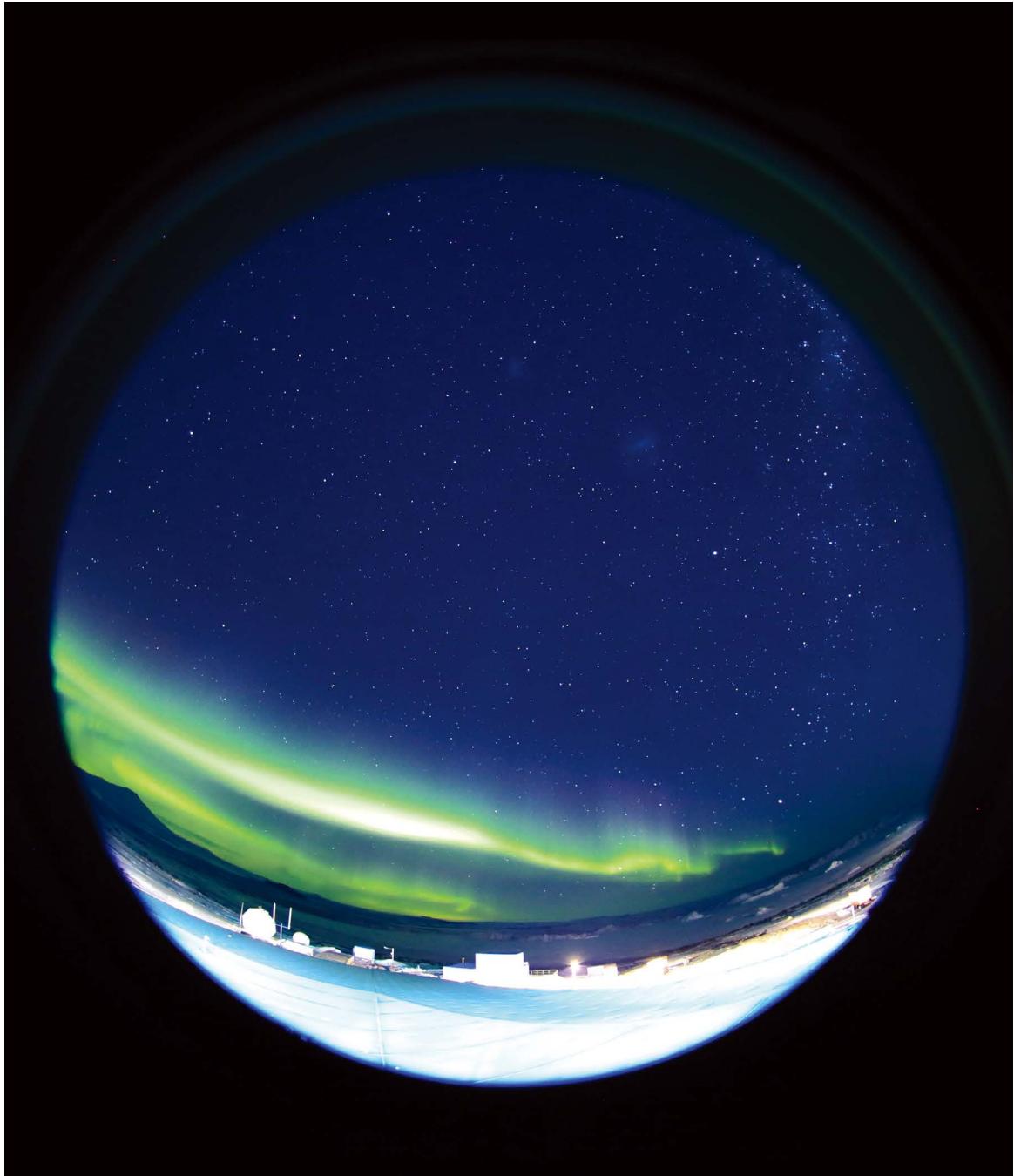


혹한의 극지에서
펼치는 극지연구는

미래를 예측하고
준비하기 위한
가치있는 도전입니다.

오늘 우리의 발걸음이
내일의 미래를 밝힌다는 사명으로
멈추지 않고 나아가겠습니다.



미래를 여는
극지인

NO. 22 / 2017
FALL & WINTER

허가번호 서울 사 02127호(No.22) 등록일자 2006년 5월 3일 발행처 한국극지연구진흥회 발행인 윤석순 발행일 2017년 12월 12일
편집위원 진동민, 이유경, 유규철, 한승우, 이지영, 오윤석
주소 서울특별시 마포구 마포동 136-1 한신빌딩 1214호 전화 02-702-1135 팩스 02-702-1136
기획·편집 도서출판 사람과 산 에디터_강윤성 사진_정종원 주민욱 디자인_박은경, 전명숙, 최미연
주소 서울시 금천구 가산디지털로 212, 301호(가산동, 코오롱디지털타워에스턴) 전화 02-2082-8833 팩스 02-2082-8822
표지 남극대륙을 형상화한 극지과학 이미지.

CONTENTS

MESSAGE

- 4 세종기지 건설 30주년 발판삼아 더 큰 도약해야

GALLERY

- 6 제7회 극지사진 콘테스트 수상작 지상전
인류 미래의 보고, 남극을 가다!

SPECIAL 극지과학 4대 이슈 분야

- 12 특집1 빙하학 _ 지구 기후 역사 간직한, 빙하코어
16 특집2 운석학 _ 태양계의 기원과 진화의 열쇠, 운석
20 특집3 해양지질학 _ 극지의 불타는 얼음, 가스하이드레이트
24 특집4 극지미생물학 _ 극지 저온 생존의 열쇠, 결빙방지 단백질

PEOPLE & LIFE

- 28 이규진 – 제4차 장보고과학기지 월동대원
상선사관으로 5대양 6대주 누빈 베테랑 발전대원
30 2017 북극청소년연구단 북극탐방
북극의 미래…우리 손에 달렸다
36 세종과학기지 바톤반도 트레킹
남극에서 우리말 이름의 산봉우리를 걷다!
40 오로라 천국 장보고과학기지
오로라와 함께한 ‘한겨울 밤의 꿈’
44 그린란드 통신
'초록' 가득한 눈과 얼음의 나라에서 보내기
48 도전! 남극기지 월동대원
무인도를 갈망했던 소년… 장보고기지 월동대원이 되다
52 2017 아텍 서클 어셈블리
하나의 북극을 위한 전 세계인들의 축제!

POLAR SCIENCE

- 56 아라온호 북극해 해저탐사
해저 탐사 로봇, 북극해를 누비다

60 기후변화 이슈

현재의 지구온난화는 인류가 만들어낸 결과일까?

64 우주의 빛, 오로라

인류에게 알려진 최초의 우주기상 현상

68 남극 외래종 제거 프로젝트

남극 활동과 초대받지 않은 손님, 외래종

72 극지와 먹이사슬 이야기

먹이사슬이 맨 처음 발견된 곳이 북극이라고?

76 극지상식

남극에도 신기루가 있다?

CULTURE

78 우리나라의 북극정책

신북방정책…새로운 기회를 찾아서

82 김완수 펭귄작가의 극지여행

남극점 아문센·스콧기지

88 2017 극지체험특별전

도심 속 극지체험…남극과 북극을 가다!

92 극지 야생동물들의 진실

펭귄들의 의사소통

96 아라온호 멀미는 끔찍해!

어김없이 찾아오는 반갑지 않은 손님 '뱃멀미'

99 제8회 전국학생 극지논술공모전

“지구 환경변화문제 해결하는 연구자 될 것”

POLAR NEWS

102 남극의 오두막에서 100년 전 과일 케이크 발견

103 대우조선 쇄빙LNG선 북극항로 첫 운항

104 드래곤피쉬는 어떻게 남극 바닷속에서 살 수 있을까?

105 국립수과원, 남극크릴 자원 집중 조사한다

106 책 속의 극지 | 어니스트 셸턴던 극한상황 리더십

107 퍼즐

108 독자 메시지

“세종기지 건설 30주년 발판삼아 더 큰 도약해야”

글 · 윤석순 한국극지연구진총회장



1988년 2월 17일. 우리나라는 첫 과학기지인 세종기지를 남극에 건설했다. 서울에서 1만 7,240km, 맥스웰 만에 접한 사우스셰틀랜드제도의 여러 섬 중 가장 큰 섬인 킹조지 섬에 자리 잡은 세종기지는 30여 년이 된 오늘날까지도 과학영토 진출의 전진기지 역할을 톡톡히 해내고 있다.

당시 우리나라의 극지진출은 선진국에 비해 근 반세기나 늦었다. 이 또한 1985년 한국해양소년단연맹의 남극관측탐험대가 남극탐험에 성공하지 않았다면 더 늦어졌을 것이다. 당시 한국해양소년단연맹의 총재를 맡았던 필자는 정부가 1978년부터 남극조약 가입을 위해 부단히 애썼지만 남극 탐사 등 남극 관련 연구 실적이 전무한 까닭에 어려움을 겪고 있다는 사실을 알게 되어 “남극진출은 우리가 해내자.”라는 국가적 사명감을 갖게 됐다.

‘85 한국남극관측탐험대’ 성공으로 극지진출 본격화

당시 필자는 탐험대 명칭을 ‘85 한국남극관측탐험대’로 정하고, 세 가지 목적을 세웠다. 첫째, 1990년 이전에 남극조약에 가입할 수 있도록 여건 조성. 둘째, 남극자원개발의 공동참여권 확보. 셋째, 국민의 진취적인 기상 고취로 ‘86 아시안게임과 ’88서울올림픽의 성공적인 개최 기여 등이었다.

이후 한국해양소년단연맹 임직원과 대원들은 성공적인 탐험 준비를 위해 전력을 다했다. 남극 탐사를 위한 현지 정보 취득과 거액을 필요로 하는 경비 마련, 극지 관련 과학

자들의 참여 문제 등 산 너머 산이었다. 관련기관인 외무부, 과학기술처 등에서는 사업의 어려움과 사고발생을 우려하여 계획의 중단을 권고하기도 했다. 필자는 남극관측 탐험대 단장으로서 어려움을 해결하고 정부의 승인을 얻기 위해 대통령 보고를 추진했고, 이를 통해 정부 및 지원기관의 적극적인 협조 등 큰 힘을 얻게 되었다. 이후 모든 것이 순조롭게 진행됐다.

천신만고 끝에 사전준비를 마치고, 한국을 출국한지 열흘 만에 남극 킹조지섬에 도착하여 베이스캠프를 구축하고 뒷산 바위벽에 남극 탐사 의의와 진출의지를 천명하는 동판을 설치했다. 이어 남극연구에 필요한 연구 자료를 수집하고, 그곳에 진출해 있는 소련과 중공기지(당시는 우리나라와 미수교국임)를 방문해 우리나라의 남극조약가입 시 지지를 부탁함과 함께 ’86아시안게임, ’88서울올림픽 홍보 등 민간외교도 펼쳤다. 한편 대륙탐사팀은 남극최고봉 빈슨매시프(4,897m) 등정을 성공하는 쾌거도 이뤘다. 당시 남극관측탐험대의 성과는 32개 남극조약 가입국만이 아닌 전 세계에 삽시간에 알려졌다.

이를 계기로 정부의 적극적인 노력 끝에 남극 탐사 1년 만인 1986년에 그토록 염원이었던 남극조약에 가입(세계 33번째)하였고, 2년 뒤인 1988년에는 세종과학기지 준공이라는 개가를 올리며 우리나라의 극지진출 토대를 구축 할 수 있었다. 당시 남극조약 가입은 남극 내에 우리가 관리하고 활용할 수 있는 소중한 연구지역 확보와 남극 관련

국제회의에 참여할 수 있는 “남극조약협의당사국” 지위를 확보했다는 점에서 의의가 깊다. 또한 남빙양에서 당당하게 조업할 수 있게 된 것도 큰 수확이었다.

그간 우리나라 극지정책은 제1차 남극연구활동진흥기본계획(2006~2011)에 따라 남극 관련 과학기술 역량을 육성했으며, 2009년엔 쇄빙연구선 아라온호가 건조되면서 세종기지가 자리한 킹조지섬 위주의 극지연구를 벗어 날 수 있었다. 또한 제2차 기본계획(2012~2016)에 따라 2014년에 준공된 장보고기지를 중심으로 남극대륙 연구와 내륙 진출에 나섰다. 현재 추진 중인 제3차 기본계획(2017~2021)은 향후 5년의 남극정책 청사진으로 남극 내륙으로의 코리안 루트 개척 사업 등을 통한 극지연구 선도국이라는 비전을 제시하고 있다.

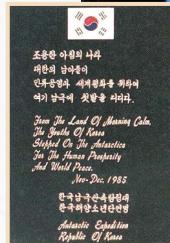
최근 들어 지구온난화로 인한 기후변화와 자원고갈 문제 가 국제적 현안문제로 부상함에 따라 선진국들은 지구환경 변화 연구와 극지역내 영유권 및 자원에 대한 개발참여 기회를 얻기 위해 남북극에서 치열한 각축전을 벌이고 있다.

지난 30년 극지연구 성과에 안주하지 말아야

과거에는 극지정책의 주요목적이 과학연구를 통해 인류 공영에 이바지하는 것이었지만, 이제는 기후변화 등에 대한 연구와 더불어 자원을 둘러싼 정치, 경제적인 이해가 첨예한 북극 문제가 더욱 중요시되면서 새로운 전기를 맞고 있다. 앞으로는 경쟁이 치열한 국제관계에 보다 더 효과적으로 대응하면서 선진국과 어깨를 나란히 할 수 있는 남북극 극지정책을 적시적절하게 추진해야 할 것이다.

제3차 남극연구활동진흥기본계획이 향후 5년간 범국민적 성원아래 차질 없이 추진된다면, 극지 기초과학 역량과 인프라 확충, 전문적 운영을 통하여 우리나라 과학기술 수준이 크게 향상될 것이다.

이를 위해서 연구중심의 남극은 현재 추진 중인 코리안 루트를 차질 없이 추진해야 하고, 북극의 연구수요에 주로 활용될 제2의 쇄빙연구선을 건조하는 등 연구 기반을 내실 있게 구축하여, 북극의 기후변화 연구뿐만 아니



1985년 11월 17일 남극 베이스캠프 뒷산 바위벽에 동판을 설치하는 필자와 남극탐사 의지를 담은 동판 비문.

라 북극이사회에 적극 참여하여 국제협력, 북극항로개척, 자원개발 등 보다 국제적인 이해관계에 적극적으로 대처해야 한다.

세종기지 건설 30주년을 코앞에 둔 현재 우리나라는 남극조약 가입 47개국 중 극지 연구 면에서 상위 10위권 국가로 인정받는 성과를 거두었다. 이러한 성과는 국민들의 성원과 정부 및 학계의 지속적인 지원을 토대로 혹독한 기후 등 어려운 근무환경 속에서도 오로지 책임감을 갖고 사명을 다한 극지연구대원들의 노력이 있었기 때문이다. 그렇다고 해서 지난 30년의 성과에 만족하고 안주해서는 안 될 것이다.

우리나라가 앞으로도 극지 선진국으로 우뚝 서기 위해서는 관련 정책을 다시 한 번 가다듬어야겠다. 남북극 기본계획을 착실히 추진하고, 제2의 쇄빙선 건조 등 연구 지원에 차질이 없어야겠다. 또한, 북극항로 상용화를 앞당길 필요가 있다. 북극개발과 관련해 우리나라 기업은 당장 수익창출이 어려워 진출에 소극적이나, 개발이 가시화 되었을 때 참여하기 위해서는 북극의 가치에 관심을 갖고 미리 대비해야 할 것이다. 정부도 기업과의 논의를 늘리고 투자여건을 조성하는 등의 정책강화가 중요하다. 극지정책이 활발하게 추진되기 위해서는 정부뿐만 아니라 과학자, 기업, 학생 등 전 국민의 극지에 대한 이해와 성원이 절실히 필요하다. 우리는 후세대의 미래를 준비하기 위해서라도 더 큰 도약을 위한 길을 가야한다. ●

제7회 극지사진 콘테스트 수상작 지상전

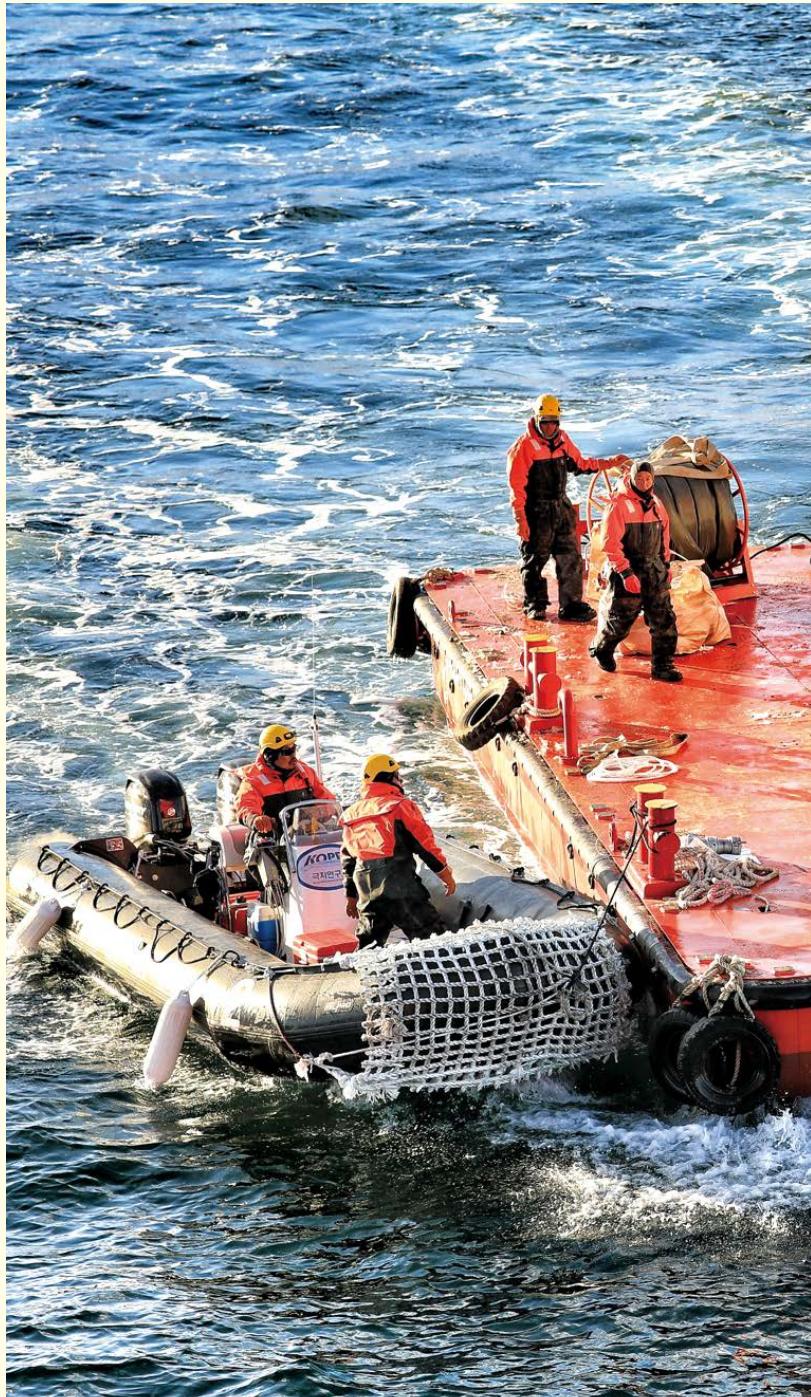
인류 미래의 보고, 남극을 가다!

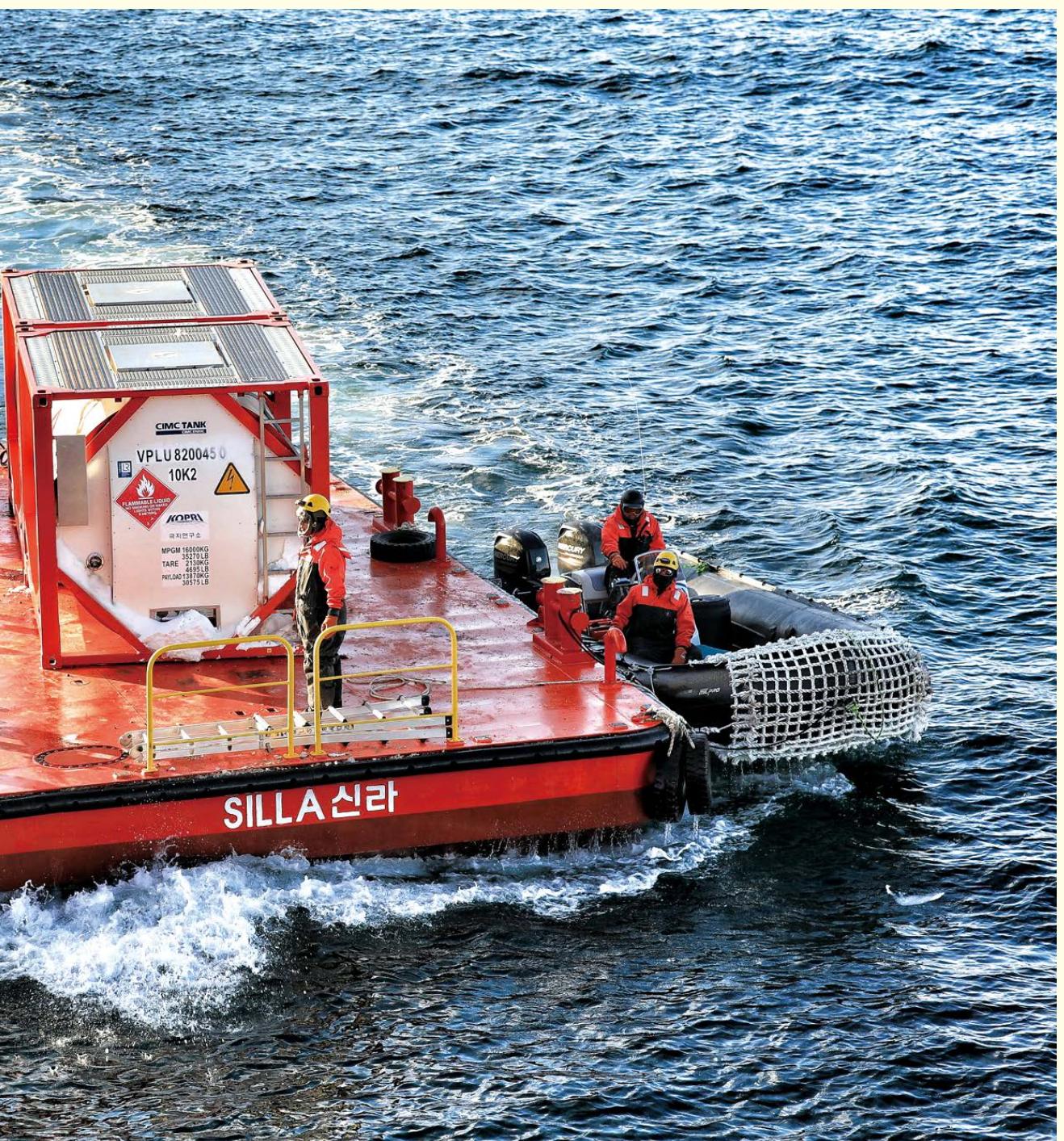
극지연구소가 지난 7월 3일~14일 개최한 제7회 극지사진 콘테스트 수상작이 가려졌다. 이번 콘테스트 작품은 1차 전문가 심사를 통해 총 15점의 사진 중 대국민 SNS 투표 심사를 거쳐 최종 수상작을 선정했다. 영예의 대상은 구차들(제4차 장보고과학기지 월동연구대)의 <극한작업 바지선 도선작업>, 우수상(2점)은 서명호(SOMA DESIGNS)의 <알 품으러 빨리 가자>와 최한진(파리지구물리연구소)의 <아기웨델>, 가작(3점)은 한경석(제4차 장보고과학기지 월동연구대)의 <하역작업>, 송수환(제4차 장보고과학기지 월동연구대)의 <유빙탐사>, 서명호(SOMA DESIGNS)의 <언제 다 세나>가 선정됐다.

에디터 강윤성



대상
극한작업 바지선 도선작업
구차들(제4차 장보고과학기지 월동연구대)







우수상
알 품으러 빨리 가자
서명호(SOMA DESIGNS)



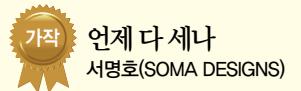
우수상 **아기웨델**
최한진(파리지구물리연구소)



가작 하역작업
한경석(제4차 장보고과학기지 월동연구대)



가작 유빙탐사
송수환(제4차 장보고과학기지 월동연구대)





1

Ice core

지구 기후의 역사를 간직한, 빙하코어

지구 대기 환경 변화의 ‘냉동타임캡슐’

극지역에서는 수만 년간 내린 눈이 쌓여가면서 빙하가 만들어지고, 각 종의 얼음에는 눈이 내릴 당시의 공기가 기포 형태로 그대로 보존된다. 이 안에는 과거의 대기성분을 알려주는 다양한 정보가 간직돼 있다. 빙하시추를 통해 채집된 얼음인 ‘빙하코어’를 분석하면 당시의 대기 환경을 알 수 있다.

글 사진 · 허순도(극지연구소 극지고환경연구부 책임연구원)

지구상에서 가장 추운 지역인 남극과 북극은 한여름에도 영하의 기온이기 때문에 내린 눈이 녹지 않고 계속 쌓인다. 계속 쌓인 눈은 두꺼운 눈층을 만들고 깊이 내려갈수록 쌓인 눈의 무게에 의해 점점 단단해져 60~100m의 깊이에서 단단한 얼음이 된다. 이렇게 만들어진 얼음에는 눈이 내릴 당시의 공기가 기포 형태로 보존되어 있으며, 대기 성분도 그대로 간직되어 있어 지구 대기 환경 변화의 '냉동타임캡슐'로 불린다.

얼음 시료를 분석하면 과거의 기온과 강수량 같은 기후 정보를 얻을 수 있으며, 이산화탄소와 메탄 농도 같은 과거 대기 성분도 알 수 있고, 그 외 다양한 대기 성분의 변화를 복원할 수 있다.

빙하시추로 냉동타임캡슐이라 불리는 빙하코어 획득

이런 연구를 위해서는 잘 보존된 얼음 층이 있는 지역을 골라 원통형의 얼음을 채취하게 되는데, 이렇게 채집된 얼음을 '빙하코어'라고 하며, 빙하코어를 얻는 작업을 '빙하시추'라고 한다.

연구에 적합한 빙하코어를 얻기 위해서는 얼음 층이 잘 보존된 지역을 선택해야 한다. 극지의 얼음 층은 외형적으로는 평坦해 보이지만, 내부구조를 자세히 보면 완만한 언덕과 같은 둠구조를 하고 있으며, 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 서서히 흘러서 빙하를 형성하게 된다.

빙하시추에 가장 좋은 지역은 둠구조의 정상부이며, 이런 구조를 찾기 위해 다양한 지구물리 탐사를 수행한다. 대표적인 지구물리 탐사인 레이더를 이용한 지표투과레이더(GPR, Ground Penetrating Radar)를 이용하면 얼음 층의 깊이 정보와 더불어 내부의 얼음 층 구조도 알 수 있고



빙하코어 얼음 속에
내포된 공기 방울.
눈이 내린 당시의
공기가 그대로
갇혀 있다.
(사진 제공:
서울대학교
지구환경과학부
빙하/고기후연구실)

얼음 층 아래에 있는 지표면의 형태도 알 수 있다.

시추지역이 설정되면 시추기간 내 머물 수 있는 시추캠프를 설치하고 빙하시추기를 이용하여 시추를 실시하는데, 대부분의 빙하시추기는 전기모터를 이용하여 날카로운 칼날로 얼음을 깎아내는 기계 절삭식 방법을 사용한다. 때에 따라 시추기 앞에 열선을 달아 얼음을 녹여서 시추하는 열 절삭식 방법을 사용하기도 한다. 빙하시추와 더불어 현재 대기 상태를 알기 위해 온도, 습도, 강설량 등의 기상도 관측하고, 최근에 내린 눈을 얻기 위한 주상눈시료 채집 등을 수행한다.

빙하시추는 시추하는 깊이에 따라 선택하는 빙하시추기와 작업의 난이도가 달리진다. 200m 이내의 빙하시추를 전부심도 빙하시추라 하며 주로 1개월 이내에 이뤄진다. 500m 이내의 시추를 중부심도 빙하시추라 하고, 1000m 이상의 빙하시추를 심부심도 빙하시추라 한다. 심부심도 빙하시추는 수년의 시간이 걸리며, 이를 위한 동기지를 건설하여 이뤄진다.



1 남극 장보고과학기지 주변
허큘러스 네베(Hercules Neve)에서의 빙하시추.

2 장보고과학기지 주변 스틱스
빙하에서 100m 깊이 빙하시추를
기념하는 연구원들.



1

- 1 청정실험실에서의 실험 장면. 남극의 빙하 시료에 함유된 성분은 아주 미량이기 때문에 청정실험분석법이 적용되어야 한다.
- 2 남극 둠 후지 주변 두 곳(Pit A와 Pit B)의 눈시료에서 분석된 지난 50년간의 백금원소 농도 변화. 1980년대 이후 자동차에서 백금 촉매가 많이 사용됨에 따라 남극의 대기에서도 백금 오염이 확인되었다.
- 3 장보고과학기지 주변 스틱스 빙하 지역에서 빙하시추를 위해 설치된 캠프. 시추 지역의 오염 방지와 폭풍설에 대비하여 텐트를 배열하였다.

장보고기지 건설되면서 빙하시추 본격 착수

일년 내내 녹지 않는 만년빙이 없는 우리나라에서는 빙하시추 이루어진 적이 없다. 극지연구소에서는 빙하시추 기술을 습득하기 위해 중국의 만년빙에서 한-중 공동으로 빙하시추를 진행하였으며 독자적인 빙하시추기를 개발하여 몽골의 서쪽에 있는 알타이 산맥의 고산빙하에서 시추를 실시하였다.

우리나라의 본격적인 빙하시추는 남극대륙에 장보고과학기지가 건설되면서 그 주변의 빙원에서 이루어졌다. 2014~15년 남극 하계기간 동안에 스틱스 빙하(Styx Glacier) 지역에서 210m의 빙하코어가 시추되었고, 이듬해 헤클러스 네베(Hercules Neve)에서 80m의 빙하코어가 시추되었다. 빙하코어는 냉동된 상태로 운반하여 실험실에서 용도에 맞게 잘라서 사용하게 되는데, 아주 제한된 시료이기 때문에 잘 계획해서 배분해야 한다.

빙하코어에서 기온 자료의 복원은 얼음의 주 구성성분인 물 안정동위원소를 이용한다. 물은 수소와 산소로 이루어져 있으며, 수소와 산소는 각각 질량번호가 다른 동위원소를 갖고 있는데, 서로 다른 질량의 동위원소 비는 주로 그 당시의 온도 조건에 따라 결정된다.

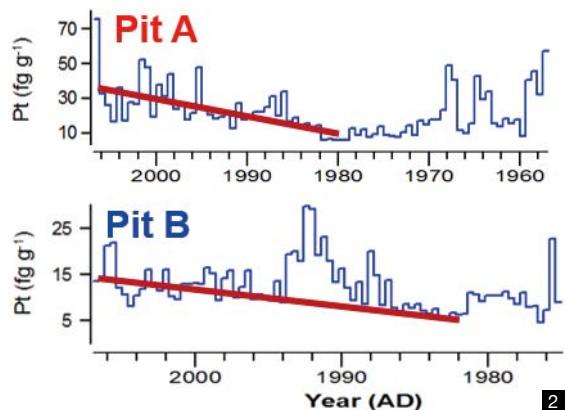
덴마크의 고기후학자인 윌리 단스고(Willem Dansgaard) 교수 가 북극 그린란드에서 시추된 빙하코어에서 물안정동위원소를 분석하여 과거 기온 자료를 성공적으로 복원한 이후 모든 빙하코어에서 과거 온도 복원을 위해 가장 널리 사용되고 있

다. 물 안정동위원소 자료를 통해 빙하기와 간빙기의 큰 기후 변동을 확인할 수 있으며, 최근 얼음에서는 촘촘한 분석을 통해 여름철과 겨울철의 온도 차이에 의한 계절 변동도 알 수 있다. 이런 계절 변동 기록은 하나하나 세어서 연대 측정에도 사용할 수 있다.

빙하코어 통해 과거 대기 환경 복원 가능

빙하코어에서는 온실기체, 이온성분, 미량원소 성분 등 다양한 성분을 분석하여 과거 대기 환경을 복원하고 있다. 특히 남극은 지구상에서 가장 깨끗한 지역으로 이곳의 얼음에 포함된 성분도 문명 지역에 비해 훨씬 낮은 농도이다. 우리 주변의 깨

남극 둠 후지 두 곳의 50년간의 백금원소 농도 변화 비교



2



3

끗한 호수나 강물에 함유된 성분보다 수천 배 또는 수만 배 낮은 농도이기 때문에 이를 분석하기 위해서는 청정실험실과 첨단분석 장비 등의 시설이 갖춰져 있어야 하고 이를 잘 운영할 수 있는 전문가가 필요하다.

극지연구소에는 세계 최고 수준의 청정실험실과 첨단 분석 장비를 갖추고 있으며, 일반 실험실에서는 분석하기 힘든 극미량 성분을 분석하고 있다. 한 예로써, 남극의 눈 시료에서 지난 50년간의 백금원소를 분석하였다. 백금 원소는 지각에는 희귀한 원소이고 주로 지구 내부나 운석에 많이 함유되어 있는 성분으로 풍량이 아주 낮아 분석이 어려운 원소이다.

최근에는 자동차에서 발생하는 매연을 저감하기 위한 장치의 촉매로 널리 사용되면서 백금원소의 농도가 자동차 길 주변에서 채집된 흙에서 높아지며 대기 중에도 높아지는 것이 확인되었다.

이러한 대기 오염은 남극 대기에도 영향을 미쳐 남극에 내린 눈에서도 자동차 백금 촉매 장치 사용에 따라 백금 원소의 농도가 높아지고 있는 것을 밝혔다. 그 외에도 다양한 원소를 분석하여 인간 활동에 의해 지구의 대기가 어떻게 영향을 받고 있는지에 대한 연구가 진행되고 있다.

코리안 루트, 100만년 된 빙하코어 확보 위한 전초기지

빙하코어 연구자들의 가장 큰 관심사 중의 하나는 남극에서 백만 년 이상 된 얼음을 채집하여 백만 년을 전후하여 빙하기와 간빙기의 기후변화 주기가 4만년에서 10만년으로 바뀐 것을 밝히는 것이다. 남극은 지구상에서 가장 두꺼운 얼음이 있는 곳으로, 현재까지 이 얼음에서 가장 오래된 기록 복원은 약 84만년 전 이전까지의 기록으로 동C 빙하코어에서 복원한 기록이다.

많은 과학자들이 남극에서 백만 년 이상 된 얼음이 나올 수 있는 지역을 탐색하고 여러 나라들이 서로 협력하여 빙하시주를 준비하고 있다. 최근에 남극 대륙의 해안가에 장보고기지를 건설한 우리나라에는 향후 남극 내륙으로 진출하기 위한 코리안 루트(K-route) 사업을 진행하고 있으며, 이를 통해 남극 내륙으로 진출하여 빙원에서 다양한 과학 활동을 수행할 수 있는 인프라와 역량을 갖추고자 한다.

이를 통하여 우리나라로 독자적으로 백만 년 이상 된 얼음이 나올 수 있는 지역을 탐색하고 3~4천 미터에 이르는 심부 심도 빙하시주를 통해 빙하코어를 확보하여 기후변화의 숨겨진 비밀을 밝히는 작업을 준비하고 있다. ●



1

Meteorite

태양계의 기원과 진화의 열쇠, 운석
태양계와 우주의 역사를 전해주는 메신저

45억 년 전 태양계가 형성될 때 생긴 크고 작은 암석들이 태양계를 여행하다가 소행성과 충돌하면서 지구에 떨어진다. 이 운석은 마치 우주 역사의 메신저와도 같이 태양계의 기원과 다른 행성의 생명체에 대한 비밀을 품고 있다. 지구와 생명의 기원을 알려주는 표본이기도 하다. 극지과학자들은 '모래사장에서 바늘 찾기'인 이 운석들을 발견하기 위해 해마다 남극탐사를 펼치고 있다.

글 사진 · 박창근(극지연구소 극지지구시스템연구부 선임연구원)

우주에서 날아온 돌, 운석

우주 공간으로부터 지구에 진입한 암석이 지구 대기와의 마찰에 의해 타고 남아 지표면에서 발견된 것으로 지금까지 약 5만 개의 운석이 발견되었다. 대부분은 화성과 목성 사이의 소행성대 기원이나, 200여 개 내외가 달(Moon)이나 화성(Mars)에서 유래한 것으로 알려져 있다.

운석 이외의 우주기원 물질(extraterrestrial materials)로는 마이크로미터 크기의 우주먼지가 있다. 우주먼지는 또한 행성 간 먼지(interplanetary dust particles; IDPs) 또는 미운석(micrometeorites)으로 구분되는데, 일부 행성 간 먼지는 혜성 기원으로 알려져 있다.

이렇게 지구로 떨어지는 물질뿐만 아니라 인류는 직접 지구 밖에서 태양계 물질을 가져오고 있다. 1969년에서 1972년 사이 미국의 아폴로 미션에 의해 약 381kg의 월석을 지구로 가지고 왔으며, 1999년에 발사된 스타더스트 탐사선은 소행성 빌트2(Wild 2)에서 직접 먼지를 채집하여 2006년 무사히 지구로 귀환하였다. 최근에는 일본과 미국에서 소행성으로 직접 탐사선을 보내 소행성 표면의 물질을 가지고 오는 샘플리턴(sample return) 프로젝트를 경쟁적으로 수행하고 있다.

남극 운석

지구상의 모든 운석은 운석학회의 데이터베이스(<https://www.lpi.usra.edu/meteor/metbull.php>)에 등록해서 정식으로 이름

을 부여 받아야 한다. 2017년 11월 현재 약 57,105개의 운석이 정식으로 등록되어 있으며, 그 중 42,400여 개가 남극 운석이다. 남극에서 1969년 일본 탐사대에 의해 우연히 처음으로 운석이 발견된 아래, 세계 여러 나라의 남극운석탐사대에 의해 매년 남극의 청빙지대에서 운석이 수백에서 수천 개씩 발견되고 있다. 우리나라는 2006년 처음으로 남위 85도의 티엘산맥에서 남극운석 탐사를 시작하였으며, 현재까지 총 10회의 운석탐사를 수행하여 950여 개의 남극운석을 확보하고 있다.

남극이 특별해서 운석이 많이 떨어지는 것은 아니다. 지구상의 모든 지역에 같은 비율로 운석이 떨어지지만, 바다로 떨어지는 것은 찾을 수가 없고, 사람이 살지 않는 곳에 떨어져도 찾기가 쉽지 않다. 남극에서 운석이 많이 발견되는 것은 남극의 지형과 빙하의 흐름에 따라 오랜 시간에 걸쳐 낙하한 운석이 특정 지역에 자연스럽게 놓인 때문이다.

운석과 태양계의 기원

운석은 소행성, 혜성, 달, 화성 등 다양한 모천체(parent body)에서 기원하지만, 각 운석이 간직하고 있는 역사는 태양계를 넘어서 그 옛날 태양계 이전에 존재했던 별까지 이어진다. 1980년대 초반, 과학자들은 미분화 운석에서 비활성 기체(noble gas)의 조성이 매우 이질적인 물질들을 찾아내었



2

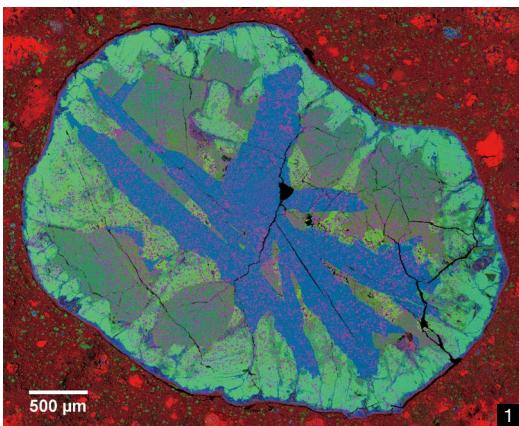
1 우주먼지 회수를 위한 청정 눈시료 채집. 극지연구소에서는 혜성 기원의 우주먼지를 회수하기 위해 매년 약 600kg의 청정 눈시료를 채집하고 있다. 약 20kg의 눈에서 우주먼지 1개가 발견된다.

2 2008년 1월 2일 남극 티엘산맥(Thiel Mountains)에서 발견된 3.7kg의 현무암질 유크라이트 TIL 07014. 소행성 베스타(Vesta)의 지각에서 기원한 것으로 여겨지고 있다.

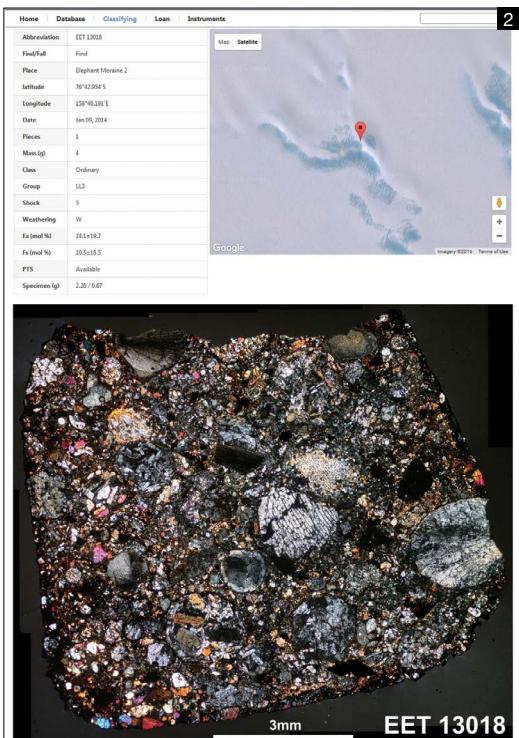
3 남극운석 탐사. 운석탐사는 주로 청빙지대(blue ice fields)에서 이루어지며, 오염을 방지하기 위해 운석 전용 수집 키트를 사용한다.



