

Landsat 영상을 이용한 서해안 지형 변화 추이 분석

An Analysis on the change in Topography in the West Coast Using Landsat Image

강준목¹⁾ · 윤희천²⁾ · 강영미³⁾
Kang, Joon Mook · yoon, hee cheon · Kang, Young Mi

- 1) 충남대학교 토목공학과 교수, jmkang@cnu.ac.kr
- 2) 충남대학교 토목공학과 조교수, hcyeon@cnu.ac.kr
- 3) 충남대학교 토목공학과 박사수료, ladykym@empal.com

Abstract

This study was done to detect the topographic and terrain change of the vicinity of the west coast. To make the basic map of the change in topology and terrain, the mosaic images were made using the images from the satellite, which were given the geometric correction based on the GCP (Ground Control Point) and DEM (Digital Elevation Model) data. The accuracy of the images was examined by comparing them with GCP through 1:25,000's digital map. After that, among the resultant images of the 1970s and 2000s, those of Sihwa, Hwaong and Ansan, the lands reclaimed by drainage were compared to observe the change in the area.

From this study, the accuracy of the images of the west coast from satellite could be acquired and the change of the topology and terrain was detected effectively. From the results, it was known that, in case of the land the topological change was not so big due to the development in the reclaimed land or the bare land. In Sihwa, the size of the land was increased 180 km² and that of the seashore was decreased 110 km. in Hwaong the size was increased 50 km² and in Ansan the city space was increased 71 km² due to the formation of the industrial complex.

1. 서론

서해안지역은 1980년대 말부터 국토의 균형 개발과 중국대륙을 겨냥한 전진기지적 개발, 서해안 주민에게는 낙후를 극복하기 위한 숙원 사업으로서 국가적 요청에 의해 개발이 시작되었다.

간척사업, 항만시설확충, 대불공업단지 조성, 서해안고속도로 개통 등 서해안 개발이 순차적으로 추진되었으며 서해안시대에 대비해 수도권 서부를 동북아 중심축으로 성장시킨다는 정부의 청사진 아래 수도권 서쪽이 대규모 개발이 이어지고 있다. 또한 김포 신도시, 인천경제자유구역, 시화지구 개발 등이 연이어 발표되며 수도권 서쪽이 신흥 주거지로 부상하면서 서해안 지역의 개발이 더욱 활발해질 것으로 예상된다.

따라서 서해안 지역의 발전상황을 모니터링 하고 지역 개발 및 발전에 따른 여러 요소의 자료를 구축함으로써 장래의 효율적이고 지속적인 발전 및 개발 계획 수립에도 도움이 되리라 판단이 되며 이에 인공위성 영상자료를 이용하면 실측에 못지않은 정확도를 얻을 수 있으며 보다 경제적이고 특히, 시간적인 효율성이 크다고 판단된다.

원격 탐사 위성은 넓은 지역에 대한 최근의 자료를 일시에 수집할 수 있으며, 이러한 주기적인 데이터 취득으로 지형의 변화 및 시설물의 관리감독이 가능하여 통신망 구축, 도시계획, 재난예보, 자원탐사 및 각종 영향평가 등에 필요한 국가 공간영상정보 인프라 구축에 널리 활용되어 중요 정책 결정의 자료로 사용된다.

본 연구에서는 Landsat의 1970년대 MSS/TM영상과 2000년대의 MSS/TM영상을 이용하여 서해안의 발전상황을 모니터링 하는 것으로, 한반도 전체가 제작되어 있는 1:25,000 수치지도를 이용하여 Landsat 영상의 기하보정 및 모자이크 과정을 수행하며 연도별 공통으로 존재하는 GCP를 선정하고 이들을 비교·분석함으로써 정확도를 산출하며 정확도 확인을 거친 신뢰도 있는 위성 영상을 구간별로 비교함으로써 3차원 토지변화를 탐지한다.

연구 대상지역에 대한 3차원 지형 정보 변화 및 지물 정보 변화를 탐지하기 위하여 nadir에 가깝게 촬영된 Landsat 영상 자료를 사용하였고 GCP 확보 및 정확도 산출을 위해 1:25,000의 수치지도를 이용하였다. Landsat 영상 자료는 위성영상 이미지 처리 프로그램인 Erdas imagine 8.5를 이용하여 GCP를 결정하고 기하보정(Geometric Correction) 및 재배열(Resampling) 과정을 거쳐 모자이크 영상을 획득한다. 추출하여 변화정도를 분석한다.

