

## AB4) 미국 LA 지역 오염발생지와 영향권에서의 초미세입자 크기분포에 대한 시간적 고찰

### Temporal trend in size distribution of ultrafine particles in source and receptor sites of the Los Angeles Basin

김성현 · Si Shen<sup>1)</sup> · Constantinos Sioutas<sup>1)</sup> · Yifang Zhu<sup>2)</sup> · William Hinds<sup>2)</sup>

서울대학교 지구환경과학부 BK21,<sup>1)</sup> USC Environmental Engineering Department, USA, <sup>2)</sup> UCLA School of Public Health, USA

#### 1. 서 론

대기 중 초미세입자 (0.1 마이크론 이하)들을 최근 건강 위해성에 대한 연관성이 추정됨에 따라 도시 지역 초미세입자에 대한 다각적인 연구의 필요성이 증대하고 있다. 초미세입자들은 전체 질량농도에 대한 그 기여도가 매우 낮아 수농도와 크기분포에 의하여 보다 잘 표현되지만 도시지역 초미세입자의 수농도 크기분포에 대한 자료는 아직 부족한 실정이다. 도시지역 초미세입자들은 일반적으로 차량의 배기와 고정 연소시설에서 배출되는 것으로 알려져 있는 바, 그 수농도가 도시지역 일사량과 매우 높은 상관관계를 보인다는 점에서 매우 흥미롭다. 아울러 대도시 지역의 이산화질소 및 이산화황 등 기체상 오염물질의 농도가 높을 때 초미세입자의 수농도가 급격히 증가한다는 최근의 관측 보고들은 광산화반응으로 촉매된 상전이 메커니즘의 결과로서 2차적 대기입자의 형성된다는 사실을 강하게 의미하고 있다. 따라서 광범위한 지역에서 동시에 초미세입자의 직접적인 배출원과 대기중 2차적인 형성을 동시에 추정하여 그들의 상대적 기여도를 연구하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 오염도가 심한 도시지역 초미세입자들의 크기 분포가 시간에 따라 어떻게 변하는가를 살피고 아울러 대기오염 발생지역과 영향권에서의 차이점에 대하여 고찰하였다.

#### 2. 연구방법

주변 산업공단과 근접한 2개의 고속도로의 영향으로 미국 내 가장 높은 분진농도를 보여주는 Downey 지역 (source site, 2000년 9월 - 2001년 1월)과 Los Angeles로부터의 대기 오염 물질이 해륙풍 경로를 따라 이동 침착되는 Riverside 지역 (receptor site, 2001년 2월 - 6월)에서의 에어로졸의 물리화학적 특성을 측정하였다. Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS model 3936, TSi Inc.)를 사용하여 500nm 이하의 대기중 입자 수농도 분포를 측정하였고 Dual Beam Aethalometer (AE-20, Anderson Instruments Inc.)로 2.5 마이크론 이하의 elemental carbon 농도를 5분 간격으로 측정하여 기상조건과 함께 15분간 평균값으로 기록하였다. 3개의 다단계 입펙터 (MOUDI, MSP Corporation)를 사용해 24시간 포집된 입자들의 무기물 성분, 원소 성분, 그리고 탄소 성분 (EC/OC)들을 각각 Ion Chromatography, X-Ray Fluorescence 및 Thermo-analysis로 분석하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 Downey와 Riverside에서의 초미세 입자의 평균 화학조성을 비교하여 이들 지역의 오염배출지역 및 영향권으로서의 특성을 살피고 수농도 분포의 시간적 변화추이를 고찰하여 직접배출 및 대기중 간접생성의 영향을 살펴보았다. 그림 1에 보이는 바와 같이 Downey 지역에서 분석된 elemental carbon은 전체 초미세입자의 18 %를 차지하는 반면, Riverside에서는 elemental carbon이 단지 8 %에 지나지 않았으며 대신 organic carbon이 차지하는 비중이 더 증가하였다. Downey site에서는 매시간 평균 입자 수농도가 계절에 무관하게 연소기관의 elemental carbon의 일일 농도변화와 같은 추이를 보임으로써 초미세입자가 주로 차량등에 의해 대기중으로 직접 배출됨을 암시하였다 (그림 2). Downey site

