

Research Paper

도시기본계획의 탄소중립 전략 평가 연구: 평가지표 개발 및 적용을 중심으로

이가은* · 김진오**

경희대학교 일반대학원 환경조경학과*, 경희대학교 예술·디자인대학 환경조경디자인학과**

Development and Application of Carbon Neutrality Strategy Evaluation Indicators in Urban Master Plans: A Case Study of 12 Cities in Gyeonggi-do

GaEun Lee* · JinOh Kim**

Graduate School of Landscape Architecture, Kyung Hee University*
Department of Landscape Architecture, Kyung Hee University**

요약: 도시는 기후변화 대응에서 핵심적 역할을 수행한다. 도시기본계획은 하위계획 수립의 방향을 제시하므로 효과적인 저탄소 정책 실행을 위해서는 도시기본계획에 탄소중립 전략을 명확히 반영해야 한다. 따라서 본 연구는 도시기본계획에서 탄소중립 전략을 효과적으로 평가하기 위한 지표를 개발하고 경기도 12개 도시를 대상으로 평가하였다. 이를 위해 계층적 의사결정방법을 활용하여 평가지표 간 가중치를 산정하였다. 도시기본계획 평가 결과, 의정부, 오산, 양주 등은 에너지 보존·효율성 목표 수립, 산업기술 및 생산 시스템 개선, 기후 취약계층 지원 계획을 구체적으로 마련해 높은 점수를 받았다. 반면, 화성, 구리, 파주시는 에너지 보존·효율성 목표 설정, 산업기술 개선, 지역 신재생 에너지 개발 계획 등이 미흡해 낮은 평가를 받았다. 지표 간에서는 '탄소배출 현황 및 원인' 지표는 높은 가중치와 체계적 자료 구축으로 우수한 평가를 받았으나, 타 기관 협력과 취약계층 지원 지표는 구체적 실행 계획이 부족하여 상대적으로 낮은 평가를 받았다. 본 연구는 도시기본계획의 명확한 지표설정과 핵심 지침의 의무화를 통해 도시기본계획이 정부의 탄소중립 목표를 효과적으로 달성하는데 기여하고자 한다.

주요어: 탄소중립, 기후변화, 도시기본계획, AHP

Abstract: Cities play a critical role in addressing climate change, and urban master plans, as guiding frameworks for subordinate plans, must effectively incorporate carbon neutrality strategies. This study developed evaluation indicators for assessing such strategies in urban master plans and applied them to domestic cities, employing a hierarchical decision-making approach to determine indicator weights. Results show that cities such as Uijeongbu, Osan, and Yangju scored highly by establishing detailed

energy conservation and efficiency targets, improving industrial technology and production systems, and formulating support plans for vulnerable populations. In contrast, Hwaseong, Guri, and Paju scored lower due to insufficient energy targets, industrial technology improvements, and local renewable energy development plans. While the “Greenhouse Gas Emission Status and Causes” indicator received high marks for its robust weighting and systematic data collection, indicators for inter-agency cooperation and vulnerable group support were notably underdeveloped. This study suggests that clarifying urban master plan formulation guidelines and mandating key directives can significantly enhance their contribution to achieving the government’s carbon neutrality goals.

Keywords: Carbon Neutrality, Climate Change, Urban Master Plan

I. 서론

지구 온난화는 전 세계가 직면한 중대한 환경 문제로, 산업화 이전 대비 지구 평균 기온이 약 1°C 상승했으며, 이를 1.5°C 이내로 억제하지 않으면 돌이킬 수 없는 피해가 발생할 수 있다(IPCC, 2013). 이에 국제사회는 UN 기후변화협약(1992), 교토의정서(1997), 파리협정(2015)을 통해 탄소중립 목표를 설정하고 대응해왔다(Hwang et al., 2020).

전 세계 에너지 소비의 약 2/3와 이산화탄소 배출의 70%가 도시에서 발생하며(World Bank, 2021), 이는 산업 활동, 건물, 교통체계 등 도시 내 주요 활동에 기인한다. 하지만 도시는 동시에 지역 단위에서 기후변화 대응을 실행할 수 있는 핵심 주체이기도 하다(Betsill and Harriet, 2003). 특히 지역차원 및 도시공간 측면에서 탄소중립을 효과적으로 실현하기 위해서는 도시계획 단계에서부터 탄소중립 요소가 체계적으로 반영되어야 한다(Song et al., 2022).

이러한 도시계획 체계에서 도시기본계획은 장기적인 도시의 공간 구조와 발전 방향을 설정하고, 도시관리계획 및 부문별 계획의 지침이 되는 상위계획으로서 도시의 탄소배출 및 흡수의 핵심요소인 토지이용, 교통, 산업, 녹지 등에 관한 계획을 수립한다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2023). 따라서 도시기본계획 수립 단계에서부터 탄소중립 전략을 통합적으로 반영하는 것이 필수적이며, 이와 같은 필요성에 따라 2021년 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」 제정과 「도시·군기본계획 수립지침」 개정을 통해, 온실가스 감축, 에너지 전환 등 탄소중립 전

략의 반영이 제도화되었다(Song et al., 2022).

