

MGIS를 이용한 광양만의 지형변화 분석

김종규* · 조기운* · 김정현**

*전남대학교 해양공학과

**국립해양조사원 해양과

Geomorphologic Changes in Gwangyang Bay Using Marine Geographic Information System

JONG-KYU KIM*, KI-WOON CHO* AND JUNG-HYUN KIM**

*Dept. of Ocean Engineering, Chonnam National University, Yeosu, Korea

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

KEY WORDS: Nautical charts 종이해도, Aerial photos 항공사진, Dredging volume 준설량, Geomorphological changes 지형변화, Marine geographic information system 해양지리정보시스템

ABSTRACT: This study discusses the spatiotemporal characteristics of the geomorphological changes in Gwangyang Bay. In this study, we analyzed four aerial photos and nautical charts. The geomorphological changes that have occurred over time were identified using an MGIS (Marine geographic information system) overlay analysis. As a result, we were able to identify the geomorphological changes that have resulted from the coastal development and fairway dredging of Gwangyang Bay. This paper demonstrates that the marine geographic information system can be effective in monitoring the geomorphological changes in coastal zones.

1. 서 론

광양만은 남해안 중부 여수해만 북쪽에 위치한 내만으로 동서 길이 약 17km, 폭이 넓은 곳이 약 9km로 여수해만을 통해 남해와 연결되고, 노랑수도를 통해 인접한 진주만과 연결된다. 만 중앙부에는 묘도, 금오도 등의 작은 섬들이 산재하고 수심은 내만의 서쪽과 북쪽이 대략 5m 이하, 동쪽의 노랑수도와 남동쪽의 여수해만과 이어지는 수로는 약 20m 이상이다(이석우, 1994).

한편, 광양만은 반일주조가 지배적인 조류가 탁월한 해역이며, 만 북부의 섬진강과 수어천을 통해서 연 5.8~8.7×10⁸ 톤의 담수가 유입되고 있어 밀도 성층과 함께 하구순환도 형성된다(해양수산부, 1999). 또한, 광양만은 1970년대 이후 광양제철소 건립을 필두로 급격한 경제발전으로 공업단지가 조성되어 왔고, 현재 10,657×10³m²의 광양만권 공업단지가 조성되어 있다. 그러므로 광양만내 해역개발의 영향으로 인하여 유동구조 변화가 일어났을 것이라고 예상된다(김종규 등, 2006).

따라서 본 논문에서는 과거 및 현재 광양만 지형변화를 항공사진과 수치데이터를 이용하여 MGIS (Marine geographic information system) 기반으로 비교 분석하고자 한다.

2. 자료 및 방법

2.1 항공사진을 이용한 해안선 변화 추출

본 연구대상해역의 해안선 변화 여부를 파악하기 위하여 수치해도(No. 241) 및 항공사진을 이용하여 분석하였다. 국립지리정보원으로부터 항공사진 자료를 구입하여 영상을 입력하였으며, 본 논문에서 사용한 영상자료는 Table 1과 같다. 좀 더 정밀한 항공사진을 위해 수치표고 모델과 커버리지를 제작한 후 영상처리 프로그램을 이용하여 내부표정 및 외부표정 값을 보정하였다. 국토지리정보원에서 제공하는 디지털 파일로 변환된 항공사진을 축척 1/20,000의 No. 241 수치해도에 연계하여 해안선 변화 여부를 판별하였다. 항공사진은 특성상 같은 축척이라도 원하는 지역의 비행기의 고도 및 촬영각이 같을 수 없기 때문에 해안선 변화 여부를 판별하는 것으로만 사용하였다.

Table 1 Aerial photos

Date	Scale	Number	Type of camera	Focal length
1970		4		
1979	1:20,000	28	UAG II 3081	152.87
1994	1:20,000	31	WILD 15/4 UAGA-F	153.59
2000	1:37,500	11	WILD 15/4 UAGA-F	153.59

교신저자 김종규: 전라남도 여수시 둔덕동 산96-1

061-659-3155 kimjk@chonnam.ac.kr

항공사진 자료의 편집 및 연계는 축척 1/20,000 국립해양조사원 수치해도를 이용하여 DEM과 TIN을 생성하였다. 내부표정과 외부표정은 초점거리와 항공사진의 크기를 이용하여 분석하였다. 그러나 1972년의 항공사진은 카메라 정보가 없어서 표준 광각 카메라 값을 입력하여 초점거리는 15.24cm (6inch), 사진크기는 22.86cm (9inch)로 입력하였다(최철웅 등, 2005). Fig. 1은 항공사진에 좌표값을 부여하여 보정을 실시하는 입력방법을 나타내며, 좌표값을 입력함으로써 항공사진은 해안선 길이를 측정할 수 있게 된다. Fig. 2는 각 연도별 항공사진에서 해안선 길이를 추출하는 방법이며, 추출경계는 Fig. 3의 면적경계와 동일한 방법으로 I~IV의 영역을 나누어 실시하였다.

