

서울시 공공택지개발 사업지구에서의 지표면 온도변화 분석*

Analysis of Land Surface Temperature Change in Public Residential Development Districts of Seoul, Korea

김지영 Kim Jiyeong**, 김은정 Kim Eun Jung***

Abstract

During last 10 years, the government tried to make public residential development in order to supply a large number of affordable housing. Most of public residential developments were built in green belt areas. Rapid urban development would promote land cover changes and lead to increase land surface temperature (LST). The purpose of this study is to examine the effects of public residential development projects on LST in Seoul, Korea. This study investigated LST change in 7 residential and urban development areas including districts of Sinnae 3, Sinjung 4, Naegok, Segok 2, Gangnam, Ogum, and Wirye. Landsat satellite image were used to calculate variation in LST from 2007 to 2017. The results show that most of districts have increased in standardized LST change. Especially, Wirye district experienced an average relative LST increase of 2.73°C. Moreover, the LST was also high in districts where the % Impervious Surface Area (%ISA) increased over the past 10 years. It is meaningful to suggest the direction of the plan considering the environmental aspect when the public residential and urban development project is implemented in the future.

Keywords: Residential Development, Land Surface Temperature, Impervious Surface Area, Landsat

I. 서론

우리나라는 1970년대 이후 급격한 산업화로 인해 많은 인구가 도시로 이주하였고, 전체 인구의 90% 이상이 도시에 거주하고 있다. 경제성장을 기초로 한 도시의 괄목할 만한 성장은 수위도시들의 도시경쟁력을 강화하는 효과가 있었다. 그러나 이와 같은 도시의 급

격한 성장은 대도시의 주택 및 기반시설의 부족, 교통 여건 악화, 환경 질 저하 등과 같은 부정적인 도시문제를 수반하고 있다. 이와 같은 이유로 도시개발 정책은 환경을 포함한 여러 방면의 여건을 고려하도록 요구되고 있다(박병욱 1996, 31).

도시화가 진전되면서 도시민들의 주거패턴에도 변화가 생겨나기 시작했으며, 시민들은 보다 높은 주거

* 본 논문은 2018년 대한국토·도시계획학회 춘계학술대회에서 발표한 내용을 수정·발전시킨 것임.

** 계명대학교 도시계획 및 교통공학과 석사과정(제1저자) | M.S. Candidate, Dept. of Urban Planning and Traffic Engineering, Keimyung Univ. | Primary Author | th154@naver.com

*** 계명대학교 도시계획학전공 조교수(교신저자) | Assistant Prof., Dept. of Urban Planning, Keimyung Univ. | Corresponding Author | kimej@kmu.ac.kr

의 질을 요구하게 되었다. 이와 같은 수요에 부응하여 수도권을 중심으로 대규모의 공동주택 주거단지 개발이 이루어져 왔다(어인준, 김영하 2005, 173). 지난 정부들과 현 정부에서는 저소득층, 대학생, 신혼부부, 사회초년생 등의 주거안정과 주거수준 향상, 무주택자의 주택마련을 위해 지난 10여 년간 보금자리주택, 행복주택 등의 주택정책을 추진하고 있다. 이러한 대규모의 공공택지개발사업은 대부분 대도시 주변의 개발제한구역을 해제하여 조성되었다. 이와 같은 정부정책은 저소득층과 사회초년생과 같은 취약계층에게 양질의 주거공급을 한다는 긍정적인 측면이 있지만, 해당지역의 녹지 감소, 에너지 소비 증가, 열섬현상 확산 등과 같은 다양한 환경 문제를 불러일으킬 수 있다는 의견이 있어 왔다(이상일, 이성근 2009, 212). 대규모의 택지개발이 이루어짐에 따라 토지이용이 변하게 되고, 이러한 인공적인 개발은 불투수면적 증가, 식생 감소, 지표면 온도의 상승 등과 같은 환경적으로 부정적인 효과를 가져오게 되며, 이는 결국 열섬현상을 가속화시킴으로써 온실효과를 초래하게 되는 것이다(조명희, 이광재, 김운수 2001, 58).

기존 택지개발사업들은 초고층 아파트 등의 고밀도 개발로 인한 녹지의 훼손 및 감소와 같은 환경문제를 불러일으키고 있고, 이로 인해 도시민의 삶의 질에 대한 만족도는 점차 낮아지고 있다. 이는 건강한 도시환경을 위해 환경친화적 도시개발의 도입 필요성을 높이고 있는 것이다(구도안 1998, 72-73; 김남철 2006, 3; 김자경, 남경숙 2008, 64).

그렇다면 택지개발이 해당 지역의 지표면 온도에 실제로 영향을 미치는가? 미친다면 얼마나 영향을 미칠까? 본 논문은 이에 대한 답을 찾는 과정으로, 지난 10년 동안 서울시에서 시행된 공공택지개발 사업지구를 중심으로 위성영상 자료 분석을 통해 개발 이전과 이후의 지표면 온도에 차이가 있는지를 실증적으

로 분석하는 것을 목적으로 한다.

II. 선행연구 고찰

이 장에서는 개발사업으로 인한 토지이용의 변화가 지표면 온도 및 불투수면적에 미치는 영향을 규명하기 위해 국내외 해외 선행연구를 고찰하고 본 논문의 차별성을 논하고자 한다.

국내에서는 시공간적 변화, 도시개발 등에 따른 토지이용의 변화가 지표면 온도 및 불투수면적에 미치는 영향에 대해 규명하는 연구가 많이 진행되어 왔다. 그중 박병욱(1996)은 광주광역시를 대상으로 1984~1994년 동안 도시개발로 인한 토지이용의 변화가 지표면 온도에 미치는 영향을 Landsat TM 위성영상을 활용하여 분석하였다. 해당 기간 동안 광주시의 도시지역면적이 3% 증가하였는데, 이는 도시개발사업으로 인한 도시확산에서 기인한 것이었다. 기존 나대지였던 지역이 도시화되었고, 이와 같은 토지이용의 변화는 지난 10년간 광주시 전체 지표면 온도를 여름의 경우 0.3℃ 상승시키는 것으로 분석되었다. 이 연구는 도시개발이 지표면 온도에 영향을 미치는 것을 실증적으로 규명한 것이 특징이다.

박민호(2001)는 도시열섬현상의 변화를 알아보기 위해 서울특별시를 대상으로 1985년과 1996년의 Landsat TM 위성자료를 이용하여 도시의 토지이용과 방사온도와의 관계를 규명하였다. 분석결과, 도심지를 중심으로 열섬현상이 나타났고, 도시지역에서는 수림지역이 기온저하에 많은 영향을 미친다는 결과가 도출되었다.

윤희천, 김민규, 정갑용(2013)은 경북 구미시를 대상으로 하여 나무심기운동으로 인한 녹지면적의 변화와 이에 따른 온도변화를 분석하였다. Landsat 위성자료를 기반으로 하여 2002년과 2009년 2개의 연도를

비교하였다. 분석결과, 나무심기운동을 통해 2002년에 비해 2009년의 식생지역이 57% 증가하였다. 2002년 대비 2009년도의 온도변화를 분석한 결과, 나무심기운동을 한 지역에서는 0.4~0.8℃ 정도의 온도를 낮추는 것으로 나타나 나무심기운동이 실제로 해당 지역의 온도를 저감하는 효과를 입증하였다.

