

佐賀の可搬型ライダーで高度 2 km 以下に観測された高濃度オゾンとエアロゾル (2) ミーライダーの解析と全球エアロゾルモデルとの比較

High concentrations of ozone and aerosols below 2 km altitude observed with a mobile lidar at Saga: (2) Analysis of Mie lidar data and comparison with a global aerosol model

泉敏治¹、内野修^{2,1}、酒井哲¹、永井智広¹、森野勇²、山崎明宏¹、弓本桂也¹、田中泰宙³、眞木貴史¹、
赤穂大河⁴、奥村浩⁴、新井康平⁴、松永恒雄²、横田達也²

T.Izumi¹, O.Uchino^{2,1}, T.Sakai¹, T.Nagai¹, I.Morino², A.Yamazaki¹, K.Yumimoto¹, T.Y.Tanaka³, T.Maki¹,
T.Akaho⁴, H.Okumura⁴, K.Arai⁴, T.Matsunaga² and T.Yokota²

¹気象研究所、²国立環境研究所、³気象庁、⁴佐賀大学

¹Meteorological Research Institute, ²National Institute for Environmental Studies,

³Japan Meteorological Agency, ⁴Saga University

Abstract

We developed a mobile lidar and installed it in Saga (33.24°N, 130.29°E) to validate the GOSAT products such as the column-averaged dry-air mole fractions of CO₂ and CH₄. The lidar is composed of a two-wavelength polarization lidar (Mie lidar) for aerosol and thin cirrus observation, and a differential absorption lidar (DIAL) for tropospheric ozone observation. High-density aerosols and ozone were detected below 2 km altitude with the lidar on 22 March 2015. The dense aerosols could contain a significant proportion of submicrometer-sized or spherical aerosols and nonspherical dust particles, which could be transported from Northeast Asia with highly-concentrated ozone. The observational result of aerosols will be compared with a global aerosol model.

1. はじめに

温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT、いぶき) は 2009 年 1 月に打ち上げられた。GOSAT 搭載のフーリエ変換分光計 (TANSO-FTS) で観測された短波長赤外スペクトルから導出される CO₂ と CH₄ の乾燥空気に対するカラム平均濃度 (XCO₂、XCH₄)¹⁾ のプロダクト検証用に可搬型ライダーを 2010 年に国立環境研究所で開発し、2011 年 3 月からは佐賀大学 (33.24°N, 130.29°E) に移設し観測を継続している。この可搬型ライダーは、GOSAT プロダクトに影響を及ぼすエアロゾルや雲を観測するためのミーライダーと、GOSAT の対流圏オゾンカラム量プロダクトの検証などのためのオゾン差分吸収法ライダーから構成されており、全体はコンテナに格納されている。

この可搬型ライダーを用いて、2015 年 3 月 20 日 11 時から 31 日 14 時にかけて、悪天の期間等を除き連続観測を行ったところ、22 日に高度 2 km 以下において、高濃度のオゾンと 532 nm における光学的厚さが 1.5 を超える高濃度のエアロゾルがほぼ同時に観測された。本報告では、このうちエアロゾルに関する解析結果および全球エアロゾル輸送モデル MASINGAR-mk2(Model of Aerosol Species in the Global Atmosphere)³⁾ との比較結果について述べる。

2. ミーライダー

ミーライダーの送信部は Nd:YAG レーザー(波長 1064 nm、532 nm)から成っている。受信部には口径 30.5 cm の望遠鏡 (シュミットカセグレン式) を用いている。望遠鏡で受信した光は分光部によって 2 波長に分けられ、1064 nm は APD で、532 nm は PMT で検出される。532 nm については偏光成分を観測できる。

今回は、モデルとの比較を考えて 60 分間のライダーの信号を積算し、距離分解能を 150 m として解析を行った。

3. 観測結果と全球エアロゾル輸送モデルとの比較

Fig.1 に 3 月 20 日から 31 日の波長 532 nm のエアロゾルの消散係数(単位 km⁻¹)の高度・時間断面図を示す。ここで、エアロゾルのライダー比 (消散係数/後方散乱係数) を 50 sr と仮定した。消散係数が負の部分は雲や信号が弱い等の影響のため見掛け上現れたもので注意が必要である。Fig.1 から 22 日 0 時から 23 日 0 時にかけて、高度 2 km 以下の領域で消散係数が大きくなっていることが分かる。

Fig.2 に 3 月 20 日から 31 日の波長 532 nm の偏光解消度の高度・時間断面図を示す。Fig.1 において特に消散係数が大きかった領域の偏光解消度は概ね 5% 前後である。後方流跡線解析の結果と合わせて考えると、ゴビ砂漠起源のダストの他に球形もしくは微小 (大きさが波長よりも小さい) のエアロゾルが高濃度オゾンとともに中国から輸送されてきたものと考えられる。

Fig.3に、ライダー(532 nm)、スカイラジオメータ(500 nm)、全球エアロゾルモデル MASINGAR-mk2 (550 nm)から求めたエアロゾルの光学的厚さ(AOT)の時間変化を示す。なお、ライダーのデータは、雲のある時刻や極めてエアロゾルが濃い時刻を除き、高度 35 km までの消散係数 (高度 15 km から 35 km の値は、その日の夜間の平均値を使用) を積分して求めた。これらのデータは 22 日を除いて概ね良く一致してことが分かる。22 日のライダーの AOT の最大値はスカイラジオメータのそれより約 30%大きく、モデルは過小評価となっている。

