

2022 年福岡でライダーにより観測された成層圏エアロゾルの時間変動～トンガ火山起源火山性エアロゾルの観測

白石 浩一, 松本 健一, 嶋田 祐希
福岡大学 (〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1)

Time variation of stratospheric aerosol observed by lidar in Fukuoka in 2022 ～ Observation of the volcanic aerosol from a Mount Tonga eruption

Koichi SHIRAISHI, Kenichi MATSUMOTO, Yuki SHIMADA
Fukuoka Univ., 8-19-1, Fukuoka, Fukuoka, 814-0180

Abstract: Lidar observation of stratospheric aerosol have been performed in Fukuoka. After the dramatic eruption of Hunga Tonga-Hunga Ha'apai (Tonga) on 15 January 2022, we frequently observed the dense liquid aerosol layers (significant high scattering ratio and low depolarization ratio) from April to May, 2022, which might be originating from the Tonga eruption. Since June, 2022, the peak of scattering ratio was rarely observed and the broad distribution of aerosol layer in the height range of 18 - 30 km were frequently detected. Time variation of integrated aerosol backscattering coefficients show the increase rapidly after September, 2022. It might indicate that Tonga volcanic aerosols accumulated in the equatorial region were transported to mid-latitudes by effective north-south transport from autumn to winter.

Key Words: LIDAR, stratospheric aerosol, volcanic aerosol

1. はじめに

成層圏に流入したエアロゾルは、雲や降水による除去がないため、2-5年と寿命が長く成層圏に滞留すると考えられ、放射過程だけでなく、その粒子表面上での不均一反応により、成層圏の化学過程にも影響を与えると考えられている。我々は、福岡において、ライダーを用いた成層圏エアロゾルのモニタリングを1991年から行ってきた。

2022年1月にフンガ・トンガ-フンガ・ハアパイ海底火山(20.54° S, 175.38° W、以後トンガ火山と称す)が大噴火を起こし(VEI 6)、噴煙は高度57kmまで到達した^{1) 2)}。大量の水蒸気と二酸化硫黄が成層圏に流入し、成層圏下部で硫酸エアロゾルが生成し、地球規模で広範囲に拡散した³⁾⁴⁾⁵⁾。トンガ火山により成層圏に流入した火山性物質の時空間分布、成層圏の化学過程・放射収支への影響について、関心が高まっている⁶⁾⁷⁾。

本発表では、観測されたトンガ起源火山性エアロゾルの高度分布の時間変動、およびそれら火山性エアロゾルの成層圏エアロゾルへ与える影響等について考察した結果について報告する。

2. 観測装置

観測は光源にNd:YAGレーザーの第二高調波(532nm)と第三高調波(355nm)のレーザー光を利用し、大気からの後方散乱光をそれぞれ28cm望遠鏡で集光し、32nmと355nmの射出したレーザー光の偏光面に対して、平行成分と垂直成分を、それぞれ光電子増倍管で検出し、フォトンカウント法により計測した。装置は、福岡大学理学部校舎の5階に設置し、天窓を通して、送受信を行い、昼夜連続して観測した。解析では、測定された信号データから、夜間のみ雲の影響の少ないデータを選定し、時間積算8-10時間、高度分解能900mで、ライダー比50sr、30-35kmでaerosol freeを仮定し、Fernald法により、成層圏エアロゾルの後方散乱係数を導出した。

3. 観測結果と考察

Fig.1に、2022年1月から12月にかけてライダーで観測された散乱比と偏光解消度の鉛直分布の時間変化を示す。Khaykin等⁵⁾の報告によれば、北半球中緯度地方でのトンガ火山起源エアロゾルの飛来は、噴火後3-5ヶ月と報告されている。我々の観測では、2023年4月4日に、最初のトンガ火山起源と思われるエ

エアロゾル層を観測した。高度 23km に高い散乱比 1.7 のエアロゾルを観測した。粒子の偏光解消度が低い値 (0.15%) を示したことから、液滴粒子の層であることが分かった。そのような散乱比のピークを持つ液滴エアロゾル層が 4 月から 5 月にかけて、高度 20-26km にかけて頻繁に観測された。6 月以降は、明瞭なピークはほとんど観測されないものの高度 20-26km で緩やかな散乱比の増大が観測された。

Fig.2 に 2021 年 4 月から 2023 年 5 月に賭けて、高度 18-28km で観測されたエアロゾルの積分後方散乱係数 (IBC) の時間変化を示す。2022 年 4 月 16 日に高い IBC を観測していたが、2022 年 8 月にかけて、それほどの顕著な増大はなく、9 月から 2023 年 3 月にかけて急激な増大が観測された。冬季に卓越する南北輸送の影響により、赤道域にとどまっていた火山性エアロゾルが、輸送されたためと推測される。発表では、観測されたトンガ火山起源火山性エアロゾル層について、詳細を報告するとともに、成層圏エアロゾルに与える影響、近年の成層圏エアロゾルの高度分布の変動についても述べる予定である。

