

ORIGINAL ARTICLE

BIM 기반 식재 시나리오별 탄소흡수 성능 및 경관성 평가 연구 - 안성시 금석천 도시바람길숲을 사례로 -

오병웅 · 염성진*

한경국립대학교 식물자원조경학부 조경학전공

A BIM-Based Evaluation of Carbon Sequestration Performance and Landscape Quality by Planting Scenario: A Case Study of the Geumseokcheon Urban Wind Corridor Forest in Anseong-si

Byeong-Ung Oh, Sung-jin Yeom*

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

Abstract

This study developed a BIM-based framework to evaluate the carbon sequestration performance and landscape quality across planting scenarios in the Geumseokcheon Urban Wind Corridor Forest in Anseong-si, Korea. Four scenarios were established: the existing condition (S1), tree enhancement (S2), shrub enhancement (S3), and multilayer planting enhancement (S4). Carbon storage and annual carbon uptake were estimated using the tree attribute data embedded in the Autodesk Revit and biomass-based allometric models. The Landscape quality was assessed using images generated under identical viewpoints and visual conditions using D5 Render. The images were classified at the pixel level using SegFormer-ADE20K semantic segmentation. Green view, naturalness, openness, artificialness, and complexity indices were calculated and integrated into a visual quality index (VQI). S2 showed the highest carbon storage (41,689.62 kgC), annual carbon uptake (4,456.32 kgC/yr), and mean VQI (54.42), indicating that strengthening the upper tree layer was the most effective strategy for jointly improving carbon sequestration and overall landscape quality. S4 produced the highest green view index (41.13) and naturalness, however its lower openness and complexity reduced the overall VQI. S3 improved openness and visible greenery but showed relatively limited gains in carbon performance and overall landscape quality. These results demonstrate that BIM-based planting scenarios combined with semantic segmentation can support integrated, performance-based decision-making for urban green space planning, while highlighting the need to balance carbon sequestration, visual greenery, openness, and compositional diversity.

Key words : Building information modeling, Urban green space, Carbon sequestration, Planting scenario, Semantic segmentation, Visual quality index

Received 29 July, 2026; Revised 18 August, 2026;

Accepted 19 August, 2026

*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.

1. 서론

기후위기는 더 이상 개별 국가의 환경 문제가 아니라 사회·경제·공간 구조 전반을 재편하는 전 지구적 과제로 대두되고 있다. 국제사회는 1997년 교토의정서와 2015년 파리협정을 통해 온실가스 감축과 기후위기 대응의 제도적 기반을 마련하였으며, 파리협정 이후 각국은 국가온실가스감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC)를 5년 주기로 제출·강화하는 방식으로 탄소중립 이행체계를 구체화하고 있다. 우리나라 역시 2021년 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」을 제정하고, 「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」을 수립하였으며, 2025년에는 「2035 국가온실가스감축목표」를 설정하여 탄소중립 이행체계를 보다 구체화하였다. 이러한 국가 정책에서 탄소중립을 위한 추가 흡수원 확보를 위하여 공통적으로 도시숲, 정원 등의 도시녹지를 확대 조성하는 것을 주요 과제로 제시하고 있다(An et al., 2024). 조경 분야는 산림, 습지, 정주지 등 도시녹지를 탄소흡수원으로 관리·확충하는 역할이 강조되고 있으며, 특히 도시숲과 생활권 녹지는 탄소중립 실현을 위한 중요한 공간 인프라로 인식되고 있다.

도시녹지는 기후위기 대응 수단인 동시에 시민이 일상적으로 경험하는 경관 요소로서, 경관적 기능과 환경생태적 기능을 복합적으로 충족하는 녹지구조를 갖출 필요가 있다(Jo and Ahn, 2012). 따라서 도시녹지의 평가는 환경성능만으로 충분하지 않으며, 이용자가 체감하는 경관성과 함께 검토될 필요가 있다. 이와 관련하여 Jo and Ahn(2012)은 다양한 수종, 큰 수목, 높은 밀도, 다층 군식으로 구성된 녹지구조가 경관적으로 선호될 뿐 아니라 환경생태적 기능도 함께 충족시킬 수 있다고 해석하였다. Chen et al.(2009) 역시 도시녹지의 기능은 생태적·사회문화적·미적 기능이 동시에 고려되는 다기능적 관점에서 이해되어야 하며, 이를 위해 경관 기능과 환경 변수를 통합적으로 평가할 필요가 있다고 제시하였다. 또한 Wang et al.(2019)은 도시녹지가 미적 선호와 회복적 잠재성에 모두 기여한다고 보았으며, 두 요소 사이에 강한 양의 관계가 있음을 확인하였다. Stessens et al.(2020)는 도시녹지의 질은 이용자의 시각과 공간의 물리적 특성을 결합한 통합적 접근을 통해 평가되어야 하며, 이러한 방식이 녹지 개선 시나리오의 효과를 검토하는 데 유효하다고 보았다.

이러한 선행연구는 도시녹지의 탄소흡수 성능과 경관성이 서로 분리된 평가 항목이 아니라 상호 연계된 속성임을 보여주며, 식재 시나리오별 비교·분석에서도 두 요소를 함께 검토할 필요가 있음을 시사한다. 기존 연구들은 도시녹지의 탄소흡수 성능과 경관성을 각각의 연구 대상으로 다루고 있어, 식재 시나리오별로 두 요소를 통합적으로 비교·분석한 연구는 상대적으로 부족하다. 특히, 도시녹지의 식재 구조는 탄소흡수 성능과 열환경 개선 효과뿐 아니라 이용자가 체감하는 경관성에도 동시에 영향을 미친다는 점에서, 설계 대안의 평가는 두 요소를 함께 고려할 필요가 있다.

이에 본 연구는 도시녹지를 대상으로 식재 시나리오를 설정하고, BIM (building information modeling) 기반 분석을 통해 시나리오별 탄소흡수 성능과 경관성을 비교·분석함으로써 도시녹지 설계 및 의사결정에 활용 가능한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

본 연구의 전반적인 프로세스(Fig. 1)는 도시녹지의 탄소흡수 성능과 경관성을 정량적으로 평가하기 위해 네 가지 식재 시나리오를 설정하고, 시나리오별 성능 차이를 분석하였다. 연구 대상지의 현장조사 결과를 바탕으로 기본 시나리오(S1), 교목 보완 시나리오(S2), 관목 보완 시나리오(S3), 다층구조 보완 시나리오(S4)로 설정하였으며, Autodesk Revit을 활용하여 시나리오별 BIM 모델을 구축하였다. BIM 모델을 통해 시나리오별 탄소흡수 성능을 산정하였으며, D5 Render와 연동하여 동일한 조망점과 시각 조건에서 경관 이미지를 생성하고, 이미지 기반 경관성 평가를 수행하였다.

