



미국의 해양 기상관측관련법제

정보신청기관 : 국립해양조사원

I. 들어가는 말

해양관측에 관하여 전세계적인 통일규범은 보이지 않는다. 대신에 유엔산하의 세계기상기구(World Meteorological Organization; 이하 'WMO' 로 칭함)가 해양기상관측활동에 대한 전세계적인 리더십을 발휘하고 있다. 현재 188개국이 가입하여, WMO산하의 National Meteorological and Hydrological Services하에서 국제적인 관측 활동 및 구성원 국가간의 정보공유 등 상호협력을 수행하고 있다. 해상관측과 직접적인 관계가 있는 WMO 프로그램으로는 Marine Meteorology and Oceanography Programme(MMOP)으로서 본 프로그램하에서 기상, 파도, 빙하상태, 해수 온

도의 관측자료를 선박(ships), 해안 센터(coastal stations), 계류 부표(Moored buoys), 표류 부표(drifting buoys), 위성 등으로부터 수집하여 기상 예측 및 조기 기상경보 발표, 기후 리서치, 해양 석유 플랫폼의 경제적 운용 등에 사용하고 있다.

미국도 WMO 가입국으로서 National Oceanic and Atmospheric Administration(전 미해양 및 대기 행정부; 이하 'NOAA' 로 칭함)의 National Weather Service(국가기상서비스; 이하 'NWS' 로 칭함)와 National Ocean Service(국가해양조사국; 이하 'NOS' 로 칭함)가 기상관련활동을 주도적으로 수행하고 있다. NOAA는 다양한 관측방법¹⁾을 동원하여 해상기상정보를 수집하고 있다. NWS는 항공, 화재, 강



1) Buoys, C-Man, ships, drifting buoys, PORTS, Coastal water temperature Guide, NEXRAD Doppler Radar, GOES Satellite Imagery and Products, Ocean Surface Winds and Other Data derived from Satellites, Tides and Water Levels, NOAA's Forecast system laboratory's display of Surface Data, National Ocean Service's nowCOAST Web Portal, User survey, Voluntary Marine Observation Program 등.



수, 해상, 열대기상, 기후변화 등에 대한 예측활동을 수행하며, 지상, 해상, 항공 영역에서 관측정보를 수집하고 있다. NOS 과학자들은 안전하고 효과적인 해상운항을 지원하기 위하여 대양과 연안의 통합관측정보를 수집하는 활동을 수행하고 있다.

미국은 연방법률(statute) Title 33(Navigation and Navigable water)의 Chapter 17(National Oceanic and Atmospheric Administration)에서 해양관측활동 관련사항을 규정하고 있다. 본 법률은 해양관측활동을 직접적인 대상으로 하여 제정되었다기보다는 NOAA의 의무와 권한을 중심으로 규정되어 있다. 미국은 일찍이 1947년 해안측지법(the Coast and Geodetic Survey Act of 1947) (33 USC §883a-i)을 제정하여 해양관측의 기초의 놓았다. 본 법 이후 미 연방정부는 해상운송 시스템, 해양 생태계와 자원지역 관리, 글로벌 지구 관측 시스템과 통합된 해양 관측시스템, 통합된 대양 및 연안 지도제작 및 국가의 지형정보 인프라 구축, 과학기술적용 등을 하나의 큰 그림 아래서 통합수행하고자 지속적인 노력을 기울여 왔다. 구체적으로 미 연방정부는 1947년 법을 지속적으로 1998년 개정, 2002년 개정을 거쳐 2008년 수로측량 서비스 진흥 개정법률(Hydrographic services improvement act of 2008)의 제정²⁾으로 제도를 개선해 왔다.

II. NOAA 해양관측활동의 근거법률

1. 미국 해양관측 법제 발전연혁

1974년 미 해안측지법에서는 NOAA가 측정과 지도제작 방법을 향상시키기 위하여 응용조사방법을 수행하도록 하고, 설비 및 장비 등을 조사활동에 지원하며, 향후 해양 위성 데이터를 해상 관련 종사자들이 이용할 수 있도록 제도를 개선할 것을 의무화하였다. 또한 지구물리과학 조사활동을 NOAA가 수행하도록 의무화하였다.

1998년 수로측량 서비스 진흥개정법률은 1947년 법을 근대화하여 NOAA에게 수로측량 관측자료를 수집하고, 측정 데이터베이스 관리기준을 마련할 책임을 부여하였다. 특히, 1998년 개정은 사(私)부문 관측자들을 사용하여 그들의 관측자료를 정부가 획득하는 계획을 NOAA가 마련하도록 하고, 동시에 그러한 수로측정 결과 데이터의 인증기준(Certification)을 세우고 수수료를 확정하였다. 이를 위하여 1998년 개정법률은 데이터품질관리 프로그램(Quality Assurance Program) 설립계획을 세웠고, 2002년 개정법률에서 데이터품질관리 프로그램을 의무화하여 운용하기 시작했다. 또한 수로측정 서비스 검토위원회(Hydrographic Services Review Panel)를 설립하여 수로측정에 관련한 제반 기술적 문제, 수로측정 데이터의 운용, 개발, 배포 등에 관한 문



2) 2008년 수로측량 서비스 진흥법률(Hydrographic services improvement act of 2008) (33 USC 851 이하)은 미하원과 상원을 통과하고, 2008년 10월 10일 George Bush 대통령이 서명함으로써 법률로 확정되었다(Public Law No: 110-386).

