

양극해 1단계 연구사업 성과분석 및  
미래 연구방향 수립



2014.04.

(주)기술과 가치

# 제 출 문

극지연구소장 귀하

본 보고서를 “양극해 R&D 2단계 후속사업 기획연구” 과제의 위탁연구 “양극해 1단계 연구사업 성과분석 및 미래 연구방향 수립” 과제의 최종보고서로 제출합니다.



|         |            |
|---------|------------|
| 총괄연구책임자 | : 강 성 호    |
| 위탁연구기관명 | : (주)기술과가치 |
| 위탁연구책임자 | : 양 현 모    |
| 위탁참여연구원 | : 강 원 진    |
| “       | : 최 정 욱    |
| “       | : 김 보 경    |
| “       | : 박 혜 린    |

# 요 약 문

## I. 제 목

“양극해 1단계 연구사업 성과분석 및 미래 연구방향 수립”

## II. 연구의 목적

- 본 연구는 해양수산부 “양극해 연구사업(K-PORT & K-POD)” 1단계 사업이 종료(2014년) 되는 상황에서 1단계 사업에 대한 추진성과와 최근 양극해를 둘러싼 대내외 환경분석을 통해 미래 양극해 연구를 위한 방향성을 제시하는데 목적이 있음
  - 기 추진된 양극해 1단계 연구사업에 대한 추진성과 분석
  - 양극해를 둘러싼 대내외 환경 및 연구동향 분석
  - 주요 국가별 양극해 관련 연구주제 및 연구지역에 대한 차이분석

## III. 1단계 연구사업 개요 및 성과

### 1.1단계 연구사업 추진경과

- 양극해 사업은 쇄빙연구선 ‘아라온’을 활용한 남·북극 탐사 및 연구활동을 본격적으로 추진하기 위해 ‘11년 시작
  - 양극해 환경변화 이해 및 활용연구(K-PORT)와 양극해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발(K-POD)로 구분되어 추진

< 1단계 양극해 연구사업 개요 >

| 구분     | 양극해 환경변화 이해 및 활용연구 (K-PORT) | 양극해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발 (K-POD) |
|--------|-----------------------------|-------------------------------|
| 사업기간   | 2011. 11 ~ 2015. 11 (1단계)   | 2011. 11 ~ 2015. 11 (1단계)     |
| 사업비    | 15,000,000 천원               | 6,000,000 천원                  |
| 주관연구기관 | 극지연구소(연구책임자 : 강성호)          | 극지연구소(연구책임자 : 임정한)            |

- 양극해 사업은 ‘20년까지 3단계 사업으로 기획되었으며, 1단계 210억원을 포함하여 총 990 억원이 투입될 예정임

표 3.2 양극해 연구사업 단계별 예산투입 현황

(단위: 억원)

| 구 분                            | 연 도 | 1단계<br>(2011~2014) |     |     |     | 2단계<br>(2015~2018) |     |     |     | 3단계<br>(2019~2020) |     | 계   |
|--------------------------------|-----|--------------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|
|                                |     | 1차년                | 2차년 | 3차년 | 4차년 | 1차년                | 2차년 | 3차년 | 4차년 | 1차년                | 2차년 |     |
| 총계                             |     | 45                 | 45  | 60  | 60  | 100                | 115 | 120 | 135 | 150                | 160 | 990 |
| - 양극해 환경변화 이해 및 활용연구(K-PORT)   |     | 30                 | 30  | 45  | 45  | 50                 | 55  | 60  | 65  | 70                 | 70  | 520 |
| - 양극해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발(K-POD) |     | 15                 | 15  | 15  | 15  | 50                 | 60  | 60  | 70  | 80                 | 90  | 470 |

## 2. 1단계 연구사업 성과 종합

- 1단계 연구사업을 통해 양극해 지역에 대한 다양한 측면의 기초자료를 확보하였으며, 이는 국내 극지연구 수준을 선진국의 수준 도약시키는데 획기적으로 기여
  - 특히 국내 최초의 쇄빙선 아라온호를 활용하여 연구사업이 진행되면서 연구 지역에 대한 접근성이 획기적으로 개선되면서 다수의 연구성과물이 창출됨
- 1단계 연구사업을 통해 창출된 성과를 정리하면 다음과 같음

|             |                                                 |
|-------------|-------------------------------------------------|
| <b>성과종합</b> | <b>1단계 연구사업은 국내 극지연구 수준을 선진국 수준으로 도약시키는데 기여</b> |
|-------------|-------------------------------------------------|

| 과학기술적 성과                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 사회경제적 성과                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 정책적 성과                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 논문성과 :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 양적 : SCI 15건, 비SCI 1건</li> <li>- 질적 : IF 3.34, 인용도 2.08</li> </ul> </li> <li>○ 특허성과                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 양적 : 국내 5건, PCT 1건</li> </ul> </li> <li>○ DB구축 : 5건</li> <li>○ 국제협력기반구축 : 7건</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 상용화 성과                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술이전 : 0건</li> <li>- 발생매출액 : 0백만원</li> </ul> </li> <li>○ 인력양성 성과                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인력양성 : 9명</li> <li>- 인력파견 : 3명</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북극정책 기본계획 등 정책 개발/수립을 위한 기초 자료 제공</li> <li>○ 국제기구 회의의 적극적인 참여를 통해 신뢰구축 및 위상 강화</li> <li>○ 북극연구를 통해 새로운 비즈니스 모델을 발굴하고, 산업화를 위한 기반 마련</li> </ul> |

- 이와 같은 연구결과는 향후 양극해에 대한 우리나라의 기득권 확보를 위한 중요자료가 될 것이며, 연구사업 결과 축적된 극한지 탐사기술은 오지에서의 탐사활동 및 자원탐사분야에 상당한 파급효과가 기대됨

## IV. 국내 연구수준 및 역량분석

### 1. 국가경쟁력 비교

| 구분                   | 핵심기술                            | 국외                                                                                 | 개발 현황                                         | 수준<br>(국외대비) |
|----------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------|
| 양극해<br>해양환경<br>연구    | 극지해양<br>지구물리자료<br>분석기술          | 남북극 지체구조 및<br>지질환경 연구(미 NSF, 독<br>AWI, 영 BAS 등)                                    | ○ 극지연구소 및<br>유관기관에서 연구진행                      | 80%          |
|                      | 북극해<br>장기관측시스템<br>운영            | 미국 WHOI에서는 북극해<br>해양 및 해빙 모니터링을<br>위해 2008년부터 ITP<br>(Ice-Tethered Profiler)<br>운영 | ○ 극지연구소에서는 2015년<br>장기관측시스템 구축을<br>목표로 함      | 50%          |
|                      | 척치해 결빙해역<br>환경 및 생태계<br>현장 모니터링 | 중국, 일본, 미국, ‘북극해<br>연구’ 사업 수행                                                      | ○ 국제 공동연구를 통한<br>교차승선 및 자료 공유                 | 100%         |
| 양극해<br>해양생물자<br>원 연구 | 극지생물자원 및<br>유전체                 | 미국 2003년 “게놈시대의<br>극지생물학 프론티어”<br>보고서 발표                                           | ○ 극지연구소 및 일부<br>유관기관 연구진행                     | 50%          |
|                      | 남극 광물,<br>생물자원 수집               | 중국 ‘극지표본자원 공유<br>플랫폼’ 사업                                                           | ○ 극지연구소 및<br>유관기관에서 생물자원<br>수집 및 활용기술 개발      | 70%          |
|                      | 극지유래 천연물<br>신약                  | 미국 Lilly, Corey, Merck 등<br>천연물신약 프로젝트 진행<br>중                                     | ○ 극지연구소에서 천연물<br>추출물 개발                       | 60%          |
|                      | 북극 자원탐사                         | 미국 USGS, 캐나다 GSC,<br>독일 AWI 등 북극탐사<br>강화                                           | ○ 극지연구소에서<br>쇄빙연구선<br>‘아라온’호를 활용한<br>북극탐사 수행중 | 50%          |
|                      | 북극<br>에너지자원개발                   | 세계 메이저 석유회사 들                                                                      | ○ 한국가스공사에서<br>캐나다 유전 개발<br>투자중                | 20%          |
|                      | 북극 자원개발<br>기술                   | 세계 E&P 회사들                                                                         | ○ 국내 관련산업체 관망중                                | 10%          |

## 2. SWOT 분석을 통한 역량분석

### □ SWOT 분석

| 강점<br>(Strength)                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 20년간 극지해 기초 연구를 통한 극지 기초 연구 및 응용 기술 축적</li> <li>○ 쇄빙연구선 아라온 및 장보고 기지 건설, 북극다산과학기지 등 연구 인프라 확보</li> <li>○ 국내외 협력 네트워크 보유 (SCAR, IASC, PAG, BipAG, PAP 등)</li> <li>○ KOPRI-NPI 극지연구 협력센터 설립으로 북극권 국가와의 공동연구를 위한 협력거점 마련</li> <li>○ 바이오 소재 개발을 위한 우수한 기반기술 및 인프라 축적</li> </ul> |

| 약점<br>(Weaknees)                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 쇄빙선 장착 연구장비 활용 경험 부족</li> <li>○ 극지해 연구자료의 활용 미흡</li> <li>○ 선진국 대비 극지해 연구 투자 미흡</li> <li>○ 극지해 전문연구 인력 부족</li> <li>○ 극지해 연구 중요성에 대한 일반대중 인식 부족</li> <li>○ 국내 산업체의 극지 개발에 대한 소극적 자세</li> </ul> |

| 기회<br>(Opportunities)                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 글로벌 이슈 해결책으로 극지해 중요성 부각</li> <li>○ 정부의 극지해 연구 활성화 정책 강화</li> <li>○ 국가간 미래자원확보에 대한 필요성 증대</li> <li>○ 극지해 연구의 국가 간 양극 환경 및 활용 연구 중요성 인식 고조</li> <li>○ 극지활동진흥법 제정에 따른 체계적인 연구 수행 가능</li> <li>○ 북극이사회 정식옵서버 국가 진출('13.5)로 북극권 국가와의 양자/다자간 경제협력 가능</li> </ul> |

| 위협<br>(Threats)                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 극지해 연구 선점 국가들의 활동 가속화 및 연구개발 결과 블록화</li> <li>○ 북극권 국가들의 자국 해양자원에 대한 배타적 영유권 강화</li> <li>○ 극지해에 대한 경제적 이익 중심의 국가 경쟁 강화</li> <li>○ 극지해의 장기적인 연구추진에 대한 인식 부족</li> <li>○ Bioprospecting에 의한 극지해 해양생물 확보 어려움</li> <li>○ 극지해 환경보호 강화에 따른 자원탐사 활동 약화</li> </ul> |

### □ 2단계 전략 도출

- S-O(Strength, Opportunity) 전략
  - 아라온호 등 국내 보유 인프라를 활용하여 북극권 연안국과의 국제공동연구를 강화
- W-O(Weakness, Opportunity) 전략
  - 연구결과의 DB화 및 통합을 통해 연구결과의 활용성 극대화
- W-T(Weakness, Threat) 전략

- 국내외 극지해 협력 네트워크를 적극적으로 활용하여 전문연구인력 부족 문제 해결
- S-T(Strength, Threat) 전략
  - 북극 외해의 미답지를 중심으로 연구지역을 다변화

## V. 양극해 연구추진 방향 및 주제 도출

### 1. 양극해 연구추진 방향

#### □ 국제사회에서 선점이 가능한 연구분야를 발굴하여 집중 지원

- 극지연구의 특수성을 고려한 국제사회의 극지연구 방향성과 국가차원의 극지연구 방향성을 동시에 고려
- 단기적, 장기적 연구의 차별화 및 각 연구분야 별 공유를 통한 시너지 확대

#### □ 선택과 집중에 의한 전략적 최적 포트폴리오 구축

- 양극해 연구를 북극해 환경 (K-PORT)과 극지 해양자원(K-POD) 연구부분과 장비 및 활성화 기반구축으로 특성화함
- K-PORT는 북극해역에서 일어나는 시·공간 규모의 환경변화를 다학제적인 방법으로 관측·비교하므로써 변화양상을 이해하고 글로벌 이슈해결을 위한 과학적 근거를 제시하고자함
- K-POD는 지질자원과 생물자원으로 구분
  - 1) 양극해 해양생물자원 연구는 종 다양성과 대사체 정보를 조기에 확보하고 대사체 정보를 기반으로 한 생물공학 활용연구를 확대
  - 2) 양극해 지질자원은 자원개발 시점을 대비한 기초 지질정보를 지속적으로 확보하고 가능한 정보의 범위에서 활용방안을 지속적으로 도출

#### □ 과감한 투자를 통하여 단편적 연구보다는 장기적이면서도 단기간에 성과를 도출할 수 있는 분야 발굴, 집중 투자

- K-PORT는 글로벌 이슈에 대한 장기적 목표를 수립하고 지속적인 연구투자를 확보하여 대형 국제공동연구로 진행
- K-POD는 극지자원 확보를 목표로 산학연 연구로 추진하여 단기적인 연구성과를 도출할 수 있도록 초기부터 연구투자를 집중함

□ 장기 기술개발이지만 다양한 참여 연구진 구성을 통해 조기 성과달성이 가능하도록 지원

□ 국제협력을 통한 국가 위상 제고 및 이에 대한 지원 체계 구축

- 장기적인 관점에서 세계적 추세인 인간-환경의 관계를 연구할 수 있도록 자연-사회과학적 융합적 연구 추진 검토

## 2. 양극해 연구주제 도출

### 가. 북극해 환경변화 이해 및 활용방안 연구(K-PORT)

□ 연구목표

- 북극항로 주변해역의 지속적인 해양환경 모니터링과 북극권 국가와의 국제협력 확대를 통한 글로벌 이슈 대응 및 북극해 활용방안 제시

□ 주요 연구내용

- 북극 해빙 및 해양환경 변화 연구
  - 인공위성을 활용한 해빙변화 모니터링
  - 해빙 물리적 특성 수치적 정량화 및 재현
  - 해양변동성과 해빙분포의 상호 작용
  - 해수분포 및 해양순환 변동성 파악
- 해양-대기 이산화탄소 증장기 변동 및 해양산성화 이해
  - 해양-대기 이산화탄소 (CO<sub>2</sub>) 흡수력 변동 원인 파악
  - 해양 산성화 장기관측 기반 구축
  - 해양 내부 탄소 저장능력 변화 양상 이해
  - 북극해역 해양산성화에서 해빙역할 이해
- 해빙-수층 환경 및 생태계 구조의 변동성 이해
  - 해빙-수층 환경 변화에 따른 먹이망 구조의 변동성 파악
  - 해빙-수층 생태계환경 수용력 (carrying capacity) 측정
  - 해빙-수층의 생지화학적 순환 인자의 변동성 이해



- 북극 해저지질특성 및 환경변화 이해
  - 해저지형변화 조사 및 미답해저지형 탐사
  - 빙해역 천부퇴적구조 및 지질현상 규명
  - 북극해 광역지체구조 연구
- 웹 GIS기반 북극해 환경도 가시화
  - 북극해 환경도 가시화 시스템 프로토타입 운용
  - 북극해 환경도 가시화 시스템 고도화

## □ 2단계 연구사업 지역

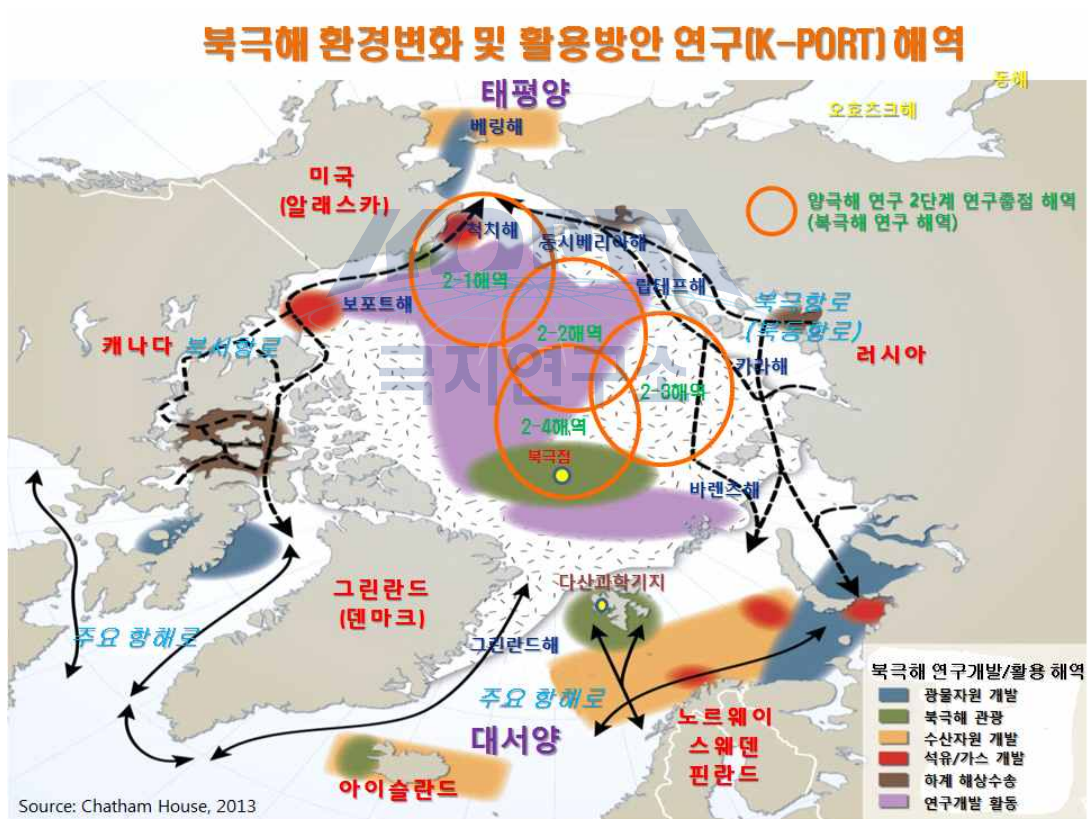


그림 4.1 2단계 연구사업 지역

## 나. 극지해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발 (K-POD) 분야

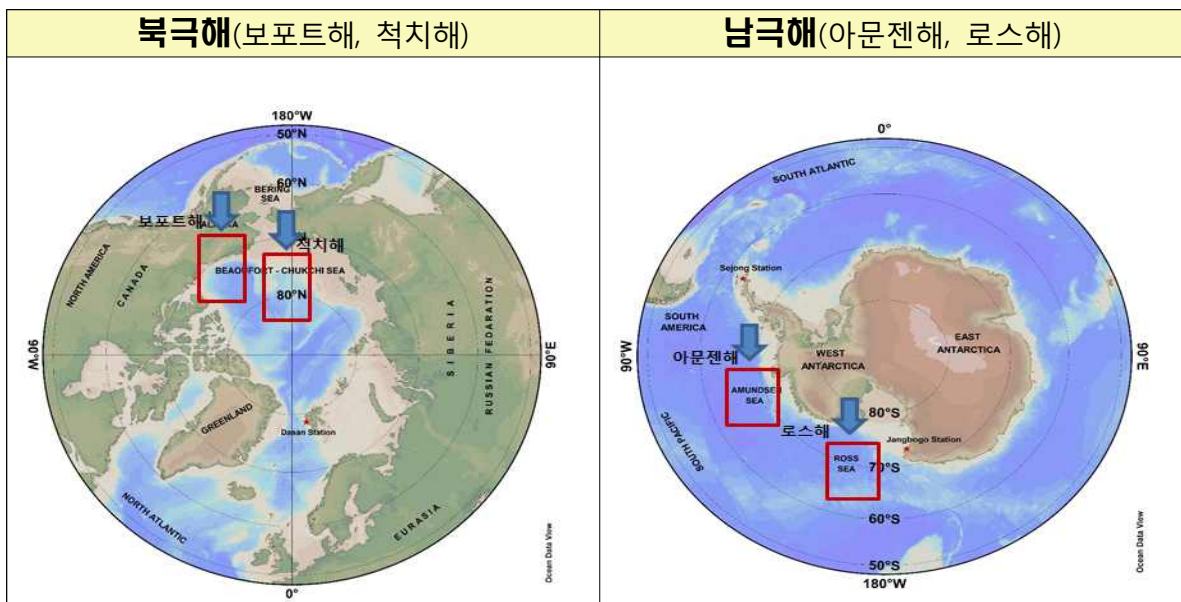
### □ 연구목표

- 쇄빙연구선 「아라온」을 활용한 미개발 극지해 해양자원 탐사 및 활용기술 개발을 통하여 차세대 국가 성장동력 창출

## □ 주요 연구내용

- 극지해 해양생물 보존가치 규명 및 활용기술 개발
  - 극지해 해양생물 탐사 및 자원 확보
  - 남극 해양생물 공동연구를 위한 기지 간 협력체계 구축
  - 극지해 해양생물 대사체 생성경로 및 생체적용 파악
  - 극지해 해양생물 대사체 활용가치 규명
  - 유용 대사체 정밀활성 규명 및 개량
  - 유용 대사체 상용화 기술 개발
- 북극권 해역 가스하이드레이트 자원특성 조사
  - 서북극해와 러시아 극동해역 가스하이드레이트 부존특성 조사
  - 해저심부 자원지질도 작성
  - 북극권 가스하이드레이트 변동 및 메탄 방출현상 규명
  - 가스하이드레이트 안정영역 변동과 해저안정성 분석
  - 북극권 가스하이드레이트 물성 및 지화학 분석
  - 북극권 가스하이드레이트 함유지층 특성과 지질작용 분석
  - 지층-해양-대기 메탄 순환과정 추적

## □ 2단계 연구사업 지역



# 목 차

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 제1장 서론 .....                   | 1  |
| 제1절. 연구 배경 및 필요성 .....         | 1  |
| 제2절. 연구목적 및 주요내용 .....         | 3  |
| 제2장 양극해 연구 개요 .....            | 5  |
| 제1절. 양극해 연구의 의미 .....          | 5  |
| 제2절. 양극해 연구의 필요성 .....         | 13 |
| 제3장 1단계 연구사업 추진경과 및 성과 .....   | 17 |
| 제1절. 양극해 연구 추진경과 .....         | 17 |
| 제2절. 1단계 연구사업 추진성과 .....       | 22 |
| 제3절. 1단계 연구사업 대한 종합적 판단 .....  | 30 |
| 제4장 대내외 환경 및 연구동향 분석 .....     | 33 |
| 제1절. 국외 환경 및 연구 동향 .....       | 33 |
| 제2절. 국내 연구동향 .....             | 40 |
| 제3절. 시사점 .....                 | 44 |
| 제5장 양극해 연구 방향성 도출 .....        | 47 |
| 제1절. 양극해 연구 비교 .....           | 47 |
| 제2절. 주제별 국내 연구수준 및 역량 분석 ..... | 49 |
| 제3절. 양극해 연구추진 방향 및 주제 도출 ..... | 53 |
| 참고문헌 .....                     | 59 |
| 부    록 .....                   | 61 |



# 제1장 서론

## 제1절. 연구 배경 및 필요성

1. 박근혜 정부의 “북극정책 기본계획 4대 전략“ 중 ”과학조사 및 연구활동 강화“ 내 “극지연구 인프라(아라온) 활용 연구활동 확대”를 위한 실행 계획 수립
2. 해양수산부 “양극해 연구사업(K-PORT & K-POD)” 1단계 사업 종료(2014년)에 따른 2단계 후속 사업 추진방향 설정

### □ 북극 해빙(海氷) 감소의 가속화로 야기되는 급작스런 기후변화 대비와 북극해의 경제적 이용가능성 대두

- 북극 해빙(海氷) 감소가 가속화되면서 북극해역에서의 자원개발활동이 가시화됨에 따라 북극자원 확보를 위한 세계 각국의 경쟁 심화
  - 북극은 전세계 미발견 석유 13 %, 천연가스 30 %와 가스하이드레이트 전세계 매장량의 15 %가 분포하는 미개발 에너지 자원의 보고
  - 지속적으로 증가하는 세계 에너지 수요를 충족하기 위해서 대규모 석유·천연가스 자원이 부족한 북극개발의 필요성이 대두됨
  - 북극 해빙 감소로 발생하는 한반도의 급작스런 기상 변동에 대비

### □ 북극이사회 정식 옵서버 진출( '13.5) 계기를 통해 적극적인 북극해 탐사 및 연구활동 가능

- 옵서버 국가는 북극 정책 관련 정보 획득이 용이하고, 북극 이사회 내 워킹그룹에 참여할 수 있어 네트워크 구축과 국가 간 협력이 가능함

표 1.7 북극 이사회의 회원국 현황

| 구분         |         | 국가명                                                       |
|------------|---------|-----------------------------------------------------------|
| 북극 이사회 회원국 | 연안 5개국  | 미국, 러시아, 캐나다, 덴마크, 노르웨이                                   |
|            | 비연안 3개국 | 스웨덴, 핀란드, 아이슬란드                                           |
| 상시 참여 그룹   |         | 이누이족, 사미족, 시베리아족 등 북극 주변 6개 소수민족                          |
| 정식옵서버      |         | 네덜란드, 대한민국, 독일, 스페인, 싱가포르, 영국, 이탈리아, 인도, 일본, 중국, 폴란드, 프랑스 |

## □ 최근 정부의 극지정책이 강화되고 있으며, 이에 따른 세부 실행계획 마련 필요

- 정부는 제2차 남극연구활동진흥계획(2012-16/국토부·해수부·교과부·외통부·환경부) 수립하여 극지연구의 발전적 확대를 추진
  - 동 계획은 쇄빙연구선 아라온호 등 극지인프라 및 국제협력 네트워크를 기반으로 향후 극지 활동 지원체제를 선진화하고 극지연구활동을 글로벌 수준으로 확대하는 것을 목표로 수립
  - 정부의 극지정책 선진화 방안과 남·북극을 아우르는 Bi-Polar(양극) 정책의 능동적인 추진이 필요
  - 정부가 현재 추진 중인 북극종합정책추진계획(2013년 7월 25일)의 4대 전략과 12대 중점추진과제인 극지연구 활성화의 필요성이 어느 때보다 증대
- 특히 2013년 12월 수립된 북극정책 기본계획에서 제시한 4대 전략과제 중 과학조사 및 연구 활동 강화를 뒷받침하기 위해 세부 실행계획 수립이 무엇보다 중요한 상황임
  - 우리나라의 극지연구에 대한 국제적 입지는 가파르게 상승하고 있으나 대내외 환경변화에 대한 대처와 절대 규모면에서는 미미한 실정임

## □ 최근 글로벌 이슈(환경, 에너지·자원, 북극항로)를 반영하여 양극해 연구의 지속적인 추진을 위한 세부과제 도출 필요

- 한정된 예산 하에서 정부 국가상위계획, 기존 연구와의 차별성, 중요도 등을 고려하여 양극해 연구의 지속적인 추진을 위해 체계적인 세부 과제를 도출함
  - 최근 이슈를 반영하여 집중적 연구추진을 위해 1단계 양극통합 과학조사에서 북극해 중심 과학조사로 전환하고, 2대 분야(환경분야와 자원분야)로부터 3대 분야(해양환경, 해양생물, 해양광물)를 도출함
  - 3대 연구분야를 기반으로 연구결과 활용 및 운영 효율성 제고를 위해 연계성 및 융·복합적 요소를 고려 과제 도출
    - \* 연구가능분야는 크게 환북극해 융합 환경변화과학조사 및 극지해 자원개발 연구조사로 구분하여 도출하고, 이를 토대로 기존과제와 연구가능분야(안)간에 mapping을 통해 추진가능 과제 도출
  - 연구가능분야(안)를 토대로 도출된 2개 과제를 중심으로 추진하되, 각 분야별로 핵심과제 구성하여 세부추진과제를 도출함