그러나 실제로는 많은 지자체의 도시기본계획이 탄소중립 전략을 구체적인 실행방안 없이 선언적으로 기술하고 있으며, 전략 간 연계나 이행 체계가 부족하다는 비판이 제기되고 있다. 특히 국토연구원(Shin et al., 2023)의 분석에 따르면, 도시공간 정책에서의 온실가스 감축 방안은 대부분 선택적이고 피상적인 수준에 머무르고 있으며, 실질적인 이행 기반이나 자치단체 차원의 관리체계는 부재한 실정이다. 탄소중립 전략의 반영 여부와 수준을 체계적으로 평가할 수 있는 기준의 마련이 시급하다.

이에 본 연구는 도시기본계획 내 탄소중립 전략의 반영 수준을 평가하기 위한 평가지표를 개발하고, 이를 바탕으로 실제 계획 사례를 정성적으로 분석하였다. 나아가 이를 통해 도시기본계획 수립 과정에서의 탄소중립 전략 반영 현황을 파악하고, 제도적 보완이 필요한 방향을 제안하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상지

본 연구는 경기도 내 도시기본계획 수립 지자체를 대상으로, 탄소중립 전략 반영 수준을 평가하였다. 경기도는 전국 인구의 약 26%가 거주하는 최대 인구 지자체로(Ministry of the Interior and Safety, 2025), 2011-2020년 동안 전국 광역자치단체 평균(1%)을 크게 상회하는 약 6%의 온실가스 배출 증가율을 기록했다(Gyeonggi Data Base, 2024). 또한 높은 제조업 비중과 개발 압력으로 인해 도시 인프라와 산업의 저탄소 전환이 시급한

지역이기도 하다(Koh et al., 2021). 당초 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」이 시행된 2021년 이후 수립된 계획을 중심으로 분석하고자 하였으나, 해당 시기에 계획을 수립한 지자체 수가 제한적이어서 충분한 사례 확보가 어려웠다. 이에 따라, 탄소중립 전략의 반영 양상을 보다 폭넓게 확인할 수 있도록 최근 5개년(2018~2023)을 기준으로 연구대상지를 선정하였다. 이에 따라 광명시, 구리시, 성남시, 안양시, 양주시, 오산시, 용인시, 의왕시, 의정부시, 이천시, 파주시, 화성시가 평가 대상으로 포함되었다.

2. 도시기본계획 탄소중립 전략 평가지표 구성

본 연구는 도시기본계획의 탄소중립 전략 평가지표 구축을 위해 관련 선행연구와 정부의 2050 탄소중립 전략 및 도시기본계획수립지침을 종합적으로 분석하였다. 기존의 국내 연구들은 주로 도시계획의 실행 결과나 정책 성과를 평가하는 데 초점을 맞추었기 때문에, 탄소배출량, 에너지 소비량 등 정량적 지표를 중심으로 한 분석 체계가 주를 이루었다. 반면 본 연구는 도시기본계획이라는 상위 지침 계획의 성격에 주목하여, 계획서에 서술된 전략의 구체성과 실행 가능성, 정책 연계성을 중심으로 한 정성적 평가 체계를 설계하였다. 도시기본계획은 하위 실행계획과 도시정책 수립의 방향성을 결정짓는 기준이 되므로, 실제 탄소중립 달성의 실행 기반을 마련하는 출발점이라 할 수 있다. 따라서 본 연구는 수치적 성과보다는 전략이 어떻게 계획 내에 구조화되어 있고, 실행력을 담보할 수 있는 방식으로 제시되고 있는지를 중심으로 평가하였다.

평가지표는 미국의 종합계획을 정성적으로 평가한 Wei and Tang(2014)의 틀을 기본 구조로 삼고, 도시기본계획수립지침과 어떠한 연계성을 가지는지를 1차적으로 검토하였다. 또한, 국내에서는 도시기본계획 차원의 탄소중립 전략을 직접적으로 평가한 연구가 충분히 축적되어 있지 않다는 점을 고려하여, 탄소중립 도시구현을 위한 계획적 기반으로 기능할 수 있는 저탄소 도시계획 관련 선행연구들(Oh et al., 2013; Kim & Lee, 2013; Kang et al., 2010)과 관련 한국 법령 및 정책을 참고하여, 한국 도시기본계획의 구조와 수립지침에 맞도록 평가지표를 재구성하였다(Table 1).

