

# MODIS 영상을 이용한 도시지표면 온도와 시가화지역 특성 분석

박채연\* · 이동근\*\* · 성선용\*\*\* · 박종훈\*\*\*\* · 정승규\*\*\*\*

\*서울대학교 대학원 · \*\*서울대학교 조경지역시스템 공학부 · \*\*\*서울대학교 협동과정조경학 박사과정 ·

\*\*\*\*서울대학교 농업생명과학연구원

## I. 서론

급속한 도시화로 인하여 도시 온도는 지구 평균 기온의 변화보다 더욱 극적으로 변하게 되었다(Grimm et al., 2008). 도심 지역은 주변 지역보다 더 높은 온도를 갖게 되었고 이러한 현상을 도시열섬현상이라고 한다. 도시열섬현상의 완화는 도시계획상에서 고려되어야 하며 열섬이 발생하는 지역의 공간적 특징에 대한 이해가 요구되고 있다(Wang et al., 2015).

도시열섬현상의 공간적 특징을 알아보기 위하여 위성영상을 이용한 지표면 도시열섬을 파악하였다. 위성영상기술은 시간적, 공간적으로 지표면 온도에 대한 많은 정보를 파악할 수 있게 해준다(조수진, 김해동, & 안지숙, 2010). 지표면온도는 공기온도와 상관성이 있음이 밝혀졌으며(Ji and Choi, 2014), 도시열섬현상의 직접적인 원인이 된다(Gwon et al., 2009; Wang et al., 2015).

도시마다 고유한 피복특성이 있으며 이러한 피복특성에 따라 공간적으로 지표면온도가 다르게 나타난다. 기존 논문에서는 대분류의 토지피복에 따라 다르게 나타나는 지표면 온도의 특성을 연구하였다(Lee et al., 2011; Kim and Yeom, 2012). 그러나 이러한 연구는 하나의 도시만을 대상으로 하여 다양한 도시마다 다른 피복특성을 다루지 못하였으며 세부적인 피복에 따른 특성을 보지 못했다.

또한 도시열섬현상은 낮뿐만 아니라 밤에도 활발하게 진행이 되며 낮과 밤의 도시열섬현상을 일으키는 원인이 다르게 나타난다. 여러 연구에서 이미 낮과 밤의 차이에 대해서 연구하였지만, 그 원인이 다 다르게 나타나서 도시별로 다른 원인을 가질 것으로 판단된다(Imhoff et al., 2010; Peng et al., 2012; Clinton and Gong, 2013).

따라서 본 연구는 토지피복의 특성이 서로 다른 도시에서 토지피복이 지표면온도에 주는 영향력이 낮과 밤에 따라서 다르게 나타나는지 알아보고자 했다. 이를 위해 도시의 피복 상태를 설명해 줄 수 있는 변수를 구축하고, MODIS로부터 낮과 밤의 지표면온도 자료를 얻어 변수들과의 상관관계를

분석하였다. 본 연구는 도시열섬현상이 피복특성에 따라서, 낮과 밤에 따라서 다르게 나타나는지 알 수 있게 해줄 것이며 이에 따라 도시 별로 상이한 도시열섬 완화 정책을 실현 하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

## II. 연구의 재료 및 방법

### 1. 연구의 범위

본 연구에서는 규모가 큰 광역시 중에서 내륙성 도시인 서울, 대구, 광주, 대전을 대상으로 선정하였다. 해양성 도시는 물의 비열차이로 인하여 밤에 도시열섬현상이 현저하게 줄어드는 경향을 나타낸다. 따라서 도시 간의 비교가 가능하도록 바다의 영향을 받지 않는 내륙성 도시만을 선택하였다.

본 연구의 시간적 범위는 6월부터 8월까지 여름 동안 낮과 밤으로 선정하였다. 이 기간은 우리나라에서 폭염특보가 발생하는 기간으로 생태계와 인간이 열 환경에 가장 취약한 시기이다(2015, 국민안전처). 본 연구에서는 최근 도시열섬현상의 특징을 알아내기 위해서 최근 5년간 자료를 사용했다. 또한, 도시열섬현상은 낮뿐만 아니라 밤에도 축적되었던 열의 방출에 의하여 그 특징이 두드러지며(Nunez and Oke, 1977), 낮과 밤의 현상의 차이에 대해 아직까지 명확히 밝혀지지 않았기 때문에 그 차이도 함께 보고자 하였다.

### 2. 시가화 지역 추출 방법

서울, 대구, 광주, 대전의 시가화 지역을 추출하기 위하여 Landsat 8 OLI의 맑은 날의 영상을 이용했다. 위의 영상을 최대 우도 분류법을 이용하여 시가화지역과 물, 녹지, 나지 및 농지로 분류하였다. 추출된 지역은 연구의 종속변수인 지표면온도 변수의 해상도에 맞도록 1km x 1km 격자단위로 재 생성하였다.

세부적인 토지특성을 알기 위하여 토지피복도(환경부, 2009)

의 중분류 자료를 활용하여 주거지, 상업지, 공업지, 교통지로 분류하였다. 1km 격자 내 해당 피복이 갖는 면적 비율을 변수로 산정하였다.

