

## 4B4) PMF분석을 통한 ACE-Asia 측정기간 중 제주 고산지역 입자상 물질의 입경별 배출원 추정

### Size-resolved Source Apportionment of Ambient Particles by Positive Matrix Factorization at Gosan Background Site during ACE-Asia

문광주 · 한진석 · 공부주 · 정일록

국립환경연구원 환경진단연구부 대기환경과

#### 1. 서 론

최근 동북아시아 지역이 황사뿐만 아니라 다량의 대기오염물질을 방출하는 것으로 알려짐에 따라 대기 화학적 측면에서 다양한 연구 활동이 수행되어 왔다. 그 중 IGAC (International Global Atmospheric Chemistry)에 의해 추진된 ACE-Asia(Aerosol characterization experiments-Asia) 프로젝트는 동아시아 및 북서 태평양 지역의 오염된 대기 중 에어로솔의 특성을 이해하는데 주 목적을 두고 수행된 가장 대표적인 국제 연구사업이다(IGAC, 2001). 본 연구에서는 ACE-Asia 기간 동안 8단 DRUM 임팩터를 사용하여 측정된 입경별 원소성분 농도 자료를 PMF(positive matrix factorization)에 적용하여 입경별 입자상 물질의 발생원을 추정하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구는 ACE-Asia 측정기간 중 2001년 3월 23일부터 4월 29일까지 8단의 DRUM 임팩터를 사용하여 측정된 입경별 원소성분 측정자료를 사용하였다. 이때 DRUM 임팩터의 각 단별 절단입경은 0.09, 0.26, 0.34, 0.56, 0.75, 1.15, 2.5, 5.0, 20 $\mu$ m이고, DRUM 임팩터로 채취된 필름은 California Davis 대학의 Delta 그룹에서 S-XRF(Synchrotron X-ray fluorescence)를 사용하여 분석되었다. 그 결과 Al, Si, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Rb, Pb의 19종의 화학종에 대한 3시간 간격 분석자료를 얻을 수 있었다.

각 입경별 측정자료는 개별적으로 PMF 모델에 적용시켜 입자상 물질의 발생원을 추정하였다. 이때 측정오차를 고려할 수 있고, 실측자료 및 검출한계 미만의 자료에 대한 보완이 가능한 PMF2(two-way PMF, Paatero, 2000)를 사용하였다. 또한 robust mode를 사용하여 측정값 중 이상치를 제거하였고, Fpeak 값을 사용하여 모델 결과의 회전불확도를 줄여 보다 현실성 있는 모델 결과를 유도하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

입경별 측정결과와 PMF 모델 적용 결과, 총 15종의 발생원이 추정되었다. 이때 추정된 발생원으로는 대륙성 토양입자, 지역 토양입자, 해염입자, 화산분출물과 같은 자연적 발생원들 뿐만 아니라, 생체연소, 석탄 및 석유연소, 가솔린 및 디젤 차량 배출물, 폐기물 소각, 비철 및 철강산업 관련 배출원, 구리 제련과 같은 다양한 인위적 오염원의 영향을 받은 것으로 나타났다. 특히 이들의 발생원별 분류표는 그림 1에서와 같이 기존의 배출원별 측정결과 얻어진 발생원별 분류표와 상당한 유사한 조성을 나타내었고, 전반적으로 독립적인 시계열 변화 경향을 나타내었다.

비황사 기간에 동안에 측정된 PM 농도에 대한 각 발생원별 평균 기여율은 그림 2와 같이 나타났다. 각 종 토양입자 및 해염입자, 화산분출물을 포함한 자연적 발생원은 전체 PM농도의 약 23% 정도 기여하는 것으로 나타난 반면, 그 외 인위적 배출원의 영향은 30%로 자연 발생원보다 큰 기여율을 나타내었다. 이때 추정된 15종의 발생원들의 전체 PM 농도에 대한 기여율은 53%로 나타났는데, 나머지 47%는 본 연구에서 사용되지 않은 수용성 이온성분 및 탄소성분으로 주로 이루어진 이차 에어로솔 발생원의 영향일 것으로 추정된다.

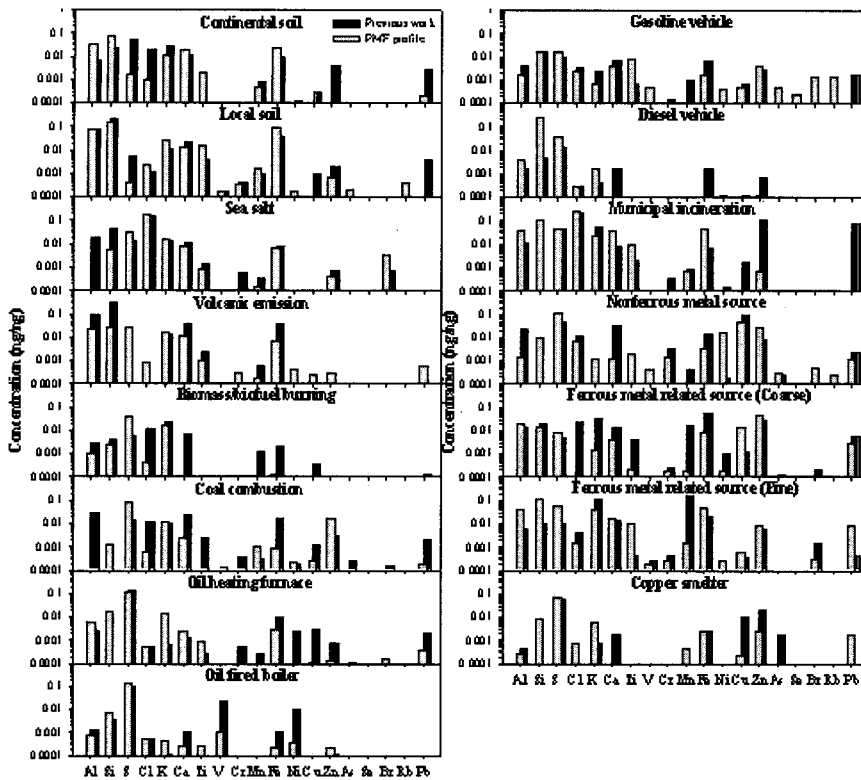


Fig. 1. Average source profiles resolved from size-segregated aerosol samples in this study and corresponding known profiles.

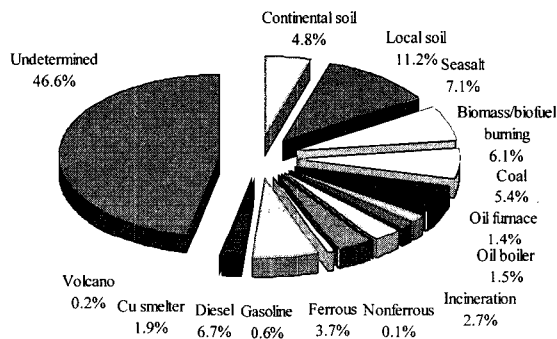


Fig. 2. Average source contributions to the total particle mass concentration.

### 참 고 문 헌

- IGAC (2001) ACE-Asia Project Prospectus.
- Paatero, P. (2000) User's Guide for Positive Matrix Factorization programs PMF2 and PMF3, Part 1: tutorial.