

GIS를 이용한 해도정보의 활용방안 연구

김종규* · 김정현**

*여수대학교 해양·수산연구정보센터

**국립해양조사원 해양과

A Study on the Application of Nautical Charts' Information Using GIS

JONG-KYU KIM* AND JUNG-HYUN KIM**

*Korean Ocean Science and Fisheries Information Center, Yosu National University, Yeosu, Korea

**Oceanographic Division, National Oceanographic Research Institute, Incheon, Korea

KEY WORDS: GIS 지리정보시스템, Nautical Charts 해도, Electronic Navigational Charts 전자해도, Digital Charts 수치해도

ABSTRACT: A nautical chart is an essential material not only for the safety of navigation at sea, but also for the research and understanding of the ocean. Paper nautical charts have been used for navigational purposes for several hundreds years, but it was shown that paper nautical charts have certain limitations, because the speed of ships has increased dramatically, and Global Positioning Systems (GPS) are now available at sea. Thus, the development of digital charts has been conducted by a number of countries. As a result, the International Hydrographic Organization (IHO) has developed a standard format, Special Publication No. 57 (S-57), as a guideline for the production of electronic navigational charts (ENC). Even though ENCs are a state-of-the-art navigational tool, because they are produced on the basis of Geographical Information System (GIS) technology, they can be utilized for various purposes. In this paper, the usage of paper nautical charts, ENCs, and digital charts is reviewed. Also, the various application systems that make use of electronic navigational charts and digital charts, as a basic geographical source of information, will be examined on the basis of GIS.

1. 서 론

최근까지 해양의 연구, 이용·개발 및 보전 등의 활동을 위해 해도(海圖)는 해양과 관련된 각종 정보의 출처였다. 이는 육안으로 관측이 가능한 육상과는 달리 해양은 육안으로 관측이 가능한 부분이 불과 해면하 수 미터밖에 되지 않기 때문에 측량선을 이용해 수심과 해저의 상태 등을 측량해 작성된 해도는 해저를 연구하는데 있어 반드시 필요한 정보이다.

연안을 중심으로 개발, 보존 등 다양한 활동의 전개시 관련 정보는 해도에서 주로 획득이 가능하나 종이제품인 해도는 그 활용이 쉽지 않았다.

또한 최근 지리정보시스템(Geographical Information System, GIS)의 구축 및 활용이 급증하고 있으나 해양에서의 지리정보의 구축이나 활용에 어려움이 많은 실정이라서, 본 연구에서는 현재 간행되고 있는 각종 해도에서 정보를 추출하여 쉽게 이용할 수 있는 방법에 관하여 검토하였다. 특히 해도 중 전자해도 및 수치해도가 주로 고려되었으며, 이러한 해도정보를 처리하는 소프트웨어로는 그래픽 기능과 사용자 작동이 편리한 GIS 소프트웨어인 ArcView를 사용하여 자료를 처리할 수 있는 방법을 검토하였으며, 처리된 자료가 다양한 해양관련 시스템에서 사용될 수 있는 방안을 고려하였다.

2. 해도의 종류 및 특징

2.1 종이해도(Paper Nautical Charts)

기존에 일반적으로 사용되던 해도는 종이해도로써 전자해도가 생산되고 있는 시점에서도 종이해도는 중요하게 사용되고 있는데 이것은 바로 전자해도나 수치해도를 생산하기 위한 기본자료가 되는 것이 바로 종이해도이기 때문이다(Fig. 1).

해도는 항해목적에 의해 제작된 일종의 주제도(Thematic Maps)이나 해양에 대한 기본도가 없는 관계로 기본도의 역할 또한 수행하고 있었다. 따라서 해도내의 정보를 활용하기 위해서는 종이해도의 기본특성을 파악하는 것이 중요하다.

여기서는 지도 등 일반적으로 사용되는 도면과의 연계 사용시



Fig. 1 A part of paper chart (No. 201)

제1저자 김종규 연락처: 전라남도 여수시 둔덕동 산 96-1
061-659-2981 oceaninfo@yosu.ac.kr

혼동을 일으킬 수 있는 여러 요인 중 도법과 해안선의 차이를 간략히 살펴보고자 한다.

