

## 운용해양시스템을 위한 한국정선해양관측시스템 발전방향

이준수\* · 서영상\*\* · 고우진\*\* · 황재동\*\* · 윤석현\*\* · 한인성\*\*\* · 양준용\*\* · 송지영\*\* · 박명희\*\* · 이근종\*\*

\* , \*\* 국립수산과학원 수산해양종합정보과, \*\*\* 국립수산과학원 연구기획과

## Improvement Plan of NFRDI Serial Oceanographic Observation (NSO) System for Operational Oceanographic System

Joon-Soo Lee\* · Young-Sang Suh\*\* · Woo-Jin Go\*\* · Jae-Dong Hwang\*\* · Seok-Hyun Youn\*\* ·

In-Seong Han\*\*\* · Joon-Yong Yang\*\* · Ji-Young Song\*\* · Myung-Hee Park\*\* · Keun-Jong Lee\*\*

\*, \*\* Fishery and Ocean Information Division, National Fisheries Research and Development Institute, Busan, 619-705, Korea

\*\*\* Research and Development Planning Division, National Fisheries Research and Development Institute, Busan, 619-705, Korea

**요 약 :** 1961년부터 2010년 현재까지 현행 국가정선해양관측이 고전적 방법에 의해 수행됨으로써 자동화된 시스템의 형태로 실시간 혹은 준실시간으로 자료를 제공하지 못하게 되는 부분에 대한 개선방향을 살펴보고, 우리나라 운용해양시스템의 실용화를 위하여 국가정선해양관측이 나아가야 할 방향을 제시하였다. 선상에서 관측이 끝난 이후부터 데이터베이스에 자료가 저장되는 시점까지 행해지는 수동화된 작업을 대체하기 위해서는, 수온, 염분뿐만 아니라 다양한 자동측정센서가 부착된 CTD(Conductivity-Temperature-Depth)에 연동된 컴퓨터에서 해양관측자료를 처리하고 실시간으로 품질관리를 수행하며 통신수단에 맞게 자료를 전송할 수 있도록 하는 자동화 소프트웨어의 개발이 필요하다. 관측자료를 실시간의 형태로 전송하기 위해서는 Inmarsat 위성통신장비를 활용한 전송시스템이 타당하고, 준실시간 형태의 전송으로는 CDMA(Code Division Multiple Access) 무선통신방식을 사용하여 연안역에 도달했을 때 수집된 자료들을 묶어서 보내는 방식이 적합하다. 실시간 품질관리 과정을 포함시켜 관측시 발생할 수 있는 여러 가지 원인의 오류를 미연에 방지할 수 있을 것이다.

**핵심용어 :** 국립수산과학원, 정선해양관측, 운용해양시스템, 해양관측자료, 전송시스템

**Abstract :** This study seeks to improve NFRDI Serial Oceanographic observation (NSO) system which has been operated at current observation stations in the Korean Seas since 1961 and suggests the direction of NSO for practical use of Korean operational oceanographic system. For improvement, data handling by human after CTD (Conductivity-Temperature-Depth) observation on the deck, data transmission, data reception in the land station, and file storage into database need to be automated. Software development to execute QA/QC (Quality Assurance/Quality Control) of real-time oceanographic observation data and to transmit the data with conversion to appropriate format automatically will help to accomplish the automation. Inmarsat satellite telecommunication systems with which have already been equipped on board the current observation vessels can realize the real-time transmission of the data. For the near real-time data transmission, CDMA (Code Division Multiple Access) wireless telecommunication can provide efficient transmission in coastal area. Real-time QA/QC procedure after CTD observation will help to prevent errors which can be derived from various causes.

**Key Words :** National Fisheries Research and Development Institute(NFRDI), NFRDI Serial Oceanographic observation(NSO), Operational oceanographic system, Oceanographic observation data, Transmission system

### 1. 서 론

기상 분야에서 날씨예측 방법이 첨단센서, 통신시스템 및 컴퓨터의 급속한 발달에 힘입어 관측에 기반한 고전적인 통계적 예측을 벗어나 관측과 인공위성, 수치모델이 결합된 형태의 첨단 날씨예측으로 발전해온 것처럼, 해양 분야 또한 관측과 물리

적 해석에 주안점을 둔 기존의 틀을 벗어나 실생활에 직접 도움이 되는 형태로 변모하고 있다. 해양 분야가 일반인에게 더 많은 도움을 주기 위해서는 일기예보처럼 해양의 상태를 실시간으로 알려줌과 동시에 가까운 미래에 대한 예측정보를 주는 것이 필요하다. 이와 같은 작업들이 지속적으로 이루어지기 위해서는 자동화된 과정이 필요하고 이를 실현할 수 있는 것이 운용해양시스템(Operational Oceanographic System, OOS)이라 할 수 있다.

운용해양시스템이란 해양관련 국가기관, 산업체, 민간이 각

\* 대표저자 : 정화원, leejoonsoo@nfrdi.go.kr, 051-720-2241

종 해양활동에 필요한 해양환경 변화 현황과 예측정보를 생산·제공하는 시스템을 말하고, 실시간 해양관측, 자료수집 및 관리, 수치모델링 및 정보 전달을 포함한다(이와 박, 2009). 운용해양시스템은 세계 몇 안 되는 나라에서 시도되고 있으며, 실제로 미국, 유럽, 일본 등에서는 최근 몇 년 사이에 시스템을 구축하여 운용하고 있다. 운용해양시스템의 주된 구성으로는 물리적인 법칙을 기반으로 해양의 변동을 재현할 수 있는 수치모델(Numerical model), 관측값을 사용함으로써 수치모델의 오차를 최소화시켜 최적의 예측 초기치를 생산할 수 있도록 하는 자료동화시스템(Data Assimilation System), 수치모델 및 자료동화시스템의 입력치를 준비하고 결과값을 처리하며 예측 등의 모든 과정을 총괄적으로 제어하는 시스템을 들 수 있다.

한국근해에서 국가차원의 과학적인 해양조사의 역사는 국립수산과학원(National Fisheries Research and Development Institute, NFRDI)의 역사와 궤를 같이 한다. 국립수산과학원은 해양수산 분야를 연구하는 국립연구기관으로 1921년 5월 수산시험장으로 출발하여, 1963년 12월 국립수산진흥원으로 개편하고, 2002년 3월 국립수산과학원으로 개칭하였다. 해양에 대한 과학적인 조사연구는 1915년 7월 중앙행정부 수산과에서 수산조합에 위탁하여 연안 12개소에서 정지관측을 시행한 것이 시초이고, 1917년 2월 중앙행정부 소속의 시험조사선 미사고 미루가 건조되어 수시로 근해의 해양조사를 실시하다가, 1921년 5월 중앙행정부 수산시험장이 창설되어 중앙행정부 수산과로부터 연안정지 및 근해 해양조사 사업을 이관 받아 본격적인 해양조사를 실시하였다(국립수산과학원, 2007).

국립수산과학원은 현재 수산자원의 관리·조성 및 공학기술에 관한 연구개발, 유용 수산생물의 종·양식 및 생명공학 기술에 관한 연구개발, 수산물의 위생안전 및 이용에 관한 연구개발, 어장환경의 변동 조사 및 보전에 관한 연구개발을 통하여 수산에 관한 조사·시험·연구 및 수산 기술지도·보급의 역할을 하고 있다. 국립수산과학원은 우리나라 해양 분야 기관 중에서 가장 긴 역사를 갖고 있고, 가장 많은 해양 관련 자료를 생산 및 축적(1921~2010년 현재)하고 있다. 국립수산과학원이 보유하고 있는 다양한 종류의 자료 중에서 운용해양시스템과 관련된 자료로써 정선해양관측자료(NFRDI Serial Oceanographic observation, NSO), 연안정지관측자료, 인공위성관측자료, 실시간 연안 어장 시스템 자료, ARGO (Array for Real-time Geostrophic Oceanography) 지연모드 자료 등이 있다. 이중에서 운용해양시스템의 자료동화를 위한 관측자료로서는 정선해양관측자료, 인공위성관측자료, ARGO 지연모드자료가 유용하게 사용될 수 있고, 특히 정선해양관측자료는 한반도 근해에 대한 넓은 범위의 3차원적인 해양 물리적 특성 정보를 제공함으로써 정확한 예측을 수행하는 데에 큰 역할을 할 것으로 기대되고 있다. 본 연구에서는 현행 정선관측의 역사와 시스템 현황을 소개하고 운용해양시스템 실현의 기반이 될 수 있는 정선해양관측시스템의 발전방향과 구체적인 기술적 방법을 제시하고자 한다.