6개의 계획요소는 기초정보, 목표설정, 거버넌스, 공간 및 교통계획, 에너지 관리 계획, 실행 및 모니터링으로 구성되며 각 요소별로 평가하는 내용은 다음과 같다. 기초 정보는 과거부터 현재까지의 도시 상황, 미래 예측, 기후 및 에너지 관련 데이터를 바탕으로 지역 맞춤형 탄소중립 전략을 수립할 수 있는 기초 자료가 잘 갖추어졌는지를 평가하며, 목표설정은 구체적이고 측정 가능한 목표를 설정함으로써 지역의 탄소중립을 위한 비전과 방향을 제시하고 있는지를 살핀다. 거버넌스는 여러 이해관계자 간의 협력 및 조정을 통해 계획의 실행력을 확보하였는지를 평가하고, 공간 및 교통계획은 녹지를 포함한 도시의 공간 구조와 교통체계를 통해 에너지 효율성을 높이고 탄소흡수원을 확충함으로써 탄소중립에 기여하는지를 검토한다. 에너지 관리 계획은 에너지 효율화와 재생에너지 도입 등 구체적인 에너지 관리 정책을 수립하였는지를 평가하며, 마지막으로 실행 및 모니터링은 수립된 계획이 하위 계

Table 1. Comparison of the Linkages between Indicators and the Urban Master Planning Guideline

Plan Component	Indicators	Key Elements of Urban and County Master Planning Guidelines
Factual Basis	Population change and impact	Identify current population composition and trends <Chapter 4, Section 1>
	Land development and impact	Analyze current land use and predict future land use based on land suitability assessment <Chapter 4, Section 4>
	An inventory of existing resources and energy usage	Identify energy demand and supply status <Chapter 4, Section 7>
	Impacts and vulnerability of climate change	Establish plans considering disaster vulnerability analysis to respond to increased risks from urban environmental changes <Chapter 4, Section 7>
	Recognition of greenhouse gas emission	Assess GHG emissions and reductions by investigating the 9 NDC sectors closely linked to urban master plans <Chapter 4, Section 3>

Table 1. Continued

Plan Component	Indicators	Key Elements of Urban and County Master Planning Guidelines
Goals and Objectives	Carbon emission reduction target	Set GHG reduction targets based on yearly and sectoral analysis of GHG emissions and absorption <Chapter 4, Section 2>
	Promotion of compact or multi-center urban forms	Establish urban spatial structures favorable for achieving GHG reduction goals <Chapter 4, Section 3>
	Energy conservation and efficiency	Consider energy demand and the share of renewable energy supply <Chapter 4, Section 7>
	Support of climate change vulnerable group	Explore measures to reduce disaster vulnerability <Chapter 1, Section 2>
Governance	Citizen participation initiatives	Ensure public participation throughout the urban master planning process <Chapter 5, Section 2>
	Coordination with other institutions	Consider opinions of related cities, local councils, and administrative agencies during plan development <Chapter 5, Section 2>
	Policy measures for climate change disasters	Propose urban planning measures to respond to climate change-related disasters <Chapter 4, Section 3>
Spatial and Transportation Plans	Expansion of parks and green areas	Propose plans to expand and preserve carbon sinks within urban areas <Chapter 4, Section 7>
	Improvement of park and green networks	Composition of green space & network (Jeon et al., 2014)
	Protection and restoration of urban and forest ecosystems	Plan to restore and protect ecosystems and green spaces to support carbon neutrality <Chapter 4, Section 9>
	Green infrastructure system / Low impact development	Develop strategies and implementation tools to expand green infrastructure in old city areas <Chapter 4, Section 6> Develop strategies to reduce impervious surfaces and control non point source pollution in development areas <Chapter 4, Section 7>
	Mixed-use development	Establish urban spatial structures that minimize fossil fuel use and promote renewable energy <Chapter 4, Sections 3 & 7>
	Green transportation system	Establish a transportation system for achieving carbon neutrality <Chapter 4, Section 7>
Energy Management Strategies	Improvement of industrial technology and production system for carbon reduction	Introduce GHG mitigation measures when adopting fossil fuel-based infrastructure, and improve energy efficiency through industrial system transition <Chapter 4, Section 7>
	Facilitation of local renewable sources	Establish measures and infrastructure to promote supply and use of renewable energy <Chapter 3, Section 2; Chapter 4, Section 7>
	Funding and incentives for energy efficiency and conservation	Establish the institutional support program like education, promote and incentive (Oh et al., 2013)
	Establishment of cap and trade system / carbon tax / carbon point system	Carbon Point System <Ministry of Environment Notification No. 2024-30>, Emissions Trading Scheme <Article 46, Enforcement Decree of the Framework Act on Low Carbon, Green Growth>, etc. – systems implemented by the Korean government
	Zero waste/high recycling strategy	Develop strategies to reduce pollutant emissions and minimize waste incineration and landfill <Chapter 4, Section 7>
	Building codes for energy efficiency	Develop strategies and implementation tools for green remodeling and green buildings; present GHG reduction measures through energy efficiency and renewable energy in housing <Chapter 4, Section 6>
Implementation and Monitoring	Continuous monitoring, evaluation and update	Establish a monitoring and evaluation system for policy implementation <Chapter 4, Section 12>
	Financial/budget plan based on investment priority	Set revenue principles, funding methods, and investment priorities based on estimated financial needs <Chapter 4, Section 12>
	Public participation program	Promote participation and education to encourage public engagement <Chapter 5, Section 2>

