

論 文

## 육·해도 통합수치도 제작 기술 개발과 응용 방안<sup>+</sup>

이기철\* · 박창호\*\* · 서상현\*\*\* · 김정희\*\*\*\* · 정희균\*\*\*\*\*

### A Study on the Technology Development and Application Plan for Making an Integrated Digital Map of an Electronical Navigational Chart and a Digital Terrain Map

*G. C. Yi · C. H. Park · S. H. Suh · J. H. Kim · H. G. Jeong*

**Key Words** : 수치지형도(Digital Terrain Map), 전자해도(Electronical Navigational Chart), 연안통합관리(Integrated Coastal Management), 지리정보시스템(Geographic Information System), 지상기준점(Ground Control Point)

#### Abstract

This study is to develop the technology and the ways of the practical use of the integrated digital map of and Electronical Navigational Chart(ENC) and Digital Terrain Map(DTM) for the effective and scientific based conservation, development and management. In this study, as preliminary studies to make eventual integrated maps, the concept of coastal areas are defined and the characteristics of digital maps developed by Korean Geography Institute and National Marine Investigation Institute are carefully analyzed. A test coastal map was developed based on the integrated digital map, a high resolution satellite image and Global Positioning System. Results from the edge matching analysis of coastal lines shows 8 meters difference in maximum. The problems, causes and solutions for the edge matched differences are described. Furthermore, the practical value of utilization, future use and various field of application are described based on the integrated digital map data base of coastal area.

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

\* 정희원, 동아대학교 도시조경학부 부교수

\*\* 정희원, 인천발전연구원

\*\*\* 정희원, 한국해양연구소 선박해양공학센터

\*\*\*\* 정희원, 경남대학교 토목공학과

\*\*\*\*\* 정희원, 한국해양대학교 대학원 물류시스템공학과

## 1. 서론

1982년에 채택된 유엔 해양법이 발효됨에 따라 세계적으로 새로운 해양질서가 수립되면서 바다를 끼고있는 해양국가들에 있어서는 공해의 관념이 다양하게 변하고 있다. 또한 1992년 유엔환경회의에서 채택된 「Agenda 21」에서는 연안의 중요성이 강조되면서 세계 각국은 연안의 보전·이용을 위한 연안통합관리(ICM: Integrated Coastal Management)체계를 수립하고 있다. 이에 우리 나라도 생태적·문화적·경제적 및 심미적 가치가 조화롭게 공존할 수 있도록 종합적이고 미래지향적인 관점에서 연안의 보전·이용·개발을 위해 중앙정부 차원의 연안관리법을 제정('98.12월)하였으며 지방자치 차원의 연안 관리계획이 수립되고 있다. 연안은 해안선을 기준으로 육지와 바다가 접하는 공통 접합구역이므로 육지부분의 속성정보와 바다부분의 속성정보가 접합된다. 그러므로 연안은 육지와 바다의 속성정보를 공유하므로 통합속성정보관리가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 연안통합관리를 위한 육·해도 통합수치지도 제작 기술과 활용 방안 단계로서 국립지리원에서 제작한 국가기본도 1/5,000 수치지형도와 국립해양조사원에서 제작한 전자해도(Electronic Navigational Chart: ENC)의 특성을 분석하고 통합수치지도의 활용과 기대효과를 고찰하고자 한다. 육·해도 결합에 있어 부산광역시 서구지역을 대상으로 하여 국립지리원 1/5,000 수치지형도와 국립해양조사원 1/10,000 전자해도를 하나의 투영법으로 통일하여 육·해도 해안선을 매칭하였다. 매칭에서 발생하는 오차의 정도와 원인을 분석하였으며 육·해도 통합수치지도의 활용과 기대효과를 고찰하였다.

### 1.1 연안의 정의

연안은 해안선을 따라 자연 생태계(Eco system)가 형성되어 있는 곳에서 바다와 관련한 인간행태(Human Behavior)가 발생하는 장소로 「연안관리

법」에 의한 연안이란 연안해역(해저 및 하층토를 포함) 및 연안육역을 말한다. 연안해역은 만조수위선으로부터 영해 및 접속수역법 제1조의 규정에 의한 영해의 외측한계와 바닷가를 말한다. 연안육역은 무인도서와 연안해역의 경계선으로부터 500 m(항만법에 의한 지정항만, 어항법에 의한 제1·3종 어항 또는 산업입지 및 개발에 관한 법률에 의한 산업단지의 경우에는 1 km로 한다)범위내의 육지 지역을 말한다[1].