## 2. 정선해양관측

### 2.1 정선관측의 역사

수산시험장이 1921년에 창설된 이후 1960년까지 한반도 주변의 14개 라인(Fig. 1(a))에 대하여 정선해양관측을 수행하였고, 1961년부터 기존 정선을 폐지하고 새로운 정선(Fig. 1(b))을 설정하여 새롭게 해양조사체계를 정비하여 조사업무를 수행하였다.

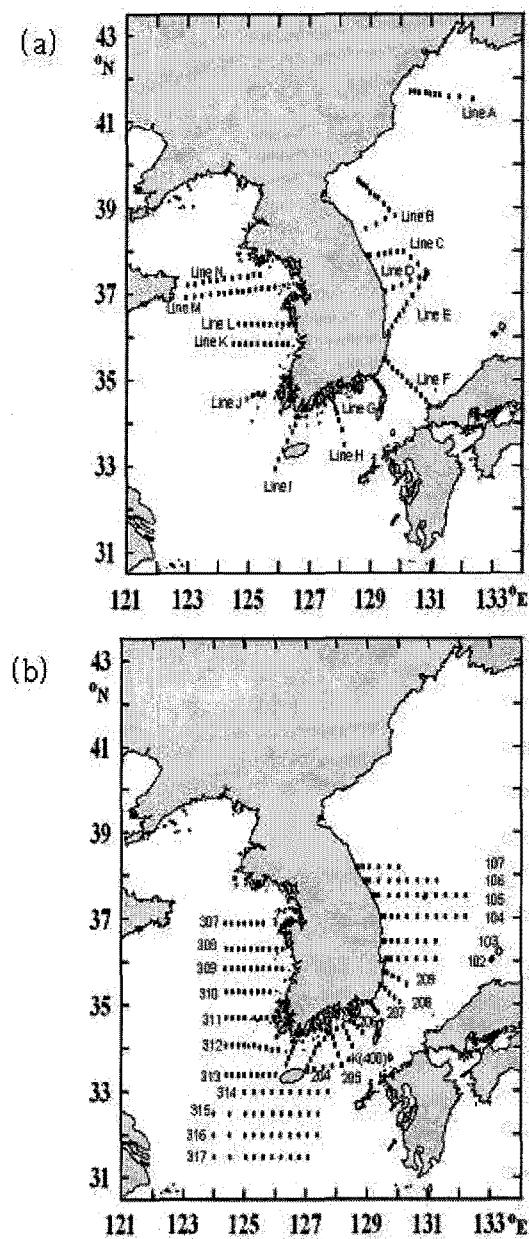


Fig. 1. Stations for serial oceanographic observation. (a) 1921~1960, (b) 1961~present (provided by Korea Oceanographic Data Center).

1965년부터 시작된 CSK(Co-operative Study of the Kuroshio and adjacent regions, 쿠로시오 국제합동조사)를 통해 새로운 조

사선을 진조함과 동시에 새로운 해양조사 장비를 확보함으로써 우리나라 해양조사분야가 더욱 발전하는 계기가 되었다. 1992년부터 노후 조사선을 교체하면서 새롭게 GPS(Global Positioning System)를 도입하여 천문항법, Radar, 방향탐지기 등을 이용한 기존의 해양조사 정점의 위치측정 방식을 벗어나 정확한 위치값을 얻을 수 있게 되었다. 또한 1988년부터 CTD(Conductivity-Temperature-Depth)를 도입하여 Nansen Cast 자료와 비교 검증 과정을 거쳐 1994년부터 본격적으로 CTD를 운용하기 시작하였다(국립수산과학원, 2007).

## 2.2 CSK(Co-operative Study of the Kuroshio and adjacent regions)

동아시아를 따라 흐르는 쿠로시오가 기후, 물류, 수산, 경제 분야까지 영향을 미치는 북태평양에서 가장 중요한 해류시스템이라는 공동 인식을 바탕으로 국제협력을 통한 쿠로시오의 철저한 과학 조사의 중요성이 대두되었고, IOC(Intergovernmental Oceanographic Commission, 정부간해양과학위원회) 3차 세션(총회)에서 쿠로시오 해류의 시공간적인 변동 및 생물학적 생산성을 이해하고 연구하는 것을 주된 목적으로 하는 CSK를 IOC의 공식 프로그램으로 채택하고 국제조정그룹(International Co-ordination Group)을 창설하였다. CSK의 첫 조사는 1965년 7월에 시작되었고, 7개국(한국, 일본, 필리핀, 중국, 영국, 미국, 소련)으로부터 40개 관측선이 참여하여, 쿠로시오 해역에 대한 물리, 화학, 생물학적인 해양조사와, 수산, 기상학적인 조사를 수행하였다. 첫 조사 이후로 쿠로시오역 전반에 대해서 종관구모의 여러 전문 분야에 걸친 조사가 적어도 일년에 두차례 수행되었고, 6개국(인도네시아, 태국, 말레이시아, 싱가포르, 베트남, 프랑스)이 추가적으로 CSK에 합류하여 총 13개국이 참여국으로 활동하게 되었다. 국제조정그룹은 CSK 활동들에 대한 조율을 위해 11번에 걸친 모임을 갖고 측정방법과 기법에 대한 표준화와 상호 검·보정(Calibration and Validation)에 많은 노력을 기울였다. 얻어진 관측자료는 쿠로시오자료센터의 기능을 하게 된 일본국가해양자료센터(Japan Oceanographic Data Center, JODC)에 의해 수집되었고(Fig. 2), 1975년까지 435회의 조사에 의해 16,727개 해양관측점으로부터 얻어진 자료를 CSK 데이터 리포트(1975년까지 328권)와 CSK 아틀라스(1977년까지 7권)의 형태로 처리하여 공개하였다(Roll, 1979). 우리나라는 CSK에 국립수산진흥원(현, 국립수산과학원)과 교통부 수로국(현 국립해양조사원)이 협동으로 참가하여 총 42회(국립수산진흥원 31회, 수로국 11회)의 조사를 실시하였으며, 국제적 자료교환 및 국내·외 CSK 심포지움을 통한 연구발표 등의 형태로 해양학 발전에 공헌하였다(국립수산과학원, 2007).

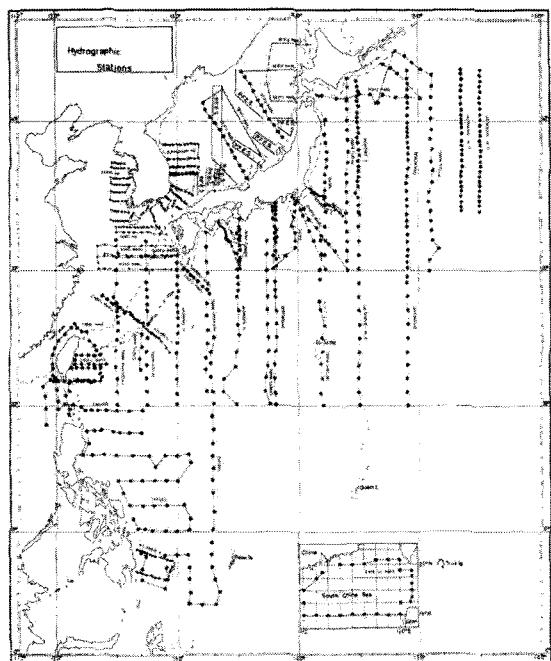


Fig. 2. Some of the cruises carried out during the co-operative study of the Kuroshio and adjacent regions (CSK), 1965-1977 (provided by JODC).

