



## Snapshot



### ○ 국내 북극 관련 인문사회과학 연구 현황 및 과제

(한종만/배재대학교 러시아학과 교수) ..... 3면

본 연구를 통해 한국의 북극권 연구현황과 수준 및 방향성에 대해 다음과 사항을 도출해 보았다. 우선 한국의 대북극 연구는 북극권국가와 EU, 중국, 일본에 비해 양과 질 면에서 아직 미천한 상황이라는 점이다. 또한 북극권 활용과 개발에 관련된 과학 및 경제적 관점의 연구 편향성이 다소 두드러지게 나타나고 있다고 볼 수 있다. 다소 조심스럽기는 하지만, 지금까지의 국내 학계는 북극권의 가치성을 주로 천연자원, 에너지 개발 및 교통물류 협력 등 주로 경제적인 측면에 중점을 두었기 때문에 순수 학술적인 측면 보다는 정부의 경제협력을 지원하기 위한 보고서 자료 제출 수준에서 접근해왔다는 평가를 내려 볼 수 있을 것이다.

### ○ 북극이사회의 북극과학협력협정(안) 논의 동향 및 전망

(진동민 · 서천교/극지연구소 미래전략실) ..... 10면

기존에 북극항공해상수색구조협정 및 북극해양유류오염대비대응협정 등의 채택을 이끌어 냈던 북극이사회 8개국은 2017년 채택을 목표로 북극과학협력협정 교섭을 추진 중이다. 동 협정은 북극권 국가 간 '북극' 을 대상으로 하는 과학연구 및 이에 대한 효율적인 지원 · 협력을 의무화하는 국제조약이 될 것으로 기대되고 있다. 동 협정(안)의 주요 논의내용에 대해 살펴본다.

### ○ 인공위성을 활용한 극지 원격탐사

(김현철/극지연구소 극지해양과학연구부) ..... 15면

이 글에서는 아리랑 위성을 사용한 한국 최초 북극해 해빙연구 사례를 소개하고, 향후 극지 빙권환경 이해에 아리랑 위성이 기여할 부분을 제시함으로써 인공위성을 이용한 극지원격탐사의 중요성 및 국제 네트워크 참여를 통한 극지 원격탐사 연구의 향후 전망을 제시한다.

# KOPRI

극지연구소





## 국내 북극 관련 인문사회과학 연구 현황 및 과제

한 중 만 (배재대학교 러시아학과 교수)

지구온난화와 북극해 해빙의 가속화와 과학기술의 발달로 인해 인간과 생물의 생활공간이 북쪽으로 올라가야만 상황으로 바뀌어 가면서 북극의 가치는 급상승하고 있다. 2007년 여름 캐나다 북극해의 빙하가 녹으면서 처음으로 북서항로가 개통되었으며, 2007년 8월 초 북극점 인근해역에 티타늄 러시아국기 게양 사건, 2007-08년 제4차 '국제극지의 해', 2008년 미국지질조사국(US Geological Survey)의 북극의 이산화탄소 자원매장량의 발표<sup>1)</sup>, 2009년 처음으로 시베리아 북극해 경유 북동항로의 외국선박 운항허가 이후 해외 선박의 이용이 증가하면서 정치계, 국제기구, 학계, 기업계, 비정부단체(NGO), 매스미디어에서 북극이 주요 글로벌 이슈로 부상하고 있다. 실제로 북극권 국가뿐만 아니라 비북극권 국가들도 북극전략/정책을 정립 혹은 재정립하고 있으며, 수많은 북극연구기관의 창설과 확대와 세미나/컨퍼런스와 정책보고서와 논문들이 대량생산되고 있다.

### I. 국내 북극 관련 연구 현황

한국 내 북극연구는 2000년 중반까지 북극권국가와 EU, 중국, 일본에 비해 양과 질적으로 미천한 수준이었으며, 연구의 대부분은 이공분야의 연구가 대부분을 차지하고 있다. 2000년 중반까지 한국 내 북극에 관한 인문사회과학 연구는 태동단계 수준으로 평가된다. 2007년부터 북극이사회의 임시(ad hoc) 옵서버 활동 이후 2013년 영구 옵서버 지위 획득, 2008년 방영된 KBS '북극의 눈물' 다큐의 높은 시청률, 2009년 처음으로 취향한 연구쇄빙선 아라온호의 극지 탐사 활동, 2012년 9월 이명박 대통령의 노르웨이와 그린란드 방문, 박근혜 정부 140개 국정과제 중 13번째로 '북극항로와 북극해 개발 참여'가 선정<sup>2)</sup>, 2013년 12월 관계부처합동으로 '북극정책 기본계획(안)'을 수립<sup>3)</sup>되면서 매스미디어와 민간산학연의 개최하는 세미나/컨퍼런스는 물론 북극 정책보고서와 연구논문 등의 출판 건수가 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 이러한 북극연구의 외적이며, 양적인 풍요함에 대해 우리는 차분하고 면밀한 고민을 해 보아야 할 필



1) 북극권 내에 석유 900억 배럴, 천연가스 1,670조 입방피트 그리고 440억 배럴의 액화가스가 부존되어 있을 것으로 발표했다. 이는 세계 미 발견 석유의 13%, 천연가스의 경우 30%, 액화가스의 20%에 해당하는 막대한 양이다. 이 자원의 84%는 북극 대륙봉에 매장된 것으로 추정했다.

2) 2013년 5월 28일 140개 국정과제 최종 확정안에서 이 과제는 누락했지만 11번 '해양수산업의 미래산업화 및 체계적 해양영

토 관리' 95번 '해양환경 보전과 개발의 조화'에 내재적으로 포함된다고 볼 수 있다. 국무조정실 국정과제관리관실, 「정책브리핑」(2013년 5월 28일).

3) 한국의 관계부처는 6개부(미래창조과학부, 외교부, 산업통상자원부, 환경부, 국토교통부, 해양수산부)와 기상청이다. 요약본은 웹사이트 참조. <http://www.arctic.or.kr/files/pdf/m4/korea.pdf> (2015. 5. 25).

요성이 있다. '우리가 북극권에 대해 알고 있는 정도의 깊이는 어떠한가?', 아니, 한 발 더 나아가 '북극권의 개발 및 보존 그리고 잠재가능성을 이해하고 연구하는 방향과 경향은 어떻게 진행되고 있는 것인가?' 이데올로기 대립의 시대를 넘어 자원과 에너지 확보 및 경제 활동 공간의 확장을 추구하는 21세기 국제사회의 분위기 속에서 북극권과 관련된 이와 같은 문제는 인류 공생과 한반도의 미래에 직관되는 사항이라고 생각한다. 이러한 문제에 대한 첫 걸음은 현재 우리의 연구경향과 현황 및 성격을 파악하는 작업으로부터 시작될 수 있을 것이다. 큰 숲을 조성하기 위해서는 지금 식재하고 있는 좁은 공간의 작업들이 그 목적에 부합한 지 등의 점검이 필요하다. 다시 말해, 현재 국내의 북극권 연구현황과 경향은 어떠한 가에 대한 국내의 연구 경향과 방향성에 대한 정확하고 종합적인 이해가 필요한 시점이라고 생각한다.

본고에서는 한국 내 북극관련 학술 연구와 북극 관련 연구기관의 연구과제 등을 취합하여 연구경향과 특성을 분석하여 국내 연구의 수준을 파악하고 필요한 연구 방향성을 제시하고자 한다. 이와 같은 연구 목적을 달성하기 위해 구글, 한국국회전자도서관, 한국학술정보센터의 웹사이트에서 검색단어 '북극' 과 관련된 연구결과물과 북극 관련 연구기관의 연구과제 의 자료를 중심으로 연구물의 성격과 특성을 분석했다.<sup>4)</sup>

## 1. 구글 웹사이트 자료

세계 최대 검색사이트인 구글 사이트의 학술검색 코너를 통하여 검색어를 '북극' 으로 한정하고 '논문/자료전체' 에서 '북극' 검색 건수와 '논문/자료제목' 에서 '북극' 검색 총수를 계수했다. 이는 북극 관련 연구물에 대한 대략적인 총 건수와 연도별 증가추이를 파악

하는 데 도움을 주고 있다. 2016년 4월 5일 기준으로 '논문/자료전체' 에서 '북극' 검색 건수는 총 4,510 건, '논문/자료제목' 에서 '북극' 검색 건수는 총 257 건의 연구물이 검색되었다. <표 1>에서 보는 것처럼 '논문/자료전체' 에서 '북극' 검색 건수는 2005년까지 총 773건으로 전체 건수의 17% 수준에 불과했다. '논문/자료제목' 에서 '북극' 검색 건수도 2005년까지 57건으로 전체 건수의 22%로 유사한 비율을 보이고 있다. 북극 관련 연구는 2000년 중반부터 본격적으로 증가하는 추이를 보였지만 2014-2015년 기간 감소하는 추이를 보이고 있다.

<표 1> 1930-2016년 구글 학술검색 '북극' 에서 논문/자료 전체 및 제목 검색현황

자료 구분	논문/자료 전체에서 '북극' 검색 (총 4,510건)*	논문/자료 제목에서 '북극' 검색 (총 257건)**
2006	199	6
2007	199	22
2008	198	23
2009	268	19
2010	290	28
2011	317	20
2012	331	18
2013	349	28
2014	370	21
2015	185	10

주: \* 2016년 8건, 1930-1990년 111건, 2001-2005년 662건;

\*\* 1930-1990년 7건, 1991-2000년 11건, 2001-2005년 39건.

