

극지포럼 제5차 정례세미나

극지과학 학·이민협력 활성화 방안



일시 : 2012년 10월 12일(금) 오후 1시

장소 : 한국해양대학교 국제협력관



□ 세부 일정

사 회 : 이용희 극지포럼 운영위원

13:00~13:30	등록
13:30~14:00	개회사 : 이홍금 극지포럼 공동대표 축 사 : 박한일 KIOST 이사장 (한국해양대 총장) : 김진현 극지포럼 공동대표
14:00~14:20	주제 1 : 양극해 환경변화 연구 강성호 극지(연) 극지기후연구부장
14:20~14:40	주제 2 : 국립기상연구소의 북극해빙 모니터링 및 활용가능성 류상범 국립기상(연) 지구환경시스템연구과장
14:40~15:00	주제 3 : 극지 석유·천연가스 자원개발 연구협력 방안 임종세 한국해양대 에너지자원공학과 교수
15:00~15:20	주제 4 : 연구개발 인력현황과 해양·극지인력 확보방안 홍성민 과학기술정책(연) 인력정책센터장
15:20~15:40	Coffee Break
15:40~16:40	토 론 (좌장 : 박영일 극지포럼 운영위원장) 곽재원 한양대 기술경영대학원 석좌교수 양찬수 KIOST 해양위성센터 박사 최경식 한국해양대 해양공학과 교수 이향숙 이화여대 수리물리과학부 교수 이상헌 부산대 해양학과 교수 홍성민 인하대 생명과학부 교수
15:40~16:40	플로어 토론 및 폐회
17:00~	만찬



목 차

[발표자료]

- 주제 1 3
 - ▷ 양극해 환경변화 연구
강성호 (극지연구소 극지기후연구부장)
- 주제 2 41
 - ▷ 국립기상연구소의 북극해빙 모니터링 및 활용가능성
류상범 (국립기상연구소 지구환경시스템연구과장)
- 주제 3 51
 - ▷ 극지 석유·천연가스 자원개발 연구협력 방안
임종세 (한국해양대학교 에너지자원공학과 교수)
- 주제 4 61
 - ▷ 연구개발 인력현황과 해양·극지인력 확보방안
홍성민 (과학기술정책연구소 인력정책센터장)



주 제 1

양극해 환경변화 연구

극지연구소

강 성 호 (극지연구소 극지기후연구부장)



양극해 환경변화 연구

강성호
한국해양과학기술원 부설 극지연구소
극지기후연구부 부장



극지포럼 제5차 정례세미나
한국해양대학교 국제교류협력관
2012. 10. 12



Table of Contents

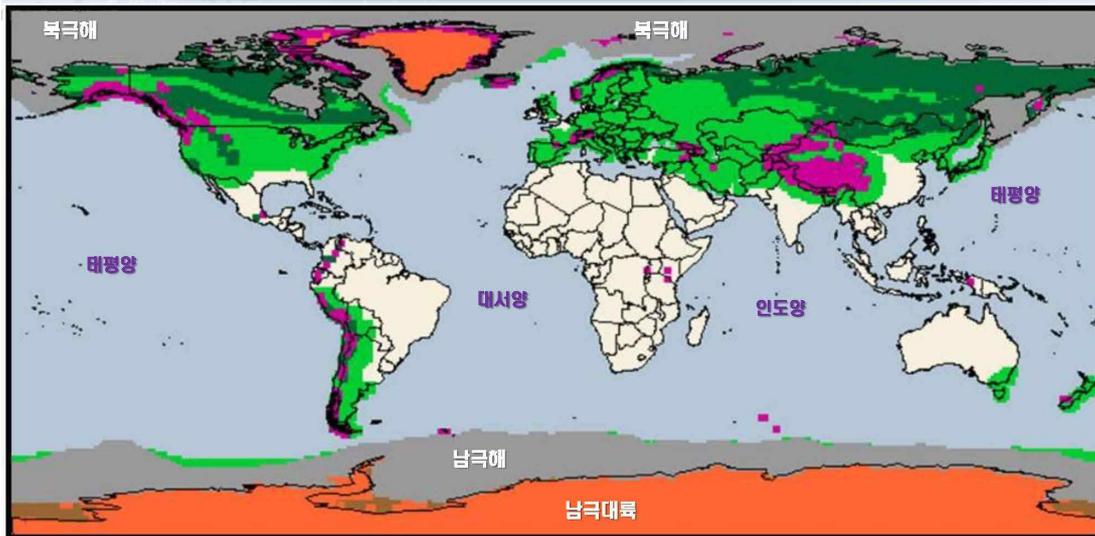
- 1 서론 : 양극해(Bi-polar Ocean)의 변화
- 2 추진배경 및 대상연구 개요
- 3 국내외 연구동향 분석
- 4 연구목표 및 추진체계
- 5 세부 과제별 연구 수행내용
- 6 연구인력 및 역량
- 7 기대효과 및 활용방안



Table of Contents

- 1 **서론 : 양극해(Bi-polar Ocean)의 변화**
- 2 추진배경 및 대상연구 개요
- 3 국 내외 연구동향 분석
- 4 연구목표 및 추진체계
- 5 세부 과제별 연구 수행내용
- 6 연구인력 및 역량
- 7 기대효과 및 활용방안

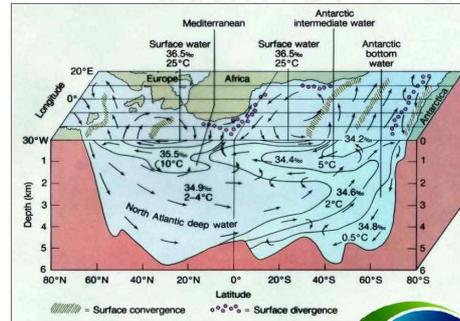
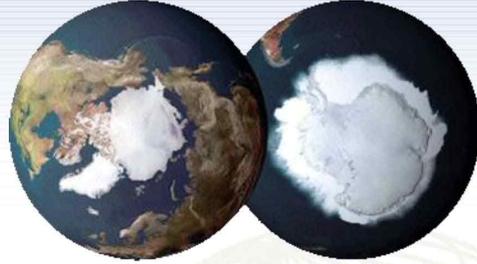
빙권(Cryosphere) 분포



극지-저온 환경 연구의 중요성

✓ 지구생태계의 대부분이
저온 환경으로 구성

- 해양의 90%가 “저온” 환경임
- 남북극을 포함해 실질적으로 전 지구 생태계의 80%가 “저온” 환경임
- 저온 환경에 대한 연구가 필요함

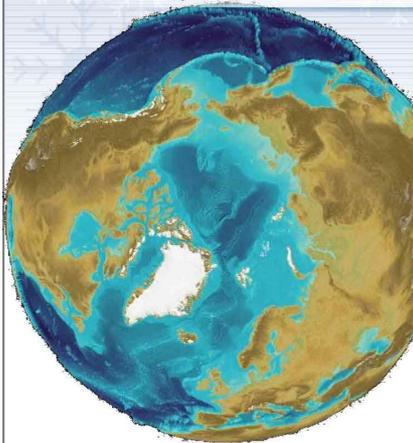


KOPRI 극지연구소

국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

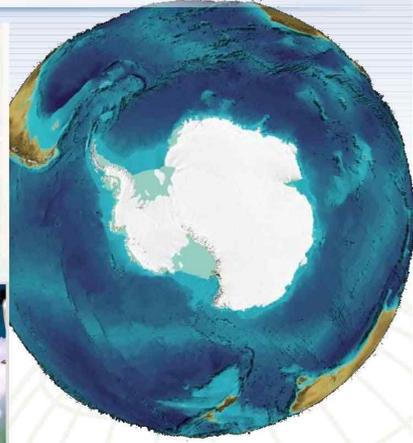
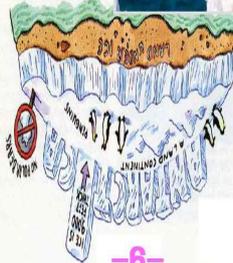
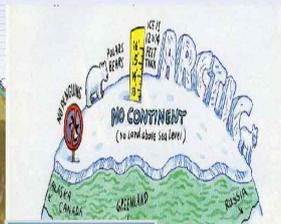
-5-

극지 개관: 남극 vs. 북극



북극(해)

유라시아와 북미대륙으로 둘러싸인 거대한 바다
[한반도의 약 55배]
1~3m 두께의 해빙
KOPRI (No continent, but close to the continents)



남극(대륙)

남극해로 둘러싸인 거대한 대륙 [한반도의 약 60배]
평균 2,400m 두께의 빙상
(Remote, Isolated, Uninhabited)

-6-

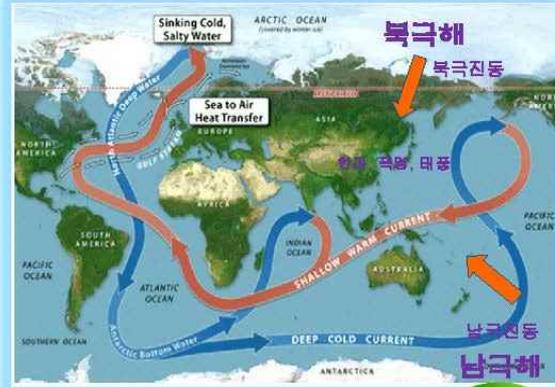




양극해의 특성

- 고위도의 저온, 광(光) 제약 환경으로 해빙의 영향이 큼
- 전 지구적 변화의 발원(發源)지이며 반응(反應)지
- 전 지구 시스템의 일부로 이해해야 할 특수 환경

- 전체 해양과 연결된 양극해
- 주요 심층수 형성 해역
- 전 지구 해양순환 기여
- 이산화탄소 흡수 주요 해역
- 해수면 상승에 영향
- 환경변화에 민감한 중요 생태계

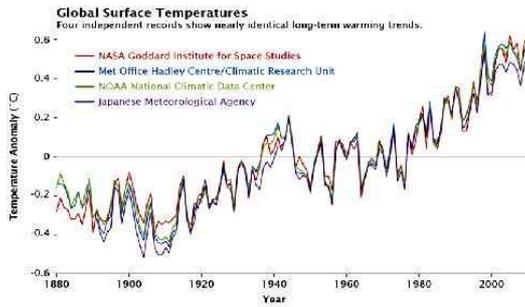


양극해를 둘러싼 환경 변화

- 급속한 온난화에 따른 해빙 감소와 이에 따른 연쇄적 영향
- 대기 이산화탄소 농도의 급증으로 양극해역의 인위적 이산화탄소 처리 능력의 변화, 해양산성화의 여파
- 해빙 축소에 따른 미답 자원의 노출도와 접근성 변화, 양극해 자원의 분포 변화
- 양극해에서 감지되는 환경변화 양상의 전지구촌 차원 이해와 해결책 필요, 국제적 규제의 시발점화
- 극지연구 국가들의 양극해 활용 미래 기회와 잠재력 선점 의지 증대

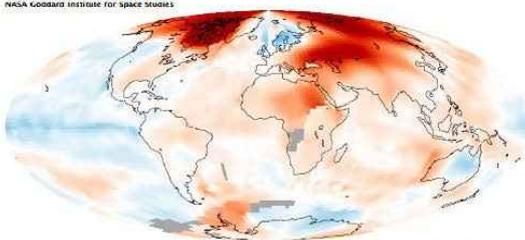
대기 온도 변화 양상

(a) Global-Mean Surface Temperature Anomaly (°C)



Global Surface Temperatures
Four independent records show nearly identical long-term warming trends.

(b) 2010 Surface Temperature Anomaly (°C)



- Global Annual Surface Temperature relative to Mean of 1951-1980 (NASA GISS)

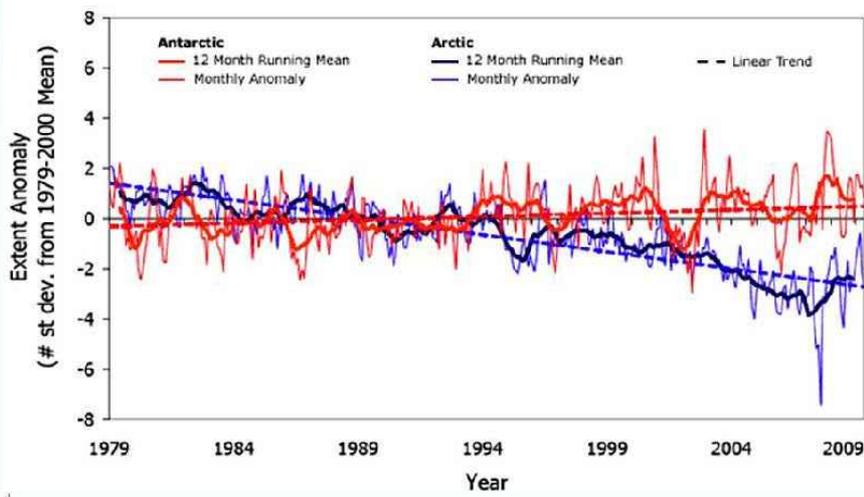
→ Global warming is 0.6°C in the past three decades and 0.8°C in the past century

→ Current warmth is largest at high latitudes in the Northern Hemisphere

<http://earthobservatory.nasa.gov/>

양극 해빙 변화 양상

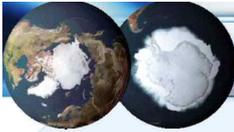
Arctic and Antarctic Standardized Anomalies and Trends
Jan 1979 - Jul 2009



Arctic and Antarctic Sea Ice Extent, 1979-2009: Although Arctic sea ice extent underwent a strong decline from 1979 to 2009, Antarctic sea ice underwent a slight increase. The Antarctic ice extent increases were smaller in magnitude than the Arctic increases, and some regions of the Antarctic experienced strong declining trends in sea ice extent.

-12-

http://nsidc.org/sotc/sea_ice.html

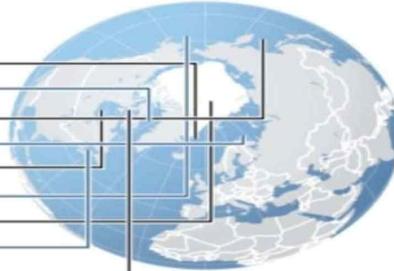


양극 해빙 해역별 변화 양상

Regional changes in Arctic and Antarctic sea ice

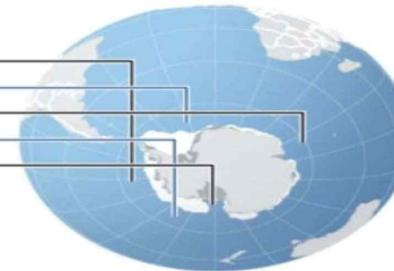
Northern Hemisphere

Whole N Hemisphere	-3.2%
Greenland Sea	-10.6
Baffin Bay	-8.6
Sea of Okhotsk	-7.4
Kara-Barents Sea	-6.0
Hudson Bay	-5.0
Bering Sea	-1.8
Arctic Ocean	-1.3
Gulf of St Lawrence	-0.6
Canadian Archipelago	-0.4



Southern Hemisphere

Whole S Hemisphere	+1.2
Bellingshausen Sea	-5.3%
Weddell Sea	+1.0
Indian Ocean	+1.1
West Pacific Ocean	+1.2
Ross Sea	+4.8



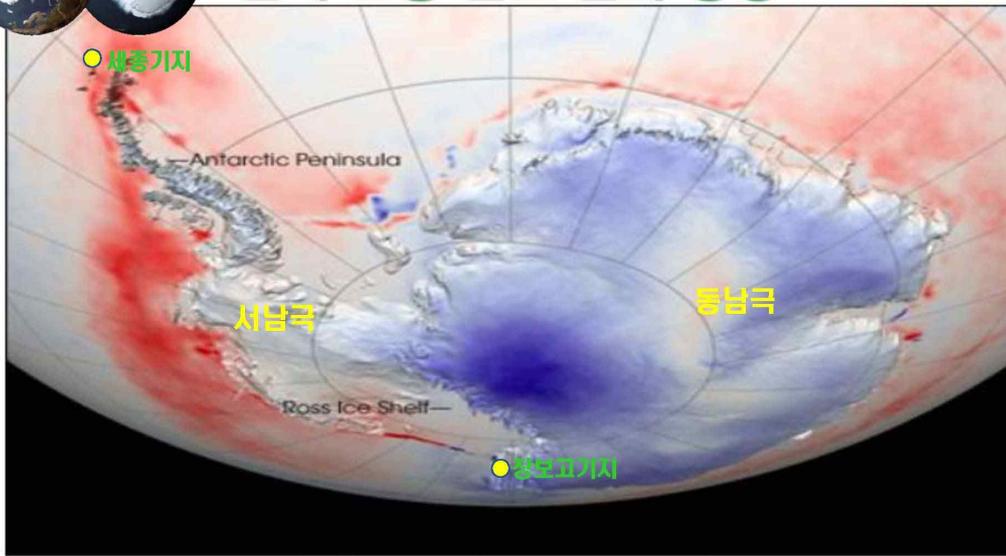
Change in annual mean sea ice extent (% per decade)

