

2023 극지 이슈 리포트

2023 Polar Issue Report



2023 극지 이슈 리포트 | 2023 Polar Issue Report

2023 극지 이슈 리포트

2023 Polar Issue Report

인 쇄 일 2023. 11. 30.

발 행 일 2023. 12. 15.

발 행  해양수산부

과 제 책 임 서현교

편 집 총 괄  극지연구소  한국북극연구컨소시엄

인천광역시 연수구 송도미래로 26

T. 032-770-8400 www.kopri.re.kr

디 자 인  IRUDA

대전광역시 중구 대흥로 46 이루다빌딩

서울특별시 강남구 봉은사로 215 KTS빌딩 9층

T. 042-280-9800 www.iruda-planet.com

과 제 지 원  연국해양수산개발원

ISSN 2799-5631

본 책자의 원고 내용은 각 저자의 집필방향이 반영된 것으로, 해양수산부의 정책방향과 다를 수 있습니다.

본 책자는 해양수산부가 발주한 2022년 용역 사업을 한국북극연구컨소시엄(KoARC) 및 극지연구소(KOPRI)가 수행하여 제작되었으며, 비매품입니다.



CONTENTS

발간사: 극지 그 너머의 가치를 찾다 04

01

극지와 과학기술

북극해 과거기후 복원의 중요성 08

극지연구소 빙하환경연구본부 책임연구원 남승일

차세대 쇄빙연구선과 북극 연구 22

극지연구소 차세대 쇄빙연구선 건조사업단 단장 주형민 및 단원

극지와 산업

물리탐사연구선 탐해3호와 북극 탐사 역량 강화 42

한국지질자원연구원 탐사선건조사업단 단장 김진호

북극항로 활성화를 위한 국내 지원 기반 구축 52

인천대 동북아물류경영연구소 연구위원 최수범

02

03

극지와 정책

북극 안보 정세 분석 및 전망 66

카이스트 녹색성장지속가능대학원 교수 심상민

북극이사회 옵서버 가입 10주년, 우리나라 북극 활동 성과와 전망 74

배재대학교 한국-시베리아센터 연구교수 곽성웅

극지 그 너머의 가치를 찾다

2023년은 우리나라 극지 분야에 있어 매우 의미 있는 해로 기억 될 것입니다. 외교 및 국제협력 분야에서는 우리나라가 북극이사회(Arctic Council) 옵서버 가입 10주년을 맞이하였고, 북극경제이사회(AEC)와 한국북극연구컨소시엄(KoARC)이 MOU를 체결하며 북극권과의 경제/산업 분야 협력창구를 아시아 최초로 공식화했습니다. 또한, 차세대 쇄빙연구선 건조사업을 본격화하면서 과학 분야 사업의 활성화도 이뤄낼 수 있었습니다.

한편으로는 러시아-우크라이나 사태가 계속 이어지고 있는 가운데, 올해 5월 북극이사회(Arctic Council) 의장국이 기존 러시아에서 노르웨이로 바뀌면서 기존에 중단되었던 활동이 재개되기 시작했고, 이는 북극 거버넌스 체제를 복구하려는 움직임으로 이어졌습니다. 그럼에도 우리나라는 서방 대러시아 제재로 인해 러시아와의 교류가 계속 위축되는 상황에 직면해 있습니다.

이러한 정세와 함께 글로벌 기후변화로 북극의 온난화와 환경변화가 가속화되면서 이에 따른 동식물 영향과 원주민의 전통생활 위협이 더욱 심화되고 있습니다. 'UN 산하 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)'가 올해 6차 평가보고서를 통해 현재 극지를 포함한 전 세계의 기후위기를 기존 평가보고서 대비 강도 높게 경고하였습니다. 이에 따라 현실과 미래 진단을 위해 과거-현재-미래

로 이어지는 기후변화 연구는 지속 및 강화될 전망입니다.

이러한 북극 온난화는 한편으로 국제사회에 새로운 경제활동 기회를 제공할 것입니다. 북극해 항로의 활용 가능성이 커지면서 2030년대가 되면 북극해에 해빙 없는 여름이 도래되어 북극항로 이용이 본격화되고, 북극자원 개발이 더욱 활성화될 것입니다. 이러한 전망하에 북극 자원 및 지질탐사에 대한 관심이 더욱 고조될 것이며, 북극물류 활성화에 대비한 제도나 기술 개발도 확대될 것입니다.

이 같은 올해의 여러 이슈를 '2023 극지이슈리포트'는 주목하고 해당 분야 전문가를 통해 그 현상을 진단하고 미래에 나아갈 방향을 모색하였습니다. 모쪼록 '2023 극지이슈리포트'가 책임인자는 물론 관련 분야 전문가 및 대중에게도 주목받아 향후 우리나라의 극지 분야 연구 및 활동의 활성화에 기여하고, 극지 이슈 해결과 세계적인 극지 기술을 선도하는 데 밑거름이 되길 기대합니다.

2023. 12. 15.

한국북극연구컨소시엄(KoARC) 사무국

극지와 과학기술

01

북극해 과거기후 복원의 중요성

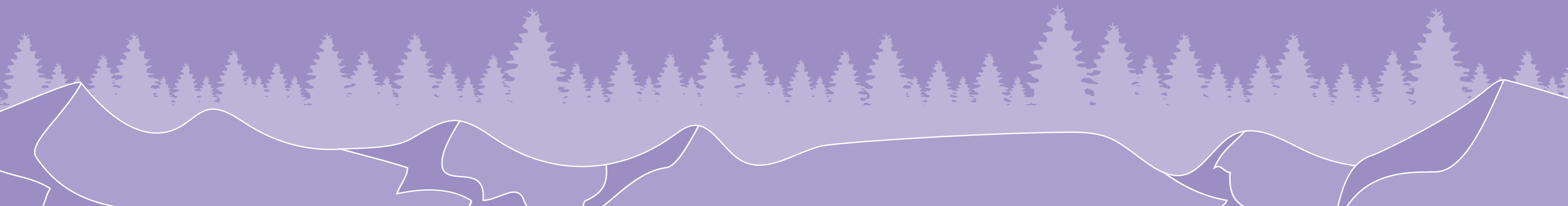
극지연구소 빙하환경연구본부 책임연구원 남승일

08

차세대 쇄빙연구선과 북극 연구

극지연구소 차세대 쇄빙연구선 건조사업단 단장 주형민 및 단원

22



북극해 과거기후 복원의 중요성

극지연구소 빙하환경연구본부
책임연구원 남승일(sinam@kopri.re.kr)

필자의 말

백악기 전기(약 1억 4,000만~1억 1,200만 년 전) 생성 이후 호수였던 북극해는 지난 수천만 년 동안 지구조운동에 의해 균열이 생기면서 북대서양뿐만 아니라 북태평양과 연결되어 해수의 교환이 시작되었고, 점차 해양환경으로 변화하면서 현재의 형태로 진화하였다. 이러한 진화의 역사는 북극해 해저에 쌓여 있는 퇴적층에 과거 북극해뿐만 아니라 주변 대륙에서 일어났던 기후변화의 흔적들이 고스란히 기록되어 있다. 따라서 북극해 해저 퇴적층에 보존된 과거 기후변화기록을 복원하면 현재 진행되고 있는 지구온난화의 패턴을 이해하고 그 영향을 파악하는 데 필요한 해답을 얻을 수 있다. 이를 위해 지난 30년 동안 미국, 독일, 스웨덴 등 북극해 탐사연구의 선도국을 중심으로 해저심부시추를 통해 현재와 비슷했거나 더 온난했던 과거 간빙기의 북극해 해빙 분포와 대륙빙하 확장 후퇴뿐 아니라 수온변동 등 전 지구적으로 미친 영향을 파악하여 불확실한 미래에 대한 해답을 찾으려는 많은 노력을 기울여 왔다.

2004년 북극점 인근 로모노소프 해령에서 428m 길이의 퇴적층 시추가 이루어져 그동안 수천 만 년 동안 베일 속에 있던 북극해 진화 역사의 비밀이 처음 세상 밖에 알려졌다. 그러나 시추코어 퇴적층에는 제3기(6,500만~260만 년 전) 지질시대 중 전기 에오세(4,400만 년 전)부터 중기 마이오세(1,800만 년 전)에 이르는 약 2,600만 년간의 결층(hiatus)이 존재하였다. 따라서 북극해의 기후가 온실에서 한랭 환경으로 급격하게 변하는 시기에 대한 중요한 기록을 얻을 수 없었다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 북극해 시추 관련 전문가들이 제2의 심부 시추를 위해 시추제안서를 제출했고, 여러 차례 IODP의 심사와 수정을 거쳐 마침내 2018년 러시아 랍테프 해 대륙붕 근처 북위 81도 로모노소프 해령으로 시추 위치가 결정되었다.

그러나 다년빙의 위험 속에서 안정적인 시추를 위해서 시추선 이외에 두 척의 쇄빙선 지원이 필요하였다. 유럽에서 폴라 슈테른 참여가 결정되었고 아시아에서 아라온의 참여를 요청 받았지만 자체 탐사 일정으로 참여가 불가능하여 결국 시추는 연기되었다. 그 당시 유럽해저지각시추컨소시엄(European Consortium for Ocean Research Drilling, ECORD)은 아라온의 참여를 통해 처음으로 북극해에서 빅사이언스를 수행할 수 있는 엄청난 제안을 하였지만 우리는 그 기회를 놓치고 말았다. 다행히도 2022년 다시 시추가 결정되었으나, 그해 2월 러시아의 우크라이나 침공으로 모든 계획은 또다시 무기한 연기되었다. 무모한 전쟁이 15년 동안 함께 시추를 위해 노력해 온 과학자들의 꿈을 산산이 조각낸 것이다.

쇄빙선 아라온이 2010년 7월 북극해 첫 시험항해에서 박스 코어와 멀티코어를 해저에 내려 30-40cm 길이의 짧은 퇴적물을 처음으로 우리 손으로 획득한 지 벌써 13년이 흘렀다. 그동안 우리나라는 서북극해 아라온 탐사를 통해 여러 분야의 연구에서 나름대로 의미 있는 성과를 이루었다. 그러나 북극해 해저 시추를 통해 북극해의 과거 기후와 해양환경 기록을 복원하는 연구는 2015년 서북극해에서 아라온에 탑재된 점보피스톤 코어러(JPC)를 이용하여 과거 40만 년의 북극해 기후변화 기록이 담긴 약 14m 길이의 퇴적물을 시추한 이후 관련 사업의 지원이 중단되어 연구를 추진할 수 있는 명맥이 끊겼다. 북극해에서 전 세계 해양지질학자들이 앞 다투어 과거의 북극 기후 변화기록을 복원하는 연구를 수행하고 있지만 우리나라에서는 이러한 연구 추진을 위한 정책이 반영되지 않는 현실의 벽을 실감하고 있다. 2027년 건조되는 차세대 쇄빙선은 아직 한 번도 가보지 못한 북극해 미답지를 주로 탐사할 예정이다. 특히

중앙결빙해역에 대한 탐사를 위해서는 지금이라도 주요 해역에 대한 시추탐사를 통해 향후 거대지구과학프로그램인 국제공동해저시추사업에 주도적인 참여를 위해서도 차세대 쇄빙선의 역할이 그 어느 때보다 중요하다. 이를 위해 우리는 아라온과 차세대 쇄빙선을 통해 북극과기후변화 연구를 선도하기 위하여 주요 해역에 대한 탐사를 계속 추진해야 할 것이다.

- I. 북극해의 지리적 특성 및 중요성
- II. 퇴적물 코어에 보존된 과거 기후변화 기록
- III. 쇄빙선을 이용한 북극해 해저 지질 탐사
- IV. 연중 해빙으로 덮인 북극 심해저에서 코어 퇴적물

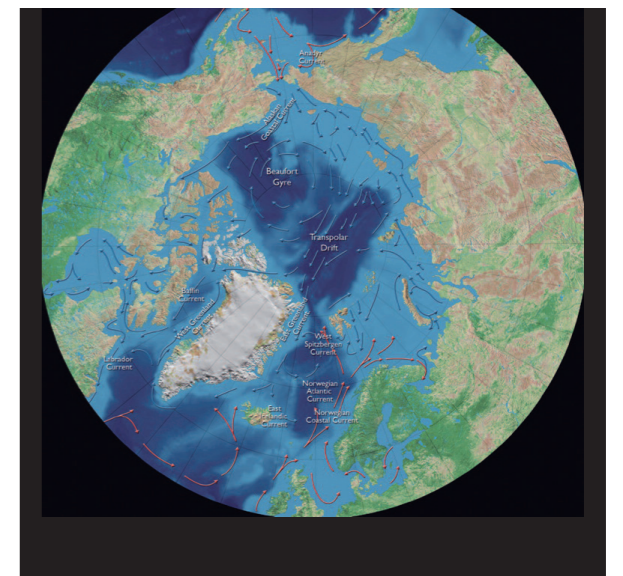
- 시추의 난제
- V. 북극해 첫 해저심부시추 실험을 통해 알려진 북극해 생성 및 진화 역사
- VI. 해저심부시추를 통해 처음으로 알려진 북극해 생성 및 진화기록
- VII. 새로운 북극해 시추 실험을 위한 도전과 아라온 참여의 노력
- VIII. 새로운 북극해 시추 실험을 위한 전 세계의 노력
- IX. 새로운 2050 IODP 출발과 북극해 심부시추프로그램 참여의 필요성
- X. 마치는 말

I. 북극해의 지리적 특성 및 중요성

북반구의 가장 높은 위도에 위치하고 있는 북극해는 두 개의 다른 대양과 크고 작은 해협을 통해 연결되어 해수의 교환이 일어나고, 유라시아와 북미 대륙 및 그린란드로 둘러싸여 있는 지중해 타입의 대양으로 면적은 약 1,400만km²다(그림 1). 북극해는 전 세계 대양 면적의 3%를 차지하며 바다를 채우고 있는 해수의 양은 약 1%에 불과한 가장 작은 대양이다. 특히 주변 대륙에서 발원하는 대규모의 강들을 통해 전 대양에 유입되는 담수의 약 10%가 북극해로 유입된다.

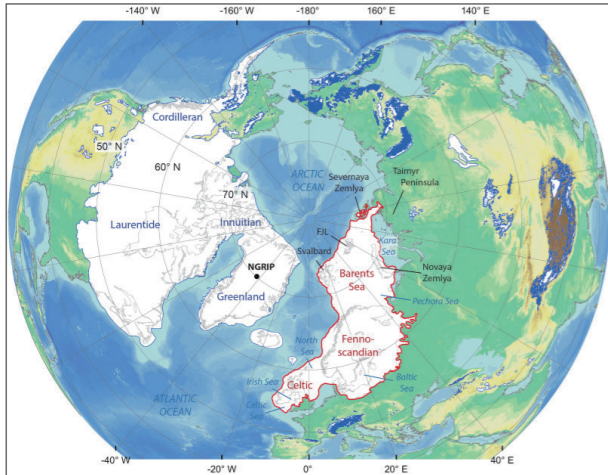
북극해의 중요한 두 가지 표층해류 시스템의 하나인 보퍼트 환류(Beaufort Gyre)는 서북극해의 아메라시아 분지(Amerasian Basin)에서 시계 방향으로 순환하면서 염분이 낮은 담수를 가두는 역할을 한다. 따라서 염분이 높은 북대서양 해류가 유입하는 동부 북극해보다 서북극해 표층수 염분이 약 10% 정도 낮아서 비교적 결빙이 잘 된다. 다른 한편으로 강에서 유입된 차가운 용빙수는 해빙과 함께 랍테프해에서 북극점을 가로질러 흐르는 극지횡단해류(Transpolar Drift)에 의해 프람해협을 통해 동부 그린란드를 따라 표층해류로 북대서양으로 유출된다. 이렇게 북극해에서 유출되는 대규모의 담수는 표층 수괴의 염분을 낮추기 때문에 동부 그린란드 해에서 밀도 차이에 의해 하강하는 심층수 형성에 영향을 미친다. 북극해에서 북대서양으로 유출되는 용빙수는 그린란드 해역에서 일어나는 심층수 형성에 영향을 미치기 때문에 열염분(thermohaline) 해류순환 시스템뿐만 아니라 전 지구 규모의 기후변화에 중요한 역할을 한다.

그림 1



두 개의 표층해류 시스템인 보퍼트 환류와 극지횡단류. 프람해협을 통해 염분이 높고 따뜻한 북대서양해류(붉은색)가 노르웨이 연안을 따라 북극해로 유입되고 베링해협을 통해 북태평양해류가 유입됨 (출처: AMAP Assessment Report, 1998).

그림 2



마지막 최대 빙하기에 북반구 고위도 대륙에 발달했던 대륙빙상 분포: 로렌타이드 빙상(북미), 그린란드 빙상과 유라시아 빙상분포도 (출처: Patton et al., 2016).

또한 북극해는 지리적으로 서쪽의 수심이 약 50m로 비교적 낮은 베링해협을 통해 북태평양과 연결되어 있어 두 대양 사이에 표층 순환이 일어나고, 동쪽으로는 넓이가 450km, 깊이가 2,545m에 달하는 넓고 깊은 프람해협을 통해 북대서양과 연결되어 있어 두 대양 사이에 표층수와 심층수의 순환이 일어난다(그림 1). 따라서 북극해는 주변 대륙의 강들로부터 유입되는 대규모의 담수와 겨울철 결빙과 여름철 해빙분포 및 태양 입사량 등 강한 계절적 강제력과 변동성 영향을 받는 특징으로 인해 최근 진행되고 있는 지구온난화와 관련된 기후변화에 대한 영향과 원인의 관점에서 지난 수십 년 동안 전 세계 관심의 중심에 서 있는 대양이다. 무엇보다 고위도에 위치한 북극권은 전 지구 규모로 진행되고 있는 온난화에 가장 민감한 해역으로 여름철 해빙의 급격한 감소와 그린란드를 비롯한 스발바르 군도를 덮고 있는 빙하의 빠른 용빙과 후퇴 등으로 그 영향이 가장 뚜렷하고도 강력하게 나타나고 있다(AMAP, 2017; Park et al., 2018; Serreze & Barry, 2011; Stocker et al., 2013). 이러한 현상을 '극지증폭(polar amplification)'이라고 부르는 복잡한 피드백 과정에 의해 북극은 기후변화의 진원지이자 지구온난화의 영향을 가장 크게 받는 지역이다(ACIA, 2004, 2005; Serreze & Barry, 2011; Stocker et al., 2013).

인류가 관측 장비를 이용해서 지구에서 대기의 온도나 해수의 온도, 밀도 등을 측정하기 시작한 것은 산업혁명이 시작된 1850년대 이후부터였다. 또한 북극해와 남극해의 해빙분포 변화를 위성으로 관측하기 시작한 것은 1979년부터였고, 대기 이산화탄소 농도가 1959년부터 시작된 이후 2022년 5월 중 대기 이산화탄소 농도는 420ppm이 넘었다. 이러한 값은 과거 인류가 출현했던 400만 년 전인 플라이오세 온난기 때 농도와 비슷하다. 이렇듯 지금 지구촌 전체가 지구온난화의 몸살을 겪고 있지만 기후변화와 관련된 관측 자료는 겨우 200년 내외에 불과하다. 이렇게 200년도 안된 짧은 기간에 관측된 제한적인 자료를 이용해서 현재 진행되고 있는 극한 기상이변 현상을 이해하거나 더욱이 미래에 닥칠 수 있는 기후 재해에 의해 어떤 일이 일어날지 아무도 예측할 수 없다. 불확실한 미래의 기후변화를 예측하기 위해 전 세계의 기후모델학자들이 여러 가지 예측 모델을 돌려보고 있지만 그 누구도 정확하게 미래를 예측하기는 여전히 쉽지 않다. 지금보다 더 온난했던 마지막 최대 간빙기인 에미안(Eemian, 약 13만-11만 5,000년 전)에는 현재보다 기온이 약 1-2℃ 높았고(Otto-Bliesner et al., 2006), 전 지구적인 평균 해수면도 4-6m 정도 높았으나(Rohling, et al., 2007) 그 당시 대기의 이산화탄소 농도는 280ppm 내외였다. 그러나 현재 대기 이산화탄소 농도와 비슷했던 플라이오세 온난기에

는 지금보다 기온이 약 3℃ 높았고 해수면도 약 20m 정도 높았다. 당시 북극의 기온은 지구 평균보다 2-4℃ 더 높았으며, 이러한 사실은 현재 북극의 평균 기온이 지구 기온 평균보다 2-4배 빠르게 상승하는 경향과 잘 일치한다. 따라서 현재 진행되고 있는 극한 기후변화 패턴을 보다 더 정확하게 이해하고 미래를 예측하여 기후변화에 대응하기 위해서는 과거 기록을 통해 그 해답을 찾을 필요가 있다.

남북극 대륙에는 2-3km 두께로 빙하가 쌓여 있고 바이칼 호수나 전 세계 대양과 대륙 주변부 해양에도 수백 m에서 수 km의 퇴적층이 쌓여 있다. 이렇게 오랜 시간 동안 외부 요인에 의해 교란되지 않고 차곡차곡 쌓인 빙하나 퇴적층에는 수백 년에서 수천만 년 동안 과거에 일어났던 기후변화의 기록이 잘 보존된 타임캡슐이다. 시추를 통해 획득한 이러한 타임캡슐을 열어 현재와 비슷했거나 더 온난했던 시기에 일어났던 과거의 기후변화 기록을 정밀하게 복원함으로써 현재 빠르게 진행되고 있는 지구온난화의 영향으로 발생하고 있는 극한기후 패턴을 보다 정확하게 이해하고 미래를 예측할 수 있다. 따라서 연중 해빙으로 덮인 북극해의 심해저에 차곡차곡 쌓여 있는 퇴적층에 보존되어 있는 과거의 기후변화 기록이 담긴 타임캡슐을 열어보기 위해서는 시추장비를 갖춘 쇄빙선이 필요하다.

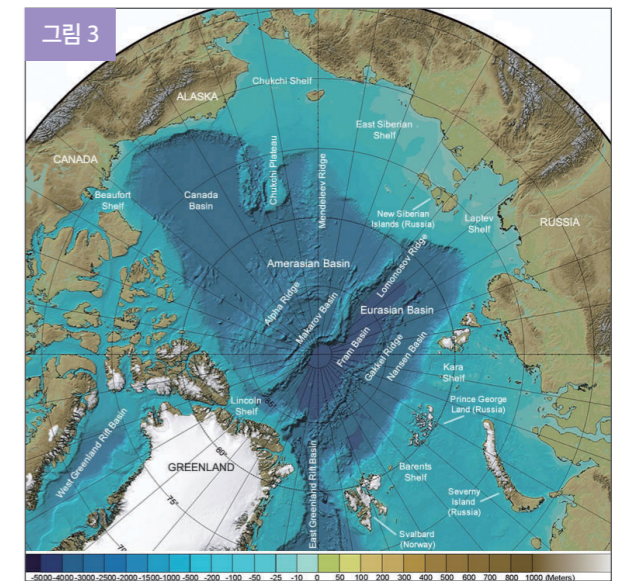
II. 퇴적물 코어에 보존된 과거 기후변화 기록

앞에서 언급한 바와 같이 북극해는 전 세계에서 가장 작은 미니어처 대양이지만 전 지구 기후를 조절하는 중요한 곳이다. 최근 진행되고 있는 지구온난화에 의해 북극해의 여름철 해빙은 빠르게 녹고 있어 얼음이 없는 면적이 대륙붕에서 점점 중앙해역으로 확대되고 있다. 또한 겨울철에 결빙되는 얼음의 두께도 얇아져 다음 해 여름철을 이기지 못하고 대부분 녹아 버리기 때문에 계속해서 성장할 수 없어 다년빙은 더욱더 빠르게 줄어들고 있다. 최근 위성사진을 보면 그린란드와 캐나다가 인접한 일부 해역에서 다년빙이 보퍼트 환류에 의해 이동하여 자리를 차지하고 있다. 또한 북반구에서 유일하게 두께가 3,000m 이상의 빙하가 쌓인 그린란드의 거대한 대륙빙상(continental ice sheet)도 지구온난화의 영향으로 급격히 그 면적과 부피가 줄어들고 있다. 그러나 과거 마지막 최대 빙하기(25,000-20,000년 전)의 그린란드 빙하는 면적과 부피가 지금의 두 배 이상이었고, 해빙도 노르딕해(Nordic Sea)뿐만 아니라 이베리아반도까지 확장하였다. 그 당시 해수면은 현재보다 약 120-130m 낮았기 때문에 약 53%

면적을 차지하는 수심이 낮은 북극해의 대륙붕은 대부분 해수면 위에서 대기에 노출되어 대륙에서 확장된 대규모 강의 수로가 지나가는 통로 역할을 했거나 그 당시 대륙붕까지 확장된 빙상이나 동시베리아 대륙붕 해저기저에 존재했던 거대한 빙하에 의해 덮여 있는 상태였다(Niessen et al., 2013; Joe et al., 2020). 실제로 북반구 대부분 고위도 지역은 마지막 최대 빙하기에는 거대한 빙상이 확장하였다. 로렌타이드 빙상은 북미 대륙의 대부분을 덮고 있었고, 유라시아 빙상은 스칸디나비아에서 동쪽의 랍테프해까지 수천 km 짙은 두꺼운 빙상으로, 그린란드도 지금 부피의 두 배 이상 덮였었다(그림 2). 따라서 북극해 면적은 현재보다 50% 크기로 줄어들었고 두꺼운 해빙으로 가득 덮여 있어서 북대서양에서 일어나는 심층수의 형성은 약화되었고 현재와 같은 대양 대순환시스템은 정상적으로 작동되지 못했다. 이러한 열염분 해류순환 시스템이 정상적으로 작동되는 현재와 빙하기 당시 전혀 다르게 작동된 기록은 그린란드 빙하에서 시추한 코어와 해양퇴적물에 정확하게 기록되어 있다.

III. 쇄빙선을 이용한 북극해 해저 지질 탐사

백악기 전기(약 1억 4,000만-1억 1,200만 년 전)에 생성된 이후 북극해는 지구조 활동과 진화 과정을 통해 해협(strait), 심해분지(deep basin)와 해저산맥(oceanic ridge), 대지(plateau) 그리고 빙하작용으로 형성된 수심이 낮고 면적이 넓은 대륙붕으로 이루어진 현재의 지형으로 오랜 지질시대를 거치면서 주변 고위도 지역과 함께 빠르고 급격한 기후와 해양학적 변화를 겪어왔다(그림 3). 따라서 북극해는 지구의 기후 시스템에서 과거 지질시대부터 지구온난화가 가속화되고 있는 현재뿐만 아니라 불투명한 미래에 걸쳐 전 지구 규모로 영향을 미치는 중요한 역할을 하고 있다(AMAP, 2017; Stocker et al., 2013). 이렇듯 오랜 지질시대 동안 진화 과정을 거치면서 전 지구적인 기후변화에 많은 영향을 미치고 있는 북극해에서 과거 기후변화를 이해하기 위하여 해저 지질 및 지구물리탐사 연구가 본격적으로 시작된 것은 쇄빙선이 건조되기 시작한 때부터였다. 무엇보다 1985년 3월 구소련에 고르바초프가 서기장으로 선출되



해저산맥, 심해분지, 대지, 대륙붕으로 이루어진 북극해 해저지형도(출처: <https://geology.com/articles/arctic-ocean-features/>)

면서 오랫동안 지속된 서방 국가와 냉전 시대를 종식하는 개혁과 개방이라는 구상의 개혁노선이 채택되었고, 많은 나라가 북극해로 진출하는 데 새롭게 눈을 돌렸다. 그러나 대부분 연중 두꺼운 해빙으로 덮인 북극해에서 탐사를 통해 과거의 기록이 보존된 퇴적물 코어를 시추하는 데 필요한 기술적인 문제에 대한 해결뿐만 아니라 탐사를 위해 최우선으로 쇄빙 능력을 갖춘 탐사선이 필요하였다. 미국, 캐나다, 독일, 스웨덴 등 일부 선진국들이 앞다퉈 쇄빙선을 건조하여 1980년대부터 본격적으로 북극해 탐사에 나섰다, 여전히 두꺼운 다년빙 등 해빙으로 덮여 있는 북위 80도 이상의 중앙해역을 제외한, 7월부터 9월까지 여름철 해빙이 줄어드는 해역에서 주로 탐사가 이루어졌다(Jakobsson et al., 2014; Stein, 2008; Stein et al., 2019). 특히 북극해와 가장 긴 연안으로 인접한 러시아는 냉전 시대부터 핵추진 쇄빙선과 잠수

함을 이용하여 미국과 경쟁적으로 군사적 목적과 막대한 에너지 광물자원이 묻혀 있는 북극해에 대한 영토 수호의 전략으로 가장 활발하게 탐사를 추진하였다. 그러나 독일과 스웨덴은 자국의 1만 8,000톤급 쇄빙선인 폴라슈테른(RV Polarstern)과 2만 5,000톤급 오덴(RV Oden)을 이용하여 두꺼운 다년빙으로 덮여 있는 북극점 해역에 1991년 9월 7일 도달하는 등 중앙 결빙 해역에 대한 공동탐사를 통해 해저지형 및 탄성파탐사자료와 시추코어 퇴적물을 획득하였다. 유럽 국가 중 독일과 스웨덴이 경쟁적으로 수많은 북극 탐사를 수행했음에도 불구하고 북극해의 대부분 해역은 탐사가 이루어지지 않았기 때문에 여전히 미답의 영역으로 남아 있다. 실제로 북극해에서 획득된 해저지형 자료는 북극해 면적의 10% 정도밖에 획득하지 못한 상태로 화성의 지형보다 덜 알려져 있다.

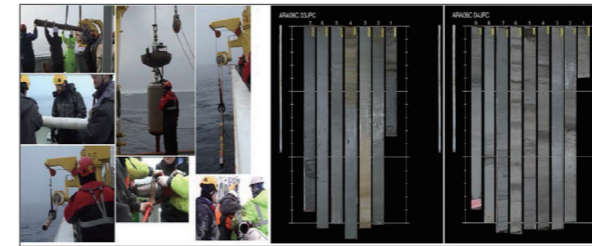
IV. 연중 해빙으로 덮인 북극 심해저에서 코어 퇴적물 시추의 난제

실제로 쇄빙선을 건조하였다 하더라도 엄청난 양의 크고 작은 빙산과 유빙이 해류와 바람에 의해 이동하는 북극해의 결빙 해역을 안전하게 탐사하고, 쇄빙선에 장착된 수 톤의 무게가 나가는 다양하고 육중한 탐사 장비를 이용하여 안전하게 탐사 자료와 시추코어 퇴적물을 획득할 수 있는 기술력도 갖추어야 한다. 따라서 북극해에서 퇴적물 코어를 시추하기 위한 해저지질 탐사는 여전히 가장 어려운 연구 분야이다. 무엇보다 북극해는 약 258백만 년 전에 시작된 제4기 지질 연대 동안 북반구 고위도에 존재했던 거대한 대륙빙하의 영향으로 해저면 아래에는 수십 차례 반복된 빙하기에 쌓인 크고 작은 빙하퇴적층이나 빙해양퇴적층이 두껍게 쌓여있다. 또한 빙하기(glacial period)에 빙하작용으로 두껍게 쌓인 빙하퇴적층 사이에는 상대적으로 대륙빙하가 후퇴하고 결빙 면적이 줄었던, 현재의 기후와 비슷하거나 더 따뜻했던 간빙기(interglacial period)나 어느 정도 온난했던 아간빙기(interstadial period)에 쌓인 퇴적층이 서로 다른 색으로 교호하며 나타난다(Stein et al., 2010). 그러나 해저탐사를 통해 북극해에서 시추퇴적물 코어를 획득하여 과거의 기후와 해양 환경변화를 복원하는 연구 역사는 다른 대양에 비하여 매우 짧다. 실제로 2차 세계 대전 이후 북대서양 등 다른 대양에서 활발하게 추진된 해저 지질 탐사와 비교하면 북극해는 여전히 거의 탐사가 이루어지지 않은 해역이 대부분이기 때문에 과거의 기후와 해양환경 변화에 대한 자세한 기록을 얻을 수 있는 탐사자료와 시추된

퇴적물 코어가 매우 제한적으로 존재한다.

지난 30년 동안, 연중 두꺼운 다년빙으로 덮인 중앙 북극해에서 과거 기후환경 변화에 관한 연구는 쇄빙선을 이용하여 수행된 약 30회 이상의 국제공동탐사를 통해 큰 진전이 있었다(Stein et al., 2015, 2019)(표 1). 우리나라도 2009년 쇄빙선 아라온을 건조하여 2010년 척치해로 첫 시험항해를 성공적으로 수행한 이후, 북극해 해빙이 가장 많이 감소했던 2012년 북위 81도까지 도달한 기록이 있으며(강성호, 2012), 이때 아라온에 장착된 중력 코어를 이용하여 마카로프 심해 분지에서 획득한 4.5m 길이의 퇴적물 코어를 통해 약 100만 년 동안 북극해에서 일어난 기후 변화 기록을 처음으로 복원하였다(Park et al., 2020). 또한 지난 2015년 제6차 서북극해 탐사(ARA06C) 동안 아라온에 탑재된 점보피스톤 코어러 시스템(JPC)을 이용하여 수심이 약 2,200m인 척치분지에서 약 14m의 퇴적물 코어를 시추하였고, 과거 4번의 빙하기-간빙기 주기를 포함하는 40만 년의 기후변화 기록이 처음으로 우리나라 쇄빙선을 이용한 탐사를 통해 획득된 시추코어 퇴적물에서 확인되었다(Joe et al., in prep.)(그림 4). 북극해에서는 피스톤 코어러와 중력 코어러 시스템을 통해 주로 해저면에서 깊지 않은 퇴적층을 채취하는 것에 그쳤다. 즉, 대부분 중력 코어러를 이용하여 10m 내외의 퇴적층을 시추하였으며, 일부는 피스톤 코어러 시스템을 이용하여 15m 내외의 퇴적층을 채취할 수 있었다(Darby et al. 2005). 물론 해저침식이나 해저 사태에 의해

그림 4



2015년 아라온 서북극해 탐사 동안 동시베리아 대륙붕(수심 674m)과 척치해 심해분지(수심 2,200m)에서 JPC(점보피스톤 코어러)를 이용하여 길이 10m와 14m 길이의 시추코어 퇴적물로 각각 약 8만 년과 40만 년 동안 북극해에서 일어난 과거 기록이 보존됨(사진: 극지연구소 남승일)

V. 북극해 첫 해저심부시추 실현을 통해 알려진 북극해 생성 및 진화 역사

앞서 언급한 것과 같이 쇄빙선에 장착된 시추코어 장비를 통해 100만 년 내외의 과거 기후변화가 기록된 퇴적물 코어가 시추되었다. 그러나 북극해 생성 이후 지구조운동에 의해 현재의 지형을 특징을 가진 북극해로 진화하는 수천만 년의 기록은 얻을 수 없었다. 이러한 문제를 극복하기 위한 노력이 해저심부시추로 처음 실현되었다. 북극해가 생성된 중생대 백악기 전기 이후 오랜 지질시대를 거쳐 일어났던 과거 기후변화 기록을 복원할 수 있는 고기후/고해양 분야 연구의 중대한 발전은 2004년 통합해양시추프로그램(Integrated Ocean Drilling Program, IODP)에서 추진한 과학적 시추를 통해 처음 이루어졌다. 2004년 8월 약 6주 동안 두꺼운 다년빙으로 덮인 중앙 결빙 해역에서 안전한 시추를 위하여 3대의 쇄빙선단(IBRV Sovetskiy Soyuz, IBRV Oden, Vidar Viking)을 구성하였다(그림 5). 이 쇄빙선단을 이용하여 미국과 유럽해저지각시추컨소시엄(ECORD) 주도로 북극해 시추탐사(Arctic Ocean Coring Expedition, ACEX)가 북극점에서 150km 떨어진 북위 87°와 88° 사이의 로모노소프 해령(Lomonosov Ridge)에서 퇴적층을 시추하였다(Backman et al., 2006; Moran et al., 2006).

노출된 북극해 중앙 결빙해역인 알파해령(Alpha Ridge)의 일부 지역에서 해빙 캠페인 동안 획득된 20-30cm 길이의 세 점의 퇴적물에서 중생대 후기의 제한된 기록이 확인된 예도 있었다(Clark et al., 1973; Clark 1974). 결과적으로 쇄빙선에 장착된 여러 가지 코어러 시스템을 이용하여 시추된 코어에는 지질학적 시간 중에서 대부분 수만 년에서 수십만 년 전의 기후변화밖에 기록되어 있지 않기 때문에 북극해 생성 이후 오랜 시간의 기후변화 기록을 얻을 수 없는 한계가 있다(Stein 2015; Stein et al., 2019).

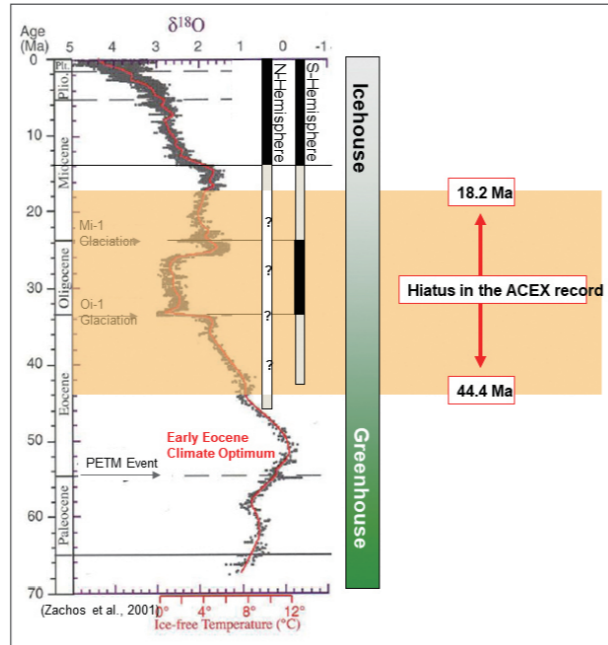
ACEX 시추작업을 통해 획득된 약 428m 길이의 퇴적층은 백악기 후기에서 플라이스토세 동안 북극해에서 지난 수천만 년 동안 일어난 기후변화 기록이 처음으로 세상 밖으로 알려졌다. ACEX 시추 캠페인의 주요 목표는 팔레오세(Paleocene) 전기의 온실(greenhouse) 시대부터 현재와 같은 기후 패턴이 나타난 신생대(Neogene) 빙하(icehouse) 시대에 걸쳐 지구조 진화를 통해 북극해에서 일어났던 기후변화 기록을 재구성하는 것이었다. ACEX 시추프로그램에서 밝히고자 했던 주요 과학적 의문은 북극해 생성 이후 해빙 및 빙하의 형성과 진화, 과거 해양 수괴 구조, 북극해 관문이 열린 시기, 북극을 둘러싸고 있는 육지와 해양 기후 사이의 관계, 그리고 퇴적환경의 주요 변화 등을 포함하고 있었다(Backman et al., 2006; Backman et al., 2008; Backman & Moran, 2009; O'Regan et al., 2011; Stein, Blackman, et al., 2014; Stein, 2017). 북극해 중앙에서 시추된 유일한 ACEX 퇴적층을 연구하여 새롭게 밝혀낸 과학적 성과는 100개가 넘는 논문으로 저명한 국제 학술 저널인 Nature, Science 등에 게재되었다(Stein et al., 2014, 2015, 2019).

그림 5



2004년 8월 북극해 로모노소프 해령 시추를 위한 3대의 시추 선단으로 구성된 Vidar Viking(근거리) 시추하는 동안 스웨덴 쇄빙선 RV Oden(가운데)과 러시아 핵추진 쇄빙선 Sovetskiy Soyuz(원거리)의 지원으로 유빙의 위험으로부터 안전하게 시추가 가능하였음 (Photo from Martin Jakobsson, 2004년 8월 30일)

그림 6



ACEX 시추코어에는 온실지구에서 냉각지구로 기후가 전이되는 약 2600만 년(에오세 중기부터 마이오세 전기로 전이되는 시기)의 결층이 존재하는 사실이 확인되어 연속적이고 완전한 제3기층 기후변화 기록을 획득하기 위한 새로운 시추의 필요성이 제기됨 (Stein, 2018)

VI. 해저심부시추를 통해 처음으로 알려진 북극해 생성 및 진화기록

ACEX 시추를 통해 온실(Greenhouse) 기후가 우세한 중생대 백악기 전기에 생성된 북극은 오랫동안 다른 대양과는 완전히 고립된 무산소 환경의 호수였다(e.g., Spencer et al., 2011). 약 1,500만 년 전부터 프람해협이 서서히 열리기 시작하면서 대서양 해류가 북극해로 흘러들어 북극해는 점차 해양환경으로 바뀌어 갔다. 또한 약 7.4백만 년 전 베링해협이 열리면서 북태평양 해수와 교환이 일어나기 시작했다(Marincovich Jr & Gladenkov, 1999). 이어 300만-250만 년 전 남미와 북미가 연결되기 시작하면서 해로가 닫히며 대서양과 태평양의 해수 교환이 약화되고 차단되면서 멕시코 만류는 북쪽으로 흐르면서 해양순환과 북반구 기후에 광범위한 변화를 미쳤다(Haug & Tiedemann 1998). 이렇게 지구조 운동에 의한 지리적 지형변화에 의해 생성된 북대서양 해류(North Atlantic Current)는 북극 고위도에 다량의 수증기를 운반시켜, 많은 눈이 내리면서 주변 대륙에 2-3km 두께의 거대한 빙상이 존재하고 두꺼운 해빙으로 덮였던 제4기 빙하기-간

빙기의 기후변화가 해저 퇴적물에 기록되어 있다. 퇴적물에 보존된 다양한 기후변화 프록시를 분석하여 지리적인 변화를 거치면서 계절적으로 결빙되던 북극해가 연중 내내 결빙되는 환경으로 전이하는 해빙 형성 변화와 함께 주변 대륙에 거대한 빙하가 확장하고 후퇴하면서 일어난 해수면 변동 및 해양순환시스템 변화가 빙하기-간빙기 동안 전 지구적 기후변화에 어떠한 영향을 미쳤는지 밝혀졌다. 그러나 북극해의 과거 기후변화에 대한 새로운 사실들이 밝혀졌음에도 불구하고 북극해에서의 첫 심부 시추는 절반의 성공으로 평가되었다.

