

## 한반도 해역 해양지질 및 지구물리 자료 통합 DB시스템 개발\*

김성대<sup>1\*</sup> · 백상호<sup>2</sup> · 최상화<sup>3</sup> · 박혁민<sup>1</sup>

### Development of an Integrated DataBase System of Marine Geological and Geophysical Data Around the Korean Peninsula\*

Sung-Dae KIM<sup>1\*</sup> · Sang-Ho BAEK<sup>2</sup> · Sang-Hwa CHOI<sup>3</sup> · Hyuk-Min PARK<sup>1</sup>

#### 요 약

본 연구는 한반도 해역 해양지질 및 지구물리 자료의 통합 DB시스템을 2009년부터 2013년까지 구축하였으며, 현재까지 시스템 운영 및 정보업데이트를 수행하고 있다. 해양수산부 연구사업에서 생산한 해저퇴적물의 입도분석자료, 층별 단면도, X-ray 영상, 중금속 분석자료, 유기탄소 분석자료와 함께 지구물리탐사 결과인 천부탄성과, 심부탄성과, 자력, 중력 자료를 수집하였다. 더불어, 국내 국·공립기관이 보유하고 있는 기존 자료와 미국, 일본의 한반도 해역 자료도 추가로 수집하였다. 자료포맷은 텍스트 파일, 엑셀 파일, PDF 파일, 이미지 파일, SEG-Y 이진파일 등으로 다양하였으며, 원본자료는 Archive DB에 원형 그대로 저장하여 향후의 재가공과 재분석에 대비하였다. 또한, 수집 자료의 비교분석을 목적으로 GIS 기반 데이터베이스와 검색시스템도 개발하였다. 모든 자료를 ArcGIS 툴을 이용하여 shape 파일로 변환하였으며, 오라클과 ArcGIS를 이용하여 GIS DB를 구축하였다. 클라이언트/서버 방식의 GIS 어플리케이션 개발을 통해 자료검색과 과학 자료 표출기능을 구현하였으며, 가시화를 위해 ChartFX 프로그램과 새로 개발한 전용 프로그램을 이용하였다.

주요어 : 해양지질자료, 지구물리자료, 자료관리시스템, 데이터베이스, 지리정보시스템

#### ABSTRACT

An integrated database(DB) system was developed to manage the marine geological

2016년 3월 7일 접수 Received on March 7, 2016 / 2016년 3월 29일 수정 Revised on March 29, 2016 / 2016년 4월 19일 심사완료 Accepted on April 19, 2016

\* 본 논문은 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(관할해역 해양정보 공동활용 체계구축 연구-해양정보유통 기반기술 개발 및 정책 연구).

1 한국해양과학기술원 해양물리본부 Physical Oceanography Division, Korea Institute of Ocean Science and Technology

2 국립해양생물자원관 해양생명통합정보센터 Marine Bioinformation Center, National Marine Biodiversity Institute of Korea

3 한국해양과학기술원 해양관측·자료실 Ocean Observation and Information Section, Korea Institute of Ocean Science and Technology

※ Corresponding Author E-mail : sdkim@kiost.ac.kr

data and geophysical data acquired from around the Korean peninsula from 2009 to 2013. Geological data such as size analysis data, columnar section images, X-ray images, heavy metal data, and organic carbon data of sediment samples, were collected in the form of text files, excel files, PDF files and image files. Geophysical data such as seismic data, magnetic data, and gravity data were gathered in the form of SEG-Y binary files, image files and text files. We collected scientific data from research projects funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, data produced by domestic marine organizations, and public data provided by foreign organizations. All the collected data were validated manually and stored in the archive DB according to data processing procedures. A geographic information system was developed to manage the spatial information and provide data effectively using the map interface. Geographic information system(GIS) software was used to import the position data from text files, manipulate spatial data, and produce shape files. A GIS DB was set up using the Oracle database system and ArcGIS spatial data engine. A client/server GIS application was developed to support data search, data provision, and visualization of scientific data. It provided complex search functions and on-the-fly visualization using ChartFX and specially developed programs. The system is currently being maintained and newly collected data is added to the DB system every year.

**KEYWORDS :** *Marine Geological Data, Geophysical Data, Data Management System, Database, Geographic Information System*

## 서론

유엔해양법협약(UN Convention on the Law of the Sea, UNCLOS) 제 76조에 근거한 각국의 200해리 외측 대륙붕 연장 신청이 일단락되었고(Yang, 2012), 해양경계획정에서 지질 및 지형적 요소는 1940년대 이후 해양경계획정 판례와 학설을 통해 지속적인 주목을 받아왔다(Yang *et al.*, 2007). 최대·최적의 해양영토 확보를 위한 해양정책 수립에 과학적 데이터를 사용할 목적으로, 해양수산부는 1990년대부터 관할해역에 대한 과학조사를 추진하여 왔으나, 자료수집과 관리가 개별 연구별로 이뤄지는 경우가 많아 획득한 정보들을 종합적으로 활용하는데 어려움이 있었다. 이에, 국·공립기관이 보유한 해양영토 관련 과학조사 자료를 통합하여 해양정책 수립에 필요한 과학적 근거자료를 제공하는 시스템을 구축하게 되었

다. 해양수산부 연구사업의 자료와 함께, 국가기관과 연구기관이 보유한 기존 자료, 국외에서 생산한 자료의 통합도 동시에 추진하였다. 본 논문에서는 통합 DB시스템의 핵심내용인 연구사업 생산자료를 중심으로 서술하고자 한다.

해양에서의 과학자료 획득에 많은 비용과 노력이 투입되는 만큼, 해양 분야에서는 오래전부터 해양자료의 공유를 추진하였고, 이를 위해 DB 시스템들을 구축하여 왔다. 이런 해양자료 DB시스템들(KORDI, 2011; KIOST, 2014a)은 자료를 향후 연구에 활용할 수 있도록 관리하는 것이 목적이므로 관측방법, 분석방법, 관측장비, 관측값의 유효자리 수, 품질정보 등 과학적 의미를 갖는 정보를 최대한 수록하고자 노력하였다. 이를 위해 각 자료항목별 특성을 반영하여 다수의 메타데이터를 수집, 관리하여 왔으며, 자료 검색 및 추출시스템에서는 빠른 검색과 일괄 다운로드 기능을 중시하였다. GIS 기술을 이용하는 경우에도, 공간정보를 미리 생

성하지 않고 DB에서 추출한 위치정보를 이용하여, 실시간으로 공간객체를 만들어 사용하는 방식을 이용하였으나, 공간객체가 많아지는 경우에 효과적인 관리가 어려웠다. GIS 기술이 사회 전 분야에서 사용되면서, 해양 분야에서도 GIS를 이용한 시스템 구축이 다수 추진되었다 (Kim *et al.*, 2011; Lee *et al.*, 2012). 기존 자료에서 공간정보를 미리 가공하여 DB에 수록하고, 과학적 의미를 갖는 정보들은 속성정보로 관리하는 방법이 사용되었다. 사용자에게 친숙한 GIS 인터페이스를 이용하여 효과적인 정보 서비스가 가능하게 되었으나, 해양연구자들이 필요로 하는 현장관측과 관련된 상세 정보의 관리, 수치자료의 대량 참조 및 다운로드, 대용량 원시자료의 관리 등에 불편함이 있었다. 본 연구개발에서는 해양 분야의 기존 방식을 따르는 Archive DB와 공간정보를 미리 가공하여 저장하는 GIS DB를 동시에 구축하고 상호 연계함으로써 각 DB의 장점을 살리고 단점을 보완하도록 하였다.

