

# 서울 강남지역 아파트단지의 녹지면적에 따른 온도변화 모형<sup>1</sup>

홍석환<sup>2</sup> · 이경재<sup>3</sup>

## Variation Profiles of Temperature by Green Area of Apartments in Gangnam, Seoul<sup>1</sup>

Suk-Hwan Hong<sup>2</sup>, Kyong-Jae Lee<sup>3</sup>

### 요약

아파트단지 내부녹지가 온도변화에 미치는 영향을 파악하고자 서울시 서초구, 강남구, 송파구 등 한강 이남지역에 위치한 아파트단지중 36개 지역을 대상으로 연구를 수행하였다. 아파트단지 내부온도는 Landsat ETM+ 영상 2scene을 분석하여 추정하였으며 온도변화 영향요인으로는 토양피복유형과 건물밀도, 식생활력도로 구분하였다. 토양피복유형과 아파트단지내 온도와의 상관관계 분석결과 녹지율은 음(-)의 상관관계를, 불투수포장율은 양(+)의 상관관계를 보였으며 건폐율은 유의성이 인정되지 않았다. 투수포장지를 녹지면적과 불투수포장면적에 각각 합산한 값과 온도값의 상관관계 분석결과 투수포장면적을 불투수포장면적에 합산하여 산출한 상관계수보다 녹지면적에 합산하는 것이 상관계수가 보다 높게 나타나 투수포장지역도 녹지지역과 함께 도시온도를 낮추는 요소로 작용하는 것으로 판단되었다. 건물밀도의 요소로 선정한 용적율은 온도값과 유의성이 없었으며 NDVI는 값이 높을수록 온도가 낮았다. 아파트단지내 온도분포모형 구축을 위해 투수+녹지율, 녹지율, 건폐율, NDVI값을 독립변수로, 대상지온도를 종속변수로 한 회귀분석 결과 두 시기 영상 모두 독립변수 중 투수+녹지율만이 회귀식에 채택되었으며 회귀식의 수정결정계수(R<sup>2</sup>)는 각각 41.4(2000년 9월)와 40.4(2001년 6월)이었다.

주요어 : 도시온도, Landsat, 녹지율, 우수침투, NDVI

### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effect of green area in apartment complexes to variation of temperature. The inside temperature of each site was estimated by analyzing Landsat ETM+ image data. The factors on variation of temperature were landcover type, building density, and Normalised Difference Vegetation Index(NDVI). The results of correlation between inside temperature of apartment complex and land cover type showed that the green area ratio had negative(-) correlation and impermeable pavement ratio had positive(+) correlation. Building-to-land ratio was not significant with inside temperature. A coefficient of correlation between the temperature value and the value of permeable pavement ratio added up green

1 접수 12월 30일 Received on Dec. 30, 2003

2 서울시립대학교 대학원 Graduate School, Univ. of Seoul (130-743), Korea(hwan94@uos.ac.kr)

3 서울시립대학교 도시과학대학 Collage of Urban Sciences, Univ., of Seoul (130-743), Korea(ecology@chollian.net)

area ratio was higher than a coefficient of correlation between the temperature value and the value of permeable pavement ratio added up impermeable pavement ratio. Thus we may define that permeable pavement area decrease urban temperature with green area in apartment complex. Floor area ratio had no significant correlation with inside temperature. Inside temperature was decreased as the NDVI was increased. To establish the temperature distribution model in a development apartment complex, As the result of regression analysis between inside temperature as dependent variable and permeable pave ratio+green area ratio, green area ratio, building-to-land ratio and NDVI as independent variables, only permeable pavement ratio added up green area ratio of the independent variables was accepted for regression equation in both two seasons and adjusted coefficient of determination was 41.4 on September, 2000 and 40.4 on June, 2001.

