

# 도시녹화가 열쾌적성 개선에 미치는 효과 분석

문기원\* · 정성관\*\* · 박경훈\*\*\* · 송봉근\*\*\*\* · 장철규\* · 신재운\*

\*경북대학교 대학원 조경학과 · \*\*경북대학교 조경학과 · \*\*\*창원대학교 환경공학과 · \*\*\*\*창원시정연구원

## I. 서론

최근 생활수준의 향상으로 인해 삶의 질에 대한 관심이 높아지게 되었다. 이러한 현상으로 인하여 주택만을 주거환경으로 인식하지 않고 주택을 포함한 주변환경까지 주거환경으로 인식하고 질적인 향상을 요구하는 수준에 도달하였다(전호영, 2009). 그러나 기존 주택지역을 살펴보면 주택의 양적 공급과 한정된 토지 안에 개발이익을 최우선적으로 고려하여 주택 밀도는 높고 녹지 등 오픈스페이스는 부족한 상태이다(류지원 등, 2004). 또한 자연 환경을 배제한 발전이 지속되면서 녹지면적은 감소하고 도로와 건축물 등 인공 구조물의 면적은 증가하였으며, 이로 인해 인공지반의 복사열 방출 과다로 인한 도시열섬현상(Urban Heat Island), 대기질 악화 등의 환경 문제를 발생시키고 있다(이정금, 2014).

주택지역 내의 기온상승으로 인한 열환경 악화는 거주민 생활환경의 쾌적성 등 질적 향상을 저해하는 원인으로 작용하고 있으며, 이를 해결하기 위해서는 녹지 공간의 확충이 필요하다. 그러나 주택 소유주에 따라 녹화 정도가 달라 주거지역 전체의 열환경을 개선하는 효과를 기대하기 어려운 실정이다(박은진, 2014; 이정금, 2014). 단독주택지역의 효율적인 열환경 개선을 위해서는 적정 수준의 녹지 공간이 필요하며, 이를 위해 열환경 분석 및 열쾌적성을 평가하는 작업이 필요하다(류민경 등, 2009).

따라서 본 연구에서는 경상남도 창원시의 도심지 내 단독주택단지를 대상으로 열환경과 열쾌적성을 분석하고 녹지 공간 조성을 통한 열쾌적성 개선 효과를 분석하고자 한다. 또한, 쾌적한 단독주택단지를 조성하기 위한 적정 수준의 녹화 방안 마련에 활용하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상지

본 연구는 도시녹화를 통한 단독주택단지의 열환경 및 열쾌적성 개선 효과분석에 목적이 있으므로 창원시의 약 100만 인구 중 약 25만명이 거주하는 의창구 행정동 중에서 인구밀도가

높은 지역인 명곡동의 단독주택단지를 선정하였다. 명곡동의 단독주택단지 중 외부 환경의 영향을 줄이기 위해 산, 강 등으로부터 100m 이상 떨어진 지역에 위치하고 있는 단독주택단지를 연구대상지로 선정하였다.

### 2. 연구과정 및 방법

연구과정은 현황조사 및 데이터 구축, 열환경 및 열쾌적성 평가, 도시녹화에 따른 열쾌적성 개선효과 분석의 순서로 진행하였다.

먼저, 항공영상, 토지이용도, 토지피복도, 현장조사 등을 통해 대상지의 현황 파악 및 데이터를 구축하였다. 다음으로 미기후 분석 프로그램인 Envi-met을 이용하여 열환경 인자를 추출하였으며, 추출된 열환경 인자는 실측된 자료와 비교 분석을 통한 검증과정을 수행한 후 대상지 열환경 분석 및 열쾌적성 평가에 이용하였다. 마지막으로 도시녹화 시나리오에 따른 대상지의 열쾌적성 변화를 파악하였으며 이를 통해 효과적인 도시녹화 방안을 제시하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 열환경 분석

대상지 열환경 분석에 앞서 Envi-met 시뮬레이션을 통해 분석된 자료와 현장에서 측정된 열환경 자료를 비교하여 프로그램의 신뢰성을 검증하는 작업을 수행하였다. 현장 측정은 2015년 9월 8일 11시부터 17시까지 2개의 고정 지점에서 이루어졌으며 기온, 풍속, 상대습도, 평균복사온도 등의 열환경에 대해 측정하였다.

2개 지점의 시뮬레이션 분석 결과와 측정된 열환경 인자의 수치 차이가 있으나 회귀분석 결과 풍속( $R^2=0.36$ )을 제외한 인자들의 결정계수가 기온 0.63, 상대습도 0.86, 평균복사온도<sup>1)</sup> 0.70, PMV(Predicted Mean Vote)<sup>2)</sup> 0.77, PET(Physiologically Equivalent Temperature)<sup>3)</sup> 0.76으로 높게 나타났으므로 Envi-met 시뮬레이션은 대상지 열환경 분석에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 열쾌적성 분석

열쾌적성을 평가하기 위한 지표로서 PMV와 PET를 사용하였으며 산출을 위해 Envi-met 시뮬레이션을 이용하여 분석된 기온, 상대습도, 풍속, 평균복사온도의 환경적 요인과 개인적 요인을 대입하였다. 이때 사용된 개인적 요인은 일반적으로 인간이 편안하게 걸을 때 소모되는 열량값인 2.6MET와 여름철 얇은 신사복 착의량 값인 0.6Clo를 대입하였다.

12시부터 17시까지 열쾌적성을 산출한 결과 PMV는 최대 3.34에서 최소 1.06의 범위에서 나타났으며 PET는 최대 40.07°C에서 최소 26.35°C로 분석되었다. PMV와 PET를 확인하였을 때 12시에서 14시 30분까지 강한 열적 스트레스를 받게 되는 것으로 나타나 이를 개선할 필요성이 있을 것으로 판단된다(그림 1 참조).

