

## PA4) 서울시 미세먼지 구성성분 중 탄소성분의 특성

### Carbonaceous Characteristics of Atmospheric Particulate Matter in Seoul

김남진 · 조수석 · 유승성 · 강미혜 · 이상열 · 정 권 · 김주형  
서울시보건환경연구원 대기부

#### 1. 서 론

대기중 입자의 구성성분에서 탄소성분은 입자질량의 약 5-40%를 차지하고 있다. 대기오염이 극심한 대도시, 산업 및 공업도시에서 대기오염지표 중의 하나인 미세먼지를 저감하기 위하여 많은 예산, 인력과 시간을 투입하고 있다. 이러한 대기 오염도를 개선하기 위한 방안으로 미세먼지 중 탄소성분에 대한 다각적인 분석과 해석을 통하여 오염 발생원 및 기여도에 대한 평가가 이루어지고 있으며, 이러한 결과를 통하여 대기질 저감시책으로 활용하여 시민의 건강과 대기환경을 개선하기 위하여 많은 연구가 진행되고 있다.

서울시에서도 시민의 건강을 확보하기 위하여 서울시 대기 중 미세먼지를 저감시키기 위한 여러 가지 시책을 수행하고 있고, 본 연구 또한 이러한 시책 중의 하나로 일차적으로 지역별 특성에 따른 먼지중의 탄소성분에 대한 분석 및 평가를 위하여 일반대기(5지점), 도로(2지점), 도시배경과 교외측정망 등 9개 지점을 선정하여 지역별 먼지중의 탄소성분에 대한 특성을 파악하고 탄소성분에 대한 기여도 평가의 기본 자료를 제공하며, 궁극적으로 발생원 대책을 수립하여 미세먼지 생성원의 배출 및 이차생성을 차단함으로써 미세먼지농도를 저감하는 효과를 달성하기 위한 목적으로 수행하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구에서 선정된 측정지점은 서울시 일반대기측정망(General-ambient, 종로, 강서, 구로, 도봉, 구의) 5지점, 도로측정망(Road, 신사, 동대문) 2지점, 도시배경 측정망(Urban-back ground, 북한산) 1지점 그리고 교외대기 측정망(Suburban, 용인) 1지점을 선정하여 2008년 6월 1일부터 7월 31일까지 수동(24시간 시료채취, 17회) 및 자동(1시간 모니터링 장비)수집자료를 이용하여 분석하였다.

수동자료는 PARTISOL2300(Thermo Elc. Cor., USA)을 이용하여 450°C로 구운  $\varnothing 47\text{mm}$  Quartz Filter에  $\text{PM}_{2.5}$ 와  $\text{PM}_{10}$ 을 동시에 24시간 연속적(10L/min)으로 채취하였으며 탄소분석은 Carbon Aerosol Analyzer(OCEC, FID, Sunset Lab., Inc. USA, 0.1 $\mu\text{gC}$ )을 이용하였으며 자동모니터링 분석기는 도로측정망에  $\text{PM}_{10}$ , 일반대기망과 교외대기망에  $\text{PM}_{2.5}$ 를 분석할 수 있는 Carbon Aerosol Monitor(SOCEC, NDIR, Sunset Lab., Inc. USA, 0.3 $\mu\text{gC}/\text{m}^3$ )를 4지점에 설치하여 측정하였으며 유기탄소(OC, Organic Carbon)와 원소탄소(EC, Elemental carbon), 총탄소(TC, OC+EC)로 구분하여 표시하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

표 1에 지역별 유기 및 원소탄소의 농도를 분석하여 표시하였다. 입자크기는 다르지만 수동인 OCEC 분석기(FID)와 SOCEC모니터링 분석기(NDIR)의 분석능력을 비교하면  $\text{PM}_{2.5}$ 는  $OCEC(\text{TC con.}) = 0.68SOCEC(\text{TC con.})$ ,  $\text{PM}_{10}$ 은  $OCEC(\text{TC con.}) = 0.83SOCEC(\text{TC con.})$ 로 자동모니터링 장비의 탄소성분이 32%( $\text{PM}_{2.5}$ )와 17%( $\text{PM}_{10}$ )로 높게 측정되는 결과가 도출되었다. 그리고  $\text{PM}_{10}$ 과  $\text{PM}_{2.5}$ 구성성분 중에 탄소성분(TC)의 함유율은 모든 환경에서  $\text{PM}_{10}$ 보다  $\text{PM}_{2.5}$ 에서 높게 분석되었으며 그 순서는 도로, 일반대기, 도시배경 그리고 교외 순서이며 이러한 경향은  $\text{PM}_{10}$ 이나  $\text{PM}_{2.5}$ 에서 같은 경향으로 나타났다. 특히  $\text{PM}_{10}$ 에 대한  $\text{PM}_{2.5}$ 의 탄소비중은 도로변(52%), 교외(42%), 일반대기(27%), 도시배경(12%)로 도로변의  $\text{PM}_{2.5}$ 중의 탄소성분의 비중이 가장 높은 결과를 보여주고 있다.

