

PC4) 실내 스모그 챔버 연구 III: 초기 대기 에어로졸의 입경분포가 2차 에어로졸 생성 및 성장에 미치는 영향 Indoor Smog Chamber Study III: Effect of Initial Particle Size Distribution on the Formation and Growth of Secondary Aerosols

박주연¹⁾·배귀남·김민철·김용표¹⁾·문길주

한국과학기술연구원 지구환경연구센터, ¹⁾이화여자대학교 환경학과

1. 서 론

대기 중에는 오염원으로부터 직접 배출된 1차 에어로졸과 광화학 반응 등에 의해 가스가 입자로 변환되어 생긴 2차 에어로졸이 존재한다. 2차 에어로졸의 생성과정을 규명하기 위하여 스모그 챔버 연구가 많이 수행되고 있다. 본 연구팀에서도 대기를 실내 스모그 챔버에 도입하여 광화학 반응에 의한 2차 에어로졸의 생성 및 성장과정을 규명하는 실험을 수행하고 있다 (박주연 등, 2002). 이 논문에서는 2002년 1월 25일부터 3월 18일 사이에 수행한 광화학 반응 실험에서 얻은 데이터를 이용하여 초기 대기 에어로졸의 입경분포가 2차 에어로졸의 생성과 성장과정에 미치는 영향을 분석하였다. 즉, 2차 에어로졸의 생성과 성장과정을 2가지 경우로 분류하여 그 특성을 고찰하였다.

2. 실험

본 연구에서는 크기가 약 2.5 m³인 테플론 백 (Teflon bag)에 외기를 도입하여 광화학 반응 실험을 수행하였다 (박주연 등, 2002; 배귀남 등, 2001). 광원으로는 blacklight을 사용하였으며, NO₂ 광분해율 (k₁)이 0.89 min⁻¹인 조건에서 3회 (100A, 100B, 100C), 0.79 min⁻¹인 조건에서 1회 (75A) 실험을 수행하였다. 실험하는 동안 scanning mobility particle sizer (TSI model 3934U)로 0.02~0.6 μm 범위인 입자의 수농도를 측정하였고, 시간경과에 따른 가스 (O₃, NO, NO_x) 농도, 온도 및 습도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

4회 실험결과는 입자의 생성과 성장과정이 확연히 다른 2가지로 구분된다. 즉, 시간경과에 따른 광화학 반응에 의한 결과로 생긴 에어로졸 입경분포의 변화를 보면, 주로 초기에 입자가 생성된 후 응축에 의해 성장하는 경우 (Case I)와 생성과정이 미약하여 바로 응축에 의해 성장하는 경우 (Case II)로 나눌 수 있다. 이러한 차이는 초기 대기 에어로졸의 입경분포와 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다.

그림 1(a)는 Case I의 반응을 나타내는 측정일 (100C, 75A)의 초기 대기 에어로졸의 입경분포를 나타낸 것이다. 수농도의 차이는 있지만 주로 0.02~0.06 μm 범위의 입자가 많이 존재하였다. 그림 1(b)는 Case II의 반응을 나타내는 측정일 (100A, 100B)의 초기 대기 에어로졸의 입경분포를 나타낸 것이다. Case I과 달리 0.06 μm 이하인 초미세 입자는 별로 없고, 이보다 큰 0.06~0.2 μm 범위의 입자가 많이 존재하였다. 즉, Case I과 Case II의 경우 초기 대기 에어로졸의 입경분포는 상당히 달랐다.

그림 2(a)는 Case I의 반응을 나타내는 측정일 (100C)의 시간경과에 따른 입경분포의 변화를 나타낸 것이다. 시간이 경과함에 따라 입자의 수농도가 증가하고 입경도 커짐을 알 수 있다. 초기에는 광화학 반응에 의해 생성된 가스분자가 입자로 변환되어 새로운 입자가 생성되고, 이와 함께 기존 입자에 가스분자가 응축하여 입경이 커진 것으로 생각된다. 87분 이후에는 수농도는 거의 비슷하고, 입경은 계속 증가하였다. 이것은 챔버 내에 존재하는 입자가 많아져 광화학 반응에 의해 생성된 가스분자가 주로 기존 입자에 응축되어 입자를 성장시키는데 기여하였기 때문이라고 생각된다.

