

상록성 조경수의 환경정화능력 및 온·습도조절효과[†]

Bui Thi-Huong*, 이은영**, 박지혜**, 조원우***, 박봉주****

*충북대학교 대학원 원예학전공 박사과정, **충북대학교 대학원 원예학전공 석사과정, ***국립수목원 연구사, ****충북대학교 원예학과 교수

1. 서론

도시에서 살고 있는 사람들은 약 80-90% 시간을 실내에서 보내고 있기 때문에 실내공기질(indoor air quality)은 인간의 건강에 영향을 미치는 매우 중요한 요소로 인식되고 있다(Dominici et al., 2021). 실내공기 오염원은 휘발성유기화합물, CO₂ 미세먼지 등 다양하다. 오늘날 대부분의 건물은 에너지를 절약하기 위해 밀폐되어 있어 실내공기 중 휘발성유기화합물과 미생물 등이 증가하고 있다. 이러한 이유 때문에 건물 내 CO₂의 농도도 환경기준치를 초과하는 경우가 많이 발생한다. 실내공간에서 높은 CO₂ 농도는 두통, 메스꺼움, 현기증, 눈의 자극, 점막 및 호흡기 질환 등 새집증후군(sick building syndrome)의 원인이 되기도 한다(Sowa et al., 2019). 전통적인 건물에서는 실내의 오염된 공기를 외부의 신선한 공기로 대체하기 위해 자연환기시스템을 많이 사용하고 있으나, 이 시스템은 미세먼지(particulate matter)나 오존과 같은 요인으로 인해 오염이 더 증가될 수 있다(Brown et al., 1994). 또한 자연 환기시스템은 특히 겨울철에 상당한 열 손실을 초래하여 다량의 에너지를 소비할 수 있다(Torpy et al., 2018). 이러한 단점을 해결하기 위해 식물을 이용한 방법이 제시되고 있는데, 식물을 사용하면 환기 및 냉난방 에너지 부하를 10-20% 크게 줄일 수 있다고 보고되고 있다(Cummings et al., 2020). 따라서 본 연구는 실내공간 적용을 목표로 상록성 조경수의 환경정화능력 및 온·습도 조절효과를 평가하여 향후 실내공간의 공기정화와 에너지절감형 식재를 위한 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

2. 연구방법

실험 식물은 비자나무, 완도호랑가시나무, 치자나무, 종가시나무, 아왜나무, 동청목, 돈나무 7종을 선정하였다. 실내 공간을 모형화한 아크릴챔버(800 × 800 × 1,000mm, L×W×H)에 실험식물당 5개의 화분을 배치하였다. 미세먼지 발생원은 모기향(에프킬라, SC Johnson, Korea)을 사용하였으며 챔버내 초기농도는 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 설정하였다. 미세먼지는 미세먼지측정기(Aerocet 531S, Met One Instruments, Inc, USA)를 이용하여 PM₁₀, PM_{2.5}, PM_{1.0}의 3 종류를 질량농도법($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)으로 측정하였다. 미세먼지 주입 후 일정시간 동안 데이터로거를 이용하여 자동 측정하였으며, 각 실험식물별로 5회 반복하여 측정하였다. 실험 종료 후 엽면적측정기(LI-3000C, LI-COR, USA)를 이용하여 엽면적을 측정하였으며, 미세먼지 저감량은 PM량($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)/식물 엽면적(cm^2)으로 환산하여 계산하였다. CO₂ 측정기를 챔버 내 중앙에 위치시켜 CO₂ 농도를 측정하였다. 식물의 광합성을 위해 아크릴챔버 상단에 LED백색 광원을 설치하여 식물의 정단부에서 광량을 약 50 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ PPFD로 제공하였다. 실험기간 동안 에어컨디셔너를 이용하여 실험실 실내 온도를 25°C로 설정했다. CO₂는 이산화탄소가스 실린더에 연결된 호스를 이용해 챔버 내에 초기 농도를 1,000ppm으로 설정하여 주입하였다. 식물에 의한 온·습도 저감효과를 측정하기 위하여 CO₂ 농도를 측정할 때 동시에 온·습도를 측정하였다. 측정시간은 이산화탄소 주입 후 7시간 동안 자동 측정하였으며, 각 실험 식물 당 5회 반복하여 측정하였다. CO₂ 저감량은 CO₂량(ppm)/식물 엽면적(cm^2)으로 대입하여 계산하였다. 실험에 이용한 식물들의 생리형태적 특성인 초고, 엽면적, 광합성량, 기공(기공수, 폭, 길이)에 대해서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

