

SM5) 시화지구 PM_{2.5}의 화학적 특성에 관한 연구 Chemical Characteristics of PM_{2.5} in Sihwa Area

이권호, 박승식, 홍천상, 배민석, 김영준
광주과학기술원 환경공학과

1. 서론

대기중에는 각종 유해 증급속이 자체적으로 부유하거나, 부유분진에 흡착되어 있어 부유분진의 성분을 규명하는 것은 인체보건학적으로 중요한 일이다. 또한, 공기역학적 입경이 10 μ m보다 작은 입자(PM₁₀)는 인체 유해성이 커서 국내에서도 1995년부터 대기환경기준물질로 설정하여 관리해오고 있으나, 1997년 미국환경청은 기존의 분진기준(PM₁₀)을 만족하는 수준에서도 대기분진 노출이 인간의 건강과 공공복지에 악영향을 준다는 과학적인 증거에 대한 광범위한 검토를 토대로 새로운 미세분진(PM_{2.5})기준을 추가하여 현재 대기질을 관리해오고 있다. 입자상 물질의 인체 유해성은 PM₁₀보다는 PM_{2.5}의 영향이 더욱 크고(Seaton et al., 1995), 입자의 화학적 조성이 더 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다.(Kao, 1995). 일반적으로 20여종이상의 원소성분들이 대기중의 입자상 물질에서 흔히 발견되며, 이러한 성분들의 분석은 대기오염물질 발생원 추정에 널리 이용되고 있다. S, Se는 화석연료 연소의 지표이며, V와 Ni는 중유의 연소지표, Cu, Zn 및 Pb는 폐기물 소각 배출원의 지표로 알려져 있다. 본 연구의 대상지역인 시화지구는 시화공단과 반월공단이 밀집되어 있고, 주거지역 및 상업지역이 근접위치하고 있는 복합지역이다. 또한 지역적으로 해안가에 위치하고 있어 오염물질의 특성이 복잡한 양상을 보일 것으로 예상되며, 시화공단에서 발생하는 각종 유해물질들은 근접한 주거지역에 많은 문제를 초래하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 시화지구내 공단지역과 주거지역에서의 PM_{2.5}을 채취하여 PM_{2.5}중에 함유된 약 25종의 원소성분(Na, Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Ag, Cd, Sb, Ba, Pb)을 분석하여 PM_{2.5}분진의 화학적 특성을 파악하고자 한다.

2. 연구방법

부유분진의 측정은 시화지구내 두 지역(공단지역 및 주거지역)에서 동시에 실시하였고, 공단지역으로는 시화공단내에 위치한 노동복지회관 옥상에서, 주거지역은 시화신도시내에 위치한 서해초등학교 옥상에서 시행 되었다. 부유분진 측정기간은 1998년 6월 8일~6월 18일, 8월 18일~9월 2일, 11월 30일~12월 9일 및 1999년 1월 28일~2월 11일의 4번의 집중 측정이 수행되었으며 공단지역에서는 총 40개의 샘플을 채취했고, 주거지역에서는 총 44개의 샘플을 채취하였다. PM_{2.5}를 채취하기 위하여 Dichotomous PM₁₀ 샘플러(Graseby Anderson, model 241)와 PM_{2.5} Cyclone 샘플러(URG-2000-30EN)가 함께 사용되었으며, PM_{2.5}의 질량농도 측정을 위하여 1 μ g까지 측정이 가능한 microbalance(Sartorius MC5)를 이용하였다. 또한, PM_{2.5}에 함유된 원소성분의 추출을 위하여 왕수분석법(HNO₃/HCL)을 이용하였으며 추출된 시료는 대전 기초과학연구소에서 ICP(Shimadzu-ICPS-1060III)와 ICP/MS(VG Elemental PQ3 STE)를 이용하여 각 성분별 농도를 결정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 측정기간중 시화지구내 주거지역과 공단지역의 PM_{2.5}의 월별 질량농도 변화를 보여준다. 일반적으로 배출원이 많이 밀집되어 있는 공단지역의 농도가 주거지역보다는 높게 나타나고 있으며, 측정기간동안 PM_{2.5}의 24시간 평균질량농도는 공단지역에서 66.2 μ g/m³와 주거지역에서 37.9 μ g/m³를 나타내고 있으며, 98년 12월에 측정된 PM_{2.5}평균농도가 양쪽지역에서 최고치를 보이고 있어 겨울철 오염도가 더욱 심각함을 알 수 있다. 특히, 공단지역에서 98년 12월의 PM_{2.5} 농도는 미국 대기환경기준인 NAAQS 24시간 기준인 65 μ g/m³을 훨씬 초과하고 있고 주거지역에서도 이를 초과한 날이 많았다는 사실로부터 시화지역의 오염도를 짐작할 수 있다. 또한 전체 측정기간중에 PM_{2.5}의 최대치는 공단지역과 주거지역에서 각각 195.3 μ g/m³ 과 117.4 μ g/m³로 나타났다. 그리고 두 측정지점에서 나타난 PM_{2.5}의 농도의 상관성을 구하기 위하여 같은 날에 채취한 35개의 분진농도를 대상으로 회귀분석을 수행한 결과 R²값이 0.730