### 1.2 수치지형도 데이터베이스

수치지형도(Digital Terrain Map)는 국립지리원에서 제작하며 일반적으로 종이지도에서 포함하고 있는 정보를 우리 나라의 표준 형식(수치지도작성 작업규칙)에 의하여 표현된 데이터베이스이다. 수치지형도상의 속성 및 공간정보를 데이터베이스와 조합시키면 다양한 그래픽 정보를 컴퓨터에서 실공간적으로 표현할 수 있으며 의사결정지원시스템(DSS), 지리정보시스템(GIS) 그리고 위치정보시스템(GPS)에 응용이 가능하다. 국립지리원에서 공급하고 있는 파일 형식은 DXF(Data Exchange Format)이다. DXF 파일의 특징은 DWG(AutoCAD 도면 확장자) 파일의 모든 정보를 문자로 표현한 것으로 두 줄이 쌍을 이루어 한 개의 엔터티(Entity)를 이룬다. 첫 줄은 엔터티를 분류하는 그룹 코드이고 두 번째 줄은 그룹 코드의 내용이다. 수치지도 데이터베이스에 들어있는 엔터티는 INSERT, LINE, POLYLINE, VERTEX, SEQEND, TEXT이다[2]. 특히 수치지형도 데이터베이스는 위상(Topology) 개념이 없는 Spaghetti 데이터로 Object간의 위상 관계를 규정할 수 없다.

### 1.3 전자해도 데이터베이스

전자해도(Electronic Navigational Chart)는 국립해양조사원에서 제작하며 종이해도에 표현된 모든 정보들이 국제 표준 형식(S-57)에 의하여 표현된 데이터베이스이다. S-57은 국제수로기구(IHO)

에서 작성한 「IHO TRANSFER STANDARD for DIGITAL HYDROGRAPHIC DATA」를 말하며 이것은 해도 데이터를 교환하는 국제 표준 포맷이다. 전자해도는 공인된 자료로서 국제공인전자해도시스템(ECDIS), 선박자동식별장치(AIS), 선박통항관제시스템(VTS) 등에 이용하거나 해양 개발 및 자원관리시스템에 활용할 수 있다.

전자해도 데이터베이스는 현실세계의 실제, 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 실제세계의 Object를 속성과 공간정보로 표현하며 속성정보와 공간정보를 Feature Object와 Spatial Object로 표현한다. 속성정보는 해당 Object를 식별하기 위한 identifier와 점, 선, 면의 지형속성을 갖는다. Feature Object는 4가지 객체(Meta, Cartographic, Geo, Collection)로 구분한다.

또한 Spatial Object는 Vector Model, Raster Model, Matrix Model로 분류되지만 현재는 Vector Model만이 규정되어 있다. Vector Model에서는 실제세계의 지형지물을 점(Point), 선, 면을 이용하여 객체를 표현한다. 객체간의 위상관계 규정에는 4가지(Cartographic spaghetti, Chain-node, Planar graph, Full topology)가 있다[3].

## 2. 육·해도 결합 방법 및 분석

### 2.1 수치지형도와 전자해도의 매칭방법

수치지형도는 지형지물의 경위도 좌표를 북위 38° 와 동경 125, 127, 129° 가 만나는 3점을 각각 서부, 중부, 동부 원점으로 하고, 각 경도선을 투영 중심으로 하는 TM(Transverse Mercator)투영법으로 평면직각좌표로 나타내는데 false easting 과 false northing 값은 각각 200000m, 500000m 이다.

이때 중앙경선에서의 선확대율은 1.0000이다. 해도 는 지형지물의 좌표를 UTM(Universal Transverse Mercator)투영법을 통해 평면직각좌표로 나타낸다. 우리 나라는 51, 52 종대 및 S, T 횡대에 속한다[4].

본 연구의 실험 지역인 부산광역시 서구 해안지역은 52 종대에 속하는 지역으로 경도 129° 와 북위 38° 선을 중심으로 투영된 것이며, 선확대율은 0.9996이다. 본 연구에서는 해도와 UTM좌표를 기준으로 수치지형도의 TM좌표를 경위도 좌표로 바꾼 다음 이를 UTM좌표로 다시 변환하여 결합하였다. 이때, 동경원점의 경도 오차 10".405가 고려되었다. 한편, 해안선의 특이성을 감안하여 자연지형 해안선 부분과 인공지형 해안선 부분으로 나누어 결합에 따른 차이점을 조사 및 분석하였다.