자료: 구글 학술검색 <https://scholar.google.co.kr/> (검색일: 2016년 4월 5일).

## 2. 국회도서관 웹사이트 자료

한국에서 가장 큰 국회전자도서관 웹사이트에서 2016년 3월 31일 기준으로 '북극' 검색 결과 2015년까지 총 769건으로 집계됐다. 그중 학술기사 364

4) 이 아이디어는 다음의 논문에서 발췌했음. 김정훈, "한·러 수교' 이후 한국 내 시베리아 지역연구 현황," 『한국사 베리아연구』(배재대학교 한국-시베리아센터) 제15권 1호, 2011, pp.1-43.

〈표 2〉 1916-2015년 국회도서관 웹사이트에서 ‘북극’ 주제 자료 현황

자료구분		2011/ 15년	2006/ 10년	2001/ 05년	1996/ 00년	1991/ 95년	1986/ 90년	1981/ 85년	1971/ 80년	1916/ 70년	
전체	건수/769건	417	213	62	14	13	19	7	16	17	
도서 자료	총	171	84	42	17	6	6	2	0	6	8
	일반도서	164	78	41	17	6	6	2	0	6	8
	세미나자료	7	6	1	-	-	-	-	-	-	-
학위논문		61	39	14	6	0	1	0	1	-	-
세미나 자료	총	364	196	94	32	5	5	8	6	9	9
	일반학술지	165	90	30	9	4	4	8	6	5	9
	등재(후보) 학술지	113	66	33	14	-	-	-	-	-	-
	기타정기 간행물	86	40	31	9	1	1	0	0	4	-
연속간행물 학술지(권호)(1)		1	1	북극정책포럼: 부산발전을 선도하는 정책정보지, 부산발전연구원 2015년							
인터넷자료		109	67	38	4	-	-	-	-	-	-
전자자료(23)	23	17	4	1	1	-	-	-	-	-	
e-Book(23)	23	17	4	1	1	-	-	-	-	-	
전자저널(0)	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	
비도서자료(35)	35	10	19	2	2	1	0	0	1	-	
멀티미디어자료(34)	34	10	19	2	2	1	-	-	-	-	
지도/기타자료(1)	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
참고데이터(5)	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	

자료: 국회전자도서관, 통합검색(초록/목차 제외) <http://dl.nanet.go.kr/SearchList.do#pd>  
(검색일: 2016년 3월 31일).

건, 도서자료 171건, 인터넷자료 109건, 학위논문 61건 순위였으며, 구글 사이트와 유사하게 2000년 중반부터 북극관련 자료건수는 630건으로 전체건수의 82%를 점유하고 있다. KCI 등재(후보)학술지 113건 중 인문사회 건수는 58건으로 집계됐다. 인터넷자료 109건의 대부분은 인문사회과학 중에서 물류, 특히 북극항로와 관련된 물류 현황과 정책에 기반을 두고 있어 한국의 대북극 진출의 관심을 반영하고 있다고 판단된다.

### 3. 한국학술정보 웹사이트 자료

국회전자도서관에 검색한 자료 건수는 구글 사이트보다 현저히 작아 ‘한국학술정보’ 사이트를 통해 ‘북극’을 검색한 결과 2016년 4월 4일 기준으로 총 3,041건으로 단행본 2,295건, 국내학술지 484건, 학위논문 228건 순위였다.

〈표 3〉 1900-2016년 RISS 통합검색 '북극' 에서 학위논문 현황

자료 구분	학위논문 (228건)	국내학술지 논문(484건)	단행본 (2,295건)
2016	11	1	3
2015	30	55	35
2014	26	59	102
2013	29	67	84
2012	23	51	138
2011	15	52	94
2010	19	43	96
2009	11	23	94
2008	13	16	57
1900/2007	71	117	1,592

주: \* 공개강의 4건, 연구보고서 등 30건을 포함한 수치임.  
 자료: <http://www.riss.kr/index.do>  
 (2016년 4월 4일 검색)

단행본 중 한국어는 1,916건, 일본어 221건, 영어 88건, 중국어 33건, 프랑스어 17건, 자료유형으로 단행본 1,979건, 비도서 314건, 고서 4건, 연도별 출판 현황도 2008-16년까지 703건을 기록했다. 수많은 단행본의 발간에 불구하고 2000년 중반까지 한국에서 북극 관련 단행본은 생물도감이나 자연과학 위주로 북극을 간접적으로 인용한 출간물이며, 역사 분야도 한국사에 나타난 북극이나 북극성이 주를 이루고 있으

며, 동화를 포함한 문학 분야에서도 북극을 직접 체험하지 않은 간접적 출간물이 대다수였다.

학위논문은 2008년부터 급증하여 2016년까지 157건으로 이공(기술과학과 자연과학) 114건, 인문과학 45건(문학 5건, 문화 40건), 사회과학 39건(국제법 3건, 물류/경제 26건, 정치/정책 10건) 순위였다. 학위논문을 가장 많이 배출한 대학교는 부산대학교 16건, 한국해양대학교 16건, 인하대학교 16건, 이화여자대학교 12건, 건국대학교 11건 순위였다. 학위 유형으로 국내 석사논문 176건, 국내 박사논문 50건, 해외박사논문 2건이었다.

국내학술지 논문 건수는 484건으로 KCI 등재지(후보) 232건(등재지 202건, 등재후보지 30건)이며, 주제별로는 기술과학 99건, 자연과학 89건, 사회과학 86건, 역사 42건, 문학 23건 순위였다. 2008-16년 논문건수는 367건으로 전체 76%를 점유하고 있다. 주요 학술지명은 월간 해양한국 (31), 해양환경안전학회 학술 발표대회 논문집 (21), 한국항해항만학회 학술대회논문집 (17), 대한조선학회 학술대회자료집 (16), 한국지구과학회지 (15), 한국기상학회 학술대회 논문집 (15), Ocean and Polar Research (14), 한국시베리아연구 (12), 대기 (8), 한국해양공학회지 (8), 지질학회지 (8), 과학동아 (7), 대한지리학회지 (7), 대한지질학회 학술대회 (6), 한국해양환경공학회 학술대회논문집 (6), Russia & Russian Federation (5) 순위였다.<sup>5)</sup>

5) 그 뒤를 이어 大韓造船學會誌 (5), 해사법연구 (5), 大韓造船學會 論文集 (4), 大韓遠隔探查學會誌 (4), 과학과 기술 (4), 국제지역연구 (4), 국토지리학회지 (4), 어린이과학동아 (4), 열린시학 (4), 한국항해항만학회지 (4), 해운물류연구 (4), BDI 포커스 (3), 國際商學 (3), 國際法學會論叢 (3), 明知語文學 (3), 服飾文化研究 (3), 道教文化研究 (3), 계간 해양수산 (3), 고구려발해연구 (3), 대한지리학회 학술대회논문집 (3), 동서연구 (3), 부산발전포럼 (3), 역사문화연구 (3), 월간 CONCEPT (3), Jpi정책포럼 (2), VIP Report (2), 世界憲法研究 (2), 中國文學 (2), 北韓 (2), 大韓獸醫學會誌 (2), 天文學會報 (2), 白山學報 (2), 韓國文化人類學 (2), 韓國港灣經濟學會誌 (2), 국제정치연구 (2), 독도연구 (2), 동아시아고대학 (2), 무역보험연구 (2), 바다 (2), 비교민속학 (2), 시와세계 (2), 에너지기후변화교육 (2), 여성문학연구 (2), 연구보고서 (2), 중소기업 (2), 지구물리 (2), 한국공간정보학회지 (2),

한국대기환경학회 학술대회논문집 (2), 한국미생물·생명공학회지 (2), 한국사연구 (2), 한국지도학회지 (2), 한국지형공간정보학회 학술대회 (2), 한국환경생태학회 학술대회지 (2), 해양국토 21 (2), 해양비즈니스 (2), 환경생물 (2), Journal of the Korean Data Analysis Society (1), 中國語文學誌 (1), 僧伽 (1), 哲學 (1), 건강소식 (1), 공연문화연구 (1), 국제법평론 (1), 국제지역학회 춘계학술대회 (1), 디지털콘텐츠 (1), 미디어와 공연예술연구 (1), 석유와 에너지 (1), 스토리&이미지텔링 (1), 안전기술 (1), 언어학연구 (1), 에너지경제연구원 수시연구보고서 (1), 자원환경지질 (1), 정신문화연구 (1), 창작과 비평 (1), 한국고대사탐구 (1), 한국공공관리학보 (1), 한국과학사학회지 (1), 한국기후변화학회지 (1), 한국노어노문학회 학술대회 발표집 (1), 한국석유지질학회지 (1), 한국소음진동공학회 논문집 (1), 한국역사연구회회보 (1), 한국중세사연구 (1), 한국항공우주정책·법학회지 (1) 순위였다.