제 등에 대하여 NOAA에게 자문을 제공하도록 하였다.

2008년 수로측량 서비스 진흥법 개정에 의하여 수로측량 데이터의 개념은 확대되어 기존의 수로학적 측량(hydrographic), 수침측량(bathymetric), 사진측량(photogrammetric)뿐만 아니라 3차원 레이저측량기술(lidar), 레이더(radar), 원격감지(remote sensing), 해안과 기타 해양관련, 연안관련 측량 그리고 수위 관측(water level observations)을 통해 획득한 정보까지 포함하게 되었다. 2008년 개정은 또한 NOAA로 하여금 안전하고 효과적이며 친환경적인 해상운송을 증진하도록 수로측량 데이터를 획득 및 배포할 뿐 아니라 수로측량 서비스를 제공할 것을 요구하고 있다. 2008년 10월 10일 수로측정 서비스 진흥법 개정법률(33 USC 851 이하)에서 통과된 미연방정부의 예산책정을 보면 예산항목은 해로 지도제작, 수로측정선박운용, 측지업무수행, 조수와 해류 측정기능 등으로 구분되어 있다.³⁾

2. NOAA 해양관측활동의 근거법률

미국행정기관의 해양관측, 예보 활동의 법률상의 근거조항은 미연방법률 Title 33 Chapter 17에 있다. 한편, Chapter 17 Subchapter V의 제893조는 정부기관 사이, 정부와 민간단체 사이의 공조 조사활동의 필요성을 강조하였다. 다

양한 관측기간 사이의 공조 및 협력 없이는 해양 관측의 데이터의 통합은 요원하기 때문이다. 본 조는 ‘해양 및 대기 조사 개발 프로그램(Ocean and Atmospheric Research and Development Program)’을 제목으로 하여 “NOAA는 전미과학재단책임자(the Director of the National Science Foundation)와 전미항공및우주국(the Administrator of the National Aeronautics and Space Administration)의 자문을 받아 해양, 연안, 대호수, 대기 조사 및 개발을 위한 공조 프로그램을 학술기관 및 기타 민간단체와의 공조에 확립하여야 한다. 그리고 조사 및 개발 프로그램은 진보한 기술 및 분석 방법의 개발에 초점을 맞추므로서 해양대기과학 및 그 지식의 실용적 경쟁력에서 미국의 리더십을 증진하여야 한다”고 규정하고 있다.

(1) 미연방법률 Title 33 Chapter 17의 구조

Title 33 ‘항행 및 항행가능수역(navigation and navigable water)’하의 Chapter 17은 NOAA(전미해양대기행정부)를 제목으로 하여 총 5개의 Subchapter를 통하여 NOAA의 해양조사활동, 조사활동을 위한 선박 현대화계획, 데이터 관리 및 배포 등의 서비스 등의 법적 근거를 제시하고 있다.



3) 해로 지도제작 등의 업무수행(\$56,000,000 for 회계년도 2010), 수로측정 선박의 임차 및 정기용선비용(\$32,760,000 for 회계년도 2010), 연방정부 소유 수로측정 선박 NOAA 운용비용(\$26,400,000 for 회계년도 2010), 측지 업무(geodetic) 수행비용(\$33,280,000 for 회계년도 2010), 조수와 해류 측정기능 수행비용(\$27,500,000 for 회계년도 2010), 수로측정 선박으로서 해상에 적어도 30일 이상 머물 수 있는 연구 대체선 획득비용으로 \$75,000,000가 마찬가지로 책정되었다.



- SUBCHAPTER I -일반 규정(GENERAL PROVISIONS)
- SUBCHAPTER II-조사 및 측정활동(SURVEYS)
- SUBCHAPTER III-NOAA 선단 현대화(NOAA FLEET MODERNIZATION)
- SUBCHAPTER IV-NOAA 수로측정 서비스(NOAA HYDROGRAPHIC SERVICES)
- SUBCHAPTER V-연구, 개발, 교육, 혁신(RESEARCH, DEVELOPMENT, EDUCATION, AND INNOVATION)

구체적인 내용을 살펴보면 Subchapter I 일반 규정은 조항의 대부분이 폐지되었다. Subchapter III NOAA 선단 현대화의 규정에서 미상사부 장관이 NOAA의 관측선단을 교체하고 현대화하기 위한 15년 프로그램을 수행할 수 있는 권한이 있다(제891a조)는 것을 밝히고 있다.

(2) NOAA의 조사 및 측정 활동(Subchapter II Surveys)의 범위와 내용

미연방법률 Title 33 Chapter 17 Subchapter II 는 NOAA의 전반적인 조사 및 측정활동의 대상과 방법, 계약에 관한 사항을 규정하고 있다.