해양자료에 대한 데이터베이스 구축에서는 실제 관측자료와 함께 관련 메타데이터를 충분히 수집하고 같이 관리하는 것이 일반적이며 (KISTI, 2011), 각 해양자료 종류별로 관리할 메타데이터 항목을 설정하는 것이 매우 중요하다. 이의 일환으로 연구사업에서 생산하는 해양자료의 관리에 필요한 표준화 연구 (Kim *et al.*, 2015; KIOST, 2014b) 등이 수행되고 있으며, 연구사업 관련 정보, 현장관측 관련 정보, 품질 정보 등을 포함하는 메타데이터 항목, 자료항목별 유통포맷, 관련 코드체계에 대한 표준화를 다루고 있다. 본 연구개발에서는 기존 연구 내용을 활용하여 메타데이터 항목과 자료유통 포맷에 대한 표준화를 추진하였다. 이번에 구축하는 DB 시스템의 1차 목표는 과거 약 20년간 생산하였던 자료를 추적하고 수집하여 관리하는 것이며, 이차적으로는 향후의 연구사업에서 생산될 해양자료를 계속 관리할 수 있는 기반을 구축하는 것이다. 따라서, 시스템 구축 후에도 장기적인 운영이 가능하도록, 자료의 수집, 처리, 가공, 저장 등의 일련의 과정을 정비하고,

향후 운영방안도 마련하고자 하였다.

통합 DB시스템에 수록된 정보의 정책 활용이나 연구 활용을 위해서는 GIS 기술을 적용한 자료검색 및 추출시스템 개발이 필요하다. 기존의 해양 GIS 시스템들은 사용목적에 따라 인터넷 시스템 (Kim *et al.*, 2011; Park *et al.*, 2007)이나 클라이언트/서버 시스템 (Kim *et al.*, 2011; Choi *et al.*, 2014)으로 구축하고 있다. 본 시스템에서는 대용량 자료의 처리, 빠른 검색, 상세정보 표출에 용이한 데스크톱 어플리케이션을 개발하기로 하였다. 기본적인 GIS 기능과 추가적인 활용 기능을 포함하고자 하며, 상세정보 제공 기능에서는 과학자료의 특성을 반영하여 수치, 그림, 그래픽 형태로 정보를 제공하고, 바이너리 대용량 자료의 실시간 가시화 기능을 구현하기로 하였다.

## 통합 DB시스템 개발

### 1. 시스템 구성

통합 DB시스템의 주 사용자는 정책결정자와 해양연구자이며, 수록 자료의 활용성 극대화를 위해 크게 Archive DB와 GIS DB로 구성하였다 (그림 1). Archive DB는 해양연구자를 주사용자로 하며, 다시 수집자료 DB와 해양자료 DB로 구성하였다. 수집자료 DB에는 연구자들이 제공한 자료를 원형 그대로 저장하며, 향후에 새로운 방법으로 자료를 재분석하고자 할 때 사용할 수 있도록 하였다. 해양자료 DB는 해양분야의 전통적인 DB구축 방법에 따라 과학자료를 수치, 이미지, 바이너리 파일 형태로 저장하며, 검색한 자료를 대량으로 일괄 추출하는 기능을 지원한다. GIS DB는 수집한 해양자료를 GIS 자료로 가공하여 DB화한 것으로 GIS 인터페이스를 통한 자료검색과 정보표출이 가능하다. 탄성과 탐사자료인 SEG-Y 자료에 대하여는 전문적인 가시화 프로그램을 개발하고 Archive DB와 GIS DB에서 같이 사용하도록 하였다.

통합 DB시스템의 하드웨어는 DB 서버, 어플

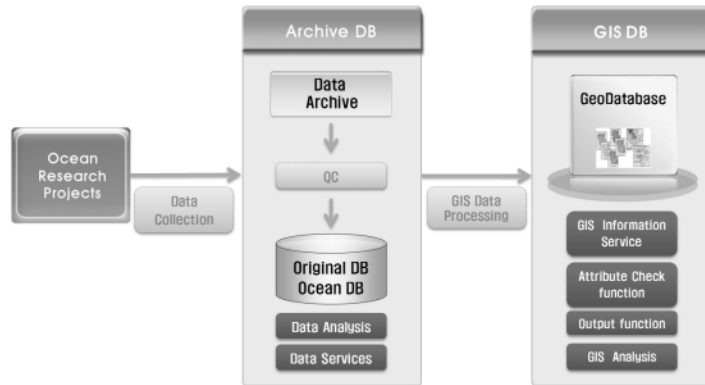


FIGURE 1. General overview of the integrated DB system

리케이션 서버, 데스크톱 PC로 구성하였다. 수집한 자료의 종류가 다양하고 일부 바이너리 데이터는 크기가 수백 기가바이트에 이르는 경우도 있으므로, DB 서버는 안정성과 보안을 위해 Unix 기종을 사용하였다. 어플리케이션 서버는 사용자의 요구에 대응하여 공간정보 처리, 속성정보 연계 등의 GIS 처리를 수행하며, Windows 서버시스템을 이용하였다. 사용자의 손쉬운 조회와 대용량 자료의 빠른 전송을 위하여 클라이언트/서버 방식을 채택하였고, 데스크톱 PC를 클라이언트 단말기로 사용한다. 데이터베이스는 고용량, 고성능 기능이 보장되는 Oracle 11g를 사용하였고, 지리정보와 속성정보의 효율적인 관리, GIS와의 안정적인 연동을 위해 ArcSDE(Arc Spatial Data Engine)를 활용하였다.

## 2. 자료 수집

본 시스템의 대상 자료는 해양수산부 연구사업 6건, 기관별 기존자료 3건, 국외기관 보유자료 4건이며, 자료항목은 지구물리자료인 심부탄성과 자료, 천부탄성과 자료, 중력/자력 자료와 해양지질자료인 표층퇴적물 자료, 시추퇴적물 자료로 크게 구분할 수 있다. 다수 연구사업에서 생산한 해양자료의 통합 관리, 검색을 위해서 상호호환성 유지가 필수적이며, 이를 위해 표준화된 메타데이터와 자료포맷이 요구된다