3



1



2

- 1 태양계에서 가장 오래된 물질, 칼슘–알루미늄 부화물(CAI).
마그네슘을 빨간색, 칼슘을 녹색, 알루미늄을 파란색으로 표현한 것으로 스피넬(spinel; $MgAl_2O_4$), 멜릴라이트(melilite: $Ca_2Al_5SiO_7$ – $Ca_2MgSi_2O_7$), 알루미늄–타이타늄 휘석(Al–Ti–pyroxene), 그리고 사장석(anorthite: $CaAl_2Si_2O_8$)으로 이루어져 있다.
- 2 대한민국 남극운석 큐레이션 홈페이지(<http://koreamet.kopri.re.kr>). 대한민국 남극운석의 발견 일시, 장소, 현미경 사진, 기본 화학 분석 정보를 담고 있다.
- 3 남극에 운석이 놓집되는 매커니즘을 보여주는 모식도.
빙하가 흐르다 산맥에 막히면 표면이 바람에 꺾여나감에 따라 밑에 있던 운석이 드러나게 된다.
- 4 제2차 운석탐사대. 남극의 광활한 설원에서 운석을 찾고 있다.

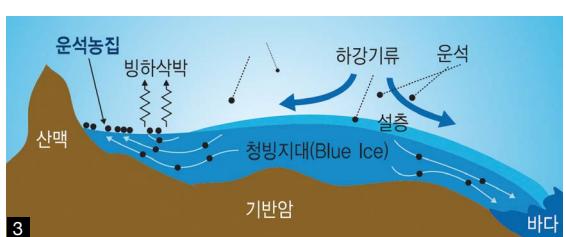
고, 꾸준한 연구로 다른 원소의 동위원소의 조성 역시 태양계의 물질과 전혀 다르다는 것을 발견하였다. 이렇게 동위원소 조성이 특이한 물질들은 태양계 이전에 존재했던 별의 핵융합 반응에 의해서 생성될 수 있기 때문에, 이를 선태양계 광물(presolar grain)이라고 한다. 선태양계 광물 연구를 통해 우리의 태양계는 초신성(supernova), 적색거성(red giant star), 점근거성가지별(Asymptotic giant branch (AGB) star)의 진해가 모여 생성되었다는 것을 알게 되었다.

태양계 최초 물질과 태양계의 나이

아주 오래 전, 별들의 잔해인 가스와 먼지가 구름처럼 뭉쳐서 태양계 성운(solar nebula)이 만들어지고, 그 중심에 중력 수축에 의해 초기 태양(proto-Sun)이 형성되었다. 초기 태양의 활동에 따라 주변은 온도가 올라가다 내려가는 일이 반복적으로 일어나는데, 이 때 가스에서 바로 광물이 만들어지게 되고, 이를 가스 응축(gas condensation)이라 한다.

과학자들은 열역학적 계산을 통해 칼슘과 알루미늄이 많은 광물들이 가장 먼저 만들어진다고 예상하였다. 1969년 멕시코에 떨어진 아옌데(Allende) 운석에서 과학자들이 예상한 것과 같이 칼슘과 알루미늄이 많은 물질이 발견되었고, 이를 칼슘–알루미늄 부화물(Ca–Al-rich inclusions; CAIs)이라 명명하였다.

태양계에서 가장 먼저 만들어진 물질이라 예측한 칼슘–알루미늄 부화물이 실제로 발견되자, 과학자들의 관심은 이 물질의 나이에 쏠리게 되었다. 과학자들은 우리님이 납으로 봉고하는 반감기와 우리님과 납의 동위원소를 정밀하게 측정하여 칼슘–알루미늄 부화물의 나이를 측정해 내었다. 이렇게 알아낸 칼슘–알루미늄 부화물의 나이는 45억 6천 7백만 년이고, 이것이 바로 태양계의 나이로 받아들여지고 있다.



3



4

행성의 진화

45억 6천 7백만 년 전 태양계가 시작된 이후, 먼지가 합쳐져서 작은 암석이 되고, 작은 암석이 모여 미소행성이 되고, 미소행성이 모여 소행성이 되고, 소행성이 모여 지구와 같은 행성이 되었다.

소행성이 충분히 크지 못하면, 자체 열원(단반감기 동위원소가 붕괴할 때 발생하는 열)이 적기 때문에 분화가 일어나지 못한다. 그래서 소행성을 이루는 물질들이 태양계 초기 생성 당시 그대로 보존될 수 있다. 일부 소행성은 아주 낮은 온도에서 수성 변질(aqueous alteration)을 경험하거나, 수 백도의 온도에서 열 변성(thermal metamorphism)을 경험하기도 한다. 따라서 이러한 소행성에서 기원한 운석들은 태양계 초기 진화 연구에 있어서 매우 중요하다.

특히 수성 변질을 경험한 운석들은 초기 태양계의 물의 조성과 물의 작용에 대한 정보를 갖고 있기 때문에 혜성과 함께 지구의 물과 생명의 기원자로 큰 관심을 받고 있다. 극지 연구소는 올해 미분화운석 연구를 통해 태양계 초기 알루미늄-마그네슘, 칼슘-타이타늄 동위원소의 불균질성, 소행성에서 물의 작용, 소행성의 열변성 연구 등을 지구화학 최고 권위지인 '제오키미카 에트 코스모키미카 아크타(Geochimica et Cosmochimica Acta)'에 총 4편의 논문을 발표하였다.

반면에 소행성이 충분히 크면, 자체 열원에 의해 분화가 일어난다. 그래서 지구와 같이 핵, 맨틀, 지각이 형성되고, 마그마에 의한 화성 활동이 일어나게 된다. 분화된 소행성이니 달, 화성에서 기원한 운석들은 지구에서는 연구하지 못하는 행성의 진화 단계를 기록하고 있다. 예를 들어, 철운석은 분화된 소행성의 핵에서 기원한 것으로 여겨지는데, 철운석을 통해 우리는 직접 가보지 못하는 지구의 핵이 언제, 어떻게 만들어졌으며, 어떤 성분으로 이루어져 있는지 연구를 할 수 있는 것이다. 달 운석이나 화성 운석을 통해서는 지금은 죽어있는 달과 화성이 과거에 얼마나 활발하고 때로는 격렬하게 활동했는지를 알 수 있다.

태양계의 기원과 진화의 열쇠, 운석

운석은 그 종류가 매우 다양하며, 모든 운석들은 그들 나름대로 태양계의 역사를 기록하고 있다. 태양계의 기원이 되는 선 태양계 광물, 태양계에서 가장 오래된 칼슘-알루미늄 부화물, 어쩌면 지구의 물과 생명의 기원일지도 모르는 소행성 기원의 운석, 우리가 절대 가볼 수 없는 지구의 핵에 대해 연구할 수 있는 철운석, 그리고 달과 화성의 화려했던 과거를 기억하고 있는 달 운석과 화성 운석. 운석은 태양계의 기원과 진화의 비밀을 풀 열쇠라 할 수 있다. ☽



동시베리아해에서
아라온호의
퇴적물 시추장비를
이용하여 획득한
가스하이드레이트,

Gas Hydrate

극지의 불타는 얼음, 가스하이드레이트

미래 에너지 자원이자 지구온난화의 시한폭탄

우리는 차갑다는 표현을 할 때는 ‘얼음처럼’이라는 단어를, 뜨겁다는 표현을 할 때는 ‘불처럼’이란 단어를 가장 많이 쓴다. 두 상반된 의미의 단어를 이름에 모두 가진 이상한 물질이 있다. 바로 ‘불타는 얼음’ 가스하이드레이트(gas hydrate)이다. 가스하이드레이트는 이산화탄소와 유해물질을 덜 배출하는 청정에너지원이지만, 그대로 대기 중에 방출되면 이산화탄소에 비해 약 25배에 달하는 온실효과를 발생시키는 강력한 온실가스이기도 하다.

글 사진 · 진영근(극지연구소 극지지구시스템연구부 책임연구원)

얼음을 분자구조까지 볼 수 있게 크게 확대하면 물분자들이 공간을 가진 격자 구조를 이루고 있다. 그 내부 공간 안에 가스 분자가 자리를 차지하고 있는 것이 가스하이드레이트이다(그림 1a). 새장 안에 새 한 마리가 들어가 있는 모습을 떠올리면 이해하기 쉽다. 수소와 이산화탄소, 그리고 탄화수소 가스 같

은 많은 가스들이 이 공간에 들어갈 수 있는데, 메탄이 들어가 있는 경우에 메탄하이드레이트(methane hydrate)라고 한다.

우리가 사는 지구상의 자연 상태에서 발견되는 가스하이드레이트는 대부분 메탄하이드레이트이다. 메탄은 우리 가정이나 친환경버스에서 연료로 사용하는 천연가스의 주성분이다.

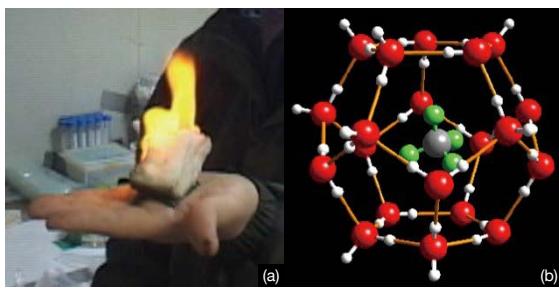


그림1 (a) 불타는 얼음 가스하이드레이트,
(b) 물분자(빨간색)가 만든 격자 속에 들어 있는 메탄(초록색).



그림4 전 세계 퇴적층(어두운 색)에서 채취된 다양한 형태의 가스하이드레이트(밝은 색). (출처: Frozen Heat, UNEP, 2013)

때문에 메탄하이드레이트에 불을 붙이면 녹으면서 나오는 메탄이 타면서 강한 불꽃을 만들어낸다(그림 1b). 이 때문에 메탄하이드레이트는 ‘불타는 얼음’라고 불린다. 하지만 태양계 다른 행성에는 메탄 이외에 이산화탄소, 이산화황, 에탄, 질소 등 다양한 가스를 포함한 가스하이드레이트가 존재한다.

상온에서도 잘 녹지 않는 두 얼굴을 가진 신비한 얼음

연금술을 찾아 이상한 물질을 만들던 시대인 1800년대 초 영국의 화학자인 험프리 데이비(Humphrey Davy)의 실험실에서 상온에서도 잘 녹지 않은 이상한 얼음인 가스하이드레이트가 처음으로 만들어졌다. 이후 100년이 훌쩍 지난 1930년대에 추운 동토지역에 설치된 가스운송관을 막는 얼음덩어리로 메탄하이드레이트가 발견되었다. 하지만 지구상 자연상태에서 형성된 가스하이드레이트는 1960년대 북극 영구동토지역에서 석유가

스 시추를 하다가 발견되었다. 1970대와 80년대 이후 국제해저 시추사업(ODP) 등 각종 탐사를 통해 전세계 해양과 영구동토 지역에서 가스하이드레이트의 존재가 속속히 확인되었다(그림 2). 현재까지 지구상에 존재하는 가스하이드레이트의 탄소에너지로 환산한 매장량은 석유와 석탄과 천연가스를 포함한 기존 화석연료의 약 2배에 달할 것으로 추정된다(그림 3).

가스하이드레이트는 메탄이 풍부하고, 온도가 낮고 압력이 높은 환경에서 만들어진다. 지구상에서는 수심 300m보다 깊

그림2 전 세계 가스하이드레이트 분포지.

가스하이드레이트 시료를 채취한 지점(파란 점). 가스하이드레이트 분포가 확인된 지점(빨간 점)

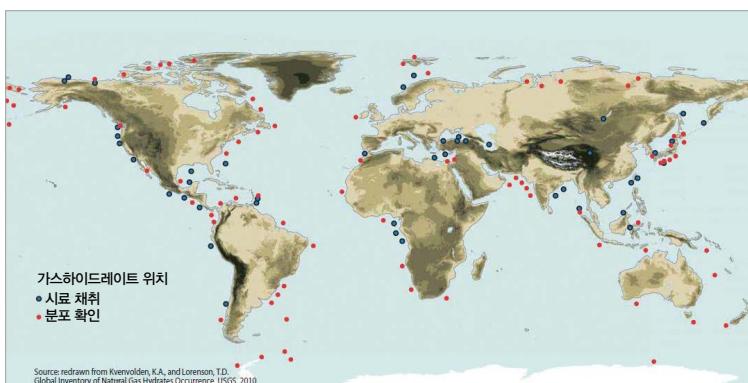
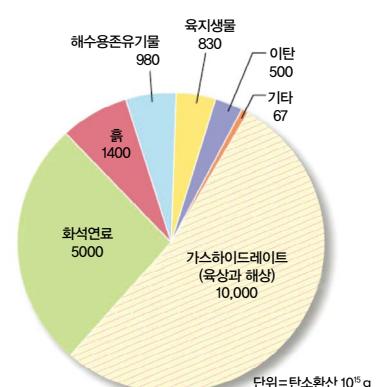


그림3 전 세계 가스하이드레이트 추정 매장량



은 해저 지층과 극지의 영구동토층(2년 이상 영하를 유지하는 얼어있는 지층) 지역에 존재한다. 하지만 땅속은 깊어지면서 지온이 급하게 올라가기 때문에 가스하이드레이트는 해양에서는 수온조건에 따라 해저면에서 수백 m까지, 영구동토지역에서는 지표에서 1,200~1,300m까지만 형성될 수 있다. 퇴적 물층 내에서 형성된 가스하이드레이트는 다양한 형태로 나타난다(그림 4).

가스하이드레이트는 미래 에너지 자원과 지구온난화의 시한폭탄이라는 두 가지 얼굴을 가지고 있다. 가스하이드레이트에 포함된 메탄은 연소할 때 다른 화석에너지원에 비해 이산화탄소와 유해물질을 덜 배출하는 청정에너지원이지만, 그대로 대기 중에 방출될 때는 이산화탄소에 비해 약 25배에 달하는 온실효과를 발생시키는 강력한 온실가스이다.

추운 북극 지역에 전세계 매장량 20% 존재

지구상 많은 지역에서 가스하이드레이트가 발견되지만, 낮은 온도가 좋은 형성 조건이기 때문에 추운 극지역에 가스하이드레이트가 많이 분포할 가능성이 높다. 현재 북극 지역에만 전 세계 매장량의 약 20%가 부존된 것으로 알려져 있다. 특히 북극의 영구동토층 지역은 육상과 얕은 대륙붕의 안정된 생산기

반조건과 고품위 사암층을 갖추고 있어 향후 가스하이드레이트 개발에 있어서 가장 유망한 지역으로 평가되고 있다.

2002년과 2007년 캐나다 북극연안지역인 말릭(Mallik) 지역에서 세계 최초로 가스하이드레이트층을 시추하여 메탄가스를 지상으로 끌어올려 화려한 불꽃을 태우는 생산시험을 성공적으로 수행하였다(그림 5). 이후에도 알래스카 북부 영구동토 지역에서 가스하이드레이트층에 이산화탄소를 주입하여 메탄을 뽑아내는 시추시험이 이어졌다.

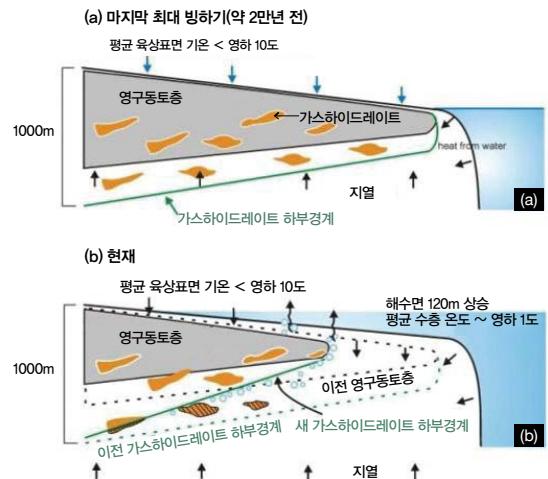
반면에 북극 대륙붕에 분포하는 영구동토층과 가스하이드레이트는 현재 진행되고 있는 지구온난화를 가속화시킬 온난화의 시한폭탄으로 주목받고 있다. 북극은 최근 50년 동안 지구상에서 가장 빠르게 더워지고 있는 지역이고, 북극 바다얼음의 면적은 급속히 줄어 2012년 사상 최소를 기록하였다. 이런 북극의 하늘과 바다에서 일어나는 온난화 현상과 함께, 북극해의 해저도 급격한 변화가 진행되고 있다. 지난 2만 년 전 최대빙하기 이후 전 세계 해수면은 120m나 높아졌다. 과거 영구동토지역이었던 북극 해안의 광활한 벌판이 바닷물에 잠겨 현재는 북극해 면적의 절반 이상을 차지하는 얕은 바다(대륙붕)가 되었다.

과학자들은 혹한의 대기 온도에 비해 10도 이상 따뜻한 바



그림5 2002년 캐나다 북극 영구동토지역인 말릭(Mallik) 시추공에서 가스하이드레이트를 시험생산 하는 장면(출처: Max et al., 2006).

그림6 (a) 2만 년 전 마지막 최대빙하기 때 북극 연안 지역의 영구동토층과 가스하이드레이트, (b) 현재 따뜻한 바닷물에 덮여서 녹고 있는 북극 대륙붕의 영구동토층과 가스하이드레이트.



닷물이 밀려들어와 대륙붕의 영구동토층과 가스하이드레이트를 녹이고, 그 속에 갇혀있던 막대한 양의 메탄이 현재 해저에서 방출되고 있다는 가설을 제시하고 있다(그림 6). 얇은 바다에서 뿐어져 나온 메탄은 쉽게 대기 중으로 올라가서 강력한 온실효과로 지구를 덥힐 것이다. 더워진 대기는 바다얼음을 더 녹이고, 더워진 바다는 해저의 얼어있는 땅을 더 빨리 녹여서 메탄 방출이 더 활발해지는 되먹임(feedback) 작용이 진행됨에 따라 온난화는 겉잡을 수 없이 가속될 것이다.

남극 빙상 줄어들면 지구온난화 가속화될 수도

미국 알래스카대 연구진은 2010년 사이언스지의 논문을 통해 “북극해 동시베리아 북극 대륙붕 해수에서 측정된 메탄농도가 다른 바다에 비해 무려 8배나 높고, 그 총량이 지구 전체 바다에서 방출되는 양과 맞먹을 정도”라고 밝혔다. 또한 이는 동시베리아 대륙붕의 해저영구동토층과 가스하이드레이트가 녹아서 생긴 엄청난 양의 메탄이 방출된 증거라고 주장하였다.

얇은 대륙붕에서 녹고 있는 영구동토층과 가스하이드레이트가 과학적 이슈가 되고 있는 북극과는 달리, 남극에서는 남극대륙을 덮고 있는 두꺼운 빙상(ice sheet) 아래에 존재하는 가스하이드레이트가 관심의 대상이 되고 있다.

와드햄(Wadham, 네이처 2012) 등에 의하면 혹독한 환경에도 불구하고 남극 빙상 아래에 분포하는 두꺼운 퇴적층에서는 미생물들이 활발하게 활동하여 막대한 양의 메탄을 만들어내고 있다. 이런 메탄은 차가운 온도와 두꺼운 빙상이 누르는 높은 압력 때문에 가스하이드레이트를 만든다. 서남극에서는 빙상 밑 퇴적층 300m 깊이까지, 동남극에서는 700m 깊이까지 가스하이드레이트가 존재할 수 있다. 이들에 의하면 남극 빙상 밑에 분포하는 가스하이드레이트 총량은 대략 북극 영구동토층에 매장된 가스하이드레이트의 총량과 비슷할 것이라고 한다. 만일 온난화에 의해 남극의 빙상이 줄어든다면, 빙상 밑 가스하이드레이트가 녹아서 메탄이 방출되어 지구온난화를 가속화시키는 또 하나의 요인이 될 것이다.

극지연구소에서는 2000년초부터 극지에서의 가스하이드레이트 연구를 수행하고 있다. 2002년 남극 세종과학기지가 위치하고 있는 남극반도 해역에서 국내 천연가스 연간소비량의 200배에 해당하는 가스하이드레이트의 부존량을 확인하였다.

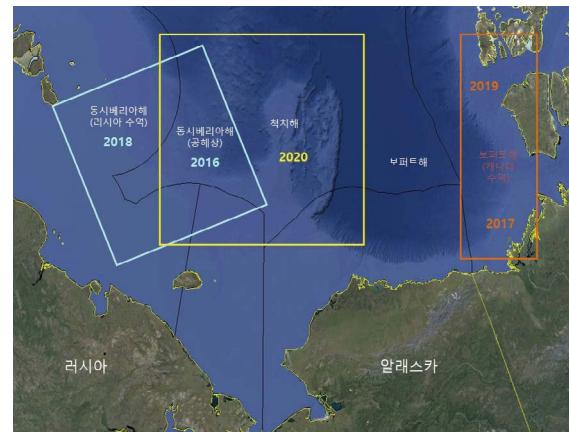


그림7 북극 가스하이드레이트 탐사지역도(2016~2020).

2003년부터는 2015년까지 아북극권인 러시아 오헤츠크해에서 한-러-일 가스하이드레이트 국제공동연구프로젝트를 수행하였다. 이런 극지연구 경험과 쇄빙연구선 아라온호를 활용하여 2016년부터는 북극해 탐사에 집중하고 있다.

극지연구소, 남북극 가스하이드레이트 탐사활동 강화

북극해 해저에서 영구동토층과 가스하이드레이트가 녹아서 대량의 메탄이 방출되고 있는지를 현장에서 확인하기 위해 북극 동시베리아해(2016년, 한-러-독), 보퍼트해(2017년, 한-캐-미)에서 국제공동연구탐사프로젝트를 진행하였다(그림 7). 탐사를 통해 동시베리아해에서는 최초로 가스하이드레이트 시료를 채취하였고, 보퍼트해에서는 해저무인탐사정을 이용하여 메탄을 방출하고 있는 진흙화산에서 퇴적물시료를 획득하였다.

차가운 극지 지역은 전 세계 다른 지역에 비해 가스하이드레이트가 형성되고 분포하기 좋은 지역인 동시에 지구환경변화에 가장 민감한 지역이기도 하다. 지구온난화는 극지 지역의 가스하이드레이트를 불안정하게 만들어 그 속에 갇혀있던 메탄가스를 방출하게 만들 것이다. 대기 중으로 올라간 이 강력한 온실가스는 지구온난화를 증폭시킬 것이다. 최근 극지 가스하이드레이트 연구의 중요성이 국제적으로 부각되고 있지만 혹독한 탐사환경 때문에 아직 시작단계이다. 극지연구소는 국제적으로 극지의 가스하이드레이트 연구를 선도하기 위해 남북극에서의 탐사활동을 계속 강화해 나갈 예정이다. ●

SPECIAL POLAR SCIENCE #4 극지미생물학



Protein of freezing

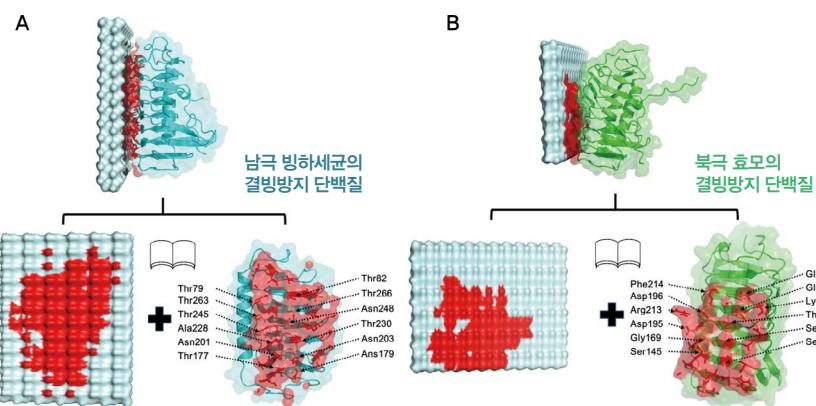
극지 저온 생존의 열쇠,
결빙방지 단백질

냉동인간 부활시킬 수 있을까?

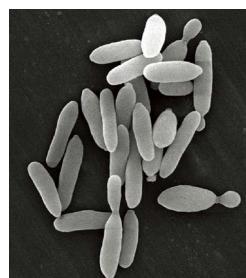
세상의 끝, 극지에는 눈과 얼음을 삶의 터전으로 살고 있는 생명체들이 있다. 고등동물에서 세균과 같은 미생물에게 이르기까지 보통의 생물에게는 얼음이란 단어가 시련과 가혹한 조건을 의미하는 아주 성가신 것이지만, 북극과 남극의 생물들에게는 아주 오랜 시간 전부터 세대에서 세대를 이으며 생존하고 있는 기본적인 삶의 환경요인이었다. 이들 극지의 생물들이 얼음에 친숙한 이유는 무엇일까?

글 사진·이성구(극지연구소 극지 유전체사업단 책임연구원)

극지 결빙방지 단백질의
얼음 결합부위. 얼음입자에
결빙방지 단백질이 어떻게
결합하는지를 보여준다.
위쪽 그림은 왼쪽부터 얼음,
결빙방지 단백질의 얼음결합부위,
전체 결빙방지 단백질을 묘사한다.
빨갛게 표시된 결빙방지 단백질의
부위가 직접 얼음에 결합해야만
얼음결정의 성장을 막을 수 있다.



온도가 내려가면 주위 환경에 존재하는 물분자가 점차 얼기 시작하고 이렇게 된 얼음결정은 생물개체의 개별 세포를 공격한다. 뾰족한 얼음결정에 의해 세포가 눌리거나 찢겨져서 손상을 받게 되면 결국 세포가 모여서 구성되는 조직과 장기가 손상된다. 게다가 물분자가 얼면서 생긴 얼음결정은 얼음이 다시 녹아서 완전히 물분자로 되돌아가는 과정 중에도 얼음재결정화라는 이름으로 생성되기 때문에 업친데 덮친격으로 가중되는 얼음결정의 공격을 피하기란 결코 쉽지 않다.



북극 다산기지 인근의
딥수호수에서 발견된 북극효모,
여기에서 세계최초로 효모유래
결빙방지 단백질이 발견되었다.

부터 얼기 시작할 것이다. 순수한 물분자가 얼음 돌멩이와 같은 고체로 변하게 되면 액체상태의 물분자 수는 상대적으로 줄어들게 되고 따라서 체액의 농도를 구성하는 소금분자와 같은 용질입자의 농도는 상대적으로 증가하게 된다. 이 현상을 용액효과라고 한다.

용액효과에 의해 세포 밖 체액의 농도가 증가하면 세포 안에 존재하는 물분자는 세포막을 통하여 세포 밖 체액으로 이동하고 결국 세포는 쭈그러진다. 참고로, 온도가 서서히 내려

가면 세포 밖의 물분자가 세포 내의 물분자보다 먼저 얼기 시작한다. 이렇게 탈수되어 인 세포 내부와 세포막은 손상되어 회복되기 어려운 상황에 처하게 된다. 이상과 같이 얼음결정화, 얼음재결정화, 그리고 용액효과에 의한 동결상태입니다. 이처럼 생물에게 얼음이 있는 환경은 곧 치명적인 가혹한 조건을 의미한다.

극지 생물들의 저온환경 극복법

그렇다면 눈과 얼음의 저온환경을 끼고 사는 극지의 생물들은 어떻게 얼음의 공격이라는 스트레스를 극복하는 것일까? 극지생물들의 저온 생존법에 대해서는 아직도 연구가 진행 중이고 여러 가지 요인이 있지만 그 중에서 얼음을 제어하는 활성이 있는 단백질과 무관하다 볼 수 없다. 이 단백질은 결빙방지 단백질(antifreeze proteins)이라고 부르며 얼음을 극복하는 여러 극지생물에게 볼 수 있다.

생물에게 얼음이 있는 환경은 치명적

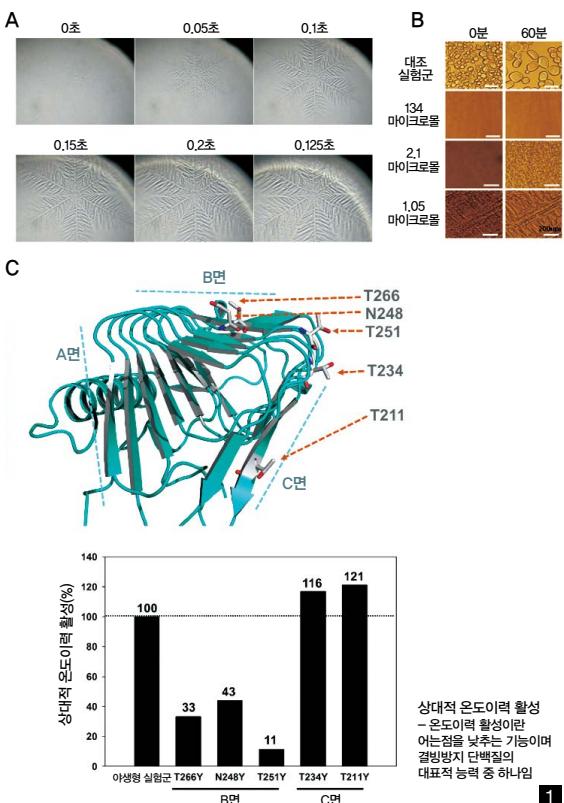
이렇게 얼음결정의 집중포화를 받은 개체는 웬만해선 생존하기 어렵게 된다. 얼음이 얼면서 생기게 되는 시련의 조건은 이것뿐만이 아니다. 얼음이 얼면 동결상태입니다. 서로 농도가 다른 수용액 사이에 물분자만 통과할 수 있는 반투과성 막을 두면 농도가 낮은 쪽 수용액에서 농도가 높은 쪽 수용액 쪽으로 물분자가 반투과성 막을 통하여 양쪽의 농도가 같아질 때까지 이동하게 된다. 이것을 삼투압 현상이라고 하고 이때 생기는 압력을 삼투압이라 한다.

같은 맥락에서 얼음을 보자. 간단하게 체액을 보면 순수한 물분자와 소금입자와 같은 용질이 섞여 있는 형태의 수용액이다. 이 체액의 온도가 점차 내려가면 체액 중의 순수한 물분자

최초의 결빙방지 단백질은 1969년에 아서 드브리(Arthur Devries)에 의해 남극의 차가운 바다에서 서식하는 경골류 어류의 혈액에서 발견되었다. 남극바다의 온도는 영하 1.9도씨 정도 된다. 일반적인 물고기의 체액은 어는점이 영하 0.7도씨 이지만, 남극 어류는 영하 1.9도씨의 남극바다에서도 체액이 얼지 않은 채 유유자적한다. 여기에서 착안한 연구에서 결빙방지 단백질이 발견되었다.

이후 현재까지 어류에서만 총 4가지의 결빙방지 단백질(Type I~IV)이 추가로 발견되었고, 극지의 곤충과 식물을 비롯하여 효모, 세균의 미생물에 이르기까지 다양한 생물종에서 새로운 결빙방지 단백질들이 발견되었다.

극지 연구소에서 세계 최초로 북극 해도에서 발견한 결빙방지 단백질도 신규 결빙방지 단백질로 인정받고 있다. 결빙방지 단백질이 다양한 형태로 여러 극지생물에 존재한다는 것은 곧 이 단백질이 극지의 환경, 즉 저온의 스트레스 조건을 극복하는데 꼭 필요한 중요한 요소라는 것을 의미한다.



결빙방지 단백질은 얼음핵에 직접 결합하여 얼음핵을 기점으로 한 얼음 결정의 성장을 저해하는 기능을 가지고 있다. 바늘이나 창처럼 뾰족한 얼음 결정이 생기는 것을 이 단백질이 막는 것이다. 따라서 앞서 언급한 물분자가 얼면서 혹은 얼었다 녹으면서 생기는 얼음 결정과 융액효과에 따른 동결상투압 때문에 생기는 동결손상을 이 단백질이 막거나 최소화할 수 있다.

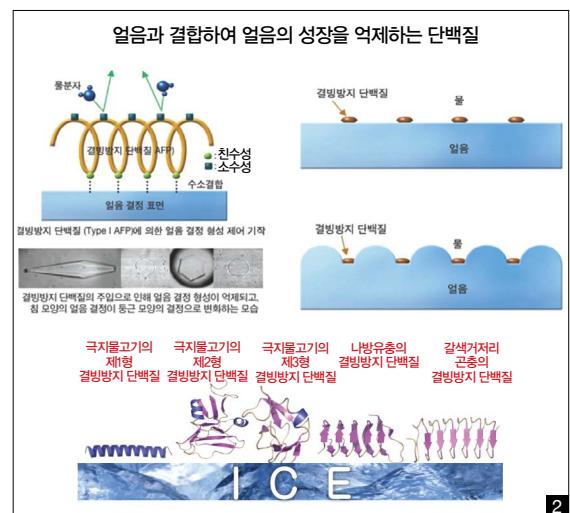
인체기관도 동결보존하면 손상 최소화할 수도

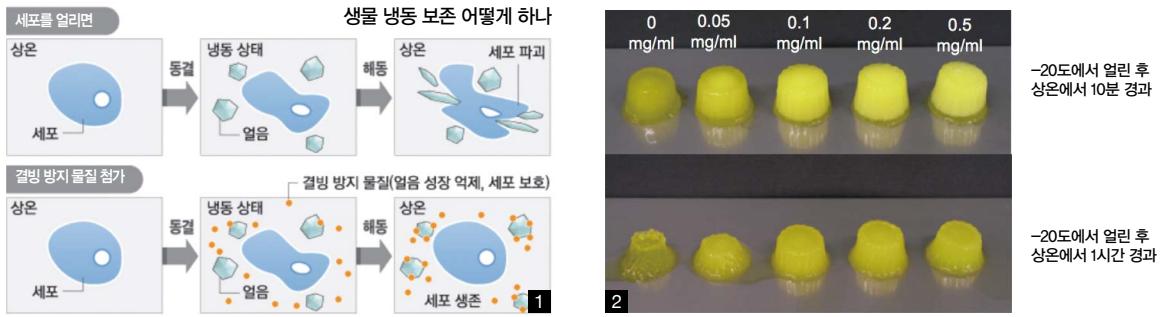
얼음과 결합하여 얼음 결정의 성장을 억제하는 결빙방지 단백질의 특성은 다양한 분야에서 우리 인류의 삶을 보다 윤택하게 하는 곳에 응용될 수 있다. 혈액, 제대혈, 줄기세포, 조직, 장기 등과 같은 주요 생물자원과 인체기관들을 동결보존하여 유전적 변이를 막고 장기간 손상을 최소화할 수 있다. 게다가 기존의 동결보존법이 통하지 않는 민감한 생물종 자체를 보존하기 위한 동결보존의 수단으로 사용될 수 있다.

일반적으로 동결보존법은 이미 오래전부터 사용되고 있지

1 결빙방지 단백질의 구조 중 B면이 얼음과 직접 결합하는 원리를 밝힘. B면의 단백질 구조를 변형하면 상대적 온도이력 활성이 급격히 떨어지므로 이곳이 얼음에 결합하여 어는점을 낮추는데 결정적 역할을 한다는 것을 알 수 있다. <A그림>은 영하의 온도에서 표시된 시간에 따라 얼음결정이 점차적으로 커지는 것을 보여준다. <B그림>은 보통의 물은 대조 실험군에서 보여주는 것처럼 60분이 지나면 왼쪽의 0분에 비해 얼음결정이 커지지만, 결빙방지 단백질을 1.05, 2.1, 134 마이크로몰의 농도로 첨가하면 왼쪽의 0분과 비교해도 얼음 결정이 커지지 않을 수 있다.

2 얼음성장을 억제하는 결빙방지 단백질의 대략적 모식도. 얼음에 직접 붙어서 얼음결정의 성장을 억제하는 결빙방지 단백질은 다양한 형태로 여러 극지생물에 존재한다.





1 생물 냉동 보존 방법. 결빙방지 단백질은 냉동이나 해동 과정에서 세포가 쉽게 파괴되는 것을 막아준다.
2 시간에 따른 냉동 젤라틴 손상 추이. 냉동된 젤라틴 조직을 끼내놓으면 이내 손상되어 물이 흘러나오면서 쪼그라진다.
하지만 결빙방지 단백질이 첨가된 젤라틴은 손상을 막아 형태가 유지된다.

만 여기에 사용되는 화학 동결보존제는 잠재적인 세포독성을 나타내는 것들이 대부분이며 또한 얼음 재결정화를 막는 효과가 없으므로 동결보존 대상이 매우 제한적이다.

반면에 결빙방지 단백질은 무독성의 동결 방지제로 각광받고 있고 얼음 재결정화를 효과적으로 억제하기 때문에 다양한 생물자원의 동결보존에는 더할 나위 없이 적합한 천연 동결 보존제이다. 하지만, 결빙방지 단백질은 쉽게 구할 수 있는 만만한 자원이 아니었다. 극지 물고기의 피에서 직접 추출해서 판매하는 회사가 있지만 다양한 결빙방지 단백질을 얻기 위해서는 많은 극지 물고기가 희생되어야 하기 때문에 매우 고가로 거래된다. 심지어 1그램의 가격이 만 달러, 우리나라 돈으로 1,200만 원에 육박한다. 이나마도 주문하면 기약 없이 기다려야 했다.

다행히 최근 극지연구소가 유전자 재조합 기법과 발효공학 기술을 도입하여 이 문제를 해결하는데 획기적인 전환점을 마련했다. 극지 효모 유래 결빙방지 단백질의 유전자를 일반 효모에 도입하여 비약적인 대량생산과 순수정제 방법을 개발한 것이다.

따라서 많은 양을 필요로 하는 결빙방지 단백질의 기초과학과 이를 활용한 응용연구 분야가 확대될 전망이다. 이 외에도 극지연구소는 남극 빙하세균에서 또 다른 고활성 결빙방지 단백질을 이미 발굴하였고 다양한 극지생물로부터 신규 결빙방지 단백질을 탐색 중이다. 따라서 이 분야에 대한 연구가 축적되면 향후 여러 분야에서의 응용성이 발전될 것으로 기대된다. ●



1 새로운 결빙방지 단백질을 가지고 있는 북극효모가 발견된 다산과학기지 인근의 쌍동이 호수. 여름철을 제외하고 항상 눈과 얼음으로 변하는 이 호수에서 결빙방지 단백질 연구가 시작되었다.
2 LG생활건강에서 극지연구소와 연구하여 출시한 냉장 화장품 프로스틴. 극지에 사는 지의류 리말리나에서 분리해낸 항산화 물질인 리말린을 응용한 제품이다. 피부가 추위를 감지하면 피부 스스로 보습력을 향상시켜준다.





남극 장보고과학기지
제4차 월동대원 이규진

상선사관으로 5대양 6대주 누비 베테랑 발전대원

남극대륙 장보고과학기지에는 현재 제4차 월동대원 17명이 상주하고 있다. 이들은 블리자드가 몰아치는 혹한의 남극에서 생사고리를 같이하며 각자의 맡은 바 임무를 수행하고 있다. 특히 이규진 대원(37세)은 하루 일과 대부분을 발전동에서 보낸다. 하루도 쉬지 않고 기동되는 3대의 열병합 발전기의 관리와 유지보수가 그의 임무다. 전기를 생산하고 난방을 가능케 해주는 발전기는 대원들의 생사가 달린 기지의 심장이나 다름없기 때문이다.

이규진 대원은 5대양 6대주를 누비는 상선사관으로서 선박 발전기를 책임지며 80여 개 항구도시를 누비고 소말리아 해적들과 조우도 해봤지만 장보고과학기지 월동대원으로서 만큼 투철한 사명감과 책임감을 느껴본 적이 없다고 한다. 이 대원은 “발전기는 제 자식과도 같은 녀석들”이라며 “아버지의 마음으로 어디 불편하거나 아픈 곳이 없는지 매일 수시로 상태를 살펴야 한다”고 말한다. 월동 막바지에 아라온호 하역작업과 하계연구대 지원업무로 눈코 뜰 새 없는 이규진 대원을 이메일로 만나봤다.

에디터 · 강윤성

❶ 월동대원에 지원하게 된 계기는 무엇인가요?

2009년 중국에서 근무 중 당시 동료(월동대 선배)로부터 남극 기지 이야기를 처음 듣고, 대한민국 국위선양을 위해서라도 한 번쯤은 꼭 도전을 해야겠다는 의지를 가졌습니다. 일평생 단 한 번 경험할 수 있는 대단한 영광이라 생각했습니다. 작년 1월엔 아버지가 뇌출혈로 쓰러지는 우환이 찾아왔습니다만 가족들의 적극적인 지원으로 장보고기지 4차 월동대원에 합류할 수 있었습니다. 남극에 온 후에는 가족들이 걱정되고, 한편으로는 죄송한 마음뿐이었습니다. 다행히 가족들 모두 걱정 없이 잘 생활해 줘서, 저 또한 월동대원으로서 맡은 바 책임을 다할 수 있었습니다.

❷ 장보고기지에서의 월동생활이 궁금합니다.

우선 남극 장보고기지는 하계와 동계 크게 두 기간으로 나뉘며 일과 역시 바뀌게 됩니다. 하계에는 24시간 해를 볼 수 있는 백야현상, 동계에는 24시간 해를 볼 수 없는 극야현상 속에서

생활해야 합니다. 하계에는 주로 외부 공동 작업에 지원 나가고 매주 수요일마다 설원 위에서 체육 활동도 합니다. 극야기간에는 저 포함 모든 대원들이 실내 작업 위주로 보냅니다. 여가 시간에 즐기는 각종 스포츠(골프, 당구, 탁구 등)도 전부 실내에서 해결합니다. 특히 저는 발전대원이기에 저의 하루 일과 대부분을 발전동의 유지반 사무실과 발전실에서 보냅니다. 전기의 생산과 버려지는 배기가스의 열을 이용하여 난방도 가능하게 해주는 열병합 발전기의 감시 및 관리, 유지보수 등이 발전대원의 주요 임무입니다. 기지 내 모든 시설물과 연구 장비의 활용과 기지 내 생활에 차질이 없도록 해야 합니다.

❸ 월동대원이 되기 전 5대양 6대주를 누볐면서요?

약 4년간 상선사관으로 부정기선(항로가 정해지지 않은 선박) 일반화물선과 화학제품운반선 등에 승선하였습니다. 정말 세계 여러 나라의 항구 도시를 방문했는데, 무려 80여 곳이나 됩니다. 한 번은 원목을싣고 파푸아뉴기니로 향하는 도중, 적도

지방에서 선박 엔진에 문제가 생겨 바람 한 점 없는 무풍지대에서 좌초된 적도 있습니다. 설상가상 제가 담당하는 에어컨도 고장났습니다. 무풍지대의 태양은 선박을 아주 뜨겁게 달구었는데, 밤이 돼서도 그 열이 식지 않아 모든 선원들은 선실이 아닌 외부 갑판에서 6일 동안이나 자야 했습니다.

❶ 항해 중 소말리아 해적과도 조우했다고요.

