

# ENVI-met을 활용한 조경 설계안의 Thermal Comfort 분석<sup>†</sup>

- 광화문 광장 계획안(단기안, 중장기안)을 중심으로 -

한유하\* · 김유진\*\*

\*강릉원주대학교 환경조경학과 학사 · \*\*강릉원주대학교 환경조경학과 조교수

## I. 서론

### 1. 연구 배경 및 목적

현대 도시는 도시 집중화와 과도한 도시 개발로 인하여 기온이 상승함에 따라 여름철 열대야와 폭염 현상 등과 같은 도시 미기후의 변화가 나타나고 있다. 이와 같은 현상은 도시민의 쾌적한 환경에 대한 요구를 증대시키고 있으며, 도시 공간 계획과정에서 열적으로 쾌적한 공간을 조성하기 위한 노력이 필요함을 부각시키고 있다(이정아 외, 2010).

열 환경에 대해 인간이 만족하는 상태를 열 쾌적성이라고 한다. 열 쾌적성은 미기후요소인 기온, 평균복사온도, 바람, 습도와 인체조건인 활동 상태와 착의 상태의 영향을 받는다. 즉, 열적으로 쾌적한 외부공간을 설계하기 위해서는 미기후 요소가 고려되어야 한다. 이에 본 연구는 조경 설계안의 Thermal Comfort 분석을 통해 이러한 미기후 요소에 영향을 주는 변화 요인을 탐색하고 열 쾌적성 측면에서 계획안을 평가하여 계획안 수립에 유의미한 기초 데이터 제공을 목적으로 한다.

## II. 연구범위 및 연구방법

본 연구는 조경 설계안의 Thermal Comfort 분석을 위해 광화문 광장의 현재(2009~2020)를 Case 1, 새로운 광화문 광장 단기안(2021)을 Case 2, 중장기안을 Case 3로 선정하였다. 광화문 광장의 중심 선형 라인에서 주변 고층건물, 포장, 식재 등의 영향을 고려하여 동서 219m, 남북 618m, 수직거리 200m의 공간 범위와 2020년 연중 최고 기온을 보인 8월 26일을 시간 범위로 지정하였다.

연구방법은 다음과 같다. 첫째, 광화문 광장의 현재와 계획안을 비교 분석하여 중요 파라미터를 설정하였다(Table 1 참조). 둘째, Rhino6와 Grasshopper를 사용하여 중요 파라미터와 시뮬레이션 범위를 세팅하고 ENVI-met(4.4.6)을 활용하여 시뮬레이션을 실행하였다. 셋째, 온도, 평균복사온도, 풍속, 상대 습도

와 열쾌적 지수인 PET(physiological equivalent temperature) 등의 미기후 모델링 output을 Leonardo로 시각화하여 Thermal Comfort를 분석하였다.

Table 1. 중요 파라미터

	파라미터	Case 1	Case 2	Case 3
포장 비율 (%)	아스팔트	48.80	42.70	15.80
	화강암	17.88	27.75	58.66
	콘크리트	13.40	9.80	1.92
	마사토	10.51	10.51	10.51
식재	지피초화(%)	2.79	3.97	6.63
	관목(주)	47	318	636
	교목(주)	66	254	503
수공간(%)		1.75	0.40	1.61
건물(%)		4.87	4.87	4.87

## III. Thermal Comfort 분석 결과

### 1. PET 비교 분석

세 가지 Case의 PET를 비교해 보면 Table 2와 같이 Case 1보다 Case 2와 Case 3에서 비교적 낮은 온도의 PET점유율이 증가하고 높은 온도의 PET점유율은 감소했다. 시간대별 평균 PET 값은 Case 1보다 Case 2에서 PET 값이 쾌적함의 영역에 가까워지고 있고, Case 2보다 Case 3에서의 평균 PET값이 전 시간대에 걸쳐 쾌적함의 영역에 가까워지는 것을 알 수 있었다(Figure 1 참조).

### 2. 공간별 Thermal Comfort 주요 영향 요인 탐색

Case 1에서 PET가 높은 Hot Spot을 선정하여 Case 2와 Case 3의 변화를 알아보았다(Figure 2 참조). 그 결과, Hot Spot의 PET가 Case 2와 Case 3에서 더 낮아졌다.

<sup>†</sup>: "This research was supported by a basic research program through the National Research Foundation of Korea (NRF), funded by the Ministry of Science and ICT (Grant No. 2020R1C1C1005652)."

