BSPE00000-10000-1

# 국제공동해양조사(ARGO) 운영사업

International Cooperation in Observing the Ocean in Real Time (ARGO)

2013. 12

한 국 해 양 과 학 기 술 원

# 제 출 문

한국해양과학기술원 원장 귀하

"국제공동해양조사(ARGO) 운영사업"과제 보고서를 제출합니다.

2013. 12. 31.

연구기관명 : 한국해양과학기술원
연구책임자 : 강 석 구
연 구 원 : 김영호, 김용권, 김윤칠,
김은진, 이재학, 정경태,
홍기훈, 석문식

# 보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td></td><td>해 당 단 계<br>연 구 기 간</td><td>2011.1.1 ~<br>2013.12.31</td><td>단 계<br>구 분</td><td>3/3</td></tr>
<tr><td>연 구 사 업 명</td><td colspan="5">기본연구사업</td></tr>
<tr><td>연 구 과 제 명</td><td colspan="5">국제공동해양조사(ARGO) 운영사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">강 석 구</td><td>해당단계<br>참 여<br>연구원수</td><td>총 : 9명<br>내부 : 7명<br>외부 : 2명</td><td>해당단계<br>연 구 비</td><td>연구회 : 천원<br>계 : 90,000천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간<br>참 여<br>연구원수</td><td>총 : 27명<br>내부 : 20명<br>외부 : 7명</td><td>총<br>연구비</td><td>연구회: 천원<br>계 : 290,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및<br>소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국해양과학기술원<br>해양순환·기후연구부</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="5">연구기관명 : 연구책임자 :</td></tr>
<tr><td colspan="6">요약<br>2001년 이후 동해 및 남극해에 한국해양과학기술원이 투하한 Argo 플로트로부터 2011-2013년 기간에 산출된 자료를 실시간 처리하여 실시간모드 (Realtime mode)를 국제 자료센터 (GDAC)과 국내자료 센터 (KORDI_DAC)에 전달하고, Argo 자료의 품질유지 등을 위한 국제협력회의 참가하여 기상청과 함께 국가아고 자료투하 및 관리 담당 연구기관으로의 소임을 수행하였다.<br>아울러 최근 수년간 Argo 부이를 추가 투하하지 못하여 향후 수년내 현재 동해에서 활성중인 15대 정도의 Argo 플로트 마저 비활성될 상황에 즈음하여, 국내 Argo 연구활성화를 위한 기획연구를 2013년에 수행하여, 향후 Argo 연구 발전방향을 제시하였다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어</td><td>한 글</td><td colspan="4">아고, 아고자료 세계해양자료센터, 바이오 아고, 동해, 남극해</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">ARGO, GDAC, Boi-Argo, East Sea, Antarctic Ocean</td></tr>
</table>

# 요 약 문

## Ⅰ. 제목

국제공동해양조사(ARGO) 운영사업

## Ⅱ. 연구의 목적 및 필요성

- 국제 Argo 프로그램에 참여하여 국가적 위상을 높이고, 동해를 포함한 전세계 해양에 대한 Argo자료를 체계적으로 관리함으로써 다방면에 걸친 연구를 수행하기 위한 기반을 마련하는 것이 연구의 목표이다. 또한 대기-해양모델 개발과 전지구적 기후변화 예측을 위한 자료를 제공한다. 이를 위해 Argo 및 관련 IOC프로그램에 참여하여 자료 공유 및 국제협력 프로그램 수행을 하고 있으며 Argo뜰개 투하 및  뜰개 자료처리 자동화와 자료 품질 관리를 하고 있다.

- 기후변화에 따라 우리나라 동해(남극)해역이 어떻게 해양반응하고 있는지를 모니터링 위한 자료의 일환으로 가장 기초적인 ARGO 자료는 지속적으로 수집될 필요성 부각되고 있다.

- 기후변화에 대비하여 해양예측 및 효율적 해양관리를 위한 장기 해양관측 자료확보 절실하다.

- 우리나라 기상/해양 변화는 아시아몬순과 함께 북서태평양 해황 변화에 매우 민감하기 때문에 기상/해양 변화와 직결된 실시간 해양관측 네트워크인 ARGO 프로그램 참여가 필요하다.

- 해양을 모니터링하고 예측하는 것은 21세기 초기의 주요 도전과제로 손꼽히고 있으며, 해양을 3차원 덩어리로 이해하고 접근하는 해양관측이 해양예보를 구현하기 위해 핵심적 과제이다. 이는 해양을 모니터링하고 예측하는 것이 대양과 연안지역에서의 경제활동의 확장과 더불어 계절변동 예측 및 기상/해양예보 시스템을 위하여 반드시 필요하다.

- ARGO와 같은 국제공동연구는 기후변화 등 국제사회가 공동 대응해야 하는 문제에 대한민국이 실질적으로 기여하는 것이므로, 국가 브랜드 이미지 제고가 필요하다.

## Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

- 2011-2013년간 주요 연구내용은 표1.2.1과 같이 실시간 자료처리를 통한 서비스, 국제 Argo사업의 국가분담 역할 수행, 응용연구가 주 연구내용이다. 3차년도인 2013년에는 향후 Argo 부이 재투하를 포함한 Argo 연구 활성화를 위한 기획연구를 포함하고 있다.

표1.1.2.1 연차별 연구내용 및 범위.

| 구 분 | 목 표 | 내용 및 범위 |
|---|---|---|
| 1 차년도 (2011) | 활성중인 ARGO 뜰개 자료관리 및 국제협력 | · 동해 해역 ARGO 뜰개 관측<br>– 실시간 자료 처리 및 감시<br>– Argo 자료처리 자동화 시스템 유지보수<br>· 국제ARGO사업의 국가분담 역할 수행<br>– KORDI_DAC 운용<br>– 국제협력 회의 참석 (국제Argo 운영위원회, SCG/JCOMM 등) |
| 2 차년도 (2012) | 활성중인 ARGO 뜰개 자료관리 및 국제협력 | · 동해 해역 ARGO 뜰개 관측<br>– 실시간 자료 처리 및 감시<br>– Argo 자료처리 자동화 시스템 유지보수<br>· 국제ARGO사업의 국가분담 역할 수행<br>– KORDI_DAC 운용, 국제협력 회의 참석<br>· 아고자료 활용연구 |
| 3 차년도 (2013) | 활성중인 ARGO 뜰개 자료관리 및 국제협력<br>아고연구 활성화 기획 연구 | · 동해 해역 ARGO 뜰개 관측<br>– 실시간 자료 처리, Argo 자료처리 자동화 유지보수<br>· 국제ARGO사업의 국가분담 역할 수행<br>– KORDI_DAC 운용, 국제협력 회의 참석<br>· 아고자료 활용연구<br>– 모델검증 활용, 자료분석<br>· 아고 연구활성화 위한 기획연구 |

# Ⅳ. 연구결과

## 1. ARGO 유지 관리

- 해양과학기술원에서 2001년에서 2009년까지 투하한 아고 플로트중 동해에서 활성중인 아고플로트의 자료를 실시간 처리하는 프로그램을 호주연구기관 (CSRO)에서 개발한 시스템(Argo_realtime)으로 전환하여 최신 국제양식으로 자료제공 체계를 구축함.

- 동해활성 아고 플로트에서 생산하는 관측 자료를 실시간으로 처리하여 세계해양자료센터(GDAC)와 국내자료센터(KORDI_DAC)에 제공함. 아울러 한국해양과학기술원에 Argo자료 웹사이트(Argo.kordi.re.kr/pub_web/ index.html)를 운영함.

- 한국을 대표하여 Argo 사업을 담당하는 국가기관의 하나로 국제전문가회의(AST (Argo Steering Team Meeting), ADMT(Argo Data Management Team Meeting)에 참석하여 아고자료의 품질을 유지하기 위한 협력을 담당함.

## 2. ARGO 활용연구

- 동해북부 일본분지에서 아고 플로트의 지난 10여년 자료를 분석하여 700-800m 중층에서 순환특성이 계절변화를 하고 있음을 최초로 밝혀냄.

- 일본분지 북부해역을 통과하는 중층부이의 거동은 겨울철이 아닌 계절에는 블라디보스톡 남부해역을 지나 서쪽으로 순환을 지속하여 전체 일본분지 순환고리(gyre)를 형성하나나, 동계에는 일본 분지북부해역을 통과하는 Argo 플로트는 동리본분지 순환고리를 형성함을 밝혔다.

- 국립수과원 동해 남서부 자료와 Argo 자료 등을 활용하여 동해에서의 열팽창과 염분 응축 등에 의한 해수면 변화에 대한 연구를 통해 Argo자료의 응용 가능성을 검토함 .

## 3. KIOST ARGO 관측 기획 연구

- 향후 동해, 남극해에 아고투하를 포함한 활성화를 위한 기획연구를 통해 매년 33대의 일반아고, 바이오 아고 플로트 투하를 제안하는 KIOST-ARGO 33를 제시함.

- 동해/남극해/저위도북서태평양 대상으로 아고 세부프로그램과 활용연구로서 Argo 지화학센서국산화/Argo 활용 순환모델 개발 등에 대한 세부프로그램을 작성함.

# Ⅴ. 연구결과의 활용계획

1. ARGO 유지 관리

- 호주 연구기관(CSIRO)에서 개발한 최신 실시간 자료처리 시스템을 이용하여 구축한 실시간 자료를 자료 지연모드 (Delayed mode)를 산추하기 위한 자료로 활용.

- 2014년 4월 현재 활성중인 약 15대의 특성으로부터 아고자료의 수명에 대한 정량적인 통계치 확보 분석을 위한 기본자료로 활용

- 국내 자료센터(KORDI_DAC)와 국제아고자료센터(GDAC)에 아고자료의 실시간 이전을 통해 국내외 연구자들이 활용할 수 있도록 제공하고 있음.

2. ARGO 활용연구

- 동해 북부 일본분지 중층 순환 특성에 대한 연구는 학술지에 발표하여 국내외에 공개할 계획임.

- 아고자료는 장차 동해 전해 모니터링을 위한 주요 수단으로 활용 가능하다는 점을 확인함. 향후 아고플로트를 이용한 동해모니터링 개념을 기획연구에 기술함.

3. KIOST ARGO 관측 기획 연구

- 향후 2단계 아고연구 방향을 제시한 KIOST ARGO 33 프로그램 내용을 담은 기획보고서 발간함.

- 기획연구 결과를 담은 기획보고서는 KIOST, 서울대, 경북대, 부산대, 파리6대학, 한양대, 부경대, 한국해양대 등 국내외 전문가가 참여하여, 향후 국내 아고연구의 방향을 제시한 세부 프로그램을 담고있으며, 향후 아고연구 촉매제로 작용할 것으로 예상됨.

- 해양수산부를 포함한 관계 부처에 차세대 아고연구 착수 필요성과 과제 설명을 위한 기본 자료로 활용중임.

# SUMMARY


1. Management of ARGO data gathering system and data transfer

- The received data from still active Argo floats deployed from 2001 to 2009 by KORDI (KIOST) are processed in realtime and transferred to Global Data Center (GDAC) and local center (KORDI_DAC) by advanced data treatment system named as Argo_Realtime producing international standard data format, which was developed by CSIRO, Australia.

- The data processed in realtime was transferred to Global data center (GDAC) and local data center (KORDI_DAC). The local website operated by KORDI (KIOST) is Argo.kordi.re.kr/pub_web/ index.html.

- The member of the KIOST Argo project attended the regular expert meeting of AST (Argo Steering Team Meeting) and regular Argo Data Management Team Meeting (ADMT) as one of representative organizations of ROK.

2. Application study of Argo Data

- The mid-depth circulation in the Japan basin was examined using long term data of Argo trajectories in the Central Sea of the East Sea, and new findings was revealed for the circulation gyres according to the seasons: The circulation gyre consists of Japan Basin (JB) gyre during seasons other than winter and East Japan Basin (EJB) gyre during winter season, with clear seasonal variability.

- The elementary study of the sea level rise in the East Sea has been carried out, based upon the data from KODC and JODC, along with Argo data, in which the contribution by thermal expansion and salinity contraction was estimated from time series data by Argo and station data available from JODC and KODC.

3. KIOST ARGO Project Planning Study

- Argo project planning study was carried out for the future argo deploying and research and the KIOST-ARGO 33 program is described in details in the separate report. The planning study suggests the deployment of the 33 Argo

floats including Bio-Argo floats and the main target seas are the East Sea and Antarctic Sea, as well as in the Northwestern Pacific at low latitude. The program includes the domestic development plan of the bio-chemical Argo floats, with accurate circulation model development using Argo data, as one of the examples for the more extensive applications of Argo data in the neighboring marine sciences.

# CONTENTS

Summary ····· v
Contents ····· vii
List of Figures ····· viii
List of Tables ····· ix

Chapter 1 Overview of the study ····· 1
Section 1. Necessity of research ····· 1
Section 2. Research objective ····· 4

Chapter 2 Current status of domestic and foreign research ····· 6
Section 1. Current status of domestic research ····· 6
Section 2. Current status of foreign research ····· 9

Chapter 3 Contents and results ····· 14
Section 1. Introduction ····· 14
Section 2. Argo maintenance management ····· 16
Section 3. Argo data applications ····· 36
Section 4. Argo planning for future work ····· 67

Chapter 4 Achievement of the goals and contributions on the research fields ····· 76
Section 1. Achievement of the goals ····· 76
Section 2. Contributions on the research fields ····· 77

Chapter 5 Plans of utilization for the research and development results ····· 78
Section 1. Utilization possibility of results and effects ····· 78
Section 2. Utilization method of research results ····· 80

Chapter 6 References ····· 81

# List of Figures

Figure 2.1.1.1 Argo float life (left) and the float number (right) deployed in the East Sea by KIOST and KMA ····· 6
Figure 2.1.1.2 Argo float life and the float number deployed (right) in the Antarctic Ocean (AO) by KIOST. All floats deployed to the A O are now inactive. The highest frequency range in the active periods in the AO is between 48-60 months ····· 7
Figure 2.1.1.3 Change of the Korean contribution ratio in the Argo float deployment against global deployment (2012 versus 2006). Argo profile locations by KIOST (blue) and other global society (gloomy) (left below), with active months and yearly deployed number in the AO (right below) ····· 8
Figure 2.1.1.4 Publications using Argo data by domestic researchers during 2004-2014. 14 Argo papers for the East Sea indicates the active research is being undergone in the area, with 1 papers for the Antarctic Ocean and 11 papers for other areas ····· 9
Figure 2.2.1.1 Active Argo float number on Jan. 13, 2013 (3624 unit) ···· 9
Figure 2.2.1.2 Accumulated global number of the deployed Argo float according to years (AIC TC Report - AST11, 2010) ····· 10
Figure 2.2.1.3 Yearly change of globally published Argo papers ····· 10
Figure 2.2.1.4 National publication number of Argo papers ····· 11
Figure 2.2.2.1 (Left) Argo float equipped by optical sensors and (right) float equipped by pH sensor developed by Washington Univ. ····· 12
Figure 2.2.2.2 Slocum gliders equipped by bio-chemical sensors developed by Webb company ····· 13
Figure 3.2.1.1 Argo float life (left) and the float number (right) deployed in the East Sea and Antarctic Ocean by KIOST. Average active year of the floats will be longer than the data ····· 16
Figure 3.2.1.2 Active years (left) and yearly deployed number (right) of Argo floats by KIOST. One float lives up to about 90 month and peak deployment was carried out in 2005 ····· 17
Figure 3.2.2.1 Flow chart of Argo data analysis and transfer of data to 2 GDACs and 11 local DACs ····· 18
Figure 3.2.2.2 Monitering page of realtime data process of KIOST: Partial usuage of the name "KORDI" is for keeping continuity

of the float name when deployed. Therefore, the initial name is being used from the beginning ····· 19
Figure 3.2.2.3 Monitering page on the day when Argo data are processed (Nov.1, 2013) ····· 19
Figure 3.2.3.1a Location of active 16 argo floats on Dec. 2013 ····· 21
Figure 3.2.3.1b Argo float tracks on Dec. 2013 ····· 21
Figure 3.2.3.2 The vertical temperature profiles and tracks of the active argo floats during more than 10 years on Dec. 2013 ····· 24
Figure 3.2.4.1 Argo status (AIC TC Report - AST12, 2012) ····· 34
Figure 3.2.4.2 One million Argo data profiles was collected on Nov. 2012. The number of the deployed floats in 2007 reached 3,000 floats and increased up to 3,500 floats in 2008. About 10,000 profiles are gathered every month ····· 34
Figure 3.3.1.1 Argo drifting current of 151 flaots deployed since 2001년. The floast deployed in the Ulleung Basin moves aroun the whole East Sea, which suggest the possibility of the East Sea monitering ····· 37
Figure 3.3.2.1 Mixed-layer depth in the East Sea computed from Argo data: spatial distribution (upper) and time variation (lower) ····· 54
Figure 3.3.2.2 Wintertime mixed-layer depth in the East Sea from Argo data: spatial distribution (upper) and time variation (lower) ····· 55
Figure 3.3.2.3a Distribution of mixed-layer depth in the East Sea for the period of 2002 to 2003 and its time variation ····· 56
Figure 3.3.2.3b Distribution of mixed-layer depth in the East Sea for the period of 2004 to 2005 and its time variation ····· 57
Figure 3.3.2.3c Distribution of mixed-layer depth in the East Sea for the period of 2006 to 2007 and its time variation ····· 58
Figure 3.3.2.3d Distribution of mixed-layer depth in the East Sea for the period of 2008 to 2009 and its time variation ····· 59
Figure 3.3.2.3e Distribution of mixed-layer depth in the East Sea for the period of 2010 to 2011 and its time variation ····· 60
Figure 3.3.2.3f Distribution of mixed-layer depth in the East Sea for the period of 2012 to 2013 and its time variation ····· 61
Figure 3.3.3.1 Tidal gauge stations for the evaluation of sea surface change are denoted by blue-colored rectangles which contain measurement locations from KODC and southeast of the East Sea (WOD11). Green-colored points represent Argo profiling

locations among which locations with salinity observations lower than 32.0psu are denoted by brown-colored points. Satellite observing points can refer to diagrams containing analyzed results. ····· 62
Figure 3.3.3.2 Time variation in surface temperature at the location southeast of Japan (J01-J35) constructed by combining WOD(world data base 2011) data (blue) and Argo data (red). The observation points (J01-J35) shown in Figure 3.2.1a are for convenience not marked. It can be seen that Argo data contribute to the construction of the time series data at about 10 locations. Data from zones of 0.3° by 0.3° were used for the construction ····· 63
Figure 3.3.3.3 Changes in sea surface level southwest of the East Sea due to: (top) thermal expansion (TSL), (middle) salinity condensation (HSL), (bottom) density change (SSL) ····· 64
Figure 3.3.3.4 Time variation in salinity observed using Argo in the upper 300m of the East Sea, showing the pronounced tendency of low salinity occurrence after the year 2007. Brown-colored point in Figure 3.2.1 denotes the locations of Argo buoys showing salinity values below 32psu ····· 65
Figure 3.3.3.5a Rates of sea level rise at the point southwest of the East Sea (KODC) associated with density and derived from the sea level satellite data on the whole Pacific ····· 66
Figure 3.3.3.5b Rate of sea level rise in the southern region of the East Sea over the period of 16 years (from 1992 to 2010). Overall rate of sea surface rise is found to be 3.0mm/yr ····· 66
Figure 3.4.1.1 Argo float deploying for the next seas; The East Sea, the low-latitude sea region of the northwestern Pacific and the Antarctic Sea ····· 68
Figure 3.4.1.2 Argo program for the East Sea and Antarctic Sea ····· 69
Figure 3.4.1.3 Argo application programs for the Northwestern Pacific, domestic development of the bio-argo sensor, and numerical modeling ·· 70
Figure 3.4.2.1 Small-sized bio-argo sensor ····· 71
Figure 3.4.2.2 Bio-argo sensors mounted on Argo float ····· 72
Figure 3.4.2.3 Specification according to satellite-communication types · 74

# List of Tables

Table 1.1.2.1 Yearly contents of research and scope ····· 4

# 목 차

요 약 문 ····· i
목 차 ····· x
그림목차 ····· xi
표 목 차 ····· xii

제1장 연구개발과제의 개요 ····· 1
제1절 연구의 목적 및 필요성 ····· 1
제2절 연구의 내용 및 범위 ····· 4

제2장 국내외 기술개발 현황 ····· 6
제1절 국내 기술개발 현황 ····· 6
제2절 국외 기술개발 현황 ····· 9

제3장 연구결과 ····· 14
제1절 서론 ····· 14
제2절 ARGO 유지 관리 ····· 16
제3절 ARGO 활용 연구 ····· 36
제4절 ARGO 기획 ····· 67

제4장 목표달성도 및 관련 분야에의 기여도 ····· 76
제1절 목표달성도 ····· 76
제2절 관련분야에의 기여도 ····· 77

제5장 연구결과의 활용계획 ····· 78
제1절 결과의 활용가능성 및 파급효과 ····· 78
제2절 연구결과 활용 방안 ····· 80

제6장 참고문헌 ····· 81

# 그림 목차

그림 2.1.1.1 한국해양과기원과 기상청에서 투하한 동해투하 아고플로트의 생존기간(좌) 및 투하 개수(우) …… 6
그림 2.1.1.2 한국해양과기원에서 투하한 남극 아고 수명(좌) 및 투하 개수(우). 현재 남극투하 아고는 모두 비활성으로 최다 빈도수를 보이는 구간이 48-60개월로서 평균 수명이 4-5년임을 알 수 있다. 2009년 이후 투하하지 않았으므로 현재 모두 비활성인 상황을 설명하고 있음 …… 7
그림 2.1.1.3 남극해에서 2006년 대비 2012년 국내투하 아고자료 기여율 변화. 좌하는 전체 아고프로파일 지점(회색) 대비 국내아고 자료(청색) 위치도. 그림 우하는 남극해투하 아고부이 수명 및 년도별 투하 댓수 …… 8
그림 2.1.1.4 국내학자가 발간아고자료 활용 2004-2014년간 발표 논문. 동해 14편, 남극해 11편, 기타해역 11편으로 동해를 대상으로 한 아고연구가 유지되고 있음을 알 수 있다 …… 9
그림 2.2.1.1 2013년 1월 13일 현재 활동중인 아고 개수 (3624기) …… 9
그림 2.2.1.2 전세계 연차별 아고 누적대수 (AIC TC Report - AST11, 2010)‥ 10
그림 2.2.1.3 아고자료 활용 전세계 발표논문수의 연차별 변화 …… 10
그림 2.2.1.4 아고자료 활용 전세계 국가별 발표 논문수 …… 11
그림 2.2.2.1 왼쪽은 광학 센서를 탑재한 아고 플로트의 개념도, 오른쪽은 워싱턴 대학에서 개발한 pH sensor를 탑재한 아고 플로트 …… 12
그림 2.2.2.2 Webb 사의 Slocum 글라이더에 장착하여 실험중인 생지화학 센서 ‥ 13
그림 3.2.1.1 한국해양과기원에서 투하한 동해/남극 아고 수명(좌) 및 투하 개수(우). 현재 활성중인 아고를 추가 통계적으로 반영하면 3년 이상 활성중인 아고의 평균수명은 이보다 높을 것이다 …· 16
그림 3.2.1.2 한국해양과기원에서 투하한 남극 아고 수명(좌) 및 투하 개수(우). 수명이 84-96개월까지 생존한 플로트도 1대로 예외적으로 길게 생존하였다. 2005년에 가장 많은 플로트를 투하하였다 …… 17
그림 3.2.2.1 Argo자료처리의 흐름을 보여주는데, 2곳의 GDAC (전세계자료센터)과 11곳의 DAC(지역자료센터)으로 구성되어 과학자나 운용기관에서 사용할 자료를 생산하여 제공하고 있다 …… 18
그림 3.2.2.2 KIOST의 Argo자료 실시간 처리과정 모니터링 페이지: 부분적으로 KORDI의 명칭은 투하한 시점 기준으로 연속성 있게 뜰개자료의 명칭을 사용하기 때문이다. 지금도 활성화 상태에 있는 뜰개의 자료를 초기부터 연속적으로 유효하게 사용하고 있다 …… 19

그림 3.2.2.3 Argo자료 처리과정의 당일(2013년 11월 1일) 모니터링 페이지 ····· 19
그림 3.2.3.1a 2013년 12월 기준 운용 중인 ARGO 부이 위치이며 개수는 16개 이다 ····· 21
그림 3.2.3.1b 2013년 12월 기준 운용중인 ARGO 부이의 이동 트랙을 나타낸다 ····· 21
그림 3.2.3.2 2013년 12월 기준 현재 운용중인 부이 중 10년 이상 장기관측을 수행하고 있는 부이들의 트랙과 수직 수온 분포를 나타낸다 ····· 24
그림 3.2.4.1 Argo status (AIC TC Report - AST12, 2012) ····· 34
그림 3.2.4.2 그림에서 보면 1백만 번의 프로파일이 2012년 11월에 달성되었다. 1년에 관측한 프로파일의 수가 해마다 증가하다가 2008년에 이르러 균형을 이룬다. 즉, 2007년에 전지구 해양에 300대의 목표에 도달한 이후 실제로는 2008년에도 계속 늘어나서 3500대 수준까지 달성되었다. 이로써 매월 약1만 번의 프로파일이 생성되고 있다 ····· 34
그림 3.3.1.1 2001년이후 투하된 151개 동해 아고의 흐름벡터. 울릉분지 근처에서 투하된 부이가 전체동해역을 이동한다는 점을 보여주고 있다. Argo 부이를 통한 전체 동해 모니터링의 가능성을 제시해 준다고 볼 수 있다 ····· 37
그림 3.3.2.1 동해아고자료로부터 산출된 혼합층 깊이 공간분포(위) 및 시계열변화(아래) ····· 54
그림 3.3.2.2 동해아고자료로부터 산출된 동계 혼합층 깊이 공간분포(위) 및 시계열변화(아래) ····· 55
그림 3.3.2.3a 2002-2003년 동해 혼합층 깊이 공간분포 및 시계열변화 ····· 56
그림 3.3.2.3b 2004-2005년 동해 혼합층 깊이 공간분포 및 시계열변화 ····· 57
그림 3.3.2.3c 2006-2007년 동해 혼합층 깊이 공간분포 및 시계열변화 ····· 58
그림 3.3.2.3d 2008-2009년 동해 혼합층 깊이 공간분포 및 시계열변화 ····· 59
그림 3.3.2.3e 2010-2011년 동해 혼합층 깊이 공간분포 및 시계열변화 ····· 60
그림 3.3.2.3f 2012-2013년 동해 혼합층 깊이 공간분포 및 시계열변화 ····· 61
그림 3.3.3.1 해수면 평가를 위한 자료 검조자료(청색사각형), 수과원(KODC) 관측점 및 동해 남동부 (WOD11) 관측점. 녹색관측점은 Argo profile 지점이며, 이중 황색점은 32.0psu 이하 염분이 관측된 지점이다. 위성자료 관측점은 분석결과 그림 참조 ····· 62
그림 3.3.3.2 일본 남동부 관측점 J01-J35 지점에서의 WOD(world data base 2011) 자료(청색)와 Argo자료(적색) 를 합성한 표층 수온 시간변화 자료. 편의상 그림3.2.1a에서 관측점(J01-J35)은 표기하지 않았다. 10여개 지점에서 Argo 자료가 시계열 자료

구성에 기여를 하고 있는 것을 알 수 있다. 각 지점에서 0.3도 x 0.3도 구간 자료를 대상으로 산출하였다 ····· 63
그림 3.3.3.3 동해남서부에서 열팽창에 의한 해수면 변화(TSL)(위), 염분응축에 의한 변화(HSL)(중간), 밀도변화에 따른 수위 변화(SSL)(아래) ····· 64
그림 3.3.3.4 동해 Argo 자료 상층 300m 내 염분 시간변화. 2007년이후 30psu 이하의 저염분이 두드러지게 나타나기 시작한다. 32psu 이하의 염분이 나타나는 Argo 뜰개 위치는 그림3.2.1의 황색 점으로 표기 ····· 65
그림 3.3.3.5a 동해남서측 지점(KODC) 밀도기인 해수면 상승률과 태평양 해역 전체 해수면 위성자료로부터 산출한 상승률 ····· 66
그림 3.3.3.5b 위성자료로 분석한 동해 남부 1992-2010년 16년 상승률. 전체 상승률은 3.0mm/yr이다 ····· 66
그림 3.4.1.1 아고투하 대상해역 동해, 저위도 북서태평양, 및 남극해 ····· 68
그림 3.4.1.2 동해, 남극해 Argo 활용 연구 프로그램 ····· 69
그림 3.4.1.3 Argo활용 북서태평양, 지화학 센서국산화, 수치모델 프로그램 70
그림 3.4.2.1 Bio-Argo 소형 센서 ····· 71
그림 3.4.2.2 Argo 부착 바이오 아고센서들 ····· 72
그림 3.4.2.3 위성통신 방식에 따른 기술사양 ····· 74

# 표 목 차

표 1.1.2.1 연차별 연구내용 및 범위 ····· 4

# 제1장 연구개발과제의 개요

## 제1절 연구의 목적 및 필요성

### 1. 연구의 목적

- 유네스코 산하 해양관련기구인 정부간해양과학위원회(IOC)에서 전세계 대양에 약 3,000대의 해양관측기구를 투하하는 국제 Argo 프로그램에 참여하여 동해를 포함한 전세계 해양에 대한 자료를 조사하고 체계적으로 관리함으로써, 다방면에 걸친 연구를 수행하기 위한 기반을 마련하는 것이 연구의 목표이다.
- 또한 대기-해양모델 개발과 전지구적 기후변화 예측을 위한 자료를 제공한다. 이를 위해 Argo 및 관련 IOC프로그램에 참여하여 자료공유 및 국제협력 프로그램 수행을 하고 있으며 Argo뜰개 투하 및 뜰개 자료처리 자동화와 자료 품질 관리를 하고 있다.
- 2차년도부터는 아고자료를 활용한 연구 수행을 추가 부차적인 목표로 설정하였다.
- 3차년도에는 향후 아고연구의 활성화를 위한 기획연구를 수행하여 기획보고서를 간행하는 부차적인 내용을 추가적으로 목표로 설정하였다.

### 2. 연구개발의 필요성

**- 기술적 측면**

지구 기후의 장기 변동성의 예측은 기후모델의 계산 결과에 따르게 되는데 예측력의 향상을 위해서는 기후와 관련된 현상의 이해와 여러 자연적 인자들에 대한 자료의 확보가 필요조건이다. 지구 기후 변동의 가장 큰 인자인 물, 열 및 온실가스 이산화탄소의 용량이 대기보다 해양이 훨씬 크다. 이 인자는 해양 내에서 해수의 물리적 과정에 의해 재분배되고 해양-대기 사이의 상호 교환 과정을 통하여 지구기후에 절대적 영향을 미쳐 지구 기후 변동의 조절자 역할을 한다.

해양이 기후조절자 역할을 하기 때문에 해수운동의 파악과 해수특성 분포 자료의 확보가 기후변동 예측력 향상에 매우 중요한 부분이지만 대기에서의 전지구적 관측망 구축에 비하여 해양에서의 관측은 매우 미진하다. 이러한 배경 하에 유네스코 산하의 유일한 해양관련기구인 정부간해양과학위원회(IOC)와 세계기상기구(WMO)가 협력하여 국제적인 Argo(Array for Real-time Geostrophic

Oceanography)프로그램이 수행되고 있으며 전 세계 대양에 약 3,000대의 자동 해양관측기구(로봇)를 유지하는 계획이다. 우리나라의 기상 변화는 아시아몬순과 함께 북서태평양 해황의 변화에 매우 민감하기 때문에 우리나라 기상 변화와 직결된 해양에 대한 Argo 프로그램 참여가 필요하다.

기후의 연구는 몇몇 국가에서만 진행할 성격이 아니며 여러 나라가 참여하여 수행하여야 함과 아울러, 국제적 연구에 대한 국가적 기여 없이 연구 결과의 수혜자가 될 수 없음을 인식하여야 한다. 특히, 우리나라는 IOC 집행이사국으로서 해양 부분에 있어 선도적인 역할을 하여야 할 위치에 있기 때문에 전 인류에게 혜택을 주는 기후관련 해양연구에 적극 참여해야 할 필요가 있다. 한편, 동해는 최근의 해양조사 결과 기후 변동에 대한 해양의 역할과 반응을 연구할 수 있는 소규모 대양으로서의 특성이 있음이 밝혀지고 있는 등 기후연구에 매우 적절한 위치에 있고 우리의 바다라는 측면에서도 우리나라 Argo 프로그램 이름으로 연구 참여가 필요하고 북한 수역을 포함한 동해 타국 관할해역의 자료를 확보할 수 있는 좋은 계기가 될 것이다.

Argo와 함께 글라이더와 같은 자동관측시스템을 이용한 관측은, 실제 연구선이 접근하기 어려운 동해북쪽해역이나 남극해역 모니터링에 매우 유용한 수단이다. 현재 글라이더를 이용한 단주기 모니터링은 장비와 관측센서의 발달로 인해서 매우 효과적인 연구수단이 되고 있다. 두관측 시스템을 혼용한 극해역의 모니터링은 전지구적으로 진행되고 있는 기후변화 해수유동 및 물질이동에 유용한 수단으로 제공할 것으로 예상된다.

**- 경제·산업적 측면**

인류의 경제활동 증가에 따른 자원수요의 팽창으로 1990년대에는 1950년대에 비해 곡물 수요와 수자원 소비가 약 3배, 해산물 수요와 화석연료 소비가 약 4배정도 증가하였다. 이러한 수요에 비하여 육상기원 자원은 부존량의 한계로 가용량이 감소하고 있어, 이의 대안으로서 해양 부존 자원은 매우 높은 중요성을 갖는다. 따라서 원양어업에 대한 자원 의존도는 계속 높아질 것이며 새로운 어장 개발이 지속적으로 요구될 것이다. 해양 내부의 물리적 특성을 얼마나 정확하고 신속하게 알아 낼 수 있느냐는 효율적인 조업과 어장개발에 중요한 변수의 하나다. 국제 Argo 프로그램이 기후연구의 배경에서 진행되지만 원양어업의 국가적 경제활동 면에서도 활용성이 매우 높은 만큼 국내 원양어업과 어장개발 대상 해역에 대한 우리나라 Argo 프로그램의 수행의 필요성이 있다. 베링해 명태 조업의 예에서 보는 바와 같이 어족 보호를 위한 국가간 조업쿼터 조절에 있어서 해당 해역에 대한 해양연구의 실적 유무는 큰 변수가 된다. 원양어업에서 국가간 이해가 상충되는 분야는 지속적으로 존재하기 때문에 향후 어업 협상에

서 기득권을 행사할 수 있는 해양 연구의 투자라는 측면에서는 우리나라 Argo 프로그램의 지속적인 수행이 필요하다.

**- 사회·문화적 측면**

해양에 대한 지식의 확보가 국력 신장의 보이지 않는 원동력이 되어 왔음은 세계사 이면에 잘 나타나 있다. 현재 국제 Argo 프로그램에 적극적으로 참여하는 국가들은 해양 강대국들로서 앞으로도 그들이 국제사회를 선도하고 지배하는 비중과 역할이 지속될 것이다. 여러 방면의 중요성에도 불구하고 우리나라는 지금까지 대양연구는 선진국만이 하는 것으로 받아들여 국내에서의 연구에 대하여 관심을 갖지 않았다. 이러한 경향이 계속된다면 유엔해양법의 발효로 해양의 신질서시대에 들어선 상황 하에서 대양의 이용이 결국 미국, 일본 등 몇몇 선진국들의 독무대가 되어 국력의 편차를 더욱 크게 하는 결과를 초래할 것이다. 일본이 서태평양과 인도양까지 연구부분의 투자를 대폭적으로 확대하고 있는 점은 2차 대전 당시 태평양에 대한 일본의 영향이 절대적이었던 상황이 다시 재현될 것을 암시하고 있다. 최근 남북관계 등 한반도 주변의 상황 변화는 국가간 적대성이 완화되는 경향을 보이고 있는데 이 경향이 점진적으로 발전된다면 국방의 개념수정을 예상할 수 있고 해군의 경우 대양해군으로서의 기능과 역할이 보다 중요시될 것이다. 이러한 시나리오에 대해서도 대양연구는 가장 기초적인 자료 제공자로서의 필요성이 있으며 우리나라 Argo 프로그램은 가장 효율적인 대양연구의 하나가 될 것이다.

**- 연구소 고유기능 발전과의 연관성**

본 사업을 통하여 한반도 주변해역과 대양을 실시간으로 관측하고 그 자료를 관심 있는 사람에게 제공하게 된다. 이는 연구원의 고유 기능인 해양관측과 그 결과를 이용한 사회공헌에도 잘 부합된다. 이 사업을 통하여 관측 해역을 시공간적으로 확대할 수 있어 연구원의 기능 강화에도 기여하게 된다. 이 연구 수행 중 국내외의 다양한 기관과 공동연구를 수행하게 되고, 결과는 국내외적으로 공유되기 때문에 국내에뿐 아니라 국제사회에도 기여하게 되어 연구원의 세계화 및 일류화에도 기여한다.

구체적으로 본 연구는 해양연구원 3대 연구분야 중의 하나인 해양기후환경을 보전하는데 중추적인 역할을 담당할 국제협력 프로그램에 능동적 참여를 통해 그 위상을 알리게 된다. 또한 동해, 서태평양 및 남극해에 투하한 뜰개 모니터링 및 자료관리를 통하여 해수순환규명과 해양기후변화 대응에 기여함으로써 세

계 일류수준의 해양과학기술 전문연구기관으로 도약하는 데 기여할 것이다.

# 제2절 연구의 내용 및 범위

## 1. 연구내용

표1.1.2.1 연차별 연구내용 및 범위.

| 구 분 | 목 표 | 내용 및 범위 |
|---|---|---|
| 1<br>차년도<br>(2011) | 활성중인 ARGO 뜰개 자료관리 및 국제협력 | · 동해 해역 ARGO 뜰개 관측<br>– 실시간 자료 처리 및 감시<br>– Argo 자료처리 자동화 시스템 유지보수<br>· 국제ARGO사업의 국가분담 역할 수행<br>– KORDI_DAC 운용<br>– 국제협력 회의 참석 (국제Argo 운영위원회, SCG/ JCOMM 등) |
| 2<br>차년도<br>(2012) | 활성중인 ARGO 뜰개 자료관리 및 국제협력 | · 동해 해역 ARGO 뜰개 관측<br>– 실시간 자료 처리 및 감시<br>– Argo 자료처리 자동화 시스템 유지보수<br>· 국제ARGO사업의 국가분담 역할 수행<br>– KORDI_DAC 운용, 국제협력 회의 참석<br>· 아고자료 활용연구 |
| 3<br>차년도<br>(2013) | 활성중인 ARGO 뜰개 자료관리 및 국제 협력,<br>아고연구 활성화 기획 연구 | · 동해 해역 ARGO 뜰개 관측<br>– 실시간 자료 처리, Argo 자료처리 자동화 유지보수<br>· 국제ARGO사업의 국가분담 역할 수행<br>– KORDI_DAC 운용, 국제협력 회의 참석<br>· 아고자료 활용연구<br>– 모델검증 활용, 자료분석<br>· 아고 연구활성화 위한 기획연구 |

## 2. 연구범위

– 2011년이후 활성중인 동해 해역 ARGO 뜰개 실시간 자료 처리 및 감시를 실시한다. Argo 자료처리 자동화 시스템 유지, 보수한다.

