

시정장애에 영향을 미치는 대기중 입자상 물질의 크기에 관한 연구

Size Distribution of Suspended Particle Affected to Visibility Degradation

이종범 · 방소영
강원대학교 환경학과

I. 서론

시정은 대기공간에 존재하는 물체를 식별할 수 있는 최대한의 거리를 말하며 안개등 기상현상 이외에도 자연적 또는 인위적인 대기오염물질에 의하여 영향을 받는다.

본 연구는 춘천지역에서의 대기중의 미세입자($0.0032\sim 1.00\mu\text{m}$)를 측정하고 시정과 상대습도, 일사량등의 기상요소와의 상관성을 비교함으로써 시정장애현상(visibility degradation)의 요인을 해석하는 것을 목적으로 하였다.

II. 방법

측정은 춘천시 강원대학교 자연과학대학 2호관에서 1994년 4월 20일부터 6월 28일까지와 9월 9일에서 10월 7일까지 봄과 가을 두기간중 운량이 비교적 적고 비가 오지 않은 48일에 대하여 10:00~18:00시까지의 주간 8시간동안 미세 입자의 크기별 갯수와 기상요소를 측정하였다.

측정요소로는 미세입자를 크기별로 측정할수 있는 분진계측기(model명 :EAA3030)에 의해 얻을수 있는 입자의 크기 단계별 갯수, 목적으로 관측한 수평적인 시정(12시와 15시), 그리고 춘천기상대에서 측정한 상대습도를 이용하였다. $0.0032\mu\text{m}\sim 1.00\mu\text{m}$ 사이의 미세입자의 입경별 갯수분포는 Junge의 함수식 $dN/d\log dp = c \times \text{EXP}(-d\log dp \times k)$ 으로 나타낼 수 있으며, 입자 크기별 미세입자의 단면적($dA/d\log dp$)을 구하였다. 또한 $0.05\mu\text{m}\sim 2.0\mu\text{m}$ 사이의 소산효율을 Mie이론에 적용하여 구한후(그림1) 미세입자의 크기단계별 갯수와 연결지어 광소산계수를 구하였다. 본 연구는 시정에 영향을 주는 미세입자와 상대습도, 그리고 광소산계수를 대상으로 목적으로 관측한 시정과 비교하였다.

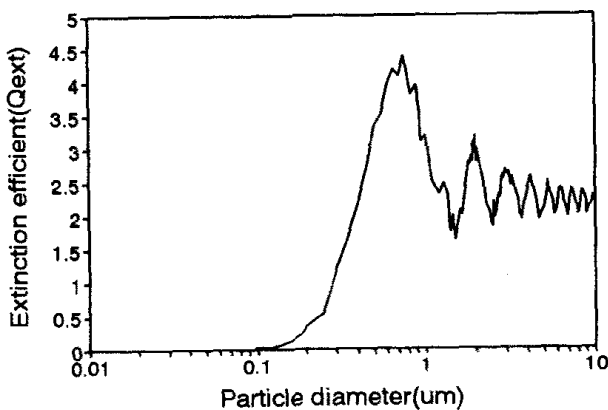


Fig 1. Particle extinction efficiency versus particle diameter for sphere.

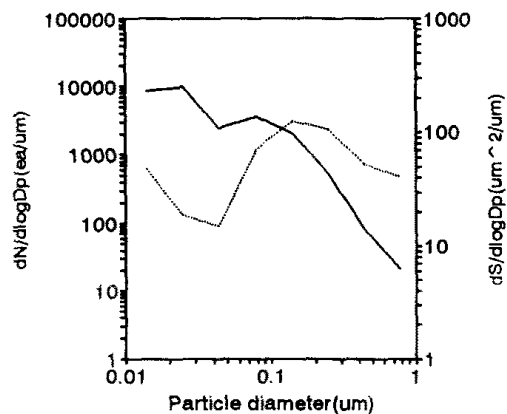


Fig 2. Size distribution of fine particles in Chuncheon(Average during 48 days). Shown are number of particles(solid line) and particle surface area(dotted line).

III. 결과 및 고찰

그림2는 측정기간중 흐린날을 제외한 48일동안의 미세입자수 분포이며 48일의 평균값으로 나타낸 것이다. $0.1\mu\text{m}$ 이하의 입자수가 $0.1\mu\text{m}$ 이상의 입자수보다 월등히 많이 존재함을 알수있는 반면 단면적은 입자 직경의 자승에 비례하므로 오른쪽으로 이동하여 최고치를 나타냄을 알 수 있다.

