

ALOS PALSAR 자료를 이용한 연안지역의 DEM 생성

- 긴밀도와 고도 민감도 분석을 중심으로 -

최정현[†] · 이창욱 · 원중선

연세대학교 지구시스템학과

DEM Generation over Coastal Area using ALOS PALSAR Data

- Focus on Coherence and Height Ambiguity -

Jung-Hyun Choi[†], Chang-Wook Lee, and Joong-Sun Won

Department of Earth System Sciences, Yonsei University

Abstract : The generation of precise digital elevation model (DEM) is very important in coastal area where time series are especially required. Although a LIDAR system is useful in coastal regions, it is not yet popular in Korea mainly because of its high surveying cost and national security reasons. Recently, precise DEM has been made using radar interferometry and waterline methods. One of these methods, spaceborne imaging radar interferometry has been widely used to measure the topography and deformation of the Earth. We acquired ALOS PALSAR FBD mode (Fine Beam Dual) data for evaluating the quality of interferograms and their coherency. We attempted to construct DEM using ALOS PALSAR pairs - One pair is 2007/05/22 and 2007/08/22, another pair is 2007/08/22 and 2007/10/22 with respective perpendicular baseline of 820 m, 312m and respective height sensitivity of 75 m and 185m at southern of Ganghwa tidal flat, Siwha- and Hwaong-lake over west coastal of Korea peninsula. Ganghwa tidal flat has low coherence between 0.3 and 0.5 of 2007/05/22 and 2007/08/22 pair. However, Siwha-lake and Hwaong-lake areas have a higher coherence value (From 0.7 and 0.9) than Ganghwa tidal area. The reason of difference coherence value is tidal condition between tidal flat area (Ganghwa) and reclaimed zone (Siwha-lake and Hwaong-lake). Therefore, DEM was constructed by ALOS PALSAR pair over Siwha-lake and Hwaong-lake. If the temporal baseline is enough short to maintain the coherent phases and height sensitivity is enough small, we will be able to successfully construct a precise DEM over coastal area. From now on, more ALOS PALSAR data will be needed to construct precise DEM of West Coast of Korea peninsular.

Key Words : Coastal DEM, ALOS PALSAR, SAR Interferometry.

요약 : 레이더 위성간섭기법은 지형의 고도 및 변위를 정밀하게 측정하는데 널리 사용되고 있는 기술이다. 이 중 L 밴드의 경우, C 또는 X 밴드의 영상보다 시간간격의 영향이 적기 때문에 긴 기선거리를 가진 간섭쌍도 DEM생성을 위한 충분한 긴밀도를 유지하게 된다. 따라서 L 밴드를 사용할 경우, DEM 정밀도에 영향을 주는 고도 민감도가 높아지게 되므로 연안 지역과 같은 평탄한 지형의 DEM 제작에 매우 효과적이다.

국내 서해안의 경우, 얇은 수심과 큰 조차로 인해 넓은 갯벌이 존재하며 국토 확장의 목적으로 시작된 대규모의 간척 사업에 행해졌다. 따라서 연안지역의 지속적인 관리와 보전을 위하여 정밀한 DEM이 필요하다. 본 연구의 목적은 L밴드 ALOS PALSAR 자료의 위상간섭기법을 통한 서해안 연안지역의 지형고도 정보 획득 및 연안지역 DEM 생성의 가능성을 살펴보는 것이다. 한반도 서해안 시화, 화옹간척지 및 강화 남부 갯벌에서 46일의 기간간격을 지닌 2007/05/22 과 2007/08/22의 간섭쌍과 2007/08/22 과 2007/10/22의 간섭쌍을 이용하여 DEM 을 제작하였다. 각 각의 고도민감도는 2007/05/22 과 2007/08/22 간섭쌍의 경우 73m 이며, 2007/08/22 과 2007/10/22 간섭쌍은 185m의 값을 갖는다. 그러나, 2007/05/22 과 2007/08/22간섭쌍의 경우 두 자료간의 긴밀도 값이 낮으며(강화도 남쪽 갯벌:0.5-0.6, 화옹, 시화 간척지:0.6-0.7), 연구 지역의 조위차로 인하여 전체적인 강화도 남쪽 갯벌의 고도가 측정되지 않았다. 반면, 2007/08/22 과 2007/10/22 간섭쌍의 경우 2007/05/22 과 2007/08/22 간섭쌍에 비하여 높은 긴밀도값 (강화도 남쪽 갯벌 및 화옹, 시화 간척:0.9-1)을 가지며, 전체적인 강화도 남쪽 갯벌의 고도 또한 측정 할 수 있었다. 그러나 간섭쌍간의 짧은 기선거리로 인한 낮은 고도민감도로 인하여 정밀한 DEM을 획득 하지 못하였다. 따라서, 향후 획득한 ALOS PALSAR 자료간의 시간간격 및 기선거리가 충분히 유지된다면 획득 간섭쌍간의 높은 긴밀도와 고도 민감도를 가진 자료를 통하여 한반도 서해안지역의 정밀한 DEM 제작이 가능할 것으로 보인다.

