

### 3A5) GIST/ADEMRC 다파장 라만 라이다를 이용한 광주지역에서 봄과 가을의 라이다 비 변화 연구

## Reserch of Lidar Ratio Variation between Spring and Fall Using GIST/ADEMRC Multi-wavelength Raman Lidar at Gwangju, Korea

노영민·김영준

광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터

#### 1. 서론

라이다 비는 대기 중 에어로졸의 입자크기, 모양, 굴절률, 그리고 상대습도 등 많은 요소의 영향을 받으며 그 특성에 따라 다양한 값을 나타낸다. 두 파장에서의 라이다 비를 관측하면 대기 중에 존재하는 다양한 종류의 에어로졸을 구분할 수 있는 중요한 요소로도 활용될 수 있다. 또한, 탄성 산란 라이다를 이용한 대기 중 에어로졸의 관측에 있어서 라이다 비의 결정은 고도별 에어로졸의 소멸계수 계산의 정확성에 가장 중요한 영향을 미친다. 동북아시아 지역에서 두 파장의 라이다 비를 관측할 수 있는 시스템이 완비되어 있는 곳은 광주과학기술원(노영민 등, 2006)과 Tokyo University of Marine Science and Technology(Murayama et al., 2003)의 두 곳 뿐이다. 본 연구는 광주과학기술원의 다파장 라만 라이다 시스템을 이용하여 2004년과 2005년 봄과 가을에 관측값을 라만 해석 방법(Whiteman et al., 1992)을 이용하여 355 nm와 532 nm의 에어로졸 소멸계수와 후방산란계수를 가정없이 직접 구하고, 이 값을 이용하여 라이다 비를 구하여 두 계절 동안 라이다 비의 변화를 연구하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구에 사용된 다파장 라만 라이다 시스템은 송신부의 광원으로 펄스 반복율이 20Hz인 Nd:YAG 레이저를 사용하였다. 이 레이저에서 생산된 2차, 3차 조화파인 532, 355nm 파장의 빛을 대기중으로 조사하여 탄성산란 신호인 355,532nm 파장과 N2에 의한 라만산란 신호인 387, 607nm 파장의 후방산란광을 직경 20cm의 망원경으로 수집하였다(노영민 등, 2006). 관측은 일몰 후부터 일출 전까지 10분(2004년)과 20분(2005년) 간격으로 관측이 실시되었다. 라만 데이터 분석을 위해서는 하루밤 동안 관측된 결과를 모두 합하여 라만 분석을 실시하였으며, 만약 관측 기간 중 에어로졸이 관측되는 고도에서 구름이 관측되거나 시간에 따라 에어로졸의 고도변화가 심하면 이 구간을 제거하거나 두개의 구간으로 나누어 분석하였다. 분석 후 에어로졸의 고도 분포는 존재자료와 비교하여 대기경계층 내부와 상층부로 구분하였다. 그림 1은 라이다 결과와 존재자료와의 비료를 보여준다. 수집된 후방 산란광은 PMT를 이용하여 신호의 강도를 측정하였다. 수신된 라이다 신호를 해석하기 위한 라이다 방정식의 해는 Ansmann et al.(1992)과 Whiteman et al.(1992)의 라만신호 해석 방법을 이용하였다. 공기분자에 의한 탄성산란을 구하기 위하여 본 연구에서는 존재자료를 이용하여 고도별 공기분자산란을 계산하였다. 이 때 사용된 존재자료는 안면도 지역에서 가장 근접한 오산에서 관측되는 존재 자료를 이용하였다.

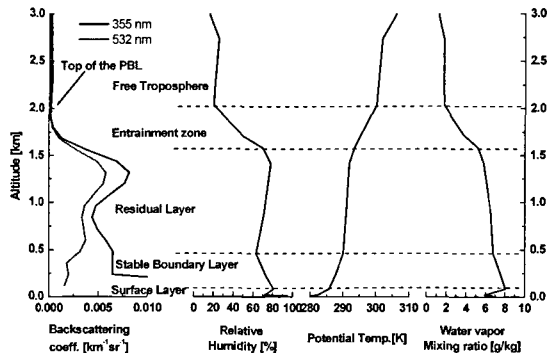


Fig. 1. PBL estimation through the comparison with radiosonde.