– Argo 자료처리 자동화 시스템은 호주의 선진처리 시스템 (Argo_realtime)을 도입하여, 국내 시스템에 맞게 수립, 운영한다.

- 국제ARGO사업의 국가분담 역할 수행: KORDI_DAC 운용, 국제협력 회의 참석 (국제 Argo 운영위원회, SCG/JCOMM 등)

- 아고자료 활용 연구를 실시한다. 이의 일환으로 동해 해수면 변화, 동해북부 일본분지에서 중층 순환 연구를 수행한다.

- 이를 위해 동해아고 자료와 KODC 및 JODC 자료를 활용하여 동해 대표지점에서 동해 상층의 수온, 염분 변화에 대한 Time series자료를 산출, 활용한다.

- 향후 2단계 아고연구 방향을 결정하기 위한 기획연구를 국내외 관련 학자와 공동 수행한다. 기획연구 결과를 담은 기획보고서를 관련 기획사업과 함께 수행한다.

# 제2장 국내외 기술개발 현황

## 제1절 국내 기술개발 현황

### 1. 국내 연구 동향

- 우리나라는 KORDI와 기상연구소를 중심으로 국내외 기관과 협조하여 Argo뜰개를 동해와 남극해, 북서태평양에 투하를 시작하였으며, 해양과기원은 그간 동해에 75대, 남극해에 44대를 투하하였으며, 2009년부터는 투하프로그램이 멈춘 상태이다. Argo자료는 국제적 자료공유 체계를 통하여 실시간 자료관리와 감시가 이루어지고 있다.
- 기상청은 2001에서 2012년 기간동안 북태평양(88기)과 동해(65기)를 각각 투여하였으며
- 수과원은 기상청과 KORDI 투하 Argo 자료의 DM 자료를 산출한다.
- 현재 한국해양연구원과 기상청에서 투하한 후 활성중이거나 수명을 다한 모든 아고의 생존 활동수명(월) 아래 그림(좌측)과 같으며 매년 투하갯수는 아래 그림 2.1.1.1(우측)과 같다. 2009년 이후는 추가투하가 없으므로 3년 이하 수명인 경우는 비정상적으로 단명한 경우라고 보겠다. 가장 장기로 생존한 KIOST에서 투하한 기기는 2013년 현재 수기가 10년 정도의 생존률을 보이고 있다. 가장 빈도수가 높은 생존률은 4-5년이며, 현재 활성중인 기기를 판단하면 평균생존률은 이보다 높을 것으로 예상된다.

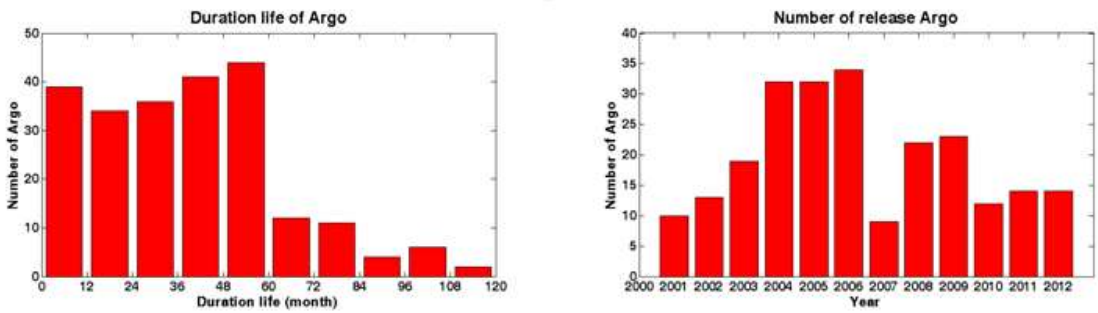



그림 2.1.1.1 한국해양과기원과 기상청에서 투하한 동해투하 아고플로트의 생존기간(좌) 및 투하 개수(우).

- 2000m 수심에 투하한 아고의 수명은 대략 5년으로 알려져 있으며, 실제 아래 그림 2.1.1.2에서 보이는 바와 같이 편균 활성개월 수의 중앙값은 대략 48-60 개월 정도임을 알 수 있다.

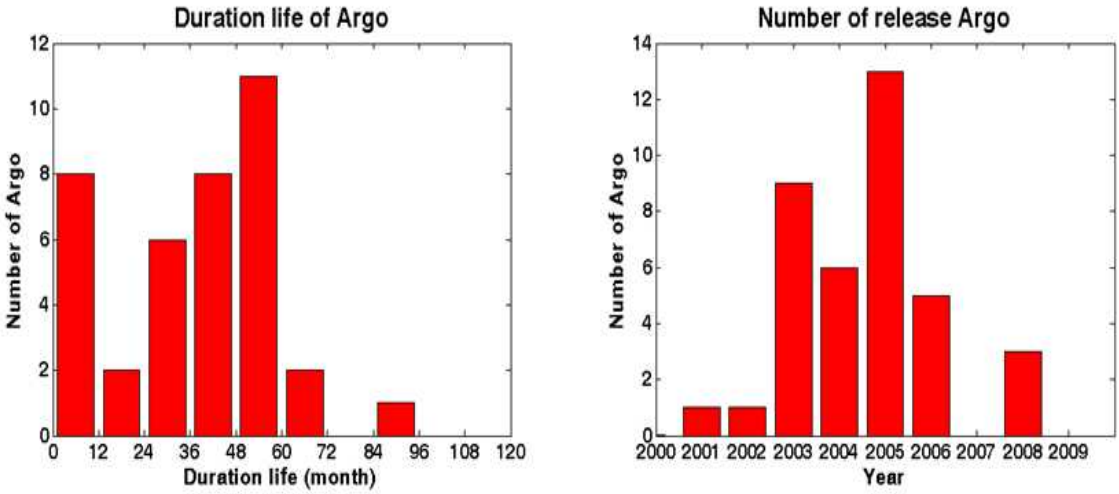
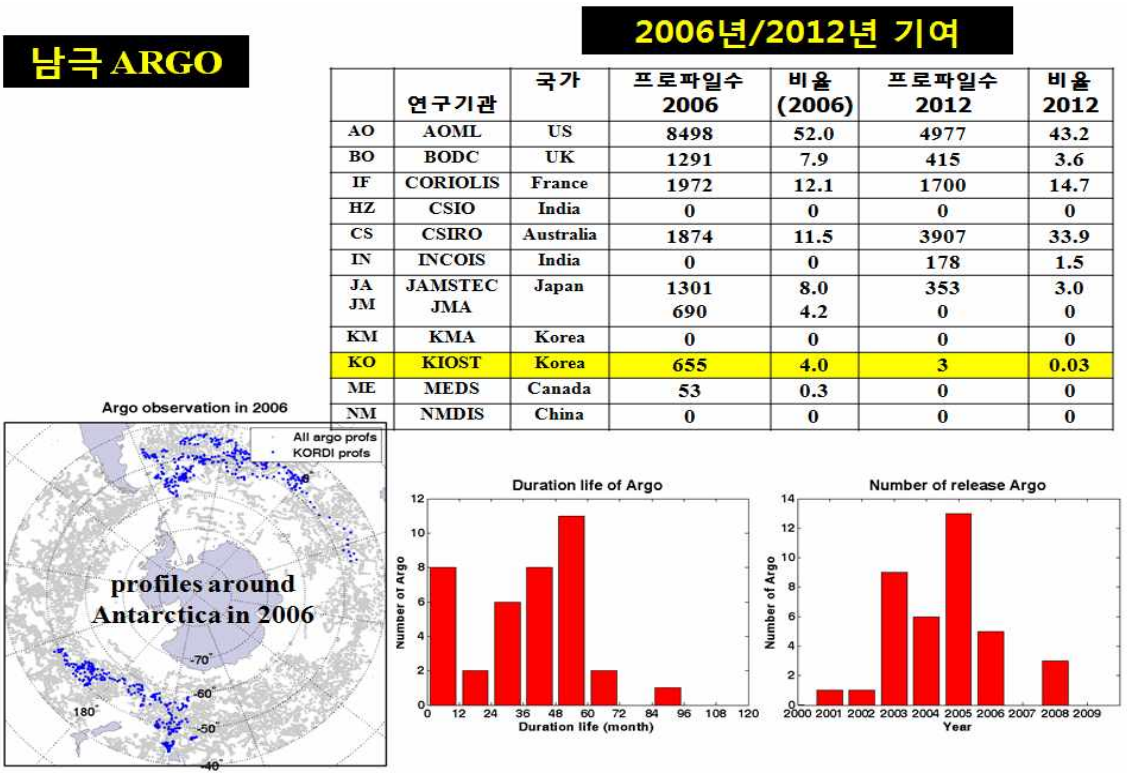



그림 2.1.1.2 한국해양과기원에서 투하한 남극 아고 수명(좌) 및 투하 개수(우). 현재 남극 투하 아고는 모두 비활성으로 최다 빈도수를 보이는 구간이 48-60개월로서 평균 수명이 4-5년임을 알 수 있다. 2008년이후 투하하지 않았으므로 현재 모두 비활성인 상황을 설명하고 있음.

- 현재 동해 아고자료를 활용한 연구는 동해 중층수의 해류패턴, 해수면 상승, 중층수 저염기원 연구 등에 활용되어 왔으며, 장기자료가 축적됨에 따라 그 활용도는 높아질 것으로 예상된다.
- 아고자료 활용연구 예로서 동해 및 전지구에서의 열염분 효과에 의한 해수면상승과 아울러 기후변화와 연관하여 열, 염분 변화 연구에 활용되어 오고 있다. 국내에서도 동해에서의 해수면상승 연구에 활용연구와 아울러 동해중층수의 저염화 특성 분석 등에 활용되고 있다.
- 참고로 아르고 플로트의 초기 버전은 1996년에 한국 동해에서 처음으로 시험 운영되었는데, 생지화학 센서를 장착한 아르고 플로트, 역시 2001년 미국 스크립스 연구소 주관으로 우리나라 동해에서 운영 실험이 실시되었다. 동해는 대륙붕이 좁고 수심이 급격하게 깊어지기 때문에 이러한 무인 관측기기의 운용 실험에 최적의 장소로 알려져 있다.
- 남극해를 대상으로 한 해양과학기술원에서 투하한 아고자료 프로파일의 비는 2006년에는 전체 남극해 투하아고중 3%의 비율이었으나 2012년에는 0.03%로 급격히 기여정도가 축소되었으며, 현재는 기여하고 있지 못하고 있다 (그림 2.1.1.3참조).




| | 연구기관 | 국가 | 프로파일수 2006 | 비율 (2006) | 프로파일수 2012 | 비율 2012 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AO | AOML | US | 8498 | 52.0 | 4977 | 43.2 |
| BO | BODC | UK | 1291 | 7.9 | 415 | 3.6 |
| IF | CORIOLIS | France | 1972 | 12.1 | 1700 | 14.7 |
| HZ | CSIO | India | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS | CSIRO | Australia | 1874 | 11.5 | 3907 | 33.9 |
| IN | INCOIS | India | 0 | 0 | 178 | 1.5 |
| JA<br>JM | JAMSTEC<br>JMA | Japan | 1301<br>690 | 8.0<br>4.2 | 353<br>0 | 3.0<br>0 |
| KM | KMA | Korea | 0 | 0 | 0 | 0 |
| KO | KIOST | Korea | 655 | 4.0 | 3 | 0.03 |
| ME | MEDS | Canada | 53 | 0.3 | 0 | 0 |
| NM | NMDIS | China | 0 | 0 | 0 | 0 |

그림 2.1.1.3 남극해에서 2006년 대비 2012년 국내투하 아고자료 기여율 변화. 좌하는 전체 아고프로파일 지점(회색) 대비 국내아고 자료(청색) 위치도. 그림 우하는 남극해투하 아고부이 수명 및 년도별 투하 댓수.

- 국내학자가 저술한 2004-2014년 기간 동안 아고 관련 논문은 그림 2.1.1.4에 제시된 바와 같이, 모두 26편이며, 동해관련 논문 14편, 기타해역은 11편이며, 추가로 1편은 남극해 관련 논문이다. 전세계 동향과 비교하여 크게 부족한 형편으로 국내아고 연구 활성화가 필요한 근거이기도 하다.

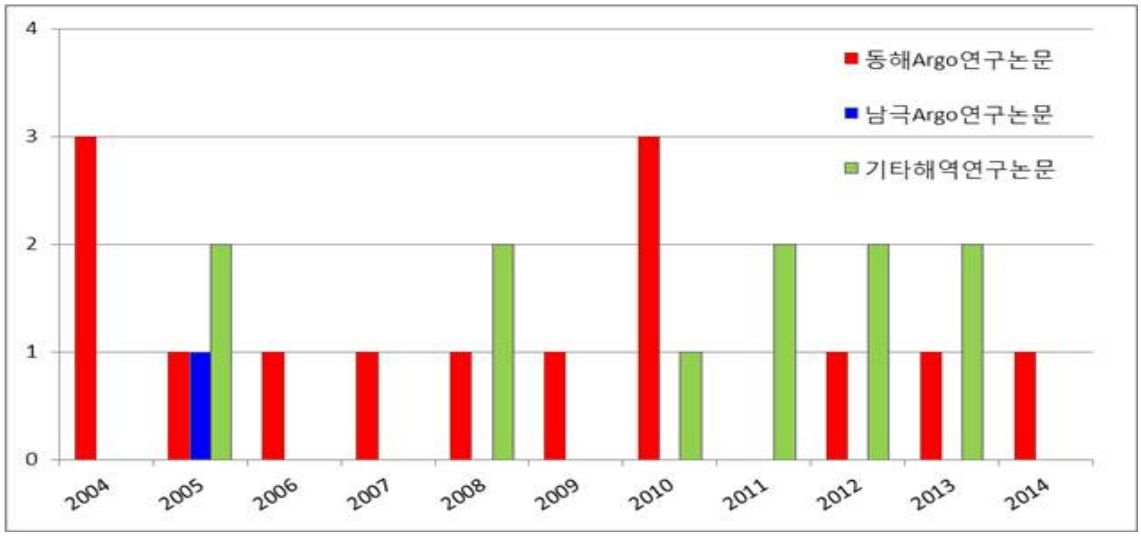



그림 2.1.1.4 국내학자가 발간아고자료 활용 2004-2014년간 발표 논문. 동해 14편, 남극해 11편, 기타해역 11편으로 동해를 대상으로 한 아고연구가 유지되고 있음을 알 수 있다.

# 제2절 국외 기술개발 현황

## 1. 아고 전세계 동향

- 전세계적으로는 2013년 1월 16일 현재(그림 2.2.1.1) 전세계적으로 3624기의 아고가 운영되고 있다. 전세계적으로 2020년까지 4,000기 투하를 목표로 하고 있다.

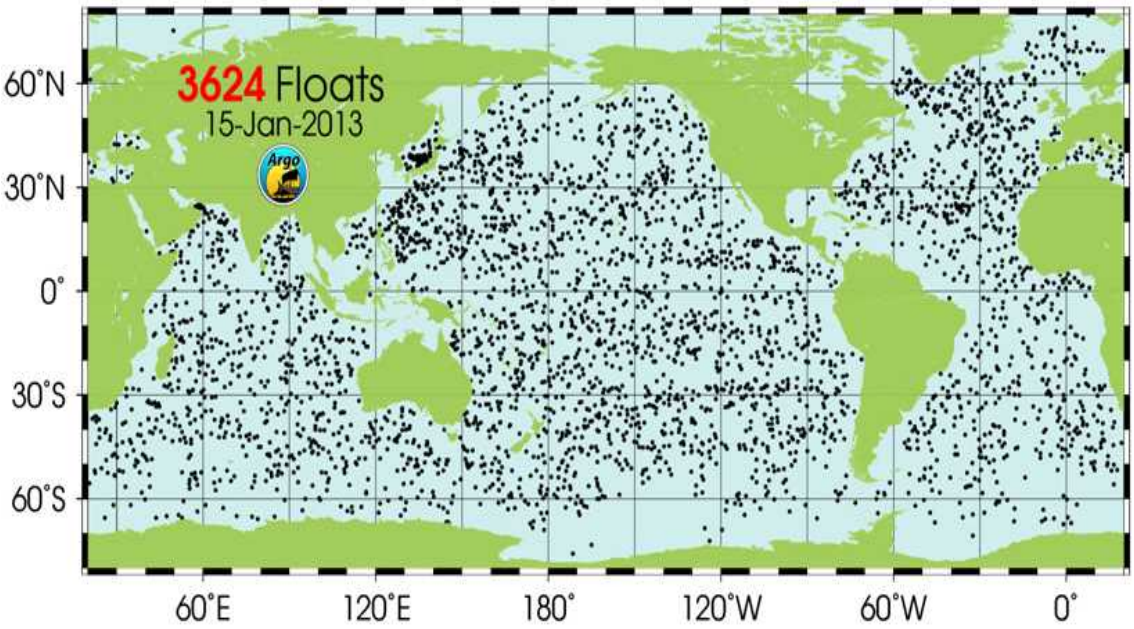



그림 2.2.1.1 2013년 1월 13일 현재 활동중인 아고 개수 (3624기).

- 국제Argo프로그램이 2001년에 착수되어 금년으로 13년째 되는 해이다. 국제Argo프로그램 출범 초기에 계획하였던 목표는 전지구 대양을 300km X 300km 격자망으로 관측하기에 필요한 3,000대의 Argo 뜰개를 운용하는 것이었다. 그림 2.2.1.2에 보이는 바와 같이, 이 목표는 2007년 하반기에 달성되었으며 그 이후 3,000대 이상을 지속적으로 유지하고 있다.
- in-situ CTD casting 관측자료가 위성통신을 거쳐 제공되는 Argo자료는 실시간으로 해양의 실체를 파악할 수 있게 한다. 무엇보다 무인로봇방식이기 때문에 2001년 이전 과거의 누적된 자료와는 크게 차별화 된다. 관측선에 의한 in-situ CTD casting, 즉, 직접적인 관측에 의존하여야 하는 경우에 관측선의 항로를 따라서만 관측이 이루어질 수밖에 없었으므로 관측위치상으로 제한되어 관측자료의 공간균질성이 미흡하였다. Argo자료의 공간분포를 보면 공간균질성이 매우 우수하기 때문에 그 가치가 더욱 높다.
- 2012년 11월에는 argo 뜰개에 의한 전세계 CTD 프로파일 관측 횟수가 1백만 번을 넘어섰다. 해양관측 역사상, 전세계 대양에서 CTD 관측 총 횟수가 1백만

번에 불과한 점을 참조하면 Argo의 획기적인 가치를 알 수 있다. 현재 수준의 Argo 사업이 유지된다면 앞으로 매달 1만 번의 관측이 이루어지고 있으니 8년 남짓이면 다시 1백만 번의 관측을 추가하게 된다.

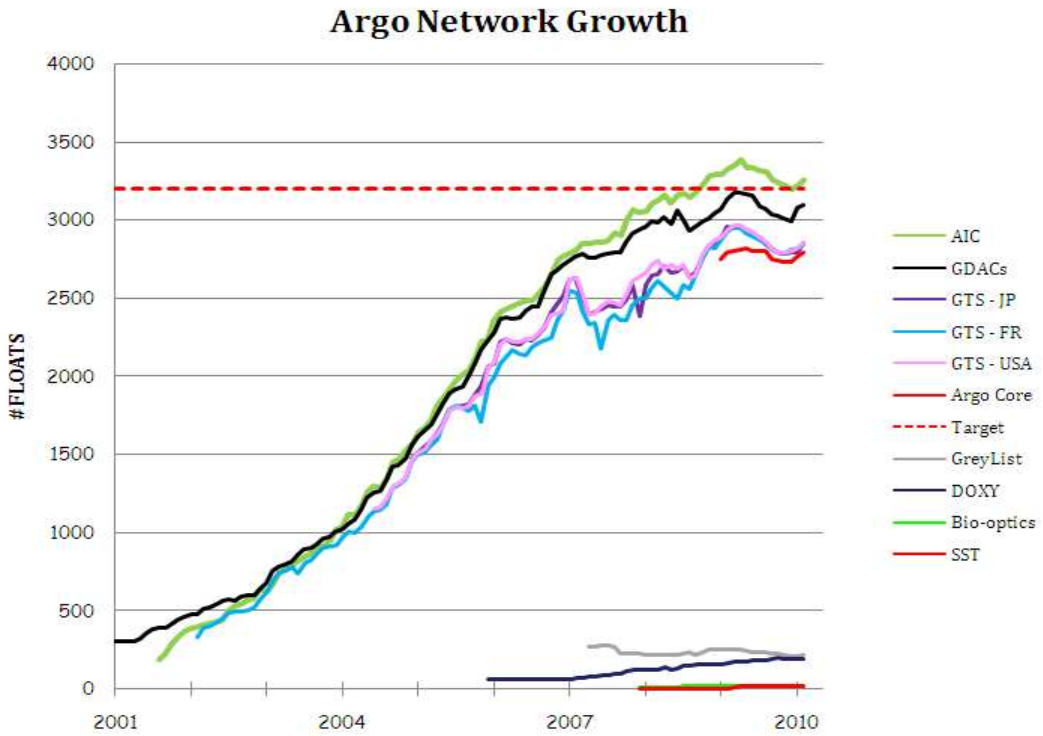



그림 2.2.1.2 전세계 연차별 아고 누적대수 (AIC TC Report - AST11, 2010).

- 전세계적으로 1998년이후 1251편의 아고관련 논문이 발간되었으며, 2010년 이후는 매년 225편 정도로 아고 자료 활용이 급격히 늘고 있다 (그림 2.2.1.3).

그림 2.2.1.3 아고자료 활용 전세계 발표논문수의 연차별 변화.

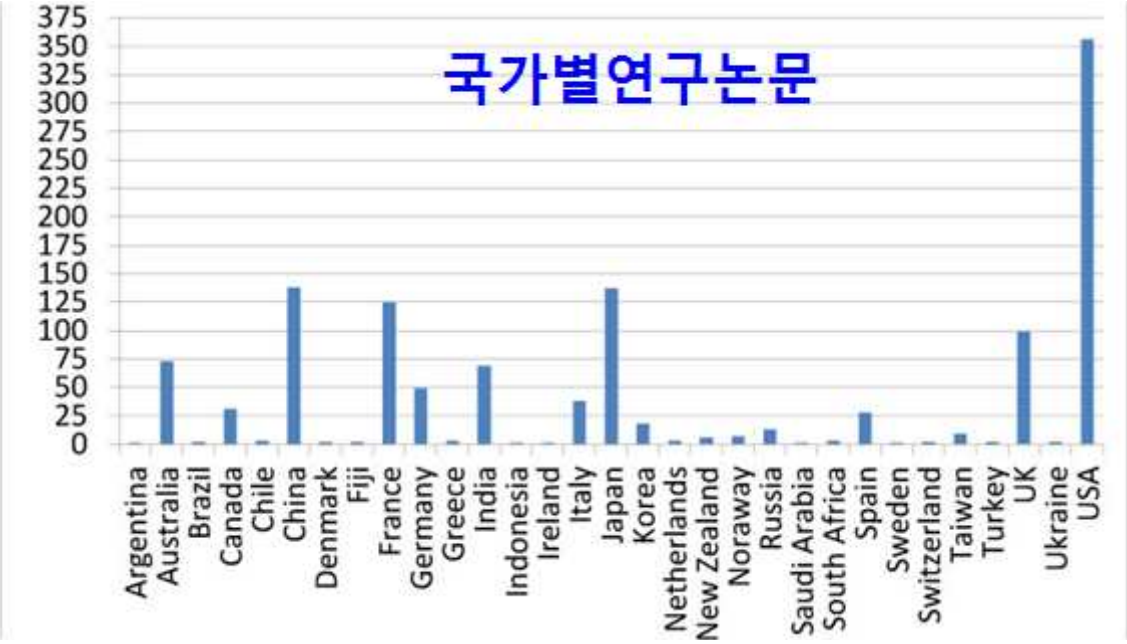



그림 2.2.1.4 아고자료 활용 전세계 국가별 발표 논문수.

- 전세계적인 아고자료 활용 국가별 발표논문 수 분포(그림 2.2.1.4)로 볼 때, 미국 350여편, 일본 1300여편, 중국 130여편, 프랑스 120여편, 영국 100여편으로 주요 5개국이 100편 이상을 발표하고 있다. 우리나라는 12위권 수준이다.
- 그림 2.2.4은 해양과학 수준이 높은 국가가 Argo자료의 존재를 잘 인식하고 있으며 학술적 활용도도 높은 것을 보여주고 있다.
- 최신의 뜰개의 기술 동향은 자료송수신 통신방법을 양방향 방식으로 채택하고 있다는 점이다. 지금 전지구 대양에 작동하는 뜰개의 25%가 양방향 방식이다. 이는 1년전의 17% 보다 8% 증가한 셈인데, 지난 1년동안 새로 투하된 뜰개의 60%가 양방향 방식이었던 효과이다. 우리의 경우, 기획연구를 통해 다음단계 아고연구가 착수되면 양방향 송수신 방식을 채택할 예정이다.
- 양방향 통신을 통해 신시간이 상당히 축소됨에  따라 해수면 체류시간이 짧아져 뜰개체류수심에서의 궤적의 정확도를 높여 줄 뿐 아니라, bio-fouling 의 문제가 대폭 감소되어 결과적으로 Argo 자료의 질이 향상될 것으로 판단한다.
- 위성통신의 새로운 기술 환경이 예상됨에 따라 이에 상응하는 뜰개 활용 연구 방향이 확장될 것으로 예상된다. 특정해역에 대한 더욱 조밀한 분포로 연구 방향을 설정하게 될 것이다. 뜰개 활용 연구가 미흡했던 분야인 고위도 해역, 지역해, 심해 해역으로 연구 확장, 다양한 센서를 장착하여 복합적 해양환경 정보를 획득하는 노력이 기대된다. 또한 프로파일 자체가 더욱 세밀하게 이루어져 선박에 의한 CTD 관측과 대등한 수준의 프로파일을 획득하게 될 전망이다.

## 2. 생지화학 아고 (Bio-Argo) 동향

- 일반아고에 더하여 유럽과 미국에서는 바이오 아고를 활용한 연구 프로그램이 최근 수년간 활발히 진행되고 있다.
- 현재 아르고 플로트에 장착하기 위해 개발된 생지화학 센서(그림 2.2.2.1참조)는 POC (Particulate Organic Carbon)을 측정하는 Radiometer, 바다투명도를 측정하는 Transmissiometer, 염록소의 양 혹은 물속에 녹아있는 유기물의 양을 측정하는 fluorometer, 물속에 녹아있는 산소의 양을 측정하는 Oxygen sensor, 산성도를 측정하는 pH sensor, 질소의 양을 측정하는 Nitrate sensor 등이 개발되어 이미 운용되고 있다. 특히 미국 워싱턴 대학에서는 생지화학 센서를 탑재한 300여기의 아르고 플로트를 남반구 해역에 투하하기 위한 프로젝트 제안서를 제출한 상태이다.
- 좀더 상세한 바이오 아고에 관한 기술은 기발간된 기획보고서에 기술되어 있다.

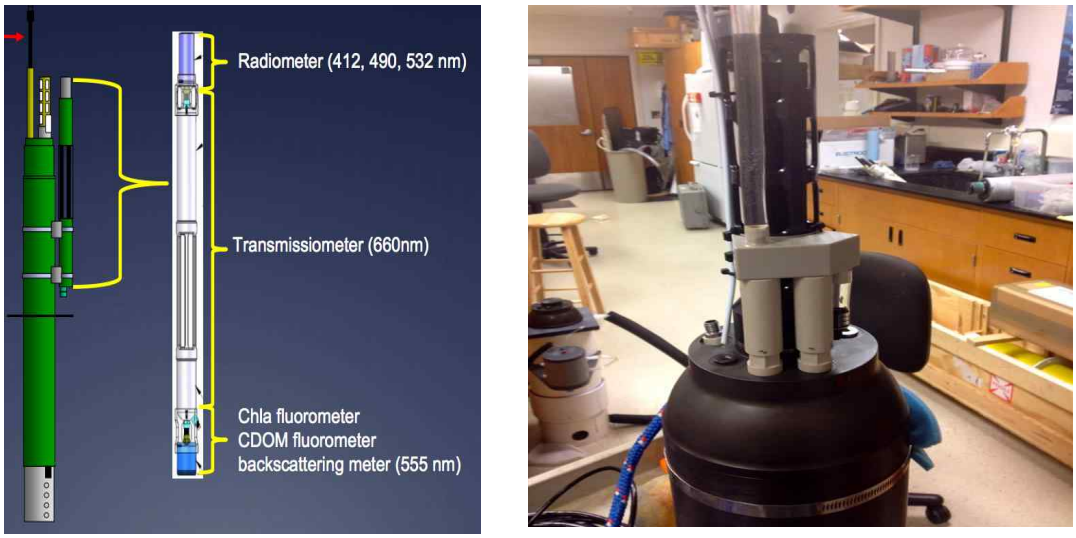



그림 2.2.2.1 왼쪽은 광학 센서를 탑재한 아고 플로트의 개념도, 오른쪽은 워싱턴 대학에서 개발한 pH sensor를 탑재한 아고 플로트.

- 글라이더는 플로트에 비해 복잡한 내부 구조 및 작동 알고리즘을 갖고 있으며, 회수하여 재사용이 가능한 무인 관측기이다. 아고플로트와 마찬가지로 글라이더에 생지화학 센서가 부착(Biogeochemical sensor equipped Glider )되고 있다.
- 현 해양 글라이더에 창작되는 생지화학 센서들은 대부분 아르고 플로트에 탑재되기 위해 개발된 것들을 활용하며, 글라이더에 새로운 센서를 탑재할 때는 여러 번의 반복 실험을 통해서 자료가 안정적으로 얻어지고 글라이더 운용에 문제가 없음을 확인하는 과정이 필수적이다. 그림 2.2.2.2은 현재 미국 Webb사에서 개발되고 있는 생지화학 센서 장착 글라이더의 예이다.

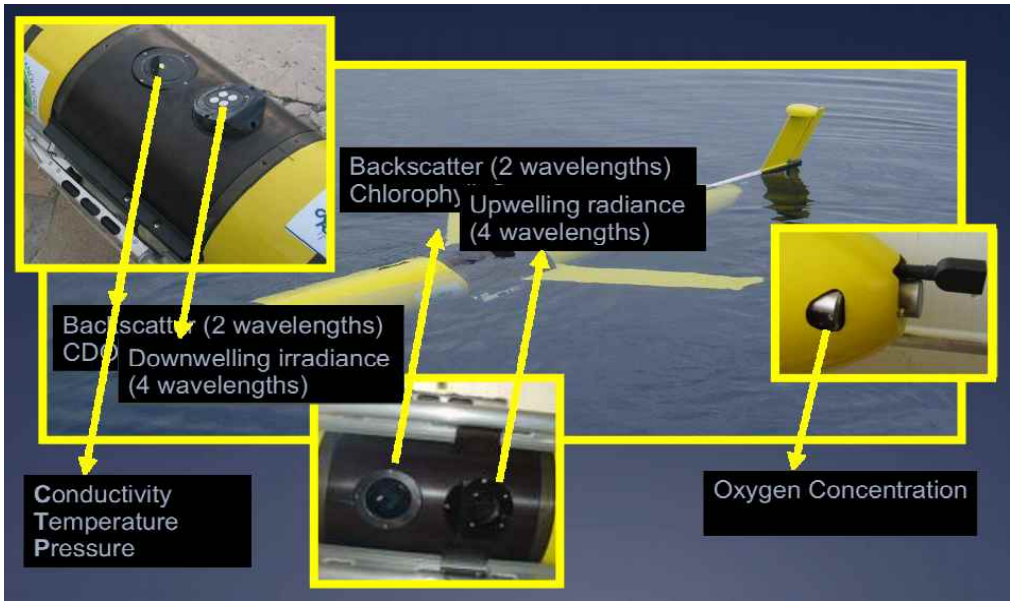



그림 2.2.2.2 Webb 사의 Slocum 글라이더에 장착하여 실험 중인 생지화학 센서.

# 제3장 연구결과

## 제1절 서 론

### 1. 아고 유지관리

**가. 동해 운영 아고부이 자료**

- 지난 3년간 아고사업의 주요 목적은 현재 동해에서 산출되는 해양고기원 투하아고로부터 송신되어 오는 자료의 감시, 위성으로부터 수신하는 자료 처리후 전세계 자료센터 (GDAC)와 국가자료센터 (KORDI_DAC)에 실시간 자료를 송신하는 것이다. 이과정은 선진 연구기관에서 개발한 최신 표준의 Argo_RT 프로그램을 도입 국내시스템에 맞게 설치, 운용하는 것을 포함하고 있다. 본 연구결과에는 연구기간 동안 수행한 관련 도입 설치과정을 2절에 기술한다.

**다. 국제협력 성과**

- 연차별로 다양한 아고관련 국제회의에 참가하여 아고담당 2대 국가기관의 하나로서의 책무를 수행하였다. ADMT 등에 참가하여 획득한 동향과 새롭게 제기되는 자료관리에 대한 사항을 파악하여 자료품질 유지에 참고하여 왔으며, 2절에 함께 기술한다.

### 2. 아고자료 활용 연구

**가. 동해 일본 분지 중층 순환**

- 지난 10여년간의 동해 북부 일본분지에서 나타나는 순환특성에 대해 Argo track 자료를 분석하여 얻어진 새로운 연구성과를 3절에 기술한다.
- 2001년이후 회득한 자료로부터 얻어진 결과와 동해에서 미국,일본,러시아 연구진이 협력하여 수행한 공동연구에서 투하된 유사 아고플로트 자료로부터도 비슷한 경향을 나타나는 것으로 분석되었다.

**나. 동해 혼합층 연구**

- 아고로부터 얻어진 수온,염분 프로파일 트성을 고찰하여 기본적인 혼합층 특성을 3절에 함께 제시한다.

**다. 동해 장기 해수면 변화 연구**

- 아고자료와 국립환경과학기술원이 관측하는 자료를 KODC와 일본내 관측자료를

공개하는 JODC 등으로부터 자료를 수집하여 동해에서 시계열자료 구성 가능성을 검토하고, 이에 기반하여 동해 장기해수면 상승요인 등에 관하여 기초연구를 실시하였다. 이 응용 연구 결과는 3절에 기술한다.

## 3. 아고연구 활성화 기획 연구

- 국내외 연구자들이 협력하여 아고연구 활성화를 위한 기획연구를 실시하여 왔다. 이와 관련하여 기획과제가 함께 수행되었으며, 기획보고서가 발간되었다. 본 보고서에는 기획연구의 대략적인 방향에 대해서만 기술한다.

- 기획연구는 대상해역을 동해, 남극해, 저위도 북서태평양 등을 대상해역으로 아고투하 및 관련 연구를 세부프로그램으로 구성하였다. 아울러 바이오센서 국내제작 등을 포함한 관측기기 저변확대와 아고자료를 이용한 수치모델링 연구 등도 기획연구에 포함하여 아고연구의 저변을 확대하고자 하였다. 관련내용은 4절에 기술한다.

# 제2절 ARGO 유지 관리

## 1. KIOST ARGO 투하 통계

- 현재 한국해양연구원과 기상청에서 투하한 후 활성중이거나 수명을 다한 모든 아고의 생존 활동수명(월) 아래 그림 3.2.1.1(좌측)과 같으며 매년 투하 부이 개수는 아래 그림 3.2.1.1(우측)과 같다. 2009년 이후는 추가투하가 없으므로 3년 이하 수명인 경우는 비정상적으로 단명한 경우라고 보겠다. KIOST 투하 플로트중 가장 장기로 생존한 기기는 약 10년 이상이다. 현재 4기가 10년 정도의 활성중에 있다. 동해/남극해에 투하된 전체 아고플로트의 평균 활성개월 수의 중앙값은 대략 48-60개월 정도이다. 가장 빈도수가 높은 생존률은 4-5년이며, 현재 활성중인 기기를 판단하면 평균 생존률은 이보다 높을 것으로 예상된다.

- 현재 동해 아고자료를 활용한 연구는 동해 중층수의 해류패턴, 해수면 상승, 중층수 저염기원 연구 등에 활용되어 왔으며, 장기자료가 축적됨에 따라 그 활용도는 높아질 것으로 예상된다.

- 2000m 수심에 투하한 아고의 수명은 대략 5년으로 알려져 있으며, 실제 아래 그림 3.2.1.2에서 보이는 바와 같이, 한국해양과학기술원과 기상청에서 투하한 남극해에 투하된 수명의 중앙값은 4-5년으로 전반적인 예상과 부합한다. KIOST에서는 2005년에 남극해에 13대의 아고플로트를 가장 많이 투하하였다.

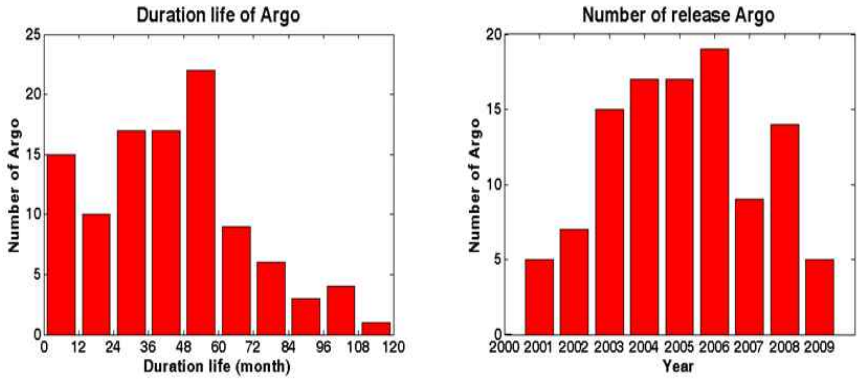



그림 3.2.1.1 한국해양과기원에서 투하한 동해/남극 아고 수명(좌) 및 투하 개수(우). 현재 활성중인 아고를 추가 통계적으로 반영하면 3년 이상 활성중인 아고의 평균수명은 이보다 높을 것이다.

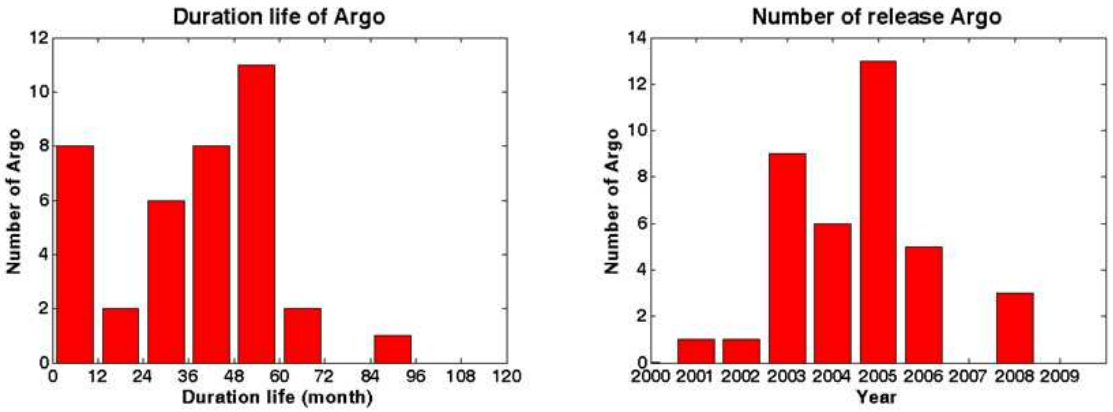



그림 3.2.1.2 한국해양과기원에서 투하한 남극 아고 수명(좌) 및 투하 개수(우). 수명이 84-96개월까지 생존한 플로트도 1대로 예외적으로 길게 생존하였다. 2005년에 가장 많은 플로트를 투하하였다.