## II. 국내 북극 관련 연구과제

한국 내 북극 관련 인문사회과학 연구는 앞에서 언급한 것처럼 2000년 중반부터 급상승하는 추이를 보이고 있다. 연구주체의 대부분은 국가기관(6개 부처와 기상청, 각주 3 참조)과 국책연구소가 담당하고 있다. 극지연구소는 수많은 단행본과 ‘Polar Brief’ 잡지 출간 외에도 ‘북극지식정보센터’를 통해 북극 관련 자료를 체계적으로 수집하면서 정보제공하고 있다. 한국 해양수산개발원은 수많은 단행본 이외에도 ‘해양정책연구’, ‘계간해양수산’, ‘KMI 수산동향’, ‘독도연구저널’, ‘북극해소식’ 등의 잡지를 통해 북극 관련 항로, 물류, 수산업 등 현황과 정책보고서 그리고 한국 해양연구원은 ‘Ocean and Polar Research’ 잡지를 통해 북극 관련 논문을 집중적으로 다루고 있다. 외교(통상)부는 ‘국제법 동향과 실무’ 그리고 외교안보원은 ‘주요국제문제분석’ 잡지를 통해 북극이사회와 북극권 협력과 제도 등의 정책보고서, 대외경제정책연구원은 4권의 단행본<sup>6)</sup>과 북극 관련 제도와 정책과 북극해 이슈, 산업연구원은 ‘KIET 뉴스브리핑’과 ‘KIET 산업경제’ 잡지를 통해 북극 관련 산업 이슈 등을 출간하고 있다. 또한 에너지경제연구원도 북극 관련 에너지 단행본<sup>7)</sup> 외에도 ‘세계에너지시장 인사이트’ 주간 잡지를 통해 북극 에너지 이슈, 지질자원연구원<sup>8)</sup>은 광물자원 등을 집중적으로 취급하고 있다. 2010년부터 이이재, 서병수 등 국회의원을 중심으로 북극 관련 정책세미나 개최는 물론 관련 국책연구소 주관 국내외

세미나가 정례적으로 개최되고 있다.

2010년부터 북극항로의 관심이 높아지면서 우리나라 연안 지자체 간 경쟁도 심화되면서 개별 지방발전연구원(부산, 울산, 강원, 경남 등)의 연구경쟁도 가열되는 현상을 보이고 있지만 한국 내 북극 관련 홍보와 연구를 확대하는데 기여하고 있다.<sup>9)</sup>

한국의 여러 재단과 학회를 중심으로 북극 관련 세미나 개최는 물론 잡지 출간도 2000년 중반부터 왕성하게 이루어지고 있다(각주 5 참조). 한국과학기술한림원<sup>10)</sup>, 한국해사문제연구소(해양한국), 세계평화터널재단(Peace Road Magazine), 한국해양전략연구소(Stratgy 21), 서울국제법연구원(서울국제법연구), 극지연구진흥회(미래를 여는 극지인) 등의 기관에서도 북극 관련 이슈를 심도 깊게 다루고 있다. 대학기관으로 배재대학교 한국-시베리아센터<sup>11)</sup>(한국시베리아연구), 배재대 북극연구단(북극연구), 한국외국어대학교 러시아연구소(Russia & Russian Federation), 영산대학교 북극물류연구소(북극물류동향), 연세대학교 동서문제연구소(동서연구) 등의 활동도 두드러지게 나타나고 있다.

한국 내 북극 관련 인문사회 연구주체는 대부분 현황 연구와 정책, 특히 북극항로와 관련된 내용이 주를 이루고 있다. 그러나 북극권 공간의 이해의 초석인 지리와 역사 분야에 관한 단행본은 1권도 존재하지 않으며, 연구논문도 찾아보기 어려운 실정이다. 최근 연구주체는 개별 북극권국가의 정책과 경제<sup>12)</sup>, 언어와 소

6) 제성훈, 민지영, 『러시아의 북극개발 전략과 한-러 협력의 새로운 가능성』(대외경제정책연구원, 2013년 12월), 김석화, 나희승, 박영민, 『한국의 북극 거버넌스 구축 및 참여전략』(대외경제정책연구원, 2014년 12월), 문진영, 김윤옥, 서현교, 『북극이 사회의 정책동향과 시사점』(대외경제정책연구원, 2014년 12월), 한종만, 『중국의 대북극 정책과 시사점, 『러시아·유라시아』 전략지역심층연구 15-15 논문집III』(대외경제정책연구원, 2015년 12월), pp.607-673.

7) 이성규, 이지영, 최윤미, 『북극의 자원개발 현황 및 전망』(의왕: 에너지경제연구원, 2010년), 김남일, 『북극해 항로개발의 자원 개발 및 에너지 안보적 시사점』(에너지경제연구원, 2011년).

8) 고상모, 『북극권(그린란드) 광물자원 개발전망』(지질자원연구원, 2013. 2. 15).

9) 강원발전연구원, 부산발전연구원(북극정책포럼, 동아시아 물류 동향), 울산발전연구원(울산 발전) 홈페이지 참조.

10) 박병권·박상범, 『북극연구의 국제적 동향과 우리나라 북극연구의 미래전략에 관한 연구』(한국과학기술한림원 2011).

11) 한국-시베리아센터 편으로 2권의 북극 관련 책 발간. 『러시아 북극권의 이해』 신아사, 2010년, 『북극, 한국의 성장공간』 명지출판사, 2014.

수민족<sup>13)</sup>, 관공<sup>14)</sup> 등 다변화되고 있는 것은 고무적이라고 생각된다.

한국 사회에서도 북극의 관심은 2007년부터 급속도로 올라갔으며, 2013년 5월 한국의 북극이사회 연구 옵서버 가입 이후 북극 붐(Arctic boom)이 일어나면서 자원개발과 북극항로가 조만간에 활성화될 것처럼 예상했다. 2014년 북동항로의 경유 선박 수는 2013년까지 지속적으로 증가하여 71척을 기록했지만 2014년 55척, 2015년 18척으로 대폭적인 감소를 기록했다.<sup>15)</sup> 또한 북극권에서 석유/가스개발은 지연되거나 혹은 유보되고 있다. 비전통적 석유/가스, 예를 들면 셰일가스 혁명과 서방의 대러시아 경제제재 조치, 국제유가의 대폭적인 하락, 그리고 쇠빙선 요금과 아이스 파일럿 요금의 폭등 등으로 인해 북극의 석유/가스개발은 중장기 차원에서 가능하다고 볼 수 있다. 그러나 이와 같은 현상을 북극 버블(Arctic bubble)이라고 까지는 말할 수는 없다고 생각된다.<sup>16)</sup>

북극공간은 지구상에 남은 마지막 남은 처녀지이며 육해공의 지경학적 잠재력과 자원의 보고지역이며 생태적으로 민감한 지역이다. 또한 북극공간은 자연, 인문, 사회 등 전 학문 연구의 보고지역이며, 과학연구의 실험장 역할을 담당하고 있다. 북극은 우리 세대뿐만 아니라 차세대를 위한 미래공간이다. 북극권의 공간은 한나라의 전유물이 아닐 뿐만 아니라 인류 공동의 유

산이며, 평화적 공간이 되어야 하며 또한 다음 세대를 위한 공간이 되어야 한다. 또한 이 공간은 지구 생태계에 민감한 지역이며, 지구촌의 기후변화와 온난화의 연구를 위한 학문/과학적 공간이 되어야 한다. 그러므로 북극권의 이용, 개발, 항행은 지속가능한 친환경 개발을 넘어서 '생태계에 기반을 둔 관리(EBM: Ecosystem-Based Management)'<sup>17)</sup>가 필요하다고 생각된다.

우리나라의 북극기본계획안에서 나타난 것처럼 6개부서와 기상청 간 그리고 지자체 간 중복업무와 갈등도 배제할 수 없어 북극관련 문제를 책임지는 컨트롤 타워를 조성하거나 혹은 지정할 필요성과 중복업무를 방지할 수 있는 범정부 차원에서의 '조정기구 혹은 위원회'의 설립 역시 필요하다. 최근 미국정부는 수많은 북극 관련 연방부서와 연방기관의 중복과 갈등을 피하기 위해 '조정기구'의 신설과 과학적 기반을 둔 통합관리 시스템은 한국의 북극정책에 많은 시사점을 제공하고 있다. 2015년 11월 '일본 북극연구컨소시엄(JCAR: Japan Consortium of Arctic Research)'과 미국북극연구컨소시엄(ARCUS: Arctic Research Consortium of the United States)과 유사한 극지연구소 내 '한국북극연구컨소시엄(KoARC: Korea Arctic Research Consortium)'의 창설은 매우 바람직하다고 생각된다.<sup>18)</sup> 이 컨소시엄은 한국 내 북극연구의 체계화를 위해 정부, 정책연구기관, 대학, 기업 등

12) 한려대화 총서, 『강대국의 북극 개발 전략과 한국의 북극 개발 참여 방안』(한려대화, 2016년), 김효선, 『글로벌 북극: 북극을 통해 들여다 본 세계경제의 지형도』(지식노마드, 2016년), Oran R. Young, 김종덕, 김윤형 편, 『북극해 시대에 대비한 국가전략수립연구』한국해양수산개발원, 2012.

13) 최우익, 『북극의 별 네네츠: 툰드라의 순록, 그리고 석유의 땅』한국외대출판부, 2012년, 푸쉬카로바, 엘레나, 김민수, 김연수 옮김, 『축치족: 신앙』(지식을 만드는 지식, 2012), 푸쉬카로바, 엘레나, 이대우 옮김, 『툰드라 네네츠 인들의 민요와 민속』(씨네스트, 2013), 스텐, 파메라(Pamela R. Stern), 박병권, 이방용, 윤용직 역, 『이누이트의 일상생활』한국해양과학기술원, 2013년, 배재대 북극연구단, 『북극연구』e-Journal 1-5호 참조.