-13-

Hugo Ahlenius 2007



남극 표층 온도 변화 양상

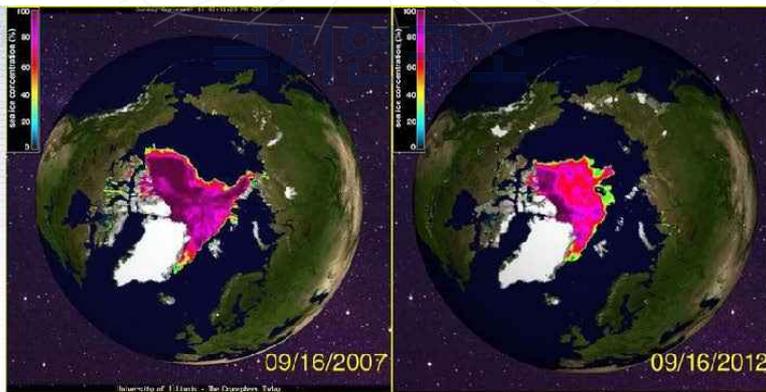
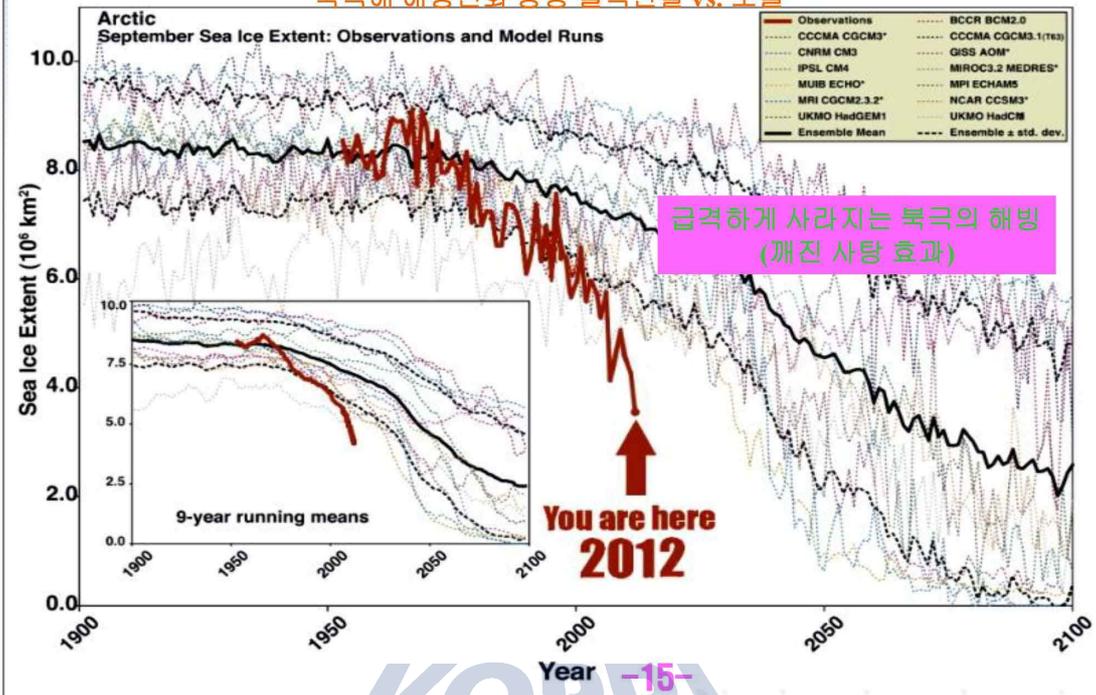


Temperature Trends ($^{\circ}\text{C}$ per year)
-0.2 -0.1 0.0 0.1 0.2

Estimates of Antarctic surface temperature trends. Winter season temperature trends reconstructed using infrared satellite data. NS indicates the trends are not significant in this area. From Steig et al. (2009). -14-

북극 해빙 변화 양상

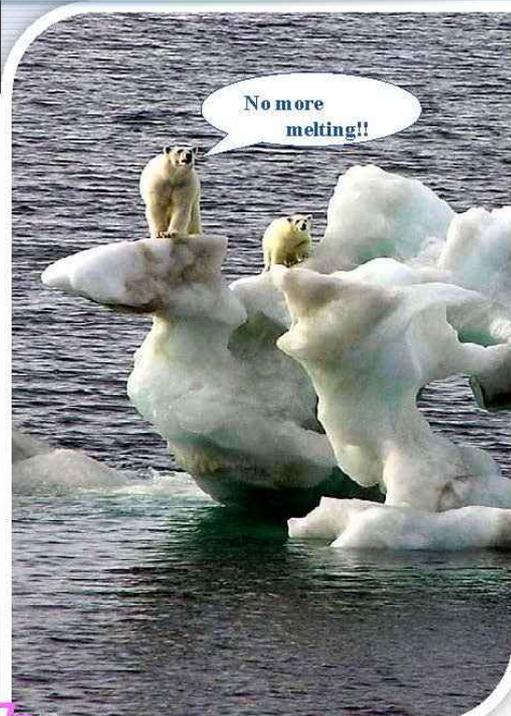
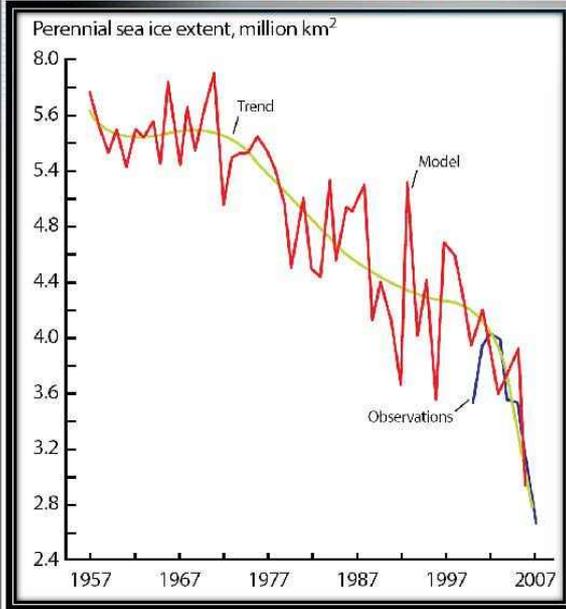
북극해 해빙변화 양상 실측관찰 vs. 모델



$4.17 \times 10^6 \text{ km}^2$ >> $0.76 \times 10^6 \text{ km}^2$ (18 % 감소) $3.41 \times 10^6 \text{ km}^2$

- 2012. 09. 16 : 역대 최소 면적으로 감소 ($3.41 \times 10^6 \text{ km}^2$)
- 2007년 9월 16일 최소 면적보다 18 % 감소 ($0.76 \times 10^6 \text{ km}^2$) :
- 한반도 면적의 약 3.4배 감소
- 1979-2000년 평균면적 대비 49% 감소
- 1979년 위성관측 이후 최소면적

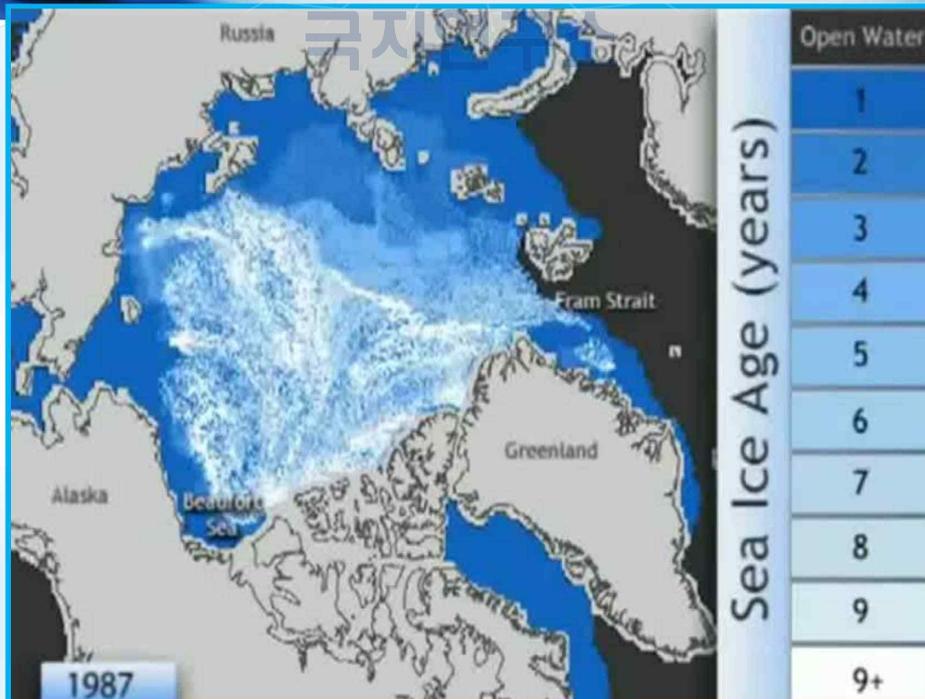
북극해 다년생 해빙 감소 추세



2003년 : 다년생빙 62%, 일년생빙 38%
2008년 : 다년생빙 32%, 일년생빙 68%
(NASA Observation, 2008)

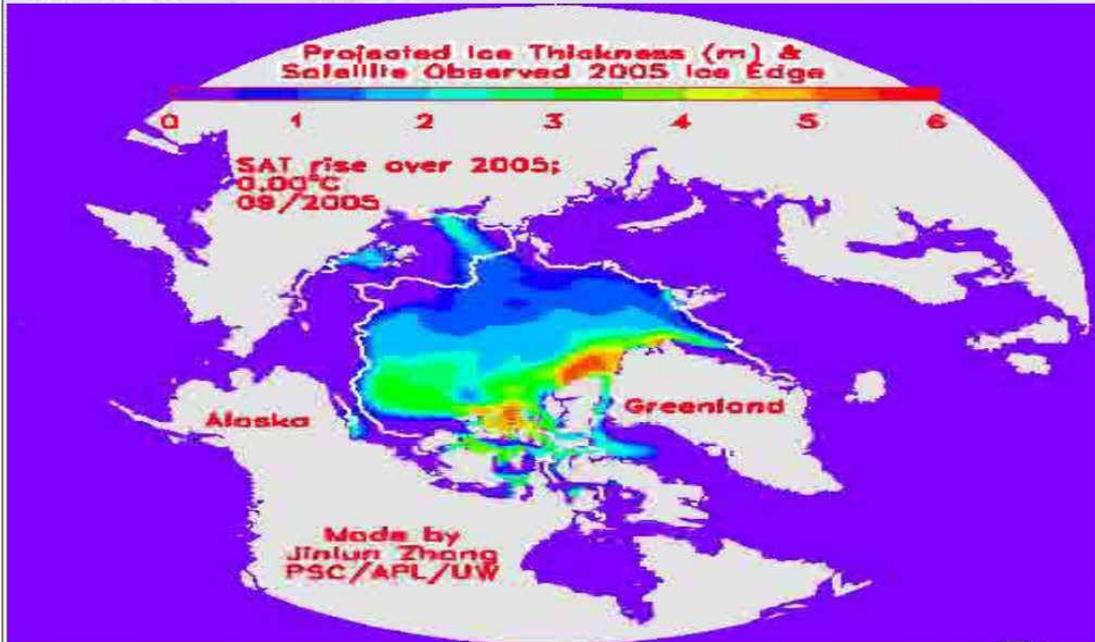
-17-

북극해 다년생 해빙 변화 양상



-18-

40년 후 북극해 해빙 분포 예상도



http://psc.apl.washington.edu/BEST/PSW2007/PSW07_modelpredictions.html

극지연구소



국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

-19-

양극해 해빙감소 영향

- 알베도 효과의 감소
- 수온 상승 가속화
- 해수면 상승의 위협
- 해양-대기 열교환 변화
- 전세계 해류 순환 이상작동
- 해양산성화 가속화
- 북극곰 펭귄 등 양극해 생태계 영향
- 지구온난화의 시한폭탄 메탄가스 방출 :
대륙붕 해역 매장된 메탄가스 해리로
인하여 지구온난화 가속화
- 강한 폭풍이 발생하여 높은 파도: 연안침식 가속화

- 북극항로 이용 가능 및 자원개발 러시



극지연구소



국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

-20-



극진동(한파, 태풍, 이상기후)

한반도 40년새 집중호우 67%—폭염 15% 늘었다

2011-01-05 04:07:01 **dongA.com**

지난해 이상기후 현상			
날짜	이상기후		자료: 기상청
1월 4일	서울 폭설	25.4cm	1937년 이래 최대
3월 20일	혹설도 황사 농도	2712$\mu\text{g}/\text{m}^3$	역대 최고 황사 농도
3~4월	이상저온 지속		1973년 이래 평균최저기온
5~8월	폭염 지속	81일	전국평균기온이 평년보다 높아 폭염 지속
9월 1일	태풍 콘파스 육상도 순간 최대풍속	45.4m/s	
9월 21일	서울 일강수량	259.5mm	1908년 이래 2위
11월 11일	서울 황사 농도	1191$\mu\text{g}/\text{m}^3$	가을철 역대 최고 농도
12월 하순	한파 지속	3주간	

지구촌 덮친 한파

'북극진동'으로 북극의 찬 공기 소용돌이가 약화됨에 따라 찬 공기가 중위도까지 남하해 북미, 유럽, 동아시아에서 한파와 폭설 유발

영국
100년 만의 한파, 17년 만의 최악 폭설

미국
중서부에서 시작된 기록적인 폭설 (최고 50cm)과 한파, 동남부까지 감다

러시아
한파와 폭설

한반도
대륙으로부터 한반도 쪽으로 저기압의 이동통로가 형성돼 기온의 변동폭이 크고 잦은 한파

중국
북부 평년보다 10도나 낮은 한파와 폭설

북극진동
북극에 존재하는 찬 공기의 소용돌이가 수십 일 또는 수십 년 주기로 강약을 되풀이하는 현상 자료: 기상청






북극해의 새로운 북동, 북서 항로 개척

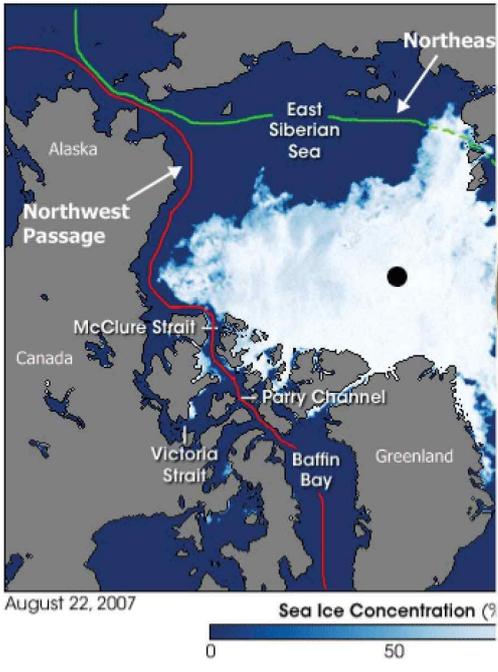


Table of Contents

1 서론 : 양극해(Bi-polar Ocean)의 변화

2 **추진배경 및 대상연구 개요**

3 국·내외 연구동향 분석

4 연구목표 및 추진체계

5 세부 과제별 연구 수행내용

6 연구인력 및 역량

7 기대효과 및 활용방안

KOPRI 극지연구소

국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

-23-

색빙연구선 **아라온** 운영
극지연구소

색빙연구선 아라온

남·북극 결빙해역에서
연구활동 지원 및 기지보급 수행



중량	7,487톤
크기(m)	111 x 19 x 9.9 (길이 x 폭 x 깊이)
속도	12노트 (경제항해속력)
최대 운항거리	20,000마일(70일) 무보급 항해 ※ 한국에서 남극대륙 및 세종기지까지 무보급 항해 가능
승선인원	총 85명(승무원 25명 + 연구원 60명)
쇄빙성능	두께 1미터 다년빙을 3노트로 연속쇄빙