**KEY WORDS : URBAN TEMPERATURE, LANDSAT, GREEN AREA RATIO, PERMEABLE PAVEMENT, NDVI**

## 서론

도시화지역에서는 건축물 과밀에 따른 녹지훼손, 자동차 급증과 에너지사용 증가로 인한 오염물질과 발열량의 증가 등으로 도시기후의 변화가 주요한 사회 문제로 대두되고 있다. 서울시 비오톱 현황조사(서울특별시, 2000b)에 따르면 하천과 군사지역을 제외한 서울의 녹지 및 오픈스페이스는 전체면적의 약 34%로 적지 않았으나 대부분이 산지형 녹지로 도시 외곽부에 위치하고 있어 시청을 중심으로 반경 5km이내는 녹지율이 5%내외로 도시 중심지역의 녹지보존율은 상당히 낮은 편이다(이경재, 1993). 이러한 도심지역의 녹지 훼손과 지표면의 피복물질 사용증가는 교외지역과 비교하여 도심지역에 고온역 형성을 가속화시키고 있다.

도시고온역의 형성 및 저감 방안에 관한 연구는 도시녹지와 관련하여 주로 진행되었다. 도시공원 등 비교적 국지지역을 대상으로 한 연구는(이은엽, 1995; 윤용한, 2000; 2001) 대부분 대상지를 중심으로 온도의 실측을 통하여 진행되었는데 이러한 실측을 통한 연구는 광역지역을 대상으로 할 때는 한계가 있다(이혜선, 2001). 현재 기상청에서 운영하고 있는 83개소의 관측소와 460개소의 자동기상관측망(AWS)을 통해 정기적으로 기상자료를 축적하고 있으나 그 밀도가 도시화지역의 미세한 기후를 파악하기에 충분할 만큼 조밀하지 못하고 대부분의 기상관측소 위치가 도심과 산업시설 등으로부터 격리되어 있거나 시가지보다 높은 해발고도에 자리잡고 있어 설치지점의 지역적 대표성이 문제가 되므로(조명희 등, 2001) 도시화지역의 미기후 연구에 있어서는 이러한 문제점들의 보완이

필요하다.

인공위성영상자료를 이용한 원격탐사기법은 광범위한 지역의 표면온도자료를 획득할 수 있어 도시온도를 연구하는데 활용가치가 높다. 그러나 영상이 지니는 해상도의 한계로 도시지역의 기후연구분야는 대부분 도시화지역과 외곽의 대규모 산림녹지지역, 도심 내부의 비교적 큰 면적의 잔존녹지지역만을 대상으로 이루어졌으며(이혜선, 2001; 조명희 등, 2001; 박경훈과 정성관, 1999; 이용식, 1990) 도시화지역 내 소규모 조성녹지 및 건물주변 녹지의 영향에 대해서는 상대적으로 연구가 진행되지 않고 있다.

본 연구는 광범위한 지역의 온도자료 추출이 가능한 인공위성영상의 온도자료와 인공위성영상자료에서 분석하기 어려운 도심 내 아파트단지의 조성녹지, 투수 포장지 등의 토지이용현황 조사자료를 연계하여 아파트단지 내부에 조성된 녹지 및 오픈스페이스가 아파트단지 전체의 온도변화에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 대상지선정

1999년 서울시 자동기상관측망(AWS)에서 관찰한 기온자료를 이용한 기상 추정결과 강남지역은 전지역에서 고르게 높은 온도를 보였고(오성남과 부경은, 2000) 서울지역 내에서 4계절 모두 바람이 약하였다(서울특별시, 2000a). 1/25,000 Scale의 서울시 지도에서 고도 20m 간격으로 작성된 등고선을 추출하

여 분석한 결과 강남지역은 지역간 고도차가 거의 없는 것으로 분석되었다.

본 연구는 도시온도에 영향을 미치는 외적 요소인 바람의 세기, 지리적 요소인 지역 간 고도차, 경사도 및 경사향 등에 의한 온도분포 편차 등이 상대적으로 적은 것으로 판단되는 서울 강남지역을 대상으로 하였다. 서초구, 강남구, 송파구 일대의 아파트단지를 대상으로 주변지역 현황, 토지이용유형, 토양피복유형, 녹지비율 등(서울특별시, 2000b)을 고려하여 전체 36개 지역의 아파트단지를 선정하였다. 선정된 아파트단지는 면적이 17,955㎡~268,336㎡이었으며 조성년도는 1973년~1992년으로 대부분 1970년대 후반~1980년대 초반이었고 주 층고는 5층~18층이었다(Table 1).

