

PA24) 준실시간 탄소 모니터를 이용한 서울·인천에서의 탄소 입자 특성
Characteristics of Carbonaceous Aerosols Measured by Semi-Continuous Carbon Monitors in Seoul and Incheon

김민정·정현록·이병욱·김영준·김경원¹⁾

광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링 신기술 연구센터

¹⁾경주대학교 건설환경공학부

1. 서 론

대기 중 미세 탄소성분은 오염된 도시지역의 대기오염 정도를 설명할 수 있는 주요 물질 중 하나로써, 도시지역의 경우 총 미세먼지의 40%를 차지한다(Gray et al., 1986). 특히 도시지역 원소탄소의 주요 배출원인 자동차의 꾸준한 증가는 미세탄소입자에 의한 대기오염에 상당한 영향을 미칠 것이다. 또한 이동오염원은 뚜렷한 일변화를 나타낼 뿐만 아니라 미세탄소의 배출 및 대기작용은 시간에 따라 매우 역동적이기 때문에 24시간 시료채취를 통하여 정확한 미세탄소의 입자의 특성을 파악하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 24시간 채취한 시료에서 확인할 수 없었던 미세탄소입자의 준실시간 측정을 통해 미세탄소 입자의 시계열에 따른 화학적인 특성을 규명하고자 한다.

2. 연구 방법

서울시립대학교와 인천 용현남초등학교 옥상에 설치된 두 수퍼사이트에서 2004년 5월 1일부터 31일 까지 한 달 동안 미세탄소의 준실시간 측정이 시행되었다. 본 연구를 위하여 Sunset사의 Semi-continuous OC/EC Field Instrument에 PM_{2.5} 싸이클론 도입부와 기체상 유기탄소의 제거를 위한 CIF(Carbon Impregnated Filter) 디뉴더가 장착되었다. 본 장비는 45분 동안 시료를 채취하고 8분 동안 분석하여 한 시간 간격으로 유기탄소와 원소탄소 입자의 질량농도를 측정한다. 유기탄소와 원소탄소의 질량농도는 NIOSH protocol을 이용한 열광학적 투과도법(Thermal/Optical Transmittance Method, TOT)에 의해 분석되었다. 이 방법은 헬륨(He)과 산소(O₂)의 환경에서 온도를 증가시킴으로써 탄소 성분을 측정하는 것으로써 조사한 He-Ne 레이저에 대한 quartz filter의 투과도를 이용하여 유기탄소와 원소탄소의 질량농도를 결정한다. 이 때 quartz filter의 투과도가 초기의 투과도 값에 도달하는 지점을 중심으로 그 이전의 탄소를 유기탄소, 그 이후에 휘발된 탄소를 원소탄소로 고려한다.

3. 결과 및 고찰

관측기간 동안 서울과 인천에서 측정된 미세탄소 입자의 질량농도를 표 1에 요약하였다. 서울 및 인천 두 지역에서 모두 유기탄소의 질량농도는 유사하였으나, 원소탄소는 서울이 인천보다 약 1.5배 높게 관측되었다. 그 결과 OC/EC비는 서울이 1.3으로 인천의 2.0에 비하여 낮았다. OC/EC 비는 오염지역에서 입자상 탄소성분의 유기성분의 기원을 추정하는 하나의 방법으로 사용되어 진다. 유기입자의 존재를 추정함에 있어서 보편적으로 적용되는 OC/EC 비는 2로써(Chow et al., 1993), 서울 지역은 2보다 작은 비를 나타냄으로써 유기탄소 대부분이 일차 유기입자로 존재할 것으로 추정된다.

Table 1. Carbonaceous Species concentration in Seoul and Incheon.

site	OC($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	EC($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TC($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	OC/EC ratio
Seoul	5.9±2.9	4.5±2.8	10.4±5.6	1.3
Incheon	5.2±3.4	2.7±2.5	7.9±5.5	2.0

