

도시 내 국지적 공간의 회복력 있는 가로녹지 구성 전략[†]

지은혜* · 김민** · 전진형***

*고려대학교 환경생태공학과 석사과정 · **고려대학교 환경생태공학과 박사과정 · ***고려대학교 환경생태공학부 교수

I. 서론

고밀화 된 도시구조에서의 건물과 도로의 인공포장 증가, 녹지 감소 등으로 인해 열섬현상이 발생하게 된다(Cho *et al.*, 2014). 서울시민을 대상으로 진행한 생태계서비스 수요조사 결과에서 생태계서비스 중 수요가 높은 생태계서비스는 조절서비스로 나타났다(The Seoul Institute, 2019). 즉, 회복력 있는 도시란 도시 구성원들의 수요를 충족시키며 도시의 기능, 구조, 정체성을 유지하며 끊임없는 변화에도 적응하고 발전할 수 있는 능력을 지닌 도시를 말한다(Han *et al.*, 2017).

도시 열 스트레스 피해에 의한 도시민들의 피해 저감을 위한 방안에 관한 다양한 연구들이 진행되고 있는데, 그 중에서도 도시민들의 일상생활과 밀접한 거리에서 생태계조절서비스를 제공할 수 있는 그린 인프라스트럭처의 활용을 통해 도시의 회복력을 향상시킬 수 있다(Staddon *et al.*, 2018). 본 연구를 통해 그린 인프라스트럭처 중에서도 물질, 에너지, 생명체의 이동통로가 되는 코리더(Cho, 2013)와 같은 역할을 하는 가로녹지를 활용하여 도시의 회복력 증대 방안을 모색하고자 한다. 기존의 열섬현상 완화를 위한 가로녹지에 관한 연구들은 시군구 단위의 광역적인 접근(Song *et al.*, 2015; Jung *et al.*, 2019)으로 도시의 밀도 있는 회복력 증대를 기대하기 어려웠다. 그러므로 국지적인 가로녹지 규모를 대상으로 한 정량적 측정 기반의 설계가 미흡한 실정이다.

본 연구의 목적은 도시 내 가로녹지 구성 유형에 따른 미기후 조절 효과를 ENVI-met v4.4.6 프로그램으로 비교분석하여 회복력 있는 가로녹지 조성 방안을 제시하는 것이다.

II. 연구방법

1. 연구 대상지

본 연구는 서울특별시 강남구 신사동의 압구정로 일대에 위치한 가로수길(37°31'15"N 127°1'22"E)을 대상지로 선정하였다. 이 지역은 2018년에 111년의 기상관측 역사상 최고 기온인 39.

6°C를 기록했으며, 도심의 열섬현상을 완화하기 위한 미기후 조절 방안이 시급한 상황이다(The Seoul Institute, 2018). 본 연구는 열섬지역이 상업상무지역과 냉섬지역 공원부근의 온도차가 약 5°C 가량 난다는 Lee, Suk-Mi *et al.*(2010)의 연구를 참고하여, 한강시민공원과 신사역 부근 상업지역을 연결하는 길목인 가로수길 일대를 공간적 범위로 한정하였다.

2. 연구 방법

미기후 분석을 위해 일반적으로 널리 사용하는 시뮬레이션 프로그램들 중 하나는 3차원 미기후 모델링 프로그램인 독일 Bochum University의 Michael Bruse에서 1998년 개발한 ENVI-met 모델이다. ENVI-met은 좁은 공간에서 상세한 기상정보를 도출할 수 있으며, 미기후에 영향을 미칠 수 있는 물리적 요소들을 구체적으로 고려할 수 있다(Wu *et al.*, 2019).

시나리오에 투입된 기상데이터 요소들을 복합적으로 다룰 수 있는 지수로는 인간의 열쾌적성 지수인 PET(physiological equivalent temperature)를 선정하였다. 본 연구에서는 대상지의 다양한 미기후 요소들을 반영한 PET를 통해 가로 녹지의 미기후 조절 능력을 비교분석해보고자 한다.

1) 데이터 수집

본 연구는 서울시 가로수길을 대상으로 가로 녹지 구성 유형에 따른 미기후 조절 효과를 분석하기 위해 다음 절차와 같이 진행하였다. 첫째, 오픈 스트리트인 Open Street Map을 이용하여 대상지의 위치적 속성인 상세 좌표, 방향, 표고수치 자료, 건물 및 도로 데이터를 수집하였다. 둘째, 가로수길의 위치적 특성을 표현하기 위해 가로수 데이터는 서울열린데이터광장(<https://data.seoul.go.kr/>)에서 제공하는 데이터를 활용하였으며, 건물의 주 재료 및 높이데이터는 서울시 대표 3차원 지도인 S-map(<https://smap.seoul.go.kr/>)에서 제공하는 건축물정보 데이터를 이용하였다.

2) 시나리오 구성

(1) 기상데이터

시뮬레이션을 위한 기상데이터의 기온은 기상청이 제공하는

[†]: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(2019153B10-2021-0101)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

자동기상관측장비(automatic weather sysetm, AWS)로 측정 된 2021년 여름 기상 관측 자료 중 기온이 가장 높았던 7월 24일의 최저기온과 최고온도를 반영하여 최저온도(밤) 26℃, 최고온도(낮) 36℃로 설정하였으며, 같은 날 서울시 강남구의 풍향(1분 평균 풍향) 241.9 및 풍속(1분 평균 풍속) 0.7m/s로 설정하였다.