획에 반영될 수 있도록 하고 향후 실행 및 지속적인 개선을 위한 실행력과 모니터링 체계를 구축하였는지를 평가한다.

3. 평가지표 가중치 산정

1) 전문가 설문조사

본 연구에서는 평가지표의 틀의 기반을 제공한 Wei and Tang(2014)과는 달리 탄소중립 정책 목표 달성을 위한 평가지표들의 상대적 중요도를 도출하기 위해 계층적 의사결정방법(AHP: Analytic Hierarchy Process)을 적용하였다. 평가지표 간 가중치 산정을 위해 도시계획, 환경계획 등 관련 분야에서 실무 및 연구 경험을 보유한 전문가 20인을 대상으로 이메일 설문조사를 실시하였으며, 모든 응답자는 답변의 전문성과 공신력을 확보하기 위해 박사학위 이상 소지자로 구성되었다. 설문은 계획요소 간의 상대적 중요도와 각 계획 요소별 세부 지표 간의 상대적 중요도를 묻기 위해 쌍대비교(pairwise comparison) 방식으로 구성되었다.

구체적인 평가체계는 두 개의 계층으로 구조화하였다. 상위계층에서는 6개 주요 계획 요소 간의 상대적 중요도를, 하위계층에서는 각 계획 요소에 속한 세부 평가지표들 간의 중요도를 평가하도록 설계하였다. 각 항목의 상대적 중요도 측정에는 9점 척도를 활용하였으며(Wind and Saaty, 1980), 이를 통해 평가지표 간 우선순위와 가중치를 체계적으로 도출하였다.

2) 계층분석법(AHP) 및 가중치 조정

전문가 설문 결과를 바탕으로, 기하평균(geometric mean)을 사용해 각 계층 내 평가지표들의 가중치를 산출하였다. 이 과정에서는 평가자들의 논리적 모순 여부를 판단하기 위해 일관성 비율(CR)을 계산하였으며, 일반적으로 CR 값이 0.1 이하일 경우 응답의 일관성이 수용 가능한 것으로 간주된다(Jeong et al., 2019). 최종 가중치는 상위계층인 계획요소의 가중치와 해당 계층에 속한 평가지표의 가중치를 곱하여 산출된다.

한편, 각 계획요소에 속한 평가지표의 개수가 상이한 경우 지표 개수가 상대적으로 많은 그룹이 적은 그

룹에 비해 낮은 가중치를 부여받게 된다(Choi, 2020). 본 연구의 평가지표 또한 이 경우에 해당되므로, 이 값을 보정하기 위해 Choi(2020)가 제시한 가중치 표준화 방법에 따른 수정 가중치 모델을 적용하였다.

$$\text{Preliminary Modified Weight} = \text{Weight of the Indicator} \times \frac{HN_i}{\sum_{i=1}^n HN_i}$$

HN_i : The number of indicators belonging to plan component i

$$\text{Final Modified Weight} = \text{Preliminary Modified Weight} \times \frac{1}{\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m HW_i \times LW_{ij} \times HN_i}{\sum_{i=1}^n HN_i}}$$

$$\left[\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m HW_i \times LW_{ij} \times HN_i}{\sum_{i=1}^n HN_i} \right]$$

HW_i : The weight of plan component i

LW_{ij} : The weight of indicator j belonging to plan component i

HN_i : The number of indicators belonging to plan component i

4. 도시기본계획 평가기준

도시기본계획의 탄소중립 전략 평가는 각 지표별 반영 수준에 따라 0점(미반영), 1점(간략한 언급), 2점(구체적 서술 및 시각자료 포함)의 3점 척도로 실시하였다. 이 방식은 Wei and Tang(2014)에서도 사용된 평가 방법으로, 정성적 계획 문서의 서술 수준을 구분하면서도 평가의 일관성과 명확성을 유지할 수 있는 간결한 기준이다. 본 연구는 지표 수가 많고 항목 간 내용 특성이 상이한 점을 고려하여, 평가자 간 해석의 일관성을 높이기 위해 0-2점 척도를 채택하였다.

