

지상라이다 측량을 통한 연안 분석/모니터링 활용 Application of Coastal Analysis/Monitoring using Terrestrial LiDAR Measurement

심재철¹, 김진아², 박한산²

Jae Seol Shim¹, Jinah Kim² and Hansan Park²

1. 서 론

최근 연안지역의 경우 지구온난화에 따른 해양 환경 변화 및 해안의 인위적인 구조물 건설로 인한 침식현상 및 해안선 후퇴 등의 연안 피해가 발생하고 있다. 해수욕장의 경우 매년 많은 양의 모래를 보충하고 있으나 해마다 백사장 침식은 되풀이 되고 있는 실정이다. 특히 대조차 해안인 서해안의 경우 조석에 의한 해수면 정주기 변화와 계절별로 내습하는 파랑 등에 의한 조간대 영향에 대한 장기적인 해안변화 분석이 필요하다. 동해안의 경우 조석의 영향보다 파랑작용이 우세하여 계절적인 침식, 퇴적 변화보다는 태풍 또는 고파랑에 의한 일시적인 침식, 퇴적 변화가 국지적으로 발생하므로 단기간의 침식분석이 필요하다. 본 논문에서는 지상 라이다 측량을 통하여 정밀한 연안의 지형정보를 획득하고, GIS 기반 3차원 공간분석을 통하여 만리포 해변의 형태학상 변화를 살펴보았으며, 양빈 후 침식, 퇴적량을 정량적으로 산정해 봄으로써 지상 라이다 측량을 연안 모니터링에 활용하여 보고자 한다.

2. 지상 라이다 측량

본 연구에서는 만리포 해변을 시범 대상지역으로 선정하여, 고해상도 고정밀도 육상용 라이다를 이용한 정밀 지형측량을 수행하였다. 충청남도 태안에 위치한 만리포 해변은 길이 약 1.8km, 폭 약 300m로 완만한 경사를 이루고 있으며, 겨울철 북

서파랑에 의해서 해안침식의 영향을 직접적으로 받는 곳이기도 하다. Fig. 1은 조사영역인 만리포 해변의 파노라마 영상을 보여주고 있다.



Fig. 1. Panoramic image of Manlipo Beach

만리포 해변 측량에 사용된 지상 라이다 시스템은 Riegl사의 LMS-Z420i으로 고성능의 장거리 3차원 스캐너와 이와 연동된 고화질의 디지털 카메라(NICON-D20) 그리고 GPS 수신기(HUACE-X90)로 구성되어 있다(Fig. 2). 해변 측량을 위하여 지상 라이다 시스템을 차량지붕에 탑재하여 go-and-stop 방식으로 약 250m 간격으로 총 20여회 스캐닝하였다. 라이다 측량은 최대한 많은 해변 지형정보 획득을 위하여 사리 간조시간에 이루어 졌으며, Fig. 3과 같은 측점군을 획득하였다.



Fig. 2. Terrestrial LiDAR system installed on the roof of the instrument vehicle.

1 발표자: 한국해양연구원 기후연안재해연구부 책임연구원

2 한국해양연구원 기후연안재해연구부 연구원

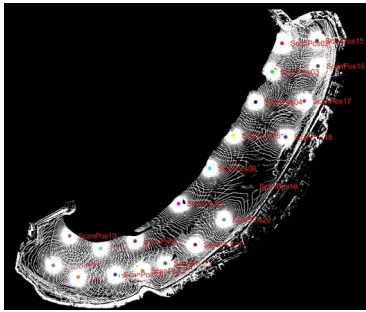


Fig. 3. Tracks of LiDAR survey of the Malipo beach measured on Feb. 23, 2008.

Fig. 4(a)는 2008년 2월과 3월, 9월의 만리포 해변 라이다 측량자료의 임의의 단면에 대한 프로파일 분석을 통한 높이차를 보여주고 있다. (b)는 2008년 2월 및 3월과 3월 및 9월에 측량한 해변의 체적 비교를 통하여 변화량을 수치적으로 보여주고 있다. 하지만 이는 단순히 해변의 형태 학상 차이만을 보여주며, 조사시점의 해양환경요소 및 인위적 해변 변화량이 함께 계산되어야 정확한 침식 또는 퇴적량 산정이 가능하다.