종이해도의 여러 도법 중 1569년 Gerhard Mercator가 창안한 Mercator 도법이 해도의 제작에 주로 많이 사용되는 도법으로, 선박의 침로(針路)와 도법에 의한 해도상의 방위가 같은 각으로 표시되는 항해상의 편의로 인해 항해용 해도에서 주로 사용되고 있는 도법이다(김영배, 1993).

도법 방식은 지구의 적도에 원통을 외접시켜서 지구중심에 눈을 두고, 자오선, 평행권을 투영하여 그 원통을 하나의 모선에 따라 전개해 얻어진 심사원통도법으로 모든 자오선이 등간격의 평행한 직선으로 나타나고, 위도선은 자오선에 직교하는 직선으로 표현된다. 회전타원체상의 점장(漸長)위도 계산공식은 다음과 같다.

$$Y = a \ln \left[\tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \left(\frac{1 - e \sin \phi}{1 + e \sin \phi} \right)^{e/2} \right]$$

여기서, a 는 Bessel타원체의 장반경으로 6377379.155m이고, ϕ 는 임의 위도이며, e 는 이심률 ($e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$), a =장반경, b =단반경이다. 이 도법은 위도가 높을수록 위도의 길이가 점차 증가해 60도 이상의 고위도 지방에서의 사용은 부적합하며 소축척일수록 왜곡이 심하다. 반면 지도는 통상 TM (Transverse Mercator)도법을 사용하므로 두 도법의 차이를 인식할 필요가 있다.

또 다른 요인은 도면의 해안선 차이인데, 해도와 지도를 연계해서 사용시 눈에 띄는 차이가 바로 해안선의 불일치이다. 지도의 해안선은 만고조면(滿高潮面)을 연결한 선이며, 해도는 약최고고조면(略最高高潮面)을 기준으로 해안선을 도시하고 있다. 기존의 몇몇 연구에서는 해도와 지도의 기준면의 차이로 인하여 이러한 차이가 나타난다고 했으나 실제 기준면은 유사하므로 기본적으로는 해안선은 근사하여야 하나 도면제작 기관이 각각 다르기 때문에 도면제작상의 차이로 인한 문제에 기인한다고 판단된다(김정현, 2000). 또한 해안선 관측이 실시되는 동안에도 지속적으로 해면이 변동하는 등 기준면의 정확한 관측은 쉽지 않으며, 관측 후 조석에 대한 보정도 실시하나 정확한 계산은 불가능한 실정이다.

2.2 전자해도(Electronic Navigational Charts)

2.2.1 전자해도의 정의 및 데이터 구조

전자해도(Electronic Navigational Charts, ENC)란 기존의 종이해도에 수록된 모든 항해 관련 정보를 국제수로기구(International Hydrographic Office, IHO)의 표준제작기준인 Special Publication No.57 (S-57)에 따라 개체(object)와 속성(attribute)으로 분류하여 코딩한 것으로, 컴퓨터의 자동판단기능에 의해 선박이 해도상에 표시된 위험물에 접근하면 인식할 수 있도록 등심선, 위험구역, 제한구역, 해안선, 항해위험물 등면(area)으로 표시해야 하는 모든 정보는 polygon 구성 및 topology 작업을 한 것이다(IHO, 2000).

S-57에서 실세계의 사물을 데이터구조로 표현하기 위해 사용되는 이론적 모델은 크게 공간정보(spatial)와 속성정보(feature)

