



ORIGINAL ARTICLE

# BIM 기반 환경 시뮬레이션을 활용한 탄소흡수원 식재 수목의 환경성능에 관한 연구

오병웅 · 정준교<sup>1)</sup> · 염성진\*

한경국립대학교 식물자원조경학부 조경학전공, <sup>1)</sup>한경국립대학교 식물자원조경학과

## A Study on the Environmental Performance of Carbon-Sink Trees Using BIM-Based Environmental Simulation

Byeong-Ung Oh, Jun-Gyo Jeong<sup>1)</sup>, Sung-jin Yeom\*

Dept of Landscape Architecture, Faculty of Plant Resources Landscape, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

<sup>1)</sup>Dept of Plant Resources and Landscape Architecture, Hankyung National University, Anseong 17579, Korea

### Abstract

The National Strategy for Carbon Neutrality and Green Growth has positioned landscape architecture as a key carbon-sink sector. This study has applied a Building Information Modeling BIM-based simulation to Gongdo Neighborhood Park No. 4, a new sink designated in Anseong's first carbon-neutral and green growth plan. Environmental performance was quantified using domestic allometric models embedded in a tree BIM library that simulated growth-driven changes from 2025 to 2050. The results have shown a steady increase in all indicators, thus demonstrating the capability of BIM to integrate planting design with performance verification and long-term scenario analysis. The proposed workflow provides a quantitative foundation for assessing sink capacity, and offers a practical tool for evidence-based landscape planning and management to achieve carbon neutrality.

**Key words** : Carbon neutrality, Building information modeling, Carbon sink, Environmental performance, Tree growth, Urban green space

### 1. 서론

대한민국 정부는 기후변화에 대응하기 위해 2021년 탄소중립기본법 제정과 2023년 탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획 수립을 통해 탄소중립의 제도적 기반을 마련하였으며, 2050년 탄소중립을 달성한다는 목표의 「2050 장기저탄소발전전략

(PCNGG, 2020)」을 UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) 사무국에 제출하였다. 이를 실행하기 위하여 국가 차원에서 「2050 탄소중립 시나리오(PCNGG, 2021a)」를 수립하여 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위한 부문별 배출량과 흡수량을 제시하였다. 또한, 탄소중립의 중간 목표인 NDC (Nationally Determined Contribution)

Received 23 October, 2025; Revised 3 November, 2025;  
Accepted 5 November, 2025

\*Corresponding author : Sung-Jin Yeom, Dept of Landscape Architecture, Faculty of Plant Resources Landscape, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea  
Phone : +82-31-670-5217  
E-mail : ysj@hknu.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에 대해 기후위기의 심각성과 국제사회 구성원인 우리나라의 역할을 고려한 「2030 국가온실가스감축목표 상향안(PCNGG, 2021b)」을 수립하였다(An et al., 2024). 이러한 정책에서 조정분야는 흡수원 부문의 산림·생활권 녹지의 보전과 신규흡수원 조성을 통해 온실가스 감축에 기여할 역할이 강조되고 있다. 이러한 정책들은 공통적으로 추가적인 탄소흡수원 확보를 주요 과제로 설정하고, 특히 도시숲과 정원 등 도시녹지 확충을 핵심 전략으로 제시한다. 대표 흡수원인 도시녹지는 광합성을 통해 이산화탄소를 흡수하고 산소를 발생시켜 대기질 개선과 기후변화 완화에 실질적으로 기여하고 있다. 이러한 흐름 속에서 도시공원의 식재유형별 탄소저장량과 연간 흡수량 비교(Han et al., 2014), 수목의 수령 및 성장 특성에 따른 탄소흡수량 변화 정량화(Yoo et al., 2017; Jo et al., 2017), 도시공원의 탄소저감 및 산소생산 서비스 평가(Jo et al., 2025) 등 다양한 연구가 선행되어 탄소중립 도달을 위한 도시녹지의 역할을 실증해 왔다. 그러나 다수의 선행연구는 단일 시점의 평균값에 의존한 정태적 평가에 머물렀으며, 도시녹지가 탄소중립 달성 과정에서 어떤 경로와 방식으로 기여하는지를 밝히는 시나리오 기반 분석 부문에서는 한계성을 볼 수 있었다. 따라서 도시녹지의 중요성이 커지는 현시점에서 수목 성장에 따른 탄소흡수량의 시간적 변화를 반영한 정량적 평가가 요구되고 있다.

