

심해저 광물자원 탐사자료의 데이터베이스 구축연구

박찬영* · 고영탁* · 문재운* · 김현섭* · 안홍일**

A Study on Database System for Deep-sea Mineral Exploration

Chan Young Park*, Young Tak Ko*, Jai Woon Moon*,
Hyun Sub Kim* and Hong Il Ahn**

ABSTRACT : In order to utilize the data obtained during the deep-sea resources exploration program, the analysis of data structure and database were conducted to develop an appropriate data operating system called Deep-sea Database System. The Relation Data Base Management System, RDBMS, was chosen as a data managing system and the MS Access™ as a DB engine, and the MapInfo™ software as GIS tools. Problems in networking and security were detected and solved during the operation test. Accordingly, development of standardized operative procedure was proposed in obtaining raw data. This proposal will also be reflected in the subsequent phase of the deep-sea program. The Deep-sea Database System could be applied to the selection of potential mining sites and the estimation of economical efficiency over the KODOS (Korea Deep Ocean Study) region. It is also expected that this system might improve the efficiency of detail survey and help in the relinquishment process as a fulfillment of the obligation as a pioneer investor.

서 론

우리나라가 '92년 심해저 망간단괴 광구지역에 대한 탐사를 시작한 이래 많은 양의 심해저 광물자원에 대한 탐사자료가 축적되어 왔다. 이러한 탐사자료들은 많은 연구자금과 인력을 사용하여 얻어진 자료로서 보다 효율적인 자료활용이 요구되고 있다. 또한, 많은 양의 축적된 탐사자료들을 체계적으로 분류하고, 자료들을 데이터베이스화 함으로서 탐사자료 및 그 해석자료를 효율적으로 관리 및 이용하고, 이를 지리정보시스템 (GIS)화하여, 원하는 자료를 손쉽게 취득하고 종합하는 일 등은 탐사기술 개발분야의 하나라 할 수 있을 것이다.

데이터베이스란 어느 특정조직의 응용업무에 공동으로 사용하기 위해 운영상 필요한 데이터를 중복을 최소화하여 컴퓨터 기억장치내에 모아놓은 집합체라고 정의할 수 있다 (오해석, 1996). 또한 지리정보시스템 (GIS)이란 지

도 및 위치정보를 근간으로 해 자료의 공간적 도시 및 공간해석을 용이하게 해주는 컴퓨터 저작 도구의 총칭으로 볼 수 있을 것이다 (Ripple, 1989).

본 연구는 심해저 탐사자료들의 자료구조를 분석하여 알맞은 데이터베이스 시스템과 지리정보시스템을 도입하고, 탐사자료 및 그 해석자료들을 분류 및 현시 함으로서, 심해저 탐사자료들을 최근 데이터베이스시스템의 추세인 멀티미디어 데이터베이스화하는 연구의 일환중 하나이다. 또한, 이를 통하여 유엔 선행투자자의 의무사항인 정밀탐사와 광구포기작업의 정확성을 높이고, 유망광구의 선정과 경제성 판단의 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

심해저 데이터베이스의 운영시스템

데이터베이스 관리 시스템 (Data Base Management System: DBMS)이란 데이터베이스의 구성에서부터 이용까지의 모든 것을 취급하는 소프트웨어들을 말한다 (오해석, 1996). 현재 상용되고 있는 여러 가지 DBMS중 심해저 탐사자료를 관리하고 효율적으로 활용할 수 있는 시스템을 찾기 위한 사전조사를 수행하였다. 또한 해양탐사자료와 같이 지도와 화상자료를 관리·운영하는데에는 데이터베이스모델중 관계형 모델이 현재까지 운영되는

* 한국해양연구소 심해저자원연구센터 (Deepsea Research Center, Korea Ocean Research & Development Institute, Ansan, 425-170, Korea)

** 서울대학교 공과대학 자원공학과 (Department of Mineral and Petroleum Engineering College of Engineering, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea)

모델중 가장 적합하며, 관리 및 향후 보완 및 개선의 효율성을 지니고 있어 관계형 모델을 심해저 데이터베이스 시스템의 기본모델로 선정하였다.

관계형 데이터베이스모델은 1969년 E.F. Codd에 의해 고안되었으며, 집합이론과 술어논리로 불리는 수학적 모델을 기초로 개발되었다 (Litwin *et al.*, 1996). 관계형 데이터베이스 모델은 기존의 타 데이터베이스모델에 비해 데이터의 기입, 갱신 및 삭제가 효율적이며, 데이터 검색, 요약 및 보고가 효율적이다 (오혜석, 1996). 이러한 관계형 모델은 데이터베이스가 잘 형성된 모델에 따르기 때문에 서술된 대로 동작하는 특징을 가지고 있다. 또한, 정보의 많은 부분이 애플리케이션보다는 데이터베이스에 저장되기 때문에 데이터베이스는 그 자체에 도큐먼트 측면을 가지고 있으며, 데이터베이스 스키마를 쉽게 변경할 수 있는 장점을 가지고 있다 (오혜석, 1996; Litwin *et al.*, 1996).

본 연구에서는 사용자가 용이하게 접근하여 사용할 수 있도록 PC상에서 운영되며, 운영 및 관리가 용이한 소규모의 네트워킹을 구성하는 관계형 데이터베이스 모델을 이용하였다. 심해저 데이터베이스 시스템의 DBMS로는 개발 및 그 응용틀이 PC 상에서 운영되며, 관계형 데이터베이스를 지원하는 MS (Microsoft)사의 ACCESS를 이용하였다. ACCESS DB엔진은 타 데이터베이스 소프트웨어에 비해 엔트리레벨 최종사용자와 고급레벨 최종사용자가 똑같은 틀을 편하게 이용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 기본운영체제인 MS사의 Windows 95와 NT 상에서 가장 잘 구현되는 특징을 가지고 있다. 이 ACCESS DB 엔진은 멀티스레드, 32비트 데이터베이스 엔진 (Jet 3.0 엔진)과 함께 진정한 32비트 데이터베이스관리 시스템으로 알려져 있다 (Litwin, *et al.*, 1996).

이 상용소프트웨어는 Dynaset지원, 통합된 데이터사전, 참조무결성, SQL에 대한 지원 등의 관계형 모델을 지원한다. 강력한 절차적 언어인 VBA (Visual Basic for Application)를 포함하지만 비절차적 환경을 제공하고, VBA 코드를 사용하여 데이터를 조작할 수 있는 우수한 객체모델 (Data Access Object, DAO)을 가지고 있다. 32비트 OLE 커스텀 컨트롤, Windows 32 API, VBA 애드인에 대한 지원을 포함하여, 크게 확장할 수 있다. 또한, 파일서버와 클라이언트 서버환경을 공유하는 멀티유저 데이터베이스를 지원함으로써 심해저 탐사자료를 효율적으로 DB화할 수 있다. 기타의 특징을 살펴보면, 데이터베이스엔진인 Jet 엔진은 1990년대의 기술에 바탕을 둔 성숙하고, 잘 구성된 관계형 데이터베이스엔진이다. 이는 최근의 윈도우상의 프로그래밍 도구인 Visual Basic과 Visual C++과 같은 Microsoft제품에 공유되고 있다 (Groh, 1996).