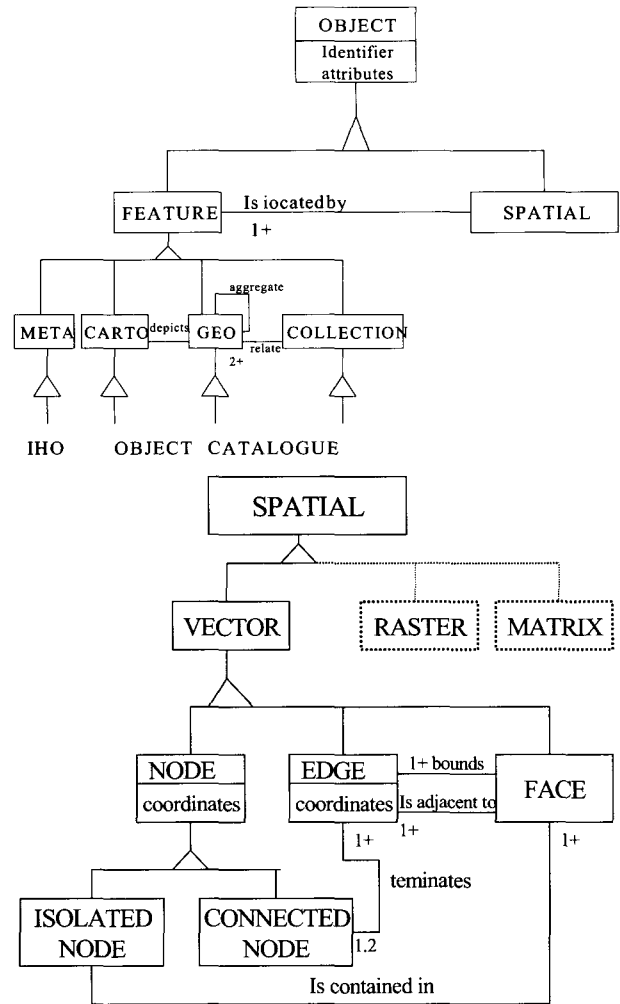


Fig. 2 S-57 Data Model

로 나누어진다(Fig. 2). 공간정보는 vector, raster, matrix로 구분되는 데, 현재 S-57은 vector에 관해서만 규정하고 있으며, 속성정보는 Meta(다른 object 대한 정보), Cartographic(실세계 객체에 대한 지도상의 표현에 관한 정보), Geo(실세계 객체에 대한 특성을 서술하는 정보), Collection(다른 object간의 관계를 설명하는 정보)으로 분류된다.

2.2.2 전자해도 제작규정

한편, 전자해도 제작을 위한 주요규정은 다음과 같다.

- Cell: 전자해도 데이터의 효율적인 처리를 위해 해도 단위의 전자해도를 해당 사용목적 내에서 위도, 경도에 평행한 선을 기준으로 하는 cell로 나눈다. 이때 한 cell에 포함된 데이터가 5Mbytes를 넘지 않도록 해야 한다. 또한 중첩되는 지역의 데이터가 오직 하나의 cell에만 포함되도록 하고 포함하지 않은 cell에는 meta데이터를 이용하여 다른 cell이 해당 지역의 정보를 갖고 있음을 나타내야 한다.
- 위상: ENC는 chain-node 위상관계를 사용한다.
- Edge의 표현: 곡선표현법을 사용하지 않고 직선의 결합으로 표현한다.

- 오브젝트와 속성값: ENC에서 허용하는 오브젝트와 사용 가능한 공간속성(점, 선, 면), 그리고 반드시 사용해야 하는 속성값들이 정의되어 있다.
- 수평측지기준: WGS-84로 규정되어 있다.
- 도법: 어떠한 투영법도 사용되지 않는다.
- 단위: 위치는 위·경도좌표를 이용하고 수심, 높이, 위치의 정확도는 미터를 사용하며 거리는 해상마일을 이용한다.
- 오류검출: 데이터의 오류검출을 위해 ANSI/IEEE 표준 802.3에 정의된 CRC-32 알고리즘을 사용한다.

전자해도를 제작하기 위해서는 먼저 측량원도, 위성영상, 해도자료, 편수자료 등 각종 자료를 바탕으로 수치해도 파일을 제작하는 데, 이때 GIS 소프트웨어의 편집기능을 이용해 해도 내의 모든 속성에 대한 정보를 일일이 입력한다(김정현과 김용철, 2000). 해안선을 예로 들어 설명하면, 종이해도나 래스터해도에서는 사용자가 육안으로 이것이 해안선인지 등심선인지를 판단해야하나, 수치해도에서는 해안선을 클릭 하면 입력된 정보를 바탕으로 그 해안선에 관한 정보를 알 수 있게 된다.

이러한 방법을 거쳐 수치해도를 제작한 후 다시 CARIS Object Manager와 ENC Designer라는 소프트웨어를 이용한 편집 및 변환과정을 거치면 polygon과 topology를 모두 가지는 전자해도(S-57 Edition 3)가 제작된다.