Subchapter II 조사 및 측정활동(Surveys)은 제883a조부터 제884조까지 이하와 같이 규정하고 있다.

- §883a. 조사 및 측정활동 및 기타 활동(Surveys and other activities)

- §883b. 데이터 배포; 관련 활동(Dissemination of data; further activities)
- §883c. 지구자기장 데이터; 수집, 상관관계, 배포(Geomagnetic data; collection, correlation, and dissemination)
- §883d. 연구방법, 장치, 기기의 개발; 조사 및 리서치(Improvement of methods, instruments, and equipments; investigations and research)
- §883e. 측량 및 조사를 위한 계약; NOAA 발생비용 지원(Agreements for surveys and investigations; contribution of costs incurred by National Oceanic and Atmospheric Administration)
- §883f. 적합한 기관과의 계약(Contracts with qualified organizations)
- §883h. 일반선박의 이용(Employment of public vessels)
- §883i. 재정지원(Authorization of appropriations)
- §883j. 해양 위성데이터(Ocean satellite data)
- §883k. 시설토지 확보(Acquisition of land for facilities)
- §883l. 측량 및 지도화 서비스를 위한 계약(Contracts for surveying and mapping services)
- §884. 자료 및 인력 사용권(Power to use books, maps, etc., and to employ persons)

주요 내용을 살펴보면 아래와 같다. 법률 조항은 모든 사항들이 미 상사부 장관의 권한과 의무

내용으로 구성하였으나, 실질적으로 NOAA가 미 상사부 소속이기 때문에 NOAA의 권한과 의무내용으로 이해할 수 있다.

가) NOAA의 조사 및 측정행위의 범위:

NOAA는 안전한 해상·항공 상업활동, 기타 상업 및 산업지원, 과학기술목적 기초 데이터 제공을 위한 해도제작(charts) 및 관련 정보제공을 위하여 5가지 항목의 활동을 수행할 수 있다. 구체적으로 (1) 수로 및 지형 조사 (Hydrographic and topographic surveys), (2) 조수와 해류 관측(Tide and current observations), (3) 측지-기준점 측량(Geodetic-control surveys), (4) 항공 지도를 위한 현장직접 조사(Field surveys for aeronautical charts), (5) 지구자기장(Geomagnetic), 지진학(seismological), 중력(gravity), 관련 지구물리학적 측정 및 조사활동 (related geophysical measurements and investigations), 경도와 위도 변수결정을 위한 관측활동(observations for the determination of variation in latitude and longitude) 등이 그것이다(제883a조). 그러므로, NOAA의 해양기상관측활동은 어느 하나의 영역으로 분리된 것이 아니라 해도작성, 수로측정 및 해상지형조사, 조수와 해류 관측, 측지점 측량, 지구물리학적 측정 등과 연계되고 통합되어 있다고 보아야 한다.

나) 데이터의 출판: NOAA는 조수와 해류 데이터의 분석 및 예측활동, 데이터·정보 처리 및 출판, 해도(nautical chart)의 편집, 인쇄와 관련 항행 출판물의 분배 등을 수행할 수 있다(제883b조).

다) 데이터의 대중이용: 국내 및 외국에서의 지구자기장 데이터(geomagnetic data)를 정돈된 방식으로 수집하기 위하여, 그리고 그러한 데이터가 언제든지 정부, 민간 단체, 개인에게 이용 가능하도록, NOS가 지구자기장 데이터(geomagnetic data)에 대한 미정부의 중앙저장소(central depository)로 지정되어 업무를 수행하게 되고, NOAA는 그러한 데이터를 수집, 연계 및 분배할 권한이 있다(제883c조). 제 해양 위성 데이터를 해상관련자들(maritime community)이 이용할 수 있도록 NOAA가 관련 조사활동지원을 포함하여 필요한 조치를 하여야 한다(제883j조).

라) 측정기술의 최신화: NOS의 효율성을 향상시키고 엔지니어링 및 과학적 지식을 증진시키기 위하여 NOAA는 조사 및 지도제작(cartographic) 방법, 기기, 장비를 향상시키는 개발작업을 수행할 수 있으며, 지구물리학(측지학, 해양학, 지진학, 지구자기장 포함)상의 조사 및 연구를 수행할 수 있다(제883d조).



마) 타기관 및 민간단체와의 공조: NOAA는 미국의 각 주 및 연방기관, 또는 공공기관 및 사적 기구, 개인과 공조 계약을 체결함으로써 특수목적 지도를 포함한 조사행위, 지도제작 활동 등의 리서치 활동을 수행할 수 있다(제883e조). NOS의 기능의 일부수행을 위해 NOAA는 자질을 갖춘 기관과 계약을 체결하여 조사활동을 수행할 수 있다(제883f조).

바) 일반선박의 이용: NOAA는 제 조사활동을 위한 일반선박의 고용이 가능하다(제883h조).

(3) NOAA 수로측정데이터 관리·제공 서비스(Subchapter IV)

NOAA는 NOAA 수로측정 서비스(NOAA Hydrographic Services)의 주체(제892조)로서 데이터 품질관리 프로그램 및 수로측정 서비스 검토위원회의 자문을 받아 수로측정과 관련된 모든 데이터를 관리, 유지, 해석, 인증 및 배포 서비스를 제공한다. Subchapter IV의 조문구성은 이하와 같다.