1. 서론

연안환경은 육지와 해양이 접하고 있는 완충 지역으로 생태적, 환경적, 지질학적 활용 가치가 매우 높으며 해양에너지 및 육지로부터의 퇴적물의 공급으로 인한 시공간적 변화를 지속적으로 겪고 있다. 따라서 연안 지도 제작, 특히 이를 위한 DEM 자료의 획득은 과거와 현재의 지형 변화를 이해하는데 도움이 될 뿐만 아니라 해도의 갱신을 통한 연안 및 항로의 개발 계획 등과 같은 국토의 효율적인 관리에 필수적이다. 그러나 현장 관측 조사에 의한 DEM 제작은 시간, 비용, 접근성 측면에서 많은 어려움이 있다. 이에 보다 효율적인 연안 지역의 DEM 제작을 위하여 항공기를 이용한 single-pass 간섭기법(Wimmer *et al.*, 2000), LIDAR(LIght Detection And Ranging) 기법(Lillesand and Kiefer, 2000), 그리고 광학 및 SAR 자료를 이용한 waterline 방법(Greidanus, 1999; 류주형, 2001) 등의 원격 탐사 자료를 이용한 노력이 이루어져 왔다. 항공기를 이용한 간섭 기법과 LIDAR기법은 연안 지형을 정밀하고 효과적으로 관측할 수 있으나, 자료의 획득이 용이하지 않을 뿐 아니라 고비용을 요구한다. 또한 waterline 방법의 경우 양질의 DEM을 얻기 위하여 단기간에 다양한 조위를 가진 영상자료가 요구되어 영상 획득에 많은 시간이 필요하며, 조위계가 설치되어 있지 않은 곳에서는 추출된 waterline에 절대 고도를 대입하는 것의 어려움이 있

다. 반면, 레이더 위상간섭기법은 동일한 산란체로부터 서로 다른 위치에서 획득된 두 SAR 자료 사이의 위상차를 이용하여 대상물의 지표면의 3차원 정보를 획득할 수 있는 기술로서 넓은 지역의 지표 고도 정보 추출(Rogers and Ingals, 1969; Grahman, 1974; Zebker *et al.*, 1994)에 주로 사용되었다. 위성 간섭기법을 이용하여, 연안지역 전체의 정밀한 DEM을 얻기 위해서는 두 영상 모두 간조기에 획득되어야 하며, 충분히 긴밀도가 높아야만 가능하다. 간섭도의 긴밀도는 시간간격과 기선간격에 크게 영향을 받는다. 짧은 기선이 높은 긴밀도를 제공하지만, 역으로 고도 민감도가 커지기 때문에 DEM의 정밀도가 낮아진다. 또한 연안지역의 경우, 육지보다 급격하게 변화하는 연안지역의 표면은 간섭도생성에 많은 영향을 준다. 그러므로 매우 짧은 시간간격을 가지는 간섭쌍이 필요하다. 이와 같은 이유로 2001년부터 운용되고 있는 ENVISAT은 기존의 ERS-2 자료와 약 30분 간격의 짧은 시간간격으로 관측할 수 있으며, 이를 이용한 교차 간섭기법의 연안지역 적용은 매우 효율적이다. 연안지역에 대한 교차 간섭기법은 미국 뉴올리언즈 지역에 처음 적용되었으며 연안지역에서의 간섭기법에 대한 적용 가능성을 제시하였다(Hong and Won, 2005). 그러나 불안정한 ERS-2의 도플러 중심 주파수의 영상으로 간섭도의 제작이 불가능한 경우가 많다. 따라서 기존의 위성 영상 레이더 자료를 통한 repeat-pass 위성 간섭기법이 연안 지역의 DEM 제작에 이용될 수 있다. 그러