## 2. 도시온도변화 영향요인 조사

도시온도변화 영향요인으로는 토양피복유형, 건물 밀도, 식생지수로 구분하여 조사하였다.

토양피복유형은 포장지역과 녹지지역으로 대분류하였으며 포장지역은 다시 건폐지, 불투수포장지, 투수포장지로 구분하였는데 아파트단지의 경우 각 단지별로 건물의 규모 및 녹지의 형태가 불규칙하여 대상지 전지역의 토양피복형태를 조사하였다.

토양피복유형에 따른 온도차이의 검증을 위하여 연구대상지 면적에서 식물녹화지역의 면적 비를 나타내는 녹지율과 건폐지 면적비율인 건폐율을 산출하였다.

건물의 밀도는 전체면적에 대한 건축물의 바닥 총면적을 비율로 나타낸 값인 용적율을 산출하였으며 녹지의 활력도를 평가하기 위해서 개발된 식생지수는 가장

일반적으로 사용되고 있는 NDVI(Normalised Difference Vegetation Index)를 이용하였다.

## 3. 인공위성영상자료를 이용한 지표면 온도산출 및 상관관계 분석

인공위성영상자료는 Thermal Band의 해상도가 60m×60m인 Landsat 7호(ETM+)의 영상 2scene(2000년 9월 4일, 2001년 6월 3일)을 사용하였다. 인공위성영상자료 취득 당시의 이상기후 현상이나 우천 등의 기상악화는 대상지 온도에 전반적인 영향을 미칠 수 있어 연구대상지를 중심으로 취득일의 기상상태에 대한 고려가 필요하였다. 기상청 기상측정소 중 강남구 삼성초등학교(강남구 삼성2동 42)와 서초구 서울교육대학교(서초구 서초동 1650), 송파구 롯데월드(송파구 잠실동 40-1)에 설치된 자동기상측정망(AWS) 자료 중 각 인공위성영상자료의 촬영시기를 기준으로 촬영전 2일, 촬영일, 촬영후 1일의 4일간 기상개황을 분석한 결과 대체적으로 촬영전과 촬영후의 기온, 풍속 등의 심한 변화는 없었으며 강우로 인한 급격한 온도변화도 없는 것으로 분석되었다.

서울시 1/1,000수치지도를 바탕으로 대상지 경계를 작성한 후 각 대상지의 인공위성영상 DN값을 추출하여 대상지 온도를 추정하였고 DN값으로 산정한 각 대상지의 상대적 온도값은 섭씨온도(℃)로 변환하였다. 변환식은 NASA에서 제시한 Landsat ETM+ 영상의 온도변환식을 사용하였는데 그 내용은 다음과 같다.

$$\text{Radiance} = ((\text{LMAX}-\text{LMIN})/(\text{QCALMAX}-\text{QCALMIN})) \times (\text{QCAL}-\text{QCALMIN}) + \text{LMIN}$$

