

수치항공사진을 이용한 해운대해수욕장 해안선변화에 관한 연구

최철웅¹ · 김영섭²

Coastline Change on the Haeundae Beach using the Digital Aerial Photo

Chul-Uong CHOI¹ · Young-Seup KIM²

요 약

최근 환경문제에 관한 관심과 함께 해변유실 및 백사장 감소에 관한 논란이 많다. 해변유실과 해안폭 감소는 부산지역 경제에 주요한 수입원인 관광산업에 지대한 영향을 미친다. 특히 부산의 해수욕장은 전국적으로 년 800만 명 이상(2000년 기준)이 방문하는 우리나라 최대의 해수욕장이며, 수려한 경관과 각종 편리한 부대시설 등으로 매년 방문객이 증가하고 있으나 모래유실로 말미암아 해안 폭이 감소하고 있다. 부산광역시청 및 구청은 매년 수 만 톤의 바다모래를 해수욕장 개장 전에 운반하여 살포하는 등 수 억원의 예산을 매년 투입하고 있지만, 부산의 해수욕장에 대한 정확한 면적 혹은 폭에 대한 자료는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 과거 50여 년 간의 항공사진과 해양조사원의 부산항 수위관측자료를 분석하여 해운대 해수욕장의 해안선변화 추세를 분석하였다. 매 3년마다 촬영한 항공사진을 이용하여 정사투영과 DEM 추출을 실시하였다. 그 결과 해운대 해수욕장에 해안선변화가 발생하였는지, 어떠한 부분이 변화하였고, 면적과 폭은 얼마나 변화했는가를 분석하였다.

주요어: 수치항공사진기법, 지리정보체계, 정사투영사진제작, DEM제작

ABSTRACT

There has been considerable controversy over the changes in the size of the beaches in the Pusan area; any loss of beach area will have an immense effect on the tourism industry, which is an important source of income for the local economy. The best beaches in Korea are in the Pusan area and were visited by more than 8 million persons in 2000. It is expected that the number of visitors, drawn to the scenic vistas and convenient facilities of this area, will increase annually. Any loss in the size of these swimming beaches will have an important negative effect on tourism income. Therefore, the local governments have gone to great lengths to preserve these beaches, transporting tens of thousands of tons of sand to the beaches before they open each year at a cost of billions of won

2001년 11월 29일 접수 Received on November 29, 2001

1 부경대학교 위성정보과학과 (cuchoi@pknu.ac.kr) Dept. of Satellite Information Science, Pukyong National University

2 부경대학교 위성정보과학과 (kimys@pknu.ac.kr) Dept. of Satellite Information Science, Pukyong National University

annually. In this study, we analyzed aerial photographs and tide data for the past 50 years using digital aerial photo analysis and GIS techniques for each 3-year interval. We abstracted beach DEM (digital elevation model) and ortho aerial photographs, and conducted a space analysis. As a result, we were able to identify changes in the area and width of sections of Haeundae Beach.

KEYWORDS: Digital Aerial Photo Analysis Technique, GIS, Ortho Aerial Photo, DEM

서 론

본 연구는 수치지형공사진기법을 이용하여 해운대해수욕장의 해안선변화에 대한 연구를 하였다. 국내, 해안선변화에 대한 연구로는 수준측량으로 송정해수욕장의 지형변동에 관한 연구(최선호와 박상길, 1996; 최철웅 등, 1995)와 항공사진과 수준측량을 병행한 낙동강 삼각주 말단 주변의 지형변화에 관한 연구(김성환, 2000) 등이 있다. 최선호와 박상길(1996)은 4차에 걸쳐 직접 지형측량을 실시하여 각 단면별 지형변화와 해안선변화를 연구하였다. 수준측량에 의한 단면측량은 많은 비용, 인력, 장기간 관측 요구되었다. 최철웅 등(1995)은 지형자료를 DEM으로 구성하고 영상처리기법을 이용하여 지형변화를 분석하였다. 김성환(2000)은 과거자료는 10년 주기로 한 항공사진, 고지도, 수준측량과 토질분석을 통해 낙동강하구 삼각주에 대한 지형변화의 원인을 연구하였다. 국외에서는 근래에 발생하는 각종 해안선변화와 지형변화를 해안의 위기라 하고, 이를 자연현상, 지역조건, 인위적인 개발에 원인을 두고 다각적인 연구를 하고 있다(Jeffress 등, 1997). 특히, 미국의 유서 깊은 Hatteras 등대가 해안선 침식으로 인하여 파괴위기(Committee on Options for Preserving Cape Hatteras Lighthouse, 1988), 하와이 오후우섬의 해안유실(Fletcher 등, 1998) 등 많은 지역에서 해안침식이 발생하여 해안침식지대 관리위원회를 설치(Committee on Coastal Erosion Zone Management, 1990)하고 해안침식에 관한 체계적인 관리를 하고자 추진하고 있다.

