. 환경보호의정서 관련 사항

2018/19 시즌에 이루어지는 활동에 대한 환경영향평가서와 남극활동계획서가 기지에 비치되어있으며, 기지 운영자(대장, 총무)는 예비영향평가를 수행한 활동내용에 대하여 대체로 숙지하고 있다. 지난해와 달리 이번 시즌에는 세종기지에서 초기환경영향평가에 해당하는 활동이 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.

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. 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 음식물쓰레기의 양을 줄이기 위해서는 소각 후 재가 아닌 현재 배출하고 있는 음식물쓰레기의 양을 측정해 볼 필요가 있으며, 소각기의 사용은 에너지 소모는 물론 대기 질에 영향을 미치므로 가능한 소각량을 줄이고, 반출 가능한 폐기물은 남극외부로 반출하는 것이 바람직하다.

한편 보수 작업 등을 위한 물품의 비닐 포장재를 바로 제거하지 않아 강풍에 뜬겨 기지 주변으로 날리는 경우가 있었으며, 지적 후 바로 제거하였다. 포장재를 보급 후 바로 제거할 경우 폐기물 확산을 사전에 방지할 수 있다. 세종기지의 경우 32년 동안 운영되면서 기기 주변에는 다양한 종류의 쓰레기 조각들이 산재하여 토양 오염과 동식물상에 대한 악영향이 우려된다. 지난 2017/18 하계 시즌부터 월동대 및 모니터링팀과 연구자들이 자발적으로 쓰레기 수거에 참여하고 있으며 지속적인 환경 정화 노력이 필요하다.

온실을 통한 외래종 유입을 방지하기 위하여 온실관리 지침에 따라 운영되고 있으며 온실관리자를 지정하여 운영하고 있다. 매주 2회 주기적으로 진공청소기를 사용해 청소하고 있다. 온실 내부에서는 곤충을 포함한 벌레의 흔적이 없으며, 외래종 유입 방지를 위해 설치한 자외선 포충기에 곤충이 포획되지 않았다. 지난 시즌과 동일하게 우루과이 연구팀에서 끈끈이 트랩을 보내와 월동대의 도움으로 설치하였다.

현재 세종기지에 유입되어 번식하고 있는 각다귀의 서식이 우려되는 상수관리 건물의 고여 있는 물을 모두 제거하였고, 서식지가 될 수 있는 오배수 처리기 주변 물웅덩이

를 자갈로 채워 물이 고이지 않도록 조치하였다. 또한 각다귀가 선호하는 환경인 식당 싱크대 밑에 UV-trap 설치를 권고하였으며 월동대에서 설치하기로 하였다. 외래종 유입 방지 컨테이너는 2018/19 시즌에는 전원공급 문제로 가동을 못하였으며, 정비 후 2019/20 시즌에 시험 가동 예정이다.

남극특별보호구역(ASPА)를 방문하고자 하는 연구팀에 대하여 32차 월동대에서 해당연구팀의 입남극 이전에 관련사항을 확인하고 있었다. 기지에서 관리하고 있는 특별보호구역 No. 171과 기지 주변의 특별보호구역의 관리계획서들이 기지에 비치되어있었다. 또한 연구팀 활동 반경내 ASPA, ASMA, HSMs위치는 숙지 해당 위치가 표시된 지도가 비치되어 있지 않아 월동대에서 인쇄하여 비치하기로 하였다. ASPA 지역 활동을 위해 허가받은 활동은 14건이며 허가서 없이 들어가거나 관리계획 위반사항은 발견되지 않았다.



## King Sejong Antarctic Research Station operation site check

Sanghee Kim, Ji Hee Kim

*Korea Polar Research Institute, KIOST*

This activity was carried out during 2018/19 season 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' which was prepared by monitoring team. 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 32<sup>nd</sup> over-wintering team were carried out, and most of the items have been implemented mitigation measures to minimize the environmental impact of Antarctic environment. However the fuel stored in ISO tank was spilled, and contaminated soil was removed. The emergency spilling kit must be installed near the fueling point and, measures are needed to take to avoid contact with the ground when the fuel storage container is loaded outdoors. According to the result of the inspection, the 32<sup>nd</sup> over-wintering team institute implements the measures that can be taken on-site, and if additional supplies are needed, it is decided to request the station support team of KOPRI.



Appendix 1. 남극 세종과학기지 운영 체크리스트 점검 결과 (2018/19시즌)

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"> <li>○ 월 2회 각 탱크별 측심 실시</li> <li>○ 주 1회 자동제어 시스템의 상 수위모니터링</li> </ul>	
	2. 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연료 정기보급시 급유 전에 압력테스트</li> <li>○ 매주 1회 육안으로 파이프라인 검사</li> </ul>	
	3. 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (휘발유) 연료 드럼 : 발전동 전면에 옥외 보관                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 매일 당직순찰시 연료드럼 보관상태 확인</li> </ul> </li> <li>○ 윤활유 드럼                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 발전기용 : 발전동 내부 보관</li> <li>- 중장비용 : 중장비정비동 내부 보관</li> </ul> </li> </ul>	
	4. 연료 급유 시 소량의 유출이라도 방지할 수 있는 조치를 취하고 있는가? (트레이, 흡착포 등의 활용)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 발전동 내부 : 유흡착포, 유처리제 비치 및 활용</li> <li>○ 연료 정기보급시 : 유흡착제, 유처리제 등 비치 및 비상시 활용, 오일펜스 활용</li> </ul>	
	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"> <li>○ 유흡착제: 19박스</li> <li>○ 유처리제: 18리터x7개 (Eco-Clean grade)</li> <li>○ 오일펜스: 20미터x19개 (총 380미터)</li> </ul>	

	6. 현 월동기간 동안 기지 또는 주변에서 유류가 유출된 적이 있는지? 있으면 그 종류와 양, 위치는? 기지에 유류 유출보고가 되었는지?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 보고된 바 없으나 점검 결과 유출이 발견됨</li> </ul>	ISO 유류탱크, 차량 주유지역 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"> <li>○ 중장비정비동·발전동 내 화학물질은 그 종류별로 분류하여 적재 및 보관</li> <li>○ 실험실 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 위험시약은 전용 안전 캐비닛에 보관</li> <li>- 항시 폼후드 내에서 사용</li> <li>- 폐기 시 유기용매/무기용매/산/염기로 분리하여 별도 컨테이너에 시약 폐기물 보관</li> </ul> </li> </ul>	
	8. 누출 및 유출시 대응 방안은 무엇이며, 모든 사용자가 즉각 대응할 수 있도록 준비되어있고 정보가 공유되고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제독키트를 실험실내 시약장 오른쪽 상단에 '제독키트' 문구를 표기하여 비치하고 누구나 즉각 사용 할 수 있도록 안내</li> </ul>	
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"> <li>○ 전력소모량 감시 프로그램으로 모니터링 실시</li> <li>○ 연구동은 온도 일괄 설정, 당직자 순찰시 소등 조치 등으로 불필요한 전력사용 최소화</li> <li>○ 기지방문자 대상 오리엔테이션에서 전기절약 교육</li> </ul>	
수자원	10. 남극에서의 용수는 에너지와 동일하게 가	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 물질약 안내문을 세면대, 샤워장 등에 비치</li> </ul>	



보존	능한 보존 해야할 자원이다. 기지에서 절수 방법은 어떤 것들이 있으며 잘 이행되고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기지방문자 대상 오리엔테이션에서 물절약 교육</li> <li>○ 최대한 세탁물은 모아서 세척하도록 안내</li> </ul>	
	11. 월동대에서 기지 방문자에게 절수 및 그 방법에 대해 적극적으로 협조를 구하고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기지 방문자 오리엔테이션에서 절수 방법 안내</li> <li>○ 내부 인트라넷(세종넷), 구내방송 등을 통해 절수 협조 요청</li> </ul>	
<b>환경보호의정서 관련 사항</b>			
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"> <li>○ 비치하고 있음</li> </ul>	
	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"> <li>○ 각 연구팀별 남극활동계획서 상의 환경영향평가서의 내용은 파악하고 있음</li> <li>○ 2018-19 하계기간 중 IEE 수준의 환경영향평가 사항에 해당하는 활동은 없음</li> </ul>	
	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"> <li>○ 해당사항 없음</li> </ul>	

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"> <li>○ 해당사항 없음</li> <li>- 차량운행 필요시 식물상 보존을 위해 암반노출 지역까지만 운행하고, 그 이외 지역에는 도보 등으로 이동함</li> </ul>	
	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"> <li>○ 기지 방문자 대상 오리엔테이션에서 안내</li> </ul>	
폐기물 관리	17. 기지에서 발생한 폐기물은 어떻게 구분하고 있는가? (분리수거하고 있는 일반폐기물의 종류와 지정폐기물의 종류를 구체적으로)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생활관·연구동·기계동 등에 총 4가지 분리수거함을 신규 설치 및 사용 중</li> <li>- 종이류/음식물,플라스틱/비닐류, 고철류, 유리류</li> <li>○ 기지 방문자 대상 오리엔테이션에서 관련 안내</li> <li>○ 종이·목재·음식물 쓰레기는 소각 처리</li> <li>○ 그 외 폐기물들은 종류별로 분류 및 반</li> </ul>	

<p>18. 음식물쓰레기는 어느 정도 발생하는가? (1주일 또는 일별 발생량(kg)/기지체류인원으로 계산= kg/person.day)</p>	<p>출처리 ○ 78여명 체류시 1주 7일 기준 평균 45kg 발생 - 소각처리 후 나온 재(ash) 중량 기준 - 45kg/78명=0.57kg/person.day</p>	<p>음식물쓰레기의 양을 줄이기 위해서는 소각 후 재가 아닌 현재 배출하고 있는 음식물쓰레기의 양을 측정해 볼 필요 있음</p>
<p>19. 폐기물의 발생량은 주기적으로 기록, 관리하고 있는가?</p>	<p>○ 기계설비 분야 대원이 주간업무보고에 기록 관리</p>	
<p>20. 소각하고 있는 폐기물은 어떤 종류가 있으며, 소각주기와 1회 소각시 소각량은 어느 정도인가?</p>	<p>○ 음식물, 종이류, 유기물 등 - 하계 : 매일 소각 / 동계 : 2~3일에 1회 소각 - 소각 후 나온 재(ASH) 중량을 기록 보관</p>	<p>소각기의 사용은 에너지 소모는 물론 대기질에 영향을 미치므로 가능한 소각량을 줄이고, 가능한 폐기물은 반출을 검토할 필요 있음</p>
<p>21. 유해성폐기물 (유류제품, 화학물질, 드럼, 화학물질용기 등)의 관리는 적절한가?</p>	<p>○ 폐기 시약은 유기용매/무기용매/산/염기 등으로 분리하여 지정 컨테이너에 보관 처리</p>	
<p>22. 폐기물이 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 적절한 조치가 이루어지고 있는가?</p>	<p>○ 소각폐기물은 소각 전까지 건물내 보관하여 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 함 ○ 반출대상 폐기물은 모두 우드박스 등 지정 보관함에 넣어 보관함 ○ 야적장의 플라스틱조각 및 스티로폼이 용설수와 함께 바다로 들어가고 있으므로</p>	<p>- 야적장 오염물질 제거 시행 - 강풍에 의해 비닐 조각이 뜯겨 날아갈 수 있으므로 보급 직후 바로 제거 필요 (2018/19 기지 환경개선 항목 참조)</p>

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

구분	점검항목	점검결과 (구체적으로)	제언 및 조치
보호 구역	28. 기지에서 관리하고 있는 남극특별보호구역의 관리 계획서는 비치되어있는가? (세종기지, ASPA No 171)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 나레브스키 포인트(펭귄마을)에 대한 관리지침서를 통신실 게시판에 비치하고 있음</li> </ul>	
	29. 기지주변 ASPA, ASMA, HSMs의 위치가 표시된 지도는 비치되어있는가? (적어도 우리나라 과학자들이 방문하거나 방문가능성이 있는 보호구역이 표시된 지도 필요. 남극조약 사무국 웹사이트 <a href="http://www.ats.aq/e/ep_protected.htm">http://www.ats.aq/e/ep_protected.htm</a> 참고)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 비치되어 있지 않음</li> </ul>	해당 자료들을 인쇄하여 추가 비치 예정
	30. 기지 주변 ASPA에 출입하고자 하는 방문자의 출입 허가서와 출입목적을 기지에서 확인하고 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해당 연구팀의 입남극 이전에 관련사항 확인 완료</li> </ul>	
	31. 이번 시즌 보호구역 출입을 허가 받은 건수는 몇 건인가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 14건</li> </ul>	
	32. 허가서 없이 특별보호구역에 들어간 사례는 있는가? 있다면 구체적으로 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해당사항 없음</li> </ul>	
	33. 허가받은 사항과 다른 활동을 한 경우는 없는가? 있다면 구체적으로 기술하고 해당 활동이 환경에 부정적인 영향을 미쳤다면 그 사항에 대해 상세히 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해당사항 없음</li> </ul>	

□ 2018-19 기지 환경개선 항목

구분	점검항목	조치결과
소방관련	○ 소화기 점검 11월까지 체크되어 있음. 현 월 동대 담당 소화기 파악 및 매월 점 확인하기	○ 기지 내 소화기 위치 및 수량 파악, 각 소화기별 담당자 지정 ○ 매월 안전관리자(전기설비)가 각 소화기 상태 확인 시행
	○ 화재시 대피장소, 제일 먼저 해야 할 행동 수칙, 발생 위치(건물)별 숙지하기	○ 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	○ 야적장 토양 플라스틱재 오염 제거 필요. 특히 도랑에 색깔 스티로폼 부서져 바다로 흘러들어 가고 있음	○ 시공사(한솔공영) 통해 야적장 및 주변지역의 이물질 등 제거 조치 시행(2회) ○ 야외 공동작업 후 작업장 주변 오염물질의 수시 제거 시행 중
	○ 유지반 차량 연료 주입구 밑에 부직포 두겹게, 수시로 갈기	○ 주유기 하단에 그레이팅 금속판 설치. 유흡착포 설치 완료
	○ 건설 포장재 바로바로 벗기기(적재물건에 포장 비닐이 바람에 삭아 주위로 날리고 있음)	○ 시공사(한솔공영) 통해 조치 완료
	○ 식당 뒷 계단 식용유 탱크 주위 부직포 깔기	○ 별도 그레이팅 제작하여 식용유 폐유드럼 하부에 설치 ○ 그레이팅 하부에 유흡착제 설치하여 주기적으로 교체 예정
	○ 부두 앞 유류탱크 주입구 밑 토양 유류 누수 (오염도가 높아 측정불가)	○ 해당구역 토양제거 후 유흡착제 등을 살포하는 등 방제작업 실시함
외래종 퇴치	○ 현대호 앞 상수관리 건물에 항상 창문이 조금	○ 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 ○ 바닥의 물은 모두 제거 완료
	○ 오배수 처리기 뒤 물웅덩이 없애는 조치 필요 (자갈로 채우거나 땅 다지기 등)	○ 해당지역은 자갈로 채워서 물이 고이지 않게 처리함
	○ 식당 싱크대 밑에 UV-trap 설치	○ 생물대원과 협의하여 3월내로 설치 예정
	○ 외래종 유입 방지 컨테이너 가동시기	○ 2018/19 시즌 중 전원공급 문제로 인해 가동을 못함. 내부정비를 거쳐 2019/20부터 시험가동 진행 예정
기타	○ 라승구 박사와 의사가 함께 감압챔버 최종 점검하기(부품 필요시 2019/20시즌에 들어오도록 요청). 의사는 감압탱크 작동법 숙지하기	○ 해상안전대원, 의료대원, 전문다이버(라승구) 공동으로 감압탱크 최종 점검시행 ○ 해상안전대원 감압챔버 작동법 숙지하고 있음 ○ 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
	○ 발전기 소음으로 유지반이 지속적인 진동과 소음에 노출되어 있음. 작업장 환경개선을 위한 적극적인 조치를 고민해야 함	○ 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



Appendix 2. 남극 세종과학기지 운영 체크리스트 점검 결과 (2017/18시즌)

구분	점검 항목	점검 결과 (구체적으로)	재언 및 조치
유류 관리	1. 연료 보관 탱크의 모니터링 방법 및 주기? (연료 유출 감시를 위해 주기적 모니터링 필요)	월2회 실제 사운딩 매1회 자동 제어상 레벨 모니터링	
	2. 연료 파이프라인 점검 위치 및 주기?	연료수급 전 압력테스트 주1회 육안검사	
	3. 소규모 연료 드럼 및 윤활유의 보관 상태	연료드럼: 옥외 보관 윤활유: 발전동, 중장비동 내부 보관	부두 옆 ISO 컨테이너 유출 호스에서 유류 샘. 3/23일 오염토양 제거 등 방제 작업 실시
	4. 연료 급유 시 소량의 유출이라도 방지할 수 있는 조치를 취하고 있는가? (트레이, 흡착포 등의 활용)	흡착포, 유처리제, 오일 붐 활용	급유시 방지 장비를 확보했는지 상시 점검
	5. 유류 유출시 방재에 활용할 수 있는 자원의 종류와 양은 어느 정도 확보하고 있는가? (흡착포, 흡착물질, 붐, 방수포 등)	흡착포: 10 box 붐: 200M 유처리제: 20 bottle 휴대용 방재키트: 3세트	
	6. 현 월동기간 동안 기지 또는 주변에서 유류가 유출된 적이 있는지? 있으면 그 종류와 양, 위치는? 기지에 유류 유출보고가 되었는지?	-유출이 인지된 적은 없음. - 2월20일 토양 유류오염 의심지역 7군데 오염도 측정	유류오염 의심지역 7군데 측정결과 쓰레기 소각장 주변, 폐자재 적재장, 부두옆 ISO 호수가 오염된 것으로 나왔고 월동대에서 토양제거 및 방제작업 실시
화학 물질 관리	7. 기지운영시설 (정비동, 기계동, 발전동) 과 실험실에서 사용하는 화학물질은 누출 및 유출에 대비하여 적절히 관리, 사용되	산류, 포르말린 등의 위험시약들의 경우 흡후드를 사용하여 보관하고 있으며 사용 후 폐기 시 유기용매/무기용	-부두 옆 해양생물 실험동으로 사용되고 있는 돔 내에

	고 있는가?	매/산/염기로 분리하여 시약 폐기물을 보관함	
	8. 누출 및 유출시 대응 방안은 무엇이며, 모든 사용자가 즉각 대응할 수 있도록 준비되어있고 정보가 공유되고 있는가?	유출시 즉각 누구든 보호장구를 착용하고 조치할 수 있도록 잘 보이는 곳에 비치하고 있음	-월동대들 개개인이 보호장비 위치를 파악하고 있는지 점검 필요
에너지 보존	9. 전력 소모 절감을 위해 필요한 조치는 충분한가? 불필요한 전력사용은 없는지? (사람이 없는 방에 전등, 히터 등의 켜져있는 경우, PC, 실험장비 등)	전력소모량 감시 프로그램으로 모니터링 실시 신축 연구동의 경우 온도 설정 난방 방식으로 불필요한 전력사용 방지 기지 방문자 오리엔테이션에서 절전 방법 안내 당직자 정기 순찰 중 불필요한 전등 소등 조치	-하계연구동 숙소 창문을 환기를 위해 열어놓고 외출하는 일 빈번. 난방 off 하도록 하계대 공지 필요 -관측동 등에 형광등이 켜져있는 경우가 간혹 있는데 소등에 대한 주의 필요
수자원 보존	10. 남극에서의 용수는 에너지와 동일하게 가능한 보존해야할 자원이다. 기지에서 절수 방법은 어떤 것들이 있으며 잘 이행되고 있는가?	샤워 중 비누칠 할 때는 물잠그기, 세탁물 모아서 빨기, 양치컵 사용하기 등	-하계대의 과도한 세탁 제한 필요. -소형세탁기, 건조기 설치가 시급
	11. 월동대에서 기지 방문자에게 절수 및 그 방법에 대해 적극적으로 협조를 구하고 있는가?	기지 방문자 오리엔테이션에서 절수 방법 안내 단체 메신저, 공동게시판 게시 등의 방법으로 절수 및 방법에 대한 협조 요청	-하계대 오리엔테이션시 담수 운용과 처리에 대한 설명을 추가하여 이해를 도울 것

구분	점검 항목	점검 결과 (구체적으로)	
<b>환경보호의정서 관련 사항</b>			
환경영향평가	12. 이번 시즌 기지인근 및 기지를 기반으로 이루어지는 활동을 위해 허가받은 남극 활동계획서와 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)	연구자들의 환경영향평가는 파악하고 있음. 그러나 IEE에 관한 문건은 전달 받지 못하여 파악하고 있지 않음	-IEE 문건 전달 필요
	14. 현재까지 발생한(보고되거나 목격한) 환경영향평가 위반사항은? 예, IEE의 경우 활동규모 초과, 저감방안 불이행 등. 환경영향평가 없이 활동을 수행한 경우	없음	
동물식물상 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?	운영하지 않음	
	16. 기지 방문자에게 기지 주변 남극동물과 식물상에 대한 영향을 최소화하도록 주지시키고 있는가? (예, 스쿠아 먹이주기 금지, 가능한 식생	기지 방문자 오리엔테이션에서 안내함. 또한 일상 생활과 연구활동 중 수시로 주의사항을 전달하고 있음	-창립대회 야외바베큐 파티때 스쿠아에게 삼겹살을 먹이로 주는 행위 근절

	을 밟지말고 한 줄로 이동 등)			
폐기물 관리	17. 기지에서 발생한 폐기물은 어떻게 구분하고 있는가? (분리수거하고 있는 일반 폐기물의 종류와 지정폐기물의 종류를 구체적으로)	가급적 분리배출하고 있으나 하계기간에는 배출량이 많아 일부 섞이는 경우도 있음 폐기물 종류는 고철, 플라스틱 및 비닐류, 종이류, 음식물 종이, 목재, 음식물 쓰레기는 당일소각하고 그 외 폐기물들은 종류별 지정박스에 보관 후 반출함	-하계대에게 분리수거에 대해 철저히 교육. 핫팩, 컵라면 용기 등의 구체적 품목 처리	
	18. 음식물쓰레기는 어느 정도 발생하는가? (1주일 또는 일별 발생량(kg)/기지체류인원으로 계산= kg/person.day)	100여명 체류할 때 일일발생량은대략 60kg (~0.6 kg/person-day)		
	19. 폐기물의 발생량은 주기적으로 기록, 관리하고 있는가?	주간보고서에 기록		
	20. 소각하고 있는 폐기물은 어떤 종류가 있으며, 소각주기와 1회 소각시 소각량은 어느 정도인가?	음식물, 종이류 하계기간은 매일 소각 소각량은 측정하지 않고 있음		
	21. 유해성폐기물 (유류제품, 화학물질, 드럼, 화학물질용기 등)의 관리는 적절한가?	폐기 시약의 경우 유기용매/무기용매/산/염기로 분리하여 지정 컨테이너에 보관함		
	22. 폐기물이 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않도록 적절한 조치가 이루어지고 있는가?	소각장과 소각 대상 폐기물은 건물내에 있어 바람이나 스쿠아에 의해 분산되지 않음 반출대상 폐기물은 우드박스 등 지정 보관함에 넣어 보관함		
	23. 온실 폐기물은 적절히 처리, 관리되고 있는가? (외래종 유입 방지를 위해 살아	온실폐기물은 유기물과 기타 폐기물을 분리하여 관리함. 유기물은 소각로에		

	있는 식물체나 배양액 및 각종 부산물이 외부에 노출되지 않도록 처리 및 관리 필요)	서 소각	
	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	
온실 관리	25. 온실관리자는 지정되어 있으며, 관리지침을 숙지하고 있는가?	관리자가 지정되어 있고 관리지침을 숙지하고 있음	
	26. 주기적으로 청소하고 있는가? 청소에 사용하고 있는 용품 (세제 등)은 어떤 종류인가?	매주 2회 주기적으로 청소 실시. 세제는 사용하고 있지 않으며 재배상과 온실을 건조한 후 진공청소기로 청소	
	27. 온실에 외래종 (거미, 곤충 등)이나 고유종의 곤충이 유입된 흔적은 없는가?	온실 내부에서 곤충을 포함한 벌레가 발견된 적 없음 온실 주변에 설치한 포충트랩에서는 곤충이 포획되지 않았음. 추후 우루과이팀에서 끈끈이 형태의 트랩을 보내오면 온실 내에도 설치해 확인해 볼 예정임	-혹시 존재할 외래종을 사멸시키기 위해 새 토양의 경우 외부에 일정기간 냉동보관하는 것을 제안

구 분	점검 항목	점검 결과 (구체적으로)	
보호 구역	28. 기지에서 관리하고 있는 남극특별보호구역의 관리계획서는 비치되어있는가? (세종기지, ASPA No 171)	나레브스키 포인트(펭귄마을)에 대한 관리지침서를 통신실에 비치하고 있음	
	29. 기지주변 ASPA, ASMA, HSMs의 위치가 표시된 지도는 비치되어있는가? (적어도 우리나라 과학자들이 방문하거나 방문 가능성이 있는 보호구역이 표시된 지도 필요. 남극 조약 사무국 웹사이트 <a href="http://www.ats.aq/e/ep_protected.htm">http://www.ats.aq/e/ep_protected.htm</a> 참고)	비치되어 있음	
	30. 기지 주변 ASPA에 출입하고자 하는 방문자의 출입허가서와 출입목적은 기지에서 확인하고 있는가?	확인하고 있음	
	31. 이번 시즌 보호구역 출입을 허가 받은 건수는 몇 건인가?	12건	
	32. 허가서 없이 특별보호구역에 들어간 사례는 있는가? 있다면 구체적으로 기술	없음	
	33. 허가받은 사항과 다른 활동을 한 경우는 없는가? 있다면 구체적으로 기술하고 해당 활동이 환경에 부정적인 영향을 미쳤다면 그 사항에 대해 상세히 기술	없음	

## 그 외 개선 사항:

- 카페트 청소기, 핸드청소기 보급 필요
- 화장실 등 소독이 필요한 경우가 있으므로 베이킹 파우더, 요오드 등 친환경 세제를 활용할 필요성이 있음
- 화장실, 목욕실 건조를 위해 open을 위한 시건 장치 필요
- 건설단 공사 중, 하계대의 야외 활동시 야외 방노 문제점. 불가피한 경우 토양, 식생이 아닌 눈 쌓인 지역 이용
- 침구용 대형건조기, 소형세탁기 등 보급 필요
- 세탁세제를 가루형으로 바꾸고 스푼으로 사용량을 제한해야 함.
- 하계 활동시 눈에 보이는 쓰레기 수거를 위해 봉지 지급
- 날개 포장 사탕 봉지 등이 야외에서 심심찮게 발견됨. 작은 날개포장 제품의 보급을 제한할 필요가 있음
- 체육관 소화기 설치 필요
- 하계대 출납극시 기지 주변 청소를 의무화 할 필요가 있음
- 공사 후 폐자재, 페인트 등으로 토양 오염 우려 있음
- 하계대 개인용품 중 스크럽이나 플라스틱 비드가 들어 있는 제품 사용 금지



### Appendix 3. 국내 토양오염우려기준

[별표 3] <개정 2016. 4. 28.>

#### 토양오염우려기준(제1조의5 관련)

(단위: mg/kg)

물질	1지역	2지역	3지역
카드뮴	4	10	60
구리	150	500	2,000
비소	25	50	200
수은	4	10	20
납	200	400	700
6가크롬	5	15	40
아연	300	600	2,000
니켈	100	200	500
불소	400	400	800
유기인화합물	10	10	30
폴리클로리네이티드비페닐	1	4	12
시안	2	2	120
페놀	4	4	20
벤젠	1	1	3
톨루엔	20	20	60
에틸벤젠	50	50	340
크실렌	15	15	45
석유계총탄화수소(TPH)	500	800	2,000
트리클로로에틸렌(TCE)	8	8	40
테트라클로로에틸렌(PCE)	4	4	25
벤조(a)피렌	0.7	2	7

※ 비고

1. 1지역: 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른 지목이 전·담·과수원·목장용지·광천지·대(「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 시행령」 제58조제8호가목 중 주거의 용도로 사용되는 부지만 해당한다)·학교용지·구거(溝渠)·양어장·공원·사적지·묘지인 지역과 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이놀이시설(실외에 설치된 경우에만 적용한다) 부지
2. 2지역: 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른 지목이 임야·연전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·장고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지(「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 시행령」 제58조제28호가목 또는 다목에 해당하는 부지만 해당한다)인 지역
3. 3지역: 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른 지목이 공장용

지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지(2지역에 해당하는 부지 외의 모든 잡종지를 말한다)인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1호가목부터 마목까지에서 규정한 국방·군사시설 부지

4. 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제48조에 따라 취득한 토지를 반환하거나 「주한미군 공여구역주변지역 등 지원 특별법」 제12조에 따라 반환공여구역의 토양 오염 등을 제거하는 경우에는 해당 토지의 반환 후 용도에 따른 지역 기준을 적용한다.
5. 벤조(a)피렌 항목은 유독물의 제조 및 저장시설과 폐받침목을 사용한 지역(예: 철도용지, 공원, 공장용지 및 하천 등)에만 적용한다.
6. 법 제11조제3항, 제14조제1항, 제15조제1항 및 같은 조 제3항 각 호에 따른 토양정밀조사의 실시나 오염토양의 정화 등을 명하는 경우 토양오염우려기준은 조치명령 당시의 지목을 기준으로 한다. 다만, 정밀조사 기간 또는 정화기간이 완료되기 전에 지목이 변경된 경우에는 변경된 지목을, 다음 각 목의 어느 하나에 해당하여 지목변경이 예정된 경우에는 변경 예정 지목을 기준으로 한다.
  - 가. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 등 관계 법령에 따라 개발행위허가 또는 실시계획 인가 등을 받고 토지의 형질변경 등의 공사가 착공된 경우
  - 나. 건축물의 용도변경을 위하여 「건축법」에 따라 용도변경 허가를 받았거나 신고한 후 공사가 착공된 경우
  - 다. 다른 법령에 따라 지목변경 사유에 해당하는 공사가 착공된 경우

# 부 록





# I. 남극장보고과학기지 기상 연보

## ANNUAL WEATHER REPORT The ANTARCTIC JANG BOGO STATION



2018

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( $\text{ms}^{-1}$ ) : 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<sup>-2</sup>) : 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<sup>-1</sup>) 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  $\pm 0.30$  °C)  
RESISTIVE PLATINUM SENSOR(Pt-100) (-80 °C ~ 60 °C)
  
- ☞ RELATIVE HUMIDITY;  
RH PROBE (ACCURACY  $\pm 2$  %)  
CAPACITIVE THIN FILM HUMICAP<sup>®</sup> POLYMER SENSOR (0~100 %)
  
- ☞ STATION LEVEL AIR PRESSURE;  
PRECISION DIGITAL OUTPUT BAROMETER (ACCURACY  $\pm 0.1$  hPa)  
SILICON CAPACITIVE ABSOLUTE PRESSURE SENSOR BAROCAP<sup>®</sup>  
(500~1100 hPa)
  
- ☞ WIND SPEED AND DIRECTION;  
2 DIMENSIONAL SONIC ANEMOMETER (ACCURACY SPEED  $\pm 0.1$  ms<sup>-1</sup>,  
DIRECTION  $\pm 2^\circ$ )  
ULTRASONIC TRANSDUCERS ON A HORIZONTAL PLANE  
(0 ~ 75 ms<sup>-1</sup>, 0~ 360°)
  
- ☞ PRECIPITATION;  
200 cm<sup>2</sup> BUCKET ORIFICE OPENING (ACCURACY  $\pm 0.2$  mm)  
WEIGHING COLLECTING BUCKET (0 ~ 1500 mm)
  
- ☞ SNOW HEIGHT;  
SNOW RANGER (ACCURACY  $\pm 0.25\%$  / RANGE 0.15 ~ 10.67 m)<sup>a</sup>

SNOW RANGER (ACCURACY 1 cm / RANGE 0.5 ~ 10 m)<sup>b</sup>

※ 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<sup>-2</sup>)

## C. UPPER-AIR OBSERVATIONS

### 1. RADIOSONDE OBSERVATIONS

☞ RADIOSONDE

RS41-SG(VAISALA)<sup>c</sup> ATTACHED TO WEATHER BALLOON (600g)

DigiCORA<sup>®</sup> 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( $\text{ms}^{-1}$ ), 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( $\text{ms}^{-1}$ )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( $\text{ms}^{-1}$ ) unit. The greatest gust is the greatest instantaneous wind speed recorded.

7. 블리자드는 풍속  $14 \text{ ms}^{-1}$  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  $14 \text{ ms}^{-1}$  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( $\text{ms}^{-1}$ ) 및 풍향별 관측횟수의 백분율(%)은 10분간 관측된 평균 풍속과 풍향을 이용하여 방향별(16방향)로 구분해서 산출한 값이며, 풍속  $0.4 \text{ ms}^{-1}$  이하인 경우에는 '정온'으로 처리하였다.

The maximum wind speed( $\text{ms}^{-1}$ ) 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  $0.4 \text{ ms}^{-1}$ , 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 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	Ave	*	*	* 985.2	986.7	985.4	987.0	976.7	987.0	974.8	986.7	983.7	983.7			
	Max	*	*	* 1005	1003	997	1006	1004	1007	995	997	996		1007	9/25	
	Min	*	*	* 970	971	967	956	953	970	945	969	972		945	10/19	
2015	Ave	986.	979.6	985.2	983.6	988.5	988.1	979.1	980.1	978.6	980.9	978.4	987.	982.		
	Max	2	997	993	1000	995	1013	1010	1009	1011	1006	999	993	1007	1013	5/29
	Min	978	968	959	969	973	966	955	954	949	967	958	971	949	9/14	
2016	Ave	980.	983.	981.2	987.8	986.9	980.9	991.0	991.8	975.3	982.1	993.5	989.9	985.		
	Max	7	4	1001	996	1006	1007	1004	1014	1011	998	997	1009	999	1014	7/31
	Min	967	964	964	962	966	963	978	961	947	962	978	978	947	9/14	
2017	Ave	993.	990.	990.0	985.9	980.0	985.5	982.6	978.3	981.1	983.7	977.6	985.3	984.		
	Max	8	1	1004	1007	1009	999	1002	1003	1006	998	999	996	996	1009	3/1
	Min	970	978	981	972	967	967	969	953	963	966	968	977	953	8/22	
2018	Ave	984.	984.	986.	990.	988.	989.	986.	993.	976.	975.	978.	983.	984.8		
	Max	8	0	3	8	0	8	9	3	6	5	4	2	1010	7/31	
	Min	971	969	964	963	964	958	962	972	945	954	967	972	945	10/4	
Total	Ave	986.	984.	985.	986.	986.	986.	985.	984.	979.	979.	982.	985.	984.4		
	Max	4	3	7	7	0	0	3	0	7	4	9	8	1014	16/7/31	
	Min	2017	2017	2017	2018	2015	2015	2016	2016	2014	2018	2016	2015			
	Max	967	964	959	962	964	958	955	953	945	945	958	971	945	14/10/19	
	Min	2016	2016	2015	2016	2018	2018	2015	2015	2018	2014	2015	2015			



### 월별 기온 Monthly Air Temperature

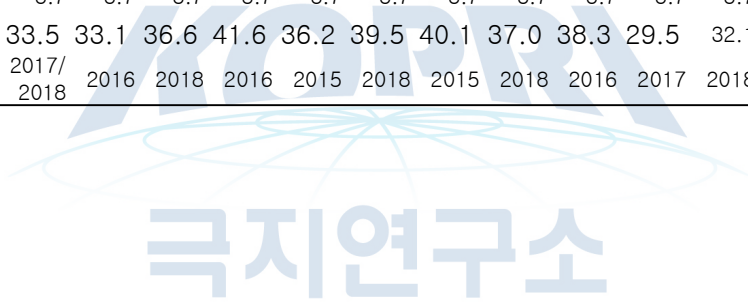
(Unit: °C)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg	Ext	Ext Date
2014	Ave	*	*	*	-17.	-18.	-24.	-26.	-19.	-17.	-14.	-8.3	-2.2	-16.		
	Max	*	*	*	-0.4	-4.7	-11.	-7.8	-5.8	-5.3	-3.6	-1.7	5.6	6	5.6	12/27
	Min	*	*	*	-31.	-31.	-35.	-35.	-32.	-27.	-25.	-16.	-9.3	-35.8	7/14	
2015	Ave	-1.5	-5.5	-15.	-23.	-23.	-22.	-24.	-23.	-24.	-15.	-8.1	-0.6	-15.		
	Max	4.7	0.6	5	1	8	4	9	8	9	2	2.5	7.9	8	7.9	12/14
	Min	-7.8	-12.8	-25.3	-34.0	-31.4	-31.4	-33.9	-34.9	-34.3	-25.7	-23.2	-5.9	-34.	9	8/24
2016	Ave	-1.0	-6.8	-15.	-23.	-21.	-25.	-26.	-23.	-23.	-17.	-5.6	-1.2	-15.		
	Max	5.0	2.7	7	5	2	2	8	0	2	9	4.2	7.1	9	7.1	12/15
	Min	-6.4	-15.7	-24.8	-32.9	-32.5	-34.5	-34.6	-33.6	-33.6	-26.0	-16.3	-8.3	-34.	6	7/29
2017	Ave	-1.2	-5.9	-13.	-20.	-18.	-23.	-23.	-23.	-23.	-15.7	-9.5	-3.4	-15.		
	Max	4.5	2.2	3	5	4	4	5	5	7	3.3	4.4	4.4	2	4.5	12/15
	Min	-8.5	-15.4	-23.5	-29.2	-29.9	-35.4	-33.7	-36.4	-35.9	-29.1	-20.4	-9.8	-36.	4	7/29
2018	Ave	-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.		
	Max	5.5	2.0	-3.6	-5.7	-9.5	-7.4	-7.3	-3.3	-7.4	-0.2	0.2	3.7	9	5.5	1/19
	Min	-10.5	-16.6	-22.0	-29.0	-32.6	-31.4	-37.0	-34.9	-33.8	-25.2	-18.6	-7.8	-37.0		7/12
Total	Ave	-1.5	-6.6	-14.	-20.	-21.	-23.	-24.	-22.	-22.	-15.	-7.7	-1.8	-15.		
	Max	5.5	2.7	5	6	2	1	8	9	2	4	4.2	7.9	2	7.9	15/12/14
	Min	2018	2016	2015	2014	2016	2015	2015	2016	2015	2018	2016	2015			
	Max	-10.5	-16.6	-25.3	-34.0	-32.6	-35.4	-37.0	-36.4	-35.9	-29.1	-23.2	-9.8		-37.0	18/7/12
	Min	2018	2018	2015	2015	2018	2017	2018	2017	2017	2017	2015	2017			

## 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	Ave	*	*	*	6.0	4.0	3.1	3.6	6.4	5.3	5.4	2.7	2.8	4.4		
	Max	*	*	*	35.6	33.4	26.1	36.7	30.8	30.5	23.3	17.9	22.7		36.7	7/8
	Date	*	*	*			9	19	8	27	2	20	2	17		
2015	Ave	3.3	6.0	2.9	2.9	3.4	5.7	4.1	5.6	4.1	4.1	5.2	4.3	4.3		
	Max	28.2	30.4	24.1	24.0	29.5	36.2	30.5	40.1	31.8	25.8	21.8	24.2		40.1	8/30
	Date	21	16	7	7	20	3	5	30	1	2	4	16			
2016	Ave	3.7	3.9	4.5	3.6	5.6	4.1	2.7	4.1	4.2	3.8	3.6	3.8	4.0		
	Max	19.0	26.3	33.1	26.7	41.6	33.7	31.7	30.8	33.0	38.3	29.3	23.1		41.6	5/23
	Date	11	16	21	16	23	25	12	2	2	5	4	2			
2017	Ave	4.2	5.1	5.8	3.6	6.0	3.5	5.4	5.1	4.2	3.8	3.2	3.7	4.5		
	Max	24.3	33.5	28.5	32.1	37.2	27.1	35.0	36.4	33.0	28.4	29.5	23.9		37.2	5/23
	Date	12	16	14	12	19	26	14	8	18	2	25	31			
2018	Ave	3.5	6.0	5.8	4.5	3.5	6.4	6.7	2.8	6.2	4.5	4.3	5.1	4.9		
	Max	17.8	33.5	30.0	36.6	23.2	32.9	39.5	20.5	37.0	23.7	28.8	32.1		39.5	7/22
	Date	5	13	9	15	22	3	22	11	8	1	18	5			
Total	Ave	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7		
	Max	28.2	33.5	33.1	36.6	41.6	36.2	39.5	40.1	37.0	38.3	29.5	32.1		41.6	16/5/23
	Year	2015	2017/ 2018	2016	2018	2016	2015	2018	2015	2018	2016	2017	2018			



**ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT JANG  
BOGO STATION(2014-2018)**

AVG. P(hPa)	2014	2015	2016	2017	2018	ANN. AVG.
1	*	986.2	980.7	993.8	984.8	986.4
2	*	979.6	983.4	990.1	984.0	984.3
3	*	985.2	981.2	990.0	986.3	985.7
4	985.2	983.6	987.8	958.9	990.8	981.3
5	986.7	988.5	986.9	980.0	988.0	986.0
6	985.4	988.1	980.9	985.5	989.8	986.0
7	987.0	979.1	991.0	982.6	986.9	985.3
8	976.7	980.1	991.8	978.3	993.3	984.0
9	987.0	978.6	975.3	981.1	976.6	979.7
10	974.8	980.9	982.1	983.7	975.5	979.4
11	986.7	978.4	993.5	977.6	978.4	982.9
12	983.7	987.0	989.9	985.3	983.2	985.8
AVERAGE	983.7	982.9	985.4	982.2	984.8	983.8

AVG. T(°C)	2014	2015	2016	2017	2018	ANN. AVG.
1	*	-1.5	-1.0	-1.2	-2.4	-1.5
2	*	-5.5	-6.8	-5.9	-8.1	-6.6
3	*	-15.5	-15.7	-13.3	-13.4	-14.5
4	-17.2	-23.1	-23.5	-20.5	-18.7	-20.6
5	-18.4	-23.8	-21.2	-18.4	-24.2	-21.2
6	-24.5	-22.4	-25.2	-23.4	-20.1	-23.1
7	-26.7	-24.9	-26.8	-23.5	-22.2	-24.8
8	-19.9	-23.8	-23.0	-23.5	-24.5	-22.9
9	-17.8	-24.9	-23.2	-23.7	-21.6	-22.2
10	-14.0	-15.2	-17.9	-15.7	-14.4	-15.4
11	-8.3	-8.1	-5.6	-9.5	-7.1	-7.7
12	-2.2	-0.6	-1.2	-3.4	-1.8	-1.8
AVERAGE	-16.6	-15.8	-15.9	-15.2	-14.9	-15.7

**ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT JANG  
BOGO STATION(2014-2018)**

PRECIP.(mm)	2014	2015	2016	2017	2018	ANN. AVG.
1	*	*	*	*	*	*
2	*	*	*	*	*	*
3	*	*	*	*	*	*
4	*	*	*	*	*	*
5	*	*	*	*	*	*
6	*	*	*	*	*	*
7	*	*	*	*	*	*
8	*	*	*	*	*	*
9	*	*	*	*	*	*
10	*	*	*	*	*	*
11	*	*	*	*	*	*
12	*	*	*	*	*	*
AVERAGE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

AVG. RH(%)	2014	2015	2016	2017	2018	ANN. AVG.
1	*	63.4	62.0	62.9	67.4	63.9
2	*	56.3	52.9	53.0	55.6	54.5
3	*	56.8	55.0	59.0	60.6	57.9
4	*	56.5	56.0	54.0	52.7	54.8
5	*	55.7	52.5	51.0	51.8	52.7
6	*	51.6	52.1	53.0	51.0	51.9
7	*	52.3	54.6	51.0	53.4	52.8
8	*	52.0	52.7	53.0	53.9	52.9
9	47.0	48.5	53.6	53.0	56.2	51.7
10	56.9	59.0	52.6	58.0	55.4	56.4
11	53.2	47.0	53.3	57.0	52.7	52.7
12	56.3	55.0	56.8	60.0	61.2	57.9
AVERAGE	53.4	54.5	54.5	55.4	56.0	54.8

**ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT  
JANG BOGO STATION(2014-2018)**

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

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

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT JANG BOGO STATION(2014-2018)

AVG. CLD(1/8)	2014	2015	2016	2017	2018	ANN. AVG.
1	*	5.0	5.5	4.4	4.4	4.8
2	*	5.3	3.8	3.4	3.4	4.0
3	*	4.2	4.4	5.4	3.3	4.3
4	1.4	3.4	4.5	3.2	2.1	2.9
5	3.8	3.2	2.6	4.7	2.7	3.4
6	2.4	3.2	3.4	4.1	3.2	3.2
7	3.1	2.8	3.0	4.1	2.4	3.1
8	5.2	4.0	3.1	3.7	2.8	3.8
9	3.8	3.4	3.4	3.3	3.4	3.5
10	5.1	5.4	2.9	3.3	4.1	4.2
11	2.5	3.9	3.3	3.6	3.3	3.3
12	2.1	3.3	3.4	3.7	4.4	3.4
AVERAGE	3.3	3.9	3.6	3.9	3.3	3.6

BLZ. OCC. NO.	2014	2015	2016	2017	2018	ANN. AVG.	TOTAL
1	*	0	0	0	0	0	0
2	*	1	0	0	0	0	1
3	*	0	2	4	0	2	6
4	0	1	1	2	0	1	4
5	0	5	4	3	1	3	13
6	0	4	1	1	3	2	9
7	0	4	0	0	2	1	6
8	0	3	0	3	0	1	6
9	2	0	3	4	0	2	9
10	1	0	0	1	3	1	5
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	1	1	0	2
AVERAGE	0	2	1	2	1	1	5
TOTAL	3	18	11	19	10	13	61

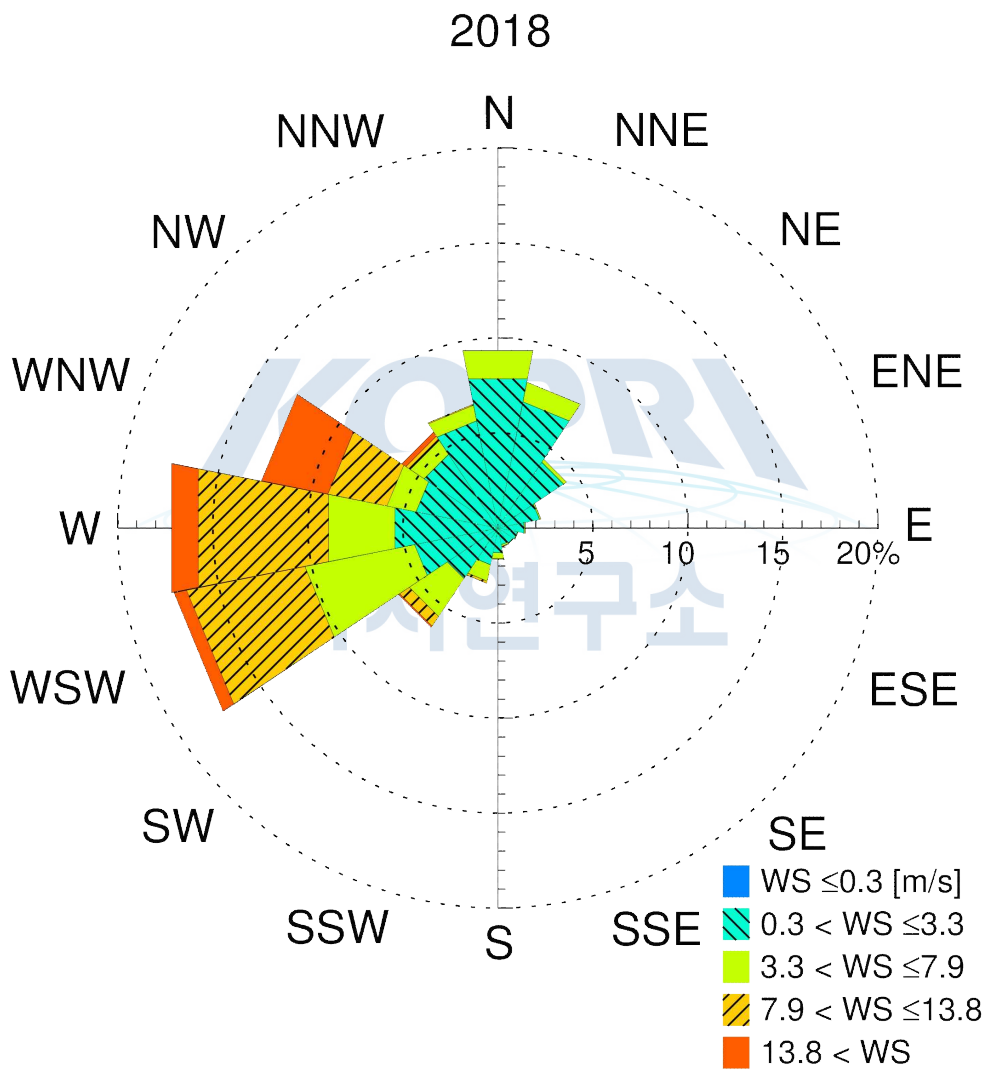
**ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT JANG BOGO  
STATION(2014-2018)**

BLZ OCC. TIME	2014	2015	2016	2017	2018	ANN. AVG.	TOTAL
(hour) 1	*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	*	12.8	0	0	0.0	3.2	12.8
3	*	0.0	15.5	32.9	0.0	12.1	48.3
4	0.0	3.3	0.7	9.6	0.0	2.7	13.6
5	0.0	33.3	29.1	22.5	1.6	17.3	86.5
6	0.0	8.3	5.7	12.3	21.5	9.6	47.8
7	0.0	10.1	0.0	0.0	27.3	7.5	37.4
8	0.0	7.2	0.0	4.9	0.0	2.4	12.1
9	8.4	0.0	10.8	17.3	0.0	7.3	36.5
10	1.3	0.0	0.0	9.4	5.2	3.2	15.9
11	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	6.8	34.0
AVERAGE	1.1	6.3	5.1	10.5	6.1	5.8	29.0
TOTAL	9.6	75.1	61.7	125.9	72.6	69.0	344.8

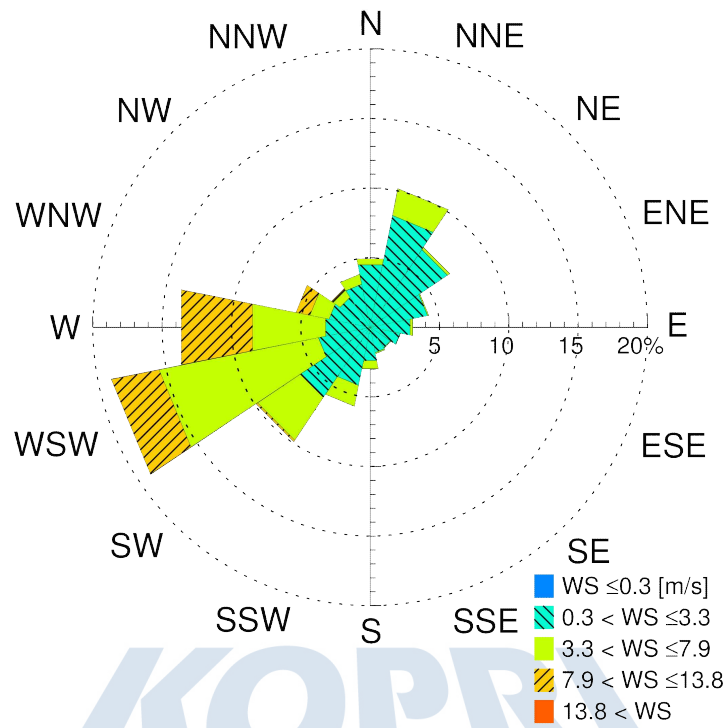
GLB. SOL. RAD.	2014	2015	2016	2017	2018	ANN. AVG.	TOTAL
(kJ/m <sup>2</sup> ) 1	*	762,179	715,768	398,994	776,375	663,329	2,653,316
2	*	388,691	461,961	502,077	495,835	462,141	1,848,564
3	*	222,891	168,980	193,315	194,987	195,043	780,173
4	10,928	35,585	24,096	33,325	33,891	27,565	137,825
5	143	222	213	225	189	198	992
6	-	9	42	34	4	18	89
7	-	9	7	9	23	10	48
8	10,613	11,851	9,470	10,957	10,615	10,701	53,506
9	140,226	131,009	107,591	136,548	124,568	127,988	639,942
10	388,582	392,143	398,994	436,258	439,283	411,052	2,055,260
11	790,936	798,595	729,303	824,502	777,268	784,121	3,920,604
12	1,043,070	956,375	940,634	1,016,836	931,277	977,638	4,888,192
AVERAGE	264,944	308,297	296,422	296,090	315,360	296,222	1,481,112
TOTAL	2,384,497	3,699,559	3,557,058	3,553,080	3,784,315	3,395,702	16,978,510