### 3. MODIS를 활용한 지수 산정

#### 1) 지표면 온도 (LST)

대상지 내 LST는 MODIS영상 중 MYD11A2로부터 추출하였다(Zhou et al., 2014). MYD11A2는 Aqua MODIS 8-day 합성자료로 1km의 해상도를 가지며, 낮(1:30PM)과 밤(1:30PM)에 관측된 영상의 31, 32번 방사율 밴드로부터 split-window algorithm 방식을 이용하여 만들어졌다(Wan et al., 2004).

#### 2) 알베도 (Albedo)

Albedo는 MODIS 16-day 합성자료인 해상도 500m의 MCD43A3로부터 추출하였다. 이는 black sky albedo(BSA)와 white sky albedo(WSA)를 포함하고 있는데, BSA는 WSA와 선형적으로 상관을 가지기 때문에 본 연구에서는 WSA만 사용하였다(Clinton & Gong, 2013; Zhou et al., 2014). LST와 같은 범위의 영상을 사용하였으며 1km 격자 단위로 공간적인 분포를 구축하였다.

#### 3) 식생지수 (EVI)

MODIS-EVI 알고리즘에서 EVI를 구하는 식은 Equation 1과 같다(Jiang et al., 2008). 많은 연구에서 식생과 LST와의 관계를 파악하기 위해 EVI지수를 활용하고 있으며, EVI값이 높을수록 식생의 증발산작용으로 인해 잡열이 생성되면서 주변의 온도가 낮아지는 결과를 확인했다(Clinton and Gong, 2013; Zhou et al., 2014). EVI는 Albedo와 마찬가지로 MODIS 16-day 합성자료인 해상도 250m의 MOD13Q1로부터 추출하였다. LST와 같은 범위의 영상을 사용하였으며 1km격자단위로 공간적인 분포를 구축하였다.

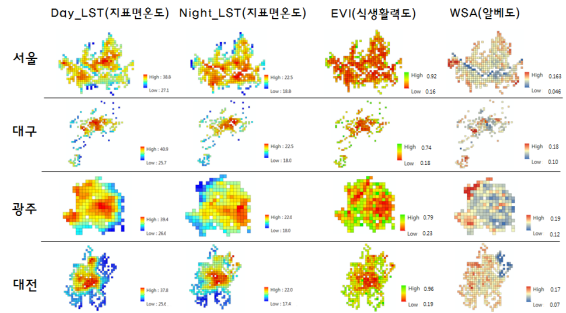
### 4. 상관관계 분석

본 연구에서는 Pearson 상관관계를 분석하기 위하여 SPSS 프로그램을 활용하였다. MODIS 지수인 LST, Albedo, EVI와 시가화지역 중분류 비율 값간의 관계를 분석하기 위하여 상관관계를 실시하였다. 우선 도시 별 LST, Albedo, EVI와의 상관관계를 분석하여 Albedo, EVI가 LST와 어떤 관계를 갖는지 분석하였다. 그 다음으로 도시별 시가화지역 중분류 비율과 MODIS 지수와의 상관관계를 분석하여 피복 별로 LST, Albedo, EVI와 어떤 관계를 가지는지 알아보고자 하였다.

## III. 연구의 결과 및 고찰

### 1) 지수 추출 결과

서울, 대구, 광주, 대전의 지수 산정 결과 지표면 온도는 최대 낮 33.9℃, 밤 21.1℃로 나타났으며, EVI는 0.18부터 0.96까지, Albedo는 0.05부터 0.18까지 나타났다.



### 2) 상관분석 결과

도시	낮의 지표면 온도			
	주거지	상업지	공업지	교통지
서울	0.156**	0.239**	-0.007	0.373**
대구	0.507**	0.312**	0.389**	0.658**
광주	0.145**	0.026	0.212**	0.211**
대전	0.548**	0.390**	0.350**	0.595**
전체	0.405**	0.216**	0.304**	0.471**

도시	밤의 지표면 온도			
	주거지	상업지	공업지	교통지
서울	0.334**	0.342**	0.100	0.414**
대구	0.699**	0.411**	0.229**	0.709**
광주	0.563**	0.426**	0.295**	0.193**
대전	0.592**	0.413**	0.320**	0.600**
전체	0.618**	0.418**	0.070	0.593**

상관 분석결과, 도시별로 중분류 피복에 따른 지표면온도와 상관계수가 다르게 나타났다. 도시별로 가장 상관성이 큰 피복을 살펴보면 서울은 교통지가 가장 크게 나타났다. 대구는 서울보다 공업지가 크게 나타났지만 공통적으로 교통지가 가장 크게 나타났다. 광주의 경우 공업지와 주거지가 크게 나타났으며 대전의 경우 낮과 밤 모두 교통지가 가장 크게 나타났다.

### 참고문헌

- Clinton, N., & Gong, P. (2013). MODIS detected surface urban heat islands and sinks: Global locations and controls. *Remote Sensing of Environment*, 134, 294 - 304.
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), 756 - 760.
- Imhoff, M. L., Zhang, P., Wolfe, R. E., & Bounoua, L. (2010). Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA. *Remote Sensing of Environment*, 114(3), 504 - 513.
- Jia, K., Wei, X., Gu, X., Yao, Y., Xie, X., & Li, B. (2014). Land cover classification using Landsat 8 Operational Land Imager data in Beijing, China. *Geocarto International*, 29(September), 941 - 951.