

Landsat TM과 ETM+ 영상을 이용한 도시하천 집수구역의 토지이용변화 파악

김재철* · 박철현** · 신동훈*** · 이규석****†

*성균관대학교 대학원 조경학과, **성균관대학교 과학기술대학원 조경학전공

서울시정개발연구원 도시환경연구부, *성균관대학교 조경학과 교수

Land Cover Change Detection over Urban Stream's Drainage Area Using Landsat TM and ETM+ Images

Kim, Jae-cheol*, Park, Cheol-hyun**, Shin, Dong-hoon***, and Lee, Kyoo-seock****†

*Department of Landscape Architecture, Sungkyunkwan University

**Graduate School of Science and Technology, Sungkyunkwan University

***Seoul Development Institute

****Department of Landscape Architecture, Sungkyunkwan University

Abstract : The land use in suburban area has been changed rapidly due to the urban expansion in Korea during the last few decades. And such land use changes result in various environmental problems such as biodiversity decrease, habitat fragmentation, air pollution and urban heat island. Remote Sensing (RS) and Geographical Information Systems (GIS) can be used for land cover change detection to understand the impact and trend of the land use change. Change detection is the process of identifying differences in the state of an object or phenomenon by observing it at different times and it can provide quantitative and comparative information for the land use/cover change. RS is less expansive than field survey for producing land use maps, and can be accessed quickly and repetitively for large area. Also it can be used for change detection using multi-temporal land use/cover by accumulated data. Therefore, the purpose of this study is to detect and quantitatively evaluate urban land cover change in urban stream watershed area for the last few decades and ultimately to provide the basic data for urban land use planning and management.

Key Words : Land Use Change, Change Detection, Urban Expansion.

요약 : 한국은 지난 수십 년간 도시의 확장으로 인해서 교외지역의 토지이용이 급속히 도시화되었다. 이러한 토지이용 변화는 생물 다양성 감소와 생물서식지의 파괴, 대기오염, 도시열섬현상 등의 다양한 환경 문제를 유발하였다. 토지이용 변화의 경향과 영향을 이해하기 위해 토지피복변화의 파악이 필요한데 원격탐사(RS)와 지리정보체계(GIS)가 활용될 수 있다. 변화 파악은 어떠한 물체나 현상을 시기를 달리하여 관찰함으로써 변화를 발견하는 과정이다. 그리고 이러한 과정은 토지이용/피복 변화파악에 있어서 정량적이고 상대

적인 정보를 제공할 수 있다. 원격탐사는 토지이용 현황도를 산출함에 있어서 현장조사보다 경제적이며, 광범위한 지역을 신속하고 반복적으로 다룰 수 있다. 또한 축적된 자료를 이용하여 토지이용변화를 다양한 시점에서 파악하는데 활용될 수 있다. 서울의 양재천 집수구역은 1960년대 이후 가장 급속히 도시화된 지역이다. 그러므로 본 연구의 목적은 급속히 도시화된 도시하천 유역내 토지이용변화를 정량적으로 파악하여 도시토지이용계획 및 관리의 기본 자료를 제공하는데 있다.

1. 서론

한국은 1960년대 이후 급속하게 도시화가 진행되었으나 계획적이고 균형적인 국토개발보다는 무분별한 도시개발과 확대로 인해 토지이용의 불균형을 초래하였다. 이러한 도시인근의 농경지나 나대지, 산지 등의 녹지면적 감소와 같은 토지이용의 결과, 생물종 다양성 감소, 서식처 단절, 대기오염, 도시열섬 현상과 같은 다양한 환경적인 문제를 초래하였다(Yokohari, *et al.*, 2000). 따라서 균형적인 국토개발과 건전한 도시형성을 위해서는 바람직한 도시계획 및 토지이용계획을 수립해야 되며, 이를 위해 해당도시별 토지이용변화 및 현황을 구체적으로 파악할 필요가 있다(윤소원, 1999).