ACEX 코어 퇴적물에는 제3기(6,500만-258만 년 전) 지질시대 중 에오세 전기부터 마이오세 중기에 이르는 약 2,600만 년 동안의 지질학적 기록이 없는 결층이 확인되었다(그림 6). 지구의 기후가 온실가스 농도가 약 1,000ppm까지 높았던 온실기후에서 600-400ppm까지 감소하는 냉각기후로 전이되는 중요한 시기의 기록이 결층(hiatus)으로 남아 있어 ACEX 시추제안서 작성에 참여

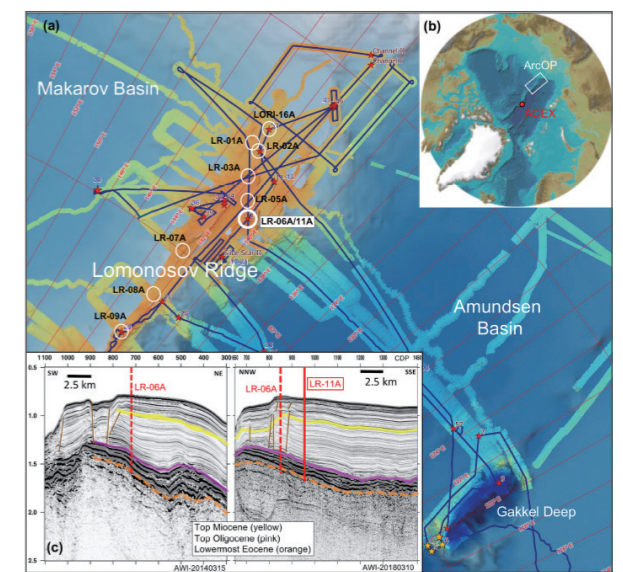
했던 과학자들을 포함한 전 세계의 과학자들이 2008년 10월 독일 알프레드베게너 극지해양연구소(Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, AWI)에 모여 북극해에서 제3기층의 완전한 기후변화 기록을 확인하기 위해 로모노소프 해령을 비롯한 다른 해역에서 새로운 시추제안서를 제출하는 것을 결정하였다. 저자도 멘델레프해령과 서북극해 해역에서 10개국이 참여한 서북극해탐사(ARK-23/4)에 한국과학자 대표로 70일간 독일 쇄빙선 폴라슈테른에 승선하여 탐사를 마친 후 회의에 참석하였다. 그 당시 우리나라는 극지탐사에 필요한 쇄빙선을 건조하고 있는 시기여서 독일과 스웨덴, 미국을 중심으로 추진된 시추제안서작성을 위한 그룹에 참여하지 못했다. 그러나 2014년 10개국이 참여한 알파해령 탐사 및 로모노소프 해저산맥 횡단 해저지질탐사프로그램(AMEX-2014)의 주요 목적은 미답지로 남아 있는 알파해령에서 시추코어를 획득하고 두 번째 시추를 추진하고 있는 로모노소프 해저산맥에서 최적의 시추 정점을 선정하고자 약 70일간의 폴라슈테른

탐사에 저자도 한국 대표로 초청받아 참여하였다(그림 7). 그 때 저자는 대한민국 과학자 최초로 북극점에 서는 영광을 누렸다. 1993년 6월 폴라슈테른에 승선하여 북극 탐사에 처음 참여한 이후 2004년과 2008년에 이어 4번째 폴라슈테른에 승선하여 2014년 8월 26일 드디어 북극점에 서게 되었다(그림 8). 이렇듯 전 세계 북극해 탐사 전문가들과 함께 독일 AWI 극지해양연구소의 북극해 해양지질탐사연구 책임자인 Ruediger Stein 교수를 중심으로 러시아에 인접한 로모노소프 해령에서 추가 심부시추를 위한 예비시추제안서가 IODP에 제출된 이후 여러 차례 시추과학위원회의 심의에 의한 수정요청을 거치고 폴라슈테른 탐사를 통해 획득된 자료를 바탕으로 제안된 시추 정점도 여러 차례 수정 과정을 거치면서 시추제안서(#IODP-Proposal 708; Arctic Ocean Paleocenography: Towards a continuous record from a Greenhouse to an Icehouse world, ArcOP)가 드디어 채택되어 2018년 여름 6주간의 시추계획이 확정되었다.

VII. 새로운 북극해 시추 실현을 위한 도전과 아라온 참여의 노력

제3기 기후변화가 기록된 퇴적층을 시추하기 위한 노력(Expedition 377, Arctic Ocean Paleocenography [ArcOP]) 이 국제해양시추탐사프로그램(International Ocean Discovery Program, 2013-2023)의 결정을 통해 ACEX보다 퇴적물이 2~4배 더 높은 로모노소프 남부 해령에서 시추를 통해 연속적이고 완전한 층서를 획득하여 북극해 생성 이후 진화 역사를 복원하고자 하였다. 새롭게 시추를 위해 선정된 해역에서 연속적인 과거 기록이 보존되어 있는 최적의 시추지점을 선택하고자 하였다. 또한 적합한 최적의 시추 기술을 적용하여 여전히 존재하는 다년빙의 위험으로부터 안전한 시추를 추진하여 획득한 퇴적층에 대한 연대 모델 정립을 통해 과거 기후환경 기록 복원을 목표로 하였다. 시추가 추진되는 동안 안전성 확보뿐만 아니라 막대한 시추경비 절감을 위하여 해저면 아래 1,000m에 이르는 깊은 하나의 기본 시추공을 시추하기로 IODP에 의해 결정되었다. 이는 일반적으로 다른 대양에서 시추되는 시추공에 비해 10%도 되지 않는 매우 제한되고 부족한 퇴적층을 시추하는 셈이다. 따라서 다른 대안으로 제시된 계획은 교란되지 않은 퇴적층의 최상부 층(제4기 층과 플라이오세 층)을 획득하기 위해 추가로 1점의 50m 길이의 짧은 퇴적층을 시추하는 계획이 채택되었다(그림 9).

그림 7



2014년 폴라슈테른은 최적의 시추 정점을 선정하기 위한 로모노소프 해저산맥 횡단 탐사 라인 및 예비시추정점 (Stein 2019)

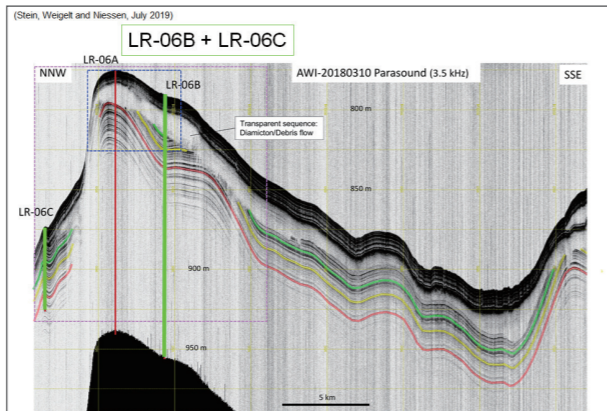
그림 8



2014년 8월 26일 저자(오른쪽)가 박사과정 지도교수이자 북극탐사 수석연구원인 Ruediger Stein 교수(AWI)와 함께 대한민국 과학자 최초로 북극점에 도달해서 찍은 사진(사진: 극지연구소 남승일)

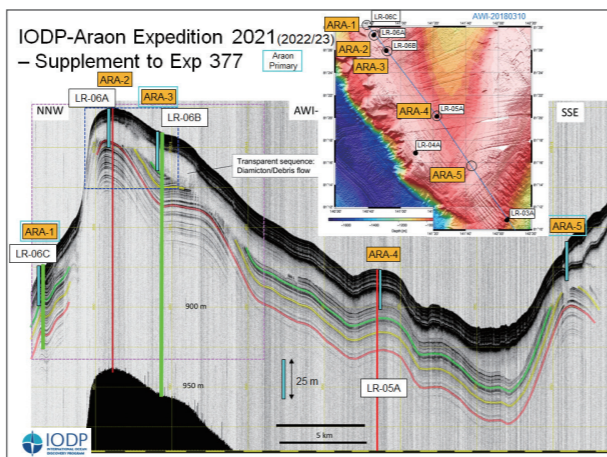
2018년 8월 결정된 시추는 결빙해역에서 안전성을 확보하면서 시추하기 위해 2004년과 같이 시추선 이외에 두 척의 쇄빙선 확보가 필요했고, 이를 위해 시추제안자인 R. Stein 교수는 유럽해저지각시추컨소시엄(ECORD)의 동의를 얻어 AWI의 폴라슈테른과 대한민국의 쇄빙선 아라온의 참여를 정식으로 제안하였다. 그 이유는 전 세계 26개국이 참여하여 역대 두 번째로 추진되는 북극해 시추를 유럽의 쇄빙선과 아시아 국가의 쇄빙선이 공동으로 추진함으로써 세계적 이목을 집중시켜 성과를 극대화할 수 있다고 판단하였기 때문이다. 무엇보다도 로모노스프해령에서 약 1,000m 시추공 이외에 약 5백만 년의 기록이 보존된 상부층(약 50m)인 플라이오세와 플라이스토세 층을 시추할 수 있는 쇄빙선 아라온에 탑재된 JPC 시추 시스템은 IODP가 계획한 30-40m 길이의 퇴적층에 대한 추가 시추가 가능했기 때문이다. 이를 위해 R. Stein 교수는 2018년 8월 직접 극지연구소를 방문하여 북극해 시추에 아라온이 아시아를 대표하여 참여함으로써 전 세계 이목이 집중되어 북극시추탐사에 선도적 역할을 담당하여 최고 수준의 연구 성과를 달성할 수 있다고 의견을 피력하고 5점의 시추 정점까지 제시하였다(그림 10). 당시 극지연구소에서는 시추에 필요한 약 10일간의 시추를 배정하는 것이 아라온 일정상 어렵다고 비공식적인 의사를 전하였다. 지금 생각해도 너무나 아쉬운 결과가 아닐 수 없다. 1968년 이후 지구과학분야에서 추진되는 세계에서 가장 권위 있는 해저심부시추프로그램에서 역대 두 번째로 북극해에서 추진하는 빅사이언스에 대한민국이 당당하게 선도적으로 참여할 수 있는 기회를 스스로 놓친 셈이다. 결국 30-40m 상부층 시추가 가능하고 안전성 확보를 위한 제2 쇄빙선으로 가장 적합한 아라온 투입계획이 실패로 돌아감에 따라 북극해 시추는 일단 연기되었다.

그림 9



로모노스프 해령에서 추진 하고자 했던 IODP 시추정점 (출처: R. Stein)

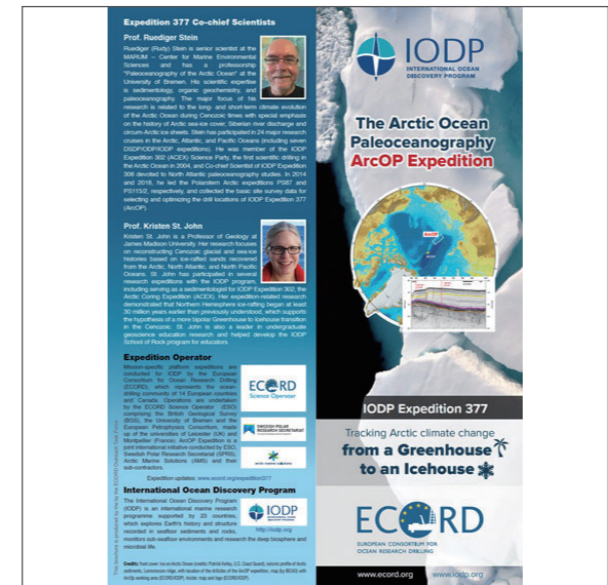
그림 10



IODP 시추정점 및 아라온에 장착된 JPC 시추기를 위해 선정된 시추 5정점 (출처: R. Stein)

2018년 연기된 시추는 2022년 8월부터 5주간의 로모노스프해령 시추가 또 다시 결정되었다. 2004년과 같이 노르웨이 시추선인 디나 폴라리스(Dina Polaris) 한척과 외곽에서 위험한 유빙의 진입을 막는 러시아 쇄빙선 빅토르 체르노미르딘(IBRV Viktor Chernomyrdin) 그리고 시추선 가까이서 안전한 시추가 진행되도록 스웨덴 쇄빙선 오덴(IBRV Oden)이 함께 선단을 구성하여 추진하고자 하였다(그림 11). 그러나 2022년 2월 러시아가 우크라이나를 침공하면서 또 다시 북극해 시추는 러시아와 인접한 해역에서 추진되는 시추작업에 안전이 확보되지 않다는 이유로 무기한 연기되는 비운을 맞았다. 2013년 시추제안서(ODP Proposal, #708-Full)를 제출한 이후 계획된 두 번의 시추계획이

그림 11



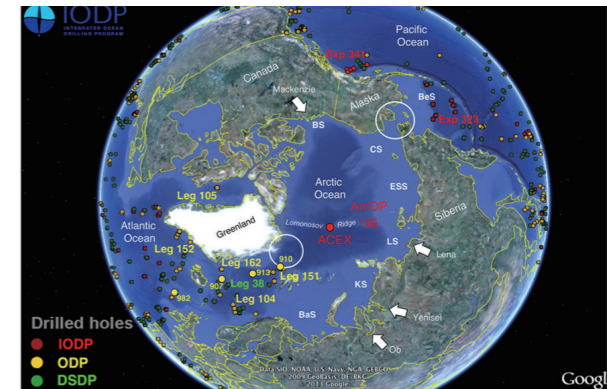
2004년 이후 역사상 두 번째로 북극해에서 2022년 8월 IODP 시추가 결정된 것을 알리는 ECORD 홍보자료

연기되고 무산된 것이다. 여전히 끝이 보이지 않는 러시아-우크라이나 전쟁이 언제 끝날지 그리고 종료된 후에도 과연 러시아 연안에 인접한 시추해역에서 안전하게 시추가 추진될지 여전히 의문이기 때문에 불확실한 미래로 남았다(남 2023). 따라서 2004년 시추가 추진된 이후 현재까지 ACEX 시추 정점은 중앙 북극해에서 추진되었던 유일한 과학적 시추 위치로

Ⅷ. 새로운 북극해 시추 실현을 위한 전 세계의 노력

2004년 이후 끊임없는 노력으로 역사상 두 번째 북극해 중앙해역에서의 시추가 무기한 연기되었지만 다행히도 북극해와 인접한 그린란드 서쪽해역인 배핀만(Baffin Bay)에서 “북서 그린란드 방하 주변부”라는 심부시추(ODP Expedition 400)가 2023년 8월부터 8주간 추진되고, 2024년에는 북극 그린란드 동쪽과 스발바르군도 서쪽에 위치한 동부 프람해역에서 6월 초부터 8주간 시추(ODP Expedition 403)가 진행될 계획이다. 곧이어 동부그린란드 해역에서도 10월 초까지 8주간 “북극해-북대서양 관문의 열개” 규명을 위한 심부시추(ODP Expedition 404)가 연속적으로 미국의 전용시추선인 Joides Resolution(JR)을 이용한 심부시추가 연속적으로 추진되기로

그림 12



1968년 이후 전 세계 대양에서 새로운 지질학적 연구 분야와 과학적 주제를 밝히기 위한 국제공동해저심부시추프로그램(DSDP, ODP 및 IODP)에서 주요 대양에서 시추된 시추공 위치와 함께 북반구를 보여주는 Google 지도에 표시. 2004년에 북극점 주변 로모노스프해령에서 최초로 시추된 ACEX(Arctic Coring Expedition) 시추 위치와 향후 추진될 IODP Expedition 377(ArcOP)의 시추 정점 및 지역은 빨간색으로 표시됨(Stein, 2019)

남아 있다(그림 12). 지난 50년 동안 전 세계 대양에서 추진된 심해시추프로젝트(DSDP), 해양시추프로그램(ODP) 그리고 통합해양시추프로그램(IODP) 및 국제해양발견프로그램(IODP)의 우산 아래에서 수행된 과학적 해양 시추프로그램을 생각해 볼 때 북극해는 전 세계 대양에서 가장 탐사되지 않은 미지의 해역으로 여전히 남아 있는 셈이다(Stein et al, 2019).

결정되었으나 미국 과학재단(NSF)에서 JR의 예산을 축소하여 아쉽게도 시추가 취소되었다. 2004년 10월 첫 예비시추제안서를 작성하고 제출할 때 저자도 처음부터 참여했던 주요 시추 목적은 북극해가 열린 시기를 밝히고, 다른 대양과 연결되면서 표층 및 심층 해양순환이 시작되면서 제3기 동안 전 지구적 기후의 진화 역사를 규명하는 것이다. 또한 시추 목표 중 하나는 북대서양 해류가 북극해로 유입되면서 북극해 해빙형성 및 주변 대륙의 빙상 성장과 확장을 통해 어떠한 기후 진화를 통해 전 지구적인 기후변화에 영향을 미쳤는지를 밝히는 것이었으나 시추가 무기한 연기되어 안타까울 따름이다.

IX. 새로운 2050 IODP 출발과 북극해 심부시추프로그램 참여의 필요성

우리나라는 1997년부터 전 세계 지구과학분야의 최대 프로그램인 IODP 회원국으로 가입하여 25년간 K-IODP 사업을 통해 활동해 왔으나 2022년을 끝으로 회원국 지위를 상실하였다(남 2023). 그동안 한국지질자원연구원에서 해양수산부 R&D 사업의 일환으로 수행한 K-IODP(한국 국제공동해저시추사업)에서 연간 약 100만 달러의 분담금을 IODP에 지불하고 26개 회원국이 공동으로 참여하여 전 세계 대양에서 추진한 해저심부시추 프로그램에 우리나라를 대표하여 과학자들이 직접 승선하여 세계와 어깨를 나란히 하며 수월성 높은 새로운 과학영역에서 연구를 수행하였다(김 2019). 그러나 안타깝게도 회원국 지위를 상실함으로써 이제 세계 최대 지구과학프로그램에서 추진하는 세계 최고 수준의 빅사이언스 연구를 수행할 기회가 박탈된 셈이다. 세계 경제 대국 10위권에 있는 대한민국의 위상과는 걸맞지 않게 연간 100만 달러의 분담금 지불에 필요한 정부의 지원이 끊겨 세계와 함께 경쟁하는 지구과학 최고의 국제공동해저시추탐사 프로그램에 참여할 수 없는 뼈아픈 현실이 되었다. 지난 25년간 지속된 K-IODP 사업이 일몰 사업으로 분류됨에 따라 전 세계 대양에서 함께 추진하고 있는 빅사이언스 프로그램에 참여할 수 없을 뿐만 아니라 북극 배핀만에서 금년 8월부터 2개월간 추진될 'IODP 탐사 400' 시추프로그램에도 당장 참여할 수 없는 냉혹한 현실을 마주하였다(남 2023).

현재 IODP는 빠르게 미래를 준비하고 있다. 미국과 일본 그리

고 유럽해저지각시추컨소시엄(ECORD)이 주축이 되어 2013년부터 2023년까지 추진되어 온 IODP는 2024년부터 다음 단계를 위하여 미국이 한 축이 되고 유럽해저지각시추컨소시엄과 일본이 함께 연합하여 구축하는 컨소시엄으로 양분된 새로운 운영시스템으로 개편하고 있다. 이를 위해 참여하고 있는 회원국은 함께 새로운 과학계획을 수립하고 미래의 해양과학시추프로그램 50년을 추진하고 있다. 우리나라도 전 세계가 함께하는 지구과학의 거대프로그램에 회원국 지위를 회복하여 다시 국제공동사업에 적극 참여하여 당당하게 활동하여야 한다. 다행히 새롭게 개편되는 IODP 운영시스템에서는 국가를 대표하지 않더라도 극지연구소 같은 하나의 국가연구기관이나 대학이 일정한 분담금을 지불하고 유럽과 일본이 구성한 컨소시엄에 가입하여 지속적으로 IODP 회원국으로서 지위를 유지하여 필요한 시추해역에서 수행하는 시추제안서를 공동으로 제출하고 승선탐사연구에 참여할 수 있다. 따라서 현재 우리가 운영하는 쇄빙선 아라온과 함께 보다 향상된 쇄빙 능력과 최첨단 탐사 및 시추장비를 갖춘 차세대 쇄빙선이 2027년에 건조되면 남극해와 북극해 탐사 활동을 통해 획득한 자료와 노하우를 기반으로 향후 극지해역에서 수행하는 중요한 시추를 위한 시추제안서를 공동으로 제출하고 극지해역에서 수행하는 시추탐사에 승선탐사자로 참여하여 당당하게 빅사이언스를 주도적으로 수행할 수 있을 것이다(남 2023).

X. 마치는 말

2022년 2월 러시아와 우크라이나 사이에 전쟁이 발발하면서 그 여파가 북극해까지 영향을 주었다. 우리나라는 차세대 쇄빙선을 건조하여 북극권 진출에 더욱 박차를 가할 계획을 세우고 있다. 그러나 전쟁의 여파로 냉전의 시대로 전환되는 국제정세에 대비한 우리나라의 북극해 탐사전략 수립이 필요한 시점이다. 북극해 탐사를 주도하던 유럽의 독일, 스웨덴, 노르웨이 등은 이전에 계획했던 북극해 탐사지역에 대해 대폭 수정하고 있다. 우선 러시아가 자국의 관할해역(EEZ)을 영토로 주장하고 있는 해역에

대한 탐사는 우선 배제하는 대신 보다 안전한 해역으로 탐사지역을 수정하고 있다.

동북부 그린란드 주변해역과 캐나다 북극 및 알파해령 그리고 북극점 주변 로모노소프 해령 등이 주요 목표 탐사 해역이다. 따라서 현재 아라온의 탐사를 비롯한 2027년 이후 차세대 쇄빙선의 북극해 탐사 계획에 대한 면밀한 검토가 필요하다. 아울러 지난 2018년 아라온이 북극해에서 추진하고자 했던 로모노소프 해저산맥 시추를 위한 거대지구과학프로그램에 참여했다면,

대한민국은 북극해 탐사 역사에 한 획을 그을 수 있었고 전 세계 국가들과 당당히 어깨를 나란히 할 수 있었다. 그러나 우리는 그런 천재일우의 기회를 놓치는 우를 범했다. 이제부터라도 그동안 등한시했던 북극해에서의 해저지질 탐사에 큰 노력을 기울여 과거 기후변화의 비밀을 밝혀 현재의 지구온난화현상을 보다 더 잘 이해하고 미래 예측을 위해 보다 더 넓고 큰 그림을 그릴 수 있기를 바란다. 이를 위해서는 북극해에서 추진

되는 거대지구과학프로그램에 적극 참여하여 북극해에서 빅사이언스 연구를 선도할 수 있도록 R&D 투자와 함께 과학자들의 적극적인 노력이 필요하다.

현재의 기후변화를 보다 더 잘 이해하고 미래를 예측하기 위해서는 우리는 과거를 통해 그 해답을 얻을 수 있다.

표 1 1980년도 이후 북극해 중앙 결빙해역에서 수행된 세계 각국이 쇄빙선을 이용해 수행한 해저지질탐사 자료(Stein, 2015).

탐사 연도	탐사 해역	쇄빙선 및 해당 국가	참고문헌 (탐사보고서 및 관련 논문)
1980	Nansen Basin, Yermak Plateau	Ymer (Sweden)	Schytt et al. (1981); Bostroem & Thiede (1984)
1987	Nansen Basin, Gakkel Ridge	Polarstern (Germany)	Thiede (1988)
1991	Nansen/Amundsen Basin/Lomonosov Ridge	Oden/Polarstern (Sweden/Germany)	Andersen & Carlsson (1991); Fuetterer (1992)
1993	Canada Basin/Chukchi Plateau	Polar Sea (USA)	Grantz et al. (1988)
1993	Nansen Basin	Polarstern (Germany)	Fuetterer (1994)
1994	Transarctic (Canada Basin/Lomonosov Ridge)	Polar Sea/Louis St. Laurent (USA/Canada)	Aagaard et al. (1996); Wheeler (1997)
1995	Amundsen/Makarov Basin/Lomonosov Ridge	Polarstern (Germany)	Rachor (1997)
1996	Lomonosov Ridge/Makarov Basin	Oden (Sweden)	Backman et al. (1997)
1997	Fram Strait/Yermak Plateau	Polarstern1 (Germany)	Stein & Fahl (1997)
1998	Alpha Ridge/ Lomonosov Ridge	Polarstern/Arktika (Germany/Russia)	Jokat (2005); Jokat et al. (2009)
2000	Mendelev Ridge	Akademic Fedorov (Russia)	Kaban'kov et al. (2004)
2001	Nansen Basin/Gakkel Ridge (AMORE)	Healy/Polarstern (USA/Germany)	Thiede (2002)
2001	Nansen Basin/ Lomonosov Ridge	Oden (Sweden)	Groenlund (2001)
2004	Yermak Plateau	Polarstern (Germany)	Stein (2005)
2004	Lomonosov Ridge (ACEX)	Vidar Viking/Oden/ Sovetskij Soyuz (IODP)	Backman et al. (2006b)
2005	Transarctic (HOTRAX)	Healy/Oden (USA/Sweden)	Darby et al. (2005)
2007	European Continental Margin/Nansen Basin/ Lomonosov Ridge, Alpha Ridge	Polarstern (Germany)	Schauer (2008)
2007	Lomonosov Ridge off Greenland (LOMROG)	Oden/50 Let Pobedy (Sweden/Russia)	Jakobsson et al. (2008)
2008	East Siberian Sea, Alpha & Mendelev Ridge (AMEX)	Polarstern (Germany)	Jokat (2009)
2011	European Continental Margin, Nansen Basin, Lomonosov Ridge, Alpha Ridge	Polarstern (Germany)	Schauer (2012)
2014	East Siberian Sea, Lomonosov Ridge (SWERUS)	Oden (Sweden)	Gustafsson & Jakobsson (2015)
2014	Lomonosov Ridge (ALEX)	Polarstern (Germany)	Stein (2015)

참고 문헌

1. 국내 문헌

- 김길영, 2019. 해양 과학시추 50년(1968-2018): 한국의 성과 및 미래 방향 바다, 24, 20-48
- 김예동, 2022. 북극의 과학적 중요성과 우리나라 북극진출. 극지이슈 리포트, 4, 8-102
- 남승일, 2023. 과거에서 해답을 얻기 위한 북극해 해저 심부 시추. 극지와 세계, March Vol. 1, 6-8

2. 외국 문헌

- <https://geology.com/articles/arctic-ocean-features/>
- ACIA, 2004. Impacts of a warming Arctic: Arctic climate impact assessment (139 pp.). Cambridge University Press, Cambridge. (<http://www.acia.uaf.edu>).
- ACIA, 2005. Arctic climate impact assessment (1042 p.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Aagaard, K., Barrie, L.A., Carmack, E.C., 1996. US and Canadian researchers explore Arctic Ocean. EOS Trans Am Geophys Un77(22):209-210.
- AMAP, 1998. AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway, xii+859p.
- AMAP, 2017. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Adaptation actions for a changing Arctic: perspectives from the Baffin Bay/Davis strait Region.
- Anderson, L.G., Carlsson, M.L., (eds.), 1991. International Arctic Ocean expedition 1991, Icebreaker ODEN—Cruise report. Swedish Polar Research Secretariat, p 128.
- Backman, J., Jacobson, M., Knies, J., Knudsen, J., Kristoffersen, Y., Lif, A., Musatov, E., Stein, R., 1997. Geological coring and high resolution chirp sonar profiling. Cruise report, Polarforskningssekretariatets årsbok 1995/96, Stockholm, 64-66.
- Backman, J., Moran, K., Mayer, L.A., 2006a. Expedition 302 summary.
- Backman, J., Moran, K., McInroy, D.B. et al., 2006b. In: Proceedings IODP, 302, College Station, Texas (Integrated Ocean Drilling Program Management International, Inc.). doi:10.2204/iodp.proc.302.104.2006.
- Backman, J., Jakobsson, M., Frank, M., Sangiorgi, F., Brinkhuis, H., Stickley, C., O'Regan, M., Løvlie, R., Pälike, H., Spofforth, D., 2008. Age model and core-seismic integration for the Cenozoic Arctic Coring Expedition sediments from the Lomonosov Ridge. Paleoclimatology 23.
- Backman, J., Fornaciari, E., Rio, D., 2009. Biochronology and paleoceanography of late Pleistocene and Holocene calcareous nanofossil abundances across the Arctic Basin. Marine Micropaleontology 72, 86-98.

- Bostroem, K., Thiede, J., 1984. YMER-80, Swedish Arctic Expedition - Cruise report for marine geology and geophysics, sediment core descriptions. Medd Stockh Univ Geol Inst 260:123.
- Clark, D.L., 1971. Arctic Ocean ice cover and its late Cenozoic history. Geological Society of America Bulletin 82, 3313-3324.
- Clark, D.L., 1974. Late Mesozoic and early Cenozoic sediment cores from the Arctic Ocean. Geology, 41-44.
- Darby, D.A., Jakobsson, M. & Polyak, L. (2005): Icebreaker expedition collects key Arctic seafloor and ice data. Eos 86: 549-552.
- Fuetterer, DK., 1992. ARCTIC '91: the Expedition ARK-VIII/3 of RV "Polarstern" in 1991. Rep Pol Res 107:26742.
- Fuetterer, DK., 1994. The Expedition ARCTIC '93 Leg ARK IX/4 of RV "Polarstern" 1993. Rep Pol Res 149:244.
- Grantz, A., Clark, D.L., Phillips, R.L., Srivastava, S.P., 1998. Phanerozoic stratigraphy of Northwind Ridge, magnetic anomalies in the Canada Basin, and the geometry and timing of rifting in the Amerasia Basin, Arctic Ocean. Geol Soc Am Bull 110:801-82044.
- Groenlund, E., (ed.), 2001. Swed arctic 2001. Polarforskningssekretariatets Årsbok 2001, pp 44-7645.
- Gustafsson, O., Jakobsson, M., (eds.), 2015. The Swedish-Russian US Arctic Ocean investigation of climate-cryosphere-carbon interaction - The SWERUS-C3 2014 Expedition Cruise report. <http://polarforskningsportalen.se/en/arktis/expedition/swerus-c3>
- Haug, G.H., Tiedemann, R., 1998. Effect of the formation of the Isthmus of Panama on Atlantic Ocean thermohaline circulation. Nature 393, 673-676.
- Jakobsson, M., Marcussen, C., Lomrog, S.P., 2008. Lomonosov Ridge Off Greenland 2007 (LOMROG) - Cruise report: Geol Surv Den Green.
- Jakobsson, M., Andreassen, K., Bjarnadóttir, L.R., Dove, D., Dowdeswell, J.A., England, J.H., Funder, S., Hogan, K., Ingólfsson, Ó, Jennings, A., 2014. Arctic Ocean glacial history. Quaternary Science Reviews 92, 40-67.
- Jakobsson, M., Nilsson, J., Anderson, L., Backman, J., Björk, G., Cronin, T.M., Kirchner, N., Koshurnikov, A., Mayer, L., Noormets, R., 2016. Evidence for an ice shelf covering the central Arctic Ocean during the penultimate glaciation. Nature Communications 7, 1-10.
- Joe, Y.J., Polyak, L., Schreck, M., Niessen, F., Yoon, S.H., Kong, G.S., Nam, S.-I., 2020. Late Quaternary depositional and glacial history of the Arliss Plateau off the East Siberian margin in the western Arctic Ocean. Quaternary Science Reviews 228, 106099.
- Jokat, W., 2005. The sedimentary structure of the Lomonosov Ridge between 88N and 80N. Geophys J Int 163:698-72661.
- Jokat, W., (ed.), 2009. The expedition of the research vessel "Polarstern" to the Arctic in 2008 (ARK-XXIII/3) Berichte zur Polar-

- und Meeresforschung (Reports on Polar and Marine Research), Bremerhaven, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, 597, p 266.
- Jokat, W., Stein, R., Rachor, E., Schewe, I., 1999. Expedition gives fresh view of central Arctic geology. EOS Trans 80(465):472-473.
- Kaban'kov, V., Andreeva, I., Ivanov, V., Petrova, V., 2004. The geotectonic nature of the Central Arctic Morpho structures and geological implications of bottom sediments for its interpretation. Geotectonics 6:33-48.
- K. Park, Kim, J.-H., Asahi, H., Polyak, L., Khim, B.-K., Schreck, M., Niessen, F., Kong, G.S., Nam, S.-I., 2020. Cyclostratigraphic age constraining for Quaternary sediments in the Makarov Basin of the western Arctic Ocean using manganese variability. Quaternary Geochronology. doi.org/10.1016/j.quageo.2019.101021
- Marinovich Jr, L., Gladenkov, A.Y., 1999. Evidence for an early opening of the Bering Strait. Nature 397, 149-151.
- Niessen, F., Hong, J.K., Hegewald, A., Matthiessen, J., Stein, R., Kim, H., Kim, S., Jensen, L., Jokat, W., Nam, S.-I., Kang, S.-H., 2013. Repeated Pleistocene glaciation of the East Siberian continental margin. Nature Geoscience 6, 842-846.
- O'Regan, M., Williams, C.J., Frey, K.E., Jakobsson, M., 2011. A synthesis of the long-term paleoclimatic evolution of the Arctic. Oceanography 24, 66-80.
- Patton, H., Hubbard, A., Andreassen, K., Winsborrow, M., Stroeven, A.P., 2016. Quaternary Science Reviews, 153, 97-121.
- Park, H.-S., Stewart, A.L., Son, J.-H., 2018. Dynamic and thermodynamic impacts of the winter Arctic Oscillation on summer sea ice extent. Journal of Climate 31, 1483-1497.
- Otto-Bliesner, B. L. et al., 2006. Simulating Arctic climate warmth and icefield retreat in the last interglaciation. Science, 311, 1751-1753.
- Rachor, E., (ed.), 1997. Scientific cruise report of the Arctic Expedition ARK-XI/1 of RV "Polarstern" in 1995. Rep Pol Res 226:157.
- Rohling, E. J., Grant, K., Hemleben, Ch., Siddall, M., Hoogakker, B. A. A., Bolshaw, M., Kucera, M., 2007. "High rates of sea-level rise during the last interglacial period". Nature Geoscience, 1 38-42. doi:10.1038/ngeo.2007.28.
- Schytt, V., Bostroem, K., Hjort, C., 1981. Geoscience during the Ymer-80 expedition to the Arctic. Geol Fo'ren Stockh Fo' rhi03:109-119.
- Serreze, M.C., Barry, R.G., 2011. Processes and impacts of Arctic amplification: A research synthesis. Global and planetary change 77, 85-96.
- Serreze, MC, Holland MM, Stroeve J, 2007. Perspectives on the Arctic's shrinking sea-ice cover. Science 315:1533-1536.
- Schauer, U., (ed.), 2008. The expedition ARKXXII-2 of the Research Vessel "Polarstern" in 2007 - a contribution to the international polar year 2007/08. Rep Pol Mar Res 579.

- Schauer, U., (ed.), 2012. The expedition of the research vessel "Polarstern" to the Arctic in 2011 (ARK-XXVI/3-Trans Arc). Rep Pol Mar Res 649.
- Spencer, A. M., Embry, A. F., Gautier, D. L., Stoupakova, A. V., & Sørensen, K. (Eds), 2011. Arctic petroleum geology. Geological Society, London, Memoirs, 35, 818 pp(1), 1-15. <https://doi.org/10.1144/M35.1>
- Stein, R., (ed.), 2005. Scientific cruise report of the Arctic Expedition ARK-XX/3 of RV "Polarstern" in 2004: Fram Strait, Yermak Plateau and East Greenland continental margin. Reps Pol Mar Res 517.
- Stein, R., 2008. Arctic Ocean sediments: processes, proxies, and paleoenvironment. Elsevier.
- Stein, R., 2019. The late Mesozoic-Cenozoic Arctic Ocean climate and sea ice history: A challenge for past and future scientific ocean drilling. Paleoclimatology and Paleoclimatology 34, 1851-1894.
- Stein, R., Matthiessen, J., Niessen, F., Krylov, A., Nam, S.-I., Bazhenova, E., 2010. Towards a better (litho-) stratigraphy and reconstruction of Quaternary paleoenvironment in the Amerasian Basin (Arctic Ocean). Polarforschung 79, 97-121.
- Stein, R., Blackman, D., Inagaki, F., Larsen, H.-C., 2014. Earth and life processes discovered from subseafloor environments: a decade of science achieved by the Integrated Ocean Drilling Program (IODP). Elsevier.
- Stein, R., (ed.), 2015. The expedition PS87 of the research vessel RV "Polarstern" to the Arctic in 2014. Rep Pol Res 688.
- Stein, R., Fahl, K., (eds.), 1997. Scientific cruise report of the Arctic expedition ARK-XIII/2 of RV "Polarstern" in 1997. Rep Pol Mar Res 255.
- Stein, R., Jokat, W., Niessen, F., Weigelt, E., 2015. Exploring the long-term Cenozoic Arctic Ocean climate history: a challenge within the International Ocean Discovery Program (IODP). arktos 1, 1-25.
- Stein, R., Fahl, K., Gierz, P., Niessen, F., Lohmann, G., 2017. Arctic Ocean sea ice cover during the penultimate glacial and the last interglacial. Nature communications 8, 373.
- Stocker, B.D., Roth, R., Joos, F., Spahni, R., Steinacher, M., Zaehle, S., Bouwman, L., Prentice, I.C., 2013. Multiple greenhouse-gas feedbacks from the land biosphere under future climate change scenarios. Nature Climate Change 3, 666-672.
- Thiede, J., (ed.), 1988. Scientific cruise report of Arctic Expedition ARK-IV/3 1987. Rep Pol Res 43, p 237.
- Thiede, J., (ed.), 2002. RV "Polarstern" ARKTIS XVII/2 cruise report: AMORE 2001 (Arctic Mid-Ocean Ridge Expedition). Reps Pol Mar Res 421.
- Wheeler, P. A., 1997. 1994 Arctic Ocean section. Deep Sea Res 44(8): 1483-1757.

차세대 쇄빙연구선과 북극 연구

극지연구소 차세대 쇄빙연구선 건조사업단
단장 주형민(hmjoo77@kopri.re.kr) 및 단원

필자의 말

2009년 우리나라 첫 쇄빙연구선 '아라온호'의 본격적인 운항이 시작되면서 우리나라는 극지지역에서 독자적인 연구 및 조사활동을 할 수 있게 되었다. 이후 아라온호를 활용한 다양한 연구성과들이 도출되었고 이는 대한민국의 극지 과학역량을 한 단계 높이는 데 크게 이바지하였다. 그러나 범부처·산학연 공동으로 기초, 융·복합, 실용화 등이 필요한 극지 연구를 수행하는 데 아라온호 단독으로 모든 수요에 대응하기에는 현실적으로 어려움이 있었다. 또한 한반도 기상이변 연구와 같은 국가적 현안 해결을 위해 북극해 고위도에서의 연구 관심이 증가하여 기존 아라온호 대비 향상된 쇄빙 성능을 보유한 차세대 쇄빙연구선의 필요성이 대두되었다.

극지권 및 비극지권 국가에서도 기후변화에 따른 극지방 해빙 감소와 이로 인한 신규 항로개척 가능성, 북극권 자원개발 활동 증가 등으로 인해 최근 신규 쇄빙선 건조 움직임이 활발하기 일어났으며, 러시아를 비롯한 미국 등 북극권 국가들은 물론 독일, 영국, 중국, 일본, 호주 등 비(非) 극지권 국가들도 신규 쇄빙연구선 건조하였거나 건조하고 있다. 이에 우리나라도 기후변화 대응, 수산자원 확보 등 국가적 극지 이슈 해결을 위해 아라온호의 한계를 극복하고, 북극해 고위도 연구 수행이 가능한 '차세대 쇄빙연구선' 건조사업을 해양수산부에서 2015년부터 본격 추진하였으며, 2021년 예비타당성 조사 통과하여 2022년에 극지연구소가 주관연구개발기관으로서 건조사업에 착수하게 되었다. 총사업기간 5년, 총사업비 약 2,765억 원이 투입되는 차세대 쇄빙연구선 건조사업은 아라온호 대비 향상된 쇄빙능력을 갖췄으며, 규모도 두 배 이상 증가하였다. 또한 첨단 연구시설 장비를 구축하며, 친환경 운항을 위해 LNG와 저유황유를 이종으로 사용하는 기술을 채

택하였다.