2.2.3 GIS를 이용한 전자해도정보의 사용

전자해도를 전자해도표시시스템(Electronic Chart Display and Information System, ECDIS)상에서 사용시 선박의 좌초 충돌에 관한 위험상황을 항해자에게 미리 경고하며, 항로설계 및 계획을 통하여 최적항로 선정, 자동항적기록을 통해 사고발생시 원인규명가능 및 항해관련 정보들을 수록하여 항해자에게 제공하는 등 다양한 기능을 가지고 있으나 선박 외에서의 사용은 미비한 실정이다(Robert et al., 1999; 최영선과 김정, 1997).

따라서 전자해도를 일반적인 GIS 소프트웨어 상에서 사용할 수 있는 방법을 찾아보는 것이 중요한 데, 본 연구에서는 GIS 소프트웨어중 사용이 편리하고 그래픽 기능이 강하며 데이터의 편집도 가능한 ESRI사의 ArcView 3.2를 사용하였다. 특히 ArcView 3.2에서부터는 전자해도 데이터 포맷을 인식할 수 있게 되어 더욱 사용이 편리하게 되었다.

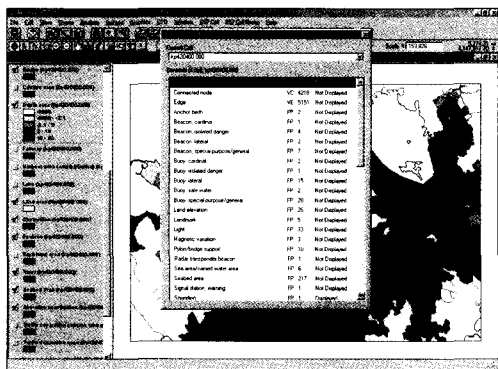


Fig. 3 Loading ENC in ArcView

1) ArcView에서 전자해도의 로딩

ArcView는 기본기능 이외에 여러 가지 extension을 사용하는데 ArcView에서는 S-57 ENC View extension을 사용하면 전자해도를 읽어들이 수 있다. ArcView가 인식하는 전자해도 데이터의 주요 형식은 다음과 같다.

- VI: isolated node
- VC: connected node
- VE: edge
- FP: feature point
- FL: feature line
- FA: feature area
- FX: complex feature

Fig. 3은 ArcView의 ENC Viewer extension을 이용하여 전자해도 파일을 ArcView에서 작업이 가능한 shape 파일로 변환하여 불러들인 것이다

이처럼 ArcView는 전자해도의 데이터를 읽어들이 각 개체별로 별도의 shape 파일을 만들기 때문에 원하는 객체만을 별도로 보거나 작업할 수 있어 편리하다. 아래 Fig. 4는 도면내의 다양한 정보 중 해안선만을 선택하여 불러들인 것이다.

2) 격자망 자료의 획득

다음으로는 해양환경모니터링, 해수유동시뮬레이션 등의 작업시 사용되는 격자망 자료를 생성해본다. 기존에는 해도를 디지털화 한 후에 격자를 생성하고 격자에 해안선 정보가 있으면 값을 준 후 다시 육상과 해양을 구별할 수 있도록 수작업으로 파일을 작성해야 하였다.

본 연구에서는 polygon작업이 되어있는 전자해도를 사용하여 그리드 값을 제작하기 때문에 수작업의 필요성이 없어졌다. 우선 모델에서 육지와 해양을 구분하기 위해 격자별로 육지는 0, 해양은 1로 주었으며, 그리드의 생성은 ArcView 메뉴 중 "Convert to Grid"를 사용하였다. 이 기능을 사용시 원하는 주제(Theme)를 그리드 값으로 바꿀 수 있으며 사용자가 격자의 크기나 개수를 조정할 수 있다. 작업을 위해 전자해도내의 정보 중 육지지역과 해양지역의 정보만을 디스플레이 한 후 이 정보에 대해 그리드를 생성하였다. Fig. 5는 육지를 0으로, 해양을 1로 계산한 그리드 값을 나타낸 결과이다.

