

BB5) 일부 서울지역에서 라이다를 이용한 황사 현상 관측 Observation of Yellow sand using lidar, in Seoul

김윤신, 정경훈,¹⁾권성안, ²⁾박주현, 조용성, 김현탁
 한양대학교 환경 및 산업의학연구소, ¹⁾국립환경연구원 ²⁾유일정공 환경연구소

1. 서 론

우리 나라가 위치한 동북아 지역은 급속한 산업 및 경제활동 증가로 세계의 주요 오염 지역으로 대두되고 있다. 특히, 중위도 편서풍대 위치한 우리 나라는 주로 3월과 4월 황사의 영향을 받고 있다. 사막에서 발생한 모래먼지는 시정을 악화시키며 이들 중 미세한 입자(0.1~10 μ m)는 산란과 흡수를 통하여 대기의 복사평형과 기후변화에 커다란 영향을 미칠 수 있다(Carlson, 1980; Duce, 1980; Shaw, 1980). 이러한 현상은 주로 대기 중의 미세 입자의 광산란에 기인되는 것으로 도시 지역의 에어로졸의 분포 및 화학적인 성분과 밀접한 관계를 가진다. 황사의 장거리 이동에 관한 선행연구들은 많으나 시간에 따른 이동 현상을 파악 할 수 있는 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 황사의 특성을 파악하기 위해서 Lidar를 이용하여 서울 대기 중 에어로졸의 수직적 분포를 측정하고, 지상의 측정을 병행하여 대기 중 에어로졸의 특성을 조사하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 한양대학교에 설치되어 있는 에어로졸 라이다(Aerosol Lidar)를 이용하였으며, 관측은 1999년과 2000년 중 황사기간과 일반적인 날을 선정하여 관측을 실시하였다. 해석 파라미터는 Mie와 Rayleigh 산란을 이용한 산란비(Scattering ratio)와 편광소멸도(Depolarization ratio;) 지상의 기상측정은 PM₁₀ High Volume Sampler(Series UV-15H, 미국 Graseby-Andersen사)를 이용하여 측정하였고, 분석기기는 Ion Chromatography(DIONEX DX500), AA(AA680), Inductively plasma-mass spectrometer를 사용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 1999년 1월 PM₁₀의 농도와 이온분석의 결과이다. PM₁₀ 농도의 경우 황사시 약 3배정도 높게 나타났으며, 수용성 이온 중 질산이온의 농도가 높았던 것은 측정지점이 도로변에 위치해 있기 때문인 것으로 판단되며, 황사의 주성분은 Si, Al, Ca, Na, Mg, Ti등으로 되어 있다. Cl⁻이온의 경우 비황사시보다 1.3배 가량 높게 나타났다. Na⁺과 Cl⁻가 높은 것은 해염 입자의 영향으로 인해 풍속의 증가 더불어 생긴 영향이며 이는 생성의 차이와 이온 침적과정이라 사료된다. 수용성 이온 분석 자료 중 Na, Ca, Mg, Na등이 일반적인 날보다 황사시 높은 값을 보이고 있다. 이는 토양 성분과 해염 입자의 영향이 매우 큼을 시사하고 있으며, 황사기간에 대륙으로부터 많은 양의 토양성분과 해염 입자가 유입된 것으로 사료된다.

Table 1. Concentration of aerosol particles in January, 1999 (Unit : ng/m³)

Date	Trend	PM10 (μ g/m ³)	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Tatol ion
99/01/17		40.33	0.96	0.10	0.03	0.18	0.40	0.86	1.89	2.86	7.27
99/01/18	Normal	47.85	2.80	0.39	0.19	0.28	0.66	0.95	5.56	4.96	15.79
99/01/19	episode	80.38	4.19	0.36	0.10	0.29	0.62	1.38	7.97	5.90	20.81
99/01/20		105.50	1.36	0.11	0.01	0.19	0.42	0.91	1.73	2.48	7.21
Mean		68.51	2.23	0.24	0.08	0.24	0.83	1.02	4.29	4.05	12.77
99/1/26	Yellow sand	93.45	0.97	0.22	0.89	0.54	1.71	1.49	2.59	4.92	13.33
99/01/27	episode	304.80	1.34	0.19	0.13	0.29	0.81	1.29	2.81	2.64	9.51
Mean		199.12	1.16	0.21	0.51	0.42	1.26	1.39	2.70	3.78	11.42
Total		672.31	11.62	1.37	1.34	1.78	4.62	6.87	22.55	23.77	73.91

