

Remote Sensing을 이용한 태화강 하구 수심정보 획득 - Landsat 7 ETM 다중분광영상을 사용

오창석*, 조홍제**, 송영민***
Yeong Bae Yoon, Hong Je Cho

요 지

원격탐사 기법을 이용한 수심측정은 하나 혹은 그 이상의 파장대에서 수심과 반사되는 에너지 사이의 관계를 찾아내는데 달려 있다. 수심 정보를 획득하기 위한 스펙트럼의 최적 파장길이는 다중분광영상(Landsat 7 ETM)의 blue band에 해당하는 약 0.48 μ m이며, 이 band를 이용하여 연안의 수심을 측량하기도 한다. 하지만 단일밴드에 의해서 측정된 값을 이용한 수심측정은 해저표면에 의한 반사에 심각한 영향을 받을 수 있기 때문에 신뢰할 만한 결과를 얻을 수 없다. 따라서 본 연구에서는 해수와 관련한 여러 가지 변수들을 결정하기 위하여 다량의 실측 데이터를 필요로 하지 않는 선형다중밴드방식을 이용하여 2개의 Landsat 영상으로 태화강 하구의 수심정보를 추출하고 태화강 분류에 대한 수심정보획득과 하상변동에 대한 분석 가능성을 파악하였다.

그 결과 임의로 선정한 표본 50개 지점에 대한 영상분석에 의한 수심값과 해도의 수심값의 잔차 평균이 각각 2.29m, 2.43m로 비교적 큰 잔차를 보였다. 하지만 20m 미만의 수심대의 표본만을 확인한 결과 각각 1.73m, 1.88m로 잔차 평균이 크게 감소하였다. 2000년, 2003년 영상을 비교한 결과, 1번 2번 3번 지역에서 평균적으로 약 1.838m정도 2003년 수심이 감소한 것으로 나타났다.

본 연구에서 20m 미만의 수심 측량은 낮은 해상도의 위성영상이라도 실제 수심과 근접하고 있는 것으로 판단 할 수 있었다. 이것으로 넓은 지역을 경제적으로 수심자료를 획득할 수 있는 위성영상분석을 이용한 수심 측정은 활용성이 있는 것으로 나타났다. 하지만 해저표면의 형태와 해수면의 상태 등 수심측정에 미치는 영향에 관한 실측데이터에 대한 자료수집과 분석이 선행된다면 더욱 좋은 결과를 도출할 수 있을 것으로 판단 된다.

핵심용어 : Remote Sensing, 수심측정

1. 서 론

태화강은 바다와 만나는 감조하천이면서 항만시설이 많아 지속적인 유지관리가 필요하다. 이와 같은 맥락으로 항만 내 항로수심을 유지하고 항만시설을 유사로부터 보호하기 위하여 1987년에 방사보를 설치하였다. 20여년이 지난 지금 태화강의 수질악화, 하상상승, 생태계 파괴 등의 부작용으로 2006년 5월까지 방사보를 철거하기로 결정하였다. 이에 항만시설보호와 항로수심유지를 위해 태화강하구 수심변화 및 하상변화의 모니터링이 절실히 필요하게 되었다. 따라서 기존원격탐사기법을 이용한 수심취득법을 활용하여 태화강의 수심·

* 정회원·울산대학교 건설환경공학부 석사E-mail : ocs5051@hanmail.net
** 정회원·울산대학교 건설환경공학과 교수E-mail : hjcho@ulsan.ac.kr
*** 정회원·울산대학교 건설환경공학과 석사3학기E-mail : audi35@daum.net

하상변화에 대한 분석, 자료의 수집, 자료의 활용에 대한 가능성을 확인하고자 한다.

2. 연구 내용

본 연구의 대상지역은 동경 35°34'29.999" ~ 35°26'59.677", 북위 129°18'0.000" ~ 129°26'59.500"의 범위에 있는 태화강 하구 및 울산항의 인근해안을 연구대상으로 하였다. 대상지역의 위치 및 위성영상은 그림 1과 같다.