### 2.2 지상기준점 선정

영상자료에 흔히 나타나는 기하학적 오차는 위성의 자세 및 속도, 위성의 진행방향, 좌표투영법의 차이, 관측기기 오차, 지구 자전의 영향 등이 있다. 이러한 오차를 보정하는 기하학적 보정 방법에는 시스템 보정과 지상기준점(Ground Control Point) 보정의 두 가지가 많이 사용된다. 본 연구의 지상기준점 보정은 왜곡의 원인을 고려하지 않고 단지 왜곡의 정도만을 분석한 후, 수집된 영상과 기준 지도간을 연결할 수 있는 보정식을 구하여 보정해주는 방법을 선택하였다. 즉, 지상기준점의 지도상 좌표를  $x, y(x, y : \text{일반적인 UTM, 경위도 좌표체계로 되어있는 종이지도상 및 수치지도 또는 GPS 측량을 통해 얻은 위치}), \text{영상좌표를 } u, v(u, v : \text{행과 열})$ 라고 할 때, 두 좌표를 연결하여 그들간의 관계식을 구하는 것이다. 지상기준점을 이용한 보정시 이들 좌표 사이의 변환식은 다음과 같다.

$$x = au + bv + c, \quad y = du + ev + f$$

연구수행 과정으로 KVR-1000 위성영상과 1/5,000 수치지형도를 가지고 ER-Mapper상에서 GCP 선정을 수행하여 두 디지털 자료를 중첩하여

전자해도와 비교하였다. GPS의 선정은 가능한 넓은 지역에 고루 분포(random)하게, 어떤 특정한 지역에 치중하지 않고 영상전체에서 골고루 선정해야 했지만 본 연구 대상지의 경우 산악지역과 바다가 영상에서 차지하는 비중이 높아 만족할 만한 수준으로 GCP선정이 곤란하였으며 대개 대형건물을 상대로 하여 사각모서리를 중심으로 선정하였다. 그 결과 지형의 고도에 따른 오차가 발생하였다. 또한 지상 기준점의 개수는 좌표변환식을 결정하는 것에 필요한 수 보다 많이 선정하여야 하며 본 연구에서는 최초 17개정도 선택하고 RMS 오차량이 많은 것을 지형변화가 있다는 가정 하에 제외하여 나가면서 최종 13개를 선택하여 RMS오차를 최소화시킨 결과 평균 RMS 오차는 2.62였다[표1]. 이는 2.62 화소에 해당하는 것으로 1개의 화소가 2m 임을 감안하면 평균5m의 수평오차를 가지고 있다고 할 수 있다

안선 부분이고, B 지역은 자연지형 해안선 부분이고, 해안선의 총 연장길이는 약 14 Km이다.

Table 1 RMS Error resulted from GCP Selection

Name	Cell X	Cell Y	TO Easting	TO Northing	RMS
1	473.76	1586.25	200367.42	175339.04	3.52
2	1517.98	1404.44	201965.83	175612.38	0.69
3	1115.65	2644.71	201353.78	173691.14	4.11
4	1200.03	2025.57	201482.70	174653.27	0.15
5	1769.79	1050.08	202354.51	176163.10	3.15
6	145.72	1138.91	199855.48	176030.40	0.51
7	982.12	1085.14	201134.11	176110.25	4.16
8	190.87	442.03	199916.37	177105.55	2.14
9	1529.71	646.00	201980.96	176780.19	3.87
10	1119.94	1473.77	201354.75	175513.37	3.99
11	679.31	1174.95	200679.59	175968.19	2.97
12	495.65	1771.22	200401.98	175050.97	2.74
13	485.17	577.25	200369.32	176898.44	2.09
평균					2.62

