

환경 및 응용기상 분과 [P-203]

종관 규모 기상조건이 연안지역의 오존 연직구조에 미치는 영향: 모델링 및 오존존데 관측 기반 분석

박민준¹, 백승희¹, 박주선³, 이종재^{4,5}, 오상석¹, 강현규⁶, 김주완⁶, 박상서⁴, 이효정^{2,3}

¹부산대학교 지구환경시스템학부

²부산대학교 대기환경과학과

³부산대학교 환경과학원

⁴울산과학기술원 지구환경도시건설공학과

⁵동남권 미세먼지 연구관리센터

⁶공주대학교 대기과학과

대류권 오존(O₃)은 인체 건강과 환경에 심각한 영향을 미칠 수 있으며, 특히 동북아시아 지역에서 지속적으로 증가하여 주요 대기 오염 문제로 보고되었다. 대류권 오존 농도는 지역적으로 배출된 질소산화물(NO_x)과 휘발성유기화합물(VOCs)의 광화학 반응, 주변 지역으로부터의 수평 수송, 성층권 기원의 유입 등 다양한 과정에 의해 영향을 받는다. 본 연구에서는 지역적 배출, 장거리 수송, 그리고 기상 조건이 한국의 주요 배출원 인근 연안 지역(서해안: 서울, 인천, 서산 / 동해안: 포항, 울산, 부산)의 하층 대류권 오존 연직 구조에 미치는 영향을 오존존데 관측을 통해 분석하였다. 2024년 2월부터 3월까지 수행된 ASIA-AQ(Airborne and Satellite Investigation of Asian Air Quality) 캠페인 기간 동안, 대기화학수송모델인 WRF-Chem과 CMAQ 모의 결과를 지상 대기오염측정망(AQMS)의 NO₂ 및 O₃ 측정값, 종관기상관측지점(ASOS)의 기상 변수, 오존존데 관측 연직 프로파일과 비교 분석하였다. 연평균 NO₂ 농도는 동해안이 서해안보다 약 5 ppb 낮았던 반면, O₃ 농도는 동해안 지역에서 약 7 ppb 더 높았으며, 특히 동해상 배경 농도 지역에서 더 높은 농도가 나타났다. 오존존데 연직 프로파일에서 두 해안 모두 고도 5 km 이상에서 유사한 오존 농도를 보였으나, 5 km 이하에서는 뚜렷한 차이를 보였는데, 이는 종관규모기상 변동과 지역적 배출 특성이 반영된 결과이다. 특히, 모델 모의 결과와 오존존데 관측에서 모두 동해안에서 발생하는 오존 재순환 과정을 확인하였다. 기상학적 조건에 의해 나타나는 재순환 과정은 동해안 지역 하층 대류권 오존 연직구조를 형성하는 데 중요한 영향을 미친다. 또한, 동해안 지역의 상대적으로 낮은 NO₂ 농도는 야간에도 높은 O₃ 농도가 지속되는 데 기여하였다. 본 연구 결과는 지상 관측, 오존존데, 모델 자료를 통합적으로 활용하여 대류권 오존 공간분포 변동성을 확인할 수 있으며, 향후 보다 정교한 모델링 실험 및 재분석 자료를 활용해 대기경계층 내 오존 재순환 특성에 대한 연구가 필요하다.

Keywords: 대류권 오존(Tropospheric Ozone), 오존존데(Ozone Sonde), 대기화학수송모델(WRF-Chem, CMAQ), 해안 지역 재순환

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