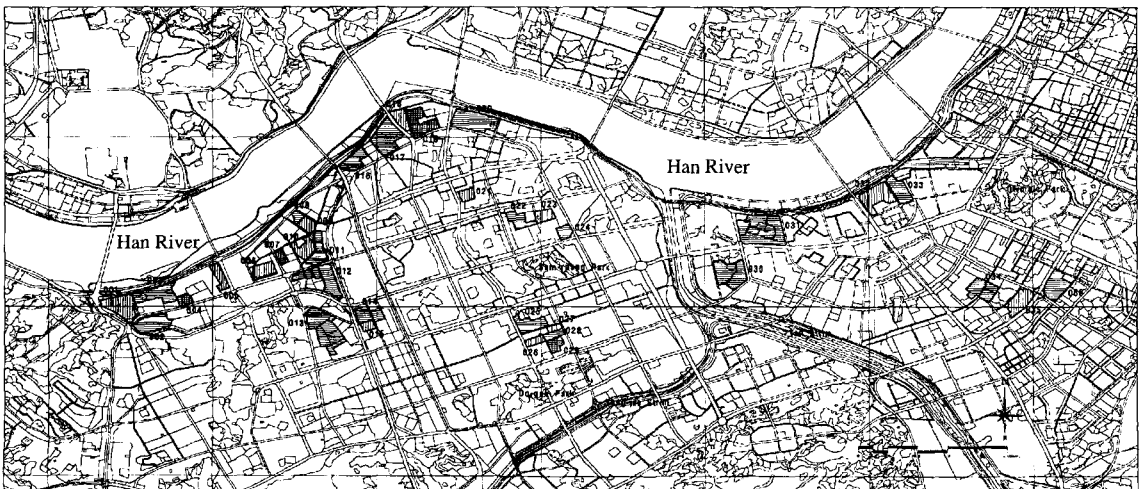


Figure 1. Location map of survey apartments in Gangnam, Seoul

QCALMIN = 1 (LPGS Products), QCALMAX = 255

QCAL = Digital Number

LMAX = 17.04 LMIN = 0.00 (Low Gain)

LMAX = 12.65 LMIN = 3.20 (High Gain)

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

T = Effective at-satellite temperature in Kelvin

K2 = Calibration constant 2 : 1282.71

K1 = Calibration constant 1 : 666.09

$L_\lambda$  = Spectral radiance in watts/(meter squared × ster ×  $\mu$ m)

\* 자료: NASA(2002), The Landsat-7 Science Data User's Handbook, 재구성

각 연구대상지 지표면온도의 평균값과 단지내 온도 변화에 영향을 미칠 것으로 예상되는 변수들인 토양피복유형, 건물밀도, 식생지수 등과 온도값의 관계를 분

Table 1. The general situation of surveyed apartments

Plot number	Name of Apartment	Area(m <sup>2</sup> ) (year)	Time of construction	Main floor
001	Banpo jukong-1	127,061	1973	5
002	Banpo jukong-2	102,873	1973	5
003	Banpo jukong-3	114,646	1973	5
004	Hansin sinbanpo	31,010	1977	5
005	Kyongnam	53,465	1978	12
006	Hansin sinbanpo-fourth	66,698	1979	12
007	Banpo hanyang	28,083	1978	12
008	Jamwon hansin	21,605	1992	15
009	Jamwon daelim	41,106	1989	13
010	Hansin sinbanpo-eighth	66,768	1980	12
011	Hansin sinbanpo-tenth & eleventh	81,830	1980	12
012	Sinbanpo jukong	143,508	1978	5
013	Sampoong	208,040	1988	15
014	Secho samho	73,449	1978	13
015	Secho samic	26,927	1980	11
016	Misung	74,887	1987	17
017	Apgujung sinhyundai	154,372	1982	13
018	Apgujung hyundai-1	55,310	1979	13
019	Apgujung hyundai-2	113,420	1979	14
020	Apgujung hanyang	167,322	1981	12
021	Donghyoun	36,379	1986	12
022	Haechong	61,867	1975	5
023	AID first complex	46,384	1974	5
024	AID second complex	38,753	1974	5
025	Kaenari-1	85,033	1980	12
026	Youngdong jukong-1	28,385	1974	5
027	Kaenari-2	17,955	1980	5
028	Youngdong jukong-2	29,834	1974	5
029	Youngdong jukong-3	37,175	1974	5
030	Asia sunsuchon	151,434	1986	18
031	Jamsil jukong first complex	268,336	1975	5
032	Jangmi first complex	132,508	1979	14
033	Jangmi second complex	84,757	1979	14
034	Songpae hanyang	100,603	1979	12
035	Garak samic	92,679	1984	12
036	Garak hyundai	110,623	1984	14

