

POLES & GLOBE

극지와 세계

2021 FEBRUARY
VOL. 01

얼어붙은 북극바다를 떠다니던 1년,
미래 기후변화 연구를 위한 도전

김현철 극지연구소 원격탐사빙권정보센터

남극 펭귄과 물범,
곧 인류에게 닥칠 위기를 알려주는 경고등

이원영 극지연구소 생명과학연구본부

노르웨이와의 극지연구 협력,
트롬소를 중심으로

이유경 KOPRI-NPI 극지연구협력센터

EU 국가들의 남북극 진출 정책 및
우리나라의 시사점

김봉철 한국외국어대학교 EU연구소



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

3p 김현철 극지연구소 원격탐사빙권정보센터

얼어붙은 북극바다를 떠다니 1년, 미래 기후변화 연구를 위한 도전

독일 알프레드베게너 연구소(AWI)에서는 2019년 9월부터 2020년 10월까지 모자익(MO-SaIC : Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate: 북극기후연구를 위한 다학제 부유 실험실)이라는 이름의 북극해 관측 프로그램을 수행하였다. 독일 쇠빙연구선 폴라스턴호가 북극의 해빙 한 가운데 정박하여 무동력으로 북극해를 떠다니면서 북극해 변화를 연속해서 관측하였다. 세계20개국, 400여명의 과학자들이 함께한 대규모 국제공동연구는 그 방식이나 규모에서 매우 역사적인 연구로 평가받는다.

이렇게 큰 의미를 가지는 공동연구는 단순한 돈이나 인프라의 투자만으로 기획되기에는 한계가 있다. 장기적이며 선제적인 연구의 필요성에 공감대를 형성해야 하고, 실제로 그런 측면에서의 연구 개발과 관리가 이루어져야 한다. 우리나라도 앞으로는 북극 국제 공동연구를 기획하고 선제적 연구를 수행할 수 있는 선진국이 되기 위하여, 북극 연구 수행에 있어 전략적인 연구 수행 노력이 필요하다.

6p 이원영 극지연구소 생명과학연구본부

남극 펭귄과 물범, 곧 인류에게 닥칠 위기를 알려주는 경고등

펭귄과 물범은 귀엽게 생긴 외모와는 달리, 남극 생태계의 상위를 차지하는 포식자 동물이다. 해양 생태계의 중심축을 이루는 크릴과 물고기를 먹이로 하기 때문에, 이들 상위포식자를 연구하면 온난화로 인한 생태계의 변화를 알 수 있다. 또한 심해 잠수능력을 활용하면 남극해 해양 환경을 관측하는 첨병으로 이용할 수 있다. 이러한 생태학적 중요성에도 불구하고 접근성과 연구 여건의 부족으로 인해 국내에선 연구가 거의 이뤄지지 않았다. 최근 극지연구소를 중심으로 시작된 펭귄, 물범 연구의 성과가 점차 가시화되고 있으며, 국제 연구진과의 네트워크가 구축되었다. 따라서 앞으로 펭귄과 물범 등의 상위포식자를 활용하여 온난화에 따른 남극 생태계 변화를 이해하고 전 지구적인 영향을 파악하고 대책을 마련하는데 기여하길 기대한다.

9p 이유경 KOPRI-NPI 극지연구협력센터

노르웨이와의 극지연구 협력, 트롬소를 중심으로

KOPRI-NPI 극지연구협력센터는 북극권 최대 도시인 노르웨이 트롬소에 있다. KOPRI-NPI 협력센터는 2014년 4월 북극권 국가와의 협력 강화, 북극연구 네트워크 확대를 목표로 트롬소 프람센터에서 문을 열었다. 트롬소에는 노르웨이극지연구소 외에도 다양한 노르웨이 연구기관 및 대학이 자리 잡고 있어 이들과의 협력이 가능한 지리적 이점이 있다. 또한 유럽 주요 국가와 러시아로의 이동이 용이해서 협력센터는 한-노르웨이간 양자협력 뿐만 아니라 EU 및 러시아와의 다자협력 거점으로 활용가능 하다. KOPRI-NPI 협력센터의 가장 중요한 업무 중 하나는 우리 극지연구소가 노르웨이 연구기관과 공동연구를 발굴하도록 지원하는 것이다. 북극에 가장 가까이 있고, 북극권 국가와 긴밀한 협력이 가능한 KOPRI-NPI 극지연구협력센터를 통해 앞으로 노르웨이 비롯한 스웨덴, 핀란드, 북그린란드와의 북극 연구 협력이 활발하게 진행되기를 기대해 본다.

11p 김봉철 한국외국어대학교 EU연구소

EU 국가들의 남북극 진출 정책 및 우리나라의 시사점

지구온난화와 기술의 발달로 남극과 북극 지역에 대한 접근가능성이 확대되면서, 이 지역들에 관한 다양한 문제들은 국제사회의 정책과 법의 발전을 필요로 하고 있다. 역사적으로 유럽 국가들은 오랫동안 많은 분쟁을 경험하면서 그 해결을 위하여 자신들의 가치를 반영한 정책과 법의 발전을 주도해왔다. 한국은 국제사회의 국제법 발전에 적극적인 입장을 취하지 못하였던 것이 사실이다. 그러나 국제사회에서 경제발전과 기술발전이 높게 평가되고 있으며, 국제개발협력과 양성한 원조활동이나 COVID-19 확산과 같은 재해에 대한 비교적 성공적인 대처 등으로 이전보다 많은 기여와 역할을 요청받고 있다. 새로이 선진국에 진입하려는 한국과 전통적인 '오피니언 리더'로서의 유럽의 가치가 결합되면, 남극과 북극지역에 관한 국제법 발전에 새로운 동력이 될 것이다. 이에 EU의 남북극 관련 정책과 법체계의 분석이 필요하며, 향후 관련 논제에서 양측의 공조와 협력을 위한 전략을 고민해야 한다.

얼어붙은 북극바다를 떠다니 1년, 미래 기후변화 연구를 위한 도전

김현철

극지연구소 원격탐사빙권정보센터

독일 알프레드베게너 연구소(AWI)에서는 2019년 9월부터 2020년 10월까지 모자익(MO-SaIC: Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate: 북극기후연구를 위한 다학제 부유 실험실)이라는 이름의 북극해 관측 프로그램을 수행하였다. 독일 쇄빙연구선 플라스턴호가 북극의 해빙 한 가운데 정박하여 무동력으로 북극해를 떠다니면서 북극해 변화를 연속해서 관측하였다. 세계20개국, 400여명의 과학자들이 함께한 대규모 국제공동연구는 그 방식이나 규모에서 매우 역사적인 연구로 평가받는다.