미세탄소입자의 일변화는 미세 탄소입자의 특성 및 그 배출원을 파악하는 데에 사용된다. 그림 1은 5월 동안 서울과 인천에서 측정된 유기탄소와 원소탄소의 일변화를 나타낸 것이다. 두 지역 모두 유기탄소 및 원소탄소의 질량농도가 8시~9시경에 최대치를 보이고, 서울의 경우는 저녁 6시경에 원소탄소가 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 이것은 출퇴근 시간에 원소탄소의 주요 배출원인 자동차의 이용량이 급증하여 대기 중의 미세탄소입자에 영향을 주는 것으로써, 이동오염원의 영향이 인천보다 서울이 큰 것으로 추정된다. 5월 관측기간 중 총 탄소 농도가 높았던 날과 낮았던 날을 선정하여 각 사이트의 유기탄소 및 원소탄소의 일변화를 분석해 본 결과, 그림 1에서와 같이 농도가 높은 날과 낮은 날의 일변화의 경향은 인천에서 뚜렷한 차이를 나타내었다. 인천의 미세먼지 농도가 높은 날에는 오전 중에 원소탄소의 질량농도가 최고 $15.85\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 증가하였으나, 농도가 낮은 날에는 유기탄소 및 원소탄소의 일변화가 거의 없었다. 또한 측정 전체 기간 동안의 미세탄소의 유기탄소 농도는 서울이 $5.9\pm 2.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 인천보다 1.1 높았으나, 농도가 높은 날에는 인천의 유기탄소가 $10.2\pm 2.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 서울보다 1.0 높게 분석되었다.

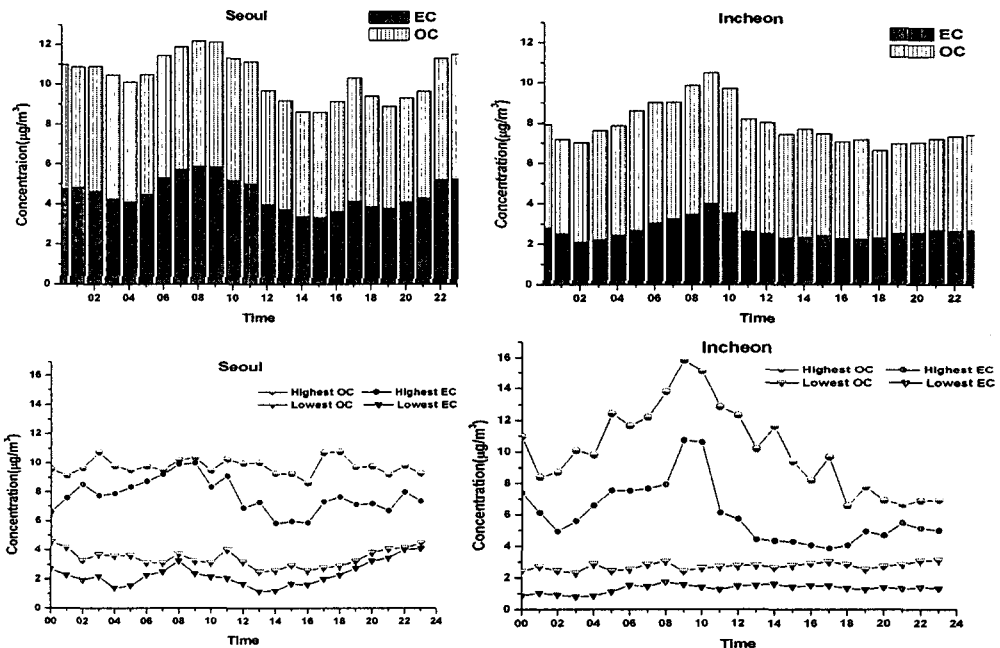


Fig. 1. Diurnal Variation during entire periods(upper) and during Lowest 20% and Highest 20% days(below).

사 사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링신기술연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금, 두뇌한국 BK21사업 지원금 및 대도시 대기질 관리방안 조사연구 프로젝트 지원금에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

- Gray H.A., Cass G. R., Huntzicker J.J., Heyerdahl E.K. and Rau J.A. (1986) Characteristic of atmospheric organic and elemental carbon particle concentrations in Los Angeles. *Envir. Sci. Technol.* 20, 580-589
- Chow, J.C., Waston, J. G., Lowenthal, D.H., Solomon, P.A., Magliano, K.L., Ziman, S.D., Richards, L.W., 1993. PM10 and PM2.5 compositions in California's San Goquin Valley. *Aerosol Science and Technology* 18, 105-128.