본 연구의 목적은 기조성된 신규흡수원인 도시녹지를 대상으로 수목의 성장에 따른 탄소저장량, 연간탄소흡수량, 연간이산화탄소흡수량, 연간산소발생량과 같은 수목의 환경성능에 대한 시뮬레이션 분석을 활용하여 정량적인 수치를 획득하는 데 있다. 이를 위해 2050 탄소중립 시나리오에 맞춰 기준연도로는 2025년, 목표연도로는 2050년으로 설정하여 연도별 환경성능을 확인하였다. 이를 통해 도시녹지에서 수목이 가지는 환경성능의 연도별 변화 추이를 정량화하여, 2050 탄소중립 시나리오에 기여할 수 있는지를 정량 지표를 통해 확인하고자 연구를 진행하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 연구대상지

연구대상지는 「안성시 제1차 탄소중립 녹색성장 기본계획」에서 신규흡수원으로 지정된 도시녹지 중 기조



Fig. 1. A location map of the study area.

성된 녹지인 공도 제4호 소공원(이하 ‘제4호 소공원’이라고 한다.)으로 선정하였다. 제4호 소공원은 2024년 조성되었으며, 경기도 안성시 공도읍 진사리 산 30-9 번지에 위치하고(Fig. 1), 전체면적은 1,079.0 m<sup>2</sup>(녹지면적 840.5 m<sup>2</sup>, 비녹지면적 238.5 m<sup>2</sup>)이다.

### 2.2. 연구설계 및 절차

본 연구는 지자체 기본계획에서 신규흡수원으로 제시된 도시공원을 대상으로 수행하였으며, 현장조사, 수목 환경성능 산정, BIM 환경 시뮬레이션의 순서로 진행하였다(Fig. 2). 현장조사를 통해 공원 내 식재, 시설, 포장 현황을 파악하고, 교목과 관목의 수량과 규격을 측정하였다. 측정은 전수조사를 원칙으로 하되 군식과 생울타리 등 개체 식별이 어려운 경우 m<sup>2</sup>당 주수를 산정해 파악하였다. 수목 환경성능 산정은 도시수목의 성장 특성과 환경성능에 관한 선행연구의 결과를 인용하였으며, BIM 환경 시뮬레이션은 연구대상지의 현황에 맞춰 BIM 모델을 구축하여 시뮬레이션에 활용하였다. 모델 구축 시에 활용된 BIM 라이브러리는 시설물과 포장의 경우 3D 형상을 제작하였고, 수목의 경우 3D 형상에 수목의 기본특성과 환경성능을 속성정보에 포함하여 라이브러리를 제작하였다. 시뮬레이션은 기준연도부터 목표연도까지의 기간을 설정하고, 수종별 생장률을 적용해 수목 규격 파라미터를 자동 갱신하는 방식으로 수행하였다. 이를 통해 연도 변수에 따라 수고, 흉고직경, 근원직경, 뿌리분 등을 갱신하였다. 환경

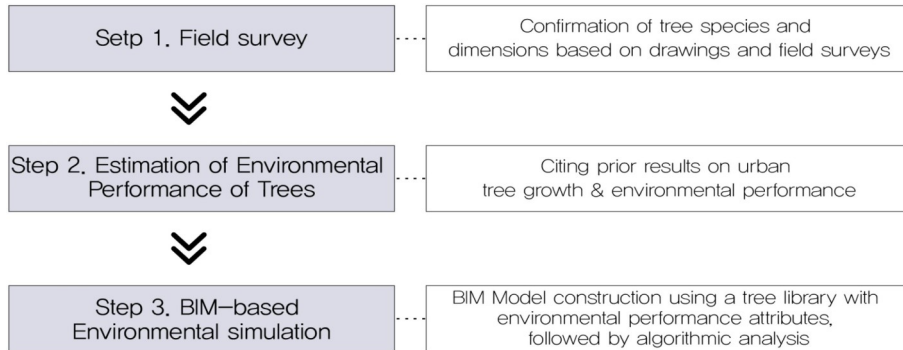


Fig. 2. Process of the study.

Table 1. Plant lists of the study site

Species		Height (m)			DBH·RCD (cm)		
Scientific name	Amount	Mean*	Max	Min	Mean*	Max	Min
<i>Pinus densiflora</i>	14	5.5	7.0	4.0	21.5	27.5	26.5
<i>Magnolia stellata</i>	4	2.1	2.3	1.9	3.4	3.4	3.2
<i>Euonymus japonicus</i>	396	0.8	0.9	0.6	1.5	1.7	1.2
<i>Cercis chinensis</i>	15	1.0	1.2	0.9	1.9	2.1	1.7
<i>Rhododendron yedoense</i>	294	0.3	0.3	0.25	1.1	1.2	1.0
<i>Spiraea prunifolia var. simpliciflora</i>	450	0.6	0.6	0.55	0.6	0.7	0.5
<i>Euonymus alatus</i>	219	0.6	0.6	0.5	2.1	2.3	1.9
<i>Cornus alba</i>	36	0.7	0.8	0.45	1.3	2.0	1.1
<i>Nandina domestica</i>	54	0.8	0.8	0.5	1.9	2.1	1.2

\*: The mean is calculated by rounding to the second decimal place

성능 결과값은 BIM 저작도구 내에서 일람표를 통해 확인 가능하며, 알고리즘을 작성하여 Excel을 통해 결과를 도출하였다.