14) 김태환, 이용욱, 『북유럽에 반하다』(서울: 헤지원, 2014년), 최명애, 『북극여행자, 북위 66.5도에서 시작된 십 년간의 여행』(서울: 작가정신, 2012년).

15) Northern Sea Route Information Office, [http://www.arctic-liaison.com/nsr\\_transits](http://www.arctic-liaison.com/nsr_transits) (검색일: 2016년 4월 12일).

16) 실제로 한국 내 북극연구 건수도 2013년을 정점으로 줄어드는 추이를 보이고 있다.

17) Berkman, Paul A. and Oran R. Young, "Governance and Environmental Change in the Arctic Ocean", Science, Vol.324 (Apr. 17, 2009), p.340.



에서 북극관련 연구를 담당하는 기관을 축으로 북극의 융복합연구 촉진을 독려하면서 과학기술, 산업, 정책 분과로 구성되어 있다.

한국의 대북극 연구는 북극권국가와 EU, 중국, 일본에 비해 양과 질 면에서 아직 미천한 상황이다. 미래공간은 현재 우리가 어떻게 준비하느냐에 따라 달라지기 때문에 수동적 자세보다는 능동적으로 준비해야 할 것이다. 남극에 2개의 한국기지와 북극 스피츠베르겐의 다산기지의 인적 및 물적 자원의 확대 등이 필요하다. 북극전문 인력의 양성과 연구촉진을 위해 극지연구소, 해양수산연구원 등의 국책연구소와 대학 및 민간 연구소를 육성해야 한다. 이를 위해 공학 및 자연과학, 지구과학 등의 이공계 전문가의 육성은 물론 인문사회과학(지리, 역사, 국제법, 심리, 정치, 경제, 경영, 보험, 금융, 물류, 교통, 지역학 등)의 연계작업, 즉 통섭적, 학제간, 융복합적 연구가 이루어져야 한다.

북극의 민감한 생태계 보전과 지속적인 성장을 위해서는 심화된 연구/과학기술의 발전과 대대적인 국내외 투자를 전제하고 있어 북극권국가뿐만 아니라 비북극권 국가의 관민산학연의 협력이 필요하다. 연구기관의 세계화를 통한 국제연구협력<sup>19)</sup>, 예를 들면 북극이사회 비정부기구의 연구 읍서버 단체 중 하나인 중국의 '북극대학기관(UArctic)'<sup>20)</sup>에 가입을 많이 한 것처럼 한국 연구기관, 예를 들면 극지연구소 등 국책연구기관과 대학기관의 가입을 통해 북극관련 연구 축적은 물론 정보의 공유가 기대된다.

### III. 맺음말

지금까지 상대적으로 열악한 연구 환경 내에서 국내의 많은 학자들의 노력은 충분히 존경받아야 한다. 그러나 21세기 북극지역은 자원 에너지와 교통물류 측면의 경제적 가치, 대륙붕 관련 자원개발과 항로 이용에 있어서의 정치적 가치, 생태계 보존과 인류 공생에 관련된 과학 및 생태적 가치와 세계화 시대 관점의 전략적 가치 그리고 인류의 사회 문화적 가치를 지닌 지역으로 인정받고 있다. 이에 걸 맞는 연구 방향성이 정립되어야 할 필요성이 있다고 생각된다. 북극권에 대한 보다 정밀하고 세분화된 연구, 이론적이고 원론적 문제를 초월한 거시적이며 미시적인 연구 접근, 경제적인 측면을 포함한 과학, 정치, 전략 및 사회문화적 측면의 접근, 국가와 인류 공생의 차원에서의 중/장기적인 연구 등과 같은 연구 방향성을 제시해 본다.

동시에 북극 전문 인력의 양성과 연구촉진을 위해 극지연구소, 해양수산연구원 등의 국책연구소의 확대, 대학 및 민간 연구소의 역량 강화를 통해 공학 및 자연과학, 지구과학 등의 이공계 전문가의 육성은 물론 인문사회과학(지리, 역사, 국제법, 심리, 정치, 경제, 경영, 보험, 금융, 물류, 교통, 지역학 등)의 연계작업, 즉 통섭적, 학제간, 융복합적 연구도 병행되어야 한다.

18) 해양수산부/극지연구소 주최, 『북극연구 컨소시엄 창립기념 국제세미나: 북극연구 융복합 협력 강화를 위하여』, 국회도서관 소회의실, 2015년 11월 3일.

19) 한국도 2014년 상하이에 소재한 '중국-노르딕북극연구센터' 설립을 벤치마킹할 필요성이 있다고 판단된다.

20) 비북극권 국가 중 중국의 UArctic 회원수가 10개로 가장 많은 반면에 한국(해양수산개발연구원)과 일본(홋카이도 대학교)은 각각 1개 연구기관이 가입하고 있다. 북극대학기관의 웹사이트 참조. <http://www.uarctic.org/>(검색일: 2015. 5. 30).



## 북극이사회의 북극과학협력협정(안) 논의 동향 및 전망<sup>1)</sup>

진 동 민 · 서 현 교 (극지연구소 미래전략실)

### I. 머리말 : 북극과학협력협정(안)의 논의 추이

2011년 북극항공해상수색구조협정과 2013년 북극해양유류오염대비대응협정의 채택을 이끌어 냈던 북극이사회(Arctic Council) 8개국<sup>2)</sup>은 2017년 채택을 목표로 북극과학협력협정<sup>3)</sup>의 교섭에 박차를 가하고 있다. 북극과학협력협정은 북극권 국가 간에 '북극'을 대상으로 하는 과학연구 및 이에 대한 효율적인 지원 협력을 의무화하는 국제조약이 될 것이다.

북극이사회는 2013년 스웨덴 키루나(Kiruna)에 열린 장관회의에서, 북극의 환경보호를 위한 북극과학연구가 북극이사회 업무에서 중요함을 인식하고 북극권 국가 간 과학연구 협력 촉진을 위한 협의(Arrangement)를 이끌어내갈 TF 결성을 포함하는 키루나 선언문(Kiruna Declaration)을 채택하였다.<sup>4)</sup>

북극이사회는 △ 특정 주요이슈 관련 정책보고서를 작성할 때, △ 중요 이슈에 대한 협정(Agreement), 조치 또는 규정 등을 만들 때, △ 북극이사회 내 새로운 조직체를 만들 때, 장관회의를 통해 TF 구성을 의

결하고 이를 합의선언문(Declaration)에 담는다. 가령 키루나 장관회의에서 채택된 키루나 선언문에는 북극권 경제활동 활성화를 목표로 하는 '북극경제이사회'(Arctic Economic Council) 출범 준비를 위한 TF 결성, 북극 블랙카본 및 메탄 배출 감소를 증진하는 조치의 협의(Arrangements)를 위한 TF 결성, 북극해양유류오염대비대응협정에 따른 해양유류오염 방지를 위한 액션플랜 및 다른 조치의 개발, 추가 조치를 위한 권고 및 작업 등을 주도할 TF 결성, 회원 8개국 간 과학연구협력의 증진을 준비하기 위한 TF 결성 등이 합의된 바 있다.

북극이사회 과학협력 TF(이하 SCTF)가 결성된 배경에는 그간 북극연구 협력에서 있어 북극해의 절반을 차지하고 있는 러시아의 소극적 자세로 말미암아 과학협력력이 특정 지역에서만 이루어지거나 인프라 공동 활용과 과학용 시료 채취 등에 제한적이었던 국제과학연구의 한계를 극복하려는 북극권 국가들의 공감각이 자리 잡고 있었다. 이에 미국의 주도로 SCTF가 결성되어, 2013년 12월 스웨덴 스톡홀름 회의를 시작으로 지금까지 총 8차에 걸쳐 회의가 개최되었다<sup>5)</sup>. SCTF는

1) 본 원고는 극지연구소 정책과제 연구비(PE-15240) 지원으로 작성됨.

2) 미국, 캐나다, 러시아, 노르웨이, 스웨덴, 덴마크(그린란드), 핀란드, 아이슬란드.

3) 현재까지 논의된 협정(안)의 명칭은 '국제 북극 과학 협력의 강화에 관한 협정'(Agreement on Enhancing International Arctic Scientific Cooperation)이나, 이 글에서는 약칭하여 북극

과학협력협정이라 한다.

4) Agree that cooperation in scientific research across the circumpolar Arctic is of great importance to the work of the Arctic Council, and establish a Task Force to work towards an arrangement on improved scientific research cooperation among the eight Arctic States.

5) SCTF는 미국과 러시아가 공동의장을 맡고 있다.