므로 DEM 제작을 위해서는 획득 간섭쌍 사이의 시간간격이 매우 짧고, 기선 간격이 충분히 큰 쌍이 요구된다. 따라서 시간 간격의 영향이 비교적 적은 L 밴드위성을 이용하는 것이 효과적이다. L 밴드의 경우, C또는 X 밴드의 영상보다 시간간격의 영향이 적기 때문에 긴 기선 거리를 가진 간섭쌍도 DEM생성을 위한 충분한 기밀도를 유지하게 된다. 그러므로 DEM 작성에 충분한 고도 민감도를 가질 수 있는 기선거리를 유지할 수 있다. 비록 간섭기법을 이용한 연안지역 DEM 생성이 최상의 방법은 아니지만, 단 하나의 간섭도를 이용하여 넓은 연안지역 DEM을 구할 수 있으며, 국내 서해안과 같이 조간대가 광활하게 발달되어 있는 곳에서는 매우 유용하다

본 연구의 목적은 L밴드 ALOS PALSAR 자료의 위상간섭기법을 통한 서해안 연안지역의 지형고도 정보 획득 및 연안지역 DEM 생성의 가능성을 살펴보는 것이다. ALOS PALSAR 위성은 L 밴드 SAR 시스템으로 시간간격에 덜 영향을 받기 때문에 긴 기선거리(1km 이상)를 가진 간섭쌍을 통한 높은 고도민감도를 가진 정밀한 DEM을 생성할 수 있다.

2. 연구지역

한반도 서해안은 넓은 대륙붕이 발달한 수심이 얇은 해역으로서 조차가 높아 넓은 갯벌이 분포한다. 또한 해안선이 복잡하고 크고 작은 만들이 많으며 대부분 한강, 금강, 만경강, 동진강, 영산강, 섬진강, 낙동강 등의 하구에 위치하여 갯벌 생성의 좋은 조건이 된다. 갯벌은 강이나 하천에서 유입되는 퇴적물과 해수에 의한 침식물의 퇴적 작용으로 형성되는데 파도의 영향이 작고 조석의 영향이 큰 곳에서 나타난다. 서해안은 남쪽이 약 4m, 북쪽이 약 9.3m로 점차 높아져 갯벌과 염습지 생성에 영향을 미친다. 한반도 갯벌은 국토 총 면적의 약 2.5%에 해당하며 홀로세 동안 생성되었다. 한반도 서해안 갯벌의 일반적인 특징은 펄 퇴적물이 우세하고, 만조선에서 간조선으로 표층 퇴적물의 입도가 조립해지는 경향을 보이며, 퇴적물은 생물에 의하여 교란되어 있고, 계절에 따라 퇴적과 침식이 반복되며, 북해나 북미 등의 갯벌과는 달리 상향 조립화 층서를 보인다(우한준과 제종길, 2002).

강화도 남부 갯벌은 서해로 유입되는 한강의 지류와

본류의 영향을 동시에 받으며, 염하수로와 석모수로에서 유입되는 담수와 조석에 따른 해수의 혼합으로 염분도의 뚜렷한 구배를 나타내는 기수의 특성을 보여 주변에는 다양한 환경들이 조성되어 있다. 이 갯벌에는 모래, 펄, 혼합갯벌 등 다양한 종류의 갯벌이 존재하며, 이러한 갯벌들은 서로 다른 수리적, 화학적, 퇴적학적 요인들이 서로 다르게 작용하므로 생물들에게 다양한 서식지를 제공한다. 그러나 이 지역은 수도권 개발에 따른 한강종합개발공사, 주변의 매립에 따른 인공구조물 설치, 인천 신공항 건설 등 인위적인 개발 압력으로 자연갯벌의 훼손 가능성이 높은 곳이다(우한준과 제종길, 2002). 사리시간은 조금 기간보다 2일정도 길며, 조차는 약 2m 정도 차이가 난다.