4. まとめと今後

佐賀のライダーにおいて、2015 年 3 月 22 日に高度 2 km 以下に高濃度で、偏光解消度の小さいエアロゾルが観測された。その日のライダーやスカイラジオメータの AOT の最大値と全球エアロゾルモデルの AOT の最大値を比較すると、3 倍以上の開きがありモデルは過小評価であった。今後も本事例についての詳細な解析を進める予定である。

謝辞：ライダー観測データの解析には、福岡管区気象台のゾンデデータを使用した。

参考文献：

- 1) Yoshida et al., Atmos. Meas. Tech., 6, 1533-1547, 2013.
- 2) Uchino et al., Atmos. Meas. Tech., 7, 1385-1394, 2014.
- 3) Yukimoto et al., J. Meteor. Soc. Japan, 90A, 23-64, 2012.

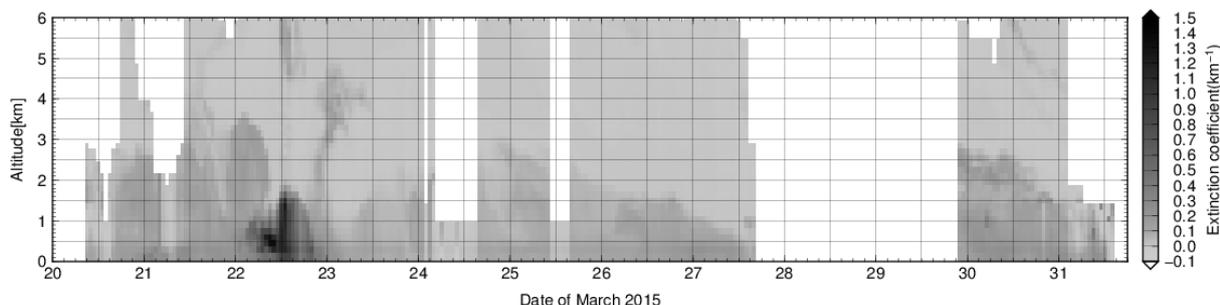


Figure 1. Time-altitude cross section of aerosol extinction coefficients observed with the Mie lidar at Saga from 20 March to 31 March, 2015. White areas indicate regions inaccessible to measurements due to the presence of clouds or a lack of data.

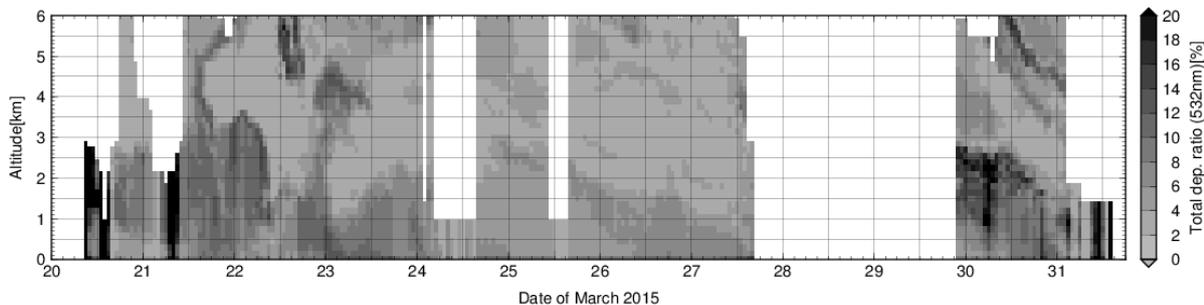


Figure 2. Time-altitude cross section of total depolarization ratio observed with the Mie lidar at Saga from 20 March to 31 March, 2015. White areas indicate regions inaccessible to measurements due to the presence of clouds or a lack of data.

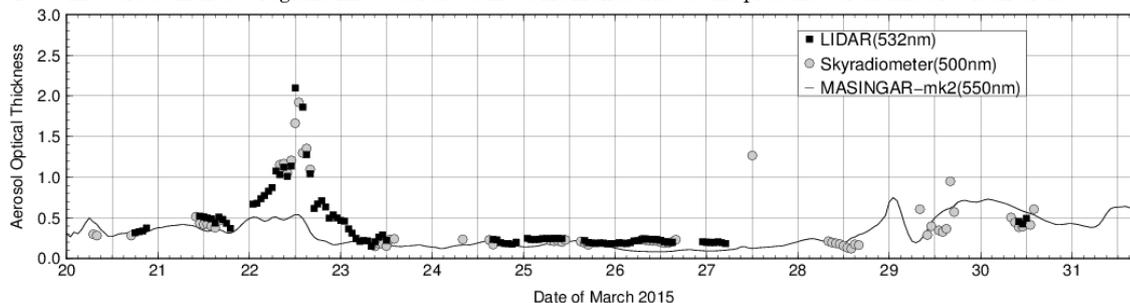


Figure 3. Time series of aerosol optical thickness (AOT). The black squares, the gray circles and the black solid line indicate AOT from lidar (532 nm), skyradiometer (500 nm) and MASINGAR-mk2 (550 nm), respectively. AOTs from lidar data affected by clouds or very dense aerosols are not plotted.