심해저자료의 분류

데이터베이스화하려는 심해저탐사자료는 1992년부터 1997년까지의 "심해저광물자원 탐사사업"을 수행하면서 획득된 자료로서, UN에 등록된 북동태평양 클라리온-클리퍼톤 단층대내의 대한민국 광구지역과 그 주변지역에서 얻어졌다. 이들 자료는 크게 망간단괴 광상의 개괄탐사 및 정밀탐사 자료와 환경연구자료로 구분된다. 이 자료를 통하여 유망채광지역과 채광에 따른 환경보전연구가 현재 수행중이다. 또한 서태평양일대의 망간각 탐사자료와 열수광상 탐사자료도 데이터베이스 구축에 포함되는 자료들이다.

심해저 탐사자료는 각각의 탐사항목에 따라 얻어지는 자료의 종류가 상이하므로 먼저 망간단괴 탐사자료를 우선으로 하여 망간각, 열수광상 및 환경연구를 대상으로 자료들을 분류하였다. 이는 주로 실험역 탐사의 항차별 탐사목적에 따라 획득되는 자료가 구분되며, 기존의 자료들도 탐사항차에 따라 분류되어 보존되어 있어 상기와 같은 분류를 사용하였다.

망간단괴 자료는 Fig. 1에서와 같이 망간단괴 부존량 자료, 지화학자료, 광물조성 자료, 지구물리자료, 심해저 퇴적물의 공학적 특성 및 미고생물자료로 분류하여 수록 및 검색하게 하였다. 망간단괴 부존량 자료는 광상의 매장량 분석과 경제성 분석에 사용되며, 향후 유망광구지역 선정에 필요한 자료이다 (박찬영 등, 1996). 이 자료는 금속부존량, 망간단괴 부존 밀도, 자원 매장량으로 분류하여 버튼식으로 세부메뉴를 구성하였다. 수록된 부존량자료는 Mn, Co, Cu, Ni의 4대 금속에 대한 금속 부존량을 수록하였으며, 망간단괴의 부존 밀도자료는 망간단괴의 단위면적당 무게로 환산된 자료이며 FFG시료채취기에서 채취된 실 부존밀도와 사진으로부터 추정된 부존밀도 및 보정



Fig. 1. Menu box in manganese nodule DB.

부존밀도로 분류한다. 망간단괴의 매장량은 각 광구별, 단위 블록별로 추정된 자료 수록하여 메뉴방식으로 검색케 하였다.

지화학자료는 망간단괴의 화학분석자료, 퇴적물의 화학분석자료, 망간단괴의 전자현미경분석자료 및 해수의 지화학 분석자료로 분류된다. 세부적으로 망간단괴의 화학분석자료는 화학분석한 기기와 주성분원소 및 수분함량을 포함하며 퇴적물자료는 분석기와 주성분원소 및 회토류원소 분석자료를 포함한다. 전자현미경분석 (EPMA)자료는 특별히 망간단괴를 분석한 화학원소 함량을 수록하였다. 해수자료는 화학분석에 사용된 분석기와 해수중 함유된 음이온 및 양이온 원소들을 수록하였다.

광물조성자료는 망간단괴의 광물조성과 해저퇴적물의 광물조성자료로 분류하였으며, 망간단괴의 광물조성자료는 점토광물을 포함한 구성 광물의 조성비를 수록하였다. 지화학자료 및 광물조성연구는 성인 및 구성원소들의 거동연구에 사용된다.

지구물리자료는 광구지역의 수심자료, 천부지층자료, 중력, 자력탐사자료로 분류하고, 탄성파자료는 자료의 양이 방대하여 현재 검색 및 자료입력에서 제외하였다. 그러나 차후 탄성파자료를 index하여 최종 결과도면만 제공할 예정이다. 수심자료는 지형분석과 향후 이지역 채광에 필요한 기본도면 작성에 사용되어진다. 천부지층자료는 퇴적층의 두께와 분포를 제공하며, 이는 퇴적물의 공학적 특성과 함께 채광기운영에 필수적인 자료이다 (박찬영 등 1996). 중력 및 자력 자료는 탄성파자료와 함께 이 지역의 지구조적 해석 및 성인 연구에도 필요한자료이다.

지구물리자료중 수심자료는 정밀음향측심기 (PDR)로부터 얻어지는 자료와 다중음향측심기인 SeaBeam2000으로부터 얻어지는 광역수심자료로 분리하여 수록하였다. 광역수심자료는 따로 SeaBeam2000 장비의 고유 포맷을 사용하였고 정밀수심자료는 국제적으로 해양 지구물리자료의 교환 표준포맷인 MGD77 (Marine Geophysical Data)포맷으로 수록하였다. 이 MGD77 포맷은 수심자료와 중력 자력 자료를 포함한다.

천부지층자료는 현장 기기인 SBP (Sub Bottom Profiler)의 포맷인 SEG-Y포맷으로 설정하였고, 수치화 된 천부지층자료와 결과물인 화상자료로 분류하여 수록하였다.

중력 및 자력자료는 MGD77포맷으로 수록하였으며, 중력자료는 관측중력치, Eötvös 보정유무 및 Free Air 보정값을 수록하였다. 자력자료는 전자력치, 일변화 보정유무, IGRF변수 및 잔류 자력치 등을 수록하였다.

해저 퇴적물의 공학적 특성 및 미고생물자료는 해저퇴적물의 입도분석자료 및 토질공학적 특성, 생층서자료, 고

환경자료, 해수자료로 분류하여 수록하였다. 퇴적물의 입도 분석자료에는 해저면 퇴적물의 층서별 입도분석자료를 수록하였다. 퇴적물의 토질공학적특성 자료에는 퇴적물의 전단응력자료, 액상 및 소성한계 자료를 수록하였다. 퇴적물의 생층서자료에는 퇴적층의 색경계자료 및 생물교란 흔적유무 등의 자료를 수록하였으며 교환경자료는 퇴적물의 고지자기 자료와 고생물자료를 수록하였다. 해수자료는 수층별의 물리적특성자료를 수록하였으며, 수층내 원소들의 함량자료는 상기 한 바와 같이 지화학자료 그룹에 포함하였다.

