

AD4) 2001년 6월 서울 KIST에서의 VOC 및 미세입자 측정 — II. 입자 측정 결과 분석 Measurements of VOC and Fine Particles at KIST in Seoul in June 2001 — II. Analysis of the Results from Particle Measurements

임득용 · 김영성 · 윤용석 · 진현철 · 배귀남 · 문길주 · 황인조¹⁾ · 김동술¹⁾
한국과학기술연구원 지구환경연구센터, ¹⁾경희대학교 환경·응용화학부

1. 서론

도시와 산업의 발달 및 인구의 도시 집중화로 다양한 종류의 오염물질이 다량으로 대기 중으로 배출되는 등 환경오염이 사회의 중요한 문제로 부각되고 있다. 특히 대기 중 10 μm 이하의 미세입자들은 10~60% 정도가 기도를 지나 폐까지 침투하여 폐포에 침착되기 때문에 인체에 해를 끼칠 수도 있다 (Chow *et al.*, 1996). 또한 월드컵 개최 1년여를 앞두고 환경부에서 차량 부제시행, 배출업소 가동을 조정 등 대기오염 저감을 위한 대책의 시행효과, 문제점 등을 파악하여 대책을 보완하기 위해 5월 25일부터 6월 25일까지 1개월 동안 예행연습을 실시하였다. 본 연구는 환경부의 월드컵대비 대기질 개선대책 예행연습 기간에 맞추어 5월 28일부터 6월 28일까지 1개월 동안 KIST에서 VOC와 함께 미세입자를 측정하는 형태로 이루어졌다. 2부에서는 미세입자의 변화 추이를 관찰하고, 현재까지 다른 위치에서 측정된 결과들과 비교하여 보았다. 최종적으로는 수용모델 (receptor model)을 이용하여 측정기간동안의 배출원별 오염원의 기여도를 파악하였다.

2. 측정

본 연구의 측정은 2001년 5월 28일부터 2001년 6월 28일까지 1개월 동안 수행되었다. 성북구 하월곡동 39-1에 위치한 한국과학기술연구원내 벤처동 건물 옥상에서 채집이 이루어졌으며, 이 건물 앞쪽으로는 통행량이 많은 4차선 도로가 있고, 도로 건너편에는 많은 상가들과 동덕여자대학교가 위치하고 있다. 시료 채집을 위하여 16.7 ℓ/min 의 유량으로 PM₁₀ 와 PM_{2.5} 및 PM_{2.5} 3단 사이클론 sampler를 이용하였고, 측정시간은 오전 9시 45분부터 다음날 오전 9시 30분까지 약 24시간을 기준으로 하였다. 여지는 Gelman Teflon filter (47 mm, 2.0 μm)를 사용하였으며, 시료채취를 전후로 하여 1일 동안 실리카겔 데시케이터 내에 보관하여 항량시킨 후 0.001 mg의 감도를 갖는 전자저울 (Mettler MT-5)로 칭량하여 분진 농도를 산출하였다.

이온성분의 분석을 위하여 초음파 추출법으로 전처리한 후 IC를 사용하여 이온성분 (NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ 등)를 분석하였으며, 무기원소 분석을 위하여 microwave를 이용한 질산으로 전처리한 후 AAS로 무기원소 (Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb 등)를 분석하였다.

3. CMB 모델

CMB 모델은 수용체에서 측정된 대기 분진의 화학적 조성의 합이 오염원의 전체 기여질량의 합과 같다는 가정에서 최소자승법 등에 의해 오염원의 기여도를 산출하는 방법이다. CMB 모델의 기본 개념을 간단한 행렬식 형태로 나타내면 다음과 같다.

$$X = A F$$

X는 ($n \times m$) 행렬로서 대기분진 중 화학원소 또는 화합물의 질량분율 (mass fraction)이며, A는 ($n \times p$) 행렬로서 오염 발생원에 관한 정보를 나타내므로 오염원 분류표라고 한다. F는 ($p \times m$) 행렬로서 대기 중 배출된 분진의 질량농도를 나타내므로 오염원이 수용체에 미치는 기여도라고 한다.