북극의 기후변화, 전 세계가 함께 관측

북극해의 면적은 남한 면적의 140배에 이르며, 극한의 환경으로 인해 현장 접근이 쉽지 않다. 주로 태양 빛이 있는 여름철과 일부 극지역 연안 해빙 지역에 대해서만 겨울철 조사가 가능한 북극의 접근 한계 때문에 인류는 그 동안 북극해에서 일어나는 현상에 대해 단편적인 지식만을 가지고 있었다. 이러한 문제를 극복하고, 새롭고 종합적인 북극해 연구를 위해 독일 알프레드 베게너 연구소(AWI)에서 역사적인 북극해 국제공동 연구를 2019년 9월부터 2020년 10월까지 시행하였다. 북극해 국제공동연구인 모자익(MOSAIC: Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate: 북극기후연구를 위한 다학제 부유 실험실)이라는 이름의 북극해 관측 프로그램은 독일의 퇴역 예정 쇄빙연구선인 플라스턴호를 북극의 해빙 한 가운데 정박하여 해빙의 자연스러운 움직임과 함께 무동력으로 북극해를 떠다니면서, 해빙이 열기 시작하는 가을부터 빛이 없는 겨울을 지나 다음해 빛이 생기기 시작하는 봄을 거쳐 얼음이 녹는 여름과 다시 열기 시작하는 가을까지 12개월간 일 년 주기의 북극해 변화를 연속해서 관측하는 국제공동연구였다. 해당 연구는 “모자익(MOSAIC)”이라는 이름에서 알 수 있듯이 전 세계가 퍼즐 조각을 모아 하나의 그림을 완성하듯이 북극해

이렇게 큰 의미를 가지는 공동연구는 단순한 돈이나 인프라의 투자만으로 기획되기에는 한계가 있다. 장기적이며 선제적인 연구의 필요성에 공감대를 형성해야 하고, 실제로 그런 측면에서의 연구 개발과 관리가 이루어져야 한다. 우리나라도 앞으로는 북극 국제 공동연구를 기획하고 선제적 연구를 수행할 수 있는 선진국이 되기 위하여, 북극 연구 수행에 있어 전략적인 연구 수행 노력이 필요하다.

를 이해하기 위한 하나의 종합 연구라는 의미를 부여하고 있다. 모자익 프로그램은 북극점을 기준으로 북극해 중앙에서 일어나는 해빙의 계절 변화와 이와 관련한 여러 자연현상을 연속 관측하는 프로그램이다. 해당 프로그램의 관측 결과는 북반구의 한파와 폭설 또는 폭염 등과 관계있는 북극해 상공의 대기 흐름을 연구하는 데에도 의미가 있다. 해빙 변화에 따른 대기의 변화를 알기 위해 35km 상공까지의 북극 대기에 있는 구름, 에어로졸 분포 등의 연속 관측과 수중 드론을 활용한 북극해 해빙의 이동에 관여하는 북극 바다의 흐름을 관측 하였다. 6개월 정도 태양을 볼 수 없는 극야가 계속되는 북극해에서도 해양의 생태계 유지에 절대적 역할을 하는 식물플랑크톤이 생존하고 있음을 확인하여, 달빛과 같이 아주 약한 빛도 식물플랑크톤의 성장에 필요한 에너지원으로서의 역할을 할 것이라는 가설도 검증하였다. 코로나에도 불구하고 300여명의 과학자들과 지원팀이 현장을 교대로 방문하며 연구를 연속적으로 수행하여 북극환경변화와 관련하여 유의미한 관측 데이터를 풍부하게 획득할 수 있는 발전적인 국제공동연구 프로그램이었다.

우리나라의 MOSAiC 프로그램 참여

극지연구소는 이러한 국제공동연구에서 플라스틱호가 고정되어 있는 해빙을 준 실시간으로 추적하며 해빙의 시공간 변화를 관측하는 인공위성 원격탐사를 담당했다. 극지연구소 원격탐사빙권정보센터는 한국항공우주연구원과 적극적인 협력을 통해 북극해에서 야간 관측에 활용 가능한 영상레이더를 탑재한 아리랑5호 위성을 실험적으로 모자이크 프로그램에 활용하였다. 해당 위성을 활용하여 플라스틱호가 고정된 해빙의 위치를 추적하고, 그 해빙과 주변에서 일어나는 현상을 관측했다. 극지연구소가 제공한 위성자료는 모자이크 프로그램의 안전한 수행 지원과 함께 모자이크 연구의 핵심인 북극해의 해빙이 1년 동안 어떤 형태의 변화를 겪으며 어디로 이동하는지를 파악하는데 중요한 자료로 활용될 것이다. 이러한 참여는 극지 관측 위성을 가지고 있는 독일과 캐나다의 위성과 함께 활용되어 정확한 정보 제공에 기여하였으며, 더 나아가 극지기후변화에 대한민국의 적극적인 참여 의지를 보여 주었다. 하지만, 한국은 아쉽게도 현장 조사에는 참여하지 못했다. 모자이크 프로그램 현장 조사 참여를 위해서는 참여국가가 각자의 연구선을 타고 플라스틱호가 고정되어 있는 해빙의 위치까지 이동해야 했는데, 우리나라 아라온호는 한 대로 남극과 북극을 일년동안 항해하기 때문에 북극해 중앙을 지나 대서양까지 이동하는 것은 불가능한 일이었다.

선진적 북극연구를 향해 가야할 길

스발바르 제도 니알스네 기지촌에 우리나라 '북극 다산과학기지'가 2002년에 설치된 후, 20년이 채 되지 않았음에도 불구하고 우리나라의 북극연구 성과는 꽤 우수하다. 북극 해빙감소와 동아시아 지역의 한파 관련성을 세계 최초로 규명하고, 북극 동시베리아해에서 가스하이드레이트를 세계 최초로 채취하기도 하였다. 그리고 해양수산부, 과학기술정보통신부 등 정부의 연구 투자도 꾸준하다. 하지만, 꾸준한 투자 뿐만 아니라 장기적이며 전략적인 연구 투자가 필요한 분야가 바로 기후변화연구이다. 모자이크를 기획한 독일의 알프레드베게너 연구소(AWI)는 10여년의 기획을 통해 엄청난 예산을 북극조사에 투입했다. 우리나라의 연구 상황에 비하면 독일의 북극연구에 대한 투자는 역사적인 선제적 대응이라고 할 수 있다. 독일 뿐만이 아니다. 미국과 러시아, 유럽연합, 중국 등 북극 연구 선진국들은 전 세계의 기후변화에 선제적으로 대응하기 위하여 많은 비용을 투자해 지금 시점에서는 그 가치를 환산할 수 없는 규모의 지식을 축적하고 있다. 그래서 북극해에서의 기후변화 연구는

전 세계를 대표해서 수행하는 미래에 대한 연구며, 적극적인 연구 투자가 국력으로 평가된다.