공학양, 김석현, 조형진(2016)은 도시지역에서 토지이용에 따른 열섬효과의 차이를 규명하기 위해 인천광역시를 대상으로 토지이용이 상이한 5개 지역을 선정하여 토지이용과 기온의 변화를 분석하였고, 이를 이용하여 토지이용의 변화와 지표온도의 관계를 도출하였다. 분석결과, 시가지지역이 가장 높은 온도를 보였으며, 산림지역보다 약 5.9℃가 높은 것으로 나타났다. 인천광역시의 기상자료에 의하면 1975년 이후 40년간 온도가 약 1.4℃가 상승한 것으로 나타났다. 이는 인천광역시의 시가지지역이 지속적으로 증가한 것에 기인한 것임을 짐작할 수 있다.

한편 해외에서도 토지이용 변화에 따른 지표면 온도 및 불투수면적의 변화에 대한 연구가 많이 진행되어 왔다. Weng and Lu(2008)은 미국의 인디애나주의 도시경관 변화를 특징으로 정량화하고, 이러한 변화가 지표면 온도에 미치는 영향을 분석하였다. 1991년, 1995년, 2000년의 Landsat TM/ETM+ 위성영상을 취득하여 불투수면적, 녹지공간의 변화에 따른 지표면 온도의 변화와 그 관계를 분석하였다. 그 결과, 1991년 대비 1995년에는 목초지와 농지가 27%에서 20%로 감소함에 따라 지표면 온도가 상승하는 것을 알 수 있었다.

Rogan, Ziemer, Martin and Ratick et al.(2013)은 미국 매사추세츠를 대상으로 수목손실로 인하여 지표면의 온도가 2008년과 2010년 사이에 어느 정도의 변화가 나타났는지 살펴보았다. 분석결과, 연도 사이에 대상지 전체의 수목은 10% 감소했고, 이는 지표면 온도를

0.7℃ 증가시키는 것으로 나타났다. 또한 수목손실로 인한 불투수면적이 10% 증가할수록 지표면 온도는 1.66℃ 증가하는 것을 알 수 있었다.

Bokaie, Zarkesh, Arastdo and Hosseini(2016)는 Landsat TM 위성영상을 이용하여 이란의 수도인 테헤란의 지표면 온도와 토지이용/토지피복 및 인구밀도와의 상관관계를 분석하였다. 그 결과, 산림지역, 공원 등과 같은 녹색공간인 곳은 온도가 낮게 나타났고, 나지, 아스팔트 등과 같은 불투수표면인 곳은 온도가 높게 나타났다. 한편, 지표면 온도와 인구밀도와의 관계를 살펴보면, 인구밀도가 높은 지역, 교통량 혹은 차량으로 인한 공해가 많은 지역일수록 지표면 온도가 높게 나타나는 것을 볼 수 있었다.

Mathew, Khandelwal and Kaul(2016)은 인도 찬디 가르시의 도시열섬현상을 분석하기 위해 지표면 온도에 따른 불투수면적의 변화를 살펴보고 그들 간의 상관관계를 분석하였다. 분석시기는 2009년에서 2013년으로 지표면 온도를 추출하기 위해서 MODIS 위성영상을 활용하였고, 불투수면적을 산출하기 위해서 Landsat TM/OLI 위성영상을 사용하였다. 분석결과, 2009년에서 2013년 사이의 불투수면적 비율이 증가함에 따라 지표면 온도가 상승한 것으로 나타났다. 더불어 대상지의 평균 도시열섬 강도도 증가한 것으로 나타났다.

Estoque, Murayama and Myint(2017)는 Landsat-8 OLI/TIRS를 기반으로 하여 태국, 인도네시아, 필리핀 각국의 수도권을 대상으로 지표면 온도, 불투수면적 및 녹지공간의 상관관계를 규명하였다. 그 결과, 각 지역에서 평균 지표면 온도와 불투수면적 사이에는 강한 양의 상관관계가 나타났고, 지표면 온도와 녹지공간 사이에는 강한 음의 상관관계가 나타났다.

Wang, Ma, Ding and Liang(2018)은 중국의 과거 30년(1985~2009년) 동안의 급속한 도시성장 과정에서의

지표면 온도의 변화를 도출하고, 이에 따른 불투수 면적 변화를 분석하였다. 중국 난징시를 대상으로 Landsat TM/ETM+를 활용하여 지표면 온도를 추출하였고, IKONOS와 Google Earth를 활용하여 대상지의 평균 기온 및 토지이용 동향을 파악하였다. 분석결과, 시간이 경과함에 따라 지표면 온도의 영역이 난징시의 도심부에서 주변으로 급속히 확대되었다. 또한 불투수면적은 22.63%(1985년)에서 51.55%(2009년)로 급증하고, 식생의 비율도 54.19%(1985년)에서 32.74%(2009년)로 크게 감소하는 것으로 나타났다.

본 논문에서는 선행연구를 토대로 공공택지개발이 해당 지역의 환경적 영향, 특히 지표면 온도에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 본 논문은 소외계층에 대한 주거안정 등을 위해 지난 10년간 서울에서 추진되어 온 정부주도의 공공택지개발사업이 주거복지 차원에서는 긍정적인 영향을 미쳤을지는 모르나, 환경적으로는 어떤 영향을 미쳤는지를 검토하고자 하는 것에 특징이 있다. 이를 통해 정부의 주요 정책으로 시행해 오던 공공택지개발사업이 도시민들에게 긍정적인 측면만 있었는가에 대한 쟁점을 논의하는 장을 마련하고, 향후 관련 정책 추진 시 보다 환경을 고려한 개발의 필요성을 시사한다는 차원에서 차별성이 있다.

기존 선행연구들에서는 지역이나 도시 전체를 다루는 광역적 차원의 범위를 다루어 오던 것에 비해 본 논문에서는 대상을 비교적 작은 지구단위로 구분하여 분석하였다. 이와 함께, 지구단위로 산출된 결과 값을 도시 전체(서울시)의 평균과 비교하여 분석하였다. 이를 통해 지구별 지표면 온도와 불투수면적의 변화를 상대적으로 가늠할 수 있으며, 이 결과는 추후 지구 차원에서의 열섬완화 등을 위한 환경계획을 수립하는 데 구체적인 기초자료를 제공한다는 차원에서 도 차별성이 있다.