그림 1에서는 일반적인 날에 대한 대기 중 에어로졸의 수직 분포를 나타내고 있다. (a)는 에어로졸의 강도, (b)는 에어로졸의 형상을 표현한다. 오전에는 상층부에 비구형성 낮은 강도의 에어로졸이 존재하고, 하층부(약 1300m)에서는 구형에 가까운 에어로졸 입자가 아주 높은 강도로 분포하고 있으며, 정오 무렵이 되면서 지면에 가까운 부분에서는 비구형에 가까운 에어로졸이 높은 일몰 때 까지 존재함을 알 수 있다.

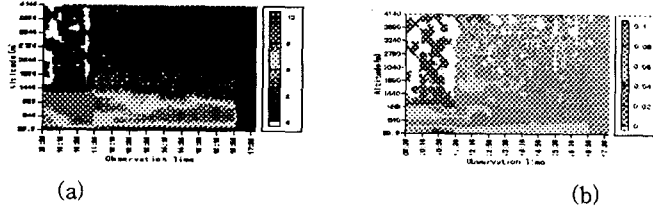


Fig. 1. Time-series distribution of scattering and depolarization ratio in Seoul(18 January 1999). 그림 2는 황사가 있던 날에 대한 대기 중 에어로졸의 수직 분포를 나타내고 있다. (a)의 에어로졸의 강도를 보면 고도 약 1500m 부근에서 아주 높은 강도의 에어로졸이 오전부터 두터운 층을 이루고 있으며, 일사량이 큰 시간대에서 낮은 강도를 보이다가 해질 무렵부터 다시 두터운 층의 에어로졸을 형성하는 것을 알 수 있다. (b)는 에어로졸의 형상을 표현하는 것으로 오전부터 저녁 무렵까지 하층부와 상층부에 전체적으로 비구형성 에어로졸이 분포하고 있다. 이 날의 특징으로는 황사의 영향으로 인한 토양에서 기원된 비구형성 에어로졸이 높은 강도로 고도 약 1500m부근으로 황사가 이동하는 것이 관측되었다는 점이다.

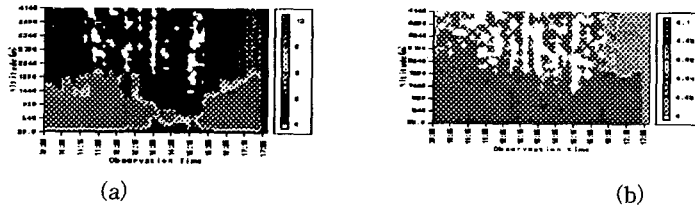


Fig. 2. Time-series distribution of scattering and depolarization ratio in Seoul(27 January 1999). 라이다 관측을 통한 황사 통과일과 기상대의 황사관측일과 비교해볼 때, 대류권 하층에서 이동하고 있는 황사 에어로졸 층은 지상 및 위성을 통한 관측으로는 어려움이 많은 것으로 사료되므로 현재 이루어지고 있는 하층부 관측의 실시간 관측을 통해 보다 정확한 예측이 필요 할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 연구는 1998년과 2000년도 과학재단과 1999년도 한국학술진흥재단의 일부 연구비에 의하여 연구 지원되었음(KRF-99-015-DP0447 ,KOSEF- 986-0400-002-2)을 밝히며, 이에 감사를 포함합니다.

참고 문헌

- Iwasaka, Y.,(1986), Measurement of depolarization of stratospheric particles by Lidar- A case study on the disturbed stratospheric Aerosol Layer by the volcanic eruption of Mt. El Chichon, JGG., 38, 729-740.
- Carlson, T. N. and S. G. Benjamin(1980) Radiative Heating Rate for Sahara Dust. J.Atmos. Sci., 37, 193-213.
- Duce, R. A. et al.(1980) Long-range Atmospheric Transport of Soil Dust from Asia to the Tropical North Pacific : Temporal Variability. Science, 209, 1522-1524.
- Shaw, G. E. (1980) Transport of Asian Desert Aerosol to the Hawaiian Islands. J. Appl. Met., 19, 1254-1259.