2.2 광양만의 면적 계산

국토지리정보원에서 제공하는 광복이전 지형도(종이지도)를 이용하여 공업단지가 조성되기 이전의 1918년 광양만 면적을 산출하였으며, 국립해양조사원의 종이해도를 이용하여 1973년부터 현재까지의 광양만의 면적변화를 판단하였다(Fig. 3). 또한, 종이해도를 바탕으로 광양만 해안선 변화 형상과 수심을 조사하였다. 사용되어진 종이해도는 국립해양조사원(구 수로국)에서 발간된 4개의 종이해도(1973, 1986, 1995, 2006년)이다(Table 2). 종이지도 및 종이해도를 분석하기 위해서 컴퓨터가 처리할 수 있는 수치형태로 변형시킨 것이 수치지도 및 수치해도이다(김종규와 김정현, 2003).

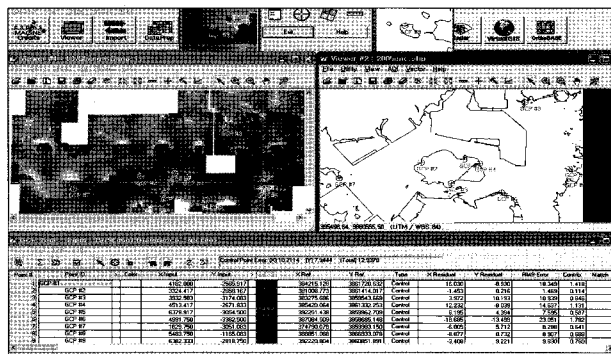


Fig. 1 Method of rectification - georeferencing

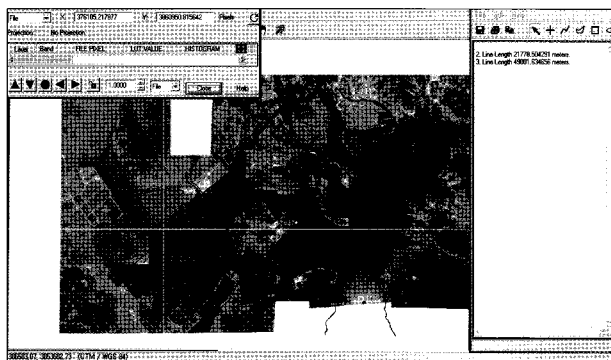


Fig. 2 Display of the extracted coastline

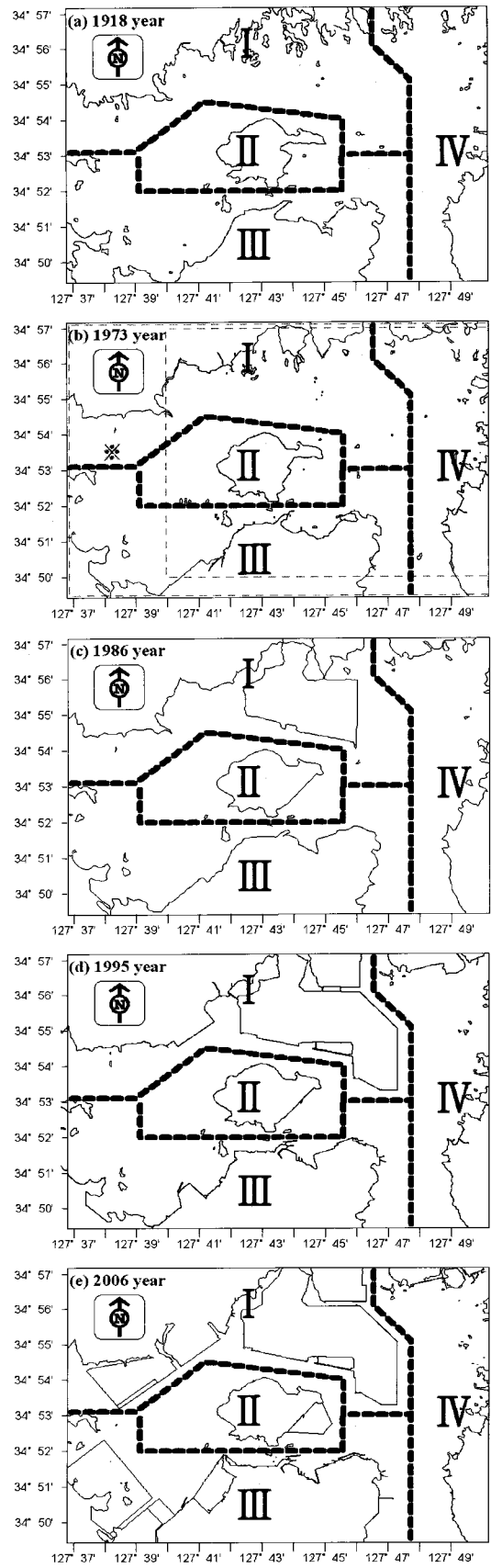


Fig. 3 Definition of representative barrier groups

Table 2 Nautical charts

Year	Scale	Chart	Title	Chart number
1973	1:20000	Paper nautical chart	Samil port	241
1986	1:50000	Paper nautical chart	Gwangyang bay and Yeoja bay	256
1995	1:20000	Paper nautical chart	Gwangyang bay	241
2006	1:50000	Paper nautical chart	Gwangyang bay and Yeoja bay	256

Table 3 Dredging volume of each year

	Section	Period	Dredging volume (m ³)
Container pier	First step	1997~2001	10,918 - 9 (rock)
	Second step	1997~2003	17,254-293 (rock)
	Third step	2000~2011	73262-494 (rock)