4. 参考文献

- 1) J. L. Carr, Á. Horváth, D. L. Wu, and M. D. Friberg: Geophysical Research Letters, 49 (2022) <https://doi.org/10.1029/2022GL098131>.
- 2) S. R. Proud, A. T. Prata, S. Schmauß: Science, 378 (2022) 554-557.
- 3) H. Vömel, S. Evan, M. Tully: Science, 377 (2022) 1444-1447.
- 4) G. Taha, R. Loughman, P. R. Colarco, T. Zhu, L. W. Thomason, and G. Jaross: Geophysical Research Letters, 49 (2022) <https://doi.org/10.1029/2022GL100091>.
- 5) S. Khaykin et al: Communications earth & environment, 3 (2022) 316.
- 6) M. Zuo, T. Zhou, W. Man, X. Chen, J. Liu, F. Liu, and C. Gao: Advances in Atmospheric Sciences, 39 (2022), 1986-1993.
- 7) W. J. Randel, B. R. Johnston, J. J. Braun, S. Sokolovskiy, H. Vömel, A. Podglajen and B. Legras: Remote Sensing, 15 (2023) 2167.

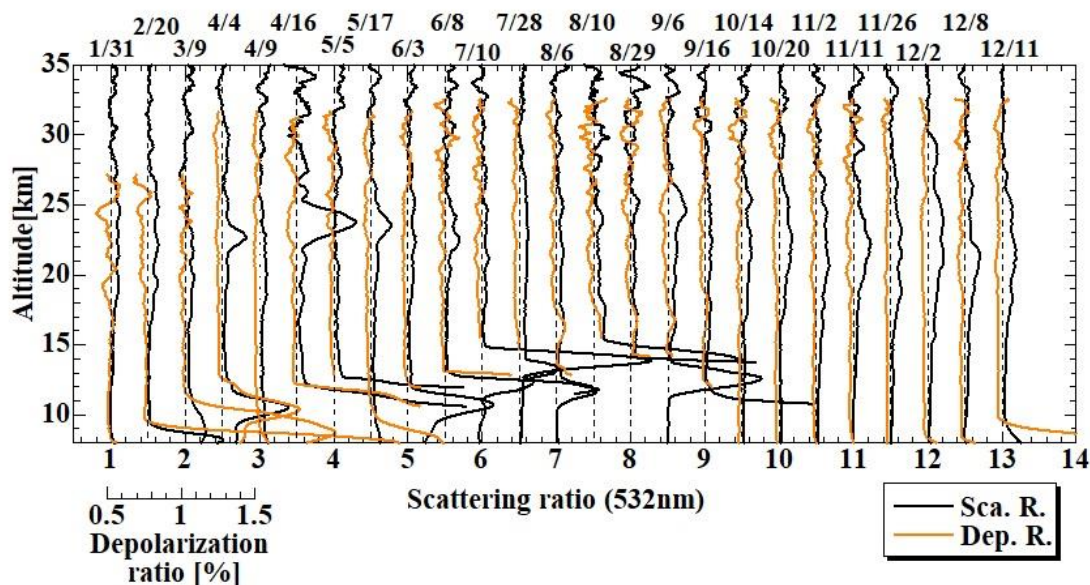


Fig.1 Temporal variation of vertical profiles of scattering ratio at 532nm and atmospheric depolarization ratio at 532nm obtain by lidar in 2022.

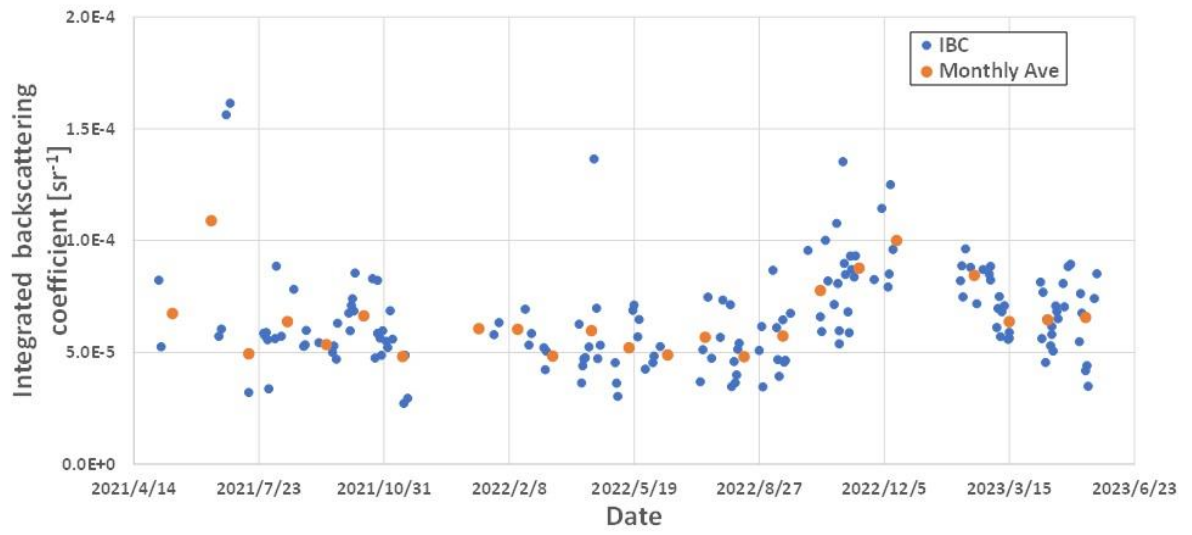


Fig.2 Temporal variation of integrated aerosol backscattering coefficient in the height range of 18-30 km.