또한, 지구물리, 지질 및 지화학자료는 분류하여 저장매체중 가격이 저렴한 CD-ROM에 저장하였다. 화상자료들은 주로 DSC (Deep Sea Camera)의 사진자료와 FFG 부착 심해저카메라의 사진자료로 구성되며, 사진자료들은 현상된 필름을 이용하여 필름스캐너로 수치화하여 수록하였다. 화상자료의 저장은 CD-ROM을 사용하였으며, 비디오자료는 index를 주어 관련정보와 함께 DB화하였다. 기존 계측기기의 기록지 자료들인 아날로그자료는 칼라스캐너로 수치화상으로 전환하여 수록하였다. 기존의 Map 자료들도 기록지자료와 동일하게 칼라스캐너로 입력하여 수치화상으로 저장하였다. 기존의 타 저장형태로 보관되어진 수심자료, 자력, 중력, 탄성파자료 등 지구물리자료들을 기존의 저장형태에서 MGD77 형식으로 전환하여 저장하였다.

지질자료 및 지화학자료들도 또한 망간단괴, 퇴적물, 해수 등 시료의 종류 및 분석방법에 따라 분류하여 각각의 자료별로 관계성을 부여하였다 (Fig. 2). 지질 및 지구화학자료들은 채취된 정점의 위치자료를 이용하여 위치속성을 부여하여 차후 심해저자료의 공간 DB화에 활용할 수 있게 하였다.

망간각자료는 망간단괴자료와 같이 부존량자료, 지화학자료, 광물조성자료, 지구물리자료로 분류하여 구성하였으며, 기반암에 대한 자료가 추가되어 구성되었다 (Fig. 3). 열수광상자료의 세부자료구조는 차후 열수광상탐사가 진행되는 시점에서 세부적으로 구성 될 예정이다. 망간각탐사와 열수광상 탐사는 본연구가 진행되는 시점에서 아직 시행되지 않았기 때문에 이들 자료에 대한 자료분류 및 구조는 차후 망간각탐사와 열수광상탐사가 시작되는 시점에서 진행될 예정이다.

환경연구자료는 수층 생태계자료, 저층 (benthic) 생태계자료와 기상자료로 분류하였다 (Fig. 4). 수층생태계자료는 수층의 물리자료, 지화학자료, 생물자료로 분류하였으며, 물리자료로는 수층별 온도, 수층별 염분도, 해류의 속도 및 방향 자료 등으로 분류하였다. 수층의 지화학자료

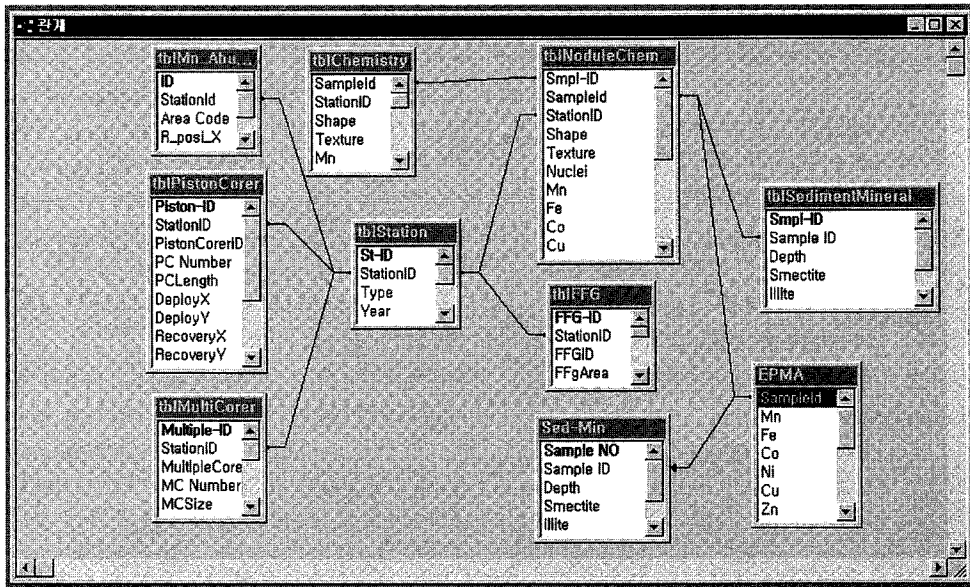


Fig. 2. The relationship diagram between geological and geochemical DB.



Fig. 3. Menu box in manganese crust DB.

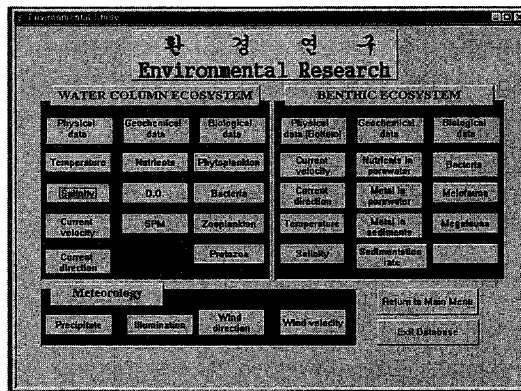


Fig. 4. Menu box in environmental DB.

는 영양염, 용존산소량, SPM자료 등으로 분류하였다. 수층 내 생물자료로는 식물성 플랑크톤, 박테리아, 동물성 플랑크톤, 원생동물자료 등으로 분류하였다. 저층생태계 자료도 물리자료, 지화학자료, 생물자료로 분류하였고, 물리자료로는 저층해류의 방향과 속도, 해수의 온도, 퇴적속도자료 등으로 분류하였다. 지화학자료는 해저면 퇴적물 기공 내의 해수 (pore water)의 영양염 및 금속함량자료, 해저 퇴적물의 금속함량자료 등으로 분류되며, 생물자료로는 박테리아, 중형동물 (microfauna), 대형동물 (megafauna) 자료를 포함하였다. 이 환경연구자료는 채광시 교환되는 환경변화에 대한 영향평가에 사용되며, 현재 심해저 환경연구가 초기단계에서 진행되고 있어 차후 기타의 항목이 추가될 예정이다.

기상자료로는 비, 이슬, 입자 등의 강하물자료와 조도자료, 풍향 및 풍속자료로 분류하였다.

심해저 탐사에서 획득되는 자료의 종류와 분석영역, 연구목적 등의 상세한 기술은 해양연구소에서 매년 발행되는 "심해저 광물자원 탐사보고서"에 자세히 언급되어 있다 (동력자원부, 1992; 상공자원부, 1993; 상공자원부, 1994; 통상산업부, 1995; 해양수산부, 1996; 해양수산부, 1997).

데이터 타입에 따른 DB구조 해석

심해저 자료를 자료구조 해석을 위하여 과제별 뿐만 아니라 데이터 타입에 따라 지구물리자료, 지질자료, 지구화

학자료, 부존량자료, 심해환경자료, 장비별 초기 획득자료로 분류하였다.

지구물리자료는 주로 MGD77 포맷을 이용하였고, 항차별, 탐사측선별로 탐사자료, 항차자료 및 측선 정보 등을 수록하였다. 항해자료는 별도로 입력하여 위치와 시간을 기본필드로 삼았고, 자료의 관계성에 따라 쿼리를 이용하여 타 지구물리자료 (수심, 중력, 자력 등)와 병합하였다.