### 2.2.1. 현장조사

현장조사는 2025년 4월 24일, 6월 17일, 8월 29일 세 차례에 걸쳐 진행하였다. 식재계획 도면과 현장실사를 통해 부지 경계 내에 분포하는 수목들을 전수 조사하였으며, 지피·초화류는 환경성능 산정을 위한 기초연구 자료가 부족하여 조사 대상에서 제외하였다. 조사 항목으로는 수종, 수량, 수고, 흉고직경, 근원직경으로 설정하였으며, 현장조사를 통해 확인된 교목 2종(소나무, 별목련) 관목 7종(사철나무, 박태기나무, 산철쭉, 조팝나무, 화살나무, 흰말채나무, 남천)을 본 연구에 활용하였다. 수량은 현장 계수가 가능한 수목의 경우 계수 방

식으로 조사하였고, 계수가 어려운 수종은 식재계획 도면에 작성된 m<sup>2</sup>당 주수를 이용해 수량을 확인하였다. 수고는 측고기(SUUNTO Precision Instruments)로, 흉고직경과 근원직경은 흉고자(Vernier calipers)를 이용해 측정하였으며, 교목은 흉고직경을, 관목은 근원직경을 기준으로 파악하였다(Table 1).

### 2.2.2. 수목환경성능 산정

도시녹지 수목의 환경성능을 산정하는 방법은 선행 연구의 계량모델을 적용하였으며, 그중에서도 국내에서 도시수목을 대상으로 개발된 수종별 상대성장식을 이용해 환경성능을 산정 계량모델(Park, 2009; Han et al., 2014; Yoo et al., 2017; Kim, 2025)을 활용하여 제4호 소공원의 식재에 대한 환경성능을 산정하였다. 본 연구에서는 계량모델에 현장조사를 통해 획득한

**Table 2.** Quantitative model data of urban plant species used for environmental performance assessment

Category	Subcategory	Quantitative model equation	Previous studies
Competition index	Tree	Relative growth equations by tree type and species	Park, 2009 Yoo et al, 2017
	Shrub	Relative growth equations by shrub type and species	Park, 2009 Kim, 2025
Productivity	Tree	DBH growth of tree species	Jo, 1999 Jo and Ahn, 1999 Jo and Park, 2017
	Shrub	RCD growth of shrub species	Jo, 1999 Jo and Ahn, 1999
Environmental function evaluation	Carbon storage	Carbon storage estimation	Park, 2009 Yoo et al, 2017
	Annual carbon absorption	Annual carbon uptake estimation	Park, 2009 Han et al, 2014
	Annual carbon dioxide absorption	Annual CO <sub>2</sub> uptake estimation	Park, 2009 Han et al, 2014
	Annual oxygen generation	Annual oxygen production estimation	Jo et al, 2025

**Table 3.** Attribute of plant BIM library

Category	Properties	Expression	Unit
Basic attributes	Korean name	Text	
	Scientific name	Text	
	Life form	Text	Evergreen tree Deciduous tree, Evergreen shrub Deciduous shrub
	Cold hardiness	Text	Strong/Medium/Weak
	Shade tolerance	Text	Sun/partial/Shade
	Pollution tolerance	Text	Strong/Medium/Weak
	Resprouting ability	Text	Strong/Medium/Weak
	Plant specification	Text	
	Height	Number	m
	DBH	Number	cm
	RCD	Number	cm
	Planting weight	Number	
	Planting density	Number	
	DBH Growth rate	Number	cm/yr
	RCD Growth rate	Number	cm/yr
Environmental performance	Carbon storage	Number	kgC
	Annual carbon absorption	Number	kgC/tree/yr
	Annual carbon dioxide absorption	Number	kgCO <sub>2</sub> /tree/yr
	Annual oxygen generation	Number	kgO <sub>2</sub> /tree/yr