석하고자 토양피복유형 및 건물밀도, NDVI의 변수와 온도값의 상관관계를 분석하였으며 이들을 독립변수로, 인공위성영상자료를 활용한 대상지 온도값을 종속변수로 한 회귀분석을 실시하여 각 변수가 온도에 미치는 영향의 정도를 회귀식으로 모형화하고자 하였다. 분석 프로그램은 SPSS for Windows 11.0을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 인공위성영상분석을 통한 도시온도 추출

2000년 9월 4일은 각 대상지의 온도가 22.48~32.47℃의 범위이었으며 2001년 6월 3일에는 21.23~34.18℃로 2000년 9월영상과 비교하여 온도분포범위가 넓은 것을 확인할 수 있으나 대상지 전체 평균온도는 각 28.09℃(2000년 9월)와 28.08℃(2001년 6월)로 온도차가 거의 없는 것으로 분석되었다(Table 2).

### 2. 도시온도변화 영향요인 분석

#### 1) 토양피복유형

건폐지, 불투수포장지, 투수포장지, 녹지로 세분하여 각 아파트단지의 토양피복유형을 조사한 결과 건폐율은 12.73(조사지 007)~29.74%(조사지 026) 사이의 값을 나타냈으며 평균은 19.80%이었다. 녹지율은 조사지 010이 19.52%로 대상지 중 가장 낮았으며 조사지 012가 47.21%로 가장 높았다. 평균녹지율은 35.77%로 대상지 대부분이 조성된 지 20년 정도가 지난 아파트단지로 비교적 높은 녹지면적을 확보하고 있었다. 모래포설지 등의 투수포장지 비율은 조사지 002가 투수포장지가 없어 가장 낮았고 조사지 027이 7.82%로 가장 높았다. 대상지 전체의 평균 투수포장 비율은 3.49%이었다. 불투수포장지의 비율은 28.19(조사지 027)~53.96%(조사지 010)이었으며 평균은 40.94%로 연구대상지 전체에서 불투수포장면적이 녹지면적보다 약 5% 정도 높았다.

건폐율, 녹지율, 불투수포장율과 아파트단지 내 온도와의 상관관계 정도를 측정하기 위한 'Pearson의 상관계수'를 구한 결과 녹지율은 -0.603(2001년 6월)~-0.616(2001년 9월)으로 모두 음(-)의 상관관계를 보였으며 유의확률 0.01수준에서 통계적으로 유의하였고 불투수포장율은 0.387(2000년 9월)~0.394(2001년 6월)로 유의확률 -0.05수준에

Table 2. A calculation of centigrade temperature by Landsat ETM+

Plot number	2000.09.04		2001.06.03	
	Mean digital number	Mean temperature (°C)	Mean digital number	Mean temperature (°C)
001	148.96	30.89	150.38	31.56
002	152.30	32.47	155.92	34.18
003	147.71	30.28	148.73	30.78
004	151.03	31.87	153.15	32.88
005	132.00	22.48	129.58	21.23
006	149.56	31.17	151.41	32.05
007	144.83	28.89	145.27	29.10
008	135.88	24.45	132.24	22.60
009	141.08	27.05	141.49	27.25
010	150.37	31.56	151.91	32.29
011	148.54	30.68	150.18	31.47
012	145.16	29.05	146.03	29.47
013	141.04	27.03	141.56	27.29
014	141.19	27.10	140.81	26.91
015	143.67	28.32	141.94	27.47
016	143.81	28.39	145.43	29.18
017	134.46	23.74	132.47	22.72
018	134.53	23.77	132.07	22.51
019	138.83	25.93	137.55	25.30
020	143.69	28.33	143.74	28.36
021	151.46	32.08	152.52	32.58
022	151.97	32.32	154.09	33.32
023	145.75	29.34	144.94	28.94
024	143.08	28.03	143.14	28.07
025	140.65	26.84	140.35	26.69
026	144.48	28.72	145.37	29.15
027	138.62	25.83	137.99	25.51
028	140.24	26.64	139.50	26.27
029	143.85	28.41	142.41	27.71
030	142.00	27.50	142.59	27.79
031	140.03	26.53	139.27	26.15
032	141.84	27.43	141.28	27.15
033	143.26	28.12	142.47	27.73
034	135.44	24.23	134.29	23.65
035	141.90	27.45	142.35	27.67
036	141.13	27.08	140.26	26.64
Average	143.19	28.09	143.18	28.08

서 유의한 양(+)의 상관관계를 보였으나 건폐율은 통계적으로 유의하지 않았다.

