

ラマンライダーによる下部対流圏におけるライダー比の系統的解析

Systematic analysis of the lidar ratio of aerosol in lower troposphere with Raman lidar

和田勝也、村山利幸

Katsuya Wada and Toshiyuki Murayama

東京海洋大学 海洋工学部

Faculty of Marine Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology

Abstract: We have performed a systematic analysis for the lidar data taken by a UV-Raman lidar in Tokyo. We analyzed 37 cases during the period from October 2003 to July 2004. The most probable value of the lidar ratio locates between 40 and 50 sr, and the mean value is 50.6 ± 11.1 sr. The lidar ratio tends to be lower in winter than other seasons. We also compared the extinction coefficient and relative humidity with the lidar ratio. The result seems to suggest positive correlation between the lidar ratio and the extinction coefficient.

1. はじめに

東京海洋大学越中島キャンパス (35.66°N、139.80°E) 上空では、東京湾に近く都市域であることから、海塩粒子、大気汚染物質などが多く浮遊し、春季には中国大陸からの黄砂も輸送されている[1]。本学では従来よりライダー観測を実施し、対流圏におけるエアロゾルの光学的性質に関する研究を行ってきた。2003年春季より、2台のNd:YAGレーザーを用いて、355nm、532nm、1064nmの3波長による多波長ラマンライダー観測を定常的に行っている。355nmでは、N₂及び、H₂O分子からの振動ラマン散乱の観測を行っており、エアロゾルの消散係数、後方散乱係数及び水蒸気混合比を求められる。本研究では、355nmでのライダー比 (= 消散係数 / 後方散乱係数) の気候値を求めることを目的の1つとしている。ライダー比は、ミー散乱ライダー信号から消散係数を求めるときに仮定して用いられている[2]。ここでは、2003年10月から2004年7月までの観測で得られたライダー比の統計、季節変化と、ライダー比の相対湿度及び消散係数との関係を示す。

2. 紫外ラマンライダーシステムと解析方法の概要

紫外ラマンライダーは、355nmのレーザー光を発射する1台のNd:YAGレーザーにより独立なシステムとして構成されている。レーザーは通常観測時に、パルスパワー100mJ、繰り返し周波数10Hzで射出し、口径355nmの望遠鏡で、視野角2mradで受光している。受光した光は、ダイクロミックミラーによりミー・レーリー散乱(355nm)、N₂分子からのラマン散乱(387nm)、H₂O分子からのラマン散乱(408nm)の各波長に分離し、狭帯域干渉フィルターを通過後、それぞれ光電子増倍管により電気信号に変換される。観測時間は、日没後2~3時間程度である。

ラマンライダーによる消散係数はN₂分子のラマン散乱信号と大気密度の鉛直分布から、散乱比はミー・レーリー散乱とN₂分子のラマン散乱信号から、水蒸気混合比はN₂分子のラマン散乱信号とH₂O分子のラマン散乱信号からそれぞれ求められる[3-5]。大気密度の鉛直分布は館野(36.05°N、140.12°E)の12UTCにおけるラジオゾンデのデータから算出た。相対湿度は、ラジオゾンデによる気温と気圧データを用い、得られた水蒸気混合比から換算した。後方散乱係数は、散乱比から求めた。また、ラマン光の波長シフトによる復路のエアロゾル透過率の補正は、消散係数のオングストローム指数を1.0として行った。散乱比の大気分子のレーリー散乱による規格化は、およそ10-15kmのエアロゾルがほとんどない領域で行った。

3. 解析結果

2003年10月から2004年7月までの37日の解析結果について、高度0.6~1.5kmの大気境界層内で得られたエアロゾルのライダー比の平均値を10sr毎に区切って作成したヒストグラムをFig. 1に、ライダー比の季節変化をFig. 2に示す。また、各測定時のライダー比と相対湿度、消散係数との関係をそれぞれFig. 3、Fig. 4にそれぞれ示す。全観測期間でのライダー比の平均値は、 50.6 ± 11.1 (標準偏差) sr となり、ヒストグラムから、355nmでのエアロゾルのライダー比は40~50 srで最頻値となることからわかる。また、季節変化から、ライダー比が冬季に低い値を示す傾向が見ら