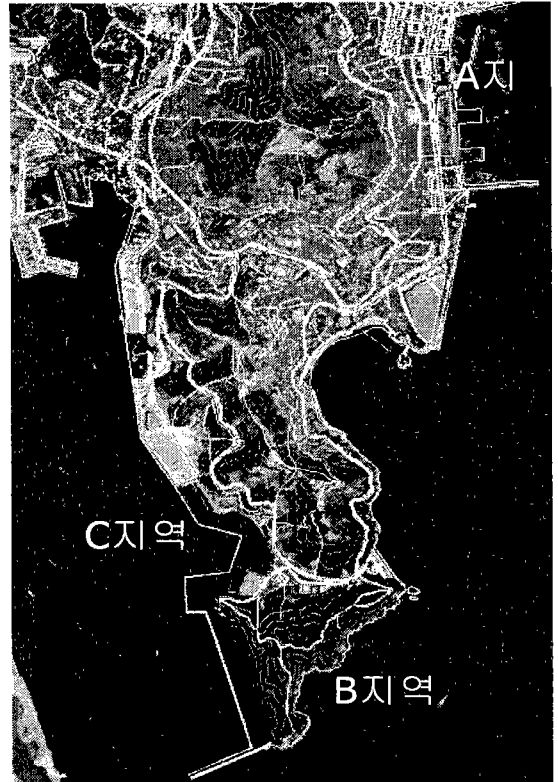


Fig. 1 Overlay of KVR-1000 Satellite Image and an Integrated Digital Map

Fig.1은 1991년에 촬영한 KVR- 1000 위성영상과 수치지형도가 중첩된 것으로, 촬영된 고해상도 인공위성영상에 수치지형도를 근거로 지상기준점(GCP: Ground Control Point)을 획득하고, 좌표변환을 행하여 전자해도와 중첩시킨 것이다.

### 2.3 고해상도 인공위성 자료와의 매칭 분석

해안선 매칭의 조사 및 분석 지역은 해안선의 특이성을 감안하여 A, B, C 지역으로 나누어 추출하였다. A, C 지역은 시설물이 위치하는 인공지형 해

#### 1) 인공지형의 해안선 매칭

Fig. 2, 3은 위성영상 위에 인공지형에서의 수치지형도와 전자해도의 해안선을 매칭한 것이다. 인공지형 해안선은 시설물로 인해서 생긴 해안선이므로 시설물의 특성상 나타나는 특이점(Node) 22개를 이용하여 해안선 매칭을 하였다. Fig. 2의 A

지역에서는 특이점을 A1에서 A15까지 15개의 특이점을 설정하였고, Fig. 3의 C지역에서는 특이점을 C1에서 C7까지 7개의 특이점을 설정하였다. 하지만 위성영상획득의 시기가 91년도이어서 시설물이 나타나지 않고 수치지형도 및 전자해도에만 시설물이 나타난다. 각각의 특이점(Node)에서 해도의 해안선 특이점을 기준으로 수치지형도 해안선 특이점간 각각의 x, y 편차 및 이격거리를 이용하여 RMS를 분석하여 정리한 것은 Table 2와 같다.

