

GIS 기반의 해양탐사자료 관리를 위한 해양광물자원정보시스템 설계 및 구축

Development of GIS based Marine Mineral Resource Information System for Managing Marine Exploration Data

김 동 일* 김 계 현** 박 용 현***
Kim Dong Il Kim Kye Hyun Park Yong Hyun

요 약 최근 전 세계적인 육상자원의 고갈로 인하여 해양광물자원에 대한 관심이 증가하고 있다. 우리나라도 한반도 주변 해역의 해양광물자원을 확보하기 위한 탐사와 연구가 진행되고 있다. 그러나 오랜 기간 탐사를 통해 축적된 방대한 양의 데이터는 데이터베이스로 구축되어 있지 않고 파일 기반의 시스템으로 관리되어 파일의 접근과 활용의 어려움이 많은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기존의 파일 기반의 데이터 관리와 시스템의 단점을 보완하고 매년 생산되는 방대한 양의 데이터를 체계적으로 공유하고 활용하기 위해 상용 데이터베이스를 사용하여 GIS 기반의 해양광물자원정보시스템을 설계하고 구축하였다. 이를 위하여 해양광물자원 탐사 전문가의 요구분석을 통해 실제 사용하는 데이터를 정의하고 데이터의 관계를 고려한 관계형 데이터베이스로 설계하여 오라클에 구축하였다. 또한 데이터의 활용을 높이기 위해 실제 사용자의 요구분석을 통해 시스템에 필요한 기능을 정의하였고, 최종적으로 정의된 내용을 바탕으로 시스템을 설계하고 구축하였다. 이러한 GIS 기반의 해양광물자원정보시스템은 해양광물자원의 체계적인 관리와 공유 환경을 제공할 수 있으며, 나아가 매장량 추정이나 경제성 평가를 위한 정보제공의 기반이 될 것으로 판단된다. 향후에는 더욱 효율적인 시스템 운영을 위해 공간분석 기능의 활용과 3차원 표준 시스템에 관한 연구가 필요하다.

키워드 : 지리정보시스템, 해양탐사자료, 오라클, 공간분석, 자원정보시스템

Abstract Recently, the interests of marine mineral resources has been increasing from the depletion of land resources around the world and many countries are involving in marine exploration work. South Korea is also currently performing exploration work to estimate the marine mineral resources around the Korean Peninsula. However, massive amounts of marine exploration data accumulated from the long-term exploration work have not been systematically managed. The data have been managed by the file based system instead of commercial database. The aim of this study is to construct GIS-based Marine Mineral Resource Information System using a spatial database for the core sediments of the marine exploration data. For constructing such DB system, GIS-based data items were classified, and a database was designed using relational database model. The database was constructed using commercial DBMS(Database Management System), Oracle. Also, necessary functions of the system were defined for the effective use of database based on users' requirement analysis. The GIS-based Marine Mineral Resource Information System has enabled to support the systematic management of the marine exploration data. Furthermore, it is expected that this spatial database will be useful in estimating the reserves of the mineral resources and provide valuable information for economic evaluation. In the future, the application of advanced techniques of spatial analysis and 3-dimensional display function will be required.

Keywords : Geographic Information System, Marine Exploration Data, Oracle, Spatial Analysis, Resource Information System

[†] 이 논문은 국토해양부의 배타적 경제수역 해양광물자원정밀조사사업(PM56481)과 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

* 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 석사과정 dong85@inha.edu

** 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 교수 kyehyun@inha.ac.kr(교신저자)

*** 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 연구원 xenia@teamplex.net

1. 서론

1.1 연구 배경 및 필요성

오늘날 전 세계적으로 석탄, 석유, 광물자원 등 육상자원의 감소와 고갈로 자원공급 부족 문제에 직면하게 되었다. 특히 광물자원의 해외 의존도가 심한 우리나라는 광물수요의 지속적인 증가와 공급 불안정으로 경제적 타격을 쉽게 받고 있는 실정이다. 이러한 육상자원을 대체하고 광물자원의 안정적인 공급을 위해 국제적으로 지구 표면의 70%를 차지하고 있는 해양을 개발하기 위한 연구와 개발이 점점 증가하고 있다. 이에 따라 우리나라도 해양에 대하여 경쟁력을 갖추고 영향력을 행사하기 위해 해양관련 연구에 많은 예산을 투자하고 장기적인 해양개발 계획을 수립하여 다양한 연구를 진행 중에 있다. 다양한 연구의 일환으로 우리나라의 영해 및 배타적 경제수역에 부존하고 있는 다양한 해양광물자원에 대한 탐사작업이 이루어지고 있으며, 매년 방대한 양의 데이터가 생성되고 있다[12]. 이렇게 획득된 데이터는 한국 해양연구원에서 운영 중인 해양자원정보 시스템에 입력되어 활용되고 있다. 그러나 현재 운영 중인 데이터베이스는 파일시스템을 기반으로 구축되어 방대한 양의 데이터에 대한 체계적인 관리가 이루어지고 있지 않으며 이로 인해 데이터의 중복 구축 및 분실 등의 문제가 발생하는 실정이다. 이러한 문제는 데이터를 생산하고 관리·운영하는데 있어 시간적이나 경제적으로 많은 비용을 초래한다. 나아가 데이터의 분실에 따른 신뢰도의 하락은 데이터의 활용도를 낮추는 결과를 야기할 수 있다.