-24-



KOPRI

연구의 중요성 및 필요성

양극해 연구의 필요성

기후변화와 양극 해양생태계 연계성

전 지구 에너지 균형의 변화

온실기체

대기 온도, 해수면 온도, 해빙 두께, 빙하

양극 해양시스템 반응

피드백

글로벌 이슈 대응 연구

국내·외 극지연구 정책·환경 변화에 능동적 대처

확충되는 양극해 인프라 활용성 제고

국가 극지연구의 패러다임 변화에 부응하는 연구

“극한지 탐사 및 장비개발” 활성화

북극권 대기온도 변화양상

남극권 대기온도 변화양상

기후 변화

인계영 및 저온 요소

양극해 동북

지구온난화

해양수위 상승

양극 해양생태계 연계성 취약성, 복원력

지 권

남·북극해 통합 양극해(BI-polar ocean) 비교연구로 극지연구 결과의 활용성 제고 요구

KOPRI 극지연구

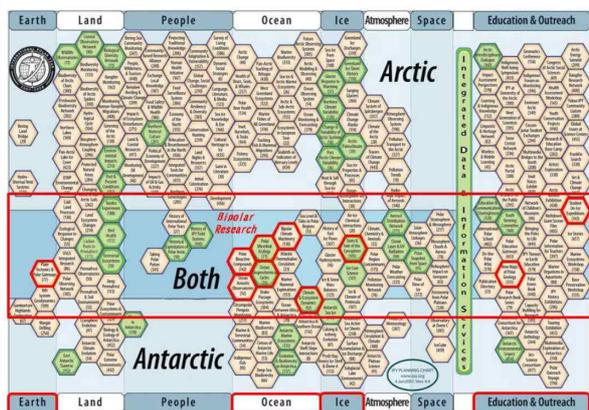
국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

Table of Contents

- 1 서론 : 양극해(Bi-polar Ocean)의 변화
- 2 추진배경 및 대상연구 개요
- 3 **국·내외 연구동향 분석**
- 4 연구목표 및 추진체계
- 5 세부 과제별 연구 수행내용
- 6 연구인력 및 역량
- 7 기대효과 및 활용방안

양극과학협력위원회 (BipAG II) 양극해 연구 추진

- ◆ 북극과학위원회(IASC)와 남극과학위원회(SCAR)는 양극과학협력위원회 IASC/SCAR BI-Polar Action Group II (BipAG II)를 구성하여 SCAR와 IASC가 함께 효율적으로 연구할 수 있는 양극연구 방안 모색
- ◆ IPY(국제극지해) 기간 동안 IASC와 SCAR에서 수행했던 연구들을 양극에 동시 적용할 수 있는 통합연구 추진



IASC/SCAR Bipolar Action Group II

IASC International Arctic Science Committee (IASC)
 Voelgerbergstr. 41, 14475 Potsdam, Germany
www.iasc.info, iasc@iasc.info

SCAR Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR)
 Lindfield Road, Cambridge CB2 1RQ, UK
www.iasc.org, info@iasc.org

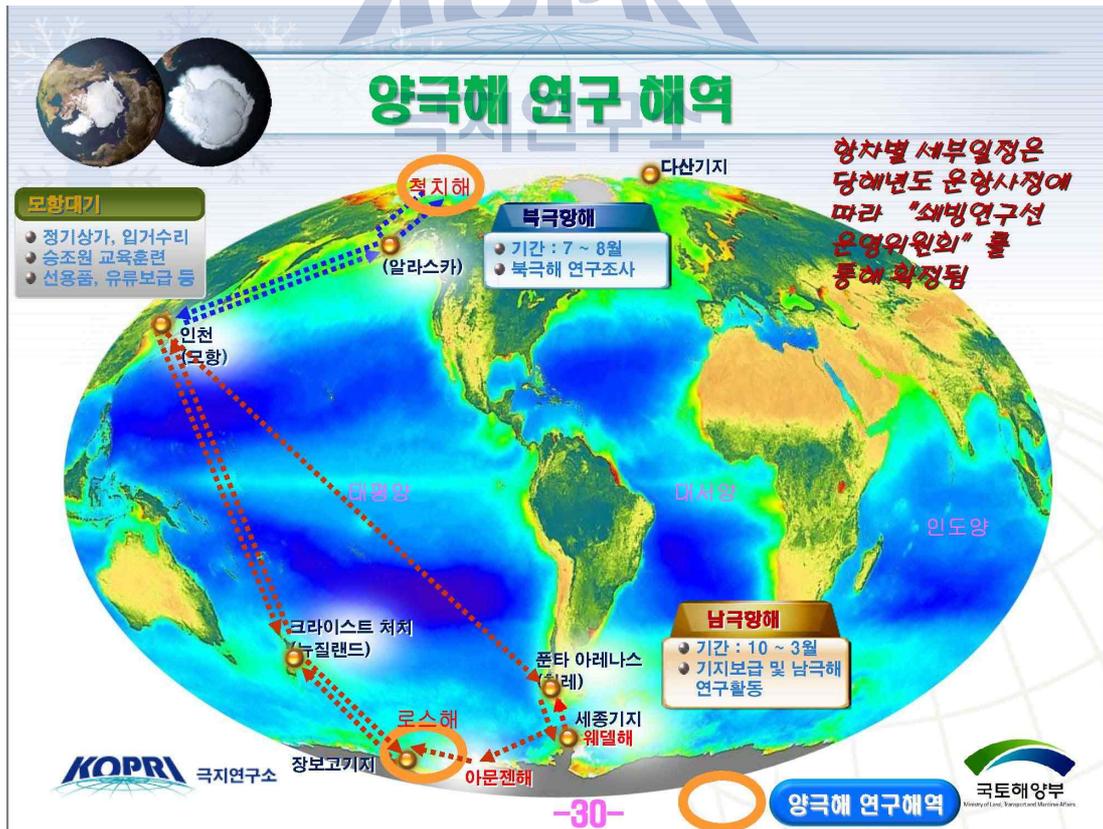
IASC/SCAR Bipolar Action Group II
 Cambridge, 17th May 2011 08:45-13:00
 Darwin College

Attendees:

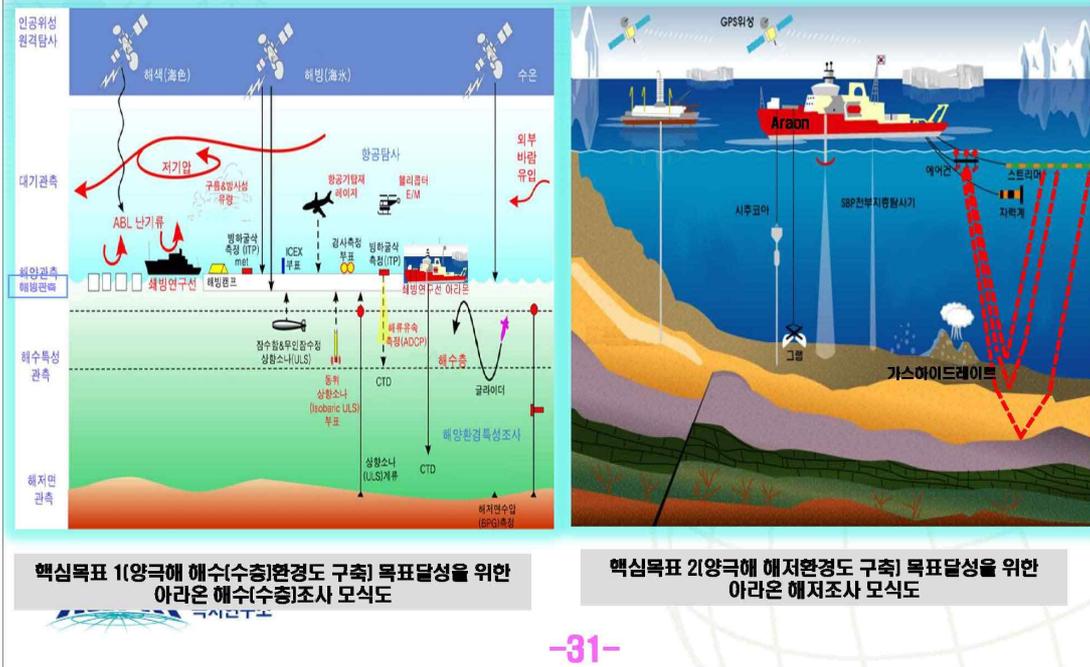
Cyrus Ellis-Evans - Chair	UK	Biology
François Narain	Spain	Ice sheets
Dietrich Oeschger	Germany	Geology
Sung-Ho Kang	Korea	Marine
Alexander Kluyber	Russia	Oceanography / Climate
Gail A. Fordahl	Canada	Social Sciences
Mink Parren	USA	Data
Jensy Skarstrom	Norway	ATFCS
Volker Rackhoel (ex officio)	IASC Secretariat	IASC Executive Secretary
Mika Saarinen (ex officio)	SCAR Secretariat	SCAR Executive Director
Ramka Baidya	SCAR Secretariat	SCAR Executive Officer
Thamban Maloth (by Skype)	India	Ice cores

Table of Contents

- 1 서론 : 양극해(Bi-polar Ocean)의 변화
- 2 추진배경 및 대상연구 개요
- 3 국·내외 연구동향 분석
- 4 **연구목표 및 추진체계**
- 5 세부 과제별 연구 수행내용
- 6 연구인력 및 역량
- 7 기대효과 및 활용방안



연구조사 방법 모식도



-31-

장기 연구 추진 방향

	1단계 연구 (2011~2014)	2단계 연구 (2015~2018)	3단계 연구 (2019~2020)
연구해역	· 북극 척치해 I 해역 · 남극 로스해 I 해역	· 북극 척치해 II 해역 · 남극 로스해 II 해역	· 북극 척치해 III 해역 · 남극 로스해 III 해역
단계별 목표	· 북극 척치해 I/보포트해 I 및 남극 로스해 I 급격환경변화 해역조사 및 환경도 구축	· 남극 로스해 II 및 북극 척치해 III/보포트해 II/동시베리아 급격환경변화 해역조사 및 환경도 구축	· 남극 로스해 III 및 북극 척치해 III/보포트해 III/동시베리아 II 해역조사 및 환경도 구축
내용	· 양극 급격환경변화 1단계 조사해역 연구 수행 · 1단계 양극해 해수(수층) 환경 및 해저환경 종합 환경도 및 비교도 작성	· 양극 급격환경변화 2단계 조사해역 연구 수행 · 2단계 양극해 해수(수층) 환경 및 해저환경 종합 환경도 및 비교도 작성	· 양극 급격환경변화 3단계 조사해역 연구 수행 · 최종 양극해 해수(수층) 환경 및 해저환경 종합 환경도 및 비교도 작성

-32-



K-PORT 양극해 연구과제와 주제별, 지역간 배치와 정기 관측 수요 의존도와 산출 자료의 지역 특이성 비교



-33-

Table of Contents

- 1 서론 : 양극해(Bi-polar Ocean)의 변화
- 2 추진배경 및 대상연구 개요
- 3 국내외 연구동향 분석
- 4 연구목표 및 추진체계
- 5 **세부 과제별 연구 수행내용**
- 6 연구인력 및 역량
- 7 기대효과 및 활용방안

-34-

1핵심 과제
연구 수행 내용
 해수(수층) 환경도 구축

지구 온난화(해빙감소)

북극해빙 면적 역대 두번째 작아

연말뉴스 기사입력 2011-09-27 06:00

북극 얼음 사라지는 건 시간문제?

온난화로 30년새 얼음면적 사상 최소
 "이르면 2050년에 모두 녹는다" 예측도
 한국연구재단 공동기획 **mk 뉴스**

기사입력 2011.09.28 17:15:45 | 최종수정 2011.09.29 07:36:24



북극 얼음 '사상 최소'

[한겨레] 남종영 기자

등록 : 20110913 21:19

북극 바다얼음의 변화 자료: 독일 브레멘대학교



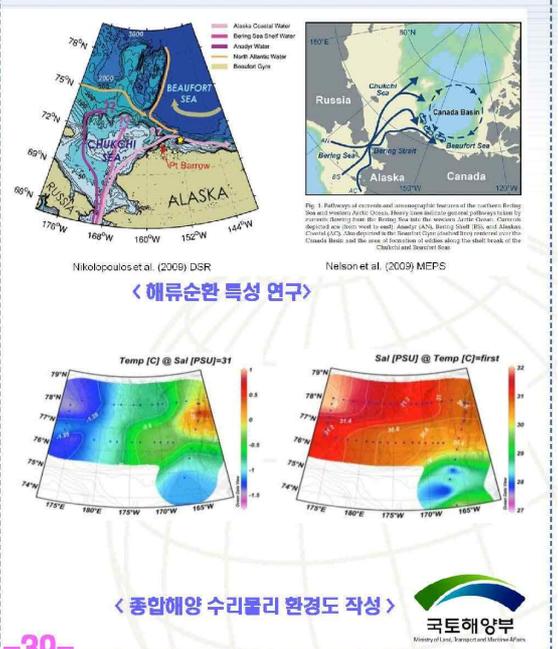
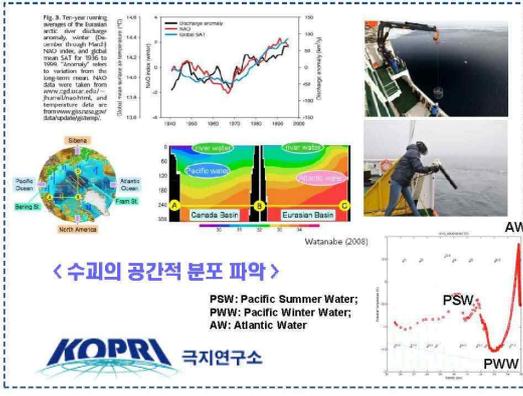
2007년 9월17일
 기존 최소면적
 426만7000㎢

2011년 9월8일
 갱신된 최소면적
 424만㎢

핵심목표 1 과제-양극해 해수(수층) 환경도 작성

해수의 분포와 특성변화 연구

- ❖ 급속 융빙해역의 수직적 수온, 염분 등 수괴의 공간적 분포 파악
- ❖ 해류구조 및 해양순환 특성변화 파악
- ❖ 유속분포도 작성
- ❖ 양극해 종합해양 수리물리 환경도 작성



-30-

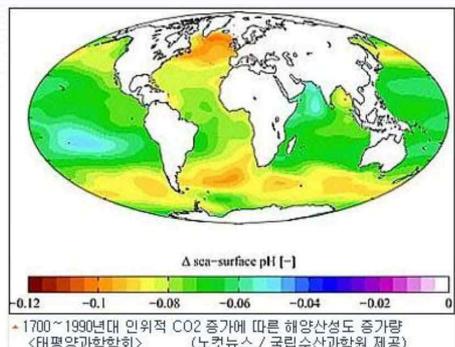


해양산성화

"북극해, 2100년까지 완전 산성화" "CO2배출증가, 극지방 바닷물 산성화 초래"

2009-10-04 19:22 YTN

머니투데이 황국상 기자 · 기자의 다른 기사보기 입력 : 2009.10.04 13:28 조회 : 2050



극지 해양생태계 먹이사슬 붕괴 우려

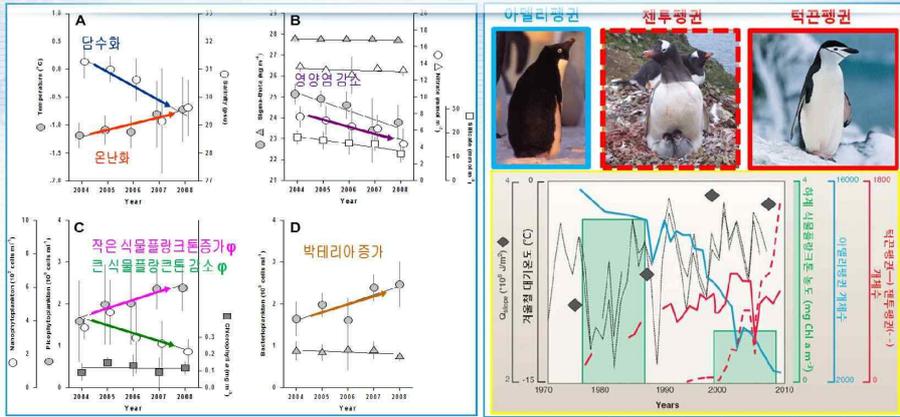
KOPRI 극지연구소



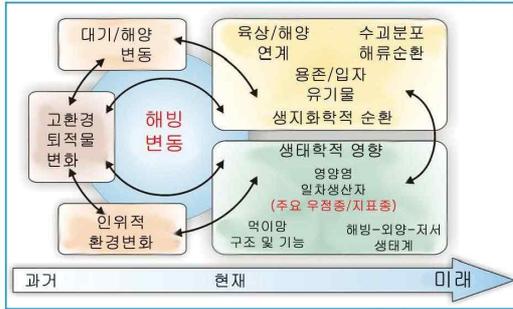
국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

-40-

양극 해양생태계 변화



최근 북극해 해양생태계 변화양상 (Li et al., 2009, Science) 최근 남극 해양생태계 변화양상 (Schofield et al., 2010, Science)

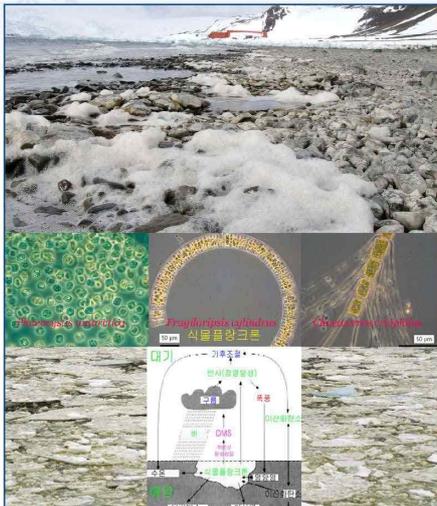


-41-

양극 해양생태계 변화

온난화 계속되면 냄새나는 지구 된다

PopNews | 기사입력 2011-07-01 08:53



새끼 잡아먹는 북극곰.. 지구 온난화의 비극

중앙일보 | 기사입력 2011-12-09 16:02



The polar bear's uncertain future

The Arctic is the predator under threat from climate change and increased interactions with people.

