

Landsat 영상을 이용한 식생의 변화 탐지 - 대전광역시를 중심으로 - Change Detection of Vegetation Using Landsat Image - Focused on Daejeon City -

박준규¹⁾
Park, Joon Kyu

Abstract

Satellite image has capability of getting a broad data rapidly. It is possible that acquisition of change information about topography, land, ecosystem and urbanization etc. from multi-temporal satellite Images. In this study, the time-series change of vegetation has detected using four period Landsat Imageries. Also, NDVI was used to recognize the vitality of vegetation. Time series change of vegetation about study area was able to detect effectively by the results of classification and NDVI. It is expected that this study should be utilized as the decision making related to the effective management and plan establishment.

Keywords : Remote Sensing, Landsat Image, Vegetation, Change Detection

초 록

위성영상을 이용하면 단시간에 매우 광범위한 지역의 데이터를 획득할 수 있으며, 여러 시간대의 영상으로부터 지형, 토지, 자연생태계, 도시화 등의 변화에 대한 자료를 확보할 수 있다. 본 연구에서는 시기가 다른 4개의 Landsat 위성영상을 이용하여 대전광역시의 식생에 대한 시계열적 변화를 탐지하였다. 또한 식생의 활력도를 파악하기 위하여 NDVI를 사용하였으며, 영상분류 결과와 NDVI로부터 연구대상지 식생의 시계열적 변화를 효과적으로 탐지할 수 있었다. 이는 도시의 효율적 관리 및 계획 수립과 관련된 의사결정에 활용될 것으로 기대된다.

핵심어 : 원격탐사, Landsat영상, 식생, 변화탐지

1. 서 론

원격탐사란 관찰하고자 하는 대상물에 직접 접근하지 않고 멀리 떨어진 거리에서 측정된 자료로부터 정보를 추출하여 내는 기법이나 학문을 포괄적으로 의미한다. 그러나, 많은 경우에 있어서 인공위성이나 항공기 등에 탑재된 sensor를 사용하여 여러 가지 파장에서 반사 또는 복사되는 전자기파 에너지 등의 매개체를 통하여 대상물을 관측 기록한 후 이를 분석하여 필요한 정보를 추출

하여 내는 기술의 의미로서 한정되어 사용되어 지기도 한다. 즉, 관찰되는 대상이 관측자와 직접적인 접근이 없이도 관찰 대상에 대한 정보를 보다 신속하고 광역적으로 획득할 수 있으며, 이러한 자료를 활용, 분석하여 토지, 환경, 도시 및 자원에 대해 필요한 정보를 추출해 낼 수 있게 된다. 기구나 항공기를 이용한 원격 탐사를 시작으로 근래에 들어서는 위성영상이나 각종 sensor를 이용한 원격 탐사가 여러 적용 분야에서 활발하게 진행되어지고 있다. 원격탐사 자료를 기초로 한 도시지역의

1) 정회원 · 충남대학교 건설방재연구소 연구원(E-mail:surveyp@empal.com)

분류 및 분석에 관한 연구들은 다양한 방법으로 시도되어 왔다.

토지이용변화에 대한 연구로는 Landsat 7 ETM 위성영상자료의 장점을 활용하여 서울지역의 토지이용 현황에 관한 정보를 얻고 이를 활용하는 방법을 모색하였으며(최범식, 2004), 미래의 토지이용을 예측하고 효율적인 토지이용 정책을 수립하기 위해 위성영상과 GIS를 이용하여 도시토지이용의 변화를 시계열적으로 분석한 연구가 이루어졌다(곽미숙, 2005). 변화탐지에 관련된 연구로는 Landsat 영상을 이용하여 서해안 지역의 지형 변화를 분석한 연구가 있었으며(강준목 등, 2004), ASTER영상과 Landsat영상의 다중분광밴드를 사용하여 감도분류 방법에 근거한 토지피복변화를 탐지하였다(박진성, 2006). 도시의 발전방향 추정 및 이로 인해 발생하는 도시문제들을 예측·검토하기 위해 충주시 전역을 대상으로 도로 주변의 토지 피복형태에 대한 분포 양상을 시계열로 비교·분석하여 변화량을 추정하였으며, 이를 바탕으로 농촌지역과 도시지역의 변화현상을 비교하였다(정윤재, 2007).