따라서 해양탐사데이터의 생산 및 관리·운영의 효율성과 신뢰도를 높이고 체계적인 관리가 가능하도록 DBMS를 활용한 데이터베이스의 구축과 함께 데이터베이스를 운용하기 위한 시스템 개발이 필요한 실정이다.

1.2 연구 목적 및 범위

본 연구의 주요 목적은 해양탐사데이터의 체계적인 관리와 효율적인 운영을 위한 공간 데이터베이스의 구축과 함께 공간 데이터의 표출과 속성 데이터의 검색을 위한 정보관리시스템을 설계·구축하는 것이다. 이를 위해 선행연구에서 진행된 공간 데이터베이스 설계를 기반으로 데이터베이스를 구축하였다. 또한 시스템 사용자의 요구분석을 통해 기존 시

스템을 고찰하고 설계·구축하였다.

본 연구는 한반도 주변 해역에서 수행되는 시추코어, 탄성파, 인산염, 중·자력, 첩의 탐사데이터와 중심데이터 등을 다루었으며, 한반도 전 해역을 대상 지역으로 하였다.

2. 국내외 연구동향

해양에 대한 관심이 날로 증가함에 따라 보다 효율적인 해양데이터의 활용을 위해 데이터베이스의 구축과 시스템 개발에 많은 연구가 수행되고 있다. 본 연구에서는 해양탐사데이터베이스의 구축과 유사한 분야의 시스템 구축에 관한 연구사례를 조사하고 분석하였다.

2.1 국내외 연구사례

2.1.1 해양탐사데이터베이스의 구축 사례

김현욱 등(2007)은 독도 해양데이터의 통합적인 관리를 위한 GIS 데이터 모델 수립에 관한 연구를 수행하였다. 해당 연구에서는 3종류의 데이터 셋을 기반으로 하는 해양데이터 모델을 수립하였다. 각 데이터 셋은 데이터의 유형에 따라 연구 과제를 관리하는 Research Dataset, 단위연구별 관측데이터를 관리하는 Thematic Dataset, GIS 데이터를 관리하는 Framework Dataset으로 구성되며 세부적으로 코드 테이블, 데이터 테이블, 메타정보, 마스터 테이블로 구성된다. 이는 MDB 기반의 공간데이터파일과 연구과제별 데이터파일을 관리하기 위한 데이터베이스 모델로 활용되고 있다[6].

Wei et al.(2007)은 GIS를 이용한 광물자원의 분석을 위해 알라스카의 Mome 연안의 사금 정보예측에 대한 사례 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 다양한 기관에서 제공하는 지구물리 데이터를 활용하기 위해 ESRI에서 제공하는 GDB(Personal Geodatabase)를 활용하여 분산되어 있는 공간데이터를 통합하여 IG(Integrated Geodatabase)라는 통합 공간데이터베이스를 구축하였다. 또한 연계되는 속성 데이터에 대한 사항은 GDB의 생성 시 함께 생성되는 MS Access의 MDB형식의 파일을 이용한 속성 테이블에 데이터를 입력하여 사금의 정보예측을 위한 분석에 활용하였다[3].

Berghe et al.(2009)은 기관별로 구축되어 제한적으로 사용되고 있는 유럽 대륙붕의 해저 무척추동물

에 대한 데이터베이스 통합에 관한 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 1937년부터 2005년까지의 연구에 의해 도출된 22,897개 지점의 데이터유통기록, 분포 정보, 샘플의 위치, 미생물 데이터, 메타데이터 등을 Ms Access를 활용한 RDBMS를 기반으로 데이터 통합을 수행하였다. 통합된 데이터는 Access의 Form 기능을 통해 Explore, Subselect, Export, Analyse 등의 기능을 제공하며, 사용자에게 네트워크를 통해 데이터를 제공한다[1].

아울러 한국해양데이터센터(KODC: Korea Oceanographic Data Center)에서는 해양과학조사 데이터 관리기관으로 지정되어 국가 해양조사계획과 해양조사요약보고, 해양조사데이터 등을 수집하고 제공한다. 국내의 해양과학정보는 KODC 인터넷 홈페이지를 통해 국내 이용자에게 신속하게 제공되며, 해양 관련 산업도 지원하고 있다[11].

