한국해안·해양공학회 추계학술대회 발표논문집 (2006)
2006년 9월 15일-16일
제16권, pp. 81~84

수치해안선분석시스템을 이용한 해안선 변화율 산정
Estimation of Rate of Shoreline Change Using Digital Shoreline Analysis Systems

김백운[1], 김부근[2], 이상룡[3]
Baeck Oon Kim[1], Boo Keun Khim[2] and Sang Ryong Lee[3]

1. 서 론

해안선은 자연적인 현상과 인위적인 요인에 의하여 끊임없이 변화하며, 계절적인 단기변화와 더불어 장기간의 해안선 변화가 공존한다. 장기간의 해안선 변화율은 과거 해안선의 위치를 복원하거나 향후 해안선 변화의 방향을 예측하는데 매우 중요한 역할을 한다. 그러나 우리나라 연안관리에서는 장기간의 해안선 변화율에 대한 관심이 부족한 실정이다.

장기간의 해안선변화 연구를 위하여 지형도, 해도, 항공사진 및 위성사진으로부터 해안선을 도화하는 방법은 최근까지 다양하게 개발되어 왔다 (Moore, 2000). 반면 해안선 자료를 이용하여 해안선 변화율을 산정하는 방법은 Thieler and Danforth (1994)에 의하여 제시된 바 있으나, 이에 대한 논의는 다양하게 이루어지지 못하였다.

본 연구에서는 Thieler et al. (2005)이 제시한 수치해안선분석시스템(Digital Shoreline Analysis Systems)을 적용하여 낙동강 하구역 울타리섬(barrier islands)의 장기간 해안선 변화율을 산정하고자 한다. 해안선 자료는 1975년부터 2001년까지 6차례에 걸쳐 촬영된 1:20000 항공사진을 이용하여 구축하였다 (김 등, 2005). 한편, 유 등(2006)이 1920년대부터 출판된 해도를 이용하여 본 연구지역의 해안선 변화를 정량적으로 분석하였다. 이에 대한 비교결과를 제시하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 장기간 해안선 자료 구축

낙동강 하구 지역은 년도별로 12~18매의 항공사진(2~3개의 경로)으로 이루어진 항공사진 블록으로 나타내어진다. 이로부터 번들조정(bundle adjustment)에 의한 항공삼각측량을 수행하는 수치사진측량(digital photogrammetry)을 이용하여 모자이크 항공사진을 제작하였다(김 등, 2005). 지상기준점(GCP)은 1975년과 2001년 항공사진에서 시간적으로 변하지 않은 관측점을 선정하였으며, 지상기준점의 좌표값은 국토지리정보원 발행 1:5000 수치지도에서 독취하였다. 그런데 지상기준점은 주로 육지에 분포하고 있기 때문에 지상기준점만으로는 항공사진 블록의 항공삼각측량을 완전하게 수행할 수 없었다. 이 문제를 해결하기 위하여 중첩된 사진에서 자동 추출된 접합점(tie points) 중 해안선 고도에 근접한 것을 수직적인 지상기준점(vertical GCP)으로 변환하여 항공삼각측량에 이용하였다. 이와 같이 연안해역에 대한 항공사진 해석은 2차례의 항공삼각측량으로 수행하였다.

Fig. 1은 1975년부터 2001년까지 6차례에 걸쳐 촬영된 항공사진을 이용하여 제작된 모자이크 항공사진을 도시한 것이다. 모자이크 항공사진의 정확도는 지상좌표 오차가 0.5~3.8 m의 범위로서 양호한 수준이었으며, 1.5 m 간격의 화소(pixel)로 모자이크 항공사진을 제작하였다. 이러한 모

1 발표자: 군산대학교 새만금환경연구센터 조교수
2 부산대학교 해양과학과 조교수
3 부산대학교 해양과학과 교수

자이크 항공사진에서 고조선(high water line)에 해당되는 해안선을 추출하여 Fig. 2와 같이 도화하였다.

2.2 수치해안선분석시스템

Thieler et al. (2005)은 지형도, 해도 및 항공사진 등에서 분석된 해안선의 수치자료를 종합하여 해안선 변화율과 통계자료를 산출하는 수치해안선분석시스템을 제시하였다. 수치해안선분석시스템은 ESRI ArcGIS 소프트웨어의 확장(extension) 도구로서 ArcGIS에서 구동된다. 이 소프트웨어는 해안선변화율 측정을 위한 기준선(baseline) 설정, 횡단측정선(transects)의 자동생성, 해안선 변화율 및 통계자료 출력 등을 수행한다. 또한, 해안선 변화율은 선형회귀식, endpoint rate 등 5가지 방법에 의하여 계산된다.