지질자료들은 망간단괴, 퇴적물, 망간각 등의 매질별로 광물학자료 및 입도 자료 등을 수록하였다. 지질자료는 초기 자료 획득이 정점단위로 시료가 채취되어 분석되므로 정점자료의 정점번호와 위치를 기본필드로 삼아 광물 분석자료와 입도자료와 병합되게 관계성을 부여함으로써 관계형 데이터모델에 적합하도록 설계하였다 (Fig. 2).

지구화학자료들도 망간단괴, 퇴적물, 해수들의 금속원

소, 희토류원소 등 원소분석자료를 수록하였고, 지질자료와 동일하게 정점자료와 관계성을 이용한 병합처리 가능토록 설계하여 분리·수록하였다.

망간단괴 부존량자료는 단괴의 부존밀도, 유용금속 부존량 등의 자료들을 광구지역별로 수록하였고, 광구별 망간단괴부존량, 4대 금속 (Mn, Co, Cu, Ni)의 부존량 등을 수록하였다.

심해환경자료는 수층자료, 저서생물, 일반기상자료로 분류하여 정점자료와 관계성을 부여하였다. 상기한 바와 같이 심해환경연구자료들은 심해환경연구가 진행됨에 따라 차후 자료항목의 추가가 될 수 있도록 설계하여 자료들을 수록하였다. 이러한 자료구조의 변경은 관계형 데이터베이스모델에서는 관계성의 부여로 각각의 자료DB가 최적화 되므로서 용이하게 이루어 질 수 있다.

필드이름	데이터형식	설명
St-ID	일련 번호	
StationID	문자열	YYCCSSSs - YY: Year, CC- Cruise NO., SSS - station NO, s - additional station NO.
Type	숫자	10 - 망간단괴탐사, 20 - 환경탐사, 30 - 망간각탐사, 40 - 열수광상탐사
Year	숫자	
PositionX	문자열	13244666 - 132D 44,666M, (-) : West (+) : East
PositionY	문자열	11556666 - 11D 55,666M, (-) : South, (+) : North
Operation Item	문자열	
Area Code	문자열	

Fig. 5. Data structure in station logbook DB.

필드이름	데이터형식	설명
FFG-ID	일련 번호	
StationID	문자열	YYCCSSSs - YY: Year, CC- Cruise NO., SSS - station NO, s - additional station NO.
FFGID	숫자	
FFGArea	숫자	
DeployX	숫자	
DeployY	숫자	
RecoveryX	숫자	
RecoveryY	숫자	
Deploy Time	문자열	
Recovery Time	문자열	
Recovery Check	예/아니오	
Camera	예/아니오	
Strobe	예/아니오	
NoduleRecovery	숫자	unit : g
NoduleAbundance	숫자	unit : kg/m2

Fig. 6. Data structure in FFG logbook DB.

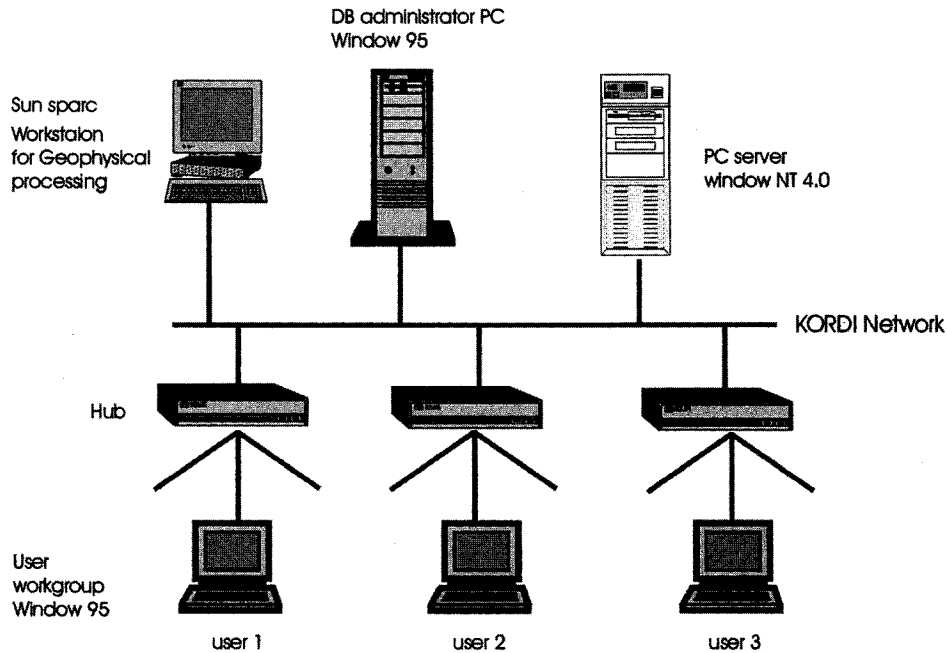


Fig. 7. The network system in Deep-sea Database and GIS.

장비별 초기 획득자료는 실패역탐사시 초기에 획득되는 데이터의 야장포맷을 데이터의 종류별로 분류하여 입력될 수 있도록 설계하였다. 이렇게 함으로서 초기 자료의 생성에서 추후 분석된 해석자료까지 일련의 자료생성 루틴을 따라 생성된 자료들의 관계성 성립이 용이하게 되도록 설계하였다. 장비별 야장들은 FFG, Box-corer, Piston corer, Multiple corer, CTD, DSC 등이며, 이들 초기 자료획득의 야장폼을 입력하여 실패역의 탐사자료의 초기생성에서부터 DB화 되도록 설계하였다 (Fig. 5, Fig. 6).

심해저 DB의 client/server 환경

심해저 DB의 운영환경은 설계 초기부터 PC서버 환경으로 구성되었다. 현 심해저 자료의 상당부분은 내부적으로 비공개를 원칙으로 하고있어 설계시 소규모의 네트워킹과 심해저 관련 부서의 한정된 사람들이 사용하게 설계하였다.

심해저 DB의 client/server 환경은 PC 서버 환경의 네트워킹으로 구성되었으며, 네트워크의 구성은 파일 server로서 PC server를 구입하여 구성하였고, 기존의 SUN sparc 시스템을 자료의 back-up과 지구물리자료 처리용으로 구성하였다. 또한 Pentium 200MHz PC를 GIS 및

DB 관리자용 PC로 구입하여 구성하였다. Fig. 7은 심해저 DB의 네트워크 구성도이다. 서버와 클라이언트 시스템은 양질의 화상과 고속의 자료전송을 위해 다음의 사양으로 구성하였다.

