

ISSN 2733-7529 (Print)
ISSN 2733-7537 (Online)

Poles & Globe

극지와 세계

2023 SEPTEMBER
Vol. 03

국가환경시료은행,
남극 시료 확보·저장으로
남극 환경 지킴이에 나선다

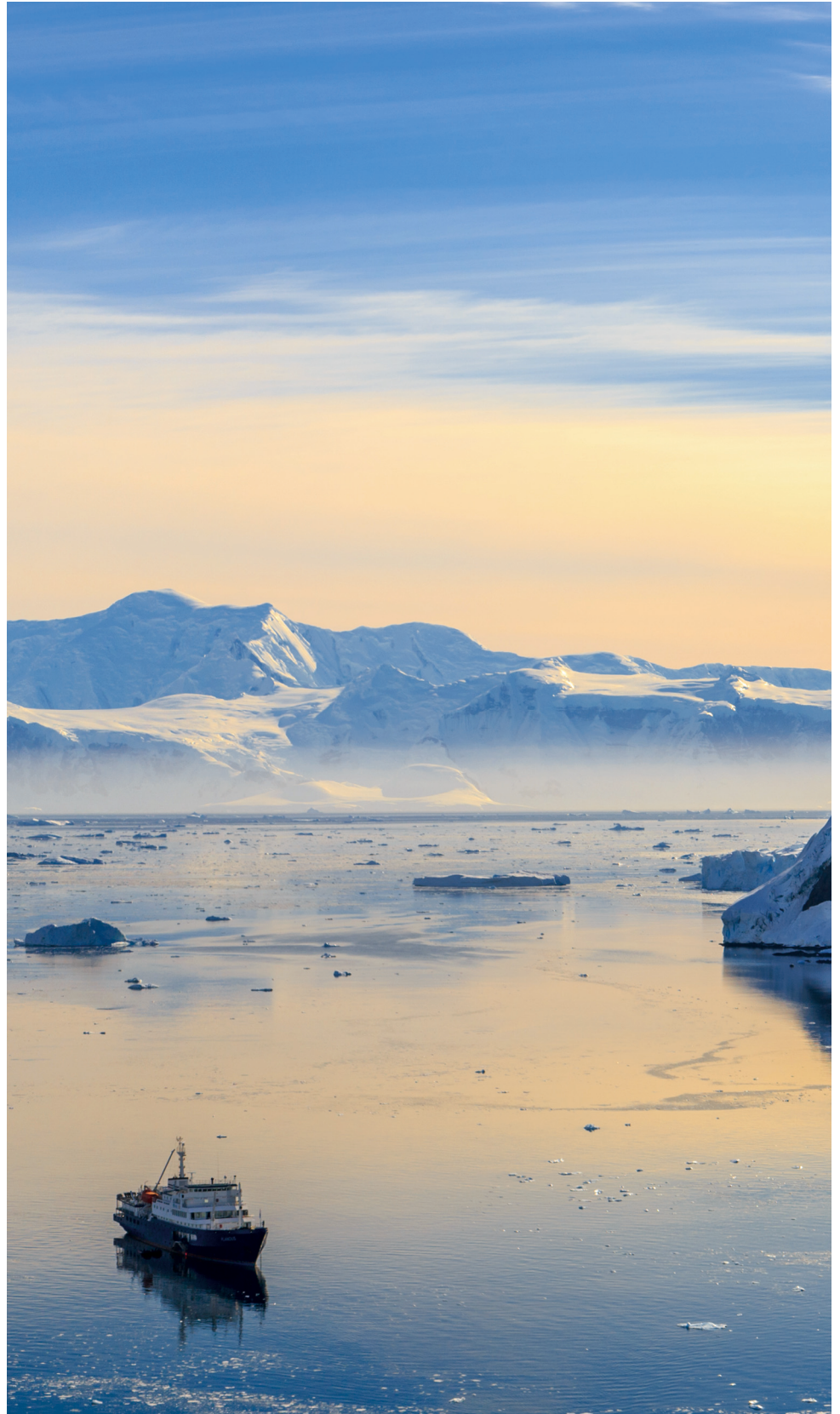
이장호
국립환경과학원

우주 행성 자원탐사의 시작
남극 빙하 시추

유병현
한국건설기술연구원

국가관할권 한계 바깥 지역
해양생물다양성(BBNJ) 협정 채택의
의미와 극지에 미치는 영향

이창열
한국해양과학기술원



SEPTEMBER

Vol. 03

03p 이장호 국립환경과학원

국가환경시료은행, 남극 시료 확보·저장으로 남극 환경 지킴이에 나선다

환경부 국립환경과학원에서 운영하는 국가환경시료은행은 2022~2023년 남극 하계연구활동 기간에 남극 세종과학 기지 인근(나레브스키 특별보호구역 포함)에서 국내로 운송해온 지의류, 이끼류, 샷갯조개 등 8종류 167점의 시료를 초저온 저장했다. 국가환경시료은행은 시료를 -150°C 이하로 변질 없이 보관할 수 있는 액체질소 냉동고 등의 시설을 구비하고 있다. 따라서 저장된 시료들은 남극 환경오염 모니터링에 활용될 예정이다. 장기간 보관이 가능한 시료들은 과거에 미처 조사하지 못했던 오염 실태를 실증적으로 파악하는 데 큰 도움을 준다. 