

GIS를 통한 만리포 해변의 정밀 육도-해도 접합 및 분석

Case Study of GIS-based High-Resolution Coastal Mapping & Analysis at the Manlipo Beach

김진아*, 심재설, 임학수, 민인기

Jinah Kim*, Jae Seol Shim, Hak Soo Lim, Inki Min

한국해양연구원 연안개발연구본부

{jakim, jsshim, hslim, ikmin}@kordi.re.kr

요약

연안에서의 태풍·해일에 의한 침수범람 지역 예측을 위하여 GIS를 통한 정밀 육도-해도 접합 및 분석을 만리포 해변을 대상으로 시범 수행하였다. 만리포 해변의 정밀 육도-해도 접합을 위하여 고해상도 지상 LIDAR 시스템의 시범 측량 자료와 국토지리정보원의 수치지형도, 국립해양조사원의 수치해도 수심자료 및 한국 주변해역의 30초격자 수심자료를 사용하였다. 또한 평균해수면 산정을 위하여 만리포에 설치된 수압식파고계 조위자료와 해변의 표적을 통한 목측 관측을 통한 조위자료를 활용하였다. 다양한 자료의 GIS 기반 육도-해도 접합 및 분석을 통한 정밀 지형도 구축 기술은 태풍·해일에 의한 침수범람 예측을 위한 정밀 격자 수치모델의 입력 자료로 활용되어 침수·범람 예측 결과의 재해도(Hazard Map) 작성이 가능하고, 나아가 침식·퇴적 등의 지속적인 해안선 변화 모니터링에 활용될 수 있다.

1. 서론

지구 온난화로 인한 기상이변과 태풍의 발생 빈도 및 강도, 해수면 상승으로 인한 재해가 증가하고, 특히 연안지역 침수로 인한 피해가 급증하고 있는 추세이다. 특히 해마다 여름철 태풍이 우리나라에 접근하거나 상륙할 때, 큰 파도와 함께 발생하는 해일 때문에 바닷가 근처의 도시, 농경지, 산업시설이 침수, 파괴, 유실되고 인명 피해가 발생한다. 이에 연안에서의 태풍·해일로 인한 침수범람 지역 예측을 위해 정밀격자의 태풍·해일수치모델과 기상수치모델을 수립하여야 하며, 연안지역 정밀격자생산을 위해서는 GIS 기반 육도-해도 접합 및 분석을 통한 연안지역 정밀지형도를 구축해야 한다.

해안선 매핑은 육지와 바다 사이에 끊임 없는 상호작용이 발생하는 넓지 않은 영역으로 폭풍해일이 발생했을 때 침수범람

의 우려가 높고 해안 환경변화 및 그에 따른 생태변화, 자원변화를 살펴보기 위한 지속적인 모니터링이 필요하다[7]. 이에 원격탐사[6], 항공 LIDAR 측량[3,4,5,9], SAR 분석[8, 12] 등의 방법을 통한 정확한 해안 지리정보 구축이 활발히 연구되고 있다[23,4,5,6,7,8,9]. 특히 Cook[1] 및 Tuell[2] 등의 연구에서는 플로리다 해변 및 알래스카 해안선을 LIDAR 측량을 통하여 GIS 기반 해안선 매핑을 수행하였고, 지속적인 측량 및 모니터링을 통하여 해안선 변화를 추출한 바 있다.

국토지리정보원에서는 기존에 제작된 지형도를 보완하기 위해 항공 LIDAR 측량을 통한 육상 수치표고모델(DEM: Digital Elevation Model)을 제작하고 있으며(국토지리정보원, 2002), 국립해양조사원에서는 지속적인 수심측량과 해안선 측량을 통하여 수치해도를 개선하고 있다. 그러나 육지와 바다가 연결되는 해변의 경우 별도로 정밀하

게 측량된 지형자료가 없어 육상의 고도자료를 부분적으로 이용하고 있는 실정이다.

본 논문에서는 육도-해도 접합을 위하여 충남 태안의 만리포 해변을 시범대상지역으로 선정하고, 국토지리정보원에서 제공하는 수치지형도의 표고자료와 국립해양조사원의 수치해도 수심자료, 한국 주변해역 30초 격자수심 자료[10] 및 고해상도 지상 LIDAR 측량 데이터를 사용하여, GIS를 통한 육도-해도 접합 및 분석을 수행하였다. 접합을 위한 평균해수면 산정은 만리포에서 약 1.5km 지점에 설치된 수압식 파고계의 조위자료와 만리포 해변에 설치한 표척의 목측을 통해 관측한 조위자료를 연계하여 추정하였다.

2. 데이터 획득

• 지상 LIDAR 및 GPS 측량

항공 정밀측량에 주로 사용되고 있는 LIDAR(Light Detection And Ranging) 시스템은 5~10cm 오차를 갖는 항공 LIDAR와 1km 이내의 지형을 1cm 이내의 정밀도로 지형을 측량할 수 있는 지상 LIDAR가 있다.