## 2.3 정선해양관측(NSO)의 현황

국립수산과학원에서 매년 정기적으로 수행하고 있는 정선해양관측의 현황을 살펴보면 다음과 같다. 정선해양관측의 영역은 크게 4개 해역(동해, 서해, 남해, 동중국해)으로 나뉘어 있고, 동해는 동해수산연구소, 남해는 남해수산연구소, 서해는 서해수산연구소, 동중국해는 국립수산과학원 본원(부산)에서 담당하고 있다(2010년 2월 현재). 1921년부터 시작된 동·서·남해 관측은 1961년부터 새로운 정선체제로 바뀐 뒤 매년 2, 4, 6, 8, 10, 12월(년 6회)에 실시하고, 1995년부터 시작된 동중국해 관측은 매년 2, 5, 8, 11월(년 4회)에 실시하고 있다. 해역별 구성을 살펴보면 동해는 8개 정선(102, 103, 104, 105, 106, 107, 208, 209) 69개 정점, 서해는 6개 정선(307, 308, 309, 310, 311, 312) 52개 정점, 남해는 8개 정선(203, 204, 205, 206, 207, 313, 314, 400) 54개 정점, 동중국해는 3개 정선(315, 316, 317) 32개 정점으로 구성되어, 총 25개 선 207개 정점을 이룬다. 수직적으로는 14개 표준 수층(0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500m)에 대한 관측 정보를 제공하고 있다. 조사항목으로는 수온, 염분, 용존산소, 영양염류, 동식물 플랑크톤 등 17개 항목이 있고, 한국연근해와 동중국해 해황 속보, 주보, 월보, 정보지, 년보를 발간하는데 사용되며, NSO자료는 국립수산과학원 홈페이지, 한국해양자료센터, 해양조사연보를 통해 제공된다. NSO 자료는 시기별, 해역별 수괴 및 해황 특성 비교 분석에 사용되어, 동해는 극전선과 냉수대, 서해는 수온역전과 조석전선, 남해는 연안전선, 동중국해는 양자강 유출수 거동과 같은 현상들을 이해하는 데 있어 과학적 해양연구 차원에서 큰 도움

을 주고 있다. 정선해양관측자료는 중요 어족의 어장형성 해역에 대한 기초자료를 제공함으로써 연근해 어업생산성을 제고하고, 수십년 이상의 주기를 갖는 기후변동에 따른 수산자원 변동 예측을 위한 기초자료로 활용되며, 한반도 주변해역의 정기적, 체계적 해양과학자료의 생산 및 제공을 통한 수산업, 해양환경보전, 해양레저 등 한반도 주변해역의 부가가치 창출에 기여할 것으로 기대하고 있다.

국립수산과학원이 운용하고 있는 KODC는 UNESCO/IOC 산하의 IODE(International Oceanographic Data and Information Exchange)가 인정하는 국내 유일의 국가해양자료센터로서 국제적인 자료 교환을 통하여 국제 협력에 힘쓰고 있다. KODC의 가장 핵심적인 자료라 할 수 있는 NSO의 자료는 ROSCOP(Report of Observations/Samples collected by Oceanographic Programmes), TESAC(Temperature, Salinity and Current report from a sea station) 등의 형태로 서부태평양지역(WESTPAC)의 해양자료를 관리하는 책임 국가해양자료센터(Responsible National Oceanographic Data Center, RNODC)로 지정된 JODC로 송부하고 있으며, 이를 다시 세계해양자료센터(World Data Center, WDC)로 보내어 국제적인 해양연구에 기여하고 있다. 특히 KODC는 2003년부터 WDC인 미국 NODC와 한미수산해양과학기술 공동협력 사업을 통하여 자료와 기술을 공유함으로써 국내 해양자료 수집 및 처리 기법의 선진화에 기여하고 있다.

## 2.4 시험조사선 현황 및 통신수단

정선해양관측에 사용되는 시험조사선은 2010년 현재 총 3척이 운용되고 있으며, 동해는 1992년 6월에 건조된 탐구 3호(369 G/T), 서해와 남해는 1993년 7월에 건조된 탐구 8호(282 G/T), 동중국해는 2008년 5월에 건조된 탐구 20호(885 G/T)가 담당하고 있다. 시험조사선은 출항하여 육지에서 일정 거리 이상으로 멀어져 이동통신이 가능한 범위를 벗어나게 되면 실질적으로 육상과 통신할 수 있는 방법이 없게 되므로, 인공위성을 이용한 통신수단을 도입하여 운항 중에 발생할 수 있는 다양한 상황들에 대비하고 있다. 각 시험조사선의 위성통신 장비 현황으로 탐구 3호와 8호는 Inmarsat C와 Fleet F33, 탐구 20호는 Inmarsat C와 Fleet F77을 탑재하고 있다. Inmarsat 이란 통신국제이동위성기구로서 1979년 7월 미국 등 7개국이 국제해사위성기구에 관한 협약 및 국제해사위성기구에 관한 운용협정 체결에 의해 설립되었다. 1982년부터 업무를 개시하였고, 인공위성을 이용하여 해상 조난 예방 및 안전을 도모하고 선박간 또는 선박과 육지간 통신 개선을 목적으로 한다. 적도상공 35,786km 정지궤도 위성을 사용하여 서비스를 제공하고, 태평양, 인도양, 서대서양, 동대서양을 커버하는 4개 주위성과 8개 예비위성을 보유하고 있다. 1999년 4월 민영화되었고, 우리나라 KT(Korea Telecom)가 육상지구국운용자(금산 지구국)를 담당하고 있다. 서비스 커버리지 방식은 위성언테나가 넓은 영역을 커버하는 글로벌빔 방식과 특정 지역만을 커버하는 스팟빔 방식 두 가지가 있다. Inmarsat C는

적도 상공의 4개 정지위성을 이용하여 양방향 데이터 통신 서비스를 제공하는 데이터 및 메시지 위주의 위성이동통신 시스템으로서 무지향성 안테나를 사용한다. 가장 소형으로 가격이 저렴한 편이고 작은 크기의 텍스트 전송에 적합하다. Inmarsat F33과 F77은 Inmarsat-Fleet 방식으로 글로벌빔 및 스팟빔을 이용하여 선박의 조난 및 안전을 위한 통신 지원 등 해상 통신용으로 개발된 서비스이다. 2002년 4월부터 서비스가 시작된 Fleet F77과 2003년 4월부터 시작된 Fleet F33, F55가 일반적으로 많이 사용된다. ISDN 서비스와 TCP/IP망과 연동하는 MPDS(Mobile Packet Data Service)를 기본으로 제공한다.

## 2.5 현재의 서비스 방식

현재의 정선해양관측은 시험조사선을 이용하여 CTD관측을 실시함과 동시에 로젯샘플러(Rosette Sampler)에 장착된 Niskin 채수기로 용존산소, 영양염 측정 등을 위한 해수를 채수하고, 해양부유생물 조사를 위해 추가적으로 Norpac Net을 사용한 채집을 실시한다(국립수산과학원, 2005). CTD는 시험조사선에 설치된 컴퓨터와 연동되어 실시간으로 해수의 수온, 염분, 용존산소값 등을 컴퓨터 화면을 통해 보여주고, CTD 운용자는 관측이 끝난 후 관측자료를 파일의 형태로 저장하게 된다. 이 때 저장된 파일은 바이너리(Binary) 형식의 원시자료(Raw data)로써, 텍스트형식의 값을 얻기 위해서는 CTD 전용 프로그램을 기동시켜 값을 변환해야 한다. 매 정점 관측마다 이와 같은 작업들이 시험조사선에 텁승한 연구자 및 선원들에 의해 유기적으로 수행되고, Inmarsat 위성 통신방법이 도입된 이후부터는 시험조사선 통신담당자가 특정 정선 관측이 끝난 후 Inmarsat 위성을 통해 FAX로 표준 수신자료를 국립수산과학원 본원에 전송하게 된다(Fig. 3).