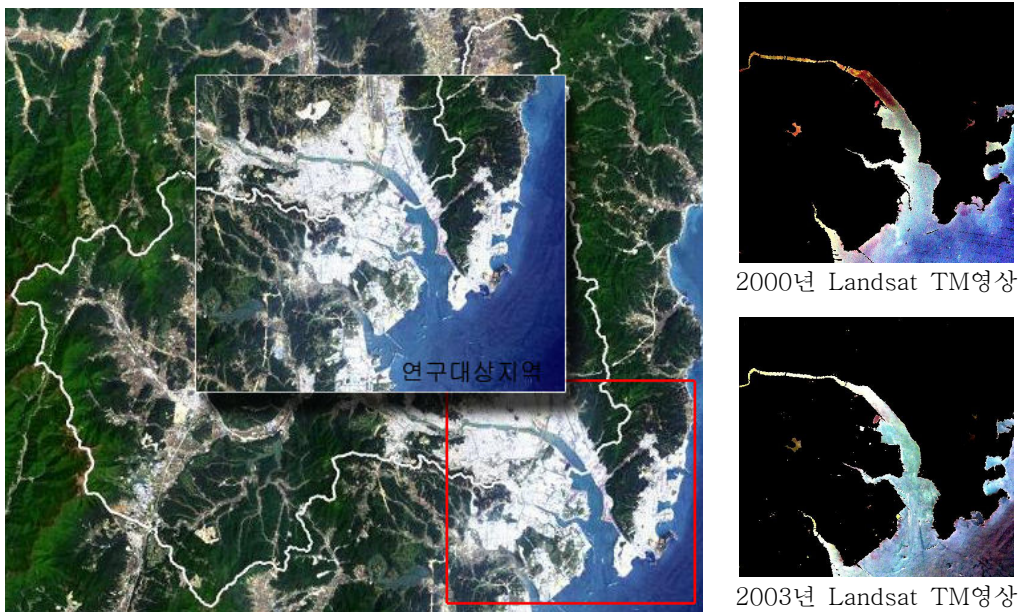


그림 1. 연구대상지역 및 위성영상

본 연구에 사용된 위성영상은 2000년 3월 14일, 2003년 5월 10일에 Landsat 7 위성의 ETM+ 센서로 촬영한 것으로 6개의 반사파장대를 가지는 다중분광영상을 사용하였다. Band4, Band5의 반사값이 10~20인 지역을 Masking을 통해 수역을 분리하고 선형다중밴드 방법을 사용하여 분리된 수역 전체에 대한 동일한 위치에서 취득한 화소값(Xi)과 그 지점에 해당하는 수심(Depth)와의 다중회귀분석을 하여 상관성을 확인하고 이를 연구대상 지역 전체 수심대와 20m 미만의 수심대로 비교하였다. 수심(Depth)가 측정되지 않은 태화강 본류지역에 분석지역을 정하여 2000년 영상과 2003년 영상의 수심변화를 유추하였다.

울산만의 수심(Depth)정보는 국립해양조사원에서 조사, 보급하고 있는 해도를 이용하였고, 수치해도인 2004년도 해도와 달리 2002년 해도는 종이해도로 디지털이징을 통해 수치지도화 하였다.

3. 데이터 처리

위성영상의 화소값이 해저의 형상, 수심에 따라 다른값을 나타내나 이것이 곧 수심은 아니다. 따라서 측량을 통한 실측데이터들이 필요하고 실측데이터의 지점과 동일한 지점의 위성영상의 DN값의 상관관계를 유추함으로써 수심자료를 취득할 수 있는 것이다. 원격탐사 데이터로부터 수심정보를 유출하는 기법은 해수반사 모델(Water Reflectance Model)에 이론적 기초를 두고 해저표면 형태들에 의한 두 밴드간의 반사비(ratio of reflectance)가 같고, 물에 의한 감쇠의 비도 일정한 두 개의 분광밴드가 존재한다는 가정에 근거하여 두 가지 분광밴드간의 신호비가 수심을 나타낸다는 것을 이용하였다. 그리고 방사량 보정 및 조석 보정 등으로 데이터의 정확도를 높였다.