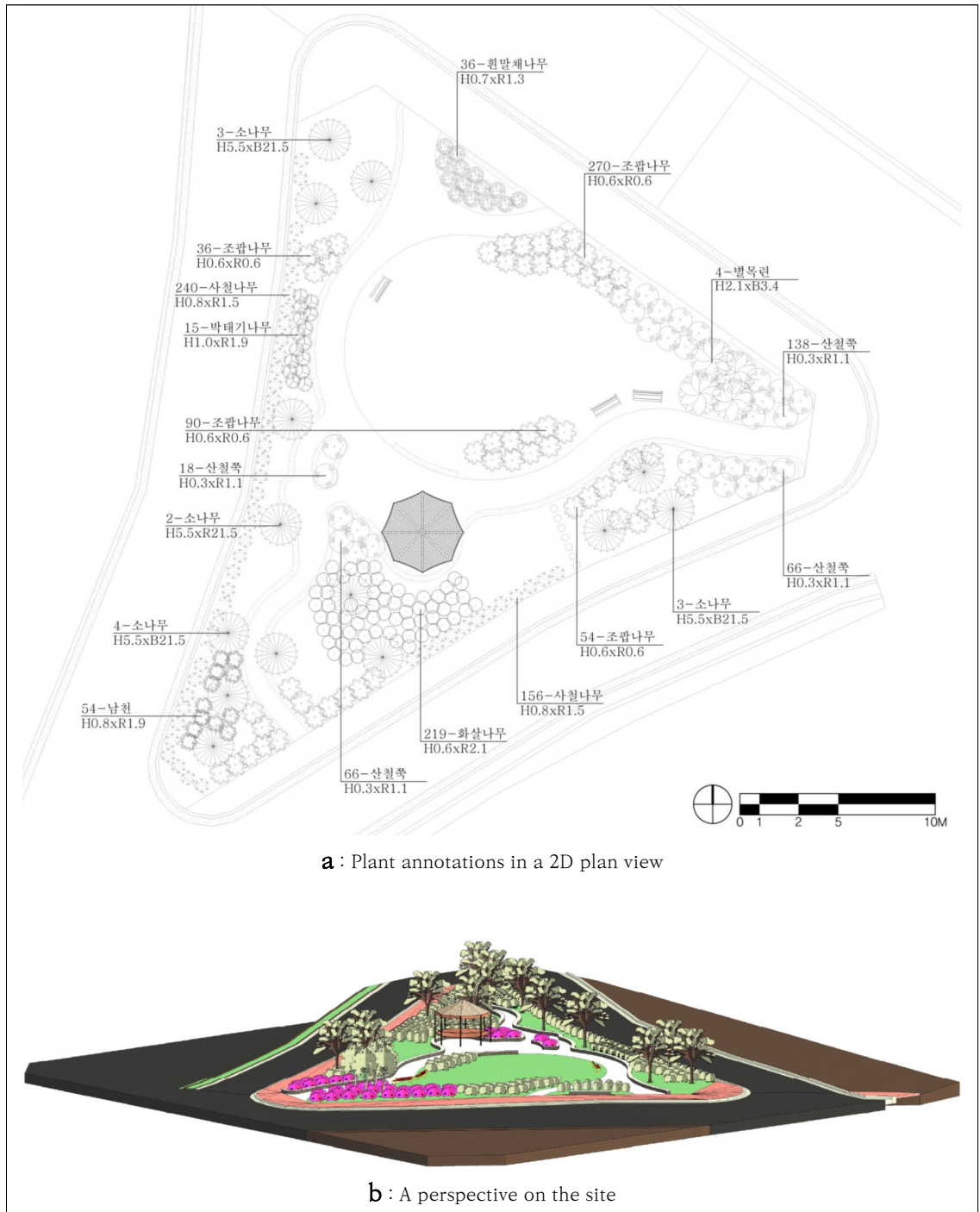


Fig. 3. 2D drawings and perspectives based on a BIM model.

수목의 규격을 대입하였고, 수목 생장에 따른 시물레이션을 위해 필요한 수목의 흉고직경성장량과 근원직경성장량의 경우 도시수목을 대상으로 성장량을 계산한 연구(Jo, 1999; Jo and Ahn, 1999; Jo and Park, 2017)의 결과를 인용하였다(Table 2). 계량모델 사용 시 수종별 전용식이 작성된 모델을 사용해 정량 데이터를 획득하였으며, 전용식이 부재할 경우 수목 분류에 따른 통합식을 사용하여 계산하였다.

### 2.2.3. BIM 환경 시물레이션

BIM 환경 시물레이션을 수행하기 위해서 Autodesk사의 Revit을 BIM 저작도구로 활용하여, BIM 모델과 BIM 라이브러리를 제작하였다. BIM 모델은 2025년 제4호 소공원의 현황을 바탕으로 구축하였고(Fig. 3), BIM 라이브러리는 수목을 대상으로 기본특성과 환경성능을 속성정보에 포함하여 제작하였다(Table 3). 구축된 모델의 환경 시물레이션은 Revit 기반의 Dynamo 알고리즘을 활용해 진행하였다.