2010년 4월 정선자료 해축보고													
수 선 국립수산과학원 수산해양관측정보처 FAX 051-720-2225 국립수산과학원 통신실 FAX 051-720-2127													
제 3. 표 발 선 통신수단구조 사용설명과													
NR	R4												
관측일	04월 08일												
관측시	11:35	12:05	13:00										
P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
S	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
013	04:00	04:00	04:00	04:00	04:00	04:00	04:00	04:00	04:00	04:00	04:00	04:00	04:00
015	04:20	04:20	04:20	04:20	04:20	04:20	04:20	04:20	04:20	04:20	04:20	04:20	04:20
020	04:40	04:40	04:40	04:40	04:40	04:40	04:40	04:40	04:40	04:40	04:40	04:40	04:40
025	04:55	04:55	04:55	04:55	04:55	04:55	04:55	04:55	04:55	04:55	04:55	04:55	04:55
030	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
035	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
040	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
045	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
050	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
055	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
060	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
065	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
070	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
075	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
080	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
085	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
090	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
095	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
100m													
125m													
150m													
200m													
250m													
300m													
400m													
500m													

Fig. 3. Transferred T, S data on formal table through FAX from Tamgu-3 research vessel in the East Sea in April, 2010 (provided by NFRDI).

전송된 팩스자료를 바탕으로 정점별 수온, 염분 수치값을 작성한 다음, 맵핑 프로그램을 사용하여 연직단면도를 작성하고 이를 속보의 형태로 국립수산과학원 홈페이지(<http://www.nfrdi.re.kr>)에서 제공한다(Fig. 4).

## 운용해양시스템을 위한 한국정선해양관측시스템 발전방향

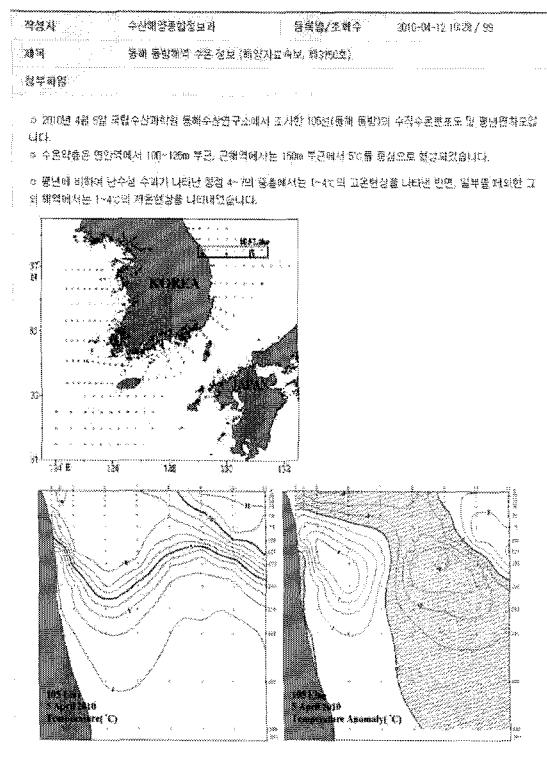


Fig. 4. Ocean bulletin provided through NFRDI web site(<http://www.nfrdi.re.kr>).

국립수산과학원의 정선해양관측자료 제공은 관측이 이루어 질 때부터 수요자가 자료 및 정보를 얻는 시점까지 수작업을 요하는 부분이 많기 때문에, 현 상황에서는 자동화된 운용해양시스템의 한 부분으로 바로 활용되기는 어렵다고 할 수 있다. 따라서 운용해양시스템을 지원할 수 있는 자동화된 시스템으로 최신화하기 위해서 현 관측 시스템에 대한 개선방향을 검토하도록 한다.

### 3. 해외사례 분석

해양 분야에서 앞서나간 몇몇의 나라에서 이미 운용해양시스템을 구축하여 운영 중인 사례가 있다. 이 중에서 우리나라의 정선해양관측과 같은 정기적인 관측라인에 대하여 실시간 혹은 준실시간으로 자료를 제공하는 시스템에 대하여 알아보도록 한다.

#### 3.1 미국 NOAA(National Ocean and Atmospheric Administration)의 SCS(Scientific Computer System)

SCS는 NOAA의 관측선들에 설치된 항해 및 과학 센서들로부터 얻어진 자료를 모으고 처리 및 디스플레이하며 보관하는 고성능 컴퓨터 시스템으로 배에 장착된 해양, 기상, 수산관련 센서들로부터 관측값을 얻어서 그 정보들을 추후 분석을 위해 저장함과 동시에 과학자들에게 실시간으로 텍스트 및 그래픽 디스플레이 형태로 제공한다. 또한, 입출력을 모니

터링하면서 품질검사를 수행한다. SCS는 1986년에 완성된 사용자 요구에 대한 연구를 기반으로 디자인되고 만들어졌고, 첫 버전은 NOAA의 관측선 Malcolm Baldrige에 1989년에 처음 설치되었다. 기본적인 기능으로는 여러 종류의 센서들에 대한 실시간 자료 취득, 과학자들에게 실시간으로 그래픽 형태의 디스플레이 제공, 수집된 자료들에 대한 실시간 품질 체크, 자료 후처리를 위한 실시간 자료 저장이 있다. 프로그램들은 TCP/IP와 XML(Extensible Markup Language)에 기반을 둔 클라이언트/서버 구조를 사용하여 상호 연결되고, 디스플레이와 처리 프로그램이 클라이언트 컴퓨터에서 원격으로 실행되도록 한다. 자료취득프로그램(ACQ)은 Sensor Device Structure(SCS)라고 불리는 원시센서자료 취급용 객체를 통하여 여러 센서들을 다루게 된다(Fig. 5).

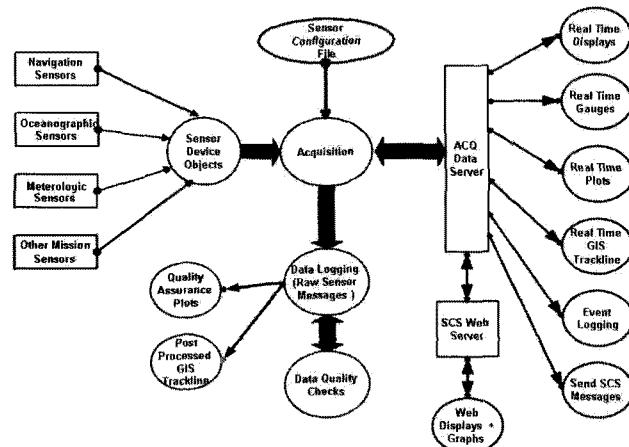


Fig. 5. NOAA SCS data flow.

클라이언트 프로그램이 자료를 요구하면, 네트워크 메시지를 통해서 ACQ 서버에 이를 요청하고, ACQ 자료 서버는 SDS로부터 자료에 접속하고 표준 XML 자료 패킷의 형태로 포맷화하여 네트워크를 통해 클라이언트에 자료를 보낸다. 품질관리 프로그램(DATAMON)은 새롭게 취득되어 기록된 모든 센서자료들을 체크하여, 자료들이 특정 범위 내에 있는지(Range check), 통계적으로 정의된 델타 유닛 내에 있는지(Delta check), 센서 입출력은 성공적으로 완료되고 기록되었는지(I/O check)를 확인하고, 만약 문제가 있다면 적절한 에러메시지를 사용자에게 전하고 기록으로 남기게 된다. 실시간 그래픽 클라이언트 프로그램은 ACQ에 접속하여, 시계열 그래프, XY그래프, 트랙션 도표와 같은 다양한 그래픽 가시화 기능을 제공한다. 부가적인 ACQ 웹서비스는 수집된 SCS 자료를 웹을 통하여 접속할 수 있도록 한다(NOAA, 2007).