특히 최고점인 2점은 단순히 시각자료의 유무가 아니라, 실효성 있는 계획으로 연계될 수 있도록 각 지표의 성격에 따라 전략이 얼마나 구체적이고 실행 가능하게 제시되었는지를 기준으로 평가하였다. 예를 들어, 탄소배출량 목표 설정은 수치적 명확성을, 교통계획이나 복합용도 개발 등은 정책 방향성과 실행 기반의 구체성을 중심으로 평가하였다.

Table 2. AHP analysis result

Plan Component	Indicators	Weight	Rank	
			By Item	Overall
Factual Basis (0.154)	Population change and impact	0.01953	5	24
	Land development and impact	0.02293	4	22
	An inventory of existing resources and energy usage	0.03404	2	14
	Impacts and vulnerability of climate change	0.03354	3	16
	Recognition of greenhouse gas emission	0.05507	1	4
Goals and Objectives (0.221)	Carbon emission reduction target	0.06539	1	2
	Promotion of compact or multi-center urban forms	0.03905	3	11
	Energy conservation and efficiency	0.05447	2	5
	Support of climate change vulnerable group	0.03074	4	18
Governance (0.099)	Citizen participation initiatives	0.01953	3	24
	Coordination with other institutions	0.01953	2	24
	Policy measures for climate change disasters	0.02463	1	21
Spatial and Transportation Plans (0.168)	Expansion of parks and green areas	0.03465	4	13
	Improvement of park and green networks	0.02794	5	20
	Protection and restoration of urban and forest ecosystems	0.04266	3	9
	Green infrastructure system / Low impact development	0.04336	2	8
	Mixed-use development	0.01632	6	27
	Green transportation system	0.04746	1	7
Energy Management Strategies (0.212)	Improvement of industrial technology and production system for carbon reduction	0.06789	1	1
	Facilitation of local renewable sources	0.06018	2	3
	Funding and incentives for energy efficiency and conservation	0.03404	5	14
	Establishment of cap and trade system / carbon tax / carbon point system	0.03655	4	12
	Zero waste/high recycling strategy	0.02894	6	19
	Building codes for energy efficiency	0.04766	3	6
Implementation and Monitoring (0.146)	Continuous monitoring, evaluation and update	0.04085	1	10
	Financial/budget plan based on investment priority	0.03344	2	17
	Public participation program	0.01961	3	23

III. 결과 및 고찰

1. 평가지표 가중치 산정 결과

AHP 분석 결과, 6개 계획 요소 중 '에너지 관리 전략'의 가중치가 가장 높게 나타났으며, 그 뒤를 '기초정보', '목표설정', '실행 및 모니터링', '거버넌스', '공간 및 교통계획' 순으로 나타났다. 지표별로는 '산업기술 및 생산 시스템 개선', '탄소감축 목표 설정', '지역 신재생에너지 계획', '탄소배출 현황 및 원인 분석', '에너지 효율성 목표 설정' 등의 순으로 가중치가 높았으며, 가중치가 낮은 지표는 '복합용도 개발', '인구변화 및 영향', '지역시민 및 이해관계자의 참여', '상위 및 타 기관과

의 협력'인 것으로 나타났다.

2. 도시기본계획의 탄소중립 전략 평가 결과

1) 도시 평가 결과

경기도 12개 도시에서 수립한 도시기본계획에 반영된 탄소중립 전략을 평가한 결과, 의정부시가 가장 높은 점수를 기록하였으며, 그 뒤를 오산시, 양주시, 이천시, 용인시 등이 이었다. 반면, 화성시, 구리시, 파주시는 상대적으로 낮은 점수를 보였다(Figure 1).

점수가 높은 도시들은 '에너지 보존 및 효율성 목표 설정', '취약계층 지원', '산업기술 및 생산시스템 개선' 등 주요 지표에서 비교적 높은 평가를 받았다. 특히 오