Beacon pier	Sea route depth (DL(-)15.00)	2004~2006	4,910
	Gwangyang general pier	1997~2005	3,750
	Government ship pier	1992~2001	137
	Jungma general pier	2002~	7117
	Management pier	2006~2011	2,879
Sea route	Gwangyang port sea route	2002~2006	1,019-2,207 (rock)
	Yeochon sea route		3,438-800 (rock)
	Maintenance dredging	2007~2011	3,498
Self development	Cement pier	1996~2001	2,462
	Yulchon industrial complex	2011~	3861
	Yeochon national industrial complex	1997~2004	9,744
Total			144,246-3,803 (rock)

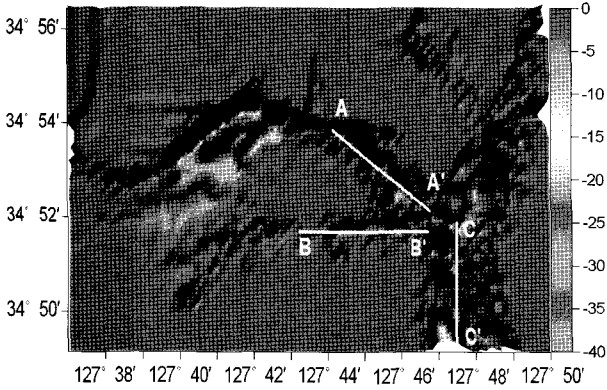


Fig. 4 Definition of reference section (No. 256, 2006)

사용되어진 수치지도 및 수치해도는 종이도면에 디지털이징을 실시한 후 DXF 파일 형식으로 변형하여 사용하였다. 수치해도의 수심자료 역시 동일한 방법으로 실시하여 X, Y, Z 값을 알 수 있도록 작업하였다.

공간분석을 위해 각 수치자료별 객체를 UTM 좌표로 획득하였다. 면적을 구하기 위해서 Fig. 3과 같이 I~IV의 영역으로 구분한 후 연도별 면적을 산술적으로 계산하여 정리하였다. 단, Fig. 3(b)에서 *부분은 구 수로국에서 발간된 1973년 삼일항(No. 241) 해도로써 현재 사용되고 있는 경계와는 위도 1' 30", 경도 3' 차이가 있었으므로 1982년 No. 241 해도를 보완하여 면적을 산출하였다.

2.3 특정수심의 단면 변화

수치해도를 바탕으로 각 연도별 해도상의 기준수준면상(약최저저조면)을 기준표고 0m로 설정하고 수심을 디지털이징하였다. 특정해역의 준설로 인한 수심변화 형상을 파악하기 위해서 광양항 광역개발 기본계획(해양수산부, 1999)에 있는 준설량에 관한 자료를 정리하였다(Table 3).