#### 3.2 일본 수산총합연구센터(Fisheries Research Agency, FRA)의 정선자료 전송시스템

일본 수산총합연구센터(FRA)에서는 두 개의 해황예측시스템을 운용 중이다. 요코하마에 위치한 중앙수산연구소에서는

FRA-JCOPE(Fisheries Research Agency – Japan Coastal Ocean Predictability Experiment) 시스템을 일본 해양연구개발기구(JAMSTEC)와 공동연구를 통해 개발하여 2007년 4월부터 운용 중에 있다. FRA-JCOPE 시스템은 태평양과 홍·동중국해의 해황예측을 주된 목적으로 JAMSTEC의 JCOPE 시스템에 수산시험연구기관의 정선관측자료를 추가로 자료동화에 도입하고 자료동화기법의 개선 등을 통해 예측성능을 높인 시스템이다. 한편, 일본 니가타에 위치한 니혼까이(한국명: 동해)수산연구소에서는 JADE 시스템을 일본 큐슈대학교와 공동연구를 통해 개발하여 2008년 6월부터 운용을 시작하였다. JADE 시스템은 동해의 해황예측을 주된 목적으로 큐슈대학교의 동해해황예측시스템에 FRA-JCOPE 시스템과 마찬가지로 수산시험연구기관의 정선관측자료를 추가로 자료동화에도 입하여 예측성능을 높인 시스템이다(북해도수산연구소, 2007). FRA에서 운용중인 두 개의 시스템에 공통적으로 적용된 외부정보자동취득·품질관리시스템은 크게 나누어 외부관측자료 자동취득시스템, 정선자료 전송시스템, 정선자료 취득시스템, 정선자료 통일형식 변경시스템, 정선자료 품질관리시스템으로 구성되어 있다. 외부관측자료 자동취득시스템은 FRA-JCOPE 시스템 운용에 필요한 외부관측자료를 자동적으로 취득하는 시스템이고, 정선자료 전송시스템은 지방자치단체의 수산기관에서 FRA로 전송하는 정선자료전송용 소프트웨어이며, 정선자료 취득시스템은 정선자료 전송시스템을 통해 전송된 자료를 취득하는 수산기관 정선자료취득용 소프트웨어이다. 정선자료 통일형식 변경시스템은 CTD관측에 의해 얻어진 정선자료를 SBE형식(CTD 제조업체인 Sea Bird Electronic사의 형식)으로 변환하는 시스템이고, 정선자료 품질관리시스템은 정선자료에 간혹 관측장비 이상 등의 이유에 의해 에러가 포함된 경우에 자동적으로 이 상값을 제거하는 시스템이다. 관측자료의 전송방식은 준실시간의 형태를 띠고 있고, 관측을 실시하는 수산기관이 정선자료 전송시스템을 인터넷으로 연결된 육상의 자료전송용 컴퓨터에 설치해두고, 조사선에 의한 정선관측이 끝나면 관측자료를 직접 전송용 컴퓨터로 옮겨와서 정선자료를 전송하게 된다(Shimizu et al., 2007).

#### 4. 효과적인 정선해양관측시스템 개선 방향

##### 4.1 관측정점에 대한 검토

동중국해 3개 라인을 제외한 현재의 정선해양관측정점은 1961년에 새롭게 신설된 것으로 개편 당시에 정점을 설정한 기준에 대해 국립수산과학원(2007)에서는 아래와 같이 서술하고 있다.

“① 정선의 기점은 당시 선위 결정에 도움이 되도록 중요 등대로 정하였고, 동해는 1XX, 남해는 2XX, 서해는 3XX로 정선 번호를 부여하여 남북통일시에도 확장가능토록 정함.

② 정선은 동해와 서해는 위도 약 30' 간격으로 평행하게 하였고, 남해(편의상 울기와 감포해역을 남해영역으로 포함)

는 연안에서 외해측으로 확장되는 부채형으로 정함

③ 정점간 거리는 외해측은 동해가 15', 서해와 남해는 10'를 기준으로 정하였고, 각 연안역은 5' 정도로 정하였으며, 정점 번호는 동해는 동경 130°, 서해는 동경 125°를 각 정선의 07점(314선은 10점, 315~318선은 20점)으로 정함.”

그러나 운용해양시스템의 일부인 자료동화시스템의 입력치로 정선해양관측자료가 사용되고 운용해양시스템 지원이 정선해양관측의 주된 목표중의 하나가 된다면, 50년 전 정점을 설정했던 상황과는 다른 관점에서 정선해양관측 시기 및 정점을 재검토할 필요가 있다.

운용해양시스템의 한 축을 구성하는 자료동화시스템은 재현하고자 하는 현상의 시간스케일과, 재현 및 예측에 사용되는 수치모델의 공간해상도, 컴퓨터 연산시간을 고려하여, 적절한 시·공간 스케일의 관측 자료를 수치모델에 동화시켜 최적의 예측 초기치를 생성하게 된다. 현재 운용중인 대부분의 운용해양시스템은 일반적으로 수치모델 공간해상도가 수km~수십 km( $1/10^\circ$  내외)로 구성되고, 동화시키는 관측 자료로는 주로 모델격자보다 수평해상도가 높거나 비슷하며 매일 생산되는 해표면에 대한 인공위성 자료, 10일 정도의 시간간격을 갖고 정해지지 않은 수평적 위치에서 연직적인 프로파일 형태로 취득되는 ARGO자료, 수개월의 시간간격을 갖고 간헐적 또는 정기적으로 정해진 위치에서 연직적인 프로파일 형태로 취득되는 관측선에 의한 CTD 자료 등을 사용하고 있다. 각각의 관측값들의 시·공간 스케일이 다르기 때문에 대체적으로 인공위성 자료의 경우 1주일, ARGO 자료 및 CTD 자료는 1개월 정도 시간 평균값의 형태로 자료동화에 사용하게 된다.

현재 국립수산과학원에서 실시하고 있는 정선해양관측은 동·서·남해는 년 6회, 동중국해는 년 4회 실시하고 있으나, 운용해양시스템 관점에서 관측값의 시간스케일을 고려한다면 좀 더 나은 예측초기치의 생산을 위해서는 매월 관측으로 전환되는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 그러나 공간적으로 매우 조밀하게 구성된 현 관측정점에 대해 매월 관측을 수행하는 것은 시험조사선의 여건, 관측자의 인력 현황, 예산 등을 고려했을 때 현실적으로 불가능하다고 할 수 있기 때문에 공간적인 정점 배치에 대한 조정 또는 매월 관측라인 설치와 같은 보다 구체화된 대안이 필요하게 된다. 과학적 근거를 바탕으로 한 최적의 공간적 정점 배치를 찾는 것은 그 자체만으로도 새로운 연구 영역이기 때문에 본 연구에서는 간단하게 참조가 될만한 기법에 대해서만 언급하겠다.

덴마크 기상청에서는 관측 네트워크의 최적 디자인(ODON, Optimal Design of Observational Networks)에 대한 연구를 2003년부터 2005년까지 3년간 수행하여 해양예측시스템의 중요한 서브시스템이라 할 수 있는 해양관측시스템을 과학적인 기법에 근거하여 구축할 수 있도록 하였다. ODON의 목적은 발트해와 북해 연안역과 근해역의 해황 재현과 예측을 위한 해양표면온도(Sea Surface Temperature, SST)와 3차원 수온, 염분 관측 네트워크를 위한 정량적인 평가(Observational

network assessment)와 최적 디자인 기법을 개발(Optimal design of sampling strategy)하는 것이다(She et al., 2006).