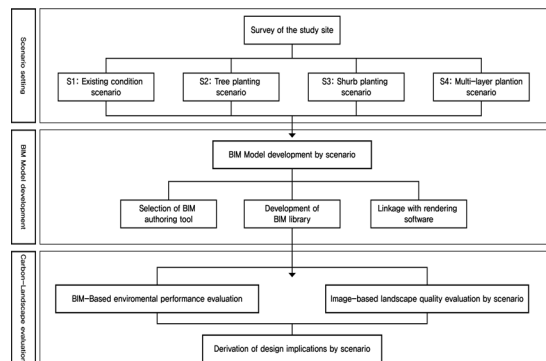


Fig. 1. Research process.

2.1. 연구대상지

본 연구에서는 「안성시 제1차 탄소중립 녹색성장 기본계획」 신규 탄소흡수원으로 기조성된 금석천 도시바람길숲(이하 ‘도시바람길숲’이라고 한다.)을 연구대상지로 선정하였다(Fig. 2). 연구대상지는 2025년에 경기 안성시 옥산동 539 일원에 신규 조성되었으며, 전체면적은 20,275 m^2 으로 이 중 녹지면적은 약 9,906 m^2 (48.9%), 비녹지면적은 약 10,369 m^2 (51.1%)로 확인되었다. 또한 교목과 관목 등 다양한 수종이 식재되어 있으며 산책로, 휴게시설(벤치, 파고라, 등) 시민의 휴식 및 여가 활동이 이루어지는 생활권 녹지공간으로 기능하고 있다.

2.2. 시나리오 설계

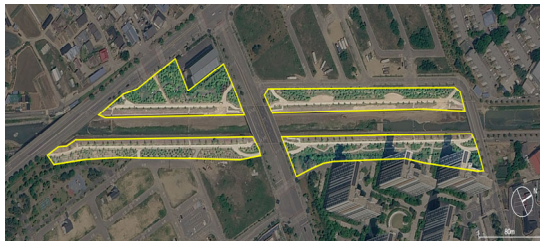


Fig. 2. Study area.

도시바람길숲의 식재 시나리오별 탄소흡수 성능과 경관성을 분석하기 위해, 기존 식재 구조를 반영한 기본 시나리오와 식재 구조의 확대 방향을 달리한 3개의 대안 시나리오를 설계하여 총 4개의 시나리오를 구축하였다. 또한 식재 시나리오 간 비교 가능성을 확보하기 위해 대상지의 공간 범위, 보행 동선, 포장 면적 및 시설물 배치는 모든 시나리오에서 동일하게 설정하였다.

기본 시나리오(S1)는 현재 대상지의 식재 및 포장 현황을 반영한 기준안으로 설정하였다. 식재 현황은 기존 식재도면과 현장실사를 통해 교목과 관목을 배치하였으며, 탄소흡수 성능 산정에 어려움이 있는 지피·초화류를 제외하여 식재를 반영하였다. 교목 보완 시나리오(S2)는 기존 관목을 유지한 상태에서 교목 식재량과 수관피도를 증가시키는 대안으로 설정하였다. 이를 위해 결절부, 보행로 주변, 녹지 폭이 충분한 구간을 중심으로 교목을 추가 배치하였다. 이때 관목의 식재면적은 확대하지 않고 기존 위치를 유지함으로써 교목 증가에 따른 상층 식재 구조의 변화가 중심적으로 반영되도록

하였다. 관목 보완 시나리오(S3)는 기존 교목을 유지한 상태에서 관목 식재량을 증가시키는 대안으로 설정하였다. 추가 관목은 교목 하부 공간, 보행로 가장자리, 기존 녹지대 내부의 공백 구간을 중심으로 배치하였으며, 단독 식재보다는 군식을 원칙으로 하여 식재 구조의 연속성과 경관적 리듬을 확보하고자 하였다. 다층식재 시나리오(S4)는 교목과 관목을 함께 추가하여 상층과 중·하층이 연계된 입체적 식재 구조를 형성하는 대안으로 설정하였다. 이를 위해 교목과 관목을 복합적으로 배치하여 상층·중층·하층의 수직적 식재 구조가 확대되도록 설계하였다.

본 연구의 식재 시나리오는 동일한 식재비용, 식재면적 또는 총 식재량을 통제하여 식재구조의 독립적인 효과를 검증하기 위한 실험설계가 아니라, 대상지의 기존 공간구조와 추가 식재가 가능한 공간을 고려하여 서로 다른 식재 강화 방향에 따른 설계대안을 비교하기 위해 설정하였다. 이에 따라 시나리오별 교목과 관목의 투입량은 각 대안의 목적과 적용 가능한 식재공간을 고려하여 차등 설정하였다.

2.3. BIM 모델 구축

식재 시나리오별 탄소흡수 성능 산정과 경관성 평가를 위해 Autodesk Revit을 활용하여 BIM 모델을 구축하였다. BIM은 조정 요소의 3차원 형상정보와 속성정보를 함께 구축할 수 있어, 식재 구조의 입체적 표현과 대안 비교에 활용 가능하다(Kim and Son, 2017). BIM 모델은 수목, 포장, 시설물 등 공간 요소의 속성정보를 기반으로 환경성능을 정량적으로 산정하고, 3D 시각화 자료를 통해 경관 변화를 검토하는 데 활용될 수 있다(Oh et al., 2025). BIM 모델은 연구대상지의 조건을 바탕으로 지형, 보행로, 포장면, 시설물 및 식재 요소를 포함하여 작성하였다. 시나리오 비교 가능성을 확보하기 위해 공간 범위, 보행 동선, 포장 면적 및 시설물 배치는 동일하게 유지하였으며, 시나리오별 기준에 따라 식재 요소를 조정하였다. 시나리오별 BIM 모델은 S1을 기준으로 수목 객체의 수량과 배치를 조정하여 작성하였다. 구축된 BIM 모델의 수목 속성정보는 탄소흡수 성능 산정에 활용하였으며, 경관성 평가를 위한 시각화 이미지는 Revit 모델을 D5 Render와 연동하여 동일한 조망점과 시각 조건에서 생성하였다.

