

다중빔 음향 측심기와 해상 모바일 라이다 시스템을 활용한 울진 후정해안 주변의 지형 데이터셋

김원혁¹ , 김창환^{1,*} , 도종대² , 백원대³ , 최재호³ , 최순영^{1,4} , 이병길² , 박찬홍¹ , 고필훈¹ 

¹연구원, 한국해양과학기술원 독도전문연구센터, 경상북도 울진군 죽변면 해양과학길 48, 36315, 대한민국

²연구원, 한국해양과학기술원 동해환경연구센터, 경상북도 울진군 죽변면 해양과학길 48, 36315, 대한민국

³연구원, 한국해양과학기술원 해양ICT·모빌리티연구부, 부산광역시 영도구 해양로 385, 49111, 대한민국

⁴박사과정생, 강원대학교 과학교육학과, 강원도 춘천시 강원대학길 1, 24341, 대한민국

Topographic Dataset around Uljin Hujeong Coast Using Multi-beam Echo Sounder and Shipborne Mobile LiDAR

Won Hyuck Kim¹, Chang Hwan Kim^{1,*}, Jong Dae Do², Won Dae Baek³, Jea Ho Choi³, Soon Young Choi^{1,4}, Byung Gil Lee², Chan Hong Park¹, and Feel Hoon Go¹

¹Researcher, Dokdo Research Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology, 48 Haeyanggwahak-gil, Jukbyeon-myeon, Uljin-gun, 36315 Gyeongsangbuk-do, South Korea

²Researcher, East Sea Environment Research Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology, 48 Haeyanggwahak-gil, Jukbyeon-myeon, Uljin-gun, 36315 Gyeongsangbuk-do, South Korea

³Researcher, Maritime ICT R&D Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology, 385 Haeyang-ro, Yeongdo-gu, 49111 Busan, South Korea

⁴Ph.D Student, Division of Science Education, Kangwon National University, 1 Kangwondaehak-gil, Chuncheon, 24341 Gangwon-do, South Korea

Received March 6, 2023
Accepted March 21, 2023

Corresponding Author
Chang Hwan Kim
Tel: +82-54-780-5340
E-mail: Kimch@kiost.ac.kr

We obtained a dataset through beach and submarine topography surveys around Hujeong coast in Uljin. We conducted the beach and submarine topography surveys using small vessels from July 8 to July 11, 2016. The surveying instruments used for the surveys were Shipborne Mobile LiDAR System and Multi-beam Echo Sounder (Kongsberg EM3001). The beach topography was observed up to about 6 m from the shoreline. The width of the beach is about 30 m to 40 m. In the southeast of the survey area, there is an exposed rock with a depth of about 20 m. The area around the rock has sandy sediments. Datasets of the Hujeong coast area can be used for continuous monitoring to development of coastal erosion control system.

Keywords: Uljin, Beach, Submarine topography, Shipborne mobile LiDAR system, Multi-beam echo sounder

1. 서론

해안지역은 항만 및 발전소 등의 여러 산업시설의 공간과 해변과 해안절벽 등의 관광 및 레저 공간 등으로 인간의 활용이 용이한 지역이다. 이와 같이 해안지역은 다양하고 복잡적

인 수요 창출이 이루어지는 공간으로 그 이용이 점차 늘어나는 추세에 있다. 그러나 해안은 해양과 육지가 서로 만나는 지역으로 기상 상황이나 인공 구조물 등의 요인으로 인하여 지속적으로 변화하는데 그 변동성에 대한 모니터링 및 대응책이 요구되는 지역이다. 해수면과 육지가 접하는 해안선은 자

연적인 요인뿐만 아니라 연안 개발 등 인위적인 활동에 의해서 침식 및 퇴적이 일어나며 끊임없이 변화한다. 특히 해안 침식은 최근 들어 우리나라 동해안에서 점차 가속화되고 있다. 해안 침식을 통한 해안선 변화는 해안환경의 파괴 및 연안구조물을 위협하기 때문에 효율적인 연안 관리를 위해서는 해안선 변화의 주기적이고 시계열적인 모니터링이 필요하다(Eom et al., 2016).