## 2. ARGO자료 관리 및 처리 : CSIRO 프로그램 운용 정착

- Argo 자료 처리(신개념) : 호주 CSIRO에서 개발한 신개념 실시간 자료처리기술 ArgoRT를 우리 시스템으로 이전하여 약 1년간 운영을 통해 성공적으로 정착함을 확인하였다. 아울러 DAC으로 자료제공 역할에 있어 최신의 수준과 상태를 유지하게 되었다 (상세한 기술내용 부록A 참조).

- 이를 통해 실시간 자료처리와 KORDI_DAC 운용을 하고 있으며, 그림 3.2.2.1은 자료처리 연계도를 나타낸 것이다. 현재 전세계적으로 운용중인 자료센터는 미국과 프랑스에서 운용하는 2곳의 GDAC과 11곳의 DAC에서 운용중이다.

- 그림 3.2.2.2는 KIOST의 Argo자료 실시간 처리과정 모니터링 페이지를 보여주고 있다. 부분적으로 KORDI의 명칭을 사용하는 이유는 지금도 활성화 상태에 있는 뜰개의 자료를 초기부터 연속적으로 일관상있게 사용되도록 하기 위한 것이다.

- 그림 3.2.2.3는 2013년 11월 1일 현재의 모니터링 페이지를 나타낸 그림이다. 가장 최근 처리 자료가 10월 31일 자료임을 알 수 있다. 2013년 10월 31일 현재 KIOST가 동해에 투하한 75 대 중에서 15 대의 플로트가 활성중이다.

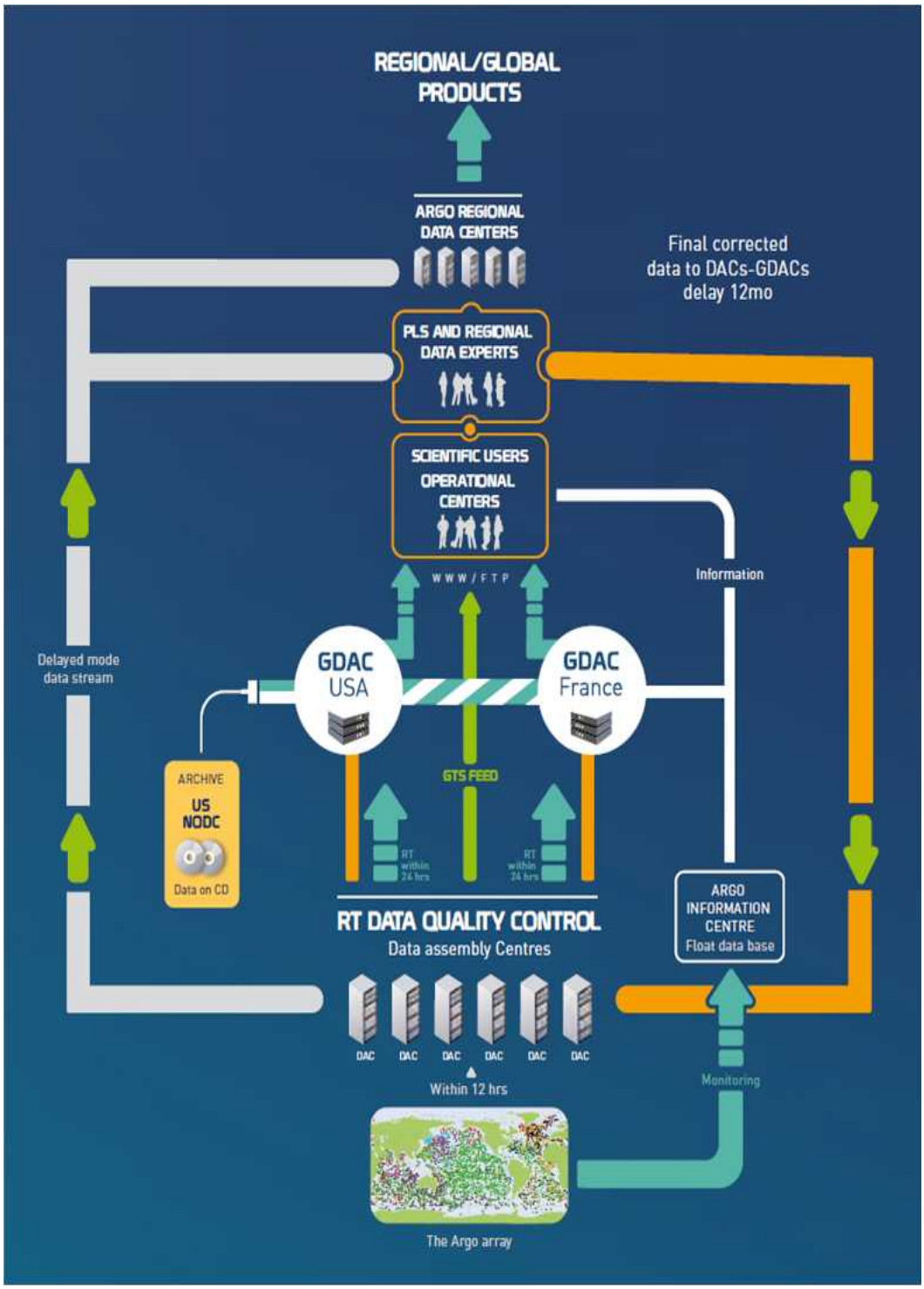



그림 3.2.2.1 Argo자료처리의 흐름을 보여주는데, 2곳의 GDAC(전세계자료센터)과 11곳의 DAC(지역자료센터)으로 구성되어 과학자나 운용기관에서 사용할 자료를 생산하여 제공하고 있다.

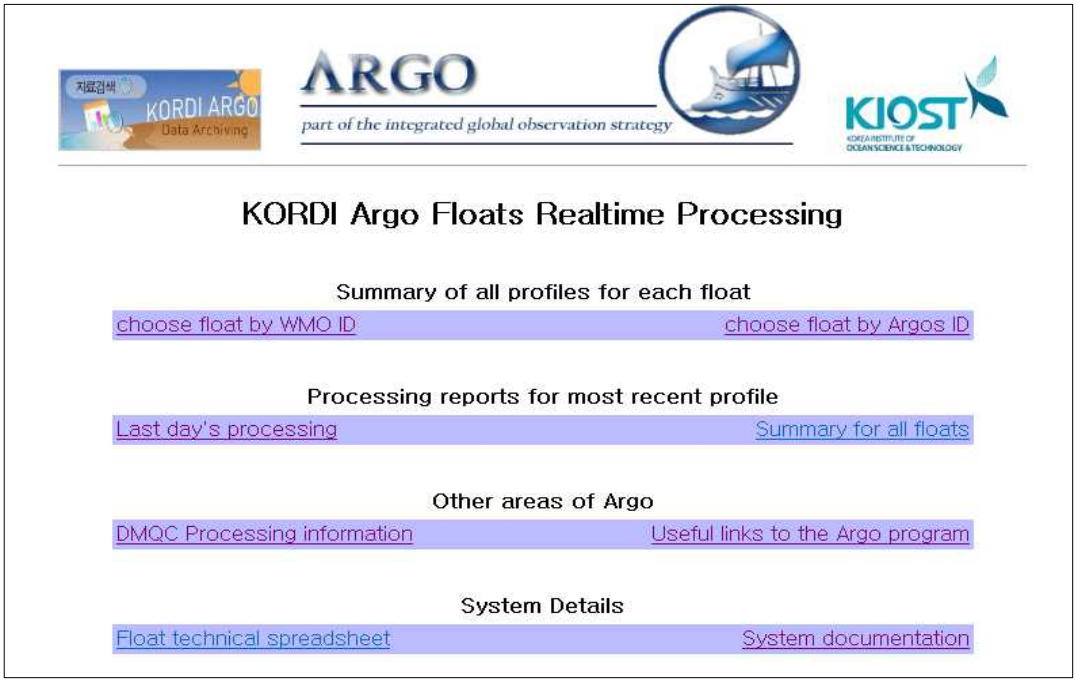



그림 3.2.2.2 KIOST의 Argo자료 실시간 처리과정 모니터링 페이지: 부분적으로 KORDI의 명칭은 투하한 시점 기준으로 연속성 있게 뜰개자료의 명칭을 사용하기 때문이다. 지금도 활성화 상태에 있는 뜰개의 자료를 초기부터 연속적으로 유효하게 사용하고 있다.

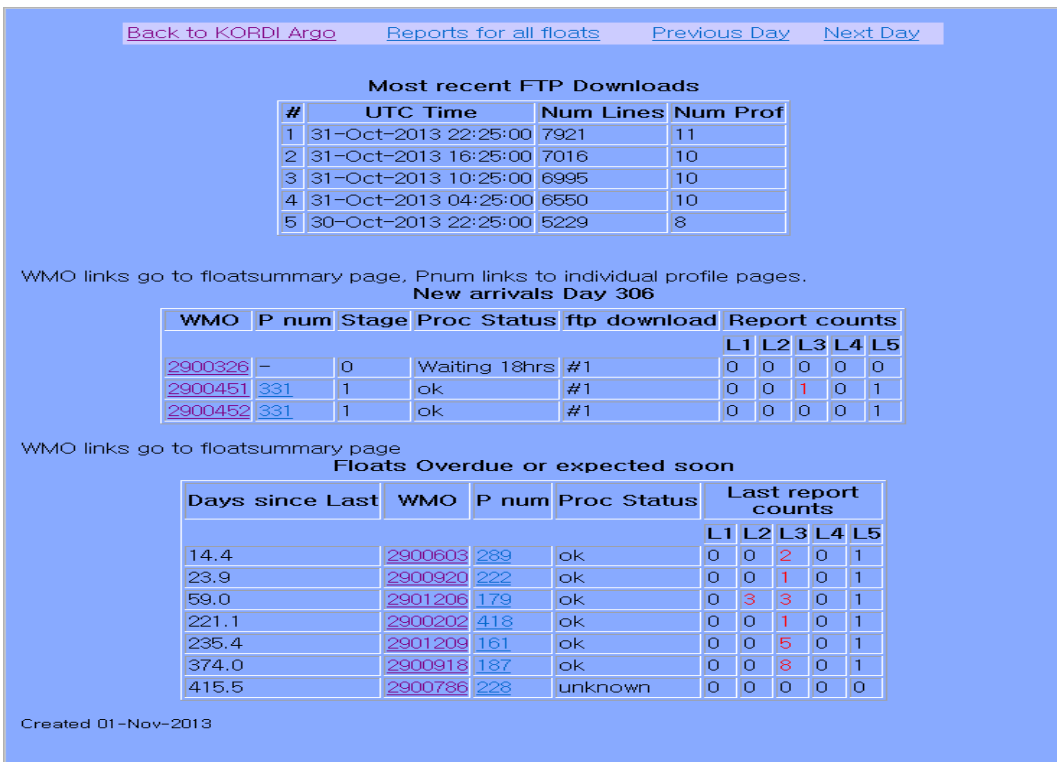



그림 3.2.2.3 Argo자료 처리과정의 당일(2013년 11월 1일) 모니터링 페이지.

- 그림 3.2.2.3에서 WMO_id # 29001212 (Argos_id 28188)를 선택하여 모니터링하고 있는 구체적 사례를 그림으로 확인할 수 있다.

- 그림 3.2.2.3에 2013년 10월 31일에 관측된 가장 최신의 프로파일이 처리되어 있음을 확인하였다.

- 실시간 모드와 함께 6개월내에 다양한 자료처리와 에러수정을 통해 지연모드(Delayed mode)를 업로드해야 하며 현재 국립수산과학원에서 공식적으로 관련 업무를 담당하고 있다. 참고로 지연모드의 Data quality control (DMQC) 과정은 아래의 복잡한 단계를 거친다.

- **DMQC 25단계 적용 matlab s/w 준비완료**

1. Get source files (R*.nc)
2. Check "R" files in 1gilson_first directory for pressure problems and flag as appropriate.
3. Check plots of the raw data.
4. Plot the location of the argo float.
5. General float information and plots.
6. Generate the float html file.
7. Do the first pass of Gilson and check QC.
8. Run gilson1ed.m script
9. Surface pressure correction
10. Make thermal lag correction
11. Check plots for thermal lag
12. Produce the plots used to assess salinity drift
13. Assessing salinity drift
14. Edit the scientific calibration comments that go into the netcdf file
15. Run float through OW (if required)
16. apply_ow
17. Change error values or QC values *(Use only if required)*
18. Run float through final Gilson checks
19. Quick check of the data before you proceed plot_dmqc_flags(wmoid)
20. Run the script qc_adj_to_raw.m (Use only if required)
21. Update float with records stored in the edit_dm_db database
22. Prepare final files for submission to GDAC
23. Complete the check plot
24. Complete the range checking script
25. Submitting files to the GDAC

## 3. 동해에서 운용 중인 ARGO 부이

- 현재 한국해양과학기술원에서 투하한 부이 중 2013년 12월 기준 동해에서 활성 중인 16개의 부이의 현재 위치를 그림 3.2.3.1a에 나타내었다. 16개 부이의 전체 트랙은 그림 3.2.3.1b에 나타내었으며, 이 중 10년 이상 관측이 지속되고 있는 부이는 총 5개로 그림 3.2.3.2에 각 부이의 트랙과 수온 수직 분포를 나타내었다.

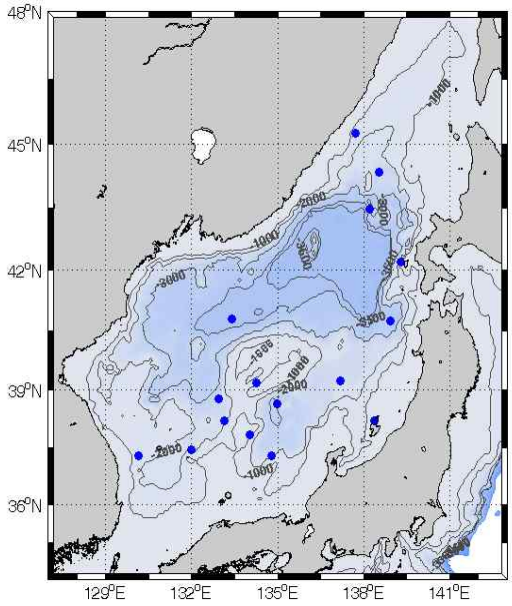



그림 3.2.3.1a 2013년 12월 기준 운용 중인 ARGO 부이 위치이며 개수는 16개 이다.

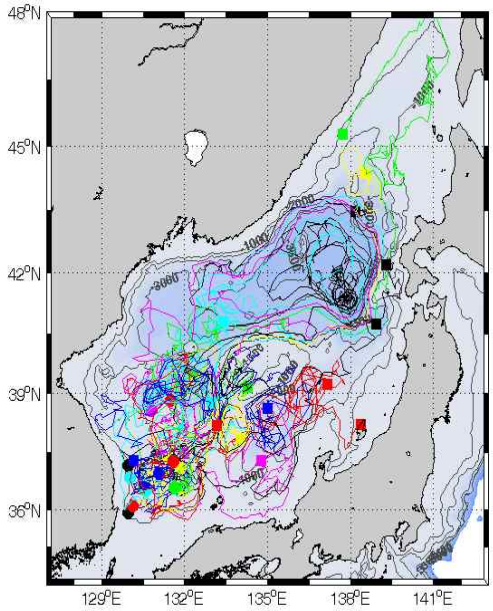



그림 3.2.3.1b 2013년 12월 기준 운용 중인 ARGO 부이의 이동 트랙을 나타낸다.

- 부이 2900205는 일본분지 남서측 수로를 통해 일본분지로 유입되어 다양한 gyre 특성을 보이는 자료를 나타낸다. 연직수온 특성이 울릉분지를 거쳐 일본분지에 이름에 따라 매우 복잡한 분포특성을 보임을 알 수 있다.

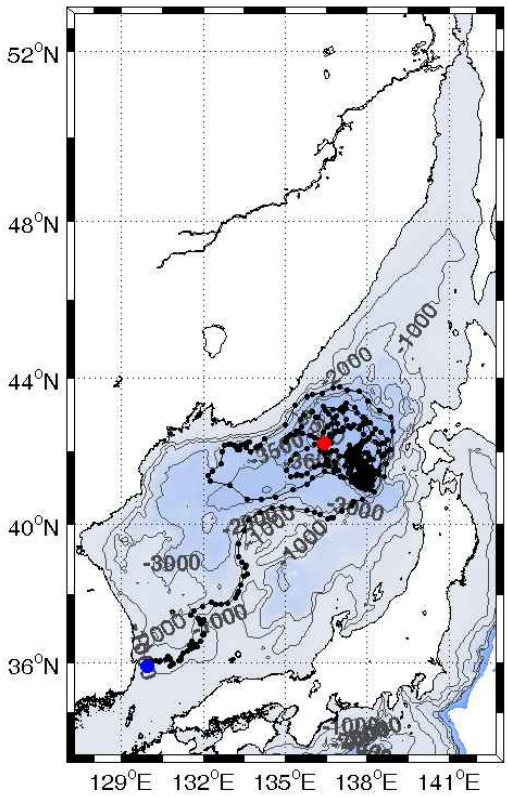
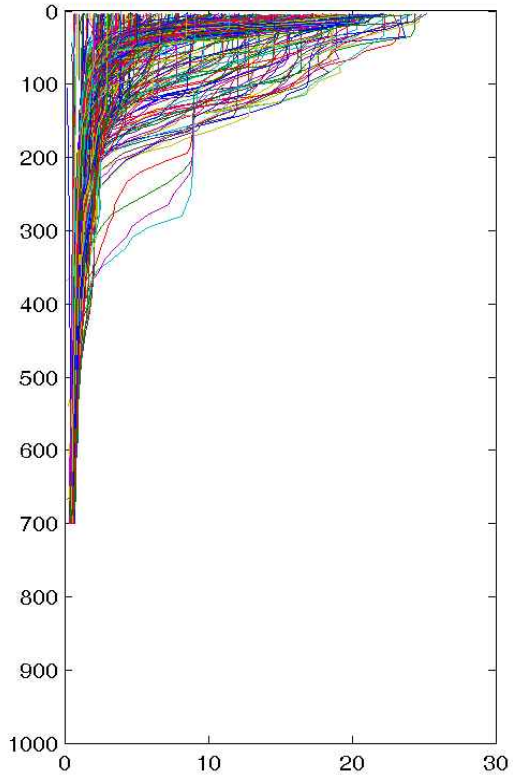
- 부이 2900209는 울릉분지에서 동한난류를 따르지 않고 야마토 수로를 거쳐 야미토분지에에 이른 특성을 보인다. 부이 205와는 209는 야마토 수로를 택하느냐 야마토 rise를 택하느냐에 따라 진로가 크게 달라짐을 알 수 있다.

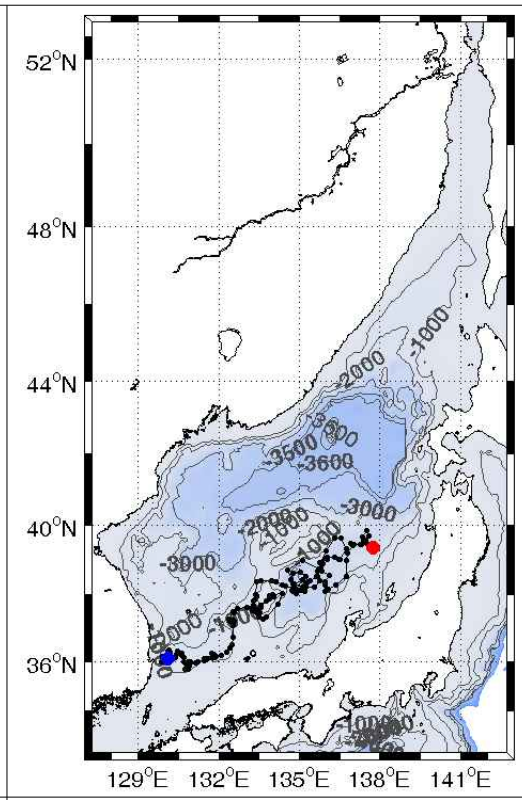
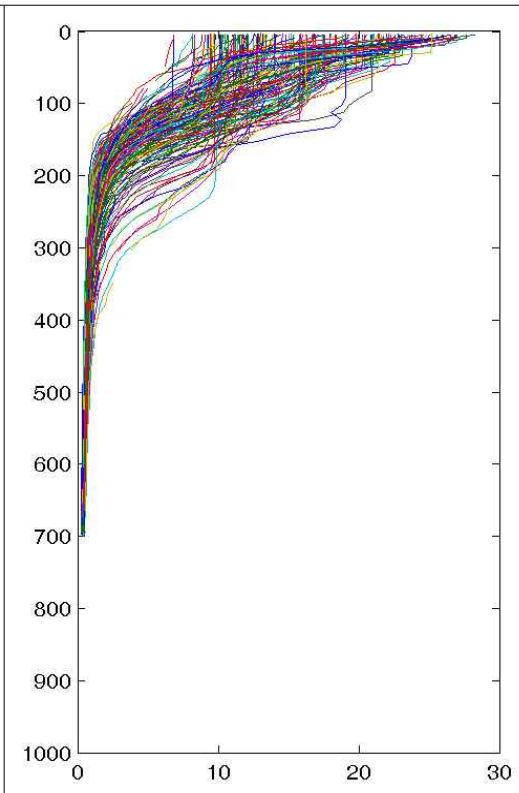
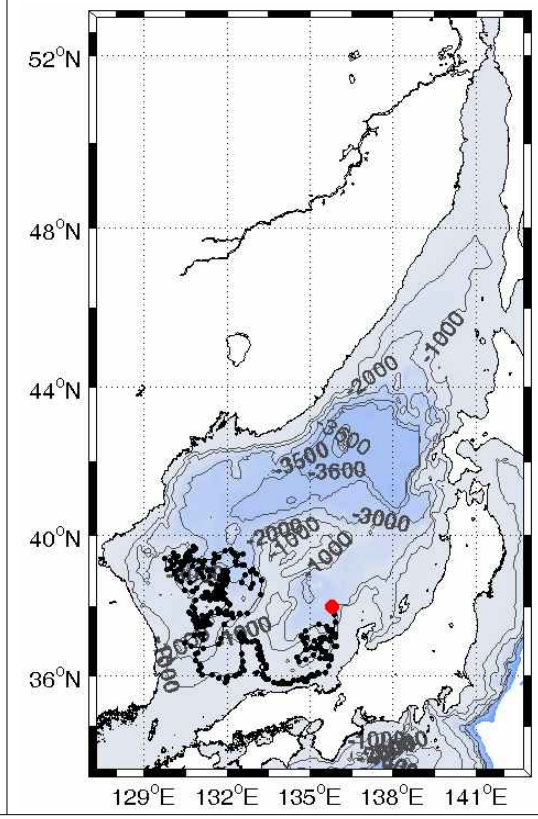
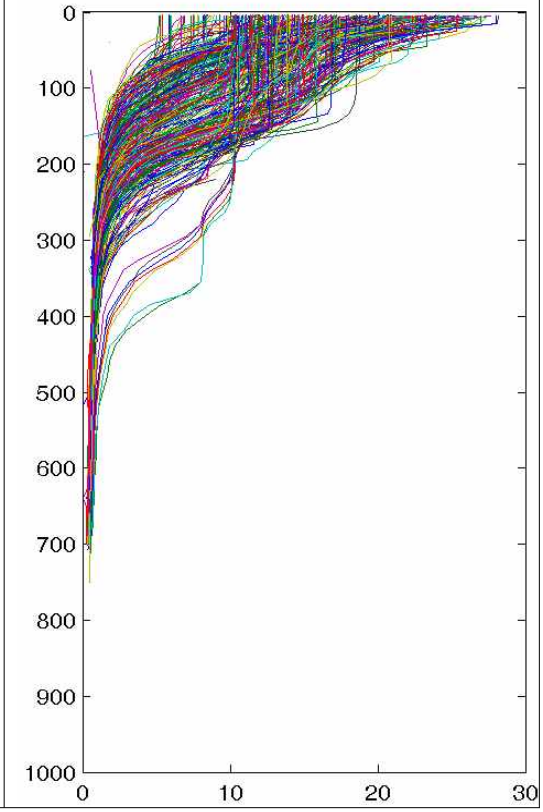
- 2900326은 일본분지 남서측으로 진입했음에도 불구하고 다시 남하하는 흐름을 따라 남향하여 울릉분지에 재진입후 야타토 분지로 진입하는 특성을 보인다.

- 2900451은 일본분지 남서측을 통해 일본분지내로 진입한 후, 일본분지 남측을

통해 북향한후, 분지순환을 벗어나 북위 48도에 이르는 경로특성을 보인다.

- 2900452는 일본분지 남서측수로를 통해 진입한 후, 전형적인 일본분지내 순환 패턴을 보인다. 수온분포중 특이한 점은 약 200m 수심까지 균질한 특성(혼합층)을 보이는 시기가 있다는 점이다. 이는 2006년 1, 2월 야마토 수로 자료이다.

| 번호 | 부이 이동 트랙 | 수직 수온 분포 |
|---|---|---|
| 2900205 |  |  |

| | | |
|---|---|---|
| 2<br>9<br>0<br>0<br>2<br>0<br>9 |  |  |
| 2<br>9<br>0<br>0<br>3<br>2<br>6 |  |  |

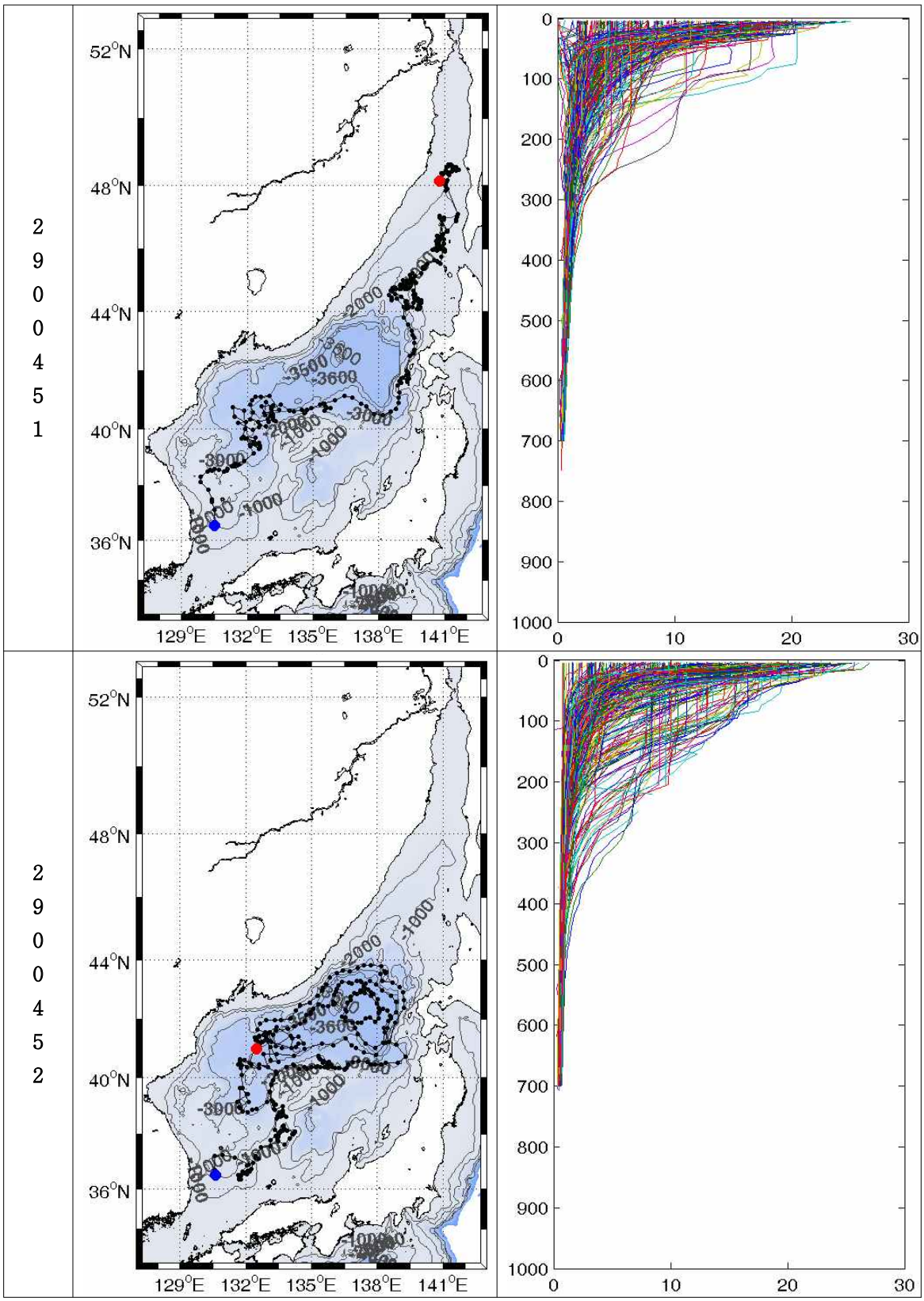



그림 3.2.3.2 2013년 12월 기준 현재 운용 중인 부이 중 10년 이상 장기 관측을 수행하고 있는 부이들의 트랙과 수직 수온 분포를 나타낸다.

## 4. 국제 협력 회의 참석

- 「국제 argo (Array for Real-time Geostrophic Circulation) 프로그램」은 IOC (국가간해양학위원회)와 WMO(세계기상기구)에서 승인된 사업으로 전세계적으로 많은 관심을 받으며 2001년에 착수하게 되었다. 그리하여 초기부터 체계적으로 이루어진 국제협력은 운영위원회(AST: Argo Steering Team, 2003년까지는 Argo Science Team 이었음)와 자료관리위원회(ADMT: Argo Data Management Team)로 역할을 분담하였다. 운영위원회는 각국의 책임자급으로 구성되어 전세계 대양의 목표치 3천대의 argo 뜰개를 달성하기 위한 프로그램 기획과 국제 공동수준의 기술력 확보, 그리고 진도 점검 등에 집중하였다. 자료관리위원회는 관측 24시간이내 자료 제공을 목표로 자료처리의 표준화, 자료의 질의 동질성 유지를 담당하였다. 운영위원회는 연구책임자를 비롯하여 해양학자로 구성되어 있으며, 자료관리위원회는 전산업무, DB 전문가, 그리고 기상 및 해양학자가 참여하였다.

- 본 연구사업 단계 수행기간 중에 AST, ADMT 각 3번씩의 국제협력회의가 다음과 같이 개최되었으며, 2012년도 제13차 AST 회의를 제외하고 모두 참석하였다.

### 가. 제12차 IAST 국제협력 회의 (2011년 3월 15~17일 / 아르헨티나 부에노스아이레스)

- 3월 15~17일 IAST-12 (국제 Argo 운영위원회) 참석

1) Welcome (9 am March 15)
2) Local arrangements (Troisi)
3) Objectives of the meeting/adoption of the agenda
4) Status of action items from AST-11 (Scanderbeg)
5) Implementation issues
5.1 Status of Argo (Belbech)
5.2 Sustaining and evolving Argo: Following up the OceanObs'09 consensus. (Lindstrom)
5.3 EuroArgo update (LeTraon)
5.4 New Brazil plans (Polito, Sato)
5.5 Update commitments table (Scanderbeg)
5.6 Float deployment opportunities (Belbech)
5.7 Discussion on beached floats (Hosoda)
5.8 Forum for the future of Japan Argo (Suga)
5.9 Bio-Argo update (Claustre)
5.10 AIC and JCOMM Observing Program Support Centre (Freeland, Belbech)

5.11 Discussion items from National Reports?
6) Data Management related issues
6.1 Feedback from ADMT-10 (Ignaszewski/Pouliquen)
6.2 Impact of pressure errors on the Argo dataset (Wijffels)
6.3 Status of trajectory data (B. King/Ollitrault)
6.4 Transition to new ARGOS location method (Belbech)
6.5 CCHDO and NODC activity (S. Diggs, T. Boyer)
7) Science talks:
7.1 M. Ravichandran "Recent sea level trend in the Indian Ocean revealed from Argo, Altimetry and GRACE"
7.2 Phil Sutton "Decadal Steric and Sea Surface Height Changes in the Southern Hemisphere"
7.3 Martin Saraceno "Argo and satellite observations of the anticyclonic circulation around the Zapiola Rise in the South Atlantic"
8) Technical issues
8.1 Float technology progress (Riser, Thierry, Suga, Roemmich)
8.2 Status of oxygen measurement and QC (Riser, Thierry/Gilbert/Kobayashi)
8.3 Thermally-powered floats and gliders (Chao)
8.4 Update on near-surface temperature (Turton)
8.5 Argo floats in the ice-zone (Wijffels)
9) Demonstrating Argo's value/evolving for Argo's future
9.1 Upcoming science meetings: IUGG, WCRP, OSTST
9.2 Argo bibliography (Scanderbeg)
9.3 Google Ocean (Diggs/Belbeoch)
9.4 Argonautics Newsletter (Scanderbeg)
9.5 Argo outreach activities - (J. Hermes), (Scanderbeg on Atlas progress)
9.6 1-page document on sustaining Argo (Roemmich)
10) Future meetings
10.1 ADMT-12
10.2 AST-13
11) AST Membership - proposal for "shared" memberships
12) Other business

- 2011년에 전세계적으로 1049대 뜰개를 투하할 계획이 예상된다. 미국이 450대 이상으로 예상되며, 일본은 JAMSTEC이 100대, JMA가 27대로 합계 127대를 계획하고 있다. 우리나는 기상연구소가 14대를 계획하고 있다고 보고하였다. 우리나라의 향후 계획에 대해 국제적으로 많은 관심을 표명하였으며, 우리나라를 대표하는 입장에서 기상연구소와 한국해양연구원이 합력하여 연간 30대 수준으로 복원될 수 있도록 노력하겠다고 보고하였다. 이러한 배경에는 기상연구소에서는 한국해양연구원에서 더 이상 뜰개 투하에 기여할 계획이 없다면 자체적으로 30대를 목표로 최대한 확대할 의지를 보였기 표명하였기 때문이다. 2010년에는 1122대 뜰개를 투하할 계획이 예상되었으나 실제로는 699대만이 투하되었기 때문에 그 원인을 분석하여 보고하였다. 여기에는 회계연도의 차이에 따라 일시적

으로 생긴 수치상의 문제인 것으로 이해된다. 그런 의미에서 2011년에는 다른 해보다 좀더 많은 투하 실적을 예상하게 된다. 전반적으로 연간 750대의 투하를 지속하면 전지구해양에 3000대의 뜰개가 유지되는 상태이다.

- 차기 ADMT(ARGO자료관리팀) 회의가 기상연구소에서 유치하여 우리나라에서 개최될 예정이다. 개최일정에 대해 협의가 있었는 바, 통상적으로 10월에 개최되었지만 금년에는 10월에 ARGO도 관련되는 국제학술행사가 연이어 개최되는 관계로 9월이나 11월로 의견을 나누었으며 장소는 서울에서 갖도록 하였다. 이후 진행된 협의에 의하면 2011년 11월 14~18일로 확정되었다.

## 나. 제12차 ADMT 국제협력 회의 (2011년 11월 16~18일 / 서울)

• 11월 16~18일: ADMT-12 (Argo 자료관리 국제협력 회의) 참석

- Welcome address
- Feedback from 12th AST meeting
- Feedback from Oxygen Workshop
- Status of Argo Program and link with Users
- Real Time Data Management
- Pressure Correction
- ARCs: provide an information on what done and what is planned
- GDAC Services
- Trajectory from Argo data
- Format issues
- Delayed mode data management
- Progress on Argo Reference data base
- GADR Status of the Archiving centre
- Other topics
- Location of 13th ADMT at Hyderbad in India

## 다. 제13차 IAST 국제협력 회의 (2012년 3월 20~22일 프랑스 파리)

• 3월 20~22일 IAST-13 (국제 Argo 운영위원회) 불참

## 라. 제13차 ADMT 국제협력 회의 (2012년 11월 12~16일 / 인도 하이데라바드)

• 11월 12~13일: Bio-Argo 워크숍 참석

• 11월 14~16일: ADMT-13 (Argo 자료관리 국제협력 회의) 참석

Bio-Argo 워크숍 (11월 12~13일)

- General objectives of this meeting
- Argo Data managment: history and objectives
- What has been achieved for Argo-O2?
- The nature of bio-optical measurements : Common an uncommon traits with T and S data management

- Sensors calibration and intercalibration
- Discussions
- Chlorophyll-a: Fabrizio d'Ortenzio
- Backscattering: Emmanuel Boss
- NO3: Ken Johnson
- Aditional measurements: CDOM, transmissiometry, radiometry: Hervé Claustre
- Review of actions to be undertaken: Catherine Schmechtig

ADMT-13 (11월 14~16일)
- Welcome address by Dr SSC Shenoi, Director of INCOIS, MoESS
- Feedback from 13th AST meeting
- Real Time Data Management
- Status of Argo Program and link with Users
- Pressure Correction
- Feedback on BIO-Argo Workshop
- Progress on Argo Reference data base
- GDAC Services
- Format issues
- Trajectory from Argo data
- ARCs: provide an information on what done and what is planned
- Delayed mode data management
- GADR Status of the Archiving centre
- Summary of the 13th ADMT actions
- Location of 14th ADMT at Liverpool in UK

## 마. 제14차 IAST 국제협력 회의 (2013년 3월 18~21일 / 뉴질랜드 웰링턴)

• 3월 18~21일 IAST-14 (국제 Argo 운영위원회) 참석

1) Welcome (Rob Murdoch, NIWA)
2) Local arrangements (Sutton)
3) Objectives of the meeting/adoption of the agenda
4) Status of action items from AST-13 (Scanderbeg/Gilson)
5) Implementation issues
5.1 AIC Report on Status of Argo (Belbeoch)
5.2 Update commitments table (Scanderbeg/Gilson)
5.3 Float deployment opportunities (Belbeoch)
5.4 Follow-up to ASW-4 Roundtable. Is it time to change the Argo design?
5.5 Bio-Argo/Biogeochemical Argo (Claustre)
5.6 AIC Funding (Freeland)
5.7 JCOMM Observing Program Support Centre (Belbeoch)
5.8 Argo India (Ravichandran)
5.9 Argo China (Xu)
5.10 Discussion items from National Reports?
6) Data Management related issues

6.1 Feedback from ADMT-13 (Thresher/Pouliquen)
6.2 Trajectory data, status and pathway forward (Scanderbeg/Thresher)
6.3 CCHDO/NODC activity/reference data (Diggs)
6.4 Status of the U.S. GDAC (Piotrowicz)
7) Regional science, education and outreach
7.1 Science presentation: 'Assessing mean dynamic topography in two boundary currents from in situ and satellite data' by M. Bowen, Auckland University
7.2 Science presentation: 'Aspects of the water masses and circulation in the southwest Pacific from Argo data' by K. Ridgway, CSIRO
7.3 Bluelink/Decadal Modes(O'Kane, Wijffels)
7.3 The SEREAD project (J. Hall)
7.4 Pacific Island GOOS and Argo (P. Wiles)
7.5 Engaging students' interest and enthusiasm for Argo (C. Briesman)
7.6 'South African deployment opportunities and feed-back on Argo related research and educational initiatives' (T. Morris)
7.7 "Mon ocean et moi" web site (Claustre)
7.8 AST recognizes deployment of 1140 Argo floats by RV Kaharoa (Sutton, Roemmich)
8) Technical issues
8.1 Float technology progress (several presenters)
8.2 Salinity drift in Argo floats (D. Murphy/presented by B. Owens)
8.3 Progress on a CTD for Deep Argo (D. Murphy, presented by B. Owens)
8.4 SeaBird warranty announcement
8.5 Deep Argo floats progress (Roemmich, Suga, Thierry, Riser)
8.6 Status of ARGOS constellation (Y. Bernard, presented by M. Belbeoch)
8.7 Standardized sampling for Iridium Argo floats; Bin-averaging/spot sampling (Gilson)
9) Demonstrating Argo's value
9.1 Argo's First Million Profiles follow-up
9.2 Argo bibliography (Scanderbeg/Gilson)
9.3 Google Ocean (Diggs/Belbeoch)
9.4 Argonautics Newsletter (Scanderbeg/Gilson)
9.5 Upcoming science conferences and workshops
9.6 Argo "sidebar" in BAMS State of the Climate in 2012
9.7 Argo (review of major findings) in Nature Climate Change ?
9.8 Other Argo outreach activities .
10) Future meetings
10.1 ADMT-14 .Liverpool, UK
10.2 AST-15
Should the AST policy of excluding commercial representation be modified? (for purposes of technical reporting or for 1-day open sessions)
10.3 DMQC-5

11) AST Membership
12) Other business

- 2013년에 전세계적으로 1000대 뜰개를 투하할 계획이 예상된다. 미국이 450대 이상으로 예상되며, 유럽 국가들의 참여가 늘어나고 있다. 일본은 JAMSTEC이 100대를 계획하고 있다. 우리나라는 기상연구소가 16대를 계획하고 있다고 보고하였다.

