

2A2) 국가 배경지역의 미세먼지 성분 특성

Characteristics of Particle Composition at National Background Site

공부주 · 박진수 · 이상덕 · 김상균 · 김정수 · 이석조
국립환경과학원 기후대기연구부 대기환경연구과

1. 서 론

국내에서 배출되는 대기오염물질의 영향이 거의 없는 국가 배경지역의 조건을 갖추고 있는 백령도 대기종합측정소에서 먼지의 질량, 금속성분, 탄소성분, 이온성분 등을 준 실시간으로 모니터링 하고 있다. 본 연구에서는 배경지역 미세먼지의 물리·화학적 특성을 파악하기 위하여 백령도 대기종합측정소에서 포집된 먼지를 분석하여 한반도 수도권(중부)에 유입되는 미세먼지의 정량-정성적 특성을 파악하고자 하였다.

2. 연구 방법

미세먼지의 화학적 조성을 분석을 위하여 '09년 1~10월 동안 PM₁₀ 및 PM_{2.5} 질량, 금속성분, 탄소성분(OC/EC)을 모니터링 하였으며, 중량법(gravimetric method)으로 포집된 먼지를 기존 분석방법인 ICP/MS, IC 등의 방법으로 분석하여 준 실시간 자료와 비교분석하였다.

3. 결과 및 고찰

'09년 1~10월 먼지 질량농도 수준은 PM₁₀은 중량법 52.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 베타레이법 53.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, PM_{2.5} 중량법 24.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 베타레이법 19.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준이었다. 베타레이와 중량법 측정자료의 계절별 상관성 분석결과 결정계수(R²)는 PM₁₀은 모두 0.81 이상으로 매우 높은 수준이었으며, 중량법 측정 결과가 약간 높은 수준을 보였다. PM_{2.5}의 경향도 비슷하였으며, 여름철 결정계수가 0.7 이하로 비교적 낮은 편이었다.

수분 간섭효과를 분석하기 위하여 상대습도와 질량농도 연속측정법을 3구간(60% 이하, 60% < 상대습도 < 80%, 80% 이상)으로 구분 분석하였다. PM₁₀의 경우 습도 80% 이상의 고습도시 베타레이법이 중량법에 비해 질량농도가 약간 높게 측정되었고, PM_{2.5}는 습도 80% 이상의 고습도시 베타레이법이 중량법에 비해 약간 낮게 평가되었다. 백령도 지역에서는 전반적으로 습도에 의한 간섭효과는 크지 않은 것으로 분석되었다.

준 자동연속 실시간 측정기와 수동 분석결과, 연속측정기인 XRF 측정치가 ICP-MS 측정치 보다 약간 높게 측정되었으나, 일간 변동 경향은 유사하였다. Fe, Pb, Mg 성분은 높은 상관성을 보이고 있었으나 As, Cr, Se 등은 상관성이 비교적 낮은 것을 확인할 수 있었다.

이온성분 분석결과 평상시 백령도 PM_{2.5} 성분은 다른 지역에 비해 SO₄²⁻ 성분 비율이 높고, NO₃⁻ 성분 비율은 낮은 편이었다. 고농도시는 PM₁₀ 중 금속성분 농도가, PM_{2.5} 중 음이온 성분 함량(%)이 급격히 증가하였다. 평상시 입경별 이온성분은 SO₄²⁻, NH₄⁺ 성분이 많은 부분을 차지하였다. SO₄²⁻, NH₄⁺ 성분은 주로 입경 1.8 μm 이하의 초미세입자 부분에서, NO₃⁻ 성분은 입경 1.8 μm 이상의 조대입자 부분에서 많이 존재하였다.

백령도의 PM_{2.5} 성분 특성은 수도권 다른 지역에 비해 PM_{2.5} 중 양이온 성분, 유기탄소(OC) 성분이 약간 많은 부분을 차지하는 것으로 나타났고, PM_{2.5} 금속 성분 농도는 다른 지역에 비해 Fe, Mn 성분은 농도가 약간 낮고 Cu 성분은 약간 농도가 높은 것으로 나타났다.