시화간척지는 총 200km²에 달하는 넓은 지역으로 안산 공업단지가 안쪽에 위치하고 있다. 수도권에 위치하고 있어 공업용지의 수요가 많고 인근 공업 단지와의 개발에 따른 사회 간접 자본의 추가 부담이 적을 것으로 예상되어 간척 사업에 포함되어 1994년 방조제가 완성되었다. 하지만 인공호수인 시화호는 인위적인 개발에 의한 해수의 흐름과 자연적 침식 및 퇴적 작용에 변화가 발생하여 용수지로 불가능한 상태이다. 이 갯벌에는 모래, 펄, 혼합갯벌 등 다양한 종류의 갯벌이 존재한다(홍상훈, 2006).

화옹간척지는 수원에서 남서방향으로 약 35km 떨어진 경기도 화성군과 용진군에 위치하고 있는 지역으로서 서해안 특유의 전형적인 리아스식 해안지형으로 해안선의 굴곡이 심하다. 화옹 간척지는 방조제 공사가 1991년 9월에 시작하여 2002년 3월에 공사가 완료되어 방조제 길이가 9.8km로서 시화호와 같이 조석의 영향을 받지 않는 펄로 이어진 갯벌이다(홍상훈, 2006).

3. 연구 자료 및 방법

1) 연구 자료

한반도 서해안 강화 및 시화, 화옹 간척지 지역에 대하여 6개월 동안 ALOS PALSAR 자료가 수집되었다. 획득한 PALSAR 자료는 FBD(Fine Beam Dual) mode, ascending이며, 입사각은 34.4도이다. 본 연구를 위하여 사용한 자료는 Table 1과 같다.

Table 1. Summary of ALOS PALSAR data.

Satellite	type	Acquisition data
ALOS/PALSAR	L-band/ Ascending/ FBD mode	2007. 05. 22.
		2007. 08. 22.
		2007. 10. 07

2) 연구 방법

본 연구에 사용된 자료로는 2007년 5월부터 10월까지의 총 3시기의 ALOS PALSAR 자료로써, 자료의 형태는 최소한의 신호처리만을 수행한 복소수 자료이며 자료의 주기는 46일이다. ALOS PALSAR의 간섭도 작성은 상용 소프트웨어인 GAMMA를 사용하였다. SAR 자료를 이용하여 레이더 간섭처리를 하면 간섭도를 형성하는데, 이 때 작성되는 간섭도는 주로 지형에 의한 위상차가 가장 크게 나타나므로 지형 간섭도라고 한다. 이 안에는 지형에 의한 요소와 지표의 변위에 의한 요소가 포함되어 있다. 이와 같은 두 가지 요소는 지형도에서 나타나는 등고선과 유사한 fringe (위상의 2π 변화)로 나타나며, 한 fringe를 변화시키는데 필요한 고도의 변화를 고도 민감도(altitude of ambiguity)라고 한다.(Massonnet *et al.*, 1993) 고도민감도(ha)를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$ha = \frac{R_0 \lambda \sin \theta}{2B_{\perp}}$$

위 식에서 λ 는 위성의 파장, R_0 는 위성으로부터 지상 목표물까지의 거리, θ 는 위성의 관측각, B_{\perp} 는 위성간의 기선거리이다.

앞서 언급한 바와 같이 연안지역, 특히 조간대 지역과 같이 지형고도가 평평한 곳의 DEM 작성을 위해서는 고도민감도가 작아야 한다. 따라서 획득영상 중 기선거리가 긴 간섭쌍을 선택하여 DEM을 작성하였다. 간섭도로부터 연안지역의 고도를 계산하기 위하여 13개의 GCP점을 선택하였다. 13개의 GCP 점은 전 지역에 걸쳐 고르게 선택하였다. 13개의 GCP점을 기준으로 하여 간섭도로부터 얻어진 상대고도 값을 SRTM DEM을 기준으로 하는 절대고도 값으로 보정하였다. 간섭도로부터 얻어진 DEM의 정확성 평가를 위하여 간섭도내5개의 소지역을 선정, SRTM DEM의 고도와 비교하였다.