III. 연구방법

1. 조사대상

본 논문은 지난 10년 동안 공공택지개발사업이 추진된 서울시 내의 사업지구를 대상으로 한다. 구체적으로 신내3지구, 신정4지구, 내곡지구, 세곡2지구, 강남지구, 오금지구, 위례지구 등 7개의 사업지구를 포함하였다(<Table 1> 참조). 공공택지개발사업이 지표면 온도에 미치는 영향을 분석하기 위해 개발 이전(2007년)과 이후(2017년)의 해당 대상지의 지표면 온

Table 1_ Public Residential and Urban Development Projects in Seoul

No	Project Name	Location	Area(m ²)	Project Period
1	Sinnae 3 District	Some Parts of Sinnae-dong, Jungnang-gu	584,107	2007. 7.25.~2017.12.31.
2	Sinjung 4 District	Some Parts of 831 Shinjung-dong, Yangcheon-gu	35,594	2012. 7. 6.~2017.12.31.
3	Naegok District	Some Parts of Naegok-dong, Shinwon-dong, Yeomgok-dong, and Wonji-dong, Seocho-gu	811,615	2009.12. 3.~2018.12.31.
4	Segok 2 District	Some Parts of Suseo-dong, Youlhyun-dong, and Jagok-dong, Gangnam-gu	771,207	2009.12. 3.~2017.12.31.
5	Gangnam District	Some Parts of Jagok-dong, Gangnam-gu	938,993	2009. 6. 3.~2015. 6.30.
6	Ogum District	Some Parts of 99 Ogum-dong, Songpa-gu	128,257	2012. 7. 6.~2018.12.31.
7	Wirye District	Some Parts of Geoyeo-dong and Jangji-dong(Songpa-gu), Bokjeong-dong and Changgok-dong(Sungnam-si), and Gami-dong and Hakam-dong(Hanam-si)	6,753,453 (2,571,315)	2008. 8. 5.~2020.12.31.

Note: The value in parenthesis at the area column indicates area belonging to Seoul.

Source: <http://openapi.jigu.go.kr/main.do> (accessed March 22, 2018).

도를 비교하기로 한다.

2. 활용자료

서울시 내 공공택지사업이 시행된 곳의 전과 후의 지표면 온도(Land Surface Temperature: LST) 및 불투수면적(Impervious Surface Area: ISA)의 시계열적 변화를 알아보기 위하여 미국지질조사국(United States Geological Survey: USGS)에서 제공하는 Landsat 위성영상을 이용한다(<https://earthexplorer.usgs.gov>).

현재 전 세계적으로 지구관측위성으로부터 취득되는 영상은 저해상도에서 고해상도 영상까지 다양하게 공급되며, 그 종류로는 Landsat 위성, SPOT 위성, IKONOS, 아리랑 1호 등 다양하다. 그중 Landsat 위성은 다른 위성영상보다 광범위한 파장대로 이루어져 있어 넓은 범위의 시계열 분석을 실시할 때 용이하고, 다른 영상보다 획득할 수 있는 정보의 양이 월등히 많으므로 본 논문에서는 이를 활용하였다

(<http://www.wamis.go.kr>). 위성영상은 Landsat-5 TM(2007년 5월 27일)과 Landsat-8 OLI(2017년 5월 6일)를 사용하였으며, 영상의 공간단위는 30m×30m 그리드이다.

공공택지개발사업 전과 후의 지표면 온도는 표준화값을 취하여 비교분석함으로써 영상을 촬영한 날의 여건을 보정하기는 하나, 그럼에도 불구하고 최대한 유사한 시기 및 여건(계절요인, 구름의 양 등)의 위성영상을 취득하여 분석하였다. 한편, 하천을 제외한 지표면의 온도를 산정하였다.

3. 분석방법

1) 지표면 온도 산출

본 논문에서는 서울시 전체에 대한 2007년과 2017년의 지표면 온도를 도출하기 위해 다음과 같은 과정을 거쳤다.

먼저 지표면 온도를 도출해내기 위해 Landsat 위성영상에서 열적외선 영역에 속하는 밴드를 이용하였는데 Landsat-5 TM은 밴드 6을 이용하였고, Landsat-8 OLI에서는 밴드 10을 사용하였다(Sobrino, Jimenez-Munoz and Paolini 2004, 438; NASA 2004, 120; NASA 2016, 76). Landsat 위성영상은 밴드별로 정량화된 복사에너지인 DN(Digital Number)으로 제공되기 때문에 각각의 밴드 특성을 이용하여 절대방사량으로 변환해야 한다. Landsat-5 TM 자료는 <식 1>, Landsat 8-OLI 자료는 <식 2>를 이용하여 각각 절대방사휘도(L_λ)를 산출한다(NASA 2004, 117; NASA 2016, 68; 엄대용 2006, 162).

$$L_\lambda = \left(\frac{LMAX_\lambda + LMIN_\lambda}{QCALMAX - QCALMIN} \right) \times (QCAL - QCALMIN) + LMIN_\lambda \quad <식 1>$$

L_λ = Spectral radiance at the sensor's aperture($W/m^2sr\mu m$)

$QCAL$ = The quantized calibrated pixel value in DN

$LMIN_\lambda$ = The spectral radiance that is scaled to QCALMIN($W/m^2sr\mu m$)

$LMAX_\lambda$ = The spectral radiance that is scaled to QCALMAX ($W/m^2sr\mu m$)

$QCALMIN$ = The minimum quantized calibrated pixel value in DN

$QCALMAX$ = The maximum quantized calibrated pixel value in DN

$$L_\lambda = (M_L \times Q_{cal}) + A_L \quad <식 2>$$

L_λ = Spectral radiance at the sensor's aperture($W/m^2sr\mu m$)

M_L = Radiance multiplicative scaling factor for the band

A_L = Radiance additive scaling factor for the band

Q_{cal} = L1 pixel value in DN

여기서 도출된 절대방사휘도는 <식 3>에 의해 절대온도로 환산한다. 위성영상의 종류에 따라 보정계수값이 다르므로, 여기서는 <Table 2>의 Landsat-5 TM과 Landsat-8 OLI의 보정계수값을 이용하여 절대온도값을 계산할 수 있다. 이후 절대온도(T)값을 섭씨온도(°C)로 환산한다(NASA 2004, 120; NASA 2016, 61).

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda}\right) + 1} \quad \text{<식 3>}$$

T = Effective at-satellite temperature in Kelvin

K_1 : Calibration constant 1

K_2 : Calibration constant 2

L_λ : Spectral radiance ($W/m^2sr\mu m$)

Table 2_ Thermal Band Calibration Constant (Landsat TM/OLI)

Landsat	K1	K2
Landsat-5 TM	607.76	1260.56
Landsat-8 OLI	774.89	1321.08

Source: NASA 2004, 120; NASA 2016, 95.

이렇게 도출된 지표면 온도값은 해당 영상이 촬영된 날의 계절적 요인, 구름의 양, 태양의 조도 등의 다양한 환경적 요인이 상이하다. 이에 2007년과 2017년의 지표면 온도값을 직접 비교하는 것은 어려우며, 이

$$\Delta zLST = \frac{(zLST_{2017} - zLST_{2007}) * \sigma_{2007} + (zLST_{2017} - zLST_{2007}) * \sigma_{2017}}{2}$$

$\Delta zLST$ = Standardized LST change

$zLST_{2007}$ = Standardized 2007 LST mean

$zLST_{2017}$ = Standardized 2017 LST mean

σ_{2007} = Standardized 2007 LST standard deviation

σ_{2017} = Standardized 2017 LST standard deviation

러한 차이를 보정하기 위해서 <식 4>와 같이 연도별 지표면 온도의 표준화값을 활용하여 두 시점 간의 표준화된 지표면 온도의 차이($\Delta zLST$)를 도출할 수 있다(Rogan, Ziemer, Martin and Ratick et al. 2013, 52).

