

탄소저감 계량화를 위한 조경식재 수종의 생체량 변화[†]

- 곶솔과 가시나무를 대상으로 -

조현길*, 박혜미**, 최성경***, 심민석****, 김희년*****, 오주연*****, 이재은*****, 인석호*****

*강원대학교 생태조경디자인학과 교수, **강원대학교 조경학과 박사, ***강원대학교 조경학과 석사, ****강원대학교 조경학과 석사과정,

*****한국수자원공사 공간경관처 팀장, ****한국수자원공사 공간경관처 차장, *****한국수자원공사 공간경관처 과장

1. 서론

산업혁명 이후 온실가스 증가에 따른 기후변화는 전 세계가 직면한 심각한 환경 이슈이다. 조경수는 광합성을 통한 생장과정에서 대기탄소를 흡수 및 저장하므로 기후변화의 영향을 지연할 탄소흡수원으로 중요한 역할을 담당한다. 탄소흡수원 관련 정책을 수립하기 위해서는 수목의 탄소저감을 계량화할 수 있는 모델과 기반정보들이 요구된다. 이에 전 세계의 주요 국가들은 조경수의 탄소저감 관련 다양한 연구의 축적을 통해 그 기반정보들을 구축해오고 있다(Nowak and Crane, 2002; McPherson et al., 2006; Matsue et al., 2009; Nowak et al., 2013). 미국은 1980년대부터 USDA Forest Service의 주도하에 산림 및 조경수에 관한 탄소저감 관련 연구를 수행하여(Nowak and Crane, 2002; McPherson et al., 2006; Nowak et al., 2013) IPCC 가이드라인의 기본 값으로 채택되는 등 고도의 자료를 구축해왔다. 이 계량 정보들은 미국의 도시녹지 다원기능 평가 시스템인 i-Tree에도 연동되어, 도시녹지의 탄소저감을 비롯한 다양한 생태계 서비스를 평가하는 데 유용하게 활용되고 있다.

국내에서는 일부 산림수목을 제외하고는 국가차원에서 활용할 수 있는 공인된 조경수의 탄소흡수계수가 부재한 상황이다. 수목에 축적된 탄소는 줄기, 가지, 잎, 뿌리 등 부위별 생체량과 탄소함량에 기인하므로, 조경수의 탄소저감 계량화는 이들 정보가 필수적으로 요구된다. 수목의 생체량을 계량화하는 가장 바람직한 방법은 직접수확법이나, 벌목 및 근굴취 관련 난이성과 고비용에 기인하여 수종별 해당 연구정보는 여전히 제한적이다. 따라서, 본 연구의 목적은 곶솔과 가시나무의 탄소저감 계량화를 위해, 직접수확법을 적용하여 수종별 생체량 정보를 구축하는 것이다.

2. 연구방법

2.1 굴취수목 선정 및 생중량 측정

본 연구는 해안지역에 흔히 식재되는 주요 향토 상록수인 곶솔과 가시나무를 연구대상 수종으로 선정하였다. 곶솔은 동해안, 서해안 및 남해안에 분포하는 식재공간을, 가시나무는 남해안의 조경수 재배농장과 식재공간을 현장답사하여 개방 성장한 수목을 각각 33개체 및 27개체를 확보하였다. 즉, 수종별로 유목에서 성목에 이르는 일정 간격의 흉고직경 크기를 고려해, 고유의 수형을 유지하면서 정상 성장한 개체를 굴취수목으로 선정하였다. 확보한 수목들은 2022-2023년에 현장에서 직접 굴취한 후, 국립산림과학원(2007)의 바이오매스 조사 및 분석 표준방법에 따라 줄기, 가지, 뿌리 및 잎으로 분류하여, 전자저울(CAS, HB150; CAS, PB150)로 부위별 생중량을 실측하였다.

2.2 생체량 표본채취 및 산정

생중량 대비 건조량(이하 생체량으로 명명)을 산정하기 위해 줄기, 가지, 뿌리, 잎 등 부위별 생체량 환산용 표본을 채취하였다. 줄기는 2m 간격 부위마다 두께 5-10cm의 원판을, 가지는 굵은 가지, 중간 가지 및 가는 가지를 골고루 섞어 1-4kg을, 뿌리는 그루터기와 타 부위로 구분해 각각 1-12kg을, 그리고 잎은 약 1kg을 채취하였다. 생체량 환산용 표본은 현장에서 전자저울로 10g 단위까지 생중량을 실측하였다. 이 표본들은 실험실로 운반하여 85°C하 건조기(VisionBionex, VS-1202DH)에서 무게가 더 이상 감소하지 않는 한량이 될 때까지 완전히 건조시킨 후, 전자저울(AND, FX3200; METTLER TOLEDO, GB2002)로 0.01g 단위까지 생체량을 측정하였다. 그리고, 부위별 표본의 생중량 대비 생체량의 비를 산출하고, 이를 해당 개체의 생중량에 대입하여 단목의 부위별 및 전체 생체량을 계량화하였다. 다만, 2023년에 굴취한 가시나무의 경우 생체량 표본 건조가 완료되지 않았기 때문에, 선행연구(조현길 등, 2019)의 부위별 생중량 대비 생체량비를 적용하여 그 생체량을 산정하였다.

