

대도시에 있어 냉섬의 유형별 온도완화효과

- 대구광역시의 사례 연구 -

박인환* · 장갑수* · 김종용* · 박종화** · 서동조***

* 경북대학교 농과대학 조경학과

** 서울대학교 환경대학원 환경조경학과

*** 서울대학교 대학원 협동과정 조경학 박사과정

Effect of Cool Islands on the Thermal Mitigation in Urban Area

- Case Study of Taegu Metropolitan City -

Park, In-Hwan* · Jang, Gab-Sue* · Kim, Jong-Yong* · Park, Chong-Hwa** · Seo, Dong-Jo***

* Dept. of Landscape Architecture, Coll. of Agr., Kyungpook Nat'l Univ.

** Dept. of Landscape Architecture, Graduate School of Environmental Studies, Seoul Nat'l Univ.

*** Interdisciplinary Doctoral Program on Landscape Architecture, Graduate School, Seoul Nat'l Univ.

ABSTRACT

Taegu is notorious as hot and dry summer among Korea cities. One of the most important goals of the open space planning is to ameliorate urban climate of the city. The objective of this research is to evaluate the thermal mitigation effect of the cool islands in Taegu metropolitan city. Cool islands of this paper includes parks and rivers surrounded by or adjacent to urbanized areas.

Based on the analysis of the thermal band of Landsat TM at May 17, 1997, the thermal mitigation effect of open spaces in the city could be summarized as follows:

Kumho river showed the largest mitigation effect in terms of the width of mitigation zone and temperature difference. Evaporation from wide water surface and evapo-transpiration from riparian grass land could bring into results.

Significant mitigation effect of parks covered with forest can be observed. The temperature range of such parks were between 19.05°C and 19.44°C However, the thermal mitigation effect of Dalsung park

and Apsan park was insignificant. The small size and high percentage of hard paving of the former and the relative low density of the residential areas adjacent to the latter could be the main reason.

In conclusion, the thermal mitigation effect in urban open spaces could be detected by the employment of thermal band data of Landsat TM and GIS buffering technique.

Key Words : Cool island, Heat island, Thermal mitigation effect, Remote sensing, Geographic information system(GIS)

I. 서론

도시기온의 상승으로 빚어진 열섬(heat island)은 도시 지표면의 인위적인 변화로 인한 미기후적 변화의 결과이다. 도심과 그 주변에 오염된 대기가 있을 때, 도시열섬은 대기 오염에 영향을 미치고, 국지적으로도 심각한 환경오염의 원인이 되는 것으로 알려져 있어(이현영, 1989), 열섬과 도시의 대기 오염은 매우 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다.

도시열섬 연구는 도심의 기온이 도시주변지역에서 보다 더 높다는 것을 처음 발견한 Luke Howard(1772~1864)를 시작으로 Renou(1815~1902)와 Wilhelm Schmidt(1883~1936)를 거치면서 발달되었고, 동시에 편리하고 효율적인 관측장비가 개발됨에 따라 더욱 왕성한 연구가 행해지게 되었다(이현영, 1989).

도시화 및 도시팽창에 따른 열섬현상에 관한 연구는 도시녹지계획의 수립에 유용한 정보를 제공할 수 있다. 지금까지의 열섬에 관한 연구는 Ehasson(1992), Hope et al.(1992), Lambin et al.(1996), 박인환 등(1999) 그리고 이용식(1990)과 같이 '도시온도유형', '식생의 활력도와 온도와의 관계', '녹지피도와 온도와의 관계', '도시별 열섬현상의 비교분석', 그리고 '토지이용에 따른 열섬 형성의 차이점' 등을 각각 연구하여, 열섬과 녹지의 관계 및 열섬의 지역적 차이를 비교 연구하는 데 주력하였다. 그러나 도시녹지를 활용한 열섬의 저감방안과 열섬 완화 매개체의 해석 및 효과에 대한 연구는 미비한 실정이다.

본 연구는 원격탐사(Remote sensing: RS)와 지리정보시스템(Geographic Information System:

GIS)을 활용하여 도시 내 열섬을 분석하고, 열섬을 완화시키는 매개체인 냉섬(cool island)¹⁾의 유형을 파악한 후, 유형별 온도완화효과를 비교·평가하고자 실시하였다.

