

익산 소라산의 주변기온 저감효과 연구

이상화* · 김승민** · 임중현** · 손진관*** · 강동현***

*녹색마당 · **승림에코원(주) · ***농촌진흥청 국립농업과학원

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

20세기 초 인류는 도시로 몰려드는 인구집중현상을 경험하게 되었다. 그로 인해 화석에너지 사용이 본격화 되면서 도시에 오염이 증가하게 되었다. 도시 내 기후는 오염과 열의 발생으로 도시열섬현상이 나타나게 되었고 이러한 도시기후 특성은 도심지 외곽보다 도심지 내부가 더 뜨거운 도시열섬(Urban Heat Island, UHI)이 발생하게 되었다(Howard, 1833; Gomez and Reig, 1998; Miller, 1998; Arnfield, 2003). 도시열섬의 원인은 에너지의 집중이 원인이다. 인공구조물과 자동차의 증가로 인해 콘크리트 건물과 아스팔트 포장 등의 불투수포장면이 급속히 증가하여 알베도(albedo)가 낮은 인공구조물이 주간 태양열을 흡수하고, 야간에 방출하여 기온 상승을 부추기게 되었다.

이러한 도시열섬 현상을 줄이기 위해서는 도시 내 녹지가 필요하고 녹지는 대기오염과 기온저감효과가 있는 것으로 알려져 있다(Upmanis and Lindqvist, 1998; Chow and Mathias, 2006; Correa et. al., 2006; Georgi and Zafiriadis, 2006). 녹지의 기온저감은 식물이 수분을 증발시키면서 온도를 저감시키는 증산작용과 녹지의 수관층(canopy)이 태양광을 막아 그늘을 만들어 복사열을 줄이는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Breshears et. al., 1998; Akbari et al., 2001). 도심지 내에서는 토지이용이 녹지가 증가하면 도시기온을 감소시킬 수 있는 주요한 인자라고 주장하고 있다(Georgi and Zafiriadis, 2006; Giridharan et. al., 2008). 숲 조성은 가장 효과적인 열섬저감 방법이기 때문에 숲이 도시 전체에서 가장 낮은 온도를 나타내면 주변의 기온을 빼앗아 온도를 떨어뜨리는 역할을 한다. 따라서 도시화가 가속화되고 인구가 집중된 도시는 숲을 통해 기온저감효과 뿐만 아니라 시민들이 휴식과 환경공익 등의 순기능이 많기 때문에 반드시 필요한 구성인자이다(Lee et. al., 2008).

이에 본 연구는 자연마당사업으로 조성된 익산 소라산 자연마당 조성지를 대상으로 도시기온 저감효과를 파악하는데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 조사대상지 개황

본 연구 대상지는 전라남도 익산시 영등동 일대에 위치한 소라산과 주변지역이다. 지리적으로는 동경 35도57분08초, 북위 126도58분01초에 위치하고 있다(http://map.daum.net, 그림 1). 오랜시간 동안 익산시민의 휴식처로 이용된 소라산은 익산 시내에 위치하며 전체 면적은 26만㎡이고, 자연마당 조성지는 5만5천㎡이다. 연구 대상지인 소라산 주변은 익산의 옛 도심지역이며 도로와 건축물로 인해 대부분 불투수포장 지역이다.



Fig. 1. Study Site of Iksan city

2. 기온관측

대기기온을 측정하기 위해 5대의 전자온습도계(U23 Pro v2 External Temperature Data Logger)를 Radiation Shield에 넣어 식물원과 그 주변 지역에 설치하였다(Table. 1과 Figure 1). St.1은 원래 경작지인 곳을 물장군 서식지로 조성하여 연못과 수생식물, 초본, 목본을 식재한 생태복원지역이다. St.2는 수고 15미터 이상의 수목이 형성된 숲이다. St.3은 소라산 자연마당에서 약 250m 떨어진 도로지역으로 주변은 일반주거지역이다. St.4는 소라산 자연마당에서 450m 떨어진 전북 기계공고이며

주변은 단독주택과 학교가 분포한 지역이다. St.5는 남성아파트와 시청이 위치한 곳으로 익산시 중앙부에 위치하여 있다.

대상지 5곳 관측지점의 해발고도는 25~28m로 높이차로 인한 기온차이는 없는 것으로 판단되어 기온보정을 하지 않았다. 관측장비 설치하는 기온역전현상과 도난방지를 위해 2~2.5m 높이에 설치하였다(Ahrens, 2008).