첫 번째 목적인 관측 네트워크 평가를 위해서 통계적 방법과 역학적 평가방법을 사용한다. 통계적 평가를 위해서 ODON은 관측의 질적인 측면과 관계된 시스템 에러(System error), 관측점들의 대표성을 측정하는 샘플링 에러(Sampling error), 관측점들이 커버하는 지역의 틈새 및 중복과 관계된 관측 네트워크의 효과 범위 에러(Effective coverage error), 네트워크로부터 얻어진 자료들의 질과 관련된 필드 재구성 에러(Field reconstruction error)를 평가한다. 이 때 효과 범위 에러와 필드 재구성 에러를 계산하기 위해서 최적내삽법(Optimal Interpolation, OI)을 통해 관측값 또는 수치모델 결과로부터 시·공간 상관함수를 구한다. 역학적 네트워크 평가를 위해서는 운용해양시스템을 이용해서 관측자료를 수치모델에 동화시키는 자료동화실험을 하게 되고, 이로부터 수치모델의 재현 및 예측 에러를 구하여 관측 네트워크의 적합성 여부에 대한 평가를 하게 된다(She et al., 2006).

두 번째 목적인 최적 디자인 기법 개발을 위해 최적화 문제를 해결하기 위한 알고리즘의 하나인 시뮬레이티드 어닐링(Simulated Annealing) 기법을 사용한다. 시뮬레이티드 어닐링은 금속 공학에서 담금질(Annealing)을 통해 금속재료를 가열한 다음 조금씩 냉각해 원자의 내부 에너지가 초기 상태보다 한층 더 극소인 상태가 되도록 하여 금속의 결함을 줄여나가는 작업을 모방하여 고안한 최적화 알고리즘의 하나로, 몬테카를로(Monte Carlo) 시뮬레이션에 기초를 두고 해를 반복해 개선함으로써 현재의 해 근방에 있는 해를 임의로 찾아 지역 최적점을 빠지지 않도록 하여 전역 최적점을 구해내게 된다(<http://en.wikipedia.org>). 시뮬레이티드 어닐링 기법 이외에도, EOF(Empirical Orthogonal Function)를 이용한 방법, EOT(Empirical Orthogonal Teleconnection) 방법을 적용하여 시험하였으나, 시뮬레이티드 어닐링 기법이 가장 안정적이고 효과적임이 증명되었다(She et al., 2006).

ODON과 같은 시스템을 한반도 주변해역에 대해 구축하게 되면 최적화된 정선해양관측 정점 배치를 구할 수 있을 것으로 생각된다.

#### 4.2 CDMA를 이용한 관측결과 준실시간 전송 시스템에 대한 활용 검토

우리나라는 세계 처음으로 CDMA(Code Division Multiple Access, 코드분할 다중접속) 방식의 무선 통신을 상용화하여 1996년 서비스를 시작함으로써 무선통신분야의 강국으로 자리매김하였다. 이러한 성과를 바탕으로 국내에서는 해양 분야의 관측 장비에도 CDMA 무선통신방식이 도입되어 국립수산과학원에서 운용중인 실시간어장정보시스템 및 기상청에서 운용하고 있는 부이, 등표, 파랑계 등과 같이 연안지역의 실시간 관측에 널리 활용되고 있다. 최근에는 CDMA 단말기를 관측선에 설치하여 육지에서 멀리 떨어지지 않은 연안면 또는 항구에 정박해 있을 때 승선자가 무선인터넷을 사용할

수 있도록 하는 경우가 늘고 있기 때문에, 월정액으로 요금이 청구되는 CDMA 방식의 무선인터넷을 잘 활용하면 비교적 저렴한 비용으로 파일의 크기와 개수에 상관없이 정선해양관측자료를 송신할 수 있게 된다. 그러나 해양관측에 있어서 CDMA 무선통신방식의 단점은 기지국에서 일정거리 이상 떨어져 전파가 닿지 않는 근해역으로 나가게 되면 서비스를 이용할 수 없다는 것이다. 따라서 CDMA를 이용하여 관측결과 전송시스템을 구축하게 되면, 관측선이 전파가 닿지 않는 근해역에서 관측을 수행할 경우에는 관측장비와 연결된 컴퓨터시스템에 자료를 저장해두고 연안면에 도달했을 때 수집된 자료들을 묶어서 인터넷을 통해 보내는 준실시간 전송의 형태를 띠게 된다.

#### 4.3 실시간 관측결과 전송 시스템 활용검토

정선해양관측자료를 실시간으로 전송하기 위해서는 육지에서 멀리 떨어진 곳에서 위성통신망을 활용해야 한다. 해양분야에서 세계적으로 널리 사용되는 위성통신망으로는 Inmarsat 위성과 Orbcomm 위성이 있다.

앞서 언급한 것처럼 국립수산과학원에서 운용중인 정선관측용 시험조사선에는 Inmarsat 위성 송수신장비를 이미 장착하고 있다. 모든 시험조사선에 장착된 Inmarsat C는 600bps(초당 600bit, 1byte=8bit)의 데이터 전송 속도를 갖고, 하나의 메시지는 32kbyte까지 처리 가능하다. 가격이 저렴한 편이지만 데이터 전송속도가 느린 편이며, 한번에 전송할 수 있는 최대 파일 크기가 제한되어 있기 때문에, 수심이 깊은 동해에서 수심 500미터까지 관측된 텍스트 형식의 파일로 변환된 1미터 간격 Downcast CTD 파일 한 개가 대략 55kbyte에 달한다는 것을 고려하면 Inmarsat C는 적합하지 않다는 것을 알 수 있다. 한편 Inmarsat F33은 9.6kbps(초당 1.2kbyte)의 빠른 속도로 자료를 전송할 수 있고, Inmarsat F77은 128kbps(초당 16kbyte)로 보다 빠른 속도의 자료 전송이 가능하다.

Orbcomm 위성은 정지궤도위성을 사용하는 Inmarsat 위성과 달리 30여개의 저궤도(약 800km 고도) 위성을 사용하여 양방향 위성 통신 서비스를 제공하고, 송수신을 위해서 초단파(VHF)와 극초단파(UHF) 주파수 대역을 사용한다. 자료수신은 137~138MHz와 400.05~400.15MHz 주파수대역을 사용하고, 자료 전송은 148~149.9MHz 대역을 사용하며, 전송 속도는 업로드의 경우 2400bps, 다운로드의 경우 4800bps의 속도를 갖는다. 패킷 전송 방식의 형태를 취하여 108byte를 한 패킷으로 묶어서 전송하게 된다. Orbcomm 위성을 활용하면 전자구상의 해양관측장비들로부터 얻어진 값을 송신할 수 있고, 실제로 표류부이 등과 같은 관측 장비에 적용되어 쓰이고 있다. 그러나 Orbcomm 위성은 고정된 정지궤도위성이 아닌 빠른 속도로 지구를 돌고 있는 저궤도위성을 사용하기 때문에 용량이 작은 파일의 전송에 적합한 시스템과 이용료 체계를 갖고 있어서 용량이 큰 정선해양관측자료를 전송하기에는 Inmarsat 위성에 비해 경제성이 떨어진다. 또한 대부분의 시험조사선에 Orbcomm 위성 송수신장비가 장착되어 있

지 않기 때문에 초기 시설비가 많이 들어간다는 단점이 있다.

#### 4.4 부대 소프트웨어

국립수산과학원의 시험조사선에 설치된 해양관측용 컴퓨터의 운영체제는 대부분 마이크로소프트사의 윈도우 시리즈이고, 관측 장비로부터 자료를 다운로드하고 처리하는 소프트웨어 또한 일반적으로 윈도우 기반으로 개발되어 있다. 따라서 호환성 측면에서 볼 때 윈도우 기반으로 정선해양관측시스템을 개발하는 것이 합리적이고 기술적으로 큰 어려움이 없을 것이다.