- 위성통신의 새로운 기술 환경이 예상됨에 따라 이에 상응하는 뜰개 장비의 진보에 다각적인 토의가 있었다. 무엇보다 선박에 의한 CTD 관측과 대등한 수준의 프로파일을 획득하게 될 전망이다. 지금까지 뜰개에 의한 관측은 50~100 레벨의 CTD 관측만 가능하였으나 향후 2미터 간격으로 관측할 것을 권장하고 있다. 그만큼 많은 자료를 전송할 수 있음으로 해서 선박에 의한 CTD 관측과 대등한 수준의 프로파일을 획득하게 될 전망이다. core-Argo의 기본적인 관측 범위는 북남위 60도 사이의 대양을 대상으로 하지만, 여러 연구자들의 관심이 지역해에 집중되면서 지역해의 관측 사양에 대해 논의가 있었다. 지역해는 2배의 투하 밀도를 유지하도록 권장하며, 경우에 따라서는 관측주기를 5일로 단축하는 것도 가능하다. 적도해역이나 서안경계류 해역 등에서도 역시 2배의 투하 밀도를 유지하도록 하며 관측주기를 7일로 단축하는 것도 고려해 볼 만 하다.

- Deep-Argo 계획을 준비하는 장비 개발에 대한 보고가 있었다. 실제로 3500~4000미터 대수심을 견딜 수 있는 뜰개 몸체의 개발이 중요한 요소이다. 미국의 2개 회사에서는 글래스부이를 사용하여 시험한 결과를 제공하였다. 일본은 몸체 개발을 포함하여 새로운 장비를 선보였다.

- 뉴질랜드는 남태평양의 넓은 대양에 뜰개 투하하는 선박을 제공하여 왔다. 미국, 호주를 비롯하여 이 해역에 투하될 뜰개를 뉴질랜드 NIWA 관측선이 대행하여 왔다. 특히 R/V Kaharoa는 1140 개의 뜰개를 투하하기도 하였다.

**바. 제14차 ADMT 국제협력 회의 (2013년 10월 14~18일 / 영국 리버풀)**

- 10월 14~15일: Bio-Argo 워크숍 & DMQC 워크숍 참석
- 10월 16~18일: ADMT-14 (Argo 자료관리 국제협력 회의) 참석

**Bio-Argo 워크숍 & DMQC 워크숍 (2013년 10월 14~15일)**

□ 1일차

Bio-Argo Session

- General objectives of this meeting
- Variable naming
- Naming of Bio-Argo configuration and technical parameters

- Processing Chla at the DAC level
- Chla real-time QC
- Chla delayed-mode QC: preliminary E-Aims deliverables

DMQC Session

- Introduction and workshop goals
- Analysis of salinity adjustments and errors applied globally by DMQC operators
- Comparison of delayed mode decisions by US delayed mode operators
- Analysis of delayed mode quality control decisions in the North Atlantic Subpolar Gyre
- North Atlantic DQMC complications
- OW difficulties in the Med Sea and additional qualitative checks adopted
- Discussion of points arising from presentations and goals for Tuesday.

□ 2일차

Bio-Argo Session

- Processing backscattering at the DAC level
- Backscattering real-time QC
- Backscattering delayed-mode QC
- Processing NO3 at the DAC level
- NO3 real-time QC
- NO3 delayed-mode QC
- Presentation of the draft "Towards good pratices in Bio-Argo float deployment and management"

DMQC Session

structured discussion from 1330-1630 including tea break to address questions below, with an hour at the end for making recommendations (aiming for 1730 finish)

Required outcomes of the workshop

1) Report to ADMT on consistency of existing D-.Mode data
2) Recommendations concerning reference data and tools for DMQC
3) Recommendations on future audits and evaluations

제 14차 ADMT 국제협력 회의 (2013년 10월 16~18일)

□ 1일차

- Welcome address by *Prof. Chris Hughes from NOC*

- Feedback from 14th AST meeting
- Status of Argo Program and link with Users
- Feedback on 2nd BIO-Argo Workshop
- Real Time Data Management
- Status of Argo Program and link with Users follow up

□ 2일차
- Pressure Correction
- Progress on Argo Reference data base
- GDAC Services
- Format issues
- Trajectory from Argo data

□ 3일차
- ARCs: provide an information on what done and what is planned
- Feedback on 5$^{th}$ DMQC Workshop
- GADR Status of the Archiving centre
- Other topics

- 최신의 뜰개의 기술 사양 중에서 특이한 것은 자료송수신을 위한 통신방법을 양방향 방식으로 채택하고 있다는 점이다. 지금 전지구 대양에 작동하는 뜰개의 25%가 양방향 방식이다. 이는 1년전의 17% 보다 8% 증가한 셈인데, 지난 1년 동안 새로 투하된 뜰개의 60%가 양방향 방식이었던 효과이다. 아울러 자료송수신을 위한 교신시간이 상당히 축소됨에  따라 해수면 체류시간이 짧아져 뜰개체류수심에서의 궤적의 정확도를 높여 줄 뿐 아니라, bio-fouling 의 문제가 대폭 감소되어 결과적으로 Argo 자료의 질이 향상될 것으로 판단한다. 양방향 방식은 또한 새로운 영역에서의 활용으로 확장될 수 있도록 해주는 효과도 있다. 천해해역과 적도해역에서 양방향 방식의 뜰개가 효과적이다.

- 위성통신의 새로운 기술 환경이 예상됨에 따라 이에 상응하는 뜰개 활용 연구 방향이 확장될 것으로 예상된다. 첫째는, 적도해역이나 서안경계류 해역에서 더욱 조밀한 분포로 연구 방향을 설정하게 될 것이다. 둘째는, 그동안 뜰개 활용 연구가 미흡했던 분야인 고위도 해역, 지역해, 심해 해역으로 연구 방향이 확장되어 가고 있다. 셋째로, 추가적으로 다양한 센서를 장착하여 복합적 해양환경 정보를 획득하는 노력이 역시 흥미로운 분야이다. 넷째로, 프로파일 자체가 더욱 세밀하게 이루어져 선박에 의한 CTD 관측과 대등한 수준의 프로파일을 획득하

게 될 전망이다.

- 추가적으로 다양한 센서를 장착한 뜰개 활용 연구가 EEZ 해역에서 활성화 되어지는 반면에 전지구 대양에서 T-S 모니터링을 위한 기본 핵심 연구 방향에 차질이 생길까 우려된다. 지역해에서는 특히 인접 국가와의 협력 연구을 진행함으로써 EEZ 분쟁이나 잡음을 줄일 수 있을 것으로 권장한다.

- 일본은 전년도의 Deep-Argo 장비 개발에 이어 향후 남반구 해역에 7대의 Deep-Argo 계획을 발표하였다. 실제로 3500~4000미터  대수심을 견딜 수 있는 뜰개 몸체의 개발이 중요한 요소이다.

## 사. 국제argo프로그램의 국제협력 성과

- 국제Argo프로그램이 2001년에 착수되어 2013년이면 13년째 되는 해이다. 국제Argo프로그램 출범 초기에 계획하였던 목표는 전지구 대양을 300km×300km 격자망으로 관측하기에 필요한 3,000대의 Argo 뜰개를 운용하는 것이었다. 그림 3.2.4.1에 보이는 바와 같이, 이 목표는 2007년 하반기에 달성되었으며 그 이후 3,000대 이상을 지속적으로 유지하고 있다. *in-situ* CTD casting(현장 염분-수온-수심 실측) 관측자료가 위성통신을 거쳐 제공되는 Argo자료는 실시간으로 해양의 실체를 파악할 수 있게 한다. 무엇보다 무인로봇방식이기 때문에 2001년 이전 과거의 누적된 자료와는 크게 차별화 된다. 관측선에 의한 *in-situ* CTD casting, 즉, 직접적인 현장 실측 관측에 의존하여야 하는 경우에 관측선의 항로를 따라서만 관측이 이루어질 수밖에 없었으므로 관측선 이동위치로 제한되어 관측자료의 공간균질성이 미흡하였다. Argo자료의 공간분포를 보면 공간균질성이 매우 우수하기 때문에 그 가치가 더욱 높다. 인터넷 활용도 분석 결과에 의하면, 해양과학 수준이 높은 국가가 Argo자료의 존재를 잘 인식하고 있으며 학술적 활용도도 높은 것으로 나타난다. 아울러 2012년 11월에는 argo 뜰개에 의한 CTD 프로파일 관측 횟수가 1백만 번을 넘어섰다(그림3.2.4.2). 해양관측 역사상, 전세계 대양에서 CTD 관측의 누적된 총 횟수가 1백만 번에 불과한 점을 참조하면 Argo의 획기적인 가치를 알 수 있다. 현재 수준의 Argo 사업이 유지된다면 앞으로 매달 1만 번의 관측이 이루어지고 있으니 8년 남짓이면 다시 1백만 번의 관측을 추가하게 된다.

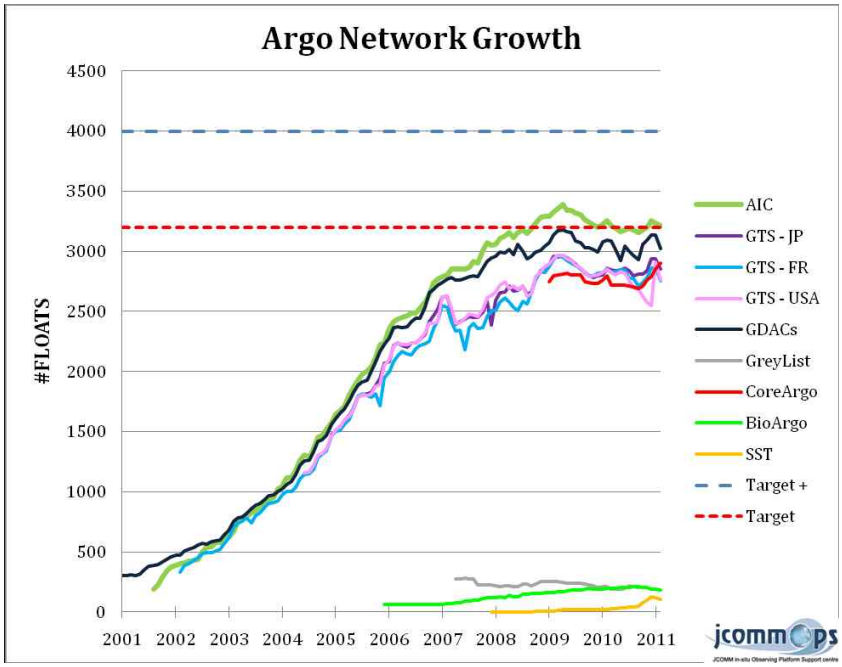



그림 3.2.4.1 아고 투하 성과(AIC TC Report – AST12, 2012).

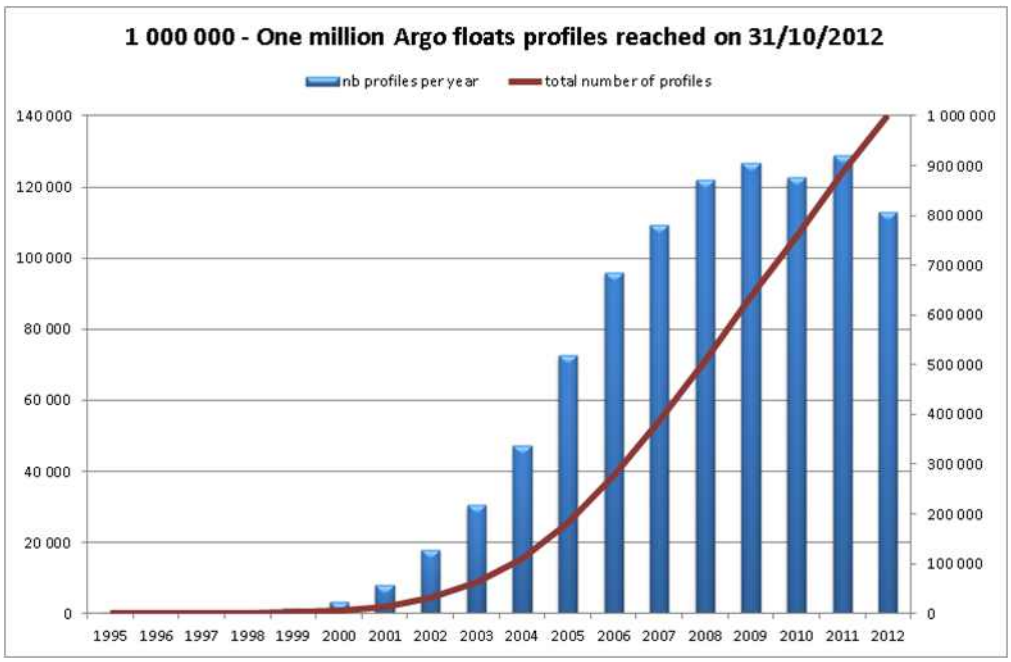



그림 3.2.4.2 그림에서 보면 1백만 번의 프로파일이 2012년 11월에 달성되었다. 1년에 관측한 프로파일의 수가 해마다 증가하다가 2008년에 이르러 균형을 이룬다. 즉, 2007년에 전지구 해양에 300대의 목표에 도달한 이후 실제로는 2008년에도 계속 늘어나서 3500대 수준까지 달성되었다. 이로써 매월 약1만 번의 프로파일이 생성되고 있다.

– KIOST는 2008년도에 구매한 뜰개를 2009년도에 투하한 이후 더 이상 투하 실

적이 없다. 우리나라 argo프로그램을 출범시키면서, 국제argo프로그램의 권고에 따라 연간 30대의 목표를 수용하였으며 해양수산부와 기상연구소가 각각 반반 연간 15대씩을 투하하기로 합의하였다. 2001년 착수이후 점진적으로 예산확보를 통하여 확대하기로 하였다. 그리하여 2003년에 KIOST는 18대를 투하하였으며 이후 2008년까지 그 수준을 유지하다가, 2008년도 하반기에 추가구매한 5대를 2009년에 투하한 이후 더 이상 투하 실적이 없다. 2011년도 우리나라의 argo계획으로 기상연구소가 14대를 보고하였다. 우리나라의 향후 계획에 대해 국제적으로 많은 관심을 표명하였으며, 우리나라를 대표하는 입장에서 기상연구소와 KIOST가 합력하여 연간 30대 수준으로 복원될 수 있도록 노력하겠다고 보고하였다. 이러한 배경에는 기상연구소에서는 KIOST에서 더 이상 뜰개 투하에 기여할 계획이 없다면 자체적으로 30대를 목표로 최대한 확대할 의지를 보였기 표명하였기 때문이다.

# 제3절 ARGO 활용 연구

## 1. 동해 일본 분지 순환

-2013년 현재 동해에 투하된 전체 Argo 부이는 151대로 이들 전체의 유동특성을 그림 3.3.1.1에 제시하였다. 울릉분지를 중심으로 한 동해 남서부에 투하했음에도 불구하고, 동해전역으로 이동한 특성이 잘 나타난다.

-151개 부이중 일본분지내에서 고리형 순환 (gyre)을 보이는 부이를 분석한 결과, 그림13과 같이 일본분지내 순환은 일본분지 전해역을 순환하는 고리(Japan Basin (JB) gyre)와 동일본 분지를 순환하는 고리순환 (East Japan Basin (EJB) gyre)으로 구분되는 것을 발견하였다. 이들 순환은 동계와 그밖의 계절 순환으로 구분되며, wind stress curl이 설명할 수 있는 것으로 나타났다.

-이같이 700-800m 수심에서 나타나는 중층순환이 계절변화를 보인다는 것은 매우 특징적이며, 겨울철 바람특성이 기후변화에 따라 변화할 때, 기후변화에 의한 반응을 평가할 수 있다는 측면에서 매우 의미가 있다. 아울러 이러한 순환은 동해의 대표 분지인 일본분지내의 심층수 생성과 분지내 순환, 이와 연계된 물질 순환과 관련하여 매우 중요한 현상이라고 해석할 수 있다. 블라디보스톡 앞바다에서 2000/2001년 겨울에 생성된 심층수가 일본분지내에 어떻게 이동될 수 있는가를 추정할 수 있는 의미있는 결과라고 할 수 있다. 향후 동해연구와 일본분지의 연구방향을 결정하는 데 참고가 될 것으로 예상된다.

-이같은 계절적으로 뚜렷한 순환 특성은 장기간 Argo가 자료를 산출한 덕택에 파악할 수 있었던 결과로서, 그간 많은 연구에도 불구하고 이같은 특성이 밝혀지지 않았다.

-이같은 동해 중층의 계절적 순환 특성은 학계에 보고된 바가 없으며, 이와 관련된 역학 역시 분석된 바가 없다.

-연구결과는 국제학술지에 투고되어 평가중으로, 궁극적으로 지구과학 국제학술지와 학회에 관련 발견사항을 보고할 계획이다. 아래 그림 3.3.1.1이하에 국제학술지 투고원고를 수록하였다.

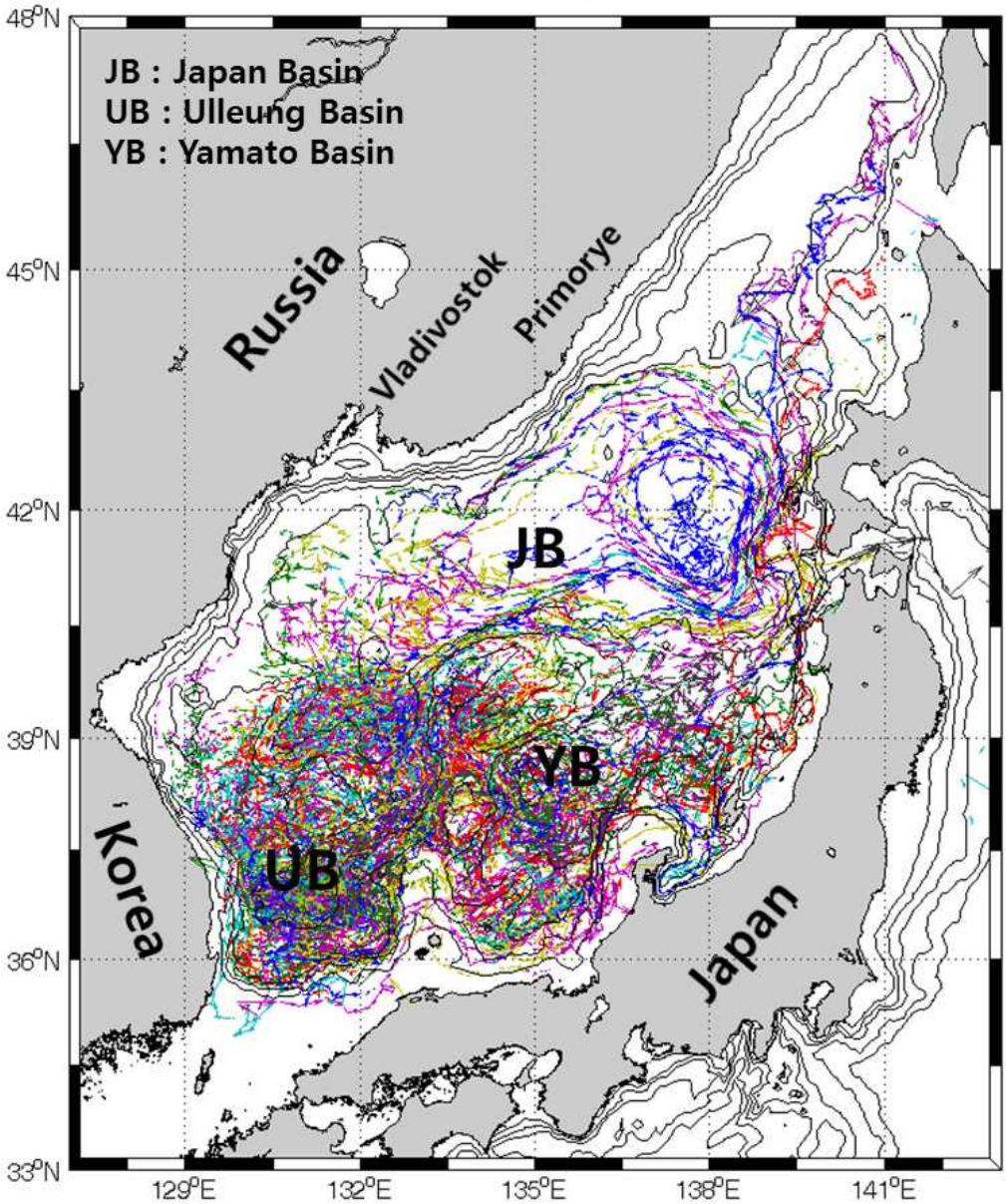



그림 3.3.1.1 2001년이후 투하된 151개 동해 아고의 흐름벡터. 울릉분지근처에서 투하된 부이가 전체동해역을 이동한다는 점을 보여주고 있다. Argo 부이를 통한 전체 동해 모니터링의 가능성을 제시해 준다고 볼 수 있다.

# Long-term Argo float data reveal seasonally-varying mid-depth circulation of the East/Japan Sea central basin

**Sok Kuh Kang[1], Young Ho Seung[2], Jong Jin Park[3], Jae-Hun Park[1], Jae Hak Lee[1], Eun Jin Kim[1], Young Ho Kim[1], Moon-Sik Suk[1]**

[1]*Korea Institute of Ocean Science and Technology, Ansan 426-744, Korea*

[2]*Inha University, Incheon 402-751, Korea*

[3]*Kyungpook National University, SangJu 742-711, Korea*

**March 18, 2014**

Submitted to *Geophysical Research Letters*

1 **Abstract**

2 The mid-depth circulation has usually been considered nearly steady; but long-term Argo float data show
3 it to be remarkably variable in the Japan Basin (JB), the central part of the East/Japan Sea (EJS). Most of the
4 Argo floats deployed in the southwestern part of the EJS moved all around the EJS, and some of them
5 penetrated into the JB with surprisingly long lifetime of about 10 years. The Argo tracks indicate that mid-
6 depth circulation in the JB appears as cyclonic gyres, either trapped in the eastern Japan Basin (EJB) with
7 circulation times of 180−420 days or extended over the entire JB with periods of 430−970 days. It is found
8 that the mid-depth circulation in the JB is sensitive to the wind system. If climate change results in wind-
9 system variations, we can expect corresponding changes in the mid-depth circulation of marginal basins.
10 Similar effects may also occur in the open oceans. Overall, this paper suggests that continuous monitoring of
11 Argo floats deserves special attention, especially for the variability of mid-depth circulation associated with
12 a changing wind system in marginal basins such as the EJS.

13

14 **1. Introduction**

15 Studies of ocean mid-depth circulations [*Bower et al.*, 2002; *Bower et al.*, 2009; *Lavender et al.*, 2000],
16 considered as steady currents, have highlighted the influence of water mass circulation on global climate
17 [*Bower et al.*, 2002]. To understand how our global climate will change in response to natural and
18 anthropogenic forcing, it is essential to understand how quickly and by what pathways climate change
19 signals are transported throughout the global ocean [*Bower et al.*, 2009], and probably also in marginal seas.
20 Nearly 150 Argo floats (Figure 1a) have been deployed in the East/Japan Sea (EJS) since 2001, which

provides an unprecedented opportunity to understand this Sea's mid-depth circulation. The EJS is often compared to a miniature ocean [*Gamo*, 1999]: it has both a subtropical-like and a subpolar-like region separated by a sub-polar front. In the former, the surface current is anticyclonic, driven by an inflow and outflows, and is western intensified, whereas in the latter, the surface current is cyclonic with wintertime deep convection that is known to have been affected by recent global warming. Bottom water formation [*Kim et al.*, 2002; *Talley et al.*, 2003] in 2000/2001 was reported to have taken place, but its "conveyor-belt system" in the EJS has slowed down since the mid-1980s [*Gamo*, 1999]. On the other hand, intermediate and central water masses have been more actively formed in wintertime, increasing their volumes in the EJS [*Kim et al.,* 2004].

The EJS is an almost landlocked sea, having no exchange of deep water with the surrounding open oceans [*Gamo et al.,* 1986]. Hence, the deep/intermediate circulation in the Japan Basin (JB), representing the mid-depth circulation of the EJS, here defined as circulation at 700 and/or 800m depth, can be considered as an analog of that in the open ocean although it is much smaller than the latter. Nevertheless, mid-depth circulation in the JB has not been rigorously studied. In spite of many previous attempts [*Danchenkov et al.*, 2003; *Takematsu et al.*, 1999; *Hogan and Hurlburt*, 2000; *Yanagimoto and Taira*, 2003; *Danchenkov et al.*, 2003] temporal variability of its mid-depth circulation remains to be unveiled. This study presents the basin-scale cyclonic gyre of the mid-depth circulation in the JB using the autonomous quasi-Lagrangian float trajectories, which reveal the separate cyclonic gyres [*Danchenkov et al., 2003*] in the JB and eastern Japan Basin (EJB).

## 2. Data and Methodology

The compiled Argo float data were obtained from GDAC (Global Data Assembly Center), with FTP site (ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/argo/). From 2001 to 2013, nearly 150 Argo floats have been deployed at depths of 700–800 m in the EJS, and they have subsequently moved around the whole EJS basin (Figure 1a).

The Argo floats were released mostly around the Ulleung Basin (UB) in the southwestern EJS (Figure 1a). Most of the deployed Argo floats survived for 36–60 months, while some floats have survived surprisingly for around 10 years and are still active, revealing the nature of the mid-depth circulation in the JB. Figure 1b presents the complete tracks of selected 7 Argo floats (Table 1), which show at least one complete circulation around each or both of the JB- and EJB-gyres. These floats move throughout the EJS, penetrating into the JB and showing the gyre circulations in the JB. Five of them are still operating for longer than 9 to 11 years.

Table 1 Argo data details used for analysis.

| Buoy number | Organization | Start date | Start position | End date | End position | Deployed depth | Present status |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2900205 | KORDI | 22Sep.2002 | 35.908°N 129.972°E | 27May2013 | 42.239°N 136.422°E | 700m | Active |
| 2900452 | KORDI | 17Oct.2004 | 36.511°N 130.615°E | 24May2013 | 40.997°N 132.490°E | 700m | Active |
| 2900914 | KORDI | 19Sep.2007 | 38.587°N 130.849°E | 18Sep.2011 | 43.321°N 139.856°E | 700m | Inactive |
| 2900922 | KORDI | 19Sep.2007 | 38.571°N 130.814°E | 31Dec.2012 | 38.833°N 131.701°E | 721m | Inactive |
| 2900440 | KMA | 28Nov.2004 | 38.086°N 130.160°E | 27May2013 | 42.153°N 136.141°E | 800m | Active |
| 2900527 | KMA | 20Sep.2005 | 37.729°N 130.171°E | 02Apr.2013 | 42.593°N 139.577°E | 800m | Active |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2901232 | KMA | 11Jul.2010 | 36.519°N<br>131.196°E | 23May2013 | 43.009°N<br>138.078°E | 800m | Active |

The trajectories of the seven floats north of 40°N in Figure 1b are examined in detail, which may indicate how mid-depth water masses are transported in the central area of the EJS. For example, float 2900205 takes a shorter looping path in the EJB-gyre from 21 Aug 2004 to 17 Jun 2005, while it takes a longer circulation path in the whole JB from 23 Dec 2009 to 15 Aug 2011. Such choices of the float trajectories are found in other floats as well (Figure 2). Specifically, the trajectories with closed or nearly closed circulations are classified in two groups, one covers the whole JB (Figure 2a), referred to as "JB-gyre trajectories", and the other covers only the EJB, located east of the Bogorov Rise (Figure 2b), referred to as "EJB-gyre trajectories".

APEX float data [*Danchenkov et al.,* 2003] from 2000 to 2004, initially deployed in the JB, were also collected and classified to show a similar gyre pattern of EJB- and JB-gyre floats, as seen in time series pattern during 2000-2013.

Argo floats are inevitably affected by surface currents while they periodically move up and down between the mid-depth and the surface. The mean duration time spending at the sea surface is about 6 hours on average for the EJS floats (obtained from GDAC meta data by following Park et al. (2005)). Float drifts at the sea surface, however, is not considered to be serious, which the surface drifting distances are about 10% of those at mid-depth on average, because the gyre circulation pattern in the JB is nearly barotropic.

The Scatterometer Climatology of Ocean Winds (SCOW, ftp://numbat.coas.oregonstate.edu/pub/scow/) data, are based on 10 years (September 1999–October 2009) of QuikSCAT scatterometer data, which is for

spatial pattern of winter (December, January, February) wind stress curl. Meanwhile, QuikSCAT (ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/MWF/L3/QuikSCAT/Monthly/) and ASCAT (ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/MWF/L3/ASCAT/Monthly/) data were used for the time series of wind stress curl. QuikSCAT is for the period from 2000 to 2007 and ASCAT for the period from 2008 to 2013.

## 3. Seasonal variability of mid-depth circulation in East/Japan Sea

We focus on the detailed circulation pattern of the seven Argo floats in the JB. The tracks of these floats, north of the subpolar front (40°N), exhibit closed cyclonic-gyre features (Figure 2), although the floats periodically move between the surface and 700 or 800 m depth every 7 or 10 days.

The JB-gyre floats circulate with a horizontal scale comparable to that of the whole basin and periods of 430–970 days, while the EJB-gyre floats circulate with various south-north scales (100–400 km) and periods of 180–420 days. The variability of the periods may suggest year-to-year variation of these circulations, but our data are insufficient to determine any long-term trend.

A close look at the EJB-gyre trajectories (Figure 2b) reveals that Float 1 traveling westward arrives at its northernmost position of 42.8°N in January 2011, moves southward during January and February, and then begins moving eastward during mid-February. Float 3 arrives at its northernmost position of 43.7°N in mid-November 2011, then moves southward during January 2012. Float 4 arrives at its northernmost position of 43.2°N in mid-November 2012, then moves southward during December 2012. Float 5 arrives at its northernmost position of 42.9°N in mid-December 2004, then moves southwestward during January 2005

and southward during February 2005. Float 6 arrives at its northernmost position of 42.8°N in mid-December 2012, then flows southward during January 2013. Float 2 shows an exceptional trajectory showing the southward turning on 42.9°N in August 2011, during summer rather than winter. This appears to be associated with the passage of typhoon Muifa, which passed through the area between 30°–50°N and 125°–145°E during 7–12 August 2011. Generally, therefore, the EJB-gyre trajectories circulate cyclonically, reaching their northernmost positions in winter and then returning southward. Recalling that northwesterly winds prevail in winter, it is likely that wind stress plays a role in moving the floats southward, hence characterizing the east-west scale of the EJB gyre. Additionally, it can be remarked that the EJB-gyre trajectories tend to converge in the southeast corner of the JB.

The JB-gyre trajectories, on the other hand, complete the whole basin scale circulation (Figure 2a), moving westward beyond the Bogorov Rise following the Russian coast. Note that this westward trip occurs during seasons other than winter, when there is no strong monsoonal wind. The JB-gyre trajectories tend to follow geostrophic contours (Coriolis parameter/depth) over the whole JB [*Choi and Yoon*, 2010]. A general large deep circulation in the JB following isobaths is confirmed by numerical experiments [e.g. *Hogan and Hurlburt*, 2000] as well as float observations [*Park et al.*, 2005; *Park and Kim*, 2013].

Figure 3a shows Quasi-Eulerian currents obtained from all the floats during summer season and Figure 3b shows winter-season-only Quasi-Eulerian currents. Again Figure 3b reveals that the current along the isobaths of the northern JB or north of the Bogorov Rise does not exist during the winter season.

The seasonally varying two circulation patterns shown in the EJB-gyre and JB-gyre trajectories, have never been reported before and the corresponding dynamics have never been considered. Most remarkable is

the fact that the floats change direction from westward to southward in winter. It is likely that wind forcing plays an important role in this process. In consideration of the fact that the Ekman depth does not usually extend beyond a few hundred meters, wind stress curl is a better candidate for this than wind drag itself. Negative wind stress curl can force the floats southward across the geostrophic contours. Note that these contours generally run in the same direction as the isobaths, i.e., here roughly the east-west direction. Figure 4 shows the EJB-gyre trajectories (from Figure 2b) overlaid with the winter wind stress and its curl pattern obtained from the scatterometer climatology of ocean winds (SCOW). The wind stress curl reveals a dipole pattern in the northern EJS, with a strong prevailing negative value in the area southeast of the Primorye coast in the northern JB. This dipole pattern is associated with strong wind jets created by orographic effects in winter.

The observed southward turning of the floats seems to be related to the negative wind stress curl, which can induce cross-geostrophic contour transport southward because the geostrophic contours run nearly in east-west direction parallel to the isobaths. Otherwise, the floats would be carried westward all along the isobaths, or the geostrophic contours, becoming members of the JB-gyre trajectories with a much larger east-west length scale. This interpretation assumes that the ocean is nearly barotropic, that wind stress dominates over the bottom frictional stress and that the topographic beta-effect is much larger than the planetary beta-effect. The resulting volume transport is obtained in exactly the same way as the Sverdrup transport except that the planetary beta-effect is replaced by the topographic beta-effect:

$$V = \frac{1}{\rho_0 \beta}\left(\frac{\partial \tau^y}{\partial x} - \frac{\partial \tau^x}{\partial y}\right)$$

where V is the transport across the geostrophic contour, $\rho_0$ is mean density, $\beta$ is the topographic beta, (x, y) are eastward and northward coordinates and $\tau^x$ and $\tau^y$ are x and y components of the wind stress.

Meanwhile, the southeastward turning of the JB-gyre trajectories (Figure 2a), south of Vladivostok between 132°E and 134°E (or east of Pervenets Rise), occurs also mostly during the winter, though occasionally during the fall. This southeastward turning may also be associated with negative wind stress curl created by a strong wind jet induced in winter by an orographic effect near Vladivostok [*Yoon et al.,* 2005]. The southeastward turning of the JB-gyre floats may also be partially related to the bottom topographic effect of the Pervenets Rise which hinders westward movement of the floats. In addition, one may not exclude the possibility that deep convection off Primorye is responsible for—or at least contribute to—southward mid-depth flows in winter.

## 4. Discussion

To view long-term variation of the gyre patterns, monthly wind stress curl obtained from the available satellite-observed wind data in the box region off Primorye (Figure 4) for 13.5 years (Jan. 2000–Jun. 2013) are presented in Figure 5, together with known occurrences of EJB-gyre or JB-gyre trajectories. The data from 2000 to 2004 are adopted from a previous work [*Danchenkov et al.,* 2003]. The EJB-gyre trajectories are generally seen to occur during the winter season when negative wind stress curl appears. This trend is seen to persist for more than 10 years. It is worth noting that the EJB gyres (Figure 2b) during 2010–2012

show a more distinct gyre pattern than those appearing during 2000–2004 (not shown).

Summarizing, Figure 5 again confirms the dominant occurrence of EJB-gyre trajectories in the winter season, while JB-gyre trajectories occur during seasons other than winter. An important point indicated by this study is that the oceanic mid-depth circulation north of the sub-polar front is sensitive to the wind pattern, varying with a strong seasonal variation.

Even though these results are based on only seven Argo floats among 150, with four being operational for about 10 years, they unveil an important unanticipated feature of the circulation in the JB. It is surprising that the mid-depth circulation varies so quickly in response to the wind field. Possibly mid-depth circulation can alter along with the changing climate.

It is important to keep monitoring mid-depth circulations in marginal seas like the EJS, considered to be a miniature ocean, since such a current system will be an indicator of ocean current response to possible wind changes in association with climate change. Continuous tracking of Argo floats in the global oceans and regional basins deserves special attention in this regard.

**Reference**

Bower, A.S., et al. (2002), Directly measured mid-depth circulation in the northeastern North Atlantic Ocean. *Nature*, *419*, 603-607.

Bower, A.S., M.S. Lozier, S.F. Gary, and C.W. Boning (2009), Interior pathways of the North Atlantic meridional overturning circulation. *Nature, 459*, 243-248.

Choi, Y.J. and J.H. Yoon (2010), Structure and Seasonal Variability of the Deep Mean Circulation of the

East Sea (Sea of Japan). *J. Oceanogra.*, *66,* 349-361.

Danchenkov, M.A., S.C. Riser, K. Kim, and J.H. Yoon (2003), Deep currents of the central Sea of Japan. *Pacific Oceanogr., 1*, 6-15.

Danchenkov, M.A. et al. (2006), A History of Physical Oceanographic Research in the Japan/East Sea. *Oceanogr.*, *19*, 18-31.

Gamo, T. (1999), Global warming may have slowed down the deep conveyor belt of a marginal sea of the northwestern Pacific: Japan Sea. *Geophys. Res. Lett., 26,* 3137–3140.

Gamo, T., Y. Nozaki, H. Saki, T. Nakai, and H. Tsubota (1986), Spatial and temporal variations of water characteristics in the Japan Sea bottom layer. *J. Mar. Res., 44*, 781-793.

Hogan, P.J., H.E. Hurlburt (2000), Impact of Upper Ocean–Topographical Coupling and Isopycnal Outcropping in Japan/East Sea Models with 1/8° to 1/64° Resolution. *J. Phys. Oceanogr.*, *30*, 2535-2561.

Kim, K. et al. (2004), Water masses and decadal variability in the East Sea (Sea of Japan). *Prog. in Oceanogr. ,61*, 157-174.

Kim, K.R. et al. (2002), A sudden bottom-water formation during the severe winter 2000–2001: The case of the East/Japan Sea. *Geophys. Res. Lett., 29*, 75-1-75-4.

Lavender, K.L., R.E. Davis and W.B. Owens (2000), Mid-depth recirculation observed in the interior Labrador and Irminger seas by direct velocity measurements. *Nature, 407*, 66-69.