미국 National Oceanographic Data Center (NODC)는 국립해양대기관리국(NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration)에서 운영하고 있는 데이터센터 중의 하나이다. NODC는 바다의 표면온도, 해류, 해면지도, buoy, 지온온도 등의 각종 해양데이터를 수집하고 보관하며 처리와 검색이 가능한 데이터베이스를 구축하여 연방정부와 학계 및 해양연구기관에 다양한 경로를 통해 데이터를 제공한다[7].

일본 Japan Oceanographic Data Center(JODC)는 일본의 해양데이터의 대한 데이터센터로 일본의 정부기관, 대학, 해양데이터센터 등의 의해 생산된 데이터와 다양한 처리 및 분석을 통해 생산된 데이터를 수집·관리하고 제공하는 기능을 한다[10].

2.1.2 해양탐사정보 관리시스템의 구축 사례

김계현 등(2007)은 GIS를 이용한 배타적 경제수역(EEZ)의 해양자원정보시스템의 구현에 관한 연구를 수행하였다. 해당 연구에서는 해양자원정보에 대한 탐사데이터를 시각적으로 표현하는 시스템의 구현을 위한 공간데이터베이스를 구축하였다. 구축된 데이터베이스는 파일시스템을 기반으로 텍스트 데이터를 테이블로 활용하여 파일 단위의 데이터를 관리한다. 파일 단위의 데이터는 공간데이터 및 그와 연계된 연계속성데이터로 구성되며 공간데이터의 속성정보에 연계되는 속성데이터의 파일명을 입력하여 공간데이터와 속성데이터가 연계되도록 하였다[4].

국립해양조사원은 우리나라 관할해역의 측량 및 관측 자료를 해양GIS기반으로 이용할 수 있도록 종합해양정보시스템(TOIS)을 운영하고 있다. TOIS는 다양한 해양관련 정보를 공간DB 형태로 구축하여 사용자가 쉽고 편리하게 이용할 수 있도록 지원하고 있다. 웹상에서 해도정보와 해양지리정보, 해양관측 정보 등 다양한 해양 관련 정보의 검색이 가능하다.

2.2 연구사례 분석

국내의 연구사례의 조사 결과 해양데이터의 활용과 관리를 위한 데이터베이스와 시스템 구축사례가 다수 존재하였다. 그러나 대부분의 데이터베이스는 해당 연구를 위해 간략히 설계하였고, 시스템에 쉽게 적용하기 위해 파일 시스템을 기반으로 구축되었다. 또한 해양GIS를 위한 데이터 모델에 관한 연구도 마찬가지로 GDB를 활용한 파일시스템 기반의 데이터베이스이다. 파일 기반의 데이터 관리는 데이터의 중복 구축 및 분실 등의 문제가 발생하여 데이터를 생산하고 관리·운영하는데 있어 시간적, 경제적으로 많은 비용을 지불하게 하며, 데이터의 분실에 따른 신뢰도의 하락도 초래할 수 있다. 따라서 다양한 분석이 적용되며 수많은 속성정보를 갖는 해양탐사데이터에 적합한 데이터베이스에 대한 연구가 거의 없는 실정이다. 또한, 한국 해양연구원에서 이미 개발되어 있는 해양광물자원시스템의 경우 데이터가 파일 기반으로 구축되어 있어 파일 기반 데이터베이스가 가지는 문제점을 가지고 있으며, 데이터의 분석과 효율적인 시스템 활용 등의 어려움이 존재한다.

따라서, 본 연구에서는 기존 파일 기반 데이터 관리의 문제점을 보완하고 데이터의 공유 및 체계적인 관리를 가능하게 하기 위해 상용 데이터베이스인 오라클을 사용하여 데이터베이스를 구축하고 이 데이터베이스를 기반으로 시스템을 설계·구축하였다.

3. 연구내용 및 방법

본 연구에서는 한반도 주변 해양광물자원정보시스템 개발에 있어 해양탐사데이터를 공간 데이터와 속성 데이터로 분류하여 데이터베이스를 구축하였다. 또한, 구축된 데이터베이스와 사용자 요구분석을 기반으로 시스템을 설계·구현하는 순으로 연구를 진행하였다.

3.1 연구 대상지역

한국은 일본과 동해, 남해의 EEZ(배타적경제수역) 경계선이 중복되고 중국과 황해, 남해가 중복되어 자원 경쟁이 불가피하여 다양한 국가간 논쟁이 발생하고 있다. 따라서 이러한 논쟁이 발생하는 해역을 모두 포함하기 위하여 연구 대상지역은 동해, 남해, 황해의 EEZ 대상 해역으로 하였다(그림 1). 한국 해양연구원에서는 해양에 대하여 경쟁력을 갖추고 영향력을 행사하기 위해 1997년부터 2010년까지 한반도 주변 전 해역에 대해 해양광물자원탐사를 실시하였다. 탐사 결과로 얻어진 시추코어, 탄성파, 인산염, 중·자력, 첩의 탐사데이터와 각 탐사데이터의 관리 및 다양한 활용을 위해 모든 데이터의 분석을 통한 분석 결과를 연계하여 데이터베이스를 구축하고 시스템에 적용하였다.

