

## 요약

# 미세먼지 흡착효과 우수한 가로수 심고 입체녹화·식재기법 복합적 활용도 필요

## 미세먼지 저감방안으로 도시공원·녹지·수목 등 그린인프라 중요성 대두

최근 극심한 미세먼지 발생으로 인하여 야외활동에 제약을 받고 있으며, 미세먼지의 건강영향에 대한 시민들의 우려가 커지고 있다. 서울시는 비상저감조치 발령 시 차량 미운행, 공해차량 운행제한 등 대책을 마련하여 시행하고 있으나, 예방적 차원의 미세먼지 대책 이외에 미세먼지를 저감하기 위한 다양한 방안이 함께 시도되어야 한다. 미세먼지를 줄일 수 있는 방안 중 하나로 도시 내 공원, 녹지, 수목 등 그린인프라스트럭처(Green Infrastructure, 이하 그린인프라)의 중요성이 높아지고 있다. 그린인프라 중에서도 수목의 나뭇잎은 미세먼지를 흡착하는 특성이 있으며, 특히 도로를 따라 조성된 가로수는 흡착작용을 통해 미세먼지를 흡착함과 동시에 도시숲을 연결하는 역할을 수행한다.

이에 서울시 주요 가로수종을 대상으로 현장 실측을 통해 수목의 미세먼지 흡착 정도를 분석하고, 이를 바탕으로 미세먼지 흡착에 효과적인 수종 선정, 수목 식재 방법 등의 그린인프라 확대 방안을 마련해 도시 내 미세먼지를 효율적으로 저감할 수 있는 방안을 강구하여야 한다.

## 선진도시, 그린인프라 이용해 미세먼지 저감...서울시도 확충사업 추진

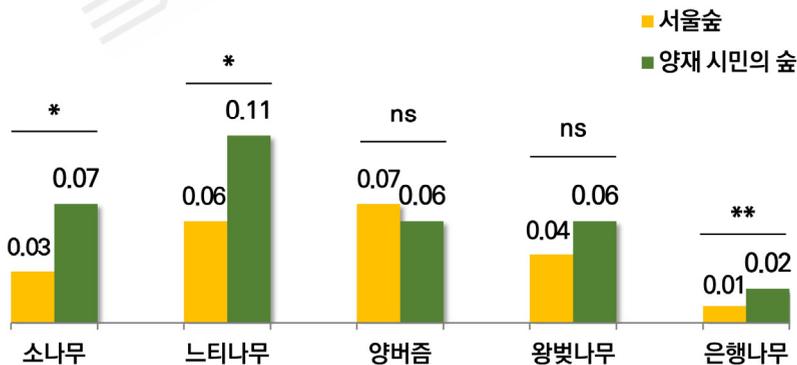
국내외 대기오염 저감 관련 그린인프라 구축 사례 검토 결과, 국외에서는 미세먼지를 고려한 도시 그린인프라 계획을 수립하고 있다. 영국 런던은 도시 내 녹지의 중요성을 인식하여 일찍이 도시계획에 오픈스페이스 네트워크를 구축하도록 하고 있으며, 도시 내 공원녹지 간 연결뿐만 아니라 소규모 공간을 활용한 포켓파크, 빗물정원, 벽면녹화 등 소규모 그린인프라 조성도 활발하다. 독일 슈투트가르트의 바람길을 고려한 도시숲은 그린인프라를 이용하여 도시 내 대기

오염을 줄인 대표적 사례이다. 최근에는 사물인터넷 기술을 접목하여 주변 먼지를 감지하고 정화하는 녹색벽 겸 벤치가 개발되어 베를린, 파리, 홍콩 등 14개 도시에 설치되었다.

국내에서는 미세먼지 흡착 역할로서의 그린인프라의 중요성을 인식하고 아파트 단지 주변 녹화, 벽면녹화 등 건축물 녹화와 미세먼지 저감숲 조성 등의 사업을 계획 및 수행 중에 있다. 서울수도 미세먼지 저감에 수목이 효과적임을 인식하고 ‘삼천만그루 나무심기’ 사업 등 관련 그린인프라 확충 사업을 추진하고 있으며, 미세먼지 저감에 효과적인 수종과 식재 방식을 적용할 계획이다.