II. 연구방법

1. 냉섬의 유형

도시 내 공간의 온도저감에 영향을 미치는 요인들은 매우 많으나, Lambin et al.(1996)에 의하면, 물(Water), 구름(Cloud), 식생(Vegetation) 등을 대표적인 것으로 들 수 있다. 지구의 접지층에 영향을 주는 인자로는 구름을 제외한 물과 식생(植生)이며, 식생은 다시 녹지와 초지로 구별된다. 도시 내 수자원과 식생을 유지하고 있는 곳으로 하천과 호수, 그리고 각종 공원이 이에 해당한다. 본 연구에서는 대구광역시의 대표적인 공원과 하천, 그리고 농업용지를 대상으로 하여, 냉섬의 유형을 세 가지로 분류하여 조사하였다.

1) 녹지-건물군(built-up area) 인접형

도시 내에서 일정규모이상 녹지를 형성하고 있는 앞산공원, 두류공원, 장기공원, 침산공원, 달성공원, 그리고 갈산공원을 대상으로 선정하였다. 한편 수성구 범물·지산등 지역²⁾은 녹지가 환상형(環狀形)으로 둘러져 있어 독특하게 녹지 및 주거지가 인접한 지역이다.

2) 하천-건물군 인접형

대구시내를 관통하는 대표적 하천인 금호강과 신천을 중심으로 하천-주거지 인접형의 대표지점을 선별하

었고, 특히 신천은 상류와 하류의 유량(流量)이 급격한 차이를 보이고 있기 때문에 상류와 하류를 구분하여 하천의 온도완화효과를 분석하였다.

3) 농지-건물군 인접형

대구광역시에 달성군이 편입되면서 경지면적이 189% 증가하였고, 이 지역은 도시근교 원예농업지역으로 육성되고 있다(대구광역시, 1999). 특히, 달성군 옥포면 일대의 시저동, 간경리, 옥계리, 그리고 교항리 등의 지역은 농업지역이 주거밀집지역과 인접하고 있어 주거환경에 대한 농업지역의 온도완화기능을 분석할 수 있는 지역이다.

2. 이론적 배경

1) 로지스틱 회귀모형

'온도완화구간' 설정을 위한 로지스틱함수를 구하는 방법은 다음과 같다.

온도 값에서 최소 값(Min.)을 뺀 값을 N이라 하면 N은 거리에 따라 로지스틱함수의 형태로 증가하므로 개체군생태학(個體群生態學)에서 로지스틱함수를 구하는 방법과 유사하게 구할 수 있다(박종화 등, 1995; 박영임, 1996; 서경주, 1996; 이도원 등, 1997). 냉섬의 경계를 0으로 두고 경계의 안쪽을 -로 바깥쪽을 +로 한 거리(D)에 대해 $\log_e(N/(K-N))$ 값을 일차식으로 회귀분석하면 다음과 같은 직선식이 만들어진다.

$$\log_e \frac{N}{K-N} = a \times D + b \quad (\text{식 1})$$

$$N = T - m$$

여기서 K : 최대 온도변화량

m : 최소 온도값

D : 냉섬으로부터의 거리

T : 온도(°C)

a, b : 회귀식에서 구할 계수

$\log_e \frac{N}{K-N}$ 을 거리에 대해 직선식으로 회귀분석하여 얻은 계수인 a와 b를 이용하였을 때, 온도(T)를 종속변수로 하고 거리(D)를 독립변수로 한 로지스틱함수의 일반형을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T = \frac{N}{1 + e^{-b-a \times D}} + m \quad (\text{식 2})$$

Figure 1은 냉섬에서 식 2를 적용하여 '온도-거리'의 관계를 설명하는 그래프이다. 이 그래프에서 X축은 냉섬 경계로부터의 거리이고, Y축은 온도이다. X축에서 0은 냉섬의 경계이고, +는 냉섬 경계로부터 외부로의 거리이며, -는 냉섬 내부로의 거리를 나타낸다. 냉섬 경계에서 밖으로 멀어질수록 온도는 높아지고, 냉섬 경계에서 안쪽으로 진행할수록 급격히 감소하다가 내·외부의 어느 지점에서 일정 값으로 수렴하는 것을 알 수 있다.