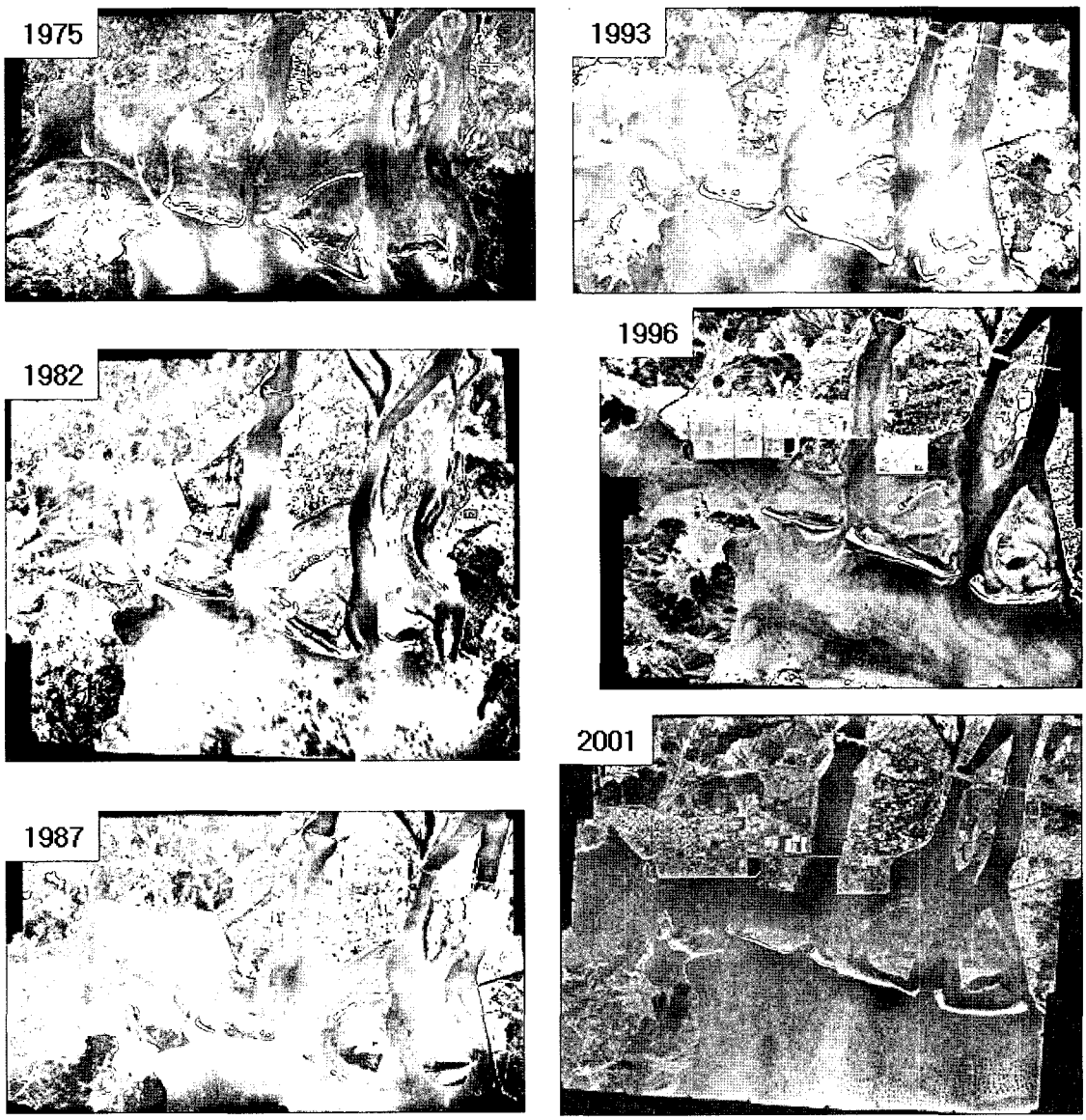

Fig. 1. Mosaic aerial photographs.