Park, J. J. and K. Kim (2013), Deep currents obtained from Argo float trajectories in the Japan/East Sea. *Deep Sea Research II., 85*, 169-181.

Park, J.J., K. Kim, B. A. King and S.C. Riser (2005), An advanced method to estimate deep currents from

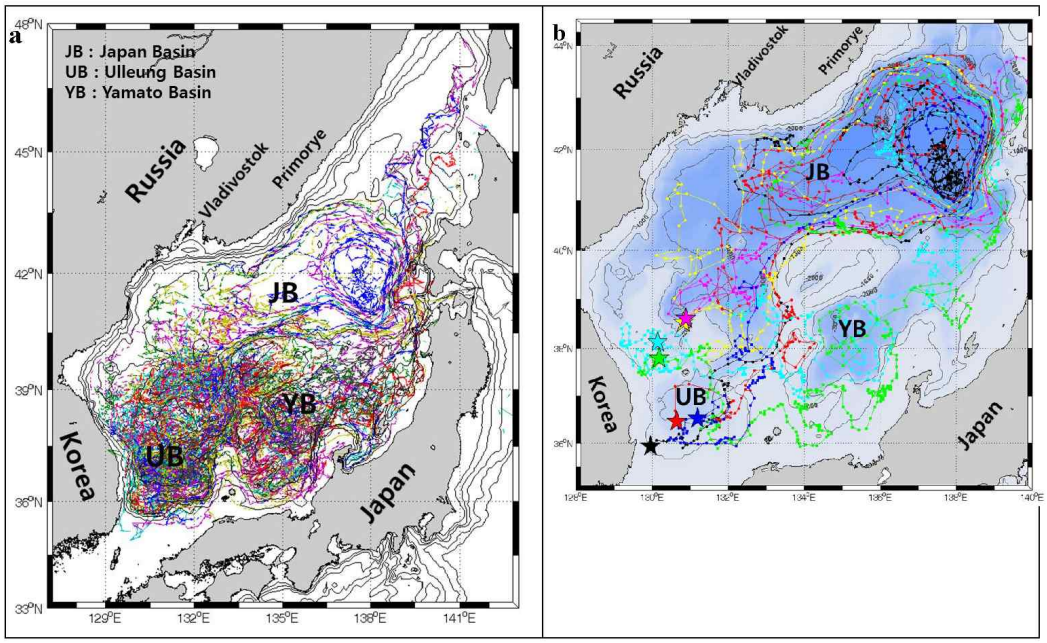
profiling floats. *J. Atmos. Oceanic Tech.*, *22*, 1294-1304.

Takematsu, M., Z. Nagano, A. G. Ostrovskii, K. Kim, and Y. Volkov (1999), Direct measurements of deep current in the Northern Japan Sea. *J. Oceanogr., 55*, 207–216.

Talley, L.D. et al. (2003), Deep convection and brine rejection in the Japan Sea. Geophys. Res. Lett., 30, 1159-1162.

Yanagimoto, D. and K. Taira (2003), Current Measurements of the Japan Sea Proper Water and the Intermediate Water by ALACE Floats. *J. Oceanogr*., 59, 359-368.

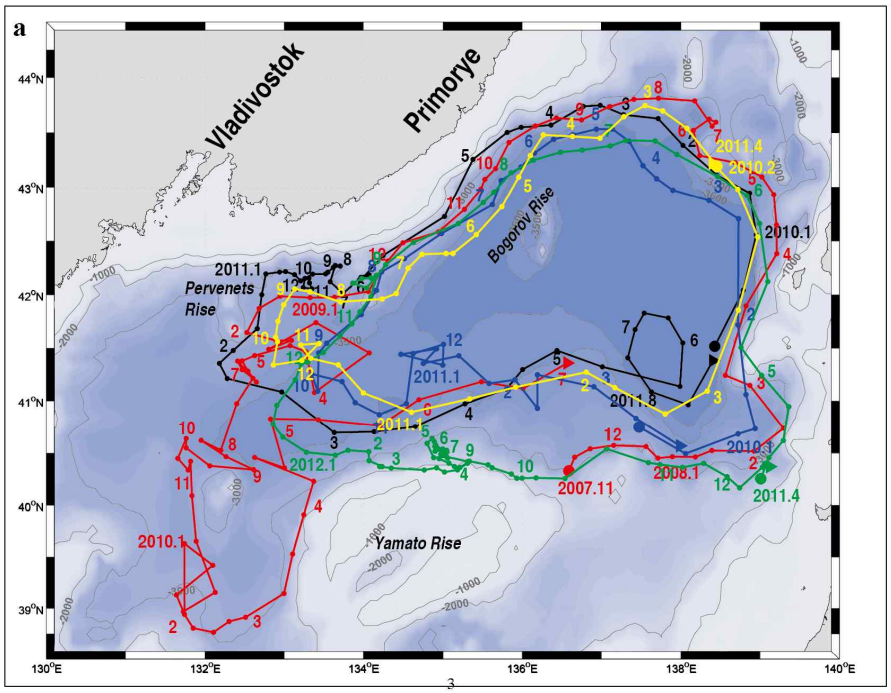
Yoon, J. H., K. Abe, T. Ogata, and Y. Wakamatsu (2005), The effects of wind-stress curl on the Japan/East Sea circulation. *Deep Sea Research II., 52*, 1827-1844.




1

**Figure 1.** Trajectories of floats in the East/Japan Sea. (a) Each float is represented by one colour, and each arrow represents one subsurface drift cycle (7 or 10 days). Gaps between arrows correspond to times the float was at the surface. Data shown are from October 2001 to the end of May 2013. Contours mark the 200-m, 500-m, 1000-m, 2000-m and 3000-m iosbaths. All the Argo floats were deployed in the Ulleung Basin (UB). (b) Seven Argo tracks, penetrated the Japan Basin (JB) and Eastern Japan basin (EJB) and circulated in a cyclonic gyre; four of them were active for approximately 10 years (8 to11 years) (Table 1). The deployment locations of the seven Argo floats are marked as stars in the UB. Data shown are from September 2002 to May 2013. Floats circulate with both small-gyre trajectories in the EJB and whole-basin-gyre trajectories in the JB. The gyres are respectively classified as JB- or EJB-gyres in Fig. 2.

2




3

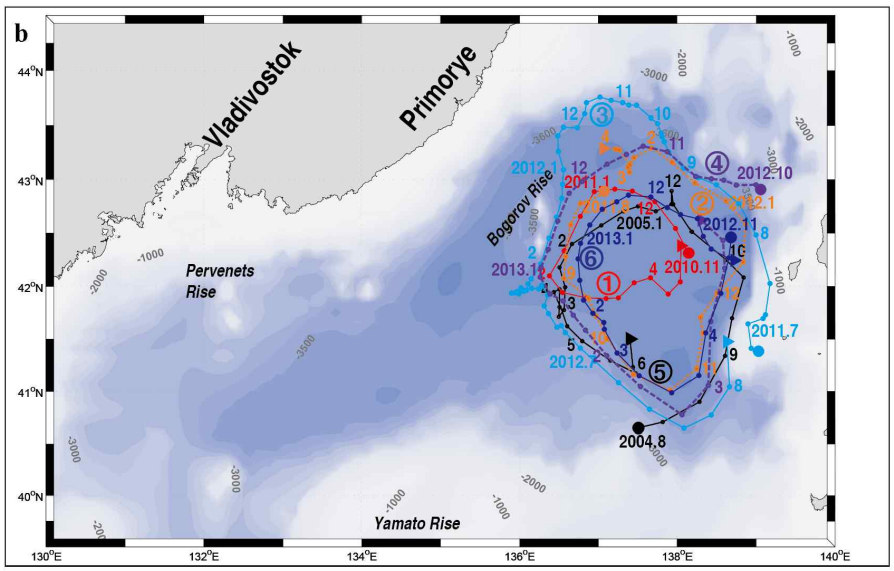



**Figure 2.** Tracks of Argo floats circulating in the JB. Starting point of track is denoted by a solid circle, end point by a triangle. (a) JB-gyre floats circulate cyclonically over the whole JB, moving westward across longitude 136°E, following geostrophic contours. (b) EJB-gyre floats circulate cyclonically in the

4

EJB east of 136°E. Numerals (1-6) in open circles indicate float numbers. Selective dates (year and month) mark month beginnings. During winter, EJB floats generally move southward. Southward movement of float 2 during summer looks driven by typhoon (see text).

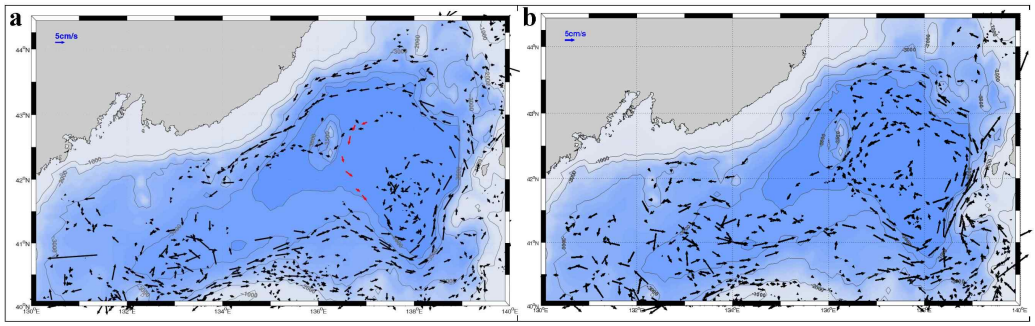



**Figure 3.** Eulerian vectors from Argo floats in the JB mostly show cyclonic gyres. (a) Current vectors of the all the Argo floats for summer season (June to September). The dominant current flows along the isobaths of the northern JB or north of the Bogorov Rise. Red vectors denote the extraordinary (southward) flow by typhoon Muifa in August to September 2011. (b) The current field of all the Argo floats during the winter season (December to March). Note that currents in the EJB tend to keep floats inside the EJB, with no appearance of currents following the isobaths north and west of the Bogorov Rise.

5

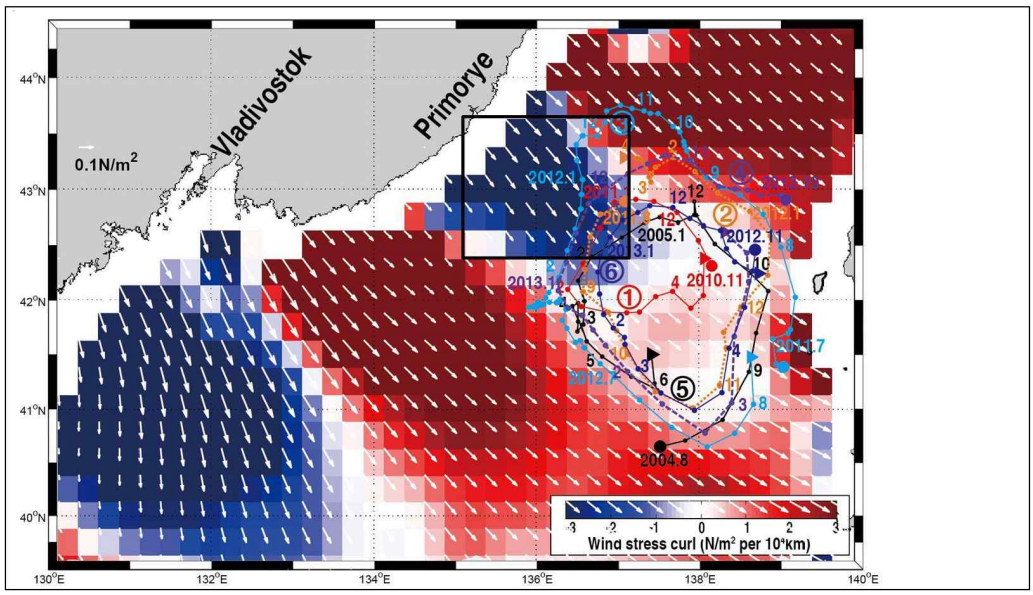



**Figure 4.** Winter (12,1,2) wind stress vectors and wind stress curl (shading) in the JB (SCOW), with numbered floats and selected dates in the EJB. The southward movement of the EJB-gyre floats coincides with the negative wind stress curl region, where cross-geostrophic contour transport can occur (see

6

Supplementary Information). Box off Primorye is the wind-averaging region used for Figure 5.

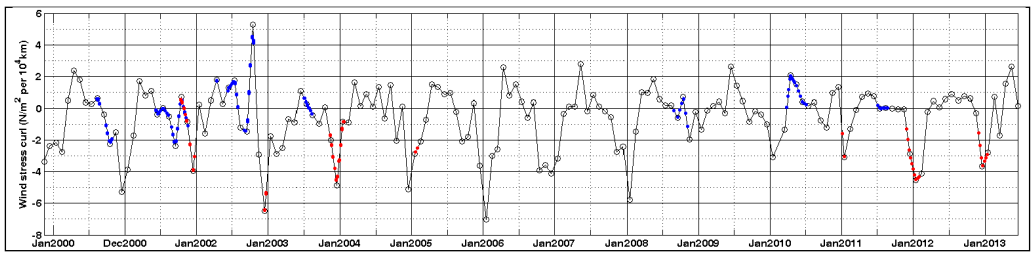



**Figure 5.** Observed (QuikSCAT and ASCAT) winter wind stress curl and EJB-gyre and JB-gyre occurrence month. 13-year (2000-2012) variation of monthly wind stress curl averaged over the box shown in Figure 4, with EJB-gyre float (red dot) and JB-gyre float (blue dot) occurrences marked. Designation of APEX float data [*Danchenkov et al.,* 2003] from 2000 to 2004 was made as EJB- and JB-gyre floats.

## 2. 동해 겨울철 혼합층

- 동해에서 겨울철 혼합층 특성을 파악하기 위하여 기본적인 특성을 분석하였다. 전체 아고자료의 계절에 따른 혼합층 변동 결과와 겨울철 변동성을 분석하였다.

### 가. 동해에서의 혼합층 깊이

- 동해에서 전체 아고자료로부터 산출한 계절별 혼합층 변동은 그림 3.3.2.1과 같다. 윗 그림은 동해내 공간분포를 나타내며, 아래 그림은 전체 아고플로트 자료의 계절변화를 나타낸다.
- 동해 남서부에서 혼합층의 두께가 100-200m로서 상대적으로 깊게 나타난다. 간헐적인 200m이상의 깊은 혼합층의 일본분지 남서측에서 나타난다.

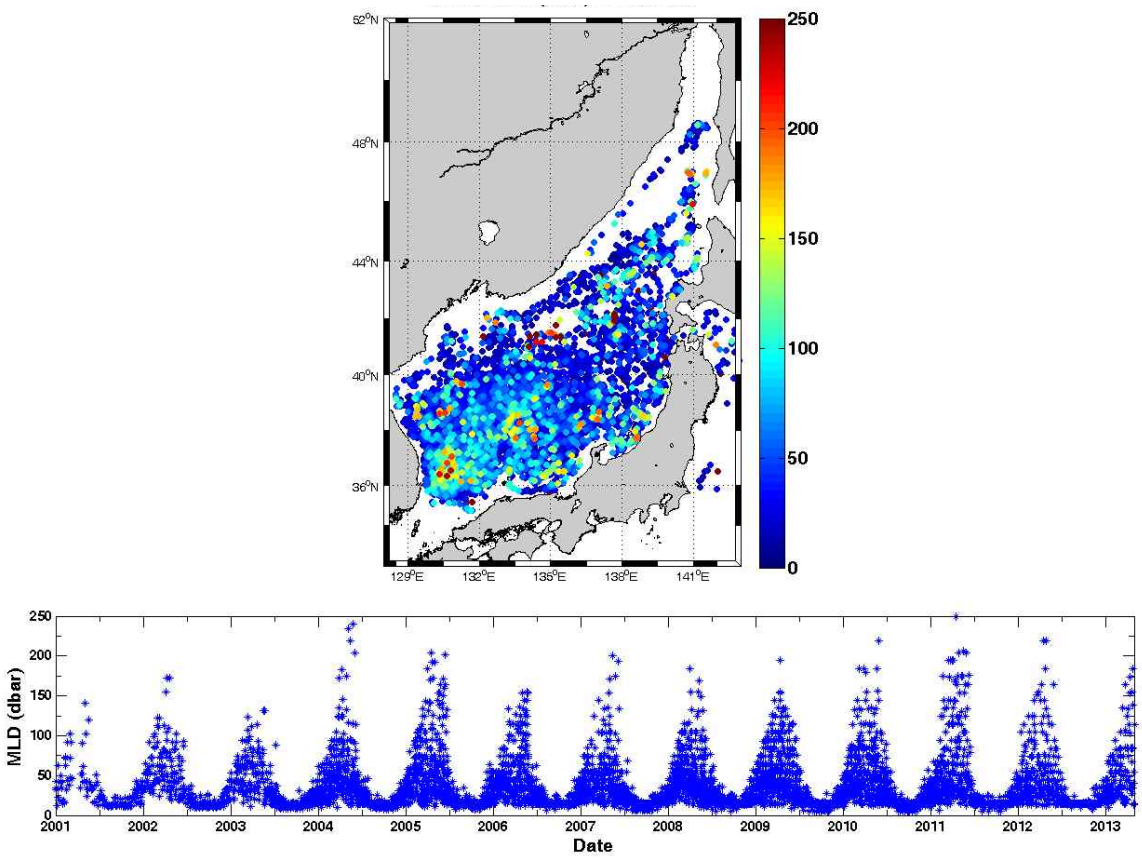



그림 3.3.2.1 동해아고자료로부터 산출된 혼합층 깊이 공간분포(위) 및 시계열변화(아래).

- 최대 혼합층 깊이는 약 250m로서 2004년 겨울에 나타나며, 약 150m 이상의 깊은 혼합층 깊이도 2001, 2003, 2006년 겨울을 제외하고 매년 나타난다.

## 나. 겨울철 혼합층 깊이의 연도별 시공간 분포 (2006 - 2012)

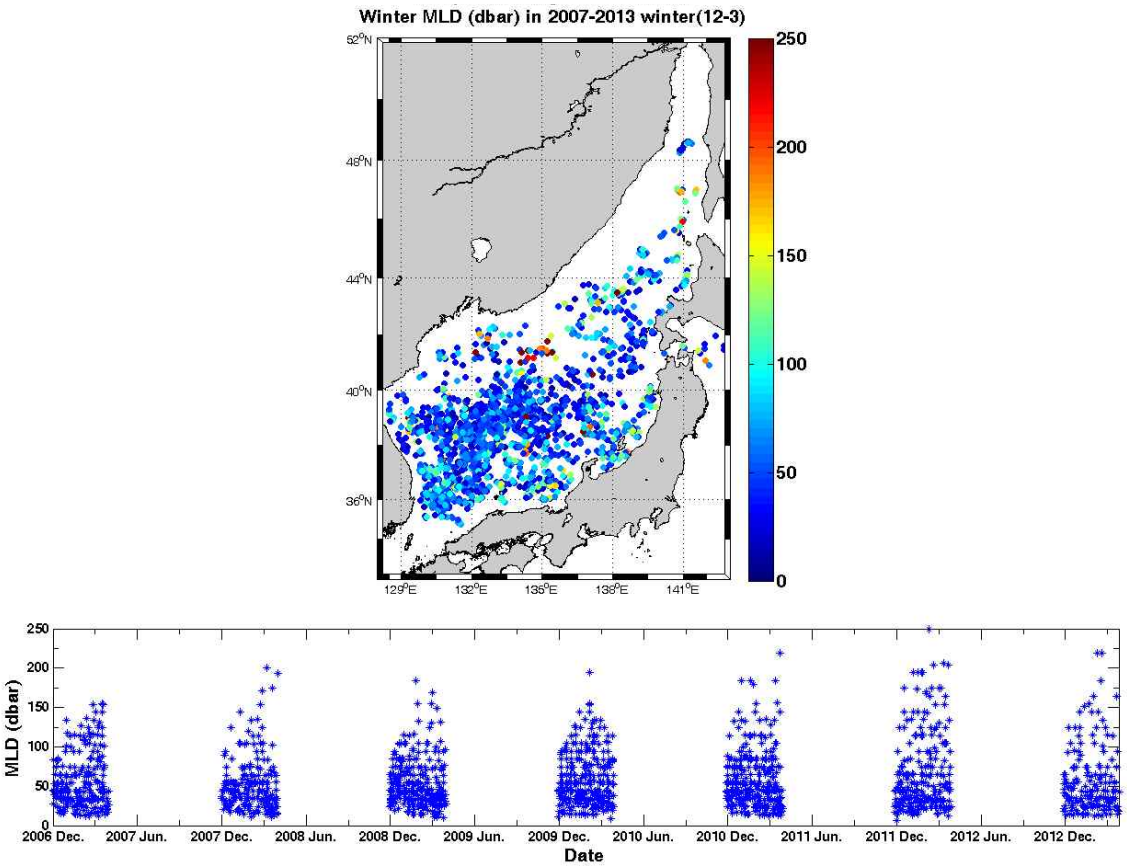



그림 3.3.2.2 동해아고자료로부터 산출된 겨울철 혼합층 깊이 공간분포(위) 및 시계열변화(아래).

- 2006-2012년 겨울시기(12월-4월)에 혼합층 변화를 그림 3.3.2.2에 제시하였다. 미약하나마 혼합층 깊이가 증가해가는 경향을 보이는 데, 이는 전반적으로 2010-2012년 겨울이 특별히 추웠던 영향으로 보인다.

- 블라디보스톡 남동쪽 동경 135도 해역에 특별히 깊은 해역이 특징적으로 나타난다.

- 2002년 겨울(2001년말-2012년초)에서 2013년 겨울시기에 매년 아고프로파일 산출점에서 공간 및 시간분포를 그림 3.3.2.3a-f에 제시하였다.

- 2012년(그림 3.3.2.3f)에 특별히 150m-200m에 달하는 깊은 혼합층이 동해내에 광범위한 분포 특성을 보이며 자주 나타났는 데, 이는 이시기의 2011-2013

년 겨울철 북극 극진동 확장에 따른 한파 내습시기와 유관한 것으로 보인다.

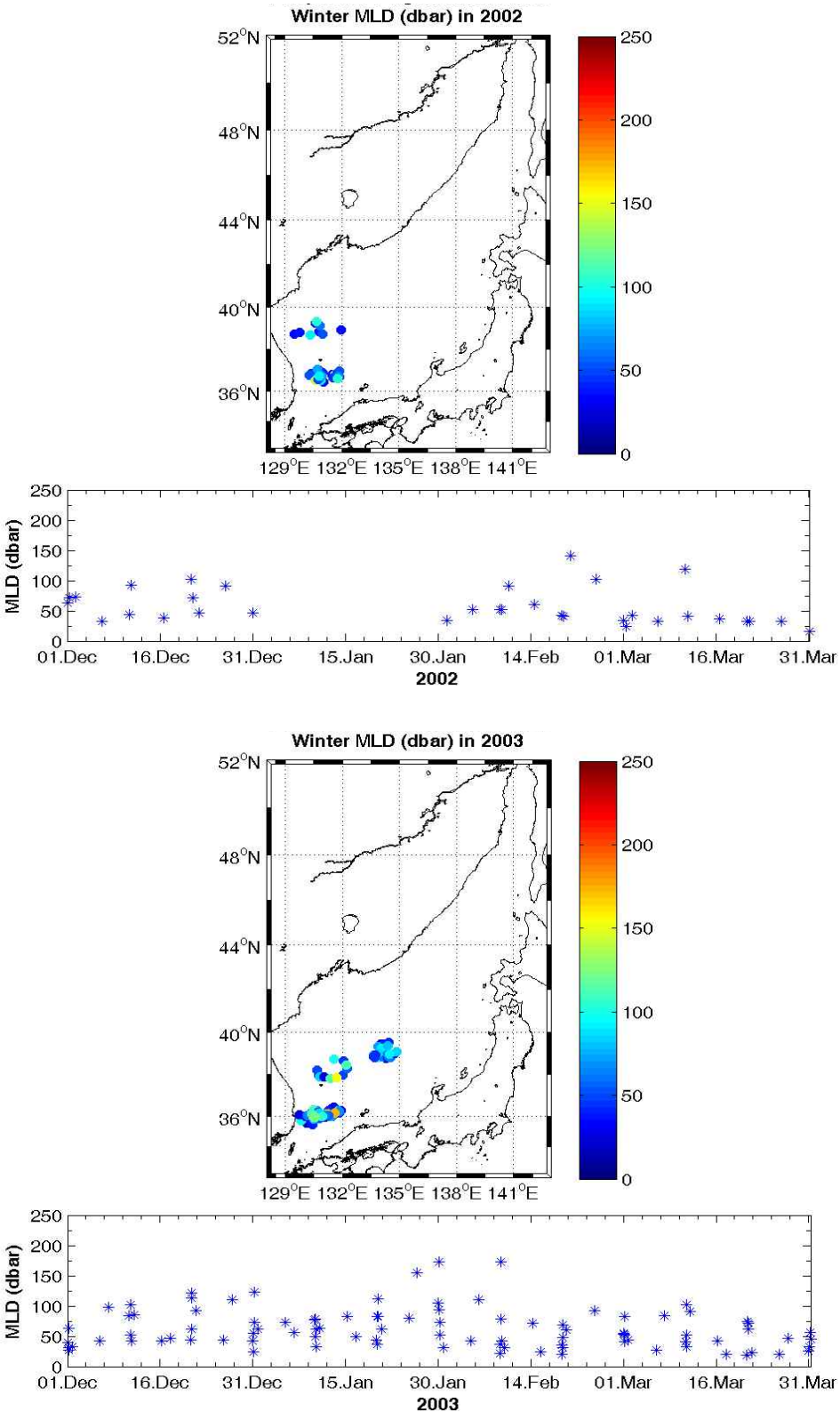



그림 3.3.2.3a 2002-2003년 동해 혼합층 깊이 공간분포 및 시계열변화.

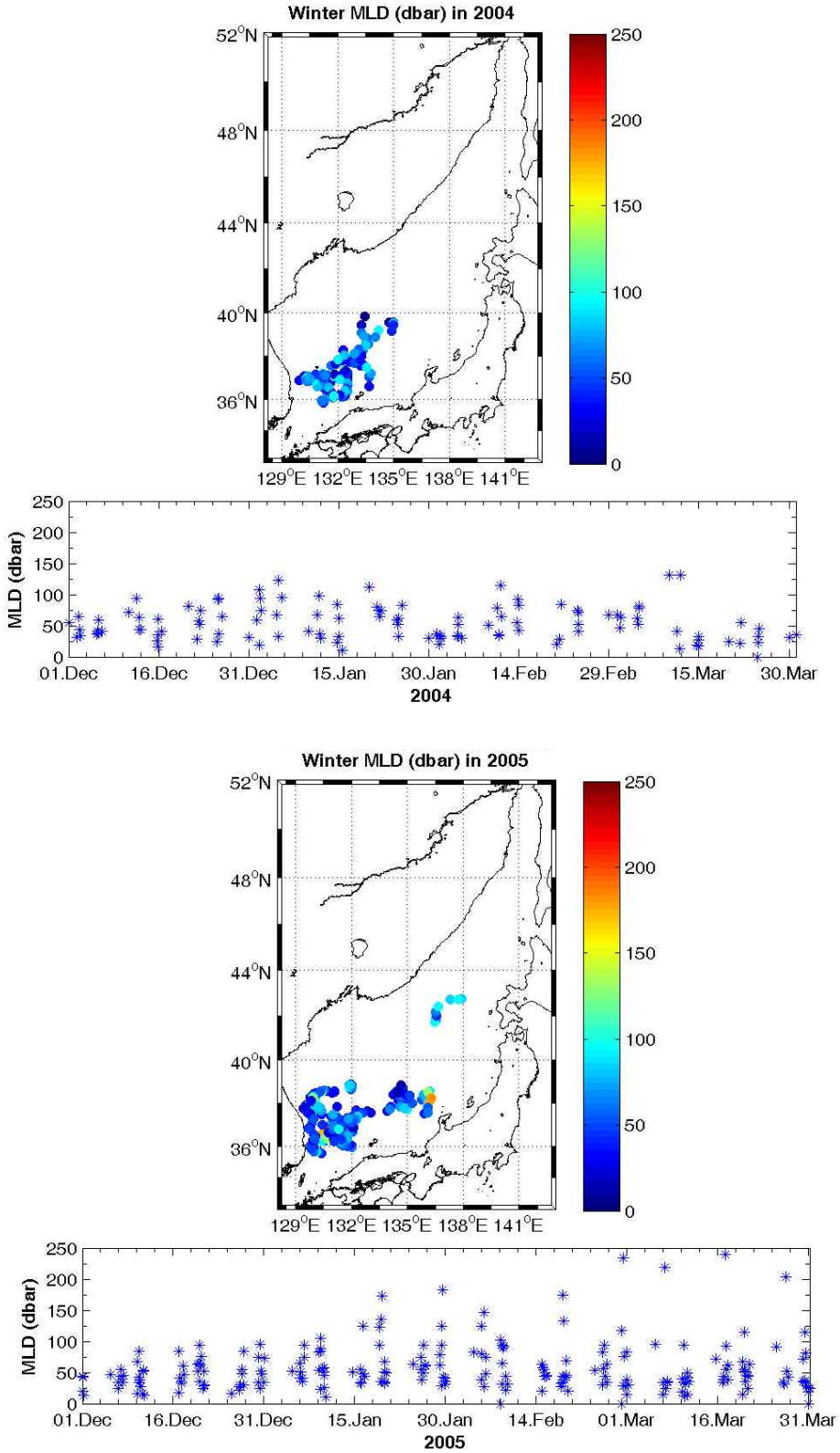



그림 3.3.2.3b 2004-2005년 동해 혼합층 깊이 공간분포 및 시계열변화.

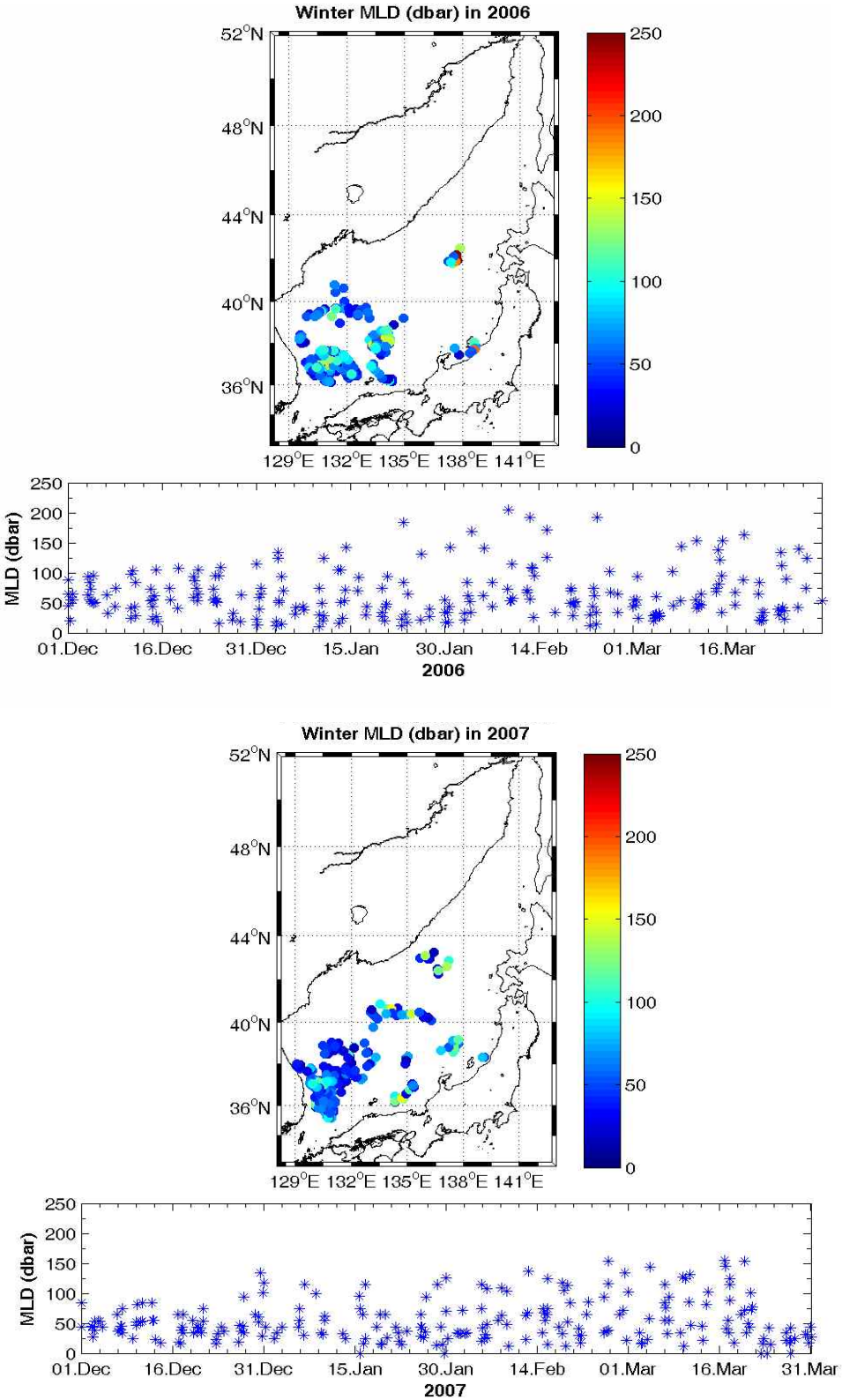



그림 3.3.2.3c 2006-2007년 동해 혼합층 깊이 공간분포 및 시계열변화.

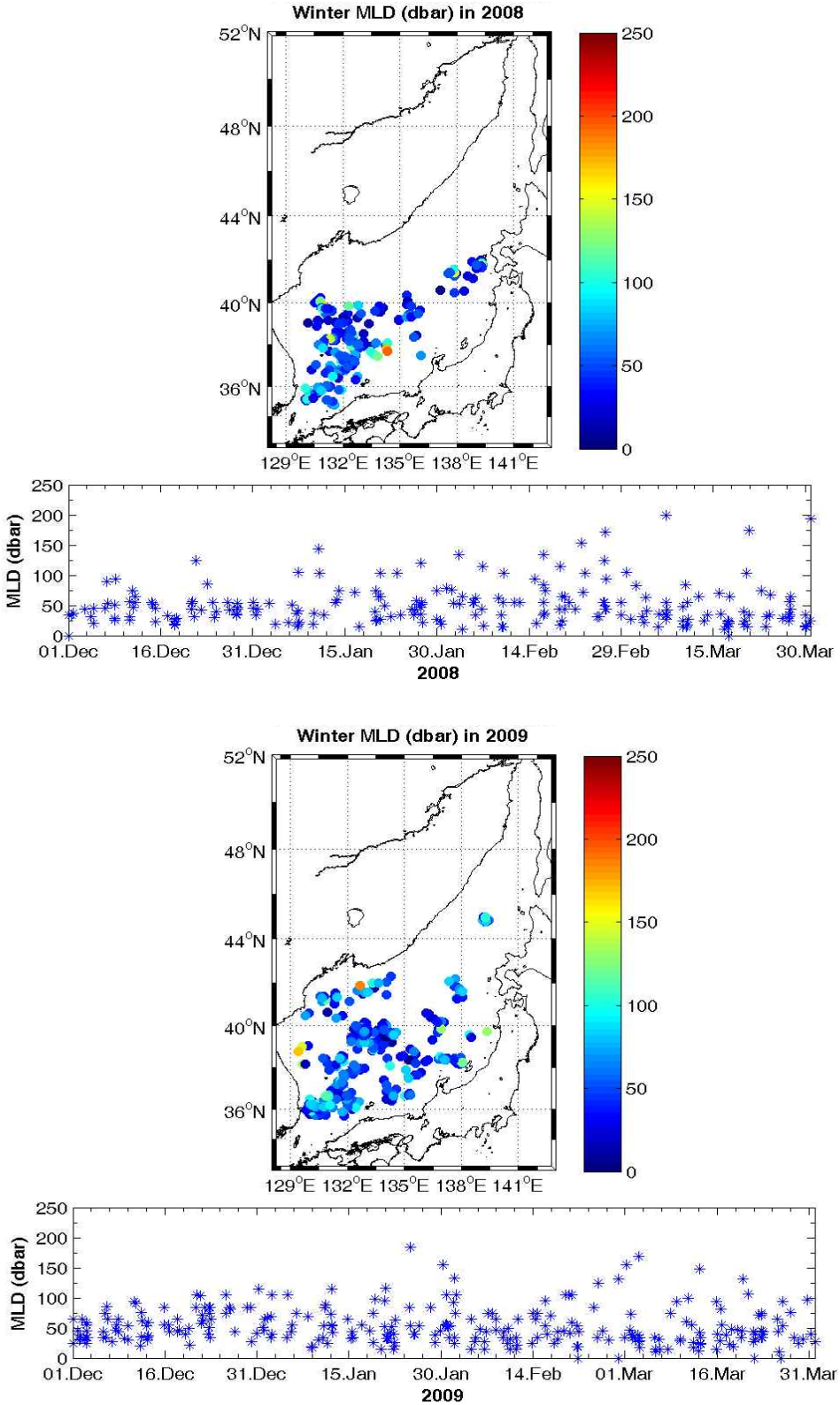



그림 3.3.2.3d 2008-2009년 동해 혼합층 깊이 공간분포 및 시계열변화.

