

OPA13) 화력발전소 배출량에 의한 여름철 O₃ 농도 변화 특성

김동진·전원배¹⁾·박재형·문정혁

부산대학교 지구환경시스템학부, ¹⁾부산대학교 대기환경학과

1. 서론

화력 발전소에서 배출되는 질소산화물(NO_x)과 휘발성 유기화합물(VOCs)은 오존(O₃)의 주요 전구물질로서 화학 반응을 통해 O₃ 생성에 기여하기 때문에 발전소 주변 지역 고농도 O₃ 원인이 될 수 있다. 최근 국가에서는 대기질 관리계획의 일환으로 석탄 화력 발전소의 감축조치를 시행하고 있다. 이에 따르면 고농도 계절에 집중 감축조치를 취하고 노후 석탄 화력 발전소의 폐쇄 일정을 앞당기고, 석탄발전소 설비 및 시설 개선 등의 조치를 취하고 있다. 하지만 O₃의 생성은 NO_x와 VOCs를 포함한 여러 가지 전구물질들의 화학 반응에 의해 결정되기 때문에 화력 발전소 배출물질의 저감이 주변지역 O₃ 농도에 미치는 영향은 복잡한 형태로 나타날 수 있다. 따라서 화력발전소 감축 조치로 인한 대기질 개선 효과를 정확하게 예측 및 평가하기 위해서는 O₃의 생성 및 소멸 기작에 대한 이해를 바탕으로 심도 있는 연구를 진행해 볼 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 화력 발전소의 배출량 제거 시 나타나는 O₃의 농도 변화 특성을 자세히 살펴보고자 하였다.

2. 자료 및 방법

본 연구에서는 수치모델을 이용하여 화력발전소 배출물질이 주변지역 O₃ 농도에 미치는 영향을 분석하였다. 기상모델인 WRF (v3.8.1)와 대기질 모델인 CMAQ (v5.0.2)을 이용하여 하동 화력 발전소를 포함하는 광양만 권역에 대한 O₃ 및 전구물질의 농도를 수치 모의하여 결과를 분석하였다. 연구대상 지역인 광양만 권역은 광양 제철소, 여수 국가 산업단지, 하동화력발전소 등 다양한 오염물질 배출원이 밀집되어 있어 고농도 O₃이 빈번하게 발생하는 지역이다. 모델링 영역은 D1(150×135 km, 해상도 27 km)의 동아시아 영역과 D2(130×130 km, 해상도 1 km)의 광양만 권역으로 설정하였고, 2016년 여름(6월-8월) 3개월에 대한 수치모의를 수행하였다. 배출량 자료는 CAPSS 2016년 자료를 사용하였고, 화력발전소 배출물질의 영향만을 분석하기 위해 하동 화력발전소 배출량을 제거한 경우와 제거하지 않은 경우를 각각 수치 모의하여 O₃, 그리고 주요 전구물질인 NO_x, VOCs의 농도 변화 특성을 비교 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

하동 화력발전소 배출량 제거에 따른 O₃, NO_x, VOCs 등의 농도 변화를 분석하였다. 그 결과 NO, VOCs 농도는 각각 최대 약 24.5 ppb, 3.2 ppb 감소하는 것으로 나타났고, 이러한 농도 변화는 배출량이 제거되지 않은 사례와 비교 하였을 때 각각 약 82.3%, 13.7% 감소한 수치였다. 다른 물질의 농도 변화와는 달리 O₃ 농도는 최대 약 8.4 ppb (약 41%) 증가하는 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 O₃ 농도 변화가 단순히 NO_x, VOCs 등의 배출량 저감에 비례하여 나타나지 않음을 의미한다. O₃ 농도와 NO 농도의 수평 분포를 비교해 본 결과 NO 농도의 감소가 나타나는 지역을 중심으로 O₃ 농도가 증가하는 것이 확인 되었다. 이는 발전소 배출량 저감에 따른 NO 농도의 감소가 O₃ 적정작용(NO+O₃→NO₂+O₂)을 완화시켜 오히려 O₃의 농도 증가를 야기한 것으로 분석 된다. 해당 결과는 O₃의 농도 변화가 배출량의 감소에 단순히 비례하지 않고, 여러 복잡한 화학과정에 의해 복합적으로 결정됨을 보여준다. 따라서 화력 발전소 배출량 감축 효과에 대한 정확한 예측 및 평가를 위해서는 지역별 오염물질의 배출특성을 고려한 신중한 접근이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2020 R1A6A1A03044834).