(Kim *et al.*, 2015). 한국해양과학기술원이 운영하는 해양자료 데이터베이스(KORDI, 2011)와 연구사업 해양자료의 메타데이터 표준안(KIOST, 2014b)의 메타데이터 항목을 이용하여 본 시스템의 메타데이터 표준을 설정하였으며, 해양지질 및 지구물리 분야 전문가들의 여러 차례 자문을 거쳐 자료수집에 사용할 필수 메타데이터 항목과 자료포맷을 결정하였다(표 1). 탄성과 자료는 관측현장에서 수집한 원시자료에 대한 처리과정을 거쳐 SEG-Y 파일, 분석 이미지 등의 형태로 가공되고 있다. 원시자료는 크기가 너무 크고 그대로 활용할 수 없으므로 본 사업에서 1차 분석 결과를 수록한 SEG-Y 포맷의 자료를 기본 자료포맷으로 결정하였다. 분석 이미지가 있는 경우는 같이 수집하여 관리하도록 하였다. 중력/자력의 경우에는 각 관측지점의 중력/자력 값과 함께 분석결과를 수치로 관리하도록 설정하였다. 또한, 지구물리자료의 관리를 위해서 자료수집과 관련된 조사일시, 측선위치, 트레이스별 위치, 조사장비에 대한 항목을 필수 메타데이터 항목으로 설정하였다. 시추퇴적물 자료의 경우에는 채취한 시료에 대한 입도분석자료와 지구화학적 분석자료이므로, 자료유통 포맷을 수치로 설정하였다. 시료에 대한 사진, X-ray 사진, 주상도가 있는 경우는 이미지 형태로 수집하여 관리하도록 하였다. 필수 메타데이터 항목은 조사일시, 조사위치, 수

TABLE 1. Standard data formats and metadata items for data management

Data Item	Standard Format	Metadata Items	
		Required	Common
Deep Seismic Wave	SEG-Y	-Date & Time	<b>Program Inform.</b>
Shallow Seismic Wave	SEG-Y	-Location	-Program Name
Gravity	Numeric	-Instrument	-Start Date
Magnetic	Numeric	-Data Processing -Method	-End Date
Photograph	Image	-Date & Time	-Funding Organ.
Columnar Section	Image	-Location	<b>Project Inform.</b>
X-Ray	Image	-Depth	-Project Name
Size Analysis	Numeric	-Length of Core	-Project Manager
Organic Carbon Analysis	Numeric	-Depth of Analysis	-Start Date
Heavy Sand Analysis	Numeric	-Instrument	-End Date
Heavy Metal Analysis	Numeric	-Analysis Method	-Research Organ.
Size Analysis	Numeric	-Date & Time	-Funding Organ.
Mineral Analysis	Numeric	-Location	<b>Collection Inform.</b>
Organic Carbon Analysis	Numeric	-Depth	-Data Item
Heavy Metal Analysis	Numeric	-Instrument	-Collection Date
		-Analysis Method	-Data Format
			-Data File

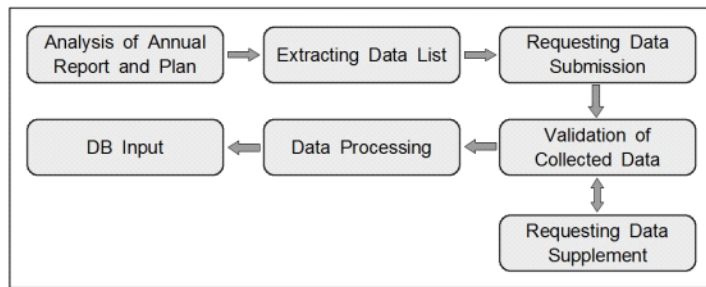


FIGURE 2. Procedures for data collection and management

심, 코아길이, 분석자료 깊이, 조사장비, 분석방법으로 설정하였다. 표층퇴적물 자료의 자료유통포맷으로 수치를 채택하였고, 필수 메타데이터 항목은 조사일시, 조사위치, 수집, 조사장비, 분석방법으로 설정하였다.

한국해양과학기술원에서 사용하는 자료관리 절차(KIOST, 2014a)를 이용하여 본 연구의 자료수집절차를 수립하였다(그림 2). 1년 단위로 각 연구사업의 연차실적계획서를 분석하여 자료목록을 미리 만들고 이를 기반으로 연구책임자로부터 자료 수집을 추진한다. 수집한 자료에 대하여는 유효성 검증을 실시하고 미비자료에 대하여는 보완 요청을 하거나, 추가 수집 작업을 진행한다.

이상에서 설정한 표준과 자료수집절차를 이용하여 1997년부터 시작한 연구사업들의 해양 자료를 수집하였으며, 수집 자료 현황을 정리하면 표 2와 같다.

한반도 해역에서 가용한 모든 해양자료를 수집하고 국내 생산 자료와의 비교분석을 지원할 목적으로 외국에서 보유하고 있는 해양지질 및 지구물리 자료를 탐색하였다. 각 국가별로 많은 탐사자료를 갖고 있는 것으로 파악되었지만, 공개적으로 수집이 가능한 자료는 제한적이었다. 미국 해양관련 통합정보센터인 NCEI(National Center for Environmental Information)에서 운영하는 World Data Service for Geophysics에서 우리나라 주변 해역의 중력,

TABLE 2. Collection status of scientific data obtained by research projects

Data Item	Collected Data			
	No. of Files	Period	File Format	
Deep Seismic Wave	1495	1997-	SEG-Y, JPG	
Shallow Seismic Wave	3582	1997-	SEG-Y, JPG	
Gravity	51	1997-	ASCII	
Magnetic	33	1997-	ASCII	
Core Sediment	Photograph	194	1997-	JPG
	Columnar Section	65	1997-	JPG
	X-Ray	165	1997-	JPG
	Size Analysis	10	1997-	EXCEL, HWP
	Organic Carbon Analysis	2	1997-	EXCEL
	Heavy Sand Analysis	2	1997-	EXCEL
	Heavy Metal Analysis	2	1997-	EXCEL, HWP
	Size Analysis	440	1998-	EXCEL, HWP
Surface Sediment	Mineral Analysis	10	1998-	EXCEL, HWP
	Organic Carbon Analysis	2	1998-	EXCEL, HWP
	Heavy Metal Analysis	2	1998-	EXCEL, HWP

자력, 천부탄성과 자료를 이미지, MGD77 포맷, ASCII, PDF 파일 형태로 수집하였다(NCEI). 미국 MGDS(Marine Geoscience Data System)에서는 Texas Austin 대학에서 생산한 동해 탄성파자료를 수집하였다(IEDA). 탐사 위치정보를 포함하고 있는 메타데이터와 탄성파 SEG-Y 자료, 이미지 자료를 수집할 수 있었다. 일본 JAMSTEC(Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)의 JAMSTEC Data Search Portal에서는 동해, 서해, 남중국해 지역의 중력, 자력, 탄성파, 시추퇴적물 자료를 이미지, 문자, PDF 형태로 수집하였다. 일본 JODC(Japan Oceanographic

Data Center)의 J-DOSS(JODC Data On-line Service System)에서는 동해와 남중국해 지역의 중력, 자력 자료를 CSV(Comma Separated Values) 형태로 수집하였다. 국외 수집자료의 목록을 정리하면 표 3과 같다.