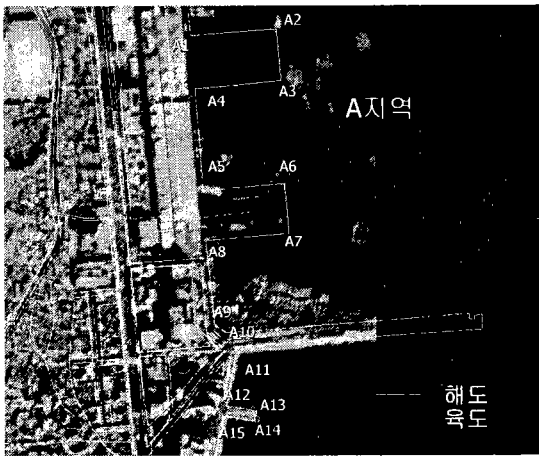


Fig. 2 Edge Matching of Coastal Line in Artificial Terrain-A Area

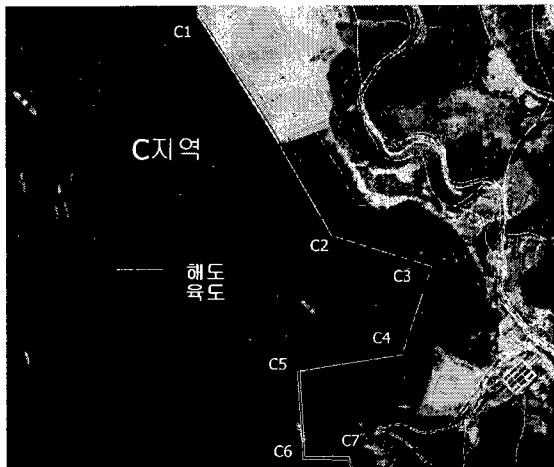


Fig. 3 Edge Matching of Coastal Line in Artificial Terrain-C Area

Table 2 Matching Analysis of Coastal Line in Artificial Terrain

Node	dx(m)	dy(m)	Node	dx(m)	dy(m)
A1	-11.02	+6.01	A12	+10.95	-0.53
A2	-17.51	+3.81	A13	+2.58	+0.81
A3	-16.68	+10.02	A14	+4.04	-0.51
A4	-10.41	+14.47	A15	+9.64	-4.42
A5	-8.48	+11.29	C1	-4.07	+12.61
A6	-3.88	+8.47	C2	+11.36	+12.34
A7	-4.87	+12.95	C3	-11.10	+12.28
A8	-4.99	+11.64	C4	-7.77	-6.04
A9	-2.88	-10.80	C5	+5.17	+8.36
A10	-3.06	-13.23	C6	+12.26	+5.15
A11	+4.34	-22.45	C7	-1.75	+14.34

$$R.M.S. = \left[ \sum_{i=1}^n (\sqrt{dx^2 + dy^2}) / n \right]^{1/2} (n=22)$$

$$= 13.83 \text{ m}$$

Table 2는 해도와 육도에서 동일점으로 생각되는 특이점들(보서리, 구석 등)의 좌표를 비교한 결과를 나타낸다. x축과 y축으로 그 차이의 RMS는 각각 8.87m와 10.62m이고 평균이격거리는 13.83m로 나타났다. 이는 일반적인 제도허용오차(약 2.24m)를 고려한 평균이격거리 11.57m 보다 약 2배 크게 나타났다.

2) 자연지형의 해안선 매칭

Fig. 4는 자연지형에서의 위성영상 위에 수치지형도와 전자해도의 해안선을 매칭한 것이다. 자연지형에서의 해안선 매칭은 인공지형 해안선과는 달리 일대일로 대응되는 특이점을 구하기가 거의 불가능하므로 면적과 거리를 가지고서 해안선 매칭을 분석하였다. Fig. 4에서 보이는 것과 같이 수치지형도 해안선과 전자해도 해안선이 서로 교차하면서 매칭하고 있으며 교차면적 개수는 총 19개로 나타났다. 19개의 교차면적에 대해 전자해도 해안선을 기준으로 서로 교차하는 해안선간의 분석요소로는 (±)단위교차면적, (±)단위이격거리, 각 교차면적에서의 (±)이격거리를 분석 정리한 것이다.

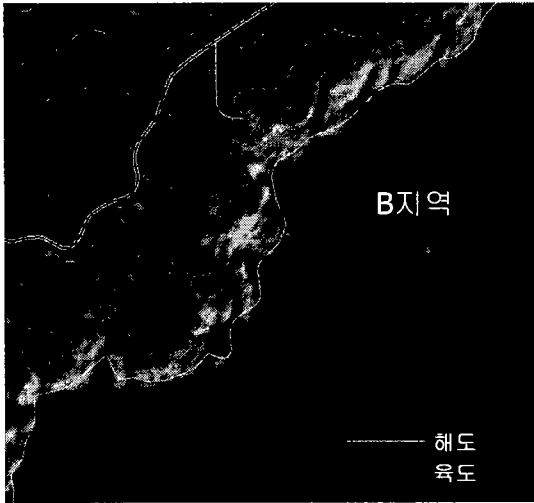


Fig. 4 Edge Matching of Coastal Line in Natural Terrain-B Area

Table 3 Matching Analysis of Coastal Line in Natural Terrain

번호	(+)면적	(+)해안선 길이(m)	(+)이격거리(m)	(-)면적	(-)해안선 길이(m)	(-)이격거리(m)
1	442.25	46.48	9.51	84.70	24.29	3.49
2	218.87	50.91	4.3	338.43	61.63	5.49
3	37.03	16.34	2.27	6.47	10.72	0.6
4	12.69	13.39	0.95	333.31	56.18	5.93
5	182.72	33.36	5.48	133.83	73.8	1.81
6	675.43	122.57	5.51	39.86	21.1	1.89
7	215.79	22.7	9.51	284.18	55.46	5.12
8	230.90	65.98	3.5	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	2.2	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	2.5	230.85	54.48	4.24
16	56.26	27.88	2.02	390.42	55.5	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	26.2	3.1

$$R.M.S. = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\text{이격거리})^2}{n} \right]^{1/2} \quad (n=38)$$

$$= 4.39 \text{ m}$$

Table 3을 살펴보면 (±)이격거리의 최고는 교차면적 번호 1, 2에서 나타나고, (+)교차면적과 (-)교차면적의 평균이격거리는 각각 4.73m와 4.02m이다. 이것은 수치지형도 해안선이 전자해도 해안선보다 육지 쪽으로 들어간 것을 나타낸다. 그리고 (±)전체평균이격거리에서 제도허용오차(약 2.24m)를 제외한 오차는 2.15m이다. 이 오차값(2.15m)은 여러 가지 오차가 복합적으로 누적된 값이다.