우리나라의 극지 연구를 위한 인프라예산 등의 지원이 과거에 비해 비약적으로 발전했지만 여전히 선진국처럼 미래 대응을 위해 예산 투자를 통한 중장기 연구가 쉽지 않은 않다. 모자이크와 같은 대규모 국제 프로그램에 우리나라의 적극적인 노력이 투입되고, 더 나아가 모자이크 같은 프로그램을 우리나라가 개발하여 북극 연구 선진국과 함께 어깨를 나란히 하기 위해서는 선제적 기후변화 연구의 필요성을 공감하고, 이 공감이 연구과제에 대한 정부의 투자로 이루어지는 시스템이 구축되어야 한다.

MOSAIC을 통해 본 우리 북극연구의 방향

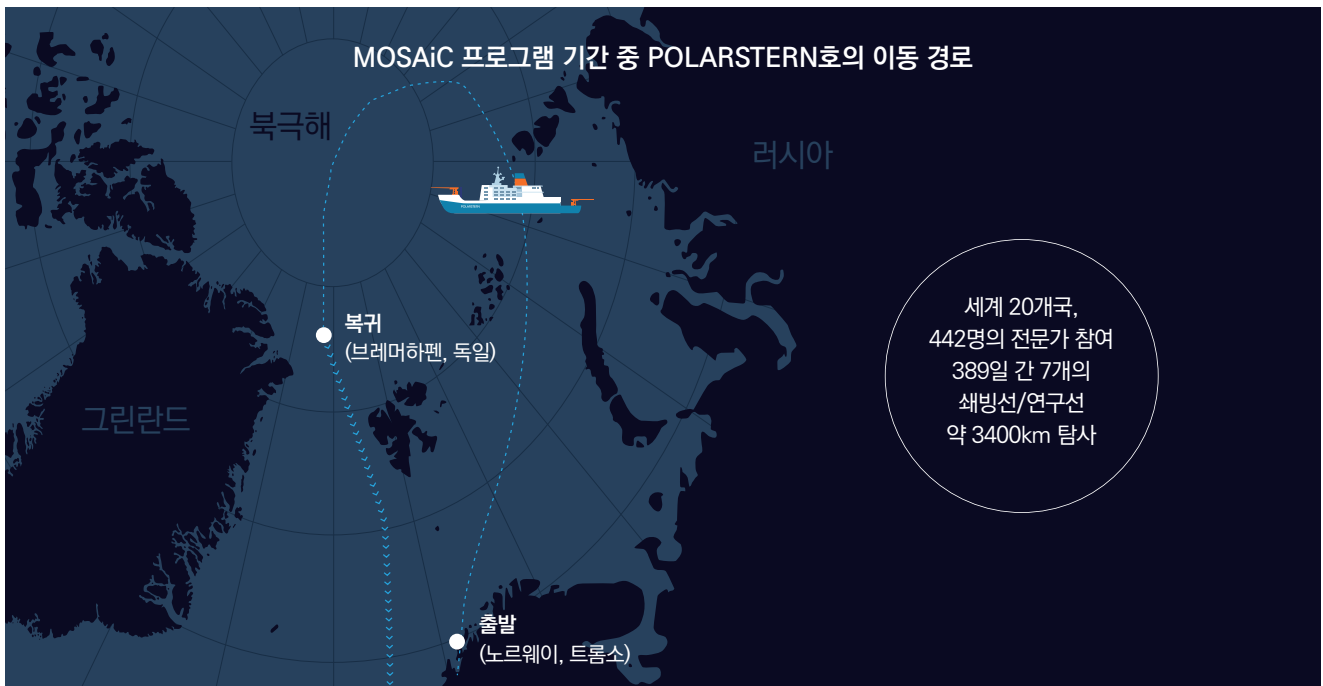
북극은 이제 그 어느 곳 보다도 기후변화의 영향을 많이 받는 곳이다. 그리고 그 영향을 인류에게 심각하게 주는 곳이다. 기후변화에 의한 해빙 변화의 속도가 과거와 달라졌다. 더디게 일어나는 해빙의 변화가 기록되었던 과거에는 월평균 또는 계절 평균들의 초기 입력 관측값을 사용해도 현재 상황 이해나, 미래 예측에 별 무리가 없었다. 하지만 지금은 다르다. 매일 매일 해빙 환경이 바뀌고 있어 현재의 과학기술로 그 변화를 따라가는데 힘에 부칠 정도이다.

빨라지는 북극의 환경변화를 관측하기 위해 차세대 쇄빙연구선 건조와 우리나라 관제권이 있는 극지 관측용 인공위성의 확보가 필요하다. 일본은 이미 북극 연구만을 위한 쇄빙연구선을 추가로 건조 중이며, 극지연구를 수행하는 많은 국가들 중 쇄빙연구선을 한 대만 보유한 나라는 이탈리아, 스웨덴 등 몇 국가 뿐이다. 그리고, 꾸준한 북극 기후변화에 대한 데이터를 얻기 위해서는 해가 뜨지 않는 극야와 두꺼운 구름으로 덮혀 있는 극지를 전천후 정밀 관측 가능한 극지 관측용 인공위성이 필요하다. 미국의 ICESAT-2, 캐나다의 RADARSAT-2, EU의 CryoSat-2 등 이미 북극 연구 선진국들은 북극 지역을 관측할 수 있는 자국의 인공위성을 가지고 있다. 하지만 이를 우리나라가 활용하기에는 막대한 비용이 소요되고, 비용을 지불한다고 하더라도 우리가 원하는 목적으로 사용할 기회가 오지 못할 수도 있다. 현재 우리나라에서 극지 연구를 위해 활용하고 있는 아리랑5호 위성은 최초 운영 목적이 북극 관측이 아니기 때문에, 기후변화 연구에 필요한 북극 해빙 변화 관련 정보를 선진국 수준만큼 얻기가 수월하지 않다. 또한, 극지 관측만을 하는 위성이 아니다 보니, 중북관측을 위한 시간 확보가 쉽지 않고, 이로 인해 데이터의 정확도를 높이기도 쉽지 않다. 그렇기 때문에, 우리나라가 차세대 쇄빙연구선과 북극 관측용 위성을 모두 보유한다면 우

리나라의 연구 수준도 올라가지만, 충분한 인프라로부터 얻은 정확도 높은 자료를 국제적으로 공유할 수 있게 될 것이고 이는 전세계적인 연구 정확도도 높일 수 있을 것이다. 또한 인프라를 공동 활용한 국제 공동 연구를 주도하여, 우리나라의 북극연구 수준과 국제적 과학 경쟁력 모두 최상의 수준으로 올릴 수 있을 것이다.

모자익의 가장 큰 교훈은 기후변화에 대응하기 위해서는 중장

기적인 측면에서 북극 연구 투자의 방향설정이 필요하다는 점이다. 우리나라의 북극 연구가 기후변화에 대응하고 국민이 체감할 수 있는 연구 성과 창출의 창구가 되기 위해서는 꾸준함을 넘어서 선제적 연구가 필요한 것이다. 기후변화 대응에 필요한 관측 수치가 축적되고 의미를 가지기 위해서는 충분한 인프라 구축을 위한 노력, 과학자들의 꾸준한 연구, 정부의 관심과 지원이 모두 만족되기를 바란다.