### 3. 데이터베이스 구축

수집 자료의 효과적이고 체계적인 관리를 위해 데이터베이스 시스템을 도입하였으며, 자료의 향후 재활용에 대비하여 수집자료를 원형 그대로 보관할 필요가 있다. 더불어, 사업별 자료의 수집현황을 관리하고, 시스템 운영자 교체로 인한 자료 유실을 방지하기 위해 자료수집

TABLE 3. Collection status of scientific data collected from foreign organizations

Organ.	Data Item	Format	Period	No. of Observation	No. of Files
NGDC	Gravity	Image, MGD77, PDF	63-01	309 Lines	4,762
	Magnetic				
	Shallow Seismic Wave				
MGDS	Shallow Seismic Wave	Image, CSV, ASCII, SEG-Y	1989	2 Lines	130
	Gravity	ASCII	94-12	26 Lines	53
JAMSTEC	Ocean Drill	Image, CSV, ASCII	94-12	24 Points	1,192
	Magnetic	ASCII	94-12	24 Lines	530
	Core Sediment	Image, PDF	94-12	102 Points	147
JODC	Gravity	CSV	63-00	142 Lines	143
	Magnetic				

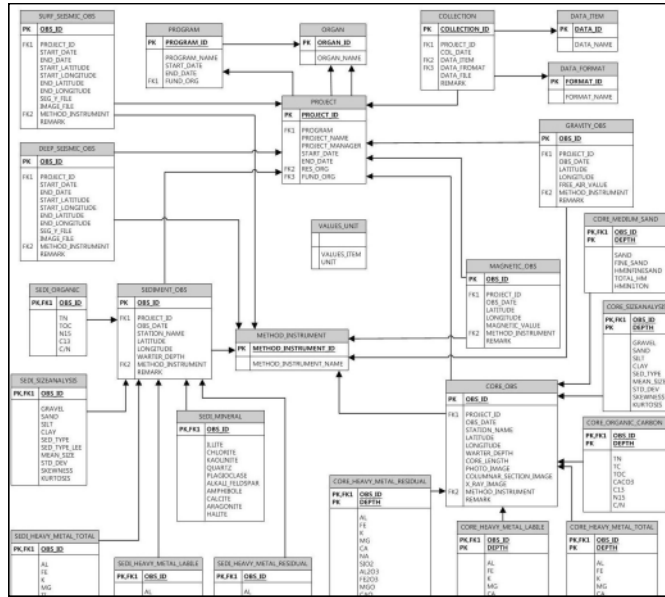


FIGURE 3. Entity relational diagram of archive DB (domestic data)

이력과 수집과일도 별도 관리해야 한다. 이런 요구에 맞춰 Archive DB를 설계하였으며, 국내 자료를 위한 26개의 테이블과 국외 자료를 위한 12개 테이블로 구성하였다. 바이너리 파일과 원본 파일은 폴더에 파일로 관리하고 자료 저장위치만 데이터베이스로 관리하도록 하

였다(그림 3). GIS DB는 해양자료 데이터모델에 대한 기존 연구(Kim *et al.*, 2007)를 참조하여 설계작업을 수행하였으며, Archive DB에 수록되어 있는 자료, 이미지, SEG-Y파일을 불러올 수 있는 참조 인덱스를 포함시켜 상호 호환이 가능하도록 하였다.

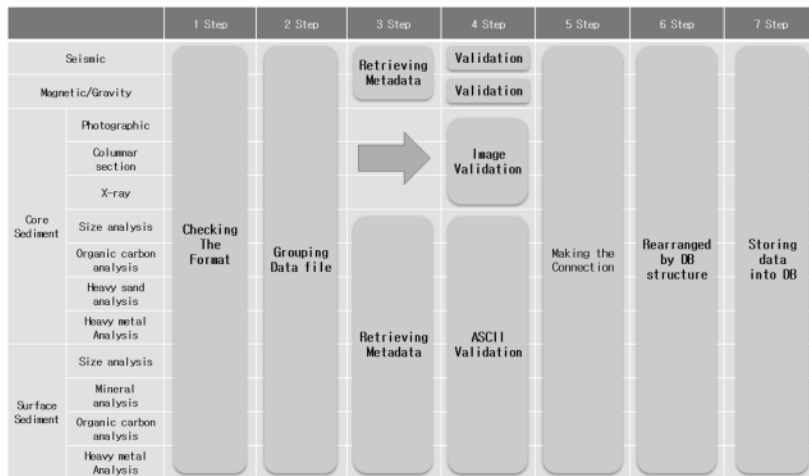


FIGURE 4. Data processing and validation steps for the archive DB

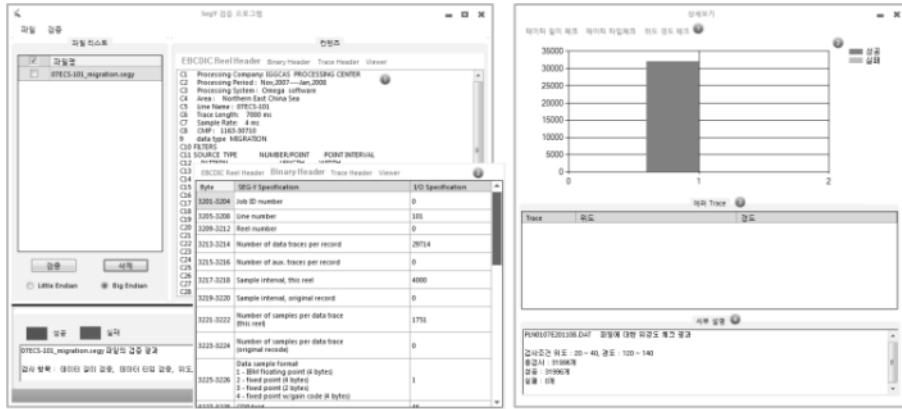


FIGURE 5. Newly developed program for SEG-Y data validation and extraction

각 연구사업에서 수집한 자료는 DB 입력 이전에 총 7단계의 자료처리 및 검증과정을 거치도록 하였다(그림 4). 수집 자료의 포맷 검증, 자료별 유효성 검증, 공간정보 검증을 수행하였으며, 자료에 오류가 있거나 메타데이터가 불충분한 경우에는 추가로 자료를 수집하였다.

DB 구축 초기에는 SEG-Y 전용 프로그램(SeisView2, Bathy 2000W)과 ArcGIS 툴을 이용하여 위치정보를 검증하였는데, 이를 위해 많은 시간을 소비하였다. 이를 해결하기 위해 SEG-Y 파일의 검증과 메타데이터 추출을 위한 전용프로그램을 개발하였다. 이 프로그램은 표준 SEG-Y 파일뿐 아니라 변형 SEG-Y 파일에도 적용 가능하며, 파일 전체에 대한 헤더 내용, 각 트레이스별 헤더와 메타데이터를 읽고 검증할 수 있다(그림 5). 중력 자료와 자력 자료는 가시화프로그램을 이용하여 자료 유효성을 검증하였고 공간데이터는 GIS 툴을 이용하여 검증하였다. 시추퇴적물과 표층퇴적물 분석 자료는 엑셀, HWP, PDF 파일에서 수작업으로 수치 값을 추출한 후 검증을 실시하였다. 국외 자료 중 일부 지구물리자료는 NGDC(National Geophysical Data Center)가 개발한 포맷인 MGD77 파일로 저장되어 있어서, 자료추출 프로그램을 개발하여 이용하였다.