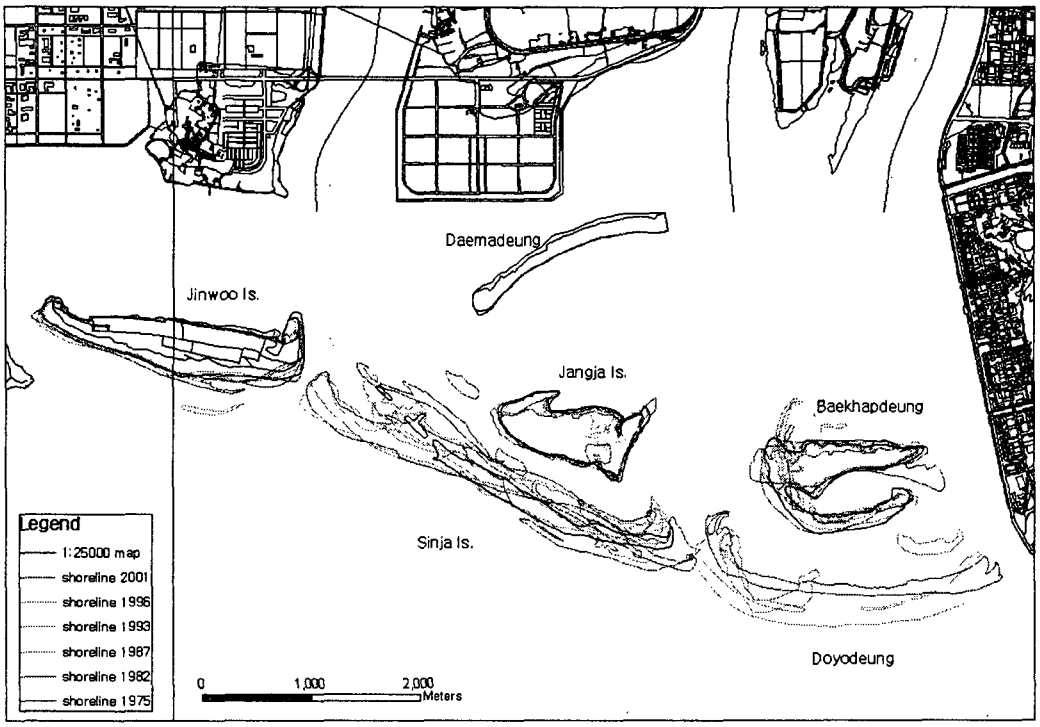

Fig. 2. Map showing shorelines of barrier islands.

Fig. 3~5는 Fig. 2에 도시된 낙동강 하구역 울타리섬을 대상으로 수치해안선분석시스템을 적용하여 해안선 변화율을 산정하는 과정을 도시한 것이다. 울타리섬의 바다쪽에 해안선 형태의 기준선을 배치하였으며, 횡단측정선의 간격은 250 m로 설정하였다. 해안선 변화율은 endpoint rate의 방법으로 계산하였다.

3. 해안선 변화율

지난 30년 동안 촬영된 항공사진을 이용하여 산정한 낙동강 하구역 울타리섬의 해안선 변화율은 다음과 같다. 진우도의 해안선 변화율은 -5.6~2.8 m/yr의 범위를 보였다. 진우도 서측에서 해안선이 전진(양의 값)한 반면, 동측에서 후퇴(음의 값)하였다. 신자도는 서측으로 최대 21.9 m/yr의 해안선 변화율을 보인 반면, 동측으로는 최대 -28.8 m/yr의 해안선 변화율을 나타내었다. 도요등은 Fig. 1에서 보듯이 백합등의 바다쪽에 1982년과 1987년 사이에 형성된 울타리섬이다. 백합등과 도요등을 하나의 시스템으로 간주하여 해안선 변화율을 산정할 경우 35.8~43.6 m/yr의 범위를 보였다. 따라서 낙동강 하구역에서 장기간 해안선 변화율은 울타리섬들 사이에 차이가 있으며, 동일한 울타리섬에서도 해안선 변화의 방향에 대한 뚜렷한 차이가 나타난다. 울타리섬간 해안선 변화율은 서측(진우도)에서 동측(도요등)으로 증가하는 경향이 있다.

