

1A4) 제주도 배경지역 대기 에어로졸의 SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ 유입 경로 조사

Investigation on the Inflow Pathway of SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ in Atmospheric Aerosols at Background Area of Jeju

고희정 · 강창희 · 김원형 · 이순봉 · 이민영 · 조은경 · 강혜림
제주대학교 화학과

1. 서론

동북아시아 지역은 최근 급속한 산업화와 경제 성장으로 대기오염 물질의 배출량이 급격하게 증가하고 있고, 중국은 아시아 전체 이산화황과 질소산화물의 70~80% 정도를 배출하고 있다(Gregory et al., 2003). 우리나라는 공업화가 가장 빠른 중국 북동부 공업지대와 근접해 있고, 편서풍 풍하에 위치하고 있어서 중국의 오염 영향을 가장 직접적으로 받고 있다(김용표 등, 2000). 특히 중국은 에너지의 70% 이상을 황 함량이 높은 석탄에 의존하고 있어서 다량의 황산화물을 배출하고 있고, 에너지 소비량 증가로 질소산화물의 배출량도 증가 추세에 있다. 대기로 배출된 SO_2 , NO_x 은 불균일 또는 균일상 산화과정을 거쳐 황산염, 질산염 등을 생성하며, H_2SO_4 , NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, HNO_3 등과 같은 2차 오염물질 형태로 에어로졸에 포함된다(Yao et al., 2003). 본 연구에서는 배경농도 지역인 제주도 고산에서 TSP 대기 에어로졸을 채취하여 SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ 성분을 분석하였다. 그리고 역계적 분석을 통해 이들 성분들의 유입 경로와 대기오염물질의 장거리 이동 현상을 조사하였다.

2. 연구 방법

제주도 고산측정소(33°28'N, 127°17'E)에 high volume tape sampler(KIMOTO, Model 195A)를 설치하여, 1992년 3월부터 2007년 11월까지 총 2,326개의 TSP 에어로졸 시료를 채취하였다. 그리고 주요 수용성 양이온과 음이온 성분을 ion chromatography(IC)법으로 분석하였다. IC는 Dionex사의 model DX-500와 Metrohm사의 Modula IC를 사용하여 분석하였다. 이때 분리용 컬럼은 IonPac AG4A-SC/IonPac AS4A-SC, Metrohm Metrosep Cation 1-2-6, Metrohm Metrosep A-SUPP-5를 사용하였고, 검출기는 conductivity detector를 사용하였다(Park et al., 2004).

3. 결과 및 고찰

3.1 TSP 에어로졸 조성

전체 시료 중 강수일을 제외한 1,946개 에어로졸 시료에 대한 이온 성분들의 농도는 $\text{nss-SO}_4^{2-} > \text{Na}^+ > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^- > \text{NH}_4^+ > \text{nss-Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$ 의 순으로 나타났다. 특히 이 중 인위적 기원의 nss-SO_4^{2-} 성분이 $6.82\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높은 농도를 보였고, NH_4^+ , NO_3^- 성분 역시 각각 1.65 , $1.75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 다른 성분들에 비해 비교적 높은 농도를 나타내었다.

3.2 nss-SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ 성분의 연도별 경향

강수일을 제외한 나머지 시료들에 대해 에어로졸 성분의 농도를 연도별로 비교해 본 결과, 인위적 기원의 nss-SO_4^{2-} 은 2006년에 $8.80\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높고, 2003년에 $4.91\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 낮은 농도를 보였다. NO_3^- , NH_4^+ 성분 역시 nss-SO_4^{2-} 과 동일하게 2006년도에 가장 높은 농도를 나타내었으나 NO_3^- 성분은 1992년에, NH_4^+ 성분은 1995년에 가장 낮은 농도를 보였다. 그리고 연도별 농도변화 추세를 조사해 본 결과, NO_3^- , NH_4^+ 성분은 점차적으로 증가하는 경향을 보였으나 nss-SO_4^{2-} 성분은 오히려 미소하나마 감소하는 경향을 나타내는 것으로 확인되었다(그림 1). 이처럼 nss-SO_4^{2-} 농도가 미소한 감소 경향을 보이는 것은 서서히 석탄에너지에서 석유에너지로 전환되고 있는 중국의 대기오염물질 배출 추세와 관련이 있는 것으로 보인다. 그리고 NO_3^- 농도 증가는 최근의 지속적인 에너지 사용량 증가와 관련이 있는

것으로 추정된다(박민하 등, 2002).

