

# 위성영상과 GIS를 이용한 농촌지역 토지피복과 열 분포의 시·공간적 해석

조명희<sup>1</sup>, 이광재<sup>1</sup>, 신지현<sup>1</sup>, 서애숙<sup>2</sup>

<sup>1</sup>경일대학교 도시정보지적공학과, <sup>2</sup>기상연구소 원격탐사연구실

## Temporal and Spatial Analysis of Landcover and Temperature in Rural Area using Satellite Images and GIS

Myung-Hee Jo<sup>1</sup>, Kwang-Jae Lee<sup>1</sup>, Ji-Hyun Shin<sup>1</sup> and Ae-Sook Suh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Urban Information Cadastral Engineering, Kyungil University; <sup>2</sup>Remote Sensing Laboratory, Meteorological Research Institute

(Correspondence: mhjo@bear.kyungil.ac.kr)

### 1. 서언

도시지역에서의 지속적인 인구집중화 현상에 따라 도시주변에서는 도시역의 확대, 택지개발 등에 의한 지표면피복형태의 변화가 심각하게 이루어지고 있다. 오늘날 농촌지역에서도 도시화로 인하여 산림 및 경작지의 감소, 공업단지 조성 등과 같은 다양한 토지이용변화가 발생하게 되었다. 이는 농촌지역의 내·외적 경관변화 뿐만 아니라 복합적인 국지기후 변화 등도 함께 초래하게 되었는데 이러한 지표피복의 변화는 자연상태에서 열의 존재 방법에 큰 영향을 미친다. 도시화된 지역에서 발생하고 있는 열섬현상(heat island effect)은 자연적 열 순환시스템이 인위적인 개발로 인하여 새롭게 변화되어 나타나는 현상이라고 할 수 있다(안충현, 1995).

종래에는 지상의 고정기상관측자료를 토대로 기상현상을 규명하여왔으나 국내의 경우 기상관측망의 밀도가 농촌기후를 파악하기에 충분할 만큼 조밀하지 못한 실정에 있다. 또한 대부분의 기상관측소 위치가 도심 및 산업시설들로부터 격리되어있는 등 관측지점의 온도가 갖는 지역적 대표성의 문제 등으로 인하여 대상지역에 대한 충분한 현장관측자료를 획득하는데 어려움이 수반되고 있다. 최근 위성영상자료를 이용한 원격탐사기법과 GIS와 같은 종합적인 공간정보기술을 바탕으로 이러한 문제점을 해결하기 위한 다양한 방법론이 제시되고 있는데 안충현(1995)등은 기상관측 및 원격탐사자료와 GIS를 바탕으로 지표에너지 관계식을 이용한 광역증발산량을 추정하는 방법론적 연구를 수행한바있다. 외국의 경우 Gupta(1997) 등은 NOAA AVHRR 자료를 이용하여 인도 Haryana, Panjab 지방의 농업지역에 있어서 표면온도를 추출한 후 NDVI와의 관계에 대하여 연구하였고 Hafner(1999) 등은 인공위성영상을 이용하여 표면 및 토양의 변수에 관련된 도시열섬 모델링에 대한 연구를 수행하였다.

본 연구에서는 안성천유역을 대상으로 Landsat TM band 6을 이용하여 지표온도를 추출한 후 다시기별 토지피복변화에 따른 열 분포 변화를 시·공간적으로 해석함과 동시에 농촌지역 열 환경의 공간적 분포 특성을 GIS를 이용하여 체계적으로 분석함으로써 원격탐사자료와 GIS의 다양한 공간분석 기법을 활용한 농촌지역 열 분포의 공간적 해석에 있어 그 적용 가능성을 규명하고자한다.