한편, 특정수심의 변화를 파악하는 방법으로서 수심 Data 파일은 Grid 파일을 만들기 위해 사용되며, 하나의 Data 파일에 있는 각각의 데이터 포인트는 3개의 값(X, Y, Z)을 포함하고 있어야 한다. 사용한 해도 분류는 Table 2와 같이 나타내었다.

해도에서 추출한 X, Y, Z값을 이용하여 Grid 파일을 생성하였다. 생성된 Grid 파일을 사용하여 수심변화 형상을 표현한 것

이 Fig. 4이며, Table 3의 자료는 연구영역의 준설량 산정자료이다. 변화가 많이 일어난 해역, 즉 준설이 가장 많이 일어난 해역 및 진입항로를 5km 거리로 A-A', B-B', C-C' 영역으로 구분한 후 영역별 수심단면을 연도별로 도식화 하였다(Fig. 4).

3. 결과 및 고찰

3.1 항공사진을 이용한 해안선의 변화량 계산결과

해안선을 추출하는 방법은 Fig. 2와 같으며, 항공사진에서 Fig. 3과 동일한 I~IV의 영역에서 해안선의 변화를 정량적으로 나타낸 결과는 Fig. 5와 같다.

계산결과에 따르면 1970년부터 2000년의 해안선 변화가 지속적으로 일어났다는 것을 알 수 있다. 해안선 길이는 I 영역 약 13km, II 영역 약 3km, III 영역 약 11km로 큰 차이를 보였으며, IV 영역의 경우 미세한 변화가 일어난 것을 알 수 있다. 따라서 1970년부터 2000년까지의 조사기간 동안 광양만의 해안선 길이 변화량은 총 25.5km로 나타났다.

Fig. 5의 III 영역은 1994년과 2000년에 해안선 변화가 약 5km 정도의 해안선 길이 변화가 일어났다. 그 원인으로는 중흥부두와 울촌산단의 건설로 인한 변화로 사료된다.

이상의 결과로 해안선 변화가 IV 영역을 제외하고는 다른 영역에서 증가하는 추세를 보이고 있음을 확인할 수 있었다.

