

1C2) K-JIST 라만 라이다를 이용한 2004년 봄철 황사의 광학적 특성 관측

Observation of Optical Properties of Asian Dust Aerosol Using K-JIST Raman LIDAR System During Spring 2004

최성철 · 노영민 · 김영민 · 김영준

광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링기술연구센터

1. 서 론

레이저를 이용한 원격 대기관측 기술인 라이다(LIDAR: Light Detection And Ranging)는 대기 중으로 펄스형 레이저를 조사하였을 때 공기분자나 먼지 등에 의하여 산란되는 레이저 빛을 대구경 망원경으로 수신하여 초기 빛의 강도와 수신되어진 빛의 차를 이용함으로써 빛의 파장, 에너지 등을 분석함으로써 대기의 물리·화학학적 성질을 규명하는 것이다. 라이다 기술은 마이크로웨이브를 사용하는 레이더(RADAR) 기술과 이론적 배경은 같으나, 파장이 매우 짧은 레이저를 사용하기 때문에 대기물질의 성분분석 감도, 공간분해능, 측정거리 면에서 탁월한 장점을 갖고 있다. 요즘은 그 기술이 발달하여 대기 오염물질의 이동뿐 아니라, 풍향, 풍속, 온도, 습도와 같은 기상인자들도 동시에 관측할 수 있다. 또한 국내에서는 대기 중 에어러솔의 비구형성을 관측할 수 있는 편광 라이다를 이용하여 황사 관측에도 이용되고 있다. 이러한 라이다를 이용한 관측은 대기 중의 연직 단면 분석이 가능하고, 편광소멸도를 통하여 에어러솔의 형상학적 특성을 추정할 수도 있다 (Choi *et al.*, 2003).

이중 라만 라이다를 이용하여 구해진 라이다 비(에어로졸 소산계수/에어로졸 산란계수)는 에어로졸 형태나 크기분포에 따라 특징적인 값을 갖는다 (Muller *et al.*, 2003). 이 값들은 탄성산란 라이다에서 광학적 특성을 구하는데 중요한 초기 가정값으로 사용된다. 국내에서는 이 값을 sunphotometer 관측에서 얻어진 값을 이용하여 모사(simulation method)하는 방법을 사용하거나, 외국의 라만 라이다 관측 결과를 그대로 적용하고 있다. 그러므로, 본 연구에서는 국내에서 보다 정확한 라이다 비를 산출하기 위해 지난 2004년 봄철 황사 발생일을 기준으로 관측된 결과를 토대로 라이다 비의 시·공간적 특성에 대해 살펴보고자 한다.

2 연구 방법

본 연구에서 사용된 장비는 광주과학기술원에서 소유한 다파장 라이다 시스템으로써 2004년 2월부터 광주과학기술원 내에서 관측을 수행하였다. 라이다 시스템의 레이저원으로는 펄스반복률이 20 Hz인 Nd:YAG 레이저의 355 nm를 사용하였다. 이때 펄스당 에너지는 60 mJ 이다. 레이저 빔발산각을 줄여주기 위해 빔확대기를 사용하였고, 빔확대기를 통과 한 후 빔발산각은 0.2 mrad 이하였다. 사용된 시스템은 Fig. 1에 나타내었고, 시스템 전체 사양은 Table 1에 나타내었다. 수신 망원경은 지름이 8 inch 인 Raman 라이다용 시스템을 이용하여 신호를 수신하였다. 라만 채널에 수신된 신호는 광자계수기를 통해 신호를 획득하여 분석하였다. 대기 중으로 조사된 빔은 대기 중 에어러솔의 특성에 따라 광학적 특성 변화를 유발한다. 후방산란된 라이다 신호에서 편광소멸도 측정을 통해 에어러솔의 비구형성 정도를 측정할 수 있을 뿐 만 아니라, 에어러솔의 소산계수나 후방산란계수 값을 통해 대기 중에 존재하는 에어러솔의 광학적 특성을 예측할 수 있다. 라이다 비를 관측하기 위해서는 라만 신호를 획득하여야 한다. 본 연구에서는 Nd:YAG 레이저 3 차 조화파인 355 nm를 이용하여 대기중 질소에서 라만 전이 파장인 387 nm를 수신하였다. 이를 이용하여 라만 방법으로 에어로졸 소산계수값과 산란계수값을 직접 구할 수 있다. 라이다 비는 구해진 값들을 통해 다른 가정없이 직접 구할 수 있다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 편광소멸도와 라만 방법으로 구한 에어로졸 후방산란계수, 소산계수, 라이다 비를 나타내고