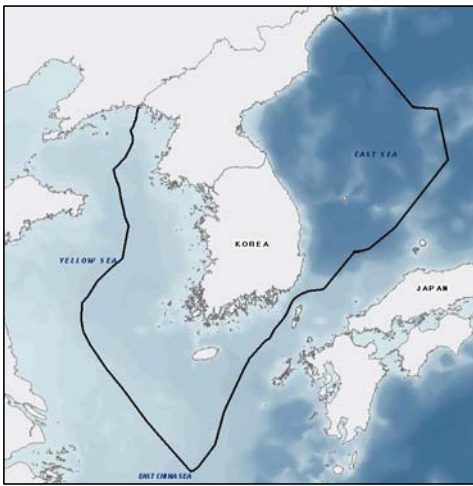


그림 1. 연구 대상지역

3.2 상용 DBMS의 적용

기존 파일 기반 시스템의 문제를 해결하기 위해 상용 DBMS 기반의 공간데이터베이스의 설계가 이루어졌다. 데이터베이스 설계에서는 시추코어, 중·자력, 탄성파, 첩, 인산염의 각 업무프로세스를 분석하였고, 전문가 요구분석을 통하여 GIS 기반의 표출 가능한 대상항목을 분류하였다. 해양탐사데이터는 다양한 분야로 분류되어 있지만 각각의 탐사데이터는 서로 연관성이 높아 개별적으로 설계되고 관리되는 것보다 관계형 모델에 근거하여 구축되는 것이 효율적이다. 따라서 본 연구에서는 각 탐사테

이터를 연계하기 위해 관계형 데이터베이스를 설계하였다[9].

데이터베이스 구축을 위한 상용 DBMS는 오라클을 선택하였다. 오라클은 다른 상용 DBMS보다 다양한 백업 방법과 복구 방법 등을 제공하며 대량의 데이터를 처리하는데 훌륭한 성능을 가지고 있다. 본 시스템에서 사용되는 탐사데이터는 1997년부터 시작되어 현재까지 진행 중에 있으며 향후에도 지속적으로 방대한 양의 데이터를 수집하기 때문에 오라클을 사용하는 것이 적합하다고 판단하였다. 또한 오라클에 구축된 데이터를 공간데이터와 연계하여 사용하기 위하여 ESRI사의 ArcSDE를 사용하였다. ArcSDE는 안정적이며 시스템 구축을 위해 사용되는 ArcObjects와 데이터베이스인 오라클과의 연동이 쉽고 데이터 구축 및 활용이 간단하여 범용적으로 사용된다. 그림 2와 같이 도형 데이터는 사용자가 ArcCatalog를 통해 확인할 수 있으며 Business Table을 통해 속성 데이터와 연계가 가능하도록 구축하였다. 속성 데이터는 Enterprise Manager와 iSQL*Plus를 사용하여 브라우저를 통해 확인할 수 있다.

데이터베이스 구축은 기존 파일 기반으로 관리되고 있던 탐사데이터와 추가로 생성된 데이터를 공간데이터와 속성 데이터로 분류한 후 데이터베이스에 입력하였다. 공간 데이터는 각 탐사 특성에 맞게 Point와 Polyline 타입의 Shape 파일로 생성하였고, 지리좌표체계와 투영좌표체계를 정의하였다. 생성된 공간 데이터를 오라클 기반에 구축하기 위하여 테이블을 구성하고, ArcGIS S/W인 ArcCatalog로 Spatial Database Connection을 생성하여 오라클에 입력하였다. 속성 데이터는 탐사데이터의 해석결과인 이미지파일과 그에 따른 설명이 포함된 텍스트파일, 메타데이터와 탐사데이터의 분석을 통해 얻어진 수치자료로 분류하여 데이터베이스화 하였다. 먼저 탐사데이터의 해석결과는 데이터가 파일 형태로 존재하기 때문에 오라클 상에 테이블을 생성하고 데이터를 입력하였다. 수치자료인 탐사데이터의 분석결과는 위치와 깊이별로 데이터를 분석해야 하는 해양탐사데이터의 특성을 고려하여 위치와 깊이 테이블을 추가로 생성하고, 관계형 데이터베이스 설계를 기반으로 Query문을 사용하여 오라클 상에 입력하였다.