3) GPS 측량을 통한 기선비교

연구대상지역에 대하여 수치지형도와 해도의 상대평가의 기준이 모호하다. 따라서 절대평가를 위해서는 육도나 해도의 정확한 재측량이 필요하지만 이는 비용과 시간이 너무 많이 들어 현실적으로 불가능하다. 한편, GPS 측량은 상시 관측소를 기준으로 하고 이주파를 이용한 관측후 처리 방식을 택하면 수 cm 이내의 정확도를 얻을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 절대평가를 목적으로 GPS 측량을 수행하여 그 기선들의 길이를 비교하였다. 이때, WGS84 좌표의 기준점인 부산대학교내 상시 고정관측점을 기준으로 부산광역시 서구지역의 안정된 지점으로 기본점을 결정하였고, 상대관측을 통해 기준점을 끌어와 WGS84 기준점으로부터 측량하였다. GPS 측량은 위성과의 시통이 양호한 C지역을 중점으로 행하였으며, 인공지형인 A, B지역은 시통이 나쁘고 절벽과 낙석의 위험이 있어 제외하였다.

Fig. 5는 C 지역을 나타낸 것으로 WGS84 좌표계로 나타난 GPS 측량 결과를 TM좌표로 변환하여 육도와 해도에 도상에서 특이점들을 고려하여 수작업으로 나타낸 것이다. 이는 기선의 길이를 비교하기 위한 것이 목적이므로 좌표계 사이의 변환은 고려하지 않았다. 여기서 육도와 해도에서의 구조물 좌표는 같은 TM 좌표로 나타내어졌으므로 절대 위치 비교를 할 수 있다.

Table 4는 GPS 기선벡터를 기준으로 수치지형도 및 전자해도에서의 측정점 간 상대거리를 비교한 결과이다. 각 인공지형의 제방의 끝점을 잇는 측정



Fig. 5 Overlay of GPS Survey Data and an Integrated Digital Map

간에 GPS기선을 기준으로 상대거리를 계산한 결과 육도에서는 RMS오차가 6.40m, 해도에서는 10.82m가 나와 육도가 더 정확하게 나타났다. 이러한 오차는 국립지리원이 발표한 1/5,000 육도 수치지도의 오차범위인  $\pm 3.50\text{m}$ 를 초과하고 있다.

Table 4 Relative Distances of a Digital Terrain Map and ENC on the reference of GPS Baseline Vector

구분	GPS 기선 (m)	수치지형도 (m)	전자해도 (m)	수치지형도 GPS기선 (m)	전자해도 GPS기선 (m)
C1~C2	669.55	666.97	657.13	2.58	12.42
C2~C3	260.63	244.81	267.40	15.82	-6.77
C3~C4	256.20	255.63	240.71	0.57	15.49
C4~C5	259.76	255.40	264.29	4.36	-4.53
C5~C6	229.98	232.47	220.33	-2.49	9.65
C6~C7	102.79	102.00	111.82	0.79	-9.03
RMS				6.40	10.82

### 3. 육·해도 통합수치도 응용 방안

연안통합관리의 개념을 연안환경, 해양산업, 수산업, 연안관광, 해운항만, 해양·에너지, 연안공간 부문으로 나누어서 통합수치도 활용 분야를 고려 하면 다음과 같다.

#### 가. 연안환경보전부문

최근 우리 나라의 연안은 대규모 간척, 매립사업의 추진과 임해공단의 조성 등으로 연안역 내에 인구가 집중되고 있으며 이에 따른 생활하수, 공장폐수 등 각종 오염물질의 해안유입이 급증되고 있는 실정이다. 또한 해상교통량의 급증에 따른 선박사고로 기름유출사고가 빈번하게 발생되고 있어 연안생태계의 파괴는 물론, 주변 양식장, 공동어장, 관광지 등을 오염시켜 막대한 국가적 손실을 초래하고 있는 실정이다. 따라서 연안환경이 더 이상 파괴되지 않도록 연안의 효율적이고 과학적인 관리정책을 통합수치도 데이터베이스를 기반으로 수립하여야 할 것이다.