## □ 기 구축된 인프라의 활용성 극대화를 위한 계획수립 필요

- 국적 쇄빙연구선 「아라온」을 활용한 선진국 수준의 극지연구 및 탐사역량 강화 필요
- 따라서 우리나라 주도의 세계적 경쟁력을 가지는 양극해 통합 과학연구 및 효율적 활용 대책 마련이 시급히 요구됨

## 제2절. 연구목적 및 주요내용

### 1. 연구 목표

#### [최종목표]

- 본 연구는 해양수산부 “양극해 연구사업(K-PORT & K-POD)” 1단계 사업이 종료(2014년) 되는 상황에서 1단계 사업에 대한 추진성과와 최근 양극해를 둘러싼 대내외 환경분석을 통해 미래 양극해 연구를 위한 방향성을 제시하는데 목적이 있음
  - 기 추진된 양극해 1단계 연구사업에 대한 추진성과 분석
  - 양극해를 둘러싼 대내외 환경 및 연구동향 분석
  - 주요 국가별 양극해 관련 연구주제 및 연구지역에 대한 차이분석

### 2. 주요 연구내용

#### □ 양극해 1단계 연구사업 성과분석

- 기 추진된 양극해 1단계 연구사업의 추진성과를 분석
  - 양극해 1단계 연구사업의 추진성과에 대한 분석을 실시하고, 사업 추진상의 문제점 및 한계점을 파악함

#### □ 양극해를 둘러싼 대내외 환경 및 연구동향 분석

- 양극해 연구사업에 대한 외부환경 분석을 수행하고 이를 토대로 중요한 이슈들을 도출함
  - 외부환경의 대상은 관련 연구사업의 국외 주요 추진 현황과 국내 양극해 관련 연구 추진 현황을 조사함

#### □ 향후 양극해 연구를 위한 방향성 제시

- 해외 주요국의 양극해 관련 연구주제 및 연구지역에 대한 차이분석을 통해 향후 유망 연구주제 도출
- 도출된 연구주제를 기반으로 국내 연구수준을 분석하고, 향후 연구 추진을 위한 방향성을 제시





## 제2장 양극해 연구 개요

### 제1절. 양극해 연구의 의미

#### 1. 양극해의 정의 및 특성

##### 가. 양극해의 정의

- 양극해(Bi-polar Ocean)는 남극대륙을 둘러싼 남극해와 북극점을 중심으로 유라시아와 북미대륙으로 둘러싸인 북극해를 의미
- (공간적 의미) 지구상 양극 지역에 위치한 거대한 환경 공간(북극해 약 1,400만km<sup>2</sup>, 남극해 약 2,033만km<sup>2</sup>)
  - \* 단, 남극해는 여름과 겨울간의 해빙면적이 달라지기 때문에 정확한 측정이 어려움
- (합의적 의미) 남극해는 남극조약 경계인 남위 60도이남의 바다를 의미하며(국제수로기구, 1999), 북극해는 북위 66.5도 이북 지역을 지칭

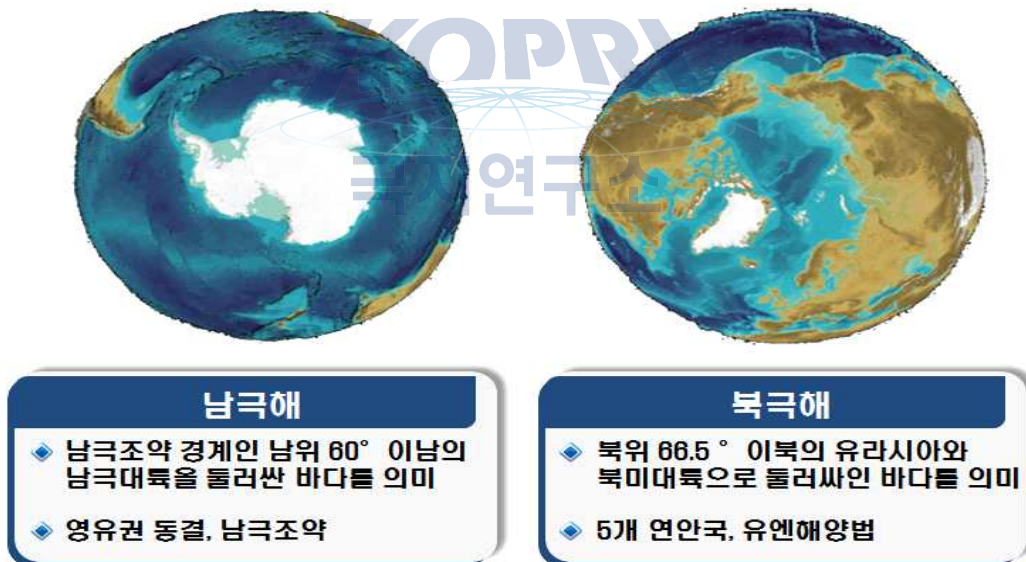


그림 2.1 남극해와 북극해 현황

##### 나. 양극해의 특성 및 중요성

- (국제협약에 기반한 연구활동 추진) 남극을 포함한 남극해 지역은 남극조약<sup>1)</sup>에 따라 과학적 연구활동을 통하여 국가의 이익이 보장되는 지구상 유일한 지역이며, 북극해는 북극 연안국들과 공동연구를 추구해야 하는 특이한 지역임

1) 남극조약(Antarctic Treaty)은 1961년에 발효되었으며, 1)남극의 평화적 이용, 2)남극지역에 대한 과학적 조사의 자유 및 국제협력 증진, 3)남극 활동 감시원, 4)남극 영유권 주장의 동결(frozen)을 포함(남극조약사무국 ATS, 2013)

- 남극해는 현행 남극조약에 따라 환경보호 등의 이유로 2048년까지 자원개발과 관련한 활동을 금하고 있으나, 평화적 목적의 과학적 조사는 허용함
  - \* 현재 남극에는 과학적 연구활동을 위해 29개 국가가 총 75개 기지를 설치(상주 39개, 하계 36개)하여 운영하고 있으며, 우리나라도 세종과학기지('88.2)와 장보고과학기지(14.2)를 차례로 설치하여 지속적인 연구활동을 수행
- 반면, 북극해 주변 지역은 8개 북극권 국가<sup>2)</sup>들의 사법권 아래에 있어 북극해 연구를 위해서는 북극권 연안국들과 양자 또는 다자간 공동으로 진행해야 함
  - \* 우리나라는 다산과학기지 등 북극권 동토층 지역에 3개 거점(알래스카, 누나부트, 스발바르)을 확보하고 북극권 연안국들과 다양한 형태의 공동연구 수행

< 남극 내 각국 과학기지 현황 >



< 북극해 연구 현황 >



그림 2.2 양극해 연구 현황

- (환경변화 연구의 최적지) 양극해 지역은 오늘날 지구온난화 지속에 따른 전 지구적 기후 변화와 밀접하게 연관되어 있어 기후변화의 원인을 규명하기 위한 최적지임
- 양극해는 해류 및 대류의 순환(극진동)을 통해 지구의 기상과 기후의 균형을 유지하는데 영향을 주며, 특히 지구의 지각변동으로 인한 대륙 분리로 양극 쪽으로 해류가 유입되면서 전 지구의 기후변화에 영향을 줌

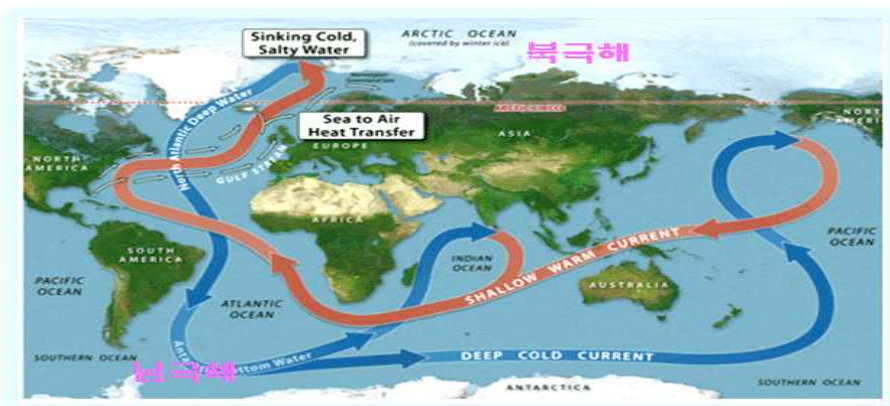


그림 2.3 전 지구적 해양순환 시스템

2) 북극권 8개국가(러시아, 미국, 캐나다, 노르웨이, 스웨덴, 덴마크, 핀란드, 아이슬란드)는 북극이사회를 구성하여 북극의 환경보호(원주민 포함) 및 지속가능한 발전을 도모

- 특히 한반도 등 동아시아 기상 및 기후변화에 있어 북극의 역할 규명이 큰 이슈로 부각됨에 따라 북극해를 중심으로 기후변화 및 환경 모니터링 연구가 확대되고 있음
- **(다양한 연구분야의 공동 활용장)** 양극해 연구는 지역적이지만, 전지구적으로 연계되어 있는 연구로서 과학기술 및 인문 분야 등에서도 연구대상이 되는 특성을 가지고 있음
  - 양극해 지역은 지구상 유일한 미개발, 비오염지역으로 지구환경 미래 예측기술의 개발과 실용 가능한 극지 생물 응용연구 등 여러 과학기술을 활용한 실험장으로서의 역할을 하고 있음
  - 또한 과학기술적 측면 이외에 외교적 차원, 지역연구로서의 특성을 활용한 다양한 연구분야의 관련 주체의 공동 활용장으로서 오늘날 더욱 주목받고 있음
- **(새로운 자원의 보고)** 양극해 지역에는 수산 및 유용생물 자원, 석유 및 가스, 광물자원 등 다양한 형태의 천연자원이 분포하고 있으나 그간 국제협약 및 극한 환경으로 인해 자원탐사 및 연구활동이 제한되어 왔음
  - 특히 북극해 지역은 그간 항만, 도로 등 기반 인프라 부족 및 극한 환경으로 인해 어려움을 많았으나, 최근 지구온난화로 북극이 융빙<sup>3)</sup>되면서 해저와 영구동토에 묻혀있는 천연자원 개발과 북극항로 개척이 용이해져 북극해 자원에 대한 국제적 관심이 높아짐
    - \* 세계 미발견 석유의 13%, 가스의 30%가 매장되어 있는 것으로 추정('08/미국 지질연구소)
    - \* 북극해 및 북태평양 등 인근 어장의 연간 총 어획고는 전 세계 약 40% ('11/FAO)

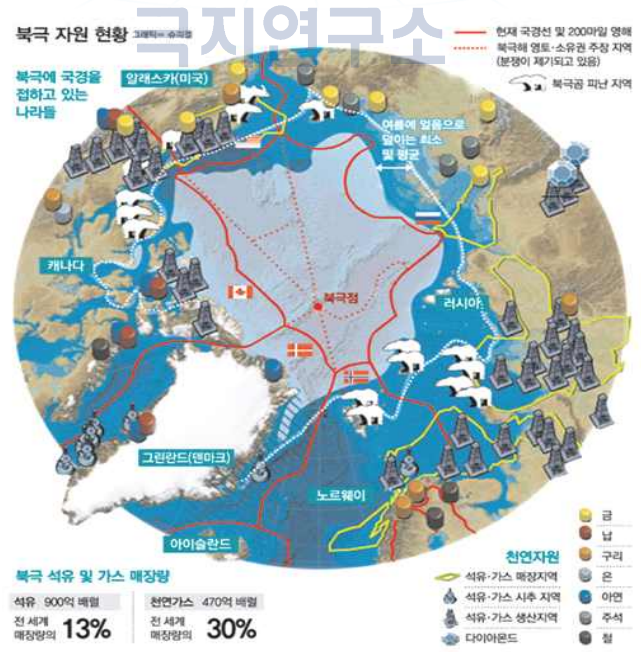


그림 2.4 북극해 주변 배타적 경제수역 및 에너지 분포 현황

3) '12년 북극해 해빙(海水)면적은 340만km<sup>2</sup> 수준('79년 위성관측 이래 최소), 다년빙(多年氷) 비중도 60%('85)에서 40%('12) 수준으로 감소

## 2. 양극해 연구의 최근 흐름 및 의미

### 가. 양극해 연구의 최근 흐름

- **(양극해 연구의 어려움)** 오늘날 양극해가 갖는 과학적·경제적 중요성이 크게 증대함에 따라 기초연구의 확대가 요청되고 있으나, 지리적 접근성과 극한의 자연환경 등으로 인하여 어려움이 많음
  - 뿐만 아니라 양극해 지역은 환경보호 문제와 상업적 자원 개발 측면에서 연구가 제한되며 (남극조약, 북극곰 조약), 특히 북극해 지역은 북극연안국의 사법권아래 있어 비 북극권 국가의 연구가 제한적임
- **(쇄빙연구선을 활용한 연구 확대)** 이에 각국은 남극과 북극에 기지를 설치하여 국제협약에 따른 양극해 연구활동을 지속적으로 확대해 가고 있으며, 특히 주도적인 연구수행을 위해 쇄빙연구선 건조를 추진하고 있음
  - 극지활동의 기반이 되는 극지연구활동을 수행하기 위해서는 쇄빙연구선의 활용이 필수적이며, 쇄빙연구선을 보유한 국가는 연구해역과 연구주제 및 연구시기 등 연구활동의 주도권을 선점할 수 있음
  - 이에 전 세계에서 극지의 중요성을 인식하고 있는 국가 중심으로 쇄빙연구선 건조를 추진하고 있으며, 우리나라도 '09년 아라온호를 건조하여 남·북극해 유·결빙해역을 중심으로 연구활동을 추진
- **(국제협력 강화)** 최근 양극해의 극한 환경을 극복하고 효율성을 제고하기 위하여 국제협력을 통한 국제공동연구가 증가하고 있으며, 연구성과에 대한 공유도 활발히 진행되고 있음
  - 국제협력을 통해 양극해의 극한 환경으로 인해 발생하는 위험성과 비용을 줄일 수 있으며, 성과를 공유함으로써 연구의 효율성을 제고할 수 있음
  - 특히 북극에서는 북극권 국가의 협력과 지원이 동반되지 않고는 비즈니스 활동을 수행할 수 없음
- **(북극해 중심의 연구활동 강화)** 지구온난화로 인한 북극해 용빙이 가속화됨에 따라 북극해 천연자원 개발이 가시화되고 북극항로 개척이 용이해짐에 따라 최근 경쟁적인 북극 연구활동이 전개되고 있음
  - 북극 연안국들은 국가차원의 북극전략을 마련하여 북극항로의 상업적 활용, 자원 개발 등 경제적 지평을 넓히고 있으며, 비북극권 국가들은 연안국과 양자관계를 강화하여 북극항로 및 자원개발 등에 대한 연구투자를 확대하고 있음
  - 우리나라도 북극이사회 영구 옵서버 진출, 북극정책 기본계획(13.12) 수립 등 북극에서의 영향력 확대를 위해 노력하고 있으며, 북극해에 대한 연구사업 및 북극권 모니터링 연구를 강화하고 있음



## 나. 양극해 연구의 의미

- 양극해 연구는 양극해의 환경변화와 자원개발에 대비하여 선행 기초조사·기반자료를 구축하고 이를 활용하는 기술을 개발하는 것을 의미함
- 양극해에서의 과학분야 연구로는 기후변화 연구, 해빙변화 연구, 생물자원 연구, 생물다양성 연구, 해양오염 연구, 공학분야 연구로는 항해기술 연구, 환경관리 기술연구, 지형조사와 탐사, 통신기술 연구, 탐사와 시추기술 연구를 예로 들 수 있으며, 정책분야로는 국제규범 연구, 북극권 거버넌스 연구, 북극권 산업화 연구, 연안사회 연구, 관련한 국내 제도 기반 연구를 들 수 있음

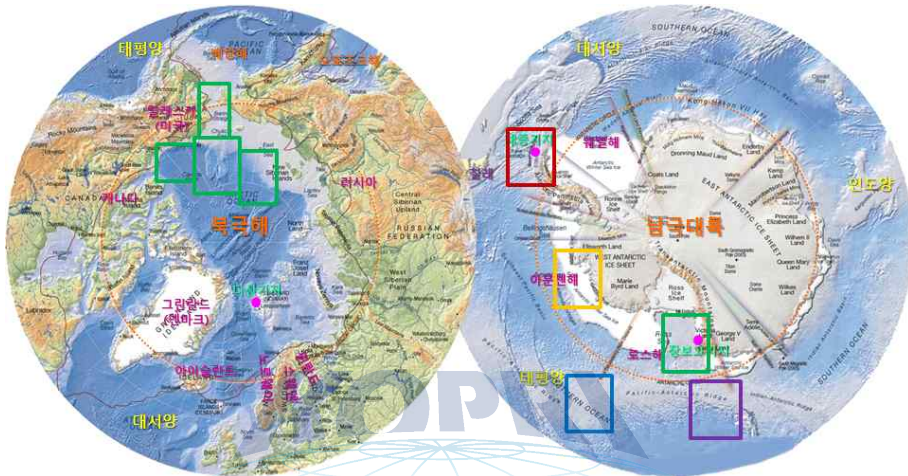


그림 2.5 양극해 연구 해역

- 양극해 연구는 국가과학기술표준분류체계에서 극지과학기술분야로 정의할 수 있으며, 지구과학(지구/대기/해양/천문)분야에 중분류(극지과학 D11)로 분류하고 있음

표 2.1 국가과학기술분류체계에 따른 극지과학기술 분류

| 대분류                       | 중분류         | 소분류                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 지구과학<br>(지구/대기/해양/<br>천문) | D11<br>극지과학 | D1101. 빙하학<br>D1102. 동토학<br>D1103. 극지환경감시/극지 생지화학 순환<br>D1104. 극지 생물자원 탐사/수집/활용<br>D1105. 극지 광물자원 탐사<br>D1106. 극지 생태계 모니터링<br>D1107. 극지 해양<br>D1108. 극지 우주과학<br>D1109. 극지 저온생물학/적응생리<br>D1110. 극지 인프라구축 및 활용<br>D1199. 달리 분류되지 않는 극지과학 |

자료: 한국해양과학기술원(2013), 「한국해양과학기술 분류체계 브로셔」.

- 최근 한국해양과학기술진흥원에서 발간한 해양과학기술기술분류체계에 의하면, 양극해 연구를 극지해양 기술 분야로 정의할 수 있으며, 극지해양환경을 이해하고 예측하며, 극지에 존재하는 자원을 활용하기 위한 제반 기술로 정의

- 극지해양기술 분야는 극지해양기초연구(POS01), 극지빙상정보계측(POS02), 극지해양자원개발(POS03), 극지공학기반(POS04) 등 4개 하위 기술로 분류

표 2.2 한국해양과학기술진흥원 작성 극지해양기술 분류

| 대분류           | 중분류                 | 소분류                         |
|---------------|---------------------|-----------------------------|
| 극지해양<br>(POS) | 극지해양기초연구<br>(POS01) | 극지 생태계 모니터링 기술(POS0101)     |
|               |                     | 극지 해양환경 기술(POS0102)         |
|               |                     | 극지 기후변화 예측기술(POS0103)       |
|               | 극지빙상정보계측<br>(POS02) | 해빙특성 계측 기술(POS0201)         |
|               |                     | 극지 빙상환경 원격모니터링 기술(POS0202)  |
|               | 극지해양자원개발<br>(POS03) | 극지 생물자원 탐사 및 활용 기술(POS0301) |
|               |                     | 극지 광물자원 탐사 및 개발 기술(POS0302) |
|               | 극지공학기반<br>(POS04)   | 극지 항로 안전운항기술(POS0401)       |
|               |                     | 빙모델링 및 시뮬레이션 기술(POS0402)    |
|               |                     | 빙하 관리기술(POS0403)            |

자료: 한국해양과학기술진흥원(2013), 발간 해양과학기술분류체계도

### 다. 양극해 연구의 활용분야

- 양극해 연구를 통해 창출된 연구성과는 한반도 기후변화에 대한 이해, 북극해 해빙 분포 파악, 바이오소재 개발 및 해양 생태환경에 대한 기초자료로 그 활용가치가 매우 큼
- 양극해 표층 수온 자료로부터 산정되는 북극해 해양대기 열교환은 한반도 기후변화 예측을 목적으로 하는 기상청 및 기상연구소, 대학 등 광범위한 그룹에서 사용되고 있음



그림 2.6 양극해 연구의 활용분야

- 북극항로 주변해역 해빙분포의 시공간적 변동성 파악은 미래 북극 항로 개척과 활용을 목적으로 하는 산업체 및 공공기관의 사용자 그룹에서 활용할 수 있음
- 양극해 해양생물 유래 대사체로부터 생산되는 대사체 정보와 활용기술은 의약/소재 산업체, 해양생물 연구자 및 공공을 포함한 광범위한 사용자 그룹이 존재

## 라. 양극해 연구자료와 정보 사용자의 분류 및 업무

### ○ 해양수산부

| 부서      | 업무                                         | 요구정보                                                    |
|---------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 해양개발과   | 극지(남극, 북극) 국제협력, 해양 환경 조사 및 활용 방안, 극지정책 추진 | 양극해 환경변화 이해 및 자원개발 자료, 양극해 국제협력 추진, 북극 정책 기본계획 연구 분야 수행 |
| 수로측량과   | 조사기회, 영해측지                                 | 남북극해도 제작관련 자료                                           |
| 해운물류국   | 북극항로 개발                                    | 해빙분포의 시공간 변동성                                           |
| 국립해양조사원 | 북극해도 작성                                    | 북극수로정보                                                  |
| 해운정책과   | 북극 업무 담당                                   | 북극 항로 주변 환경 모니터링 자료 요청                                  |

### ○ 국토교통부

| 부서      | 업무                | 요구정보   |
|---------|-------------------|--------|
| 국토지리정보원 | 북극지리정보 제공 및 지도 제작 | 북극지리정보 |

### ○ 산업자원통상부

| 부서       | 업무                | 요구정보                 |
|----------|-------------------|----------------------|
| 조선해양플랜트과 | 북극자원/플랜트/시설 개발    | 북극 관련기술 개발에 필요한 현장정보 |
| 바이오나노과   | 해양생물 유래 유용 대사체 개발 | 유용한 의약 및 산업용 대사체 상용화 |

### ○ 보건복지부

| 부서    | 업무                | 요구정보            |
|-------|-------------------|-----------------|
| 약무정책과 | 해양생물 유래 유용 대사체 개발 | 유용한 의약용 대사체 상용화 |

### ○ 기상청

| 부서      | 업무             | 요구정보                        |
|---------|----------------|-----------------------------|
| 국립기상연구소 | 북극해빙 감시 시스템 개발 | 해빙분포의 시공간 변동성               |
| 예보기술분석과 | 기후변화 예측        | 북극해 표층 수온자료                 |
| 예보기술분석과 | 기후변화 모니터링      | 북극항로 주변 아라온을 활용한 기상 모니터링 자료 |

### ○ 한국석유공사/한국가스공사/국내 에너지개발 기업 (예, SK, LG상사 등)

| 부서      | 업무          | 요구정보            |
|---------|-------------|-----------------|
| 공기업/산업체 | 북극 에너지자원 개발 | 북극 개발에 필요한 현장정보 |

○ 산업체

| 부서        | 업무            | 요구정보                     |
|-----------|---------------|--------------------------|
| 제약회사      | 신약개발          | 수심자료                     |
| 효소회사      | 산업용 극한효소 개발   | 저온성 고활성 효소               |
| 바이오폴리머회사  | 산업용 바이오폴리머 개발 | 증진제, 동결제 등 신규 산업용 바이오폴리머 |
| 생활용품 회사   | 생활 기능성 소재 개발  |                          |
| 화장품 회사    | 기능성 향장소재 개발   | 신규 피부 유지용 대사체            |
| 에너지개발 기업  | 북극 에너지자원 개발   | 북극 개발 참여에 필요한 현장정보       |
| 조선/플랜트 기업 | 북극 조선/플랜트 개발  | 기술 개발에 필요한 현장정보          |
| 광물자원 기업   | 자원탐사 개발       | 자원탐사자료 및 정보              |
| 선급협회      | 북극 선박기준 설정    | 북극 현장정보                  |

○ 대학 / 연구기관

| 부서      | 업무                      | 요구정보            |
|---------|-------------------------|-----------------|
| 대학      | 북극해 자원환경 이해 및 자원특성 활용기술 | 현장탐사 참여 및 자료    |
| 대학      | 북극해양환경 예측시스템 개발         | 북극해 해양순환 및 수괴자료 |
| 기상청     | 대기변화                    |                 |
| 미국 NOAA | 북극환경                    | 표층 이산화탄소 분포     |
| IOCCP   | 전지구 해양이산화탄소 맵작성, 해양산성화  | 표층 이산화탄소 분포     |



## 제2절. 양극해 연구의 필요성

### 1. 정책적 측면

#### □ 정부의 극지 정책 강화에 따른 대응 전략 마련을 위해 양극해 지역에 대한 기초자료 확보 필요

- 최근 기후변화 대응 및 미래 에너지자원 개발·북극항로 개척 등으로 인해 극지의 중요성이 강조되면서 박근혜 정부 들어 극지에 대한 전략적 개발·활용을 극대화하기 위한 다양한 정책 추진
  - 정부는 창조경제 실현을 위한 국정과제로 해양신성장동력 창출 및 체계적인 해양영토 관리를 선정하여 극지에 대한 전략적 개발·활용을 강화하면서, 남극에 장보고기지를 건설하고 북극 항로개척 및 양극해에서의 기초·응용연구를 확대하고 있음
  - 특히 정부는 체계적인 북극정책 추진을 위해 '13년 해양수산부 등 관계부처 합동으로 '북극정책 기본계획'을 수립하였으며, 그 연장선상에서 최근에는 '18년까지 구축을 목적으로 '북극 공간정보 구축계획'을 발표하였음
    - \* 북극정책 기본계획은 △국제협력 강화 △과학조사 △북극 연구활동 강화 △북극 비즈니스 발굴 등 4대 전략과제별 중점 추진계획을 기초로 하고 있음
- 이와 같은 정부의 극지정책 강화 움직임에 대응하고, 북극정책 기본계획 등 극지 관련 상위계획의 구체적인 전략 마련을 위해서는 양극해 지역의 환경변화와 자원 현황에 대한 기초자료 확보 필요