2) 불투수면적 산출

불투수면적을 도출하기 위해 지표면 온도의 산출과 마찬가지로 Landsat 위성영상을 활용하였다. 불투수면적을 산출하는 다양한 지수가 존재하지만, 본 논문에서는 경작지와 초원에서 불투수면적을 정확하게 분리할 수 있는 VrNIR-BI지수를 사용하였다.

VrNIR-BI은 근적외선 영역과 적색 영역이 결합된 지수이다. 먼저 <식 5>와 <Table 3>을 이용하여 Landsat 위성영상에서 적색 영역과 근적외선 영역에 속하는 밴드를 사용하여 도출하는데, Landsat-5 TM은 밴드 3과 밴드 4를 활용하였고, Landsat-8 OLI는 밴드 4와 밴드 5를 이용하여 VrNIR-BI지수를 도출한다.

$$VrNIR - BI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad \text{<식 5>}$$

Table 3_ RED/NIR (Landsat TM/OLI)

Landsat	RED	NIR
Landsat-5 TM	Band 3	Band 4
Landsat-8 OLI	Band 4	Band 5

VrNIR-BI지수는 정규식생지수(Normalized Difference Vegetation Index: NDVI)를 도출할 때 사용된 스펙트럼과 동일하다. 값의 범위는 -1에서 1이고, 지수값이 1에 가까울수록 불투수도가 높다.

한편, 본 논문에서 활용하는 불투수면적 비율(%ISA)은 전체

Table 4 _ Land Cover Categories

Category	Description	Spectral Index	Thresholding Method
Impervious Surface	Including Buildings, Roads and all Other Impervious Surfaces such as Parking Lots, Airports, Tennis Courts, and Sidewalks	VrNIR-BI	Manual (Impervious Surface ≥ -0.425)

Source: Estoque, Murayama and Myint 2017, 352.

면적 대비 VrNIR-BI지수값이 -0.425 이상인 면적의 비율이다(<Table 4> 참조). 불투수면적의 임계점인 -0.425 값은 선행연구에서 다양한 임계치를 여러 번 테스트한 후에 최종적으로 도출된 값이다(Estoque, Murayama and Myint 2017, 352).

IV. 분석결과

1. 서울시 전체지역 및 공공택지개발사업지구의 지표면 온도 분석

위성영상으로부터 도출된 지표면 온도와 해당일의 서울시 기상관측 자료를 비교하면 <Table 5>와 같다. 지표면 온도는 복사휘도(Ar-sensor Radiance), 방출도(Emissivity), 수증기함량(Water Vapor Content)과 연관된 대기함수 등으로 구성된 함수식으로부터 계산된다. 대기의 수증기함량은 기상청의 대기온도 자료로부터 계산되는데, 지표면에 가까운 대기온도와 상대습도의 함수로 결정된다(Rogan, Ziemer, Martin and Ratick et al. 2013, 52; Jimenez-Munoz and Sobrino 2010, 176; Liu and Zhang 2011, 1543).

2007년 5월 27일의 기상청의 대기온도는 22.5°C 이었고, 지표면 온도는 27.47°C 로 나타났다. 한편, 2017년 5월 6일의 대기온도와 지표면 온도는 각각 14.9°C , 22.6°C 이었다.

본 논문에서는 2007년과 2017년의 지표면 온도변

Table 5 _ Remotely Sensed Land Surface Temperature and Air Temperature Measurement for Same Day

Date	Land Surface Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Weather Station Air Temperature ($^{\circ}\text{C}$)
2007.5.27.	27.47(2.94)	22.5
2017.6.5.	22.66(3.19)	14.9

Note: Standard Deviation Shown in Parenthesis.

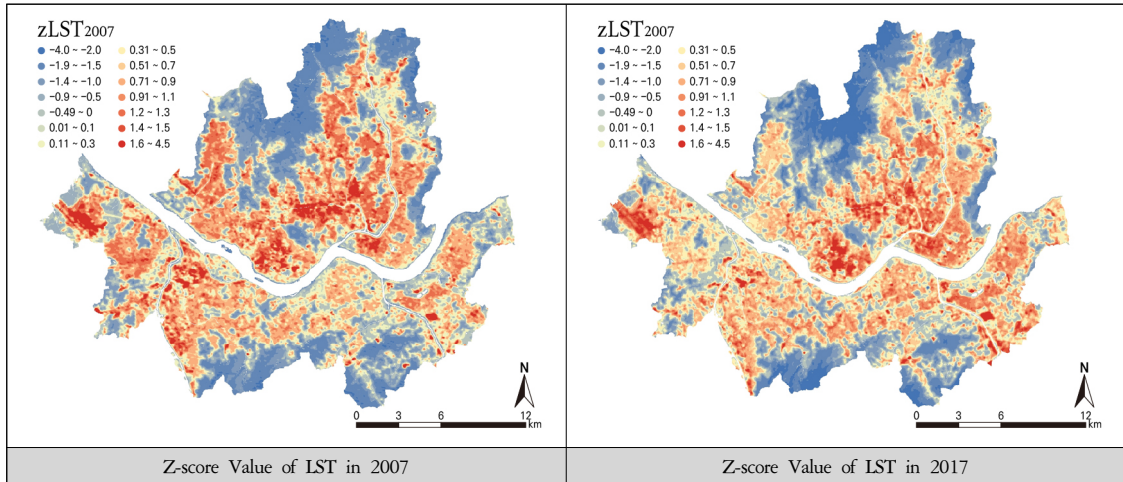
Source: <http://www.weather.go.kr/weather/main.jsp> (accessed May 24, 2018)

화를 분석하는 것이 주요 내용이다. 각 연도별 위성 영상 촬영일시가 상이하기 때문에 이로 인한 환경적 여건을 고려해야 하므로, 여기서는 각 연도의 지표면 온도 원값(Original Value)이 아닌 표준화값(Z-score Value)으로 표현한 값과 지도를 제시하기로 한다.

위성영상을 활용한 2007년과 2017년의 서울시 전역 지표면 온도의 표준화값은 <Figure 1>과 같다. 2007년과 2017년 모두 산으로 둘러싸인 서울시와 경기도 경계지역의 온도는 낮고, 도심을 포함한 대부분의 서울시 권역은 상대적으로 온도가 높은 것으로 나타났다. 2007년의 경우는 특히 용산구, 중구, 성동구 등의 강북지역과, 강서구와 영등포구 일부 지역의 지표면 온도가 높은 것으로 나타났다. 2017년의 경우에는 전체적으로 2007년과 유사한 분포패턴을 보이지만, 강북지역을 중심으로 지표면 온도가 특히 높았던 것이 상대적으로 완화되고 서초구, 강남구, 송파구 전역에서 지표면 온도가 상대적으로 높은 지역이 넓게 분포하고 있다.