- §892. 정의(Definitions)
- §892a. 행정부의 기능(functions of the Administrator)
- §892b. 품질관리 프로그램(Quality assurance program)
- §892c. 수로측정 서비스 검토위원회(Hydrographic Services Review Panel)

- §892d. 재정승인(Authorization of appropriations)

가) 수로측정 데이터(Hydrographic Data)의 개념: 수로측량 데이터란 기존의 수로학적 측량(hydrographic), 수침측량(bathymetric), 사진측량(photogrammetric), 측지학적 측량(geodetic), 지형측량(geospatial) 및 지구자기장(geomagnetic) 측정, 조수와 해류 관측 기타 방법뿐만 아니라 3차원 레이저 측량기술(lidar), 레이더(radar), 원격감지(remote sensing), 해안과 기타 해양관련, 연안관련 측량 그리고 수위 관측(water level observations)을 통해 획득한 정보까지 포함한다(제892조 (3)).

나) 수로측정 서비스(Hydrographic services)의 개념: NOAA가 제공하는 수로측정 서비스란 제892조 (3)의 수로측정 데이터 구성내용, 해도(nautical charts), 해도관련 정보데이터베이스, 기타 수로측정 데이터 파생 정보상품 등의 관리, 유지, 해석, 인증 및 배포를 의미한다(제892조 (4)).

다) NOAA 수로측정 관련 의무: 제892a조에서 NOAA는 수로측정 데이터 수집과 배포의 책임을 질 뿐 아니라, 수로측정 데이터와 수로측정 서비스를 위한 기준(standard)을 마련할 의무를 지게 된다. 더 나아가 NOAA는 수로측정 국가 데이터를 유지하

고 관리하여 전반적인 수로측정 서비스가 제공될 수 있도록 해야 한다(제892a조).

라) 수로측정 서비스 방식의 통일성: 수로측정 서비스는 통일된 방식으로 보다 접근가능한 형식(format)으로 이루어져야 한다(제892a조 (a)(6)).

마) 민간단체와의 계약체결: NOAA는 실용성과 비용절감을 최대화하고 상기의 NOAA 의무수행을 위하여 사부문(private sector) 단체와의 계약을 수립할 수 있다(제892a조 (a)(8)).

바) 관측용 선박, 장비 등의 획득 및 개발: 데이터 수집과 분배의무를 수행하여 수로측정 데이터 획득과 서비스에 대한 전문성을 유지하고 안전항행을 확보하기 위하여, NOAA가 선박, 장비, 기술 등을 획득, 입찰, 평가, 테스트, 개발, 운용 등을 수행할 수 있다(제892a조 (b)). 특히, NOAA는 재정이 허용하는 한 항행 안전과 효율을 증진하기 위하여 실시간 수로측정 모니터링 시스템(real-time hydrographic monitoring systems)을 설계, 설치, 유지 및 운용할 의무가 있다(제892a조 (b)(4)).

사) 수로측정 데이터의 해양자원관리 목적이용: NOAA는 수로측정 데이터와 서비스를 연안 및 해양 자원의 보존과 관리에 이용할 수 있다(제892a조 (c)).

아) 품질관리 프로그램(Quality Assurance Program)하에서의 데이터 인증행위: NOAA는 국가재정이 허락하는 한 데이터 품질관리 프로그램(Quality Assurance Program)을 개발하고 수행하여야 하며, 본 프로그램하에서 기준을 만족하는 수로측정 데이터 결과물을 인증(certify)할 수 있다. 이때 인증된 수로측정 데이터 결과물에는 NOAA의 기관 상징(emblem)이나 상표권 사용이 허가될 수 있다. 대신에 NOAA는 그러한 인증 및 사용에 대해서는 수수료를 부과할 수 있다. 하지만 수수료는 그 수로측정 데이터 결과물이 정부기준을 충족하는지 결정하기 위해 필요한 데이터품질관리 시험비용, 평가비용을 초과하지 않는다(제892b조 (b)(1)(A), (b)(1)(B), (b)(2)).

자) 인증데이터 면책조항: NOAA가 인증한 데이터 결과물에 대해서는 그 결과물을 만든 개인의 과실이 사후에 발견된 경우에도 정부는 이로 인한 책임이 없다(제892b조 (c)).

