

# 해안선 추출과 음향측심 자료를 이용한 조간대 Digital Elevation

## Map 제작

### Intertidal DEM generation using waterline extracted and echo sounding

이윤경<sup>1</sup>, 유주형<sup>2</sup>, 김창환<sup>2</sup>, 박찬홍<sup>2</sup>, 원중선<sup>1</sup>, 유홍룡<sup>2</sup>

Yoon-Kyung Lee<sup>1</sup>, Joo-Hyung Ryu<sup>2</sup>, Chang-Hwan Kim<sup>2</sup>, Chan-Hong Park<sup>2</sup>,

Joong-Sun Won<sup>1</sup>, Hong-Rhyong Yoo<sup>2</sup>

연세대학교<sup>1</sup>, 한국해양연구원<sup>2</sup>

[eunicelee@yonsei.ac.kr](mailto:eunicelee@yonsei.ac.kr)

요약: 조간대 지형의 발달과 변화에 대한 이해는 물순환 모델, 양식장 관리, 전자해도의 갱신, 연안개발 계획수립, 항로의 효율적 관리, 선박 안전항해, 상륙 작전 등에 있어서 매우 중요하다. 기존의 조간대 DEM 을 만드는 방법 중 위성영상을 이용한 waterline 방법과 선박을 이용한 음향측심(echo sounding) 방법이 있다. 이 연구의 목적은 위성 원격탐사 자료와 음향측심기 자료를 함께 사용하여 각각의 방법의 단점을 보완함으로써 조간대 DEM 의 정밀도를 향상시키는 것이다. 천수만 황도 조간대에 대해 음향측심에 의해 얻어진 자료를 관측소 조위와 단위를 일치시킨 후 광학위성으로부터 추출된 waterline 자료와 합성하여 DEM 을 제작하였다. 합성된 DEM 과 기존의 waterline 방법과 음향측심법으로 제작된 DEM 과 비교해 본 결과, 합성된 DEM 은 음향측심 자료에 의해 정밀도가 많이 향상되었으며 waterline 방법에 의해 지역적 특성이 잘 표현되었다. 따라서 개발된 방법은 음향측심 방법에 의해 만들어졌던 기존 해도의 정밀도를 업그레이드 하는데 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

#### 1. 서론

조간대는 육지의 강과 외해에서 유입되는 퇴적물이 해수의 순환에 의하여 집적되는 곳으로써 다양한 생물의 서식지가 될 뿐만 아니라 인근해역에 영양을 공급하며, 오염물질을 정화시키는 등 생태계에 중요한 역할을 담당한다(우와 제, 2002). 밀물과 썰물 때의 퇴적물 유동이 매우 적다면 조간대는 이론적으로 평형한 상태에 있을 수 있지만, 실제 조간대 지역은 퇴적작용,

해양 에너지 작용, 지구조적 작용, 해수위의 변동, 인간의 활동, 기후변화 등 다양한 환경인자에 의해 끊임없이 변화하고 있다(Fletcher, 2000). 이런 조간대 지형에 대한 정량적인 지형변화를 연구하기 위해서는 정밀한 조간대 DEM의 생성이 매우 중요하다. 그 동안 정밀한 DEM을 얻기 위한 다양한 시도가 활발하게 이루어져 왔다. 그 중 waterline 방법 등의 원격탐사를 이용한 DEM제작이 고품소만, 강

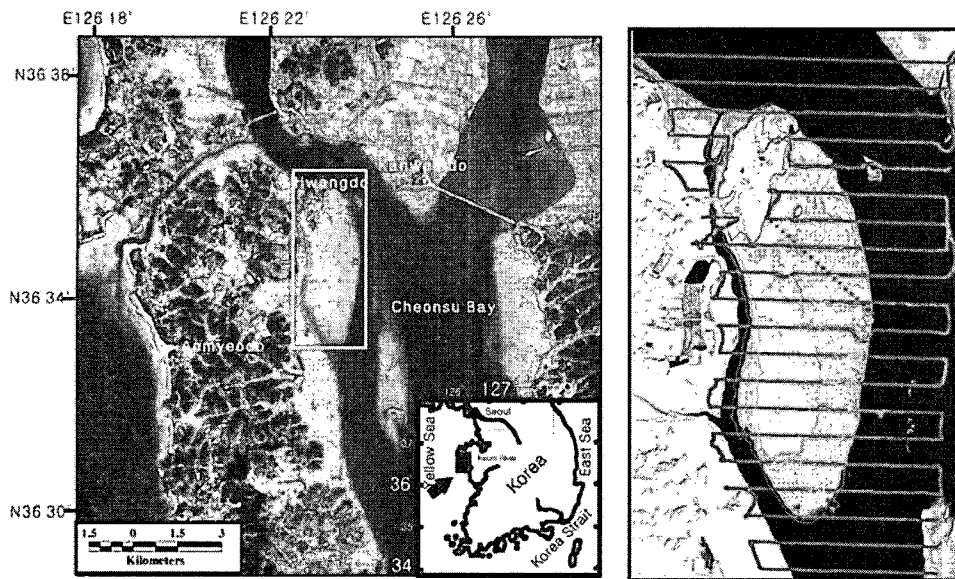


그림 1. 2002년 2월 14일에 얻어진 천수만 Landsat ETM+ (왼쪽)과 IKONOS 영상에 Landsat 영상으로부터 추출된 waterline들을 중첩한 그림. 붉은색 선은 음향측심기로 수심을 측정했던 배의 궤적, 파란색 점은 검증에 사용된 실측지점(오른쪽)