식생의 변화탐지에 대한 연구로는 위성 영상을 이용하여 도시산림식생을 분석하고자 할 때 가장 효과적인 식생분석방법을 밝히고, 이를 산림식생구조변화 분석에 적용하여 인공위성 영상자료를 산림식생분석에 활용하는 방안에 대한 연구가 이루어졌다(이승희, 2003). 난온대 기후대의 대표적인 상록활엽수림이 분포하고 있는 완도 본섬지역의 인공위성 영상자료 분석을 통해 산림 유형을 분류하고, 그 분류기법들을 비교하였으며, 11년

간의 식생 변화를 분석하였다(배준희, 2003). 도시화에 따라 훼손가능한 시 외곽 산림지역의 훼손정도를 파악하기 위해 위성영상과 GIS를 이용하여 충주시의 도심지역을 시계열로 분석하고 도시변화량과 식생의 변화량을 식생지수를 이용하여 추출하였다(강창범, 2005). 지역단위의 기후변화 영향평가를 위한 기초작업으로 남서해안 지역의 식생분포를 분석하였으며, 특히 기온자료와 위성영상 자료를 이용하여 기후변화와 관련된 최근의 임상별 면적 변화를 분석하였다(장동호 등, 2007).

이에 본 연구에서는 시기가 다른 4개의 Landsat 위성영상의 분류 결과와 NDVI를 이용하여 대전광역시의 식생에 대한 시계열적 변화를 탐지하고자 하였다.

2. 자료취득 및 처리

2.1 연구대상지

본 연구에서는 도시의 식생변화 탐지를 위해 대전광역시를 연구대상지로 선정하고 1985년, 1994년, 2000년, 2003년의 Landsat 영상을 이용하여 도시 및 식생의 변화를 탐지하고자 하였다. 그림 2는 연구대상지의 위성영상을 나타내고 있다.



그림 2. 연구대상지 Landsat 영상(2003년 4월)

대전광역시는 1900년대 초까지 중심가라고 할 수 있는 대전전 주변에 정기 시장도 없는 아주 한적한 농촌 마을이었다. 그러나 1905년 경부선의 개통과 1914년 호남선의 개통을 기점으로 교통의 중심역할을 수행하며 지속적으로 성장하여 왔으며 1989년 대덕군의 편입과 함께 광역시로 승격되었다. 1960년대 경제개발 5개년 계획 수립 이후의 급속한 경제성장시기를 거치며 가속화된 도시로의 인구집중현상으로 인해 도시화지역의 외형적인 확산과 빈번한 내부적 공간구조의 변동으로 인해

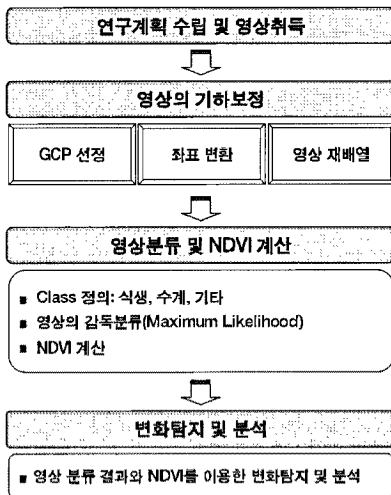


그림 1. 연구 흐름도

도시 및 식생의 변화 탐지를 위한 적지로 판단된다.

2.2 위성영상 자료 구축

Landsat은 지구 관측을 위해 발사된 위성 프로그램들 중에 가장 오래된 프로그램으로, 1960년대 후반 NASA에 의해 만들어졌다. Landsat 위성영상은 1984년부터 일 반에 공개되었으며 광범위한 지역의 과거에서 현재에 이르는 변화탐지를 모니터링하기 위한 방법으로 많은 분야에서 활발하게 이용되고 있다. 본 연구에서는 도시 및 식생의 변화 탐지를 위해 1985년에서 2003년까지 같은 시기의 영상을 취득하였다. 표 1은 본 연구에 사용된 Landsat 위성 영상을 나타내며, 그림 3은 각 시기별 Landsat 영상이다.