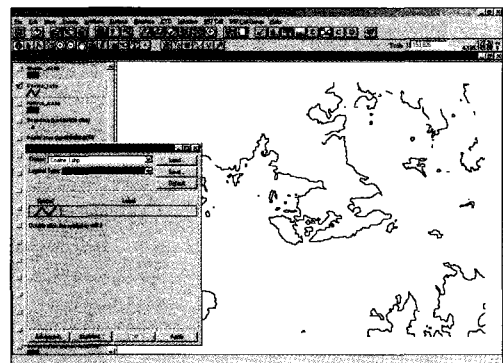


Fig. 4 Shape file of coastline and display

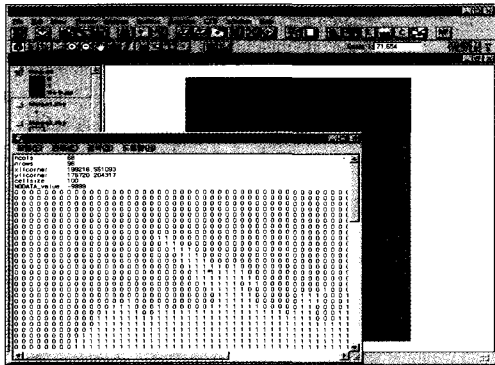


Fig. 5 Grid values of land and sea

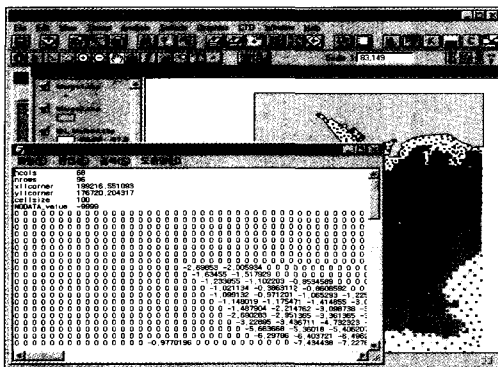


Fig. 6 Grid values of interpolated sounding

3) 수심데이터 획득 및 입력

다음으로는 각 격자별 수심값을 생성하는 단계이다. ArcView에서 전자해도의 theme 중 수심정보를 가지고 있는 파일인 "sound_p.shp"을 활성화시킨다. 그러나 현재 ArcView에서 전자해도의 수심은 각각의 값을 가지지 않는 것이 아니라 하나의 그룹값으로 인식하는 'multipoint'로 기록되어 하나의 값을 가지고 있기 때문에 이것을 개개 값을 가진 정보로 변환시켜주어야 한다. 이를 위해 ArcView의 Macro언어인 Avenue를 사용해 작성된 스크립트를 사용하여 각 수심 포인트별로 수심값을 가질 수 있게 변환하였다.

생성된 랜덤한 수심값을 수치모델에서 사용할 수 있도록 각 격자별 값으로 변환하는데 이를 위해서는 연구영역의 범위를 지정하기 위해 연구영역의 Theme을 추가하고, 먼저 생성한 수심도면을 grid theme으로 변환한다. 도면으로 변환된 랜덤한 수심자료를 모델에서 사용하는 격자상의 수심값을 가지는 자료로 보간(Interpolation)시키기 위해서 ArcView Spatial Analyst에서 제공하는 보간법 중 수직적 변화가 심한 수심치리에 적합한 Kriging 방법을 사용하였다. 랜덤한 수심데이터를 Kriging 방법에 의해 각 격자별로 보간되어진 수심값은 나타난 것은 Fig. 6과 같다.

2.3 수치해도(Digital Charts)

수치해도란 기존의 종이해도를 컴퓨터가 처리할 수 있는 수치형태로 만든 것으로 현재 국립해양조사원에서 판매되고 있는 수치해도의 포맷은 DXF (Digital eXchange Format)이다. 이는 수치해도에 표시되어 있는 각종 지형지물 정보와 속성정

