

## RS · GIS 기법을 활용한

### 해운대 해저·해빈지형의 3차원 입체변화 탐지 및 분석

## Detection and Analysis of Three-dimensional Changes in Haeundae Marine and Beach Topography using RS and GIS Technology

홍현정<sup>1</sup>, 최철웅<sup>2</sup>, 한경수<sup>3</sup>, 전성우<sup>4</sup>

Hyun Jung Hong<sup>1</sup>, Chul Uong Choi<sup>2</sup>, Kyung Soo Han<sup>3</sup>, Seong Woo Jeon<sup>4</sup>

부경대학교 위성정보과학과<sup>1,2,3</sup> · 한국환경정책·평가연구원<sup>4</sup>

evil1207@hanmail.net<sup>1</sup>, cuchoi@pknu.ac.kr<sup>2</sup>, kyung-soo.han@pknu.ac.kr<sup>3</sup>, swjeon@kei.re.kr<sup>4</sup>

**요약:** 해저·해빈모래가 다량 유실되어 이 지역의 장기관리를 위해 침식구간에 대한 지속적인 모니터링 작업이 필요하다. 그러나 각 구청은 지형변화 분석 작업 없이, 양빈작업에 급급하고 있어 장기효과가 나타나지 않고 있다. 그러므로 본 연구는 수심측량 및 GPS 측량을 통해 해저·해빈지대의 정확한 공간자료를 구축, RS·GIS 기법을 도입하여 지형변화를 정량·정성적으로 탐지·분석하였다. 연구 결과, 해운대 해저지형은 과도한 도시개발과 하천복개공사로 지난 25년간, 평균수심 0.40m, 수표면적 11,028m<sup>2</sup>, 수중체적 2,207,884m<sup>3</sup> 가량 침식되었다. 해빈지형은 지난 5년간, 평균고도 0.27m, 총면적 6,501m<sup>2</sup>, 총체적 25,667m<sup>3</sup> 가량 퇴적되었다. 이의 원인은 지오그리드의 설치로 해빈모래가 서측까지 도달하지 못하고, 계절영향으로 사료된다. 본 연구는 해저·해빈지형의 정확한 측량작업으로 해안 및 지형변화에 관한 모니터링 작업을 실시하여 연안침식 현황을 분석하고, 양빈작업 및 안전한 해양레저 활동, 해수욕장 관리에 필요한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

### 1. 서론

자연 · 인위적 요인 및 관리 부족으로 해저·해빈지대의 환경은 파괴되어 다량의 모래가 유실되고 있다. 해운대 해수욕장의 경우, 1990년대부터 매년 3천만원 가량의 예산으로 2,000 ~ 5,000m<sup>3</sup> 가량 모래를 공급하고 있으나 양빈효과는 미약하다. 국내의 경우, 수준측량을 이용한 해빈침식 탐지(박상길 외, 1994), 사진측량을 이용한 해안선 변화 탐지(최철웅, 김형석, 2001) 등 연안지대의 기본 모니터링에 관한 연구가 행해졌다. 그러나 국외의 경우, 가시영상의 단순 육안판독을 벗어나

Landsat 열영상(White et al., 1999), 스테레오 영상을 이용한 (Li et al., 2003) 새로운 해안지대 모니터링 기법들이 소개되고 있다. 해안침식 종합대책 수립 및 사업 수행에 있어 해저·해빈지대의 과거 공간자료는 정확한 분석 및 예측을 위한 중요 자료이다. 그러므로 본 연구에서는 수심 및 GPS 측량을 바탕으로, 해운대 해저·해빈지대의 지형변화 모니터링 작업을 실시, 정량화 수행, 정확한 유실량 산정, 유실지역을 공간 분석하여, 향후 본 연구와 유사한 연구를 수행하는 연구자에게 많은 도움이 되고자 한다.