우리나라에서는 해상과 육상에 대한 각종

지리정보를 각기 다른 기관에서 수집하여 각각 독립적으로 자료를 관리해 오고 있다. 그러나 해상과 육상이 만나는 해안선에 대하여는 국가적 관심부족으로 육상부문 지리정보에 비해 상대적으로 부진하다. 또한 해안선 주변은 조석과 자연력, 파랑, 연안류 등에 의한 지형변화가 많이 발생하는 곳으로 환경자원의 보전차원에서 볼 때 해안선 조사와 관련한 학술 및 기술적 기초조사 자료의 DB구축이 다소 미흡하다. 이에 따라 현재 국가적 차원에서 현재 해안선 조사를 실시중이며 국가지리정보사업과 관련하여 데이터베이스의 결합을 위한 지형도와 해도상의 해안선경계 일치문제 등의 다양한 연구가 진행되고 있다(최철웅과 김형석, 2002).

원칙적으로 모든 해상부는 국가가 소유하는 것으로 보며, 개인은 이용권을 가지는 것으로 본다. 그러나 해안선 인접부분은 개인이나 국가가 각기 다른 소유권을 가짐에 따라 최근 연안지역의 개발과 관련하여 토지 소유권 등의 문제가 빈번히 발생하고 있다.

이러한 문제점은 크게 이론적·법률적 측면과 행정적 측면에서 비롯되는데, 이론적 문제점은 해안선을 정의하는 기준에 대한 것으로, 현재 측량법에서는 지형도상의 평균해수면으로, 수로업무법 수로측량업무규정에서는 다양한 기준을 사용하고 있으며 수심의 경우 약 최저저조면으로 기준이 설정되어 있다.¹⁾

수로업무법²⁾에 의한 국립해양조사원 예규 21호(1999.10.29) 수로측량업무규정과 측량법³⁾에 의한 측량기준은 표 1과 같다.

TABLE 1. Coastline measurement legislation comparative table

법령명	측량법 제5조	수로업무법 제4조
지구형상과 크기	벡셀	벡셀(WGS-84 병용)
위 치	경위도(직각좌표, 극좌표 병행)	경위도(직각좌표, 극좌표 병행)
측량원점	대한민국경위도원점	대한민국경위도원점
표 고	대한민국수준원점 평균해면을 기준	대한민국수준원점 평균해면으로부터 깊이
높이	없음	기준수준면으로 부터 깊이
깊이	평균해면 0m인 선 혹은 수애선	해면이 약최고고조면일 때 육지와 해면과의 경계
교량및가공선 등의 높이	평균해면으로 부터의 높이	약최고고조면으로 부터의 높이
용 도	육상용 지도 제작	해상용 지도제작

행정적 문제점은 해안선관련 기준이 사용 목적과 필요에 따라 각기 합당한 근거를 바탕으로 작성한 것이나, 일반이 볼 때 다소 정의가 불명확하다. 즉 해안선 경계와 지적의 불일치로 인해 전국 해안의 잠재적 국유지의 미등록과 측량법에 대한 문제가 발생하고 있으며, 수준점과 수로업무법에 의한 수준점이 각종 연안해역공사에서 혼용됨에 따른 혼란이 발생하고 있다.

해안선측량방법

해안선 측량은 일반적으로 해안선의 형상과 그 종별을 확인하여 도면화하기 위한 측량으로 해안선 부근의 육상지형, 암초, 저조선 등을 함께 관측한다. 해안선 및 부근지형은 일반적으로 사진측량에 의함을 원칙으로 하며(유복모, 1986), 사진측량에 의할 수 없는 경우는 실측에 의한다.

측량법 제 5조에서는 육상 지형도에 있어 높이의 기준은 평균해수면으로 하고 있다. 본 연구에서는 항공사진상에 나타난 수애선⁴⁾을 해안선으로 사용하였다. 그러나, 실제 해수면은 조석현상에 따라 변동을 거듭하므로 촬영 당시 항공사진에 나타난 수애선과 실제 지도상에 표기된 해안선이 일치하지는 않기 때문

에, 해안선과 수애선과의 관계를 정확하게 규정하여야 한다. 특히, 해안의 경사가 작을수록 조석에 따른 수애선의 변동이 커져 촬영시점이 만조일 때와 간조일 때 조석에 의한 수애선에 변화가 많다.

