

연안 개발 및 관리를 위한 육·해도 통합수치도 제작에 관한 기초연구*

이기철¹ · 박창호² · 김정희³ · 서상현⁴ · 정희균⁵ · 최준영⁶

A Basic Study of an Integrated Digital Map Generation to
an Electronic Navigational Chart and a Digital Topographic
Map for Coastal Development and Management*

Gi-Chul Yi¹ · Chang-Ho Park² · Jeong-Hee Kim³ · Sang-Hyun Suh⁴
Hui-Gyun Jeong⁵ · Joon-Young Choi⁶

요 약

우리 나라는 연안의 효율적인 보전·이용·개발을 위하여 연안통합관리체계를 수립하고 있다. 육지와 바다에 대한 각각의 국가기본도 수치지도 제작사업이 추진되고 있지만 연안통합관리를 위한 육·해도 통합수치지도 제작에 대한 계획수립은 아주 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 연안통합관리를 위한 연안 통합수치지도 제작에 대한 기초연구 단계로서 연안의 개념적 정의를 규정하고, 국립지리원에서 제작한 수치지도와 국립해양조사원에서 제작한 전자해도(ENC)에 대한 각각의 수치지도 데이터베이스의 제작과정, 내용 및 구조적 차이와 특성을 파악하고, 수치지도와 전자해도를 우리 나라의 좌표계와 UTM 투영법을 기준으로 해안선을 매칭시켰을 때 발생할 수 있는 차이 및 문제점을 분석하여 향후 연안 통합수치지도 제작을 위한 연구의 틀을 마련하고, 이것의 활용 가치, 기대효과 및 응용분야를 고찰하였다. 본 연구에서는 통합수치지도 시범 제작의 일환으로 부산광역시 서구지역을 대상으로 국립지리원 1/5,000 수치지도와 국립해양조사원 1/10,000 전자해도를 약 14 km 에 걸쳐 결합한 결과, 뚜렷한 정오차는 보이지 않았다. 인공지형 해안선 매칭에서 나타난 RMS 차이는 13.83m 이며, 자연지형 해안선 매칭에서 나타난 평균 이격거리는 4.37m로, 제도 등에 의한 기대 오차보다 특히 인공지형에서 오차가 아주 크게 나타났다.

주요어: 연안통합관리, 전자해도, 수치지도, UTM, 통합수치지도

1999년 1월 25일 접수 Received on Jan. 25, 1999

* 본 연구는 한국과학재단 지정 동아대학교 지능형 통합항만관리 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

1 동아대학교 도시조경학부(Gcyi@seunghak.donga.ac.kr)

Dept. of Planning & Landscape, College of Engineering, Dong-A University

2 부산발전연구원 Pusan Development Institute

3 경남대학교 토목공학과 Dept. of Civil Engineering Kyungnam University

4 한국기계연구원 선박해양공학연구센터 Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering/KIMM

5 한국해양대학교 물류시스템공학과 Dept. of Marine Logistics System Engineering, Korea Maritime University

6 아키텍정보기술(주) Archi Information Technology CO., LTD

ABSTRACT

The Korean government is developing a systematic plan of integrated coastal management for effective conservation, utilization, and development of coastal areas. For this plan, integrated maps of land maps and nautical charts are indispensable. However, these maps are not made, nor studied yet in terms of integration, although digital maps(DM) on land and electronic nautical charts(ENC) have been recently developed by Korean Geography Institute and National Marine Investigation Institute, respectively. In this study, as preliminary studies to make eventual integrated maps, the concept of coastal areas are defined, specifically, coastal lines from DM and ENC are matched against each other. Issues on map production procedures, coordinate systems, and map projections, are carefully considered. A test coastal area located in Seo-Gu, Pusan, over 14 km of coastal lines is selected for the edge matching of coastal lines. RMS differences are 13.83 m and 4.37 m over man-made coastal lines and natural coast lines, respectively, which are quite larger considering a scale difference and other factors. However, no systematic differences are found.

KEYWORDS: *Integrated Coastal Management, Electronic Nautical Chart, Digital Map, Universal Transverse Mercator, Integrated Digital Map*

서 론

세계 각국은 연안의 효율적인 보전·이용·개발의 필요성 및 중요성을 인식하면서 연안통합관리체계를 수립하고 있다. 그 일례로 1992년 유엔환경회의에서 채택된 「Agenda 21」에서도 연안의 중요성을 강조하고 있다. 이에 우리나라도 생태적·문화적·경제적 및 심미적 가치가 조화롭게 공존할 수 있도록 종합적이고 미래 지향적인 관점에서 연안의 보전·이용·개발을 위해 중앙정부 차원의 연안통합관리방안 법제정과 지방자치 차원의 연안 관리계획이 수립되고 있다. 연안은 해안선을 기준으로 육지와 바다가 접하는 공통접합구역이므로 육지부분의 속성정보와 바다부분의 속성정보가 접합된다. 연안을 효율적으로 관리하기 위해서는 육지와 바다의 공간 및 속성정보를 연계시킨 통합속성정보관리가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 연안통합관리를 위한 육·해도 통합수치지도 제작의 기초 연구 단계로서 국립지리원에서 제작한 국가기본도 1/5,000 수치지형도와 국립해양조사원에서 제작한 전자해도(Electronic Nautical Chart:

ENC)의 제작과정을 고찰하고, 각각의 데이터베이스에 대한 내용 및 구조 차이와 특성을 분석하여 연안 관리를 위한 통합수치지도 데이터베이스의 기초연구를 수행하고 육·해도 매칭에 있어 부산광역시 서구지역을 대상으로 하여 국립지리원 1/5,000 수치지형도와 국립해양조사원 1/10,000 전자해도를 우리 나라의 좌표계에서 수치지형도 TM(Transverse Mercator)투영법을 전자해도 UTM(Universal Transverse Mercator)으로 통일하여 육·해도 해안선 매칭을 분석, 검토하였으며, 육·해도 매칭에서 발생하는 오차의 크기와 원인을 분석하여 육·해도 통합수치지도의 활용과 기대효과를 고찰하였다.

연안의 정의 및 분류

연안은 해안선을 따라 자연 생태계(Ecosystem)가 형성되어 있는 곳에서 바다와 관련한 인간행태(Human Behavior)가 발생하는 장소로 정의한다. 광의의 개념으로는 해안선에서 바다와 육지의 양방향으로의 가시권역(Visual Impact Area)을 의미하고, 협의의 개념으로는 바다가

인간행태에 직접적으로 영향을 미치는 권역을 의미한다. 그러나 연안이란 개념을 적용함에 있어 좀 더 구체적으로 연안을 분류한 사례를 살펴보면, 먼저 미국 로드아일랜드의 경우 해역을 보전수역, 저밀도이용수역, 고밀도이용수역, 다목적이용수역, 상업적·위락적 항만수역과 산업적 이용수역, 상업적 항해수역 등으로 세분화하여 관리하고 있다. 일본은 연안 용도지역 설정에 있어서는 연안을 대상으로 보전해역, 준보전해역, 개발정비해역과 개발조정해역 등 4개 용도로 나누고 우선 순위는 보전해역, 준보전해역, 개발정비해역, 개발조정해역 순으로 정하고 있다. 중국도 발해만을 사례지역으로 하여 연안의 용도를 개발 및 이용해역, 환경보호해역, 자연보호해역과 특수목적해역으로 구분하고 있다. 인도는 연안을 자연환경보호지역, 고밀도 도시개발지역, 저밀도 농촌지역과 기타 미개발 지역 등 4가지로 구분하고 있다 (박창호 외, 1998).

우리 나라에서도 최근에 연안통합관리를 위한 문제가 제기되어 해양수산부를 중심으로 「연안관리법」을 만들어 1998년 12월 국회에서 의결되었다. 우리 나라에서 입법 의결된 「연안관리법」에 의하면 연안이란 연안해역(해저 및 하층토를 포함) 및 연안육역을 말한다. 연안해역이라 함은 만조수위선으로부터 영해 및 접속수역법 제1조의 규정에 의한 영해의 외측한계와 바닷가를 말한다. 연안육역이라 함은 무인도서와 연안해역의 경계선으로부터 500m(항만법에 의한 지정항만, 어항법에 의한 제 1·3종 어항 또는 산업입지 및 개발에 관한 법률에 의한 산업단지의 경우에는 1,000m으로 한다)범위내의 육지지역을 말한다 (해양수산부, 1998).

수치지형도와 전자해도

1. 수치지형도 개요

국립지리원에서 제작한 수치지형도(Digital

Topographic Map)란 일반적으로 종이지도에서 포함하고 있는 정보를 우리 나라의 표준 형식에 의하여 표현된 데이터베이스라 정의한다. 이 수치지형도는 국가지리정보체계구축 기본계획에 의거하여 제작된 국가기본도 수치지도로써 국립지리원에서 구축하고 있다. 수치지형도상의 속성 및 공간정보를 추상적인 데이터베이스와 조합시키면 다양한 그래픽 정보를 실공간속에서 표현할 수 있으며 의사결정지원 시스템(Decision Support System), 지리정보시스템(Geographic Information System) 그리고 위치정보시스템(Global Positioning System)에 응용이 가능하다.

2. 전자해도(ENC) 개요

국립해양조사원에서 제작한 전자해도(ENC: Electronical Navigational Chart)란 종이해도에 표현된 모든 정보들이 표준 형식에 의하여 표현된 데이터베이스라 정의한다. 전자해도는 각국의 수로국(Hydrographic Office)에서 제작되어 공인된 자료이므로 국제 공인 전자해도시스템(Electronic Chart Display Information System)에 의해 종이해도와 동일하게 선박항해 용도로 사용할 수 있으며 선박항해지원시스템인 선박자동식별장치(Automation Identification System), 선박통항관제시스템(Vessel Traffic System) 등에 이용하거나 해양 개발 및 자원관리시스템에 활용할 수 있다.