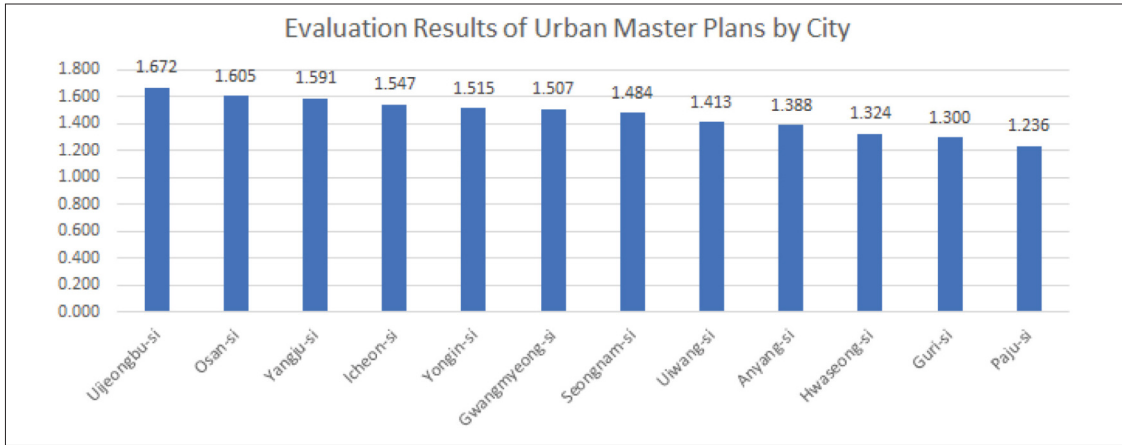


Figure 1. Evaluation Results of Urban Master Plans by City

산시는 자틴서 산업구조 전환 관련 실행계획을, 양주시는 생태산업단지 조성 및 녹색산업 육성 계획을 도시 기본계획에 반영한 것으로 나타났다. 반면, 점수가 낮은 도시들에서는 에너지 효율화와 관련된 구체적인 목표 설정이 부족했으며, 신재생에너지 보급 전략도 선연적 수준에 머무른 것으로 확인되었다.

2) 지표 평가 결과

12개 도시의 평가 결과, '탄소배출 현황 및 원인' 지표가 가장 높은 평균 점수를 기록하였다. 이는 전체 평가지표 중 높은 가중치를 부여받은 항목이며, 모든 평가 대상 도시에서 해당 항목에 대한 시계열 자료가 포함된 계획이 확인되었다. 또한 '대중교통 체계 개선' 지

표도 상대적으로 높은 점수를 받았다. 일부 도시에서 도시교통정비기본계획 등 관련 계획과의 연계를 통해, 자전거도로, 환승시설 구축 등 실행계획이 구체적으로 제시된 점이 영향을 준 것으로 보인다. 반면, 가장 낮은 점수를 받은 지표는 '상위 및 타 기관과의 협력' 항목이었으며, 이어서 '취약계층 지원 및 환경정의 구현' 지표도 낮은 평가를 받았다. 다수의 도시가 이 항목들을 구체적으로 기술하지 않았거나 간략하게 언급하는 수준에 그쳤다. 지표 간의 점수 편차가 큰 항목은 '탄소저감을 위한 산업기술 및 생산 시스템 개선', '에너지 보존 및 에너지 효율성 목표 설정', '지속적 모니터링과 평가 방안 및 업데이트 계획'인 것으로 나타났다.

Table 3. Evaluation Results by Indicator

Plan Component	Indicators	Average	Rank
Factual Basis	Population change and impact	0.039	18
	Land development and impact	0.046	15
	An inventory of existing resources and energy usage	0.037	20
	Impacts and vulnerability of climate change	0.067	7
	Recognition of greenhouse gas emission	0.110	2
Goals and Objectives	Carbon emission reduction target	0.120	1
	Promotion of compact or multi-center urban forms	0.059	11
	Energy conservation and efficiency	0.045	16
	Support of climate change vulnerable group	0.023	25
Governance	Citizen participation initiatives	0.039	19
	Coordination with other institutions	0.008	27
	Policy measures for climate change disasters	0.049	13

Table 3. Continued

Plan Component	Indicators	Average	Rank
Spatial and Transportation Plans	Expansion of parks and green areas	0.061	10
	Improvement of park and green networks	0.053	12
	Protection and restoration of urban and forest ecosystems	0.075	6
	Green infrastructure system / Low impact development	0.047	14
	Mixed-use development	0.015	26
	Green transportation system	0.095	3
Energy Management Strategies	Improvement of industrial technology and production system for carbon reduction	0.090	4
	Facilitation of local renewable sources	0.085	5
	Funding and incentives for energy efficiency and conservation	0.034	22
	Establishment of cap and trade system / carbon tax / carbon point system	0.033	23
	Zero waste/high recycling strategy	0.041	17
	Building codes for energy efficiency	0.064	9
Implementation and Monitoring	Continuous monitoring, evaluation and update	0.031	24
	Financial/budget plan based on investment priority	0.067	8
	Public participation program	0.034	21

IV. 결론

본 연구는 도시기본계획 내 탄소중립 전략의 반영 수준을 평가하기 위해 평가지표를 개발하고, AHP 기법을 통해 지표 간 가중치를 도출한 뒤, 이를 경기도 12개 지자체의 도시기본계획에 적용하였다. 우선 가중치 분석 결과, 에너지 관리 계획이 가장 중요하게 평가되었으며, 산업기술 전환, 탄소저감 목표 설정, 신재생 에너지 계획 등이 뒤를 이었다. 이는 산업 부문이 온실가스 배출의 상당 비중(36%)을 차지하고 있으며, 그중 대부분(86%)이 에너지 소비에 기인(The Government of the Republic of Korea, 2020)한다는 점에서, 에너지 효율화를 위한 전략이 핵심 요소로 인식된 결과로 해석된다.