그림 1은 Landsat 영상을 이용한 서해안 지형 변화 추이 분석을 수행하기 위한 연구의 흐름도이다.

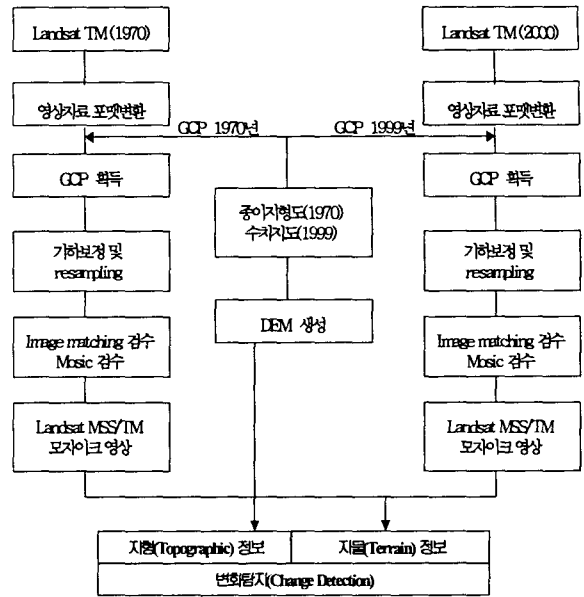


그림 1. 연구 흐름도
연도별 영상을 지형정보와 지물정보로 구분

2. Landsat MSS/TM 데이터 기하보정

2.1 GCP 획득 및 처리

Landsat 데이터의 기하보정에 필요한 GCP를 서해안 일부지역에 대하여 데이터베이스를 구축한다. GCP는 기하보정 및 모자이크를 수행하기 위한 기준 자료로 이용되는 것으로 위성영상자료에서 구분이 가능한 위치를 선점하고 이를 지상 측량이나 지형도 자료를 이용하여 획득한다. 본 논문에서 사용된 Landsat 위성영상의 공간 해상도는 30m로 중간 정도의 해상력을 가지고 있으므로 기하보정에 이용될 GCP의 선정은 국립지리원에서 제작되고 있는 1:25,000의 지형도를 이용하여 획득한다.

위성영상과 일치되는 지역의 수치지도 획득하기 위해 GCP 획득방안에 따라 위성영상의 Path/Row에 해당되는 수치지도를 획득한다.

Landsat MSS/TM 위성영상의 한 장당 촬영면적은 가로(185km)×세로(170km)이지만 수치지도(1:25,000)는 가로(11km)×세로(13.75km) 이므로 기하보정을 위해서 여러 장을 이용해야한다. 그러나 수치지도에서 불필요한 레이어를 제거하면 한꺼번에 여러 장의 지형도를 모자이크하여 작업할 수 있다.

수치지도의 DXF 포맷 형태의 자료는 파일용량도 크고 ERDAS IMAGINE에서 기하보정 작업시 사용할 수 없기 때문에 영상처리 소프트웨어에서 작업하고 파일 용량을 작게 하기 위해서 ARC Coverage 파일로 포맷변환을 수행하였다. 위 작업에서 ARC Coverage로 변환된 파일은 하나의 레이어로 통합되게 된다.

2.2 Landsat 영상의 기하보정

원격탐사를 통해 획득된 영상 자료는 절대 위치를 나타내는 기하학적인 변형이 나타나게 된다. 이렇게 휘어진 영상을 평면 위에 존재하는 기존의 지형도나 보정된 영상과 중첩을 시키기 위해서는 인공위성 영상에 나타나는 각 점의 위치를 수치·종이 지형도나 영상, 그리고 측량점(GCP Point)과 같은 위치

와 투영 값을 갖도록 변환해 주는 과정이 필요하다. 이러한 과정을 기하학적 보정이라고 한다.

위성영상 자료의 기하보정을 실시하는 방법에는 첫째, 종이지형도를 이용한 방법으로 Digitizer를 이용하여 위성영상 자료와 종이지형도에 표기된 점을 일치시켜 보정하는 방법이다. 그러나 종이지형도를 이용한 방법은 종이의 신축성, Digitizer의 정밀도 등에 의해 오차가 발생되기 쉽다.

