

폭염과 미세먼지를 고려한 도시 바람길숲의 연결숲 조성 방안[†]

- 대구광역시 화랑로를 대상으로 -

백준범* · 엄정희** · 손정민*** · 성옥제* · 김주은**** · 민진규****

*경북대학교 대학원 조경학과 석사과정 · **경북대학교 산림과학 · 조경학부 조경학전공 부교수 ·
경북대학교 대학원 조경학과 박사과정 · *경북대학교 산림과학 · 조경학부 조경학전공 학부과정

I. 서론

도시화로 인한 도시공간 확장과 인구 및 교통량의 증가는 도시의 열환경과 대기환경의 악화를 불러왔다. 특히, 여름철 폭염과 미세먼지로 인한 피해가 심각하다. 폭염으로 인한 온열질환자의 수는 2015년 1,056명에서 2018년 4,526명으로 최다기록을 경신했으며, 매년 첫 폭염주의보의 발령시기도 빨라지고 있다 (<http://www.cdc.go.kr/gallery>). 미세먼지는 폐, 심장과 다양한 장기에 영향을 미치며, 병원 방문 및 입원의 증가와 사망률을 증가시키고 있으며(장안수, 2014), 두뇌에도 영향을 주어 치매, 알츠하이머 등의 질환 증가에 영향을 미칠 수 있다(양원호, 2019). 폭염과 미세먼지 모두 시민들의 건강에 심각한 불안 요소가 되어 도시적 해결 과제로 떠올랐다.

도시지역 내에서도 특히, 도로변 보행로에서 발생하는 폭염과 미세먼지는 보행자들에게 직접적인 영향을 미칠 수 있어 열환경 및 대기환경 문제의 완화와 관리가 필요하다. 포장된 아스팔트 도로는 여름철 맑은 날 낮에는 60°C 이상 기온이 상승하며(이송옥, 2010), 실제로 도로변 보행로에서 발생한 온열질환자 수는 야외활동을 제외하고 가장 많은 온열환자가 발생했다(질병관리본부, 2019). 또, 2016년 미세먼지 발생원 중 도로 이동오염원에서 발생한 미세먼지는 6,712t, 도로재비산으로 발생한 미세먼지가 7,807t으로 전체 미세먼지 발생량의 26.9%가 도로 내에서 발생했다(국립환경과학원, 2019).

최근 산림청에서는 폭염과 미세먼지 같은 도시환경 문제를 해결하기 위한 방안으로 도시 바람길숲 조성 사업을 추진하고 있다. 바람길숲이란 바람길을 이용한 도시숲으로 도시 외곽의 차고 신선한 공기를 도심까지 흐르게 하여 공기 순환을 촉진함으로써 열환경 및 대기환경 개선에 도움을 주는 숲을 말한다. 바람길숲 중 연결숲은 도로나 하천과 같은 선형의 공간에 조성되는 바람길숲을 의미하며, 도시외곽과 도심부를 연결하는 바람통

로가 된다. 따라서, 본 연구에서는 연결숲이 폭염과 미세먼지에 미치는 영향을 분석하고, 대구시 화랑로를 대상으로 시뮬레이션 분석을 통한 연결숲 조성 방안을 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

바람길숲 연결숲이 폭염과 미세먼지에 미치는 영향을 보기 위해 독일에서 개발된 3차원 미기후 모델인 Envi-met v4.4.5를 활용하였다. Envi-met은 대표적인 도시공간 분석 모델로 기온, 미세먼지 농도, 풍향, 풍속뿐만 아니라, 식물의 표면에서 작용하는 미세먼지 흡착 및 흡수, 침강까지도 분석할 수 있다.

연결숲 조성별 영향을 보기 위해 대구광역시 화랑로를 분석 대상으로 선정하고, 네 가지 시나리오를 설계하여 시뮬레이션하였다. 시나리오는 현재 대상지를 나타내는 Case 1, 계단식 배치법을 적용한 Case 2, 복합 배치법을 적용한 Case 3, 공기 순환을 고려해준 Case 4를 구상하고, 각각 차단, 흡착, 순환 등의 목적에 맞게 설계하였다. 모든 시나리오의 공간모형은 동일한 범위와 크기를 가지고 있으며, 공간모형의 크기는 150m×150m×60m, 해상도는 1m로 구축하였다. 기상 입력자료와 미세먼지 입력자료는 기상청 AWS 신암(860) 지점에서 관측된 자료와 대구시에서 측정된 화랑로의 교통량을 활용하여 시뮬레이션 내의 기상과 미세먼지 발생량을 산정하였다. 미세먼지의 경우, 도로와 수직된 풍향으로 바람이 불어올 때 가장 취약한 결과로 나타났기 때문에 풍향을 도로와 수직된 방향으로 고정했다. 또, 미세먼지 변화의 양상을 정량적으로 보기 위해 시뮬레이션 내의 풍속을 고정하였다. 풍속의 고정값은 AWS 신암(860) 지점의 2016년부터 2019년까지 총 4년간의 평균풍속을 사용하였다. 모든 시나리오의 시뮬레이션 진행 시간은 12시부터 18시까지 총 6시간을 진행하였으며, 시나리오별 수목 배치를 제외한 모든 조건은 동일하게 설정하였다.