Table 1. Previous studies used to estimate carbon sequestration performance

Category	Subcategory	Quantitative model equation	Previous studies
Allometric equation	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
Carbon sequestration performance	Carbon storage	Carbon storage estimation	Park, 2009 Yoo et al., 2017
	Annual carbon uptake	Annual carbon uptake estimation	Park, 2009 Han et al., 2014

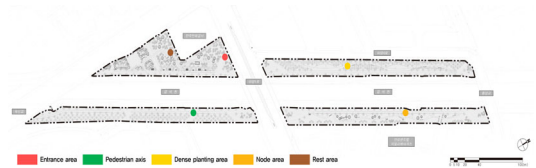
2.4. 탄소흡수 성능 산정

도시녹지 수목의 탄소흡수 성능을 산정하기 위해서는 바이오매스 기반의 계량모델을 적용하였다. 수종별 바이오매스 산정에는 선행연구에서 제시된 국내 도시 수목 대상 상대생장식과 환경성능 산정모델을 활용하였으며(Park, 2009; Han et al., 2014; Yoo et al., 2017; Kim, 2025), 이를 바탕으로 식재 수목의 탄소흡수 성능을 산정하였다(Table 1). 계량모델 적용 시 수종별 전용식이 존재하는 경우 이를 우선 적용하였으며, 전용식이 부재한 경우에는 수목 분류별 평균 성장 특성을 반영한 통합식을 사용하여 탄소흡수 성능을 산정하였다.

2.5. 경관성 평가

2.5.1. 이미지 분석 방법

본 연구에서는 식재 시나리오별 경관 특성을 정량적으로 비교하기 위해 시나리오별 경관 이미지를 대상으로 이미지 분석을 수행하고, 이를 바탕으로 VQI (visual quality index)를 산정하였다. VQI는 경관 이미지를 구성하는 주요 시각 요소를 픽셀 단위로 분류한 후, 각 요소의 면적 비율을 기반으로 경관의 시각적 질을 종합적으로 평가하기 위한 지표이다. 경관 이미지 내 식생, 하늘, 포장, 수면, 건축물 및 시설물 등의 시각 요소를 정량화함으로써 시나리오별 경관성을 객관적으로 비교할 수 있다는 점에서 도시녹지 경관 분석에 활용 가능하다(Zhang et al., 2023). 시나리오 간 비교 가능성을 확보하기 위해 모든 경관 이미지는 동일한 조망점, 시각 조건 및 이미지 출력 조건에서 생성하였다. 조망점은 연구대상지의 주요 이용 동선, 보행자 시점에서의 경관 인지 가능성, 식재 구조 변화가 뚜렷하게 나타나는 지점을 고려하여 선정하였다(Fig. 3, Table 2).

**Fig. 3.** Image viewpoints.

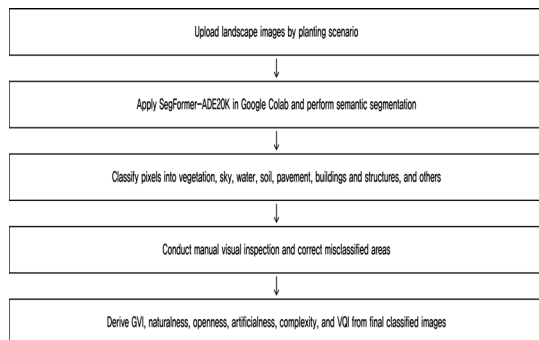
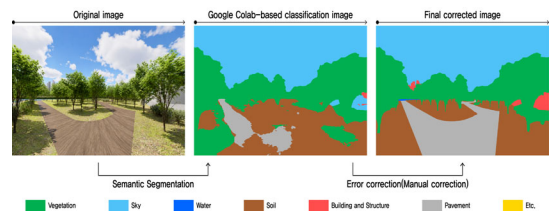
이미지 분석은 Google에서 제공하는 클라우드 기반 Python 실행 환경인 Google Colab에서 수행하였다. Google Colab은 별도의 로컬 분석 환경을 구축하지 않고 Python 기반 이미지 처리와 딥러닝 모델 실행이 가능한 분석 환경이다. 본 연구에서는 사전학습된 인공지능 모델을 Python 환경에서 적용할 수 있도록 지원하는 Hugging Face Transformers 라이브러리의 SegFormer-ADE20K 모델을 활용하였다. SegFormer는 의미론적 분할(semantic segmentation)을 위해 제안된 모델로, 이미지의 특징 정보를 계층적으로 추출하는 transformer encoder와 여러 단계의 특징 정보를 결합하여 픽셀 단위 분류 결과를 생성하는 MLP decoder (multi-layer perceptron decoder)로 구성된다(Xie et al., 2021). 이를 통해 입력 이미지 내 장면 요소를 픽셀 단위로 분류할 수 있다. 또한 ADE20K는 다양한 실내외 장면, 객체 및 객체 부분에 대한 조밀한 주석을 포함하는 scene parsing 데이터셋으로, 하늘, 식생, 포장면, 건축물 등 도시 및 외부공간 이미지에 포함되는 주요 장면 요소를 분류하는 데 활용될 수 있다(Zhou et al., 2017).

분석 과정은 다음과 같이 체계화하였다. 첫째, 이미지 구현을 위해 D5 Render에서 생성한 식재 시나리오별 이미지를 Google Drive에 업로드하였다. 둘째, 구현된 이미지의 경관성 평가를 위해 Google Colab과 Google Drive를 연동하여 이미지를 불러온 뒤 Seg

Table 2. Image output and viewpoint selection criteria

Category	Item	Criteria
Visual condition	Image output	D5 Render
	Field of view	360°
	Camera height	1.5 m
	Focal length	35 mm
	Resolution	1920 × 1080
	Image aspect ratio	16:9
	Time	2:00 PM
	Season	Spring
Viewpoint	Entrance area	Point where users first perceive the landscape
	Pedestrian axis	Point with the highest frequency of use
	Dense planting area	Point with the highest tree density
	Node area	Point where the view expands or landscape change is pronounced
	Rest area	Point where rest facilities are most concentrated

Former-ADE20K 사전학습 모델을 적용하여 픽셀 단위 의미론적 분할을 수행하였다. 셋째, 이미지를 연구의 분석 목적에 맞게 식생, 하늘, 하천, 토양, 포장, 건축물 및 시설물, 기타 항목으로 분류하였다. 넷째, 분류 결과의 정확도를 확보하기 위해 원본 이미지와 분류 이미지를 비교하는 수동 판독 과정을 수행하였으며, 오분류가 확인된 영역은 사진 대조를 통해 직접 보정하였다. 마지막으로 보정된 최종 분류 이미지를 기준으로 각 분류 항목의 픽셀 수를 산정하고, 전체 이미지 픽셀 수 대비 비율을 계산하였으며, 산정된 픽셀 비율을 바탕으로 녹시율, 자연성, 개방성, 인공성, 복잡성 및 VQI를 도출하였다(Fig. 4, Fig. 5).