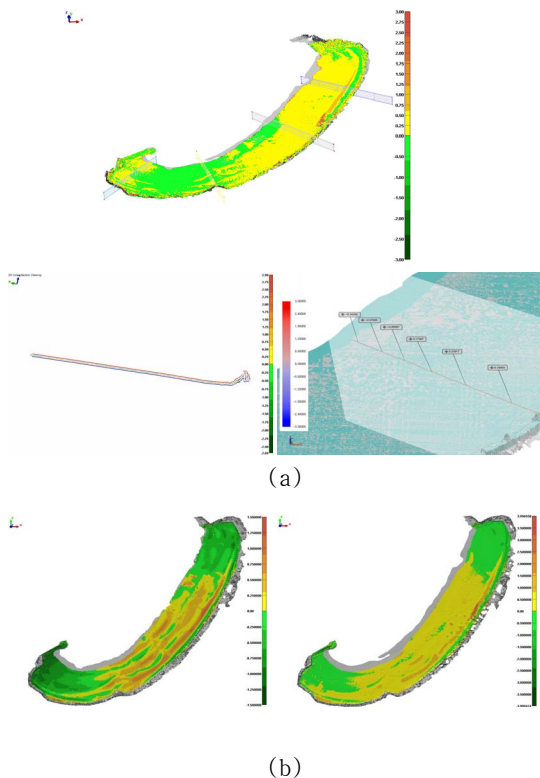


Fig. 4. GIS-based Spatial Analysis

(a) Profile Comparison at Feb., Mar., Sep. and (b) Volume Comparison at Feb. & Mar. and Mar. & Sep.

3. 만리포 양빈 전후의 지형변화

연구지역인 만리포에서는 2009년 7월 11일 양빈이 이루어졌으며, 이에 따른 지형변화를 파악하기 위하여 양빈 전·후로 지상라이다를 이용하여 정밀 측량을 하였다.

앞서 이루어진 만리포 조간대에 대한 지형측량은 RTK-DGPS(VRS)와 차량을 이용한 go-and-stop 방식으로 여러 지점에 대해 측량한 후 GPS 위치 정보를 이용하여 후처리를 수행하였으나, 양빈에 대한 조사에서는 GPS를 사용하지 못하였으며, 조간대에서 이동할 수 있는 차량이 없는 문제로 몇 개 지점에 대해서만 조사가 이루어졌다.

지상라이다 자료의 수평을 보정하기 위하여 프리즘과 레벨을 이용하여 최소 3개의 기준점에 대한 수준 측량을 병행하였으며, 라이다 자료에 대한 후처리과정에서 수직 위치는 기존의 건물에 대한 자료를 기준으로, 수평 위치는 수준 측량 자료를 기준으로 보정하였다.

Fig. 1은 만리포 조간대에 대한 음영기복도와 양빈위치를 나타낸 것이며, 양빈은 해안에서부터 약 190m 떨어진 지점에 이루어졌다.

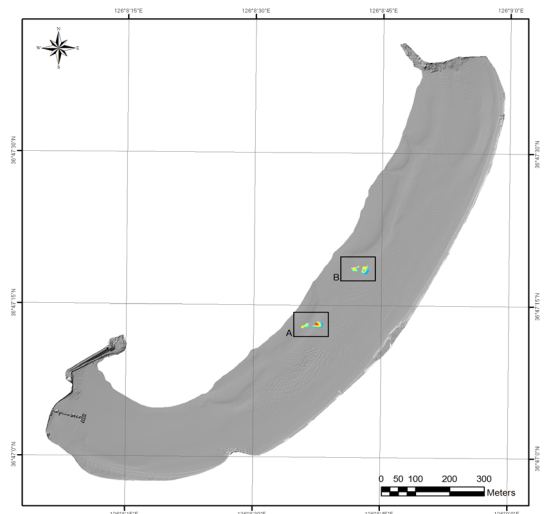


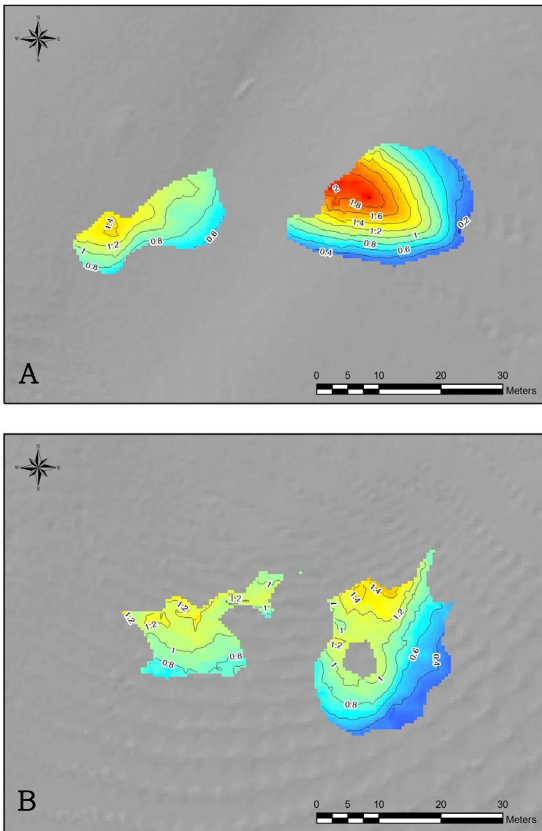
Fig. 5. Hill-shaded map of Manli-po area, generated from Terrestrial-lidar data. The locations of the two breach feeding sites are indicated.