차) 수로측정 서비스 검토위원회(Hydrographic Services Review Panel)의 기술자문기능: 수로측정 서비스 검토위원회는 NOAA 행정기관에게 자문을 제공하여 본 법 제892a조 에서 규정된 책임과 권한에 관한 사항들을 돕는 기능을 수행한다(제892c조 (a),

제892c조 (b)(1). 위원회는 15인의 투표위원으로 구성되며, NOAA에 의해 임명된다. 투표위원은 수로측량, 조수, 해류 측지학, 지형 측정, 해상 운송, 항구 행정, 선박도선, 연안 및 어장 관리 등의 분야에서 자격을 갖춘 개인들로 구성된다. 이러한 개인들은 미연방정부의 정규직 공무원인 경우에는 투표위원으로 임명되지 못한다. 이들 위원은 4년임기이다. 그 밖에 본 조항은 의장과 부의장, 보상, 위원회 회기 등을 구체적으로 규정하고 있다(제892 c조 (c)(1)(A), (c)(1)(B)). 따라서, 위원회는 순전히 NOAA의 수로측정 활동에 관한 자문기관(Advisory)으로서 수로측정 조사행위 주요사안, 해도작성행위, 해수면측정행위, 해류 측정, 측지학적 활동, 지형 측정 등에 관한 데이터의 활용, 조사, 개발, 배포 등에 관한 문제들에 대하여 NOAA에 자문을 제공한다.

Ⅲ. NOAA의 주요 해양관측 프로그램

먼저 해양관측활동은 미 상사부 소관이다. 그리고 미 상사부하에 NOAA가 해양관측활동을 주관하고 있다. 해양관측데이터 통합화와 관련된 NOAA의 프로그램은 NOAA 산하 NWS의 National Data Buoy Center(전미데이터부표센터; 이하 'NDBC'로 칭함), NOAA 산하의 NOS의 물리적 해양상태 실시간 감시 시스템(PORTS[®]), 그리고 NOAA의 통합관측시스템(IOOS) 프로그램 등이다. 또한 자발적 관측선(VOS) 제도를 운용함으로써 해양관측활동의 사각지대를 보완하고 있다.

1. NWS산하 NDBC의 기능과 활동

NWS 산하에는 NDBC⁴⁾가 있어 바다와 Great Lakes에 약 95개의 부표를 관리하고 있다. 이러한 부표를 통하여 수온, 파고, 기압 등을 측정하는데, 이에는 센서와 분석 프로그램이 있어 마치 컴퓨터와 같은 기능을 한다. NDBC는 계류 부표(Moored Buoy), 해상-육상 자동네트워크(C-Man; Coastal-Marine Automated Network),⁵⁾ 열대 대기해양 계류부표배치(Tropical Atmosphere/Ocean array; TAO Array),⁶⁾ 심해



4) <http://www.ndbc.noaa.gov/>

5) C-MAN stations은 등대에 설치되어서 기압계 기압, 풍향, 풍속, 대기온도 등의 데이터를 수집한다. 어떤 C-MAN station은 바다 온도, 해수면, 파도, 관련 습도, 강수량, 시정(visibility)을 측정할 수 있다. 이들 정보는 계류 부표 데이터와 같은 방식으로 사용자에게 매시간마다 전송된다.

6) TAO Array는 열대대기해양지역(열대 태평양 지역 등)에 일련의 계류부표 등을 배치함으로써 해양학적 데이터와 기상학적 데이터를 육상에 실시간으로 전송하는 시스템이다. 이는 계절별 및 연별 기후변동을 이해하고 예측하는데 핵심적인 탐지기능을 수행한다.

측정 및 쓰나미보고(Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunami; DART[®]),⁷⁾ 자발적 관측선제도(Voluntary Observing Ship; VOS Project),⁸⁾ NOAA의 연안 storm 프로그램(Coastal Storms Program; CSP),⁹⁾ 통합해양관측시스템(The Integrated Ocean Observing System, IOOS[®])¹⁰⁾ 등의 해양관측 프로그램을 운용하여 최적의 해양기상자료를 정부와 공공일반, 그리고 해상기업인들에게 제공하고 있다. 특히, NOAA의 기상정책에 ‘통합해양관측시스템(IOOS)’은 중요한 역할을 수행하고 있다.

NDBC는 1960년대 USCG(US Coastal Guard)가 부표를 개발 및 운용한 때부터 시작하여 50여 개의 개별해양기구가 통합되면서 1970년 NOAA산하에 설립되었다. NDBC는 전미 데이터 부표 네트워크의 개발, 운용, 관리를 하는 기관으로서 부표 데이터뿐만 아니라 관련 기상 및 환경 측정 기술에 대하여 NOAA의 핵심역할을 수행하고 있다. NDBC는 실시간으로 부표와

C-Man과 같은 자동화된 관측시스템으로부터 수집된 최고 품질의 기상·환경 데이터를 제공하고 있다. 또한 다양한 과학적 실험과 병행하면서 지난 20년 동안 표류 부표의 설계, 시험, 평가, 생산, 배치 및 운용에도 관여하였다.