화도 남단 갯벌 및 경기만, 새만금 지역을 대상으로 실시 되었다(Ryu *et al.*, 2002; 박과 정, 2003; Lee & Kim, 2004). Waterline을 이용한 방법은 자료처리가 쉽고 과거부터의 자료를 얻기 쉬워 과거의 DEM 생성이 가능하고 광역적인 DEM을 만들 수 있는 장점이 있으나 단기간에 다양한 조위를 갖는 영상을 확보하기 어렵고 얻어진 최고·최저 조위 waterline 사이의 DEM 생성만 가능하다는 단점이 있다. 선박을 이용한 음향측심방법 또한 조간대를 포함한 천해역 지형 조사에 사용되고 있다(Thomas C. G. *et al.*, 2002). 음향측심을 이용한 방법은 선박의 진행방향으로는 매우 조밀한 간격의 측심 자료를 얻지만, 진행방향의 수직방향인 지역에 대해서는 상대적으로 빈약한 자료를 얻기 때문에 조사지역의 형태적인 특징을 반영하는데 한계를 지닌다. 본 연구의 목적은 waterline 방법과 음향측심법의 한계와 단점을 극복하기 위하여 위성영상에서 추출된 waterline과 음향측심 자료를

혼합하여 더 정밀한 조간대 DEM을 생성하는데 있다.

## 2. 연구지역 및 방법

본 연구에서는 서해안 중부지역에 위치한 천수만 황도 조간대를 대상으로 DEM을 제작하였다. 천수만은 수심 25m 이내의 천해성 내만으로 그림 1 과 같이 태안군의 안면도, 서산시의 간월도, 보령시의 서해지선으로 둘러싸여 있다. 본 연구지역은 황도 조간대로 남쪽으로 발달한 조간대의 폭은 1.65 km, 길이 5.15 km 정도이다. 황도 조간대 중심부에는 혀 모양으로 조류로와 세곡이 복잡하게 발달 되어 있다. 연구지역의 퇴적상은 만조선에서 저조선 방향으로 펄 퇴적상, 혼합 퇴적상 그리고 모래 퇴적상으로 구성되어 있으며, 물리적 퇴적구조들은 저서 생물에 의해 많은 부분이 교란되어 있다 (김여상, 1996).

Waterline 방법을 사용하기 위하여 5 개의 Landsat 영상을 사용하였다(표 1). 각각의

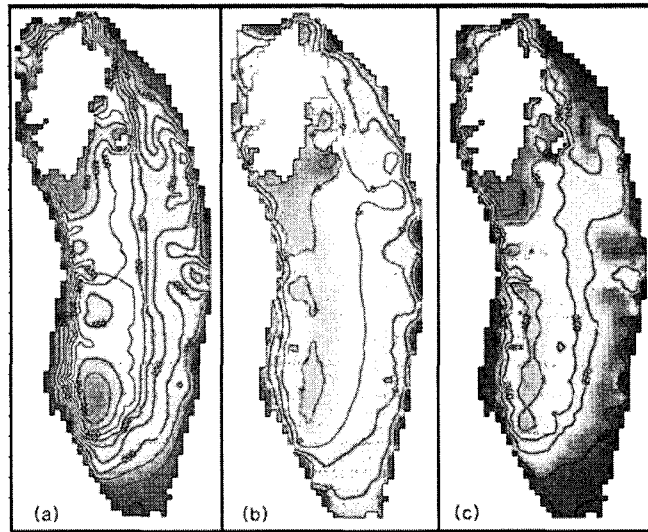


그림 2. (a) waterline 방법을 이용한 조간대 DEM, (b) 음향측심기를 이용한 조간대 DEM, (c) 두 자료를 혼합하여 생성된 조간대 DEM

영상은 1:5000 와 1:25000 의 수치지도로 보정된 IRS-1C 단일밴드 영상을 이용하여 지형보정이 실시되었다. 보정된 위성영상에서 조간대와 물의 경계면이 해안선을 추출한 후, 이들에 보령 관측소에서 측정된 조석관측치를 절대고도값으로 대입하고 내삽함으로써 조간대 DEM 을 생성하였다.