그림 2(b)는 Case II의 반응을 나타내는 측정일 (100B)의 시간경과에 따른 입경분포의 변화를 나타낸 것이다. 시간이 경과함에 따라 입자의 수농도는 증가하나 입경은 거의 변하지 않는다. 초기 입자의 표면

적이 충분히 넓어 광화학 반응에 의해 생성된 가스분자가 주로 기존 입자에 응축되어 성장하는데 기여하였기 때문이라고 생각된다. 즉, Case I과 달리 가스분자가 바로 입자로 변환되는 현상은 매우 서서히 일어나서 외형적으로 나타나지 않았다고 추정된다.

본 연구를 통하여 초기 대기 에어로졸의 입경분포가 광화학 반응에 의한 2차 에어로졸의 생성과 성장 과정에 큰 영향을 미치는 인자임을 밝혀냈고, 향후 추가 실험을 통하여 2차 에어로졸의 생성과 성장 메커니즘을 상세하게 규명할 계획이다.

사 사

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

참 고 문 헌

박주연, 김민철, 배귀남, 김용표, 문길주 (2002) 실내 스모그 챔버 연구II: 광도가 대기 에어로졸의 생성에 미치는 영향, 한국대기환경학회 추계학술대회는문집, 169-170.

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

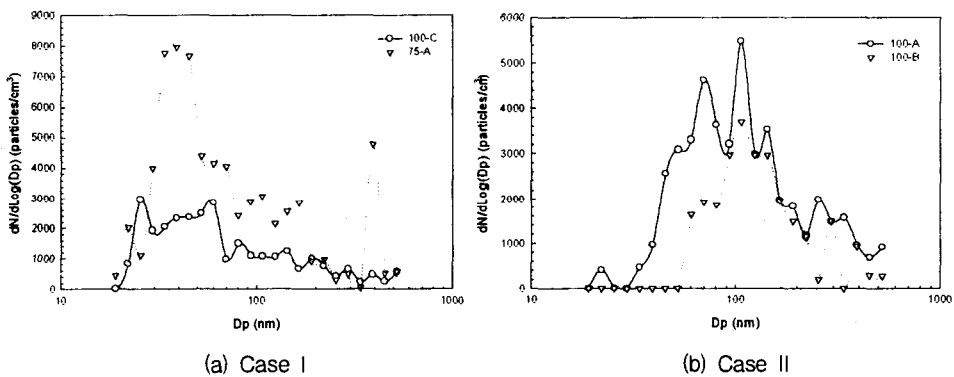


Fig. 1. Comparison of initial particle size distributions

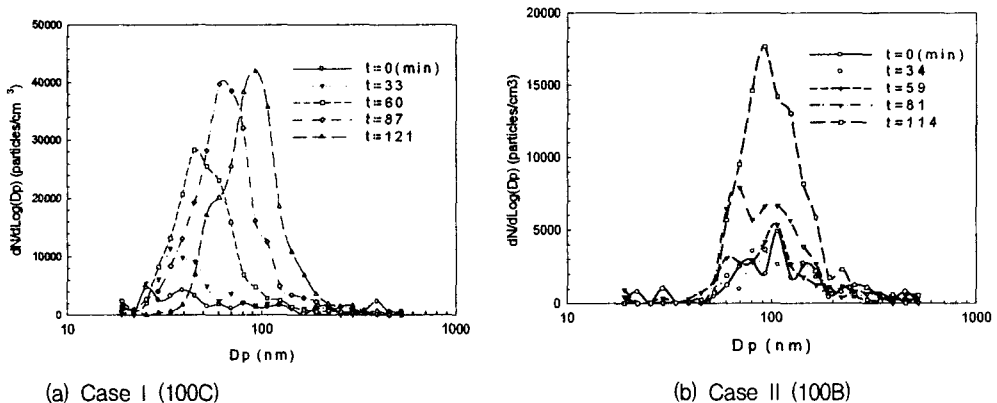


Fig. 2. Two distinct patterns of aerosol formation and growth by photochemical reaction in the ambient air