그러므로, 촬영시의 수위를 최근접지역의 조석예고표 혹은 조석실측표를 바탕으로 수위를 구하고 도화기로 판독하는 것이 일반적이다. 항공사진으로 해안선을 결정하려면 위에 언급한 사항과 함께 다음과 같은 요소를 고려하여 판독하여야 한다(오지석 등, 2000).

1. 항만, 방파제 등의 인공안은 그대로 해안선으로 결정할 수 있다.
2. 촬영시각이 약최고고조와 일치할 때는 사진의 해면과 육지의 경계를 해안선으로 한다.
3. 해안경사가 완만한 바위 또는 모래해안에서는 고조혼⁵⁾을 해안선으로 한다.
4. 대축척 항공사진을 이용하는 경우 약최고고조면을 도화기를 이용하여 입력할 수 있다.
5. 천연색 혹은 적외선필름을 이용하여 판독력을 높인다.
6. 촬영시각은 가능한 저조시로 선택하여 암초, 간출암⁶⁾, 모래톱⁷⁾의 인지도를 높인다.



FIGURE 1. The satellite image of research area

연구지역

본 연구는 부산지역 해수욕장중에서 가장 많은 방문객이 찾는 해운대 해수욕장을 대상으로 하였다. 해운대 해수욕장은 부산광역시 해운대구 중동에 위치하고 있으며, 백사장의 총 연장은 약 1.4km, 폭은 약 30~50m이고 해저경사는 1/15~1/30정도로서 해안의 서쪽에서 동쪽으로 갈수록 저면경사가 완만해진다(이종섭 등, 1994), (최은주 등, 1995).

연구지역의 조석

해안선 판독에 있어 촬영당시의 조석상황을 조사하는 것은 정확한 해수욕장의 면적 및 폭을 산정 하는 데 있어 매우 중요한 요소이다. 그러나, 본 연구지역인 해운대해수욕장에서는 검조장이나 조석관측을 실시하지 않고 있어 인근 부산항 검조소에서 관측한 실측값을 사용하였으며 부산항 검조소의 조석특성은 표 2와 같다.

TABLE 2. The tide observation station information near research area(height : approximate lower low level)

검조장의 위치 (Tide station)	북위 35. 06' 동경 129. 02'	약최고조면 (App. H.H.W)	129.67cm
대조승(Sp. Rise)	123.8cm	소조증(Np. Rise)	86.0cm
평균해면(M.S.L)	64.9cm	평균고조간격 (M.H.W.I)	08h02m
최극고조위 (Ex.H.H.W)	168cm(1960.8.22)	최극저조위 (Ex.L.L.W)	-41cm(1967.2.26~1968.2.16)

TABLE 3. Camera specification and tide observation value(tide level: approximate lower low level, level: mean water level)

Y/M/Day	Time	Camera	F.L.	Tide level	Level	High and low tide time / water level	Tidal
1947.10.25.							
1972.06.	11:44	Zeiss	152.49				high
1975.05.25.	11:22	Wild UAG	152.00	76cm	+11.1cm	09h 115cm : 15h 9cm	low
1975.06.01.	13:12	Wild UAG	152.00	94cm	+29.1cm	08h 44cm : 14h 95cm	high
1979.07.05.	14:27	Wild UAG	152.00	76cm	+11.1cm	10h21m 46cm : 17h00m 109cm	high
1979.07.14	10:19	Wild UAG	152.00	96cm	+31.1cm	05h16m 23cm : 11h41m 130cm	high
1982.02.26	11:09	Wild UAG	152.00	116cm	+51.1cm	05h -14cm : 11h 116cm	full
1985.05.02	09:56	Wild	152.36	59cm	-5.9cm	06h 93cm : 13h 8cm	low
1988.05.05	12:27	Wild 15/4 UAG	153.35	98cm	+33.1cm	10h12m110cm : 16h04m 16cm	low
1992.01.24	11:55	Wild 15/4 UAG	153.40	118cm	+53.1cm	11h26m120cm : 17h21m 1cm	low
1995.05.24	10:34	Zeiss	153.10	40cm	-24.9cm	04h39m 91cm : 10h54m 31cm	low
1997.05.25	11:51	Wild 15/4 UAGA-F	153.59	120cm	+55.1cm	10h08m120cm : 16h18m 22cm	low
2000.04.13	09:00	Wild 15/4 UAG-S	153.71	59cm	-5.9cm	03h50m 98cm : 10h30m 45cm	low

또한, 본 연구에 사용한 항공사진 재원 및 촬영당시 조석실측값은 표 3과 같다.