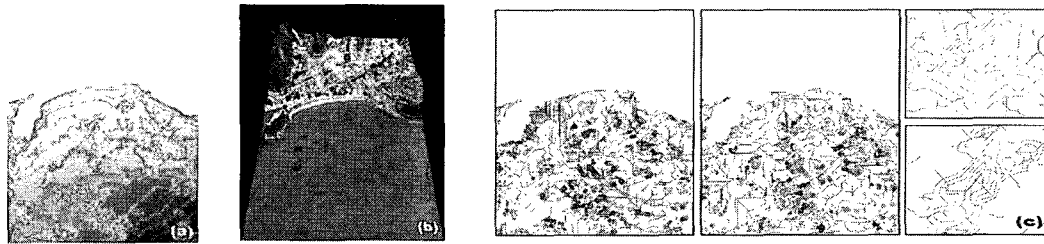


Fig. 1 (a) Isobaths Map (2005) (b) 3D Topographic Map (2005)  
(c) Distribution of Erosion(red) and Accumulation(blue) (1994-2005).

## 2. 연구자료 및 연구방법

국립해양조사원에서 1980년, 1994년, 2005년 수심측량 자료를 제공받았다. 이로부터 측량원도를 제작, 해저 DEM을 추출하였다. 수치지도로부터 2000년 해빈 DEM을 제작하였다. 2005년 8월 20, 21 일동안 GPS 장비로 전빈은 해안선을 따라 1m씩 후빈측으로 도보측량, 후빈은 특수 제작한 Off Road Car에 2개의 안테나를 1.5m 간격으로 설치하여 왕복측량 하였다. 측량오차는  $\pm 2.2\text{cm}$  이하로, 고정밀 좌표를 산정할 수 있었다. 측량성과로부터 2005년 해빈 DEM을 추출하였다. 측량작업을 기반으로 구축된 해운대 해저-해빈지형 자료를 바탕으로, 지형변화를 탐지, 원인을 분석하였다.

## 3. 연구결과

해저 DEM으로부터 등수심도, 침퇴적도, 3D 입체지형도를 제작하였다. 가시분석 결과, 1980년과 1994년 사이 해빈 인근 해저지형은 퇴적, 외해 해저지형은 침식,

1994년과 2005년 사이 대부분의 해저지형에서 침식, 특히 중앙지역에서 침식현상이 활발하였다. 해수 흐름도를 제작, 침퇴적도와 중첩분석한 결과, 해수가 모이는 지점과 모래 퇴적지가 서로 일치하였다. MSL 0m를 기준으로 평균수심, 수표면적, 수중체적을 산출하였다. 침식현상을 보이는 최초 수심 구간은 1~5m로, 1.5m에서 최대 침식치를 보였다. 이 깊이는 해수욕장을 찾는 일반 관광객들의 해수욕이 이루어지는 주요 수심으로, 이 지역이 침식될 경우, 해운대 해수욕장은 관광지로서의 가치를 상실하게 될 것이다. 연도별 해저지형 단면도를 제작, 이들 단면도를 중첩시켜 침퇴적 깊이를 산정하였다. 1980년과 1994년 사이 해저지형 고도는 상승, 1994년과 2005년 사이 하강하였다. 지난 25년간 중앙, 동측 해저지형의 침식량은 미미하며 곳에 따라 퇴적경향을 보였다. 그러나 서측 해저지형은 집중 침식현상이 발생하여 다량의 모래가 유실된 것으로 사료된다. 1980년대부터 현재까지 환경부 기준에 의거한 토지피복도를 제작, 하천

Table 1. Statistical Summary of Marine Topographic Change (MSL Based on 0m)

년도	측점수	연구지역	셀크기	평균고도	수표면적	수중체적
1980	11245	2798x2435	2 x 2	14.49m	6039196m <sup>2</sup>	87555332m <sup>3</sup>
1994	3772	2798x2435	2 x 2	14.29m	6048012m <sup>2</sup>	86471876m <sup>3</sup>
2005	21257	2798x2435	2 x 2	14.89m	6028168m <sup>2</sup>	89763216m <sup>3</sup>
변화량	1980-1994			0.20m (퇴적)	8816m <sup>2</sup> (퇴적)	1083456m <sup>3</sup> (퇴적)
	1994-2005			0.60m (침식)	19844m <sup>2</sup> (침식)	3291340m <sup>3</sup> (침식)
	1980-2005			0.40m (침식)	11028m <sup>2</sup> (침식)	2207884m <sup>3</sup> (침식)

