

フィリピン Burgos でライダーを用いて観測された成層圏エアロゾルイベントについて

内野修^{1,2} 酒井哲² 神慶孝¹ 宇賀神惇¹ Voltaire A. Velazco³ Gerry Bagtasa⁴ 森野勇¹

¹ 国立環境研究所 (〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

² 気象研究所 (〒305-0052 茨城県つくば市長峰 1-1)

³ Deutscher Wetterdienst, Meteorological Observatory Hohenpeissenberg, 82383 Hohenpeissenberg, Germany

⁴ Institute of Environmental Science & Meteorology, University of the Philippines, Diliman, Quezon City, Philippines

Stratospheric aerosol events observed by lidar in Burgos, Philippines

Osamu UCHINO^{1,2}, Tetsu SAKAI², Yoshitaka JIN¹, Atsushi UGAJIN¹, Voltaire A. VELAZCO³, Gerry BAGTASA⁴, Isamu MORINO¹

¹ National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506, Japan

² Meteorological Research Institute, 1-1 Nagamine, Tsukuba, Ibaraki 305-0052, Japan

³ Deutscher Wetterdienst, Meteorological Observatory Hohenpeissenberg, 82383 Hohenpeissenberg, Germany

⁴ Institute of Environmental Science & Meteorology, University of the Philippines, Diliman, Quezon City, Philippines

Abstract

We started Mie lidar observations in Burgos, Philippines in January 2017 for the validation of GOSAT series (GOSAT and GOSAT-2) products and so on. We report four stratospheric aerosol enhancement events caused by Canadian forest fires and volcanic eruptions.

Key words: Mie lidar, stratospheric aerosol, volcanic eruption, forest fire, GOSAT series

1. はじめに

2009年1月に打ち上げられた温室効果ガス観測技術衛星GOSAT (Greenhouse gases Observing SATellite, いぶき)、及び2018年10月に打ち上げられたGOSAT-2のプロダクトである温室効果ガスのカラム平均濃度 (XCO₂等) に対するエアロゾルや薄い巻雲による影響を調べるためにフィリピンのBurgos (18.5°N, 120.7°E) においてTCCON観測とともにライダー観測を行っている¹。ここでは2017年1月から2020年3月までと、機器不具合とCOVID19による中断後の2023年1月から3月までに観測された成層圏エアロゾルのイベントについて報告する。

2. ライダーシステムと解析手法

Burgosに設置したライダーは2波長 (532nm, 1064 nm) 偏光 (532 nm) ラマン (607 nm, 660 nm) ライダーで、エアロゾルや薄い巻雲の光学特性などが測定できる。2020年までは太陽直達光が受信望遠鏡に入る4月上旬から9月上旬を除いて観測は主に天気の良い日にリモートで行っていた。2023年1月に望遠鏡と送信部に付加したシャッターをリモートで開閉することにより4月からは週2回夜間の観測を行うことにしている。

ライダー受信信号から、気象庁の再解析データで計算された大気密度とライダー比S=50 srを仮定して、532 nmにおける後方散乱比 (BSR532、エアロゾルの混合比に対応) を求めた。また、全偏光解消度 (TDR) および粒子の非球形性を示す偏光解消度 (PDR532) を算出した。さらに、圏界面高度から高度33 kmまでのエアロゾルのIBC (Integrated Backscattering Coeff.) も計算した。IBCにSを掛けると成層圏エアロゾルの光学的厚さ (sAOD) が求まる。

3. 観測結果

3.1 カナダ森林火災に伴う成層圏煙粒子の検出

Fig.1(a)に2017年9月30日のBSR532、TDR、PDR532の高度分布を示す。高度18.54 kmでBSR532は1.14であるが、PDR532は11%に達している。この非球形の粒子は2017年夏にカナダで発生した森林火災によって成層圏に注入された煙粒子だと推定される。この煙粒子は2018年4月3日でも高度20 km付近にPDR532~7%で存在していた。

3.2 Ambae 火山噴火による成層圏エアロゾル増加

Fig.1(b)に2018年12月19日の観測結果を示す。高度20.49 kmにBSR532が1.21の薄いエアロゾルの層が見られる。この20 km付近の薄いエアロゾル層は2019年2月まで存在した。この層のPDR532は低かったことから増加したエアロゾルは2018年7月に噴火したAmbae (15.4°S, 167.8°E) 火山ガス中のSO₂から生成された硫酸液滴と推定される。

3.3 Raikoke/Ulawun 火山噴火による成層圏エアロゾル増加

Fig.1(c)の2019年10月2日のBSR532の高度分布が示すように3層から成る成層圏エアロゾルが観測され、BSR532のピーク値はそれぞれ18.09 kmで1.40、20.79 kmで1.57、25.14 kmで2.07であった。25 km付近のエアロゾル層は2019年9月11日から10月24日までの12夜の観測のうち8夜で検出された。20 km付近でBSR532が1.2より大きい層は2020年3月16日まで観測された。これらの成層圏エアロゾルの増加は、2019年7月19日のRaikoke火山(48.3°N, 153.3°E)及び2019年6、8月のUlawun

火山 (5.1°S, 151.3°E) の爆発によるものと推定される。増加したエアロゾルは PDR532 の値が低かったことから火山ガス中の SO₂ から生成された硫酸液滴と思われる。