연구방법

본 연구에는 Z/I(Zeiss/Intergraph) Imaging

사의 ISPM, ISMS, ISDM, ISDC, ISDT, ISBR, ISOP, ISFC, ISRU, ISMT, ISAT와 Intergraph사의 MGE, Bentley사의 MicroStation 프로그램을 ImageStation에서 처리하였다.

또한 자료의 입력을 위해 본 연구에서는 Epson GT-12000 필름스캐너를 이용하여 향

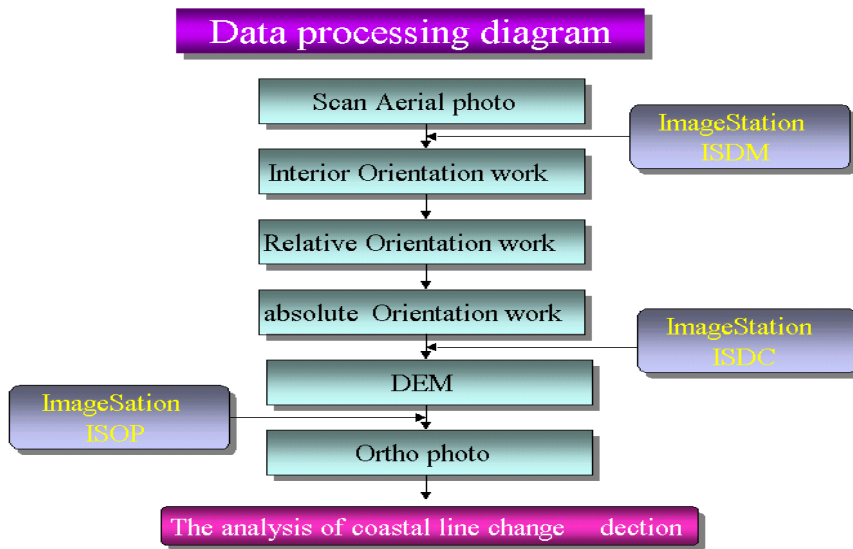


FIGURE 2. The flowchart of digital image processing

공사진을 해상도 1200 dpi로 입력하였으며 내부 및 상대표정은 Imagestation ISPM과 ISDM으로 수행하였고, 절대표정은 1/1,200 부산광역시청 항측도와 GPS측량을 통하여 지상 기준점을 획득하여 처리하였다. DEM추출은 기존에 제작된 1/1,200 항측도를 이용하였으나 연안에 매년도별로 지형변화가 상당히 많아 Imagestation ISDC를 통하여 각 년도별로 획득하였으며 이를 바탕으로 정사항공사진을 제작하였다.

