

PA7) 입자상물질의 연속 및 직접측정 비교 - II. 탄소성분 Comparison of Carbon Compound in PM_{2.5} for Continuos Monitoring and Direct Sampling Method

김정호 · 박진수 · 윤관훈 · 김신도 · 김민정¹⁾ · 김영준¹⁾ · 한진석²⁾ · 홍유덕²⁾
 서울시립대학교 환경공학과, ¹⁾광주과학기술원, ²⁾국립환경연구원 대기연구부

1. 서 론

기존에 광범위하게 이용되어 왔던 대기 중 입자상 탄소성분은 여과지를 이용한 직접포집 및 분석방법으로, 여러 연구자들에 의해 분석대상성분의 휘발과 보관 및 분석과정에서의 오염 및 손실에 대해 그 문제점이 제기되어왔다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 탄소성분에 대한 연속측정방법이 제시되고 있으며 본 연구는 이러한 실시간 모니터링 장비를 도시지역에 적용하기 위해 장기간 연속측정을 통해 적용가능성과 오염물질의 일 변동 특성을 파악해 보았으며, 기존의 필터를 이용한 분석방법과 비교해 보았다.

2. 연구 방법

탄소연속측정장비(Carbon Analyzer, for field, Senset)는 NIOSH 5040에 기반을 둔 열광학적분석방법(Thermal/Optical Transmittance Method)으로, 실시간으로 OC와 EC를 측정할 수 있다. 장치의 유입전단에 PM_{2.5} 사이클론 분립기를 설치하여 PM_{2.5}이하의 입자상물질을 포집하였다. 이 분석장치는 단계적으로 온도를 승온 및 강하 시킬 수 있으며, 최근 대기중 입자상 OC와 EC를 분석하는데 광범위하게 적용되고 있다(Lim et al., 2002; Polidori et al., 2003). Table 1에 온도 승온 프로그램을 Fig. 1에는 측정장치의 구성을 보여주고 있다.

Table 1. Temperature and residence time protocol of the OC/EC field analyzer.

Step	Gas	Residence Temp.(°C time(s))	
OC	He ^a	80	600
OC	He ^a	90	840
Cooling	He ^a	25	0
EC	He + O ₂ ^b	35	650
EC	He + O ₂ ^b	105	880

^a Ultra high purity grade, > 99.99%

^b 10% oxygen

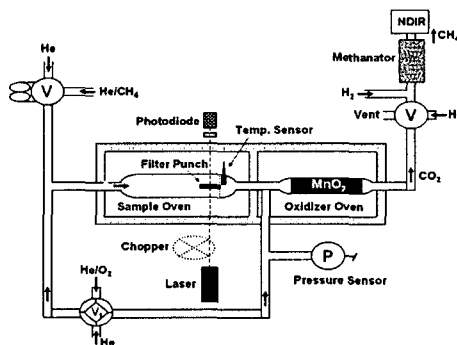


Fig. 1. Schematic diagram of semi-continuous OC/EC carbon aerosol analyzer.

직접측정법으로 직접포집방법은 Cyclone filter pack(URG-2000)을 이용하여 1일 간격으로 PM_{2.5}를 Quartz(Whatman) 여지에 포집하였으며, 이것을 탄소분석장비(Carbon Analyzer, for lab, Senset)로 분석하였다. 이 분석방법은 포집된 시료를 1.5 inch²의 커팅기를 이용하여 시료를 분쇄하여 헬륨과 산소가 주입되는 오븐에서 고온으로 연소시킨후 탄소성분을 메탄으로 전환한 후 FID로 검출한다. 매 시료의 분석이 완료된 후 외부 표준가스(CH₄ 5%)가 주입되어 교정을 수행한다. Sunset Co.의 실험실용 분석장비는 NIOSH 5040 method에 기반하여 Table 2와 같은 온도 승온 프로그램을 통해 탄소분석을 수행하며, 포집된 필터에 대한 중복분석결과의 재현성을 비교해 본 결과 R²이 각각 OC 0.967, EC 0.986으로

나타났다(Fig. 2).

Table 2. Temperature profile of the OC/EC lab analyzer(NIOSH 5040 Method).