표 1. 연구에 사용된 Landsat 위성 영상

센서	공간해상도	촬영시기
TM	30m	1985. 04
TM	30m	1994. 04
ETM+	30m	2000. 04
ETM+	30m	2003. 04



1985. 4. TM



1994. 4. TM



2000. 4. ETM+



2003. 4. ETM+

그림 3. 각 시기별 Landsat 영상

2.3 위성영상의 기하보정

인공위성 영상은 여러 가지 원인으로 인해 실제 지형과는 다른 기하학적인 왜곡을 포함하고 있기 때문에 이들 영상을 그대로 사용할 수 없다. 이러한 왜곡의 원인으로서는 센서 플랫폼의 고도, 자세 및 속도의 변화에서부터 파노라믹 왜곡, 지구 곡률, 대기 굴절, 기복 변화 및 센서 순간시야각의 비선형적인 움직임 등과 같이 매우 다양하다. 기하보정의 목적은 이들 요소에 의해 발생된 왜곡을 보정해서 영상의 좌표를 동기화 시켜주는 것이다(윤희천 등, 2004).

본 연구에서는 2003년 4월 촬영된 Landsat L1T(Level 1 Terrain Corrected) 영상을 기준영상으로 Image to Image 방법에 의해 기하보정을 수행하였다. 기준영상에서 지상기준점을 선정한 후 고차다항식 방법을 이용하여 나머지 위성영상들에 대한 기하보정을 실시하였으며, Bilinear 방법에 의해 영상의 재배열 작업을 완성하였다. 그림 4는 기준영상을 사용하여 기하보정을 수행하고 있는 과정을 나타내고 있다.

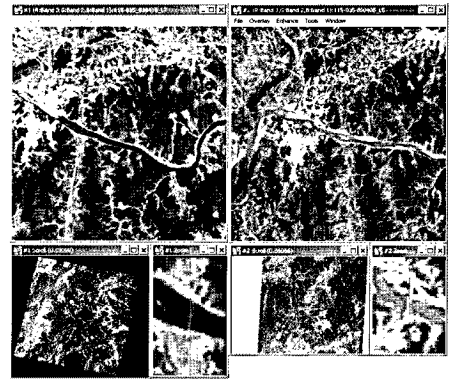


그림 4. 위성영상의 기하보정

변화 탐지를 위해 사용된 다시기 위성영상들에 대한 기하보정 결과를 표 2에 제시하였다.

표 2. Landsat 영상의 기하보정 결과

구분	1985. 4	1994. 4	2000. 4
센서	TM	TM	ETM+
최대오차(m)	0.3731	0.2684	0.2390
최소오차(m)	0.0001	0.0040	0.0044
RMSE(m)	0.2927	0.2407	0.1798

기하보정이 완료된 Landsat 위성영상은 식생과 수계의

식별을 용이하게 하기 위해 근적외선 밴드가 포함된 4/3/2 조합으로 구성하였다. 그림 5에 기하보정이 완료된 Landsat 위성영상을 나타내었다.