#### □ 글로벌 이슈(기후변화 이해, 지속 가능한 에너지·자원 탐사, 북극해 항로개척) 대응을 위한 북극해에 대한 지속적인 연구투자 필요

- 북극해의 환경변화가 지구전체에 중대한 영향을 미치고 국가 간 환경문제와 자원 확보경쟁이 새로운 갈등 요인으로 대두됨에 따라 대응전략 마련 필요
  - 지구온난화로 인한 북극해 해빙이 가속화됨에 따라 북극해 에너지·자원 개발이 가시화되고 북극항로 개척이 용이해짐에 따라 북극해역 개발에 대한 각국의 경쟁이 심화되고 있는 상황임
- 이에 북극해 자원개발 시대 도래에 대비하여 북극해 기후변화에 대한 지속적인 모니터링과 함께 극해·심해 자원탐사와 채취 기술 및 수산협력의 토대형성을 위해 지속적인 연구투자 필요

#### □ 북극해 지역에 대한 국제적 리더십 강화를 위한 국가 차원의 연구 필요

- 최근 북극이사회 영구 옵서버 진출('13.5)을 계기로 북극권 공동의 이익증진 및 협력을 위

한 정책결정 과정에 참여하면서 북극해에서 환경보존과 자원개발에 대한 국가 정책적 대안 제시가 필요한 상황임

- 선진국들은 극지연구 리더십 확보를 국가적 임무로 내세우고 있으며, 이는 국제사회에서의 영향력 제고와 자국의 경제발전 견인이라는 목표를 내포하고 있음
- 우리나라도 향후 북극해에 대한 자원개발 개방 상황에 대비하여 우리나라의 기득권 확보를 위한 자료 확보 필요하며, 특히 급격하게 변화하고 있는 태평양 측 미답지역에 대해 아라온호를 활용한 국제공동연구의 중심점이 될 필요성이 커짐
- 따라서 북극해 연구의 새로운 연구 패러다임을 선도하고 글로벌 이슈(환경, 에너지·자원, 북극항로) 문제 해결에 적극 참여하여, 국제적 리더십 강화를 위한 국가적 연구 필요

## 2 과학·기술적 측면

### □ 극지역의 급격한 환경변화와 이로부터 야기되는 전 지구적 영향에 대한 이해와 대응전략 제시 필요

- 전 지구적 기후변화는 양극해양 시스템을 급격하게 변화시킬 뿐만 아니라 역으로 양극해양의 영향을 받는 상호작용이 존재하기 때문에 양극해양에서 진행되고 있는 급격한 환경변화 이해와 원인 규명은 미래 환경변화를 예측가능하게 함
- 그러나 지구온난화의 가속화에 따라 최근 양극해양 환경이 급격한 변화 양상을 보이거나 양극해양을 통합하여 비교 관측한 과학적이고 구체적인 자료는 전 세계적으로도 아직 초기 단계로서 매우 부족한 상황임
- 따라서 극지역에서 일어나는 급격한 환경변화 양상을 이해하고 시·공간 규모의 해양환경도 작성을 통해 극지역의 급격한 환경변화 및 이로부터 야기되는 전 지구적 영향에 대한 이해와 대응전략 제시가 필요함
- 특히, 남극해는 과학적 연구만으로 그 활동이 제한되고 있는 지역으로, 세계적인 주요 연구 방향은 해양생물 중 다양성 파악과 이들의 보존가치를 규명하는 것으로 국제적 협력연구가 매우 중요함

### □ 극지해 자원을 선점하기 위한 자원 탐사/개발/확보 및 활용 기술개발 필요

- 선진국에서는 극지해에서의 해저환경변화 연구를 통하여 해양환경을 이해하고자 많은 활동을 수행중이며, 선진국과의 협력을 통해 관련기술에 대한 확보가 가능
- 또한 양극해양에 존재하는 미답의 자연현상은 그 자체로도 과학연구의 대상이며 잠재적인 자원개발과 미래 지속가능한 활용을 위해서는 과학적 선행 연구와 관련 기술개발이 필요
- 우리나라의 경우, 지난 10 여년 동안 제한된 예산과 타국의 쇄빙연구선을 임차하여 남극해와 북극해에서 각기 다른 연구 주제를 가지고 수행함에 따라 의미 있는 과학적 연구 성과

도출과 기술 개발이 미흡하였음

- 따라서 단일지역 연구에서 양극해양을 테스트베드로 활용한 통합 비교 연구로 전환하고, 양극해양 비교 관측을 위한 고도의 연구기술 능력과 자원 탐사기술 축적이 요구됨

### □ 국내 최초의 다학제적 환북극해 통합연구를 통해 세계 수준의 북극해 통합관측 연구망 구축 및 운영 필요

- 극한환경에 적응·진화한 독특한 극지 해양생물은 적응기작의 이해, 바이오소재 개발 및 해양 생태환경에 대한 기초자료로 그 활용가치가 매우 큼
- 특히 최근 국민적 관심이 증대하고 있는 북극해 기후변화, 북극항로, 자원 등에 대한 과학적 정보 제공함으로써 미개발 극지해 해양자원에 대한 독자적인 활용방안 제시를 통하여 국가 미래성장에 기여

## 3 경제·산업적 측면

### □ 최근 이슈가 되고 있는 북극항로 개발을 위한 북극항로 주변 해빙·해양환경 변동성 예측 연구 수행 필요

- 양극해 연구를 통해 직접 북극항로를 개발하지는 않지만 지금까지의 북극해 탐사 경험을 살려 북극항로 개발에 필수적인 북극항로 주변 해빙·해양환경 변동성 예측 연구를 수행
  - 이러한 연구를 통해 북극해 항로 안정성 확보를 위해 꼭 필요한 자료 제공이 가능할 것이며, 이는 국제사회에서의 영향력 제고를 가져옴

### □ 극지해 에너지광물·해양생물 자원 선점을 통한 차세대 국가 성장 동력 창출 필요

- 극지해 해저자원 탐사기술 확보와 자료 축적을 통하여 국내 산업체의 북극권 에너지·광물 자원 개발 및 진출에 필요한 기본 자료 제공
- 양극 해양환경과 생태계에 영향을 미치는 주요 해양과학적 자료 확보를 통해 지속가능한 양극해양 활용이 필요
- 양극해에 대한 기초자료의 지속적인 축적을 통하여 양극해 해양환경, 생태계, 해저지질, 지체구조 및 퇴적환경을 이해하며, 조사지역의 자원부존 가능성 평가자료 확보 필요
- 미래 극지해양자원의 효율적 활용을 위한 자원 평가/관리를 위한 기초자료 확보 필요



## 제3장 1단계 연구사업 추진경과 및 성과

### 제1절. 양극해 연구 추진경과

#### 1. 그간의 연구 추진 경위 및 현황

- 양극해 연구는 그동안 남극해저지질사업과 북극해 해양조사사업으로 구분되어 추진되어 왔음
  - 남극해저지질사업은 향후 남극에서 석유·가스 등 미래 자원 개발에 대비하여 94년에 산업자원부 석유보조금 사업으로 시작
    - \* 통상산업부('96. 8), 해양수산부('97. 11), 국토해양부('08. 02)로 이관하였으며, 국가과학기술위원회 『극지과학기술개발계획』('02. 07)을 근거로 단계별 연구사업으로 수행
  - 북극해 해양조사사업은 전지구환경변화에 따른 북극해 환경변화 연구와 에너지·생물자원 탐사를 통해 향후 북극권 국가들과 북극해 자원 공동개발 기반 마련을 위해 해양개발기본계획(OK 21) 중 북극해 개발을 위한 교두보 확보(외교통상부 등, 2000)를 근거로 '00년 해양수산부 출연연구개발사업으로 수행
- 그러나 극지역의 급격한 환경변화로부터 야기되는 전 지구적 영향에 대한 이해와 대응전략을 마련하고, 급증하는 자원수요에 대응한 극지자원 개발 및 탐사를 위해 장기적 관점에서 양극해 연구 추진 필요성 대두
  - 이에 '09년 쇄빙연구선 아라온 취항과 함께 아라온을 활용한 극지해양 관련 과제의 장기적 수행과 성과 제고를 위해 통합적 양극해 연구 수행('11.11월)
    - \* 아라온 활용 K-PORT 및 K-POD 1단계 양극해 연구조사 실시('12.8월~현재)
- 양극해 연구는 관계부처 합동으로 수립된 '북극정책 기본계획'과 해양수산부의 중요 업무 계획 및 R&D 중장기 계획을 근거로 추진되고 있음
  - 북극정책기본계획(2013. 12)의 '4대 전략' 중 12대 중점과제인 '연구활동기반 확충 분야'에 속하며, 북극 항로개발에 앞서 북극항로 주변 환경변화를 이해하기 위해 '아라온을 활용한 북극해 종합연구'에 해당
  - 해양수산부 업무 추진계획(대통령 보고, 2014. 2. 19)의 핵심업무 추진과제 중 '극지 영향력 확대'를 통한 '세계로 열린 살기 좋은 해양영토' 정책에 부합됨
  - 해양수산부 해양수산 R&D 중장기 계획(2014. 4. 22)의 3대 R&D 추진전략 중 전략 I(해양 영토주권 강화 및 해양경제영토 확대)에 해당하며, 12대 실행전략 중 '극한 공간 활용 및 국제협력 확대' 정책과 연계됨

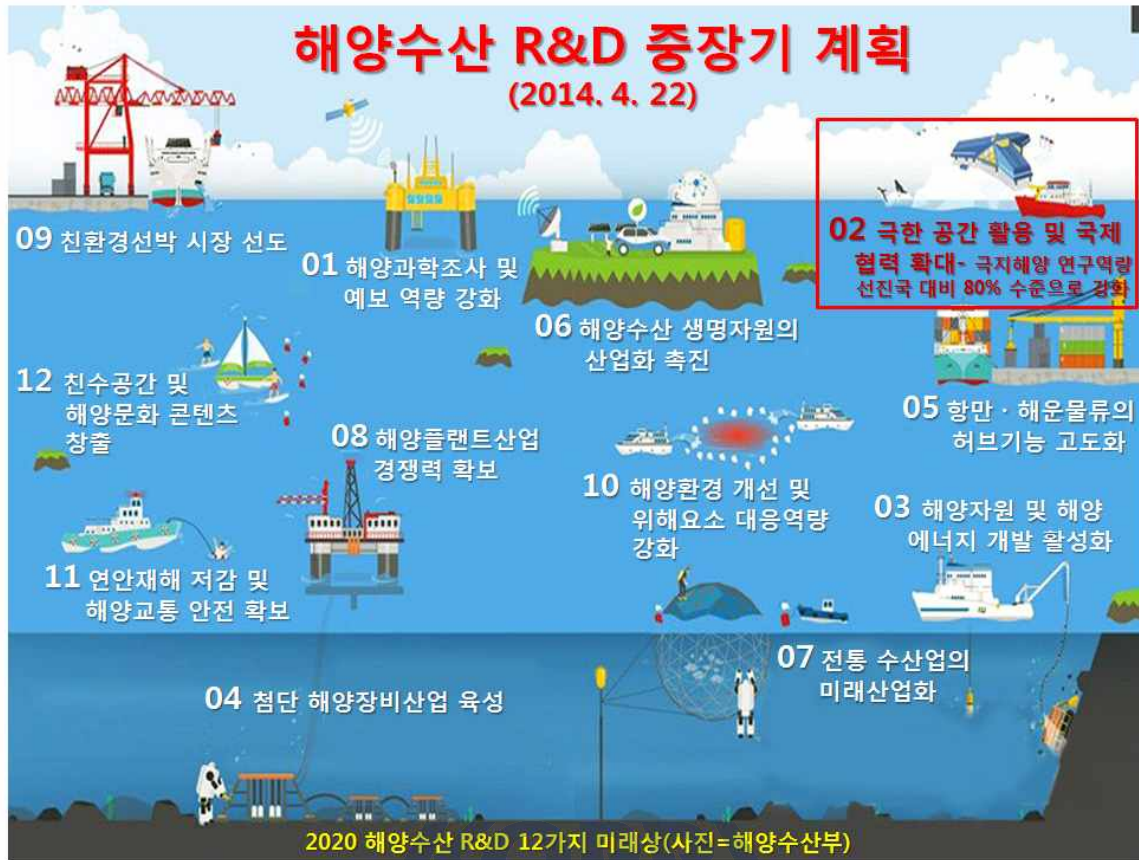


그림 3.1 해양수산 R&D 중장기 계획 : 해양수산 R&D 12가지 미래상

극지연구소

## 2. 1단계 연구사업 개요

- 양극해 사업은 쇄빙연구선 ‘아라온’을 활용한 남·북극 탐사 및 연구활동을 본격적으로 추진하기 위해 ‘11년 시작되었으며, 양극해 환경변화 이해 및 활용연구(K-PORT)와 양극해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발(K-POD)로 구분되어 추진
  - 2012 : 아라온 활용 K-PORT 및 K-POD 1단계 1차년도 북극해 연구 조사
  - 2013 : 아라온 활용 K-PORT 및 K-POD 1단계 2차년도 남극해 및 북극해 연구 조사
  - 2014-15 : 아라온 활용 K-PORT 및 K-POD 1단계 3-4차년도 북극해 및 남극해 연구 조사 예정

표 3.1 1단계 양극해 연구사업 개요

| 구분     | 양극해 환경변화 이해 및 활용연구 (K-PORT) | 양극해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발 (K-POD) |
|--------|-----------------------------|-------------------------------|
| 사업기간   | 2011. 11 ~ 2015. 11 (1단계)   | 2011. 11 ~ 2015. 11 (1단계)     |
| 사업비    | 15,000,000 천원               | 6,000,000 천원                  |
| 주관연구기관 | 극지연구소(연구책임자 : 강성호)          | 극지연구소(연구책임자 : 임정한)            |



- 양극해 사업은 ‘20년까지 3단계 사업으로 기획되었으며, 1단계 210억원을 포함하여 총 990 억원이 투입될 예정임

표 3.2 양극해 연구사업 단계별 예산투입 현황

(단위: 억원)

| 구 분                            | 연 도 | 1단계<br>(2011~2014) |     |     |     | 2단계<br>(2015~2018) |     |     |     | 3단계<br>(2019~2020) |     | 계   |
|--------------------------------|-----|--------------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|
|                                |     | 1차년                | 2차년 | 3차년 | 4차년 | 1차년                | 2차년 | 3차년 | 4차년 | 1차년                | 2차년 |     |
| 총계                             |     | 45                 | 45  | 60  | 60  | 100                | 115 | 120 | 135 | 150                | 160 | 990 |
| - 양극해 환경변화 이해 및 활용연구(K-PORT)   |     | 30                 | 30  | 45  | 45  | 50                 | 55  | 60  | 65  | 70                 | 70  | 520 |
| - 양극해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발(K-POD) |     | 15                 | 15  | 15  | 15  | 50                 | 60  | 60  | 70  | 80                 | 90  | 470 |

### 3. 1단계 연구사업 목표 및 내용

- 『양극해 환경변화 이해 및 활용연구: K-PORT』
  - 쇄빙선연구선 ‘아라온’을 활용하여 양극해역에서 일어나는 급격 환경변화에 대한 다학제적 조사를 통해 양극해의 급격한 환경변화 현상을 이해하고 미래 활용 기반을 확립하는 것을 목표로 함

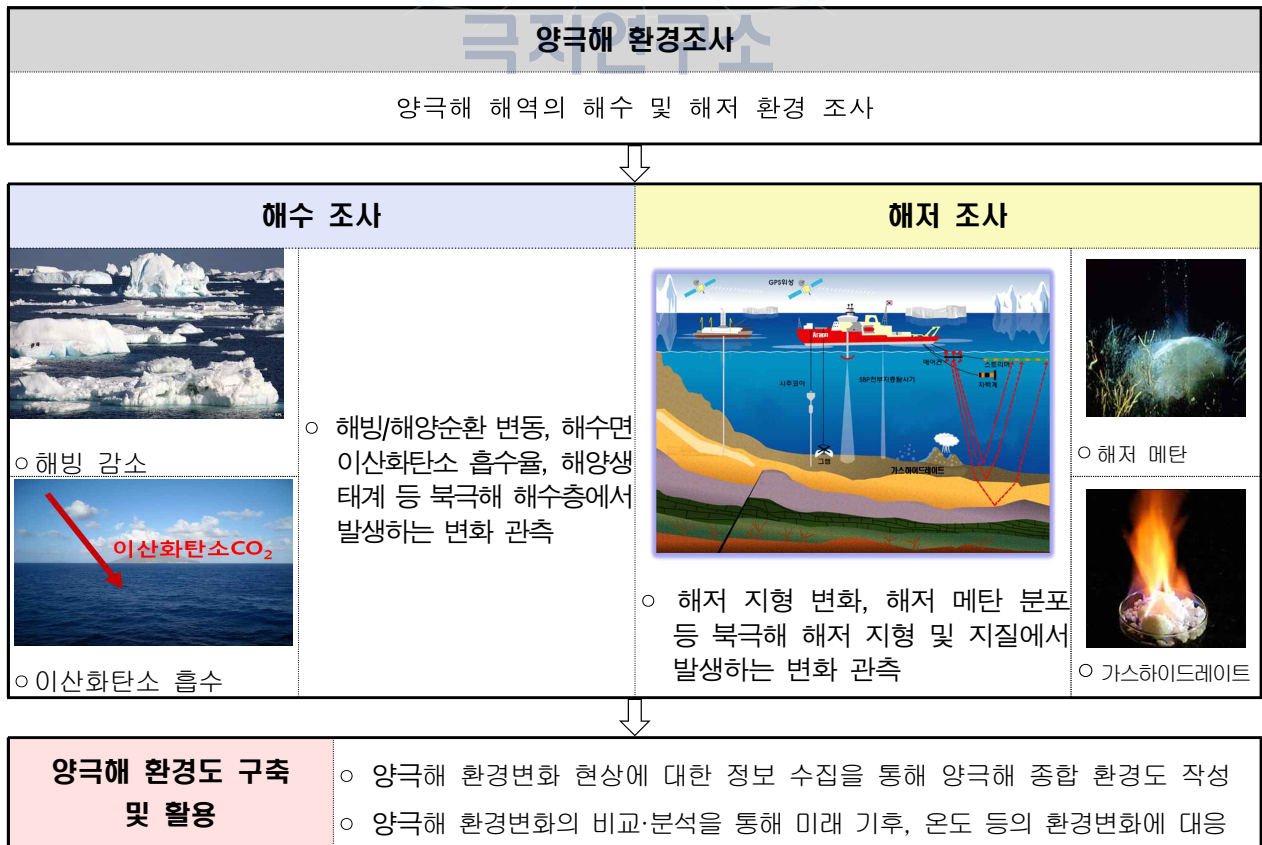


그림 3.2 양극해 환경변화 이해 및 활용연구(K-PORT) 주요내용

○ 『양극해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발: K-POD』

- 양극해 해양생물 탐사와 대사체 분석을 통한 극지 해양생물 보전가치 규명 및 활용기술을 개발하여 독자적인 극지바이오 연구기반을 확보하고 국가 미래자원 확보하는 것을 목표로 함

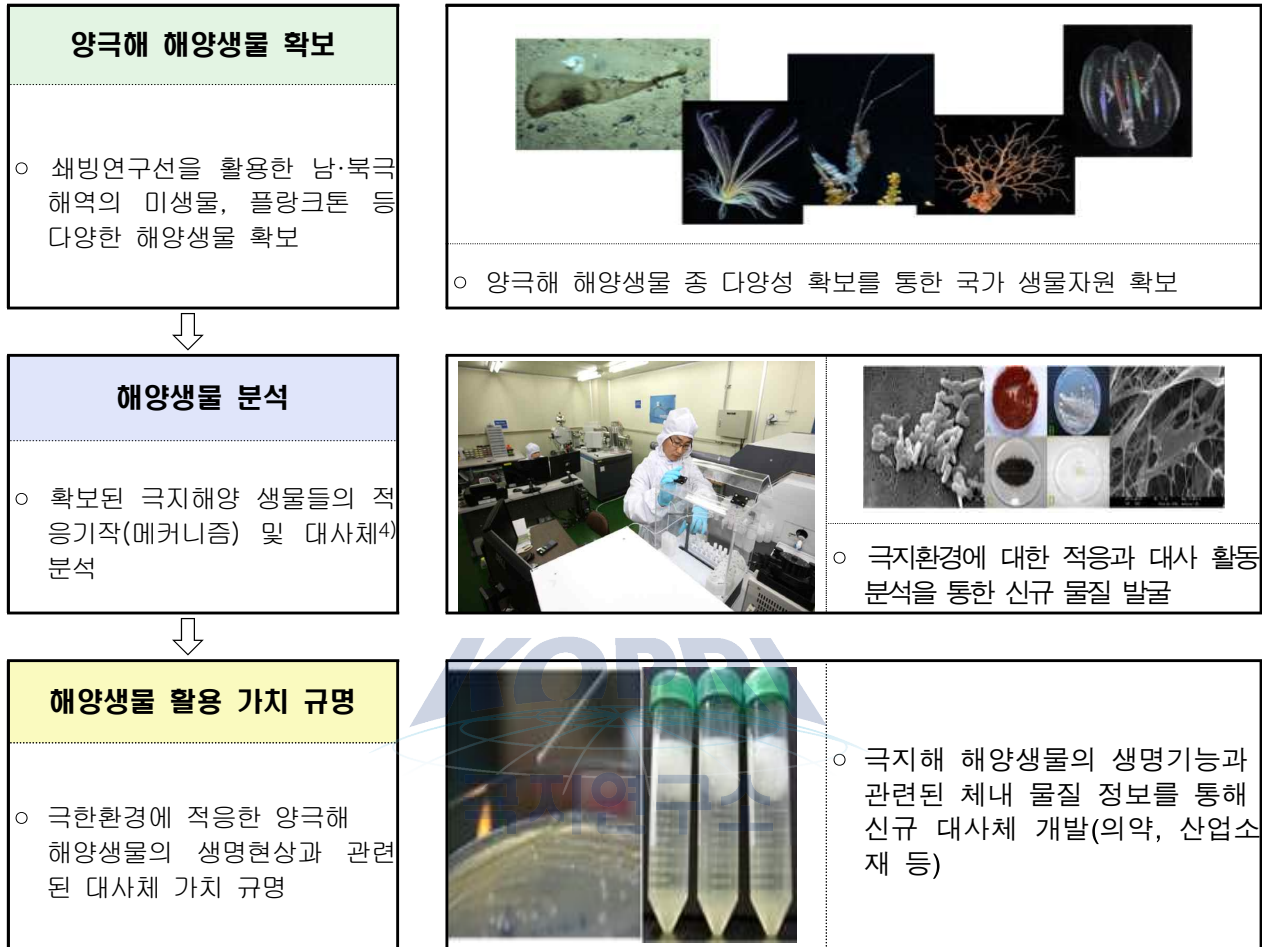


그림 3.3 양극해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발(K-POD)주요내용

4) 대사 : 다양한 유전적, 생리(병리)적 또는 환경적 등의 조건에서 변화되어 나타나는 생체내 활동



## □ 연구수행 지역

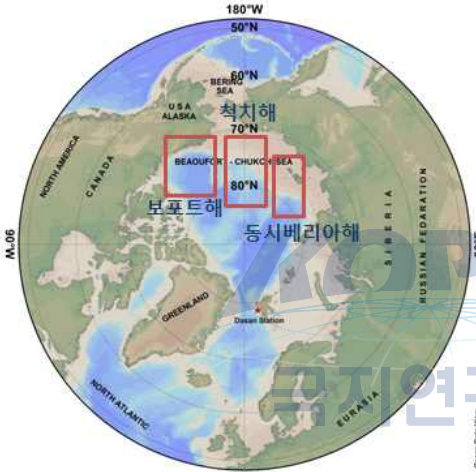
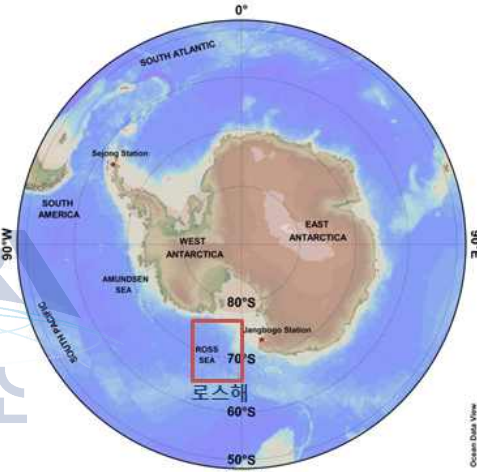
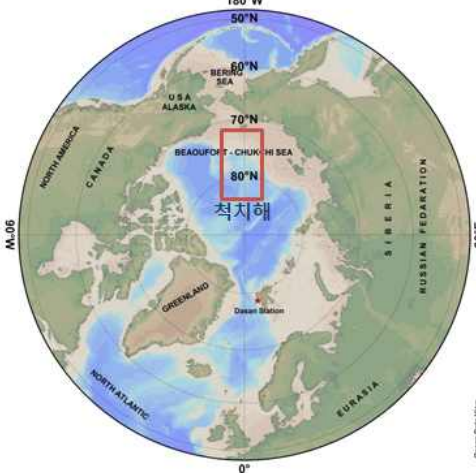
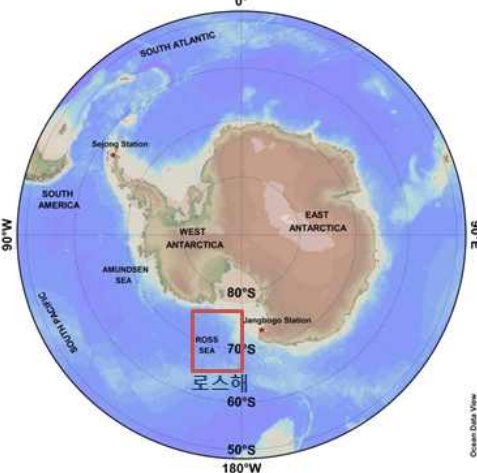
### ○ 『양극해 환경변화 이해 및 활용연구: K-PORT』

- 북극해는 보포트해, 동시베리아해, 척치해 등에서 모니터링 활동을 수행하였으며, 남극해의 경우 로스해를 중심으로 모니터링 활동을 수행

### ○ 『양극해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발: K-POD』

- 북극해는 척치해 중심으로 해양생물 탐사를 수행하였으며, 남극해는 로스해를 중심으로 해양생물 탐사와 기지 간 공동연구를 수행

표 3.3 양극해 연구사업 연구수행 지역

|        |                                                                                                                       |                                                                                                          |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K-PORT | <p>북극해<br/>(보포트해, 동시베리아해, 척치해)</p>  | <p>남극해<br/>(로스해)</p>  |
|        | <p>북극해(척치해)</p>                    | <p>남극해(로스해)</p>      |