3. 데이터베이스 구조 분석

수치지도 데이터베이스의 제작은 수치지도 작성작업규칙(건설교통부령 제17호 '95. 5. 29)에 의거하여 종이지도를 모델링한다. 전자해도 데이터베이스는 국제적인 데이터 교환 표준인 S-57을 따라야 하므로 임의로 데이터베이스를 설계할 수 없다. S-57은 국제수로기구(IHO)에서 작성한 「IHO TRANSFER STANDARD for DIGITAL HYDROGRAPHIC DATA」를 말하며 이것은 해도 데이터를 교환하는 표준

포맷이다. 본 연구에서는 1차적으로 수치지형도와 전자해도의 제작과정, 데이터베이스 구조, 좌표계 및 투영법 등을 비교·분석하여 통합수치도 데이터베이스의 기초연구의 틀을 마련하는데 중점을 두었다.

1) 수치지형도 데이터베이스 구조

수치지형도 제작업체는 대부분 'AutoCAD'와 'MicroStation'에서 작업하며 중간 자료구조 및 File Format으로 DWG와 DGN을 사용하고, 최종 파일 형식은 DXF(Drawing Exchange Format)이다. DXF 파일의 특징은 DWG(AutoCAD drawing file extension) 파일의 모든 정보를 문자로 표현한 것으로 두 줄이 쌍을 이루어 한 개의 엔티티(Entity)를 이룬다. 첫 줄은 엔티티를 분류하는 그룹 코드이고 두 번째 줄은 그룹 코드의 내용이다. 수치지도 데이터베이스에 들어있는 엔티티는 INSERT, LINE, POLYLINE, VERTEX, SEQEND, TEXT이다(조우석외 1996). 특히 수치지형도 데이터베이스는 위상(Topology) 개념이 없으므로 Object간의 위상 관계를 규정할 수 없다.

2) 전자해도 데이터베이스 구조

가. S-57의 데이터 모델

현실세계의 실체, 즉 객체(Object)는 대상물 객체(Feature Object)와 공간 객체(Spatial Object)로 나누어진다. 객체는 동일한 정보의 집합으로 정의된다. 객체는 속성(Attribute)을 가지며 다른 객체와 연관성을 갖는다. S-57에서는 실세계의 Object를 속성과 공간정보로 표현하며 속성정보와 공간정보를 Feature Object와 Spatial Object로 표현한다. 속성정보는 해당 Object를 식별하기 위한 identifier와 점, 선, 면의 지형속성을 갖는다. 속성정보는 Object간의 관계(master-slave), 참조하는 공간정보에 대한 포인터, 다국적 언어를 위한 속성 값을 포함한다. 공간정보는 속성정보가 참조할 수 있도록 식별자와 공간정보에 필요한 속성 값을 갖는다. 속성정보는 공간정보의 유

무에 관계없이 존재할 수 있으나 공간정보는 반드시 속성정보와 관련을 가져야 한다. 이것은 데이터를 실제로 이용하는 과정에서 데이터를 어떻게 표현할 것인가의 문제와 직결되는 것이다. Feature Object는 다음의 4가지 객체로 구분한다.

- Meta(다른 Object에 대한 정보)
- Cartographic(지도제작과 관련된 정보)
- Geo(실세계에서의 특성을 묘사하는 정보)
- Collection(Object간의 관계를 규정)

또한 Spatial Object는 Vector Model, Raster Model, Matrix Model로 분류되지만 현재는 Vector Model만이 규정되어 있다. Vector Model에서는 실세계의 지형지물을 점, 선, 면을 이용하여 객체를 표현한다. 객체간의 위상관계를 규정하기 위해 다음의 4가지가 있다.

- ① Cartographic spaghetti; 고립된 노드(Isolated Node)와 가장자리(Edge)로 이루어지며, 가장자리는 노드를 참조하지 않는다. 대상물 객체는 공간 객체를 포함하지 않는다. 점은 고립된 노드로써 코드화 되고 선은 연결된 가장자리로써 코드 되며 면은 가장자리 루프를 닫음으로써 코드 된다. 만약 논리적 일관성이 필요하면, 일치하는 가장자리는 같은 형상을 포함한다.
- ② Chain-node; 노드와 가장자리로 이루어지며 각 가장자리는 시작과 끝 노드로서 연결된 노드를 참조한다. 참조된 노드의 형상은 가장자리의 일부가 아니다. 점은 고립 또는 연결된 노드로써 코드 되고 선은 가장자리와 연결된 노드로써 코드 되며 면적은 공통으로 연결된 노드에서 시작과 끝의 가장자리 루프를 닫음으로써 코드 된다. 일치하는 선형 형상의 복사는 금지된다.
- ③ Planar graph; 노드와 가장자리로 이루어

지며, Chain-node와 동일한 구성을 갖고 있으나 가장자리는 교차될 수 없고 단지 연결되는 노드를 사용해야 한다.

- ④ Full topology; 노드, 페이스(Face) 그리고 가장자리로 이루어지며, Planar graph와 동일한 구성을 갖고 있으면서 Face라는 객체를 사용한다. 점은 고립 또는 연결된 노드로써 코드 되고 선은 가장자리와 연결 노드로써 코드 되며 면적은 face로써 코드 된다.