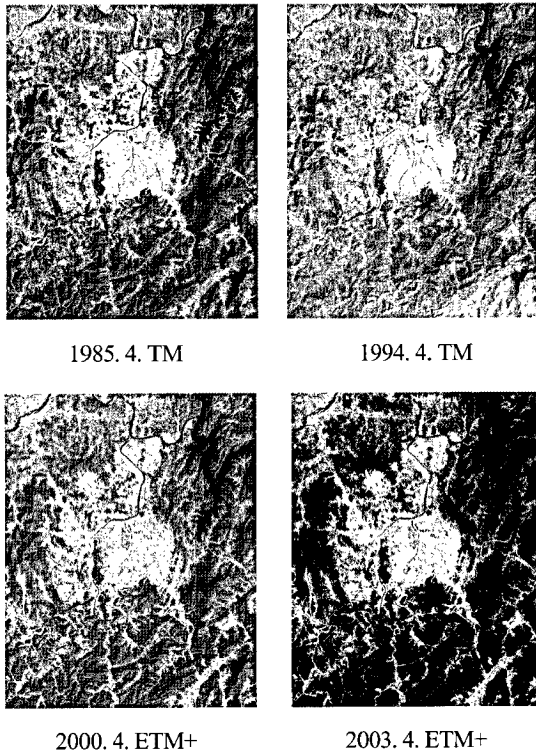


그림 5. 기하보정이 완료된 Landsat 영상

2.4 영상분류

본 연구에서는 연구대상지의 식생 변화를 탐지하기 위해 구축된 위성영상에 대한 영상분류를 수행하였다. 이를 위해 식생, 수계, 기타(도로 및 인공구조물 등)의 분류 항목을 설정하고 트레이닝 셋을 구성하였으며, 위성영상의 감독분류 방법 중 정확도가 비교적 양호한 방법인 최대우도법(Maximum likelihood)을 적용하여 분류를 수행하였다. 표 3은 영상의 분류 항목이며 그림 6에 각 시기별 Landsat 영상의 분류 결과를 나타내었다.

표 3. 연구에 사용된 Landsat 위성 영상

클래스	특징
	식생
	수계(하천)
	기타(도로 및 인공구조물, 나대지)

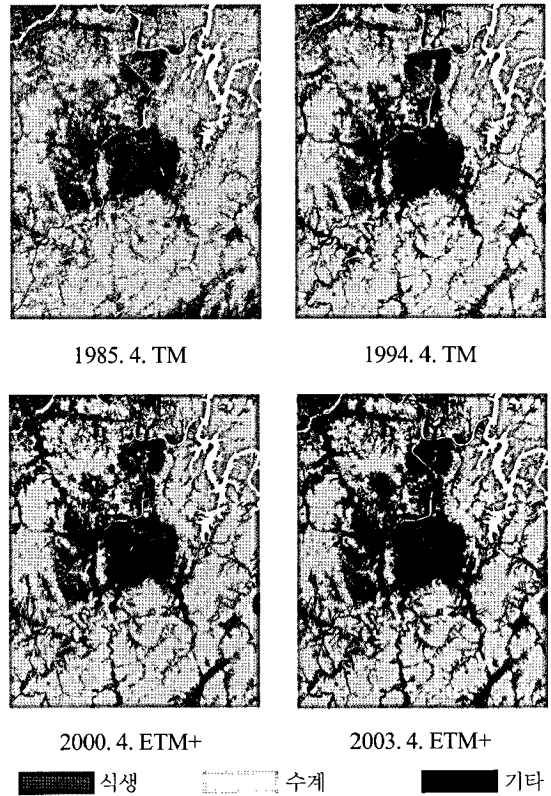


그림 6. 영상분류 결과

영상분류 결과, 설정된 항목에 대해 비교적 양호한 성과들을 얻을 수 있었고, 기타 항목으로 분류된 성과들은 도로 및 인공구조물, 나대지 및 경작지 등의 특성을 포함하고 있으며, 특히 이들의 경우 영상분류가 잘 수행되었음을 알 수 있었다.

3. 변화 탐지 및 분석

3.1 토지이용 변화 탐지

대전광역시의 식생변화 탐지를 위하여 1985년, 1994년, 2000년, 2003년의 4시기 영상에 대한 영상분류를 수행하고, 연구대상지의 행정경계를 기준으로 마스킹(masking)작업을 실시하였다. 행정경계 추출에 이용된 마스크 밴드는 축척 1:25,000 수치지도이며, 그림 7은 분류결과로부터 대전광역시 지역만을 마스킹한 영상들이다.

