

## 도시열섬현상 완화를 위한 녹지네트워크 및 바람길 구축\*

차재규<sup>1\*</sup> · 정응호<sup>1</sup> · 류지원<sup>1</sup> · 김대욱<sup>1</sup>

### Constructing a Green Network and Wind Corridor to Alleviate the Urban Heat-Island\*

Jae-Gyu CHA<sup>1\*</sup> · Eung-Ho JUNG<sup>1</sup> · Ji-Won RYU<sup>1</sup> · Dae-Wuk KIM<sup>1</sup>

#### 요 약

현대의 도시는 살아있는 생명체처럼 매일 변화를 거듭하고 있다. 이전과 달리 집중된 공간에서 짧은 시간동안 일어난 공간의 변화는 도시환경을 악화시켜 환경문제를 유발하였다. 특히 지표면 및 토지이용의 변화 등으로 발생된 도시열섬현상은 도시민의 건강과 경제적인 손실 등 사회문제로 대두되고 있다. 이러한 도시열섬현상을 해결하기 위한 도시계획적 접근방법의 하나가 녹지네트워크의 도입이다. 본 연구에서는 대구광역시 중구와 남구를 사례대상지로 선정하여 도시열섬현상 분석, 토지피복분류, 녹지네트워크 연계가능성 분석, 바람길 분석을 통하여 녹지네트워크 구축을 제안하였다. 연구결과 남쪽의 앞산 및 산지지역을 녹지네트워크의 핵, 두류공원 및 달성공원 등 남구 2개 지역과 중구의 6개 지역의 근린공원을 거점으로 하고 학교부지와 공원시설 등을 포함하는 지역을 거점 가능지역으로 설정하여 대상지역의 광역 및 세부 그린네트워크 구축을 제안하였다. 특히 앞산과 연결되는 캠프위커는 핵과 연결되고 있는 거점지역으로서 향후 미군부대 이전 후에 반드시 보전되어야 할 지역으로서 판단된다. 또한 녹지네트워크를 통해 바람길을 확보하기 위하여 중구의 수성교 인근과 남구의 캠프위커지역을 바람통로확보지구를 설정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

주요어 : 도시열섬현상, 녹지네트워크, 바람길, 표면온도, 토지피복

#### ABSTRACT

Like other organic beings, modern cities change every day. Unlike in the past, changes of space which have been taking place in concentrated spaces during short periods of time have worsened the environment of cities creating environmental problems. In particular, the urban heat-island phenomenon, which is caused by changes in using the earth's surface, has emerged as a key social issue along with health problems and economic difficulties. The Green Network has been introduced as an urban planning approach to solve the urban heat-island phenomenon.

\* 본연구는 한국과학재단의 연구비 지원(웹기반 바람정보시스템 구축, R01-2006-000-10543-0)에 의해 수행되었음.

2007년 1월 12일 접수 Received on January 12, 2007 / 2007년 2월 5일 심사완료 Accepted on February 5, 2007

1 계명대학교 환경계획학과 Dept. of Environmental Planning, Keimyung University

※ 연락처 E-mail : top4mir@naver.com

This study suggests constructing a Green Network through analyzing the urban heat island phenomenon, land cover classification, and linkage possibility with the Green Network and wind corridors by researching Jung-Gu, and Nam-Gu in Daegu Metropolitan City. In conclusion, this study presented the construction of a broad and detailed Green Network of object areas by assigning Apsan to the southern area and mountain area as the core, two areas of Nam-Gu and six areas of Jung-Gu such as Duryu Park and, Dalsung Park as footholds and other school land and park facility areas as footholds-to-be areas. In particular, Camp Walker, which is connected with Apsan, is not only a foothold but connected to the core, is necessary to preserve after being transferred from the U.S. Army. In addition, assigning the Susung Bridge area of Jung-Gu and the Camp Walker area of Nam-Gu as the wind corridor areas is recommended.

*KEYWORDS* : Urban Heat-Island, Green Network, Wind Corridor, Surface Temperature, Land Cover

## 서론

현대의 도시는 살아있는 생명체처럼 매일 조금씩 변화를 거듭하면서 모습을 바꾸어가고 있다. 이러한 변화는 이전의 농경사회처럼 주변 환경에 순응하며 분산된 공간에서 저밀도로 서서히 수십 년에 걸쳐서 이루어진 정적인 변화가 아니라 좀 더 생산적이고 효율적이며 도시민들을 편하게 하기 위해서 집중된 공간에 짧은 시간동안 동시다발적으로 동적인 변화가 발생하기 때문에 환경에 압력을 가하여 도시환경을 악화시키는 결과를 초래하였다.

이러한 급속한 환경의 변화는 공간의 규모가 작을 때에는 크게 문제가 될 것이 없었으나 인구가 도시로 집중되고 산업화가 진행되면서 도시의 규모가 나날이 커지고 있는 현대에서는 변화의 공간이 점차 확대되고 조밀해지면서 환경문제가 발생하기 시작하였다(김수봉 등, 2006).

이러한 도시의 환경문제 중에서도 특히 지표면의 변화 및 토지이용의 변화를 포함하여 도시화로 인해 나타난 도시만의 여러 가지 요소들의 변화로 인해서 발생된 도시열섬현상은 도시의 중심부 기온을 상승시켜 도시민의 건강과 경제적인 손실 등 사회문제로 대두되고 있다.

