

## AD3) 실내 스모그 챔버 연구 II: 광도가 대기 에어로졸의 생성에 미치는 영향

### Indoor Smog Chamber Study: Effect of Light Intensity on the Formation of Atmospheric Aerosols

김민철 · 박주연<sup>1)</sup> · 배귀남 · 김용표<sup>1)</sup> · 문길주

한국과학기술연구원 지구환경연구센터, <sup>1)</sup>이화여자대학교 환경공학과

#### 1. 서 론

스모그는 대기오염으로 인해 나타나는 대표적인 오염 현상이다. 스모그는 시정을 감소시키고, 눈·코·호흡기 등을 자극하여 인체의 건강에 나쁜 영향을 미친다. 스모그 현상은 주로 바람이 약하고 지표 부근의 기온이 역전하는 특정한 기상상태에서 대기 중 gas와 입자간의 반응에 의해 여러 경로를 거쳐 생성된 에어로졸이 증가하여 나타난다. 최근 자동차 수의 급속한 증가와 휘발성 유기화합물질 (volatile organic compounds, VOCs)의 사용으로 인하여 서울 지역에서 스모그가 발생하는 빈도가 많아지고 있다. 본 연구에서는 대표적인 스모그 현상의 하나인 광화학 스모그의 생성 메커니즘을 규명하기 위하여 서울의 대기를 직접 실내 스모그 챔버에 도입하여 광도를 변화시켜 광화학 반응에 의하여 생성되는 에어로졸의 특성을 정량적으로 조사하였다.

#### 2. 실 험

본 연구에서는 크기가 약 2.5 m<sup>3</sup>인 테플론 백 (Teflon bag)을 외기를 직접 도입할 수 있는 실내 스모그 챔버에 설치하여 실험을 수행하였다 (배귀남 등, 2001). 광원으로는 290~330 nm 영역의 파장이 태양 광과 비슷한 blacklight (Sylvania F40/350BL, 40 W)를 사용하였고, 챔버에는 총 64개의 blacklight를 설치하여 개별적으로 스위치를 만들어 광도의 세기를 다양하게 조절할 수 있도록 하였다. NO<sub>2</sub>를 분해하여 NO와 O로 해리 시키는 정도를 나타내는 blacklight의 광분해율계수(k1) 값을 광도 50%, 100%로 나누어 대기의 실제 광원인 태양의 광분해율계수(k1) 값과 비교하기 위하여 측정하였다.

시간 경과에 따른 에어로졸의 입경별 수 농도 분포를 측정하기 위하여 SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer, TSI, Inc. Model 3934U)와 APS (Aerodynamic Particle Sizer Spectrometer, TSI, Inc. Model 3320)를 사용하였다. 실험에 사용된 SMPS는 입경을 분류하는 EC (Electrostatic Classifier, TSI, Inc. Model 3071)와 입자의 수 농도를 측정하는 UCPC (Ultrafine Condensation Particle Counter, TSI, Inc. Model 3025)로 구성되어 있다. 시간 경과에 따른 NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 및 O<sub>3</sub> 농도를 측정하기 위하여 가스 분석기 (Thermo Environmental Instruments Inc., Model 42C NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub> Analyzer, Model 49 U.V. Photometric O<sub>3</sub> Analyzer)를 사용하였다. 또한, 외기와 테플론 백 내부의 온도 및 상대습도도 온습도 센서를 이용하여 측정하였다.

순수한 광도의 영향을 살펴보기 위해 먼저 광원 (blacklight)이 없는 조건에서 시간 경과에 따른 에어로졸 및 가스의 변화를 조사하여 자연적인 감소 특성을 살펴보았다. 광화학 반응에 의한 영향을 조사하기 위하여 전체 blacklight의 50%와 100%를 켜줄 때 시간 경과에 따른 에어로졸과 가스의 변화를 측정하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