그림 3은 가을동안 측정한 14일동안의 미세입자의 단면적과 질량, 상대습도와 시정의 일변화경향을 보인것이다. 시정과 상대습도간에는 시정이 좋을수록 상대습도가 낮아지는것을 볼 수 있다. 또한 시정이 감소할때 미세입자의 단면적과 질량이 작아지는 것을 볼 수 있다. 시정감소는 일반적으로 입자의 산란 단면적과 상대습도와 밀접한 관계가 있다.

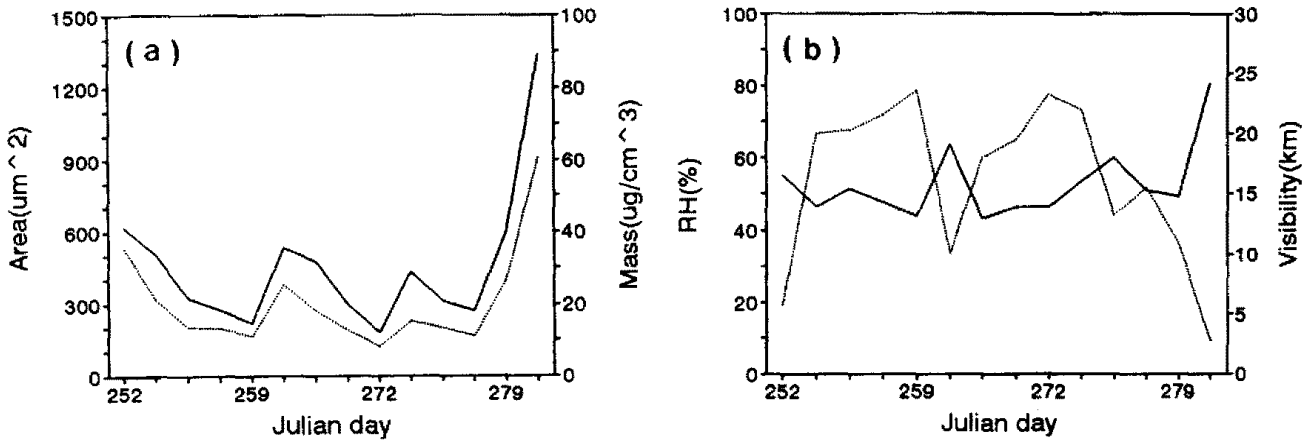


Fig 3. Variation of surface area(solid line) and mass(dotted line) of aerosol(a), relative humidity(solid line) and visibility(dotted line)(b) during 14 days of Fall.

본 연구에서는 전체 측정일 중 직달일사량과 수평면일사량을 비교하여 맑은 10일(5월 6일, 5월 19일, 6월 15일, 6월 16일, 6월 20일, 6월 21일, 9월 14일, 9월 27일 그리고 9월 28일)을 선정하였다. 이 7일중 깨끗했던 6일(5월 6일, 5월 19일, 6월 20일, 9월 14일, 9월 27일 그리고 9월 28일)과 혼탁했던 4일(6월 2일, 6월 15일, 6월 16일, 그리고 6월 21일)로 분류하여 맑은 경우인 6월 20일과 혼탁했던 6월 21일의 상대습도의 일변화와 입경별 광소산계수 나타내었다(그림4). 이 그림은 시정의 차이가 상대습도의 영향보다는 미세입자에 의함을 잘 보여주고 있다. 그리고 6월 20일에 6월 21일이 $0.1\sim 1\mu\text{m}$ 부근의 입자의 광소산계수

