

PA8) 대기 유입경로에 따른 배경지역 TSP 에어로졸의 화학 조성 비교

Comparison of Chemical Compositions of TSP Aerosols Corresponding to Inflow Pathway of Air Parcels in Background Area

이민영 · 강창희 · 고희정 · 이순봉 · 강희곤 · 홍상범¹⁾ · 김정수²⁾

제주대학교 화학과, ¹⁾제주대학교 기초과학연구소, ²⁾국립환경과학원 지구환경연구소

1. 서 론

최근 심화되는 대기오염의 영향으로 인접 국가들 간의 월경성 대기 오염물질의 장거리 이동에 대한 관심이 크게 고조되고 있다. 동북아시아에서 대기오염물질 장거리 이동 현상을 규명하고, 이를 공동으로 관리하기 위한 목적으로 수행되고 있는 제7차 한·중·일 장거리 이동 대기오염물질 공동연구사업(LTP, Long-Range Transport)의 결과를 보면, 1998년 한 해 동안 우리나라에 침적되는 전체 황산화물 465,000톤 중에서 약 20%에 해당하는 93,500톤 정도가 중국으로부터 이동한 것으로 나타나고 있다. 한반도는 아시아 대륙의 동쪽 끝 지점의 편서풍 풍하 측에 위치하고 있어서 중국 대륙으로부터 장거리 이동하는 대기오염물질의 영향을 많이 받고 있다(강창희 등 2007). 제주도는 한반도와 100km 이상, 중국과는 500km 이상, 일본과는 250km 이상 떨어져 있고, 자체적인 오염원이 거의 없는 청정지역으로(Arimoto et al., 2004), 주변국에서 유입되는 오염물질의 특성을 관찰하기에 적합한 지역이다. 본 연구는 제주로 이동하는 오염물질의 농도를 유입경로 별로 조사한 결과이다. 이를 위해 제주도 고산에서 장기적으로 TSP 에어로졸을 채취하여 그 조성을 분석하였고, 그 결과로부터 대기 유입경로별 화학적 조성을 상호 비교하였다.

2. 연구 방법

제주도 고산측정소(33°28'N, 127°17'E)에 high volume tape sampler (KIMOTO, Model 195A)를 설치하여, 2003년 1월부터 2007년 12월까지 1일 또는 3일 간격으로 총 692개의 TSP 에어로졸 시료를 채취하였다. 에어로졸의 이온성분은 Metrohm사의 Modula IC와 Metrohm Metrosep Cation 1-2-6 column 및 Metrohm Metrosep A-SUPP-4 column을 사용하여 분석하였다. 또 에어로졸의 금속 및 황 성분은 ICP/AES (Thermo Jarrell Ash, Model IRIS-DUO)로 분석하였다(강창희 등, 2007).

3. 결과 및 고찰

3.1 대기 에어로졸의 조성

연구기간동안 채취한 총 692개의 시료 중에서 강수일(3mm 이상)을 제외한 574개 에어로졸을 대상으로 이온성분들을 분석한 결과, 각 성분들의 농도는 $nss-SO_4^{2-} > NO_3^- > NH_4^+ > Na^+ > Cl^- > K^+ > Mg^{2+} > nss-Ca^{2+}$ 의 순으로 나타났다. 이 중 인위적 기원의 $nss-SO_4^{2-}$ 성분이 $6.96 \mu g/m^3$ 로 가장 높은 농도를 보였고, NO_3^- , NH_4^+ 성분 역시 각각 2.08, $2.07 \mu g/m^3$ 로 다른 성분들에 비해 비교적 높은 농도를 나타내었다. 또 황과 금속원소 성분들을 분석한 결과, 각 성분들의 농도는 $S > Na > Al > Ca > K > Fe > Mg > Zn > Pb > Ti$ 의 순으로, 이 중 인위적 기원의 S 성분이 가장 높은 농도($1.90 \mu g/m^3$)를 나타내었다.

