

PF6) 황사현상과 연무현상에 따른 서울의 봄철 에어로졸 특성 The Characteristics of Aerosol in Seoul by Asian Dust and Haze during Springtime from 1998 to 2002

전영신, 임주연, 최병철
기상연구소 용융기상연구실

1. 서 론

연무란 육안으로 보이지 않는 극히 작고 건조한 고체입자가 대기 중에 떠 있는 현상으로, 그 수가 많아서 대기가 흐려 보이고 시정을 악화시키는 기상현상이다(기상청, 2002). 대기 중에 있는 고체성 또는 액체성 에어로졸에 대한 연구는 최근 대기질이 악화되고 에어로졸이 대기오염물질의 한 성분으로 인간과 동·식물뿐 아니라 연무, 스모그, 시정 장애, 안개와 구름, 기후변화의 한 요소로 작용함에 따라 관심이 집중되고 있다(김필수 등, 1986). 서울의 시정 연구(Baik *et al.*, 1996)에서는 1993년 시정저하의 주된 원인으로 미세입자에 의한 빛의 산란과 소멸을 언급하였고, Moon *et al.*(1997)은 1990년대 이후 대도시와 도시 변두리에서 발생하는 시정 악화의 원인으로 부유분진에 의한 스모그의 영향을 지적하였다. 대도시인 서울과 도시의 영향이 약한 추풍령의 시정 특성을 박무와 연무현상과 관련하여 분석한 결과(정용승 등, 1992), 황산염, 질산염 등의 미세입자 산란 및 NO₂ 가스 흡수에 의해 발생하는 연무는 서울에서의 발생일수가 122일인 반면, 추풍령에서는 거의 발생하지 않았다. 에어로졸 크기별 농도 분포에 대한 최근 연구(김지영 등, 2002)에서는, 1996~1999년까지 한반도의 도시, 해안, 섬, 산악지역에서 관측된 입경별 수농도 자료를 이용하여 지역에 따른 에어로졸 특성이 비교, 분석되었다.

본 연구에서는 황사와 연무현상이 주로 관측되는 봄철에 서울의 에어로졸 특징을 알아보기 위하여, 두 기상 현상에 따른 에어로졸의 입경별 수농도를 분석하였다.

2. 연구 방법

최근 5년간(1998년~2002년) 기상연구소에서 에어로졸의 광학 입자개수를 관측하였다. 이 기간 중에 강한 강도를 가지고 황사현상과 연무현상이 뚜렷하게 나타난 사례들을 선정하였는데, 황사의 경우, 매우 강한 황사(강도 2)가 오랜 시간 지속되었던 2002년 3월 21일과 4월 8일의 사례를 선정하였고, 심한 연무현상(강도 1)이 관측된 사례는 지속시간이 길었던 1998년 3월 25일, 2001년 3월 18일과 시정이 가장 나빴던 2000년 5월 18일을 선정하였다.

3. 결과 및 고찰

심한 황사현상이 발생했던 2002년 3월 21일의 경우, 0.3~0.5 μm 구간의 입자 개수는 황사가 관측된 새벽 4시경부터 감소한 반면에, 0.5 μm 이상의 입자들은 2시 이후부터 급격히 증가하였다. 이러한 미세입자의 감소 및 0.5 μm 이상 크기 입자의 증가 경향은 24시까지 지속되었으며, 심한 황사가 관측된 다음날(3월 22일)까지 계속 이어졌다. 24시간 내내 황사현상이 관측된 2002년 4월 8일에는 0.3~0.5 μm 의 개수가 큰 변동 없이 하루종일 낮은 값을, 나머지 구간은 하루 중 높은 값을 유지하였다.

심한 연무(강도 1)가 발생한 1998년 3월 25일, 2000년 5월 18일, 그리고 2001년 3월 18일 사례를 황사 사례와 비교하면, 0.3~0.5 μm 의 수농도는 황사시보다 높게, 10 μm 이상 입자의 수농도는 황사현상때에 더 많았다. 1998년 3월 25일은, 0.3~1.35 μm 의 수농도가 높게 측정되었고 0.3~0.5 μm , 0.5~0.82 μm 은 황사시보다 더 높았다. 2000년 5월 18일은, 0.3~0.5 μm 의 입자 개수가 황사시보다 훨씬 많았고, 0.5~0.82 μm 도 강도 1이 나타난 12~15시에는 입자 개수가 증가했다. 2001년 3월 18일의 경우에도, 0.3~0.5 μm , 0.5~0.82 μm 의 수농도가 심한 연무가 발생한 12시부터 증가하여, 황사시보다 높은 값을 지속하였다.