본 논문의 육도-해도 접합 기술 개발을 위한 시범 대상지역인 만리포 해변 측량에 사용된 지상 LIDAR 시스템은 그림 1과 같이 RIEGL LMS-Z420i의 고성능의 장거리 3차원 레이저 스캐너와 고화질 디지털 카메라 NICON-D20 그리고 GPS 수신기 HUACE-X90 2대로 구성되어 있다.

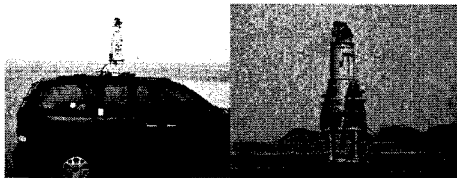


그림 1. 고해상도 지상 LIDAR 관측 시스템

만리포 해변의 길이는 약 1.8km이며 폭은 약 300m로 완만한 경사를 가지고 있으며, 지난 2007년 12월 '허베이 스피리트호' 사건으로 인한 해변의 모래 정화작업이 수행되고 있었다. 차량에 탑재한 LIDAR로 해안선과 해변의 정밀 측량을 위하여 해변을 약 250m 간격으로 2008년 2월과 3월 해변이 가장 많이 드러나는 사리 간조시간에 맞추

어 두 차례 스캐닝과 GPS 측량을 통하여 TM 중부원점을 기준좌표계로 하는 그림 2과 같은 point cloud (x, y, z) 데이터를 획득하였다.



그림 2. 지상 LIDAR 스캐닝을 통한 만리포 해안의 Point Cloud 데이터

• 국토지리정보원 1:5000 수치지형도
국토지리정보원에서 그림 3과 같이 2007년 11월 TM 중부원점을 기준 좌표계로 작성한 1:5000 수치지형도의 (도엽번호 36601086) 표고자료를 획득하였다.



그림 3. 국토지리정보원 1:5000 수치지형도

• 국립해양조사원 수치해도

국립해양조사원에서 그림 4와 같이 2006년 9월 UTM 52 Zone, WGS84 타원체 약최저저조면 MSL 수직 기준점으로 작성된 수치해도 (N33)의 수심자료를 획득하였다. 그러나 시범대상지역인 만리포 주변의 수심 정보가 충분하지 않아 아래 한국주변해역 30초 격자 수심 자료도 함께 활용하였다.



그림 4. 국립해양조사원 수치해도

• 한국 주변해역 30초 격자 수심 자료
 최근 공개된 1분 수심자료 및 2007년 간행된 국립해양조사원의 모든 수치해도를 이용하여 약최저저조면을 격자수심 기준면으로 WGS84 좌표계로 작성된 한국 주변해역 30초 격자 수심 자료(그림 5)를 추가적으로 이용하였다[11].



그림 5. 한국 주변해역 30초격자 수심자료

3. GIS 기반 데이터 추출 및 육도-해도 접합과 분석

육도-해도 접합을 위하여 획득한 4 종류의 데이터 각각을 GIS 상에서 등고선 등의 필요한 레이어 정보만을 추출하였고, 좌표체계 통일을 위하여 각 데이터별 좌표체계를 우선 정의하고, 좌표체계 변환(WGS 84 좌표계, GRS80 타원체, 약최저저조면 MSL 수직 기준점)을 수행하였다. 다음으로 수심과 고도값을 기준으로 비선형 격자망을 생성하고 이를 이용하여 DEM을 제작하였다. 접합을 위한 평균해수면 산정은 만리포에서 약 1.5km 지점에 설치된 수압식 파고계의 조위자료와 만리포 해변에 설치한 표척의 측측을 통해 관측한 조위자료를 연계하여 추정하였고, 그림 6과 같은 만리포 해변 육도-해도 접합된 정밀 지형도를 시범 작성하였다.

그림 6의 ①은 국토지리정보원 수치지형도의 비선형 삼각격자망을 고도별로 표시하였으며, ②는 지상 LIDAR를 통하여 측량한 해변의 point cloud의 DEM을 높이별로 컬러

매핑하였으며, ③은 국립해양조사원과 한국 주변해역 30초 격자 수심자료 중 만리포 주변 지역 수심만 추출한 포인트 데이터이다. 그리고 ④의 라인은 표고가 0인 지점을 연결한 등고선으로 평균해수면(MSL)이라 할 수 있다.