Table 2. 오전 10시 1.5m에서의 PET 점유율(%)

PET	Case 1	Case 2	Case3
25℃이하	0.01	0.00	0.02
25℃초과 26℃이하	0.48	0.45	1.08
26℃초과 27℃이하	2.43	1.42	2.46
27℃초과 28℃이하	10.13	11.79	12.09
28℃초과 29℃이하	15.49	15.86	18.15
29℃초과 30℃이하	14.51	15.55	15.34
30℃초과 31℃이하	7.03	8.46	8.50
31℃초과 32℃이하	11.34	10.30	10.95
32℃초과 33℃이하	25.01	23.55	22.60
33℃초과	13.57	12.61	8.80

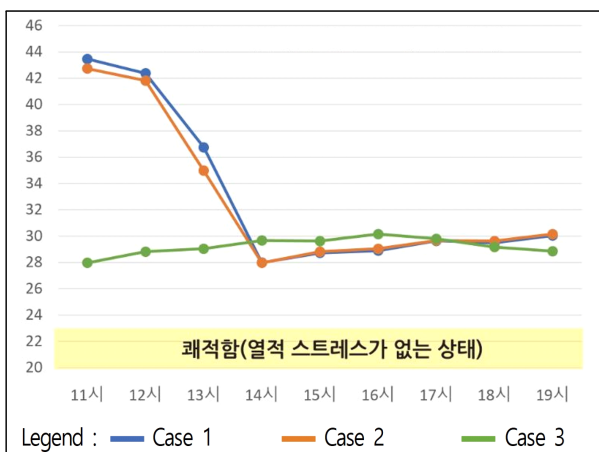


Figure 1. 시간대별 평균 PET 변화(°C)

이러한 현상의 원인을 PET맵 위에 중요 파라미터를 중첩하여 분석해본 결과, Case 1의 Spot A는 아스팔트, 화강암, 지피초화의 포장으로 좌측 가로에 열식된 수목의 그림자 영향을 받고

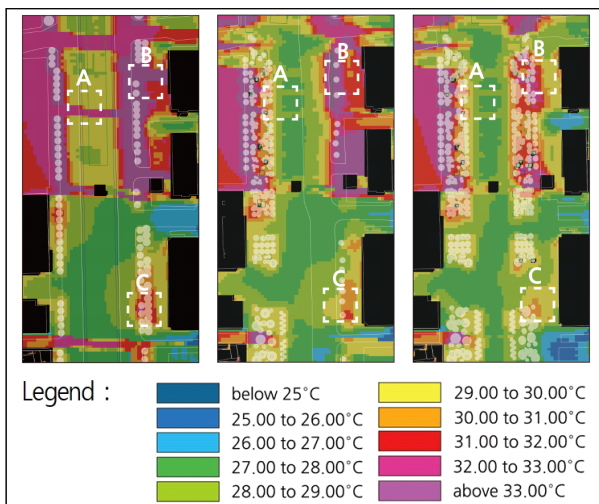


Figure 2. Hot spot 비교 분석

있었다. Case 2와 Case 3의 포장은 아스팔트와 지피초화가 모두 화강암 포장으로 변하였고 숲 형태의 다층구조 식재의 그림자 영향으로 더 낮은 PET값을 보였다. Spot B에서 Case 1과 Case 2의 포장은 아스팔트와 콘크리트이고 수목의 그림자 영향을 거의 받지 않았다. 그러나 Case 3의 경우, 포장이 화강암이고 수목이 증가하여 그림자의 영향 등으로 인해 PET가 낮아졌다. Spot C의 Case 1이 Case 2보다 많은 수목이 식재되어 있지만 수목으로 인해 풍속이 저하되고 복사열이 올라가서 Case 2에 비해 PET가 높게 나온 것으로 보였다. Case 3의 포장이 Case 1과 Case 2와 달리 화강암이기 때문에 화강암이 아스팔트나 콘크리트보다 PET에 긍정적인 영향을 주는 것을 알 수 있었다.

#### IV. 고찰 및 결론

새로운 광화문 광장 계획안의 Thermal Comfort 분석 결과를 통해 보행환경으로 유리한 공간이 광장의 남·서측임을 알았고 Case 2와 Case 3에서 서쪽으로 확장되는 광장 설계 계획이 열 쾌적성 측면에서 우수함을 알 수 있었다.

세 가지 Case에서 수목의 그림자 등 수목이 연접부에 영향을 미치고 있는 것으로 보였다. 또한 건물과 수목의 그림자뿐만 아니라 포장의 변화가 PET에 미치는 영향을 고찰하였다.

본 연구는 시뮬레이션 분석 값의 정확성을 확인하기 위하여 추후 실제 측정값과 비교 분석을 통한 확인이 필요할 것으로 보인다. 그러나 이러한 연구의 한계점에도 불구하고 본 연구는 주변 건물, 포장, 수목 등 미기후에 영향을 주는 요인들을 복합적으로 고려하여 열 쾌적성 지수를 도출하였다는 점과 현재 상황을 바탕으로 설계 계획안(단기안, 중장기안)의 열 쾌적성을 정량적으로 분석할 수 있으며 열 쾌적성에 영향을 주는 파라미터를 구체적으로 분석할 수 있다는 데에 의의가 있다.

#### 참고문헌

1. 김수영(2019) 도시 공원 특성에 따른 이용자의 열쾌적성 분석-부산시 공원을 대상으로-. 부산대학교 대학원 석사학위논문.
2. 이정아, 정대영, 전진형, 이상문, 송영배(2010) 공간 구조별 열쾌적성 평가와 열환경 개선방안. 한국조경학회지 38(5·상):12-20.