## 3. 연구결과

### 3.1. 환경성능 분석

제4호 소공원에 식재된 수종별 시물레이션 결과(Table 4) 2025년부터 2050년까지 모든 수종의 환경성능이 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. 2025년에는 소나무가 가장 높은 환경성능을 나타냈으며, 별목련과 박태기나무가 그 뒤를 이었다. 반면, 남천과 흰말채나무는 상대적으로 낮은 수준의 환경성능을 보였다. 2050년에는 소나무와 별목련이 여전히 상위권을 유지하였으며, 조팝나무의 환경성능이 크게 향상되어 중위권에서 상위권으로 상승하였다. 관목류 중에서는 조팝나무의 증가 폭이 가장 뚜렷하게 나타났고, 산철쭉과 화살나무는 증가율이 완만한 것으로 확인되었다. 또한 관목과 교목의 환경성능을 비교해 보았을 때 탄소저장량은 교목인 소나무가 52.84 kgC에서 218.49 kgC으로 증가한 반면, 관목 중 환경성능 증가 폭이 가장 큰 조팝나무는 0.014 kgC에서 0.291 kgC에 그쳤다. 연간탄소흡수량 역시 소나무 4.18 kgC/yr에서 8.94 kgC/yr, 조팝나무 0.003 kgC/yr에서 0.018 kgC/yr로 차이가 뚜렷하였으며, 연간이산화탄소흡수량(소나무 15.33 kgCO<sub>2</sub>/yr → 32.80 kgCO<sub>2</sub>/yr, 조팝나무

0.013 kgCO<sub>2</sub>/yr → 0.06671 kgCO<sub>2</sub>/yr)과 연간산소발생량(소나무 11.15 kgO<sub>2</sub>/yr → 23.85 kgO<sub>2</sub>/yr, 조팝나무 0.00969 O<sub>2</sub>/yr → 0.04852 O<sub>2</sub>/yr)에서도 교목류가 관목류를 상회하였다. 이러한 결과는 수종별 환경성능의 상대적 변화를 확인할 수 있었으며, 장기적으로 교목류의 환경기여도가 관목류에 비해 높게 나타남을 확인하였다.

이러한 결과를 바탕으로 수종별 환경성능과 제4호 소공원에 식재된 수목 수량에 따른 수종별 환경성능을 검토한 결과(Table 5) 제4호 소공원의 환경성능이 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. 공원 전체 탄소저장량은 791.01 kgC에서 3605.42 kgC, 연간탄소흡수량은 63.84 kgC/yr에서 160.48 kgC/yr, 연간이산화탄소흡수량은 230.04 kgCO<sub>2</sub>/yr에서 588.41 kgCO<sub>2</sub>/yr, 연간산소발생량은 170.21 kgO<sub>2</sub>/yr에서 427.94 kgO<sub>2</sub>/yr로 증가하였다. 2050년 기준 탄소저장량은 전체 3605.42 kgC 중 소나무 3058.86 kgC(84.84%), 별목련 293.82 kgC(8.15%), 관목 252.74 kgC(7.01%)를 차지하였다. 연간탄소흡수량은 전체 160.48 kgC/yr 중 소나무 125.22 kgC/yr(78.02%), 별목련 22.56 kgC/yr(14.05%), 관목 12.7 kgC/yr(7.93%)로 확인되었으며, 연간이산화탄소흡수량은 전체 588.41 CO<sub>2</sub>/yr 중 소나무 459.14 CO<sub>2</sub>/yr(78.03%), 별목련 82.7 CO<sub>2</sub>/yr(14.05%), 교목 46.57 CO<sub>2</sub>/yr(7.92%)로 확인되었으며, 연간산소발생량은 전체 427.94 O<sub>2</sub>/yr 중 소나무 333.92 O<sub>2</sub>/yr(78.03%), 별목련 60.15 O<sub>2</sub>/yr(14.06%), 관목 33.87 O<sub>2</sub>/yr(7.91%)로 확인되었다. 이를 통해 제4호 소공원에서 교목이 전체 공원의 환경성능의 약 90% 이상을 차지하는 것을 확인할 수 있었으며, 전체 공원의 관목의 환경성능 중 조팝나무의 경우 기준연도 대비 탄소저장량 51.95%, 연간탄소흡수량 64.49%, 연간이산화탄소흡수량 64.46%, 연간산소발생량 64.45%로 높은 비중을 차지하는 것을 확인하였다.

### 3.2. BIM 시물레이션

본 연구에서는 안성시에서 탄소중립을 위해 신규흡수원으로 지정한 제4호 소공원의 2025년 현황을 기반으로 BIM 모델을 구축하였다. 시설물과 포장은 현황 확인을 목적으로 3D 형상만을 구현하였으며, 수목은 환경성능 속성정보를 포함한 라이브러리를 제작하여,