Major threats:

- Climate change: Classified as marine animal at large is on rise too.
- Sea ice retreating: Decrease of global warming.
- Habitat decreasing in both quality and area.
- Other threats:
 - Increased interactions with humans.
 - Illegal killings.
 - Poison.
 - Disturbance from shipping.
 - Legal killings by indigenous people.
 - Legal trade in skins and animal parts.

Global range:

Estimated global population: 25,000

Projected from hunting since 1973

Largest bear species

Max lifespan: 30 years

Female: 50 years

Range limited by sea-ice extent

Population:

- < 100: Extinct
- 1,000-1,000: Declining
- 1,000-2,000: Increasing
- 2,000-3,000: Stable
- > 3,000-10,000: None

Graphic on the world's polar bear populations. US environmental advocates earlier this month warned that polar bear habitats could be disrupted if oil companies eager to exploit the Arctic for fuel were to experience an accidental spill like the BP gusher in the Gulf of Mexico.

-42-



-43-

KOPRI



1st September 2012 Chukchi Sea

-44-

Sung-ho Kang shikang@kopri.re.kr

2핵심 과제
연구 수행 내용
 해저 환경도 구축

자원 에너지

“빙하 녹으며 드러나는 석유...북극에 '자원전쟁' 임박

2011-05-24 '서울신문'



자원 에너지 환경

美日, '불타는 얼음' 공동 채굴 실험

연말뉴스 기사입력 2011-10-19 08:47

"석유 대체할 노다지"...메탄 하이드레이트 선점 경쟁

세계일보 기사입력 2008-06-24 10:00 | 최종수정 2008-06-24 10:37 | 기사원문

(도쿄=연합뉴스) 김중현 특파원 = 미국과 일본이 '불타는 얼음'으로 불리는 알래스카의 가스하이드레이트에 대한 공동 채굴 실험에 나선다.

19일 아사히신문에 의하면 미국과 일본은 북극해에 가까운 알래스카의 북부지역에서 지하 약 1천 m에 매장돼 있는 가스하이드레이트(메탄하이드레이트)를 시험적으로 공동 채굴하기로 했다.



CO₂의 온난화 잠재력을 1 이라고 했을 때 CH₄는 21



일명 불타는 얼음이라고 불리는 메탄하이드레이트.

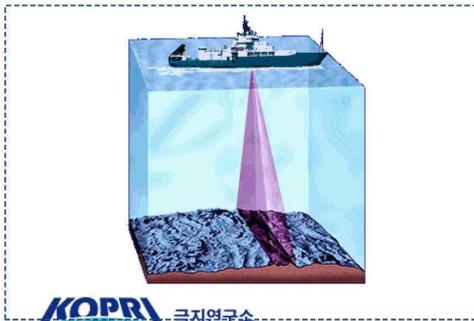
KOPRI 극지연구소

-49-

핵심목표 2 과제-양극해 해저 환경도 작성

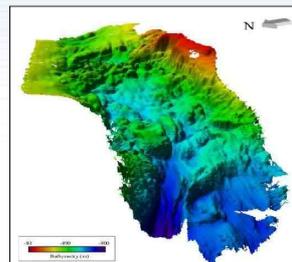
해저지형 특성 및 광역지질도 작성

- ❖ 해저지형 및 천부지층 조사
- ❖ 종합 해저지형도 작성
- ❖ 종합 천부지층도 작성
- ❖ 아라온 멀티빔 신호/잡음 알고리즘 개발
- ❖ 아라온 멀티빔 자료 활용 해저면 물성 분석

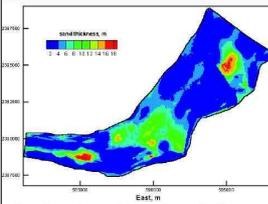


KOPRI 극지연구소

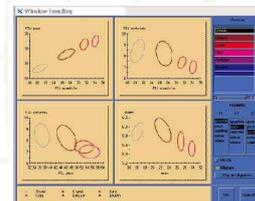
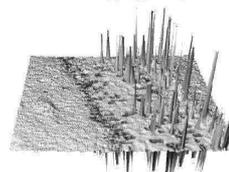
< 해저지형 및 천부지층 조사 >



< 종합 해저지형도 작성 >



< 종합 천부지층도 작성 >



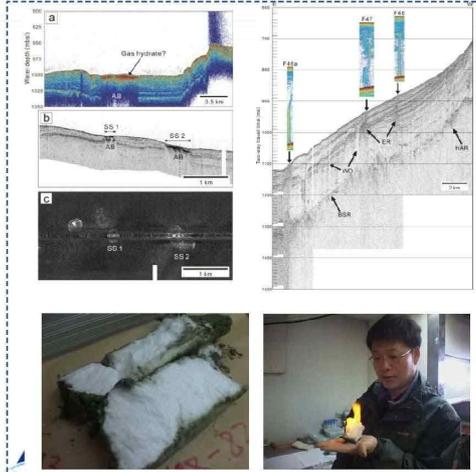
< 알고리즘 개발 및 해저면 물성 분석 >

-50-

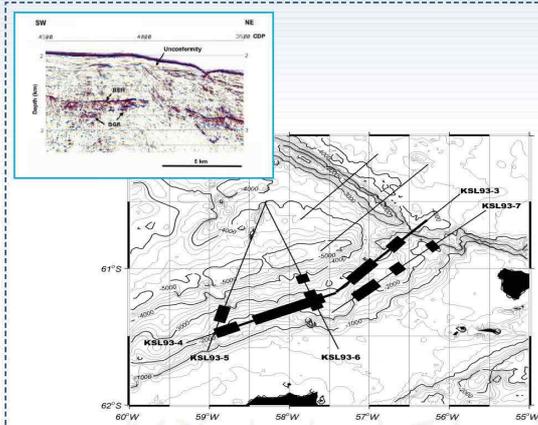
핵심목표 2 과제-양극해 해저 환경도 작성

해저지층 내 메탄(가스, 가스하이드레이트) 분포 조사

- ❖ 메탄하이드레이트 부존특성 조사
- ❖ 메탄하이드레이트 거동특성 연구
- ❖ 메탄하이드레이트 종합분포도 작성 및 매장량 평가



메탄하이드레이트 부존 및 거동 특성 조사



- Estimated Gas Hydrate Volume
 $4.8 \times 10^{10} \text{ m}^3$ (Jin et al., 2003)

메탄하이드레이트 종합분포도 작성 및 매장량 평가

-51-

KOPRI

극지연구소

국제공동연구 사업 수행 내용

캐나다, 미국, 이태리,
 영국, 일본 등

-52-

한국-캐나다 북극 척치해~보퍼트해 해양조사

◆ 하계 북극해 연안~대륙붕~외양역의 해양환경 특성 파악을 위한 측선 조사

- 캐나다 : 아문젠호를 활용하여 보퍼트해~캐나다 분지해 측선 조사
- 한국 : 아라온을 활용하여 척치해~캐나다 분지 측선 조사



한국-캐나다-미국북극 보퍼트해 메탄하이드레이트 연구 (2013)

◆ 북극 보퍼트해 영구동토층과 메탄하이드레이트 해리에 의한 급격한 메탄방출 현상 연구

- 캐나다 (NRC) : 영구 동토층과 메탄하이드레이트 지층구조 조사
- 미국 (MBARI) : ROV 탐사 및 심부시추 획득
- 한국 (KOPRI) : 지구물리탐사 및 해양-대기 메탄 측정



Table of Contents

- 1 **서론 : 양극해(Bi-polar Ocean)의 변화**
- 2 **추진배경 및 대상연구 개요**
- 3 **국내외 연구동향 분석**
- 4 **연구목표 및 추진체계**
- 5 **세부 과제별 연구 수행내용**
- 6 **연구 역량**
- 7 **기대효과 및 활용방안**



쇄빙연구선 아라온 연구기기·장비·시설 구축 수준

대한민국 최초 쇄빙선 '아라온'의 모든 것

2009년 9월 첫 출항 예정인 쇄빙선 아라온은 남극과 북극까지에 보급품을 전달하는 '보급선' 역할뿐만 아니라, 60기자가 넘는 최첨단 연구 장비를 갖추고 세계적 수준의 과학연구를 하는 '떠다니는 실험실' 역할도 한다.

주요 계원	
탑승인원	최대 85명 (보조장 20명, 연구원 65명)
배수량	6500t
길이	길이 111m, 폭 19m, 깊어 9.9m
스드	1m 두께 얼음을 사속 5.5km로 견주 쇄빙
최고속도	14k, 30kn
선박길이	100여m 후
건조기간	2004~2009년 (6년)
총비용액	약 300,7000만 원(일)

연구기기·장비·시설

과학연구기기에는 여러 관측용이 융복합 배치되어 해양에 주요 관측자료 수집에 활용 가능. 특성이 다양한 다른 관측 용을 구성할 수 있기에 수시 임무별로 소용을 배치하여 배의 여러 관측용을 다양한 목적 및 조건에 맞춘다. 특수 소용을 배치하여 배의 여러 관측용을 다양한 목적 및 조건에 맞춘다. 특수 소용을 배치하여 배의 여러 관측용을 다양한 목적 및 조건에 맞춘다.

다중 해상탐색 및 탐사기기

해양에서 2000m에 달하는 깊이 20~300m의 범위를 조망할 수 있는 초음파 원격 탐사장비(에코 프로파일러)를 탑재할 수 있도록 함. 두 고해상도 탐사 장비는, 시야에 따라 초음파를 발사하여 해저 지형, 수심, 수질을 측정할 수 있다. 이 시스템에서 시야 방향을 따라 초음파를 발사하여 해저 지형, 수심, 수질을 측정할 수 있다. 이 시스템에서 시야 방향을 따라 초음파를 발사하여 해저 지형, 수심, 수질을 측정할 수 있다.

CTD(전도도·온도·염분) 장비

해양의 지형, 수심, 수질을 측정하는 장비. 해저의 수심, 수온, 염분, 수질을 측정할 수 있다. CTD는 해양 연구에 널리 활용되는 장비로, 수심, 수온, 염분, 수질을 측정할 수 있다. CTD는 해양 연구에 널리 활용되는 장비로, 수심, 수온, 염분, 수질을 측정할 수 있다.

다중 해상탐색 및 탐사기기

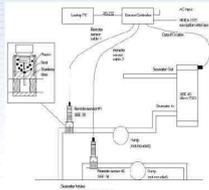
해양에서 2000m에 달하는 깊이 20~300m의 범위를 조망할 수 있는 초음파 원격 탐사장비(에코 프로파일러)를 탑재할 수 있도록 함. 두 고해상도 탐사 장비는, 시야에 따라 초음파를 발사하여 해저 지형, 수심, 수질을 측정할 수 있다. 이 시스템에서 시야 방향을 따라 초음파를 발사하여 해저 지형, 수심, 수질을 측정할 수 있다.

해양연구선 아라온 연구기기. 장비. 시설 구축 수준

1. 해수(수층) 환경도 구축: 해양 물리·생태계 특성 측정 기기. 장비. 시설



<해수 채집 장치 CTD>



<연속 해수 물리 특성 측정 장치 Thermo Salinograph>



<해수 염분 정밀 측정 장치 Auto Salinometer>



<해수 물리 생물 특성 연속 측정 장치 Scan Fish>



<해수 물리 유속 해류흐름 측정 장치 ADCP/LADCP>



<해수 유영생물 과학어군탐지기 Scientific Fish Finder>



<해수 자원생물군 측정 장치 Scanning Sonar>



<표층 서식 플랑크톤 수층별 채집장치 MOGNESS>



<표층 차익 플랑크톤 및 유영생물 수층별 채집 장치 Rectangular Midwater Trawl>



<표층 플랑크톤 연속 측정 장치 Continuous Plankton recorder>



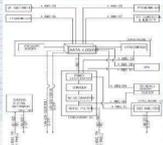
<해수 물질 분리 장치 High Speed Centrifuge>



<광학현미경 Light Microscope>

-57-

1. 해수(수층) 환경도 구축: 대기-해양 화학 관측 기기. 장비. 시설



<해상 및 기상 측정 장치 Weather Station>



<해양-대기 이산화탄소 수증기 측정 장치 Fast response CO2/H2O Analyzer>



<유기탄화물 분석 장치 Proton Transfer Reaction M/S>



<일산화탄소 농도 분석 장치 CO analyzer>



<수은 농도 분석장치 Hg analyzer>



<질산농도 분석장치 NO analyzer>



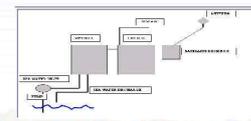
<블랙카본 측정 장치 Aethalometer>



<대기 에어로졸 산란계수 측정 장치 Nephelometer>



<해양-대기 에어로졸 수농도 연속 관측 장치 Condensation Particle C.B. 측정 장치 Underway pCO2>



<해양-대기 이산화탄소 농도 측정 장치 Underway pCO2>



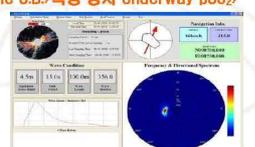
<대기-해양 에어로졸 입자분포 측정장치 LIDAR>



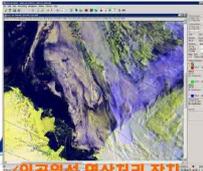
<대기 에어로졸 수농도 측정 장치 Aerosol Sizing Instrument>



