

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

(1) オゾンライダーの解析と全球化学気候モデルとの比較

High concentrations of ozone and aerosols below 2 km altitude observed with a mobile lidar at Saga: (1) Analysis of ozone DIAL data and comparison with a chemistry climate model

内野修^{1),2)}, 酒井哲²⁾, 泉敏治²⁾, 永井智広²⁾, 森野勇¹⁾, 出牛真²⁾, 眞木貴史²⁾, 赤穂大河³⁾, 奥村浩³⁾, 新井康平³⁾, 松永恒雄¹⁾, 横田達也¹⁾

Osamu Uchino^{1),2)}, Tetsu Sakai²⁾, Toshiharu Izumi²⁾, Tomohiro Nagai²⁾, Isamu Morino¹⁾, Makoto Deushi²⁾, Takashi Maki²⁾, Taiga Akaho³⁾, Hiroshi Okumura³⁾, Kohei Arai³⁾, Tsuneo Matsunaga¹⁾, Tatsuya Yokota¹⁾

¹⁾国立環境研究所 ²⁾気象研究所 ³⁾佐賀大学

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

³⁾ Saga University

Abstract

For the Greenhouse gases Observing SATellite (GOSAT) product validation, we have been observing vertical profiles of aerosol, thin cirrus cloud and tropospheric ozone with a mobile lidar which consists of a two-wavelength polarization lidar and a tropospheric ozone DIAL. High concentrations of ozone and aerosols were observed below 2 km altitude over Saga (33.24°N, 130.29°E) on 22 March 2015. High concentration of ozone could be transported with spherical aerosol and dust particles from Northeast Asia. The observational result of ozone will be compared with a chemistry-climate 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、約 6 年間のデータが得られている。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 年に国環研で開発し、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。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 の熱赤外スペクトルから導出される対流圏オゾンカラム量の検証などのためのオゾン差分吸収法ライダー (以下オゾン DIAL と略す) 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 日から 31 日にかけて天気の悪い時間等を除いて連続観測を行ったところ、22 日に高度 2 km 以下に 100 ppbv を超える高濃度オゾンと波長 532 nm における光学的厚さが 1.5 を超える高濃度エアロゾルがほぼ同時に観測された。ここではオゾンの観測結果と化学気候モデル MRI-CCM2 (Meteorological Research Institute Chemistry-Climate Model Version 2) との比較について報告する。

2. オゾン DIAL

オゾン DIAL は、高出力 Nd:YAG レーザーの第 4 高調波で励起された CO₂ ラマンセルからの誘導ラマン散乱光 (波長 276, 287, 299 nm) を利用した送信部と、口径 50 cm と 10 cm の二つの望遠鏡などの受信部などから構成されている²⁾。今回のデータ解析では、MRI-CCM2 との比較を行うために、ライダー信号の 60 分間毎の積算データからオゾンの高度分布 (距離分解能は、高度 1 km 以下は 270 m, 1~6 km は 540 m) を計算した。

3. 観測結果と化学気候モデルとの比較

オゾン DIAL で観測された 2015 年 3 月 20~31 日のオゾン混合比の高度・時間断面図を Fig.1 に示す。3 月 22 日に高度 2 km 付近以下に高濃度オゾン (~100 ppbv) が観測されているのが分かる。また、最下層 (高度 0.2 km 以下) に佐賀市高木町のオキシダント濃度 (速報値) をプロットしているが、22 日 15-20 時に 90 ppbv を超えており、16 時には 101 ppbv の最高値を記録している。図を良く見ると、ライダーの方が地上より先に高濃度のオゾンを観測していることから、地表付近までこの高濃度のオゾンが到達したことが分かる。また、後方流跡線解析の結果から、この高濃度オゾンは中国起源と推定される。この観測結果を化学気候モデル MRI-CCM2 と比較したところ、モデルは高濃度オゾンを再現していなかったことから、アジアの排出量を REAS (Regional Emission inventory in Asia) v1.1 から v2.1 に、NO₂/NO を 5.5% から 15% に、ナudging 時定数を 18 時間から 12 時間にして計算したところ、定性的には観測結果を再現することが分かった (Fig.2)。

4. 終わりに

今後、この高濃度のオゾンとエアロゾルイベントについてさらに詳しく解析して行く予定である。

謝辞：オキシダントデータは大気汚染物質広域監視システム (そらまめ君) より取得した。また、ライダー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.

