

**PB14)**

**PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub> 장거리 오염원 확인을 위한 PMF 및 PSCF 모델의 적용**

**Application of PMF and PSCF Model for Identification of Long Range Transport Sources of Atmospheric PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub>**

김민열 · 이태정 · 황인조<sup>1)</sup> · 김동술

경희대학교 환경응용과학과 대기오염연구실 및 환경연구센터

<sup>1)</sup>대구대학교 환경공학과

**1. 서 론**

미세먼지는 호흡기 질환 및 폐 질환 등 건강상에 심각한 문제를 일으키거나 사망에 이르게 하는 원인으로 작용한다. 또한 태양의 복사작용과 직접 및 간접적인 상호작용을 통해 전 지구적인 기후변화를 일으키는 등의 밀접한 관계가 있다.

현재 우리나라는 대기오염을 저감하기 위한 다양한 정책을 도입하고 있으나, 대기오염 관리를 효율적으로 수행하기 위해서는 오염 배출원의 대기환경 중 기여도를 정확히 추정하는 것이 더욱 중요하다. 선진국의 경우, 다양한 연구를 통해 PM<sub>10</sub> 뿐만 아니라 PM<sub>2.5</sub>에 대한 저감대책을 수립하고 있으며, 오염원 규명과 오염원의 정량적인 기여도 평가를 통한 대책을 마련하고 있다(황인조 등, 2008). 또한, 국내 대기오염에 영향을 미치는 중국이나 몽고로부터의 장거리 이동 오염물질의 정량적인 평가가 이루어져야 하며, 이를 위해 좀 더 정확한 오염원 위치추적이 필요하다.

본 연구에서는 용인·수원 경계에 위치한 경희대학교 국제캠퍼스에서 PM<sub>10</sub> 및 PM<sub>2.5</sub>를 채취하고 화학적 분석을 실시하였으며, PMF(Positive Matrix Factorization) 수용모델을 이용하여 미세먼지에 대한 오염원을 확인하고 그에 대한 기여도 평가를 수행하였다. 또한, 이들 각 오염원별 기여도를 공기 역학적 결과와 통계적 분석을 결합한 PSCF(Potential Source Contribution Function) 모형을 이용하여 PM<sub>10</sub> 및 PM<sub>2.5</sub> 농도에 영향을 미친 오염원들의 위치를 추정하였다.

**2. 연구 방법**

시료포집은 2007년 12월부터 2009년 2월까지 약 14개월간에 걸쳐 이루어졌으며, 시료는 경기도 용인시와 수원시 경계에 위치한 경희대학교 공과대학 6층(지상 20 m)에서 cyclone sampler(URG, Chalpel Hill, NC, USA)를 사용하여 평균 24시간 동안 16.7 L/min의 유량으로 채취하였다. 시료채취는 47 mm 석영필터(Quartz, Whatman Inc.)를 사용하였다. 석영필터에 채취된 시료의 무기원소 분석을 위해 microwave를 이용한 질산-염산 전처리법을 수행하였으며, 이들 시료는 ICP-AES 분석법(Lecman Labs Inc.)을 이용하여 Al, Mn, V, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, Si, Ti, Ba, Ag 등 14개 항목의 무기원소 성분을 분석하였다. 또한, 이온성분의 분석을 위해 초음파 추출기로 초순수에 추출시킨 후 IC 분석법(Dionex 2001)을 이용하여 Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 등 8개 항목의 수용성 이온성분의 농도를 분석하였다. 이와 같은 방법으로 분석된 자료를 PMF 모델에 적용시켜 미세먼지의 오염원을 확인하고 그에 대한 상대적 기여도를 추정하였다. 그리고 PSCF 모형을 이용하여 장거리 이동된 오염원의 위치를 추정하였다.

**3. 결과 및 고찰**

본 연구에서 PM<sub>10</sub> 및 PM<sub>2.5</sub> 오염원을 확인하고 그에 대한 기여도를 추정하기 위해 88개의 시료, 22종의 화학성분을 이용하여 PMF 모델을 수행한 후 각 오염원에 대하여 PSCF 모델을 적용하여 장거리 오염원을 확인하였다. 그림 1은 PMF 모델링을 통해 산출된 PM<sub>10</sub>의 기여도를 나타내었다. 총 7개의 오염

원으로 분석되었으며, sea salt(14.7%), long range transport(32.5%), soil related(7.2%), road dust (10.9%), oil combustion(6.1%), biomass burning(16.6%), secondary sulfate(12.0%)로 나타났다. 토양 오염원(soil related)은 대기오염물질의 장거리 이동과 관련해서 가장 중요하게 언급되고 있으며 지속적인 관심의 대상이다. 특히, 황사의 대표적 발원지인 중국 북부지역의 타클라마칸 사막과 몽고지역의 고비사막은 대표적인 토양 오염원이라 할 수 있다. 우리나라에서 황사현상은 주로 봄철기간 중에 집중적으로 발생하는 것으로 알려져 있으며, 겨울철에도 종종 발생하는 것으로 알려져 있다. 본 연구기간 중에도 2008년 3월 2, 3, 16일과 12월 9, 10일에 황사가 관측 되었으며 그림 2는 황사기간 중 PM<sub>10</sub> 토양관련 오염원의 PSCF모델 결과를 나타내었다.

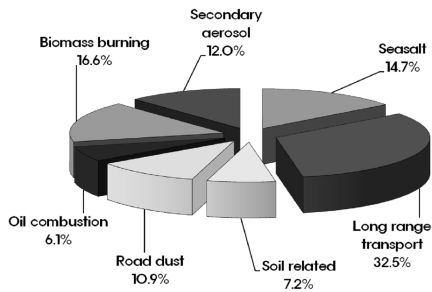


Fig. 1. Relative contributions of the identified sources to the PM<sub>10</sub>.

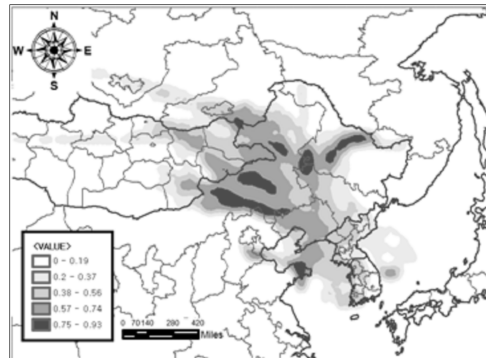


Fig. 2. PSCF results of soil related source on Asian dust event(PM<sub>10</sub>).

## 사 사

본 연구는 2008년 경기지역 환경기술개발센터 『용인시 대기환경 개선방안 연구』(08-III-1)의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

황인조, 조영혁, 최우건, 이혜문, 김태오 (2008) PMF를 이용한 구미시 PM<sub>10</sub> 오염원의 정량적 기여도 추정연구, 한국대기환경학회지, 24(1), 100-107.