으로 나타나고 있어 PM2.5의 농도변동의 영향인자가 두 지역에 모두 영향을 미치고 있는 것으로 여겨진다.

그림 2에서는 PM2.5의 원소성분을 공단지역과 주거지역별로 각각 나타내었다. 분석결과 모든 항목에서 S의 값이 최고치를 보이고 있는데, 이는 대기중의 2차 산화물인 황산화물에 의한 영향으로 예상된다. 그리고 자연적 발생원의 결과로서 나타나는 Al, Si, Ca 및 Fe등의 성분들도 두 측정지점에서 모두 높은 농도를 나타나고 있고, 폐기물소각과 관련있는 Pb의 농도도 공단지역과 주거지역에서 각각 324.3ng/m³과 124.2ng/m³로 높게 나타나고 있다. 대체적으로, 주거지역의 원소 성분의 농도가 공단지역의 경우와 비슷한 양상을 보이는 것과 이들의 상관분석 결과 R²값이 0.927으로 공단지역의 오염물질이 주거지역에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있다.

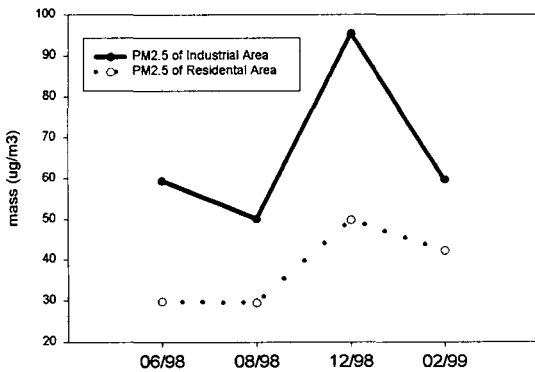


Fig 1. Mass of PM2.5 of Industrial & Residential Area of Sihwa

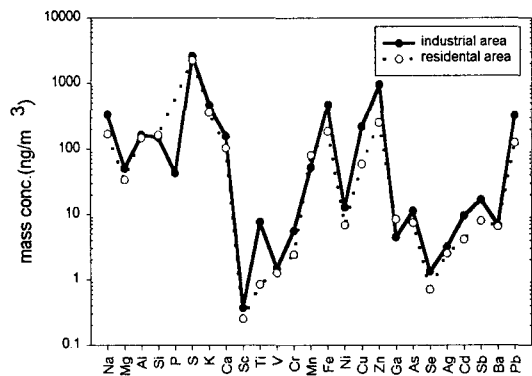


Fig 2. Concentration of trace elements of PM2.5 in Industrial & Residential Area in Sihwa

참 고 문 헌

- Min-Suk Bae (1998) "Physico-chemical Characteristics and Statical Receptor Modeling of Atmospheric Aerosol in the Sihwa Industrial Area", 광주과학기술원 석사학위논문
- Chow, J. C., "Measurement methods to determine compliance with ambient air quality standards for suspended particles," Critical review discussion, Introduction, J. Air & Waste Management Assoc. 45:320-382(1995)
- Seaton, A.; MacNee, W.; Donaldson, K.; and Godden, D. The Lancet. 1995, 345, 176-178
- Kao, A.S.; Friendlander, S.K. Inhal. Toxicol. 1995, 7, 149-163
- Lara S. Hand, Glen R. C, Jeg. G, Michael. A, Ilhan O "Physical and Chemical Characterization of Atmospheric Ultrafine Particles in the Los Angeles Area", Environmental Science & Technology, Vol. 32, No. 9, (1998)
- Negi, B. S., Sasasivan, S., Mishra, U. C., "Aerosol Composition and Source in Urban Areas in INDIA", Atmospheric Environment Vol. 21, No. 6, pp.1259~1266, (1987)
- Borbely-Kiss, I, Koltay, E., Szabo, G. Y., Bozo, L., Tar, K., "Composition and Sources of Urban and Rural Atmospheric Aerosol in Estern HUNGARY", J. Aerosol Sci. Vol. 30, No. 3, pp. 369-391,(1999)