

PF15) 아시아 지역의 기존 배출목록 자료 조사 및 비교·분석 Inter-comparison Study of Asia Emission Inventories

최기철·우정현·마영일¹⁾·정부전·선우 영·장임석²⁾·송창근²⁾·김정수²⁾
건국대학교 신기술융합학과, ¹⁾건국대학교 환경공학과, ²⁾국립환경과학원

1. 서 론

각 국가별 대기오염물질에 대한 배출목록은 대기환경을 연구하고 대기 화학 모델링을 수행하는데 있어 필수적인 자료이다. 중국을 포함한 아시아지역의 경우 대기오염물질 배출에 대한 기여도가 상당히 높으며, 높은 인구 성장률과 경제성장률을 보이고 있어, 현재는 물론 미래에도 높은 배출량이 예상되고 있다. 따라서 아시아 지역에 대한 체계적인 배출목록 구축뿐만 아니라 기존 배출목록에 대한 지속적인 연구 및 이를 통한 개선 역시 빠르게 변화하는 아시아의 정세를 감안할 때 중요한 부분이다.

아시아를 대상으로 하는 기존 배출목록으로는 한·중·일 장거리이동 공동연구 배출목록(이하 LTP Inventory)과 2001년도에 수행된 TRACE-P(TRANsport and Chemical Evolution over the Pacific)와 ACE-Asia(Asian Pacific Regional Aerosol Characterization Experiment) field campaign을 지원하기 위한 Streets et al.(2003) 배출목록(이하 TRACE/ACE2000), Ohara et al.(2007)에 의해 작성된 REAS (Regional Emission inventory in ASia) 배출목록, NASA INTEX-B mission을 지원하기 위해 David G. Streets에 의해 작성된 배출목록(이하 INTEX2006), 그리고 biomass burning 배출량을 대상으로 하여 Michel et al.(2005)에 의해 작성된 ABBI(Asian Biomass Burning Inventory) 배출목록이 있는 것으로 조사되었다. INTEX2006 배출목록은 자세한 문건이 작성되지 않아 웹사이트에서 제공하고 있는 자료를 이용하여 분석하였다. 분석된 결과는 대기환경 및 모델링 연구와 배출목록 개선에 적절한 방향을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 지금까지 조사된 총 5개의 기존 배출목록에 대해 각 배출목록을 대상으로 하는 논문과 웹사이트에서 제공하고 있는 배출량 자료를 이용하여 각각의 특징과 목록별로 제시된 배출량 자료를 서로 비교하는 방식으로 분석하였다. 동일한 지역과 기준연도(base-year)를 대상으로 함에도 불구하고 각 배출목록 간에 산정된 배출량 값이 다르게 나타나는데, 이는 각 배출목록별로 배출량 산정을 위해 사용된 자료와 적용한 배출계수가 다르기 때문으로 추정된다. 배출목록 간의 이와 같은 차이를 살펴보기 위해서는 기본적으로 실제 배출량 산정에 사용한 자료와 배출계수 등을 비교하여야 하나 대부분의 배출목록이 산정된 배출량 자료만을 제시하고, 배출량 산정에 있어서 적용한 자료나 계수 등의 정보들은 개략적으로만 언급하고 있어 비교에 무리가 있었다. 따라서 본 연구에서는 각 배출목록별로 산정된 배출량 정보를 이용하여 다양한 분석을 통해 배출목록 간의 비교를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

지금까지 조사된 아시아 배출목록에 대하여 기본적인 특성을 표 1에 나타내었다. LTP Inventory를 제외한 배출목록들의 대상 도메인은 유사하였으며, 대부분 연간배출량을 다루었지만 공간해상도와 기준연도, 대상 화학종은 배출목록별로 차이를 나타내었다. ABBI 배출목록을 제외한 모든 배출목록은 인위적 오염원을 대상으로 하였으며, 자연적오염원에 대해서는 LTP Inventory에서 Natural VOC, TRACE/ACE2000 배출목록에서 biomass burning 배출량을 고려하고 있다. LTP Inventory의 대상 화학종 중 CO와 PM₁₀의 중국배출량은 산정되지 않았다. REAS 배출목록은 기준연도인 2000년뿐만 아니라 1980~2003년까지의 "Historical emission", 2004~2009년까지 "Prediction emission", 2010년과 2020년의 "Project emission"을 산출하여 제공하고 있다.

