

PB19) 사무실, 주택, 및 도시지역에서 측정된 미세입자 검댕농도 Black Carbon Concentrations in Fine Particles Measured in an Office, Residential House, and Urban Site

박승식 · 정정훈 · 김대훈 · 조성용 · 김승재
전남대학교 환경공학과

1. 서 론

탄소입자는 대기 입자상 물질의 가장 많은 성분들 중 하나이며 유기탄소(Organic Carbon) 및 원소탄소(Elemental Carbon, EC, 또는 Black Carbon(BC)으로도 불림)로 이루어져 있다. OC는 공기 중에서 휘발성 및 반응성이 있는 물질이며 EC는 비 휘발성이며 반응을 하지 않는다. 대기 중 입자상 물질은 필터에 채취될 때 주로 EC의 존재로 인하여 검게 나타난다. 그러므로 검댕(BC)을 가시광선 스펙트럼의 폭넓은 범위에서 빛을 흡수하는 탄소 에어로졸의 분율로 정의한다. 탄소입자의 특성에 대한 연구는 매우 실효적인 분야로서, 특히 인간의 건강 및 대기 복사성질에 미치는 영향들 및 구름과의 상호작용에 밀접하게 관련되어 있다. 게다가 EC(또는 BC) 에어로졸은 직·간접적으로 대기에서 빛의 소멸을 통하여 기후에 영향을 미치며(Adams et al., 1990; Horvath, 1993; Myhre et al., 2001) 시정감소를 초래한다(Crutzen and Andreae, 1990; Gebhart et al., 2001). 대기 오염물질들의 기후 복사 강제력 예측에 의하면 화석연료의 불완전 연소로 인한 BC의 복사강제력은 최대 $+0.5W/m^2$ 로 평가되고 있다. 최근 전 세계적으로 대기 중 BC 농도의 현저한 증가현상 및 BC 측정농도의 불 확실도는 대기 중 BC 농도의 복사강제력의 평가에 상당한 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단되므로 대기 중 BC 농도의 정확한 측정을 통한 배출량 실태 파악이 이루어져야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 광주광역시 한 도심지역에서 미세입자 BC 농도를 Aethalometer로 5분 간격으로 측정하여 BC 농도수준을 파악하고 배출 오염원 변화에 따른 BC 농도의 시간변동특성을 조사한다. 또한 실내 아파트 및 사무실 환경에서 실내환경변화에 따른 BC 농도수준의 변화를 관찰한다.

2. 연구 방법

BC 에어로졸 입자의 측정은 2007년 1월-6월 사이에 도시지역, 사무실 및 아파트 실내거실에서 이루어졌다. 미세입자 BC 농도는 Magee Scientific Inc.의 단일채널(@880nm)의 Aethalometer에 의하여 5분 간격으로 측정되었다. BC 에어로졸은 샘플을 통해 투과된 빛의 감쇄정도를 결정함으로써 측정한다. 현재까지 이용 가능한 모든 광학적 흡수 또는 빛의 감쇄방법들 중에서 Hansen et al.(1984)에 의하여 개발된 Aethalometer가 대기 중 실시간 BC 에어로졸의 질량농도를 측정하기 위해 가장 많이 사용된 기법이다. 도시지역 측정은 자동차 운행에 의하여 영향을 받는 한 대기오염 측정소에서 이루어졌다.

3. 결과 및 고찰

대기 중 BC는 화석연료 연소과정의 불완전 연소의 산물로서 배출되며 특히 디젤 자동차의 발생 오염원을 확인하고 정량적인 기여도를 조사하는데 필요한 tracer 물질로 알려져 있다. 도시지역 일반 대기환경에서는 BC 농도는 확실한 일별변동특성을 보이며, 즉 출퇴근 시간에 농도증가경향을 보이며 낮 시간대에는 대기 경계층 증가 및 교통량 감소로 인해 감소하는 경향을 보이는 것으로 많은 연구결과에서 발표되고 있다. 실내 환경에서 BC를 포함한 입자상 오염물질의 고 농도 가능성은 실내 연소 기구를 통한 배출과 실외에서 배출된 오염물질의 실내 유입에 기인한 것이다. 그림 1은 아파트 실내거실에서 1월 16일 오후부터 24일 02:00시까지 측정된 $PM_{2.5}$ BC 농도의 시간분포를 나타낸다. 그림에서 보듯이 BC 농도의 단시간 증가현상이 자주 확인이 되고 있지만, 일반대기환경의 BC 농도 시간별 특성처럼 일