3.2 대기 유입경로에 따른 에어로졸의 화학적 조성 비교

총 574개 TSP 시료를 대상으로 대기의 유입경로별로 화학적 특성을 비교하기 위하여, 유입 경로를 I 영역(한반도 및 시베리아 지역), II 영역(중국대륙), III 영역(북태평양과 일본지역)으로 나누었다(그림 1). 이 때 공기덩어리(air parcel)의 유입경로를 보면 I 영역 14%, II 영역 70%, III 영역은 16%로 나타났다. 그리고 각 영역(sector)별 TSP 성분의 농도를 비교해 본 결과, 인위적 기원의 $nss-SO_4^{2-}$ 과 S 농도

는 I 영역에서는 두 성분이 각각 6.83, 1.79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, II영역에서는 7.63, 2.09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, III영역에서는 3.73, 1.09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 II영역에서 가장 높은 농도를 보였고 III영역에서는 2배 정도 더 낮은 농도를 나타내었다. 또 NO_3^- 은 I영역에서 1.89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, II영역에서 2.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, III영역에서 1.47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로, 역시 II영역에서 가장 높고 III영역에서 가장 낮은 농도를 나타내었다. 또한 대표적인 토양기원의 nss-Ca^{2+} 과 Al은 I영역에서 각각 0.23, 0.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, II영역에서 0.33, 0.45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, III영역에서 0.10, 0.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도를 나타내어 이 역시 앞의 성분들과 마찬가지로 II영역에서 가장 높은 경향을 보였다. 그러나 해염 성분인 Na^+ 은 I영역에서 1.84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, II영역에서 2.07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, III영역에서 2.31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로, III영역에서 가장 높은 값을 보여 앞의 인위적 및 토양 기원의 성분들과는 상반된 경향을 나타내는 것으로 조사되었다.

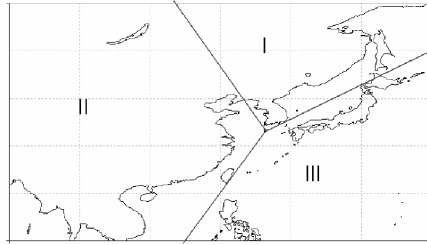


Fig. 1. Sectional classification of Northeast Asia for backward trajectory analysis starting from Gosan site.

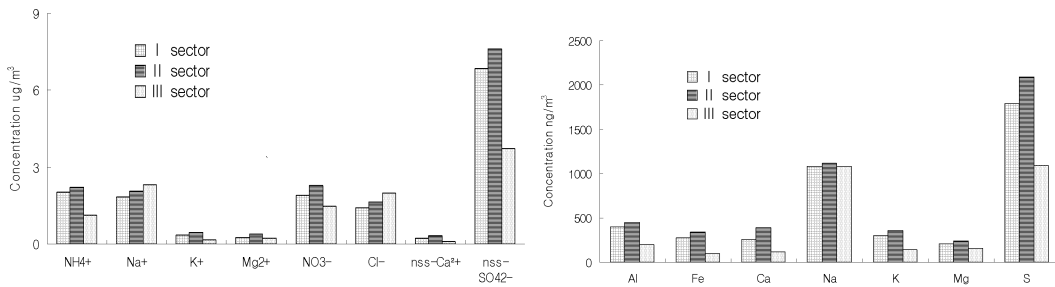


Fig. 2. Comparisons of concentrations of TSP aerosol components corresponding to the inflow pathway of air parcels.

사 사

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

참 고 문 헌

- 장창희, 고희정, Wlodek Zahorowski (2007) 제주도 고산지역의 라돈 및 TSP 에어로졸 농도 특성: 2001-2004년 측정, 한국대기환경학회지, 23(5), 612-624.
- 김정식, 신도식, 방소연, 차주완, 김 산, 최성필 (2000) 한반도 배경대기중 PM₁₀ 농도의 화학적 특성, 한국기상학회 춘계학술대회 논문집.
- Arimoto, R., X. Zhang, B.J. Huebert, C.H. Kang, D.L. Savoie, J.M. Prospero, S.K. Sage, C.A. Schloesslin, H.M. Khaing, and S.N. Oh (2004) Chemical composition of atmospheric aerosols from Zhenbeitai, China, and Gosan, South Korea, during ACE-Asia, Journal of Geophysical Research, 190(D19S04), 1-15.