**Table 4.** Changes in environmental performance by plant species

Type	species	Carbon storage (kgC)		Annual carbon absorption (kgC/yr)		Annual carbon dioxide absorption (kgCO <sub>2</sub> /yr)		Annual oxygen generation (kgO <sub>2</sub> /yr)	
		2025	2050	2025	2050	2025	2050	2025	2050
Tree	<i>Pinus densiflora</i>	52.84	218.49	4.18	8.94	15.33	32.8	11.15	23.85
	<i>Magnolia stellata</i>	1.42	73.45	0.49	5.64	1.81	20.67	1.31	15.04
	<i>Euonymus japonicus</i>	0.03522	0.11694	0.00017	0.00548	0.00062	0.0201	0.00045	0.01461
	<i>Cercis chinensis</i>	0.11436	0.46463	0.0092	0.0184	0.03373	0.06746	0.02453	0.04906
	<i>Rhododendr onyedoense</i>	0.02567	0.07619	0.00196	0.00206	0.00717	0.00756	0.00522	0.0055
Shrub	<i>Spiraea prunifolia f. simpliciflora Nakai</i>	0.01423	0.29179	0.00363	0.01819	0.01332	0.06671	0.00969	0.04852
	<i>Euonymus alatus</i>	0.0674	0.16521	0.00342	0.00431	0.01253	0.01579	0.00912	0.01148
	<i>Cornus alba</i>	0.00981	0.05758	0.00111	0.00262	0.00409	0.00962	0.00297	0.00699
	<i>Nandina domestica</i>	0.01528	0.13898	0.00214	0.00785	0.00783	0.02879	0.00569	0.02094

**Table 5.** Changes in environmental performance of plant species according to plant quantity

Type	Species	Carbon storage (kgC)		Annual carbon absorption (kgC/yr)		Annual carbon dioxide absorption (kgCO <sub>2</sub> /yr)		Annual oxygen generation (kgO <sub>2</sub> /yr)	
		2025	2050	2025	2050	2025	2050	2025	2050
Tree	<i>Pinus densiflora</i>	739.72	3058.86	58.53	125.22	214.62	459.14	156.09	333.92
	<i>Magnolia stellata</i>	5.69	293.82	1.97	22.56	7.23	82.7	5.26	60.15
	<i>Euonymus japonicus</i>	13.95	46.31	0.07	2.17	0.25	7.96	0.18	5.79
	<i>Cercis chinensis</i>	1.76	6.97	0.14	0.28	0.51	1.01	0.37	0.74
	<i>Rhododendr onyedoense</i>	7.55	22.4	0.58	0.61	2.11	2.22	1.53	1.62
Shrub	<i>Spiraea prunifolia f. simpliciflora Nakai</i>	6.4	131.31	1.64	8.19	6.0	30.02	4.36	21.83
	<i>Euonymus alatus</i>	14.76	36.18	0.75	0.94	2.75	3.46	2.0	2.51
	<i>Cornus alba</i>	0.35	2.07	0.04	0.09	0.15	0.35	0.11	0.25
	<i>Nandina domestica</i>	0.83	7.5	0.12	0.42	0.42	1.55	0.31	1.13
	Total	791.01	3605.42	63.84	160.48	234.04	588.41	170.21	427.94

3D 형상과 속성정보를 통해 환경성능을 확인할 수 있도록 구현하였다. 구축된 BIM 모델은 도면과 프로그램 내 일람표를 통해 식재 목록과 수량, 환경성능 등을 산출할 수 있었으며(Fig. 4), 3D 형상을 활용해 개략적인 시각적 검토 또한 가능하였다. 연도 변수를 변경할 경우 환경성능 지표가 갱신되도록 알고리즘을 제작하여(Fig. 5), 재산정 과정 없이도 연도별 시나리오를 반복적으로 비교할 수 있었다. 이러한 결과는 BIM 시뮬레이션이 단순히 환경성능 평가 도구에 그치지 않고, 기본·실시단계 단계에서 수량 및 물량 관리, 시공 단계

에서 도면과 시공 일치성 확보, 관리 단계에서 연차별 환경성능 모니터링까지 확장될 수 있음을 보여주며, 수목 라이브러리는 재사용성이 높아, 유사 공원이나 가로 공간 등 다양한 도시녹지에 적용할 수 있는 활용 가능성을 보여주었다. 또한 흡수원 관리 과정에서 수목 이식 또는 보강이 필요할 경우 BIM 시뮬레이션을 통해 개략적 경관 변화를 예측하고 변경안을 사전에 검토할 수 있어, 효율적인 식재계획 수립에 기여할 것으로 기대된다.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
수목명	수목 수(개수)	탄소저장량	연간탄소흡수량	연간산소발생량	연간산소발생량	연간산소발생량	연간산소발생량	연간산소발생량	연간산소발생량
소나무	14	52.84	4.18	15.33	11.15	739.72	58.53	214.62	156.09
별목련	4	1.42	0.49	1.81	1.31	5.69	1.97	7.23	5.26
사철나무	396	0.03522	0.00017	0.00062	0.00045	13.95	0.07	0.25	0.18
반태기나무	15	0.11436	0.0092	0.03373	0.02453	1.76	0.14	0.51	0.37
산철쭉	294	0.02567	0.00196	0.00717	0.00522	7.55	0.58	2.11	1.53
조팝나무	450	0.01423	0.00363	0.01332	0.00969	6.4	1.64	6.0	4.36
화살나무	219	0.0674	0.00342	0.01253	0.00912	14.76	0.75	2.75	2.0
환말채나무	36	0.00981	0.00111	0.00409	0.00297	0.35	0.04	0.15	0.11
남천	54	0.01528	0.00214	0.00783	0.00569	0.83	0.12	0.42	0.31

Fig. 4. Tree schedule within the BIM authoring tool.

