

서울 강서구 마곡동 아파트 단지 인간 열환경 분석

신지환* · 임현우* · 김문철* · 임유정* · 위지현* · 조민지* · 이경지* · 문성준* · 현철지** · 조상만* · 박수국* · 조영열*
 *제주대학교 생물산업학부 원예환경전공 · **제주대학교 대학원 원예학과

I. 서론

2017년 서울의 여름 평균기온은 25.4°C로 평년 24.3°C보다 1.1°C 높았고(서울특별시, 2017), 일일 최고기온은 2017년 7월 25일 35.4°C로 더운 여름날이었다. 이러한 무더위에 열질환자는 2013~2017년 중 2016년보다 63명 적은 107명으로 두 번째로 높았다. 폭염으로 도시열섬현상이 악화되면서 열질환자의 수는 계속해서 증가하고, 시민들의 삶의 질은 떨어질 것이다.

본 연구는 서울특별시 마곡동에 위치한 아파트 단지 내의 열환경을 정량적으로 분석하여 열환경에 쾌적한 조경계획 및 설계 방법을 찾아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 미기후 자료 조사

서울특별시 강서구 마곡동 743번지에 위치한 마곡 엠벨리 6단지에서 봄철 미기후 자료 조사를 2018년 5월 26일 09:00~18:00까지 아파트 중심, 옥상(시멘트포장), 옥상(녹화), 운동장(잔디포장), 어린이놀이터(폴리우레탄포장), 가로수길(블럭포장) 총 6지점에서 진행했다(Figure 1 참조). 조사된 미기후 자료는 인체 가슴높이의 기온, 상대습도, 풍속, 풍향, 태양 및 지구복사에너지들을 1분 단위로 측정을 했다(Table 1 참조). 인간 열환경지수를 구하기 위해 미기후자료를 RayMan Pro, Ver. 2.2(Matzarakis *et al.* 2010; <http://www.urbanclimate.net/>

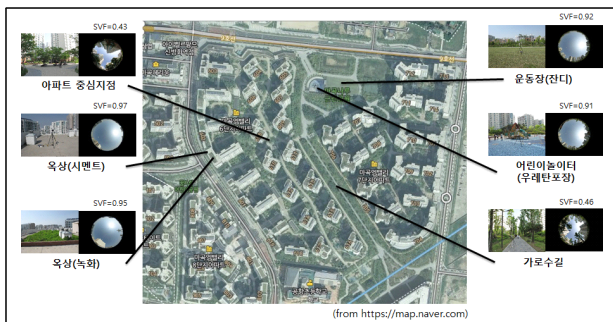


Figure 1. A study site for microclimatic data measurement. SVF means sky view factor

Table 1. Instruments for microclimatic data measurement

Instruments			
Data	Name	Accuracy	Manufacture
Radiation	CNR4 Net Radiometer	$\leq 1\%$ ($-40\sim 80^{\circ}\text{C}$)	Kipp & Zonen Inc.
Air temp. and relative humidity	HMP155A	<ul style="list-style-type: none"> Air temp.: $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ($-80\sim 60^{\circ}\text{C}$) Relative humidity: 2% ($0\sim 90\%$) 3% ($90\sim 100\%$) 	Campbell Scientific Inc.
Wind speed and direction	Met one 034B-L Windset	<ul style="list-style-type: none"> Wind speed: $\pm 0.1\text{ms}^{-1}$ ($\leq 10.1\text{ms}^{-1}$) $\pm 1.1\%$ ($\geq 10.1\text{ms}^{-1}$) Wind direction: $\pm 4^{\circ}$ 	
Datalogger	CR1000	$\pm 0.06\%$ ($0\sim 40^{\circ}\text{C}$)	

rayman)에 입력 후 physiological equivalent temperature(PET; Höppe, 1999)와 universal thermal climate index(UTCI; Bröde *et al.*, 2012)들을 산출했다. 6지점들의 열환경을 비교 분석하기 위해 Microsoft Office Excel 2010을 이용하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 미기후 요소 측정 결과