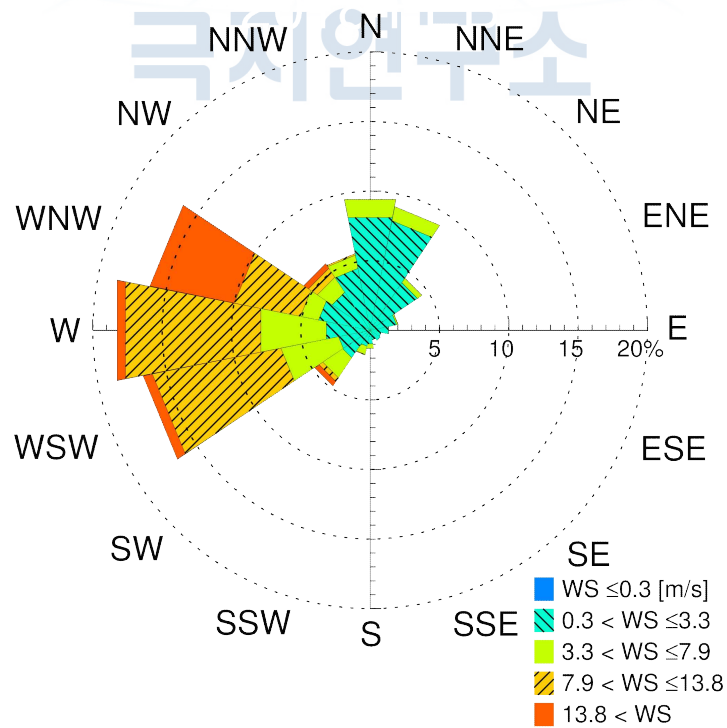
WIND DIAGRAM FOR EACH MONTH OF 2018



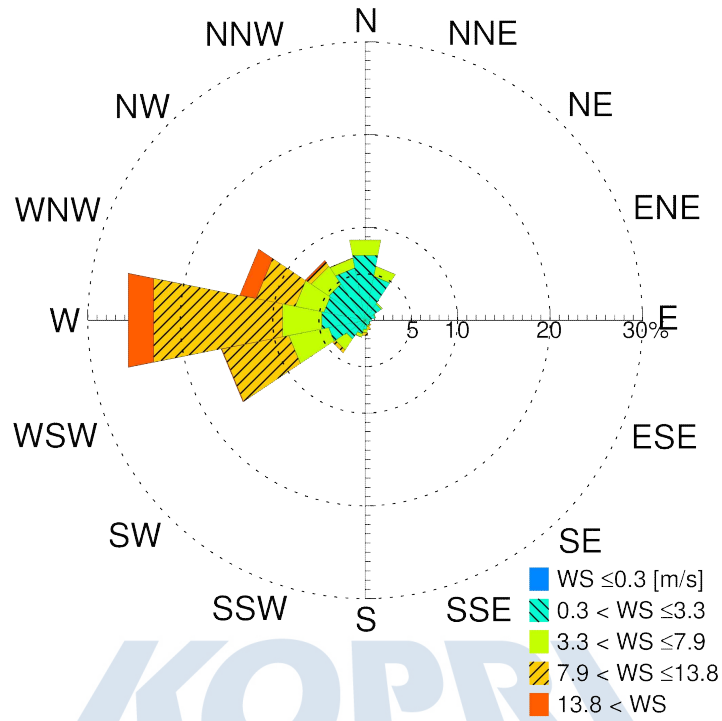
2018 JAN



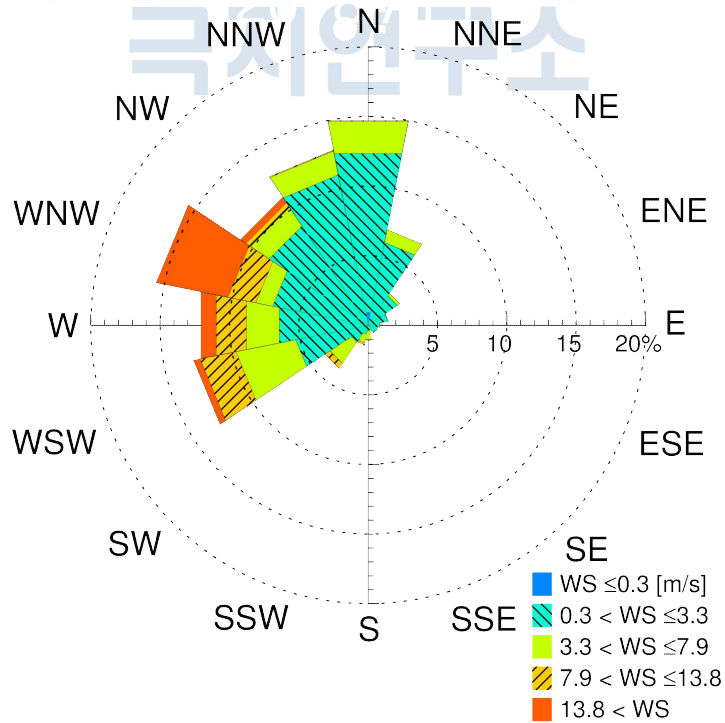
2018 FEB



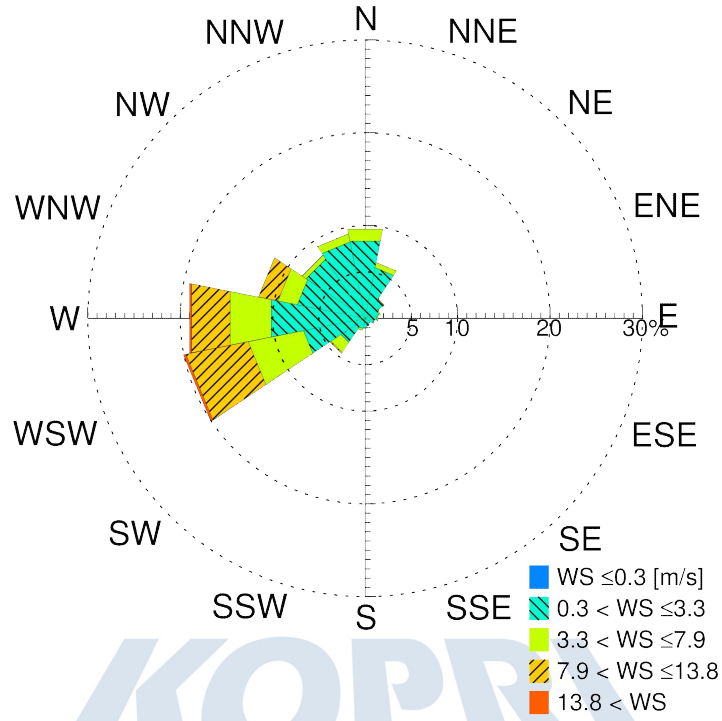
2018 MAR



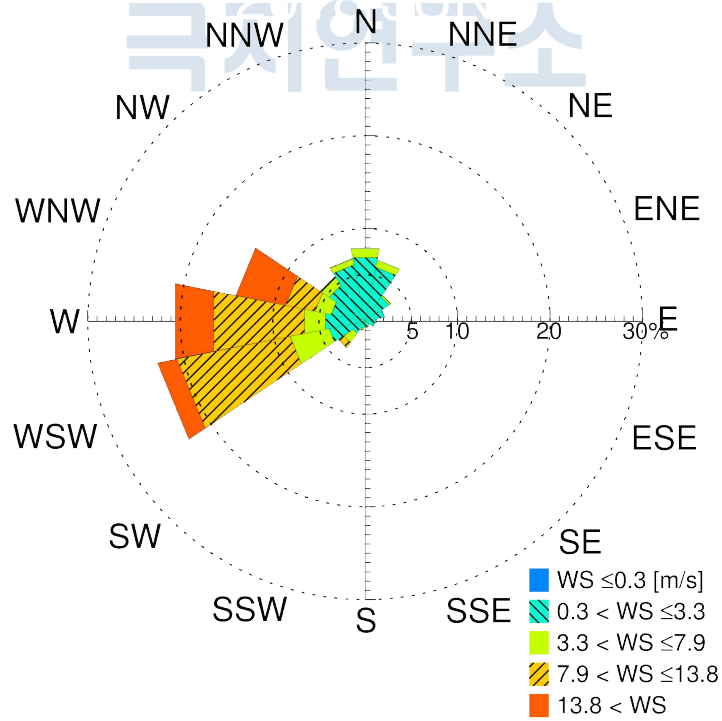
2018 APR



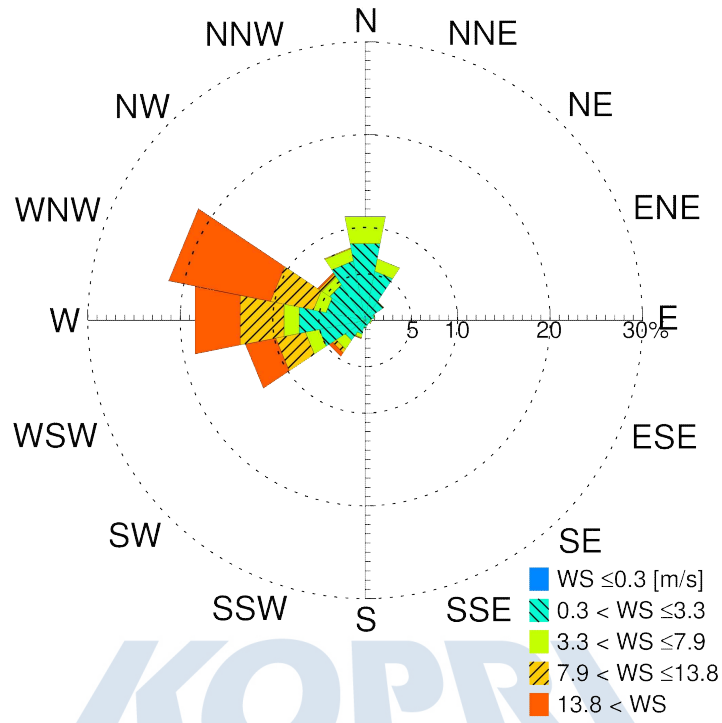
2018 MAY



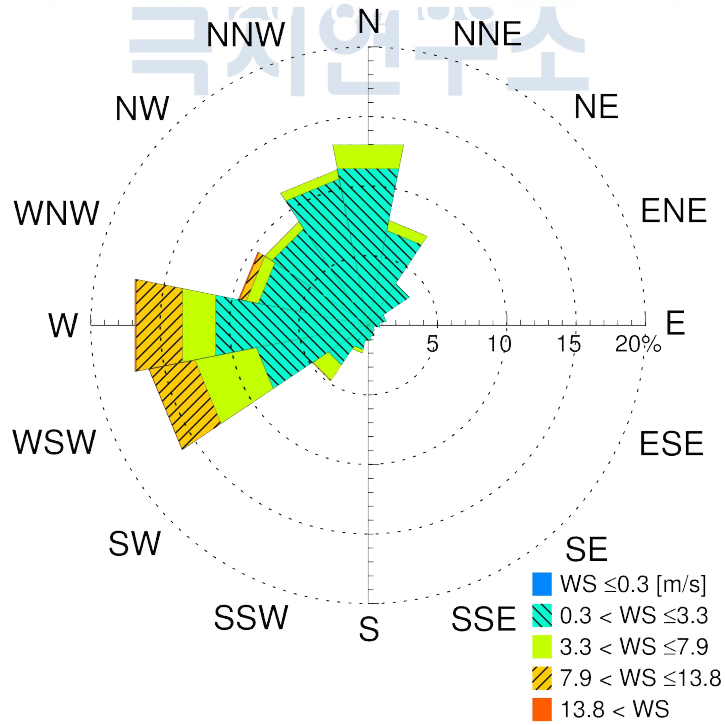
2018 JUN



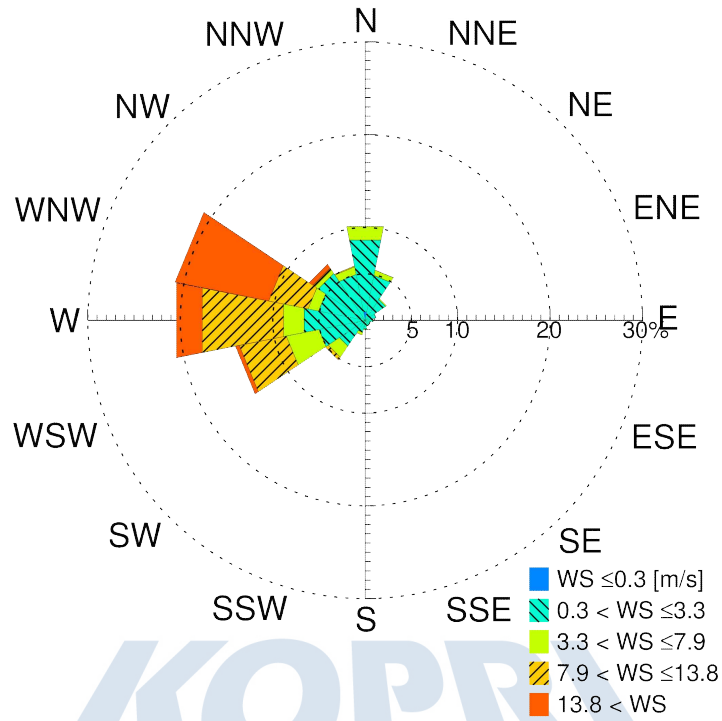
2018 JUL



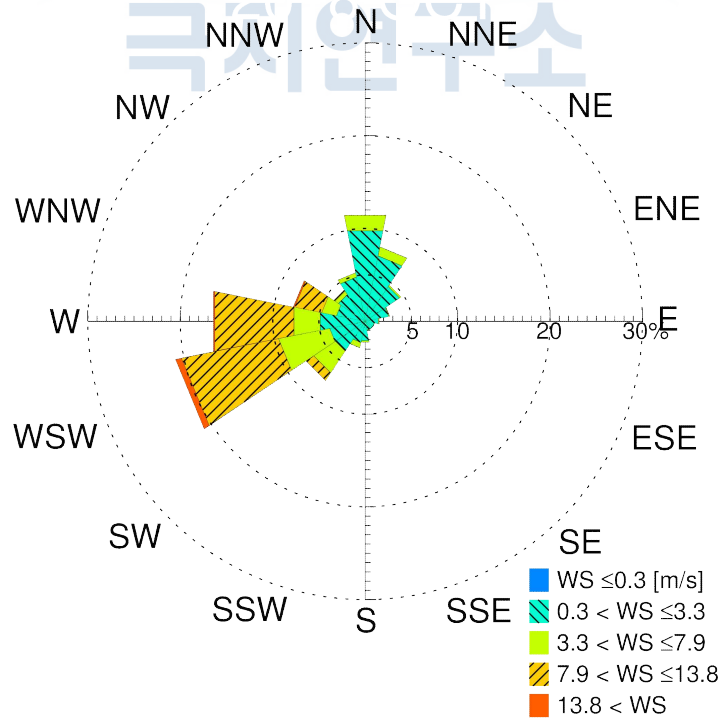
2018 AUG



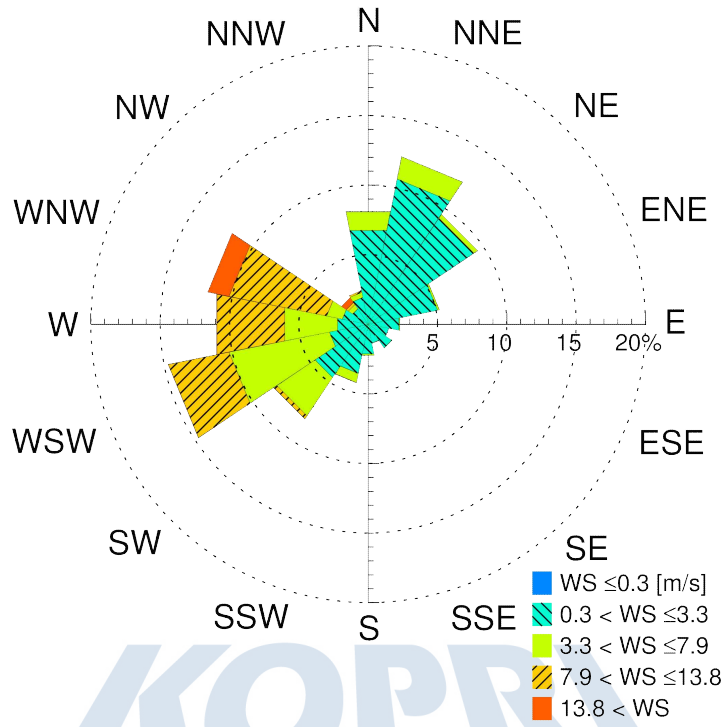
2018 SEP



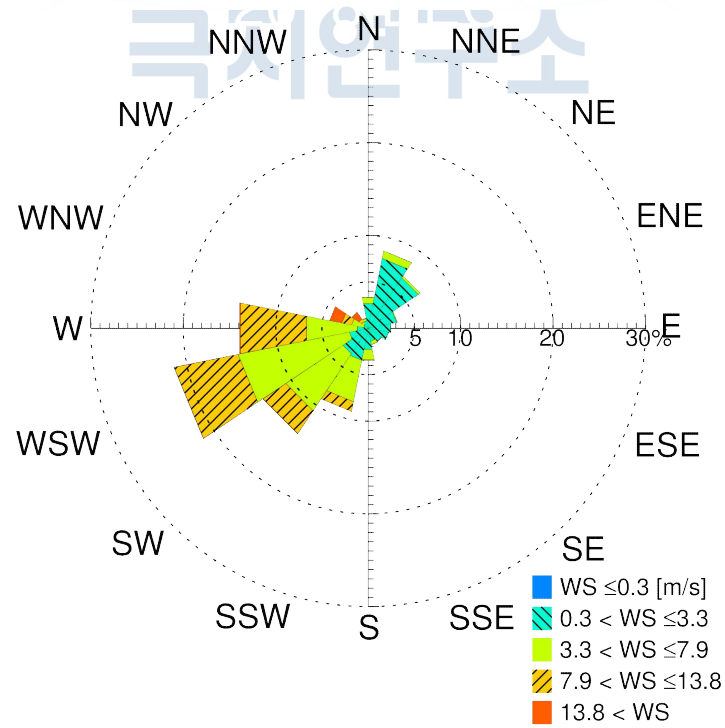
2018 OCT



2018 NOV



2018 DEC





89859 남극장보고과학기지(KARP)

2018년 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	985.2	988.8	993.9	987.9	987.8	987.6	988.6	992.3	998.7	989.2	982.3	987.4	990.9	986.2	976.7		984.8	
기압 최고 Highest	972.2	975.9	975.3	975.1	972.4	973.9	980.0	983.2	979.7	985.1	989.0	987.4	992.2	988.1	985.5	990.0		
기압 나타난 시간 Time	986.7	992.7	995.2	992.5	990.0	989.4	990.4	996.9	1000.3	996.5	984.3	991.4	993.0	987.6	982.5		1000.3	
(hPa)	974.4	977.8	977.5	975.9	975.0	975.9	984.6	984.7	981.6	990.1	990.5	991.7	992.8	991.9	988.2	991.6	9일	
기압 최저 Lowest	2237	2343	1141	0001	1951	0001	2352	2348	1021	0001	2344	2335	0759	0010	0001		1021	
Air Temp. 나타난 시간 Time	2332	2141	0001	1157	0001	1456	2350	0051	0009	2339	0104	2344	1200	0001	2349	2033		
Air Temp. 최저 Lowest	984.7	986.5	992.5	985.8	985.8	987.0	987.9	990.3	996.5	983.7	981.4	984.3	987.5	982.5	973.5		971.1	
Air Temp. 나타난 시간 Time	971.3	974.3	974.5	974.6	971.1	971.9	974.6	981.4	978.7	980.4	986.3	985.6	991.7	985.4	984.6	988.2		20일
Average Dewpoint Temperature	0050	0001	2358	1930	0228	1825	0001	0001	2345	2347	0425	0001	2350	2354	2355		1415	
Average Dewpoint Temperature	1006	0013	2009	0001	1415	0100	0027	2103	0639	0022	2313	0315	0001	2346	514	0001		
기온 평균 Ave. Station	-1.3	-1.8	-1.6	-2.3	-1.5	0.2	0.2	-1.9	-0.9	-0.5	-1.8	-2.1	-1.0	-1.7	-1.7		-2.4	
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-3.0	-3.3	-2.9	-2.8	-2.8	-1.1	-1.7	-2.6	-2.1	-3.0	-2.6	-3.2	-4.6	-6.0	-5.8	-6.1		
기온 평균 최저 Avg. Minimum																		0.2
기온 최고 Highest																		-6.1
기온 나타난 시간 Time	2.2	2.1	2.2	1.6	1.7	2.9	5.3	-0.7	4.0	3.8	2.5	1.5	2.2	1.1	3.0		5.5	
(°C)	0.6	-0.4	2.8	5.5	2.1	1.3	1.8	0.6	0.3	-2.0	0.0	0.7	-1.2	-3.4	-1.8	-3.3	19일	
Air Temp. 나타난 시간 Time	0632	2250	0133	2357	0003	2306	0417	2313	0000	0004	0024	2300	0531	2357	0616		0103	
Air Temp. 최저 Lowest	0603	0216	2359	0103	0157	0716	0214	0552	0649	0047	0000	0010	0328	2301	0411	0125		
Air Temp. 나타난 시간 Time	-5.0	-5.4	-5.0	-3.5	-3.5	-2.6	-3.4	-2.9	-1.9	-4.9	-7.1	-5.8	-4.5	-3.4	-7.8		-10.5	
Average Dewpoint Temperature	-7.2	-4.6	-5.9	-7.1	-10.5	-2.8	-2.9	-4.5	-4.1	-4.0	-3.5	-7.4	-6.6	-7.0	-9.7	-8.1	20일	
Average Dewpoint Temperature	1543	1452	1629	1336	1430	1236	1344	0922	1512	1815	1522	1534	1254	1441	1701		1531	
Average Dewpoint Temperature	1409	1732	1046	1504	1531	1757	1341	1818	1320	1704	1243	1340	2100	1259	1444	1249		
Average Dewpoint Temperature	-7.0	-9.2	-6.7	-4.3	-3.7	-8.4	-6.2	-4.6	-2.8	-7.7	-10.7	-10.4	-7.1	-4.0	-8.2		-	
Average Dewpoint Temperature	-7.4	-8.4	-8.0	-9.8	-12.1	-7.2	-5.2	-7.0	-7.3	-5.0	-6.6	-9.5	-10.8	-13.7	-13.2	-11.4		

2018년 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상 평 균 Average	67	57	69	86	85	53	62	82	87	59	51	53	65	85	61		67
대	72	69	70	59	49	65	77	73	69	86	75	63	62	55	57	67	
습 최 소 Lowest	32	40	47	71	70	35	44	64	60	41	33	39	33	54	44		32
도	51	47	36	36	37	38	51	50	43	75	44	35	42	41	37	44	1일
(%) 나타난 시간 Time	0407	2252	0134	0259	0250	2246	0417	0033	2358	2305	0050	1300	0516	2357	1145		0407
R.H.	2348	0145	2321	0105	0101	0147	0217	2343	0650	2247	2124	1602	0001	2220	0414	1904	
평 균 Average	2.7	1.9	1.8	2.0	2.0	4.6	2.0	6.1	3.7	2.4	3.2	2.2	2.0	3.2	1.3		3.5
바	1.4	5.3	1.9	2.4	2.8	4.7	4.4	4.8	8.6	8.5	6.5	3.7	2.5	5.1	1.2	3.7	
순 간 최 대 Greatest Gust	10.7	5.3	6.4	6.8	6.2	14.9	7.0	12.7	10.7	15.1	17.0	11.4	8.6	9.6	4.5		17.8
람	6.3	14.5	5.6	7.0	15.2	14.9	9.9	16.6	17.8	16.0	17.7	13.3	8.5	10.8	8.4	10.4	24일
풍	WSW	NNE	WSW	E	WSW	NW	SW	WSW	W	NW	NW	WNW	SW	WSW	NNE		WNW
(m/s)	W	W	WSW	W	W	WSW	W	W	WNW	W	W	W	SE	WSW	W	W	
Wind 나타난 시간 Time	0130	0001	1917	1029	2130	1823	1541	0459	1219	2310	0352	1305	1756	1436	1130		2014
	2358	1630	2108	2320	2102	0413	1520	2103	1745	0323	1346	1554	1605	2023	0001	1757	
구름(1/8)	0.6	0.3	6.7	7.0	8.0	4.2	2.2	8.0	7.4	0.4	0.0	0.0	2.8	7.4	2.8		4.9
Average Amount of Cloud	6.4	7.8	6.3	0.9	2.2	7.4	7.4	4.8	5.2	8.0	7.2	5.9	5.6	5.6	6.3	6.6	
시 작 시 간 Start Time																	
폭풍설																	
끝 난 시 간 End Time																	
Bliz- zard																	
계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	36668	36127	29216	18206	24885	33545	30730	19494	19422	33782	35198	34515	24510	23478	31151	776375	
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	50.0	50.0	28.8	17.5	13.8	21.3	43.1	8.9	21.3	47.5	50.0	50.0	39.0	14.5	47.5	3.4	
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y		y						y	y	y				6	
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)					y		y						y		y	4	
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)						y			y	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	15
눈 Snow			y		y	y		y	y	y				y			15
비 Rain			y	y			y	y	y	y	y			y			0
Meteo. Pheno- -mena 진 눈 개 비 Sleet																	0
안 개 Fog																	0
박 무 Mist										y	y	y			y		7
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)

2018년 1월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	3.4	4.4	3.4	1.4	1.5	2.6	2.1	2.4	1.6	2.0	2.7	8.3	8.3	4.4	1.8	1.3
2	3.9	4.4	3.0	2.0	1.0	0.8	1.1			0.7	0.4	0.7	1.2	1.0	1.2	3.9
3	0.7	2.0	1.3	1.2	2.4	1.8	2.5	2.5	2.9	3.3	4.1	4.7	1.0	0.6	1.0	
4		2.0	3.6	5.2	5.8	3.6	2.5	1.3	1.5	2.8	3.7	3.5	2.8		0.7	
5	2.7	2.6	2.4	2.0	1.5	1.0	0.8	1.5	1.5	2.6	4.2	4.1	3.4	1.1		
6	4.8	3.9	3.1	1.7	1.8	1.0		1.6	3.8	3.3	4.1	6.3	6.2	11.9	9.9	5.8
7	3.4	4.1	2.1	1.0	1.6	1.8	2.3	2.3	3.7	3.7	3.7	5.3	5.3	2.8	2.6	2.5
8								2.4	3.8	3.9	5.4	9.9	9.8			
9		3.3	2.2	1.5	0.6	0.8	1.1	2.0	2.1	6.5	6.0	7.7	8.4	1.9		
10	4.3	4.6	3.4	2.9	1.0	1.0	1.4	1.7	1.8	1.9	3.0	3.2	3.7	7.7	7.8	6.6
11	3.4	4.6	4.0	2.8	2.4	2.7	2.0	1.5	2.3	3.4	3.4	2.4	11.1	12.6	12.7	7.1
12	4.0	4.9	3.0	0.6	0.6	1.6	1.5	1.4	1.2	1.2	2.3	1.7	1.6	9.4	5.5	3.0
13	2.7	4.2	2.2	1.6	2.0	1.9	2.3	2.7	4.0	4.8	5.4	5.0	4.8		1.9	2.5
14	1.4	2.8	3.4	3.6	0.4	3.1	2.4	3.7	4.4	4.2	6.0	7.7	7.8	3.5	2.1	1.8
15	2.5	3.5	1.9	1.5	2.0	1.5	1.6	1.4	0.8	2.1	2.7	2.5	2.4	2.0	2.0	1.9
16	2.1	2.4	2.3	2.1	1.2	1.9	1.3	2.0	2.2	2.6	2.3	1.1	4.9	2.7	1.1	2.5
17	1.9	1.8	1.3	1.2	1.0		1.1		2.0	7.5	9.6	10.9	1.3	2.4	1.4	
18	3.0	4.1	3.2	1.1	1.1	0.5	0.6	1.0	2.7	3.7	3.9	3.1	3.6	3.4	3.4	3.6
19	4.4	4.3	2.5	2.2	1.7	1.1	2.0	2.3	3.8	4.7	4.7	4.9	5.4	1.1	3.1	3.5
20	3.4	3.3	2.7	1.7	1.2	1.1	1.7	1.2				10.4	11.6	8.5	3.4	3.9
21	1.8	3.1	1.8	2.5	1.9			1.1	1.7	4.2	7.3	8.9	11.1	7.2	2.7	1.9
22	1.2	2.7	2.3	1.6		1.0			3.6	4.0	3.4	8.3	8.2			
23		2.8	2.8						1.0		1.7	10.1	10.8	4.6	3.3	1.1
24									6.0	6.6	5.5	11.4	11.8			
25											9.2	13.5	13.8			
26		1.8	3.4		3.7	3.2			4.9	6.3	7.3	9.9	12.4	9.2	7.5	1.5
27	3.2	3.0	3.4	2.2	3.2	1.5	1.9	1.9	1.9	4.9	4.9	5.6	9.4	10.8	6.2	4.3
28	3.5	3.9	4.1	1.5	1.9	1.0	3.9	5.4	2.9	4.1	4.6	1.3	4.3	4.3	3.3	3.4
29	1.6	1.1	1.7			1.6			2.2		2.9	8.1	8.4	2.0	2.7	1.2
30	1.9	2.2	2.6	1.5	0.6			0.5	0.6	0.5	0.5	4.7	5.4	1.9	2.7	2.8
31	1.9	2.5	2.0	1.4	1.2						2.2	8.5	8.6	2.3	1.9	1.0
월 Month	4.8	4.9	4.1	5.2	5.8	3.6	3.9	5.4	6.0	6.6	9.2	13.5	13.8	12.6	12.7	7.1

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 1월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	4.2	17.4	7.6	3.5	3.5	4.2	2.8	2.8	2.1	4.2	4.9	9.7	20.1	10.4	0.7	0.7	1.4
2	13.2	35.4	21.5	10.4	2.8	0.7	0.7	0.0	0.0	1.4	0.0	0.7	2.1	2.8	2.1	4.2	2.1
3	0.7	2.8	2.1	1.4	7.6	2.1	7.6	4.9	11.1	22.2	13.9	13.9	2.1	2.1	0.7	0.0	4.9
4	0.0	0.7	7.6	13.2	18.1	13.9	7.6	2.1	3.5	6.3	22.2	2.8	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7
5	2.1	9.7	9.7	13.2	4.9	0.7	0.7	1.4	4.2	7.6	34.0	7.6	0.7	0.7	0.0	0.0	2.8
6	4.2	6.3	9.0	1.4	3.5	0.7	0.0	0.7	2.8	4.2	11.8	19.4	6.3	19.4	6.9	2.8	0.7
7	2.8	8.3	9.7	3.5	6.3	2.1	1.4	2.8	7.6	13.2	18.1	6.9	6.9	4.2	3.5	1.4	1.4
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	6.9	6.9	3.5	70.8	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	3.5	1.4	2.1	0.7	1.4	1.4	2.8	0.7	19.4	36.1	16.7	12.5	0.7	0.0	0.0	0.7
10	11.1	24.3	9.0	3.5	0.0	0.7	1.4	0.7	2.1	4.2	3.5	7.6	4.9	7.6	5.6	13.9	0.0
11	5.6	16.7	4.2	2.8	2.8	3.5	2.8	4.2	6.3	4.9	5.6	5.6	5.6	13.2	6.3	9.0	1.4
12	11.8	31.9	6.9	0.7	0.7	2.1	2.8	2.8	1.4	1.4	6.3	4.9	9.0	5.6	4.9	6.9	0.0
13	9.7	18.1	7.6	1.4	2.8	4.2	1.4	2.8	6.3	12.5	9.7	9.7	4.9	0.0	3.5	3.5	2.1
14	2.8	8.3	4.2	4.9	0.0	6.3	4.9	3.5	15.3	9.0	14.6	16.0	4.2	1.4	1.4	1.4	2.1
15	4.9	8.3	6.9	3.5	6.3	6.3	4.2	6.9	1.4	8.3	9.0	11.1	8.3	6.9	3.5	3.5	0.7
16	2.8	11.8	16.7	15.3	6.3	6.3	6.3	3.5	3.5	3.5	4.2	2.1	7.6	4.9	1.4	2.8	1.4
17	2.1	1.4	2.1	3.5	3.5	0.0	1.4	0.0	0.0	2.1	4.2	43.8	32.6	1.4	1.4	0.7	0.0
18	12.5	7.6	8.3	2.8	2.1	0.7	0.7	0.0	1.4	11.1	6.9	13.2	6.9	10.4	7.6	5.6	2.1
19	10.4	24.3	4.2	2.8	2.1	2.1	1.4	2.8	4.2	4.9	9.0	9.7	4.2	1.4	2.8	12.5	1.4
20	14.6	7.6	11.8	5.6	3.5	2.1	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	11.8	7.6	11.1	20.8	0.0
21	0.7	10.4	3.5	2.1	4.9	0.0	0.0	1.4	0.7	1.4	14.6	22.2	29.9	4.2	2.8	1.4	0.0
22	0.7	3.5	9.7	2.8	0.0	2.8	0.0	0.0	2.1	6.9	11.1	55.6	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	10.4	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	2.8	13.2	44.4	7.6	4.2	0.7	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	6.9	2.8	19.4	67.4	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	61.8	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	2.8	4.9	0.0	1.4	1.4	0.0	0.0	1.4	4.2	13.2	38.2	22.2	2.8	6.3	1.4	0.0
27	3.5	4.9	7.6	3.5	2.8	2.1	3.5	3.5	0.7	4.2	17.4	4.9	8.3	23.6	6.3	2.8	0.7
28	12.5	18.8	9.0	2.1	4.2	1.4	2.1	4.9	0.7	6.3	4.9	0.7	3.5	17.4	3.5	7.6	0.7
29	1.4	2.8	3.5	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	41.7	44.4	1.4	1.4	1.4	0.0
30	17.4	7.6	13.2	4.9	0.7	0.0	0.0	1.4	0.7	0.7	0.7	2.1	8.3	10.4	11.1	13.2	7.6
31	2.8	8.3	11.8	4.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	51.4	14.6	1.4	3.5	0.7	0.0
월 Month	5.0	10.1	7.4	3.7	3.0	2.2	1.8	1.9	3.0	5.7	9.8	18.9	13.8	5.5	3.3	3.8	1.1

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2018년 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	990.4	989.2	989.7	987.3	986.4	984.0	979.6	975.6	970.0	976.4	986.9	988.2	977.8	982.3	979.6	984.0
기압 최고 Highest	982.1	988.3	994.3	992.4	989.1	986.4	986.1	988.4	984.9	979.5	979.8	978.6	979.0			
기압 나타난 시간 Time	0003	2329	1001	0011	0001	0036	0001	0001	0001	2358	2357	0020	0002	1508	2258	0557
(hPa)	2359	2347	0557	0842	1310	0001	2321	1250	0001	0001	1014	0217	1126			
기압 최저 Lowest	989.8	988.7	988.6	986.6	985.2	981.2	979.1	972.3	968.9	972.1	981.3	981.8	975.9	976.9	976.3	968.9
Air Press. 나타난 시간 Time	1832	1558	2338	0918	1628	2342	2010	2344	1327	0001	0001	2359	1247	0002	0525	1327
	0437	0001	2122	2355	2350	0346	0309	0143	2337	1534	0416	1536	1801			
기온 평균 Ave. Station	-6.1	-7.1	-6.9	-7.3	-6.8	-6.4	-7.8	-8.1	-8.7	-8.5	-6.9	-4.6	-4.2	-2.7	-3.1	-8.1
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-7.8	-8.1	-9.1	-10.7	-9.9	-11.7	-11.6	-7.4	-8.5	-10.2	-10.9	-13.2	-11.6			
기온 평균 최저 Avg. Minimum																-2.7
기온 최고 Highest	-2.5	-3.9	-2.8	-0.1	-5.1	-3.3	-4.7	-4.0	-3.7	-3.5	-1.9	-1.3	-1.0	2.0	0.8	2.0
(°C) 나타난 시간 Time	0029	0246	2358	0229	2358	0453	0140	0655	0345	0343	0417	0710	0635	1222	0425	1222
	0427	2254	0059	0059	2110	0029	2347	2343	0016	0042	0221	0143	0125			
Air Temp. 최저 Lowest	-9.1	-9.9	-8.4	-12.3	-8.3	-10.5	-10.5	-11.0	-14.2	-11.6	-12.2	-6.7	-6.5	-5.8	-6.9	-16.6
	-11.7	-11.9	-13.3	-14.2	-11.5	-16.1	-14.3	-9.5	-12.2	-14.5	-13.2	-16.6	-15.2			
나타난 시간 Time	1817	1645	0551	1729	1700	1325	1800	1744	1830	1650	1456	1616	1952	1352	2052	1701
	1548	1808	1809	1833	0903	1838	0315	0013	1937	1634	2039	1701	1026			
평균이슬점온도(°C)	-14.1	-15.5	-15.4	-15.3	-13.6	-13.5	-14.6	-17.0	-17.1	-14.9	-16.0	-12.9	-11.6	-9.9	-12.1	-
Average Dewpoint Temperature	-13.2	-18.1	-19.7	-20.7	-16.0	-21.0	-18.3	-10.9	-14.7	-14.5	-19.0	-18.9	-19.7			

2018년 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상 평 균 Average	54	52	51	53	60	58	59	49	51	61	49	53	57	59	51	56
대	66	45	43	44	62	47	59	76	61	72	52	63	51			
습 최 소 Lowest	37	32	32	33	34	40	35	33	33	39	28	31	33	25	28	25
도	42	25	27	26	38	25	38	52	45	43	35	40	34			14일
(%) 나타난 시간 Time	1024	1731	2050	0228	0210	1055	2121	1721	0040	2304	0403	0701	0635	1221	1402	1221
R.H.	0255	0643	0813	1308	0120	1251	0044	2342	2352	0020	1326	0143	1406			
평 균 Average	7.8	4.1	8.5	1.7	8.6	4.8	5.1	5.1	2.9	2.1	2.0	11.7	17.0	11.3	9.6	6.0
바	2.0	4.8	3.9	5.7	6.8	6.0	11.1	8.9	2.2	1.7	3.9	2.1	6.2			
순 간 최 대 Greatest Gust	20.5	15.9	17.2	5.2	17.4	15.3	14.2	17.4	15.2	9.7	7.9	31.6	33.5	32.8	26.0	33.5
람	8.0	15.5	13.8	23.8	12.8	16.6	17.3	17.9	8.3	5.0	15.9	7.2	16.3			13일
풍	NW	WNW	W	W	W	WSW	W	NNW	W	W	WNW	WNW	WNW	WSW		WNW
(m/s)	SSE	SW	WSW	WNW	WSW	SW	WSW	WSW	W	NW	WNW	WSW	W			
Wind 나타난 시간 Time	1830	0001	220	1306	1617	1001	2154	0958	0803	2222	1009	2039	2340	0050	0642	2340
	0054	0529	1206	1320	1523	0815	2231	0032	1723	1719	1729	1256	1730			
구름(1/8)	7.0	1.0	0.0	0.0	5.0	4.2	5.0	3.0	0.0	0.8	1.0	2.7	1.5	0.6	4.2	5.5
Average Amount of Cloud	1.5	1.5	0.9	3.3	7.5	4.3	7.0	7.2	5.5	6.9	6.1	2.1	4.7			
시 작 시 간 Start Time																
폭풍설																
끝 난 시 간 End Time																
Bliz-																
zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard																



2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	25192	25528	22923	25155	18654	22151	17946	18032	23399	22641	21975	21678	21394	18066	17746	495835
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	7.2	18.4	20.0	20.0	12.8	18.4	17.5	19.8	20.0	20.0	20.0	8.6	1.9	8.2	18.5	10.0
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y	y	y					y	y	y		y	y		11
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)				y				y				y				4
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)					y	y	y		y				y		y	7
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y					y	y	y		y	y					6
눈 Snow	y	y				y	y	y	y			y	y			13
비 Rain						y	y	y	y	y	y					0
Meteo. Pheno-mena 진눈깨비 Sleet																0
안개 Fog																0
박무 Mist	y	y				y						y	y			10
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)

2018년 2월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	3.7	3.8	2.7	1.2									6.6	15.7	16.6	6.2
2	2.9	3.4	2.8	1.3	1.5				1.5		1.6	8.9	9.7	12.6	12.1	5.4
3		0.9	1.2	1.1	1.9	1.0	0.8	0.9		0.9	0.8	8.6	13.6	10.6	6.3	
4	2.1	2.6	2.1	1.3	1.1	0.8	1.0		0.4		3.7	3.8	4.4	2.6	2.8	2.2
5	0.9											11.7	13.9		1.8	1.6
6	5.0	5.8	4.9	4.0	1.5	0.8			3.9	2.7	5.8	10.2	12.9	1.7	3.0	5.2
7	2.6	1.9	2.1		1.1		0.5		0.8	3.4	4.1	11.2	9.6	9.0	6.0	4.2
8	4.7	4.0	3.7	4.0	2.0	2.5	1.4	1.9	1.4	2.4	5.8	9.2	10.0	12.5	11.2	1.9
9	5.4	5.0	3.5				2.0		1.8		2.9	2.5	3.8	2.1	11.1	8.5
10	2.9	3.4	1.5	1.5	0.5			0.4	1.9	2.4	2.4	6.5	8.0	5.0	2.3	1.5
11	3.1	3.8	2.4	1.6	1.5	1.8		1.5	1.4	1.7	4.3	4.9	6.6	6.1	4.3	3.1
12	4.0	4.4	1.6	1.0	1.0				1.4	2.1	2.9	11.5	21.8	22.6	18.1	7.4
13												8.7	11.8	25.8		
14	4.0	6.3		1.6	1.4	2.3	1.3	2.1	3.0	4.8	5.2	2.9	22.6	24.8	10.4	6.9
15	4.6	7.1	6.5	9.1	1.8			5.7	7.2	9.6	18.3	21.7	18.9	17.4	14.9	9.1
16	3.3	2.6	1.8	2.0	2.0	3.0	3.1	3.3	5.9	4.3	4.2	3.6	2.3	1.1	2.1	2.5
17	3.8	3.5	3.6	2.1	1.7	1.0	0.5	1.3	3.2	11.2	10.2	11.0	11.4	3.6	4.9	5.0
18	4.7	3.4	3.1	2.2				7.0	7.4		6.8	10.1	8.0	5.9	4.6	5.0
19	3.9	3.1	1.9		1.9		1.6				2.3	9.9	15.3	18.1	4.7	6.6
20	1.8	2.1	1.8								7.3	10.4	10.2			0.9
21	5.5	4.4	4.5	4.7	3.6		1.2	1.6		6.0	12.2	12.3	9.9	7.9	6.3	5.5
22												13.8	13.5			
23	2.1				1.2						7.7	13.6	12.8	3.1	3.2	2.4
24	3.9	3.0	2.9	1.1					0.8	0.9	3.9	7.1	4.5	3.9	3.1	3.4
25	4.1	2.1	1.5	1.6	1.2	1.0	0.8				0.6	0.7	1.9	2.0	4.2	3.9
26	2.7	2.4	2.1	1.3	1.1	1.2	1.7	1.7		2.8	2.4	7.1	6.5	11.9	4.2	1.2
27	2.7	3.9	1.6	0.9	0.4	0.7	0.7	0.7			2.0	5.6	4.6	2.9	2.9	2.0
28	2.3	2.4	1.5					1.0		1.3		12.3	12.4	3.6	6.1	2.9
월 Month	5.5	7.1	6.5	9.1	3.6	3.0	3.1	5.7	7.2	11.2	18.3	21.7	22.6	25.8	18.1	9.1

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	13.9	13.2	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	41.7	13.2	3.5	0.0
2	14.6	17.4	6.3	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	2.8	9.0	14.6	13.2	18.1	0.0
3	0.0	1.4	1.4	2.1	4.2	1.4	2.1	2.1	0.0	0.7	0.7	4.2	51.4	27.1	0.7	0.0	0.7
4	9.7	13.2	11.1	5.6	3.5	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	5.6	9.7	9.0	16.0	9.0	4.2	1.4
5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	86.8	0.0	1.4	1.4	0.0
6	4.9	8.3	6.9	2.1	2.8	0.7	0.0	0.0	2.8	2.1	7.6	11.1	39.6	2.1	4.2	4.9	0.0
7	2.1	2.8	2.1	0.0	1.4	0.0	0.7	0.0	0.7	4.2	16.0	28.5	15.3	12.5	6.9	6.9	0.0
8	5.6	8.3	8.3	9.0	2.8	2.1	2.8	1.4	1.4	2.1	3.5	18.8	16.0	10.4	5.6	2.1	0.0
9	23.6	25.0	5.6	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.7	0.0	4.2	2.8	6.9	6.3	9.0	13.2	0.7
10	6.9	4.9	2.8	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	3.5	4.2	5.6	23.6	25.0	10.4	7.6	1.4
11	15.3	15.3	13.2	6.9	1.4	2.1	0.0	0.7	1.4	1.4	7.6	2.8	7.6	11.8	2.1	9.0	1.4
12	3.5	11.1	3.5	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	4.2	6.3	4.9	52.1	9.7	1.4	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	6.9	92.4	0.0	0.0	0.0
14	2.1	6.3	0.0	0.7	0.7	1.4	0.7	2.1	6.9	11.8	9.7	3.5	9.0	43.8	0.7	0.7	0.0
15	4.9	9.7	9.0	1.4	0.7	0.0	0.0	1.4	4.2	8.3	22.2	22.9	6.3	4.9	3.5	0.7	0.0
16	9.0	7.6	2.1	0.7	2.1	6.3	7.6	4.9	13.2	6.3	8.3	16.0	6.9	1.4	3.5	4.2	0.0
17	7.6	6.3	6.3	4.9	2.8	2.1	1.4	2.1	1.4	2.8	10.4	15.3	25.0	4.2	3.5	2.8	1.4
18	21.5	15.3	10.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	1.4	1.4	18.1	17.4	2.1	7.6	2.8	0.0
19	16.7	11.8	1.4	0.0	1.4	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	1.4	12.5	15.3	16.7	12.5	9.0	0.0
20	7.6	9.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	43.8	33.3	0.0	0.0	0.7	0.0
21	7.6	4.9	2.1	0.7	2.1	0.0	0.7	1.4	0.0	1.4	11.1	25.7	19.4	9.7	5.6	7.6	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.1	38.9	0.0	0.0	0.0	0.0
23	2.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	69.4	11.1	2.8	2.1	5.6	0.0
24	27.8	13.9	10.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.7	2.8	4.9	4.9	6.9	7.6	16.7	0.7
25	29.9	15.3	1.4	2.8	4.9	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	2.8	3.5	2.1	9.7	18.8	6.3
26	14.6	10.4	6.3	1.4	2.1	2.8	3.5	2.1	0.0	2.8	2.1	11.1	4.9	30.6	3.5	0.7	1.4
27	15.3	12.5	1.4	0.7	0.0	2.1	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	18.8	22.2	9.0	6.9	7.6	1.4
28	7.6	7.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	37.5	20.8	6.9	9.0	6.3	0.7
월 Month	9.6	9.0	4.6	1.8	1.3	0.8	0.9	0.7	1.3	1.8	4.8	16.6	18.6	16.2	5.8	5.6	0.6

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2018년 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	기압 평균 Ave. Station	980.8	983.2	986.8	989.0	990.2	986.9	978.4	972.3	968.4	984.7	990.4	988.8	989.3	985.9	977.5		986.3
	기압 최고 Highest	972.7	969.6	981.8	995.5	989.5	982.1	982.5	982.3	984.3	987.1	990.7	998.5	1001.5	1003.6	1000.4	1001.8	
압	기압 최저 Lowest	982.9	985.1	988.8	990.9	991.2	991.1	983.8	973.6	976.0	988.6	991.8	991.4	991.0	989.4	983.1		1005.8
	압 나타난 시간 Time	973.8	973.1	993.7	998.9	996.4	985.6	984.4	985.9	987.4	988.8	996.4	1001.6	1002.5	1005.8	1003.2	1003.1	29일
(hPa)	기압 나타난 시간 Time	2314	2358	2341	2349	0120	0044	0001	0002	0000	2348	1917	0100	0111	0001	0001		
	기압 최저 Lowest	1753	0007	2254	1845	0001	0001	1822	2129	1628	0708	2347	2352	0708	1031	0004	1231	1031
Air Press.	기압 최고 Highest	978.5	982.2	984.7	988.3	989.3	983.7	973.5	971.7	963.5	976.0	988.6	987.8	987.5	983.0	972.9		963.5
	기압 나타난 시간 Time	972.1	967.9	969.3	992.8	985.7	980.2	980.9	979.5	982.3	985.7	986.0	996.4	999.6	999.9	998.7	999.8	9일
Air Press.	기압 나타난 시간 Time	0300	0246	0005	0413	1558	2339	2358	2127	1607	0001	0001	1519	0837	2355	2341		
	기압 최저 Lowest	0453	1359	0001	0250	2335	1513	0105	0924	2141	2050	0106	0001	2329	0009	1657	0001	1607
기온	기온 평균 Ave. Station	-9.4	-12.6	-14.2	-15.9	-13.5	-12.7	-16.6	-17.6	-12.7	-10.8	-16.0	-9.9	-9.0	-10.4	-12.6		-13.4
	기온 평균 최고 Avg. Maximum	-17.7	-18.7	-11.7	-9.8	-11.7	-14.8	-18.4	-14.4	-7.2	-7.6	-13.3	-15.6	-13.2	-16.1	-15.4	-15.2	
온	기온 평균 최저 Avg. Minimum																	-18.7
	기온 최고 Highest	-8.2	-8.7	-9.5	-10.1	-11.8	-9.2	-12.5	-13.7	-5.0	-6.4	-10.7	-4.9	-4.9	-7.4	-7.3		-3.6
(°C)	기온 나타난 시간 Time	-14.9	-14.3	-5.9	-8.1	-9.6	-11.1	-13.7	-7.8	-3.6	-4.5	-9.3	-12.1	-7.3	-8.4	-11.8	-11.4	24일
	기온 최저 Lowest	0143	0037	0436	0425	2215	1049	0242	0328	2127	0010	0305	1925	0437	2225	0036		1906
Temp.	기온 나타난 시간 Time	0228	2345	1639	0935	0133	0157	0300	2035	1906	522	0010	0127	2042	0040	2347	0020	
	기온 최저 Lowest	-10.6	-17.3	-17.6	-18.9	-15.3	-16.9	-19.6	-21.4	-20.0	-17.7	-21.5	-17.9	-12.5	-13.0	-16.1		-22.0
Temp.	기온 나타난 시간 Time	-20.9	-21.8	-18.1	-11.4	-13.9	-17.7	-21.5	-22.0	-10.8	-12.0	-17.2	-18.2	-19.4	-20.5	-19.6	-18.3	23일
	기온 나타난 시간 Time	2012	1714	1423	1733	0112	2203	1650	2143	0014	1752	1934	0011	1931	0953	2010		534
Average Dewpoint Temperature	평균이슬점온도(°C)	1617	1019	1045	1709	2037	1745	1654	0534	0226	2223	1817	1752	0823	1719	0613	1226	
	평균이슬점온도(°C)	-15.6	-22.0	-22.7	-23.1	-16.9	-18.1	-20.7	-23.8	-16.4	-14.0	-20.1	-18.3	-15.8	-17.1	-20.6		-
Average Dewpoint Temperature	평균이슬점온도(°C)	-21.5	-25.5	-19.3	-12.8	-14.8	-18.3	-24.4	-23.6	-14.6	-15.9	-21.0	-20.3	-19.4	-22.3	-26.7	-23.6	

2018년 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상 평 균 Average	61	46	49	54	76	64	71	59	75	77	71	51	58	58	52		61
대	72	56	54	79	78	75	60	46	56	53	53	68	60	60	38	49	
습 최 소 Lowest	46	33	35	35	35	42	58	37	49	56	54	31	39	44	34		23
도	59	32	31	64	68	57	38	29	39	33	35	52	36	35	23	35	30일
(%) 나타난 시간 Time	2318	1000	0714	2057	0018	0819	2315	1816	0630	2116	2123	1927	0048	2225	0147		1613
R.H.	2338	2150	1530	0105	2355	2321	1315	0633	0000	0947	1307	1807	2043	2349	1613	0401	
평 균 Average	10.2	6.4	3.8	1.6	9.6	7.9	1.5	4.9	16.1	5.2	2.5	8.3	8.8	10.4	6.3		5.8
바	4.5	2.7	7.4	6.6	3.0	1.7	6.4	7.5	11.9	4.6	2.4	2.0	7.5	3.7	2.2	1.9	
순 간 최 대 Greatest Gust	16.2	19.1	16.6	8.4	18.9	21.6	4.8	17.3	30.0	16.4	16.4	16.8	19.0	21.8	13.5		30.0
람	18.4	20.6	24.4	16.0	11.2	5.7	19.4	18.8	18.2	17.0	8.4	4.8	28.7	29.4	16.8	5.5	9일
풍	WSW	W	W	W	W	WNW	NNE	W	W	S	WSW	W	WSW	WSW	WNW		W
(m/s)	W	WNW	WNW	W	WSW	SSW	WNW	WNW	W	W	WSW	W	WNW	WNW	W	W	
Wind 나타난 시간 Time	0521	2241	0015	1221	2302	1334	1110	2157	1418	0141	2259	0221	1132	1334	0018		1418
	1520	2329	1357	1614	1332	1515	2044	0005	1318	0411	1226	0638	2343	0006	0920	1326	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	5.6	1.4	0.8	3.2	6.4	2.6	3.4	5.8	4.6	3.6	2.0	0.0	5.8	6.0	1.6		3.3
시 작 시 간 Start Time																	
폭풍설 끝 난 시 간 End Time																	
Bliz- zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

2018년 3월

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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	10322	13658	10978	10008	5006	8545	9548	8314	6038	5968	9508	7734	5212	6504	6116	194987	
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	11.5	19.9	19.9	20.0	3.8	13.5	20.0	17.8	13.4	10.8	20.0	20.0	14.9	8.7	15.5	2.2	
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
신적설 합계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Snow (cm) Snow 최심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)		y	y								y	y			y	12	
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)		y		y	y	y		y		y					y	7	
구름많음 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	
눈 Snow	y	y		y	y	y				y	y				y	12	
비 Rain	y	y		y	y	y										0	
Meteo. Pheno-mena 진눈깨비 Sleet																0	
안개 Fog																0	
박무 Mist																0	
해상 상태 Sea State (JC=0, GC=1, JC.GC=2)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
거칠기 Sea Sfc. Roughness State (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