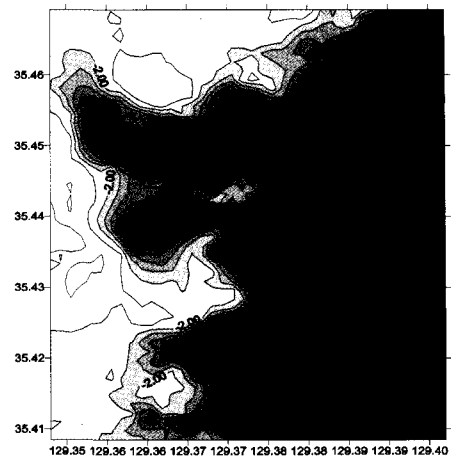


Fig. 7 Drawing contours in Surfer

보를 항목별로 구분하여 데이터베이스화하고, 지형지물을 점, 선, 면의 형태로 표현한 것이다. 수치해도 제작에 사용되는 소프트웨어는 캐나다 USL사의 CARIS라는 GIS 소프트웨어로 해도상의 수많은 속성정보를 여타의 GIS 소프트웨어보다 잘 표현해주기 때문에 전세계 여러 나라에서 수치해도 및 전자해도 제작에 많이 사용되고 있다. CARIS가 제공하는 기본 포맷은 NTX로 CARIS 내부포맷이다. 따라서 기존의 GIS 프로그램에서 사용되는 범용적인 포맷으로의 변환이 필요하며, 이때에는 CARIS가 제공하는 내부명령어를 사용하여 DXF로 변환하며, ASCII 등으로도 변환이 가능하다. DXF 파일 수치해도에서 해안선 및 수심자료를 추출하여 사용하는 방법에 대해 검토하였다.

2.3.1 해안선의 추출

해안에서 각종 공사, 연구 등에 해안선은 반드시 필요한 정보이나 종이해도에서는 활용이 쉽지 않았으며, 앞서 설명한 전자해도에서는 ArcView라는 GIS에서 S/W가 필요한 반면, 수치해도를 구입시에는 인터넷에서 무료로 제공되고 있는 각종 다양한 DXF 파일 뷰어나 에디터 S/W를 사용해 수치해도내에서 해안선을 편집, 저장할 수 있다.

2.3.2 수심자료의 추출

수치해도에서 수심자료의 추출은 CARIS GIS에서 제공하는 명령어중 하나인 'refodlg'를 사용하는데 DLG란 Digital Line Graph format의 약어이다. 이를 위해 먼저 해도내의 정보중 수심만을 제외하고 모두 삭제해야 한다. 작업의 대략적인 순서로는 'refoasci' 명령어를 사용해 데이터를 풀어서주고 'dp' 명령어를 사용해 수심값만을 추출한 후 새 파일로 저장하면 된다.

DLG포맷 파일을 텍스트 형태로 불러들여 해도의 header정보내의 경도, 위도, 수심값 등을 읽어들이 수 있다. 이러한 정보는 텍스트형태이므로 EXCEL 등을 사용하면 간단하게 추출할 수 있다. 그러나 앞의 작업을 위해서는 CARIS S/W가 필요하므로 데이터의 생산처에서 DLG 파일처럼 사용자의 다양한 요구에 부응할 수 있는 여러 가지 포맷형태의 데이터를 생산하는 것이 바람직할 것이다. Fig. 7은 온산항 부근의 수심자료를 추출한 후 SURFER프로그램에서 등심선으로 변환한 그림이다.

3. 해도정보의 활용

해도정보는 여러 분야에서 다양하게 활용될 수 있으나 종이 제품보다는 디지털 제품인 수치해도, 전자해도의 활용이 보다 용이하므로 여기에서는 주로 디지털해도의 활용방안에 관해 살펴본다.

전자해도 데이터는 전자해도표시시스템(ECDIS)과 같은 항해용 분야뿐만 아니라 국내표준의 해양관련 기본지리정보로서 데이터특징을 활용하여 선박 및 항만 관계, 해양경찰 및 해군의 구조구난(Search And Rescue, SAR), 오염방제, 연안역관리 등의 다양한 해양분야에 기초자료로서 활용될 수 있을 것이다 (김종규와 김정현, 2002). 또한, 수치해도는 항해용의 재생산품 제작이나 공공 DB 구축을 위한 기본도(base map), 연안역 개발, 학술, 연구 등에 사용가능하며 해도 데이터 중 특정 주제만을 선택하여 사용할 수 있다.

3.1 항해에서 전자해도 이용

앞서 언급하였듯이 전자해도의 기본목적은 항해안전을 극대화하는 동시에 항해효율을 개선하는 것이다. 따라서 전자해도 즉 전자해도표시시스템(ECDIS)에서 사용되는 것을 원칙으로 한다. 아래 Fig. 8은 전자해도를 ECDIS상에서 표시한 것이다.