봄철 기온은 어린이놀이터(우레탄포장) 지점이 평균 27.4°C로 가장 높게 나타났으며, 옥상(녹화)지점이 평균 26.3°C로 가장 낮게 나타났다. 나머지 4지점에서는 평균 0.2°C의 미미한 차이를 보였다. 위와 반대로 상대습도는 식물이 식재된 옥상(녹화), 운동장(잔디), 가로수길 지점들이 가장 낮게 나온 어린이놀이터보다 4% 높게 나타났다. 풍속은 가로수길 지점이 평균 0.9ms^{-1} 로 가장 낮게 나타났으며, 나머지 지점들은 평균 $1.3\sim 1.5\text{ms}^{-1}$ 로 유사한 값을 보였다. 평균복사온도(Mean Radiant Temperature: T_{mrt})에서는 옥상(녹화) 지점이 가장 낮은 평균 51°C를 나타냈으며, 어린이 놀이터와 옥상(시멘트) 지점이 옥상(녹화) 지점보다 평균 차이 값이 8°C로 가장 높게 나타났다. 운동장은 피복식물의 영향으로 평균 55.2°C, 아파트 중심은 건물에 영향으로 발생한 음지에 의해 평균 56.8°C 값을 나타냈다. 가로수길지점 또한 건물에 의한 음지영향으로 오후에 가장 낮은 값

을 보였다.

여름철 기온은 봄철과 같이 어린이 놀이터에서 평균 31.8°C로 가장 높게 나타났고, 상대습도는 6지점들의 최대 차이 1.8%로 차이가 거의 나지 않았다. 풍속은 옥상(녹화) 지점이 평균 1.7ms⁻¹로 가장 높게 나타났고, 나머지 지점들은 봄철과 유사한 값을 보였다. T_{mt}에서는 어린이놀이터 평균 64.6°C, 옥상(시멘트) 평균 64.5°C, 아파트 중심 평균 63.1°C로 다른 세 지점들보다 평균 6.0~7.5°C 높게 나타났다. 특히, 옥상(녹화) 지점은 옥상(시멘트) 지점보다 7.4°C 낮은 저감효과를 보였다.

2. 인간 열환경지수 결과

봄철 열환경지수 비교 결과, 옥상(녹화) 지점에서 가장 낮은 평균 34.4°C로 나타나, 옥상(시멘트) 지점에 비해서는 평균 4.6°C 저감효과를 보였으며, 가장 높게 나타난 어린이놀이터 지점에 비해서는 평균 5.2°C 저감효과를 보였다. 운동장(잔디) 지점과 아파트중심지점은 각각 피복식물과 그늘의 영향으로 평균 36.4°C, 37.4°C를 나타냈다. UTCI에서도 PET에서의 결과와 유사한 경향을 보였으며, 옥상녹화의 열저감 효과는 평균 2.5°C인 것으로 나타났다. 가장 높았던 어린이놀이터(우레탄포장) 지점에 비해서는 3.0°C 저감 효과를 보였다(Figure 2 참조).

여름철 열환경지수 비교 결과, PET에서는 모든 지점들이 41.0°C를 넘어 매우 더움으로 나타났으며, 어린이놀이터(우레탄포장) 지점이 가장 높은 평균 46.5°C를 보였으며, 옥상(시멘트) 지점이 두 번째로 높은 평균 45.5°C를 나타내었다. 가장 낮게 나온 옥상(녹화) 지점(평균 41.1°C)은 옥상(시멘트) 지점에 비해 평균 4.4°C, 가장 높게 나온 어린이놀이터(우레탄포장) 지점에