해안 침식에 의한 변화를 모니터링하기 위해서 육지에 들어나 있는 해빈의 변화뿐만 아니라 해저지형의 변화도 함께 모니터링하여야 한다. 본 연구는 연안침식저감 원천기술 개발의 일환으로 울진 죽변 해안에 대하여 해빈 및 해저지형을 함께 조사하고자 해상 모바일 라이다 시스템과 음향 측심기를 활용하여 울진 죽변면 후정해안에 대하여 조사를 실시하였다.

2. 본론

2.1 조사지역

본 연구는 울진 후정해변에서부터 한국해양과학기술원 동해연구소까지의 해빈 및 해저지형으로 약 2.6×0.9 km 범위의 지역에서 조사를 실시하였다. 수심 10 m 이상의 지역은 다중빔 음향 측심기(multi-beam echo sounder), 수심 10 m 이하의 지역은 단빔 음향측심기(single-beam echo sounder)로 조사를 실시하였고, 해빈지역은 해상 모바일



Fig. 1. Survey area. MBES, multi-beam echo sounder; SEBS, single-beam echo sounder.

라이다(Mobile LiDAR)를 이용하여 조사를 실시하였다(Fig. 1). 울진 후정해안은 현재 항만과 해안 시설물들로 인하여 해안 침식이 급격하게 이루어지고 있는 지역으로 해안선 및 지형의 변화가 급격하게 나타나고 있으며, 한국해양과학기술원 동해연구소 인근에 있어 꾸준한 모니터링을 하기에 적합하다.

2.2 자료 획득

본 연구는 2016년 7월 8일부터 7월 11일까지 조사를 실시하였으며 해빈 측량을 실시하기 전 동해연구소 안에 위치한 RTK-GNSS 기준점에 기준국을 설치하였다. 기준국의 설치 좌표는 TM X-497519.226 Y-236074.622 Z-6.340이며, RTK-GNSS의 위치 오차는 horizontal ±8 mm, vertical ±15 mm이다. 기준국에서 발생하는 오차정보를 RTK-GNSS 이동국에서 수신하여 얻은 정밀한 위치정보를 해상 모바일 라이다 시스템의 inertial measurement unit (IMU)에 제공해 준다. IMU에서는 위치정보와 선박의 움직임 정보(roll, pitch, yaw, heading)를 통합하여 운용프로그램으로 전송하고, 운용프로그램에 지형 포인트 자료와 함께 디스플레이 한다(Fig. 2). 조사를 시작하기 전, IMU의 roll, pitch, yaw, heading 값을 안정화시키기 위해 약 15-20분간 10 knot 이상으로 선박을 운항하여야 한다. 일반적인 지상 라이다(LMS-Z420i)의 지형 스캔 방식은 고정점에서 360° 회전하며 주변 지형을 측정하는 반면 해상 모바일 라이다 시스템에서는 IMU 및 RTK-GNSS와 연동되어 해안선을 따라 탐사하면서 시스템 상으로 지정한 방향이 측정된다. 선박에서 해빈 자료

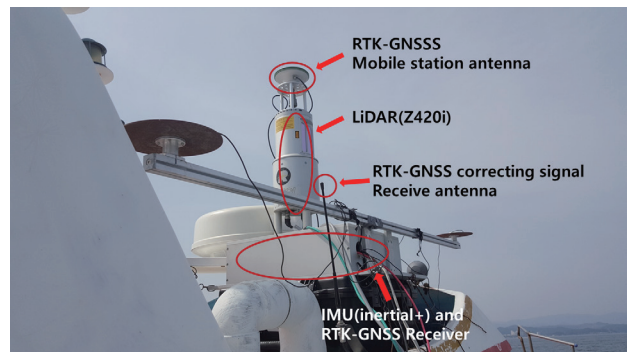


Fig. 2. Shipborne Mobile LiDAR System on vessel. IMU, inertial measurement unit.

를 획득 시 선박과 해빈과의 거리와 반사각도 등의 이유로 측정이 되지 않는 shadow zone이 발생하는데 이를 보완하기 위하여 선박 조사 후 모바일 라이다를 ATV에 장착하여 추가 조사를 실시하였다.