나. S-57의 데이터 구조

현실세계를 묘사하기 위한 이론적 데이터 모델은 데이터 구조를 통해 교환할 수 있는 데이터로 표현된다. 다음은 데이터 모델을 구현한 전자해도 데이터 구조에 대하여 요약한 것이다.

- 교환파일은 한 개 이상의 파일로 구성되고
- 하나의 파일은 한 개 이상의 record로 구성되고
- 하나의 record는 한 개 이상의 field로 구성되고
- 하나의 field는 한 개 이상의 sub-field로 구성된다.

다. S-57의 레코드

S-57의 레코드는 하나의 파일을 구성하는 기본 단위이며 다음의 다섯 가지로 분류된다.

- Data Set Descriptive(Meta): 데이터의 원천자료, 데이터가 제작된 환경, 사용된 좌표계와 투영법 등과 같은 데이터의 특성에 관한 기술과 데이터의 정확도에 관한 정보를 담고 있다.
- Catalogue: 전체 교환파일을 참조할 때 목차와 같은 역할을 한다.
- Data Dictionary: 사용된 오브젝트와 속성에 관한 설명을 담고 있다.
- Feature: 공간정보가 이외의 실세계 관련 정보를 갖고 있다.

- Spatial: 공간정보를 갖고 있다.

라. 필드와 부 필드

하나의 레코드는 여러 개의 필드로 구성되며 하나의 필드는 여러 개의 부 필드로 구성된다. 필드와 부 필드의 계층적 구조는 S-57 Ed. 3.0의 3.34에 나와 있다 (심우성, 1998).

4) 우리 나라의 지형도와 해도의 제작

각 국은 지도제작을 위하여 나름대로의 좌표계를 사용하고 있다. 1910년대에 전국에 걸쳐 제작된 우리 나라의 지형도는 일본의 동경 원점으로부터 삼각측량법에 의해 구축된 것이다. 그후 1965년부터 항공사진측량에 의해 1/25,000 지형도가 구축되어 왔으며 근간에는 1/5,000 지형도 제작이 주류를 이루고 있다. 이 지도의 기준점은 여전히 1910년대에 구축된 삼각점망을 이용하고 있으나 이 점들은 오랜 시간 동안 특히 6.25사변 등을 거치며 망실되거나 옮겨져 그 위치가 정확하지 않은 점이 많다. 국립지리원에서도 이들 삼각점을 복구·재측하는 작업을 지난 20여년간 하였는데 이에 근거한 새로운 삼각점 좌표 고시가 곧 될 것이다.

해도는 국립해양조사원(구교통부수로국)을 중심으로 제작되어 왔다. 초기에 해도의 해안선과 지형지물은 지형도의 해안선과 지형지물을 따온 것이었으며 그 이후 국립해양조사원에서 지속적인 해안지역의 재측량을 통해 우리나라 전체의 해안선을 재생성하였다. 수심 측량시 그 위치는 육지의 삼각점이나 지형도의 지형지물로부터 임시로 구해진 점에서 삼각 및 삼변 측량방식을 이용하여 정해졌다.

수치지형도에서의 해안선은 해면이 만조시에 달하였을 때의 만조수위면이고, 전자해도에서의 해안선은 해면이 약최고고조면에 달하였을 때의 육지와 해면의 경계이다. 그러므로 수치지형도와 전자해도에서는 동일한 해안선을 두고서 해안선의 개념을 동일하게 하고 있고, 해도는 지형도 및 육지의 삼각점을 기준으로

한다. 항공사진측량을 통해 제작되는 수치지형도와 전자해도의 경우 사진 촬영시점을 약최고고조면의 시점에 맞추기가 상당히 어려우므로 정확한 해안선 생성이 곤란하다고 보는 것이 타당하다. 작은 축척으로 측량되거나 제작되는 해도가 대축척인 육도와 그 해안선에서 일치하지 않게 된다. 그리고 디지털작업에 있어 해안선의 노드(Node)를 어떻게 끊어 기록하느냐는 것도 두 지도의 해안선이 일치하지 않게 하는 원인이 된다.

수치지형도와 전자해도의 해안선 매칭의 조사 및 분석

1. 수치지형도와 전자해도의 매칭방법

수치지형도는 지형지물의 경위도 좌표를 북위 38°와 동경125°, 127°, 129°가 만나는 3점을 각각 서부, 중부, 동부 원점으로 하고, 각 경도선을 투영중심으로 하는 TM(Transverse Mercator) 투영법으로 평면직각좌표로 나타내는데 false easting 과 false northing 값은 각각 200,000 m, 500,000 m으로 한다. 이때 중앙경선에서의 선확대율은 1.0000이다. 해도는 지형지물의 좌표를 Mercator 도법을 통해 평면직각좌표로 나타낸다. 우리 나라는 51, 52 종대 및 S, T횡대에 속한다. 본 연구의 실험 지역인 부산광역시 서구 해안지역은 52 종대에 속하는 지역으로 경도 129°와 북위 38°선을 중심으로 투영된 것이며, 선확대율은 0.9996이다(대한측량협회, 1993). 따라서 수치지형도와 전자해도의 해안선 매칭을 위해서는 가장 적의한 방법에 의해 하나의 투영법으로 통일하여 비교하여야 한다. 본 연구에서는 해도의 UTM 좌표를 기준으로 수치지형도의 TM좌표를 경위도 좌표로 바꾼 다음 이를 UTM 좌표로 다시 변환하여 결합하였다. 또한 해안선의 특이성을 감안하여 자연지형 해안선 부분과 인공지형 해안선 부분으로 나누어 결합에 따른 차이점을 조사 및 분석하였다.