항공사진 해안선 판독결과

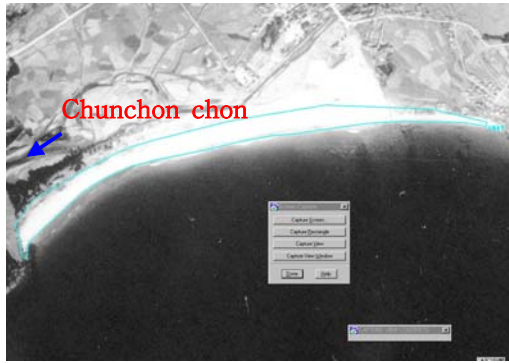


FIGURE 3. The Haeundae's aerial photo in 1947



FIGURE 5. The Haeundae's aerial photo in 1975



FIGURE 6. The Haeundae's aerial photo in 1979



FIGURE 4. The Haeundae's aerial photo in 1972



FIGURE 7. The Haeundae's aerial photo in 1982

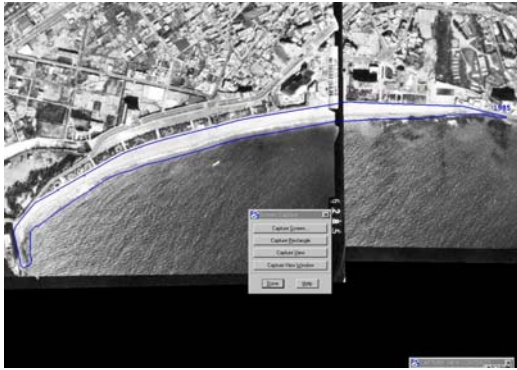


FIGURE 8. The haeundae's aerial photo in 1985

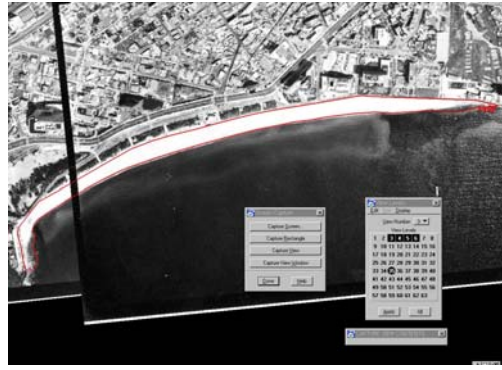


FIGURE 11. The Haeundae's aerial photo in 1995

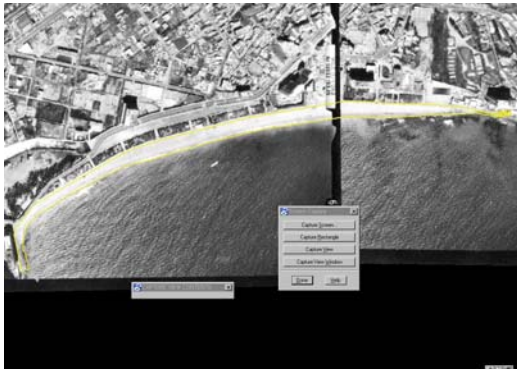


FIGURE 9. The Haeundae's aerial photo in 1988



FIGURE 12. The Haeundae's aerial photo in 1997



FIGURE 10. The Haeundae's aerial photo in 1992



Figure 13. The Haeundae's aerial photo in 2000

표 3의 항공사진 72매와 조석을 고려하여 해안선을 추출한 결과는 그림 3에서 그림 13과 같다.

해운대 해수욕장의 면적 변화

1947년을 100으로 기준을 삼고 후방 측은 2000년 현재 호안을 기준 하였으며 전방 측은 조위를 고려한 해안선을 기준으로 분석한 결과(그림 14), 과거 50년 동안 해운대 해수욕장의 해안면적은 1947년 이후 계속적으로 감소되고 있는 것으로 나타나고 있으며, 2000년 현재 전체면적의 약 50%가 감소되었다.

일반적으로 해빈침식의 원인으로는 첫째, 모래공급량의 감소, 둘째, 사빈 배후에 설치된 직립호안의 영향, 그 밖에 바람에 의한 모래의 유실 등이다(이종섭 등, 1994).

부산광역시(1990) 보고서와 이종섭 등(1994)에서 해빈침식원인과 관련 사항을 고찰해보면 해운대 해수욕장의 주모래공급원은 해수욕장 인근의 춘천천⁸⁾, 수영강⁹⁾, 낙동강¹⁰⁾이다. 해운대 해수욕장의 주요한 연대표는 1963년의 춘천천 호안공사 및 하천정비공사, 호안도로 및 화

단·녹지등의 시설물 축조, 1967년 수영강 상류 회동수원지댐 건설로 인한 모래공급원 차단과 수영만 매립, 수영강과 춘천천의 준설, 하상정비 및 복개공사와 1972년 직립호안공사, 1984년 수영만 매립공사와 낙동강하구언 건설이다.

그러나 그림 14에서 변곡점의 분포와 비교하면 연구지역과 가장 인근 춘천천과 수영강의 모래공급원이 차단과 호안직립화가 되었던 1970년 부근에 면적이 급감하였고, 1975년 이후 현 상태를 유지하다가 1984년 다소 먼 낙동강 하구언 공사 및 1984~1986년 수영강 정비공사 이후 해양방향으로부터의 공급원이 차단되어 1985년 이후 계속적으로 해빈이 감소되고 있다. 특히 1990년대 이후 계속적으로 시청 및 구청에서 대량의 모래를 운반하여 인위적으로 공급하였음에도 불구하고 계속적으로 감소하고 있다.

