

紫外ラマンライダーによる対流圏エアロゾルの光学的性質と

水蒸気混合比の観測

村山 利幸

¹東京海洋大学 海洋工学部 (〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6)

Observation of the Optical Properties of the Tropospheric Aerosols and Water-Vapor Mixing ratio by a UV-Raman Lidar

Toshiyuki MURAYAMA

¹ Tokyo University of Marine Science and Technology, 2-1-6 Etchujima, Koto, Tokyo 135-8553

We have observed the aerosol optical properties and the water-vapor mixing ratio in the troposphere using a UV Mie-Raman lidar system at Koto, Tokyo. Here we present the example of the observation for on 20th, October, 2016, under usual condition. The obtained lidar ratio is rather height dependent and differs from the one estimated with daytime Sun-photometer measurements.

Key Words: Raman lidar, aerosol, water vapor, lidar ratio

1. はじめに

東京海洋大学海洋工学部では 2015 年より、355 nm のレーザー光を用いたミー・ラマンライダーを晴天時に稼働し、エアロゾル、水蒸気の観測を始めた。夜間においては、エアロゾルの後方散乱係数、消散係数、及びその比であるライダー比、さらに水蒸気混合比をラジオゾンデデータを用いて決定できる。日中においては、サンフォトメーターを用いた大気的光学的厚さの測定からミーライダー信号と合わせてライダー比を推定出来る。

本研究では、2015 年に引き続き¹⁾、昨年度、実施したうち秋季の通常大気の観測の一例として 2016 年 10 月 20 日の例を示す。

2. 紫外ラマンライダーとサンフォトメーター

UV ラマンライダーの諸元は文献 2, 3) に与られている。受信チャンネルは弾性散乱の 355 nm, N₂ 分子・H₂O 分子からのラマン散乱の 387 nm, 408 nm の 3 波長である。狭帯域干渉フィルターの線幅はそれぞれ、0.84, 3.3, 0.9 nm である。検出器は PMT で浜松ホトニクス社の R7400P-03 又は 06 を用いている。信号の記録は Licel のトランジェントレコーダー TR20-160 を用いて、アナログ計測と単一光子計測 (夜間) を併用している。日中では 355 nm のみ記録している。観測時のレーザー光強度は 100 mJ/pulse で行っており、レーザーの繰り返し周波数は 10 Hz である。5 分毎に積算ファイルを収集している。測定時の高度分解能は

7.5 m である。

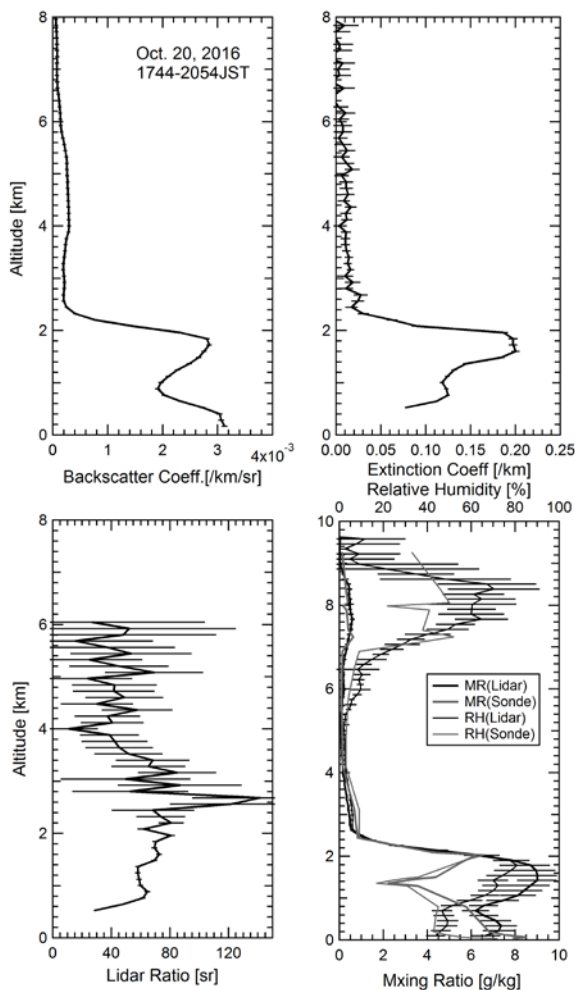
サンフォトメーターはポータブル型で (EKO, MS-120) 手動で 4 波長ないしは 5 波長測定できる。ここでは、368 及び 500nm の測定値からオングストローム指数を求め、355nm での光学的厚さを推定した。