먼저 전체 수심대에 대한 두 밴드 간의 동일한 화소로부터 취득된 화소값(Xi)과 그 지점에 해당하는 수심

(Depth)와의 다중회귀분석을 하였으며, 그 결과가 표 1에 나타내었다. 그 결과를 살펴보면 2000년 Landsat TM영상의 상관계수(R)은 0.7262이고 결정계수는 0.5274이며, 2003년 Landsat TM영상의 상관계수(R)은 0.8793이고 결정계수는 0.7732로 2000년 영상에 비하여 2003년 영상이 비교적 높은 상관성을 보였다.

그림 2에서 확인 할 수 있듯이 수심에 대한 화소값의 분포가 20m 이상의 수심대에서 일관성이 다소 떨어짐을 볼 수 있었다. 다시 말해서 20m 미만의 수심대에서 상관성이 더 높다고 판단하여 20m 미만의 수심대의 회귀분석을 하였다.

그 결과 표 3에 나타난 바 2000년 Landsat TM영상의 상관계수(R)은 0.9323이고 결정계수는 0.8693이며, 2003년 Landsat TM영상의 상관계수(R)은 0.9153이고 결정계수는 0.8377로 높은 상관성을 보였다. 이것은 아래의 수심비교 결과 또한 낮은 잔차 평균을 보이는 것에서도 알 수 있듯이 20m 미만의 수심대에서는 상당히 높은 정도의 수심값을 취득할 수 있다는 판단을 할 수 있다.

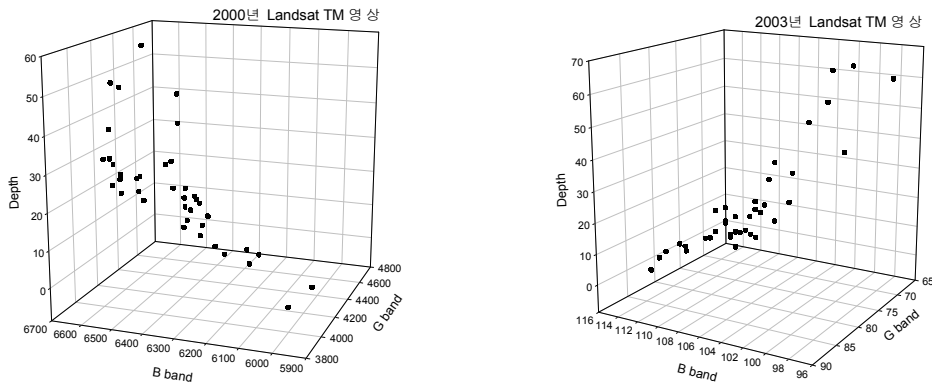


그림 2. 전체수심에 대한 Landsat TM영상 분포도

표 1. 전체수심에 대한 선형다중회귀분석 결과

		계수	표준 오차	t 통계량	P-값	다중 상관계수	결정계수
2000년 Landsat TM	Y 절편	-221.936	77.61145	-2.85958	0.006932	0.726204	0.527373
	X 1	-0.03021	0.010764	-2.80641	0.007944		
	X 2	0.057432	0.009835	5.83961	1.04E-06		
	선형다중회귀식		$Z = -221.936 - 0.03021X_1 - 0.057432X_2$				
2003년 Landsat TM	Y 절편	375.1353	48.14939	7.79107	2.57E-09	0.879294	0.773158
	X 1	-1.61317	0.546509	-2.95178	0.005458		
	X 2	-2.13891	0.741585	-2.88424	0.006505		
	선형다중회귀식		$Z = 375.1353 - 1.6132X_1 - 2.1389X_2$				