정밀해저지형조사는 소형선박을 사용하였으며 선박의 측면에 다중빔 음향 측심기 프레임 설치하고 프레임의 하부(수중)에 트랜듀서를 설치한다. 프레임의 중심부에는 모션센서를 설치하여 선박의 움직임을 보정해준다. 또한 프레임의 상부에는 differential global navigation system (DGNSS)을 설치하여 조사 자료의 위치정보를 제공한다(Fig. 3). 다중빔 음향 측심기는 음파가 진행하는 도중 매질의 성질이 바뀌면 일부는 경계면에서 되돌아오고 나머지는 굴절된 후 계속 진행하는 성질을 이용한 것으로 배가 이동하면서 다중 음향 신호를 발사하고, 이를 다시 수신함으로써 해저지형을 관측 기록하는 장비이다. 본 연구에서 사용한 다중빔 음향 측심기는 Kongsberg Maritime사의 천해용 다중빔 음향 측심기 EM 3001 시스템을 활용하여 수심 측량을 수행하였다. 주사각(beam swath)은 좌우 65°씩 총 130° 범위로 한 번에 160개 빔의 주사가 가능하고, 수심 해상도는 약 1 cm, 최대 측량 가능 수심은 약 150 m까지 지원이 가능한 시스템으로 본 연구지역인 울진 연안에서 활용이 적합한 조사 장비이다.

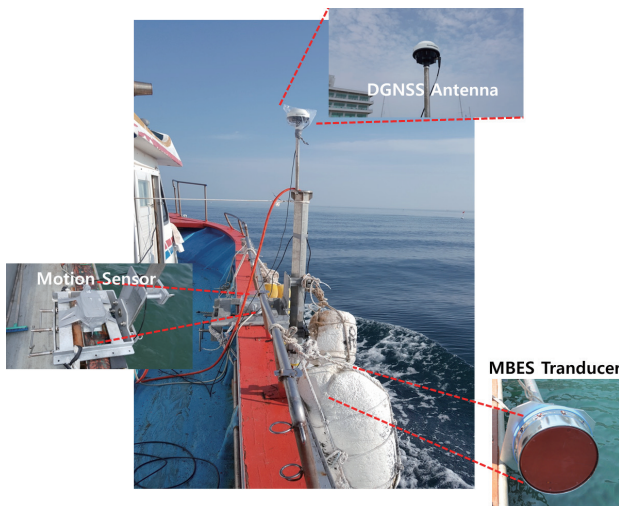


Fig. 3. Multi-beam echo sounder (MBES) (EM 3001; Kongsberg Co.) on a vessel. DGNSS, differential global navigation system.

2.3 자료 처리

해상 모바일 라이다 시스템으로 취득한 자료에 대한 처리는 Riprocess에서 자료의 위치정보 링크, 자료형의 변환, 스캔데이터의 정합, 노이즈 제거 등의 과정을 거쳐치게 된다. 음향 측심 자료는 CARIS사의 Hips & Sips 프로그램을 이용하여 자료를 처리하였다. 먼저 자료를 입력하고 조석(tide) 및 음속(sound velocity profile) 보정, 오측심 자료 제거 등의 과정을 통하여 자료를 처리하였다(CARIS, 2022). 이렇게 각각 처리된 자료는 각각의 장비들의 성능에 따라 다른 해상도를 가지게 되는데 이를 통합하여 분석하기 위하여 QPS사의 FMcommand를 활용하여 각기 다른 해상도의 자료를 통합하였다. 통합된 자료는 QPS사의 Fledermaus 프로그램을 활용하여 2차원 또는 3차원으로 구현하여 분석하였다.

3. 결과

해빈 측량 결과 해안선으로부터 높이 약 6 m 범위까지의 해빈이 관측되었으며, 측량된 해빈의 폭은 약 30-40 m로 나타났다. 해빈 중 경사가 가장 심한 지역의 경사는 약 11-15°이며 그 외의 지역에서는 약 5°로 나타났다. 해저지형을 살펴보면 조사 해역의 남동쪽에 노출암(후암바위) 주변으로 동해 중부연안의 대표적인 특징인 사질/암반 특성이 형성되어 있으며 암반지대는 수심 약 20 m까지 존재한다. 수심 약 5 m 연안부터 수심 약 30 m까지는 전반적으로 약 2-5°의 완만한 경

