

에어로졸 라이다를 이용한 수원상공의 2001년 봄 황사 측정

Asian Dust Measurement using Aerosol Lidar over Suwon in Spring of 2001

김진환, 박찬봉, 이주희
 경희대학교 레이저공학연구소 라이다센터
 jinhwany@ile-lidar.re.kr

Abstract

2001년 봄에 수원상공의 황사를 에어로졸 라이다를 이용하여 관측하고, 이의 광학적 특성을 분석하여 보고한다. 기상청의 1월부터 5월까지 황사보고는 25일(1월~5월)로 2000년의 10일의 2.5 배가 된다. 이 기간동안 라이다로 관측한 황사의 데이터 수는 104 개이다. 가장 대표적인 heavy 케이스에서 후방산란비 β 는 5~7.5 km에서 30 A.U.이고, 편광소멸비는 δ 는 30%, 또한 입경분포 스펙트럼에서 가장 많은 단위부피당 분포는 6~7 km에서 1.301 μm 이상 145 $\mu\text{cm}^2/\text{cm}^3$, 0.725 μm 이상 200 $\mu\text{cm}^2/\text{cm}^3$ 이다.

1. 서론

황사는 중국이나 몽고 사막과 황토 지역에서 편서풍을 타고, 매년 봄에 한반도에 영향을 미치고 있으며, 실태를 파악하려는 연구가 활발하다. 황사를 관측하는 방법은 여러 가지가 있으나, 황사의 시공간적 상태를 능동적으로 측정하는 라이다 측정방법은 가장 대표적인 기법이다. 본 논문에서는 2001년 1월초부터 5월말까지의 기간에 수원상공의 황사를 측정하여 광학적 특성으로서 후방산란비와 편광소멸비, 그리고 입경분포 스펙트럼을 분석하였다. 또한 2000년의 황사 때의 특성과 비교하였다.

2. 에어로졸 라이다 시스템

미(Mie)산란 라이다로 구성된 에어로졸 라이다는 표-1 과 같이 송신부와 수신부, 데이터처리부의 세 부분으로 구성되어 있다. 송신기는 Nd:YAG 레이저의 2nd과 3rd 조화발생기를 사용하였다. 또한 출력에너지는 10 Hz, 1064 nm에서 650 mJ, 532 nm에서 300 mJ, 355 nm에서 150 mJ이다.

수신기는 편광측정모드, 다파장모드, 라만모드로 구성되었고, 각각의 파장은 532(s)/532(p) nm, 355/532/1064 nm, 354.7/386.7/407.5 nm를 사용하고 있다. 카세그리안형의 주경은 500 mm 이고 초점거리는 168 cm이고, field of view는 1.5~15 mrad 이다⁽¹⁾.

Transmitter		Receiver	
Laser	Surelite II	Telescope diameter	500 mm
Wavelength	355/532/1064 nm	Field of view	1.5~15 mrad
Energy	150/300/650 mJ	Chopper	Mechanical
Angular divergence	2 mrad	Photo multipliers	FEU-136, 83
Pulse duration	5~7 ns	ADC	20 MHz/11bit
Repetition rate	10 Hz	Photon counter	200 MHz

Table 1. System specification

3. 황사측정 데이터 및 분석

(i) 후방산란비와 편광소멸비

그림 1은 2000년과 2001년 봄의 heavy 프로파일을 겹쳐서 나타내었으며, 전형적인 황사의 형태를 보여주고 있다. 그림에서 황사의 층은 1.5~2.0 km이고, 중심고도는 5~7.5 km, 후방산란비는 2.5~6 (A.U.)이다. 대응되는 편광소멸비는 대략 20%~35%이다. 후방산란비를 2000년도와 비교하면 heavy 케이스는 90~500%, 편광소멸비는 0~150% 높게 나타났다. 황사의 층과 중심고도는 2000년도와 비슷하게 관측되었다⁽²⁾.