현재의 토지이용 양상의 파악과 누적된 자료 분석을 통한 토지이용 변화의 추이분석과 미래예측에 있어 원격탐사를 이용한 토지이용변화 파악에 대한 연구가 다양한 분야에 접근되고 있을 뿐만 아니라 활발한 연구가 진행되고 있다(김윤수, 2003). 최근의 원격탐사와 GIS를 이용한 연구실적을 보면, 수도권 도시화에 따른 토지이용 변화 분석(황만익, 1997; 사공호상, 2004)과, 비무장지대 일대의 토지피복에 관한 연구(서창완, 전성우, 1998), 대도시 지역의 다중시기 토지이용 변화 검출(안승만 등, 2002), 국립공원의 토지이용변화를 통한 경관 변화 파악(신진민 등, 2002), 환경 요인에 따른 간석지의 시공간적 변화 탐지(이홍로, 이제봉, 2005), 시가화 지역의 도시 패턴 변화 및 경향분석을 통한 시가화 지역의 물리적 확장 모니터링(김윤수, 2005)에 관한 연구 등 연구의 범위가 대상지, 연구방향 등도 매우 다양해지고 있는 실정이다. 그러나 도시화가 진행될수록 점점 그 역할과 기능의 중요성이 증대되고 있는 도시외곽지역의 녹지 및 오픈스페이스의 변화를 파악하기위한 토지이용 변화에 대한 연구는 미비한 실정이다. 원격탐사는 광범위한 지역에서 빠르고 반복적인 토지이용 변화에 관한 접근이 가능하며, 현장 조사 기법에 비해 적은 노력과

비용으로 현재의 토지이용 상태의 파악이 가능하며(Jensen, 1996), 누적된 자료를 통한 다중시기 토지이용 변화 검출에 유용하게 사용될 수 있다.

그러므로, 본 연구에서는 국내의 대표적인 도시하천인 양재천 집수구역을 대상지로 선정하여 위성영상을 분석을 통한 1987년과 2003년 사이의 토지피복 변화를 파악하고 향후 도시하천 유역의 개발계획이나 토지이용 계획과 관리에 활용될 수 있는 기본 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

1) 연구대상지

본 연구의 대상지는 과천시 관악산에서 발원하여 서울시의 서초구 양재동을 지나 강남구 대치동에서 탄천과 합류하는 도시하천인 양재천의 집수구역 일대이며(Figure 1), 양재천 집수구역은 발원지인 관악산과 유역북쪽의 우면산, 남쪽의 청계산, 동쪽의 구룡산 능선을 연하여 형성된다. 1970년대의 하천정비사업과 1990년대 중반의 하천복원사업이 이루어진 도시하천인 양재천 집수구역으로 최근 국내에서 활발하게 진행되고 있는

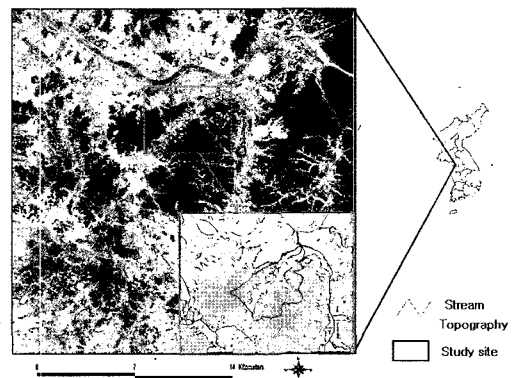


Figure 1. Study site.

도시하천 복원사업의 시범지역이 되고 있다.

