

## PA23) 동북아시아지역 PM<sub>2.5</sub> 에어로졸의 탄소성분 특성 비교 Comparisons of Carbonaceous Species of PM<sub>2.5</sub> Aerosol over the Northeast Asia

류성윤·김영준  
광주과학기술원 환경공학과

### 1. 서론

동북아시아 지역은 전세계에서 가장 급속하게 발전하고 있는 지역이다. 산업의 빠른 성장 및 급속한 자동차의 증가는 인위적인 오염물질의 증가에 크게 기여하고 있다. 이러한 오염물질 배출은 대기 에어로졸의 조성 및 농도에 영향을 끼치고 있다. 또한 동북아시아 지역은 고비사막이나 황하유역과 같은 거대한 자연적인 에어로졸의 배출원을 가진 지역이다. 매년 봄철이면 황사(Asian dust)현상이 발생하여 여러 인위적 오염물질과 혼합되어 태평양 지역으로 이동해오고 있다.

대기 에어로졸의 탄소 성분은 전체 에어로졸의 질량 농도의 상당부분을 차지하고 있으며 시정 감소, 복사 전달, 인체에 미치는 영향 및 대기 화학에 중요한 역할로 작용하고 있다. 이러한 탄소 입자들은 가솔린 및 디젤 자동차, 보일러, 기타 여러 화석 연료를 사용하는 소각로 등에서 배출되는 70여개 이상의 다른 오염원으로부터 비롯된다 (Gray and Cass, 1998). 입자상 탄소성분은 유기탄소성분(Organic Carbon, OC)과 원소탄소성분(Elemental Carbon, EC)으로 구성되어 있고, 원소 탄소는 유기물질의 불완전 연소의 부산물로서 형성되고 유기 탄소는 형성 메커니즘에 따라서 1차와 2차의 기원을 갖는다. 도시지역 1차 유기탄소성분은 고경과 이동 오염원으로부터 직접 배출되며, 2차 유기탄소 성분은 대기중의 기상의 탄소 수소 전구체의 광화학반응에 의해서 형성된다 (Turpin et al., 1991, Turpin and Huntzicker, 1995, Strader et al., 1999). 이러한 1차 및 2차 탄소 성분을 분리하여 분석하는 화학분석 방법의 한계 때문에 현재까지도 간접적인 방법에 의해서 그 양을 추정해오고 있다. 원소 탄소 성분은 좋은 1차적인 연소후 생성되는 탄소의 배출원으로 사용되어 지고 있다. 따라서 1차 및 2차의 유기탄소성분(OC)의 구분은 1차적인 유기탄소성분(OC)에 대한 추적자로서 원소탄소성분(EC)을 사용하여 추정하고 있다 (Turpin and Huntzicker, 1995; Lim and Turpin, 2002).

본 연구에서는 동북아시아 지역의 세 도시지역에서 PM<sub>2.5</sub> 탄소 성분의 특성을 비교 분석하였다. 원소 탄소 성분 및 유기 탄소 성분의 시간적 공간적 변화를 살펴보고, 원소탄소성분 추적자 방법(EC tracer method)을 사용하여 각 지역에서의 2차 유기탄소성분(OC)을 추정하고자 하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구는 동북아시아 지역의 도시지역에서 2차 유기탄소성분(OC)의 추정을 위하여 중국 북경, 한국의 광주, 일본의 교토에서 2001년부터 2002년 4계절에 집중 관측을 실시하였다. 그 집중측정은 2001년에는 1월 14일-19일, 3월 36일-5월 8일, 8월 3일-23일, 11월 17일-27일, 2002년에는 7월 23일-8월 3일, 10월 8일-11월 14일의 기간에 각각 4-5번의 관측을 실시하였다. 중국 베이징은 대기물리연구소(Institute of Atmospheric Physics, IAP)의 옥상에 설치된 측정소에서 한국의 광주지역은 광주과학기술원 이동식실험차량 위와 광주기상청 옥상에서, 일본의 교토에서는 교토대학교의 옥상 관측소에서 집중관측이 각각 실시되었다. 각 사이트에서의 PM<sub>2.5</sub> 샘플은 URG 사이클론 샘플러(URG-2000-30EH)를 이용하여 24시간 간격으로 포집하였다. 탄소성분 (OC, EC) 분석을 위하여 47mm 석영필터(Whatmann 1851047)를 550°C의 노 (Furnace)에서 12시간 이상 전처리하여 사용하였다. 샘플링에 전후에 필터는 마이크로 밸런스 무게를 3회 이상 측정한 후 페트리디쉬에 넣고 테프론 테이프로 처리한 후 아이스 박스에 넣어 이동하였다. 유기탄소(OC)와 원소탄소(EC) 분석을 위해 미국 AtmmAA사에서 선택적 고온 산화법(Thermal Manganese dioxide Oxidation, TMO)을 이용하여 분석을 수행하였다.