국가환경시료은행은 2009년에 건립되어 2012년부터 국내 27곳에서 소나무, 잉어, 갯이갈매기 알 등 9종의 시료를 채취·보관하고, 국내 환경오염 실태를 조사·평가하는 데 활용되고 있다. 환경부는 우리나라 지정 남극특별보호구역 환경관리 담당 부처로서 2010년부터 보호구역과 그 주변의 생물 서식 실태 등을 조사해 오고 있다. 이에 더해 서식 생물이 오염 물질에 얼마나 많이 노출되어 있는지를 파악하고자 이번에 국가환경시료은행에서 시료를 채취·저장하게 되었다. 아울러 저장된 시료들로 오염물질을 분석하고 그 결과를 남극과학위원회와 공유하는 등 남극 환경오염 모니터링 국제협력에 적극적으로 동참하고자 한다.

06p 유병현 한국건설기술연구원

우주 행성 자원탐사의 시작 남극 빙하 시추

인류의 지구 밖으로의 탐사는 영원한 도전과 과학 발전을 토대로 이뤄지는 과정이다. 우주의 신비와 미지의 세계를 탐험하려는 인류의 노력은 과학 기술 발전과 함께 지속적으로 이루어지고 있다. 남극은 남위 60도 이상의 육지·빙붕 및 수역과 그 상공으로 이루어져 있고 독특한 지리적 조건과 자연환경으로 우주탐사기술 개발에 매우 중요한 역할을 수행할 수 있다. 남극이 가진 극한의 자연환경은 우주 탐사를 위한 기술과 장비를 테스트하기에 적합한 요소이기도 하다. 또한 남극은 매우 추운 기후와 강한 바람, 거대한 빙하로 이루어져 있으며 이는 우주 운송, 탐사 및 보호 장치의 신뢰성과 내구성 검증 및 우주기술 개발에 있어 매우 유리하다.