과거보다 모든 분야에서 생산적이고 효율적이기 위하여 산업화·도시화·인구증가가 진행되어 도시환경문제를 비롯한 도시열섬현상은 이전보다 많은 지역에서 반복되어 나타나고 있는 실정이다.

이러한 대도시의 환경 분석은 공간규모가 거대하여 최근에는 원격탐사를 많이 활용하고 있으며 특히 도시열섬에 관련하여서는 박경훈과 정성관(1999)이 광역적 녹지계획 수립을 위해서 위성영상을 통하여 열섬현황 및 식생지수를 분석하였으며, 조명희 등(2001)은 도시 표면온도 및 공간적 분포특성에 따른 지표온도를 분석하였다. 그리고 권영아(2002)는 서울시를 대상으로 도심의 녹지가 주변 기온에 미치는 영향을 위성영상을 통해 분석하였으며 김기호 등(2004)은 대구광역시 달서구를 대상으로 도시열섬현상을 줄이기 위해 그린네트워크 도입에 관한 연구를 원격탐사기법을 통하여 분석하였다. 이처럼 원격탐사기법을 이용한 표면온도의 추출은 광역적인 도시규모에서의 열섬분포현황을 신속하게 분석할 수 있을 뿐만 아니라, 지표면의 구성요소에 따른 온도분포의 관련성을 분석하여 녹지의 열섬완화효과를 정량적으로 제시할 수 있게 되었다(Gallo et al, 1993).

국내의 대도시 중에서도 대구지역은 여름철 기온이 다른 지역에 비해 다소 높은 것으로 나타나며 기상관측 이래 낮 최고기온(1942년 8월 1일 40.0℃)을 보유한 지역으로서 매년 여름철 기온과 열대야현상 및 도시열섬현상 등이 사회적인 문제로 대두될 때 빠지지 않는 지역이다.

최근 대구시는 도시열섬현상을 해소하고 친환경적인 도시환경을 조성하여 도시민들의 건강과 경제적인 문제 등 사회적인 문제들을 해결하기 위하여 1995년부터 현재까지 시가지 곳곳에 1천만그루의 나무를 식재하였고 97년부터 도시의 남북을 통과하는 신천에 유지수를 확보하였다. 이러한 도시녹화사업과 수경시설확충사업 등의 노력들은 향후 대구시가 전국에서 제일 무더운 도시에서 벗어날 수 있는 기반을 구축하였다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 대구시의 도시열섬현상을 완화시키기 위하여 기존의 도시녹화사업과 수경시설확충사업을 바탕으로 도시계획적인 접근방법의 하나인 그린네트워크 및 블루네트워크를 구축하여 도시에 산재하는 비오톱(녹지공간과 수공간)에서 얻을 수 있는 여러 가지 순기능 중에서도 온도저감효과(성현찬 등, 1996)를 통하여 여름철 도시의 기온을 하강시키고 친환경적인 도시환경이 조성될 수 있도록 도시열섬현황 및 각종 도시 속성에 대해서 알아보고 그 연계가능성을 분석하며 지표면의 상태를 반영한 바람길을 분석하여 현상태를 고려한 녹지네트워크 구축을 제안하는 것에 목적이 있다.

## 연구방법

### 1. 연구대상지 선정

연구대상지는 대구광역시의 중심에 위치하여 도시열섬현상이 매우 높게 나타날 것으로 예상되는 중구지역과 중구와 인접하면서 도시

외곽지의 자연녹지 및 하천을 연결시켜 도시 중심부를 연결하는 녹지네트워크를 구축할 수 있는 남구지역을 포함하였다. 그리고 녹지네트워크의 효율을 높이기 위하여 중구와 남구의 경계와 인접한 주변의 하천(신천)과 핵심녹지지역(앞산공원, 두류공원)을 연결할 수 있도록 가로 7km, 세로 9km의 장방형의 구역계를 설정하여 연구대상지로 선정하였다.

### 2. 연구방법

본 연구에서는 연구대상지의 도시열섬현상을 완화하기 위한 녹지네트워크를 구축하기 위하여 도시열섬현황을 알아보고 토지피복과의 상관관계를 규명하였으며 광역 및 세부적인 녹지네트워크 연계가능성을 분석하고 바람길 시뮬레이션을 수행하였다.

도시열섬현황을 분석하기 위하여 연구대상지를 포함하는 2004년 8월 8일 Landsat 5 TM 위성영상(Path/row:114/35)과 1:5,000, 1:25,000의 수치지도를 PG-STEAMER 3.0과 ArcGIS 9.1 및 AutoCAD 2005 프로그램을 이용하여 지표면 온도를 추출하여 대구도심지역과 연구대상지의 도시열섬현상에 대해서 조사·분석하였으며 분석된 온도를 5단계 10분류로 가중치를 부여하여서 토지피복과 비교할 수 있는 10×10m의 630,000개 그리드파일을 생성하였다.

현장조사와 연구대상지의 수치지도, 위성영상자료 및 환경부의 중분류 토지피복분류도를 참고하여 AutoCAD 2005 및 ArcGIS 9.1 프로그램을 사용하여 토지피복분류를 수행하여 도시열섬현황과 비교할 수 있는 10×10m의 630,000개 그리드파일을 생성하였다.