남극 펭귄과 물범, 곧 인류에게 닥칠 위기를 알려주는 경고등

이원영

극지연구소 생명과학연구본부

펭귄과 물범은 귀엽게 생긴 외모와는 달리, 남극 생태계의 상위를 차지하는 포식자 동물이다. 해양 생태계의 중심축을 이루는 크릴과 물고기를 먹이로 하기 때문에, 이들 상위포식자를 연구하면 온난화로 인한 생태계의 변화를 알 수 있다. 또한 심해 잠수능력을 활용하면 남극해 해양 환경을 관측하는 첨병으로 이용할 수 있다. 이러한 생태학적 중요성에도 불구하고 접근성과 연구 여건

의 부족으로 인해 국내에선 연구가 거의 이뤄지지 않았다. 최근 극지연구소를 중심으로 시작된 펭귄, 물범 연구의 성과가 점차 가시화되고 있으며, 국제 연구진과의 네트워크가 구축되었다. 따라서 앞으로 펭귄과 물범 등의 상위포식자를 활용하여 온난화에 따른 남극 생태계 변화를 이해하고 전 지구적인 영향을 파악하고 대책을 마련하는데 기여하길 기대한다.

남극 상위포식자, 펭귄과 물범

남극 해양 생태계는 비교적 단순한 연결 고리로 이뤄져있다. 해양 생태계의 중심축을 이루는 크릴을 먹이로 하는 펭귄을 비롯한 조류와 물범, 고래와 같은 포유류가 생태계의 꼭대기를 이룬다. 이 가운데 펭귄과 물범은 남극의 극한 환경에 특화하여 진화한 동물이다. 남극이 따뜻해지는 여름 기간에 집중적으로 번식을 하며, 겨울 기간이 되면 바다가 얼지 않는 구간으로 이동한다. 추위를 견디는 능력이 뛰어나기 때문에 경쟁자가 적은 남극 서식지에서 빠르게 적응하였다. 아델리펭귄은 남극에 서식하는 조류와 포유류를 통틀어 단일 종으로 숫자가 가장 많은데 현재 대략 8백만 쌍이 번식하는 것으로 추정되며, 웨델 물범과 남방코끼리물범은 각 30만 마리가 서식하고 있다.

남극 상위포식자인 펭귄과 물범은 바다 속에서 먹이를 찾는다. 척박한 육상과는 달리 남극해는 영양 염류가 풍부하여 크릴, 물고기 등의 먹이가 많다. 따라서 이들은 바다에서 먹이를 찾기 위한 잠수 능력이 매우 뛰어나다. 분류학적으로 볼 때 펭귄은 조류, 물범은 포유류로 나뉘어있지만 물속 생활에 알맞도록 몸체가 유선형을 이루고 있다. 그 덕분에 저항을 줄인 채 빠르게 헤엄칠 수 있어서 먹이를 사냥하기에 알맞다. 또한 장시간 숨을 참을 수 있는데다 수압을 견디고 심해로 들어갈 수 있는 능력을

갖추고 있다. 실제로 황제펭귄은 최대 565미터, 남방코끼리물범은 최대 2,388미터까지 잠수한 기록이 있다. 이러한 심해 잠수행동을 위해 심장 박동 횟수를 극단적으로 낮추며 무산소 호흡을 하는 생리적 조절 기작이 진화하였다.

극지 상위포식 동물 연구의 중요성

온난화는 최근 전 지구적으로 일어나고 있는 현상이지만, 극지역에서는 그 속도가 유례를 찾기 힘들만큼 빠르게 일어나고 있다. 세종기지가 위치한 남극 반도(Antarctic Peninsula) 지역은 해마다 바다 얼음이 생성되는 면적이 줄어들고 있고, 빙하가 후퇴하면서 해양 환경이 급속히 변하고 있다. 바다 얼음 아래엔 빛이 투과되어 규조류 등의 미세 조류가 광합성을 하며 독특한 해빙 생태계를 형성한다. 미세조류를 먹이로 하는 크릴과 물고기 유생은 바다 얼음 밑에서 보내면서 성장하는데, 이들의 서식지인 바다 얼음이 사라지면 그에 의존해 살아가는 크릴과 물고기가 줄어들고 결국 이를 먹이로 하는 펭귄과 물범의 생존이 위협받게 된다. 따라서 펭귄과 물범과 같은 상위포식동물은 기후 변화에 의한 극지 생태계 변화와 생산자-소비자 간의 상호작용을 연구할 수 있는 대표적인 동물로 꼽힌다.

최근 연구에 따르면 2100년까지 전체 크릴 산란지의 절반 이

상이 사라질 예정이며, 이에 따라 전체 크릴 생물량이 빠르게 감소할 것이라고 한다. 크릴이 줄어들면 펭귄에게 어떤 영향을 미칠까? 2019년 미국 우즈홀 해양연구소의 보고에 따르면 지금과 같은 온난화가 지속되었을 때 21세기 말까지 황제펭귄 개체군의 86%가 사라질 것으로 예측됐다.

남극해양생물자원보존위원회(Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources, CCAMLR)는 남극해에서 이뤄지는 조업이 해양생태계에 끼치는 영향을 확인하기 위한 지표종으로서 아델리펭귄, 남극물개를 비롯한 8종의 해양 동물을 지정하고 해마다 번식 지표 등의 관찰 결과를 기록하고 있다.

남극 펭귄과 물범 연구 성과

해양 동물을 연구하기 위한 가장 전통적인 방법은 개체군을 장기간 관찰하며 행동을 기록하는 것이다. 미국은 맥머도 기지를 중심으로 지난 1963년부터 약 60년 가까이 개체군 생태 연구가 진행되고 있다. 남극 해양 포식동물의 생태 연구는 단기간에 성과를 내기 매우 어렵지만, 해당 개체군은 대부분 꼬리에 인식표가 부착되어 있고 자료가 등록되어 있기 때문에 가계도를 파악할 수 있다. 따라서 이러한 장기적인 관찰을 토대로 정밀하고 구체적인 자료를 분석하여 수준 높은 연구 결과가 나온다. 최근엔 연구자가 현장에서 관측하는 것 외에도 원격 탐사 기술과 현장 조사 결과를 종합적으로 활용하여 남극 전체 펭귄 개체군을 동시에 관측하는 프로젝트가 운영되고 있다.