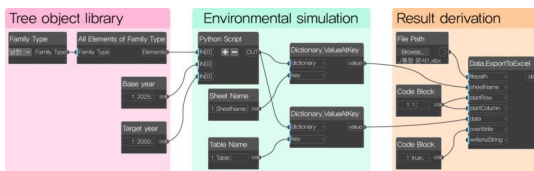


Fig. 5. Environmental simulation algorithm.

4. 결론

탄소중립을 위한 배출량 저감에서 조경 분야의 기여와 기대가 커지는 상황에서 본 연구는 「안성시 제1차 탄소중립·녹색성장 기본계획」에 제시된 신규흡수원 중 공도 제4호 소공원을 대상으로 BIM 시뮬레이션을 진행하여 수목 생장에 따른 환경성능을 정량적 수치로 검토하고, 개략적 경관 변화를 시뮬레이션 기간을 설정하여 예측하였다. 시뮬레이션 결과, 기준연도 대비 목표연도까지 모든 지표가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 탄소저장량은 791.01 kgC에서 3605.42 kgC, 연간탄소흡수량은 63.84 kgC/yr에서 160.48 kgC/yr, 연간이산화탄소흡수량은 230.04 kgCO<sub>2</sub>/yr에서 588.41 kgCO<sub>2</sub>/yr, 연간산소발생량은 170.21 kgO<sub>2</sub>/yr에서 427.94 kgO<sub>2</sub>/yr로 증가하였다. 수종 간 환경기여도 차이는 존재하였으나, 모든 지표가 증가하는 추세를 보여 연구대상지의 흡수원 기능이 시간 경과에 따라 강화될 가능성을 시사한다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 국가와 지자체의 탄소중립 정책과 연계 가능한 하위 단위(소공원) 수준의 정량적 근거를 제공한다. 「2050 장기저탄소발전전략」과 「2050 탄소중립 시나리오」에서 강조한 도시숲·생활권 녹지의 질적 관리 측면에서 제4호 소공원의 2025년부터 2050년까지 환경성능이 모두 상승하는 것을 확인할 수 있었다. 「안성시 제1차 탄소중립·녹색성장 기본계획」은 조성면적을 기준으로 감축잠재량을 선정하였는데 이를 제4호 소공원에 적용하였을 때 단위

면적당 환경성능을 도출함으로써 지자체의 저감계획과 효과를 구체적으로 분석할 수 있었다. 수종별 환경성능을 검토한 결과 흡수원이 가지는 단순 면적확대의 중요성이 필요할 수 있으나, 수목 식재 시 교목 비중의 확대, 환경성능을 높일 수 있는 수종을 식재계획에 반영하는 것이 흡수원이 가지는 환경성능을 향상시킬 수 있다는 기대치를 확인하게 되었다. 또한 BIM 기반 시뮬레이션은 환경성능 평가와 경관 예측을 통합적으로 지원하여, 향후 도시녹지의 계획·조성·관리의 일련의 과정에서 정량적 근거를 제공하고 탄소중립 정책 목표 달성을 위한 전략 수립에 기여할 수 있는 실증적인 대안적 방법으로 활용할 수 있다고 판단된다.

다만, 본 연구는 단일 공원을 대상으로 한 사례연구로서 공간·생태 조건이 제한적이며, 교목 수종 구성 또한 한정적이며, 일부 수종의 경우 고령기(약 51년 이상)에 접어들면 생장 둔화와 유지호흡·고사·분해 증가 등으로 순탄소흡수가 약화되거나 일시적으로 순배출로 전환될 수 있다는 연구 결과(NIFoS, 2007)가 보고되어 있어, 시뮬레이션 과정에 고령기 단계 시나리오를 도입하고 시간 경과에 따른 환경성능 변동 등의 변수를 반영하여 정량적 연구결과를 도출할 필요가 있다. 또한 미기후·토양·관리 강도 등을 함께 고려한 다중요인 분석을 통해 조경식재계획에서의 실무적 적용 방안에 대한 실증적 연구를 추가적으로 수행하여 탄소흡수원으로서 도시녹지가 갖는 환경성능에 대한 지속적인 연구를 진행할 필요가 있다.