GIS DB 구축을 위해 모든 데이터를 Shape 파일로 변환하였으며, 좌표계는 UTM으로 통일하였다. GIS DB 구축을 위해 6단계의 처리 절차를 마련하였다. 수집한 자료의 확인, 포맷 변환 및 내삽, 레이어 추출, 오류 수정, 공간데이터 생성, 필드구성 및 속성자료 정리의 단계를 거쳐 DB 입력을 준비하였다. 표층퇴적물과 시추퇴적물 자료는 Point 자료로 변환하였으며, 탄성과 자료, 중력, 자력 자료는 Line과 Polygon 자료로 변환하고 속성정보와 연결하였다. DB 서버에 Oracle 11g DBMS(DB Management System)와 ArcSDE를 설치하였으며 설계에 따라 DB 테이블을 생성하고 정리한 자료를 입력하였다.

#### 4. GIS 자료검색 프로그램 개발

Archive DB와 GIS DB에 수록된 자료의 검색, 표출, 정보제공을 위해 클라이언트/서버 방식의 GIS 어플리케이션을 개발하였다. 프로그램 구성과 기능을 계층화하여 도시하면 그림 6과 같다. 또한, 전문가들이나 자료관리자들이 사용할 수 있는 Archive DB 관리 프로그램도 추가로 개발하였다. 수집자료에 대한 텍스트 기반 자료검색 기능과 신규자료 입력, 수정 등의 관리기능을 포함하고 있다.



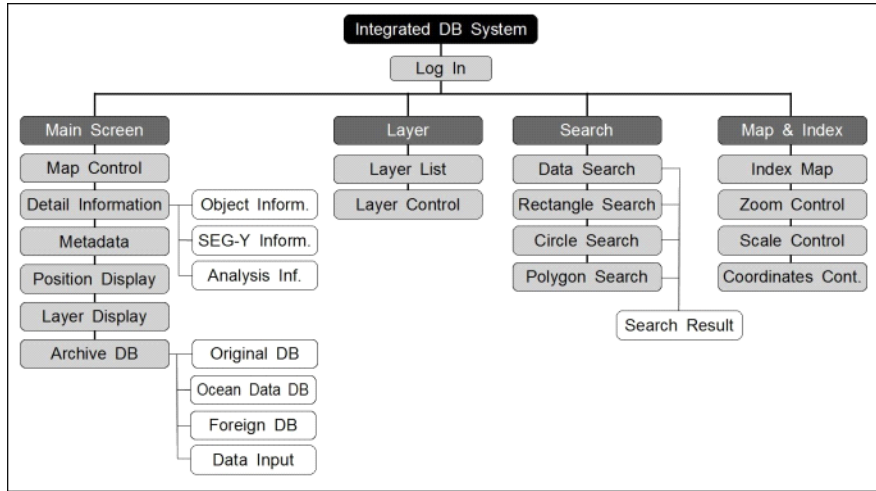


FIGURE 6. Architecture of components and functions for GIS application

GIS 정보표출 화면은 일반적인 GIS 구성을 따르고 있으며, 왼쪽 프레임에 사업별로 레이어를 선택할 수 있는 탭과 통합 검색을 위한 탭을 배치하였다(그림 7). 왼쪽 프레임에서 원하는 레이어를 선택하거나 검색 조건을 입력하면, 오른쪽의 지도화면에 DB 검색 결과를 출력하도록 구성하였다. 정보표출 화면의 메뉴별 기능을

정리하면 표 4와 같다.

통합검색 탭에서는 연구사업명, 기간, 영역 등의 다수의 조건을 조합하여 GIS DB에 수록된 모든 자료를 일괄 검색할 수 있으며, 검색결과로 지도에 표출된 레이어의 표출여부와 배치순서를 조절할 수 있는 기능도 구현하였다. 검색 기능 대한 화면구성과 기능을 정리하면 그

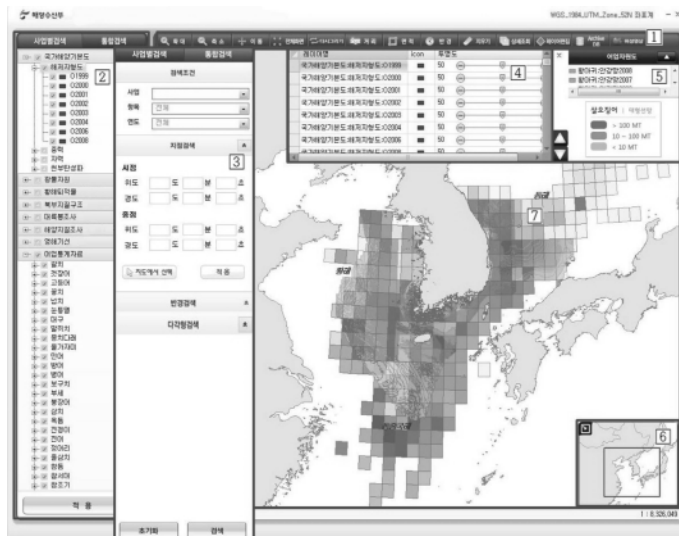


FIGURE 7. General screen configuration of the GIS application

TABLE 4. General menus and functions of the GIS application

No.	Menu	Function
1	Menu Bar	Menu buttons for GIS map controls and linking to the Archive DB program
2	Layer Tab	Hierarchical tree of the data layers of research projects. User can select and unselect the layers
3	Search Tab	Search function for all layers of GIS DB with various conditions like project name, period, location
4	Layer Control	Controls to change overlay order and transparency of layers displayed at the map area
5	Data Index	Index to explain meaning of layer colors when they show data properties
6	Index Map	Index Map
7	Map Area	Area to display selected layers on the base maps

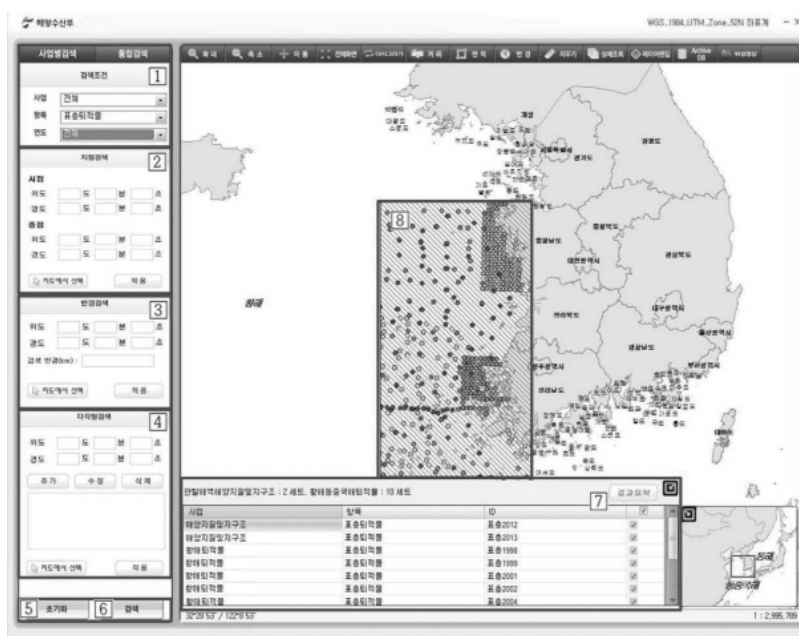


FIGURE 8. GIS application screen for integrated search function

TABLE 5. Search conditions and functions of the GIS application

No.	Condition	Function
1	Data Search	User can select project name, data item, year as search condition
2	Rectangle Search	User can input latitude and longitude of left lower point and right upper point or select rectangle on the map using mouse
3	Circle Search	User can input latitude and longitude of circle center and radius or select circle on the map using mouse
4	Polygon Search	User can input series of latitude and longitude of polygon or select polygon on the map using mouse
5	Initialize Button	Initializing search condition and the map
6	Search Button	Button to start search function using combined conditions
7	Layer Control	Controls to change overlay order and on/off layers
8	Map Area	Area to display queried layers on the base maps

