

## PC2) PMF를 응용한 구미시 PM-10 오염원의 정량적 기여도 추정연구

### Quantitative Estimation of PM-10 Source Contribution in Gumi City by the PMF Model

손승연 · 구민호 · 김태오

금오공과대학교 환경공학과

#### 1. 서 론

1960년대부터 경제성장을 우선 과제로 추진해 온 우리나라는, 지속적인 도시의 인구집중, 경제 산업 활동으로 인한 에너지 소비와 급격한 차량의 증가 등으로 각종 환경문제에 직면하고 있다. 특히 광화학 스모그, 산성침적(acidic deposition)에 따른 산성비, 악취 등과 같은 오염현상과 중국으로부터의 오염물질의 장거리 이동은 심각한 대기오염문제를 유발시키고 있다. 현재 우리나라는 대기오염도를 다양한 장비를 이용해 실측 평가하고 있지만, 대기오염 관리를 효율적으로 수행하기 위해서는 배출오염원의 대기 환경 중 기여도를 정확히 추정하는 것이 더욱 중요하다.

본 연구에서는 구미시를 연구대상지역으로 PM-10 high volume air sampler를 이용하여 시료를 채취·분석하였다. 이러한 자료를 바탕으로 오염원 분류표(source profile)의 부재 시에도 적용할 수 있는 PMF(Positive Matrix Factorization, 이하 PMF) 모델을 응용하여 구미시의 분진 오염원을 확인하였으며 최종적으로 정량적 기여도를 추정하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구를 위해 2001년 6월부터 2003년 5월까지 신평동 구 금오공과대학교 본관 옥상(5층)에서 총 84개의 PM-10 분진시료를 채취하였다. 이 지역은 구미시의 산업단지와 주거지역의 경계지역에 위치하고 있어 구미시의 대기질을 대표할 수 있는 위치이다.

전처리가 끝난 시료는 ICP-AES (Thermo Jarrell-Ash ARIS-AP), IC (Waters 717 Auto Sampler, Shodex SI-90 column), 원소분석기 (EA 1108, Italy, packed column, TCD Detector)를 이용하여 무기원소, 이온성분, 탄소성분을 분석하였다. 또한 분진 오염원의 정량적 기여도를 추정하기 위하여 수용모델 중에서 오염원 분류표(source profile)의 부재 시에도 적용할 수 있는 PMF모델을 적용하였다. 이 PMF모델은 세부적인 오염원 추정이 어렵고, 정량적으로 각 오염원의 기여도를 파악하지 못하는 인자분석의 단점을 극복하기 위해 가장 최근에 개발된 수용방법론이다. 또한 인자의 회전시에 발생하는 모호성, 음수의 인자부하량 출현 등의 인자분석의 단점을 보완한 수용방법론으로 일반적인 인자분석보다 정확한 오염원의 정성적 분류가 가능하다 (황인조와 김동술, 2003). PMF 모델링 수행을 위한 입력파일은 PMF 모델에 예제 입력파일을 기본으로 원자료의 차원, 인자의 수, 반복횟수, 회전자유도(FPEAK), robust mode, 오차모델(error model; EM) 등의 변수를 수정하여 PMF 입력파일을 작성·수행하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

본 연구는 high volume air sampler를 이용, PM-10 분진시료를 채취한 후 총 18종의 화학종을 분석하였다. 이들 분석자료를 바탕으로 PMF 모델링을 수행하여 G행렬과 F행렬을 얻었으며, 오염원을 확인하였다. 또한, 최종적으로 scaled G행렬을 이용하여 각 오염원의 기여도를 다중회귀분석을 통해 추정하였다. 본 연구지역의 PMF 모델링 결과, 석탄연소에 의한 오염원, 토양관련 오염원, 산업관련 오염원, secondary sulfate 오염원, 기름연소 오염원, secondary nitrate 오염원, 자동차/철도관련 오염원, V-Mn 관련오염원, 쓰레기 소각 오염원 등 총 9개의 오염원을 확인할 수 있었다.