2) 연구방법

토지피복의 경년 변화 파악을 위해 1987년 5월 20일, 2003년 5월 8일에 획득된 Landsat TM과 ETM+ 위성 영상 자료를 이용하였다. 위성영상의 전처리 과정으로, 각각의 위성영상에 대해 1:5,000과 1:25,000 축척의 수치지형도를 참조하여 지상기준점(Ground Control Points, GCP's)을 추출하였으며, 2차 다항식 변환(2nd Polynomial Transformation)과 최근린내삽법(Nearest Neighbourhood Resampling)을 사용하여 30m 공간해상도로 기하보정을 실시하였다. 1987년, 2003년 영상의 평균제곱근 오차(RMS Errors; Root Mean Square Errors)는 각각 0.20 화소, 0.25 화소로 양호한 수준으로 나타났다.

토지피복 분류는 우선적으로 수역 부분을 차폐(Masking) 한 후, 감독분류를 실시하고, 감독분류에서 정확한 분류가 이루어지지 않은 지역에 대해 무감독 분류를 실시하는 혼성분류방법(Hybrid Classification Method)을 이용하여, 최종적으로 시가지지역, 산림지역, 초지지역, 나대지지역, 수역 등 5등급으로 토지피복을 분류하여 1987년, 2003년 사이의 토지피복의 변화를 파악하였다.

분류한 영상은 GIS 프로그램을 이용하여 격자자료(Grid data)로 변환시킨 후 토지피복 변화를 분석하였다. 이와 더불어 수치기본지형도(1:25,000 안양, 둔전, 국토지리정보원 발행)를 이용하여 도상분석 후 영상분류결과와 비교분석함으로써 위성영상자료 분석결과에 대한 정확성과 신뢰도를 확인하였으며, 1999년 영상의 분류 정확도(Accuracy Assessment) 검증을 위해 2000년 발행된 서울시 생태현황도의 토지이용도를 참

Table 1. RS and reference data used in this study.

Data source	Resolution / Scale	Obtained / published date	Data type
Landsat TM Landsat ETM+	Visible : 30m TIR : 120m	1987. 5. 20 2003. 5. 8	Digital
Topographic Map	1:25,000 1:5,000	1996	Digital
Seoul Metropolitan Biotop Map	1:3,000	2000	Digital

조하여, 분류된 영상의 서울시계지역을 대상으로 화소대 화소 사이의 일대일 비교를 수행하였다. 이때 대상지에 비닐하우스와 같은 시설경작지가 확인되어 분류항목을 6등급으로 세분하여 분류정확도 검증을 실시하였다. Table 1은 본 연구에서 사용된 원격탐사 자료와 수치지형도 및 서울시 비오톱 수치지도를 보여준다.

3. 결과 및 고찰

1987년도와 2003년도의 Landsat TM과 ETM+ 위성영상 자료를 분류하여 토지이용변화를 확인한 결과 Figure 2는 1987년과 2003년의 토지피복도를 각각 보여주고 있으며 Table 2는 토지피복변화를 보여주고 있다. 영상분류의 객관성을 높이고 정확성을 확인하기 위해 수치기본지형도(1:25,000 안양, 둔전, 국토지리정보원 발행)를 판독하여 분류 결과와 비교하였다. Table 2에서 보듯이, 양재천 집수구역의 가장 큰 토지피복 변화는 나대지의 감소(-9.57 km²)이며 다음으로 도시화 지역의 확대(6.44 km²), 산림의 증가(1.69 km²), 초지의 증가(1.35km²), 수역의 증가(0.08 km²) 순으로 나타났다.

