

AD3) 수용모델 적용을 위한 토양 및 도로먼지에 대한 미세입자 배출원 구성물질 성분비에 관한 연구

A Study on the Fine Particle(PM_{2.5}) Source Profiles for Soil and Road Dust Applicable to Receptor Modeling

강병욱¹⁾ · 이학성¹⁾ · 이상권²⁾ · 강충민³⁾ · 최영민¹⁾ · 이지영¹⁾

국립청주과학대학 환경공업과, ¹⁾서원대학교 환경과학과,

²⁾한국의국어대학교 환경학과, ³⁾건국대학교 환경공학과

1. 서 론

미세입자의 배출원을 추정하기 위해서는 수용지점에 영향을 미칠 수 있는 배출원의 화학적 특성에 관한 정보를 필요로 한다. 수용모델(chemical mass balance model, CMB)의 경우, 모델수행에 필요한 정보는 각각의 배출원에서 배출되는 입자의 화학적 구성성분특성을 파악하는 것이 가장 중요하다(Watson et al., 1984; U.S. EPA, 1987; 강병욱 등, 2000). 이러한 배출원으로는 각종 산업배출원, 자동차, 토양, 도로비산먼지 등 지역의 특성에 따라서 다양한 배출원들이 대상이 될 수 있다. 배출원의 종류는 지역적인 다양성에도 불구하고 기존연구에서 항상 중요하게 고려되고 있는 배출원으로 토양을 들 수 있다. 또한 도시의 경우 상당면적이 포장도로이며, 빈번한 차량의 통행으로 인하여 다량의 먼지가 도시대기 중으로 비산된다. 도로비산먼지는 자동차 배출물질과 도로포장재의 마모에 의한 배출물질 등이 복합적으로 혼합되어 있기 때문에 토양과는 다른 화학적 특성을 가지는 것으로 예상되는 바 배출원 추정연구에서는 토양과 별도로 도로먼지를 독립적인 배출원으로 분리하는 것이 바람직하다. 일반적으로 토양이나 도로먼지 등의 배출원은 현장에서 화학적 특성에 관한 측정이 불가능하다. 여러 연구자들은 이에 대한 대안으로 토양이나 도로먼지 등을 삽이나 빗자루 등을 이용하여 현장에서 채취한 후 실험실에서 건조 및 채로 쳐서 재비산챔버(resuspension chamber)에 비산시켜 필터상에 채집하는 방법을 사용하고 있다(Gartrell and Friedlander, 1975). 본 연구의 목적은 서울지역에서 수용모델에 적용 가능한 토양 및 도로먼지의 화학적 특성을 비교, 평가하는데 있다.

2. 실험방법

토양시료의 채취는 서울의 최근 10년 간의 풍향을 고려하여 수용지점 측정지점으로부터 세 방향(NW, W, SW)에 대하여 일정 간격의 동심원을 그린 후 만나는 지점을 시료채취 대상지역으로 선정하였고, 각 지점에서 최대한 자연상태의 토양을 채취하기 위하여 밭이나 도로 등에서 떨어진 산 사면을 채취위치로 선정하여 수 kg씩 토양을 채취하였다. 선정된 지점은 김포 용정리, 김포 장기리, 행주산성, 인천시 가정동, 인천시 계양구, 안산시, 소하동 등에서 시료를 채취하였다. 토양 성분구성비의 전국적인 적용가능성을 검토하기 위하여 서울에서 멀리 떨어진 전라남도 광주시 토양시료 등 8개 시료를 채취하여 분석하였다. 채취된 토양은 실험실로 옮겨져 평평한 용기에 토양을 얇게 펼쳐 실온에서 2일간 건조한 후, 400mesh 체(Chung Gye Industrial MFG사제)로 진동시켜 얻은 토양을 토양시료로 하였다. 처리된 토양은 실내공간에 폴리에틸렌 비닐을 이용하여 사각형 실내실험장치(resuspension chamber)에서 비산시켰다. 그리고, 시료 토양 먼지를 함유한 기류가 실내실험장치의 상, 하로 순환할 수 있도록 한쪽 면에 통로를 실내실험장치의 상단과 하단에 연결하고, 실내실험장치내에 환대기 중 측정장치와 동일한 형태의 시료채취장치를 설치하여 입자의 크기가 2.5 μ m이하인 미세입자를 채취하였다. 도로먼지의 시료채취는 도로 위의 먼지를 대상으로 하고, 시료채취장소 선정은 통행량이 많은 지역과 외곽지역 등으로 구분하여 시료를 채취하는 것으로 하였다. 채취지점은 서울시청, 미아사거리, 영등포, 연희동, 강남역, 광진구 모전동 등 6개 시료를 채취하여 분석하였다. 시료채취 방법은 도로 위에서 빗자루를 이용하여 먼지를 일정량 쓸어 담은 방법으로 시료를 채취하였다. 채취된 시료는 실험실로 옮겨져 평평한 용기에 도로먼지를 얇게 펼쳐 실온에서 2일간 건조한 후, 400mesh 체로 진동시켜 얻은 먼지를 시료로 하였다. 처리된 시료는 토양의 시료채취방법과 동일한 실내공간에 폴리에틸렌 비닐을 이용하여 사각형 실내실험장치에서 비산시켜 실내 실험장치 내에 2.5 μ m 절단 싸이클론이 장착된 디누더 필터팩 3개를 장착하여 각각 이온, 원소분석을 위한 시료를 별도로 채취하였다. 채취된 시료들의 이온분석은 이온크로마

