

통합적 탄소중립도시 계획을 위한 공간정보 모형

김태현
한국환경연구원 연구위원

탄소중립도시
실현을 위한
공간정보 기반
통합 계획

탄소중립도시 실현을 위한 공간정보 기반 통합 계획에서 중요한 요소 중 하나는 도시와 지역 단위의 탄소 배출과 흡수를 정확히 분석하고 관리할 수 있는 공간정보 모형의 개발과 적용이다. 이러한 모형은 현재 도시의 상태를 정확히 파악하고, 이를 바탕으로 탄소중립 목표를 달성하기 위한 전략적 계획을 수립하는 데 필수적이다. 특히 탄소중립을 달성하기 위해서는 지역별 특성에 맞는 맞춤형 접근이 필요하며, 이를 위해서는 고도화된 공간정보 체계가 뒷받침되어야 한다.

탄소공간지도는 이러한 목적을 위한 핵심 도구로, 이는 도시 내에서 발생하는 탄소 배출의 공간적 분포와 이를 흡수할 수 있는 녹지·수역 등의 요소를 시각적으로 분석할 수 있게 한다. 이 지도는 도시계획자와 정책 결정자들에게 탄소 배출 저감 및 흡수 증대를 위한 다양한 시나리오를 제시할 수 있으며, 특히 고해상도의 공간정보를 통해 산업·교통·주거 등 도시의 다양한 부문에 따른 세부적인 탄소 배출원 분석이 가능하다.

탄소중립도시 사업 가이드라인은 이러한 탄소공간지도를 활용하여 각 지역 및 지구 단위에서의 구체적인 탄소중립 전략을 도출하는 데 기여할 수 있다. 예를 들어 도시 개발이 집중된 지역에서는 교통 인프라 개선과 함께 공원 및 녹지 공간의 확대를 통해 탄소 흡수 능력을 높일 수 있으며, 반면에 농촌 지역에서는 자연기반해법(Nature-based Solutions)을 통한

생태계 복원과 같은 방안을 통해 탄소중립을 촉진할 수 있다.

또한 탄소중립도시의 실현을 위해서는 공간정보 모형의 지속적인 업데이트와 개선이 필요하다. 이는 기후변화의 속도와 영향을 반영하여 도시의 탄소중립 계획이 현실적이고 실행 가능한 목표를 설정할 수 있도록 돕는다. 예를 들어 탄소 배출량이 높은 산업단지나 교통 요충지에 대한 집중적인 감축 노력이 요구될 수 있으며, 이를 효과적으로 달성하기 위해서는 지역별로 차별화된 전략이 필요하다.

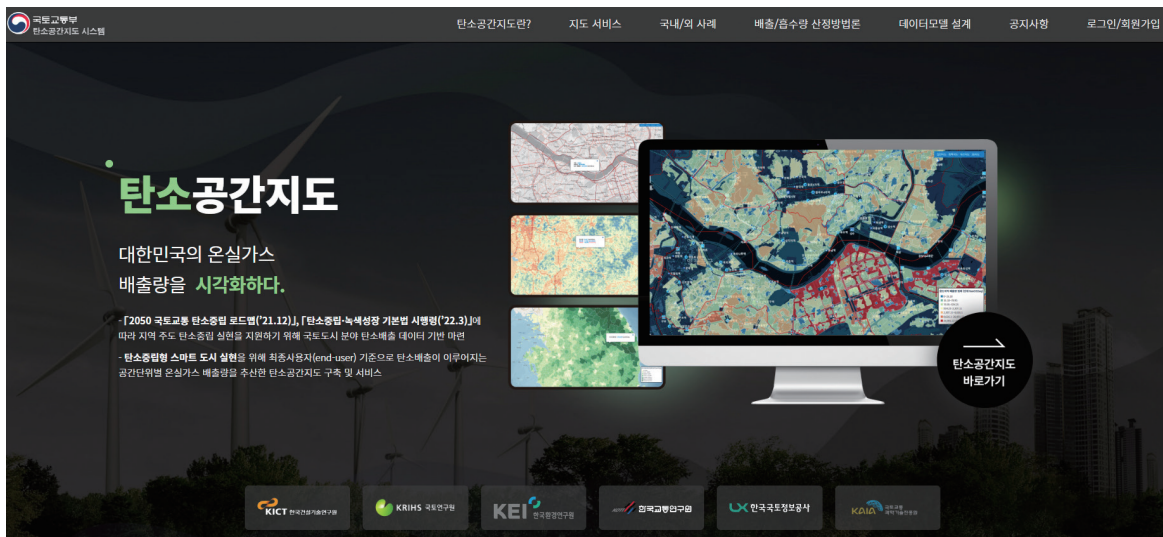
따라서 탄소중립도시를 구현하기 위해서는 도시의 모든 공간 요소를 통합적으로 분석하고 관리할 수 있는 고도화된 공간정보 모형이 필수적이다. 이러한 모형을 바탕으로 한 탄소공간지도와 지역 및 지구 단위의 사업 가이드라인은 탄소중립 목표를 달성하는 데 있어 핵심적인 역할을 할 것이다.