관측과 더불어 최근 폭넓게 사용되고 있는 연구 방법은 GPS, 가속도계, 비디오카메라 등의 장비를 활용하여 동물의 행동을 관측하는 바이오로깅(Bio-logging)이다. 최근까지 생태학적 연구 성과는 대부분 영국, 프랑스, 일본, 미국 등 몇몇 국가의 연구진들에 의해 이뤄졌는데, 바이오로깅 연구는 특히 프랑스와 일본 등에서 많이 수행하였다. 바이오로깅 기술을 활용하면 동물의 눈으로 본 해양 환경을 비디오로 촬영할 수 있고, 주요 취식지 및 이동경로를 GPS로 기록함과 동시에 수중에서 움직이는 미세한 동작을 가속도계 신호로 해석하여 취식 행동을 정량적으로 측정할 수 있다.

하지만, 이에 비해 한국의 극지 동물 연구는 이제 막 시작 단계라고 할 수 있다. 대한민국은 1988년부터 세종기지를 운영하

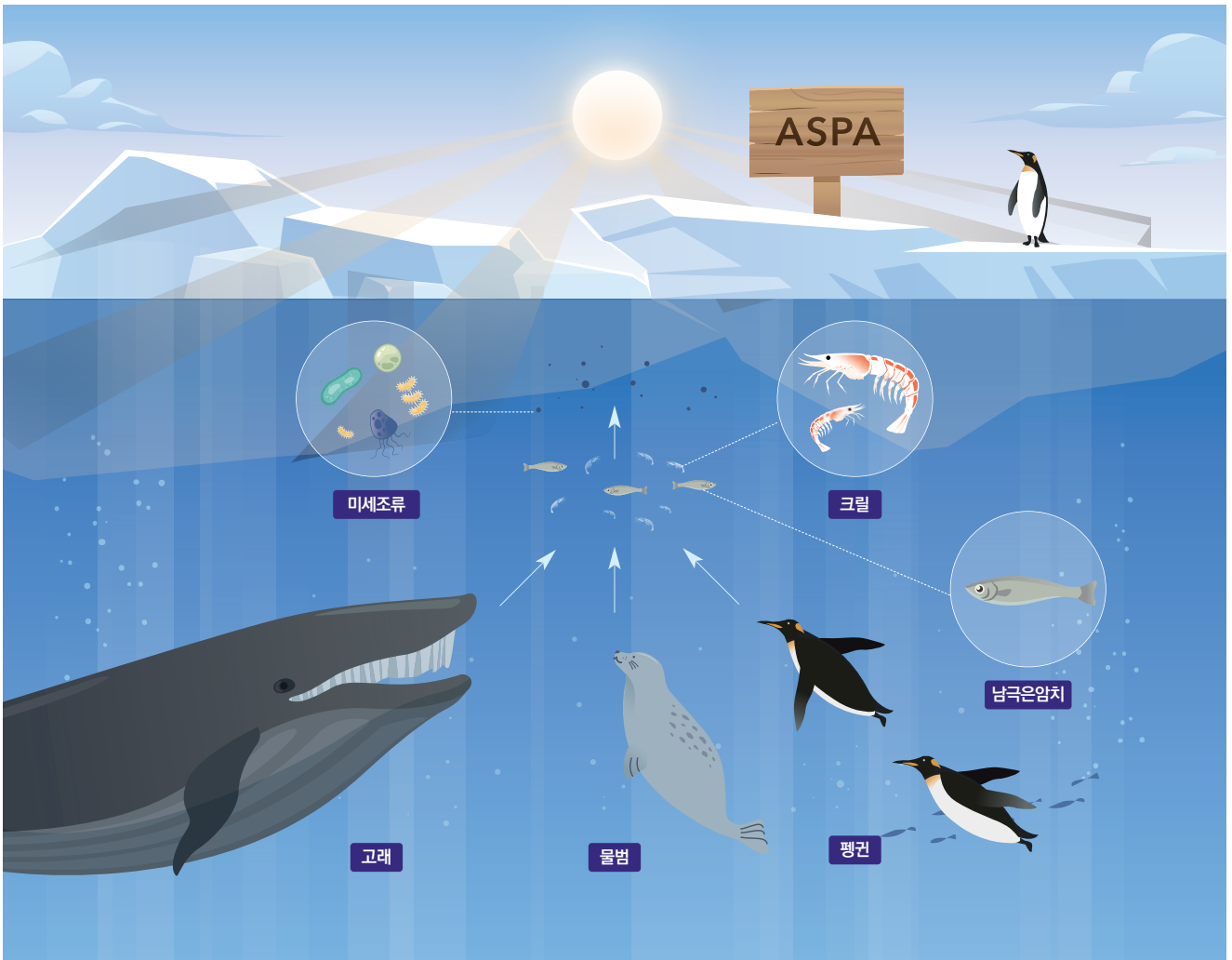
고 있지만 해양 상위포식동물 연구는 비교적 최근에서야 시작되었다. 국내 연안에는 펭귄이 서식하지 않으며 소수의 점박이 물범이 계절에 따라 관찰되는 등 연구 종으로서 한계가 있어서 이들에 대한 생태학적 연구가 활발히 이뤄지지 않았다. 지난 2009년 대한민국의 제안으로 세종기지 인근 펭귄 번식지가 '남극특별보호구역(Antarctic Specially Protected Area) 171번'으로 지정되었고, 2019년 장보고 기지 인근 인익스프레스블(Inexpressible)섬의 아델리펭귄 서식지와 인접한 해양 지역을 남극특별보호구역으로 지정할 것을 제안하였고 현재 승인을 앞두고 있다. 이에 따라 해당 지역에 대한 관리계획을 위하여 연구의 필요성이 증대되어 최근 특별보호구역을 중심으로 한 생태 조사가 활발히 이뤄지고 있다.

극지연구소 연구팀은 2009년 남극특별보호구역이 지정된 이래 보호구역의 관리의 일환으로 젠투펭귄과 턱끈펭귄 번식지를 지속적으로 조사하고 있다. 그 결과 젠투펭귄에게 부착한 비디오카메라를 활용하여 펭귄이 바다에서 의사소통을 하는 행동을 세계 최초로 보고하였으며, 인익스프레스블섬에서 웨델 물범이 아델리펭귄을 사냥하는 행동을 처음으로 촬영하여 발표하였다.

향후 전망과 계획

최근 극지역에서 빠르게 진행 중인 온난화에 따라 생태계 상위 포식자인 펭귄과 물범 개체군의 변화를 파악하고, 앞으로의 변동을 예측하는 것이 연구자로서 가장 큰 숙제이다. 장기적인 생태 관측을 통해 번식 수치의 변화와 먹이 환경을 파악한다면 이러한 결과를 바탕으로 남극 생태계 보전을 위해 과학적인 결과를 제시할 수 있고, 이 자료는 보호구역 지정과 어획량 조정 등 자료에 사용될 수 있을 것이다. 실제 남극특별보호구역 171번 펭귄 번식지는 남극해양생물자원보존위원회(CCAMLR)에 주요 관측 지역으로 등록이 되어 있어서, 해마다 번식 등지수, 번식 시기, 태어난 새끼 숫자 등이 보고되고 있다. 이러한 보고 내용은 위원회에서 정하는 크릴과 이빨고기 어획량 조정에도 참고 자료로 사용된다. 또한 5년에 한번 씩 개정되는 남극특별보호구역 관리계획서에도 번식 조사 결과가 함께 보고됨으로써 보호구역의 효율적인 관리 방안을 마련하고 인간 활동에 의한 영향을 감시하는데 사용되고 있다.