또한 최근에 보고(국립환경과학원, 2006.11)된 서울시 미세먼지 중의 탄소성분의 결과인 여름철 진흥

등의 PM<sub>10</sub>(OM; 5.2(OC : 3.8), EC; 2.7), PM<sub>2.5</sub>(OM; 3.8(OC : 2.8), EC; 2.2)의 EC와 OC의 결과와 비교하면 일반대기망의 OC는 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 모두 0.7 ug/m<sup>3</sup> 정도 높고 EC의 경우 PM<sub>10</sub>은 0.9 정도, PM<sub>2.5</sub>은 0.7ug/m<sup>3</sup> 정도 낮게 분석이 되었다.

일반적으로 TC/EC분포비는 입자상 물질의 배출과 변형특성을 대략적으로 파악할 수 있는 지표로, 분포비가 높으면 유기탄소가 주로 이차생성 유기탄소로 존재하는 결과이며 이는 일차적으로 배출되는 탄소오염물질이 아니라 이차적인 광화학반응 등과 같은 생성반응에 의하여 형성된 오염물질이 많이 존재함을 의미한다. 이러한 관점에서 고찰하면, PM<sub>2.5</sub>의 경우 교외(4.4), 도시배경(4.0), 일반대기(3.3) 그리고 도로변(2.8), PM<sub>10</sub>의 경우 도시배경(5.3), 교외(4.7), 일반대기(3.5) 그리고 도로변(2.8)의 순서로 PM<sub>2.5</sub>는 교외, PM<sub>10</sub>은 도시배경에서 이차로 생성된 탄소성분의 입자상 물질이 많이 존재함을 알 수 있다.

이러한 결과는 미세먼지 중의 탄소성분이 가장 많은 도로변의 탄소성분은 배출원(이동수단 등)에서 직접 배출(TC/EC: 2.4-3.4, Turpin et al., 1995)되는 부분이 가장 많고, 일차적 오염물질이 대기 중에서 광화학반응 등 이차생성 반응과정에 의하여 점차 일반 대기측정소와 외곽지역에서 유기탄소(OC) 성분비가 점차 높게 측정되었다고 판단할 수 있다.

Table 1. Results of EC and OC concentrations of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>. (Value: Average±STD)

	PM(TMS)		OCEC(FID)					SOCEC(NDIR)				
			OC	EC	TC	TC/EC	TC/PM	OC	EC	TC	TC/EC	TC/PM
General-ambient	2.5	21.3±14.5	3.5±1.3	1.5±0.9	5.0	3.3	0.23	5.0±2.3	2.4±1.4	7.4	3.1	0.35
	10	35.2±22.1	4.5±1.4	1.8±1.0	6.3	3.5	0.18	-				
Road	2.5	20.7±12.4	4.2±1.8	2.4±1.3	6.6	2.8	0.32	-				
	10	41.6±12.4	5.6±2.0	3.2±1.9	8.8	2.8	0.21	7.3±2.1	3.3±1.1	10.6	3.2	0.25
Urban-back ground	2.5	15.7±18.7	2.1±1.0	0.7±0.6	2.8	4.0	0.18	-				
	10	26.4±14.5	3.4±1.1	0.8±0.6	4.2	5.3	0.16	-				
Suburban	2.5	21.0±8.3	2.7±1.0	0.8±0.5	3.5	4.4	0.17	4.0±1.5	1.3±0.7	5.3	4.1	0.25
	10	39.8±19.3	3.7±1.2	1.0±0.6	4.7	4.7	0.12	-				

### 참 고 문 헌

김진호, 김태식, 김신도 (2006) 겨울철 입자상 물질중 반응성 탄소성분의 추정에 관한 연구, 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, 97-98.

신혜정, 김지영, 최병철, 오성남, Jianzhen Yu, Keith Bower (2002) ACE-Asia집중관측기간에 제주고산에서 측정된 대기오염물질의 농도 분포특성, 한국대기환경학회지, 18(6), 487-501.

최보라, 허중배, 김계선, 이종태, 이승묵 (2007) 서울시 일부지역 실내외 대기 중 미세먼지 화학적 구성 및 특성파악, 환경공동학술대회, 541-544.

Hoa, K.F., S.C. Lee, J.C. Yub, S.C. Zouc, and K. Fungd (2002) Carbonaceous characteristics of atmospheric particulate matter in Hong Kong, The Science of The Total Environment, 300(1-3), 59-67.

Parka, S.S., Y.J. Kim, and K. Fungd (2001) Characteristics of PM<sub>2.5</sub> carbonaceous aerosol in the Sihwa industrial area, Korea, Atmospheric Environment, 35(4), 657-665.