

# 도시 생활권공원의 구성요소와 탄소중립 시기의 상관관계 분석

한재욱\*, 박재민\*\*

\*청주대학교 환경조경학과 석사과정, \*\*청주대학교 환경조경학과 조교수

## 1. 서론

최근 몇십 년 동안 기후변화로 인한 이상기후와 자연재해가 빈번하게 발생하는 등 환경문제가 급속하게 증가하고 있다. 이에 국제적으로 1979년 제1차 세계기후회의 이후로 UNFCCC, 교토의정서, 파리협정 등 기후변화 대응을 위한 협약을 맺었으며, 세계 각국 정부가 2050 탄소중립을 목표로 나아가고 있다. 이러한 흐름 속에서 도시공간의 유일한 탄소흡수원인 도시녹지를 다루는 조경 분야도 공원의 탄소중립 달성을 위한 노력이 요구된다. 조경 프로젝트 온실가스 배출량의 약 75%가 제품의 제조, 운송, 시공에서 발생한다(ASLA, 2020). 탄소중립을 위해선 수목의 탄소흡수량 및 저장량뿐만 아니라 공원을 조성하는데 필요한 자재의 내재탄소를 고려해야 한다. 도시녹지 조성 프로젝트에서의 내재탄소란 자재의 추출, 제조, 운송, 설치, 사용, 유지 및 교체와 관련된 온실가스 배출을 의미한다(Climate Positive Design, 2020). 국내 건축 분야에서는 건축물 전 과정에서 배출되는 온실가스를 최소화하기 위해 녹색건축 인증제도(G-SEED) 내에 전 과정 평가 항목을 신설(2016)하였으며, 탄소중립건축인증 또한 운영 중이다. 반면 조경 분야에서는 탄소흡수원으로서 도시공원의 역할이 부각되고 있으나, 전 과정에 걸친 탄소흡수 및 배출이 어느 정도인지 연구된 결과는 흔치 않다(박혜미, 2021). 실제로 도시림의 탄소흡수원과 다원 편익 증진을 위한 조성관리평가모델 및 기술개발(산림청, 2020), 탄소저감설계 지원을 위한 수목 탄소계산기(하지아 등, 2023), i-Tree eco 등과 같은 수목의 흡수량 및 저장량 산정을 위한 탄소계산기 및 데이터베이스 구축 연구는 활발하게 진행되고 있다. 국외 조경 분야의 경우 최근 들어 시설물 및 프로젝트 내재탄소에 관한 연구 영역이 점차 확장되고 있으나 국내는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 내재탄소가 탄소중립시기에 미치는 영향을 검토하였다. 내재탄소를 포함하는 탄소계산기인 패스파인더(pathfinder)를 활용하여 탄소중립시기를 계산하고, 공원 구성요소와의 상관관계 분석을 통해 탄소중립시기를 앞당길 수 있는 설계 전략을 살펴보고자 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구 범위 및 데이터

본 연구에서는 국내 도시 생활권 공원 12개소(근린공원 4, 어린이공원 4, 소공원 4)를 대상으로 한다. 도면정보 중 식재와 포장 데이터를 활용하여 시설물, 식재밀도, 식재수량, 불투수 포장 비율, 탄소중립시기와 같은 변수를 도출했다. 이때 탄소중립시기는 조경 탄소계산기 패스파인더를 활용해 구하였다. 패스파인더는 건물 외부공간에서 탄소배출을 줄이고 조경에서의 탄소 축적을 지원하기 위해 개발된 도구이며(Nikologianni et al., 2022), 식재와 포장, 시설물, 유지관리에 관한 데이터를 입력하여 탄소 배출량과 50년간 탄소격리량을 구체화시켜 탄소중립시기를 계산할 수 있다. 이를 통해 생활권 공원 12개소의 수목, 포장 데이터를 입력하여 탄소중립시기를 계산했다(표 1 참조).

### 2.2 상관관계 분석

공원 구성요소 변수와 탄소중립시기 간의 상대적 영향력을 파악하기 위해 분석 도구인 SPSS ver 27.0을 활용하여 Pearson's 상관관계 분석을 진행했다.

표 1. 상관관계 분석을 위한 변수

구분	시설물(%)	교목 식재수량(주)	교목 식재밀도(주/m <sup>2</sup> )		불투수 포장 비율(%)		탄소중립시기(년)	
			전체면적	녹지면적	전체면적	포장면적		
근린공원	A	24.38	1,859	0.06	0.07	0.07	0.29	39
	B	18.14	2,067	0.04	0.05	0.45	0.08	55
	C	36.91	3,788	0.04	0.06	0.3	0.11	55
	D	28.25	4,796	0.03	0.04	0.3	0.08	72
어린이공원	A	42.77	122	0.06	0.1	0.53	0.22	127
	B	41.87	122	0.06	0.11	0.54	0.22	116
	C	57.61	161	0.06	0.15	0.32	0.19	163
	D	44.95	139	0.06	0.11	0.51	0.23	123
소공원	A	14.05	465	0.07	0.08	0	0	19
	B	14.64	295	0.06	0.06	0	0	19
	C	16.78	527	0.06	0.07	0	0	26
	D	17.71	350	0.07	0.07	0	0	23

