

환경 및 응용기상 분과 [P-219]

3차원 입체 관측을 통한 산업단지 내 VOCs와 NO₂ 농도의 공간분포 분석

최예원¹, 이예주¹, 고원석², 김용찬², 김연욱³, 김수연², 도현석², 김지민², 최민서⁴, 전예지², 이현서¹, 박찬호¹, 곽경환², 박광수⁵, 이준수⁵, 김단비⁵

¹강원대학교 환경융합학부

²강원대학교 환경학과

³강원대학교 환경연구소

⁴강원대학교 미세먼지통합관리학과

⁵원주지방환경청 환경관리과

산업단지에서 화학물질 제조와 화석연료를 이용한 폐기물 소각 처리 등으로 인해 대기오염물질이 발생한다. 유기용제 사용 및 유통 과정에서의 VOCs의 증발과 고온 연소 및 산업용 운반 차량으로 인한 NOx의 불특정한 배출로 인해 대기 중에서 독성과 발암성을 띠는 2차 오염물질이 생성된다. 한편, 기존에 NOx와 VOCs의 분포 특성에 대하여 지상 이동 장치와 고정 관측 장비를 사용한 연구사례는 많지만 3차원 입체 관측을 통한 연구사례는 충분하지 않으며 주로 평면적인 공간분포 분석이나 특정 지점의 시간 변동에 국한되어 있다. 그러한 이유로는 기존의 고정식 측정 장비는 관측자료의 공간 해상도가 낮거나 정확도가 떨어지는 단점 등이 있기 때문이다. 반면 드론의 경우 1km 고도 이내에서 안정적으로 상승·하강 및 정지비행이 가능하다. 또한, 기존의 항공기 또는 라디오존데 장비에 비하여 유지비용이 저렴하며, 시공간적 제약이 적기 때문에 기존 관측 장비의 단점을 보완할 수 있다. 이에 본 연구에서는 드론과 지상 이동 측정을 결합하여 3차원의 공간분포 특성을 파악하려고 한다. 공간적 관측 공백을 최소화하기 위해 지상 이동 측정은 자전거와 함께 선택적 다중 이온 질량 분석기(SIFT-MS)를 장착한 차량을 이용하였고 연직적인 분포를 알기 위해 드론을 이용하였다. 측정 기간은 2025년 8월 10일과 11일이며, 측정 장소는 충청북도 충주 일반산업단지이다. 드론은 총 9회 비행하였으며, 30m, 50m, 120m, 150m 고도에서 매 비행마다 930초 정지 관측하였다. 정해진 경로를 따라 자전거는 총 20회, 차량은 총 13회 측정하였다. 관측 데이터를 이용하여 NOx와 VOCs 농도와 배출원의 분포를 3차원으로 분석하였다. 분석 결과 수평분포에서는 섬유공장과 공원 등 일부 구역에서의 VOCs 배출량이 높았으며 연직 분포에서는 산업단지 굴뚝 높이인 150m 부근에서 배출량이 높았다. 산업단지 내 3차원 입체 관측을 통해 NOx와 VOCs의 공간분포를 분석함으로써 산업단지에서의 대기오염 배출량 저감을 위한 소규모 공간의 대기질 모니터링에 활용될 것으로 기대된다.

Keywords: 산업단지, 공간분포, 입체 관측, VOCs, NO₂

※ 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (RS-2024-00356913).