### 2. 재료 및 방법

연구대상지역인 안성천유역(585.188km<sup>2</sup>)의 열 분포의 공간적 특성을 효율적으로 규명하고자 본 연구에서는 시기별 Landsat TM(1987년 5월 20일, 1993년 5월 20일, 2000년 5월 7일 촬영) 영상과 안성천유역 내의 2개 지점(안성, 성거)과 유역주변의 2개 지점(이사, 이동)의 시간대별

AWS(Automatic Weather Station) 현지관측자료를 이용하였으며 보다 많은 현지관측자료 획득을 위하여 연구지역에서 가장 가까운 이천과 수원 기상관측소 데이터도 참조하였다. 또한 영상데이터의 기하보정에 필요한 지상기준점(Ground Control Point)추출, 모식지역(training area)선정, 수치주제도 작성을 위하여 국립지리원 발행 1:25,000, 1:50,000 지형도를 사용하였다. PC ARC/INFO 3.5.1, ArcView 3.2 GIS Tool을 이용하여 수치주제도를 작성하였다.

본 연구에서는 ERDAS Imagine 8.4 를 활용하여 영상처리를 실시하였는데 Landsat TM band 6의 DN(Digital Number)값과 NASA 모델을 이용하여 지표온도를 추출하였다. 안성천유역 토지피복분류에 있어서 1:25,000, 1:50,000 지형도를 이용하여 사전에 선정된 모식지역을 Landsat TM false color image(band 4/3/2)를 활용하여 현지조사를 통해 확인 및 재 선정한 후 감독분류 기법 중 Maximum Likelihood Classification기법으로 산림, 논, 밭, 수계, 도시, 나지로 6개의 클래스로 분류하였다. 또한 식생의 활력도를 분석하기 위하여 정규식생지수(NDVI)를 구하였으며 이와 같은 결과를 기초로하여 안성천유역의 열 환경의 공간적 분포 특성을 종합적으로 규명하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 Landsat TM band 6을 활용한 지표온도 추출

본 연구에서는 농촌지역의 열 환경 해석을 위해 NASA모델을 이용하여 표면온도를 추정하였는데 Landsat TM 영상자료의 각 DN(Digital Number)값에 대한 방사휘도를 이용하여 다음과 같이 절대온도를 계산하였다(Markham and Becker, 1986).

$$T_s = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_s} + 1\right)}$$

T = temperature in degrees Kelvin

$L_s$  = spectral radiance in  $w \cdot m^{-2} \cdot ster^{-1} \cdot mm^{-1}$

$K_1$  = calibration constant 1 in  $w \cdot m^{-2} \cdot ster^{-1} \cdot mm^{-1}$ (607.76)

$K_2$  = calibration constant 2 in degree kelvin(1260.56)

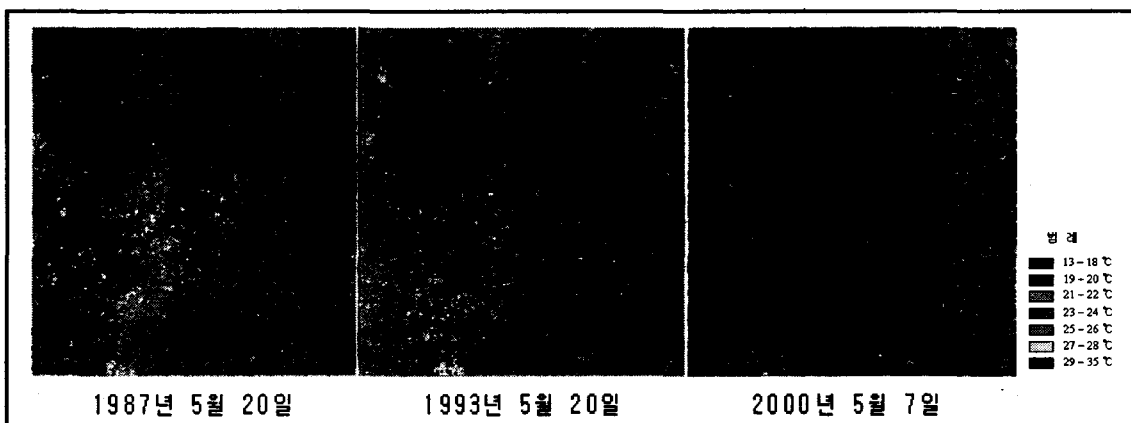


그림 1. Landsat TM band 6에서 추출한 안성천유역의 시기별 온도 분포도

시기별 Landsat TM band 6으로부터 추출된 평균온도는 1987년은 21.68°C, 1993년:23.16°C, 2000년:19.54°C로 1993년 영상이 가장 높은 온도분포대를 형성하고 있는 것으로 나타났으며 이를 7개

