

## 1D6) 동북아시아 지역에서의 질소의 배출원-수용지 관계 분석

### A Study of Source-receptor Relationships for Nitrogen in Northeast Asia

김유정<sup>1)</sup> · 마영일<sup>1)</sup> · 박재은<sup>2)</sup> · 최기철<sup>2)</sup> · 김정수<sup>3)</sup> · 장임석<sup>3)</sup> · 선우영<sup>1),2)</sup>

<sup>1)</sup>건국대학교 환경공학과, <sup>2)</sup>건국대학교 신기술융합학과,

<sup>3)</sup>국립환경과학원 지구환경연구소

#### 1. 서 론

한국, 중국, 일본 등이 속해있는 동북아시아지역은 지속적이고 빠른 경제성장과 많은 인구, 높은 에너지 소비율에 의해 각종 환경문제가 발생하고 있으며, 이러한 문제는 전세계적인 주목을 받고 있다. 특히 대기 오염물질의 경우 장거리이동 특성으로 인하여 국제적인 문제로 부각되고 있다. 이미 대기오염물질에 대한 월경문제는 여러 연구를 통해 이뤄지고 있으나, 그 영향을 정량적으로 규명한 사례는 많지 않다. 이에 본 연구는 질소의 동북아시아(한·중·일 3국)에서의 장거리이동에 대한 배출원-수용지 관계를 정량적으로 규명하고자 한다.

#### 2. 연구 방법

동북아시아의 질소에 대한 배출원-수용지 관계를 도출하기 위하여 CMAQ을 이용하여 2006년 3월, 7월 에 대해 대기질 모델링을 수행하였고, 그 결과를 EMEP(European Monitoring and Evaluation Program) method-3(MEP/MSC-W, 1999)를 이용하여 정량적인 배출원-수용지 분석을 하였다.

대기질 모델링의 모사 대상 지역은 19°N~45°N, 98°E~147°E, 수평격자크기는 60km, 수직층은 기상장과 같은 23개 층으로 설정하였다. 화학반응 메카니즘은 SAPRC99를 사용하였으며, 건성/습성 침적 및 구름과정(cloud process)은 RADM 모듈을 사용하였다. 모델링 초기조건과 경계조건은 오존은 40ppbV로, 그 이외 모든 물질은 없는 것으로 설정하였고, 5일의 pre-run기간을 두었다.

대기질 모델의 주요 입력자료인 기상장과 배출량은 각각 MM5 및 SMOKE를 이용하여 산출된 시간별 자료를 사용하였다. SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOCs, CO, PM<sub>10</sub>의 배출량 자료는 INTEX 2006 자료, NH<sub>3</sub>는 TRACE-P의 2000년 자료를 REAS 배출목록에서 도출한 지역별 projection factor를 활용하여 산출한 2006년 배출량을 이용하였다. 이 배출량 자료는 county 단위의 공간할당계수를 이용하여 공간적으로 세분화된(60km×60km) 격자배출량으로 처리하여 대기질모델링에 사용하였다.

위와 같은 방법으로 산출된 질소는 EMEP method-3를 이용하여 배출원-수용지 관계를 분석하였다. 이는 특정 지역의 오염물질 배출로 인한 주변 지역의 영향을 확인하기 위한 방법으로서, 대상영역의 모든 지역의 배출량을 고려한 모델링 결과와 대상영역 중 특정 지역만의 배출량을 감소시킨 모델링 결과의 차를 이용하는 방법이다. 본 연구에서는 그림 1과 같이 동북아시아를 5개의 지역으로 구분하였고, 지역별로 각각 NO<sub>x</sub> 배출량을 20% 감소시킨 대기질 모델링 결과를 사용하여 질소의 배출원-수용지 관계를 분석하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