**Fig. 4.** Landscape analysis workflow.**Fig. 5.** Example of original image and semantic segmentation result.

2.5.2. 경관성 평가지표

경관성 평가지표는 녹시율, 자연성, 개방성, 인공성, 복잡성의 5개 지표와 이를 종합한 VQI로 구성하였다. 녹시율 (GVI, green view index)은 전체 이미지 픽셀 중 식생 픽셀이 차지하는 비율로 산정하였으며, 보행자 시점에서 인지되는 시각적 녹지량을 설명하는 지표로 활용하였다. 자연성 (NI, naturalness index)은 식생, 수면, 토양을 자연 요소로 설정하고, 이들이 전체 이미지에서 차지하는 비율로 산정하여 경관의 자연적 특성을 평가하였다. 개방성 (OI, openness index)은 하늘 픽셀 비율을 기준으로 산정하였으며, 식재 밀도 변화에 따른 시각적 개방감 또는 폐쇄감의 차이를 설명하는 지표로 활용하였다. 인공성 (AI, artificialness index)은 포장, 건축물 및 시설물 등 인공 요소가 전체 이미지에서 차지하는 비율로 산정하였으며, 도시녹지 내 인공적 경관 요소의 시각적 점유 정도를 나타내는 지표로 활용

Table 3. Landscape evaluation indicators and formulas

Indicator	Calculation target	Formula
GVI	Vegetation	$GVI = \frac{P_{vegetation}}{P_{total}}$
NI	Vegetation, Water, Soil	$NI = \frac{P_{vegetation} + P_{water} + P_{soil}}{P_{total}}$
OI	Sky	$OI = \frac{P_{sky}}{P_{total}}$
AI	Building, Structure, Pavement	$AI = \frac{P_{building} + P_{structure} + P_{pavement}}{P_{total}}$
CI	All classified pixels	$CI = \frac{-\sum_{k=1}^8 P_k \ln(P_k)}{\ln(8)}$
VQI	Standardized indicators	$VQI_i = \frac{S_{GVI_i} + S_{NI_i} + S_{OI_i} + S_{AI_i}^{rev} + S_{CI_i}}{5}$

P denotes the number of pixels for each landscape element, P_k denotes the pixel proportion of the landscape element, k denotes the landscape element index, S denotes the standardized score, and i denotes the image viewpoint number.

하였다. 복잡성 (CI, complexity index)은 경관 요소가 이미지 내에서 얼마나 다양하고 균형 있게 구성되어 있는지를 평가하기 위해 Shannon diversity index를 활용하여 산정하였다. 특정 요소 하나가 이미지 대부분을 차지할 경우 복잡성은 낮게 나타나며, 식생, 하늘, 수면, 토양, 포장, 건축물 및 시설물 등 여러 요소가 균형 있게 분포할 경우 복잡성은 높게 나타난다. 각 지표는 산정 방식과 값의 범위가 상이하므로, 시나리오 간 비교 가능성을 확보하기 위해 최소-최대 정규화 기법을 활용하였다. 녹시율, 자연성, 개방성, 복잡성은 값이 높을수록 긍정적인 경관 특성으로 해석하여 정방향 표준화를 적용하였으며, 인공성은 값이 높을수록 인공 요소의 시각적 점유가 크다는 의미를 가지므로 역점수화하였다. 이후 5개 표준화 지표를 동일 가중치로 평균하여 이미지별 VQI를 산정하였으며, 시나리오별 VQI는 각 시나리오에 해당하는 조망점별 이미지의 VQI 평균값으로 도출하였다(Table 3).

3. 연구모델 구축

3.1. BIM 모델 구축

3.1.1. BIM 수목 라이브러리 제작 및 속성정보 입력

식재 시나리오별 BIM 모델 구축을 위해 도시바람길 숲의 식재계획도와 현장실사를 바탕으로 대상지 내 수목 현황을 조사하였다. 조사 대상은 부지 경계 내에 분포하는 교목과 관목으로 설정하였으며, 직접 계수가 어려운 관목류의 경우 식재계획도에 제시된 단위면적당 식재 주수를 활용하여 수량을 산정하였다. 지파·초화류는 탄소흡수 성능 산정에 필요한 기초자료 확보가 제한적이므로 본 연구의 분석 대상에서 제외하였다. 수목 조사 항목은 수종, 수량, 수고, 흉고직경 및 근원직경으로 설정하였다. 현장조사 결과, 교목 6종과 관목 11종이 식재되어 있는 것으로 확인되었으며(Table 4), 이를 BIM 수목 라이브러리 구축과 탄소흡수 성능 산정의 기초자료로 활용하였다. 또한 조사된 수종별 규격 정보는 시나리오별 수목 객체의 형상 및 속성정보를 동일한 기준으로 구축하기 위한 입력자료로 활용하였다.

본 연구에서는 Table 4의 수종 및 규격 정보를 바탕으로 Revit 기반 BIM 수목 라이브러리를 구축하였다. 수목 라이브러리는 단순한 3차원 표현요소가 아닌, 시나리오별 식재량 변화와 탄소흡수 성능 산정에 활용될 수 있도록 형상정보와 속성정보를 함께 포함하여 구성하였다. 형상정보는 수관 형태, 수고 및 수관폭 등 수목의 외형적 특성을 반영하였으며, 속성정보에는 수종명,

Table 4. Existing planting conditions of the study site

category	Species name	Quantity (amount)	Height (m)	DBH·RCD (cm)
Evergreen tree	Eastern arborvitae	19	2.5	8.0
	Eastern white pine	41	3.5	10.0
Deciduous tree	Dawn redwood	462	5.0	12.0
	Yoshino cherry	56	4.0	12.0
	Japanese maple	201	3.5	15.0
	Chinese hackberry	25	5.0	20.0
Evergreen shrub	Heavenly bamboo	2,825	1.0	1.3
	Chinese redbud	165	1.2	2.4
Deciduous shrub	Korean early lilac	75	1.2	2.0
	Miss Kim lilac	195	0.6	2.8
	Winged euonymus	1,300	1.0	1.3
	Yellow-twig dogwood	6,450	1.0	1.4
	Tatarian dogwood	17,875	1.0	1.4
	Simple bridalwreath spirea	4,350	0.6	1.2
	Japanese kerria	1,230	1.0	1.2
	Border privet	3,090	1.0	1.2
	Panicked hydrangea	4,770	1.0	1.2