광원을 100% 켜줄 때 시간 경과에 따른 입경분포의 변화를 그림 1에 나타냈다. 온도 9.1 °C, 습도 86.8%인 외기를 테플론 백(Teflon bag) 안으로 도입 후 측정된 테플론 백 안의 초기 온도와 습도는 각각 19.4 °C, 11.4% 였고, 실험하는 동안 테플론 백 안의 온도와 습도는 33.6 °C와 10.9%로 변화하였다. 외기 도입 후 측정된 초기 입자의 수 농도는 APS, SMPS 각각 30 particles/cm<sup>3</sup>, 1800 particles/cm<sup>3</sup> 였

다. 이때 초기 가스농도는 NO, NO<sub>2</sub> 각각 1.24 ppb, 17.44 ppb를 나타냈으며 O<sub>3</sub>의 농도는 18.8 ppb였다. 그림 1을 보면, 초기에는 작은 크기의 입자가 생성되며, 시간이 경과함에 따라 생성되는 입자 수가 증가하고 최고 농도를 나타내는 입경도 증가함을 알 수 있다. 약 90분이 경과한 후에는 입경분포가 오른쪽으로 이동하는데, 이것은 입자가 더 이상 생성되지 않고 성장하는 것을 의미한다. 125분이 경과했을 때 최고 농도를 나타내는 입경은 약 90 nm이고, 이 입경에서 농도는 초기 농도의 약 26배로 증가하였다. 이때 가스의 농도는 NO, NO<sub>2</sub> 각각 1.64 ppb, 16.04 ppb 였으며 O<sub>3</sub>의 농도는 97.2까지 증가하였다. O<sub>3</sub>의 증가 경향은 blacklight를 켜 후 광화학 반응이 계속적으로 일어난다는 사실을 의미한다.

광원을 50% 켜 줄 경우에도 생성되는 입자의 수는 줄어들지만 100%의 경우와 유사한 결과를 얻었다. 본 연구에서는 광화학 반응에 의해 입자가 생성되어 성장함을 챔버 실험을 통하여 정량적으로 파악하였다. 향후 순수 공기에 특정 성분을 주입하여 이러한 현상을 모사하여 광화학 반응에 의한 입자 생성 메커니즘을 규명할 계획이다.

### 감사의 글

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업 (과제번호 : 2000-N-NL-01-C-184)의 지원으로 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고 문헌

배귀남, 송기범, 김민철, 임득용, 진현철, 문길주 (2001) 대기 에어로졸 실험용 실내 스모그 챔버의 설계 및 성능평가, 한국대기환경학회 추계학술대회는문집, 85-86.

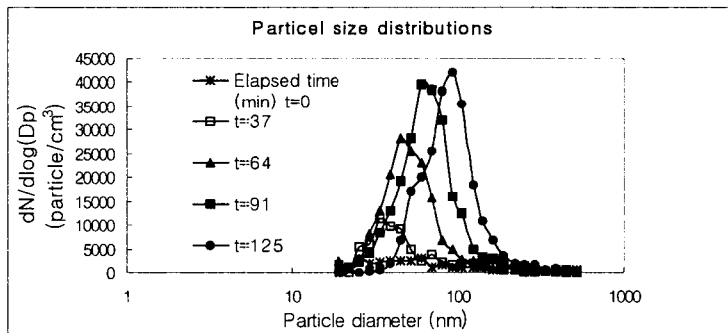


Fig. 1. Change of the particle size distribution with elapsed time under 100-% light intensity

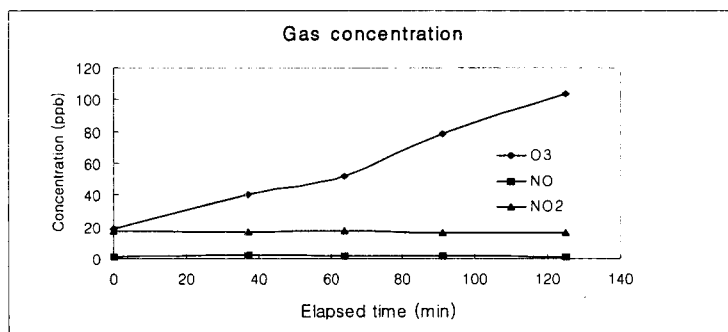


Fig. 2. Variation of the gas concentration with elapsed time under 100-% light intensity