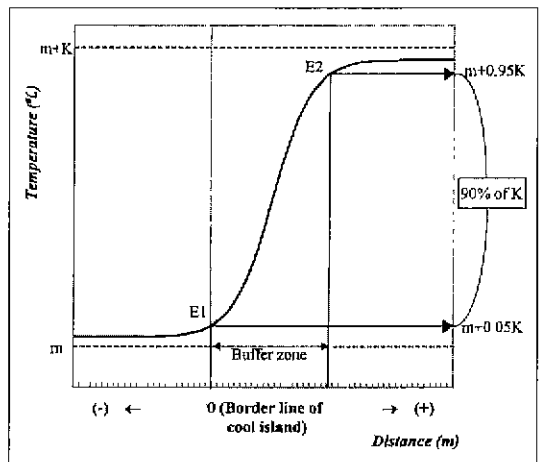


Figure 1. Establishment of buffer zone between heat island and cool island(source: Young-im Park, 1996)

온도 값이 거리에 따라 급격하게 변화하는 지역을 온도완화구간이라 할 때 로지스틱그래프에서 경사가 급격한 부분이 이에 해당한다. 그러나 수학적으로 로지스틱그래프에서 경사가 급격한 부분을 정의하는 것은 다분히 임의적일 수밖에 없다. 로지스틱함수에서 변곡점은 열섬과 냉섬의 중간 지점으로 볼 수 있다(박영임, 1996). 이 변곡점의 위치는 냉섬의 열섬완화 효과를 추정하는 지표로 활용할 수 있다. 로지스틱함수는 변곡점을 중심으로 대칭이므로 변곡점의 온도값은 'm+K/2'가 되는 지점이다.

온도값이 경계로부터 거리가 멀어질수록 무한대로 증가 혹은 감소하는 로지스틱 회귀모형의 특성 상, 온도완화구간의 폭은 전체온도 변화량인 K값에서 비율로 구할 수 있다. 그림 1에서 E1점과 E2점은 온도값이 'm+0.05K'인 지점(E1)과 'm+0.95K'인 지점(E2)이다. 이들은 총 온도변화량(K)의 90%를 차지

하는 부분의 양 끝점이다. 따라서 E1에서부터 E2까지의 온도값의 변화량은 총변화량의 90%를 설명할 수 있고, 각 지점의 X 좌표 값들의 차이를 90%수준의 온도완화구간이라고 규정지을 수 있다.

3. 분석방법

냉섬의 '온도-거리' 관계규명을 위해, 먼저 조사 대상지에 대한 피복분류(landcover classification)를 실시하였다. 정확한 지피분석을 위해서 Landsat TM 1997년 5월 17일 영상(Path/Row: 114/35)³⁾의 영상분류결과와 동일한 자료의 칼라합성영상(true color composite)과 국립지리원에서 제공한 축척 1:20,000의 항공사진을 활용하였다. 영상분류를 통하여 얻은 냉섬과 건물지역 자료를 토대로, 순수한 식생과 건물군, 하천과 건물군, 그리고 농지와 건물군이 접하는 지역들을 확인하여 대상지로 선정하였다. 이때, 냉섬 주변에 파편화된 소규모의 녹지가 형성되어 있는 지역은 측정대상에서 배제시켰다. 각 냉섬 당 측정지점은 최소 8개소에서 최대 11개소로 하였고, 경계선에 직각하도록 측정방향을 잡았다.

동일한 냉섬의 여러 지점에서 측정된 온도값들은 같은 성격의 '온도'변수에 해당하기 때문에, '온도'와 '거리'의 관계를 설정함에 있어, 종속변수인 온도값들에 대하여 다변량으로 분석하기보다는 이들 온도의 평균을 취하여 단순회귀모형으로 유도하는 것이 적절하다고 판단하였다. 실제로 온도값들과 이들을 평균한 온도값과의 상관분석에서도 그 상관계수가 대상이 되는 냉섬 11개소에서 모두 0.9 이상으로 높게 나타났기 때문에 '온도-거리' 관계에 활용된 온도자료를 평균온도값의 대표값으로 적용할 수 있었다. 냉섬에서 거리별 온도값의 관계규명은 로지스틱 회귀분석으로 각각 확인

하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 온도자료 구축

지상관측소인 자동온도측정망(Auto weathering system: AWS)에서 직접 측정된 실측온도와 각 측정지점에 해당하는 Landsat TM5 band6상의 화소값(cell value)을 기준으로 회귀분석을 시행하였다.