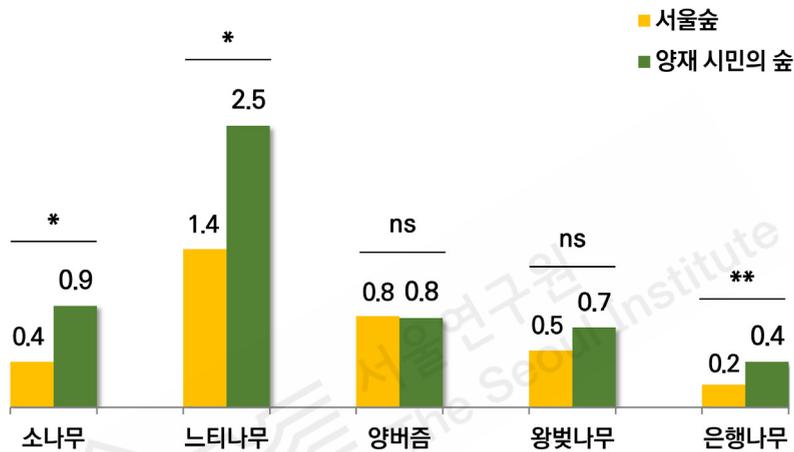
## 도시 가로수종 미세먼지 흡착, 느티나무가 상대적으로 더 효율·친화적

서울시 가로수 식재수량을 바탕으로 낙엽활엽수인 양버즘나무, 느티나무, 왕벚나무와 낙엽침엽수인 은행나무, 상록교목 소나무 총 5종을 선정하였으며, 서울숲과 양재 시민의 숲을 대상으로 잎 샘플링을 통해 미세먼지 흡착량을 분석하였다. 잎의 단위면적당 미세먼지 흡착량 분석 결과, 느티나무는 0.06~0.11mg/cm<sup>2</sup>로 상대적으로 높은 흡착 효과를 보이며, 다음으로 양버즘나무 0.06~0.07mg/cm<sup>2</sup>, 소나무 0.03~0.07mg/cm<sup>2</sup>, 왕벚나무 0.04~0.06mg/cm<sup>2</sup>, 은행나무 0.01~0.02mg/cm<sup>2</sup> 순으로 나타났다.



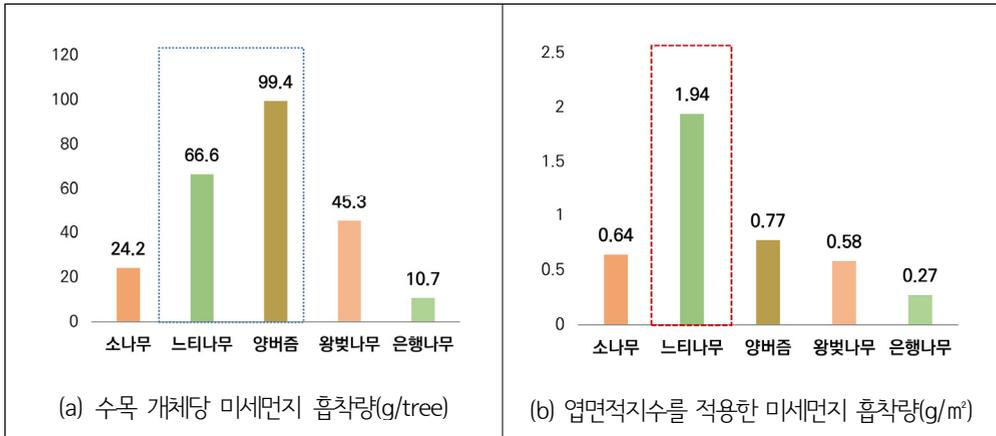
[그림 1] 잎의 단위면적당 미세먼지 흡착량(mg/cm<sup>2</sup>)

수목별 미세먼지 흡착량 해석을 위해서는 단위면적당 미세먼지 흡착도 중요하나 수목 크기와 엽면적 등이 서로 다르므로 단순히 잎의 흡착량만을 가지고 해석하기엔 무리가 있다. 단위면적당 미세먼지 흡착량이 높더라도 엽면적이 작아 수목당 미세먼지 흡착량이 낮을 수 있으며, 단위면적당 미세먼지 흡착량이 낮더라도 엽면적이 커 수목당 미세먼지 흡착량이 상대적으로 높을 수 있기 때문이다. 이에 엽면적지수를 적용한 미세먼지 흡착량 분석 결과, 느티나무가 1.4~2.5g/m<sup>2</sup>로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 양버즘나무 0.8g/m<sup>2</sup>, 소나무 0.4~0.9g/m<sup>2</sup>, 왕벚나무 0.5~0.7g/m<sup>2</sup>, 은행나무 0.2~0.4g/m<sup>2</sup> 순으로 나타났다.