#### 나. 해양산업부문

자원별 활용 형태를 보면 수산자원은 어·패류의 생산, 유통·가공업의 진흥, 어항 등 생산기반의 정비 등이 대상이 되고 있으며 관광자원은 자연경관, 어류, 기후 등을 자원으로 하는 관광산업의 진흥, 해양산업과 에너지 자원은 해저와 해수에 부존하는 각종 해양자원이나 波力, 潮力에너지 등을 활용하는 산업개발, 그리고 복합자원은 수산자원, 관광자원, 공간자원, 해양에너지 등을 조합하여 복수의 산업을 진흥하는 것을 말한다. 따라서 각 해양산업개발 부문에 통합수치도의 활용이 기대된다.

#### 다. 수산업부문

우리 나라는 연근해의 수산자원 보존량이 풍부하여 수산업 발전에 유리한 입장에 있다. 이와 같은 수산업의 여건은 농업 및 공업용지 확보를 위한

간척·매립사업으로 인한 연안어장의 환경변화와 그에 따른 어족자원의 감소로 어업환경이 악화되어 가는 추세이다. 따라서 국가는 수산자원을 적극적으로 개발하는데 있어서 통합수치도 데이터베이스를 기반으로 종합적인 개발사업이 추진되어야 할 것이다.

#### 라. 연안관광자원부문

우리 나라의 관광잠재자원으로 국토이용관리법상 관광휴양지역, 자연공원법상 국·도립공원, 관광진흥법상 관광지 등이 있다. 그러나 대부분이 해수욕장 유형의 관광지가 있을 뿐이고 해상 및 연안의 국립공원 또한 자연환경보전지역으로 지정되어 있어서 외국에서와 같은 위락적 boating이나 마리나 같은 유형의 관광지가 거의 개발이 안된 상태이다. 따라서 우리 나라의 해양성 관광산업은 아직 본격화되지 못한 실정이므로 관광산업을 활성화하기 위해서는 해양자원과 해양레저를 연관하여 그 종류를 다양화 할 필요가 있으며, 통합수치도 데이터베이스를 기반으로 바다와 육지를 일체로 하는 통합적 관광개발이 필요하다.

#### 마. 해운항만부문

해운, 항만, 수산 등 개발은 지리적, 공간적 관련성뿐만 아니라 선원, 선박, 항만, 해양과학 등과도 밀접하다. 이러한 기능들은 배후지 산업이나 유통관련기업과도 관계가 있다. 해운의 경우 해상수출입 물동량이 1980년대 중반부터 급증하면서 항만시설이 적기에 공급되지 못함에 따라 항만의 체선에 따른 직·간접적인 사회경제적 비용 손실은 막대하다. 따라서 연안해운의 활성화를 위하여 연안여객 운송서비스의 향상과 연안해운의 수송력을 증가시키며, 해상물동량 증가에 대비한 항만시설의 확충과 유통비 절감을 위한 종합적인 화물유통체제의 구축과 항만 운영의 전산화 및 항만의 유통정보센터, 과학화, 전문화를 추구해야 할 것이다.

#### 바. 해양자원 및 에너지 자원부문

해양자원은 주로 대륙붕 개발, 심해저 광물개발, 천해저 광물자원개발, 해양에너지(조력발전, 파력발전, 해류발전, 근해풍력발전) 개발 등이 대상이 되며 이에 대한 기술축적 및 전문인력이 부족하여 개발이 미진한 상태이다.

#### 사. 연안공간부문

연안공간자원은 간척·매립을 통한 임해공간의 이용으로 분류되고 있으나 전체적으로는 연안의 부문별 이용과 결부되어 있다. 우리 나라의 간척·매립을 용도별로 보면 농업용지, 공업용지, 도시용지, 발전용지, 유보용지 등으로 되어 있다. 대부분의 간척·매립지의 경우 인공섬, 부유식 플랜트, 비축기지 등에 대한 개발계획이 수립되고 있다. 이러한 개발은 국토 전체의 기능과 용도에 맞도록 개발계획 수립과 매립이 이루어져 연안의 체계적인 관리가 요구되고 있다.