Program Activity	Carrier Gas	Ramp Time (sec)	Program Temp.(°C)
Oven Purge	Helium	10	Ambient
1st Ramp	Helium	60	315
2st Ramp	Helium	60	475
3rd Ramp	Helium	60	615
4th Ramp	Helium	90	870
Cool for EC	Helium	30	0
Stabilize Temp	Helium	45	550
He/Ox 1st Ramp	Helium/Ox	45	625
2nd Ramp	Helium/Ox	45	700
3rd Ramp	Helium/Ox	45	775
4th Ramp	Helium/Ox	45	850
5th Ramp	Helium/Ox	120	910
External Std.	Cal Gas+	120	0
Cal.&cool down	Helium/Ox		

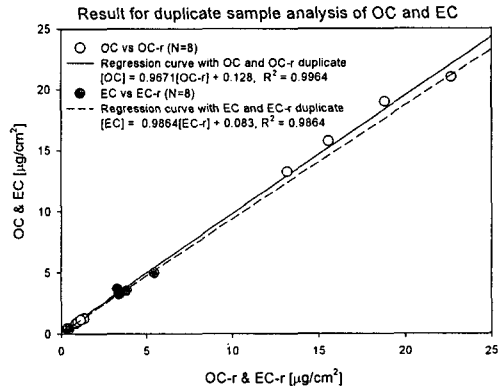


Fig. 2. Correlations between duplicate samples on analysis of carbon compounds.

3. 결과 및 고찰

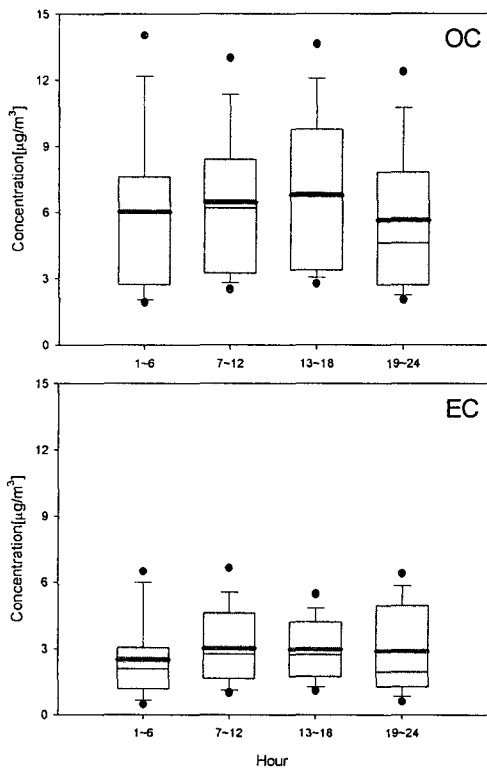


Fig. 3. Daily variation of OC(upper) and EC(lower) in spring time.

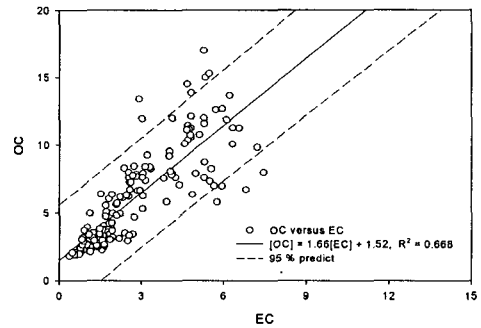


Fig. 4. Scatter diagram of OC and EC by continuous monitoring.

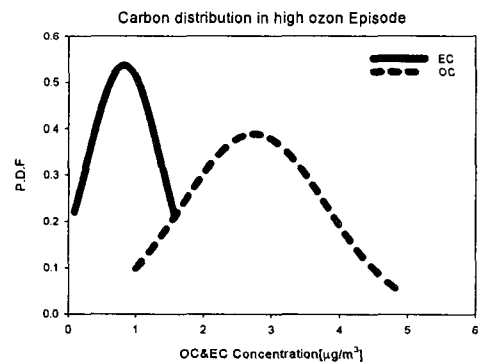


Fig. 5. OC and EC distribution in high ozone Episode by lab analysis.