### 3. 연구결과

본 연구는 유의수준 5%를 기준으로 공원 구성요소 변수와 탄소중립시기 간의 상관관계를 분석했다. 그 결과 각각 시설률( $r = 0.851, p = 0.000$ ), 교목 식재수량( $r = -0.200, p = 0.532$ ), 전체면적당 교목 식재밀도( $r = -0.006, p = 0.838$ ), 녹지 면적당 교목 식재밀도( $r = 0.762, p = 0.004$ ), 전체면적 대비 불투수 포장 비율( $r = 0.930, p = 0.000$ ), 포장 면적대비 불투수 포장 비율( $r = 0.776, p = 0.003$ )로 나타났다. 시설률, 녹지 면적당 교목 식재밀도, 전체면적 대비 불투수 포장 비율, 포장 면적대비 불투수 포장 비율이 유의미한 상관관계를 나타냈으며, 그중 전체면적 대비 불투수 포장 비율이 피어슨 상관관계수가 0.930으로 가장 강한 양의 선형관계를 가졌다. 또한 탄소중립시기와 녹지 면적당 교목 식재밀도는 음의 상관관계를 가질 것으로 예상했지만 양의 상관관계를 나타냈는데 법적 시설을 제한이 높은 어린이공원 특성상 작은 녹지 면적이 영향을 미친 것으로 보인다(표 2 참조).

표 2. 탄소중립시기와 공원 구성요소 변수 간의 상관관계

구분		탄소중립시기	시설률	교목 식재수량	교목 식재밀도 (전체)	교목 식재밀도 (녹지)	불투수 포장 면적 비율(전체)	불투수 포장 면적 비율(포장)
탄소중립시기	$r$	1	0.851**	-0.200	-0.066	0.762**	0.930**	0.776**
	$p$	-	0.000	0.532	0.838	0.004	0.000	0.003
시설률	$r$	0.851**	1	-0.153	-0.038	0.657*	0.948**	0.808**
	$p$	0.000	-	0.635	0.907	0.020	0.000	0.001
교목 식재수량	$r$	-0.200	-0.153	1	-0.882**	-0.474	-0.148	0.086
	$p$	0.532	0.635	-	0.000	0.120	0.647	0.790
교목 식재밀도 (전체)	$r$	-0.066	-0.038	-0.882**	1	0.401	-0.130	-0.351
	$p$	0.838	0.907	0.000	-	0.196	0.749	0.263
교목 식재밀도 (녹지)	$r$	0.762**	0.657*	-0.474	0.401	1	0.667*	0.439
	$p$	0.004	0.020	0.120	0.196	-	0.018	0.153
불투수 포장 면적 비율(전체)	$r$	0.930**	0.948**	-0.148	-0.130	0.667*	1	0.911**
	$p$	0.000	0.000	0.674	0.749	0.018	-	0.000
불투수 포장 면적 비율(포장)	$r$	0.776**	0.808**	0.086	-0.351	0.439	0.911**	1
	$p$	0.003	0.001	0.790	0.263	0.153	0.000	-

\*상관관계가 0.05 수준에서 유의함; \*\*상관관계가 0.01 수준에서 유의함

### 4. 결론

본 연구는 공원의 탄소중립시기를 앞당기기 위한 설계 전략을 검토하기 위해 공원의 구성요소와 탄소중립시기 간의 상관관계 분석을 실시하였다. 그 결과 시설률, 전체면적 대비 불투수 포장 면적 비율, 포장 면적대비 불투수 포장 면적 비율과 같은 탄소를 배출하는 요소와 높은 상관관계를 보였다. 기존 연구는 도시녹지가 도시 공간에서 주요한 탄소흡수원으로 간주되어, 주로 수목의 탄소흡수량에 중점을 두었다. 그러나 도시공원은 탄소 배출원이기도 하기 때문에, 이러한 공원의 조성과정에서 발생하는 내재탄소에 관한 데이터베이스 구축, 감축 방안에 관한 연구도 중요할 것으로 확인된다. 특히, 불투수 면적과 시설률과의 유의미한 상관관계는 공원의 탄소흡수원뿐만 아니라 공원 전 과정에 관한 연구도 중요하다는 것을 시사한다.

#### 참고문헌

1. 박혜미(2021) 도시공원의 토지피복 유형별 탄소수지 전과정 평가를 통한 생태디자인 및 시공방안. 강원대학교 대학원 박사학위논문.
2. 산림청(2020) 신기후체제 대응을 위한 생활권 도시림의 탄소흡수원과 다원편의 증진을 위한 조성·관리·평가모델 및 기술개발.
3. 하지아, 박재민(2023) 탄소저감설계 지원을 위한 수목 탄소계산기 개발 및 적용. 한국조경학회지 51(1): 42-55.
4. Landscape Carbon Calculator/Pathfinder(2020). Climate Positive Design.
5. Nikologianni, A., T. Plowman and B. Brown(2022) A review of embodied carbon in landscape architecture. Practice and Policy. C Journal of Carbon Research 8(2): ISSN 2311-5629.