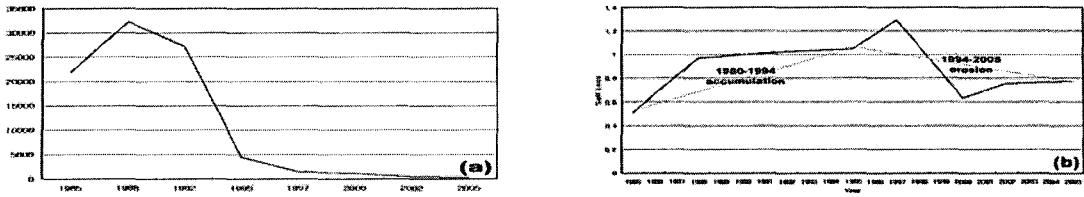


Fig. 2 (a) Change of River Area. (b) Change of Soil Loss.

면적과 토양유실량을 산정하였다. 숙박·유흥업소와 도로공사로 육상에서 다량의 토사가 유출되면서 해저지형은 퇴적되었으나, 하수종말처리장 공사와 하천의 직강공사로 하천면적이 감소, 해저지형으로 공급되던 강변모래가 하수처리장에 퇴적되면서, 해저침식이 발생한 것으로 사료된다.

해빈 DEM으로 등고선도, 침퇴적도를 제작하였다. 가시분석 결과, 지난 5년간 전빈은 급경사를 이루었으며, 해빈지형에 모래가 고루 분배되지 않았다. 대부분의 구간은 퇴적하였으나, 서측 해빈지형은 침식현상이 집중적으로 발생하였다. MSL 0m를 기준으로 해빈고도, 면적, 체적을 산출하였다. 해운대 해빈지형은 2005년 현재, 고도 1.89m, 면적 56,537m<sup>2</sup>, 체적 106,959m<sup>3</sup>로 지난 5년간 퇴적되었다. 해빈고도 1~2m 구간의 침식으로 전빈이 급경사를 이루면서 관광객들은 주로 2~3m 구간에 몰려 있었다. 해운대 해수욕장을 찾는 관광객들을 더 많이 유치하려면, 고

도 1~2m 구간의 계속적인 모니터링 및 양빈작업이 행해져야 한다. 연도별 해빈 단면도를 제작, 이를 중첩시켜 침퇴적 깊이를 산정하였다. 지오그리드의 설치로 중앙 해빈 앞 파도 유속은 떨어지고, 파도에 의해 쓸려나가는 해빈모래가 포집되면서 다량의 모래를 퇴적시켜, 중앙해빈의 경우, 집중적으로 퇴적현상이 발생하였으나 계절풍에 의해 골고루 분포되어야 할 세립질의 모래가 지오그리드의 영향으로 서측까지 도달하지 못하여 서측 침식현상이 발생하는 것으로 사료된다. 해운대 해빈 지형의 침퇴적 현상은 계절적 영향을 받는 것으로 사료된다. 이는 이미 해양수산부의 비디오 모니터링을 통해 보고된 바 있다. 2003년부터 2005년까지 항공사진으로 계절에 따른 해빈형태 변화를 확인할 수 있었다. 계절풍의 영향으로 여름의 경우, 서측해빈이 좁아지는 반면 동측해빈은 넓어져 서측해빈의 침식현상이 더욱 뚜렷이 발생한 것으로 사료된다.