분류된 토지피복과 도시열섬현상의 상관관계를 분석하기 위하여 SPSS 12.0 프로그램을 사용하여 토지피복에 따른 가중치를 검증하였다.

분석된 연구대상지의 현황을 바탕으로 온도

역에 따른 광역적인 네트워크 연계 가능성에 대해서 분석하였고 대상지 중에서 중구와 남구를 포함하는 1×1km의 41개의 그리드를 생성하여 세부적인 네트워크 연계 가능성을 분석하였다.

연구대상지의 찬바람생성 및 바람길(바람유동)에 대해서 알아보기 위해 선행된 10×10m의 630,000개의 토지피복분류 및 지형자료를 속성자료로 하여 독일기상청에서 개발한 KLAM\_21 모델을 통하여 시뮬레이션을 수행하였다.

## 분석 및 고찰

### 1. 도시열섬현황 분석

지구상의 절대온도 0°K 이상의 모든 물체는 일정 온도에 상응하는 열에너지를 전자파의 형태로 방사하기 때문에 대상물로부터 방사되는 전자파를 측정하여 온도에 대한 정보를 얻을 수 있는데, 위성영상자료를 이용한 온도추출은 지표면에서 나오는 열적외선을 근거로 하기 때문에 지표면의 일정거리 위에서 측정된 기온과는 약간의 차이가 있을 수 있다. 따라서 지표면의 정확한 온도 측정에 이용되기 보다는 대상지의 표면온도에 대한 상대적인 비교와 도시화된 지역의 열섬 분포패턴 및 강도의 특성을 분석하기 위해서 주로 이용되고 있다.

본 연구에서도 대상지의 표면온도의 상대적인 비교와 도시열섬현상의 현황을 알아보기 위하여 Landsat 5 TM 영상자료를 사용하였다.

Landsat 5 TM 영상자료의 경우 기존의 학자들에 의해 Band 6의 수치값(DN; Digital Number)을 이용하여 지표면 온도를 구할 수 있는 변환식들이 개발되어 있다.

한국과학기술원에서는 위성영상에서 지표온도를 추출하는 4가지 모델을 제시하고 있으며 식은 다음과 같다(권영아, 2002).

i. Two-point linear model

$$\text{온도}(^{\circ}\text{K}) = 203.2 + 0.541176 \times \text{TM6}$$

ii. Linear regression model

$$\text{온도}(^{\circ}\text{K}) = 219.97218 + 0.525959 \times \text{TM6}$$

iii. Quadratic regression model

$$\text{온도}(^{\circ}\text{K}) = 209.830966 + 0.834313 \times \text{TM6} - 0.001372 \times \text{TM6}^2$$

iv. Cubic regression model

$$\text{온도}(^{\circ}\text{K}) = 206.127 + 1.054 \times \text{TM6} - 0.003714 \times \text{TM6}^2 + 6.60655 \times 10^{-6} \times \text{TM6}^3$$

위에서 제시한 4개의 식을 통하여 얻어지는 온도는 절대온도이기 때문에, 이를 섭씨온도로 환산하기 위해서 273.15도를 감하여야 섭씨온도를 얻을 수 있다.

$$\text{섭씨온도}(^{\circ}\text{C}) = \text{절대온도}(^{\circ}\text{K}) - 273.15$$

기존의 지표온도 관련 연구에 의하면 Landsat 5 TM band6을 이용하여 지표온도를 추출한 위의 4가지 모델 중에서 봄과 가을에는 Quadratic regression model, 여름에는 Linear regression model이 그리고 겨울에는 cubic regression model이 가장 상관성이 높은 것으로 나타났다(조명희 등, 2001).

따라서 본 연구에서는 여름철의 도시열섬현상을 규명하고자 두 번째 식인 Linear regression model을 이용하여 대상지역의 Landsat 5 TM 위성영상자료(Path/row : 114/35 2004.8.8)를 이용하여 PG-Steamer 위성영상분석프로그램 및 ArcGIS 9.1을 활용하여 도시열섬현상을 분석하였다. 우선 분석 전과정으로 위성영상의 처리를 위해 중부원점의 1:25000 수치지도를 기준으로 위성영상의 영상을 왜곡현상을 보정하기 위해 지상기준점을 이용하여 기하보정을 실시하였다.

보정된 영상을 사용하여 대구시의 열섬현황을 파악하기 위해 도심에 포함하는 14km×16km의 경계망의 온도분포도를 작성하였다.

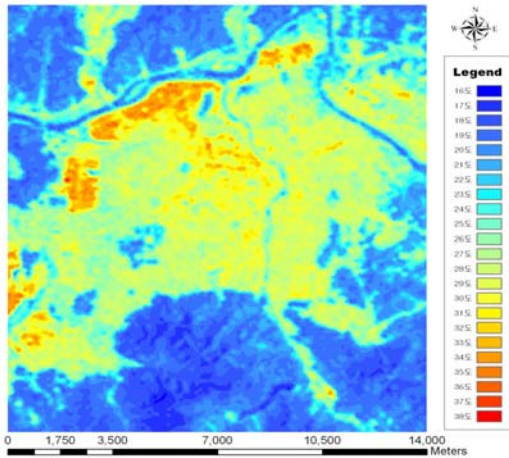


FIGURE 1. 대구광역시 온도분포도(14km×16km)

그림 1에서 나타나듯이 대구시의 공업지역인 북구의 3공단, 서구의 서대구공단, 달서구의 성서공단 등이 지표면온도가 매우 높은 것으로 분석되었으며 상업시설과 업무시설이 집중되어 있는 중구지역 일대가 다른 지역에 비해 높은 것으로 나타나고 있다. 산지와 도심에 산재하고 있는 근린공원 및 학교지역 그리고 동쪽에서 서쪽으로 도시의 외곽을 통과하는 금호강과 남쪽에서 북쪽으로 도시를 통과하는 신천을 포함하는 하천지역들이 다른 지역에 비해 상대적으로 낮은 것으로 나타나고 있다.