2. NOAA의 통합관측시스템(IOOS)

(1) 통합관측시스템(IOOS)의 개념

해양관측자료의 통합은 해양, 연안, 그리고 미국의 Great Lakes에 대한 종합적인 시각을 갖도록 해 주고 복잡한 환경적 조건과 과정에 대한 이해를 높여 준다. NOAA IOOS 프로그램은 ‘데이터 통합 Frame(Data Integration Framework; DIF)’의 구축을 통하여 데이터통합의 효과와 가치를 실현시키고 있다. 데이터통합 Frame (DIF)은 5가지 핵심 IOOS 측정변수(variable)에 대한 해양학적 데이터의 부분 내용을 통합하는 역할을 수행한다. 5가지 핵심변수



- 7) 쓰나미 등의 조기탐지를 확보하고, 실시간 예보에 핵심적인 데이터 확보를 위하여 NOAA는 Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunami(DART[®]) stations을 전통적으로 쓰나미 발생가능성이 높은 지역에 설치하고 있다.
- 8) VOS 프로젝트의 목적은 두 가지이다. (1) 사부분 선박을 모집(recruit)하고 지원함으로써, 중요한 실시간 해상 기상관측자료를 수집하고 분배함으로써 국가의 필요와 국제 기상예보·경고 프로그램관련 협정, SOLAS를 이행한다 (2) 지구 기후를 정의하고, 기후 변동성, 장기 기후변화, 극심한 기후사건을 측정하는 것을 돕는다. 이러한 VOS 프로젝트는 선박에 추가적인 비용을 발생시키지 않는데 이는 통신비, 관측장비, 보고 용품들이 NWS에 의해 지원되기 때문이다.
- 9) NOAA's 해안 Storm 프로그램(Coastal Storms Program; CSP)은 폭풍 등의 해안영향성에 관하여 접근가능한 데이터와 정보, 예보 등을 제공하는 정보제공 프로그램이다.
- 10) http://ioos.gov/about/adv_infor.html. The Integrated Ocean Observing System(IOOS[®])는 정기적이고 지속적으로 품질통제(quality-control)를 받은 해양데이터 및 정보를 제공하는 시스템이다. NDBC는 지역 해양관측시스템(regional ocean observing systems)으로부터 데이터를 수집하고 정보를 처리(quality controls)하여, 이를 실시간으로 Global Telecommunications System을 통하여 전파한다. NDBC는 처리된 정보를 자신의 웹사이트에 올려 놓아서 처치가 가능토록 하고 있다.

란 온도(temperature), 염분(salinity), 해수면(sea level), 해류(currents), 바다색깔(ocean color) 등을 가리킨다.

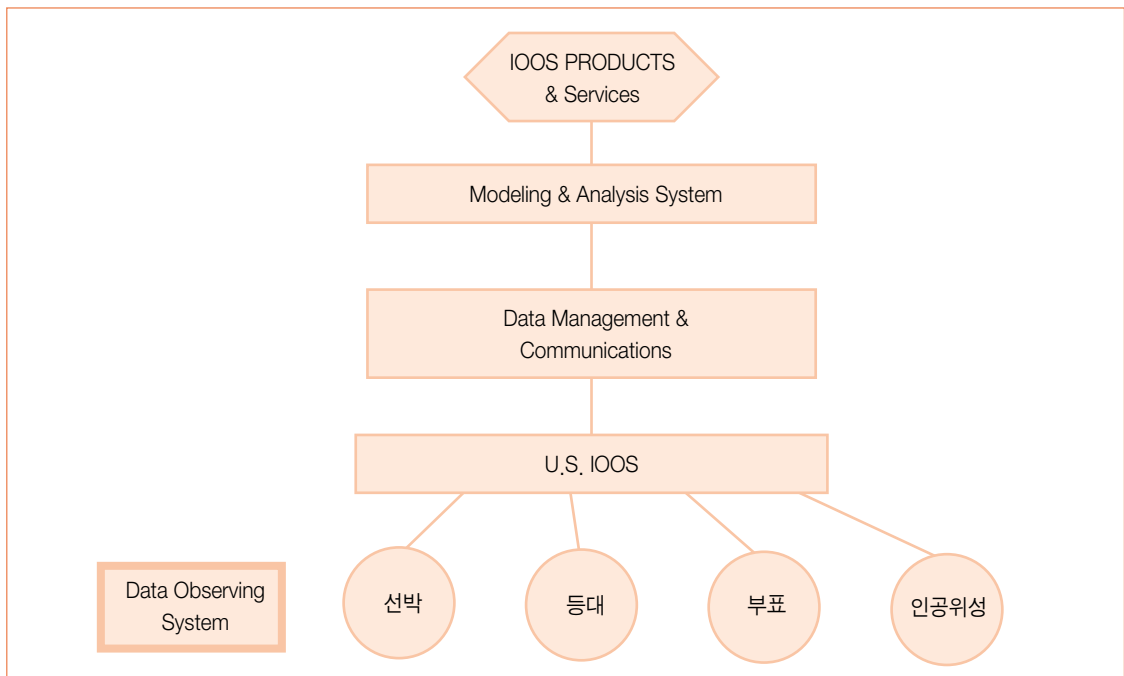
데이터는 NOAA 관측시스템들, 지역 연안해양 관측시스템(Regional Coastal Ocean Observing Systems; RCOOSs), 기타 연방기구 및 미연방정부의 IOOS 프로그램의 협력파트너 등으로부터 수집되고 종합된다. IOOS의 목적은 NOAA 데이터와 외부 데이터에게 적용할 수 있는 데이터통합시스템을 구축하여 사용자들의 빠르고 정기적인 접근 및 이용을 담보하는 것이다. 현재 통합능력 수준은 완전한 상태에 이른 것은 아니고 계속 통합능력을 개발시키고 있는 상태이다.