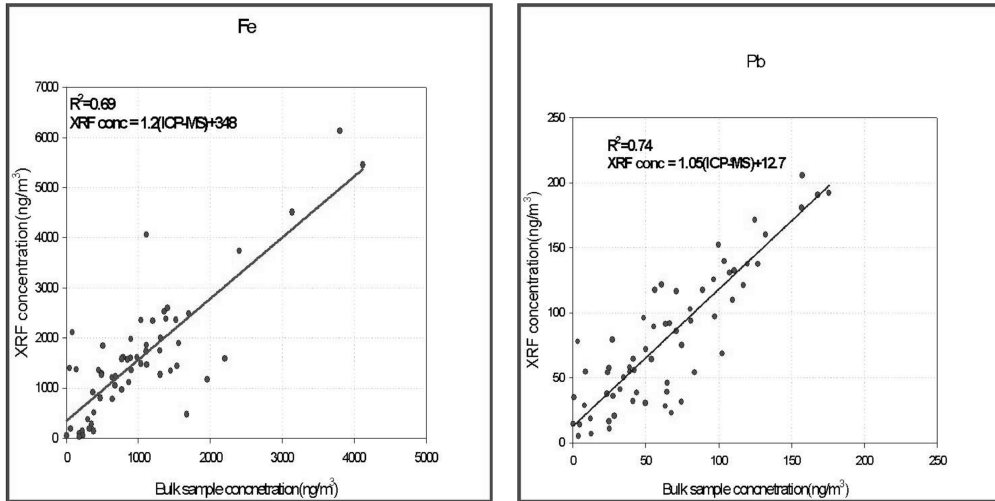


Fig. 1. Comparison of metal concentrations between XRF and ICP-MS analysis data.

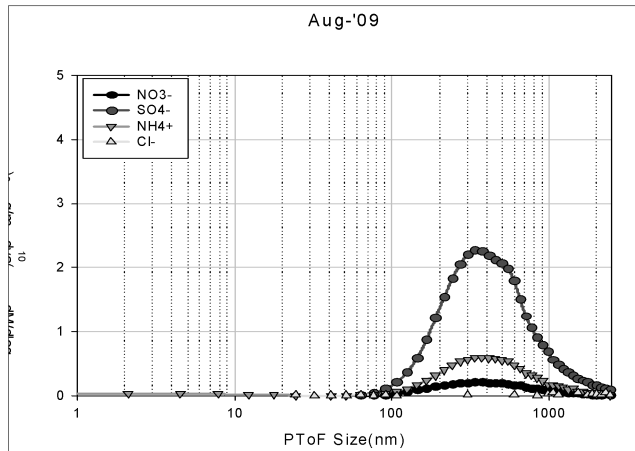


Fig. 2. Nano particle size distribution & composition by AMS.

입자 성분 분석 결과 주요 화학성분은 $1.8 \mu\text{m}$ 이하에서는 황산염(Sulfate), 암모늄(Ammonium), 유기물(Organics)이 주성분이었으며, $1.8 \mu\text{m}$ 이상에서는 Nitrate가 주성분이었다. 황사시에는 입경 $3.2 \mu\text{m}$ 이상에서 철(Fe), 납(Pb), 마그네슘(Mg) 농도가 증가하는 경향을 보였다.

기류 유입경로별 먼지 성분 조성비는 해양/한반도 내륙을 지나온 경우에는 염산염 성분이 많고, 발해만/산둥반도를 지나온 경우에는 황산염이 성분이 높은 것으로 나타났다. $\text{PM}_{2.5}$ 중 OC/EC 농도는 OC의 경우 $3.5 \sim 8.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, EC의 경우 $0.7 \sim 2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났으며, 연속측정기와 수동 측정 비교 결과 비교적 상관성이 높은 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 국립환경과학원 (2007) 장거리이동 입자상물질의 화학적 특성과 거동에 관한 연구.
- 국립환경과학원 (2008) 배경지역(백령도)에서의 대기오염물질 농도 및 분포 특성 연구(I).