

4A2) 실내외 대기 중 미세먼지(PM_{2.5})의 화학적 구성 및 분포 특성 파악 - 서울과 부산을 중심으로 -

Characterization of Chemical Constituents of Indoor and Outdoor PM_{2.5} in Seoul and Busan, Korea

허중배 · 최보라 · 김현선 · 김계선 · 이종태¹⁾ · 이승묵

서울대학교 보건대학원 환경보건학과, ¹⁾한양대학교 보건관리학과

1. 서 론

PM_{2.5}의 주요 구성성분은 SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, OC (organic carbon), EC (elemental carbon) 및 Pb 등을 포함한 미량원소로 알려져 있으며, 이들은 크기가 작은 대신 상대적으로 표면적이 크기 때문에 각종 중금속과 유해 대기오염물질들과의 흡착이 용이하여 호흡기 계통의 질병을 일으킬 수 있는 확률이 높다. 또한 PM_{2.5}에 포함된 SO₄²⁻, NO₃⁻ 등의 산성오염물질은 대기 중에 에어로졸과 산성가스 형태로 존재하고 있다가 건식 침적이라는 형태로 지표면에 자연 침강되거나, 눈이나 비 또는 안개와 같은 습식 침적 형태로 지표면으로 침적되거나 입자상 또는 가스상 형태로 강하되면서 인간이나 동물의 호흡기나 피부 질환을 유발하기도 하며, 산성눈이나 산성비 등을 유발시켜 토양이나 수질 등 자연을 산성화시켜 유해물질의 이동이나 영양분의 불균형 등을 초래한다. 특히, 호흡기 계통의 질병을 유발하는 물질은 대기 중에 존재하는 에어로졸 상태의 산성오염물질과 관련이 있을 것으로 보고된 바가 있고, 대도시 지역의 시정 장애나 실내 대기질의 악화에 영향을 주어 체감오염도를 증가시키는 주된 요인이기도 하다.

본 연구에서는 동일한 샘플지점에서 실내와 실외를 구분하여 미세먼지(PM_{2.5})를 측정하고, 구성성분의 화학적 특성을 파악하고자 하며 향후, 대기 중 미세먼지의 오염물질을 제어하기 위한 정책을 수립하고, 이들의 위해성을 평가하기 위한 오염원 파악과 각 오염원이 실내외 미세먼지에 기여하는 정도를 구분하기 위한 기초적인 자료를 제공하고자 한다.

2. 실험 방법

본 연구를 위한 시료의 채취는 서울시 종로구 연건동에 소재한 서울대학교 보건대학원 옥상(지상 17 m)과 인근 지하철 승강장, 부산시 남구 대연동에 소재한 경성대학교 한성관 건물 옥상(지상 20 m)과 인근 지하철 승강장 2곳의 대도시에서 이루어졌다. 측정항목은 대기 중 호흡성 미세먼지(PM_{2.5})의 중량농도와 이에 포함된 이온성분, 미량원소 및 탄소성분이다. 시료채취 기간은 2004년 11월 30일부터 2005년 12월 1일까지 각 계절의 대표적인 기간을 선택하여 최소 10개의 시료를 확보하였다. 시료 채취는 미국 URG (Universal Research Glassware)사의 1-Channel ADS(Annular Denuder System)과 2-Channel filter pack을 사용하였다. 이온성 물질의 측정에 사용된 ADS는 먼저 Cyclone에서 조대입자가 제거 되고, Denuder관을 통하여 대기 중 가스상 이온물질들이 선택적으로 채취된 후 PM_{2.5}이하의 입자만 여과지에 모이게 되는 기기로서 입자상과 가스상 물질의 농도를 정확하게 분석 할 수 있다.

시료분석방법은 이온성분의 경우 U.S. EPA방법을 이용하였으며, 이온크로마토그래피(Dionex DX-120)를 사용하였다. 27 mm 테프론 필터를 통하여 PM_{2.5}의 질량농도 및 미량원소를 평가하였다. 질량농도는 테프론 필터를 채취 전·후에 항량시킨 후 무게차를 측정하였으며, 미량원소는 PIXE (Proton-induced x-ray emissions, EAC. 미국)를 이용하여 분석하였다(Clarkson University. 미국). PM_{2.5}의 원소탄소(Elemental Carbon)와 유기탄소(Organic Carbon)성분은 450°C로(furnace)내에서 구워진 석영섬유여지(Quartz microfibre filter)를 이용하여 채취된 시료를 TOT(Thermal/Optical Transmittance, Sunset Lab.)방법으로 분석하였다(Clarkson University. 미국).

3. 결과 및 고찰

본 연구기간 중 측정된 PM_{2.5}의 연평균농도는 서울외기(45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 서울 지하철 역사(78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 부산외기(22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 부산 지하철 역사(31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)로 나타났다. 연구 기간 동안의 미세먼지의 평균 농도분포는 미국 EPA의 연평균 기준치 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높았고, 총 샘플 중 EPA 24시간 평균치 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높은 날은 서울 외기의 경우 5번 정도가 있었으며, 부산외기는 24시간 평균치를 넘는 날이 존재 하지 않았다. 서울 지하철 역사의 경우 총 63번의 측정 중 6번을 제외한 모든 날에 EPA 24시간 평균치 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 넘기고 있으며, 부산 지하철 역사는 3번 정도가 그 기준을 넘었다. 현재 미국 EPA에서는 PM_{2.5}의 기준치를 더욱더 낮은 수준으로 개정할 움직임을 보이고 있는데, 그 기준조차 마련되지 않은 우리의 경우 그 심각성이 크다고 사료된다.

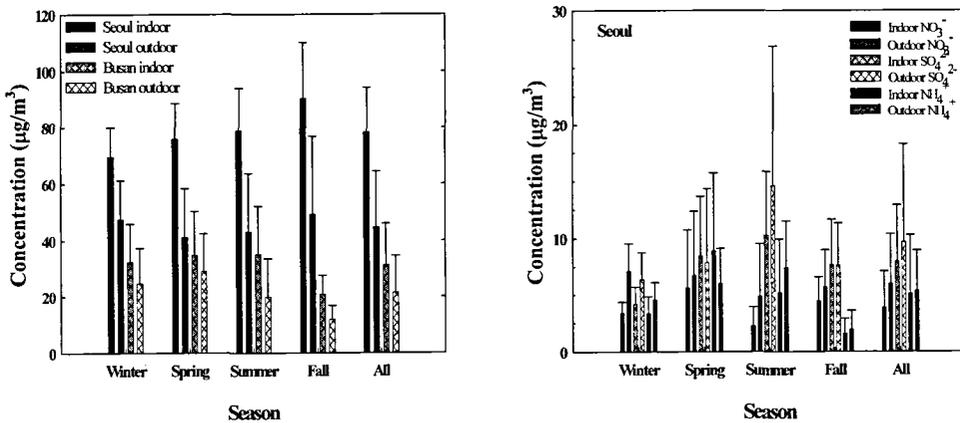


Fig. 1. Seasonal variation for PM_{2.5} mass concentration and ionic matter.

사 사

본 연구는 한국 환경기술진흥원의 '차세대 핵심 환경기술개발사업 (과제번호: 091-033-020)'으로 지원된 연구이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Spengler, J. D., Brauer, M., Koutrakis, P. (1990) Acid air and Health. Environ. Sci. Techno., 24(7), 946-956.
- U.S. EPA (1999) Compendium Method IO-4.2.