이에 이 글에서는 탄소중립도시 현황 분석의 핵심 도구인 탄소공간지도와 이를 활용한 지역 및 지구 단위의 탄소중립도시 사업 가이드라인을 제시하고자 한다.

탄소중립도시 현황 분석의 핵심 도구: 탄소공간지도

탄소공간지도는 건물·수송·토지이용 등 도시 내 다양한 활동에서 발생하는 탄소 배출량과 흡수량을 격자, 행정구역 등 공간 단위로 시각화한 지도이다(국토교통부, 2024). 이를 통해 각 지역의 탄소중립 수준을 평가하고 모니터링할 수 있다. 특히 지자체의 탄소중립 계획 수립을 지원하고 지역별로 맞춤형 감축 목표와 전략을 설정하는 데 중요한 도구로 활용된다. 이 시스템은 국토교통부에서 구축하여 제공하는 서비스로, 기존 온실가스 통계 기반 공간정책 및 계획 수립의 한계를 보완한다.

이와 유사하게 미국 캘리포니아에서는 시나리오 기반의 센서스 단위 가구당 평균 탄소발자국 지도를 작성하여 탄소 배출 감축 인벤토리와 함께 소비 기반의 고해상도 계획 모델을 사용, 온실가스 감축 목표 달성을 위한 잠재적인 정책과 프로그램을 정량화하여 온실가스 감축 공간계획 수립의 우선순위를 결정한 사례가 있다(Jones et al., 2018). 한국환경연구원에서는 밀도나 토지이용 등 계획요소가 주민 탄소발자국에 미치는 영



국토교통부 탄소공간지도 시스템

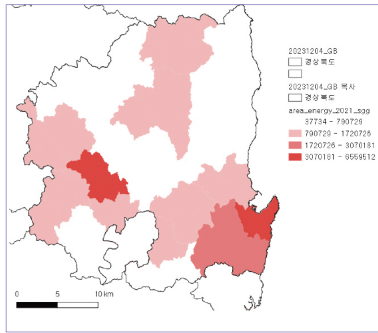
출처: 국토교통부 탄소공간지도 시스템. <https://www.carbonmap.kr/space.do>

향(Kim & Noh, 2024)을 고려하여 탄소 배출 활동량을 탄소공간지도상에 표출하는 방안도 연구 중이다.

현재 국토교통부의 탄소공간지도는 지역별, 용도지역별 그리고 산업별 탄소 배출량 및 흡수량을 정밀하게 측정하여 탄소중립 목표 달성을 위한 기초 자료를 제공한다. 예를 들어 경상북도와 안동시를 대상으로 한 모의적용 결과(김태현 외, 2024)에서 나타났듯이 특정 산업단지나 교통 밀집 지역에서의 높은 탄소 배출량을 정확히 파악할 수 있었다. 이러한 분석을 통해 각 지역의 특성에 맞춘 맞춤형 탄소중립 전략을 수립할 수 있다.