<해수면 광학신호 측정 장치 Above Water Spectrometer>



<해수면 파랑정보 측정 장치 Wave Meter>



<인공위성 영상처리 장치 Satellite Data Acquisition System>



<무오염 해수 공급 장치 Uncontaminated Sea Water System>



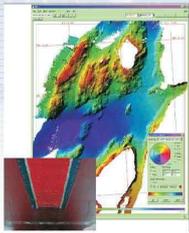
<유기화합물 측정 장치 QC/MS>



<해수 화학 측정 장치 Sea Water Analyzer>

-58-

2. 해저 환경도 구축: 해저 지형 조사 기기, 장비, 시설



<다중빔 음향 측심기
Multibeam Echo Sounder>



<정밀 수심측정기
Precision Depth Recorder>



<해저지층 탐사기
Sub-Bottom Profiler>



<음향동기화 장치
Acoustic Synchronization unit>



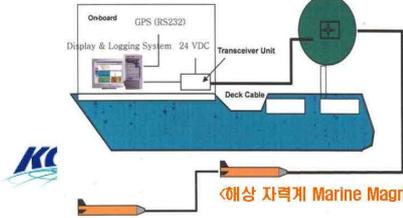
<다중채널 해양탄성파 탐사시스템
Multi-Channel Seismic System>



<해저면 영상촬영 장치
Deep-sea Camera>



<위치·자세 제어기
Attitude & Positioning System>



<해상 자력계 Marine Magneto Meter>

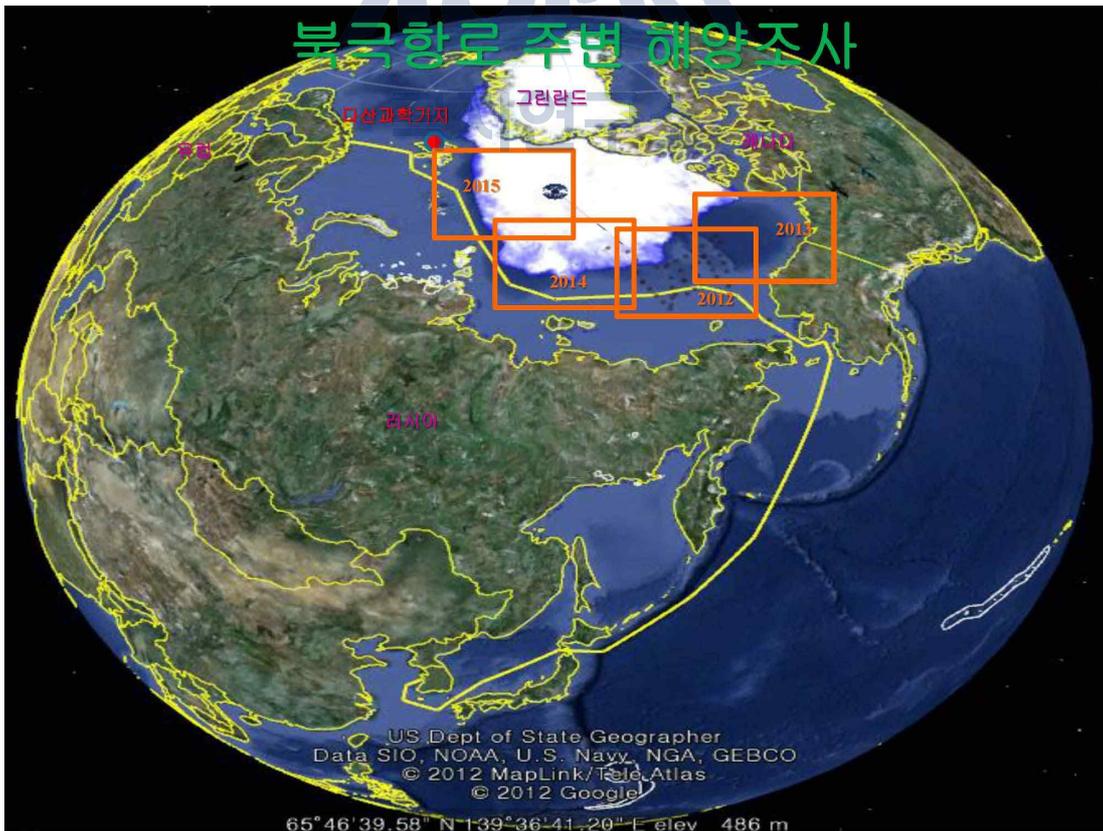


<해상 중력계 Marine Gravity Meter>



-59-

북극항로 주변 해양조사



2012 ARAON ARCTIC CRUISE
ARA03B (1ST AUG. - 10TH SEPT.)

KOPRI
 Korea Polar Research Institute

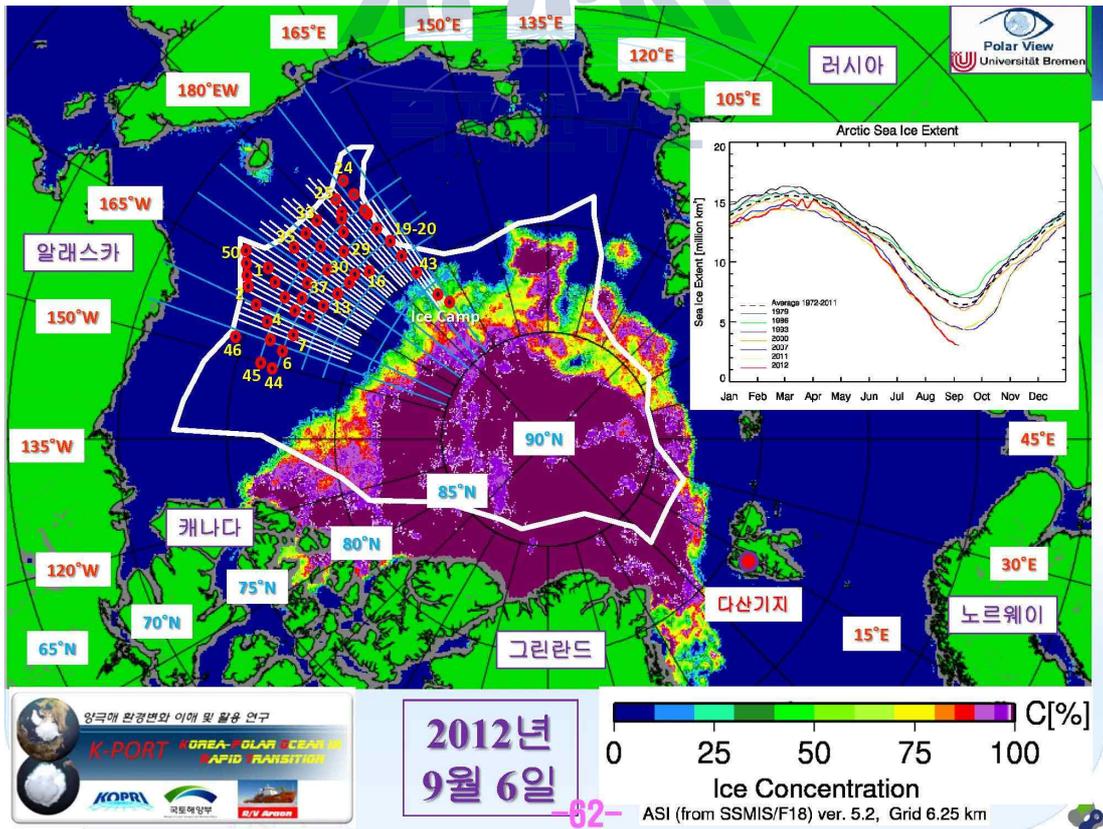
2012 Araon Arctic Cruise Station Map

K-PORT
 Korea-Polar Ocean in Rapid Transition Project (PI, Dr. Sung-Ho Kang)

K-POLAR
 Arctic Paleoclimatology Project (PI, Dr. Seung Nam)

K-POD
 Korea-Polar Ocean Discovery Project (PI, Dr. Jang Han Yon)

-61-

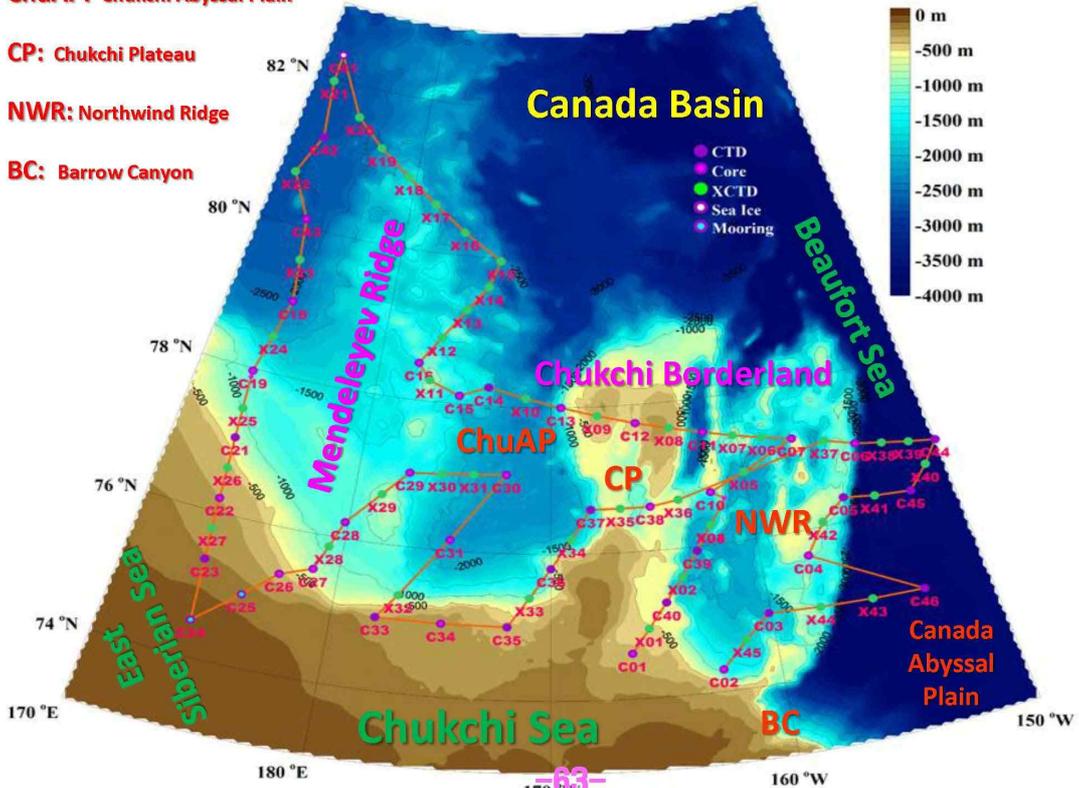


ChuAP: Chukchi Abyssal Plain

CP: Chukchi Plateau

NWR: Northwind Ridge

BC: Barrow Canyon



KOPRI

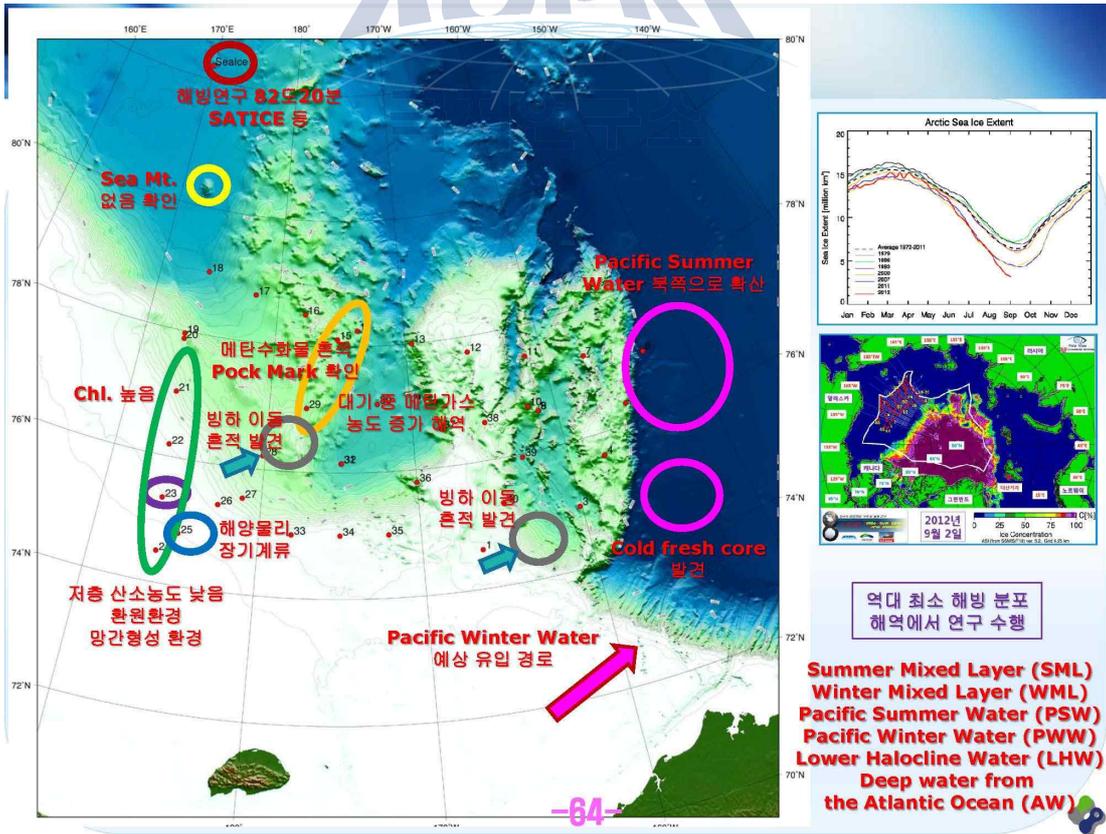


Table of Contents

- 1 서론 : 양극해(Bi-polar Ocean)의 변화
- 2 추진배경 및 대상연구 개요
- 3 국·내외 연구동향 분석
- 4 연구목표 및 추진체계
- 5 세부 과제별 연구 수행내용
- 6 연구인력 및 역량
- 7 기대효과 및 활용방안

극지 활용 미래 전략

“녹아내리는 북극, 인류에 새 도전이자 기회”

[포커스신문사 | 글 이동호 기자·사진 장세영 기자 2011-04-05 22:16:06]

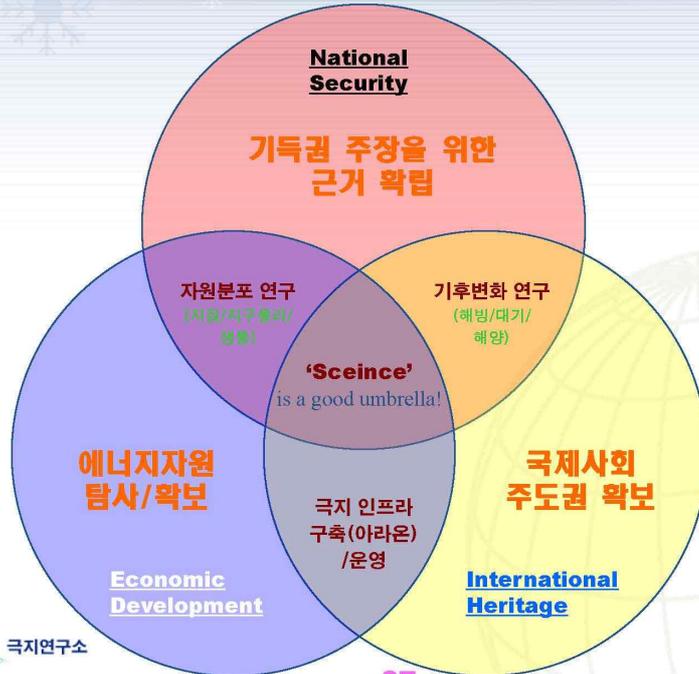
THE DAILY
Focus



■ 케임브리지대 스코트 극지 연구소 폴 벡크만 교수

바다 얼음 녹는 건 지붕 없어지는 격...생태변화 상당히 진행
환경문제는 경제·정치적 리스크 불러 세계 합심해 대처해야
북극 새로운 무역항로 부상...한국 선박회사에 새 시장 될 것

양극해 연구개발의 기대성과



-67-



양극해 연구개발의 기대효과

양극해 중심부로 연구활동 영역 확대

- 쇄빙연구선 확보 → 북극항로/남극대륙 진출 가능
- 결빙해역 등 미개척 연구분야 개발
- 지구온난화 핵심연구 가능 : 연구결과의 질 향상

국제사회 기여 및 국민 자긍심 고취

- 양극해 동시 핵심연구를 통한 국제사회 기여
- 국민 자긍심 고취, 도전정신 함양 및 세계화

양극해 특성의 고부가가치 국가기반산업 창출

- 쇄빙연구선 건조/녹색 에너지 → 新 수출시장 개척
- 북극항로 개척의 디딤돌 → 에너지/자원 확보 및 물류비 절감
- 기지 보급/지원의 자립화 → 중장기적 예산절감

양극해 인프라(아리온) 구축 및 활용

-68-

극지의 한국, 미래의 도전



감사합니다!