れる。Fig. 3 から相対湿度が高くなるほど、ライダー比の値が大きくなる傾向があり、Fig. 4から消散係数とライダー比の間に相関があることが見られる。

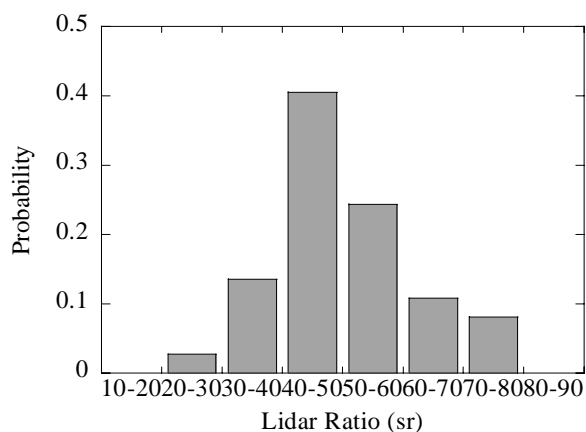


Fig. 1 Histogram of the averaged lidar ratio in the planetary boundary layer (PBL) in step of 10 sr.

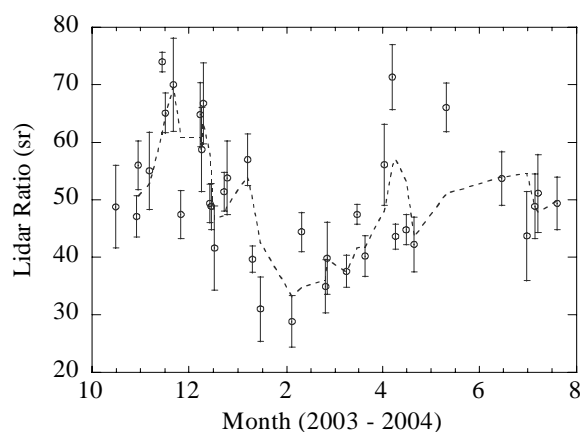


Fig. 2 Seasonal variation of the lidar ratio in PBL. Dashed line indicates 3-points sliding averaged values.

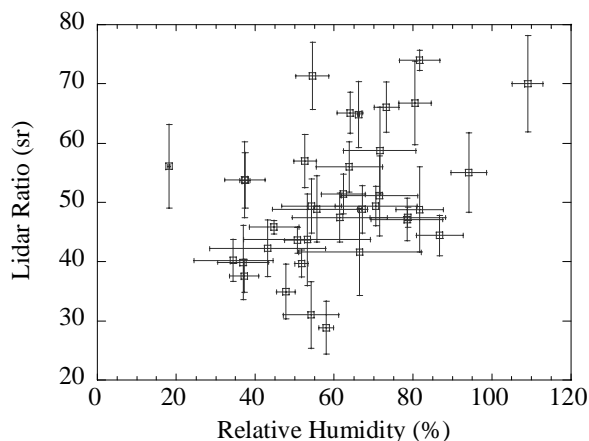


Fig. 3 Relationship between the lidar ratio and relative humidity in the PBL.

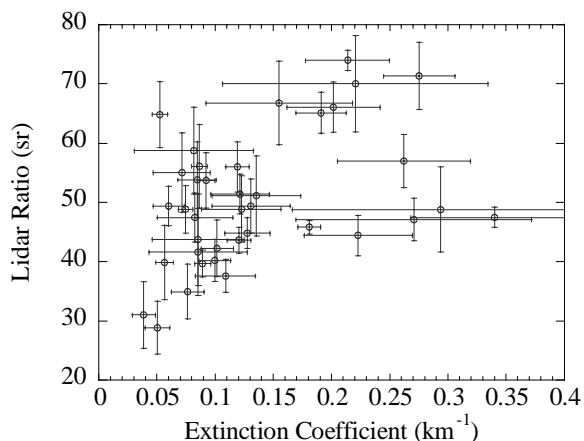


Fig. 4 Relationship between the lidar ratio and extinction coefficient in the PBL.

参考文献

- [1] Murayama, T., et al., Ground-based network observation of Asian dust events of April 1998 in east Asia, *J. Geophys. Res.*, **106(D16)**, 18345-18359, 2001.
- [2] Fernald, F. G., Analysis of atmospheric lidar observations: some comments, *Appl. Opt.*, **23**, 652-653, 1984.
- [3] Ansmann, A., et al., Combined Raman elastic-backscatter LIDAR for vertical profiling of moisture, aerosol extinction, backscatter, and lidar ratio, *Appl. Phys.*, **B55**, 18-28, 1992.
- [4] Whiteman, D. N., S. H. Melfei, and R. A. Ferrare, Raman lidar system for the measurement of water vapor and aerosols in the Earth's atmosphere, *Appl. Opt.*, **31**, 3068-3082, 1992.
- [5] Whiteman, D. N., Examination of the traditional Raman lidar technique. I. Evaluating the temperature-dependent lidar equations, *Appl. Opt.*, **42**, 2571-2592, 2003.