부정기선인 화학제품 운반선을 타고 소말리아 해협 부근을 지날 때였습니다. 갑자기 비상벨이 울렸습니다. 훈련 받았던 매뉴얼대로 선교(선박 조종 운항 시스템이 갖춰진 곳)로 갑판과 기관부 당직자들을 제외하고 모두 모였습니다. 밖을 보니 5~6명이 탄 작은 모터보트가 주변을 맴돌고 있었죠. 다행히 이내 사라졌습니다. 소말리아 해협 운항 중에는 이러한 작은 모터보트들을 종종 볼 수 있는데, 그 해역의 작은 어선들도 순식간에 해적으로 돌변하기 때문에 항상 주의해야 했습니다. 그래서 모든 선원들은 24시간 교대로 당직 근무를 하며 갑판에서 감시를 하고, 대기 선원들은 물줄기를 쓸 수 있는 소화호스를 곁에 둔 채 근무하면서 감시하곤 합니다.

❷ 우여곡절 끝에 국제 결혼하셨다고 들었습니다.

2006년에 아내와 첫 만남을 가졌습니다. 당시 타고 있던 선박이 중국 웨이하이란 도시에 상륙해서 여러 물품을 구입했는데 아내가 통역을 맡아줬습니다. 그런데 2년 후 제가 웨이하이에서 해외 취업을 하면서 재회하게 되었죠. 2년 정도 연애하다가 결혼하여 같이 한국에 들어왔습니다. 처음 데이트할 땐 중국어를 한 마디도 못해서 불편한 점이 많았습니다. 중국어로 더빙된 외국영화를 볼 때는 줄린 눈을 비벼야 했고, 식당에서는 손가락으로 요리 사진을 가리켜야 했죠. 하지만 중국 생활 내내 틈틈이 중국어를 공부했더니 어느 순간 말문이 트였습니다. 아내가 깜짝 놀랄 정도였죠. 그동안 다닌 해외의 80여 항구도시

중 중국에서 아내를 만난 것 역시 운명이 아니었을까 싶어요.

❸ 남극 월동생활 중 가장 기억에 남는 점은 무엇인가요?

장보고기지는 3월부터 서서히 어두워지기 시작해서 5월이면 해를 전혀 볼 수 없습니다. 저는 유지반의 일원이자 발전 대원으로서 극야기간에도 기지 유지를 위해 본관동에서 외부에 위치한 발전동으로 출퇴근을 해야만 했습니다. 이동 거리가 150m에 불과하지만 극야에 블리자드가 몰아칠 때면 한치 앞을 내다볼 수 없는 경우가 많았습니다. 월동대원으로서 당연히 감당해야 할 일이지만 그때마다 ‘이곳이 남극이구나’라는 생각과 ‘그 남극에서 생활하는 내가 월동대원이구나’라는 생각을 가슴 속 깊이 느낄 수 있었습니다.

❹ 월동생활이 상상했던 것과 차이가 있었나요?

월동대원이 되기 전 월동생활의 즐거움과 어려움에 대해서 많이 듣고 준비했습니다. 그래서인지 막상 월동대원이 됐을 때는 크게 다른 점은 없었습니다. 다만, 한 가지를 뽑자면 이전에는 ‘환경이 조금 다른 곳에서 근무하고 생활하는 사람들’이라는 생각에 그쳤지만, 실제 월동대원이 되고보니 월동대원으로서 주어진 임무의 막중한 책임감과 월동대원이 지녀야 하는 사명감이 더해졌고, 월동대원로서 큰 자부심을 가지게 되었습니다.

❺ 인생에서 장보고기지 월동생활의 가치를 따진다면?

저에게 월동생활은 인생에서 가장 소중한 경험입니다. 돈으로 절대 살 수 없는, 오로지 월동대원만이 경험하고 느낄 수 있는 소중한 재산이라고 생각합니다. 평소에도 그런 생각을 염두에 두고 월동을 했기 때문에 외부와 고립된 환경에서도 정신적으로나 육체적으로 힘든 경우가 있더라도 잘 극복하면서 하루하루 행복하게 월동했던 것 같습니다. 영원히 잊지 못할 최고의 한 해를 보내고 있습니다. 🌎



2017 북극청소년연구단 북극 탐방

북극의 미래…우리 손에 달렸다

2017년 북극청소년연구단(21C 다산주니어)에 선발된 4명의 학생들이 8월 3일부터 7박 8일간
북극 체험을 마치고 돌아왔다. 올해 13번째를 맞이한 다산주니어 프로그램에는
올 초 연구계획서 평가와 면접을 통해 선발된 3명(배형기, 최기영, 황해란)과
전국학생 극지논술공모전에서 수상한 양석인 군 등 총 4명의 학생들이 참여했다.
이들은 노르웨이 스발바르에 위치한 다산과학기지 인근에서 빙하 탐사와
해양 생물 채집, 북극 식물 채집, 화석 탐사, 지형 관찰 등 다양한 연구 과제를 수행했다.

글·양석인(민족사관고등학교 2학년) 사진제공·극지연구소



북극 야외 지형 조사에 나선 다산주니어들.
왼쪽부터 배형기, 황해란, 양석인, 최기영 학생

Day 1 꿈의 북극, 다산과학기지에 도착

다산과학기지를 향하며 비행기 안에서 앞

으로 많이 보게 될 빙하와 유빙들, 구름 위로 솟아있는 산맥들의 장엄한 모습을 볼 수 있었다. 뉴올레순에 도착함과 동시에 버스를 타고 기지촌으로 이동하였는데, 북극임을 체감시켜주는 낮은 기온과 바닥에 산재한 작은 바위와 자갈들, 머리 위로 날아다니는 새, 그리고 회색의 토지 군데군데에 갈변한 초록빛의 식물들은, 내가 지금 북극에 도착했다는 것을 실감하게 해줬다.

다산과학기지에 잠시 들렸다가 기지촌을 구경하기 위해 기지를 나섰다. 제일먼저 청동으로 된 아문센 동상이 눈에 들어왔다. 기지촌 길을 따라 걸으면서 다른 나라 기지와 기념품 가게, 썰매견 사육장, 바너클구스 서식지 등을 볼 수 있었다. 머리 위로는 많은 수의 북극제비갈매기들이 하늘을 활공하고 있었다. 그리 많지는 않았지만 할미새류로 보이는 갈색 새들도 눈에 띄었다. 저녁식사 후 기지촌을 산책삼아 걸으면서 식생을 관찰했다.

기지로 돌아와 내일 예정된 화석채집 계획을 위한 오리엔테이션이 있었다. 석탄기와 폐름기의 화석들에 대한 전반적인 소개와 연구방법, 주로 산출되는 화석들의 종류들에 대해서 살펴보았다. 오리엔테이션이 끝나고, 북극곤충 개인연구를 위한 기자재를 확인했다. 조명을 이용한 채집을 위해 랜턴을 찾아보았지만, 랜턴이 발견되지 않았던 관계로 조명채집은 다음 날로 미루기로 하였다.

Day 2 북극 툰드라의 신비로운 지형 탐사

늦은 아침을 먹고 화석 채집과 식물조사

탐사를 떠났다. 고생물학에 관심이 많았던 나에게 화석 채집은 매우 기대되는 활동이었다. 화석 채집뿐 아니라 식물과 곤충 조사도 겸해야 했기 때문에 채집망 등의 기타 장비도 준비해야 했다. 어제와는 다르게 기온이 그렇게 낮지 않았고, 비가 오지도 않았던 탓에 걷기에 매우 적합한 날씨였다.

가장 먼저 눈에 들어온 것은 해면 화석이었다. 측면으로 갈라진 부채꼴의 화석이 매우 이상적으로 눈에 들어왔다. 화석과 비슷하지만 화석은 아닌, 치환된 암석들도 발견되었다. 도랑에는 작은 식물들이 줄지어 꽃을 피우고 있었고, 다양한 종의 파리와 모기들이 바위 위에 앉아있었다.

화석을 채집할 절벽도 눈에 들어왔다. 절벽 앞으로 넓은 들이 펼쳐져 있었는데, 구조토라는 북극 툰드라의 독특한 지형이 눈에 들어왔다. 동토 층의 연속적인 결빙과 해빙, 암석의 팽창과 수축이 원인이 되어 바위들이 육각형의 방을 계속 형성하고 있었던 신비한 광경이었다. 습지가 형성되었고, 식물과 지의류들이 즐비했던 탓에, 이를 주식으로 하는 순록들도 여럿 보였다. 그 중에서도 목에 태그가 달렸던 어린 순록이 기억에 남았다.

꽤 오랜 시간을 걸어 도달했던 화석 산출지는 퍼판들이 등지를 틀고 있었다. 그리고 수많은 다양한 화석들이 눈에 들어왔다. 작은 완족동물, 측면으로 갈라진 산호, 태형동물, 바다나

1 북극 화석 탐사에서

처음 발견한 산호화석.



1

2 배형기 군과 황해란 양이

야외에서 식물을 채집하고 있다.

3 다산주니어들이 야외 지질조사에 나서
화석을 관찰하고 있다.

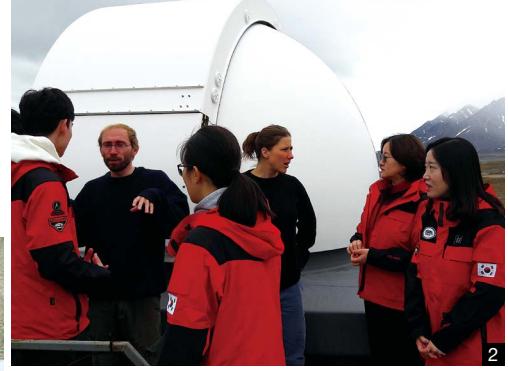


2



3

- 1 빙하 팀사에 나선 다산주니어들.
 2 다산과학기지 주변의 외국기지를 탐방 중인 다산주니어들.
 3 바다에서 해양수를 채취하는 배경기 군.



리를 위시한 극피동물들의 파편적인 화석들을 채집할 수 있었다. 박물관에서 볼 수 있었던 화석들을 밭 밑에서 주울 수 있었다는 점이 흥미로웠다.

화석채집이 끝난 후, 간단한 점심식사를 마친 후 육상식물 채집을 위해 이동했다. 이동과 동시에 포총망을 이용한 인시목 곤충 채집 역시 잊지 않았다. 습지와 임반들 사이에서 파리목 2종과 모기목 1종 등의 곤충을 채집했다. 특히 습지에서 모기의 유충을 채집할 수 있었다. 이끼 사이에 서식하는 토토기 등 소형 절지동물을 관찰하기 위해 지의류 역시 채집했다. 연구를 진행하기에 충분한 양의 표본이었다. 이렇게 채집한 곤충들을 비교, 대조하는 과정을 통해 북극곤충에 대한 연구를 진행할 수 있다고 생각하니 가슴이 설렜다.

육상식물 채집은 표본제작이 주목적이다. 따라서 가급적 겹치지 않는 다양한 종들을 손상 없이 채집해야 했다. 미리 준비한 모종삽으로 식물을 뿌리까지 채집하고, 표면의 흙을 제거하는 방식으로 표본용 식물을 확보했다.

저녁식사 이후에는 기지촌 사람들을 인터뷰하는 시간을 가졌다. 기지촌 연구원들과 직원 등 다양한 사람들과 교류했다. 가장 기억에 남는 연구원은 노르웨이 연구소의 기후학자로, 1984년부터 스발바르 제도의 기후변화를 조사해오고 계신 분이었다. 평소에 관심이 많았던 기후변화의 경각심에 대한 설명을 들을 수 있었던 귀중한 시간이었다.

Day 3 빙하탐사…기후변화 심각성 체감

오늘은 아침 일찍 빙하를 관찰하려 이동했다. 빙하를 관찰하고, 빙하 조각과 함께 그 밑의 조류를 채집하는 것이 주된 목적이었다. 빙하까지 접근하기 위해 선착장의 보트에 탑승했다. 보트의 선장님은 연구를 목적으로 보트를 운행하는 분으로, 보트에는 다양한 연구기계들이 있었다.

빙하까지 이동하면서 스발바르 제도의 피오르드 지형을 잘 관찰할 수 있었다. 저 멀리 보이는 푸르며 거대한 빙하는 아름다웠고, 그와 대비되는 검은 산은 웅장했다. 풍경에 취해있을 무렵, 독특한 부리와 코를 가진 한 무리의 북방 풀머갈매기 (Northern Fulmar)들이 배로 접근했다. 그 외도 많은 바다새들이 눈에 들어왔다.

빙하에 가까워지자, 새들은 점점 시야에서 벗어났다. 작은 빙하 조각들이 바다 위에 떠 있었고, 그 속에 갇힌 약 3,000년의 기포가 터지는 소리들이 들려왔다. 우선 수심을 측정하고 50m까지 기기를 내려 해양수를 채취했다. 그리고 네트를 이용해서 미세 해양생물들을 채집했다. 그 다음은 빙하채집이었다. 기포가 많은 빙하로 가까이 접근한 후, 빙하를 한 덩이 건져 올렸다. 이동 중에 조류를 제외한 다른 해양생물들을 보지 못한 게 조금 안타까웠다.

오전 활동이 끝나고 점심을 먹다가, 식당 근처에서 목에 목줄(송신기)을 단 북극여우를 발견했다. 여름이라서 털색이 흰



1

1 비행기에서 내려다본 북극의 모습.
2 다산과학기지 인근에 자리한 폐광촌.
영원히 멈춘 기차의 모습이 이색적이다.



2

색은 아닌 갈색으로, 북극여우보다는 동네 강아지 같았다. 여우의 행동거지가 개와 너무 비슷해서 나도 모르게 웃음이 나왔다.

오후에는 어제와 마찬가지로 빙폐석들로 무성한 바위산의 능선에 올랐다. 계곡 사이를 흐르는 빙하가 눈에 들어왔다. 북극의 빙하는 일반적인 빙하의 이미지와는 다르게 적갈색의 잡석들이 무성했다. 빙하의 곳곳은 갈라져 물이 흐르고 있었고, 그 물과 흙이 만나는 곳에는 작은 토토기들이 서식하고 있었다. 빙하는 한눈에 보기에도 얇았고, 양이 적었다. 작년보다 훨씬 후퇴했다고 한다. 기후변화의 심각성을 빙하를 통해 현실적으로 체험할 수 있었다.

저녁 일정이 끝난 후에는 해안가에 잠깐 다녀왔다. 해안가와 가까운 섬에 서식하는 바다표범들을 관찰하기 위함이었다. 마침 섬의 백사장에 누워있는 너무도 천진난만하고도 여유로운 바다표범을 볼 수 있었고, 그 모습을 웃으면서, 사진에 남겼다.

Day 4 과학 연구는 철저한 현장조사가 기본

북극에서 진행한 개인연구의 주제는 본래 북극곤충에 관한 것이었다. 북극으로 출발하기 전까지 북극에 서식하는 곤충들을 간단히 조사하고, 현대 분류체계에 의거하여 정리하였다. 이 과정을 통해서 나방 약 9종, 파리 2종, 벌 1종 등 12종의 곤충들에 대한 정보를 확보할 수 있었다.

북극에 도착한 이후, 공식적으로 잡혀있는 일정 사이의 틈

막시간들을 활용해 개인연구를 진행해야만 했다. 일단 연구에 필요한 것은 현장 자료였다. 따라서 필자는 공식적인 활동을 진행하기 위해 현장에 나갈 때, 포충망 등 채집도구들을 소지하여 곤충을 채집했다. 절대적인 시간의 양은 부족했지만, 최대한 할 수 있는 일들을 효율적으로 계산하여 행동하니, 개인 연구의 진행에는 큰 문제가 없었다. 예상치 못한 문제를 직면하였을 때, 무턱대고 다른 요인들을 불평하거나, 실행을 차일피일 미루는 것은 아무런 도움이 되지 못한다. 능률적으로 시간을 분배하고, 일단 행동으로 옮기는 태도가 중요하다는 것을, 이번 북극체험을 통해 다시금 깨달을 수 있었다.

2박 3일간의 채집 결과는 상당히 놀라웠다. 빙하와 퇴적암 절벽, 툰드라 지형 등에서 채집한 곤충들은 파리 4종, 모기 1종, 토토기 1종, 응애와 진드기 2종 등 약 8종에 이른다. 예상과 달리 사전조사 시 가장 종류가 다양했던 나방목은 전혀 보이지 않았고, 별 기대는 하지 않았던 파리목이 상당히 많이 발견되었다. 토토기들은 빙하 근처 담수, 지의류 뿌리 근처의 토양에서 발견되었다. 이렇게 다양한 곤충들을 채집, 동정하고 기록하면서 그들의 특징과 대략적 서식지, 습성 등을 파악할 수 있었다. ☺



Impression



“관찰결과가 차후 다산주니어들의 연구에 기여하길”

양석인 민족사관고등학교 2학년

원래 계획했던 개인과제는 북극 곤충이었지만, 정해진 일정을 수행하기 위해 이동하면서, 기지 근처에서 수많은 새들을 관찰할 수 있었다. 눈으로 본 생물들의 이름을 찾아보고자 기지촌에서 스발바르 지역의 조류도감을 구입하였고, 10여 종류의 다양한 새를 동정하고 사진으로 남기는데 성공했다. 뉴올레슨 기지촌 근처에 어떤 조류들이 서식하는지 사진으로 정리한 것만으로도 충분히 가치가 있는 일이다. 모든 과학의 바탕에는 현장조사 자료가 필수적이다. 더욱이 현장자료는 많으면 많을수록 좋기 때문에, 나의 관찰결과가 이후 다산주니어들의 연구에 있어 아주 조금이라도 기여할 수 있기를 희망한다.



impression



“평생 잊을 수 없는 다산주니어 북극활동”

황해란 대전둔산여자고등학교 1학년

외국 기지 방문이 끝나고 3일 동안 지난 다산기지를 정리했다. 정리하는 내내 마음 한 구석이 무거웠다. 다시 북극에 올 수 있을까? 이 질문이 머릿속에서 떠나지를 않았다. 이렇게 아름답고 자연이 잘 보존되어 있는 북극을 온 것만으로도 엄청나게 큰 경험을 한 것 같다. 마지막으로 3일 동안 진행했던 개인 연구를 마무리했다. 개인 연구가 건축물에 관련되어 있었지만 기지 내에서 건축과 관련된 연구를 하는 분을 만나지 못해 시행착오를 겪었다. 그래도 열심히 연구한 보람이 있는 것 같았다. 기지 대부분의 지붕과 외벽의 재질을 알 수 있었고 개선 방안까지 생각할 수 있었다. 기지의 지붕은 대부분 친환경적인 재질을 사용하고 있었다. 또한 식당의 천장 재질은 학교에서 배운 건축 재질이여서 금방 알아볼 수 있었다. 그래도 기지 대부분은 친환경적인 건축 자재를 사용하고 있었다.

다산기지에서 생활을 하며 나의 꿈에 대해 더욱 깊게 생각해 본 것 같았다. 연구원들의 생활과 연구 진행을 보며 어떤 일을 해야 나도 이렇게 행복하게 일을 할 수 있을 지에 대한 생각을 가장 많이 한 것 같다. 다른 사람들이 선호한다고 선택하거나 주변 사람들이 원하는 직업을 가지는 것은 절대로 행복할 수 없을 것 같다. 이번 기지 생활을 통해 나에 대해 깊게 생각하는 시간을 가질 수 있게 되었다. 또한 나보다 더 많은 지식을 갖고 있는 사람에게 배우는 방법을 배웠다. 기지에 오기 전에는 배운다는 것은 자존심 상하는 일이라고 생각했었다. 하지만 이번 기지 생활을 통해 배우는 것보다 값진 것은 없다는 것을 알게 되었다. 어떠한 지식을 배우고 그 지식을 나의 것으로 만드는 과정에서 배울 수 있는 것은 단순한 그 지식이 아닌 나에 대한 이해인 것 같다. 내가 알고 있는 것과 모르고 있는 것, 잘못 알고 있었던 지식을 다시 알 수 있기 때문이다.

다산주니어로서 경험했던 많은 것들은 평생 잊을 수 없을 것 같다. 짧은 기간이었지만 나에 대해 더욱 깊게 생각할 수 있는 시간이었다. 이러한 또 다른 좋은 기회가 다시 오기를 기대한다.



impression



“너무나 정들었던 북극생활”

배형기 대건고등학교 2학년

이제 막 익숙해졌는데 정들었던 다산기지와 기지촌을 떠나야 한다니 아쉬움이 컸다. 아침에 일어나면 항상 북극 바다와 해빙, 설산이 나를 반겨줬는데, 이제 그 풍경도 마지막이다. 나는 어느 집단과 어느 공간에서 같이 동고동락하면서 지내면 그 정이 생각이 나서 크게 아쉬워하는 성향이다. 그래서 선생님들께 이메일을 보내고, 나중에 극지연구소를 방문할 것이라고 하니 흔쾌히 허락해주셨다.

어린아이 같은 마음으로 비가 와서 비행기가 못 뜨게 되어 하루 더 기지에 체류하게 되었으면 좋겠다고 생각했지만, 하늘은 내게 더 성숙해지라는 듯 비행기가 뜨기에 문제없을 날씨를 선보였다. 다산기지로 들어갈 때는 우리 7명만 비행기를 이용했지만, 다산기지를 나갈 때에는 미리 와 계셨던 두 분의 연구원

들과 함께 다른 두 분의 외국 연구원들도 같이 경비행기에 올랐다. 탑승 후에도 경비행기가 바로 출발하지 않아서 잠시 눈을 감고 있었는데, 눈을 떠 보니 안개가 껴 뿐이고 하얀 하늘이 청밖으로 보였다. 나는 피곤하지 않다고 생각했는데, 피로가 몰려와 눈이 스르르 감겼다. 그렇게 단잠을 자고 룽이어비엔 공항에 도착했다.

시내 마트에서 기념품을 사고 노르웨이 음료와 과자, 젤리 등을 샀는데, 내가 생각했던 것보다 많이 비싸게 나와 당황했다. 노르웨이 물가가 비싸다고 하더니 정말 비쌌다. 총동 구매한 물품들을 챙겨 저녁을 먹으려 식당으로 갔는데, 분위기가 너무 좋았다. 영화 속 한 장면 같았다. 우리는 스테이크, 햄버거, 피자를 시켰는데, 스테이크가 너무 맛있었고, 피자의 치즈가 엄청 부드러웠다. 여기서 해란이의 룽이어비엔 소개를 듣고, 대화를 나누다가 중심가와 멀리 떨어진 숙소로 왔다. 중심가라고 해도 한적한 시골마을 같았지만, 그곳을 벗어나니 정말 산골짜기였다. 옛날에 석탄이 채굴되던 탄광을 멀리서 보며 숙소로 걸어갔다. 숙소는 탄광 옆에 있었는데 방에 들어가 보니 정말 광부들의 숙소같이 단순했다. 백야와 함께하는 기지 생활의 마지막 날이 너무나 아쉬웠다.

impression



“북극 연구원으로 다시 방문할 터”

최기영 경기북과학고등학교 1학년

마지막 날 우리는 3일간 머물렀던 흔적을 정리했다. 1층 실험실에서 진행했던 식물 표본 제작 및 해양 미세조류 표본 제작을 마무리하고 사용한 도구들을 정리하고 실험실 정리도 마무리했다. 또한 2층에서는 각자 짐을 챙기고 머물렀던 침대와 침구들을 정리하였다. 공동 사용공간은 모두가 힘을 합쳐 청소하였다. 그렇게 여유를 가지고 청소와 짐정리를 마무리하고 한 곳에 모아두고 마지막 점심식사를 했다.

경비행기를 타야할 시간이 가까워오자 떠나야한다는 것이 실감이 났다. 흔쾌히 인터뷰에 응해주신 박사님도 생각이 나고 네덜란드 기지 앞에서 만났던 ‘케일리’라는 개도 보고 싶고 잠시라도 더 머물고 싶었다. 기간이 짧았던 만큼 열심히 활동했지만 그만큼 아쉬움도 많이 남은 듯하다. 북극에서 박사님이 해주신 말

씀처럼 한국에 돌아가면 다시 일상에서 열심히 공부해서 꼭 연구원으로 박사님과 북극을 다시 보고 싶다. 북극 안녕~!!

세종과학기지 바톤반도 트레킹

남극에서 우리말 이름의 산봉우리를 걷다!

세종과학기지는 지금 막바지 추운 겨울을 보내고 있다. 필자는 이번 호에서 〈미래를 여는 극지인〉 애독자뿐만 아니라 앞으로 오게 될 제31차 월동대원들에게 유용한 정보를 제공하고자 세종과학기지 뒤쪽 바톤반도 일대 트레킹 코스 두 군데를 소개하고자 한다.

글 사진 · 이현수(세종과학기지 30차 월동연구대 중장비 대원)

사실 바톤반도에는 공식적으로 정해진 트레킹 코스가 없다. 대원들이 가는 곳이 곧 트레킹 코스가 된다. 트레킹 코스는 날씨 상황(안개, 풍속 등)에 따라서 정해지며 대략 짧게는 2시간에서 길게는 5시간 정도의 코스를 만들 수 있다.

백두봉, 세종봉 등이 주요 트레킹 코스

King조지섬 바톤반도에는 세종기지가 건설되기 전까지는 산봉우리에 이름이 없었다. 하지만 세종기지가 들어선 이후 한국에서 상징적인 지명들을 바톤반도 산봉우리에 명명하였다. 그래서 태어나게 된 봉우리들이 가장 높은 300m의 백두봉과 거의 비슷한 높이의 세종봉이다. 이후 고 전재규 대원을 기리는 의미의 전재규봉, 주변에서 화석이 많이 발견된다고 해서 불



여진 화석봉 등도 이름이 생겨났다. 또한 고구려, 백제, 신라, 가야봉 등도 있다.

바톤반도 트레킹은 주로 주말을 이용해서 간다. 주중에는





1 백두봉 정상에 오른
세종과학기지 대원들.
2 트레킹 도중 포터코브 해변에서
고래뼈를 의자삼아 휴식을
취하는 대원들.
아래 세종봉에서 바라본
세종과학기지와 마리안소만 전경.

2

대원들 각자 해야 할 일들이 많기 때문에 가는 일이 거의 없다. 월동대원들만 남아 있게 되는 월동기간(4월~11월)에는 대원들의 심리상태를 고려하여 체육활동을 실시하기도 하지만, 그중 단 한번 세종봉 일대로 스키와 눈썰매 등 겨울 스포츠를 즐기려 간 적이 있을 뿐이다. 그렇기 때문에 대부분의 트레킹은 주말에 나선다. 하지만 변덕스러운 날씨와 당직 근무 등으로 인해 자주 가지는 못하고, 보통 월 평균 1회 정도 가곤 한다.

다행히 이번 차대에는 운동을 좋아하는 대원들이 많다. 그래서 주중에는 주로 일과 시간 이후에 체력단련실에서 운동을 하는데 트레킹에 나서는 대원들도 주로 운동을 즐겨하는 대원들이 대부분이다. 나이가 어린 연구반 대원들이나 많은 활동량을 보여주는 유지반 대원들이 주를 이룬다. 아무래도 체력

단련실이 실내에 있다 보니 답답함을 느끼는 경우가 많기 때문이다. 트레킹을 통해서 시원한 공기를 마시고 조망을 즐기다 보면 스트레스가 절로 해소된다.

세종봉 정상에서 먹은 라면 맛 잊을 수 없어

바톤반도 트레킹 중에는 남극의 자연환경 보호 때문에 취사를 할 수 없다. 그렇기 때문에 주로 컵라면이나 간식들을 많이 챙겨간다. 특히 하계연구대원들과 함께 세종봉 정상에서 먹었던라면 맛은 한국에 복귀해서도 영원히 기억에 남을 듯하다.

또한 세종기지 주변에는 중국, 칠레, 러시아, 우루과이, 아르헨티나 등 5개국 6개의 기지가 있다. 그중에서 세종기지와 중국기지는 과학연구를 목적으로 건설된 기지이며 칠레, 우루과





1



2



3

1 트레킹 도중 펭귄마을에서 만난 펭귄들. 모두가 등산 왕이다.

2 포터코브 해변의 해표.

3 마리안소만을 향해 빙하저대를 내려서는 대원들. 동계에는 이곳에서 스키를 탄다.

4 세종봉 정상에 올라 즐거워하는 대원들. 뒤로 마리안소만이 내려다 보인다.

이, 아르헨티나의 기지는 군인들도 상주하고 있다. 바톤반도의 산봉우리에 오르면 주변 기지가 보이기도 한다.

특히 트레킹 중에는 남극도둑갈매기를 많이 만난다. 남극도둑갈매기는 번식기가 되면 남다른 모성애로 주변에 다른 생물체가 접근하면 어느 때보다도 날카로운 성격을 자랑한다. 남극의 지형에 맞게 보호색을 띠고 있어서 미처 발견하지 못하는 경우가 많은데, 본의 아니게 트레킹 중에 동지를 지나가게 되는 상황이 여러 차례 발생할 때마다 우리에게 위협을 가하기 위해 큰소리를 지르며 달려들 때는 깜짝깜짝 놀라곤 한다.

트레킹 도중 남극물개 만나 서로 놀라기도

더군다나 바톤반도의 산을 넘다보면 남극 지형의 특징상 눈으로 덮여있는 경우가 많다. 특히 해안가에 눈이 내려 언덕이 생기면 거리를 가늠하기 힘들고 언덕 뒤편에는 무엇이 있는지 알 수 없는 경우가 있다. 한번은 눈으로 된 언덕 뒤편에 바위인 줄 착각하고 다가갔는데, 남극물개가 누워있어서 서로 놀란 웃지 못 할 해프닝도 있었다.

트레킹 도중 안타까운 상황도 있었다. 세종기지 근처에는 남극특별보호구역으로 펭귄마을이 있다. 기지에 들어온 지 얼

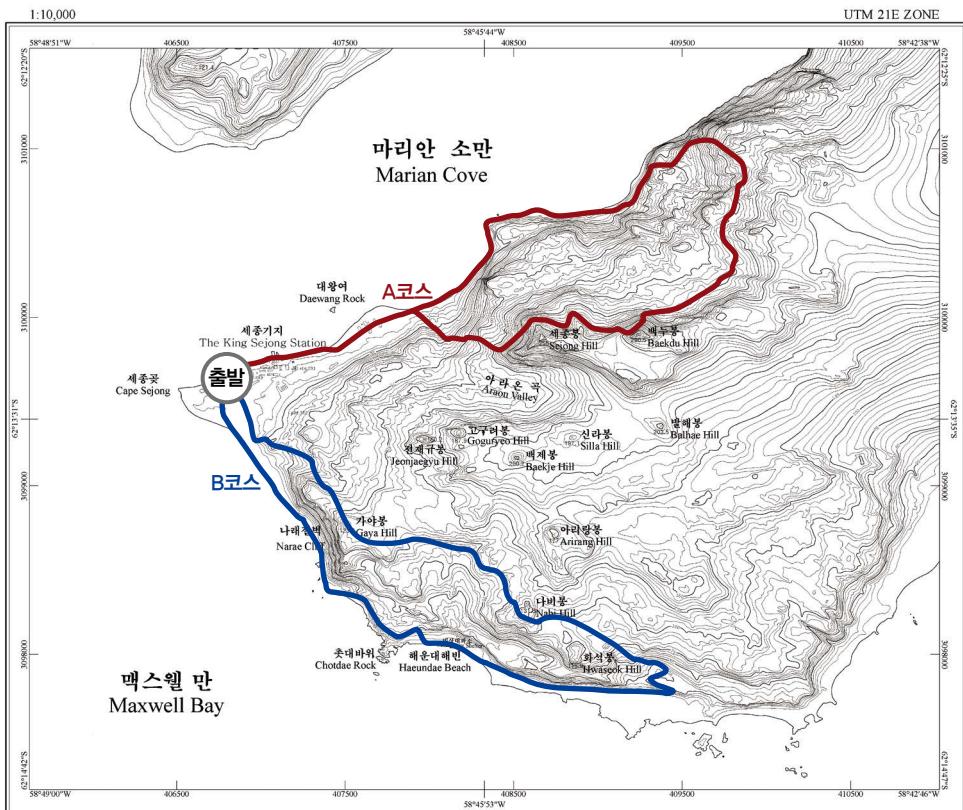
마 안 된 2월초, 한창 펭귄들이 펭귄마을에서 새끼펭귄들을 키우고 있을 시기에 남극도둑갈매기들이 펭귄 알을 훔쳐가거나 남방큰풀마갈매기들이 펭귄새끼들을 잡아먹기 위해 집요하게 공격을 하는데 남극의 자연생태계를 위해서 그저 지켜보고만 있을 수밖에 없었을 땐 정말 마음이 아팠다.

남극은 하계-동계가 나뉘어져 있지만, 국내 날씨로 생각해보자면 항상 겨울이기 때문에 트레킹 출발 전에 여러 가지 준비물이나 안전장구의 착용이 정말 중요하다. 멋진 설경을 위해서는 항상 먼저 준비하는 자세가 필요하다. ☺



4

바톤반도 트레킹 코스



마리안 빙벽 _ 총 8km, 4시간 소요

세종기지 출발→아라온곡→세종봉→백두봉→마리안 빙벽→마리안 소만→해변 따라 기지 복귀

바튼반도에서 제일 높은 세종봉과 백두봉에서 기지 쪽을 바라보아 멋진 조망을 할 수 있고 무엇보다 마리안 빙벽을 최대한 가까이서 볼 수 있는 코스이다. 특히 마리안 빙벽은 날씨에 따라 여러 가지 다양한 모습을 볼 수 있는 매력이 있다. A코스에서 유의할 점은 마리안 소만에서 해안선을 따라 기지 복귀하는 코스인데, 만조 시에는 해안으로 복귀가 불가능하기 때문에 간조 시간을 확인하여 트레킹 시간을 조절하는 것이 중요하다.

펭귄마을 _ 총 8km, 4시간 소요

세종기지 출발→가야봉→나비봉→화석봉→해표마을→펭귄마을→해변 따라 기지 복귀

화석봉에서 운이 좋으면 수정이나 화석을 발견할 수도 있고, 해표마을에서 여러 종의 해표들을 볼 수 있다. 해안선을 따라 복귀하면 도중에 약 5,000쌍의 젠투펭귄과 턱끈펭귄을 볼 수 있는 펭귄마을이 나온다. B코스는 난이도가 그리 높지 않아서 날씨만 크게 나쁘지 않으면 누구라도 가볍게 다녀올 수 있는 무난한 코스이다. 코스 중간에 고래뼈의 흔적도 있고, 해표나 펭귄 외 남극 조류 등 다양한 생물을 직접 볼 수 있는 재미가 있다. 가야봉은 생물대원의 토양시료 채취를 위해서 자주 가는 곳이다.

오로라 천국 장보고과학기지

오로라와 함께한 ‘한겨울 밤의 꿈’

글 사진 · 권도윤(장보고과학기지 제4차 월동연구대 통신대원)

왼쪽 남극 장보고과학기지의
하얀 빙하와 어우러진
오로라. 이 환상적인
오로리의 장관은 태양에서
방출된 플라스마 입자가
지구의 자기장에 이끌려
대기로 진입하면서 공기
입자와 충돌하여 만들어
내는 현상이다.
오른쪽 오로라와
은하수가 밤하늘을 수놓은
장보고과학기지.

장보고과학기지 제4차 월동대원으로 선발되고 가장 기대를 가졌던 부분은 말로만 들어온 오로라를 직접 볼 수 있다는 것이었다. 그 전에 오로라를 본 적이 없었기에 더욱 기대를 가졌는지도 모른다. 하지만 막상 기지에 도착하니 업무에 적응하느라 오로라는 신경쓸 틈이 없었다. 백야 기간이라 이따금 하늘을 올려보아도 항상 밝을 뿐이었다. 다만 하늘에는 해가 지지 않는 백야 현상, 블리자드나 환일현상, 강한 바람을 예고하는 렌즈운 등 한국에서 보기 힘든 남극만의 기상현상이 매번 신기하게 다가왔다.

희미한 녹색 안개처럼 출몰한 오로라

시간이 지나 기지에는 월동대원 17명만 남겨졌고, 조금씩 밤이 나타나기 시작하면서 ‘밤이 더 길어지고, 극야가 도래하면 언젠가는 오로라도 보이겠지. 월동 중 한두 번은 제대로 볼 수 있지 않을까?’라고 기대하였다.

춘분이 막 지난 3월 22일. 어느덧 낮보다 밤이 더 길어졌고, 왼쪽이 웁푹 패인 손톱같은 달이 유독 노랗게 보였다.

‘한국과 반대로 차고 가우니 이건 그믐달이겠구나’

달을 바라보고 있는데 동북쪽 하늘에 회색 무언가가 아주 희미하게 보였다.

저건 뭐지? 구름은 아닌 것 같은데?

회색 구름인줄 알았지만 잘 보니 구름과는 조금 달랐다. 그나마도 눈이 한참 암적응이 되었기 때문에 보이는 희미한 무언가였다. 운량계 역시 시정이 트여있고 구름이 없음을 보여주고 있었다. 혹시나 해서 카메라 노출을 길게 해 찍어보니 초록색 안개 같은 게 끼어 있는 게 아닌가?

‘아, 이게 말로만 듣던 오로라구나’

처음 본 오로라는 말 그대로 녹색 안개 정도일 뿐이었다. 카메라 뷰파인더로는 아무것도 보이지 않아 초점을 맞출 수 없었고, 희미한 오로라가 넓게 퍼져 있는데다 달이 밝아서 멋지다고 말할 수 있는 사진도 아니었다.



그래도 장보고기지에 새로운 구경거리가 생겨서인지, 아니면 '제대로' 된 오로라를 볼수 있을 것이라는 희망 때문인지 밤마다 통신실 4층 테라스에서 보내는 시간이 길어졌다. 다른 대원들도 소식을 듣고 하나 둘 모여 들었지만 대부분 실망한 채 돌아섰다.

야간 타임 랩스 촬영으로 오로라 포착

오로라(로 추정되는 안개)는 어떤 날은 전혀 보이지 않았다. 우주과학 대원의 도움을 받아 관련 내용을 알아보니, 오로라는 태양 활동에 밀접한 영향을 받으며, 그에 따라 강도도 달라진다는 것이다. 구체적으로 살펴보면 태양 흑점에서 양성자와 전자 등으로 이루어진 대전입자(태양풍, Solar Wind)가 방출되는데, 이는 지구의 자기장에 가로막혀 흘어져 버린다. 하지만, 극지방에서는 지구 자기권에 끌려 붙잡혀 들어오는데, 대전입자들이 지구 자기장을 따라 지구 대기로 하강한다. 유입된 대전입자들은 고도 100~500km 상공에서 대기와 충돌하고 대기를 이온화하면서 빛(적외선, 가시광선, 자외선)을 방출하며, 이 중 가시광선을 사람이 직접 보는 것이다. 오로라는 특히 공기밀도가 희박한 80~160km 상공에서 주로 발생하며, 그 색상은 발생 고도에 따라 달라지는 대기 중 원소의 종류에 따라 적색, 녹색, 보라색으로 나타난다고 한다.

오로라는 특히 오로라대(Aurora Oval)라고 불리는 고위도(60~80도) 지방에서 많이 발생하며 태양 활동이 강할 때는 저위도까지 내려오기도 하지만, 평균적으로 지자기 위도(MLAT) 76도 부근에서 많이 발생한다고 한다. 장보고과학기지는 남위 74.6도에 위치하며 지자기 위도로는 남위 77.2도이다. 즉 오로라를 가장 보기 좋은 위치라고 할 수 있다. 하지만, 눈으로 보기에는 좀처럼 희색의 뿐연 인개일 뿐이었다.

밤은 더욱 깊어갔고 기온도 점점 떨어졌다. 습관처럼 하늘을 바라보는데 어느 날 정말로 오로라가 보이기 시작했다. 처음으로 오로라임을 제대로 인지할 수 있었던 순간이었다. 하늘 위에 녹색 빛이 춤을 추는 듯 일렁거렸다. 고정된 형태는 없었고 변화 속도도 제법 빠르다. 멍하니 바라보고 있다가, 뒤늦게 카메라를 떠올리고, 촬영을 시도해 보니 이미 강도가 약해진 후였다. 하루에도 아니, 수 분 사이에 강해졌다 때로는 약해졌다 한다. 이때부터 타임랩스 촬영을 시도해 보았다. 초점은 수동으로, 가장 밝은 별에 맞추고 찍는다. 오로라가 전혀 없을 것 같은 날에도, 자고 일어나 보면, 가득 차버린 카메라 메모리에는 선명한 오로라가 담겨 있었다. 색상도 처음에는 녹색 일변도였으나 점차 붉은 빛이 일기 시작했다.

- 1 장보고과학기지
밤하늘을 밝게 밝힌
남극의 별과 오로라.
- 2 장보고과학기지
월동대원들.
- 3 오로라가
장보고과학기지를
강렬한 기세로 뒤덮고
있다.



극야 기간 중 오로라는 강도차이가 있을 뿐 거의 매일같이 나타났다. 경험상 지자기 강도를 나타내는 KP index 4이상만 되어도 제법 긴 시간동안 강한 오로라를 볼 수 있었다. 겨우내 오로라를 살펴본 결과, 오로라는 동북쪽 하늘에서 가장 많이 보였으며, 월광이 적고, 블리자드가 불지 않으며, 구름이 없어 시정이 20km 이상 나올 때 가장 보기 좋았다. 물론 오로라가 센 날에는 아침 무렵 남쪽 하늘에서 관측될 때도 있었다.



2

극야 기간 중 매일 오로라 관찰

그러나 사진촬영에 좋은 조건을 맞출 수 있는 날은 생각보다 많지 않았다. 여기에 날이 더 추워지자 카메라가 버티지 못할 정도였고, 7월 중순 달빛이 없는 무월광기에는 오로라가 발한 빛만으로 해빙이 인지될 만큼 강해졌다. 이때가 절정이었으며 밤이 점점 짧아짐에 따라 9월 무월광기 이후에는 더 이상 오로라를 볼 수 없었다.

다시 돌아온 백야. 주위를 돌려보면 밤은 흔적조차 찾을 수 없다. 게다가 출남극 준비로 정신없이 보내다 보니, 불과 두어 달 전이었던 겨울밤은 언제였는지 기물가물하다. 장보고의 겨울밤을 화려하게 수놓았던 오로라는 말 그대로 ‘한겨울밤의 꿈’이 되어 사라져버렸다. 너무나 짧았던 겨울, 한국으로 돌아가 새로운 겨울밤을 맞으면, 오로라보다 더욱 강렬한 네온사인을 보게 될 것이다.(네온사인의 원리는 오로라와 비슷하다) 그 때, 하늘을 올려다본다면 아마 머릿속에서 또 다시 떠오를 것이다. 희미했기에 더욱 아름다웠던 천상의 네온사인이……. ●



3

‘초록’ 가득한 눈과 얼음의 나라에서 보내기

글 사진 · 김인숙(여행 작가, 그린란드 대학교 북서유럽학 사회과학 석사과정)



1 그린란드의 여름을 노랗게 물들인
유채꽃을 닮은 메도우 버터컵(Meadow
buttercup).
2 빙하가 떠다니는 남그린란드
나르삭(Narsaq)의 여름 바다.
3 가을의 벼새가 나기 시작한 8월 중순
스톨 말리나 산 초입에서 그린란드
크로우 베리를 따기도 했다.