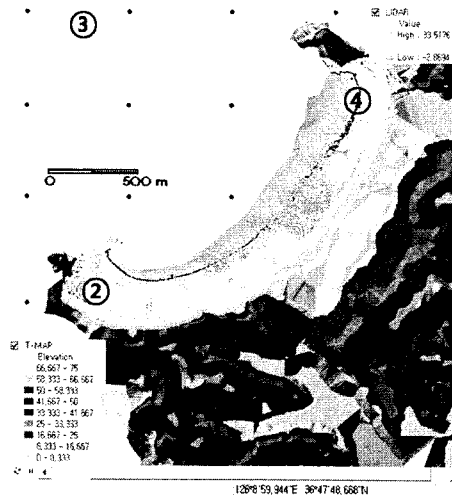


그림 6. GIS를 통한 만리포 해변 육도-해도 접합을 통한 정밀 지형도 시범 작성

또한 그림 7과 같이 2008년 3월 8일 측량한 결과와 2월 23일 측량한 데이터들을 올려 동일 위치의 두 표면에 접선으로 내린 점 사이의 거리를 측정함으로써 해변의 높이 변화를 추출할 수 있다. 붉은색으로 표시된 영역의 값은 해변의 퇴적을 나타내며 푸른색으로 표시된 영역의 값은 해변의 침식을 보여주고 있다.

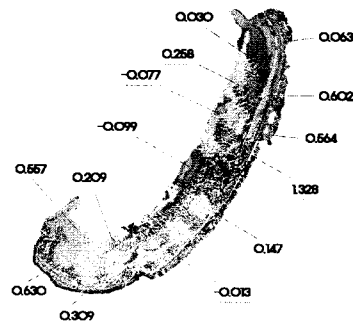


그림 7. 해안선 및 지형변화

4. 결론 및 향후 연구

연안에서의 태풍·해일에 의한 침수범람 지역 예측을 위하여 충남 태안의 만리포 해안을 시범대상지역으로 선정하여 GIS를 통한 고해상도 지상 LIDAR 관측자료, 수치 지형도, 수치해도의 수심자료를 추출하고, 좌표변환 및 비선형 삼각망 구성, DEM을 제작하였다. 또한 산정한 평균해수면을 통한 위 데이터들의 육도-해도 접합으로 정밀 지형도를 시범 작성하였다. 또한 2월과 3월에 실시한 LIDAR 데이터로 해안선 변화 및 지형변화도 비교해보았다.

좌표체계가 다른 다양한 자료의 GIS 기반 정밀 육도-해도 접합 기술은 태풍·해일에 의한 침수범람 예측을 위한 정밀 격자 수치 모델의 입력 자료로 활용되어 침수·범람 예측 결과에 대한 재해도(Hazard Map) 작성을 가능하게 하며, 나아가 해안에 대한 장기 모니터링을 통하여 침식·퇴적 등의 지속적인 해안선 변화 모니터링에 활용될 수 있을 것이다.

나아가 해양에서 발생하는 현상들이 관측 및 분석에 필수적인 기술로 대두되고 있는 원격탐사 및 SAR 자료 활용을 통하여 더욱 정확한 육도-해도 접합을 통한 정밀 지형도 작성을 통하여 태풍·해일로 인한 침수범람 예측 및 국가 연안 방재 재해도 작성에 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 한국해양연구원의 기본사업인 해일침수범람지역 예측 기술 및 재해도(Hazard Map) 작성기술 개발(PE9807 0)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Cook G, "Evaluating LIDAR for documenting shoreline change," Proceedings of the third biennial coastal geotools conference 2003.
- [2] Tuell GH., "The use of high-resolution synthetic aperture radar (SAR) for shoreline mapping," Int Arch Photogrammetry Remote Sensing 2006.
- [3] Brzank A, Heipke C, "Classification

of LIDAR data into water and land points in coastal area," Int Arch Photogrammetry Remote Sensing 2006.

- [4] Bartels M, Wei H, Ferryman J, "Analysis of LIDAR data fused with co-registered bands," Proceedings of the IEEE International conference on advanced video and signal-based surveillance 2006.
- [5] Ahmed F. Elaksher, "Fusion of hyperspectral images and lidar-based DEMs for coastal mapping," Optics and Lasers in Engineering 2008.
- [6] Shui-sen Chen, Liang-fu Chen, Qin-huo Liu, Xia Li, Qiyu Tan, "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 (2005) 65-83.
- [7] Brian Baily, David Nowell, "Techniques for monitoring coastal change: a review and case study," Ocean & Coastal Management, Vol. 32, No. 2, pp. 85-95, 1996.
- [8] Kevin White, Hesham M. EL Asmar, "Monitoring changing position of coastlines using Thematic Mapper imagery, an example from the Nile Delta," Geomorphology 29 (1999) 93-105.
- [9] Stephen A. White, Yong Wang, "Utilizing DEMs derived from LIDAR data to analyze morphologic change in the North Carolina coastline," Remote Sensing of Environment 85 (2003) 39-47
- [10] 심재설, 임학수, 김진아, 민인기, "육상용 LiDAR 측량을 통한 만리포 해변의 정밀 지형도 시범작성," 한국해안해양공학회 춘계학술대회 발표논문집 2008.
- [11] 서승남, "한국 주변해역 30초 격자수심," 한국해안해양공학회 논문집 제20권 제1호, pp. 110~120, 2008년 2월.
- [12] 강문경, 박용욱, 이문진, 이훈열, "SAR를 이용한 해풍, 파랑, 해류 추출 기법 연구," 한국항해항만학회지 제31권 1호 p.35-42.