상용 DBMS를 사용한 해양 데이터베이스의 구축

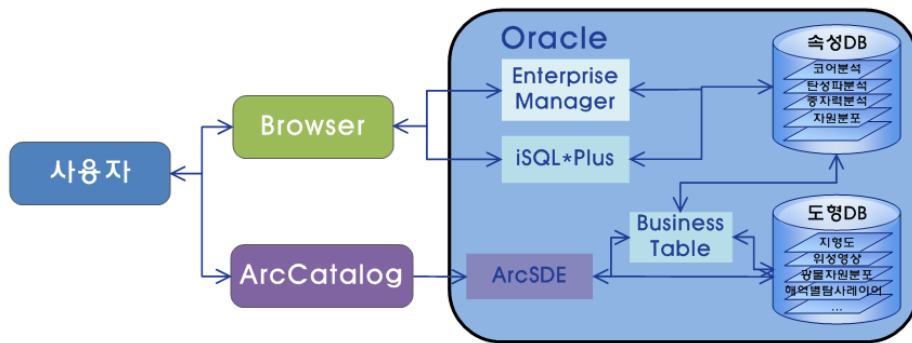


그림 2. 공간 데이터와 속성 데이터의 연계

은 기존 파일 기반의 데이터 구축에 비해 다음과 같은 장점이 있다. 먼저 데이터의 중복구축을 최소화할 수 있다. 파일 기반의 데이터베이스에서는 같은 내용의 구조가 다른 데이터를 많이 생성하게 된다. 따라서 방대한 양의 데이터를 파일 기반으로 관리하면 데이터의 중복이나 누락 등의 문제가 발생하며 이를 해결하기 위한 많은 시간이 소요되었다. 반면, 상용DBMS 기반의 데이터 모델링을 통해 구축한 데이터베이스는 각 분야별로 Entity와 Attribute의 공통항목을 도출하거나 중복되는 항목을 통합하여 중복성을 제거하여 매우 경제적이며, 데이터의 빠른 검색을 가능하게 한다. 기존 데이터베이스에서는 데이터의 검색을 위해 폴더와 파일로 구성된 데이터의 물리적 위치를 파악하기 위한 검색 키워드를 파일과 비교하여 검색을 수행하므로 비효율적이다. 하지만 새로 구축된 데이터베이스에서는 검색을 위한 Entity와 Attribute를 도출한 후 이를 테이블로 구축하여 인덱스 스캔의 제공과 검색을 위한 컬럼의 명명규칙을 정한다. 따라서 사용자가 데이터에 대한 사전지식이 없이도 데이터의 신속한 조회 및 검색이 가능하다.

3.3 사용자 요구분석 및 시스템 개발환경 정의

시스템 개발에 앞서 실질적인 시스템 사용자를 대상으로 요구사항을 분석하였다. 사용자 요구분석을 위한 면담은 해양광물탐사를 실시하고 데이터를 사용하게 될 한국 해양연구원 동북아 EEZ 자원연구단을 대상으로 실시하였다. 면담은 시스템의 주요 기능과 표출 방안에 중점을 두고 진행하였다. 본 시스템은 우선적으로 해양탐사데이터를 중심으로 해양 관련 데이터의 도형 표출과 그에 따른 속성 데이터

의 연계가 주요 기능이다. 다양한 탐사분야를 포함하므로 각 탐사분야별 도형 데이터와 속성 데이터의 표출에 대한 요구분석을 진행하였다. 또한, 해양탐사데이터의 분석결과를 바탕으로 데이터의 조회와 각 탐사분야별 데이터의 비교 등이 필요하다는 요구분석 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 필요한 데이터의 종류와 범위, 표출방안 등을 정의하였고, 데이터를 활용하고 분석하기 위해 필요한 기능 등의 요구사항을 바탕으로 시스템을 설계하였다.

GIS를 이용한 해양광물자원정보시스템의 개발환경은 ArcObjects 9.2를 컴포넌트로 이용하였으며, ArcObjects 9.2의 권장 개발환경인 Microsoft Visual Studio 2005에서 VB .NET을 개발언어로 선정하였다. ArcObjects는 ESRI사에서 제공하는 GIS 기능과 인터페이스를 구현할 수 있는 컴포넌트로서 ArcMap에서 제공하는 도형관리과 다양한 공간 분석 기능을 사용할 수 있다[2].

3.4 모듈 단위 기능의 설계

해양광물자원정보시스템에서 관리하는 데이터는 크게 공간 데이터와 속성 데이터로 구성된다. 공간 데이터는 한반도와 주변 국가의 지형도와 주변 수역의 수심도, 국가해양기본도, 해양광물자원, 1997년부터 2010까지의 탐사자료와 EEZ/경계획선의 데이터를 포함한다. 공간데이터는 ArcSDE를 통해 오라클에 저장되고 XML파일을 통해 관리한다[8]. 속성 데이터는 탐사자료의 해석결과인 이미지파일과 관련 설명이 포함된 텍스트파일, 시추코어와 인산염 탐사의 분석결과인 수치자료를 가지고 있다. 해양광물자원정보시스템에서는 이러한 자료를 시스템에 표출하기 위해 시스템 내부에 도형데이터를 표출하는 기