의 클래스로 재분류한 결과 그림 1과 같다. 그 결과를 살펴보면 2000년 5월 7일 영상이 가장 낮은 온도분포 값을 가지는 것으로 나타났는데 이러한 현상을 안성천유역 4개 지점의 AWS 현지관측 자료 및 2개 지점의 기상관측소 자료로 분석한 결과 영상 촬영전일인 2000년 5월 6일이 다른 시기와는 달리 이천, 수원기상대에서 기록된 1.5mm, 0.1mm 강수량의 영향으로 영상 촬영당일인 2000년 5월 7일 낮은 기온 값을 나타내었다. 또한 다른 시기영상보다 13일 빠른 영상 촬영일로 인한 결과로 나타난 현상이라고 해석되어진다.

분석결과 산림 지역과 수계지역이 가장 낮은 온도 분포를 보이고 있고 연구대상 지역내의 안성읍과 성환읍의 읍·면소재지의 시가지지역을 중심으로 가장 높은 온도분포대를 형성하고 있었으며 나지, 밭>논>산림>수계 순서의 온도분포패턴을 나타냈다.

### 3.2 토지피복변화로 인한 지표온도 변화

시기별 토지피복변화로 인한 지표온도의 변화 패턴을 분석하기 위해서 그림 2의 토지피복분류 결과를 기준으로 각 클래스별 무작위로 100개의 sample point를 선정하여 시기별 총 600 지점에서 지표온도 값을 획득하였다. 그림 2의 결과를 살펴보면 1987년에 비해 1993년, 2000년에 전반적으로 산림, 논지역의 감소에 비해 도시 및 밭지역이 증가했음을 알 수 있었다. 특히 도시지역은 1987년(21.41km<sup>2</sup>)을 기준으로 2000년에는 도시지역 면적이 약 59.12km<sup>2</sup>로 2배 이상 증가했음을 나타내고 있다.