대전광역시 영상에 대하여 각 클래스 별 픽셀 수와 한 픽셀의 면적을 이용하여 각 클래스별 면적을 산출하였

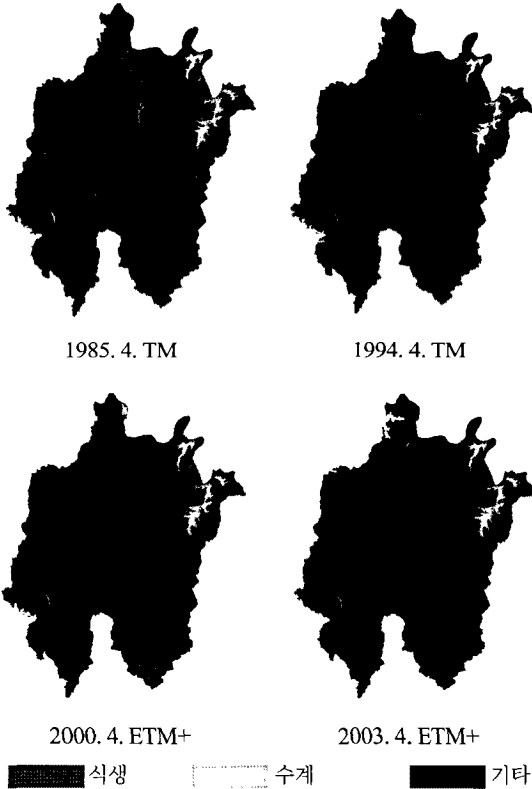


그림 7. 대전지역 영상

다. 표 4 ~ 표 7은 1985년, 1994년, 2000년, 2003년의 영상에 대한 분류 결과를 이용하여 면적과 비율을 산출한 것이며, 그림 8은 각 시기에 따른 분류 결과를 그래프로 표현한 것이다.

표 4. 1985년 4월 영상 분류 결과

구 분	식생	수계	기타	계
픽셀수	384,479	24,746	191,090	600,315
면적(km ²)	346.03	22.27	171.98	540.28
비율(%)	64.05	4.12	31.83	100

표 5. 1994년 4월 영상 분류 결과

구 분	식생	수계	기타	계
픽셀수	379,894	17,773	202,648	600,315
면적(km ²)	341.90	16.00	182.38	540.28
비율(%)	63.28	2.96	33.76	100

표 6. 2000년 4월 영상 분류 결과

구 분	식생	수계	기타	계
픽셀수	378,551	17,451	204,313	600,315
면적(km ²)	340.70	15.71	183.87	540.28
비율(%)	63.06	2.91	34.03	100

표 7. 2003년 4월 영상 분류 결과

구 분	식생	수계	기타	계
픽셀수	315,404	22,910	262,001	600,315
면적(km ²)	283.8	620.62	235.80	540.28
비율(%)	52.54	3.82	43.64	100

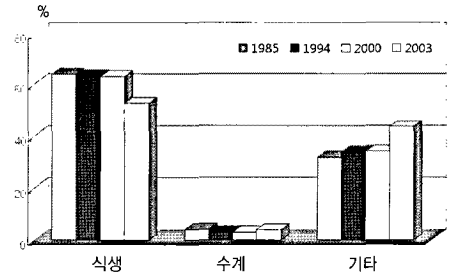


그림 8. 분류결과와 그래프

1985년에서 2003년까지 식생 클래스의 면적은 346.03 km²에서 283.86km²로 감소하였고, 기타(도로 및 인공구조물 등) 클래스의 면적은 171.98km²에서 235.80km²으로 증가하였으며, 수계의 면적은 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

특히, 식생 클래스의 감소 면적인 62.17km²는 기타 클래스의 증가 면적 63.82km²과 매우 유사한 결과를 보이고 있다. 이는 도심 확장의 과정에서 식생지역이 기타지역으로 토지 이용의 변화가 발생한 결과로 판단된다. 이러한 변화는 2000년과 2003년 사이에 크게 나타났으며, 이 시기에 개발이 많이 이루어졌다는 것을 나타내는 간접적인 결과라 사료된다. 그림 9는 2000년과 2003년 영상



2000. 4. ETM+ 2003. 4. ETM+

그림 9. 2000년과 2003년의 식생 변화

분류 결과의 식생 변화를 보여주고 있다.

그림 10 ~ 그림 13은 2000년과 2003년에 식생 변화가 발생한 두 지역(A, B지역)의 위성영상이며, 식생이 크게 감소한 부분을 붉은색으로 표시하였다.