<Table 6>은 최근 10년(2007~2017년) 사이에 개발이 완료되거나 개발완료 단계에 이른 서울시 공공택지개발사업지구 7개소를 대상으로 분석한 지표면 온도의 원값(Original Value)과 표준화값(Z-score Value)이다. 2007년(5월 27일) 당시의 서울시 지표면 온도 평균값은 27.47°C 이고, 2017년(5월 6일)의 평균값은 22.66°C 이었다. 이는 위성영상의 촬영 시기가 같은 5월이기는 하나, 하순경인 2017년의 지표면 온도값이

Figure 1 _ Land Surface Temperature in Seoul (Z-score Value)



5월 초순인 2007년의 값보다 높기 때문이다.

2007년과 2017년 사이의 지표면 온도변화의 정도는 표준화값을 살펴보면 더욱 쉽게 이해할 수 있다. 2007년 당시 오금지구(0.83)를 제외한 6개 지구의 지

표면 온도는 서울시 평균(0.02)과 유사하거나 또는 낮은 수준이었지만, 2017년에는 신정4지구(-0.51)를 제외한 모든 지구에서 서울시 평균(0.02)보다 높은 것으로 분석되었다. 다시 말해, 7개의 공공택지개발 사

Table 6 _ Original and Z-score Values of Land Surface Temperature in 2007 and 2017

Site	Value	Min		Max		Mean		SD	
		2007	2017	2007	2017	2007	2017	2007	2017
Sinnae 3 District	Original Value (°C)	22.74	19.49	30.74	25.86	26.74	23.79	1.96	1.04
	Z-score Value	-1.59	-0.98	1.13	1.02	-0.23	0.37	0.67	0.32
Sinjung 4 District	Original Value (°C)	24.89	19.06	27.85	22.96	26.19	20.98	0.90	1.03
	Z-score Value	-0.86	-1.11	0.15	0.11	-0.42	-0.51	0.31	0.32
Naegok District	Original Value (°C)	23.17	18.64	29.51	26.28	26.31	23.18	1.39	1.87
	Z-score Value	-1.44	-1.25	0.71	1.15	-0.38	0.18	0.47	0.59
Segok 2 District	Original Value (°C)	23.17	19.72	30.74	29.27	27.65	24.50	1.61	2.25
	Z-score Value	-1.44	-0.91	1.13	2.09	0.08	0.59	0.55	0.71
Gangnam District	Original Value (°C)	23.60	19.06	30.33	26.13	26.75	23.01	1.44	1.52
	Z-score Value	-1.30	-1.11	0.99	1.10	-0.23	0.12	0.49	0.48
Ogum District	Original Value (°C)	28.68	21.68	31.55	26.05	29.86	23.78	0.74	0.83
	Z-score Value	0.43	-0.29	1.40	1.08	0.83	0.37	0.25	0.26
Wirye District	Original Value (°C)	23.60	22.18	33.56	28.69	27.50	25.54	1.86	1.37
	Z-score Value	-1.30	-0.14	2.09	1.90	0.03	0.92	0.63	0.43
Seoul	Original Value (°C)	15.58	10.34	40.58	35.13	27.47	22.66	2.94	3.19
	Z-score Value	-4.03	-3.85	4.48	3.92	0.02	0.02	1.00	1.00

업지구 대부분이 2007년에는 서울시 평균에 비해 비교적 지표면 온도가 낮은 편에 속했던 지역이었으나, 지난 10년 동안의 개발로 인해 2017년에는 지표면 온도가 서울시 평균보다 대부분 높아진 것이다. 이는 지난 10년 동안 추진된 서울시 공공택지개발사업을 통해 불투수면적의 증가 또는 식생지수의 감소에 기인한 것일 수 있다.

2. 지구별 지표면 온도변화(2007~2017년) 분석

2007년과 2017년의 표준화된 지표면 온도 차이 ($\Delta zLST$)는 <Figure 2>와 <Table 7>과 같다. 공공택지개발 사업지구별로 지난 10년간 지표면 온도변화의 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 오금지구와 신정4지구를 제외한 대부분의 지역에서 지구 전체적으로 지난 10년간 지표면 온도가 고르게 높아졌다. 구체적으로 살펴보면, 7개 공공택지개발 사업지구 중 신정4지구(-0.28℃), 오금지구(-1.42℃)를 제외한 모

든 지역에서 지난 10년간 지표면 온도가 증가한 것을 볼 수 있다. 그중 위례지구는 2.73℃로 가장 많이 증가하였고, 그 다음으로 신내3지구(1.84℃), 내곡지구(1.71℃), 세곡2지구(1.58℃) 순으로 증가하였다. 특히, 위례지구의 지표면 온도변화의 최댓값이 9.31℃ 수준으로 나타났는데, 이는 서울시 전체의 최댓값(9.84℃)과 유사한 수준으로 나타났다. 즉, 위례지구의 지표면 온도변화가 서울시 전체로 봤을 때도 매우 높은 수준임을 나타낸다. 이와 같은 결과를 정리하면, Weng and Lu(2008) 등의 선행연구들에서 나타난 바와 같이 지난 10년간 서울시에서 시행된 공공택지개발사업들이 불투수면적을 증가시키고 식생지수를 감소시킴으로써 지표면 온도를 상승시키고 있다는 개연성을 나타내고 있다.

둘째, 앞서 <Table 1>에서도 보았듯이, 위성영상 분석에 활용되었던 2017년 5월을 기준으로 강남지구(2015년 6월 30일 완료)를 제외한 모든 지구가 사업이 진행 중인 단계이다. 신내3지구, 신정4지구, 세곡2지

Figure 2 _ Map of Standardized Land Surface Temperature Change between 2007 and 2017

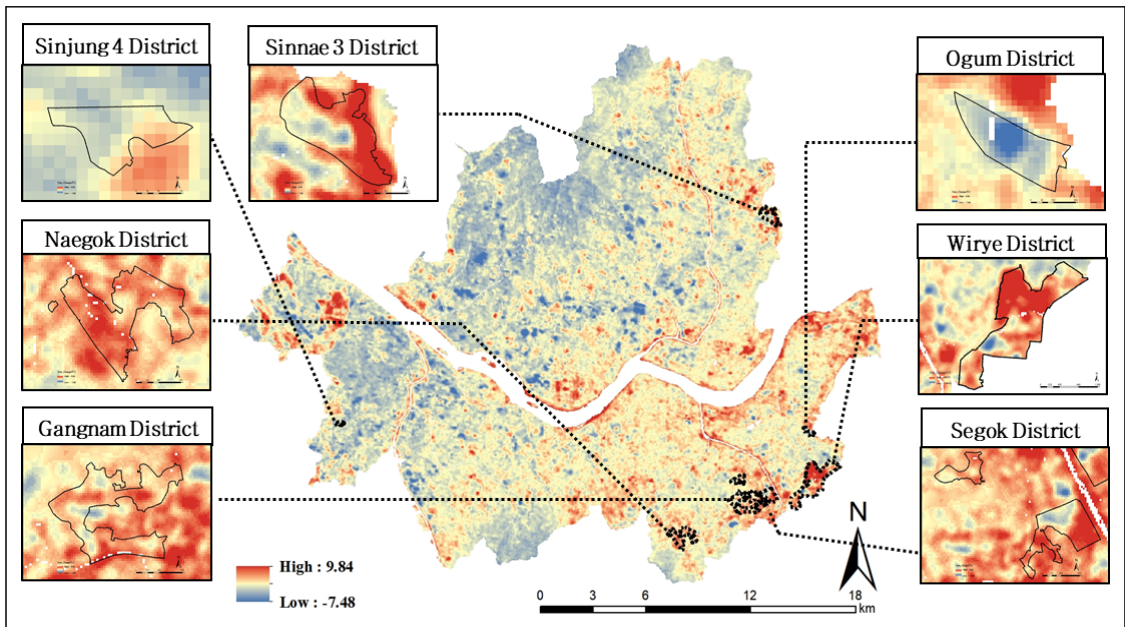


Table 7_ Descriptive Statistics of Standardized Land Surface Temperature Change between 2007 and 2017 (unit: °C)