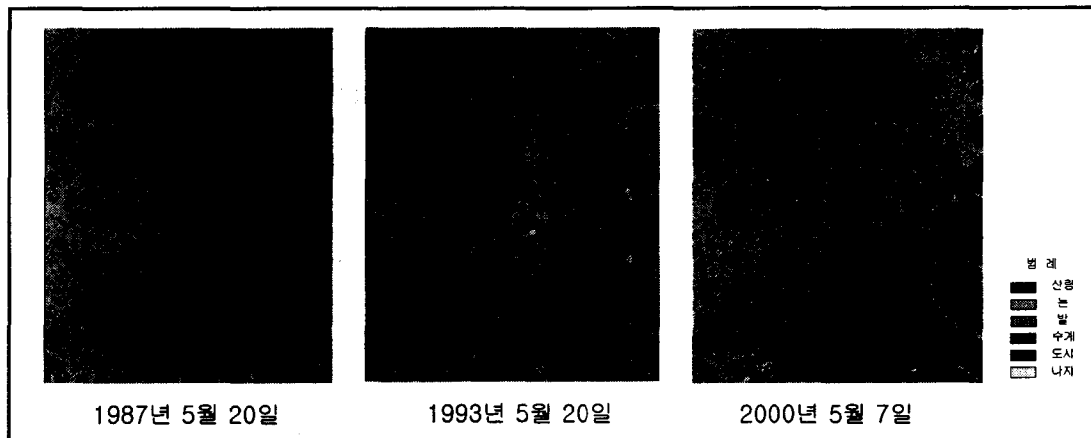


그림 2. 안성천유역의 시기별 토지피복분류도

표 1. 토지피복변화에 의한 지표온도의 증감

토지피복 \ 관측년도	1987년		1993년	
	면적(km <sup>2</sup> )	온도(°C)	면적증감(km <sup>2</sup> )	온도증감(°C)
산림	317.723	19.90	286.252(-31.471)	21.45(1.55)
논	134.862	21.64	115.776(-19.086)	23.79(2.15)
밭	99.050	25.37	121.432(22.382)	24.92(-0.45)
수계	7.725	18.84	6.956(-0.769)	19.78(0.94)
도시	21.410	26.15	36.267(14.857)	27.98(1.83)
나지	4.426	24.86	18.505(14.079)	24.89(0.03)

표 1은 1987년 토지피복분류결과 및 Landsat TM band 6으로부터 추출된 각 토지피복별 평균

지표온도 값을 기준으로 1993년 토지피복변화에 의한 지표온도의 증감현황을 분석한 결과이다. 표 1의 결과에서 나타나듯이 산림, 논, 수계면적의 감소로 최소 0.9℃에서 최고 2.15℃까지 온도상승 효과를 나타냈으며 도시, 나지면적의 증가로 0.03℃-1.83℃정도 온도가 상승했음을 알 수 있었다.

### 3.3 지표온도와 NDVI의 상관성 분석

Landsat TM 영상을 이용하여 구한 NDVI 분포현황을 분석한 결과 1983년에 비해 증가된 골프장 및 공업단지로 인하여 일부지역에서 명확한 식생지수값의 변화를 확인할 수 있었다. 또한 지표온도와 NDVI간의 상관성 규명을 위하여 NDVI 분포도에서 총 600지점에서 획득한 자료를 기초로 하여 지표온도와 상관 및 회귀분석을 실시한 결과 표 2에서와 같이 지표온도와 NDVI사이에는 뚜렷한 음(-)의 상관관계가 있음을 알 수 있었으며 회귀분석결과 세시기 평균 69%정도의 신뢰도를 구할 수 있었다.

표 2. NDVI와 지표온도의 상관성 분석

관측일시	회귀식	결정계수(R <sup>2</sup> )	상관계수(R)
2000년 5월 7일	$y = -0.0452x + 25.811$	0.7604	-0.87203
1993년 5월 20일	$y = -0.0293x + 27.538$	0.7337	-0.85653
1987년 5월 20일	$y = -0.0274x + 25.024$	0.5837	-0.76402

### Acknowledgements:

본 연구는 2000년도 농림기술개발연구과제의 연구비로 수행되었음.

### 인용문헌

조명희, 이광재, 김운수, 전병운, 2001, 원격탐사자료를 이용한 도시지역 토지피복과 열 분포 상관성 분석, 2001년도 대한원격탐사학회 춘계 학술대회 논문집, 통권 4호, pp. 42-48.

Chung-Hyun Ahn, Sung-Nam Oh, Jong-Hyun Park, 1995, Mapping of areal Evapotranspiration by remote Sensing and GIS Techniques, *Journal of the Korean Society of Remote Sensing*, Vol. 11, No.1, pp. 65-80.

Hafner, Jan, 1999, Urban heat island modeling in conjunction with satellite-derived surface/soil parameters, *Journal of applied meteorology*, Vol. 38, No. 4, p. 448.

Markham, B.L and J. L. Becker, 1986, Landsat MSS and TM post-calibration dynamic ranges, exoatmospheric reflectances and at-satellite temperatures, *EOSAT Landsat Tech. Notes*, 1:3-7.

R. K. GUPTA, S. PRASAD, M. V. R. SESHASAI and T. S. VISWANADHAM, 1997, The estimation of surface temperature over an agricultural area in the state of Haryana and Panjab, India, and its relationship with the Normalized Difference Vegetation Index(NDVI) using NOAA-AVHRR data, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 18, No. 18, pp. 3729-3741.