4. 연구결과

2007/05/22 과 2007/08/22의 지형 간섭도로부터 얻어진 지형고도의 정확성을 평가하기 위하여 5개의 소 지역을 선택하여SRTM DEM과 비교하였다. 5개의 소지역은 비교적 긴밀도가 높은 완만한 경사의 산과 가파른 경

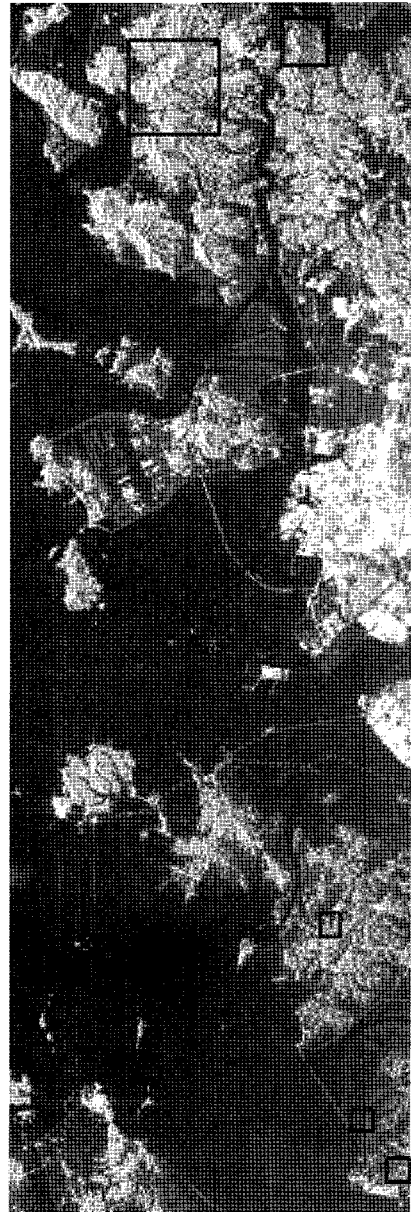


Fig. 1. Ganghwado and Siwha tidal flats and near coastal lands. Red box are sub-area where the DEM from ALOS PALSAR data are compared with from SRTM-3 DEM.

사를 가지는 산, 평지, 시화 간척지와 화웅간척지 지역을 선택하였다. Fig. 1은 2007/05/22과 2007/08/ 22의 간섭도와 SRTM DEM의 고도 비교를 위해 선택한 소지역을 나타낸 것이며, Fig. 2는 46일의 시간간격을 갖는 2007/08/22 과 200710/22 간섭쌍의 긴밀도이다. 2007/05/22과 2007/08/22의 간섭도는 강화남부 갯벌의 경우는 0.3-0.5, 시화, 화웅간척지의 경우 0.6-0.7의 긴밀도 값을 갖는다. 이러한 긴밀도의 차이는 연구지역



Fig. 2. Coherence map from the 2007/05/22 and 2007/08/22 pair.

의 조석차에 의한 것으로 생각된다. 따라서 강화도 남부 갯벌의 경우, 영상 획득시의 조위에 따라 긴밀도에 영향을 준다. 반면에 시화, 화웅간척지는 조위의 영향을 받지 않기 때문에 강화도 남부 갯벌에 비해 높은 긴밀도를 유지한다. Fig. 3은 각각의 소지역의 고도와 SRTM DEM 고도값을 비교한 그래프이다. 완만한 경사를 가지는 산의 경우 SRTM DEM 고도와 유사한 경향을 보인다. 그러나 가파른 경사를 지닌 산의 경우, 완만한 경사를 지닌 지역에 비하여 SRTM DEM과의 많은 값의 차이를 보인다. 이는 간섭기법에서 지형 위상이 foreshortening 혹은 layover 현상으로 인하여 일부 fringe의 손실로 phase unwrapping 과정에서 오차가 발생한 것으로 판단된다. 또한 STEM DEM과의 정확한 비교를 위해 SRTM DEM을 최소근린법(nearest neighborhood)를 적용하여 재배열하였다. 이 과정에서의 오차가 위와 같은 결과에 영향을 준 것으로 판단된다. 또한 시화 및 화웅간척지의 경우 SRTM DEM과 다른 경향을 보이는데, 이는 간섭쌍의 고도민감도로 인한 것으로 보인다.