현재의 북극해 해빙감소 패턴이 지속된다면 2030년에는 북극해 공해의 약 50%를 연구할 수 있을 것으로 예측한다. 차세대 쇄빙연구선이 북극해에서 본격적인 운항을 시작하게 되면 아라온호는 남극 연구 및 보급 지원을 담당하게 되어 우리나라의 극지 연구 지역과 기간은 대폭 확대할 것으로 기대한다.

특히 해양수산부는 2021년 '해양수산 연구 인프라 중장기 로드맵'을 발표하면서 쇄빙연구선을 포함하여 과학기지, 조사선 등 해양수산 연구 인프라를 전략적으로 확대하고 민간 기업과 대학 등의 연구 인프라 공동 활용을 촉진하는 중장기 단계별 이행방안을 마련하였다. 계획된 인프라의 공동활용이 체계적으로 이뤄진다면 연구 인프라의 공동활용율은 2020년 기준 10%에서 2030년에는 50%로 상향될 것으로 예상된다.

- I. 북극과 쇄빙연구선
- II. 국익과 북극해 공해
- III. 북극 연구의 기반 확대
- IV. 북극항로와 관련 산업 활성화
- V. 극지 환경 데이터의 지속적인 확보
- VI. 파급효과 및 결론

I. 북극과 쇄빙연구선

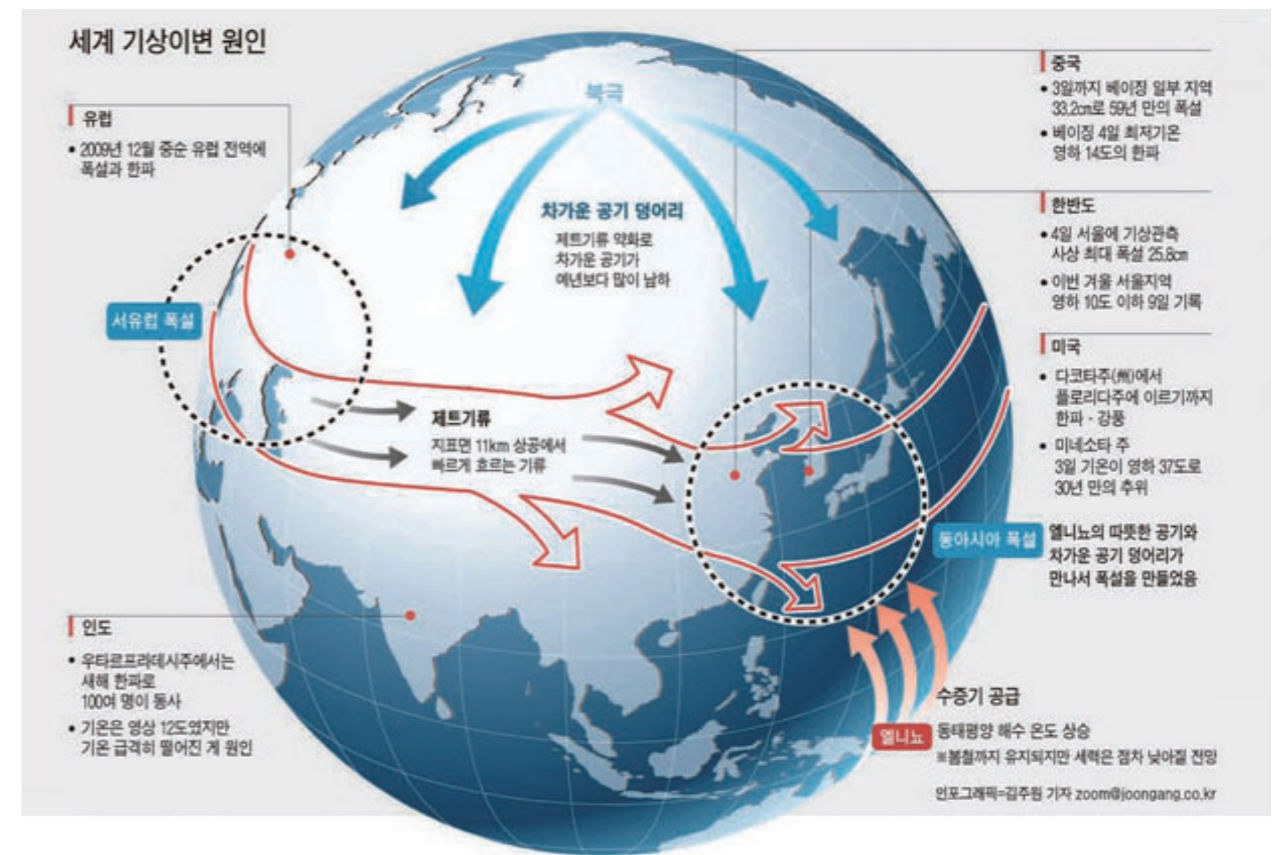
1) 북극 관련 주요 이슈

2023년 발간된 「대한민국 기후변화 적응보고서」에 따르면 대한민국은 전 세계 온난화 평균 속도보다 더 빠른 속도로 온난화가 진행되고 있으며, 폭우, 폭염, 겨울철 이상고온 및 한파의 강도와 빈도는 날이 갈수록 높아지고 있다. 이에 따라, 최근 10년간 기후변화로 인한 자연재해가 불러온 경제적 손실은 3

조 7,000억 원에 달하고, 복구 비용은 손실 비용의 2~3배에 달하는 것으로 알려져 있다.

북극의 환경변화, 특히 북극해 용빙(融氷)의 가속화는 최근 한반도에 급증하고 있는 한파·폭설·폭염·폭우 등의 직접적인 원인으로 지목되고 있으며, 이를 연구하기 위한 연구개발과제가 지속적으로 수행되고 있다.

그림 1 북극 기후가 중위도 국가에 미치는 영향



또한 최근 북극해 해빙 감소와 수온 상승 등의 급격한 환경 변화가 어종의 서식지 변화를 가속화하고 있으며, 이로 인하여 북극해가 '아북극' 서식 어종의 새로운 서식지로 부상하고 있다. 이에 우리나라가 '중앙 북극해 공해 비규제어업 방지협정

(CAOFA)²⁾에 대응하여 극지 해양생물 보존과 수산자원 확보³⁾를 위한 과학연구 수행해야 한다는 목소리가 높아지고 있으며, 이를 위해 북극해 고위도 결빙 해역에서의 연구활동이 가능한 쇄빙연구선의 필요성이 대두되었다.

1 북극권 부근의 지역. 또는 북극과 같은 특성을 가진 지역
2 동 협정에 따라 중앙 북극해 공해의 조업은 잠정적으로 금지되며, 과학정보를 토대로 조업 여부를 결정할 것으로 예상되므로 비연안국(중·일 등)은 자력으로 중앙 북극해 공해 연구가 가능한 쇄빙연구선 확보가 필요
3 북극해는 연간 어획고 약 4600만 톤으로 전 세계 수산물 생산량의 37%를 차지하고 있으며, 명태, 대구, 대게, 연어, 북방새우 등 냉수성어종의 새로운 서식지로 주목받고 있다.

그림 2 북극의 주요 기후 피드백 메커니즘 작동 원리

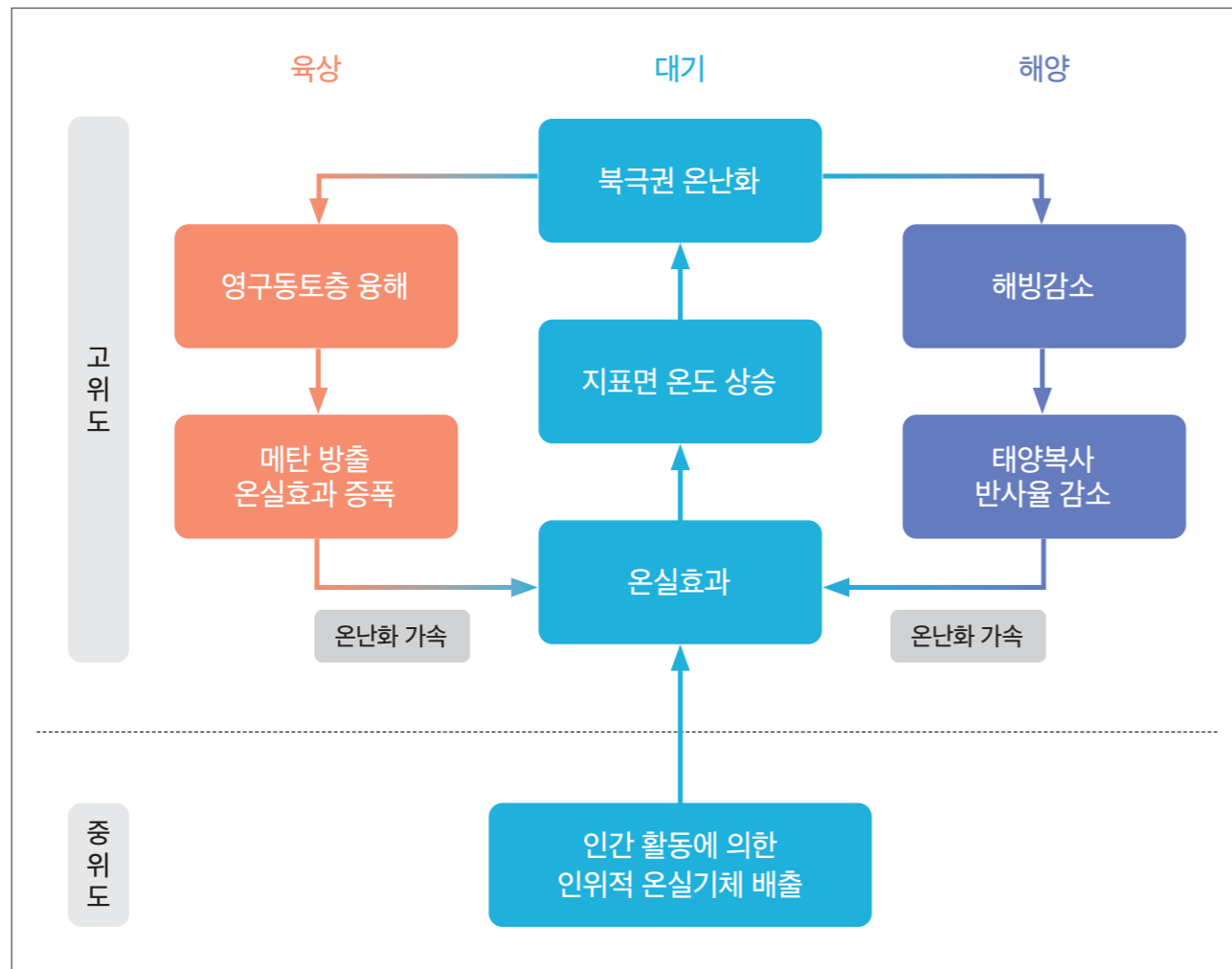


그림 3 북극해 해빙 감소로 넓어지는 어획 구역

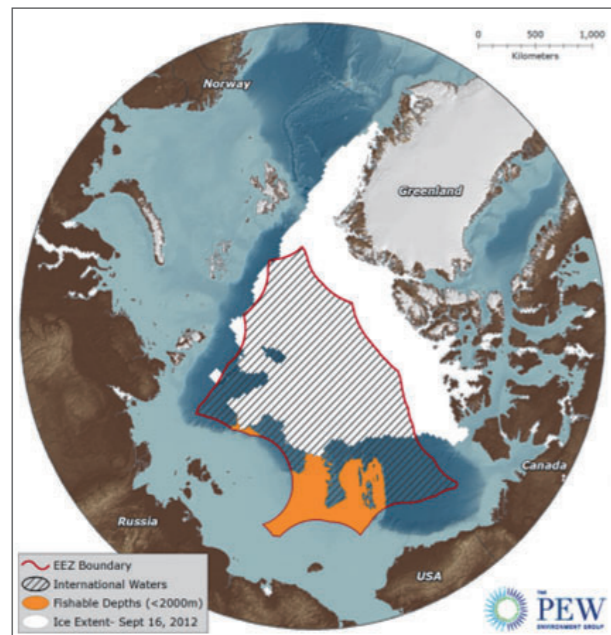
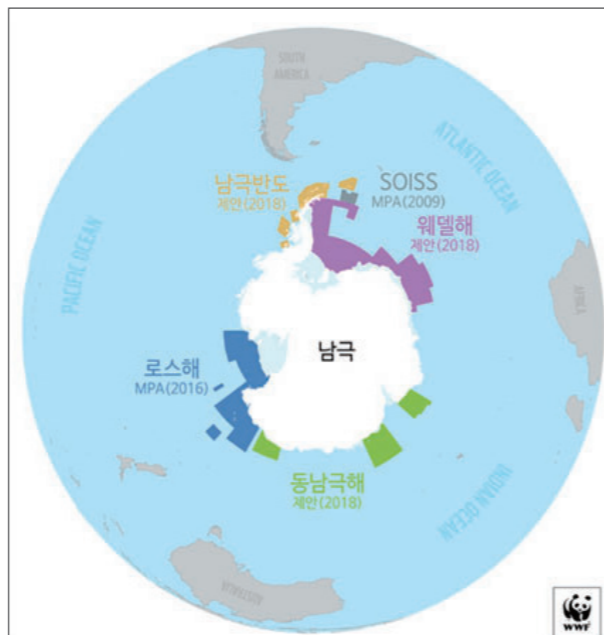


그림 4 북극과 아북극해에서 4개의 주요 어장



2) 쇄빙연구선의 정의와 필요성

쇄빙연구선은 쇄빙(icebreaking) 기능이 탑재되어 얼음을 깨고 운항이 가능한 선박에 연구 시설 및 장비를 탑재하여 극지 연구 수행에 최적화된 기능을 보유하도록 설계·건조된 선박으로, 극지 결빙 해역을 누비는 ‘해상 과학 기지’ 역할을 수행하는데, 국내에는 아라온호가 유일하다.

먼저 쇄빙연구선을 활용하여 북극해 실험역 관측 시 기후변화로 인한 한반도 기상이변 예측 정확도 향상을 기대할 수 있다. 특히 쇄빙연구선이 획득한 북극해 전역의 실측 자료와 육상연구·원격탐사(위성) 자료를 동시에 활용하여 한반도 자연재해 예측력을 향상시킬 수 있다. 최근 기후변화 예측과 함께 해빙 감소로 인한 폭염·한파 등 한반도 이상 기상의 원인을 파악하기 위한 북극해 연구가 필요한 상황이다. 특히 기후변화의 전개 양상과 이상 기상을 정확히 예측하기 위해서는 무엇보다 북극해 전역에서 연중 관측한 자료가 필요하다는 것이 지구 온난화로 매년 눈에 띄게 달라지는 변화를 직접 체감하는 극지 과학자들의 견해이다.

미래 수산자원 확보를 위해 중앙 북극해 공해 수산자원 연구를 하려면 두꺼운 해빙이 형성된 환경에서 운항할 수 있는 강력한 쇄빙능력이 필요하다. 또한, 북극 해빙 면적 감소로 인한 북극 공해상 조업 가능성이 증대됨에 따라 기초 수산 과학조사(트롤⁴ 등) 수행 필요성이 부각되고 있다.

뿐만 아니라 새로운 극지 해양유전자원 획득을 위해서는 기존 아라온호의 쇄빙능력(1m/3노트)으로는 진입하지 못했던 신규 해역 진출이 필수적이다. 향상된 쇄빙능력을 갖춘 쇄빙연구선이 있다면 북극해 해저환경·자원 정보 획득과 같은 과학적 협력을 통한 북극권 국가와의 협력 강화도 추진할 수 있다. 이외에도 해빙 감소에 따른 북극 중앙공해 항로개방에 대비하여, 선제적으로 항로정보와 쇄빙선 건조기술을 확보하는 것도 필요하다.

3) 아라온호의 성과와 차세대 쇄빙연구선의 필요성

2009년 취항한 우리나라 최초이자 유일한 쇄빙연구선 아라온호⁵는 현재 남·북극 연구와 보급·지원 임무를 전담하고 있다. 아라온호를 활용한 연구 성과는 크게 논문 성과와 지식재산권 성과로 나뉘볼 수 있는데, 아라온호 취항 이후 극지연구소의 논문 게재 성과⁶는 양적·질적으로 3배 이상 확대되었으며, 특허 출원·등록⁷은 약 5배 증가했다. 이를 통해 아라온호는 세계적인 과학적·외교적 성과를 달성하여 국가 위상 제고에 기여하였으며, 북극 연구 선진국 대열에 진입을 위한 기반을 마련했음을 확인할 수 있다.

그러나 아라온호의 약 15년간의 활약에도 불구하고 현재 운항일정 포화로 따라 연구수요 대응이 곤란한 상황이다. 또한 쇄빙능력의 한계에 따른 활동해역시기의 제한 및 연구시설·장비의 한계에 따른 활용성 제한의 문제점에 직면해있다.

먼저 아라온호는 남·북극을 동시 운항하는 일정상 매년 이동항해 일수(약 140일)가 연구항해 일수(약 70일)의 2배에 이르러 연구 효율성을 확보할 수 없다. 운항일정 포화로 수행 중인 연구과제의 필요 승선기간조차 확보가 불가능한 실정이다.

쇄빙능력에 있어 아라온호는 1m 두께의 평탄빙을 연속적으로 쇄빙할 수 있는 능력을 갖추었으나 해빙 조건이 가혹한 중앙 북극해 공해에서 운항은 현재 해빙 상태를 기준으로 불가능하며, 2030년에는 중앙 북극해 공해의 17.5%만 연구가 가능할 것으로 예측된다. 반면, 차세대 쇄빙연구선 도입 시 1.5m 쇄빙능력을 확보하면 현재 해빙 상태를 기준으로 약 3개월간 북극 고위도해에서 운항이 가능하고 2030년에는 중앙 북극해 공해의 49.3%를 연구할 수 있을 것으로 예측된다.

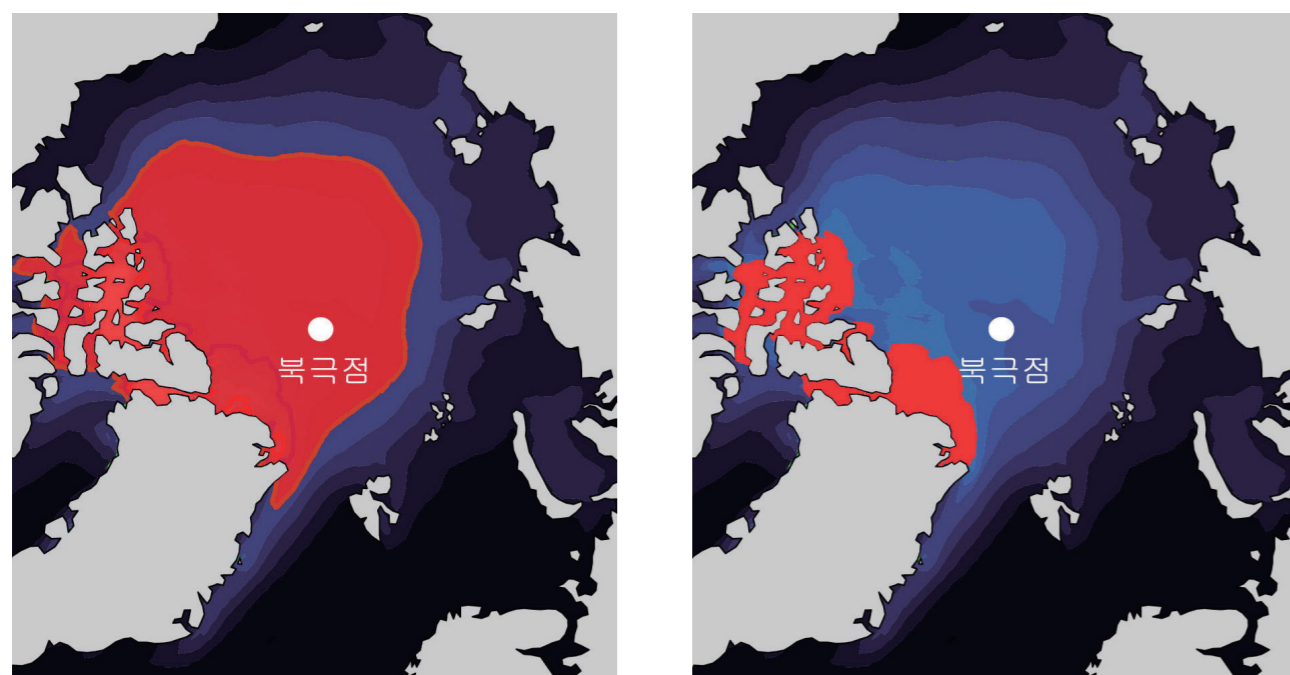


4 트롤(trawl): 저인망
 5 7500톤급, 1m 두께 평탄빙을 3노트 속력으로 연속 쇄빙 가능, 1m 두께 평탄빙을 3노트 속력으로 연속 쇄빙 가능
 6 극지연구소 논문 성과는 연간 약 35.3건(2010년까지)에서 111.2건(2011년 이후)으로 약 3배 증가
 7 극지연구소 특허출원/등록 성과는 연간 약 7.6건(2010년까지)에서 35.8건(2011년 이후)으로 약 5배 증가하였으며, 기술료 수입이 발생하기 시작하였음

표 1 미래 쇄빙능력에 따른 중앙 북극해 공해 운항가능 분포해역(%)

구분	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1m	15.1	17.5	22.4	34.4	38.3	43.4
1.5m	45.7	49.3	53.1	62.9	66.4	71.3

그림 5 쇄빙능력별 접근 불가 지역(붉은색) 비교(2030년 11월 기준)



쇄빙능력 1m (아라온호)

아라온호의 연구시설/장비는 대부분 고정형으로 연구활동 안정성을 위해 윈치⁸류 등을 갑판에 고정하고, 선내 연구·실험실에 분야별로 구분된 연구 장비를 배치했다. 그러나 극지과학이 전문화·다양화되고 수요가 증가함에 따라 새로운 연구 장비의 추가 탑재가 요청되고 있음에도, 장비의 추가 탑재 공간이 없는 상황이며 활용 가능한 작업공간도 제한적인 상황이다. 이와 더불어, 아라온호에 탑재된 연구장비는 도입 시점인 2008년 전후의 제품으로 신규 연구수요 지원이 어려우며, 최신의 다양한 장비를 추가 탑재하기에도 한계가 있다. 따라서 북극해 고위도 연구활동을 위해 아라온호보다 성능이 향상된 차세대 쇄빙연구선 추가 확보가 절실히 필요한 상황이다.

쇄빙능력 1.5m (차세대 쇄빙연구선)

4) 차세대 쇄빙연구선 건조사업 소개
 해양수산부는 급격한 기후변화로 인한 북극해 연구 수요 증가에 대응하고 국가적 현안 해결을 위해 북극해 고위도 연구수행이 가능한 해상과학기지로서 차세대 쇄빙연구선 건조를 추진 중이다. 차세대 쇄빙연구선 건조사업은 2021년 예비타당성조사를 통과하고 극지연구소가 주관연구개발기관으로 선정되어 2022년 본격적인 건조사업에 착수했다. 북극해 고위도에서 연구수행이 가능하도록 향상된 쇄빙 능력을 갖췄으며, 규모도 두 배 이상 증가하였다. 차세대 쇄빙연구선에는 첨단 연구시설장비를 구축하고, 친환경 운항을 위해 LNG-저유황유 이중연료 체계를 도입할 예정이다.

⁸ 밧줄이나 쇠사슬로 무거운 물건을 들어 올리거나 내리는 기계

표 2 차세대 쇄빙연구선 사양(기존 아라온호와 비교)

구분	전체 사업비	쇄빙능력	총톤수	연료	승선인원	무보급항해
아라온호	1,080억 원	1m/3노트	7,507	저유황유	85명	70일
차세대 쇄빙연구선	약 2,765억 원	1.5m/3노트	약 16,560	LNG-저유황유	100명	75일 이상

그림 6 차세대 쇄빙연구선 조감도 및 기본 사양



차세대 쇄빙연구선 조감도

차세대 쇄빙연구선 기본사양

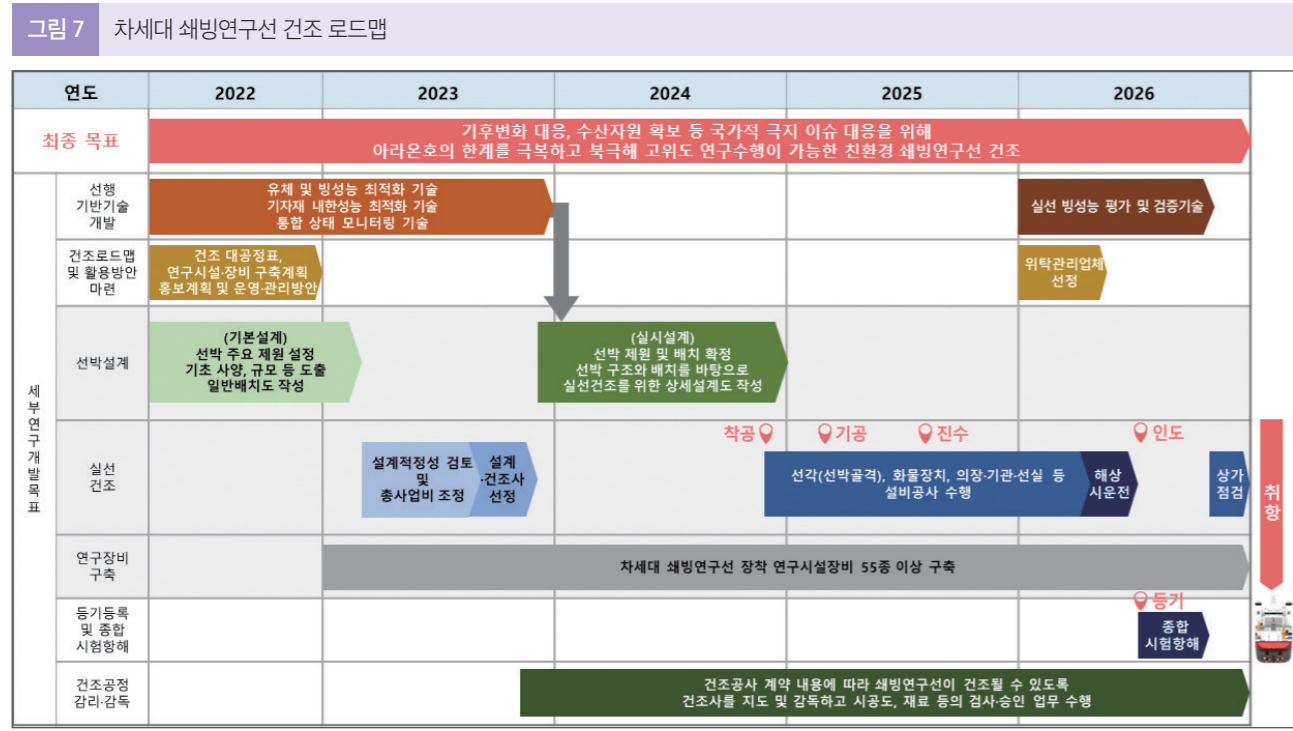
표 3 세부 적용 사양

구분	적용 사양
쇄빙능력	1.5m 두께의 평탄빙을 3노트 속력으로 연속 쇄빙
극지등급	PC3(다년생 빙을 포함한 2년생 빙 조건에서의 연중 운항)
내한성능	Winterization E2(-45°C)
친환경 동력장치	LNG-저유황유 사용 추진기관 4기, 22MW (6.7MW급 2기, 4.3MW급 2기)
주 추진장치	독립된 전기모터 방식 전방위 추진기 약 7.5MW급 2기
연구시설	문풀 ⁹ (4m x 3.2m) 적용, 모듈형 연구장비 적용
선속	항해속력 13노트, 최대속력 17노트
동적위치제어	DPS2
항속거리/운항지속기간	20,000해리 / 75일 이상
승선인원	100명(승조원 34명, 연구원 66명)
화물적재/헬기	26TEU(최대 52TEU) / 카모프 Ka-27급 운용 가능한 격납고 및 설비

차세대 쇄빙연구선은 기본설계(‘22. 7.~’23. 2.)를 통해 건조비용을 산출하였으며, 2023년 하반기 설계·건조사를 선정할 예정이다. 이후 건조사에서 실시설계를 마친 후 기공, 진수, 인도

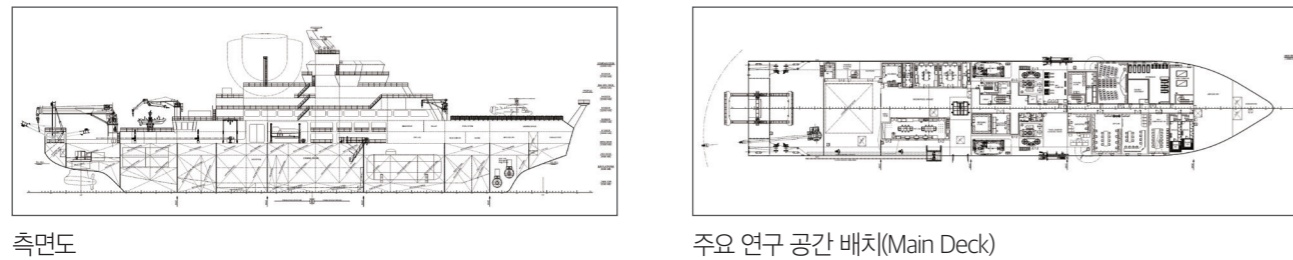
등 건조의 일련 과정을 거쳐 종합시험항해 후 본격적인 연구항차 운영을 계획하고 있다.

⁹ 문풀(moon pool): 배 갑판에서 바닥까지 뚫린 구멍



* 기본설계 이후 일정은 건조사 계약 시점에 따라 변동될 수 있음

그림 8 차세대 쇄빙연구선 일반배치도



II. 국익과 북극해 공해

차세대 쇄빙연구선이 향상된 쇄빙능력(1.5m/3노트)을 확보한다면 그동안 아라온호로 확보하지 못했던 연구 데이터를 기반으로 국가적 현안 해결에 기여할 수 있을 것으로 예상된다. 구체적으로 차세대 쇄빙연구선을 활용한 북극연구를 통해 한반도 기상 이변 대응, 북극해 수산자원 확보, 범국가적 극지연구 활성화를 기대할 수 있다.

먼저, 위성만으로는 한반도 기후변화 및 기상이변을 초래하는 북극 해빙 변화의 정확한 관측분석이 불가능하므로, 차세대 쇄빙연구선을 활용하면 중앙 북극해 공해를 포함한 북극해 전 해

역의 현장관측 및 위성정보 검증이 가능하다. 기존 아라온호는 중앙 북극해 공해 연구 수행이 불가능하여 기후변화 예측을 위한 다계절·장기관측 데이터 수집이 불가능했으나, 차세대 쇄빙연구선을 활용한 북극 기상 연구 시 한반도 기상이변의 원인을 파악하고 대응방안을 마련할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

중앙 북극해 공해 수산자원에 대한 우리나라의 과학 연구 수행 결과를 바탕으로 중앙 북극해 공해(CAO) 어업할당량을 확보할 수 있다. 북극해 및 북태평양 수산자원의 연간 총어획고는 약 4,600만 톤으로 전 세계수산물 생산량의 약 37%에 해당하며,

해빙 감소와 수온 상승으로 어종의 서식지 변화가 가속화되는 현재 상황을 고려할 때 2100년까지 약 40여 어종의 서식지 변동이 있을 것으로 전망된다. 극지연구소에서 지난 2022년 11월과 2023년 6월 두 차례의 당사국총회를 개최한 '중앙북극해 공해 비규제어업 방지 협정(이하 CAOFA 협정)'은 북극해 공해 상에서 불법 조업을 방지하고, 해양생물자원 공동 연구를 수행하기 위해 북극해 연안 5개국(미국, 러시아, 캐나다, 덴마크, 노르웨이)과 비연안 5개국(대한민국, 중국, 일본, 아이슬란드, 유럽 연합 등 잠재 조업국)이 2018년 서명하였고, 2021년 6월 발효하였다. 주요 내용은 중앙 북극해 공해 지역 생물자원의 보존 및 지속가능한 이용을 위해 한시적으로 해당 수역 내 조업 활동을 유예하고, 동 기간 공동 과학연구 활동을 수행하는 것을 골자로 하고 있으며, 향후 과학적 정보를 토대로 조업 여부를 결정할 예정이다. 이 협정은 우리나라가 북극이사회 옵서버로서의 한계를 탈피하고 북극해 문제에 관한 의사결정권을 행사할 수 있는 유일한 창구이다. 우리나라는 매년 1조 7,000억 원 이상의 북극해 수산물(연어, 고등어, 청어, 대구, 송어, 새우, 게 등 약 36만 톤)을 수입 중으로, 북극해 수산자원 확보를 통해 식량안보 및 경제적 이익 창출을 기대할 수 있다. 차세대 쇄

빙연구선을 활용하여 중앙 북극해 공해 수산자원에 대한 과학 연구를 할 수 있다면 그동안 아라온호에서 수산자원 연구에 필요한 연구장비를 장착할 공간의 부족 및 중앙 북극해 공해 접근마저 불가능한 쇄빙능력의 한계를 넘어 양질의 수산자원 연구 데이터를 획득할 수 있을 것으로 기대한다.

또한 극지연구는 다학제 연구가 필요한 분야이므로, 범부처·산학연 공동의 기초, 융복합, 실용화 연구 강화를 위해 아라온호의 비효율성(남·북극 원거리 이동)을 극복하고 북극해 탐사 정보를 활용한 에너지산업, 극한지 적용기술 개발, 북극진출에 따른 환경·사회·국제관계 등 새로운 융·복합 연구과제를 발굴하여 범국가 극지연구 활성화를 이끌 수 있다. 아라온호의 활용은 국가위상 제고에 결정적 계기가 되었으며, 국제 협력연구를 위하여 우리가 '찾아갔던'¹⁰⁾ 해외 연구 파트너들이 우리를 '찾아오기'¹¹⁾ 시작했다는 점에서 극지연구 분야에서 우리나라가 동등한 연구협력국가로 위상이 변화된 것을 확인할 수 있다. 또한 아라온호의 활용을 통한 수월성 있는 연구성과 도출로 우리나라의 과학력이 입증됨에 따라 극지 선진국의 연구자들에게 공동연구를 통한 성과창출의 가능성 입증과 극지인프라의 공동 활용 가능성 확인이 가능하다.

III. 북극 연구의 기반 확대

1) 쇄빙연구선 공동활용 현황과 향후 운영 방안

기존 극지연구 전담기관인 극지연구소와 대형연구과제 수행기관 이외에도 극지연구에 대한 꾸준한 투자¹²⁾를 통해 극지연구에 관한 관심이 고조되고 있으며, 관련된 산·학·연 연구자는 증가¹³⁾하고 있다. 그러나 아라온호의 제한된 연구항해 일정상 대부분의 중소형과제 수행 연구자는 연구비 및 인프라 부족으로 문헌과 기존 자료를 통한 연구에 의존하는 실정이다.

최근 아라온호는 부족한 연구항차와 제한된 승선일정으로 인해 아라온호 공동활용 공모¹⁴⁾, 극지연구소의 PAP(Polar Academic Program) 사업¹⁵⁾ 등 연구선 공동활용 기회에도 불구하고 소수 과제만 선정할 수 있었다. 또한 2023년도 「극지 Open Innovation」 신규과제 선정계획 공고¹⁶⁾에서는 아라온호의 운항일정상 외부기관과 공동 활용에 개방할 수 있는 운항일은 이동항차를 포함해도 총 90일, 항차별 최대 30명에 불과하다는 것을 확인할 수 있다.

10 찾아가는 국제협력 : 선진국의 저명 연구자들의 무관심으로 연구협력이 곤란하여, 아시아(중국, 일본)와 남미(칠레, 아르헨티나) 등의 연구자 중심으로 한 국제공동 연구 모색
11 찾아가는 국제협력 : 미국, 영국, 독일 등의 세계 극지과학계 저명 연구자(SCAR 의장, 해당국 정부 주요 인사 및 극지연구기관장 포함)의 적극적인 협력의사 피력
12 NTIS 기준, 최근 12년간('09~'20) 극지연구 투자는 2,153개 과제(중복포함), 3조 2,592억 원 규모
13 과제 : '09년 113개 → '20년 286개 (약 2.53배 증가)
14 해양수산부가 '20년 7월에 진행한 '연구선(아라온호) 공동활용 과제공모'에 국내 산·학·연 연구자로부터 총 46건(남극 16건, 북극 30건)의 과제신청서가 접수되었으나, 한정된 연구항해일정으로 인해 총 8건만 선정(약 83% 탈락)
15 학·연 극지연구 진흥프로그램으로 '19년 기준 총과제비 12.3억 원 규모이며, ('16년) 11건 중 6건, ('17년) 15건 중 8건, ('18년) 11건 중 8건, ('19년) 6건 중 4건의 과제만 선정되는 등 지원과제 중 약 42%는 미수용
16 해양수산부 공고 제2023-436호

표 4 아라온호의 공동활용 가능 일수 및 수용 인원(해양수산부 공고 제2023-436호)

[극지인프라 공동활용 가능일수 및 수용인원]

① 아라온호(북극항해)

- 공동활용 가능기간 : '24. 7. 5. ~ '24. 10. 3. (90일간)

구분	항차		이동 및 1항차	2항차	3항차	이동 및 4항차
	(전체)	단독 활용				
운항일수	(전체)		14일	30일	24일	13일
	단독 활용		2일	10일	4일	0일
수용인원			30명	7명	6명	20명

② 북극다산과학기지

- 공동활용 가능기간 : '24. 3. ~ '24. 10. (입출항공기 일정기준)

- 공동활용 신청일수 및 수용인원 : 최대 14일, 10명 이내 지원가능

기존 아라온호의 연구항차 부족의 다른 사례로, 2020년 7월 진행된 과제공모를 통하여 총 46건¹⁷(북극연구 30건, 남극연구 16건)의 과제 접수에도 불구하고 연구선 산·학·연 공동활용에 투입할 수 있는 운항일수는 북극항해 총 7일(과제당 3일), 남극항해 총 5일(과제당 2일) 이내로 제한적이었다는 것을 말할 수 있다. 차세대 쇄빙연구선을 건조하여 두 척의 쇄빙연구선을 운항할

수 있다면 아라온호는 남극을, 차세대 쇄빙연구선은 북극을 전담할 수 있다. 이를 통해 불필요한 이동항해 일수 줄이면 남·북극 연구항해 일수가 최대 192일 증가 연구가능일수 기준 85일에서 277일로 증가할 것으로 기대된다. 따라서 연구과제별 충분한 승선일정을 부여 가능하므로, 다부처공동 또는 타 부처 R&D 사업에도 쇄빙연구선을 공동 활용할 수 있다.

그림 9 현재 쇄빙연구선의 연구항해일수와 차세대 쇄빙연구선 도입 시 연구항해일수 비교



17 기후변화 13건, 생명공학 7건, 생물·에너지·해저자원 10건, 기술·장비·운항 7건, 기타 9건으로 총 5개 분야 31개 기관에서 공동활용 수요 제출

2) 해양수산 연구 인프라 중장기 로드맵

해양수산부는 '해양수산 연구 인프라 중장기 로드맵'을 발표(2021. 12. 22.)하여 쇄빙연구선을 포함하여 과학기지, 조사선 등 해양수산 연구 인프라를 전략적으로 확대하고 민간기업과 대학 등의 연구 인프라 공동 활용을 촉진하는 중장기 단계별 이행방안을 마련했다. 연구 인프라의 공동 활용률을 2020년 기준 10%에서 2030년까지 50%로 상향하고 정부출연연구기관, 국립수산과학원 등에 분산된 과학기지, 조사선박 등의 연구시설과 장비 정보를 통합하여 공유·임대 등을 일괄적으로 구현하는 '싱글윈도우 플랫폼'을 2023년까지 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 또한 극지와 대양탐사 등 대형 인프라가 필수적인 분야에 기업과 대학 등이 참여할 수 있도록 이용료에 대한 지원과 정부 부처 간의 협력사업도 확대하고 사용하지 않는 장비를 중소기업에 이전하는 등 공동활용을 체계적으로 확대하고, '가칭'해양수산 연구 인프라 공동활용센터도 단계적으로

운영을 확대하여, 신규 과학기지와 선박의 구축·운영, 기술지원, 공동활용, 교육 등을 지원할 예정이다. 각 분야별 구체적 계획으로는 중장기적 관점에서 스마트항만과 자율운항선박 등 4차 산업혁명에 대비하는 스마트화 지원을 위해 핵심 원천기술을 확보하고 상용화 지원을 위한 디지털 트윈¹⁸과 오픈 실험실(Lab) 등 실·검증 인프라 적기 확보를 추진할 것이다. 그리고 빠르게 성장할 것으로 전망되는 해양바이오, 해양장비 등 해양수산 신산업 분야의 자생적 생태계를 2030년까지 조성하며, 해양바이오, 해양로봇 등에 대한 실증센터를 구축하여 기업의 창업과 성장을 적극적으로 지원함과 동시에 동해 해양과학기지, 차세대 쇄빙연구선, 해양 슈퍼컴 등 해양영토 확장을 위한 전략형 장비와 시설도 확충할 계획이다.