CMAQ을 이용하여 질산가스(HNO<sub>3</sub>), 무기질산염으로서 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 유기질산염으로서 PAN의 건성/습성 침적량을 산정하였다. 그 결과, 질소의 3월의 건성침적은 주로 일본남부와 중국남부 바다에서 높은 값을 보였고, 습성 침적은 강수량이 많았던 중국 서부지역과 산둥반도 근처의 동북부가 높은 분포를 보였다. 총 침적에 대해선 습성침적과 유사한 분포 형태를 보였다. 이는 3월의 습성침적이 건성침적보다 약 4배에 이르기 때문이다. 7월은 건성침적과 습성침적 모두 산둥반도 근처의 중국 동북부에서 높은 값을 보였으며, 건성침적은 중국 중앙지역에도 높은 값이 나타났다. 따라서, 총 침적에 대해선 중국 동북부지역이 가장 높은

값을 보였다. 반면 7월은 3월과 달리 건성침적과 습성침적이 비슷한 양을 보였다.

배출원-수용지 관계의 정량적 분석 결과 7월이 3월에 비해 동일지역에서의 배출이 동일지역에 영향을 주는 경향이 큰 것으로 나타났다. 그러나 같은 시기에 건성 및 습성침적간의 지역별 배출원-수용지 관계의 형태는 크게 다르지 않았다. 3월 총 침적의 경우 중국 중부와 남부지역은 질소를 자가지역에서 배출하고 다시 받는 비율이 70% 이상으로 높은 반면 중국 북부와 일본지역은 약 30%였으며 우리나라에 해당되는 지역 4는 약 15%에 그쳤다. 중국 중부지역은 우리나라에 미치는 영향이 50% 이상으로 높았으며, 이외 모든 지역도 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 그러나 7월 총 침적에 대하여 중국 남부, 한국, 일본의 경우 자가지역의 영향을 3월에 비해 높게 받는 것으로 나타나는 등 일부지역은 계절에 따른 편차가 크게 나타났다.

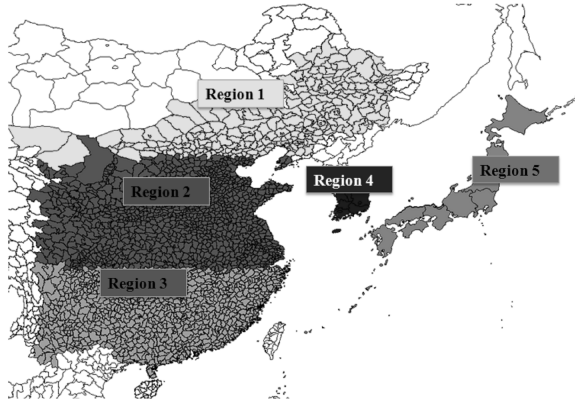


Fig. 1. 배출원-수용지 관계 분석을 위한 지역구분.

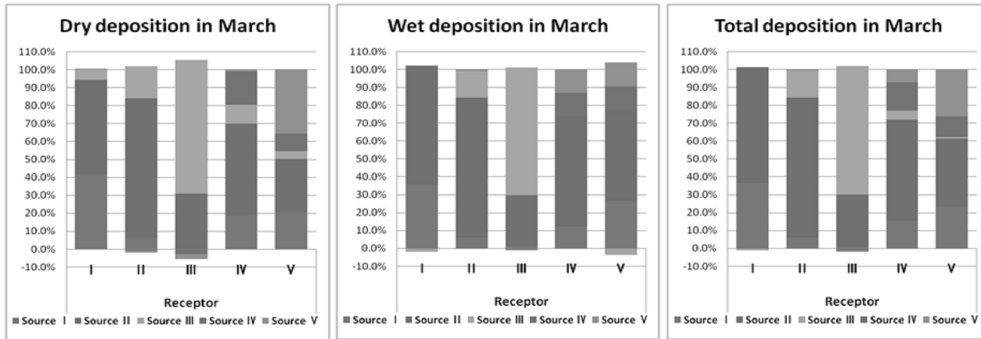


Fig. 2. 질소의 배출원-수용지 관계(2006년 3월).

### 사 사

본 연구는 국립환경과학원 “차세대 산성침적 모형의 공용버전 개발과 잘소산화물의 정량적인 배출원-수용지 관계 도출(1)”의 지원으로 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

EMEP/MSC-W (1999) Computing Source-Receptor Matrices with the EMEP Eulerian Acid Deposition Model.