위성영상에서 추출된 온도를 대구기상대와 남구 AWS(자동기상관측기)와 서구 AWS(자동기상관측기)의 실측온도와 비교를 수행하였다.

기상청에서 제공하는 각 지점별 2004년 8월 8일 오전 11시 측정온도와 위치를 이용하여 TM(Transverse Mercator)좌표를 생성하여 위성영상의 지점과 비교하였다.

TABLE 1. 지표온도와 실측온도의 비교

	대구기상대 (143)	남구(845)	서구(846)
지표온도	28.4°C	28.4°C	33.0°C
실측온도	32.2°C	32.5°C	32.7°C

표 1에서 나타나듯이 서구지역은 거의 일치하나 대구기상대와 남구지역은 약 4도의 차이를 나타내고 있으며 위성영상이 실측온도보다 다소 낮게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 지표온도를 측정하는 위성영상과는 달리 주변의 환경(풍속, 습도, 지표면의 상태, 인공열의 발생 등)에 따라서 변수가 발생할 수 있는 실측온도와 차이와 위성영상의 제한적인 해상도에서 비롯되는 평균적인 온도 값의 차이라고 예상된다.

기존의 도시열섬현상의 연구에서는 실측온도(AWS)와 위성영상의 지표온도를 회귀분석하여 설명력이 높은 회귀방정식으로 온도를 구하는 사례가 있었으나 본 연구대상지인 대구지역에서는 AWS장비가 구별로 운영되지 않으며 특히 연구대상지에는 남구에만 측정을 하고 있는 상태라서 실측온도와 비교하여 회귀분석을 실시하기에는 데이터가 충분하지 않으며 온도를 추정하는 것은 의미가 낮은 것으로 생각된다.

앞에서 실측온도와 비교한 결과 위성영상에서 추출한 지표온도와 실측온도는 다소 차이를 보이고 있는 것으로 나타났으나 본 연구에서는 광역적인 대상지의 토지피복별 지역 간의 상대적인 온도를 비교하기 위하여 위성영상을 통하여 지표온도를 추출하였다. 따라서 Landsat 5 TM으로부터 추출된 온도를 등간격으로 초고온역, 고온역, 중온역, 저온역, 초저온역 5단계의 영역으로 분류하였으며 좀 더 세밀한 분석을 위하여 각 온도구역을 두 개의 가중치로 나누어 10분류로 된 그리드 파일을 생성하였다.

TABLE 2. 지표면 온도의 가중치 적용

온도역	초고온역	고온역	중온역	저온역	초저온역					
단계	5	4	3	2	1					
가중치	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

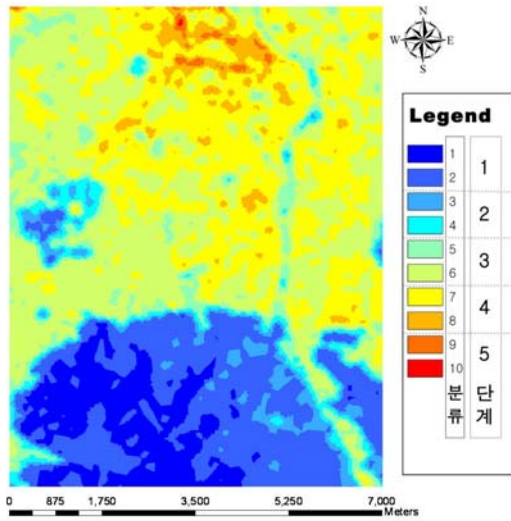


FIGURE 2. 도시열섬현황분석도

그림 2는 연구대상지의 온도현황으로서 중구가 남구에 비해 온도가 높은 고온지역이 많이 나타나고 있으며 달성공원과 두류공원을 포함한 근린공원 및 녹지 및 신천지역과 남쪽의 앞산공원을 포함한 산지가 상대적으로 매우 낮게 나타났다.

2. 토지피복분류

2.1 토지피복분류

본 연구에서는 토지피복 상태에 따라서 도시열섬현상(온도)에 미치는 영향을 알아보기 위하여 환경부의 토지피복분류도(중분류)를 참고하여 대상지의 온도에 미치는 영향을 고려한 토지피복분류를 수행하였다.

대상지의 환경부 토지피복분류(중분류)에서

는 230(하우스재배지), 420(골프장), 520(연안습지), 610(채광지역), 720(해양수)를 제외한 18개 분류를 포함하고 있었다. 본 연구에서는 온도별로 9가지로 토지피복을 재분류하였다.