[†]: 본 연구는 “바람길을 고려한 도시숲 조성기법 분석(국립산림과학원, 2020)” 및 “시민참여형 플랫폼을 활용한 지역맞춤 더위체감 분석 및 평가기술 개발(NRF-2019R1A2C 1011042)”의 지원을 받아 수행되었습니다.

III. 분석 결과

모든 시나리오의 기온 분석 결과에서 15시에 가장 높은 온도가 나타났으며, 도로의 아스팔트 주변으로 높은 기온이 나타났다. 상대적으로 수목 주변의 기온이 낮게 나타났으며, 옆걸쭉에 조성된 수목이 많을수록 기온 저감 효과가 증가하였다. 수목이 가장 적은 Case 1에서 기온이 가장 높게 나타났으며, 교목과 관목의 조합으로 가장 많은 수목이 배치된 Case 3의 기온이 가장 낮게 나타났다. Case 1과 Case 3의 최고 기온을 비교했을 때, Case 3이 약 3% 낮게 나타났다. 모든 시나리오에서 풍속과 풍향의 영향을 받아 바람이 불어오는 도로 상부가 도로 하부보다 기온의 양상이 더 낮게 나타났다.

도로 발생 미세먼지가 보행로와 주거지에 미치는 영향을 보기 위해 시나리오별 보행로 및 주거지의 미세먼지 농도를 살펴 보았다. 도로와 보행로 내의 풍속이 가장 낮은 Case 3의 보행로와 주거지에서 가장 높은 고농도의 미세먼지가 확인되었으며, 반대로 풍속이 가장 높았던 Case 1의 보행로와 주거지에서 미세먼지 농도가 가장 낮은 것으로 볼 때 풍속이 높을수록 보행로와 주거지에 미치는 미세먼지의 농도가 낮아졌다. 1.5m 높이에서 식물의 미세먼지 흡착량 결과는 Case 3의 미세먼지 흡착량이 가장 많았으나, 보행로 내에서 미세먼지 농도가 가장 높았다. 미세먼지 흡착량이 없으나, 풍속이 가장 높았던 Case 1의 미세먼지 농도가 가장 낮은 것으로 볼 때, 미세먼지는 식물의 흡착량보다 공기의 순환이 더 중요한 것으로 판단된다.

하층식재로 높은 관목이 존재하는 Case 3보다 하층식재에 지피식물이나 낮은 관목만 식재된 Case 2와 Case 4의 풍속저하가 상대적으로 적게 나타났다. 교목의 수가 적고, 하층식재가 없는 Case 1의 보행로와 도로 내부 풍속이 가장 높게 나타났으므로 수목이 많을수록 풍속이 낮게 나타나는 것으로 판단된다.

IV. 결론

본 연구의 분석대상지와 같은 도로에 조성되는 연결숲은 시뮬레이션 결과, 수목이 많을수록 기온 저감 효과가 증가하고, 수목 주변의 기온이 낮게 나타나는 것을 확인하였다. 하지만 수목이 많을수록 수목으로 인한 풍속 저하가 더 많이 발생하며, 미세먼지의 확산과 농도에 영향을 미칠 수 있음이 나타났다. 또, 수목을 활용한 미세먼지 흡착과 공기의 순환을 통한 저감 중 대상지와 대상지 주변의 환경에 따라 공기의 순환을 통한 풍속의 증가가 도로변 미세먼지 저감에 효과적일 수 있다. 본 연구의 분석대상지인 화랑로의 경우 직선 도로이며, 중앙분리대와 보행로가 3m의 너비를 가지고 있어 공기의 순환에 적합하였기 때문에 풍속에 의한 기온과 미세먼지 저감이 더 크게 나타났다. 따라서, 폭염과 미세먼지 저감을 위한 연결숲 조성 방향은 수목에 의한 기온 저감과 미세먼지 흡착도 중요하지만, 대상지와 주변 환경에 따라 공기의 순환도 함께 고려해 주어야 한다.

참고문헌

1. 장안수(2014) 미세먼지가 건강에 미치는 영향. *Jornal of the Korean Medical Association* 57(9): 763-768.
2. 양원호(2019) 기후변화에 따른 대기오염물질 농도 변화 및 미세먼지 노출에 의한 건강 영향. *보건복지포럼* 3(269): 20-31.
3. 이송옥(2010) 도로포장의 개선에 따른 국지적 도시열섬 저감에 관한 연구. *계명대학교 대학원 박사학위논문*.
4. 국립환경과학원(2019) 2016 국가 대기오염물질 배출량.
5. 엄정희, 오정학, 손정민, 김권, 백준범, 이채연(2019) 바람길숲의 유형별 분석 방안 -대구광역시를 사례로-. *한국지리정보학회지* 22(4): 12-23.
6. <http://www.cdc.go.kr/gallery>