Site	Min	Max	Mean	SD
Sinnae 3 District	-2.43	6.77	1.84	2.22
Sinjung 4 District	-1.37	1.41	-0.28	0.73
Naegok District	-0.59	3.71	1.71	0.87
Segok 2 District	-2.04	5.18	1.58	1.61
Gangnam District	-1.49	3.97	1.08	0.94
Ogum District	-5.20	1.21	-1.42	1.36
Wirye District	-4.89	9.31	2.73	2.37
Seoul	-7.48	9.84	0.00	1.27

구가 2017년 12월 말까지, 내곡지구, 오금지구, 위례지구가 2018년 말 또는 그 이후까지 사업이 추진될 예정이다. 일반적으로 사업이 추진될수록 식생감소에 의한 불투수면적이 증가하고, 이는 지표면 온도의 상승으로 연결될 수 있다. 따라서 향후 각 지구들의 사업이 완료된 시점에는 본 논문의 분석결과로 도출된 지표면 온도의 변화보다 더 증가할 것으로 예상된다.

셋째, 사업지구의 면적이 클수록 지표면 온도가 더 많이 증가한 것으로 나타났다. 사업지구 면적과 지표면 온도변화가 정비례하는 것은 아니었지만, 일정규모 이상 해당하는 사업지구에서 지표면 온도의 증가 수준이 더 높은 것으로 나타났다. 지구 면적이 비교적 큰 위례지구(257만 1,315m²)의 경우 지표면 온도가 2.73°C씩 증가하였다. 한편, 지구면적이 작은 신정4지구(3만 5,594m²)와 오금지구(12만 8,257m²)의 경우에는 지난 10년간 지표면 온도변화가 각각 -0.28°C, -1.42°C로, 오히려 감소한 것으로 나타났다.

3. 지구별 지표면 온도변화와 불투수면적 비율의 변화

본 논문에서는 Landsat 위성영상에서 적색 밴드와 근적외선 밴드를 이용하여 추출해 낸 V_rNIR-BI지수값으로 불투수면적(Impervious Surface Area: ISA)을 나

타내었다(Estoque and Murayama 2015, 208). 2007년과 2017년의 지구별 V_rNIR-BI지수값의 기초통계는 <Table 8>과 같다. 2007~2017년 동안 V_rNIR-BI지수의 평균값은 0.041~0.152 범위에서 증가한 것으로 나타났다. 특히 신내3지구와 위례지구에서 각각 평균적으로 0.152, 0.142씩 증가하는 등 불투수면적의 증가가 두드러지게 나타났다.

다음의 <Table 9>는 지구별로 2007년 대비 2017년의 지표면 온도의 변화(ΔLST)와 불투수면적 비율의 변화(Δ%ISA)를 나타낸 것이다. 여기서 불투수면적 비율(%ISA)은 전체면적 대비 V_rNIR-BI지수값이 -0.425 이상인 면적의 비율로 산정하였는데, 이는 선행연구에서 활용한 산정방법을 따른 것이다(Estoque, Murayama and Myint 2017, 352).

지구별 지표면 온도와 불투수면적의 변화 정도를 나타낸 <Table 9>의 내용은 다음과 같이 정리할 수 있다. 우선, 2007~2017년 동안 지구별 불투수면적 비율은 신정4지구와 오금지구를 제외한 모든 지구에서 증가한 것으로 나타났다. 신내3지구의 경우, 66.67%였던 불투수면적 비율이 100%로 33.33%p 증가하였으며, 위례지구는 15.13%p, 내곡지구는 14.68%p 등으로 증가하였다. 한편 신정4지구와 오금지구의 경우에는 2007년에 이미 불투수면적 비율이 100%를 초과

Table 8_ Descriptive Statistics of VrNIR-BI Value (Impervious Surface) in 2007 and 2017

Site	Min		Max		Mean		SD	
	2007	2017	2007	2017	2007	2017	2007	2017
Sinnae 3 District	-0.563	-0.407	-0.024	-0.047	-0.312	-0.160	0.153	0.065
Sinjung 4 District	-0.422	-0.355	-0.120	-0.074	-0.273	-0.189	0.079	0.074
Naegok District	-0.529	-0.441	-0.081	-0.063	-0.286	-0.188	0.107	0.084
Segok 2 District	-0.477	-0.381	-0.032	-0.053	-0.215	-0.174	0.088	0.058
Gangnam District	-0.572	-0.430	-0.049	-0.051	-0.285	-0.196	0.112	0.087
Ogum District	-0.297	-0.230	0.008	-0.038	-0.135	-0.084	0.067	0.034
Wirye District	-0.510	-0.413	0.027	-0.034	-0.272	-0.130	0.134	0.054

하고 있었다.

이와 함께, 본 논문에서는 지난 10년간 불투수면적 비율이 증가한 지구에서 지표면 온도가 높아진 것을 확인할 수 있다. 예를 들어, 신내3지구의 경우 지난 10년 동안 불투수면적 비율이 33.33%p 증가하였고, 해당 기간 지표면 온도도 1.84°C만큼 증가한 것으로 나타났다. 이와 같은 변화는 신내3지구를 비롯하여 위례지구, 내곡지구, 강남지구 등에서 뚜렷하게 나타나고 있다. 이 결과는 지표면 온도와 불투수면적 간에 유의미한 상관관계가 있다는 다양한 선행논문의 결과들과 그 궤를 같이한다(Weng and Lu 2008; Rogan, Ziener,

Martin and Ratick et al. 2013; Mathew, Khandelwal and Kaul 2016; Estoque, Murayama and Myint 2017; Wang, Ma, Ding and Liang 2018).

한편, 신정4지구와 오금지구는 불투수면적 비율이 2007년과 2017년에 모두 100%를 나타내고 있어 지난 10년 동안 불투수면적 비율 자체의 변화는 없었으며, 해당 지구의 지표면 온도값은 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 앞서도 말했듯이 본 논문에서 활용한 불투수면적 비율은 VrNIR-BI지수값이 -0.425 이상인 면적의 비율로 나타내는 것이며, 이 기준으로 보았을 때 신정4지구와 오금지구 모두 2007년에 이미 불투수면적 비율이 100%인 것이다. 향후 불투수면적 비율의 임계치를 조정하거나, 불투수면적의 질적 수준을 감안함으로써 이 두 지구에서 나타난 불투수면적 비율과 지표면 온도와의 관계에 대한 세밀한 분석이 필요할 것이다.

