

PA11) 도시·산단 지역에서의 포장 도로표면에서 채취한 Silt의 화학분석을 통한 지역별 특성

Area Specific Characteristics on the Chemical Analysis of the Silt Collected from the Paved Road in Urban and Industrial Area

원경호 · 장기원 · 허화영 · 전기준 · 홍지형¹⁾ · 정용원
인하대학교 환경공학과, ¹⁾국립환경연구원

1. 서 론

포장도로에서 발생하는 미세먼지는 주로 자동차의 운행에 의한 직접 배출되는 입자와 도로 표면에서 비산되는 토양입자 그리고 타이어나 브레이크 패드의 마모에 의한 고무 및 석면 등 다양한 배출원에 의해 발생되는데, 도로 주변의 배출원에 의해 많은 영향을 받을 것으로 판단된다.(최금찬등, 1996) 특히 인천에는 많은 비산먼지 배출원이 산재하여 있어, 이들 배출원들의 영향이 여타 대도시보다 클 것으로 판단된다. 따라서, 본 연구에서는 인구와 교통량이 많고 공업활동이 활발한 인천지역의 주요 포장도로(H-ADT: High Average Daily Traffic, 5,000대/일 이상인 도로)에서 채취한 silt를 주거지역, 공업지역, 상업지역, 기타지역별로 채취하여 화학적 성분분석을 통해 지역별 특성을 조사하여, 각 지역 별 포장도로에서의 silt의 기원이 무엇인지를 추정하는 기초자료를 구축하고자하였다. 한편, 토양성분에 대한 기여 정도를 개략적으로 추정하기 위하여, 주변에 거대오염원이 거의 없는 강화도 지역의 야산의 토양을 채취하여 이를 비교의 기준으로 설정하였다.

2. 연구 방법

2.1 시료의 채취

분석에 사용된 시료는 silt loading측정을 위해 채취한 시료 중에 75 μ m이하의 입자인 silt로 한정하였다. 시료의 채취는 2002년 11월 27일~2003년 2월 18일까지 약 3개월 동안 수행하였으며, 비가 오지 않는 맑은 날을 택해 각각의 분류된 지역에서 진공청소기를 이용한 vacuum swept method를 통해 이루어졌다.(U.S EPA, 1997)

2.2 시료의 분석

진공청소기를 사용하여 포장도로로부터 채취된 시료는 105 $^{\circ}$ C에서 24시간 이상 건조시킨 뒤 Tyler Screen No. 20(710 μ m), No. 60(250 μ m), No. 120(125 μ m), No. 200(75 μ m) sieve와 진탕기(震盪器, Vibratory shaker)를 사용하여 총 40분간 체 분석을 수행하였다. 이후 체 분석에서 200 mesh screen을 통과한 75 μ m이하의 입자를 시료로서 사용하였으며, 무기원소의 불용성 성분 및 수용성 성분의 화학적 성분분석을 위해 질산-불산 전처리 법을 수행하였다. 각 지역에서 채취한 시료 0.2 g을 0.01 g까지 측정 가능한 전자저울에 칭량한 후 용량 60 ml Teflon Bomb(Savillex, USA)에 넣는다. 각 용기에 질산 5 ml, 불산 5 ml를 가한 후, 시료의 오염을 방지하기 위해 PTFE 시계접시(watch glass)를 덮고, Hood에서 가열판(hot plate)을 사용하여 가열한다. 이때 주의할 점은 산을 가할 때에는 처음 급격한 반응이 일어날 수 있으므로 천천히 조금씩 용기 벽으로 가하여 시료와 혼합하고 가열판은 Teflon Bomb이 녹지 않는 온도인 80~150 $^{\circ}$ C도로 가열하여 NO₂가스가 나오지 않을 때까지 분해시킨 후에 시료의 분해 정도에 따라 반복하였다. PTFE 시계접시를 덮은 상태에서 약 6시간 동안 가열하여 액이 거의 건조되는 부근까지 증발 농축하고 방냉 후, 진공여과장치를 사용하여 감압 여과하고 여지(47 mm membrane filter)를 증류수로 2~3회 세척 후 여액과 세척액을 합하여 정확히 100 ml로 하였다.

ICP-MS용 검액으로 사용하기 위해 25배 희석하여 농도를 측정하였으며 전처리가 끝난 시료는 ICP-MS(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer, Perkin Elmer Elan 6100)를 사용하여 Cu, Mn, Zn, Pb, Fe, Cr, Ni, Al등 총 8개 무기원소에 대한 화학 분석을 하였다.(U.S EPA, 1999)

3. 결과 및 고찰

8 가지 주요 화학 성분을 선택 후 각각의 분석항목을 지역별로 분류하여 이들에 대한 화학적 성분분석을 ICP-MS를 사용하여 측정한 결과, 그림 1과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 이때 연수지역과 용현지역은 주거지역으로 분류되었고, 월미도지역은 준 상업지역, 서부공단과 남동지역은 공단지역으로, 김포매립지는 기타 지역으로 분류되었다. 각 지역 별로 채취된 시료의 화학적 분석 결과, 전체적으로 Fe, Al, Zn 등이 많은 비율을 차지하는 것으로 나타났으며, 특히 대조지역인 강화도는 토양에 기원을 둔 원소인 Fe와 Al 성분이 타 지역에 비해 높은 것으로 나타났다.

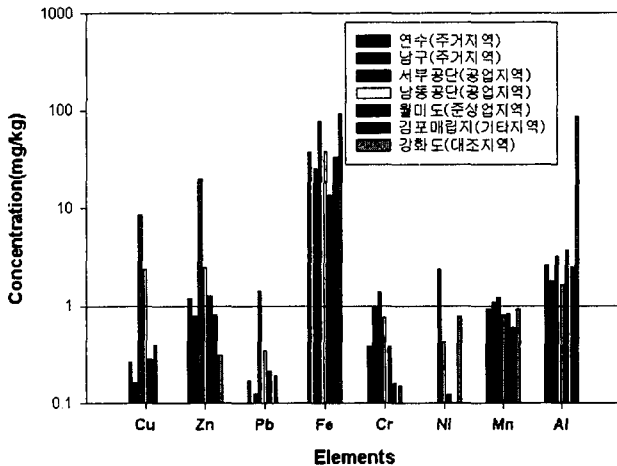


Fig. 1. chemical analysis of each silt sample from seven sampling areas

이러한 결과를 바탕으로, 본 연구의 화학적 분석 결과, 지역별로 채취한 silt의 화학성분에 대한 지속적인 실험을 통하여 상세한 정보가 확보된다면, 특정 지역의 도로에 유입되는 비산먼지의 배출원의 추정이 어느 정도는 가능할 것으로 판단되며 이를 바탕으로 미세먼지 관리정책을 추진할 수 있는 근거자료를 갖추게 될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업인 “대기 inventory 작성과 배출계수 개발 및 오염배출량 산정 연구” 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- 손동헌, 정원태, 박종필, 김덕희, 정성윤(1992) 도시 토사중 중금속 함량, 한국대기보전학회지 8(4), pp 221~228
- 최금찬, 임경택, 조정규, 김태형(1996) PIXE 분석법에 의한 도로변 분진의 원소분석, 한국대기보전학회지 12(5), pp 523~528
- U.S EPA(1999) Compendium of Methods for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air, Office of Research and Development Washington, DC 20460, EPA/625/R-96/010a
- U.S EPA(1997), Compilation of Air Pollutant Emission Factor, Vol. 1, Stationary Point and Area Sources