우수침투면적율에 따른 온도분포를 알아보기 위하

Table 3. A calculation of land cover type

Plot number	Building-to-land ratio(%)	Green area ratio(%)	Permeable pavement ratio(%)	Impermeable pavement ratio(%)
001	19.89	34.67	5.97	39.47
002	23.03	29.05	0.00	47.92
003	21.43	37.49	2.28	38.80
004	21.45	32.70	1.63	44.22
005	18.11	41.15	3.50	37.25
006	16.42	32.78	5.36	45.45
007	12.73	33.32	4.95	49.01
008	17.27	39.07	4.87	38.79
009	17.93	31.53	6.13	44.41
010	24.02	19.52	2.50	53.96
011	17.05	32.70	2.35	47.90
012	20.86	47.21	2.48	29.45
013	18.61	36.99	3.22	41.19
014	19.28	33.21	1.99	45.51
015	22.67	35.02	2.39	39.92
016	18.71	36.25	2.65	42.39
017	17.07	39.03	3.99	39.91
018	14.46	37.98	4.36	43.21
019	16.71	41.58	2.98	38.73
020	17.84	37.13	3.35	41.68
021	18.59	22.27	6.81	52.33
022	25.13	28.35	2.41	44.12
023	24.35	36.96	3.16	35.53
024	22.06	40.50	2.98	34.46
025	20.93	36.24	3.80	39.03
026	29.74	38.27	3.39	28.60
027	22.49	41.51	7.82	28.19
028	27.79	31.49	2.55	38.17
029	29.30	34.32	3.76	32.63
030	14.48	37.49	2.08	45.95
031	20.52	42.35	4.29	32.85
032	15.52	40.33	3.70	40.45
033	16.44	35.48	3.03	45.06
034	16.75	39.17	3.36	40.71
035	18.66	34.02	2.60	44.73
036	14.49	40.69	2.96	41.86
Average	19.80	35.77	3.49	40.94

여 투수포장지를 녹지면적에 합산한 값과 불투수포장 면적에 합산한 값을 각각 대상지 온도와 분석한 결과 투수포장면적을 불투수포장면적에 합산하여 산출한 상관계수값(0.603~0.616)보다 녹지면적에 합산한 상관계수값(-0.636~-0.643)이 보다 높게 분석되었다 (Table 3).

## 2) 건물밀도

각 대상지별 건물의 용적율을 산출한 결과 조사지 031(잠실주공1단지아파트)이 용적율 97.90%로 가장 저밀도로 개발된 지역이었으며 건물의 주 층고가 12층인 조사지 010(한신신반포8차아파트)이 가장 고밀도로 개발된 지역으로 용적율은 313.78%이었다. 전체 지역의 평균용적율은 174.37%로 저밀도의 개

발지구가 대부분이었다.

용적율 변화에 따른 온도분포 변화양상을 확인하기 위하여 각 시기별 영상의 온도값과 용적율과의 상관관계 분석결과 통계적 유의성은 인정되지 않았다.

건물규모에 의한 그림자효과를 간접적으로 측정하고자 설정한 기준인 건축물의 용적율은 온도값과의 상관관계분석결과 통계적으로 유의하지 않아 단순한 용적율의 증가로 그림자효과를 설명하기에는 한계가 있는 것으로 판단되어 추후 건물그림자 효과에 대한 정밀한 조사연구가 뒷받침되어야 할 것으로 판단되었다 (Table 4).

### 3) 식생지수

본 연구에서는 Landsat ETM+ Band 4와 Band 3을 조합하여 계산한 대상지 내부의 식생활력도인 NDVI를 0~255까지의 값으로 변환하여 분석에 사용하였다.