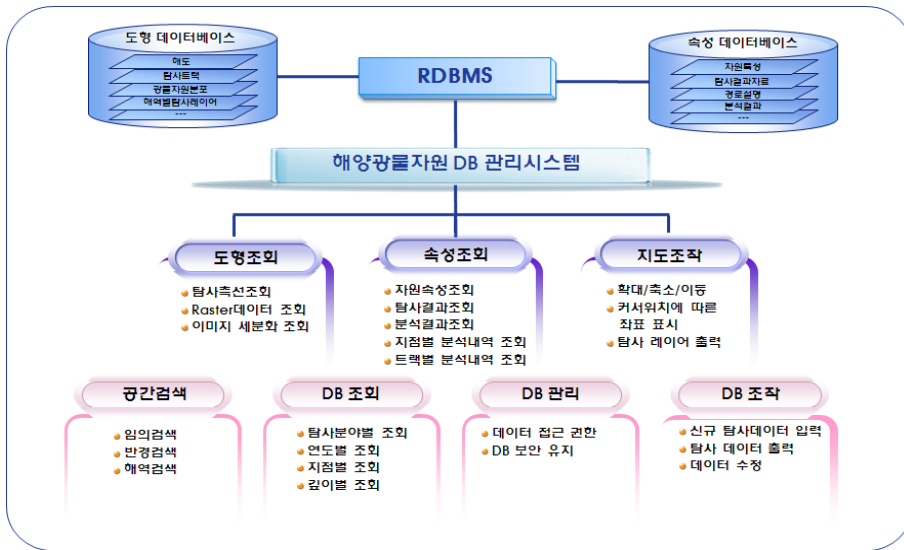


그림 3. 해양광물자원정보시스템 기능 구성도

능과 도형데이터와 속성데이터를 연결하는 기능, Query를 통해 데이터베이스에 저장된 수치자료를 검색하고 활용하는 기능이 필요하다. 따라서 이러한 기능을 중심으로 그림 3과 같이 시스템을 구성하였다.

해양광물자원정보시스템은 크게 도형데이터를 관리하는 기능과 속성데이터를 관리하는 기능으로 나눌 수 있다. 도형을 관리하는 기능은 지도조작과 도형조회, 공간검색의 3가지로 분류할 수 있다. 지도조작은 기본적으로 지도의 확대와 축소, 이동 등의 기능을 수행한다. 도형조회는 시스템에 구축되는 포인트와 라인, 폴리곤의 탐사데이터를 선택하고 속성데이터와 연결하여 조회할 수 있도록 하였다. 공간검색은 사용자의 필요에 따라 임의검색과 반경검색, 해역검색 등 다양한 검색이 가능하도록 하였다.

속성데이터를 관리하는 기능으로는 이미지 및 텍스트 정보를 확인하는 속성조회 기능과 분석결과 DB조회 기능이 있다. 속성조회 기능은 각 탐사분야의 Shape파일 속성에 저장된 이미지와 텍스트를 연계하여 사용자가 지정한 지점에 대해 속성을 확인할 수 있다. 또한 탐사자료의 지점과 트랙번호를 부여하여 해당 지점과 트랙에 따라 검색하고 속성에 접근이 가능하다. 시스템에 저장된 데이터의 특성상 여러 방면에서 속성에 접근하고 다양한 탐사데이터를 한 번에 확인할 수 있게 하기 위해 속성에 접근 방식을 다양하게 구성하였다. DB조회는 현재 데이

터베이스에 구축된 시추코어와 인산염의 분석결과를 수치 값으로 검색하고 결과를 확인할 수 있도록 구현하였다. DB조회는 탐사분야와 연도, 지점, 깊이 별로 검색이 가능하도록 설계하였고, 한 지점에 대해 여러 개의 분석결과가 존재하기 때문에 검색을 원하는 분석 값만 검색할 수 있도록 하였다. 또한 검색된 결과를 엑셀파일로 추출하거나 시스템 상에서 그래프로 확인할 수 있는 기능을 추가하였다. DB관리와 DB조작 기능은 현재 구축된 데이터베이스의 관리 및 향후 탐사에서 생성되는 도형 데이터와 속성 데이터를 추가하고 관리할 수 있도록 설계하였다.

3.5 시스템 구현

3.5.1 시스템 메인 GUI

시스템 메인 GUI는 상단에 분야별 레이어 목록과 추가 기능이 포함된 Menu bar와 지도를 조작하는 Tool bar, 화면 좌측에 Mini map과 전체 레이어를 표시하는 Treeview, 도형데이터 검색의 결과를 표시하는 Treeview로 구성되었다. 화면 중앙에는 Main map과 우측에는 레이어 선택 시 속성을 확인할 수 있는 Panel로 구성되어 있다. 화면 좌측에 Treeview와 우측의 Panel은 필요할 때만 열 수 있도록 숨김 기능을 추가하였다. 화면 하단에는 마우스 포인터가 있는 지점의 위·경도와 수심, 현재 화면의 축척을 표시하게 하였다(그림 4).