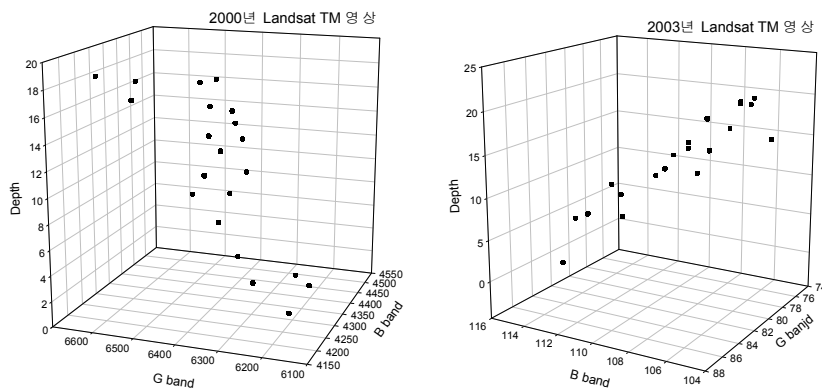


그림 3. 20m미만 수심에 대한 Landsat TM영상 분포도

표 2. 20m미만 수심에 대한 선형다중회귀분석 결과

		계수	표준 오차	t 통계량	P-값	다중 상관계수	결정계수
2000년 Landsat TM	Y 절편	-193.993	19.46319	-9.96717	3.34E-09	0.932359	0.869293
	X 1	-0.00603	0.004033	-1.49547	0.150406		
	X 2	0.036109	0.003445	10.48297	1.42E-09		
	선형다중회귀식		$Z = -193.993 - 19.4632X_1 + 0.03611X_2$				
2003년 Landsat TM	Y 절편	229.9252	24.64831	9.32824	4.25E-08	0.915268	0.837715
	X 1	-0.02756	0.23081	-0.11943	0.906334		
	X 2	-1.96552	0.32275	-6.08989	1.2E-05		
	선형다중회귀식		$Z = 229.9252 - 0.02756X_1 - 1.96552X_2$				

태양의 광선이 물체에 반사되어 나오는 광선의 파장을 읽어 정보를 담는 것이 Landsat TM영상의 특성이 라면 수심을 정확하게 측정하기 위해서는 수층을 잘 투과하여 해저표면에서 반사하여 나오는 파장을 읽어야 하는 것이다. 다시 말해서 태양의 방사각과 수층의 투과력이 있는 파장대의 밴드를 잘 선택하는 것이 중요하다. 그러나 투과력이 뛰어난 파장대의 밴드를 선택한다 할지라도 심해의 경우 태양의 광선이 수층을 투과하여 반사해 나오는 파장은 거의 동일한 값으로 정보화 된다. 그래서 수심이 낮을수록 높은 정확성을 갖는다.

그림 4와 그림 5는 각각의 영상으로 분석한 수심과 해도의 전체 수심간의 잔차와 오차가 적은 20m이하의 수심의 잔차를 임의로 50개의 표본을 선정하여 나타내었다. 여기서 2000년 Landsat 7 ETM+ 영상의 잔차 평균은 2.29m이고 RMSE(root mean square error)는 3.75m이다. 2003년 Landsat 7 ETM+ 영상의 잔차 평균은 2.43m이며, RMSE는 4.52m이다. 상대적으로 낮은 잔차를 보이는 10~20m의 수심대에서는 2000년 Landsat 7 ETM+ 영상의 잔차 평균이 1.73m이고 RMSE는 2.61m이며, 2003년 Landsat 7 ETM+ 영상의 잔차 평균이 1.88m이고 RMSE는 2.74m로 나타났다. 표본 50개 지점에 대한 잔차 평균은 각각 2.29m, 2.43m 이고, 20m미만의 수심대의 표본에 대한 잔차 평균은 1.73m, 1.88m로 잔차 평균이 크게 감소하는 것을 알 수 있었다.