2

3



1

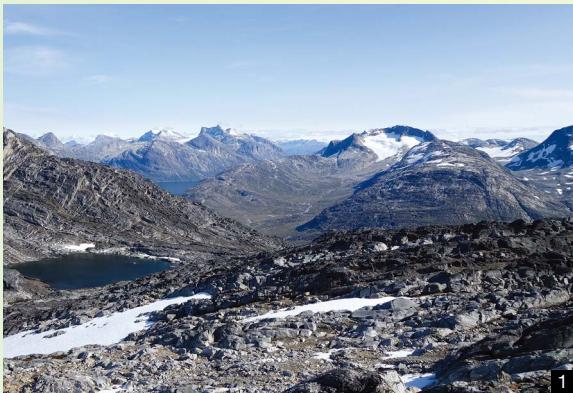
그린란드, 영토의 80퍼센트 이상이 얼음으로 덮여있는 이누이트들의 땅. 새하얀 눈과 빙하를 배경으로 한 일록달록한 색의 장난감 같은 집들. 이는 지금까지 우리가 알고 있는 그린란드의 모습이다.

하지만 필자가 여행으로 처음 방문한 2010년의 그린란드는 8월 초, 즉 여름이었다. 그렇다. 그린란드에도 우리가 보통 상상하는 그런 초록 여름의 모습이 있다. 초록 풀로 뒤덮인 들판과 그 사이사이에 꽃이 핀 그런 여름. 내가 가지고 있던 하얀색의 그린란드 이미지를 완전히 뒤엎는 모습이었다. ‘이야 그야말로 ‘그린’란드구나’ 하고 느꼈다.

여름이면 그린란드 산에 올라 자유 만끽

그런 초록의 그린란드에서 여름에만 가능한 일이 있는데, 바로 하이킹과 등산이다. 여름에 그린란드를 방문하는 관광객들이 가장 많이 하는 활동 중 하나이기도 하다. 내가 살고 있는 누크에는 스토 말리나(Store Malene, Store 덴마크어로 ‘큰’), 릴르 말리나(Lille Malene, Lille 덴마크 어로 ‘작은’)라고 불리는 산이 있는데, 당일치기로 다녀오기 좋은 하이킹 코스일 뿐만 아니라, 정상에 오르면 도시를 한눈에 조망하기 좋아 누크에 산다면 한번쯤은 올라갈만한 산이다.

누크에서 생활한 지 2년이 넘었지만, 항상 ‘언제든지 갈 기회가 있겠지’라고 생각하고 미루고 미루다 한 번도 가 본 적이 없었다. 이렇게 미루다가는 평생 못 갈 것 같은 생각이 들어 이번에 친구가 함께 가자고 했을 때 큰 맘 먹고 같이 올라가 보기로 했다. 기왕이면 ‘작은’ 말리나가 아닌 통 크게 ‘큰’ 말리나로 등산을 가보기로 했다. 다행히도 같이 올라간 친구는 스토 말리나를 몇 번 올라가 본 경험이 있는 친구였다. 산에 오르기 쉽게 표시된 주황색의 페인트가 칠해진 점을 따라가기만 하면 되지만 그래도 경험이 있는 친구를 따라가는 것과 나 혼자 오렌지 색 점을 따라가는 것에는 차이가 있었다. 지나고 나면 다 쉽게 느껴진다는 말이 있듯이 이렇게 이미 다 다녀와서 글은 쓰고 있자니 별 것 아닌 것



처럼 보일지도 모르겠지만, 정상에 오르기까지 중간에 포기 할 수도 없고 정말 힘들었다. 다행히 날씨는 좋았지만, 잘 뒤여진 길이 아닌 가파른 바위산을 오르는 등산이었고, 오르면 오를수록 눈과 얼음이 있었기에 이 또한 큰 도전이었다. 그래도 한국에서 산 정상까지 올라가본 적이 몇 번 있고, 오를 땐 힘들지만 다 오르고 나서 정상에서 맛보는 그 희열감을 알기에 반드시 오르고 말겠다고 다짐했고 드디어 3시간 만에 정상에 도달했다.

누크의 거의 모든 주택들이 해안가에 있다는 걸 생각하면 해발 0미터에서 등산을 시작한 것이다. 종종 스톤 밀리나 산 정상 지점인 해발 775미터에 오르면 현지 사람들이 하는 행동이 있다. 바로 자유를 만끽하는 일인데, 나 역시도 약간의 자유를 만끽해봤다. 다 내려온 후에 내가 지나온 길을 보고, 또 산을 올려다보고 어떻게 저길 올라갔다 왔지 싶었다.

주말이나 휴가 때면 바다표범이나 순록 사냥

산에 오르는 길에도 보았지만 역시 내려오는 길에도 산의 초입에서 무언가 채취하고 있는 사람들을 발견할 수 있었다. 사람들은 무엇을 하고 있었던 것 일까. 그 물음에 대한 답은 생각보다 금방 나왔다. 그린란드 사람들은 전통적으로 사냥을 하고 채취를 해서 식량을 구하곤 했는데 이는 부분적으로 지금까지도 이어지고 있다. 그린란드를 둘러싼 바다에서 1년 내내 잡을 수 있는 바다표범을 비롯하여 매년 8월 1일 사냥철이 시작되면 잡을 수 있는 순록까지. 현대적인 사무실에 앉아 컴퓨터 자판을 두드

리며 일하는 그린란드 사람들이 주말이나 휴가를 맞이하면 사냥총을 들고 밖으로 나가는데, 이 시기에 SNS에 올라오는 그린란드 친구들의 사진을 보는 재미가 쏠쏠하다.

거대한 순록을 잡아, 등이고 머리에 인 모습은 가히 인상적이다. 여자들도 사냥을 나가지만 전통적으로 남자들이 사냥에 나가고 여자들은 조금 체력적으로 힘이 덜 드는 일을 한다. 이를테면, 산이나 들에서 그린란드 크로우 베리를 따는 일.

이미 가을의 냄새가 나기 시작한 8월 중순이 지난 어느 날. 나도 그린란드스러운 일을 해보기로 했다. 등산을 시작했던 산 초입으로 그린란드 크로우 베리를 따라 가기로 한 것이다. 처음에 크로우 베리가 한 곳에 많이 모여 있는 그 완벽한 지점을 찾기 힘들지만 한번 찾기만 하면 그냥 한 곳에 내내 앉아서 손가락만 움직여주면 된다. 그렇게 딴 크로우 베리가 1킬로그램이나 되었다. 이 곳 사람들은 보통 크로우 베리를 케이크이나 빵의 재료로 사용한다. 평소에 이곳 그린란드에서도 주구장창 한식만 만들어 먹는 나이기에, 딴 크로우 베리는 모두 친구에게 주었고, 친구 동생의 생일날 맛있는 케이크의 크림 위에 크로우 베리가 얹어졌다.

그리고 2017년 8월 말, 내가 사는 누크에는 예년보다 첫눈이 빨리 찾아왔다. 이렇게 초록색의 여름이 지난 후에는 우리가 생각하는 새하얀 눈과 얼음의 그린란드가 다시 찾아오는 것이다. 새하얀 눈으로 뒤덮인 알록달록한 집들, 그 앞에 펼쳐진 바다 위의 빙하들. 그렇게 겨울이 찾아오면 비록 낮 시간은 짧아지지만 그만큼 하늘의 오로라 공연을 볼 수 있는 시간은 길어진다.



3



4

초록빛 오로라의 나라 '그린란드'

사람은 흔히 적응의 동물이라고 한다. 나 또한 지구 반대편에 위치한 낯설지만 아름다운 그린란드에 점점 적응이 되어 간다. 온지 얼마 안됐을 때였다. 학교가 끝나고 집으로 돌아오는 길에 하늘에 오로라가 있어서 옆에 같이 걷고 있던 그린란드 친구에게 “우와 저거 봐! 진짜 예쁘다!”라고 했더니, 본인은 평생 봐온 거리면서 특별히 감동하지 않는 것이었다. 나도 이 곳에 더 오래 살면 그 아름다움에 익숙해져 겠지 싶었다. 이렇게 그린란드에 있다 보면 겨울밤에 오로라 보는 일은 흔한 일이 되어 버린다.

이 날도 학교에서 집으로 돌아오는 길에 밤하늘을 올려다보니 어김없이 오로라가 찾아온 것을 볼 수 있었다. 등에 메고 있

던 가방에 들어있는 카메라를 꺼내기가 귀찮기도 했지만 무엇보다 너무 추웠다. 그렇게 나는 오로라 사진을 찍지 않은 채 집으로 향했다. ‘오로라, 내일도 있을 거야. 내일 찍으면 되지.’라는 생각이 들었던 것이다. 환경에 적응하는 것은 그렇게 무서운 일이다. 하지만 항상 같은 모습의 오로라는 없다. 그리고 오로라는 언제나 아름답다는 사실에도 변함이 없다. 하늘의 오로라 또한 초록빛을 띤다. 그렇게 그린란드는 1년 내내 초록색을 보이는 것이다. 그래서 ‘그린’란드라는 이름이 붙여졌나 하고 혼자 생각해본다. 글을 쓰고 있는 이 순간에도 밤하늘에는 초록빛 오로라가 춤을 추고 있다. 북풍이 부는 지금, 그린란드는 그렇게 이미 한겨울에 들어섰다. ●

1 여름임에도 아직 눈이 녹지 않은 스틀
말리나 산의 아름다운 풍광.

2 그린란드 누크 전체가 보이는
스틀 말리나 산 정상(775m). 이곳 주민들은
산 정상에 오르면 습관적으로 웃통을 벗고
일광욕을 만끽하곤 한다.

3 8월 말이면 찾아오는 눈과 얼음의 나라
그린란드의 전형적인 모습.

4 새하얀 눈으로 뒤덮인 알록달록한
집들과 그 앞에 펼쳐진 바다 위의 빙하들.

5 겨울이 찾아오면 어느 때고 하늘에
오로라 공연이 펼쳐진다.



5

도전! 남극기지 월동대원



무인도를 갈망했던 소년… 장보고기지 월동대원이 되다

현재 우리나라 남극기지에는 각각 17명으로 구성된 제31차 세종과학기지 월동대와 제5차 장보고과학기지 월동대가 파견돼 있다. 이들은 매년 초 각 분야별로 모집공고를 거쳐 선발되며, 극한의 환경에 대처하기 위한 해상생존, 조난대처법 등의 극지적응훈련을 마치면 발대식 후 남극기지에 파견된다. 이번에 장보고기지 월동연구대에 지원, 어릴 적부터 품었던 월동대원의 꿈을 이룬 박상훈 해양연구 대원의 도전기를 싣는다.

글·박상훈(제5차 장보고과학기지 월동연구대 해양연구 대원)

엄청난 긴장 속에서 준비된 모든 것들을 면접관들께 보여드리지는 못했지만 다행히 준비된 절실함과 ‘할 수 있다’라는 자신감만큼은 면접관 분들께 전달된 것 같아 최종합격이라는 결과를 받을 수 있었다. 무인도를 갈망하던 어린 아이가 심었던 씨앗이 월동대라는 꽃으로 피었다.

내 꿈의 첫 씨앗은 ‘로빈슨 크루소’라는 소설에서 시작되었던 것이다. 영국의 한 상인이 어느 날 무인도에 혼자 표류를 하게 되고, 그곳에서 버티며 살아가는 모습들을 읽으면서 왜인지 모를 설렘을 느끼게 될 것일까. 비록 어린 학생이었지만 바다 한 가운데 있는 ‘무인도’에 대한 작은 갈망이 생겼고, 학창 시절을 보내면서 점점 더 꿈을 키워나갔다.

남극을 꿈꾸며 해양학을 전공하다

고등학교에 진학 후 지구에서 가장 극한 지역이자, 가장 청정한 ‘남극’에 관해 자세히 알게 됐을 때 다시 비슷한 설렘을 느낄 수 있었다. 한 여름에는 태양이 지평선 아래로 내려가지 않아 수개월 동안 낮이 계속되고, 한 겨울에는 반대로 태양이 뜨지 않아 수개월 동안 밤이 계속 된다는 믿기 힘들었던 말부터 사람이 살 수 있는 곳이 아니기 때문에 오염되지 않아 지구에서 가장 청정한 지역이라는 것은, 어렸을 때 갈망한 무인도 그 이상의 엄청난 설렘으로 다가왔다.

하지만 단순히 남극에 한 번 가보고 싶다는 것은 아니었다. 발도장만 찍고 오는 것이 아닌 남극에서 내가 할 수 있는 일들과 하고 싶은 일들을 찾아보며 내 인생에서 남극을



1



2

가장 중요한 곳으로 만들고 싶었다. 그러는 중 현재 지구에서 가장 심각한 문제인 지구온난화와 이상기후 변화 등의 영향을 가장 잘 나타내 주는 남극 해양의 특성에 대한 연구에 관심을 가지게 되었고, 마침내 해양학자라는 꿈을 갖게 되었다.

다른 친구들이 진로 탐색과 대학 진학에 많은 어려움을 겪고 있을 때에도 빙하가 둘러싸인 남극에서 연구하고 있는 미래의 모습을 상상하며 더욱 꿈을 키웠다. 그리고 내 꿈의



3



4

위 제5차 장보고과학기지 월동연구대에 선발된 대원 17명이 지난 9월 18일 한국해양수산연수원에서 남극의 극한 환경에 필요한 해상생존, 응급처치, 조난대처법 등 극지적응훈련을 받고 있다. 1 심폐소생술 교육, 2 화재진압 훈련, 3 해상탈출 훈련, 4 해상안전 훈련.

왼쪽 남극 장보고과학기지에 무사히 도착한 제5차 월동연구대원들. 맨 앞줄 오른쪽에서 두 번째가 유규철 월동대장, 맨 윗줄 오른쪽에서 네 번째가 필자 박상훈 대원.



1



2

- 1 제5차 장보고과학기지 월동대의 극지적응훈련(유류방제 교육).
2 장보고과학기지에서 월동연구대원으로서 근무하며 해양실험 중인 필자.
3 지난 10월 18일 극지연구소에서 개최된 남극과학기지 월동연구대 학동
발대식. 이들은 각각 세종과학기지와 장보고과학기지로 파견돼 기지에서
1년간 상주하며 연구 활동과 기지 운영을 하게 된다.

첫 계단이라고 할 수 있는 해양학과에 진학할 수 있었다. 하지만 주변에서는 미래가 불투명하니 차라리 안정적인 직업을 가질 수 있는 공과대학 진학을 추천하는 등 내 미래에 대해 밝게만 생각하지 않았다. 사실 이 때만 해도 남극을 가기 위해서 해양학과에 진학을 하였다고 주위 사람들에게 말을 하면 “네가 무슨 남극이냐”, “남극 무슨 아무나 갈 수 있는지 아냐?”라는 식의 허황된 꿈이라는 말도 많이 들었기 때문이다.

해양학과에 진학 후 지구온난화에 대한 해양의 역할, 극지의 중요성과 역할 등에 대해 공부할 수 있었다. 심각한 변화를 맞이한 지구 환경 때문에 집중적인 주목을 받게 된 극지 환경의 변화들을 공부하고 알아가는 것들은 너무나도 재미있었다. 학부를 졸업 후 좀 더 심화된 과정을 배우기 위해 대학원 진학 준비 등 꿈을 위해 한걸음씩 다가가고 있

던 차에 마침 직접 극지에 가볼 수 있는 기회가 왔는데, 바로 극지 월동 연구대 모집공고였다. 극지연구소 홈페이지에 공지된 모집공고를 읽고 있을 뿐인데 합격 발표를 기다리는 것 마냥 떨렸다.

장보고과학기지 월동대 지원, 설렘 그리고 최종 합격

바로 대학원 진학 준비를 미루고 월동대 지원서를 쓰기 시작하였다. 지원동기, 해양 분야 전문성 확보를 위한 노력 및 성과, 극지에 대한 관심과 이해, 월동대 기간 동안의 목표 및 각오 등을 써내려가는 데는 많은 시간이 걸리지 않았다. 직접적으로 남극의 환경 변화나 생태계의 변화들을 관찰하고 경험하며 큰 동기부여를 받을 수 있을 뿐만 아니라 남극에 관심 있는 다양한 분야의 전문가 분들과 교류할 수 있는 아주 소중한 기회임을 알고, 항상 동경하며 준비하고 있었기 때문에 지원서 작성은 어렵지 않게 완성하였다.

남극의 두 기지 중 장보고과학기지가 내 일순위 선택이었는데, 장보고기지 주변의 로스해 테라노바만은 기후와 해양의 변화에 굉장히 민감하며 해양에서는 봄과 여름에 식물 플랑크톤의 엄청난 번성이 일어나는 높은 생산력을 가진 바다이다. 그리고 심층수 형성과 전 지구 기후변화의 결과 가장 빠르게 염분농도가 낮아지는 해역으로 기후변화 연구에 아주 중요한 해역으로 내 연구 관심 지역으로 적합했다.

절실히 지원서에 드러났던 것일까 운이 좋게도 서류 전형 합격 후 면접이 기다리고 있었다. 첫 직장면접 일뿐만 아니라 꿈에 다가설 수 있는 첫 걸음을 시작할 수 있다는 설렘과 기쁨 때문에 면접 날 부산에서 극지연구소로 올라갈 때 마냥 행복했다. 비록 최종 합격을 하지 못하더라도 나는 꿈을 위해 실행하고 있는 사람이며 나의 꿈은 절대 허황된 것이 아니다라는 말을 스스로에게 해줄 수 있기에 중압감을 조금이나마 덜 수 있었다.

엄청난 긴장 속에서 준비된 모든 것들을 면접관들께 보여 드리지는 못했지만 다행히 준비된 절실히 ‘할 수 있다’라는 자신감만큼은 면접관 분들께 전달된 것 같아 최종합격이라는 결과를 받을 수 있었다. 무인도를 갈망하던 어린 아기가 심었던 씨앗이 월동대라는 꽃으로 피었다.

9월 2일 17명의 장보고 과학기지 5차 월동대원들과의 첫



3

만남 후 9월 18일 극지적응훈련 참가를 위해 부산에서 17명의 월동대원들은 다시 뭉쳤다. 극지라는 단어에서 알 수 있듯 장보고 과학기지는 아주 추운 곳들 중 하나이기 때문에 인간의 일상적인 생활이 굉장히 어려운 곳으로 알고 있었다. 그 곳에선 굉장히 추위와 위험한 주변 환경들로 인해 항상 안전에 주의를 기울이며 생활하는 것이 기본이다.

또한 장보고 과학기지와 접해있는 타국 기지인 이탈리아 기지 외에는 너무 멀기 때문에 우리 월동대원들은 1년이라는 시간을 오직 월동대원끼리만 보내야 한다. 입남극을 한 달 정도 남겨두고 모든 월동대원들의 극지적응훈련은 남극의 월동 준비를 위한 첫걸음이었다.

17명의 대원들과 함께 극지적응훈련 마치고 남극 파견

9월 18일부터 22일까지 부산 한국해양수산연수원에서 진행된 극지적응훈련의 첫 수업은 육상안전훈련이었다. 야외 활동 수칙, GPS 사용, 무전기 사용, 육상생존용품 등에 대한 설명과 실제 사용법을 익힐 수 있었다. 그리고 오후에는 해양환경교육원으로 이동 후 유류방재훈련도 하였다. 만일의 유류 사고 발생 시 대처에 대한 훈련으로 유류방재 도구

와 장비들의 기능과 사용법에 대한 것을 배울 수 있었다. 둘째 날 오전에는 기초소화훈련을 하였는데 소화기의 사용법, 암막이 쳐진 건물 내부에서 갑각으로만 탈출하기 등을 하였고, 오후에는 응급처치훈련으로 심폐소생술, 심장자동충격기 사용법, 응급상황의 대처 방법 등을 배웠다. 셋째 날에는 심화소화훈련으로 실제 방화복, 공기통을 착용하여 소화전을 이용한 화재 진압 훈련을 하였으며 넷째 날에는 해상생존훈련으로 구명정을 이용한 선박탈출훈련, 생존 수영훈련 등을 통해 해상에서 발생할 수 있는 사고들에 대한 대처법을 익힐 수 있었다.

그리고 마지막 날 극지의료현황 및 질병예방에 대한 강연을 통해 과거 일어났었던 사고들과 미래에 일어날 수 있는 사고 등에 대해 알아가며 극지 생활에서 주의할 점들을 다시 한 번 상기할 수 있었다.

5일 동안의 극지적응훈련을 전원이 무사히 마친 후, 개개인의 월동 준비를 마무리하였다. 그리고 우리 제5차 남극 장보고과학기지 월동연구대는 11월 18일 극지연구소에서 세종기지 월동대와 합동 발대식을 가진 후 25일 남극의 장보고 기지를 향해서 장도에 올랐다. ●

2017 아틱 서클 어셈블리

하나의 북극을 위한

ARCTIC CIRCLE

전 세계인들의 축제!

글 · 김인숙(여행작가, 그린란드 대학교 북서유럽학 사회과학 석사과정) 사진 · 아틱 서클 어셈블리





1

- 1 지난 10월 13~15일에 아이슬란드에서 개최된 2017 아틱 서클 어셈블리. 북극 최대 규모의 컨퍼런스로 올해 50여 개 국에서 2,000여 명이 참가했다.
- 2 20년간 아이슬란드 대통령을 했던 아틱 서클 어셈블리 의장인 올라푸르 라그나르 그림讪(오른쪽)과 스코틀랜드 첫 총리인 니콜라 스톤전.



2

아틱 서클 어셈블리(Arctic Circle Assembly)는 북극에 관련된 이슈에 대해 다루는 최대 규모의 컨퍼런스로 2013년 이래 매년 아이슬란드 레이캬비크에서 개최되고 있다. 아이슬란드 국민들로부터 많은 사랑을 받아 1996년부터 2016년까지 5번 연임을 하며 20년간 대통령을 했던 올라푸르 라그나르 그림讪(Olafur Ragnar Grímsson)이 의장으로 있는 아틱 서클 어셈블리는 참가국과 참가자 수가 매년 늘어, 올해는 50여 개 국에서 2,000명이 넘게 참가했다.

종교인과 환경학자가 함께 기후변화 토론하기도

아틱 서클 어셈블리에 필자는 작년에 이어 올해 두 번째로 참가하게 되었다. 작년에는 현재 석사과정을 밟고 있는 그린란드 대학교를 통해서, 올해는 젊은 과학자 프로그램(Young Scientists Programme)을 통해서 덴마크를 비롯한 덴마크 왕국에 속해있는 그린란드와 페로제도에서 공부하고 있는 석박사 과정의 학생들과 함께 참가했다.

올해는 이른 아침부터 밤늦게까지 짜인 꽉 찬 프로그램과 더욱 더 다양한 분야의 세션들을 보니 논의할 북극 문제를 비롯하여 이해관계자가 점점

많아지고 있다는 것을 알 수 있었다. 이런 국제 컨퍼런스의 가장 큰 장점은 바로 네트워킹하기에 아주 좋은 장소라는 점인데, 현재 진행 중인 연구와 관련해 읽었던 논문이나 책의 저자를 만나거나, 감명 깊어 본 다큐멘터리(특히 Angry Inuk – 바다표범 사냥이 이누이트에게 필수적 요소이며 삶을 지탱하게 하는 것이라는 메시지를 담음)의 감독을 만날 때면 연예인을 만난 듯한 기분이 들었다. 길에서 마주치는 일은 없겠지만 그런 일이 생긴다고 해도 쉽게 말을 걸기에는 쉽지 않을 것. 하지만 자신을 소개하고 만나 뵙고 싶었다고 말하며 짧지만 굵은 대화를 나눌 수 있는, 그런 것들이 가능한 최적의 공간이 바로 이 곳, 아틱 서클 어셈블리였다.

그런 사람들뿐만 아니라 개인적으로는 그린란드에 거주하고 있는 유일한 한국인으로서 한국의 북극 전문가들을 만날 생각에 작년만큼이나 무척 기대가 되었다. 더불어 많은 진심 어린 조언도 해주시는 고마운 분들이 있기에 지구 반대편에서 비록 혼자지만 많은 힘이 되었다.

전야제를 제외하고 본격적인 컨퍼런스는 10월 13일부터 15일, 총 3일간 열렸다. 지난 아틱 서클

- 1 지구와의 평화(Just Peace with Earth) 세션의 기조연설자로 나선 그리스 정교회의 최고 주교 바르톨로메오스 1세. 그는 오염과 기후변화에 대한 도전을 우려하지 않는 종교 지도자는 없다고 언급했다.
- 2 다큐멘터리(Angry Inuk) 감독과 함께한 필자.
- 3 아티크 서클 어셈블리에 참석한 각국의 연구원들이 현지 음식으로 준비한 점심을 즐기고 있다.
- 4 컨퍼런스 2일째 밤에 열린 재팬 나이트 리셉션.
- 5 재팬 나이트에서 사미센과 엔카 가수가 초청돼 일본 전통 음악을 선보이고 있다.



1

어셈블리보다 흥미로운 세션들이 있어 지금부터 소개하려 한다.

눈길을 끈 세션은 바로 종교와 관련된 세션이었다. 처음에는 북극 문제에 웬 종교인가 싶었다. 종교가 없는 나로서는 더더욱 의문이 커져갔다. 지구와의 평화(Just Peace with Earth) 세션의 기조연설자로 나선 그리스 정교회의 최고 주교 바르톨로메오스 1세도 모두가 그 의문점을 가지고 있다는 것을 알고 있었다. 그는 종교인들이 과학에 대해 무관심하고 적대적인 시기가 있었지만 오늘날, 기후변화와 그를 증명하는 과학의 연결고리를 지각하고 그것들이 점점 더 눈으로 보이기 시작했기 때문에 오염과 기후변화에 대한 도전을 우려하지 않는 종교 지도자는 없다고 언급했다.

또한 우리 모두 한 배를 탄 것이

며, 정신적 지도자와 환경학자가 서로 심도 있는 대화를 하지 않을 수 없는 상황에 이르렀다고 말했다. 그는 북극뿐만 아니라 아시아, 미국, 아프리카 등 다양한 예를 들며 기후변화의 심각성을 강조하기도

했는데, 과학자들과 정치인들이 대부분이었던 아티크 서클 어셈블리에서 새로운 분야의 영향력 있는 사람의 연설은 무척 특별하게 다가왔다.

스코틀랜드, 2032년까지 휘발유 차 없애겠다 선포

작년에 처음 아티크 서클 어셈블리에 참가해서 스코틀랜드의 최북단이 자리적으로 런던보다 북극에 가깝다는 사실을 언급하며 인상 깊은 연설을 했던 스코틀랜드의 첫 총리인 니콜라 스텔лен도 다시 연단에 섰다. 이번에는 더욱이 스코틀랜드가 북유럽과 발트해의 정책강령(북극 지방의 나라인 노르웨이, 덴마크, 스웨덴, 아이슬란드를 포함, 에스토니아와의 결속을 다지고 수출 지향적인 경제정책



2



3

을 추구하는 내용을 포함)을 내린 직후였기 때문에 그 의미가 커졌다. 뿐만 아니라 스텔전은 기후변화에 대한 도덕적 의무를 언급하며 재생 가능한 에너지 자원이 주요 경제 기회를 제공했다며 이미 스코틀랜드의 6만 명의 인구가 저탄소산업에 종사하고 있다고 밝혔다.

또한 2017년 9월 스텠전은 2032년까지 스코틀랜드에 디젤과 휘발유 자동차의 필요성을 없애겠다는 목표를 발표한 바 있으며, 핀란드의 베이비 박스(baby box: 신생아 용품을 담은 상자)에서 아이더를 얻은, 스코틀랜드의 베이비 박스를 받은 지난 8월 출생한 아이들이 성인이 되었을 때, 현재 논란이 되고 있는 휘발유 차량을 운전하는 일은 없을 것이라고 밝히기도 했다.

또한 아틱 서클 어셈블리로부터 약 한 달 후인 11월, 스코틀랜드 에딘버러에서 혁신적인 과학과 지속 가능한 발전을 주제로 아틱 서클 포럼(Arctic

Circle Forum)을 처음 개최한다고 밝혀, 스코틀랜드의 북극에 대한 관심을 분명히 알렸다.

컨퍼런스 연이어 빛낸 한국의 밤과 일본의 밤

컨퍼런스가 한창 진행인 2일째 저녁에는 재팬 나이트(Japan Night)가 있었다. 사마센과 엔카 가수가 초청되고 테이블에는 스시가 준비되어 리셉션 훌 전체를 붉은 일본 분위기로 만들었다. 재팬 나이트가 한창 진행되고 있을 때, 이데 케이지 일본 북극 대사와 짧게나마 대화를 나눌 수 있었다. 2년 전에는 코리아 나이트(Korea Night)가 있어, 일본도 무언가 해야 하지 않겠나라는 그림 같은 의장의 의견이 있어 올해 개최하게 되었다며, 항상 일본은 한국에 비해 늦는 것 같다는 겸손한 말씀을 하셨다. 한국과 일본 모두 비북극 국가이지만 점점 북극에서의 연구를 비롯하여 그 입지를 넓혀 나가고 함께 협력하고 있기에 같은 아시아인으로서 자랑스러웠다. 비공식적인 대화였지만 그린란드 대표단에서는 이누이트 나이트(Inuit Night)를 마련해야 하는 것 아니냐는 의견도 있었다. 한국의 밤, 그리고 일본의 밤보다 어쩌면 먼저 마련되었어야 하는 게 아닌가 싶었다.

이번 컨퍼런스는 그린란드 소속으로 참가함과 동시에 그린란드가 덴마크 왕국에 속해 있기 때문에 덴마크 소속이기도 했다. 컨퍼런스에 참여하면서 쉬는 시간과 점심시간에는 덴마크 부스에서 사람들을 맞이하며 대화를 나누고 질문에 답변하는 시간을 가지기도 했는데, 덴마크인도 그린란드인도 아닌 필자가 덴마크를 대표해서 부스를 지키고 있다니 묘한 기분이 들기도 했다.

비록 작년에 이어 두 번째 참가였지만, 작년과는 또 다른 느낌이었다. 기회가 된다면 매년 참가하고 싶은 그런 컨퍼런스다. 내년에는 또 어떤 만남이 기다리고 있을지 기대가 되었고, 기회가 된다면 직접 연단에 서는, 조금 더 적극적인 형태로 참여할 수 있으면 좋겠다는 생각도 들었다. ☺

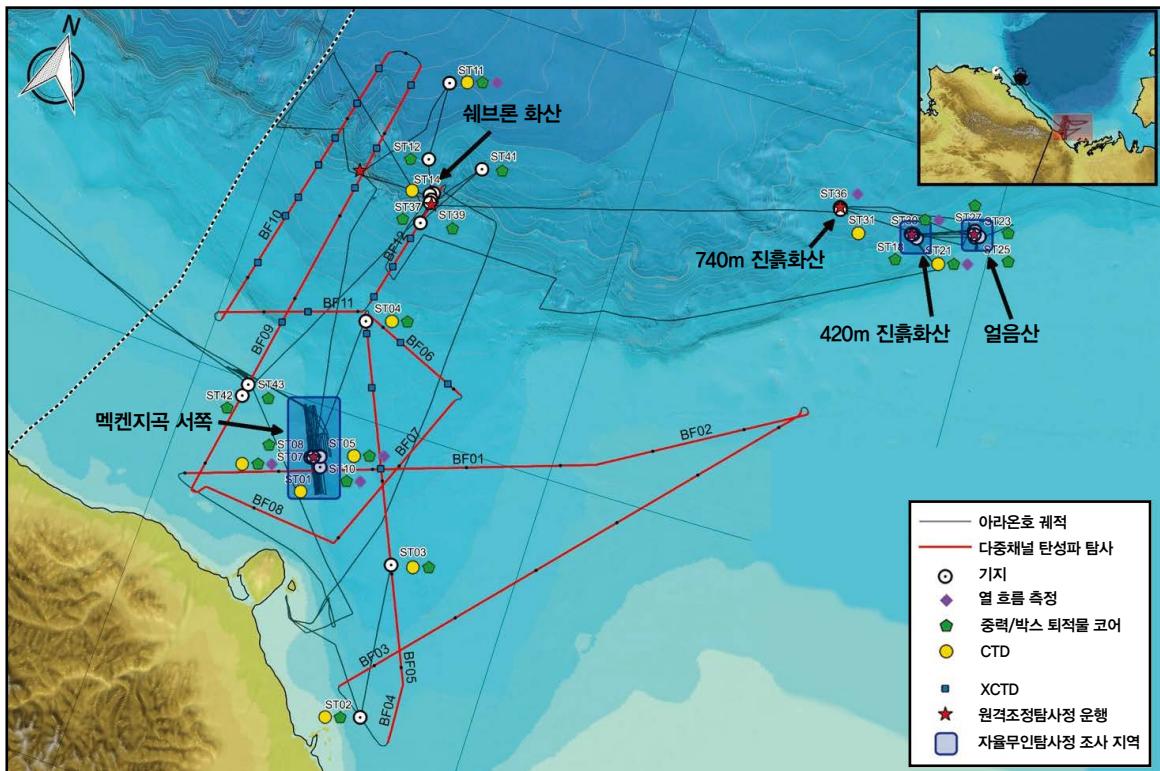


4



5

아라온호 북극해 해저탐사



해저 탐사로봇, 북극해를 누비다

국내 쇄빙연구선 아라온호가 70일 간 북극탐사를 성공리에 마쳤다. 전반부 연구를 수행한 1항차 연구팀에 이어 2항차 연구팀은 8월 26일 알래스카 최북단의 항구도시 배로우에서 쇄빙 연구선 아라온호에 승선, 다음날 연구지역으로 향해를 시작하였다. 한국-캐나다-미국 팀이 공동으로 수행한 이번 아라온호 북극해 해저탐사는 이전까지 거의 탐사가 수행되지 않은 보퍼트해 맥킨지곡 서쪽 유콘 해역과 진흙 화산, 그리고 보퍼트해 남쪽의 대륙붕 및 대륙사면 등에서 무인탐사장비를 이용하여 수행됐다.

글 사진 · 이영미(극지연구소 극지생명과학연구부 선임연구원)

위 북극 2항차 연구 탐사 지역도. 이번 연구에서는 그 동안 연구가 거의 수행되지 않은 북극 보퍼트해 맥킨지곡 동쪽과 진흙 화산을 중심으로 연구를 수행하였다.

오른쪽 연구에 참여한 연구진. 이번 연구에는 미국과 캐나다 포함 총 5개국 48명의 연구진이 참여하였다.



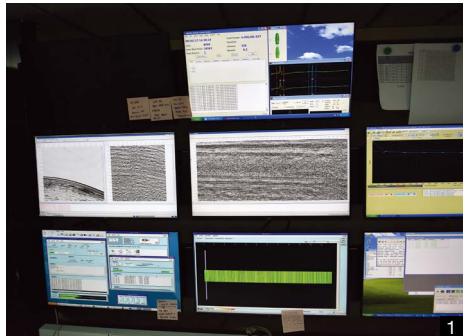
2015년에 캐나다 보퍼트해 대륙사면에서 수심이 각기 다른 세 지점에서 메탄을 활발하게 방출하는 진흙 화산이 논문에 소개됐다. 북대서양 노르웨이 해역 인근의 하콘 모스비(Haakon Mosby) 진흙 화산에 이어 북극해에서 두 번째로 보고된 진흙 화산으로, 노르웨이 연구팀이 대규모 해저관측시설을 설치하여 수년에 걸쳐 연구를 수행하고 있는 하콘 모스비 진흙 화산에 비해 메탄 방출 기작 등에 대한 연구가 미흡한 상황이다.

공동 연구팀, 보퍼트해 진흙 화산 찾아 북극해로 출발

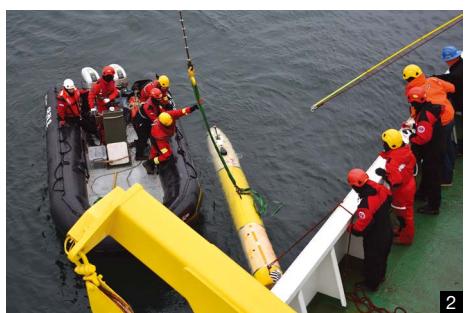
캐나다 보퍼트해 맥킨지곡(Mackenzie Trough) 동쪽의 대륙붕과 대륙사면 지역은 석유와 가스 자원의 존재 가능성이 높아서 지난 50년 동안 해저 탐사가 활발히 수행되어 왔다. 반면에 맥킨지곡 서쪽 지역인 유콘(Yukon) 해역의 탐사 자료는 대부분이 저해상도의 해저 지형 자료이고, 석유와 가스 시추공 자료도 단 한 곳만 존재한다.

진흙 화산(mud volcano)은 지하 깊은 곳의 유동성이 큰 진흙층이 상부에서 기해지는 큰 압력에 의해 지층 사이의 틈을 따라 해저면까지 이동하여 분출하는 화산 형태의 지질 구조이다. 진흙에는 메탄가스가 많이 포함되어 있어 해저면에서 메탄가스가 뿜어져 나오는 곳이 많고, 해저 표층에 가스하이드레이트가 자주 발견된다. 그리고 그 주변에는 메탄 또는 메탄 산화물을 먹고 사는 여러 가지 특이한 해저생물들이 살고 있다. 북극 2항차 탐사를 위해 아라온호의 활용 주체인 한국 측 연구자 30명, 해저 지형 조사를 위해 자체 개발한 ROV(Remotely Operated Vehicles, 원격조정탐사정)와 AUV(Autonomous Underwater Vehicles, 자율무인탐사정)를 보유하고 있는 미국의 MBARI(Monterey Bay Aquarium Research Institute) 연구진 및 기술진 8명, 보퍼트해의 주권국으로 해안 경비정을 이용해 이 지역을 연구해온 캐나다 GSC(Geological Survey of Canada) 연구진 6명, 그리고 중국과 독일의 연구진 각각 2명이 승선하였다.

언어와 문화가 다른 사람들이 보퍼트해 해저 지형 및 자원 탐사라는 공동의 목표를 위해 말 그대로 한 배, 아라온호에 탄 것이다. 각 분야의 전문가들로 구성된 연구팀이지만, ‘사공이 많으면 배가 산으로 간다’는 속담처럼 각자의 요구에 따라 연구 방향이 달라지는 것을 방지하고 성공적인 탐사를 위해 각국의 연구진은 항해 시작 전부터 몇 차례의 화상 회의를 통해 연구 지역과 일정 등을 조율할 수 있었다. 또한 고압의 공기를 수중으로 방출하여 강력한 음파 신호를 만들어 내는 다중채널탄성



1



2



3

1 컴퓨터로 실시간 수신되는 다중채널탄성파 탐사 획득 자료.
2 자율무인탐사정(AUV) 회수 작업. 소형 고무보트에 승선한 MBARI 측 기술진이 아라온호의 크레인 연결 고리에 연결하고 있다.

3 원격조정탐사정(ROV) 투하 작업.

파 탐사를 수행하는 동안 연구지역의 해양포유류를 보호하고, 탐사가 해양환경에 미치는 영향을 최소화하도록 사전 조율 및 허가가 필요했는데, 캐나다 측 연구진의 도움으로 캐나다 해양 수산부 산하 해양연구소와 원주민 단체들의 탐사 허가도 차질 없이 준비할 수 있었다.

해저지형 탐사 탄성파 소리를 자장가 삼아 잠들기도

보퍼트해에서 연구가 수행될 지역의 수심은 30m에서 1,500m 까지로, 바다 밑 지형 및 지질을 파악하기 위해 다양한 첨단 연구 장비를 사용하였다. 다중빔해저지형탐사기(multi-beam echo sounder), 천부지층탐사기(sub-bottom profiler), 다중 채널탄성파 탐사, AUV 및 ROV를 활용하여 지형을 파악하고, ROV에 장착된 푸쉬 코어와 박스 코어 또는 중력 코어를 이용하여 해저 퇴적물을 채취하였다.

다양한 최첨단 장비들은 서로의 약점을 보완하여 눈에 보이지 않는 바다 밑 지형과 시료 채취 지점을 세세하게 파악할 수 있도록 하는 나침반이 되어 주었다. 고산 김정호 선생이 한반도의 지형 파악을 위해 밸로 한반도 구석구석을 누볐던 시절에는 상상하기 힘든 기술의 발전이라 하겠다. 다중채널탄성파 탐사는 해저면 하부의 지층 경계면에서 반사되어 돌아온 반사파 신호를 기록하여 마치 병원에서 초음파를 이용해서 태아의 모습을 관찰하는 것과 같은 원리로 지층 구조를 영상화하는 방법이다. 탄성파 탐사는 해수면 6m 아래에 설치된 에어건에 주입된 고압의 공기를 수중으로 방출하여 강력한 “뻥” 소리와 함께 시작되고, 이는 탐사가 끝날 때까지 계속되어 때로 승선 연구원들의 수면에 방해가 되기도 한다. 하지만, 이 소리는 곧 기

기가 이상 없이 무사히 작동되는 신호탄이기에 어느덧 연구원들은 이 소리를 자장가 삼아 잠들 곤 했다. 다행히 탐사기간 내내 발포 소리는 끊임없이 지속되었고, 덕분에 해저 지형을 파악할 수 있는 자료를 획득할 수 있었다.

어뢰와 유사하게 생긴 AUV는 한 번에 최대 20시간까지 자율잠수항해를 하면서 해저 지형 탐사를 독립적으로 수행할 수 있다. 이후, AUV가 수면에 떠오르면 소형 고무보트의 승선원이 아라온호의 크레인과 연결하여 회수를 한다. 본격적인 연구를 수행하기 전, 점검을 위해 AUV를 크레인을 통해 해수면으로 내렸는데, AUV와 아라온호 크레인의 연결 고리가 분리되는 일이 발생되었다. 간단한 점검을 위해 시작한 일이 실제 AUV 회수 작업으로 바뀌었고, 해상 상황도 처음 점검 작업을 시작할 때와 달리 파고가 높아져 어려운 상황이었다. 여러 번의 시도 끝에 고무보트에 승선한 팀이 크레인 연결고리를 AUV에 연결하는데 성공하였고, 이후 아라온호로 안전하게 운반되었다. 본 연구 항해 동안 AUV 운용이 계획된 날에 종종 나쁜 날씨가 예보되었으나, 연구진 간의 긴밀한 토의를 바탕으로 AUV 운용 일정 및 연구 지역을 변경해가며 탐사를 무사히 마칠 수 있었다. AUV를 통해 획득한 해저 지형 자료는 1m 크기의 물체를 구분할 수 있을 정도의 선명한 해상도를 보여주었다. 기존의 지형도가 해상도 낮은 사진이라면, AUV를 통해 획득된 자료는 마치 고화질 TV영상 같았다.