본 과정에서 사용되어진 지상관측자료는 Table 1과 같이 1997년 5월 17일 오전 9시에 총 9개소에서 얻어진 값들이고, 측정된 온도와 동일지역의 DN값과의 회귀분석결과는 식 3과 같이 단순선형회귀모형으로 나타났다. 그 결과 산출된 회귀식인

$$y = 10.245x - 62.199(R^2=0.8098) \quad (\text{식 } 3)$$

을 매개로 위성영상의 열밴드 화소값을 실제온도값으로 모두 변환하여 본 연구의 온도자료로 활용하였다.

2. 거리에 따른 각 냉섬의 온도변환모형

측정대상 냉섬으로는 상기한 바와 같이 녹지와 농경지(초지), 그리고 하천이며, 유형별로 얻어진 거리별 평균온도값은 Table 2와 같았다.

Table 2의 평균온도와 거리를 기초로 하여 산출한 각 냉섬의 온도-거리 회귀식은 Table 3과 같았고, 이에 대한 설명력(R²)의 범위는 침산공원의 0.9425 및 신천 하류의 0.9955에서 알 수 있듯이 전반적으로 아주 높게 나타났다.

Table 1. Digital number of TM band 6 and the temperature measured by the Auto-weathering system in Kyungpook Province

Description	Location of AWS	Seogu in Taegu	Hayang	Kyungsan	Gasan	Wegwan	Smryung	Hwabuk	Yungchon	Yungdeok
	Digital Number of band6		149	138	147	131	125	134	135	133
Measured Temperature(°C)		20.5	19.5	20.3	19.1	18.6	19.6	19.2	19	18.7

Table 2. Mean temperature calculated from each spot divided by distance

Distance (m)	Forest							Agncult ural land	Water		
	Apsan park	Duryu park	Jangki park	Chimsan park	Dalsung park	Kalsan park	Susung -gu	Okpo-myun	Kumho river	Sinchun stream Upper Lower	
-180~-120			19.15								
-150~-120		19.15	19.15		20.03						
-120~-90		19.25	19.35	19.05	20.03	19.44	18.96	18.76	18.27		
-90~-60	19.05	19.35	19.44	19.15	20.13	19.44	19.05	18.86	18.27		
-60~-30	19.05	19.44	19.54	19.44	20.22	19.64	19.25	19.25	18.37		
-30~0	19.15	19.93	19.93	19.64	20.32	19.93	19.35	19.54	18.66		
0~30	20.00	20.22	20.47	19.99	20.70	20.58	19.87	20.03	19.54	20.44	19.64
30~60	20.16	20.47	20.81	20.34	20.90	20.79	20.20	20.28	19.88	20.74	20.09
60~90	20.32	20.55	21.15	20.71	21.04	21.18	20.42	20.52	20.32	20.98	20.35
90~120	20.45	20.61	21.35	20.99	21.18	21.31	20.54	20.63	20.86	21.20	20.58
120~150	20.52	20.68	21.52	21.24	21.25	21.31	20.56	20.69	21.15	21.25	20.74
150~180	20.49	20.69	21.54	21.57	21.26	21.31			21.40	21.25	20.91
180~210	20.45	20.71	21.57	21.71	21.26	21.33			21.76		21.07
210~240				21.71	21.21				21.96		21.07
240~270				21.73					22.03		
270~300									22.10		
300~330									22.18		

Table 3. The regression models between temperature and distance in the cool islands