도시별 평가 결과, 높은 점수를 받은 도시들은 실제 추진 중이거나 계획된 정책과 전략이 도시기본계획과 유기적으로 연계되어 있었다. 반면, 낮은 점수를 기록한 도시들은 지침에서 명시한 기본 항목은 충실히 기술했으나, 에너지 효율 목표나 신재생에너지 등 일부 항목은 선언적 수준에 머무르거나 구체성이 부족했다. 이는 하위 계획의 실행 기반 측면에서 미흡함을 나타낸다.

지표별로는 '탄소배출 현황 및 원인'이 가장 높은 점수를 받았고, 대중교통 관련 지표도 전반적으로 우수

한 평가를 받았다. 반면 '상위 및 타 기관과의 협력'과 '취약계층 지원'은 구체적 실행 방안 없이 단순 언급에 그친 경우가 많아 낮은 평가를 받았다. 특히 '취약계층 지원' 지표의 경우, 「도시·군기본계획 수립지침」 제4장 제10절에서 재해로부터 안전한 환경 조성 및 재해 예방 방안의 필요성은 언급되어 있으나, 구체적인 지원 대상이나 실행 방안에 대한 요구가 명확히 제시되어 있지 않아, 대부분의 도시가 지역의 재해 취약성에 대한 일반적인 기술에 그치는 경향을 보였다.

이러한 결과는 도시기본계획 수립 지침의 보다 구체적인 작성 기준 마련과 일부 핵심 항목의 평가 기준 수립 및 활용을 위한 제도적 개선의 필요성을 시사한다. 다만 본 연구는 2021년 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」 제정 이전에 수립된 계획들도 분석 대상에 포함하고 있어, 제도 개정의 직접적인 효과를 단정하기에는 한계가 존재한다. 실제로 법령 개정 시점과 무관하게 도시 간 탄소중립 전략 반영 수준에는 현저한 차이가 있었으며, 이는 계획 수립 과정에서의 지역별 여건과 행정 의지, 정책 연계 수준 등이 복합적으로 작용했음을 시사한다. 따라서 중요도가 높은 항목에 대해서는 향후 법적 의무화 가능성을 검토하는 한편, 계획 수립 지침 내에서 이들 항목의 명확한 기술 기준과 평가 체계를 강화하는 방향으로 제도적 개선이

요구된다.

본 연구는 계층적 분석기법을 활용하여 지표 간 상대적 중요도를 정량화하고, 한국 도시계획체계에 적합한 평가지표를 바탕으로 도시기본계획을 실증적으로 분석하였다. 이를 통해 도출된 정책적 시사점은 향후 도시기본계획 수립지침의 개선과 관련 법·제도 정비를 위한 기초자료로 활용될 수 있다는 점에서 의미를 지닌다. 본 연구의 한계로는 탄소중립 관련 법·제도 및 도시기본계획 수립지침이 개정된 2021년 이후 수립된 도시기본계획 수가 적어 충분한 표본 확보에 제약이 있었다. 향후에는 제도 개정 전후의 계획을 비교하여, 제도화의 효과를 검증하는 후속 연구가 요구된다. 또한, 정성적 평가 방식의 특성상 주관적 판단이 개입될 수 있는 한계가 존재하므로, 향후에는 평가 기준의 객관성과 일관성을 보완하는 방법론 연구가 병행되어야 할 것이다.

References

강상준, 정주철, 권태정. (2010). 도시유형에 따른 저탄소 도시계획요소 간의 상대적 중요도. *환경정책*, 18(1), 27-52.

Kang SJ, Jung JC, Kwon TJ. 2010. Assessment of Low-Carbon City Planning Elements Relative to Urban Types. *Journal of Environmental Policy and Administration*, 18(1), 27-52.

고재경, 이정임, 김동영, 김한수, 강식, 황중호, 임종빈, 정승용, 장현숙, 예민지, 황지현. (2021). 경기도 탄소중립 추진전략과 과제. 경기연구원.

Koh JG, Lee JI, Kim DY, Kim HS, Kang S, Hwang JH, Im JB, Jung SY, Jang HS, Ye MJ, Hwang JH. 2021. Net Zero Carbon Strategy and Policy Challenges of Gyeonggi-Do. Gyeonggi Research Institute. [Korean Literature]

김유민, 이주형. (2013). 탄소중립 녹색도시 구현을 위한 계획지표 설정에 관한 연구. *KIEAE Journal*, 13(2), 131-139.

Kim YM, Lee JH. 2013. A Study on the Planning Indicator for Carbon Neutral Green City. *Journal of Korea*

Institute of Ecological Architecture and Environment, 13(2), 131-139.