ROV는 아라온호에 설치된 조종실과 케이블로 연결되어 해저로 내려간 후, 선상에서 조정하여 생생한 해저영상을 촬영하고, 실시간으로 확인된 해저의 암석, 퇴적물 또는 생물체를 로봇 팔을 이용해서 채취하는 장비이다. MBARI 기술진들이



회의실 모니터에도 ROV 영상을 전송해주어, 연구원들이 회의실에서 편안하게 마치 스킨스쿠버를 하는 느낌으로 바다 밑 풍경을 감상할 수 있었는데, 메탄이 뿜어져 나오고, 해저면이 흔들리다가 진흙이 분출하는 장면에서는 연구원들의 신나는 탄성 소리가 여기저기서 흘러나왔다.

원하는 생물이나 시료가 화면에 잡히면 운용 책임자인 MBARI의 샤를(Charles) 박사에게 채취를 요청하였는데, 한번은 원하는 시료의 채취를 요청하는 것을 놓치고 말았다. ROV를 회수해야 하는 시간이 다가오고 있었기에 다시 해당 지역으로 되돌아 갈 수는 없는 상황이라 간절한 마음으로 비슷한 시료가 다시 나타나기를 기다리는 수밖에 없었다. 기다림이 초조함으로 극에 달하던 찰나, 다행히 모니터에 검정색 세균 매트가 나타났고, 연구원들이 환호성을 지르며 시료를 획득할 수 있었다.

원격조정 탐사정 로봇팔로 해저 시료 채취

ROV 조종 기술자는 2인 1조로 운용을 하였는데, 큰 손으로 작은 조종기를 섬세하게 움직이며 장비를 운용하는 모습에 감탄하여 ROV 어벤저 스팀이라고 추켜세우면, 경력 20년 이상의 전문가인 그들은 조이 스틱으로 게임만 할 수 있으면 할 수 있는 일이라며 너스레를 떨곤 했다. 덕분에 진흙 화산 지역의 퇴적물과 각종 생물 시료, 최대빙하기의 빙하 전진 지역에 대한 단서를 제공할 암석 시료를 획득할 수 있었다. AUV의 회수는 고무보트가 필요하므로, AUV와 ROV 작업은 낮 시간에, 박스 코어 및 중력 코어를 이용한 시료 채취는 밤 시간에 작업이 이루어졌다. 밤낮없이 연구 작업이 진행되어 고단한 일정에도, 채취한 시료에 존재하는 가스하이드레이트는 연구진의 에너지지원이 되어 주었고, 연구 기간 동안 3번이나 관찰된 오로라는 밤샘 작업을 위로하는 하늘의 특별한 선물 같았다.

15일간의 탐사를 마친 후, 마지막 미팅에서 본 연구의 수석 책임자인 극지연구소 진영근 박사가 연구 성과를 발표하면서 “See you again in 2019”이라는 문구를 마지막 슬라이드에 띠



4



5

1 ROV에 장착된 로봇 팔이 푸쉬코어를 이용해 진흙 화산의 퇴적물을 채취하는 모습. 선상의 컨테이너 안에서 모니터를 확인하며 조정기를 이용해 원하는 시료를 채취하게 된다.

2 ROV로 활영한 해저 내 생물상.

3 ROV로 활영한 해저 바위 위 물고기와 알.

4 해양 퇴적물 채취를 위한 중력코어 투하 모습. 철 파이프 일부분의 1톤 추의 무게로 해저퇴적층을 파고 들어가 최대 6m의 퇴적물 시료를 채취할 수 있다.

5 중력 코어를 통해 채취된 퇴적물 내 존재하는 가스하이드레이트, 가스하이드레이트가 포함된 퇴적물은 선상으로 올라오는 동안 온도 및 압력의 변화로 가스가 해리되어 질퍽한 상태가 된다.(사진:진영근)

웠다. 짧다면 짧은 연구 항해 기간 동안 성공적인 탐사를 위해 밤낮으로 연구를 진행하는 동안 언어의 장벽을 뛰어 넘어 깊어진 정과 탐사를 무사히 마친 안도감, 그리고 탐사를 통해 얻은 결과에 대한 기대감 등이 교차하며 가슴이 뭉클해졌다. 2019년에 이 지역에서 한–캐–미 어벤저스 팀이 다시 조우하게 되기를 기대해본다. ☺

현재의 지구온난화는 인류가 만들어낸 결과일까?

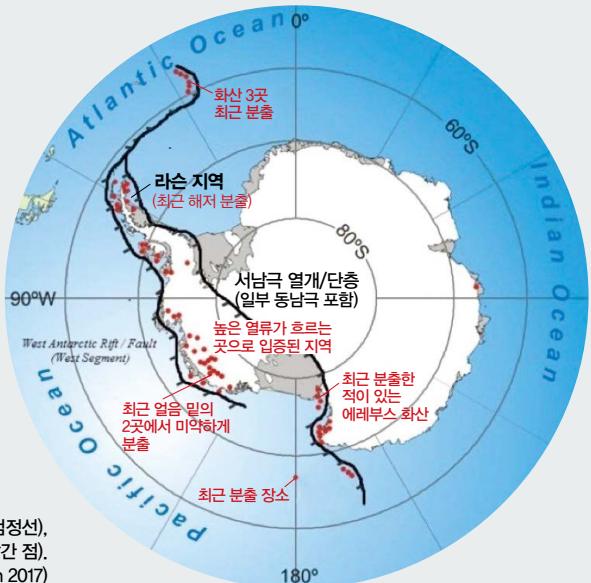


글. 유규철(코지연구소 제5차 정보고과학기지)을
(원)

기후를 연구하는 거의 모든 과학자들이
복잡하게 연결된 지구 기후 시스템을
이해하는 것은 불가능하다.

다시 말해서 현재의 지구온난화를 단적으로
말해주는 결정적인 결론은 없다는 것이다.
현재 지구온난화가 인류와 자연의
합작품이라는 것에 아무런 의심은 없다.

활성 서남극 열개/단층 시스템(검정선),
그리고 현재 분출 또는 반활성 화산들(빨간 점).
(출처: Climate Change Dispatch 2017)



인류가 지구에 발자취를 남긴 이후로 인류 생산력은 지구 자체의 생존을 위협할 정도로 높아졌고 이에 대한 가장 극명한 증거로 기후 변화의 역습을 이야기 한다. 멀고 먼 과거 지질 연대를 돌이켜볼 때 안정기에 접어든 신생대로 들어오면서 기후 변화는 크게 천체 그 중에서도 태양과 지구의 움직임, 지구 내 해양과 대기, 육지 등 상호 작용의 자연적인 원인에 의해 좌우된다.

이제 우리가 걱정하는 기후 변화는 자연계에서 벗어난 인류 활동과 밀접한 관계를 갖고 있다고 말한다. 화석 연료 사용에 따른 인류 생산 활동이 활발해지면서 기후 변화의 중요 원인의 하나인 온실가스의 증가는 현재의 불안정한 기후 변화를 대표한다고 말한다. 이러한 인위적인 위협에 대한 대응으로 국제적인 노력들이 대두되었고 그 대표적인 협의가 국제 기후변화협약이다.

사상 유례없는 기후변화… 인류 생존 위협

2015년 파리에서 개최된 21차 유엔기후변화협약 당사국 총회에서 동의한 두 가지는 첫 번째로 2100년까지 지구 평균 온도 상승을 2도 이내로 막겠다는 것이고, 두 번째는 이번 기후 변화 국제회의에서 기후 변화에 대해 완전한 대책을 마련하겠다는 것이다. 사실 이 총회의 결론은 국제법적 구속력이 전혀 없는 권고안에 지나지 않아 실질적인 배출 합의안이 무시될 수 있다. 실제로 2015년 유엔은 온실가스 배출의 60% 이상을 차지하는 40여 개국에 대해 '포스트-2020 기후변화 목표'를 세웠지만, 현재 미국의 트럼프 대통령이 탈퇴를 선언하면서 그 미래가 불투명해졌다. 위에서 설명한 대로 이러한 국제적인 논의는 다양한 기후 재앙들(해수면 상승, 폭설과 한파, 강해진 태풍, 사막화, 식수난 등)이 증가하고 인류 생존이 위협당하는 일들이 많아지면서 그 원인을 인류 자체에서 발생된 문제라는 확신에서 출발한다.



세 라슨 A, B 및 C 빙붕 내에 존재하는 16개의 반활성 화산들의 지도. 라슨 빙붕 위로 빠져나온 여러 개의 화산 봉오리가 항공사진에 보인다.

(출처: Climate Change Dispatch 2017)

빙하 시추 코어에서 알려진 1800년대 대기 이산화탄소 농도는 약 280ppm이었으나, 세계기상기구는 2015년 대기 이산화탄소 농도를 약 400ppm으로 발표하였다. 이러한 대기 상태를 기준으로 기후모델을 적용한 결과, 만약 그 농도가 480ppm을 넘어서면 18세기에 비해 섭씨 약 2도 상승할 것으로 예측한다.

사실 현대적인 이산화탄소 농도 측정은 세계기상기구가 지난 1958년 관측한 시기부터이지만, 다양한 과거 기록으로 유추해본 결과 최근 몇 백년간의 이산화탄소 농도 추세는 산업화 이전과 이후로 극명하게 나누어진다. 세계의 산업화를 주도하였던 선진국의 화석 연료 사용과 이에 따른 온실가스 배출의 증가는 굳이 수치적으로 밝히지 않아도 역사적으로 부인할 수 없는 사실이다. 어느 누구든 현재의 지구온난화가 일정 부분 이러한 영향을 받아서 만들어진 결과라고 말해도 부인할 사람은 없을 것이다.

남극화산 폭발, 지구온난화 가속할 수도

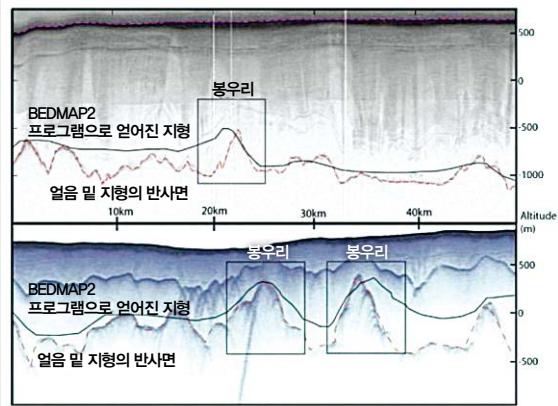
하지만 이러한 사실에도 현재 지구 재앙과도 같은 급격한 지구온난화의 일차적인 원인이 인류 활동이 아닌 복잡한 기후 시스템 안에서 생성된 결과로 보고 그러한 것들이 자연적인 자정으로 해소될 수 있다는 시각들이 존재한다. 사실상 전지구적인 기후 변화를 알기 위한 실질적인 관측이 아직까지도 미비하고 인위적인 요소와 자연적인 요소들 사이에서 벌어지는 지구 기후 변화의 상호역학 관계가 너무나 복잡해서 그러한 생각들이 힘을 얻을 수 있다.

현재 지구온난화의 원인을 인류 활동에 중점을 두고 있는 관점에서 벗어나기 위해서는 근본적이고 자연적인 원인에 집중한다. 1991년 필리핀 피나투보 화산 대폭발은 2년간 지구 전체 기온을 약 1도 이상 내렸다고 보고하였고, 역사상 최대로 평가되는 1815년 인도네시아 탐보라 화산 대폭발은 다음 해 유럽 여름 한랭과 연관이 있다는 기록도 존재한다. 이는 지구 화산 활동이 언제든 빈번히 자연적으로 지구온난화의 영향을 감소시킬 수 있다고 생각할 수 있지 않을까?

올해 서남극 연구 결과(영국 일간 가디언)에서 빙하 속에 파묻힌 화산 90여 개가 새롭게 발견되었다. 기존에 남극에서 발견된 47개 화산과 더불어 이 화산들의 활동이 자칫 빙하를 더 빨리 녹게 만들어 해수면 상승을 부추겨 지구온난화를 가속화시킬 수 있다는 것이다. 또한, 올해 7월 클라이밋 체인지 디스패치(Climate Change Dispatch) 신문 기고문에서 남극반도 라슨 빙붕의 붕괴가 기후 변화가 아닌 지열 흐름에 의

얼음 위로 드러난 반활성 화산(출처: Geology society of London 특별호)





얼음 아래 드러나지 않은 반활성 화산(지구물리 탄성파 사진, 출처: Geology society of London 특별호)

한 결과라고 발표하기도 하였다. 라슨 빙붕은 남극반도 빙원과 연결되어 있지만 바다 위에 떠있는 두께 200~600m의 얼음이며, A에서 D까지 명명된다. 라슨 빙붕 A는 1995년 약 2,000km² 면적이 붕괴되었고, 라슨 빙붕 B는 약 3,250km² 면적이 한 달 만에 붕괴되었다. 라슨 빙붕 A, B보다 남쪽에 위치한 라슨 빙붕 C에서도 서울 10배 크기인 약 5,000km² 면적의 거대 빙산이 떨어져 나와 라슨 빙붕은 1990년대 이후 지구온난화의 간접적인 증거로 제시되었다. 하지만 이와 다른 주장으로 서남극 전체적으로 단층과 화산이 집중하고 있어서 지역이 서남극 전체 빙붕의 불안정을 이끄는 요인이 될 수 있음을 제시하고 있다. 물론 이 지역이 빙붕 붕괴를 이끌었다는 직접적인 연구 결과는 없지만, 그 가능성은 무시할 수 없다.

지구온난화는 인류와 자연의 합작품

이러한 가능성들이 기후 변화에 대한 색다른 해석으로 내달릴 수 있어서 상당한 위험성을 내포한다. 지구 담수의 60% 이상을 차지하고 있는 남극. 만약 지열의 영향으로 19세기 이후 급격한 빙붕 붕괴 내지는 녹은 물의 유출이 발생되었고 해수면 상승 등 해양 변동이 유발되어 지구 기후 시스템이 현재

의 상황으로 이끌어졌다고 말한다면, 지구온난화에 영향을 준 인류의 활동은 상당한 면죄부를 갖게 된다.

수십 년 이내의 제한된 전지구적 관측들을 놓고 보면, 기후를 연구하는 거의 모든 과학자들이 복잡하게 연결된 지구 기후 시스템을 이해한다는 것은 불가능하다. 다시 말해서 현재의 지구온난화를 단적으로 말해주는 결정적인 결론은 없다는 것이다. 현재 지구온난화가 인류와 자연의 합작품이라는 것에는 아무런 의심은 없다.

화석 연료 사용을 자제하기 힘든 개도국들이나 근대 산업화를 거쳐 온실가스를 상당하게 배출한 선진국들이 지구온난화에 대한 책임에서 절대 자유로울 수 없다. 우리는 인류의 영향을 단순하게 희석시키고 자연적인 원인도 크다고 강조할 수 있다. 물론 과학자들은 그렇게 말하지 않는다. 오히려 기후 변화협약에 대처하는 정책입안자들이 그려할 것이다.

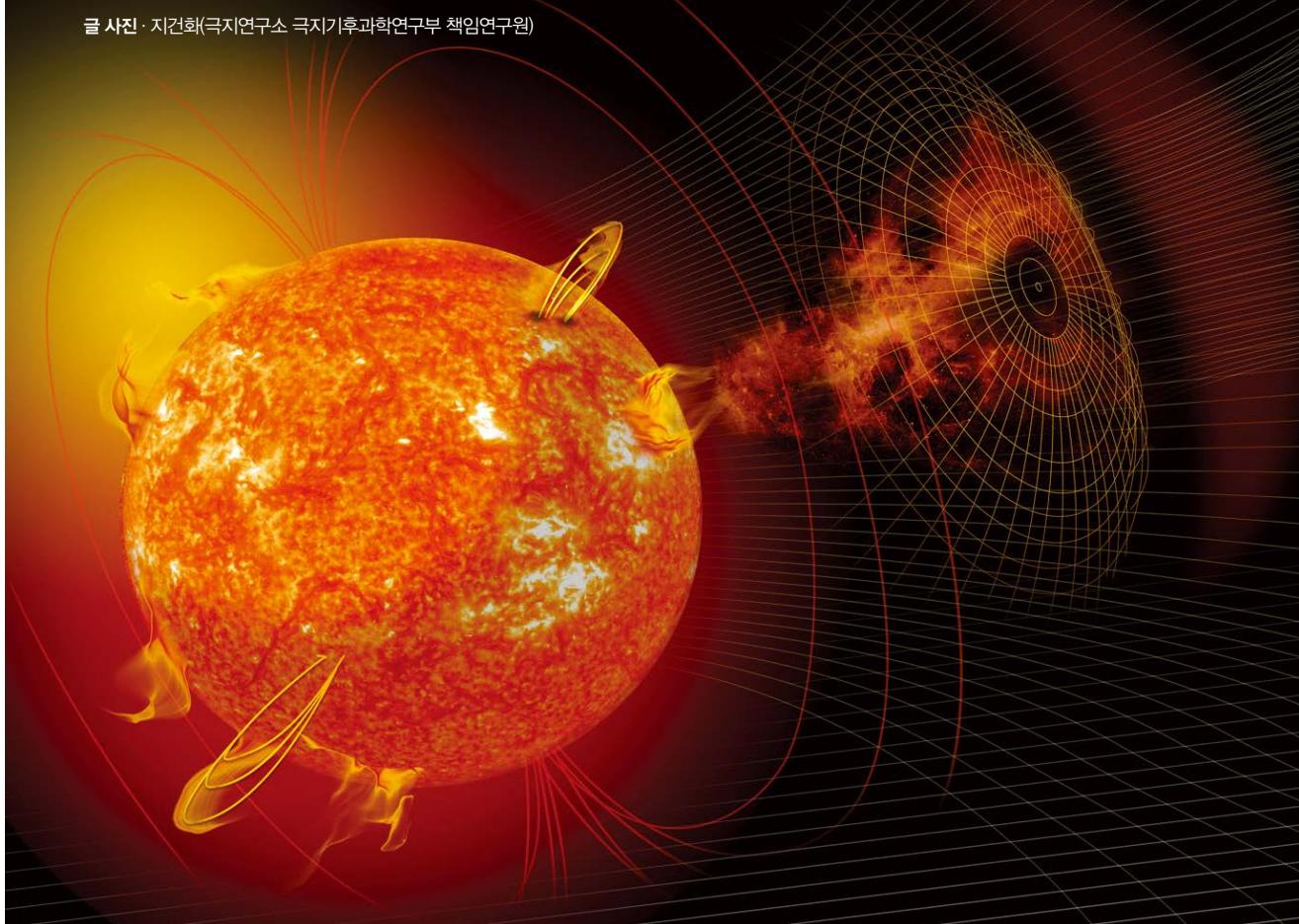
우리 모두가 지구에 조금 책임질 수 있는 방법은 무엇일까? 우리는 현재 기후 변화의 방향이 우리의 염려대로 움직일 수 있다고 비관적으로 생각해야 하지 않을까. 현재 지구온난화는 위험한 상태까지 도달했는데 가만히 앉아 구경하는 것은 너무 무책임하다. 우리의 노력들(온실가스 배출 감축 등)이 지구의 건강을 지킬 수 있을지 없을지 모르지만, 결코 후회되지 않는 최선의 길일 것이다. ●

남극반도 반활성 화산인 디셉션 섬 열수에서 해수욕을 즐기고 있다.



인류에게 알려진 최초의 우주기상 현상

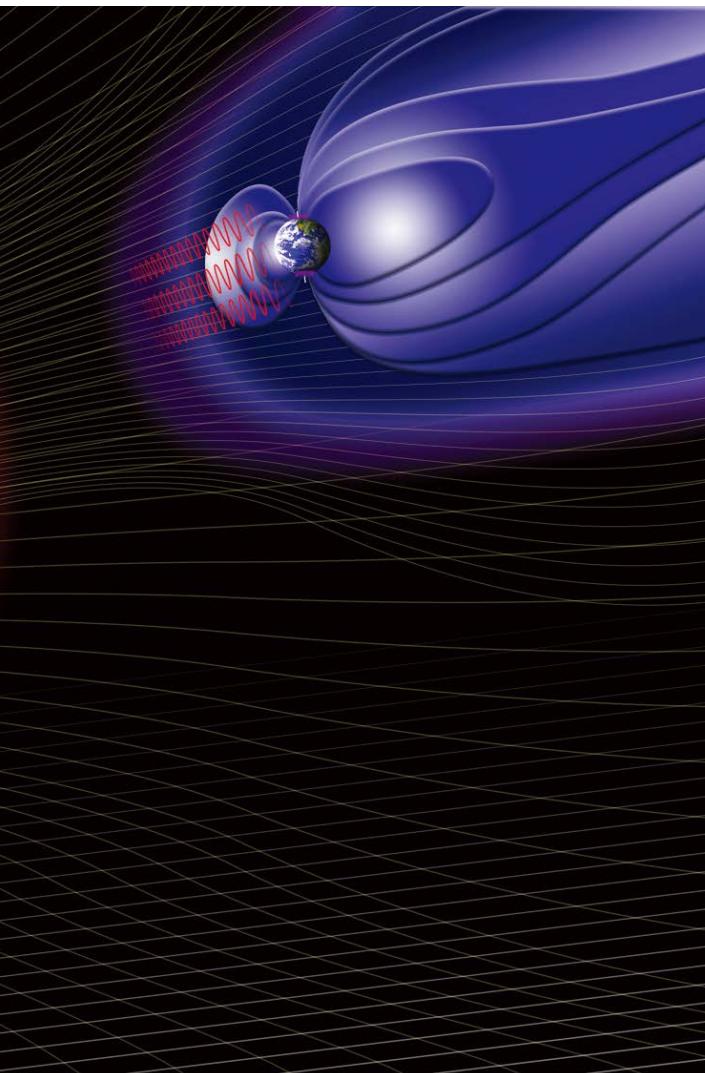
글 사진 · 지건화(극지연구소 극지기후과학연구부 책임연구원)



최근 인공위성, GPS, 우주인, 우주왕복선, 우주여행, 우주식민지, 화성, 우주폭풍 등과 같은 용어는 더 이상 낯선 말이 아니며, 이들과 함께 우주기상 또는 우주날씨(Space Weather)와 같은 말도 신문지상이나 TV에서 비교적 자주 오르내리고 있다. 즉, ‘우주(Space)’는 더 이상 SF 영화나 소설에만 등장하는 특별한 말이 아니며, 이미 우리 일상 속에 깊숙이 자리 잡은 말이 되었다. 이렇게 인류와 친밀해진 우주는 지구에서 비교적 가까운 우주환경(i.e., 근 지구 우주환경)을 중심으로 이제 인류의 생활권의 일부가 되었다고 해도 과언이 아니다.

영롱하고 신비로운 ‘북극의 빛’

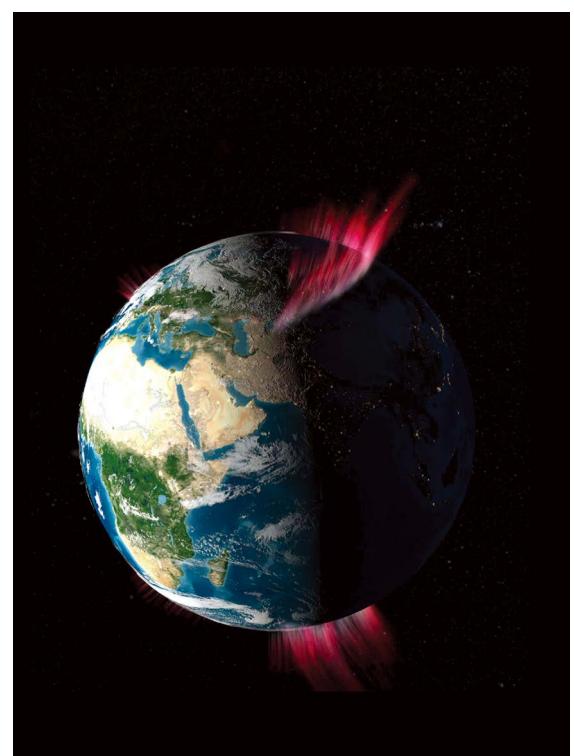
근 지구 우주환경(near Earth's space environment)은 모든 에너지의 근원이 되는 태양을 비롯해서 태양계 내 행성들 간 공간을 채우고 있는 태양풍(solar wind)과 지구 자기장과 태양풍에 의해 형성되는 자기권(magnetosphere), 그리고 지구에서 가장 가까운 우주환경인 고층대기(upper atmosphere)로 이루어져 있다. 지구에서 다양한 기상 현상이 일어나듯이, 우주환경에서도 다양한 우주기상 현상이 일어나는데, 오로라는 인류에게 알려진 최초의 우주기상 현상이다.



오로라는 아주 오래전부터 북극지역에서만 관측이 되어왔기 때문에 ‘북극의 빛(northern light)’으로 불리기도 했으며, 문헌에서 나타난 최초의 오로라는 기원전 350년경 바빌로니아에서 발견된 점토판에 새겨진 기록에서다. 아리스토텔레스는 그의 저서 〈기상학〉에서 오로라는 빛을 내는 공기로 하늘에 있는 깨진 틈을 통해서 나오는 것으로 기술했다고 한다. 성경에서도 오로라로 유추될 수 있는 구절이 있는데, “북쪽에서는 황금 같은 빛이 나오고, 하나님께서는 두려운 위엄이 있으니라(욥 37:22).” 이 구절에서 북쪽에서 나오는 황금 같은 빛

이 바로 오로라로 해석될 수 있다. 북미 대륙의 극지역에 거주하는 에스키모 부족들은 오로라를 다양한 관점에서 보았는데, 좋은 날씨의 징조로 보기도 했고, 불길한 징조로 여겨서 오로라가 나타날 때는 무기를 지니고 나갔다고 한다. 아메리카의 한 인디언 부족은 오로라가 죽은 적들의 유령이라고 생각했다고 한다. 중국이나 유럽에서의 용의 전설도 오로라와 관련이 있을지도 모른다. 왜냐하면, 고대 기록에서 역동적으로 움직이는 오로라가 주로 용이나 범의 모습으로 묘사되곤 했기 때문이다. 우리나라에서도 오로라에 대한 많은 기록이 있는데, 예를 들면, 〈고려사〉에서는 1113년 4월 2일 기록에 “밤에 불빛 같은 붉은 기운이 나타나 서북, 동북, 남방에 흘러져 비치다 새벽에 이르러 없어졌다”라는 부분이 있다. 여기서 ‘붉은 기운’이 바로 오로라를 지칭하고 있는 것으로 생각된다.

왼쪽은 지구 우주환경. 태양에서 나오는 태양풍이 지구 자기장을 만나서 자기권을 형성한다.(출처 : NASA)
아래 오로라 자기 폭풍, 태양풍에 실려 오는 태양 에너지가 지구 자기권을 통해서 지구 고층대기로 전해져 오로라와 같은 다양한 우주환경현상을 일으킨다.(출처 : NASA)





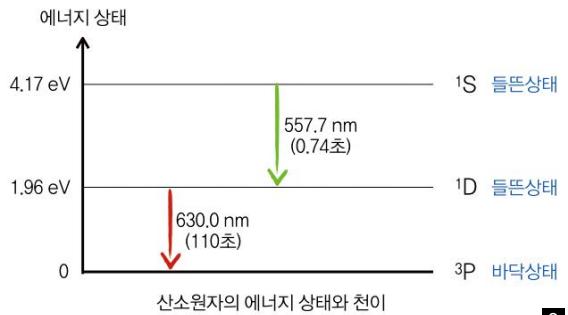
1

오로라는 무엇이며, 왜 발생하고, 어떤 모양과 색깔을 띠까?

오로라는 자기권에서 극지고층대기로 들어오는 고에너지의 양성자나 전자, 특히 전자가 대기 중 원자나 분자와 충돌해서 빛을 내는 현상이다. 자기권에서 지구 대기로 높은 에너지를 가지고, 즉 빠른 속도로 들어오는 전자들은 대기 중 산소원자나 질소분자 등과 충돌하여 원자 속에 있는 전자들에게 에너지를 전달하게 된다.

에너지를 흡수한 원자 내 전자들은 가장 낮은 에너지 상태(i.e., 바닥상태)에서 더 높은 에너지 상태(i.e., 들뜬상태)로 올라가게 된다. 들뜬상태에 있는 전자들은 일정한 시간이 지나면 다시 바닥상태로 내려오게 되는데, 이때 전자들이 흡수한 에너지를 빛의 형태로 방출하게 되는 것이다. 이 원리는 네온사인이나 TV 브라운관의 발광원리와 비슷하다. 그리고 바닥상태와 들뜬상태의 에너지 차이의 크기가 바로 오로라의 색깔을 결정한다.(오로라 예측 모델 그림 참조)

가장 흔하게 관측되는 녹색 오로라는 산소원자에 의해 방출되며, 적색 오로라는 산소원자나 질소 분자에 의해서 방출된다. 질소분자는 적색 외에도 파란색 오로라를 방출하기도 한다. 녹색 오로라가 가장 자주 발생하며, 그 다음으로 적색이나 파란색 오로라 순으로 발생한다. 또한, 경우에 따라서 적색과 파란색의 조합에 의해 선명한 분홍색 오로라가 발생하기도 하

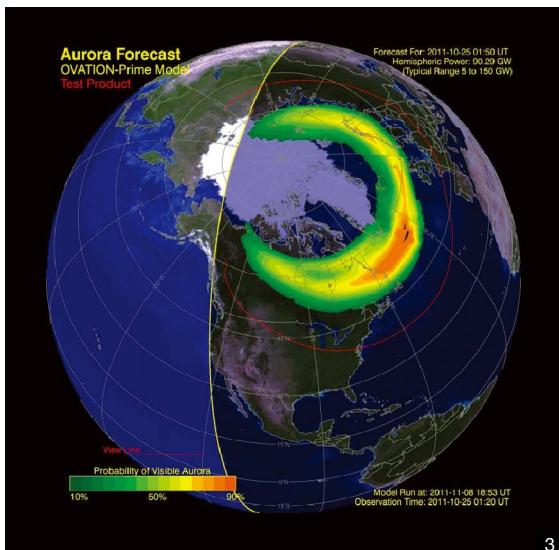


2

오로라는 우리가 지구에서 맨눈으로 직접 관측이 가능한 유일한 우주환경 현상이다.
따라서 오로라가 발생할 때, 우주환경에서는 우리 눈으로는 직접 관측이 불가능한 훨씬
다양한 현상들이 동시에 발생한다.

며, 적색과 녹색에 의해 노란색 오로라가 발생하기도 한다. 오로라가 발생하는 고도는 전자들이 들뜬상태에 머무르는 시간과 대기 밀도에 의해 결정되며, 약 200km 고도에서 적색 오로라, 그 다음으로 약 100~150km 고도에서 녹색 오로라가 나타나며, 더 낮은 고도에서는 파란색이나 분홍색, 노란색 또는 진한 적색이 나타나기도 한다.

가장 흔하게 관측되는 오로라는 커튼 형인데, 관측자의 위치에 따라서 다양한 모습으로 관측될 수 있다. 예를 들면, 오로라 커튼으로부터의 상대적인 위치에 따라서 커튼 모양으로 보일 수도 있고, 방사형으로 보일 수도 있다. 또한, 커튼의 모양도 지구 자기력선과 고에너지 입자의 분포 등에 따라 다양한 형태가 될 수 있다. 그러나 오로라는 때로는 특정한 모양 없이 희미한 녹색 안개처럼 보일 경우도 있다.



3

- 1 남극 장보고과학기지에서 관찰한 오로라.
- 2 산원자 내 전자의 에너지 상태. 들뜬상태에서 더 낮은 에너지 상태의 들뜬상태나 바닥상태로 천이할 때 그 에너지 차이에 의한 파장대의 빛을 방출한다.
- 3 미국 존스홉킨스 대학 응용물리 연구소(JHU/APL)에서 개발된 오로라 예측 모델(OVATION Prime model). 오로라가 발생하는 영역과 동시에 오로라를 관측할 수 있는 확률을 보여준다.

오로라는 주로 언제, 어느 지역에서 발생할까?

이것은 지구 자기장의 공간적 구조에 의해서 결정되는데, 일반적으로 오로라는 주로 극 지역에서만 볼 수 있고, 극점에다가 갈수록 잘 보이는 것으로 알려져 있다. 그러나 사실 오로라는 극점에서 어느 정도 떨어진 위치에서 주로 발생한다. 즉, 극점을 중심으로 타원체 모양을 따라서 주로 발생하며, 정오보다는 자정 무렵에 더 자주 발생한다. 낮에 발생하는 때도 있지만, 태양 빛이 너무 밝기 때문에 오로라 관측이 불가능하다.

오로라는 얼마나 자주 발생할까?

이것은 태양활동(solar activity) 정도와 관련이 있는데, 태양활동이 강해지면 태양풍을 통해서 자기권에 축적되는 에너지가 증가하고, 따라서 고에너지 입자가 지구 자기력선을 따라 극지 대기로 들어올 확률이 높아진다. 또한, 이 시기에는 태양 표면에서 대량의 에너지가 방출되는 태양폭발 현상이 자주 발생하게 되며, 이때 지구 자기권에서는 자기폭풍(magnetic storm)이 발생하게 되고, 동시에 강한 오로라가 극지에서 발생한다.

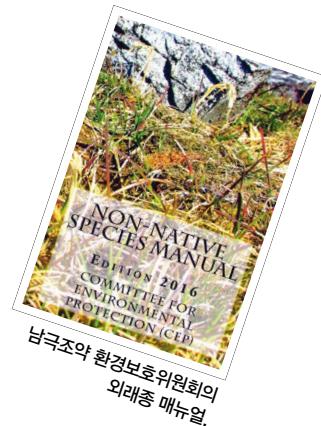
태양활동 정도나 관측 위치에 따라 차이는 좀 있지만, 대략 1년에 200일 이상 오로라가 발생하는 것으로 알려져 있다. 오로라는 극지에서만 관측이 가능한 것으로 알려져 있지만, 강한 자기폭풍이 발생하면 오로라가 발생하는 오로라 타원체가 저위도 지역으로 확장되어 중위도 지역에서도 관측이 가능할 때도 있다.

오로라는 우리가 지구에서 맨눈으로 직접 관측이 가능한 유일한 우주환경 현상이다. 따라서 오로라가 발생할 때, 우주환경에서는 우리 눈으로는 직접 관측이 불가능한 훨씬 다양한 현상들이 동시에 발생한다. 이와 같은 우주환경 관측을 위해서 지상 또는 인공위성에서 특별한 필터를 장착한 카메라나, 레이더 등 다양한 관측 장비가 이용되고 있다. 오로라 연구는 서두에서 언급한 우주기상 예측을 위한 우주환경연구의 출발점이라고 할 수 있는 것이다. ☽

EXOTIC SPECIES

남극 활동과 초대받지 않은 손님, 외래종

글 사진 · 김지희(극지연구소 극지생명과학연구부 책임연구원)



을 추석 즈음, 외래 붉은불개미(학명: *Solenopsis invicta*)의 부산항 상륙이 방송매체들의 주요 뉴스로 다뤄지면서 외래종에 대한 국민들의 관심이 집중된 적이 있었다. 처음에는 '독개미'로 알려지면서 검역과 보건당국은 물론 대부분의 국민들까지 긴장하게 만들었다. 남아메리카 원산으로 알려진 이 외래종 개미 학명의 두 번째 단어(종소명) 'invicta'라는 라틴어는 영어로 'invincible', 우리말로 옮기면 '천하무적의'라는 뜻으로 이름만 보아도 강력한 종인 듯하다.

붉은불개미가 가지고 있는 독성은 꿀벌 수준에 해당한다고는 하지만 꿀벌과 달리 연속해서 쓸 수 있고 쏘인 경우 물집을 만들어 2차 감염을 일으킬 수 있어 더욱 위협적이다. 실제로 미국남부 지역에서는 외래 붉은불개미에 의한 생태계 교란과 농작물 및 가축 피해, 치료비 등으로 인한 경제적 비용이 연간 10억 달러에 달한다는 보고가 있다(Morisawa T. 2000).

우리 고유 생태계의 구성원이 아닌 외래종은 토착민의 건강에 대한 위협일 뿐만 아니라, 고유 생태계에 대한 재앙이 될 수 있기 때문에 국가 경제 측면이나 과학적 측면에서 주목하지 않을 수 없다. 최근에 유입되어 고유 생물상에 심각한 부정적 영향을 미치거나 경제적 가치와 건강을 위협할 경우 특별히 외래종 중에서 '침입종'으로 정의하고 있다.

기후변화는 외래종 유입 장벽을 낮추거나 허물어

외래종의 유입은 자연적으로 태풍이나 철새의 이동 등을 통해 서도 가능하나(그림 1), 유입된 외래종이 정착하여 개체군을 형성하고 퍼져나가기 위해서는 지리적 장벽, 온도와 같은 비생물적 장벽, 번식과 같은 생물적 장벽 등의 여러 단계의 장벽을 극복해야 한다(Hellmann 등 2008). 대부분의 외래 생물은 여러 단계의 장벽을 극복하지 못하고 정착에 실패하여 사라지거나 오랜 세월을 거쳐 지속적으로 유입되면서 적응에 성공하여 생태계의 일원으로 토착화되기도 한다.

세종기지에서 발견된 침새. (2006. 10. 29 월동연구대 정상준 촬영).



그림 1



원쪽 이라온호 하역 작업. 인간의 활동은 외래 생물이 유입되는 한 통로가 되고 있다. 개다가 기후변화는 이들 생물체의 생존의 장벽조차 허울 수 있다. 오른쪽 1993년에 상영된 동남극 일본 쇼와기지에 남겨진 허스키 썰매개들의 이야기를 소재로 한 '에잇 빌로우'의 영화 포스터. 1991년 남극조약에 대한 '환경보호의정서'가 채택된 후 영국 로데라기지에 남아있던 외래종 14마리의 개 역시 남극으로부터 완전히 반출되었다.

문제가 되는 외래 생물은 대부분 최근의 인간 활동, 즉 수출입을 위한 물류의 이동, 경제 성장과 항공망의 발달에 따른 좁아진 지구촌의 여행자들에 의해 유입된다. 거기에 더하여 외래종의 정착 성공률을 높여주는 요인은 현재 우리가 겪고 있는 기후변화이다. 기후변화는 비생물 또는 생물적 장벽과 상호작용하여 장벽을 허물거나 낫출 수 있다.

20세기 초반 아남극의 섬들 중 영국령인 남조지아섬(South Georgia)에는 세 차례에 걸쳐 북반구의 순록을 의도적으로 도입한 바 있으며 그 중 60%는 거울을 견디지 못하고 사멸하였으나 남은 개체들은 북반구의 자연 개체군보다 더 밀도가 높게 유지되고 있다. 천적이 없는 아남극 도서에 인간이 의도적으로 도입한 순록이나 유럽토끼에 의한 고유 생태계에 대한 부정적 영향은 매우 심각하다. 아남극 도서에 의도적으로 도입되거나 여러 인간 활동 경로에 의해 우연히 유입된 외래종은 식물 108종, 무척추동물 72종, 척추동물 16종에 달하며 대부분 유럽지역에서 들어간 생물들이다(Frenot 등 2005).

백색의 얼음사막 남극에도 외래종 유입돼

고립된 대륙, 백색의 얼음 사막으로 일컬어지는 남극의 경우도 외래종의 침입에서 안전할 수 없다. 20세기 초 남극 탐험시대에는 탐험에 필요한 말이나 개들을 남극에 들여오는 일이 잦았으며, 영국이나 호주, 아르헨티나 등과 같이 일찍부터 남극에서 기지 운영을 시작한 국가들은 운송수단과 정서적인 목적으로 수십 년 동안 개들을 키워 왔다.

1958년 동남극에 위치한 일본 쇼와기지에 남겨진 사할린 허스키 썰매 개들의 이야기를 소재로 한 '에잇 빌로우(Eight Below)'라는 영화가 1993년에 방영되기도 하였다. 1899년 2월 17일 최초로 남극에 도입되었던 '개'라는 외래종은 1991년 남극 조약에 대한 '환경보호의정서'(1998년 발효)가 채택된 후 영국 로데라기지에 남아있던 14마리가 포클랜드섬으로 떠나면서 남극으로부터 완전히 제거되었다(1994년 2월 22일).

환경보호의정서 제 2 부속서(남극 동식물상 보존에 관한 부속서)의 4조 2항에는 남극의 육상과 빙붕에 개를 들여올 수 없으며, 기존의 개들은 1994년 4월 1일까지 남극으로부터 제거하도록 명시한 바 있다(2009년 제 2 부속서가 개정되면서 해당 문구는 삭제됨).

부속서에는 살아있는 동물이나 식물을 허가 없이 남극조약 지역(남위 60도 이남)에 들여올 수 없으며 특히 살아있는 가금류의 경우 남극 조류에게 치명적인 질병을 옮길 수 있으므로 남극 유입을 금지하고 있다.

또한 멸균되지 않은 토양은 식물의 종자, 포자, 균류와 박테리아 등을 포함할 가능성이 높으므로 남극 도입 금지 항목이다. 허가를 받아 남극에 들일 수 있는 외래종은 온실에서 제한적으로 키울 수 있는 작물 또는 실험용 동물 등이 있으나 이들이 남극 고유 동식물상에 유입되지 않도록 사전 조치와 관리 계획을 세워 당국의 허가를 받아야 한다. 우리나라에는 외교부에 그 허가권이 있으며, 허가의 승인 전에 환경부, 해양수산부와 협의하도록 법으로 정하고 있다.

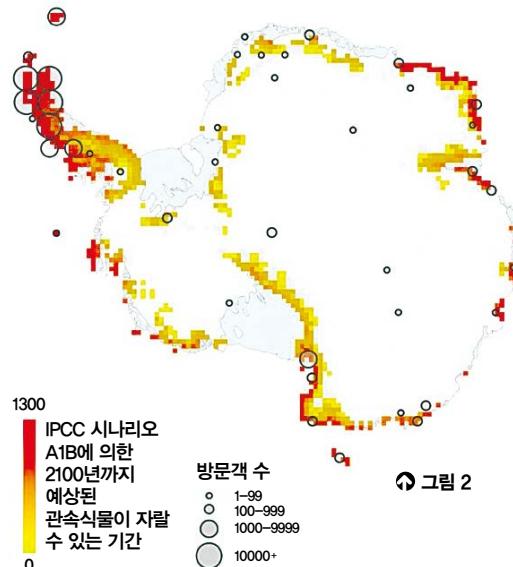
외래종 유입은 남극 고유종의 생태적 지위 위협

남극조약의 환경보호의정서와 우리나라의 '남극활동법'은 원칙적으로 외래종 도입을 금지하고 있지만 남극 활동자가 의도하지 않은 상태에서 다양한 생물들을 남극 지역으로 실어 나르고 있다. 남빙양에서의 원양어업, 남극 관광, 남극 연구 활동 등을 지원하기 위한 선박, 항공기, 방문자들에 편승하여 육상은 물론 해양 생물들이 남극과 남빙양에 들어오고 있다.