## 제2절. 1단계 연구사업 추진성과

### 1. 과학·기술적 성과

#### 가. 논문 성과( '12년 ~ '13년)

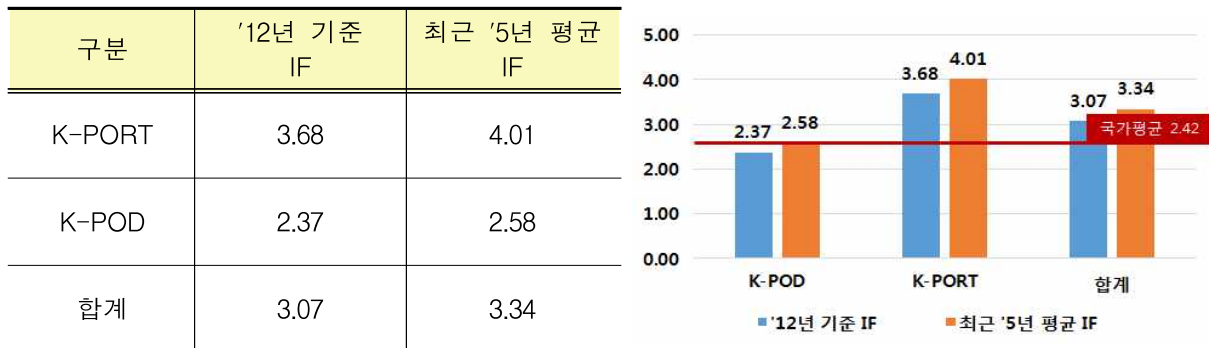
- (논문 양적성과) 1단계 연구사업을 통해 창출된 논문성과를 살펴보면, 총 16건이 창출되었으며, 이 중 SCI저널 게재논문이 15건, 비SCI저널 게재 논문이 1건이었음
- 세부사업별로 보면 K-PORT가 9건(비SCI 1건 포함), K-POD가 7건이었으며, K-PORT는 학술대회 발표도 38건으로 다수 창출된 것으로 나타남
- 연구비 10억원당 논문성과를 살펴보면, 학술대회를 포함하였을 때 3.60건으로 매우 높게 나타났으며, SCI만을 고려하면 연구비 10억원당 평균 1건의 논문을 창출한 것으로 나타났음

표 3.4 논문성과

| 구분             |        | SCI                   |    | 비SCI |    | 학술대회 |    |
|----------------|--------|-----------------------|----|------|----|------|----|
|                |        | 국내                    | 국외 | 국내   | 국외 | 국내   | 국외 |
| 세부사업           | K-PORT | 0                     | 8  | 1    | 0  | 8    | 30 |
|                | K-POD  | 1                     | 6  | 0    | 0  | 0    | 0  |
| 합계             |        | 15                    |    | 1    |    | 38   |    |
| 연구비 10억원당 논문건수 |        | 3.60(SCI논문 기준 : 1.00) |    |      |    |      |    |

- (논문 질적성과) 1단계 연구사업을 통해 창출된 15건의 SCI논문을 기반으로 해당 저널의 영향력지수(Impact Factor)와 논문 1편당 피인용도를 활용하여 질적 분석을 수행하였음
- 1단계 사업을 통해 창출된 논문의 IF값을 살펴보면, '12년 기준 IF가 3.07, 5년 평균 IF가 3.34로 나타났으며, 이는 국가 R&D 평균 2.42과 비교했을 때 높은 것으로 나타났음
- 세부사업별로 보면, K-PORT가 각각 3.68, 4.01로 K-POD 2.37, 2.58에 비해 높게 나타났으며, 이는 연구분야의 특수성이 일부 반영된 결과로 판단됨

표 3.5 논문 질적 성과



- 또한 1단계 연구사업을 통해 창출된 13건<sup>5)</sup>에 대해 평균 피인용도를 살펴보면, 기초연구, 해양수산부, 6T관련 분야 평균에 비해 낮은 것으로 나타났음
- 그러나 타 분야의 경우 최근 5년간 누계<sup>6)</sup>를 기준으로 산출된 값인데 반해 2단계 연구사업의 경우 대부분 게재되지 1년이 경과되지 않은 점을 고려하면 논문 1편당 피인용도는 높은 수준임을 알 수 있음
- 즉, 타 분야 평균 피인용도를 1년 평균으로 산출하여 비교해보면, 1건 내외로 1단계 사업 평균과 비교했을 때, 오히려 낮은 것으로 나타났음

표 3.6 논문 질적성과(1편당 평균 피인용도)

| 구분                           | 기초연구 | 해양수산부<br>(국토해양부) | 6T 관련분야 |      | 1단계 사업 |
|------------------------------|------|------------------|---------|------|--------|
|                              |      |                  | BT      | ET   |        |
| 논문 1편당 평균 인용도<br>(최근 5년 기준)  | 6.23 | 4.68             | 6.17    | 5.37 | 2.08   |
| 논문 1편당 평균 인용도*<br>(최근 1년 기준) | 1.25 | 0.94             | 1.23    | 1.07 |        |

자료 : 2012년 국가연구개발사업 성과분석보고서, 한국과학기술기획평가원, 2012

| ※ 저널 영향력 지수(Impact Factor)와 논문 1편당 피인용도                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>저널 영향력 지수(Impact Factor)</b> : 2,000건 이상의 저널에 게재된 각각의 논문에 대한 인용도를 파악하기에는 한계가 있기 때문에 해당 저널의 Impact Factor를 논문의 인용도로 가정 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특정 학술지의 2012년도 Impact Factor = B/C <ol style="list-style-type: none"> <li>① A: 2012년에 발행된 잡지에 실린 논문에서 특정 학술지의 논문이 인용된 건수</li> <li>② B: A의 인용된 건수 중 이전 2년간(2010-2011)의 발행분에 대한 인용 건수</li> <li>③ C: 이전 2년간(2010-2011) 그 특정 학술지에 실린 논문의 수</li> </ol> </li> </ul> </li> <li>○ <b>논문 1편당 피인용도(# of Citation)</b> : 개별 논문이 타 논문에 의해 피인용된 횟수로 논문 자체의 영향력을 나타내는 지표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분석결과 특정집단이 상대집단보다 1.2배 크면 우수, 0.8~1.2배 사이이면 보통, 0.8배 미만이면 미흡으로 분류</li> </ul> </li> </ul> |

## 나. 특허 성과('12년 ~ '13년)

- (양적성과) 1단계 연구사업을 통해 총 6건(출원: 6건, 등록: 0건)의 특허성과가 창출되었으며, 이중 PCT출원 특허가 1건이 포함된 것으로 나타남
- 세부사업별로 보면, K-PORT사업은 특성상 특허성과가 창출이 어려운 분야이기 때문에 모든 특허성과는 K-POD사업에서 창출되었으며, 연구사업 수행기간이 3년 미만임에 따라 등록된 특허는 없었음

5) '14.4월 기준 Web of Science DB에 수록되지 않은 SCI 논문은 인용분석에서 제외(2건)

6) 피인용도는 발표된 직후 타 논문의 의해 바로 인용되기 보다 장기간에 걸쳐 일어나므로 피인용도 분석에서는 통상 5년 주기 평균 피인용도 활용

- K-POD사업에 투입된 연구비를 기준으로 10억원당 특허성과를 보면, 1.33건으로 연구비 10억원당 1건 이상의 특허성과를 창출한 것으로 나타났음

표 3.7 특허 양적성과

| 구분             |        | 국내    |    | 국외 |    | PCT |
|----------------|--------|-------|----|----|----|-----|
|                |        | 국내    | 국외 | 국내 | 국외 |     |
| 세부사업           | K-PORT | 0     | 0  | 0  | 0  | 0   |
|                | K-POD  | 5     | 0  | 0  | 0  | 1   |
| 합계             |        | 5     |    | 0  |    | 1   |
| 연구비 10억원당 논문건수 |        | 1.33건 |    |    |    |     |

- (질적성과) 특허의 질적수준을 분석하기 위해 K-PEG나 SMART 평가점수를 활용하지만 이는 등록된 특허를 대상으로 함에 따라 본 분석에서는 제외함

※ 특허평가시스템 : K-PEG

- (개념) 국내 최초로 개발된 한국특허정보원의 독자적인 평가모델로 무형자산을 객관적으로 평가하고 스마트한 경영전략을 지원하고자 개발
  - 데이터마이닝 기법을 적용하여 특허유지율과 관련된 평가항목을 도출하고 특허생존율의 확률값을 계산해서 특허생존지수와 평가등급 부여
- (평가항목) 선별평가와 특허분석 차원에서 목적별로 활용할 수 있도록 권리성과 기술성, 상업성 관점으로 나누어 평가항목을 구성
- (평가등급) 데이터마이닝으로 추출된 유사특허군 내 특허생존지수와 비교에 의해 부여되며 최고 S등급부터 최저 C2 등급까지 총 9등급으로 분류

#### 다. DB구축 및 활용 성과

- 1단계 연구사업을 통해 진행된 양극해 환경조사를 기반으로 조사지역별 해양환경도 등 총 7건의 DB가 구축되었음
  - 구축된 DB는 북극항로 개척, 자원개발을 위한 기초자료로 활용되며, 특히 국제공동연구나 국제협력을 주도적으로 추진하기 위한 계기를 제공할 수 있음
  - 확보된 해양생물 관련 DB는 해양생물 다양성 및 대사체 정보를 기반으로 구축되어 향후 유용 대사체의 상용화 기반으로 사용할 수 있음

표 3.8 DB 구축 성과

| 세부사업   | 순번 | DB구축 내용                    | 지역           | 비고 |
|--------|----|----------------------------|--------------|----|
| K-PORT | 1  | 해수(수층) 및 해저환경도 작성을 위한 DB구축 | 북극 척치해 1-1해역 |    |
|        | 2  | 해수(수층) 및 해저환경도 작성을 위한 DB구축 | 남극 로스해 1-1해역 |    |
|        | 3  | 해수(수층) 및 해저환경도 작성을 위한 DB구축 | 북극 척치해 1-2해역 |    |
|        | 4  | 해저환경도 작성을 위한 DB구축          | 북극 보포트해 1해역  |    |
| K-POD  | 1  | 양극해 해양생물 DB 구축             | 척치해 / 로스해    |    |
|        | 2  | 대사체 추출물 DB구축               | 척치해 / 로스해    |    |
|        | 3  | MS 라이브러리 DB 구축             | 척치해 / 로스해    |    |

### 라. 국제협력 기반 구축 및 국제협력(공동연구) 성과

- 1단계 연구사업을 통해 미국, 이태리 등 해외 주요국 극지 관련 연구기관과 국제협력을 위한 기반이 구축되었으며, 총 9건의 MOU/LOU가 체결되었음
  - 특히 일본 동경해양대, 캐나다 NRCan, 영국 SAMS, 이태리 MAR/Genova Uni.는 다년도 협약을 체결하여 지속적인 협력을 위한 기반을 마련하였음

표 3.9 국제협력 기반 구축(MOU/LOU 체결) 성과

| 세부사업   | 번호 | 대상국 | 대상기관              | 체결 건수 | 비고        |
|--------|----|-----|-------------------|-------|-----------|
| K-PORT | 1  | 이태리 | Trieste 대학        | 1     |           |
|        | 2  | 일본  | 동경해양대             | 1     | 다년도 협약 체결 |
|        | 3  | 중국  | 청도해양대             | 1     |           |
|        | 4  | 캐나다 | NRCan             | 1     | 다년도 협약 체결 |
|        | 5  | 미국  | ONR               | 1     |           |
|        | 6  | 영국  | SAMS              | 1     | 다년도 협약 체결 |
| K-POD  | 1  | 이태리 | MNA / Genova Uni. | 1     | 다년도 협약 체결 |

- 해외 주요국 극지 관련 연구기관과의 협력기반 구축을 토대로 다양한 측면에서 국제협력 및 공동연구가 진행되었으며, 총 16건의 성과가 나타남
  - 극지관련 국제회의 참석이 13건으로 가장 많았으며, 남극 로스해의 해저지질 탐사, 캐나다 보포트해 가스하이드레이트 특성연구를 위해 국제공동연구가 2건이 진행

표 3.10 국제협력(공동연구) 성과

| 구분 | 국제공동연구 | 국제회의 참석 | 심포지움 개최 |
|----|--------|---------|---------|
| 건수 | 2      | 13      | 1       |

## 마. 대표 성과

| 구분     | 성과                         | 대표 성과                                                                                                                                                                                                                |  |
|--------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| K-PORT | 북극 동시베리아해 과거빙상 흔적 발견       | <ul style="list-style-type: none"> <li>북극 동시베리아해에서 제4기 빙하기(260만년 전부터 1만년 전까지의 빙하)에 존재하였던 빙상의 흔적을 아라온호를 이용한 해저지형조사를 통하여 세계최초로 발견</li> <li>Nature Geoscience (2013, 6:842 - 846, doi:10.1038/ngeo1904) 논문게재</li> </ul> |  |
|        | 국내 최초 캐나다 보포트해 가스하이드레이트 탐사 | <ul style="list-style-type: none"> <li>북극 대륙붕지역 가스하이드레이트 부존특성 및 메타방출현상에 대한 최초 대규모 국제공동연구탐사 수행</li> <li>해저면 부근 및 해저퇴적물에서의 가스하이드레이트 부존 가능성 확인</li> </ul>                                                               |  |
| K-POD  | 신규 뇌암치료제 개발을 위한 유효물질 확보    | <ul style="list-style-type: none"> <li>신규 화합물 M11a<sup>7)</sup>의 뇌암 치료제 유효물질 발굴</li> <li>국내출원 (2012년) 및 PCT 출원 (2013년)</li> </ul>                                                                                    |  |
|        | 신규 항염증 치료제 개발을 위한 유효물질 확보  | <ul style="list-style-type: none"> <li>해양균류 유래 neoechinulin A<sup>8)</sup>의 항염증 효과 규명</li> <li>국내출원 (2013년)</li> </ul>                                                                                               |  |

7) M11a : 남극 지의류(녹조류 등)를 통해 추출하여 개발된 극지연 자체 신규 화합물

8) neoechinulin A : 남극 해양균류(바다에 서식하는 곰팡이 종류)에서 추출된 천연 물질

## 2. 경제·사회적 성과

### □ 인력양성 성과( '12년 ~ '13년)

- 1단계 연구사업을 통해 총 9명의 극지분야 연구인력을 양성하였으며, 해외파견을 통해 연구원의 연구역량을 강화하였음
- 학위과정별로 보면 박사 1명, 석사 4명, 학사 4명이었으며, 이중 여성이 7명으로 다수의 여성과학자를 배출하였음

표 3.11 인력양성 실적

| 지원<br>총인원 | 지원 대상 (학위별, 취득자) |    |    |    | 성별 |   | 지역별 |    |      |
|-----------|------------------|----|----|----|----|---|-----|----|------|
|           | 박사               | 석사 | 학사 | 기타 | 남  | 여 | 수도권 | 대전 | 기타지역 |
| 9         | 1                | 4  | 4  | -  | 2  | 7 | 2   | -  | 7    |

- 이탈리아, 노르웨이 등으로 연구인력을 파견하여 해외 극지연구기관과 협력체계를 강화하고, 연구역량 강화를 꾀하였음

표 3.12 인력교류(해외파견) 성과

| 파견기간(월)             | 파견국        | 학위      | 전공    |
|---------------------|------------|---------|-------|
| 13.08.18 ~ 13.10.02 | 이탈리아 트리에스테 | 박사과정 1인 | 지구물리학 |
| 13.08.21 ~ 13.09.22 | 노르웨이 키르키네스 | 석사과정 1인 | 해양학   |
| 13.08.21 ~ 13.09.22 | 노르웨이 키르키네스 | 학사과정 1인 | 해양학   |



### 3. 정책적 성과

#### □ 북극정책 기본계획 등 정책 개발/수립을 위한 기초 자료 제공

- 1단계 연구사업을 통해 양극해 지역에 대한 다양한 측면의 기초자료를 확보하였으며 이를 기반으로 국가 정책 수립에 기여
  - 북극해 연구해역을 소유한 국가 및 지자체의 정책 및 법규 분석을 진행하여, 북극정책 기본계획 등 정부 정책 수립에 활용함
  - 북극해역에 대한 주요국의 과학기술정책 및 동향 조사를 실시하여, 북극정책 기본계획 등 정부 정책 수립에 활용함

#### ※ 북극정책 기본계획

- 북극 과학인프라 활용 기후변화 예측 연구 : 아라온을 활용한 북극해 종합연구
  - '북극항로 주변환경 모니터링 연구'에 대한 추진 방향 제공
  - '북극해 가스하이라이트 탐사 및 심부시추 추진'에 대한 추진 방향 제공

#### □ 북극권 국제기구 회의의 적극적인 참여를 통해 북극권 국가와 신뢰구축 및 위상 강화

- 북극과학위원회(IASC) 및 산하 워킹그룹에 적극적으로 참여함으로써 북극권 국가들과의 네트워크를 구축하고 신뢰관계 형성
  - 이는 우리나라가 북극이사회의 정식 옵서버로 진출하는데 기여하였으며, 이를 기반으로 북극권에서의 국가 위상이 강화됨

#### □ 북극연구를 통해 새로운 비즈니스 모델을 발굴하고, 산업화를 위한 기반 마련

- 북극연구를 통해 북극항로 개척 및 신규 해양자원 발굴 등 새로운 비즈니스 모델의 가능성을 확인하였으며, 이를 기반으로 국가경제에 기여할 수 있는 산업화 요소 도출



- 북극항로 개척 등 해운 항만 협력을 위한 기초자료를 제공함으로써 새로운 비즈니스 모델 (자원개발 협력 및 조선해양 플랜트 기술, 수산자원 확보 등) 창출의 토대 마련

표 3.13 북극권 국제기구 회의 참여 실적

| 번호 | 일시                   | 장소            | 내용                                                        | 참석자         | 세부내용                                                                          |
|----|----------------------|---------------|-----------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | '12.04.18~<br>'04.29 | 캐나다<br>몬트리올   | 북극해양분과위(ASSW<br>MWG, Marine Working<br>Group) 참석          | 강성호         | 2012년 북극 척치해 연구계획<br>발표 및 국제 북극해 공동연구<br>협력 추진                                |
| 2  | '12.04.21~<br>'04.22 | 캐나다<br>몬트리올   | 태평양 북극그룹(PAG,<br>Pacific Arctic Group)<br>추계 연례회의 참석      | 정경호<br>외 4인 | 2012년 북극 척치해 연구계획<br>발표 및 PAG 국가간 국제협력<br>업무 논의                               |
| 3  | '12.11.05~<br>'11.06 | 중국 소주         | 태평양 북극그룹(PAG,<br>Pacific Arctic Group)<br>추계 연례회의 참석      | 정경호<br>외 4인 | 2012년 북극 척치해 연구계획<br>결과 발표 및 PAG 국가간 2013년<br>국제협력 업무 논의                      |
| 4  | '13.04.13~<br>'04.19 | 폴란드<br>Krakow | 북극해양분과위(ASSW/<br>PAG) spring meeting<br>참석                | 강성호         | 2013년 북극 척치해 연구계획<br>발표 및 국제 북극해 공동연구<br>협력 추진                                |
| 5  | '13.04.19~<br>'05.05 | 캐나다<br>밴쿠버    | 북극 관측 정상회담<br>(AOS 2013) 참석                               | 강성호         | 북극 관측 정상회담 (Arctic<br>Observing Summit, AOS 2013)<br>참석 및 북극해 국제공동연구<br>논의    |
| 6  | '13.07.30~<br>'08.01 | 극지연구소         | ADMAP 그룹의<br>운영위원회회의(Steering<br>Committee Meeting)<br>참석 | 김형래         | ADMAP-2의 milestone 등을 결정.<br>2014년 4-5월경 ADMAP-2<br>워크샵을 유럽지역에서 개최할<br>계획을 결정 |
| 7  | 2013.10.19           | 극지연구소         | 태평양 북극그룹(PAG,<br>Pacific Arctic Group)<br>추계 연례회의 참석      | 강성호         | 2013년 북극 척치해 연구 발표 및<br>PAG 국가간 국제협력 업무 논의                                    |

### 제3절. 1단계 연구사업 대한 종합적 판단

#### □ 1단계 연구사업 성과 종합

- 1단계 연구사업을 통해 양극해 지역에 대한 다양한 측면의 기초자료를 확보하였으며, 이는 국내 극지연구를 선진국 수준으로 도약시키는데 획기적으로 기여
  - 특히 국내 최초의 쇄빙선 아라온호를 활용하여 연구사업이 진행되면서 연구 지역에 대한 접근성이 획기적으로 개선됨에 따라 다수의 연구성과물이 창출됨
- 1단계 연구사업을 통해 창출된 성과를 정리하면 다음과 같음

|             |                                                 |
|-------------|-------------------------------------------------|
| <b>성과종합</b> | <b>1단계 연구사업은 국내 극지연구 수준을 선진국 수준으로 도약시키는데 기여</b> |
|-------------|-------------------------------------------------|

| 과학기술적 성과                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 사회경제적 성과                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 정책적 성과                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 논문성과 :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 양적 : SCI 15건, 비SCI 1건</li> <li>- 질적 : IF 3.34, 인용도 2.08</li> </ul> </li> <li>○ 특허성과                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 양적 : 국내 5건, PCT 1건</li> </ul> </li> <li>○ DB구축 : 5건</li> <li>○ 국제협력기반구축 : 7건</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 상용화 성과                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술이전 : 0건</li> <li>- 발생매출액 : 0백만원</li> </ul> </li> <li>○ 인력양성 성과                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인력양성 : 9명</li> <li>- 인력파견 : 3명</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북극정책 기본계획 등 정책 개발/수립을 위한 기초 자료 제공</li> <li>○ 국제기구 회의의 적극적인 참여를 통해 신뢰구축 및 위상 강화</li> <li>○ 북극연구를 통해 새로운 비즈니스 모델을 발굴하고, 산업화를 위한 기반 마련</li> </ul> |

- 이와 같은 연구결과는 향후 양극해에 대한 우리나라의 기득권 확보를 위한 중요자료가 될 것이며, 연구사업 결과 축적된 극한지 탐사기술은 오지에서의 탐사활동 및 자원탐사분야에 상당한 파급효과가 기대됨
- 한편 남·북극해 연구는 기본적으로 장기적인 모니터링이 뒷받침되어야 하기 때문에 국외 선진국의 경우도 최소 10년 이상의 중장기적 관측 결과를 바탕으로 연구개발성과를 생산하고 있고 이를 바탕으로 자국과 글로벌 이슈에 공헌할 수 있는 더 많은 연구개발 프로젝트를 만들어 내고 있음
  - 이러한 점을 비추어 볼 때 우리도 단기적인 성과 산출에만 연연하기 보다는 거시적이고 체계적인 국익의 관점에서 연구개발을 수행할 필요가 있음
- 따라서 연구개발 목표의 성공적인 달성을 위해
  - ① 국적 쇄빙연구선 「아라온」 활용한 양극해 연구의 일관성 있고 목표 지향적인 중장기 프로젝트 추진

- ② 이를 지원할 수 있는 정부차원의 지속적이고 안정적인 연구 재원 확보
- ③ 우리 주도의 양극해 국제공동연구프로그램 개발과 타국가의 국제공동 연구프로그램의 적극적인 참여로 선진 연구기술 도입과 국제적인 인프라구축
- ④ 국내 산학연 양극해 연구 전문가 그룹 네트워크 구축과 연구 개발 인력 양성 등이 무엇보다도 절실한 것으로 평가됨





## 제4장 대내외 환경 및 연구동향 분석

### 제1절. 국외 환경 및 연구 동향

#### 1. 해외 주요국 정책동향

##### 가. 정책동향

- 해외 각국은 글로벌 이슈(환경, 에너지·자원, 북극항로) 부각으로 극지의 중요성이 증가됨에 따라 극지역에서의 영향력 확대를 위한 투자를 강화하고 있음
- 미국, 캐나다, 러시아 등 북극연안국들은 북극정책을 총괄하는 국가전략을 수립하여 영유권을 강화하는 등 북극에서의 주권 확대를 추진하고 있음
  - \* 특히 러시아는 EEZ·대륙붕 면적이 절반 이상을 차지하고 자원 부존량이 많으며 항로연장이 가장 긴 점을 활용하여 북극항로의 상업적 활용, 자원 개발 등 경제적 지평을 넓히는데에 가장 적극적임
- 반면, 비 북극국가인 일본, 중국, EU 등은 최근 북극이사회 정식 옵서버(현재 12개국)로 진출하였으며, 이를 계기로 북극 연안국과의 양자 관계를 강화하고 극지역에서의 영향력 확대를 추진
  - \* 특히 북극 연안국들과의 공동연구를 지속적으로 추진하고 있으며, 주도적인 연구참여를 위해 쇄빙선 건조 등의 노력을 경주

표 4.1 해외 주요국 극지정책 방향

| 구 분 | 연구기관                  | 정책방향 및 핵심정책      | 극지정책 방향                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----|-----------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 미 국 | 극지 프로그램 연구청 (NSF-OPP) | 주요 정책 방향         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전 지구기후변화 및 환경관련 연구에 대한 투자 비중을 확대하고, 대규모 인프라 구축 및 연구 활동 투자, 전 방위적 남극영향력 유지 및 확대 추진</li> <li>- 북극의 경우, 자국 영토의 연장선상에서 북극에 대한 영향력 확대를 위한 전 방위적 노력</li> </ul>                                                               |
|     |                       | 북극권 국가전략 ('13.5) | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북극에서 형성되고 있는 경제적 기회를 이용하기 위하여 개입 강화 의지표명</li> <li>- 북극해 안보, 자원개발 중요성, 원주민 역할, 러시아 협력 및 북서항로 개발 등 북극에 대한 영향력 강화 추진</li> <li>- 최근 일본과 공동으로 알래스카 횡단형 정밀 자동기상 관측 장비 디자인 및 인프라 구축을 통한 알래스카 기후 변화 모니터링 시스템 개발, 적용</li> </ul> |
| 캐나다 | 자원부 (NRCan), 해양부(DFO) | 주요 정책 방향         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북극이사회 의장국('13~15)으로 북극의 환경보호, 지속가능한 개발, 원주민 복지* 등을 핵심과제로 추진</li> <li>- 원주민 출신의 보건복지부장관을 북극이사회 의장으로 임명</li> <li>○ 제2 쇄빙연구선 구입, 북극기지 설치(CHARS/'17년 개소) 등을 통해 북극연구의 선도국가로 도약 추진</li> </ul>                                |

| 구 분       | 연구기관           | 정책방향 및 핵심정책                | 극지정책 방향                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|----------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                | Canada's Northern Strategy | <ul style="list-style-type: none"> <li>북극지역의 영유권 확보 및 강화, 사회-경제 개발 촉진, 환경보호, 지역자치권 보장 등의 전략목표로 적극적으로 대응 및 북서항로 개척에 대한 연구 추진</li> </ul>                                                                                                                                                                                  |
| 러시아       | 남북극연구소(ARI)    | 주요 정책 방향                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>경제 성장에 따라 남·북극 양극에 대한 영향력 확대를 추진</li> <li>자국 영토가 위치한 북극연구에 대한 투자 비중을 높이고 있으며 최근 북극권 관할 법령 및 정책 수립, 관할 북극함대 재건 추진</li> <li>남극의 경우 최근 폐쇄되었던 기지들의 복원을 추진</li> </ul>                                                                                                                 |
|           |                | 2020년 북극전략                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 개발과 기반시설 개선, 국가안보를 골자로 한 북극개발 청사진 제시</li> <li>연안 에너지 자원 및 광상개발, 대륙붕 경계 확장, 북극항로 활성화 및 통합관리 시스템 구축 등을 포함</li> </ul>                                                                                                                                                           |
| 일본        | 극지과학연구소(NIPR)  | 주요 정책 방향                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>총리실 산하 '종합해양정책본부'를 북극해 정책 사령탑으로 함</li> <li>북극항로 개발 프로젝트 추진, 300명의 대규모 북극 답사단 파견('12), 북극대사 임명('13.3) 등 북극정책 강화 중</li> <li>북극이사회 정식옵저버(13.5)에 가입하고, 북극연구에 대하여 국가차원의 전략적 투자 확대</li> <li>북극연구 컨소시엄 구축을 통해 시료분석, 데이터 해석, 모델링을 통한 지구과학, 환경과학 등 종합지구시스템 통합 공동연구 추진</li> </ul>          |
| 중국        | 극지연구소(PRIC)    | 주요 정책 방향                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>북극이사회 정식옵저버(13.5)에 가입하고, 북극연구에 대하여 국가차원의 전략적 투자 확대</li> <li>북극기지 및 쇄빙연구선 설릉호를 활용한 북극과학탐사를 강화하고 북극 공해지역의 자원 개발과 북극항로에 대한 통행권을 주장</li> <li>국가해양국내 전담부서(북극남극과) 설치, 니알슨 기지 월동연구 수행, 제2 쇄빙연구선 건조 발표 등 적극적 움직임</li> <li>극지과학탐사 및 연구수준 제고와 극지탐사사업을 지원하기 위해 중국극지과학 전략연구 기금 설립</li> </ul> |
|           |                | 극지표본 자원 공유 플랫폼 사업          | <ul style="list-style-type: none"> <li>남극지역을 대상으로 자원 활용이 가능한 남극 광물, 생물자원을 수집하고 있음</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                            |
| EU (독일 등) | 독일극지해양연구소(AWI) | 주요 정책 방향                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>남·북극 연구를 병행하되, 남극에 대한 연구에 많은 재원을 투자</li> <li>북극연구의 경우, 개별국가로서 연구활동 수행보다는 양자간 또는 다자간 협력체제(유럽극지위원회)를 활용하여 추진</li> <li>25,000 톤급 제 2쇄빙선 「플라스턴 2」 건조하여 2017년부터 북극해 탐사에 투입예정</li> </ul>                                                                                               |
|           |                | PACES 프로그램                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>지구의 과거와 현재, 미래 지구시스템, 고위도 지역 핵심 변화를 규명하기 위한 연구 활동</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                     |