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

2018년 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											9.9	12.7	12.7			
2	3.0	2.0		2.3	2.1	0.9	1.2	2.8			4.6	10.0	15.0	9.7	7.5	4.3
3	3.2	2.4	1.7	0.8		1.9		0.7	4.7	3.4	1.9	12.2	13.8	7.1	3.2	2.4
4	3.2	1.9	1.6	1.2	0.4		0.7			0.8	0.7	1.6	7.7	5.3	3.3	2.3
5	2.1	2.2	2.1	1.2	0.7							13.9	14.0	1.9	1.6	1.4
6	5.5	4.1	4.6									13.1	13.3	16.6	8.3	7.4
7	3.1	3.0	2.3	0.9	0.7	1.6	2.1	2.0	1.2	2.2	2.0	2.8	2.5	2.7	2.2	2.9
8	3.9	2.0	1.7	1.5			0.9				4.3	13.8	13.6	3.1	6.3	3.6
9							11.9	11.0		7.1		15.5	23.7			
10	3.9	4.7	1.8				3.9	10.8	11.2	6.5	6.4	7.7	7.8	7.8	2.3	3.8
11	3.0	3.8	2.1	1.9	0.8	1.1		2.2	2.2	3.3	3.0	12.2	12.3	3.4	6.1	3.5
12		3.6	2.7	4.2		2.0	1.6	1.5	4.4	2.9	6.4	12.0	12.7	12.9	9.9	5.8
13	2.0					3.2				1.5	10.0	15.0	13.9	11.7	8.2	
14	2.8		1.7							1.0		13.8	15.0	12.8	6.3	
15	4.0	4.7		4.3							6.4	7.0	9.4	10.5	10.1	3.9
16	1.2	2.6	2.8	1.1	1.6	0.5	0.9	1.4	1.3	1.2	2.8	4.0	14.5	8.4	7.3	3.1
17	5.9	2.3	3.1		2.3			1.1	1.3	1.4	4.1	4.8	9.1	15.3	11.7	5.2
18	6.9	5.6	4.6	3.4	1.5					5.5	7.1	5.8	2.3	19.5	19.7	9.5
19	2.5	3.3	2.1	0.5	1.4	1.3	2.7	2.9	3.1	9.4	13.0	12.8	1.8	1.4	2.0	
20	2.6	1.8	1.6	1.0	0.8	0.5	0.9	0.6	0.8	0.8	8.0	8.5	8.4	1.5	3.8	3.7
21	3.1	3.2	1.0	1.2	1.7	1.1	0.4	1.9	2.6	4.6	3.0	3.2	2.7	2.2	3.9	2.9
22	4.3	2.8	2.8	2.0	2.5	1.5	1.6	2.4	2.2	1.4	3.0	13.5	13.4	14.2	5.7	4.9
23	3.4	4.8	1.7		2.6			1.7		3.6		7.9	12.3	14.1	9.6	6.4
24												13.7	15.6			
25	3.0	2.4	2.2	1.1	1.4	3.6		5.1	5.1	8.3	11.6	7.1	12.2	12.5	3.2	2.9
26	3.9	3.8	1.3	1.6	1.3	0.6		0.4	1.2	0.7	1.6	5.8	6.9	4.4	3.3	3.8
27	1.8	1.1	0.7		0.4		0.5			1.3	2.1	4.4	3.1	3.3	3.2	3.1
28	6.2	6.2	5.5	0.9		5.0	2.0		1.5		2.2	10.4	18.1	20.5	17.3	3.8
29	5.7	4.6	3.0	2.8	1.3	2.4	3.8	6.4	2.8	5.3	7.8	9.8	14.8	20.3	2.5	5.5
30	4.0	3.5	2.7	2.8	1.7	0.9	2.1			0.4	1.9	3.1	10.5	8.0	3.7	2.8
31	2.2	0.8	0.6	0.7		0.4			2.0	0.4	2.6	3.7	4.6	3.8	2.4	2.2
월 Month	6.9	6.2	5.5	4.3	2.6	5.0	11.9	11.0	11.2	8.3	11.6	15.5	23.7	20.5	19.7	9.5



풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 3월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	84.7	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4.2	0.7	0.0	0.7	2.1	0.7	0.7	2.1	0.0	0.0	6.9	18.8	31.3	20.8	6.3	4.9	0.0
3	16.0	8.3	2.1	1.4	0.0	0.7	0.0	0.7	2.8	4.2	2.8	5.6	29.9	7.6	11.1	6.9	0.0
4	15.3	10.4	6.3	2.8	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	2.1	14.6	11.1	15.3	15.3	4.9
5	2.1	6.9	2.1	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.4	36.8	0.7	1.4	2.1	0.0
6	16.0	5.6	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2	6.3	36.1	2.8	7.6	0.0
7	18.8	5.6	3.5	0.7	0.7	2.1	4.2	4.9	4.9	6.3	5.6	9.0	13.9	8.3	2.8	6.3	2.8
8	16.0	6.3	6.3	2.1	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	2.8	9.7	26.4	2.8	19.4	6.9	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	5.6	0.0	0.7	0.0	0.7	88.2	0.0	0.0	0.0	0.0
10	9.0	8.3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	9.7	20.8	3.5	11.1	13.9	7.6	3.5	4.2	6.3	0.0
11	7.6	13.9	2.8	2.1	0.7	0.7	0.0	0.7	1.4	5.6	2.1	7.6	16.7	13.9	14.6	9.0	0.7
12	0.0	4.9	2.8	2.1	0.0	0.7	0.7	0.7	1.4	1.4	1.4	7.6	50.0	18.8	4.9	2.8	0.0
13	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	22.9	59.7	12.5	2.1	0.0	0.0
14	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	6.9	77.8	11.1	2.1	0.0	0.0
15	5.6	5.6	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	4.2	52.1	22.2	6.9	0.0
16	3.5	4.2	3.5	2.8	2.1	0.7	1.4	1.4	2.1	2.8	4.9	3.5	22.2	17.4	20.8	4.9	2.1
17	12.5	11.1	5.6	0.0	3.5	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	1.4	16.0	16.7	9.7	11.8	9.7	0.0
18	18.8	19.4	8.3	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	7.6	0.7	2.1	20.8	13.9	4.2	0.0
19	0.7	2.8	0.7	0.7	0.0	2.1	1.4	0.7	1.4	4.2	14.6	45.8	17.4	4.2	1.4	2.1	0.0
20	11.8	4.2	4.2	1.4	0.7	0.7	0.7	0.7	2.1	0.7	9.0	29.2	6.9	3.5	6.3	9.7	8.3
21	11.1	6.3	0.7	0.7	1.4	2.1	0.0	0.7	3.5	8.3	22.2	18.8	9.0	3.5	3.5	6.3	2.1
22	13.9	4.2	4.2	2.1	1.4	1.4	1.4	0.7	2.8	1.4	1.4	6.3	16.0	28.5	6.9	6.9	0.7
23	3.5	10.4	0.7	0.0	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	2.8	43.1	21.5	6.9	8.3	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2	77.8	0.0	0.0	0.0	0.0
25	2.8	1.4	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	2.1	8.3	13.2	24.3	16.7	18.8	3.5	5.6	0.0
26	16.0	6.9	2.1	1.4	0.7	0.7	0.0	0.0	1.4	0.7	0.7	8.3	16.7	9.7	6.9	27.1	0.7
27	2.8	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	6.3	32.6	35.4	11.8	3.5	2.8	0.7
28	19.4	9.7	4.9	0.7	0.0	0.7	1.4	0.0	0.7	0.0	2.8	5.6	10.4	29.9	9.7	4.2	0.0
29	23.6	9.0	1.4	1.4	1.4	0.7	2.1	1.4	2.8	2.1	7.6	7.6	6.3	6.9	6.3	19.4	0.0
30	16.7	14.6	3.5	3.5	2.1	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	6.3	13.2	16.0	18.8	1.4
31	5.6	0.7	0.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	2.8	7.6	25.7	29.9	13.2	7.6	3.5
월 Month	8.9	5.9	2.4	1.1	0.7	0.5	0.7	1.0	1.7	1.8	4.2	15.9	26.0	13.8	7.7	6.9	0.9

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2018년 4월

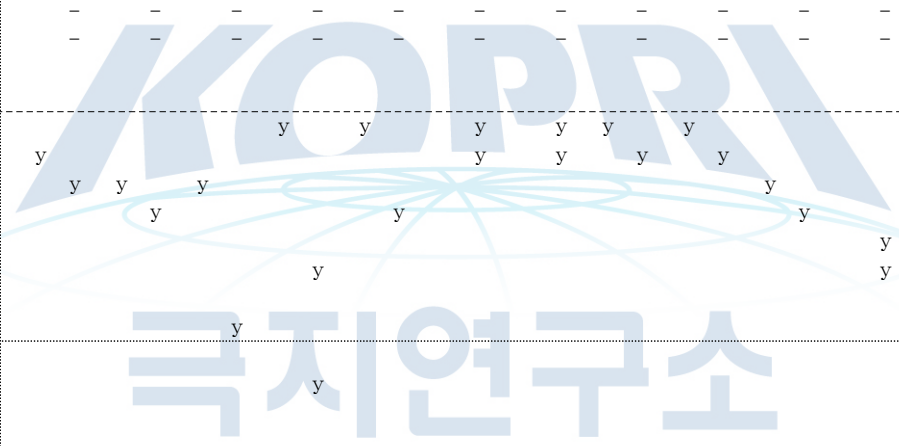
일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
기압	기압 평균 Ave. Station	1000.9	1004.4	999.2	996.1	996.1	991.9	992.5	997.9	1001.0	996.1	994.6	988.1	982.9	984.7	986.3	990.8
	기압 최고 Highest	999.3	999.3	992.1	1001.2	996.9	992.6	994.1	994.4	978.6	965.8	979.5	983.3	977.3	974.2	983.8	
압	기압 나타난 시간 Time	1002.6	1006.2	1004.7	997.2	997.5	994.1	995.8	1000.4	1002.7	1002.6	996.1	993.2	985.5	988.1	992.9	1006.2
	(hPa)	1003.2	1003.0	998.1	1003.2	999.8	994.5	999.1	998.8	988.2	969.7	988.2	987.8	981.9	980.8	985.5	2일
Air Press.	기압 나타난 시간 Time	0003	1508	0001	1037	0822	0148	2350	2349	2309	0058	0939	0008	0005	1807	2301	1508
	기압 최저 Lowest	2101	0001	2356	0907	0001	0026	2116	0022	0001	0010	2037	0001	0001	2357	2258	
Air Press.	기압 나타난 시간 Time	999.8	1002.2	995.3	995.5	993.9	991.4	991.2	995.8	1000.2	988.9	993.0	983.5	980.5	981.2	982.2	962.8
	기압 최저 Lowest	991.1	996.6	988.7	998.0	994.4	990.3	990.1	988.3	969.7	962.8	968.2	981.7	972.6	971.2	980.7	25일
Air Temp.	기온 나타난 시간 Time	1623	0046	2119	0020	2352	1157	0319	0001	1630	1509	2315	2144	1942	0001	0910	1522
	기온 평균 Ave. Station	0003	2351	1133	0004	2347	2340	0009	2344	2356	1522	0001	1803	2349	0737	0003	
기온	기온 평균 Ave. Station	-14.7	-18.0	-18.5	-21.4	-20.6	-21.0	-22.5	-22.1	-21.0	-11.5	-16.1	-12.2	-19.8	-14.9	-11.9	-18.7
	기온 평균 최고 Avg. Maximum	-9.0	-12.0	-12.3	-17.6	-23.0	-25.1	-25.4	-26.7	-26.6	-19.7	-11.8	-19.7	-21.5	-21.1	-22.0	-9.0
기온	기온 평균 최저 Avg. Minimum																-26.7
	기온 최고 Highest	-11.5	-15.0	-15.0	-18.3	-15.3	-15.7	-18.7	-19.6	-15.8	-6.1	-11.7	-7.1	-12.4	-9.9	-8.7	-5.7
(°C)	기온 나타난 시간 Time	-5.7	-9.5	-8.6	-15.7	-19.1	-22.6	-22.1	-23.5	-21.0	-10.0	-7.4	-13.7	-15.7	-15.4	-18.9	16일
	기온 최저 Lowest	0608	0041	0049	0123	1905	0053	0129	2356	1542	1957	0306	0741	0011	2254	2354	1348
Air Temp.	기온 나타난 시간 Time	1348	1533	1436	0934	0023	1341	1701	0701	2358	2249	0343	0026	2136	0012	1153	
	기온 최저 Lowest	-18.2	-20.2	-21.4	-24.3	-24.5	-25	-24.6	-23.8	-23.9	-22.1	-19.6	-19.2	-24.4	-22.4	-14.8	-29.0
Air Temp.	기온 나타난 시간 Time	-13.3	-14.2	-16.4	-19.6	-25.7	-27.1	-27.9	-29.0	-28.6	-25.6	-15.6	-24.0	-26.2	-24.5	-24.7	23일
	기온 나타난 시간 Time	2250	1758	2334	0802	0757	1932	1823	1340	2037	0012	2152	0047	1310	0155	0346	2226
Average Dewpoint Temperature	평균이슬점온도(°C)	2359	0340	2352	1241	2350	2002	2307	2226	0832	0534	2359	2146	1221	1815	2002	
	Average Dewpoint Temperature	-23.5	-24.5	-26.2	-30.0	-30.6	-28.9	-30.0	-28.9	-27.1	-21.0	-21.2	-20.2	-26.2	-25.4	-18.2	-
		-19.3	-19.5	-18.5	-22.6	-28.0	-29.3	-32.2	-35.9	-34.4	-29.7	-19.0	-26.0	-31.0	-28.1	-30.7	

2018년 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상 평 균 Average	47	57	51	46	41	50	51	55	58	46	65	52	57	42	62	53
대	44	54	61	65	63	68	55	42	48	42	56	58	44	55	46	
습 최 소 Lowest	35	35	34	33	28	31	40	37	38	25	40	32	35	19	20	16
도	16	36	36	42	55	60	30	29	34	24	39	41	28	29	29	16일
(%) 나타난 시간 Time	0458	2033	0049	1527	1903	0455	0144	0759	1643	0944	0013	0610	0328	2256	0255	0303
R.H.	0303	2157	0344	1015	0749	1514	1937	0703	2349	0110	0535	2332	2100	0002	0215	
평 균 Average	2.7	2.3	2.1	2.8	3.3	2.6	1.7	2.0	2.7	10.3	2.3	12.9	5.2	7.0	17.5	4.5
바	11.2	2.2	3.6	4.1	2.1	1.6	4.1	2.2	2.4	2.8	7.7	2.8	5.8	2.7	1.9	
순 간 최 대 Greatest Gust	13.0	9.6	7.1	14.1	20.0	15.4	5.1	6.9	17.6	33.7	10.7	30.4	23.7	32.3	36.6	36.6
람	28.8	6.6	15.7	14.5	5.6	3.8	20.8	14.0	13.6	19.3	20.5	13.7	19.1	15.5	8.2	15일
풍	WSW	WSW	W	WSW	W	WSW	WSW	W	N	WSW	SSW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW
(m/s)	WNW	WSW	WSW	WSW	NW	WNW	SW	WSW	WNW	WNW	W	W	WNW	WSW	WSW	1439
Wind 나타난 시간 Time	1147	2035	0047	1028	1518	0115	0014	0806	1619	1456	0312	2157	1235	1225	1439	
	1113	1811	2341	0307	0144	1519	1845	0001	2352	0110	1221	2055	1606	2229	0658	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	3.0	4.0	2.8	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	2.6	4.8	3.6	1.2	1.8	0.0	2.1
	2.0	3.8	6.2	4.6	2.4	0.8	1.4	0.0	0.0	2.4	6.0	3.4	0.4	0.0	2.2	
시 작 시 간 Start Time																
폭풍설																
끝 난 시 간 End Time																
Bliz- zard																
계 속 시 간 Duration of Blizzard																

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	2800	2674	2793	2690	2542	2430	2252	2149	1885	1647	1216	991	1162	1116	946	33891
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	9.5	15.9	12.9	0.4	0.4
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y			y	y	y	y	y	y				y	y	y	16
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y	y	y							y		y				10
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)												y				3
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)			y								y					1
눈 Snow																1
비 Rain																0
Meteo. Pheno- -mena 진 눈 개 비 Sleet																0
안 개 Fog																0
박 무 Mist																0
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen) 상태 (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	
Sea State 거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-



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

2018년 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	3.6	3.3	2.5	2.6	1.5	1.1	1.2	0.5	1.1		6.3	10.4	8.9	4.7	3.9	2.8
2	3.1	2.3	2.1	1.1			1.1			1.1	4.3	6.8	6.9	3.8	4.4	3.9
3	3.3	3.2	2.3	1.1							2.0	3.3	4.3	3.9	3.0	4.6
4	5.0	5.6	2.4	2.6	1.5	0.5	1.9				5.5	11.0	9.0	4.7	4.7	5.1
5	4.2	3.1	4.2	3.0	3.7	2.2	0.9	0.8			3.1	13.9	13.6	11.0	7.7	3.6
6	3.9	2.9	2.1	1.4	1.3		1.4				4.8	13.2	10.3	3.6	5.1	3.0
7	2.7	1.9	0.7	0.8	0.8						1.0	1.3	2.2	3.4	3.0	2.9
8	2.5	2.4	1.3		0.8	1.2					1.1	3.3	5.5	4.0	2.9	2.5
9	5.2	5.0	2.8	2.0		2.7				2.4		2.2	2.5	2.6	2.8	8.3
10	8.5	6.6	3.9	3.4	2.5	1.8	1.7		4.2	5.9	11.6	24.5	20.4	19.9	15.2	7.2
11	3.3	5.1	3.0	2.1		1.0	3.1	1.8	2.3	6.7	6.9	5.4	3.0	2.0	2.5	2.5
12	6.5	5.9	5.3	3.2	1.9			2.1	3.8	2.0	10.3	12.9	13.5	22.4	19.9	10.7
13	8.7	6.5	5.0		3.2		4.7				2.3	4.3	10.2	16.4	14.3	10.3
14	5.2	3.1	2.2	3.1	3.2	3.1	3.5	7.0	6.1	8.1	18.4	17.2	20.2	23.3	6.3	2.4
15		4.3					3.2	3.9	3.8	4.7		7.4	9.2	26.2	26.4	
16	3.8	2.9			3.5		1.8	2.2	4.0	5.3	4.0	4.1	22.1	21.6	12.4	5.6
17	3.2	2.4				0.6				0.6		5.6	5.0	3.6	4.0	3.5
18	4.9	3.4	1.5	1.9					7.8	5.3	10.5	11.2	4.0	3.5	2.3	2.8
19	3.5	2.5	2.5	1.3	2.1		1.8	3.5	4.5	3.9	5.8	11.0	2.3	2.7	3.6	3.5
20	2.9	2.3	0.9	1.1								3.1	1.8	3.2	4.9	3.5
21	2.6	1.9	0.9				0.8					2.6	2.6	2.6	2.9	2.8
22	5.2	3.8	2.8		0.4	0.5	1.0		8.5	9.5	11.3	13.9	9.2	8.5	7.4	7.2
23	3.5	3.6	2.8	2.4	2.0	2.2	2.0				2.7	10.4	4.9	6.9	3.4	3.9
24	3.8	2.8	2.9	2.1			1.7		2.1		1.3	2.9	3.2	8.2	2.5	6.6
25	3.6	2.8	2.5	5.0	2.9	2.6				1.3	7.2	4.3	11.0	13.4	3.6	2.0
26	2.5	1.9	1.6	1.5		1.2	1.0			7.1	9.1	16.7	17.3	13.9	4.0	2.6
27	3.5	2.0	1.8	1.4	1.5	1.7			2.2	1.1	6.1	9.5	4.6	8.6	6.5	3.0
28	3.7	3.7	3.7	0.8	1.0		1.6		1.0	3.0		10.5	12.3	14.3	9.8	4.6
29	2.8	2.2	1.2	1.1	1.1	0.8	0.4	1.0	1.2	0.9	2.0	11.4	7.8	3.1	4.2	3.9
30	2.7	2.2	1.8		1.4	0.6						6.4	5.6	4.0	2.9	2.1
월 Month	8.7	6.6	5.3	5.0	3.7	3.2	4.7	7.0	8.5	9.5	18.4	24.5	26.2	26.4	19.9	10.7

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	4.2	5.6	0.7	1.4	1.4	0.7	0.7	0.0	7.6	17.4	6.9	9.7	9.7	9.7	0.0
2	18.8	6.3	2.8	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	2.1	7.6	5.6	8.3	18.8	26.4	0.7
3	18.1	3.5	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	11.8	12.5	10.4	12.5	25.7	0.0
4	19.4	8.3	5.6	2.1	1.4	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	1.4	4.2	12.5	8.3	17.4	17.4	0.0
5	22.9	13.9	6.3	6.3	1.4	2.8	0.7	0.7	0.0	0.0	1.4	2.1	8.3	13.9	8.3	11.1	0.0
6	16.7	9.7	2.8	1.4	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	2.1	13.9	11.8	9.0	15.3	16.0	0.0
7	18.1	4.9	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.1	6.3	11.8	21.5	30.6	1.4
8	5.6	2.8	1.4	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	10.4	33.3	19.4	9.0	15.3	0.0
9	34.7	14.6	3.5	2.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	2.1	4.9	14.6	9.0	12.5	0.0
10	9.0	8.3	3.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	0.7	5.6	18.1	18.8	27.8	2.1	2.8	0.0
11	7.6	4.2	4.9	0.7	0.0	0.7	2.1	2.1	2.8	10.4	17.4	18.1	11.1	6.3	8.3	3.5	0.0
12	6.3	2.8	2.8	3.5	1.4	0.0	0.0	1.4	1.4	0.7	2.8	4.9	4.9	50.0	16.0	1.4	0.0
13	29.2	13.9	4.2	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	2.8	2.8	10.4	18.8	16.0	0.0
14	6.9	4.9	2.1	0.7	0.7	1.4	2.8	3.5	5.6	12.5	11.1	18.1	16.7	9.0	0.7	3.5	0.0
15	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	6.7	5.7	28.6	53.3	0.0	0.0	0.0
16	2.8	2.1	0.0	0.0	2.1	0.0	0.7	1.4	1.4	2.8	2.8	7.6	16.7	50.0	5.6	4.2	0.0
17	15.3	4.9	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	8.3	22.2	13.2	18.1	16.7	0.0
18	11.1	4.9	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	1.4	11.1	31.9	8.3	5.6	5.6	4.9	0.0
19	13.9	5.6	2.8	0.7	0.7	0.0	0.7	2.8	3.5	0.7	4.2	35.4	0.7	4.9	9.7	13.9	0.0
20	13.2	5.6	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	11.1	9.7	26.4	18.1	0.0
21	9.0	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	23.6	14.6	18.1	12.5	0.0
22	8.3	4.2	3.5	0.0	0.0	1.4	0.7	0.0	0.7	3.5	4.9	6.3	7.6	20.1	17.4	20.8	0.7
23	22.9	19.4	10.4	3.5	3.5	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	1.4	4.9	2.1	4.2	9.7	13.9	0.0
24	23.6	5.6	0.7	2.1	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	0.0	1.4	3.5	5.6	11.1	11.8	32.6	0.0
25	20.1	9.7	3.5	2.1	5.6	4.2	0.0	0.0	0.0	0.7	5.6	11.8	11.1	13.9	4.9	6.3	0.7
26	2.1	0.7	2.1	2.1	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	3.5	8.3	41.7	27.8	8.3	1.4	0.7	0.0
27	13.9	6.9	2.1	1.4	0.7	1.4	0.0	0.0	0.7	0.7	5.6	23.6	9.7	14.6	10.4	7.6	0.7
28	13.9	6.9	2.1	0.7	1.4	0.0	0.7	0.0	0.7	0.7	0.0	9.0	20.8	29.9	5.6	7.6	0.0
29	9.7	3.5	3.5	0.7	0.7	0.7	0.0	1.4	1.4	2.1	4.2	25.7	14.6	6.3	11.1	13.2	1.4
30	17.4	16.0	6.9	0.0	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	9.7	10.4	9.7	21.5	0.0
월 Month	14.1	7.0	2.9	1.4	0.8	0.7	0.7	0.5	1.1	1.4	3.8	12.9	12.6	16.0	11.1	12.9	0.2

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2018년 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	982.3	976.1	980.8	987.9	992.5	983.8	984.8	991.7	986.2	974.7	969.0	967.0	976.4	975.5	978.2		988.0
	최고 Highest	990.9	996.2	1002.9	993.1	993.8	1002.1	1003.9	995.4	984.2	983.2	986.7	998.1	1000.3	992.9	996.3	1001.1	
압	나타난 시간 Time	993.5	1005.1	1006.0	997.3	999.3	1003.3	1008.0	1002.0	988.4	985.3	993.4	1001.1	1002.0	1001.7	998.8	1004.6	22일
	(hPa)	0001	2303	0000	2324	0201	0001	0000	1133	0001	0001	0009	0000	2358	0218	2359		
Air Press.	최저 Lowest	1039	2356	0426	0001	2320	2158	0420	0029	0001	0144	2335	2328	2241	0036	2220	2234	0420
	나타난 시간 Time	976.4	975.4	978.0	984.3	988.2	982.2	983.4	988.6	979.8	972.0	966.0	963.8	974.6	973.3	975.1		963.8
Temp.	나타난 시간 Time	986.9	989.9	997.2	991.9	991.2	999.2	1001.2	988.4	982.7	981.7	982.6	993.2	999.3	987.9	990.7	998.6	12일
		2349	0427	0001	0002	2350	1705	0001	0001	2354	2353	1509	0930	0001	1446	0321		
온도	기온 평균 Ave. Station	0001	0108	2351	2052	0431	0005	2218	2359	1256	1831	0001	0001	637	1826	0002	0001	0930
	평균 최고 Avg. Maximum	-22.3	-22.8	-26.4	-23.2	-26.2	-25.1	-28.4	-29.5	-29.3	-29.1	-23.7	-20.3	-16.7	-14.6	-13.9		-24.2
온도	평균 최저 Avg. Minimum	-18.7	-23.7	-24.3	-24.1	-26.4	-25.4	-20.6	-21.8	-26.1	-27.1	-25.2	-24.9	-28.7	-28.9	-27.4	-26.6	
	최고 Highest	-18.0	-17.6	-20.3	-19.5	-22.2	-20.8	-25.3	-27.3	-26.7	-26.6	-18.5	-15.4	-9.7	-9.5	-11.1		-9.5
Air Temp.	나타난 시간 Time	-13.0	-21.1	-22.5	-21.8	-23.7	-21.0	-17.4	-17.5	-23.1	-23.1	-20.0	-20.6	-26.1	-26.4	-24.1	-21.8	14일
		2315	0138	2134	0208	2008	0502	0032	0931	2307	1918	1218	0445	2027	0926	1228		0926
Temp.	최저 Lowest	0023	0648	0818	0957	0018	2351	2152	0151	1440	0034	2101	0705	0045	1804	1656	2359	
	나타난 시간 Time	-24.9	-26.1	-30.7	-27.1	-29.5	-30.0	-30.9	-32.1	-31.6	-31.4	-29.7	-24.3	-24.0	-18.5	-18.7		-32.6
Average Dewpoint Temperature		-23.8	-25.9	-26.5	-26.9	-29.0	-27.8	-22.2	-27.3	-28.4	-29.8	-29.1	-28.6	-31.8	-32.6	-29.8	-29.7	29일
		1721	2132	1239	1750	1519	1233	1322	1855	0043	0822	0107	1925	0017	1924	0214		0233
평균이슬점온도(°C)		2244	2055	0727	2202	0949	1228	0226	2255	0854	2058	0536	1631	2015	0233	0320	2129	
Average Dewpoint Temperature		-30.6	-29.9	-33.8	-30.9	-31.5	-34.2	-36.7	-38.8	-37.1	-36.7	-35.0	-28.7	-26.8	-23.7	-21.8		-
		-24.2	-29.4	-30.6	-28.3	-31.5	-32.2	-25.7	-29.0	-34.5	-35.2	-33.1	-32.3	-33.2	-33.6	-35.8	-35.8	



2018년 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상 평 균 Average	47	53	52	50	61	43	45	41	47	49	35	51	42	47	53		52
대	62	60	56	68	63	53	63	54	47	47	49	51	65	65	45	42	
습 최 소 Lowest	37	41	29	31	45	27	34	29	35	34	23	26	23	31	27		23
도	41	36	44	58	40	38	49	36	28	27	29	34	45	50	29	30	13일
(%) 나타난 시간 Time	0243	1711	1921	0158	2206	0737	1715	0340	2121	1920	2336	0134	1356	0613	1033		1356
R.H.	2113	0651	1501	1131	1839	1644	2042	0710	1443	0036	2112	0707	0530	2222	1518	0958	
평 균 Average	5.2	3.2	2.6	2.8	2.4	5.6	2.7	5.3	1.3	1.6	3.9	3.8	4.8	2.6	4.7		3.5
바	5.7	2.0	1.5	1.6	3.2	5.8	9.0	5.5	2.9	1.7	3.7	5.0	2.0	1.3	2.0	1.7	
순 간 최 대 Greatest Gust	15.8	15.4	11.5	9.7	12.5	17.4	10.9	15.0	4.0	6.0	21.8	17.3	16.4	12.5	14.5		23.2
람	17.7	8.8	4.8	4.5	13.4	17.6	23.2	15.2	12.4	8.0	16.2	19.7	5.9	4.5	9.6	15.6	22일
풍	WSW	WSW	WSW	ESE	WNW	WNW	WSW	WSW	WNW	WNW	W	W	WNW	W	WSW		WSW
(m/s)	W	SW	NNE	ENE	W	WSW	WSW	WNW	WSW	WSW	WSW	WSW	NNW	W	WSW	WNW	
Wind 나타난 시간 Time	1407	1907	2222	2053	2007	0341	1733	0411	2246	1646	1915	0355	1850	0700	2153		0140
	0113	0647	0709	2159	2105	2243	0140	0830	1301	0046	2340	0318	0034	0645	0952	2358	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	6.9	5.4	3.2	0.0	0.0	1.4	5.6	2.4	0.0	0.0	1.2	0.0	1.8	1.4	6.8		2.7
	4.0	0.0	1.8	3.6	6.4	7.4	8.0	3.0	2.0	1.4	2.0	1.0	0.0	4.0	0.0	2.4	
시 작 시 간 Start Time																	
폭풍설								1249									
끝 난 시 간 End Time																	
Bliz-								1426									
zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard								0137									

2018년 5월

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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	59	43	43	11	9	7	8	6	0	0	0	0	0	0	1	0	189
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	19.0	17.7	16.4	20.0	20.0	20.0	19.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	15.8	20.0	1.3
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)		y	y	y	y	y			y	y	y	y	y	y			17
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y		y	y				y	y								7
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)		y					y										2
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y															y	5
눈 Snow			y														7
비 Rain	y	y				y	y	y				y					0
Meteo. Pheno-mena 진눈깨비 Sleet																	0
안개 Fog																	0
박무 Mist																	0
해상 상태 Sea State (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	F/2	F/2
거칠기 Sea Sfc. Roughness State (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

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

2018년 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	2.9	2.1	2.8	2.2	3.8	3.0	2.3	2.1	3.2	2.7	3.3	11.8	10.7	5.4	2.9	2.8
2	2.3	2.4	0.6	1.5	1.1	1.1		1.4		2.6	4.5	11.3	10.3	3.9	2.6	2.7
3	2.5	2.4	1.8	1.4	1.3	1.6			1.0		7.3	9.2	8.4	4.0	2.9	2.5
4	4.8	3.8	1.7	0.5		6.4		4.2	4.9	5.7	6.4	7.9	6.3	3.4	3.8	5.2
5	6.1	6.5	3.9	2.5	1.8	2.0	2.5	2.2	2.1	2.0	3.6	3.8	2.7	2.2	4.6	6.2
6	5.0	4.7	3.1	1.2		1.1	1.4			4.4	9.4	5.2	7.3	10.9	8.3	3.8
7	2.7	3.0	1.2	0.6	1.1	1.1		1.5		3.3	4.5	9.0	7.1	7.7	4.3	2.5
8	2.8	2.5	1.3	1.5	0.9					1.2	7.5	11.7	10.9	6.1	2.3	2.5
9	2.1	2.3	1.4	1.0	0.5	0.6			1.1		1.8	2.3	2.4	2.4	1.6	2.1
10	2.3	2.1	1.1	1.2	1.2	0.9			0.8	0.7	1.4	3.8	3.9	2.9	3.2	2.0
11	3.7	2.8	3.6	4.7	4.5	4.9	1.8	0.4	3.5	0.6	8.7	16.6	13.9	4.5	4.2	3.1
12	3.3	3.6	1.7	4.8	4.2	2.1	1.5			1.6	5.2	9.1	12.1	10.6	5.5	3.7
13	3.6	3.2	3.0	1.8	1.5	1.1		1.3	1.8	1.1	3.9	10.6	10.4	12.9	7.6	4.7
14	4.7	4.2	3.1	0.9	1.8	1.7	2.9	2.6	3.9	5.5	5.2	7.4	3.2	9.5	6.5	4.4
15	2.7	3.1	2.5	3.6	1.5		1.9	0.5		1.3	8.2	10.5	10.6	6.2	2.2	2.7
16	3.9	4.0	4.3	2.0			0.8			1.4	1.4	12.7	14.5	9.7	5.1	3.9
17	4.1	2.4	0.8	1.0			0.6		0.8	1.2	4.0	6.6	3.4	3.6	3.9	2.9
18	3.0	1.9	2.8	0.6	0.3	0.6		0.7	0.6	1.4	3.7	3.8	3.3	1.8	1.9	2.4
19	2.5	1.5	1.5	1.6	0.8			1.5	1.0	1.7	3.2	2.5	2.5	3.0	3.1	
20	4.3	3.9	3.3	1.8	1.0		1.2	1.4	1.5	1.5	3.3	9.4	10.1	4.8	1.8	4.7
21	2.5	2.3	2.5	2.2	0.9	1.8	1.2		1.4	1.9	3.5	14.1	13.5	2.3	2.0	1.6
22											9.2	16.5	16.8	9.3		
23	1.2	2.4			0.8		0.7		3.0	4.0	5.8	9.4	10.5	11.8	5.8	1.1
24	2.6	3.4	2.4		1.5	1.4	0.9			4.0	3.5	8.8	8.7	5.5	4.3	4.0
25	2.5	1.6	2.0	0.7		0.6			0.7	1.3	2.8	5.7	6.4	4.5	2.3	2.2
26	3.7	2.9	1.5	2.2	1.2	0.4	0.7	1.5	1.4		2.7	12.2	11.0	4.1	3.9	3.3
27	4.4	4.2	1.5	1.3	2.5		0.6	1.3		1.3	1.8	15.9	11.2	4.6	2.6	2.5
28	4.1	3.8	1.7					1.1	1.8	1.6	2.5	3.7	4.4	3.4	2.7	4.3
29	3.4	2.6	2.7	1.4	1.7	1.2	0.8	0.4	2.0	2.1	3.0	3.1	3.3	2.1	2.8	2.3
30	3.4	1.6	1.6	0.7		0.5	1.2	0.6	0.5	0.6	2.1	8.3	6.9	5.2	2.3	3.5
31	3.4	2.7	2.4	0.7	0.7	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	3.5	1.9	4.4	3.2	7.2	3.4
월 Month	6.1	6.5	4.3	4.8	4.5	6.4	2.9	4.2	4.9	5.7	9.4	16.6	16.8	12.9	8.3	6.2

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 5월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.7	1.4	4.2	2.8	4.2	1.4	2.8	4.2	0.7	0.7	4.2	18.8	40.3	8.3	3.5	2.1	0.0
2	9.7	7.6	0.7	2.8	2.1	1.4	0.0	0.7	0.0	2.1	4.9	16.7	25.7	8.3	9.0	8.3	0.0
3	14.6	6.9	3.5	1.4	2.1	2.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.9	18.8	13.9	12.5	9.7	9.0	0.0
4	20.8	16.7	1.4	0.7	0.0	2.1	0.0	0.7	2.1	2.1	8.3	13.9	7.6	2.8	5.6	14.6	0.7
5	22.9	11.8	3.5	1.4	2.1	0.7	3.5	1.4	2.1	2.1	11.1	8.3	6.9	2.8	8.3	11.1	0.0
6	16.0	4.2	4.2	0.7	0.0	0.7	1.4	0.0	0.0	2.1	1.4	2.8	2.1	52.1	6.9	5.6	0.0
7	13.2	7.6	0.7	0.7	2.1	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7	2.8	12.5	17.4	14.6	12.5	13.9	0.0
8	12.5	7.6	1.4	2.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	4.9	38.9	8.3	5.6	6.3	9.0	0.7
9	10.4	6.3	1.4	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	2.1	0.0	2.1	6.3	24.3	17.4	6.9	14.6	6.3
10	5.6	7.6	2.1	1.4	2.1	0.7	0.0	0.0	1.4	0.7	2.1	5.6	21.5	16.7	18.8	12.5	1.4
11	8.3	5.6	5.6	4.2	2.8	4.9	1.4	0.0	0.7	0.7	6.3	13.2	21.5	8.3	8.3	7.6	0.7
12	8.3	6.3	2.8	4.2	4.2	2.1	0.7	0.0	0.0	2.1	4.9	15.3	27.1	11.8	4.9	5.6	0.0
13	16.7	6.9	4.9	2.8	2.8	1.4	0.0	0.7	0.7	1.4	1.4	18.1	10.4	17.4	5.6	9.0	0.0
14	13.2	13.9	6.9	0.7	4.2	2.1	1.4	2.8	2.1	2.1	8.3	17.4	4.9	5.6	6.9	7.6	0.0
15	9.0	6.3	2.1	1.4	0.7	0.0	0.7	1.4	0.0	1.4	2.8	36.1	19.4	7.6	4.9	6.3	0.0
16	10.4	7.6	3.5	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	1.4	27.1	27.8	4.2	6.3	8.3	0.0
17	5.6	4.2	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	0.7	2.8	17.4	26.4	17.4	14.6	6.9	0.7
18	9.0	4.9	2.1	0.7	0.0	0.7	0.0	1.4	0.7	1.4	5.6	19.4	20.8	11.8	7.6	11.1	2.8
19	6.3	1.4	2.1	2.8	0.7	0.0	0.0	1.4	0.0	0.7	4.2	22.9	18.8	12.5	11.8	13.2	1.4
20	11.8	7.6	4.9	1.4	1.4	0.0	1.4	2.8	2.1	2.8	4.2	12.5	21.5	10.4	4.2	10.4	0.7
21	5.6	6.9	4.9	2.1	1.4	1.4	0.7	0.0	0.7	0.7	1.4	54.9	11.1	1.4	2.1	4.2	0.7
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	54.9	39.6	0.7	0.0	0.0	0.0
23	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	1.4	4.2	11.1	26.4	27.8	22.2	2.8	1.4	0.0
24	2.8	3.5	2.8	0.0	1.4	2.1	0.7	0.0	0.0	0.7	4.2	20.1	19.4	15.3	12.5	14.6	0.0
25	9.0	2.8	1.4	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	2.1	0.7	0.7	17.4	34.0	10.4	7.6	12.5	0.0
26	7.6	2.8	2.1	2.1	0.7	0.0	1.4	1.4	2.8	0.0	3.5	25.7	13.9	13.9	12.5	8.3	1.4
27	10.4	2.1	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	0.7	0.0	1.4	0.7	31.9	16.7	10.4	12.5	9.7	0.7
28	9.7	5.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	3.5	8.3	23.6	16.7	9.0	6.3	11.8	0.7
29	13.2	4.9	4.2	2.8	2.1	2.1	0.7	0.0	4.9	2.8	10.4	13.2	7.6	10.4	6.3	11.8	2.8
30	6.9	4.2	0.7	1.4	0.0	0.7	1.4	1.4	0.7	0.7	4.2	7.6	34.7	8.3	11.8	11.8	3.5
31	11.8	13.2	5.6	1.4	0.7	0.7	1.4	2.1	0.7	0.7	4.2	3.5	10.4	13.2	15.3	13.9	1.4
월 Month	9.8	6.1	2.7	1.5	1.3	0.9	0.7	0.8	1.0	1.4	4.6	20.0	19.3	11.7	8.1	9.2	0.9

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2018년 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	기압 평균 Ave. Station	1003.5	992.5	968.2	986.3	988.3	981.4	979.0	972.8	967.0	973.3	977.1	982.2	995.4	997.4	997.5	989.8
	최고 Highest	993.4	993.5	993.9	990.4	997.1	994.8	996.7	1001.4	995.8	990.1	996.1	1001.0	998.2	995.3	995.7	
압	나타난 시간 Time	1004.7	1001.1	984.4	993.5	993.3	984.1	981.2	975.1	971.7	976.2	978.1	987.7	1001.4	1001.4	1001.1	1004.7
	(hPa)	998.2	995.6	996.2	994.7	1000.7	996.4	1000.8	1002.8	999.7	992.0	999.6	1002.0	1000.7	996.8	996.7	1일
Air Press.	최저 Lowest	0037	1504	2244	0002	1148	0045	2353	0948	0001	0001	2359	1211	0021	0001	1027	
	나타난 시간 Time	1000.7	984.4	957.6	970.1	984.1	979.8	974.8	971.5	965.4	967.3	976	977.5	987.7	995.4	996	957.6
Temp.	나타난 시간 Time	989.3	990.3	992.1	986.9	993.1	994.1	994.7	999.6	992	989.4	991	999.4	996.9	994.6	994.9	3일
		2352	2358	1411	0004	2259	1421	2354	2352	1312	0004	0243	0001	0001	2111	1715	1411
기온	기온 평균 Ave. Station	1456	0134	2015	1444	0001	1322	0133	2342	2353	1536	0001	0001	2322	1808	2355	
	평균 최고 Avg. Maximum	-25.2	-17.5	-21.2	-20.6	-24.6	-27.3	-26.1	-19.8	-17.8	-13.8	-20.7	-23.5	-27.6	-27.8	-26.5	-20.1
온	평균 최저 Avg. Minimum	-17.9	-14.7	-10.8	-12.5	-11.4	-19.6	-21.0	-18.2	-13.7	-16.7	-16.8	-18.8	-22.9	-25.2	-21.9	-10.8
	최고 Highest	-20.4	-12.9	-16	-18.4	-20.9	-21.9	-21.5	-15.8	-14.1	-9.5	-17.3	-19.7	-23.5	-23.9	-21.1	-7.4
(°C)	나타난 시간 Time	-14.7	-10	-7.5	-9	-7.4	-14.4	-18.7	-13.3	-11.8	-12.2	-14	-14	-21	-22.3	-18.6	20일
	나타난 시간 Time	0534	1613	0032	0414	0031	1054	2130	2033	2306	1255	1635	0022	2339	0349	2342	1223
Air Temp.	최저 Lowest	1541	2039	1413	1842	1223	0101	2153	2010	1101	0055	2219	0215	1602	2359	0601	
	나타난 시간 Time	-28.5	-22.9	-27.3	-22.7	-28.5	-31.1	-31.4	-24	-20.2	-19.6	-24.4	-27.8	-30.9	-31.4	-31.4	-31.4
Temp.	나타난 시간 Time	-23.1	-17.5	-16.2	-15.7	-17.0	-23.5	-23.0	-22.5	-16.8	-19.3	-19.1	-23.5	-26.0	-27.6	-24.5	15일
	나타난 시간 Time	1930	0006	1114	1126	2001	2054	0136	0314	1026	2301	0737	2232	1439	2255	0805	805
평균이슬점온도(°C)		0107	0024	2337	0004	2343	1813	0521	0736	1757	1633	0738	2009	2331	1520	0059	
Average Dewpoint Temperature		-34.6	-28.5	-28.0	-24.7	-28.3	-34.4	-33.9	-31.7	-30.2	-22.7	-29.3	-32.1	-36.6	-35.4	-35.4	-
		-26.9	-21.9	-23.3	-20.9	-17.2	-25.7	-29.4	-26.9	-19.3	-24.1	-26.1	-25.5	-26.8	-31.4	-28.2	

2018년 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--
상 평 균 Average	42	38	55	70	71	52	50	34	33	48	46	46	42	50	44	51
대	46	56	36	51	64	59	47	47	63	53	45	56	71	57	57	
습 최 소 Lowest	27	27	32	57	50	33	27	26	23	27	37	36	26	27	29	23
도	29	31	25	33	35	39	34	32	47	39	36	44	51	40	38	9일
(%) 나타난 시간 Time	1139	0044	0034	1906	2347	1014	2109	0109	0814	0115	1032	1644	2341	0319	1445	0814
R.H.	1959	2210	0555	0051	1828	2101	0046	1654	2029	1615	0811	0045	1552	1816	0603	
평 균 Average	3.0	10.2	6.8	6.5	1.3	1.7	13.6	11.1	12.8	7.8	5.8	5.3	5.4	4.3	10.6	6.4
바	12.2	11.0	12.5	8.8	7.4	3.0	2.7	2.3	4.8	2.2	10.0	3.8	1.2	1.2	1.4	
순 간 최 대 Greatest Gust	23.5	21.4	32.9	22.7	4.5	6.2	25.2	20.0	21.7	23.4	26.9	18.5	23.1	20.3	30.3	32.9
람	23.7	21.4	22.6	22.8	24.6	19.5	16.8	11.3	12.7	10.5	19.4	14.6	6.3	4.1	7.7	3일
풍	WNW	WSW	WNW	W	NNE	WSW	WNW	W	WNW	WSW	WNW	W	W	WNW	WNW	WNW
(m/s)	W	W	WSW	W	WSW	WSW	W	W	WSW	SW	WSW	W	W	NNE	SW	1411
Wind 나타난 시간 Time	0025	0209	1411	0001	0711	1426	0555	1154	1952	0901	1234	1108	1720	0110	0851	
	1214	2252	2257	2052	0803	2246	0040	2338	0152	0657	0439	0001	1514	1903	0547	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	1.0	0.0	1.2	7.6	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	7.4	2.2	0.0	0.0	3.2
시 작 시 간 Start Time			1605				0417									
폭풍설					0315											
끝 난 시 간 End Time				0008			1445									
Bliz- zard					0611											
계 속 시 간 Duration of Blizzard			0803				1028									
					0256											

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	17.5	17.0	12.6	5.3	18.1	20.0	10.1	18.5	20.0	20.0	20.0	20.0	18.6	18.6	9.4	5.3
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
신적설합계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Snow (cm) Snow 최심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y	y		y	y	y	y	y	y	y			y	y	14
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y				y								y		y	4
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)								y	y			y	y			5
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)					y								y		y	7
눈 Snow					y	y						y	y			11
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 유빙 Drift Ice(F:Frozen) 상태 (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	
Sea State 거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-



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

2018년 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	4.2	6.4	4.2	3.2	3.8	2.6	2.0	2.0	2.0	3.0	7.7	7.7	2.0	15.3	13.4	3.8
2	3.5	3.2	1.9			2.3	2.0		1.9			16.5	16.6	1.3	1.1	3.8
3	5.0	5.4	3.6	2.1					1.9		2.3	14.4	20.2	22.5	17.4	8.3
4	5.4	6.0	4.9			0.7		6.6	6.4	6.9	10.2	16.3	16.8		4.5	4.9
5	2.8	2.8	2.2	1.2	1.2		0.9	1.3		1.4	2.3	3.1	3.1	2.4	2.2	2.5
6	2.5	2.5	2.0	1.1	1.6	1.1	0.8	1.7	2.3	1.8	4.9	5.4	3.7	2.4	3.0	2.4
7	4.5	3.8	2.9		1.1	1.8				3.9			17.5	18.6	10.3	4.3
8	2.6	2.7	1.7	2.3	2.9	1.7					12.3	14.1	15.8	7.2		2.7
9	4.1	2.2	1.9	2.4							14.2	15.3	15.2	17.3	2.5	2.1
10	5.3	2.0	2.2		1.9	1.5	1.7		2.3			16.7	15.0	9.0	5.6	4.2
11	3.3	3.2	2.5	2.3	2.7			1.1	0.4	1.2	4.0	12.3	16.0	19.2	8.4	3.8
12	3.2	2.1	1.5	1.5	1.6	1.3			0.8	2.0	1.0	7.5	6.5	13.1	6.4	3.1
13	5.1	5.0	3.0	2.3	2.0	1.8	2.7	2.8	1.9			16.1	15.6	15.6	4.8	3.6
14	4.0	3.8	1.5	1.7	1.7	2.2	1.0	2.4			2.0	2.5	1.9	16.0	6.1	4.4
15	5.2	4.1			1.2	2.3	2.0	2.9	1.8	1.9	4.6	13.4	16.4	23.8	2.8	9.3
16										10.7	10.6	14.4	17.6	17.7		
17										10.0	11.4	13.8	14.6			
18		4.0	9.5	6.9								17.3	15.9	14.0	6.1	5.2
19	2.6	2.5	1.6	1.5		1.0			2.8		12.4	16.6	16.8	9.5	2.7	3.8
20	1.8	2.5	3.0	2.9	3.3	4.1	1.7		2.9	5.0	10.2	16.4	16.3	11.5	2.6	1.7
21	4.3	4.1	3.0	1.9	1.4	1.4			4.5		5.3	15.2	10.6	5.6	3.5	3.2
22	2.1	2.8	1.5	1.6		0.7			1.3		2.1	2.9	12.2	6.4	3.8	2.6
23	3.1	3.2	1.8	1.9	0.8	0.8					6.3	8.5	5.7	3.3	3.2	2.9
24	1.9	2.4	2.4	2.3	3.5	1.6	1.8	0.9		5.4	7.2	9.6	8.6	0.9	2.3	1.5
25	2.9	2.3	2.8	2.4	2.1	1.0		0.9			8.1	7.6	5.5	3.5	2.8	2.4
26	2.0			1.1							9.4	15.3	14.4	2.8		1.9
27	1.9	2.7	2.0	0.7		0.4					7.0	11.3	10.9	3.1	1.7	1.9
28	2.5	2.7	1.4	1.3	1.1	1.1	0.5	1.4	1.3	0.5	1.9	4.7	5.0	2.4	2.2	1.3
29	2.7	1.4	1.1	0.5		1.1	0.9		1.2		1.3	2.2	2.5	2.3	1.8	2.4
30	2.4	2.7	2.4	2.0	1.2	0.8	2.5		0.9	1.0	5.8	5.8	2.4	2.2	1.6	2.2
월 Month	5.4	6.4	9.5	6.9	3.8	4.1	2.7	6.6	6.4	10.7	14.2	17.3	20.2	23.8	17.4	9.3

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	15.3	25.0	18.1	7.6	4.2	2.8	1.4	1.4	0.7	0.7	4.2	2.1	2.1	4.2	5.6	4.9	0.0
2	7.6	4.9	4.2	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	1.4	0.0	0.0	23.6	50.0	1.4	0.7	3.5	0.0
3	13.9	4.9	4.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	2.8	22.9	23.6	11.1	5.6	8.3	0.0
4	4.9	11.8	2.8	0.0	0.0	0.7	0.0	3.5	2.1	2.8	11.1	41.0	13.2	0.0	0.7	4.2	1.4
5	18.8	10.4	4.9	1.4	1.4	0.0	0.7	2.8	0.0	2.8	4.2	6.9	7.6	9.0	13.2	13.2	2.8
6	11.8	7.6	5.6	0.7	2.1	3.5	0.7	4.2	2.1	4.9	6.9	8.3	11.8	7.6	7.6	14.6	0.0
7	1.4	1.4	1.4	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	18.8	66.7	5.6	1.4	0.0
8	0.7	0.7	0.7	0.7	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	51.4	40.3	1.4	0.0	0.7	0.0
9	0.7	0.7	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	14.6	18.8	59.0	0.7	0.7	0.0
10	7.6	2.8	2.1	0.0	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	38.9	18.8	14.6	6.9	5.6	0.0
11	3.5	4.9	4.2	2.1	4.9	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	2.8	11.8	17.4	27.1	9.7	9.0	1.4
12	7.6	3.5	2.1	1.4	1.4	1.4	0.0	0.0	0.7	1.4	0.7	10.4	13.2	45.8	6.9	3.5	0.0
13	15.3	10.4	6.3	4.2	2.1	2.1	2.8	1.4	0.7	0.0	0.0	8.3	7.6	25.0	3.5	10.4	0.0
14	17.4	11.1	1.4	2.8	2.8	0.7	0.7	1.4	0.0	0.0	2.1	4.9	4.9	25.0	13.9	11.1	0.0
15	4.9	3.5	0.0	0.0	1.4	0.7	0.7	1.4	1.4	0.7	0.7	34.0	22.2	23.6	1.4	3.5	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	5.6	43.8	41.7	7.6	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	2.1	9.0	65.3	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	1.4	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	71.5	8.3	1.4	2.1	0.0
19	1.4	4.9	2.1	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	0.0	3.5	39.6	27.1	11.8	2.1	4.2	0.0
20	4.2	2.1	3.5	1.4	1.4	1.4	0.0	0.7	2.8	2.8	9.0	32.6	30.6	3.5	2.1	2.1	0.0
21	15.3	16.7	5.6	4.9	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	2.1	4.2	14.6	10.4	7.6	7.6	9.0	0.0
22	11.1	9.7	0.7	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	2.1	2.1	6.9	19.4	13.2	11.1	21.5	0.7
23	14.6	13.9	2.8	2.8	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	10.4	15.3	9.0	15.3	11.1	0.0
24	2.1	5.6	9.0	4.9	4.9	1.4	2.8	1.4	0.0	1.4	7.6	42.4	8.3	0.7	4.2	2.8	0.7
25	13.2	11.8	4.2	3.5	2.8	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	3.5	12.5	6.3	9.0	13.9	16.0	1.4
26	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	52.1	41.7	2.1	0.0	0.7	0.0
27	5.6	4.2	4.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	42.4	20.1	9.0	6.9	4.2	0.7
28	9.0	8.3	3.5	2.1	0.7	2.1	0.7	1.4	1.4	0.7	4.2	16.7	17.4	5.6	8.3	4.9	13.2
29	16.7	6.9	3.5	0.7	0.0	1.4	2.1	0.0	1.4	0.0	1.4	6.3	15.3	11.8	9.0	20.1	3.5
30	13.2	10.4	12.5	4.2	2.1	1.4	0.7	0.0	0.7	1.4	7.6	8.3	8.3	4.9	9.0	13.2	2.1
월 Month	8.0	6.7	3.7	1.7	1.2	0.9	0.5	0.7	0.6	1.0	3.5	22.9	20.9	14.2	5.8	6.9	0.9