Site	Regression model	R ²
Apsan park	$T = \frac{1.4641}{1 + e^{1.0449-0.0383 \times D}} + 19.0351$	0.9620
Duryu park	$T = \frac{1.5617}{1 + e^{-0.1692-0.0232 \times D}} + 19.1507$	0.9907
Jangki park	$T = \frac{2.4158}{1 + e^{0.1358-0.231 \times D}} + 19.1507$	0.9706
Chimsan park	$T = \frac{2.6745}{1 + e^{0.0906-0.229 \times D}} + 19.0531$	0.9425
Kalsan park	$T = \frac{1.8868}{1 + e^{0.3002-0.0321 \times D}} + 19.4435$	0.9536
Dalsung park	$T = \frac{1.2323}{1 + e^{0.3547-0.0206 \times D}} + 20.0292$	0.9582
Susung-gu	$T = \frac{1.6008}{1 + e^{0.1579-0.0707 \times D}} + 18.9555$	0.9550
Kumho river	$T = \frac{3.9043}{1 + e^{1.6826-0.0187 \times D}} + 18.2722$	0.9769
Sinchun stream(U ^a)	$T = \frac{0.9761}{1 + e^{3.0720-0.0485 \times D}} + 20.2732$	0.9859
Sinchun stream(L ^b)	$T = \frac{1.4319}{1 + e^{1.3185-0.0219 \times D}} + 19.6388$	0.9955
Okpo-myun	$T = \frac{1.9327}{1 + e^{-0.0100-0.0288 \times D}} + 18.7603$	0.9678

T: temperature(°C); D: distance(m). ^a: upper. ^b: lower

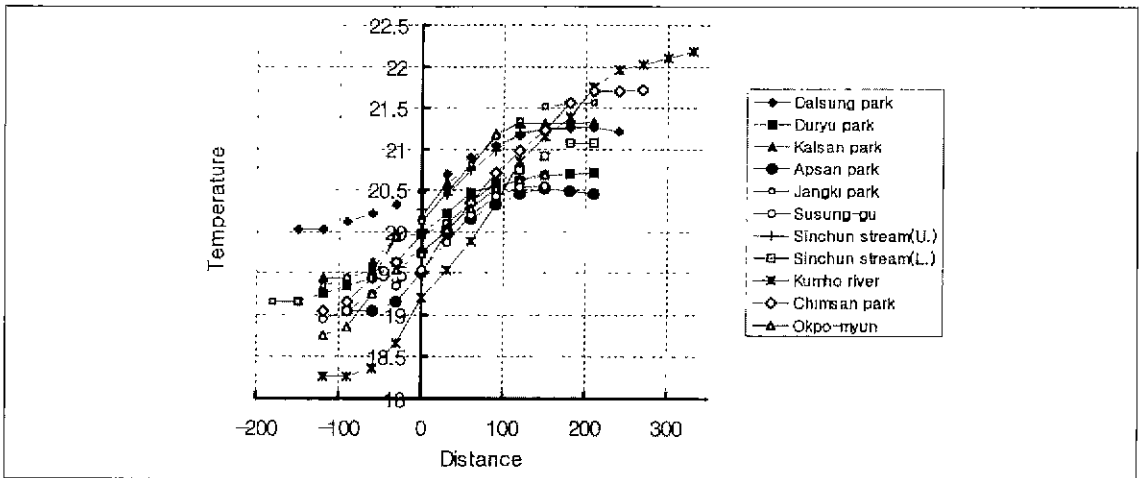


Figure 2. The thermal mitigation effect by the distance in the cool Islands

3. 냉섬의 온도완화효과 평가

1) 냉섬의 강도평가

냉섬은 열섬과 반대로 저온을 형성하고 있다. 즉, Table 2에서 저온을 형성하고 있는 지역은 냉섬의 중심지역이라 할 수 있고, 최저지점의 기온이 낮다는 것은 냉섬의 온도저하 효과가 큰 것을 의미한다.

Table 4의 산출내용으로 미루어 볼 때, 최저지점의 기온이 낮은 곳은 수성구, 금호강, 그리고 옥포면 일대 지역으로 각각 18.96°C · 18.27°C · 18.76°C이다. 수성구의 범물 · 지산동 일대는 냉섬의 강도가 다른 곳보다 높게 나타났는데, 주변에 형성된 환상형 삼림때문인 것으로 추측된다. 금호강은 신천보다 많은 유량(流量)을 확보하고 있고, 고수부지에 넓은 면적의 초지가 형성되어 냉섬의 강도 또한 높게 나타난 것으로 사료된다. 옥포면은 옛 달성군 지역으로서 대구시에 편입된 지 2년 정도밖에 되지 않아 대부분의 주변지역이 아직 농지이고, 개발속도가 느린 이유로 냉섬인 농지의 기온이 전반적으로 낮게 형성된 것으로 판단하였다.