- ㉠ Pentium PC (파일 서버)
 - CPU : pentium 166 MHz,
 - HDD : 6Gbyte (내장형) + 4Gbyte (외장형), SCSI type,
 - Video card : 4M wram
 - CD-ROM : 8x, SCSI type
 - CD-ROM writer : 4x SCSI type
 - OS : MS window NT 4.0
- ㉡ client PC-최소사양 (사용자에 따라 약간의 변동 있음)
 - CPU : pentium 120MHz 이상
 - ram : 32Mbyte 이상
 - video card : 2M ram 이상
 - Ram : 32M 이상
 - LAN card-PCI type
- ㉢ DB 및 GIS 관리자 PC
 - CPU : pentium 200MHz
 - ram : 32Mbyte
 - video card : 4M wram

- HDD : 4Gbyte
- CD-ROM : 20x EIDE type

PC sever와 client간의 LAN연결은 가급적 T1급으로 연결되어야 하나 새로운 cable 설치 및 HUB의 구입이 고가이므로 현재 사용중인 연구소내 LAN을 이용하여 구축하였다.

심해저 DB 및 GIS 구축 및 운영

심해저 데이터베이스시스템은 현재의 시스템의 하드웨어 용량을 감안하여 20 users를 기본사용자로 설정하였다. PC server는 운영체제인 MS 사의 Window NT상에서 자료파일관리, 보안유지 및 사용자관리를 하며, 사용자 그룹 전원을 작업그룹으로 설정하여 운영토록 설계하였다. server의 운영체제로 Window NT의 선정은 Novell Netware와 달리 부수적인 비용이 들지 않으며, 타 작업 그룹과의 차후 연결성을 고려하여 선정하였다.

심해저 데이터베이스 사용자들은 사용자 PC (client PC) 상에서 DB 엔진으로 MS사의 ACCESS와 GIS 저작 도구로서 MapInfo사의 MapInfo를 설치하여야 심해저 DB에 접근하여 자료를 검색하고 획득할 수 있다.

PC sever의 운영체제로 MS사의 Windows NT 4.0이 사용되었으며, client 컴퓨터의 운영체제로는 MS사의 Windows 95나 NT 4.0이후의 버전으로 설정하였다.

각각 사용자 그룹 및 파일들의 관리를 위하여 이중 보안체제를 설정하였다. 심해저DB 자료의 관리, 사용자관리, 네트워크 연결 등은 PC sever의 OS인 NT에서 관리하도록 설계되어 운영되며, DB 및 GIS 자료의 접근은 사용자 PC상의 MS ACCESS와 MapInfo 소프트웨어상에서 부여된 사용자 ID 점검을 통해 관리토록 하였다.

사용자그룹을 관리자 그룹, 사용자 1그룹, 사용자 2그룹의 3단계로 구분하여 각 사용자그룹별로 계급 설정을 통한 자료 접근단계를 설정하였다. 사용자그룹중 관리자 그룹은 심해저 자료의 입력, 수정 및 검색기능을 수행할 수 있도록 하였으며, 그룹내 사용자별로 자료의 소유권을 주어 자료의 변질 가능성을 차단하였다. 사용자 1그룹은 사용자중 각 자료의 생성자에게만 자료생성 분야에서만 입력 및 수정이 가능토록 하였고 한시적으로 생성자료의 수정을 허락하였다. 또한 전 자료의 검색 가능토록 하였다. 사용자 2그룹은 자료에 대한 검색권한만 부여하였다.

또한, MapInfo 소프트웨어 사용자는 MapInfo 소프트웨어를 사용할 때 사용자 컴퓨터에 키락 (key lock)을 설치하여야만 하므로 여기에서도 사용자 관리를 할 수 있다.

심해저DB와 GIS설계와 운영시 사용되는 상용 소프트웨어는 MS사의 ACCESS와 MapInfo 사의 MapInfo에 여러 가지가 있으며, 그 사용처는 다음과 같다.

MS ACCESS DB는 심해저 DB의 table 생성 및 관리, 기본 자료의 변환, macro와 VBA (Visual basic for Application)을 이용한 자료검색 메뉴생성, 자료의 검색, 그림자료의 출력 등을 제공하며, 사용되어진 소프트웨어의 버전은 ACCESS 95 (Access 7.0)이다.

MapInfo사의 MapInfo소프트웨어는 ACCESS에서 생성된 DB 자료를 MapInfo용 DB로의 변환, 위치속성을 가진 자료의 표기, 계층의 생성 및 제어, 디지털타이저를 이용한 기존 map의 입력 및 관리 등을 수행한다. 이 소프트웨어는 Windows 95와 NT상에서 운영된다.

Golden software사의 SURFER는 수심, 부존밀도, 금속함량 등 공간분포를 나타내는 등치선도 (contour map)의 생성, 영상도 (image map)의 생성 등을 지원한다. 영상도는 그림파일의 확장자가 bmp나 jpg로 변환되어져 ACCESS와 Visual basic으로 프로그램된 유틸리티 프로그램 및 MapInfo 소프트웨어에 지도자료로 제공된다. vector map은 AUTO CAD의 자료호환 포맷인 DXF파일로 변환되어 MapInfo상에서 지도자료로 제공된다.

Corel사의 Coreldraw 소프트웨어는 기존 그림자료들의 변환, 기존 Map자료의 스캐닝 작업을 통한 벡터 map 변환, 주석 (annotation) 등을 제공한다. DXF파일과 bmp, jpg와 같은 그림파일을 ACCESS 및 MapInfo에 제공하는 작업을 수행하는데 사용되었다.

Adobe사의 Adobe Photoshop 소프트웨어는 사진자료의 스캐닝 입력, 화질개선을 위한 필터링작업 등을 수행한다.

Media Cybernetics사의 Imagepro for windows 소프트웨어는 사진 및 필름자료의 수치화상 입력, 비디오 자료의 화면 캡처링 및 저장, 화상자료의 indexing 및 DB작업에 활용하고 있다.

Microsoft사의 EXCEL은 기존 자료를 ACCESS DB용으로 변환하며, 도표작성 등에 사용되며, 윈도우상에서 OLE를 이용한 자료의 공유 등에 사용되었다.

또한 사용중인 소프트웨어간의 공유 및 DB운영에 필요한 유틸리티를 프로그래밍 하는데 사용되는 프로그래밍 언어로는 ACCESS 95용 매크로 (macro)가 사용되며, 이 매크로언어는 심해저 DB 시스템의 메뉴설계, 보안유지, 각 메뉴단계 이동, 에러검색에 필요한 유틸리티를 제작하는데 사용되었다.

또한, VBA (Visual Basic for Windows)가 사용되며, 이 언어는 ACCESS DB 프로그램 상에서 MapInfo, Surf-

er 및 유틸리티 프로그램으로 자료의 이동 및 Shell을 이용한 다중 프로그램 운영 등에 사용되었다.

Microsoft사의 Visual Basic 언어는 ACCESS DB 프로그램 상에서의 호출되는 수심도, 경사 분석도, 공간해석도 등을 보여주고 각각의 지도에서 제공하는 자료의 출력을 지원하는 유틸리티 프로그램의 제작에 사용되었다.

Microsoft사의 Visual C++ 언어는 윈도우상에서 지원되는 API 함수의 응용과 유틸리티 프로그램의 입·출력 부분 설계에 사용되었다.