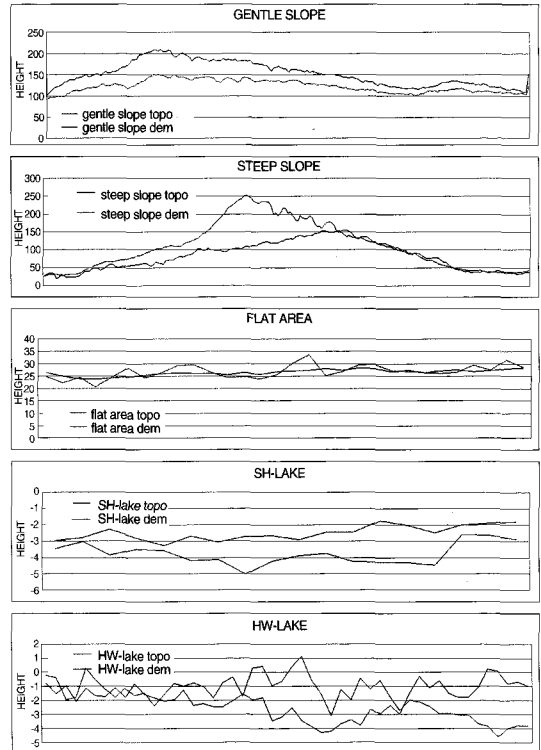


Fig. 3. Comparison of height values between ALOS PALSAR data and SRTM DEM. Pink line means terrain height from SRTM DEM. Green line means terrain height from 2007/05/22 and 2007/08/22 pair.

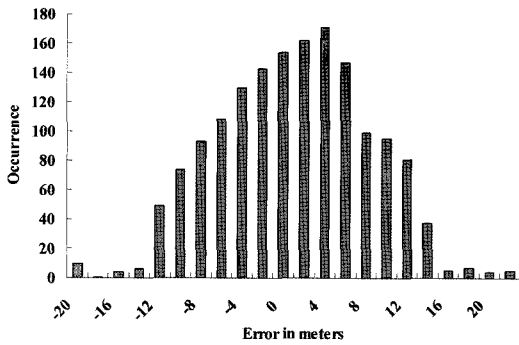


Fig. 4. Height discrepancy between ALOS PALSAR data and SRTM DEM over Hwaong-lake.

2007/05/22 과 2007/08/22 간섭쌍의 경우, 기선거리가 820m로 73m의 고도민감도를 갖는다. 앞서 언급한 바와 같이 2007/05/22과 2007/08/22 간섭쌍의 경우, 두 영상의 획득시의 조위차로 인해 강화도 남부 갯벌의 긴밀도가 떨어져 DEM 을 생성할 수 없었다. 이러한 이유로 비교적 긴밀도가 높은 화옹 간척지내 소지역을 선택하여, 소지역내의 고도와 SRTM DEM과의 차이를 히스토그램으로 도시(Fig. 4)하였다. 간섭도에서 얻어진 상대고도를 13개의 GCP점을 통하여 SRTM DEM 의 절대고도를 7.4m 이



Fig. 5. Coherence map using ALOS PALSAR 2007/08/22 and 2007/10/22 Insar pair.