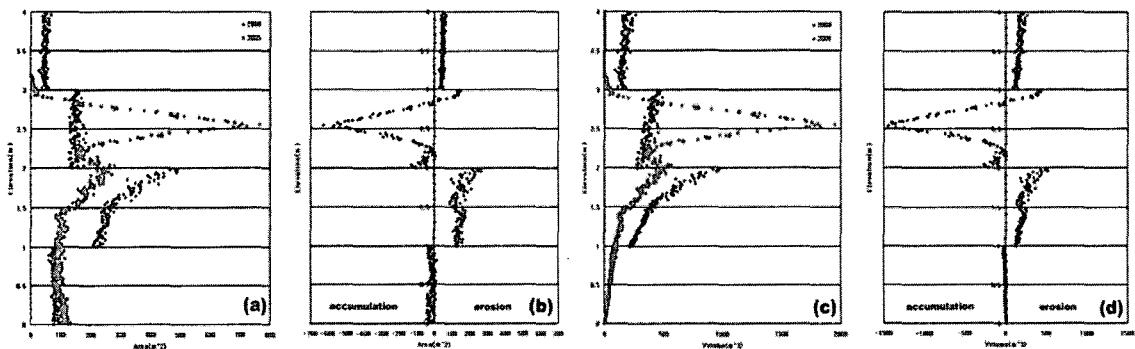


Fig. 3 Beach Topographic Change Graphs by Sounding (a) Area. (b) Change in Area(2000-2005). (c) Volume.(d) Change in Volume(2000-2005).



Fig. 4 Digitizings of Beach.

#### 4. 결론

본 연구는 수심 및 GPS 측량으로 해저·해빈지형의 효율적 공간자료 구축방법을 제시, RS-GIS를 도입하여 지형변화를 탐지·분석하여 다음 결론을 도출하였다.

첫째, 2005년 해운대 해수욕장의 수심, 수표면적, 수중체적은 14.89m, 6,028,168 m<sup>2</sup>, 89,763,216m<sup>3</sup>로 지난 25년간 침식되었다. 도시개발에 의한 육상지대의 토양유실로 해저지형은 일시 퇴적되었으나 하천공사의 완공으로 강변 모래가 차단되면서 장기 침식현상을 보이고 있다. 해저침식이 지속된다면, 해운대 해수욕장은 관광지로써 가치를 상실하게 될 것이다.

둘째, 2005년 8월 해운대 해수욕장 해변의 고도는 1.89m, 면적은 56,537m<sup>2</sup>, 체적은 106,959m<sup>3</sup>로 지난 5년간 해변은 퇴적되었다. 해변지형은 퇴적현상이 우세하였으나 지오그리드와 계절적 영향으로 모래가 중앙에 집중 퇴적되어 서측까지 도달하지 못하면서, 조선비치호텔 앞 서측 해변은 침식되었다.

다양한 경로를 통해 해운대 해저·해빈지대의 모래가 유실되고 있는만큼, 지속 관측과 모니터링 작업이 필요하다. 침식지형이 파악되지 않은 채, 각 구청은 무분별한 양빈작업에만 급급하고 있어 양빈작업의 효과를 보지 못하고 있다. 본 연구기법을

바탕으로, 매년 동일시기에 해저·해빈지대의 측량작업을 실시, 지형변화에 관한 모니터링 작업을 확대, 연안침식 방지를 위한 보존활동을 강화한다면, 효과적인 양빈작업, 해수욕객의 안전, 해수욕장 관리에 필요한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

- 박상길, 최병습, 강경옥, 1994, 다대포 해수욕장의 해빈실태에 관하여, 대한토목학회지, 614-617.
- 최철웅, 김형석, 2001, 수치항공사진기법을 이용한 광안리해수욕장 해안선 변화에 관한 연구, 한국수산자원학회지, 4: 73-85.
- Kevin White and Hesham M. El Asmar, 1999, Monitoring Changing Position of Coastlines Using Thematic Mapper Imagery, an Example from the Nile Delta, Journal of Geomorphology, 29: 93-105.
- RON LI, KAICHANG DI, RUIJIN MA, 2003, 3D Shoreline Extraction from IKONOS Satellite Imagery, Journal of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69(1): 59-68.