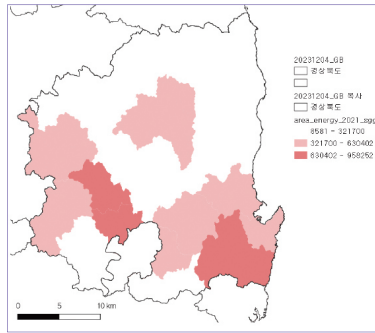
탄소공간지도는 도시와 지역의 탄소중립 전략 수립에 있어 매우 중요한 역할을 한다. 경상북도의 경우 주요 산업도시인 포항과 구미에서 상당한 탄소 배출이 발생하는 반면, 경북 북부의 산림 지역에서는 높은 탄소 흡수량이 기록되었다(김태현 외, 2024). 이는 탄소중립 목표를 달성하기 위해 탄소 배출이 집중되는 지역에 대한 맞춤형 저감 정책이 필요함을 시사한다. 포항과 구미 같은 산업도시에서는 산업 구조의 전환과 더불어 저탄소 기술 도입이 필수적이며, 반면 산림 지역에서는 탄소 흡수능력을 강화하기 위한 생태계 복원 및 보호 조치가 요구된다.

탄소공간지도 시스템으로 파악한 경상북도 부문별 탄소배출 현황

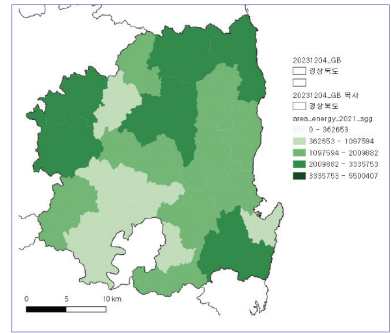


건물 부문

출처: 김태현 외(2024, pp.157-158)



수송 부문



흡수원

또한 탄소공간지도는 탄소 배출과 흡수의 공간적 분포를 기반으로 도시 계획에서의 우선순위를 설정하는 데 중요한 도구로 활용될 수 있다. 안동시의 신시가지나 주요 산업단지가 위치한 지역에서는 전기와 가스 사용에 따른 탄소 배출이 높게 나타났으며(김태현 외, 2024), 이는 해당 지역에서 에너지 효율화와 함께 재생에너지 사용 확대가 필요함을 보여준다. 반면 산림이 많은 지역에서는 자연 기반의 탄소 흡수 전략을 강화하는 것이 중요하다.

이처럼 탄소공간지도는 탄소중립 목표 달성을 위한 도시계획과 환경정책 수립에 있어 실질적인 기초 자료를 제공하며, 각 지역의 특성에 맞춘 맞춤형 접근을 가능하게 한다. 이는 기초지자체들이 탄소중립을 달성하기 위한 실질적인 지침을 마련하는 데 큰 도움이 된다. 또한 이러한 공간 정보를 바탕으로 한 계획 수립은 탄소 배출을 줄이고 탄소 흡수를 증대시키는 효과적인 방법을 제공하여 궁극적으로는 지속가능한 도시 발전을 이루는 데 기여할 수 있다.

공간정보를 활용한
지역·지구 단위
탄소중립도시 사업
가이드라인

탄소중립도시의 계획과 실행을 효과적으로 지원하기 위해서는 각 지역과 지구 단위에서의 구체적인 사업 가이드라인이 필수적이다. 이 과정에서 공간정보를 활용한 접근은 필수적이며, 이를 통해 지역별 특성과 필요

에 맞는 맞춤형 전략을 수립할 수 있다. 예를 들어 주거지·산업지·녹지 등의 용도지역별로 탄소 배출 및 흡수 특성을 분석하여 해당 지역에 적합한 탄소 저감 및 흡수 전략을 개발할 수 있다. 이러한 전략은 지역의 탄소중립 목표를 달성하는 데 크게 기여할 수 있다.