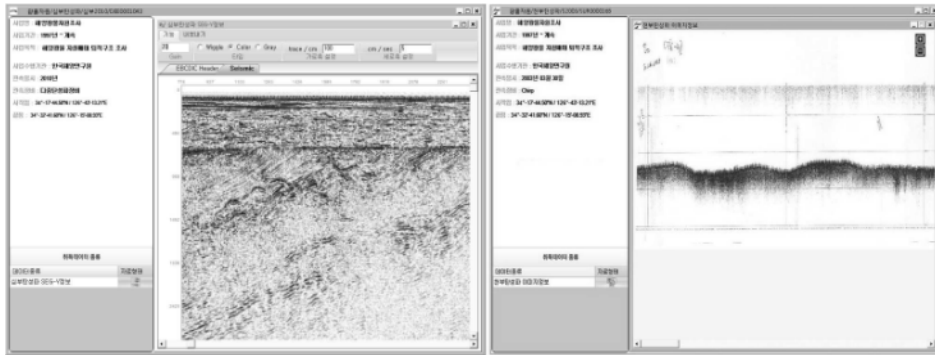


FIGURE 9. Example of on-the-fly visualization for seismic data (left: deep, right : shallow)

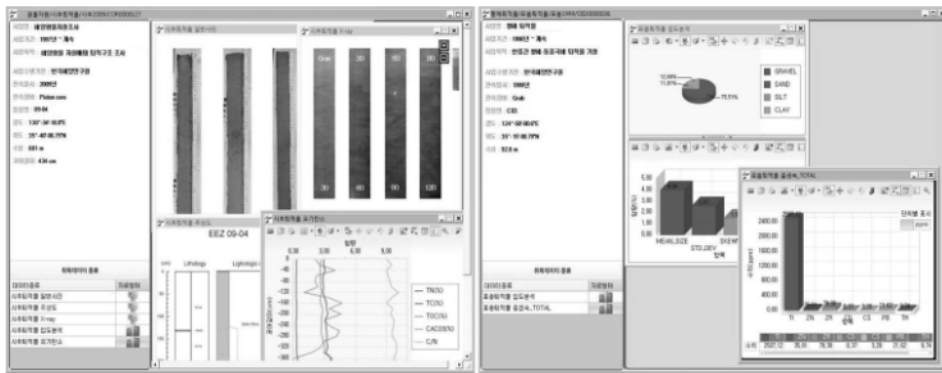


FIGURE 10. Example of visualization for sediment data (left: core, right: surface)

림 8과 표 5와 같다.

왼쪽 프레임에서 선택/검색한 결과 레이어들은 지도창에 점, 선, 면 형태의 개체로 표출된다. 각 개체별로 과학적 의미를 갖는 실제 데이터는 GIS DB에 속성정보, 또는 Archive DB에 이미지, 바이너리 파일 형태로 저장되어 있다. 지도상의 각 개체에 대한 상세정보 표출기능에서 이런 과학 데이터를 이미지, 그래프 등으로 가시화하도록 하였다. 탄성과 자료에 대한 상세화면의 예는 그림 9와 같다. 왼쪽 화면은 심부탄성과 SEG-Y 자료에 대한 예로, 전용 가시화 프로그램을 개발하여 적용하였다. 자료표출 타입, Gain 값, 정보표출 간격에 대한 파라미터를 선택할 수 있으며, 실시간으로 표출화면이 갱신

된다. 오른쪽 화면은 천부탄성과의 대형 원본 이미지를 출력한 예로, 축소, 확대 기능을 제공한다. 퇴적물 자료에 대한 상세화면의 예는 그림 10과 같다. 이미지 자료가 있는 경우에는 원본 이미지를 축소, 확대하여 참조할 수 있으며, 수치자료의 경우는 ChartFX를 이용하여 다양한 그래픽 기능을 구현하였다.

해양전문가와 자료관리자를 위해 개발한 Archive DB 관리 프로그램은 수집자료 DB, 해양자료 DB, 국외자료 DB, 자료입력 메뉴로 구성되어 있다. 수집자료 DB 메뉴는 자료 수집 시 제출 받은 파일을 검색하고 원형 그대로 다운로드 받는 기능으로 검색된 결과를 엑셀파일로 저장하는 것도 가능하다. 해양자료 DB 메뉴

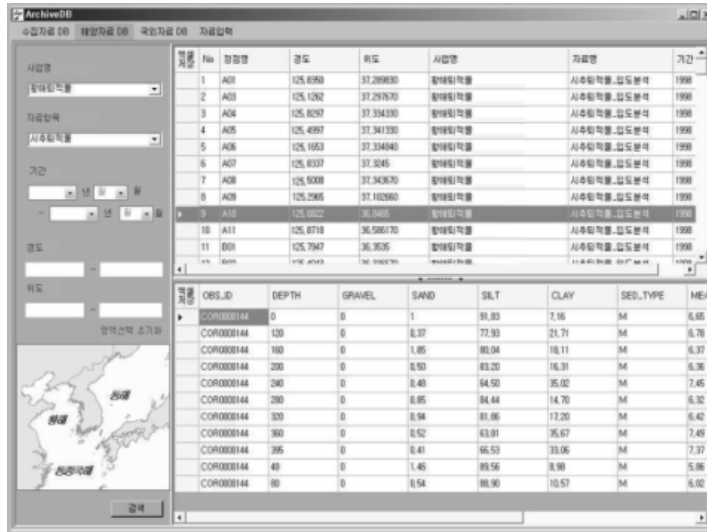


FIGURE 11. Screen shot of ocean data DB menu of the archive DB

는 텍스트로 수집자료를 검색하고 결과를 수치 형태로 참조할 수 있는 기능으로(그림 11) 해양전문가들이 검색결과 자료를 한꺼번에 다운로드 받는 것이 가능하다. 국외자료 DB 메뉴는 국외자료를 검색하기 위한 기능으로 기본적으로 해양자료 DB 메뉴와 동일한 기능을 갖고 있

다. 자료입력 메뉴는 통합 DB 시스템을 운영하는 과정에서 새로 수집한 자료의 Archive DB 입력을 도와주는 메뉴로 모든 자료를 하나하나 입력하는 방식이 아니라, 엑셀이나 텍스트 파일로 자료를 일괄 업로드 하는 방식으로 구현하였다.