3. 연구결과

3.1 굴취수목 생체량

연구대상 굴취수목은 곶솔의 경우 양양, 안산 및 부산, 가시나무는 장흥 및 순천의 공원, 정원 및 조경수 농장에 식재된 것이었다. 수종별 흉고직경은

[†]본 연구는 한국수자원공사(K-Water)의 연구개발사업'(C5202319792)'의 지원에 의하여 이루어진 것임.

곰솔 5.5-38.6cm 및 가시나무 6.0-29.1cm이었다. 수종별 단목의 전체 생체량은 흉고직경에 따라 곰솔 7.1-731.2kg/주, 가시나무 12.6-675.5kg/주 등의 범위이었다. 곰솔과 가시나무의 부위별 생체량 점유비는 동일하게 줄기가 각각 46.9% 및 33.9%로서 가장 많았고, 이어서 뿌리 23.6% 및 31.0%, 가지 18.1% 및 26.8%, 잎 11.4% 및 8.2% 등의 순이었다. 수종별 굴취수목의 생체량 확장계수는 각각 곰솔 1.68 및 가시나무 2.20, 그리고 지하부/지상부 비율은 곰솔 0.31 및 가시나무 0.52로 분석되었다. 직접적 비교는 불가하나, 산림수목의 생체량 확장계수는 곰솔 1.52 및 불가시나무 1.47로 보고된다(국립산림과학원, 2014). 본 조경수의 생체량 확장계수는 산림수목보다 더 높았는데, 이는 산림수목과 달리 개방 생장하는 환경조건에 따른 경합 차이, 관리에 따른 생장환경 개선 등에 기인하는 것으로 판단된다.

4. 결론

최근 조경수 식재를 통한 도시녹지의 확충은 탄소중립을 실현하기 위한 주요 탄소흡수원 증진활동으로 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 이에 필요한 최우선의 당면과제는 조경수가 생장에 따라 얼마나 탄소를 저장 및 흡수하는지에 대한 신뢰성 있는 정보의 구축이나, 관련 국내연구는 여전히 미진한 상황이다. 따라서, 본 연구는 근굴취를 포함한 직접수확법을 적용하여 조경수의 탄소저장 및 흡수 산정에 필요한 수종별 생체량 정보를 구축하였다. 연구대상 수종은 곰솔 및 가시나무로서 단목의 총 생체량은 각각 곰솔 7.1-731.2kg/주 및 가시나무 12.6-675.5kg/주 범위이었다. 부위별 생체량 점유비는 곰솔 및 가시나무 동일하게 줄기가 가장 많았고, 이어서 뿌리, 가지, 잎 등의 순이었다. 곰솔과 가시나무의 생체량 확장계수는 개방 생장에 따른 지엽밀도 차이, 관리에 의한 생장기반 개선에 기인하여 산림수목보다 더 큰 것으로 분석되었다. 본 연구는 가시나무의 생체량 산정 시 기존 연구의 생체량 대비 생체량 비율을 적용한 한계를 지닌다. 추후 가시나무의 부위별 건조를 완료한 뒤 개체별 생체량을 재산정하여, 수종별 탄소저장 및 흡수 계량모델을 개발할 필요가 있다.

참고문헌

1. 국립산림과학원(2007) 산림 바이오매스 및 토양탄소 조사·분석 표준방법.
2. 국립산림과학원(2014) 한국 주요 수종별 탄소배출계수 및 바이오매스 상대생장식.
3. 조현길, 김승호, 박혜미, 김진영(2019) 남부지방 조경수종의 탄소저감과 계량모델-동백나무, 배롱나무 및 가시나무를 대상으로. 한국조경학회지 47(3): 31-38.
4. Matsue M., Y. Nagahama, Y. Iizuka, M. Murata and N. Fujiwara(2009) Estimation equations for the amount of CO₂ fixed by planted trees in cities in Japan. Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology 35(2): 318-324.
5. McPherson E. G. and N. S. Van Doorn(2016) Urban Tree Database and Allometric Equations. Albany, CA: USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
6. Nowak, D. J. and D. E. Crane(2002) Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. Environmental Pollution 116: 381-389.
7. Nowak, D. J., E. J. Greenfield, R. E. Hoehn and E. Lapoint(2013) Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. Environmental Pollution 178: 229-236.