3. 観測手法と結果

ライダー観測は、日中のサンフォトメーターによる観測との比較も考慮して、晴天時日中から 355 nm チャンネルのみ記録し、日没後、3 チャンネルを同時に記録している。Fig. 1 に、2016 年 10 月 20 日の日没後、夜間約 3 時間積算したデータから導いたエアロゾルの光学特性 (後方散乱係数、消散係数、ライダー比) 及び水蒸気混合比の鉛直分布を示す。距離分解能は 120 m で高度 3 又は 4 km 以上で 5 点 (600 m) の移動平均をかけて算出している。解析には、館野のラジオゾンデ (12UTC) から算出した大気密度や気温分布を用いている。エアロゾルの消散係数の導出には、レーザー波長と N₂ ラマン波長の波長依存性 (オングストローム指数) を 1.0 ± 0.3 とした。水蒸気混合比は最下点 (67.5 m) の値を地上の気象測定値と一致させ、さらに 10% の誤差を加えて示している。ライダーに近接したシーロメーター (CT25K, Vaisala) による減衰後方散乱係数 (905 nm) を Fig. 2 に示す。Fig. 2 に示されるように、2 km 以下にエアロゾルが見られる。18:00 頃に 2 km に現れた雲を含むプロファイルは積算から除外した。

夜間のラマンライダー観測からは、高度 2.0 km

Fig. 1 Mean profiles of the aerosol optical properties



(backscatter and extinction coefficients and lidar ratio) and water-vapor mixing ratio from 17:44 to 20:54 JST on Oct. 20, 2016. The mixing ratio and relative humidity obtained from the radiosonde observation at Tateno (21 JST) is also indicated.

付近までの濃いエアロゾル層・水蒸気混合比と、さらに 6-8 km まで薄く広がるエアロゾルと水蒸気が共存しているのが確認できる (Fig. 1). 後者の傾向は 2015 年の観測とも一致する²⁾. 0.7~2.4 km におけるライダー比の平均は 67 ± 8 sr であった

(このときの光学的厚さは 0.33). 一方、日中、14:57 頃のサンフォトメーターとライダーの観測から、ライダー比は約 31 sr と求めた (推定された 355 nm での光学的厚さは 0.27、オングストローム指数は 0.67). 両者のライダー比の比較的大きな不一致の原因については装置の誤差、導出過程の問題かエアロゾルの光学的性質の変化によるものか不明である。

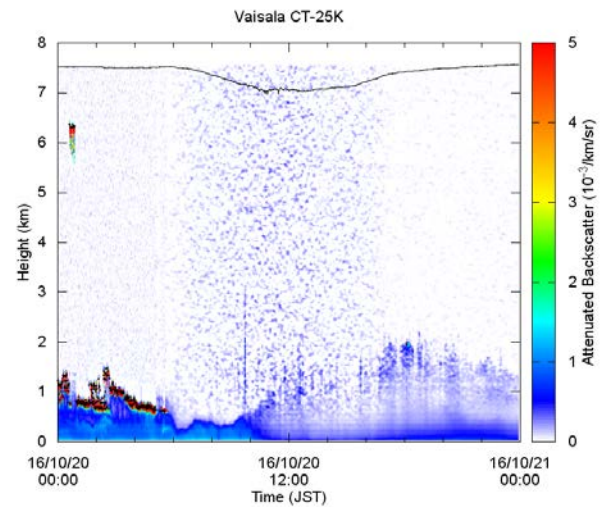


Fig.2 Time-height indication of the attenuated backscatter coefficient observed by the ceilometer (@905nm) collocated with the lidar Oct. 20, 2016.

高度 800 m 以下で徐々にライダー比が下がる傾向が見えているが、消散係数も下がっており、重なり関数の影響も考えられ評価が難しい. 最下層でのライダー比を信頼性よく求めることは重要である.

4. まとめ

紫外ミー・ラマンライダーを継続して稼働し、東京都心秋季の一般的な大気エアロゾルの光学的特性、水蒸気の混合比の鉛直分布を求めた.

謝辞

サンフォトメーターの比較検定においては気象研究所気候研究部の協力を頂いた.

参考文献

1. 村山 利幸, 多波長ラマンライダーによる対流圏エアロゾルの観測: 第 34 回レーザセンシングシンポジウム予稿集 (2016) 114.
2. 村山 利幸, ラマンライダーによる東京上空の対流圏エアロゾルの光学的資質と水蒸気の長期観測: 第 22 回レーザセンシングシンポジウム予稿集 (2003) 91.
3. T. Murayama et al., Characterization of Asian dust and Siberian smoke with multi-wavelength Raman Lidar over Tokyo, Japan in spring 2003: Geophys. Res. Lett. 31 (2004) L23103, doi:10.1029/2004GL021105.