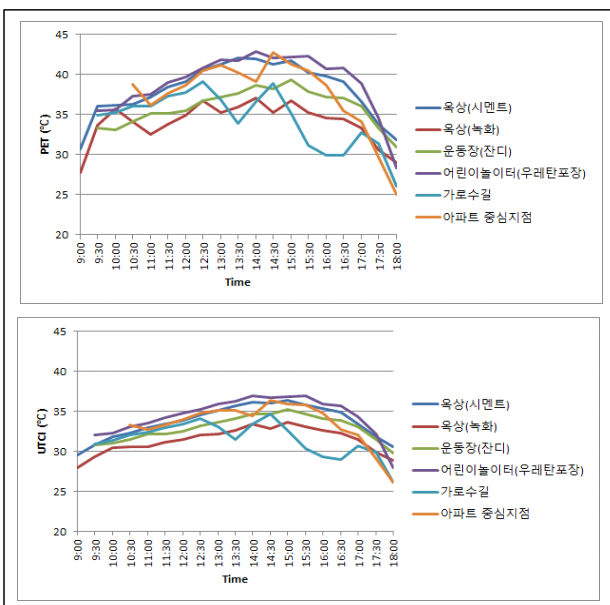


Figure 2. Human thermal sensation of Magok in spring

비해 평균 5.4°C 낮은 열저감효과를 보였다. UTCI에서도 PET와 유사한 결과를 보였으며, 가장 낮게 나온 옥상(녹화) 지점(평균 38.2°C)이 옥상(시멘트) 지점에 비해 평균 2.0°C, 가장 높게 나온 어린이놀이터(우레탄포장) 지점에 비해 평균 2.6°C 낮은 열저감효과를 보였다(Figure 3 참조).

IV. 결론

아파트 단지 내에서 옥상녹화가 열 환경개선효과가 가장 컸으며, 수목과 잔디가 식재된 가로수길과 잔디만 식재된 운동장이 다음으로 열저감 효과가 있는 것으로 나타났다. 폴리우레탄이 피복된 어린이 놀이터에서는 봄, 여름철 모두 높은 열환경을 보여 열환경을 개선할 수 있는 조경계획 및 설계가 필요한 것으로 보인다.

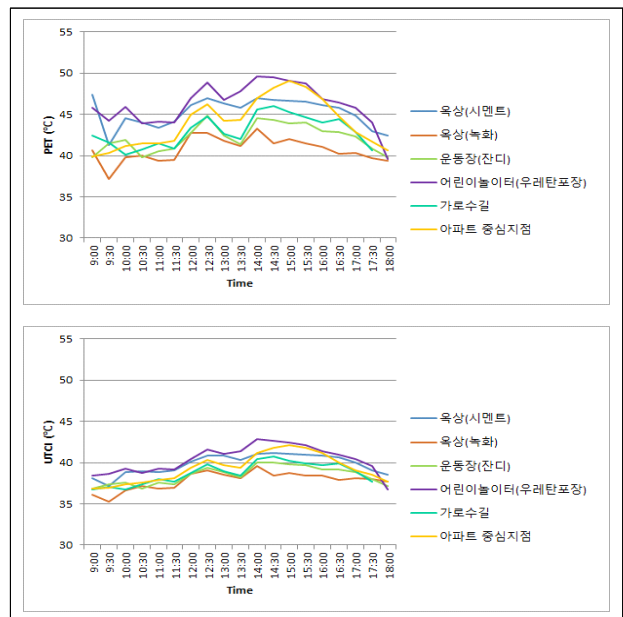


Figure 3. Human thermal sensation of Magok in summer

References

1. 서울특별시(2017) 17년 폭염종합대책 추진 결과 보고, 2017, 10, 11.
2. Bröde, P., D. Fiala, K. Blazejczyk, I. Holmér, G. Jendritzky, B. Kampmann, B. Tinz and G. Havenith(2012) Deriving the operational procedure for the universal thermal climate index (UTCI). International Journal of Biometeorology, doi: 10.1007/s00484-011-0454-1.
3. Höppe, P. R.(1999) The physiological equivalent temperature: A universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. International Journal of Biometeorology 43: 71-75.
4. Matzarakis, A., F. Rutz and H. Mayer(2010) Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: Basics of the RayMan Model. International Journal of Biometeorology 54(2): 131-139.