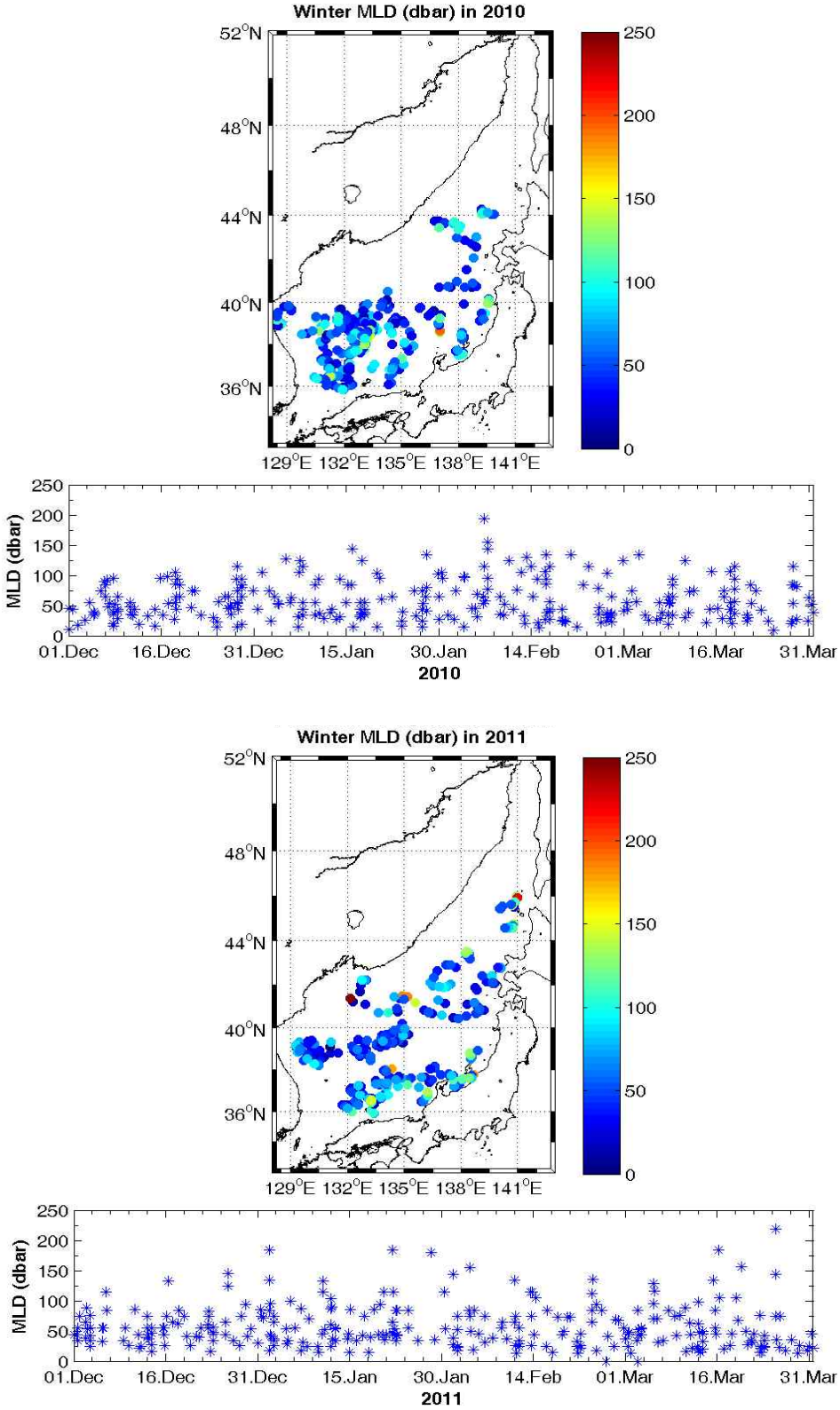
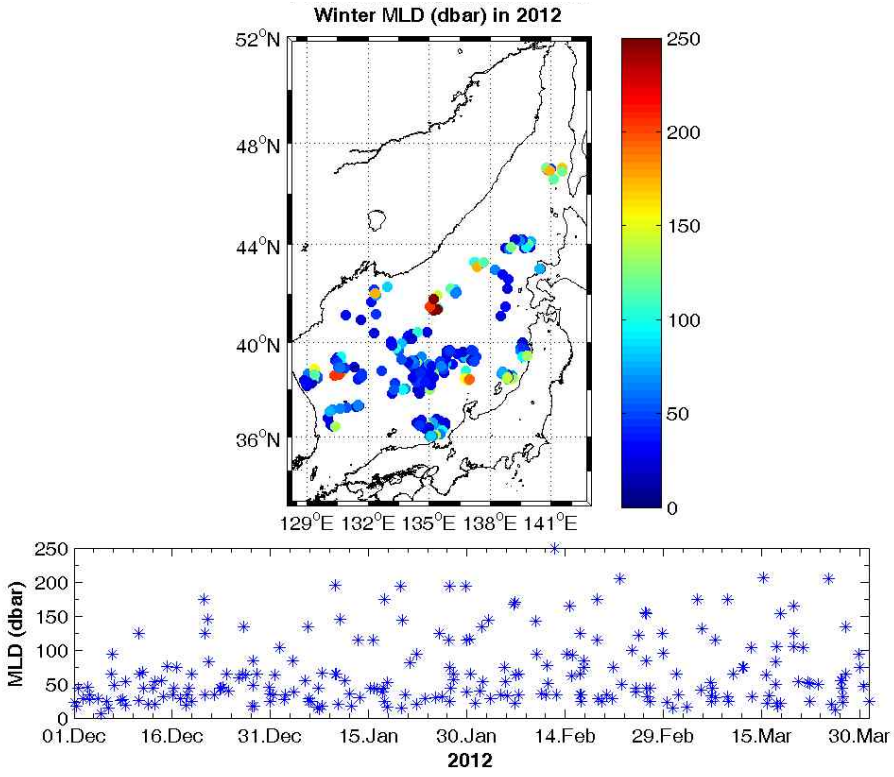



그림 3.3.2.3e 2010-2011년 동해 혼합층 깊이 공간분포 및 시계열변화.



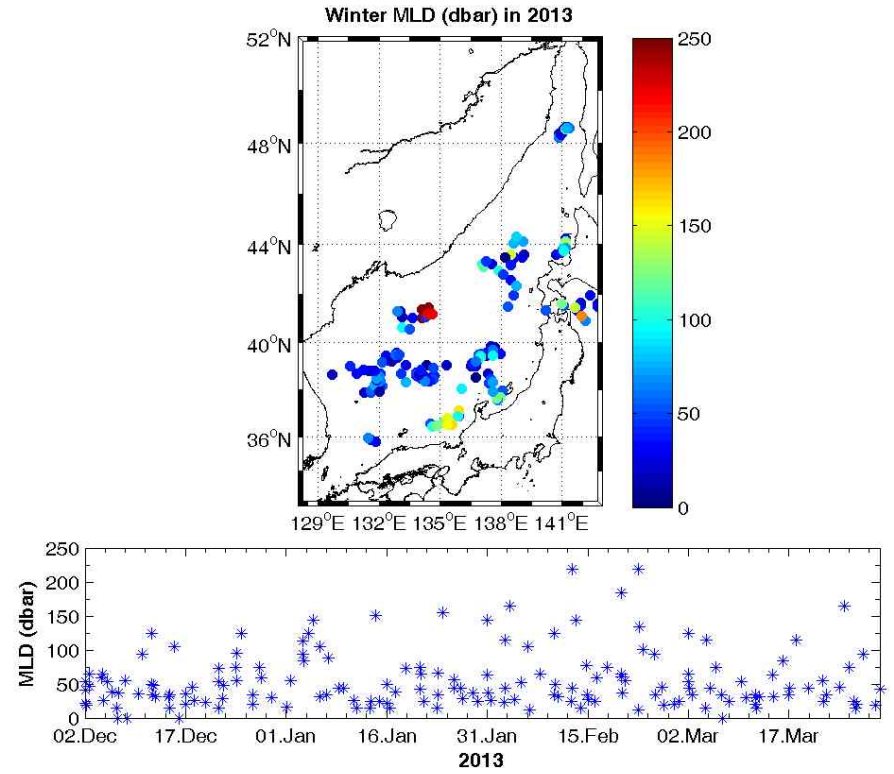




그림 3.3.2.3f 2012-2013년 동해 혼합층 깊이 공간분포 및 시계열변화.

## 3. 동해해수면 변화/기후변화요소 반응연구 활용

### 가. 해수면 분석위한 자료

- 동해에서 해수면 상승을 평가하기 위하여 연안 검조소자료, 밀도변화에 따른 수위변화 (Steric Sea Level, SSL)조석, 위성자료를 이용한 분석을 실시하였다.
- 밀도변화에 따른 해수위변화 평가를 위해 기본적으로 동해남서부에서 국립수과원이 정기적으로 관측하는 KODC 자료, 2011년 전세계 자료(WOD11) 및 동해의 Argo 자료를 활용하였으며, 관측점은 그림 3.3.3.1에 제시하였다.
- 수온, 염분자료의 Time series 산출에 일본연안관측점(35지점)에서의 WOD자료와 Argo 자료를 이용하여 편집한 그림은 그림 3.3.3.2에 제시하였다. 이를 통해 Argo 자료가 각 지점의 시계열 자료 구성에 기여하는가를 알 수 있다.

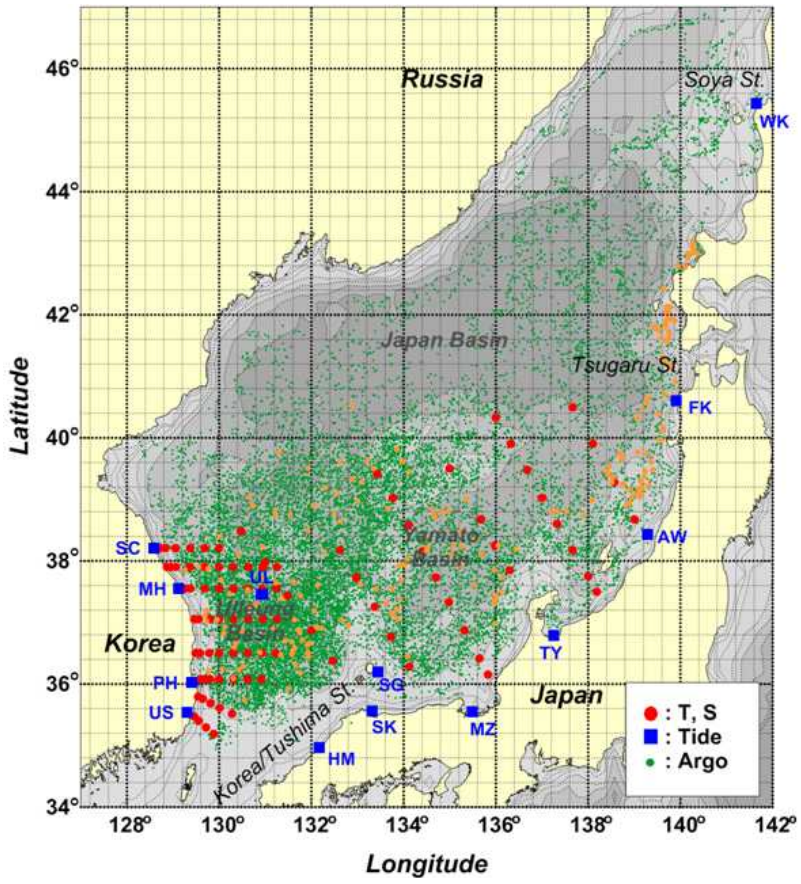



그림 3.3.3.1 해수면 평가를 위한 자료 검조자료(청색사각형), 수과원(KODC) 관측점 및 동해 남동부 (WOD11) 관측점. 녹색관측점은 Argo profile 지점이며, 이중 황색점은 32.0psu 이하 염분이 관측된 지점이다. 위성자료 관측점은 분석결과 그림 참조.

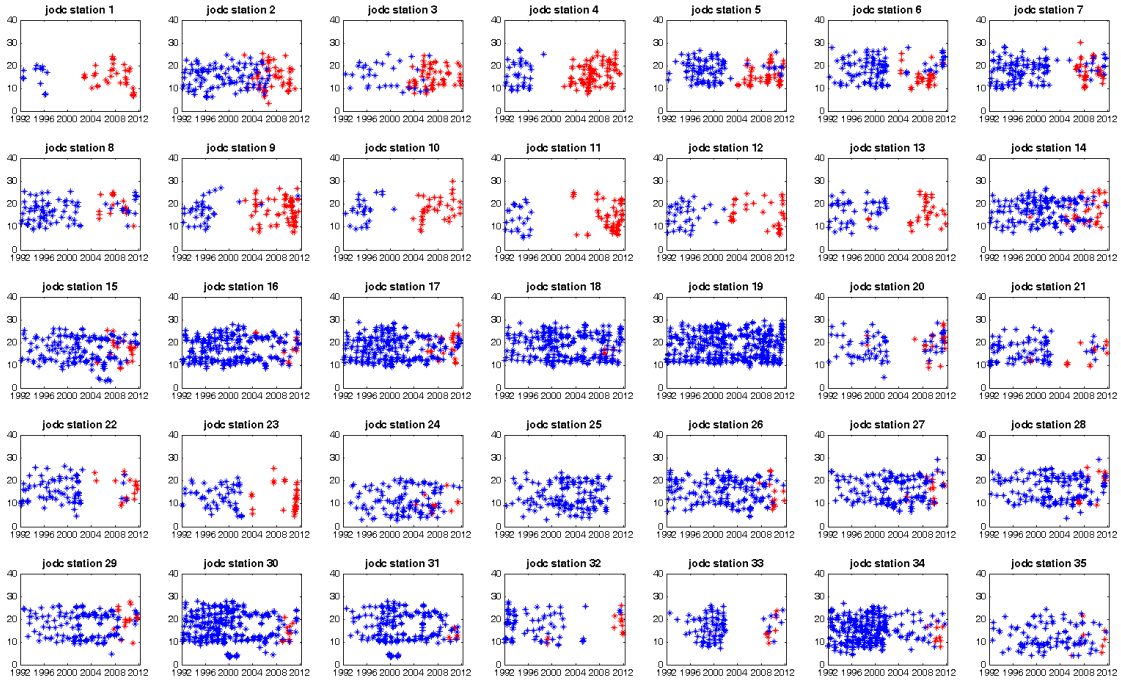



그림 3.3.3.2 일본 남동부 관측점 J01-J35 지점에서의 WOD(world data base 2011) 자료(청색)와 Argo자료(적색) 를 합성한 표층 수온 시간변화 자료. 편의상 그림 3.2.1a에서 관측점(J01-J35)은 표기하지 않았다. 10여개 지점에서 Argo 자료가 시계열 자료 구성에 기여를 하고 있는 것을 알 수 있다. 각 지점에서 0.3도 x 0.3도 구간 자료를 대상으로 산출하였다.

## 나. 밀도변화에 따른 해수면 변화(상승) 및 기후변화 요소 분석 활용

- 밀도변화에 의한 해수면 변화를 검토하기 위한 가장 유용한 자료는 동해 남서부에서 국립수과원에서 정기적으로 시행하고 있는 수온, 염분 자료이다. 지난 92(93)부처 2011년까지의 자료분석을 통해 열팽창에 의한 해수면 변화(Thermosteric Sea Level, TSL), 염분 응축에 의한 해수면 변화(Halrosteric Sea Level, HSL), 밀도변화에 의한 해수면 변화(Steric Sea Level, SSL)를 각각 산출(그림 3.3.3.3)하였다.

- 1993-2001년까지의 변화는 열팽창이 지배적인 가운데 상승 특성을 보였으나, 이후는 열팽창효과가 감소되는 특성을 보인다. 이는 PDO와 같은 장기변동성 관련있는 것으로 보인다.

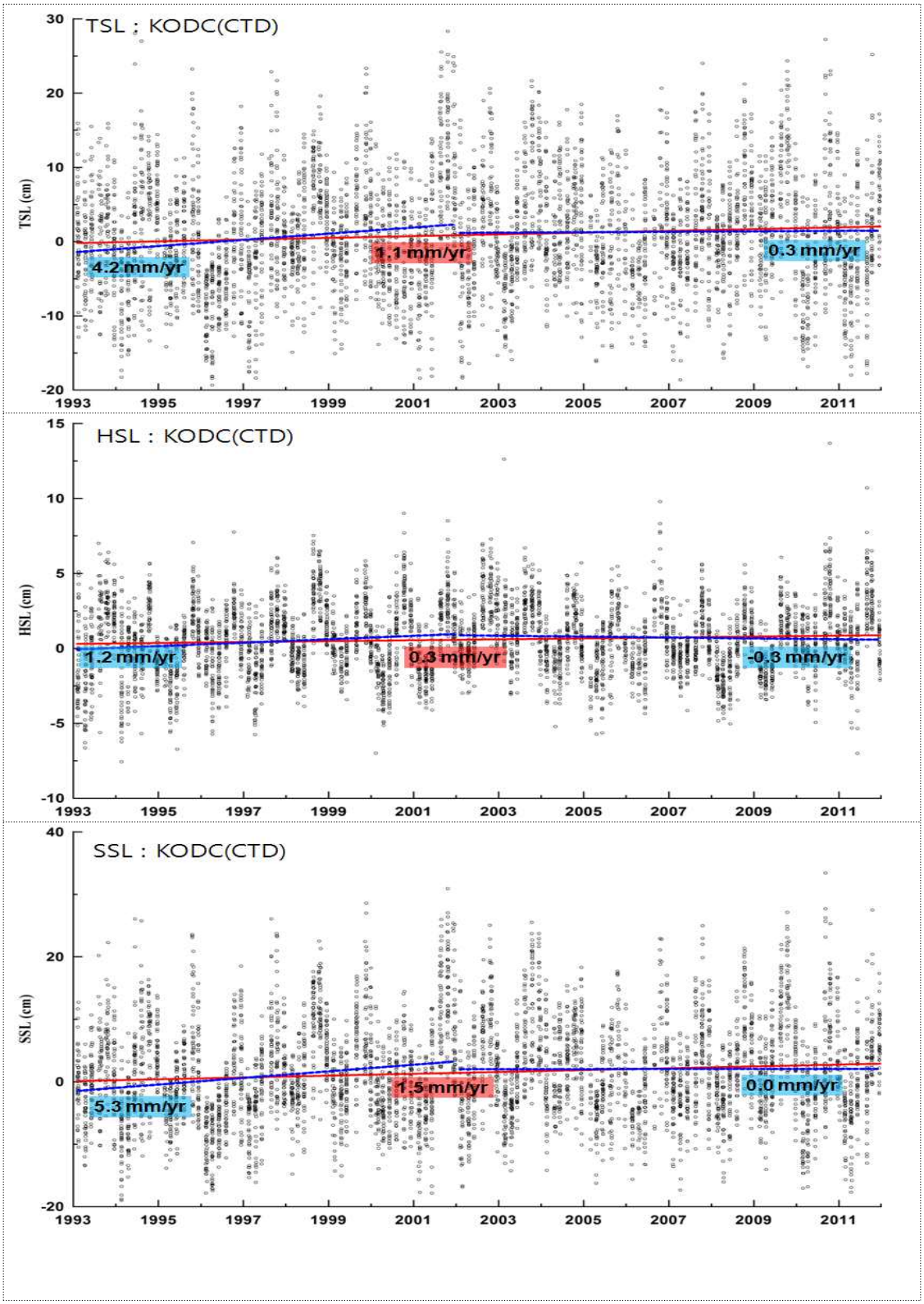



그림 3.3.3.3 동해남서부에서 열팽창에 의한 해수면 변화(TSL)(위), 염분응축에 의한 변화(HSL)(중간), 밀도변화에 따른 수위 변화(SSL)(아래).

- 두드러진 특징중의 하나는 염분변화로 인한 20여년간 장기적인 해수면 상승 경향(0.3mm/yr)이다. 이는 기후변화에 의한 상층염분 변화에 의한 해수면 변화 가능성을 시사한다. IPCC 5차 보고서에 의하면 그린란드 해빙으로 인해 장기적으로 동해에서 1.5mm/yr 정도의 상승을 예측하고 있다.

- 그림 3.3.3.4에 동해 전체 Argo 자료에서 상층 300m 이내의 염분의 시간변화를 제시하였다. 미세하나마 뚜렷하게 염분감소 특성을 보이고 있다. 동해의 염분 변화가 유입되는 해수의 염분 물성변화에 의해 지배된다고 하고, 이는 크로시오 등 외해측 해수에서 기인할 가능성과 양자강 수의 유량변황에 의한 특성변화중 양자강댐의 건설(2003년부터 부분발전 시작)로 인한 유량이 건설후 작아져서, 양자강수로 인한 방출량이 감소되는 방향일거라는 점을 감안하면, 이러한 변화는 쿠로시오 기인 염분변화, 즉 기후변화에 의한 대양특성 변화를 반영할 가능성이 크다고 보겠다.

- 32psu이하의 염분이 나타나는 뜰개의 프로파일 지점은 그림 3.3.3.1(황색점)에 제시하였다. 그림에 표기된 위치를 보면 대체로 대한해협으로부터 동해로 유입되어 동한난류, 대마난류 일본측 분지 등이 이동하는 경로상에 위치하는 것으로 보인다. 이는 대양에서의 상층저염 영향이 쿠로시오-대마난류를 통해 동해에서 나타나고 있을 가능성을 시사한다.

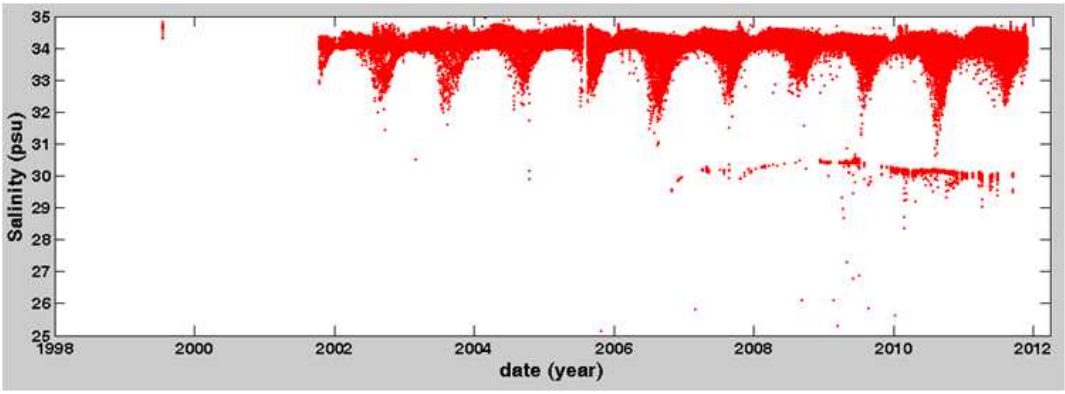



그림 3.3.3.4 동해 Argo 자료 상층 300m 내 염분 시간변화. 2007년이후 30psu 이하의 저염분이 두드러지게 나타나기 시작한다. 32psu 이하의 염분이 나타나는 Argo 뜰개 위치는 그림 3.2.1의 황색 점으로 표기.

- 그림 3.3.3.5a, 그림 3.3.3.5b에 동해 남서측 KODC 관측점에서의 SSL과 태평양 해수면 상승률과 동해 남부 16년 평균 해수면 상승률(3.3.3.5b)을 제시하였다. 2003-2011년기간동안 태평양 상승률이 2.6mm/yr이나 동해남서부 상승률은 1.5mm/yr이나 동해남부 상승률은 대략 3.0mm/yr라는 점을 감안하면, 상대적으로 동해남서부가 남동부보다 낮은 상승률을 보이는 것으로 확인된다. 동해남서부

상승률이 동해 남부 평균 상승률에 비해 낮은 상승률은 이 해역에서 Dynamic effect와 Euphotic effect 등 다른 요인들이 해수면 상승에 영향을 미치기 시작하였을 가능성을 시사한다.

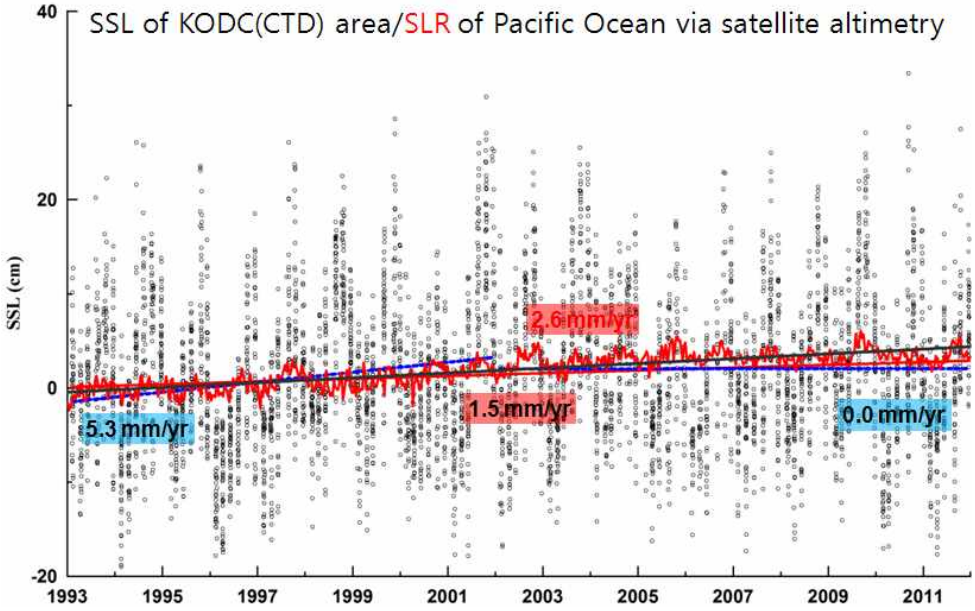



그림 3.3.3.5a 동해남서측 지점(KODC) 밀도기인 해수면 상승률과 태평양 해역 전체 해수면 위성자료로부터 산출한 상승률.

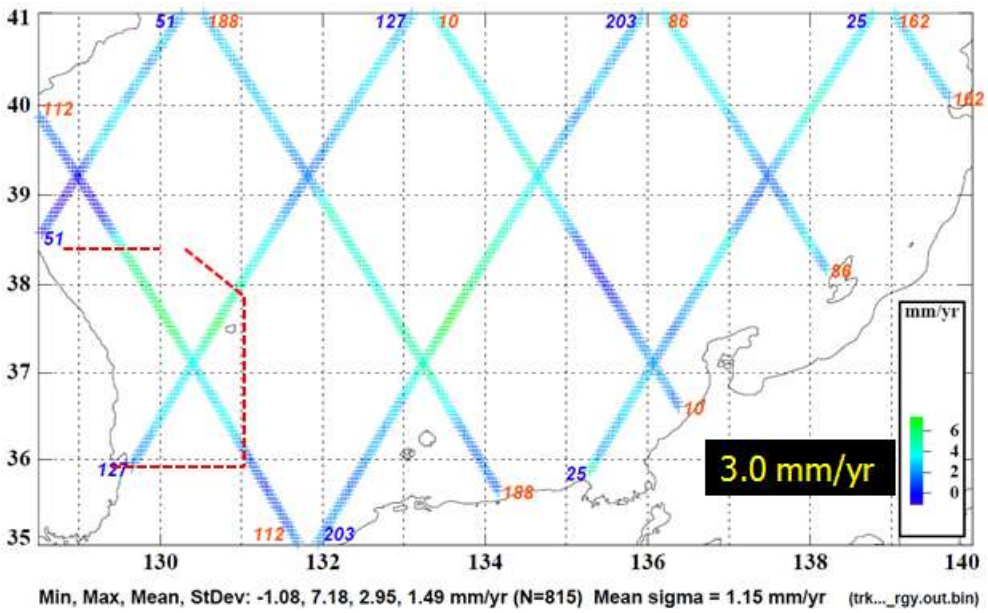



그림 3.3.3.5b 위성자료로 분석한 동해 남부 1992-2010년 16년 상승률. 전체 상승률은 3.0mm/yr이다.

# 제4절 ARGO 기획

## 1. 기획 연구 방향

- 기획 1, 2차 예비모임(3월11일, 4월 3일) 및 세부방향 회의(6월18일), 중간발표회(8월19-20일)를 가졌으며, 최종적으로 특별해역 심층협의(11월 4일)를 하였다.

- 기획에 참여한 소속기관은 KIOST, KOPRI(국지연구소), 해양대, 부산대, 부경대, 한양대, 경북대, 서울대, 인하대, 프랑스자연사 박물관(파리6대학)이며, 그간 발표모임시 기상청, 국립수산과학원 등의 관계자가 참가, 2013년 기상청 Argo 사업 현황, Argo 데이터 Delayed mode 처리현황 등을 발표하였다.

- 이같은 협의, 워크샵을 통해서 제안, 토의된 기획방향은 아래와 같다.

  첫째, KIOST의 국제공동연구/협력 지속

  ->국제공동조사에 지속적인 기여: 동해/남극해 float투하 재개

  둘째, Argo 연구 활성화 (연구프로그램 활성화)

  -> 국제적인 이슈 프로그램 개발, 학연연구자 적극 참여 유도

  -> 인접 연구분야 (수치모델) 연계연구 촉진, 전 동해 모니터링

  셋째, Argo 지화학 센서 국산화/자동관측모니터링 활용 확대

  -> 글라이더와 Argo 플로트 연계 활용, 심층 Argo 활용

  넷째, 연구프로그램 (해역별) 연구 의의 (그림 3.4.1.1의 대상해역 참조)

  ○ 동해기후변화 반응(+국방) Argo통한 동해전체 모니터링 효과

  ○ (매년 남극에 조사선 조사로) 상대적 강점 지닌 남극해에서 온난화/해빙이 전지구 해양/남극순환에의 영향 등 글로벌 이슈 선도.

  ○ 전세계 해양 중 가장 warming이 크고 해수면 상승률도 가장 높으며, 태풍 발생 해역인 북서태평양 해역에서 글로벌 이슈 연구

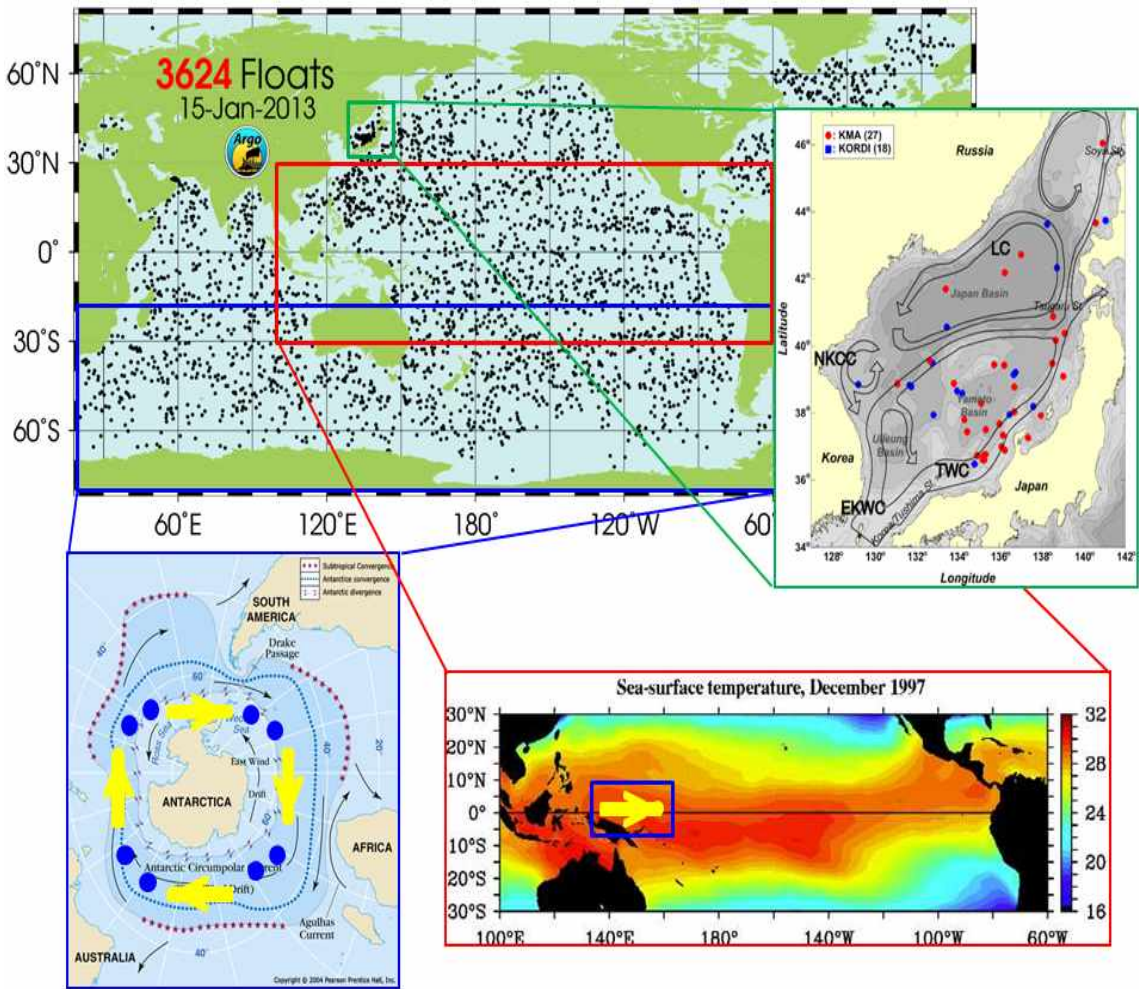



그림 3.4.1.1 아고투하 대상해역 동해, 저위도 북서태평양, 및 남극해.

## 나. Argo 활용연구 해역, 연구분야 및 핵심 목표

-Argo 기획사업은 본 과제에서 기획연구를 하도록 제안받은 이후, 연구원내에서 융합연구 기획사업으로 선정되어 기획을 병행 추진하였다. 따라서 별도의 기획사업 보고서는 11월 발간되었다. 여기서는 해역별, 관련별 기술별로 세부프로그램을 소개한다. 그림 3.4.1.2에는 기획사업을 통해 검토한, 동해, 남극해 세부프로그램과 해역별 최종목표를, 그림 3.4.1.3에는 저위도 북서태평양에서의 활용연구와 바이오센서 국산화 및 Argo 활용 수치모델 개발/개선 세부 프로그램을 제시한다.

-기획사업의 부제는 ARGO-KIOST 33이며 이는 동해에 18기, 남극해에 10기, 북서태평양 해역에 5기의 Argo float를 투입하겠다는 야심찬 계획이다. 33기에는 일반 Argo, Bio-Argo, Deep-Argo를 모두 포함되며, 33대중 약 20%를 바이오아고를 투하하려는 계획과 유사하게 약 6대의 Bio-Argo float를 투입 계획이다.

-본 Argo 기획사업을 통해 추구하는 핵심목표는 동해, 남극해, 적도해역 기후변화 반응 및 국제공동조사에 지속적으로 기여한다는 핵심목표를 표방하고 있다.

그림 3.4.1.2 동해, 남극해 Argo 활용 연구 프로그램.

그림 3.4.1.3 Argo활용 북서태평양, 지화학 센서국산화, 수치모델 프로그램.

## 2. Bio-ARGO 최근 동향 및 향후 ARGO 통신

### 가. Bio-ARGO 최근 동향

- 추가적으로 다양한 센서를 장착한 뜰개 활용 연구가 EEZ 해역에서 활성화 되어지는 반면에 전지구 대양에서 T-S 모니터링을 위한 기본 핵심 연구 방향에 차질이 생길까 우려된다. 지역해에서는 특히 인접 국가와의 협력 연구을 진행함으로써 EEZ 분쟁이나 잡음을 줄일 수 있을 것으로 권장한다.

- Bio-Argo의 대상이 되는 요소는 기존의 핵심 관측요소인 T-S(수온-염분)와 관측 성격이 다르다. 우선 Bio-Argo의 대상이 되는 요소는 기존의 핵심 관측요소인 T-S(수온-염분)와 달리 해수 유동을 일으키는 역학과정에 직접 관여하지 않는다는 점이다. Bio-Argo의 대상이 되는 각 요소마다 측정 방법의 고유한 특이성을 갖고 있으며, 이들은 해색 원격탐사와 관련되어 있으며 자료의 질을 향상시키기 위해 다른 자료를 활용하기도 한다. 그리고, 센서 기술 개발이 절전형이면서 소형으로 괄목하게 발전하고 있어 Argo뜰개에 장착하기에 적합한 다양한 센서가 가용해진다(그림 3.4.2.1). 그렇게 되면 특별한 목적으로 실험을 설계하여 다양하게 활용할 수 있을 전망이므로 우리도 Bio-Argo의 국제 동향을 주시할 필요가 있다.

- 기존 Argo 플로트에 부착된 Bio-Argo 장비들은 그림 3.4.2.2와 같이 다양하다. 현재 국내는 바이오 아고에 대한 준비가 지극히 분족한 상태로 일단 시범적으로 동해에 수대의 바이오 아고를 투하하여, 자료산출, 센서 보정, 바이오센서 개발 등과 관련된 기초연구를 진행할 필요가 있다.

그림 3.4.2.1 Bio-Argo 소형 센서.

그림 3.4.2.2 Argo 부착 바이오 아고센서들.

- Deep-Argo 계획을 준비하는 장비 개발이 진행되고 있다. 실제로 3500~4000미터 대수심을 견딜 수 있는 뜰개 몸체의 개발이 중요한 요소이다. 미국의 2개 회사에서는 글래스부이를 사용하여 시험한 결과를 제공하였다. 일본은 몸체 개발을 포함하여 새로운 장비를 선보였다. 일본은 향후 남반구 해역에 7대의 Deep-Argo 계획을 발표하였다. 실제로 3500~4000미터 대수심을 견딜 수 있는 뜰개 몸체의 개발이 중요한 요소이다.

- 뉴질랜드는 남태평양의 넓은 대양에 뜰개 투하하는 선박을 제공하여 왔다. 미국, 호주를 비롯하여 이 해역에 투하될 뜰개를 뉴질랜드 NIWA 관측선이 대행하여 왔다. 특히 R/V Kaharoa는 1140 개의 뜰개를 투하하기도 하였다.

## 나. 향후 ARGO 통신

- 최신의 뜰개의 기술 사양 중에서 특이한 것은 자료송수신을 위한 통신방법을 양방향 방식으로 채택하고 있다는 점이다. 지금 전지구 대양에 작동하는 뜰개의 25%가 양방향 방식이다. 이는 1년 전의 17% 보다 8% 증가한 셈인데, 지난 1년 동안 새로 투하된 뜰개의 60%가 양방향 방식이었던 효과이다. 아울러 자료송수신을 위한 교신시간이 상당히 축소됨에  따라 해수면 체류시간이 짧아져 뜰개체류수심에서의 궤적의 정확도를 높여 줄 뿐 아니라, bio-fouling 의 문제가 대폭 감소되어 결과적으로 Argo 자료의 질이 향상될 것으로 판단한다. 양방향 방식은 또한 새로운 영역에서의 활용으로 확장될 수 있도록 해주는 효과도 있다. 천해해역과 적도해역에서 양방향 방식의 뜰개가 효과적이다.

- 위성통신의 새로운 기술 환경이 예상됨에 따라 이에 상응하는 뜰개 활용 연구 방향이 확장될 것으로 예상된다. 첫째는, 적도해역이나 서안경계류 해역에서 더욱 조밀한 분포로 연구 방향을 설정하게 될 것이다. 둘째는, 그동안 뜰개 활용 연구가 미흡했던 분야인 고위도 해역, 지역해, 심해 해역으로 연구 방향이 확장되어 가고 있다. 셋째로, 추가적으로 다양한 센서를 장착하여 복합적 해양환경 정보를 획득하는 노력이 역시 흥미로운 분야이다. 넷째로, 프로파일 자체가 더욱 세밀하게 이루어져 선박에 의한 CTD 관측과 대등한 수준의 프로파일을 획득하게 될 전망이다. 지금까지 뜰개에 의한 관측은 50~100 레벨의 CTD 관측만 가능하였으나 향후 2미터 간격으로 관측할 것을 권장하고 있다. core-Argo의 기본적인 관측 범위는 북남위 60도 사이의 대양을 대상으로 하지만, 여러 연구자들의 관심이 지역해에 집중되면서 지역해의 관측 사양에 대해 논의가 있었다. 지역해는 2배의 투하 밀도를 유지하도록 권장하며, 경우에 따라서는 관측주기를 5일로 단축하는 것도 가능하다. 적도해역이나 서안경계류 해역 등에서도 역시 2배의 투하 밀도를 유지하도록 하며 관측주기를 7일로 단축하는 것도 고려해 볼 만 하다.

- 위성을 경유하여 송신되는 자료량은 1관측 당 2kbyte로 추정할 수 있다. 이것은 표층의 0~500 m에서 2 m 간격, 중층의 500 - 2,000 m에서는 5 m 간격으로, 수온, 염분 모두 0.001까지 단위인 경우 요구되는 자료량이다. 결국, 수심방향의 550점의 자료를 송신하는 것이 된다. 그러나 현재는 배터리와 해면체류시간 문제로 0~400 m에서 10 m 간격, 400 - 800 m에서는 50 m 간격으로 45점 정도이기 때문에 앞으로 1자리 이상 data량의 증가가 있을 수 있다.