지자체를 대상으로 한 시나리오 바탕의 공간정보 활용 가이드라인 예시로, 탄소 배출원의 공간적 분석을 통해 각 읍·면·동별 탄소 배출 현황을 상세히 파악한 후 이를 바탕으로 지역별 특성에 맞춘 맞춤형 저감 대책을 설계할 수 있다. 에너지 소비가 높은 지역에서는 에너지 효율을 높이기 위한 조치를 적극 도입하고, 가스와 전기 사용을 줄이는 정책을 시행하는 시나리오가 가능하다. 이러한 정책은 고효율 가전제품 보급 확대, 스마트 그리드 도입, 건물의 단열 성능 개선 등을 포함할 수 있다.

반면 산림이 풍부한 지역에서는 자연 기반 해법을 적용하여 탄소 흡수 능력을 극대화하는 가이드라인을 구상할 수 있다. 숲 가꾸기와 같은 방법을 통해 산림의 탄소 흡수력을 강화하고, 도시 내 녹지 확대와 녹색 인프라 구축을 통해 탄소 흡수원을 늘리는 전략을 세울 수도 있다. 이 외에도 해당 지역의 생태적 가치를 높이는 생물 다양성 보전 활동과 함께 지역 주민들과의 협력을 통해 장기적인 생태계 복원을 추진하는 방안을 고려할 수 있다.

이러한 공간정보 기반의 접근은 탄소중립도시 계획에서 단순히 탄소 배출을 줄이는 것 이상의 효과를 가져다준다. 지역의 사회적·경제적 특성을 반영하여 지속가능한 도시 환경을 구축하는 데 기여하며, 지역 간 불균형을 해소하고, 각 지역의 특화된 자원을 활용한 맞춤형 전략을 수립하는 데 필수적이다. 산업 활동이 활발한 지역에서는 에너지 효율화와 산업 구조 전환을 통해 탄소 배출을 저감할 수 있으며, 산림이 풍부한 지역에서는 이와 같은 자원을 최대한 활용하여 탄소 흡수원 확대 전략을 추진할 수 있다.

또한 이러한 가이드라인은 기초지자체들이 탄소중립을 달성하기 위한 실질적인 지침을 제공하여 사업의 효율성과 효과성을 높이는 데 기여할 수 있다. 각 지역의 특성에 맞춘 맞춤형 전략은 지역 주민들의 이해와 협력을 얻는 데도 중요한 역할을 하며, 이는 탄소중립 목표 달성에 필요한 사회적 합의를 형성하는 데 기여한다.

따라서 공간정보를 활용한 지역 및 지구 단위의 탄소중립도시 사업 가이드라인은 지자체의 특성에 맞춘 맞춤형 저감 대책을 통해 탄소중립

목표 달성을 지원하고, 지역사회와의 협력을 통해 지속가능한 발전을 도모할 대안이 될 수 있다.

더 나아가 기후변화 대응과 탄소중립 목표를 효율적으로 달성하기 위해서 탄소중립도시 사업 가이드라인에 도시·환경·방재 분야의 공간정보를 통합적으로 연계·활용한 기후적응 공간계획 방안(김태현, 2015)을 포함시키는 것도 중요한 전략적 요소가 될 수 있을 것이다.

공간정보를 통한 통합적 접근의 필요성

지자체의 국토-환경계획 통합 관리방안은 탄소중립 목표를 달성하기 위한 중요한 전략 중 하나로, 공간정보의 활용을 통해 더 큰 효과를 거둘 수 있다. 탄소중립은 다양한 부문에 걸쳐 복합적인 접근이 요구되는 과제로, 이를 효과적으로 추진하기 위해서는 모든 관련 요소를 종합적으로 관리하고 조정할 수 있는 체계적인 접근이 필요하다. 이러한 접근에서 공간정보는 핵심적인 역할을 하며, 탄소 배출 및 흡수와 관련된 데이터를 통합적으로 관리하고, 각종 계획 수립과 정책 결정에 중요한 기초 자료를 제공하는 도구로 활용된다.

