

ラマンライダーと高スペクトル分解ライダーで観測される

ダストの光学特性

及川 栄治¹, 西澤 智明², 工藤 玲³, 岡本 創¹

¹九州大学 応用力学研究所(〒816-8580 福岡県春日市春日公園 6-1)

²国立環境研究所(〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

³気象庁 気象研究所(〒305-0052 茨城県つくば市長峰 1-1)

Dust Optical properties observed by the Raman lidar and high spectral resolution lidar

Eiji OIKAWA¹, Tomoaki NISHIZAWA², Rei KUDO³, and Hajime OKAMOTO¹

¹Kyushu Univ., 6-1 Kasuga-Koen, Kasuga, Fukuoka 816-8580

²National Institute for Environmental Studies., 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506

³Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency., 1-1 Nagamine, Tsukuba, Ibaraki 305-0052

Abstract: The EarthCARE satellite with the high spectral resolution lidar (HSRL) at 355 nm will be launched in 2021. The database of the lidar ratio and depolarization ratio for each aerosol type retrieved by the ground-based and airborne HSRL and raman lidar are needed for characterizing the aerosol types derived from the HSRL carried on the EarthCARE satellite. Therefore, we examine dust optical properties retrieved by the ground-based lidar in Japan and in Europe and the NASA airborne HSRL. The depolarization ratio at 355 nm for dust aerosols derived from Saharan desert is smaller than that at 532 nm. In contrast, the depolarization ratio at 355 nm for dust aerosols derived from Gobi desert is larger than that at 532 nm.

Key Words: Dust, Lidar ratio, Depolarization ratio, Raman lidar, HSRL

1. はじめに

波長 355nm の高スペクトル分解ライダー(HSRL)を搭載した EarthCARE 衛星が 2021 年に打ち上げ予定である。HSRL やラマンライダーは、2006 年に打ち上げられた CALIPSO 衛星搭載ミーライダーとは異なり、粒子のライダー比と偏光解消度を直接的に導出でき、これらの情報が雲やエアロゾルの種類の判別するためのパラメータとなる。しかしながら、ラマンライダーや HSRL による全球的な観測データは得られていないため、領域ごとに異なるエアロゾルの光学特性を把握するまでには至っていない。そこで本研究では、アジアのライダー観測網 AD-Net の多波長ラマンライダーの観測データを用いて、ダストのライダー比と偏光解消度の調査を行った。また、比較のため、ヨーロッパのライダー観測網 EARLINET のラマンライダーと NASA のキャンペーン観測の航空機搭載 HSRL の観測データのデータ解析も行った。

2. 方法

アジアにおけるライダーネットワーク AD-Net の一部の観測サイトでは、多波長ラマンライダーによる観測が行われている^{1, 2)}。気象庁の目視観測によると、2017 年 5 月 6 日から 8 日にかけて北海道から九州までの広い範囲で黄砂現象が確認されている。福岡サイトの観測データでは、2017 年 5 月 6 日の夜間において、偏光解消度が 0.25 より高いエアロゾル層が観測された。この層はダスト層と推測され、このデータの解析を行った。

また、NASA の航空機キャンペーン DISCOVER-AQ

の HSRL の観測データと EARLINET のポーランド・ワルシャワサイトにおけるラマンライダーの観測データを用いて、サハラ砂漠起源のダストの光学特性の調査を先行研究を参照しながら行った。Burton et al.³⁾によると、サハラ砂漠を発生源としたダストが 14 日間輸送されて、2014 年 7 月 13 日にアメリカ・コロラド州の上空で観測された。また、Janicka et al.⁴⁾によると、サハラ砂漠起源のダストが 13 日間輸送されて、2013 年 7 月 10 日にワルシャワサイトで観測された。これらのサハラ砂漠起源のダストと日本で観測されるタクラマカン砂漠やゴビ砂漠を起源とするアジアダストで光学特性の違いがみられるか調査を行った。

3. 結果

Figure 1 は、日本時間の 2017 年 5 月 6 日から 7 日にかけての夜間に福岡のラマンライダーで観測された波長 355nm におけるエアロゾルの光学特性を示している。図中でグレーの四角で囲った領域は、偏光解消度の値が 0.25 より大きく、ダスト層である推定される。後方流跡解析を行ったところ、このダストはゴビ砂漠から飛来したものであることが分かった。この層のライダー比と偏光解消度の関係は、Figure 2 に図示した。

