

PE1) 광학적 입자 계수기를 이용한 ACE-Asia 기간 중 제주 고산에서의 대기 에어로졸 개수 농도 변화 Change of Atmospheric Particle Number Concentration at Kosan, Jeju using Optical Particle Counter during ACE-Asia

정창훈, 김지영, 최병철, 오성남
기상연구소 응용기상 연구실

1. 서론

대기 중 에어로졸 입자의 크기 분포를 측정하는 기기 중 광학적 입자 계수기(Optical Particle Counter)는 $0.3\mu\text{m}$ 에서 $25\mu\text{m}$ 사이의 입자의 크기를 개개의 입자에 대한 산란광의 강도를 측정하여 그 강도와 미리 정해진 강도와의 관계에 의해 입자의 크기를 추정한다(Chun et al., 2001). 본 연구에서는 2001년 4월 제주 고산에서 실시된 ACE-Asia(Asian Pacific Regional Aerosol Characterization Experiment) 집종 관측 기간 중 광학적 입자 계수기(Optical Particle Counter; HIAC/ROYCO 5230)를 이용하여 측정하는 이 기간 중 에어로졸 입자의 크기 분포의 특성을 황사시와 비황사시, 그리고 강수시와 비강수시로 나누고 그 특징을 비교하여 보았다.

2. 측정 기간 및 자료 보정

측정은 2001년 4월 10일부터 28일까지 18일간 제주도의 서쪽 해안에 위치한 고산 Super site(33.291°N , 126.098°E)에서 측정하였다. 측정은 매 10분 간격으로 하였으며, 본 연구에서는 10분 자료를 시간별로 평균한 매시간 자료를 사용하였다. 대기 중 에어로졸은 상대 습도에 의한 영향을 많이 받게 되므로 본 측정에서는 heater 와 온도 조절 시스템(temperature controller, Omega part number CN9000A)을 이용하여 유입되는 공기의 온도를 40°C 로 일정하게 유지 시켰다. 또한 대기 에어로졸이 inlet을 통해 유입되는 동안 inlet의 형상에 따라 크기가 작은 입자의 경우 확산에 의해, 그리고 크기가 큰 입자의 경우 관성충돌과 중력 침강에 의해 입자가 손실되는데 본 연구에서는 소실되는 입자 크기별 손실율을 계산하여 보정하였다(Hinds, 1982). 광학적 입자 계수기가 측정하는 범위의 경우 확산에 의한 손실은 거의 없는 편이며 입자의 크기가 클수록 관성충돌의 영향이 많이 작용했다.

3. 측정 결과 분석 및 고찰

측정기간 중 광학적 입자 계수기로 측정된 대기 에어로졸의 개수 농도 분포는 입자 크기에 따라 그림 1과 같이 나타남을 볼 수 있다. 그림 1에서 직선으로 표시된 reference line 은 측정기간중의 각 입자 크기별 평균 개수 농도를 나타낸다. 2001년 4월중 제주 고산에서 황사가 관측된 날은 4월 10일~14일 과 4월 25~26일의 두 차례였다. 그림 1에서 나타난 바와 같이 황사 기간중 입자의 개수 농도는 크게 증가하는 것을 알 수 있다. 특히, 조대 입자의 개수가 평상 일의 평균 개수 농도에 비해 평균 10배 이상 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 그림 2는 측정기간중의 평균 입자 농도를 기준으로 각 일별 에어로졸 입자의 개수 농도가 얼마나 증가하는지를 나타낸다. 그림 2에서 보듯이 4월 10~14일에 측정된 황사가 24~25일 측정된 황사에 비해 훨씬 강력한 강도였음을 보여준다. 입자 크기별 개수 농도의 변화를 보면 $1.35\mu\text{m}$ 이상의 개수 농도가 그 이하의 개수 농도에 비해 현저하게 증가하고 있음을 보여준다. 특히 4월 11일 측정된 황사 시 $2.23\sim 3.67\mu\text{m}$ 대의 입자 수는 평균 개수 농도의 최고 16배 가량 증가했다. 황사가 발생한 날의 풍향은 주로 북풍과 서풍계열로서 제주도 서쪽 끝에 위치한 제주 고산의 지리적 조건으로 볼 때 이날 증가한 입자가 장거리 수송에 의한 것임을 증명하여 준다. 관측기간 중 강수에 의해 세정되는 입자의 개수 농도를 크기별로 구분하여 보았을 때 강수 시 세정되는 에어로졸의 양은 입자의