ECDIS는 항해용 Sensor로부터 얻어지는 선박위치 정보와 더불어 ENC로부터 선정된 정보를 표시하고, 항해계획과 항해감시의 면에서 더불어 필요에 따라 부가적 항해관계 정보를 표시하며 항해자를 돕는 것으로 1974년 SOLAS조약의 제5장 제20규칙에서 요구되는 종이해도의 비치규정을 대체할 수 있는 항해용 정보시스템이다.

3.2 각종 주제도 생성

앞에서처럼 전자해도내의 속성은 개개속성별로 분리가 가능해 다양하게 활용이 가능하다. 이러한 해도정보를 이용하여 사용자의 요구에 맞는 다양한 주제도의 생산도 가능하다(국립해양조사원, 2002). Fig. 9는 육상의 수치지도와 해상의 전자해도 정보를 편집하여 연안관리를 위해 도면의 크기와 범위가 다양한 종이해도 형태가 아닌 1:25,000규격격자를 가지는 주제도(연안기본도)를 시험 생산한 것으로, 이처럼 전자해도를 GIS S/W에서 이용하여 다양한 주제도 생산이 가능하다.



Fig. 8 ENC display on ECDIS

3.3 각종 관리시스템 개발 및 운용

3.3.1 항만교통정보시스템

항만교통정보시스템(Port Traffic Management System, PTMS)은 중요 지점마다 설치된 레이더, CCTV 영상을 각 관제소 혹은 관제센터에서 받아, 스크린상에 전시하고, 무선통신을 통해 선박을 호출하여 선박정보 및 항행정보를 통보받아 관제하는 체계의 시스템으로, 전자해도를 사용할 경우 보다 정밀하며 최신의 정보로 지속적으로 업데이트되는 해도정보를 여타정보와 함께 디스플레이 하여 항만교통정보를 원활히 통제, 관리할 수 있을 것이다.

3.3.2 해양환경 및 오염방제시스템

해양환경을 연구하기 위해서는 지리정보가 우선적으로 필요하므로 해도정보가 기초적 자료로 활용된다. 또한 환경정보를 위치정보와 함께 표시하기 위해서는 GIS 기능을 사용해 데이터를 중첩(overlay)해서 판단한다면 각 지역, 구역별 해양환경 특성의 이해를 높일 수 있다. Fig. 10은 전자해도를 이용해 제작한 환경민감정보도로 해안선을 환경민감도별로 분류표시하며 각종 환경관련 정보를 중첩시킨 것이다.

또한, 해양오염방제를 위해서는 오염방제 시뮬레이션 프로그램과 연계하여 시뮬레이션의 결과와 기상, 조류, 수온, 확산현황 등을 관제센터에 보고하여 이를 관제센터의 전자해도 및 방제선에 탑재한 전자해도시스템에 전시하여 실시간으로 오염확산지역 예측 및 방제작업 지시 등의 작업을 진행할 수 있을 것으로 판단된다.

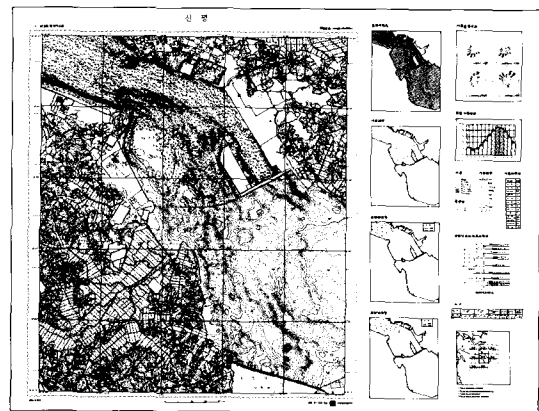


Fig. 9 A Coastal Base Map (scale 1/25,000)