상록성 조경수 7종의 미세먼지 저감능력은 실험시작 후 시간이 경과하면서 대조구보다 저감효과가 높아지는 경향을 보였으며, PM₁의 경우에는 3그룹으로 분류되었었으며, 1그룹에는 미세먼지 저감효과가 가장 큰 동청목으로 나타났으며, 2그룹은 치자나무, 3그룹은 돈나무, 아왜나무, 비자나무, 완도호랑가시나무로 분류되었다. PM₁₀과 PM_{2.5}의 경우에도 대조구보다 상록성 조경수의 미세먼지 저감능력이 우수한 것으로 나타났으며, 크게 2그룹으로 분류되었다. 1그룹에는 PM에서도 우수한 저감능력을 보였던 동청목이었고, 2그룹에는 동청목을 제외한 나머지 식물들로 나타났다. CO₂ 감소는 식물에 따라 다르게 나타났으며, 모든 식물들은 대조구보다 CO₂ 농도가 크게 감소하는 것으로 나타났다. CO₂ 농도의 감소는 아왜나무가 66.9%로 가장 높았으며, 그 다음으로 완도호랑가시나무, 종가시나무 순이었으며 돈나무(25.6%)가 가장 낮은 것으로 나타났다. 상록성 조경수의 이산화탄소 저감 능력은 크게 4그룹으로 분류되었으며, 1그룹은 가장 저감 효과가 컸던 아왜나무가, 2그룹에는 완도호랑가시나무, 종가시나무, 동청목 3종이, 3그룹에는 비자나무와 치자나무 2종이, 4그룹에는 돈나무 1종으로 분류되었다. 온도의 경우 대조구보다 상록성 조경수가 낮은 경향을 보였으며, 온도저감 효과가 가장 큰 것은 치자나무였으며, 그 다음으로 완도호랑가시나무, 동청목, 아왜나무, 비자나무 순이었으며, 대조구와 비교하여 1-2°C의 저감능력이 있는 것으로 나타났다. 습도는 상록성 조

[†]본 연구는 2022년 국립수목원 '신관상식물의 환경정화기능 연구'의 일환으로 수행되었습니다.

경수 모두 대조구와 비교하여 크게 증가하는 경향을 보였으며, 식물 간의 차이는 크지 않았다.

참고문헌

1. Brown, S. K., M. R. Sim, M. J. Abramson and C. N. Gray(1994) Concentrations of volatile organic compounds in indoor air - A Review. *Indoor Air* 4(2): 123-134.
2. Cummings, B. E. and M. S. Waring(2020) Potted plants do not improve indoor air quality: A review and analysis of reported VOC removal efficiencies. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 30(2): 253-261.
3. Dominici, L., R. Fleck, R. L. Gill, T. J. Pettit, P. J. Irga, E. Comino and F. R. Torpy(2021) Analysis of lighting conditions of indoor living walls: Effects on CO₂ removal. *Journal of Building Engineering* 44: 102961.
4. Gubb, C., T. Blanus, A. Griffiths and C. Pfrang(2019) Interaction between plant species and substrate type in the removal of CO₂ indoors. *Air Quality, Atmosphere and Health* 12(10): 1197-1206.
5. Sowa, J., J. Hendiger, M. Maziejuk, T. Sikora, L. Osuchowski and H. Kamińska(2019) Potted plants as active and passive biofilters improving indoor air quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 290(1): 012150.
6. Torpy, F., N. Clements, M. Pollinger, A. Dengel, I. Mulvihill, C. He, and P. Irga(2018) Testing the single-pass VOC removal efficiency of an active green wall using methyl ethyl ketone (MEK). *Air Quality, Atmosphere and Health* 11(2): 163-170.