〈표 1〉 SCTF 각 회차별 주요 내용

회의	날짜와장소	주요 논의내용
1	'13.12 스웨덴, 스톡홀름	· SCTF 방향 논의 · 논의주제: (1) International Polar Initiative, (2) 중요한 북극연구 선별, (3) 자료공유(SAON), (4) 국경통과 시 연구시로 운송의 간소화, (5) 연구수행의 총괄적 관리 (6) 북극연구지원 · 러시아에서 MOU 형식의 백서발간 제안 등
2	'14.04 핀란드, 헬싱키	· UArctic, INTERACT, SAON, FARO, IPPI에서 협력연구 소개: 연구장비의 국경통관절차 간소화, 자료 공유와 통합 필요 · 북극이사회 국가별로 중요한 북극연구주제 제출 · 러시아와 미국 양해각서의 드래프트 제안 · 양해각서의 법적 구속력 여부에 대한 결정 부결
3	'14.05 아이슬란드, 레이카비크	· 러시아 초안의 양해각서 바탕에 미국, 노르웨이와 회원국 의견 추가 · 러시아 제외한 모든 회원국에서 법적 구속력의 불필요성에 일치 · 법적 구속력이 없는 문서 작성하였으나 법적 구속력 있는 양해각서 필요 · 4차 회의 논의 시 각국대표자로서 법적 구속력을 지닌 각서 작성에 참여 · 노르웨이, 캐나다가 부록에 필요한 안건 마련
4	'14.10 노르웨이, 트롬소	· 미국과 러시아의 법적 구속력을 지닌 협정서 요구 · 양해각서 합의 후 2015-2017 기간에 법적 구속력을 지닌 각서 채택 · 비회원국의 북극과학연구 협력 시 적용할 수 있도록 검토
5	'15.02. 노르웨이, 오슬로	· 법적 구속력을 지닌 협정서 구성요소 논의
6	'15.08 덴마크, 코펜하겐	· SCTF 위임자가 교체된 후 첫 모임 · 협정서 계속 작성
7	'15.12. 아이슬란드, 레이카비크	· 협정서 문안 조정(Joint Activity, 협력의 형태와 범위, 북극의 지리적 범위, 연구지역 접근, 수탁국 지정 등) · 비북극권 국가 참여방안 등
8	'16.03. 미국, 워싱턴	· TLK(전통지식) 규정 강화, 비북극권 국가와 협력 등

〈표1〉과 같이 북극과학협력협정(안)의 문안을 발전시키고 다듬어 왔다.

## II. 제7차 및 제8차 SCTF 회의의 주요 쟁점

극지연구소는 우리나라 북극활동을 저해할 요소가 혹시 있는지 논의 동향을 초기부터 지속적으로 파악하여 왔다. 특히 2015년 12월 아이슬란드에서 열린 7차에서는 독일, 영국, 프랑스 등과 더불어 본 협정이 북극에서 연구활동을 적극 수행하고 있는 비북극권국가들(Non-Arctic Countries)의 활동을 저해하는 것이 아니라 촉진하는 방향으로 진행되어야 함을 강조하였다.

〈표2〉는 2016년 3월 개최된 8차회의 결과를 반영한 협정(안)으로 미국 의장국 임기가 2017년까지 임을 고려하여 미국은 2016년 7월 캐나다 오타와에서 마지막 TF회의를 갖고 북극이사회에 안건 상정을 추진하고 있는 마지막 단계에 있어 주요 쟁점을 소개키로 한다.

본 협정(안)은 8개국 간 실질적 과학기술 연구협력 및 데이터·정보·시료·인프라 교환 또는 공동활용 등을 포괄하는 내용을 담고 있다. 다만 우리나라처럼 북극연구활동을 하고 있는 비북극권 국가나 국제북극과학위원회(IASC)와 같은 북극권연구 기반 비정부 국제기구의 활동을 차별 또는 저해할 수 있다는 우려를 낳고 있다우선 제1조(용어의 정의) 중 '협력 연구'(Joint Activities)에 대해 연구협력의 주체를 조약당사국 즉,

〈표 2〉 북극과학협력협정(안) 조문 구성

조문 구성	내용
서문	
제1조	Terms and definition (용어의 정의)
제2조	Purpose (목적)
제3조	Collaboration (협력)
제4조	Scope of this Agreement (본 협정의 범위)
제5조	Intellectual property and other matters (지적재산권 등)
제6조	Entry and exit of persons, equipment and materials (인력, 장비 및 시료의 출입)
제7조	Access to data (데이터에 대한 접근)
제8조	Access to research infrastructure and facilities (연구 인프라 및 시설에 대한 접근)
제9조	Access to research areas (연구 지역에 대한 접근)
제10조	Education, career development and training (교육, 경력개발 및 훈련)
제11조	Traditional and local knowledge (전통 및 지역 지식)
제12조	Laws, regulations, procedures and policies (법, 규칙, 절차 및 정책)
제13조	Resources (자원)
제14조	Review of the Agreement (협정의 검토)
제14조의 2	Review of the Agreement (협정의 검토)
제15조	Competent national authorities (국가권한당국)
제16조	Appendices (부록)
제17조	Settlement of Disputes (분쟁 해결)
제18조	Relationship with other international agreements (다른 국제협정과과의 관계)
제19조	Cooperation with non-Parties (비당사국과의 협력)
제20조	Amendments to this Agreement (협정의 개정)
제21조	Provisional application, entry into force, and withdrawal (임시적용, 발효, 탈퇴)
제22조	Depository(수탁국)

북극이사회 8개국으로 한정하고 있다<sup>6)</sup>. 또한 참여자 (Participant)에 대해서도 당사국의 과학기술 관련 기관, 연구소, 대학 등에 소속된 개인이나 법인체만을 대

상으로 한다. 또한 제2조 ‘목적’에서도 당사국간의 과학활동 협력을 증진 및 활성화로 한정하고 있다.<sup>7)</sup>

제3조 ‘협력 형태와 범위’에서는 당사국 간 과학연구·탐사 협력, 전문가·학생 교류, 시료 및 데이터 교환, 장비 및 인프라 공동활용 등이 포함되어 있다. 이에 대해 IASC는 “당사국은 북극에서 과학적 지식 증진을 위해 국제 과학협력을 증진하고 용이하게 하기 위해 비북극권국가와 국제기구를 실현가능한 수준으로 지원해야 한다”는 문언<sup>8)</sup>의 추가를 요청한 바 있다. 또한 IASC는 제3조에 대한 수정 요청이 수락되면 뒤의 18조 수정이 불필요함을 주장하였으나 반영이 안되었다<sup>9)</sup>.

제4조 ‘협정의 범위’에서는 기존 북극의 정의에서 벗어나 각 8개국은 각자 관할하고자 하는 과학활동의 지역적 범위를 될 수 있는 한 크게 확장하여 북극권에서 국제과학활동에 대한 자국 관할권을 강화하려는 입장을 취하고 있다.

제5조 ‘지적재산권’에 관하여 러시아는 과학연구와 탐사(exploitation)에 따른 상업화까지 고려해야 함을 강조하였다. 특히 러시아는 지적재산권의 적절한 보호와 이익 할당이 필요하다는 입장인 반면, 다른 북극권 국가들은 양자 간 조약이나, 관련 국제규정 등이 이미 있으므로 동 협정에서는 상세 기술을 피하자는 입장을 취하였다. 만일 러시아의 주장을 최대한 반영하여 본 협정에 지적재산권과 관련한 사항을 반영하려 한다면 미국의 의장국 임기 전에 협상을 완료할 수 없고 계속 지연되어 협약 체결 자체가 무산될 수도 있다는 우려를 갖고 있어 본안의 조문으로 추진될 가능성이 높은 것으로 전망된다.

제7조 ‘데이터 접근’은 지속가능 북극관측 네트워크 (Sustaining Arctic Observing Network: SAON)<sup>10)</sup>에서의 운영 원칙에 근간하여 “당사국은 발표된 결과에 대해 공개적 접근을 권장하며 북극이사회 모니터링과 관련한 데이터를 제공해야 한다”는 문언<sup>11)</sup>이 추가되었다.

제9조의 ‘연구지역 접근’에서 러시아는 상대국 활동만 지원하는 과제가 아닌 러시아 자국이 공동참여하는 협력적인 북극과학활동(Cooperative Arctic Scientific activity)에만 연구지역 접근을 허용해야 한다는 입장을 취하였다. 즉, 공동연구에 한해서 연구지역 접근해야한

다는 입장을 고수하고 있으며, 타국이 단독으로 러시아 내에서 연구활동을 수행하는 것은 불허한다는 입장이다. 제10조 ‘교육’에서는 북극과학(Arctic Science) 관련 초등교육까지 고려하여 ‘모든 수준의 교육(all levels of education)’으로 수정기로 합의하였다.

제11조의 ‘전통·지역 지식’(TLK: Traditional and Local Knowledge)에서 원주민 대표들은 TLK를 ‘Indigenous and Local Knowledge’로 수정할 것을 제안하였다. 그 이유로 Traditional은 ‘과거 지향적 및 고정적’이라는 의미를, Indigenous는 ‘유연성을 갖고 발전 중’이라는 의미를 내포한다는 입장이다. 이에 본 협정(안) 뒤의 Appendix에 정의를 포함시켜 보완 설명기로 하였다. 전통지식(TLK)은 지적재산권협정, 종다양성협약 등 다른 국제협약과도 연계된 용어라는 점에서 비북극권국가에게 어떤 영향을 미칠지에 대해 면밀한 검토가 필요할 것으로 보인다.

제14조 ‘협정의 검토’에서 발효 1년 내에 수탁국이 회의 소집하여 본 협정 문장을 검토하여 수행에 장애 요인을 검토하고, 옵서버, 북극원주민단체 등으로부터 의견을 수렴하여 최종 문안을 수정기로 하였다. 이 시기에 영·프·독 등 옵서버 국가들이 추가 의견을 내기로 자체 입장을 정리하였다.

제15조는 본 협정과 관련해 국가권한당국(Competent national authority) 및 책임연락담당자(contact point)를 지정한다는 내용이 담겨있다.

제17조 ‘분쟁 해결’에서는 일정 기간 내 분쟁 조정

실패 시 당사국은 다른 절차(process)를 통해 해결을 모색해야 한다는 문장이 제안됐으나 실패의 기준이 모호하고, 또한 다른 절차를 찾는 것도 쉽지 않다는 점을 들어 좀 더 협의하자는 데에 의견을 모았다.

