

PA33)

**GIST/ADEMRC 다파장 라만 라이다로 관측된 광주지역의
연무 기간 동안의 에어로졸의 광학적 특성**

**Observation of The Aerosol Optical Properties using
the GIST/ADEMRC Multi-wavelength Raman Lidar
during a Haze Event in Gwangju**

김영민 · 노영민 · 김영준

광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터

1. 서 론

GIST/ADEMRC 다파장 라만 라이다를 이용해 광주 지역에서의 연무 기간 동안 에어로졸의 광학적 특성을 관측하였다. 라만 라이다는 대기 중에 조사된 레이저 빔에 대한 분자로부터의 라만 산란 신호를 이용하여 탄성 산란 라이다와는 달리 라이다 비의 가정 없이 에어로졸의 소산 계수 및 후방산란 계수를 구할 수 있는 장점이 있으며 이렇게 구해진 소산 계수와 후방 산란 계수를 이용하여 고도별로 라이다 비를 계산할 수 있다. 라이다 비는 소산 계수와 후방 산란 계수의 비로서 흡습성이 높은 에어로졸 일수록 높은 값을 보이며 산란성이 높은 에어로졸에서는 낮은 값을 나타낸다. 이러한 라이다 비의 특징을 이용하여 본 연구에서는 황사로 인한 연무와 urban aerosol로 인한 non-dust 연무의 경우에 355nm와 532nm의 두 파장에서의 라만 라이다로 고도에 따른 라이다 비를 이용하여 구성 에어로졸의 광학적 특성의 차이를 살펴보고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에 사용된 다파장 라이다 시스템은 송신부의 광원으로 펄스 반복율이 20Hz인 Nd:YAG 레이저를 사용하였다. 이 레이저는 2차, 3차 조화파를 포함하여 1064, 532, 355nm의 총 3개의 파장을 만들어 내며 각각의 펄스당 에너지는 400, 230, 60mJ이며 5배의 빔 확대기를 설치하여 빔 발산각을 0.2mrad 이하로 줄여서 레이저 빔을 대기 중으로 조사하였다. 대기 중 에어로졸과 공기분자에 의해 후방 산란된 신호는 직경이 35cm인 Cassegrain 형태의 망원경과 20cm인 두 개의 Cassegrain 망원경을 통해 수신하며 수신된 신호는 355nm 와 532nm 에서의 질소 분자에 의한 라만 산란 신호를 포함해 총 7개의 PMT를 통해서 검출되어진다. 수신된 라이다 신호를 해석하기 위한 라이다 방정식의 해석은 Ansmann et. al.(1990)과 Whiteman et. al.(1992)의 방법을 이용하였다. 소산 계수는 배경 잡음을 제거한 거리 보정된 라만 산란 신호의 변화율과 고도별 파장에 따른 분자로 인한 소산 계수를 보정하여 구해진다. 후방산란 계수는 탄성 산란 신호와 분자로 인한 라만 산란 신호의 비를 이용하여 파장에 따른 분자와 에어로졸로 인한 빛 소멸을 보정하여 에어로졸이 없는 고도의 후방산란 신호를 기준으로 하여 구해진다. 라이다 비는 소산 계수와 후방 산란 계수의 비로서 구해지며, 고도에 따른 molecule profile은 광주 지역의 sonde 자료를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 2004년 3월 10일에 관측된 355nm에서의 소산 계수와 후방산란 계수 및 라이다 비의 고도별 관측 결과를 보이고 있다. 좌측에 소산 계수와 후방산란 계수를 우측에 라이다 비를 나타냈으며 고도별 거리 분해능은 120m 이고, error propagation law에 따른 통계학적인 에러를 표시하였다. 0.84-1.44km 고도에서 평균 소산 계수는 355nm에서 $0.30 \pm 0.15/\text{km}$, 라이다 비는 $44 \pm 5.44\text{sr}$ 의 값을 보이고 있다. 5km-7km 구간에서 나타나는 높은 후방산란 계수는 구름으로 인한 것으로 동일 고도에서의 라이다 비는 20-30sr 정도의 낮은 값을 보이는 것을 알 수 있다.