Table 1. Emissions inventory in Asia.

Inventory	Inventory Domain	Spatial resolution	Temporal resolution	Years	Chemical
LTP Inventory	China, Korea, Japan	1°x1°	annual	1998	SO ₂ , NO _x , CO, NH ₃ , PM ₁₀ , VOC, Natural VOC
TRACE/ACE2000	10S~50N 60E~150E	1°x1°	annual	2000	SO ₂ , NO _x , CO, NMVOC, NH ₃ , OC, BC, CO ₂ , CH ₄
REAS	10S~50N 60E~150E	0.5°x0.5°	annual	1980~2020	SO ₂ , NO _x , CO, NMVOC, NH ₃ , OC, BC, CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
INTEX 2006	10S~50N 60E~150E	0.5°x0.5°	annual	2006	SO ₂ , NO _x , CO, NMVOC, OC, BC, PM ₁₀ , PM _{2.5}
ABBI	10S~60N 59E~150E	1°x1°	monthly and daily	Mar.~May, 2000 Mar.~May, 2001	Biomass burning only (chemical species 37)

배출량 산정을 위해 LTP Inventory의 경우 각 국가별 자체 통계자료 및 산정계수를 주로 이용하였으며, 다른 배출목록은 대부분 국제통계자료나 에너지정보를 이용하여 접근한 것을 확인할 수 있었다. ABBI 배출목록은 SPOT-VEGETATION 위성 자료를 이용하여 burnt area를 대상으로 배출량을 산정하고, 시공간적 배출량 분포는 biomass의 밀도와 배출계수를 이용하여 산정하였다.

국가별 배출 기여도의 경우 중국의 배출목록별 물질별 기여도가 약 41~66%로 아시아 지역에서 가장 높은 배출 기여도를 나타내었다. 한편, 배출목록간 배출량 비교 시 대상물질과 지역에 따라 산정된 배출량 값에 차이가 있었는데, 우리나라를 포함한 동북아시아 한중일 3국의 2000년을 기준연도로 하는 배출목록간 배출량 비교 시, CO, NMVOC, NH₃, BC, CO₂에 대한 한국과 일본의 배출목록별 배출량이 2배 이상의 차이를 보였으며, 가장 큰 배출량 차이를 보이는 부문은 한국의 NH₃로 REAS와 LTP Inventory 사이에 약 3.9배의 배출량 차이를 나타내었다. 일본 역시 큰 차이를 보였는데, REAS와 LTP Inventory 간 약 3배의 차이를 보였다. 또한 한국의 CO와 BC, 한국과 일본의 NMVOC, CO₂에 대한 배출목록간 약 2.1~3.4배가량 차이가 나는 것으로 조사되었다.

이와 같이 각 배출목록에서 산정한 배출량 자료가 대상 물질이나 지역에 따라서 큰 차이를 가질 수 있으며, 아시아에 대한 배출량 자료를 사용할 경우, 이에 대한 충분한 고려가 필요한 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 국립환경과학원 “동북아 장거리이동 대기오염물질 모델링 최적화를 위한 배출목록 구축 및 검증(I)” 사업의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Michel, C. et al. (2005) Biomass burning emission inventory from burnt area data given by the SPOT-VEGETATION system in the frame of TRACE-P and ACE-Asia campaigns, J. Geophys. Res., 110, D09304, doi:10.1029/2004JD005461.
- Streets, D.G. et al.(2003) An inventory of gaseous and primary aerosol emissions in Asia in the year 2000, J. Geophys. Res., 108(D21), 8809, doi:10.1029/2002JD003093.
- Ohara, T. et al. (2007) An Asian emission inventory of anthropogenic emission sources for the period 1980-2020, Atmos. Chem. Phys., 7, 4419-4444.