남극의 지리적 특성과 독특한 저온 환경에 오랜 세월 적응해온 남극 생물에 대한 외래종의 영향은 매우 위협적일 수 있다. 특히 남극 대륙 전체의 0.34%에 지나지 않은 남극 육상의 노출지역에 살고 있는 육상 생물은 종다양성이 낮고 이들이 이루는 생태계도 기능적 다양성이 낮아 경쟁에 상대적으로 강한 타 대륙에서의 외래종 유입은 남극 고유종의 생태적 지위를 위협하게 된다. 더구나 남극의 육상 노출지역(ice-free, snow-free)은 대부분의 남극 과학기지들이 자리하고 있고 지속적으로 증가하는 남극 관광객들의 상륙지역으로 활용되는 등 인간 활동의 영향이 집중되는 곳이며, 기후 온난화의 영향을 강하게 받는 곳이다(그림 2).

현재 남극에 유입된 것으로 알려진 외래종은 남극 육상식물만 하더라도 벼과의 포아풀속 식물 4종이 유입되어 정착하거나 과학자들에 의해 제거되었으며, 우리나라 골프장에서도 골치 아픈 잡초로 알려져 있는 새포아풀(*Poa annua*)이라는 종은 킹조지섬에 위치한 폴란드 악토스키(Arctoski)기지 주변의 해안가에서 분포지역을 확장하고 있다(Hughes 등 2015). 남극 고유의 꽃피는 식물은 남극종새풀과 남극개미자리 2종뿐이다(그림 3).

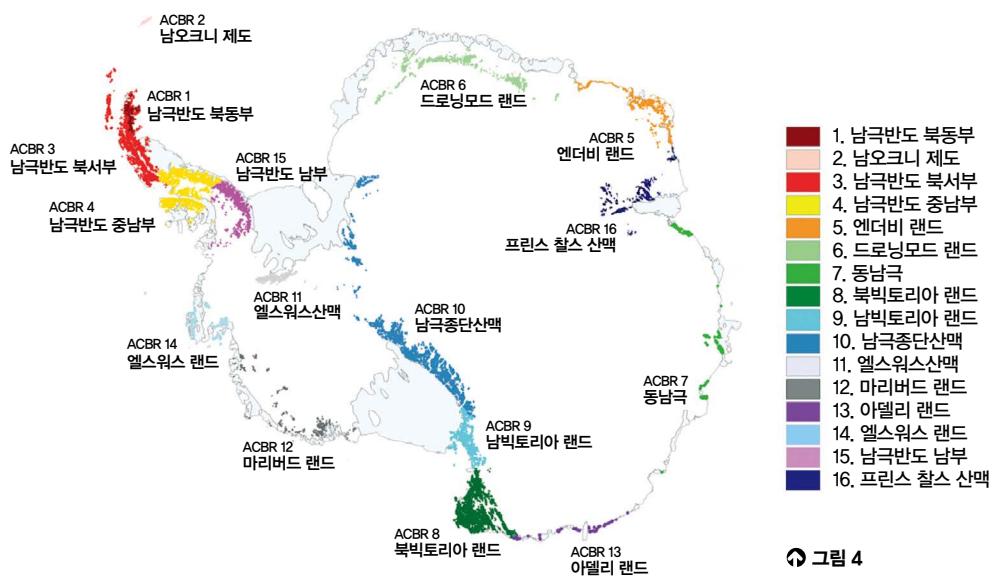
위 2007~2008년과 2100년 사이에 예측된 관속식물이 자랄 수 있는 기간(degree days) 증가와 2007~2008년 과학 및 관광을 위해 방문한 인원수. 아래 남극종새풀(왼쪽)과 남극개미자리(1~2mm 크기의 흰꽃이 보인다).



남극에 유입된 육상동물은 크기가 작은 무척추동물로 진드기류 4종, 톡토기류 7종, 애기지렁이과 1종, 파리목 3종으로 알려져 있다(ATCM 2015, IP 46). 대부분 외래종의 경우 남오크니군도(ACBR No. 2)와 남극반도 북서지역(ACBR No. 3)에서 보고되었다(그림 4). 그림 2와 그림 4를 함께 보기 바란다. 주목할 점은 유입된 외래 무척추동물이 속하는 분류군이 남극 고유종의 그 것과 교집합을 이루고 있다는 점이다. 파리목에 속하는 남극 고유의 날개 없는 각다귀의 일종인 벨기카 안탁티카(*Belgica antarctica*)와 분류학적으로 가까운 외래종으로 에레트롭테라 머피(*Eretmoptera murphyi*)가 유입되었고 이들 두 종은 남극의 주요 식생인 이끼류의 잔해를 먹어 유기물 순환에 기여하는 생태적 기능이 겹친다.

날개를 가진 각다귀류인 트리코세라 마쿨리페니스(*Trichocera maculipennis*)는 세종과학기지뿐만 아니라 킹조지섬에 위치한 여러 기지의 오수처리시설에서 발견되는 외래종이다(그림 5). 이 곤충은 본래 북반구 아한대 동굴 등에서 살고 있는 종으로 이미 1970년에 아남극의 섬에 유입되었고 현재 남극 킹조지섬에서 개체군을 키워가고 있다.

북반구 종이 남극으로 유입된 경로로 남반구의 어느 항구를 통해 들어온 것으로 예측하고 있다. 남극 기지들의 오수처리시설은 주로 미생물을 이용한 생물학적 처리과정을 거치므로



이 곤충이 살아가기에 풍부한 먹이와 적당한 온도 조건, 알을 낳을 수 있는 수환경 등 이상적인 조건을 제공해준다.

세종기지 주변 기지들과 외래종 퇴치 공동연구 착수

세종기지에서는 2013년부터 발견되기 시작하여 300개체 이상 증식한 때도 있었으나 즉각적인 대응으로 그 수가 10여 개체 수준으로 유지되고 있다. 2015년 월동기간에는 오수집수정을 대대적으로 청소하여 유충을 제거하고 친환경살충제와 자

외선 포충기 등을 사용하여 성체를 제거하였으나 완전한 퇴치에는 실패하였다. 킹조지섬에는 칠레, 우루과이, 중국, 러시아 등 9개국의 월동 및 하계 기지가 운영되고 있어 남극의 여름기간에 성체들이 기지 간을 자유롭게 이동할 수 있다. 외래종 퇴치의 어려움과 국제공조의 필요성이 절실히 하겠다. 우리나라 라는 올해부터 우루과이, 칠레, 영국과 함께 외래종 각다귀에 대한 근본적이고 과학적인 퇴치 방안 마련을 위해 공동연구에 착수하였다.

남극을 대상으로 연구하는 과학자들은 이러한 외래종의 문제점을 끊임없이 제기하여 왔고 지속가능하고 신뢰할 수 있는 남극연구를 보장하기 위해서는 외래종의 선제적 유입방지가 매우 중요하며 이를 위해서 국제적 공동 대응이 필요하다는 점을 강조하고 있다. 남극연구자들의 모임인 남극과학위원회(SCAR)와 각국 기지 운영자들이 활동하는 국가남극운영자 위원회(COMNAP)가 중심으로 과학적 자료에 근거하여 ‘외래종 매뉴얼’을 개발하였고 환경보호위원회에서 공식적으로 채택하여 모든 남극 활동자와 운영자가 활용하도록 배포하고 있다. 한 번 유입된 외래종은 퇴치가 매우 어렵고 경우에 따라 완전제거가 불가능할 수 있기 때문이다. 가치 있는 것들을 파괴하는 것은 쉽지만 지키기는 매우 어렵다. ☺

위 환경도메인의 집괴분석으로 얻어진 생물학적으로 구분되는 그룹들을 16개의 남극 보존 생물지역(Antarctic Conservation Biogeographic Region)으로 구분(Terauds and Lee 2016, <http://dx.doi.org/10.4225/15/5729930925224>).

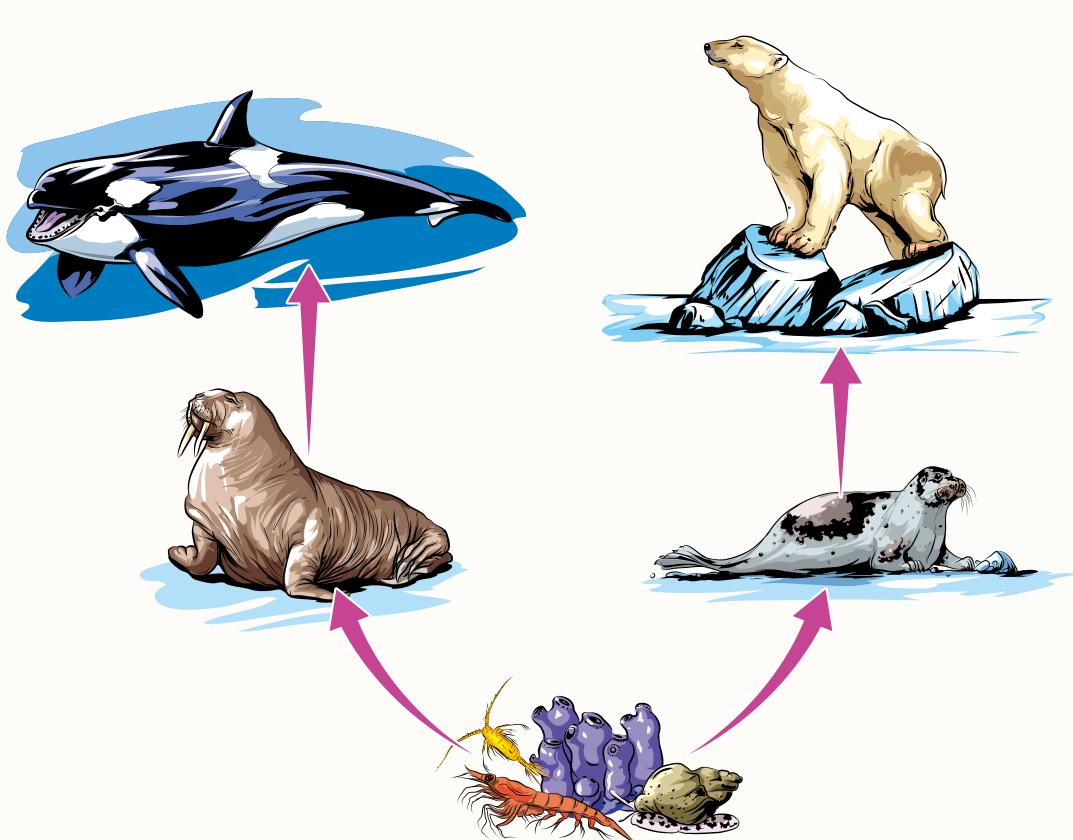
아래 세종기지에서 자외선 포충기로 잡은 외래종 각다귀.

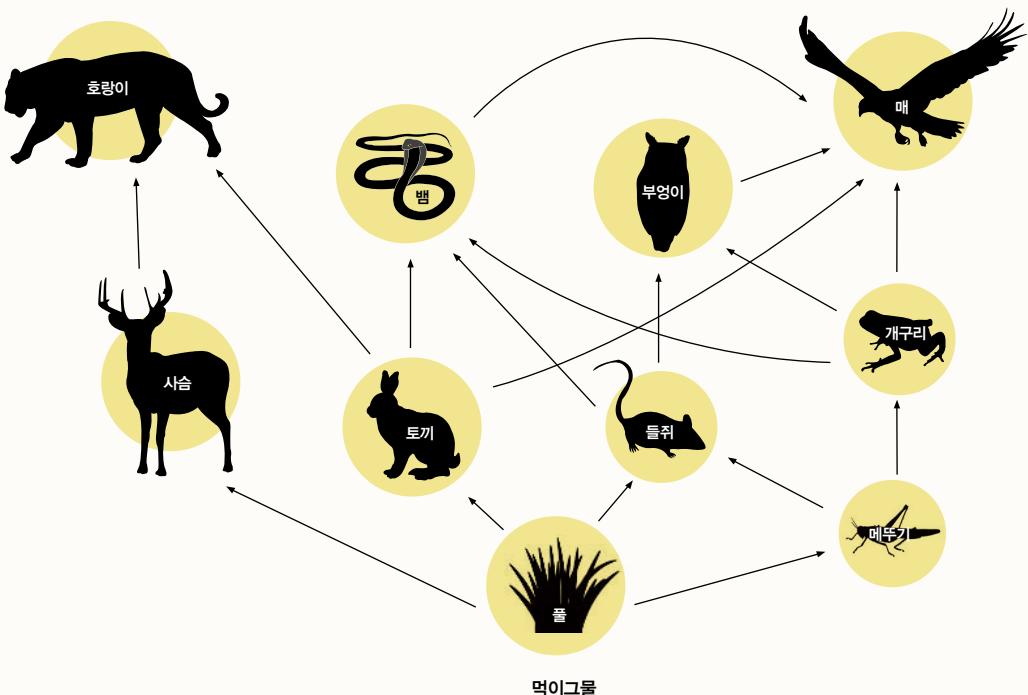


먹이사슬이 맨 처음 발견된 곳이 북극이라고?

야생에는 모든 동식물의 수를 조절하는 법칙이 있다. 이를하여, ‘세렝게티의 법칙’이다. 모든 생명을 아우르는 생태계의 조절 법칙으로 알려진 이 이론은 극지와 오지에서 생명의 법칙을 탐구한 한 생물학자에 의해 알려졌다. 게다가 이 법칙의 핵심을 이루는 먹이사슬의 경우 극지에서 처음 발견됐다. 선 B. 캐럴의 <세렝게티 법칙>의 내용을 발췌하고 재구성하여 생태계에 대한 대자연의 법칙을 소개한다.

글 사진 · 조은영(세렝게티의 법칙 옮긴이)





어느 날 저녁을 먹는 중에 까칠한 사춘기 딸이 텔레비전 채널을 돌리더니 아프리카 초원에서 맹수들의 피비린내 나는 사냥 장면을 넋을 잃고 보고 있습니다. 밥 먹는데 보기엔 좀 그렇지 않냐고 한마디 했더니 대뜸 한다는 소리가. “쟤들도 밥 먹잖아.” 사춘기 아이의 밀발을 어떻게 이기겠나 싶어 욱하는 마음을 억누르고 밥을 먹다 생각해보니 딸의 말이 틀리지 않습니다. 살아남기 위해 ‘먹고 먹히는 관계’는 후손을 생산하기 위해 ‘몸을 나누는 관계’와 더불어 지구 생태계라는 집을 짓는 기동과 대들보임에 틀림없지요. 그런데 이 ‘먹고 먹히는 관계’에도 나름의 규칙이 있습니다. 지구상의 생물들이 먹고 사는 법을 가장 알기 쉽게 보여주는 것이 바로 ‘먹이사슬’입니다. 한 마디로 누가 누구를 잡아먹는지 한 줄로 세워놓은 것이죠.

수많은 먹이사슬로 이뤄진 먹이그물

하지만 복잡한 생태계의 먹고 먹히는 관계는 단순한 먹이사슬로 이루어지지 않습니다. 수많은 먹이사슬들이 복잡하게 뒤얽혀 완벽한 그물을 형성하지요. 바로 먹이그물입니다

그런데 이 먹이사슬과 먹이그물의 개념이 극지에서 탄생했다는 사실을 알고 계셨나요? 먹이사슬의 기원은 1921년으로

거슬러 올라갑니다. 영국 옥스퍼드대학교 원정대를 실고 스피츠베르겐 제도로 향하는 터닝겐호에는 21살의 옥스퍼드대학교 동물학과 학생 찰스 엘턴이 태고 있습니다. 찰스 엘턴은 어려서부터 야생동물에 끝 빠져 살았습니다. 틈나는 대로 밖으로 나가 동물과 식물을 관찰, 채집하고 일지를 썼지요. 미래의 위대한 생태학자를 알아본 저명한 동물학자 줄리언 혁슬리가 엘턴을 이 극지대 탐사에 초대합니다. 스피츠베르겐 제도는 북극해와 노르웨이 사이에 있는 노르웨이령 섬으로 북극해 제도 중 가장 큰 섬입니다. 어려서 캠핑 몇 번 가본 것이 다였던 젊은이가 폭풍이 훤히고 간 바다에서 빙하가 떠다니는 바닷속을 들어가고, 사람이 살지 않는 눈과 얼음으로 덮인 땅을 횡단해야 하는 모험을 나선 것이지요.

스피츠베르겐에 도착하기 전에 원정대는 비에르노위아 섬에 도착해 첫 탐사를 시작합니다. 뱃멀미가 심했던 엘턴은 브랜디를 잔뜩 마시고 만취 상태가 되어 섬에 상륙합니다. 척박한 환경을 조사하다보니 군화는 일주일만에 닳아버리고, 폭풍우로 인해 예정보다 섬에 오래 머물게 되면서 빵과 마가린도 바닥이 납니다. 식량이 부족해지자 원정 팀은 섬에 사는 새를 잡아 요리했고, 새의 알은 양쪽으로 작은 구멍을 뚫고 입으로



먹이사슬

불어 내용물을 빼낸 후 오믈렛을 만들어 먹었습니다. 물론 알껍데기는 연구를 위해 잘 보관해 두었죠.

북극의 단순한 생물 군집에서 먹이사슬 발견

이렇게 궂은 날씨와 짧은 일정에도 엘턴은 섬 안의 다양한 서식지를 모조리 훑으며 섬에 서식하는 동식물을 모두 파악할 수 있었습니다. 그건 엘턴과 원정대의 열정과 성실함 때문이기도 하지만, 우리가 예상할 수 있듯이 열악한 극지 환경에는 많은 생물이 살 수 없기 때문입니다. 엘턴은 섬에 서식하는 생물들이 황량하고 척박한 환경에서 살아남을 수 있는 조건이나 요인을 특별히 신경써서 관찰했습니다.

툰드라에서 두 달이 넘는 시간을 보내고 베테랑 극지 탐험가로 거듭난 엘턴은 옥스퍼드로 돌아와 탐사 기간에 수집한 자료를 정리했습니다. 북극의 섬을 탐사하고 온 원정대가 채집해온 수집물의 양은 기대에 미치지 못할 정도로 적었습니다. 하지만 엘턴에게는 북극의 단순한 생물 군집이 오히려 복잡한 생태계를 이해하는 절호의 기회가 되었습니다. 군집이란 한 장소에 서식하는 여러 종류의 생물 집단을 말합니다. 과거의 학자들은 군집을 단순히 여러 종을 한데 모아놓은 집단에 불과하다고 보았습니다. 그러나 엘턴은 북극의 생물들이 서로 먹고 먹히는 관계에 집중했습니다. 엘턴의 눈에 극지방 섬

의 경제에서 가장 값비싼 상품은 바로 '먹이'였습니다. 그래서 엘턴은 각 생물의 먹이가 어디에서 비롯하는지 추적했습니다. 극지 환경에서는 육지보다 바다에 생물이 더 풍부하므로 엘턴은 바다에서 출발했습니다. 동물성 플랑크톤과 어류 같은 해양 동물은 바닷새와 바다표범의 먹잇감이 됩니다. 바닷새는 북극여우나 북극도둑갈매기, 흰갈매기에게 잡아먹히고, 바다표범은 북극곰에게 잡아먹히지요. 이렇게 먹고 먹히는 관계로 연결된 고리를 엘턴은 '먹이사슬'이라고 불렀습니다.

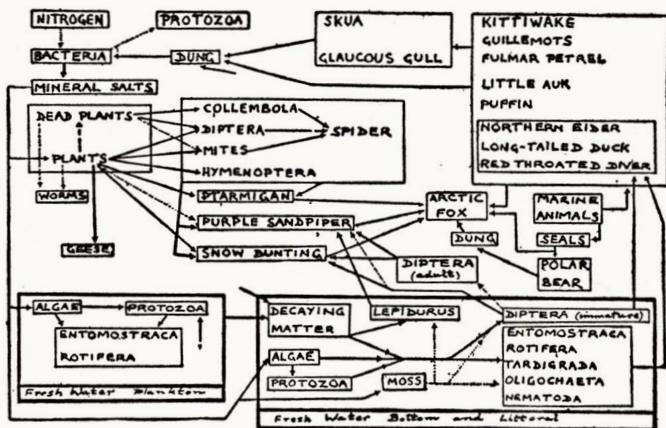
그러나 툰드라에 서식하는 동물의 관계는 소수의 동물 이상으로 확대됩니다. 바닷새의 뚫에는 질소가 들어 있습니다. 땅속 박테리아가 이 질소를 사용한 후 식물에 영양을 주지요. 이렇게 자란 식물은 곤충의 먹이가 되고, 그 곤충은 새에게 잡아먹힙니다. 그리고 새는 결국 북극여우의 먹잇감이 되지요. 이렇게 한 군집에서 단순한 먹이사슬은 복잡한 사슬 관계로 확장되어 엘턴이 '먹이순환'이라고 이름 붙이고 나중에 '먹이그물'이라고 부르게 된 커다란 그물망을 형성합니다. 엘턴은 동물의 세계가 인간 사회만큼이나 복잡하고 흥미로우며, 경제 원칙을 따른다고 말했습니다. 동물의 군집은 단순히 많은 생물을 한 곳에 몰아넣은 게 아니라 인간 사회처럼 각 생물이 자기 자리를 지키며 서로 얹히고 설친 복잡한 집단이라는 것이지요.

동물성 플랑크톤과 어류 같은 해양 동물은 바닷새와 바다표범의 먹잇감이 됩니다.

바닷새는 북극여우나 북극도둑갈매기, 흰갈매기에게 잡아먹히고, 바다표범은 북극곰에게 잡아먹히지요.

이렇게 먹고 먹히는 관계로 연결된 고리를 엘턴은 '먹이사슬'이라고 불렀습니다.

엘턴이 그린 첫 먹이그물인
비에르노위아 섬의 먹이사슬.
먹이사슬은 질소(NITROGEN)와
박테리아(BACTERIA)에서 시작해
화살표를 따라 이어져 북극여우(ARCTIC FOX)에 도달한다.
(출처 : Summerhays, S. V., and C. S. Elton, 1923, Contribution to the ecology of Spitsbergen and Bear Island, Journal of Ecology 11)



가장 척박한 땅에서 자연의 섭리 터득

엘턴은 모든 동물을 움직이는 가장 근본적인 힘은 먹이를 구해야 한다는 필요에서 나온다고 보았습니다. 먹고사는 문제는 동물 사회에서 언제나 가장 중요한 문제이고, 군집의 구조와 활동은 먹고 먹히는 관계로 결정된다는 것이지요. 엘턴은 생태계의 먹고 사는 세계의 몇 가지 원칙을 중국 속담을 이용해 재치 있게 요약했습니다.

* 먹이사슬 – 큰 물고기는 작은 물고기를 먹는다. 작은 물고기는 물에 사는 벌레를 먹는다. 물에 사는 벌레는 풀과 흙을 먹는다.

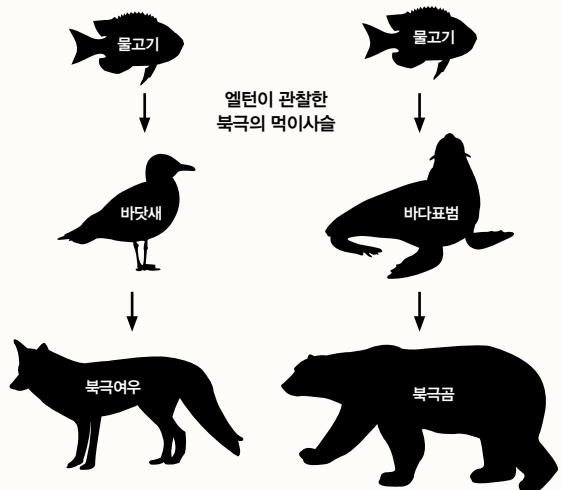
모든 동물은 근본적으로 식물에 의지합니다. 식물을 먹는 초식동물은 동물 사회에서 가장 하위 계급이고 초식동물을 먹는 육식동물이 다음 상위 계급을 차지하지요. 사슬은 결국 마지막에 천적이 없는 동물에 도달할 때 끝이 납니다.

* 먹잇감의 크기 – 큰 새는 작은 곡식의 날알을 탐내지 않는다.

엘턴은 몸집의 크기야말로 먹이사슬 구조에서 가장 중요한 결정 요인이라고 주장합니다. 몸집이 너무 커서 감히 사냥할 시도조차 못하거나 반대로 너무 작아서 먹어봐야 간에 기별도 안 가는 것들은 식단에서 제외되지요. 결국 몸집의 크기는 먹이사슬 안에서 각 동물의 수를 결정합니다.

* 수의 피라미드 – 같은 숲에 두 마리 호랑이가 함께 머물 수는 없다.

엘턴은 먹이사슬의 바닥에 있는 동물의 수가 많고 사슬이 끝으로 갈 수록 수가 적어진다고 보고 '수의 피라미드'라고 불렀습니다. 한 지역에 살고 있는 동물은 수의 피라미드를 그리며 균형을 이루고 있습니다.



이처럼 엘턴은 지구상에서 생물이 가장 귀한 지역인 극지 방을 탐사하면서 복잡한 생태계를 설명할 수 있는 가장 단순한 형태의 먹고 먹히는 관계를 관찰하고 이것을 생태학의 가장 중요한 개념으로 발전시켰습니다. 이후 과학자들은 엘턴에게 자극을 받아 동물의 수를 조절하는 법칙을 찾기 위한 연구를 시도했습니다. 결국 엘턴은 가장 척박한 땅에서 자연의 섭리를 깨우친 것이지요. 엘턴의 말로 이 글을 마칩니다. “우리는 동물의 세계를 지배하는 원칙을 찾을 수 없어 절망할지도 모른다. 그러나 단순한 집단에서 시작하여 신중하게 연구하다 보면 겉으로 보이는 복잡함이 사라지면서 군집을 구성하는 원칙들이 모습을 드러낼 것이다” ☺



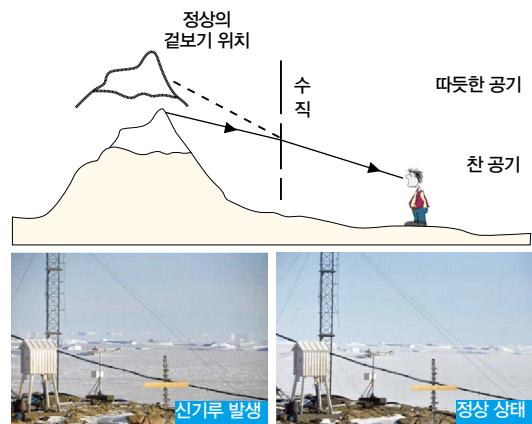
남극에도 신기루가 있다?

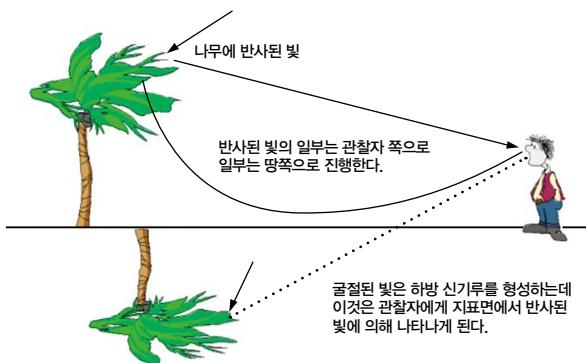
신기루(mirage)란 물체가 실제의 위치가 아닌 다른 위치에서 보이는 현상을 말한다.
극지방이나 사막에서 먼 곳에 있는 물체가 공중에 떠있거나 거꾸로 비쳐 보이기도 하는데
이것은 밀도가 서로 다른 공기층을 빛이 통과할 때 굴절함으로써 일어난다.

글 사진 · 오윤석(선인고등학교 교사)

상방굴절 신기루

빈스 현상이라고도 한다.
지표(또는 해수면)의 공기가 몹시 차갑고 그 위가 따뜻할 경우, 지표부근의 현저한 기온역전으로 인해 빛이 굴절하여 먼 곳에 있는 실물이 거꾸로 매달린 형태 또는 솟아오른 형태로 보인다. 두 경우 모두 신기루의 상이 실물보다 위쪽에 형성된다. 북극해나 남극에서 잘 나타나며, 대기의 조건에 따라 바다 위에 떠 있는 작은 유빙이 거대한 빙산으로 보이기도 한다.

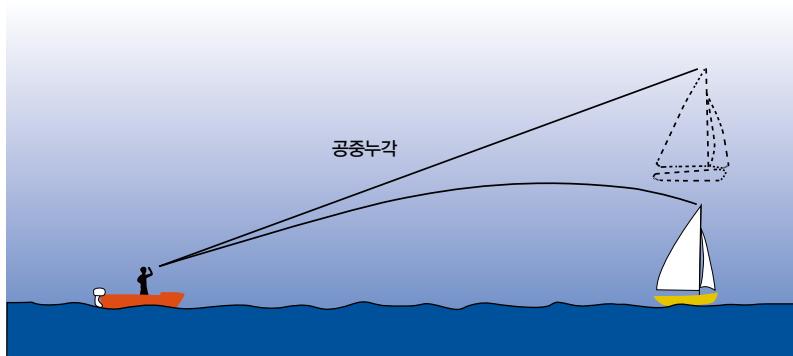




하방굴절 신기루

프랑스의 수학자 G. 몽즈가 처음으로 이 현상을 기술하여 '몽즈현상'이라고도 한다. 물체의 윗부분, 나무꼭대기에서 아래쪽으로 반사된 햇빛은 보통 차가운 공기를 지나 똑바로 나아갈 것이다. 각도 때문에 그 빛을 정상적으로 볼 수 없지만, 그 빛은 지표 가까이의 밀도가 희박해진 뜨거운 공기층을 지나면서 위쪽으로 구부러지므로 관측자의 눈에는 마치 그 빛이 뜨거운 지표면 아래쪽에서 나온 것처럼 보이게 된다.

반사된 빛 중에 일부는 굴절하지 않고 똑바로 눈에 들어오기 때문에 나무의 직접상도 볼 수 있다. 이 두 상 가운데 하나는 나무의 실상이고 다른 하나는 물에 반사된 것처럼 거꾸로 보이는 상이다. 하늘이 신기루의 대상이 되면 땅이 호수나 물의 표면으로 잘못 인식된다.



측방굴절 신기루

수평방향으로 빛이 이상굴절하는 것으로 수직인 벼랑이나 벽이 햇빛을 받아 뜨거워진 경우나 해안의 얕은 곳과 깊은 곳의 수온이 다른 경우 등이 조건이 된다. 때로는 수면 위에서처럼 차갑고 밀도가 큰 공기층이 뜨거운 공기층의 아래에 놓이는 경우가 있다. 그러면 반대현상이 생겨 마치 물체가 실제 위치보다 위쪽에 있는 것처럼 보인다. 예를 들면 수평선 너머 배가 있을 때처럼 실제로 보이지 않아야 할 물체가 하늘에 떠 있는 것처럼 보이게 되는데, 이 현상을 공중누각이라고 한다. ●



신북방정책…새로운 기회를 찾아서

글·김영준(외교부 북극협력대표) 사진·극지연구소

북극곰, 오로라 그리고 빙산 등으로 대표되는 북극에 대한 일반인들의 관심이 과거 어느 때 보다도 커지고 있다. 특히 작년 한 방송사의 연예 여행 프로그램 방영 이후 아이슬란드에 대한 우리 국민의 방문도 급격히 늘고 있고, 알래스카, 캐나다 북부, 스칸디나비아 등 여타 북극권 지역에 대한 방문도 아울러 늘고 있는 추세라고 한다. 하지만 이러한 색다르고 낭만적인 여행지로서의 북극의 이미지와는 달리, 북극은 지구 온난화에 따른 기후변화의 최대 희생지역이면서 다른 한편으로는 북극 항로, 자원개발 등 새로운 기회의 땅으로 우리에게 다가오고 있다.

북극은 도전과 기회의 땅

사실 우리나라가 북극과 관계를 맺어 온 역사는 그리 길지 않다. 1990년대 말 중국 쇄빙선을 활용한 공동과학탐사를 시작으로, 2002년 노르웨이령인 스발바르제도에 다산과학기지를 세우고, 2009년 쇄빙연구선 아라온호를 운항함으로써 북극연구의 과학적 기초를 만들었다. 그리고 2013년 북극의 환경보존과 지속 가능한 개발을 목적으로 설립된 정부 간 협의기구인 북극이사회(Arctic Council)에 영구 옵서버로 가입하고 그해 말 최초의 “북극정책기본계획”을 수립, 발표함으로 국내 여러 북극관련 기관들 간의 인프라 정비와 함께 본격적인 북극관련 국제적인 활동을 하게 된다.



1



2

1 북극해 항로(북동항로)와 기존항로 비교. 2 2013년 북극해 시험 운항에 나선 현대글로비스의 국적선사 스텐아폴라리스. 우리나라라는 그동안 6차례 러시아 북쪽의 북동항로를 시험 운항했다.

“우리 정부는 이러한 신북방정책 국정운영 기조를 바탕으로 현재 신북극정책을 수립 중에 있다. 내년부터 향후 5년간 적용될 제2차 북극정책기본정책은 제1차 기본정책을 통해 마련되고 추진되어 온 북극정책을 보다 다듬고 발전시켜 범정부내 북극정책의 추진기반을 더욱 공고히 하고 확대 발전시키는 방향에서 준비 중이다.”

우리나라의 북극정책은 흔히 “도전과 기회”라고 표현되는 북극의 변화상에 발맞추어 전개되고 있다. 북극의 기후변화는 북극지역뿐만 아니라 우리나라를 포함한 북미, 유럽 등 중위도 지역의 기후에 영향을 미침으로써 동식물 분포 등 자연 생태계와 인간의 삶의 양식에도 큰 변화를 초래하고 있다. 이는 더 이상 북극권 국가들만으로 대응할 수 없는 세계적인 도전과제로서 모든 국가의 공동의 대처를 요청하고 있다. 우리나라는 극지연구소를 중심으로 하는 북극관련 과학연구를 통해 이러한 기후변화에 따른 도전에 적극 대응하고 또한 기여해 나가고 있다. 특히 북극권 6개국에 설치한 환북극권 동토 층 관측 거점의 운영과 북극이사회산하 6개 실무 작업반(AMAP, EPPR, CAFF 등)에서의 활동에 대해서는 높은 평가를 받고 있다.

한편, 북극해 얼음 해빙(解氷)의 급속한 진전 및 확대는 북극항로, 자원개발, 조선, 수산, 관광 등 여러 경제적 측면에서 새로운 가능성을 모색할 기회를 주고 있다. 우리나라는 2013년 현대글로비스의 첫 항해 이후 그동안 6차례 러시아 북쪽의 북동항로를 시험 운항하였다.

현재 북동항로에서는 연간 700만 톤의 화물이 운송되고 있으며, 러시아는 2025년까지 연간 3,000만 톤 규모의 화물을 동 항로를 통해 운송할 계획이라고 한다. 현재 동 항로는 여름철 4개월 정도 이용할 수 있으나, 동 이용기간이 빠른 속도로 늘어날 것이라는 전망이다. 하지만, 본격적인 항로 이용을 위해서는 보급 및 피항(避港) 등을 위한 현대화된 항구의 개발, 위기상황 시 대처하기 위한 수색 및 구조(Search and Rescue) 인프라 구축 등에 엄청난 투자가 필요한 상황이다.

2013년 첫 항해 이후 6차례 북동항로 시험 운항

한편, 금년 1월부터 극지를 운항하는 선박이 준수해야 할 안전기준인 극지규약(Polar Code)이 발효하는 등 북극항로 활용을 위한 국제규범화가 진행되고 있지만, 러시아 관할 수역 내 쇄빙선 에스코트 서비스의 의무화 및 높은 서비스 요금 부과 등 국제규범과의 조화가 필요한 부분도 여전히 많이 있다. 또한, 북극항로가 열리고 북극지역의 동토층이 녹음으로써 북극의 자원에 대한 접근이 가능해졌다.

필자는 지난 8월말 세계 최대의 천연가스 생산지인 러시아 북극지역 야말반도의 사베타(Sabetta)를 방문하였다. 남부 탐베이(South Tambey Field)에 건설되고 있는 야말 LNG 프로젝트는 총 사업비 270억 미불이 투입되어 현재 96%의 공정률을 보이고 있으며, 향후 3년간 매년 550만 톤씩 생산량을 늘려 2020년부터 연간 1,650만 톤을 생산할 예정이다. 또한 인근에 사베타 항구와 사베타 공항을 건설,

운영하고 있는데, 지난 4년간 사베타 항구를 통해 약 1,400만 톤의 화물을 처리한 것으로 알려졌다. 동 프로젝트에는 러시아(Novatek 50.1%)뿐만 아니라 프랑스(Total 20%), 중국(중국석유공사 20% 및 실크로드 기금 9.9%)이 컨소시엄으로 참가하고 있다.

한편, 야밀반도 맞은편 기단(Gydan) 반도에 추진 중인 Arctic LNG2 프로젝트(추정 매장량 8.4조m³)에는 중국뿐 아니라 일본도 참여하는 것으로 알려져 있어, 우리나라로도 매장량 근거자료, 기반시설 건설 및 운영비용 등에 대한 면밀한 검토를 바탕으로 참여 여부를 결정하는 것이 필요하다고 본다.

대우조선해양에서 건조하여 야밀 LNG 프로젝트에 투입된 세계 최초의 쇄빙 LNG선 크리스토프 드 마르주리(Christophe de Margerie)호가 지난 7월 북동항로 운항에서 새로운 기록을 세웠다. 노르웨이 함메르페스트를 출발해 북동항로를 지나 충남 보령에 만 19일 만에 도착하였는데, 유럽에서 수에즈운하를 통과하여 한국으로 오는 통상적인 “남방항로”에 비해 약 30% 이상 단축한 것이다. 대우해양조선은 2014년 17만m³급 쇄빙 LNG선을 총 15척 수주, 2020년까지 인도하도록 되어 있다.

북극해 해빙(解氷)의 진전으로 북동항로의 이용이 보다 활발해지고, 또한 북극지역의 자원 개발이 보다 활성화되면 이 해역을 운항하기 위한 쇄빙선 또는 내빙선의 수요는 크게 늘어날 수 있을 것으로 본다. 대우조선해양의 예와 같이 쇄빙 LNG선 등 고부가 선박은 현재 해운 및 물동량 부족으로 침체 상태에 있는 신규 조선분야에서 새로운 돌파구의 역할을 할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

유라시아 대륙 진출 위한 신북방정책 추진

우리 정부는 유라시아 대륙의 경제적 발전과 지속적인 성장을 달성하기 위한 토대 마련을 목표로 신북방정책을 추진하고 있다. 지난 9월 블리디보스톡 동방경제포럼에 참석한 문재인 대통령은 우리의 신북방정책과 러시아의 신동방정책 간 접점인 극동지역을 중심으로 한국과 러시아 사이에 가스, 철도, 항만, 전력, 북극항로, 조선, 일자리, 농업, 수산 등 9개의 다리를 놓아 실질적인 협력을 추진해 나갈 것을 제안한 바 있다.





1 러시아 야말에서 열린 북극 회의에 참석한 필자.(왼쪽에서 네 번째) 2 러시아 사베티 항구에서 바라본 야말LNG 생산 기지와 조감도.

이러한 협력의 다리는 광역두만강개발계획(GT), 중국의 “일대일로”, 몽골의 “초원의 길”, 카자흐스탄의 “누를리 졸” 정책 등과 연계하여 동북아, 나아가 유라시아와 아태지역 전체를 이어주는 평화번영의 거대한 대교로 발전해 나가기를 기대하고 있다. 이와 관련하여 우리 정부는 지난 9월 1일 대통령 직속의 북방경제위원회를 설립하여 신북방정책 추진을 위한 정부 내 컨트롤타워 역할을 맡도록 하였다. 우리 정부는 이러한 신북방정책 국정운영 기조를 바탕으로 현재 신북극정책을 수립 중에 있다. 내년부터 향후 5년간 적용될 제2차 북극정책기본정책은 제1차 기본정책을 통해 마련되고 추진되어 온 북극정책을 보다 다듬고 발전시켜 법정부내 북극정책의 추진기반을 더욱 공고히 하고 확대 발전시키는 방향에서 준비 중에 있으며, 금년말경 발표될 예정이다. 특히 신북극정책은 문재인 정부의 국제과제와 신북방정책에서 정한 북극협력 및 진출을 뒷받침하기 위해 보다 실질적인 북극진출을 위한 국내외 역량 강화 및 확대에 중점을 두고 있으며, 과학기술, 경제협력 등을 축으로 국제사회 및 국가 발전에 기여하는 것을 목적으로 하고 있다.

실질적인 북극진출 뒷받침 위한 신북극정책 수립 중

이러한 북극정책의 강화, 활성화 차원에서 외교부를 중심으로 우리 정부에서는 활발한 북극외교를 펼치고 있다. 먼저, 북극이사회 및 동 산하 실무작업반에 극지연구소, 한국해양수산개발원 등 유관기관과 함께 활발히 참가하고 있으며, 북극권 국가와의 북극협력 강화를 위해 금년 하반기에는 캐나다, 러시아, 핀란드, 노르웨이와 그리고 내년도에는 덴마크, 아이슬란드와 북극협의회를 개최할 계획이다. 이울러 2013년 북극이사회에 읍서버로 함께 가입한 중국, 일본과도 3국간 고위북극대화를 개최중이며 내년도에는 중국에서 제3차 회의를 개최할 예정이다.

또한 우리 기업의 북극진출을 도모하는 차원에서 북극권국가 민간기업인으로 구성되고 북극이사회에서 창립이 의결된 북극경제이사회(AEC)와 협력세미나를 금년 12월 서울에서 개최할 예정이며, 북극판 다보스라고 불리면서 북극관련 가장 중요한 논의의 장의 하나인 “북극씨클 지역포럼”을 내년 12월 서울에서 개최할 예정이다. 이러한 다양한 활동을 통해 우리에게 새롭게 다가온 북극이 주는 기회를 놓치지 않고 우리의 것으로 만들기 위한 노력을 보다 가일층해야 할 것으로 본다. ☽

김완수 펭귄작가의 극지여행 | 남극점 아문센·스콧기지

남극점이 두 개? 게다가 움직인다고?