현재 아라온호도 해양수산 연구 인프라 공동활용 지원사업 대상 연구선이며, 매년 공동승선 연구과제 공모를 통해 쇄빙연구선 활용 및 승선연구비를 지원¹⁹ 하고 있다.

그림 10 해양수산 연구 인프라 중장기 로드맵



18 디지털 트윈(digital twin): 실제와 동일한 가상환경 디지털 모델

19 공동승선 연구자에게 최대 1억 원 이내 승선비 및 재료비 등 지원(지원내용: 연구선 사용료 및 부대비용(수속비용, 식비, 물류비용 및 통관수수료 등))

< 연구선 공동활용사업 지원 절차 >

절차	내용(시행주체)	일정
공고 및 접수	· 공동승선 공모접수(KIMST)	전년 10월
공동승선 연구자 지정	· (전년 11-12월) 공동승선 연구자 선정 및 연구자별 지원금 확정(KIMST) · (당해 1월) 연구선별 운항일정 및 승선인원 조정(선박보유기관 ↔ 공동승선 후보자) · (당해 1월) 운항일정 조정결과 통보(선박보유기관 ↔ 공동승선 후보자)	전년 10월 ~ 당해 1월
공동승선 일정조정 및 연구수행	· (당해 2월) 공동승선 연구자 협약체결 및 지원금 지급(KIMST ↔ 연구자) · 공동승선 연구 수행 및 결과 보고 (연구자 → KIMST)	당해 2월

3) 쇄빙연구선 공동활용 계획(안)

해양수산 연구 인프라 공동활용 지침에 따라 차세대 쇄빙연구선도 건조 완료 시 연간 기본 운항일정을 기준으로 해당연도에 쇄빙연구선을 활용하는 연구활동(연구과제)이 선정되고, 이에 따라 세부 조율을 거쳐 당해연도의 최종 운항일정이 확정될 예정이다. 현시점에서는 차세대 쇄빙연구선에 구축된 세부 연구시설·장비의 활용 정도를 예단하기 어려우나, 쇄빙연구선의 연구항차 횟

수와 기간을 고려하고 항차별로 다수의 연구과제가 참여하는 것을 고려한다면, 차세대 쇄빙연구선의 세부 연구시설·장비 이용도는 충분할 것으로 예상할 수 있다. 다양한 국내연구자의 극지연구 참여를 통한 시너지 극대화를 위해 산학연 공동활용 과제 공모를 추진하여 외부 활용수요(해양수산부 산하기관 외) 비중을 50% 이상으로 적용할 예정이다.

표 4 세부 적용 사항

구분	주요 내용
이용 건수(연구수요 기준)	연간 80.5건(11.5건 × 7항차)
이용 시간(연구수요 기준)	연간 3,774시간(156일 × 24시간)
이용자(승선가능 연구자 기준)	연인원 10,296명(156일 × 66명) 이상 ²⁰

복수 쇄빙연구선의 효율적 운영을 위해 아라온호와 차세대 쇄빙연구선은 역할을 분담할 예정이다. 향상된 쇄빙능력이 필요한 중앙 북극해 공해 및 북극연구는 차세대 쇄빙연구선이 전담하고, 남극기지 보급 및 남극연구는 아라온호가 전담하는 것을 계획하

고 있다. 두 척의 쇄빙연구선이 남극연구와 북극연구를 전담하게 될 경우, 불필요한 이동항해일수가 감소하고 남·북극 연구항해 최대 가능일수가 증가하는 것을 기대할 수 있다.

표 5 차세대 쇄빙연구선의 북극 운항 기준, 최대 연구항해일 수(안)

구분	항해				정박				합계
	연구	교육	시험	이동	국외	국내	교육	입거 수리	
운항일수	156	8	16	69	36	43	16	21	365

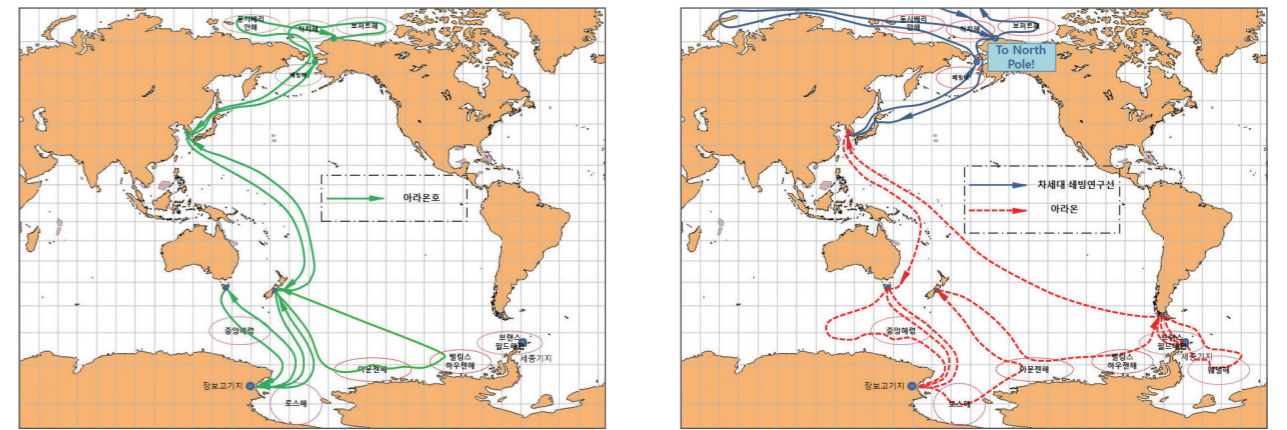
²⁰ 연구수요만을 고려하면 승선가능인력 범위 이내로 제한되지만, 연구항해뿐만 아니라 기타 항해(교육, 시험, 이동)와 정박 중에도 차세대 쇄빙연구선의 이용자는 상당할 것으로 추정

표 6 아라온호의 남극 운항 기준, 최대 연구항해일 수(안)

구분	항해				정박				합계
	연구	교육	시험	이동	국외	국내	교육	입거 수리	
운항일수	121	11	21	115	32	42	9	14	365

* 상기 연구일 수는 예비일(기상, 해빙조건, 파고 등으로 인한 운항일정 변경의 예비)을 포함한 일정

그림 11 신규 쇄빙연구선 건조에 따른 항적도(안) 변화



IV. 북극항로와 관련 산업 활성화

1) 차세대 쇄빙연구선과 북극항로 개척

2010년대에 들어 북극의 경제적 활용가치와 함께 북극에 대한 관심이 증대되었고, 그중에서도 북극항로에 대한 경제적 가치가 집중 조명되고 있다. 우리나라에서도 해운 물류분야를 중심으로 물류 루트 다변화를 위해 북극항로가 주요한 관심 대상으로 부상하고 있다. 예를 들면, 우리나라에서 유럽까지 갈 때 북동항로(러시아 주변 해역)를 이용할 경우, 기존 수에즈 운하를 통과할 때보다 거리는 32%(2만 2,000km → 1만 5,000km), 시간은 얼흘(40일 → 30일) 단축되어 더 빠르고 혁신적인 물류산업의 발전을 꾀할 수 있다.

하지만 북동항로의 활용에는 다양한 제약 요인이 숨어있다. 먼저 러시아 북동항로는 관할기관에 의해 통제되므로 통항을 위해서는 사전 허가가 필요하다. 허가 시에도 국내 쇄빙연구선의 단독조사는 불가능²¹하며, 러시아 선도 쇄빙선 사용료 또는

아이스 파일럿 승선 비용을 지불해야 한다. 또한 국내 항구에서 러시아 해역 진입 전까지는 정보가 미흡한 위험 구간도 존재한다. 예를 들면, 태평양에서 북극항로를 드나드는 관문인 동시베리아해는 다른 북극 해역과 달리 해빙들이 모여드는 이상 현상 때문에 북극항로에서 가장 위험 구간으로 인식되고 있다. 대서양과 태평양의 바닷물, 러시아 육상의 담수 등 세 방향에서 유입되는 물의 흐름 변화가 해류 순환에 영향을 주어 동시베리아해에 해빙이 모여드는 현상이 발생하는 것으로 추정하고 있다.

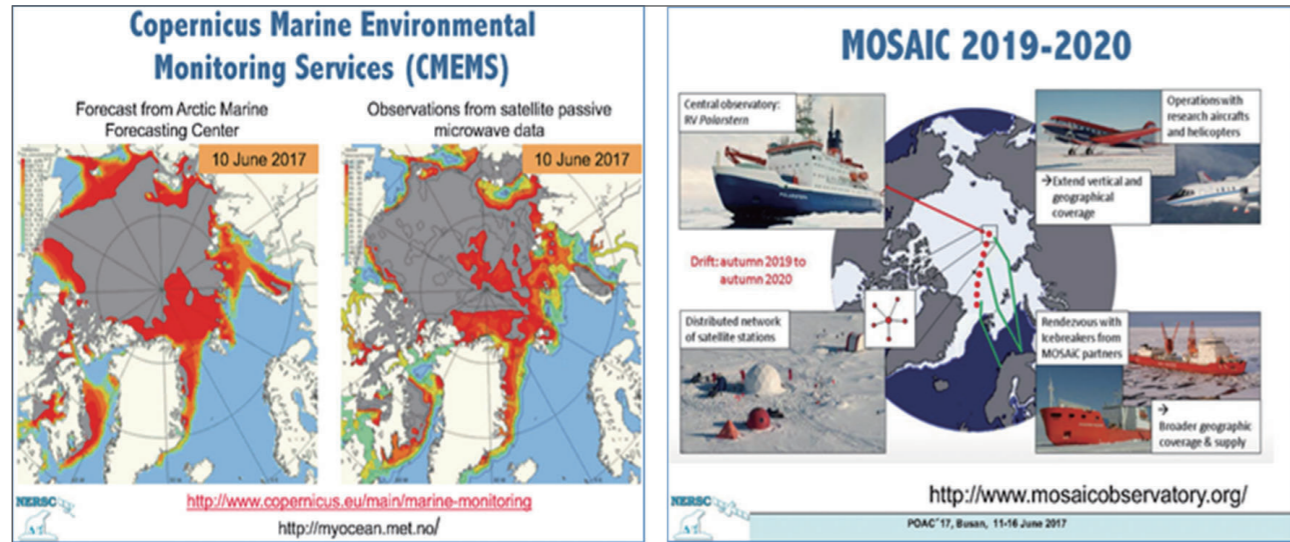
따라서 2050년 얼음 없는 북극의 여름을 대비하여 북극 중앙을 관통하는 항로개척이 필요한 상황이다. 하지만 중장기적 관점으로 보았을 때, 러시아 해역을 통과하는 북극항로보다는 북극공해를 통과하는 북극항로에 대한 조사 및 연구가 시급하다. 더불어, 북극해빙정보시스템 구축, 북극항로 운항기술·경험

²¹ 2018년 러시아는 한-러 공동연구로 진행되는 러시아 EEZ의 아라온호 연구활동 불허

축적, 극지운항 전문인력 양성 등 북극항로 진출을 위한 기반이 필요하다. 우리나라의 이웃이자 경쟁자인 중국은 설릉호로 북극 점을 답사하고 적극적인 북극항해를 통한 해빙 정보를 국영선사에 공유하는 등 북극항로 개척에 나서고 있는 상황이다. 우리나라도 앞으로 급격히 증가하는 물동량에 따라 향후 원활한 쇄빙

지원 능력 확보를 위해서는 해빙 예측 정확성 향상이 필수이다. 해빙 예측 정확성을 확보해야 북극항로 통행 안정화를 꾀할 수 있기 때문이다. 앞으로 해빙 예측의 정확성 향상을 위해 광범위한 북동항로 인근 해역에 대해 쇄빙연구선을 활용한 현장조사와 해외 연구기관과의 공동 연구과제 수행이 필요하다.

그림 12 북극해빙 예측모델 정확성 향상을 위한 대규모 국제공동연구 과제 예시



2) 차세대 쇄빙연구선 관련 산업 분야 활용

산업의 경쟁력은 원천기술의 확보로부터 시작한다. 세계 선도 기업의 비결은 원천기술을 확보하여 미래 신시장·신산업 창출 및 주력사업 고도화를 견인하는 것임을 정부기관도 인지하고 있기 때문에 국가전략기술을 뒷받침할 수 있는 다양한 분야의 핵심기술과 국산화를 위한 연구개발에 중점적으로 투자하고 있다. 선박 관련 분야에서의 원천기술 확보 중요성의 사례를 들면, 유럽 선진국들은 실제로 상업 조선을 거의 하지 않지만 기존에 개발한 엔진 등 주요 기술 및 기자재로 막대한 로열티 수익을 얻고 있다. 결국 조선산업 경쟁력 제고를 위한 선결과제는 원천기술 확보에 있다는 것을 확인할 수 있다. 우리나라도 조선기자재 관련 공공기관 및 민간기업에서 장비기자재 검증을 수행하고 있으나, 실제 환경에서의 검증사례가 추가되면 효과적인 성과물 획득이 가능할 것으로 예상된다. 장비기자재 산업의 미흡한 점 중에서 특히, 개발한 부품 등 실제 극한지 검증 테스트 사례가 부족하므로, 극한지 기자재 개발을 위한 테스트베드(실검증)로 쇄빙연구선을 활

용한다면 외국 선주사에 안전성능에 대한 사례 제시가 가능하기 때문에 조선기자재 관련 산업 발전에 기여할 수 있다.²²

또한 빙해선박 기술 개발에 있어 신규 쇄빙연구선 설계·건조는 빙해운항선박 원천기술 개발을 도모하고 국제기구, 선급 및 주요국 규정, 지침 등에 대한 관련 제반 기술 연구에 활용 가능하므로 선박의 선형, 구조, 내한, 진동소음 등 다양한 조선 기술을 개발할 수 있을 것으로 예상할 수 있다. 이와 더불어 극지 운항 시 축적된 해빙 및 환경정보를 기반으로 실제 해상에서 실제 선박의 성능 검증 기술을 개발하여 북극항로 안전운항지원 시스템을 개발할 수 있다.

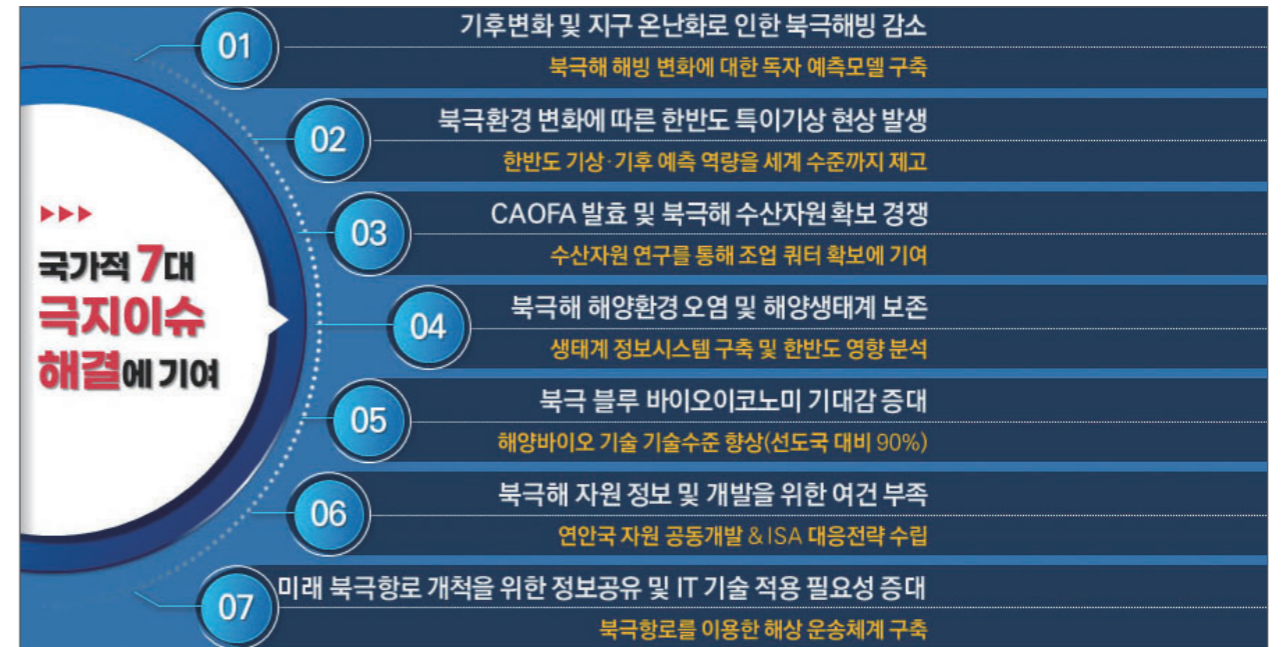
조선기자재 산업뿐만 아니라 인력양성을 위한 플랫폼으로 쇄빙연구선을 활용하여, 북극항로 시대를 대비한 극지운항 전문인력 양성에 쇄빙연구선이 기여할 수 있다. 쇄빙연구선 운항 참여를 통한 극해역 특수장비 운용기술을 확보²³하고 선장, 해기사, 해빙항해 전문가 및 선원 등 극해역 전문 인력풀을 확대할 수 있다.

22 국내조선소가 건조하는 쇄빙상선의 기자재 국산화율은 약 30% 내외(일반상선 70%)로 발전 가능성 높음

23 DP(Dynamic Positioning, 바람, 해류, 파도 등과 같은 외력하에서 선박이 추진장치를 사용하여 위치를 자동으로 유지시키는 시스템), 해빙 레이더 등

V. 극지 환경 데이터의 지속적인 확보²⁴

그림 13 북극 7대 이슈와 해결 기여 방안



1) 우리나라 극지 데이터베이스 구축 필요성

주요 북극 이슈를 해결하기 위해서는 과학 연구 수행에 필요한 관측정보의 확보가 필요하다. 국내 전문가들은 북극 이슈 해결을 위한 과학연구 수행을 위해서는 '연구에 필요한 다양한 북극해 현장 관측정보 수집'이 필수적이며, 북극해 현장 관측 정보 수집을 위해서는 아라온호의 한계를 극복할 수 있는 신규 쇄빙연구선이 필요함을 공통적으로 지적하였다. 각 이슈해결을 위한 과학연구 수행에 필요한 관측정보 및 자료는 매우 다양하며 특히 장기간의 현장조사가 요구됨을 확인할 수 있었다. 북극연구를 위한 관측정보 획득에는 위성탐사, 육상관측, 항공기관측, 쇄빙연구선 활용 현장관측 등이 있는데, 각 연구 인프라별로 생산 가능한 자료의 특성이 상이하여 상호 대체적인 관계가 아니라 보완적이므로 복수의 연구 인프라가 함께 운영될 필요가 있다. 위성자료의 불명확성을 해상관측을 통해 검증해야 하고, 육상관측은 북극의 가장자리에 고정되어 북극해 및 해빙 관측이 불가능하며, 항공기는 매우 제한적인 용도와 범위 내에서만 사용 가능하다는 점에서, 북극해 연구를 위해서는 쇄빙연구선 활용이 반드시 필요함을 확인했다.

2) 쇄빙연구선을 활용한 극지데이터 확보

현재 북극에 대한 관측자료를 확보하기 위해서는 쇄빙연구선(아라온호)과 위성 등의 연구인프라를 활용하고 있다. 과학 연구 수행에 필요한 양질의 극지데이터 확보를 위해 관측 대상지역을 북극해 고위도로 확대하고, 해양-대기-빙해환경의 월별 자료를 확보하기 위한 연구인프라를 확보하는 방안을 먼저 고려해볼 수 있다. 가장 쉬운 방법이지만 모든 연구 인프라를 빠짐없이 구축하는 것은 각 연구인프라를 운영할 수 있는 기간과 생산하는 데이터의 질적·양적 수준이 모두 상이하며, 막대한 시간과 비용을 투자해야 하므로 최선의 방법이 아닌 것으로 판단했다. 따라서 위성, 항공기, 육상기지, 쇄빙연구선 등 (추가)확보나 국제공동연구 등 국제협력을 통해 관측정보를 획득하는 방법을 고려 가능하다.

위성, 항공기, 육상기지, 쇄빙연구선의 획득 자료는 나름의 장·단점을 가지고 있다. 먼저 위성자료는 실시간으로 확보가 가능한 장점이 있으나, 구름 등 날씨 영향을 많이 받으며, 빙하지역에 대한 위성관측 정보의 정확성은 선박 등 현장 관측자료에 비해 상대적으로 낮은 단점이 있다.²⁵ 쇄빙연구선은 직접 항해

24 본 원고의 "극지 환경 데이터의 지속적인 확보" 파트는 극지연구소 데이터관리실 협조로 작성됨

25 현재 위성자료에 기반한 기상예측모델은 중위도 관측자료를 활용하며, 극지와 한반도 기상·기후변화의 상관관계 등을 밝히는 데 한계가 있음

를 통해 해양에 대한 계절별 환경변화 등의 데이터를 연중 얻을 수 있으므로 오랜 기간 직접 관측하여 신뢰성 있는 관측 자료 생산이 가능한 장점이 있으나, 항해 일정에 따라 자료 산출 획득 주기가 길어질 수 있는 단점이 있다. 육상기지를 활용한 육상기반 연구는 동일지점의 장기적·지속적 관측이 가능하나, 관측소가 고

정되어 인근 지역에 국한된다는 단점²⁶이 존재한다. 항공기를 활용한 관측은 위성에 비하여 해역에 인접하여 관측할 수 있고 쇄빙연구선이 접근 불가능한 연안지역을 관측할 수 있지만, 관측 범위가 좁고, 방하, 해저 아래 해양환경(온도, 염분 등) 조사는 불가능한 치명적인 단점²⁷이 있다.

표 7 연구인프라별 북극 해역에서의 데이터 수집 가능성 비교

구분		쇄빙연구선	인공위성	항공기	육상기지	해외정보	
데이터 획득 가능성	대상 지역	보퍼트해	○	○	△	×	△
		척치해	○	○	△	×	△
		베링해	○	○	△	×	△
		동시베리아해	○	○	△	×	△
		랍테프해	○	○	△	×	△
		카라해	○	○	△	×	△
		바렌츠해	○	○	△	×	△
		그린란드해	○	○	△	×	△
		중앙공해(고위도)	○	○	△	×	△
	활동기간	10개월	연중	필요시	연중	필요시	
데이터 생성기간	연중	연중	운항 시	연중	공동연구 추진 시		
활동 제한	이동항해 정비, 준비 기간 운용 불가	날씨에 영향을 많이 받음(구름)	우리나라는 항공기를 활용한 연구 사례 없음	지역적인 관측의 한계	범용데이터로 과학적 가치가 낮음		
표적 이슈의 해결에 기여하는 정도	72.9%	7.5%	1.6%	9.4%	8.6%		
데이터 생성 정도	상	하	하	중	하		
데이터 활용성	상	하	하	중	하		

26 극권의 육상은 모두 연안국의 영토로, 기지의 설치·운영 등 모든 사항을 해당 국가의 법률에 따라야 하는 제약이 있음
 27 공기 또는 헬기는 쇄빙연구선에 탑재하여 쇄빙연구선 접근이 어려운 지역에서 보조적으로 활용되는 것이 일반적임

따라서 연구인프라별로 생산한 자료의 특성이 상이하므로, 각 연구인프라는 서로 대체적인 관계가 아니라 상호보완적으로 운영할 필요가 있음을 파악할 수 있다. 이미 극지연구를 선도하는 미국, 러시아 등도 위성, 항공기, 북극 과학기지, 공동연구를 통한 해외 정보 획득 등 복합적으로 연구 데이터를 확보 중이다.

현재 과학 연구 중 획득한 다양한 유형의 데이터는 한국극지

데이터센터(이하 KPDC)를 통해 관리되고 있다. KPDC는 내부적으로 얻은 데이터와 경험을 국내외 연구자와 공유하여 국제 사회의 극지 연구에 기여하고 있다. 앞으로 KPDC는 포괄적이고 다양한 정보를 제공하기 위해 폴라 데이터용 포털 서비스를 개발하여 운영할 계획이며, 효율적인 관리 및 배포를 통해 연구자가 쉽게 접근할 수 있도록 할 것이다.

그림 14 극지 데이터센터의 역할



VI. 파급효과 및 결론

차세대 쇄빙연구선은 북극해 고위도에서의 과학연구를 통해 국가 현안 및 글로벌 이슈 해결을 위한 국책사업 및 기관 연구사업을 수행하는 특수 목적 쇄빙연구선으로, 중앙 북극해 공해에서 친환경 운항이 가능한 해상과학기지로서 역할을 수행할 예정이다. 차세대 쇄빙연구선 운영을 통해 과학기술적 파급효과로 쇄빙연구선의 다양한 연구수요 수용을 통한 극지과학 외연 확대를 기대할 수 있다. 차세대 쇄빙연구선은 연구시설과 장비를 모듈화²⁸하여 범부처·산학연의 다양한 연구수요에 대응할 수 있도록 설계 중이다. 또한 중앙 북극해 공해 연구를 통한 경제적 가치 창출을 기대할 수 있다. 위성정보와 차세대 쇄빙연구선의 운항정보를 활용하여 항해정보를 축적하고 북극항로 개척기술 지원 시스템 확보가 가능하다. 북극 해빙으로 인한 북극해 접근성 향상과 함께 축적된 차세대 쇄빙연구선의 항해 정보를 바탕으로 북극해 중앙항로 개척이 가능하다면 수에즈 운하의 대체항로로 북극항로가 신(新) 물류루트로 부상할 것을 예상할 수 있다. 이와 더불어 극한지 운항선박 건조기술 개발, 선박기자재 개발, 인력 양성

등 다양한 조선기술 발전을 견인할 수 있고, 선박 장비기자재의 현장 검증을 위한 테스트베드 활용 기회를 제공하여 조선기술·선박기자재 경쟁력 강화에 기여할 수 있다. 그리고 차세대 쇄빙연구선의 경제사회적 파급효과로 공공선 발주를 통한 국내 조선 산업 생산 유발, 부가가치 및 고용 창출 등에 기여할 수 있다.

산학연 연구자들은 차세대 쇄빙연구선을 활용하여 기후변화 대응, 수산자원 확보 등 국가적 극지 이슈를 해결하기 위한 주요 국책사업을 수행하고, 국민이 공감할 수 있는 과학 연구 성과를 도출할 수 있어야 할 것이다. 또한 기후변화, 수산자원보존, 해수면 상승, 해양생태계 및 해저환경 보존, 광물자원 확보 등 글로벌 이슈에 대한 국가적 대응과 글로벌 이행 당사자로서의 정책적 투자도 반드시 뒷받침되어야 할 것이다. 효율적인 연구선 공동활용을 바탕으로 범국가적 다학제·융복합 연구가 확대된다면 세계가 주목하는 과학연구 성과 획득은 그리 머지않은 이야기가 될 것으로 기대한다.



²⁸ 컨테이너형 연구실(대기과학 장비실, 수족관 등)과 컨테이너형 장비모듈(각종 다중채널 탄성파 장치, 어체측정기와 선상저울, 오토존데 등)을 구축하여 분야별 연구시설·장비 활용성 확대

참고 문헌

1. 국내 문헌

- 기상청, “2022년 이상기후 보고서”, 2023.3.30.
- 대한민국 정부, “대한민국 기후변화 적응보고서”, 2023.04.19.
- 엄선희, “북극해에 대한 국제 동향과 우리의 대응 방향”, 해양수산, 한국해양수산개발원, 제2호, 2011.
- 민경기 외, “글로벌 친환경 선박기자재 시장동향 및 해외시장 진출전략”, 한국무역투자진흥공사, 2019.
- 김형준 외, “극지(연) 미래기능정립 및 R&D 방향성 도출 연구보고서”, 과학기술정책연구원, 2018.
- 영산대학교 북극물류연구소, 북극물류/북극해 항로, 북극물류동향, 2016.

2. 외국 문헌

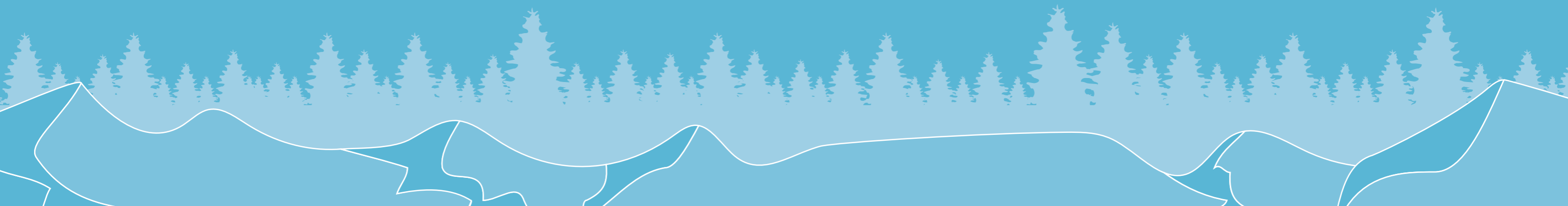
- IMO-Korea 홈페이지(<http://www.kosap.or.kr>)
- 보도자료 : 중앙 북극해 공해상 비규제 어업 방지 협정(CAOFA) 제1차 당사국총회, 한국 인천 개최,해양수산부(22-1044), 2022.11.25.
- 보도자료 : 2년 연속 중앙 북극해 공해상 비규제 어업 방지 협정(CAOFA) 당사국총회 한국 개최, 해양수산부(23-554), 2023.06.14.
- 인터넷: “원치”<https://ko.dict.naver.com/#/entry/koko/3f1159e7fa3f44098ff079dd2f9e66fa>(검색일: 2023.7.7)
- 인터넷: “아북극”<https://ko.dict.naver.com/#/entry/koko/258fc114006743be9ac2a053a7b0e7f2>(검색일: 2023.7.7)
- KPDC 홈페이지(<https://kpdccopri.re.kr>)

극지와 산업

002

물리탐사연구선 탐해3호와 북극 탐사 역량 강화 42
한국지질자원연구원 탐사선건조사업단 단장 김진호

북극항로 활성화를 위한 국내 지원 기반 구축 52
인천대 동북아물류경영연구소 연구위원 최수범



물리탐사연구선 탐해3호와 북극 탐사 역량 강화

한국지질자원연구원 탐사선건조사업단
단장 김진호(jhskim@kigam.re.kr)

필자의 말

1977년 한국지질자원연구원의 탐해호가 건조되어 소규모 연근해 해저지질/지구물리탐사가 시작된 이래, 약 20년 만에 탐해2호가 건조되었다. 탐해호를 이용한 해저지구물리탐사는 매우 제한적이었지만, 탐해2호가 건조되어 인도된 1996년 이후, 우리나라에서 본격적인 해저물리탐사 연구가 시작되었다. 즉, 3차원 탐사를 포함하는 해저물리탐사를 수행할 수 있게 되었다. 그로부터 약 28년이 지난 현재, 중규모(스트리머 4~8조) 이상의 해저물리탐사가 가능한 탐해3호의 취항이 목전에 와 있다.

탐해3호의 건조는 국내 대륙붕 해역에서 유망구조의 확보를 위한 정밀 탐사 수요를 충족하고, 석유가스 탐사가 가능한 국내 유일의 종합물리탐사선 탐해2호의 노후화로 대체선 건조 필요성이 커지면서 시작되었다. 탐해2호는 3D 정밀탐사기술과 같은 선진 기술을 단기간에 자립화할 수 있도록 기여한 주요 인프라이지만 최근의 국제 수준에 비해 성능과 효율이 매우 낮아져 임무수행에 적합하지 않았다. 또 해저물리탐사 기술 경쟁력 저하 발생 가능성이 증대됨에 따라 선박의 규모 확대와 탐사연구장비의 선진화가 필요하였다.

또한 해저 석유가스자원 탐사 목적 및 대상의 변화로 자원 탐사 신기술이 중요해지고 있으며 향후 국내 대륙붕 및 인근 해역은 물론 JDZ(한일공동개발구역, Joint Development Zone), 대양, 북한, 극지에 대한 자원탐사 수요에 대비할 필요성도 커지고 있다. 아울러 기후변화나 온실가스 저감을 위한 이산화탄소 해저지중저장 등의 글로벌 이슈에 대한 연구와 대응을 위하여 3D/4D/다성분탐사와 같은 해저지질 및 지구물리를 망라한 종합적인 탐사기술이 필요하다.

따라서 이러한 미래 탐사 수요에 대비하여야 하는 필요성이 증대되고 있다. 그러므로 우리나라 주변 대륙붕, 대양, 극지 등 전 세계 모든 해역에서 해저물리탐사를 수행할 수 있는 탐사기술의 고도화 및 경쟁력 제고를 위하여 고기능 3D/4D 물리탐사연구선인 탐해3호의 건조를 시작했으며, 탐해3호의 비전은 '세계 수준의 해저자원탐사기술 경쟁력 확보를 통한 국가 해저광물자원 안정적 확보 및 글로벌 이슈 해결'이라고 제시할 수 있다.



- I. 탐해3호 개요 및 특징
- II. 북극 연구와 협력 방안
- III. 맺음말

I. 탐해3호 개요 및 특징

1) 탐사개요

가. 석유탐사

석유는 천연에서 액체 상태로 산출되는 탄화수소의 혼합물로 지하에서 천연적으로 생산되는 원유(crude oil)와 기체 상태의 천연가스를 의미한다. 또 원유를 증류하여 얻은 여러 종류의 유류를 가리키는 총체적인 의미의 말이기도 하다. 일반적으로 석유의 부존 형태는 상부에는 석유나 천연가스가 스며 있는 저류층(reservoir rock)과 하부에는 근원암(source rock)이 있으며, 덮개암(cap rock 또는 seal)이 저류층을 덮고 있는 배사구조 형태를 보인다. 석유는 고생대 이후 모든 지층에서 산출되며 특히 신생대층에서 대량으로 산출되고 있다. 백악기 지층에 신생대 석유의 약 80% 정도가 매장되어 있는 것으로 알려졌다.

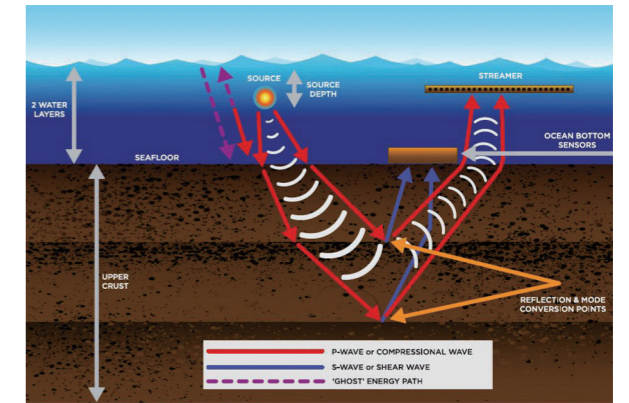
석유탐사는 석유개발 과정에서 석유부존 가능성과 매장량을 확인하는 단계인데 주로 물리탐사, 지질조사, 탐사시추, 평가시추 등의 순으로 이루어진다. 탐해3호는 해저석유개발 과정에서 첫 번째로 진행되는 광역 및 정밀 해저물리탐사를 수행하고, 이들 자료의 해석에 따라 시추 지점을 선정하고 안정성을 평가하는 지질조사도 같이 수행할 수 있는 장비를 장착하고 있다.

나. 해저물리탐사

해저물리탐사는 일반적으로 지하매질의 물리적 성질 변화를 직간접적으로 측정하여 자료를 통해 물질의 성질과 분포를 분석 및 해석하는 것이다. 해저물리탐사는 일반적으로 연구목적에 따라 탄성파 탐사, 중력 및 자력 탐사 등 다양한 탐사가 수행되는데, 그중 가장 집중적으로 자료를 분석할 수 있어 널리 사용되는 탄성파 탐사에 대하여 간략히 설명하고자 한다. 탄성파 탐사는 지층을 구성하는 광물이나 암석의 탄성 차에 의한 탄성파의 전파속도를 측정 및 해석하는 탐사법으로 석유가스 등의 에너지자원 탐사에 널리 이용되어 왔으며, 지층의 분포 상황을 알 수 있으므로, 지체구조 해석의 방법으로도 널리 이용되어 왔다(그림 1). 그러므로 탄성파 탐사의 이러한 특성을 이용하여 풍력발전 단지, 이산화탄소 해저지중저장(CCS; Carbon Capture and Storage) 등을 위한 탐사 수단으로 충분히 활용 가능한 탐사 방법이다. 해저 탄성파 탐사는 일반적으로 음원과 수신기를 해수면 근처에 띄워서 탐사선이 이를 예인하여 탐사하는 방식인데, 에어건이라는 음원을 통해 탄성파를 발생시킨 후 이 파가 음원-해수층-해저면-해저 지층-해수층-수진기(하이드로폰)의 과정으로 반사되어 돌아온 탄성파를 기록장치에

기록하고(김병엽 외, 2007), 이러한 반사파의 신호를 분석하여 해저 지층 구조를 분석 및 해석하는 것이다.

그림 1 탄성파 반사



출처 : OGP, 2011, An overview of marine seismic operations, No. 448

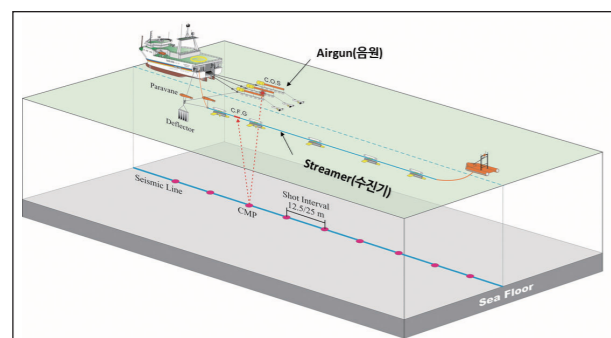
탄성파 탐사는 다시 2D 탄성파 탐사(그림 2)와 3D 탄성파 탐사(그림 3)로 나누어 수행할 수 있다. 일반적으로 2D 탄성파 탐사는 1980년대 초까지 석유가스 탐사의 일반적인 탐사 기법이었으나, 1980년대 후반에 들어서면서 위치 추적(navigation) 기술 및 수진기(streamer)의 성능과 예인 방법이 개선되면서 3D 탄성파 탐사가 우세하게 되었다. 이러한 시대적 변화에 따라 탐해2호의 건조 계획이 수립되었고, 1996년 해저물리탐사선 탐해2호가 건조되어, 실제 탐사에 투입되기 시작하였다. 2D 탄성파 탐사는 음원으로부터 일정한 거리에 예인 선박과 같은 방향으로 동일한 간격으로 하이드로폰이 배치된 수진기(streamer) 1조를 진수하여 예인하면서 음원에서 방사되어 돌아온 탄성파 자료를 취득하는 방법이다. 즉, 정해진 탐사 계획축선을 순서대로 탐사하여 축선 하부 수직방향의 해저지층 단면을 취득한다. 2D 탄성파 탐사는 주로 광역지질의 정보를 취득하는 목적으로 수행되는 탐사 기법의 일종이다. 3D 탄성파 탐사는 음파를 서로 번갈아 발생시키는 2조 이상의 탄성파 음원(source array)으로부터 최소 2조 이상 다수의 수진기(streamer)를 배치하여 일정 면적에 대해 축선탐사를 반복적으로 수행함으로써 탐사구역 하부 지층의 수평 및 수직 단면 영상을 취득하여 입체적으로 자료의 분석 및 해석을 하는 방법이다. 2D 탄성파 탐사에 비하여 3D 탄성파 탐사의 두드러진 장점은 탐사 소요 시간을 줄일 수 있고, 2D 자료 해석의 문제점을 감소시킴으로써 더욱 정

밀하고 정확한 지질해석을 할 수 있는 것이다. 그러므로 3D 탄성파탐사는 석유가스 개발을 위한 정밀탐사 목적으로 수행되어 왔다.