시스템을 자동화하기 위해서는 사람에 의한 처리 과정을 최소화해야 한다. 앞서 설명한 현행 정선해양관측의 과정 중에서 CTD 관측에 의해 얻어진 값이 실시간으로 컴퓨터에 전송이 된 뒤 사람이 직접 처리하게 되는 부분으로는, 원시자료 파일을 일정한 파일명으로 설정하여 1미터 간격 텍스트자료로 변환하고 특정 디렉토리에 저장하는 것, 변환된 1미터 간격 텍스트자료 중에서 표준수심 자료를 추출하는 것, 추출한 자료를 표 형식으로 작성하여 팩스형태로 전송하는 것, 전송받은 팩스에서 표준수심 수온, 염분값을 디지털형식으로 저장하고 가공하는 것 등이 있다. 이 중에서 자동화 가능한 부분은 특정 디렉토리에 저장된 1미터 간격 텍스트자료의 표준수심 자료를 추출하는 것, 팩스형태의 전송이 아닌 파일의 형태로 전송하는 것, 전송받은 파일을 운용해양시스템의 입력치로 곧바로 활용하는 것이 될 것이다. 또한, CTD 관측값이 얻어질 때 담당자가 실시간 자료를 눈으로 직접 확인하는 수동적인 실시간 품질관리 외에, 자동적으로 수행되는 실시간 품질관리 기능을 자동화 시스템에 추가하면 만에 하나라도 발생할 수 있는 장비결함 등에 의한 관측오류를 담당자에게 알려 줌으로써 제대로 된 관측이 이루어지도록 도움을 줄 수 있게 될 것이다. 파일의 형태로 자료를 전송하는 부분은 EDI(Electronic Data Interchange) 기능을 갖춘 관측자료 자동전송 프로그램 개발을 통해 특정 디렉토리에 새로운 파일이 추가될 경우 자동으로 전송하거나, 통신방식의 과금단위를 고려하여 일정크기 이하로 파일을 묶어서 보낼 수 있도록 시스템을 구성함으로써 자동화를 피할 수 있을 것이다. 한편, CTD의 주요측정요소인 수온, 염분에서 더 나아가 용존산소, 타도, 클로로필a 등 부가적인 해양요소를 자동으로 측정할 수 있는 센서를 부착하여 얻은 자료와 고전적 방식의 측정에 의해 생산된 자료간의 신뢰성 높은 검·보정 절차를 통해, 관측 후 1~2개월 소요되는 관측자료 생산의 시간적 한계를 준실시간 또는 실시간 수준으로 전환할 수 있도록 할 것이다.

#### 4.5 품질관리

관측에서 얻어진 자료에 대한 품질관리에 대해서는 해양과 기상 분야에서 많은 노력이 이루어져 왔다. 기상분야에서는 일찍이 기상청의 주도로 기상법 제3조 제2항에 근거해서 기상관측표준화법을 마련하여 기상측기 등 기상관측장비 규격

의 표준화, 기상관측환경에 관한 기준의 수립, 기상관측자료의 표준화 및 품질관리, 기상관측자료의 원활한 교환을 위한 관측기관 사이의 통신방식의 표준화와 관련된 표준화 시책을 마련하였다. 실제로 기상청에서는 기상관측자료 실시간 품질관리시스템(RQMOD, Real-time Quality control system for Meteorological Observation Data)을 개발하여 현장 품질검사와 중앙 품질검사로 나누어 품질검사를 실시하고 있다(기상청, 2006). 현장 품질검사(Quality control 0)는 관측장비가 설치되어 있는 관측현장에서 수행되는 품질검사로서 관측장비의 전원, 센서, 통신시스템의 오류를 검출하여 관측 현장 담당자에게 제공하게 된다. 관측 중앙 품질검사는 다시 실시간 자동 품질검사(Quality Control 1), 비실시간 자동 품질검사(Quality Control 2), 수동 품질검사(Human Quality Control) 세 단계로 나뉜다. 실시간 자동 품질검사는 기상청 본부에 수집된 자료에 대하여 단일 관측소 품질검사법에 의한 품질검사를 수행하고, 비실시간 자동 품질검사는 관측지점의 주변 관측자료와 비교하는 공간성검사를 수행한다. 중앙 수동 품질검사 과정에서는 품질검사 담당자가 관측자료가 생산될 당시의 타 관측장비 및 수치모델 자료와의 비교를 통해 오류 관측자료를 검출해내게 된다.

해양분야에서 최근 세계적으로 활발하게 공동연구가 이루어지고 있는 품질검사로는 ARGO 부이 관측자료에 대한 품질검사가 있다. ARGO는 무인자동플로트(Autonomous float)를 이용하여 결빙되지 않은 해양의 수온, 염분과 해류를 관측하는 국제적인 프로그램으로, 24시간 이내에 전 세계의 연구자들이나 자료센터에 3,000개 이상의 플로트가 관측한 자료를 제공하는 것을 목표로 정부간해양과학위원회(IOC)와 국제기상기구(WMO)가 공동으로 추진하였고, 현재도 지속적으로 프로그램 참여국에서 부이를 투하하고 있으며, 전 세계적으로 많은 해양과 기상 관련 전문가들이 효율적인 자료 수집과 활용을 위하여 과학적인 부분과 자료 관리를 포함한 기술적인 부분에서 활발하게 논의하고 있다. ARGO 부이는 특정 수심(수심 약 2000m)에서 해수면까지 주기적으로 수온, 염분 및 해류를 측정한 뒤, 인공위성을 통해 자료를 실시간으로 획득한다(Fig 6).

ARGO 부이가 작동하는 수 년 동안 하드웨어적인 관리를 받지 못하고 해양에 자유롭게 떠다니는 특성 때문에 세계 각국이 공동으로 품질관리에 많은 노력을 기울였고, 현재는 표준 품질관리방법을 정립하여 관측자료가 유용하게 사용되도록 하고 있다. ARGO 부이로부터 얻어진 자료는 실시간 품질관리(Real-time Quality Control)를 거쳐 세계 ARGO 자료센터(Global Data Assembly Center, GDAC)를 통해 공개되고, 6개월에서 1년 이내에 지역모드 품질관리(Delayed mode Quality Control)를 거쳐 GDAC에 지역모드 자료로서 다시 제공된다. 실시간 품질관리로는 플랫폼 확인, 불가능한 날짜 테스트, 불가능한 위치 테스트, 육상 위치 테스트, 불가능한 속도 테스트, 전역범위 테스트, 지역범위 테스트, 압력 증가 테스트, 스파이크 테스트, 변화도 테스트, 숫자 뒤집힘 테스

트, 고정값 테스트, 밀도역전 테스트, 회색리스트 작성, 염분 및 수온 드리프트 테스트, 동일반복 프로파일 테스트, 최대압력 테스트를 거치게 된다. 자연모드 품질관리는 뒤늦게 발견된 장비의 오류 및 센서 드리프트 등에 대한 품질플래그를 부여하고 보정하는 작업들을 수행한다.

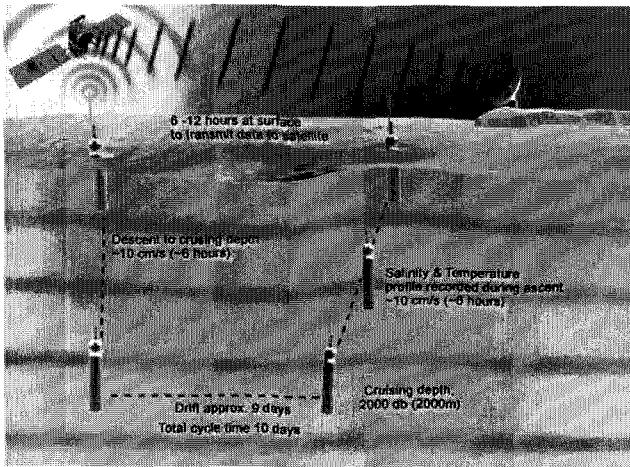


Fig. 6. Conceptual diagram for measurement and delivery of ARGO data.