(2) 통합관측시스템(IOOS)의 기능

NOAA는 통합해양관측시스템(IOOS)을 설립하여 데이터와 정보를 의사결정자들과 조율하고 공유하도록 하고 있다. IOOS는 국가 전체적 관측자료와 지역적 관측자료를 연결하여 데이터를 관리할 뿐만 아니라 지역적 규모의 필수데이터 등을 세계적 기준(global scales)으로 리모델링하는 작업을 하고 있다.

실무적으로 데이터 발굴 및 통합을 효과적으로 추진하기 위하여 NOAA는 대양 및 연안 데이터를 접근가능하고 통일된 형식으로 제공하는 업무를 수행하고 있다. 그 일환으로서 Portal for Oceanographic Services for IOOS Data and

< NOAA의 통합해양관측시스템(IOOS) 구조 >



Information(POSIDIN)을 설치하여 인터넷 웹에 기초한 정보처리 데이터, IOOS 관련 데이터, NOS의 정보, NWS의 정보, 국가데이터부표센터(NDBC) 등의 정보와 서비스를 통합하여 제공하고 있다.

IOOS의 지역연안 해양관측 시스템(Regional Coastal Ocean Observing Systems; RCOOS)은 연방기관이 직접 관리하는 관측시스템을 보완하여 지역 연합기구의 안내를 받아 데이터, 정보 등을 제공하여 지역적 이슈까지 해결하게 된다.

(3) IOOS 프로그램 전략기획의 목표

2008년부터 2014년까지의 NOAA의 IOOS 프로그램 전략기획의 목표는 다음의 다섯 가지이다. 첫째, 최고질의 통합 데이터 접근가능성 증진, 둘째, 데이터 결과물과 정책결정 지원 tool 향상, 셋째, NOAA와 지역 해양관측 역량을 지원, 넷째, NOAA IOOS의 제반사항을 처리하는 기능적 관리체계를 확립, 다섯째, 일관된 NOAA IOOS 프로그램 기획을 개발하고 수행, 여섯째, Target 중심 리서치, 교육 및 훈련을 통하여 IOOS의 사회적 경제적 혜택을 극대화함. 일곱째, NOAA의 IOOS 수행을 원활히 하기 위하여 정보연결자로서 통신행위를 조율함.



11) <http://www.vos.noaa.gov/>. VOS 프로그램은 이동 중 선박으로부터의 해상 관측자료를 취합할 목적으로 시작되었다. 세계기상기구(World Meteorological Organization; WMO)의 지원하에 VOS 국제프로그램에 60여 개 국가에서 7,300척 이상의 선박이 참여하고 있다. VOS는 현재 WMO의 세계기상경계(World Weather Watch) 글로벌 관측시스템의 한 부분으로 인정되고 있다.

3. 물리적 해양상태 실시간 감시 시스템(PORTS®)

NOS는 해안선으로부터 9만 5,000마일까지 조수와 해류, 해수면 높이 등을 조사하고 예측하여 쓰나미 및 폭풍 경보를 위한 데이터를 제공하고 있다. NOS는 물리적 해양상태 실시간 감시 시스템(PORTS®)을 작동시킴으로써 실시간 물리 해양 데이터와 기타 항행 자료를 제공함으로써 안전하고 효과적인 항행을 달성하고 있다. 물리적 해양상태 실시간 감시 시스템(PORT)은 해상 상업과 연안자원 경영을 위한 중요한 정책결정 지원도구라고 할 수 있다. 왜냐하면 PORT를 통하여 실시간 해양 환경관측자료, 기상예측 및 기타 자료의 통합이 이루어지기 때문이다. 예를 들어, PORT는 수면 레벨(water level), 해류, 해상 기상자료(바람, 기압, 공기와 물의 기온 등) 등 선박운항자가 안전을 위해 필요한 자료를 관측하고 예측하여 정보를 제공하기 때문이다. PORT는 현재 LA/Long Beach, San Francisco Bay 등 9개 지역에서 운용되고 있다.

4. 자발적 관측선 제도(Volunteer Observing Ships; VOS)

자발적 관측선(VOS)¹¹⁾제도라 함은 전세계를 항행하는 1,000여 척의 선박 선원들이 자발적으로 특정일에 자신의 위치에서 기상을 관측하고

표준 포맷으로 정보를 데이터화하여 그 데이터를 위성이나 라디오로 전미 기상서비스기관에 송부하는 것을 말한다. 이러한 데이터는 기상학자와 과학자들의 향후 사용을 위해 저장된다. VOS 프로그램에 의해 수집되는 정보는 풍향과 풍속, 대기 압력, 공기온도, 습도, 해상 표면 기온, 파도, 현재 및 과거시점 기상상태, 구름, 시정(visibility), 선박 항로와 속도, 유빙 등이다.