해저면 탄성파 탐사(Ocean Bottom Seismic, OBS)는 배에서는 에어건과 같은 음원만 예인하고 3성분 지오폰(3 component geophone)과 하이드로폰(hydrophone) 기록계, 하드디스크 및 배터리(battery)로 구성된 장비를 해저면에 설치하여 해저면에서 탄성파를 기록 및 보관할 수 있도록 개발되었다. 초기에는 해저면에서 지진파 감지, 인공 음원을 이용한 심부 굴절법 탐사 등에 주로 활용되어왔으나, 최근 센서, 기록장비 및 저장 장치의 발달로 석유 및 가스 탐지, 이산화탄소 해저지중저장 및 모니터링 등에 있어서 그 사용이 증가하고 있다. 해저면 탄성파 탐사의 가장 큰 장점은 기록장비에 3성분 지오폰과 하이드로폰을 장착하여 4성분 자료를 취득할 수 있어 P파와 하이드로폰을 이용한 방법으로 얻을 수 없는 S파 정보를 기록할 수 있고 2D 및 3D탄성파 탐사는 수진기를 배에서 예인하므로 탄성파 에너지 감쇠 및 잡음이 함께 기록되지만 해저면 탄성파 탐사는 해저면에 기록장치가 있어 높은 S/N비의 고품질 자료를 기록할 수 있는 장점이 있다. 또한 음원과 수진기 간의 거리제한이 없어 다양한 방향으로 탐사가 가능하여 광각의 탄성파 탐사 자료를 얻을 수 있다. 해저면의 기록장치가 노드(node) 타입으로 구성된 장비를 Ocean-Bottom Node(OBN)이라고 하며, 지오폰이 스트리머 내부에 일정 간격으로 내장된 형태를 Ocean-Bottom Cable(OBC)라고 한다. 이러한 장비는 탐사목적, 해저면 조건, 심도, 탐사비용 등에 따라 결정하여 사용된다(김상철 외, 2014).

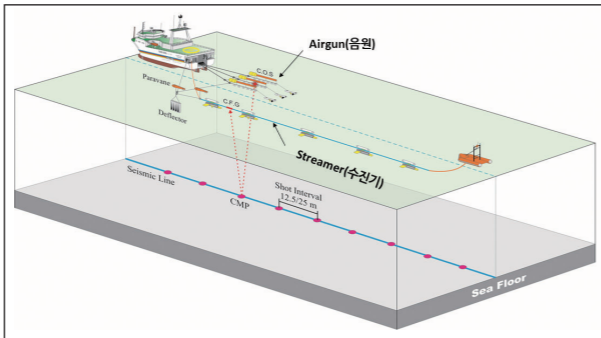
4D 탄성파 탐사는 시간 차이에 따른 동일 지역에 대하여 3D 탄성파 탐사를 수행하는 것으로 time-lapse survey라고 알려져 있고, 동일한 지역을 시간만 달리하여 반복적으로 탐사함으로써, 지층 또는 지층 내부 석유가스 등의 유동을 모니터링할 수 있다. 그러므로 4D 탄성파 탐사는 이산화탄소 해저지중저장(CCS)에 유용하게 사용되는 탐사 방법이다.

그림 2 2D 탄성파탐사 모식도



출처 : 강무희(한국지질자원연구원)

그림 3 3D 탄성파탐사 모식도



출처 : 강무희(한국지질자원연구원)

2) 제원 및 특징

가. 제원

2024년 인도 예정인 탐해3호(그림 4, 표 1)의 제원을 살펴보면 선박의 총톤수는 6,862t이며, 길이는 92m, 폭은 21m, 흘수는 7.2m이다. 승선 가능 최대 인원은 총 50명(승조원 25명, 연구원 25명)이다(표 1). 탐해3호는 해상의 파고가 2.5~4m인 해상상태 5(sea state 5)에서도 안정적으로 탐사할 수 있는 안정성을 가지고 있으며, 장착된 6km 8조의 스트리머는 중규모 3D 탐사에 적합한 제원이다(표 1, 그림 5). 탐해2호에 비하여 상대적으로 선박의 크기와 탐사규모가 월등히 확대 및 개선되었다(표 2). 또한 탐해3호는 내빙등급 1B(Ice Class 1B)를 갖춤으로써, 탐해2호의 탐사지역과 탐사조건에 제한적인 요소들이 많았으나, 탐해3호를 통해 이러한 요소들의 큰 개선을 이루게 되었다.

그림 4 탐해3호 측면, 전면, 후면 모식도



표 1 탐해3호 제원

구분	탐해3호
건조 년도	2024년(예정)
건조 목적	대륙붕, 대양, 극지 등 전 세계 해저자원탐사
승선 인원	승조원 25명, 연구원 25명
톤수(GRT)	6,862t
선체 길이/폭/흘수	92.0m /21m /7.2m
속력	최대 15노트, 항해 14노트
항속 거리/항해 일수	19,448해리(@14노트)/60일
2D 스트리머 규모	최대 12km
3D 스트리머 규모	6 km × 스트리머 8개 조
3D 지질정보 획득 장비	- 탐사 면적 : 월 480km ² - 탐사 깊이 : 해저면 이하 약 3~6km - 중규모 탐사에 유용
4D 모니터링 탐사 장비	OBN(OBS, OBC 기보유)
음원 규모	6,000 in ³ 이상
동적위치제어	DP-2
Sea State	Level 5(2.5~4m)
극지방 탐사	하절기(내빙등급 1B)
주요 예상 성과	- 국내·외 석유자원 협력탐사 - CO2 해저 지중저장 모니터링 - 북극자원 국제 공동탐사 등

그림 5 탐해3호 항해 모식도



구분	탐해2호	탐해3호
탐사선 규모	2D/ 소형 3D (small capacity)	중형 2D/ 3D/ 4D (middle capacity)
톤수(GRT)	2,085t	5,000t 이상
전장/선폭/흘수	64.4m/15.0m/5.5m	80~100m/~20m/~6m
3D 스트리머 규모	3km x 2조	6km x 8조
2D 스트리머 규모	최대 6km	최대 12km
음원 규모	4,000 cu. in.	6,000 cu. in. 이상
Sea State	Level 4(1.25~2.5m)	Level 5(2.5~4m)
항속 거리/항해 일수	12,000해리/40일	20,000해리/60일
다성분/4D 모니터링 탐사	소규모 OBS/x	OBN/포함
내빙기능(Ice Class)	x	Ice-1B (Ice 0.6~0.8m)
동적 위치제어(DP)	x	DP-2

나. 특징

탐해3호의 기본선형은 노르웨이 울스타인(Ulstein)사에서 개발된 국제특허 X-Bow® (<https://ulstein.com/news/x-bow-10-years>)를 적용하였다. 노르웨이 울스타인사에서 설계한 석유물리탐사선 X-134를 기본선형으로 선정하여 한국해사기술(주)에서 울스타인사와의 기술협약을 통해 기본설계가 이루어졌다. 탐해3호는 기본설계 이후 HJ중공업(구, 한진중공업)에서 건조(상세설계~건조)를 진행하고 있다.

탐해3호의 특징은 석유가스과 같은 해저에너지자원뿐 아니라, 해저지질 및 해저지구조물리탐사를 수행할 수 있다는 장점이 있다. 일반적인 석유가스탐사선은 선저에 수심 및 해저지형 분석을 위한 음향측심기와 천부해저지층 해석을 위한 SBP와 같은 장비가 장착되지 않는다. 또한 해저지질시료 채취를 위한 시료채취장비도 장착되지 않는다. 그러나 탐해3호에는 음향측심기와 천부해저지층탐사기, 그리고 해저지질시료채취 장비를 장착하여 다목적 고성능 물리탐사연구선의 면모를 보여주고 있다. 탐해3호의 선체 특징을 살펴보면 측면에서 보았을 때 선저에 음향센서를 장착한 블리스터(blister)가 있다. 여기에는 천해용 및 심해용 다중빔 수심측정장비(Shallow sea and deep sea multi-beam echosounder), 단일빔 수심측정장비(single beam echosounder), 광대역 과학 음향 측정기(wideband scientific echosounder), 천부지층탐사기(sub-bottom profiler) 등을 장착하여 해저면과 천부

해저면 지층 분석에 이용할 예정이다.

탐해3호의 또 다른 특징은 탄성파 탐사 장비를 비롯하여, 중력 및 자력 탐사장비 등 해저물리탐사 장비들이 장착되어 있는 것이다. 특히 탄성파 장비의 진수 및 회수를 위하여 후면에서 바라보면 크게 2개의 데크가 분리되어 보이는데, 하층부인 에어건 데크(Airgun Deck)는 탄성파탐사의 음원인 에어건을 최대 약 6조까지 진수 및 회수할 수 있도록 설계되어 있다. 상층부인 스트리머 데크(Streamer Deck)는 최대 6km 8조의 스트리머를 진수 및 회수할 수 있도록 설계되어 있다. 탐해3호의 측면에는 3D 탄성파 탐사 배열장치(3D wide tow system)가 좌현과 우현에 각각 1개씩 설치되어 있다. 이 장비는 가로 8m, 세로 7.5m, 무게 약 3t에 이르는 거대 장비로 수중에서 3D 탄성파탐사가 가능하도록 수중 장비들의 탐사배열을 유지할 수 있게 하는 장비이다.

탐해3호의 탄성파 탐사 시스템은 음원, 고압공기압축기, 기록 및 스트리머 시스템, 3D 배열장치, 3D 항측시스템, 테일부, 음향거리측정장치, 콤파스버드시스템, 스트리머 수평/수직 제어 시스템, 스트리머 회수장치, 탄성파자료 처리 시스템 등이 통합 구축되어 구성된다. 이러한 3D 탄성파 탐사 시스템의 주요 장비들을 간략히 살펴보기로 한다. 먼저, 탄성파 탐사의 핵심 장비 중 하나인 3D 탄성파 항측 시스템(3D integrated seismic navigation system)의 주요 기능은 탐사선 및 수중 탐사장비 전체의 위치를 파악하고 제어하는 것이다. 이 외에 탐사장비의 배치 및 탐사측

선설계, 등거리/등시간 음원 및 기록 제어, 탄성파 탐사용 자동항법 제어, binning(3D 탐사의 자료를 탐사 축선을 따라 생성된 일정한 공간에 채워주는 방법), 정밀 항측자료 취득 및 국제 표준 탐사항측 자료 생성 등의 기능을 포함하고 있다.

3D 탄성파 기록 및 스트리머 시스템(3D seismic recording and streamer system)은 6km, 8개조의 스트리머로 구성되어 있는데, 각 스트리머는 특정 개수의 하이드로폰을 포함하는 150m의 액티브섹션(active section)을 6km까지 연결하여 사용된다. 스트리머는 디지털 탄성파 신호를 수신하고 이를 탐사선으로 전송하여 자료기록 시스템에서 하드디스크 및 테이프 드라이브에 SEG-D 파일 형식으로 자료를 기록한다. 탐해3호의 스트리머는 솔리드(solid) 타입이며, 24bit A/D 변환장치를 포함한다. 이외 스트리머 시스템의 주요 장비로는 streamer compass, acoustics, depth and lateral steering system, streamer recovery devices(SRD) 등이 있다.

3D 탄성파 음원 시스템은 6개의 에어건을 1개의 어레이로 구성하여 최대 4조 이상의 어레이를 활용하여 심부 및 광대역 탐사를 수행할 수 있도록 설계되어 있다. 탐해3호의 중규모 이상의 3D/4D 탐사를 수행하기 위해 최대 6,000in³ 이상의 음원을 약 25m마다 발파하면서 탐사를 수행할 수 있도록 에어건 어레이를 구성하였다. 탐해3호에는 3D/4D 탄성파 탐사 음원 공급용으로 고압의 압축된 공기를 공급하기 위하여 총 3대의 고압 공기압축기(air compressor)를 설치하였다.

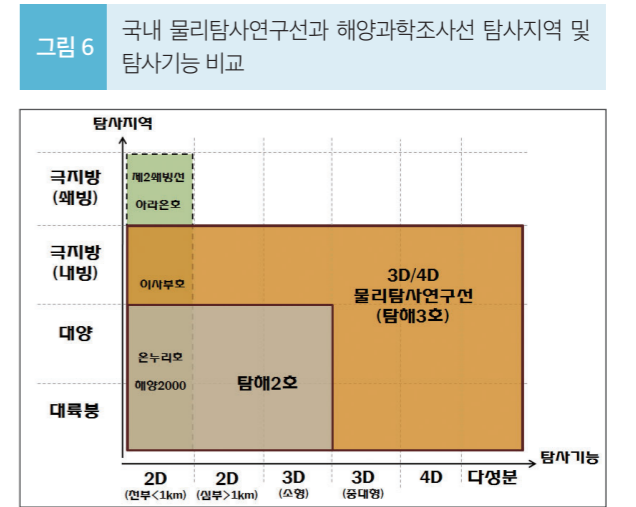
3D 탄성파 음원 시스템의 중요한 주변 장비로서 탄성파 음원용 고압공기압축기(seismic high pressure air compressor)가 있다. 이 장비는 탐해3호가 약 5노트의 속도로 이동하면서 3D 탐사를 수행할 때, 약 6,000in³ 이상의 음원을 25m(또는 10초)마다 발파시키는 경우, 3,600cfm 규모의 컴프레서가 필요하다. 탐해3호는 1,800cfm 용량의 고압공기압축기 2대를 동시에 구동하고, 교대 운용 및 고장 수리 등을 대비하여 예비 압축기 1대가 추가로 장착되어 있다.

탐해3호에는 3D/4D 탄성파 탐사를 위하여 다성분 해저면 탄성파 노드 시스템(multicomponent ocean-bottom node seismic acquisition system)이 설치되었다. 이 시스템은 약 400개의 노드로 구성되어 이산화탄소 해저지중저장(CCS)의 모니터링을 위한 핵심 장비로 3성분의 지오폰(geophone)과 1성분의 하이드로폰(hydrophone)이 장착된 노드(센서)를 해저면에 직접 설치하여 탄성파를 기록하는데, P파와 S파 모두를 기록하여 저장, 회수, QC(품질점검)를 할 수 있는 주변장치로 구성된다. 본 장비는 해저면에 노드 간격 50m로 배치하여 1km x 1km 규모의 면적을 모니터링 할 수 있다.

탐해3호는 연안 및 천해역에서 정밀 2D/3D 탐사를 위한 고해상 2/3차원 탄성파 탐사 시스템을 이용하여 좁은 축선 간격의 고해상 정밀 탐사가 가능하도록 준비되어 있다. 이 시스템은 P 케이블 시스템(P-cable system)으로 축선 간격 12.5m의 고해상 스트리머 8조를 활용하여 소규모 정밀 3D 탐사를 수행하여 해저면 이하 수백 m 지층을 정밀 입체 분석할 수 있는 자료를 취득한다.

해저지질 시료 채취 목적으로 다중 퇴적물 채취기(multi corer)와 피스톤 시료채취기(piston corer) 사용이 가능하도록 필요한 주변 장비를 탐해3호 우현에 설치하였다. 다중 퇴적물 채취기는 해저 퇴적물 시료 획득 시 가급적 교란되지 않은 표층 시료를 취득할 목적으로 12개의 투명 튜브로 구성되어 현장에서 교란되지 않은 시료를 확인할 수 있고 또 해저면 영상 촬영기를 장착하여 시료 채취와 함께 해저면 표층 영상을 획득할 수 있도록 설계 및 제작하였다. 피스톤 시료채취기는 약 15m 길이의 채취기로서 탐해2호의 8m 길이의 채취기에 비해 약 2배가량 확대되어 설치되었다.

그러므로 탐해3호는 대륙붕, 대양, 극지 등 전 세계 모든 해양에서 해저지질 및 지구물리 탐사가 가능한 고성능 물리탐사연구선으로 건조되고 있다(그림 6).



3) 활용 분야

가. 자원

탐해3호는 건조 및 인도이후 국가적 차원의 연구개발 분야 및 탐사 분야, 지질자원연구원 기본사업, 상업적 탐사 등의 분야에서 활용될 예정이다. 탐해3호 건조시점부터 국가적 차원의 중장기계획을 적극 고려하여 대륙붕 해역 광역 및 정밀탐사, 이산화탄소 해저지중저장, 관할해역 해양 영토관리 등 정

책적 탐사 및 연구 수요를 파악하였고, 자원탐사회사의 탐사계획과 탐사선 활용 의향을 파악하여 활용 분야를 설정하였다. 해외 선진 탐사서비스 회사들과 수차례 협력 탐사의향이 있음을 확인함으로써 멀티 클라이언트(multi-client) 탐사를 통하여 수준 높은 정밀탐사기술의 조기 습득과 국제 탐사 네트워크를 구축하여 경쟁력도 확보할 수 있을 것이다. 그러나 국내 대륙붕 등 국내 해역에서의 탐사활동이 주가 될 것으로 전망되므로 국내 연구자들과의 공동 연구 또한 고려할 것이다. 탐해3호의 국내 해역 활용

은 대륙붕 석유가스 자원 및 지질 탐사기술 개발, 대국민 해저지질 안정성 규명을 위한 해저지질단층 및 지체구조 연구, 이산화탄소 해저지중저장 부지 탐사 및 모니터링 기술 개발, 대륙붕 해양영토 과학탐사자료 제공 등의 정책 수요 지원 등으로 구분하여 이루어질 수 있다. 국제적으로는 북극 및 대양 등 해외 해저자원(석유가스, 광물자원 등) 협력 탐사 등을 수행할 예정이다. 따라서 탐해3호의 활용 계획은 이러한 요소들을 종합적으로 고려하여 향후 10개년의 활용 계획을 수립하였다(표 3).

활용 분야	활용 일수 (2024~2033, 10년간)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
국내외 석유탐사	석유자원 탐사 연구 (대륙붕, JDZ, 북한)	30	30	30	45	45	45	60	60	60	60
	국내 대륙붕 2/3차원 물리탐사 용역 사업	60		60		60		60		60	
	해외 Multi-Client 탐사		60		60		60		60		60
	가스하이드레이트 탐사 연구	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	북극 자원 국제 공동 탐사	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	석유탐사기술 고도화	50	50	50	35	35	35	20	20	20	20
CCS 기후변화 대응	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
한반도 지체구조 연구	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
정비(유지보수)	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	
합계	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	

II. 북극 연구와 협력 방안

북극권은 전 세계 면적의 불과 6%이지만 전 세계 미발견 석유·가스 자원량의 약 22%가 부존되어 있는 것으로 알려져 있으며 북극해를 접하고 있는 미국, 캐나다, 노르웨이, 러시아, 덴마크·그린란드, 아이슬란드와 스웨덴 및 핀란드 등 북극권 8개국으로 둘러싸여 있다. 북극 자원의 부존은 오래전에 파악되었으나 북극이라는 극한의 지리적, 환경적 제약으로 인하여 북극 자원개발은 제한적으로 이루어져 왔다. 그러나 최근 기후온난화에 의한 북극 해빙(海氷)의 감소 및 이에 따른 유럽과 아시아를 잇는 북극 해항로(Northern Sea Route)와 태평양과 대서양을 잇는 북서항

로(Northwest Passage)의 이용이 현실화되면서 북극권 전반에 걸쳐 북극 자원 개발이 가시화되었다(그림 7).

북극해는 8개 연안국으로 둘러싸여 있고, 유엔 해양법 협약(UNCLOS, 1983)에 의해 200해리 배타적 경제수역과 대륙붕 한계가 적용될 수 있게 됨에 따라, 북극해의 영유권 문제는 지구상에서 가장 큰 경계분쟁 문제로 확대되고 있는데, 러시아, 미국, 캐나다, 덴마크(그린란드), 노르웨이, 아이슬란드 등이다(표 4). 이러한 연안국들 사이에서 가장 큰 분쟁 유형은 유엔 해양법 협약에서 정의한 대륙붕 한계에 따른 대륙붕이다.

분쟁연안국	분쟁 지역	분쟁 유형
러시아, 캐나다, 덴마크	로모노소프 해령	대륙붕
러시아, 노르웨이	스발바르 군도(바렌츠해)	대륙붕
러시아, 미국	베링해	대륙붕
미국, 캐나다	보퍼트해	해양경계
캐나다, 덴마크	한스섬(나레스해) ¹⁾	대륙붕

북극해 연안국의 가장 대표적인 북극 연구에 대하여 살펴보면, 미국은 북극연구 국가과학기술위원회의 북극연구정책위원회(Interagency Arctic Research Policy Committee of the National Science and Technology Council)에서 5년 단위의 계획을 세우는데, 북극연구계획 2022-2026(Arctic Research Plan, 2022-2026; Interagency Arctic Research Policy Committee of the National Science and Technology Council, 2021)에서 위험관리 및 위험 완화를 연구 목표로 다루고 있으며, 2023-2024년 북극 연구사업 계획에서는 5개의 목표(환경 위험과 위협, 지역사회 건강과 웰빙, 기반시설 구축 및 지원, 북극 경제, 연구 협력)를 정해 소개하고 있는데, 이 중 목표(환경 위험과 위협)의 내용을 자세히 살펴보면, 온실가스 배출에 대한 모니터링, 북극 석유와 CO2의 지질학적 연구, 해수면 및 빙상 두께 모니터링, 기온 상승 영향력 모델링, 북극 영구 동토층 파괴의 위험 및 영향 조사, 영구 동토층 해빙과 침식, 홍수 등의 다중 위험 평가 및 경제적 영향 추정(United States Arctic Research Commission, 2023) 등 탐해3호의 탐사와 관련된 부분이 많이 포함되어 있다. 또한 미국은 쇄빙선을 통해 북극해 지역에 대한 지속적인 접근 및 연구를 보장하기 위한 계획 수립의 필요성을 느끼고 있음을 설명하고 있다.

북극해 연안국들은 해양환경보호를 위한 노력을 공동으로 기울여 왔고, 1991년 핀란드 로바니에미에 선언문, 1993년 누크 선언문 등을 통하여 북극권 환경보호를 위한 전략과 행동강령 등을 선언하였다(진동민 외, 2010; 문진영 외, 2014). 이들 모두 최우선 순위로 북극 환경보호와 이를 위한 북극환경보호전략의 실행을 촉구하였다. 이후 1996년 이누비크 선언문을 통해 북극이사회 설립을 위해 노력하였고, 마침내 1996년 오타와 선언문을 통해 북극이사회설립 선언문을 채택하여 북극이사회가 공식 출범하였다. 북극이사회는 북극의 환경보호와 지속 가

¹ 2022년 캐나다와 덴마크 간 한스섬 분할협정 및 분쟁조정 종료



그림 7 북극권 지도. 노란 점선은 북극권(Arctic Circle), 화살표는 항로(NPC, 2015)

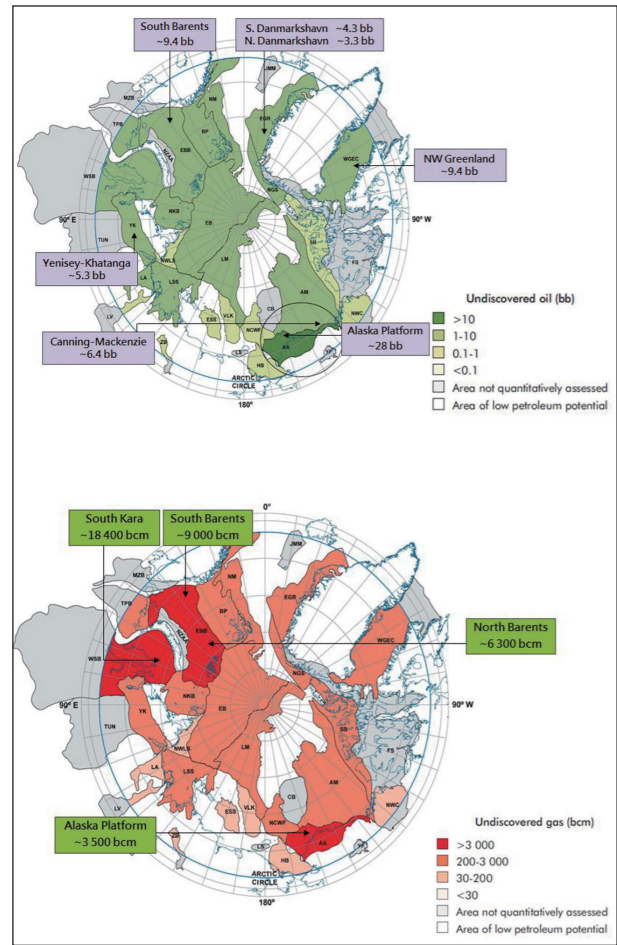
능한 개발을 목적으로 설립되어 원주민 전통, 건강, 복지 등 북극의 경제, 사회, 문화적 측면도 다루게 되었다.

1) 북극의 자원

북극은 기후변화의 영향을 직접적으로 크게 받고 있는 지역인 동시에 대표적인 석유 및 가스 매장 추정 지역이기도 하다. 그러나 빙하로 인해 탐사 또는 시추에 의한 매장량 등의 확인보다는 기존 자료에 의존하여 부존량을 추정하고 있는 곳으로, 최근의 기후변화, 지구온난화로 인해 빙하가 급격히 감소하여 자원개발에 대한 국제적 관심이 증가하는 곳이기도 하다(이정환, 2014). 북극은 지리적으로 북위 66.56°(66°33'44")이상의 지역을 북극권(Arctic circle)이라고 하는데, 일반적으로 이러한 북극권을 북극이라고 칭하고 있다. 북극권의 면적은 약 2,100

만 km², 지구 표면적의 약 6% 정도를 차지하고 있고, 북극해는 북미와 유라시아 대륙으로 둘러싸인 해양으로 면적은 약 1,200만 km², 평균 수심 1,200m 정도로 전 세계 해양의 약 3%를 차지하고 있다(대외경제정책연구원, 2012). 미국지질조사국(USGS)은 2008년 북극권에서 석유가스 자원의 부존 유망지역을 중심으로 한 북극자원평가(Circum-Arctic Resource Appraisal)를 완료하였다(USGS, 2008). USGS의 조사 결과에 따르면, 북극에는 전 세계 미발견 석유 및 가스 부존량의 약 22%가 매장되어 있는데, 석유는 약 900억 배럴, 천연가스는 약 1,670조 입방피트(ft³)에 달하는 양으로, 아직까지 미개발된 자원의 보고라 할 수 있다(그림 8).

그림 8 미발견 석유(위)와 가스(아래)(USGS, 2008)



2) 탐해3호의 북극 탐사와 연구방향

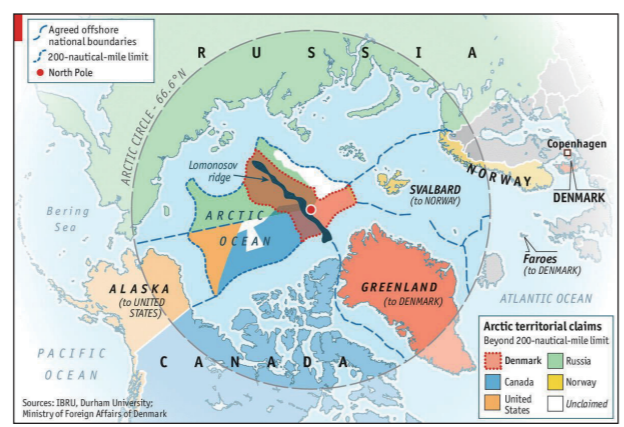
북극 지역은 미래전략 에너지자원의 안정적인 확보 및 수급을 위하여 북극 자원탐사 및 기술 개발을 모색하여야 한다. 쇄빙연구선으로 불가능한 심부 해저지질조사 및 자원탐사에는 내빙 능력을 갖춘 물리탐사선의 활용이 필요하다. 탐해3호는 Ice class 1B

의 내빙기능과 DP-2 기능을 보유하여 극지 방해역에서의 탐사가 제한적으로 가능하다. 탐해3호의 독자적인 물리탐사는 북극의 경우 8~9월 여름철 얼음 또는 유빙이 전혀 없는 지역에서만 가능하며, 그 외 계절의 탐사는 쇄빙선과 함께 탐사하여야 한다. 그러나 해저자원, 특히 석유가스와 같은 에너지 자원을 목적으로 하는 탐사는 빙하 지역 또는 대형 유빙이 다수인 지역에서는 아라온호 또는 그 외 쇄빙선과 협력하여 탐사를 진행할 경우라도, 탐사장비의 진화수, 탐사장비 배열의 복잡성과 탐사 규모의 방대함으로 이와 같은 제한된 환경에선 사실상 어려우며, 가능하다고 하더라도 소규모로 진행되어야 하므로, 이 또한 매우 제한적이다.

또한, 유엔 해양법협약의 발효로 북극해는 각 국가의 배타적 경제수역 및 대륙붕 경계와 관련되어 북극해 연안국을 이해 당사국으로 위치하게 하였다. 북극해에는 공해와 인류 공동 유산인 심해저가 존재하고 있으나 각 국가의 이해관계가 없는 공해는 매우 제한적으로 분포하고 있어, 연안국의 협조, 허락 또는 공동 연구가 아니면 연구 수행은 불가능한 실정이다(그림 9). 아울러, 공해에서의 심해저 탐사와 개발 또한 국제해저기구(International Sea-Bed Authority)의 승인을 얻어야만 가능하다(박성표, 2015).

그러므로 북극에서의 탐해3호를 이용한 심부 해저지질조사 및 자원탐사는 극지 전문인력과 쇄빙연구선 등 인프라를 보유한 극지연구소 등과 협력하여 추진하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 또한 북극권 인접 국가와의 협력을 통한 국제 공동연구 수행도 매우 효과적인 방안으로서 다양한 인프라를 효율적으로 배치하여 사용함으로써, 양질의 탐사자료를 취득하여 연구할 수 있는 방법이 될 것이다. 따라서 이러한 공동 연구는 이미 확보된 해양 과학 및 지질자료의 공유를 통한 극지연구 활성화 및 자원개발 계획 수립에 크게 기여할 수 있다.

그림 9 북극해 연안국들이 주장하는 EEZ 및 대륙붕한계 등 해양경계



출처 : IBRU, Durham University; Ministry of Foreign Affairs of Denmark

III. 맺음말

북극은 지구 온난화 등 기후변화에 직접적으로 노출되어 그 영향을 가장 크게 받는 지역인 동시에 자원의 보고이다. 기후변화는 북극을 과학적 관심지역에서 경제적 관심지역으로 바꾸어 놓았으며, 북극 주변의 연안국은 북극을 지정학적으로 중요한 지역으로 여기고 관심을 높여가고 있다. 북극은 유엔해양법 협약에 따른 배타적 경제수역 및 대륙붕 외측한계 주장과 같은 각 연안국의 관할권 확보 및 주장 등의 이해관계가 서로 복잡하게 얽혀 있는 지역으로서, 지금 기후변화에 따른 지구온난화라는 전 인류의 크나큰 숙제를 해결해 줄 것을 강력히 요구하고 있다.

북극권 자원개발은 여전히 국가 간 경계 분쟁이 있으며, 고위험, 고비용과 환경오염 등의 위험성이 높으나 북극 석유가스 자원의 부존량이 상당하여 미래 전 세계 에너지 수요를 충족시키는 데 크게 기여할 것으로 예상되며 북극 환경은 다른 지역

의 석유가스 생산 지역에 비하여 시간, 비용 및 기술혁신 등의 도전을 요구한다. 따라서 성공적인 북극권 자원탐사 및 개발을 위해서는 충분한 기술력, 자금력, 정보력 그리고 협상력, 즉 북극 석유산업 환경의 이해, 장기적인 선행투자, 자원외교 및 일괄거래 등이 필요하며(Park, 2016) 북극 항로 개발과 함께 진행된다면 대규모의 경제적 시너지 효과가 발생할 수 있을 것으로 예상된다.

북극해는 8개 연안국으로 둘러싸여 있으나, 현재 당연한 현안인 기후변화는 전 세계 모든 인류에게 닥친 공통의 과제이며, 부존되어 있는 자원 또한 전 인류를 위한 선물이라는 점을 명심하여, 기후환경 보호와 개발의 균형을 맞출 수 있도록 노력해야 할 것이다. 따라서 북극 연구의 목적은 전 인류의 공존 공영이라는 대명제에 기초하여야 하며, 방법은 협력과 상호 배려의 차원에서 찾아야 할 것이다.

참고 문헌

1. 국내 문헌

- 길상철, 박관순, 조진동, 해저석유탐사 학술정보 분석, 자원환경지질, 제 47권, 제 6호, 2014.
- 김병엽, 구남형, 유동근, 이호영, 탄성파 속도 분포 도출을 위한 동해에서의 탐사, 한국해양과학기술협의회 공동학술대회 논문집, 2007.
- 대외경제정책연구원, 북극해 이슈의 최근 동향과 시점, 2012.
- 박성표, 북극해 관련 현황 및 한국의 향후 대응 방안, 국제학원우론집, 제 12권, 2015.
- 삼성경제연구소, 북극개발의 기회와 대응, 2013.
- 문진영, 김윤옥, 서현교, 북극이사회의 정책동향과 시사점, KIEP 대외경제정책연구원, 2014.
- 이정환, 북극 석유-가스자원개발 현황 및 잠재력 전망, The Gas Safety Journal, 2014.
- 진동민, 서현교, 최선용, 북극의 관리체제와 국제기구: 북극이사회(Arctic Council)을 중심으로, Ocean Polar Research, 제 32권, 2010.

2. 외국 문헌

- Interagency Arctic Research Policy Committee of the National Science and Technology Council, Arctic Research Plan 2022-2026, 2021

- NPC (National Petroleum Council), Arctic Potential; Realizing the Promise of US Arctic Oil and Gas Resources. National Petroleum Council, USA, 2015
- Park, S.J., The Recent Status for hydrocarbon E&P in the Arctic Frontiers. In: Proceedings of Arctic Partnership Week 2016, Pusan, 2016
- UNCLOS, United Nations Law of the Sea, 1983
- United States Arctic Research Commission, Report on the goals and objectives for Arctic Research 2023-2024, 2023
- USGS, Circum-Arctic Resource Appraisal: Estimated of Undiscovered Oil and Gas North of the Arctic Circle. Department of the Interior, USA, 2008

북극항로 활성화를 위한 국내 지원 기반 구축

인천대 동북아물류경영연구소
연구위원 최수범(choisubom@inu.ac.kr)

필자의 말

북극항로의 국제 통과 선박 수는 매년 증가 추세였으나, 2022년 2월부터 시작된 우크라이나 사태로 인해 단 한 척의 선박도 기록되지 않았다. 이는 서방 국가들의 대러시아 제재의 영향 때문이다. 북극항로는 매우 민감한 지역 중 하나라고 볼 수 있으나, 동시에 아시아와 유럽을 잇는 최단 거리 해상운송 회랑의 기능뿐만 아니라 북극의 자원확보를 위한 수단으로서의 중요성 및 가치가 높게 평가되고 있다.

세계는 수에즈 운하에서 초대형 컨테이너 선박의 길막힘 사고로 많은 경제적 손실을 입은 후에도 수에즈 운하를 대체할 수 있는 해상운송로의 필요성을 깨닫게 되었다. 우리나라의 경우 자원 운송과 세계 경제 교류를 위해 미·중 충돌과 같은 위기 상황이 발생할 가능성이 높은 남중국해와 대만해협 같은 해상로를 이용할 수밖에 없다. 이와 같은 시점에서 우리나라의 북극항로는 지리적 위치로 인해 남방항로에서 위기 상황 발생 시 하나의 대안 항로로서 주목받는다.

2023년은 우리나라가 북극이사회 정식 옵서버² 지위를 획득한 지 10년째를 맞이하는 해다. 지난 10년 동안 북극해와 관련하여 많은 변화가 있었다. 특히 국내에서 ‘극지활동진흥법’이 제정되어 극지 활동 관련 분야에서 법적 근거를 확보하였으며, 이를 통해 제정된 제1차 극지활동진흥기본계획³은 국민을 위한 극지 선도국가의 비전을 제시하고 있다.

다가올 미래의 북극에 대해 우리나라는 안정적인 자원확보를 위한 핵심적인 자원공급지역으로의 전략을 세워야 한다. 또한, 우리나라 수출입 물동량의 99.8%를 담당하는 해운산업을 글로벌 선두그룹에 진입하는 전략 산업으로 육성할 필요가 있으며, 이에 따라 북극항로는 해운산업의 중요한 축을 이루게 될 것으로 예상된다. 따라서 본 리포트는 전략적 자원안보 측면에서 미래의 북극항로를 활성화 및 촉진하고자, 그리고 우리나라의 해운과 물류가 북극항로의 세계 시장에서 영역을 넓혀 주도적인 역할을 할 수 있도록 우선 분야를 제안하고자 한다. 그뿐만 아니라, 북극항로의 미래 100년을 준비하기 위해 정부의 실질적인 장기전략구축을 위한 산학연의 연구 협력 및 미래 북극항로 활성화를 위한 정부의 구체적인 지원방안을 제시하고자 한다.

- I. 북극 자원 개발과 북극항로 이용
- II. 북극항로 활성화의 주요 핵심 이슈
- III. 북극항로의 국제 운송 회랑으로 발전
- IV. 북극항로 활성화를 위한 우리의 전략
- V. 마치는 말

1 북극항로는 러시아 시베리아 북부 해안을 따라 대서양-태평양을 잇는 북동항로(Northern Sea Route)와 러시아의 북쪽 북극해 연안을 따라 서쪽의 무르만스크(Murmansk)에서 동쪽의 베링해협까지를 연결하는 길이 약 2,200~2,900마일인 해상수송로를 의미하는 북동항로(Northeast Passage) 그리고 대서양에서 북아메리카의 북쪽 해안, 북극해를 따라 태평양에 이르는 북서항로가 있다. (극지이야기)
2 외교부, 우리나라는 2013년 5월 15일(수) 스웨덴 키루나에서 열린 북극이사회(Arctic Council) 제8차 각료회의에서 회원국 만장일치의 지지로 정식 옵서버(permanent observer)의 지위를 획득했다.
3 극지활동진흥기본계획, 우리나라 극지 활동의 미래 비전과 향후 10년의 단계별 목표를 설정하고, 5대 추진전략을 제시 ①남·북극 미지의 영역 탐사, ②기후·환경 문제 해결 주도, ③국가 경제에 기여하는 극지 신기술 개발, ④다원적 국내외 협력생태계 조성, ⑤참여하고 소통하는 극지활동 강화 (해양수산부, 2022. 10.)

I. 북극 자원 개발과 북극항로 이용

미국 지질조사국(USGS)의 평가에 따르면 북극에는 전 세계 미발견 석유 자원의 약 13%(900억 배럴) 및 미발견 천연가스 자원의 30%가 매장되어 있다. 북극 자원의 거대한 매장 규모에도 불구하고, 북극의 석유와 천연가스 매장지는 극한 지역에 위치하여 자원개발이 어렵고 많은 개발 비용이 발생한다. 이러한 자원을 상업적으로 이용 가능하다고 간주한 것은 비교적 최근의 일이다(EIA, 2012).

그림 1 북극권 지역의 자원 유역(USGS, 2012)

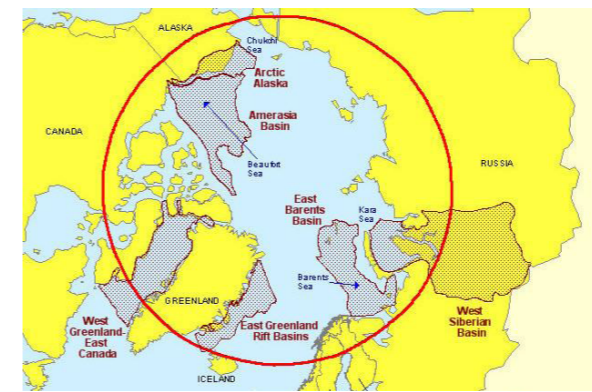
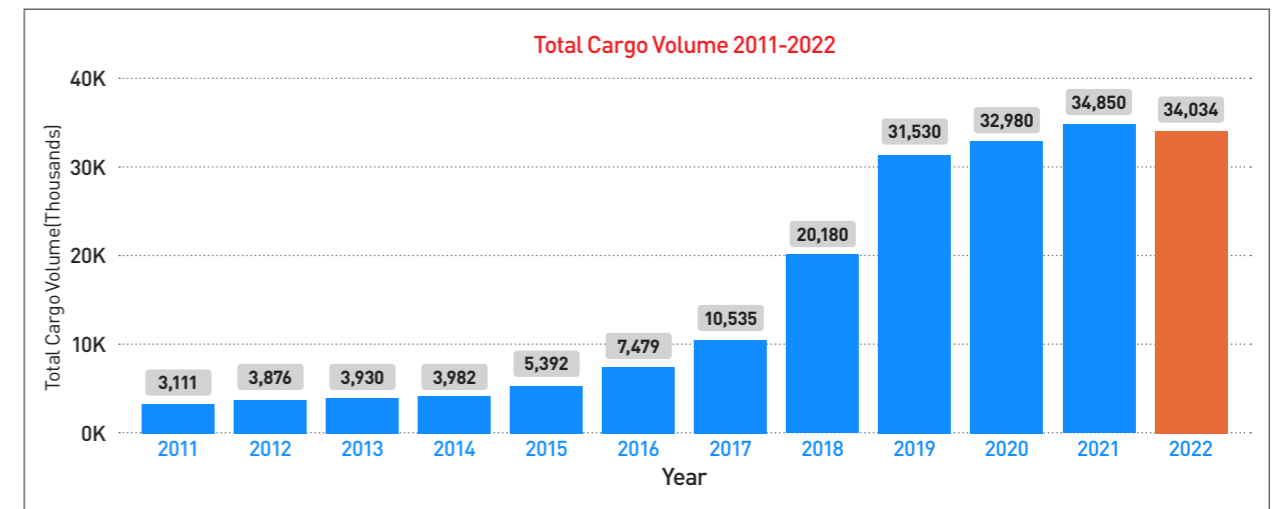


그림 2 2011~2022년 북극항로 연간 물동량(CHNL, 2023)



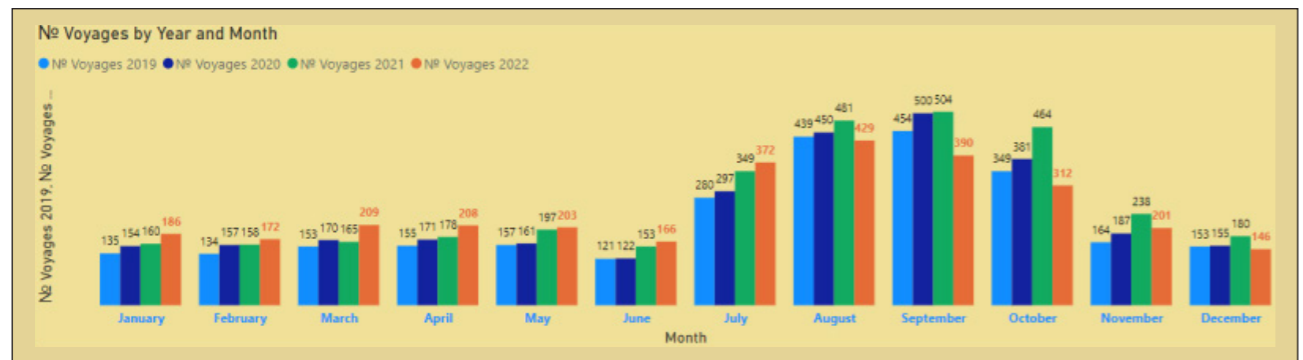
4 2022년 7월 31일 블라디미르 푸틴 대통령이 서명함.
5 Utenneye Terminal은 Arctic LNG-2의 핵심 자원기지이며, Yamal LNG에서 Ob만을 가로질러 약 70km 떨어진 아말로-네네츠 자치구의 기반반도에 있다.
6 Sever Bay Oil Terminal은 Diskon에서 40km 떨어진 곳에 있으며, Payakhskoye 유전에서 생산된 석유는 이 터미널을 통해 선적한다.
7 북위도철도(NLR: Northern Latitudinal Railway)는 Obskaya - Salekhard - Nadym - Novy Urengoy - Korotchaevy 구간을 연결하는 707km 철도이다.