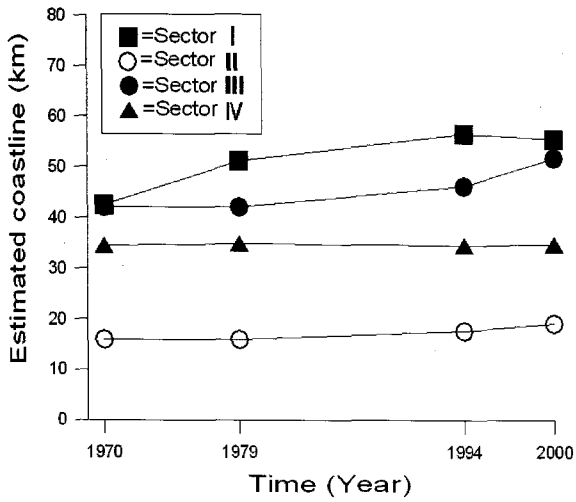


Fig. 5 The variation of estimated coastline for each sector

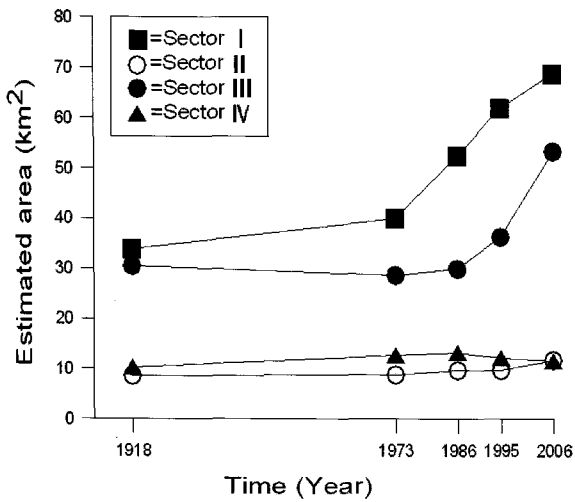


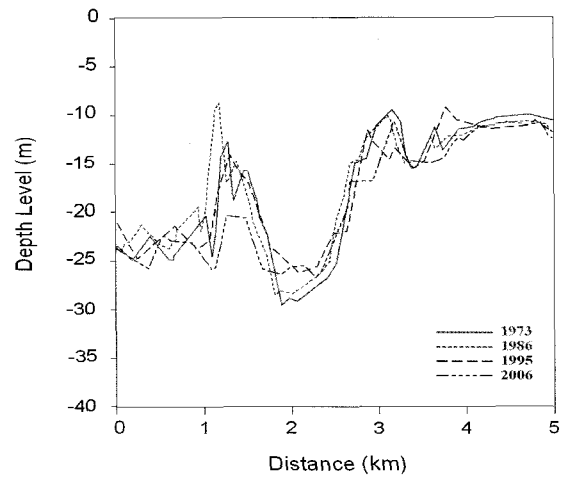
Fig. 6 The variation of estimated area for each sector

3.2 면적량 산정 결과

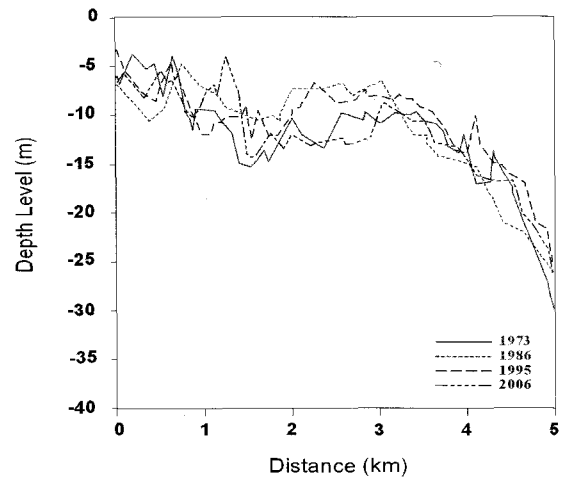
광양만의 면적변화를 연도별 I~IV의 영역으로 나열한 결과는 Fig. 6과 같고 1918년도의 면적량은 대규모 공업단지가 조성되기 전의 상태를 나타내고 있다.

영역별 값을 분석하면 I 영역과 III 영역에서 가장 많은 변화가 보여진다. I 영역은 포스코건설과 컨테이너부두의 건설로 인해서 면적이 증가하였고 수치적으로는 1973년부터 2006년까지 I 영역은 약 29km², III 영역은 약 25km² 정도의 면적변화가 일어났다. IV 영역에서는 I~III 영역과는 다르게 면적이 점진적으로 감소하는 경향을 보이는 것을 볼 수 있다. 결과적으로 1970년부터 2000년까지의 조사기간 동안 광양만의 면적변화량은 총 55.3km²로 나타났다.

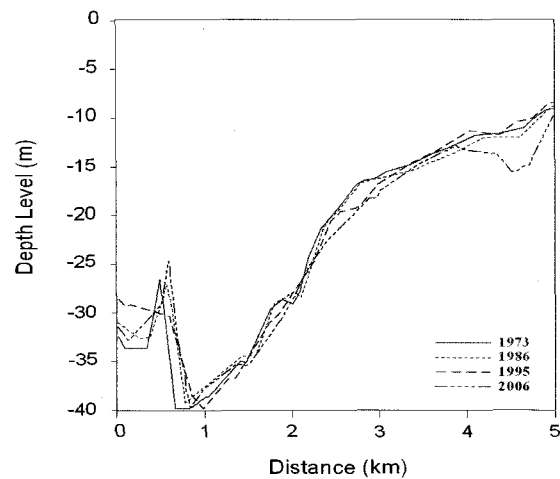
이상의 결과로부터 광양만의 매립 및 지형변화로 인한 면적변화를 정량적으로 확인할 수 있었고 IV 영역의 감소변화를 알 수 있었다.



(a) A-A'



(b) B-B'



(c) C-C'

Fig. 7 Depth changes of representative cross sections estimated from historical charts

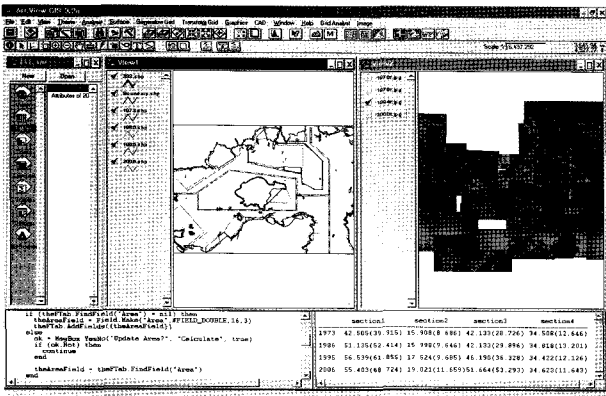


Fig. 8 MGIS result

3.3 준설로 인한 수심단면 분석

Fig. 4에서 선정된 특정수심 3곳을 이용하여 광양만의 준설이 활발히 이뤄진 해역 및 진입항로의 수심단면의 연도별 변화를 Fig. 7에 나타내었다.

