

환경 및 응용기상 분과 [P-190]

기후 변화에 따른 식생 변화가 동아시아의 BVOC 배출과 대기질에 미치는 영향

백승희¹, 박민준¹, 조유진², 김윤하³, 이효정^{2,4}

¹부산대학교 지구환경시스템학부 대기과학전공

²부산대학교 환경연구원

³International Institute for Applied Systems Analysis

⁴부산대학교 대기환경과학과

잎면적지수(Leaf Area Index, LAI)는 단위 면적당 총 잎 면적을 의미하는 핵심 생태 지표로, 주로 위성 관측을 통해 산정된다. 최근 위성 자료에 따르면 기후변화에 의한 온난화와 대기 중 이산화탄소(CO₂) 증가의 영향으로 전 세계적으로 LAI가 상승하고 있으며, 특히 중·고위도에서 증가가 두드러진다. LAI 증가는 광합성 및 생산성을 높여 생물기원 휘발성유기화합물(Biogenic Volatile Organic Compounds, BVOCs) 배출을 증가시킨다. BVOCs는 생물기원 2차유기 에어로졸(Biogenic Secondary Organic Aerosol, BSOA)과 대류권 오존(O₃) 생성의 주요 전구물질로서 대기 오염 심화를 초래할 수 있으므로, LAI 변화에 따른 대기질의 복합적 반응을 정량적으로 규명할 필요가 있다.

자연 기원 배출량 산정에 널리 사용되는 MEGAN(Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature)은 고정된 과거(2003년) 식생 입력자료에 의존한다는 한계가 있다. 본 연구에서는 동아시아 대기질에 대한 최신 식생 조건의 영향을 평가하기 위해 WRF-Chem을 이용한 민감도 실험을 수행하였다. 하나는 고정된 2003년 LAI를, 다른 하나는 MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) 위성 관측으로부터 산정된 2024년 LAI를 MEGAN 입력으로 사용하여 두 실험을 비교하였다.

MODIS 관측에 따르면 동아시아 전역에서 여름철 LAI 및 LAIv(식생피복분율로 보정한 LAI)가 증가하는 경향을 보였다. 2003년 대비 2024년 8월의 자연기원 배출량은 중국에서 뚜렷하게 증가하였고, 한반도에서는 α -피넨(α -pinene, API) 배출량이 증가한 반면 이소프렌(isoprene, ISO) 배출량은 감소하였으며, 일본은 전반적으로 감소 경향을 보였다. 이는 지역별 식생 조성 차이를 반영하는 것으로 보인다. API 배출은 모노테르펜류와, ISO 배출은 아이소프렌/세스퀴테르펜류와 강한 상관을 보였고, 2차 생성 오염물질인 BSOA 변화는 API 배출과의 상관성이 특히 높게 나타났다. 반면 O₃는 전반적으로 상관이 약했지만, NO_x-saturated 도시 지역에서는 O₃ 변화가 BVOC 변화와 밀접하게 일치했다. 또한, 교외 지역(suburban)에서는 O₃ 증가폭이 더 크게 나타났으며 이는 BVOC 및 LAIv 분포와 잘 부합하였다. 마찬가지로 BSOA와 BVOC의 변화도 도시보다 교외 지역에서 더 두드러졌는데, 이는 해당 지역에서의 식생 변화가 더 컸기 때문이다. 전반적으로 본 연구는 대기화학에서 식생 역학의 결정적 역할을 강조하며, 기후변화에 따른 미래 대기질 평가에 이를 체계적으로 반영할 필요성을 제기한다.

Keywords: MEGAN, LAI, WRF-Chem, BVOC, O₃

※ 이 연구는 한국연구재단 대학중점연구소지원사업(RS-2020-NR049592)과 중견연구지원사업(RS-2022-NR069425)의 지원으로 수행되었습니다.