남극점에는 이곳을 상징하는 기념장소가 두 군데 있다. 하나는 12개국의 국기가 나부끼고, 그 중앙에 지구본이 있는 곳이고, 또 다른 한 곳은 지오그래픽 남극점(Geographic South Pole) 입간판이 서 있는 자리다. 이 간판은 빙하의 움직임에 따라 1년에 1번씩 자리를 옮긴다고 한다.

글 사진 · 김완수(극지방 전문 여행가, 펭귄작가)



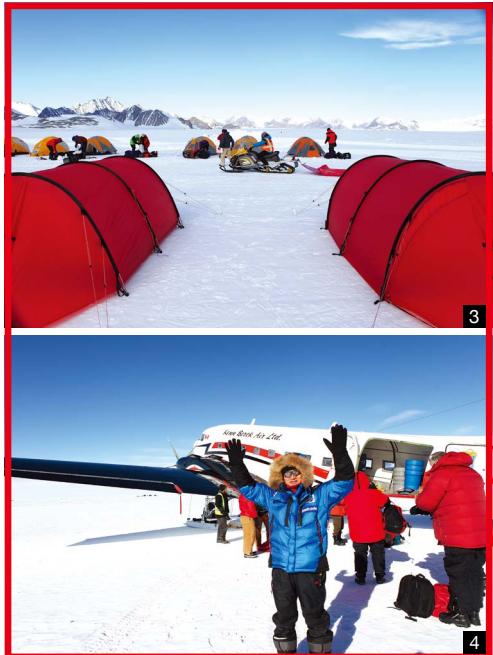
남극탐방 여행은 항공탐방과 스키도보여행, 그리고 쇄빙기능 있는 여객선을 이용하는 3가지 방법이 있다. 필자는 2012년 7월 24일, 지리학적 북극점인 북위 90도(Geographic North Polo)를 러시아 쇄빙선을 이용하여 탐방한 후 2013년 12월 29일에는 지리학적 남극점인 남위 90도(Geographic South Pole)를 비행기 바퀴에 스키가 부착된 소형 스키비행기를 타고 탐방하였다. 또한 2017년 1월 27일에는 9차 남극탐방을 통해 자석이 가르치는 또 다른 남극점인 자남극점(Magnetic South Pole)을 여객선을 타고 도달, 2곳의 남극점과 북위 90도 북극점 등 3극지점을 모두 탐방하는 데 성공했다. <미래를 여는 극지인> 독자들의 이해를 돋고자 이번 호에 남극점과 자남극점 여행기를 함께 살펴보자 한다.

설렘 속에 남극대륙 유니온그레이서 캠프에 도착

남극점 여행은 남미의 고트머리에 있는 칠레의 푼타아레나스에서 시작한다. 이곳에서 2시간 정도 남쪽으로 항하면 킹조지섬에 있는 한국의 세종기지가 나오고, 5시간 정도 더 내려가면 남극대륙 여행의 베이스캠프격인 남위 약 80도에 있는 유니온그레이서 캠프(Union Glacier Camp)가 나타났다.

1.2 남극점에 자리한 아문센스콧기지, 남극점에 최초로 도착한 노르웨인 아문센과 한달 후 도착한 영국인 스콧을 기념하여 세운 미국의 남극점 기지이다.

3 남위 180도에 자리한 남극여행의 베이스캠프격인 유니온그레이서, 4 광활한 하얀 대평원인 남극점에 도착한 스키비행기에서 짐을 내리고 있다.



남극 최고봉인 빙순 매시프나 황제펭귄 서식지인 북쪽해안의 웨델해뿐만 아니라 남극점도 이곳에서 출발한다. 남극마라톤도 이곳 유니온베이스캠프에서 진행되기도 한다. 이곳 캠프는 폭이 약 12km, 길이가 80여 km나 되는 크나큰 빙하 위에 설치되어 있다.

저녁에 출발한 화물기가 새벽 1시가 넘어 유니온캠프에 도착하였다. 바람이 세차게 불었고, 온도는 영하 15도 정도 되었다. 남극은 여름인지라, 백야라서 대낮 같이 활동했다. 대기하고 있는 지프에 몸을 싣고 15분 거리에 있는 유니온캠프에 도착, 캠프에서 머무를 텐트를 배당받았다. 날씨가 좋아서 점심 먹고 오후에 곧바로 남극점에 간다고 한다. 남극의 날씨는 변화무쌍하여 언제, 어떻게 변할지 몰라서 충분한 휴식도 없이 곧장 출발 준비를 했다. 드디어 남극점에 도착한다는 마음에 가슴 가득 설렜다.

사실 남극점 가는 스키비행기는 상당한 준비를 해야 한다. 만에 하나 변화무쌍한 날씨에 설원에 불시착이



2

- 1 남극의 상공에서 바리본 유니온그레이서, 남극 최고봉인 빙순 매시프나 황제펭귄 서식지인 북쪽해안의 웨델해, 남극점도 모두 이곳에서 출발한다.
- 2 남극점에서 머문 ANI회사의 여행자 캠프.
- 3 남극점(Geographic South Pole)에 선 김완수 펭귄작가. 세계최초 민간인 남극일주 최다기록 보유자이다.

라도 하면 남극에서는 빠른 구조 활동을 기대할 수 없고, 날씨가 좋아질 때까지 기다려야 하기 때문이다. 그래서 남극의 모든 일정은 하늘의 뜻에 따라 움직인다고 했다.

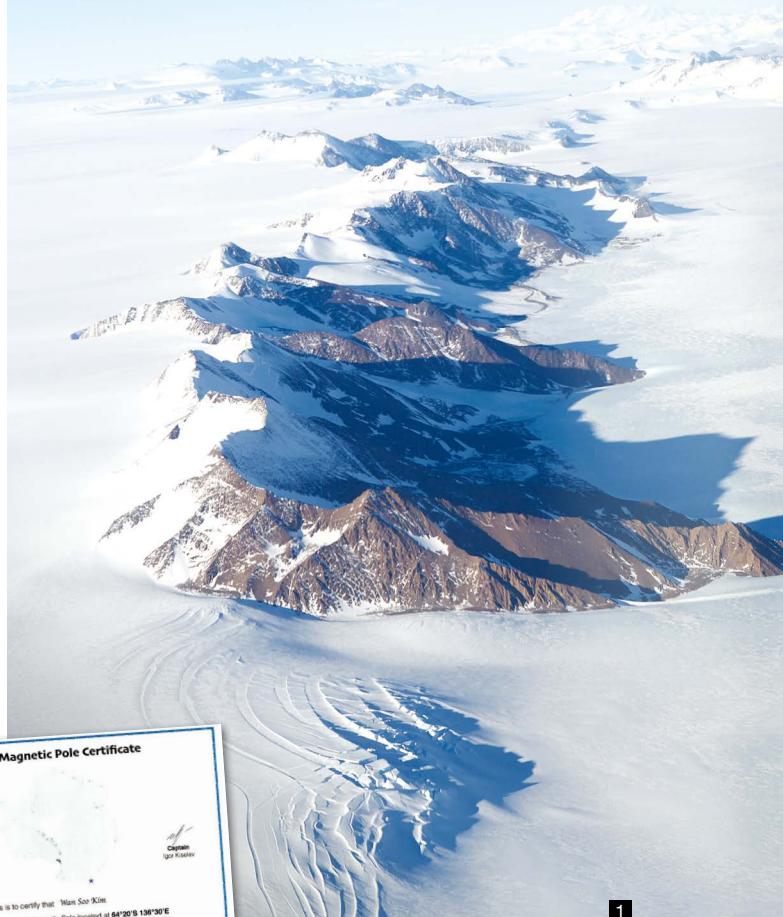
불시착했을 때, 영하 40도의 온도에서 최소한 1주일은 견뎌야 하므로 스키비행기는 7일간 생존에 필요한 각종 음식을 실어야 했으며, 탑승객은 각자의 슬리핑 백을 갖고 탑승해야 했다.

남극점에서 캠프에 되돌아올 때까지 기도하는 마음으로 그렇게 출발했다. 또한 칠레의 푼타아레나스까지 되돌아오는 것도 날짜를 확정지을 수 없는 곳이 남극이다. 그래서 일정에 여유를 갖고 오픈티켓(open ticket)을 끊고 남극의 변화무쌍한 날씨에 대비해야 한다.

그동안 많은 탐험가들은 스키나 썰매로 남극점을 밟았다. 산악인 고 박영석 대장 을 이곳 캠프에 기록된 게스트 북에서 만날 수 있었다. 그는 태양전자를 이용한 설상차를 타고 남극점을 밟았었다.

광활한 대평원 너머 남극점 아문센·스콧기지에 도착
우리 일행은 바퀴에 스기가 부착된 소형 비행기를 타고 남극점으로 향했다. 남극점 탐방자는 달랑 4명. 중국인 1명과 스웨덴인 부부. 그리고 필자다. 거기에 ANI 회사 가이드 1명, 중국 통역자 1명, 현지 캠프 관계자 등 총 7명이다.

점심식사 후 캠프를 출발한 스키비행기는 울퉁불퉁 한 얼음활주로를 달리더니 하늘로 올랐다. 캠프를 둘러싼 커다란 산맥이 내려다보였다. 코끼리 형상의 큰 바위가 머리를 내밀며 환송하고 있었다. 캠프 주변의



김완수 펭귄작가의 남극점 방문 증명서.

1

산맥을 넘자, 넓은 하얀 대평원이 나타났다. 이곳에서 남극점까지는 계속 대평원이 이어졌다.

아무것도 볼 수 없는 광활한 하얀 대지. 오로지 하얀 눈과 얼음만이 이곳의 주인일 뿐이다. 하얀 대지 위에 듬성듬성 검은 모습이 나타났다. 꼭 석탄을 뿐려놓은 모습처럼, 우리를 반겼다. 남극점 전문가이드에 물어보니, 하늘의 구름이 하얀 눈 위에 비춰서 그렇게 나타나는 것이라고 한다. 구름의 그림자… 그리고 듬성듬성 머리를 내미는 뾰족한 산이 솟아 있었다.

캠프에서 남극점까지 논스톱으로 약 4시간 소요되는 항공일정은 계속 하얀 대평원을 가로질러 갔다. 절반쯤 갔을까? 넓디넓은 하얀 평원에 몇 개의 검은 점

이 보였다. 아무도 없는 이곳에 자연현상이라 생각하고 있을 때 검은 점이 움직이고 있었다. 5~6명의 탐험자가 남극대륙 위를 스키를 끌고 가고 있었다. 기다란 설상의 스키 자국을 보니 몹시 흥분됐다. 이 넓디넓은 하얀 대륙에 생명체라곤 전혀 찾아볼 수 없었는데, 이곳 몇 백m의 상공에서 '인간'이라는 생명체를, 전혀 예상치 못한 상황에서 본다는 것이 기적 같았다.

같은 인간으로서, 인간의 탐험정신에 경의가 표해졌다. 또한 이 넓은 하얀 대륙에서 '인간은 하나의 점'에 불과한 미미함을, 왜소함을 느끼는 순간이었다. 무사히 목적지까지 도달하길 비행기 안에서 빌 뿐이었다.

스키비행기가 남극점에 다가서자 건물들이 보이기 시작했다. 미국의 아문센·스콧기지였다. 남극점에 최초로 도착한 노르웨이의 탐험가 아문센과 한달 후 이곳에 도착한 영국인 스콧을 기념하여 두 이름을 딴 미국의 남극점 기지 이름이다. 그러나 영국의 탐험가 스콧팀 5명은 귀환 도중에 혹한과 탈진에 의하여 전원 사망하는 비운을 당했다.

1년에 한 번씩 지오그래픽 남극점 위치 이동 행사

스키비행기가 미끄러지며 얼음 활주로를 눈보라를 일으키며 착륙했다. 드디어 남극점! 필자에게 북극점에 이어서 남극점을 밟는 역사적인 순간이었다. 바람이 세차게 불어댔다. 온도는 그리 높지 않았다. 영하 28도, 연평균 기온이 영하 50도라는 데 그래도 여름이라 따

뜻한 편이라 한다. 생각보다 커다란 아문센·스콧기지, 이곳이 과연 남극점인가 하고 느껴지기도 했다. 건물 앞에는 남극점의 상징인 12개국의 국기가 바람에 힘차게 펄럭였다. 그 가운데 있는 원형구가 지구를 상징하며 남극점의 분위기를 나타내고 있었는데 대한민국의 국기를 찾아 볼 수가 없어서 아쉬웠다.

남극점에는 이곳을 상징하는 기념장소가 두 군데 있다. 하나는 12개국의 국기가 나부끼고, 그 중앙에 지구본이 있는 곳이고, 또 다른 한 곳은 지오그래픽 남극점 (Geographic South Pole) 입간판이 서 있는 자리다. 이 간판은 빙하의 움직임에 따라 1년에 1번씩 자리를 옮긴다고 한다. 이곳 남극점에 자리한 빙하 두께는 무려 3,000여m, 이 빙하의 움직임에 따라 간판도 1년에 10여m씩 이동하고 있다. 그래서 간판 위치 변경 행사를 매년 연다고 한다. 참으로 자연의 오묘하고 재미있는 현상이다.

외부에 있는 2개의 상징물과 기념촬영 후 아문센·스콧기지로 갔다. 기지 입구 건물에는 남극지도와 미국의 국기가 펄럭이고 있었다. 주변에는 제설장비 등 각종 장비가 있었다. 계단을 따라 2층으로 올라갔다. 바깥 입구에 카메라와 배낭을 놓아두었다. 외부의 영하 28도에서 곧바로 영상 20도의 사무실로 들어가면 카메라에 문제가 생긴다고 한다.

준비하고 간 다른 카메라를 들고 사무실에 들어갔다. 사무실은 거대한 건물로서 입구에서 신발을 벗었고, 사



2



3

무실을 둘러보았다. 복도에는 각종 남극관련 기념품과 외국에서 기증한 남극관련 선물이 진열되어 있었고 특히 수천m 빙하를 탐사하는 기구가 모형으로 전시되고 있었다. 중국에서 선물한 만리장성 동판도 눈에 띄었다. 연구자들이 운동할 수 있는 농구대, 취미생활을 할 수 있는 각종 악기가 준비되어 있는 음악실과 도서실도 있었다. 특히 인상 깊은 것은 온실(Green House)이었다. 내부에 온실을 지어놓고 상추, 토마토 등을 키우고 있었다. 이 극한의 땅 남극점에서 새파랗게 자라고 있는 녹색식물을 바라보니 신비롭기만 했다.

또한 각종 연구실에는, 분야마다 연구하는 연구원들의 모습이 유리창 너머로 보였다. 외부와 고립된 채, 인간의 미래를 위한 연구에 몰두하고 있는 그들에게 경의를 표하고 싶었다.

지구 끝 남극점에서 한국인 조우

마지막 들린 곳은 연구소내의 기념품 가게(Gift shop)였다. 그곳에서는 남극점 관련된 카드, 달력, 액자, 모자, 옷 그리고 약간의 먹을 것을 팔고 있었다. 그런데 기념품 가게의 여직원이 갑자기 필자에게 한국말로 묻는 게 아닌가! “한국인이세요?” 그 여직원은 필자의 점퍼에 붙은 태극기를 보고 알아본 것이다. 깜짝 놀랐다. 남극점에 와서 한국인을 만나다니….

그는 부모님을 따라 미국으로 왔다가 세상의 끝, 이곳 남극점 아문센·스콧기지로 자원해서 근무하러 왔다고 했다. 갖고 간 한국에서 만든 ‘펭귄 달력’과 ‘카드’를 건네주었고 남극점 사무실에 걸어놓겠다고 했다. 한국인은 전 세계 어디서나 열심히 제 맑은 일을 충실히 하고 있었다. ‘부지런하고 성실하며 모험심 많은 한국인’ 임을 다시 한 번 느끼는 순간이었다.

아문센·스콧기지를 나왔다. 남극점의 세찬 바람과 추위가 엄습했다. 약 3,000m의 빙하이고, 고산지대라 조금만 걸어도 숨이 가빴다. 산소가 적은 것이다. 바깥에 있는 참고인 방문자 센터(Visit Center)에서 기다리고 있으니 스노우모빌을 타란다. 3~4명이 탈 수 있는 스노우모빌의 짐수레에 몸을 싣고 남극점의 빙하를 달



1



2



3

1 남극점을 기념하는 상징물, 12개국의 국기가 나부끼고, 그 중앙에 지구를 상징하는 지구본이 있다.

2 아문센스콧기지 내부. 남극의 역사와 관련된 다양한 자료와 기념품, 선물이 진열돼 있다.

3 아문센스콧기지 기념품 가게에서 만난 한국인 여성. 지구의 끝에서 만났기에 너무도 반가웠다.

렸다. 세찬 바람에, 스노우모빌의 눈보라에 눈을 뜨기 가 어려웠다. 4~5분 달렸을까, 몇 채의 텐트가 보였다. 남극여행사인 ANI의 캠프였다. 텐트 안에 들어가 보니 난로의 난방으로 후끈했다. 따뜻한 커피 한 잔! 간단한 다과. 지구의 끝 남극점에서 그렇게 우리의 일정은 어렵게 마무리 되었다. 해가 저물지 않는 백야의 남극점에서. ●

또 다른 지구의 끝, 자남극점(Magnetic South Pole)



↑ 김완수 펭귄작가의
세계최초 민간인 남극일주
최다기록 인증서.
◆ 동남극 메리츠 빙하 앞
자남극점에 도착하여 환호하는
극지여행가들.

자남극점은 지구가 23.5도 기울면서 돌기 때문에, 위치가 계속 변하고 있으며 현재는 동남극(Ease Antartical) 해상에 있다. 자석이 가리키는 지구상의 끝부분으로서 2017년 1월 27일 자남극점 탐방 시에는 남위 64°2S, 동경 136°3E에 있었다. 동쪽 남극에 있는 메르츠빙하(Mertz Glacier)와 프랑스 뒤몽(Dumont)기지 앞바다였다. 100여 년 전에는 남극 대륙에 있었으며, 그 당시 호주의 탐험가 마우슨(Mawson)팀이 탐험하여 기록한 사진이 남아있다.

심한 파도와 수많은 빙산 헤치고 자남극점 도착

자남극점을 가기 위해서 뉴질랜드의 인버카길항에서 반쇄빙 기능이 있는 2,000여 톤의 작은 여객선을 타고 9번째 남극 탐방 길에 올랐다. 뉴질랜드 남쪽의 최남단섬인 스튜어드섬을 지나 무인도 스네어섬과 오클랜드섬을 방문 후, 호주령인 킹펭귄과 로얄펭귄이 살고 있는 머큐어리섬을 방문하

였다. 이곳은 남극 외곽에 있어서 서브 안타티카(Sub Antarctica)라 부른다. 인버카길에서 출항 후 남극의 파도와 빙산과 싸우면서 10여일 만에 자남극점이 있는 동쪽 남극 해상에 도착했다.

2017년 1월 27일 0시 30분 드디어 자남극점 도착했다. 남위 90도에 있는 지리학적 남극 점에 이어서 두 번째로 또 다른 남극점에 도착한 것이다. NS자석이 가리키는 어쩌면 진짜 남극점이라! 남위 64°2S, 동경 136°3E에 위치에 있으며 남극의 심한 파도와 수많은 빙산을 헤치며 동남극의 해상에 머물러

있었다. 지구의 끝이라는 게 실감나지 않았다. 동남극의 메리츠(Mertz) 빙하 앞이라, 지구온난화로 수많은 빙하가 흘러내려와 남극의 바다를 수놓으며 배의 앞길을 막고 있다. 지구가 23.5도 기울어서 움직이기 때문에 자남극점은 계속 움직인다고 한다. 1년에 약 5km씩. 그러니 먼 옛날에는 자남극점이 남극대륙에 있었으나 이제 동남극 바다 위에 있는 것이다.

호주를 비롯한 4개국의 대형기를 들고, 64°2S와 136°3E가 써진 표시판을 들고 기념사진 촬영을 했다. 마침 여객선사에서 준비한 대형 태극기를 갖다 준다. 태극기 포함 5개국 국기가 펼려였다. 50여 명의 탑승객들의 각 나라가 5개국이 된 것이다.

도착 카운트다운에 들어갔다. 자남극점 도착 1분전, 59부터 모두가 함께 소리쳤다. 10, 9, 8, 7…드디어 0이 되었을 때 뱃고동소리가 우렁차게 울렸다. 귀가 찢어질 정도의 크기로 2번 연속, 그래도 사람들은 즐겁기만 했다.

자남극점에 도착한 기쁨의 순간을 함께 만끽하고 있었다. 그래도 극지방 여행가인 나는 또 다른 목표점이 생기고 있었다. 자북극점(Magnetic North Pole), 그곳을 향해 바라본다. 캐나다의 북극바다 어딘가에 있을 지구 북쪽 지구의 끝자락을 찾아 또 다른 극지방 여행을 계속할 것이다. 두 곳의 남극점과 두 곳의 북극점. 그래야 극지방 여행이 마무리 될 것 같다.

2017 극지체험특별전



1 어린이들이 우리나라 최초의 쇄빙연구선인 아라온호 모형을 유심히 관찰하고 있다.

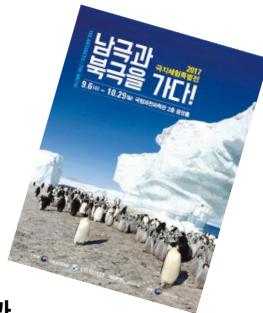
2 1985년 남극관측탐험대가 남극 탐험 시 사용한 각종 장비들이 펭귄 박제와 함께 전시돼 있다.

3 극지체험특별전이 열린 과천과학관 2층 중앙홀. 커다란 북극곰과 펭귄이 관람객들을 맞이한다.

도심 속 극지체험… 남극과 북극을 가다!

극지체험특별전이 2017년 9월 6일부터 10월 29일까지 국립과천과학관 2층 중앙홀에서 열렸다. 올해로 7회째를 맞이한 이번 특별전은 '남극과 북극을 가다'라는 주제로 남·북극의 환경과 자원, 우리나라 과학기지 등을 집중적으로 소개하며 극지진출과 극지연구의 중요성을 알렸다. 특히 남극대원과의 화상통화, 극지난파선 VR체험, 아라온호 조립대회, 극지 포토존 등의 다채로운 체험행사는 방문객들의 눈과 귀를 즐겁게 했다.

에디터 · 강윤성



"엄마, 이리와 보세요. 커다란 북극곰이 있어요." 우리나라를 대표하는 과학전시관인 과천과학관 중앙홀에서 2017 극지체험특별전이 열렸다. 과학관 2층에 올라서자 남·북극의 대표적인 동물을 상징하는 북극곰과 펭귄이 빙하 동굴을 형상화한 중앙홀 출입구 좌우를 차지하며 관람객들을 맞이하고 있었다. 한국극지연구진흥회와 극지연구소, 과천과학관이 공동 주최하고 해수부가 후원한 이번 극지체험특별전은 <미지의 세계로 출발>, <극지로 넓힌 과학 영토>, <나도 극지연구대원>, <극지체험 이벤트 존> 등 크게 4개 주제로 구성됐다. 전시회를 찾은 많은 관람객들은 남극 진출 탐험이야기와 다양한 극지 연구 체험을 통해 최근 지구온난화로 심각해지고 있는 기후변화에 대한 극지연구의 중요성을 실감할 수 있었다.

미지의 세계로 출발

전시관에 들어서면 눈과 얼음의 세계, 미지의 세계인 남극 진출에 대한 우리나라 극지탐험대의 이야기가 펼쳐진다. 우리나라가 남극에 첫발을 내딛은 것은 1985년. 한국남극관측탐험대가 정부와 각계의 성원 아래 남극 탐험

장도에 오르면서다. 탐험대는 35일간 남극 킹조지섬에 베이스캠프를 구축하고 남극 최고봉인 빈슨매시프를 등정했으며, 남극연구에 필요한 자료들을 수집하는 등 성공적인 결실을 얻을 수 있었다. 이러한 남극관측탐험대의 도전정신을 발판삼아 이듬해 남극조약에 가입할 수 있었다.

당시 남극관측탐험대의 남극탐사 계획서를 비롯하여 남극 베이스캠프에 최초로 설치한 동판과 다양한 탐험 사진, 탐험대원들이 직접 사용한 깃발, 방한복, 신발 등 257점의 극지탐험 물품과 다양한 기록물들이 우리나라 극지활동 발자취를 소개한 대형 패널과 함께 전시됐다.

극지로 넓힌 과학 영토

다음 코너에서는 우리나라의 남·북극에 대한 과학기지 건설을 한눈에 볼 수 있는 모형과 여러 영상자료들을 선보였다. 세종기지와 장보고기지, 그리고 다산기지와 아라온호 모형이 축소돼 전시됐다. 또한 세종기지와 장보고기지의 경우 CCTV 영상을 통해 현재 기지 상황을 실시간으로 보여줬다. 게다가 대형 영상을 통해 우리나라 남



극기지 월동대원들의 활동 모습과 남극의 신비로운 모습도 시시각각 상영됐다.

우리나라의 남극 극지연구 진출은 1988년 2월 17일 킹 조지섬에 세종과학기지를 건설하면서 본격화됐다. 남극은 한반도 면적의 62배가 넘는, 곧 다가올 미래의 과학영

토나 다름없는 곳이다. 남극을 뒤덮고 있는 만년빙은 지구 환경 변화를 알 수 있는 타임캡슐로 불린다. 2012년에는 이곳 남극 대륙에 장보고기지를 건설하면서 세계에서 10번째로 남극에 2개 이상의 연구기지를 보유한 국가로 거듭난다. 또한 2013년에는 북극이사회에서 정식 옵서버 자리를 획득하는 성과를 올리기도 했다.

미래 해양영토 개척을 위한 북극에 대한 진출 역시 빠놓을 수 없다. 2002년, 조선시대 과학자였던 다산 정약용의 호를 딴 다산과학기지가 노르웨이 스발바드 군도 니알슨에 건설된다. 현재도 이곳을 중심으로 북극에 대한 본격적인 연구가 이뤄지고 있다.

특히, 2009년 건조된 쇄빙연구선 아라온호는 남북극을 종횡무진하며 선도적인 연구를 수행, 우리나라 극지 과학연구 수준을 한 차원 높인 초석으로 평가받고 있다.



나도 극지연구대원

남극과 북극으로 대표되는 미지의 세계, 극지는 지구환경변화의 척도이자 자원의 보고로 알려져 있다. 특히 북극은 지구온난화의 아이콘이 된 북극곰의 서식지다. 최근 지구온난화로 북극해의 얼음이 사라지면서 서식지를 잃고 위기에 처한 북극곰의 굶주린 모습이 뉴스에 자주 노출되고 있다.



4



5

이번 코너는 이러한 남극과 북극에 사는 동물들을 통해서 극지의 자연환경을 살펴본다. 또한 극지환경과 지구적 규모의 기후변화의 관계를 다양한 모의실험을 통해 알 수 있도록 기회를 제공한다.

극지에서 발견한 운석과 화석 관찰을 통하여 우주와 지구의 역사, 지구 환경 변화를 유추할 수 있고, 북극진동과 한파에 대한 관계도 모의실험을 통해 쉽게 터득할 수 있다. 북극 해빙 크기의 급격한 변화가 세계 기후변화에 미치는 영향이나 수십만 년 전 지구의 환경변화를 그대로 간직하고 있는 남극 빙하와 일반 얼음의 비교 등도 가능하다. 또한 낮은 온도와 먹이 환경의 변화에 적응하며 번성해 온 남극 동식물의 비밀이 담긴 결빙방지물질에 대한 모의실험도 해볼 수 있다. 뿐만 아니라 현미경을 통해서 극지의 식물에 대한 관찰도 가능하다. 특히 펭귄·해표·조류 등 극지동물과 해조류·이끼류와 같은 극지 식물 등 평소 쉽게 접할 수 없는 표본들도 직접 볼 수 있다. 미래에 극지연구대원이 되고자 하는 학생들에게는 흥미로운 체험공간이 아닐 수 없다.

극지체험 이벤트/존

극지를 직간접적으로 체험할 수 있는 기회도 마련됐다. 가상현실(VR) 체험을 통해 극지탐험 난파선을 실제로 탑

승한 것과 같은 경험을 할 수 있었으며, 각종 극지용품 및 극지 장비들도 직접 체험해볼 수 있었다. 이외에도 우리나라 최초의 쇄빙연구선인 '아라온호' 모형을 비롯해 북극곰·펭귄 모형, 빙하 포토존, 극지 사진전 등 다양한 이벤트가 펼쳐졌다. 또한 전시회 기간 동안 매주 일요일 10시 30분에는 남극에 위치한 '세종과학기지' 대원과 직접 화상 통화가 연결되어, 관람객들이 남극 생활에 대해 궁금한 사항들을 질문하는 시간도 가졌다. 전시관 마지막 통로에는 극지연구대원이 남극의 설원을 타고 누볐던 진짜 스노우모빌이 전시돼 있어, 포토존으로 인기를 끌었다.

또한 이벤트 존에서는 수시로 '아라온호 모형 조립대회', '극지생물 종이접기', '극지동물 판박이 스티커 붙이기' 등 어린이와 함께 온 가족들을 배려한 다채로운 행사가 펼쳐졌다. 특히 '극지로 보내는 메시지' 코너에서는 어린이들이 연필로 꾹꾹 눌러 적은 많은 메시지를 통해서 극지에 대한 아이들의 관심과 미래에 대한 희망을 엿볼 수 있었다.

"펭귄들아 힘내! 열심히 살아야 해!" "극지 대원님 파이팅!" "북극곰아 우리가 환경을 지켜서 너희를 살 수 있게 해줄게" "지구 온난화에도 죽지 말고 살아남으렴" "펭귄들아, 죽지 마!" 🐧

극지 야생동물들의 진실 | 펭귄들의 의사소통

“여보, 나 여기 있소!”

글 사진 · 이원영(극지연구소 극지생명과학연구부 선임연구원)



당신이 임금펭귄이라고 가정해 봅시다. 수만 쌍의 부부가 작은 섬에서 함께 살아갑니다. 그런데 정해진 집이 없습니다. 알을 품을 때 발등 위에 올려놓고 있기 때문에 다른 새들처럼 등지가 없죠. 자기 자리가 따로 없습니다. 엄청난 인파가 몰리는 광장에 잔뜩 모여 살아가는 셈이죠. 옆에 있는 펭귄과 싸우다가 떠밀리기도 하고, 비가 내려 홍수가 나면 옆으로 이동하기도 합니다. 포식자가 나타나면 일시적으로 피하기도 하죠.

그러던 어느 날, 바다에서 물고기를 잡아먹고 돌아오니 내 짹이 어디 있는지 보이지 않습니다. 휴대전화가 없으니 서로 연락을 주고받으며 찾을 수도 없죠. 이럴 땐 어떻게 짹을 찾아야 할까요?

그리고 얼마 후, 알에서 새끼가 깨어났습니다. 그런데 이번엔 새끼가 사라졌습니다. 힘들게 키운 새끼를 한순간 잃어버리고 만 것이죠. 미아 찾기 방송을 할 수도 없습니다. 당신은 어떻게 새끼를 알아보고 찾을 수 있을까요?

펭귄 부부의 대화

펭귄은 바닷가에서 집단 번식을 하는 조류입니다. 많은 부부가 동시에 알을 낳아 키우기 때문에, 위에서 가정한 상황처럼 짹을 잃어버릴 위험이 있죠. 게다가 임금펭귄과 황제펭귄은 등지 위치가 정해져 있지 않아서 시시각각 짹의 위치가 바뀝니다.



사우스조지아
(South Georgia)의
임금펭귄 번식지
(출처 : 위키커먼스, by
Butterfly austral)



1



2

1 사우스조지아 섬의 임금펭귄 부부의 춤.
(출처 : 위키커먼스, by MMessina1245)
2 젠투펭귄의 등에 부착한 비디오카메라에 찍힌 모습.

강한 바람이 부는 곳에서 냄새로 상대를 찾는 건 매우 힘듭니다. 후각신호는 기본적으로 화학물질을 이용한 자극전달의 과정인데, 공기 중에서 쉽게 흩어지거나 다른 냄새가 섞일 수 있죠. 펭귄의 숫자가 너무 많을 때엔, 하나 하나 서로 얼굴을 보고 찾는 것도 어렵습니다. 이런 경우엔 소리를 이용하는 방법이 가장 효율적입니다. 남들과 다른 특색있는 소리를 만들어내면 상대가 쉽게 알아듣고 찾아올 수 있죠. 게다가 평소 짹과 함께 호흡을 맞춰 온 춤을 춘다면 더 확실한 방법이 될 것입니다.

임금펭귄은 짹을 찾을 때, 하늘을 향해 고개를 들어 짹을 부르는 노래(contact song)를 부릅니다. 250~5000헤르츠(Hz) 높이에 0.4~0.8초 가량 지속되는 짧은 음입니다. 사람 목소리가 저마다 다르듯이 펭귄들도 개체마다 소리가 다르고 다양하게 나타납니다. “나 여기있어!” 하고 자기 특유의 목소리로 짹을 부르는 것이죠. 그렇기 때문에 짹이 이 소리를 듣고 구분할 수 있습니다. 이 소리를 들은 짹은 상대에게 보내는 노래(response song)로 응합니다. “응, 당신 목소리 들었어. 나 지금 그 쪽으로 가고 있어!” 하고 말해주는 것이죠.

펭귄 부모와 자식 간의 대화

어린 펭귄들은 자기들끼리 모여서 일종의 보육원(Crèche)을 형성합니다. 부모가 먹이를 찾으러 나간 사이, 새끼들은 추위에 대비해 서로 모여서 체온을 유지하고, 공동으로 포식자에 대응하기도 하는 것이죠. 새끼들 입장에선 생존을 위한 아주 효율적인 전략이지만 이렇게

"임금펭귄은 짹을 찾을 때, 하늘을 향해 고개를 들어 짹을 부르는 노래(contact song)를 부릅니다.
250~5000헤르츠(Hz) 높이에 0.4~0.8초 가량 지속되는 짧은 음입니다.
사람 목소리가 저마다 다르듯이 펭귄들도 개체마다 소리가 다르고 다양하게 나타납니다."

한데 모여 있으면 먹이를 잡아온 자기 부모를 찾기 힘들 수도 있고, 부모 역시 자기 새끼를 구분해 내는데 애를 먹을 수 있습니다. 하지만 펭귄들은 복잡한 상황 속에서도 서로를 잘 찾아냅니다. 부모와 자식 간에 소리를 기억하고 있기 때문에 가능하죠.

하지만 수많은 펭귄 부모들이 소리를 내고 있으면 매우 시끄럽습니다. 그런 가운데 자기 부모의 소리를 어떻게 구분해낼까요? 학자들은 이를 '칵테일파티 효과(Cocktail-party effect)'로 설명합니다. 많은 사람들이 모여 시끄러운 소리로 떠드는 칵테일파티장을 상상해봅시다. 주변 소음이 크더라도 옆 사람과 작은 목소리로 대화를 하면서 집중하는 것이 가능합니다. 그 이유는 주변의 소리와 관계없이 자기에게 필요한 정보를 선택적으로 받아들일 수 있기 때문입니다.

인도양 포제션 섬(Possession Island)에서 4만 쌍이 넘는 임금펭귄 번식지를 조사하던 프랑스 연구자 티에리 오빈(Tierry Aubin)과 피에르 주벤텐(Pierre Jouventin)은 이들이 어떻게 의사소통을 하는지 궁금했습니다. 1제곱미터당 1.6마리가 밀집해있는 곳에서 새끼는 어떻게 부모를 찾을까요? 우선 부모의 소리를 녹음하고 스피커로 틀어준 결과, 최대 18미터 떨어진 곳에서도 부모의 소리에 반응했습니다. 그리고 주변의 소음보다 6데시벨(dB) 작은 소리도 알아차렸습니다.

바다에서의 의사소통

2017년 극지연구소에서 발표한 연구결과에 따르면, 젠투펭귄은 바다에서도 소리를 내면서 의사소통을 하는 것으로 밝혀졌습니다. 젠투펭귄의 몸에 비디오카메라를 부착해보니, 혼자 혜엄을 치던 펭귄이 500~1,000헤르츠 높이에 0.1~0.5초 지속되는 짧은 소리를 내면 이내 다른 펭귄들이 이 화면에 나타났습니다. 바다에서 내는 울음소리가 무리 짓는 행동과 큰 관련이 있는 것으로 보였죠. 하지만 아직도 펭귄의 의사소통에 대한 자세한 신호전달 과정은 알지 못합니다.

많은 펭귄들이 함께 살아가면서 친족을 구분하고 짹을 찾기 위해서 청각을 통한 신호전달이 진화했습니다. 아직 밝혀지지는 않았지만, 우리가 그동안 생각했던 것보다 훨씬 정교하고 복잡한 매커니즘이 숨어있을 거라고 생각합니다. 물론 아직 연구자들이 모르고 있는 숨겨진 그들만의 언어와 기능이 많을 것으로 생각됩니다. ●

아라온호 멀미는 끔찍해!



어김없이 찾아오는 반갑지 않은 손님 ‘뱃멀미’

우리나라 첫 쇄빙 연구선인 아라온호는 해마다 미지의 세계인 극지의 거친 얼음바다를 항해하고 있다. 남북극 탐사활동 중엔 거친 파도를 헤치거나 얼음을 깨는 쇄빙 과정이 비일비재하다. 많은 극지연구원들은 이때 삶과 죽음의 경계를 넘나드는 멀미를 경험하게 된다. 승무원과 연구원들의 건강을 책임지고 있는 아라온호 의사(선의)를 통해서 아라온호 뱃멀미에 대해서 알아보도록 한다.

글 사진 · 고보람(2017년 아라온호 선의)



‘똑똑’

수줍은 듯한 노크 소리가 들려온다.

‘네에~’

길게 뻔 목소리로 대답을 했지만 문은 열리지 않는다. 여느 때처럼 배의 엔진 소리에 파묻혀 들리지 않는 모양이다. 의자에서 몸을 일으켜 문으로 걸어갔다.

‘아, 저 멀미약 좀… 밤새 토했어요.’

밤새 멀미에 시달린 듯한 피곤한 얼굴의 연구원이 서 있다. 오늘 벌써 다섯 명 째다.

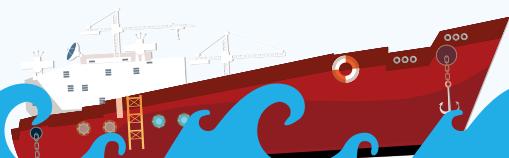
‘전에 드셔본 약 있나요? 혹시 복용하는 약 써 보셨나요?’

‘멀미약 복용했는데 눈이 잘 안 보이더라고요’

‘그럼 용량이 낮은 먹는 약으로 드릴께요. 먹는 약이 효과가 더 빨리 나타나요. 지금 씹어서 드시면 돼요. 좀 졸릴 수 있는데 별일 없으면 그냥 드시고 주무셔요.’

장보고기지 항해 중 멀미 환자 속출

아라온호가 장보고기지를 향해 호주 태즈매니아섬의 호바트를 떠난 지 삼 일째, 배의 흔들림이 심해지면서 멀미 환자가 속출하고 있다. 아라온호에는 얼음을 깨기 위해 앞부분에 아이스 나이프가 달려 있어 흔들림이 더 심하다고 한다. 원래 남극 항해 시에는 파도가 높은 경우가 많은데 이번에는 기상 상황이 안 좋아 배가 더 많이 흔들리고 있다. 의자가 미끄러지고 올려 놓은 물건은 모두 바닥으로 떨어져 모든 걸 잘 고정시켜 놓아야 한다. 복도를 걸을 때도 손잡이를 잡고 중심을 잘 잡아야 한다. 이런 상황에서 어김없이 찾아오는 반갑지 않은 손님이 바로 멀미이다.



멀미는 시각적인 자극과 내이의 평형기관이 인지하는 자극 사이의 불일치에 의해 발생한다. 원인에 대한 가설로 가장 잘 알려진 것은 신경독성에 대한 방어기전이라는 것이다. 바깥이 보이지 않는 자동차, 배, 비행기 등에 타고 있는 경우 흔들림을 감지하는 내이의 평형기관은 뇌에 움직이고 있다는 신호를 전달하지만 눈은 정지하고 있다는 신호를 전달하고 뇌는 이 불일치를 신경독성에 의한 환각으로 인지하여 독성을 제거하기 위해 구토를 유발한다는 것이다. 승용차 뒷자리에 앉는 경우 멀미를 경험하지만 앞자리에 앉아 움직임을 눈으로 쫓거나 스스로 운전을 하는 경우 시각적 자극과 평형 자극이 일치하여 멀미를 하지 않게 된다.

아이맥스 영화를 보거나 게임을 할 때도 멀미가 일어날 수 있는데 눈으로는 움직이는 자극이 들어오지만 평형기관은 멈춰 있어 역시 불일치가 일어나기 때문이다. 요즘 많이 생기고 있는 가상현실 체험 공간에서 경험하는 멀미가 이런 원리로 일어난다.

멀미 땐 약 먹고 자거나 하얀 수평선 응시를

멀미약은 항콜린성 약물인 스코폴라민(Scopolamine)과 항히스타민 약물인 디멘하이드린네이트(Dimethylhydriodine), 메클리진(Medizine) 등 성분의 조합으로 되어 있다. 우리나라에서 시판되고 있는 붙이는 멀미약에는 스코폴라민 1.5mg이 함유되어 있다. 녹내장 환자, 전립선 비대 등 배뇨장애 환자, 서맥환자, 임산부 등에게는 금기이다. 붙이는 멀미약은 출발 네 시간 전에 귀 뒤의 건조한 피부에 붙인다. 패치를 붙이고 나서 손을 깨끗이 씻어야 하며 눈을 만져서는 안 된다. 3일 정도 효과가 있으며 지속적인 투약이 필요한 경우에는 반대쪽 귀 뒤쪽에 붙인다. 가장 흔한 부작용은 산동에 의한 시력장애이며 목마름이나 졸음 등이 나타날 수 있다.



위 극지의 얼음을 깨고
전진하는 아라온호.
(사진제공:극지연구소)
오른쪽 높은 파도에서 작업
중인 아라온호 연구원들.



아라온호 내부 병원 모습. 환자를 진료할 수 있는 약장과 의료기기, 침대가 놓여있다.

특히 노인의 경우 방향 감각 상실, 기억력 저하, 척란, 활각 등이 나타날 수 있어 치매로 오인 될 수 있으며 부작용이 발생하면 즉시 패치를 제거하고 의료진과 상의해야 한다.