재분류한 대상지의 피복분류에서는 도시열섬현상이 주로 나타나는 시가화건조지역 항목에서 공업지역, 상업지역, 교통지역을 그대로 사용하였으며 주거지역은 낮은 건폐율을 가지는 고층주거지역을 따로 분리하였다. 따로 분리된 고층주거지역은 공원 및 학교 등 공공시설물의 건축지역으로서 나타나는 건폐율이 낮은 공공시설지역과 함께 고층주거지역 및 공공시설지역으로 분류하였다. 농업지역은 대상지에서 면적이 크지 않고 도시열섬에 미치는 영향이 비슷한 것으로 나타나서 대분류인 농업지역을 그대로 사용하였다. 산림지역에서는 활엽수, 침엽수, 혼효림으로 구분되어 있으나 온도와 증침시켜 본 결과 특정 수림대가 낮게 나타나지 않으며 수림대의 면적과 위치에 의해 다소 온도차이가 있는 것으로 파악되어 산림지역을 산지 및 도시숲으로 분류하였다. 내륙수와 내륙습지를 포함하는 신천지역을 수역으로 분리하였으며 캠프워커의 골프장과 공원의 시설지역 등을 포함하는 위락시설지역과 캠프워커 및 헨리의 일부지역과 공원지역의 학교지역 일부에 산재하고 있는 기타초지 그리고 학교운동장과 신천변을 주로 포함하는 기타나지를 하나로 분류하였다.

재분류된 항목에 온도에 미치는 영향을 고려하여 온도를 저감하는 요소일수록 번호가 낮고 온도를 상승시키는 요소일수록 높은 번호의 가중치를 부여하였다.

TABLE 3. 토지피복분류 항목별 가중치

1	2	3	4	5	6	7	8	9
산지 및 도시숲	농업지역 및 자연초지	수역	위락시설 지역 기타초지 기타나지	아파트 및 공공시설지역	교통 지역	주거 지역	상업 지역	공업 지역



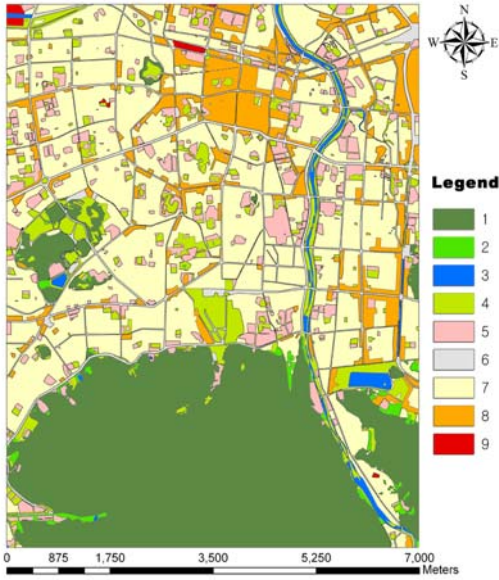


FIGURE 3. 연구대상지 토지피복분류도

2.2. 토지피복분류와 온도의 상관관계 분석

앞에서 온도에 영향을 미치는 정도에 의해 설정한 토지피복분류의 가중치를 검증하기 위해 도시열섬현황도와 상관관계 분석을 수행하였다. 토지피복도와 도시열섬현황도를 각각 다른 공간해상도를 가지나 상호간의 비교를 공간적으로 정확하게 하기 위하여 10×10m의 공간해상도로 통일하기 위해 630,000개의 셀을 가지는 래스터 파일로 변환하여 SPSS 12.0 통계분석프로그램을 이용하여 상관관계 분석을 수행하였다.

TABLE 4. 토지피복과 온도의 상관계수

	통 계 량	TEMP	LANDCOVER
TEMP	Pearson 상관계수	1	.898(**)
	유의확률 (양쪽)		.000
	N	630,000	630,000
LAND COVER	Pearson 상관계수	.898(**)	1
	유의확률 (양쪽)	.000	
	N	630,000	630,000

\*\* 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

630,000개의 사례의 상관관계를 분석한 결과 상관계수가 양쪽에서 0.898로 나타났으며 이 결과는 토지피복의 가중치가 올라갈수록 온도의 가중치도 올라가는 양의 정적인 상관관계가 높게 나타난 것으로 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서 설정한 온도에 영향을 미치는 토지피복분류는 가중치가 높아질수록 온도를 증가시키는 요소라고 볼 수 있을 것이다.

3. 녹지네트워크 연계가능성 분석

대상지의 네트워크를 제안하기 전에 광역적 연계 가능성과 세부적 연계 가능성을 분석하기 위해서 7×9km의 연구대상지 가운데 중구와 남구의 법정동을 중심으로 온도비교와 토지피복의 상태를 고려하여 네트워크 연계 가능성 분석을 수행하려고 하였으나 법정동 간의 면적차이로 인하여 동일한 비교분석이 용이하지 않아서 중구 및 남구의 경계를 포함하는 1×1km 크기의 41개 격자를 생성하여 분석하였다.

대상지 중에서 중구와 남구의 광역적인 녹지 네트워크를 제안하기 위해서 연계 가능성 분석을 수행하였다. 우선 41개의 격자에 온도 가중치를 적용하여 고온지역과 중온지역 저온지역으로 분류하였다.