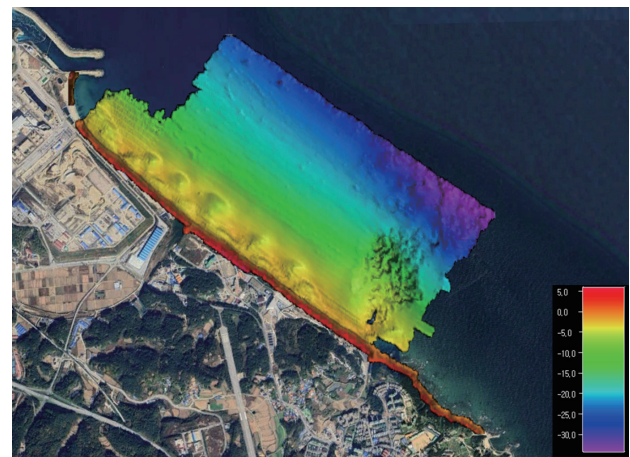


Fig. 4. Integrated seafloor topography.

사면이 나타나며, 암반지대를 제외한 해역에서는 기록이 없이 퇴적층이 고르게 분포하고 있는 것을 볼 수 있다. 해빈 라이다 자료와 수심 멀티빔 자료 사이의 수심 10 m 이내 천해지역은 고무보트와 싱글빔 에코사운더를 이용하여 획득한 수심 자료를 이용하여 해빈과 해저지형 전체를 같이 도시하였다(Fig. 4).

4. 결론 및 토의

본 연구에서는 해상 모바일 라이다 시스템과 음향 측심기를 활용하여 울진 후정해안 주변의 해빈과 해저지형의 데이터셋을 제공한다. 울진 후정해안지역에서 생성된 데이터셋은 꾸준한 모니터링을 통하여서 울진 후정해안의 시기별 지형 및 체적의 변화 등을 통하여 연안침식저감기술 개발에 활용할 수 있으며 타 분야(해양물리, 해양생물) 환경 모니터링 자료에도 활용될 수 있다. 본 연구는 2016년에 조사한 자료로 매년 꾸준한 자료 획득을 통하여 울진 후정해안의 침식 실태와 원인 분석에 활용될 수 있을 것이다.

Conflict of Interest

On behalf of all authors, the corresponding author states that there is no conflict of interest.

Funding Information

This work was supported by Development of original technology to verify factors influencing barren ground on the East Sea coast according to climate change (PEA0116) by Korea Institute of Ocean Science and Technology.

References

- CARIS (2022) Hips & Ships User Guide. CARIS, Fredericton
- Eom J, Ryu JH, Choi JK, Lee YK, Kim B (2016) Analysis on the shoreline change using multi sensor images in Jukbyeon. In: Korean Society of Coastal Disaster Prevention 4th Abstracts book. Korean Society of Coastal Disaster Prevention, Seoul, 160p

Metadata for Dataset

Sort	Field	Subcategory#1	Subcategory#2	
Essential	*Title	XYZ	The xyz ascii dataset of xyz from multi-beam and Shipborne Mobile LiDAR at Hujeoung beach area	
	*DOI name			
	*Category	Oceans		
	Abstract	XYZ	The xyz ascii dataset of xyz from multi-beam and single-beam and Shipborne Mobile LiDAR at Hujeoung beach area	
	*Temporal Coverage	2017 July 8 to 2017 July 11		
	*Spatial Coverage	Address		Jukbyeon-myeon, Uljin-gun, Gyeongsangbuk-do
		WGS84		129.395167 37.395167
		Coordinates		129.418617 37.069147
				129.426408 37.078175 129.406675 37.089417
	*Personnel	Name		WonHyuck Kim
Affiliation			Korea Institute of Ocean Science and Technolgy	
E-mail			hyuckis@kiost.ac.kr	
*CC License				
Optional	*Project	PEA0016	Development of original technology to verify factors influencing barren ground on the East Sea coast according to climate change	
	*Instrument	Multi-beam Echo Sounder	EM 3001 (Kongsberg Co.)	
		Shipborne Mobile LiDAR	Shipborne Mobile LiDAR	