3.4 Hunga 火山噴火による成層圏エアロゾル増加

Hunga Tonga-Hunga Ha'apai 海底火山 (20.5°S, 175.4°W) が 2022 年 1 月 15 日に大爆発を起こし大量の水蒸気と火山灰が成層圏に注入された。この噴火による成層圏エアロゾル増加は Lauder (45.0°S, 169.7°E) で 2 月 8 日に、つくば (36.1°N, 140.1°E) は 3 月 31 日に始めて観測されている²⁾。Burgos では観測を再開した 2023 年 1 月 19 日に Fig.1(d)に示すように高度 21.24 km に BSR532 のピーク値が 1.44 のエアロゾル層が観測されたが PDR532 の値は低かったことから、この成層圏エアロゾルの増加は Hunga の火山爆発によって生成された硫酸液滴に因るものと考えられるが、南半球の Lauder に比べて増加量は大きくない。

4 IBC の時間変化

図 3 に IBC の時間変化を示す。2017 年後半、2019 年後半から 2020 年前半、及び 2023 年の前半に IBC が増加している。これらの増加は、カナダナダ森林火災、Rikoke/Ulwun 及び Hunga の火山噴火によるものである。これまでの観測期間の sAOD の最大値は 2017 年 9 月 29 日の 0.022、最小値は 2017 年 10 月 2 日の 0.0023 であった。

5. まとめ

Burgos で取得されたこれらのデータは今後 GOSAT 及び GOSAT-2 のプロダクトの検証や気候への影響評価などに用いていく予定である。

参考文献

- 1) Velasco et al., TCCON Philippines: First measurement results, satellite data and model comparisons in Southeast Asia, Remote Sens., 9, 1228, 2017.
- 2) 酒井他, トンガ火山噴火後につくばとニュージーランド・ローダーのライダーで観測された成層圏エアロゾル, 日本気象学会 2022 年度秋季大会予稿集

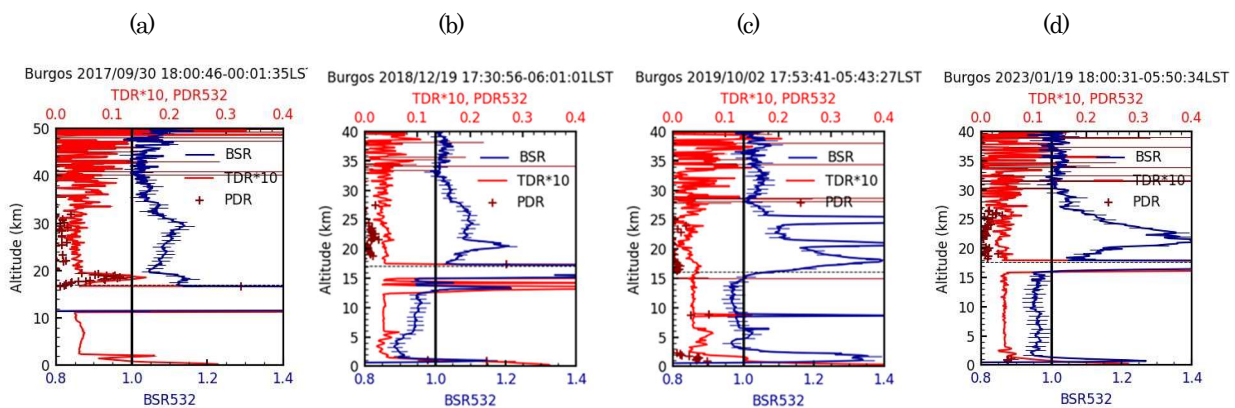


Fig.1 Vertical profiles of BSR532, TDR, and PDR532 on (a) 30 September 2017, (b) 19 December 2018, (c) 2 October 2019 and (d) 19 January 2023. The horizontal dotted line represents the tropopause altitude.

Burgos Lidar

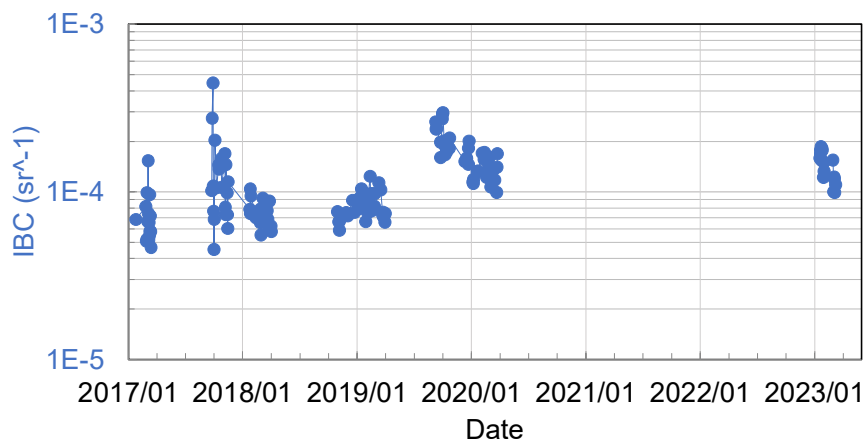


Fig.2 Integrated backscattering coefficient (IBC) from January 2017 to March 2023.