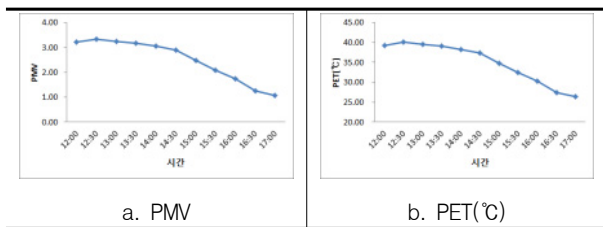


그림 1. 열쾌적성 특성

## 3. 녹지 공간 조성시 열쾌적성 변화

도시녹화가 열쾌적성 개선에 미치는 영향을 분석하기 위하여 Envi-met 프로그램으로 대상지에 녹지 공간을 모델링하여 녹화율에 따른 열쾌적성 변화를 확인하였다.

도로와 접하고 있는 주택의 대지 내 공간을 녹지로 조성하는 것으로 가정하여, 녹지 면적을 10%, 20%, 30%로 변화시켰을 때 대상지 전체의 열쾌적성 평균값 변화를 분석하였다.

현 상태의 대상지 분석에서 12시부터 14시 30분 사이의 PMV 평균값은 3.15, PET 평균값은 38.90°C로 강한 열적 스트레스를 받는 것으로 나타났다. 시뮬레이션을 통해 동일 시간대의 녹지 면적을 10% 증가시켰을 때 PMV는 2.89, 20% 일 때 2.73, 30% 일 때 2.52로 나타났다. 또한, PET는 녹지면적 10% 증가시 37.24°C, 20% 증가시 36.24°C, 30% 증가시 34.94°C로 분석되었다. 따라서 단독주택단지에 녹지 공간의 면적이 증가할 경우 열쾌적성 개선에 효과가 있는 것으로 확인되었다.

## IV. 결론

본 연구는 창원시 의창구 명곡동에 위치하는 단독주택단지를 대상으로 열환경 및 열쾌적성을 평가하는 연구를 수행하였다. 열환경 및 열쾌적성 분석을 위해 Envi-met 프로그램을 사

용하였으며 프로그램의 신뢰성을 확보하기 위해 2015년 9월 8일 11시부터 17시까지 2개의 고정 지점에서 측정된 열환경 자료와 동일 지점의 시뮬레이션 분석 자료를 비교 검증하였다. 그 결과 풍속을 제외한 인자들의 결정계수가 0.6 이상으로 나타났으므로 대상지 열환경 분석에 Envi-met 시뮬레이션을 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

현 상태의 대상지 열쾌적성을 평가하기 위해 PMV와 PET를 사용하였으며 12시에서 14시 30분의 PMV 평균값 3.15, PET 평균값 38.90°C로 대상지를 보행할 경우 강한 열적 스트레스를 받는 것으로 나타났다. 또한, Envi-met 시뮬레이션을 이용하여 대상지의 녹지면적을 10%, 20%, 30%로 증가시켰을 경우 PMV 평균값은 2.89, 2.73, 2.52로 감소하였고 PET 또한 37.24°C, 36.24°C, 34.94°C로 감소하였다. 이를 바탕으로 녹지면적과 열쾌적성의 관계를 확인할 수 있었으며, 쾌적한 단독주택단지 조성을 위한 적정 수준의 녹화 방안 마련에 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

- 주 1. 평균복사온도는 주위 환경과 복사에 의한 열교환이 이루어졌을 때 실제로는 불균일한 복사장이 형성되지만 가상으로 균일하게 나타낸 주변의 온도를 말한다(김석철, 2008).
- 주 2. PMV는 열환경 요인의 복합효과를 평가하기 위해 1970년 Fanger에 의해 고안된 것으로 열환경의 6가지 요인을 대입하여 그 조건에서 덥거나 춥다고 느끼는 것을 수치로 정량화 한 것이며 인체의 열적 부하에 근거하여 산출된다. 열쾌적 상태의 범위는 -0.5~0.5이며, 2.5~3.5는 강한 열적 스트레스 상태, 3.5초과는 극도로 심한 열적 스트레스 상태를 뜻한다.
- 주 3. PET는 인간이 실제로 느끼는 쾌적의 정도를 온도로 나타낸 것으로서 일반적으로 쓰이는 온도단위(°C)를 사용하여 기후 전문가가 아닌 일반인들도 이해하기 용이한 장점이 있다. 18~23°C가 열적으로 쾌적한 상태이며 35~41°C는 강한 열적 스트레스 상태, 41°C 초과는 극도로 심한 열적 스트레스 상태를 뜻한다.

## 인용문헌

1. 김석철(2008) 하계 도심지에서의 폭우온도 특징과 활용방안에 관한 연구. 인제대학교 대학원 석사학위논문.
2. 류민경, 임종연, 황효근, 송두삼(2009) 대류·복사 연성시뮬레이션을 통한 옥외 온열환경 평가 기법. 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집 565-572.
3. 류지원, 김정환, 정응호, 김수봉(2004) 공동주택단지 환경친화 계획특성 분석에 관한 연구. 한국주거학회 논문집 15(5): 97-105.
4. 박은진(2014) 도시열섬 적응능력 제고를 위한 옥상녹화 중점지역 선정 방안. 한국환경복원학회지 17(1): 135-146.
5. 이정금(2014) 옥상녹화 정책 현황 및 활성화 방안에 관한 연구. 부산대학교 환경대학원 석사학위논문.
6. 전호영(2009) 단독주택지 담장허물기 사업에 의한 도시환경 변화 특성 및 개선방안. 서울시립대학교 도시과학대학원 석사학위논문.