Fig. 7(a), (b), (c)의 연도별 5km 수심변화를 살펴보면, 점진적으로 준설로 인해서 수심이 깊어진 것을 알 수 있었다. Fig. 7(a)의 A지점으로부터 1.3km 영역은 1986년과 약 14m의 차이가 나는 것을 알 수 있었다. Fig. 7(b)의 경우 복잡한 수심단면을 나타내지만 진입 3항로 구간의 준설로 인해서 결과적으로 본다면 B 지점으로부터 1.5km~3km 구간까지 완만한 지형을 유지하고 수심 10m를 유지한다. Fig. 7(c)의 C지점으로부터 4km~5km 까지 5m~10m의 수심변화가 일어난 것을 알 수 있었다.

이상의 결과를 정리해보면 광양만의 수심변화는 만내의 진입항로 준설로 인해서 지속적으로 일어난 것이라 사료된다.

3.4 MGIS자료의 통합

앞 절에서 연구한 광양만의 해안선 및 면적변화량을 GIS 프로그램을 이용하여 자료통합을 실시하였다(Fig. 8). 그 결과, MGIS 기반의 자료 통합을 실시함으로써 종합분석이 가능함을 확인할 수 있었으며, 지속적인 연구를 통하여 개선을 하여야 할 것이라 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 광양만의 지형변화의 시·공간적 변동특성에 관해서 MGIS 관점에서 검토하고자 하였다. 이를 위해 1918년 광복

이전 지형도, 1970년 이후에 발간된 총 4개의 종이해도 및 항공사진을 사용하여 광양만의 해안선, 면적 및 특정해역 수심단면 변화량을 산출하였다. 본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

(1) 항공사진을 이용한 해안선길이의 변화는 연안의 산업단지의 조성 등으로 인해서 많은 변화가 일어났음을 확인할 수 있었다. 대부분의 영역은 해안선이 증가하는 경향을 보이지만 IV 영역에서는 감소되는 것을 알 수 있었다.

(2) 광양만의 수심변화에 큰 영향을 주는 요소는 준설이라 사료되며 이를 확인하기 위해 특정지역 3곳의 수심을 1973년부터 2006년 까지를 비교했을 때 수심이 깊어지고, 주변이 완만해지는 것을 확인할 수 있었다.

(3) 1918년부터 2006년까지 I, III 영역의 면적변화가 큰 것을 알 수 있었으며, 정량적으로 I 영역 약 35km², III 영역 약 20km² 정도의 면적변화가 일어났다. II 영역은 묘도의 동측에서 매립이 진행되고 있기 때문에 약 2km² 정도의 면적이 증가하였다. IV 영역에서는 면적이 미세하게 변화하는 것을 알 수 있었다.

(4) MGIS자료의 통합은 향후 종합적이고 장기적인 지형변화 예측에 좋은 참고자료를 제공할 수 있을 것이라 사료된다.

후 기

본 연구는 해양수산부의 지원으로 한국해양수산기술진흥원의 수산특정연구개발사업으로 수행된 연구결과와 일부임을 밝히며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 김종규, 김정현 (2003). "GIS를 이용한 해도정보의 활용방안 연구", 한국해양공학회지, 제17권, 1호, pp 61-66.
- 김종규, 김명원, 강태순 (2006). "섬진강 유출수의 3차원 거동 특성", 한국해양공학회지, 제20권, 4호, pp 50-57.
- 이석우 (1994). 한국항만수리지, 집문당, pp 254.
- 최철웅, 김연수, 서용철 (2005). "정사항공사진과 해양조사측량을 이용한 해안선변화 탐지에 관한 연구-포락지 중심으로", 국립해양조사원 해양조사소식 통권, 제63호, pp 31-41.
- 해양수산부 (1999). "광양항 광역개발 기본계획", 기본계획편, 제2권, pp 368-417.

2007년 9월 19일 원고 접수

2007년 12월 13일 최종 수정본 채택