## 나. 쇄빙연구선 보유 현황

- 주요 국가들은 극지의 중요성을 인식하고 극지에서의 주도적인 연구활동을 위해 쇄빙연구선을 건조하여 북극활동에 투입하고 있음
- 극지활동의 기반이 되는 극지과학활동을 수행하기 위해서는 쇄빙연구선의 활용이 필수적이며, 쇄빙연구선을 보유한 국가는 연구해역과 연구주제 및 연구시기 등 연구활동의 주도권을 선점할 수 있음

표 4.2 해외 주요국 쇄빙선 보유 현황

| 구분             | 미국                                                                                | 캐나다                                                                               | 러시아                                                                               | 일본                                                                                 | 중국                                                                                  | EU(독일)                                                                              |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 쇄빙선 이미지        |  |  |  |  |  |  |
| 보유대수<br>(건조예정) | 5<br>(1)                                                                          | 6<br>(1)                                                                          | 37<br>(8)                                                                         | 1<br>(1)                                                                           | 1<br>(1)                                                                            | 1<br>(1)                                                                            |
| 건조시기           | 2000                                                                              | 1966                                                                              | 2007                                                                              | 1983                                                                               | 1993                                                                                | 1982                                                                                |
| 규모/크기          | 16,257t                                                                           | 15,324t                                                                           | 25,840t                                                                           | 11,500t                                                                            | 21,250t                                                                             | 17,300t                                                                             |
| 특징             | 쇄빙능력<br>1.4m                                                                      | 쇄빙능력<br>1m                                                                        | 쇄빙능력<br>2.8m                                                                      | 내빙선                                                                                | 쇄빙능력<br>1.2m                                                                        | 쇄빙능력<br>1.5m                                                                        |
| 장점             | 연구지원시스템 우수                                                                        | 승조원 연구지원 능력 우수                                                                    | 핵추진 터보 운항 방식, 운항속도 21.4knots                                                      | 운항속도 19.5 knots, 헬기 3대 탑재가능                                                        | 큰 규모의 연구시설                                                                          | 풍부한 운항경험                                                                            |
| 단점             | 쇄빙능력 노후화                                                                          | 노후화                                                                               | 폐쇄적 운영시스템                                                                         | 쇄빙능력 노후화                                                                           | 노후화                                                                                 | 노후화                                                                                 |



## 2. 국외 연구 동향

### 가. 미국

#### 1) 남극연구

- 남극생물과 생태계 (Antarctic Organism & Ecosystem)
  - 해양생태계 연구, 개체군 동태, 생리학적 생태학과 적응 연구, 계놈학 연구 등이 수행
  - 해양생태계 연구는 극지 해양환경 내 생물·화학·물리적 과정사이에 복합 상호작용 규명을 목표로 함
- 개체군 동태, 생리학적 생태학과 적응 연구
  - 남극 동계동안에 극심한 자연환경(빛, 온도, 수분 등)에 대해 해양생물들의 물질대사, 생리, 행동학적 적응 및 개체군의 동태, 다양성 규명과 생태학적 과정에서 환경변화가 미치는 영향 규명을 목표로 장기적 모니터링 수행
- 남극 지구과학프로그램(Antarctic Earth Science Program)
- ROAVERRS (Research on Atmospheric Variability & Ecosystem Reseponse in the Ross Sea, Antarctica)
  - 미국의 NSF 지원으로 1996~99년까지 MBARI(Monterey Bay Research Institute)에서 수행한 남서 로스해에서의 대기 변동과 생태계 반응에 대한 연구
  - 기후학, 해양물리학, 해양생물학(플랑크톤 풍부도 및 생산성), 저서생태학적인 방법을 동원한 다학제적인 연구를 통하여 남서 로스해에서 katabatic winds의 polynya 형성과 일차 생산력, 연간 변동에 대한 영향 조사
- 해양생물 DB 자료구축
  - 로스해를 비롯한 극지해역의 해양생물 자료 확보를 위하여 미국의 CCMP는 남극 McMurdo의 Dry Valleys 지역, 남빙양 등에서 수집한 수천종의 극지미세조류를 보유하고 있음
  - 극지해역 해양생물관련 DB 및 분양시스템 구축에 있어 미국은 GCMD (Global Change Master Directory)를 구축하여 전지구적인 변화에 대한 메타데이터를 관리하고 있음

#### 2) 북극연구

- NSF-OPP의 북극연구프로그램은 지구생물학, 지질학, 화학, 사회문화 과정의 시스템과 해양, 육상, 대기, 생물, 인간간의 상호관계를 규명하는 것을 목표로 함
- OPP는 북극의 특이성을 강조하는 연구 분야에 중점을 두며 관련 연구프로그램은 대기화

학, 생물과학, 지구과학, 빙하학, 해양과학 및 사회과학 연구로 구성

- 특히 생물학, 지구과학, 사회과학 연구프로그램은 미국의 Arctic System Science Program 과 연계되어 있음

## 나. 영국

- BAS는 주로 남극내 연구 활동에 초점을 맞추고 기후변화, 남빙양 생물자원의 지속가능성, 종다양성 및 진화, 남극 지체구조 형성과 진화, 장기 모니터링 및 조사활동 자연과학 분야 연구 활동을 수행
- LTMS(Long-term Monitoring and Survey) 라는 장기 모니터링 및 관측 프로그램을 별도로 운영하고 있으며, 자원 연구인 GSAC (Global Science in the Antarctic Context)는 8개의 프로그램과 18개의 프로젝트에서 모두 연계되어 운영

## 다. 독일

- AWI를 중심으로 지구시스템(Global System)과 환경과학(Environmental Science) 연구에 중점을 두고, 이외에도 북극해 연구, 해양생물모니터링, 해양물질 자연 발생 조사, 해양지질탐사, 기술적 해양개발 등을 수행
- AWI의 연구영역은 크게 극지연구, 극지 인근해와 대양을 포함한 해양연구를 병행하며, 매 5년 단위로 중기연구전략을 구성하여 운영
- 2009년에 시작된 헬름홀츠센터 연구프로젝트인 ‘지구와 환경(Earth and Environment)’ 4개 프로그램 중 AWI가 진행하고 있는 PACES는 ‘해양(marine), 연안(coastal) 및 극지 시스템(polar system)’이라는 주제 아래 지구시스템의 과거, 현재, 미래에서 고위도에서 이루어지는 과정(process)의 역할을 규명하는데 목적

## 라. 호주

- 1950년대부터 남극연구를 수행하여 왔으며 고위도 기후 연구와 남해양의 지속가능성, 환경보호연구 등에 맞추고 있음
- 연구분야는 크게 다음과 같이 4가지 대주제 하에 이루어짐
  - 빙하·해양·대기·기후 연구에서는 전 지구적 기후시스템내 고위도 남극 해양, 대기 그리고 남극의 역할을 규명
  - 남극해내 생물 연구에서는 남극주변 해양생태계 보존을 위한 지침 마련
  - 극한 환경내 생물유기체의 적응과정 연구에서는 남극이 가진 특수한 환경조건에 적응한 생물에 대한 연구를 통해 유용한 화합물 및 유전자의 규명

- 남극 내 인간 활동으로 인한 영향 파악 및 대응방안 마련
- 영국의 남극연구소와 호주의 남극연구소는 30년 가까이 약 5년 단위의 장기 프로그램을 통해 남극수산자원과 해양생태계 변동 과정 연구를 지속적 수행 중

## 마. 뉴질랜드

- Latitudinal Gradient Project (LGP)
  - 로스해 지역의 Victoria Land 해안가 주변의 해양, 담수 및 육상 생태계를 총체적으로 이해하고자 시작된 프로젝트로 이 지역에 기지를 운영하고 있는 미국, 뉴질랜드 및 이탈리아를 주축으로 환경의 변화가 이 지역의 생태계에 미치는 영향을 다학제적으로 연구함
  - LGP는 SCAR 프로그램인 EBA (Evolution and Biodiversity in Antarctica)에 정식으로 속해있음
- BioRoss 프로그램
  - 뉴질랜드의 수산부(Ministry of Fisheries)의 지원으로 인간의 활동과 특히 어획 및 관광선의 활동이 증가하고 있는 로스해 지역에서의 종 다양성과 생산성에 관한 다학제적 연구 수행(2003/04 ~ 2006/07)
  - 현재까지 알려진 로스해 지역의 생물다양성 자료에 대한 재 검토
  - 서 로스해의 benthic macrofauna의 생물다양성에 대한 탐사와 기재
  - 남극 어류 분류 및 플랑크톤 유생의 종분류
  - 남극 연안 저서 군집의 생물 다양성 및 생태학적 연구 (McMurdo Sound의 2개의 정점에서 수행)
  - 이탈리아와 공동으로 로스해 북쪽 테라노바만의 연안 저서 군집의 종다양성 연구
- 남극 환경 보호에 관한 연구
  - 남극 해빙, 조류의 생산성(algal productivity)와 전지구 기후변화에 관한 연구
  - Dry Valley 생태계에서의 biocomplexity의 예측
  - 로스해 연안 지역에서의 토양의 환경 보호관련 연구 등
  - 미국의 McMurdo LTER 참여

## 바. 이탈리아

- 1987~1995년동안 14번에 걸쳐 남극해의 해양학적 특성에 대한 탐사를 실시하였고 이중 3번은 다음과 같은 주제로 로스해 지역의 해양 생태 연구에 집중

- 2000년대에 들어와서는 광범위한 연구 향해보다는 Terra Nova Bay를 중심으로 한 저서 동물 생태계에 대한 연구를 주로 수행함
- 로스해 테라노바만의 연성기질에 서식하고 있는 다모류의 다양성, 분포 및 생물량 등을 보고하여 저서대형무척추동물의 군집구조에 관한 연구 수행(Gambio et al. 1997)
- 테라노바만 25-1100 m 수심에 서식하고 있는 연체동물의 군집조사를 수행 (Cattaneo-Vietti et al. 2000)
- 지난 15년간 이탈리아 기지인 “Mario Zucchelli” 기지를 중심으로 로스해 테라노바만의 대형저서무척추동물의 생태학 분야는 많은 연구가 이루어짐
- Terra Nova Bay의 이탈리아 LTER 프로그램
  - 이탈리아가 제안한 해양보호구역내에는 2003년에 제안하여 지정된 ASPA 161이 포함되어 있으며 해양 ASPA로서 해양저서생태계 및 아델리펭귄의 보호와 지속적인 모니터링 연구를 위하여 지정하였음
  - 이탈리아는 2006년부터 이 지역을 국가 장기 생태 연구 지역 (LTER)으로 지정하고 국제 연구망(ILTER)에도 등록하여 지속적이고 집중적인 연구를 수행하고 있음
  - 테라노바만은 로스해의 외해 지역과 달리 계절에 따라 개수역이 형성되는 지역이며 생산성이 상당히 높아 생물 다양성과 풍부도가 높은 곳으로 조사되고 있음
  - 장기 관측을 위한 mooring system 운영
  - Key species (해면, 이매패)에 대한 생태학적 연구: 개체군 구조, 생식특성, 영양 생태학, 종간 상호 작용 등에 관한 연구
  - 군집수준의 연구: 종 다양성, 기능, benthic pelagic coupling 등

## 제2절. 국내 연구동향

### 1. 국내 정책 동향

- '08년 대통령의 광복절 축사에서 남북극 연구·자원 탐사의 중요성 강조와 현 정부 100대 국정과제의 하나로 채택됨에 따라 정부차원의 극지활동 지원 정책 강화
  - '09년 국적쇄빙선 아라온 건조를 계기로 우리 주도의 양극해양조사·탐사활동 강화를 위한 인프라가 마련되었으며, '11.4월에는 국가 전략적 극지연구 민간 자문기구인 '극지 포럼' 발기
- 최근 급격히 진행되고 있는 지구온난화에 따른 현 정부의 '기후변화 예측 및 능동 대응' 정책 강화
- 2002년에 시작된 과학기술예측조사(2005~2030)에서 미래사회 전망의 하나로서 '전지구 환경변화와 한반도 환경의 지속 가능' 문제를 예상한 바, 국가 차원의 환경변화 원인 규명과 대응책 마련이 시급
- 북극연구 강화를 위해 지난 2008년 11월 북극이사회(Arctic Council) 임시 옵저버에 가입하는 등 정부차원의 북극연구 기반강화를 위한 후속조치가 강화
- 기존의 남극연구의 성과를 발전적으로 확대하고 미흡한 부분을 보완하기 위한 "제2차 남극연구활동진흥기본계획" 수립
- 지구온난화 위기대비, 기후친화적 해양이용 및 관리, 해양자원의 활용을 위한 "국토해양 2030" 전략을 기반으로 하는 극한지 탐사 및 장비개발 필요
- '09년 쇄빙연구선 아라온호의 건조에 따라 결빙해역으로의 접근이 가능해지고, 접근이 어려웠던 양극해 해양지역을 대상으로 독자적인 생물자원 연구를 시작할 수 있는 기회 확보
- 정부차원의 극지연구 추진 기반 마련
  - 과학기술 577전략을 통해 기후변화, 녹색기술(GT), 글로벌이슈 대응분야의 극지과학 연구 추진
- 극지연구분야가 정부 100대 국정과제로 채택 및 추진
  - 세부과제 "극지탐사 및 연구를 통한 국제사회 기여 및 미래자원 확보"를 선정하고, 3개의 개별과제를 추진
- R&D 분야 예산 확대에 따른 극지과학 분야 투자규모 확대
- 국가과학기술위원회 중점육성기술내 극지 과학기술 분야 채택
- 2009년 쇄빙연구선 「아라온」 건조와 남극장보고과학기지 건설 등의 인프라 구축 추진으로 극지연구 활성화
- 주요 5대 연구주제를 중심으로 한 world class 연구추진

- 극지기후·환경 변화 및 생태계 영향 평가
- 실용가능한 극지 응용기술 기반 구축
- 극지 지체구조와 지각활동 규명
- 대륙기반 핵심 원천기술 개발
- 녹색성장과 글로벌 이슈 대응 (K-Polar)
- 남극 제2기지를 2014년 Terra Nova Bay (TNB)에 건설하기로 결정함에 따라 남극 해양 생물자원 연구를 진행하기 위한 연구거점이 확보될 것이며, 남극제2기지의 활용도를 극대화하고, 독자적인 해양생물자원 활용연구를 진행할 수 있는 기반시설이 구축될 예정

## 2. 국내 연구개발 동향

### 가. 양극해 해양생물 분야

- 2009년 채빙연구선 “아라온” 건조에 따라 2010년부터 접근이 불가능 했던 극지 및 극권 접근이 가능하게 되어 양극해 해양생물 자원 평가 및 확보를 위한 탐사활동이 활발해질 것으로 전망
- “남극활동및환경보호에관한법률”에 의거, “남극활동진흥기본계획”이 수립되었으며, 이에 따라 정부차원의 극지연구 활성화를 위한 지원이 이루어지고 있음. 국내에서는 다양한 생물 자원에 대하여 평가 및 이용에 대한 연구과제가 진행되어 왔으나, 극지해양생물 대상으로 중장기적인 생물자원 확보 및 이용성을 연구한 과제는 아직 없음
- 극지해 해양생물의 생명현상 연구는 ‘미생물유전체 프론티어사업’, ‘마린바이오 사업’ 등에서 극지 생물체의 미생물자원 확보, 유전체 연구 등을 부분적으로 수행하였으나 극지 생물체의 생명현상 및 기능에 대한 기초 연구는 미비하며, 일부 국내 연구진의 경우 기술력 자체만을 보면 세계 선두권의 기술을 보유하고 있으나 국내 전반적인 인프라, 시설지원, 네트워크, 인력 측면에서 기초수준에 있음
- 극지해 해양생물 관련 DB 및 분양시스템의 경우, 국내에는 국가연구소재은행, 생물자원센터(KCTC), 해양극한생물자원뱅크(MEBiC), 국립농업유전자원센터(NAC), 한국농업미생물자원센터(KACC) 등 소재의 특성 및 활용범위에 따라 다양한 자원센터가 운영되고 있으며 학술연구와 다양한 산업분야에 소재를 공급하는 역할을 수행하고 있음
- 극지생물자원은 대부분의 경우 개별 연구자가 관리하고 있으며 일부 자원은 ATCC, CBS, DSMZ, JCM, KACC, KCTC 등 다양한 균주은행에 분산 보존되어 있음. 이로 인하여 종합적이고 체계적인 관리가 이루어지지 않고 있음
- 극지해 해양생물 유래 신규 생물소재 탐색 및 바이오소재 생산기술 개발연구는 과학기술부의 ‘생명현상 및 기능연구 사업단’에서 세포신호전달연구, 생체물질구조/기능연구, 세포조

절핵심유전자 연구, 세포/인체조절기전 연구, 생물다양성 연구를 중점분야로 의약품개발의 표적인자, 산업/의약품용 효소 및 핵심소재, 항암선도물질, 건강보조식품, 유전자치료소재, 형질전환작물, 신규 생리활성물질 등의 개발 연구를 수행하였으나 극지생물체를 대상으로 연구된 것은 없음

- 대사체 분석을 위한 MS 라이브러리 연구는 국내의 경우, 식물, 식품, 미생물 등의 대사체 profiling이 대학 및 기초과학지원연구원, 생명공학연구원 등에서 바이오소재 개발을 위하여 진행되고 있으며, 극지해 생물권을 연구범위로 진행하는 프로그램은 아직 진행되고 있지 않음
- 추출은행은 최근 과학기술부에 의해 시행되고 있는 23개의 프런티어연구개발사업 중 8개의 사업단이 실시하는 생명과학분야이며, 이들 대부분이 천연물을 소재로 하고 있으며, 국토해양부에서도 2004년도부터“마린바이오21사업”을 수행하고 있음. 최근 한국과학기술연구원은 강릉에 천연물연구소 분원을 설립하였고 각 지방자치단체에서도 거의 대부분이 천연물을 활용한 바이오산업을 목표로 하고 있어 천연물과학 분야의 연구에 대한 관심이 증대되고 있음(신중현 외, 1991)

## 나. 북극해 에너지광물자원 분야

- 극지연구소에서 2000년 이후 남극반도 해역에서 가스하이드레이트 분포와 매장량 평가연구를 수행함
  - 연구지역의 가스 수화물에 포함된 천연가스의 총 매장량은  $7.7 \times 10^{12} \text{m}^3$ 로 이는 우리나라 연간 소비량의 300년치에 해당함
- 극지연구소에서 2003년부터 2013년까지 연구협정서를 체결하여 러시아 오호츠크해 국제공동연구탐사에서 20개 지점에서 가스하이드레이트 시료채취 및 3000 L-km의 가스하이드레이트 함유퇴적층 지구물리탐사 자료 확보함
- 극지연구소-캐나다 천연자원부간 북극연구탐사 MOU를 체결하고, 2013년 캐나다 북극 보퍼트해 한-캐-미 가스하이드레이트 국제공동연구탐사 수행하여 다중채널 탄성파탐사 자료 등을 확보함 (2012년 캐나다 천연자원부 장관 극지연구소 방문 양해각서 체결)



표 4.3 국내 주요기관별 북극 에너지광물자원 관련 연구개발 현황

| 부처    | 기관명          | 세부연구 단위                   | 자원 종류    | 기타                       |
|-------|--------------|---------------------------|----------|--------------------------|
| 산자부   | 한국가스공사       | 캐나다 북극권 우미악 가스전 참여        | 천연가스     | 개발투자                     |
|       | 대한광물자원공사     | 그린란드 광물자원 탐사              | 광물자원     | 탐사                       |
| 해양수산부 | 극지연구소        | 북극 보퍼트해 가스하이드레이트 국제공동연구   | 가스하이드레이트 | 2013, 2014년 북극 캐나다 수역 탐사 |
|       |              | 러시아 오호츠크해 가스하이드레이트 국제공동연구 | 가스하이드레이트 | 2003년 이후 현재까지 러시아 수역 탐사  |
| 민간    | 삼성중공업 등 조선회사 | 극한지용 선박 제작                | 극지용 선박   | 북극자원 개발/운송용 선박 수주        |
|       | 현대글로벌비스      | 북극항로 개발                   | 북극물류     | 2013년 북극항해 수행            |

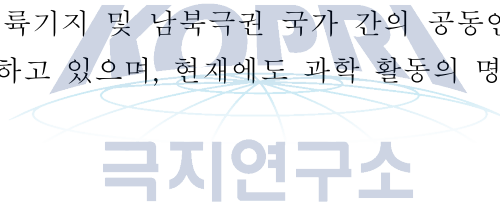
- 남극 로스해 연안에서의 해양생물을 대상으로 한 연구는 전무하며, 세종과학기지를 중심으로 남극반도 인근 지역에서의 해양생태계에 대한 장기모니터링연구가 수행 중임
- 쇄빙연구선 “아라온”의 운항과 2014년에 완공된 “장보고과학기지”를 활용하여 남극 로스해 연안 및 외양에 대한 다학제적 국제공동연구의 필요성이 국내외적으로 대두되고 있음



## 제3절. 시사점

### □ 양극해 연구 패러다임의 변화

- 기후변화로 인한 극지역 빙하 감소와 극지개발·탐사를 위한 첨단 장비들이 개발되면서 극지 미연구(미답) 지역의 자원 선점을 위한 각국의 경쟁이 가속화되고 있음
  - 이에 선진국을 중심으로 남·북극 각각의 단일지역 연구에서 탈피하여 양극해 통합 연구가 근래 새로운 패러다임으로 대두되고 있으며 미국, 유럽에서 관련 중장기 연구 프로젝트 추진 중임
  - 전 지구 환경변화의 글로벌 이슈화 및 환경변화에 대응하기 위한 각국의 기후변화연구 기술 개발 및 국제 공조화 추세 가속
  - 미국의 경우 1990년대부터 국가적 차원에서 남·북극 연구 및 활동지원 기반을 마련하였고, 독일 등 유럽은 남·북극 연구를 병행하되, 남극에 대한 연구에 많은 재원을 투자 중임
- 미래의 극지해 활용 기반 수립을 위해 극지해 연구 추진방식을 양극해를 중심으로 추진하여 급격하게 변화하고 있는 태평양 측 양극해(북극항로 주변 서북극해 vs. 서남극 로스해 주변)의 해양환경을 비교할 수 있는 종합 환경도 구축
  - 선진국들은 쇄빙선, 대륙기지 및 남북극권 국가 간의 공동연구를 통하여 극지 해양생물에 대한 자원탐사를 실시하고 있으며, 현재에도 과학 활동의 명목으로 미답지역의 해양자원을 확보하고 있음



### □ 양극해 연구 트렌드 변화

- 기후변화 대응, 미래 에너지·자원 개발, 북극항로 개척 등 양극해 활용을 위한 국제적 경쟁 심화에 따른 연구개발 사업의 조기 착수 필요
- 극지 선진국들은 양극해 연구의 중요성을 인식하고 장기적인 대형 연구프로젝트를 수행중이나, 이에 대응한 국내 연구활동 미약한 상황임
  - 그동안 우리나라의 경우 국적 쇄빙연구선 미비와 소규모 연구사업으로 남극해와 북극해 연구를 각기 수행함에 따라 체계적이고 집중적인 연구가 진행되지 못함
- 세계적인 극지연구의 성장성과 기회를 감안한다면 미래 국가 신성장동력으로 육성하고 세계적 경쟁력을 갖는 극지연구 육성이 무엇보다 중요

### □ 세계추세와 본 연구의 연관관계

- 지난 50년간의 극지연구 여건이 변화되면서 21세기 극지연구는 전 세계적으로 새로운 패러다임에 입각해 추진되고 있음

- 극지연구를 통한 세계 공헌이 국익을 확보하는 기본요소로 변화
  - 지구환경변화의 척도로서 양극해의 중요성 강화
  - 에너지와 자원문제 해결을 위한 양극해의 활용 필요성 증가
  - 첨단 과학기술발전에 따른 양극해 개발의 가능성 증대
  - 양극해에 대한 선진국들의 기득권 확보 노력 강화
- 최근에 양극(Bi-polar)을 동시에 비교 연구하고자 하는 세계적인 연구추세 확산
    - 최근 국제 북극과학위원회(IASC)와 남극과학위원회(SCAR)가 양극과학협력위원회(BipAG, Bipolar Action Group)를 창설
  - 세계적 생물공학 산업의 발전과 연계한 생물 종 다양성 확보가 생물공학산업의 기반연구로서 중요성이 확대되고 미개척 양극해 해양생물에 대한 관심이 고조됨
    - 독립적으로 진화된 양극해 해양생물자원 대사체의 활용성 대두
    - 양극해 해양생물 유래 신규 대사체의 고부가 가치 확보를 통한 국가 경쟁력 강화
    - 미개척 지역인 양극해 해양생물의 종 다양성과 생리기작 이해를 통한 국제공동연구의 심화