TABLE 6. Long-term operation plan of DB system

Operation plan	Contents
Data Collection	Data collecting procedure -Metadata collection : 3 month after project ends -Observation data collection : after metadata collection
Data Processing	7 steps data processing -Data format validation -Data validation -Data file rearrangement -Metadata extraction -Data matching -Data rearrangement according to DB structure -Archive DB input
GIS Processing	6 steps GIS processing -Original data check -Transformation and interpolation -Error check and edit -Spatial data extraction -Attribute data extraction -GIS DB input

TABLE 6. Continued

Operation plan	Contents
Data Backup	Collected data : after data collection Processed data : before Archive DB input GIS data : before GIS DB input Archive DB : Automatic GIS DB : Automatic
Hardware Management	Daily system check : log data System replacement : 3 - 5 year
Software Management	Software list -Number of copy -Purchasing date -License period -Upgrade date

## 5. 시스템 운영방안

본 DB시스템은 여러 기관에서 수행한 다수의 연구사업에서 생산되는 과학조사자료를 수집, 관리하는 시스템으로 지속적인 자료축적을 위한 장기적인 운영이 필요하며, 이를 위해 시스템 운영과 관련된 자료수집 방안, 자료처리 및 관리 방안, 컴퓨터시스템 운영 방안을 제시하였다. 시스템 운영방안의 주요 내용을 정리하면 표 6과 같다.

### 결과 및 고찰

국가연구개발 사업에서 생산한 해양지질자료 및 지구물리자료의 통합 DB시스템을 구축하였으며, 국외에서 생산한 한반도 주변 자료도 추가로 수집하여 DB에 수록하였다. 이번에 구축한 시스템은 크게 Archive DB와 GIS DB로 구성하였으며, 자료의 검색과 표출을 위한 GIS 어플리케이션도 함께 개발하였다. 각 연구사업에서 수집한 해양자료는 일차적으로 Archive DB에 저장·관리하며 해양연구자들이 필요로 하는 정보를 충실하게 관리할 수 있다. GIS DB는 Archive DB의 자료를 이용하여 구축하였으며, 정책결정자와 해양연구자에게 효율적인 정보제공을 지원한다. 두 DB의 동시 개발을 통해 각 DB의 장점을 살렸으며, 필요시에는 상호 연계를 통해 효율적인 정보관리와 정보제공을 추구하였다. 예를 들어, SEG-Y, 이미지 파일

등의 대용량 원시자료는 Archive DB에서 관리하면서 GIS DB에서 추출할 수 있도록 하였으며, Archive DB의 검색에서는 GIS DB의 공간정보를 활용할 수 있도록 연계하였다. 정책결정자와 해양연구자들의 일차적인 자료검색과 정보참조에는 GIS DB를 주로 이용하며, 자세한 정보와 수집한 원시자료가 필요한 해양전문가들은 Archive DB를 통해 원하는 자료를 찾아볼 수 있다.

본 연구개발에서는 수집 자료의 DB 구축과 함께, 계속 진행되고 있는 연구사업의 해양자료에 대한 지속적인 관리체계를 수립하였다. 우선, 각 자료별 메타데이터 항목과 유통 포맷을 표준화하였으며, 본 시스템 구축이 시작된 2009년 이후에는 표준 포맷에 맞는 자료수집과 관리가 이루어지고 있다. 대용량 바이너리 자료인 SEG-Y 자료에 대하여는 전용 자료검증 프로그램을 개발하여 자료검증과 공간정보 추출에 소요되는 시간을 대폭 줄일 수 있었다. 또한, 자료수집 절차, 수집자료 검증과 처리 절차, GIS 자료가공 절차, 주기적 자료백업 방안, 하드웨어 운영방안을 수립하여, 자료관리 조직이나 인력이 변경되어도 시스템 운영에 차질이 없도록 대비하였다.

DB시스템에 수록된 자료의 활용을 위해서 GIS 어플리케이션을 개발하였으며, 일반적인 GIS 조작기능과 해양자료의 특성에 맞는 가시화 기능을 구현하였다. 지도에서 선택한 원, 사

TABLE 7. Comparison among marine geological and geophysical data systems

System	User	Data Search	GIS Software	Data Download	Data Visualization
This System	Researcher Policy Maker	Map Text	ArcGIS Server	Yes	Yes
World Data Service for Geophysics	Researcher Policy Maker	Map	ArcGIS Server	Yes	No
Marine Geoscience Data System	Researcher	Map	Google API	Yes	No
JAMSTEC Data Search Portal	Researcher	Map	ArcIMS	Yes	No
J-DOSS	Researcher	Text	None	Yes	No

각형, 폴리곤의 위치정보와 다수의 텍스트 조건을 이용한 검색과 이들의 복합 검색이 가능하다. 자료별 특성에 따른 가시화 기능을 개발하였으며, SEG-Y 자료의 전용 가시화 프로그램은 세부 파라미터 변경을 통해 자료를 자세하게 표출할 수 있다. 미국과 일본에서 공개적으로 운영하고 있는 관련 시스템과의 기능을 비교하면 표 7과 같다. 본 시스템이 타 시스템보다 발전된 형태의 대화형 인터페이스와 복잡한 검색기능을 갖추고 있으며, 과학자료의 가시화에서도 다양한 그래픽 기능을 제공한다. GIS 어플리케이션에는 Archive DB에 대한 검색 기능도 갖추고 있다. 이 기능은 기본적으로 텍스트 기반 검색시스템으로, 대량 자료와 수집 원시파일의 일괄 다운로드가 가능할 뿐 아니라, 매번 검색할 때 마다 원시파일의 유무를 점검하는 기능도 갖추고 있으며, 자료관리자를 위한 수집자료 이력 관리와 자료편집 기능도 제공하고 있다.

본 연구개발과정에서는 오래된 탄성과 자료의 수집에 많은 어려움이 있었다. 일부 자료는 측정 장비에서 생산된 관측 원시자료가 마그네틱테이프에 저장된 경우가 있었으며, 일부 자료는 긴 종이에 아날로그 이미지로 출력된 경우도 있었다. 이중에서 아날로그 이미지는 대형 스캔을 통해 이미지파일로 변화하여 저장하였으나, 관측 원시데이터는 재처리가 필요하여 본 시스템에서 다룰 수 없었다. 본 시스템에서는 1차 처리된 자료를 SEG-Y 포맷으로 관리하는데, 이는 향후 새로운 분석방법을 적용하는 경우에 대비한 것이다. 그러나, 관측 원시자료도

향후 재처리를 통해 유용한 정보 생산이 가능할 수 있으므로, 이에 대한 대비도 필요한 상황이다.