MapInfo사의 MapBasic 언어는 MapInfo 소프트웨어상에서 단계별 메뉴설계, 보안유지, 주제도 작성, 계층제어, 지도창과 정보창의 결합 등에 사용되었다.

GIS를 이용한 공간DB 구성

심해저 탐사자료중 위치속성이 부여된 자료들에 대해 GIS소프트웨어 (MapInfo)를 이용한 공간 DB의 현실화를 수행하였으며, 심해저 데이터베이스시스템용 DBMS인 ACCESS DB 와 GIS 소프트웨어인 MapInfo 간의 데이터베이스파일의 공유를 통해 심해저 공간 DB를 구성하였다. 세부적으로 ACCESS 상의 자료 DB를 매크로를 통해 MapInfo상의 호환 DB로 전환하고, shell을 이용하여 MapInfo의 호출 및 자료를 공유하도록 하였다. MapInfo 상에서는 MapBasic을 이용하여 ACCESS 프로그램의 실행 및 자료의 공유를 가능하도록 하였다.

심해저 DB와 GIS의 통합운영을 위한 초기 화면구성을 하였고, Visual basic을 이용하여 심해저 데이터베이스 시스템의 가동, MS ACCESS 와 MapInfo의 실행 선택 메뉴를 설계하여 구현하였다. 자료 검색을 주로 하는 경우는 ACCESS DB를 선택하고, 지역정보의 활용, 지구물리자료의 출력 등의 공간자료 활용시는 MapInfo를 선택하도록 하였다.

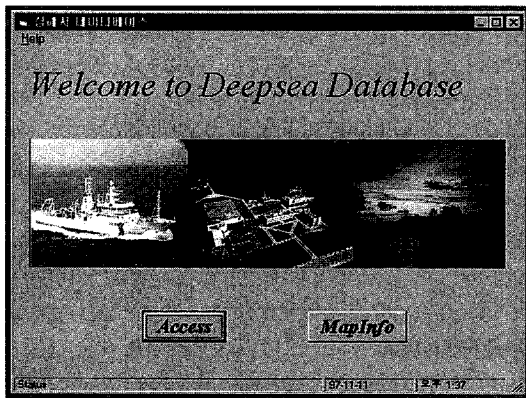


Fig. 8. The initial menu of Deep-Sea Database system.

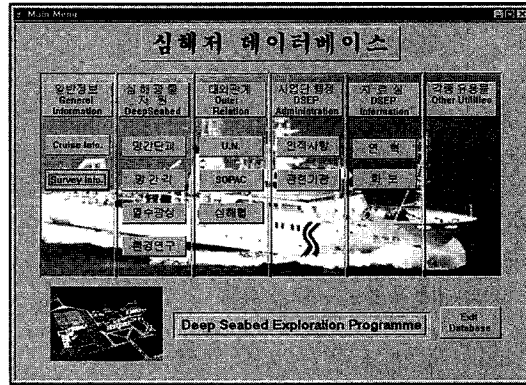


Fig. 9. The main menu box of Database in Access DB.

록 하였다 (Fig. 8).

심해저 DB의 초기화면 상에서의 유틸리티를 수행하고 (Fig. 9), 사진 및 영상의 입력 등 일련의 과정을 수행하도록 하였다. 프로그램 작성후 시험운영을 수행하였고, 시험 운영중 1차적으로 발견된 프로그램상의 버그는 수정보안 하였다.

또한 각각의 자료 DB간의 관계성을 이용하여 좌표속성 부여 Query를 디자인하여 수행하였다. 지질 및 지화학자료중 분포해석에 필요한 자료는 정점 자료와의 관계성 부여로 공간적 현실화를 수행하였다.

MapInfo GIS의 활용

상용 소프트웨어인 MapInfo를 활용하여 우선적으로 지구물리자료, 지질 및 지화학자료를 선정하여 GIS를 위한 속성 계층 (layer) 설계를 수행하였다. 현재 자료가 부족한 환경연구자료 및 퇴적물특성자료의 계층설계 및 구성은 기본설계만을 수행하였으며, 자료의 축적이 이루어지는 대로 추가 할 예정이다.

심해저 GIS를 위한 계층은 기본계층으로서 우리나라 광구도, 수심 계층, 부존층 계층, 탐사정점 탐사라인 계층, 금속함량 계층, 탐사 궤적 (track) 계층, 중력 및 자력 계층 등을 선정하였고, 계층중합 (overlay) 구조를 설정 하였다.

기본 계층으로 항상 광구지역도를 사용하였으며, 주제도는 사용자의 요구에 따라 프로그램 상에서 제작토록 설계하였다.

기본계층으로 제공되는 광구도는 우리나라 등록광구의 지역명, 지역별 면적, 지역별 평균부존밀도 등의 정보를 제공한다.

수심 및 지형 계층은 수심별 계층, 전체 지역의 수심 계

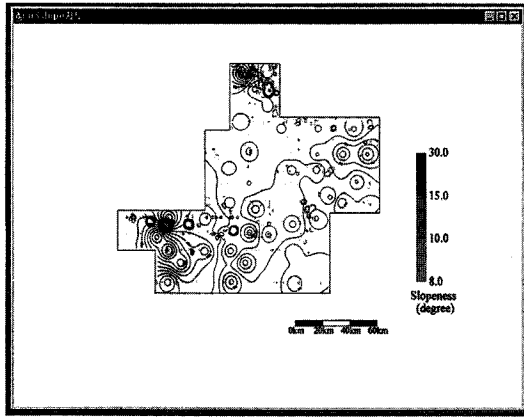


Fig. 10a. The image map (raster type) of bathymetry.

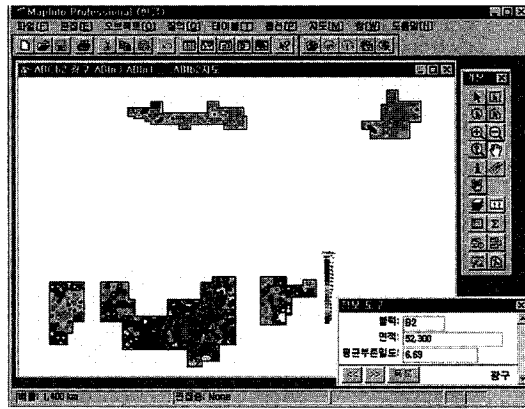


Fig. 11. The image map and contour map of abundance with information box.

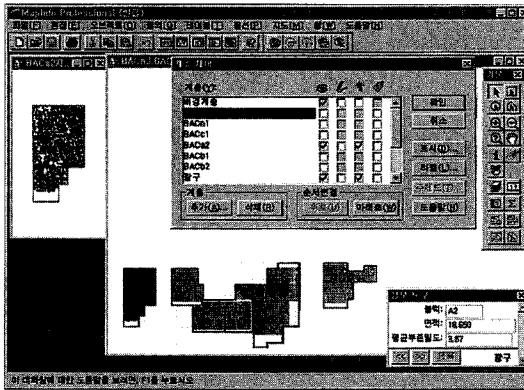


Fig. 10b. The image map and contour map of bathymetry with layer control box.

