

도시 녹지의 공간적 패턴에 따른 지표면 온도 저감 영향범위 및 효과 분석

(서울시를 대상으로)

김준식* · 이동근**

*서울대학교 생태조경·지역시스템 공학부

**서울대학교 생태조경·지역시스템 공학부

1. 서론

1. 연구의 개요

도시화 과정에서 나타나는 가장 뚜렷한 도시기후의 변화는 기온의 상승으로, 도시의 성장과 더불어 도시기온이 상승해왔다는 사실은 도시열섬현상(Urban Heat Island Effect)의 명백한 증거가 된다(Landsberg,1981).

이러한 도시 열섬 현상은 여러 연구들을 통해 인간의 건강과 삶의 질에 직간접적으로 부정적인 영향을 미치게 된다고 알려져 있으며(Baker et al., 2002; Patz et al.,2005), 향후에는 기후 변화에 따른 기온상승이 심화될 것으로 예상됨에 따라 도시의 열섬현상을 파악하고 취약지역을 선정하여 대책을 세우는 것이 반드시 필요하다.

이를 위하여, 도시화에 따른 열섬취약지역을 선정하기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 선행연구들에서는 도시열섬효과를 분석하기 위하여 지상 관측 자료를 사용하기도 하나 관측 지점이 제한적이고 차량통행 및 주변건물에서 발생하는 복사열 등의 미기후적 요인들에 의하여 민감하게 반응하는 단점이 있다. 따라서 외부요인들에 의한 영향을 적게 받으며, 넓은 지역에 대해서 균일한 측정값을 얻을 수 있는 원격탐사를 통한 지표면온도(Land Surface Temperature: LST)에 대한 연구가 널리 진행 되고 있으며(Xiuying Zhang et al., 2009, 지준범 외., 2014), 지표면온도(LST)의 기온에 대한 설명력 역시 매우 높은 것으로 검증되었다(Schwarz et al., 2012).

이전 연구들에 있어서 열섬 현상을 저감시키는 녹지의 온도 저감 효과에 대한 정량적 연구는 상당히 선행되어 왔다(기경석 외., 2012). 그러나 대부분의 연구들은 녹지로 인한 온도 저감 효과에 집중해 왔으며, 녹지의 온도 저감 범위 산정 연구에

있어서 미흡하였다고 파악되었다. 녹지의 온도 저감 범위를 파악하는 것은, 효과적인 녹지 분배를 위해서 필요성이 반드시 존재한다고 판단되었다.

또한 이전의 연구들에서 밝혀진 온도저감효과의 주요 원인 분석에 있어서, 피복에 집중되어 왔으며 그 중에서도 특히 피복 비율과 면적에 관한 연구가 주로 다루어져 왔다(김현옥 외., 2012). 그러나 같은 면적이라 할지라도 배치와 형태에 따른 영향력이 매우 클 수 있다고 판단했으며, 이에 대한 정량적 연구가 필요하다고 판단하였다. 따라서 본 논문에서는 도시녹지의 공간적 패턴에 따른 지표면 온도 저감 영향범위 및 효과에 대한 정량적 분석을 실시하고자 한다.

2. 연구의 시간적, 공간적 범위

연구의 시간적 범위는 최신의 열섬 경향을 반영하기 위해, 2013~2015년의 7월-9월 및 LST 기준 30도 이상의 날을 선정하였다.

연구의 공간적 범위는 우리나라의 수도이자, 가장 많은 인구(2011년 기준 10,528,774명)가 집중되어, 열섬 노출에 측면에 중요한 도시인 서울 특별시를 대상으로 하였다.

3. 연구의 목적

본 논문의 연구 목적은 첫째로, 도시 녹지의 지표면 온도 저감 효과의 범위를 산정하고, 그 범위의 차이를 분석한다. 둘째로, 녹지의 지표면 열섬 저감 능력에 영향을 미치는 원인 중 녹지의 패턴 및 형태의 차이에 따른 쿨링효과에 대한 정량적 분석을 하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 녹지의 쿨링효과 영향 범위 분석

1. Landsat 7, 8 위성 사진을 통해 최근 3년간(2013~2015)의 여름 고온일을 기준으로 LST 분석을 실시함
2. LST 맵의 평균값을 산정하여 서울시 LST 맵을 구축함.
3. Moving Window 알고리즘을 통한 LST 맵을 재구축함.
4. UCI 분석(Urban Cool Island)
 - LST 분포 기준 평균 이하의 지역에 대해서 LST 추출(평균: 각셀의 온도합/셀수)
5. 추출한 LST의 Local Moran's I 분석을 통해 집중 열 발생 지역, 집중 열 저감지역에 대한 공간자기상관성을 고려한 열분포 맵을 구축함
6. 녹지지역 추출
 - 위성영상을 통한 토지피복 분류 중 Maximum Likelihood 방법을 통해 녹지지역을 추출
7. 기 구축한 녹지지역, Local Moran's I, UCI 맵을 중첩 분석
8. 각 변수들에 대한 상관성 분석을 실시함.