남극 해양생태계 주요 구성원과 관계를 나타낸 그림



노르웨이와의 극지연구 협력, 트롬소를 중심으로

이유경

KOPRI-NPI 극지연구협력센터

KOPRI-NPI 극지연구협력센터는 북극권 최대 도시인 노르웨이 트롬소에 있다. KOPRI-NPI 협력센터는 2014년 4월 북극권 국가와의 협력 강화, 북극연구 네트워크 확대를 목표로 트롬소 프람센터에서 문을 열었다. 트롬소에는 노르웨이극지연구소 외에도 다양한 노르웨이 연구기관 및 대학이 자리 잡고 있어 이들과의 협력이 가능한 지리적 이점이 있다. 또한 유럽 주요 국가와 러시아로의 이동이 용이해서 협력센터는 한-노르웨이간 양자협력

뿐만 아니라 EU 및 러시아와의 다자협력 거점으로 활용가능하다. KOPRI-NPI 협력센터의 가장 중요한 업무 중 하나는 우리 극지연구소가 노르웨이 연구기관과 공동연구를 발굴하도록 지원하는 것이다. 북극에 가장 가까이 있고, 북극권 국가와 긴밀한 협력이 가능한 KOPRI-NPI 극지연구협력센터를 통해 앞으로 노르웨이를 비롯한 스웨덴, 핀란드, 덴마크와의 북극 연구 협력이 활발하게 진행되기를 기대해 본다.

KOPRI-NPI 극지연구협력센터의 지리적 이점

KOPRI-NPI 협력센터는 북극권 최대 도시인 노르웨이 트롬소(북위69도)에 위치하고 있다. 협력센터 사무실은 프람센터(Fram Centre) 안에 있는데, 프람은 난센이 북극이 육지가 아니라 바다라는 사실을 밝힌 북극탐험에 사용했던 배의 이름이다. 북극 해빙에 갇혀 북위 86도까지 탐험한 프람호는 이후에 아문센이 남극탐험에 나설 때도 사용되었다. 프람센터에는 노르웨이극지연구소(Norwegian Polar Institute) 외에도 노르웨이의 해양, 지질, 대기 등의 연구소가 위치해 있다. 프람센터는 노르웨이 북극 연구를 지원하기 위한 단지인 셈이다. KOPRI-NPI 협력센터가 프람센터에 위치하고 있다는 것은 북극 활동의 다양한 분야 전문가를 찾고 네트워크를 구축하기에 더욱이 효율적인 위치임을 의미한다. 또한 트롬소는 덴마크, 스웨덴, 핀란드와 같은 노르딕 국가, 영국, 프랑스, 독일, 이태리 등 주요 유럽 국가, 러시아 극지연구소가 있는 쌍프페테르부르크까지 5시간이면 갈 수 있는 위치에 있어 협력센터는 한-노르웨이간 양자협력과 주요 유럽국가와의 다자협력 거점으로 활용가능하다.

노르웨이와의 공동연구 발굴 지원

KOPRI-NPI 협력센터는 2014년에 처음으로 운영을 시작하였는데, 가장 중요한 업무 중 하나는 우리 극지연구소가 노르웨이 연구기관과 공동연구를 발굴하도록 지원하는 것이다. 2020년에는 해양연구본부에 노르웨이 극지연구소에서 해양플랑크톤과 빙설조류(ice algae)를 연구하는 과학자를 소개했다. 양측은 각각 태평양쪽과 대서양쪽 북극해의 해양 관측 데이터를 보유하고 있는데, 2020년에 서로의 데이터를 확인했고 향후 우리 쇄빙연구선 아라온과 노르웨이측 Kronprins Haakon 연구선의 상호 교차 승선을 추진할 계획이다. 이러한 협력을 통해 앞으로 서로 물리적인 특성이 확연히 다른 북극해 양측의 비교연구가 이루어질 것으로 기대된다. 해양 생태계 뿐만 아니라 툰드라 생태계 연구도 공동으로 수행하려고 추진 중에 있다. 뿐만 아니라, 노르웨이령 스발바르는 그린란드 북부로 들어가는 관문이기도 하다. 그래서 극지연구소의 북그린란드 하계 탐사팀을 위해 현장 탐사를 준비 할 때 필요한 물품 제공 여부를 확인할 수 있도록 스발바르에 있는 NPI 로지스틱스 담당자를 연결해 주기도 하였다.

북극 관련 국제기구 활동 및 현장 연구

KOPRI-NPI 협력센터는 유럽에 위치한 덕분에 유럽에서 개최되는 다양한 북극 관련 회의와 행사에 적은 비용과 노력을 들여 참석할 수 있고 시차로 인한 부담도 없다. 실제로 매월 개최되는 SAON(Sustaining Arctic Observing Network) 원격회의에 부담없이 참석해서 북극 관련 현안을 파악할 수 있었다. 이를 계기로 Arctic GEOSS(Global Earth Observation System of Systems)에 지원하는 3개 과제에 대해 전문가 검토자로 활동할 수 있었다. 이 과제는 EU에서 지원하며 유럽우주국과 북극 관련 공간정보를 구축하는 연구이다. 북극이사회 워킹그룹 AMAP(Arctic Monitoring and Assessment Programme) 회의와 국제영구동토층협회(International Permafrost Association) 온라인 총회에도 참석했다. 러시아 극지연구소(AARI) 과학자들과 러시아 바라노바지에서 수행할 2021년 북극 탐사 계획을 논의하는 온라인 회의를 갖고, 덴마크 오르후스대학과 남북극 눈과 빙하 정착 미생물 유래 규명을 위해 공기 중 미생물 연구 분야 협력 방안 논의했다. 니스막(NySMAC) 위원회 육상분과(Terrestrial Ecology Flagship) 회의에 참석한 것을 계기로 리뷰 논문 작성에도 참여해서 다산과학기지에서 우리나라 연구자들이 수행한 연구 내용을 리뷰 논문에 포함시키기도 했다. KOPRI-NPI 협력센터의 또 다른 장점은 북극권에 자리 잡고 있다는 것이다. 스발바르와 비행기로 2시간 이내에 닿을 수 있기 때문에 필요하다면 북극 생태계의 사계절을 모두 관측할 수 있다. 트롬소에서 스웨덴 아비스코기지까지 자동차로 4시간, 핀란드 킬피스야르비생물기지(Kilpisjärvi Biological Station)까지 2시간이면 갈 수 있다. 따라서 스웨덴이나 핀란드와의 북극 연구 협력에도 최적의 위치다.