학명, 수목구분, 생육특성 등 기본 정보와 함께 수고, 수관폭, 흉고직경, 근원직경, 탄소저장량, 연간 탄소흡수량 등 탄소흡수 성능 산정에 필요한 정보를 입력하였다. 구축한 BIM 수목 라이브러리는 시나리오별 BIM 모델 작성 과정에서 반복적으로 활용하였으며, 동일 수종에 동일한 형상정보와 속성정보를 적용함으로써 탄소흡수 성능 산정과 경관 이미지 생성의 비교 가능성을 확보하였다.

3.1.2. 식재 시나리오별 BIM 모델 작성

본 연구에서는 연구대상지의 기존 식재현황을 반영한 기본 시나리오를 기준으로, 식재 구조의 강화 방향을 달리한 3개의 대안 시나리오를 추가 작성하여 총 4개의 식재 시나리오를 구축하였다. 시나리오 간 비교오차를 최소화하기 위해 대상지의 공간 범위, 보행 동선, 포장 면적, 시설물 배치 및 시점 조건은 모든 시나리오에서 동일하게 유지하였다.

S1은 식재계획도와 현장조사를 바탕으로 대상지의 현재 식재 구조를 반영한 기준안으로 설정하였다. S2는 상층 녹량 확대를 목표로 기존 식재 구조를 유지하면서 교목 식재량을 증가시킨 대안으로 작성하였다. S3는 교목 위치를 유지한 상태에서 관목 식재량을 확

대하여 중·하층 식재 구조를 강화한 대안으로 구성하였다. S4는 교목과 관목을 동시에 보강하여 상층·중층·하층이 복합적으로 형성되는 입체적 식재 구조를 구현한 대안으로 작성하였다.

시나리오별 식재 수준은 기본 시나리오를 100으로 환산한 상대지수로 설정하였으며, 이에 따라 S2는 교목을 중심으로 식재 구조를 확대하여 상층 녹량 확대 효과가 반영되도록 하였다. S3는 관목 식재량과 다층 구조 적용면적 비율을 중심으로 식재 구조를 확대하여 중·하층 식재 구조 강화가 중심이 되도록 하였다. S4는 교목, 관목, 수관피도, 다층구조 적용면적 비율을 중심으로 전체 녹량과 입체적 식재 구조를 동시에 확대되도록 하였다(Table 5, 6).

시나리오별 BIM 모델은 Revit 상에서 구축한 수목 라이브러리를 활용하여 작성하였다. 동일 수종에는 동일한 패밀리와 속성 항목을 적용하였으며, 시나리오별 식재량 변화는 수종별 객체 수량의 증감과 배치 조정을 통해 반영하였다. 교목은 결절부, 보행로 주변, 녹지 폭이 충분한 구간을 중심으로 추가 배치하였고, 관목은 교목 하부 공간, 보행로 가장자리, 녹지 내부의 공백 구간을 중심으로 군식 형태로 배치하였다. 이를 통해 각 시나리오는 식재 구조의 차이를 명확히 가지면서도 동

Table 5. Quantitative criteria for planting scenarios

Scenario*	Tree count (%)	Shrub planting amount (%)**	Canopy cover (%)	Multi-layer planting area ratio (%)
S1	100	100	100	100
S2	150	100	140	100
S3	100	130	100	135
S4	115	125	120	150

*: Each indicator represents a relative index, with the basic scenario set as 100.

**: Shrub planting amount was calculated on an area basis.

Table 6. Planting status by scenario

Species	S1			S2		S3		S4	
	Quantity	Quantity	Change	Quantity	Change	Quantity	Change	Quantity	Change
Eastern arborvitae	19	29	+10	19	-	22	+3		
Eastern white pine	41	62	+21	41	-	47	+6		
Dawn redwood	462	693	+231	462	-	531	+69		
Yoshino cherry	56	84	+28	56	-	64	+8		
Japanese maple	201	302	+101	201	-	231	+30		
Chinese hackberry	25	38	+13	25	-	29	+4		
Heavenly bamboo	2,825	2,825	-	3,673	+848	3,531	+706		
Chinese redbud	165	165	-	215	+50	206	+41		
Korean early lilac	75	75	-	98	+23	94	+19		
Miss Kim lilac	195	195	-	254	+59	244	+49		
Winged euonymus	1,300	1,300	-	1,690	+390	1,625	+325		
Yellow-twig dogwood	6,450	6,450	-	8,385	+1,935	8,063	+1,613		
Tatarian dogwood	17,875	17,875	-	23,238	+5,363	22,344	+4,469		
Simple bridalwreath spirea	4,350	4,350	-	5,655	+1,305	5,438	+1,088		
Japanese kerria	1,230	1,230	-	1,599	+369	1,538	+308		
Border privet	3,090	3,090	-	4,017	+927	3,863	+773		
Panicle hydrangea	4,770	4,770	-	6,201	+1,431	5,963	+1,193		
Total Plants	43,129	43,289	+160	55,829	+12,700	53,833	+10,704		

일한 공간 체계 내에서 비교 가능한 대안으로 구축되었다. 또한 작성된 BIM 모델은 D5 Render와 연동하여 시나리오별 3D 시각화 이미지를 생성하였다. 이때 경관 비교의 객관성을 확보하기 위해 동일한 시점, 시선 높이, 배경, 광원 조건 및 표현 방식을 적용하였다. 따라서 본 연구의 시나리오별 모델은 탄소흡수 성능을 정량적으로 산정하기 위한 분석 단위이면서, 동시에 경관성 평가를 위한 시각적 비교 자료로 활용되었다.