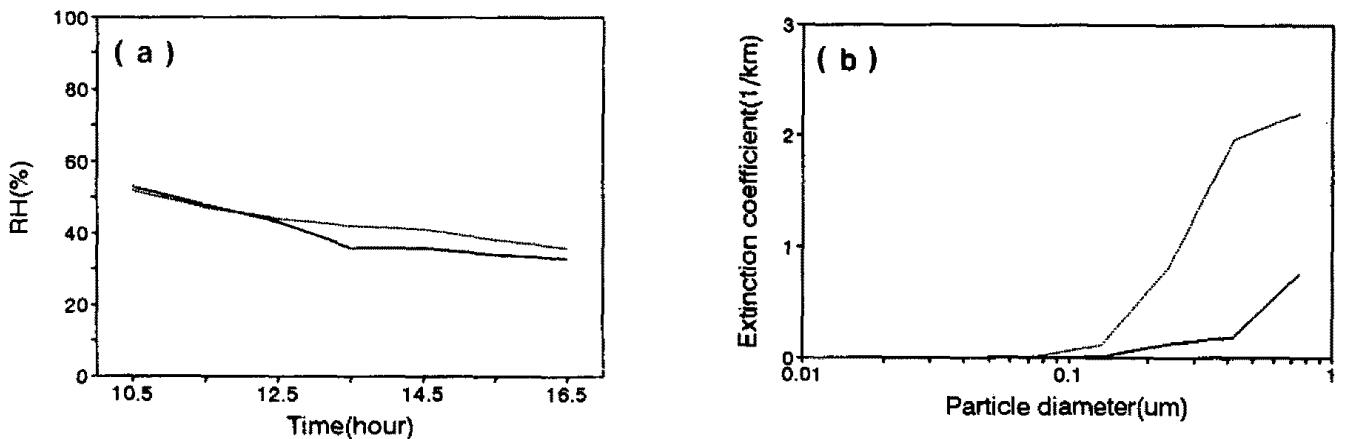


Fig 4. During variation of relative humidity(a) and Extinction coefficient vs. particle diameter(b) on June 20(solid line), 21(dotted line).

가 크게 나타났음을 알 수 있다. Horvath(1993)는 광소산계수는 일반적으로 $2.5\mu\text{m}$ 이하의 미세입자의 단면적과 정상관임을 밝혔으며 그림4의 결과와 유사하다.

또한 광소산계수와 시정과의 관계를 살펴보면 역상관의 관계가 있음을 알수있다(그림 5).

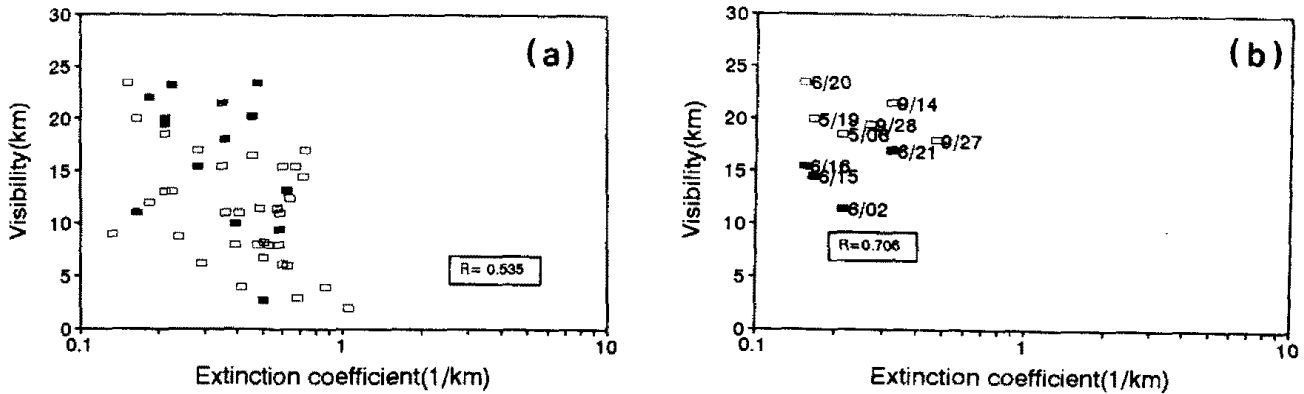


Fig 5.(a)Scattering polts of extinction coefficient vs. visibility using daily mean data during 34days in Spring(\square) and 14 days in Fall(\blacksquare).

(b)Scattering polts of extinction coefficient vs. visibility using daily mean data during clear days(\square) and smoggy days(\blacksquare).

IV. 결론

춘천에서의 흐린날을 제외한 48일에 대해 시정과 대기중 $0.0032\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ 사이의 미세입자를 측정하고 각 기상요소와의 관계를 살펴본 결과 시정은 광소산계수, 미세입자의 총단면적과 역상관의 관계를 갖는다. 특히 $0.1 \sim 1.0\mu\text{m}$ 사이의 입자는 광소산의 원인으로서는 시정의 감소에 영향을 미친다.

V. 참고문헌

김필수, 김윤장, 이양호, 조숙현, 안승태(1986) 도시 대기 Aerosol의 입자 직경 $0.01 \sim 1.0\mu\text{m}$ 범위의 농도 변화특성., 한국대기보전학회지, 2(2)

John H. Seinfeld(1985) Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution. John Willey & Sons, 275-306

William C. Hinds(1982) Aerosol Technology. John Willey & Sons, 338-344

H. Horvath(1993) A Study of the Aerosol of Santiago de Chile-I. Light Extinction Coefficients. Atmospheric Environment, 27A(3), 371-384

H. Horvath(1994) Conference on visibility and fine particles in Vienna, 15 - 18 September 1992: An overview. Atmospheric Environment, 28(5), 755-756

I.L. Katsev and E.P. Zege(1994) The modern theory of black object visibility and meteorological visibility range. Atmospheric Environment, 28(5), 763-767