정시간(아침 및 저녁 출퇴근 시간)에 나타나는 급증현상은 보이지 않는 반면에 실내 거주자의 활동(실내 청소, 사람의 움직임, 주방 요리 등)이나 환기상태에 의해 상당히 영향을 받고 있었다. 예로서 1월 18일 아침 08:30~11:00 사이에 최고농도 $19.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ (@09:10)를 보이는 transient event가 관측이 되었는데 이는 아침시간 요리 시 가스레인지 연소과정, 환기 시(거실 유리창 개방) 외부 공기 유입, 및 ~ 09:15분경 진공청소기에 의한 실내거실 청소 등에 의해 BC 농도의 급격한 증가현상을 나타냈을 것으로 판단된다. 이와 같은 실내 측정결과로부터 아파트 실내 거실환경에서 얻어진 미세입자 BC 농도는 실외 환경에서 측정된 BC 농도에 비해 상당히 심각한 수준으로 BC에 대한 실내 공기질의 관리가 시급하게 이루어져야 할 것으로 판단된다. 또한 1월 2일-16일 사이에 실내 사무실에서 측정된 BC 농도의 주간별 분포를 그림 2에 나타내었다. 주중에는 실내 환기를 위하여 창문을 열어놓고 주말에는 창문을 닫은 상태로 측정이 이루어졌다. 그림 2에서 보는 바와 같이, 주중과 주말의 일별 BC 농도특성에 확연한 차이가 있음을 알 수 있는데 이는 실외 디젤 자동차 운행에 의해 발생된 BC 입자들이 실내 창문을 통해 유입되어 실내 BC 농도 증가현상을 보여주고 있으며, 반면 주말의 경우 실내 창문을 통한 외부유입공기가 없는 상태에서 실내 BC 농도는 배경농도에 가까운 수준으로 거의 일정한 수준을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 즉 실내에서 측정된 오염물질의 농도수준은 환기여부에 의해 크게 영향을 받고 있음을 알 수 있었다.

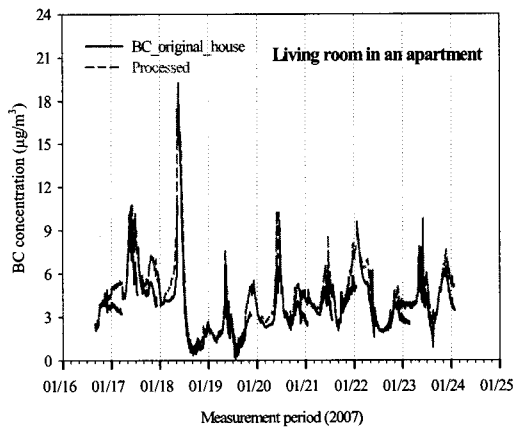


Fig. 1. Temporal distribution of $\text{PM}_{2.5}$ BC concentration in indoor environment of an apartment.

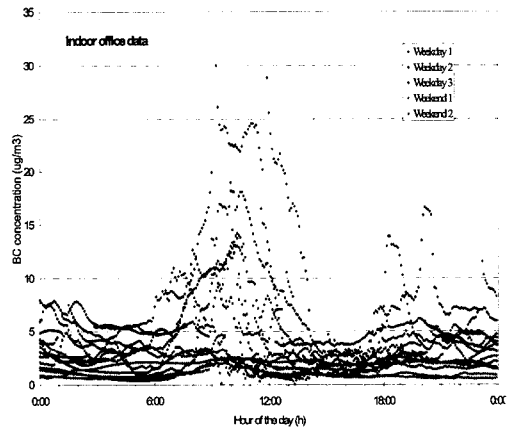


Fig. 2. Diurnal profiles of $\text{PM}_{2.5}$ BC over weekdays and weekends observed in an indoor office.

사 사

본 연구는 이 논문은 2007년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다. 또한 BK21 친환경 핵심소재 및 공정개발사업에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Adams, K., L. Davis, S. Japar, and D. Finley (1990) *Atmos. Environ.*, 124, 605-610.
 Hansen, A. H. Rosen, and T. Novakov (1984) *Sci. Total. Environ.*, 36, 191-196.
 Horvath, H. (1993) *Atmos. Environ.*, 27A, 293-317.
 Myhre, G., A. Myhre, and F. Storda (2001) *Atmos. Environ.*, 35, 2361-2373.