토지피복변화 중 가장 큰 요인인 나대지의 축소는 서

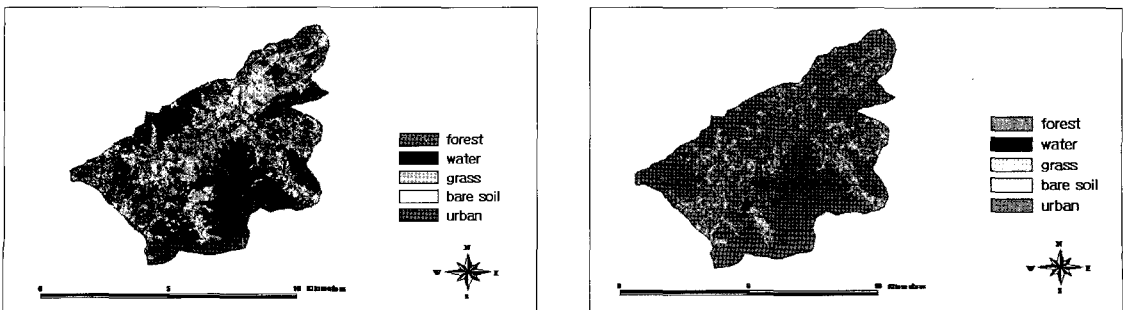


Figure 2. Land cover change between 1987 and 2003.

Table 2. Land cover change in the study area between 1987 and 2003.

(unit : km²)

			2003 land cover					total
			green space			non-green space		
			forest	water	grass	bare soil	urban	
1987 land cover	green space	forest	24.99	0.03	1.22	0.01	1.66	27.91
		water	0.01	0.11	0.00	0.00	0.02	0.14
		grass	0.49	0.03	0.64	0.11	3.23	4.50
	non-green space	base soil	2.65	0.01	1.77	0.10	5.39	9.91
		urban	1.48	0.03	2.21	0.13	8.82	12.67
total			29.61	0.22	5.85	0.35	19.11	
changed area			1.69	0.08	1.35	-9.57	6.44	

울시 강남구 일원동, 개포동 및 도곡동의 나대지가 택지 개발로 인해 아파트 단지로 형성되는 등 주거지역이 양재천 집수구역 내에서 확장된 것을 확인할 수 있었다. 이들 나대지는 과거에 경작지였던 곳과 낮은 경사도의 구릉 지역이었던 곳이 택지개발을 위해 나대지로 정지된 부지인 것으로 과거의 항공사진에서 확인 되었으며 도시의 확장으로 도로가 신설되거나 확·포장 되었으며, 도시기능을 유지시키기 위한 기반시설들이 확충되었음을 확인할 수 있었다. 두 번째로 변화의 큰 요인인 도시 지역의 증가는 나대지와 초지 - 주로 농경지 - 가 도시화사업으로 용도가 전용되었음에 기인한다.

또한 도시화 지역의 확대에 당연히 감소하리라 예상했던 산림지역과 초지의 증가는(Table 2) 택지개발이나 도시기반시설 확충 시 공원 및 녹지가 부분적으로 조성되고 자연보존에 대한 인식의 확대에 의해 산림지역의 식

생 상태가 양호해졌으며, 양재시민공원 조성 및 청계산 자연생태보존 구역 지정과 1997년부터 실시된 양재천 자연형 하천복원사업 등으로 인해 친변의 식생대를 포함한 도시 녹지지역이 증대되었기 때문이다(Figure 2). 아울러 산림지역 증가의 다른 원인은 1987년 당시 유령림이어서 초지로 분류되었던 산림외곽지역이 2003년에는 수림의 성장으로 산림지역으로 분류된 결과로 판단된다.

전체적으로 대상지역인 양재천 집수구역은 과거의 농경지와 낮은 경사면의 구릉지가 나대지로 그 후 주거단지 및 시가화지역으로 변하는 양상을 보여주고 있으며 87년 이후 도시 녹지지역은 감소되지 않고 다소 완만히 증가되는 경향을 보이고 있으며, 이는 도시화 주변의 산림지역과 하천 등의 도시녹지 지역에서의 식생 유입으로 인한 초지의 피복 면적이 증가되었기 때문으로 판단된다(Figure 3).