- 현재 ARGOS 시스템에서는 상공에 위성이 비행하지 않을 경우에는 통신할 수 없고, 통신속도도 느리기 때문에 뜰개는 해면에서 장시간 체재하지 않으면 안 된다. 이 때문에 염분 센서 등에 오염물질이 부착하기도 하고 뜰개가 표층 해류로

흘러가서 해면보다도 훨씬 약한 중층의 해류를 정밀도 높게 평가할 수 없게 된다. 또한 쓸데없는 통신이 많아져서 배터리가 소모되는 결과가 된다. 이러한 문제뿐만 아니라 기본적으로 위성과의 데이터 통신은 뜰개의 에너지의 50%를 소비한다. 그러므로 데이터 통신부분의 개량에는 훨씬 다양하고 가시적인 가능성이 존재한다. 한 예로 양방향 통신 시스템의 도입은 더 적은 에너지의 사용으로 더 많은 양의 자료를 전송할 수 있으며 뜰개의 에너지가 고갈되었을 경우 양방향 통신은 육지에 있는 본부에서 뜰개를 제어하여 표층에서 회수 될 때까지 머물러 있게끔 할 수도 있다 (그림 3.4.2.3).

| 위성통신 방식#1 | 위성통신 방식#2 | 위성통신 방식#3 | 위성통신 방식#4 | 위성통신 방식#5 |
|---|---|---|---|---|
| Argos (since 1978) | Argos-3 (since 2012) | Iridium/CLS | | |
| original | 쌍방향 | SBD | CSD/RUDICS (쌍방향) | |
| CLS server | CLS server | original-Argos 유사 | CLS server | User server |
| email / ftp / web | email / ftp / web | emails | phone call | ← |
| ADL | +GPS receiver | +GPS receiver | ← | ← |
| 250m | 10m | 10m | ← | ← |
| - | - | SIM-less | SIM based | ← |
| 6~12 hours | 40 minutes | 20 minutes | ← | ← |
| ~100 CTD levels | ~1000 CTD levels | ~100 CTD levels | ~1000 CTD levels | ← |
| - | - | - | - | RUDICS account 1900€ |
| - | - | - | setup fee 300€/float | - |
| 30€/float/M | 20€/float/M | ≒60€/float/M | 12€/float/M + call length | ← |
| - | - | <100Kbytes/M | >100Kbytes/M | |
| - | - | 1.5€/Kbytes | 0.50€/minute | |
| day base | ← | data volume | call length | |

그림 3.4.2.3 위성통신 방식에 따른 기술사양

- 위성통신 방식#1: 1978년에 자연과학계에 보급되어 많은 분야에서 범용으로 사용하여 왔다. 현재 우리가 투하한 Argo뜰개 모두 이 방식을 사용하고 있다. 위성과 교신하기 위하여 표면체류시간이 6~12시간으로 길며, 자료전송량이 제한되어 있는 관계로 CTD관측층 100개 이내이어서 자료활용과 가치 측면에는 미흡한 바가 없지 않다.

- 위성통신 방식#2: 기술 발전과 더불어 사용자의 요구에 부응하여 통신기술 사양이 향상되었다. 즉, 쌍방향통신이 가능하며, Argo뜰개가 위성과 교신하기 위한 표면체류시간이 40분으로 대폭 축소되었으며, 자료전송량이 크게 늘어나 CTD관측층 1000개 내외로 가능하여 자료활용과 가치 측면에는 선박에 의한 CTD관측에 비교할만하다.

- 위성통신 방식#3: Iridium위성통신을 활용하는 자료전송 방식중의 하나로 SBD (Short Burst Data) 방식은 소량의 자료를 전송하는 경우 저렴하게 활용할 수 있도록 개발된 옵션이다. 자연과학계에 보급된 초기 위성통신 방식#1의 경우와 비교할 수 있는 단순한 방식이다.
- 위성통신 방식#4: Iridium위성통신을 활용하는 CSD/RUDICS (Circuit Switched Data) 방식은 쌍방향 통신을 가능하게 하며, 다량의 자료를 전송할 수 있는데 SIM (Subscriber Identity Module) 카드로 위성통신 개통이 필요하다. 차세대 방식이나 사용료가 비싸다.
- 위성통신 방식#5: 방식#4와 마찬가지이나 자체적으로 RUDICS서버를 유지관리해야하는데 RUDICS 계정 개통비용이 1900유로이다.

- ARGOS satellite system (홈페이지 : http://www.argosinc.com):

ARGOS 시스템은 미국의 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)와 NASA(National Aeronautics and Space Administration), 그리고 프랑스의 CNES(French Space Agency) 간의 협의 하에 1978년에 설립되었다. ARGOS는 인공위성을 이용하여 환경을 보호하고 감시하는 목적으로 위치와 자료를 수집하는 시스템이다. 세계 어느 곳에서 ARGOS 수신기에 연결한 센서를 통하여 위치와 자료를 수집할 수 있다. 현재 수천개의 ARGOS 송신기가 작동 중이다.

수집한 자료는 다양한 방법으로 받을 수 있다. 특히 빠르면 20분 이내에 ftp나 전자우편 등을 통해 자동으로 컴퓨터를 이용하여 받을 수 있다. 그리고 송신기가 작아서 전력소모가 작을 뿐만 아니라 17g 정도 가볍다. ARGOS 수신기는 850km 상공에 극궤도 위성인 NOAA위성에 탑재되어 있다.

# 제4장 목표달성도 및 관련 분야에의 기여도

## 제1절 목표달성도

### 1. ARGO 유지 관리

- 호주연구기관 (CSRO)에서 개발한 시스템(Argo_RT)으로 전환하여 최신 국제양식으로 자료제공 체계를 성공적으로 구축함.

- 동해활성 아고 플로트 생산 관측 자료를 실시간 처리하여 세계해양자료 센터(GDAC)와 국내자료센터(KORDI_DAC)에 제공하여 가장 기본적인 Argo 시스템 유지관리 기능을 달성함.

- Argo 프로그램에서 국제전문가회의(AST (Argo Steering Team Meeting), ADMT(Argo Data Management Team Meeting)에 참석하여 아고자료의 품질을 유지하기 위한 협력을 통해 국가적 역할을 성공적으로 담당함.

### 2. ARGO 활용연구

- 동해북부 일본분지에서 아고 플로트의 지난 10여년 자료를 분석하여 700-800m 중층에서 순환특성이 계절변화를 하고 있음을 최초로 발견하여, 활용연구를 성공적으로 수행함.

- 국립수과원 동해 남서부 자료와 Argo 자료 등을 활용하여 동해에서의 열팽창과 염분응축 등에 의한 해수면 변화에 대한 연구를 통해 Argo자료의 응용 가능성을 성공적으로 진행함.

### 3. ARGO 활성화 기획연구

- 향후 동해, 남극해에 아고투하를 포함한 활성화를 위한 기획연구를 통해 매년 33대의 일반아고, 바이오 아고 플로트 투하를 제안하는 KIOST-ARGO 33 기획보고서를 작성함.

## 제2절 관련분야 기여도

전체적인 연구결과를 크게 3개 분야로 구분하여 관련 분야 기여도를 기술한다.

### 1. ARGO 유지 관리

- 아고플로트의 자료를 실시간 처리하는 프로그램을 호주연구기관 (CSRO)에서 개발한 최신 시스템(Argo_realtime)으로 전환하여 최신 국제양식으로 자료제공하여 국제화, 표준화 달성에 기여.

- 세계해양자료 센터(GDAC)와 국내자료센터(KORDI_DAC)에 지속적인 자료 제공 기능 수행으로 지역 아고센터 유지에 기여.

- 국제전문가회의(AST (Argo Steering Team Meeting), ADMT(Argo Data Management Team Meeting)에 참석하여 국가 아고기능 유지와 국제 협력에 기여.

### 2. ARGO 활용연구

- 동해북부 일본분지에서 중층(700m-800m) 수환 특성을 발견하여 학계에 보고중으로 국내 연구자가 일본분지 순환에 계절특성 존재라는 과학적 발견에 기여.

- Argo 자료 등을 활용하여 동해에서 해수면 변화에 대한 연구 가능성을 제시하여 해수면 변화의 장기 모니터링 가능성 제시.

### 3. ARGO 활성화 기획연구

- 기획연구를 통해 매년 33대의 일반아고, 바이오 아고 플로트 투하를 제안하는 KIOST-ARGO 33를 제시를 통해 향후 국내아고 연구 발전 방향 제시.

- 동해와 남극해 뿐만 아니라 저위도북서태평양 대상 연구, Argo 지화학센서 국산화 등의 세부프로그램을 작성을 통해 아고연구의 영역 확대에 기여.

# 제5장 연구결과의 활용계획

## 제1절 결과의 활용가능성 및 파급효과

### 1. 활용 방안

- 2001~13년의 10여년 이상 동안 동해에서 관측한 ARGO자료를 실측자료 표준 DB로 작성/활용.

- 동해의 다른 CTD 관측자료와 함께, 해수면의 밀도변화 기인 해수면 상승치 산정 활용연구에 유용한 자료로 활용.

- 기후변화에 따른 동해 해수면 물성 변화 모니터링.

- 기후변화 순환모델의 검증 및 초기자료로 활용.

- 새로운 동해 중층순환도 작성에 활용.

- 전 지구적으로 해양의 수온 변동 상태를 실시간으로 파악함으로 수산자원의 효율적 관리 및 원양어업의 국제 경쟁력 제고.

- 장기 기후변화 예측으로 국가 기후 정책 입안의 기초 자료 제공.

- 기상예보기술의 산업화와 같은 해양예보기술을 산업화한다면 새로운 고용창출 기대.

- 해양예보의 기초자료로 활용. 해양정책 결정시 요구되는 해양예보자료를 실시간으로 제공받음으로써 업무 효율의 극대화를 꾀할 수 있음.

### 2. 기대 성과 및 예상 파급효과

#### 가. 학술적 측면

- 동해 일본분지내 중층 순환의 계절적 순환고리 존재에 대한 새로운 발견.

- 동해 다양한 해양현상을 규명하는 과정에 본 사업에서 작성한 실측 표준DB와 비교/활용.

- 장기자료 누적에 따른 동해에서의 해수특성 변화 모니터링.

- 동해 중층에서 원자력 방사능 누출시 방사능 물질 이동 및 확산예측에 활용.

**나. 기술적 측면**

- 같은 장비로 10년간 지속적으로 관측하는 것은 기술적으로도 쉽지 않고 자주 어려운 실험으로 매우 의미있는 결과로 평가할 수 있으며, 동해전체를 모니터링 할 수 이따는 가능성 제시.

- 일본분지는 국내학자가 자료를 쉽게 얻을 수 없는 해역에서 국내연구 성과 창출에 노력할 경우, Argo관측이라는 관측기술로 인해 연구영역의 실질적 확대. 자동관측체계에 대한 기술활용에 더욱 관심을 두는 계기가 될 것임.

**다. 경제 ·산업적 측면**

- 향후 국내 바이오 Argo를 국산화하여 실용화할 시, 이를 운용하기 위한 통신, 자료 수집 등에 관한 광범위한 정보 기반 기술 획득.

## 제2절 연구결과 활용 방안

### 1. ARGO 유지 관리된 자료

- 국제화, 표준화된 자료를 세계해양자료 센터(GDAC)와 국내자료센터(KORDI_DAC)에 지속적으로 제공하여 KIOST가 2001-2009년 기간동안 투하한 자료가 국제적으로 활용되고 있음.

- 특히 국내 연구자가 동해를 대상으로 한 연구논문 발간에 활발히 사용하고 이를 통해 동해 단독표기 혹은 동해/일본해 병기 표기 확산에 기여할 것으로 예상됨.

### 2. ARGO 활용연구 성과

- 연구결과 밝혀진 동해 일본분지 중층의 계절별 순환 특성은 새로운 동해 중층 순환도 작성에 기여할 것임.

- 동해 Argo 자료는 궁극적으로 동해 모니터링, 기후변화로 인한 장기 모니터링 자료로 활용될 것임.

### 3. ARGO 활성화 기획연구

- 기획연구를 통해 매년 33대의 일반아고, 바이오 아고 플로트 투하를 제안하는 KIOST-ARGO 33를 제시를 통해 향후 국내아고 연구 발전 방향 제시.

- 동해와 남극해 뿐만 아니라 저위도북서태평양 대상 연구, Argo 지화학센서 국산화 등의 세부프로그램을 작성을 통해 아고연구의 영역 확대에 기여.

# 제6장 참고문헌


Bower, A.S.,et al. (2002), Directly measured mid-depth circulation in the northeastern North Atlantic Ocean. *Nature*, *419*, 603-607.

Bower, A.S.,M.S.Lozier,S.F. Gary, and C.W. Boning (2009), Interior pathways of the North Atlantic meridional overturning circulation. *Nature, 459*, 243-248.

Choi, Y.J. and J.H. Yoon (2010), Structure and Seasonal Variability of the Deep Mean Circulation of the East Sea (Sea of Japan). *J.Oceanogra*., *66,* 349-361.

Danchenkov, M.A., S.C. Riser, K. Kim, and J.H. Yoon (2003), Deep currents of the central Sea of Japan. *Pacific Oceanogr., 1*, 6-15.

Danchenkov, M.A. et al. (2006), A History of Physical Oceanographic Research in the Japan/East Sea. *Oceanogr*., *19*, 18-31.

Gamo, T. (1999), Global warming may have slowed down the deep conveyor belt of a marginal sea of the northwestern Pacific: Japan Sea. *Geophys. Res. Lett., 26,*3137–3140.

Gamo, T., Y. Nozaki, H. Saki, T. Nakai, and H. Tsubota (1986), Spatial and temporal variations of water characteristics in the Japan Sea bottom layer. *J. Mar. Res., 44*, 781-793.

Hogan, P.J., H.E. Hurlburt (2000), Impact of Upper Ocean–Topographical Coupling and Isopycnal Outcropping in Japan/East Sea Models with 1/8º to 1/64º Resolution. *J. Phys. Oceanogr*., *30*, 2535-2561.

Kim, K. et al. (2004), Water masses and decadal variability in the East Sea (Sea of Japan). *Prog. in Oceanogr., 61*, 157-174.

Kim, K.R. et al. (2002), A sudden bottom-water formation during the severe winter 2000–2001: The case of the East/Japan Sea. *Geophys.*

*Res. Lett., 29*, 75-1-75-4.

Lavender, K.L., R.E. Davis and W.B. Owens (2000), Mid-depth recirculation observed in the interior Labrador and Irminger seas by direct velocity measurements. *Nature, 407*, 66-69.

Park, J. J. and K. Kim (2013), Deep currents obtained from Argo float trajectories in the Japan/East Sea. *Deep Sea ResearchII., 85*, 169-181.

Park, J.J., K. Kim, B. A. King and S.C. Riser (2005), An advanced method to estimate deep currents from profiling floats. *J. Atmos. Oceanic Tech.*, *22*, 1294-1304.

Takematsu, M., Z. Nagano, A. G. Ostrovskii, K. Kim, and Y. Volkov (1999), Direct measurements of deep current in the Northern Japan Sea. *J. Oceanogr., 55*, 207–216.

Talley, L.D. et al. (2003), Deep convection and brine rejection in the Japan Sea. Geophys. Res. Lett., 30, 1159-1162.

Yanagimoto, D. and K. Taira (2003), Current Measurements of the Japan Sea Proper Water and the Intermediate Water by ALACE Floats. *J. Oceanogr.*, 59, 359-368.

Yoon, J. H., K. Abe, T. Ogata, and Y. Wakamatsu (2005), The effects of wind-stress curl on the Japan/East Sea circulation. *Deep Sea ResearchII., 52*, 1827-1844.

# 부 록

Appendix

A

## 소프트웨어 및 DB개발 관련기술지도

## – 수원대 박필성교수

# 자문 목차

1. 신개념 Argo RT System의 porting 가능 여부에 대해

2. System 설치 및 설정 정보

3. SFTP 사용법

4. 호주 CSIRO의 ARGO RT 시스템 분석

5. 호주의 ArgoRT porting 예비 작업

6. NetCDF 지원 기능의 설치를 위한 작업

## 1. 신개념 Argo RT System의 porting 가능 여부에 대해

다음 몇몇 핵심 file들로 보아 Windows system으로의 porting은 불가.
Linux system에서 다음이 필요함.

- Matlab
- C shell ⇨ Windows system에서는 지원하지 않음
- expect ⇨ Windows system에서는 지원하지 않음

기타, 현재의 Argo RT system은 Linux를 기반으로 개발된 것으로,
- 이를 Windows로 porting한다는 것은 엄청난 시간과 노력이 필요하며
- 성공의 가능성도 낮음 (지원되지 않는 것이 많음).
- 또한 향후 호주 CSIRO에서 upgrade할 경우 쉽게 적용하기 위해서는 Linux를 사용하는 것이 좋겠음.

### file : run_rt_argo.sh

```
#!/bin/csh                    ==>: C shell script
set AROOT="/home/argo/ArgoRT"
cd $AROOT
set DATEJ=`/bin/date '+%Y%m%d_%H%M'`
set crsh_fnm=($AROOT"/run_logs/crash_"$DATEJ)
set log_fnm=($AROOT"/run_logs/run_"$DATEJ".log")

/home/argo/ArgoRT/src/ftp_get_argos

rm -f ArgoRT.log ArgoRT.crash
/usr/local/bin/setupxvfb 7
setenv DISPLAY :7
( /home/matlab7.4/bin/matlab -nosplash -nodesktop < src/drive_rt_argo.m
>! ArgoRT.log ) >& ArgoRT.crash     ==> 빨간 부분 명령은 PC version도
동일
# The crash file is always create, but is empty unless there has been a
crash.
# So, copy it to form a proper crash report if there has been one,
otherwise just
# leave it here to be deleted at the start of the next run.
find . -name ArgoRT.crash -not -size 0 -exec cp ArgoRT.crash
$crsh_fnm \;
touch $log_fnm
cat ArgoRT.log >> $log_fnm
```

### /usr/local/bin/setupxvfb

```
#!/bin/sh
```

```
display=`expr match "$1" "\([0-9][0-9]*\)"`
shift

if [ "$display" = "" -o "$display" = 0 -o "$display" = 1 ]
then
        echo "Usage: $0 display-number [options]"
        echo "       display-number cannot be 0 or 1"
        exit 1
fi

if [ -s /tmp/.X$display-lock ]
then
        pid=`tr -d " " < /tmp/.X$display-lock`
        [ -d /proc/$pid ] && exit 0
        rm /tmp/.X$display-lock
fi

Xvfb :$display $* -fp /usr/X11R6/lib/X11/fonts/misc,/usr/X11R6/lib/X11/fonts/75dpi > /dev/null 2>&1 &

exit 0
```

## ftp_get_argos

```
#!/usr/bin/expect -f ==> expect script language 사용
trap exit SIGINT ;# exit on ^C
match_max -d 100000
set lday [exec date +%j]
set lyr [exec date +%y_]
# because day could have a leading zero (which would be interpreted as
# introducing an octal number) add 1000 and take it off again, except
# take off an extra 9, because we want data from up to 9 days ago!
# NOTE: window changed to 7 days when dates and old data became an issue: AT 9/2009
# do the sum modulo 365 to cross year boundaries.
set day [ expr ( "1$lday" - 1007 ) % 365 + 1 ]
#INSTALLER:  3 installation-dependant paths below
# Now name the file by today's local year and julian day
exec rm -f /home/argo/ArgoRT/argos_downloads/argos$lyr$lday.log
exec /bin/date -u "+UTC %d-%m-%Y %R" > /home/argo/ArgoRT/argos_downloads/argos$lyr$lday.log
spawn telnet ArgosServer.cls.fr
expect "Username:"
send "AustArgo\r"
expect "Password:"
send "CMARArgo\r"
expect -re "ARGOS READY"
log_file -a /home/argo/ArgoRT/argos_downloads/argos$lyr$lday.log
log_user 0
set timeout 7200
# send "prv,02039,ds,$day,41500-43000\r"
# expect -re "ARGOS READY"
# send "prv,02039,ds,$day,06300-06556\r"
# expect -re "ARGOS READY"
# send "prv,02039,ds,$day,52000-54000\r"
# expect  -re "ARGOS READY"
```

```
# send "prv,02039,ds,$day,57000-61000\r"
# expect  -re "ARGOS READY"
# send "prv,02039,ds,$day,34000-35000\r"
# expect  -re "ARGOS READY"
send "prv,02039,ds,$day\r"
expect  -re "ARGOS READY"
log_file
log_user 1
send "logout\r"
expect "LOGOUT"
```

Expect is a tcl extension for automating interactive applications such as telnet, ftp, passwd, fsck, rlogin, tip, etc. Expect is also useful for testing the named applications. Expect makes it easy for a script to control another program and interact with it. Install the expect package if you'd like to develop scripts which interact with interactive applications. You'll also need to install the tcl package.

## 2. System 설치 및 설정 정보

### 1. 현재 Toshiba notebook에 설치된 Linux에 대한 정보

[kargo@kordi ~]$ uname -a
Linux kordi 2.6.18-164.el5 #1 SMP Thu Sep 3 03:28:30 EDT 2009 x86_64 x86_64 x86_64 GNU/Linux ⇨ 64 bit CentOS Linux, kernel 2.6.18-164.el5

### 2. System에 등록된 사용자

root : system 관리자 ( /root ).
kargo : ArgoRT를 run할 사용자 ( /home/kargo ).
sonnim : 장차 외부에서 손님으로 접속을 허용할 경우 ( /home/sonnim ).

### 3. Network 및 방화벽 정보

IP 주소 : 211.221.225.181
DNS에 등록된 host name은 없음 ⇨ 따라서 IP로 접속해야 함.
방화벽 : Linux의 iptables 사용 ( /root/bin/firewall script 사용 ).
열린 port 번호 : 1000, 22 (22번은 일부 지정된 IP에서만 접속 가능).

host의 접속 방법.
1) telnet은 보안상 취약하므로 사용을 허용하지 않음.
2) SSH를 사용한 접속 방법 : 모든 것이 암호화 됨.
* Windows system에서는 SSH Windows client 혹은 Xshell 사용.
* Linux, Unix system에서는 text mode 상에서 ssh로 접속 가능.
$ ssh -o port=1000 211.221.225.181
3) file 전송
* 전통적인 FTP는 보안상 취약하므로 사용은 허용치 않음.
* 대신,
- Windows system에서는 SSH Windows client에서 제공하는 file 전송 기능을 사용하거나, Xftp를 사용할 수 있음.
- Linux/Unix system에서는 sftp를 사용할 수 있음.
⇨ sftp 사용법은 아래 별도의 설명 참고.
4) 기타 VNC를 사용한 GUI 접속이 가능하며 추가로 설치하였음.

## 3. SFTP 사용법

일단 ftp가 아닌, sftp 사용을 권장하는 것이 좋다(ftp를 열면 보안에 취약).
다음은 sftp 사용법이다 (ftp 사용법과 거의 같다. 오히려 더 편리하다).

숙지해야할 사항 :
ssh처럼 보통 sftp는 port 22번을 사용한다. 그런데 워낙 중국인들이 hacking을 많이 하므로 Toshiba notebook 방화벽에서 22번은 몇몇 지정된 IP에서만 접근 가능하게 만들었고 그 외 다른 IP에서는 22번이 아닌 1000번으로만 접속 가능하다.
(그래서 아래 sftp 명령에 -o port=1000 이란 option을 준다.)

다음은 pspark.suwon.ac.kr에서 Toshiba notebook(211.221.225.181)로 sftp 하는 예이다.

```
[root@pspark ~]# sftp -o port=1000 sonnim@211.221.225.181
Connecting to 211.221.225.181...
sonnim@211.221.225.181's password:
sftp> help                              ==> help를 치면 사용법 설명이 나온다.
Available commands:
cd path                                 Change remote directory to 'path'
lcd path                                Change local directory to 'path'
chgrp grp path                          Change group of file 'path' to 'grp'
chmod mode path                         Change permissions of file 'path' to 'mode'
chown own path                          Change owner of file 'path' to 'own'
help                                    Display this help text
get remote-path [local-path]            Download file
lls [ls-options [path]]                 Display local directory listing
ln oldpath newpath                      Symlink remote file
lmkdir path                             Create local directory
lpwd                                    Print local working directory
ls [path]                               Display remote directory listing
lumask umask                            Set local umask to 'umask'
mkdir path                              Create remote directory
progress                                Toggle display of progress meter
put local-path [remote-path]            Upload file
pwd                                     Display remote working directory
exit                                    Quit sftp
quit                                    Quit sftp
rename oldpath newpath                  Rename remote file
rmdir path                              Remove remote directory
rm path                                 Delete remote file
symlink oldpath newpath                 Symlink remote file
version                                 Show SFTP version
!command                                Execute 'command' in local shell
!                                       Escape to local shell
?                                       Synonym for help
sftp> ls                                ==> 원격 system의 directory의 내용 볼 때.
sftp> lls                               ==> local system의 directory의 내용 볼 때.

anaconda-ks.cfg  data     install.log.syslog
          vmware-tools-distrib  wwwlinux
bin                    Desktop          install_protege_3.4.2.exe
sftp> put anaconda-ks.cfg       ==> local system의 file을 원격 system으로 upload할 때,
```

```
Uploading anaconda-ks.cfg to /home/sonnim/anaconda-ks.cfg
anaconda-ks.cfg                                               100%
2528      2.5KB/s   00:00
sftp> ls
anaconda-ks.cfg
sftp> quit
[root@pspark ~]#
```

위 help에서 나오는 설명을 보시면, sftp에서 사용하는 명령은 ftp와 거의 같고 또한 대부분이 그대로 Unix 명령이다.

put  ==>  file upload
get  ==>  file download

옛날 ftp의 mput, mget은 없고 그냥 *를 쓰면 된다.

```
put *.dat
get *
```

단, 명령을 원격 시스템에 적용할 것인가 local system(이쪽)에 적용할 것인가에 따라 l(소문자 L)을 붙이느냐 마느냐의 차이이다.

예를 들어,

ls  ==> 원격 system의 directory 내용 볼 때,
lls ==> local system          "

cd ==> 원격 system의 directory change
lcd ==> local              "

그리고, sftp도 ftp처럼 anonymous가 가능하다.

## 4. 호주 CSIRO의 ARGO RT 시스템 분석

### CSIRO system의 개관

CSIRO의 ARGO RT(Real Time) 시스템은
- OS : CentOS 5.0 kernel 2.6.18-164.el5 x86_64.
- Matlab version 7.4.0.287 (R2007a).

구성 및 필요한 지식.
- Linux system administration.
- Matlab 언어.
- script 언어 : bash shell, C-shell, expect.

### Directory structure

```
/home/
  ├ matlab7.4/                          Matlab 설치 directory
  |    └ bin/
  |         └ matlab                    Matlab run script
  |
  ├ kargo/                              일반 user kargo의 home directory
  |
  ├ argo/
  |    └ ArgoRT/                        ARGO의 root directory
  |         ├ run_rt_argo.sh, ftp_get_argos
  |         ├ argos_downloads/
  |         ├ run_logs/
  |         ├ src/                      lots of m-files
  |          |    ├ drive_rt_argo.m, set_argo_sys_param.m, strip_argos_msg.m,

  |         |  |      web_processing_report.m
  |         |  └ WebSourceCode
  |         ├ iridium_data
  |         ├ netcdf
  |         └ spreadsheet
  ├ gronell/
  ├ htdocs/
```

```
|     └ Argo/
|           └ tech/
├ netcdf-data/
└ iridium/
```

위에서 노란 바탕에 파란 색깔 directory는 새로 만든 것이다.

## Program call 구조

/home/argo/ArgoRT/run_rt_argo.sh
- ├ ftp_get_argos
- ├ /usr/local/bin/setupxvfb
- └ /home/argo/ArgoRT/src/drive_rt_argo.m
  - ├ set_argo_sys_params.m
  - ├ strip_argos_msg.m
  - └ web_processing_report.m

## run 방법 및 주요 code

**script : /home/argo/ArgoRT/run_rt_argo.sh**

용도 : main script

```
#!/bin/csh

set AROOT="/home/argo/ArgoRT"

cd $AROOT

set DATEJ=`/bin/date '+%Y%m%d_%H%M'`            ⇨ 20110109_2345 형식
set    crsh_fnm=($AROOT"/run_logs/crash_"$DATEJ)        ⇨ /home/argo/ArgoRT/run_logs/crash_20110109_2345

set       log_fnm=($AROOT"/run_logs/run_"$DATEJ".log")        ⇨ /home/argo/ArgoRT/run_logs/run_20110109_2345.log


#/home/argo/ArgoRT/src/ftp_get_argos        ⇨ directory가 잘못 되었다.
/home/argo/ArgoRT/ftp_get_argos

rm -f ArgoRT.log ArgoRT.crash        ⇨ /home/argo/ArgoRT 내의 file들.

/usr/local/bin/setupxvfb 7
setenv DISPLAY :7
```

```
( /home/matlab7.4/bin/matlab -nosplash -nodesktop < src/drive_rt_argo.m
>! ArgoRT.log ) >& ArgoRT.crash

# The crash file is always create, but is empty unless there has been a
crash.
# So, copy it to form a proper crash report if there has been one,
otherwise just
# leave it here to be deleted at the start of the next run.

find . -name ArgoRT.crash -not -size 0 -exec cp ArgoRT.crash
$crsh_fnm \;
                              ⇨ 만일 crash file size가 0이 아니면 run_logs dir
에 복사

touch $log_fnm
cat ArgoRT.log >> $log_fnm
```

script : /home/argo/ArgoRT/ftp_get_argos

목적 : 자동으로 ftp를 통해 data를 download

```
#!/usr/bin/expect -f                                  expect script 언어 사용

trap exit SIGINT                ;# exit on ^C
match_max -d 100000

set lday [exec date +%j]
set lyr [exec date +%y_]

# because day could have a leading zero (which would be interpreted as
# introducing an octal number) add 1000 and take it off again, except
# take off an extra 9, because we want data from up to 9 days ago!
# NOTE: window changed to 7 days when dates and old data became an
issue: AT 9/2009
# do the sum modulo 365 to cross year boundaries.
set day [ expr ( "1$lday" - 1007 ) % 365 + 1 ]

#INSTALLER:  3 installation-dependant paths below

# Now name the file by today's local year and julian day
exec rm -f /home/argo/ArgoRT/argos_downloads/argos$lyr$lday.log
exec /bin/date -u "+UTC %d-%m-%Y %R" >
/home/argo/ArgoRT/argos_downloads/argos$lyr$lday.log

spawn telnet ArgosServer.cls.fr
expect "Username:"
send "AustArgo\r"
expect "Password:"
send "CMARArgo\r"

expect -re "ARGOS READY"

log_file -a /home/argo/ArgoRT/argos_downloads/argos$lyr$lday.log
log_user 0

set timeout 7200
```

```
# send "prv,02039,ds,$day,41500-43000\r"
# expect -re "ARGOS READY"
# send "prv,02039,ds,$day,06300-06556\r"
# expect -re "ARGOS READY"
# send "prv,02039,ds,$day,52000-54000\r"
# expect  -re "ARGOS READY"
# send "prv,02039,ds,$day,57000-61000\r"
# expect  -re "ARGOS READY"
# send "prv,02039,ds,$day,34000-35000\r"
# expect  -re "ARGOS READY"
send "prv,02039,ds,$day\r"
expect  -re "ARGOS READY"
log_file
log_user 1
send "logout\r"
expect "LOGOUT"
```

script : /usr/local/bin/setupxvfb

목적 : display setting?

```
#!/bin/sh

display=`expr match "$1" "\([0-9][0-9]*\)"`
shift

if [ "$display" = "" -o "$display" = 0 -o "$display" = 1 ]
then
        echo "Usage: $0 display-number [options]"
        echo "       display-number cannot be 0 or 1"
        exit 1
fi

if [ -s /tmp/.X$display-lock ]
then
        pid=`tr -d " " < /tmp/.X$display-lock`
        [ -d /proc/$pid ] && exit 0
        rm /tmp/.X$display-lock
fi

Xvfb :$display $* -fp /usr/X11R6/lib/X11/fonts/misc,/usr/X11R6/lib/X11/fonts/75dpi > /dev/null 2>&1 &

exit 0
```

※ /usr/bin/Xvfb - virtual framebuffer X server for X Version 11
cf. $ man Xvfb 해 볼 것

Xvfb is an X server that can run on machines with no display hardware and no physical input devices. It emulates a dumb framebuffer using virtual memory.

M-file : /home/argo/ArgoRT/src/drive_rt_argo.m

목적 :

```
% This MUST be run within the Argo RT root directory
%
% Plotting routines especially can throw up warnings - so make sure the
% session doesn't halt in the debugger if such a warning occurs
dbclear if warning

addpath src

% ls option : -t(sort by time), -r(in reverse order),  -1 : last line only
==> LInux에서 해볼 것.
[st,lfile] = system('ls -1tr argos_downloads/*.log | tail -1');

if st~=0
   error('Cannot find latest download file');
end

global ARGO_SYS_PARAM

set_argo_sys_params

strip_argos_msg(lfile);

web_processing_report
```

M-file : /home/argo/ArgoRT/src/set_argo_sys_params.m

목적 :

```
% SET_ARGO_SYS_PARAMS  Load Argo Realtime System parameters in
global struct
%
%    Note:    After modifying, invoke this function to reload parameters
%             in current Matlab session, or restart Matlab.
%
% Programmer:
%    The fields in this function may be modified by the system operator
from
%    time to time.  Eventually a GUI should be used to maintain a
mat-file
%    containing the system parameters.  Alternative configurations in
%    different matfiles will then be easily accommodated.
%
% Author:  Jeff Dunn CSIRO/BoM  Oct 2006
%
% CALLED BY:    any functions which need any of these parameters, or
%                by operator to activate changes made here.
%
% USAGE: set_argo_sys_params

function set_argo_sys_params

global ARGO_SYS_PARAM

% version is a string. Update after changes to the system
ARGO_SYS_PARAM.version = '1.0'
```

```
% ------ File addresses
ARGO_SYS_PARAM.root_dir = '/home/argo/ArgoRT/'

ARGO_SYS_PARAM.CalFilNam =
'/home/argo/ArgoRT/potTs_deep_clim_may08'

ARGO_SYS_PARAM.web_dir = '/home/gronell/pub_web/ArgoRT/'

ARGO_SYS_PARAM.continents = '/home/argo/ArgoRT/src/xy_map_patch'

ARGO_SYS_PARAM.www_root =
'http://www.marine.csiro.au/~gronell/ArgoRT/'

ARGO_SYS_PARAM.argos_downloads =
'/home/argo/ArgoRT/argos_downloads/'

ARGO_SYS_PARAM.ocean_depth = '/home/netcdf-data/topo_ngdc_8.2'

ARGO_SYS_PARAM.iridium_path = '/home/argo/ArgoRT/iridium_data/'
ARGO_SYS_PARAM.iridium_delivery_path = '/home/iridium/'

% address of the TECH web pages to be generated:
ARGO_SYS_PARAM.folder_ncdf = [ARGO_SYS_PARAM.root_dir 'netcdf/'];
%location where netcdf folders for all floats are found + /wmoID
subfolders
ARGO_SYS_PARAM.folder_dest = '/home/htdocs/argo/tech'
%'..\FullBrowser';                    %replace with: '\\strait-hf\argoweb\tech'

% the id number of our Argos program for decoding the downloads:
ARGO_SYS_PARAM.our_id = '02039'

% the data centre id:
ARGO_SYS_PARAM.datacentre = 'CS'

%Can .gif plots be produced? 1=true, 0=false
ARGO_SYS_PARAM.gif = 1;

%set runtimes which are different for BOM;
ARGO_SYS_PARAM.run_time=0.75

% ------ Delivery addresses
% Multiple email addresses must be space separated in a single string

% ftp address for netCDF files
%   NOT USED - this is hardcoded in "writeGDACfiles"
% ARGO_SYS_PARAM.gdac_addrs =

% email address for GTS messages (and to operators if required)
ARGO_SYS_PARAM.gts_addrs = 'cmss@bom.gov.au, tesac@bom.gov.au,
l.krummel@bom.gov.au, ann.thresher@csiro.au'
%ARGO_SYS_PARAM.gts_addrs = 'Rebecca.Cowley@csiro.au,
ljc@bom.gov.au';
% ARGO_SYS_PARAM.gts_addrs =  'ann.thresher@csiro.au,
ljc@bom.gov.au';
%ARGO_SYS_PARAM.gts_addrs = 'Rebecca.Cowley@csiro.au,
Ann.Thresher@csiro.au, ljc@bom.gov.au';

% email address for system operator
```

```
 ARGO_SYS_PARAM.operator_addrs = 'ann.thresher@csiro.au,
l.krummel@bom.gov.au'    %, ljc@bom.gov.au';
% ARGO_SYS_PARAM.operator_addrs = 'Rebecca.Cowley@csiro.au';
% ARGO_SYS_PARAM.operator_addrs = 'Ann.Thresher@csiro.au';
% email address for system operators to receive overdue floats notices:
ARGO_SYS_PARAM.overdue_operator_addrs = 'ann.thresher@csiro.au,
vito.dirita@csiro.au, l.krummel@bom.gov.au'    %, rebecca.cowley@csiro.au';
 %, ljc@bom.gov.au';


%------ Control variables
%
% These can be overridden by input argument to the functions which uses
them.

%  Save intermediate workfiles (0/1/2).
%  0 = no intermediate files - manual corrections applied to ARGOS
message
%      files (or corrections never applied.)
%  1 = save one file per float, so latest profile will overwrite earlier.
%      Use to check/rework profiles, but not keep as permanent backup.
%  2 = save a file per profile per float - could use as permanently
%      retained and maybe modified backup.
%  STRONGLY RECOMMEND  2 !!
ARGO_SYS_PARAM.save_work_files = 2;

%  Transmit products immediately (0/1). If set to 0 then GTS messages
and
% netcdf files will be built but not automatically sent (export_argo.m
% will not be run automatically.) This allows manual review of products
% before operator activation of export_argo.m.
ARGO_SYS_PARAM.transmit_now = 1;

%  send separate email to operator_addrs to alert if overdue floats (0/1)
ARGO_SYS_PARAM.miss_alert = 1;

%  Realtime processing mode (0/1).
%   1=on - [normal state] 'too old' fix dates will be regarded as bad.
%   0=off- when reprocessing Argos messages
%          - removes the "too_old" test,
%          - disables creation of Tesac and all netCDF files except the
%            per-profile ones,
%          - disables rebuilding plots and pages except per-profile ones.
ARGO_SYS_PARAM.rtmode = 1;

% Number of times to send a message to GTS
ARGO_SYS_PARAM.gts_max = 1;

% Number of times to send a profile netCDF file to GDAC
ARGO_SYS_PARAM.send_cdf_max = 4;

% Number of times to send a metadata (or tech or traj) netCDF file to
GDAC
ARGO_SYS_PARAM.send_meta_max = 2;

% globals for write_tesac
% send_time is an integer that represents DDHHMM
ARGO_SYS_PARAM.send_time=0;
% send_char character as integer for RRA, RRB etc
```

```
ARGO_SYS_PARAM.send_char=64;


% web pages directories for technical data analysis pages:

ARGO_SYS_PARAM.Folder_html = '/home/htdocs/argo/tech/'
%'\\strait-hf\argoweb\tech\';
ARGO_SYS_PARAM.Folder_Dbase = '/home/argo/ArgoRT/'
ARGO_SYS_PARAM.Folder_Config = '/home/argo/ArgoRT/'
ARGO_SYS_PARAM.worldmap = '/home/argo/ArgoRT/src/WebSourceCode/'
ARGO_SYS_PARAM.web_pages = 'http://www.cmar.csiro.au/argo/tech/Floats'
%
------------------------------------------------------------
--------------------------
```

M-file : /home/argo/ArgoRT/src/strip_argos_msg.m

목적 : Main program for decoding and processing realtime Argo float messages (retrieved by ftp from Argos)

M-file : /home/argo/ArgoRT/src/web_processing_report.m

목적 : Create web pages for recent processing reports.