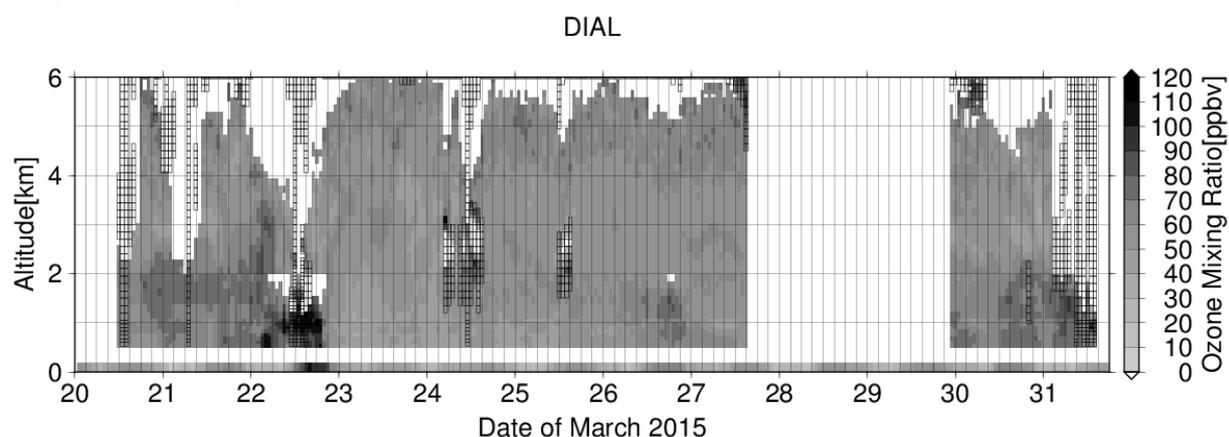


Figure1. Time-altitude cross section of ozone mixing ratios observed with DIAL at Saga from 11:10 (JST), 20 March to 14:33 (JST), 31 March, 2015. Lidar observation was stopped from 15:56 (JST), 27 March to 21:58 (JST), 29 March, 2015 due to mainly bad weather. The lowest layer represents preliminary ozone mixing ratio observed at Takagimachi, Saga (<http://soramame.taiki.go.jp>). White and fine check regions show the statistical errors larger than 10% and the data affected by aerosols and/or clouds, respectively.

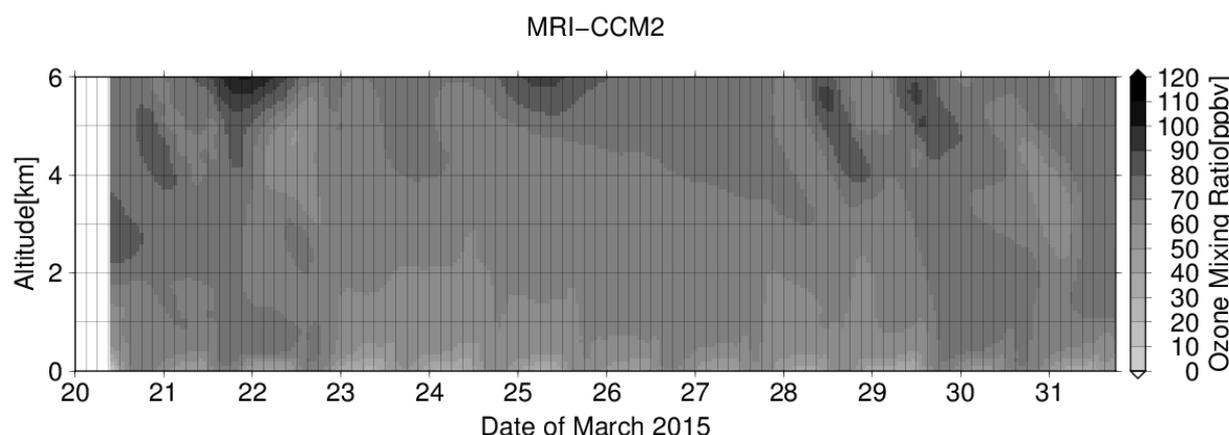


Figure 2. Time-altitude cross section of ozone mixing ratios over Saga simulated by a chemistry-climate model (MRI-CCM2) for 20-31 March 2015.