2. 수치지형도와 전자해도의 매칭 조사 및 분석

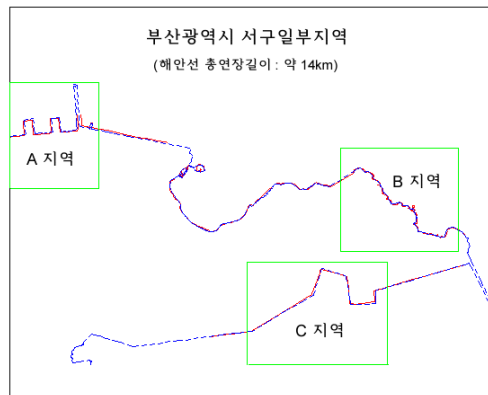


FIGURE 1. Coastal line at SeoGu, PUSAN

본 연구에서는 실험구역으로 부산광역시 서구 해안 지역을 설정하였다. 서구 해안 지역은 자연지형 해안선, 인공지형 해안선, 도시계획 시설물, 어장 및 어항들이 공존하고 있으며 연안역의 범위 내에 속해 있다. 또한 서구는 부산시 UIS 시범사업이 진행중인 구역이다. 해안선 매칭의 조사 및 분석 지역은 해안선의 특이성을 감안하여 A, B, C지역으로 나누어 추출하였다. A, C지역은 시설물이 위치하는 인공지형 해안선 부분이고, B 지역은 자연지형 해안선 부분이다. 해안선의 총 연장길이는 약 14Km이다.

1) 인공지형 해안선 매칭

아래 그림 2, 3은 인공지형에서의 수치지형도와 전자해도의 해안선을 매칭한 것이다. 인공지형 해안선은 시설물로 인해서 생긴 해안선이므로 시설물의 특성상 특이점(Node)을 이용하여 해안선 매칭을 하였다.

그림 2의 A지역에서는 특이점을 A1에서 A15까지 15개의 특이점을 설정하였고, 그림 3의 C지역에서는 특이점을 C1에서 C7까지 7개의 특이점을 설정하여 총 22개의 특이점으로 해안선 매칭을 시도하였다. 매칭되어야 할 각

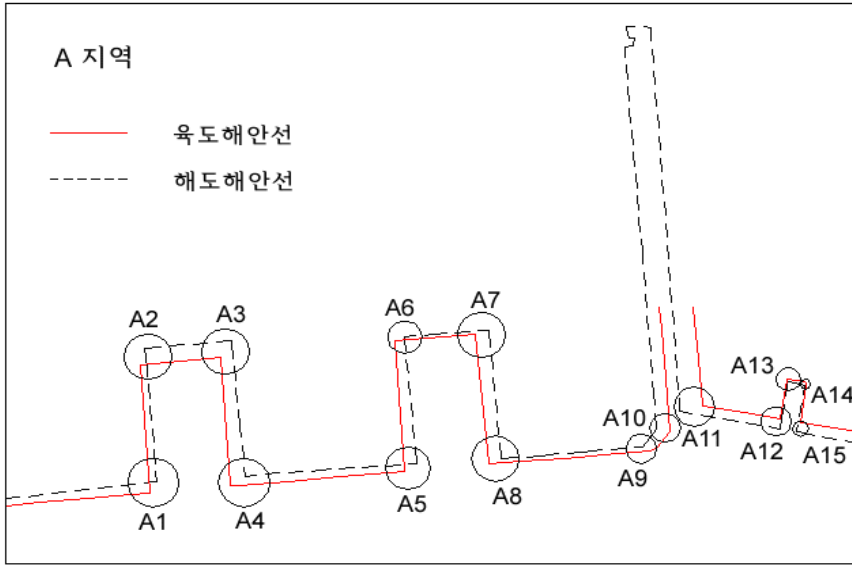


FIGURE 2. Coastal line of Artificial Terrain at A region.