온도 저감효과가 떨어지는 냉섬으로는 달성공원, 신천상류 등이 있다. 달성공원의 녹지면적 및 녹지율은 공원을 둘러싼 사방의 도심지역에서 배출되는 열기를 완화시키기에 크게 부족하기 때문에 판단된다. 신천상류도 마찬가지로 냉매작용을 하는 유지용수의 부족이 주변 주거지역에 나타나는 고온현상을 완화시키기에 상대적으로 미약한 것으로 판단된다. 달성공원과

신천상류의 최저지점의 온도는 각각 20.03°C와 20.27°C이었다.

2) 열섬의 강도분석

냉섬주변 열섬의 강도에 대하여 조사한 결과, 금호강 인근의 3공단지역이 22.18°C로 가장 높게 나타났고, 근린공원인 장기공원 · 침산공원 · 갈산공원 · 달성공원 주변지역과 지방하천인 신천 상 · 하류 주변지역은 21.03~21.73°C의 기온으로 3공단지역 다음으로 고온역인 열섬을 나타냈다. 반면, 앞산과 인접해 있으면서 주거지로서 형성역사가 오래된 대명동과 두류공원 주변의 내당동 일대의 기온은 낮은 편이다. 이는 장기공원과 달성공원 주변의 주거지역이 신도시이거나 도시의 중심지에 형성됨으로써 기온이 높았던 결과와는 대조적이다. 수성구와 옥포면의 경우도 소면적의 주거지역이 대면적의 삼림 및 농경지로 둘러싸여 있어 열섬을 형성하기에는 지역이 협소할 뿐만 아니라 주변 냉섬의 영향까지 받아서 열섬의 강도가 약함을 알 수 있다.

3) 열섬완화효과 평가

(1) 완화온도

냉섬의 열섬완화효과 분석을 위한 열섬과 냉섬 간의 기온차이가 가장 크게 나타난 지역은 금호강과 3공단이 인접한 지역으로 3.90°C 였다(Table 4). 다음으로 침산공원-3공단 인접지역, 장기공원-성서공단 인접지역의 순으로 각각 2.67°C, 2.42°C로 높은 경향을 보인

다.

두류공원-본리·내당동, 갈산공원-성서공단, 수성구 일대, 옥포면 일대는 1.56~1.93°C로 중간정도의 기온 차이를 보이고 있다. 두류공원이 대규모 녹지를 보유하고 있으면서도 침산공원이나 장기공원보다 온도완화효과가 적은 원인은 주변 열섬의 온도가 상대적으로 낮기 때문인 것으로 판단된다.

열섬과 냉섬간의 기온차이가 가장 적은 곳은 앞산공원-대명동, 달성공원 일대, 신천 상·하류지역으로 나타났다. 특히 신천 상류지역은 온도완화 효과가 0.98°C로 가장 적었다. 앞산공원도 두류공원과 유사하게 주변 열섬의 강도가 낮게 형성되어 있어 완화효과가 적은 편이다. 반면, 달성공원과 신천 상·하류는 타지역보다 냉매인 녹지와 수자원의 규모가 적기 때문에 냉섬의 중심지역의 기온이 높게 형성되어 있으므로 완화효과가 낮은 것으로 평가된다.

(2) 완화거리

온도완화거리는 금호강이 314.92m로 가장 길게 나타났다. 금호강에는 풍부한 수원과 함께 주변의 고수부지에 형성된 자연 초지의 강한 증발·증산작용때문에 기온이 하강한다고 생각된. 완화 거리에 있어서도 가장 멀리까지 온도저감효과를 보인 것은 주변 도시생태계와의 온도차이로 인한 대류현상이 강하게 작용하였기 때문에 일어난 결과라고 생각된다. 그 다음으로 신천 하류, 침산공원, 장기공원, 두류공원 순으로 약 250~260m의 완화거리를 보이고 있다. 주변 주거지역의 온

도가 높지 않은 앞산공원은 166.82m로 상당히 짧은 것으로 나타났고, 갈산공원, 수성구, 옥포면, 신천상류, 달성공원의 경우도 그 완화거리가 짧다. 한편, 앞산공원은 다른 근린공원에 비해 녹지면적이 월등히 넓음에도 불구하고 완화효과에는 크게 기여하지 못한 것으로 드러났다. 녹지활력이 전반적으로 높은 앞산의 냉섬 경계 내부 53.67m 지점부터 최저온도지점이 형성되어 있다는 사실을 비추어 볼 때, 최저온도지점이 80~134m정도에 형성되어 있는 다른 근린공원보다도 고온에 대한 가장자리의 완충능(緩衝能)이 높은 것으로 판단된다.