공간정보는 각 지역의 탄소 배출원과 흡수원을 정밀하게 파악할 수 있는 능력을 제공하여 지자체가 지역별 특성에 맞는 탄소중립 전략을 수립할 수 있도록 지원한다. 앞서 언급한 경상북도와 안동시의 사례에서 볼 수 있듯이 이들 지역에서는 공간정보 시스템을 활용하여 전력소비·교통·산업배출 등의 요소를 분석하고, 이러한 분석 결과를 바탕으로 맞춤형 저감 대책을 수립하였다. 이와 같은 통합적 접근은 지자체의 특성을 고려한 정책 수립을 가능하게 하며, 보다 효과적이고 현실적인 탄소중립 목표 달성 방안을 제공한다.

공간정보 시스템은 단순히 데이터의 집합체를 넘어 실시간으로 정보를 제공하고, 다양한 시뮬레이션을 통해 미래의 시나리오를 예측하는 데에도 유용하다. 이는 정책 결정자가 보다 정확한 데이터를 기반으로 탄소중립 목표를 설정하고, 그 목표를 달성하기 위한 최적의 경로를 계획하는 데 도움을 준다. 탄소공간지도를 활용하면 특정 지역에서 발생하는 탄소 배출량을 시각적으로 확인하고, 이를 저감하기 위한 다양한 시나리오

를 시뮬레이션할 수 있다.

특히 지자체의 국토-환경계획 통합관리는 공간정보를 통해 기존의 단편적인 접근에서 벗어나 모든 관련 요소를 종합적으로 고려하는 포괄적인 전략을 구현할 수 있도록 한다. 이를 통해 탄소 배출이 집중된 지역에는 저감 정책을 집중하고, 탄소 흡수원이 부족한 지역에는 산림 조성이나 녹지 확충 같은 대책을 추진할 수 있다. 이러한 맞춤형 접근은 기초지자체에서 탄소중립을 달성하기 위한 실질적인 가이드라인을 제공하며, 사업의 효율성과 효과성을 높이는 데 크게 기여할 수 있다.

결론적으로, 탄소중립도시 계획을 위한 공간정보 모형은 도시와 지역 단위의 탄소 배출과 흡수를 종합적으로 관리하고, 지역별 특성을 반영한 맞춤형 전략을 수립하는 데 필수적이다. 공간정보의 통합적 접근을 통해 우리는 보다 효율적이고 효과적인 탄소중립도시를 구현할 수 있으며, 이는 궁극적으로 기후변화에 대응하고 지속가능한 도시 환경을 조성하는 데 중요한 역할을 할 것이다.

급변하는 기후위기 시대에 대응하기 위해서는 결국 건축과 도시공간 정책이 탄소중립도시로의 전환을 이끄는 중요한 역할을 해야 한다. 이는 지속가능한 미래를 보장하기 위한 필수적인 전략으로, 공간정보의 통합적 활용과 기후대응 공간계획을 통해 도시의 회복력을 강화하고, 탄소중립 목표를 실현하는 길을 열어갈 수 있을 것이다.

참고문헌

- 1 국토교통부 탄소공간지도 시스템. <https://www.carbonmap.kr/space.do>(검색일: 2024.8.12.)
- 2 김태현. (2015). 기후변화 적응 공간계획을 위한 도시, 환경, 방재 간 공간정보 연계·활용방안. 환경정책연구, 14(1), 85-112.
- 3 김태현, 이지영, 송슬기, 송지윤, 김근한, 김태현, 권용석, 홍사흠, Neubert, M., Wende, W. (2024). 탄소중립을 고려한 지자체 국토-환경계획 통합관리방안. 한국환경연구원.
- 4 Jones, C., Wheeler, S., & Kammen, D. (2018). Carbon Footprint Planning: Quantifying Local and State Mitigation Opportunities for 700 California Cities. *Urban Planning*, 3(2), 35-51. <https://doi.org/10.17645/up.v3i2.1218>
- 5 Kim, T., & Noh, Y. (2024). Planning factors affecting carbon footprints of residents: Density, land use, and suburbanization. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 51(1), 157-173. <https://doi.org/10.1177/23998083231172990>