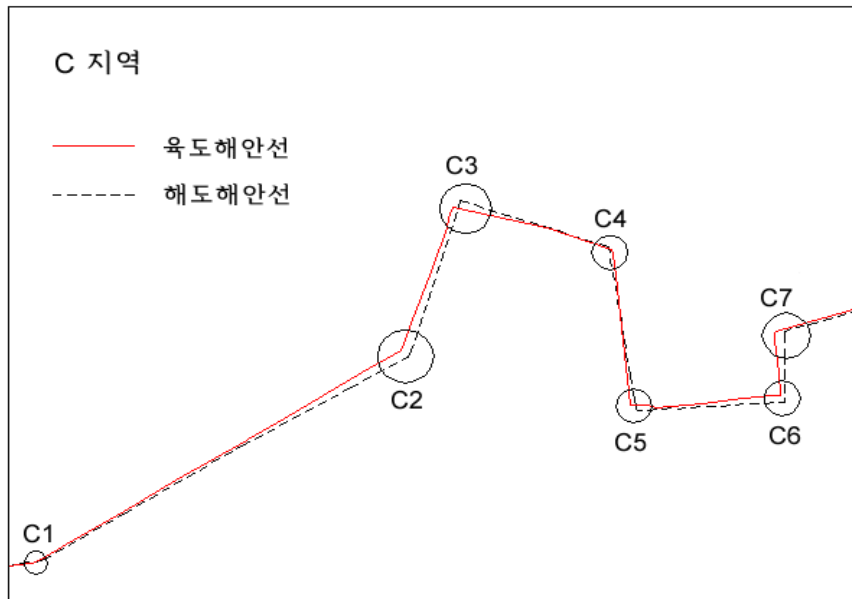


FIGURE 3. Coastal line of Artificial Terrain at C region.

각의 특이점(Node)에서 해도 해안선을 기준으로 해도 해안선의 특이점과 수치지형도 해안선 특이점간의 각각의 x, y편차와 이격거리,

전체 x, y편차와 이격거리, 그리고 평균 x, y 편차와 이격거리를 분석하여 정리한 것이 아래 표 1이다.

TABLE 1. Analyzed data of coastal line matching over man-made coastal line

Node	dx (m)	dy (m)	$\sqrt{dx^2 + dy^2}$ (m)	기준해안선 안(+)/밖(-)	Node	dx (m)	dy (m)	$\sqrt{dx^2 + dy^2}$ (m)	기준해안선 안(+)/밖(-)
A1	-11.02	+6.01	12.55	+	C1	-4.07	+12.61	13.25	+
A2	-17.51	+3.81	17.92	-	C2	+11.36	+12.34	16.77	-
A3	-16.68	+10.02	19.45	+	C3	-11.10	+12.28	16.55	-
A4	-10.41	+14.47	17.83	+	C4	-7.77	-6.04	9.85	-
A5	-8.48	+11.29	14.12	+	C5	+5.17	+8.36	9.83	+
A6	-3.88	+8.47	9.32	-	C6	+12.26	+5.15	13.29	-
A7	-4.87	+12.95	13.83	+	C7	-1.75	+14.34	14.45	-
A8	-4.99	+11.64	12.66	+					
A9	-2.88	-10.80	11.18	+					
A10	-3.06	-13.23	13.58	+					
A11	+4.34	-22.45	22.87	-					
A12	+10.95	-0.53	10.96	-	RMS	8.87	10.62	13.83	
A13	+2.58	+0.81	2.70	-					
A14	+4.04	-0.51	4.07	-					
A15	+9.64	-4.42	10.61	-					

위의 표 1에서, 해도 해안선의 특이점을 기준으로 수치지도 해안선의 특이점들이 평균적으로 x, y축상으로 각각 -8.87m, +10.62m의 RMS 값을 보이고, 평균이격거리는 13.83m로 나타났다. 일반적인 제도허용오차, 즉 1/5,000 및 1/10,000 지도에서 각각 0.2 mm 제도오차를 감안했을 때 생기는 복합적 오차인 2.24m 보다 11.57m나 더 크다. 이 차이값(11.57m)은 다음에서 설명할 복합적인 오차를 누적하고 있다.

2) 자연지형 해안선 매칭

그림 4는 자연지형에서의 수치지형도와 전자해도의 해안선을 매칭한 것이다. 자연지형에서의 해안선 매칭은 인공지형 해안선과는 달리 일대일 대응되는 특이점을 구하기가 거의 불가능하므로 면적과 거리를 가지고서 해안선 매칭을 분석하였다. 그림 4에서 보이는 것과

같이 수치지형도 해안선과 전자해도 해안선이 서로 교차하면서 매칭하고 있으며, 서로 교차하면서 생긴 교차면적 수는 그림 4에서는 19개로 나타났다. 표 2는 19개의 교차면적에 대해 전자해도 해안선을 기준으로 서로 교차하는 해안선간의 분석요소로는 (±)단위교차면적, (±)단위이격거리, (±)합계교차면적 및 평균 이격거리를 분석 정리한 것이다. 표 2를 살펴보면 (±)이격거리의 최고는 교차면적 번호 1, 2에서 나타나고, (+)교차면적과 (-)교차면적의 평균 이격거리는 각각 4.44m와 4.09m이다. 이것은 수치지형도 해안선이 전자해도 해안선보다 육지 쪽으로 들어간 것을 나타낸다. 그리고 (±)전체 평균 이격거리를 제도허용오차(약 2.24m)와 비교하면 오차는 2.02m만큼의 차이를 나타낸다. 이 오차값(2.02m)은 여러 가지 오차가 복합적으로 포함된 값이다.