수성구 범물동·지산동 일대 지역과 같이 환상형 녹지가 주거지역을 둘러싸고 있는 지역은 주거지역의 고온에 대한 가장자리의 완충능도 뛰어나며, 또한 주거지역이 녹지에 비해 면적이 적어서 고온의 열섬을 형성하지 못하였기 때문에 최고온도가 20.56°C로 낮게 형성된 주거지역에 대한 온도완화효과는 거리나 온도에 있어 상대적으로 낮았다. 신천상류는 냉매인 수자원이 다른 냉섬들 보다도 적었기 때문에 완화효과가 두드러지게 적었다.

이상에서 본 연구는 1997년 5월 17일의 Landsat TM5의 band6의 공간해상력은 120m 이어서 여타 밴드(band)에 비해서 해상력이 떨어지지만 지리정보시스템의 버퍼링(buffering) 기법을 기반으로 다수의 측정지점을 종합·활용함으로써 대구시 도시공원 및 하천 그리고 농지의 도시기후 완화효과를 효과적으로

Table 4. The peak point, the bottom point and the turning point of the calculated temperature from each cool islands

Site	Description		Center point (Turning point)		The highest temperature point		The Lowest temperature point		Thermal mitigation effect	
	T ^a	D ^b	T	D	T	D	T	D	T	D
Apsan park	19.79	29.74	20.52	113.15	19.05	-53.67	1.46	166.82		
Duryu park	19.93	-7.29	20.71	119.62	19.15	-134.21	1.56	253.83		
Jangki park	20.36	5.88	21.57	133.34	19.15	-121.59	2.42	254.93		
Chmsan park	20.39	47.62	21.73	176.20	19.05	-80.95	2.67	257.15		
Kalsan park	20.39	9.63	21.33	101.36	19.44	-82.09	1.89	183.45		
Dalsung park	20.65	13.33	21.26	124.03	20.03	-97.36	1.23	221.39		
Susung-gu	19.76	5.14	20.56	101.05	18.96	-90.77	1.60	191.82		
Kumho river	20.22	89.98	22.18	247.44	18.27	-67.48	3.90	314.92		
Sinchun stream(U ^c)	20.76	63.36	21.25	124.07	20.27	2.65	0.98	121.42		
Sinchun stream(L ^d)	20.35	60.08	21.07	194.53	19.64	-74.37	1.43	268.90		
Okpo-myun	19.73	-0.60	20.69	109.27	18.76	-110.46	1.93	219.73		

^a temperature(°C); ^b distance(m); ^c upper; ^d lower

분석할 수 있었다. 대상도시의 지상 실측평균기온이 19.4°C에서도 도시녹지의 냉섬효과를 관측할 수 있기 때문에 여름철의 고온하에서는 완화효과를 더욱 확실하게 관측할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 대도시의 열섬현상의 실측자료를 구축하기 위한 집약적 현장 조사가 용이하지 않은 점을 감안하면 위성영상을 이용한 도시녹지의 미기후 완화효과에 대한 지속적인 응용 연구가 필요할 것으로 사료된다.

IV. 결론

대구광역시의 냉섬(Cool islands) 중, 물·식생을 적정규모로 포함하고 있는 공원 및 하천을 중심으로 주변 도시생태계에 미치는 온도완화효과를 평가한 결과는 다음과 같다.

첫째, 금호강은 온도완화 거리 및 온도 차이의 측면에서 대구의 열섬효과를 저감시키는 가장 큰 냉섬이었다.