노르웨이 기존 시스템 적극적 참여도 필요

KOPRI-NPI 협력센터를 활용하여, 공동연구나 더욱 풍부한 현장연구 지원이 모두 가능하긴 하지만 기존의 노르웨이 시스템에 적극적으로 참여하는 것도 필요하다. 현재, 공식적으로 스발바르에서 현장 탐사 관련 지원을 받으려면 SIOS를 활용하는 것이 좋다. SIOS는 스발바르에서 생산된 과학 데이터를 통합

하고 현장 탐사 활동을 지원하는 독립 법인으로 스발바르종합 관측시스템(Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System)의 약자이다. SIOS는 EU의 지원으로 2010년 기획을 시작하고 노르웨이연구재단의 지원을 받아 2014년부터 준비기간을 거쳐 2018년 1월부터 정식 운영되었다. SIOS는 스발바르에서 환경 및 기후를 연구하는 연구기관들이 기존의 분산된 관측 인프라를 통합하여 효율적으로 관측 시스템을 운영하고 기술과 데이터를 공유하는 기구다. 올해처럼 예기치 못한 천재지변으로 현장 탐사를 직접 할 수 없을 때는 SIOS 직원들이 관측장비를 점검하고 데이터를 회수해서 연구자에게 보내준다. 또한 가입 회원기관은 스발바르에서 수집된 다양한 관측 데이터를 자유롭게 활용할 수 있어 우리가 직접 관측하지 못한 과거의 데이터나 다른 지역의 데이터의 비교 연구가 가능하다. 극지연구소는 아직 SIOS에 가입하지 않았는데, 이는 다산과학기지를 기반으로 장기 모니터링 과제를 수행하지 않았기 때문이다. 다산과학기지 운영 20주년이 다가오는 것을 생각하면 처음 문을 열었을 때부터 한두 가지 지표를 꾸준히 모니터링했다면 현재보다 북극의 변화 분석에 유용한 데이터를 더욱 많이 확보하고 있었을 텐데 이런 점이 아쉽다. 지금부터라도 SIOS 전체 모니터링 분야에서 보완이 필요한 분야 중 우리나라가 강점을 가지고 데이터를 제공할 수 있는 분야를 선정하여 장기 모니터링 한다면 기존 데이터와 연계하여 스발바르에서의 국제연구협력을 성공적으로 이루어낼 수 있을 것이라고 기대한다.

북극 연구 활성화를 위하여

북극에 가장 가까이 있고, 북극권 국가와 긴밀한 협력이 가능한 KOPRI-NPI 극지연구협력센터를 통해 앞으로 노르웨이를 비롯한 스웨덴, 핀란드, 덴마크와의 북극 연구 협력이 활발하게 진행되기를 기대해 본다. 특히 스발바르에서 신규 관측 연구를 기반으로 SIOS에 적극 참여하여 데이터를 공유하고 빅데이터 분석을 통해 북극을 통합적인 관점에서 이해해야 한다. 또한 스웨덴 아비스코기지와 핀란드 킬피스야르비생물기지와의 공동연구를 추진하며 트롬소의 지리적 이점을 적극 활용할 필요가 있다.

EU 국가들의 남북극 진출 정책 및 우리나라의 시사점

김봉철

한국의국어대학교 EU연구소장

지구온난화와 기술의 발달로 남극과 북극 지역에 대한 접근가능성이 확대되면서, 이 지역들에 관한 다양한 문제들은 국제사회의 정책과 법의 발전을 필요로 하고 있다. 역사적으로 유럽 국가들은 오랫동안 많은 분쟁을 경험하면서 그 해결을 위하여 자신들의 가치를 반영한 정책과 법의 발전을 주도해왔다. 한국은 국제사회의 국제법 발전에 적극적인 입장을 취하지 못하였던 것이 사실이다. 그러나 국제사회에서 경제발전과 기술발전이 높게 평가되고 있으며, 국제개발협력과 양성한 원조활동이나 COVID-19 확산

과 같은 재해에 대한 비교적 성공적인 대처 등으로 이전보다 많은 기여와 역할을 요청받고 있다. 새로이 선진국에 진입하려는 한국과 전통적인 ‘오피니언 리더’로서의 유럽의 가치가 결합되면, 남극과 북극지역에 관한 국제법 발전에 새로운 동력이 될 것이다. 이에 EU의 남북극 관련 정책과 법체계의 분석이 필요하며, 향후 관련 논제에서 양측의 공조와 협력을 위한 전략을 고민해야 한다.

유럽의 남극 및 북극지역에서의 갈등 경험과 국제법 주도
남극과 북극은 혹독한 환경으로 인하여 인류에게 많은 위험을 주었으나, 인간은 수많은 도전을 반복하며 접근을 시도하였다. 이 지역은 사람들, 공동체들, 국가들이 이해관계의 차이로 인한 갈등이 다양하게 드러나기도 하며, 현대에 이르러 경제개발과 환경오염 등의 문제들, 소수민족 언어와 문화 및 사회적응에 대한 정책 등이 실천되고 있다. 유럽 국가들은 이 지역과 관련된 많은 갈등을 경험하였고, 그 해결을 위하여 공동의 가치를 반영한 정책과 국제법의 발전을 주도하였다.

유럽 사람들이 고래잡이 등 이익을 목적으로 남극지역에 접근하면서 남극지역에 대한 지배권이 국제적인 이슈가 되었는데, 실제로 영국은 1908년 남위 50도 이남 서경 20도에서 80도 사이의 해역에 대한 관할권을 주장하기도 하였다. 남극지역을 중심으로 일부 국가들의 고래잡이가 지나치게 확대되면서, 결국 1930년대부터 고래잡이를 규제하려는 논의들이 시작하였는데, 특히 유럽 국가들은 1950년대와 1970년대를 거치면서 고래잡이에 대한 명확한 제한과 규율이 필요함을 주장하며 논의를 주도하여, 1986년에 전면적 상업포경금지조치가 채택되었다. 유럽의 개별 국가들의 노력과는 별도로, 유럽연합(European

Union, EU)도 이 지역들의 문제에 많은 관심을 가지고 효과적인 정책을 실천하려고 노력하고 있다. 예를 들어, 2016년 4월 EU 집행위원회가 발표한 ‘북극종합정책(An Integrated European Union Policy for the Arctic)’에 북극지역의 온실가스 배출량 감축 정책을 비롯한 기후변화 관련 정책들이 있다. 여기에는 ①기후변화와 북극환경, ②북극에서의 지속가능개발, 그리고 ③북극의 문제들에 관한 국제협력이라는 분야들을 축으로 세부적인 정책들을 마련하였다.