둘째, GCP에 의한 기하보정 방법은 위성영상에서 확실하게 나타나는 지점에 대해 현지측량을 실시하는 방법으로 시간 및 비용이 많이 들고 비접근 지역에 대하여 실시할 수 없다는 단점이 있다.

셋째, 수치지도를 이용한 방법은 현재 1:25,000 또는 50,000 축척의 수치지도가 한반도 전체에 대해 제작되어 있으며 오차의 범위도 위성영상의 공간해상도보다 정확하여 본 연구에서는 수치지도를 이용한 기하보정 방법을 사용하였다.

2.3 정확도 분석

수치지도는 지도에 표시된 정보와 관련정보를 수치화하여 전산기용 기록 매체에 기록한 수치 좌표계를 사용하는 지도이다. 또한 기존의 도면에 나타난 각종 정보를 컴퓨터를 이용하여 수치화 시키거나 신규로 항공측량에 의한 해석도화로 수치화시킨 지도로서 수치지도의 축척별 교차허용 범위는 표 1과 같다.

표 1. 수치지도의 축척별 교차허용범위

도화축척	평면위치의 교차(m)	표고의 교차(m)
1:1,000	0.20 이내	0.17 이내
1:5,000	0.80 이내	0.60 이내
1:25,000	1.50 이내	2.0 이내

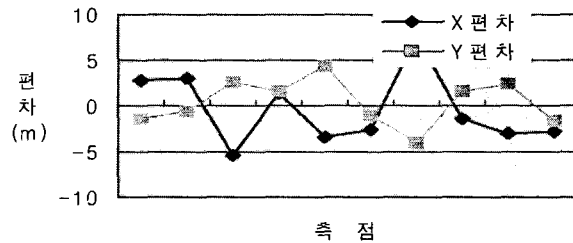


그림 2. 모자이크 영상의 정확도 분석

이에 본 연구에서는 모자이크 영상의 정확도 평가를 위해 수치지도를 활용하였다. 방법으로는 수치지도에 의해 산출된 GCP성과와 위성영상으로부터 독립한 성과를 비교하는 방법에 의해 이루어 졌다. 비교결과는 X에서 최대 7.68m, Y에서 최대 4.35m의 편차를 나타내고 평균제곱근오차는 X에서 4.00m, Y에서 2.53m를 나타냈다. 그림 2는 그 정확도 분석결과를 나타낸 것이다.

3. 지형변화 탐지

서해안 일대의 변화를 탐지하기 위해 Landsat 위성영상(1970년,2000년)과 수치지도를 이용하였고 위성영상의 지형변화 탐지는 축척 1:25,000 지형도에서 추출한 등고선 및 표고점을 이용하여 구축한 DEM 성과를 가지고 비교함으로써 이루어졌다.

약 50년 동안 변화한 서해안의 지형·지물에 대한 동일한 측점을 획득하는 것은 어려운 작업이다. 따라서 본 연구에서는 GCP로 획득된 데이터베이스 중에서 연도별 비교를 통해 일치하는 점을 선택하여 비교하였다.

GIS 프로그램 Arcview 3.2를 이용하여 DEM을 제작하고 1970년대 DEM 성과 2000년도 DEM 성과를 비교하면 그림 3과 같다. DEM 비교결과 서경기지역이 도시화되면서 토지정리 되긴 했지만 약간의 지형변화를 제외하고는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 대상지역은 대체로 표고가 낮고 간척지 개발이나 육지의 경우 나지상의 개발로 인해 지형상의 변화는 많지 않은 것으로 나타났다.

두 시기의 DEM의 차이를 분석하기 위하여 그림 4과 같이 ①, ② 단면을 정하고 그에 대한 단면도를 산출하였다. 두 개의 비교에서 지형의 변화는 거의 없는 것을 알 수 있었다.

(2)