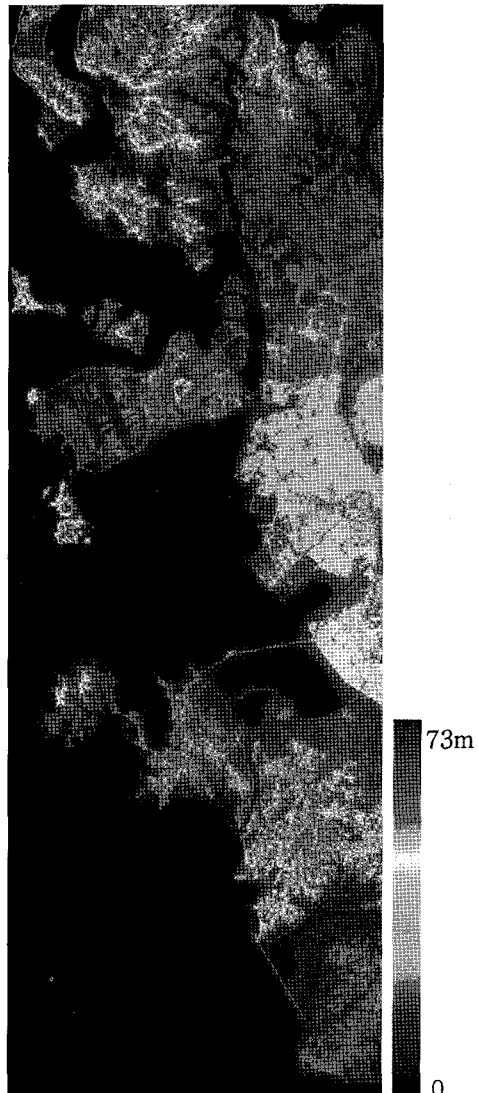


Fig. 6. Generate DEM using ALOS PALSAR 2007/08/22 and 2007/10/22 Insar pair.

다. 이는 SRTM DEM의 표준편차 1.4m에 비해 월등히 높은 값이다. 이러한 결과는 생성간섭쌍의 고도민감도에 따른 결과와 두 영상획득시기에 따른 차이로 판단된다. 73m의 높은 고도민감도로 인하여 소지역내 각 픽셀의 고도값의 차이가 크다. 또한 두 영상의 획득간격이 46일이기 때문에 이러한 시간간격의 영향을 받았을 것으로 판단된다. Fig. 5는 46일의 시간간격을 갖는 2007/08/22과 2007/10/22간섭쌍의 긴밀도이다. 2007/08/22과 2007/10/22의 간섭도는 약0.9 - 1의 긴밀도를 보였으며, 기선거리는 312m로 185m의 고도민감도를 갖는다. 전체적인 간섭도의 긴밀도가 2007/05/22과 2007/08/22의 간섭쌍에 비해 2007/08/22과 2007/10/22 간섭쌍이 높으며 강화 남부갯벌지역의 긴밀도도 잘 유지되고 있다. 이러한 이유로 2007/08/22과 2007/10/22 간섭쌍을 이용하여 강화 남부 갯벌의 지형 고도를 계산 할 수 있었다. 그러나 2007/08/22과 2007/10/22 간섭쌍의 긴 기선거리로 인하여 고도민감도가 떨어지기 때문에 정확한 고도의 계산은 어려웠다.

5. 결론 및 토의

위성 간섭기법은 지형의 고도 및 변위를 정확하게 측정하는데 널리 이용되고 있는 기술이다. 위성 간섭기법을 이용하여, 연안지역 전체의 정밀한 DEM을 얻기 위해서는 두 영상 모두 간조기에 획득되어야 하며, 충분히 긴 밀도가 높아야만 가능하다. 간섭도의 긴밀도는 시간간격과 기선간격에 크게 영향을 받는다. 짧은 기선이 높은 긴밀도를 제공하지만, 역으로 고도 민감도가 커지기 때문에 DEM의 정밀도가 낮아진다. 또한 연안지역의 경우, 육지보다 급격하게 변화하는 연안지역의 표면은 간섭도 생성에 많은 영향을 준다. 그러므로 매우 짧은 시간간격을 가지는 간섭쌍이 필요하다. 짧은 시간간격을 가지는 간섭쌍은 비교적 높은 긴밀도를 갖기 때문에 연안지역의 DEM작성에 필수적인 조건이다. 이러한 이유로 교차 간섭기법을 이용하여 연안지역의 DEM 작성의 연구가 진행되었으나 기계적인 이유 등으로 효율적인 적용이 힘들다. 또한 L밴드의 경우, C 또는 X밴드의 영상보다 시간간격의 영향이 적기 때문에 DEM 작성을 위한 충분한 긴밀도를 유지하게 된다. 따라서 위성간섭기법을 이용하여