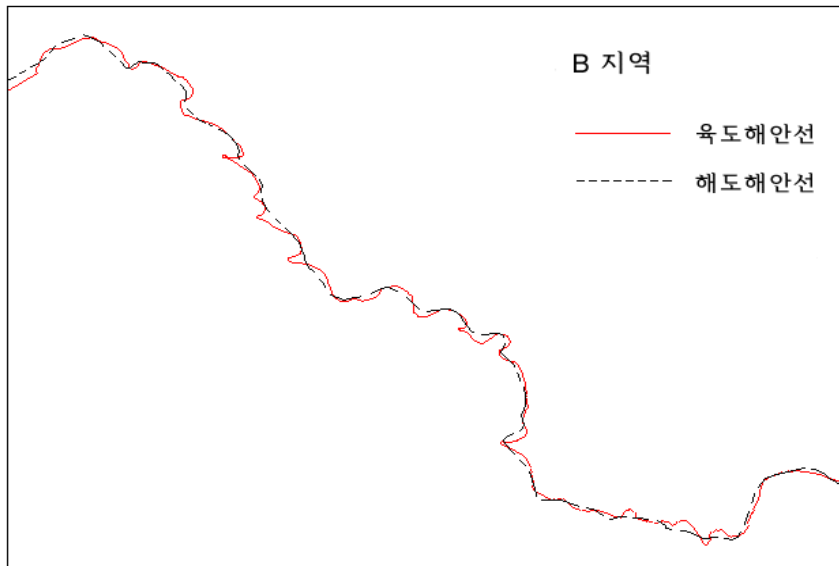


FIGURE 4. Coastal line of Natural Terrain at B region.

TABLE 2. Analyzed data of coastal line matching over natural coastal line

교차면적 번호	(+)면적 (m ²)	(+)이격 해안선 길이(m)	(+)이격거리 (m)	(-)면적 (m ²)	(-)이격 해안선 길이(m)	(-)이격거리 (m)
1	442.25	46.48	9.51	84.70	24.29	3.49
2	218.87	50.91	4.30	338.43	61.63	5.49
3	37.03	16.34	2.27	6.47	10.72	0.60
4	12.69	13.39	0.95	333.31	56.18	5.93
5	182.72	33.36	5.48	133.83	73.80	1.81
6	675.43	122.57	5.51	39.86	21.10	1.89
7	215.79	22.70	9.51	284.18	55.46	5.12
8	230.90	65.98	3.50	174.97	37.98	4.61
9	210.62	38.53	5.47	0.31	3.94	0.08
10	13.65	16.86	0.81	43.54	18.82	2.31
11	323.49	44.26	7.31	101.08	25.99	3.89
12	43.54	19.83	2.20	495.19	122.72	4.04
13	32.12	13.01	2.47	193.59	46.32	4.18
14	22.57	18.95	1.19	96.66	46.66	2.07
15	86.26	34.46	2.50	230.85	54.48	4.24
16	56.26	27.88	2.02	390.42	55.50	7.03
17	58.23	12.27	4.75	241.82	38.84	6.23
18	295.33	91.69	3.22	5.50	20.07	0.27
19	138.72	52.55	2.64	81.19	26.20	3.10
합계	2854.22	695.54		3191.20	776.41	
RMS			4.73			4.02
	전체 평균이격거리			4.37		

3) 해안선 불일치의 검토

인공지형과 자연지형의 해안선 매칭에서 이격거리 (+)나 (-)로의 편이 현상은 발견되지 않았다. 즉, 인공지역의 특이점 중 12점은 수치지도 해안선의 점들이 해도 해안선의 안쪽에 나머지 10점에는 그 바깥에 위치하여 비슷한 수치를 보였다. 그리고, 인공지역에서 평균적으로 x, y축상으로 각각 -8.87m, +10.62m의 RMS값을 보이고, 평균이격거리는 13.83m로 나타났다. 일반적인 제도허용오차(2.24m)를 감하면 11.57m나 차이가 난다.

자연지형에서는 (+) 및 (-) 평균이격거리가 각각 4.73m와 4.02m로 서로 비슷한 수치를 보였고, 이들 평균이격거리는 인공지형 및 자연지형의 제도허용오차와인 2.24 m와 비교해 약간 큰 값이 나왔다.

인공 또는 자연지형의 해안선 매칭으로 발생하는 이격거리의 차이의 이유는 다음 네 가지로 크게 생각될 수 있다.

- 수치지형도와 전자해도의 측량시점을 정확한 약최고고조면 시점에 맞추기가 어렵다는 점에서 발생하는 오차
- 육도와 해도가 각각 독립적으로 제작되는 과정에서 생기는 오차
- 1/5,000 수치지형도와 1/10,000 전자해도의 서로 다른 축척결합에서 발생하는 오차
- 수치지형도의 TM 좌표를 UTM 좌표로 Arc/Info S/W를 이용해 변환하는 과정에서 발생하는 오차

이들 오차 원인을 감안할 때 자연지형에서의 오차는 이해할만한 크기이지만, 인공지물에서의 오차는 지나치게 크다. 이 지나친 오차의 원인은 앞으로 밝혀야 할 중요한 과제이다. 한편, 자연 지형에서의 이격거리는 인공지물에서와는 달리 특정 동일점에서 비교하는 것이 아니라는 점을 고려하면 실제적으로는 더 크다고 할 수 있다.