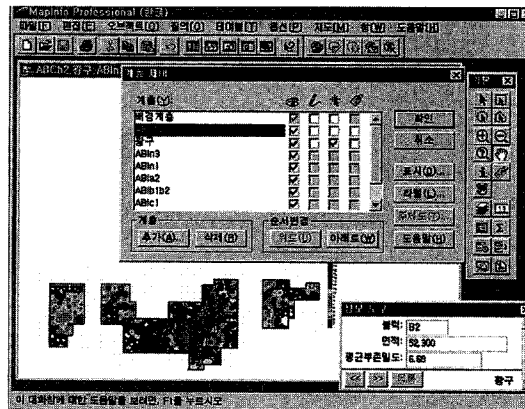


Fig. 12. The image map and contour map of abundance with layer control box.

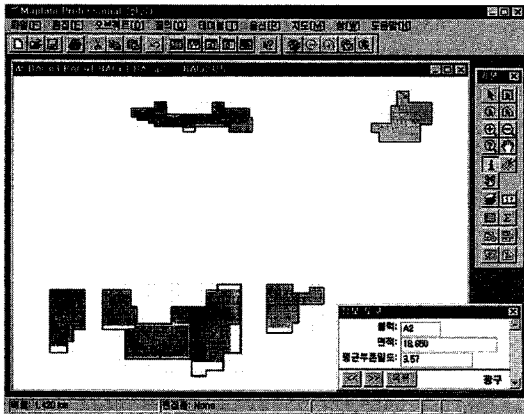


Fig. 10c. The overlay map of slopiness in N3 area.

층을 제공하며, 경사도 (slope) 분석결과 계층을 라스터형식의 영상 (color) 계층과 벡터형식의 등수선도를 제공하도록 하였다 (Fig. 10 (a), (b), (c)).

망간단괴 부존밀도 계층은 지역별 망간단괴의 평균부존밀도를 보여주며, 라스터형식의 그림파일과 벡터형식의 등치선도를 제공한다. 라스터형식의 영상도는 0, 3, 5, 7, 10, 15, 20 (단위: kg/m²) 등 7개 단계로 망간단괴 부존밀도를 분류하여 나타내 준다. 벡터형식의 등치선도에서는 부존밀도별의 등치선을 오브젝트 (object)화하여 등치선에 대한 정보를 제공해 주며, 주제도를 작성할 수 있도록 하였다 (Fig. 11, Fig. 12).

탐사 정점 및 정선 계층도는 벡터형식으로 저장되어 있고, 탐사년도, 향차, 사용 기기 등의 정보를 제공하게 하였다.

망간단괴의 금속함량 계층은 라스터형식과 벡터형식으로 구성되며, 라스터형식의 영상도는 유용금속인 Mn, Cu, Co, Ni의 함량별로 컬러화하여 제공한다. 벡터형식의 계층도는 정점 계층과 결합/혹은 단독으로 정점에서의 평균금속함량을 보여주며, 유용금속별로 함량정보를 제공

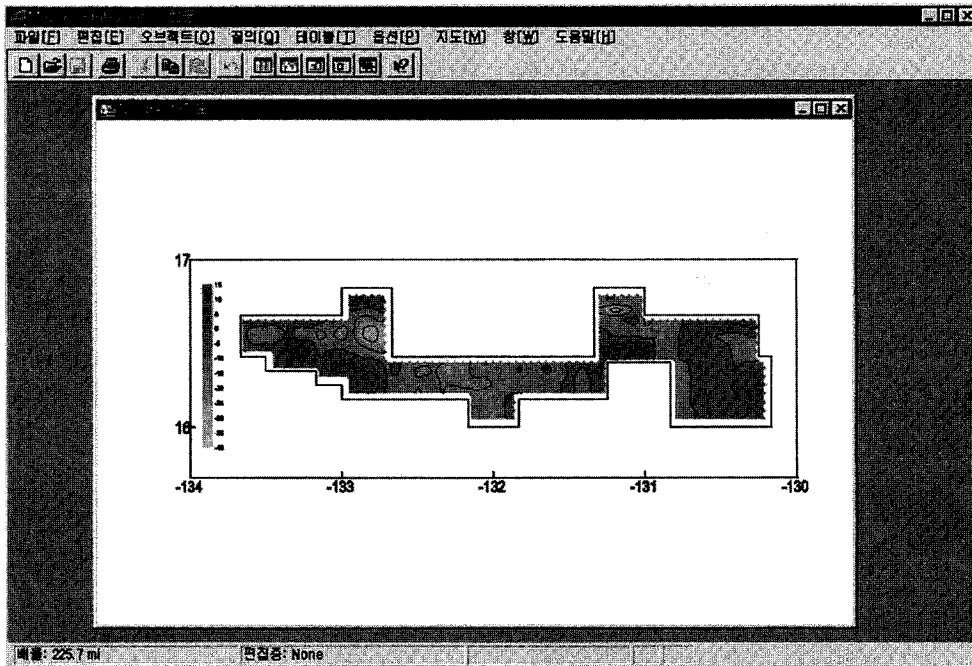


Fig. 13. The image map of gravity anomaly in N1 area.

한다. 또한 주제도를 작성할 수 있도록 하였다.

탐사항적 계층은 벡터형식의 계층도로 제공되며, 항해(navigation)자료에 따라 항적별로 심볼 및 선으로 표시하였다. 탐사항적 계층도에서는 탐사년도별, 항차별 계층도를 제공하며, 항적 당 탐사년도, 탐사 항차, 사용된 기기에 대한 정보를 제공한다.

중력 및 자력 계층도에서는 라스터형식으로 최종 결과치인 이상지도(anomaly map)를 제공한다(Fig. 13).

심해저 DB 및 GIS의 시험 운영

심해저 DB 및 GIS 시스템은 사용자그룹이 20명, 수록될 탐사자료 및 분석자료가 50회의 탐사자료 분량으로 시스템을 설계하였다. 현재 1년당 3 - 5회의 탐사를 수행하고 있다. 따라서, 약 10년 이상의 정보를 수록할 수 있도록 하였다.

그러나, PC system의 발달과 기록매체의 개발속도가 약 2년을 주기로 빠르게 진보하므로 이를 고려할 때 PC server 및 기록매체의 성능향상을 도모하면 2년 후는 현재보다 약 2배 이상의 시스템 용량을 가질 것으로 추정된다.

심해저 DB 및 GIS 시스템을 시험운영하기 위하여, 94년 탐사자료와 95년 탐사자료를 입력하였으며 이를 통해 시스템을 약 3주에 걸쳐 시험운영하였다.

시험운영한 결과, 네트워크상의 일부 문제점과 자료의 보안설정의 문제점을 도출하였고 이를 해결하였다. 또한, 초기 자료 생성시(획득시) 자료별 표준 입력포맷 설정의 필요성을 제시하게 되었고 이를 차년도 탐사자료 획득에 반영하였다.