L 밴드 ALOS PALSAR 위성 자료를 이용하여 서해안 연안에 위치하고 있는 강화도 남부 갯벌과 시화, 화옹간척지의 지형고도를 측정하였다. 한반도 서해안 시화, 화옹간척지 및 강화 남부 갯벌에서 46일의 기간간격을 지닌 2007/05/22과 2007/08/22간섭쌍과 2007/08/22과 2007/10/22간섭쌍을 이용하여 DEM 을 제작하였다. 2007/05/22과 2007/08/22 간섭쌍의 경우 두 자료간의 긴밀도 값이 낮으며(강화도 남부 갯벌: 0.5-0.6, 화옹, 시화 간척지: 0.6-0.7), 연구지역의 조위차로 인하여 전체적인 강화도 남부 갯벌의 고도가 측정되지 않았다. 반면, 2007/08/22과 2007/10/22 간섭쌍의 경우 2007/05/22과 2007/08/22 간섭쌍에 비하여 높은 긴밀도값(강화도 남부 갯벌 및 화옹, 시화 간척: 0.8-0.9)을 가지며, 전체적인 강화도 남부 갯벌의 고도 또한 측정할 수 있었다. 두 간섭쌍에서 볼 수 있듯이 시화 및 화옹 간척지는 방조제로 둘러싸여 있어 조석에 의한 영향을 받지 않으며 내륙으로부터의 담수의 유입이 매우 적은 지역이기 때문에 강화도 남부 갯벌에 비해 높은 긴밀도를 보인다. 두 간섭쌍 중 2007/08/22과 2007/10/22 간섭쌍의 긴밀도가 2007/05/22과 2007/08/22 간섭쌍에 비하여 높기 때문에 DEM생성에 있어 효과적인 간섭쌍이라고 할 수 있다. 또한 2007/05/22과 2007/08/22 간섭쌍의 기선거리는 820m로 고도민감도는 73m를 가지며, 2007/08/22과 2007/10/22 간섭쌍은 312m의 기선거리를 가지며 고도민감도는 185m를 보인다. 따라서 연구지역의 DEM 제작에 있어서는 높은 고도 민감도를 가지는 2007/05/22과 2007/08/22 간섭쌍이 더 효과적이라고 할 수 있다. 즉, 한반도 서해안과 같이 평탄한 지형의 DEM을 생성하기 위해서는 자료간의 높은 긴밀도와 긴 기선거리로 인한 높은 고도민감도가 요구된다. 따라서, 향후 획득한 ALOS PALSAR 자료간의 시간간격 및 기선거리가 충분히 유지 되어 획득 간섭쌍간의 높은 긴밀도와 고도 민감도를 가진 자료를 통하여 한반도 서해안 지역의 정밀한 DEM 제작이 가능할 것으로 보인다.

참고문헌

우한준과 제종길, 2002, 강화 남부 갯벌의 퇴적환경 변화, Ocean and Polar Research, Vol. 24,

- No.4, pp.331-343.
- 류주형, 2001, 원격탐사를 이용한 곰소만 조간대의 지형변화 및 퇴적물 특성 연구, 연세대학교 박사학위 논문.
- 홍상훈, 2006, 영상레이더 위상간섭기법을 이용한 연안 수치 표고 모형 제작 연구, 연세대학교 박사학위 논문.
- Greidanus, H., Huising, E. J., Platschorre, Y., Van Bree, R. J. P., Van Halsema, D., and Vaessen E. M. J., 1999. Coastal DEMs with Cross-Track Interferometry, *Proceedings of GARSS '99*, Hamburg, Germany.
- Graham, L. C., 1974. Synthetic Interferometer Radar for Topographic Mapping, *Proceedings of IEEE*, 62(6): 763-768.
- Hanssen, R. F., 2001. Radar Interferometry: Data interpretation and error analysis, Kluwer Academic Publisher.
- Hong, S. H. and Won J. S., 2005. ERS-ENVISAT cross-interferometry for coastal DEM construction, *Proceedings of FRINGE 2005 Workshop*, Frascati, Italy.
- Lillesand, T. M. and Kiefer, R. W., 2000. Remote sensing and image interpretation, John Wiley & Sons, Inc. p. 724.
- Massonnet, D. and Rabaute, T., 1993. Radar Interferometry : Limits and Potential, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 31(2): 455-464.
- Rogers, A. E. and Ingalls, R. P., 1969. Venus: Mapping the surface reflectivity by radar interferometry, *Science*, 165: 797-799.
- Wimmer, C., Siegmund, R., Schwabisch, M., and Moreira, J., 2000. Generation of high precision DEMs of the Wadden sea with airborne interferometric SAR, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 38(5): 2234-2245.
- Zebker, H. A., Werner, C. L., Rogen, P. A., and Hensley, S., 1994. Accuracy of topographic maps derived from ERS-1 interferometric radar, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 32: 823-836.