본 연구지역에서 유 등(2006)은 1927년부터 발행된 해도를 이용하여 4개의 측선에서 해안선 변화율을 산정하였다. 진우도에서 7.4 m/yr, 신자도에서 26 m/yr, 그리고 도요등은 33 m/yr의 변화율을 보이며, 모든 울타리섬은 바다쪽으로 전진한다고 하였다. 이러한 해안선 변화율은 항공사진에서 구한 해안선 변화율의 범위와 일부 유사하지만, 해안선 변화율의 공간적 분포 양상(전진 또는 후퇴)을 나타내지 못하였다.

4. 결 론

본 연구에서 수치해안선분석시스템을 이용하여 낙동강 하구역 울타리섬의 장기간 해안선 변화율

을 산정한 결과, 해안선 변화율이 공간적으로 매우 다양함을 보여주었다. 따라서 이 지역에서 해도를 이용하여 4개의 측선에서 제시된 해안선 변화율은 재고할 필요가 있는 것으로 판단된다.

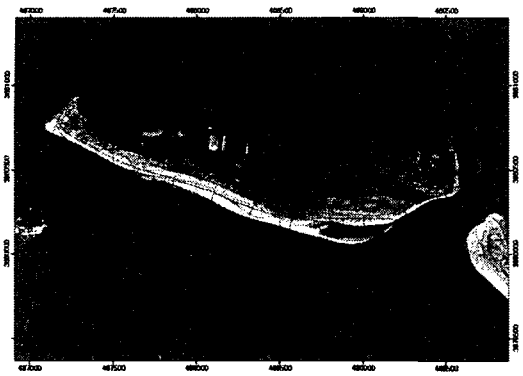

Fig. 3. Historical shorelines and DSAS-generated transects for Jinwoo Island.

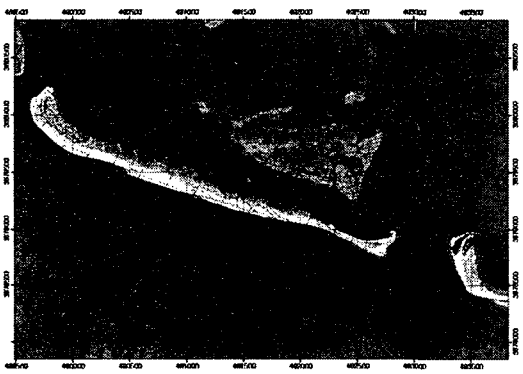

Fig. 4. Historical shorelines and DSAS-generated transects for Sinja Island.

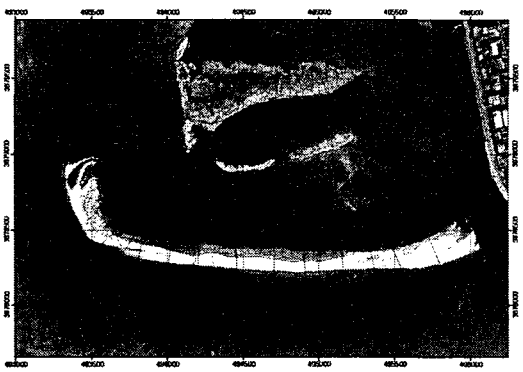

Fig. 5. Historical shorelines and DSAS-generated transects for Doyodeung and Baekhapdeung.

감사의 글

본 연구는 해양수산부의 "해양한국발전프로그램(Korea Sea Grant Program) 연구개발사업(산업공단화 조성에 따른 낙동강 하구의 연안지형변화 및 예측기술)" 의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

김백운, 김부근, 이상룡 (2005). 낙동강 하구 해안선변화 연구를 위한 모자이크 항공사진의 구축. Ocean and Polar Research, 27(4), 497-507.

유창일, 윤한삼, 류청로, 이인철 (2006). 낙동강 하구역 사주의 생성과 발달 특성에 관한 연구. 2006년도 한국해양과학기술협의회 공동학술대회 논문집, 2000-2005.

Moor, L.J. (2000). Shoreline mapping techniques. Journal of Coastal Research, 16(1), 111-124.

Thieler, E.R. and Danforth, W.W. (1994). Historical shoreline mapping (II): Application of the Digital Shoreline Mapping and Analysis Systems (DSMS/DSAS) to shoreline change mapping in Puerto Rico. Journal of Coastal Research, 10(3), 600-620.

Thieler, E.R., Himmenlstoss, E.A., Zichichi, J.L. and Miller, T.L. (2005). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 3.0; An ArcGIS© extension for calculating shoreline change: U.S. Geological Survey Open-File Report 2005-1304.