4. 연구결과

4.1. 시나리오별 탄소흡수 성능 평가 결과

식재 시나리오별 탄소흡수 성능을 산정한 결과, S1의 총 탄소저장량은 28,913.08 kgC, 연간 탄소흡수량은 3,192.15 kgC/yr로 나타났다. S2의 총 탄소저장량은 41,689.62 kgC, 연간 탄소흡수량은 4,456.32 kgC/yr로 분석되어 네 시나리오 중 가장 높은 값을 보였다. 이는 본 연구의 시나리오 설정 조건에서 교목 식재량 증가에 따라 개체당 탄소저장량과 연간 탄소흡수량이 상대적으로 큰 교목의 비중이 확대된 결과로 해석된다. S3의 총 탄소저장량은 29,977.83 kgC, 연간 탄소

흡수량은 3,396.45 kgC/yr로 산정되었다. 이는 기본 시나리오 대비 각각 1,064.75 kgC, 204.30 kgC/yr 증가한 값으로, 관목 식재량 증가에 따른 탄소흡수 성능 향상 효과가 확인되었다. 그러나 교목에 비해 관목의 개체당 탄소저장량과 연간 탄소흡수량이 상대적으로 작기 때문에, 전체 탄소흡수 성능 증가 폭은 제한적으로 나타났다. S4의 총 탄소저장량은 33,605.29 kgC, 연간 탄소흡수량은 3,737.85 kgC/yr로 분석되었으며, 이는 기본 시나리오 대비 각각 4,692.21 kgC, 545.70 kgC/yr 증가한 값이다. 이는 교목과 관목을 동시에 보강한 다층구조 형성이 탄소흡수 성능 향상에 기여했음을 보여준다(Table 7).

4.2. 시나리오별 경관성 평가 결과

식재 시나리오별 경관성 평가를 위해 시나리오별 동일 시점에서 생성한 파노라마 이미지를 대상으로 의미론적 분할을 수행하고, 식생, 하늘, 수면, 토양, 포장, 건축물 및 시설물, 기타 항목으로 픽셀을 재분류하였다. 이후 각 분류 항목의 픽셀 비율을 바탕으로 녹시율, 자연성, 개방성, 인공성, 복잡성 및 종합 경관성 지수인 VQI를 산정하였다(Table 8).

분석 결과, 시나리오별 평균 VQI는 S2 교목 강화 시나리오가 54.42로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 S4 다층구조 강화 시나리오 53.82, S3 관목 강화 시나리오 50.58, S1 기본 시나리오 49.43 순으로 분석되었다.

녹시율은 S4가 41.13로 가장 높게 나타났으며, S3 33.28, S2 27.89, S1 21.58 순으로 분석되었다. 이는 교목과 관목을 동시에 보강한 S4에서 보행자 시점의 식생 노출량이 가장 크게 증가했음을 의미한다. 특히 S4의 녹시율은 기본 시나리오인 S1보다 19.55 증가하여, 다층적 식재 구조가 시각적 녹지량 확대에 효과적임을 보여준다. 자연성은 S2가 45.26으로 가장 높았고, S4 44.54, S1 39.5, S3 37.61 순으로 나타났다. S2는 식생 비율이 S4보다 낮았음에도 토양 및 수면을 포함한 자연 요소의 전체 구성 비율이 상대적으로 균형 있게 나타나 자연성 지표에서 가장 높은 값을 보였다. 반면 S3는 관목 식재로 인해 식생 비율은 증가하였으나, 토양 픽셀 비율이 크게 감소하면서 자연성 지표는 오히려 S1보다 낮게 나타났다. 이는 자연성 지표가 식생뿐 아니라 수면과 토양을 함께 포함하는 복합 지표이기 때문에, 단순 녹시율과는 다른 경향을 보인 결과로 해석된다. 개방성은 S3가 36.29로 가장 높았으며, S1 34.72, S4 30.8,

S2 30.31 순으로 나타났다. S2와 S4는 상층 식재 또는 다층 식재가 강화되면서 하늘 픽셀 비율이 감소하였고, 이에 따라 시각적 개방성은 상대적으로 낮게 나타났다. 반면 S3는 교목 위치를 유지한 상태에서 관목을 중심으로 보강한 시나리오이므로, 상층 수관에 의한 하늘 차폐가 상대적으로 적어 개방성이 가장 높게 산정된 것으로 판단된다. 인공성은 S3가 26.1으로 가장 높고, S1 25.77, S4 24.66, S2 24.43 순으로 나타났다. 인공성은 포장, 건축물 및 시설물의 시각적 점유 비율을 의미하므로 값이 낮을수록 긍정적으로 해석된다. 이에 따라 S2는 네 가지시나리오 중 인공 요소의 시각적 점유가 가장 낮았으며, VQI 산정 과정에서 긍정적으로 작용하였다. S4 역시 S1보다 인공성 비율이 낮게 나타나 다층 식재 보강이 인공 요소의 시각적 노출을 일부 완화하는 것으로 분석되었다. 복잡성은 S1이 83.01로 가장 높았고, S2 82.11, S3 73.70, S4 68.84 순으로 나타났다. 복잡성은 경관 요소가 얼마나 다양하고 균형 있게 분포하는지를 나타내는 지표이므로, 특정 요소가 과도하게 우세할 경우 낮아질 수 있다. S4는 녹시율이 가장 높았으나 식생 픽셀의 점유가 크게 증가하면서 경관 요소 간 균형성이 낮아져 복잡성은 가장 낮게 나타났다. 반면 S1과 S2는 식생, 하늘, 토양, 포장 등의 요소가 상대적으로 균형 있게 분포하여 복잡성이 높게 산정되었다.

종합적으로 볼 때, S2 교목 강화 시나리오는 녹시율 증가, 높은 자연성, 낮은 인공성, 높은 복잡성이 비교적 균형 있게 나타나 가장 높은 VQI를 보였다. S4 다층구조 강화 시나리오는 녹시율이 가장 높고 자연성도 우수하였으나, 개방성과 복잡성이 낮아져 종합 VQI는 S2보다 다소 낮게 나타났다. S3 관목 강화 시나리오는 녹시율과 개방성 측면에서는 긍정적인 결과를 보였으나, 자연성과 복잡성이 낮고 인공성 비율이 상대적으로 높아 경관성 향상 효과는 제한적으로 나타났다(Table 9).

4.3. 고찰

식재 시나리오별 탄소흡수 성능과 경관성을 분석했을 때, 도시녹지의 식재 구조 변화는 탄소흡수 성능과 경관성에 영향을 미치지만, 두 평가 항목이 서로 다른 방식으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 탄소흡수 성능은 교목 식재량 증가에 가장 민감하게 반응한 반면, 경관성은 식생량의 증가뿐 아니라 하늘 노출, 인공 요소의 시각적 점유, 경관 구성요소 간 균형에 의해 복합적으로 결정되었다.