## 제5장 양극해 연구 방향성 도출

### 제1절. 양극해 연구 비교

#### 가. 해외 주요국 양극해 연구 주제 현황

- 해외 각국에서 진행되고 있는 극지연구는 빙하학, 영구동토층, 해빙, 빙하학, 해양학, 생태학, 초고층대기물리학 등 다양한 분야에 걸쳐 추진되고 있음

표 5.1 해외 주요 국가별 극지연구 주제 현황

| 구분                          | 연구주제                          | 미국                                      | 캐나다             | 러시아  | 일본   | 중국   | EU   |      |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|------|------|------|------|------|
| 양극해 해양환경 연구 분야              | 북극 해빙 및 해양환경 변화 연구            | 북극해 해양 및 해빙 모니터링                        | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |      |
|                             |                               | 극지해역 해수 순환과 해빙분포에 관한 수치모델연구             | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |      |
|                             |                               | 해수면 변화에 대한 해빙/빙하 영향 평가 연구               | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |      |
|                             |                               | 해빙/빙하 변화에 따른 대륙빙 변동성 평가 연구              | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |      |
|                             |                               | 인간 생활과 해빙과의 상호 역학 연구                    | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | -    | -    | ◆◆◆◆ |
|                             | 해양-대기 이산화탄소 증장기 변동 및 해양산성화 이해 | 해양과 대기 CO2 거동                           | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |
|                             |                               | 해양-대기 CO2 플럭스                           | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |
|                             |                               | 해양 산성화                                  | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |
|                             |                               | 해양 내부 무기탄소 변화                           | ◆◆◆◆            | -    | -    | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ |
|                             |                               | pCO2 분포와 해빙역할                           | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ |
|                             | 해빙-수층 환경 및 생태계 구조의 변동성 이해     | 해빙-수층 환경변화에 따른 먹이망 구조의 변동성 파악           | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |
|                             |                               | 해빙-수층 생태계 환경 수용력 (carrying capacity) 추정 | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ |
|                             |                               | 해빙-수층의 생지화학적 순환 인자의 변동성 이해              | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |
|                             | 북극 해저지질특성 및 환경변화 이해           | 해저지형변화 및 미답해저지형조사                       | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | -    | -    | ◆◆◆◆ |
|                             |                               | 북극항로 주변 해저지형 조사                         | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |
|                             |                               | 빙해역 천부퇴적구조 및 지질현상 규명                    | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | -    | -    | ◆◆◆◆ |
|                             |                               | 북극해 광역지체구조 연구                           | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | -    | -    | ◆◆◆◆ |
|                             | 웹 GIS기반 북극해 환경도 가시화           | 북극해 환경도 제작                              | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |
|                             |                               | 웹 기반 북극해 GIS 구축                         | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |
|                             | 양극해 해양자원 분야                   | 극지해 해양생물 탐사 및 생물자원 확보                   | 극지해 미답지 해양생물 탐사 | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |
| 남극 기지간 협력체계 구축              |                               |                                         | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |      |
| 종 분석과 자원 관리                 |                               |                                         | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |      |
| 배양체 배양기술 개발                 |                               |                                         | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |      |
| 극지해 해양생물 대사체 생성경로 및 생체적응 파악 |                               | 생리대사 성장특성 환경적응 기전 연구                    | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |      |
|                             |                               | 해양생물의 신호전달기전 연구                         | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |      |
|                             |                               | 핵심 유전체와 단백질체 기능 연구                      | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ |      |
|                             |                               | 대사체 활용가치 규명                             | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ |
| 극지해 해양생물 유래 대사체 활용가치 규명     |                               | 유용 대사체 정밀활성 규명 및 개량                     | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ |
|                             |                               | 상용화 기술 개발                               | ◆◆◆◆            | -    | -    | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ |
| 북극권 해역 가스하이드레이트 조사 및 활용기술   |                               | 북극권 해역 가스하이드레이트 자원조사                    | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ |
|                             |                               | 북극권 해역 가스하이드레이트 자원특성 규명                 | ◆◆◆◆            | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | -    | ◆◆◆◆ |

|    |                          |      |      |    |    |    |      |
|----|--------------------------|------|------|----|----|----|------|
| 개발 | 북극 해저자원 탐사/개발기술 기반 구축    | ◆◆◆◆ | ◆◆◆◆ | ◆◆ | ◆◆ | ◆  | ◆◆◆◆ |
|    | 북극 해저자원 확보를 위한 국제협력체제 구축 | ◆◆   | ◆◆   | ◆◆ | ◆  | ◆◆ | ◆◆   |

- 해외 주요국의 양극해 관련 연구주제를 해양환경 연구분야와 해양자원 분야로 구분하여 비교해 본 결과 대부분의 주제에서 국가별로 차이가 크지 않았음
  - 그러나 양극해에 대한 접근 용이성에 따라 차이가 나타났으며, 특히 양극해 연안국의 경우 해양자원분야에 대한 연구가 보다 활발히 진행되는 것으로 나타났음

## 나. 주요 국가들의 북극해 연구지역 현황

- (연구지역 현황) 북극해 연구를 수행하는 대부분의 국가들은 해수/해빙/해저 분야별로 연구를 진행하고 있으며 각 나라 간 큰 차이를 나타내지 않음
  - 그러나 대부분의 북극권 국가들의 연구조사 지역은 각 나라의 영내 연안을 위주로 조사를 진행하고 있으며, 쇄빙선을 소유하지 않은 연안 국가의 경우 그 연구지역 폭이 매우 제한적임

|      | 베링해 | 척치해 | 보포트해 | 캐나다 해저분지 | 동시베리아해 | 랍테프해 | 카라해 | 바렌츠해 | 그린란드해 |
|------|-----|-----|------|----------|--------|------|-----|------|-------|
| 미국   | ◆◆◆ | ◆◆  | ◆◆   | ◆        | ◆      | -    | -   | -    | -     |
| 캐나다  | ◆   | ◆   | ◆◆◆  | ◆◆       | -      | -    | -   | -    | -     |
| 러시아  | ◆◆  | ◆◆  | -    | ◆        | ◆      | ◆◆   | ◆◆  | ◆◆◆  | -     |
| 일본   | ◆◆◆ | ◆   | ◆    | -        | -      | -    | -   | -    | -     |
| 중국   | ◆◆  | ◆◆  | -    | ◆◆       | -      | -    | -   | -    | -     |
| EU   | -   | -   | -    | -        | -      | ◆    | ◆   | ◆◆   | ◆◆◆   |
| 대한민국 | ◆   | ◆◆◆ | ◆◆◆  | ◆◆       | ◆◆◆    |      |     |      |       |

◆◆◆: 매우 높음, ◆◆: 높음, ◆: 낮음, -: 없음  
 ※ 동시베리아해 : K-PORT사업 주요 연구지역

- (시사점) 우리나라의 경우 해수/해저 환경 연구를 수행할 수 있는 첨단 장비를 장착한 쇄빙선 아라온을 보유하고 있어 다른 국가들이 접근할 수 없는 결빙지역(동시베리아 해 등)을 위주로 연구활동을 진행해 왔음
  - 이처럼 접근이 어려운 지역에서의 연구결과를 바탕으로 북극권 주요 국가들과 주도적인 국제협력이 가능함

## 제2절. 주제별 국내 연구수준 및 역량 분석

### 1. 국내 연구수준

- 주요 연구 주제별로 국내 연구수준을 분석해 본 결과 대부분의 분야에서 선진국 대비 70%~80% 수준을 보였음
- 반면 해양 자원분야의 경우는 상업적 이용 제약 및 접근이 용이하지 않기 때문에 상대적으로 연구수준이 낮게 나타났음

| 구분            | 역량분석                                                                                                                                  | 비고(%)      |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 양극해 해양환경 연구분야 | ○ 극지해역 해수 수괴 및 순환과 해빙분포 및 역학에 관한 관측 및 수치모델연구는 쇄빙연구선 “아라온” 건조이후 활발히 진행되고 있지만, 과거 수십년간의 연구를 통해 축적된 자료와 노하우 및 인력을 보유한 선진국들과의 국제공동연구가 요구됨 | 선진국 대비 70% |
|               | ○ 해양-대기 이산화탄소 플럭스 관측위한 표층수와 대기경계층 이산화탄소 연속 관측 가능                                                                                      | 선진국 대비 70% |
|               | ○ 극지 해양 내부 무기탄소 순환 관측위한 용존무기탄소, 알칼리도, 산도, 용존 이산화탄소 관측 가능                                                                              | 선진국 대비 60% |
|               | ○ 쇄빙연구선 ‘아라온’의 지속적인 활용으로 결빙해역에서 해양 환경 및 생태계 연구가 현재 진행 중에 있음                                                                           | 선진국 대비 60% |
|               | ○ 쇄빙연구선 “아라온”의 운항과 2014년 완공된 “장보고과학기지”를 활용하여 로스해 연안 및 외양에 대한 다학제적 국제공동연구가 가능                                                          | 선진국 대비 60% |
| 양극해 해저환경연구 분야 | ○ 쇄빙연구선에 장착된 다중빔음향측심기를 이용하여 해저지형 조사 가능                                                                                                | 선진국 대비 90% |
|               | ○ 쇄빙연구선에 장착된 천부지층탐사기를 이용하여 천부지층 및 지질현상 조사 수행                                                                                          | 선진국 대비 70% |
|               | ○ 쇄빙연구선에 장착된 중자력계를 이용하여 광역지체구조 연구수행                                                                                                   | 선진국 대비 70% |
| 양극해 자원 연구분야   | ○ 쇄빙연구선 “아라온” 건조에 따라 양극해 해양생물 자원 평가 및 확보를 위한 탐사활동이 가능                                                                                 | 선진국 대비 70% |
|               | ○ 극지해양생물 대상으로 중장기적인 생물자원 확보 및 이용성을 연구한 과제는 아직 없음                                                                                      | 선진국 대비 20% |
|               | ○ 극지 생물체의 생명현상 및 기능에 대한 기초 연구는 미비하며, 일부 국내 연구진의 경우 기술력 자체만을 보면 세계 선두권의 기술을 보유하고 있으나 국내 전반적인 인프라, 시설지원, 네트워크, 인력 측면에서 기초수준에 있음         | 선진국 대비 60% |
|               | ○ 극지생물자원은 대부분의 경우 개별 연구자가 관리하고 있으며 일부 자원은 ATCC, CBS, DSMZ, JCM, KACC, KCTC 등 다양한 균주은행에 분산 보존되어 있음. 이로 인하여 종합적이고 체계적인 관리가 이루어지지 않고 있음  | 선진국 대비 60% |
|               | ○ 극지생물체를 대상으로 신규 생물소재 탐색 및 바이오소재 생산기술 개발연구는 본격적으로 진행된 바 없음                                                                            | 선진국 대비 40% |
|               | ○ 대사체 분석을 위한 MS 라이브러리 연구는 국내의 경우, 식물, 식품, 미생물 등의 대사체 profiling이 진행되고 있으며, 극지해 생물권을 연구범위로 진행하는 프로그램은 아직 진행되                            | 선진국 대비 60% |



|  |                                                                                            |            |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | 고 있지 않음                                                                                    |            |
|  | ○ 남극 로스해 연안에서의 해양생물을 대상으로 한 연구는 전무하며, 세종과학기지를 중심으로 남극반도 인근 지역에서의 해양생태계에 대한 장기모니터링연구가 수행 중임 | 선진국 대비 60% |
|  | ○ 쇄빙연구선 “아라온”의 운항과 2014년 완공된 “장보고과학기지”를 활용하여 로스해 연안 및 외양에 대한 다학제적 국제공동연구가 가능               | 선진국 대비 60% |
|  | ○ 극한지 에너지광물자원 탐사기술                                                                         | 선진국 대비 60% |
|  | ○ 극한지 에너지광물자원 시료채취/시추개발 기술                                                                 | 선진국 대비 20% |
|  | ○ 극한지 에너지광물자원 생산기술                                                                         | 선진국 대비 20% |
|  | ○ 극한지 에너지광물자원 자원평가기술                                                                       | 선진국 대비 20% |

## 2. 국내 양극해 연구 역량분석

### 가. 국가경쟁력 비교

| 구분                   | 핵심기술                      | 국외                                                                     | 개발 현황                                | 수준<br>(국외대비) |
|----------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| 양극해<br>해양환경<br>연구    | 극지해양 지구물리자료 분석기술          | 남북극 지체구조 및 지질환경 연구(미 NSF, 독 AWI, 영 BAS 등)                              | ○ 극지연구소 및 유관기관에서 연구진행                | 80%          |
|                      | 북극해 장기관측시스템 운영            | 미국 WHOI에서는 북극해 해양 및 해빙 모니터링을 위해 2008년부터 ITP (Ice-Tethered Profiler) 운영 | ○ 극지연구소에서는 2015년 장기관측시스템 구축을 목표로 함   | 50%          |
|                      | 척치해 결빙해역 환경 및 생태계 현장 모니터링 | 중국, 일본, 미국, ‘북극해 연구’ 사업 수행                                             | ○ 국제 공동연구를 통한 교차승선 및 자료 공유           | 100%         |
| 양극해<br>해양생물자<br>원 연구 | 극지생물자원 및 유전체              | 미국 2003년 “계놈시대의 극지생물학 프론티어” 보고서 발표                                     | ○ 극지연구소 및 일부 유관기관 연구진행               | 50%          |
|                      | 남극 광물, 생물자원 수집            | 중국 ‘극지표본자원 공유 플랫폼’ 사업                                                  | ○ 극지연구소 및 유관기관에서 생물자원 수집 및 활용기술 개발   | 70%          |
|                      | 극지유래 천연물 신약               | 미국 Lilly, Corey, Merck 등 천연물신약 프로젝트 진행 중                               | ○ 극지연구소에서 천연물 추출물 개발                 | 60%          |
|                      | 북극 자원탐사                   | 미국 USGS, 캐나다 GSC, 독일 AWI 등 북극탐사 강화                                     | ○ 극지연구소에서 쇄빙연구선 ‘아라온’호를 활용한 북극탐사 수행중 | 50%          |
|                      | 북극 에너지자원개발                | 세계 메이저 석유회사 들                                                          | ○ 한국가스공사에서 캐나다 유전 개발 투자중             | 20%          |
|                      | 북극 자원개발 기술                | 세계 E&P 회사들                                                             | ○ 국내 관련산업체 관망중                       | 10%          |

## 나. SWOT 분석을 통한 역량분석

| 강점<br>(Strength)                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 20년간 극지해 기초 연구를 통한 극지 기초 연구 및 응용 기술 축적</li> <li>○ 쇄빙연구선 아라온 및 장보고 기지 건설, 북극다산과학기지 등 연구 인프라 확보</li> <li>○ 국내외 협력 네트워크 보유 (SCAR, IASC, PAG, BipAG, PAP 등)</li> <li>○ KOPRI-NPI 극지연구 협력센터 설립으로 북극권 국가와의 공동연구를 위한 협력거점 마련</li> <li>○ 바이오 소재 개발을 위한 우수한 기반기술 및 인프라 축적</li> </ul> |

| 약점<br>(Weaknesses)                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 쇄빙선 장착 연구장비 활용 경험 부족</li> <li>○ 극지해 연구자료의 활용 미흡</li> <li>○ 선진국 대비 극지해 연구 투자 미흡</li> <li>○ 극지해 전문연구 인력 부족</li> <li>○ 극지해 연구 중요성에 대한 일반대중 인식 부족</li> <li>○ 국내 산업체의 극지 개발에 대한 소극적 자세 견지</li> </ul> |

| 기회<br>(Opportunities)                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 글로벌 이슈 해결책으로 극지해 중요성 부각</li> <li>○ 정부의 극지해 연구 활성화 정책 강화</li> <li>○ 국가간 미래자원확보에 대한 필요성 증대</li> <li>○ 극지해 연구의 국가 간 양극 환경 및 활용 연구 중요성 인식 고조</li> <li>○ 극지활동진흥법 제정에 따른 체계적인 연구 수행 가능</li> <li>○ 북극이사회 정식옵서버 국가 진출('13.5)로 북극권 국가와의 양자/다자간 경제협력 가능</li> </ul> |

| 위협<br>(Threats)                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 극지해 연구 선점 국가들의 활동 가속화 및 연구개발 결과 블록화</li> <li>○ 북극권 국가들의 자국 해양자원에 대한 배타적 영유권 강화</li> <li>○ 극지해에 대한 경제적 이익 중심의 국가 경쟁 강화</li> <li>○ 극지해의 장기적인 연구추진에 대한 인식 부족</li> <li>○ Bioprospecting에 의한 극지해 해양생물 확보 어려움</li> <li>○ 극지해 환경보호 강화에 따른 자원탐사 활동 약화</li> </ul> |

## 다. 양극해 연구 추진전략 도출

### □ S-O(Strength, Opportunity) 전략

- 아라온호 등 국내 보유 인프라를 활용하여 북극권 연안국과의 국제공동연구를 강화
  - 국내 보유 쇄빙연구선 아라온호 등 인프라의 우수성을 적극 활용하여 북극연안국들과의 공동연구를 적극적으로 추진

### □ W-O(Weakness, Opportunity) 전략

- 연구결과의 DB화 및 통합을 통해 연구결과의 활용성 극대화
  - 정부의 적극적인 극지정책 추진에 따른 예산확보를 통해 기존 연구결과를 연구자 사용편의성을 고려하여 DB화하고 통합 관리하여 연구결과의 활용성 극대화

### □ W-T(Weakness, Threat) 전략

- 국내외 극지해 협력 네트워크를 적극적으로 활용하여 전문연구인력 부족 문제 해결
  - 국내외 극지해 협력 네트워크(SCAR, IASC, PAG, BipAG, PAP 등)를 활용한 지속적인 극지연구 추진을 통해 국내 전문인력의 경험을 축적하고, 전문연구인력 양성

### □ S-T(Strength, Threat) 전략

- 북극 외해의 미답지를 중심으로 연구지역을 다변화
  - 북극권 국가들의 영유권 강화 움직임과 경제적 이익 중심의 국가 경쟁 강화에 따라 아라온호를 활용하여 북극 외해의 미답지를 중심으로 연구지역을 다변화

### 제3절. 양극해 연구추진 방향 및 주제 도출

#### 1. 양극해 연구추진 방향

##### □ 국제사회에서 선점이 가능한 연구분야를 발굴하여 집중 지원

- 극지연구의 특수성을 고려한 국제사회의 극지연구 방향성과 국가차원의 극지연구 방향성을 동시에 고려
- 단기적, 장기적 연구의 차별화 및 각 연구분야 별 공유를 통한 시너지 확대

##### □ 선택과 집중에 의한 전략적 최적 포트폴리오 구축

- 양극해 연구를 북극해 환경 (K-PORT)과 극지 해양자원(K-POD) 연구부분과 장비 및 활성화 기반구축으로 특성화함
- K-PORT는 북극해역에서 일어나는 시·공간 규모의 환경변화를 다학제적인 방법으로 관측·비교하므로써 변화양상을 이해하고 글로벌 이슈해결을 위한 과학적 근거를 제시하고자함
- K-POD는 지질자원과 생물자원으로 구분
  - 1) 양극해 해양생물자원 연구는 종 다양성과 대사체 정보를 조기에 확보하고 대사체 정보를 기반으로 한 생물공학 활용연구를 확대
  - 2) 양극해 지질자원은 자원개발 시점을 대비한 기초 지질정보를 지속적으로 확보하고 가능한 정보의 범위에서 활용방안을 지속적으로 도출

##### □ 과감한 투자를 통하여 단편적 연구보다는 장기적이면서도 단기간에 성과를 도출할 수 있는 분야 발굴, 집중 투자

- K-PORT는 글로벌 이슈에 대한 장기적 목표를 수립하고 지속적인 연구투자를 확보하여 대형 국제공동연구로 진행
- K-POD는 극지자원 확보를 목표로 산학연 연구로 추진하여 단기적인 연구성과를 도출할 수 있도록 초기부터 연구투자를 집중함

##### □ 장기 기술개발이지만 다양한 참여 연구진 구성을 통해 조기 성과달성이 가능하도록 지원

##### □ 국제협력을 통한 국가 위상 제고 및 이에 대한 지원 체계 구축

- 장기적인 관점에서 세계적 추세인 인간-환경의 관계를 연구할 수 있도록 자연-사회과학적 융합적 연구 추진 검토

## 2. 양극해 연구주제 도출

### 가. 북극해 환경변화 이해 및 활용방안 연구(K-PORT)

#### □ 연구목표

- 북극항로 주변해역의 지속적인 해양환경 모니터링과 북극권 국가와의 국제협력 확대를 통한 글로벌 이슈 대응 및 북극해 활용방안 제시

#### □ 주요 연구내용

- 북극 해빙 및 해양환경 변화 연구
  - 인공위성을 활용한 해빙변화 모니터링
  - 해빙 물리적 특성 수치적 정량화 및 재현
  - 해양변동성과 해빙분포의 상호 작용
  - 해수분포 및 해양순환 변동성 파악
- 해양-대기 이산화탄소 증장기 변동 및 해양산성화 이해
  - 해양-대기 이산화탄소 (CO<sub>2</sub>) 흡수력 변동 원인 파악
  - 해양 산성화 장기관측 기반 구축
  - 해양 내부 탄소 저장능력 변화 양상 이해
  - 북극해역 해양산성화에서 해빙역할 이해
- 해빙-수층 환경 및 생태계 구조의 변동성 이해
  - 해빙-수층 환경 변화에 따른 먹이망 구조의 변동성 파악
  - 해빙-수층 생태계환경 수용력 (carrying capacity) 측정
  - 해빙-수층의 생지화학적 순환 인자의 변동성 이해
- 북극 해저지질특성 및 환경변화 이해
  - 해저지형변화 조사 및 미답해저지형 탐사
  - 빙해역 천부퇴적구조 및 지질현상 규명
  - 북극해 광역지체구조 연구
- 웹 GIS기반 북극해 환경도 가시화
  - 북극해 환경도 가시화 시스템 프로토타입 운용

- 북극해 환경도 가시화 시스템 고도화

## □ 2단계 연구사업 지역

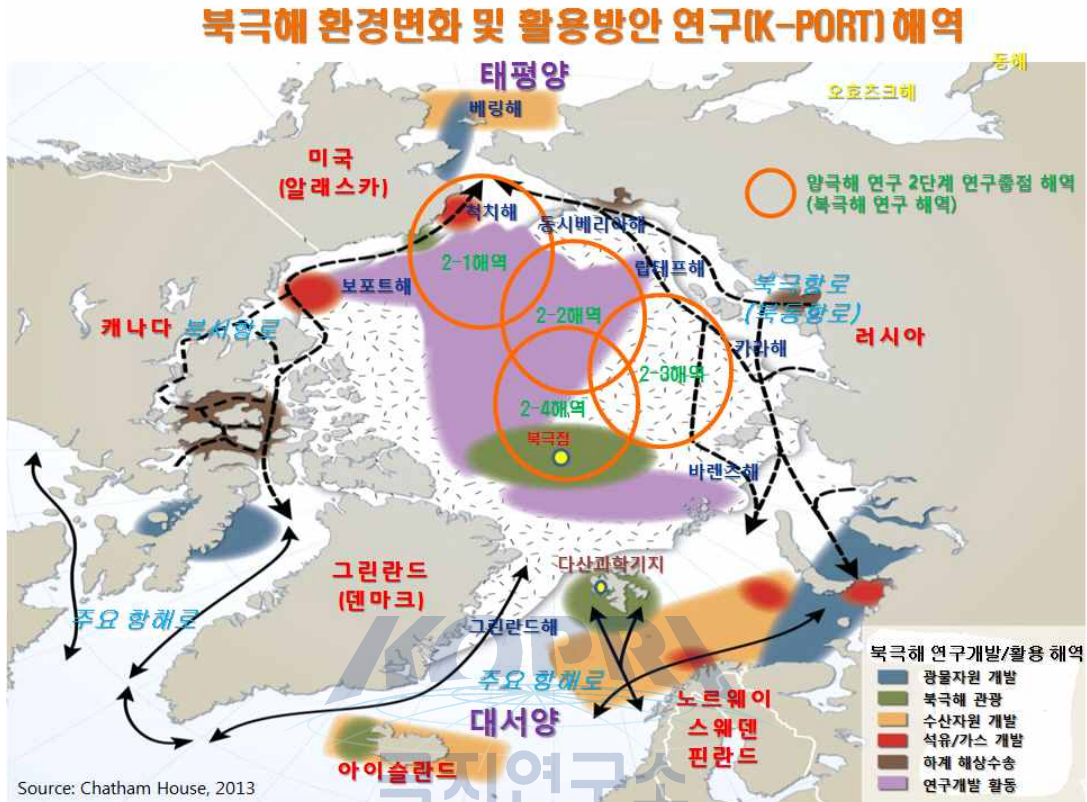


그림 4.1 2단계 연구사업 지역

## 나. 극지해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발 (K-POD) 분야

### □ 연구목표

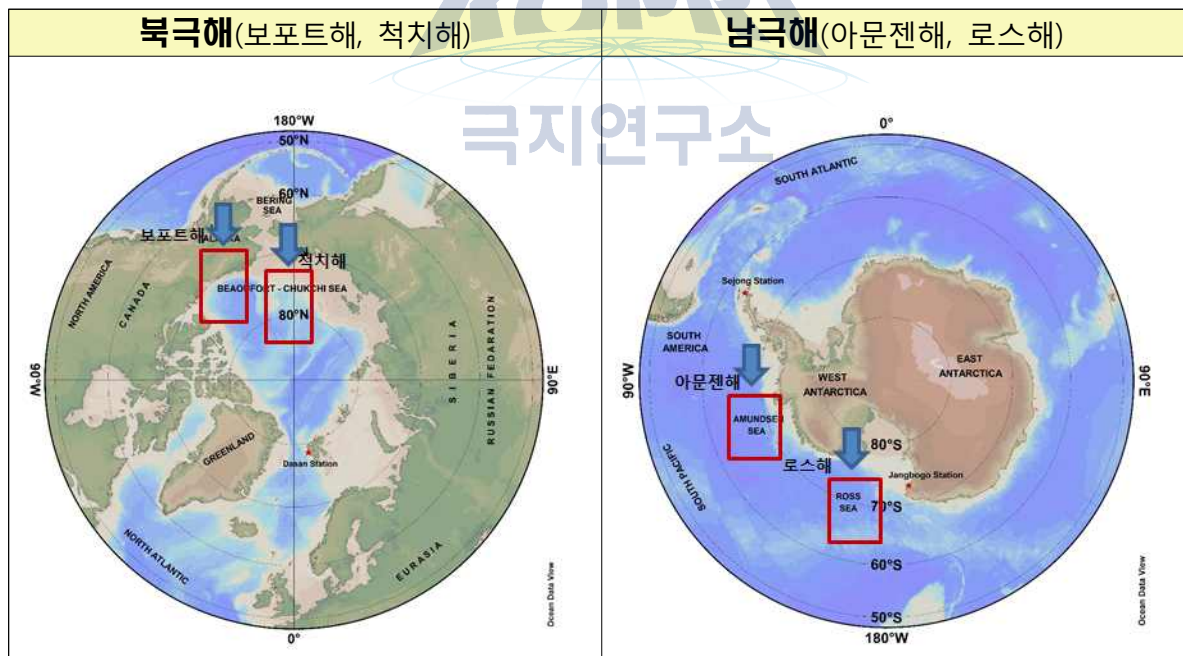
- 쇄빙연구선 「아라온」을 활용한 미개발 극지해 해양자원 탐사 및 활용기술 개발을 통하여 차세대 국가 성장동력 창출