그림 4. 메인 GUI

3.5.2 시스템 메뉴 및 주요 기능

시스템의 주요 기능으로는 다양한 공간정보의 표출, 간편한 지도 조작, 다양한 해양자원 정보 검색 및 조회, 도형 검색, DB 검색 및 그래프 확인 등으로 구분된다. 본 시스템은 공간정보의 표출과 화면 조작을 위하여 기본적으로 필요한 Zoom In/Out, Full Extent, Pan, Move, Previous/Next Extent 등의 기능을 포함하였다. 또한, 다양한 해양광물자원과 탐사 결과의 효율적인 표출과 해당 속성정보 제공을 통한 해양 공간 분석 기능을 구현하였다. 해양광물 및 탐사정보의 경우 각각 지점별로 분석 값과 속성이 다르기 때문에 화면 좌측에 레이어 목록이나 상단 메뉴를 통해 원하는 레이어를 화면에 올리고 마우스 클릭을 통해 해당 레이어에 맞는 속성을 확인할 수 있게 하였다. 탐사 결과는 레이어가 중첩되어 있는 경우가 많기 때문에 속성 정보는 탐사분야에 따라 1개에서 4개까지 유동적으로 표시되게 하였다. 특히, 시추코어의 경우 이미지 파일로 시추지점의 퇴적물 사진을 확인할 수 있는데, 사진 상에 특이사항이 있는 부분을 선택하여 데이터베이스에 구축된 수치자료로 바로 검색이 가능하도록 구현하였다. 이 기능은 속성정보와 수치자료를 연계함으로써 사용자가 데이터를 활용할 수 있다.

본 시스템의 주요 기능 중 하나인 도형 검색 기능은 임의 및 반경검색으로 나뉘어 구현하였다. 임의 검색은 사용자가 마우스 클릭으로 임의의 도형을 그리고 해당 범위 내에 부존하는 광물자원 및 탐사측

선의 정보를 조회할 수 있다. 반경검색의 경우 한 포인트를 중심으로 반경 몇 km 이내의 광물자원 및 탐사측선의 정보를 검색할 수 있도록 하였다(그림 5). 이 기능은 검색할 반경에 대해 폴리곤을 생성하고 그 안에 포함되는 레이어를 공간적으로 검색할 수 있다. 이는 EEZ 경계 및 특정 섬의 주위에 부존하는 해양광물자원의 검색 및 탐사 분석 결과를 확인하는데 유용하게 사용될 수 있다.

DB 검색 기능은 오라클 데이터베이스에 저장된 시추코어와 인산염의 분석결과를 탐사분야, 연도, 지점, 깊이별로 검색할 수 있는 기능이다(그림 6). 시추코어와 인산염의 분석결과는 탐사연도와 지점번호, 깊이 값을 가지고 있다. 시추코어의 분석방법은 입도분석과 지화학분석, 물리특성, 절대연대로 나뉘어 있으며, 인산염의 경우 인산염 암석시료와 인산염 코어 시료 데이터를 데이터베이스 테이블에 저장한다. 다양한 분석 값을 한 번에 비교하기 위해 연도와 지점, 분석방법은 여러 개를 한 번에 선택할 수

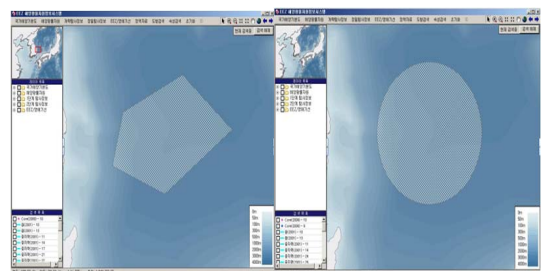


그림 5. 임의검색 및 반경검색

4. 결론

본 연구에서는 한반도 주변 해역에 부존하는 해양광물자원의 효율적이고 체계적인 관리를 위한 해양광물자원정보시스템을 ArcObjects와 VB .NET를 기반으로 개발하였다. 이를 위해 기존에 관리되고 있던 파일기반 시스템의 데이터와 새로 생성된 데이터를 수집하여 상용 DBMS인 오라클과 ArcSDE를 사용하여 데이터베이스를 구축하였다. 나아가 본 시스템에서는 다양한 분야의 해양탐사데이터의 연계를 위해 도형과 속성간의 깊이를 고려한 데이터의 연계가 이루어졌다. 또한, 이러한 데이터의 활용을 위해 도형과 속성 조회, 도형검색, DB검색, 그래프 등의 기능을 추가하였다.

4.1 기대효과

본 연구에서 구축된 시스템은 상용 DBMS인 오라클을 사용함으로써 장기간 구축된 탐사데이터의 중복구축을 최소화하였고, 편리하고 빠른 검색의 수행을 가능하게 하였다. 또한, 폴더와 파일로 구분되어 있어 보안이 취약했던 기존의 데이터베이스를 모델링하여 세분화된 보안 정책의 적용이 가능하게 하였다. 이를 통해 개발된 시스템은 기본적으로 다양한 해양광물자원의 조회 및 분석이 가능하게 함으로써 한반도 주변 해양자원의 효율적이고 체계적인 관리가 가능할 것으로 판단된다.