관측기간은 2015년 1월 11일부터 6월 09일까지 측정하였고, 기온과 습도는 매 10분단위로 관측하였다. 관측된 자료는 노트북에 Download하여 Microsoft EXCEL로 분석하였다. 기온저감효과를 파악하기 위해 관측지점 마다의 평균기온이 가장 높은 곳과 가장 낮은 곳을 대상으로 두 지역의 기온차를 정량적으로 표현한 UHI강도를 산출하여 비교하였다.

기온관측일은 총150일이고 이 중 강우가 발생한 41일(27.3%)을 제외시켜 실제로 분석한 날수는 109일(72.7%)이었다. 월별 측정일과 제외일은 다음과 같다(Table 2.).



Figure 2. Picture of Observing Positions.

Table 1. Observing Position.

No	Initial	Observing Position	Land Use
1	St.1	Sorasan Grass	Grass
2	St.2	Sorasan Forest	Forest
3	St.3	Road	Single Family Residential
4	St.4	Chonbuk Mechanical Technical High School	High School
5	St.5	Road	City Hall

Table 2. Observing day and Except day

Month	Observe	Except	Day	Ratio
January	13	8	21	61.9
February	23	5	28	82.1
March	25	6	31	80.6
April	15	15	30	50.0
May	24	7	31	77.4
June	9	0	9	100.0
합계	109	41	150	72.7

III. 결과 및 고찰

연구 결과는 두 가지 관점에서 분석되었다. 하나는 대상지의 일중 기온 변화를 분석하였고, 또 다른 하나는 일평균기온이 가장 높은 지역인 St.5와 가장 낮은 St.2와의 UHI강도를 분석한 것이다. 일중 변화는 기온을 10분 단위로 측정 한 후 그 결과 값을 일일 10분 평균값으로 산출하여 그래프형태로 분석하였다.

1. 대상지의 일 중 기온변화

관측기간 중 최고 기온은 St.3에서 2015년 5월 27일 13:50~15:20 사이 33.3℃가 기록되었고 최저기온은 St.5에서 2015년 2월 9일 06:20~08:00 사이 -8.4℃가 기록되었다. 측정 대상지별 평균기온이 가장 높은 곳은 St.3으로 10.51℃로 가장

높았다. 그리고 St.5(10.01℃), St.4(9.86℃), St.1(9.21℃), St.2(9.17℃) 순 이었다(Figure 3). 이 중 평균기온이 10℃가 넘는 곳은 St.3과 St.5 지역으로 오픈스페이스가 아닌 불투수포장지역에서 나타났다. 이러한 결과는 알비도가 낮고, 야간에 장파복사량이 녹지지역에 비해 높기 때문에 나타난 결과로 판단된다(Lee et. al., 2008).

일중 10분단위 평균기온이 가장 높은 곳도 St.3(16.2℃)이고, 가장 낮은 곳은 St.1(4.68℃)이었다(Figure 4). 일중 10분단위 평균기온이 가장 낮은 곳이 St.2가 아니라 St.1인 이유는 St.1에 습지가 있고, St.2는 숲이라 수관에 의한 보온효과가 나타난 것으로 추측된다(Kum et. al., 1994). 일중 10분단위 평균기온이 가장 낮은 시간대는 해가 뜨기 전인 6시 정도고, 가장 높은 시간대는 한낮인 오후 2시정도로 분석되었다.