REFERENCES

An, B. C., Seo, J. M., Lee, D. K., 2024, Development of net zero contribution evaluation items for urban parks, J. KILA, 52, 15-26.  
 Anseong City, 2025, The first basic plan for carbon neutrality and green growth of Anseong city, Anseong, Korea.  
 BuildingSMART Korea, 2021, KBIMS BIM library production standards, Seoul, Korea.  
 Han, M. K., Kim, K. J., Yang, K. C., 2014, Comparison of carbon storages, annual carbon uptake and soil respiration to planting types in urban park -The case study of dujeong park in Cheonan city-, Korean J. Environ. Ecol., 28, 142-149.  
 Jo, H. K., 1999, Carbon uptake and emission in urban landscape, and the role of urban greenspace for several cities in Kangwon province, J. KILA, 27, 39-53.

- Jo, H. K., Ahn, T. W., 1999, Difference of direct and indirect CO<sub>2</sub> uptake associated with tree cover between residential neighborhood, Korean J. Environ. Ecol., 13, 254-260.
- Jo, H. K., Park, H. M., 2017, Changes in growth rate and carbon sequestration by age of landscape trees, J. KILA, 45, 97-104.
- Jo, H. K., Park, H. M., Kil, S. H., 2025, Carbon sequestration and oxygen production of urban parks in Chuncheon, Korean J. Environ. Ecol., 28, 1-10.
- Kim, B. Y., Son, Y. H., 2014, The current status of BIM in the field of landscape architecture and the issues on the adoption of LIM, J. KILA, 42, 50-63.
- Kim, B. Y., Son, Y. H., 2017, A Study on the effects of BIM adoption and methods of implementation in landscape architecture through an analysis of overseas cases, J. KILA, 45, 52-62.
- Kim, B. Y., 2023, Landscape object classification and attribute information system for standardizing landscape BIM library, J. KILA, 51, 103-119.
- Kim, B. Y., 2024, Development of plant BIM library according to object geometry and attribute information guidelines, J. KILA, 52, 51-63.
- Kim, H. G., 2025, Estimating carbon stocks by developing carbon-sequestration coefficients for major shrubs in living-area green spaces, Ph. D. Dissertation, Chungbuk National University, Cheongju, Korea.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MLIT), 2020a, 2030 Roadmap for promoting BIM in architecture, Sejong, Korea.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MLIT), 2020b, Basic guidelines for BIM in the construction industry, Sejong, Korea.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MLIT), 2022, BIM implementation guidelines for the construction industry: Designer volume, Sejong, Korea.
- NIFoS(National Institute of Forest Science), 2007, [https://www.forest.go.kr/kfswb/cop/bbs/selectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR\\_1036&mn=NKFS\\_04\\_02\\_01&nttId=402890](https://www.forest.go.kr/kfswb/cop/bbs/selectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_1036&mn=NKFS_04_02_01&nttId=402890).
- Park, E. J., 2009, Estimation of CO<sub>2</sub> uptake by urban trees and measures to enhance uptake effects, Gyeonggi Research Institute, Suwon, Korea.
- Presidential Commission on Carbon Neutrality and Green Growth (PCNGG), 2020, 2050 Carbon neutral strategy of the Republic of Korea, Sejong, Korea.
- Presidential Commission on Carbon Neutrality and Green Growth (PCNGG), 2021a, 2050 Carbon neutrality scenarios, Sejong, Korea.
- Presidential Commission on Carbon Neutrality and Green Growth (PCNGG), 2021b, Republic of Korea first NDC (Updated submission), Sejong, Korea.
- Presidential Commission on Carbon Neutrality and Green Growth (PCNGG), 2023, National strategy for carbon neutrality and green growth and the first national basic plan, Sejong, Korea.
- Public Procurement Service (PPS), 2022, BIM application guidelines for public facility projects v2.1, Daejeon, Korea.
- Seo, Y. H., Kim, D. P., Moon, H. G., 2016, Development of BIM templates for vest-pocket park landscape design, J. KILA, 44, 40-50.
- Yoo, S. J., Song, K. H., Park, S., Kim, S. Y., Chon, J. H., 2017, Simulating carbon storage dynamics of trees on the artificial ground, J. KILA, 45, 11-22.
- 
- Professor. Sung-Jin Yeom  
Department of Landscape Architecture, Faculty of Plant Resources Landscape, Hankyong National University  
ysj@hknu.ac.kr
  - Master's course. Byeong-Ung Oh  
Department of Landscape Architecture, Faculty of Plant Resources Landscape, Hankyong National University  
dhquddnd123@naver.com
  - Ph.D. Candidate. Jun-Gyo Jeong  
Department of Plant Resources and Landscape Architecture, Hankyong National University  
junkyo15@naver.com