제21조에서 본 협정과 관련해 자동갱신 기간은 5년으로 합의하였다.

제22조 본 협정의 수탁국과 관련해 8개국 각국이 차기 회의까지 자국 정부 차원에서 논의 후 다시 자원을 받기로 하였다.

북극지역에서 활발한 연구활동을 수행하고 있으며 향후에도 북극활동이 지속적으로 증가할 것으로 예상하는 비북극권국가인 우리나라의 입장에서는 본 협정의 가장 중요한 이슈는 제19조 ‘비당사국과의 협력’이었다. 제6차 회의까지의 협정(안)은 “어느 당사국도 동 협정에서 예측되어지는 활동에 기여할 수 있는 비당사국과 협력을 추진할 수 있다. 또한 북극의 과학적 지식을 증진하기 위한 방향으로 국제과학협력을 증진하고 활성화하기 위해 비북극권 국가 및 국제기구를 실현가능한 정도로 지원할 수 있다”라고 되어 있었다.<sup>12)</sup>

앞에서 언급한 바와 같이 우리나라는 7차 회의에서 비북극권 국가의 북극연구활동 보장을 위해 원래 문안 뒤에, “북극연구활동을 수행하는 비북극권 국가들과 국제기구도 당사국간과 같은 권리를 갖는다”라는 취지의 조문 삽입을 제안하였다. 한편 영·프·독 유럽 중심의 주요 북극연구활동 3개 국가도 7차 회의에서 다음과 같이 추가 문안을 제안하였다 : 당사국은 동

6) ... cooperative activity conducted in accordance with the provisions of this Agreement by participants from two or more States of Parties.

7) In order to advance scientific knowledge of the Arctic, the purpose of this Agreement is enhance and facilitate cooperation in Scientific Activities among the parties.

8) To the Extent feasible the Parties shall assist non-Arctic states and int'l organizations to enhance and facilitate international Scientific Cooperation toward advancing scientific knowledge on the Arctic

9) 그러나 영국, 독일, 프랑스 3국(이하 영·프·독)의 제안서 지 지로 방향을 선회하였고, 이에 EU도 3국의 제안서 지 지로 뜻을

모았다. 관련 내용은 제19조 참조.

10) 2009년 북극이사회 각료회의의 결의로 결성되었으며, 북극이사회 회의 IASC, WMO와 공동으로 추진·리드하고 있다.

11) The Parties shall also encourage open access to published results and provide relevant data into AC monitoring assessment activities.

12) Any Party may seek cooperation with States not party to this Agreement that may contribute to activities envisaged in this Agreement.][To the extent feasible the Parties shall assist [non-Arctic states][and international organizations] to enhance and facilitate international scientific cooperation towards advancing scientific knowledge on the Arctic.

협약 목적에 발전을 위해 동 협약 상의 비당사국과 과학협력을 수행하도록 권고된다. 그러한 협력은 동 협정의 정신에 의해 검토되고 동 협정 제14조(협정 검토)에 기반하여 협정의 이행을 검토할 때 고려되고 효력을 가져야 한다.<sup>13)</sup>

이런 제안에 대해 SCTF 의장(미국 국무부 극지담당 과장)은 우리나라 제출 문안이 3국과 같은 맥락이라고 소개하면서 양 제안을 병합하여 본적 토론기로 하였다. 8개국은 대체로 비북극권 국가들의 북극연구 및 활동에 대한 기여를 인정하고 있고, 또한 동 협정 체결 시 상대적 차별이나 활동을 저해할 요소가 있음에 동감하였다. 덴마크는 본 협약 서문에 비북극권국가의 제안 문안을 담는 방안, 핀란드·노르웨이·미국은 본문에 담을 것을 제안하여 8차 회의 때 입장 정리를 하기로 하였다. 비북극권국가들은 상기 문안을 협정 서문에 넣으면 추상적이고 선언적 성격이 강해 내용이 약해져 본문에 넣기를 희망하였다.

한편 가장 최근인 2016년 3월 3일부터 양일간 미국 워싱턴 NSF(국립과학재단)에서 열린 8차 회의에서는 '비북극권 국가와의 협력 강화 고려 및 적절한 규정 포함과 발효 후 이행기간 중에 관련 문안 검토 및 반영', 'TLK에 대한 고려 및 원주민과 대화채널 마련', 'TLK 보유자(holder)들의 북극과학활동 참여 등이 주요 이슈였다. 또한, 우리나라 외에 비북극권 국가인 이태리, 일본, 중국, 폴란드 등도 참가하여 비북극권 국가의 북극 과학활동 중요성 및 이에 대한 입장을 발표하였고, 향후 동 이슈와 관련하여 비북극권 국가 간 의견 교환 및 협력이 더 활발해질 것으로 예상된다.

SCTF는 향후 9차 회의를 2016년 7월 6일부터 양일간 캐나다 오타와에서 마지막 회의를 개최하고 최종 문안을 정리한 후 2107년 현 의장국 미국이 개최하는 장관회의에서 북극과학협력협정 채택을 추진키로 했

다. 다만 러시아의 적극 참여 유도를 위해 러시아에서 추가회의를 개최하는 것도 검토 중이다.

### III. 맺음말

이상의 북극과학협력협정(안)의 논의 내용을 검토하면, 먼저의 북극 기후변화 및 환경보호를 위한 북극과학 연구활동은 어느 한 나라가 할 수 없는 국제협력을 통해서 이뤄져야 한다는 정신이 밑바탕이 되어 시작된 것이며, 8개국간 협력 대상범위가 연구조사 자체는 물론, 인프라, 데이터, 시료, 연구지역 접근 등 연구활동 및 지원활동 전반을 포괄하고 있다. 나아가 비북극권 국가와의 협력활동에도 비중을 두고 있음을 알 수 있다. 또한 지적재산권 등의 논의를 고려하면 비상업적 연구활동 뿐만 아니라 상업적 연구활동도 동 협정의 고려대상이라고 할 수 있다. 원주민 대표들도 동 협정 상에서 TLK(전통 및 지식)의 정의 및 기반을 다져 나가고자 노력하고 있다.

동 협정이 2017년 현 의장국 미국이 개최하는 장관회의에서 의결되면 2011년 SAR Agreement, 2013년 Oil Spill Agreement에 이어 3번째로 북극이사회가 주도하여 북극권 국가 간의 협정이 도출되는 셈이다.

앞으로 우리나라는 북극연구활동이 활발한 비북극권 국가들과 정보 교류 및 협력을 강화하여 동 회의에서 비북극권 국가의 북극과학활동과 관련한 권리를 확보 위해 공동 대응해 나가야 할 것이다.

13) Parties are encouraged to undertake scientific cooperation [of a type envisaged under this Agreement] with States not Party to this Agreement in furtherance of the purpose of the Agreement. Such cooperation will be viewed as in

the spirit of this Agreement and [have equal validity/will be taken into consideration] when reviewing implementation of the Agreement under Article 14.





## 인공위성을 활용한 극지 원격탐사

김 현 철 (극지연구소 극지해양과학연구부)

### I. 극지연구에 필수적인 인공위성 원격탐사

북극해 해빙의 두께가 급격하게 줄어들고 있다. 2015년 겨울 북극해빙의 면적이 위성관측 이래 최저치를 기록했다고 NASA(미항공우주국)의 인공위성 자료를 이용해 NSIDC(미국 눈/얼음 자료센터)가 최근 발표했다. 이 처럼 최근에 온난화의 이슈가 되고 있는 북극해의 해빙은 인공위성 관측을 통해 그 온난화에 대한 영향이 명백히 밝혀지고 있다.

인공위성 원격탐사는 원거리에서 실제 물체와 접촉하지 않고 물체의 특성에 대한 다양한 정보를 얻어내는 기술로 극지와 같이 인간의 접근이 어려운 곳에서의 환경변화 연구에 가장 효과적인 역할을 한다. 이때문에 미국을 비롯한 선진국에서는 극지역 관측이 가능한 위성들을 개발하여 운용하고 있다. 극지에서 일어나는 여러 자연현상을 준실시간 광역 관측할 수 있는 기술을 보유한 나라가 최신의 정보와 정확한 연구 결과를 산출하고 있기때문에 인공위성 활용에 각국이 경쟁하고 있다.

우리가 익숙한 북극해에서의 해빙 변동 위성영상은 미국 NASA (National Aeronautics and Space Administration)와 일본JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency)가 공동 제공하는 수동마이크로파 관측 자료로 부터 나온 결과이다. 수동마이크로파를 이용한 인공위성원격탐사로 부터 해빙의 면적

을 추정 한 것은 1972년 12월에 발사된 Nimbus-5호에 탑재된ESMR (Electrically Scanning Microwave Radiometer)부터 시작되었다. 마이크로파의 복사율(emissivity)이 해빙과 바다 표면에서 다르다는 특징을 이용해 바다에서 해빙을 구분하면서부터 해빙관측이 시작 되었다. 북극해의 해빙이 냉전시대에 핵잠수함의 위치를 숨기는데 중요한 역할을 했기 때문에 각국에서 군사적인 목적을 위해 해빙에 대한 연구가 활성화 되었다. 또한 북극해의 해빙이 지구복사에너지 균형에 중요한 역할을 한다는 것을 인식하게되면서 현재까지 수많은 위성을 이용한 해빙 관측이 진행되고 있다.