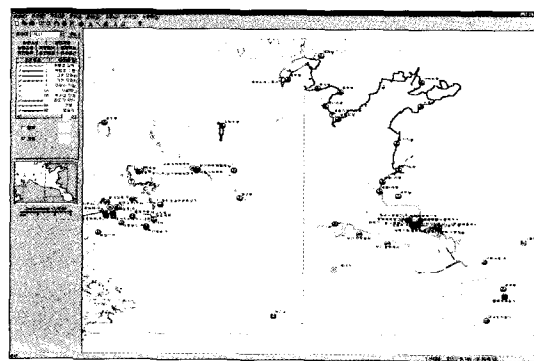


Fig. 10 A Marine Index Chart using ENC

3.3.3 연안역관리

연안역이란 해안선을 중심으로 바다와 육지를 포함하는 특수 환경 지역으로 이러한 연안역을 관리하기 위해 해양수산부는 바다와 육지가 만나는 해변, 갯벌, 만 등의 무분별한 개발을 막고 환경을 보전하기 위해 연안관리법을 제정하였다. 이러한 연안역의 체계적인 통합관리체계를 구축하기 위해서는 해양과 육상의 지리정보 데이터베이스를 바탕으로 한 GIS시스템이 도입되어야 할 것이다. 해양수산부 및 지방해양수산청, 해양경찰청 등 산하기관 간에 통합적인 데이터베이스를 구축하여 이를 상호 연관하여 활용할 수 있도록 해도를 바탕으로 하는 해양의 기본지리정보의 구축방안이 선행되어야 한다. 이러한 해양GIS를 구축하기 위해 현재 전 연안에 대해 구축중인 국립해양조사원의 전자해도데이터베이스를 기반으로 활용하고, 육상지역의 경우 국립지리원 연안해역기본도 및 각종 해도데이터의 통합 및 연계를 통한 GIS시스템을 구축하는 방안도 고려해볼 필요가 있다.

4. 결론 및 전망

본 연구에서는 다양한 형태로 제작되고 있는 해도의 활용방안에 관해 연구하였다. 기존의 종이해도는 항해목적로서의 역할을 충실히 수행하였으나 정보화 시대의 다양한 사용자수요를 충족시키기 힘들었다. 따라서 GIS 개념을 이용하여 제작된 전자해도, 수치해도는 항해목적 이외에도 다양한 분야에서의 활용이 가능하리라 예측된다. 이러한 활용가능성의 검토를 위해 본 연구에서는 전자해도를 범용적인 소프트웨어인 ArcView에서 이용할 수 있는 방안을 검토해 보았으며, 또한 다양한 주제도 및 해양관련 시스템을 만들 수 있는 방안에 관해 검토해 보았다.

장래에 해양에 관한 지리정보의 수요는 지속적으로 증가할 것이며, 이러한 수요의 상당부분을 항해목적용 위해 제작된 해도가 담당할 수 있을 것이라 판단되나, 향후에는 GPS (Global Positioning System) 기술을 이용한 보다 정밀한 항해용 해도의 제작과 GIS 기술을 이용해 다양한 목적으로 활용될 수 있는

해양기본도면의 제작 등으로 구분되어 발전되는 것이 바람직할 것이다.

후 기

본 논문의 ArcView Script 작성 및 도면제작에 많은 도움을 주신 (주) 환경과학기술 이경훈 과장님께 감사드립니다.

참고문헌

- 국립해양조사원 (2002). "기본지리정보를 이용한 기본도 및 주제도 시범제작", pp 4.1-4.30.
- 김영배 (1993). "해도제작을 위한 도법의 계산공식", 국립해양조사원 수로기술연보, pp 221-242.
- 김종규, 김정현 (2002). "GIS와 해수유동모델의 연계방안 연구", 한국해양공학회지, 제16권, 제6호, pp 1-6.
- 김정현, 김용철 (2000). "GIS를 이용한 전자해도 제작 및 활용", 한국지리정보, 통권43호, pp 54-56.
- 김정현 (2000). "GIS와 해역 수치정보의 통합모델에 관한 연구", 부경대학교 공학석사학위논문, pp 3-9.
- 최영섭, 김정 (1997). "전자해도를 이용한 해양GIS구축 및 활용", 국립해양조사원 수로기술연보, pp 297-315.
- International Hydrographic Organization (2000). "IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data", Special Publication No 57, Edition 3.1.
- Robert, W. Chris, R. and Ronald, F. (1999). "Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS): State-of-the-Art in Nautical Charting", in "Marine and Coastal Geographical Information Systems", (ed.) Dawn Wright and Darius Bartlett, Taylor & Francis pp 149-161.

2002년 11월 4일 원고 접수

2003년 1월 15일 최종 수정본 채택