### 3. 결과 및 고찰

각 지역에서의 평균 PM<sub>2.5</sub>, OC 및 EC 농도는 중국 베이징이 각각 146.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 25.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 7.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 한국 광주지역에서는 각각 38.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 10.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 나타냈고, 일본 교토에서는 각각 28.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 5.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 나타냈다. 그림 1은 동북아시아 지역의 세 사이트에서 2001년부터 2002년까지 4계절의 집중 관측기간에 측정된 유기 탄소 및 원소 탄소 성분의 농도를 나타낸 것이다. 중국 베이징의 경우 석탄의 사용이 많은 겨울철에 높은 OC 및 EC 농도를 보였고, 가을철 추수후 소각 활동으로 증가하는 것을 알수 있다. 여름철엔 상대적으로 낮은 농도의 값을 보였다. 한국의 광주 및 일본의 교토 지역은 봄철 중국에서의 기단의 이동경로가 같은 영향으로 외부에서 유입된 오염물질과 지역적인 배출원의 혼합에 의해서 OC와 EC의 농도 또한 증가되었고, 여름철에는 그 농도가 감소 하였고, 가을철 추수후 소각 활동으로 인해 큰 증가를 보이고 있다.

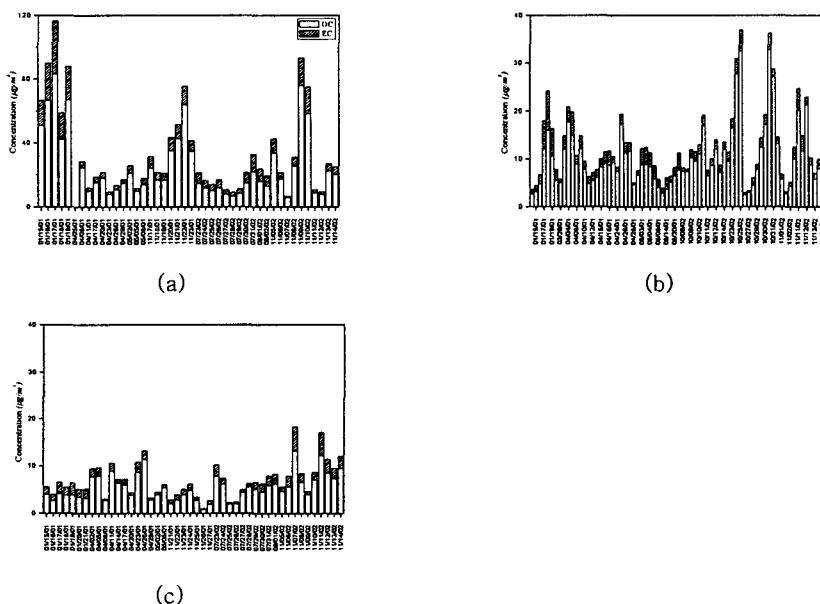


Fig. 1. Temporal and spatial variations of organic carbon and element carbon measured at (a) Beijing, China, (b) Gwangju, Korea, and (c) Kyoto, Japan.

### 사 사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금 및 두뇌한국 BK21사업 지원금에 의한 것입니다.

### 참 고 문 헌

- Park, S.S., Kim, Y.J., and Fung, K. (2002) PM<sub>2.5</sub> carbon measurements in two urban areas: Seoul and Kwangju, Korea. *Atmospheric Environment* 36, 1287-1297
- Ryu, S.Y., Kim, J.E., He, Z., Kim, Y.J. and Kang, G.U. (2004) Chemical Composition of Post-Harvest Biomass Burning Aerosols in Gwangju, Korea, *JAWMA*, Vol.54
- Turpin, B.J. and Huntzicker, J.J. (1991) Secondary formation of organic aerosol in the Los Angeles Basin: a descriptive analysis of organic and elemental carbon concentrations, *Atmospheric Environment* 25, 207-215