09p 이창열 한국해양과학기술원

국가관할권 한계 바깥 지역 해양생물다양성(BBNJ) 협정 채택의 의미와 극지에 미치는 영향

2023년 6월, 유엔은 국가관할권 한계 바깥 지역 해양생물다양성 보전과 지속가능한 이용에 관한 유엔해양법협약 하의 협정(Agreement under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the conservation and sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction)을 채택하였다. 동 협정은 국가의 배타적관할권이 미치지 않는 공해와 심해저에서의 해양생물다양성을 보전하고 지속가능하게 이용하려는 데 목적이 있다. 이 협정은 이러한 목적을 달성하기 위하여 해양보호구역과 같은 보호 대상 구역을 찾아 인간의 활동을 규제하는 일정한 조치를 취할 수 있는 국제적 절차 규정을 마련하고, 공해와 심해저에서 각국이 계획하는 활동으로 인하여 발생하는 해양환경의 영향을 검토하여 그 영향을 저감할 수 있는 조치 등을 강구하는 환경영향평가 과정을 규정하고 있다. 동 협정이 적용되는 지리적 범위는 공해와 심해저로서, 북극 한가운데 존재하는 공해에도 해당된다. 또한 남극조약과 남극해양생물자원보존협약의 해석에 대한 견해차에 따라 남극대륙 주변 해역에도 적용된다고 볼 수 있다. 따라서 국가관할권 한계 바깥 지역의 해양생물다양성 협정 이행과 관련하여 극지에 대한 제도 보완, 그리고 남극 관련 조약과의 관계에 관한 문제 검토가 요구된다.

유병현 한국건설기술연구원



우주 행성 자원탐사의 시작 남극 빙하 시추

인류의 지구 밖으로의 탐사는 영원한 도전과 과학 발전을 토대로 이뤄지는 과정이다. 우주의 신비와 미지의 세계를 탐험하려는 인류의 노력은 과학 기술 발전과 함께 지속적으로 이루어지고 있다. 남극은 남위 60도 이남의 육지·빙봉 및 수역과 그 상공으로 이루어져 있고 독특한 지리적 조건과 자연환경으로 우주탐사기술 개발에 매우 중요한 역할을 수행할 수 있다. 남극이 가진 극한의 자연환경은 우주 탐사를 위한 기술과 장비를 테스트하기에 적합한 요소이기도 하다. 또한 남극은 매우 추운 기후와 강한 바람, 거대한 빙하로 이루어져 있으며 이는 우주 운송, 탐사 및 보호 장치의 신뢰성과 내구성 검증 및 우주기술 개발에 있어 매우 유리하다.

국제 우주 탐사의 패러다임 변화

최근 들어 전 세계적으로 우주 탐사에 대한 관심과 경쟁이 뜨거워지고 있다. 미국의 항공우주국(NASA)은 아폴로 계획 이후 50년 만에 신규 유인 달 탐사 프로그램인 ‘아르테미스’를 진행하고 있고, 민간 우주탐사 기업 Space-X도 유인 화성 탐사를 위해 재사용 우주선인 ‘스타십’을 개발하고 있다. 대한민국은 마침내 2022년 6월 21일 상용위성인 누리호를 목표 궤도에 성공적으로 안착시켰으며, 국내 기술로 발사체를 쏘아 올려 성공하게 되면서 우주탐사 대열에 합류했다. 아울러 우주 탄생의 신비에 대한 호기심, 우주라는 극한 환경을 탐사하기 위해 과학 기술의 지속적인 발전을 모색해야 한다.

달과 남극대륙은 닮았다

남극은 지구상 가장 극한의 환경 조건을 가진 지역이지만 우주 탐사 연구에는 중요한 가치를 제공한다. 남극대륙의 청정한 대기와 낮은 온도는 우주 환경과 유사한 특성을 가지고 있으므로 우주 탐사 장비 및 기술을 검증하고 테스트하는 데 이상적이다. 따라서 더 나은 우주 장비 개발과 보다 효과적인 우주 탐사가 가능해질 수 있다.

우주 탐사를 위한 우주 관문인 달의 중요성이 부각되면서 선진국들이 자원 탐사와 우주 기술 개발 측면에서 달 개척에 지대한 관심을 보이고 있다. 또한 달과 남극은 서로 유사한 환경 조건으로 인간이 자립하여 살아가기가 어려운 환경이다. 극한 환경의 거주 환경 기술을 하나의 극지 공학의 주제로 삼는다면, 달이나 화성과 같은 고립 환경을 극복할 수 있는 기술을 남극에서 도입할 수 있다.