각 대상지의 NDVI값을 변환한 결과, 2000년 9월 영상은 99.52(조사지 022)~115.80(조사지 017)의 범위에 있었으며 2001년 6월영상은 조사지 022가 93.45로 가장 낮았으며 조사지 030이 128.49로 가장 높았다. 전체평균은 2000년 9월영상이 107.05이었으며 2001년 6월영상은 104.46이었다.

대상지온도와 대상지 내부의 NDVI와의 상관관계 분석결과 상관계수가 각각 -0.423(2000년 9월 4

일), -0.360(2001년 6월 3일)으로 NDVI값이 높을수록 대상지의 온도는 낮은 것으로 분석되었으며 이는 신뢰도 95%수준에서 유의하였다(Table 5).

### 4) 회귀모형

아파트단지 내 온도분포모형을 구축하기 위하여 투수+녹지율, 녹지율, 건폐율, NDVI값을 독립변수로, 대상지온도값을 종속변수로 하여 회귀분석을 실시하였다. 용적율의 경우 상관관계 분석과 산점도를 분석한 결과 대상지 온도값과의 상관관계가 미약한 것으로 판단되어 본 분석에서는 제외하였다.

단계선택(stepwise)에 의한 다중회귀분석결과 2000년 9월영상과 2001년 6월영상 모두 독립변수 중 투수+녹지율만이 회귀식에 채택되었으며 채택된 독립변수는 F검정과 T검정에서 모두 유의수준 0.01에서 유의하였으며 회귀식의 수정결정계수(R<sup>2</sup>)는 각 41.4(2000년 9월)와 40.4(2001년 6월)이었다 (Table 5).

단지내 온도값을 종속변수로 한 아파트단지의 온도 예측모형은 다음과 같다.

아파트단지예측온도 =

$$2000년\ 9월\ 4일 : 39.465 - 0.291 \times (\text{투수} + \text{녹지율})$$

$$2001년\ 6월\ 3일 : 42.227 - 0.361 \times (\text{투수} + \text{녹지율})$$

Table 4. A calculation of floor area ratio

Plot number	Floor area ratio(%)	Plot number	Floor area ratio(%)
001	100.25	019	233.92
002	115.06	020	206.58
003	107.04	021	198.85
004	102.24	022	124.82
005	216.80	023	114.01
006	198.13	024	106.76
007	146.68	025	186.52
008	185.97	026	125.53
009	199.62	027	112.21
010	313.78	028	138.31
011	188.31	029	138.72
012	103.97	030	191.66
013	238.42	031	97.90
014	224.90	032	212.09
015	245.16	033	218.68
016	247.21	034	167.63
017	203.49	035	208.49
018	169.06	036	188.57
Average	174.37	-	-

Table 5. A calculation of NDVI by Landsat ETM+

Plot number	Landsat ETM+		Plot number	Landsat ETM+	
	2000.09.04	2001.06.03		2000.09.04	2001.06.03
001	111.44	108.88	019	106.11	101.82
002	109.54	102.97	020	105.66	101.37
003	113.65	111.36	021	100.80	94.96
004	102.71	97.60	022	99.52	93.45
005	113.15	110.46	023	104.12	100.79
006	101.27	96.66	024	107.70	104.20
007	107.31	104.96	025	107.27	114.50
008	101.53	97.76	026	101.87	97.55
009	111.98	108.96	027	109.75	105.43
010	103.19	99.15	028	105.08	101.26
011	107.00	103.05	029	100.59	95.83
012	112.63	109.77	030	112.45	128.49
013	111.30	118.77	031	113.22	112.76
014	105.36	100.75	032	106.51	103.29
015	103.25	99.46	033	103.91	99.61
016	105.67	100.47	034	111.56	108.82
017	115.80	116.77	035	105.15	100.61
018	107.54	103.91	036	108.05	104.11
Average	107.05	104.46			

Table 6. A result of regression analysis for expected relative temperature of an apartment