양극해 환경변화 이해 및 활용 연구

K-PORT KOREA-POLAR OCEAN IN RAPID TRANSITION

KOPRI 극지연구소



극지연구소
-69-



KOPRI
극지연구소



주 제 2

국립기상연구소의 북극해빙 모니터링 및 활용가능성

류 상 범 (국립기상연구소 지구환경시스템연구과장)



국립기상연구소의 북극해빙 모니터링 및 활용가능성

류상범, 원격감시연구팀
국립기상연구소 지구환경시스템연구과



목차

극지연구소

- ❖ 북극 해빙 감시 현황
- ❖ 해빙 표면거칠기 산출기술 개발
- ❖ 극지해빙 감시 및 분석시스템 구축
- ❖ 2012년 북극해빙 분석
- ❖ 활용방안 및 기대효과



극지해빙 감시 현황

배경

- 자연재해·재난 예방 및 대응을 위한 실시간 감시 및 분석기술 향상 (미래국가유망기술21, 2005) 필요
- 극 지역 등 전 지구 관측에 최적의 수단인 지구관측위성 활용확대
- 국립기상연구소는 독자적인 기술로 위성 지구환경정보를 산출
→ 장기예보, 기후감시 등에 활용하기 위한 기반을 구축

성과

- 지구관측위성을 이용한 극지 해빙 및 전 지구 토양수분 탐지기술 개발(2010)
- 지구환경정보 분석 및 표출 시스템 구축 및 운영(2011~)
- '11년 국가 R&D사업 유형별 특성분석조사에서 "기상 R&D 사업 성공사례"로 선정.(기획재정부, 2011년 8월)



해빙 표면거칠기 정의

- 해빙(海氷) : 바다 위에 떠있는 얼음
- 해빙 표면거칠기 : 해빙 표면상태의 거친 정도
 - 해빙 표면이 얼음/눈에서 물로 변해가는 물리적 성질의 변화를 나타냄.

얼음/눈 : 표면거칠기 ≥ 0.4
 물과 얼음의 혼합 : $0.4 > \text{표면거칠기} \geq 0.2$
 물 : 표면거칠기 < 0.2 : 물



베핀해 주변

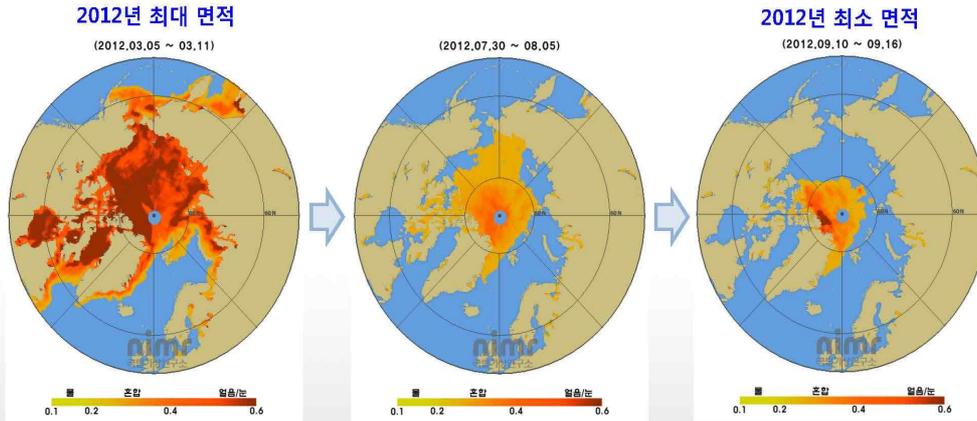
캄차카반도 주변

스칸디나비아 주변

해빙 표면거칠기 산출기술 개발

• 산출 개념

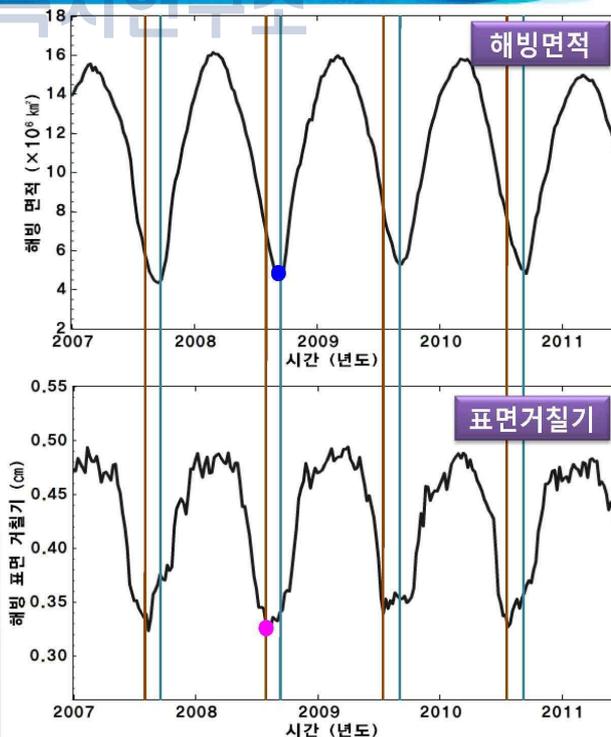
- 마이크로파 위성의 편광 기능을 이용하여 해빙 표면의 물리적 성질의 변화를 탐지
- 위성으로 관측된 거친 해빙 표면의 반사도와 매끄러운 표면의 반사도의 비율로 결정
- 국립기상연구소는 브루우스터의 법칙을 적용하여 매끄러운 표면의 반사도 산출하는 독자기술 개발(2010)



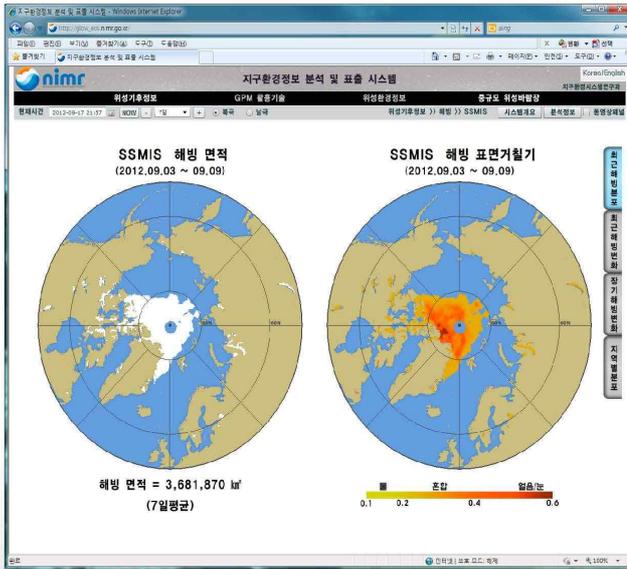
※ 브루우스터의 법칙(Brewster's angle) : 빛의 편광성분이 특정 각도(~55도)에서는 반사되지 않고 모두 투과되어, 빛의 수직 성분에서 매끄러운 표면과 거친 표면의 반사율이 거의 같게 나타나는 각

해빙 면적과 표면거칠기와의 관계

- 해빙 표면거칠기 최소값이 해빙면적의 최소시점보다 약 한달 정도 선행
- 따라서, 북극해빙 면적의 최소시점을 미리 전망 가능



극지 해빙 감시 및 분석 시스템 구축



- 자료: 미국 NOAA 위성에 탑재된 마이크로파 센서 (SSMIS) 자료
- 기간 : 2007.1~ 현재
- 분석 주기 : 7일
- 분석 요소
 - 해빙 면적/표면거칠기 분포
 - 최근 해빙 변화
 - 장기 변화 경향
 - 주요 북극 해역별 해빙변화



KOPRI

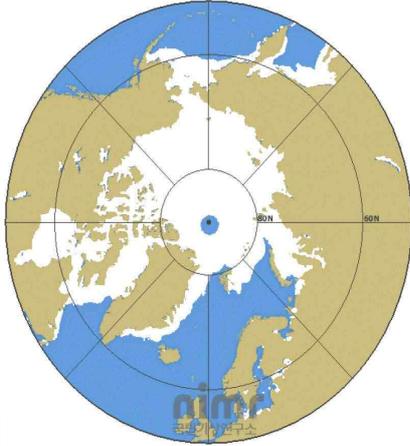
극지연구소

2012년 북극해빙 분석



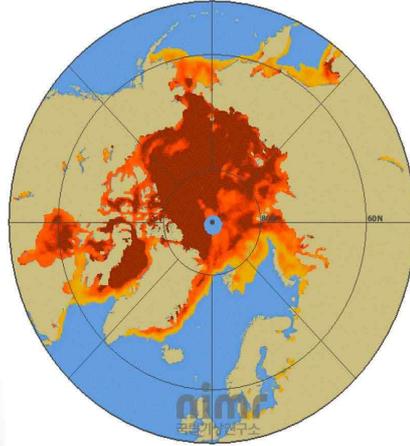
2012년 북극해빙 변화(1월 ~ 9월)

SSMIS 해빙 면적
(2012.01.01 ~ 01.07)



해빙 면적 = 13,663,700 km²
(7일평균)

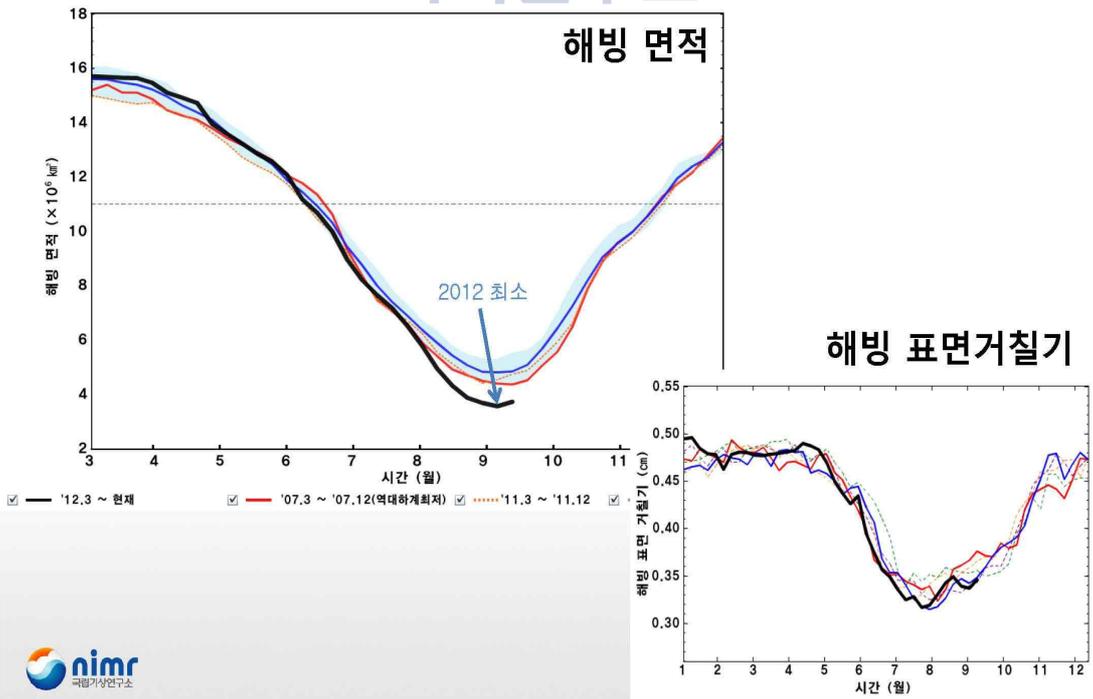
SSMIS 해빙 표면거칠기
(2012.01.01 ~ 01.07)



0.1 0.2 0.4 0.6
블 혼잡 얼음/눈



북극해빙 면적과 표면거칠기의 변화(2012)



2012/2007 최소면적 분포 비교

2012년 최소(9.10-9.16)
역대 최소



해빙 면적 = 3,559,380 km²
(7일평균)

2007년 최소(9.17-9.23)
역대 두 번째 최소



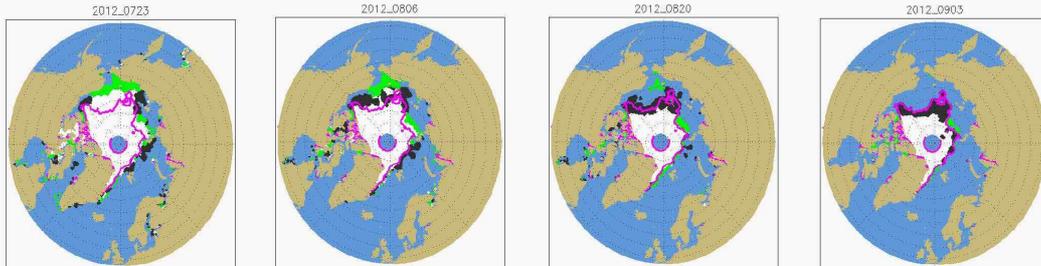
해빙 면적 = 4,361,880 km²
(7일평균)



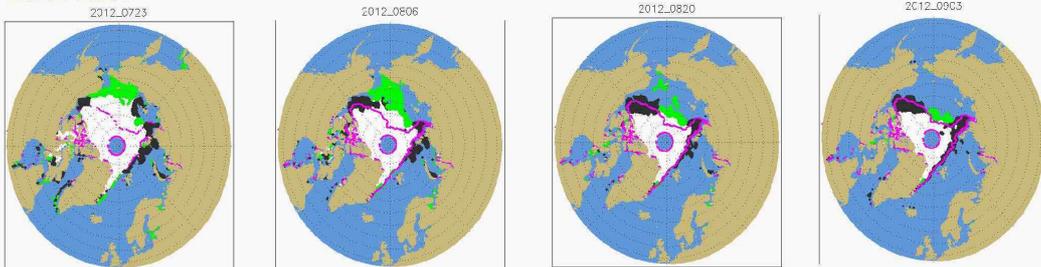
역대 최소면적 기록
'07년 최소 대비 한반도 3.6배 면적 적음

2011년 & 2007년 대비 면적 변화

2012-2011

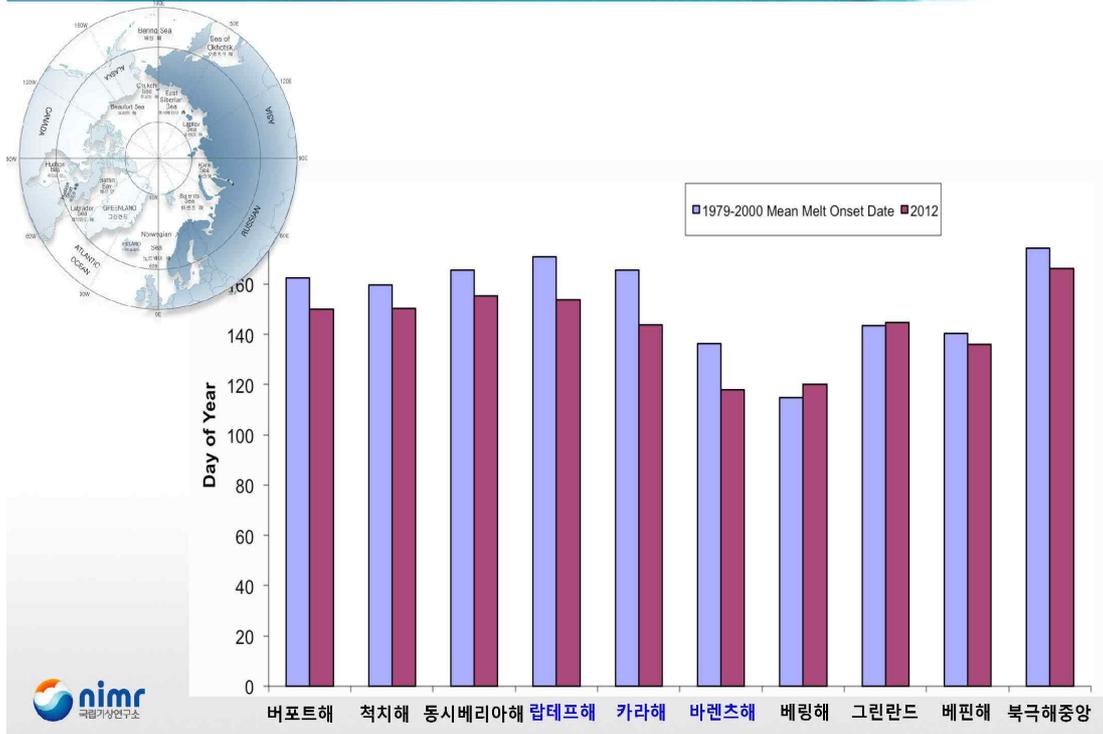


2012-2007



- 연도별 최소면적
- 동일 시기에 해빙이 더 늦은 영역
- 동일 시기 해빙이 더 늦은 영역

북극해 주요 해역별 해빙 감소 시점



북극 항로 운항 가능일 및 최소 면적

년도	운항 가능일			북극 해빙 최소 면적		
	시작	종료	일수*	최소 시기	최소 면적(km ²)	순위
2007	-	-	0	9.17~9.23	4,361,875	2
2008	9.3	9.24	21	9.17~9.23	4,756,250	4
2009	9.3	10.1	28	9.10~9.16	5,297,500	6
2010	8.27	10.1	35	9.17~9.23	4,811,250	5
2011	7.30	10.8	70	9.3~9.9	4,406,875	3
2012	8.20	?	?	9.10~9.16	3,559,380	1