기본적으로 달이나 화성이 인류 거주 환경으로 판단되는 근거는 두 곳에 모두 얼음이 존재한다는 것이다. 얼음에서 물을 얻고 이것을 분해하면 생명 연장에 필요한 산소와 발전의 원동력인 수소를 만들 수 있다. 달의 표면에는 헬륨-3와 같은 귀중한 광물 자원이 존재하는 것으로 추측되며, 이러한 자원들은 장기적으로 우주 탐사 및 산업 활동에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

남극에서 수행된 우주 탐사 실험

남극에서의 우주 탐사 실험은 다양한 측면에서 진행되고 있다. 우주 행성의 대기 조성, 미세 입자 및 태양 사선의 효과 및 우주 자원 채굴 등이 연구되며, 이는 인류가 다른 행성이나 천체에 도달할 때 우리가 직면하게 될 도전에 대한 통찰력을 제공한다.

남극에서의 우주 탐사 실험은 우리가 앞으로의 우주 탐사와 인류의 미래에 대한 비전을 구체화하는 데 큰 역할을 하며, 이러한 연구는 우주 환경에서의 장비와 기술의 효과적인 운용을 가능하게 한다. 또한 전지구적 이해와 환경 변화에 대한 통찰력을 제공한다. 국제적인 협력으로 이루어진 이러한 연구는 과학과 기술의 발전을 촉진하고, 우리의 지식을 확장시키며, 미래에 우리의 드높은 목표를 달성할 수 있을 것으로 전망한다. 국제적으로 우주 탐사를 위한 남극에서의 실험들을 살펴보면 다음과 같다.

NASA의 우주 셀터 실험

NASA는 ILC Dover of Frederica와 공동으로 인간의 장기 거주를 위한 팽창식 구조(Inflatable structure) 기술을 연구하고 있다. 팽창식 구조란 공기가 들어 있는 튜브를 이용하여 구조물을 만드는

것이다.

NASA의 연구진은 남극 미국 맥머도기지에서 극한 환경에서 셀터의 안전성을 평가하는 실험을 진행하였다, 이러한 팽창식 구조는 운반이 가볍고 건설 자체가 쉽다는 장점이 있다.



[그림 1] NASA`s Inflatable structure(<https://antarcticsun.usap.gov/science/1350/>)

남극의 우주 온실

남극과 우주의 대표적인 공통점은 외부로부터 보급 없이는 생존이 어렵다는 점이다. 따라서 인간이 생존하기 위해서는 자체적인 방법을 찾아야 한다. 최근 남극에서 식량을 자체 생산하기 위해 온실 연구를 진행하고 있으며, 향후 유인 우주 탐사에서도 활용하기 위한 연구에도 매진하고 있다.

남극의 엑스트롬 빙봉에 설치된 독일 노이마이어 과학기지에 자체 식량 생산 연구를 하고 있다. 컨테이너에는 오이나 상추, 토마토, 무 등 일상에서 섭취하는 채소를 재배하는 시스템이 갖춰져 있다. 이 재배시스템에는 식물이 뿌리를 내리는 데 필요한 흙은 없다. 광합성에 필요한 태양 빛도 철저히 차단했다.



[그림 2] 독일 항공우주센터(DLR)의 남극 온실 컨테이너

DLR이 남극 온실을 보낸 이유는 유인 우주 탐사에 나서는 우주 비행사가 먹을 채소를 우주와 유사한 극한 환경에서 안정적으로 재배할 수 있는지 실험하기 위해서다. 달에 우주인을 보낸 뒤 유인 화성 탐사를 목표로 한 ‘아르테미스’를 추진 중인 미국 항공우주국(NASA)은 최근 DLR의 남극 온실에서 재배된 채소 품종의 영양분과 생육 상태 등을 테스트하기 위해 연구원을 파견했다. ‘남극

온실’ 프로젝트는 가까운 미래 인류의 유인 우주 탐사를 지원하기 위한 기술 업그레이드를 진행하고 있다. 우주인의 별도 작업이 필요 없는, 지구에서 원격으로 운용 가능한 기술 개발이 최종 목표다.