토그래피(Dionex DX-100)를 이용하였으며, 원소분석은 미국 EAC(Element analysis corporation)에 보내져 PIXE(Proton-induced X-Ray emission)에 의해 분석하였다.

3. 결과

표 1에는 서울시 인근 7개 지역과 광주시 등 총 8개지점에서 채취된 토양 배출원 구성물질 성분비와 서울시내 중심부와 근교지역 등 6개 지역에서 채취된 도로먼지의 배출원 구성물질 성분비 결과를 다른 연구자료와 비교하여 나타내었다.

Table 1. Comparison of average source fingerprints for soil and road dust(wt %).

Element	Soil	Road dust	Soil(Chongju)	Road dust(Brisbane)
Na	0.000	0.000	0.000	0.02
Mg	0.577	0.603	0.281	0.01
Al	11.272	7.413	9.326	2.86
Si	17.413	16.716	12.546	24.8
P	0.000	0.160	-	-
S	0.019	0.996	0.243	0.32
Cl	0.000	0.389	0.000	0.06
K	2.672	3.100	1.339	0.94
Ca	0.349	8.662	0.209	2.20
Ti	0.656	0.597	0.446	0.58
Cr	0.003	0.005	0.000	0.02
Mn	0.162	0.159	0.062	0.05
Fe	8.365	7.951	3.598	4.54
Cu	0.026	0.110	0.003	-
Zn	0.035	0.358	0.024	0.20
Ga	0.001	0.000	0.000	-
Pb	0.006	0.068	0.000	0.08
OC	NA	NA	3.866	10.2
EC	NA	NA	0.000	1.45
NO ₃ ⁻	0.167	1.045	0.615	0.01
SO ₄ ²⁻	0.226	0.000	0.955	0.10
NH ₄ ⁺	0.168	0.179	-	-

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2000-00340)지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- 강병욱, 이학성, 김희강 (2000) 수용모델을 이용한 청주시 미세먼지(PM_{2.5})의 기여도 추정, 한국대기환경학회지, 16(5), 477-485.
- Chan, Y.C., R.W. Simpson, G.H. Mctainsh, P.D. Vowles, D.D. Cohen and G.M. Bailey (1999) Source apportionment of PM_{2.5} and PM₁₀ aerosols in Brisbane(Australia) by receptor modelling, Atmospheric Environment, 33, 3251-3268.
- Gartrell, G.Jr and S.K. Friedlander (1975)Relating particulate pollution to sources: The 1972 California aerosol characterization study, Atmospheric Environment, 9, 279-299.
- U.S. Environmental Protection Agency(1987) PM₁₀ SIP development guidelines. EPA 450/2-86-001, U.S. Environmental Protection Agency, Gesearch Triangle Park, NC.
- Watson J.G., J.A. Cooper and J.J. Huntzicker (1984) The effective variance weighting for least squares calculations applied to the mass balance receptor model, Atmospheric Environment, 18, 1347-1355.