### □ 주요 연구내용

- 극지해 해양생물 보존가치 규명 및 활용기술 개발
  - 극지해 해양생물 탐사 및 자원 확보
  - 남극 해양생물 공동연구를 위한 기지 간 협력체계 구축
  - 극지해 해양생물 대사체 생성경로 및 생체적용 파악

- 극지해 해양생물 대사체 활용가치 규명
- 유용 대사체 정밀활성 규명 및 개량
- 유용 대사체 상용화 기술 개발
- 북극권 해역 가스하이드레이트 자원특성 조사
  - 서북극해와 러시아 극동해역 가스하이드레이트 부존특성 조사
  - 해저심부 자원지질도 작성
  - 북극권 가스하이드레이트 변동 및 메탄 방출현상 규명
  - 가스하이드레이트 안정영역 변동과 해저안정성 분석
  - 북극권 가스하이드레이트 물성 및 지화학 분석
  - 북극권 가스하이드레이트 함유지층 특성과 지질작용 분석
  - 지층-해양-대기 메탄 순환과정 추적

## □ 2단계 연구사업 지역





### 3. 1단계 사업과의 차이

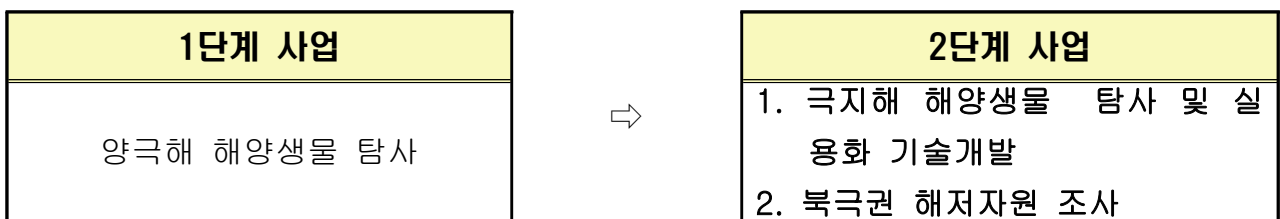
#### 가. 북극해 환경변화 이해 및 활용방안 연구

- 1단계 연구사업은 남·북극해역 환경변화에 대한 전반적인 조사를 통해 비교연구를 수행
- 반면 2단계 연구사업에서는 최근 전세계적으로 이슈가 되고 있는 북극해 중심으로 연구지역을 한정하고, 북극항로 주변 환경에 대한 모니터링 연구를 집중적으로 수행
- 즉, 북극해로 연구지역을 한정하여 심층적인 연구를 수행함으로써 최근 글로벌 이슈에 대응하고 국가 정책적 차원에서의 방향성과 일치시킴



#### 나. 극지해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발

- 1단계 연구사업에서는 극지해 해양생물 탐사를 중점적으로 수행
- 2단계 연구사업에서는 극지해 해양생물 탐사 뿐만 아니라 연구사업 결과를 기반으로 도출된 유용 대사체에 대한 실용화 기술개발 연구 추진
- 기 도출 유용대사물질 : 당료치료제(Lobarstin) / 치매치료제(Ramalim) / 항동결혈액보전제(P-21653LM) 등 2단계 사업에서 조기 상용화 실시 예정

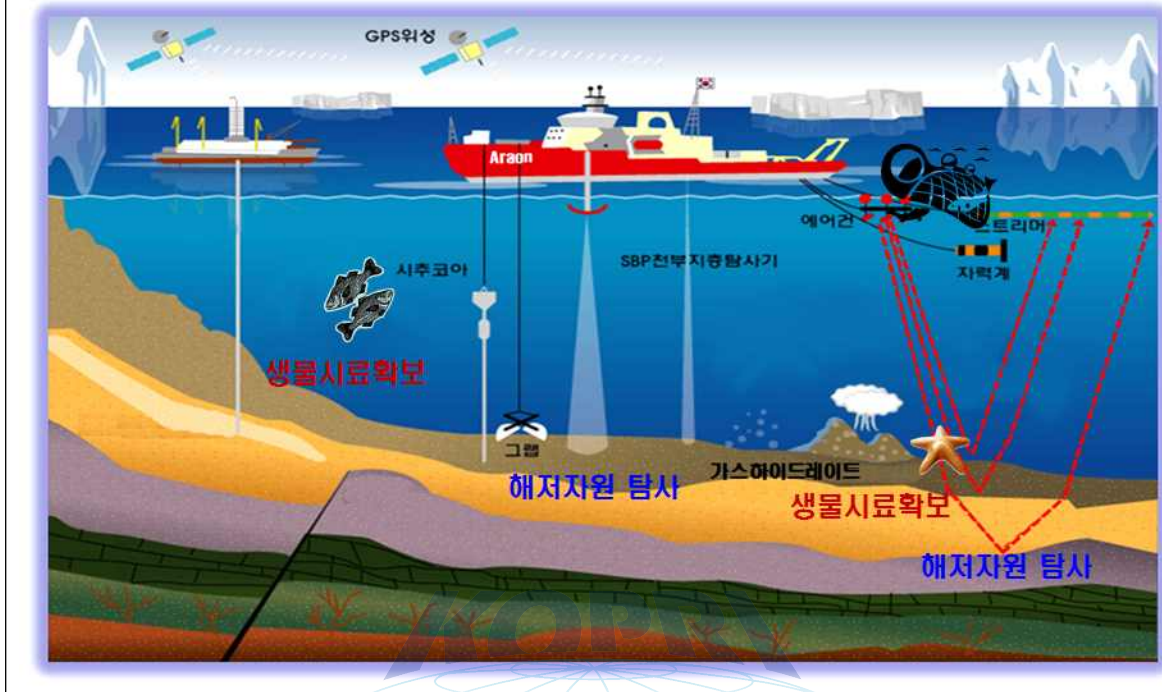


- 2단계 연구사업에서는 활용가능한 자원 기반 연구(해양생물/해저자원)를 K-POD 자원연구에서 통합하여 연구 수행
- 즉, K-PORT(환경연구) 1단계에서 해저지질 지형도 작성 및 해저자원 환경에 대한 전반적인 기초조사 중심의 연구를 수행하였으며, 2단계 K-POD(자원연구)는 가스하이드레이트의 탐사 및 활용 중심의 연구로 전환

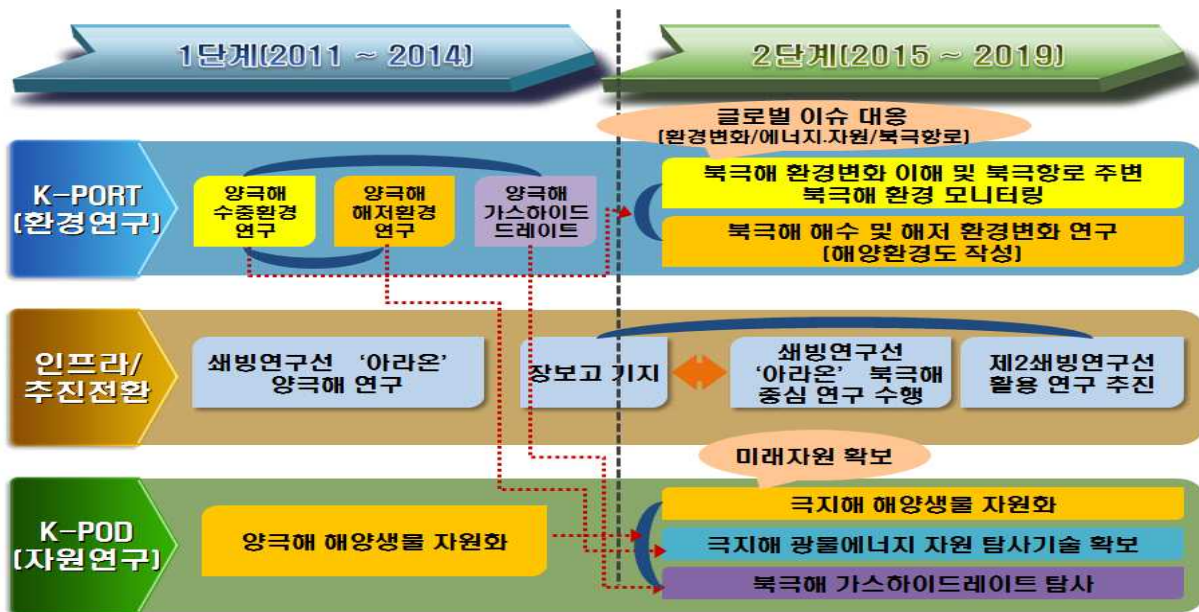


※ 해양자원(해양생물 + 해저자원)의 통합 연구 필요성

- ① 자원탐사 인프라(아라온)의 효율적 운용을 통한 시너지 효과 창출
- ② 단일 과제화를 통해 극지에서의 자원연구 제한(국제협약 준수 필요) 극복
- ③ 해저자원과 생물자원의 공동연구를 통한 연구지역 전략적 확대(북극권)



## 다. 1단계 사업과의 연계 극지연구소



## 참고자료

- 국가과학기술심의회, 2014년도 정부연구개발투자 방향 및 기준(안), 2013.
- 국가과학기술위원회, 국가연구개발사업 표준성과지표, 2013.
- 국가과학기술위원회, 2013년도 국가연구개발사업 상위평가보고서, 2013.
- 국가과학기술위원회, 2013년도 국가연구개발사업 자체평가보고서, 2013.
- 국가과학기술위원회, 2013년도 정부연구개발투자 방향 및 기준(안), 2012.
- 국가과학기술위원회, 2012년 국가연구개발사업 자체평가 지침, 2012.
- 국가과학기술위원회, 2011년도 국가연구개발사업 상위평가보고서, 2011.
- 국가과학기술위원회, 2011년도 국가연구개발사업 자체평가보고서, 2011.
- 미래창조과학부·산업통상자원부, '13년 국가연구개발사업 성과목표 및 지표 점검, 2013.
- 미래창조과학부, “국가연구개발사업 표준성과지표-성과목표·지표 설정 가이드라인”, 2013.
- 미래창조과학부·한국과학기술기획평가원, 2012년도 연구개발활동조사보고서, 2013.
- 한국과학기술기획평가원, “우리나라 과학기술논문(SCI) 발표 현황”, 2013.
- 한국과학기술기획평가원, “국가연구개발사업 성과분석 보고서”, 2013.
- 한국과학기술기획평가원, “미래변화 이슈 심층 분석 및 대응방안 연구”, 2013.
- 한국과학기술정책연구원, “청색경제의 부상과 과학기술외교의 효율적 대응전략”, 2013.
- 한국연구재단, “극지 기초연구 및 기초연구 국제협력진흥을 위한 법제연구”, 2012.

한국해양과학기술원 <http://www.kiost.ac>

극지연구소 홈페이지 <http://www.kopri.re.kr>



## 부록 1

## 세부사업별 1단계 연구성과

### □ 양극해 환경변화 이해 및 활용연구

○ 환경조사 실시 : 총 4건

| 번호 | 환경조사 실시 내용                 | 지역           | 기간                    | 비고 |
|----|----------------------------|--------------|-----------------------|----|
| 1  | 해수(수층) 및 해저환경도 작성을 위한 현장조사 | 북극 척치해 1-1해역 | 2012.08.01~<br>09.10  |    |
| 2  | 해수(수층) 및 해저환경도 작성을 위한 현장조사 | 남극 로스해 1-1해역 | 2013.01.20 ~<br>02.20 |    |
| 3  | 해수(수층) 및 해저환경도 작성을 위한 현장조사 | 북극 척치해 1-2해역 | 2013.08.21~<br>09.04  |    |
| 4  | 해저환경도 작성을 위한 현장조사          | 북극 보포트해 1해역  | 2013.09.07 ~<br>09.24 |    |

○ 해양환경도 DB구축 : 총 4건

| 번호 | 해양환경도 DB구축 내용              | 지역           | 비고 |
|----|----------------------------|--------------|----|
| 1  | 해수(수층) 및 해저환경도 작성을 위한 DB구축 | 북극 척치해 1-1해역 |    |
| 2  | 해수(수층) 및 해저환경도 작성을 위한 DB구축 | 남극 로스해 1-1해역 |    |
| 3  | 해수(수층) 및 해저환경도 작성을 위한 DB구축 | 북극 척치해 1-2해역 |    |
| 4  | 해저환경도 작성을 위한 DB구축          | 북극 보포트해 1해역  |    |

○ 학술논문 발표 : 총 9건 (SCI 8건/비SCI 1건)

| 번호 | 게재일        | 논문명                                                                                                                    | 저자            |                              |                                                                                                           | 학술지명              | Vol. (No.) | 국내외 구분 | SCI 구분 |
|----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|--------|--------|
|    |            |                                                                                                                        | 주저자           | 교신저자                         | 공동저자                                                                                                      |                   |            |        |        |
| 1  | 2013-08-11 | Repeated Pleistocene glaciation of the East Siberian continental margin                                                | Frank Niessen | Jong Kuk Hong, Frank Niessen | J.K. Hong, A. Hegewald, J. Matthiessen, R. Stein, H. Kim, S. Kim, L. Jensen, W. Jokat, S. Nam, S.-H. Kang | Nature geoscience | 6          | 국외     | SCI    |
| 2  | 2013-02-01 | Satellite magnetic anomalies of the Antarctic Wilkes Land impact basin inferred from regional gravity and terrain data | R. von Frese  | R. von Frese                 | H.R.Kim, T.E.Leftwich, J.W.Kim, A.V. Golynsky                                                             | Tectonophysics    | 585        | 국외     | SCI    |

| 번호 | 게재일        | 논문명                                                                                                                                                                                              | 저자             |                |                                                                                        | 학술지명                         | Vol. (No.) | 국내외 구분 | SCI 구분 |
|----|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------|--------|--------|
|    |            |                                                                                                                                                                                                  | 주저자            | 교신저자           | 공동저자                                                                                   |                              |            |        |        |
| 3  | 2013-08    | The stability of gas hydrate field in the northeastern continental slope of Sakhalin Island, Sea of Okhotsk, as inferred from analysis of heat flow data and its implications for slope failures | Young-Gyun Kim | Young-Gyun Kim | S.-M. Lee, Y. K. Jin, B. Baranov, A. Obzhairov, A. Salomatin, H. Shoji                 | Marine and Petroleum Geology | 45         | 국외     | SCI    |
| 4  | 2013-11    | Using pelagic ciliated microzooplankton communities as an indicator for monitoring environmental condition under impact of summer sea-ice reduction in western Arctic Ocean                      | Yong Jiang     | Eun Jin Yang   | J.-O. Min, S.-H. Kang, S.H. Lee                                                        | Ecological Indicators        | 34         | 국외     | SCI    |
| 5  | 2013-08-24 | Contribution of small phytoplankton to total primary production in the Chukchi Sea                                                                                                               | Sang H. Lee    | Sang H. Lee    | M. S. Yun, B.K. Kim, H. T. Joo, S.-H. Kang, C. K. Kang, T. E. Whittedge                | Continental Shelf Research   | 68         | 국외     | SCI    |
| 6  | 2013-03-23 | Bacterioplankton community structure in the Arctic waters as revealed by pyrosequencing of 16S rRNA genes                                                                                        | Yin-Xin Zeng   | Yin-Xin Zeng   | F. Zhang, J.-F. He, S. H. Lee, Z.-Y. Qiao, Y. Yu, H.-R. Li                             | Antonie van Leeuwenhoek      | 103        | 국외     | SCI    |
| 7  | 2012.11    | F-X 필터와 중앙값 필터를 연속적으로 사용한 파랑잡음 제거                                                                                                                                                                | 김수관            | 홍종국            |                                                                                        | 지구물리와 물리탐사                   | 15 (4)     | 국내     | 비SCI   |
| 8  | 2012.04    | Phytoplankton production from melting ponds on Arctic sea ice                                                                                                                                    | Sang H. Lee    | Sang H. Lee    | Dean A. Stockwell, Hyoung-Min Joo, Young Baek Son, Chang-Keun Kang, Terry E. Whittedge | J. Geophys. Res.             | 117        | 국외     | SCI    |
| 9  | 2012.10    | Mesoscale distribution of protozooplankton communities and their herbivory in the western Scotia Sea of the Southern Ocean during the austral spring                                             | Eun Jin Yanga  | Eun Jin Yanga  | J.-H. Hyun, D.kim, J. Park, S.-H. Kang, H. C. Shin, S.H. Lee                           | J. Exp. Mar. Biol. Ecol.     | 428        | 국외     | SCI    |

○ 학회 발표 : 총 38건 (국제 30건/국내 8건)

| 번호 | 발표일        | 발표명                                                                        | 저자          | 학술대회명                                                                   | 국내외 구분 |
|----|------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1  | 2012.02.12 | Icebreaker ARAON: Capabilities and potential operation in the Beaufort Sea | Y. K. Jin 등 | IODP Workshop on 'Co-ordinated Scientific Drilling in the Beaufort Sea' | 국외     |

| 번호 | 발표일        | 발표명                                                                                                                                            | 저자              | 학술대회명                                                           | 국내외 구분 |
|----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------|--------|
| 2  | 2012.03.17 | Occurrence, distribution and expression of gas seeps and gas hydrates on the northeastern continental slope of Sakhalin Island, Sea of Okhotsk | Y. K. Jin 등     | Gordon Research Conference on Natural Gas Hydrate Systems       | 국외     |
| 3  | 2012.05.22 | OPRI research activities on gas hydrates in the cold seas: Antarctic, Okhotsk and Arctic Sea                                                   | Y. K. Jin 등     | 18th International Symposium on Polar Sciences                  | 국외     |
| 4  | 2012.05.22 | Structure and Distribution of Phytoplankton Communities during Summer Season in Arctic Sea, 2011                                               | H. M. Joo 등     | 18th International Symposium on Polar Sciences                  | 국외     |
| 5  | 2011.12.05 | Attenuation of High-Amplitude Swell Noise Using F-X Filter and Median Filter                                                                   | S. K. Kim 등     |                                                                 | 국외     |
| 6  | 2012.04.22 | Retrieval of the floe size and melt pond statistics of Arctic sea ice using high-resolution SAR (EGU 2012-13878)                               | B. Hwang 등      | EGU General Assembly 2012                                       | 국외     |
| 7  | 2012.04.22 | Different sea ice bottom melt rate during late summer in the Chukchi Borderland region (EGU 2012-13880)                                        | B. Hwang 등      | EGU General Assembly 2012                                       | 국외     |
| 8  | 2012.5.22  | Melt pond production in the Arctic Ocean                                                                                                       | Sang Heon Lee 등 | The 18th International Symposium on Polar Sciences              | 국외     |
| 9  | 2012.5.22  | Climate Warming Creates New Ice Algal Habitat in the Arctic Ocean                                                                              | Sang Heon Lee 등 | The 18th International Symposium on Polar Sciences              | 국외     |
| 10 | 2011.12.05 | Break-up of the Thwaites Ice tongue and its Implication, Thwaites Glacier, West Antarctica                                                     | Seung Hee Kim 등 | 2011 American Geophysical Union Fall Meeting                    | 국외     |
| 11 | 2012.07.21 | SURFACE OBSERVATION OF THE THWAITES ICE TONGUE IN WEST ANTARCTICA USING AIRBORNE AND SPACEBORNE SAR DATA                                       | Seung Hee Kim 등 | 2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium | 국외     |
| 12 | 2012.05.22 | A hindcast simulation of arctic sea ice variability during the period from 1990 to 2009                                                        | 권미옥 등           | The 18th international symposium on polar sciences              | 국외     |
| 13 | 2013.01.15 | Distribution of phytoplankton communities in the Bering, Chukchi sea and Canadian Basin during summer                                          | 주형민 등           | Third International Symposium on the Arctic Research            | 국제     |
| 14 | 2013.01.15 | Spatial distributions of bacterio- and virioplankton in the Chukchi Sea during summer 2012                                                     | 황청연 등           | Third International Symposium on the Arctic Research            | 국제     |
| 15 | 2013.01.15 | Distribution of mesozooplankton related to the environmental factors in the Chukchi Sea, 2011                                                  | 이두별 등           | Third International Symposium on the Arctic Research            | 국제     |
| 16 | 2013.01.15 | Macromolecular production of phytoplankton in the Northern Bering Sea, 2007                                                                    | 주희태 등           | Third International Symposium on the Arctic Research            | 국제     |
| 17 | 2013.04.23 | 포텐셜자료를 이용한 3차원역산모델링 연구                                                                                                                         | 정용호 등           | 춘계 자원환경지질학회                                                     | 국내     |
| 18 | 2013.05.23 | 2010-2012 여름 북극 척치해 무기탄소 인자들의 시공간 분포 변화                                                                                                        | 전현덕 등           | 춘계 한국해양학회                                                       | 국내     |
| 19 | 2013.05    | 서북극 척치해 유기탄소 및                                                                                                                                 | 민준오 등           | 춘계 한국해양학회                                                       | 국내     |

| 번호 | 발표일        | 발표명                                                                                                                                                                      | 저자                             | 학술대회명                                              | 국내외 구분 |
|----|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|--------|
|    | .23        | 영양염류 분포 특성                                                                                                                                                               |                                |                                                    |        |
| 20 | 2013.05.23 | Production rate of mycosporine-like amino acids using carbon stable isotope on the melting ponds in Arctic                                                               | 하선용 등                          | 추계 한국해양학회                                          | 국내     |
| 21 | 2013.09.16 | The Ross Sea 2013 cruise: the Italian-South Korean collaboration and preliminary results.                                                                                | E. COLLIZZA, J.K. HONG 등       | IX Forum, Geitalia 2013, Pisa, Italy               | 국제     |
| 22 | 2013.09.26 | Environmental forcing of phytoplankton communities in the Western Arctic Ocean during late summer                                                                        | 주형민 등                          | 한국조류학회                                             | 국내     |
| 23 | 2013.10.10 | 남극 장보고기지 해저면 정밀 조사를 위한 SOund Velocity 활용 멀티빔 자료 보정 연구                                                                                                                    | 이임교 등                          | 한국 지구물리.물리탐사학회                                     | 국내     |
| 24 | 2013.10.16 | Carbon Contribution of Sea Ice floes in the Arctic Ocean                                                                                                                 | 이상헌                            | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 25 | 2013.10.16 | Regional Productivity of Phytoplankton in the Northeast Chukchi Sea and Western Canada Basin During Early Summer in 2010                                                 | 윤미선 등                          | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 26 | 2013.10.16 | Summer CDOM optical properties in the western arctic under low sea ice condition                                                                                         | Eurico D'Sa and Hyun-cheol Kim | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 27 | 2013.10.16 | Maritime boundary layer research at Polar Oceans based on ARAON                                                                                                          | 박상종, 최태진 등                     | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 28 | 2013.10.16 | Temporal and Spatial Variation of Pacific-Origin Summer Water in the Chukchi Borderland, Arctic Ocean                                                                    | 김태완 등                          | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 29 | 2013.10.16 | No-Rebound Reduction of Sea Ice in the Arctic Ocean: Role of "Inertia" Effect of the Ocean                                                                               | K. Shimada, 김태완 등              | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 30 | 2013.10.16 | Optical Properties around Mendeleev Ridgerelated to the Physical Features of Water Masses                                                                                | Jinping Jhao, 김태완 등            | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 31 | 2013.10.16 | Phytoplankton Communities in the Western Arctic Ocean during Late Summer                                                                                                 | 주형민 등                          | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 32 | 2013.10.16 | Determination of the production rate of mycosporin-like amino acids through carbon stable isotope analysis in Arctic melting pond                                        | 하선용 등                          | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 33 | 2013.10.16 | Pyrosequencing assessment of prokaryotic community in the Chukchi Sea during summer 2012                                                                                 | Chung Y. Hwang                 | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 34 | 2013.10.16 | Under-ice measrmwnt of suspended particulate matter, Chukchi Sea                                                                                                         | Hyun Jung Lee                  | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 35 | 2013.10.16 | Study on the distribution of dissolved organic carbon(DOC) in the Western Arctic                                                                                         | 민준오 등                          | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 36 | 2013.10.16 | Using Pelagic Ciliated Microzooplankton communities as an Indica for Monitoring Environmental Condition under Impact of Summer Sea-Ice Reduction in Western Arctic Ocean | 장용 등                           | The 19th International Symposium on Polar Sciences | 국제     |
| 37 | 2013.11    | Ross Sea 2013 Geological                                                                                                                                                 | 김부근, 홍종국 등                     | 추계 한국해양학회                                          | 국내     |



| 번호 | 발표일        | 발표명                                                           | 저자    | 학술대회명     | 국내외 구분 |
|----|------------|---------------------------------------------------------------|-------|-----------|--------|
|    | .07        | Expedition: Korea-Italy collaboration and preliminary results |       |           |        |
| 38 | 2013.11.07 | 2012년 서북극 척치해의 식물플랑크톤 색소조성 분포                                 | 민준오 등 | 추계 한국해양학회 | 국내     |