FIGURE 4. 41개 구역의 온도구분

41개의 셀에서 나온 온도 가중치 결과를 등간격으로 고온역, 중온역, 저온역의 3단계로 구분하여 ArcGIS 9.1에서 도면화하여서 살펴본 결과 중구지역의 거의 대부분 즉 도시중심부가 고온역을 차지하고 있는 것으로 나타났으며 중심부에 위치하고 있으나 달성공원과 신천이 위치한 지역과 남쪽의 앞산공원과 인접한 지역은 중온역으로 나타났으며 두류공원 지역과 앞산지역은 저온역으로 나타나고 있다. 이러한 형태는 전형적인 도시열섬현상의 형태를 나타나고 있는 것으로 보인다. 부분적으로 온도가 높거나 낮은 지역이 있으나 평균적으로 도시 중심에 위치할수록 온도가 높게 형성되는 것을 알 수 있다. 특히 도시중심에 위치하면서도 도시하천(신천)이 위치하고 있는 지역과 일정규모 이상의 녹지 및 공원이 위치하고 있는 지역들이 상대적으로 온도가 낮게 나타나고 있음을 알 수 있다.

전체적으로 대상지를 살펴 볼 때 우선 남쪽의 위치하고 있는 앞산지역은 연구 대상지 네트워크를 구축할 때 핵심지구로서 앞산순환도로로 인해 단절된 부분이 많지만 캠프 워커가 위치하고 있는 지역을 중심으로 도로축과 하천축을 이용하여 도심의 방향(북쪽) 통로지구를 이용하여 거점지구들과 연계하여 남북방향의 네트워크를 구축할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 두류공원에서 캠프워커와 대명제2공원을 관통하여 캠프헨리(대봉공원)와 신천으로 이어지는 남구의 동서방향의 네트워크와 달성공원에서 중구의 근린공원을 연결하여 신천으로 이어지는 중구의 동서방향의 네트워크를 구축할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 4. 바람길 분석

본 연구에서는 도시열섬현상을 완화하기 위한 방법의 하나로 녹지네트워크 구축에 중점을 두고 진행하였다. 이러한 녹지네트워크는 단순한 녹지 및 수공간의 연결만이 아니라 그

것들의 연속성으로 인해 바람의 통로가 되는 지역으로서 도시열섬현상의 완화, 대기오염물질의 확산 등의 효과를 더하여 얻을 수 있다.

따라서 녹지네트워크 계획시 바람길에 대한 고려도 함께 하여야 할 것으로 판단되므로 대상지 공간특성을 반영한 찬바람생성 및 바람길의 분석을 수행하였다.

바람길 분석은 지형적인 특성을 반영하여 찬바람의 생성 및 유동에 대해서 시뮬레이션을 수행할 수 있는 독일기상청에서 개발한 KLAM\_21 모델을 사용하였으며 이용한 속성값은 앞에서 분류한 토지피복자료와 대상지의 지형자료를 가공하여 적용하였다.

KLAM\_21 모델에 적용된 토지피복분류는 9분류로서 고밀주거지(1), 저밀주거지(2), 숲(3), 도시화지역(4), 공업지역(5), 공원지역(6), 비포장토지(7), 포장토지(8), 수역(9)으로 분류되며 토지피복분류에 의해 지정된 평균적인 건물의 높이, 밀도 등이 결정되며 사용된 지형자료는 대상지의 1:25000수치지도를 가공하여 생성된 대상지의 고도 값을 사용하였다.

기본 설정 값으로 그리드 간격을 10m로 하여 700×900 간격으로 작성하여 앞에서 분석된 도시열섬현황 및 토지피복분류와 같은 간격을 설정하였으며 지상에서 5m 높이를 기준으로 모델을 적용하였으며 본 모델은 찬바람이 생성이 가장 활발하게 일어나는 20시부터 다음날 새벽 06시까지의 시간을 기준으로 수행되었다. 시뮬레이션에서 나타난 결과를 종합해보면 앞산의 캠프워커 배후지역과 송현배수지 인근지역 및 가창골 입구(과동)지역에서 바람의 유동이 매우 높은 곳으로 나타났으며 신천 지역에서는 수성교 부근이 도심으로 바람을 도입하기에 적합한 곳으로 나타났다.

그러므로 녹지네트워크 구축시 캠프워커 배후지역과 수성교 인근지역을 고려하여 연계성을 높이면 향후 앞산 일대에서 생성된 찬바람이 도심으로 유입되는 것에 도움이 될 것으로 판단된다.



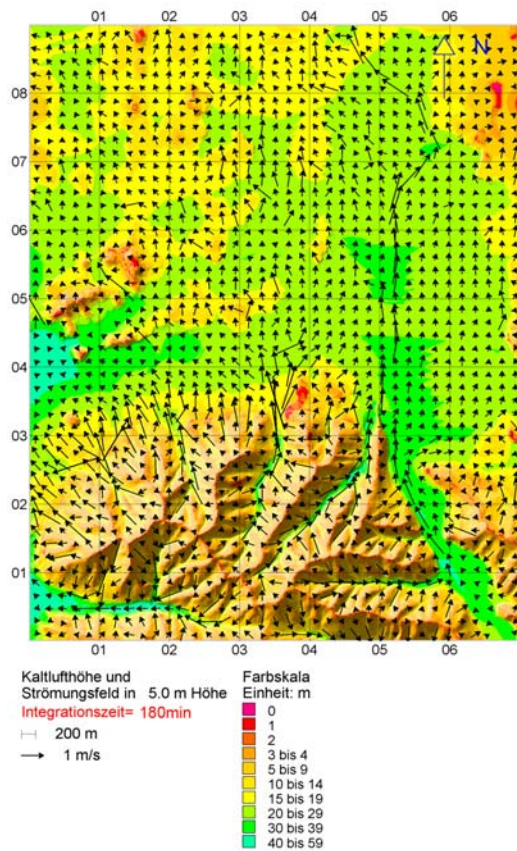


FIGURE 5. 대상지역 바람길 시뮬레이션 (3시간 경과)