그림 10. A 지역의 위성영상(2000년)



그림 11. A 지역의 위성영상(2003년)

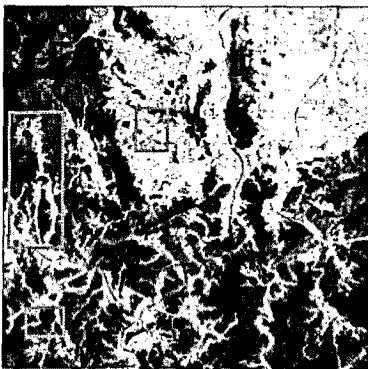


그림 12. B 지역의 위성영상(2000년)

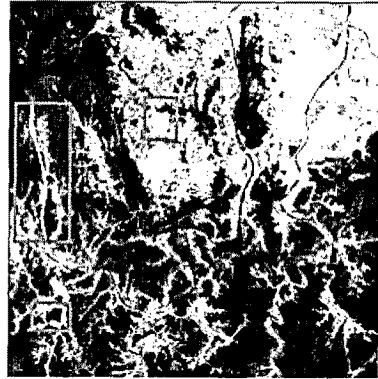


그림 13. B 지역의 위성영상(2003년)

3.2 NDVI 변화 탐지

식생지수는 인공위성영상의 각 밴드가 식생에 대해 나타내는 특징적 반사치를 이용하여 지표의 식생 유무와 상태를 표현하는 지수이다. 식생지수 중 가장 광범위하게 이용되는 것이 정규식생지수(NDVI: Normalized Difference Vegetation Index)이다. 정규식생지수는 식물의 활력도 및 녹피율에 따른 가시광선(Visible Ray)과 근적외선(Near Infrared Ray) 파장대광선의 차이와 비를 이용하여 다음과 같이 계산한다.

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS}$$

그림 14는 식생지수를 산출하는 과정이며, 그림 15는 그 결과를 나타낸다.

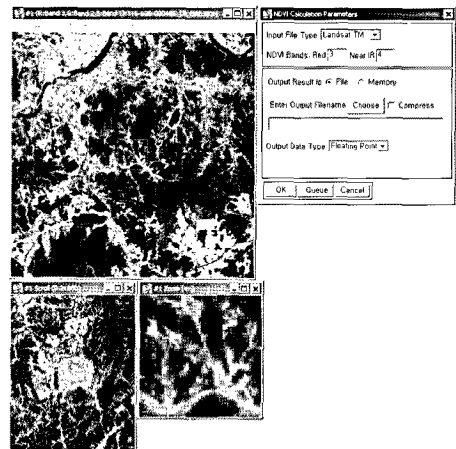


그림 14. 식생지수 산출 과정

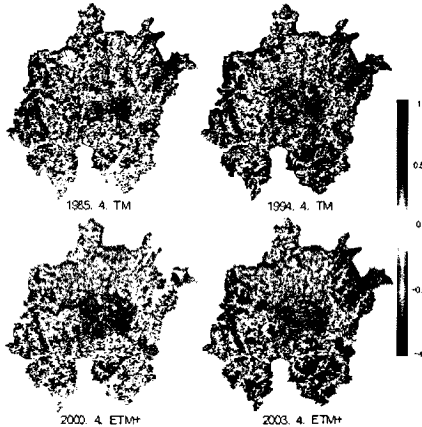


그림 15. 식생지수 산출 결과

그림 15에서 붉은색으로 나타나는 곳은 식생이 없거나 활력도가 낮은 부분이며, 식생의 활력도가 높은 곳일수록 파란색으로 나타난다.

식생지수 산출 결과, 도시 중심의 시가지와 수계지역은 붉은색의 낮은 식생지수를 나타내고 있으며, 주변 산림지역은 파란색의 높은 식생지수가 나타났다. 1985년에서 2003년까지 도시의 확장에 따라 도시 외곽 방향으



그림 18. B 지역의 NDVI(2000)

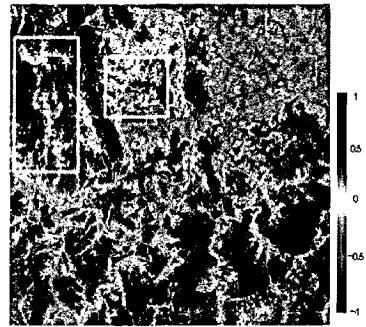


그림 19. B 지역의 NDVI(2003)

로 식생지수가 낮아지는 것을 확인할 수 있었으며, 부분적으로 식생지수가 회복되는 경우는 인위적인 식재 및 초지 개발에 의한 결과로 판단된다. 또한 영상분류 결과에서 식생의 감소가 나타났던 지역은 식생지수도 감소하는 것으로 나타났다. 그림 16 ~ 그림 19는 식생지수가 감소된 지역의 변화 상태를 보여주고 있다.

