

# 도심 공간에 적용 가능한 녹화기법의 열환경 개선효과 분석<sup>†</sup>

민진규\* · 백준범\*\* · 엄정희\*\*\*

\*경북대학교 산림과학·조경학부 조경학전공 학사과정 · \*\*경북대학교 대학원 조경학과 석사과정 ·  
\*\*\*경북대학교 산림과학·조경학부 조경학전공 부교수

## I. 서론

급격한 산업화 및 도시화 현상으로 발생한 도시 공간의 무분별한 확장의 부작용으로 도시 열환경이 악화되고 있다. 효율적인 토지 관리 명목 아래 도시 공간이 밀집되었고, 콘크리트와 아스팔트 포장에 기존 녹지를 대체하게 되었다. 현재 도시 열섬현상으로 인한 폭염, 열대야로 도시민의 생활환경이 계속해서 위협받고 있다. 2018년 우리나라 기상관측 이래로 가장 높은 기온과 최대 폭염일이 발생하였고, 해당 년도에 온열질환 감시체계에 따른 온열질환자는 4,562명으로 집계되어(한국환경정책·평가연구원, 2020) 폭염은 범국가적인 재난으로 인지되기 시작했다.

다양한 도시 공간 중에서도 특히 사람들의 이용률이 높고 밀집되어 있는 도시 중심지는 도시민들에게 직접적인 영향을 미칠 수 있어 특히 열환경에 대한 관리가 필요하다. 여름철 가로수 그늘로 햇빛이 가려진 보행로 포장면은 직사광선에 그대로 노출된 포장면보다 약 64% 지표면 온도 저감 효과를 보였고(오사카 시, 2011), 또한 콘크리트 소재의 건축물은 도심 내 온도 상승을 유발하는 주요 원인이지만 건축물 주변 녹지 조성 등의 관리를 통해 열섬강도를 낮출 수 있어(손원득 외, 2010) 녹지공간 확대는 열환경 개선에 긍정적인 영향을 줄 수 있다.

하지만, 도심에서 건축 면적을 줄이고 녹지 면적을 늘리는 데에는 분명한 한계가 존재한다. 이에 따라 최근 가로수 보완 및 포장 변경, 옥상·벽면 녹화 등 추가적인 식재 공간 확보 없이 도심 녹지량을 확충하기 위한 사업들이 제시되고 있다. 서울특별시 등의 경우, '서울특별시 옥상녹화 지원에 관한 조례'를 2020년에 제정·시행하여 민간 건물에 옥상정원 조성을 지원하고 있고, 동 연도에 서울시 동의문박물관을 건축물에 도시 열섬 완화와 미세먼지 저감을 위한 수직정원을 조성하여 도시녹화의 새로운 방향성을 제시하였다.

따라서 본 연구에서는 식재공간의 추가적인 확보가 용이하지

않은 도심에서 녹지 개선을 위해 적용할 수 있는 녹화기법인 가로수 개선, 지표면 포장 변경 및 옥상·벽면 녹화에 따른 열환경 변화를 분석하고, 도심에서의 효율적인 열환경 개선 방안을 제안하고자 한다.

## II. 연구방법

수목 추가 및 포장 변경, 벽면 녹화가 열환경에 미치는 영향을 보기 위해 미기후 모델인 ENVI-met v4.4.5를 활용하였다. ENVI-met은 독일에서 개발된 대표적인 미기후 분석 모델로 기온과 풍향 및 풍속, 상대 습도, 지표면 온도와 더불어 열쾌적성 지수인 PMV, PET 역시 분석할 수 있다.

각 요소의 변경에 따른 열환경의 변화를 확인하기 위해 구미시청 일대(경상북도 구미시 송정대로 55)와 광평천 복개구간 공영주차장 일대(구미시 송정동 505)를 대상지로 선정하고, 각 대상지마다 세 가지 분석 시나리오를 설계하였다. 구미시청의 경우, 대상지의 현황을 나타낸 Case 1, 시청 건물의 옥상 및 벽면을 녹화한 Case 2, 그리고 옥상 및 벽면 녹화와 더불어 주차장의 포장을 잔디블록으로 변경한 Case 3으로 구상하였다. 광평천 복개구간 공영주차장은 대상지의 현황을 나타낸 Case 1, 수목 및 관목을 추가한 Case 2, 수목 및 관목을 추가하고 주차장의 포장을 잔디 블록으로 변경한 Case 3으로 구상하였다. 공간 모형의 크기는 각각 400m×400m×60m, 500m×150m×40m이며, 해상도는 2m로 구축하였다. 기상 입력자료는 ASOS 구미지점의 2014~2019년, 6년간의 자료 중 7, 8월 자료를 활용하였으며, 이에 따라 평균최고기온 31℃, 평균최저기온 22℃, 평균풍속 1.1m/s, 평균풍향 280°로 입력하였다. 시뮬레이션 진행 시간은 11시부터 21시까지 총 10시간을 진행하였다.

또한 열쾌적성 지수인 PMV를 분석하기 위해 신체조건에 대한 자료를 입력하였으며, 이는 ISO 7730에 따른 평균 신체조건

† : 본 연구는 한국연구재단의 재원으로 "시민참여형 플랫폼을 활용한 지역맞춤 더위체감 분석 및 평가기술 개발"의 지원을 받아 연구되었습니다(NRF-2019R1A2C1011042).

인 나이 35세, 성별 남성, 신장 175cm, 몸무게 75kg, 착의량 0.9clo 등을 포함한다. 각 시나리오는 수목 추가 및 옥상·벽면 녹화, 포장 변경을 제외한 모든 조건을 동일하게 설정하였다.