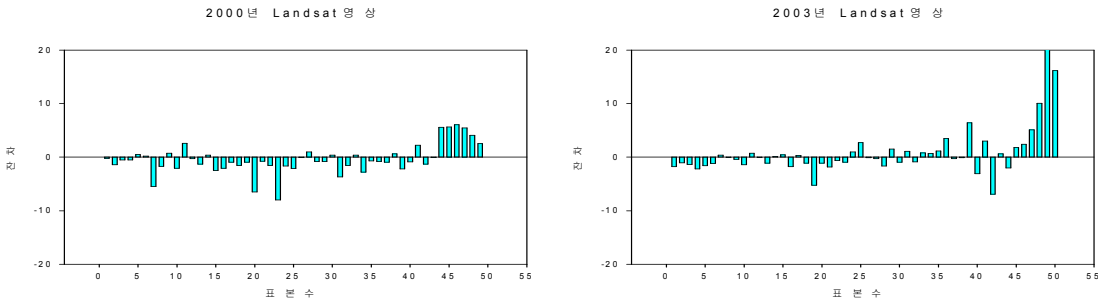


그림 4. 전체 수심의 잔차 히스토그램

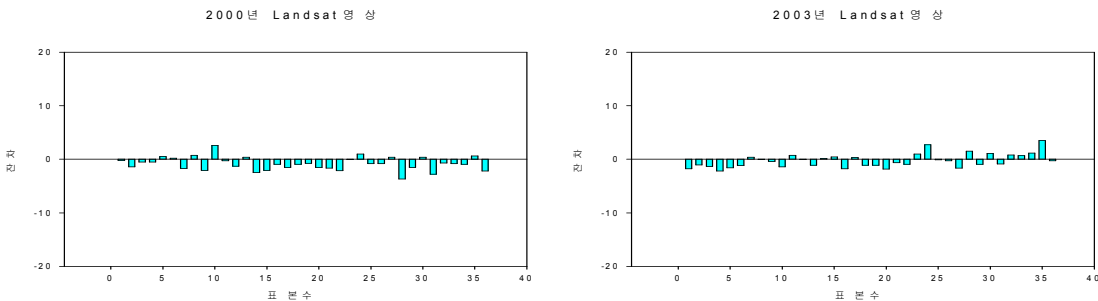


그림 5. 20m미만 수심의 잔차 히스토그램

4. 결론

본 연구를 통해서 위성영상을 이용한 수심측량기법을 이용하여 태화강 하구 및 울산항만내의 수심자료를

추출하여 수심측정에 대한 적합성을 알아보려고 하였으며 연구결과는 다음과 같다.

1. 위성영상의 전체 수심에 대한 잔차 평균은 각각 2.29m, 2.43m이며, 10~20m의 수심대에서는 잔차 평균이 각각 1.73m, 1.88m이다. 수심 20m 미만의 지역의 경우 위성영상을 이용한 수심 측량 결과가 실제 수심과 유사한 결과를 나타냈다.
2. 이번 연구에 사용한 위성영상의 픽셀의 크기가 30m×30m이다. 이러한 낮은 해상도를 가진 위성영상으로는 태화강 본류의 수심을 측정하기에는 정확성에 한계가 있다. 픽셀의 크기가 1m~5m 정도의 고해상도의 영상을 이용한다면 수심 측정 뿐 만아니라 하상변동에 대한 정성적인 판단이 가능할 것으로 판단된다.
3. 20m미만의 수심은 낮은 해상도의 위성영상이라도 실제 수심과 근접하고 있다. 따라서 태화강 하구의 수심유지를 위해 경제적으로 수심자료를 취득할 수 있는 원격탐사기법은 적용성이 있다.
4. 본 연구에서는 해저표면의 형태와 해수면의 상태(탁도, 해저표면의 구성물질)가 수심측정에 미치는 영향에 관한 분석을 할 수 없었다. 이러한 분석을 위해서는 현장조사와 더불어 실측데이터의 분석이 선행되어야 한다고 판단되고 좋은 결과가 예상된다.