에서 측정된 입자들의 수농도는 0.1 마이크로 이하에서 peak를 가지는 unimodal 분포를 나타내었다. Riverside site의 경우, 여름으로 계절이 진행될수록 0.1 마이크로 이상 입자크기 (accumulation mode)에서 수농도가 증가하는 bimodal 분포를 보여주었다. 아울러 Riverside site에서는 따뜻한 계절중 특히 일사량이 많은 오후시간에 0.1 마이크로 이하의 초미세입자 수농도가 급격히 증가하는 현상이 관찰되었다 (그림 3).

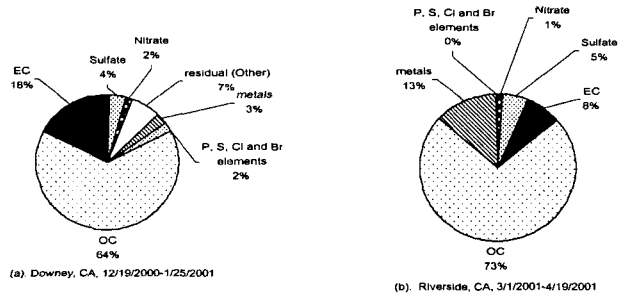


Figure 1. 24-hour averaged chemical compositions of ultrafine particles measured by MOUDI.

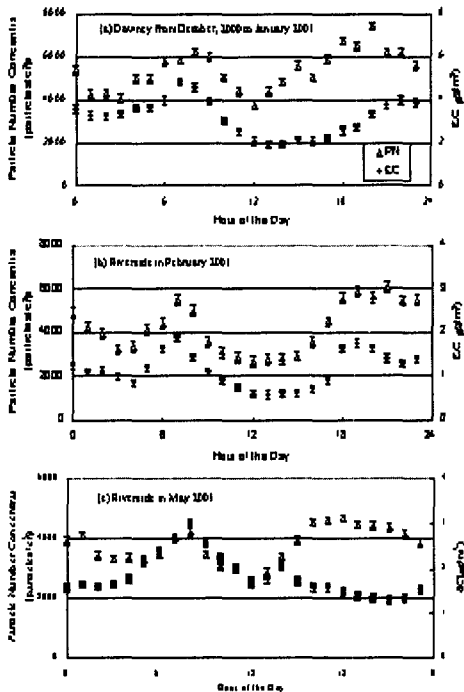


Figure 2. Diurnal pattern of particle number and size distribution over time averaged over the period (a) at Downey from October, 2000 to January 2001, (b) at Riverside in February 2001, and (c) at Riverside in May 2001.

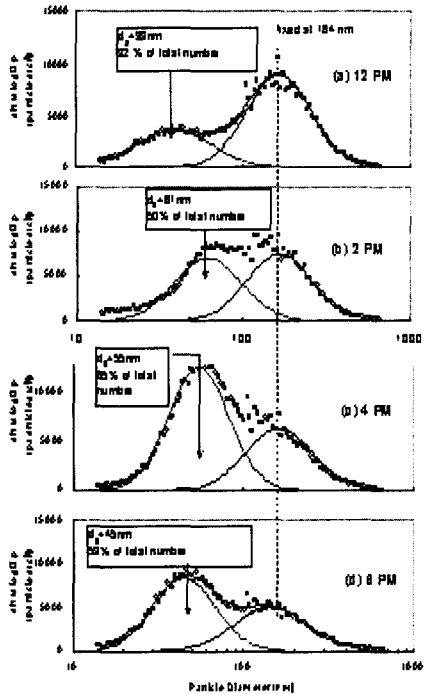


Figure 3. Simulated sub-modes of particles in the afternoon. Riverside, 5/18/2001.

### 감사의 글

본 연구는 한국정부의 지구환경과학 부문 BK21 사업 및 미국 EPA의 Southern California Particle Center and Supersite (SCPCS)의 지원으로 수행되었습니다.