따라서, 질량분율 X와 오염원 분류표 A는 기지수이므로 미지의 수인 오염원 기여도 F를 최소자승법

등과 같은 수리 통계학적 계산을 통해 추정할 수 있다. 이 방법에서 필수적으로 필요한 각각의 모든 오염원 배출자료는 오염원 분류표이며, 이미 외국에서는 완벽한 오염원 자료가 지역별로 확보되어 있어 문제가 되지 않으나, 우리나라는 이에 대한 자료미비로 응용시 어려움이 있다. 오염원 자료는 수용모델 적용지역에서 배출되는 주요 오염 발생원의 자료로써, 동일한 오염물이 배출될 때 타지역의 자료가 이용될 수 있으나 이 경우 많은 주의를 요한다 (대기환경연구회, 2000).

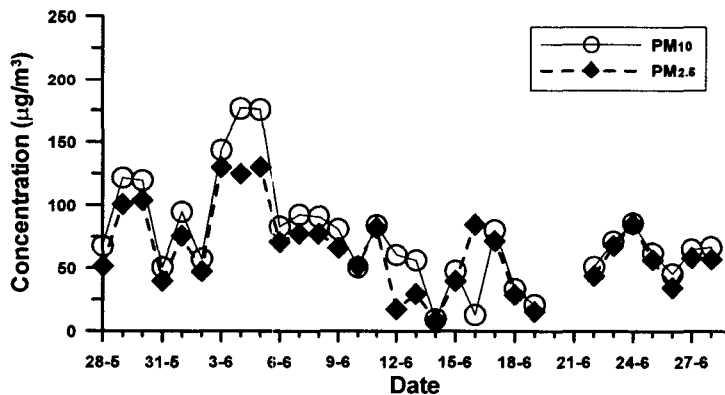
4. 측정 결과

PM₁₀의 농도분포는 12.83~176.65 µg/m³이었으며, PM_{2.5}는 11.32~139.5 µg/m³의 농도분포를 보이고 있다. PM₁₀ 및 PM_{2.5}의 질량농도는 6월 3일부터 6월 5일까지 3일 동안 높게 나타났다. 6월 15일 이후 비가 오는 날이 잦아지면서 6월초에 비해 낮은 농도분포를 보이고 있으며, 많은 비가 내린 다음날인 6월 19일에 최저농도를 보였다.

NO₃⁻의 PM₁₀ 중 농도는 0.56~31.3 µg/m³, PM_{2.5} 중 농도는 0.24~28.62 µg/m³으로 나타났다. 이러한 결과는 1989년부터 1996년까지 경희대학교 수원캠퍼스에서 0.88~1.53 µg/m³의 범위를 보이는 것 (황인조, 1997)과 비교하면 매우 높은 농도분포를 보이는 것으로 나타났다.

SO₄²⁻는 PM₁₀ 중 1.35~29.48 µg/m³로 분포하며, PM_{2.5} 중 1.27~27.65 µg/m³으로 나타났다. SO₄²⁻의 평균농도는 통상 시골지역의 경우 1~5 µg/m³이며, 도심지역은 10~30 µg/m³이라고 말하고 있는데, 본 연구결과와 비교하면 비슷한 분포를 보이고 있다.

Cl⁻는 PM₁₀ 중 0.35~2.51 µg/m³의 범위로 분포하며, PM_{2.5} 중에는 0.03~2.68 µg/m³인 것으로 나타났다. Cl⁻의 농도분포는 보통 도심에서 0.2~6.3 µg/m³로 나타나는 것으로 보아, 분석결과 이 범위를 초과하지 않았다.



감사의 글 - 본 연구는 과학기술부 국가지정연구실 사업인 스모그 챔버를 이용한 스모그 생성 메커니즘 규명 연구의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- 대기환경연구회 (2000) 대기환경개론, 동화기술.
- 황인조 (1997) Submicron 부유분진 중 무기원소 및 이온분포에 관한 연구, 경희대학교 대학원 환경학과 석사학위 논문.
- Chow, J.C., G.W. Jhon, L. Zhiqiang, H.L. Douglas, A.F. Clipfion, A.S. Paul, H.T. Richard, and M. Karen (1996) Descriptive analysis of PM_{2.5} and PM₁₀ at regionally representative locations during SJVAQS/AUSPEX, Atmos. Environ., 30(12), 2079-2112.