둘째, 녹지의 경우, 녹지규모가 작은 달성공원을 제외한 대부분의 도시공원이 19.05°C~19.44°C의 저온을 보이고 있는 반면, 도시자연공원인 앞산공원은 다른 근린공원에 비해 녹지면적이 월등히 많음에도 불구하고 완화효과는 크지 않았다. 그러나 앞산의 녹지활력이 전반적으로 높아 냉섬 경계의 내부 53.67m 지점부터 최저온도지점이 형성되는 사실을 비추어 볼 때, 최저온도 지점이 80~134m 정도에 형성되어 있는 다른 근린공원보다도 고온에 대한 가장자리의 완충능이 높음을 알 수 있었다.

셋째, 수성구 범물동·지산동 일대와 같이 녹지가 주거지역을 환상형으로 둘러싸고 있는 지역은 고온역인 주거지에 대한 가장자리의 완충능은 우수하지만, 녹지에 비해 소면적이어서 최고온도가 20.56°C로 낮게 형성된 주거지역에 대한 온도완화효과는 거리, 온도에 있어 상대적으로 낮다. 신천상류는 냉매인 수자원이 다른 냉섬들보다 적은 규모이기 때문에 완화효과가 미미하였다.

주1 냉섬에 대한 정의는 미국기후학회(AMS: American Meteorological Society)의 1998년 학술발표대회에서 발표된 Takehiko Mikami의 Preceeding에서 그 의미를 구할 수 있는데, 'Cool island' 혹은 'Low-temperature area'로 명명하고 있었다. '저온역'으로 해석되는 'Low-temperature area'는 그 해석의 범위에 따라 도시지역 내

의 온도가 낮은 구역도 포함이 되는 관계로 제외하였고, 본 연구에서는 정립된 용어가 없기 때문에 열섬에서 '寒'의 반대되는 개념으로 '暑'를 적용한 '냉섬'으로 명명하였다.

주2. 이하 '수성구'로 명명함.

주3. 한국 환경정책·평가연구원(KEI) 제공

인용문헌

1. 김규현 외(1998) 산림의 온실가스 저감방안 임업연구원.
2. 농업협동조합(1991) 자연환경보전과 농업. pp. 9-12.
3. 대구광역시(1999) 시정백서, pp. 525-528.
4. 박인환, 장갑수, 김종용(1999) 추이대를 중심으로 한 경상북도 3개도시의 열섬평가. 환경영향평가. 8(2): 73-82.
5. 박영립(1996) 인공위성영상자료를 이용한 북한산국립공원 전이시대 식생 분석, 서울대 환경대학원 석사논문.
6. 박종화, 명수정, 박영립(1995) A study on the application of GIS and remote sensing technologies for the detector of the ecotone of Mt. Pukhansan National Park of Seoul, Korea. International Symposium on Remote Sensing 발표문(1995년 10월 19일).
7. 서경주(1996) 식생지수를 이용한 설악산 국립공원내 인간 활동이 식생에 미치는 영향 분석. 서울대 환경대학원 석사논문.
8. 이도원, 박은진, 송동하(1997) 떠도는 생태학. 민음사 서울.
9. 이용식(1990) 도시열섬 분석에 있어서 원격탐사기법의 적용에 관한 연구. 서울대 환경대학원 석사논문.
10. 이현명(1989) 도시기후학 대광문화사 서울. p. 99.
11. 정재춘(1993) 기초생태학. 동화기술. 서울.
12. Elhasson, I.(1992) Infrared thermography and urban temperature patterns. Int. J. Remote Sensing 13(5): 869-879.
13. Gallo, K. P., A. L. McNab, J. F. Brown, J. J. Hood and J. D. Tarpley(1993) The use of a vegetation index for assessment of the urban heat island effect. Int. J. Remote Sensing 14(11): 2223-2230.
14. Hope, A. S. and T. P. McDowell(1992) The relationship between surface temperature and a spectral vegetation index of a tallgrass prairie. effects of burning and other landscape controls. Int. J. Remote Sensing 13(15) 2849-2863.
15. Lambin, E. F. and D. Ehrlich(1996) The surface temperature-vegetation index space for land cover and land-cover change analysis. Int. J. Remote Sensing 17(3): 463-487.
16. Takehiko M., T. Hamada, H. Kirihara and M. Ushiyama (1998) Cool island phenomena in a large green park in Tokyo, American Meteorological Society(Preceeding)