이종섭 등(1994)은 바람의 의한 모래유실의 경우 S계($\theta=90^\circ$)의 정온 입사파가 외해에서 모래를 공급하는 파랑이고, SE계($\theta=135^\circ$)의 정온 입사파는 해빈을 침식하게 하는 파랑으로 보았으며, 태풍시 해빈이 침식되는 것으로 보았다. 그러나 1970년 수회에 걸쳐 태풍이 내

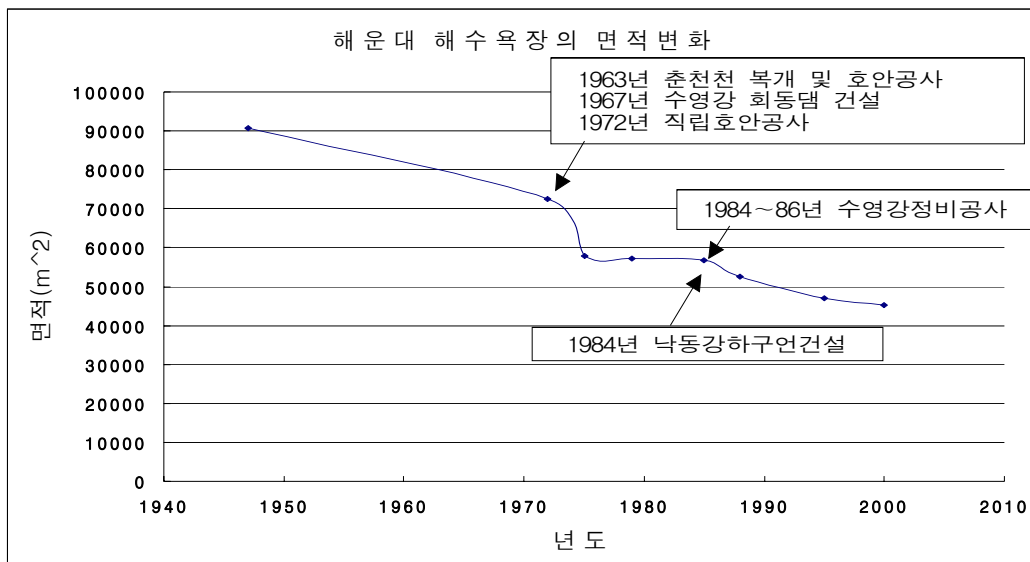


FIGURE 14. The area change of Haeundae Beach for past 50 years

습하였으나 면적의 변화가 완만하게 감소하는 것으로 보아 직접적인 모래유실의 원인으로 보기에는 어려울 것 같다.

즉 해운대 해수욕장의 모래유실은 모래공급원인 춘천천의 복개, 하천정비 및 준설, 수영강상류의 댐건설 및 수영강 하구 수영만 매립, 낙동강하구의 하구언 건설로 인하여 직접적인 모래공급량이 감소와 1972년 호안도로건설로 인한 사빈배후에 직립호안 건설로 인하여 발생한 것으로 사료된다.

또 이러한 모래의 감소 추세가 지속된다면 해운대 해수욕장의 향후 존재여부가 불투명할 것으로 사료된다.

지난 50년 동안 해운대 해수욕장의 해안선 폭 변화(그림 15와 16)는 1947년을 기준으로 할 때, 서측(조선비치호텔)은 2000년 현재 약 63%가 소실되었으며 중앙측(파라다이스호텔)은 약 56% 소실되었고, 동측(미포)은 완전 소실되었다. 해운대 해수욕장의 백사장 감소경향은 해수욕장의 양안인 조선비치측과 미포측의 모래가 급속하게 감소되고 있으며 중앙부는 상대적으로 감소량이 적다. 이러한 결과는 정은 입사과가 SE($\theta=135^\circ$)계일 때 연안류해석을 한 이종섭 등(1994)의 결과와 같은 경향인 것으로 보아 국지적 침식의 원인은 연안류에 의한 침식으로 사료된다.

