

3C3) 광양시 대기 중 미세먼지(PM_{2.5})의 오염원 파악을 위한 PMF모델의 적용

Source Identification of PM_{2.5} in Gwangyang by Positive Matrix Factorization

허종배 · 이승목

서울대학교 보건대학원 환경보건학과

1. 서론

광양시 태인동은 포스코-광양제철소와 국가 산업단지가 주변에 위치하고 있는 전형적인 산업지역인 동시에 태인동 주민의 생활공간이기도 한 주거지역이다. 지난 몇 년간에 걸쳐서 이 지역에서는 환경문제에 대한 여러 가지 문제점들이 제기되고 있으며, 최근에는 산업단지에 위치한 여러 산업공정들에서 발생하는 대기오염물질들로 인한 주민들의 건강상의 문제제기가 이루어지고 있다.

본 연구는 광양시 태인동지역의 대기질과 오염물질의 화학적 물리적 구성성분 및 특성을 파악하기 위하여 실시하였으며, 특히 호흡기 계통의 질병을 일으킬 확률이 높고 건강위해도 측면에서 높은 상관성을 보이고 있는 PM_{2.5}의 주요 오염원과 이들 오염원의 기여도를 평가하기 위하여 진보된 인자분석법인 PMF 모델을 수행하였다.

2. 실험 방법

본 연구를 위한 시료의 채취는 광양시 태인동 발전협의회 건물옥상(지상 17m)에서 2003년 8월부터 2004년 4월까지 24시간 동안 1회/3일의 간격으로 총 64회 이루어졌다. 측정된 시료의 분석항목은 대기 중 호흡성 미세먼지(PM_{2.5})의 질량농도와 탄소성분, 이온성분, 미량원소이며, 시료 채취는 미국 R&P(Rupprecht & Patashnick)사의 Partisol Speciation Sampler를 사용하였다. 이 Chemical speciation sampler는 speciation sampling cartridge의 Impactor에서 절단경 2.5 μm 이상의 조대입자가 제거되고, Honeycomb denuder를 통해 가스상 이온이 선택적으로 제거된 후 4-Stage Filter Pack에 놓인 여과지에 호흡성 미세먼지(PM_{2.5})가 채취된다. 본 연구에서는 3개의 sampling cartridge를 사용하여 이온성 물질, 미량원소, 탄소성분을 각각 채취하였다.

시료분석방법은 이온성분의 경우 U.S.EPA방법을 이용하였으며, 이온크로마토그래피(Dionex DX-120)를 사용하였다. 47 mm 테프론 필터를 통하여 PM_{2.5}의 질량농도 및 미량원소를 평가하였다. 질량농도는 테프론 필터를 채취 전·후에 항량시킨 후 무게차를 측정하였으며, 미량원소는 ED-X-ray 형광기(Energy Dispersive X-ray Fluorescence)를 이용하여 분석하였다(Clarkson University, 미국). PM_{2.5}의 탄소성분은 450°C 로(furnace)내에서 구워진 석영섬유여지(Quartz microfibre filter)를 이용하여 채취된 시료를 TOT(Thermal/Optical Transmittance, Sunset Lab.사)방법으로 분석하였다(Clarkson University, 미국).

3. 결과 및 고찰

광양시 태인동의 PM_{2.5} 평균 농도는 38.1±15.2 μg/m³였으며, PM_{2.5}의 구성성분 중 SO₄²⁻(6.5±3.0 μg/m³), OC (5.7±6.0 μg/m³), NH₄⁺(3.7±3.1 μg/m³), EC(2.5±3.4 μg/m³), NO₃⁻(1.7±1.0 μg/m³)로 나타났다. PM_{2.5}의 주요오염원을 파악하기 위하여 PMF모델을 수행하였으며, 모델링에 사용된 시료는 63개이며 화학종은 27가지였다. 입력 자료를 바탕으로 광양시 태인동 호흡성 미세먼지의 오염원의 종류는 총 8개로 산출되었다.

광양시 태인동의 호흡성 미세먼지에 기여하는 오염원의 종류는 총 8개로써 B-C Fuel and Coal chemistry(29%), Motor vehicle(19.4%), Nitrate-rich secondary aerosol(14.4%), Nitrogen-compound producing process(10.1%), Fresh sea salt and Chlorine producing company(8.7%), Airborne soil(7.9%), Steel producing process(6.8%), Wood/Paper biomass(2.9%)이었으며, 광양제철소와 연관산업단지가 태인동의 호흡성 미세먼지에 평균적으로 55~70% 정도 영향을 미치는 오염원인 것으로 추정되었다. 또한 기상자료와 모델결과를 이용하여 오염원들의 발생가능 지역을 살펴보았으며, 대체적으로 오랜 시간동안 남쪽에서 바람이 불었던 경우 오염원 형태가 Steel producing process인 것이 크게 기여를 하는 것으로 조사되었다.