Table 9_ Changes of Standardized LST and %ISA

Site	Change of Land Surface Temperature (°C)	% Impervious Surface Area (%)		
		%ISA ₀₇	%ISA ₁₇	Δ%ISA
Sinnae 3 District	1.84	66.67	100	33.33
Sinjung 4 District	-0.28	100	100	0
Naegok District	1.71	84.97	99.65	14.68
Segok 2 District	1.58	98.26	100	1.74
Gangnam District	1.08	87.56	99.81	12.24
Ogum District	-1.42	100	100	0
Wirye District	2.73	84.87	100	15.13

V. 결론

본 논문은 지난 10년간 서울시에서 추진된 공공택지개발사업이 지표면 온도에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해서 위성영상을 활용하여 개발 전후의 지표면 온도 차이를 분석하였다. 2007년 5월 27일(Landsat-5

TM)과 2017년 5월 6일(Landsat-8 OLI)에 촬영된 위성 영상 자료를 활용했으며, 두 시점 간의 환경여건을 보정하기 위해 표준화값을 활용함으로써 10년간의 지표면 온도 변화값을 산출하였다.

분석결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 7개의 공공택지개발지구는 2007년에는 서울시 평균값에 비해 지표면 온도가 낮은 편에 속하였으나, 2017년에는 대부분 서울시 평균값보다 증가한 것으로 나타났다. 이는 지난 10년간 추진된 서울시 공공택지개발사업이 토지이용 등 환경적 여건을 변화시켜 발생한 것임을 내포하고 있다. 둘째, 2007년 대비 2017년의 지표면 온도의 차이를 분석한 결과, 신정4지구와 오금지구를 제외한 모든 사업지구에서 지표면 온도가 증가한 것을 알 수 있었다. 특히 위례지구(2.73°C), 신내3지구(1.84°C), 내곡지구(1.71°C) 등에서 비교적 큰 폭으로 지표면 온도가 높아진 것을 확인하였다. 이 역시 공공택지개발사업의 추진에 따른 녹지의 감소, 불투수면적의 확대에 의한 결과로 지표면 온도를 상승시키고 있다는 개연성이 있다고 하겠다. 셋째, 앞서 도출된 결과인 공공택지개발사업 추진 이후 지표면 온도변화의 원인규명을 위해 각 지구별 불투수면적 비율의 변화를 살펴보았다. 분석결과, 지난 10년 동안 불투수면적 비율이 증가한 지역에서 지표면 온도가 높아진 것을 확인하였다. 이는 분석방법론의 차이는 있으나 앞서 논의한 다양한 선행연구에서 지표면 온도와 불투수면적 간에 연관성이 있다는 결과와 일맥상통하는 것이다(Weng and Lu 2008; Rogan, Ziemer, Martin and Ratick et al. 2013; Mathew, Khandelwal and Kaul 2016; Estoque, Murayama and Myint 2017; Wang, Ma, Ding and Liang 2018).

일반적으로 개발사업으로 인해 해당 지역은 불투수면적 비율의 증가, 녹지감소 등 토지이용의 변화가 나타나고, 이는 결국 해당 지역의 지표면 온도의 상승

을 일으키게 한다. 본 논문은 공공택지개발사업 지구별로 사업시행 이후의 불투수면적과 지표면 온도의 변화를 비교하였다. 향후 연구에서 해당 지구의 토지피복 변화를 정량적으로 산출하여 이를 불투수면적 비율, 식생지수, 지표면 온도변화와 상관성 분석 등을 실시한다면 더욱 의미 있는 결과가 도출될 것이다.

정부는 저소득층이나 사회초년생들에게 양질의 주거를 공급하고자 다양한 공공택지개발사업을 추진해 왔다. 최근 10년 동안에도 보금자리주택, 행복주택 등 취약계층의 주거안정성을 도모하고자 노력해왔다. 이미 과밀 개발된 서울시를 포함한 수도권 등지에서는 주택의 신규공급을 위해 개발제한구역을 해제하여 개발한 사례들이 대다수이다. 본 논문에서 살펴본 7개의 지구들도 대부분이 개발제한구역의 해제를 통한 공공택지를 개발하여 서민들에게 공급한 사례이다.

사회적 배려계층에 대한 양질의 주거공급 측면에서는 공공택지개발사업이 긍정적이라 볼 수 있지만, 환경적 측면에서 본다면 불투수면적의 확대, 지표면 온도 상승 등 부정적인 결과도 상존한다는 것을 발견하였다. 이러한 결과를 토대로 향후 정부 및 지자체가 공공택지개발사업을 추진할 때 공원의 확충 및 녹지 조성 의무화 등과 같은 환경적인 여건을 고려한 개발 계획을 수립해야 할 것이다.

참고문헌 •••••

1. 공학양, 김석현, 조형진. 2016. 인천시에서 토지이용이 도시 열환경에 미치는 영향. *Ecology and Resilient Infrastructure* 3, no.4: 315-321.
Kong Hakyang, Kim Seoghyun and Cho Hyungjin. 2016. Effect of land use on urban thermal environments in Incheon, Korea. *Ecology and Resilient Infrastructure* 3, no.4: 315-321.
2. 구도완. 1998. 환경친화적 개발제한구역정책의 방향. 도시연구 40권: 71-84.