Table 1. Specifications of LIDAR(KJIST)

K-JIST LIDAR	
Transmitter	
Laser type	Nd:YAG
Wavelength (nm)	355, 532, 1064
Energy/pulse (mJ)	60, 230, 400
Repetition rate (Hz)	20
Beam divergence (mrad)	< 0.2
Receiver	
Telescope type	Cassegrain
Diameter	8 inch, 14 inch
Field of view (mrad)	0.5 - 2 mrad
Detector	PMT
Signal detection	Photon counting
Range resolution (m)	7.5 m
Measured parameter	
Aerosol ext. coe.(Klett)	355, 532, 1064 nm
Aerosol ext. coe.(Raman)	387 nm(N ₂)
Depolarization ratio	532 nm

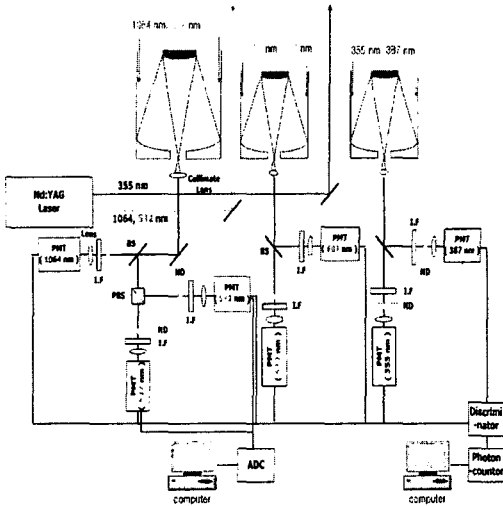


Fig. 1. A schematic diagram of the K-JIST lidar system

있다. 고도 1.5 km에서부터 4.5 km까지 황사층이 형성되어 있고, 이때 라이다 비값은 20 - 60 sr 사이 값을 갖는 것으로 관측되었다. 이와 같이 연속적인 관측을 통해 황사의 시·공간적 특성에 따른 라이다 비 값의 변화를 분석하였다.

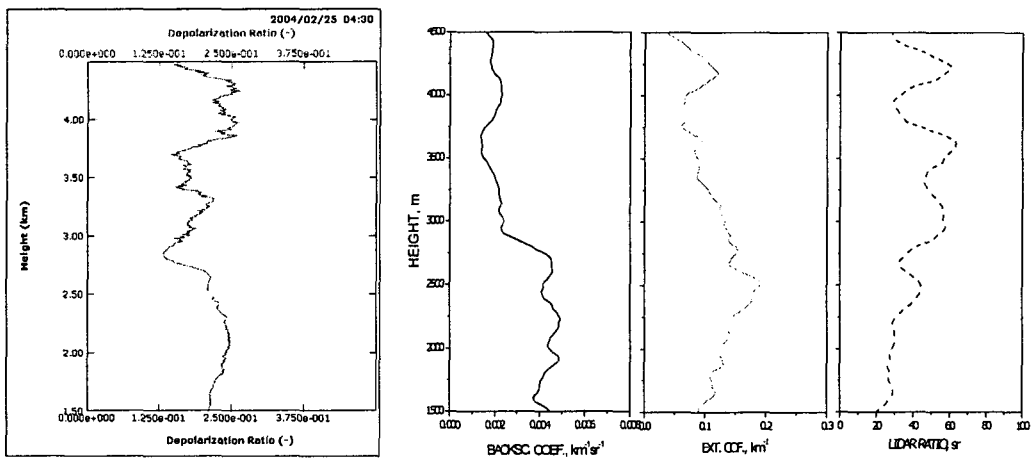


Fig. 2. Particle backscatter coefficient, extinction coefficient, lidar ratio and depolarization ratio of Asian dust.

참고 문헌

- S. C. Choi, Y. M. Noh, Y. J. Kim, " Observation of Continental Aerosol by using a Multichannel lidar System at Kwangju, Korea " SPIE 10th international symposium Proceeding 2003.
- D. Muller, I. Mattis, U. Wandinger, A. Ansmann, D. Althausen, O. Dubovik, S. Eckhardt, A. Stohl, " Saharan dust over a central European EARLINET-NERONET site: Combined observations with Raman lidar and Sun photometer" J. of Geophys. Res., 108, 4345(2003)