## 결론

본 연구개발을 통해 과거에 개별 연구별로 분산 관리하였던 과학조사자료의 통합관리가 가능하게 되었으며, 국내외 자료를 종합적으로 참조하고 이를 해양정책 수립에 활용할 수 있는 기반을 마련하였다. 본 DB시스템은 Archive DB와 GIS DB로 구분하고 이를 서로 연계한 특징이 있으며, 해양지질 및 지구물리자료의 총체적 관리기반을 구축하였다. 또한, 가시화 기능을 통해, 자료의 과학적 의미를 바로 파악할 수 있도록 하였다. 같이 제시한 운영방안에 따라 Archive DB를 꾸준히 업데이트하면, GIS DB와 GIS 어플리케이션은 최신 기술을 적용한 별도 업그레이드가 가능하며, 이는 본 시스템의 또 다른 이점이기도 하다.

정책결정자는 이번에 구축한 시스템을 통해 한반도 해역에서의 해양관측 현황을 한 눈에 파악할 수 있으며, 각 연구프로그램의 성과를 확인할 수 있다. 이를 기반으로 향후에 추진할 연구사업의 장기적인 계획을 수립할 수 있다. 또한, 해양지질 및 지구물리자료가 축적되면 이를 바탕으로 우리나라 해역의 광물자원 분포를 도출할 수 있으며, 이를 이용하여 관할 해역의 경제성 분석이 가능하다. 해양연구자들은 타 연구자들이 생산한 자료에 대한 접근이 가능하여 본인의 자료와 통합하여 종합분석을 수행할 수

있으며, 수록된 자료의 품질을 파악할 수 있어서 향후 탐사계획 수립에 활용할 수 있다.

2013년에 시스템 구축이 1차 완료된 이후에도 매년 연구사업 생산자료를 수집하고 있으며, 자료 검증과 GIS 자료가공을 통해 통합 DB시스템을 계속 운영, 업데이트하고 있다. 1차 시스템 구축에서는 기존 분산된 자료의 통합이라는 기본적인 목적은 달성하였으나, 1997년 이후 약 18년간 수집한 자료들의 품질을 과학적으로 상호 비교 평가하는 역할은 수행하지 못했다. 이를 위해서는 해양지질학자와 지구물리학자들이 모든 자료를 세밀하게 확인하고 자료의 품질을 평가하여 정책활용을 위한 자료들을 선별하는 과정이 필요하다. 향후 2차 시스템 구축이 추진된다면, 전문가들에 의한 평가작업을 진행해야 하며, 해양수산부 이외의 타부처 재원으로 탐사한 자료까지 통합하는 방안을 마련하여야 할 것이다. **KAGIS**

## REFERENCES

- Choi, Y.K., K.H. Kim, C.Y. Lee. 2014. Development of an integrated DB management system for GIS-based client/server data sharing in climate and environment fields. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 17(2):32-43 (최용국, 김계현, 이철용. 2014. GIS기반의 기후·환경 분야 자료 공유를 위한 Client/Server 방식의 통합 DB 관리시스템 개발. *한국지리정보학회지* 17(2):32-43).
- Interdisciplinary Earth Data Alliance(IEDA). Marine Geoscience Data System(MGDS). <http://www.marine-geo.org/index.php>.
- Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology(JAMSTEC). JAMSTEC data search portal. <http://www.godac.jamstec.go.jp/dataportal/viewer.htm>.
- Japan Oceanographic Data Center (JODC). JODC data on-line service system. <http://www.jodc.go.jp/index.html>.
- Kim, H.W., H.W. Choi, J.H. Oh, C.H. Park. 2007. Building GIS data model for integrated management of the marine data of Dokdo. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 10(4):153-167 (김현욱, 최현우, 오정희, 박찬홍. 2007. 독도 해양자료의 통합적인 관리를 위한 GIS 데이터 모델 수립. *한국지리정보학회지* 10(4):153-167).
- Kim, J.A., C.S. Kim, J.A. Park. 2011. Implementation of Saemangeum coastal environmental information system using GIS. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 14(4):128-136 (김진아, 김창식, 박진아. 2011. 지리정보시스템을 이용한 새만금 해양환경정보시스템 구축. *한국지리정보학회지* 14(4):128-136).
- Kim, S.D., S.H. Choi, J.Y. Park and S.Y. Park. 2015. Data standardization for research ocean data management and standard proposal of physical oceanographic data. *Ocean and Polar Research* 37(4):249-263 (김성대, 최상화, 박준용, 박수영. 2015. 연구사업 해양자료 관리를 위한 표준화와 해양물리자료 표준(안). *Ocean and Polar Research* 37(4):249-263).
- Korea Institute of Ocean Science and Technology(KIOST). 2014a. Operation of the oceanographic data management system of KIOST. p.143 (한국해양과학기술원. 2014. 해양데이터 관리·운영 사업. 143쪽).
- Korea Institute of Ocean Science and

- Technology(KIOST). 2014b. Standard proposal for oceanographic data management. p.125 (한국해양과학기술원. 2014b. 해양자료관리를 위한 해양자료 표준 (안). 125쪽).
- Korea Institute of Science and Technology Information(KISTI). 2011. Preliminary study on establishing national center for sharing and converging scientific data. p.308 (한국과학기술연구원. 2011. 국가과학데이터 공유·융합 체제 구축에 관한 연구. 308쪽).
- Korea Ocean Research & Development Institute(KORDI). 2011. Establishment of ocean data management system based on GIS technology. p.254 (한국해양연구원. 2011. GIS기반 해양자료 관리 및 활용체계 구축. 254쪽).
- Lee, D.C., K.H. Kim, Y.G. Park. 2012. Study on development of GIS based maritime boundary delimitation support system. *Journal of Ocean Engineering and Technology* 26(4):23-29 (이동철, 김계현, 박용길. 2012. GIS 기반의 해양경계 획정 지원시스템 개발에 관한 연구. *해양 공학회지* 26(4):23-29).
- National Center for Environmental Information(NCEI). World data service for geophysics. <https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/mggd.html>.
- Park, S.Y., S.D. Kim, Y.H. Lee, S.J. Pae, H.S. Park, C.G. Kim. 2007. Development of the Korea marine biodiversity information system -focus on the establishment of the Korea maine species inventory-. *Ocean and Polar Research* 29(3):273-282 (박수영, 김성대, 이윤호, 배세진, 박홍식, 김충근. 2007. 해양 생물다양성 정보시스템 개발 -한국 해양생물 종 목록 수립을 중심으로-. *Ocean and Polar Research* 29(3):273-282).
- Yang, H.C. 2012. Research on the factors to consider in the Yellow Sea maritime boundary delimitation between Korea-Chnia and countermeasures to it. *The Journal of the Korea Society of International Law* 57(3):107-150 (양희철. 2012. 한중 황해 해양경계 획정에서의 고려요소와 대응방안에 관한 연구. *국제법학회 논총* 57(3):107-150).
- Yang, H.C., S.W. Park, H.S. Jeong, H.I. Yi. 2007. The role of geological and geomorphological factors in the delimitation of maritime boundaries. *Ocean and Polar Research* 29(1):55-67 (양희철, 박성욱, 정현수, 이희일. 2007. 해양경계 획정에서 지질 및 지형적 요소의 효과에 관한 고찰. *Ocean and Polar Research* 29(1):55-67). **KAGIS**