나아가 본 시스템에서 제공되는 자료는 해양과 관련된 정책 수립 및 탐사사업의 기초자료로 활용될 수 있다. 실제 해양광물자원과 탐사정보, 해역 및 EEZ 기선 등을 시각적으로 확인하고 속성정보를 해양정책 수립에 활용할 수 있다. 아울러 장기간 구축된 탐사정보를 통합하여 구축하였으므로 효율적인 시추계획과 탐사지점을 선정할 수 있다. 또한 해양 관련 통합 DB를 구축함으로써 해양 정보의 공유와 분석을 통하여 해양산업의 확산에도 기여할 것으로 사료된다.

4.2 향후 추진 방향

향후에는 현재 개발된 시스템을 기반으로 보다 다양한 공간분석 기능의 제공과 의사결정 지원을 위한 시뮬레이션 기능 등의 개발이 필요하다. 나아가 영해 및 EEZ 기선을 활용하여 해역을 나누고 각 해역별 부존하는 해양광물자원 매장량을 자동 계산하여

개략적 경제성 분석과 함께 국가적 차원의 해양광물자원의 시추계획 수립을 지원해야 할 것이다. 또한 기존의 2차원 위주의 표출 시스템은 해양광물자원과 다양한 종류의 탐사작업을 표출하고 데이터를 활용하는데 어려움이 많다. 현재 구축된 탐사데이터는 대부분 수심과 연관된 만큼 수심을 포함한 3차원 표출 시스템의 개발이 보다 정확하고 효율적인 해양자원의 탐사와 시추를 위한 계획 수립에 필수적이다.

참고 문헌

- [1] B. E. Vanden, S. Claus, W. Appenltans, S. Faulwetter, C. Arvanitidis, P. J. Somerfield, I. F. Aleffi, 2009, "MacroBen integrated database on benthic invertebrates of European continental shelves: a tool for large-scale analysis across Europe", MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES, vol. 382, pp. 225-238.
- [2] ESRI, 2010, "Introduction to Programming ArcObjects Using the Microsoft .NET Framework".
- [3] W. Zhou, G. Chen, H. Li, H. Luo, S. L. Huang, 2007, "GIS application in mineral resource analysis-A case study of offshore marine placer gold at Nome, Alaska", Computers & Geosciences, vol. 33, pp. 773-788.
- [4] 김계현, 김선용, 박은지, 유혜수, 2007, "GIS를 이용한 배타적 경제수역 해양자원정보시스템의 구현에 관한 연구", 한국공간정보시스템학회 논문지, 제9권, 제2호, pp. 55-66.
- [5] 김계현, 2010, 공간분석, 문운당.
- [6] 김현욱, 최현우, 오정희, 박찬홍, 2007, "독도 해양자료의 통합적인 관리를 위한 GIS 데이터 모델 수립", 한국지리정보학회지, 제10권, 제4호, pp. 153-167.
- [7] 미국해양데이터센터(NODC) <http://www.nodc.nl/>
- [8] 송현오, 김계현, 김무준, 2010, "GIS 기반의 XML을 이용한 해양탐사 데이터 관리 시스템 개발에 관한 연구", 한국공간정보학회 논문지, 제18권, 제4호, pp. 65-73.
- [9] 송현오, 2011, "GIS 기반의 해양탐사데이터 관리를 위한 공간데이터베이스 구축에 관한 연구", 석사학위 논문, 인하대학교.

- [10] 일본해양데이터센터(JODC) <http://jodc.go.jp/>
- [11] 한국해양데이터센터(KODC) <http://kodc.nfrid.re.kr/>
- [12] 한국 해양연구원, 2008, “배타적경제수역 해양광물자원조사 보고서”.

논문접수 : 2011.09.30
수 정 일 : 1차 2011.11.29 / 2차 2011.12.12
심사완료 : 2011.12.15



김 동 일

2011년 인하대학교 지리정보공학과 졸업(공학사)

2011년~현재 인하대학교 지리정보공학과 석사과정

관심분야는 해양 GIS, 환경 GIS, GIS 기술개발, GIS 소프트웨어 개발



김 계 현

1982년 한양대학교 자원공학과 졸업(공학사)

1989년 미국 아리조나대학(투산) 수문학과 졸업(공학석사)

1993년 미국 위스콘신 주립대학(매디슨) 토목환경공학과 졸업(공학박사)

1995년~현재 인하대학교 지리정보공학과 정교수
관심분야는 GIS를 활용한 수자원·수질관리, 재해·재난 관리, 시설물관리, GIS 표준화, 유비쿼터스 GIS 기술 개발, 해양 GIS 등



박 용 현

2010년 인하대학교 생명과학과 졸업(이학사)

2011년~현재 인하대학교 지리정보공학과 연구원

관심분야는 Web GIS, 해양 GIS, GIS 소프트웨어 개발