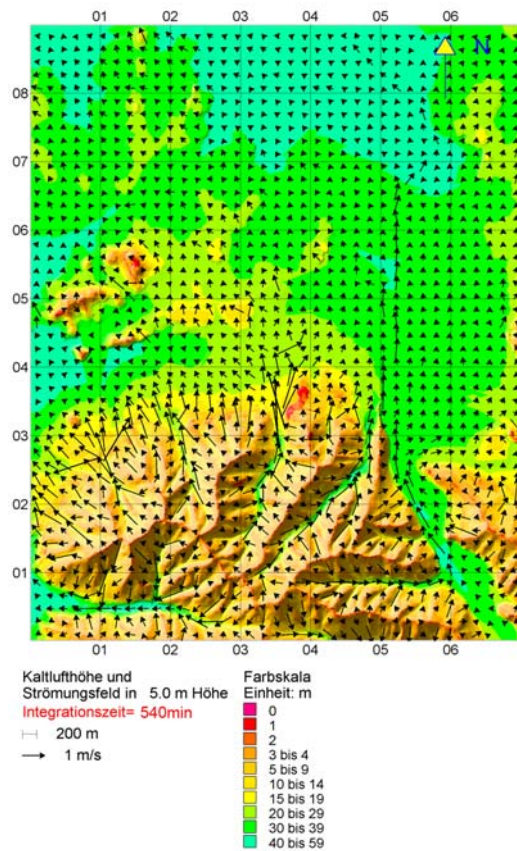


FIGURE 6. 대상지역 바람길 시뮬레이션 (9시간 경과)

### 결론 및 제안

본 연구는 도시의 환경문제 중에서도 도시 열섬현상을 완화하기 위한 도시계획적인 접근 방법의 하나로 녹지네트워크를 조성하여 도시의 온도를 저감하고 도시환경개선 목적으로서 도시열섬현상이 나타나고 있는 대구시내 대상지를 중심으로 사례연구를 통해 그린네트워크를 제안하였다.

도시열섬현상은 공업지역과 상업지역에서 상대적으로 높게 나타나고 있었으며 주거지역에서도 밀집된 지역, 거점지구(공원) 부재지역 등 주변 환경(토지피복)에 의해서 양상을 달리 하고 있었다. 대구시에서는 북구의 3공단, 서

구의 서대구공단, 달서구의 성서공단, 중구지역이 상대적으로 지표면 온도가 높게 나타나고 산지와 도심에 산재하고 있는 근린공원 및 학교지역 그리고 동쪽에서 서쪽으로 도시의 외곽을 통과하는 금호강과 남쪽에서 북쪽으로 도시를 통과하는 신천을 포함하는 하천지역들이 다른 지역에 비해 상대적으로 낮은 것으로 나타나고 있으며 사례 대상지는 중구가 남구에 비해 온도가 높은 고온지역이 많이 나타나고 있으며 달성공원과 두류공원을 포함한 근린공원 및 녹지 및 신천지역과 남쪽의 앞산공원을 포함한 산지가 상대적으로 매우 낮게 나타났다.

토지피복분류에서는 환경부 토지피복분류를

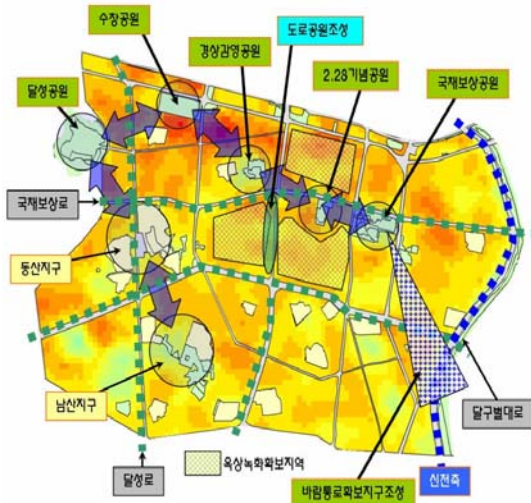


FIGURE 7. 중구 녹지네트워크 구상도

참고하여 1. 산지 및 도시숲, 2. 농업지역 및 자연초지, 3. 수역, 4. 위락시설, 5. 아파트 및 공공시설지역, 6. 교통지역, 7. 주거지역, 8. 상업지역, 9. 공업지역으로 분류하였으며 지표온도와 상관관계를 분석한 결과 상관계수가 양쪽에서 0.898로 나타났으며 본 연구에서 설정한 온도에 영향을 미치는 토지피복분류는 가중치가 높아질수록 온도를 증가시키는 요소라고 볼 수 있을 것이다.

도시열섬현황과 토지피복분류를 바탕으로 녹지네트워크 연계성을 분석하였으며 이 결과를 토대로 도시열섬을 완화하기 위한 연구대상지의 광역 녹지네트워크와 세부 녹지네트워크를 제안하면 다음과 같다.