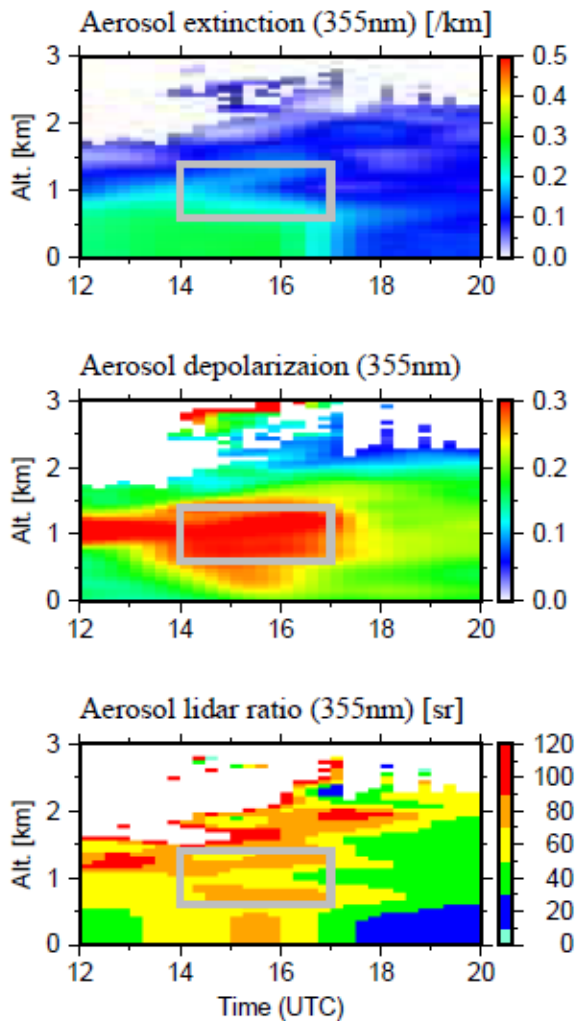


Figure 1. Aerosol extinction coefficient, depolarization ratio, and lidar ratio at 355 nm in Fukuoka, Japan from 12:00 to 20:00 UTC on 6th May 2017. The gray rectangles indicate the aerosol layer with high depolarization ratio.

Figure 2 は、波長 355 nm, 532 nm におけるダストのライダー比と偏光解消度の関係を示している。参照のため、サハラ砂漠のダストの発生源付近であるモロッコ・ワルザザートの地上ラマンライダーで観測されたダストの光学特性⁵⁾を図に追加した。アメリカで観測されたダストの偏光解消度は発生源に近い値を示しているので、サハラ砂漠で巻き上げられたダストの多くがアメリカまで運ばれたと考えられる。しかし、波長 532nm のライダー比は 45 sr であり、発生源のダストと比べると 11 sr 小さい値であった。一方、日本で観測されたダストの光学特性をサハラ砂漠の発生源付近のものと比較すると、波長 532nm において偏光解消度が 0.05 程度小さかった。一方、波長 355nm ではライダー比が 14 sr 大きく、偏光解消度も 0.04 大きい値を示した。サハラ砂漠起源のダストでは、波長 355nm の偏光解消度は波長 532nm のものより小さくなる傾向を示しているが、日本で観測されたダストでは波長 355nm の偏光解消度の方が波長 532nm のものより大きかった。今後、事例解析を増やすことで、ダストの光学特性の波長依存性がダストの発生源に由来するものなのか、または、ダストの輸送過程による変質に起因するものなのかを明らかにしたい。

最後に、日本においては、つくばの国立環境研究所で HSRL の観測が行われており、現在開発中の多波長 HSRL が今年度中に東京都小金井市の情報通信研究機構に設置され観測を開始する予定である。今後、日本の HSRL のデータ解析も行うことで、アジアのエアゾルの光学特性のデータベースを作成する予定である。

参考文献

- 1) Nishizawa, T., et al., 2017, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, 188, 79-93.
- 2) Hara, Y., et al., 2017, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, 188, 20-27.
- 3) Burton, S. P., et al., 2015, Atmos. Chem. Phys., 15, 13453-13473.
- 4) Janicka, L., et al., 2017, Atmos. Environ., 169, 162-174.
- 5) Tesche, M., et al., 2009, Tellus B, 61, 144-164.

Figure 2. Dust lidar ratio and depolarization ratio at 355 nm (left) and 532 nm (right). Optical properties of transported dust observed by the raman lidar in Japan (red) and in Porland (blue)⁴⁾ and the airborne HSRL in USA (purple)³⁾. Optical properties of fresh dust observed by the raman lidar in Morocco (Green)⁵⁾.