대한민국 정부. (2020). 지속가능한 녹색사회 실현을 위한 대한민국 2050 탄소중립 전략 (LEDS 보고서). The Government of the Republic of Korea. 2020. The Republic of Korea's 2050 Carbon Neutrality Strategy for Achieving a Sustainable Green Society.

송재민, 이건원, 김형규, 정주철, 안예현, 조만석, 문미라, 정승현. (2022). 탄소중립 도시계획 추진 방향. *도시정보*, 478, 5-22.

Song JM, Lee GW, Kim HG, Chung JC, Ahn YH, Cho MS, Moon MR, Jeong SH. 2022. Direction for promoting carbon-neutral urban planning. *Urban Information*, 478, 5-22.

신서경, 손재선, 이다예. (2023). 탄소중립 실현을 위한 도시공간정책 개선방안. 국토정책 Brief, 제919호

Shin SK, Son JS, Lee DY. 2023. Policy improvement measures for urban spatial planning to achieve carbon neutrality. *Land Policy Brief*, No. 919. [Korean Literature]

오덕성, 성재욱, 이서정. (2013). 저탄소 도시계획의 단계별 평가지표 설정 및 적용 연구. *한국산학기술학회 논문지*, 14(9), 4560-4571.

Oh DS, Sung JW, Lee SJ. 2013. The application and development of the Evaluation Indicators in accordance with the Planning Stages of Low-Carbon City. *Design Operation of Urban Structure, Management, and Maintenance*, 14(9), 4560-4571. [Korean Literature]

전우선, 이응현, 오덕성. (2014). 저탄소 녹색도시의 주요 계획기법과 적용실태 비교분석. *한국산학기술학회 논문지*, 15(4), 2491-2502.

Jeon WS, Lee EH, Oh DS. 2014. The Comparative Analysis on Critical Planning Methods and Application Condition of Low-carbon Green City. *Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 15(4), 2491-2502

정대영, 최윤의, 전진형. (2019). 미세먼지 저감 도시숲 조성을 위한 가용공간의 중요도 분석: AHP 기

- 법을 이용하여. 한국조경학회지, 47(6), 103-114.
- Jeong DY, Choi YE, Chon JH. 2019. Analysis of Importance in Available Space for Creating Urban Forests to Reduce Particulate Matter: Using the Analytic Hierarchy Process. *Journal of Korean Institute of Landscape Architecture*, 47(6), 103-114.
- 최민철. (2020). AHP 분석의 문제점과 수정가중치모형의 개발. *경영과 정보연구*, 39(2), 145-162.
- Choi MC. 2020. Evaluation of Analytic Hierarchy Process Method and Development of a Weight Modified Model. *Management Information Systems Review*, 39(2), 145-162.
- 황인창, 김고운, 백종락, 손원익. (2020). 파리협정 이행 위한 서울시 '2050 탄소중립' 전략. 서울연구원 정책과제연구보고서.
- Hwang IC, Kim KU, Baek JR, Son WI. 2020. Long-term Strategy and Sectoral Approaches of Seoul for Achieving Carbon Neutrality by 2050. The Seoul Institute.
- Betsill M, Harriet B. 2003. Cities and climate change. 1st ed. Routledge, London, United Kingdom.
- Gyeonggi Data Base [Internet]. Gyeonggi Data Base; [cited 2024 Jun 7]. Available from: <https://data.gg.go.kr/portal/data/service/selectServicePage.do?infId=OYUMJUDK201TN8I8CM9Y31515663&infSeq=1>
- IPCC. 2013. Summary for policymakers. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Jeon YH. Achieving Local Carbon Neutrality: Moving Beyond Goals to Implementation [Internet]. *EcoTimes*; [cited 2023 Nov 23]. Available from: <https://www.ecotiger.co.kr/news/articleView.html?idxno=32951>
- Ministry of the Interior and Safety, 2025, Available on <https://jumin.mois.go.kr/>
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2023. Urban and Rural Master Plan Establishment Guidelines. Notice No. 1694, Available on <https://www.law.go.kr/%ED%96%89%EC%A0%95%EA%B7%9C%EC%B9%99/%EB%8F%84%EC%8B%9C%2%B7%EA%B5%B0%EA%B8%B0%EB%B3%B8%EA%B3%84%ED%9A%8D%EC%88%98%EB%A6%BD%EC%A7%80%EC%B9%A8>
- Wei T, Tang Z. 2014. Building low carbon cities: Assessing the fast-growing U.S. cities' land use comprehensive plans. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 16(1), 1-28. <https://doi.org/10.1142/S1464333214500033>
- Wind Y, Saaty TL. 1980. Marketing applications of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 26(7) 641-658. <https://www.jstor.org/stable/2630699>
- World Bank. 2021. World Bank Group Climate Change Action Plan 2021-2025: Supporting Green, Resilient, and Inclusive Development. Washington, D.C., United States.