Sounder, Precision survey Fathometer) 모델 DE719D MK2 형을 사용하였다. 수심측량은 음파 발·수신기를 조사 선박 측면에 고정하여 호저에 중심주파수의 음파를 발신하도록 하였고, 선상에서 고해상 정밀 음향측심기로 매초마다 호저에서 반사되는 음파를 수신토록 하여 수치자료와 그래픽 자료를 획득하였다. 얻어진 자료는 보령 관측소의 조석관측치를 이용하여 수심 보정 한 뒤 내삽함으로써 조간대 DEM을 생성하였다.

표 1. 사용된 위성영상과 조위(cm)

Sensor	Date	Tide condition(height)
TM	Mar. 20, 2000	Flood start(63)
TM	May 7, 2000	Ebb end(196)
ETM+	Nov. 23, 2000	Flood middle(395)
ETM+	Sep. 23, 2001	Ebb middle(299)
ETM+	Nov. 10, 2001	Ebb start(529)

음향측심자료는 2003년 6월 16-17일에 Raytheon 사의 음파수심 측정기 (Echo-

### 3. 연구결과 및 토의

Landsat TM과 ETM+ 자료로부터 추출된 waterline들과 보령관측소 조위값을 이용하여 만들어진 황도 조간대 DEM과 음향측심기 자료를 이용하여 만들어진 DEM은 그림 2의 (a)와 (b)와 같다. 전체적인 경향은 상당히 유사한 형태를 보이는데 황도남단부터 아래쪽으로 길게 지형고도가 높게 나타나며 서쪽 지역은 급경사를 이루고 있고 동쪽으로는 완만한 경사를 이루고 있다. 왼쪽 끝에 두 개의

사주에 의해 지형이 높게 나타나고 있으며 두 자료 모두에서 이와 같은 지역적 특성이 잘 나타나고 있다. 그러나 waterline 방법의 경우 전체적인 지형의 특성은 잘 나타내고 작은 지형구조도 잘 나타나지만 얻어진 최고·최저 조위 사이의 waterline 사이의 DEM 생성만이 가능하고, 지형변화의 영향이 DEM에 반영되지 않기 위해서는 단기간 얻어진 다양한 조위의 해안선 자료가 요구된다. 음향측심 자료의 경우 그림 1에서 보는 바와 같이 선박의 진행방향으로는 간격이 2m 정도로 매우 조밀하게 측정되는 반면 수직방향에 대해서는 수 백 미터 간격으로 측정되기 때문에 각 정점에서의 정밀도는 우수하나 조간대 내에서의 작은 지형구조를 파악하기에는 어려움이 있다. 또한 영상의 동쪽 경계부분의 경우 조위가 과보정되어 그 값이 급격히 낮아져 물결모양을 가지는 것을 볼 수 있다.

두 자료의 장점을 살리기 위하여 측정될 때의 해수면을 기준으로 하는 음향측심자료를 평균해수면을 기준으로 하는 조위자료로 변환한 뒤 이 두 자료를 혼합하여 조간대 DEM을 생성하였다. 그림 2(c)와 같이 전체적인 경향은 각각의 방법에 의한 결과와 유사하게 나타났지만 음향측심자료의 단점이었던 수직방향으로 빈약했던 자료가 waterline에 의해 보정되면서 각 정점의 정밀도가 높아지면서 미세한 지형구조까지 파악되는 것을 알 수 있었다. 즉, waterline 방법과

음향측심자료를 동시에 고려하여 조간대의 DEM의 만들 경우 기존의 DEM보다 정밀도가 향상된 DEM이 제작되어 변화가 큰 조간대 환경을 종합적으로 이해하는데 활용될 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

1. 김여상, 김정남, 1996, 천수만 황도 해안의 조간대에 서식하는 갑각류의 생물퇴적구조, 한국지구과학회지, 17(4): 375-364.
2. 박성우, 정종철, 2003, 위성영상을 이용한 강화도 남단갯벌의 DEM 추출, The Journal of GIS Association of Korea, 11(1): 13-22
3. 우한준, 제종길, 2002, 강화 남부 갯벌의 퇴적환경 변화, Ocean and Polar Research, 24(4): 331-343.
4. Fletcher C., National Science Foundation Geology and Paleontology Program Research in the sedimentary Geology of the Coastal Zone and Inner Shelf.
5. Lee, K. S. and Kim, T. H., 2004, Topographic Relief Mapping on Inter-tidal Mudflat in Kyoungki Bay Area Using Infrared Bands of Multi-temporal Landsat TM Data, Korean Journal of Remote Sensing, 20(3): 163-173.
6. Ryu, J. H., J. S. Won, and K. D. Min, 2002, Waterline extraction from Landsat TM data in a tidal flat-A case study in Gomso Bay, Korea, Remote sensing of Environment, 82: 442-456.
7. Thomas C. G., Spearman J. R. and Turnbull M. J., 2002, Historical morphological change in the Mersey Estuary, Continental Shelf Research, 22, 1775-1794.