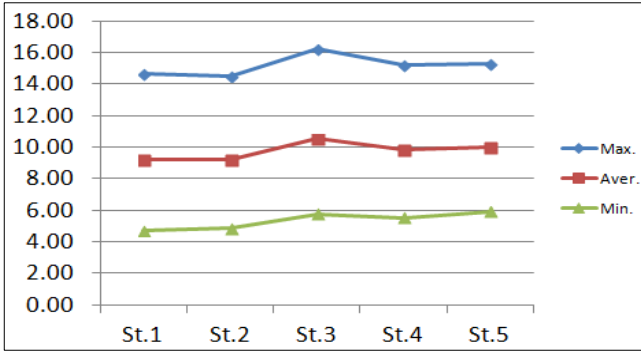


Figure 3. The diurnal average, maximum and minimum temperature

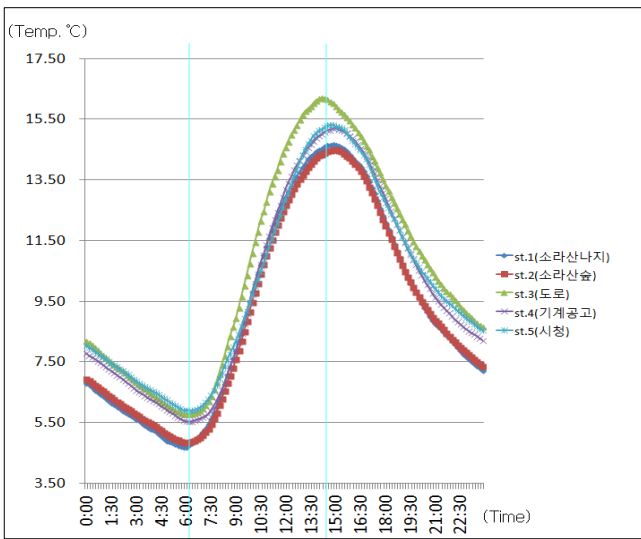


Figure 4. Diurnal variation of air temperature at observation sites

2. St.2와 St.3의 UHI강도 차이

일중 10분단위 평균기온차가 가장 많이 발생하는 St.2와 St.3의 UHI(Urban Heat Island)강도 변화차이를 살펴보면 평균 UHI강도는 1.34°C이었고, 최고 UHI강도는 13:00에 1.98°C, 최저 UHI는 07:00에 0.86°C이었다(Figure 5). UHI강도가 07:00에서부터 계속 높아진다. 이것은 콘크리트와 아스팔트 알비도가 낮고 인간의 활동이 점차적으로 많아지기 때문이라 판단된다. 그러나 13:00부터는 기온이 내려가기 시작한다. 이것은 St.2가 증산작용으로 St.3에 비해 온도상승이 낮고 St.3는 태양고도가 떨어지면서 직사광선이 줄어들기 때문에 기온하락 속도가 빨라 나타난 결과로 생각된다. 그러나 16:30부터는 UHI강도가 다시 올라 가는데 이번에는 St.2가 기온하강 속도가 St.3보다 빠르기 때문이다. 이것은 St.2가 St.3보다 태양광으로 발생한 잠열을 대기로 방출하는 양이 적고 St.3지역의 인공폐열에 의해 기온 하강 속도가 더디기 때문이라 판단된다(Kim, 2002).

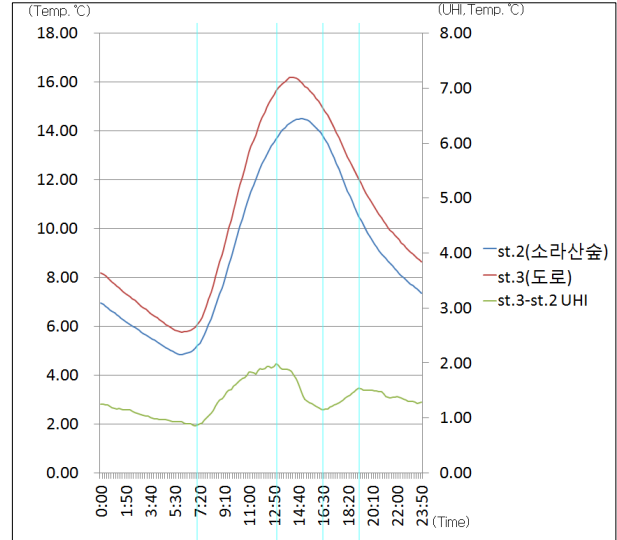


Figure 5. UHI Intensity of St.3 and St.2

IV. 결론

본 연구는 익산시 영등동에 위치한 소라산 자연마당지역이 그 주변지역 기온을 저감시키는 효과를 파악하기 위해 2015년 1월부터 6월까지 온도를 관측하고 기온저감 효과를 분석하였다. 결론은 다음과 같다.

1. 관측기간 중 최고 기온은 2015년 5월 27일 13:50~15:20 사이에 발생하였고, 최저 기온은 2월 9일 06:00~08:00 사이에 발생하였다.
2. 대상지 평균기온은 St.3이 가장 높았고, St.5, St.4, St.1, St.2 순 이었다. 이는 불투수포장면적과 거주지의 인구밀도와 비례하는 것으로 생각된다.
3. 일중 10분단위 평균기온이 최고 높은 곳은 St.3이고 가장 낮은 곳은 St.1로 분석되었다.
4. 2015년 1월부터 6월사이 일 중 평균온도차이가 가장 많이 발생한 St.2와 St.3의 UHI(Urban Heat Island)강도차이는 1.34°C이고, 최고 UHI강도는 13시에 1.98°C, 최저 UHI강도는 07시에 0.86°C가 발생하는 것으로 분석되었다. 이는 하루 중 가장 더울 때 소라산지역이 주변지역에 비해 약 2°C정도 시원하다고 할 수 있다.