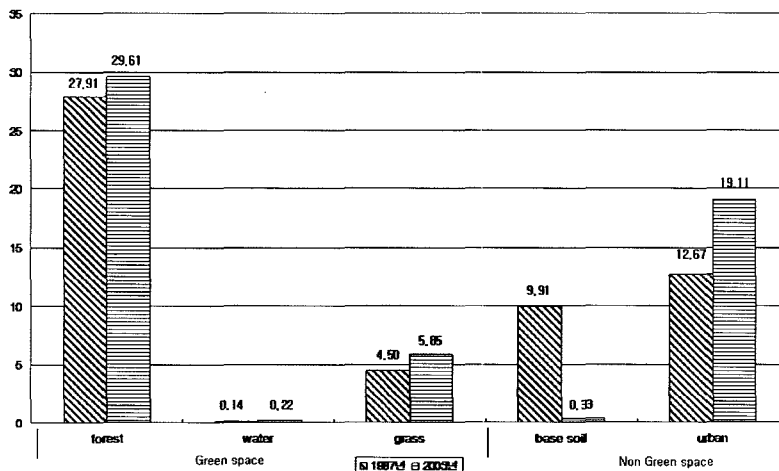


Figure 3. Land cover change between 1987 and 2003 (unit: km²).

4. 결론

1987년도와 2003년도의 Landsat TM과 ETM+ 위성영상 자료를 분류하여 토지이용변화를 본 연구에서 수행한 결과 도출한 결론은 다음과 같다.

1. 양재천 집수구역의 토지피복 변화는 도시화 지역의 확대(6.44 km²)가 가장 많았으며 다음으로는 나대지의 감소(9.57 km²), 산림의 증가(1.69 km²), 초지의 증가(1.35 km²), 수역의 증가(0.08 km²)의 순으로 나타났다.

2. 토지피복변화의 주요 원인은 양재동과 도곡동 등에서의 도시개발로 인해 기존의 초지 및 나대지에 주거지 조성 및 도로와 같은 도시개발사업에 기인하며 기존의 나대지가 도시화지역으로 변화한 것이 가장 큰 토지피복 변화로 나타났다.

3. 산림지역, 초지지역 등의 도시녹지 지역이 점차적으로 증가되는 경향을 보이고 있다.

사 사

본 연구는 기상지진사업연구 (CATER-2006-3-3-2)의 지원으로 수행되었으며 저자들은 이에 사의를 표합니다.

참고문헌

김윤수, 이광재, 류지원, 김정환, 2003. 도시 확장 분석을 위한 위성영상 토지이용 분류기준 설정에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 6(3): 83-94.

김윤수, 정응호, 류지원, 김대옥, 2005. 원격탐사 자료를 활용한 시가화지역의 변화에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 8(2): 1-9.

신진민, 강병선, 이규석, 2002. 원격탐사와 GIS를 이용한 계룡산국립공원의 토지이용변화, 한국조경학회지, 30(3): 94-101.

안승만, 신진민, 신동훈, 이규석, 2002. 원격탐사와 GIS를 이용한 대전광역시 토지이용 변화 검출, 환경영향평가, 11(4): 239-246.

윤소원, 이동근, 전성우, 정휘철, 1999. 인공위성자료를 이용한 우리나라 도시의 도시화추이에 관한 연구, 환경복원논화, 2(3): 38-461.

이흥로, 이재봉, 2005. 위성영상을 활용한 환경요인에 따른 고군산 군도 간석지의 시공간적 변화 탐지, 한국지리정보학회지, 8(3): 34-43.

사공호상, 2004. 원격탐사와 GIS를 이용한 수도권 도시화지역 확산특성에 관한 연구, 국토연구, 40: 53-69.

서창완, 전성우, 1998. 원격탐사와 GIS기법을 이용한 접경지역 토지피복연구, 환경영향평가, 7(1): 11-22.

황만익, 1997. 인공위성 자료를 이용한 수도권의 도시화에 따른 토지이용 변화분석, 대한지리학회지, 32(3): 329-340.

Jensen, John R., 1999. Introductory digital image processing: A remote sensing perspective, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall.

Yokohari, M., K. Takeuchi, T. Wantanabe, S. Yokota, 2000. Beyond greenbelts and zoning: A new planning concept for the environment of Asian mega-cities, Landscape and Urban Planning, 47: 159-171.