기타 많은 source code가 다음 directory에 있으나 방대해서 생략한다.

/home/argo/ArgoRT/src/

## 5. 호주의 ArgoRT porting 예비 작업

### 1. 이전의 file name을 새로운 file name으로 바꾸는 program : changefn.c

위치 : /home/argo/bin

이미 PATH에 등록되어 있으므로 아무 directory에서 그냥 run하면 됨.

목적 : KORDI에서 사용하던 file명을 호주의 ArgoRT에서 자동으로 처리할 수 있도록 수많은 file들의 이름을 자동으로 바꾸는 프로그램임

Ex. old file name : 2002.0928.txt

==> new file name : argos02_362.log */

run 하는 방법 : 원래의 data file *.txt가 있는 곳에서 그냥 다음 명령을 내리면 자동으로 이름만 다른 같은 내용의 file로 복사됨.

(단, 표준 이름이 아닌 것은 미리 제거한 후 run해야 함.)

```
$ changefn
```

표준이름이 아니라는 것은 2002.0928-1.txt라든가 2002.09283.txt처럼 file 이름의 길이가 정확히 13자가 아닌 것을 말함.

```
/* Program name : ChangeFN.c,                Dec. 31, 2010
   Copy old files for use with Argo_RT.
     Ex.   old file name : 2002.0207.txt
       ==> new file name : argos02_038.log
   For the result of this run, see the file "RunResult".  */

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <ctype.h>

#define  MAXLINE  30

FILE *In, *Out;

int DayNo(int yy, int mmdd);

int main(void)
{
   int NRead=0, mmdd, yy, mm, dd, DNo;
   char s[MAXLINE], sdate[MAXLINE];
   char NewFN[MAXLINE], t[MAXLINE];
   char CmdLine[MAXLINE];

   system("ls ????.????.txt > FileList"); // Create a list of old files.

   In =fopen("FileList","r");

   system("echo >> RunResult");
```

```
   system("echo >> RunResult");
   system("date >> RunResult");
   Out=fopen("RunResult","a");

   while(fgets(s,MAXLINE,In)!=NULL) {   // If the original data file
name is
                                        //     s="2002.0207.txt",
      ++NRead;

      strcpy(NewFN,"argos");          // Create the output file name.
      NewFN[5]=s[2];
      NewFN[6]=s[3];
      NewFN[7]='_';
      NewFN[8]='\0';                        // Now, NewFN="argos02_"

      strcpy(sdate,s);                // Find out the year.
      sdate[4]='\0';
      yy=atoi(sdate);                       // yy=2002

      strcpy(sdate,s+5);              // Find out month and day.
      sdate[4]='\0';                    // sdate="0207"
      mmdd=atoi(sdate);                   // mmdd=0207
      mm=mmdd/100;                          // mm=2
      dd=mmdd-mm*100;                       // dd=7

      DNo = DayNo(yy,mmdd);           // Convert mmdd to DayNo.
      if (DNo < 10 )                    // t="038"
         sprintf(t,"00%d",DayNo(yy,mmdd));
      else if (DNo < 100)
         sprintf(t,"0%d",DayNo(yy,mmdd));
      else
         sprintf(t,"%d",DayNo(yy,mmdd));

      strcat(NewFN,t);                                          // Now,
NewFN="argos02_038"
      strcat(NewFN,".log");                                       //
NewFN="argos02_038.log"

      strcpy(CmdLine,"cp ");          // Create a string containing the
command line
      strcat(CmdLine,s);             // CmdLine="cp 2002.0207.txt"
      CmdLine[strlen(s)+2]=' ';
      CmdLine[strlen(s)+3]='\0';    // CmdLine="cp 2002.0207.txt "
      strcat(CmdLine,NewFN);            // CmdLine="cp 2002.0207.txt
argos02_038.log"

      system(CmdLine);                  // Execute the above command
string.

      printf("%4d %s\n",NRead,CmdLine);
      fprintf(Out,"%4d %s\n",NRead,CmdLine);
   }

   system("echo");
   system("echo -n 'Number of TXT files      : '");
   system("ls *.txt | wc -l");
   printf("Number of files created  : %d\n\n",NRead);

   fprintf(Out,"\nNumber of files copied  : %d\n\n",NRead);
```

```
    fclose(In);

    system("rm -f FileList");

    printf("See RunResult for job results.\n");
    printf("Check if there are some files not copied.\n\n");

}


int DayNo(int yy, int mmdd)
// Converts mmdd to DayNo,  ex. mmdd=0207 ==> DayNo=038
{
    int mm, dd, DayAdd, mok, diff;

    mm = mmdd / 100;
    dd = mmdd - mm*100;

    switch (mm) {
       case  1 : DayAdd =   0;   break;
       case  2 : DayAdd =  31;   break;
       case  3 : DayAdd =  59;   break;
       case  4 : DayAdd =  90;   break;
       case  5 : DayAdd = 120;   break;
       case  6 : DayAdd = 151;   break;
       case  7 : DayAdd = 181;   break;
       case  8 : DayAdd = 212;   break;
       case  9 : DayAdd = 243;   break;
       case 10 : DayAdd = 273;   break;
       case 11 : DayAdd = 304;   break;
       case 12 : DayAdd = 334;   break;
    }

    mok = yy/4;                    /* Check for leap year. */
    diff = yy - mok*4;

    if ((diff==0) && (mm>2))     // It's a leap year and mm=3,4,...12.
       DayAdd++;

    return dd + DayAdd;
}
```

2. run은 일반 user "kargo"로 run을 했고, kargo가 write하는 directory 등을 모두 kargo 소유로 바꾸었으므로 run할 경우 file 생성 등도 제대로 된다.

/home 아래의 matlab7.4 이외의 모든 directory를 kargo 소유로 바꾸었다.

3. 현재까지 파악한 바로는, 이제 run은 거의 되는 것 같은데, 필요한 file이 없거나 이름이 맞지 않거나 등등의 문제만 해결하면 될 갓으로 보인다.

4. run한 결과이다.

노란 바탕에 빨간 색이 없는 file입니다.

[kargo@toshiba ~]$ cat /home/argo/ArgoRT/ArgoRT.crash
??? Error using ==> getdbase at 57
Cannot find database file /home/argo/ArgoRT/spreadsheet/argomaster.csv
==> Excel file

Error in ==> strip_argos_msg at 73
getdbase(0);

??? Error using ==> load
Unable to read file /home/argo/ArgoRT/Argo_proc_records: No such file or directory.

Error in ==> web_processing_report at 33
load(fnm,'PROC_RECORDS','ftp_details');

[kargo@toshiba ~]$

[kargo@toshiba ~]$ cat /home/argo/ArgoRT/ArgoRT.log
Warning: Unable to open display :7, MATLAB is starting without a display.
You will not be able to display graphics on the screen.
Warning: No window system found. Java option 'MWT' ignored

< M A T L A B >
Copyright 1984-2007 The MathWorks, Inc.
Version 7.4.0.287 (R2007a)
January 29, 2007

To get started, type one of these: helpwin, helpdesk, or demo.
For product information, visit www.mathworks.com.

>> >> >> >> >> >> >> >> >> >> >> >> >> >>
ARGO_SYS_PARAM =

```
                version: '1.0'
              root_dir: '/home/argo/ArgoRT/'
            CalFilNam: '/home/argo/ArgoRT/potTs_deep_clim_may08'
              web_dir: '/home/gronell/pub_web/ArgoRT/'
           continents: '/home/argo/ArgoRT/src/xy_map_patch'
             www_root: 'http://www.marine.csiro.au/~gronell/ArgoRT/'
       argos_downloads: '/home/argo/ArgoRT/argos_downloads/'
          ocean_depth: '/home/netcdf-data/topo_ngdc_8.2'
        iridium_path: '/home/argo/ArgoRT/iridium_data/'
iridium_delivery_path: '/home/iridium/'
          folder_ncdf: '/home/argo/ArgoRT/netcdf/'
          folder_dest: '/home/htdocs/argo/tech'
               our_id: '02039'
           datacentre: 'CS'
                  gif: 1
             run_time: 0.7500

>> >>
our_id =

02039

>> >> >> [kargo@toshiba ~]$
```

5. 제대로 run되게 하려면 다음을 수정해야 한다.

ftp_get_argos에서는, ftp로 접속해서 data를 불러오는데 그 때 입력할 user name, password 등.

set_argo_sys_param.m에서는, 여러 가지를 KORDI에 맞게 미리 생각하고 수정해야 할 것이다.

**6. 기타 작업 : 명령행에서 긴 명령을 내리는 대신 축약된 명령을 사용하기 위해**

**/home/kargo/.bashrc file에 등록한 alias들**

```
# User specific aliases and functions

alias rm='rm -i'
alias cp='cp -i'
alias mv='mv -i'
alias u='cd ..'

alias ArgoRT='cd /home/argo/ArgoRT'
alias argort=/home/argo/ArgoRT/run_rt_argo.sh
alias showcrash="cat /home/argo/ArgoRT/ArgoRT.crash"
alias showlog="cat /home/argo/ArgoRT/ArgoRT.log"
alias tmatlab="cd /home/argo/ArgoRT; /home/matlab7.4/bin/matlab -nosplash
-nodesktop"
```

예를 들어,

- 단순히 다음과 같이 명령을 입력한 것은

  $ ArgoRT

  다음 명령을 수행합니다.

  $ cd /home/argo/ArgoRT

- 특히 마지막 줄의 "tmatlab"은, GUI 환경이 아닌 text mode에서 Matlab을 사용하기 위해 정의한 것이다.

  cd /home/argo/ArgoRT ⇨ ArgoRT directory로 옮아 가서,

  /home/matlab7.4/bin/matlab -nosplash -nodesktop

  ⇨ text mode에서 Matlab 실행.

## 6. NetCDF 지원 기능의 설치를 위한 작업

http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/software.html
Software for Manipulating or Displaying NetCDF Data

위 site에서는 다음과 같은 많은 방법이 있다.

Freely Available Software

- ANDX (ARM NetCDF Data eXtract) and ANAX (ARM NetCDF ASCII eXtract)
- ANTS (ARM NetCDF Tool Suite)
- ARGOS (interActive thRee-dimensional Graphics ObServatory)
- CDAT (Climate Data Analysis Tool)
- CDFconvert (Convert netCDF to RPN and GEMPAK Grids)
- cdfsync (network synchronization of netCDF files)
- CDO (Climate Data Operators)
- CIDS Tools
- CSIRO MATLAB/netCDF interface
- EPIC
- Excel Use
- EzGet
- FAN (File Array Notation)
- FERRET
- FIMEX (File Interpolation, Manipulation, and EXtraction)
- GDAL (Geospatial Data Abstraction Library)
- GDL (GNU Data Language)
- Gfdnavi (Geophysical fluid data navigator)
- GMT (Generic Mapping Tools)
- Grace
- GrADS (Grid Analysis and Display System)
- Gri
- GXSM - Gnome X Scanning Microscopy project
- HDF (Hierarchical Data Format) interface
- HDF-EOS to netCDF converter
- HIPHOP (Handy IDL-Program for HDF-Output Plotting)
- HOPS (Hyperslab OPerator Suite)
- iCDF (imports chromatographic netCDF data into MATLAB)

- IDV (Integrated Data Viewer)
- Ingrid
- Intel Array Visualizer
- IVE (Interactive Visualization Environment)
- Java interface
- NetCDF-Java Toolbox for MATLAB
- Labview interface
- MBDyn (MultiBody Dynamics)
- Max_diff_nc
- MeteoInfo
- MexEPS (MATLAB interface)
- MEXNC and SNCTOOLS (a MATLAB interface) ⇨⇨⇨
- Mirone (Windows MATLAB-based display)
- ncBrowse (netCDF File Browser)
- nccmp (netCDF compare)
- ncdx (netCDF for OpenDX)
- ncensemble (command line utility to do ensemble statistics)
- NCL (NCAR Command Language)
- NCO (NetCDF Operators)
- ncregrid
- nctoolbox (a MATLAB common data model interface)
- ncview
- ncvtk
- netcdf tools
- NetCDF95 alternative Fortran API
- Objective-C interface
- Octave interface
- Octave interface (Barth)
- OPeNDAP (formerly DODS)
- OpenDX (formerly IBM Data Ex爀洀orer)
- Panoply
- Parallel-NetCDF
- Paraview and vtkCSCSNetCDF
- Perl interfaces
- PolyPaint+
- Pomegranate
- Pupynere (PUre PYthon NEtcdf REader)

- PyNGL and PyNIO
- Python interfaces
- R interface
- Ruby interface
- Scientific DataSet (SDS) Library
- Tcl/Tk interfaces
- Tcl-nap (N-dimensional array processor)
- Visual Basic and VB.net
- VisAD
- WebWinds
- Zebra
- User-contributed software

Commercial or Licensed Packages

- ASA ViewNcDap
- Avizo
- AVS
- Barrodale UFI
- EnSight
- Environmental WorkBench
- ESRI
- HDF Explorer
- IDL Interface
- InterFormat
- IRIS Explorer Module
- LeoNetCDF
- Mathematica
- MATLAB
- Noesys
- Origin
- PPLUS
- PV-Wave
- Slicer Dicer
- vGeo
- VISAGE and Decimate

다음 페이지부터는, 위의 많은 방법 중 다음의 방법을 사용하여 mexnc를 설치하는 과정에서의 시행착오 등 작업과정을 문서화한 것이다.

- MEXNC and SNCTOOLS (a MATLAB interface)

http://mexcdf.sourceforge.net/

Home | Download | Credits | FAQ | Tutorial | SourceForge Project

Home ⇨

SNCTOOLS

Native NetCDF-4 Support in R2010b!

SNCTOOLS is a collection of MATLAB codes that were written to provide read/write access to netCDF files. It can utilize a few different backends, including MATLAB's native netCDF interface, the old **mexnc interface** (you only need this if your MATLAB release is 2008a or earlier), and also the netcdf-java package from Unidata, allowing read access to OPeNDAP URLs and GRIB2 files. If your version of MATLAB is 2010b, you have read/write access to netCDF-4 files as well. Read/write access was also recently added for the native MATLAB HDF4 SD interface.

Please note that neither SNCTOOLS nor MEXNC are supported by the MathWorks, so please **do not ask the MathWorks for support regarding them**. If you have questions about SNCTOOLS or MEXNC, please continue to use the contact email address listed on this site, john.g.evans.ne@gmail.com.

What's MEXNC?

MEXNC is a mex-file interface to NetCDF files for MATLAB, and has roughly a one-to-one equivalence with the C API for NetCDF. If you wish to use MEXNC, you need to familiarize yourself with the netCDF C API at Unidata.

MEXNC is now layered on top of MATLAB's netcdf package, so if you have any old code that uses mexnc, it should end up calling the netcdf package "under the hood". However, you should probably look to rewrite your code to **not** use mexnc anymore and just call the netcdf package instead. SNCTOOLS does just that...

NetCDF Toolbox?

The NetCDF Toolbox is something that I did not write, and therefore I cannot answer any questions about it. It's based on the netcdf-2 api of mexnc and it's completely unsupported. I strongly recommend that you not use it.

Download ⇨

http://mexcdf.sourceforge.net/downloads/

First of all ...

As of R2010b, MATLAB has native netCDF-4 support. What does that mean? It means you have a choice to make. Follow the link that corresponds to your version of MATLAB.

- R2010b
- R2008b, R2009a, R2009b, or R2010a
- R2006a through R2008a ⇨ 다음 page
- R14

What's New

```
* Thu Jan 06 2011 John Evans  -r3478
- Fixed empty HDF4 file bug with NC_DUMP.
- HDF4 and java/opendap testing are now opt-ins.

* Thu Dec 30 2010 John Evans  -r3467
- Fixed missing R13 case in private/snc_write_backend

* Fri Dec 24 2010 John Evans  -r3454
- Fixed unclosed file handle in NC_GETALL/tmw.
- Fixed unclosed file handle issue in NC_ATTGET for enhanced
-      model files.

* Mon Dec 20 2010 John Evans  -r3442
- Fixed bug in NC_ISULIMITEDVAR/hdf4 backend.

* Sun Dec 19 2010 John Evans  -r3438
- No longer returning Attnum in attribute metadata, it's not important.
- Added opendap system-level test.

* Thu Dec 16 2010 John Evans  -r3417
- Updated mexnc for R2010b.
- Fixed a few cases of "netcdf.inqVarId" to "netcdf.inqVarID"

* Wed Dec 15 2010 John Evans  -r3407
```

- Fixed backend selection bug that affected R14 through R2008a.

* Wed Nov 24 2010 John Evans  -r3344
- Fixed HDF4 bug in NC_INFO where file had no datasets.
- Forcing fill values to be the correct type when writing.  This
-      is really only a problem with netcdf-3.
- Removed testing for NC_CAT_A as it is seriously deprecated.
- Tests updated for java read-only configuration on 6a, 7a, 8a.

* Sat Nov 13 2010 John Evans  -r3302
- Fixed bad example in NC_ADDVAR.
- Fixed NC_DUMP bug where netcdf-4 deflate level wasn't being printed.

* Thu Oct 07 2010 John Evans  -r3244
- Added opendap authentication.

R2006a through R2008a ⇨

http://mexcdf.sourceforge.net/downloads/6a_8a.php

R2006a thru R2008a

README!: Please note that there is a major change as of release 3344 (November 21, 2010) for users whose version of MATLAB is R2008a or below. Please read these new instructions very carefully, otherwise you will encounter serious problems.

MATLAB does not have a native interface for R2006a through R2008a, so we have to enable at least one third party backend. But first, download SNCTOOLS (current as of svn commit # 3478) and read the README. ⇨ 여기서 받은 것이 **mexcdf.r3478.zip**

The easiest backend to install is to choose netcdf-java for read-only support, so download version 4.1 of netcdf-java from Unidata. ⇨ 여기서 받은 것이 **netcdfAll-4.1.jar**

If you have downloaded both into the same directory, you can then finish the install in matlab by changing into that directory and

```
unzip('mexcdf.r3478.zip')
addpath ([pwd '/mexcdf/mexnc']);
addpath ([pwd '/mexcdf/snctools']);
javaaddpath([pwd '/netcdfAll-4.1.jar']);
setpref('SNCTOOLS','USE_JAVA',true);
```

javaaddpath : add Java classes to Matlab

cf. help javaaddpath

setpref : set preference

cf. addpref, setpref, getpref

You can also read classic model netCDF-4 files and OPeNDAP URLs with netcdf-java.

You can test out your installation with

cd mexcdf/snctools/tests

test_snctools

여기가 error 발생 지점.

```
>> test_snctools
Testing tmw backend ...
        HDF4 testing filtered out where TEST_HDF4 preference set to
false.
        tmw testing filtered out on release 2007a...
Testing mexnc backend ...
        Testing netcdf-3...
                Testing NC_ATTGET...??? Warning: File:
/home/argo/ArgoRT/mexcdf/snctools/tests/test_nc_attget_neg.m Line: 33
Column: 7
 This try-catch syntax will continue to work in R2007a,
 but may be illegal or may mean something different in future releases
of MATLAB.
 See Release Notes for MATLAB Version 7.4, "Warning Generated by
try-catch" for details.

Error in ==> test_nc_attget at 16
            test_nc_attget_neg(ncfile);

Error in ==> test_snctools>run_nc3_read_tests at 232
test_nc_attget;

Error in ==> test_snctools>test_mexnc_backend at 136
        run_nc3_read_tests;

Error in ==> test_snctools>run_all_tests at 44
test_mexnc_backend;

Error in ==> test_snctools at 4
run_all_tests;

>>
```

http://www.mathworks.com/matlabcentral/newsreader/view_thread/258011

You are trying to use a syntax which was introduced in R2007b in an earlier
version.

In R2007a, the catch syntax with a variable did not yet exist, although there was the warning you are seeing which warned of its impending introduction.

In R2007a, you need to replace the catch block with:
> catch
> disp(lasterror);
> end

원래의 code

```
    try
        x = lws(:,1);
            :
    catch ME1
        disp(ME1)
    end
end
```

http://www.mathworks.com/help/techdoc/learn_matlab/f4-1931.html#brbstle

try
The general form of a try-catch statement sequence is

```
try
   statement
   ...
   statement
catch exceptObj
   statement
   ...
   statement
end
```

In this sequence, the statements in the try block (that part of the try-catch that follows the word try statement, and precedes catch) between try and catch execute just like any other program code. If an error occurs within the try section The statements between catch and end are then executed. Examine the contents of the MException object exceptObj to see the cause of the error. If an error occurs between catch and end, MATLAB terminates execution unless another try-catch sequence has been established.

그래서 test_nc_attget_neg.m을 약간 수정했다(이전 문법으로).

```
%catch me              ==> 원래 line을 다음 두 line으로 수정.
catch
  me=lasterror;
```

이후 그자리는 잘 넘어갔고, 또 다른 데서 error가 났음.

```
>> test_snctools
Testing tmw backend ...
```

```
        HDF4 testing filtered out where TEST_HDF4 preference set to
false.
        tmw testing filtered out on release 2007a...
Testing mexnc backend ...
        Testing netcdf-3...
                Testing NC_ATTGET...OK
                Testing NC_DATATYPE_STRING ...  OK
                Testing NC_ISCOORDVAR...  OK
                Testing NC_ISUNLIMITEDVAR ...OK
                Testing NC_GETLAST...  OK
                Testing NC_ISVAR ...OK
                Testing NC_VARSIZE ...  OK
                Testing NC_GETVARINFO...  OK
                Testing NC_GETBUFFER ...  OK
                Testing NC_INFO ...  OK
                Testing NC_VARGET ...  OK
                Testing NC_GETDIMINFO ...  OK
                Testing SNC2MAT...  Some negative tests filtered out
on version 2007a...  OK
                Testing NC_GETALL...  OK
                Testing NC_DUMP ...OK
                Testing NC_ADDDIM ...  OK
                Testing NC_ADDHIST... OK
                Testing NC_ADDNEWRECS ...  OK
                Testing   NC_VARPUT...       ???   Warning:   File:
/home/argo/ArgoRT/mexcdf/snctools/tests/test_nc_varput_neg.m  Line:  90
Column: 7
 This try-catch syntax will continue to work in R2007a,
 but may be illegal or may mean something different in future releases
of MATLAB.
 See Release Notes for MATLAB Version 7.4, "Warning Generated by
try-catch" for details.

Error in ==> test_nc_varput at 70
                test_nc_varput_neg;

Error in ==> test_snctools>run_nc3_write_tests at 202
test_nc_varput;

Error in ==> test_snctools>test_mexnc_backend at 137
        run_nc3_write_tests;

Error in ==> test_snctools>run_all_tests at 44
test_mexnc_backend;

Error in ==> test_snctools at 4
run_all_tests;

>>
```

위를 고치니 또 error 가 발생함.

```
                Testing   NC_VARPUT...       ???   Warning:   File:
/home/argo/ArgoRT/mexcdf/snctools/tests/test_nc_varput_neg.m Line: 123
Column: 7


                Testing   NC_VARPUT...       ???   Warning:   File:
/home/argo/ArgoRT/mexcdf/snctools/tests/test_nc_varput_neg.m Line: 157
```

Column: 7

Testing NC_VARPUT... ??? Warning: File: /home/argo/ArgoRT/mexcdf/snctools/tests/test_nc_varput_neg.m Line: 188 Column: 7

Testing NC_VARPUT... ??? Warning: File: /home/argo/ArgoRT/mexcdf/snctools/tests/test_nc_varput_neg.m Line: 216 Column: 7

Testing NC_VARPUT... ??? Warning: File: /home/argo/ArgoRT/mexcdf/snctools/tests/test_nc_varput_neg.m Line: 248 Column: 7

Testing NC_VARPUT... ??? Warning: File: /home/argo/ArgoRT/mexcdf/snctools/tests/test_nc_varput_neg.m Line: 296 Column: 7

Testing NC_VARPUT... ??? Warning: File: /home/argo/ArgoRT/mexcdf/snctools/tests/test_nc_varput_neg.m Line: 334 Column: 7

Testing NC_VARPUT... ??? Warning: File: /home/argo/ArgoRT/mexcdf/snctools/tests/test_nc_varput_neg.m Line: 372 Column: 7

위를 다 수정하니 또 다른 데서 error 발생함.

??? Warning: File: /home/argo/ArgoRT/mexcdf/snctools/tests/netcdf4_capable.m Line: 17 Column: 7

모두 고쳐서 다시 run하니 성공적으로 작동함!

```
>> test_snctools
Testing tmw backend ...
        HDF4 testing filtered out where TEST_HDF4 preference set to false.
        tmw testing filtered out on release 2007a...
Testing mexnc backend ...
        Testing netcdf-3...
                Testing NC_ATTGET...OK
                Testing NC_DATATYPE_STRING ...  OK
                Testing NC_ISCOORDVAR...  OK
                Testing NC_ISUNLIMITEDVAR ...OK
                Testing NC_GETLAST...  OK
                Testing NC_ISVAR ...OK
                Testing NC_VARSIZE ...  OK
                Testing NC_GETVARINFO...  OK
                Testing NC_GETBUFFER ...  OK
                Testing NC_INFO ...  OK
```

```
                Testing NC_VARGET ...  OK
                Testing NC_GETDIMINFO ...  OK
                Testing SNC2MAT...  Some negative tests filtered out
on version 2007a...  OK
                Testing NC_GETALL...  OK
                Testing NC_DUMP ...OK
                Testing NC_ADDDIM ...  OK
                Testing NC_ADDHIST... OK
                Testing NC_ADDNEWRECS ...  OK
                Testing NC_VARPUT...  OK
                Testing NC_ADDVAR ...  OK
                Testing NC_ATTPUT...  OK
                Testing NC_CREATE_EMPTY... OK
                Testing NC_VARRENAME...  OK
                Testing NC_ADDRECS...  OK
                Testing NC_CAT...  OK
Testing java backend ...
        java netcdf-3 testing filtered out on configurations where
SNCTOOLS 'USE_MEXNC' prefererence is true.
        Testing netcdf-4...
                Testing NC_ATTGET...OK
                Testing NC_DATATYPE_STRING ...  OK
                Testing NC_ISCOORDVAR...  OK
                Testing NC_ISUNLIMITEDVAR ...OK
                Testing NC_GETLAST...  OK
                Testing NC_ISVAR ...OK
                Testing NC_VARSIZE ...  OK
                Testing NC_GETVARINFO...  OK
                Testing NC_GETBUFFER ...  OK
                Testing NC_INFO ...  OK
                Testing NC_VARGET ...  OK
                Testing NC_GETDIMINFO ...  OK
                No netcdf-4 NC_DUMP testing on 2007a.
        Testing java/http...
                java http testing filtered out when either of
SNCTOOLS
                preferences'TEST_REMOTE' or 'TEST_HTTP' is false.
        Testing OPeNDAP...
                java http testing filtered out when SNCTOOLS
'TEST_REMOTE' preference is false.
        Testing GRIB...
                GRIB2 testing filtered out where SNCTOOLS
preference TEST_GRIB2 is set to false.

All  possible tests for your configuration have been run.

If this is the first time you have run SNCTOOLS, then you should
know that several preferences have been set.

ans =

        USE_JAVA: 1
      TEST_HDF4: 0
      USE_MEXNC: 1
   PRESERVE_FVD: 0
    TEST_REMOTE: 0
     TEST_GRIB2: 0

Only the 'USE_JAVA' and 'PRESERVE_FVD' preferences are important
```

```
for daily use of SNCTOOLS.  Check the top-level README for
details.
Bye-bye.
>>
```

Please let me know if this does not work for you.

If you need to be able to create or modify netcdf files, however, you are not quite yet done yet, as **you also need a mex-file that is specific to your version of MATLAB**, so click on the appropriate link below. When you unpack this, you need to put the mex-file into the mexcdf/mexnc/private directory. Windows users **must** consult the README in the mexnc directory for additional instructions. You also need to tell SNCTOOLS to use the mexnc backend (in addition to the E in backend). Now, suppose that your version of matlab is R2008a and you are not on windows and you downloaded that file from down below to the very same directory that SNCTOOLS and netcdf-java were downloaded. Your installation steps then become

```
unzip('mexcdf.r3478.zip')
unzip('netcdfAll-4.1.zip')  ⇨ 이 file이 없어서 다른 데서 download 했음.
unzip('mexnc.R2008a.r2691.zip')  ⇨ unzip('mexnc.R2007a.r2713.zip')으로 수정해야?
addpath ([pwd '/mexcdf/mexnc']);
addpath ([pwd '/mexcdf/snctools']);
javaaddpath([pwd '/netcdfAll-4.1.jar']);
setpref('SNCTOOLS','USE_JAVA',true);
setpref('SNCTOOLS','USE_MEXNC',true);
```

and you can test this out with

```
cd mexcdf/snctools/tests
test_snctools
cd ../../mexnc/tests
test_mexnc
```

```
>> test_mexnc
Your path for mexnc is listed below.  Before continuing on, make sure
that any old versions of mexnc are either NOT present or are
shadowed.
     '/home/argo/ArgoRT/mexcdf/mexnc/mexnc.m'
```

```
Does the above path for mexnc look right? [y/n]
y


Do you wish to remove all test NetCDF files in this directory prior to
running the tests?
It's a good idea to say yes if you are in the test suite directory.
It's a bad idea if you are running the test from somewhere else,
e.g. your PhD thesis results directory.
[y | n]
y
COPY_ATT succeeded.
_CREATE succeeded.
CREATE succeeded.
DEF_DIM succeeded.
Bogus character datatype.  Need to rethink this at some point.
DEF_VAR succeeded.
DEL_ATT succeeded.
__ENDDEF succeeded.
INQ succeeded
INQ_NDIMS succeeded
INQ_NVARS succeeded
INQ_NATTS succeeded
INQ_DIM succeeded
INQ_DIMLEN succeeded
INQ_DIMNAME succeeded
INQ_DIMID succeeded.
MEXNC says it was built with version "3.6.3" of Feb  6 2009 14:26:00
$.
INQ_LIBVERS succeeded
INQ_VAR succeeded
INQ_VARNAME succeeded
INQ_VARTYPE succeeded
INQ_VARNDIMS succeeded
INQ_VARDIMID succeeded
INQ_VARNATTS succeeded
INQ_VARID succeeded.
_OPEN succeeded.
OPEN succeeded.
RENAME_DIM succeeded
RENAME_VAR succeeded
INQ_ATT succeeded.
INQ_ATTID succeeded.
INQ_ATTNAME succeeded.
INQ_ATTTYPE succeeded.
INQ_ATTLEN succeeded.
INQ_UNLIMDIM succeeded.
PUT_ATT_DOUBLE succeeded.
GET_ATT_DOUBLE succeeded.
PUT_ATT_FLOAT succeeded.
GET_ATT_FLOAT succeeded.
PUT_ATT_INT succeeded.
GET_ATT_INT succeeded.
PUT_ATT_SCHAR succeeded.
GET_ATT_SCHAR succeeded.
PUT_ATT_TEXT succeeded.
GET_ATT_TEXT succeeded.
```

```
GET_VAR_BAD_PARAM_DATATYPE succeeded.
a
b
c
d
GET_VAR_DOUBLE succeeded on a singleton
PUT_VAR_DOUBLE succeeded on a singleton
GET_VAR1_DOUBLE succeeded on a singleton
PUT_VAR1_DOUBLE succeeded on a singleton
PUT_VAR_DOUBLE succeeded
GET_VAR_DOUBLE succeeded
PUT_VAR1_DOUBLE succeeded
GET_VAR1_DOUBLE succeeded
PUT_VARA_DOUBLE succeeded
GET_VARA_DOUBLE succeeded
PUT_VARS_DOUBLE succeeded
GET_VARS_DOUBLE succeeded
PUT_VARM_DOUBLE succeeded
GET_VARM_DOUBLE succeeded
GET_VAR_FLOAT succeeded on a singleton
PUT_VAR_FLOAT succeeded on a singleton
GET_VAR1_FLOAT succeeded on a singleton
PUT_VAR1_FLOAT succeeded on a singleton
PUT_VAR_FLOAT succeeded
GET_VAR_FLOAT succeeded
PUT_VAR1_FLOAT succeeded
GET_VAR1_FLOAT succeeded
PUT_VARA_FLOAT succeeded
GET_VARA_FLOAT succeeded
PUT_VARS_FLOAT succeeded
GET_VARS_FLOAT succeeded
PUT_VARM_FLOAT succeeded
GET_VARM_FLOAT succeeded
GET_VAR_INT succeeded on a singleton
PUT_VAR_INT succeeded on a singleton
GET_VAR1_INT succeeded on a singleton
PUT_VAR1_INT succeeded on a singleton
PUT_VARM_INT succeeded
GET_VARM_INT succeeded
PUT_VAR_INT succeeded
GET_VAR_INT succeeded
PUT_VAR1_INT succeeded
GET_VAR1_INT succeeded
PUT_VARA_INT succeeded
GET_VARA_INT succeeded
PUT_VARS_INT succeeded
GET_VARS_INT succeeded
GET_VAR_SHORT succeeded on a singleton
PUT_VAR_SHORT succeeded on a singleton
GET_VAR1_SHORT succeeded on a singleton
PUT_VAR1_SHORT succeeded on a singleton
PUT_VARM_SHORT succeeded
GET_VARM_SHORT succeeded
PUT_VAR_SHORT succeeded
GET_VAR_SHORT succeeded
PUT_VAR1_SHORT succeeded
GET_VAR1_SHORT succeeded
PUT_VARA_SHORT succeeded
GET_VARA_SHORT succeeded
```

```
PUT_VARS_SHORT succeeded
GET_VARS_SHORT succeeded
GET_VAR_SCHAR succeeded on a singleton
PUT_VAR_SCHAR succeeded on a singleton
GET_VAR1_SCHAR succeeded on a singleton
PUT_VAR1_SCHAR succeeded on a singleton
PUT_VARM_SCHAR succeeded
GET_VARM_SCHAR succeeded
PUT_VAR_SCHAR succeeded
GET_VAR_SCHAR succeeded
PUT_VAR1_SCHAR succeeded
GET_VAR1_SCHAR succeeded
PUT_VARA_SCHAR succeeded
GET_VARA_SCHAR succeeded
PUT_VARS_SCHAR succeeded
GET_VARS_SCHAR succeeded
GET_VAR_UCHAR succeeded on a singleton
PUT_VAR_UCHAR succeeded on a singleton
GET_VAR1_UCHAR succeeded on a singleton
PUT_VAR1_UCHAR succeeded on a singleton
PUT_VARM_UCHAR succeeded
GET_VARM_UCHAR succeeded
PUT_VAR_UCHAR succeeded
GET_VAR_UCHAR succeeded
PUT_VAR1_UCHAR succeeded
GET_VAR1_UCHAR succeeded
PUT_VARA_UCHAR succeeded
GET_VARA_UCHAR succeeded
PUT_VARS_UCHAR succeeded
GET_VARS_UCHAR succeeded
PUT_VAR_TEXT succeeded
GET_VAR_TEXT succeeded
Skipping test for PUT/GET_VAR1_TEXT
PUT_VARA_TEXT succeeded
GET_VARA_TEXT succeeded
PUT_VARS_TEXT succeeded
GET_VARS_TEXT succeeded
PUT_VARM_TEXT succeeded
GET_VARM_TEXT succeeded
PUT_VAR_BAD_PARAM_DATATYPE succeeded.
RENAME_ATT succeeded.
SET_FILL succeeded
STRERROR succeeded
SYNC succeeded
Do you wish to test large file support?

If you choose to proceed, we will create a NetCDF file
with a short int variable with two dimensions, one
of which is a record dimension, the other of length 5,000,000.
You will then be asked for the number of records to write.
Each record will be about 10MB, so if you specify 500,
you should end up with a 5GB file.  You need to specify at least
215 to adequately test large file support, and if your disk I/O
is on the pokey side, you might as well go brew up a batch of
coffee, check your stock quotes, and read up on Slashdot while
you are waiting.  Make sure you have enough disk space for this!

Do you wish to proceed? [y/n]
y
```

```
How many records to you wish to write?  1 record == 10MB


Large File Support test succeeded
chunking tests filtered out when the library version is less than 4.0.
deflate tests filtered out when the library version is less than 4.0.

Testing NetCDF-2 functions.

ATTCOPY succeeded.
ATTDEL succeeded.
ATTINQ succeeded.
ATTNAME succeeded.
ATTGET succeeded.
ATTPUT succeeded.
ATTRENAME succeeded.
DIMDEF succeeded.
DIMID succeeded.
DIMINQ succeeded
DIMRENAME succeeded.
ENDEF succeeded.
INQUIRE succeeded
TYPELEN succeeded
VARDEF succeeded.
VARID succeeded.
VARINQ succeeded
VARRENAME succeeded.
VARPUT succeeded
VARGET succeeded
VARPUT1 succeeded
VARGET1 succeeded
Filtering out minus_one_count testpoint on pre-2008b
releases, please use 'GET_VARS' instead of VARGETG.
VARPUTG succeeded
VARGETG succeeded
PARAMETER succeeded
All tests succeeded.

Do you wish to remove all test NetCDF files that were created? [y/n]
y
We're done.
>>
```

- R2008a

  Current as of svn commit #2691. Pre-compiled platforms include

  - glnx86
  - glnxa64
  - win32
  - maci
  - sol64

- R2007b
  Current as of svn commit # 2692. Pre-compiled platforms include
  - glnx86
  - glnxa64
  - win32
  - maci
- R2007a ⇨ 여기서 **mexnc.R2007a.r2713.zip** downloaded
  As of svn commit # 2716. Pre-compiled platforms include
  - glnx86
  - glnxa64
  - win32
  - mac
- R2006b
  As of svn commit # 2713. Pre-compiled platforms include
  - glnx86
  - glnxa64
  - win32
  - mac
  - sol2
- R2006a
  As of svn commit # 2713. Pre-compiled platforms include
  - glnx86
  - glnxa64
  - win32
  - mac
  - sol2

기타, MEXNC와 SNCTOOLS를 설치한 이후, 사용상의 편의를 위해 자동으로 환경을 설정할 수 있도록 /home/argo/ArgoRT directory내에 startup.m file을 만들어 두어, Matlab이 시작할 때 자동으로 읽어 들이도록 하였다.

실수로 지울 수 없도록 하기 위해 file의 소유주를 root로 설정하였다.

/home/argo/ArgoRT/startup.m

```
% This is the Matlab startup file.
% Created by Pil S. Park,  Feb. 11, 2011.
% DO NOT delete or modify, unless you know what you're doing.

disp('Matlab has read startup.m file successfully.')

% Set path etc for MEXNC.
% Type "mathlabpath" to view Matlab path.
path('/home/argo/ArgoRT/mexcdf/',path);
path('/home/argo/ArgoRT/mexcdf/mexnc',path);
path('/home/argo/ArgoRT/mexcdf/snctools',path);

% Add to dynamic Java PATH
% Type "javaclasspath" to view Java path.
javaaddpath /home/argo/ArgoRT/mexcdf/netcdfAll-4.1.jar

setpref('SNCTOOLS','USE_JAVA',true);
setpref('SNCTOOLS','USE_MEXNC',true);
```