Shooting time of Image	Dependent Variables	B	SE B	Beta	T	Sig. T	F (Sig. F)	R <sup>2</sup>
2000. 09.04	(constant)	39.465	2.352	-	16.782	0.000	24.015 (0.000)	0.414
	permeable pave ratio + green area ratio	-0.291	0.059	-0.643	-4.901			
2001. 06.03	(constant)	42.227	2.981	-	14.165	0.000	23.090 (0.000)	0.404
	permeable pave ratio + green area ratio	-0.361	0.075	-0.636	-4.805			

본 회귀분석에 의하면 투수포장지와 녹지면적이 1%씩 증가함에 따라 2000년 9월의 경우에는 아파트 단지 내 온도가 0.291℃씩 하락하는 것으로 예측할 수 있었으며 2001년 6월의 경우는 투수포장지와 녹지면적의 증가에 따른 온도의 하락폭이 조금 더 큰 것으로 분석되어 투수포장지와 녹지면적 1%의 증가가 0.361℃만큼 온도하락을 가져오는 것으로 예측되었다.

종합하여 본 결과 대상지내 녹지율, NDVI값이 높을수록 대상지 온도가 낮았으며 불투수포장율이 높을수록 온도값은 높았다. 또한 투수포장지역은 대상지 온도제어에서 녹지와 함께 대상지 온도를 낮추는 역할을 하는 것으로 분석되었다. 본 연구는 연구대상지가 넓게 분포하고 있는 등, 대상지의 특성상 다양한 주위 환경변수의 제어에 어려움이 있었으며 온도값의 추정 자료인 인공위성영상의 단위 cell 크기가 60m×60m로 정밀한 영상보정 후에도 대상지 경계지점의 경우 주변지역과 중복이 되는 등, 영상이 지니는 해상도의 한계로 인한 오차가 있는 것으로 추정되었다. 추후 대상지의 보다 정밀한 자료구축 즉, 대상지 내부, 경계지점, 주변지역 등의 온도실측을 통해 대상지온도 뿐만 아니라 주변지역에 의한 온도값 변화정도 등을 파악한 후 도시미기후분석을 실시하여 도심고온화 현상을 줄일 수 있는 도시환경개선방안 연구의 진행이 요구되었다.

## 인용 문헌

박경훈, 정성관(1999) 광역적 녹지계획 수립을 위한 도

- 시열섬효과 분석. 한국지리정보학회지 2(3): 35-45.  
 서울특별시(2000a) 서울시 기상특성을 고려한 도시계획 기법연구. 275쪽.  
 서울특별시(2000b) 서울시 비오뎀현황조사 및 생태도시 조성지침 수립. 245쪽.  
 오성남, 부경은(2000) 1999년 서울지역 기온의 시공간 분포특성. 한국기상학회지 36(4): 499-506.  
 윤용한(2000) 공원에 의한 고온성 저감효과에 관한 연구. 한국정원학회지 18(1): 83-90.  
 윤용한(2001) 녹지에 의한 열섬현상의 저감효과에 관한 연구 -풍속과의 관련성에 관해서-. 대한국토·도시계획학회지 36(2): 187-196.  
 이경재(1993) 환경이 보존되는 범위내의 개발과 이용, 지속가능한 개발(ESSD)을 위한 학계간 대토론회. 한국환경행정학회·삼성지구환경연구소, 141-153쪽.  
 이용식(1990) 도시열섬 분석에 있어서 원격탐사 기법의 적용에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문, 39쪽.  
 이은엽(1995) 도시녹지의 온도영향에 관한 연구. 청주대학교 석사학위논문, 72쪽.  
 이혜선(2001) 인공위성 영상자료를 이용한 녹지의 도시 온도 저감효과에 관한 연구. 서울시립대학교 석사학위논문, 93쪽.  
 조명희, 이광재, 김운수(2001) 원격탐사자료와 GIS를 활용한 도시 표면온도의 공간적 분포특성에 관한 연구. 한국지리정보학회지 4(1): 57-66.  
 NASA(2002) The Landsat-7 Science Data User's Handbook.