활용방안 및 기대효과



○ 북극 항로 (북동 및 북서항로) 해역별 해빙변화 분석 및 유빙 예측, 운항 가능 시기 예측

♣ 북서항로 (Northern Sea Route, Northwest Passage) 이용

- 영국-울산: 수에즈 운하 이용에 비해 운항거리 7,400km 단축

- 2009년 9월 울산-북극해- 네덜란드 로테르담 항해



주 제 3

극지 석유·천연가스 자원개발 연구협력 방안

임 종 세 (한국해양대 에너지자원공학과 교수)



“극지, 그 상상을 현실로”
POLAR FORUM

극지 포럼 제5차 정례 세미나
극지 과학 학·연 협력 활성화 방안
2012년 10월 12일(금) 한국해양대학교 국제교류협력관



극지 석유/천연가스 자원 개발 연구 협력 방안

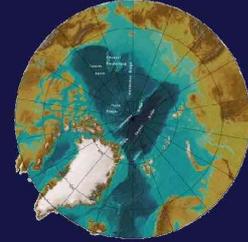


임 종 세

(jslim@hhu.ac.kr)



한국해양대학교 에너지자원공학과



한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



극지연구소

목 차

1. 서론

2. 극지 석유/천연가스 자원 개발 주요 위험요소

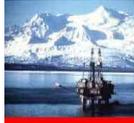
3. 극지 석유/천연가스 자원 개발 시 핵심 기술

4. 인력 양성 및 연구 협력 방안

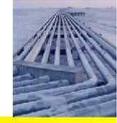
5. 결언



한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



북극 자원개발 관련 최근 이슈



북극해 얼음 감소 석유업체에는 희소식일까?
(아시아경제, 2012.09.05)
탐사가 용이해져 사업기회 증대, 현 유가수준에서 북극해 석유개발 프로젝트 성공 가능성이 증가

자원부국 그린란드와 4개 자원협력 MOU 체결
(아시아투데이, 2012.09.10)
그린란드와 자원협력MOU체결, 친환경적 북극 자원개발을 위한 新북방 이니셔티브 차원에서 추진

미지의 땅 북극! 무한한 가능성에 '도전'
(에너지타임즈, 2012.09.10)
세계 최대 규모의 히토류 및 광물 자원 보유, 막대한 양의 탄화수소가 부존 할 것으로 추정

이대통령 "본격적인 북극 개발 길 열어"
(한국정책방송, 2012.09.17)
북극권 순방으로 미래 대한민국이 새롭게 개척해 나갈 코리안 루트를 모색하고 새 발판을 닦는 기회가 됨

북극항로, 신시장 개척 루트로 떠올라
(서울경제, 2012.09.12)
전세계 미개발 자원의 22%에 달하는 북극권의 에너지자원은 북극항로 개척으로 연결됨

지구 환경 변화에 기인한 자원 개발 패러다임 변화

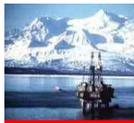
그린란드 한국기술로 '녹색의 땅' 일군다
(파이낸셜뉴스, 2012.09.12)
KNOC와 KOGAS가 동북부 연안 신규 탐사 광구 경쟁 입찰에 컨소시엄 파트너로 참여할 계획

부산-로테르담 항해 비교
북아메리카, 북극, 북극해 동관, 아시아, 동북, 유럽, 수에즈운하 통과, 2만100km(24일), 1만 2700km(14일)

북극권 자원 현황
중북부권역, 그린란드, 석유·가스, 광물, 철광, 동북부권역, 서부권역, 북극해 동관, 북극해 서관, 북극해 남관, 북극해 북관, 북극해 동북부권역, 북극해 서북부권역, 북극해 남북부권역, 북극해 북북부권역

✓ 지구온난화로 결빙 영역이 급속히 감소하면서 과거에 탐사·개발이 불가능한 지역의 접근성 확보
✓ 북극 항로 가시화로 향후 석유·상·하류 부문의 시장뿐만 아니라 전 지구적 경제활동에 커다란 변동 예상

한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



북극 석유/천연가스 자원 개발 잠재력



북극 지역의 석유/천연가스 함유 주요 분지 분포 현황

북극 자원 현황
현재 국유권 및 2009년 현재 북극해 영토-소유권 주장 지역 (단일한 국가가 없음), 북극권 타국 지역

북극 석유 및 가스 매장량
석유: 902억 배럴, 전 세계 매장량의 13%
천연가스: 475억 배럴, 전 세계 매장량의 30%

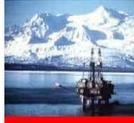
UNDISCOVERED OIL (billion barrels)
1-10, >10, Areas are quantitatively assessed, Areas of low petroleum potential

UNDISCOVERED GAS (trillion cubic feet)
1-10, >10, Areas are quantitatively assessed, Areas of low petroleum potential

✓ 북극 지역은 거대 미개척 석유/천연가스 자원의 보고
✓ 미발견 자원량의 84%는 대륙붕에 분포할 것으로 예상

미발견 회수 가능한 약 900억 bbl 석유와 천연가스 1,670조ft³ 부존이 예상됨
✓ 이는 전 세계 미발견 석유 13%, 천연가스 30%에 해당

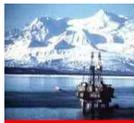
한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



극지 석유/천연가스 개발 단계



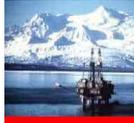
한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



극지/해양 개발을 위한 시추 작업 단계



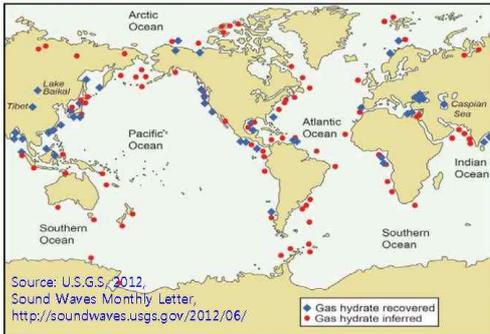
한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



극지 가스하이드레이트 자원 개발



전 세계 가스하이드레이트(GH) 분포 현황

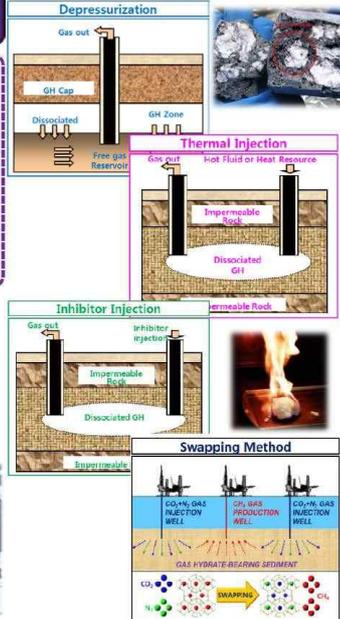


“쇄빙연구선 아라온호, 국내 최초 북극해 EEZ 탐사”
(아시아경제, 2012.05.15)

✓쇄빙연구선 아라온호가 국내 최초로 북극해 배타적 경제수역(EEZ)에서 탐사활동 수행
→ 북극 진출의 교두보

✓해당 해역에서의 본격적인 에너지개발에 앞서 환경문제를 이해하기 위한 해저시추 조사 등 기초과학연구를 우선 추진

GH 생산 방법



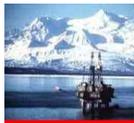
‘불타는 얼음’ 서막 올리나
美 GH추출 성공
(사이언스타임즈, 2012.05.09)

✓알래스카에서 CO₂치환기법으로 GH생산현장 실험 성공
✓전세계 추정 자원량(약 10조)의 30%가 알래스카를 포함한 연안지역에 있을 것으로 추정
(동해 울릉분지는 약 6억t)



오호츠크해 GH실물 채취

한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)

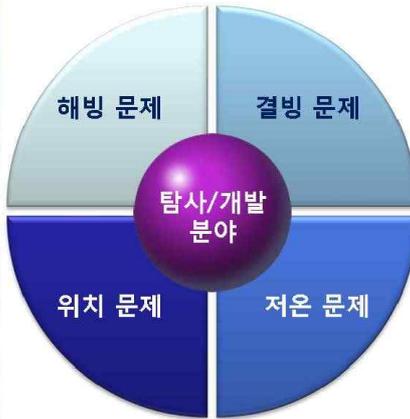


극지 석유/천연가스 자원 개발 주요 위험요소



• 영구 동토층이 녹아 물자 및 인력 수송에 문제 발생
• 해빙에 의한 지반 약화로 장비나 구조물의 함몰 발생

• 유빙에 의한 장비 손상 위험 및 이동성 저해
• 해수 결빙에 의한 시추작업 가능 기간 제약
• 시추 전체 기간 증가에 따른 탐사 및 개발 기간 지연



• 자원 개발을 위한 기반 시설이 극도로 취약함
• 접근성 문제로 각종 물자 조달 비용이 급격히 상승

• 극저온으로 인하여 특수 강 재료로 제작된 장비 필요
• 외부 작업에 인력 활용 시 시간적 제약 및 안전 문제

한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



극지 석유/천연가스 자원 개발 주요 위험요소 (계속)



석유/천연가스 이송배관 파손 문제

- 시장/수요처까지 거리가 멀고 해수 결빙 문제로 장거리 이송배관이 필요
- 이송배관이 길수록 외부충격과 지반변화에 대한 영향이 매우 불리하게 작용
- 극지에 대한 접근성이 계절에 따라 매우 상이하므로 이송 배관 파손 시, 막대한 비용 손실과 환경 오염이 발생할 가능성이 높음



생산/수송 분야

유동안정성 확보 문제

- 유동안정성 확보란 생산 유체가 저류층에서 지상 처리 시설로 이동하는 동안 어떠한 방해 없이 안정적으로 유동하게 하는 모든 공학기술을 의미
- 극지 저온 환경에서 이송배관 내 왁스집적 및 하이드레이트 형성 가능성 높음
- 왁스집적 및 하이드레이트 형성 시, 석유/천연가스 유동저해 현상이 발생하고 심각할 경우 생산을 중단해야 하는 문제 발생



한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



극지 석유/천연가스 자원 개발 시 핵심 기술



지반 구조물 설치 기술



모래, 자갈을 매설하거나 해수를 분사함으로써 결빙을 유도하여 해빙 영향 감소 및 시추공간 확보

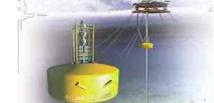
해저 시추 플랫폼

- ✓ 해저에 설치 후 시추 전 과정을 수행할 수 있는 플랫폼로 지상 또는 소형 선박에서 전력, 시추 기자재를 공급
- ✓ 고가의 해빙용 시추선이 필요 없어서 비용 절감 가능
- ✓ 유빙에 의한 위험 감소



부유 정두 시설

- ✓ 정두(wellhead)를 수중에 부유시키고 앵커로 위치 고정
- ✓ 라이저(riser) 길이가 짧아져 유사 시 신속한 라이저 회수 및 시추 플랫폼 이동 가능



극지 시추선



유빙 등의 비상 상황 시 시추 라이저의 신속한 분리가 가능하고 쇠빙 기능을 탑재

원격 모니터링 & 제어 기술



극지 위치 및 기후 조건에 기인한 낮은 접근성을 극복하고 원격으로 현장을 실시간 제어/계측 할 수 있어 유사 시 신속한 대처 가능

다발관 (umbilical)



튜브, 파이프, 전기선을 다발 형태로 배열하여 단일 케이블 형태로 제작한 것으로 생산 설비의 원격 제어/계측, 전력공급, 화학제 주입에 필요

탈착식 유연 라이저



유사 시 라이저를 해상 플랫폼에서 신속하게 분리 가능, 이를 위해서는 유연(flexible) 라이저가 필요

라이저 계류장치



라이저 분리 후 재결합을 위해서는 라이저 위치 파악이 중요, 라이저에 부유 장치를 부착하여 지정 범위 밖으로 이동하지 못하게 하는 기술

한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



석유/천연가스 유동 안정성 확보 문제



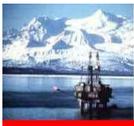
왁스

탄소수가 18~65인 normal paraffin, iso paraffin, cyclo paraffin으로 구성된 복합체

하이드레이트

특정 온도/압력 조건하에 물 분자와 메탄, 에탄, 프로판, 부탄 등의 가스가 포획되어 얼음 형태의 고체상 격자 구조로 형성된 결합체

한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



극지 석유/천연가스 유동 안정성 확보 기술



왁스 제어

단열 기술

이송 배관을 표층에 매설하거나 절연체를 설치하여 온도 감소를 줄이는 방법으로 단열재 피복 방법에 따라서 습윤(wet) 단열 및 건조(dry) 단열로 분류

가열 기술

이송 배관 내 석유 온도를 왁스 생성 온도 또는 유동점 이상으로 유지하고 기 집적된 왁스의 재용해를 목적으로 배관을 전기로 가열하거나 고온 유체를 주입하여 가열

왁스억제제

유동점을 낮추어 저온에 의한 석유 고형화를 방지하고 왁스결정 생성 및 응집을 방해/제거하는 기능의 화학제

피깅(pigging)

피그(pig)를 이송 배관 내 투입하여 배관 내벽에 집적된 왁스를 물리적으로 제거

하이드레이트 제어

열역학적 억제제

하이드레이트 형성 조건을 더 낮은 온도와 높은 압력으로 변화시켜 열역학적으로 보수적인 하이드레이트 생성 조건을 구현하여 억제

고효율 억제제

동역학적 억제제 (Kinetic Hydrate Inhibitor)

short times

no hydrates

응집 억제제 (Anti-Agglomerant)

dispersed hydrates

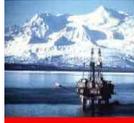
Coiled Tubing

배관 내에 하이드레이트가 집적될 시 Coiled Tubing을 이용하여 고온의 물이나 억제제를 주입하여 하이드레이트를 해리

기타

- ✓수분제거 : 하이드레이트 생성의 핵심 요소인 수분을 제거
- ✓감압법 : 하이드레이트가 생성되는 최저 압력 이하로 압력을 강하
- ✓단열 & 가열 기술 : 극지의 저온 환경에 의한 온도 감소를 막거나 낮아 생산 유체 온도를 높여서 하이드레이트 생성을 방지

한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



자원기술 전략 로드맵 - 극지개발 관련



- ✓ 극한 환경에서의 시추기술 및 장비운용, 생산 시 유용성 확보방안 연구가 국가 주도로 전략적으로 수행되고 있음
- ✓ 미국 NETL에서는 "Deep Trek", "Microhole Drilling", "Advanced Tools & Methods" 등과 같은 다양한 프로젝트를 통하여 극한지 유·가스전 개발을 위한 기술개발을 선도

"극한지 유/가스전 개발 기술"