이와 같은 결과들을 생각해 볼 때 도시기온 상승인 열섬발생 원인은 콘크리트와 같은 비중이 큰 물질이 단파복사에너지를 빨리 흡수하여 주변온도를 높이는 것과 사람들의 에너지 사용으로 인해 발생하는 인공폐열이 합쳐져 발생한 것으로 판단된다. 그와 반대로 녹지가 존재하거나 오픈스페이스가 있는 지역은 녹지의 증산작용(Kurn, et. al., 1994)과 인간의 에너지 사용이 미미하기 때문에 인공폐열이 주로 발생하지 않기 때문이라 판단된다. 이것은 자연 에너지의 순환이 막혀 있는 곳은 온도

가 높고, 그렇지 않은 것은 온도가 낮은 것으로 인식된다.

인용문헌

1. Ahrens, D. C. 2008. Essentials of Meteorology. An Invitation to the Atmosphere 5th ed, Belmont, Thomson Learning Inc.
2. Akbari, H., Pomerantz, M., Taha, H. 2001, Cool Surface and Shades on Residential Heating and Cooling Energy Use in Four Canadian Cities, Energy 17(2) : 141-149.
3. Armfield A. J. 2003, Two Decades of Urban Climate Research : A Review of Turbulence, Exchanges of Energy and Water, and The Urban Heat Island, International Journal of Climatology, 23(1) : 1-26
4. Breshears, D. D., Nyhan, J. W., and Wilcox B. P. 1998, Effects of Woody Plants on Microclimate in Semiarid Woodland : Soil Temperature and Evaporation in Canopy and Intercanopy Patches, Int. J. Plant Sci. 159(6) : 1010-1017
5. Chow, Winston T. L. and Matthias Roth, 2006, Temporal Dynamics of The Urban Heat Island of Singapore, International Journal of Climatology, 26(15):2243-2260.
6. Correa, E., Marinez, C., Lesino G., Rosa, Carlos de and Alicia Canton. 2006, Impact of Urban Parks on the Climatic Pattern Mendoza's Metropolitan Area, in Argentina, PLEA2006, The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture.
7. Georgi, N. J. and Zafiriadis, K. 2006, The Impact of Park Trees on Microclimate in Urban Areas, Urban Ecosyst. 9(3) : 195-209.
8. Giridharan, R., Lau, S.S.Y. and Givoni, B. 2008, Lowering The Outdoor temperature in High-rise High-density Residential Developments of Coastal Hong Kong: The Vegetation Influence, Building and Environment, 43(10): 1583-1595.
9. Gomez, F., Gaja, E. and Reig, A., 1998, Vegetation and Climatic Changes in a City, Ecological Engineering 10(4) : 355-360.
10. Howard, L. 1833, Climate of London. London, Havery and Dorton Press.
11. Kim, Y. H., and Baik, J. J. 2002, Maximum Urban Heat Island in Seoul, Journal of Applied Meteorology, 41(6) : 651-659.
12. Kurn, D., S. Bretz, B. Huang, and H. Akbari, 1994, The Potential for Reducing Urban Air Temperature and Energy Consumption through Vegetative Cooling, ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, American Council for an Energy Efficient Economy, Pacific Grove, California.
13. Lee, S. H., Lee, K. S., Zheng, H. Y., Jin, W. C. 2008, Cooling Effects of Botanical Garden in Urban Campus during Summer, Journal of Korean Env. Res. & Reveg. Tech, 11(5) : 72-78
14. Miller, R. W. 1988, Urban Forestry, Planning and Managing Urban Greenspaces, 2nd ed, Upper Saddle River, Prentice Hal
15. Upmanis H., Eliasson I. and Lindqvist S. 1998, The Influence of Green Areas on Nocturnal Temperatures in a High Latitude City (Goteborg, Sweden), International Journal of Climatology, 18(6): 681-700.
16. <http://map.daum.net>, Daum, Corp.
- 17.