크기가 클수록, 강수 강도(시간당 강수량)가 더 클수록 많이 세정되는 것을 알 수 있다. 그림 3에서 볼 수 있듯이 입자의 크기가 작은 0.3~0.82 μm 구간의 경우 감소의 폭이 0~20%대에 머물렀으나 입자의 크기가 증가함에 따라 최고 80% 이상의 개수 농도가 강수에 의해 세정되는 것을 알 수 있었다. 시간별 강수 자료에 의한 에어로졸 입자의 농도 분포를 살펴보면, 강수가 증가할수록 에어로졸의 감소폭은 대체적으로 감소하는 것을 알 수 있었으나 기타 다른 기상 요소 등의 영향으로 명확한 관계를 추론하지는 못하였다. 본 연구에서는 광학적 입자 계수기를 이용하여 0.3~25.0 μm 대의 입자 개수 농도를 ACE-Asia 집중 관측기간에 측정하여 결과를 분석하였다. 그 결과 조대 입자의 크기 분포가 황사 시 증가하며 강수시 효과적으로 세정됨을 확인할 수 있었다. 그러나 미세 입자 영역을 포함한 대기 에어로졸의 정확한 크기 분포를 복원하기 위해서는 0.05~0.3 μm 구간대의 입자 크기 분포에 대한 측정 결과 분석이 필요하다.

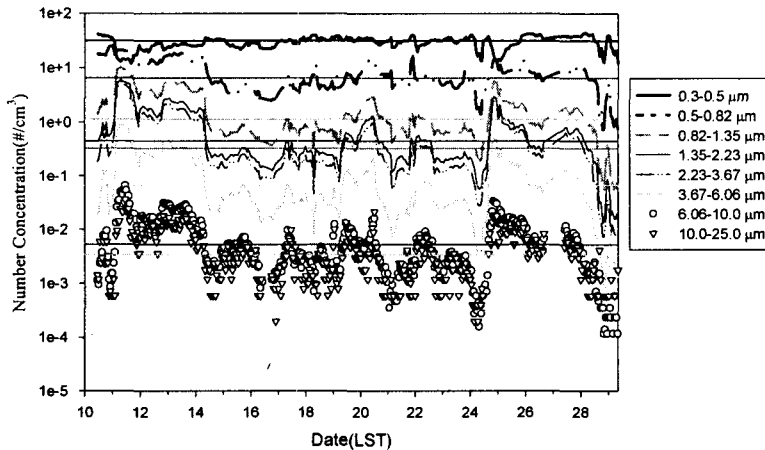


Figure 1. Hourly averaged number concentration during ACE-Asia using OPC.
(reference line : the averaged particle number concentration over whole sampling period)

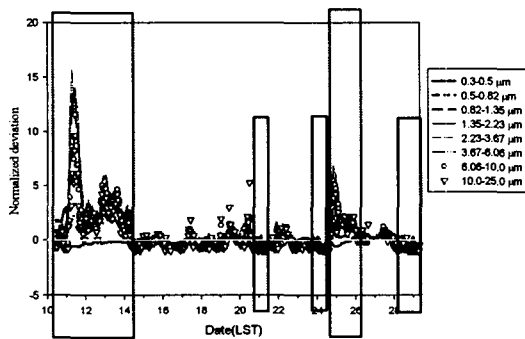


Figure 2. The deviation from the averaged number concentration during ACE-Asia using OPC.

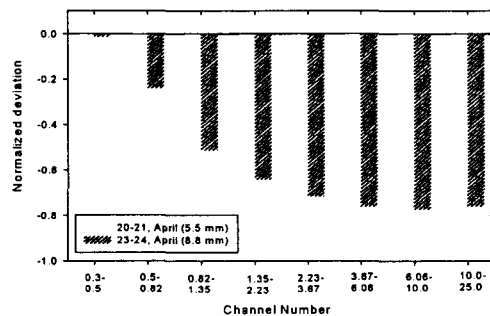


Figure 3. Normalized deviation of reduced aerosol number concentration during precipitation

사사

본 연구는 과학기술부에서 시행하는 국가지정연구실 사업의 하나인 기상연구소 응용기상연구실의 "한반도 기후변화 감시 기술 개발" 연구과제(과제번호: 2000-3-193)로 수행된 내용입니다.

참고문헌

- Chun, Y., Kim, J., Choi, J. C., Boo, K. O., Lee, M., and Oh, S. N. (2001) Characteristic number size distribution of aerosol during Asian dust period in Korea, Atmospheric Environment, 35(15), 2715-2721.
- Hind, W. C. (1982) Aerosol Technology - Properties, behavior, and measurement of airborne particles, John Wiley & Sons.