장기 투자 전략 품목으로 분류

기술 정의	극한 개발환경에서 안정적인 시추·개발·생산·운명을 위한 공학기술
기술개발 필요성	극한지 유·가스전에서 경제성을 확보할 수 있는 개발 기술을 보유 시, 개발 가능한 해외 유·가스전의 확대를 주도할 수 있음
기술개발 분야	<p>극한지 생산 및 수송 설계 기술</p> <p>→ 각종 유동 저해인자를 예측하고 제거하는 유동안정성 확보하는 기술 → 무인 로봇을 이용한 파이프라인의 현지 유지·보수 및 원격 누수 탐지기술</p> <p>Smart well기반 유정 원격 제어 기술</p> <p>→ Smart wireless field network IT기반 원격 생산 모니터링 및 저류층 운영기술</p>



극한지
생산 및 수송
설계 기술



Smart Well
기반 유정
원격 제어
기술



극한지 석유/천연가스
자원의 효율적 개발을
위한 핵심 기술 개발

한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



인력 양성과 연구 협력 체계 구축 및 강화



✓ 대학과의 연계 프로그램을 통한 극지 자원개발 전문인력 양성 필요

- 극지/해양 환경에 대한 이해와 이에 알맞은 개발 기술을 갖춘 전문 인력에 대한 배출 필요
 - 해양학, 지질학, 자원공학, 석유공학, 조선공학, 해양공학 등 다양한 분야에 대한 이해와 지식이 요구됨
 - 극지 자원 개발 대학(원) 인력양성 사업 기획 및 지원
 - 대학-연구소 대학원 협동과정 운영 등

✓ 극지 자원 개발 관련 학-연 공동 연구사업 구성 및 지원 확대

- 국내 극지 자원개발 연구 저변확대와 활성화를 위하여 학-연 공동 연구 사업 확대 추진
- 극지 자원 개발을 위한 중장기 기술개발 로드맵 작성 및 연구사업의 지속적 수행
- 국외 선진 연구기관과의 국제공동 연구 프로그램 추진 등



한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



결 언



**“기후 변화로 만난 위기를 또 다른 차원에서
환경과 평화를 지키며 활용하면 좋은 기회가 될 것”**

- ✓ 지속적으로 증가하는 세계 에너지 수요를 충족하기 위해서 많은 석유/천연가스 자원이 부존하는 극지 개발의 필요성이 대두됨
- ✓ 선진 각국은 미래 자원을 선점하기 위한 자원개발 프로젝트에 적극 참가 중이며 극지로의 진출은 자원개발 및 조선해양 업계의 신시장이 될 것임
- ✓ 우리나라도 극지 자원 개발을 위한 적극적인 참여와 개발과 환경을 동시에 고려할 수 있는 기술 개발 노력이 요구됨



 한국해양대학교 석유공학연구소 (<http://petro.hhu.ac.kr>)



극지 포럼 제5차 정례 세미나
극지 과학 학·연 협력 활성화 방안
2012년 10월 12일(금)
한국해양대학교 국제교류협력관



Petroleum Engineering Lab.
Korea Maritime University
<http://petro.hhu.ac.kr>

주 제 4

연구개발 인력현황과 해양·극지인력 확보방안

홍 성 민 (과학기술정책연구원 인력정책센터장)





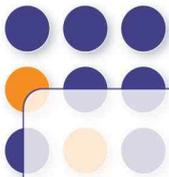
극지포럼 발표자료

연구개발인력의 수급 현황과 극지 연구인력 확보 전략

2012. 10. 12

홍성민
인력정책센터장

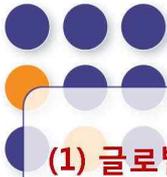
STEPPI 과학기술정책연구원



SCIENCE & TECHNOLOGY POLICY INSTITUTE
<제목 차례>

1. 우수 연구개발인력의 중요성
2. 연구개발인력 수급 패러다임의 변화
3. 극지 분야 연구개발인력 수요 특성
4. 극지 연구개발인력 확보 전략

STEPPI 과학기술정책연구원



1. 우수 연구개발인력의 중요성

(1) 글로벌 인재 확보 경쟁의 심화

- 2010-30년 미래 환경 변화 전망(Roland Berger, 2011): 글로벌 지식 기반 사회의 본격화에 따라 인재확보를 위한 무한경쟁시대에 돌입
 - 인터넷 등을 통한 지식의 상호연계 증가와 선진국과 개도국 간의 지식 격차 축소
 - * 인터넷 보급률의 두 자릿수 증가(2010년 21%)와 더불어 문맹률 R&D 증가율 등에서 개도국의 약진이 부각될 전망
 - 전 세계를 대상으로 한 글로벌 인재 확보 경쟁 치열
 - * 현재 고용주의 31%가 필요 재능을 갖춘 인재 고용에 어려움을 겪고 있으며 이러한 추세는 더욱 심화될 전망

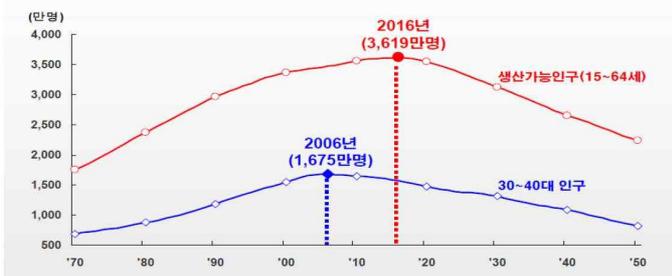
STEPPI 과학기술정책연구원



1. 우수 연구개발인력의 중요성

(2) 인구환경의 변화 : 저출산/고령화

- 우리나라 생산가능인구(15~64세)는 2016년부터 감소할 전망
 - ⇒ 전반적인 노동력 부족의 시대 도래
- 총인구 감소와 함께 고령화 사회 진입(2000년)
- 2016년에는 유소년인구와 노인인구 규모가 비슷
- 2018년에는 고령사회(65세 이상 인구비율 14%), 2026년에는 초고령 사회(20%) 진입 전망



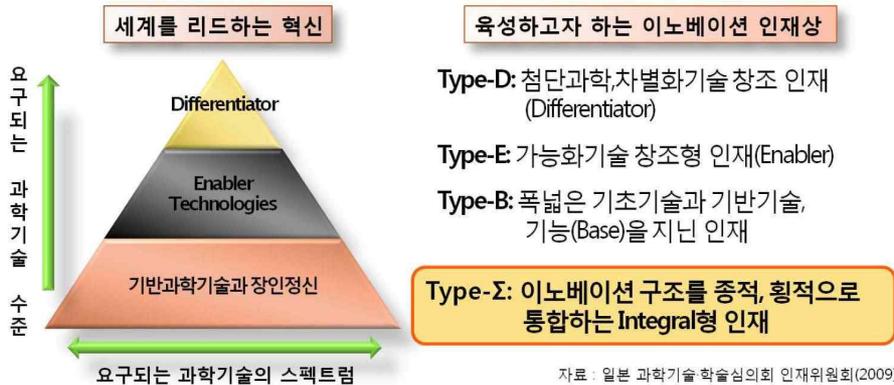
자료: 통계청, 2009

STEPPI 과학기술정책연구원

1. 우수 연구개발인력의 중요성

(3) 과학기술 인재상의 변화

미래 과학기술 인재의 핵심 키워드: 창의성, 융합, Integral 역량
 ⇒ 지식교류 및 융합의 중요성 증대



STEPPI :: 과학기술정책연구원

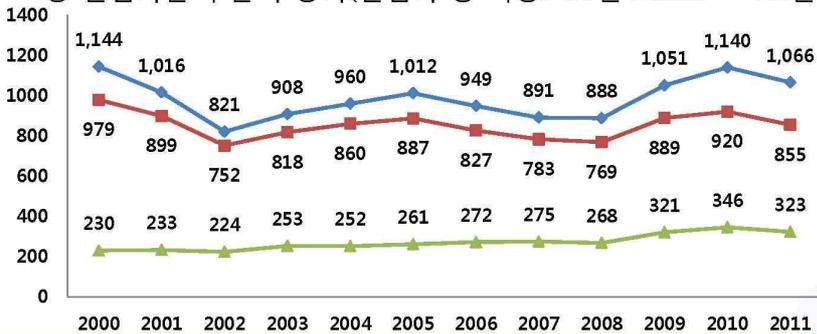


2. 연구개발인력 수급 패러다임의 변화

(1) 인력의 양성 혹은 공급 중심 시대의 마감

외환위기 이후 우리나라 노동시장의 패러다임 변화: 인력이 양성만 되면 유용하게 활용되던 고도성장시대의 마감

⊙ 구직단념자와 실업자를 합친 유휴인력 규모가 1백만명을 넘고, 대졸이상 실업자는 꾸준히 증가(실업자 중 비중: '00년 23.5% → '11년 37.8%)



자료: 통계청, 경제활동인구조사 각년도

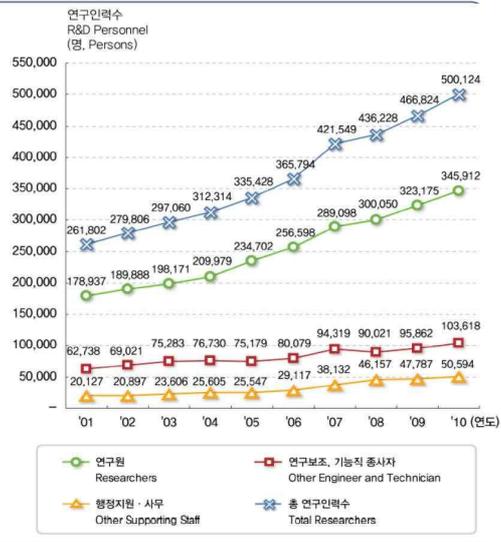
STEPPI :: 과학기술정책연구원

2. 연구개발인력 수급 패러다임의 변화

(2) 과학기술투자 증대의 한계

과학기술인력에게 허용되던 R&D 투자의 급속한 증가에 따른 연구개발인력 수요 증대 효과 약화

- ① GDP대비 R&D 투자액이 2010년 3.74%로 OECD 최고 수준(4위이나 2004년 이래 미국, 독일 추월, 2009년부터는 일본도 추월)
- ② R&D투자 규모에 있어서도 세계 7위 수준으로 영국과 비슷
- ③ 연구인력수 50만명에 도달
- ④ 집계기준이 달라진 2007년 이전 연구원 연평균증가율 7.5%, 그 이후 6.2%로 하락
- ⑤ R&D투자, 이공계인력 지원에 대한 성과 검증 요구 증대



자료: 산업기술진흥협회(2012)

STEPPI :: 과학기술정책연구원

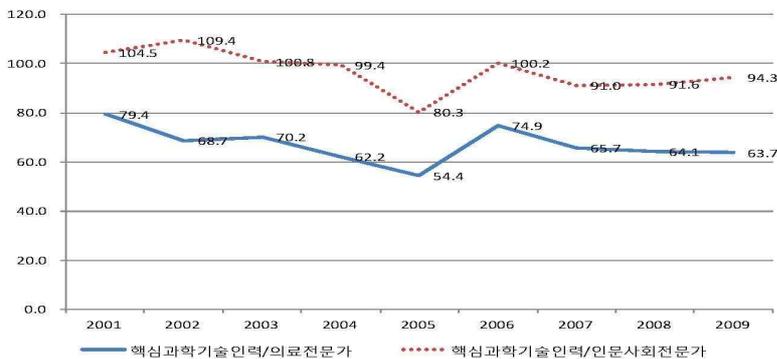
2. 연구개발인력 수급 패러다임의 변화

(3) 연구개발인력 노동시장 비전 약화 : 우수 인력 확보에 장애

핵심과학기술인력 상대임금 : 이공계 기피 이슈화 및 적극적인 지원정책이 추진된 2000년대 들어 의약전문가는 물론 인문사회전문가에 비해서도 낮아지는 추세

- ① 핵심과학기술인력 : 이공계 전문직업 가운데서도 국가연구개발책임자 역할을 수행할 수 있는 전문직업(전문가, 연구원, 대학교수) 종사자

<남성 핵심과학기술인력 상대임금 추이>



자료: 한국고용정보원, OES 원자료 분석, 홍성민 외(2011a)에서 재인용

2. 연구개발인력 수급 패러다임의 변화

(4) 우수 연구개발인력 확보 방안의 전환이 필요

- **과거 패러다임** : 관련 분야 R&D 투자 증대로 인력 확보 가능
 - BT나 NT 등 신기술 분야 연구개발투자 계획의 일환으로 인력양성 계획을 수립하여, 관련 학과를 신설하거나 연구개발투자를 증대시키는 등 해당 분야의 '양적' 연구인력 확보 중심
 - 노동시장 패러다임이 변화하기 전, 추격형 R&D 시대에는 이러한 전략만으로 충분
- **현재 상황** : 연구개발인력 공급 과다 속에서 우수 인재 확보 곤란
 - 연구개발인력 확보를 위해 무작정 R&D투자를 증대시키면, 배출된 인력의 노동시장 비전이 악화되는 현상 발생
 - 이는 우수 인력이 해당 분야나 크기는 이공계 자체를 기피하도록 유인하는 효과를 가져옴
 - 이러한 질적 미스매치에 다시 연구개발투자를 증대시키는 기존 정책을 고수할 경우 노동시장 비전 악화 심화와 우수 인력의 기피 강화로 일종의 악순환 발생 가능
- **미래 패러다임** : 창의적 인재 양성과 활용 위주의 질적 수급 전략 필요
 - 양성된 이공계 인력의 활용과 소수의 창의 인재 양성 전략 중심
 - 단순한 R&D 투자가 아니라 해당 분야 인력의 핵심 역량을 향상시키는 R&D-HRD 연계

STEPPI :: 과학기술정책연구원

9



3. 극지 분야 연구개발인력 수요의 특징

1

- 극지라는 특수 지역을 중심으로 한 다양한 전공의 인재 요구
- 기본은 생물학, 지질학, 물리학, 기상학 등이나 과학과 기술의 결합이 필요하다고 할 정도로 다양한 연구영역 존재

2

- 학제적 성격의 연구와 목적지향적 성격의 연구 동시 추진
- 연구활동에 필수적인 장비개발 및 현장관측 기술개발도 중요
- 연구인력 사이의 원활한 협력과 연계가 필요

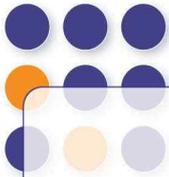
3

- 극지라는 특수 지역에서의 연구라는 특성상 연구인프라가 중요
- 극지의 현장연구소, 쇄빙선 등의 장비의 활용이 이루어져야 관련 연구의 활성화 가능

▶ 다양한 분야 인력의 유입 촉진+연계와 협력 역량 강화+경험학습 중요

10

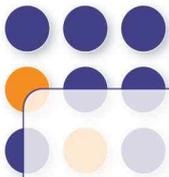
STEPPI :: 과학기술정책연구원



4. 극지 연구개발인력 확보 전략

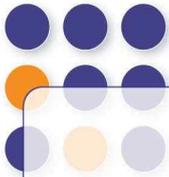
극지 연구 인프라를 활용한 현장실습 및 연구활동 지원 학연 연계를 통한 다양한 경험학습 프로그램의 개발 및 실행

- 출연(연)과 관련 대학이 연계된 다양한 극지특화 현장실습(WPL: Work Place Learning) 모델의 개발과 실행 추진
 - 공동연구개발 프로그램 가운데 인력양성에 좀 더 초점을 맞추고 대학원생 등에게 현장 연구를 체험할 수 있는 기회 제공
 - 극지 탐사와 연계된 현장실습 혹은 인턴 프로그램, 극지 연구 아이디어 개발과 지원 프로그램 등 다양한 인프라 활용 학습 기회 제공



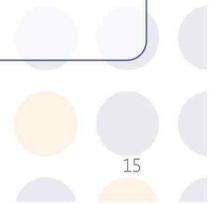
<참고 문헌>

- 산업기술진흥협회(2012), 2012년판 산업기술주요통계요람.
- 홍성민 외(2011a), 신산업창출을 위한 핵심과학기술인력 확보 전략, 과학기술정책연구원.
- 홍성민 외(2011b), 중장기 해양·극지 기초원천기술개발 인력 양성 계획(안), 과학기술정책연구원.
- Vitae(2012), *Researcher Development Framework*.



경청해 주셔서 감사합니다.

STePI 과학기술정책연구원





◇ 극지포럼 사무국

주소 : 인천광역시 연수구 갯벌로 12 갯벌타워 809호 (406-840)

전화 : 032)260-6047

팩스 : 032)260-6049

E-mail : polarforum@kopri.re.kr