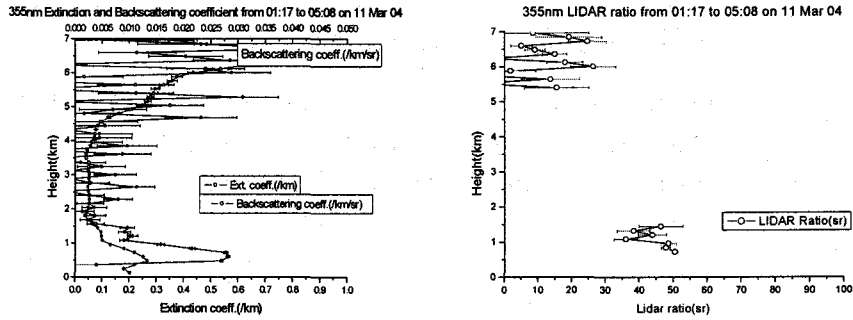


Fig. 1. Extinction coefficient, bacscattering coefficient and Lidar ratio vertical profiles on 10 Mar 2004

그림 2는 2005년 4월 3일에 관측된 355nm의 고도별 관측 결과로서 0.96-1.56km 구간에서 $0.50 \pm 0.05/\text{km}$ 의 소산 계수를 나타내며, $71 \pm 5.16\text{sr}$ 의 라이다 비를 보이고 있다. 라이다 비는 소산 계수와 후방 산란 계수의 비로서 흡습성이 높은 에어로졸일수록 높은 값을 보이며 관측 결과를 통해 후자의 경우에 황사 때 보다 높은 흡습성의 에어로졸에 의한 연무가 생겼음을 알 수 있다.

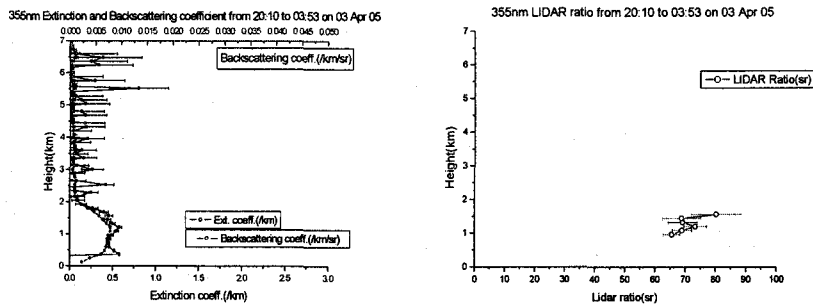


Fig. 2. Extinction coefficient, backscattering coefficient and Lidar ratio vertical profiles on 3 Apr 2005

황사로 인한 dust 연무 기간인 2004년 3월 10일에 관측된 355nm와 532nm에서의 라이다 비는 0.84-1.44km 고도에서 각각 $44 \pm 5.44\text{sr}$, $42 \pm 4.38\text{sr}$ 이었으며, 평균 소멸 계수는 $0.30 \pm 0.15/\text{km}$, $0.19 \pm 0.09/\text{km}$ 를 나타냈다. urban aerosol로 인한 non-dust 연무 기간인 2005년 4월 3일에 0.96-1.56km 고도에서 355nm에서는 $0.50 \pm 0.05/\text{km}$, 532nm에서는 $0.19 \pm 0.03/\text{km}$ 의 평균 소멸 계수를 보였으며, 이 때 평균 라이다 비는 355nm에서 $71 \pm 5.16\text{sr}$, 532nm에서는 $60 \pm 15.09\text{sr}$ 로서 dust 연무 경우 보다 낮은 라이다 비 값을 보였다.

사 사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

- A. Ansmann, U. Wandinger, M. Riebesell, C. Weitkamp, W. Michaelis (1990) Measurement of atmospheric aerosol extinction profiles with a raman lidar, Optics letters. Vol.15.
- D. N. Whiteman, S. H. Melfi, R. A. Ferrare (1992) Raman lidar system for the measurement of water vapor and aerosols in the Earth's atmosphere, Applied optics, vol.31.