Table 7. Comparison of carbon sequestration performance by scenario

Scenario	Total carbon storage (kgC)	Change in carbon storage (kgC)	Annual carbon uptake (kgC/yr)	Change in Annual carbon uptake (kgC/yr)
S1	28,913.08	-	3,192.15	-
S2	41,689.62	+12,776.54	4,456.32	+1,264.17
S3	29,977.83	+1,064.75	3,396.45	+204.30
S4	33,605.29	+4,692.21	3,737.85	+545.70

Table 8. Landscape images and semantic segmentation results by viewpoint and scenario

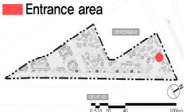
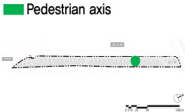
Viewpoint					
S1					
					
S2					
					
S3					
					
S4					
					

Table 9. Landscape evaluation results by scenario

Scenario	GVI	NI	OI	AI	CI	VQI
S1	21.58	39.5	34.72	25.77	83.01	49.43
S2	27.89	45.26	30.31	24.43	82.11	54.42
S3	33.28	37.61	36.29	26.1	73.7	50.58
S4	41.13	44.54	30.8	24.66	68.84	53.82

S1은 복잡성 측면에서는 상대적으로 높은 값을 보였으나, 탄소흡수 성능과 녹시율은 낮게 나타났다. 이는 기존 식재 구조가 다양한 경관 요소를 비교적 고르게 포함하고 있음에도 불구하고, 탄소저감성과 시각적 녹지량 확보 측면에서는 보완이 필요함을 의미한다. 따라서 기존 도시녹지의 개선 방향은 단순히 현재의 경관 요소 균형을 유지하는 데 그치지 않고, 교목 중심의 상층 녹지량 확보와 인공 요소의 시각적 노출 저감을 함께 고려하는 방향으로 설정될 필요가 있다.

S2는 탄소흡수 성능과 종합 경관성 평가에서 모두 가장 우수한 결과를 보였다. 이는 교목이 탄소저장량과 연간 탄소흡수량 증가에 직접적으로 기여하는 동시에, 보행자 시점에서 인공 요소를 일부 차폐하고 자연적 경관 이미지를 형성하는 데 효과적으로 작용했기 때문으로 판단된다. 특히 S2는 녹시율이 가장 높은 시나리오는 아니었으나, 자연성, 인공성, 복잡성 지표가 비교적 균형 있게 나타나 종합 VQI가 가장 높았다. 이는 경관성 평가에서 식생의 양적 확대만큼이나 경관 구성요소의 균형이 중요하다는 점을 보여준다.

S3는 개방성 확보 측면에서는 긍정적이었으나, 탄소흡수 성능과 종합 경관성 향상에는 한계가 있었다. 관목 중심의 식재 보강은 상층 수관에 의한 하늘 차폐를 크게 증가시키지 않기 때문에 개방성을 유지하면서 녹시율을 높일 수 있다. 그러나 관목은 교목에 비해 탄소흡수 성능 기여도가 낮고, 보행자 시점에서 경관 요소의 균형을 충분히 개선하지 못해 종합적인 효과는 제한적으로 나타났다. 이는 관목 식재가 도시녹지의 하층 경관 형성에는 유효하지만, 탄소저감성과 종합 경관성 향상을 동시에 달성하기 위해서는 교목과의 구조적 조합이 필요함을 시사한다.

S4는 시각적 녹지 확보 측면에서 가장 뚜렷한 효과를 보였다. 교목과 관목을 함께 보강한 결과 녹시율과 자연성이 높게 나타났으며, 이는 입체적 식재 구조가 보행자가 체감하는 녹지 경관을 강화하는 데 유효함을

의미한다. 그러나 식생 픽셀 비율이 증가하면서 하늘 노출과 경관 요소 간 균형이 감소하여 개방성과 복잡성은 낮아지는 경향을 보였다. 따라서 다층 식재 구조는 경관적 풍부함과 자연성 향상에는 유리하지만, 과도한 식생 밀도는 시각적 개방감 저하로 이어질 수 있다.

이를 통해, 본 연구의 시나리오 조건에서는 교목 강화 시나리오(S2)가 탄소흡수 성능과 경관성을 동시에 고려한 가장 효율적인 대안으로 판단된다. 다만 설계 목적에 따라 대안의 우선순위는 달라질 수 있다. 탄소저감 효과와 종합 경관성을 동시에 중시하는 경우에는 S2가 적합하며, 보행자 시점의 시각적 녹지량 확대와 입체적 식재 경관 형성을 중시하는 경우에는 S4가 유효한 대안이 될 수 있다. 반면 S3는 개방성을 유지하면서 하층 식재를 보강하는 전략으로 활용 가능하지만, 단독 대안으로는 탄소저감성과 종합 경관성 향상에 한계가 있다.

5. 결론

본 연구는 도시녹지의 식재 구조 변화가 탄소흡수 성능과 경관성에 미치는 영향을 통합적으로 검토하기 위해 BIM 기반 식재 시나리오를 구축하고, 시나리오별 탄소흡수 성능과 경관성을 정량적으로 비교·분석하였다. 이를 위해 금석천 도시바람길숲을 대상으로 기본 시나리오(S1), 교목 보완 시나리오(S2), 관목 보완 시나리오(S3), 다층식재 시나리오(S4)를 설정하였으며, Revit 기반 BIM 모델의 수목 속성정보를 활용하여 탄소저장량과 연간 탄소흡수량을 산정하였다. 또한 시나리오별 360°경관 이미지를 대상으로 의미론적 분할을 수행하여 픽셀 단위의 경관 구성요소를 분류하고, 이를 바탕으로 녹시율, 자연성, 개방성, 인공성, 복잡성 및 VQI를 도출하였다.

그 결과, 탄소흡수 성능과 경관성을 동시에 고려할 경우 교목 보완 시나리오(S2)가 가장 효율적인 대안으로 나타났다. S2는 교목 식재량 증가에 따라 탄소흡수

성능이 가장 높게 산정되었으며, 경관성 평가에서도 가장 높은 VQI를 보였다. 이는 도시녹지 설계에서 교목 중심의 상층 식재 구조 강화가 탄소저감 효과뿐 아니라 자연성 향상과 인공 요소의 시각적 완화에도 기여할 수 있음을 의미한다. 다층구조식재 시나리오(S4)는 녹지율과 자연성 측면에서 우수한 결과를 보여, 보행자 시점의 시각적 녹량 확대와 입체적 식재 경관 형성에 효과적인 대안으로 확인되었다. 그러나 식생 비율 증가에 따라 개방성과 복잡성이 낮아지는 경향을 보였으므로, 다층식재 구조를 적용할 때에는 시각적 풍부함과 개방감 사이의 균형을 함께 고려할 필요가 있다. 관목 보완 시나리오(S3)는 개방성을 유지하면서 하층 경관을 보완하는데 유효하였으나, 탄소흡수 성능과 종합 경관성 향상 효과는 상대적으로 제한적이었다.