국립수산과학원에서는 2008년도에 품질관리 시스템을 구축하여 실시간 연안여장정보시스템, 연안정지관측, 정선관측, 기회선박관측을 통해 얻어진 자료에 대하여 품질관리를 수행하고 있다. 품질관리는 각각의 관측 항목에 대하여 다른 테스트가 적용되고, 크게 1차 품질관리(Real-time mode)와 2차 품질관리(Delayed mode)로 나누어 수행된다. 정선해양관측 자료에 대한 1차 품질관리는 플랫폼 확인, 불가능한 시간 테스트, 불가능한 위치 테스트, 전역범위 테스트, 국소범위 테스트, 층별 스파이크 테스트, 동일수심 스파이크 테스트, 층별 구배 테스트, 동일수심 구배 테스트로 이루어진 테스트들을 거쳐 플래그를 붙이고 정상적으로 테스트를 통과한 자료에 대해서만 데이터베이스에 저장하게 된다. 2차 품질관리는 년도별, 2개월별로 크게 나누어 각각에 대하여 각 정선 내 각 정점별 통계분석, 각 정선 내 동일수심별 통계분석을 실시한다(국립수산과학원, 2008).

현행 정선해양관측은 관측이 끝난 1년 후에 기상자료와 표준 수심에 대한 수온, 염분 및 생물·화학 자료를 데이터베이스에 입력하여 홈페이지를 통해 공개하고 있다. 1차 품질관리가 실시간이나 준실시간이 아닌 자연모드의 형태로 이루어지고 있기 때문에, 관측시 발생할 수 있는 관측오류를 막을 수 있는 안전장치가 부족하다고 할 수 있다. 따라서 이와 같은 점을 보완하기 위해 선상에서 관측이 끝남과 동시에 수행될 수 있는 실시간 품질관리시스템이 필요하고, 알고리즘 및 프로그램의 개발을 통해서 정선해양관측 자동화시스템의 한 구성요소로 추가하여 사용할 수 있을 것이다.

#### 4.6 정선해양관측자료 제공 체계도

준실시간 및 실시간 자료 송수신 기법을 바탕으로 NSO 자료 제공 체계도(Fig.7)를 구성하였다. CTD를 통해 현장 관측값이 측정되어 자료취득 소프트웨어에 의해 관측선의 컴퓨터에 저장되고, 동시에 실시간 QC를 거쳐 자료송신에 적합한 형태로 포맷을 변환하게 되며, 자료송신 소프트웨어를 통해 관측자료를 자동으로 전송하게 된다. 이 때, 실시간 자료 전송시스템을 구성하는 경우에는 Inmarsat 위성을 이용하게 되고, 준실시간 자료전송의 경우는 CDMA 통신을 이용하게 된다. 육상의 시스템에 전송된 자료는 자료수신용 육상서버에 취합되고, 실시간 QC를 거친 자료와 자연모드 QC를 거친 자료로 나뉘어 데이터베이스에 저장된다. 그 이후 자료제공 서버를 통해 자료이용자에게 원하는 자료를 제공하게 된다.

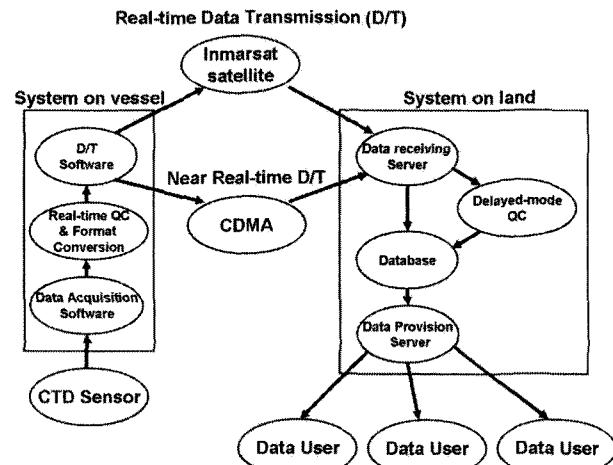


Fig. 7. System chart of NSO data provision.

## 5. 결 론

우리나라의 과학적인 해양조사인 국가정선해양관측(NSO)은 해양예보를 위한 운용해양시스템을 필요로 하는 시대적인 요구에 발맞추어 체계를 새롭게 정립해야 할 중요한 시점에 도달해 있다. 운용해양시스템을 지원하기 위해서 정선해양관측이 나아가야 할 방향은 관측자료를 신속하게 처리해서 수요자에게 전달할 수 있는 자동화된 시스템을 갖추는 것이라 할 수 있겠다. 이와 같은 체계를 갖추는 데 있어 개선되어야 할 사항은 선상에서 관측이 끝난 이후부터 데이터베이스에 자료가 저장되는 시점까지 행해지는 사람에 의한 자료처리, 자료전송 및 전산화 과정이다. 이를 위해서는 우선적으로 CTD에 연동된 컴퓨터에서 실시간으로 취득되어 저장된 해양관측자료에 대해 실시간 품질관리를 수행하고, 전송에 적합한 형태로 바꾸어 자동으로 전송하는 소프트웨어의 개발이 필요하다. 관측자료를 실시간의 형태로 전송하기 위해서는 현재 정선해양관측을 수행하고 있는 조사선에 이미 설치되어 있는 Inmarsat 위성통신장비를 활용하면 빠른 시일 내에 실

현가능할 것이다. 준실시간 형태의 전송으로는 CDMA 무선통신방식을 사용하여 연안역에 도달했을 때 수집된 자료들을 뮤어서 보내는 방식도 적합하다. 자동화된 자료처리 및 전송시스템을 구축하게 되면, 중간과정에 실시간 품질관리 과정을 포함시켜 관측시 발생할 수 있는 오류를 미연에 방지할 수 있고, 정도높은 관측자료를 실시간 또는 준실시간으로 자료동화에 이용하여 운용해양시스템을 통해 한국근해 해양변동에 대한 좋은 예측결과 및 재현결과를 도출할 수 있게 될 것이다.

## 후 기

본 연구는 국립수산과학원의 한국해양자료센터 운영(RP-2010-ME-042) 사업과 국토해양부 연구개발사업 운용해양(해양예보)시스템 연구(PME5210) 사업의 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

- [1] 국립수산과학원(2005), 해양조사지침, pp. 1-8.
- [2] 국립수산과학원(2007), 한국근해 해양조사의 역사, pp. 5-30.
- [3] 국립수산과학원(2008), 해양수산연구정보시스템 구축 용역개발요약보고서(품질관리부분), pp. 1-22.
- [4] 기상청(2006), 기상관측자료 실시간 품질관리시스템(I) 활용법, 기상청 관측국 고층해양기상팀 기술노트 2006-2, 발간등록번호 11-1360000-000206-01, p. 58.
- [5] 북해도수산연구소(2007), 2007년도 아한대해양모니터링 연구회 회의록, in Japanese, p. 4.
- [6] 이동영, 박광순, Jun Shi(2009), 한반도 주변 해역 운용 해양시스템 구축 방향, Ocean Polar Research, Vol. 31(4), pp. 361-368
- [7] NOAA(2007), Scientific Computer System(SCS) Version 4.0 User's Guide, p. 350.
- [8] Roll, H U.(1979), A Focus for Ocean Research, International Oceanographic Commission History, Functions, Achievements. IOC Technical Series, 20. UNESCO, p. 64.
- [9] She, J., B. Amstrup, K. Borenas, E. Buch, L. Funkquist, P. Luyten and R. Proctor(2006), ODON (Optimal Design of Observational Networks) Scientific report, p. 53.
- [10] Shimizu, M., K. Komatsu, K. Uehara, S. Ito, T. Tsunoda, T. Setou, A. Kusaka, S. Kakehi, Y. Miyazawa and M. Hirai(2007), Data distribution and feedback systems prepared for the operation of FRA-JCOPE, Fisheries biology and oceanography in the Kuroshio, No. 8, in Japanese, pp. 35-40.

---

원고접수일 : 2010년 07월 22일

원고수정일 : 2010년 08월 27일 (1차)

: 2010년 09월 20일 (2차)

제재확정일 : 2010년 09월 24일