

### 3A3) Elemental Carbon 또는 Black Carbon 입자 측정시스템 비교 연구

#### Comparison of Elemental Carbon (EC) or Black Carbon (BC) Measurement Techniques

박기홍 · Judith C. Chow<sup>1)</sup> · John G. Watson<sup>1)</sup>

광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링신기술연구센터,

<sup>1)</sup>Desert research Institute, USA

#### 1. 서 론

화석연료 또는 바이오매스(biomass) 등의 불완전연소에 의해 발생하는 EC(Elemental Carbon) 또는 BC(Balck Carbon) 입자는 지구에 도달하는 빛을 흡수함으로써 지구복사열평형에 중요한 역할을 하고 있으며, 시정장애를 일으키고 인체에 유해한 물질을 포함하고 있는 것으로 알려져 있다. 현재 다양한 카본입자(carbonaceous particles) 측정방법이 개발된 상태이며 정량화 방법에 따라 EC, BC, light absorbing carbon, soot 등으로 불리어 지고 있으며 기준카본입자(Standard Carbon Materials)의 부재로 인해 측정된 EC or BC 양에 대한 정확성 또는 정밀성에 대한 평가를 내리기가 상당히 어렵다고 하겠다. 본 연구에서는 미국 California Fresno Supersite에서 최근 개발 되서 상용화된 6개의 연속적 EC 또는 BC 측정시스템으로 1년간의 대기 중 카본입자 데이터를 수집하여 비교하였고 또한 기존의 24 시간 filter 샘플링을 통해 얻은 EC 농도와도 비교하였다. 더불어 EC 또는 BC의 계절별, 달별, 시간별 특성을 분석하였고, 3-307 nm 입자의 크기별 수농도, 입자산란계수, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, gaseous nitrogen Oxide (NO<sub>x</sub>), ozone(O<sub>3</sub>)등을 측정하여 EC 또는 BC 입자의 농도변화 특성을 해석하는데 이용하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구에서 사용된 연속적(1분~1시간 간격) EC 또는 BC 측정시스템은 dual-wavelength Aethalometer (Magee Scientific), seven-wavelength Aethalometer (Magee Scientific), Multi-angle absorption photometer (MAAP) (Thermo), Photoacoustic analyzer (DRI), Sunset Carbon analyzer (Sunset), R&P 5400 carbon analyzer (R&P), PAS 2000 PAH monitor (EcoChem) 이며, 24시간동안 filter에 샘플링된 입자는 IMPROVE TOR analyzer (DRI)에 의해 EC 농도를 측정하였다. Aethalometer 와 MAAP은 filter에 포집된 카본입자의 파장에 따른 빛의 흡수량을 결정하여 BC 농도를 예측하며 Photoacoustic analyzer은 카본입자의 빛 흡수에 따른 열팽창과 그에 따라 발생하는 sound wave를 이용하여 BC의 양을 결정한다. Sunset과 R&P carbon analyzer는 filter에 포집된 카본입자에 고유의 온도 protocol에 따라 열을 가해 나오는 가스의 양을 측정하고 광학적 방법을 통해 charring 을 보정하여 EC 농도를 예측한다.

#### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 EC 또는 BC 농도의 달별 평균값을 3-84 nm 사이의 극초미세입자의 수농도와 함께 나타낸 그림이다. 겨울철 EC 또는 BC의 양이 여름철보다 훨씬 높은 값을 나타냈고 이는 겨울철 많은 양의 난방연료소모, 낮은 surface layer로 인한 입자의 축적 등으로 기인한 것으로 보인다. 겨울철 농도를 비교하였을 때 IMPROVE 방법이 가장 높은 값을 나타내었으며, MAAP, Aethalometer, Sunset, Photoacoustic, R&P 순으로 EC 또는 BC의 양이 적어짐을 확인할 수 있다. 그리고 EC 또는 BC의 농도가 측정시스템별로 최고 5배까지 차이가 있음을 보여준다. 그림 2는 겨울철 7-Aethalometer에 의해 측정된 BC 농도의 시간별 특성을 나타낸 그림이다. 7:00-8:00 am (PST)와 8:00-10:00 (PST)에 CO, NO<sub>x</sub>와 더불어 BC농도가 가장 높았으며 밤에 나타난 고농도는 다음날 이른 아침까지 지속됨을 보여주고 있다.

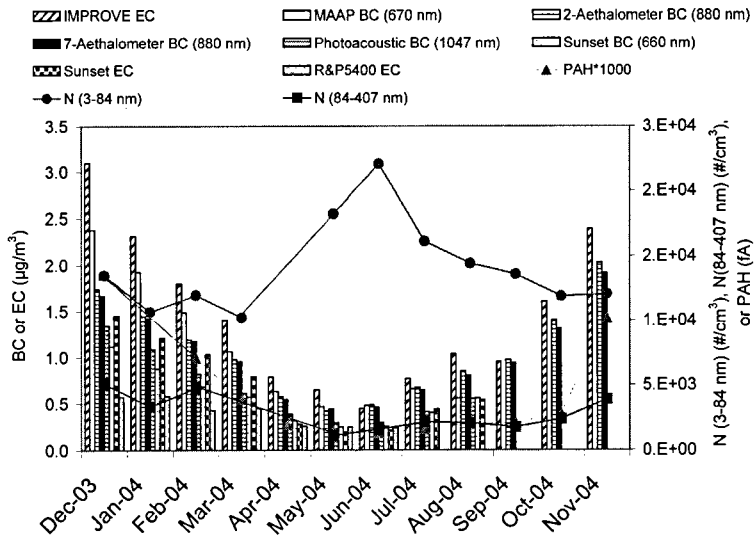


Fig. 1. Monthly variation of EC or BC mass concentration measured with various measurement techniques.

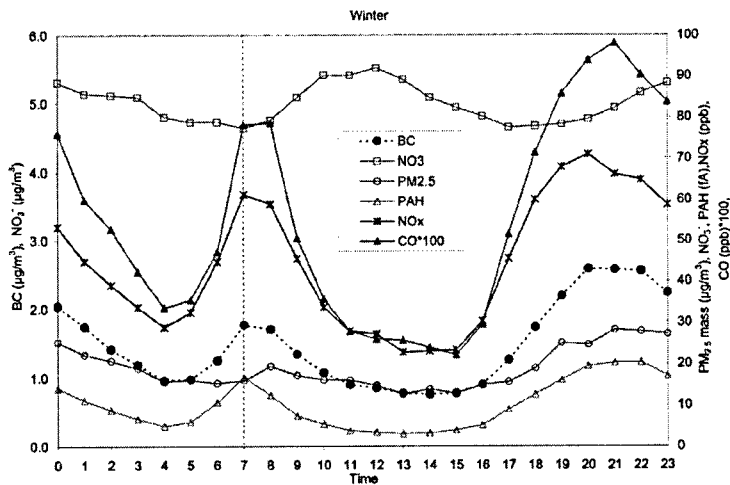


Fig. 2. Diurnal variation of EC or BC mass concentration during winter time.

### 참 고 문 헌

- Chow, J.C., Watson, J.G., Lowenthal, D.H., Chen, L.-W.A., Magliano, K. (2006) Particulate Carbon Measurements in California's San Joaquin Valley; *Chemosphere* 62, 337-348.
- Park, K., Chow, J.C., Watson, J.G., Trimble, D.L., Doraiswamy, P., Arnott, W.P., Stroud, K. R., Bowers, K., Bode, R., Petzold, A., and Hansen, A.D.A. (2006) Comparison of continuous and filter based carbon measurements at the Fresno supersite. *Journal of Air and Waste Management Association* 56, 474-491.