1. 중구지역에서는 달성공원을 거점으로 하여 도시중심부에 위치하고 있는 공원지역들을 신천과 연결하여 그린네트워크를 구축하고 주변 지역에 최대한 녹지와 비오톱을 확보하고 특히 산재하고 있는 주차장을 투수성 포장으로 교체하는 방안을 제시하고 바람통로를 확보하기 위해 동덕로와 삼덕초등학교 사이에 바람통로확보지구를 설정하고

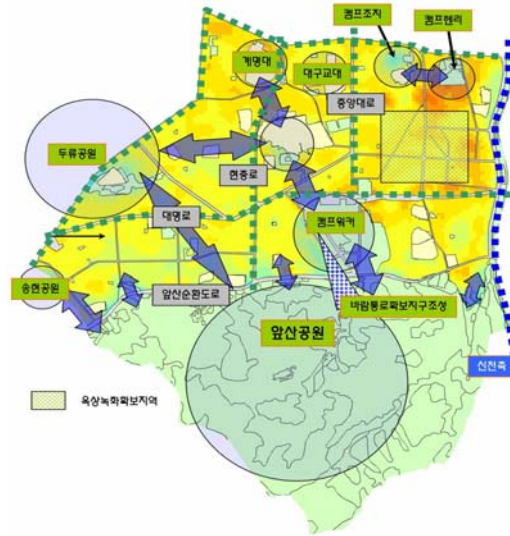


FIGURE 8. 남구 녹지네트워크 구상도

시내 중심에 도로를 공원화하는 것을 제안하였으며 국채보상로와 달구벌대로를 동서축으로 설정으로 달성로를 남북축으로 설정하여 중구의 전체적인 녹지축을 설정할 것을 제안하였다.

2. 남구지역에서는 인근의 두류공원과 송현공원을 남구지역으로 연결할 수 있도록 하고 컴프위커 등 3곳의 미군부대와 계명대학교를 공원화하여 대명배수지와 연결할 수 있도록 설정하고 현충로와 중앙대로, 신천변을 활용하여 남북축을 조성하고 대명로를 이용하여 동서축을 조성하여 인근지역의 거점지역과 연결하고 남구청 일대는 거점을 확보하기 힘든 지역으로서 옥상녹화를 적극 도입하는 것으로 설정하였다.

이미 개발된 도심지에서는 거점지구가 매우 부족한 실정이었으며 공원 이외의 지역에서는 학교부지와 인근지역들이 온도가 낮게 나타나고 있었다. 따라서 도시 내의 부족한 거점들을 확보하기 위해서는 학교지역들을 활용하고 옥상녹화를 적극적으로 도입할 필요가 있을 것으로 나타났다.

본 연구는 대상지의 도시열섬현황을 알아보고 그 현황에 따른 토지피복과의 상관관계를 규명하여 세부적인 네트워크를 제안하고 찬바람 생성 및 바람길을 분석한 점에 의의가 있다고 할 수 있다. 하지만 대구광역시 전체를 대상으로 분석하지 않아서 대상지를 제외한 나머지 지역과의 연계성이 다소 떨어질 수 있을 것으로 판단되며 바람길의 분석은 기상자료의 부족으로 인해 대상지 전체에 대한 검증이 이루어지지 않았다. 그리고 본 연구의 녹지네트워크는 도시열섬현상을 완화하기 위한 제안으로서 생물체의 이동통로 등 녹지 네트워크의 다른 기능은 조금 떨어질 수 있을 것으로 판단된다.

향후 대구광역시와 인근지역을 포함하는 광역적이고 시계열적인 도시열섬현황 분석 및 바람길 분석을 통하여 전체적인 녹지네트워크 구축에 관한 연구가 계속되어야 할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 특정기초연구인 웹기반 바람정보시스템 구축(R-01-2006-000-10543-0)의 일환으로 수행되었습니다. **KAGIS**

### 참고 문헌

- 김기호, 김수봉, 정응호. 2004. 도시열섬현상 저감을 위한 그린네트워크 구축 방안에 관한 연구. 한국환경과학회지 13(6):527-535.
- 김수봉, 정응호, 김기호. 2006. 대구광역시 중구의 가로수 및 열섬 모자이크 현황 분석. 한국환경과학회지 15(4):325-332.
- 박경훈, 정성관. 1999. 광역적 녹지계획 수립을 위한 도시열섬효과 분석. 한국지리정보학회지 2(3):35-45.
- 성현찬. 1996. 녹지네트워크 형성에 관한 연구. 경기개발연구원 연구보고서. 13쪽.
- 조명희, 이광재, 김운수. 2001. 원격탐사자료와 GIS를 활용한 도시 표면온도의 공간적 분포특성에 관한 연구. 한국지리정보학회지 4(1):57-66.
- 권영아. 2002. 서울의 도심 녹지가 주변 기온에 미치는 영향. 건국대학교 대학원 박사학위논문.
- Gallo, k.p. et al. 1993. The use of a vegetation index for assessment of the urban heat island effect. International Journal of Remote Sensing 14(11):2223-2230.
- John R. Jensen. 2005. 원격탐사와 디지털 영상 처리( '기하보정', 249-277쪽). 시그마프레스, 서울. **KAGIS**