먹는 멀미약은 씹어 먹는 것과 물약이 있으며 탑승 전 30분에서 한 시간 전에 복용하며 추가 복용이 필요한 경우 4시간의 간격을 두며 하루에 2회 이상 복용하지 않는 것이 좋다. 항히스타민 제제의 작용으로 졸음의 부작용이 있을 수 있어 운전 등을 금한다. 그러나 활동을 안 해도 되는 경우 멀미약을 먹고 잠이 드는 게 멀미를 안 느끼는 가장 좋은 방법일 수 있다.

항암 치료 중 나타나는 구토를 예방한다고 알려져 있는 생강은 멀미에는 효과가 없다. 생강은 중추신경계에 작용하여 구토를 예방하는데 멀미의 발생 기전은 이것과 다르기 때문이다. 멀미 예방을 위해 많이 사용하는 손목 밴드 등도 과학적으로 입증되지는 않았으나 실제 착용 후 멀미를 느끼지 않는 경우가 있다. 멀미에 대한 두려움이 있을 때 멀미가 더 심해지니 손목 밴드로 마음의 안정을 찾는 것도 좋겠다.

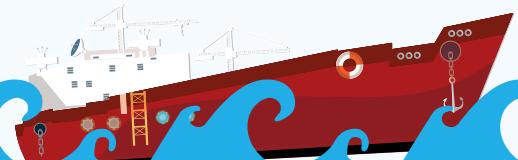


뱃멀미 싹 가신 '하얀 남극대륙'

과식을 피해야 하지만 공복도 구토를 악화시킬 수 있어 적당한 양을 섭취하는 것이 좋다. 그 외 구토를 유발할 수 있는 나쁜 냄새를 멀리하고 창문을 열어 맑은 공기를 쐬거나, 먼 수평선을 바라보는 것, 누워서 눈을 감고 있는 것도 멀미를 멀리할 수 있는 좋은 방법이다.

필자는 유람선 등 다른 배를 타면 멀미를 하는데 아라온호에서는 멀미를 한 적이 없다. 승조원과 연구원의 건강을 책임져야 한다는 정신적인 긴장감이 멀미를 막아주는 것 같다. 실제 멀미를 하는 사람들도 2~3일 지나면 적응이 되어 증상이 나아지는 경우가 있으니 오늘만 버텨 보자, 내일은 괜찮을 것이다.

출항한지 14일째, 밤에 얼음을 만난 듯한 배의 진동이 느껴졌는데 아니나 다를까. 아침에 창을 여니 온통 흰색 얼음이었다. 얼음이 있는 바다를 만나면 배의 흔들림은 잣아들어 멀미를 호소하는 사람은 줄어들었다. 수평선까지 맞닿아 있는 얼음을 깨며 아라온호는 남극 대륙을 향해 나아가고 있다. 앞으로 넉 달여간 이어질 남극 항해에 부디 바다가 잔잔하여 멀미를 겪는 분이 없기를 기원해 본다. ●



“지구 환경변화문제 해결하는 연구자 될 것”

전국 중고생 1,200여 명 응모, 대상 박선우 양에게는 북극체험 기회 주어져

에디터·강윤성



박선우 양
(민족사관고등학교 1학년)



“평소 지구환경 문제, 특히 극지방의 기후변화에 따른 급격한 환경변화에 관심이 많아 이번 대회에 참여하였습니다. 준비과정 중에 북극해의 기후환경변화와 북극항로 시대에 생길 수 있는 문제점 등에 대해 많은 지식을 얻게 된 것 만으로도 만족하고 있었는데 대상을 받게 되어 사실 좀 놀랐고 얼떨떨합니다. 이 큰 상이 제 꿈인 지구를 지키는 지구환경과학자의 길을 향해 정진함에 있어 좋은 계기가 될 것 같습니다.”

전국의 중학생과 고등학생을 대상으로 한 제8회 전국학생 극지논술공모전에서 박선우 양(민족사관고등학교 1학년)이 중등부와 고등부를 통합해 선정한 영예의 대상(해양수산부 장관상)을 차지했다. 한국극지연구진흥회가 주최하고 동아사이언스가 주관한 이번 공모전에는 무려 1193편(고등부 931, 중등부 262)에 이르는 작품이 응모됐다. 대상을 수상한 박선우 양에

게는 내년 북극 다산기지 팀방 기회도 주어진다. ‘북극항로 환경영향평가, 열려라 참깨’란 제목으로 제출한 박 양의 논술은 “북극항로가 복이 될 수도 있지만 독이 될 수도 있다”는 자신의 뜻을 분명하게 주장한 점이 높은 평가를 받았다.

박선우 양은 “평소 극지방의 환경변화에 관심이 많았는데 지구환경 관련 동아리를 만들고 동아리 활동을 위해 관련된 글이나 기사를 읽은 게 논술 준비에 큰 도움이 됐다”면서 “북극해 해빙감소가 북극항로 활용이라는 실용에만 치우쳐서는 안 되며 자연과학을 위한 국가적 지원을 통해 지구환경과학자들이 장기적이고 지속적으로 그 변화를 연구하고 모니터링하는 것이 반드시 필요하다는 생각을 갖고 원고를 준비했다”고 말했다.

이어 박 양은 “2007년에 기후변화범정부패널(IPCC)가 노벨 평화상을 받았을 만큼 지구환경 파괴가 이제는 인류의 평화를 위협하는 존재가 되었다”며 “지구환경과학 분야를 전공하여 일류를 위한 지구의 환경변화문제 해결에 일조할 수 있는 학자나 연구자가 되고 싶다”고 장래 희망을 밝혔다.

이번 공모전에는 “지구를 알면 미래가 보인다”라는 주제 아래 3개의 지정논제(①극지진출 30년과 향후 과제 ②기후변화와 생태계 ③기후변화와 북극항로)가 제시됐다. 지난 9월 11일부터 10월 20일까지 총 1193편의 작품이 응모됐으며, 이 중 중등부와 고등부를 통합해 대상 1명과 극지연구소장상인 특별상 1명(정성윤 군, 보성고등학교2)을 비롯해 고등부 23명, 중등부 16명 등 모두 41명의 응모 작품이 수상을 했다. 또한 학생들의 논술을 지도한 지도교사상(7명)과 단체상(5교)도 주어졌다. 자세한 사항은 한국극지연구진흥회 공모전 홈페이지(<http://polaressay.kr>) 참조. ☺

북극항로 환경영향평가, “열려라 참깨!”

논제 : 기후변화와 북극항로

북극으로 선박들이 많이 통행하면서 선박배출 오염물질에 따른 북극생태계 교란문제는 꾸준히 국제사회에서 주요한 문제로 되어왔다. 북극항로를 통과하는 선박들이 배출하는 온실가스로 인해 북극대기의 온난화가 예측보다 3배 이상 가파르게 진전되었고 이로 인해 북극 폭풍의 강도와 발생빈도 모두 20년 전인 2015년에 비해 두 배 이상 증가하고 있음이 밝혀졌기 때문이다. 그 결과 전 지구적 기상이변은 나날이 더 심각한 상태에 빠져들었고, 결국 북극항로 운영의 결정권을 캐진 북극이사회(Arctic Council)는 기후변화범정부패널(IPCC)과 세계자연기금(WWF)의 권고사항을 받아들여 모든 선박의 북극항로 운항을 잠정 중단시켰다. 예컨대, 쿠릴열도를 따라 북동진하던 한국해운의 유럽행 4000TEU급 쇄빙 컨테이너선에 북극항로가 일시 폐쇄되었다는 다급한 무전이 들어올 수 있다. 그러자 우리정부는 유관부처 긴급대책회의를 열었지만 뚜렷한 대책을 세우지 못한다. 국적 쇄빙화물선의 해빙해역 운항안전대책과 친환경정책, 국제해사기구(IMO)의 폴라코드(Polar Code) 준수 등을 점검하지만 뾰족한 대책이 없다. 북극항로 실용화를 위한 기술개발과 산업적, 외교적 지원에만 지나치게 공을 들인 나머지 북극해 해빙이 급격히 감소하기 시작한 2000년대 중반부터 30년이나 지난 지금까지 북극의 해빙-해양-대기 환경변화에 대한 가장 기본적이면서 지속적인 자료 축적과 과학적 연구에 너무 소홀했다는 자기반성만 무성할 뿐이다.

가상의 시나리오일 뿐이지만 이러한 일이 영화 같은 일이 아닐 수도 있다는 생각이 든 것은 제2쇄빙연구선 건조를 위한 예비타당성 조사가 1년 6개월째 마무리되지 못하고 있어 세계 각국의 북극진출정책을 일컫는 ‘콜드러시(Cold Rush)’에 우리나라를 뒤쳐질 수 있다는 기사를 보면서다(경인일보, 2017.07.07.). 기사에 따르면 현재 우리 쇄빙선인 아라온호는 우리나라 극지 연구 수요의 60%정도 밖에 소화하지 못하고 있는 상황이라고 한다. 제2쇄빙연구선 건조가 계획된 대로 진행되지 못한다

면, 북극에 대한 ‘지속가능하면서 효율적인 과학적 모니터링과 탐사(Sustainable and Efficient Scientific Arctic Monitoring and Exploring, SESAME)’가 이루어질 수 없는 상태에 처하게 될 수도 있다. 그렇게 된다면 이 가상의 시나리오가 실제로 일어나 해양수산부의 국정과제 중 하나인 ‘경제영토개척’에 포함되어 있는 북극항로를 효율적으로 개척하여 활용하지 못할 수도 있을 것이란 생각이 기우일까?

기후변화에 따른 북극해 해빙면적 감소는 실제관측 자료가 보여주고 있는 사실이다. 1981년부터 2010년까지 북극해의 9월 해빙면적은 매년 약 8만6천 km^2 씩 감소하고 있으며 이는 이 30년간의 평균 해빙 면적의 13.2%가 매 10년마다 감소하고 있음을 의미한다(출처: NSIDC 웹사이트). 최근 미국의 트럼프 대통령이 탈퇴를 선언하여 논란이 되고 있는 파리 기후 협정에서 합의된 온실가스 배출감소계획이 설사 제대로 이행된다 하더라도 지구온난화는 쉽게 멈추지 않을 것으로 전망된다. 따라서 북극해 해빙 감소 또한 쉽게 멈추지 않을 것이므로 북극항로 개척은 우리나라의 미래를 대비한 다양한 국가 정책 수립에 매번 등장할 키워드가 될 것임에 틀림없다. 따라서 북극항로 시대를 대비하자는 목소리는 날로 커져가고 있지만 그 접근 방법에 있어서 주로 내세우는 것이 기초과학 분야 이외의 것에 지나치게 치중되어 있는 것 같다. 물론 북극해로가 바빠지면서 침체된 국내 조선·해운 산업의 재도약, 우리나라에서 유럽으로 가기에 최적인 북동항로의 대부분 해역이 배타적경제수역(EEZ)에 포함되어 있는 러시아와 긴밀한 협력관계 증진 등은 북극항로 개척의 당위성과 당면 과제 해결이라는 측면에서 매우 중요하며 시의적절한 대응이 필요하다는 것은 두말할 나위 없다. 그렇지만 북극항로 개척에 있어서 가장 기본이 되어야 할 장기간에 걸친 순수 자연과학적 연구가 ‘실용’이라는 가시적인 성과 달성을 밀려 지속적이면서 체계적으로 진행되지 못하게 되는 것은 아닐까? 제2쇄빙연구선 건조의 예비타당성 조사가 길어지는 이유는 자세히 알려져 있진

않지만 혹시 '실용'적 측면에서 타당성 부족이 큰 이유로 작용한
때문은 아닌지 우려된다.

그렇다면 북극항로 개척에 왜 '지속가능하면서 효율적인 과학적
모니터링과 탐사(SESAME)'가 우선되어야 할까? 이 질문에 대한
답은 이 글의 처음에 제시한 시나리오에서 찾을 수 있다. 그것은
은 인간의 접근이 극도로 제한되어 왔던 북극해를 수많은 거대
한 선박들이 항행하게 된다면 어떤 기후·환경적 변화가 일어나
게 될지를 예측하기가 쉽지 않아 과학적이고 체계적인 북극항로
'환경영향평가'가 필요하기 때문이다. 북극항로 개척이라는 대규
모개발 사업은 이 제도가 적용되어야 할 우리영토에서 벌어지는
일이 아닐지라도 우리의 '경제영토'에서 벌어질 국가적 사업이
기에 북극항로 활성화에 따른 인위적인 기후변화에 대한 대응과
환경오염문제의 최소화를 위한 지속가능한 과학적 북극항로 '환경
영향평가'가 반드시 필요한 것이다.

북극해 해빙이 단순히 지구온난화 때문에 과거에 비해 더 많이
녹고 있다고 생각하기 쉽지만 '극진동(Arctic Oscillation)'과 '북대
서양진동(North Atlantic Oscillation)'과 같은 지구의 자연적 기후
변동에 따라서도 해빙면적 변화가 발생할 수 있음이 알려져 있
다. 또한 해빙량과 해빙면적은 평균적으로는 감소하더라도 복잡
한 해빙-해양-대기 상호작용으로 해마다 그 변화가 다르며 북
극해 내에서도 해역에 따라 다양한 변화를 보인다. '극진동'과 같은
자연현상이 급하게 증가한 북극항로 항행 선박의 온실가스
배출에 영향을 받아 변화될 수 있고 그 변화는 전 지구의 기후
변화와 큰 상관관계를 가질 수 있다. 현재 국제 상선의 온실가스
배출량은 전 세계 배출량의 약 4%에 지나지 않지만 아무런 환경
규제가 없다면 앞으로 40년에 걸쳐 최대 2배까지 상승할 것이라고
한다(Shippers' Journal, 2013. 08. 12.). 문제는 '북극항로'를 통
과하는 선박에서 직접 배출될 황산화물이나 블랙카본 같은 오염
물질이 북극의 눈과 얼음에 떨어져, 그것들이 빨리 녹고 그 효과
로 북극의 온난화가 더 빨라질 수도 있다는 점이다. 하지만 국제
해사기구가 공표하여 2017년 1월 1일부터 발효된 극지운항 안전
규정이라 할 수 있는 '플라코드'는 경제적이란 이유로 많은 선박
에 사용되고 있지만 가장 더러운 대기오염 가스를 배출하는 연
료인 중유의 운반 및 사용 금지를 권고만 하고 있을 뿐이다. 따
라서 북극항로를 항행할 선박들이 북극 기후변화에 어떠한 영향
을 줄지에 대한 연구는 장기적인 북극항로 유지를 위해 반드시
필요하다.

북극항로 활성화는 해양오염과 생태계 변화와 파괴라는 또 다른

큰 문제를 일으킬 수 있다. 예컨대, 지난달에는 북극해 중앙 공
해상(위도 77~80도) 빙원위에서 폴리스티렌 조각 2개가 발견되
었다는 뉴스가 전해졌기 때문이다(세계일보, 2017. 09. 24.). 기사
에서 세리 루이스 엑세터대 교수는 그동안 얼음에 갇혀 퍼지지
못한 오염물질이 퍼져나가 북극해가 최근 해양오염의 큰 문제인
미세플라스틱의 확산지역이 될 수도 있다고 설명하고 있다. 이
후 북극운항이 빠르게 증가하면서 의도하던 하지 않던 여러 오
염물질을 북극해로 가져갈 수밖에 없다. 북극해 환경보전을 위
해 발효된 '플라코드'의 내용을 보면 앞서 기술했듯이 중유 사용
금지는 권고사항일 뿐이고 잘게 분쇄한 음식찌꺼기나 소독되지
않은 하수는 육지나 연안의 해빙으로부터 12해리 떨어진 공해상
투기가 허용되며 무독성이며 생분해되는 친환경적인 윤활유 사
용은 단지 고려사항일 뿐이다. 약간의 오염물질도 결빙과 해빙
(解冰)이 반복되는 과정에서 어떻게든 축적이 되고 확산이 되어
북극 해양의 오염문제를 일으킬 수 있고 이 오염물질의 체내축
적과 먹이사슬을 통한 전이가 북극 생태계에 줄 영향 또한 가능
할 수 없다. 따라서 북극항로를 이용한 수송이 아직 시험단계인
지금부터 북극항로 '환경영향평가'라는 틀에서 해빙-해양-대기
의 물리, 화학, 생물학적 환경변화에 대한 '지속가능하면서 효율
적인 과학적 모니터링과 탐사(SESAME)'를 통한 충분한 자료 축
적이 이루어져야 향후 있을 수도 있는 북극항로 잠정폐쇄와 같
은 국제적 '경제영토' 분쟁 상황에 적극적으로 대처할 수 있는 과
학적 기반이 마련될 수 있을 것이다.

북극항로는 기회와 위기가 공존하는 '양날의 검'과 같다. 북극항
로 개척은 불황에 빠진 우리 조선 산업과 해운 산업에 새로운 활
력을 줄 수 있다. 하지만 한편으로는 북극항로 개척으로 인해 오
랜 기간 청정해역이었던 북극해가 오염되고 생태계가 파괴되며
지구온난화가 가속화하는 돌이킬 수 없는 역효과가 발생할 수
도 있다. 따라서 북극항로라는 문 뒤엔 보배가 가득할 수도 있지
만 마시면 안 될 독배가 놓여 있을 수도 있는 것이다. 그 문을 열
기 위해 체계적으로 준비하고 잘 계획한다면 문 뒤의 독배를 보
배로 만들 수 있음은 두말할 나위 없다. 하지만 그 준비와 계획
이 지나치게 '실용'적인 면에만 치중된 나머지 가장 기본이 되는
것을 간과하여 혹시라도 '열려라 북극'과 같은 욕심만 앞서고 제
대로 작동하지 않을 주문만 외치게 되는 건 아닌지 짚어 봐야할
필요가 있다. 부디 보배 가득한 창고를 지키는 북극항로라는 문
을 여는데 필요한 여러 열쇠 꾸러미 속 한가운데에 "열려라 참깨
(Open! SESAME)"가 자리하길 기대한다. ☺

남극의 오두막에서 100년 전 과일 케이크 발견

스콧 탐험대가 남긴 것…먹을 수 있을 정도로 보존상태 양호

남극의 가장 오래된 오두막집에서 100년도 더 된 것으로 보이는 과일 케이크(fruitcake)가 발견됐다고 뉴질랜드 민간단체 남극유산보존재단(Antarctic Heritage Trust)이 지난 8월 발표했다.

이 케이크는 영국인 탐험가 로버트 팔콘 스콧이 1910년부터 1913년까지 이끈 남극탐험대 테라노바가 남겨둔 것으로 보인다. 케이크를 감싸고 있는 포장상자는 완전히 부식된 상태였지만 차운 기후의 영향 등으로 습자지에 싸인 케이크는 외관이나 냄새로 보아 당장 먹어도 될 정도로 보존상태가 좋은 것으로 전해졌다.

이번에 발견된 케이크는 스콧 탐험대의 일부가 머물렀던 곳으로 알려진 에데어곶(Cape Adare)에 있는 오두막집에서 발견됐다. 각종 도구와 옷 등 유물 1천 500여 점과 함께 케이크를 발견했다고 한다. 남극유산보존재단은 2016년 5월부터 이 오두막

집의 물품 보존 및 보수작업을 해오고 있다. 오두막집은 남극 특별보호지구 내에 있으며 역사적 가치를 지키기 위해 이번에 발견된 케이크는 다른 도구들과 함께 원래의 장소에 보관키로 했다.

케이크의 브랜드도 알려졌다. 영국 제과업체인 헌틀리&팔머스(Huntley&Palmers)사다. 스콧 탐험대가 남극 조사에 나섰을 때 이 케이크를 갖고 갔다는 기록도 남아있는 것으로 알려졌다. 남극유산보존재단 관계자는 “완전한 상태의 과일 케이크가 발견돼 대단히 놀랐다”면서 “영양가가 높은 과일 케이크는 남극대륙에서 이상적인 식품으로 현대에도 남극탐험 때 많이 갖고 간다”고 밝혔다.

로버트 스콧은 1910~1912년 남극탐험에 나서 노르웨이의 아문센 탐험대에 이어 35일이나 늦은 1912년 1월 18일 남극점에 도착했으나 귀환 도중 조난해 사망했다. ●



1 로버트 스콧이 이끌던 탐험대가
머문 곳으로 알려진 남극의
에데어곶 오두막집.

2 오두막집 내부 모습.

3 스콧 탐험대가 남겨놓은 것으로
추정되는 100년 된 케이크.

(사진 : Antarctic Heritage Trust)



대우조선 쇄빙LNG선 북극항로 첫 운항

크리스토프 드 마르주리호로 명명, 푸틴 대통령도 참석하는 등 높은 관심



1 대우조선해양이 세계 최초로 건조한 쇄빙LNG선이 얼음을 깨면서 북극해를 운항하고 있다.
2 세계 최초 쇄빙LNG선 명명식에서 기념사를 하는 블라디미르 푸틴 대통령.



대우조선해양의 기술력이 청정연료인 액화천연가스의 본격적인 북극해 운송 시대를 열었다.

대우조선해양이 세계 최초로 건조한 '쇄빙액화천연가스운반선(이하 쇄빙LNG선)' 명명식이 러시아 상트페테르부르크에서 지난 6월 3일 열렸다.

이 선명은 2014년 모스크바에서 비행기 사고로 안타깝게 운명을 달리한 프랑스 토탈(Total)사 크리스토프 드 마르주리 전 회장을 기리기 위해 정해졌다. 마르주리 회장은 생전 북극해에너지 자원개발의 가능성을 높게 평가했으며, 야말 프로젝트 초반부터 러시아 최대 가스 회사인 노바텍(Novatek)사와 함께 프로젝트의 기반을 다지는데 큰 역할을 한 것으로 평가받은 인물이다. 이 선박은 길이 299m, 폭 50m이며, 최대 2.1m 두께의 얼음을 깨며 나갈 수 있는 '아크(ARC)-7급 쇄빙LNG선이다. 우리나라 전체가 이틀간 사용할 수 있는 양인 173,600m³의 LNG를 나를 수 있다.

대우조선해양은 지난 2014년 척당 3억 2천만 달러에 달하는 쇄빙LNG선 15척(총 48억 달러 / 한화 약 5조원) 모두를 수주하며 전 세계 조선소와 선주들의 이목을 끌었다. 특히 지난 3월에는 쇄빙LNG선 건조의 마지막 관문인 빙해운항 테스트를 성공적으로 마치고 완벽한 쇄빙항해 성능을 보여줘 친환경, 고효율 선박에 대한 선주의 요구를 완벽하게 실현했다. 현재 대우조선해양 옥포조선소에는 나머지 14척의 쇄빙LNG선이 건조 중에 있다. 오는 2020년 상반기까지 모두 인도할 계획이다.

이날 행사에 참석한 푸틴 대통령은 기념사를 통해 "야말 프로젝트는 막연하게 여겨지던 북극항로의 가능성을 활짝 연 것이다"라며 "러시아. 유럽뿐만 아니라 전세계 에너지 산업 발전에 큰 공헌을 하게 될 것이다"라고 말했다.

한편 대우조선해양이 건조하는 15척의 쇄빙LNG선은 러시아 사베타(Sabetta)항에서 북극항로를 통해 아시아 및 북유럽 지역에 LNG를 운송할 예정이다. ●

드래곤피쉬는 어떻게 남극 바닷속에서 살 수 있을까?

극지연구소, 남극 ‘드래곤피쉬’ 게놈 분석…저온환경 진화 비밀 밝혀

남극 바다에 사는 어류인 드래곤피쉬(Dragonfish)는 어떻게 추운 바닷속에서 생명을 유지할까. 극지연구소가 지난 2014년 세계 최초로 남극 대구의 게놈 분석에 성공한 데 이어 2번째로 남극어류인 드래곤피쉬의 유전자 게놈 분석을 완성했다. 영하의 남극바다에는 222종의 남극 고유 어종이 사는 것으로 알려져 있으며 남극 드래곤피쉬는 화려한 색과 무늬로 남극에서도 특이한 어류로 분류된다.

연구팀은 남극 드래곤피쉬가 약 100만 년 전 큰가시고기에서 분리돼 진화된 사실을 확인했으며 해독한 3만 2,712개의 유전자 가운데 333개에서 남극의 저온환경에 적응하기 위한 유전적 변화를 찾아냈다.

남극어류에서 동결방지 단백질(anti-freeze protein)을 최초로 발견한 일리노이대학교의 아서 디브리즈(Arthur DeVries) 교수는 “극지연구소의 연이은 남극어류 게놈 해독결과는 동결방지 단백질의 새로운 특성을 발견하는 데 그치지 않고 어류의 진화

과정을 밝히는 데에도 중요한 해답을 제시했다”며 연구결과에 관심을 표하기도 했다.

남극 드래곤피쉬의 진화된 유전자들은 주로 생물체 내에서 일어나는 물질의 대사활동과 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났으며, 이는 저온환경에서 체내 에너지를 원활하게 사용하기 위한 변화로 풀이된다.

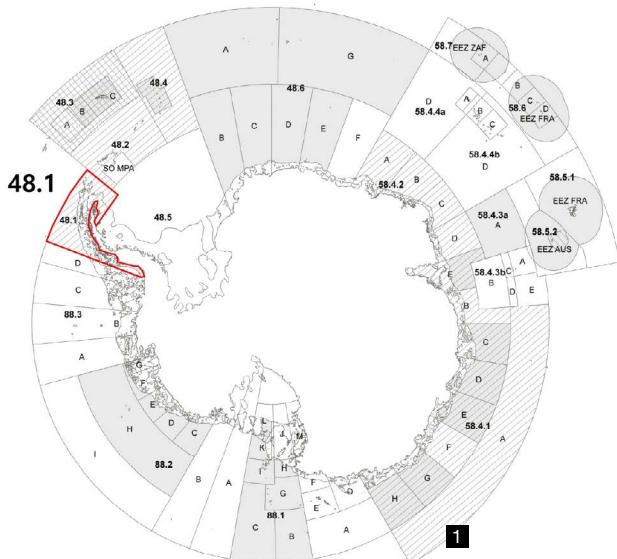
이번 연구는 극지연구소 ‘남극 유전체 101 프로젝트’ 사업의 일환으로 연구소 유전체사업단 소속인 안도환·신승철·김보미 박사가 수행했다. 남극 드래곤피쉬의 게놈 분석을 완성한 연구결과는 유전체분야의 저명한 학술지인 기가사이언스(GigaScience)에 8월자로 온라인에 게재된 바 있다.

박현 극지연구소 유전체사업단장은 “어류는 척추동물과 유사한 유전적 기반을 가진 만큼 이번 연구 결과를 바탕으로 고등동물의 환경 적응 현상이나 면역체계로 연구대상을 넓혀가겠다”고 말했다. ☎



국립수과원, 남극크릴 자원 집중 조사한다

음향자원조사 결과 남극해(48.1해역) 크릴 자원량 120만 톤 추정



1 조사해역도 및 음향 수집을 위한 지정 정선의 위치.
2 남극해 남극크릴 조업 현장.

국립수산과학원은 우리나라 최초로 원양상업어선을 이용한 음향자원조사를 통해 남극해 남쉐틀랜드 군도 인근해역(48.1해역)의 남극크릴 자원량을 추정했다고 지난 8월 밝혔다.

참고로 남극크릴은 최대 5cm 크기까지 자라며 남극대륙 주변의 바다에 분포하는 새우를 닮은 갑각류로 미래의 식량 자원으로 주목을 받고 있다.

국립수산과학원은 지난해 남극크릴 주 어획시기(4월)에 남극 48.1해역에서 상업어선의 음향센서와 과학조사용 장비를 추가해 음향자료를 수집 분석한 결과 크릴 자원량을 120만 톤으로 추정했다. 지금까지 과학조사에 사용되는 표준화된 조사방법 적용과 동시에 새롭게 제안된 다중주파수 음향분석 기법으로 자원량 추정에 정확도를 기했다.

남극해양생물자원보존위원회(CCAMLR)는 크릴자원의 지속적이고 체계적인 관리를 위해 총 예방적 한계어획량 등의 보존조

치를 시행하고 있으며 크릴 자원보호를 위해 관리해역(남쉐틀랜드 군도 48해구 전체)의 연간 어획량을 62만 톤까지 허용하고 있다.

2015년과 2016년의 전체 어획량은 약 26만 톤이었고 우리나라 3척의 원양어선이 약 2만 3,000톤을 어획하고 있어 남극크릴 자원의 관리수준은 높은 것으로 판단된다.

우리나라에서 과학적 조사결과 산출된 48.1해역의 크릴자원량 추정방법은 CCAMLR 회원국들로부터 큰 호응을 얻었으며 남극크릴 자원관리에 중요한 과학적 근거로 제공돼 보존관리조치 개정에 크게 기여할 것으로 기대된다.

남극해 전체 크릴 자원량 추정을 위해 세계 각국에서 시험조사 선 및 상업어선에 의한 음향자원조사 결과를 제출하고 있으며 전문가그룹에서 공동으로 분석해 2021년까지 보존조치 개정에 활용된다. ●

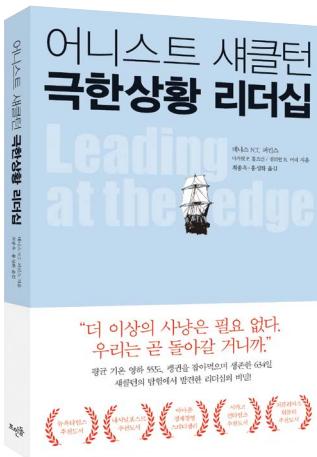
Book

어니스트 셔클턴 극한상황 리더십

어니스트 셔클턴은 남극 탐험 역사에서 전설 같은 생존 신화를 떨친 탐험가다. 인류 최초 남극점 정복이라는 세기의 대결을 펼치며, 남극점에 차례로 도착한 아문센과 스콧과 달리 셔클턴이 '위대한 탐험가' 반열에 오르게 된 것은 그의 실패한 남극탐험에 서 비롯됐다

위대한 실패로 남극 탐험사 영웅 돼
셔클턴이 남극탐험에 나선 것은 총 4 차례다. 첫 번째 도전은 영국인 탐험가 로버트 스콧 탐험대원으로 참여했

는데 중도에 괴혈병으로 포기했다. 두 번째는 1909년 1월 9일 셔클턴이 탐험대를 이끌고 당시 남극 탐험의 최남단 기록인 남위 88도 23분까지 도달하는데 성공했지만 남극점을 불과 155km 앞두고 식량 부족으로 중단해야 했다. 셔클턴이 영웅이 된 것은 다음 세 번째 남극탐험 때문이었다. 이미 남극점은 1911년 12월 14일 노르웨이의 아문센과 1912년 1월 18일 아문센보다 35일 늦게 남극점에 도착한 스콧(귀환 도중 악천후로 동료 4명과 함께 사망)에 의해 정복된 상황이었다. 셔클턴은 남극점 대신 인류 최초 남극대륙 횡단을 계획, 1914년 8월 인듀어런스호를 타고 세 번째 남극 탐험에 나섰다. 사람들은 이 탐험을 '위대한 항해' 혹은 '위대



데니스 N.T. 퍼킨스 지음/프인돌출판(주)
304쪽/16,000원

한 실패'라고 부른다. 그러나 셔클턴과 27명의 탐험대원을 태운 인듀어런스호는 남극의 웨들해에 들어선 순간 얼음에 갇혀, 표류한 끝에 선체는 금이 가고 침몰한다. 탐험대는 배를 탈출, 강풍과 혹한 속에서 고래 기름으로 스톤을 만들고 바다표범과 펭귄고기를 먹으며 지옥같은 생활 끝에 혼난한 남극해를 빠져 나와 엘리펀트 섬에 도착한다.

이후 셔클턴은 구조 요청을 위해 대원 5명을 데리고 남극해를 건너 사우스조지아 섬으로 항해, 1916년 5월 21일 마침내 포경 기지인 스트롬니스만에 도달한다. 4개월 후 엘리펀트 섬에 잔류한 동료들 역시 단 한 명의 낙오자도 없이 634일 만에 모두 영국으로 무사 귀환할 수 있었다. 셔클턴을 포함해 인듀어런스호에 오른 27명의 대원들은 634일 간 영하 30°C를 오르내리는 남극의 빙벽에 갇히는 극한 상황 속에서 어떻게 살아 돌아왔을까?

셔클턴의 탐험이 있은 지 100년 뒤, 예일 대학에서 CEO들을 상대로 리더십을 강의하던 퍼킨스 박사는 비즈니스 리더들에게 도움이 될 만한 새로운 롤모델을 찾던 중 어니스트 셔클턴을 발견, 그를 이상적인 리더로 제시하며 세계적인 명성을 얻는다. 이 책은 퍼킨스 박사가 셔클턴의 실패한 탐험을 집중 조명하면서 연구한 리더십 전략을 총정리한 책이다. 저자는 다양한 사례를 곁들이며 극한상황 속 리더십을 분석한다.

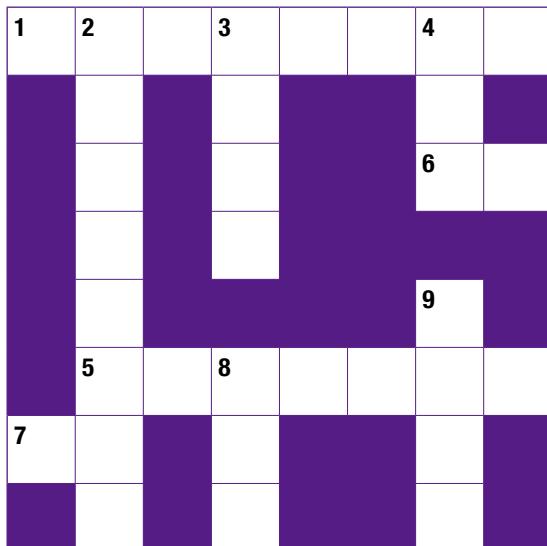
훗날 에베레스트 산을 최초로 오른 에드먼드 힐러리 경은 이렇게 말했다. "재난이 닥치고 모든 희망이 사라지는 순간, 무릎 꿇고 셔클턴의 리더십을 달라고 기도하라." ☽

PUZZLE

에디터 · 강윤성

극지와 관련된 퍼즐입니다. 극지 상식 위주로 문제를 냈습니다.

이번 호를 보시면 쉽게 풀 수 있는 문제들도 있습니다. 독자카드를 보내주신 정답자 중 10명을 추첨하여 극지연구소에서 제공하는 우드락과 종이로 뜯어 만드는 대한민국 최초의 쇄빙연구선 '아라온 3D Puzzle'을 보내드리겠습니다. 독자카드는 4월 30일까지 보내주시기 바랍니다.



21호 정답&당첨자

세	종	과	학	기	지		결	
자					구		빙	
저					과		방	
장	보	고	과	학	기	지		
고		생				단		
		대	기	후		백	야	
				후			질	
	돌	연	변	이				
				화				

이성철	서울시 동작구	정창재	경기도 용인시
정현준	충남 논산시	유민경	경기도 남양주시
유승재	충남 홍성군	강유빈	경기도 안양시
윤정우	전남 순천시	박윤자	서울 동작
김수빈	충남 아산시	김성빈	전북 임실군

가로

- 미래의 대체 에너지원으로서 일명 '불타는 얼음'으로 불립니다. 올해 아라온호가 북극해에서 이 고체 에너지에 대한 연구를 위해 해저탐사를 하기도 했습니다.
- 남극점 부근에 자리한 미국의 남극 관측기지입니다. 남극점에 최초로 도달했던 노르웨이의 아문센과 두 번째로 도착 후 비극을 맞이한 영국의 로버트 스콧 두 명에게 경의를 표하기 위해서 두 사람의 이름을 따 기지 이름을 명명했습니다.
- 지하 깊은 곳에서 생성된 마그마가 분출하여 만들어진 산입니다. 지상뿐만 아니라 남극 해저에도 수많은 ○○이 자리하고 있습니다. 한국사람 이름을 붙인 ○○도 있는데, '전재규 ○○'이 그 주인공입니다.
- 바다 위에 표류하는 해빙을 말합니다. 극지방에서는 1년 내내 볼 수 있고, 저위도에서는 주로 겨울철에 나타납니다. 크기에 따라 지름 10m 이상을 빙반, 그 이하를 빙판으로 구분하기도 합니다.

세로

- 스칸디나비아 반도를 근원으로 하여 빙기에 북유럽 전역을 덮었던 거대한 빙상을 말합니다. 약 660만km²의 면적으로, 빙기에 전 빙하 면적의 약 17%를 차지했다고 합니다.
- 고래 중에서 입 속에 이빨이 있는 종류를 말합니다. 일명 ○○○○류라고도 합니다. 주로 오징어를 즐겨 먹습니다. 특히 향유고래의 경우 1시간 이상 잠수가 가능하고 수명 또한 70년이나 된다고 합니다.
- 물리적 과정을 통해 원자나 분자에 전자나 다른 이온 입자를 제거하거나 더하여 이온이 되는 것을 말합니다. 고온의 기체들이 서로 충돌하면서 일어나기도 합니다.
- 냉전시대 미군이 그린란드 북서부 만년빙 아래 건설한 비밀 핵군사시설 이름입니다. 캠프 ○○○라고 불렸습니다. 최근 지구온난화로 노출 위기에 놓이면서 환경재앙을 초래할 것이라는 큰 우려가 제기되고 있습니다.
- 지구 자기장이 갑자기 불규칙하게 일시적으로 변하는 현상을 말합니다. 1741년 셀시우스가 오로라 변화에 따라 최초로 발견했습니다. 최근 지구 자기 폭풍에 기상청에서 우주기상 경보를 발령하기도 했습니다.

독자 여러분의 소중한 의견을 구합니다!

〈미래를 여는 극지인〉
21호 독자 의견

〈미래를 여는 극지인〉은 독자 여러분과의 활발한 소통을 이어가고자 합니다. 〈미래를 여는 극지인〉을 읽고 난 후 유익하고 인상 깊었던 기사나 다음 호에 다루었으면 하는 기사가 있으면 독자 엽서로 의견을 보내주시기 바랍니다. 매표 네 분의 독자 의견을 선정해, '아라온 3D Puzzle'을 보내드리겠습니다.



'남극의 펭귄' 모습이 너무도 장관이었습니다. 새끼 펭귄, 엄마 아빠 펭귄, 형제 펭귄 모두들 다정다감하게 모여 있는 모습이 정말로 이색적이고 신기했습니다. 오래도록 지구 남극에서 조화를 이루면서 행복하게 살기를 빌어봅니다. 이를 위해서는 남극이 수백 수천 년 후에도 같은 모습으로 변함이 없어야 할 것입니다. 환경을 지키고자 하는 우리 지구인들의 끊임없는 노력에 달렸다고 생각합니다. _ 양이준(전남 여수시)

'극지탐사장비 드론' 기사가 참 유익했습니다. 극지탐사에서도 드론이 이용되고 있다는 사실에 놀라왔고, 다양한 종류와 활용사례를 살펴보면서 참으로 흥미로웠습니다. 이를 활용하여 남극 육상 생태계의 변화도 살펴보면서 연구를 수행한다고 하니 기대가 큽니다. 현재도 연구하고 계실 연구원분들에게 감사를 드리며, 위대한 과학기술 발달에 박수를 보냅니다. _ 고아라(울산광역시 동구)



우리나라 남극기지 〈세종기지 vs 장보고기지〉 기사를 통해서 남극기지 현황과 연구 활동 등 다양하고 생생한 소식을 접할 수 있었습니다. 춥고 모든 것이 열악한 상황에서 개인보다는 대한민국을 먼저 생각하면서 고생하시는 우리 대원들의 노고에 저절로 박수를 치게 되는군요. 앞으로도 국가를 위해 일하는 월동대원들의 활동을 소개해주세요면 합니다. _ 이예준(서울 동대문구)



바이칼 호수 단독 종단을 성공적으로 마친 김영미님의 대장정에 기슴 벅찬 격려의 박수갈채를 보냅니다. 한국인 여성 최초로 이룬 단독 종단이라서 더욱 존경스럽고 경외감을 갖게 됩니다. 바이칼 호수를 종단하며 기록한 기사를 통해서 극한의 오지에서 어떻게 생존할 수 있는 지에 대한 많은 귀중한 정보를 습득했습니다. 다시 한 번 김영미님의 위대한 도전과 성공에 박수를 보냅니다. _ 이영자(충남 홍성군)



드리는 말씀

『미래를 여는 극지인』은 우리나라와 세계 각국의 극지대원들이
남극과 북극에서 활동하는 모습을 국민들에게
널리 알려드리기 위하여 발행하는 정기간행물입니다.
보신 후에는 많은 사람들이 열람할 수 있는 장소에 비치하여
다른 분들과 함께하여 주시면 고맙겠습니다.

한국극지연구진 흥회 올림

보내는 사람

이름

주소

전화

우편요금
수취인 후납부담

발송유료기간
2016.06.01~2018.05.31

서울 마포우체국
승인 제 40412호

받는 사람

미래를 여는 **극지인**

서울시 마포구 마포대로 12 한신빌딩 1215호



한국극지연구진 흥회
Korea Supporters Association for Polar Research

0 4 1 7 5



회원 가입 안내

우리회에 회원으로 등록한 분들은 우리회 기관지를 정기구독하실 수 있고 우리회의 모든 행사에 참가하실 수 있습니다.

회원 구분과 연회비

(단위: 원)

구분	자격조건 및 연회비	
정회원	극지경험자 50,000	발전기여자 100,000
일반회원	학생 5,000	일반인 10,000
특별회원	법인 10,000,000 이상	개인 1,000,000

회원특전: 정기간행물 등 제공, 주요 프로그램 참여 기회 제공.



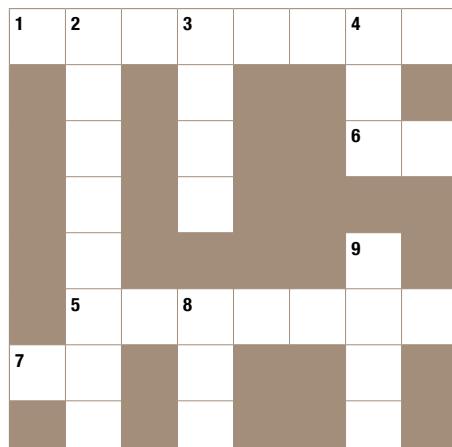
회원 납입 본회는 정부의 기부금 손금 인정단체로 지정받은 비영리법인입니다. 사업자등록번호 105-82-14557 / 기재부 2012-166호

- 납입처 : 우리은행 1005-601-024321 / 외환은행 630-005066-142
- 예금주 : 한국극지연구진흥회 • 연락처 : (02)702-2206 • 홈페이지 : www.kosap.or.kr

독자 카드 저희『미래를 여는 극지인』에 관심을 가져 주신 데 깊이 감사드립니다. 귀하의 아낌없는 조언을 기다립니다.

1. 이번 호에서 가장 유익한 기사는 무엇이었나요?

퍼즐 정답



2. 다음 호에 다루었으면 하는 기사는?