우주 자원 탐사 실험

Honeybee Robotics는 NASA에서 추진하는 대부분의 우주 현지 자원활용 미션에 장비를 공급하는 기업으로 남극대륙의 맥머도기지에서 화성 자원 탐사 드릴 실험을 수행하였다. 화성에서 과거의 흔적이나 현존하는 생명체의 흔적을 찾을 수 있는 토양과 암석을 연구했다. 연구진은 과거 기후 역사를 연구하기 위해 영구 동토층에서 코어를 채취하였다. 그리고 행성 시추 샘플을 지구로 반환하기 위한 토양 샘플 수집 및 전송 시스템을 테스트했다. 또한 소형화 등을 위하여 로터리-소닉형(rotary-sonic type) 시추 드라이버 등 새로운 개념의 장비 개발을 시도하고 있다.



[그림 3] 미 항공우주국(NASA)의 남극 해빙 시추 실험

KICT 우주 행성 시추 장비 개발

인간은 가까운 미래에 달, 우주 등에 장비를 보내 자원을 탐사하고자 하며, 이를 통해 이익을 얻으려고 할 것이다. 이를 위해서는 행성 현지에서 지반 정보 취득 및 자원을 채취하기 위한 무인 시추와 지반조사 장비가 필수적이다. 국제적으로 우주 현지자원활용(ISRU: In situ resource utilization)에 관심이 높고 우주 현지에서 시추를 통한 시료 채취 및 분석에 경쟁적으로 참여하고 있다.

이에 한국건설기술연구원에서는 후발 주자로 2016년부터 우주 자원탐사 시추 장비 개발을 시작하였다. 현재 시추 장비 시작품을 제작하여 다양한 극한 환경에 대한 성능 테스트를 수행하였다.

남극 장보고기지 주변 해빙을 대상으로 해빙 동상체의 시추 성능 평가 및 문제점을 파악하기 위해 현장 연구를 수행했다. 남극 장보고기지 현지 실험은 시추 장비의 시추성능평가와 시추 정보를 이용한 해빙 강도 추정 가능성 검토 등 2가지 방향으로 진행되었다. 시추 장비 성능 평가는 연구원 단독으로 진행하였으며, 시추 정보(토크/반력/시추 속도) 기반 해빙 강도 추정 검토 연구는 극지연구소 해빙연구팀과 공동으로 수행하였다. 남극 장보고기지 주변 해빙 조사를 위한 시추 장비는 시추 축 회전력 공급을 위한 시추 모터, 시추 드라이버 및 시추 축의 수직 이송을 위한 이송 모터, 이송

가이드, 오거가이드 등으로 구성되었다.

이러한 남극에서의 테스트를 거친 후, 2020년 국내에서 처음으로 달에 매장된 얼음을 꺼내는 시추 장비가 개발됐다. 해당 시추기는 무게 14kg, 높이 1.5m(28X28cm), 소비전력 45W로 최대 1m까지 시추할 수 있다.



[그림 4] 지반 시추 장비와 남극 빙하 시추

국내 첫 달의 영구음영지역에 매장된 얼음을 탐사하는 시추 장비로 NASA 등에서 개발한 우주 환경 시추기는 시료 채취에 초점이 맞춰졌지만 토목기술을 융합해 지반조사까지 가능하다. 지반 조사가 가능해지면, 달에서 기지를 지을 때 중요한 지층의 데이터도 시추하며 함께 얻을 수 있을 것으로 기대한다. 국내 우주 기술로는 현재 달의 극한 환경에서 로봇이나 무인 장비들을 운용하기에는 기술적인 한계가 있으나 점진적인 무인 기술의 발전으로 달 지하에 대한민국 민간 우주 자원기지를 구축할 수 있을 것이다.



ISSN 2733-7529 (Print)
ISSN 2733-7537 (Online)



발행일: 2023년 9월
발행처: 극지연구소 정책개발실 Tel. 032-770-8425
주소: 인천광역시 연수구 송도미래로 26, 극지연구소 (www.kopri.re.kr)

Copyright© 2014 KOPRI, All rights reserved.
Cover pages photo credit© KOPRI