향후 EU의 북극지역 정책은 ①북극의 환경 및 기후변화 과제를 해결하기 위한 연구 및 지식 지원, ②북극 자원의 지속가능한 사용과 환경적 전문지식을 기반으로 하는 경제발전 ③북극지역의 국가와 소수원주민의 건설적인 참여와 대화라는 세 가지 핵심주제에 맞추어져 있다. 소수민족에 대한 보호는 인권과 환경 등을 중요시하는 이른바 ‘유럽의 가치’를 반영하는 민감한 문제이고, 국제사회에서 북극의 지속가능한 발전과 공존을 위한 핵심 논제이다. EU의 환경정책과 시행 지침(Guidance)으로서 ‘환경행동계획’(Environment Action Program to 2020)을 수립하였고, 해당 계획은 자연자원을 보존하고 EU를 효율적이면서도 경쟁력을 갖춘 저탄소-경제로 전환하며, 건강과 안위에

대한 위험, 그리고 환경 관련 부담으로부터 보호한다는 목표를 가진다. 이러한 환경 보호 정책은 EU가 북극에 대해 가지는 환경 보호, 지속가능발전 등과 같은 정책기조를 보여주고 있다.

북극이사회와 유럽의 역할

북극지역 8개국은 1996년 오타와 선언(Ottawa Declaration)을 통하여 북극의 환경보존 및 지속가능한 개발을 위한 북극 관련 정책을 논의하는 정부간 협의기구로 북극이사회(Arctic Council)를 출범시켰다. 북극이사회의 출범에 노르웨이, 스웨덴, 핀란드, 아이슬란드, 덴마크 등 유럽의 국가들이 다수 참여하면서 큰 역할을 하였다. 특히 북극이사회의 정책들에는 이른바 '유럽의 가치'가 반영된 면이 많다. 이들 유럽 국가들 중에서 스웨덴, 핀란드, 덴마크는 EU회원국이며, 아이슬란드가 포함되면 4개국이다.

파리기후변화협약(Paris Agreement)의 당사자인 EU는 2030년까지 1990년대 온실가스 배출량의 40% 수준으로 감축하려고, 기후변화 관련 활동 예산 중 20%를 편성하였다. 특히 EU는 '장거리 초국경성 대기오염협약에 관한 괴텐버그 의정서'라는 국제적인 대기오염원협약의 내용을 '특정 대기오염원 국가 배출량 최대한계지침(National Emissions Ceiling Directive/2016/2284)'으로 반영하였다. 북극이사회에서도 이러한 논의는 꾸준히 진행되고 있는데, 북극지역의 환경보호 문제를 논의함에 있어서 이와 같은 유럽국가들의 의견과 EU의 기준이 논의의 기반으로 작용하는 경우가 많다.

그러나 북극이사회는 북극지역 국가들에게만 정식 회원국의 지위를 부여하며, 다른 국가들에게는 옵저버 자격 이상의 권리는 부여하는 폐쇄성을 가지고 있다. 특히 북극이사회가 유럽 국가들을 포함하고 있는 것은 사실이지만, 현재 체제로서는 EU와 같은 다른 국제법 주체가 당사자가 되어 이 국제협의체에서 공식적인 활동을 하는 것은 불가능하다. 또한 이 조직 자체가 정부간 협의체이며, 공식적으로 국제법상 법인격을 가지는 국제기구는 되지 못한다는 점에서 국제사회의 국제법 주체로 인정하기는 어렵다는 한계가 있다. 현재 상황에서 북극이사회는 국제사회의 국제법 주체가 아니므로, UN이나 WTO처럼 스스로 국제조약을 체결할 권한이 없다. 따라서 앞으로도 유럽 국가들의 가치가 북극이사회의 정책에 많은 영향을 줄 것이라고 예상할 수 있다.

남극조약체제와 유럽의 참여

유럽을 비롯한 다수 국가들이 구축한 남극조약체제는 영유권

주장을 동결시키고 국제분쟁을 방지하여 평화를 유지하는데 기여해왔다. 남극에 대한 과학적 연구의 자유와 국제적 협력의 실마리를 제공하여 인류에게 놀라운 성과를 가져온 것도 사실이다. 그러나 기존의 남극조약체제는 관리주체에 관한 문제점과 입법적 미비 등 여러 가지 면에서 문제점을 안고 있으며, 남극조약체제의 전면적 개선이 필요하다는 의견이 많아졌다.

최근에는 과학기술의 발전으로 남극지역에 대한 접근이 이전보다 용이해졌고, 자원개발과 활용에 대한 동기부여도 더욱 강해지고 있다. 따라서 기존의 남극조약체제에 의한 남극지역 보호보다 자국우선주의가 심화되고 있다고 평가할 수 있다. 가까운 미래에 각국은 자원개발과 경제적 이익을 위해 남극지역에 대한 영유권을 주장할 가능성도 있다.

최근 EU의 남극지역 관련 정책은 회원국 본토가 인접한 북극과는 다른 나름의 '미래지향적 유럽적 가치'를 제안하며, 환경문제와 같은 공공적 목표에 집중하는 것으로 풀이된다. EU는 남극조약체제의 발전과 개선을 위한 다양한 제안을 내놓고 있으며, 회원국의 공동탐사나 연구 및 정보의 공유 등을 선도해오고 있다. 다만, 사안에 따라서는 일부 회원국 또는 비EU 회원국인 유럽 국가들의 이해관계에 따라서 통일되지 못한 목소리를 낼 가능성도 충분하다.

한국에 대한 시사점

유럽 국가들은 남극과 북극지역에서 꾸준히 정책을 반영하는 국제법 형성과 발전에 참여하였다. 그러나 최근 여러 변수로 인하여 이 지역들에 관한 국제사회의 관심과 대응이 필요하다. 이러한 문제들은 전 인류와 지구에 공통적인 가치와 원칙이 더욱 중요하게 반영된 국제법의 발전을 통하여 해결될 수 있다. 오래전부터 환경문제와 인권, 평화, 지속가능성 등을 유럽의 가치로 삼아온 EU의 역할이 새롭게 극지역의 국제법 발전에 활용할 수 있다.

한국이 빠른 시간에 이룩한 경제발전과 민주화는 국제사회에서 높은 평가를 받고 있다. 많은 국가들은 한국이 여러 발전과정에서 얻은 경험들을 공유하며 정부주도형 '한국식 발전모델'을 기준으로 자신들의 사회변화를 추구하기도 한다. 최근 전세계적인 COVID-19 확산 상황에서 한국이 보여준 방역체계와 국제협력의 모습은 국제사회에서 새로이 선진국에 진입하려는 한국이 담당해야 할 역할을 보여준다. 한국과 전통적인 '오피니언 리더'로서의 유럽의 가치가 결합되면, 국제법 발전에 새로운 동력이 될 것이다. 이러한 의미에서 남극과 북극지역에 관련된 국제법 발전에 있어서 양측의 법제협력이 필요하다.



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



발행일 : 2021년 2월
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