

## ONAS) 야간 이질계 화학을 통한 질산염 생성 연구

조현영<sup>1)</sup> · 이효정<sup>1)</sup> · 조유진<sup>2)</sup> · 김철희<sup>1),2)</sup>

<sup>1)</sup>부산대 환경연구원, <sup>2)</sup>부산대학교 대기환경과학과

### 1. 서론

최근 한반도에 고농도 초미세먼지가 자주 발생하며 미세먼지 비상저감조치가 시행되고 있다. 많은 선행 연구에서 고농도 초미세먼지 발생 시 황산염, 질산염, 암모늄염과 같은 무기이온성분들이 상당한 부분을 차지하고 있으며 특히 질산염이 고농도 수준을 보이고 PM<sub>2.5</sub>농도의 변화 양상과 유사한 양상을 보이고 있었다. 이를 통해 질산염이 초미세먼지의 주요 인자이며 더 나아가 초미세먼지 예보 정확도를 높이기 위해서는 질산염 농도 예측이 중요하다. 또한 정확한 질산염 농도 예측을 위해서는 생성 과정을 이해하는 것이 중요하며 특히 밤 동안 질산염 생성 과정에 대한 연구가 중요하다. 밤 동안의 질산염 생성 화학 과정의 주요 인자는 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(오산화이질소)이며 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> heterogeneous chemistry(이질계 화학) 통한 질산염 생성은 흡착 계수에 의해 결정되므로 밤 동안 질산염 생성 화학 과정의 정확도를 위해서는 신뢰할 수 있는 흡착 계수를 포함하고 있어야 한다. 따라서 본 연구에서는 모델링을 통하여 밤 동안의 질산염 생성 모의과정에서의 흡착 계수에 대한 영향 및 불확실성을 파악하고 질산염 생성 모의 향상시킬 수 있는지 살펴보았다.

### 2. 자료 및 방법

본 연구에서 사용된 기상모델은 WRF이며 질산염 농도를 모의하기 위해 대기질 수치모델인 CMAQv5.0.2를 이용하였다. CMAQ 모델의 화학메커니즘은 SAPRC99-AERO5 옵션을 선택하였으며 인위적 배출자료로 동북아시아에 대해서는 INTEX-B자료를, 우리나라에 대해서는 CAPSS자료를 사용하였으며 자연적 배출자료로는 MEGAN을 이용하여 모델링을 수행하였다. 사례기간은 자체배출에 의한 밤 동안의 이질계 화학 과정의 영향을 살펴보고자 외부유입이 없는 대기정체사례로 선정하였고 2016년 3월 16일부터 18일이다. CMAQ 모델 흡착 계수는 기온, 상대습도, 무기이온성분들의 함수로 표현되어 있으며 기본값을 사용한 실험(N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>\_ON)과 값을 0으로 두어 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> heterogeneous chemistry(N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 이질계 화학)과정을 통한 질산염 생성을 무시한 실험(N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>\_OFF) 그리고 증가를 통한 실험을 수행하였다.

### 3. 결과 및 고찰

우선 WRF-CMAQ 모델링을 통한 질산염 생성과정을 살펴보면 과소모의하는 사례에서 낮과 밤의 질산염 생성기작을 잘 보여주고 있었다. 특히 밤 동안의 고농도 수준을 유지하던 NO<sub>3</sub>와 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 급격히 감소하면서 질산염 농도가 증가하는 모습을 보여 질산염 생성과정에서 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 중요 물질임을 확인할 수 있었다.

하지만 과소모의 사례에서 밤 동안에 관측과의 농도 값에 큰 차이를 보여 흡착 계수 민감도 실험을 통하여 불확실성을 살펴보았다. 특히 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>\_ON과 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>\_OFF 실험 차이를 통해서 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>농도에 의한 질산염 생성과정을 뚜렷하게 살펴볼 수 있었으며 질산염 농도가 직접적으로 PM<sub>2.5</sub>농도에 영향을 줌을 확인할 수 있었다. 또한 흡착 계수의 증가를 통하여 관측과 유사한 수준의 농도를 보여 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> heterogeneous chemistry과정이 질산염 생성에 기여하며 개선의 여지를 확인할 수 있었다.

본 연구는 흡착 계수의 조절에 따른 질산염 농도 및 초미세먼지 농도 개선을 확인하였으며 정확한 미세먼지 농도 예측을 위해서는 정확한 흡착 계수를 사용한 N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> heterogeneous chemistry가 반드시 고려되어야 함을 보여주었다.

### 감사의 글

본 논문은 2020년도 교육부 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2020R1A6A1A03044834).