

PF4) 서울시 대기 중 미세먼지(PM₁₀)의 화학성분 및 PAHs를 이용한 오염원 기여도 평가

Source Identification Using Chemical Species in Ambient PM₁₀ and PAHs in Seoul, Korea

김계선 · 허종배 · 이승묵

서울대학교 보건대학원 환경보건학과

1. 서 론

수도권을 비롯한 도시에서의 인구집중현상으로 인해 차량수의 증가, 산업규모의 확대 등에 기인하여 대기 중 미세먼지가 증가 추세를 보이고 있으며 이로 인해 주민 건강 위해의 가능성이 제기되고 있어 미세먼지에 대한 연구와 그 저감대책의 마련이 필요한 시점이다. 선진국의 경우 다양한 연구를 통해 미세먼지에 대한 저감대책을 수립하고 있으나, 우리나라의 경우 서울과 일부지역에서 제한적으로 미세먼지에 대한 화학적 특성평가가 조사되고 있을 뿐, 미세먼지에 대한 지속적인 연구를 통한 자료 축적이 미비한 실정이다. 또한 각각의 오염물질 배출원에 대한 정확한 목록이 작성되지 못하고 있기 때문에 어떤 배출원에서 미세먼지가 얼마나 배출되고, 배출시의 배출원 구성 물질 성분비와 이들이 미세먼지의 오염도에 얼마나 기여하는 것인지에 대한 논의가 아직까지 이루어지지 못하고 있다.

본 연구에서는 서울시 종로구 연건동을 수송지점으로 채취한 미세먼지(PM₁₀, particulate matter less than 10 μ m in diameter)의 화학성분과 다환방향족탄화수소(PAHs, polycyclic aromatic hydrocarbons)의 분석결과를 토대로 서울시 대기 중 미세먼지에 영향을 미치는 오염원의 종류를 파악하고 오염원의 기여도를 산출하기 위하여 배출원 부재시 적합한 수송모델인 PMF(positive matrix factorization)를 적용하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 서울시 종로구 연건동에 위치한 서울대학교 보건대학원 옥상(지상 17m)에서 2006년 8월부터 2007년 8월까지 24시간동안 1회/3일의 간격으로 시료를 채취하였다. 측정된 시료의 분석항목은 대기 중 미세먼지(PM₁₀)의 질량농도와 탄소성분, 이온성분, 미량원소, PAHs이다. 탄소성분, 이온성분, 미량원소의 시료 채취는 미국 URG(Universal Research Glassware)사의 3-Channel ADS(Annular Denuder System)를 사용하였고, PAHs의 시료 채취는 10 μ m Cyclon이 결합된 KIMOTO사의 High Volume Air Sampler Model-121H를 사용하였다.

시료분석방법은 이온성분의 경우 U.S. EPA 방법을 이용하였으며, 이온크로마토그래피(Dionex DX-120)를 사용하였다. 47mm 테플론 필터를 이용하여 PM₁₀의 질량농도와 미량원소를 평가하였고, 질량농도는 테플론 필터를 채취 전, 후에 항량시킨 후 무게차를 측정하였으며, 미량원소는 X-ray 형광분광법인 PIXE(proton-induced x-ray emissions)를 이용하여 분석하였다. 탄소성분과 PAHs는 450 $^{\circ}$ C의 로(furnace) 내에서 구워진 석영섬유여지(Quartz microfibre filter)를 이용하여 채취된 시료를 각각 탄소성분은 TOT(Thermal/Optical Transmittance, Sunset Lab.사, Clarkson University, 미국) 방법으로 분석하였고, PAHs는 용매추출법을 이용하여 추출한 뒤, GC/MS(제주대학교)로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

PMF는 측정 데이터 값의 표준편차를 고려하여 인자 부하량이 항상 양의 값으로 계산되는 인자분석의 한 종류로서 오염원에 대한 정성적인 분리와 함께 정확한 정량적인 판단을 가능하게 한다. 모델의 수행은 분석에 사용되는 각 데이터 값에 대한 오차(uncertainty)의 산정에 의존하며 오차에는 측정된 각각의 데이터에 대한 분석 오차, 특정 물질들의 검출한계치 이하 농도, 측정되거나 분석되지 못한 값

(missing value)이 있다.

본 연구에서는 2006년 8월부터 2007년 8월까지 측정된 총 67개 시료와 탄소성분(OC, EC), 이온성분(SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+), 미량원소(Zn, Br, Pb를 포함한 16종), PAHs (21종)를 비롯하여 총 41가지 화학종을 바탕으로 모델을 수행하였다. 본 연구를 통하여 산출된 서울시 대기 중 미세먼지(PM_{10})에 영향을 미치는 오염원은 Secondary sulfate(14.55%), Secondary nitrate(13.01%), Motor vehicle(16.10%), Soil (12.65%), Road dust(15.77%), Incinerator and road salt(4.77%), Biomass burning(7.51%), Cu (5.70%), Aged sea salt(6.02%), Residue(3.91%)로 총 9가지였으며, BghiP, IndPy, Cor은 gasoline의 source marker이며, BaP, DahA, alkylated Phen은 Diesel의 source marker로 보아진다. 서울시 대기 중 미세먼지에 영향을 미치는 오염원을 파악할 시 미세먼지의 화학성분 이외에 PAHs 성분을 함께 고려해하면 더 확실한 오염원을 산출해 낼 수 있는 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 국립환경과학원의 '수도권지역 미세먼지 오염현상 해석 및 장래 예측' 과제의 지원으로 작성되었습니다.

참 고 문 헌

U.S. EPA (1999) Compendium Method IO-4.2.

Lee, J.Y. and Y.P. Kim (2007) Source apportionment of the particulate PAHs at Seoul, Korea: impact of long range transport to a megacity, Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 7, 1479-1506.

Lee, J.H., Cari L. Gigliotti, John H. Offenberg, Steven J. Eisenreich, and Barbara J. Turpin (2004) Source of polycyclic aromatic hydrocarbons to the Hudson River Airshed, Atmospheric Environment, 38, 5971-5981.