해운대 해수욕장의 폭 변화



FIGURE 15. Base line arrangement for seashore width measurement

해운대 해수욕장의 지역별 면적 변화

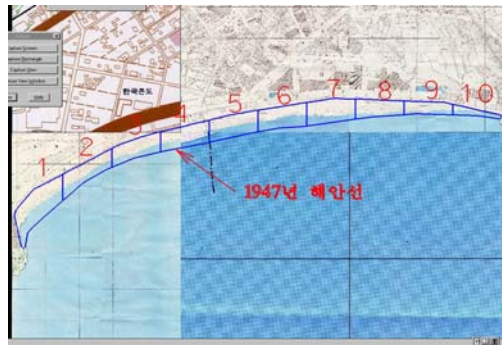


FIGURE 17. The sector arrangement plan for the seashore change detection

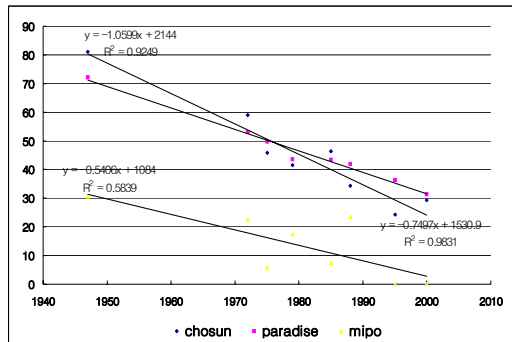


FIGURE 16. The result of seashore width measurement

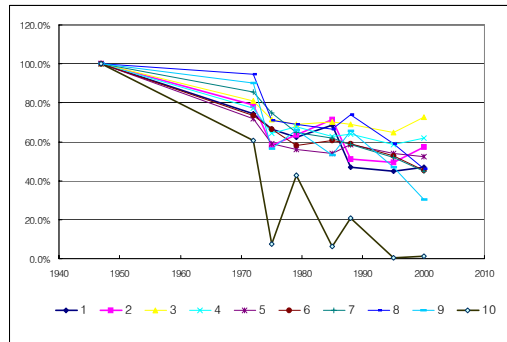


FIGURE 18. The result of seashore area each sector

그림 17의 항측도는 1974년 11월에 1차 제작 후 1989년 12에 8차 수정 제작한 해안면적 변화 탐지를 위한 구역배치도로 해운대 해수욕장의 면적감소를 보여준다. 그림 18은 지난 50년 동안 1947년을 기준으로 구역별 해안면적의 변화를 나타내고 있다. 전체적으로 감소되는 경향을 현저히 보이고 있으며 전지역에 걸쳐 감소중이다. 특히 1969년 해안도로 건설 이후 급격히 감소한 경향을 보이고 있으며 1984년 수영강 정비공사와 하구언 건설시점에도 급감하였다.

해운대 해수욕장 규모의 변화를 전체면적, 해안쪽 및 구역별 해안면적을 바탕으로 분석하면 1947년 이후 계속적으로 감소중이며, 특히, 미포측은 거의 사라진 것으로 나타난다.

즉 해운대 해수욕장은 시청과 구청의 지속적인 노력중에도 감소되고 있으며, 이러한 추세가 계속될 경우 해운대 해수욕장의 존재여부가 불투명하다. 따라서 해수욕장 보존을 위한 근본적인 대책마련이 시급한 것으로 나타났다.

결 론

항공사진자료 등을 GIS자료로 변환하여 분석한 결과 해운대 해수욕장은 지난 50년 동안 해안면적의 경우 거의 50%가 감소한 것으로 나타났다. 본 연구진행과정에서 나타난 또 하나의 결과는 이러한 현상이 지금 현재도 진행중이라는 것이다. 또한 해안선의 변화에 주변 지역의 개발행위가 결과적으로 부정적인 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다.

이와 같이 수치항공사진기법과 지리정보체계를 이용한 해운대 해수욕장에 해안변화에 관한 연구를 통하여 나타난 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 해운대 해수욕장의 해안침식 혹은 퇴적여부를 분석한 결과 전체적으로 침식중에 있는 것으로 나타났으며, 침식의 주요한 원인은 모래공급원의 차단과 직립

호안으로 보이며 바람과 파랑의 의한 것은 작을 것으로 보인다.

둘째, 해운대 해수욕장의 전체면적 변화는 1947년 해안면적을 100으로 하였을 때, 1969년에서 1975년 사이에 급감하고 1985년 이후 계속적으로 감소하여 2000년 현재 약 50%만 유지되고 있으며, 이는 주변의 주요한 모래공급원의 차단이 원인일 것으로 사료된다.

셋째, 해운대 해수욕장의 국지적 폭의 변화 여부는 지난 50년 동안 서측(조선비치호텔) 63% 소실, 동측(미포) 100% 소실, 중앙측(파라다이스호텔) 56%가 소실된 것으로 판정되었다.

넷째, 해운대 해수욕장의 지역별 면적변화는 1번에서 10번에 걸쳐 전체적으로 감소되었으며, 특히, 양안부는 다른 부분보다 크게 감소하였다. 그 원인은 SE계로 입사하는 파랑이 연안류를 형성하여 지역별로 각각 다른 침식이 오는 것으로 사료된다.

다섯째, 해운대해수욕장은 해수욕장내에 대형토목공사가 적었으나 주요한 모래공급원인 춘천천, 수영강, 낙동강등의 각종 토목공사시기와 배후도로로 인한 직립호안 건설시기가 유사하게 발생한 것으로 나타나 해운대 해수욕장 침식의 주요 원인은 모래공급차단에 의한 침식으로 분석되었다.

여섯째, 해운대 해수욕장은 향후, 지형변화나 인위적인 조작이 없을 경우 계속적으로 침식할 가능성이 많을 것으로 사료되므로 이에 대한 대책수립이 절실히 요구된다.