③화물선과 쇄빙선 분야에서는 LNG, Vostok Oil, Severnaya Zvezda 석탄 등의 운송을 위한 선박 건조, 다목적 원자력 쇄빙선 프로젝트 22220-2호~6호 건조(2022~2030년), 지휘(Leader) 쇄빙선 프로젝트 10510 Lider 건조(2022~2027년), 쇄빙선 추가 4척 건조(2023~2030년), 북극 선박 건조 및 수리 능력 강화를 위한 현대화, 재설비화 제안서 준비 등이 있다. ④북극항로 항해 안전 분야에서는 북극 지역 인터넷 사용을 위한 인공위성 Express-RV 4대 궤도 진입(2022~2024년), 대기 관측의 레이더 탐사 위성 시스템 구축(2022~2031년), 수로측량선 2대 현대화 및 신규 건조(2022~2024년), 빙하 자동 정보 시스템 및 해상 대기 관측망 현대화(2022~2024년), 2025년까지 북극항로 재난구조선 16척 건조(2022~2024년) 및 30척 건조(2025~2030년) 등이 있다. ⑤북극항로 항해 관리 및 발전 분야에서는 북극항로 디지털 서비스를 위한 통합 플랫폼 개발(2022~2035년), 화물 쇄빙선 건조 계획을 고려하여 2035년까지 북극항로 항행 모델 개발, GLONASS/GPS 신호 부재 시 선박 위치 파악을 위한 차세대 장파 전파 항법 시스템 기반 통합 정보 시스템 프로젝트 개발 등이 있다(KOTRA).

러시아는 2022년 북극항로 총물동량을 계획 대비 200만 톤 초과 달성하였으나, 위의 <그림 3>과 같이 3,400만 톤으로 전년도

에 비해 다소 축소되었다. 선박의 총 운항 횟수 및 선박의 숫자도 2022년 대비 감소하여 2,994항차와 314척의 선박이 운항하였다. 이들 선박은 11개의 서로 다른 국적이며, 러시아 국적 278척과 외국적 선박 36척(키프로스 8척, 바하마 7척, 홍콩 7척, 마셜군도 4척, 라이베리아 3척, 몰타 2척, 시에라리온 1척, 덴마크 1척, 파나마 1척, 퀴라소 1척)이다. 선령은 314척 중에서 거의 절반인 146척이 30년 이상 되었으며, 73척은 1~10년, 46척은 11~20년, 49척은 21~30년이다. 선박의 종류는 LNG선 26척, 벌크선 3척, 유조선 3척, 일반 화물선 3척, 보급선 1척이며, 선박 중 Arc 7 쇄빙 LNG 운반선 15척, Arc 4 쇄빙 LNG 운반선 6척, 일반 LNG 운반선 5척이 포함되었다. 이를 통해 북극항로의 물동량 증가에는 LNG 운송이 절대적으로 이바지했다는 것을 알 수 있으며, 사베타 항에서 출항한 선박은 280척이었다. 2022년 유럽으로 출항한 LNG 선박은 2021년 219척에 비해 32척이 증가한 249척이었고, 주요 목적국은 프랑스, 스페인, 벨기에였다. 아시아 항으로 출항한 LNG 선박은 전년 대비 14항차 감소하였으며, 일본과 한국의 실적은 없었다(CHNL, 2023).
아래 <그림 3>을 살펴보면 2022년 1~7월까지의 전년 대비, 선박의 운항 항차가 증가하였으나, 러시아-우크라이나 전쟁으로 인해 8~12월까지는 전년 대비 선박의 운항이 감소한 것을 확인할 수 있다.

그림 3 북극항로 연도별 월별 항차 비교(CHNL, 2023)



러시아-우크라이나 사태로 대러시아 제재가 확대되고 있는 시점이라 북극해에서 활동이 크게 부담스러웠는지 중국은 작년에 단 한 척의 선박도 북극항로에 보내지 않았다. 2013년부터 2021년까지 100여 회의 북극항로 운항실적으로 매년 선박의 숫자와 운항 횟수가 증가추세에 있었던 것을 반추해 보면 중국은 매우 극단적인 조치를 한 것으로 보인다. 하지만 중국은 Yamal LNG와 Arctic LNG-2에 직접투자를 하였으며, Yamal LNG에서 20년간 연간 300만 톤의 LNG를 확보하였다. 그뿐만 아니라 프로젝트 투자와 연계하여 천연가스 생산 모듈 제조 및 자원 운송에도 참여하고 있다. 특히 Arctic LNG-2의 초대형 모듈은 대부분 중국의 조선소

에서 제작되고 있다. 또한, 캄차카반도 LNG 환적터미널 건설에도 직접 참여하고 있다. 북극과 관련하여서 한-중-일 3국에서 중국이 가장 많은 경제적 이득을 얻을 수 있는 것은 Yamal LNG와 Arctic LNG-2의 투자 기회를 놓치지 않았던 덕분이다. 최근 러시아 즈베즈다 조선소는 중국 조선업체와 협력하여 쇄빙선 건조를 추진하는 것으로 전해진다.
일본은 자국 내 공동출자 기업 Japan Arctic LNG를 설립하여 Arctic LNG-2 프로젝트에 10%의 지분투자를 하였으며, 북극의 LNG 확보에 나서고 있다.

II. 북극항로 활성화의 주요 핵심 이슈

1) 대(對)러시아 제재로 러시아의 북극항로 개발 박차
대(對)러시아 제재에 동참하는 다국적 기업들이 증가함에 따라서 해운선사들과 관련 기업들도 러시아 서비스 중단이 이어지고 있다. 서비스 중단을 선언한 해운기업으로는 MSC, Maersk, CMA CGM, ONE, Hapag-Lloyd이고, EU와 영국은 러시아산 원유를 운송하는 선박에 해상보험을 제공하지 않고 있다. 러시아에 대한 규제가 해상운송까지 영향을 미침에도 불구하고, 역설적으로 2022년 한 해 EU의 러시아산 LNG 수입량은 2020년(14.67bcm⁸)과 2021년(14.22bcm)에 비해 각각 31%와 35%가 증가한 19.2bcm이었다. 러시아 화석연료에 크게 의존하고 있던 EU는 2022년 8월 러시아 석탄 수입을 금지한 데 이어 2022년 12월 해상 원유, 2023년 2월 석유제품 수입을 금지했다(Anadolu Agency, 2023).
북극항로가 러시아의 북극 자원 수출을 위한 운송 회랑의 역할뿐 아니라 국제교역의 핵심 해상로의 중추적인 역할을 할 수 밖에 없는 이유가 있다. 2021년 3월 23일 수에즈 운하에서 좌

초되어 길막힘 사건의 원인이 되었던 초대형 컨테이너선 에버기븐 호로 인해 북극항로의 중요성과 경제성이 더욱 주목받았다. 2022년 8월에 미하일 미슈틴 러시아 총리는「2035년까지 북극항로 개발 계획 No. 2115-p에 서명함으로써 러시아의 북극항로 개발과 추진 목표를 구체화하였다.
Arctic LNG-2는 연간 660만 톤의 LNG를 각각 생산할 수 있는 3개의 생산설비를 갖추고 160만 톤의 가스 콘덴세이트를 생산한다. 지난 4월 말에 1호기가 시험 운전에 들어갔으며 계획대로 추진된다면, 1호기는 2023년 12월, 2호기는 2024년, 3호기는 2026년에 각각 완공되어 연간 총 2,000만 톤의 LNG를 생산하여 수출할 것으로 보인다. 해당 프로젝트에 참가한 기업은 Novatek(60%), Total(10%), CNPC(10%), CNOOC Limited(10%) 및 Mitsui & Co, Ltd.와 JOGMEC의 컨소시엄인 Japan Arctic LNG(10%)이다. 아래 <표 1>에서는 북극 지역의 자원개발 및 관련 프로젝트의 연도별 확인이 가능하나, 최근 러시아 정부의 변경된 목표치는 모두 반영하지 않았다.

표 1 2023~2035년까지의 프로젝트별 북극항로 물동량 예상(KOTRA)

(단위: 백만 톤)

프로젝트	연도	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Novy Port		6.14	5.56	4.71	4.38	4.05	3.73	3.46	3.14	2.86	2.64	2.43	2.25	2.09
Vostok Oil		-	30	35	40	50	65	80	100	100	100	100	100	100
Yamal LNG		20	19.7	19.9	19.3	19.4	19.7	20	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
Arctic LNG-1		-	-	-	-	2.3	7	13.1	17.9	21	21.2	21.6	21.6	21.5
Arctic LNG-2		3.6	12.6	14.4	21.2	21.6	21.6	21.5	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4
Ob 가스 화학단지		-	0.6	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
Nornikel		0.96	0.96	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
Syradasay 매장지		1.8	3.5	5.3	7	7	7	12	12	12	12	12	12	12
Baimskoye 매장지		-	-	-	-	0.34	1.13	1.35	1.38	1.26	1.05	1.28	1.24	1.01
그 외 프로젝트		0.3	0.31	0.31	0.31	0.44	0.78	0.78	0.77	0.77	0.77	0.76	0.76	0.75
기타(물자 운송, 환적 등)		14.02	16.78	24.41	25.92	28.4	32.37	34.07	34.08	39.89	44.99	50.1	53.28	53.58
전망 합계		46.82	90.01	110.21	124.39	139.81	164.59	192.54	216.45	224.96	229.83	235.35	238.31	238.11
기존 목표		-	80	-	-	-	-	-	150	-	-	-	-	220

⁸ Billion cubic metres of natural gas

러시아는 2022년 3월 18일 자에 북극항로를 정기적으로 이용하는 기업을 위한 보조금 지급 규칙에 관한 “러시아 연방정부 법령 제397호”를 승인하였다. 2022년 보조금 예산은 총 5억 6,000만 루블(약 627만 불)이 확보되었다(GOVERNMENT OF THE RUSSIAN FEDERATION, 2022). 또한, 2023년에는 북극항로를 이용하는 기업이 최대 4회까지 보조금을 받을 수 있도록 확대하였다.

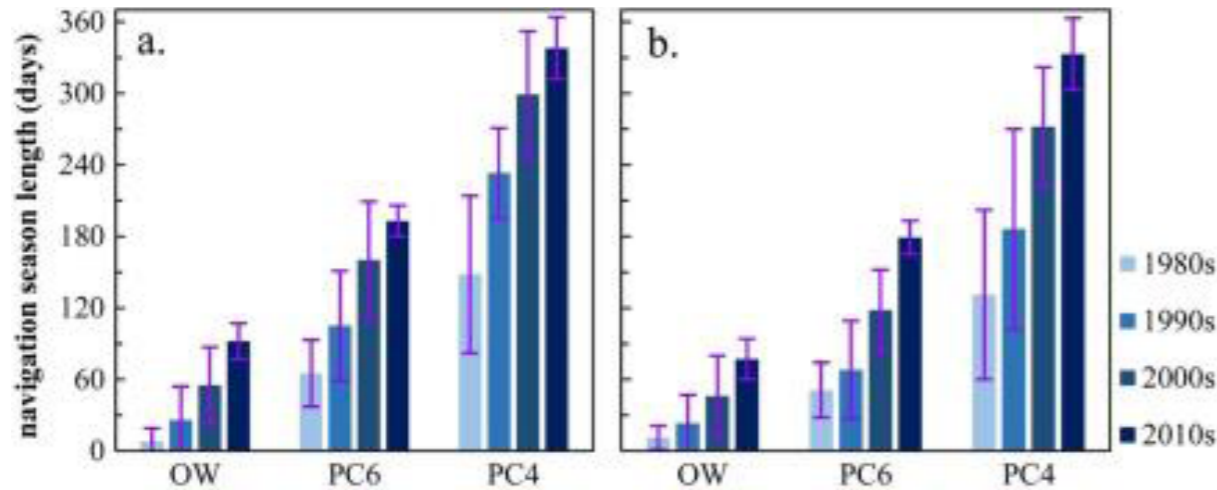
2) 북극항로 전용 화물선

북극 자원개발 및 북극항로 활성화를 통한 러시아의 경제적 이익은 천문학적인 숫자이다. 북극 자원개발은 2035년까지 러시아의 GDP를 20%(3,700억 달러) 증가시키고, 그 이후에 10년 동안 약 1,220억 달러의 추가적인 세수를 확보할 수 있다. 이와 같은 거대한 이익과 연결되는 북극항로 전용 화물선 확보를 위해,

러시아는 Arc 4~7 석유 및 액화천연가스(LNG) 운반선을 포함하여 현재 29척의 빙급(ice-class) 화물선을 운영 중이고, 추가로 41척을 건조 중이다. 러시아는 2030년까지 총 158척을 확보해야 하며 추가로 88척을 건조해야 한다. 즈베즈다(Zvezda) 조선소는 2024년에 5척의 LNG 운반선을 러시아 노바텍(Novatek) 사에 인도할 예정이며, 현재까지 Arctic LNG-2에 필요한 2~3척의 LNG 운반선을 다른 현장에 추가로 발주하였다.

최근 연구에 따르면 지난 40년(1980-1989, 1990-1999, 2000-2009, 2010-2019) 동안 북동항로와 북서항로에서 3가지 유형의 선박(OW: Open-Water Vessel, PC6: Polar Class-6, PC4: Polar Class-4)의 연간 운항 가능 수는 아래의 <그림 4>와 같이 2배에서 최대 3배 이상 증가하였으며, PC4 선박은 북동항로에서 연간 330일 동안 북극해를 항해할 수 있었다(Cao et al., 2022).

그림 4 항해 시즌 기간(일수) (Cao, Y.et al., 2022). a.북동항로 b.북서항로



3) 북극항로 쇄빙선

북극해에서 운영되고 있는 쇄빙선은 디젤 쇄빙선 3척과 원자력 추진 쇄빙선 7척이다. 이 중에서 원자력 추진 쇄빙선 3척(Taimyr, Vaigach, Yamal)은 각각 2026년, 2027년, 2028년에 퇴역할 예정이다. 현재 러시아 발틱 조선소와 즈베즈다 조선소에서 건조 중인 원자력 추진 쇄빙선 3척(Yakutia, Chukotka, Rossiya)은 각각 2024년, 2026년, 2027년에 취역할 예정이다. 러시아는 6척의 원자력 추진 쇄빙선을 추가로 건조하여 2030년에는 북극항로에 총 17척의 쇄빙선을 운영할 예정이다. 오비(Ob) 만 지역과 카라해에서 11척의 쇄빙선이 운영되고, 나머지는 랍테프해, 동시베리아해, 추코트카해 등 동부지역에서 운영될 예정이다. 최근 취역한 원자력 추진 쇄빙선 우랄(URAL) 호는 보스토크 석유 프로젝트(Vostok Oil Project) 전용선으로 운영된다.

그림 5 원자력 추진 쇄빙선 Arktika(Rosatomflot)



4) 북극해 항만 및 환적터미널 인프라 개발

러시아 북극 연안에는 크고 작은 항만들이 70여 개가 있으나, 아래 <표 2>와 같이 14개의 주요 항만이 북극항로 활성화에 핵심적인 역할을 할 수 있다. 무르만스크 항은 러시아 북극해의 유일한 부동항으로서 LNG 환적터미널과 석유, 석탄 등의 환적터미널 건설이 진행되고 있으며, 2025년에는 연간 7,000만 톤의 물동량이 예상된다. 최근 국내 조선사에서 건조된 세계 최대 크기의 저장 환적 설비(LNG-FSU) 사업(SAAM) 호⁹가 예인선 3척에 의해 4개월 이상의 항해를 마치고 러시아 바렌

츠해 Ura Cuba 정박지에 도착하였으며 Arctic LNG-2에서 생산되는 LNG를 처리한다. 2032년까지 최소 6,000만 톤의 LNG가 이 지역으로부터 수출될 예정이다.

캄차카 반도에 건설되고 있는 LNG 환적터미널에도 같은 규모의 LNG-FSU인 코랴크(KORYAK)호가 예정보다 빠른 일정으로 7월 1일 한화오션 옥포조선소를 출발하여 7월 14일에 캄차카반도 베체빈스카야 만(Bechevinskaya Bay)에 무사히 도착했다. 이로써 러시아 북극의 동서 지역에서 각각 LNG 환적터미널을 구축하는 계획이 현실화하고 있다.

표 2 북극해 주요 항만과 주요 사업(자료 출처: Hermann, 2022)

국가	항만	주요 사업
러시아	Arkhangelsk	LNG, Timber
	Cape Kamenny	Crude oil
	Dudinka	Non-ferrous metals, Iron ore, Nickel
	Igarka	Timber
	Kharasavey	Gas
	Murmansk	Passenger, Ship repair, Shipyard, Atomflot premises, LNG, Food, Equipment, General cargo, Minerals, Oil, Gas, Fishing supplies
	Novy Port	Gas
	Ob Bay	Oil
	Sabetta	LNG, Grain, Metals coal and oil transport, Gas condensate, Polyethylene, Coal, Grain, Wood, Engineering products
	Talagi	Oil
	Tiksi	Oil
	Vitino terminal	Oil
	노르웨이	Longyearbyen
캐나다	Port of Churchill	Fertilizers

사베타(Sabetta) 항은 야말(Yamal) LNG 프로젝트를 위해 건설되었으며, 기단 반도¹⁰에 위치한 Utrenniy LNG 터미널이 사베타 항의 일부로 편입되었다. 무르만스크, 사베타, 두딘카 항을 제외하고는 북극해의 대부분 항만은 시설들이 90% 이상 노후화되어 정상적인 생산성을 기대하기 어렵다. 러시아 정부는 2023년 5월 27일 미하일 미슈스틴 총리의 서명(No. 1373-r)으로 틱시(Tiksi) 항을 외국 선박에 개방하는 국제항구로 지정하

였다고 발표하였다. 러시아 정부는 틱시 인근에 심해항구를 건설할 투자 유치를 목표로 하고 있으며 항구가 2030년대까지 드라이 벌크화물과 액체화물을 선적하고, 연간 3,000만 톤을 처리할 수 있도록 한다는 계획을 발표했다. 한편 러시아 정부는 이전에는 아르한겔스크 항과 무르만스크 항을 외국 선박에 개방하였다.

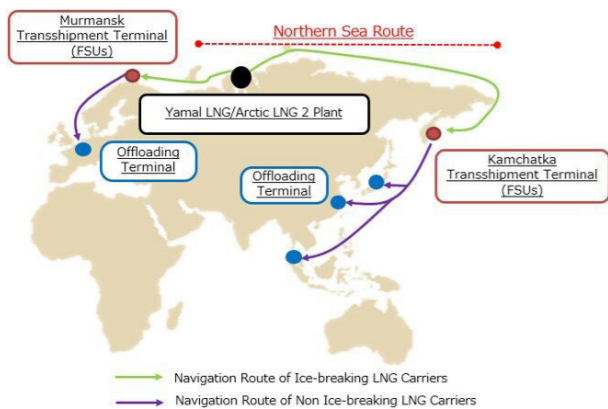
⁹ SAAM FSU, 길이 400m 폭 60m LNG Capacity 36만m³급 DWT 192,234ton

¹⁰ 기단 반도(Gydan Peninsula)는 러시아 시베리아 연안의 카라 해에 있는 반도이다. 남북으로 약 500km, 동서로 약 260km 규모이다.

그림 6 FSU와 LNG 환적 작업(MOL)



그림 7 LNG 운송로 및 환적터미널 위치(MOL)



5) 시베리아 석탄을 북극항로 통해 아시아로 수출

러시아는 시베리아 내륙에서 채굴된 석탄을 예니세이(Yenisei) 강을 통해 두딘카(Dudinka) 항까지 바지선으로 운송한 후, 벌크선으로 옮겨 실어 아시아 국가들에 수출하는 것을 추진하고 있다. 최근 LNG 국제가격이 상승함에 따라서 파키스탄을 포함한 일부 국가에서는 LNG 수입 정책을 철회하고 석탄화력발전으로 다시 전환 중이다(Bloomberg). 러시아 타이미르 반도에서 생산되는 무연탄은 고품질 석탄일뿐만 아니라 경쟁력 있는 가격으로 아시아 국가들에 공급이 가능할 것으로 보인다.

러시아가 내륙수로 이용하여 시베리아 내륙의 석탄을 북극해까지 운송하는 방안은 이미 우리나라의 물류기업이 성공한 실적이 있는 프로젝트와 유사하다. 에스엘케이국보¹¹가 세계 최초로 북극항로, 러시아 및 카자흐스탄 내륙수로 운송 루트를 선택하여, 2016년 8월에 초중량 화물을 Cape Kamenny에서 옮겨 실어 카자흐스탄 오바-이르티시(Ob-Irtysh) 내륙까지 성공적으로 운송하였던 것에 착안하였다. 따라서 Ob-Irtysh 강을 통하여 사베타(Sabetta) 항까지 화물 운송을 하는 방안을 2019년에 카자흐스탄과 논의하였으나 실행하지는 못했다. 그 이후에도 러시아 옴스크 주 정부와 일본이 협력하여 옴스크산 곡물을 오바-이르티시 강을 통하여 바지선으로 사베타 항까지 이동 후, 벌크선으로 옮겨 실어 일본으로 수출하는 방안을 계획하였으나 이 역시 기술적인 한계로 성공하지 못했다.

III. 북극항로의 국제 운송 회랑으로 발전

북극항로는 운항 거리의 단축과 그에 따른 해양 탄소 배출량을 줄일 수 있는 등 많은 이점이 있음에도 불구하고, 대부분 선사들이 북극해 진출을 꺼리고 있다. 이는 극지를 운항할 수 있는 적당한 선박을 보유하고 있지 못하거나, 경험하지 못한 극한 지역의 위기 대응 시스템과 극지 항해 경험을 갖춘 전문적인 선원이 부족하기 때문이다. 일부이지만 북극해 환경보존의 이유로 글로벌 최대의 컨테이너 선사들과 화주 기업들은 해상운송 회랑으로서 북극해를 이용하지 않는다는 서약에 참여하였다. 반면 2위 선사인 덴마크의 머스크(Maersk)사는 2018년 8월 23일부터 9월 22일까지 자사의 컨테이너선 Venta Maersk 호¹²를 러시아 블라디보스토크

항으로 출항시킨 후, 북동항로를 거쳐 독일 브레머하펜 항¹³까지 시범 운항을 성공적으로 수행하였다. 이때 해당 선박은 북극항로의 일부 구간에서 러시아의 원자력 추진 쇄빙선 승리 50주년(50 Years of Victory)호의 지원을 받으면서 북극해를 운항했다.

정기 컨테이너선은 연중 정시성을 확보해야 하므로 북극해의 겨울철 항해는 지금으로서는 극복하기 어려운 문제이기도 하다. 하지만 부정기선을 운영하는 선사들에게는 계절을 잘 선택하면 남방항로에 비해 운항 시간 단축은 물론이고 선박의 운영비 절감에도 크게 도움을 줄 수 있다.

러시아의 「2035년까지 북극항로 개발계획」은 북극항로의 활성화

화에 크게 이바지할 것으로 보인다. 특히, 북극항로를 전담하기 위한 다수의 원자력 추진 쇄빙선의 북극해 운항을 지원하는 것은 자국의 북극 자원을 수출하는 것에도 기여하겠지만, 제3국의 선박이 북극해를 통항하는 것에도 크게 도움이 된다. 아쉬운 점은 북극항로에서 지원하는 쇄빙선이 러시아가 유일하다는 것이다.

러시아의 무르만스크와 캄차카 환적터미널은 고위도 지역의 극지 물류를 한층 더 부흥시키고 미래에는 캄차카 지역 항만들과 부산항 간의 물동량이 많이 증가하는 요인으로 발전한다고 본다.

러시아 국영기업 로사톰(Rosatam)¹⁴과 DP World¹⁵가 북극항로를 따라 유라시아 물류 및 컨테이너 운송을 공동 개발하기로 합의하였다.¹⁶ 이들의 공동노력은 수에즈 운하에 의존하고 있는 글로벌 운송 회랑을 보완하기 위한 단계로 보인다. 또한 해양 부분의 온실가스 배출량이 전 세계 배출량의 3%에 불과하나, 아시아와 유럽의 운송 거리를 단축하고 LNG 추진 연료 등의 사용으로 탄소 배출량 절감에도 크게 이바지할 수 있다.

중국의 컨테이너선 선사 Hainan Yangpu NewNew Shipping

Co는 화물대리점 Torgmol과 러시아의 컨테이너 터미널 운영 업체인 Global Ports Group과 협력하여 7월 7일 러시아 상트페테르부르크 항에서 중국으로 향하는 NewNew Polar Bear 호¹⁷의 선적작업을 처리했다. 본선은 1,600TEU급 내빙급 컨테이너 선박이며 칭다오 항과 천진 항을 거쳐 8월 4일에 상하이 항에 도착하였다. 또한 이 선박은 러시아향 컨테이너 화물을 선적 후에 북극항로를 경유하여 10월 6일 상트페테르부르크에 도착함으로써 6주간에 걸쳐서 북극항로의 왕복운항을 성공하였다. 수에즈 운하를 경유할 때 약 45~50일이 소요되지만, 북극항로를 이용하면 약 28일 만에 도착할 수 있어 약 30%의 시간을 단축할 수 있다. 로사톰의 자회사 “GlavSevmorput”은 이번 항해에 필요한 정보제공 등에 협력하고 있다. 이 회사가 추가로 투입하는 4척의 선박 중에서 3척(2,741TEU급 Xin Xin Hai 1호, 2,741TEU급 Xin Xin Tian 1호, 3,534TEU급 NewNew Star호)은 러시아 상트페테르부르크 항과 칼린그라드 항에서 북극항로를 경유하여 중국 항만까지의 서비스를 제공하며, 그 외의 1척의 선박은 아르한겔스크 항과 중국으로 오가는 서비스를 제공한다.

그림 8 MV NEW NEW POLAR BEAR(CONTAINER NEWS, 2023)



¹⁴ Rosatom, 러시아 원자력부를 대신하는 러시아의 국영기업이자 세계 최대의 원자력 기업이다. (위키백과)

¹⁵ DP World, 아랍에미리트 두바이에 있는 다국적 물류 회사이다.

¹⁶ 6월15일 상트페테르부르크에서 서명함

¹⁷ VesselFinder, NewNew Polar Bear 호, Container Ship; HongKong Flag, DWT 15,952 ton, LOA 169m, Beam 27m, Built 2005 (검색일: 2023. 07. 23.)

¹¹ 우리나라 물류기업

¹² Venta Maersk, Container Ship; 길이 200m, 폭 36m, DWT 39,964ton

¹³ Bremerhaven port, 독일의 무역중심지의 한 도시

최근 중국과 러시아는 블라디보스토크 항을 중국의 내륙화물 중계항으로 이용하는 것에 합의하였고, 중국 국영선사 COSCO는 북극항로를 이용한 펄프 운송을 목적으로 세계 최대의 쇄빙급 다목적선 20척을 확보 중이며 1호기를 인수하였다. 중국과 러시아의 물류 공급망과 관련한 다양한 협력은 북극해로 확장이 되고 있다.

해운산업은 전 세계 이산화탄소 총배출량의 3% 미만의 작은 수치지만 선박의 탄소배출 규제는 매우 강력하게 시행되고 있다. 국제해사기구(IMO)는 7월에 개최한 제80차 해양환경보호위원회(MEPC 80)에서 2050년 해운 분야 탄소배출 감축목표를 기존 2008년 대비 50% 감축에서 100% 감축으로 상향했고, 탄소연료 사용을 유지할 때는 막대한 부담금을 부과할 것으로 예상 이 된다. 또한 EU는 2026년부터 5,000톤급 이상의 선박은 온실가스 배출규제를 받게 하는 EU ETS EU ETS¹⁸를 시행한다. <그

림 9>의 미래 선박의 대체 연료 변화 현황을 살펴보면, 2030년 대에는 신조선 발주 선박 중 LNG 추진선이 약 80%를 차지하고, 2040년대에는 전통적인 선박 연료인 벙커시유는 완전히 사라지며, 무탄소 추진 연료를 사용하는 선박이 50~60% 이상 될 것으로 예상된다. <표 3>에서 선박 연료별 경제성 분석자료를 보면, 일반적으로 사용 중인 벙커시유 비용 대비 탄소 배출량이 감소하거나, 무 탄소배출 연료를 선박에 적용할 경우 비용은 현재보다 최소 3배에서 최대 9배 이상 높은 추가 비용을 부담해야 한다. 이런 높은 선박 유지비용을 피하기 위해서는 운송 거리와 선박의 운항 시간을 단축하는 방법 이외에는 뚜렷한 대안이 없다. 필자의 주장에서 알 수 있듯이 북극항로가 주는 경제적 최대 이점 중의 하나는 선박의 운항 거리와 운항 시간이 최대 30%까지 단축 이 된다는 점이다. 가까운 미래에는 대부분의 해운선사가 북극항로를 선택할 수밖에 없는 가장 큰 이유이다.

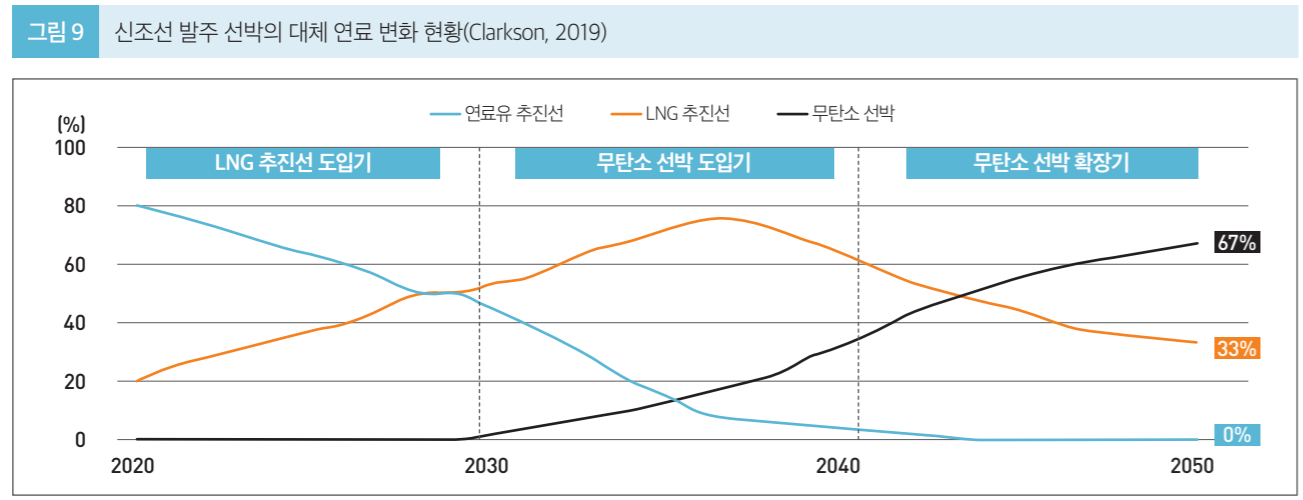


표 3 선박 연료별 장단점(KDB, 2022)

선박 연료	경제성 ¹⁹	주요 내용	장점	단점
벙커유	1	전통적인 선박의 표준연료	연료 효율성 높음	온실가스, 미세먼지, 오염물질 배출
LNG	3.3	LNG 추진엔진 및 연료저장 공간 필요	대기오염 물질 배출 ↓	LNG 벙커링 인프라 시설 부족
메탄올 (Methanol)	3.2	Dual-fuel Oil/methanol 엔진 필요	LNG 대비 수송 및 저장 용이	에너지 밀도가 낮아 연료 효율성 낮음
바이오 (Bio fuels)	5.7	기존 선박 연료 계통 장치와 연료탱크 사용	저장 및 운송 측면에서 가장 우수	대규모 설비투자 필요
수소(Hydrogen)	9.5	무탄소 연료	재생에너지를 이용한 수전해로 생산 가능	운송/저장 큰 비용 발생
암모니아 (Ammonia)	6.5	수소(H ₂)+질소(N ₂) 합성	수소 대비 저장 용이	독성과 부식성

¹⁸ EU ETS(European Union Emissions Trading Schedule), 유럽연합 배출권거래제도
¹⁹ 경제성은 현재 벙커시유 가격을 1로 가정할 때 상대 비교를 의미

IV. 북극항로 활성화를 위한 우리의 전략

북극해의 해빙(解氷)은 더욱 빠르게 진행되고 있으며, 2030년 말에는 선박의 북극항로 연중 항해에 큰 무리가 없을 것으로 예상된다. 하지만 선박의 통항이 많아지면 북극 지역의 탄소 배출량의 증가로 북극의 온난화가 더욱 가속화되고, 북극해에는 선박 사고에 대비한 구조 등에 관한 인프라가 부족하기 때문에 북극 지역에서 선박의 사고가 큰 재앙을 부를 수 있다는 염려가 매우 크다. 그런데도, 운항 거리의 단축이 선사에게 더욱 중요하게 부각되는 시점에서 앞으로도 친환경 추진 연료 가격이 지금처럼 높은 가격을 유지한다면 대부분의 해운사로서는 운항 거리가 짧은 북극해 항로가 최고의 선택일 것이다. 자율운항 선박 및 무인 운항 선박과 같은 인적요소가 배제된 기술 등이 상용화되면 북극 항해는 어려운 일이 아니다.

또한, 우리 주변국들의 정세는 매우 불안정한 상황이다. 특히 미중 갈등이 심화하고 있으며, 중국과 대만의 전쟁 시나리오는 더 이상 뉴스거리도 아닌 상황이 되어 버렸다. 이런 불안정한 주변국들의 정세는 남중국해와 대만해협을 주요 해상 운송로로 이용하는 우리나라에 매우 불편한 상황이다. 그러나 특별한 대안도 없다. 수년 내에 중국-대만 간의 전쟁 혹은 미중 간의 무력 충돌이 없다고 하더라도 미래 100년을 위해 우리나라의 물류망 확보를 위해 북극항로 활성화에 적극적인 참여가 필요한 시점이다.

필자는 우리나라가 러시아-우크라이나 사태로 인해 대러시아 정책에 있어서 매우 신중한 자세를 견지하고 있다고 본다. 현재까지 드러난 결과만 가지고 정부의 정책을 판단해 보면 우리나라는 우방국들의 강한 요청을 받아들였다고 볼 수 있으나, 우리는 러시아에 우호적인 이웃 국가라는 것을 다양한 방법으로 표현하고 있다. 특히 필자가 추진하고 있는 북극 원주민 장학 사업을 통해 러시아인들에게 우리의 우호적인 메시지가 전달되기를 희망한다.

북극은 만만한 지역이 아니다. 이론과 경험을 바탕으로 둔 전문가들의 지속적인 노력과 체계적인 준비가 되었을 때, 북극은 우리에게 북극항로를 이용하는 것 이상의 많은 혜택을 가져다 줄 것이다.

미래 북극 시대에 대비하는 우리의 방안을 다음과 같이 구상하며 제안한다.

1) 북극해운정보센터 운영

북극 에너지 자원확보와 해상운송로 구축을 복합적으로 고려하는 통합적인 정보를 관리하는 주제로서 '북극해운정보센터'가 운영되어야 한다.

러시아가 북극항로의 개발과 활성화를 최우선 과제로 포함하고 북극해운송회랑 북극해운송회랑²⁰을 통하여 북극해 전용 쇄빙 컨테이너선의 연중 운항을 추진하는 상황에서 우리가 대응할 수 있는 방법인 민간 주도의 북극해운정보센터는 북극항로에 관한 한-러의 원활한 소통 채널로서 큰 역할이 기대된다.

북극의 에너지 자원은 국내에 도착하기 전까지 우리의 자원이 아닐뿐더러 의미를 부여하지도 못한다. 북극 자원과 해상운송 시스템 구축은 매우 긴밀하게 관리되어야 하며 중장기적인 추진과제로 정부의 지원이 크게 요구된다. 정부는 북극 자원 운송을 위한 선박확보는 물론, 장기적인 계획에 따라 우리의 선박을 건조하는 선주사가 되기도 하고 수시로 필요한 선박을 용선하기도 하는 다양한 선택지를 확보해야 한다. 어떤 선택을 하든 필요한 북극의 정보를 중장기적으로 추적, 관리하고 필요한 시점에 실용화하도록 미리 준비해야 한다. 이를 위하여 북극 관련 상세 정보를 관리할 뿐만 아니라 북극항로 정보를 지속적으로 관리 및 분석하는 보고서를 생산하는 북극해운정보센터의 역할이 꼭 필요하다. 그 보고서는 기업뿐만 아니라 기관에도 제공하여 꿈의 항로라고 불리는 우리나라의 국익을 최대로 창출했으면 한다.

2) 북극해빙 관리를 위한 위성 정보 분석

북극의 해빙은 연중 수시로 변하고 있으나 현재의 기술로도 예측할 수 있다. 다만, 누적된 정보를 가진 주체가 분석하고 자료화하여 이를 필요로 하는 기업과 기관에 제공해야 되어야 한다. 중장기적으로 북극해빙을 추적 관리할 수 있는 관측 위성을 운영하여 북극항로의 안전 시스템 구축에서 우리나라의 주도적인 역할을 강조해야 한다.

3) KoARC²¹의 법인화 추진 강화

KoARC은 이미 상당한 기간에 산학연과 정부의 연계를 통해 북극의 심층 연구와 이해도가 매우 성숙한 단계까지 이르고 있

²⁰ 북극해운송회랑, NTC: Northern Sea Transport Corridor

²¹ KoARC, Korea Arctic Research Consortium(한국북극연구컨소시엄): 국내 북극연구기관(과학, 산업, 정책) 간 연구협의체

다. 최근 KoARC의 북극경제이사회와의 MoU 체결은 대표적인 큰 성과라고 할 수 있다. 국제사회에서 우리나라의 위상을 제고하는 데 더 크게 이바지를 할 수 있도록 KoARC이 법인화하여 우리나라의 대표적인 '북극연구컨소시엄'으로서 독립적인 예산으로 지속적인 북극 연구와 연구기관 교류 및 국내외 북극 관련 활동의 영역이 넓어지도록 해야 한다.

4) 북극이사회 활동 강화

KoNAC²²은 북극의 다양한 현안 해결에 기여하고 지속 가능한

북극의 미래를 위한 전 지구적 협업체로서 우리나라가 핵심적인 역할을 하겠다는 의지가 포함되었다. 따라서 국제사회에서 오고가는 정보들이 국내의 연구자들과 기업과 기관에 실시간으로 전파되는 시스템 구축이 필요하다. 또한 우리의 연구자들이 북극이사회 활동에 적극적으로 참여하고, 정부는 그들의 생각과 정보를 전문가의 눈으로 파악할 수 있도록 길을 열어 주는 것이 동반되어야 한다. 북극에 대한 폭넓은 관심과 투자가 되어야 국익에 도움이 되는 정보를 생산할 수 있다.