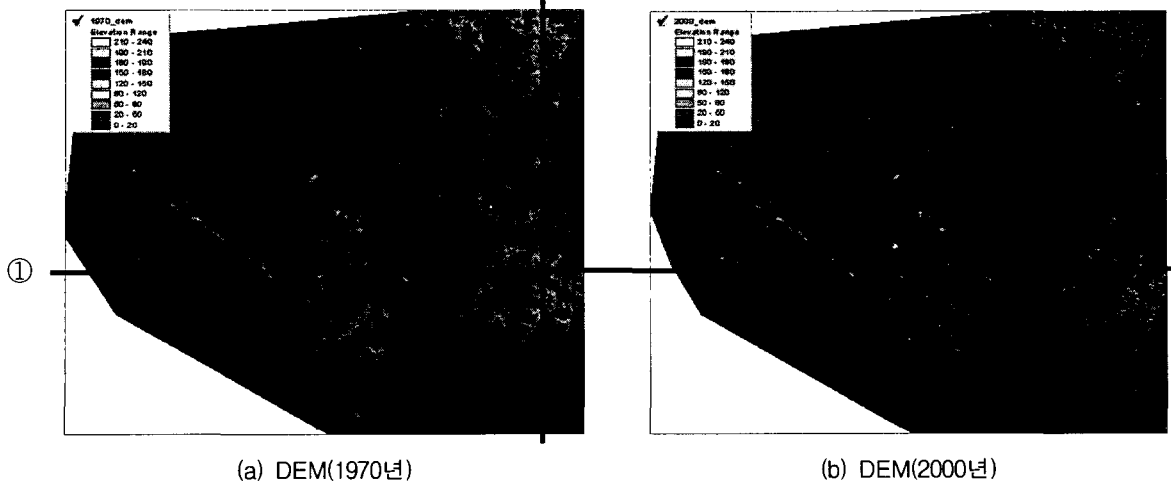
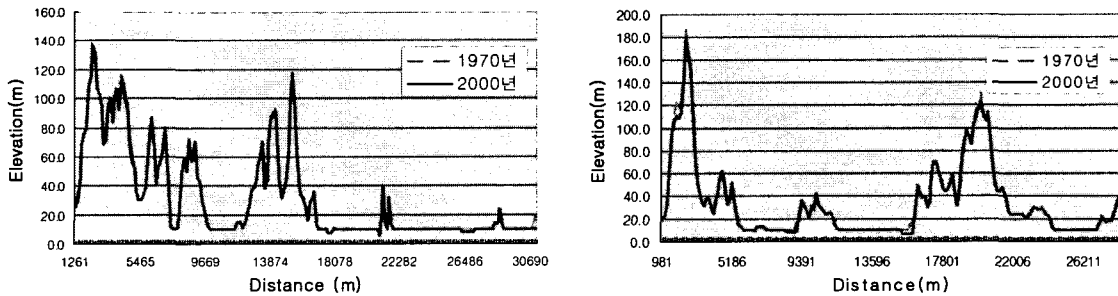


그림 3. DEM 성과



①의 경우 단면도

②의 경우 단면도

그림 4. 지형변화 추이 분석을 위한 단면도

4. 지물변화 탐지

지형변화 탐지를 위한 대상지역은 시흥시, 안산시, 화성시 등이 포함되며, 화성시와 시흥시를 걸치는 시화지구, 화성시 남양동 화옹호를 포함하는 화옹지구, 그 주변 산업이 발달한 안산시의 1970년 이후 2000년까지의 변화상황을 모니터링 하고자 한다.

이를 위해 수치지도와 함께 1970년도 모자이크 영상과 2000년도 영상을 비교하여 시화지구, 화옹지구, 안산시 일대의 지형피복의 변화를 탐지한다. 분류방법은 선분류 후비교법(post classification comparison)을 이용하였으며 주로 변화의 면적을 산출하였다.