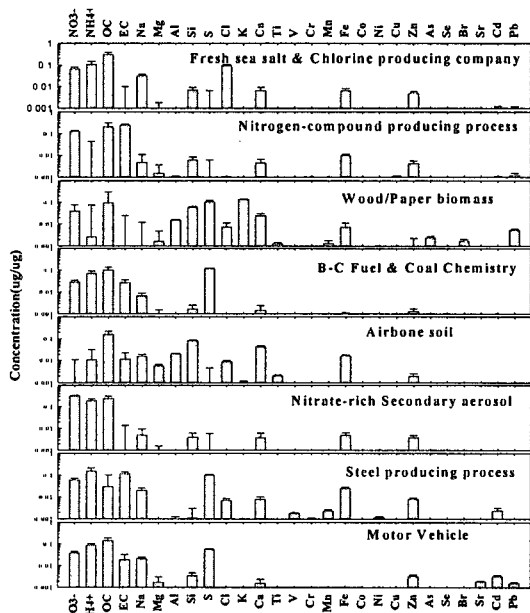


Fig. 1. Source profiles resolved from PM_{2.5} samples.

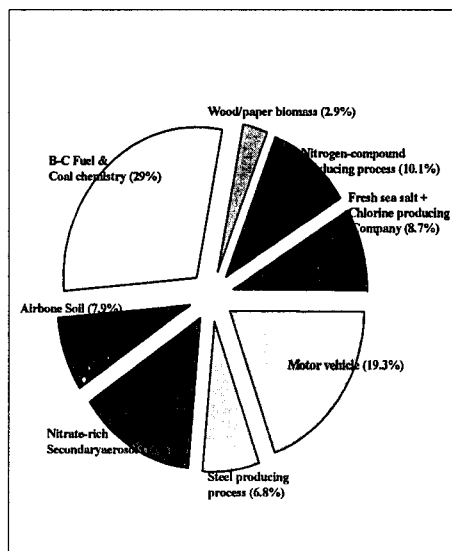


Fig. 2. Source contribution from PMF results.

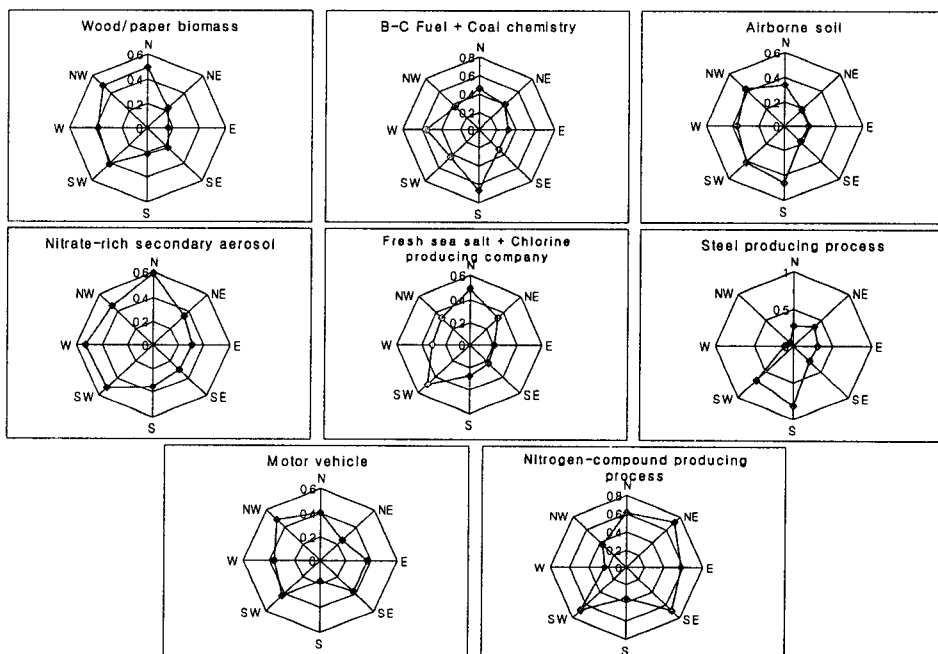


Fig. 3. Hourly CPF plots for the highest 30% of the mass contribution from point sources.

참 고 문 헌

U.S.EPA (1999) Compendium Method IO-4.2.
 Eugene Kim, Timothy V. Larson, Philip K. Hopke, et al. (2003) Atmospheric Research., 66, 291-305.