V. 마치는 말

북극의 환경은 계속 변하고 있으며, 해가 갈수록 북극에서 얼음이 없는 바다의 넓이는 점점 더 커지고 있다. 지리적인 위치와 자원을 확보한 국가들보다 크게 불리한 위치에서 우리는 북극 바다를 이용할 방안을 찾고 그것을 지켜야 한다. 북극해는 단순히 해상항로를 이용하는 것에 그치지 않고, 북극의 자원과 북극해항로가 같이 공존한다. 또한 알래스카와 시베리아 내륙으로 이어지는 산업영역이 미래 세대들을 위해 경제적인 큰 이익을 확보할 수 있도록 지금부터 끊임없이 토대 마련에 우리의 노력을 투자할 필요가 있다.

우리나라의 수출입 물동량의 99.8%를 해상운송에 의존하고 있음에도 불구하고 우리나라에 연결되는 해상 운송로가 막히거나 통항하기에 불편한 상황이 발생하였을 때 우리가 선택할 수 있는 대안은 무엇인가에 대한 깊은 고민과 해결방안 혹은 대체항로를 찾는 것에 우리는 소홀했다. 북극해는 혹독한 자연환경이

큰 장애물이기는 하지만, 이용할 수 있고 선택할 수 있는 대안으로써 개발되어야 한다.

북극해는 누구나 원할 때 갈 수 있는 일반적인 지역은 절대 아니다. 자연의 높은 위험장벽과 지정학적으로 민감한 이슈가 항상 남아 있는 곳이며, 준비되지 않은 기업이나 국가에는 쉽게 허용하지 않는 곳이다. 우리나라는 극지와 관련하여 국제사회에서 이미 많은 성과를 내고 있으며 제2 쇄빙선 건조를 추진하고 있어 2027년에는 북극해를 전담하는 쇄빙연구선이 확보된다. 북극이 과학적 연구에 국한되는 남극과 크게 다른 점은 이곳에는 미래세대를 위한 산업이 있고, 국제협력을 통한 선진국 대한민국의 위상을 한층 더 제고할 기회가 무한히 열려 있다. 우리는 미래세대에 북극을 우리의 자산으로 물려주는 준비된 세대가 되기를 기대해 본다.

²² KoNAC, Korean Network for the Arctic Cooperation (한국 북극협력 네트워크) : 종합 의제분석, 회의 참여, 협력사업 발굴·수행 등을 위해 25개 기관 50여 명의 전문가로 구성 (해양수산부)

참고 문헌

1. 논문

- Cao, Y., Liang, S., Sun, L., Liu, J., Cheng, X., Wang, D., ... & Feng, K. (2022). Trans-Arctic shipping routes expanding faster than the model projections. *Global Environmental Change*, 73, 102488.
- Canales, J. J. D., Biebow, N., Niewejaar, P., Cárdenes, M. Á. O., Pug, V. W., Dahlbäch, B., ... & Vieira, G. (2016). European Polar research: status and challenges of European Polar fleet for enhancing strategic collaboration. *Instrumentation ViewPoint*, (19), 34.
- Hermann, R. R., Lin, N., Lebel, J., & Kovalenko, A. (2022). Arctic transshipment hub planning along the Northern Sea Route: A systematic literature review and policy implications of Arctic port infrastructure. *Marine Policy*, 145, 105275.
- Yermakov, V., & Yermakova, A. (2021). The Northern Sea Route: a state priority in Russia's strategy of delivering Arctic hydrocarbons to global markets.

2. 정부 자료

- EIA (2012), Arctic oil and natural gas resources <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=4650> (검색일: 2023.07.02)
- GOVERNMENT OF THE RUSSIAN FEDERATION, Субсидии на грузоперевозки по Севморпути http://government.ru/sanctions_measures/measure/36/ (검색일: 2023.07.04.)

3. 기타 자료

- Anadolu Agency, EU's LNG imports from Russia see highest levels in 3 years <https://www.aa.com.tr/en/europe/eus-lng-imports-from-russia-see-highest-levels-in-3-years/2839066> (검색일: 2023.07.02.)
- Arctic Council, THE RUSSIAN FEDERATION <https://arctic-council.org/about/states/russian-federation/> (검색일: 2023.07.02.)
- Arctic Russia, Zvezda Shipyard to hand over five gas carriers to Novatek in 2024 <https://arctic-russia.ru/en/news/zvezda-shipyard-to-hand-over-five-gas-carriers-to-novatek-in-2024/> (검색일: 2023.07.05.)
- Bloomberg, Pakistan Plans U-Turn on Fuel Imports After Prices Surge <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-02-14/pakistan-turns-to-dirty-coal-from-pricey-lng-reuters-says#xj4y7vzkg> (검색일: 2023.07.05.)
- CHNL (2021), Rosneft starts building new oil terminal in Taimyr <https://arctic-lio.com/rosneft-starts-building-new-oil-terminal-in-taimyr/> (검색일: 2023.07.02.)
- CHNL (2023), Shipping traffic at the NSR in 2022 <https://arctic-lio.com/nsr-2022-short-report/> (검색일: 2023.07.02.)
- KDB미래전략연구소 산업기술리처센터(2022), 선박 대체연료 확

산이 해운산업에 미치는 영향, KDB산업은행 산은조사월보 제796호 p.29~52

- KOTRA (2022), 더 커진 북극항로의 가치와 러시아의 북극항로 개발 계획 (2022.09.15.)
- KOTRA (2022), 러시아의 북극항로 개발 동향과 계획 (2022.09.15.)
- MOL (2019), MOL, JBIC, and NOVATEK Sign Cooperation Agreement for LNG Transshipment Projects in Kamchatka and Murmansk <https://www.mol.co.jp/en/pr/2019/19063.html> (검색일: 2023.07.05.)
- The Barents Observer, New Arctic terminal will be built twice bigger than planned (April 16, 2020) <https://thebarentsobserver.com/en/industry-and-energy/2020/04/new-arctic-terminal-will-be-built-twice-bigger-planned> (검색일: 2023.07.04.)
- The Barents Observer, The "Saam" FSU arrives in Ura Guba. It will open a new export scheme for Russian Arctic LNG <https://thebarentsobserver.com/en/arctic-lng/2023/06/saam-fsu-arrives-ura-guba-it-will-open-new-export-scheme-russian-arctic-lng> (검색일: 2023.07.02.)
- 파이낸셜뉴스 (2016), 물류기업 SLK 국보 국내 최초 '북극해항로, 러시아 내륙수로' 연계 운항 <https://www.fnnews.com/news/201607150846564104> (검색일: 2023.07.05.)

극지와 정책

03

북극 안보 정세 분석 및 전망

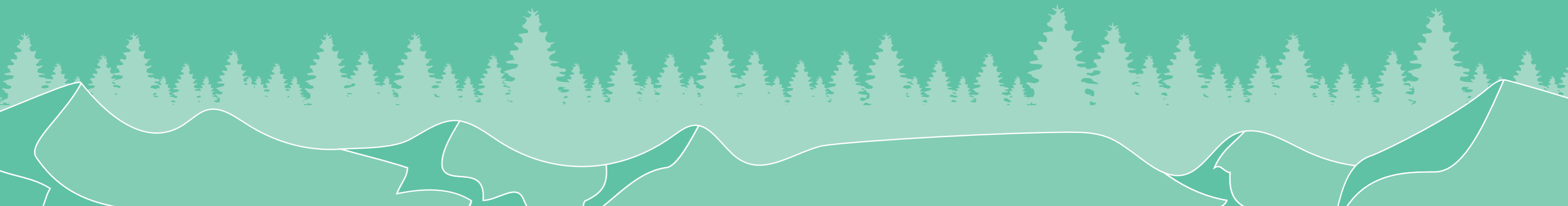
카이스트 녹색성장지속가능대학원 교수 심상민

66

북극이사회 옵서버 가입 10주년, 우리나라 북극 활동 성과와 전망

배재대학교 한국-시베리아센터 연구교수 곽성웅

74



북극 안보 정세 분석 및 전망

카이스트 녹색성장지속가능대학원
교수 심상민(iorsms@gmail.com)

필자의 말

전 세계적으로 가속화되고 있는 대기온 상승 및 이로 인한 각종 기후변화 현상은 북극이라고 예외가 아니다. 특히 북극에서 가장 눈에 띄는 변화는 북극 지역 평균 대기온의 지속적인 상승으로 인한 해빙의 감소이며, 이 감소의 속도는 시간이 갈수록 빨라지고 있다는 것이 과학자들의 공통적인 견해이다. 기상청에서 발간한 자료에 따르면 북위 60도와 90도 사이의 북극 기온은 1979년부터 2020년까지 약 3°C 이상 증가한 데 반해 같은 기간 전 지구 평균기온은 약 1.1°C 정도 상승하여, 북극의 온난화가 약 3배 정도 빠르게 진행 중임을 보이고 있다.¹ 또한 북극 해빙의 경우 3월과 9월 모두 뚜렷한 감소 추세이며, 최소치를 나타내는 9월의 북극 해빙 면적은 1979년부터 2020년까지 약 300만km² 이상 줄어들었고, 최대치를 나타내는 3월의 해빙 면적도 동 기간에 약 200만km² 줄어든 것으로 나타났다.² 최근 연구는 전 세계 온실가스 배출량이 현 수준으로 유지될 경우 북극에서 9월 해빙이 완전히 사라지는 시기가 빠르면 2030년대일 수 있다고 전망함으로써 과학계의 기존 예상치였던 북극 해빙 소멸 시기보다 10년 이상 앞당겨진 결과를 제시하기도 하였다.³

북극 해빙의 완전 소멸이 예상되면서 북극 항로 개척에 따른 기존 항로 단축과 에너지 수송 애로 해소 등 경제적 이익 추구 및 에너지 안보의 관점에서 많은 논의가 진행되어 왔

고⁴, 이러한 점은 2023년 현재에도 잠재적으로 유효한 내용이다. 그러나 또 한 가지 잊지 말아야 할 사실은 북극 지역에서의 기후변화 및 해빙 소멸은 북극 지역에서의 군사작전 수행이 보다 용이해짐을 의미하며, 북극의 전통 안보적 가치 및 중요성이 더욱 높아짐을 의미한다는 점이다.

2020년대 들어 북극의 전략적 중요성을 재인식한 강대국들의 군사적 경쟁 및 대립의 가속화에 대하여서는 「2020 극지이슈리포트」에서 이미 다루어진 바가 있다.⁵ 그러나 최근 이러한 움직임은 더욱 복잡다기한 양상으로 전개되고 있는데, 이는 크게 두 가지 이유에 기인한다. 첫째로 2022년 2월 24일 러시아의 우크라이나 침략과 이에 따른 나토(NATO) 회원국들 및 북극권 국가들의 북극 안보 강화 움직임이다. 둘째로 중국의 북극 진출 확대 노력 및 러시아와의 북극 지역에서의 군사적 밀착, 그리고 이에 대한 미국의 적극적 대응이다. 이러한 변화된 상황에 영향을 받아, 역사적으로 북극 영유권 주장 및 경쟁보다는 협력에 초점을 맞추어 운영되던 북극이 사회마저 2022년 이후에는 러시아와 기타 국가 간 반목과 대립이 심화되며 실질적인 성과를 이끌어내지 못하였다. 북극 이사회의 공전은 이 지역에서의 고조된 안보적 긴장관계의 한 단면이라는 점 또한 2023년 현시점에서의 북극 안보 정세 분석 시에 간과할 수 없겠다.

1 기상청, 「2020 기후변화감시 종합 분석 보고서」, 2021년 11월, p.153.

2 위의 주, p.155.

3 Kim, Y.H., Min, S.K., Gillett, N.P. et al. Observationally-constrained projections of an ice-free Arctic even under a low emission scenario. Nat Commun 14, 3139 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38511-8>, p.5.

4 한 예로서 김남일 외, 「북극해 항로개발의 자원개발 및 에너지 안보적 시사점」, 에너지경제연구원, 수시연구보고서 11-02, 2011년 11월 참조.

5 유준규, 「2020 북극권 신정세: 북극의 안보적 도전과 시사점」, 「2020 극지이슈리포트」, 2021년 3월, pp.32~43.

이 글은 기존의 “2020 북극권 신정세: 북극의 안보적 도전과 시사점”에서 제시한 북극의 지정학적 변화 및 안보 경쟁에 대한 분석을 계승하면서, 위에서 언급한 바 2022년 이후 전개된 새로운 사실들에 기초하여 북극 안보 정세를 진단 및 전망하고자 함이 목적이다. 그리고 격화되고 있는 북극 안보 경쟁의 와중에서 우리나라 북극 정책과 비전은 어떤 영향을 받을지 간단히 전망하고, 단기적 관점에서 우리의 북극 관련 활동 전개 방향을 제안하는 것으로 결론을 대신하고자 한다.

- I. 북극 안보 정세의 변화
- II. 전망
- III. 마치며

I. 북극 안보 정세의 변화

1) 러시아와 북극권 국가 간 안보 경쟁

2022년 2월 24일 러시아가 우크라이나를 “특별군사작전(Special Military Operation)”이라는 미명하에 전격적으로 침략함으로써 발생한 러시아-우크라이나 무력충돌로 2023년 3월 까지 전쟁범죄만 6만 5,000건 이상이 자행되었고, 우크라이나에 심각한 인명과 재산의 피해를 안겼으며, 이는 현재까지도 진행 중이다. 유엔 인권최고대표실(OHCHR)에서 집계한 자료에 따르면 러시아의 우크라이나 침략 이후 2023년 6월 4일 기준으로 2만 4,425명의 민간인 사상자(8,983명 사망, 1만 5,442명 부상)가 발생했으나 실제 피해는 더 클 것으로 추정하고 있으며, 그중 도네츠크와 루한스크 지역에서는 총 9,877명의 사상자가 있었다(4,081명 사망, 5,796명 부상).⁶ 국제사회는 러시아의 우크라이나 침략을 격퇴하는 데 전력을 다하는 한편 러시아와 그 지도자들에 대한 국제법적 책임을 추궁하기 위하여 국제사법재판소(ICJ)와 국제형사재판소(ICC) 등 다양한 국제법 재판소들을 통해 러시아에 대한 국제법률전을 전개하고 있다.

한편 이러한 국제사회의 움직임과는 별도로 북극권 국가들은 러시아가 무력을 사용하여 우크라이나를 침략함으로써 유엔헌장의 핵심원칙인 주권, 영토 보전과 독립을 침해한 사실을 엄중하게 인식하였다. 이는 특히 러시아와 국경을 맞대고 있

거나 인접해 있는 북극권 국가들의 안보 의식을 고양하였으며, 이들 국가의 적극적인 대응을 촉발하였다.

러시아의 우크라이나 침략에 가장 먼저 민감하게 반응한 북극권 국가는 핀란드와 스웨덴이었다. 전통적으로 핀란드와 스웨덴은 중립적 외교노선을 표방하며 러시아와 비교적 우호적인 관계를 유지하여 왔다. 그러나 러시아의 우크라이나 침략 이후 양국 내에서는 러시아가 이들의 안보에 직접적 위협이 된다는 여론이 높아지면서, 두 나라는 2022년 5월 18일 나토 가입 신청서를 제출하였다.⁷

이들 국가의 나토 가입에는 나토 회원국 전체의 동의가 필요한데, 핀란드의 경우 30개 나토 회원국의 동의를 모두 확보함으로써 2023년 4월 4일 나토 회원국이 되었다. 스웨덴은 튀르키예와 헝가리가 가입에 동의하지 않아 아직까지 나토 회원국 지위를 획득하지 못한 상태이지만, 튀르키예는 2023년 7월 11일 스웨덴의 나토 가입에 동의한다고 밝혔으며,⁸ 헝가리도 스웨덴의 나토 가입 비준 절차를 완료하는 것은 이제 기술적 문제일 뿐이라고 함으로써⁹ 스웨덴의 나토 가입도 곧 마무리될 것으로 보인다.

핀란드와 스웨덴의 나토 가입 신청에 대해 러시아는 강하게 반발하면서 이에 군사적, 정치적 결과가 따를 것임을 경고하

6 United Nations Human Rights Office of the High Commissioner, Ukraine: civilian casualty update, June 5, 2023, <https://www.ohchr.org/en/news/2023/06/ukraine-civilian-casualty-update-5-june-2023>.

7 Nato Parliamentary Assembly, Ratification of Finland and Sweden's Accession to NATO, <https://www.nato-pa.int/content/finland-sweden-accession>.

8 Lili Bayer, “Turkey agrees to back Sweden's NATO membership bid,” Politico, July 10, 2023, <https://www.politico.eu/article/turkey-sweden-nato-jens-stoltenberg-agrees-to-back-swedens-membership-bid>.

9 News, “Sweden's NATO bid: Hungary joins Turkey in lifting veto,” Euronews, July 11, 2023, <https://www.euronews.com/2023/07/11/hungary-signals-it-is-ready-to-join-turkey-in-approving-swedens-bid-for-nato-membership>.

였고¹⁰, 또 두 나라의 나토 가입 시 발트해 지역에서의 군사력 강화가 이루어질 것임도 공언하였으나 실제로 이들 국가의 나토 가입을 방해하는 데는 실패하였다.

또한 덴마크는 2023년 5월 16일, 북극과 발트해 지역의 핵심 인프라 보호 및 러시아로부터의 위협에 대응하기 위해 북유럽 국가들과의 국방 관계를 강화하겠다고 밝혔다. 덴마크 정부가 발표한 '신외교 및 안보정책 전략'은 합동 군사 훈련의 빈도를 높이고, 북유럽 근방 국가들과의 방어 계획 조정을 요구하고 있다. 이는 발트해 지역에서의 영토 방어 능력 결집 및 러시아로부터의 안보 위협을 심각하게 인식하지 않았음을 인정하는 데에서 비롯되었으며, 2030년까지 나토 회원국의 목표치인 국내총생산(GDP)의 2% 국방비 지출 확보를 목표로 하고 있다. 또한 덴마크는 지난해 국민투표 결과에 따라, 유럽연합의 공동안보방위정책(Common Defence and Security Policy, CSDP)에 동참하였으며, 이는 러시아의 우크라이나 침공에 대응하여 국방 관계를 강화하는 방향으로 전환된다는 것을 의미한다. 라르스 뢰케 라스무센(Lars Løkke Rasmussen) 외교부 장관은 덴마크가 이미 스웨덴, 노르웨이, 핀란드와 함께 '노르딕 단일 방공망 구축'에 협력하고 있으며, 나토가 덴마크의 국방과 안보의 기반이 될 것이며, 미국은 가장 중요한 안보 동맹국으로 남아 있을 것이라고 강조했다.¹¹

한편 러시아 푸틴 대통령은 2022년 7월 31일 '러시아 해군의 날'을 맞아 상트페테르부르크에서 열린 기념식에서 해양 독트린을 개정하는 행정명령에 서명했다. 7년 만에 개정된 이 해양 독트린은 미국의 세계 해양 지배를 향한 전략을 "러시아의 안보와 지속가능한 세계 해양 개발에 대한 주요한 도전이자 위협"이라고 규정했으며, "러시아는 군사 시설을 러시아 국경으로 이동하는 나토의 시도를 받아들이 수 없다"면서 나토가 러시아 인근 해역인 흑해와 발트해 등에서 진행하는 군사 훈련을 안보 위협으로 규정했다.¹²

이와 같이 북극권 국가들 간에 형성된 러시아에 대한 공통된 안보 위협 인식과 이에 대한 군사적 대비 태세 강화는 러시아의 반사적 대응을 이끌어 내고 있으며, 이러한 안보 경쟁의 분위기는 상당 기간 지속될 것으로 보인다. 러시아는 일찍이 2016년부터 북극에 인접한 노보시비르스크 제도의 코텔니 및 프란츠요시프 제도의 알렉산드라 등 두 도서에서 군사기지를 건설하는 등

군사적 지배권을 강화하는 일련의 조치를 단행하였고, 북극 지역에서의 군사작전을 위해 DT-10, DT-30 차량에 토르-2DT 지대공 미사일 및 대공방어 시스템을 탑재하여 배치한 바 있다. 러시아의 군사력 강화는 자국의 북극 영유권 강화 및 확대를 추진한다는 차원의 조치 성격이 짙었는데, 이제는 북극권에서의 미국 및 나토의 러시아 억제에 맞선다는 측면까지 더해지면서 러시아와 여타 북극권 국가들 간 대결 구도가 뚜렷이 나타날 것으로 전망된다.

2) 중국의 북극 진출 확대·러시아와의 밀착과 미국의 대응

러시아와 함께 중국도 북극의 주요 행위자로 부상하고 있다. 중국은 일찍이 2013년 3월 한국·일본·인도·싱가포르와 함께 북극 이사회(Arctic Council) 옵서버 국가로 가입했으며, 이후 북극해에서의 새로운 항로 개척, 자원 개발, 과학조사, 환경보호 등의 분야에 있어 매우 적극적인 행보를 보인다. 2018년 1월 발표된 중국의 북극백서에서는 북극에 대한 중국의 정당한 이익이 있으며, 따라서 주요 이해당사자로 중국을 인정하여야 한다고 주장하고 있다.¹³ 물론 중국은 북극 연안국가의 주권을 존중하고 1982년 유엔 해양법협약이 적용된다는 점을 인정하지만, 북극이 분리, 분절된 지역으로 간주되어서는 안 된다는 점 역시 강조하고 있다. 또한 중국은 '북극해 인접국(Near-Arctic State)'으로 불리는 것을 선호하면서, 자국을 "북극 서클에 최근접한 대륙국가 중 하나(one of the continental States that are closest to the Arctic Circle)"라고 정의하고 있다. 그리고 중국은 북극의 기후변화는 글로벌 차원의 문제로 전 세계적으로 영향을 미치며, 북극 연안국들만이 북극의 환경, 항해 및 자원에 대한 접근과 개발을 규율하는 법규범을 설정해서는 안 된다고 주장한다. 따라서 백서는 중국과 비북극권 국가도 북극의 조사, 항행, 자원개발, 어업, 해저케이블 및 파이프라인 설치 등 일련의 경제적 활동에 참여할 수 있는 법적 권리가 있고, 그러한 이유로 스발바르 조약과 유엔해양법협약 당사국의 권리를 언급하고 있다. 결국 북극의 개방성을 강조하는 관점에서 중국은 북극을 공공재(common goods)로 규정하려는 시도를 확대하고 있다.

중국의 북극 정책에서의 우선순위는 현재까지는 북극이사회 옵서버 국가들과 같이 과학조사, 에너지 및 자원에 대한 접근, 그

리고 북극항로 활용 제고인데, 각 우선순위 어젠다의 이면에는 안보적 함의가 있다. 특히 과학조사의 경우 북극 지역의 중국 과학조사 기지는 중국의 바이두-2 위성 운영에 필수적인데, 바이두-2 위성 개발 및 확산은 중국 위성항법시스템의 근간을 이루며 미국 시스템에 의존을 탈피하려는 중국의 국가안보 차원에서 진행되는 프로젝트이다. 이는 중국의 북극에서의 과학조사 정책 역시 기존 중국의 우주 안보전략과 연계하여 진행되고 있음을 시사한다.

한편 중국은 북극권 과학조사·경제개발 및 안보와 관련하여 러시아와의 협력의 정도를 높여 가고 있으며, 이러한 구도는 2022년 러시아의 우크라이나 침략 이후 양국의 관계 밀착과 더불어 보다 구체화되고 있다.

먼저 북극권 과학탐사와 관련하여서는 '빙상 실크로드(冰上絲綢之路)'가 존재한다. 시진핑이 모스크바에서 발표한 것으로 알려진 이 빙상 실크로드는 사실 2015년 12월 드미트리 로고진(Dmitry Rogozin) 러시아 부총리가 '북극의 현재와 미래' 포럼에서 중국 측에 북방 항로 인프라 건설 참여를 제안하면서 "Cold Silk Road"라는 표현을 사용한 데서 유래했는데, 이를 중국이 발전시켜 현재의 빙상 실크로드 개념으로 재구성했고, 이후 2017년 6월 20일 중국 국가발전과개혁위원회와 국가해양국이 공동으로 발표한 "일대일로 건설의 해상 합작 구상(一帶一路建設海上合作設想)"에 북극항로 개척이 삽입되며 일대일로 전략의 일부가 되었다.¹⁴ 이러한 빙상 실크로드 공동 건설이란 기치하에 중국과 러시아 과학연구 기관과 과학자들은 해양 및 북극 분야의 과학연구 협력 확대를 모색하고 있다. 특히 중국 제1해양연구소는 20여 년 동안 많은 러시아 과학연구 기관과 해양 실무 협력을 추진해 왔는데, 동해, 오후츠크해, 베링해로부터 러시아 북극해의 추코트해, 랍테프해, 카라해까지 공동 연구를 통해 빙상 실크로드 건설에 지속적으로 박차를 가하고 있고, 2023년 3월 21일, 중-러 정상은 러시아 모스크바에서 "신시대 포괄적 전략적 협력 동반자 관계 심화에 관한 공동성명"을 통해 해양 과학연구, 해양생태 보호, 해양재해 예방, 해양장비 연구개발 등 관련 협력을 계속 강화하고 극지 과학연구, 환경보호, 과학탐사 등에서 실무 협력을 지속적으로 추진해 글로벌 해양 거버넌스에 더 많은 공공재를 제공하기로 합의

했다.¹⁵

더욱 주목할 만한 사실은 러시아와 중국의 해군함정이 북극해에서 합동 군사훈련을 진행함으로써 북극 안보에 공동으로 영향을 미칠 가능성을 노정하기 시작했다는 점이다. 2022년 가을 미국 해안경비대 소속 함정인 킴볼(Kimball) 호는 러시아와 중국의 해군함정들이 알래스카주 알류산 열도 근처에서 합동 군사훈련을 진행하고 있음을 파악하였는데, 당시 중국 선단을 주도하던 함선은 100여 발의 유도미사일 발사가 가능한 난창(Nanchang) 구축함이었고, 2척의 중국 소형 함정과 4척의 러시아 함정이 함께 항행하고 있었다.¹⁶ 이러한 중국과 러시아 함정의 합동 군사훈련은 일회성일 수도 있으나, 이를 통해 러시아와 중국은 북극해의 전략적 가치를 함께 공유하고 있음을 미국에 발신했다고 볼 수 있을 것이다.

이러한 중국의 북극 활동 확대와 북극 안보 문제에서의 중-러 밀착에 대해 미국도 기민하게 대응하고 있다. 트럼프 행정부에서는 미-중 안보 딜레마가 심화되고 있다는 인식하에 미국의 새로운 북극 전략을 수립하였다. 즉 2016년 이래 미국의 북극전략에서는 중국을 북극이사회에 단순 옵서버 국가로 인식하였으나, 2019년 6월 북극 전략에서는 중국을 20회 이상 언급하면서 중국의 북극에서의 행동과 영향력 확대를 경계하였다. 사실 미국은 북극에서의 중국의 영향력 확대를 간과한 측면이 있었다. 그러나 중국이 자신을 북극에서의 사실상 주요 이해당사자라고 규정하고, 특히 북극에서의 중-러 경제 및 전략적 협력을 강화한 이후 미국은 중국을 북극에서의 권력관계를 불안하게 하는 주요 행위자로 인식하게 되었다.

중국에 대한 미국의 우려는 중국이 북극에서 북극권 국가와 과학조사 협력 및 네트워크 구축을 강화하면서 점차 투자 및 경제협력 차원으로 확대하는 등 중국의 입지를 강화하고 있다는 점에 기인한다. 따라서 미국은 북극권 국가들에게 중국의 북극에서의 전략은 남중국해에서의 중국의 전략과 접근과 유사하다고 경고하고 있는 상황이다. 미국의 입장에서 중국의 진출은 결코 호혜적일 수 없으며 커다란 위협으로 인식하고 있는 바, 미 국무부 장관은 북극에서의 중국의 행동을 "베이징은 중국의 자본, 기업, 노동자들을 이용하여 주요 기반시설을 건설하고 있는데 어떤 경우는 중국의 영구적 안보기지를 구축하려고

10 News, "Ukraine War: Russia warns Sweden and Finland against Nato membership," BBC, April 11, 2022, <https://www.bbc.com/news/world-europe-61066503>.

11 Jacob Gronholt-Pedersen & Johannes Birkebaek, "Denmark aims for closer Nordic security ties in Arctic and Baltic Sea region," Arctictoday, May 16, 2023, <https://www.arctictoday.com/denmark-aims-for-closer-nordic-security-ties-in-arctic-and-baltic-sea-region>.

12 조기원, "푸틴 '미·나토는 안보 위협' 새 해양독트린에 명시", 한겨레, 2022년 8월 1일, <https://www.hani.co.kr/arti/international/europe/1053149.html>.

13 The State Council - The People's Republic of China, China's Arctic Policy, January 2018, https://english.www.gov.cn/archive/white_paper/2018/01/26/content_281476026660336.htm.

14 표나리, "중국의 북극 진출 정책과 일대일로 '빙상 실크로드' 전략의 내용 및 함의", 『중소연구』 제42권 제2호, 2018년 여름, p.161.

15 [중국] 중-러, '빙상 실크로드' 공동 과학탐사 활동 강화(2023. 3. 23.), 극지이야기, 2023년 6월 13일, https://koreapolarportal.or.kr/poli/detail/china.do?sessionid=D-20DE44E9E5D94CBDBF093FB2A65BE07PST_NUM=10332&BRD_ID=LN09.

16 William Mauldin & Alan Cullison, "America's Military Trails Russia and China in Race for the Melting Arctic," The Wall Street Journal, July 30, 2023, <https://www.wsj.com/articles/americas-military-falls-behind-russia-china-race-for-melting-arctic-2a71dfac>; Doug Irving, What Does China's Arctic Presence Mean to the United States? December 29, 2022, <https://www.rand.org/blog/rand-review/2022/12/what-does-chinas-arctic-presence-mean-to-the-us.html>.

시도하고 있다”라고 언급하였다.

2021년 취임한 바이든 행정부도 이러한 트럼프 행정부의 중국과 러시아에 대한 안보 위협 인식을 계승하고 있으나, 그 대응은 2013년 오바마 행정부 당시 작성되었던 북극 안보 정책을 개정하는 형태로 진행하고 있다. 2022년 10월 발표된 ‘북극 지역 국가 전략(National Strategy on the Arctic Region)’에서는 러시아의 북극권 안보 위협에 대해 무엇보다도 러시아의 우크라이나 침략이 북극권에서의 지정학적 긴장도를 높였다고 지적하고, 이로 인해 의도되지 않은 충돌의 위험이 발생하고 협력이 저해되는 결과를 낳았다고 설명하고 있다.¹⁷

또한 우크라이나 침략을 이유로 한 러시아 제재의 결과 러시아 북극권 경제개발 및 군 현대화 노력이 어려워질 수 있음을 적시하고, 동맹국 및 파트너 국가들과 협력하여 북극 안보를 증진하고 특히 러시아로부터의 북극권 침략을 저지할 것이라고 천명하고 있다. 중국과 관련하여서는 중국이 경제, 외교, 과학, 군사 활동을 통해 북극권에서의 영향력을 증대하려 한다고 지적하고, 정보 내지 군사적 측면에서 활용될 가능성이 있는 이중용도 연구에 북극권에서의 과학탐사를 이용하고 있음을 언급하였다.¹⁸

바이든 행정부는 중국의 북극권 활동에 대해 당장의 조치를 취할 의도를 천명하지는 않았으나, 중국의 활동을 예의주시하고 있음을 언급함으로써 중국의 추후 활동의 정도에 따라 미국의 대응 강도를 변화시킬 수 있음을 시사하고 있다.

3) 북극이사회회의 공전과 반목, 해빙가능성

러시아의 우크라이나 침략이 발생한 2022년 당시 북극이사회 의장국은 러시아였다. 이에 러시아를 제외한 7개 북극이사회 회원국은 러시아의 침략을 비난하며 북극이사회 활동에 참여하지 않을 것을 선언했다.¹⁹ 이후 이들 7개 북극이사회 회원국은 러시아를 제외하고 극지협력을 계속할 것을 선언했으나²⁰ 러시아는 이에 대해 반발하면서 “러시아 없이 채택된 북극이사회 명의를 결정은 비합법적이며 이사회 지침 문서에 규정된 합의 원칙을 훼손하는 것”이라고 비판했다.²¹

우여곡절 끝에 2023년 5월 11일 러시아 살레하르트에서 개최

된 제13차 북극이사회 총회에는 러시아를 제외한 7개 회원국이 온라인으로 참석하였고 그밖에 북극이사회 상시 참여단체인 6개 원주민 단체 대표가 참석하여, 러시아 의장직 활동을 마무리함과 동시에 노르웨이가 의장국을 수임하였다. 이로써 러시아의 의장직 기간이 끝나고 2023년 5월 11일부터 노르웨이가 2025년까지 북극이사회 의장직을 수행하도록 되었으나, 여전히 러시아의 참여가 이루어지지 않는 상황에서 남은 북극이사회 7개국 이 협력할 수 있는 분야가 상대적으로 제한될 것은 명백해 보인다. 여기에 니콜라이 코르추노프(Nikolai Korchunov) 북극이사회 고위관리는 미국과 유럽이 북극이사회의 구성원인 러시아의 권리를 침해하는 파괴적인 행위를 계속할 경우 북극이사회에서 탈퇴할 수도 있다고 경고하며²², 북극이사회의 대안으로 브릭스(BRICS) 국가들을 비롯한 상하이협력기구(SCO) 회원국들과의 북극 관련 양·다자 협력을 논의 중이라고 언급함으로써 북극이사회의 미래마저 불투명하게 만들고 있다.

비록 북극이사회의 논의주제는 안보가 아닌 환경보호와 과학 연구 등 협력의제에 국한되어 있기는 하나, 북극권 국가들이 러시아와 그 밖의 국가로 진영이 나뉘고, 이들 간의 연성 의제에 대한 협력마저 가능성이 낮은 상황이 상당 기간 지속될 것을 생각한다면 앞으로 북극 안보 정세는 완화될 조짐이 없으며 오히려 경색될 것이라 예상된다.

다만, 올해 8월 28일 러시아를 포함한 북극이사회 8개국은 산하 6개 워킹그룹과 전문가작업반 등이 사업 및 활동을 재개할 수 있도록 하는 새로운 가이드라인에 동의하는 문서를 승인하였다.²³ 이로써 러-우크라 사태로 촉발된 북극이사회 사업중단이 해결될 수 있는 길이 열렸다. 이 가이드라인에 따르면 6개 워킹그룹은 11월 1일까지 각 워킹그룹별 재개 가능 사업 리스트를 작성하여 북극이사회 고위관리회의(Senior Arctic Officials, SAO)에 제출하도록 의무화하였다. 빠르면 올해 안에 100여 개가 넘는 북극이사회 사업들은 러시아의 참여와 함께 재개될 전망이며, 북극이사회 기후, 환경, 원주민, 지속가능발전 등 북극이사회 주요 이슈와 관련하여 8개국은 조심스럽게 공동협력을 모색할 것으로 전망된다.

17 The White House, National Strategy for the Arctic Region, October 2022, p.6

18 Id.

19 U.S. Department of State, Joint Statement on Arctic Council Cooperation Following Russia's Invasion of Ukraine, March 3, 2022, <https://www.state.gov/joint-statement-on-arctic-council-cooperation-following-russias-invasion-of-ukraine>.

20 서재희, “북극이사회 제한적 활동 재개…“러시아 빠진 프로젝트만 재개”, KBS, 2022년 6월 9일, <https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=5481484>.

21 유철중, “러, 자국 배제 ‘북극이사회’ 활동 재개에 반발…“비합법적 결정”, 연합뉴스, 2022년 6월 9일, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20220609132000080>.

22 최수호, “러시아 ‘북극이사회, 이익에 도움 안되면 탈퇴할 수 있어’”, 연합뉴스, 2023년 5월 12일, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20230512064400096>.

23 Arctic Council, Guidelines for the Resumption of Working Group/Expert Group Work through the Use of Written Procedures, SAOXN0201_2023_NORWAY_01-1_Guidelines-for-WG-Resumption_Approved_28.08.2023.

II. 전망

『2020 극지이슈리포트』의 북극권 신정세에 관한 글은 북극에서의 거버넌스 변화와 북극 관련 주요 강대국들 간 안보 경쟁을 소개하면서, 안보 이슈가 북극의 전체 거버넌스뿐만 아니라 양자적 협력관계에서 서서히 전반에 부상하고 있고, 안보화 현상이 안보의 개념 자체가 확대되는 것을 시사하며 과거에는 군사, 정치적 경성안보가 주된 안보 이슈였으나 현재에는 해양, 환경, 재난, 보건, 경제, 에너지 등 개별 이슈 자체가 안보라는 관점을 바탕으로 논의되고 있음을 지적한 바 있다.²⁴ 그러나 2023년 현 상황의 북극 안보 정세는 연성 안보 현안에 대한 논의는 잦아들고 오히려 군사적, 정치적 성격의 안보 문제들이 전면에 등장하고 있다. 러시아의 우크라이나 침략, 이에 따른 북극권 국가들의 대 러시아 견제 성격의 안보역량 강화는 한동안 군사적 대결구도에서 비교적 자유로웠던 북극이 재차 안보 경쟁의 무대가 되어 가고 있음을 여실히 보여 주고 있다. 기후변화에 따른 북극 해빙의 감소로 북극권에서의 군사적전선이 보다 수월해질 경우 다른 북극권 국가들에 대한 레버리지 확보 차원에서 북극권에서의 군사 활동은 러시아, 그리고 미국을 중심으로 하는 북극권 나토국가들을 중심으로 활발해질 것이며, 군사역량 과시 및 안보의 각축장으로서의 북극의 성격이 더욱 강화될 것으로 전망된다.

또한 미국 그리고 중국-러시아 간의 북극 안보경쟁이 심화되는 상황은 북극의 정치안보가 글로벌 미-중 경쟁과 결합되어 전개됨을 의미하며, 이는 일대일로 및 기타 경제적 수단을 동원한 중국의 신행태관계 추구 전략과 이를 견제하려는 미국의 전략이 정면으로 충돌할 가능성을 높일 것이다. 중국을 각종 안보논의에서 배제하려는 미국의 군사외교적 대응에 대해 중국은 북극에서 러시아와 경제적, 전략적 안보 협력을 더욱 과감하게 추진할 것이며, 이는 빙상 실크로드 추진을 위해 러시아와 공조하겠다는 중국의 움직임으로 이어지고 있고 미국 역시 이러한 중-러의 북극 공조에 대해 외교적 공세를 강화하고 있다.

이러한 두 방향으로의 북극 안보 경쟁의 전개는 한국의 북극 정책 추진에 장애요인으로 작용할 것이다. 우리나라는 2022년 11월 제1차 극지활동 진흥 기본계획을 확정하고 5대 추진전략으로 1) 남·북극 미지의 영역 탐사 확대, 2) 기후·환경문제 해결 주도, 3) 국가 경제에 기여하는 극지 산업 기반 마련, 4) 다원적

국내외 협력 생태계 조성, 5) 참여하고 소통하는 극지활동 강화를 제시한 바 있다.²⁵ 그런데 러시아의 우크라이나 침략에 따른 각종 북극권 협력논의에서의 러시아 배제, 그리고 중국의 공세적인 북극 진출 및 이에 대한 미국의 적극적인 견제는 우리의 극지활동 협력 파트너로 러시아 및 중국을 선정하기 어려운 상황을 만들어 내고 있다. 결국 우리나라의 극지활동은 우리와 가치를 공유하는 미국 및 자유민주주의를 신봉하는 북극권 국가들과 협력하여 전개할 수밖에 없는데, 기존에 주로 논의되던 러시아와의 경제협력을 배제하고 이러한 협력의 범위와 대상을 새로이 발굴하고 실행하는 데에는 상당한 시간과 노력이 필요할 것으로 예상된다.

북극권에서 안보적 현안들이 전면에 등장하고 있는 상황에서 우리나라가 취할 수 있는 차선책은 단기간의 이익 추구를 지양하고 장기적 관점에서 안보 문제와 직접적 관련이 없는 기초과학연구 및 국제협력활동에 집중하는 것이라고 생각된다. 북극은 기본적으로 국제적 과학기술 협력 및 경제협력의 터전이지만, 한국의 북극 진출 및 북극협력이 북극권 국가들로 하여금 한국이 경제적 이익만을 추구한다는 인상을 주지 않도록 유의할 필요성이 크다. 다소 긴 호흡으로 한국의 북극정책의 실행방향을 기후변화, 환경보호, 연안국과의 공동이익 등을 위한 과학연구 및 국제협력에 맞추어 조심스럽게 추진하고 안보 현안들이 잦아드는 시점이 도래할 때 경제적 목적의 활동을 강화하는 것으로 한다면 이는 북극권 국가들로부터 불필요한 오해를 사지 않으면서 실리를 확보하는 유효한 방법이 될 수 있을 것이다.

경제적 실리 및 에너지 안보 측면에서 러시아의 북극항로 활용과 야말 등 지역으로부터의 LNG 도입은 당장의 경제적 이익이 크겠지만, 규칙 기반의 국제질서를 지지한다는 차원에서 우리나라는 이러한 사업에 참여하는 것을 러시아와 우크라이나 간에 평화협정이 체결되고 무력충돌이 종식된 이후로 미루어 두어야 할 것이다. 실제로 이들 사업에 참여하기 위해서는 초기에 상당한 자본투자가 필요할 것인데, 러시아를 신뢰할 수 있는 파트너로 인정할 것인지도 의문이고 또 러시아가 우크라이나를 향한 우리나라의 포탄 우회지원 등을 비판적으로 바라보는 상황에서 추진이 가능하지도 않다고 판단된다.