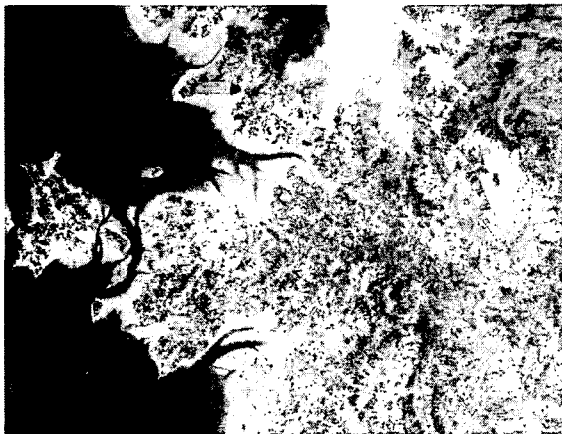


그림 5. 1970년 모자이크 영상

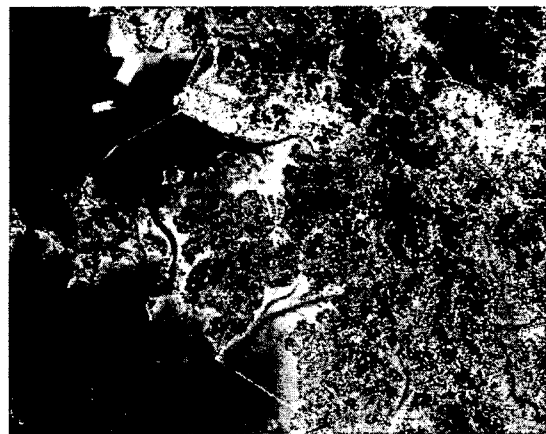


그림 6. 2000년 모자이크 영상

2000년 기준 3개 시·군의 행정구역 면적은 494.34km²에 달하며 토지 지목별 현황을 살펴보면, 임야가 전체의 40.1%로 가장 높은 비중을 차지하며, 다음으로 논과 밭의 이용비중이 각각 23.19%·12.57%로 높게 나타나고 있다(표 2). 한편, 안산시와 타지역에 비해 신도시 및 산업단지 조성 등으로 대지와 공장용지의 비중이 높게 나타나고 있으며, 이에 반하여 화성시는 대지 및 공장용지의 비중이 타지역에 비하여 낮고, 오히려 논과 밭의 비율이 높은 것이 특징이다.

표 2. 토지이용현황(2000년) (단위 : km², %)

구분	총계	임야	밭	논	대지	공장용지	염전	기타
안산시	144,919	58,033	10,828	20,215	13,098	10,641	2,781	28,925
		40.05	7.47	13.95	9.04	7.34	1.92	19.96
시흥시	131,070	45,051	17,904	24,214	7,776	5,767	5,547	24,809
		34.37	13.66	18.47	5.93	4.40	4.23	18.93
화성시	687,640	283,407	92,404	178,681	17,937	9,062	12,119	94,031
		41.21	13.44	25.98	2.61	1.32	1.76	13.67
합계	963,629	386,410	121,136	223,510	38,811	25,470	20,447	147,765
		40.1	12.57	23.19	4.03	2.64	2.12	15.33

5. 결론

수치지도와 인공위성 자료를 이용하여 서해안 일부지역에 대해 지형 및 지물의 변화 추이를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. Landsat MSS/TM의 연도별 영상과 1:25,000 수치지도를 이용하여 서해안 일대의 모자이크 영상을 생성하고 정확도 확인을 거친 신뢰도 있는 위성 영상을 구간별로 제작할 수 있었다.
2. 서경기지역은 간척지개발과 도시화로 인하여 약간의 지형변화가 나타났으며 대체로 표고가 낮고 간척지 개발이나 육지의 경우 나지상의 개발이 많이 이루어졌음을 알 수 있었다.
3. 시화지구, 화옹지구 및 안산시의 경우에는 간척지개발과 도시개발 및 공업단지 조성으로 인하여 육지면적과 도시공간이 증가되었음을 알 수 있었다.

참고문헌

- SHORT, N. M., "The Landsat Tutorial Workbook : Basics of Satellite Remote Sensing". Washington, D. C. : NASA Scientific and Technical Information Branch, 1982, pp. 174-175.
- Stringer, W. J., Groves, J. E. and Olmsted, C., "Landsat determines geographic change", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54(3), 1988, P.347-352.
- Fung, T., "An assessment of TM imagery for land-cover change detection", IEEE transactions of Geoscience and Remote Sensing, 28(4), 1990, P.681-684
- EVERTEE, J, and D. S. SIMONETT. "Principles, Concepts, and Philosophical Problems in Remote Sensing", Chapter 3 in Remote Sensing of the Environment, Addison-Wesley Publishing Company, Inc, 1985. PP. 85-127
- HANUSCHAK, G., "Obtaining Timely Crop Area Estimates Using Ground-Gathered and Landsat Data. Washington, D. C.:United States Department of Agriculture Technical Bulletin, 1985. PP.1609.
- JENSEN, J. R., "Biophysical Remote Sensing. Annals of the Association of American Geographers", Vol. 73, PP. 111-132, 1985
- 김영섭외 2인 공역, 원격탐사개론, 동화기술, 1998.
- 박건, "시계열 인공위성 데이터와 GIS Tool을 이용한 춘천시 도시공간변화 조사", 강원대학교, 1999.
- 이성순, 지광훈, 강준목, "영상자료를 이용한 지형·지물 변화탐지에 관한 연구", 한국측량학회 추계학술 발표회 논문집, 2002, P.165-168.