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2018년 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	992.8	996.2	994.5	997.5	996.5	992.5	988.0	992.1	986.9	984.4	976.2	965.2	976.9	981.4	986.7	986.9	
	기압 최고 Highest	987.0	986.3	980.7	968.8	976.3	975.9	971.8	986.1	985.6	987.8	989.2	989.7	989.0	1000.2	1003.2	1008.1	
압	기압 최저 Lowest	995.0	997.9	996.6	1000.1	998.6	996.5	992.6	993.6	989.5	986.4	982.0	969.6	982.2	985.3	989.5	1010.3	
	압 나타난 시간 Time	989.1	989.6	988.2	974.0	979.4	979.5	977.1	991.3	996.1	998.3	995.3	995.0	997.4	1002.0	1004.5	1010.3	31일
(hPa)	기압 나타난 시간 Time	0001	1453	0051	1143	1013	0158	2340	1030	0010	0001	0211	2358	2309	2357	2338		
	기압 최저 Lowest	0006	2130	0001	2342	2227	0140	2356	1940	2357	0142	2126	0010	0000	2329	2343	1616	1616
Air Press.	기압 최고 Highest	992.1	993.8	993.3	993.6	995.0	987.6	985.5	989.2	986.0	981.1	967.4	962.7	969.6	979.0	985.1	961.7	
	기압 나타난 시간 Time	984.4	982.2	971.4	961.7	972.1	973.4	965.8	976.3	980.3	980.8	982.6	986.0	986.0	997.4	1001.8	1004.5	19일
Temp.	기온 평균 Ave. Station	1236	0001	2223	0002	1653	2338	0644	2359	1513	0000	2350	0746	0001	0738	0226		
	기온 최고 Highest	2251	1559	2344	1637	0007	2118	1918	0054	1249	1801	0404	2130	923	0001	0007	0001	1637
온	기온 평균 최고 Avg. Maximum	-25.3	-26.3	-25.5	-20.6	-18.1	-21.0	-20.9	-26.5	-28.5	-30.8	-31.2	-33.9	-33.7	-31.8	-22.6	-22.2	
	기온 평균 최저 Avg. Minimum	-25.2	-11.8	-10.7	-14.4	-20.3	-16.9	-14.3	-17.0	-17.7	-14.7	-13.9	-16.7	-20.8	-23.9	-27.1	-26.6	-10.7
(°C)	기온 최고 Highest	-23.4	-24.3	-21.4	-17.7	-13.8	-18.9	-17.7	-23.0	-26.0	-27.0	-26.5	-31.2	-30.7	-24.9	-17.0	-7.3	
	기온 나타난 시간 Time	-11.4	-7.7	-7.3	-8.7	-16.3	-12.5	-10.0	-13.9	-9.7	-10.7	-8.8	-10.5	-17.6	-20.4	-24.0	-24.3	18일
Air Temp.	기온 최저 Lowest	0017	0641	2342	2242	1021	1434	0838	0229	0109	2322	0029	0332	2355	2312	1117	2127	
	기온 나타난 시간 Time	2352	1328	2127	1034	1537	1550	1712	1625	1632	2053	1856	0443	0330	0812	0012	0241	
Temp.	기온 최고 Highest	-27.2	-29.6	-30.0	-22.8	-24.5	-25.2	-26.2	-29.6	-32.3	-33.3	-34.5	-37.0	-36.7	-35.4	-30.5	-37.0	
	기온 나타난 시간 Time	-29.9	-15.0	-13.6	-23.1	-23.3	-21.5	-19.1	-21.9	-23.1	-19.6	-19.1	-22.3	-24.6	-27.3	-29.8	-29.0	12일
Average Dewpoint Temperature	평균이슬점온도(°C)	0854	2149	0041	0006	2329	0143	2305	1502	2233	0048	2154	1822	0031	0604	0043	1822	
	Average Dewpoint Temperature	1421	448	1437	2329	0210	133	2348	2237	0606	0330	0519	2216	2310	2139	1459	1925	
Average Dewpoint Temperature		-28.8	-30.2	-29.4	-24.0	-24.0	-26.8	-24.9	-29.5	-34.1	-36.0	-37.8	-40.4	-41.5	-41.0	-31.8	-	
Average Dewpoint Temperature		-31.4	-20.1	-20.1	-21.5	-29.9	-29.3	-25.6	-26.9	-26.7	-25.3	-27.5	-25.3	-28.2	-31.6	-35.7	-31.6	

2018년 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상 평 균 Average	72	70	70	74	60	60	71	76	59	61	53	52	46	39	43		53
대	56	52	48	56	43	34	39	43	46	41	31	51	52	50	44	63	
습 최 소 Lowest	60	62	61	67	39	50	60	63	51	40	42	40	30	29	28		13
도	37	19	13	34	23	21	24	27	23	25	21	22	32	36	33	46	18일
(%) 나타난 시간 Time	0225	2138	0207	2325	1023	2007	0059	0553	1120	2314	0118	0626	2051	0152	1022		1548
R.H.	0038	2240	1548	1301	1538	0247	0441	1626	1659	904	1932	0005	0329	0812	0402	0213	
평 균 Average	1.1	1.3	5.4	13.4	8.9	1.2	2.8	2.3	3.2	2.3	2.5	1.6	5.9	3.3	6.9		6.7
바	3.9	15.4	16.7	18.5	12.5	6.3	11.3	13.8	7.3	17.4	12.5	2.8	1.7	2.0	3.1	1.1	
순 간 최 대 Greatest Gust	3.9	4.9	22.7	23.1	21.0	5.1	10.0	7.5	8.8	12.0	10.9	4.7	19.6	12.5	23.0		39.5
람	27.4	31.9	34.2	35.1	35.2	23.6	39.5	35.4	38.3	33.4	28.0	14.9	9.1	11.9	15.9	3.5	22일
풍	N	WSW	WSW	W	W	S	NNE	WNW	NW	W	WSW	NW	WNW	WSW	W		WNW
(m/s)	NW	WNW	WSW	W	WNW	W	WNW	WNW	WNW	WNW	WSW	WNW	WNW	WSW	W	SE	
Wind 나타난 시간 Time	0205	2221	2247	0241	0541	0028	1753	0649	0715	2340	0052	0157	0220	2337	0722		2223
	2318	1558	0152	0918	0027	1242	2223	0104	2003	1818	1010	0154	0521	1740	0854	0956	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	6.2	6.0	7.4	8.0	4.0	0.0	2.0	3.4	2.8	3.4	2.8	2.0	2.0	2.4	2.0		2.4
	1.6	2.4	1.0	0.0	1.4	2.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	1.4	1.4	2.6	2.8	
시 작 시 간 Start Time			1920	1950													
폭풍설																	
끝 난 시 간 End Time				0926	0903												
Bliz- zard																	
계 속 시 간 Duration of Blizzard			1406	1313													

2018년 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
수평면일사량(0.001 MJ/m <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	0	1	4	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	23
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	20.0	18.0	8.1	0.7	8.3	20.0	18.8	17.4	18.1	20.0	20.0	20.0	15.3	20.0	12.8	0.7
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
신적설합계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Snow (cm) Snow 최심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y		y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	17
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)		y			y			y	y	y	y			y		10
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)		y														1
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y		y	y												3
눈 Snow		y	y	y	y	y	y	y	y				y		y	11
비 Rain																y
Meteo. Pheno-mena 진눈깨비 Sleet																0
안개 Fog																0
박무 Mist																0
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen) 상태 (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	F/2
Sea 거칠기 Sea Sfc. Roughness State (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

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

2018년 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	1.6	2.5	1.3	0.8	1.0	0.5		0.9	0.8	0.9	2.5	3.3	2.0	2.2	1.4	2.4
2	2.1	1.6	1.6			0.5	0.6				1.1	4.2	2.6	2.0	2.0	2.7
3	2.7	3.0	0.8		1.8		1.2		1.2	1.6	1.2	18.0	11.4	1.8	2.2	2.5
4												17.9	17.7			
5	4.3	5.2	2.4		3.4		2.3		1.3	1.7	2.3	15.7	16.1	11.8	8.4	4.7
6	2.3	2.0	2.0	1.3	1.5		1.0		1.0	2.7	2.4	2.6	2.7	2.2	1.6	1.6
7	7.9	7.2	1.0	0.8		0.3	0.7	0.3	3.3	3.9	3.9	2.6	2.5	1.1	2.0	4.6
8	5.0	5.2	3.2		1.8	0.8	0.9	2.5	3.1	3.0	5.2	4.5	3.1	2.0	1.9	2.3
9	6.9	2.6	2.0	0.7				0.9	1.1	1.7	1.9	3.4	3.0	6.9	7.6	6.8
10	3.8	4.2	2.3	0.8	0.8						7.9	7.1	6.9	1.9	3.1	2.7
11	4.7	4.0	2.5				1.6	2.2	1.9	4.5	7.2	6.6	6.5	4.0	4.2	4.5
12	3.0	1.6	1.4	2.2		0.8	1.0	2.1	1.8	2.1	2.8	2.4	3.7	2.5	3.6	3.3
13	4.4	3.8	2.1		1.2	1.1	1.2	1.3			0.6	1.0	1.1	14.7	1.6	2.8
14		3.6														
15	4.4	3.9	3.2	3.5	2.5	3.6	1.0	3.0	2.1	4.8	5.4	14.4	17.0	9.9	10.7	6.5
16	8.2	6.8	3.8	2.2	0.9	0.6	0.9				3.2	3.5	2.9	2.0	18.2	12.4
17					2.8					6.0	6.7	12.2	23.0	24.6	10.0	
18	5.1				5.6	4.6				4.7	16.2	23.3	24.5	19.1	15.6	2.3
19									11.8	23.3	23.7	27.0	22.5	16.8		
20	3.0	3.1	1.9		0.8						12.7	12.1	25.7	3.6	1.5	
21	4.5	3.5	5.1	2.4	4.0	3.2	2.3	2.9			18.2	18.4	16.0	6.3	5.5	
22	6.3	6.3		9.0	1.8	4.4	1.7	3.1		3.9	6.8	8.8	22.3	24.2	21.9	2.4
23	4.8	5.3											13.2	26.0	11.0	7.0
24	6.5	6.1		3.1				1.2	13.6	16.7	18.3	10.8	16.3	27.4	3.6	4.0
25											16.0	18.8	19.3	23.7		
26	4.9							7.4	10.4	9.8	13.3	19.6	19.9	19.7	9.0	7.1
27	3.7	4.3	4.4	4.0	5.4	3.7	1.3	0.9	1.7	4.6	7.9	10.1	7.4	11.1	4.0	2.4
28	2.8	3.9	1.7	1.8	1.1	0.7		0.7	2.1	3.5	4.7	4.6	4.0	6.5	1.8	2.9
29	3.4	2.9	2.1	1.2	0.7		0.5	0.5	1.0	1.5		8.4	9.4	4.2	2.8	2.6
30	4.3	2.9	2.0		1.5	1.1		1.7		1.2	5.9	10.6	10.4	5.9	3.2	2.5
31	2.2	2.4	1.4	1.4		1.1	0.5		0.7	1.0	1.2	2.0	2.0	1.5	1.3	2.2
월 Month	8.2	7.2	5.1	9.0	5.6	4.6	2.3	7.4	13.6	16.7	23.3	23.7	27.0	27.4	21.9	12.4

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	10.4	4.2	0.7	0.7	0.7	0.0	2.8	0.7	2.8	11.1	15.3	15.3	8.3	6.3	7.6	3.5
2	8.3	6.3	2.8	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	11.1	27.8	16.0	11.8	11.1	2.8
3	13.9	9.0	0.7	0.0	1.4	0.0	1.4	0.0	0.7	2.8	1.4	40.3	9.7	3.5	7.6	6.3	1.4
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.3	41.7	0.0	0.0	0.0	0.0
5	8.3	6.3	4.2	0.0	0.7	0.0	1.4	0.0	0.7	2.1	0.7	12.5	36.8	18.8	2.1	5.6	0.0
6	9.7	9.7	4.9	2.8	0.7	0.0	0.7	0.0	1.4	6.3	2.8	13.2	18.1	11.1	6.3	6.9	5.6
7	40.3	17.4	2.8	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	2.1	7.6	5.6	2.8	1.4	2.8	11.1	4.2
8	13.9	4.9	2.8	0.0	2.1	0.7	1.4	0.7	5.6	7.6	22.2	17.4	11.8	4.2	2.1	2.8	0.0
9	10.4	2.8	2.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	1.4	11.1	16.7	9.0	22.2	20.1	0.7
10	36.1	18.8	2.8	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.1	4.9	2.8	10.4	19.4	0.0
11	13.2	10.4	1.4	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	3.5	4.2	13.2	13.9	9.7	3.5	9.0	15.3	0.0
12	8.3	2.8	2.8	0.7	0.0	2.1	1.4	2.8	2.1	3.5	4.9	9.7	18.1	9.7	11.1	19.4	0.7
13	13.9	17.4	6.3	0.0	2.1	1.4	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	1.4	1.4	43.8	3.5	5.6	1.4
14	0.0	100.0	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
15	7.0	4.9	3.5	7.0	1.4	2.8	0.7	1.4	1.4	4.9	4.2	10.6	33.1	5.6	7.0	4.2	0.0
16	25.2	8.1	6.3	0.9	1.8	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	5.4	9.9	14.4	4.5	11.7	9.9	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	6.4	29.3	60.0	0.7	0.0	0.0
18	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	34.0	36.1	21.5	2.8	0.7	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	13.2	16.7	31.9	35.4	0.7	0.0	0.0
20	2.1	3.5	2.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	13.4	70.4	0.7	0.7	0.0
21	8.3	7.6	8.3	3.5	1.4	3.5	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	11.1	20.1	23.6	5.6	4.2	0.0
22	0.8	5.3	0.0	1.5	0.8	2.3	0.8	1.5	0.0	2.3	3.8	11.3	13.5	51.1	4.5	0.8	0.0
23	5.6	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	77.6	4.2	4.2	0.0
24	27.5	6.3	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	2.8	2.1	5.6	4.9	11.3	19.0	3.5	14.8	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	6.3	14.6	69.4	0.0	0.0	0.0
26	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	2.1	4.2	11.1	42.4	28.5	3.5	5.6	0.0
27	9.7	6.3	3.5	3.5	2.8	2.8	0.7	0.7	0.7	4.2	13.2	18.1	14.6	9.7	5.6	4.2	0.0
28	13.9	13.9	8.3	1.4	0.7	0.7	0.0	0.7	1.4	4.2	4.9	13.9	9.7	6.9	8.3	9.0	2.1
29	18.1	11.8	2.1	0.7	1.4	0.0	0.7	0.7	0.7	2.1	0.0	7.6	15.3	7.6	13.9	16.7	0.7
30	18.1	4.2	2.1	0.0	1.4	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7	3.5	9.0	25.0	15.3	9.0	10.4	0.0
31	7.6	8.3	4.2	1.4	0.0	0.7	0.7	0.0	1.4	2.1	0.7	8.3	21.5	14.6	4.2	18.8	5.6
월 Month	10.7	9.7	2.5	0.9	0.7	0.7	0.5	0.6	0.8	2.0	4.5	12.8	18.2	21.1	5.8	7.6	0.9



남극장보고과학기지(KARP)

2018년 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	기압 평균 Ave. Station	1004.2	1003.6	1006.9	1004.2	992.6	990.0	991.7	992.4	998.5	994.6	985.8	985.2	988.5	994.8	1005.0		993.3
	최고 Highest	1007.4	999.2	999.1	988.4	983.4	990.2	997.9	999.4	996.9	996.6	994.7	984.5	974.0	977.0	982.8	982.5	
압	나타난 시간 Time	1009.3	1004.9	1009.1	1008.1	1002.3	995.5	995.4	997.7	1001.0	999.6	988.1	988.0	993.3	1000.4	1009.5		1009.9
	(hPa)	1009.9	1002.9	1001.6	995.1	986.2	995.5	1000.4	1000.5	998.4	998.0	998.5	988.3	978.9	980.9	984.5	984.3	16일
Air Press.	최저 Lowest	0255	0024	0713	0001	0000	2351	2317	0911	0001	1955	721	0001	0005	2329	1641	0001	255
	나타난 시간 Time	1001.2	1002.0	1003.4	1002.3	983.5	983.6	988.8	987.1	996.5	986.8	982.9	983.0	983.9	992.9	1000.4		972.1
Air Press.	나타난 시간 Time	1002.7	996.9	995.1	984.0	982.0	986.2	995.3	998.4	996.0	996.2	988.3	978.8	972.1	973.3	980.6	980.3	28일
		2014	0001	0016	0000	2349	0001	2344	0349	0155	2348	0624	2019	0042	0047	0001		
기온	기온 평균 Ave. Station	2346	1357	2344	1747	932	0001	0003	1740	1710	1214	2350	2350	1553	0008	0003	2359	1553
	평균 최고 Avg. Maximum	-29.0	-30.3	-30.4	-28.8	-28.8	-29.6	-27.0	-22.4	-22.6	-24.7	-15.6	-20.2	-22.2	-20.8	-19.6		-24.5
온	평균 최저 Avg. Minimum	-19.5	-10.5	-15.8	-17.9	-22.2	-29.2	-32.3	-32.6	-32.3	-29.2	-23.9	-21.8	-23.0	-25.9	-24.1	-28.4	
	최고 Highest	-26.9	-27.6	-27.8	-26.5	-26.4	-26.6	-21.7	-16.2	-18.1	-16.5	-11.0	-13.9	-15.2	-13.2	-15.7		-3.3
Temp.	(°C) 나타난 시간 Time	-13.7	-3.3	-10.4	-12.2	-16.3	-24.4	-30.1	-30.6	-30.4	-26.4	-18.5	-16.5	-16.7	-23.9	-21.9	-24.6	17일
	나타난 시간 Time	0103	0514	2047	2133	0009	0413	0936	1326	2238	2251	0558	2254	0001	1643	427		1352
Air Temp.	최저 Lowest	2350	1352	0119	0700	0049	0144	428	1906	2116	2357	2327	0311	0829	0008	1515	0151	
	나타난 시간 Time	-32.5	-33.6	-33.3	-30.5	-30.8	-33.3	-32.6	-30.6	-28.3	-29.6	-19.4	-25.0	-26.4	-25.5	-23.9		-34.9
Air Temp.	나타난 시간 Time	-24.7	-20.9	-21.8	-24.1	-26.7	-33.8	-34.6	-34.9	-34.9	-34.1	-27.2	-26.7	-27.2	-28.3	-26.9	-32.5	24일
		2127	2142	1514	1049	0659	1011	0235	0957	1509	0534	2016	1811	2149	0224	2326		710
평균이슬점온도(°C)		0751	0023	2257	1915	1033	1913	2235	0328	0710	0408	0003	2253	0605	0440	2318	1842	
Average Dewpoint Temperature		-32.6	-35.1	-35.3	-35.1	-36.0	-37.6	-36.7	-29.5	-29.2	-31.8	-21.9	-25.3	-29.7	-29.7	-26.1		-
		-27.6	-23.8	-26.6	-27.5	-28.8	-34.9	-39.5	-38.9	-38.1	-34.5	-29.1	-29.5	-31.0	-30.4	-30.0	-35.0	

2018년 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상 평 균 Average	71	63	62	55	50	47	40	54	57	53	63	65	51	45	57		54
대	49	34	39	44	56	58	49	54	56	61	62	50	48	66	58	53	
습 최 소 Lowest	63	50	49	37	37	30	28	30	27	22	21	38	37	31	39		18
도	36	18	29	24	34	44	38	42	44	42	46	39	32	53	49	42	17일
(%) 나타난 시간 Time	0005	1556	2049	2138	0008	1449	0936	0811	2014	2252	0253	2256	1814	1011	0427		0532
R.H.	2329	0532	1343	0700	0704	2244	1052	0108	1450	1205	2330	0313	0828	0011	2345	0450	
평 균 Average	1.5	1.8	1.7	2.2	1.7	2.6	2.1	3.3	3.1	2.3	5.9	2.0	2.4	1.7	2.0		2.8
바	1.9	5.5	1.6	1.7	2.2	1.8	1.6	1.6	1.6	4.9	7.4	3.4	2.2	4.1	6.2	1.9	
순 간 최 대 Greatest Gust	4.2	5.3	5.4	10.1	5.0	13.9	12.2	15.2	20.1	17.0	20.5	9.8	11.7	7.6	5.9		20.5
람	5.9	18.4	7.7	5.6	6.9	5.2	4.5	4.6	4.1	15.2	17.7	12.1	9.6	11.1	13.2	9.5	11일
풍	WSW	S	NW	WSW	W	WSW	WSW	WSW	WNW	WNW	WSW	WSW	WSW	WNW	N		WSW
(m/s)	NNE	WNW	SW	WSW	NNE	WSW	NW	NNW	NNW	W	W	W	WNW	WSW	WSW	W	
Wind 나타난 시간 Time	0530	0825	2043	1911	0805	1809	0935	1520	0945	2348	0625	2315	1819	1614	0825		0625
	1817	0408	0935	2247	1340	1439	0251	1236	1132	2240	0510	0147	0926	1913	0710	0702	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	2.1	0.6	0.6	4.8	0.4	1.6	1.8	2.6	2.0	0.0	6.0	5.0	1.6	2.8	1.4		2.8
	2.0	5.0	3.4	0.4	4.4	1.2	0.0	0.0	0.0	7.4	6.2	4.0	5.0	7.2	6.0	0.8	
시 작 시 간 Start Time																	
폭풍설																	
끝 난 시 간 End Time																	
Bliz- zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	0	0	0	6	5	10	27	23	38	35	59	76	59	131	166		10615
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	20.0	20.0	20.0	17.8	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	11.2	17.8	20.0	20.0	20.0		11.2
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
신적설 합계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Snow (cm) Snow 최심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y			y		y		16
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y								y						y		5
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)			y		y						y	y					7
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)		y			y								y				3
눈 Snow											y	y					8
비 Rain										y	y	y		y	y	y	0
Meteo. Pheno- -mena 진 눈 개 비 Sleet																	0
안개 Fog																	0
박무 Mist																	0
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen)	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	F/2	
상태 (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	F/2	
Sea State 거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

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

2018년 8월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	2.2	1.9						0.5			1.7	3.4	3.1	1.9	1.8	1.6
2	3.9	2.8	3.0		1.1	0.8	1.3	0.8		1.7	2.4	4.0	2.6	3.0	3.6	3.4
3	4.3	3.5	0.5		1.0	0.8			1.5	1.5	2.1	3.0	2.7	4.4	4.3	3.8
4	4.3	5.0		2.3	1.8				1.0	0.5	3.8	6.1	5.9	4.3	3.5	3.6
5	2.7	2.0	1.7	1.6	1.2			1.3	0.7	0.5	1.0	3.6	4.1	2.5	2.4	2.8
6	2.8	1.9	2.9	2.2	0.8					1.3	3.4	10.2	9.5	5.3	4.3	2.7
7	3.7	5.3	3.2	1.8	1.4	1.0	2.0	1.9	1.3	1.2	0.7	3.6	7.1	4.5	5.2	4.3
8	4.2	5.4	2.9		1.2		1.2	2.3	0.6	2.5	6.5	12.4	10.8	3.6	3.2	3.4
9	6.8	5.2	3.6		1.8		3.7	3.7	2.4	3.6	3.8	5.9	7.5	14.8	4.9	5.1
10	4.1	3.5	2.7	2.1	1.6		1.5		0.7	3.0	4.2	5.2	10.6	13.2	4.1	4.5
11	2.6	3.1	2.3	2.1	2.0	3.2	2.8	2.6	3.5	4.3	9.8	14.1	14.2	4.2	2.5	
12	3.3	2.5	2.2	1.9	1.5	1.0	1.6	1.9	3.5	4.8	5.5	8.1	2.3	1.1	2.0	2.4
13	3.4	2.9	2.1	2.2	2.3	1.1	1.6	2.2	1.5	1.4	5.6	8.0	8.1	5.0	3.7	2.7
14	3.9	2.7	2.7	1.3	1.1		1.6	2.1	2.1	4.5	4.2	2.8	3.5	2.6	2.9	2.6
15	4.1	2.4	1.9	0.9			0.9	2.3		2.0	3.9	4.9	3.6	3.0	3.6	3.3
16	3.7	3.1	1.7	0.9	1.3		1.1	2.2	1.3	1.7	1.5	1.7	2.6	2.4	3.5	3.9
17	5.5	4.1	3.2	2.1	2.9		1.9		3.0	4.4	7.0	13.1	15.8	16.0	8.1	6.5
18	2.8	2.2	2.2	1.3	1.1	1.6	0.4	1.7	1.6	0.6	4.7	3.9	3.1	1.3	1.8	2.2
19	4.2	3.9	2.0	2.2			1.1	1.3	2.0	1.2	3.5	3.6	2.8	2.7	3.3	3.2
20	4.5	5.5	2.3	1.3	0.8		1.7	2.5		2.2	1.9	3.1	3.0	4.6	4.3	
21	4.5	2.9	2.4	1.7	2.0		0.9	0.9	1.3	1.8	1.8	4.3	3.2	2.6	2.3	1.8
22	3.0	2.8	1.7	0.8	1.1	1.0			1.0	0.9	2.0	2.9	2.4	2.4	3.0	3.0
23	3.1	1.7	1.5	0.7			0.5	0.5			2.0	2.7	2.7	2.9	3.1	3.8
24	2.7	2.3	1.5				1.3	0.5			0.8	2.1	3.0	2.6	3.3	3.0
25	1.3	1.4								3.9	8.5	11.3	12.6	1.7	3.4	3.0
26	3.5	2.2	2.5				1.3				6.3	12.0	13.2	9.4	3.6	1.8
27	5.0	3.7	1.7	1.2	2.4	2.0	1.2	1.5	1.6	3.9	1.5	8.2	9.2	8.8	1.5	3.6
28	4.1	4.1	2.9	2.3	1.3	2.9	1.7	0.9	1.8	1.7	3.3	2.9	5.7	6.4	4.4	3.8
29	1.1	3.0	1.3		0.6		3.1	2.4	2.3	3.7	6.5	9.0	8.1	1.5	2.0	0.6
30	4.0	2.6	1.9		1.0						7.1	10.4	10.1	4.8	2.3	2.3
31	3.8	3.3	1.6	1.8				1.5	0.9	1.3	1.4	7.8	6.5	2.4	2.5	2.9
월 Month	6.8	5.5	3.6	2.3	2.9	3.2	3.1	3.7	3.5	4.8	9.8	14.1	15.8	16.0	8.1	6.5

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	3.5	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	2.1	18.8	38.9	16.7	7.6	6.9	0.7
2	10.4	6.9	6.3	0.0	0.7	1.4	0.7	0.7	0.0	3.5	6.3	18.1	10.4	9.7	12.5	11.1	1.4
3	10.4	4.9	0.7	0.0	2.1	0.7	0.0	0.0	1.4	3.5	4.2	15.3	22.9	15.3	8.3	8.3	2.1
4	26.4	3.5	0.0	2.1	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	0.7	2.8	7.6	12.5	4.9	9.7	23.6	4.2
5	15.3	6.9	4.2	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	1.4	6.9	25.0	12.5	9.7	12.5	2.1
6	13.9	8.3	4.9	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	3.5	18.8	14.6	6.9	11.1	13.9	0.0
7	22.9	18.1	7.6	2.1	0.7	0.7	0.7	0.7	1.4	1.4	0.7	4.9	4.9	3.5	9.7	19.4	0.7
8	16.7	18.1	6.3	0.0	0.7	0.0	1.4	2.1	0.7	1.4	5.6	21.5	6.3	4.2	5.6	9.7	0.0
9	13.9	11.8	5.6	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	2.1	6.3	11.8	16.0	11.8	8.3	10.4	0.0
10	13.9	2.8	9.0	2.1	1.4	0.0	0.7	0.0	0.7	3.5	6.3	17.4	19.4	8.3	9.0	5.6	0.0
11	1.4	1.4	2.8	1.4	1.4	2.8	1.4	2.1	2.1	4.2	15.3	29.2	26.4	6.9	1.4	0.0	0.0
12	22.2	13.2	9.7	2.1	2.8	0.7	1.4	1.4	1.4	5.6	3.5	9.0	6.3	3.5	6.9	9.0	1.4
13	15.3	10.4	4.9	1.4	1.4	1.4	0.7	2.1	2.8	1.4	7.6	8.3	11.1	6.9	10.4	13.9	0.0
14	16.7	4.9	8.3	2.8	0.7	0.0	0.7	1.4	1.4	4.2	1.4	8.3	12.5	9.0	11.1	16.0	0.7
15	10.4	4.2	4.9	0.7	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	2.8	8.3	21.5	13.2	9.7	10.4	10.4	0.7
16	19.4	6.3	1.4	0.7	0.7	0.0	0.7	0.7	0.7	1.4	2.1	2.1	8.3	11.8	20.8	22.2	0.7
17	6.9	11.1	6.3	2.1	2.8	0.0	1.4	0.0	0.7	2.8	2.1	11.8	24.3	15.3	6.3	6.3	0.0
18	15.3	7.6	4.9	1.4	1.4	0.7	0.0	0.7	2.1	0.7	6.9	21.5	11.8	4.9	8.3	10.4	1.4
19	19.4	3.5	2.8	1.4	0.0	0.0	0.7	1.4	1.4	0.7	9.7	8.3	15.3	11.1	9.7	14.6	0.0
20	23.6	12.5	3.5	2.1	0.7	0.0	0.0	2.1	1.4	0.0	5.6	3.5	8.3	4.9	13.9	18.1	0.0
21	18.1	4.9	2.1	0.7	0.7	0.0	1.4	1.4	1.4	3.5	4.2	13.9	14.6	9.7	11.1	12.5	0.0
22	11.1	6.9	2.8	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	1.4	9.7	11.8	16.7	13.2	20.1	2.8
23	11.1	4.2	0.7	1.4	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	4.2	15.3	17.4	16.0	15.3	12.5	0.7
24	6.3	4.9	2.8	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	1.4	0.7	11.1	22.9	20.1	12.5	15.3	0.7
25	1.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.9	33.3	41.0	7.6	5.6	2.8	0.0
26	5.6	6.3	2.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	27.8	36.8	10.4	2.8	3.5	0.0
27	9.0	15.3	4.9	2.1	3.5	2.1	0.7	2.8	3.5	2.1	1.4	16.0	21.5	5.6	2.8	6.9	0.0
28	18.8	8.3	4.2	1.4	0.7	0.7	0.7	0.7	2.1	4.9	5.6	6.9	9.7	14.6	7.6	13.2	0.0
29	0.7	2.8	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7	2.1	4.2	6.3	15.3	47.9	11.1	2.1	3.5	1.4	0.7
30	8.3	6.3	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	45.8	25.7	3.5	1.4	4.9	0.0
31	20.1	13.9	4.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	1.4	3.5	6.3	9.0	9.7	11.8	16.0	1.4
월 Month	13.2	7.7	3.9	1.1	0.9	0.5	0.5	0.9	1.1	2.0	4.8	16.1	17.1	9.5	9.0	11.3	0.7

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2018년 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	976.5	971.5	952.5	952.1	967.2	975.0	972.3	976.8	988.8	994.3	995.8	991.2	986.7	988.3	984.3	976.6
기압 최고 Highest	980.6	978.2	973.2	967.1	978.7	981.6	987.2	987.4	985.5	981.6	980.2	969.8	951.2	962.0	961.8	
기압 나타난 시간 Time	0001	0131	0001	2359	0000	1633	0751	2346	1911	2246	0041	0005	2205	0055	0047	0041
(hPa) 기압 최저 Lowest	0600	1622	0001	2354	2017	2320	1948	0955	0001	0006	1940	0007	2356	0743	0717	
Air Press. 나타난 시간 Time	973.8	962.2	945.9	945.4	961	971.8	968.3	972.4	982.1	990.3	993.2	987.5	985.1	985.9	983.1	945.4
Air Press. 나타난 시간 Time	976.4	977	968.4	965.8	971.3	979.9	984.8	986.8	984.6	980.4	979.4	956.5	947.5	959.8	959.7	4일
기온 평균 Ave. Station	2252	2356	2300	0216	0001	2339	1717	0329	0006	0143	2318	2351	1020	2322	1507	0216
기온 평균 최고 Avg. Maximum	2000	0044	2357	0644	0001	1048	0001	1743	2352	1743	2358	2347	1133	0001	1743	
기온 평균 최저 Avg. Minimum	-29.1	-25.1	-23.1	-18.3	-24.9	-25.6	-17.2	-16.6	-13.8	-13.6	-18.6	-19.3	-22.6	-27.1	-27.7	-21.6
기온 최고 Highest	-24.9	-17.4	-13.0	-16.1	-21.0	-19.6	-18.1	-22.1	-26.9	-28.7	-29.2	-23.6	-21.7	-22.5	-20.7	
기온 최저 Lowest																-7.4
(°C) 나타난 시간 Time																-33.8
Air Temp. 나타난 시간 Time	-25.4	-20.3	-18.5	-13.2	-20.7	-14.5	-14.3	-12.3	-9.6	-7.4	-15.9	-16.5	-18.9	-24.6	-24.9	-7.4
Air Temp. 나타난 시간 Time	-19.2	-12.5	-11	-11.9	-17.8	-17.8	-16.5	-17.7	-23.3	-25.6	-25.3	-18.8	-17.8	-20.1	-18.3	10일
Air Temp. 나타난 시간 Time	0404	2101	2357	0434	0307	2258	0152	1214	2343	0748	0107	0653	1152	0138	0143	748
Air Temp. 나타난 시간 Time	2231	2310	1647	0142	0356	2337	0746	0219	0256	0212	0137	2306	0052	0315	0000	
Air Temp. 나타난 시간 Time	-32.9	-27.9	-28.3	-23.8	-28.9	-31.7	-20.1	-21.3	-20.4	-20.2	-21	-22.8	-26.8	-29.5	-30.9	-33.8
Air Temp. 나타난 시간 Time	-30.3	-22.7	-15.1	-20.7	-24.4	-21.1	-19.8	-28.1	-30.0	-32.3	-33.8	-27.5	-24.7	-27.4	-22.1	26일
Air Temp. 나타난 시간 Time	0748	0116	0625	2353	2057	1200	2101	2212	0136	2243	1859	2038	2207	1711	1904	1630
Air Temp. 나타난 시간 Time	0830	0045	1013	2025	1424	1116	2108	2100	1653	1804	1630	0001	1432	1454	1756	
평균이슬점온도(°C)	-34.1	-30.8	-29.6	-28.6	-34.7	-32.9	-24.9	-26.2	-29.5	-26.4	-23.9	-22.3	-26.2	-34.8	-34.8	-28.4
Average Dewpoint Temperature	-33.5	-23.8	-19.9	-25.2	-27.2	-23.1	-21.9	-26.6	-31.3	-34.3	-34.7	-30.9	-27.7	-27.9	-25.2	

2018년 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상 평 균 Average	62	59	56	41	40	51	53	46	26	37	63	78	73	49	51	56
대	45	58	56	46	58	74	72	67	66	58	60	51	59	62	68	
습 최 소 Lowest	48	31	29	26	30	25	29	16	13	12	43	60	58	36	38	12
도	30	40	43	37	36	50	62	49	57	49	39	39	34	41	42	10일
(%) 나타난 시간 Time	0411	2357	0016	1613	0700	2300	1223	1218	1915	0748	0107	0619	0947	2209	0144	0748
R.H.	0926	0704	0406	0748	0127	0506	1402	0855	0258	1354	2258	2357	0124	1710	0747	
평 균 Average	4.1	11.2	12.1	11.2	4.3	6.3	18.8	12.4	14.2	6.9	1.2	1.6	2.3	1.7	1.7	6.2
바	7.2	12.8	9.6	4.3	2.2	1.0	4.1	1.9	1.6	1.4	2.2	13.7	2.1	5.5	7.8	
순 간 최 대 Greatest Gust	20.5	20.9	29.4	30.6	18.6	30.4	36.1	37.0	27.6	27.3	3.9	6.3	9.0	10.1	8.7	37.0
람	18.1	20.1	18.5	12.9	10.4	5.5	12.7	10.1	5.2	4.3	14.6	22.5	11.8	16.1	21.4	8일
풍	W	WSW	WNW	WNW	W	WNW	WNW	NW	WNW	WNW	WNW	WNW	NNW	WSW	WSW	NW
(m/s)	W	W	W	WNW	WSW	WSW	WSW	WSW	SW	WSW	WNW	WNW	WNW	WSW	W	0855
Wind 나타난 시간 Time	2327	0236	1302	0835	0708	2108	1715	0855	2334	0144	0609	2217	1525	0959	0017	
	2347	0905	0336	0051	0022	0506	0930	0927	1415	1356	2359	827	0050	0246	1925	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	2.4	5.0	3.4	1.8	1.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.8	2.0	6.0	3.4	5.0	4.4	3.4
시 작 시 간 Start Time																
폭풍설																
끝 난 시 간 End Time																
Bliz- zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard																



2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	1453	1415	1940	1913	2288	2464	2913	2491	3319	3007	2955	3152	4112	3542	3478	124568
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	16.6	8.6	14.3	9.2	20.0	13.3	5.6	10.7	18.6	18.6	20.0	17.0	14.9	15.0	15.0	4.4
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)				y	y	y	y	y	y	y	y	y				12
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y		y										y			5
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)		y				y		y					y		y	7
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y															6
눈 Snow				y	y							y	y			11
비 Rain	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 유빙 Drift Ice(F:Frozen) 상태 (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	
Sea 거칠기 Sea Sfc. Roughness State (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

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

2018년 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	4.1	2.0	2.2	2.4		1.3		2.2	1.7	3.3	14.5	15.0	2.6	3.6	2.9	
2												14.8	14.8	13.2			
3	5.7	2.4	4.7		3.3		1.6	1.8			4.1	4.1	13.3	23.2	11.4	9.9	
4	3.0		2.0	2.0	2.7	2.6					7.3	8.9	14.5	20.8	16.0	6.5	
5	4.1	2.9	2.6	1.3	1.2	0.5					3.8	14.3	13.6	8.5	4.3	3.1	
6	7.7	5.6	5.0			1.4	0.8	1.1			3.0	5.4	9.2	23.1	18.4	12.0	
7												11.1	24.7	28.4	19.7		
8	4.4	4.2	3.8		3.5	4.6	6.3	5.7	7.1	1.4	2.0	10.9	22.2	23.3	24.5	7.8	
9	5.1		3.1	3.6	1.8							13.5	17.9	21.6	12.7	10.9	
10	6.2	2.2	7.4	2.4		2.6	3.3	4.1	3.1	5.9	5.8	9.8	20.5	22.3	6.6	6.1	
11	2.4	2.5	0.7	0.9			0.8	0.8	0.3		0.3	2.7	2.7	2.0	2.4	2.3	
12	3.0	3.0	1.8	1.3	0.7	0.8	0.5	0.6	0.3	3.0	3.8	1.9	2.4	1.6	2.4	2.8	
13	6.5	5.6	1.9	2.6	1.2	1.3	1.9	1.7	2.0	2.3	3.2	3.4	3.1	2.8	5.0	7.2	
14	2.6	2.5	2.0	1.4	1.5		1.6		0.6		2.9	7.1	7.9	3.8	3.9	2.1	
15	2.7	3.1	1.8	2.0		1.6	1.0		0.6	0.8	2.0	6.6	7.2	3.1	2.4	3.0	
16	3.5	3.6	2.6	1.3	2.1	0.9	2.6	2.2			0.7	14.3	14.5	12.7	3.2	2.3	
17												14.2	16.1				
18									6.1	7.6	8.7	12.1	13.0	13.1			
19	2.5	0.9	1.6		1.4	1.3	0.9		0.9	2.1	2.8	5.2	10.8	9.3	9.8	3.3	2.8
20	3.0	2.8	1.9	1.4	0.8	1.5	1.0		1.0	2.1	2.8	6.5	7.7	5.8	4.3	3.3	2.2
21	2.0	1.8	1.7	1.0	0.7	0.8	0.3		0.3	1.9	0.7	3.4	4.1	2.0	1.0	1.1	1.7
22	3.0	3.7	2.0	1.4	1.3	0.5		0.2	0.4	0.3	9.3	9.7	9.5	4.5	2.6	2.2	
23	3.1	3.4	2.0	2.3	1.7		0.4	1.3	1.2	1.2	1.7	7.6	6.7	1.8	3.7	3.3	
24	2.5	2.3	1.2	1.1	0.7	1.0	1.2	1.4	1.0	3.1	4.2	4.0	2.7	2.1	1.9	1.5	
25	2.8	1.8	1.5	0.7					1.0	1.1	1.2	2.8	3.0	2.7	2.6	2.4	
26	3.1	3.6	1.3		0.9			1.2	1.8	2.2	3.1	9.9	10.4	6.6	3.8	4.1	
27													13.1	18.0	9.3	6.1	
28	5.1	4.0	2.5	1.4	0.4		0.7	2.1	1.6	4.0	3.9	3.3	1.9	8.2	1.9	5.8	
29	5.2	4.6	2.2				0.7			4.2	11.4	13.0	9.9	1.9	2.8	4.0	
30						1.3				2.2	7.0	16.3	16.7	2.1	0.9		
월 Month	7.7	5.6	7.4	3.6	3.5	4.6	6.3	5.7	7.1	7.6	11.4	16.3	24.7	28.4	24.5	12.0	

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	13.2	7.6	2.1	4.2	0.7	0.0	0.7	0.0	2.8	3.5	6.3	19.4	22.2	4.9	7.6	4.9	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	36.8	38.2	25.0	0.0	0.0	0.0
3	7.6	1.4	2.8	0.0	0.7	0.0	0.7	1.4	0.0	0.0	2.1	1.4	5.6	64.6	5.6	6.3	0.0
4	2.1	0.0	1.4	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.9	25.7	56.3	4.9	2.1	0.0
5	8.3	6.3	4.9	4.2	2.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	8.3	29.2	12.5	13.2	8.3	0.7
6	15.3	16.7	8.3	0.0	0.0	1.4	0.7	0.7	0.0	0.0	1.4	4.9	6.3	25.0	7.6	11.8	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	2.3	22.9	67.2	7.6	0.0	0.0
8	5.8	3.3	1.7	0.0	1.7	1.7	0.8	2.5	0.8	1.7	2.5	9.1	16.5	39.7	9.1	3.3	0.0
9	3.5	0.0	2.1	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	14.6	68.1	0.7	2.8	0.0
10	9.0	1.4	4.2	0.7	0.0	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	11.1	10.4	22.2	15.3	9.7	5.6	0.0
11	4.9	3.5	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	6.9	28.5	26.4	12.5	8.3	6.3
12	22.9	13.2	5.6	1.4	0.7	1.4	0.7	0.7	0.0	6.3	9.0	6.3	7.6	2.8	9.0	8.3	4.2
13	20.1	10.4	3.5	3.5	2.1	1.4	2.8	0.7	0.7	1.4	8.3	5.6	6.9	6.3	10.4	16.0	0.0
14	13.9	11.1	6.9	0.7	1.4	0.0	2.1	0.0	0.7	0.0	2.8	9.0	16.0	13.9	12.5	8.3	0.7
15	18.8	11.1	5.6	3.5	0.0	1.4	1.4	0.0	0.7	0.7	1.4	4.2	10.4	13.2	13.2	12.5	2.1
16	9.7	5.6	4.9	1.4	2.1	0.7	1.4	0.7	0.0	0.0	0.7	20.1	35.4	7.6	5.6	4.2	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	15.3	84.7	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.9	4.9	19.4	55.6	13.2	0.0	0.0	0.0
19	4.9	1.4	1.4	0.0	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	4.9	23.6	25.0	20.1	9.7	6.3	0.7
20	13.9	6.9	3.5	1.4	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	3.5	4.9	13.2	15.3	8.3	13.9	9.0	3.5
21	17.4	6.9	6.9	2.1	2.8	1.4	0.0	0.0	0.7	0.7	4.9	9.0	12.5	5.6	6.9	4.2	18.1
22	6.3	11.8	4.2	1.4	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	32.6	6.3	2.1	4.9	2.1	16.0
23	14.6	20.1	4.2	0.7	4.2	0.0	0.0	1.4	4.2	3.5	2.1	14.6	7.6	2.8	6.9	9.0	4.2
24	7.6	1.4	0.7	1.4	0.7	1.4	0.7	2.1	2.8	6.3	13.9	28.5	9.0	6.9	6.3	6.9	3.5
25	16.7	2.1	2.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	2.8	7.6	18.1	14.6	17.4	15.3	0.7
26	11.8	4.9	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	2.8	1.4	4.2	7.6	27.8	16.0	9.7	9.7	0.7
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	89.6	1.4	0.7	0.0
28	13.2	8.3	7.6	1.4	0.0	0.0	1.4	2.1	3.5	4.9	20.1	13.9	6.9	6.3	4.2	4.2	2.1
29	16.7	7.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	14.6	32.6	13.9	1.4	5.6	4.2	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	2.8	18.1	56.3	19.4	1.4	0.7	0.0	0.7
월 Month	9.3	5.4	3.0	1.1	0.8	0.5	0.6	0.6	0.9	1.6	5.1	14.3	20.6	21.2	7.2	5.8	2.1

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2018년 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
기압	기압 평균 Ave. Station	967.5	966.8	963.0	956.5	958.1	968.0	975.7	973.5	974.2	967.5	967.6	978.1	984.3	996.1	999.0		975.5
	최고 Highest	984.2	968.4	968.1	981.5	979.8	981.7	984.0	981.2	980.2	971.6	976.1	977.3	976.9	982.0	976.8	973.8	
압	나타난 시간 Time	996.9	970.6	973.0	986.8	985.7	983.9	985.4	983.1	983.2	976.2	985.8	985.2	984.0	984.1	979.5	975.0	15일
	(hPa)	1754	0013	0001	0003	2344	2352	1438	2353	0125	0047	0000	1131	2352	0935	1706		
Air Press.	최저 Lowest	0001	1906	2356	2126	0001	1747	900	2347	0053	0004	2121	0001	2356	0101	0006	0001	1706
	나타난 시간 Time	961.7	965.9	959.3	954.7	954.2	961.8	974.4	972	971.9	963.1	963.9	975.7	978.9	993.7	994.7		954.2
Temp.	나타난 시간 Time	969.7	965.5	965.6	973	977.4	980.2	982.1	980.3	975.8	968.2	968.9	973.5	974.7	979.4	975	973.2	5일
		0001	1648	2345	1310	0449	0008	2354	0517	2336	2216	0001	0001	0049	0002	0002		
기온	기온 평균 Ave. Station	2359	0607	0931	0001	1620	0547	2357	0805	2358	2146	0001	1337	0719	2359	2318	1209	0449
	평균 최고 Avg. Maximum	-17.4	-21.4	-20.7	-13.8	-9.7	-11.5	-15.3	-11.1	-11.4	-13.4	-14.5	-14.4	-16.7	-18.7	-18.2		-14.4
온	평균 최저 Avg. Minimum	-18.1	-19.3	-19.4	-16.0	-15.0	-15.9	-17.6	-19.8	-18.8	-11.5	-7.9	-11.0	-6.4	-5.0	-6.7	-8.9	
	최고 Highest	-16.3	-15.8	-16.3	-9.9	-7.2	-9.5	-9.7	-9	-7.5	-8.2	-9.6	-12.3	-11.6	-15.3	-14.2		-0.2
(°C)	나타난 시간 Time	-14	-13.4	-15	-13	-11.9	-14.1	-11.5	-14.6	-12.2	-4.5	-3	-6.1	-2.9	-0.2	-1.6	-2.2	29일
		1430	0212	2358	1547	1241	0002	0129	0649	0911	2227	0139	1225	0207	0043	2345		2342
Air Temp.	최저 Lowest	0051	0138	2354	2400	0004	2348	0522	0420	2359	2350	0832	1249	1606	2342	0004	0149	
	나타난 시간 Time	-18.5	-25.2	-24.4	-17.9	-13.5	-13.0	-20.4	-14.6	-17.1	-17.9	-20.7	-17.6	-21.0	-22.6	-22.8		-25.2
		-23.2	-25.1	-22.9	-19.5	-18.1	-17.0	-22.3	-23.5	-23.2	-16.7	-11.0	-17.0	-9.3	-8.1	-10.8	-14.3	2일
		0304	1354	1415	0042	1935	1525	1753	0001	2021	0916	1709	1834	1235	1512	1514		1354
평균이슬점온도(°C)		1804	1740	1637	1906	1251	1603	1328	1458	1315	1053	2044	1755	0057	0740	1700	1530	
Average Dewpoint Temperature		-20.8	-27.4	-30.1	-22.1	-16.9	-18.6	-22.6	-18.3	-18.0	-22.6	-23.3	-22.4	-24.5	-28.0	-26.0		-
		-26.1	-26.4	-27.4	-20.5	-19.5	-19.6	-23.7	-24.7	-27.6	-23.5	-15.3	-16.9	-15.9	-14.3	-12.8	-15.7	

2018년 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상 평 균 Average	75	59	43	51	56	57	54	56	59	47	48	51	51	45	51		55
대	50	54	49	70	69	73	60	65	46	37	59	63	48	49	62	59	
습 최 소 Lowest	54	44	31	24	40	38	36	30	36	27	30	36	32	30	30		23
도	34	33	34	26	53	46	39	41	33	23	23	38	28	34	51	37	26일
(%) 나타난 시간 Time	2351	1906	1929	0237	0433	2353	0129	0009	1514	2227	1248	0536	2119	0045	2354		13
R.H.	0025	2309	0031	0028	1910	2322	0209	2309	0441	2010	0013	1312	1119	1630	0121	2145	
평 균 Average	9.8	1.8	2.7	7.3	8.2	10.0	2.7	9.4	6.7	7.7	4.7	4.7	1.9	2.9	3.7		4.5
바	2.4	2.6	1.4	1.7	3.7	9.3	2.2	2.0	2.4	4.2	4.7	2.7	8.8	4.5	2.0	1.8	
순 간 최 대 Greatest Gust	23.7	12.0	14.8	18.5	17.3	17.8	12.4	19.6	22.3	18.6	17.2	13.7	11.3	13.1	22.6		23.7
람	9.0	13.5	5.9	4.6	17.5	17.2	7.6	9.5	13.1	16.0	17.5	14.3	19.3	15.3	6.7	8.8	1일
풍	W	WSW	WSW	W	W	W	W	W	WNW	WNW	WNW	W	WSW	W	WNW		W
(m/s)	SW	S	WSW	NNE	WSW	W	WSW	WSW	W	WSW	WSW	W	WSW	W	SW	WSW	
Wind 나타난 시간 Time	0736	1845	2041	1913	0529	0858	0005	2158	0644	2119	0524	0900	2334	0128	0910		736
	1525	928	0008	0812	2210	1250	0227	2227	2358	2207	1653	2106	1812	1029	0032	2127	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	8.0	5.4	3.8	6.6	6.2	7.4	4.4	7.6	5.8	2.4	2.0	4.0	0.2	1.8	2.0		4.1
시 작 시 간 Start Time	0640/1114																
폭풍설						1230											
끝 난 시 간 End Time	0908/1330																
Bliz-						1259											
zard	0228/0216																
계 속 시 간 Duration of Blizzard						0029											

2018년 10월

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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	5626	8943	10244	9625	8171	8351	10091	8299	10763	13410	13559	13643	14243	15193	14725		439283
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	9.0	20.0	20.0	13.2	17.9	10.6	20.0	17.0	14.3	10.6	20.0	20.0	20.0	20.0	16.5		5.7
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y						y		y	y	y		y	y	y	y	10
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)			y		y			y		y		y					6
구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)		y				y		y	y				y	y			7
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y			y	y	y		y				y					8
눈 Snow	y	y			y	y	y	y	y	y						y	14
비 Rain				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 유빙 Drift Ice(F:Frozen)	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	F/2	
상태 (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	F/2	
Sea State 거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

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

2018년 10월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	1.7	1.1			1.8	0.8		1.3	4.2	6.8	13.3	16.1	17.5	2.7	4.8	
2	4.1	3.6	2.5	1.0	1.2	1.3	1.0	0.9	1.8	2.0	1.3	6.0	8.1	1.6	2.1	2.5
3	3.0	3.1	2.2		1.5		1.0		1.2		8.3	11.7	7.8	4.7	3.9	3.4
4	3.2	3.3	4.0	3.2	3.6	3.2	3.7			3.0	2.0	14.6	12.8	5.1	4.4	2.8
5	2.5	4.5	4.7	4.2	5.9	0.8		2.5			6.1	12.6	13.6	8.2	3.5	1.8
6											7.9	12.6	12.9			
7	5.4	4.3	2.8	1.7	2.1	0.8			1.5	4.5	5.2	7.2	8.3	5.5	4.2	3.4
8			3.3	2.8							8.9	14.7	13.8	8.9		3.2
9	1.8	3.2	4.4	2.3			2.5	1.0	0.8	4.8	7.5	12.6	13.6	11.3	1.8	3.5
10	3.3	3.8	4.6	8.9	6.9		2.5		2.4	7.6	4.5	14.5	13.2	16.2	5.6	3.4
11	4.1	5.0	6.5	1.0	0.4	1.4	2.0	2.6	1.7	1.1	5.9	5.6	8.4	12.4	7.3	2.3
12	3.7	3.8	3.3	2.0	1.7		1.1		1.5	2.3	2.6	9.8	9.3	10.2	5.2	4.7
13	3.1	2.9	1.6		0.6				1.4		6.0	7.1	4.1	2.6	1.8	2.4
14	3.4	2.8	1.9	1.1	0.6	0.4	1.7	2.2	1.1	3.8	2.7	8.3	7.4	6.3	3.3	2.0
15	5.3	4.3	3.3	1.4	0.8	2.0	2.3	2.0	2.5	2.5	5.3	11.0	10.5	15.4	11.8	7.1
16	5.7	3.4	2.6	2.5	2.4	1.8	3.7	3.0	3.2	4.7	5.5	3.6	2.6	3.4	2.3	5.8
17	6.6	5.8	4.9	1.7	1.8	1.1	1.1	6.7	6.8	7.7	4.7	5.2	7.1	7.4	1.4	2.2
18	3.1	2.8	2.2	1.4	0.8	1.1	1.2	0.6			2.0	3.6	3.0	2.0	1.8	2.3
19	3.0	3.5	2.9	2.7	1.9		0.5	0.6	1.1	1.4	2.3	1.9	1.8	1.4	1.2	2.2
20	3.2	3.0	2.0	2.1	1.2	1.1	1.0	1.0	2.0	2.2	13.0	13.7	3.1	2.3	1.6	2.1
21											10.2	13.2	14.2			
22	2.9	3.4	1.8	1.9	2.0	0.6	1.7	1.8	2.3	1.7	5.1	6.1	5.0	2.2	1.0	3.0
23	4.0	3.2	2.2	1.6	1.5	0.7		0.9	1.6	1.7	1.8	7.7	5.3	3.7	2.2	3.1
24	4.9	4.4	3.3	1.8	1.2	1.3	1.7		3.7	1.0	8.6	10.3	9.3	4.6	1.5	3.1
25	4.1	3.9	2.6	6.2	3.4	5.0	2.5	2.0	2.4	2.5	7.0	11.4	8.7	10.2	8.5	5.0
26	5.1	4.2	2.3	2.7	2.6	0.9	1.3	2.1	5.9	7.0	12.7	12.9	12.1	5.1	1.9	3.2
27	4.8	5.5	2.0	2.1	0.9	3.1	0.6	0.9	2.8	1.6	5.4	10.7	10.6	7.0	8.7	5.5
28	1.3	1.9	1.6	1.6	1.1		1.3				10.8	15.2	12.8	11.8		1.2
29	4.1	3.2	2.9	1.8	1.8	0.7	2.6	3.5	2.3		1.7	8.6	10.6	10.4	5.7	2.2
30	2.5	2.5	1.3	0.6	0.8	0.9	0.9		2.0	5.0	5.8	3.0	3.0	1.3	1.7	1.8
31	1.5	2.1	1.8	0.9	0.9	1.9	0.4	1.3	3.3	3.4	5.9	7.3	2.9	2.9	1.3	1.4
월 Month	6.6	5.8	6.5	8.9	6.9	5.0	3.7	6.7	6.8	7.7	13.3	16.1	17.5	16.2	11.8	7.1



풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 10월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.7	1.4	1.4	16.0	55.6	18.1	0.7	3.5	0.0	0.0
2	22.9	15.3	4.2	2.1	1.4	0.7	0.7	0.7	2.1	0.7	1.4	6.9	16.0	4.2	9.0	11.8	0.0
3	16.7	9.0	10.4	0.0	0.7	0.0	1.4	0.0	1.4	0.0	3.5	9.0	12.5	13.9	13.2	8.3	0.0
4	6.3	3.5	3.5	4.2	4.2	3.5	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	27.8	35.4	2.1	2.8	4.9	0.0
5	1.4	0.7	0.7	0.7	1.4	0.7	0.0	1.4	0.0	0.0	3.5	29.2	50.7	6.9	2.1	0.7	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	56.3	41.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7	9.7	12.5	9.0	4.2	2.1	0.7	0.0	0.0	1.4	4.2	9.7	14.6	13.2	7.6	4.2	6.3	0.7
8	0.0	0.0	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	39.6	43.1	7.6	0.0	0.7	0.0
9	4.2	4.2	3.5	2.1	0.0	0.0	1.4	0.7	1.4	4.2	6.9	36.1	18.8	13.2	1.4	2.1	0.0
10	4.2	5.6	3.5	2.1	0.7	0.0	2.1	0.0	4.2	3.5	1.4	14.6	35.4	13.2	3.5	6.3	0.0
11	16.0	7.6	3.5	0.7	0.0	1.4	1.4	0.7	2.1	0.7	7.6	4.2	5.6	36.1	4.9	4.2	3.5
12	15.3	18.1	8.3	3.5	1.4	0.0	1.4	0.0	1.4	0.7	1.4	25.7	5.6	10.4	2.8	4.2	0.0
13	20.8	13.2	3.5	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	4.9	17.4	15.3	7.6	4.2	8.3	2.1
14	13.2	6.3	3.5	1.4	0.7	0.0	0.7	2.8	2.8	1.4	3.5	16.0	19.4	11.8	6.9	4.9	4.9
15	20.8	9.0	5.6	2.1	1.4	0.7	3.5	3.5	2.1	2.1	5.6	9.7	7.6	9.7	6.9	9.7	0.0
16	22.9	9.7	4.2	3.5	1.4	2.1	0.7	3.5	4.9	9.7	9.0	6.3	4.2	2.8	4.2	11.1	0.0
17	25.0	17.4	4.9	2.1	2.8	0.7	1.4	4.2	4.9	4.2	4.2	8.3	6.3	4.9	0.7	6.3	2.1
18	17.4	20.1	9.7	4.9	2.8	1.4	1.4	0.7	0.0	4.2	4.2	4.2	8.3	9.7	4.9	6.3	4.2
19	16.7	18.1	17.4	4.2	3.5	0.0	0.7	0.7	1.4	3.5	5.6	7.6	4.2	3.5	2.8	6.9	3.5
20	12.5	4.2	2.8	0.0	0.7	0.7	1.4	1.4	1.4	4.9	13.9	31.9	11.1	2.8	4.2	6.3	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	73.6	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0
22	7.6	5.6	5.6	3.5	3.5	0.7	2.1	0.7	2.1	2.8	20.8	16.0	6.3	6.3	1.4	11.8	3.5
23	16.7	5.6	9.7	4.9	1.4	0.7	0.0	0.7	5.6	7.6	7.6	12.5	7.6	2.8	4.9	8.3	3.5
24	15.3	14.6	12.5	2.8	2.8	4.9	2.1	0.0	0.7	4.2	3.5	6.9	9.7	4.2	5.6	6.3	4.2
25	6.3	7.6	10.4	6.3	5.6	2.8	2.1	3.5	2.8	2.8	7.6	25.7	7.6	2.1	3.5	3.5	0.0
26	11.8	8.3	4.9	1.4	2.1	0.7	0.7	1.4	4.2	9.0	15.3	22.9	11.8	2.1	2.1	1.4	0.0
27	18.1	18.8	3.5	3.5	0.7	2.1	0.7	0.7	3.5	4.2	5.6	6.9	9.7	3.5	10.4	7.6	0.7
28	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	2.8	23.6	35.4	33.3	0.0	0.7	0.0
29	15.3	10.4	6.3	4.9	1.4	0.7	2.1	1.4	2.8	0.0	1.4	8.3	22.2	10.4	4.2	6.9	1.4
30	10.4	2.1	2.1	1.4	0.7	0.7	1.4	0.0	4.2	10.4	24.3	13.2	14.6	2.8	1.4	5.6	4.9
31	9.0	1.4	2.8	1.4	2.1	2.1	0.0	2.8	9.0	7.6	13.9	13.9	11.8	5.6	6.3	3.5	6.9
월 Month	11.5	8.1	5.1	2.3	1.5	0.9	1.0	1.0	2.3	2.9	7.6	20.8	16.6	7.8	3.9	5.3	1.5

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2018년 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	976.5	979.0	982.7	981.9	980.8	980.8	981.0	973.9	967.9	971.9	969.9	967.3	971.1	974.7	975.3	978.4
기압 최고 Highest	977.8	983.2	987.3	973.7	969.7	975.5	981.3	982.9	983.3	977.4	982.1	986.4	989.1	986.7	982.3	990.9
기압 나타난 시간 Time	980.0	987.5	989.3	982.9	974.7	976.7	988.4	988.0	984.9	980.8	983.2	990.9	990.8	988.1	986.4	27일
(hPa)	2227	2335	2155	0009	2337	0036	1052	0001	2354	1933	0001	0001	2329	2227	2311	2338
기압 최저 Lowest	2355	2351	1120	0001	2350	1014	2244	0001	728	0000	654	2338	0001	0001	0001	966.5
Air Press. 나타난 시간 Time	974.9	978.5	981.3	980.9	979.6	979.5	979.8	968.7	967.3	970.0	969.1	966.5	968.0	974.2	974.8	12일
	977.2	980.0	982.7	967.8	967.3	974.5	975.0	980.5	980.1	975.3	980.7	982.1	988.1	986.4	980.2	1219
	0005	1030	0001	1728	1140	1312	2351	2351	1334	0001	2358	1319	0009	0001	1238	1219
	0001	0001	2359	2345	0218	1934	0037	1501	2352	1233	0004	131	2320	2357	1453	
기온 평균 Ave. Station	-9.1	-11.9	-14.5	-13.9	-11.5	-10.3	-9.6	-7.1	-6.5	-6.4	-4.1	-5.7	-7.0	-7.7	-7.8	-7.1
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-8.2	-6.7	-5.9	-5.6	-8.3	-8.3	-4.7	-3.2	-4.4	-3.7	-2.7	-3.3	-4.3	-4.5	-4.9	-2.7
기온 평균 최저 Avg. Minimum																-14.5
기온 최고 Highest	-6.6	-7.1	-9.1	-10.8	-7.7	-8.3	-7.0	-4.3	-3.3	-2.8	-1.4	-1.8	-1.8	-5.1	-4.2	0.2
(°C) 기온 나타난 시간 Time	-6.0	-4.2	-0.6	-0.9	-5.0	-3.1	-1.1	0.2	-0.9	0.0	-0.3	-0.9	-1.8	-1.9	-1.9	23일
	0129	0426	0548	0455	2148	0611	0049	2355	0134	2335	2244	0610	0331	2356	0318	604
Air Temp. 기온 최저 Lowest	2344	0132	1958	0435	0516	2346	0455	0604	0425	0216	2348	0902	0353	0533	0633	-18.6
	-10.6	-16.6	-18.6	-16.3	-15.3	-13.2	-11.5	-8.5	-9.9	-9.2	-6.1	-9.2	-11.2	-8.8	-10.9	-18.6
	-8.7	-10.3	-10.4	-10.1	-12.3	-11.3	-8.6	-6.9	-8.1	-7.7	-6.0	-6.6	-7.6	-6.1	-8.2	3일
기온 나타난 시간 Time	2015	1557	2007	1705	0021	1600	1419	1537	1819	1303	1531	1744	1601	1728	1509	2007
	0015	1628	1549	1332	1624	1411	2030	1927	1525	1352	1250	1415	1459	2005	1454	
평균이슬점온도(°C)	-16.0	-16.1	-21.4	-22.5	-21.5	-17.1	-17.7	-18.3	-15.1	-13.0	-10.7	-11.5	-15.0	-16.9	-14.7	-
Average Dewpoint Temperature	-16.7	-13.5	-14.3	-17.1	-20.4	-21.8	-12.9	-14.8	-14.4	-13.9	-12.4	-10.8	-11.4	-9.1	-11.6	

2018년 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상 평 균 Average	59	71	56	49	44	58	52	41	52	60	60	64	53	48	58	53
대	51	59	53	41	38	33	56	41	46	46	47	57	58	71	60	
습 최 소 Lowest	29	54	40	32	30	39	32	32	26	42	42	40	36	37	33	21
도	38	46	21	22	25	21	28	21	30	27	34	32	44	50	37	18일
(%) 나타난 시간 Time	0536	1817	0300	1043	1129	1147	0513	0512	1555	1945	0516	2148	2029	2256	2146	2334
R.H.	0057	0022	2334	1858	244	0031	0013	0542	0227	0302	1813	1713	0012	2348	2330	
평 균 Average	7.7	1.6	1.5	5.8	7.8	2.1	5.9	8.9	4.1	1.2	3.0	1.9	1.6	3.8	2.0	4.3
바	2.4	1.7	6.0	8.9	6.0	8.4	6.5	6.4	3.6	4.2	5.2	2.7	2.2	2.3	2.1	
순 간 최 대 Greatest Gust	17.9	8.7	5.3	17.8	20.7	5.6	13.3	15.3	17.0	3.5	11.8	8.4	7.2	11.1	8.4	28.8
람	7.6	4.5	28.8	24.7	18.9	19.0	18.6	19.7	12.3	20.3	16.7	12.9	6.7	8.8	6.5	18일
풍	WSW	WSW	W	WNW	WNW	SW	W	WNW	WNW	NE	WSW	W	W	WSW	WNW	WNW
(m/s)	WSW	NE	WNW	WNW	WSW	WNW	W	WNW	WSW	WSW	WSW	SSW	NNE	WSW	WSW	0219
Wind 나타난 시간 Time	1214	0003	0258	1705	0148	1446	1103	1123	1454	2215	1808	1814	2301	1810	1708	
	0044	0001	2119	0621	0904	1615	0055	1457	0710	2340	0002	1713	0010	1301	0000	
구름(1/8)	0.0	0.0	0.0	0.5	2.4	5.9	7.3	7.0	7.3	8.0	8.0	4.9	1.3	7.3	6.1	3.3
Average Amount of Cloud	3.0	4.5	1.4	5.7	2.0	0.7	5.7	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	5.0	3.3	
시 작 시 간 Start Time																
폭풍설																
끝 난 시 간 End Time																
Bliz- zard																
계 속 시 간 Duration of Blizzard																

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	18216	18731	23831	21004	21496	17431	18663	20685	21248	20067	19511	24394	26706	14770	22353	777268
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	50.0	50.0	46.3	50.0	50.0	50.0	41.3	42.5	50.0	48.8	37.5	45.0	21.6	42.5	37.5	10.6
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y		14
구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)	y				y										y	3
구름많음 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		7
눈 Snow																2
비 Rain								y							y	0
Meteo. Pheno-mena 진눈깨비 Sleet																0
안개 Fog																0
박무 Mist																0
해상 상태 Sea State (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	F/2
거칠기 Sea Sfc. Roughness State (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

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

2018년 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	1.9	2.9	2.1	1.8	1.1						7.5	11.0	11.7	3.1	2.4	
2	2.5	2.7	2.3	2.0	2.1	1.9	2.2	2.5	2.1	4.0	5.6	6.5	1.1	1.2	1.9	2.5
3	2.2	2.0	2.7	1.2	1.6	0.9	1.2	0.9	1.3	0.9	2.1	3.5	3.6	2.7	2.1	1.8
4	2.8	2.4	1.9	1.9	0.7	0.6	1.4	1.1	1.4			5.1	7.5	14.5	6.4	
5	5.0	2.1		2.0					2.2	2.8	7.1	7.0	13.5	14.8	9.7	5.2
6	3.7	2.7	2.4	1.5		1.4	2.5	1.7	2.0	3.7	4.7	3.3	0.7	1.9	1.7	2.1
7	1.6	3.0	1.7				0.5	0.9			4.6	9.4	10.1	4.3	1.1	
8											5.3	7.5	11.2	11.9		
9	3.8	3.4	2.6	1.8	1.5	1.1	1.7	1.6	1.6	2.2	4.4	7.9	9.8	11.7	8.3	6.2
10	3.0	2.6	2.6	2.3	2.1	1.6	1.5	0.8	1.4	1.7	2.3	1.5	1.3	0.7	0.8	0.8
11	3.8	3.7	2.6	2.4	2.4				2.1	1.0	3.5	9.7	7.9	4.3	3.4	2.9
12	4.0	3.8	2.6	3.9	3.1	0.7	1.6		0.8	3.9	5.1	5.2	4.9	3.6	2.2	2.2
13	3.0	3.2	2.5	2.3	1.6	1.4	1.4	1.2	2.1	1.6	3.4	6.2	4.9	2.9	1.3	2.3
14	2.0	2.4	1.4	1.8	1.7	1.2	1.8	1.7	1.8	3.1	8.1	8.6	6.8	4.8	1.4	
15	2.5	2.8	3.3	3.3	2.0	2.3	2.2	2.5	3.8	5.0	5.1	5.2	1.9	4.6	3.6	1.7
16	5.8	4.1	3.5			1.5	1.6	0.8	1.1	1.3	3.4	4.9	4.1	2.4	1.4	1.7
17	2.9	2.9	2.6	2.1	1.4	0.9		1.6	1.6	2.4	3.2	2.1	2.2	1.6	1.2	1.5
18	6.6	4.9	3.2	2.1	0.8	0.6	2.0	1.7	2.2	2.3	2.1		0.9	22.4	18.1	11.5
19	9.3	6.5	3.9	3.1	3.2	2.8	2.6	2.7					8.7	14.0	18.8	15.0
20	3.3	5.1	3.3	1.5	3.8						12.9	13.4	11.8	8.5	1.0	4.4
21		3.2		3.2	1.6				1.8	1.9	6.8	9.2	12.0	14.5		2.2
22		2.4	1.8	1.1	0.8				6.3	7.7	7.0	11.2	12.5	4.7		2.6
23	4.5	3.5	3.3	4.1	2.9	1.1	0.7	2.1	2.7	5.6	7.8	10.4	11.0	15.0	6.2	2.4
24	3.8	4.1	2.6	1.5	1.9	2.2	1.8	1.5	1.6	1.5	3.7	8.0	9.6	4.9	4.4	3.0
25	1.4	2.6	2.1	1.8	1.3	1.6	1.7	0.4		0.4	0.5	14.3	14.3	1.9	2.0	1.3
26	4.9	4.9	2.9	1.5	0.9	1.3	3.0	2.3	2.5	3.2	8.0	11.6	13.4	4.6	5.1	2.2
27	5.0	5.0	3.7	1.5	1.1	1.4	3.5	3.8	4.0	9.8	6.4	4.4	5.8	4.1	4.8	3.7
28	5.0	4.5	4.4		2.1	2.0	1.5	2.2	2.3	3.4	3.9	2.7	0.5	0.8	1.6	1.5
29	2.2	2.8	3.7	1.5	1.4	1.7	2.6	2.3	2.2	3.1	5.4	6.6	3.5	0.7		1.9
30	3.5	3.7	3.1	2.2	1.8	1.4	1.5	1.3	2.0	2.1	3.9	5.8		1.3	1.3	2.1
월 Month	9.3	6.5	4.4	4.1	3.8	2.8	3.5	3.8	6.3	9.8	12.9	14.3	14.3	22.4	18.1	11.5

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	0.7	3.5	4.2	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	53.5	29.2	1.4	1.4	0.0	0.0
2	11.1	23.6	15.3	2.8	2.8	3.5	1.4	1.4	1.4	4.9	5.6	5.6	1.4	2.8	5.6	9.7	1.4
3	9.7	8.3	11.8	4.2	3.5	1.4	2.1	3.5	1.4	1.4	6.3	11.8	13.2	10.4	3.5	6.3	1.4
4	10.4	6.9	13.2	6.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	1.4	4.2	50.7	1.4	0.0	2.1
5	4.2	2.1	0.0	1.4	0.0	0.0	1.4	0.0	0.7	0.7	6.3	9.0	21.5	43.1	4.2	4.2	1.4
6	17.4	7.6	10.4	2.1	0.0	1.4	0.7	3.5	5.6	5.6	28.5	6.9	0.7	2.1	2.8	2.1	2.8
7	1.4	11.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	4.2	49.3	27.8	1.4	0.7	0.0	0.7
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	21.5	20.1	54.9	0.0	0.0	0.0
9	11.1	20.1	8.3	1.4	4.9	2.1	2.8	2.1	1.4	2.1	5.6	3.5	4.2	25.7	0.7	2.8	1.4
10	13.9	16.7	9.0	8.3	5.6	2.8	5.6	0.7	2.8	3.5	6.3	3.5	3.5	2.1	0.7	3.5	11.8
11	13.2	18.1	16.7	9.0	2.1	0.0	0.0	0.0	1.4	0.7	2.1	22.9	7.6	2.8	0.7	2.8	0.0
12	10.5	16.1	13.3	14.7	4.2	0.7	4.2	0.0	0.7	4.2	4.9	7.0	9.1	3.5	1.4	2.8	2.8
13	11.1	7.6	18.8	9.7	1.4	0.7	2.8	1.4	5.6	2.1	4.2	6.9	11.1	7.6	4.2	1.4	3.5
14	4.9	5.6	7.6	4.2	2.8	0.7	2.8	2.1	2.1	4.9	13.9	35.4	9.0	1.4	0.7	0.0	2.1
15	13.2	22.2	18.1	9.7	2.1	3.5	3.5	2.8	2.8	3.5	5.6	5.6	0.7	1.4	2.8	2.8	0.0
16	28.5	34.7	11.8	0.0	0.0	2.8	2.1	0.7	1.4	1.4	3.5	5.6	2.8	2.1	1.4	1.4	0.0
17	7.6	11.1	16.7	6.3	4.9	0.7	0.0	2.8	2.1	21.5	18.1	2.8	1.4	1.4	0.7	1.4	0.7
18	9.7	9.0	17.4	13.9	1.4	0.7	1.4	2.1	4.2	3.5	2.8	0.0	0.7	14.6	12.5	6.3	0.0
19	9.7	11.8	6.3	4.2	1.4	0.7	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	4.2	9.0	41.7	6.3	2.1	0.0
20	4.2	18.1	7.6	0.7	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	35.4	9.0	2.1	0.7	1.4	0.0
21	0.0	1.4	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	6.3	32.6	27.1	29.2	0.0	0.7	0.0
22	0.0	2.1	2.1	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	4.2	12.5	13.9	20.8	34.7	6.9	0.0	1.4	0.0
23	4.2	4.9	6.3	0.7	1.4	0.7	0.7	1.4	2.8	5.6	8.3	13.2	18.8	28.5	2.1	0.7	0.0
24	4.9	18.8	22.9	2.8	0.7	1.4	0.7	0.7	0.7	0.7	4.9	11.1	23.6	0.7	2.1	3.5	0.0
25	5.6	10.4	14.6	9.0	4.2	4.9	2.8	0.0	0.0	0.0	1.4	17.4	16.0	2.8	3.5	3.5	4.2
26	6.3	7.6	4.9	0.7	1.4	1.4	1.4	2.8	2.8	5.6	10.4	27.1	18.1	2.8	4.2	2.8	0.0
27	6.9	16.7	6.9	1.4	1.4	0.7	6.9	4.2	10.4	16.0	9.0	5.6	2.8	3.5	1.4	4.2	2.1
28	7.6	9.0	11.1	0.0	4.9	2.1	2.1	3.5	7.6	16.7	24.3	2.1	0.7	1.4	2.1	1.4	3.5
29	6.3	17.4	14.6	2.8	3.5	8.3	9.7	0.7	2.1	2.1	11.8	13.9	4.2	0.7	0.0	2.1	0.0
30	11.1	24.3	16.0	8.3	5.6	2.8	2.1	1.4	2.8	5.6	9.7	3.5	0.0	3.5	0.7	2.1	0.7
월 Month	8.2	12.2	10.3	4.2	2.2	1.5	2.0	1.4	2.3	4.2	8.1	14.6	11.1	11.8	2.3	2.4	1.4

89859 남극장보고과학기지(KARP)

2018년 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	기압 평균 Ave. Station	980.8	980.7	987.2	988.1	979.3	972.1	980.2	981.7	979.4	981.4	987.6	982.9	981.8	977.7	977.7		983.2
	최고 Highest	981.4	980.1	986.1	993.2	987.1	988.6	986.8	985.7	981.8	979.3	980.7	986.6	986.6	985.3	986.4	986.2	
압	나타난 시간 Time	982.4	987.7	989.6	991.5	985.2	974.7	983.8	983.8	980.1	985.9	989.0	985.9	984.0	979.8	983.5		995.7
	(hPa)	983.9	984.0	991.7	995.7	992.1	992.4	988.9	989.6	984.5	981.3	983.8	989.1	988.6	986.5	987.3	987.3	19일
Air Press.	나타난 시간 Time	0137	2356	0907	1311	0001	2359	2127	0020	2251	2345	1212	0001	0037	1338	2323		
	최저 Lowest	0123	2244	2354	0713	0251	1520	2351	0105	0024	0001	2112	2017	0001	2235	2344	0014	0713
Air Press.	나타난 시간 Time	978.6	977.5	983.3	983.8	972.6	971.5	974.5	979.4	979.0	979.7	985.9	982.0	977.3	975.3	973.2		971.5
	최저 Lowest	979.5	976.8	983.1	991.3	981.7	984.2	985.8	981.7	979.8	977.7	976.4	983.2	985.4	984.8	985.9	985.9	6일
Air Press.	나타난 시간 Time	2346	0549	2212	0001	2353	0149	0005	2359	0104	355	0001	1348	2345	0504	0711		
	최저 Lowest	1621	1041	0020	0007	2117	0001	0919	2035	1810	1855	0411	0033	2206	0434	0645	0828	0149
기온	기온 평균 Ave. Station	-4.3	-2.5	-3.3	-3.6	-3.1	-3.1	-1.8	-0.1	-1.8	-2.2	-3.1	-2.1	-3.4	-3.0	-2.2		-1.8
	평균 최고 Avg. Maximum	-1.8	1.0	1.1	-1.5	1.8	-0.6	-0.2	-2.0	-2.4	-1.5	-1.1	-0.8	-1.7	-2.2	-2.6	-1.4	
온	평균 최저 Avg. Minimum																	-4.3
	최고 Highest	-1.2	0.3	-1.5	0.2	0.5	1.7	2.4	2.8	3.1	1.0	-0.3	2.8	-2.0	0.8	1.8		3.7
(°C)	나타난 시간 Time	0.5	3.2	2.7	1.1	3.6	2.6	2.8	0.9	-1.2	0.7	1.2	3.7	0.8	-0.2	-0.1	1.5	27일
	최저 Lowest	2140	0623	0004	2352	0439	0728	2355	0113	0356	0557	2316	0425	0228	0440	0551		0442
Air Temp.	나타난 시간 Time	2317	1217	0814	2350	0648	0006	0149	1953	0340	1117	2310	0442	0025	0029	0410	2319	
	최저 Lowest	-7.8	-5.0	-4.9	-4.7	-5.5	-7.5	-3.8	-5.5	-6.3	-4.1	-5.2	-6.3	-5.2	-6.4	-4.8		-7.8
Air Temp.	나타난 시간 Time	-4.6	-1.0	-1.9	-4.1	-0.4	-3.6	-3.4	-4.6	-3.9	-3.6	-2.5	-4.6	-4.6	-3.7	-5.9	-4.6	1일
	최저 Lowest	1458	1355	1718	1702	1451	1451	0008	1536	1558	1645	1312	1513	1858	1601	1546		1458
Average Dewpoint Temperature	평균이슬점온도(°C)	0015	0021	2348	1521	2042	1233	2354	1453	1037	1850	1132	1731	1909	1442	1558	1330	
	최저 Lowest	-13.4	-10.4	-7.0	-6.4	-8.9	-11.7	-11.0	-11.7	-9.5	-7.8	-6.6	-9.8	-6.7	-9.4	-8.5		-
Average Dewpoint Temperature		-11.2	-10.7	-10.8	-7.3	-9.7	-5.7	-7.1	-8.1	-5.9	-6.3	-5.2	-6.0	-8.1	-7.6	-10.1	-11.4	



2018년 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																		
강수량(mm) Total Precipitation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
상 평 균 Average	49	55	77	82	65	52	51	42	57	66	77	57	78	63	64																	61		
대 습 도 (%) 최 소 Lowest	50	42	42	65	43	70	61	64	77	71	74	69	62	67	57	47																	23	
도 (%) 나타난 시간 Time	31	29	26	39	23	39	36	40	60	40	57	43	47	50	43	31																	20일	
R.H.	0514	0518	0711	2205	0132	0727	2342	0115	0232	0558	2355	0322	2313	0819	0551																		1303	
R.H.	1655	0426	0647	2326	1303	2234	0045	1953	0753	1117	2259	0503	0037	2351	0407	0826																		
평 균 Average	2.9	2.0	3.7	5.7	13.6	5.2	7.1	6.8	1.5	3.0	1.6	3.2	3.6	6.2	5.9																		5.1	
바 람 순 간 최 대 Greatest Gust	7.1	7.9	8.4	3.6	7.3	7.4	4.5	5.1	6.1	7.0	7.6	5.0	2.6	2.6	1.6	2.6																		
람 풍 향 Direction	9.4	5.4	15.5	15.3	32.1	27.5	16.0	17.7	5.8	10.0	5.6	14.4	9.4	15.0	13.3																		32.1	
(m/s)	14.2	18.9	18.1	15.7	24.0	23.2	12.4	12.9	12.2	17.0	17.2	16.4	9.3	8.3	4.3	9.3																	5일	
Wind 나타난 시간 Time	WSW	SW	WSW	SW	WNW	NW	W	WSW	NNE	W	S	W	SSW	W	WSW	WNW																		
(m/s)	W	W	W	WSW	W	WSW	SW	W	WSW	WSW	WSW	W	W	W	NE	WNW																	2014	
Wind 나타난 시간 Time	0225	0035	2212	0514	2014	0009	0634	0450	0111	1554	0017	2134	0001	1551	1426																			
	2142	1234	0733	0032	2044	0720	0354	1650	1349	1842	0552	1655	1528	1723	0136	1127																		
구름(1/8) Average Amount of Cloud	1.3	0.7	7.7	7.9	2.3	0.2	1.6	2.2	2.4	3.4	6.6	2.2	7.0	6.6	7.0																		4.4	
시 작 시 간 Start Time																																		
폭풍설 끝 난 시 간 End Time																																		
Bliz- zard 계 속 시 간 Duration of Blizzard																																		

2018년 12월

일 Date		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월	
요소 Element		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month
수평면일사량(0.001 MJ/m <sup>2</sup> )/월총량		34509	35902	19279	22588	37055	37571	34330	37415	36757	32467	23806	34056	27241	29936	25249	931277	
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		28048	37434	27653	28724	30351	23838	31563	19857	21234	24176	21364	26035	38136	33109	38164	33430	
일평균 수평시정(km)/월최소		50.0	50.0	50.0	45.0	12.4	43.8	34.1	13.8	46.3	50.0	50.0	32.1	0.7	6.5	36.9	0.7	
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		31.9	33.1	540.0	50.0	50.0	47.5	50.0	50.0	50.0	50.0	39.5	15.4	47.5	50.0	30.0	14.4	13일
눈 적설 최 심		-	-	-	14.9	15.9	-	-	-	-	-	-	-	3.5	-	-	-	
눈 Max. Depth. Snow Cover		-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	0.6	0.4	-	-	-	
눈 신적설 합 계 Total		-	-	-	14.9	1.2	-	-	-	-	-	-	-	3.5	0.3	-	21.1	
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth		-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	0.6	0.4	-	-	-	
Fall 나타난 날 Date																	14.9	
맑음 Clear		y	y				y	y						y		y	7	
(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)						y		y		y	y		y				7	
구름 조금 Partly Cloudy			y		y				y	y	y		y				7	
(2.1≤N≤4.0)																	3	
구름 많음 Mostly Cloudy				y		y									y		3	
(4.1≤N≤6.0)					y									y			13	
흐림 Cloudy		y		y	y		y	y	y	y	y	y			y	y	13	
(6.1≤N≤8.0)																	20	
눈 Snow				y	y	y						y	y	y	y	y	20	
비 Rain		y			y		y	y	y	y	y	y	y	y	y		0	
Meteo. Phenomena																	0	
진 눈 개 비 Sleet																	0	
안개 Fog																	0	
박무 Mist																	0	
해상 상태	유빙 Drift Ice(F:Frozen)	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	F/2	
Sea State	(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	F/2	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	
Sea State	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	

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

2018년 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	4.4	3.5	4.3	1.7	1.1			0.7		3.6	6.3	6.9	3.3	0.8	0.6	2.3
2	3.1	3.3	3.0	0.5	1.0	1.9	1.8	1.8	3.6	3.8	3.9	1.5	1.3	2.0	1.2	1.7
3	2.2	2.2	2.2	1.0	2.2	1.7	1.7	3.0	2.7	6.8	10.0	8.8	10.1			
4	2.2	3.5	2.5	2.3	2.0	2.0	0.8	0.6	1.2	11.7	11.7	8.4	5.1			
5									2.9	1.8	2.2	6.5	11.3	21.7	21.4	5.8
6	5.0	5.2	4.9	5.1	2.8	2.3			2.0	2.5	2.1	10.6	10.6	4.7	20.4	10.7
7	3.4	3.8	2.1	2.0	0.9	1.8				7.1	8.2	10.9	10.5	2.2	2.2	
8	5.9	3.8	3.6	3.0	2.2						3.9	13.8	13.4	12.4	12.1	8.5
9	3.1	4.2	2.9	3.1	1.0	1.9	2.4	2.3	2.8	2.3	1.0	0.9	0.7	0.3	0.5	
10	1.7	1.7	2.1	1.7	1.5	1.7	1.2	1.8	3.5	3.9	6.3	6.7	7.6	2.3	1.6	
11	2.1	2.8	2.6	2.6	1.6	1.9	2.4	3.7	3.2	0.9	0.3	0.5	0.4	0.6	1.4	0.8
12	5.1	4.1	2.4	2.4	2.2	1.2	1.1	1.0	1.5	8.2	7.7	10.2	9.8	1.5	3.0	1.9
13	2.1	1.9	2.1	1.0			2.9		5.2	7.3	6.6	5.4			1.6	1.7
14	3.1	2.9	3.2	1.2	1.4	1.4	2.5	2.2	7.1	8.2	8.0	9.6	12.1	3.4		
15	5.6	5.1	3.1	2.7			1.5	3.9	6.6	7.1	5.6	9.2	9.5	9.5	7.3	
16	1.5		1.9	2.4	1.6	1.3	1.1	1.8		4.3	7.3	8.8	10.8	8.7		3.4
17									3.1	10.1	10.9	13.4	13.1			1.2
18									7.4	9.9	10.3	12.3	9.6			
19	2.3	3.9	3.5	2.7	2.3	1.3	1.5	3.8	4.2	10.2	10.3	12.0	2.2	5.0	1.3	2.4
20	2.4	4.1	3.3	1.1	0.7		0.9	2.7		3.7	6.0	13.3	17.4	11.1	9.5	
21	3.5	3.5							9.1	11.4	14.9	15.2	6.6			2.8
22	2.6	3.2		1.6	2.0	1.3	2.9	3.1	4.1	6.2	7.3	7.8	7.7			2.8
23	1.8	1.6	2.0		1.9	3.6	3.4	5.1		8.7	8.7	9.3	10.3	1.9	2.6	1.5
24									5.9	7.3	8.1	9.1	7.6			
25							5.6	4.6	3.6	5.6	8.8	11.8	12.2	8.0		
26								3.7	6.4	8.6	10.2	11.0	12.1			
27	1.3	2.6	4.9	6.1	4.7	1.2		2.0	4.9	5.9	6.1	9.2	11.8	7.5	1.5	
28	3.0	3.1	2.8	2.2	1.6	2.6	0.7		1.2	2.2	4.3	6.7	7.5			1.2
29	1.1	2.6	2.8	2.8	2.5	1.8	3.3	1.4		2.9	5.7	6.1	6.7		1.7	
30	2.4	3.0	3.0	1.5	1.2	1.0	1.3	2.2	1.5	2.6	2.8		0.6		0.6	0.8
31	3.2	4.0	3.6	1.8	0.8	1.6		1.7		2.3	3.8		1.5	7.7	5.4	4.4
월 Month	5.9	5.2	4.9	6.1	4.7	3.6	5.6	5.1	9.1	11.7	14.9	15.2	17.4	21.7	21.4	10.7

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	18.1	30.6	9.0	3.5	2.1	0.0	0.0	0.7	0.0	3.5	7.6	16.7	4.2	0.7	0.7	2.8	0.0
2	6.9	8.3	7.6	0.7	3.5	1.4	4.9	2.1	13.9	23.6	16.0	2.1	2.8	1.4	2.1	2.8	0.0
3	4.2	9.7	2.8	0.7	1.4	3.5	5.6	6.3	9.0	16.7	18.1	21.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.7	6.9	4.9	6.3	4.2	3.5	0.7	0.7	1.4	9.0	41.0	16.7	3.5	0.0	0.0	0.0	0.7
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	2.1	2.1	4.9	6.9	59.0	20.8	1.4	0.0
6	4.9	4.9	5.6	2.1	2.8	2.8	0.0	0.0	4.9	8.3	5.6	22.2	13.9	2.1	13.9	4.2	2.1
7	2.8	5.6	2.1	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	2.1	5.6	29.2	49.3	0.7	0.7	0.0	0.0
8	9.7	12.5	2.1	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	14.6	24.3	12.5	14.6	5.6	0.0
9	2.8	11.1	11.1	12.5	6.9	7.6	11.1	10.4	9.0	10.4	2.1	0.7	0.7	0.0	0.7	0.0	2.8
10	0.7	0.7	12.5	9.0	5.6	6.3	0.7	1.4	8.3	11.1	11.1	21.5	6.3	0.7	0.7	0.0	3.5
11	8.3	28.5	16.7	3.5	6.3	3.5	6.3	9.7	2.1	1.4	0.0	0.7	0.0	0.7	0.7	0.7	11.1
12	8.3	12.5	11.8	5.6	7.6	8.3	4.9	0.7	3.5	2.8	3.5	18.1	6.9	1.4	2.1	2.1	0.0
13	3.5	6.9	1.4	0.7	0.0	0.0	2.1	0.0	2.8	18.1	45.1	16.0	0.0	0.0	1.4	1.4	0.7
14	0.7	4.2	6.3	0.7	0.7	0.7	1.4	2.1	2.8	10.4	17.4	21.5	30.6	0.7	0.0	0.0	0.0
15	2.8	0.7	1.4	0.7	0.0	0.0	0.7	2.1	9.7	13.9	13.2	22.9	22.9	7.6	1.4	0.0	0.0
16	0.7	0.0	0.7	0.7	1.4	0.7	0.7	0.7	0.0	2.8	5.6	25.0	56.3	4.2	0.0	0.7	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	21.5	16.0	29.2	31.9	0.0	0.0	0.7	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	12.5	28.5	47.2	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0
19	6.9	15.3	6.9	2.8	2.1	1.4	1.4	2.1	2.1	15.3	13.2	19.4	3.5	2.1	0.7	2.1	3.5
20	0.7	9.0	3.5	1.4	0.7	0.0	0.7	1.4	0.0	2.8	5.6	25.0	38.9	9.7	0.7	0.0	0.0
21	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	10.4	45.8	32.6	2.1	0.0	0.0	0.7	0.0
22	0.7	0.7	0.0	2.1	0.7	1.4	2.8	2.1	7.6	16.7	18.8	36.8	7.6	0.0	0.0	2.1	0.0
23	1.4	2.1	2.1	0.0	1.4	1.4	2.1	2.1	0.0	7.6	14.6	40.3	21.5	0.7	0.7	2.1	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	24.3	22.9	42.4	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.9	0.7	5.6	18.1	41.0	23.6	5.6	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.3	10.4	11.8	47.2	22.9	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.7	3.5	11.1	2.1	5.6	2.1	0.0	1.4	4.9	5.6	8.3	11.1	29.2	12.5	1.4	0.0	0.7
28	3.5	21.5	26.4	5.6	2.8	7.6	2.1	0.0	2.1	1.4	5.6	13.2	5.6	0.0	0.0	0.7	2.1
29	0.7	6.3	25.7	5.6	7.6	9.7	4.2	0.7	0.0	2.1	9.7	22.9	4.2	0.0	0.7	0.0	0.0
30	5.6	27.8	27.8	7.6	9.0	3.5	0.7	2.8	2.1	3.5	2.8	0.0	0.7	0.0	0.7	2.1	3.5
31	6.9	29.9	29.2	4.2	0.7	0.7	0.0	1.4	0.0	5.6	6.3	0.0	1.4	8.3	2.1	2.8	0.7
월 Month	3.4	8.5	7.4	2.6	2.4	2.2	1.7	1.8	3.4	9.1	13.7	21.4	14.1	4.2	2.2	1.1	1.0

Last Page





## II. 남극세종과학기지 기상 연보

# ANNUAL WEATHER REPORT ANTARCTIC KING SEJONG STATION



2018

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 CHILEAN ANTARCTIC FREI BASE [INTERNET,  
until DEC 2018]

- 18 UTC ─┘  
- 24 UTC ─┘

3. OBSERVATION AND RECORDING TYPE OF EACH ELEMENTS

### ● AUTOMATIC OBSERVATION

- WIND SPEED( $\text{ms}^{-1}$ ) : 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
- DEW POINT TEMPERATURE( $^{\circ}\text{C}$ ): Ave.
- PRESSURE(hPa) : Ave., Max./Max. Time,  
Min./Min. Time
- PRECIPITATION(mm) : Accumulated Total
- HORIZONTAL GLOBAL SOLAR RADIATION( $\text{ly}/\text{min}$ ) : Ave.
- UV SOLAR RADIATION( $\text{mly}/\text{min}$ ) : 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 webhard)
- DATA TRANSMIT TO FREI BASE 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  $\pm 0.10$  °C)  
3-ELEMENTS COMPOSITE LINEAR THERMISTOR (-50 °C ~ 50 °C)
- ☞ RELATIVE HUMIDITY;  
RH PROBE (ACCURACY  $\pm 2$  TO  $\pm 3$  %)  
THIN FILM CAPACITOR (0~100 %)
- ☞ STATION LEVEL AIR PRESSURE;

PTB110 BAROMETER (ACCURACY  $\pm 0.3$  hPa)

BAROCAP TRANSMITTER (800~1100 hPa)

☞ WIND SPEED AND DIRECTION;

SKYVANE SYSTEM WITH 4 DE-ICING LAMPS (ACCURACY  $\pm 0.4$  ms<sup>-1</sup>,  
 $\pm 2^\circ$ )

4-BLADE PROPELLER, DC GENERATOR (0~90 ms<sup>-1</sup>)

COUNTERBALANCED TAIL (0~360°)

☞ PRECIPITATION;

ELECTRICALLY HEATED RAIN/SNOW GAUGE (ACCURACY 0.5 % AT  
0.5"/HR),

TIPPING BUCKET TYPE (UNLIMITED CAPACITANCE)

☞ DEWPOINT TEMPERATURE;

DEWCELL PROBE (ACCURACY  $\pm 1.0$  °C)

THERMISTOR COMPOSITE (-40 °C ~ 50 °C)

☞ 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](http://WWW.WEATHER.COM), [WWW.WUNDERGROUND.COM](http://WWW.WUNDERGROUND.COM),

[AMRC.SSEC.WISC.EDU](http://AMRC.SSEC.WISC.EDU), [WWW.DIRECTEMAR.CL](http://WWW.DIRECTEMAR.CL),

[WWW.METEONET.COM.AR](http://WWW.METEONET.COM.AR)

## 2. RADIATION ENERGY MEASUREMENTS

☞ GLOBAL SOLAR RADIATION ON A HORIZONTAL SURFACE

EPPLEY TYPE DOUBLE SPECTRAL PYRANOMETER (ACCURACY

6 mv/ly/min)

MULTIJUNCTION COPPER-CONSTANTAN, CIRCULAR TYPE  
(0.285~3  $\mu\text{m}$ ), 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 칠레 표준시(60°W 자오선 기준)에 따른 것으로서, 칠레 표준시는 (GMT-4시간)에 해당한다. 일계는 1일 24시간제에서 00시를 기준으로 하였다.

In this report, the time stated is Chilean Local Standard Time(60°W, GMT-4hours) on a 24-hour clock beginning at midnight; for example, 1830 means 6:30 p.m., local standard time.

2. 현지기압, 기온, 풍속, 상대습도, 이슬점온도 등의 일 평균값은 10 또는 1초마다 자동 관측된 값의 전체 평균값이며, 풍향은 0°~ 360°의 방향에 대한 일 벡터 합성값의 16 방향이다.

Daily averages for station level air pressure(hPa), air temperature(°C), wind speed( $\text{ms}^{-1}$ ), relative humidity(%) and dewpoint temperature(°C) are derived from observation measured at every 10 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 세종기지 연구실내에 설치된 아날로그 기압계로 측정되며, 단위는 hPa이고 평균 해수면 고도 9.85 m의 높이에서의 값이다.

Station level air pressure is measured by Precision Analog Output Barometer and given in hPa unit at 9.85 m above mean sea level in the laboratory.

4. 기온과 상대습도 및 이슬점온도는 백엽상내에 지상 약 2 m 되는 높이에 설치된 RH/Temperature Probe와 Dewcell Probe로 각각 측정되며, 0 °C 이하의 값은 음의 부호로써 표시하였다.

Air temperature(°C), relative humidity(%) and dewpoint temperature(°C) are measured by RH/Temperature Probe and Dewcell Probe, respectively, at about 2 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( $\text{ms}^{-1}$ )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( $\text{ms}^{-1}$ ) unit. The greatest gust is the greatest instantaneous wind speed recorded.

7. 폭풍설은 수평 시정악화(약 150 m 이하)와 풍속  $14 \text{ ms}^{-1}$  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  $14 \text{ ms}^{-1}$  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( $\text{ms}^{-1}$ ) 및 풍향별 관측횟수의 백분율(0.1%)은 10분마다 출력된 값으로부터 얻어진 값을 방향별(16방향)로 구분해서 산출한 값이며, 풍속  $0.2 \text{ ms}^{-1}$  이하인 경우에는 '정온'으로 처리하였다.

The maximum wind speed( $\text{ms}^{-1}$ ) 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  $0.2 \text{ ms}^{-1}$ , 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 octas unit. When cloud cover can not be observed, number 9 is assigned to it.



10. 수평면 전천 일사량은 에프리 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 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 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 '-'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 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

## 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	1028 944	7/19 7/5
	Max	1009	1011	1010	999	1009	1011	1028	1021	1017	1000	1002	1004			
	Min	979	961	962	955	967	969	944	945	980	951	961	960			
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	1020 944	6/26.27. 29 2/17
	Max	998	1004	1009	1012	1008	1020	1016	1019	1013	1006	1008	998			
	Min	965	944	963	959	953	964	950	972	962	956	959	973			
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	1026 951	8/18 5/29
	Max	1003	1011	1013	1008	1006	1010	1021	1026	1015	1009	1009	998			
	Min	973	957	957	963	951	957	959	958	962	963	961	957			
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	1027 955	7/28 5/3
	Max	1006	1010	1011	1005	1018	1011	1027	1024	1009	1011	1011	1005			
	Min	976	960	962	958	955	958	974	969	966	965	957	960			
2012	Ave	984	984	989	994	991	976	987	987	992	980	984	991	986.6	1019 943	4/21 7/25
	Max	998	1015	1013	1019	1011	1005	1011	1010	1015	1003	995	1008			
	Min	967	957	961	960	958	955	943	961	965	950	966	968			
2013	Ave	986	991	995	986	986	980	984	990	996	983	979	985	986.8	1028 942	8/22 6/23
	Max	1004	1012	1019	1010	1007	1007	1023	1028	1027	1015	998	1000			
	Min	960	965	965	958	966	942	947	962	965	954	954	967			
2014	Ave	989	988	983	995	992	993	992	995	996	981	979	981	988.7	1020 947	9/20.21 10/26
	Max	1005	1009	1003	1019	1016	1012	1009	1017	1020	1010	1001	1010			
	Min	976	964	960	974	965	968	968	954	969	947	960	960			
2015	Ave	989	986	987	987	988	982	985	984	983	991	982	985	985.8	1021 929	5/8.9 8/16
	Max	1010	1002	1015	1013	1021	1002	1011	1007	1013	1008	1001	1006			
	Min	974	966	960	959	951	949	945	929	949	967	955	964			
2016	Ave	988	984	985	986	1001	990	995	992	992	992	985	991	990.1	1025 951	7/15.16 2/16
	Max	1007	1006	1004	1017	1016	1007	1025	1013	1020	1017	1014	1001			
	Min	975	951	957	968	969	958	954	955	961	959	952	969			
2017	Ave	987	994	1002	994	991	988	985	988	980	984	987	980	988.3	1026 950	8/8 9/15
	Max	1002	1013	1015	1006	1010	1018	1018	1026	1007	1007	1007	999			
	Min	969	976	984	974	963	959	952	958	950	956	958	957			
2018	Ave	986	985	982	989	990	994	994	988	992	995	980	980.9	988.0	1024 948	12/11 8/4
	Max	1002	1001	998	1004	1014	1011	1021	1022	1016	1016	1002	1024			
	Min	962	965	961	970	965	970	968	948	960	976	955	1003			
Total	Ave	987.7	988.5	988.6	989.3	991.9	990.6	991.1	990.2	990.8	985.7	984.8	986.6	988.8	1035	00/9/7
	Max	1015	1017	1023	1026	1031	1029	1031	1028	1035	1025	1022	1024			
	Year	1996	95,96,04	1991	2007	2000	1996	2000	2013	2000	1988	2004	97, 18			
	Min	960	944	944	954	945	942	943	929	937	940	946	952			
Year	04,13	2009	1995	1995	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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	9.9	11/27
	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			
	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			
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	7.5	1/13
	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			
	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			
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	9.1	3/7
	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			
	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			
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	9.4	3/7
	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			
	Min	-2.1	-1	-6.8	-15.1	-14	-16.7	-20.6	-21.2	-17.5	-8.5	-6.2	-1.1			
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	9.6	3/2
	Max	6.1	5	9.6	4.9	5.1	1.8	3.4	3.9	1.7	5.2	4.6	2.3			
	Min	-1.3	-6.6	-5.5	-13.9	-13.7	-18.5	-15.1	-16.5	-16.6	-11.7	-8.1	-5			
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	7.8	4/9
	Max	6.5	5.7	7.7	7.8	6.1	3.6	1.2	4.2	2.4	4.6	5.8	5			
	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			
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	9.6	11/6
	Max	7	6.9	5.3	8.1	6.8	2.4	3.2	2.5	3.5	7.7	9.6	8			
	Min	-3.8	-7.1	-9.5	-9.2	-13.1	-15.1	-12.7	-20	-19.1	-12.2	-8.7	-4.8			
2015	Ave	1.1	1.8	1.2	0	-2.2	-7	-7	-5.6	-7.1	-2	-1	0.5	-2.3	9.8	11/16
	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			
	Min	-3.6	-5.8	-4.6	-6	-15	-18.7	-17.5	-19.6	-16.9	-11.8	-8.1	-3.1			
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	12.4	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			
	Min	-4.6	-6	-5	-16.5	-13.2	-12	-13.5	-19.9	-14	-9.4	-4.4	-2.5			
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	11.3	3/20
	Max	6.9	9	11.3	5	5.8	0.9	3.6	4.5	2.9	5.3	5.8	9.4			
	Min	-1.5	-4.4	-7	-14	-12.1	-12.1	-15	-17.8	-14.1	-8.8	-8.5	-2.8			
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	9.7	2/21
	Max	6.5	9.7	7.2	7.2	5	1.6	2.5	2.8	4	4.9	5.2	5.4			
	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			
Total	Ave	1.9	1.8	0.8	-1.5	-2.7	-5.0	-5.5	-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			
Total	Ave	6.7	7.3	7.9	8.2	8.1	8.5	8.4	8.6	8.7	8.7	7.6	6.9	8.0	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	Total	Ext	Ext Date
1988	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	2/23
	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	Ext	Ext Date
2008	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	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	Total	22.9	33.8	103.3	58.8	23.1	8.9	16.0	31.6	10.0	19.1	35.5	*	363.3	21.1	4/19
	Max	9.0	4.7	21.1	11.9	9.7	4.2	5.8	13.3	4.0	5.2	19.5	*			
	Date	12	3	26	15	26	15	8	23	4	12	4	*			
Total	Ave	45.3	56.0	60.7	57.2	39.2	34.7	38.0	40.5	40.6	43.1	36.4	30.5	526.5	59.0	03/02/25
	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	93,10	1995	1995	2009	1988	2009	2003			

극지연구소

ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2018)

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 (1988-2018)

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 (1988-2018)

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 (1988-2018)

AVG. P(hPa)	2018	ANN. AVG.
1	986.0	987.7
2	985.0	988.4
3	982.0	988.2
4	989.0	989.1
5	990.0	992.0
6	994.0	990.7
7	994.0	991.3
8	988.0	990.2
9	992.0	991.1
10	995.0	985.8
11	980.0	984.8
12	980.9	986.8
AVERAGE	988.0	988.8

AVG. T(C)	2018	ANN. AVG.
1	1.0	1.9
2	1.8	1.8
3	0.4	0.7
4	-1.3	-1.5
5	-2.7	-2.7
6	-4.9	-5.0
7	-4.7	-5.6
8	-4.4	-5.2
9	-3.8	-3.7
10	-2.4	-2.2
11	-0.7	-0.5
12	0.5	0.8
AVERAGE	-1.8	-1.8





ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2018)

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 (1988-2018)

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 (1988-2018)

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 (1988-2018)

PRECIP. (mm)	2018	ANN. AVG.
1	22.9	45.4
2	33.8	56.6
3	103.3	61.9
4	58.8	57.0
5	23.1	36.9
6	8.9	35.6
7	16.0	37.0
8	31.6	39.4
9	10.0	38.4
10	19.1	41.5
11	35.5	35.6
12	*	31.0
AVERAGE	33.0	43.0
TOTAL	363.0	515.4

AVG. RH (%)	2018	ANN. AVG.
1	87.0	87.6
2	89.0	88.8
3	87.0	88.4
4	87.0	88.2
5	83.0	88.5
6	87.0	88.0
7	85.0	88.4
8	86.0	88.3
9	85.0	89.2
10	84.0	88.9
11	88.0	87.8
12	86.3	86.2
AVERAGE	86.2	88.2



ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2018)

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 (1988-2018)

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 (1988-2018)

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 (1988-2018)

AVG. WS(m/s)	2018	ANN. AVG.
1	5.7	6.7
2	7.4	7.3
3	8.4	7.9
4	8.0	8.2
5	7.9	8.1
6	7.2	8.5
7	8.8	8.4
8	8.9	8.6
9	8.7	8.7
10	6.9	8.7
11	8.3	7.7
12	7.7	6.9
AVERAGE	7.8	8.0

MAX. WS(m/s)	2018	ANN. AVG.
1	25.7	45.9
2	29.7	39.2
3	34.1	45.5
4	34.9	50.0
5	26.5	46.0
6	23.6	50.7
7	31.1	51.9
8	34.2	50.8
9	36.8	51.7
10	35.6	41.2
11	37.3	44.6
12	34.4	43.3
AVERAGE	32.0	46.7
HIGH WS(m/s)	37.3	51.9



ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2018)

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 (1988-2018)

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 (1988-2018)

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 (1988-2018)

AVG. CLD(1/8)	2018	ANN. AVG.
1	7.6	7.0
2	7.3	6.9
3	7.1	6.9
4	6.8	6.9
5	6.4	6.7
6	5.2	6.6
7	6.6	6.7
8	5.4	6.6
9	5.5	6.8
10	5.1	6.8
11	5.6	6.9
12	*	7.0
AVERAGE	6.2	6.8

BLZ. OCC. NO.	2018	ANN. AVG.	TOTAL
1	0.0	0.4	12.0
2	0.0	0.7	23.0
3	2.0	1.5	45.0
4	3.0	2.2	68.0
5	0.0	2.0	61.0
6	1.0	3.3	103.0
7	2.0	3.7	114.0
8	1.0	3.3	101.0
9	2.0	2.5	76.0
10	2.0	1.7	52.0
11	0.0	0.9	29.0
12	*	0.5	15.0
AVERAGE	1.2	1.9	
TOTAL	13.0	22.5	



ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2018)

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 <sup>2</sup> ) 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 (1988-2018)

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 <sup>2</sup> ) 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 (1988-2018)

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 <sup>2</sup> ) 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

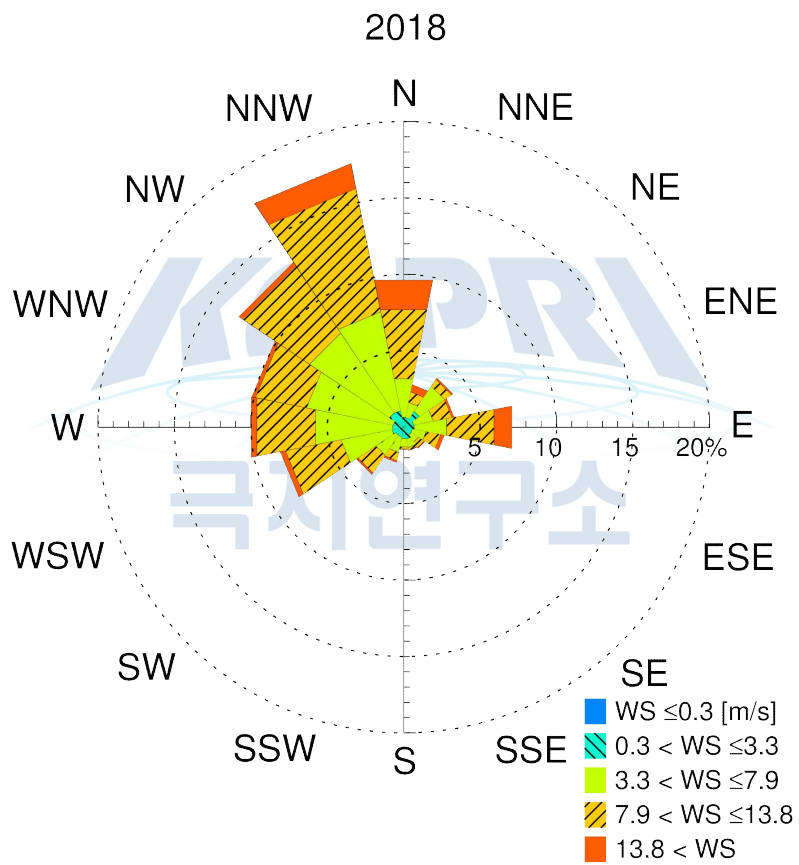
ANNUAL AVERAGE AND TOTAL VALUES FOR METEOROLOGICAL ELEMENTS AT KING SEJONG STATION (1988-2018)

BLZ. OCC. TIME	2018	ANN. AVG.	TOTAL
(hour) 1	0.0	3.2	97.8
2	0.0	6.9	214.9
3	1.8	13.6	421.0
4	25.8	33.5	1038.6
5	0.0	27.0	835.8
6	4.8	47.1	1459.6
7	13.2	41.3	1279.1
8	7.7	36.7	1136.9
9	11.2	24.0	743.9
10	29.5	20.5	637.0
11	0.0	8.1	250.9
12	*	4.2	126.0
AVERAGE	8.5	22.2	
TOTAL	94.0	265.9	

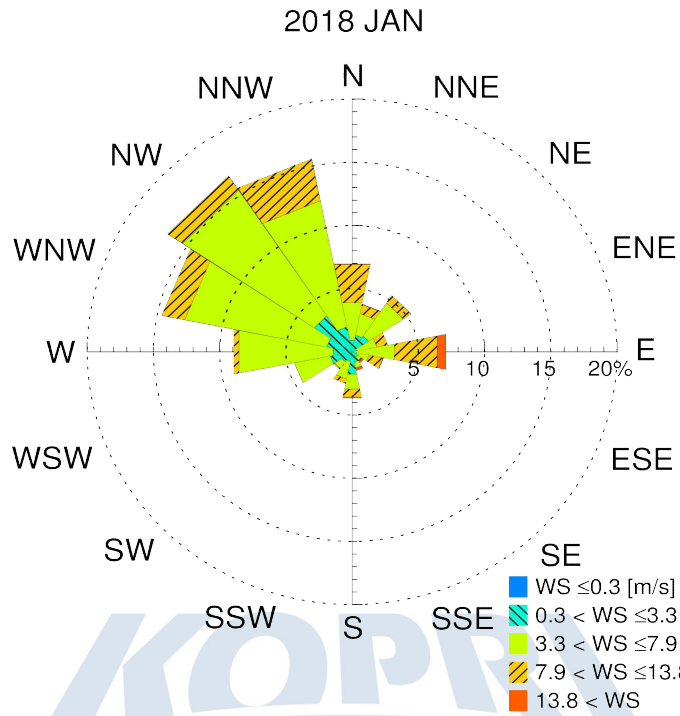
GLB. SOL. RAD.	2018	ANN. AVG.	TOTAL
(kJ/m <sup>2</sup> ) 1	330235	438583	13157476
2	274000	303961	9118838
3	169954	195185	5855555
4	78230	85938	2578152
5	24324	32877	1019182
6	8998	17264	535199
7	15474	27151	841675
8	62505	78667	2360010
9	156313	179171	5554304
10	328373	310038	9611175
11	418081	421489	13066174
12	*	507929	15237860
AVERAGE	169681	215482	
TOTAL	1866487	2546310	



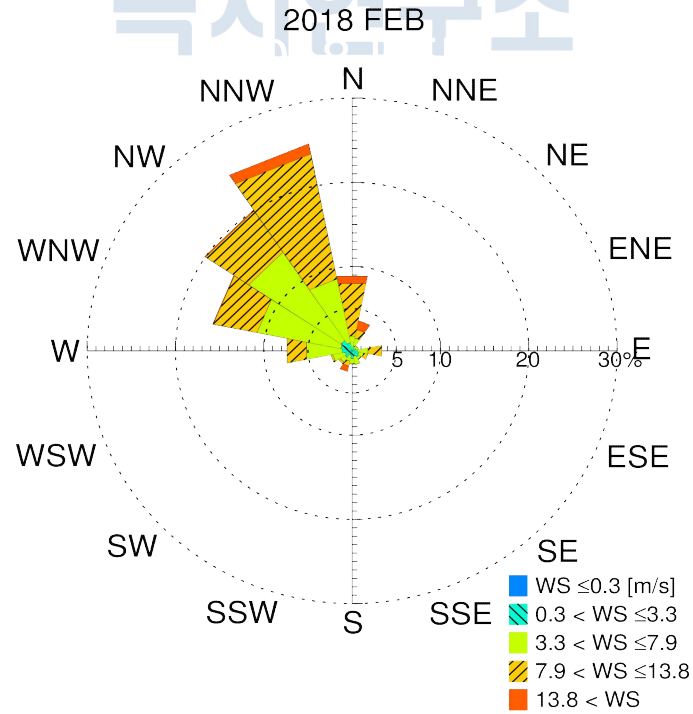
# WIND DIAGRAM FOR EACH MONTH OF 2018



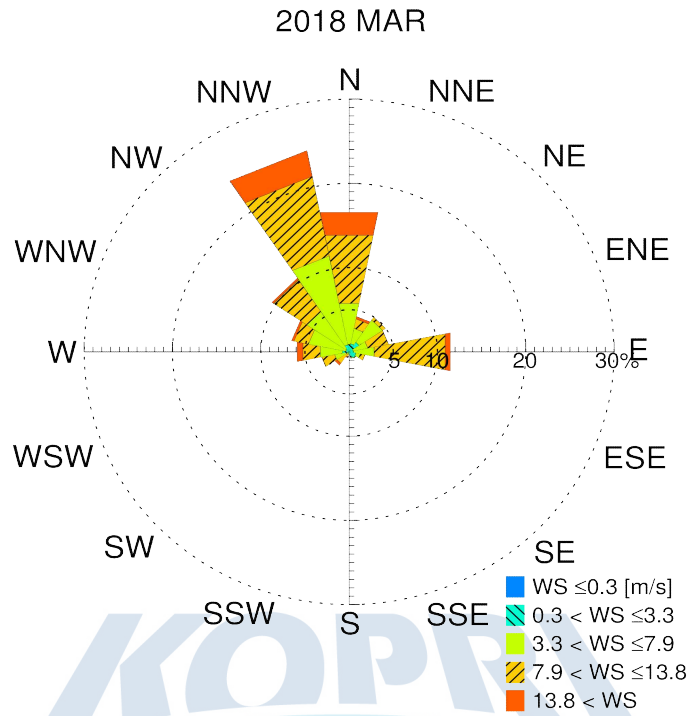
2018 JAN



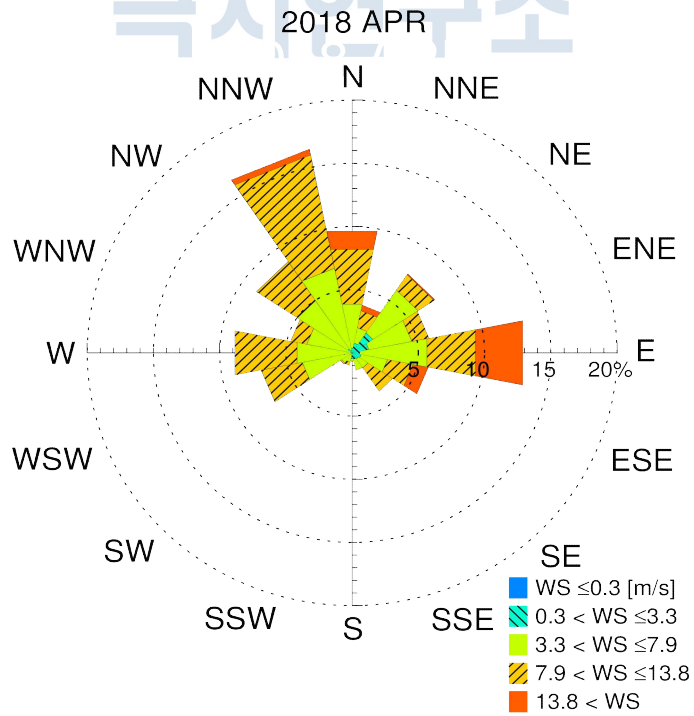
2018 FEB



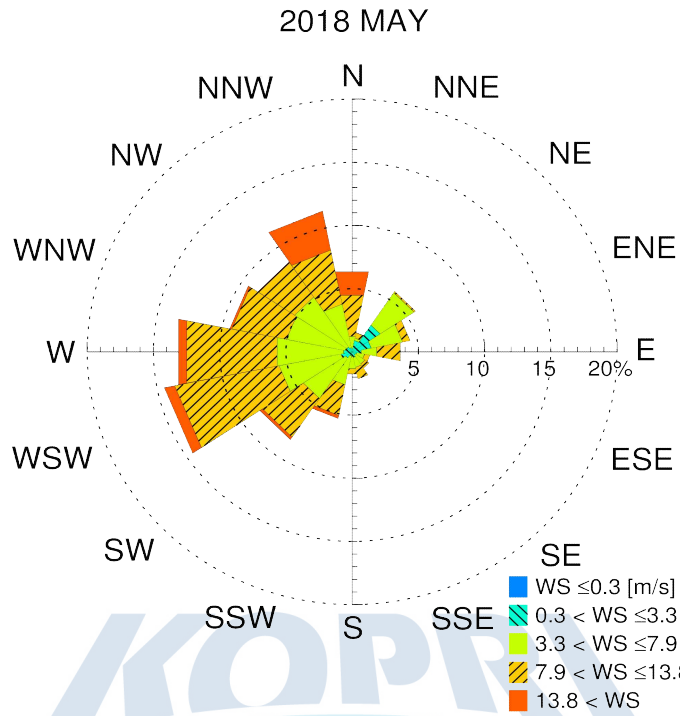
2018 MAR



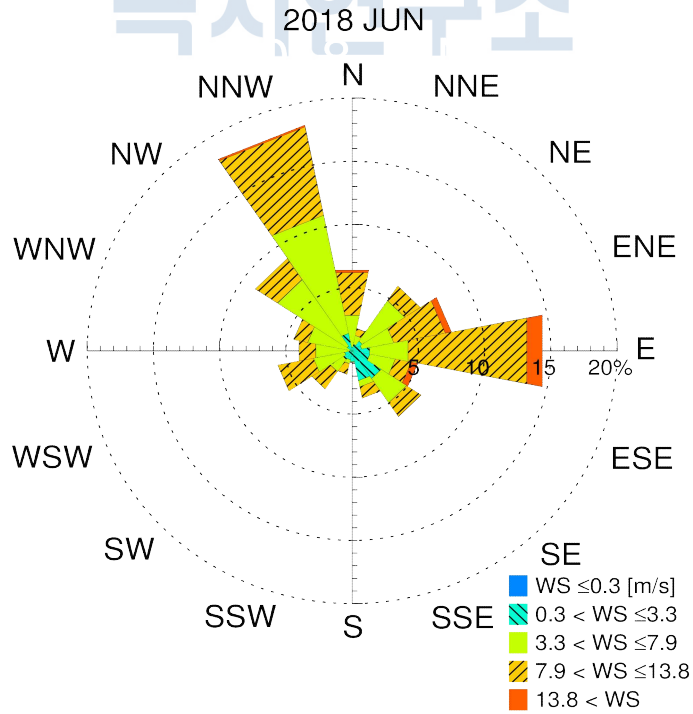
2018 APR



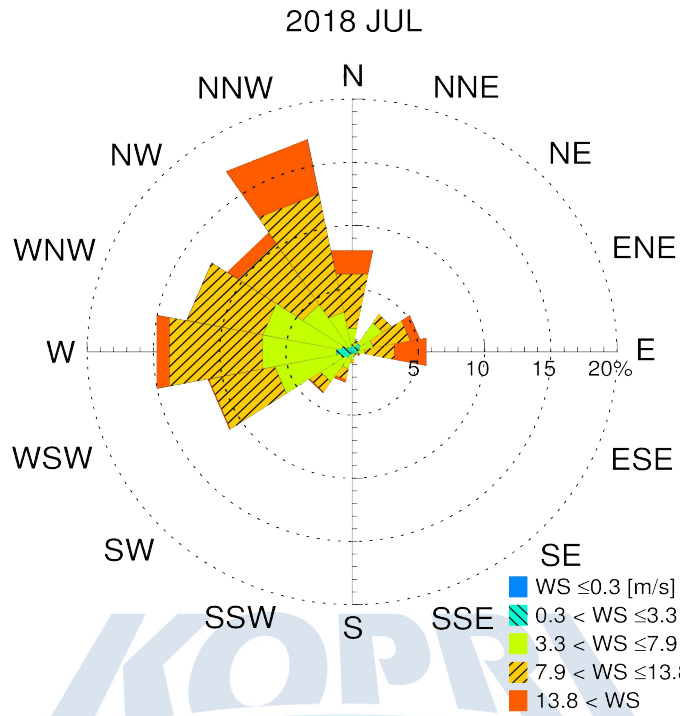
2018 MAY



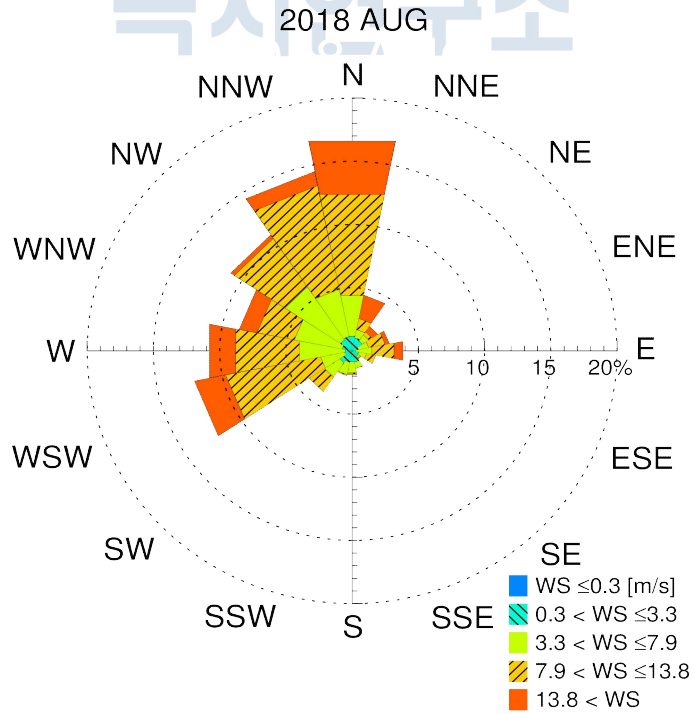
2018 JUN



2018 JUL

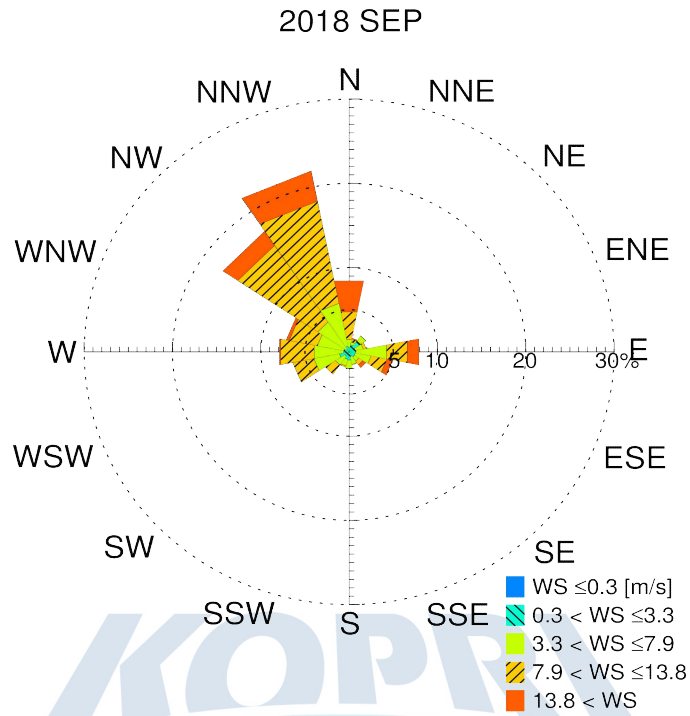


2018 AUG

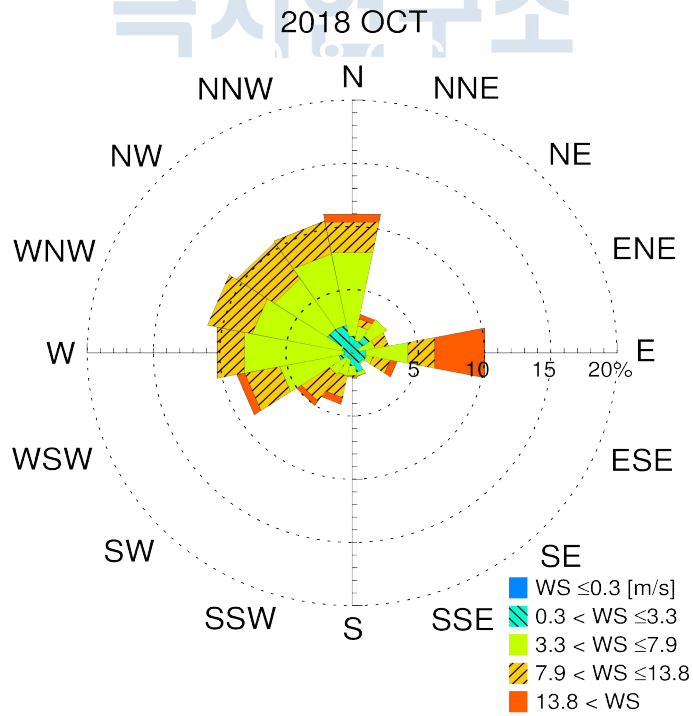




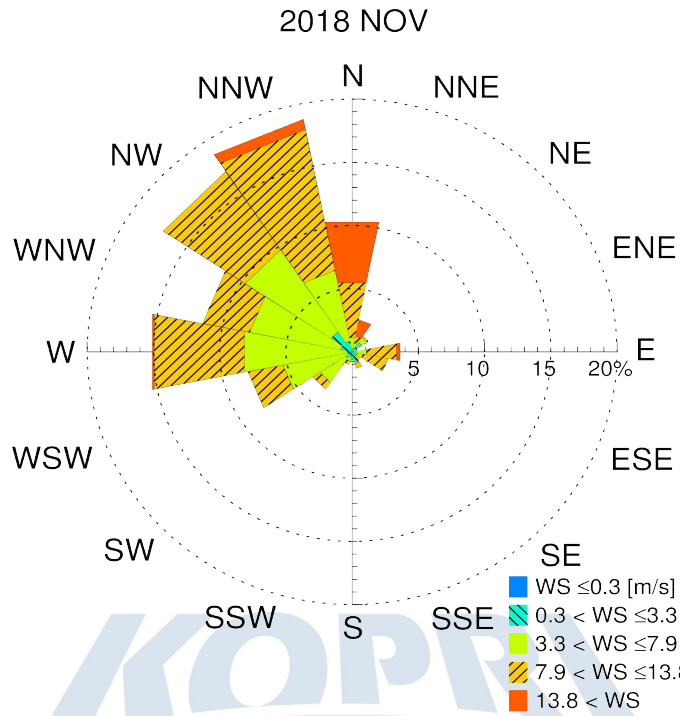
2018 SEP



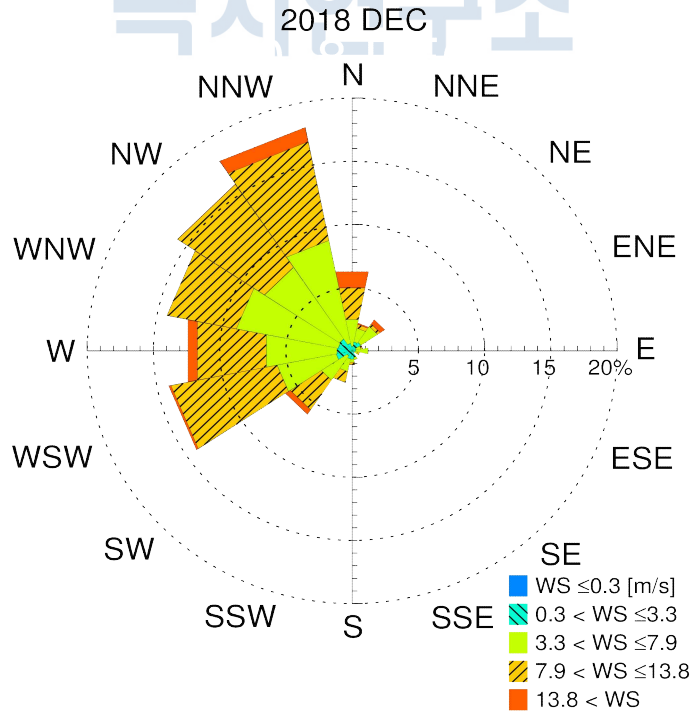
2018 OCT



2018 NOV



2018 DEC





89251 남극세종과학기지 (KARP)

2018년 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	991	992	991	990	995	996	997	1000	988	989	985	974	974	980	986		986	
기압 최고 Highest	980	981	987	979	980	973	976	987	986	986	986	990	983	981	983	985		
기압 나타난 시간 Time	0001	1848	0037	2257	1701	0612	2353	0607	0001	1501	2010	0003	1601	2346	0849			
(hPa) 기압 최저 Lowest	0001	2222	0720	1715	2152	0001	2309	2116	0005	2141	2349	0734	0011	0005	1550	0835		
Air Press. 나타난 시간 Time	0929	0538	2357	0254	0443	0911	1435	0007	1430	0312	1113	2054	2140	1904	0254	2325		
기온 평균 Ave. Station	0.4	-0.2	-0.9	0.1	-0.3	0.0	0.3	1.5	2.6	1.7	1.5	0.0	-0.2	0.9	0.4		1.0	
기온 평균 최고 Avg. Maximum	1.6	1.1	1.5	2.0	0.6	1.7	1.4	1.0	1.6	1.7	1.6	2.1	3.8	2.4	-1.0	-0.5		
기온 평균 최저 Avg. Minimum																		2.9
기온 최고 Highest	2.6	1.2	-0.1	1.6	1.2	2.2	2.3	5.7	5.0	3.9	3.6	3.1	1.2	4.4	1.6			6.5
(°C) 기온 나타난 시간 Time	2.9	2.4	2.8	4.3	2.8	3.6	3.1	2.9	3.4	3.2	3.2	4.3	6.5	4.5	0.1	1.5		28일
Air Temp. 기온 최저 Lowest	-1.0	-1.8	-2.1	-1.6	-1.5	-1.1	-1.0	-0.7	1.1	0.5	-0.1	-1.9	-2.0	-1.2	-0.7			-2.5
Air Temp. 나타난 시간 Time	0430	0552	0907	0137	1005	0332	0009	0630	1815	0420	2354	2359	0006	0317	0316			30일
평균이슬점온도(°C)	2337	2344	0516	2311	0512	2144	2313	0308	0448	2313	2312	0121	0807	2314	0416	0747		
Average Dewpoint Temperature	-2.5	-2.8	-3.5	-3.2	-2.7	-3.9	-3.2	-0.5	-0.3	1.0	0.7	-1.0	-1.6	-2.8	-2.0			-0.9
	0.7	-0.1	-0.8	0.6	-0.1	0.5	0.2	-0.4	0.6	0.7	0.1	-0.5	1.8	0.5	-2.1	-2.1		

2018년 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	-	0.4	0.7	-	0.5	-	-	0.1	2.6	0.6	0.3	9.0	0.1	-	0.0		22.9
상 평 균 Average	0.3	0.3	1.1	0.2	-	3.2	0.6	0.1	0.2	0.4	0.2	1.0	0.3	0.6	0.1	0.0	
대 습 최 소 Lowest	93	92	85	90	95	92	92	90	93	93	90	83	87	88	92	89	
도	60	73	76	67	69	54	60	53	66	88	84	80	81	61	72		53
(%) 나타난 시간 Time	87	82	64	78	88	79	88	80	85	86	74	59	75	80	87	78	8일
R.H.	1421	1956	1357	0918	0747	1231	0905	2326	0030	2034	1335	2308	2355	1242	0039		
평 균 Average	0702	1738	1513	0316	2358	0451	1357	1651	1129	1551	1953	1331	1754	0919	1542	1059	
바 램 순 간 최 대 Greatest Gust	5.6	3.8	4.8	2.4	2.2	3.6	5.5	4.2	7.0	6.6	6.7	10.1	5.4	3.1	7.2		5.7
람 풍 향 Direction	6.8	3.9	6.9	6.2	4.0	5.0	6.5	4.8	7.7	7.2	3.9	6.7	6.4	6.1	9.7	8.1	
(m/s)	10.1	9.9	12.9	9.7	7.0	7.2	9.5	9.4	20.4	13.8	14.8	25.7	14.4	9.4	15.1		25.7
Wind 나타난 시간 Time	13.0	9.5	15.7	19.4	10.0	13.1	13.5	10.3	19.4	15.2	12.0	21.8	15.9	16.1	19.4	16.6	12일
	WNW	SSW	NE	NE	WNW	SSW	W	NNE	NE	N	NW	SE	S	WSW	N		NNE
	N	NNW	N	NNE	WNW	N	NNW	WNW	N	WNW	WNW	NNE	NNW	NNE	E	ESE	
구름(1/8)	1834	0024	2152	0026	1351	0813	1159	2228	0446	2041	0453	2115	0001	0505	1823		
Average Amount of Cloud	0550	0010	2226	0109	2220	0202	1100	1757	1225	0005	0001	1859	0419	1902	0158	0623	
시 작 시 간 Start Time	7.8	8.0	8.0	7.4	8.0	8.0	8.0	6.3	8.0	8.0	8.0	8.0	7.0	5.9	6.2		7.6
폭풍설	8.0	8.0	6.8	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.7	6.4	8.0	8.0	8.0	7.3	
Blizzard																	
계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

2018년 1월

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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	17276	11098	6516	18922	8280	15889	18689	22067	5344	5225	12735	3684	14915	20369	11891		330235
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	15.5	17.5	13.3	20.0	12.9	20.0	20.0	10.7	14.1	4.4	3.3	2.2	8.3	17.5	75.8		2.2
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.2	-	-		1.5
눈 신적설 합 계 Total	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	0.2	-	-		4.1
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	1.0	1.5
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			1
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y			y	30
상 눈 Snow		y	y	y	y							y	y			y	10
상 비 Rain						y		y	y	y	y			y	y	y	16
Meteo. Pheno- -mena 진 눈 개 비 Sleet	y	y	y	y		y	y					y		y			2
안 개 Fog								y			y	y					14
박 무 Mist	y	y	y	y	y	y		y	y	y	y				y	y	27
해상 상태 Sea State	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
유빙 Drift Ice(F:Frozen) (MB=0, MC=1, MB.MC=2)	-	D/1	D/1	D/1	D/2	-	-	-	D/1	-	-	D/1	D/1	D/1	D/2		
거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	D/2	-	-	-	-	D/1	D/1	D/1	-	-	-	D/1	D/2	D/2	D/2	-	
	SL/SL	SL/SL	SL/SM	CA/CA	CA/SM	SM/SM	SM/SM	SL/MO	MO/MO	MO/RO	RO/RO	MO/VR	VR/VR	SM/CA	SL/MO		
	SL/MO	SM/SM	MO/RO	VR/MO	SL/SM	MO/SL	MO/SL	SL/MO	MO/RO	MO/RO	SM/CA	MO/VR	RO/MO	RO/MO	VR/VR	RO/RO	

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

2018년 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	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	4.1	4.6	7.8	8.1	5.0	7.4
2	0.0	4.0	4.8	5.6	5.0	0.0	0.0	1.2	3.5	7.6	5.7	3.5	5.3	4.5	4.8	6.4
3	0.6	4.8	9.5	8.6	7.3	5.6	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.5	2.3	3.0
4	3.4	4.6	7.3	2.7	0.5	2.3	2.7	3.6	3.4	2.1	1.8	3.6	3.7	2.4	0.0	0.0
5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.9	0.0	0.8	1.9	3.0	5.6	5.0	3.1
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	4.2	5.6	5.9	5.3	5.3	5.0	1.2	1.2	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	7.1	6.3	6.9	7.5	0.0
8	5.1	6.2	4.6	0.0	0.0	1.8	3.9	5.7	4.8	3.8	3.1	3.9	4.4	6.7	6.7	6.1
9	9.0	11.3	13.4	10.5	7.3	7.8	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	8.8	8.6	9.1
10	9.4	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	8.1	8.6
11	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	10.3	7.0	4.9	7.3	10.9	11.1
12	0.0	2.2	4.6	9.1	17.5	14.2	17.5	18.5	15.2	0.0	2.6	2.2	4.1	3.8	3.2	1.4
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	7.3	6.4	7.4	6.3	4.3	2.4	0.0
14	2.5	5.0	5.2	0.0	0.0	2.5	2.5	3.8	6.7	0.0	5.0	7.7	5.7	4.2	2.5	6.0
15	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	8.9	9.5	10.4
16	8.6	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	8.1	9.3
17	1.1	0.0	6.0	5.2	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	5.7	7.2
18	10.4	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	7.7	8.2	9.3
19	12.1	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	8.7	7.7	8.2
20	2.2	3.2	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	7.5	8.0	7.6	6.5
21	8.8	6.5	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	8.6	7.4	7.5
22	9.5	0.0	0.0	0.0	7.1	6.1	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	8.9	9.5
23	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	4.1	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	7.6	7.3	3.5
24	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	10.2	9.9	9.9
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	9.6	9.8	7.7	5.9
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	5.4	5.0	3.5	3.6	8.8	7.6	7.0
27	14.1	14.1	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	4.4	6.2	8.8
28	9.6	7.0	2.5	1.8	0.0	0.0	2.5	3.9	2.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	10.6
29	0.0	8.0	12.4	12.0	9.6	7.9	0.5	1.7	1.8	0.0	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	10.3	13.9	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	12.4	4.3	7.2	10.2	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
월 Month	14.1	14.1	13.4	12.0	17.5	14.2	17.5	18.5	15.2	11.3	10.3	7.7	9.6	10.2	10.9	11.1



풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 1월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	4.9	3.5	12.5	29.9	9.0	35.4	0.0
2	0.0	6.3	9.0	6.3	1.4	0.0	0.0	0.7	12.5	16.0	9.0	4.2	4.2	4.9	3.5	18.8	3.5
3	0.7	1.4	42.4	25.7	13.9	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.8	1.4	7.6	0.7
4	5.6	9.7	5.6	3.5	0.7	4.2	7.6	7.6	12.5	1.4	0.7	22.9	6.3	8.3	0.0	0.0	3.5
5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.8	0.0	1.4	8.3	2.8	18.1	34.0	13.2	13.9
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	13.2	13.9	15.3	14.6	20.1	17.4	1.4	0.7	0.0	0.7
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	34.7	38.9	9.0	0.0	0.0
8	4.9	6.9	2.8	0.0	0.0	0.7	0.7	4.2	6.9	2.8	2.1	2.1	4.2	10.4	27.8	23.6	0.0
9	3.5	7.6	9.0	15.3	10.4	9.7	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	20.1	6.3	9.7	0.0
10	15.3	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	53.5	21.5	0.0
11	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	3.5	1.4	3.5	11.8	32.6	36.1	0.0
12	0.0	4.2	4.9	4.2	37.5	11.8	9.7	7.6	6.9	0.0	0.7	2.1	3.5	2.8	0.7	2.1	1.4
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	11.1	4.2	25.7	52.1	3.5	0.7	0.0	0.0
14	5.6	10.4	9.7	0.0	0.0	0.7	1.4	4.9	9.0	0.0	4.9	13.2	12.5	9.0	6.9	11.1	0.7
15	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	31.9	20.8	26.4	0.0
16	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.9	41.0	0.0
17	0.7	0.0	28.5	4.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	25.7	28.5	9.7
18	33.3	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	6.3	18.8	20.8	0.0
19	8.3	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	32.6	27.8	12.5	0.0
20	3.5	9.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	28.5	22.2	19.4	9.0	1.4
21	22.9	10.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	13.2	20.1	18.1	9.0
22	2.1	0.0	0.0	0.0	12.5	6.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	20.1	56.9	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	5.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	24.3	37.5	4.2	2.8
24	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	34.7	31.9	22.2	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	19.4	71.5	8.3	0.7	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	13.9	6.3	2.1	10.4	19.4	31.9	10.4	1.4
27	34.0	13.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	24.3	9.0	14.6	0.0
28	38.9	14.6	2.8	0.7	0.0	0.0	0.7	2.1	0.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	36.1	0.0
29	0.0	7.6	37.5	22.2	20.8	4.9	0.7	1.4	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
30	0.0	0.0	0.0	2.8	95.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	29.2	0.7	2.1	40.3	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
월 Month	7.0	3.7	5.0	2.8	7.2	2.4	1.1	1.5	3.7	2.6	1.7	4.2	9.0	14.6	16.4	15.5	1.7

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2018년 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	983	973	979	977	989	982	975	977	990	992	989	975	973	970	988	985
기압 최고 Highest	988	988	994	999	996	991	984	992	985	987	989	994	986			
기압 나타난 시간 Time	0001	2353	1525	2327	1409	0001	0000	2359	2353	0005	0645	0958	1732	1726	1923	1001
(hPa) 기압 최저 Lowest	0021	1658	2141	2301	0102	0637	2356	0635	1102	2357	2354	2254	0004			
Air 기온 최고 Highest	976	967	967	968	985	977	973	973	980	987	980	973	966	965	976	965
Press. 나타난 시간 Time	981	981	991	997	990	980	978	985	983	983	987	990	972	14일		
기온 평균 Ave. Station	2358	0449	2302	0033	0108	1950	2356	0024	0001	2012	2355	2303	2354	0221	0001	
기온 평균 최고 Avg. Maximum	2252	0043	0325	0009	1928	2341	0124	2357	2137	0028	0443	0017	2359			
기온 평균 최저 Avg. Minimum	0.6	2.4	2.4	1.7	1.6	2.6	2.3	2.2	-1.0	1.2	1.0	1.5	2.0	1.8	2.5	1.8
기온 최고 Highest	2.7	1.6	1.4	0.8	2.0	4.6	2.3	2.3	2.5	1.7	1.3	0.2	1.7			
기온 최저 Lowest																
온도 최고 Highest	3.3	4.6	5.4	3.3	3.1	3.7	3.3	3.8	1.0	3.4	2.0	2.4	4.1	3.4	5.2	9.7
(°C) 온도 나타난 시간 Time	5.3	3.0	3.8	2.5	5.3	9.7	5.4	3.5	4.1	3.3	2.4	2.1	4.5	21일		
Air 온도 최저 Lowest	0025	1408	1248	1548	1700	1631	0049	2325	0547	1604	1003	1457	2059			
Temp. 온도 나타난 시간 Time	-1.7	0.0	1.3	-0.8	-0.3	1.5	1.3	-0.9	-2.8	-0.5	0.2	0.6	1.0	0.7	0.8	-2.8
Temp. 온도 나타난 시간 Time	1.3	0.7	-0.8	-1.5	0.3	1.6	1.0	1.1	0.9	0.7	-1.1	-1.7	-0.5	9일		
평균이슬점온도(°C)	0932	2252	0824	0648	0533	0300	1454	0440	2337	0629	2358	0417	0806			
Average Dewpoint Temperature	-1.9	0.4	1.1	1.0	0.3	1.6	1.1	0.8	-2.1	-1.9	-1.3	0.7	0.9	-0.2	0.3	0.1

2018년 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	-	2.0	4.7	3.0	0.5	4.2	0.6	4.5	0.4	-	-	0.4	1.2	0.0	0.1	33.8
상 평 균 Average	84	87	91	95	91	93	92	90	93	80	85	94	92	87	86	89
대 습 최 소 Lowest	91	92	82	80	84	84	87	96	95	95	94	90	85			
도	66	76	80	92	88	90	87	83	81	67	74	86	85	74	72	54
(%) 나타난 시간 Time	77	86	63	68	72	54	79	90	91	90	91	81	72			21일
R.H.	1816	1517	2301	0058	0712	0628	1938	1113	2351	1530	0611	0120	2328	1140	2013	
평 균 Average	0001	1620	1250	1458	0053	1801	1833	0001	0850	1610	0125	2326	1308			
바 램 순 간 최 대 Greatest Gust	3.6	8.4	7.5	5.2	5.6	12.2	8.4	8.0	7.5	7.8	5.8	6.5	9.7	10.5	6.1	7.4
람 풍 향 Direction	8.1	5.6	3.2	3.2	10.4	11.6	10.3	9.3	9.4	6.8	5.3	4.0	8.3			
(m/s)	13.0	22.8	23.3	17.5	14.7	21.5	15.4	15.9	18.1	24.2	17.8	14.1	19.0	21.9	13.4	29.7
Wind 나타난 시간 Time	18.2	13.8	10.1	9.4	23.2	29.7	26.8	20.0	20.4	15.6	12.0	11.1	19.4			21일
	NNE	NNE	N	NW	NNW	NNW	N	E	E	SSW	SSW	WNW	NW	WNW	N	N
	N	W	E	WNW	N	N	N	NNW	NNW	NW	NW	E	N			
구름(1/8)	2245	0131	2305	0207	2358	0814	2216	2351	0053	2003	0151	2256	2327	0242	2028	
Average Amount of Cloud	2243	0306	1242	2314	1733	2147	0015	2332	0026	1602	0114	0005	1805			
시 작 시 간 Start Time	4.4	7.4	8.0	8.0	7.1	8.0	8.0	8.0	7.6	5.1	7.0	8.0	8.0	6.6	6.1	7.3
폭풍설	8.0	7.8	4.8	5.4	7.8	7.8	7.8	8.0	8.0	8.0	8.0	7.8	7.4			
Blizzard																
끝 난 시 간 End Time																
계 속 시 간 Duration of Blizzard																

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	23351	13778	8237	4854	9573	3461	11279	8642	11727	15717	9763	6154	8039	15975	13390		274000
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	25.5	4.8	5.0	2.6	8.5	4.1	4.5	6.4	13.6	19.4	13.9	3.0	6.8	13.1	15.1		2.5
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	-	2.0	3.0	-	-	-	-	-	-	-	3.0
눈 신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	-	-	-	-	-	-	-	3.0
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0
Fall 나타난 날 Date																	2일
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		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	y	24
상 눈 Snow								y	y								4
상 비 Rain		y	y	y	y	y	y	y	y		y		y	y	y	y	21
Meteo. Phenomena 진 눈 개 비 Sleet	y	y			y	y	y	y	y	y	y		y				1
안개 Fog		y	y	y	y	y	y	y	y		y	y	y			y	18
박무 Mist	y					y		y	y	y	y						24
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen) 상태 (MB=0, MC=1, MB,MC=2)	D/2	-	-	-	D/2	-	-	-	-	-	-	D/2	D/2	-	-	-	
Sea State 거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	D/1	D/1	D/2	D/1	D/0	D/1	-	-	-	-	-	D/2	-	-	-	-	/
	SM/SM	VR/VR	SM/SM	MO/SM	CA/SM	VRU/VRU	RO/RO	RO/MO	RO/MO	SL/VR	VR/MO	MO/RO	RO/RO	RO/RO	SL/MO		/
	SL/MO	MO/SL	CA/CA	CA/SL	RO/RO	RO/VRU	VRU/RO	VRU/RO	VRU/RO	MO/RO	MO/SL	SM/SL	MO/VRU				/

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

2018년 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	4.9	9.2	6.7	2.0	1.0	3.6	4.2	4.9	4.3	3.7	3.9	2.1	0.4	6.3	6.4	5.5
2	13.1	16.3	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	9.8	8.2	9.6
3	13.3	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	9.5	12.4
4	0.0	2.6	3.2	3.3	5.3	8.1	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	10.8	11.2	5.0
5	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	7.5	7.2	6.5	9.7
6	13.7	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	10.1	15.8
7	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	10.4
8	9.4	5.7	1.8	0.0	11.0	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7
9	0.0	1.8	1.7	0.6	13.6	13.0	3.6	2.3	5.7	7.1	7.1	5.1	4.8	4.6	4.4	0.8
10	4.0	1.9	0.8	0.4	1.6	0.0	1.2	13.8	14.5	18.0	12.4	9.1	7.3	3.1	4.0	4.5
11	3.3	2.1	2.3	0.3	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	13.9	0.0	7.3	6.7	8.9	6.9	8.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.3	8.6	8.0
13	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	10.5	13.6	13.2
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	13.4	14.5	0.0
15	9.6	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	8.1	9.0	8.1	8.2
16	12.4	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	9.9	12.8
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	4.7	10.5	9.0	10.0	0.0
18	0.0	5.9	6.1	4.2	4.3	3.9	3.6	5.3	5.5	4.4	3.6	2.6	4.0	4.1	2.9	0.0
19	0.0	1.5	0.6	1.1	2.1	3.1	3.1	2.7	4.7	2.6	3.2	5.5	5.7	7.2	7.2	1.7
20	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	9.0	13.0
21	17.8	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	11.3
22	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	14.0	15.5	15.7	9.9
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	0.0	8.8	9.9	14.4
24	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	12.2	15.1
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	0.0	6.9	10.9	10.5
26	1.4	1.0	0.4	0.0	7.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	8.4	7.3
27	0.0	0.0	0.0	6.5	8.1	3.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.7	6.1	5.3	5.6	4.9	5.0
28	13.3	12.1	6.3	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	7.9	9.2	9.0
월 Month	17.8	19.2	6.7	6.7	13.6	13.0	7.5	13.8	14.5	18.0	12.4	10.9	14.0	15.5	15.7	15.8

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	1.4	11.1	0.7	2.8	0.7	1.4	5.6	20.8	16.7	6.9	7.6	2.8	0.0	6.9	9.7	2.8	2.1
2	4.9	18.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	34.0	25.0	8.3	0.0
3	14.6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	42.4	22.2	0.0
4	0.0	1.4	1.4	0.7	1.4	7.6	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	20.8	36.1	14.6	5.6
5	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	18.1	29.9	18.1	23.6	0.0
6	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	2.1	79.2	0.0
7	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	73.6	0.0
8	45.1	1.4	0.7	0.0	7.6	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.9	0.0
9	0.0	1.4	2.1	0.7	44.4	18.1	1.4	1.4	2.1	2.8	4.2	5.6	7.6	3.5	4.2	0.7	0.0
10	0.7	2.1	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7	0.7	4.9	36.1	20.1	11.1	6.9	6.3	3.5	4.9	0.7
11	1.4	0.7	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	0.0	6.3	16.7	27.8	14.6	16.7	2.8
12	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	33.3	50.0	14.6	0.0
13	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.4	16.7	21.5	27.1	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	9.0	76.4	14.6	0.0	0.0
15	13.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	11.8	37.5	18.8	14.6	0.0
16	26.4	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	8.3	43.1	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.9	50.7	34.7	9.0	0.0	0.0
18	0.0	4.2	8.3	3.5	6.3	5.6	8.3	20.1	12.5	6.9	6.9	4.2	6.9	2.8	2.1	0.0	1.4
19	0.0	3.5	1.4	0.7	4.2	4.9	10.4	4.9	8.3	2.1	4.9	16.7	11.1	11.8	7.6	3.5	4.2
20	43.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	18.1	34.0	0.0
21	14.6	29.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	55.6	0.0
22	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	14.6	16.0	37.5	16.0	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	0.0	4.9	38.9	56.3	0.0
24	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.6	75.7	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	0.0	20.1	41.0	38.9	0.0
26	1.4	1.4	0.0	0.0	9.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	52.1	27.1	1.4
27	0.0	0.0	0.0	5.6	17.4	2.8	0.0	0.0	0.0	3.5	9.0	7.6	13.2	16.0	18.8	2.8	3.5
28	34.0	10.4	2.1	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	13.9	23.6	9.0	0.0
월 Month	9.1	3.6	0.7	0.6	3.3	1.7	1.2	1.7	1.6	2.5	1.9	2.5	7.5	16.1	20.0	25.1	0.8

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2018년 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	974	978	988	990	982	980	985	989	995	996	995	983	982	980	979		982
기압 최고 Highest	979	979	985	977	980	972	970	980	994	983	979	973	980	983	982	985	
기압 나타난 시간 Time	983	984	988	982	984	983	973	992	998	987	986	986	986	987	986	991	10/11/24일
(hPa) 나타난 시간 Time	2348	2305	1013	1812	0000	2350	0256	2354	1434	2003	1753	0000	1605	1506	2305		
(hPa) 기압 최저 Lowest	0010	2357	1258	0042	0550	0030	1034	2359	1213	0256	0325	2352	0135	1750	0207	2352	
Air 기압 나타난 시간 Time	977	976	981	972	976	961	963	970	985	979	969	961	973	977	980	979	21/27일
Press. 나타난 시간 Time	0334	0808	0000	0529	1451	0925	2010	0001	0002	0312	0856	1851	0225	2151	0001		
기온 평균 Ave. Station	1650	1213	2352	1513	1412	2146	0004	0020	2313	1920	2354	0858	1915	0006	2350	0425	
기온 평균 최고 Avg. Maximum	0.5	-1.6	0.9	2.5	-1.3	-6.2	0.1	0.4	0.5	1.1	1.9	3.7	3.0	1.8	-1.4		0.4
기온 평균 최저 Avg. Minimum	-1.4	-4.0	-7.4	-1.5	-0.3	1.5	2.2	2.1	0.8	2.3	2.6	1.5	2.1	1.1	2.5	1.5	
기온 최고 Highest	4.5	2.3	3.7	4.2	4.1	-3.3	2.3	2.5	1.8	2.7	3.3	7.2	5.5	5.1	1.3		7.2
(°C) 기온 나타난 시간 Time	0.0	-1.4	-4.5	0.6	1.6	3.4	5.7	4.2	2.1	3.6	4.9	4.3	3.8	2.3	3.8	3.3	12일
(°C) Air 기온 나타난 시간 Time	1239	0536	2359	1414	1601	1926	1545	0126	1533	1440	2311	0118	0640	2154	0506	0025	
Temp. 기온 최저 Lowest	-1.6	-4.1	-3.9	1.3	-6.1	-7.8	-3.8	-1.1	-0.6	-0.5	-0.1	1.0	0.4	-2.6	-4.1		-9.1
Temp. 나타난 시간 Time	-3.5	-8.0	-9.1	-4.6	-2.2	0.0	-0.4	0.0	-0.4	1.3	0.8	-0.4	0.1	-0.2	1.0	-0.1	18일
평균이슬점온도(°C)	1823	1901	0016	0900	2152	1140	0005	0539	0235	0244	2131	0934	0652	2340	2154		
Average Dewpoint Temperature	0003	2355	0519	0000	0109	0213	0723	2346	0231	0436	0611	0844	2057	0641	1923	2310	
평균이슬점온도(°C)	-1.0	-3.1	-1.2	1.4	-2.5	-7.7	-3.0	-1.4	-2.0	-0.6	0.7	1.6	1.0	0.2	-2.5		-1.5
Average Dewpoint Temperature	-3.9	-6.1	-10.4	-5.1	-3.4	0.5	0.1	0.0	-1.1	1.0	1.1	-0.9	0.5	-0.3	0.9	0.1	

2018년 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	1.3	0.3	-	4.6	3.7	0.1	-	-	0.7	0.0	1.3	6.3	1.1	12.0	1.4		103.3
상 평 균 Average	90	90	86	92	92	89	80	88	83	89	92	86	87	89	93		87
대 습 최 소 Lowest	83	85	79	76	80	93	86	86	87	91	90	85	89	91	89	90	
도 (1%) 나타난 시간 Time	0216	0751	0826	0405	0119	2203	1645	1540	1616	2252	0315	1602	2320	0002	1541		19일
R.H.	1705	0532	1814	1848	0441	0002	1204	1617	0455	1657	0239	1542	0640	0115	1903	0026	
평 균 Average	5.0	6.9	5.2	5.8	10.3	10.1	5.1	2.8	5.1	6.6	6.7	8.4	8.4	9.6	7.9		8.4
바 램 순 간 최 대 Greatest Gust	5.3	8.2	8.0	10.5	9.5	11.6	7.5	8.4	10.9	12.9	14.0	15.8	12.4	8.5	8.2	3.9	
람 풍 향 Direction	14.2	18.8	11.9	12.5	21.7	21.1	15.0	6.9	9.9	15.3	21.1	29.9	21.8	23.6	18.9		34.1
(m/s)	9.6	19.2	18.7	20.1	20.4	25.5	17.5	19.0	25.6	22.6	24.4	34.1	23.3	18.7	20.0	14.7	27일
Wind 나타난 시간 Time	E	E	N	NNW	E	E	NNW	NW	W	N	N	NNE	N	E	E		W
	W	ENE	E	SSW	W	N	NW	N	NNW	NNW	N	W	N	N	N	N	
구름(1/8)	0843	1412	0837	2254	1601	0944	0445	1143	1322	2351	0341	1810	0128	2138	1553		
Average Amount of Cloud	1323	1849	0016	1734	1612	1927	0009	0345	2154	2124	1701	1230	1317	2107	0201	0228	
시 작 시 간 Start Time	8.0	8.0	6.1	6.6	8.0	8.0	6.3	3.3	5.6	7.6	7.6	8.0	8.0	7.8	5.9	7.5	
폭 풍 설					1610									2010			
Bliz- zard					1700									2210			
계 속 시 간 Duration of Blizzard					0050									0100			



2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	5553	6431	7384	5908	4696	6645	9435	7901	10529	11305	4597	4504	7324	2331	4443	169954	
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	9.3	8.9	10.6	7.2	5.9	7.5	16.3	17.8	20.0	19.4	7.2	10.6	10.1	8.1	12.3	5.9	
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	1.0	1.0	-	-	2.0	2.0	2.0	-	-	-	-	-	-	-	3.0	4.0	4.0
눈 신적설 합 계 Total	3.0	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15일
Snow (cm)	1.0	0.0	-	-	2.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	11.0
Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	3.0	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																	0
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)								y									2
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)									y								3
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y	y	y			y	y	y	y	y		26
눈 Snow	y	y		y	y	y									y	y	10
비 Rain	y	y	y	y		y	y	y	y	y	y	y	y	y			21
진눈깨비 Sleet														y	y		3
안개 Fog			y	y							y		y	y			6
박무 Mist	y	y	y	y							y	y	y	y			19
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen) 상태 (MB=0, MC=1, MB,MC=2)	D/2	D/1	-	-	D/1	-	D/1	D/2	-	-	-	D/2	-	D/1	D/2		
Sea State	D/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D/1	D/2
Sea State	RO/MO	RO/MO	SL/MO	MO/MO	RO/VRU	VRU/MO	SL/SM	CA/CA	CA/CA	SL/MO	RO/MO	MO/VRU	VRU/RO	MO/VRU	VRU/RO		
Sea State	VRU/RO	SL/VRU	RO/SL	MO/VRU	RO/VRU	RO/VRU	RO/VRU	VRU/RO	RO/VRU	VRU/VRU	VRU/VRU	VRU/VRU	VRU/VRU	VRU/RO	MO/MO	MO/MO	CA/CA

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

2018년 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	5.1	3.7	6.6	6.5	9.9	3.0	3.3	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3
2	0.0	0.8	7.0	10.4	11.9	12.2	2.9	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	7.8	3.0	4.0	3.3	5.2	1.3	1.2	2.8	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	7.4
4	8.4	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
5	11.5	4.2	5.8	12.2	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3
6	0.0	3.0	5.3	6.7	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	4.4	6.4
7	7.7	2.8	3.0	4.7	4.3	4.2	3.4	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4
8	3.2	2.2	2.2	1.7	1.0	1.7	2.8	2.1	3.3	5.3	0.0	3.2	5.0	5.6	5.2	5.1
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	3.6	7.5	7.3	6.8	4.8
10	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	6.3	8.1	10.3
11	13.5	2.9	0.7	4.3	0.3	1.3	1.0	1.9	2.0	1.1	0.0	0.0	0.6	0.0	5.8	14.2
12	18.5	20.6	5.6	5.3	5.0	0.0	1.5	4.2	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
13	14.3	12.4	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	4.2	8.8	13.8
14	15.3	12.7	10.5	9.6	16.6	15.5	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4
15	6.6	4.8	7.0	8.1	13.7	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	7.9	7.9
16	5.0	2.8	5.8	4.4	6.6	5.7	3.8	0.0	3.8	6.3	6.8	7.5	7.5	6.6	6.1	6.5
17	3.3	7.5	10.5	13.9	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	3.9
18	10.5	4.6	8.8	12.3	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	7.9	9.8
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	15.0	12.0	9.5	10.0	9.9	9.4
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	12.0	14.5	14.3	12.3	10.1	10.1
21	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	9.1	12.8	14.2
22	9.8	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	12.9	9.6
23	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	8.2	8.1	12.9
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	11.2	11.9	18.6
25	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.1	16.7
26	16.3	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	14.5	17.2
27	18.7	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.5	21.2	17.4	19.9
28	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	9.4	14.9
29	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	8.8	9.4	11.5
30	13.1	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	12.5
31	9.6	8.8	6.9	3.3	2.8	0.0	0.0	2.3	2.0	1.8	2.5	1.5	1.4	0.6	5.3	5.3
월 Month	18.7	20.6	10.5	13.9	16.6	15.5	9.5	4.2	4.3	15.0	15.0	14.5	23.5	21.2	17.4	19.9