### 3. 결과 및 고찰

관측된 라이다 비의 계절별 평균값은 355 nm와 532 nm에서 각각 봄 기간에는  $56.7 \pm 9.6$  and  $54.32 \pm 7.54$  sr이었고, 가을철에는  $58.04 \pm 11.14$  and  $63.14 \pm 12.88$  sr의 값을 나타내어 가을철의 라이다 비가 봄철보다 높은 값을 보여주었다. 또한 봄철에는 황사의 영향으로 355 nm의 라이다 비가 532 nm의 값보다 높은 특징을 보여주었다. 그림 2는 분석된 두 파장에서 라이다 비를 월별로 평균을 내고 존재자료와 비교하여 대기 경계층 내부와 상층, 그리고 두 층을 모두 합한 값을 나타낸다. 월별 라이다 비의 변화는 대기 경계층 상층부에서 가장 큰 변화를 보여주었다. 봄철의 대기 경계층 상층에서의 두 파장 사이의 라이다 비의 값은 계절별 평균값과 같이 355 nm의 값이 532 nm의 값보다 높은 값을 보여주는 계절별 특징을 보여 주었으나, 대기 경계층 내부에서의 라이다 비의 변화는 뚜렷한 특징을 보여주지 않았다. 이는 대기 경계층 상층부에서 관측되는 에어로졸은 장거리 이동된 에어로졸의 영향을 받으며, 이러한 에어로졸의 변화는 계절별로 다른 종류의 에어로졸이 한반도 지역에 관측되거나 대기 경계층 내부는 지역에서 발생된 에어로졸이 주로 관측되어 뚜렷한 계절별 변화를 보여주지 않음을 알 수 있다. 이와 같이 한반도에서 관측되는 에어로졸의 특징은 계절적으로 차이가 날뿐만 아니라 대기경계층 상층부와 내부에서도 서로 다른 에어로졸의 특성이 관측되므로 정확한 에어로졸의 특성 연구를 위해서는 라이다를 이용한 에어로졸의 고도별 특성연구가 반드시 필요한 것으로 사료된다.

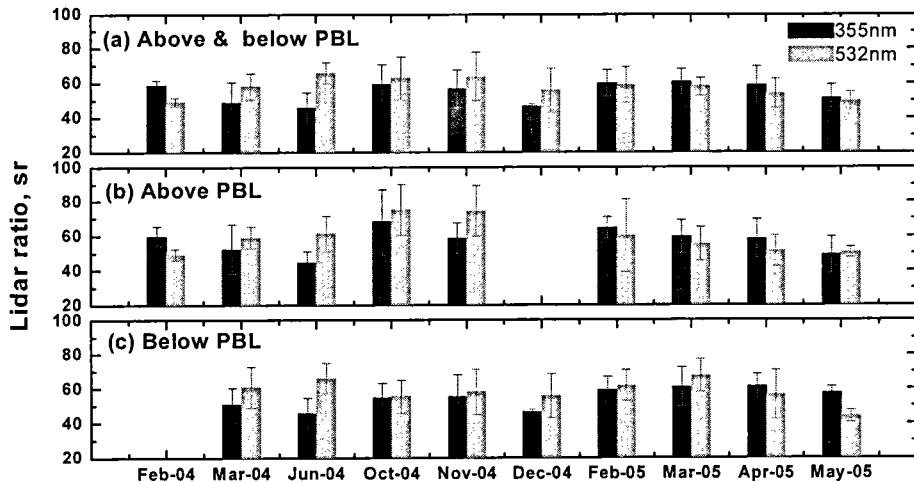


Fig. 2. Monthly averaged lidar ratio at 355 and 532 nm.

### 참 고 문 헌

- 노영민, 김영민, 김영준, 최병철 (2006) GIST/ADEMRC 다파장 라만 라이다 시스템을 이용한 안면도 지역에서의 라이다 비 연구, 한국대기환경학회지, 22(1), 1-14.
- Ansmann, A., U. Wandinger, M. Riebesell, C. Weitkamp, and W. Michaelis (1990) Measurement of atmospheric aerosol extinction profiles with a raman lidar, Optics letters. Vol.15.
- Whiteman, D. N., S. H. Melfi, and R. A. Ferrare (1992) Raman lidar system for the measurement of water vapor and aerosols in the Earth's atmosphere, Applied optics, vol.31.
- Murayama, T. et al. (2003) Characterization of Asian dust and Siberian smoke with multi-wavelength Raman lidar over Tokyo, Japan in Spring 2003. Geophys. res. lett.