양빈 전후의 지형변화를 살펴보기 위한 지상라이다 조사는 2009년 7월 10일 간조인 밤 12시에

이루어 졌으며, 다음날인 11일 낮 12시부터 2시까지 2개 지점에서 이루어졌다. 양빈은 11일 새벽 만조시에 바지선과 굴삭기를 이용하여 이루어졌다.

지상라이다에서 얻어진 자료는 좌표보정과 정합(align)한 후 ArcGIS에서 DEM을 생성하고 양빈 전후의 지형 변화량을 산출하였다. 변화량이 10cm 미만일 경우 자료가 가지는 오차로 보았으며, 그 이상의 변화량을 지도화 하였다(Fig. 6).

Fig. 6. Distributions of elevation changes(m) at the beach feeding sites.



A 지점의 경우 양빈으로 인하여 약2m의 구릉이 형성되었으며, B 지점은 최고 약 1.4m의 지형 변화가 확인되었다. A 지점의 좌측과 우측 구릉의 퇴적량은 201.0m³, 406.5m³, B지점의 좌측과 우측 구릉의 퇴적량은 206.8m³, 329.1m³로 계산되었다. 변화량 등치선의 간격에서도 A지점이 B 지점보다 상대적으로 좁아 구릉의 형태를 보이고 있으나(Fig. 7), B지점은 매우 완만한 기복을 보이고 있어 구릉의 형태를 확인하기 어렵다.

Fig. 6에서 양빈으로 인하여 형성된 구릉의 형태가 온전하지 못한 것은 조사 당시 지상라이다의 설치 지점이 양빈 지점보다 해안에 위치하여 구릉의 배후가 레이저 음영지역으로 측량이 되지 않았기 때문이다. 이러한 점은 연안 지역에서 지상라이다를 이용할 경우 음영지역이 발생하지 않도록 스캔지점을 주의 있게 설정하여야 함을 시사하고 있다.



Fig. 7. A photograph of the beach feeding site A.

4. 결 론

본 논문에서는 연안지역의 지상 라이다를 통한 정밀 지형측량과 GIS 3차원 공간분석을 통한 형태학적 변화를 살펴보았다. 또한 양빈시 양빈 전후 라이다 측량 및 자료분석을 통해 변화량을 정량적으로 산정하여 보았다. 장기간, 주기적으로 측량된 자료와 함께 해양환경요소 및 인위적 해변 변화량을 함께 고려하여 분석한다면, 수 cm 이내 변화량의 정량적 산출을 통한 침식, 퇴적 분석 및 연안 모니터링에 적합한 측량자료가 될 것이라 기대한다.

감사의 글

본 연구는 한국해양연구원 연구과제인 “해일 침수범람지역 예측 기술 및 재해도(Hazard Map) 작성기술 개발(PE98323)” 과 “수치모델과 관측자료의 웹GIS 실시간 시뮬레이션 기술개발(PE98414)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

- 해양수산부 (2006). 연안침식 모니터링 체계구축 (IV), GOVP1200726187
- 국토지리정보원 (2002). 수치표고모델 시범 연구 사업

심재설, 임학수, 김진아, 민인기 (2008). 육상용 LiDAR 측량을 통한 만리포 해변의 정밀 지형도 시점작성, 2008년도 한국해양과학기술협의회 공동학술대회, pp. 2637-2640

최윤수, 황세열, 서병덕, 위광재, (2004), LiDAR & SHOALS 기술을 이용한 해안선 측량 및 모니터링에 관한 연구, 한국의 해안선 정립을 위한 워크샵, pp. 137-144.

Brzank A, Heipke C. (2006). Classification of LiDAR data into water and land points in coastal area. *Int'l Arch Photogrammerty Remote Sensing*.

Shui-sen Chen, Liang-fu Chen, Qin-huo Liu, Xia Li, Qiyu Tan. (2005). Remote sensing and GIS-based integrated analysis of coastal changes and their environmental impacts in Lingding Bay, Pearl River Estuary, South China. *Ocean & Coastal Management*, 48, 65-83.

Lisa S. Pietro, Michael A. O'Neal, Jack A. Puleo, (2008). Developing Terrestrial-LIDAR-based Digital Elevation Models for Monitoring Beach Nourishment Performance, *Journal of Coastal Research*, Vol. 24, No. 6, pp. 1555-1564.