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	4.2	1.4	31.9	16.0	22.9	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	5.6
2	0.0	0.7	4.2	14.6	44.4	22.9	6.9	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
3	22.9	3.5	3.5	2.1	4.2	0.7	0.7	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	6.9	49.3	0.0
4	20.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	73.6	0.0
5	25.0	0.7	2.8	1.4	59.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	0.0
6	0.0	0.7	2.8	1.4	82.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	6.3	1.4	1.4	0.0
7	6.3	4.9	7.6	2.1	4.2	11.8	5.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	54.2	1.4
8	4.9	4.9	2.1	0.7	2.8	4.2	11.1	0.7	0.7	0.7	0.0	6.3	13.9	17.4	7.6	17.4	4.9
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.1	31.3	46.5	17.4	0.7	0.0
10	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	29.2	28.5	26.4	0.0
11	43.1	3.5	0.7	2.1	0.0	0.7	0.7	4.2	2.8	0.7	0.0	0.0	1.4	0.0	2.8	26.4	11.1
12	42.4	31.9	9.7	3.5	4.9	0.0	0.7	5.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
13	34.0	28.5	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	2.1	6.9	21.5	0.0
14	20.8	4.2	11.8	13.2	41.0	4.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0
15	11.1	0.7	1.4	3.5	50.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	11.1	19.4	0.0
16	4.9	2.8	18.8	0.7	5.6	5.6	0.7	0.0	0.7	2.1	3.5	18.8	11.8	1.4	3.5	18.8	0.7
17	9.0	2.8	28.5	34.7	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	4.2	0.0
18	9.0	6.3	7.6	41.7	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.2	13.2	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	39.6	43.1	4.9	0.7	2.8	1.4	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	13.9	23.6	32.6	16.0	4.2	1.4	0.0
21	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	4.9	42.4	29.2	0.0
22	28.5	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	16.7	21.5	0.0
23	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	12.5	34.7	29.2	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	20.8	9.7	31.9	0.0
25	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	0.0	15.3	81.9	0.0
26	30.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	20.1	47.2	0.0
27	22.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	13.2	17.4	24.3	0.0
28	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	6.3	38.9	0.0
29	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	38.2	39.6	0.0
30	54.9	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	38.9	0.0
31	19.4	9.7	9.7	3.5	2.8	0.0	0.0	4.9	0.7	3.5	2.1	2.1	2.1	0.7	20.1	13.9	4.9
월 Month	16.9	4.2	4.7	4.5	11.6	1.7	0.9	0.8	0.3	0.7	2.0	3.2	5.8	6.7	10.6	24.4	1.0

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2018년 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	988	989	984	991	988	986	999	1001	987	982	978	990	1000	998	989	989
기압 최고 Highest	994	987	985	981	983	981	975	983	996	999	999	992	984	990	991	1004
기압 나타난 시간 Time	2356	529	2340	1602	8	2358	2353	227	53	117	2353	2359	842	139	5	7/8일
(hPa) 기압 최저 Lowest	1630	2	831	1710	1922	2158	2	2359	2357	2349	37	2	51	1635	418	970
Air Press. 나타난 시간 Time	1018	2036	0	131	2354	353	0	2353	1528	2324	550	38	1918	2359	1406	22일
	0	2119	223	10	2357	115	1251	116	0	14	2359	1545	1601	2	2349	
기온 평균 Ave. Station	0.6	1.0	0.2	0.7	-0.5	-3.6	-5.4	-4.7	0.0	-3.5	-4.2	-2.9	0.6	2.7	2.3	-1.3
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-0.1	0.2	0.9	1.2	-0.2	-0.6	-4.6	-1.3	-3.5	-6.1	-2.0	-1.3	-1.1	-5.2	-0.4	0.8
기온 평균 최저 Avg. Minimum																-3.4
기온 최고 Highest	2.6	2.7	1.2	2.4	0.9	-1.4	-4.1	-1.6	2.9	1.7	-3.0	-1.6	3.0	5.3	7.2	7.2
(°C) 기온 나타난 시간 Time	651	2147	1404	1441	125	24	1404	2355	2056	0	2301	2249	1730	1135	655	15일
Air Temp. 기온 최저 Lowest	1438	2051	1227	2116	2056	18	221	1654	415	2342	2119	100	1716	2356	2357	-8.6
Air Temp. 나타난 시간 Time	-1.2	-0.2	-0.8	-0.5	-1.9	-5.3	-7.4	-8.6	-2.1	-5.2	-5.1	-4.5	-2.2	1.2	-0.5	-8.6
	-1.4	-1.6	-0.5	0.2	-2.1	-3.5	-7.2	-5.2	-6.5	-7.8	-4.2	-2.5	-3.7	-8.6	-2.9	29일
	152	640	500	353	2358	1902	2211	232	622	1635	49	2028	7	1704	1924	
	2141	455	633	2235	608	2246	1326	14	2355	341	12	2342	2342	932	22	
평균이슬점온도(°C)	-1.3	-1.2	-1.8	-0.9	-3.4	-5.1	-8.8	-9.0	-2.5	-4.2	-5.0	-4.6	-1.6	1.9	0.7	-3.2
Average Dewpoint Temperature	-1.7	-1.0	-1.4	-0.7	-1.5	-1.5	-5.9	-3.2	-5.4	-8.3	-4.9	-4.0	-2.5	-7.0	-1.3	

2018년 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)	0.3	1.3	0.1	-	-	2.3	0.0	-	1.1	6.8	7.5	0.1	5.9	6.0	11.9	58.8
Total Precipitation	0.1	0.4	8.3	-	1.0	0.1	2.7	0.9	0.1	-	-	-	0.9	0.0	1.0	
상 평 균 Average	87	85	86	89	81	89	77	72	84	95	94	88	85	95	89	87
대	89	92	85	88	91	94	91	87	87	84	81	82	91	87	94	
습 최 소 Lowest	78	61	79	81	69	78	69	65	74	84	89	80	70	87	67	61
도	81	81	64	67	74	81	84	79	81	80	72	69	73	79	81	2일
(%) 나타난 시간 Time	1807	1324	621	220	1346	2227	1533	1553	25	0	2320	2251	1024	1138	656	
R.H.	956	1558	1222	2116	2056	12	425	73	1107	408	520	1825	34	2017	10	
평 균 Average	8.3	8.7	7.4	8.7	4.9	7.9	5.3	4.4	7.9	14.1	15.7	8.1	9.3	9.4	10.7	8.0
바	7.9	8.6	9.2	7.5	5.0	5.7	9.2	6.1	6.1	4.5	8.0	7.0	8.2	5.7	9.9	
순 간 최 대 Greatest Gust	15.5	23.8	14.1	20.8	11.2	15.3	10.2	14.0	21.3	29.0	28.8	25.5	22.0	19.7	34.9	34.9
람	14.3	22.2	31.2	20.9	17.6	20.0	25.7	12.2	15.4	9.4	14.7	14.9	15.9	15.4	19.6	15일
풍	NNW	NNE	W	WNW	NNW	E	ENE	NE	NE	E	E	SE	N	NNW	N	N
(m/s)	W	N	NNE	N	NNE	NNE	ESE	WSW	E	NE	WSW	W	NNW	N	NNW	
Wind 나타난 시간 Time	0812	2009	1208	0141	344	610	1319	2357	1547	2346	237	411	1443	246	342	
구름(1/8)	914	2123	2232	4	2359	46	957	1305	1851	647	1915	20	1424	2346	2251	
Average Amount of Cloud	5.5	6.0	6.7	5.0	5.6	8.0	3.4	1.8	7.6	8.0	8.0	8.0	7.6	7.6	8.0	6.8
시 작 시 간 Start Time	6.5	7.9	5.4	6.2	6.3	6.3	6.3	8.0	8.0	7.3	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	
폭풍설											1230	0000				
끝 난 시 간 End Time								0930								
Bliz-										2400	1140					
zard								1320								
계 속 시 간 Duration of Blizzard											1020	1140				

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량		4263	6580	4131	6276	5353	4065	766	5996	2090	2173	1197	2683	2726	1527	855	78230
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		3859	3403	4435	277	2065	1198	878	2351	1675	1663	1114	1355	841	1452	983	
일평균 수평시정(km)/월최소		10.5	12.6	13.4	15.8	16.9	12.1	20.0	25.0	12.3	0.5	0.9	12.6	13.2	5.6	10.4	0.5
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		12.8	8.8	12.5	10.8	8.4	8.1	5.4	18.1	17.8	18.8	17.5	20.0	12.3	11.6	5.8	10일
적설최심		-	-	-	-	-	10.0	10.0	7.0	5.0	7.0	7.0	7.0	7.0	-	-	10.0
눈	Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	-	-	-	2.0	7.0	8.0	4.0	4.0	2.0	4.0	3.0	3.0	6일
	신적설 합 계 Total	-	-	-	-	-	10.0	-	-	2.0	7.0	7.0	7.0	-	-	-	43.0
Snow (cm)	Snow 최 심 Max. Depth	-	-	-	-	-	-	2.0	5.0	1.0	-	-	-	2.0	-	-	10.0
	Fall 나타난 날 Date																6일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)									y								1
기상	구름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)								y								1
	구름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y	y		y	y											5
현상	흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y		y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	23
	눈 Snow						y	y	y	y	y	y	y				12
Meteo. Pheno-mena	비 Rain	y		y		y	y		y	y				y	y		10
	진눈깨비 Sleet		y								y	y					5
안	개 Fog	y											y	y			4
	박 무 Mist	y	y	y		y	y							y	y	y	14
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen)		-	-	D/0	D/1	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	-	-	-	D/0	-	D/1	
상태 (MB=0, MC=1, MB.MC=2)		-	-	D/2	D/1	D/2	D/2	-	-	D/2	D/2	-	-	-	D/2	D/2	
Sea State		MO/MO	MO/RO	RO/RO	MO/MO	SL/SM	MO/MO	MO/MO	SL/SL	SL/SL	VRU/VRU	VRU/VRU	VRU/VRU	VRU/MO	MO/RO	RO/MO	VRU/MO
(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)		MO/MO	MO/RO	MO/VRU	MO/SL	SL/MO	SL/MO	VRU/VRU	VRU/VRU	MO/MO	SL/SL	MO/MO	MO/MO	MO/MO	RO/RO	MO/MO	SM/SM

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

2018년 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	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	10.3	7.5	6.7	10.6
2	15.8	16.1	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	6.8	6.8	16.1
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	10.1	9.8	8.8	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	0.0	11.4	13.4	13.4	11.7	10.5
5	7.1	5.8	3.1	6.1	6.7	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.5	1.2	1.3	0.0	7.8
6	0.0	0.0	0.0	7.5	11.0	9.2	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	7.2	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	6.1	7.2	10.3	5.9	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	6.1
9	0.0	10.6	14.1	11.6	3.0	4.3	4.5	2.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	2.1	20.5	9.5	4.8	4.6	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	21.6	17.3	13.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	2.0	2.9	1.7	5.9	13.7	13.1	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	4.2
13	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	6.7	6.4	14.2
14	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	0.0	8.6	12.4
15	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	10.6	9.2	7.5	17.6
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	10.4	8.3	6.7
17	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	7.6	10.2	13.6
18	19.3	21.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	8.6	8.0
19	14.0	0.0	3.0	0.0	4.9	5.4	3.3	3.1	3.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	1.7	12.4
20	7.8	12.3	7.2	4.6	6.3	6.1	4.9	5.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	9.9
21	12.7	13.4	5.4	4.8	7.2	6.5	5.2	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	9.9
22	0.0	1.2	5.4	12.2	16.4	17.1	6.3	6.2	2.8	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0
23	3.4	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	3.0	6.0	7.1	8.3	9.0	8.3	3.7	0.0	3.8
24	0.0	2.2	8.2	11.2	11.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	6.6	5.4	6.6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	4.9	5.2	4.6	4.8
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	10.6	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	10.1	10.9	9.0	11.1	8.4	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	4.8	0.0	5.5	0.0	0.0	9.5	9.4	10.2	11.1	12.3
29	10.7	1.2	8.0	8.9	10.8	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.4	10.5
30	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	12.3	15.0
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

2018년 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	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.3	18.8	4.2	7.6	18.1	0.0
2	31.9	7.6	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	11.1	8.3	20.8	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	21.5	59.7	18.1	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	0.0	0.7	9.7	7.6	63.9	18.1	0.0
5	40.3	20.8	2.8	2.8	5.6	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	0.0	24.3	0.0
6	0.0	0.0	0.0	7.6	65.3	26.4	0.7	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	0.0	38.9	61.1	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	25.0	6.9	25.0	23.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	16.7	0.0
9	0.0	15.3	52.8	17.4	1.4	5.6	4.2	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
10	0.0	0.0	0.0	0.7	90.3	4.2	1.4	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	47.2	36.8	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	2.1	2.8	0.7	2.8	29.2	54.9	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.2	0.0
13	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	8.3	9.0	48.6	0.0
14	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	0.0	2.1	95.1	0.0
15	36.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	8.3	16.0	11.8	25.7	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.7	19.4	23.6	6.3	0.0
17	36.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	2.8	18.1	40.3	0.0
18	13.2	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	25.7	8.3	0.0
19	25.7	0.0	2.1	0.0	2.1	5.6	1.4	3.5	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	57.6	0.0
20	5.6	8.3	11.1	3.5	13.2	5.6	4.9	9.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	21.5	6.9
21	16.0	4.9	3.5	2.8	8.3	17.4	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	9.7	0.7
22	0.0	0.7	4.2	13.2	31.9	31.9	7.6	6.9	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7
23	4.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	1.4	5.6	10.4	15.3	51.4	6.3	0.7	0.0	1.4	0.0
24	0.0	4.2	38.2	45.1	11.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
25	0.0	0.0	35.4	11.1	29.2	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.7	5.6	4.2	3.5	4.2
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	68.1	31.9	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	2.1	20.1	14.6	24.3	34.7	4.2	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	1.4	0.0	0.7	0.0	0.0	9.7	21.5	21.5	19.4	19.4	2.1
29	6.9	1.4	39.6	8.3	22.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	1.4
30	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	47.9	36.8	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)

2018년 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	987	981	976	977	972	993	987	983	985	995	999	998	999	995	1001		990
기압 최고 Highest	1007	1013	1012	1005	994	990	990	994	985	990	983	981	977	976	979	978	
기압 나타난 시간 Time	1802	0000	0004	1604	2357	1221	0001	0004	2226	0357	2130	0138	0944	2249	1829		
(hPa) 기압 최저 Lowest	2346	1710	0122	0111	0444	1401	1909	1508	0000	1302	0007	2357	0120	1729	2127	2359	
Air Press. 나타난 시간 Time	976	975	972	972	965	983	984	979	984	986	996	996	995	991	996		965
Air Press. 나타난 시간 Time	1000	1011	1010	996	987	987	989	989	981	987	980	980	968	968	975	972	5일
기온 평균 Ave. Station	0235	1051	0354	2359	0658	0003	0701	1056	0951	0040	0742	1503	2356	1652	0000		
기온 평균 최고 Avg. Maximum	0227	2344	0834	2346	2328	0121	0757	2358	0448	0012	2341	0155	2352	0022	1403	0619	
기온 평균 최저 Avg. Minimum	-0.2	0.8	-1.8	-3.0	-1.9	-2.8	-1.5	-5.9	-6.9	-5.5	-1.5	-1.6	-2.4	-1.6	-2.2		-2.7
기온 최고 Highest	-6.3	-4.2	-1.6	0.2	1.4	-0.8	-1.7	-2.5	-3.0	-4.1	-6.7	-7.7	-1.6	-2.3	-2.8	-2.3	
기온 나타난 시간 Time																	
(°C) 기온 최저 Lowest																	
Air Temp. 나타난 시간 Time	2.6	2.5	1.1	-1.3	0.0	-1.3	-0.1	-2.1	-4.6	-1.5	-0.3	0.1	-0.4	-0.2	-0.3		5.0
Air Temp. 나타난 시간 Time	-1.9	-1.5	0.0	2.9	5.0	1.3	-0.2	-0.7	-0.4	-2.8	-3.9	-4.3	0.4	0.6	-1.1	0.3	20일
Average Dewpoint Temperature	2350	0926	0345	2147	0546	2325	0937	0005	2355	2203	0641	1434	2336	1919	0541		
Average Dewpoint Temperature	0255	1721	2307	2003	1023	0032	1505	0115	0448	0555	1451	2357	2346	0409	1245	0554	
Average Dewpoint Temperature	-1.3	-0.7	-4.2	-6.0	-4.2	-3.7	-2.8	-8.3	-8.1	-9.8	-3.4	-4.2	-5.0	-2.8	-5.0		-9.8
Average Dewpoint Temperature	-9.7	-9.2	-3.3	-3.1	-1.2	-3.3	-2.8	-4.3	-5.6	-5.8	-8.5	-9.8	-5.3	-5.4	-4.8	-4.2	10일
Average Dewpoint Temperature	1914	2225	1611	0551	2043	0916	2347	2125	0001	0824	1805	2344	0139	2237	2208		
Average Dewpoint Temperature	2314	0220	0050	0421	1800	2119	1355	0637	1245	2106	0252	0745	022	1342	0254	2235	
Average Dewpoint Temperature	-2.7	-0.8	-4.9	-6.1	-3.7	-6.5	-4.1	-9.6	-10.0	-8.8	-4.1	-3.8	-4.4	-4.0	-5.4		-5.3
Average Dewpoint Temperature	-11.4	-8.0	-3.3	-1.0	-0.2	-1.5	-2.2	-4.8	-5.7	-7.9	-9.9	-10.9	-3.2	-5.1	-5.2	-5.1	

2018년 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	3.2	9.7	1.5	0.2	0.2	-	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	-		23.1
상 평 균 Average	84	89	79	80	88	76	83	76	78	78	83	85	86	84	79		83
대 습 도 Lowest	68	75	89	92	89	95	97	84	82	75	78	78	89	82	84	81	
도 (1%) 나타난 시간 Time	53	60	74	86	72	86	92	71	58	59	64	68	58	53	65	65	8일
R.H.	1412	1518	0824	1426	1829	1148	2305	0926	1159	1325	0119	0436	0600	2204	1156		
평 균 Average	0720	1155	0025	1027	1134	0051	2352	1212	1732	1422	1454	2131	0331	1239	1736	1413	
바 램 순 간 최 대 Greatest Gust	10.0	12.2	11.2	6.2	10.8	9.5	9.6	8.3	3.4	7.3	6.8	4.6	4.8	7.1	5.6		7.9
람 풍 향 Direction	6.9	4.3	6.9	10.7	5.0	7.2	5.6	8.3	10.6	6.2	3.7	6.8	13.5	11.2	8.0	12.7	
(m/s)	22.5	24.9	25.8	14.0	22.1	20.7	18.1	18.4	10.9	18.1	18.6	16.6	10.5	23.0	17.0		26.5
Wind 나타난 시간 Time	18.6	11.7	12.2	24.3	18.0	18.0	10.1	16.5	20.4	13.2	9.5	14.4	26.5	25.5	20.6	26.3	28일
	N	N	NNW	N	SW	SW	W	E	ENE	E	SSW	SSW	NNW	SSW	SSW		W
	SSE	W	W	N	N	NNW	WNW	NNW	W	SW	E	N	N	N	W	WSW	
구름(1/8)	2347	0728	0300	2354	1643	0002	0911	1058	0000	0540	1305	1317	0815	1643	0237		
Average Amount of Cloud	1311	2355	0836	2314	0030	0255	2224	2329	1123	0536	2347	2316	2333	0036	1438	0903	
시 작 시 간 Start Time	5.3	6.3	4.7	5.4	8.0	6.2	8.0	8.0	8.0	4.0	6.1	6.6	7.6	7.5	1.4		6.4
폭풍설	1.0	3.2	5.6	8.0	6.9	8.0	8.0	8.0	6.4	6.5	4.4	7.8	8.0	7.5	6.7	8.0	
Blizzard																	
계 속 시 간 Duration of Blizzard																	

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	2081	672	1472	2076	523	755	1061	523	977	1606	937	696	530	782	1087	24324	
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	12.5	11.6	17.8	15.6	11.1	17.0	11.1	14.1	14.3	18.6	19.0	18.5	16.4	14.0	20.0	0.2	
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	-	-	-	3.0	4.0	4.0	2.0	2.0	1.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	2.0	10.0	
눈 Max. Depth. Snow Cover	2.0	2.0	2.0	1.0	-	-	-	-	3.0	3.0	3.0	3.0	6.0	9.0	9.0	10.0	31일
신적설 합 계 Total	-	-	-	3.0	1.0	-	-	-	-	3.0	1.0	-	-	-	-	23.0	
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	-	-	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0
Fall 나타난 날 Date																	4일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)	y														y		2
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)		y									y						2
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y		y	y									y				5
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)		y			y	y	y	y	y	y		y	y	y	y	y	22
눈 Snow				y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y		18
비 Rain	y	y	y						y	y			y	y	y		5
Meteo. Pheno-mena 진 눈 개 비 Sleet				y	y												1
안 개 Fog						y		y									4
박 무 Mist	y	y			y	y	y			y			y	y			13
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen) 상태 (MB=0, MC=1, MB,MC=2)	-	-	-	-	D/1	-	-	D/0	D/2	D/2	-	-	D/2	D/1	D/1		
Sea State 거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	D/1	D/1	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	-	-	-	D/2	-	-	-	-	-	
	RO/RO	VRU/FRO	VRU/RO	SL/MO	RO/RO	MO/MO	RO/RO	MO/MO	SM/SM	MO/SM	SM/SM	SM/SM	SM/SM	SL/MO	SL/MO		
	MO/SL	SM/SL	MO/MO	RO/VRU	MO/SM	MO/SM	SM/SM	MO/MO	MO/MO	MO/MO	SL/SL	SM/SM	SL/MO	SL/MO	VRU/RO	MO/RO	RO/MO

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

2018년 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	13.9	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2	14.7	13.3	14.4	15.8
2	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	13.6	17.1
3	17.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	14.9	16.1	16.3	18.4
4	10.2	1.8	3.1	2.8	1.2	3.0	2.4	1.9	7.3	8.3	10.1	10.0	7.6	8.3	10.4	10.0
5	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	12.2	11.0	14.6	15.9	12.3	13.0	10.4	9.7	9.8
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	15.0	10.9	10.3	9.7	11.4	10.2
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	12.8	12.1	10.7	9.3	9.9
8	0.0	0.0	0.0	10.8	13.1	10.7	4.6	6.0	5.4	7.0	10.2	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0
9	3.4	2.5	5.5	7.6	4.6	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	5.2
10	2.4	0.0	5.5	10.6	12.0	8.9	4.3	0.0	0.0	7.7	10.3	10.2	6.9	7.7	7.3	6.4
11	2.4	1.9	2.9	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	14.5	11.3	10.4	5.4	3.7	3.5	3.0
12	0.0	0.0	6.7	6.8	4.8	4.8	4.0	6.0	9.0	12.3	9.3	6.8	4.7	4.8	4.2	2.6
13	6.8	5.3	6.7	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	4.0	6.2	7.6	7.0	6.4	6.1	7.5
14	0.0	1.0	1.2	0.0	0.0	0.4	2.6	2.5	11.8	16.7	15.2	9.4	6.2	3.3	4.8	5.4
15	1.4	2.4	3.8	1.8	2.7	2.9	2.7	7.0	7.6	13.2	11.7	5.2	3.0	0.0	1.7	2.7
16	0.0	1.5	3.1	2.5	5.8	11.7	11.4	12.6	8.2	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	2.9	1.9	4.4	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	5.8	7.7	8.3	7.0	5.2	2.2
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	8.7	8.7	0.0	0.0
19	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	9.2	15.2
20	11.3	4.9	3.7	2.7	0.9	0.0	2.4	4.1	4.1	4.5	0.4	4.8	5.0	5.6	9.3	9.0
21	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	4.8	8.0	12.7
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	6.8	8.0	6.5	6.7
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	10.7	11.3	11.1	12.2	12.4
24	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	12.7	12.5	10.8	13.5	14.7
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1	10.0	6.4	3.1	3.1	0.0
26	0.0	3.0	5.8	6.3	7.2	4.6	4.9	0.0	0.0	5.2	5.4	2.8	1.6	0.0	0.0	0.5
27	10.5	10.5	8.6	8.1	8.0	3.3	3.2	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	18.0	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	8.5	18.1
29	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1	14.1	13.3	13.3	15.6
30	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	5.8	5.3	5.9	0.0	0.0	0.3	15.3	14.9	11.0	13.0	11.4
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	17.9	15.8	13.6	11.9	9.8
월 Month	18.0	14.9	8.6	10.8	13.1	11.7	11.4	12.6	12.8	16.7	15.9	17.9	15.8	16.1	16.3	18.4

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	12.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	37.5	9.0	11.8	16.0	0.0
2	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2	25.0	38.9	0.0
3	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	49.3	27.1	2.1	7.6	0.0
4	1.4	0.7	3.5	4.9	1.4	2.8	0.7	1.4	6.3	11.8	21.5	12.5	8.3	7.6	10.4	4.9	0.0
5	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.9	2.1	10.4	25.7	12.5	20.8	9.0	4.9	1.4	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	11.8	35.4	26.4	8.3	9.7	2.1	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	39.6	13.2	6.3	13.2	11.8	0.0
8	0.0	0.0	0.0	20.1	47.9	10.4	2.1	2.8	1.4	5.6	6.9	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	1.4	2.1	14.6	58.3	12.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	6.9	0.7
10	0.7	0.0	2.8	9.7	17.4	1.4	0.7	0.0	0.0	2.8	27.1	16.0	3.5	2.8	13.2	2.1	0.0
11	0.7	2.1	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	25.7	27.8	25.7	2.8	4.2	1.4	0.7	1.4
12	0.0	0.0	2.8	2.1	1.4	1.4	1.4	6.9	9.7	20.8	18.1	12.5	10.4	6.3	4.2	1.4	0.7
13	9.0	4.2	15.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	6.3	12.5	13.2	3.5	9.0	23.6	0.0
14	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	16.7	31.3	16.7	18.8	7.6	0.7	2.1	1.4	1.4
15	0.7	0.7	12.5	2.1	2.8	2.8	1.4	3.5	5.6	46.5	9.7	5.6	2.8	0.0	0.7	1.4	1.4
16	0.0	0.7	10.4	2.1	4.9	16.0	29.2	33.3	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	3.5	4.9	11.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	16.0	22.2	18.8	10.4	10.4	1.4	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	8.3	64.6	27.1	0.0	0.0	0.0
19	45.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	16.0	37.5	0.0
20	34.7	5.6	4.2	2.1	0.7	0.0	1.4	6.9	4.2	0.7	0.0	1.4	2.1	2.8	6.9	15.3	11.1
21	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	23.6	67.4	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	14.6	47.2	36.1	2.1	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	33.3	11.8	33.3	8.3	12.5	0.0
24	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	39.6	32.6	2.8	4.2	17.4	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.2	47.9	9.7	1.4	2.8	0.0	0.0
26	0.0	4.2	33.3	25.0	20.8	3.5	2.8	0.0	0.0	2.1	4.9	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	2.1
27	4.9	14.6	65.3	6.9	4.9	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	36.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	6.9	55.6	0.0
29	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	24.3	30.6	11.8	14.6	0.0
30	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	2.1	4.9	5.6	0.0	0.0	0.0	16.7	26.4	17.4	20.8	4.9	0.7
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	61.1	12.5	9.7	5.6	2.1	0.0
월 Month	6.5	1.4	5.8	4.4	3.7	1.4	1.6	2.2	1.7	5.4	8.4	14.5	13.4	9.4	8.5	11.3	0.6

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2018년 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	993	998	998	993	994	1000	1004	1008	1009	1007	1008	1008	1007	1001	977	994
기압 최고 Highest	982	984	983	972	975	979	989	997	1002	1008	1001	989	985	987	990	
기압 하계 Lowest	998	1005	1002	1001	1001	1002	1007	1011	1010	1009	1010	1010	1010	1005	991	1011
기압 나타난 시간 Time	1844	0809	1848	0144	0645	2319	2320	1149	6	38	2338	915	557	56	2	
(hPa)	756	2357	9	2349	708	2339	2342	2246	2012	955	15	2	2353	2328	944	
Air 온 최고 Highest	983	992	992	985	985	999	1000	1005	1008	1005	1005	1006	1003	990	971	970
Air 온 하계 Lowest	976	980	971	970	973	975	983	994	998	1005	995	981	981	986	988	19일
Press. 나타난 시간 Time	1	2032	0	2337	47	53	15	8	1525	1626	44	1613	2318	2359	1835	
	3	4	2356	224	1851	10	2	7	108	8	2355	2344	0	0801	2359	
기온 평균 Ave. Station	-4.6	-4.4	-1.1	-0.3	-1.5	-1.8	-0.9	-0.4	-3.1	-2.1	-2.7	-2.2	-2.4	-1.3	-0.7	-4.9
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-4.2	-10.3	-4.9	-5.3	-9.6	-8.6	-7.2	-9.8	-14.1	-13.3	-10.6	-4.2	-2.0	-4.2	-8.9	
기온 평균 하계 Avg. Minimum																-7.4
기온 최고 Highest	-2.9	0.5	0.7	0.8	0.3	0.1	1.1	1.4	-1.9	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	0.1	1.6	1.6
기온 하계 Lowest	-1.1	-9.4	0.9	0.2	-6.9	-6.4	-5.2	-6.9	-11.3	-11.2	-4.4	0.0	0.2	0.2	-5.4	15일
(°C) 나타난 시간 Time	0905	1843	2227	1332	1318	1943	2259	1151	456	2358	117	1658	2057	2000	0810	
	751	1139	1755	34	27	2302	1140	43	54	1423	2033	2313	1509	118	2154	
Air 온 최고 Highest	-6.5	-8.3	-2.6	-1.4	-3.0	-3.5	-2.9	-3.1	-4.2	-3.3	-4.8	-3.9	-4.1	-2.5	-5.5	-15.3
Air 온 하계 Lowest	-10.1	-11.1	-10.7	-7.9	-11.6	-11.3	-8.6	-12.2	-15.3	-15.1	-14.5	-8.9	-4.0	-10.0	-12.2	24일
나타난 시간 Time	2344	426	1710	2344	2257	0129	441	2347	903	2	1732	116	257	737	2115	
	2350	537	137	2359	1657	4	2121	2353	1928	734	548	1005	1759	2259	323	
평균이슬점온도(°C)	-8.9	-7.1	-1.8	-0.9	-3.1	-2.8	-1.9	-3.0	-3.8	-2.5	-4.3	-5.2	-4.8	-2.1	-1.8	-6.7
Average Dewpoint Temperature	-5.8	-12.1	-7.0	-6.3	-11.2	-10.8	-10.8	-13.5	-16.2	-15.3	-11.9	-7.1	-3.2	-5.4	-10.5	

2018년 6월

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월
요소 Element	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Month
강수량(mm)	0.0	-	0.0	0.2	-	0.0	0.0	-	0.0	-	-	-	0.0	4.2	8.9	
Total Precipitation	0.6	0.2	0.1	3.6	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	-	0.0	-	-	-	
상 평 균 Average	72	81	95	95	88	93	94	83	95	97	90	80	84	95	92	87
대	89	87	85	93	88	84	76	74	84	85	90	81	91	91	88	
습	56	71	90	92	78	87	76	63	88	91	69	65	56	92	85	56
도	80	79	75	85	77	72	67	65	76	76	78	70	81	83	72	1일
(%) 나타난 시간 Time	1434	58	2051	819	1330	1409	1018	1945	6	304	2141	2141	237	2112	620	
R.H.	1511	2317	523	2104	423	2234	1447	1325	314	1431	2356	1102	1513	316	2254	
평 균 Average	7.5	7.8	7.5	11.2	5.9	7.0	6.8	5.9	5.7	8.0	3.7	8.1	7.7	7.1	10.5	7.2
바	5.8	10.0	7.0	8.3	11.7	11.5	9.3	6.6	10.8	5.6	2.4	5.5	4.7	3.5	3.2	
순 간 최 대 Greatest Gust																
람	18.6	23.2	16.0	19.7	20.0	13.0	16.7	12.0	10.0	12.5	12.2	17.2	17.8	19.0	21.4	23.6
풍	19.0	19.9	18.1	20.0	23.2	23.6	21.0	13.3	20.7	19.0	12.4	15.5	14.9	13.3	11.6	21일
(m/s)	SW	N	WNW	NNW	SSW	NNW	NNW	N	NNW	NNW	WSW	WSW	WSW	N	N	E
Wind 나타난 시간 Time	E	E	ENE	E	E	E	SE	E	E	E	NNW	NNE	N	E	E	
	413	1701	231	1835	0904	1356	1313	1203	924	1430	2237	2205	418	2304	600	
구름(1/8)	2327	308	1528	1546	1632	438	654	2152	503	10	2257	2124	4	1825	228	
Average Amount of Cloud	5.0	5.4	6.4	6.4	6.1	4.6	5.6	3.1	4.6	4.6	3.5	5.5	5.4	5.4	6.4	5.2
시 작 시 간 Start Time	6.1	6.1	6.4	6.4	6.4	6.4	5.0	1.8	5.4	3.5	4.6	3.8	4.5	3.9	6.4	
폭풍설																
끝 난 시 간 End Time					1450											
Bliz-																
zard					1940											
계 속 시 간 Duration of Blizzard																

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	242	244	552	234	510	435	392	470	319	357	483	220	144	147	-202	8998
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	16.9	14.1	9.5	12.6	14.9	12.6	7.5	17.5	5.9	3.8	12.6	16.5	15.4	11.6	6.5	2.7
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	7.0	3.0	2.0	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.0
눈 신적설 합 계 Total	3.0	1.0	2.0	17.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	11.0	9.0	9.0	19일
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth	3.0	0.0	1.0	15.0	1.0	0.0	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	15.0
Fall 나타난 날 Date																19일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)									y							1
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)									y		y					5
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)	y	y				y	y		y	y		y	y	y		13
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y	y	y	y	y									y	11
상 눈 Snow	y					y			y					y	y	14
상 비 Rain	y	y	y	y	y	y	y		y	y		y		y	y	4
Meteo. Phenomena 진 눈 개 비 Sleet			y	y												2
안 개 Fog							y		y	y			y			4
박 무 Mist		y	y			y	y		y	y	y	y	y	y	y	15
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/1	
Sea State 거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	D/2	-	-	D/2	-	-	D/0	D/0	D/0	D/0	D/2	D/2	D/2	D/2	D/2	
	RO/MO	SL/RO	MO/RO	MO/RO	RO/MO	SL/MO	SL/MO	MO/MO	MO/MO	SL/SL	MO/MO	SM/SM	SL/SL	RO/MO	MO/MO	RO/RO
	SL/MO	RO/RO	MO/MO	RO/VRU	VRU/VRU	RO/RO	RO/MO	SL/MO	RO/RO	MO/SM	CA/CA	SM/SL	SL/SM	CA/CA	SM/SM	



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

2018년 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	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	13.5	13.5	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2	14.7	14.1	6.3	8.3	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	9.6
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	8.4	10.4	11.7	12.3
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	12.1	12.0	13.3	14.0
5	3.0	1.6	1.7	2.4	3.3	4.5	3.6	5.1	14.0	14.9	13.3	13.7	10.1	0.0	5.2	5.0
6	4.6	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	9.8
7	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	8.3	12.9
8	9.1	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	7.4	7.8
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	6.2	7.6	7.8
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	0.0	0.0	9.8	10.0
11	1.8	3.0	3.6	0.0	2.1	0.0	1.1	1.0	0.0	5.0	8.5	9.0	3.8	2.1	3.5	6.5
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	13.3	11.8	10.0	7.2	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	11.3	13.4	9.8	7.7	4.7	0.0
14	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	8.4	7.1	8.7
15	14.5	0.0	9.0	7.8	12.2	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	5.2	5.9	6.7	12.2
16	2.2	2.2	9.1	7.2	13.0	2.9	0.0	1.8	1.7	1.6	3.3	4.8	5.6	5.5	5.9	3.6
17	0.0	0.0	9.3	14.0	13.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	6.5	9.7	12.1	10.8	11.7	7.8	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	5.0	2.9	8.9	14.9	14.8	9.8	5.7	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	4.6	5.0	5.3	4.3
20	0.0	0.0	9.0	18.0	17.3	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	0.0	0.0	17.7	16.7	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	14.4	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	8.2	8.5	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	13.2	14.3	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	7.5	10.7	14.1	2.7	3.0	2.3	2.2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	6.4	0.0	0.0	0.0	0.8	2.5	3.4	3.8	2.6	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	8.5
27	10.2	11.6	10.3	10.0	7.0	6.9	4.8	2.7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
28	10.6	1.4	2.0	0.0	0.3	3.9	3.1	3.1	2.4	2.4	2.4	0.0	1.7	3.0	4.0	9.4
29	4.9	0.0	0.0	5.9	9.0	9.1	3.7	2.7	2.3	2.4	0.4	1.2	0.0	1.1	2.3	0.8
30	0.0	0.0	4.5	5.5	9.0	8.8	4.1	1.9	1.8	2.6	6.5	6.6	4.0	4.9	5.3	4.2
월 Month	14.7	14.1	12.1	18.0	17.7	16.7	14.4	13.0	14.0	14.9	13.5	13.7	12.1	12.0	13.3	14.0

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	21.5	59.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
2	34.0	5.6	21.5	9.0	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	11.8	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	38.9	32.6	22.9	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.3	13.2	25.7	53.5	0.0
5	2.1	0.7	1.4	2.1	5.6	5.6	5.6	6.3	2.8	12.5	11.1	22.9	1.4	0.0	4.9	13.9	1.4
6	3.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	73.6	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	7.6	27.1	64.6	0.0
8	38.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	6.9	52.8	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	0.0	0.0	17.4	66.0	16.7	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	0.0	0.0	34.7	65.3	0.0
11	2.1	4.9	2.8	0.0	1.4	0.0	1.4	0.7	0.0	2.8	6.9	24.3	2.8	0.7	1.4	41.7	6.3
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	47.9	37.5	11.1	1.4	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	10.4	38.9	27.1	20.1	2.1	0.0	0.0
14	27.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	16.0	11.1	22.2	0.0
15	41.7	0.0	4.9	2.8	8.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	0.7	4.2	35.4	0.0
16	1.4	0.7	12.5	13.2	28.5	2.1	0.0	0.7	0.7	0.7	2.1	6.3	13.2	2.1	7.6	4.2	4.2
17	0.0	0.0	3.5	52.8	43.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	9.0	16.7	43.1	20.8	6.9	1.4	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	1.4	2.8	27.8	16.0	37.5	4.2	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	3.5	2.8	0.0
20	0.0	0.0	25.7	36.8	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	60.4	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	63.9	31.3	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	0.0	38.9	22.2	34.0	4.9	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	26.4	71.5	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	0.0	0.0	6.9	13.2	42.4	6.9	15.3	8.3	2.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
26	2.8	0.0	0.0	0.0	1.4	4.2	16.7	34.7	6.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	15.3	18.1
27	9.7	18.1	21.5	22.2	11.8	5.6	5.6	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0
28	16.0	0.7	1.4	0.0	0.0	4.2	9.7	11.8	4.9	1.4	0.7	0.0	0.7	2.1	3.5	40.3	2.8
29	4.9	0.0	0.0	9.0	29.2	18.1	15.3	7.6	4.9	4.2	0.0	1.4	0.0	0.7	2.8	0.7	1.4
30	0.0	0.0	2.8	9.0	13.9	6.9	4.2	4.2	2.1	8.3	11.1	21.5	2.8	2.1	2.8	0.7	7.6
월 Month	6.5	1.8	6.2	7.8	14.1	5.0	5.9	3.7	0.9	1.9	3.4	5.7	4.1	4.5	8.8	18.0	1.6

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2018년 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 평균 Ave. Station	995	1013	1019	1013	1003	1000	1005	1007	984	974	971	984	986	994	996		994	
기압 최고 Highest	1001	1009	1015	1016	1002	992	991	980	979	984	992	984	989	987	984	974		
기압 나타난 시간 Time	2353	2359	1355	0004	0000	1248	2358	0518	0000	0842	2359	2103	2333	2353	2219			
(hPa) 기압 최저 Lowest	2355	2327	1557	0955	0043	2010	0017	0003	2137	1926	1623	0008	2037	2037	1030	0003		
Air 기온 평균 Ave. Station	986	1009	1015	1010	995	996	996	994	968	969	968	974	979	992	995		968	
Press. 나타난 시간 Time	996	1005	1012	1007	995	989	987	976	973	973	982	978	984	982	979	9689/11/31일		
기온 평균 Ave. Station	0732	0001	0154	2348	1949	2304	0000	2356	2141	0009	1908	0000	0825	0211	1015			
기온 평균 최고 Avg. Maximum	0220	0017	0100	2351	2347	1525	22357	1653	0627	0954	0135	1912	0000	2256	2357	0957		
기온 평균 최저 Avg. Minimum	-13.0	-13.1	-17.2	-6.1	-2.9	-2.8	-3.6	-3.0	-0.3	-1.2	-4.9	-13.4	-12.0	-9.4	-5.5		-4.7	
기온 최고 Highest	-2.8	-2.6	-2.4	-1.7	-0.7	-0.7	-2.1	-1.1	-1.2	-1.6	-1.1	-0.4	-3.6	-3.5	-3.5	-8.6		
기온 나타난 시간 Time																	-2.1	
(°C) 기온 최저 Lowest																		-7.4
Air 온도 최고 Highest	-4.3	-8.4	-11.1	-3.8	-1.3	-1.2	-1.1	1.2	2.5	0.1	-1.3	-9.5	-6.7	-6.0	-3.9		2.5	
Air 온도 나타난 시간 Time	-1.1	-1.5	-0.8	0.0	0.9	0.9	-1.0	0.3	0.1	0.4	0.0	0.9	-2.1	-1.7	-1.8	-4.2	9일	
Air 온도 최저 Lowest	0619	0907	2350	2218	1056	1811	0104	2008	1640	1309	0008	1548	0317	1720	2145			
Temp. 나타난 시간 Time	1704	1841	1954	1049	2140	1227	0034	0507	0638	0925	2319	1817	0000	2141	0020	0854		
평균이슬점온도(°C)	-20.2	-17.6	-20.2	-12.1	-5.1	-5.3	-5.3	-5.3	-1.7	-2.2	-14.8	-16.0	-16.3	-14.5	-7.5		-20.2	
Average Dewpoint Temperature	-4.9	-3.4	-4.2	-3.4	-2.0	-1.9	-3.5	-2.7	-2.6	-3.8	-2.2	-3.1	-5.1	-6.2	-5.2	-12.4	3일	
기온 나타난 시간 Time	1927	0001	1041	0008	0003	0919	2317	0655	1101	2334	2353	0431	1609	1044	0241			
평균이슬점온도(°C)	0049	1658	0215	2027	0142	2323	0944	0027	1031	1207	1832	2358	1200	0459	2315	2337		
Average Dewpoint Temperature	-15.8	-16.9	-22.0	-8.4	-4.0	-5.0	-6.5	-4.6	-1.0	-2.8	-8.3	-16.4	-14.7	-12.3	-8.0		-6.8	
Average Dewpoint Temperature	-4.8	-4.0	-3.3	-2.9	-2.0	-2.1	-3.8	-2.0	-2.3	-3.7	-2.8	-1.1	-7.9	-6.1	-5.9	-10.1		

2018년 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	0.0	-	-	0.0	-	-	-	5.8	3.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7	-	16.0	
상 평 균 Average	80	73	66	84	92	85	80	89	95	89	78	79	80	79	83	85	
대 습 최 소 Lowest	86	90	94	92	91	91	89	93	93	86	88	95	72	82	84	89	
도 (1%) 나타난 시간 Time	74	79	87	79	82	84	80	78	83	60	72	76	60	66	66	67	3일
R.H.	2344	2337	1529	1235	0223	1013	1822	0210	1800	2323	1529	1537	0011	1013	1903		
평 균 Average	0546	1745	0851	2350	0000	1730	2343	0208	1754	1430	1247	2350	1344	0330	2039	0043	
바 램 순 간 최 대 Greatest Gust	10.3	5.5	9.2	4.7	7.9	6.5	7.5	9.3	10.3	11.0	10.3	8.4	9.1	3.2	4.4	8.8	
람 풍 향 Direction	6.4	5.3	7.1	8.9	14.8	12.0	6.5	9.6	10.4	13.6	11.8	14.8	9.4	7.8	6.3	11.6	
(m/s) 나타난 시간 Time	23.0	15.1	21.2	12.3	16.6	24.8	22.3	23.6	23.5	22.8	24.6	21.1	20.7	8.7	12.1	31.1	
Wind	16.7	11.6	17.2	20.2	29.5	24.5	13.3	23.8	19.7	31.1	22.3	27.7	15.5	17.8	15.2	24.9	25일
	ENE	NE	ENE	NNW	W	W	SSW	N	N	W	SE	E	E	NW	W	W	
	SSW	WSW	WNW	NNW	N	N	W	N	N	W	NNW	NNW	WSW	N	WSW	E	
구름(1/8)	1444	2214	1000	0112	1752	2306	0757	1956	1829	0553	2237	0102	1108	1448	1818		
Average Amount of Cloud	1353	0421	1327	2157	2057	0359	0408	0611	0638	1017	0112	0551	1156	2136	1802	1030	
시 작 시 간 Start Time	7.1	4.5	2.9	3.1	6.6	3.9	6.0	6.8	8.0	8.0	8.0	7.6	5.4	7.6	8.0	6.6	
폭풍설	7.5	7.4	7.0	8.0	8.0	5.1	3.9	6.6	8.0	6.9	8.0	8.0	4.0	7.2	6.7	8.0	
끝 난 시 간 End Time	1150															0930	
Bliz- zard	1500																
계 속 시 간 Duration of Blizzard	0200															2040	

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량		263	489	471	251	170	564	357	484	333	230	488	606	595	338	250		15474
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		396	368	708	558	362	840	848	222	348	727	595	168	1116	836	1121	372	
일평균 수평시정(km)/월최소		8.8	21.3	25.6	16.9	7.7	12.3	17.5	11.2	4.1	12.6	16.3	11.5	14.5	16.1	21.9		1.9
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		20.0	18.8	9.9	9.5	11.4	12.1	16.9	9.9	10.8	9.8	9.8	6.8	17.8	15.6	18.4	1.9	31일
적설최심		10.0	10.0	10.0	12.0	12.0	12.0	11.0	10.0	-	1.0	4.0	1.0	0.0	12.0	12.0		24.0
눈 Max. Depth. Snow Cover		12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	11.0	10.0	11.0	11.0	13.0	13.0	13.0	12.0	12.0	12.0	24.0	31일
신적설 합 계 Total		1.0	-	-	2.0	-	-	-	-	-	1.0	3.0	-	0.0	12.0	-		38.0
Snow (cm)		-	0.0	-	-	1.0	-	-	2.0	-	4.0	-	-	-	0.0	-	12.0	
Snow 최 심 Max. Depth																		12.0
Fall 나타난 날 Date																		31일
맑음 Clear																		0
(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																		
구름조금 Partly Cloudy				y	y		y											5
(2.1≤N≤4.0)									y						y			
구름많음 Mostly Cloudy			y						y					y				4
(4.1≤N≤6.0)							y											
흐림 Cloudy		y				y			y	y	y	y	y			y	y	22
(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			16
비 Rain			y						y	y	y	y	y	y	y	y	y	6
Meteo. Pheno-mena				y	y		y			y			y	y				
진눈깨비 Sleet										y								5
안개 Fog						y			y									2
박무 Mist					y	y			y	y	y							14
해상 상태	유빙 Drift Ice(F:Frozen)	D/2	D/0	D/0	D/0	D/2	D/2	D/1	D/1	D/2	D/1	D/2	D/2	D/2	-	-		
Sea State	(MB=0, MC=1, MB,MC=2)	D/2	-	D/2	D/2	D/2	D/1	D/1	D/1	D/1	D/1	-	D/1	-	D/1	D/1	-	
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	VRU/VRU	MO/MO	RO/RO	MO/SM	MO/RO	MO/MO	RO/MO	MO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	MO/MO	RO/RO	SM/SM	CA/CA		
Sea State	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	SL/SL	MO/SL	MO/RO	MO/RO	RO/VRU	RO/RO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	RO/RO	RO/VRU	VRU/VRU	RO/MO	MO/MO	SL/MO	VRU/VRU

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

2018년 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	0.0	1.7	7.9	16.8	15.7	11.8	0.0	1.7	7.7	2.4	9.9	9.9	8.8	10.6	9.0	0.0
2	0.0	10.1	10.9	10.7	7.3	4.0	3.6	4.9	0.9	3.5	3.1	2.0	3.0	4.5	9.1	8.1
3	6.3	0.0	8.7	15.3	12.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	3.9	7.0	6.6
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	5.1	4.8	3.3	7.6	6.7	7.5	7.8	8.7
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	11.3	9.8	8.4	0.0
6	6.4	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	9.3	11.4	9.3	14.1	14.9	8.3	6.5	5.5
7	3.3	2.6	1.5	1.3	1.5	1.4	0.0	1.4	9.2	15.2	14.9	13.4	11.9	3.9	2.7	1.6
8	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	9.0	8.7	9.8	14.9
9	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	12.7	13.5
10	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2	13.0	11.5	12.1
11	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6	14.8	14.1	13.1	12.1	11.9	12.2	13.0	11.7	10.9	12.2	12.9
12	9.5	10.3	8.4	14.6	16.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9
13	10.6	2.6	9.5	14.1	15.2	15.4	0.0	0.0	9.1	9.3	9.2	9.6	9.6	0.0	7.6	10.5
14	3.7	3.2	4.1	3.3	4.3	4.0	3.8	1.1	0.0	5.2	5.8	5.3	4.9	4.6	6.3	4.5
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	1.3	2.4	8.8	8.4	8.4	7.8	7.4	6.3	4.1	3.9
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	12.3	10.4	8.9	8.7	8.9	2.4	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	4.6	8.3	8.0	4.9	5.5	5.8
18	5.7	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	12.4	11.7	10.7	9.0
19	12.1	5.6	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	11.8	11.5	9.4	10.6	12.0
20	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9
21	16.9	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	12.7	16.7
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	9.8	9.8	7.6	8.7
23	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	11.2
24	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	13.4	13.2
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	20.8	20.0	20.7	18.3
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	14.1	12.6	14.7	16.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	8.4	10.5	11.2	16.4	19.2
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	11.4	11.1	0.0	0.0
29	12.2	2.9	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	6.3	3.9	4.0	12.1
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	8.4	10.9	10.8	9.5	8.8	9.2
31	0.0	0.0	12.0	13.5	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	5.3	4.7	1.5	0.0	0.4
월 Month	19.2	10.3	12.0	16.8	17.1	15.4	14.1	13.1	12.1	15.2	14.9	16.9	20.8	20.0	20.7	19.2

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 7월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.0	0.7	1.4	35.4	16.7	3.5	0.0	0.7	0.7	0.7	7.6	15.3	6.9	7.6	2.8	0.0	0.0
2	0.0	2.8	28.5	15.3	11.8	3.5	6.3	2.8	0.7	1.4	0.7	2.1	3.5	3.5	6.3	9.7	1.4
3	1.4	0.0	6.3	56.9	18.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.8	8.3	2.1	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	6.3	3.5	4.2	16.7	8.3	20.8	22.2	13.9	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	20.1	21.5	47.9	10.4	0.0	0.0
6	2.8	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.7	9.7	9.0	11.1	30.6	23.6	6.3	3.5	0.0
7	4.2	2.8	1.4	0.7	1.4	0.7	0.0	0.7	8.3	21.5	13.9	23.6	12.5	4.9	2.8	0.7	0.0
8	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	18.8	16.7	21.5	32.6	0.0
9	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	3.5	20.1	49.3	0.0
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	12.5	46.5	24.3	7.6	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	2.1	1.4	0.7	0.7	4.9	1.4	32.6	34.7	9.7	6.9	1.4	0.0
12	10.4	9.0	36.8	11.8	30.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0
13	9.0	1.4	11.8	18.1	25.0	2.8	0.0	0.0	3.5	2.1	4.2	13.2	3.5	0.0	0.7	4.9	0.0
14	9.0	4.2	14.6	7.6	7.6	4.9	2.1	0.7	0.0	1.4	5.6	13.2	14.6	2.1	5.6	5.6	1.4
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.7	2.8	11.8	22.2	28.5	19.4	7.6	2.8	2.8	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	11.8	32.6	23.6	22.2	4.9	0.7	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	3.5	36.8	41.0	9.0	5.6	2.8	0.0
18	4.9	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	15.3	37.5	21.5	9.0	0.7
19	1.4	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	11.1	18.8	9.0	27.1	30.6	0.0
20	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7	0.0
21	30.6	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	28.5	41.0	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	9.7	29.2	36.8	18.1	6.3	0.0
23	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	0.0	18.1	54.9	0.0
24	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	47.2	17.4	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	2.1	35.4	2.8	15.3	44.4	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	34.0	19.4	9.0	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	0.7	2.8	3.5	6.9	34.0	52.1	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.4	53.5	4.2	0.0	0.0	0.0
29	61.8	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	10.4	3.5	1.4	16.7	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	14.6	20.1	12.5	13.9	15.3	16.7	0.0
31	0.0	0.0	10.4	16.7	61.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.9	2.1	0.7	0.0	0.0	2.8
월 Month	8.2	1.0	3.7	5.2	5.7	0.6	0.3	0.4	0.9	2.5	3.9	11.1	15.1	12.7	11.4	17.2	0.2