○ 국제협력(공동연구) : 총 16건

| 번호 | 일시               | 장소                          | 내용                                                  | 참석자      | 세부내용                                                                                                                                 |
|----|------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2012.02.13~02.15 | 캐나다 카나나스                    | 한-캐-미 북극 보퍼트해 국제공동연구 프로젝트 관련 국제협력                   | 진영근      | 북극 보퍼트해 IODP 워크샵 'Co-ordinated Scientific Drilling in the Beaufort Sea' 참가 및 2013 KOPRI/GSC/USGS/MBARI Beaufort Sea Project 연구책임자 회의 |
| 2  | 2012.04.17~04.26 | 미국 NOAA, 델라웨어 대학 및 루이지애나 대학 | '12년도 북극 척치해 해빙분포 변화 국제공동연구 회의 참석                   | 김현철      | 2011년 북극해 해빙연구 결과 발표 및 2012년 국제공동연구 추진을 위한 협력 업무                                                                                     |
| 3  | 2012.04.18~04.29 | 캐나다 몬트리올                    | 북극해양분과위(ASSW MWG, Marine Working Group) 참석          | 강성호      | 2012년 북극 척치해 연구계획 발표 및 국제 북극해 공동연구 협력 추진                                                                                             |
| 4  | 2012.04.21~04.22 | 캐나다 몬트리올                    | 태평양 북극그룹(PAG, Pacific Arctic Group) 춘계 연례회의 참석      | 정경호 외 4인 | 2012년 북극 척치해 연구계획 발표 및 PAG 국가간 국제협력 업무 논의                                                                                            |
| 5  | 2012.04.23~04.29 | 캐나다 몬트리올                    | 국제극지외해 관련 회의 참석                                     | 강성호 외 4인 | 국제학술회의 논문발표, 각국의 최신 연구동향 파악, 연구인력 및 인프라 네트워크 협력 등 추진                                                                                 |
| 6  | 2012.05.13~05.14 | 독일 포츠담                      | 국제 양극해 연구위원회 참석                                     | 강성호      | 양극해 주요 연구분야 도출 및 국제공동연구 추진                                                                                                           |
| 7  | 2012.05.24       | 제주 KAL 호텔                   | 2013년도 북극 보퍼트해 국제공동 심포지움 개최                         | 강성호 외    | 2013년 추진 예정인 캐나다 보퍼트해에서의 가스하이드레이트 연구를 위한 국제공동연구의 계획 및 일정 협의                                                                          |
| 8  | 2012.11.05~11.06 | 중국 소주                       | 태평양 북극그룹(PAG, Pacific Arctic Group) 추계 연례회의 참석      | 정경호 외 4인 | 2012년 북극 척치해 연구계획 결과 발표 및 PAG 국가간 2013년 국제협력 업무 논의                                                                                   |
| 9  | 2013.05.14~05.19 | 캐나다 시드니                     | 2013 한국-캐나다-미국 캐나다 보퍼트해 국제공동연구탐사 최종추진회의             | 진영근      | 2013 북극해 현장조사를 위한 국제공동연구탐사관련 연구회의                                                                                                    |
| 10 | 2013.02.09~02.27 | 남극 로스해                      | 남극 로스해 국제공동연구                                       | 홍종국      | 이태리 OGS 및 Trieste 대학과 남극로스해 해저지질 분야 공동탐사 및 공동연구                                                                                      |
| 11 | 2013.04.13~04.19 | 폴란드 Krakow                  | 북극해양분과위(ASSW/PAG) spring meeting 참석                 | 강성호      | 2013년 북극 척치해 연구계획 발표 및 국제 북극해 공동연구 협력 추진                                                                                             |
| 12 | 2013.04.19~05.05 | 캐나다 밴쿠버                     | 북극 관측 정상회담 (AOS 2013) 참석                            | 강성호      | 북극 관측 정상회담 (Arctic Observing Summit, AOS 2013) 참석 및 북극해 국제공동연구 논의                                                                    |
| 13 | 2013.05.22~05.25 | 중국 상해                       | 남극해양관측시스템 아시아권 연구자 모임 (SOOS-Asian Workshop) 참석 및 발표 | 강성호      | 2013년 대한민국 북극해 연구방향 발표                                                                                                               |
| 14 | 2013.07.30~08.01 | 극지연구소                       | ADMAP 그룹의 운영위원회회의(Steering Committee Meeting) 참석    | 김형래      | ADMAP-2의 milestone 등을 결정. 2014년 4-5월경 ADMAP-2 워크샵을 유럽지역에서 개최할 계획을 결정                                                                 |



| 번호 | 일시               | 장소       | 내용                                             | 참석자   | 세부내용                                         |
|----|------------------|----------|------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------|
| 15 | 2013.09.07~09.24 | 캐나다 보포트해 | 2013 한국-캐나다-미국 캐나다 보포트해 국제공동연구 현장탐사 실시         | 진영근 외 | 캐나다 GSC, 미국 MBARI와 캐나다 보포트해 가스하이드레이트 특성 공동연구 |
| 16 | 2013.10.19       | 극지연구소    | 태평양 북극그룹(PAG, Pacific Arctic Group) 추계 연례회의 참석 | 강성호   | 2013년 북극 척치해 연구 발표 및 PAG 국가간 국제협력 업무 논의      |

○ 국제협력 기반 구축 : MOU/LOU 체결 6건

| 번호 | 대상국 | 대상기관       | 체결 건수 | 비고        |
|----|-----|------------|-------|-----------|
| 1  | 이태리 | Trieste 대학 | 1     |           |
| 2  | 일본  | 동경해양대      | 1     | 다년도 협약 체결 |
| 3  | 중국  | 청도해양대      | 1     |           |
| 4  | 캐나다 | NRCan      | 1     | 다년도 협약 체결 |
| 5  | 미국  | ONR        | 1     |           |
| 6  | 영국  | SAMS       | 1     | 다년도 협약 체결 |

○ 홍보활동 : 총 65건

□ 홍보 실적

○ 대중 강연: 5 건

- (1) 일시/장소 : 2012년 3월 7일/부산대학교 (과학콘서트 연사: 연구책임자 강성호)
- (2) 일시/장소 : 2012년 3월 20일/포항공대 (환경공학과 연사: 연구책임자 강성호)
- (3) 일시/장소 : 2012년 10월 12일/해양대 (극지포럼 연사: 연구책임자 강성호)
- (4) 일시/장소 : 2013년 3월 18일/코리어나호텔 ('북극정책 국제심포지엄' 연사 : 연구책임자 강성호)
- (5) 일시/장소 : 2013년 6월 24일/엘타워 ('제 2차 북극해 정책포럼' 연사 : 연구책임자 강성호)

○ (비)정기 간행물 기고 (2건)

- (1) 해양과학기술 (5호) : 양극해에서 기후변화에 대한 일고 (강성호)
- (2) 극지총서 (2012년) : 양극해 연구 (강성호)

○ 국내 언론 매체(일간지.방송): 54 건

- (1) "아라온호, 북극해 국가 EEZ에서 탐사 활동"(연합뉴스/2012. 05. 15)  
<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=101&oid=001&aid=0005613949>
- (2) "아라온호, 북극해 탐사 시동" (한겨레 뉴스/2012. 05. 15)  
[http://www.hani.co.kr/arti/economy/economy\\_general/533017.html](http://www.hani.co.kr/arti/economy/economy_general/533017.html)
- (3) "아라온호, 캐나다 EEZ 진출" (매일경제/2012. 05. 15)  
<http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2012&no=296438>
- (4) "쇄빙선 아라온호 북극해 맞을렸다" (서울경제/2012. 05. 15)  
<http://economy.hankooki.com/lpage/society/201205/e20120515150653117980.htm>
- (5) "쇄빙선 아라온호 북극해 본격 탐사" (아시아 투데이/2012. 05. 15)  
<http://www.asiatoday.co.kr/news/view.asp?seq=640195>
- (6) "아라온호, 북극자원 탐사 나선다" (한국일보/2012. 05. 15)

<http://news.hankooki.com/lpage/economy/201205/h2012051516021221500.htm>

(7) “쇄빙선 아라온호, 북극해 탐사” (세계일보/2012. 05. 15)

<http://www.segye.com/Articles/NEWS/SOCIETY/Article.asp?aid=20120515022751&subctg1=&subctg2=>

(8) “아라온호, 북극해 국가 EEZ에서 탐사 활동” (연합뉴스/2012. 05. 15)

<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=101&oid=001&aid=0005613949>

(9) “아라온호, 북극해 국가 EEZ에서 탐사 활동” (SBS뉴스/2012. 05. 15)

[http://news.sbs.co.kr/section\\_news/news\\_read.jsp?news\\_id=N1001190506](http://news.sbs.co.kr/section_news/news_read.jsp?news_id=N1001190506)

(10) “한국 쇄빙선 아라온, 캐나다 EEZ 첫 탐사” (동아일보/2012. 05. 16)

<http://news.donga.com/3/all/20120515/46268364/1>

(11) “아라온호, 첫북극해 탐사 내년 ‘불타는 얼음’ 연구” (서울신문/2012. 05. 16)

<http://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20120516021022>

(12) “쇄빙연구선 아라온호, 북극해 캐나다 EEZ 탐사” (부산일보/2012. 05. 16)

<http://news20.busan.com/news/newsController.jsp?newsId=20120516000082>

(13) “쇄빙연구선 아라온호 북극해.. 환경·에너지 연구한다” (SBS CNBC뉴스/2012. 05. 16)

<http://sbscnbc.sbs.co.kr/read.jsp?pmArticleId=10000444986>

(14) “한-러 북극공동연구, 아라온호가 뚫었다” (국제신문/2012. 05. 25)

<http://www.kookje.co.kr/news2011/asp/newsbody.asp?code=0200&key=20120526.22001223000>

(15) “북극해 간 쇄빙연구선 아라온호 '임무 이상무'” (조선비즈/ 2012. 08. 20)

[http://biz.chosun.com/site/data/html\\_dir/2012/08/20/2012082001469.html](http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2012/08/20/2012082001469.html)

(16) “韓최초 쇄빙연구선 아라온호, 북극 연구 성공적 수행 중” (파이널설뉴스/2012. 08. 20)

[http://www.fnnews.com/view?ra=Sent0901m\\_View&corp=fnnews&arcid=201208200100155970009243&cDateYear=2012&cDateMonth=08&cDateDay=20](http://www.fnnews.com/view?ra=Sent0901m_View&corp=fnnews&arcid=201208200100155970009243&cDateYear=2012&cDateMonth=08&cDateDay=20)

(17) “북극 자원개발, 한국의 새 활로” (매일경제/2012. 09. 09)

<http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2012&no=576819>

(18) “李대통령, 남·북극 극지 연구원들과 '화상통화'” (뉴시스/2012. 09. 12)

<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=100&oid=003&aid=0004709894>

(19) “李대통령, 남·북극 극지과학자들과 '화상통화'” (연합뉴스/ 2012. 09. 12)

<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=100&oid=001&aid=0005810312>

(20) “대통령 다산기지, 극지 전문가와 화상통화” (청와대/ 2012. 09. 12)

<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=123&oid=154&aid=0000003336>

(21) “한·노르웨이, 북극항로 개척 협력 합의” (YTN/2012. 09. 12)

[http://www.ytn.co.kr/\\_ln/0101\\_201209121820432825](http://www.ytn.co.kr/_ln/0101_201209121820432825)

(22) “북극항로 선점 경쟁 본격화” (부산일보/ 2012. 10. 04)

<http://news20.busan.com/controller/newsController.jsp?newsId=20121004000204>

(23) “아라온호 북극해 거대빙상 찾았다” (KBS 뉴스광장/2013. 08. 12)

[http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH\\_NEWS\\_CODE=2706574](http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH_NEWS_CODE=2706574)

(24) “아라온호, ‘네이처 지오사이언스’ 표지 장식한다” (연합뉴스/2013. 09. 26)

<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=105&oid=001&aid=0006500407>

(25) “아라온호, ‘네이처 지오사이언스’ 표지 장식한다” (디지털타임스/2013. 09. 26)

[http://www.dt.co.kr/contents.html?article\\_no=2013092602019976650001](http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2013092602019976650001)

(25) “아라온호, 빙하기 북극해 빙상 흔적 밝혀” (뉴스토마토/2013. 08. 12)

<http://www.newstomato.com/ReadNews.aspx?no=390814>

(27) “아라온호, 동시베리아해 ‘빙상 흔적’ 세계 최초 발견” (경제투데이/2013. 08. 12)

<http://www.eto.co.kr/news/outview.asp?Code=20130812110649013&ts=104053>

(28) “아라온호, 東 시베리아해에서 빙상 흔적 첫 발견” (뉴데일리/2013. 08. 12)

<http://biz.newdaily.co.kr/news/article.html?no=22407>

(29) “해수부 ‘아라온호, 북극 동시베리아해서 빙상 흔적 발견’ (아주경제/2013. 08. 12)

<http://www.ajunews.com/kor/view.jsp?newsId=20130812000043>

(30) “아라온호, 세계 첫 동시베리아해 빙상 흔적 발견” (국제신문/2013. 08. 12)

<http://www.kookje.co.kr/news2011/asp/newsbody.asp?code=0200&key=20130812.22019020306>  
 (31) “북극해 과거 아라온호가 세계 최초로 밝힌다”(환경 TV/2013. 08. 12)

<http://www.greenpostkorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=29818>  
 (32) “아라온호 빙하기 비밀 풀 열쇠 찾았다”(서울경제/2013. 08. 12)

<http://economy.hankooki.com/lpage/society/201308/e20130812020013117980.htm>  
 (33) “아라온호, 북극 동시베리아해의 빙상 흔적 발견(뉴시스/2013. 08. 12)

[http://www.newsis.com/ar\\_detail/view.html?ar\\_id=NISX20130810\\_0012280798&cID=10305&pID=10300](http://www.newsis.com/ar_detail/view.html?ar_id=NISX20130810_0012280798&cID=10305&pID=10300)  
 (34) “북극 동시베리아해에서 빙상 흔적 발견(환경일보/2013. 08. 12)

<http://www.hkbs.co.kr/hkbs/news.php?mid=1&treec=245&r=view&uid=270751>  
 (35) “극지연구소, 동시베리아해 ‘빙상’ 증거 발견”(이데일리/2013. 08. 12)

<http://www.edaily.co.kr/news/NewsRead.edy?SCD=JA11&newsid=01085686602906664&DCD=A00101&OutLnkChk=Y>  
 (36) “韓 연구진, 북극해 거대빙상 세계최초 규명”(머니투데이/2013. 08. 12)

<http://www.mt.co.kr/view/mtview.php?type=1&no=2013081115000166981&outlink=1>  
 (37) “아라온호, 북극해의 과거를 밝히다”(정책뉴스/2013. 08. 12)

<http://www.korea.kr/policy/pressReleaseView.do?newsId=155911036>  
 (38) “한국 쇄빙선 ‘아라온’ 네이처 표지 장식”(문화일보/2013. 09. 26)

<http://www.munhwa.com/news/view.html?no=2013092601032924100002>  
 (39) 아라온호, 동시베리아해에서 빙상흔적 발견... 해외학술지 게재(조선비즈/2013. 08. 12)

[http://biz.chosun.com/site/data/html\\_dir/2013/08/11/2013081101414.html](http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2013/08/11/2013081101414.html)  
 (40) 아라온호, 동시베리아해 ‘빙상’ 흔적 발견(연합뉴스, 2013. 08. 12)

<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=105&oid=001&aid=0006422670>  
 (41) 동시베리아해 빙하기 빙상 흔적 아라온호, 세계 최초로 찾았다(세계일보/2013. 08. 12)

<http://www.segye.com/content/html/2013/08/11/20130811002261.html?OutUrl=naver>  
 (42) “아라온호, 동시베리아해 ‘빙상’ 흔적 발견”(YTN 사이언스/2013. 08. 12) - 라디오인터뷰

[http://www.ytnscience.co.kr/program/program\\_view.php?s\\_mcd=0082&s\\_hcd=&key=201308121049114725](http://www.ytnscience.co.kr/program/program_view.php?s_mcd=0082&s_hcd=&key=201308121049114725)  
 (43) “아라온호 ‘진흙 화산’ 발견... 북극 탐사 완료”(KBS 일요뉴스타임/2013. 10. 06)

[http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH\\_NEWS\\_CODE=2734340&ref=S](http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH_NEWS_CODE=2734340&ref=S)  
 (44) “아라온호, 에너지 보고 ‘진흙 화산’ 발견”(KBS 뉴스광장/2013. 10. 04)

[http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH\\_NEWS\\_CODE=2733540](http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH_NEWS_CODE=2733540)  
 (45) “아라온호 ‘불타는 얼음’ 단서 발견”(KBS 9뉴스/2013. 10. 03)

[http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH\\_NEWS\\_CODE=2733397](http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH_NEWS_CODE=2733397)  
 (46) “북극해 탐사 아라온호 북극 생태계를 지켜라(KBS 9뉴스/2013. 09. 28)

[http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH\\_NEWS\\_CODE=2730659](http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH_NEWS_CODE=2730659)  
 (47) “북극 바다 퇴적층에서 온난화 원인 찾는다”(KBS 뉴스광장 1부/2013. 09. 21)

[http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH\\_NEWS\\_CODE=2726596](http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH_NEWS_CODE=2726596)  
 (48) “북극 불타는 얼음, 가스하이드레이트 탐사 현장”(KBS 9뉴스/2013. 09. 13)

[http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH\\_NEWS\\_CODE=2723726](http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH_NEWS_CODE=2723726)  
 (49) “아라온호, 북극해 탐사 출발”(KBS 9뉴스/2013. 09. 08)

[http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH\\_NEWS\\_CODE=2720601](http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH_NEWS_CODE=2720601)  
 (50) “북극해를 주목하라”(KBS 취재파일/2013. 10. 11)

[http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH\\_NEWS\\_CODE=2737480](http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH_NEWS_CODE=2737480)  
 (51) “쇄빙선 아라온호, 북극항로 개척 나선다”(YTN뉴스/2013. 07. 31)

[http://search.ytn.co.kr/ytn/view.php?s\\_mcd=0102&key=201307311010116448&q=%BE%CG%B6%F3%BF%C2](http://search.ytn.co.kr/ytn/view.php?s_mcd=0102&key=201307311010116448&q=%BE%CG%B6%F3%BF%C2)  
 (52) “쇄빙선 아라온호, 북극항로 개척 나선다”(동아일보/2013. 07. 31)

<http://news.donga.com/3/all/20130731/56757729/1>  
 (53) “지구 끝자락까지... 아라온, 대한민국의 새로운 영토를 열어라”(동아일보/2013. 07. 31)

<http://news.donga.com/3/all/20130730/56757240/1>  
 (54) “북극, 지구의 마지막 보물 창고”(월간 마이더스/2013. 07)

[http://www.yonhapmidas.com/issue/bigissue/2013-07/130705184243\\_438390](http://www.yonhapmidas.com/issue/bigissue/2013-07/130705184243_438390)

○ 국제 언론 매체(일간지·방송): 4 건

(1) "Scientists' Arctic drilling plan aims to demystify undersea greenhouse gases"(캐나다 일간지 Ottawa Citizen, Vancouver Sun, Montreal Gazette/2012. 04. 28)

<http://www.ottawacitizen.com/life/Scientists+Arctic+drilling+plan+aims+demystify+undersea+greenhouse+gases/6531297/story.html>

(2) "Scientists' eager to drill in Arctic waters for answers about methane"(캐나다 일간지 The Vancouver Sun)Ottawa Citizen, Vancouver Sun/2012. 04. 28)

<http://www.vancouversun.com/technology/Scientists+eager+drill+Arctic+waters+answers+about+methane/6535248/story.html>

(3) "Scientists' Arctic drilling plan aims to demystify undersea greenhouse gases"(캐나다 일간지 Ottawa Citizen, Vancouver Sun, Montreal Gazette/2012.. 04. 28)

<http://www.montrealgazette.com/technology/Scientists+Arctic+drilling+plan+aims+demystify+undersea+greenhouse/6531297/story.html>

(4) "South korea angles for influence on Arctic policy"(미국 일간지 World Politics Review 2012.9.25)

<http://www.worldpoliticsreview.com/articles/12366/south-korea-angles-for-influence-on-arctic-policy>

○ 양극해관련 정책자료 분석 및 제공 : 총 1건

| 번호 | 정책자료 분석 내용                                                     | 분석기관 | 비고 |
|----|----------------------------------------------------------------|------|----|
| 1  | - 북극 해당해역 국가 및 지자체의 정책 및 법규 분석<br>남극해역에 대한 주요국의 과학기술정책 조사 및 동향 | KMI  |    |

○ 인력양성 : 학위 9건

| 지원<br>총인원 | 지원 대상 (학위별, 취득자) |    |    |    | 성별 |   | 지역별 |    |      |
|-----------|------------------|----|----|----|----|---|-----|----|------|
|           | 박사               | 석사 | 학사 | 기타 | 남  | 여 | 수도권 | 대전 | 기타지역 |
| 9         | 1                | 4  | 4  |    | 2  | 7 | 2   |    | 7    |

○ 인력교류 : 해외파견 3건

| 외국 연구자 유치 |    |    |    | 해외 파견                 |               |            |       |
|-----------|----|----|----|-----------------------|---------------|------------|-------|
| 유치기간(월)   | 국적 | 학위 | 전공 | 파견기간(월)               | 파견국           | 학위         | 전공    |
|           |    |    |    | 13.08.18~<br>13.10.02 | 이탈리아<br>트리에스테 | 박사과정<br>1인 | 지구물리학 |
|           |    |    |    | 13.08.21~<br>13.09.22 | 노르웨이<br>키르키네스 | 석사과정<br>1인 | 해양학   |
|           |    |    |    | 13.08.21~<br>13.09.22 | 노르웨이<br>키르키네스 | 학사과정<br>1인 | 해양학   |

## □ 양극해 미래자원 탐사 및 활용기술 개발

### ○ DB구축

| 번호 | 환경조사 실시 내용     | 지역        | 기간          | 비고 |
|----|----------------|-----------|-------------|----|
| 1  | MS 라이브러리 DB 구축 | 척치해 / 로스해 | 2012 - 2013 |    |

### ○ 학술논문 발표 : 총 7건(SCI 7건)

| 번호 | 게재일  | 논문명                                                                                                                                                                                                            | 저자                       |                                        |                                                                 | 학술지명                                                                      | Vol. (No.)                               | 국내외 구분 | SCI 구분 |
|----|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------|--------|
|    |      |                                                                                                                                                                                                                | 주저자                      | 교신저자                                   | 공동저자                                                            |                                                                           |                                          |        |        |
| 1  | 2013 | A new approach for discovering cold-active enzymes in a cell mixture of pure-cultured bacteria                                                                                                                 | 김덕규                      | 김덕규                                    | 박하주<br>김일찬<br>임정한                                               | Biotechnology Letters                                                     | Accepted (DOI 10.1007/s10529-013-1384-2) | 국외     | SCI    |
| 2  | 2013 | A New Sulfonic Acid derivative, (Z)-4-Methylundeca-1,9-diene-6-sulfonic acid, isolated from the Cold Water Sea Urchin Inhibits Inflammatory Responses through JNK/p38 MAPK and NF-κB Inactivation in RAW 264.7 | Dong-Sung Lee, Xiang Cui | Youn-Chul Kim, Hyuncheol Oh            | Wonmin Ko, Kyoung-Su Kim, Il Chan Kim, Joung Han Yim, Ren-Bo An | Archives of Pharmacal Research                                            | Accepted (ARPR-D-13-00367R2)             | 국내     | SCI    |
| 3  | 2013 | Anti-inflammatory effect of neoechinulin A from the marine fungus Eurotium sp. SF-5989 through the suppression of NF-κB and p38 MAPK pathways in lipopolysaccharide-stimulated RAW264.7 macrophages            | Kyoung-Su Kim, Xiang Cui | Youn-Chul Kim, Hyuncheol Oh            | Dong-Sung Lee, Jae Hak Sohn, Joung Han Yim                      | Molecules                                                                 | 18 13245-13259                           | 국외     | SCI    |
| 4  | 2013 | Expression profile analysis of antioxidative stress and developmental pathway genes in the manganese-exposed intertidal copepod Tigriopus japonicus with 6K oligochip                                          | 김보미                      | 최범순<br>이균우<br>기장서<br>김일찬<br>최익영<br>이재성 | 이재성                                                             | Chemosphere                                                               | 92 (9): 1214-1223                        | 국외     | SCI    |
| 5  | 2013 | Role of crustacean hyperglycemic hormone (CHH) in the environmental stressor-exposed intertidal copepod Tigriopus japonicus                                                                                    | 김보미                      | 정창범<br>한정훈<br>김일찬<br>이재성               | 이재성                                                             | Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology | 158 (3): 134-141                         | 국외     | SCI    |

| 번호 | 게재일  | 논문명                                                                                                                                                                                                                                                                  | 저자  |                           |      | 학술지명                                   | Vol. (No.)         | 국내외 구분 | SCI 구분 |
|----|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------|------|----------------------------------------|--------------------|--------|--------|
|    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                      | 주저자 | 교신저자                      | 공동저자 |                                        |                    |        |        |
| 6  | 2013 | Transcriptional profiles of Rel/NF- $\kappa$ , inhibitor of NF- $\kappa$ (Ik $\kappa$ ), and lipopolysaccharide-induced TNF- $\alpha$ actor (LITAF) in the lipopolysaccharide (LPS) and two <i>Vibrio</i> sp.-exposed intertidal copepod, <i>Tigriopus japonicus</i> | 김보미 | 정창범<br>이재성                | 이재성  | Developmental & Comparative Immunology | 42<br>229-239      | 국외     | SCI    |
| 7  | 2013 | Lobarstin Enhances Chemosensitivity in Human Glioblastoma T98G Cells                                                                                                                                                                                                 | 김소진 | 조성진/이흥기<br>김태우/김일찬<br>임정한 | 정희경  | ANTICANCER RESEARCH                    | Accepted (16781-K) | 국외     | SCI    |

○ 국제협력 기반 구축 : MOU/LOU 체결 1건

| 번호 | 대상국 | 대상기관              | 체결 건수 | 비고        |
|----|-----|-------------------|-------|-----------|
| 1  | 이태리 | MNA / Genova Uni. | 1     | 다년도 협약 체결 |

○ 특허 : 특허출원 총 6건

| 출원된 특허의 경우 |                                                          |                                        |     |                   | 등록된 특허의 경우 |     |     |     |      |
|------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----|-------------------|------------|-----|-----|-----|------|
| 출원연도       | 특허명                                                      | 출원인                                    | 출원국 | 출원번호              | 등록연도       | 특허명 | 등록인 | 등록국 | 등록번호 |
| 2012       | 로바스틴을 함유하는 뇌암의 예방 또는 치료용 약학 조성물 및 이를 이용한 뇌암의 치료를 위한 병용요법 | 임정한<br>김일찬<br>김덕규<br>한세종<br>정희경        | 한국  | 10-2012-0118464   | -          | -   | -   | -   | -    |
| 2013       | 로바스틴을 함유하는 뇌암의 예방 또는 치료용 약학 조성물 및 이를 이용한 뇌암의 치료를 위한 병용요법 | 임정한<br>김일찬<br>김덕규<br>한세종<br>정희경        | PCT | PCT-KR2013-009366 |            |     |     |     |      |
| 2013       | 극지세균 유래의 저온성 리파아제와 그 변이체 및 그의 용도                         | 임정한<br>김일찬<br>김덕규<br>한세종<br>김한우<br>위아람 | 한국  | 10-2013-0124223   | -          | -   | -   | -   | -    |

|      |                                                                       |                                                     |    |                 |   |   |   |   |   |
|------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----|-----------------|---|---|---|---|---|
| 2013 | 네오에키놀린 A를 유효성분으로 함유하는 염증질환 예방 및 치료용 조성물                               | 임정한<br>김일찬<br>한세종<br>오현철<br>김윤철<br>김경수<br>최향<br>이동성 | 한국 | 10-2013-0124224 | - | - | - | - | - |
| 2013 | 신규한 술폰산 유도체를 유효성분으로 함유하는 염증질환 예방 및 치료용 조성물                            | 임정한<br>김일찬<br>한세종<br>오현철<br>김윤철<br>김경수<br>최향<br>이동성 | 한국 | 10-2013-0124225 | - | - | - | - | - |
| 2013 | 항동결능을 가지는 슈도알테로모나스 테트라오도니스 (Pseudoalteromonas tetraodonis) 유래의 세포외다당체 | 임정한<br>김일찬<br>한세종<br>김성진<br>강필성                     | 한국 | 10-2013-0128525 | - | - | - | - | - |



주 의

1. 이 보고서는 극지연구소 위탁연구기관에서 수행한 연구결과보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 극지연구소에서 수행한 위탁연구의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안됩니다.