[그림 2] 엽면적지수를 적용한 미세먼지 흡착량(g/m<sup>2</sup>)

조사한 수목의 개체당 미세먼지 흡착량을 산출하기 위해 선행연구의 흉고직경에 의한 엽면적 추정식을 이용하여 수목당 미세먼지 흡착량을 산출하였다. 조사대상 수목의 흉고직경 범위에서 느티나무는 평균 66.6g으로 상대적으로 많은 미세먼지 흡착(37~96g/tree) 효과가 있는 것으로 나타났다. 그 다음으로 왕벚나무가 평균 45.3g(12~78g/tree), 소나무가 평균 24.2g(17~32g/tree), 은행나무가 평균 10.7g(5~17g/tree)으로 나타났다. 양버즘나무의 경우 전체 엽면적당 미세먼지 흡착량은 99.4g(94.8~104g/tree)으로 가장 높게 나타났으나, 실측한 수목 중 흉고직경이 다른 수목보다 상대적으로 크기 때문으로 판단된다. 또한 양버즘나무는 봄철 알레르기 유발 가능성으로 교체 추세에 있어 미세먼지 흡착을 위한 수종으로 적합하지 않을 수 있다. 종합적으로 단위면적당 미세먼지 흡착량이 높으면서 엽면적지수에 의한 흡착효율도 높게 나타난 느티나무가 상대적으로 미세먼지 저감 효과에서 효율적이며 친화적이라고 할 수 있다.



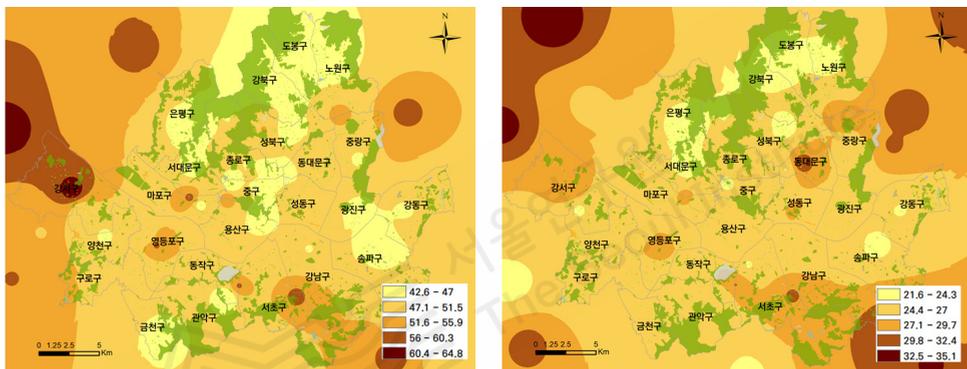
[그림 3] 수목당 미세먼지 흡착량과 엽면적지수를 적용한 미세먼지 흡착량 비교

## 미세먼지 저감수종, 느티나무 외 겨울·봄 위해 상록교목도 선택할 필요

미세먼지 흡착효과가 상대적으로 높은 느티나무는 잎에 털이 많고, 흠이 잘 발달되어 있어 다른 활엽수종에 비해 미세먼지 흡착 능력이 우수한 것으로 분석되었다. 그러나 겨울과 봄에 고농도 미세먼지가 발생할 가능성이 높아 겨울과 이른 봄에 잎이 없는 낙엽활엽수종은 미세먼지 흡착 효과가 상대적으로 낮을 수 있다. 반면 상록교목은 겨울철과 이른 봄 동안 미세먼지를 흡착하는 데 상대적으로 효과적이라고 할 수 있다. 소나무, 스트로브 잣나무 등의 상록교목은 바늘 모양의 잎이 겨울철과 봄철에 잎이 없는 낙엽활엽수 대비 미세먼지를 포획하기에 유리하므로 흡착효과가 상대적으로 높다. 이외 가문비나무, 곰솔 등 미세먼지 저감에 우수한 상록교목을 종합적으로 고려하여야 하며, 생육환경에 따라 적절한 식재가 필요하다.

## 서울시 미세먼지 농도는 북한산·남산·관악산 등 대규모 녹지에서 낮아

서울시 최근 5년간 연평균 미세먼지, 초미세먼지 농도(2013~2017)와 서울시 주변에 위치한 경기도 소재 측정소의 최근 5년간 연평균 미세먼지(2013~2017), 최근 4년간 초미세먼지(2014~2017) 농도를 이용해 미세먼지 분포와 서울시내 공원녹지 분포를 비교하였다. 미세먼지 농도는 측정소 위치, 교통량, 토지이용 등의 복잡한 요인으로 인해 차이가 발생하지만, 녹지 분포와 비교하여 보았을 때 상대적으로 대규모 녹지가 분포하는 지역이 타 지역에 비해 농도가 낮게 나타나는 것을 확인할 수 있다.