2. 녹지의 공간적 패턴에 따른 쿨링효과 바운더리 형성의 원인분석.

1. 위성영상을 통한 랜드커버 맵 구축
2. 용도지역지도도 이용
3. EVI, NDBI 맵 구축
4. 기구축된 위성영상을 통한 녹지 맵을 Fragstats 프로그램을 이용하여 녹지의 형태와 패턴에 대한 정량적 분석을 실시함
5. 위의 변수들에 대한 상관성 분석 및 회귀 분석을 실시함

III. 연구 결과

1. 녹지의 쿨링효과 영향 범위 분석 결과

남산 인근은 용산 미군기지와 중구에 사이에 인접하여, 녹지지역이 효과적인 쿨링 효과를 누리지는 못하고 있었다.

은평구 일대가 효과적인 쿨링 효과를 누리고 있었다. 이는 녹지 사이에 인접한 형태를 취하고 있기 때문이라 판단된다.

방학 3동의 쿨링 효과가 매우 컸다. 이 지역은 녹지에 둘러싸인 형태를 취한다는 특징과, 제3종 일반주거지 특성상 용적률이 낮다는 특징을 지니고 있었다.

또한 상계동, 중계동 일대가 매우 시원한 것으로 나타났다. 이 지역은 녹지가 쿨스팟으로 선정되지는 않았으나, 의정부부터 연결되는 바람길이 원활 한 것으로 보이며, 중랑천의 영향이 큰 것으로 나타나고, 아파트의 간격이 넓은 것으로 파악되었다. 또한 상계동 일부지역이 열섬 핫스팟으로 선정되었음에도, UCI에 포함된 것이 특징이었다.

구로구, 영등포 라인은 특히 매우 취약한(HH)지역으로 파악되었다. 열섬 핫스팟이며, 녹지지역 역시 매우 부족했고, 안양천의 영향 역시 매우 약한 것으로 나타났다. 무엇보다 용도지역지구도 상 준공업지역이 집중 위치한 이지역의 특성에 따른 것이라 파악되었다.

또한 용도지역지구도와 비교한 결과 제3종 일반 주거지역의 온도가 매우 낮게 나타났다는 점을 파악했다. (상계, 중계, 방학3동 등)

2. 녹지의 공간적 패턴에 따른 쿨링효과 바운더리 형성의 원인분석 결과.

Fragstats 프로그램을 통해 녹지의 형태에 따른 지표면온도 기여도를 확인한 결과 면적(CA) 이외에도 밀도평균회전반경(GYRATE), 패치수(NP), 주위면적비율(PARA) 등이 UCI에 영향을 주는 것으로 나타났다.

이하 내용은 학회 발표자료에서 보충하도록 하겠다.

참고문헌

1. 기경석,한봉호,허지연, "도시공원의 토지피복 및 식재구조에 따른 온도 영향요인 규명 연구", 한국환경생태학회지/26(5), 2012., 801-811, 한국환경생태학회
2. 김현옥 (Hyun Ok Kim),염종미 (Jong Min Yeom), "도시지역의 토지피복유형이 지표면온도에 미치는 영향: 경기도 일산 신도시를 중심으로", 大韓遠隔探査學會誌/28(2), 2012., 203-214, 대한원격탐사학회
3. 지준범, 이규태, 최영진, 2014. "수도권 AWS 기온을 이용한 MODIS, Landsat 위성의 지표면 온도 분석", 「대한원격탐사학회지」, 30(2): 315~329
4. Baker, Lawrence A., et al, 2002. "Urbanization and warming of Phoenix (Arizona, USA): Impacts, feedbacks and mitigation", Urban ecosystems 6(3): 183-203.
5. Landsberg, H. E., 1981. "The urban climate", Academic press, (Vol. 28)
6. Li, J. J., Wang, X. R., Wang, X. J., Ma, W. C., & Zhang, H., 2009. "Remote sensing evaluation of urban heat island and its spatial pattern of the Shanghai metropolitan area", China, Ecological Complexity, 6(4): 413-420
7. Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. A. 2005. "Impact of regional climate change on human health", Nature, 438(7066): 310-317.
8. Schwarz, N., Schlink, U., Franck, U., & Großmann, K., 2012. "Relationship of land surface and air temperatures and its implications for quantifying urban heat island indicators—an application for the city of Leipzig (Germany)". Ecological Indicators, 18: 693-704.