본 연구는 BIM 수목 객체의 속성정보를 활용하여 식재 시나리오별 탄소흡수 성능을 정량적으로 산정하고, BIM 기반 시각화 이미지와 의미론적 분할 결과를 결합하여 경관 이미지를 픽셀 단위로 분석하는 경관성 평가 절차를 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 또한 도시녹지의 탄소흡수 성능과 경관성을 동일한 식재 시나리오 안에서 함께 비교함으로써, 탄소중립을 위한 도시녹지 조성 및 관리 과정에서 단순한 녹지량 확대를 넘어 교목과 관목의 수직적 구조, 시각적 개방성, 인공 요소의 노출 정도, 경관 구성요소의 균형 등을 함께 고려하는 성능 기반 의사결정 가능성을 제시하였다. 이러한 접근은 향후 탄소저감형 도시공원 설계, 생활권 녹지 개선, BIM 기반 조경 의사결정 체계 구축을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

다만 본 연구는 도시바람길숲 1개소를 대상으로 수행한 사례연구로서, 지피·초화류는 기초 산정자료의 부족으로 탄소흡수 성능 산정 대상에서 제외하였으며, VQI를 구성하는 5개 경관성 지표에 동일한 가중치를 적용하였다는 한계를 가진다. 또한 탄소흡수 성능은 선행연구의 상대생장식과 계량모델을 적용하여 산정하였기 때문에 실제 도시환경의 생육조건에 따라 오차가 발생할 가능성이 있으며, 경관 이미지는 동일한 시점과 조건에서 생성하였으나 일조량, 계절 변화, 수목 생장 단계 및 기상 변화 등 장기적인 환경조건을 충분히 반영하지 못하였다. 따라서 본 연구의 결과를 일반적인 도시녹지에 확대 적용하는 데에는 한계가 있다. 향후 연구에서는 다양한 규모와 유형의 도시녹지를 대상으로 검증을 확대하고, 상대생장식 적용에 따른 오차 가능성과 지

피·초화류를 포함한 탄소흡수 성능 산정체계를 보완할 필요가 있다. 아울러 계절 및 일조 조건, 수목 생장 단계, 도심 환경, 기상 조건 및 유지관리 특성 등을 종합적으로 반영한 장기적 분석을 수행함으로써 도시녹지의 탄소흡수 성능과 경관성 변화를 보다 정밀하게 평가할 필요가 있다.

REFERENCES

- An, B. C., Seo, J. M., Lee, D. K., 2024, Development of net zero contribution evaluation items for urban parks, *J. Korean Inst. Landsc. Archit.*, 52(5), 15-26.
- Anseong-si, 2025, The first basic plan for carbon neutrality and green growth of Anseong-si, Government Report, Anseong, Korea, <https://www.pcccr.go.kr>
- Chen, B., Adimo, O. A., Bao, Z., 2009, Assessment of aesthetic quality and multiple functions of urban green space from the users' perspective: The case of Hangzhou Flower Garden, China, *Landsc. Urban Plan.*, 93(1), 76-82.
- 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(2), 142-149.
- Jo, H. K., Ahn, T. W., 2012, Landscape preferences for greenspace structures, *J. For. Environ. Sci.*, 28(1), 56-62.
- 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. Korean Inst. Landsc.*, 45(1), 52-62.
- Kim, H. K., 2025, Estimation of carbon storage through the development of carbon emission factors for major shrubs in neighborhood green space, Ph. D. Dissertation, Chungbuk National University, Cheongju, Korea.
- Oh, B. U., Jeong, J. G., Yeom, S. J., 2025, A Study on the environmental performance of carbon-sink trees using BIM-based environmental simulation, *J. Environ. Sci. Int.*, 34(11), 711-719.
- Park, E. J., 2009, Quantification of CO₂ uptake by urban trees and greenspace management for C sequestration, Agency Report, Gyeonggi Research Institute, Suwon, Korea.
- Presidential Commission on Carbon Neutrality and Green Growth (PCNGG), 2020, 2050 Carbon neutral

- strategy of the Republic of Korea, Government Report, Sejong, Korea, <https://www.gir.go.kr>
- Presidential Commission on Carbon Neutrality and Green Growth (PCNGG), 2021a, 2050 Carbon neutrality scenarios, Government Report, Sejong, Korea, <https://www.pcccr.go.kr>
- Presidential Commission on Carbon Neutrality and Green Growth (PCNGG), 2021b, Republic of Korea first NDC (Updated submission), Government Report, Sejong, Korea. <https://www.pcccr.go.kr>
- Presidential Commission on Carbon Neutrality and Green Growth (PCNGG), 2023, National strategy for carbon neutrality and green growth and the first national basic plan, Government Report, Sejong, Korea, <https://www.pcccr.go.kr>
- Stessens, P., Canters, F., Huysmans, M., Khan, A. Z., 2020, Urban green space qualities: An Integrated approach towards GIS-based assessment reflecting user perception, *Land Use Policy*, 91, 104319.
- Wang, R., Zhao, J., Meitner, M. J., Hu, Y., Xu, X., 2019, Characteristics of urban green spaces in relation to aesthetic preference and stress recovery, *Urban For. Urban Green.*, 41, 6-13.
- Xie, E., Wang, W., Yu, Z., Anandkumar, A., Alvarez, J. M., Luo, P., 2021, SegFormer: Simple and efficient design for semantic segmentation with transformers, *NeurIPS 2021, Neural Information Processing Systems Foundation, Virtual*, 12077-12090.
- 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(2), 11-22.
- Zhang, X., Lin, E. S., Tan, P. Y., Qi, J., Waykool, R., 2023, Assessment of visual landscape quality of urban green spaces using image-based metrics derived from perceived sensory dimensions, *Environ. Impact Assess. Rev.*, 102, 107200.
- Zhou, B., Zhao, H., Puig, X., Fidler, S., Barriuso, A., Torralba, A., 2017, Scene parsing through ADE20K dataset, *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 5122-5130.
-
- 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
obwoong@hknu.ac.kr