## 4. 고찰 및 결론

본 연구는 연안통합관리를 위한 통합수치도 제작의 기초연구로써 연안의 효율적인 보전·이용·개발을 위한 연안통합관리체계 마련에 있어서 연안의 정의를 파악하고, 국립지리원에서 제작한 수치지형도와 국립해양조사원에서 제작한 전자해도의 특성 차이를 분석하고, 수치지형도와 전자해도의 결합시 발생하는 오차를 분석하였다. 구체적인 방법으로는 부산광역시 서구지역을 대상으로 KVR-1000 고해상도 위성영상 및 국립지리원 1/5,000 수치지형도와 전자해도 1/10,000을 우리나라의 좌표계와 UTM투영법을 기준으로 수치지형도의 해안선과 전자해도의 해안선을 결합하였다. 그 결과, 인공지형 해안선 매칭에서 나타난 평균이격거리는 13.83m, 자연지형 해안선 매칭에서 나타



난 평균이격거리는 4.39m이다. 수치지형도 해안선이 해도 해안선을 기준으로 육지쪽으로 들어갔으며, 제도허용오차 2.24m를 고려한 인공 및 자연 지형의 해안선 결합오차는 각각 11.59m, 2.15m으로 나타났다. 이 오차값에는 여러 가지 복합적인 오차가 포함된 것으로 사료된다.

본 연구에서는 2m의 공간해상도를 가지고 있는 KVR-1000의 위성영상에서 중첩시킨 결과 지상기준점 선정시 RMS 오차가 평균 4 화소(pixel)의 결과를 가져옴으로써 위성영상과 수치지도의 중첩에서 최대 8m의 오차를 나타내었다. 이는 위성영상의 품질이 다소 떨어진 상태이고 또한 광범위하게 잡아야 할 지상기준점이 바다로 인해 한쪽으로 치우치게 선정한 결과라 사료된다. 위성영상에서 수치지형도를 일반적으로 중첩한 상태에서 해도와의 차이를 구하는 것은 어느 특정한 기준이 없으므로 절대적인 정확도를 평가하고자 GPS 측량을 수행한 결과, GPS 기선벡터를 기준으로 수치지형도 및 전자해도와의 측정간의 상대거리에서 각각 평균 6m, 11m의 오차를 나타내었다. 국립지리원에서 발표한 1/5,000의 수치지형도의 평면위치오차  $\pm 3.50m$  이내임을 감안할 때 수락될 수 있는 오차로 확인되며, 향후 부정확한 결과에 대한 심도 깊은 문제 분석을 하여야 할 것이다.

본 연구에서 채택한 고해상도 위성영상위에 수치지도의 좌표를 부여(GCP선정)하여 중첩시키는 절차는 여러 도엽의 수치지형도 및 전자해도의 위치오차를 파악, 비교하는 방법보다 훨씬 효율적이

고 넓은 지역을 짧은 시간 내에 비교, 검증 할 수 있어서 추후 이러한 방법으로 해안선의 불일치에 의한 오차를 최소화시키는 작업에 대한 연구를 계속하여야 할 것이다. 항공사진측량을 통해 제작되는 수치지형도와 전자해도의 경우 사진 촬영시점을 약최고고조면의 시점에 맞추기가 상당히 어려우므로 정확한 해안선 생성이 곤란하다고 보는 것이 타당하다. 소축적으로 제작되는 해도와 대축적인 육도의 결합시 서로 다른 축척결합에 따른 해안선 불일치가 발생할 수 있다. 그리고 디지털작업에 있어 해안선의 노드(Node)를 어떻게 끊어 기록하느냐는 것도 두 지도의 해안선이 불일치 하는 원인이 된다.

또한 향후 본 연구를 발전시켜 공간해상도가 1m인 위성영상으로 보다 높은 지상기준점을 선정하여 우리 나라 전체의 육·해도 해안선을 매칭시켜 본 연구에서 나타난 결과치를 검증해, 연안통합관리를 위한 통합수치도 데이터베이스를 효과적이고 효율적으로 만드는 방법을 모색하여야 할 것이다.

### 참고문헌

- 1) 해양수산부, 연안관리법, 1998.
- 2) AutoDesk사 : 「AutoCAD Release14 매뉴얼」
- 3) 심우성: 「S-57기반의 ENC 데이터」, 1998.
- 4) 대한측량협회: 「한국의 측량·지도」, 1993.