24 유준구, 앞의 주 5, p.39.

25 관계부처 합동, 『제1차 극지활동 진흥 기본계획(2023~2027)』, 2022년 11월, p.20.

III. 마치며

2023년 현 상황에서 북극은 국제협력이 우선시되는 공간이 아니며, 신냉전 혹은 안보 경쟁이 본격적으로 전개되는 공간이다. 북극해의 해빙 감소가 인간 활동 영역을 확대시키고 있는 한편으로 미-중-러 등 강대국 간 군사적 안보 경쟁이 심화되는 상황이 동시에 벌어지고 있는 것은 러시아의 우크라이나 침략과 이에 따른 북극권 국가들의 안보 강화 움직임, 그리고 미-중간 패권경쟁의 북극권으로의 확산이 그 배경이며, 가까운 시일 내에 북극에서 미국과 중-러의 긴장이 조기에 해소되거나 기존 국제협력

의 기초가 회복될 것으로 보이지는 않는다.

북극에서의 안보 현안 부상은 기본적으로 비북극권 국가인 한국의 극지활동 추진에 부정적 요인으로 작용할 가능성이 크다. 이러한 상황에서 우리나라는 단기적 이익에 치중하는 시각을 버리고 기초과학연구 및 국제협력활동, 특히 기후변화 및 환경보호와 관련된 연구 및 국제협력에 역량을 집중하여 입장과 가치를 공유하는 북극권 국가들과의 협력의 기초하에 제한된 범위에서나마 지속적인 극지정책 실행을 모색하여야 할 것이다.



참고 문헌

- Anderson, A. (2009). After the Ice: Life, Death and Politics in the New Arctic. New-York: Harper Collins.
- Aland, K. (2008). Mikhail Gorbachev, the Murmansk Initiative, and the Desecuritization of Interstate Relations in the Arctic. Cooperation and Conflict, Vol 43, No. 3.
- Arctic Council. (1996). Declaration on the Establishment of the Arctic Council. Ottawa Retrieved from <https://oaarchive.arctic-council.org/handle/handle/11374/85>.
- Berkman, P. A., & Young, O. R. (2009). Governance and Environmental Change in the Arctic Ocean.
- Borgerson, S. G. (2008). Arctic Meltdown: The Economic and Security Implications of Global Warming, Foreign Affairs, Vol. 87, No. 2, 63-77.
- Buzan, B., Wæver, O., & Wilde, J. D. (1998). Security : a new framework for analysis. Boulder, CO: Lynne Rienner.
- Byers, M. (2010). Who Owns the Arctic?: Understanding Sovereignty Disputes in the North.
- Byers, M. Crises and International Cooperation, an Arctic Case Study, International Relations, Vol. 31, No. 4, 2017.
- CAFF (Cartographer). (2001). The limits of the Arctic according to various definitions.
- COECSW. (2019). The Maritime Dimension at the Munich Security Conference (MSC) February 2019. Retrieved from <https://www.coecsw.org/our-work/spotlights/munich-securityconference-2019/>
- Deng, B. (2016). Arctic security: evolution of Arctic security dynamics and prospect for a security regime in the Arctic. Advances in Polar Science, Vol. 27, No. 3.
- DoD. (2019a, May). Annual Report to Congress. Military and Security Developments Involving the People's Republic of China, 2019, Office of the Secretary of Defence
- DoD. (2019b, June). Report to Congress. Department of Defense Arctic Strategy. Office of the Under Secretary of Defence for Policy.
- Lackenbauer, P. W., & Lalonde, S. (Eds.). (2019). Breaking the ice curtain. Russia, Canada and Arctic Security in a Changing Circumpolar World. Calgary: Canadian Global Affairs Institute
- Looking North: Sharpening America's Arctic Focus. Speech given by U.S. Secretary of State Michael Pompeo in Rovaniemi, Finland, ahead of the 19th Arctic Council Ministerial Meeting, May 6, 2019. Available at: <https://www.state.gov/looking-north-sharpeningamericas-arctic-focus/>
- Pincus, Rebecca, China and Russia in the Arctic. Testimony before the U.S.-China Economic and Security Review Commission. Retrieved from https://www.uscc.gov/sites/default/files/Pincus_Testimony.pdf. (2019, March 21).
- State Council. (2018, January 26). China's Arctic, People's Republic of China.
- State Department. (2019b, May 6). Looking North: Sharpening America's Arctic Focus. Speech given by U.S. Secretary of State Michael Pompeo in Rovaniemi, Finland, ahead of the 19th Arctic Council Ministerial Meeting.
- Tamnes, R., & Holtsmark, S. G. "The geopolitics of the Arctic in historical perspective. In Geopolitics and security in the Arctic" (Londres: Routledge, 2004)

북극이사회 옵서버 가입 10주년, 우리나라 북극 활동 성과와 전망

배재대학교 한국-시베리아센터
연구교수 광성웅(iyan778@hanmail.net)

필자의 말

2023년은 한국이 북극이사회에 정식 옵서버로 가입한 지 10주년이 되는 해다. 2013년의 옵서버 가입은 1970년대부터 시작된 한국의 북극 진출 역사의 새로운 전환점이자, 그간 한국이 노력해 온 북극 활동의 성과가 집약된 결과물이었다. 2013년 이후 한국은 함께 가입한 일본, 중국과 함께 북극이사회 내에서 선의의 경쟁과 협력을 펼치며 적극적인 옵서버 활동을 수행하고 있다.

그리고 2023년 5월 노르웨이가 북극이사회 차기 의장국으로 선출됐다. 노르웨이는 우크라이나 전쟁으로 촉발된 북극이사회 의 마비 현상을 타개하고, 이사회 본연의 기능과 역할, 임무를 복원하겠다는 의지를 밝혔다. 우크라이나 전쟁으로 실종된 '북극 예외주의'로 인해 이러한 구상의 실현이 단기적으로는 쉽지 않아 보이지만, 중장기적으로는 북극이사회 내에서 러시아 본연의 역할 복원이 가능해질 수도 있다.

또한, 현재와 같은 첨예한 북극의 지정학적 정세 속에서 한국이 처한 공간적 협소함을 타개하려면 북극 국가보다는 옵서버 국가들과의 활발한 교류와 협력에 집중하는 것이 대안이 될 수 있다. 여기에 국가나 정부 간 의견 불일치로 북극 문제를 해결하기 위한 북극 협력이 요원해지면 민간 차원의 교류 활성화로 이를 풀어낼 수도 있다.

따라서 민간 차원의 교류와 소통 활성화를 위한 지원이 절실하며, 이를 장려하기 위한 방편 중의 하나로 북극이사회 옵서버 활동을 활용할 필요도 있다. 아무쪼록 우크라이나 전쟁으로 침체된 한국의 북극 협력 의지가 다양한 노력을 통해 복원되길 기대하며, 지난 10년의 성과를 뛰어넘는 새로운 10년의 북극이사회 옵서버 활동이 성공적으로 이루어지길 응원한다.



- I. 북극이사회 옵서버 가입 이후 한국의 북극 활동 성과
- II. 한일중 북극이사회 옵서버 활동 비교·분석
- III. 러시아-우크라이나 전쟁 발발 이후 북극이사회 의 주요 이슈
- IV. 한국의 향후 옵서버 활동 전망과 과제
- V. 마치는 말

I. 북극이사회 옵서버 가입 이후 한국의 북극 활동 성과

2023년, 어느덧 한국이 북극이사회에 정식 옵서버로 가입한 지 10년의 세월이 흘렀다. 2008년 정식 옵서버 가입을 신청한 한국은 5년 만인 2013년 5월 스웨덴 키루나에서 개최된 북극이사회 제8차 각료회의에서 정식 옵서버로 승인됐다. 이 당시 한국뿐만 아니라 아시아 4개국(중국과 일본, 싱가포르, 인도)도 함께 정식 옵서버 지위를 획득했다.

사실 2013년의 북극이사회 정식 옵서버 가입은 1970년대부터 시작된 한국의 북극 진출 역사에 있어 새로운 전환점이자, 그간 한국이 노력해 온 북극 활동의 성과가 집약된 결과물이기도 했다. 1978년 김영도 탐험대가 사상 최초로 북극 원정을 떠나면서 시작된 한국의 북극 탐사는 1989년 이봉훈 원정대의 자북극점 정복과 1991년 고정남 원정대의 북극점 도달로 이어졌다. 여기에 1990년대부터 본격화된 한국의 북극 과학연구도

ASSW)와 2012년 북태평양북극컨퍼런스(North Pacific Arctic Conference, 약칭: NPAC) 개최, 2012년 스발바르 조약 가입, 2013년 북극 정책 국제심포지엄 개최 등은 한국이 그간 펼쳐 온 북극 외교 역량 강화의 흔적들이다.²

그리고 한국의 북극 역사는 2013년 이후 정체되거나 퇴보하지 않고 오히려 더욱 적극적이고도 발전적인 행보를 이어 나가고 있다. 먼저 한국의 북극 정책은 2013년 이후 한층 체계적으로 정립됐다. 북극이사회 정식 옵서버국이 된 이후 발표된 2013년 12월의 「북극정책기본계획」은 한국이 최초로 대내외에 공개한 범정부 차원의 북극 정책으로, 이후 이를 바탕으로 중장기 전략 수립(2018년의 「북극활동진흥기본계획」과 2021년의 「2050 북극 활동 전략」과 관련법(2021년의 「극지활동 진흥법」) 제정을 이루어내며 심화·발전하고 있다.

그림 1 다산과학기지



출처 : "극지연구소," <https://www.kopri.re.kr> (검색일: 2023. 07. 03.)

2002년 노르웨이령 스피츠베르겐 섬의 니알스 과학기지촌에 개설된 '북극다산과학기지'와, 2009년 최초의 극지 연구용 쇠빙선 '아라온' 호 건조 등의 눈부신 성과들을 축적해 왔다. 마지막으로 한국의 북극 외교 역량 강화도 마찬가지다. 2000년대 후반부터 한국은 옵서버 지위 획득을 위한 국제적 공감대 형성에 노력했는데, 2008년 임시 옵서버 활동을 통한 북극이사회 고위급실무자회의의 참석과 정식 옵서버 지위 신청, 2011년 제19차 북극과학최고회의(Arctic Science Summit Week, 약칭:

그림 2 아라온 호



체계적인 북극 전략을 기반으로 다양한 국가와의 북극 협력을 확보하기 위한 외교적 노력도 활발히 병행되고 있다. 우선 2016년부터 개최되어 현재 한국의 대표적인 연례 북극학술 국제행사로 자리 잡은 '북극협력주간(Arctic Partnership Week)³을 비롯하여, 2016년 4월 한국 주도의 '한일중 고위급 북극협력대회' 신설,⁴ 2018년 12월 동북아국가 중 최초의 '북극써클 한국포럼(ACKF)' 개최,⁵ 2023년 5월 북극경제이사회(Arctic Economic Council)와 한국 북극연구 컨소시엄(Korea Arctic

1 배영자, "한국의 중견국 외교와 북극: 북극이사회 옵서버 승인과 중견국 지위 형성 연구," 『국가전략』, 제22권 2호 (경기: 세종연구소, 2016), p. 109.
2 Ibid, pp. 109-110.
3 "해양수산부 - '2022 북극협력주간'에서 북극의 미래를 논의합니다" <https://blog.naver.com/koreamof/222946686547> (검색일: 2023.07.03.).
4 외교부 국제경제국 지역경제기구조, "보도자료: 한·일·중 3국, 최초로 동북아 북극협력의 기반 마련 - 제1차 한·일·중 고위급 북극협력대회 개최 -," 외교부, 2016.4.28
5 해양수산부 해양개발과·외교부 글로벌환경과학과, "보도자료: 북극써클 한국포럼 개최," 해양수산부·외교부, 2018.11.28.

Research Consortium)의 양해각서(MOU) 체결⁶ 등은 경쟁국들에도 훌륭한 반면교사로 내보일만한 업적들이다.

2013년 이후 한국의 북극 연구 역량 역시 한층 강화됐다. 세계에서 12번째로 설치된 한국의 다산북극과학연구기지에서는 주로 북극해 해빙 분석을 통한 기후변화 연구와 대기 관측 연구, 우주와 고층대기 환경변화 연구, 북극의 해양 및 육상 생태계 모니터링, 극한지 유용생물자원 연구가 수행되고 있는데, 매년 6~9월의 하계 기간에만 60여 명의 국내외 연구자들에게 개방하면서 한국의 북극 연구에 대한 국제적 위상과 의지를 드높이고 있다. 그리고 한국의 극지 연구용 쇄빙선 '아라온' 호는 1미터의 평탄빙

II. 한일중 북극이사회 옵서버 활동 비교·분석

2023년 3월, 한일중을 포함한 아시아 북극이사회 정식 옵서버 5개국을 일본에서 개최된 '북극씨클 일본포럼(Arctic Circle Japan Forum, 약칭: ACJF)'에서 북극이사회 회원국인 북극 국가 8개국과 새로운 협력 창출에 기여하는 과정에서 아시아의 이익이 반영될 수 있도록 아시아의 옵서버 국가들이 보다 적극적으로 관련 사안에 개입하자는 논의를 펼쳤다.⁹ 이들 중 2013년 북극이사회에 정식 옵서버로 함께 가입한 한국과 일본, 중국은 북극이사회 내에서 각자의 이익을 위해 협력하고 경쟁하며 나름의 북극 활동을 적극적으로 수행 중이다. 특히 한일중의 북극이사회 옵서버 활동은 선의의 경쟁과 협력, 화합 속에서 상당한 시너지 효과를 창출하며 나름의 성과 도출에 기여하고 있다.

1) 한국의 옵서버 활동

한국의 경우 북극이사회 잠정 옵서버 가입 2018년부터 북극이사회 워킹그룹에 참여해 왔고, 대표적으로 2016년 3월 북극이사

을 3노트로 항해하고, 최대항속거리가 1만 7,000해리로 물자를 한 번만 보급해도 지구 한 바퀴를 돌 수 있는 능력을 보유하고 있는데,⁷ 아라온 호에서 한국을 포함한 각국의 연구진은 51종의 연구 장비를 활용하여 극지 환경변화 모니터링, 대기환경 및 오존층 연구, 고해양 및 고기후 연구, 해양생물자원 개발연구 등 다양한 연구 활동을 실시하고 있다. 여기에 한국은 제2의 극지 연구용 쇄빙선 도입도 계획 중으로, 총사업비 2,774억 원 규모의 차세대 쇄빙선 사업이 2021년 6월 관련 부처 정책회의에서 최종 승인되기도 했다.⁸

회 워킹그룹인 '북극해양환경보호(PAME)'의 신규 사업인 북극 해양이용현황도 작성(Arctic Marine Indigenous Use Mapping) 프로젝트에 아시아 국가중 유일하게 참여하였다. 특히 코로나19라는 전 세계적인 팬데믹으로 북극이사회 내 활동에 상당한 제약이 있었음에도 2019년부터 2021년까지 2년간 여러 워킹그룹(AMAP¹⁰, CAFF¹¹, EPPR¹², PAME, SDWG¹³)과 태스크포스(SCTF¹⁴, TFAMC¹⁵, 전문가그룹(EGBCM¹⁶, PAME SEG¹⁷)가 개최한 30차례 이상의 회의에 참석했다.¹⁸

북극이사회 산하 각종 워킹그룹과 태스크포스, 전문가그룹 등의 회의에 대한 전문가 파견은 한국에서 주로 극지연구소와 한국해양수산개발원이 담당해 왔다. 현재 한국은 북극이사회 워킹그룹인 북극해양환경보호(AMAP)가 주관하는 프로젝트들인 '기후 문제: 빙권과 기상, 생태계 영향(Climate Issues: Cryosphere, Meteorology, Ecosystem Impacts)'과 '지속 가능한 북극관측네트워크(Sustaining Arctic Observing Networks, 약칭: SAON)', '오

염물질 문제: 잔류성유기오염물질과 수은(Contaminant Issues: Pops And Mercury)'을 비롯하여 북극동식물보전(CAFF)이 주관하는 프로젝트들인 '북극의 다양성을 위한 행동(Actions For Arctic Biodiversity)'과 '북극철새이니셔티브(Arctic Migratory Birds Initiative, 약칭: AMBI)'에 참여하며 북극의 주요 현안인 기후와 환경보호 문제에 힘을 보태고 있다.¹⁹

2) 일본의 북극이사회 진출 과정과 옵서버 활동

일본은 2000년대 이전까지 정부 내에 특별한 북극 관련 조직이나 기구를 신설하지 않았다.²⁰ 오히려 일본은 과거에 국가 차원보다는 민간기구와의 협력을 통한 북극 연구에 보다 많은 관심과 노력을 기울였다. 그래서 일본의 북극 연구는 아시아 국가로서는 이른 시기인 1980년대 후반부터 시작됐고 1990년대 초 본격화됐다.²¹ 1980년대 후반 일본의 북극 연구를 주도한 기구는 민간 연구기관인 해양정책연구재단(Ocean Policy Research Foundation, 약칭: OPRF)으로 북극항로의 실현 가능성을 주로 연구했다. 그러나 2000년대 이후부터 일본은 국가 차원의 북극 전략과 정책 수립 필요성을 분명히 인식했다. 2007년 내각에 북극 정책을 담당할 종합해양정책본부를 설치했고, 2010년에는 외무성 산하에 북극 태스크포스를, 2012년 국토교통성 산하에 민·관·학 '북극항로 이용을 위한 검토회'가 출범했다. 결국 일본의 북극 드라이브는 2013년 북극이사회 정식 옵서버 가입이라는 성과로 결실을 맺었다.

옵서버 가입 이후인 2015년부터 일본은 '지속가능성을 위한 북극의 도전(Arctic Challenge for Sustainability, 약칭: ArCS)'이라는 5년 기한의 국가 연구 프로젝트를 2차례 실시하며 북극 과학연구 활성화와 전문가 교류를 위한 지원에 많은 역량을 집중해 왔다.²² 특히 일본은 이 프로젝트를 활용하여 2019년부터 2021년까지 2년간 북극이사회의 여러 워킹그룹(ACAP²³, AMAP, CAFF, EPPR, PAME, SDWG)과 전문가그룹(AMAP SLCF EG²⁴, CAFF CBird EG²⁵, EGBCM) 회의에 자국의 과학자와 전문

가를 파견하며 정식 옵서버로서 북극이사회의 활동과 성과 창출에 상당히 기여하는 것으로 평가받고 있다.²⁶

그리고 현재 일본이 관여하고 있는 북극이사회 워킹그룹의 프로젝트는 북극동식물보전(CAFF)의 '극지방의 생물학적 다양성 모니터링 프로그램(Circumpolar Biodiversity Monitoring Program, 약칭: CBMP)'과 '북극의 다양성을 위한 행동(AFAB)', 북극철새이니셔티브(AMBI), 북극해양환경보호(AMAP)의 '기후 문제: 빙권과 기상, 생태계 영향(Climate Issues: CME Impacts)'과 '지속가능한 북극관측네트워크(SAON)', '단기체류 기후변화물질에 초점을 맞춘 대기오염(Air Pollution, With A Focus On Short-Lived Climate Forcers, 약칭: SLCFS)', '지속가능 워킹그룹(SDWG)의 '북극 탄소제로(Zero Arctic)'가 있으며, 전문가그룹 프로젝트로는 '단기체류기후변화유발물질에 관한 전문가그룹(EGBCM)'이 있다.²⁷

3) 중국의 북극이사회 진출 과정과 옵서버 활동

중국은 1980년대 초부터 북극 관련 전담 부서를 설치할 정도로 북극에 대한 오랜 관심을 보여 왔다.²⁸ 여기에 중국은 1995년 최초의 북극해 탐사 이후 북극 과학연구 능력을 실질적으로 극대화할 수 있도록 노력했다. 특히 1999년 확보한 쇄빙선 '쉐룽(XUE LONG, 雪龍)호와, 2004년 노르웨이 스피츠베르겐에 개소한 북극과학연구기지 '황하(黃河, Yellow River)'는 중국의 북극 과학연구 기반과 능력을 확충시킨 분명한 성과였다.²⁹ 그리고 중국은 1997년 북극과학위원회(International Arctic Science Committee) 가입 및 2006년 북극이사회 임시옵서버 가입 승인 이후 7년여 만인 2013년 한국, 일본과 함께 정식 옵서버국이 됐다.

중국은 2013년 옵서버 지위 획득 이후부터 '존중과 협력, 상호 이익 및 지속가능성'이라는 원칙 아래 북극이사회의 현안을 다루는 여러 정부 간 회의를 비롯하여 워킹그룹, 전문가그룹 회의에 정부와 유관 기관 관계자 및 관련 연구소 전문가 등을 지

6 "극지연구소 - 쇄빙연구선 아라온호 - 쇄빙연구선 소개," <https://www.kopri.re.kr/kopri/html/infra/03030101.html> (검색일: 2023.07.03.).

7 "극지연구소 - 쇄빙연구선 아라온호 - 쇄빙연구선 소개," <https://www.kopri.re.kr/kopri/html/infra/03030101.html> (검색일: 2023.07.03.).

8 "아라온호 이어 북극 연구 전담할 차세대 쇄빙선 나온다," 『대한민국 정책브리핑』(www.korea.kr), 2021년 6월 28일, <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148889277> (검색일: 2023.07.04.).

9 한국해양수산개발원 No. 122 (2023), op. cit., p. 2.

10 북극모니터링평가프로그램(Arctic Monitoring and Assessment Programme)

11 북극동식물보전(Conservation of Arctic Flora and Fauna)

12 비상사태예방준비대응(Emergency Prevention, Preparedness and Response)

13 지속가능개발워킹그룹(Sustainable Development Working Group)

14 북극과학협력확대 태스크포스(Task Force for Enhancing Scientific Cooperation in the Arctic)

15 북극해양협력 태스크포스(Task Force on Arctic Marine Cooperation)

16 블랙카본과 메탄에 관한 전문가그룹(Expert Group on Black Carbon and Methane)

17 북극해양환경보호 워킹그룹의 물류 전문가그룹(PAME Shipping Experts Group)

18 "Compilation of Observer Regular Reports 2019-2021," Arctic Council, 2021, p. 35.

19 "REPUBLIC OF KOREA," <https://arctic-council.org/about/observers/republic-of-korea/> (검색일: 2023.07.04.).

20 박영민, "한·중·일의 북극 전략과 협력 거버넌스의 구축 필요성," 『중소연구』 제39권 제1호 (서울: 한양대학교 아태지역연구센터, 2015), p. 223.

21 ibid., p. 222.

22 Arctic Council (2021), op. cit., p. 18.

23 북극환경오염물질조치프로그램(Arctic Contaminants Action Program)

24 단기체류기후변화유발물질에 관한 전문가그룹(Expert Group on Short-Lived Climate Forcers)

25 극지방 바닷새 전문가그룹(Circumpolar Seabird Expert Group)

26 Arctic Council (2021), op. cit., pp. 18-19.

27 "JAPAN," <https://arctic-council.org/about/observers/japan/> (검색일: 2023.07.04.).

28 ed. Lassi Heininen, Arctic Yearbook 2012 (Akureyri, Iceland: Northern Research Forum, 2012), p. 82.

29 서현교, "중국과 일본의 북극정책 비교 연구," 『한국 시베리아연구』 제22권 1호(대전: 배재대학교 한국-시베리아센터, 2018), p. 124; 정규재·최영선, "중국의 북극개발 진출 전략과 전망," 『세계 에너지시장 인사이트』 제14-15호(서울: 에너지경제연구원, 2014.4.25.), pp. 3-4.

속적으로 파견해 오고 있다.³⁰ 2019년부터 2021년까지 2년간 중국의 옵서버 활동을 대표하는 전문가 파견은 주로 중국과학원(Chinese Academy of Science)과 중국환경과학연구소(Chinese Research Academy of Environmental Sciences), 동제대학교(Tongji University) 등에서 담당했다.

현재 중국이 관여하는 워킹그룹 프로젝트는 총 4개로, 북극 해양환경보호(AMAP)의 '지속가능한 북극관측네트워크(SAON)'와 '단기체류기후변화물질에 초점을 맞춘 대기오염'(Air Pollution, With A Focus On Short-Lived Climate Forcers, 약칭: SLCFS), 북극동식물보전(CAFF)의 '북극의 다양성을 위한 행동(AFAB)'과 북

극철새이니셔티브(AMBI) 등이 있다.³¹ 그런데 현재 중국의 북극 이사회 프로젝트 참여도는 주변국인 한국과 일본에 비해, 그리고 국력과 북극에 대한 국가적 관심에 비해 상당히 낮은 수준에 머무는 것으로 평가된다. 이는 북극 국가나 유관단체, 관련 기구들에게 중국이 북극의 기후변화 대응이나 환경보호보다는 천연자원 개발과 북극항로 활성화에 더 많은 관심을 두고 있는 것처럼 보이게 한다.

구분	한국	일본	중국
북극이사회 옵서버 가입	2013년	2013년	2013년
북극 관련 주무부서 및 연구기관	외교부 해양수산부 극지연구소 한국해양수산개발원 선박해양플랜트연구소 외	외무성 국토교통성 해양연구개발기구 국립극지연구소 홋카이도대학교 외	국가해양위원회, 국가해양국 중국과학원 중국환경과학연구소 동제대학교 외
북극이사회 관련 참여 프로젝트 (2023. 07. 기준)	AMAP	3	2
	CAFF	2	2
	SDWG	-	-
	Exp. Gp.	-	-
옵서버 활동 참여도 평가	아시아 최초로 워킹그룹 프로젝트 참여할 정도로 적극적	국가 차원의 거대 연구기금 조성하여 적극적 참여	북극에 대한 국가적 관심도에 비해 소극적 참여

III. 러시아-우크라이나 전쟁 발발 이후 북극이사회의 주요 이슈

2023년 5월 21일, 노르웨이가 북극이사회 차기 의장국으로 선출됐다. 노르웨이는 취임 일성으로 북극이사회의 '안정성(stability)'과 '건설적인 협력(constructive cooperation)'을 내세웠다.³² 이는 무엇보다도 우크라이나 전쟁으로 촉발된 북극이사회의 마비 현상을 타개하고, 이사회 본연의 기능과 역할, 임무를 복원하겠다는 의지로 받아들일 수 있다.

그간 북극이사회는 전임 의장국인 러시아가 우크라이나를 침공하면서 여타 7개 정식회원국의 보이콧 속에 의장 임기 2년(2021. 05. ~ 2023. 05.)의 절반 이상(2022. 03. ~ 2023. 05., 약 14개월)을 제대로 수행하지 못하는 파국과 같은 상황에 직면했다. 거의 모든 북극이사회 산하 워킹그룹과 태스크포스, 전문가그룹의 활동이 무기한 정지됐고, 1996년 설립 이후 유지된 '군

사-안보 문제가 북극이사회의 기능과 역할을 침해하지 않도록 한다'는 회원국 간의 암묵적 합의인 '북극 예외주의(Arctic Exceptionalism)'가 우크라이나 전쟁으로 사라졌다.

최근의 의장국 교체 과정에서 다른 회원국들의 반발 속에서 2년 임기를 원만히 수행하지 못한 러시아가 차기 의장국인 노르웨이에 의장국 지위를 온전히 이양할 것인지도 초미의 관심사였다. 그러나 다행스럽게도 2023년 5월 11일 러시아는 서방 국가의 보이콧에도 불구하고 북극지역의 평화와 안정을 위해 노르웨이에 의장국 지위를 인도하겠다고 밝혔고,³³ 이후 노르웨이는 회원국의 만장일치로 의장국에 선임될 수 있었다.

그럼에도 북극이사회의 기능과 역할 복원을 위한 발걸음은 쉽지 않아 보인다. 일단 우크라이나 전쟁 종결 전까지는 러시아가 북극이사회 내에서 나름의 역할을 수행하기는 어려워 보이고, 북극이사회 회원국인 핀란드와 스웨덴의 북대서양조약기구(NATO) 가입과 가입 시도로 인한 북극 지역의 군사-안보 정세 참예화로 이전과 같은 '북극 예외주의'로의 회귀가 요원할 것이기 때문이다. 실제로 핀란드는 2022년 러시아의 우크라이나 침공으로 이전까지 중요한 중심축이었던 러시아와의 협력을 더는 기대하기 힘들다는 뜻을 내비치기도 했다.³⁴ 그러나 중장기적으로는 북극이사회 7개 회원국이 러시아와의 대립을 지속해나갈 수는 없을 것이다. 북극 지역 영토의 절반 이상을 차지하고 있는 러시아를 외면하고서는 기후변화와 북극해 환경

보호 같은 주요 현안들을 해결하기란 불가능하기 때문이다. 이런 한계점 때문에 상당수 북유럽 정부 관계자들은 우크라이나 전쟁의 종전이 이루어진다면 러시아의 참여가 북극의 주요 국제적 플랫폼을 통해 성공적으로 복원될 수 있으리라 내다보고 있다.³⁵

그림 3 신임 의장국 노르웨이의 북극이사회 운영 방향 보고서



출처: "Arctic Council," <https://arctic-council.org> (검색일: 2023.07.25)

IV. 한국의 향후 옵서버 활동 전망과 과제

2021년 11월 해양수산부는 국무회의에서 「2050 북극 활동 전략」이라는 새로운 북극 비전을 보고했다. 새로운 비전에는 2050년까지 한국을 북극권 거버넌스 선도 국가로 도약시키겠다는 목표가 담겨 있다. 이런 목표를 실현하기 위한 구체적인 추진전략으로 '북극권 현안 해결 기여'와 '북극 외교의 지평 확대', '지속 가능한 북극 발전 동참', '북극에서의 적극적인 활동 기반 마련'이 제시됐다.³⁶

이 중에서 북극권 현안 해결 기여와 북극 외교의 지평 확대 전략은 현재 한국이 북극과 관련하여 주목하고 있는 기후 위기와 북극해 환경보호, 북극 원주민 문제 및 북극 국가 대상의 양자 및 다자협력의 활성화 모색과 관련이 깊다. 이와 같은 목표를 실현하기 위해 북극이사회의 워킹그룹이 추구하는 국제협력과 일맥상통하는 국제적 공동연구 참여와 한국의 북극 정책 우선순위를 감안한 맞춤형 양자 협력 활성화 및 다자협력 플랫폼

30 Arctic Council (2021), op. cit., pp. 25-26.

31 "PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA," <https://arctic-council.org/about/observers/peoples-republic-of-china/> (검색일: 2023.07.04.).

32 Norwegian Ministry of Foreign Affairs, Norway's Chairship Arctic Council 2023-2025 (Norwegian Government Security and Service Organisation, 03/2023), p. 4.

33 "북극이사회 주도권 러→노르웨이로," 『내일신문』 2023년 6월 12일, http://www.naeil.com/news_view?id_art=463555 (검색일: 2023.07.05.).

34 한국해양수산개발원, "북극소식 - 북극이사회/국제기구: 러시아가 없어도 '버렌츠-유로-북극이사회' 협력 가능(2023.3.14)," 『극지해소식』 No. 121(31 March) (부산: 한국해양수산개발원, 2023), p. 3.

35 ibid.

36 해양수산부 해양개발과, "보도자료: 기여와 신뢰를 기반으로 미래 북극 시대를 선도한다. - 해수부, 미래 북극 활동 비전 담은 '2050 북극 활동 전략' 발표 -," 해양수산부, 2021.11.29, pp. 7-9.

구축이 선행되어야 하는데, 지난 10년간 한국은 다양한 북극이 사회 옵서버 활동을 통해 이를 성공적으로 영위해 왔다.

그러나 앞으로의 10년은 한국에게 있어 지난 성취에 안주하기 어려운 험난한 도전의 시기를 예고하고 있다. 우크라이나 전쟁 발발과 같은 첨예한 국제정세 속에서 북극 활동을 위한 공간적 협소함을 타개해야 하는 과제를 안고 있기 때문이다. 특히 한국은 향후의 옵서버 활동에 있어 기존의 북극 국가뿐만 아니라 여타 옵서버 국가들과의 활발한 교류와 협력에도 집중해야 할 필요가 있다. 옵서버 국가들은 북극 지역에서의 영토 분쟁이나 군사안보 문제 같은 사활적인 이익에 매몰되어 있지 않기에, 보다 자유롭고 유연하게 북극의 주요 현안에 대한 의견 개진과 양자다자적 협력의 유지가 보다 원활히 이루어질 수 있다. 그리고 이들 옵서버국 사이의 협력 활동 증진은 추후 북극이사회 회원국들에게도 긍정적인 흐름으로 전이가 가능하다.

아울러 국가나 정부 간 의견 불일치로 북극 문제를 해결하기 위한 북극 협력이 요원해지면 민간 차원의 교류 활성화로 이를 풀어나가는 방법도 존재한다. 한국은 그동안 정식 옵서버로서 북극이사회에서 적극적인 활동을 펼쳤으나, 정부 관계자나 유관 연구기관의 전문가 위주 파견이나 활동 지원이 이루어진 측면이 존재했다. 그런데 현재 수십 년 간 축적된 북극 관련 협력을 위한 정부 차원의 한-러 인적 네트워크 교류는 우크라이나 전쟁 이후 사실상 단절됐다. 오히려 민간 차원의 교류만이 조금이나마 명맥을 이어 나가고 있는데, 이러한 점을 감안할 때 급격한 국제정세 변화나 외교적으로 민감한 분위기의 영향을 덜 받을 수 있는 민간 차원의 교류와 소통 활성화를 위한 지원과 육성책이 절실하며, 특히 이를 장려하기 위해 북극이사회 옵서버 활동을 활용할 필요가 있다고 여겨진다.

그런 의미에서 2023년 5월 한국 북극연구 컨소시엄(KoARC)이 북극경제이사회(AEC)와 북극의 지속 가능한 발전을 위한 양해각서(MOU)를 체결³⁷ 한 것은 이러한 민간 교류 활성화의 좋은 선례라 할 수 있다. 북극 지역의 지속 가능한 비즈니스와 책임 있는 경제개발 및 커뮤니티 구축에 기여하는 데 목적을 둔 북극경제이사회는 기업 간 교류와 협력 구축에 보다 큰 방점을 찍고 있

고, 총 41개의 민·관 연구기관이 회원으로 참여하고 있는 한국 북극연구 컨소시엄은 최신의 극지 이슈 발굴과 북극의 지속 가능한 연구 과제 개발 및 수행, 회원사 간 각종 연구성과 등을 공유하는 플랫폼이다. 따라서 양측의 협력은 민간 주도의 새로운 북극 관련 경제산업 교류와 소통을 활발히 촉진하는 좋은 기회로 자리매김할 수 있다.

그리고 해양수산부를 비롯한 대한민국 정부 역시 이런 민간주도의 북극 활동을 활발히 촉진시키기 위한 다양한 정책적 지원 노력을 병행해야 할 것이다. 그런 차원에서 지난해인 2022년 11월 해양수산부 주도로 발표된 범정부차원의 「제1차 극지활동 진흥 기본계획」은 주목할 만하다. 향후 우리나라의 극지활동에 대한 미래비전을 제시하고 있는 이번 「제1차 극지활동 진흥 기본계획」은 최초의 법정 기본계획으로서 남북극을 포괄하고, 과학연구뿐만 아니라 경제활동과 국제협력, 인력양성까지 극지활동 전반을 아우르는 내용을 담고 있기에 이를 정책적 기반으로 하여 앞으로 민간주도의 북극 교류가 더욱 폭넓게 활성화되는 데 도움이 될 수 있으리라 기대된다.

그림 4 한국 북극연구 컨소시엄과 북극경제이사회의 MOU 체결(2023. 05. 10.)



출처: "Arctic Economic Council," <https://arcticeconomiccouncil.com/> (검색일: 2023. 07. 25.).

37 해양수산부 해양개발과 (2023.05.10.), op. cit.

V. 마치는 말

2023년 북극이사회 정식 옵서버 가입 10주년을 맞이한 한국은 그간의 업적과 성과들을 자축하는 한편으로 이를 토대로 새로운 도약의 기회를 창출해내야 하는 과제도 안고 있다. 우크라이나 전쟁으로 북극이사회 내 회원국 간 불협화음이 강하게 도출되는 현재의 지정학적 정세는 향후 한국의 북극 활동에 있어 새로운 사고와 방향성도 요구하고 있다. 특히 현재와 같은 첨예한 국제정세 속에서 북극 활동을 위한 공간적 협소함을 타개하려면 북극 국가에 집중해왔던 그동안의 정책적 발상을 획기적으로 전환하여 옵서버 국가들과의 협력에도 관심을 기울여야 할 필요가 있다. 북극 지역의 사활적인 이익에 결부되지 않은 옵서버 국가들과는 북극 현안과 관련하여 보다 자유롭고

유연한 의견 교환이 가능하며 양자와 다자적 협력도 보다 원활히 이루어질 수 있기 때문이다. 그리고 이들 옵서버 국가의 협력 활동 증진은 추후 북극이사회 회원국들에게도 긍정적인 흐름으로 전이가 가능하다. 아울러 국가나 정부 간 의견 불일치로 북극 문제 해결을 위한 북극 협력이 요원해지면 민간 차원의 교류 활성화를 통해 이를 풀어나갈 수도 있다. 아무쪼록 우크라이나 전쟁으로 침체된 북극 협력의 의지가 이번 KoARC와 AEC의 양해각서 체결과 같은 구체적인 노력의 발현을 통해 복원되길 기대하며, 지난 10년의 성과를 뛰어넘는 새로운 10년의 북극이사회 옵서버 활동이 한 단계 더 높은 수준의 성과를 거둘 수 있기를 응원한다.

참고 문헌

1. 국내 문헌

- 박영민. "한-중 일의 북극 전략과 협력 거버넌스의 구축 필요성." 『중소연구』, 한양대학교 아태지역연구소, 제39권 제1호, 2015.
- 배영자. "한국의 중견국 외교와 북극: 북극이사회 옵서버 승인과 중견국 지위 형성 연구." 『국가전략』, 세종연구소, 제22권 2호, 2016.
- 서현교. "중국과 일본의 북극정책 비교 연구." 『한국 시베리아연구』, 배재대학교 한국-시베리아센터, 제22권 1호, 2018.
- 외교부 국제경제국 지역경제지구과. "보도자료: 한-일-중 3국, 최초로 동북아 북극협력의 기반 마련 - 제1차 한-일-중 고위급 북극협력 대화 개최 -." 외교부, 2016.4.28.
- 정규재·최영선. "중국의 북극개발 진출 전략과 전망." 『세계 에너지시장 인사이트』, 에너지경제연구원, 제14-15호, 2014.4.25.
- 한국해양수산개발원. "북극소식 - 북극이사회/국제기구: 러시아가 없어도 '바렌츠-유로-북극이사회' 협력 가능(2023.3.14).", 『극지해소식』, 한국해양수산개발원, No. 121(31 March), 2023.
- 해양수산부 해양개발과. "보도자료: 기여와 신뢰를 기반으로 미래 북극 시대를 선도한다. - 해수부, 미래 북극 활동 비전 담은 "2050 북극 활동 전략" 발표 -." 해양수산부, 2021.11.29.
- 해양수산부 해양개발과. "보도자료: 한국 북극연구컨소시엄과 북극경제이사회, 북극의 지속가능한 발전 위한 양해각서 체결" 해양수산부, 2023.05.10.
- 해양수산부 해양개발과 · 외교부 글로벌환경과학과. "보도자료: 북극씨름 한국포럼 개최." 해양수산부 · 외교부, 2018.11.28.
- "북극이사회 주도권 러→노르웨이로," 『내일신문』, 2023년 6월 12일, http://www.naeil.com/news_view/?id_art=463555 (검색일: 2023.07.05.).

- "아라온호 이어 북극 연구 전담할 차세대 쇄빙선 나온다." 『대한민국 정책브리핑(www.korea.kr)』, 2021년 6월 28일, <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148889277> (검색일: 2023.07.04.).
- "극지연구소 - 쇄빙연구선 아라온호 - 쇄빙연구선 소개," <https://www.kopri.re.kr/kopri/html/infra/03030101.html> (검색일: 2023.07.03.).
- "해양수산부 - '2022 북극협력주간'에서 북극의 미래를 논의합니다!" <https://blog.naver.com/koreamof/222946686547> (검색일: 2023.07.03.).

2. 외국 문헌

- ed. Heininen, Lassi. Arctic Yearbook 2012. Akureyri, Iceland: Northern Research Forum, 2012.
- Norwegian Ministry of Foreign Affairs. Norway's Chairship Arctic Council 2023-2025. Norwegian Government Security and Service Organisation, 03/2023.
- "Compilation of Observer Regular Reports 2019-2021." Arctic Council, 2021.
- "JAPAN," <https://arctic-council.org/about/observers/japan/> (검색일: 2023.07.04.).
- "PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA," <https://arctic-council.org/about/observers/peoples-republic-of-china/> (검색일: 2023.07.04.).
- "REPUBLIC OF KOREA," <https://arctic-council.org/about/observers/republic-of-korea/> (검색일: 2023.07.04.).