(a) 녹지+미세먼지( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

(b) 녹지+초미세먼지( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

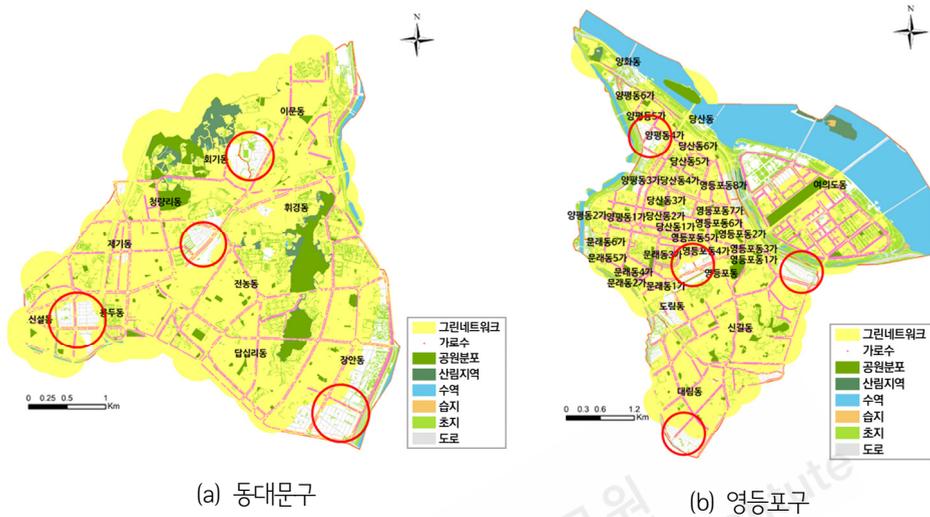
[그림 4] 서울시 녹지와 미세먼지 농도 분포 비교

## 그린인프라 간 연결, 공원·가로수 배치로 미세먼지 저감효율 향상해야

미세먼지, 초미세먼지 농도가 상대적으로 높으면서 시가지지역 대비 녹지 면적이 낮게 나타난 영등포구와 동대문구를 대상으로 그린인프라 연결성을 분석하였다. 그린인프라 간의 연결은 미세먼지 저감 효과뿐만 아니라 쾌적한 환경 창출, 삶의 질 개선, 생물다양성 측면에서도 중요하다.

그린인프라 연결성이 낮은 지역은 인근에 공원이 없고 도로폭이 좁아 가로수가 조성되기 어려

운 주택밀집지역이 분포한다. 공장 등이 있는 준공업지역은 주거지와 공업지역이 혼합적으로 나타나고, 도로가 넓은 편이나 가로수와 공원녹지가 부족하다.



[그림 5] 공원녹지 및 가로수 배치 필요지역

## 벽면녹화·옥상녹화 포함한 입체녹화, 흡착효율 높은 식재기법 복합 활용

서울시는 산림이 시 외곽에 분포하여 시가지와 녹지가 이원화되어 있고 그린인프라 조성 공간이 제한적이기 때문에 미세먼지 흡착 효과가 상대적으로 우수한 수종을 선택하는 것도 중요하지만 미세먼지 흡착에 효율적인 그린인프라 식재 방법을 함께 고려해야 한다. 벽면녹화, 옥상녹화 등 건축물의 입체녹화와 함께 다층식재, 교호식재 등의 다양한 그린인프라 조성 방식을 복합적으로 활용할 필요가 있다. 이에 미세먼지 흡착 효율이 높은 수종과 선행연구 검토를 통해 도출한 그린인프라 요소를 적용하여 동대문구, 영등포구 지역을 사례로 주거, 상업, 공업, 대로변의 미세먼지 저감을 위한 그린인프라 조성 방식을 구상하였다.



[그림 6] 주거지역 그린인프라 조성



[그림 7] 상업지역 그린인프라 조성



[그림 8] 공업지, 주거지 혼재지역 그린인프라 조성



[그림 9] 대로변, 가로 그린인프라 조성

## 서울시, 시민·시민단체, 기업이 함께 그린인프라 확대 협력체계 구축해야

효율적인 그린인프라 확대를 위해서는 시민으로 하여금 그린인프라의 중요성을 인식하게 하고, 그린인프라를 조성하기 위한 실천 활동이 함께 이루어져야 한다. 기업 또한 미세먼지 저감을 위한 그린인프라의 역할을 이해하고 관련 사업에 자발적으로 참여하여야 한다. 여기에 서울시가 공공의 역할을 수행함으로써 서울시, 시민 및 시민단체, 기업이 함께 그린인프라 확대를 위한 협력 체계를 구축하여야 할 것이다. 서울시는 미세먼지 저감을 위한 그린인프라 확대를 위해 부지를 제공하며, 기업은 기금을 지원하고 공장 및 기업부지를 대상으로 미세먼지 저감 그린인프라를 조성함으로써 브랜드 이미지를 제고할 수 있다. 시민 및 시민단체는 부지 나무심기, 수목 시민입양 제도 등에 참여해 그린인프라 조성을 위한 실천 축으로 활동하는 것이 필요하다.