미국에서 주도적으로 시작한 북극해 해빙 관측은 수동 마이크로파를 이용한 극궤도 위성(자오선을 따라 남북 방향으로 지구 주위를 회전하는 궤도를 이용하는 위성)을 이용하는 방식으로 북극해와 남극해 전체를 매일 관측하지만, 공간해상도(지구표면을 나타내는 점(픽셀) 하나의 크기)가 6.25km에서 25km로 정밀한 관측이 어렵다. 정밀한 관측을 위해서는 능동마이크로파를 이용한 인공위성들이 활용되고 있다. 하지만, 위성에 탑재된 센서 특성상 정밀한 자료(영상 또는 신호)를 획득하기 위해서는 위성에서 1회 관측가능한 지구표면의 범위 (Footprint)가 줄어들어야 한다. 이때문에 북극해와 같이 넓은 공간에서 일어나는 현상을 정밀 관측하기위해서는 여러 대의 위성을 활용해야한다. 또한 넓은 범위에서 빠르게 변화하는 자연현상을 관측하기 위해서는 여러 종류의 센서를 이용하여 다양

한 정보를 획득해야 한다 (예, 가시광을 이용한 다채널 영상, 마이크로파를 이용한 영상레이더, 등). 유럽 연합에서는 POLAR VIEW라는 컨소시움을 구성해서 영국, 캐나다와 함께 9개국 이상의 위성관련 유럽국에서 각국의 대학을 포함한 40여개의 기관들이 참여해서 다양한 종류의 위성과 현장관측을 통해 극지환경을 전전후 모니터링하고 있다. 최근에는 ICE-ARC (Ice, Climate, Economics-Arctic Research on Change) 프로그램을 유럽연합에서 시행하고 있으며, 이 프로그램도 캐나다, 러시아를 포함한 11개국이 참여해 북극해 환경을 다양종류의 위성을 활용해 공동 관측하고 있다. 한국도 최근 극궤도 위성인 아리랑 위성(가시광을 이용하는 아리랑 2호, 3호, 3A호와 마이크로파를 이용하는 아리랑 5호) 운용을 시작하고 있으나, 극지 관측에 아리랑 위성 사용은 아직 시작 단계이다. 특히 아리랑 5호의 경우 마이크로파를 이용하기 때문에 극지와 같이 심한 기상 변화로 대기층이 구름 등으로 덮여 있는 곳에서는 기상 관계없이 전천후 관측이 가능하다. 이 글에서는 아리랑 위성을 사용한 한국 최초 북극해 해빙연구 사례를 소개하고, 향후 극지 빙권환경 이해에 아리랑 위성이 기여할 부분을 제시함으로써 인공위성을 이용한 극지원격탐사의 중요성 및 국제 네트워크 참여를 통한 극지 원격탐사 연구의 향후 전망을 살펴보고자 한다.

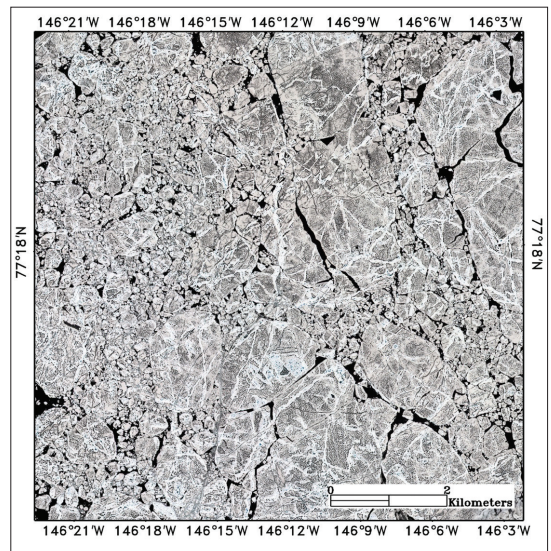
아울러, 최근 과학기술의 발달로 인해 우리주변에서 흔히 접할 수 있는 무인항공기를 이용하여, 극지역에서 지역규모의 자연환경을 효율적으로 모니터링한 사례를 제시하고, 인간의 접근이 어려운 극지역 연구에서 무인기 활용이 가지고 올 극지연구의 패러다임 변화를 살펴보고자 한다.

## II. 다양한 위성을 이용한 해빙연구

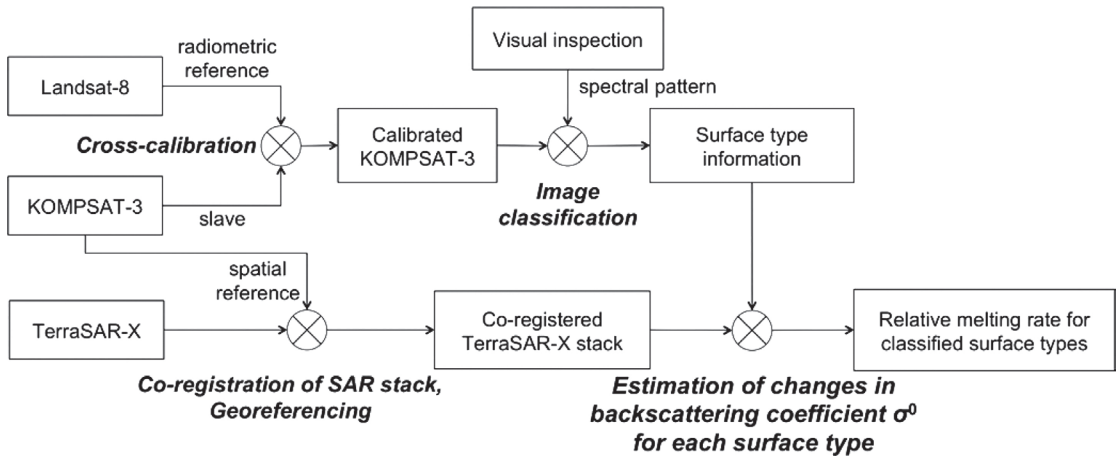
해빙의 감소속도에 Melt pond의 발생이 중요한 역할을 할 것으로 생각되고 있다. 북극해 해빙은 두께 때문에 총 부피는 지구전체의 해빙의 부피에 비해 큰 편은 아니지만, 북극해의 해빙 표면의 높은 알베도는 지

구의 복사 평형에 중요하다. 일반적으로 해빙의 표면이 85% 이상의 태양에너지를 반사하는 반면, 여름철 해빙 표면에 생성되는 Melt pond는 ice-albedo를 낮춰서 50% 정도의 반사율을 유지하게 한다. 여름철의 경우 일년생 해빙의 경우 Melt pond가 해빙표면의 30~50%를 차지하고, 다년생의 경우에는 15~25% 정도를 차지하며, Melt pond의 형태이나 깊이도 해빙이 연령에 따라 다르게 나타난다. 때문에 해빙위에 형성되는 Melt pond의 정확한 측정은 북극해에서 일어나는 복사에너지량의 변동을 예측하는데 중요한 역할을 한다. 과거 각국에서 여러 위성을 사용하여 Melt pond에 대한 연구를 진행 하였으나, 북극해에서 자주 발생하는 구름이나 해무로 인해 광학영상 확보가 어려웠다. 또한, 기상변화에서 자유로운 마이크로파를 이용한 센서들조차 다양한 형태의 Melt pond구조로 인해 해빙 표면으로 부터 정확히 Melt pond신호를 구분해 내는데 제약점이 있었다. 마이크로파를 이용한 영상 레이더는 표면의 거칠기에 따른 반사도 차이를 보여주기 때문에 정확한 형태적 특성을 구분하는데는 한계가 있다.

본 연구에서는 단일 위성을 사용한 Melt pond 연구의 한계를 극복하고자 다양한 종류의 위성을 사용하여 Melt pond의 형태적 정의를 하고, Melt pond의 형



〈그림 1〉 아리랑 3호 (KOMPSAT-3)로 촬영된 북극해 해빙 (2014/08/14)



〈그림 2〉 다양한 위성자료를 활용한 해빙연구 진행 모식도

태에 따른 마이크로파의 복사에너지 방사율의 차이를 추적하여 시간의 변화에 따른 Melt pond의 형태적 변화를 추적하는 연구를 수행하였다. 관측대상은 직경 3km정도의 다년생 해빙으로, 2014년 8월 19일부터 10월 3일 사이의 관측 기간 동안 150km 정도 이동(이동 중심 위치: 77.46°N, 143.38°W)하였다.

고해상 광학영상인 아리랑3호(한국: 공간 해상도 0.7~2.8m) 및 Landsat-8호(미국: 공간 해상도 15~30m)를 이용하여, 2014년 북극 버포트해 해빙 표면의 형성태를 광학 스펙트럼의 특성(Grenfell and Maykut, 1977)에 따라 6개의 카테고리(1. 서로 다른 해빙이 충돌하여 형성된 영역, 2. 눈으로 덮인 흰색의 해빙 영역, 3. 회색빛 Melt pond, 4. 푸른빛 Melt

pond, 5. 어두운빛 Melt pond, 6. 바다 영역)로 구분하고, 각 카테고리에 대해 마이크로파를 이용하는 TerraSAR-X(독일, 해상도 3m급)로 46일간 추적하며 연속 관측하여 획득한 15개의 유효 영상을 사용하여 시간에 따른 각각의 변화 특성을 추적하였다.