황사와 연무현상이 심하게 나타난 5개 사례일에, 서울에서 관측된 에어로졸 수농도와 표면적 농도, 부피농도를 그림 1에 나타내었다. 입자의 개수는 약 1,000개 이하이며 1~10 μm 의 입자는 황사 기간 중 매우 많고, 0.7 μm 이하의 작은 입자는 연무현상때 더 뚜렷한 차이를 나타낸다. 이로부터, 황사에 포함된 입자는 주로 1~10 μm 이고, 연무는 1 μm 미만의 작은 입자들로 구성되어 있음을 알 수 있다. 수농도는 황사와 연무현상 모두에 대해, 1 μm 미만과 1~3 μm 에서 최고 농도를 보인다. 그러나, 황사시 표면

적 농도와 부피농도는 2~3 μm 구간과 3 μm 에서 최대값이 나타나고, 연무현상때는 1~2 μm 구간과 2 μm 에서 각각 최대값이 나타난다(그림 1(b, c)). 황사시 부피농도는, 1~10 μm 입자에 의한 부피가 큰 부분을 차지하는데, 입자의 밀도가 일정하다면 황사 입자의 질량에 크게 기여하는 것이 1~10 μm 의 입자에 의한 것임을 의미한다. 반면, 연무 발생시 부피농도는 1 μm 이하의 입자와 1~10 μm 의 입자가 차지하는 부분이 비슷하여, 황사시에 비해 연무발생시에 1 μm 이하 입자의 기여도가 더 높음을 알 수 있다.

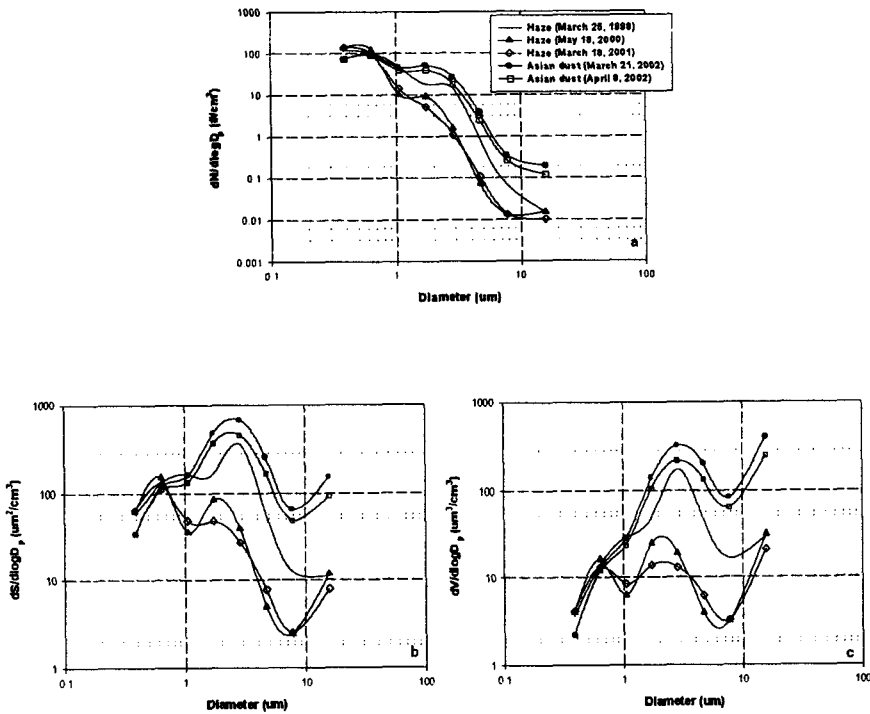


Fig. 1. Aerosol number(a), surface area(b), and volume(c) size distribution of very severe Asian dust and severe Haze events in Seoul during the period from 1998 to 2002.

감사의 글

이 연구는 기상청의 기상지진기술개발사업 「지역대기환경예측기술개발(II)」의 황사예보모델 구축을 위해 이루어졌습니다. 이에 도와주신 모든 분들께 감사드립니다.

참고 문헌

- 김지영, 최병철(2002) 한반도에서 측정된 에어러솔의 크기분포와 지역별 특성. 한국기상학회지. 38(2), 95-104.
- 김필수, 김윤장, 이양호, 조숙현, 안승태(1986) 도시 대기 Aerosol의 입자 직경 0.01~1.0 μm 범위의 농도 변화 특성. 한국대기보전학회지. 8, 52-57.
- 정용승, 김태균, 정재섭(1992) 도시의 대기오염과 시정감소에 대하여. 한국대기보전학회지, 8, 1, 1-6.
- Baik Nam-Jun, Y. P. Kim, K. C Moon(1996) Visibility study in Seoul, 1993. *Atmospheric Environment* 30, 13, 2319-2328.
- Moon, K. C., S. G. Shim, Y. S Ghim, Y. P. Kim, S. D. Kim(1997) Air quality changes of the seoul metropolitan area from year 1985 to 1995. *Environmental Research Forum*, 7, 45-50.