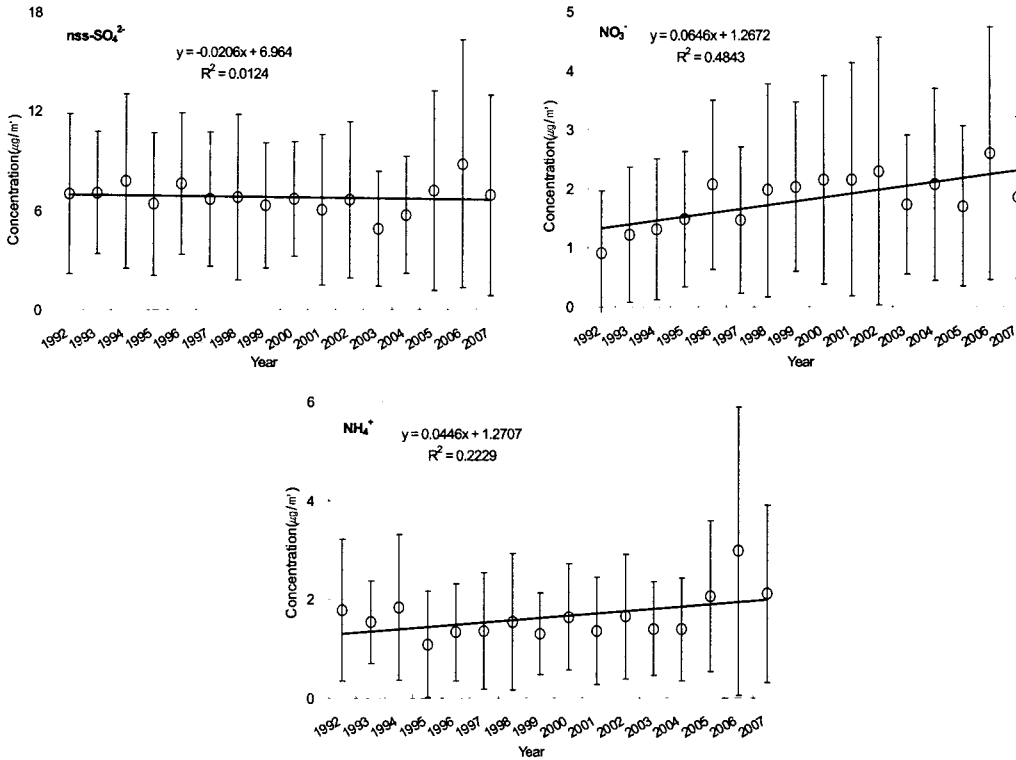


Fig. 1. Yearly variations of nss-SO₄²⁻, NO₃⁻ and NH₄⁺ concentrations in TSP aerosols at Gosan Site, Jeju Island.

사 사

이 논문은 2006년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2006-311-C00614).

참 고 문 헌

- 김용표, 이종훈, 문길주, 김희강, 정장표, 이종범 (2000) 1996/1997년 겨울 우리나라 배경측정소에서의 대기오염 물질 특성, 한국대기환경학회지, 16(4), 415-420.
- 박민하, 김용표, 강창희 (2002) 비해염 황산염에 대한 질산염의 비로 살펴본 대기오염물질의 변화: 1992~1999년 고산 측정자료, 한국대기환경학회지, 18(3), 247-252.
- Guttikunda, S.K., G.R. Carmichael, G. Calori, C. Eck, and J.H. Woo (2003) The contribution of megacities to regional sulfur pollution in Asia, Atmospheric Environment, 37(1), 11-22.
- Park, M.H., Y.P. Kim, C.H. Kang, and S.G. Shim (2004) Aerosol Composition Change between 1992 and 2002 at Gosan, Korea, Journal of Geophysical Research, 109(D19S13), 1-7.
- Yao, X., A.P.S. Lau, M. Fang, C.K. Chan, and M. Hu (2003) Size distributions and formation of ionic species in atmospheric particulate pollutants in Beijing, China: 2-dicarboxylic acids, Atmospheric Environment, 37(21), 3001-3007.