- Ku Dowan. 1998. Sustainable greenbelt policy. *Journal of Urban Studies* 30: 71-84.
3. 국가수자원관리종합정보시스템. 토지피복 분석기준. http://www.wamis.go.kr/WKB/WKB_LCST_LST.ASPX (2018년 5월 27일 검색).
Water Resources Management Information System. Analysis Standard for Land Cover. http://www.wamis.go.kr/WKB/WKB_LCST_LST.ASPXST_LST.ASPX (accessed May 27, 2018).
 4. 기상청 날씨누리. <http://www.weather.go.kr/weather/main.jsp> (2018년 5월 24일 검색).
Korea Meteorological Administration Weather Nuri. <http://www.weather.go.kr/weather/main.jsp> (accessed May 24, 2018).
 5. 김남철. 2006. 환경친화적 도시개발을 위한 법적과제. 토지공법연구 30권: 1-25.
Kim Namcheol. 2006. Die rechtlichen aufgaben für umweltfreundliche städtebauliche entwicklung. *Public Land Law Review* 30: 1-25.
 6. 김자경, 남경숙. 2008. 서울시 초고층 주거 건축의 특성 및 개선 방향에 관한 연구. 서울도시연구 9권, 2호: 63-82.
Kim Jakyung and Nam Kyungsook. 2008. A Study on the architectural characteristics and improvement of high-rise residences in Seoul. *Seoul Studies* 9, no.2: 63-82.
 7. 박민호. 2001. Landsat TM 열적외 데이터를 이용한 도시열섬 현상에 관한 연구. 서울시를 대상으로. 대한토목학회논문집 21권, 6-A호: 861-874.
Park Minho. 2001. A Study on the urban hear island phenomenon using Landsat TM thermal infrared data: In the case of Seoul. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers* 21, no.6-A: 861-874.
 8. 박병욱. 1996. Landsat TM 자료를 이용한 광주시 환경변화 분석. 한국지형공간정보학회지 4권, 1호: 31-41.
Park Byunguk. 1996. Environmental change analysis of Kwangju city using Landsat TM data. *Journal of the Korea Society For Geospatial Information Science* 4, no.1: 31-41.
 9. 어인준, 김영하. 2005. 친환경 주거단지개발을 위한 제도적 개선방안에 관한 연구. 공동주택 재건축을 중심으로. 대한건축학회논문집 21권, 2호: 173-180.
Eo Injun and Kim Youngha. 2005. A Study on the improvement of the legal system for the environment-friendly apartment complex. *Journal of the Architectural Institute of Korea, Structure & Construction* 21, no.2: 173-180.
 10. 엄대용. 2006. 원격탐사 자료에 의한 지표온도추출 정확도 향상에 관한 연구. 한국지리정보학회지 9권, 2호: 159-172.
Um Daeyong. 2006. A Study on the accuracy improvement of land surface temperature extraction by remote sensing data. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 9, no.2: 159-172.
 11. 윤희천, 김민규, 정갑용. 2013. 도시열섬완화를 위한 녹지증가에 따른 온도변화 분석. 한국측량학회지 31권, 2호: 143-150.
Yun Heecheon, Kim Mingyu and Jung Kapyeong. 2013. Analysis of temperature change by forest growth for mitigation of the urban heat island. *Journal of the Korean Society of Survey, Geodesy, Photogrammetry and Cartography* 31, no.2: 143-150.
 12. 이상일, 이성근. 2009. 택지개발사업지구의 환경성평가를 위한 환경지표 설정에 관한 연구. 한국지역개발학회지 21권, 2호: 211-228.
Lee Sangil and Lee Seongkeun. 2009. A study of the development of environmental indicators for environmental assessment in residential land development district. *Journal of the Korean Regional Development Association* 21, no.2: 211-228.
 13. 조명희, 이광재, 김운수. 2001. 원격탐사자료와 GIS를 활용한 도시 표면온도의 공간적 분포특성에 관한 연구. 한국지리정보학회지 4권, 1호: 57-66.
Jo Myunghee, Lee Kwangjae and Kim Woonsoo. 2001. A study on the spatial distribution characteristic of urban surface temperature using remotely sensed data and GIS. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 4, no.1: 57-66.
 14. 택지정보시스템. 지구정보. <http://openapi.jigu.go.kr/main.do> (2018년 3월 22일 검색).
Residential Information System. Residential Information System. <http://openapi.jigu.go.kr/main.do> (accessed March 22, 2018).
 15. Bokaie, M., Zarkesh, M. K., Arastdo, P. D. and Hosseini, A. 2016. Assessment of urban heat island based on the relationship between land surface temperature and land use/land cover in Teheran. *Sustainable Cities and Society* 23: 94-104.
 16. Estoque, R. C. and Murayama, Y. 2015. Classification and change detection of built-up lands from Landsat-7 ETM+

- and Landsat-8 OLI/TIRS imageries: A comparative assessment of various spectral indices. *Ecological Indicators* 56: 205-217.
17. Estoque, R. C., Murayama, Y. and Myint, S. W. 2017. Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: An urban heat island study in the megacities of Southeast Asia. *Science of the Total Environment* 577: 349-359.
 18. Jiménez-Muñoz, J. C. and Sobrino, J. A. 2010. A single-channel algorithm for land-surface temperature retrieval from aster data. *Ieee Geoscience and Remote Sensing Letters* 7, no.1: 176-179.
 19. Liu, L., and Zhang, Y. 2011. Urban heat island analysis using the Landsat TM data and ASTER data: A case study in Hong Kong. *Remote Sensing* 3, no.7: 1535-1552.
 20. Mathew, A., Khandelwal, S., and Kaul, N. 2016. Spatial and temporal variations of urban heat island effect and the effect of percentage impervious surface area and elevation on land surface temperature: Study of Changigarh City, India. *Sustainable Cities and Society* 26: 264-277.
 21. NASA. 2004. *Landsat 7 Science Data Users Handbook*. Washington, D.C.: NASA.
 22. _____. 2016. *Landsat 8 Science Data Users Handbook*. Washington, D.C.: NASA.
 23. Rogan, J., Ziemer, M., Martin, D., Ratick, S., Cuba, N. and DeLauer, V. 2013. The impact of tree cover loss on land surface temperature: A case study of central Massachusetts using Landsat Thematic Mapper thermal data. *Applied Geography* 45: 49-57.
 24. Sobrino, J. A., Jimenez-munoz, J. C. and Paolini, L. 2004. Land surface temperature retrieval from Landsat TM 5. *Remote Sensing of Environment* 90, no.4: 434-440.
 25. USGS. <https://earthexplorer.usgs.gov> (accessed March 14, 2018).
 26. Wang, S., Ma, Q., Ding, H. and Liang, H. 2018. Detection of urban expansion and land surface temperature change using multi-temporal Landsat images. *Resources, Conservation and Recycling* 128: 526-534.
 27. Weng, Q. and Lu, D. 2008. A sub-pixel analysis of urbanization effect on land surface temperature and its interplay with impervious surface and vegetation coverage in Indianapolis, United States. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 10, no.1: 68-83.

-
- 논문 접수일: 2018. 4. 10.
 - 심사 시작일: 2018. 5. 3.
 - 심사 완료일: 2018. 6. 21.

요약

주제어: 공공택지지구, 지표면 온도, 불투수면적, 랜드셋 위성영상

우리나라는 도시화가 급격하게 이루어지면서 경제성장, 도시민의 삶의 질 향상과 같은 긍정적인 효과 이면에 다양한 도시 문제를 동시에 수반하게 되었다. 주거단지 개발은 신도시, 택지개발 등 기존의 개발제한구역을 해제한 지역에 공동주택 등을 건설하여 도시민들에게 주거생활의 질적인 측면을 향상시켜 준다는 긍정적인 효과도 있지만, 환경적인 측면에서는 미개발지인 그린벨트지역에 개발이 이루어지면서 지표면 온도의 상승과 같은 부정적인 변화도 일으킬 수 있다. 본 논문에서는 도시개발 사업이 도시환경에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 분석하기 위해 2007년에서 2017년 사이 공공택지개발로 인한 지표면 온도 변화를 분석하였다. 서울시 내에서 공공택지개발 사

업이 시행된 곳인 신내3지구, 신정4지구, 내곡지구, 세곡2지구, 강남지구, 오금지구, 위례지구를 대상으로 하였다. 사업시행 이전과 이후의 변화를 알아보기 위해 랜드셋 위성영상을 이용하여 지표면 온도변화를 분석하였다. 그 결과, 대부분의 공공택지개발 사업지구에서 지표면 온도가 증가하였고, 특히 가장 많이 증가한 위례지구는 2.73℃가 증가한 것으로 나타났다. 이와 함께 지난 10년간 불투수면적 비율이 증가한 지구에서 지표면 온도도 높아진 것을 확인하였다. 이를 통해 향후 공공택지개발 사업을 시행할 때 환경적인 측면을 고려한 계획 방향을 제시하고자 하는데 의의가 있다.