

환경 및 응용기상 분과 [P-206]

AI 기반 도시 도로 CO₂ 농도 시·공간 변동성 추정

임재현¹, 정수종²

¹서울대학교 농업생명과학대 협동과정 농림기상학과

²서울대학교 환경대학원 환경관리학과

교통부문은 전 세계 CO₂ 배출의 주요 원인이며, 특히 도시 지역 도로 교통에서의 배출 비중이 점차 증가하고 있다. 이를 정량적으로 평가하고 관리하기 위해 통계 기반의 배출 인벤토리가 활용되고 있지만, 이는 총배출량 산정에 초점을 두기 때문에 실제 도로의 CO₂ 농도 특성을 반영하지 못한다. 농도는 단순한 배출량이 아닌, 차량에서 배출된 이후 주변 토지피복과 기상 조건, 대기 혼합 과정 등과 상호 작용하여 결정된다. 실제 농도가 기후와 대기 환경 변화를 유발한다는 점에서, 도로상 CO₂ 농도의 시·공간적 변화를 정밀하게 파악하는 것은 기존 인벤토리의 한계를 극복하고, 도시·도로별 특성을 고려한 맞춤형 관리 전략을 수립하는 데 필수적이다. 따라서, 본 연구는 인천과 시흥 지역에서 수행한 이동 관측 자료를 바탕으로, 교통량·속도 등 교통 변수뿐만 아니라 기상 조건, 도로 유형, 토지피복과 같은 공간 환경 정보를 통합한 AI 기반 도로 CO₂ 예측 모델을 구축하였다. 모델 성능의 경우, 공간 환경 변수를 포함한 모델의 예측력이 향상 되어($r^2 = 0.90$), 단순히 교통 변수만 활용한 모델보다($r^2 = 0.8$) 높은 설명력을 보였다. 모델을 통해 산출된 도시 도로 CO₂의 시·공간 분포를 분석한 결과, 교통·산업 지역 도로에서 가장 높은 CO₂ 농도가 관측되었으며, 반대로 식생이 우세한 도로에서는 여름철에 뚜렷한 CO₂ 저감 효과가 확인되었다. 또한 두 도시 모두 주거 지역에서 겨울철 일관된 고농도 현상이 나타나 계절적 변동성이 뚜렷하게 드러났다. 이러한 결과는 도로 환경과 토지피복이 도로상 CO₂ 시·공간적 변동을 결정짓는 핵심 요인임을 보여주며, 고해상도 이동 관측과 AI 모델링의 결합이 도시 도로 CO₂ 배출 평가를 고도화하고 맞춤형 저감 전략을 마련하는 데 효과적인 방법임을 시사한다.

Keywords: 도로, CO₂, 이동 관측, AI, 토지피복 유형

※ 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 관측기반 온실가스 공간정보지도 구축 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다 (RS-2023-00232066)