또한, 소내 LAN의 이용함으로써 야기되는 자료의 전송 속도의 지연, client 컴퓨터의 화상출력속도의 지연 등 화상자료의 검색 및 출력시 문제점이 도출되었다. 이러한 문제점은 화상자료의 해상도를 최적화하고, 일부 자료를 사용자 컴퓨터쪽으로 일괄 전송함으로써 일부 해결할 수 있었다. 그러나, 상당수의 문제점은 현 시스템의 하드웨어 용량과 네트워크상의 문제로서 고용량, 고전송율의 전용 네트워크를 통해 해결될 수 있으리라 사료된다.

토의 및 결론

본 연구에서는 수년간에 걸쳐 심해저 광물자원탐사를 수행하여 얻어진 많은 양의 자료들을 효율적으로 활용하기 위하여, 탐사자료들의 자료구조를 분석하고 심해저 탐사자료에 알맞은 데이터베이스시스템을 구축하기 위한 연구를 수행하였다. 데이터베이스시스템을 구축하는 동안 탐사자료의 저장 및 관리의 표준화를 수행하기 위하여 국내외의 사례연구를 수행하였다. 이러한 연구를 통하여 해

양탐사자료 관리에 적합한 관계형 DBMS를 선택하고 이를 운영하기 위한 PC용 RDBMS인 MS Access 엔진을 선정하였다.

또한, 지도자료와 화상자료의 효율적인 관리와 자료의 효율성을 높이기 위하여 GIS 시스템을 도입하였다. 심해저 GIS의 운영은 PC 상에서 운영되는 MapInfo를 이용하였는 바, 이는 시스템구축의 가격조건과 사용의 편리성을 고려한 선정이었다.

탐사자료를 분석하고 데이터베이스와 GIS를 구축하는 일련의 과정을 통하여, 자료의 획득시 자료들의 필드의 상호 관계성 및 국내의 다른 DB와의 호환성이 데이터베이스의 구축에 필수적이라는 결론에 도달하였다. 또한 화상자료의 효율적 저장 및 활용이 네트워크상에서 이루어질 때 자료의 규모와 네트워크의 전송속도도 데이터베이스시스템의 성공여부를 결정하는 주요한 요소중 하나라는 중요한 결론도 얻어내었다. GIS를 위한 자료의 계층체계시 계층제어와 관련하여 적절한 계층의 수와 계층의 크기도 시스템의 검색속도와 운영에 중요한 요소가 됨을 알았다.

본 연구에서 수행된 심해저 데이터베이스시스템의 구축은 심해저 광물자원탐사를 수행하여 얻어진 많은 양의 심해저탐사자료를 DB 및 GIS화하여 자료의 효율적 관리와 응용을 수행하는 데 많은 기여를 하리라 사료되며, 이 시스템은 차후 개선될 시스템의 원형이 되리라 기대한다.

일련의 구축과정, 일부 탐사자료의 입력과 시험운영을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 심해저 탐사자료는 비공개성을 가지고 있는 자료로서 탐사관련분야의 종사자의 수로 볼 때, 심해저 데이터베이스시스템은 사용자 그룹 20명, 약 50회의 탐사자료 용량으로 시스템을 설계하였다.
2. 데이터베이스모델로는 타 DB와의 호환성 및 효율성을 제고하여 관계형 데이터베이스모델을 선정하였고, 규모와 경제성을 고려하여 PC에서의 운영과 연구소내의 기존 네트워크의 활용, 기존 보유의 상용 소프트웨어를 이용하는 것이 효과적이다.
3. 시험운영의 결과, 네트워크상의 일부 문제점과 자료의 보안설정의 문제점을 도출하였고 이를 해결하였다. 또한, 초기 자료 생성시 (획득시) 자료별 표준 입력포맷 설정의 필요성을 제시하게 되었고 이를 차년도 탐사자료 획득에 반영하였다.
4. 소내 LAN의 이용함으로써 야기되는 자료의 전송속

도의 지연, client 컴퓨터의 화상출력속도의 지연 등 화상자료의 검색 및 출력시 문제점이 도출되었다. 이러한 문제점은 화상자료의 해상도를 최적화하고, 일부 자료를 사용자 컴퓨터쪽으로 일괄 전송함으로써 일부 해결 할 수 있었다. 그러나, 상당수의 문제점은 현 시스템의 하드웨어 용량과 네트워크상의 문제로서 고용량, 고전송율의 전용 네트워크를 통해 해결 될 수 있으리라 사료된다.

5. 심해저데이터베이스 시스템은 유엔 선행투자자의 의무사항인 정밀탐사와 광구포기작업의 정확성을 높이고, 유망광구의 선정과 경제성 판단의 기초자료로 활용되리라 사료된다.

6. 향후 심해저 광물자원 개발시 야기되는 해양환경문제에 대처할 수 있는 기본자료 제공 및 유관기관과 정보를 공유함으로써 시간적, 경제적 손실을 최소화하여 국가 경쟁력 제고에 이바지할 수 있으리라 사료된다.

7. 또한, 향후 일련의 운영 경험을 바탕으로 시스템의 개선 및 보안을 수행 할 예정이며, 일부 비공개적 자료를 제외하고는 인트라넷과 인터넷을 활용하는 데이터베이스시스템으로의 확장은 과학기술자료의 공유 및 효율성을 높여 국가 과학기술의 발전에 중요하리라 사료되며, 이러한 연구는 차후 연구되어야 할 중요한 과제중의 하나이다.

참고문헌

동력자원부 (1992) '92 심해저 광물자원 탐사용역보고서. 해양연구소.
 박찬영, 전효택, 강정극 (1996) 망간단괴 광상의 유망광구선정을 위한 지구통계학적 연구. 자원환경지질, 29권, p. 575-587
 상공자원부 (1993) '93 심해저 광물자원 탐사용역보고서. 해양연구소.
 상공자원부 (1994) '94 심해저 광물자원 탐사용역보고서. 해양연구소.
 오해석 (1996) 데이터베이스 총론. 정익사. p.494.
 통상산업부 (1995) '95 심해저 광물자원 탐사용역보고서. 해양연구소.
 해양수산부 (1996) '96 심해저 광물자원 탐사용역보고서. 해양연구소.
 해양수산부 (1997) '97 심해저 광물자원 탐사용역보고서. 해양연구소.
 Groh, M. (1996) Access 95 PowerToolkit, KMK 정보산업 연구원 역, 삼각형. p.1141.
 Litwin, P., Getz, K., Gilbert, M and Reddick, G. (1996) Microsoft Access 95 Developer's Handbook. Sybex. p. 1487.
 Ripple, W.J. (1989) Fundamentals of geographic information systems : A compendium. ASPRS and ACSM. p. 248.

1998년 8월 7일 원고접수, 1998년 11월 21일 게재승인.