따라서 해안선에 영향을 미칠 수 있는 개발행위는 앞으로 보다 객관적인 예측 및 실험을 통한 합리적인 의사결정과정을 통해서 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

본 연구를 위하여 항공사진을 제공하여 준 부산광역시청 지적과 항측계, 조석자료를 제공하여 준 국립해양조사원 부산해양조사사무소 측량과와 연구장비를 제공하여 준 LG-EDS에 깊은 감사를 드립니다.

▶ 주

- 1) 약최고조면이란 바닷물이 가장 위로 올라갔을 때의 해수면이며, 해양측량시 높이를 재는 기준면은 다음과 같다. ① 표고는 평균해면(mean sea level)으로부터 높이로 표시한다. ② 기본수준점, 저조선, 간출암은 기본수준면(datum level)으로부터 높이로 표시한다. ③ 다리 및 가공선 높이는 약최고고조면(approximate highest high water)으로부터 높이로 한다. ④ 수심기준면은 약최저저조면(approximate lowest low water)을 채택하고 있다.
- 2) 1999. 4. 15 법률 5970호
- 3) 법률 제6238호 일부개정 2000. 1. 28.
- 4) 수애선(水涯線) : 바다 · 못 · 강 따위의 가장자리선. 수반(水畔)선, 수변(水邊)선, 수애(水涯)선
- 5) 고조흔(高潮痕) : 조석로 인하여 해면이 가장 높아진 상태에 남는 흔적을 말한다. 자세히 말하면, 창조(flood tide)에서 해면이 가장 높아진 상태에서 해안에 떠 밀려온 부유물등의 흔적을 말한다.
- 6) 간출암(干出岩) : 조석에 따라 고조시에는 보이지 않지만 저조시에는 보이는 암초
- 7) 모래톱 : 바닷가에 모래가 밀려와 넓고 평평하게 쌓인 곳. 모래사장. 사장(沙場).
- 8) 그림 3의 화살표
- 9) 그림 1의 분홍색 화살표

10) 그림 1의 파란색 화살표

참고문헌

- 김성환. 2000. 낙동강 삼각주 말단 주변의 지형변화. 서울대학교 지리학과 석사논문.
- 부산광역시. 1990. 항측방법에 의한 해안선변화측정. 부산광역시.
- 오지석, 정지풍, 고영표, 김성훈, 홍철표. 2000. 항만에서의 측량. <http://www.seileng.com/harbor/datas/technical/survey01.html>
- 유복모. 1986. 측량학 원론(II). 개문사. pp.330-345.
- 이종섭, 박임흠, 김차겸. 1994. 해운대 해수욕장의 해빈변형기구. 대한토목학회논문집 14(3):595-605.
- 조화룡, 조명희. 2000. 위성원격탐사를 이용한 곰소만 간석지의 미지형과 퇴적물 입도특성 분석. 한국지리정보학회지 3(1):44-56
- 최선호, 박상길. 1994. 부산 송정해수욕장의 사빈이용방안에 대하여. 대한토목학회 학술발표회 논문집, pp.159-163.
- 최선호, 박상길. 1996. 송정해수욕장의 지형변화. 대한토목학회 발표논문집(2), pp.503-507.
- 최은주, 권정곤, 양윤모. 1995. 해운대 해수욕장의 사빈 및 환경보전에 관한 연구. 대한환경학회 추계학술발표회 논문초록집, pp 615-618.
- 최철웅, 광재하, 박상길, 강인준. 1995. 경년변화추출기법을 이용한 해안지형변화 예측. 한국측지학회지 13(2):169-176.
- 최철웅, 김형석. 2002. 수치항공사진기법을 이용한 광안리 해수욕장 해안선변화에 관한 연구. 한국수산자원학회지 4:1-13.
- Committee on Options for Preserving Cape Hatteras Lighthouse. 1988. Saving Cape Hatteras lighthouse from the sea - Options and policy implications. National Academy Press. Washington, D.C.
- Committee on Coastal Erosion Zone Management.

1990. Managing coastal erosion. National Academy Press. Washington, D.C.
- Fletcher, C. H., R. A. Mullane, and B. M. Richmond. 1998. Beach loss along armoured shorelines on Oahu, Hawaiian Islands. *Journal of Coastal Research*. 13(1):209-215.
- Jeffress, W. S., D. Kurt and K. K. Gohn. 1997. Coasts in Crisis. U.S. Geological Survey Circular 1075. [KAGIS](#)