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2018년 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	기압 평균 Ave. Station	976	992	969	962	984	992	1004	1020	1004	1000	1012	1009	1002	997	993		988
	최고 Highest	979	975	980	966	985	991	1004	978	978	973	986	983	969	976	997	1000	
압	나타난 시간 Time	986	997	986	978	991	998	1016	1022	1017	1012	1014	1011	1006	999	998		1022
	(hPa)	987	979	985	981	989	1000	1007	1003	985	979	990	988	977	987	1003	1003	8일
Air Press.	최저 Lowest	2352	1606	0000	2227	2137	2356	2359	1235	0000	2355	0917	0001	0014	1850	0002		
	나타난 시간 Time	0002	0241	1732	2359	2358	2356	1539	0028	1635	0005	1847	0003	0007	2357	2136	0821	
Air Press.	최저 Lowest	971	985	956	948	974	981	996	1015	993	993	1010	1005	997	995	986		948
	나타난 시간 Time	972	972	968	955	980	987	999	961	963	969	977	976	964	969	986	994	4일
기온	기온 평균 Ave. Station	1257	0000	2359	0239	0006	0238	0101	0000	2303	0237	2357	2343	2334	1013	2351		
	평균 최고 Avg. Maximum	1914	1747	2343	1034	0004	1234	0005	2218	0003	1431	0003	2359	1434	0006	0000	2351	
온	평균 최저 Avg. Minimum	-11.8	-9.3	-0.2	-5.4	-10.4	-10.3	-12.4	-8.3	0.2	-1.3	-4.5	-3.6	-1.0	-2.1	0.1		-4.4
	최고 Highest	-0.6	-2.0	-3.5	-3.1	-6.1	-8.2	-6.9	-2.0	-2.3	-2.0	-2.8	-1.4	-1.5	-7.7	-5.6	-1.2	
온	평균 최고 Avg. Maximum																	-1.5
	평균 최저 Avg. Minimum																	-6.9
Air Temp.	최고 Highest	-9.1	-5.5	2.8	-0.2	-7.8	-3.9	-9.4	-0.8	1.6	0.6	-2.1	-0.8	1.6	1.7	2.2		2.8
	나타난 시간 Time	1.8	0.4	-1.4	-0.3	-2.4	-5.9	-3.6	0.7	-0.5	-0.7	-1.1	0.6	1.2	-3.5	-3.4	-0.7	3일
Air Temp.	최저 Lowest	-142	-8--	2334	-429	1343	1432	2352	1857	2315	-445	15--	2240	-313	-124	-340	2215	
	나타난 시간 Time	-14.7	-11.2	-5.9	-9.7	-11.8	-14.3	-14.7	-11.7	-2.0	-2.8	-6.8	-6.8	-3.4	-5.0	-1.7		-14.7
Air Temp.	최저 Lowest	-3.1	-4.1	-4.9	-5.9	-7.6	-9.9	-10.4	-4.7	-4.7	-3.5	-4.4	-2.7	-5.0	-10.5	-7.8	-1.7	7일
	나타난 시간 Time	2121	0000	0000	2348	1617	2231	0352	0900	0009	2348	2240	0716	0742	1904	2058		
Average Dewpoint Temperature	평균이슬점온도(°C)	2356	2358	0901	1928	2358	2346	0045	0030	0814	2206	0402	0051	2241	1358	0030	1710	
	Average Dewpoint Temperature	-13.5	-12.5	-2.1	-8.3	-13.9	-13.6	-15.9	-11.3	-1.1	-1.7	-5.0	-5.6	-3.2	-3.1	-1.9		-6.5
		-1.8	-2.8	-5.9	-5.2	-10.0	-10.7	-10.6	-3.9	-3.6	-2.9	-5.7	-2.6	-3.6	-10.2	-7.5	-2.9	



2018년 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	0.1	2.3	0.1	0.0	0.7	0.0	0.0	5.0	0.1	-	-	-	-	0.1		31.6
상 평 균 Average	6.7	1.5	0.2	0.4	-	0.0	-	13.3	0.2	0.1	-	-	0.5	0.1	-	0.1	
대 습 도	88	78	87	81	76	77	76	79	92	97	96	86	85	93	87		86
최 소 Lowest	92	95	84	86	74	82	75	88	91	93	80	92	86	82	87	96	
도	72	67	68	59	62	62	61	65	83	95	94	78	76	78	75		42
(%) 나타난 시간 Time	84	85	71	70	57	76	42	62	81	82	63	87	73	71	75	94	22일
R.H.	2320	2132	2330	2140	0031	0700	2310	0140	0000	0145	2240	2021	0449	2357	0118		
평 균 Average	0117	0710	1643	2131	1344	0325	2110	0122	0903	1955	0653	1959	0155	1921	0629	1613	
바 람 순 간 최 대 Greatest Gust	12.3	9.7	12.2	16.3	13.2	9.9	8.6	7.4	15.5	5.9	2.9	4.7	4.1	4.5	10.7		8.9
람 풍 향 Direction	7.7	7.6	9.1	14.8	3.9	5.1	5.9	14.7	9.9	10.2	9.9	10.2	8.7	7.1	3.4	10.0	
(m/s)	24.1	20.2	25.6	33.8	22.7	20.6	18.1	18.4	34.2	19.0	7.1	12.9	11.7	12.2	25.5		34.2
Wind 나타난 시간 Time	23.9	23.0	28.1	26.1	17.3	14.0	21.1	31.9	19.6	18.6	20.9	18.8	21.4	17.0	9.2	16.1	9일
	E	WSW	NNE	N	W	SSW	WSW	N	N	NNW	NW	NNW	N	N	N		N
	N	N	N	W	WSW	SE	NNE	NNE	W	W	WSW	NNW	N	E	NW	NW	
구름(1/8) Average Amount of Cloud	0141	0736	0158	0132	1356	0245	0208	2343	1327	0120	2058	0742	2304	2341	1712		
	0210	0614	2335	1047	0009	1608	2207	1457	0636	1831	0448	1818	0448	0848	2205	2002	
시 작 시 간 Start Time	6.4	6.4	4.9	4.7	3.0	5.6	5.4	6.4	6.4	6.4	3.9	4.6	6.4	2.7	5.0	6.4	
폭 풍 설	1140																
Bliz- zard	1820																
계 속 시 간 Duration of Blizzard	0740																

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	732	646	604	1012	936	869	926	1985	658	1186	1560	1878	3361	1702	2478		62505
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	7.0	18.1	7.9	7.6	14.8	17.3	15.6	19.0	3.8	3.3	9.4	19.4	11.9	9.1	12.6		3.3
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	11.0	12.0	13.0	7.0	7.0	12.0	7.0	7.0	7.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0		16.0
눈 신적설 합 계 Total	16.0	16.0	15.0	7.0	4.0	7.0	7.0	8.0	10.0	11.0	11.0	11.0	13.0	14.0	14.0	14.0	16.0
Snow (cm)	12.0	7.0	3.0	0.0	-	3.0	-	2.0	2.0	1.0	-	-	3.0	1.0	-	0.0	
Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date																	12.0
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)												y					1
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)					y				y			y			y		4
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)		y			y	y	y						y				11
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y		y	y				y	y	y	y			y	y		15
눈 Snow	y	y	y	y	y	y	y										18
비 Rain	y	y	y	y		y		y	y	y			y	y			5
Meteo. Phenomena	y																
진눈깨비 Sleet			y														3
안개 Fog																	1
박무 Mist			y	y					y	y	y		y		y		14
해상 상태 Sea State	y			y		y				y		y	y			y	
유빙 Drift Ice(F:Frozen) (MB=0, MC=1, MB.MC=2)	-	-	-	-	-	-	-	D/2	D/1	D/1	D/1	D/1	D/1	D/1	D/1	D/1	
거칠기 Sea Sfc. Roughness State (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	D/1	D/1	-	-	D/2	D/2	D/2	-	-	-	-	D/1	-	-	-	D/1	
	VRU/VRU	VRU/RO	VRU/RO	VRU/VRU	VRU/VRU	VRU/RO	MO/MO	SL/MO	VRU/VRU	VRU/MO	SL/SM	SL/SL	SM/SM	SL/SL	MO/RO		
	SL/SL	RO/SM	VRU/RO	VRU/RO	SM/CA	SM/CAU	SM/CA	VRU/VRU	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	MO/SL	CA/CA	RO/RO

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

2018년 8월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW
1	0.0	0.0	15.0	17.3	16.3	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	5.8	3.2
2	4.1	3.7	3.0	8.2	4.6	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	14.8	14.7	12.0	7.0	0.0
3	18.0	17.9	9.5	12.0	6.3	6.8	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0
4	21.6	17.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	20.5	16.0	16.3
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6	15.6	5.9	4.2	0.0
6	3.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	13.4	12.1	13.5	12.6	6.0	14.2	12.1
7	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	11.3	13.3	6.7	4.0	4.1	4.8
8	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	5.7	5.8	10.0	9.1	12.2
9	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4
10	12.4	2.1	2.0	0.4	0.0	2.4	3.1	3.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	6.8	13.0
11	2.5	2.6	2.7	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.4	5.6	4.5
12	8.1	3.7	2.1	2.8	0.6	3.8	1.3	3.3	2.1	1.1	1.5	1.2	0.0	0.0	4.8	8.6
13	8.8	5.6	4.3	4.8	2.0	0.6	1.2	2.8	3.0	0.0	1.4	0.0	0.0	4.2	7.9	8.9
14	8.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	4.7	6.2	8.2	7.5
15	17.4	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	12.3
16	14.1	0.0	0.0	4.9	4.9	2.9	2.9	4.6	3.5	0.0	4.2	5.4	8.0	4.8	9.0	10.2
17	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	6.7	6.2	5.8	5.9	5.5	8.1	9.1	13.5	16.4
18	17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	10.3	10.5	9.5	13.2
19	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9	17.9	17.6	16.9	17.1
20	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.3	2.0	3.4	3.7	5.2	6.9	12.2	7.8	8.4	0.0	0.0
21	1.5	4.5	4.1	7.0	7.4	10.2	9.8	2.1	4.7	4.3	2.2	0.9	1.9	2.2	2.2	0.0
22	8.8	10.3	7.0	3.6	4.7	4.0	2.4	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	7.2	6.7	7.9	9.0
23	16.6	21.5	19.1	0.0	2.2	0.0	3.7	4.7	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	9.6	9.9
24	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	13.2	14.6	12.2	9.6	12.2
25	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	13.6	11.2	11.1	12.5
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2	12.8	12.0	12.4	8.8
27	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3
28	14.5	12.3	9.6	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	10.3	9.7
29	4.7	1.8	2.7	12.0	11.7	6.0	1.1	1.4	6.7	5.3	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
30	0.7	0.8	0.9	1.3	0.5	0.0	1.2	3.9	6.6	6.9	5.5	3.4	5.9	6.7	5.9	3.9
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	9.4	11.7	11.8	0.0
월 Month	21.6	21.5	19.1	17.3	16.3	10.4	9.8	6.7	16.0	13.4	12.4	17.9	18.8	20.5	16.9	17.4

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 8월

요소 Element 일 Date	북 N	북북동 NNE	북동 NE	동북동 ENE	동 E	동남동 ESE	남동 SE	남남동 SSE	남 S	남남서 SSW	남서 SW	서남서 WSW	서 W	서북서 WNW	북서 NW	북북서 NNW	정온 CLM
1	0.0	0.0	11.8	26.4	52.1	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.2	0.7	0.0
2	2.1	3.5	1.4	4.9	3.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	46.5	25.0	1.4	5.6	0.0	0.0
3	56.9	15.3	1.4	2.1	0.7	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	0.0
4	14.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	33.3	7.6	5.6	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	61.8	34.7	2.1	1.4	0.0	0.0
6	2.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	2.1	43.1	38.2	0.7	0.7	5.6	2.1	0.0
7	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	7.6	71.5	6.3	4.2	1.4	3.5	0.0
8	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	8.3	10.4	20.8	36.8	11.8	0.0
9	92.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0
10	9.0	0.7	0.7	0.0	0.0	5.6	4.9	5.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	8.3	55.6	5.6
11	6.9	10.4	9.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	20.8	35.4	13.2	1.4
12	48.6	2.8	2.8	0.7	0.7	2.1	2.1	2.8	1.4	1.4	0.7	0.7	0.0	0.0	4.2	22.9	6.3
13	28.5	13.2	6.9	3.5	0.7	0.7	0.7	6.3	3.5	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	10.4	22.9	0.7
14	13.9	2.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	3.5	2.8	12.5	38.9	22.9	2.1
15	81.9	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	11.1	0.0
16	32.6	0.0	0.0	2.1	3.5	0.7	0.7	9.7	2.8	0.0	1.4	2.8	18.1	2.1	9.0	14.6	0.0
17	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	6.9	9.0	3.5	1.4	2.1	9.0	13.2	8.3	34.0	0.7
18	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	62.5	19.4	5.6	5.6	0.0
19	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.5	6.3	20.1	4.2	11.8	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.1	2.8	4.9	8.3	11.1	27.1	27.8	6.3	4.2	0.0	0.0	4.9
21	0.7	4.2	11.1	7.6	18.8	33.3	4.2	1.4	2.8	9.0	2.1	0.7	1.4	1.4	0.7	0.0	0.7
22	6.9	8.3	6.9	9.0	0.7	2.1	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	6.3	14.6	27.1	16.7	0.0
23	21.5	52.1	13.9	0.0	0.7	0.0	1.4	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	2.8	2.8	0.0
24	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	11.1	36.1	18.8	7.6	23.6	0.0
25	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	20.8	13.2	22.2	38.2	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	37.5	26.4	9.7	22.2	4.2	0.0
27	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	82.6	0.0
28	45.8	15.3	4.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	18.1	7.6	0.7
29	2.8	0.7	0.7	29.2	34.7	2.1	0.7	0.7	6.3	9.7	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0
30	0.7	0.7	1.4	0.7	0.0	0.0	1.4	4.9	18.1	20.8	16.7	2.1	7.6	9.7	7.6	1.4	6.3
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	18.1	31.3	46.5	0.0	0.0
월 Month	16.9	4.5	2.3	2.8	3.8	1.8	0.7	1.4	1.9	1.9	3.9	12.1	10.9	8.7	11.0	14.5	0.9

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2018년 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	990	968	978	968	989	996	992	994	1001	1001	987	980	968	973	986	992
기압 최고 Highest	995	992	991	1011	1011	1008	1006	1000	1000	1007	1002	986	993	995	987	
기압 나타난 시간 Time	0103	0002	1445	2359	2359	1440	2327	0609	1346	1139	0003	0001	0003	2358	2028	
(hPa)	1348	0003	2359	2218	0003	1001	0059	0019	2359	2235	0000	0004	2359	0905	0003	
기압 최저 Lowest	975	963	967	962	978	993	989	990	992	993	982	976	960	965	982	960
Air Press. 나타난 시간 Time	2359	1821	2359	0509	0000	2348	1210	2017	0000	2334	2358	0702	0619	0528	0009	
	0002	0730	1212	0000	2349	2334	2359	2339	0228	0009	2354	1722	0000	2351	2359	
기온 평균 Ave. Station	-0.5	-0.5	-5.7	-9.9	-7.1	-1.6	-1.0	-0.8	-1.0	0.3	0.1	-0.7	-1.3	-2.9	-4.4	-3.8
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-2.7	-5.9	-8.0	-7.5	-7.1	-5.9	-4.7	-3.9	-4.7	-6.0	-2.5	-1.0	-3.0	-6.9	-6.3	
기온 평균 최저 Avg. Minimum																-6.2
기온 최고 Highest	1.4	1.3	-1.5	-3.5	-1.8	-0.9	0.3	0.7	0.1	4.0	2.8	3.4	0.1	-1.1	-2.4	4.0
(°C) 기온 나타난 시간 Time	-1.6	-1.8	-1.5	-5.1	-5.1	-4.4	-2.8	1.7	-2.9	-3.5	-0.5	-0.4	0.9	1.3	-1.7	10일
	2238	0012	0103	0013	2354	1058	2242	0121	1000	2135	1353	0402	0201	0707	2359	
	1920	0234	1327	1909	1456	1356	2309	1233	1558	1343	1534	0106	1134	1647	1153	
Air Temp. 기온 최저 Lowest	-1.8	-2.5	-8.7	-13.6	-12.8	-2.7	-2.5	-1.5	-2.1	-1.3	-2.2	-3.0	-2.7	-5.2	-5.4	-13.6
	-4.4	-10.3	-12.4	-11.5	-8.0	-8.0	-7.2	-5.5	-6.1	-8.7	-7.1	-2.4	-8.7	-9.6	-8.0	4일
기온 나타난 시간 Time	1310	2300	2103	2046	0030	2308	0003	1313	0215	0041	2111	2029	1035	1736	0852	
	1106	2152	1956	0001	1828	0139	0329	2001	2318	0559	0008	2327	2355	0730	2100	
평균이슬점온도(°C)	-1.4	-1.6	-9.7	-11.7	-10.5	-2.4	-1.9	-1.9	-2.4	-1.4	-0.9	-2.7	-3.0	-6.0	-8.3	-6.0
Average Dewpoint Temperature	-5.7	-9.0	-9.8	-11.2	-10.7	-9.2	-7.0	-5.5	-6.7	-9.2	-4.0	-2.1	-4.8	-9.8	-10.4	

2018년 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	0.8	0.6	4.0	-	-	-	0.0	-	0.5	0.3	0.3	2.6	-	0.0	10.0
Total Precipitation	0.1	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.6	0.0	-	
상 평 균 Average	94	92	75	87	77	94	94	92	90	89	93	87	89	80	74	85
대	81	79	87	75	76	77	84	89	86	78	89	93	88	80	73	
습 최 소 Lowest	84	86	44	71	61	80	85	86	84	56	84	51	76	65	63	44
도	53	56	64	62	67	63	61	71	71	61	79	78	74	48	54	3일
(%) 나타난 시간 Time	1742	1359	2017	1702	0927	0034	2242	0121	0957	2207	0020	0408	0201	2320	1305	
R.H.	1231	1417	0144	1629	1609	2352	0025	1239	2359	1010	0151	2317	1047	1648	1154	
평 균 Average	10.3	14.0	7.0	11.9	7.8	8.8	12.2	11.5	11.1	11.3	10.3	11.6	14.1	11.0	4.8	8.7
바	9.4	9.6	10.8	5.1	3.9	5.1	3.3	3.5	4.0	5.2	9.7	16.0	8.4	6.5	2.2	
순 간 최 대 Greatest Gust																
람	23.3	26.9	16.1	30.1	15.5	17.2	23.7	19.4	20.2	23.7	24.8	31.6	36.8	23.1	14.4	36.8
풍	17.2	16.9	24.2	10.2	10.3	10.8	6.8	7.6	11.1	13.3	21.2	27.7	22.6	22.3	6.0	13일
(m/s)	N	N	ENE	SE	W	NW	N	NW	NW	N	N	N	N	W	N	N
Wind 나타난 시간 Time	W	WSW	E	WNW	W	E	ESE	NW	E	E	NW	NNW	E	E	WSW	
	2232	0156	2010	0956	1448	0101	1021	0125	0952	2345	0205	0500	0504	1213	2232	
구름(1/8)	0339	1135	1423	2225	0049	0946	0148	0438	2358	0147	2354	1427	2344	0023	0012	
Average Amount of Cloud	6.4	6.4	5.6	6.4	2.1	6.4	4.7	6.4	6.4	6.4	6.4	4.1	3.7	5.7	5.6	5.5
시 작 시 간 Start Time	4.6	5.7	6.4	5.6	5.8	5.8	5.2	6.4	5.8	3.2	5.9	6.4	6.0	3.5	5.0	
폭풍설				0430												
끝 난 시 간 End Time			1410													
Bliz-			1140													
zard 계 속 시 간 Duration of			1810													
Blizzard			0710													

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	2065	1735	6300	2906	5565	2239	2227	3235	3558	2885	2664	4301	7350	3136	5746	156313
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	7.0	5.3	15.4	6.1	18.8	4.9	9.0	6.3	11.1	7.6	10.3	12.9	0.6	12.6	16.4	0.6
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	14.0	13.0	16.0	20.0	14.0	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0	8.0	7.0	8.0	8.0	8.0	20.0
눈 신적설 합 계 Total	2.0	1.0	4.0	4.0	-	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	5.0	0.0	29.0
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth Fall 나타난 날 Date	2.0	0.0	5.0	-	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	5.0	0.0	-	5.0
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																0
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)					y					y			y			4
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)			y			y	y		y			y		y	y	15
흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y	y		y	y	y	y	y	y	y	y					11
상 눈 Snow				y	y			y				y	y		y	13
상 비 Rain	y	y	y							y	y	y	y	y		3
Meteo. Pheno-mena 진 눈 개 비 Sleet	y	y										y	y			5
안 개 Fog						y										1
박 무 Mist	y	y	y			y	y	y	y	y	y	y	y	y		17
해상 유빙 Drift Ice(F:Frozen) 상태 (MB=0, MC=1, MB,MC=2)	D/1	-	-	-	-	D/1	D/1	D/1	D/1	-	D/1	D/1	D/1	D/1	-	
Sea State 거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	RO/RO VRU/VRU	RO/MO VRU/VRU	RO/RO/MO/MO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	RO/RO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	RO/RO	RO/RO	SM/SL	
	RO/RO	RO/RO VRU/VRU	SM/SM	CA/CA	SL/SL	CA/CA	SM/SM	SM/CA	CA/SM	MO/RO	VRU/VRU	SL/VRU	RO/SM	CA/CA		

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

2018년 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	14.8	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	12.0	10.3
2	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	10.8	13.4	16.4
3	3.4	3.7	5.6	7.8	10.8	11.0	5.9	0.0	8.3	10.7	7.2	9.2	11.1	8.9	3.7	3.6
4	0.0	0.0	8.1	11.1	15.2	17.6	18.0	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	6.0	6.6	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	12.1	11.3	8.2	6.8	2.0
6	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	12.4	10.0
7	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	15.3
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	0.0	13.7	14.7
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	14.6	14.1
10	15.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	14.2
11	16.5	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	11.2	14.1
12	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	10.7	10.1	12.3
13	24.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	16.2	15.8
14	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	10.9	16.3	14.4	13.8	12.6
15	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	6.4	5.6	7.6	5.4	4.4	7.2	8.8
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	12.1	10.7	11.9	9.8
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	11.3	11.1	8.8	9.8	11.3	11.0
18	15.4	0.0	0.0	0.0	17.3	14.8	0.0	0.0	10.4	0.0	10.2	9.5	10.5	12.9	15.4	4.8
19	5.6	5.1	4.5	5.6	6.6	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	7.2	7.4	6.1	6.1
20	0.7	3.2	3.5	3.8	3.7	5.7	4.8	0.6	0.0	3.8	2.4	5.8	7.2	6.9	0.0	0.0
21	0.0	0.0	3.6	4.6	8.9	7.2	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	3.0	2.4	2.7	2.1	5.5	5.6	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	4.8	5.2
23	3.5	0.0	2.5	2.0	0.5	0.9	1.0	5.0	5.7	2.8	1.9	2.5	2.5	5.5	6.0	5.4
24	0.7	0.0	1.7	1.6	8.5	3.6	6.1	5.9	6.1	6.2	2.0	2.7	2.6	0.0	1.4	1.6
25	2.8	2.1	2.4	3.6	10.7	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	7.4	8.1	5.7	5.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	8.5	15.2	15.3
27	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	15.3	16.3	19.0
28	7.1	7.2	7.5	3.9	16.8	9.2	3.9	5.0	4.8	0.0	0.0	0.0	2.8	12.4	7.2	8.1
29	1.6	3.1	3.1	8.1	15.6	15.2	3.6	0.5	1.0	0.0	3.9	5.2	2.3	0.0	0.0	0.0
30	1.6	2.2	1.5	1.9	1.5	0.0	2.1	3.1	3.8	3.5	3.9	4.8	4.2	3.2	1.0	1.1
월 Month	24.0	24.0	8.1	11.1	17.3	17.6	18.0	9.8	10.4	10.7	11.7	12.1	16.3	15.3	16.3	19.0



풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	38.2	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	47.2	14.6	0.0
2	42.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	7.6	8.3	41.0	0.0
3	1.4	2.8	1.4	6.3	8.3	3.5	1.4	0.0	0.7	5.6	4.2	13.9	38.2	10.4	1.4	0.7	0.0
4	0.0	0.0	2.8	11.1	18.1	34.7	30.6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	8.3	4.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	38.9	32.6	5.6	4.2	0.7	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	0.0	0.0	0.7	46.5	52.1	0.0
7	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	7.6	82.6	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	0.0	0.0	0.0	22.2	77.8	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	0.0	0.0	16.0	33.3	50.7	0.0
10	12.5	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.1	34.0	0.0
11	27.8	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	3.5	68.8	0.0
12	45.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	20.1	32.6	0.0
13	25.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	42.4	27.8	0.0
14	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	18.1	26.4	21.5	11.8	14.6	0.0
15	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	10.4	19.4	34.7	9.7	3.5	8.3	4.2	0.7
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	36.8	22.9	34.0	0.7	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	34.7	30.6	0.7	9.7	17.4	2.8	0.0
18	11.1	0.0	0.0	0.0	27.8	13.9	0.0	0.7	0.0	12.5	8.3	4.9	3.5	15.3	2.1	0.0	0.0
19	5.6	6.9	7.6	0.7	9.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	14.6	5.6	11.8	33.3	0.0	0.0
20	0.7	3.5	9.7	9.7	6.9	7.6	1.4	0.7	0.0	2.8	3.5	7.6	25.0	18.8	0.0	0.0	2.1
21	0.0	0.0	0.7	6.9	65.3	25.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	7.6	3.5	12.5	2.1	9.7	20.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	10.4	27.1	0.0
23	0.7	0.0	3.5	2.1	0.0	1.4	2.1	4.2	21.5	2.1	1.4	7.6	0.7	7.6	29.2	8.3	7.6
24	0.7	0.0	0.7	1.4	9.7	2.1	22.2	28.5	12.5	9.0	0.7	2.8	0.7	0.0	2.8	4.9	1.4
25	0.7	2.8	3.5	8.3	26.4	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	25.7	17.4	6.3	3.5	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	19.4	57.6	14.6	0.0
27	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	16.0	26.4	49.3	0.0
28	13.2	9.0	7.6	0.7	30.6	2.1	2.1	3.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.7	16.0	3.5	7.6	0.0
29	1.4	5.6	10.4	2.1	25.7	34.0	3.5	0.0	0.7	0.0	1.4	9.7	1.4	0.0	0.0	0.0	4.2
30	0.7	2.1	0.7	3.5	2.8	0.0	2.1	6.3	19.4	21.5	9.7	8.3	8.3	7.6	0.7	2.1	4.2
월 Month	8.6	1.7	2.3	2.0	8.0	5.0	2.2	1.5	2.0	1.9	3.3	6.4	8.0	7.3	17.2	21.9	0.7

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2018년 10월

- 06 -

일 Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	월		
요소 Element	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Month	
기 압 평 균 Ave. Station	984	988	995	1005	997	991	981	984	996	996	1000	989	985	994	999		995	
기	1005	1014	1009	1004	987	990	990	994	1002	1009	1007	993	982	983	987	997		
최 고 Highest	986	990	1004	1007	1003	994	988	992	997	1000	1001	998	990	999	1001		1016	
압	1013	1016	1012	1008	997	994	995	996	1007	1011	1010	1003	988	990	993	1001	17일	
나타난 시간 Time	2145	2359	2359	0915	0005	0023	0000	2359	1513	2337	1010	0029	2352	2357	2352			
(hPa)	2359	0901	0000	0017	0000	2353	0412	1659	1825	1706	0119	0004	2356	2157	2357	2120		
최 저 Lowest	982	985	989	1002	992	987	976	978	991	993	997	983	982	988	998		976	
Air	1000	1011	1005	996	983	984	985	990	993	1004	1002	983	977	977	981	992	7일	
Press. 나타난 시간 Time	0833	0334	0056	2358	2305	2341	1136	0317	0000	0416	2353	1647	0250	0002	0317			
	0010	2351	1229	2347	1717	0012	1753	0010	0021	0011	2353	2356	1149	1049	0551	0000		
기 온 평 균 Ave. Station	-6.2	-3.1	-4.2	-4.8	-2.9	0.4	0.7	-1.6	-2.0	-3.0	-3.2	-5.5	-8.8	-7.1	-4.5		-2.4	
	-3.8	-2.6	-0.4	-1.4	-2.3	-3.7	-1.8	-1.2	-0.3	0.1	-1.5	1.2	-0.4	-0.6	-0.4	-0.3		
기 평 균 최 고 Avg. Maximum																	-0.3	
평 균 최 저 Avg. Minimum																		-4.1
온 최 고 Highest	-3.7	-1.8	-2.2	-3.7	0.1	2.5	2.0	0.2	-0.9	-1.5	1.7	-4.0	-7.3	-4.8	-3.3		4.9	
	0.6	-1.1	4.5	-0.5	-1.0	-2.8	0.1	0.4	3.8	4.9	-0.7	3.7	1.0	1.7	2.0	0.4	25일	
(°C) 나타난 시간 Time	1239	1136	0002	1518	2301	1053	2328	0000	1458	0220	1236	0416	0020	1653	1530			
	1426	1739	1118	1045	0438	1304	1713	0906	1240	1114	1320	1431	0001	0922	0459	1559		
Air 최 저 Lowest	-7.5	-5.1	-6.0	-6.3	-5.9	-2.4	-0.8	-2.8	-3.1	-4.2	-5.4	-7.8	-9.8	-9.1	-6.2		-9.8	
Temp.	-6.0	-4.3	-2.2	-2.2	-4.5	-4.5	-4.0	-2.1	-2.0	-2.0	-2.3	-1.1	-2.1	-2.9	-1.7	-1.2	13일	
나타난 시간 Time	0001	0024	2352	0045	0032	0727	2351	1207	0722	0922	2324	2343	0634	0005	0000			
	2243	0117	0003	0438	2130	0611	0304	2325	0006	2318	1907	0003	0617	2231	0000	0108		
평균이슬점온도(°C)	-9.3	-6.0	-5.9	-7.5	-6.2	-2.3	-1.4	-2.6	-4.9	-5.6	-5.8	-7.0	-10.0	-10.7	-7.8		-4.8	
Average Dewpoint Temperature	-7.9	-5.3	-2.6	-2.3	-4.8	-7.0	-4.1	-3.5	-2.9	-2.2	-3.1	-0.9	-1.7	-2.3	-2.7	-1.2		

2018년 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	0.3	-	-	0.1	2.6	3.3	-	0.0	0.2	5.2	5.1	-	-	19.1	
상 평 균 Average	79	81	88	82	78	82	86	93	81	83	82	89	91	76	77	84	
대 습 최 소 Lowest	73	82	86	94	83	78	85	84	83	85	89	86	91	88	85	94	
도 (1%) 나타난 시간 Time	58	72	63	88	63	70	76	62	67	69	83	77	84	70	75	91	14일
R.H.	1231	1048	0435	1717	0805	1054	0050	2359	1023	1635	1238	0357	1950	1329	1911		
평 균 Average	2016	0205	1118	0316	2027	1428	2335	0905	1242	1115	1208	1441	1723	1812	0024	2330	
바 램 순 간 최 대 Greatest Gust	2.9	5.6	6.7	5.0	6.3	4.7	9.5	3.3	5.0	4.0	3.1	12.6	16.0	7.8	4.4	6.9	
람 풍 향 Direction	2.3	6.0	6.4	6.7	10.6	8.9	8.3	7.7	7.2	5.3	6.6	5.2	10.0	7.6	11.1	8.3	
(m/s) 나타난 시간 Time	7.1	12.2	17.7	10.3	15.2	13.0	22.3	10.0	10.2	10.9	10.4	25.1	28.0	17.1	11.1	35.6	
Wind	7.6	20.4	35.6	18.8	24.3	22.0	23.7	23.1	20.9	20.6	12.9	13.9	18.2	19.5	30.5	14.8	18일
구름(1/8)	NW	NNW	E	W	N	N	NNE	W	W	ESE	NE	E	E	ESE	N	SSW	
Average Amount of Cloud	E	SW	SSW	WNW	SW	SSW	WSW	SSW	SSW	SSW	NW	NNW	NNW	N	N	NW	
시 작 시 간 Start Time	2341	0148	1321	1142	2050	2234	1136	1747	0001	1113	2034	2256	1043	0002	1217		
폭풍설	1813	1522	1229	2247	1918	0635	2057	0905	0400	0651	1840	0209	0846	0538	0504	2046	
Blizzard	5.3	5.4	6.4	6.0	5.8	6.1	6.4	6.4	4.6	5.6	6.4	6.4	6.4	3.7	6.4	5.1	
계 속 시 간 Duration of	3.0	3.7	4.8	6.4	3.8	5.8	5.5	3.8	2.7	1.9	5.6	5.4	4.8	3.8	3.9	6.4	
Blizzard												1320	0000				
계 속 시 간 Duration of												2400	1850				
Blizzard												1040	1850				

2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량		11925	9564	6605	9426	11417	8160	9943	4522	12666	11848	8711	4088	7367	16354	7134	328373	
Hor. Global Solar Rad./Mon. Total		11865	9314	14131	10521	11305	10228	8961	12253	17026	17957	11339	10572	10090	12511	13959	6611	
일평균 수평시정(km)/월최소		23.8	18.4	9.8	20.6	22.5	16.3	10.9	9.0	21.9	16.1	19.6	5.4	2.6	24.4	25.0	2.6	
Daily Avg. Hor. Visibility/Date		28.8	23.8	16.9	10.9	21.4	21.3	11.1	20.3	17.5	28.1	20.0	15.0	7.6	10.1	10.5	8.4	13일
적설최심		14.0	14.0	15.0	15.0	14.0	13.0	11.0	14.0	14.0	14.0	15.0	15.0	11.0	11.0	11.0	15.0	
눈 Max. Depth. Snow Cover		11.0	10.0	10.0	9.0	9.0	9.0	9.5	9.0	9.0	8.0	7.0	7.0	5.0	2.0	1.0	0.0	11일
신적설 합 계 Total		-	0.0	1.0	-	-	-	-	5.0	-	1.0	1.0	1.0	0.0	-	-	-	9.5
Snow (cm)		-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0
Snow 최 심 Max. Depth																		5.0
Fall 나타난 날 Date																		8일
맑음 Clear																		1
(0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)												y						1
구름조금 Partly Cloudy															y			8
(2.1≤N≤4.0)		y	y			y				y	y				y	y		12
구름많음 Mostly Cloudy		y	y		y	y				y	y							12
(4.1≤N≤6.0)				y			y	y					y	y	y			10
흐림 Cloudy				y			y	y	y				y	y	y		y	10
(6.1≤N≤8.0)					y												y	10
눈 Snow		y	y					y	y	y	y	y	y	y				9
비 Rain								y										1
Meteo. Phenomena									y									6
진눈깨비 Sleet						y			y					y	y	y		6
안개 Fog																		0
박무 Mist				y														8
해상 상태	유빙 Drift Ice(F:Frozen)	D/1	D/1	D/2	-	D/0	D/1	-	D/2	-	D/2	D/2	-	-	-	-	-	6
Sea State	거칠기 Sea Sfc. Roughness	D/1	-	-	-	D/1	-	-	-	-	D/1	D/2	D/1	D/1	D/1	-	-	6
State	(CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	CA/CA	SL/SL	SL/RO	MO/MO	MO/MO	SL/MO	VRU/VRU	SL/SM	SM/SM	SL/SL	CA/SM	VRU/VRU	VRU/VRU	RO/MO	SL/SM		6
		CA/CAM	MO/MO	RO/MO	SL/MO	SL/MO	MO/SL	MO/RO	MO/MO	SL/MO	SL/SL	MO/MOI	MO/SL	RO/RO	RO/MO	RO/MO	RO/RO	6

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

2018년 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	3.4	2.6	2.4	4.6	4.5	3.7	3.5	3.9	4.3	2.8	0.0	0.0	0.0	3.2	5.5	5.3	
2	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	7.1	6.1	7.0	7.7
3	7.2	3.4	0.0	8.0	12.6	12.4	2.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6
4	0.0	0.0	0.0	3.6	3.5	1.1	1.9	0.9	1.4	0.0	6.8	7.1	7.8	6.9	0.0	0.0	
5	11.2	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	2.3	0.0	5.6	5.7	6.1	8.5	
6	9.2	7.3	4.0	3.0	0.0	0.8	3.4	4.2	3.7	2.7	1.9	1.5	0.0	0.0	6.5	6.7	
7	14.4	14.9	5.5	2.9	2.1	0.0	4.2	3.7	4.2	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	
8	0.0	0.4	0.4	1.8	5.8	0.3	0.3	2.1	2.8	2.0	0.3	5.1	7.7	4.8	4.5	0.0	
9	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	7.2	5.2	5.7	6.5	
10	6.0	4.7	2.6	4.7	8.2	8.3	2.8	1.3	3.0	2.7	2.6	3.4	2.4	0.9	2.1	2.3	
11	2.2	3.5	7.3	7.0	5.0	1.4	2.7	2.4	1.3	0.0	0.6	0.0	0.0	2.3	4.8	5.1	
12	0.0	0.0	7.8	12.8	17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
13	0.0	0.0	0.0	0.0	20.5	16.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	2.1	0.0	7.1	11.2	11.9	12.5	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
15	7.6	2.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.8	2.6	5.4	7.3	
16	2.0	1.8	4.5	5.4	5.6	0.0	0.0	4.8	4.7	0.0	1.6	4.9	2.1	1.0	1.5	2.7	
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	12.5	9.8	8.0	4.3	0.0	0.0	
18	2.9	3.5	2.9	0.0	2.3	3.2	5.1	8.6	16.2	20.6	10.3	12.0	8.7	6.9	7.1	5.4	
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	6.8	7.7	12.9	12.7	8.6	3.6	
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	16.9	15.7	14.4	8.6	7.1	5.0	
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.7	13.6	10.2	8.5	0.0	0.0	0.0	
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	14.8	16.3	10.8	7.9	5.4	5.3	
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	13.6	12.5	12.2	10.5	7.1	5.7	0.0	
24	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	1.8	3.5	3.3	11.1	15.1	14.6	14.7	11.7	9.8	6.9	3.3	
25	5.1	4.1	0.9	2.6	5.0	5.2	3.4	3.5	3.9	13.9	13.7	11.6	5.2	5.2	5.7	5.4	
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	9.4	9.5	7.8	
27	9.6	6.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	3.8	1.3	1.5	1.7	0.0	5.8	8.2	8.9	
28	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	12.3	12.8	
29	12.7	7.3	4.3	0.0	1.7	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	7.6	8.3	9.8	12.5	
30	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6	11.0	12.0	13.9	
31	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	10.3	10.6	0.0	
월 Month	17.8	14.9	7.8	12.8	20.5	16.8	5.1	8.6	16.2	20.6	16.9	16.3	14.4	12.7	12.3	13.9	

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	10.4	2.8	1.4	3.5	10.4	9.0	9.0	11.1	6.3	0.7	0.0	0.0	0.0	5.6	13.9	16.0	0.0
2	31.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	9.0	16.7	16.0	26.4	0.0
3	8.3	3.5	0.0	4.2	44.4	26.4	3.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	2.8	4.2	0.7	1.4	0.7	1.4	0.0	4.2	26.4	41.0	16.0	0.0	0.0	1.4
5	52.1	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	4.9	13.9	9.0	16.0	0.0
6	47.2	13.9	2.8	0.7	0.0	0.7	0.7	9.7	5.6	1.4	0.7	1.4	0.0	0.0	2.1	13.2	0.0
7	39.6	38.9	4.2	2.1	1.4	0.0	2.1	1.4	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0
8	0.0	0.0	0.0	2.1	9.7	0.0	0.0	7.6	5.6	0.7	0.0	2.8	30.6	5.6	12.5	0.0	22.9
9	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	32.6	12.5	16.0	18.1	0.0
10	9.7	2.8	1.4	4.2	36.8	13.2	4.2	0.7	6.3	2.1	1.4	6.9	0.7	0.7	2.1	6.3	0.7
11	1.4	3.5	24.3	13.9	6.9	2.1	3.5	4.9	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	2.1	9.0	9.7	17.4
12	0.0	0.0	4.9	27.8	67.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	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
14	0.7	0.0	30.6	20.8	43.1	4.2	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	36.1	1.4	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	0.7	2.8	14.6	32.6	0.0
16	10.4	4.2	18.1	4.2	6.9	0.0	0.0	0.7	11.1	0.0	0.7	6.9	2.1	0.7	10.4	22.2	1.4
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	19.4	52.8	18.8	0.7	0.0	0.0	0.0
18	1.4	2.1	2.8	0.0	0.7	1.4	0.7	0.7	4.9	9.0	9.0	22.2	22.2	9.7	4.2	9.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.7	9.7	31.3	42.4	13.9	0.7	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	27.1	29.2	22.2	16.0	3.5	0.7	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.2	35.4	13.9	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	10.4	36.8	22.2	6.9	8.3	7.6	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	8.3	16.0	28.5	28.5	13.9	1.4	0.0	0.0
24	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	1.4	3.5	4.9	4.9	20.1	11.8	15.3	18.1	9.0	4.9	2.1	2.8
25	6.3	5.6	0.7	2.8	4.9	6.9	3.5	1.4	2.1	15.3	13.9	5.6	2.8	6.3	8.3	12.5	1.4
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	50.7	32.6	6.9	0.7
27	29.9	11.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	6.3	2.1	0.7	1.4	0.0	1.4	7.6	34.0	0.0
28	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	48.6	36.8	0.0
29	20.1	2.1	1.4	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	17.4	15.3	15.3	26.4	0.0
30	25.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	18.8	34.0	15.3	0.0
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0
월 Month	11.2	3.1	3.2	2.9	10.0	3.1	1.0	1.7	1.9	4.1	4.9	8.9	10.3	11.1	10.4	10.6	1.6

89251 남극세종과학기지 (KARP)

2018년 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	999	997	997	982	975	972	977	979	988	993	985	972	975	976	967	980
기압 최고 Highest	970	980	967	962	963	973	983	976	981	982	978	986	997	992	990	1002
기압 나타난 시간 Time	0848	2314	0109	0000	0550	0002	0155	2352	2359	0631	1230	2020	2313	0201	1836	1/2/3일
(hPa) 기압 최저 Lowest	2359	1724	0010	0001	2359	2358	1250	2358	0529	2045	0006	2359	1326	0036	2141	
Air Press. 나타난 시간 Time	2329	0028	2223	2359	0032	1711	0000	0117	0006	2343	2355	1951	0021	2347	0517	18일
Air Press. 기온 평균 Ave. Station	0.4	-0.6	1.8	1.4	0.1	-2.2	-2.3	-3.9	-3.5	-2.4	-1.1	-0.9	-0.6	-0.8	-1.8	-0.7
기온 평균 최고 Avg. Maximum	-1.4	-1.3	0.1	-1.1	-0.6	-1.6	-0.9	0.1	0.4	-0.2	-0.4	-0.6	-0.4	1.6	0.3	1.1
기온 평균 최저 Avg. Minimum																-2.3
온도 최고 Highest	3.4	0.5	5.0	2.6	3.9	-0.6	-0.7	-2.0	-1.9	-0.8	-0.2	-0.3	0.4	1.9	0.2	5.2
(°C) 온도 나타난 시간 Time	3.1	0.2	2.4	0.4	0.7	-0.5	0.9	1.1	1.7	1.2	1.2	0.9	1.1	5.2	1.3	29일
Air Temp. 기온 최저 Lowest	0945	1412	1246	0557	0638	1347	2135	1153	1019	1727	1507	1507	2349	1256	0738	
Air Temp. 기온 나타난 시간 Time	-0.8	-1.4	-0.5	0.5	-2.8	-4.1	-4.0	-5.3	-7.2	-5.2	-1.9	-1.8	-1.3	-2.0	-3.5	-7.2
Temp. 기온 평균 최고 Avg. Maximum	-3.7	-2.8	-1.3	-3.1	-1.6	-3.6	-1.9	-0.9	-1.0	-2.0	-1.8	-1.8	-1.7	0.0	-0.8	9일
Temp. 기온 나타난 시간 Time	1955	0846	0043	0916	1644	2346	0012	2257	2121	0000	1522	0436	0238	0444	0720	
Temp. 평균이슬점온도(°C)	0402	0400	0001	1352	0853	0908	0807	2114	0201	0411	1853	2251	0302	2344	2209	
Average Dewpoint Temperature	-1.1	-1.9	-0.8	-0.3	-1.8	-4.6	-4.4	-6.5	-5.7	-4.1	-1.6	-1.4	-1.5	-2.0	-3.1	-2.5
Average Dewpoint Temperature	-4.3	-4.4	-1.0	-2.4	-1.9	-4.4	-3.7	-1.0	-1.1	-1.5	-1.7	-4.0	-2.8	0.5	-1.6	

2018년 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	0.4	1.1	0.1	19.5	0.9	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.4	0.0	0.9	0.2	35.5
상 평 균 Average	90	91	83	89	87	84	85	82	84	88	97	97	93	92	91	88
대 습 최 소 Lowest	81	80	92	91	91	82	81	93	90	91	91	78	84	93	87	
도	65	83	62	82	74	70	78	68	74	78	94	94	86	72	78	61
(%) 나타난 시간 Time	64	61	85	78	84	70	62	86	81	76	75	66	70	76	72	17일
R.H.	1908	2333	1315	2128	1828	0523	1330	1354	2040	0203	1332	1658	1334	1326	1408	
평 균 Average	1724	1408	1735	1506	1343	1428	1320	1752	1018	2357	0105	1147	0417	1256	2100	
바 램 순 간 최 대 Greatest Gust	11.3	7.7	13.9	17.1	9.6	8.6	3.5	7.4	3.5	7.0	7.3	6.8	8.8	6.2	9.1	8.3
람 풍 향 Direction	3.0	7.3	11.1	6.6	4.7	7.7	9.2	11.1	11.8	7.2	7.8	6.2	7.3	10.2	8.9	
(m/s)	23.8	22.8	32.7	37.3	27.5	16.8	8.8	15.6	9.0	14.9	16.2	12.9	16.9	20.3	21.4	37.3
Wind 나타난 시간 Time	9.0	14.3	22.0	17.5	11.8	14.3	24.0	18.7	22.1	15.5	15.9	15.4	17.6	21.5	15.9	4일
	N	NNW	N	N	N	SW	WSW	ESE	E	WNW	NNW	WNW	W	E	SE	N
	SSW	WSW	W	E	W	W	N	N	N	NW	WSW	WSW	NNW	NNW	W	
구름(1/8)	2032	0036	2218	0125	0051	2141	1537	0801	1723	2353	2011	2148	1421	2203	0725	
Average Amount of Cloud	1941	1524	2053	1226	1551	1433	2214	0346	2059	0001	2023	0921	2332	1048	1714	
시 작 시 간 Start Time	6.4	3.4	3.7	6.4	4.9	5.1	6.4	6.4	4.8	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	5.8	5.6
폭풍설	5.0	2.8	6.4	6.4	6.4	5.4	5.6	6.1	6.4	5.2	6.3	3.0	4.3	6.4	5.9	
Bliz- zard																
계 속 시 간 Duration of Blizzard																



2018년 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 <sup>2</sup> )/월총량 Hor. Global Solar Rad./Mon. Total	8927	17879	19947	12554	9780	17267	12141	10564	8177	10650	7884	8539	10159	11727	14898	418081
일평균 수평시정(km)/월최소 Daily Avg. Hor. Visibility/Date	7.4	12.8	16.6	5.5	11.4	41.7	17.5	12.1	15.9	10.2	4.6	6.2	7.1	5.1	14.6	4.6
적설최심 Max. Depth. Snow Cover	2.0	-	-	-	-	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	2.0	-	-	5.0	7.0	7.0
눈 신적설 합 계 Total	2.0	-	-	-	-	2.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	-	-	5.0	2.0	14.0
Snow (cm) Snow 최 심 Max. Depth	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0
Fall 나타난 날 Date																14일
맑음 Clear (0≤N(Cloud Oktas)≤2.0)																0
기름조금 Partly Cloudy (2.1≤N≤4.0)		y	y									y				4
기름많음 Mostly Cloudy (4.1≤N≤6.0)					y	y			y						y	10
상 흐림 Cloudy (6.1≤N≤8.0)	y					y	y	y	y	y		y	y	y		16
현 눈 Snow			y	y	y	y	y	y	y	y		y	y	y	y	18
상 비 Rain	y	y	y	y	y	y	y	y			y					11
Meteo. Pheno- -mena 진 눈 개 비 Sleet	y	y			y							y		y	y	11
안 개 Fog	y		y	y	y		y	y			y	y				4
박 무 Mist	y	y	y	y	y					y	y	y	y	y		14
해상 상태 Sea State								D/2	D/1					D/2		
유빙 Drift Ice(F:Frozen) (MB=0, MC=1, MB,MC=2)	-	-	-	-	-	-	-	D/2	D/1	-	-	-	-	D/2	-	
거칠기 Sea Sfc. Roughness (CA/SM/SL/MO/RO/VR/HI)	MO/RO	RO/MO	VRU/VRU	VRU/VRU	RO/RO	RO/RO	SL/SM	MO/MO	SM/SM	MO/MO	MO/RO	MO/MO	MO/MO	MO/MO	VRU/VRU	MO/SL

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

2018년 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	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	11.3	15.2
2	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	7.7	16.2
3	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	0.0	0.0	8.8
4	21.2	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	19.2	8.6	5.0	3.2	4.3	3.6	3.5	1.0	2.6	0.0	3.1	10.3	11.9	9.6	10.7	15.6
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	11.9	9.0	9.6	10.9	11.7	11.3
7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	1.9	1.3	4.2	5.6	6.0	7.1	6.8	4.3	3.7	3.5
8	0.0	3.3	5.5	6.5	10.8	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.0
9	2.2	2.6	4.4	3.7	7.1	4.8	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	4.9	6.0
10	1.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	10.4	9.1
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	9.7	8.9	10.6	11.9
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	9.3	8.7	7.9
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	10.8	6.5	0.0
14	2.0	3.5	2.9	5.1	15.2	13.3	0.0	0.7	1.6	2.7	2.1	3.0	4.1	6.4	6.8	5.9
15	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	13.8	13.7	13.7	8.5	9.0	7.6	8.1	8.3	6.6	0.0	0.0
16	1.6	2.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.8	7.4	6.8	6.0	4.0	4.1	2.7	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	10.3	9.1	7.6	8.9	9.8
18	13.1	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	11.8	9.9	12.3
19	7.8	9.7	9.2	8.4	12.7	1.9	1.9	3.1	3.0	2.4	0.0	0.0	10.1	10.1	9.4	8.9
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	4.2	3.6	2.8	0.6	0.8	6.8	8.3	6.8	4.8	5.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1	10.5	8.0	5.2	0.0
22	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1	9.9	8.9	8.2	8.4	13.0
23	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	12.0	14.2
24	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	11.1	12.5	14.9
25	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	8.2	11.7	10.3
26	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	10.4	8.8	12.4	11.5	7.5	7.8	8.8
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	11.7	9.6	8.2	6.7	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	8.7	8.9	7.6	11.3	11.8
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	0.0	0.0	11.6	15.3
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	11.2	11.0	9.8	8.7
월 Month	21.2	18.5	9.2	8.4	15.2	13.8	13.7	13.7	8.5	11.0	11.9	12.4	15.5	11.8	12.5	16.2

풍향별 관측횟수의 백분율 Rate of frequency of wind directions

2018년 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	31.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	36.1	31.3	0.0
2	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	41.0	47.2	0.0
3	85.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	0.0
4	56.3	43.8	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	0.0	0.0
5	22.9	17.4	2.8	0.7	0.7	2.8	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	1.4	17.4	7.6	16.0	7.6	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	6.3	9.0	7.6	12.5	49.3	9.7	0.0
7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	1.4	2.8	1.4	4.9	9.7	17.4	22.2	16.0	12.5	4.9	2.8
8	0.0	0.7	9.7	3.5	33.3	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.7	0.0
9	1.4	4.2	12.5	4.2	11.8	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	20.8	40.3	0.0
10	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.4	31.3	16.0	6.9	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	1.4	17.4	22.2	38.2	20.8	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	0.0	0.7	44.4	44.4	10.4	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.7	40.3	9.0	0.0	0.0
14	0.7	0.7	1.4	2.1	36.8	2.1	0.0	0.7	2.8	5.6	8.3	2.8	2.8	5.6	18.1	6.9	2.8
15	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	18.8	11.8	12.5	3.5	4.9	4.9	9.7	28.5	2.8	0.0	0.0	0.0
16	0.7	1.4	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	4.2	3.5	18.8	13.2	6.9	17.4	12.5	0.0	8.3
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.1	34.0	12.5	2.8	9.7	4.9	0.0
18	38.2	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	6.3	8.3	24.3	0.0
19	9.0	2.1	8.3	2.1	25.7	0.7	0.7	9.0	2.8	0.7	0.0	0.0	0.7	2.8	6.3	28.5	0.7
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	6.3	11.1	5.6	0.7	0.7	4.2	43.1	11.1	4.2	4.9	4.9
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	63.2	15.3	0.7	0.0	0.0
22	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	29.2	11.8	9.0	2.8	19.4	0.0
23	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	13.2	41.0	44.4	0.0
24	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	2.8	20.1	56.3	0.0
25	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	20.8	49.3	27.8	0.0
26	20.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	4.2	5.6	23.6	12.5	12.5	6.3	13.2	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	57.6	24.3	13.2	2.1	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	13.2	36.1	10.4	6.3	33.3	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	0.0	0.0	14.6	85.4	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	42.4	16.7	19.4	20.1	0.0
월 Month	10.4	2.6	1.5	0.4	3.7	2.8	0.8	1.3	0.7	1.0	3.5	8.0	15.4	11.6	16.9	18.8	0.6

- 2018년 12월 기상월보는 미확보되어 본 연보에 포함되지 못하였음 -





## 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.