

2A3) 미세입자 중 수용성 이온성분의 결합비율 추정

Apportionment of Combination Ratio on the Water-soluble Ion Among Particles

차용호 · 김신도¹⁾ · 김태식²⁾ · 강공언²⁾

한국환경자원공사 기술센터, ¹⁾서울시립대학교 환경공학부,

²⁾한림성심대학 환경보건과, ³⁾원광보건대학 보건학과

1. 서 론

최근 서울지역은 인체에 유해하고 시정장애를 유발하는 미세먼지를 개선하기 위해 저유황유 및 청정 연료의 공급 확대 및 저공해 차량의 보급, “수도권 대기환경개선에 관한 특별법” 등과 같은 각종 저감 정책을 시행하고 있다. 또한, PM₁₀ 농도를 단계적으로 저감시켜 2014년까지 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 개선하는 것을 목표로 하고 있다.

이러한 목적 달성을 위해서는 PM₁₀ 중 PM_{2.5}가 차지하는 비율이 40~70%를 차지하고 있으며, 환경 및 인체 위해성이 더 큰 것으로 보고되고 있는 것을 고려하여 보다 효율적인 관리를 하기위해 PM₁₀과 함께 PM_{2.5}에 대한 환경기준을 설정하는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 미세먼지의 저감 대책을 효과적으로 세우기 위해서 환경 및 인체위해성이 크며, 2차 생성입자(Secondary pollutants)의 구성비율이 높을 것으로 추정되는 미세입자(Fine particle-PM_{2.5} 이하)에 대한 계절에 따른 물리·화학적 특성을 해석하고 미세입자의 주요 구성물질이 수용성 이온(Water-soluble ion)인 것을 고려하여 미세입자 중 수용성 이온성분의 음이온(Anion)과 양이온(Cation)간에 결합형태를 추정한 후 CMB(Chemical Mass Balance) 모델을 수행하여 정량적으로 분석하였다.

2. 연구 방법

2.1 측정 개요

측정은 서울의 동북부에 위치해 있는 동대문구에 소재한 서울시립대학교 공대실험동 옥상에서 하였으며, 계절별 특성을 해석하기 위해 2002년 8월 5일부터 2005년 4월 22일까지 총 4년 동안 봄 2회, 여름 3회, 가을 1회, 겨울 3회를 실시하여 총 115일간 측정을 하였다.

2.2 측정 및 분석방법

시료채취는 입자의 화학적 변성을 막기 위하여 표면이 모두 테프론으로 제작한 필터 팩과 알루미늄 재질의 테프론 코팅된 PM_{2.5} 사이클론(URG 社)을 이용하여 흡입유량 16~17lpm으로 하였다. 수용성 이온성분은 Zeflour(\varnothing 47mm) filter를 사용하여 여지에 포집된 시료를 마개가 있는 필터추출용기(polyethylene 재질)에 넣고 100 μl 의 에탄올을 끌고루 적서 준 후 적당량의 탈이온교환수(DI water)(Cyclone 여지는 10ml)에 함침하여 초음파 추출기에서 60 $^{\circ}\text{C}$ 로 20분간 추출하였고, 이 추출액을 0.22 μm 실린지 멤브레인 필터(syringe filter, Millipore)로 불용성 성분을 여과한 다음 IC를 이용하여 양이온과 음이온 성분을 분석하였다. 다음 표 1에 시료채취 및 분석방법을 간략히 나타내었다.

Table. 1. Sampling and analysis methods.

Sampling Item	Analysis Item	Sampling and analysis methods	Reference
PM ₁₀ , PM _{2.5}	mass concentration	PM ₁₀ & PM _{2.5} inlet cyclone and filter pack(16-17lpm)	24hr sampling
ion component	SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺	Ion Chromatography (Dionex 100)	

3. 결 론

미세입자 중 수용성 이온성분의 주요성분은 SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ 이었으며, 가을, 봄, 겨울, 여름 순으로 미세입자 중 수용성 이온성분의 점유율이 조대입자에 비해 각각 5.1배, 1.4배, 1.4배, 1.1배 높게 나타났으며, 평균 1.4배 높은 것으로 분석되었다(그림 1).

CMB 모델 결과 수용성 이온성분의 계절별 주요 구성 형태는 봄의 경우 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3 , CaSO_4 , K_2SO_4 의 형태로 이들 성분이 봄철 전체 수용성 이온성분의 89.1% 를 해석, 여름의 경우 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3 , Na_2SO_4 , CaSO_4 , MgSO_4 , KNO_3 로 93.1%를 해석, 가을의 경우 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3 , NH_4Cl , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, K_2SO_4 로 89.3%를 해석, 겨울의 경우 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3 , NH_4Cl , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, K_2SO_4 로 91.8%를 해석되고 있다(그림 2).

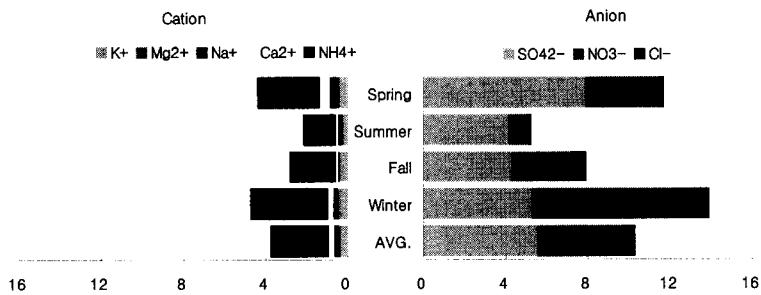


Fig. 1. Division of soluble ionic component in fine particle.

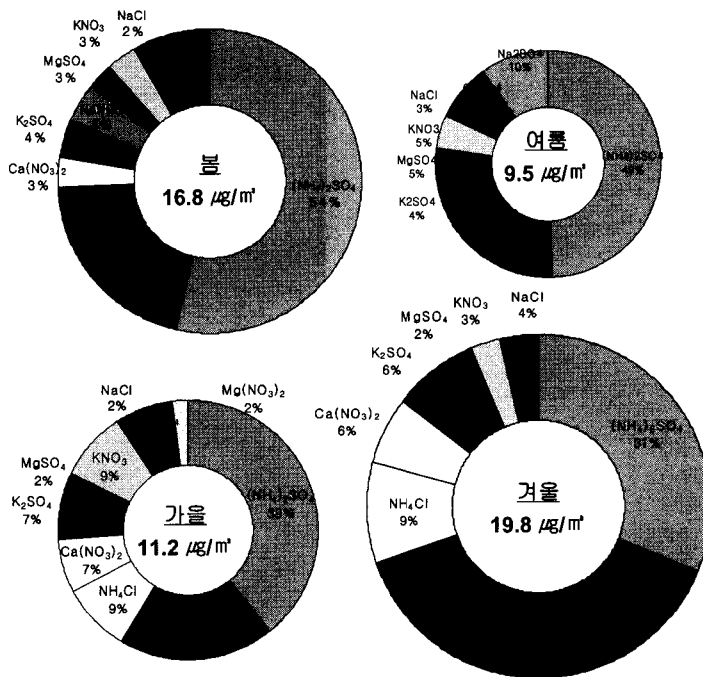


Fig. 2. Combination shape ratio of seasonal soluble ionic composition.