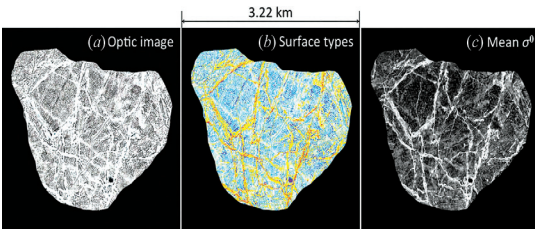
해빙표면의 특성에 따라 분류된 6가지의 영역 중, 3가지 종류의 Melt pond 형태에서 시간의 변화에 따라 각각 다른 레이더산란계수(Radar backscattering coefficient: 관측 목표물의 표면특성에 따라 반사되는 상이한 수치로, 목표물 구분의 기준으로 사용)가 관측되었다. 관측 기간동안 관측해빙으로부터 4.5km 떨어진 해빙에 설치한 AWS(automatic weather station)으로 부터 바람세기와 대기온도도 연속 측정하였다.

〈표 1〉 연구에 사용된 광학 영상 및 영상 레이더 위성자료

Satellite name	Sensor type	Band	Acquisition date	Number of scenes	Spatial resolution
Landsat-8	Multispectral (MS)	11 channels in VNIR-TIR (0.43–2.3, 10.6–12.5 μm)	17 August 2014	1	30 m (MS) 15 m (PAN)
KOMPSAT-3	Multispectral (MS)	5 channels in VNIR (0.45–0.90 μm)	14 August 2014	1	2.8 m (MS) 0.7 m (PAN)
TerraSAR-X	Synthetic Aperture Radar (SAR)	1 channel in X-band (9.65 GHz), HH polarization	19 August–3 October 2014	15	3 m

MS: multispectral band; VNIR: visible and near infrared; PAN: panchromatic band; TIR: thermal infrared.

관측된 온도 자료를 바탕으로 관측기간을 해빙(melt) 기간, 중간단계 기간, 첫번째 결빙(freeze-up) 기간, 두 번째결빙(freeze-up)으로 나누었다. 네 단계의 기간 동안 해빙표면의 Melt pond 는 대기 온도 변화에 따라 녹고(melt) 어는(freeze-up) 현상이 순차적으로 관측 되었다.



〈그림 3〉 관측 대상 해빙과 표면 특성 분류 : (a) 광학영상 (Red-green-blue: RGB), (b) 광학 스펙트럼 기반 5가지 해빙 표면 특성: pressure ridge (red), white ice (yellow), grey ice (white), blue melt pond (cyan), and dark melt pond (purple), (c) radar backscattering coefficient ( $\sigma^0$ ) 평균: 밝은색일수록 높은 산란계수를 나타냄.

### III. 위성기반 해빙 연구의 의의 및 국제 공동연구의 필요성

본 연구에서는 다양한 종류의 위성을 이용하여 해빙 위에서 일어나는 작은 규모의 Melt pond의 생성 과정을 파악할 수 있게 되었다는데 큰 의의가 있다. 이는 인공위성 원격탐사를 통해 해빙 위에서 생성되는 Melt pond를 정량적으로 파악 가능하다는 것을 의미 한다. 북극해에서 해빙 감소에 의한 알베도 감소의 큰 원인으로 작용할 것으로 생각되는 Melt pond가 실제 지구복사 평형에 어느 정도의 역할을 하는지 파악 할 수 있는 방법론을 제시하였다. 특히 해빙/대기 접합모델을 이용한 기후변화 연구에 해빙 표면의 특성과 시간에 따른 해빙 변화 특성은 중요한 입력인자로 기후예측 모델의 활용성을 높이는데 핵심적인 역할을 할 것이다. 일반적으로 정밀 광학 영상으로 부터 얻을 수 있는 여러 정보는 가장 확실한 연구 자료가 될 수 있으나, 극



〈그림 4〉 다양한 종류의 인공위성을 이용한 극지원격탐사 연구: 아리랑 위성 활용 및 국제공동연구를 통해 각국에서 운영 중인 다양한 종류의 위성자료 공동 활용.



지역은 기상 상태의 특성상, 광학 영상 확보는 아주 어렵기 때문에 정밀 광학 영상을 이용한 연구 결과들이 잘 발표되고 있지 않다. 본 연구에서 사용한 방법은 미국 ONR MIZ(Office of Naval Research 에서 수행하는 Marginal Ice Zone) 프로그램에서 획득한 독일 영상과 한국의 아리랑 위성을 공동 활용한 사례로 앞으로 극지연구에 대한 위성활용분야의 방향을 제시한 연구이다. 또한, 위성을 활용한 극지 연구에서는 국제

공동연구가 반드시 이루어져야 한다는 것을 이미한다. 머리말에서 언급했듯이 많은 나라에서 극지연구를 위해 위성 공동활용 방안을 모색하고, 컨소시움등을 구성하여 보다 효과적인 위성기반 극지연구를 수행하고 있다. 우리나라에서 운영중인 아리랑 위성을 극지연구에 보다 적극적으로 활용 가능하다면, 우리나라 위성의 국제적인 위상 제고 뿐 아니라, 한국이 주도적인 극지 연구를 수행할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

Alexandra Witze 2016, "Warm winter takes its toll on Arctic ice: Scientists push for better monitoring what remains." Nature 531,15-15.

Curry, J. A., J. L. Schramm, and E. E. Ebert. 1995. "Sea Ice-Albedo Climate Feedback Mechanism." Journal of Climate 8: 240-247.

Deledalle, C.-A., L. Denis, F. Tupin, A. Reigber, and M. Jager. 2015. "NL-SAR: A Unified Nonlocal Framework for Resolution-Preserving (Pol)(In)Sar Denoising." IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 53 (4): 2021-2038.

Derksen, C., J. Piwowar, and E. LeDrew. 1997. "Sea-Ice Melt-Pond Fraction as Determined from Low Level Aerial Photographs." Arctic and Alpine Research 29 (3): 345-351.

Divine, D. V., M. A. Granskog, S. R. Hudson, C. A. Pedersen, T. I. Karlsen, S. A. Divina, A. H. H. Renner, and S. Gerland. 2015. "Regional Melt-Pond Fraction and Albedo of Thin Arctic First-Year Drift Ice in Late Summer." The Cryosphere 9: 255-268.

Eicken, H., T. C. Grenfell, D. K. Perovich, J. A. Richter-Menge, and K. Frey. 2004. "Hydraulic Controls of Summer Arctic Pack Ice Albedo." Journal of Geophysical Research: Oceans 109 (C8).

Fetterer, F., and N. Untersteiner. 1998. "Observations of Melt Ponds on Arctic Sea Ice." Journal of Geophysical Research: Oceans 103 (C11): 24821-24835.

Grenfell, T., and G. Maykut. 1977. "The Optical Properties of Ice and Snow in the Arctic Basin." Journal of Glaciology 18: 445-463.

Jeong-Won Park, Hyun-Cheol Kim, Sang-Hoon Hong, Sung-Ho Kang, Hans C. Graber, Byongjun Hwang & Craig M. Lee (2016) "Radar backscattering changes in Arctic sea

ice from late summer to early autumn observed by space-borne X-band HH-polarization SAR," Remote Sensing Letters, 7:6, 551-560.

Polashenski, C., D. Perovich, and Z. Courville. 2012. "The Mechanisms of Sea Ice Melt Pond Formation and Evolution." Journal of Geophysical Research: Oceans 117: C01001.

Rösel, A., and L. Kaleschke. 2011. "Comparison of Different Retrieval Techniques for Melt Ponds on Arctic Sea Ice from Landsat and MODIS Satellite Data." Annals of Glaciology 52 (57): 185-191.

Rösel, A., L. Kaleschke, and G. Birnbaum. 2012. "Melt Ponds on Arctic Sea Ice Determined from MODIS Satellite Data Using an Artificial Neural Network." Journal of Geophysical Research: Oceans 6 (2): 431-446.

Scharien, R. K., and J. J. Yackel. 2005. "Analysis of Surface Roughness and Morphology of First-Year Sea Ice Melt Ponds: Implications for Microwave Scattering." IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 43 (12): 2927-2939.

Schröder, D., D. L. Feltham, D. Flocco, and M. Tsamados. 2014. "September Arctic Sea-Ice Minimum Predicted by Spring Melt-Pond Fraction." Nature Climate Change 4: 353-357.

Stroeve, J. C., M. C. Serreze, M. M. Holland, J. E. Kay, J. Malanik, and A. P. Barrett. 2012. "The Arctic's Shrinking Sea Ice Cover: A Research Synthesis." Climatic Change 110 (3-4): 1005-1027.

Yackel, J. J., D. G. Barber, and J. M. Hanesiak. 2000. "Melt Ponds on Sea Ice in the Canadian

Archipelago: 1. Variability in Morphological and Radiative Properties." Journal of Geophysical Research: Oceans 105 (C9): 22049-22060.

## Polar Brief 편집위원회

편집위원장 윤호일 (극지연구소, 부소장)

편집위원 김성중 (극지연구소, 극지기후변화연구부장)  
신형철 (극지연구소, 국제협력실장)  
이유경 (극지연구소, 북극환경·자원연구센터장)  
진동민 (극지연구소, 미래전략실장)

편집간사 서원상 (극지연구소 책임연구원)



「Polar Brief」에 게재된 원고는 극지연구소가 아닌 필자의 견해입니다.  
본 간행물의 무단복제행위를 금합니다.

No. 12 (제12호)

# Polar Brief