그림 2는 각 오염원의 기여도를 나타낸 것이다. 본 연구대상지역에서 쓰레기 소각에 관한 오염과 자동차/철도에 의한 오염이 각각 19%로 가장 높은 기여도를 나타냈다. 그 다음으로는 바나듐과 망간관련

오염원이 17%, 토양관련 오염원과 secondary sulfate 오염원이 10%로 각각 네번째로 같게 나타났다. 그리고 secondary nitrate 오염원이 9%, 기름연소 오염원이 6%, 석탄연소에 의한 오염원과 산업관련 오염원이 각 5%로 나타났다.

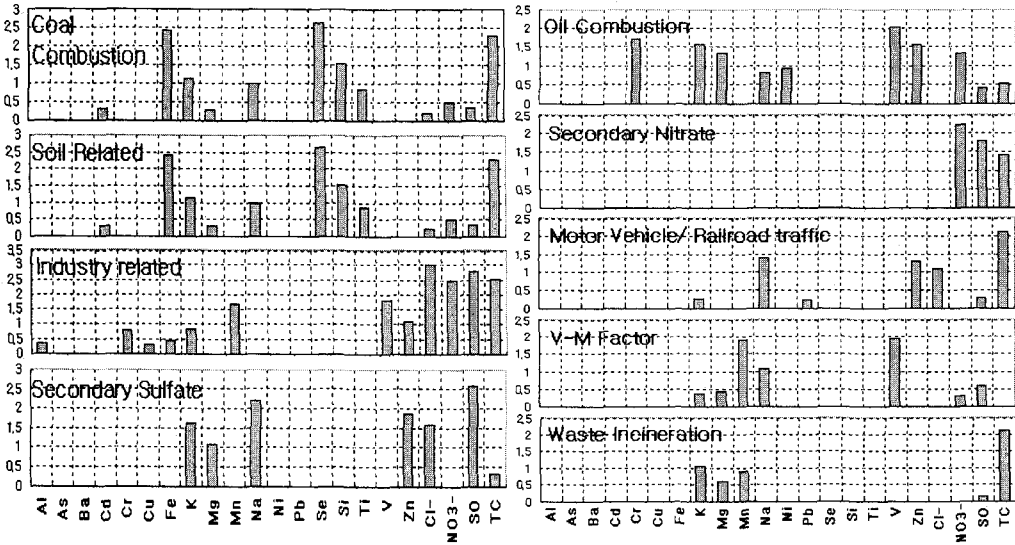


Fig. 1. Source profiles of PM-10 in Gumi City obtained for this study (log(ng/mg))

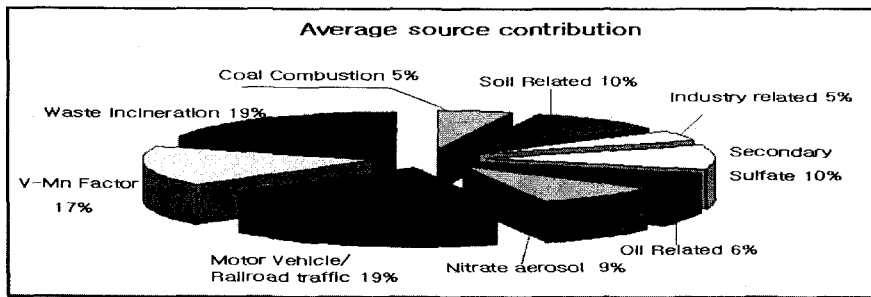


Fig. 2. A result of PM-10 source contribution using the PMF model in Gumi City.

### 사 사

본 연구는 한국학술진흥재단의(과제번호 2004-201-002) 지원된 연구이며, 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- 김관수, 황인조, 김동술 (2001) 수원지역 대기 중 PM-10 오염원의 정량평가를 위한 수용방법론의 개발, 한국대기환경학회지, 17(2), 119-131.
- 전준민, 허당, 김동술 (2005) 여수석유화학단지 내 VOCs에 대한 오염원의 분류표 개발 및 CMB모델에 의한 기여도 산정, 한국대기환경학회지, 21(1), 83-96.
- 황인조, 김동술 (2003) PMF 모델을 이용한 대기중 PM-10 오염원의 정량적 기여도 추정, 한국대기환경학회지, 19(6), 719-731.