4. 결 론

본 연구는 Landsat 위성영상을 이용하여 대전광역시의 식생에 대한 변화를 탐지한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 여러 시기의 Landsat 위성영상에 대한 감독분류 및 NDVI 분석을 통해 연구대상지의 식생 변화를 효과적으로 탐지할 수 있었다.

둘째, 시기별 영상분류 결과에 의한 변화 탐지 결과, 약 18년 동안 감소된 식생의 면적 62.17km²는 기타지역의 면적 증가량 63.82km²와 매우 유사한 결과를 보이고 있으며, 이는 도시 확장의 과정에서 식생지역이 개발되어 토지 이용의 변화가 발생한 결과로 판단된다.

셋째, 도시 확장에 따라 도시의 외곽 방향으로 식생지

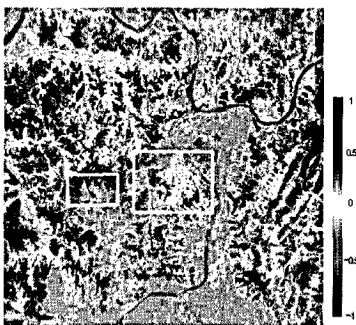


그림 16. A 지역의 NDVI(2000)



그림 17. A 지역의 NDVI(2003)

수가 낮아지는 것을 확인할 수 있었으며, 부분적으로 식생지수가 회복되는 경우는 인위적인 식재 및 초지 개발에 의한 결과로 판단된다.

향후 고해상도 위성영상 자료를 이용한 추가적인 자료 구축이 이루어진다면, 도시 공간의 효율적 관리 및 개발 계획 수립 분야에 크게 활용될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단(No.2009-0087434)의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다.

참고문헌

강준목, 윤희천, 강영미 (2004), Landsat 영상을 이용한 서해안 지형 변화 추이 분석, 한국측량학회 학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp. 275-279.

강창범 (2005), RS와 GIS를 이용한 소도시 식생변화 분석, 석사학위논문, 충주대학교.

남종희 (2009), 위성영상을 이용한 도심지 식생의 시계열 분석, 석사학위논문, 충남대학교.

곽미숙 (2005), 위성영상과 GIS를 이용한 광주광역시 토지이용 변화에 관한 연구, 석사학위논문, 전남대학교.

박진성 (2006), ASTER 위성영상을 이용한 지형정보 추출 및 토지이용 변화검출, 석사학위논문, 금오공과대학교.

배준희 (2003), 인공위성 영상을 이용한 난온대 지역의 식생분류기법 연구, 석사학위논문, 호남대학교.

윤희천, 이성순 (2004), 변화탐지를 위한 인공위성영상 자료의 정밀보정에 관한 연구, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 22권 제 1호, pp. 81-90.

이성순, 윤희천, 강준목 (2004), 영상자료를 이용한 지형·지물 변화탐지에 관한 연구, 한국측량학회 학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp. 165-168.

이승희 (2003), 인공위성 영상자료를 이용한 식생분류 정확도 검증, 석사학위논문, 서울시립대학교.

장동호, 권원태 (2007), 위성영상을 이용한 남서해안지역의 기온변화에 따른 식생 분석, 한국지형학회지, 한국지형학회, 제 14권, 제 1호, pp. 67~75.

정윤재 (2007), 위성영상을 이용한 도로주변의 토지이용 분석, 석사학위논문, 충북대학교.

최범식 (2004), Landsat 영상자료를 이용한 수도권 토지이용현황 분석, 석사학위논문, 경기대학교.

Jo, M. H. (1995), Land use evaluation and suitability analysis for paddy cropping of Nam Khane Watershed, Laos, using remotely sensed data and Geographic Information System, *Journal of Korean Society of Remote Sensing*, No. 11, Vol. 1, pp. 1-17.

Stringer, W. J. , Groves, J. E., and Olmsted, C. (1998), Landsat determined geographic change, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, No. 54, Vol. 3, pp. 347-351.

(접수일 2010. 02. 26, 심사일 2010. 04. 05, 심사완료일 2010. 04. 21)