### III. 연구결과

구미시청은 지표면에서 1.4m 높이를 분석하였을 때 모든 시나리오에서 16시에 가장 높은 기온을 보였으며, 대상지 현황을 구축한 Case 1과 비교하였을 때 옥상·벽면 녹화를 적용한 Case 2, 옥상·벽면 녹화 및 주차장 포장 변경을 적용한 Case 3 순으로 기온이 낮아졌다. 특히 Case 2의 경우, 옥상·벽면 녹화가 실질적인 그늘의 역할을 하지 않음에도 불구하고, 기온이 낮아지는 양상을 보였다는 점에서 의의가 있다. Case 1 대비 Case 3은 전체 시간대 평균 약 0.12°C(0.41%) 감소하였다. 지표면 온도는 Case 1과 Case 2 사이에 차이가 보이지 않았고, 주차장면 포장을 변경한 Case 3의 경우 평균 4.45°C(10.99%) 저감되었다. 특히 지표면 온도가 제일 높은 15시를 기준으로 직사광선에 노출된 아스팔트와 잔디블록의 잔디를 비교하였을 때, 잔디블록의 지표면 온도가 약 11°C 더 낮은 결과를 보였다.

광평천 복개구간 공영주차장의 경우 지표면에서 1.4m 높이를 분석하였을 때 모든 시나리오에서 16시에 가장 높은 기온을 보였다. 각 시나리오를 비교하였을 때 대상지 현황을 구축한 Case 1에서 제일 높은 기온을 보였으며, 수목의 증가 및 포장 변경이 이루어진 Case 3이 제일 낮은 기온을 보였다. Case 1 대비 Case 3의 기온은 전체 시간대 평균 약 0.12°C(0.41%) 감소하였다. 지표면 온도 역시 Case 1과 비교하였을 때 수목 증가로 그늘 면적이 늘어난 Case 2에서 더 낮은 경향을 보였으며, 특히 포장이 변경된 Case 3은 더 높은 저감율을 보여, Case 1 대비 Case 3에서 지표면 온도는 약 0.55°C(1.58%) 감소하였다. 특히 지표면 온도가 제일 높은 15시를 기준으로 직사광선에 노출된 아스팔트 포장과 잔디블록의 잔디, 수목에 의해 그늘진 아스팔트 포장 세 가지 경우를 비교하였을 때, 직사광선에 노출된 아스팔트 대비 잔디블록은 약 10°C, 그늘진 아스팔트 포장은 약 12°C의 지표면 온도 저감을 보였다.

광평천 복개구간 공영주차장의 경우, 사람들이 도보로 많이 이용할 것으로 예상되어 개인적 요소를 고려하는 열쾌적성 지수인 PMV를 분석하였다. PMV는 기온과 평균복사온도, 풍속, 상

대습도와 더불어 신체조건 및 착의량 등을 고려하며, 0에 가까울수록 열적으로 쾌적하다. 분석 범위 전체에서 PMV는 Case 1이 제일 좋지 못했으며, Case 2, Case 3 순으로 완화되었다. 전체 분석 범위 중 수목 추가 및 포장 변경으로 실질적인 변화가 이루어진 공영주차장 구역의 결과만 추출하여 비교했을 때 Case 1 대비 Case 3은 PMV가 모든 시간 평균 약 0.19(5.28%) 감소하였다. Case 3은 수목의 증가로 풍속이 미약하게 감소하였고, 또한 수목 증가 및 잔디블록의 영향으로 상대습도가 높아졌음에도 제일 낮은 PMV를 보였다.

### IV. 결론

본 연구의 대상지 중 구미시청의 시뮬레이션 결과, 옥상·벽면 녹화가 기온 저감에 영향을 주는 것을 확인하였다. 하지만 직접적인 일사 차폐 역할을 하지 못해 낮은 감소폭을 보였으며, 주변부 식재가 동반된다면 기온 저감에 더 효과적일 것으로 예상된다. 또한 광평천 복개구간 공영주차장의 시뮬레이션 결과, 수목의 증가가 기온 및 지표면 온도 저감에 영향을 주는 것을 확인하였으며, 특히 잔디블록으로의 포장 변경 역시 차양의 역할을 하지는 않음에도 기온 저감에 긍정적인 영향을 주었다. 열쾌적성 지수인 PMV 역시 수목의 증가 및 포장 변경으로 개선되었다. 수목의 증가로 풍속이 감소하고 상대습도가 높아져 PMV에 부정적인 영향을 미칠 수 있음에도 결과적으로 PMV가 저감되었음을 의의가 있다. 따라서, 가로수 조성 및 개선이 직접적인 일사 차폐 및 증발산을 통해 열환경 개선에 제일 효과적이었으나, 직접적인 일사 차폐의 역할을 하지 않는 옥상·벽면 녹화 및 포장 변경 역시 열환경 개선에 긍정적인 영향을 주었다. 특히 다양한 녹화 기법을 함께 사용할 경우 열환경이 더 큰 폭으로 개선될 수 있어, 녹지 공간을 위한 토지 확보 외에도 다양한 녹화 기법의 활용으로 열환경 개선을 위한 관리를 진행하여야 한다.

#### 참고문헌

1. 손원득, 최현상, 최영식(2010) 건물과 녹지배치가 외부 열환경 변화에 미치는 영향 분석. 한국산업융합학회 논문집 13(2): 55-61.
2. 이송옥(2010) 도로포장의 개선에 따른 국지적 도시열섬 저감에 관한 연구. 계명대학교 대학원 박사학위논문.
3. 한국환경정책·평가연구원(2020) 2020 폭염영향 보고서.
4. 오사카 시(2011) 「風の道」ビジョン〔基本方針〕.