(ii) 입경분포 스펙트럼

그림 2는 2000년과 2001년의 입경분포 스펙트럼을 비교한 것이다. 2001년 4월 10일 01:29~01:34에 측정된 입경분포 스펙트럼은 2.335 μm 가 4.5~5.5 km에서 64 $\mu\text{cm}^2/\text{cm}^3$, 1.301 μm 가 83.6, 0.725 μm 가 205, 0.404 μm 가 231.6, 0.225 μm 가 115.1, 0.125 μm 가 503.6으로 나타났다. 이에 대응되는 2000년 프로파일은 6~7 km에서 2.335 μm 가 36.7, 1.301 μm 가 40.1, 0.725 μm 가 142.4, 0.404 μm 가 198.3, 0.225 μm 가 142.9, 0.125 μm 가 324.13으로 각각 나타났다.

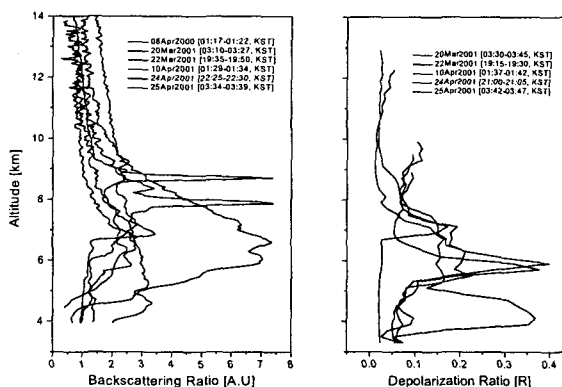


Fig 1. Comparison of profile shape on typical heavy case at 2001 and 2000

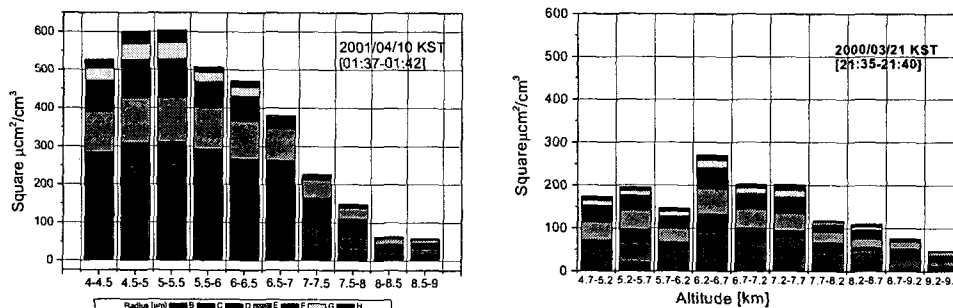


Fig 2. Comparison of particle size spectrum in 2001 and 2000 heavy case

4. 요약

우리는 에어로졸 라이다를 사용하여 수원상공의 황사를 측정하였다. 2001년의 관측데이터는 예년에 비해 긴 기간(25일) 발생하였고, 라이다는 16일 동안 황사를 관측하여 매우 다양한 광학적 파라미터를 얻을 수 있었다. 가장 heavy 케이스의 후방산란비는 3 이상이고, 편광소멸비는 30% 정도, 층은 1.5 km 이상이다. 입경분포는 작은 크기는 0.225 μm 이하, 큰 입자는 0.725 μm 이상이 많이 측정되었다.

참고문헌

- [1] Choo Hie Lee, "Optical Remote Sensing for Atmospheric Environment in Korea" Digest of Technical papers, (21st Annual meeting of The Laser Society of Japan, January 2001)
- [2] Chan Bong Park, Jin Hwan Kim, Choo Hie Lee, "Measurement of Asian dust by using of multiwavelength lidar", Proceeding of Remote Sensing for Industry and Environment Monitoring, SPIE 4153 (October 2000)
- [3] Weather report: Asian dust, Korean Meteorological Agency (2001. 5. 28)