미국의 자발적 관측선 프로젝트는 전 세계 자발적 관측선단의 4분의 1을 차지하고 있다. 미국의 NWS산하의 VOS 프로그램은 참여하는 선박 규모가 세계에서 가장 큰 규모이고, WMO의 가이드라인을 가장 밀접하게 따르고 있다. 미국 정부는 선박 선원에게 기상 관찰 훈련, 핸드북, 기재양식(form), 관찰자료 입력 소프트웨어(observation encoding software), 바로미터 측정기(barometer calibration), 선원기상장부(mariners weather log), 기상 관측 장비(weather observing tools) 등을 제공하고 있다. 관심을 가지고 기상관측에 임하는 선박들에 대해서는 NWS가 해양관측사용용으로서 바로미터(barometer), 기압계(barographs), 습도계(psy-

chrometer) 등의 기기를 용자로 설치해 준다. 이러한 기기를 가진 선박은 PMO가 있는 항구에도착하면 우편으로 관측자료를 항구기상관(Port Meteorological Officers; PMO)에게 송부해 주어야 한다. 미국의 주요 항구에 위치한 PMO¹²⁾들은 VOS 프로젝트의 현장 대표자이자 선박들의 주된 접촉점이다. PMO들의 임무 중 가장 중요한 것은 VOS 프로그램을 수행해 줄 선박을 모색하는 것이다.

전미 VOS 프로그램 중앙사무국은 Stennis Space Center에 있으며 모든 항구기상관측관(PMO)의 활동을 감독하고, 컴퓨터화된 데이터 관리 시스템을 운용하고 있다. 본 관리시스템은 PMO의 선박 검사사항, 선박주소, 선박의 장비 목록, 선박정보를 가지고 있다. 모든 미국의 PMO는 본 관리시스템에 직접 접속할 수 있다.

VOS의 전세계 기상보고 스케줄은 하루에 4번으로 설정되어 있다. 즉 0000, 0600, 1200, 그리고 1800 UTC. 이는 협정세계시(Universal Time Coordinated; UTC)로 오전 0시 0분, 06시 0분, 12시 0분, 18시 0분을 가리킨다. 이 중 0000 시간과 1200 시간대가 가장 중요하다. 왜냐하면



미국국적 선박뿐만 아니라 외국국적 선박들도 미국의 VOS 프로그램에 참여할 수 있다. WMO는 전세계에 걸쳐 관찰자료의 수집 및 전송을 위한 선박의 공통코드(synoptic code), 절차, 기준을 설정해 놓고 있다. 그리고 VOS 프로그램에 참여하는 국가 및 선박에 대한 정보를 관리하고 있다.

- 12) PMO들은 대부분의 시간을 VOS 프로그램을 수행하는 선박을 방문하는 데 보낸다. 이는 선박들을 격려하여 기상자료를 전송하도록 하기 위함이다. PMO들은 선박선원들에게 관측절차와 code 사용법을 알려 주고, 필요한 각종 장비, 그리고 안내지침서(handbook)를 제공한다. 때로는 선박 안에 기상관측기기를 설치하기도 한다. 미국의 프로그램은 현재 12곳에 전시간 항구기상관측관(PMO)을 임명하여 운용하고 있다. 구체적 항구 도시명은 New York, Baltimore, Norfolk, Jacksonville, Port Everglades, New Orleans, Houston, Los Angeles, Oakland, Seattle, Charleston, Chicago이다. 그리고 Honolulu, Anchorage, Kodiak, Valdez 등에는 4명의 파트타임 기상관측관을 운용하고 있다.

이 시간대에 수치적 기상 예보 모델이 데이터를 가동시키기 때문이다. 미국의 Great Lakes나 미국 또는 캐나다의 해안선으로부터 300마일 이내에서 운항하는 선박은 3시간마다 한번씩 그들의 관측자료를 전송하도록 요청받는다(0000, 0300, 0600, 0900, 1200, 1500, 1800, 2100 UTC). 모든 기상 보고는 자발적이고 가능한 지정된 시간대에 보고하도록 권장된다.

IV. 맺는말

미국법상 해양관측, 해양예보, 해양정보 활용 등에 근거가 되는 법률은 독립법률명으로 제정되어 있지는 않다. 관련내용은 Title 33 ‘항행 및 항행가능수역(navigation and navigable water)’ 하의 Chapter 17 NOAA(전미해양대기행정부)에서 주로 NOAA의 의무내용으로서 추상적으로 규정되어 있을 뿐이다. 미국의 해양관측활동은 NOAA가 주관하고 있으며, 해양기상관측 활동은 어느 하나의 영역으로 분리된 것이 아니

라 해도작성, 수로측정 및 해상지형조사, 조수와 해류 관측, 측지점 측량, 지구물리학적 측정 등과 연계되어 수행되고 있다. 다양한 해양 관측목적, 관측방법, 관측데이터의 통합처리 등의 문제를 처리하기 위하여 NOAA는 통합해양관측시스템(IOOS), NWS의 전미데이터부표센터(NDBC), NOS의 물리적 해양상태 실시간 감시 시스템(PORTS[®])을 실시하고 있다. 한편, NOAA의 자발적 관측선제도(VOS)와 데이터 품질관리시스템(Quality Assurance Program)과 인증제도는 민간단체의 활용성을 최대한 높이는 점에서 주목할 만하다.

유진호

(미국 주재 해외법제조사위원)