통합수치도의 활용과 기대효과

1. 통합수치도 활용 및 응용 방안

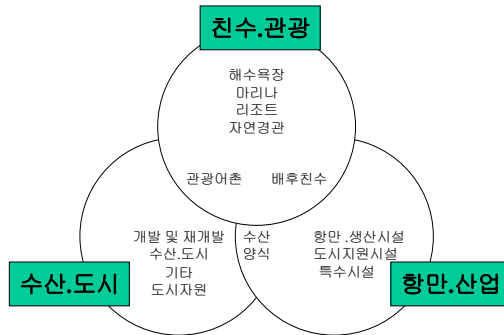


FIGURE 5. Concept of Coastal Zone Use.

본 연구에서는 완성된 통합수치도의 응용범위 및 기대효과를 사전에 분석해 보았다. 연안에서 발생하는 각종 인간행태를 기능적으로 분류하면 아래의 3가지로 대별할 수 있다(그림 5 참조).

- ① 해운·항만·산업용도
- ② 수산·도시생활용도
- ③ 친수·관광용도

해운·항만·산업용도는 항만, 생산시설, 유통단지, 특수시설 분야, 수산·도시생활용도는 어촌정비 및 수산양식, 도시지원(교통환승, 쓰레기소각장, 화장장, 하수종말처리장 등), 지역개발(용도변경, 지역재개발 등)분야, 친수·관광용도는 관광기능과 레저기능 분야 등이 있는데 이와 관련한 응용시스템 개발은 정확한 통합수치도를 기본으로 GIS(Geographic Information System) 및 GPS(Global Positioning System)기술과 접목될 때 고부가가치가 창출될 것으로 사료된다(박창호 외, 1998).

2. 통합수치도 기대효과

향후 연안 통합수치도가 제작되어 그 활용 및 응용에 따른 기대효과는 매우 크다고 사료

되며 통합수치지도에 의한 주요 기대효과는 다음과 같다.

- 연안의 보전·이용·개발에 대한 계획 수립 및 방향제시
- 환경보전 및 해양오염 감시 및 대책
- 해양자원 관리시스템 구축
- 태풍 등 해양재해 예보시스템의 구축
- 해양오염 발생시 조기방제 및 대책수립
- GIS를 이용한 연안 및 항만 시설물관리 체계화
- GIS를 이용한 수산자원과 해저자원 관리
- 해양레프츠 공간의 조성과 관련산업의 활성화

결 론

본 연구는 연안통합관리를 위한 통합수치지도 제작의 기초연구로써 연안의 효율적인 보전·이용·개발을 위한 연안통합관리체계 마련에 있어서 연안의 정의를 파악하고 국내·외 연안 관리 현황을 고찰해보며 국립지리원에서 제작한 수치지형도와 국립해양조사원에서 제작한 전자해도의 제작과정 및 데이터베이스에 대한 내용적·구조적 및 특성 차이를 분석하였다. 그리고 간이통합수치지도 제작의 일환으로 부산광역시 서구지역을 대상으로 국립지리원 1/5,000 수치지형도와 전자해도 1/10,000을 우리나라의 좌표계와 UTM 투영법을 기준으로 수치지형도의 해안선과 전자해도의 해안선을 결합해 본 결과, 인공지형 해안선 매칭에서 나타난 평균이격거리는 4.50 m 이며 제도허용오차 2.24 m와의 차이는 2.26 m이다. 자연지형 해안선 매칭에서 나타난 평균이격거리는 4.26 m로 수치지형도 해안선이 해도 해안선을 기준으로 육지 쪽으로 들어갔으며, 제도허용오차 2.24 m와의 차이는 2.02 m로 분석되었다. 이 차이값에는 여러 가지 복합적인 오차가 포함된 것으로 나타났다.

향후 본 연구를 발전시켜 우리 나라 전체의 육·해도 해안선을 매칭시켜 본 연구에서

나타난 결과치를 검증해 보아야 할 것이며, 연안통합관리를 위한 통합수치지도 데이터베이스의 구조 및 내용을 심도 있게 연구해야 할 것이다. **KAGIS**

참고문헌

- 대한측량협회. 1993. 한국의 측량·지도.
- 박창호, 노홍승, 양위주. 1998. 부산 연안의 효율적인 관리 및 이용에 관한 연구. 한국항만학회지 12(1):19~24.
- 박창호, 노홍승, 양위주. 1998. 부산광역시 해양 워터프론트의 개발 및 보전. 부산발전연구원.
- 박창호 외. 1996. 전자해도 응용 및 정책연구. 건설교통부 수로국.
- 심우성. 1998. S-57기반의 ENC 데이터. 해양수산부.
- 조우석 외. 1996. 수치지도 검사 프로그램 개발. 국토개발연구원.
- 해양수산부. 1998. 연안관리법안. **KAGIS**