(2) 가로수 수형 및 수고

본 연구 대상지에 해당하는 가로수길은 약 677m이며 총 148 그루의 은행나무가 약 10m 간격으로 일렬 식재되어 있다. 이외에 시나리오상의 가로수종으로 낙엽활엽수로는 이팝나무, 상록 침엽수로는 소나무를 선정하였다. 은행나무, 이팝나무, 소나무의 자연적인 생육특성상 수고는 15m 이상까지도 성장하지만, 도시의 위치적 특성상 상공 13m에 있는 고압전선을 고려한 전정 관리 작업이 주기적으로 진행되는 것을 고려하여 해당 수목들의 최대 성장선을 12m 이내로 시나리오에 반영하였다.

(3) 건물 주 재료 및 도로 포장

Open Street Map과 S-map의 데이터를 토대로 구성된 가로수길에 위치한 건물은 176개이며, 이 중 공사중 건축물 및 불법 건축물 등의 정보미제공 데이터를 제외한 171개 건물들의 주 재료와 옥상녹화의 여부를 반영하였다. 가로수길 내 건물들의 주 재료는 대부분 철근콘크리트조로, 건물의 옥상 재료는 슬라브로 구성되어 있었다. 건물높이는 각 S-map에서 제공하는 서울시 3D지도의 건물 표고 높이를 반영하였다. 도로의 표면재료는 아스팔트로 입력하였다.

III. 연구결과

기상데이터, 가로수의 수종을 고려한 수형 및 수고, 대상지 내 건물의 주 재료 및 도로 포장 재료를 반영한 시나리오의 ENVI-met

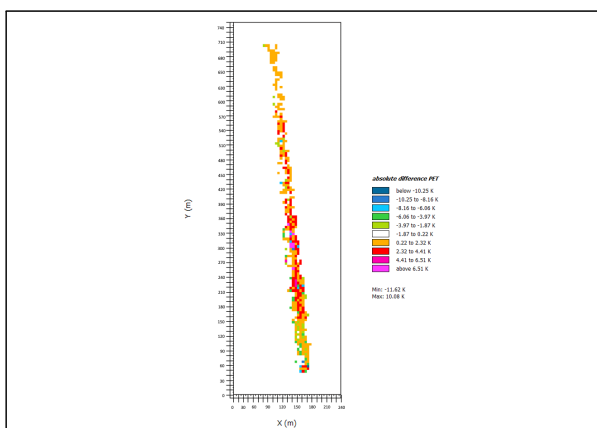


Figure 1. Absolute difference PET of *Chionanthus retusus* and *Ginkgo biloba*

시뮬레이션 분석 결과 은행나무, 소나무, 이팝나무 중 이팝나무를 식재한 시나리오의 가로수길 미기후 조절 능력이 가장 높은 것으로 나타났다. 미기후 조절 능력은 정오 12시부터 2시간 간격으로 12시, 14시, 16시, 18시까지 변화하는 열쾌적성 지수를 통해 열쾌적성이 회복되는 시간에 대한 시뮬레이션 비교분석 결과를 통해 확인하였다(Figure 1 참조). 따라서 본 연구결과를 토대로 추후 연구에서 가로수 외의 다양한 가로 녹지 유형별 시나리오를 구축하여 미기후 변화에 대응할 수 있는 회복력 있는 가로 녹지 조성 계획전략을 제시하고자 한다.

References

1. Cho, H. S., Y. J. Joung and M. J. Choi(2014) Effects of the urban spatial characteristics on urban heat island, Journal of Environmental Policy and Administration 22(2): 27-43.
2. Cho, D. G.(2013) Ecological Restoration Plan Design Theory. NEXUS Environmental Design Institute Publishing Department.
3. Gan J. H., S. H. Nam, Y. J. Seo, E. J. Jeon and K. C. Lee(2019) A proposal for the location of wind road and green space for the mitigation of urban heat island effect in Seoul: Focusing on the proposal for heat island index using clustering and variable importance by random forest, Digital Management Review 6(1): 27-38.
4. Han, S. M., M. H. Lee(2014) Analysis of evaluation indicator for the development and management of sustainable and resilient City: Focusing on thegoal 11 of UN Sustainable developments goals(SDGs). Journal of The Korean Regional Development Association 29(3): 1-24.
5. Lee, S. M., and G. O. Lee(2010) The effect of reducing the urban hear island effect of street trees in Seoul, Korean Institute of Landscape Architecture: 93-96.
6. Song, B. G. and K. H. Park(2015) An analysis of rational green area ratio by land use types for mitigating heat-island effects. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studie 18(2): 59-74.
7. Staddon, C., S. Ward, L. De Vito, A. Zuniga-Teran, A. K. Gerlak, Y. Schoeman, A. Hart, and G. Booth(2018) Contributions of green infrastructure to enhancing urban resilience, Environment Systems and Decisions 38(3): 330-338.
8. Wu, J. D., J. H. Lee, and S. H. Yoon(2019) An analysis on micro-climate characteristic of apartments in Beijing, China using ENVI-met simulation. Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction 35(8): 169-176.
9. <https://data.seoul.go.kr/>
10. <https://smap.seoul.go.kr/>
11. <https://opengov.seoul.go.kr/>