

ニュージーランド・ローダー上空高度 24-31 km で観測されたオーストラリア森林火災起源と考えられる非球形粒子と低濃度オゾン

酒井哲¹, 内野修^{1,2}, 永井智広¹, 吉田智¹, 小司禎教¹, 大島長¹, 眞木貴史¹
森野勇², Richard Querel³, and Ben Liley³

¹気象研究所 (〒305-0052 茨城県つくば市長峰 1-1)

²国立環境研究所 (〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

³ニュージーランド国立大気水圏研究所 (State Highway 85, Lauder, Central Otago 9320, New Zealand)

High concentration of non-spherical particles and low concentration of ozone observed at 24-31 km height over Lauder, New Zealand

Tetsu SAKAI¹, Osamu UCHINO^{1,2}, Tomohiro NAGAI¹, Satoru YOSHIDA¹, Yoshinori, SHOJI¹,
Naga OSHIMA¹, Takashi MAKI¹, Isamu MORINO², Richard Querel³, and Ben Liley³

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

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

³National Institute of Water and Atmospheric Research, State Highway 85, Lauder, Central Otago 9320, New Zealand

Abstract: High concentration of non-spherical particles and low concentration of ozone have been observed at 24–31 km altitude over Lauder, New Zealand since January 2020. Those were possibly Australian bushfire smoke injected into the stratosphere. We report the detail of the observational results and discuss possible influences on the radiation balance and atmospheric chemistry as well as on the XCO₂ retrieval of GOSAT satellite.

Key Words: Bushfire, Smoke particles, Stratosphere, Ozone, Aerosol lidar

1. はじめに

2020年1月以降、ニュージーランド・ローダー上空高度24–31 kmで、2019年12月末から翌年1月にかけてオーストラリアで発生した森林火災起源と考えられる高濃度の非球形粒子をライダーで観測した。また、オゾンゾンデでは同高度で低濃度のオゾンを観測した。このような高高度で森林火災粒子を観測した例はこれまで少なく、地球放射収支や大気化学場、またGOSAT等の衛星プロダクト導出にも影響を与える可能性があるため、ここに報告する。

2. ライダーとオゾンゾンデによる観測結果

2.1 2020年2月17日の成層圏エアロゾルとオゾン

Fig. 1aに2020年2月17日にニュージーランド・ローダー(45°S, 170°E)に設置した2波長・偏光ライダーで観測した波長532 nmの後方散乱比(BSR, BSR-1がエアロゾル混合比に対応)と粒子偏光解消度(非球形性の指標, PDR)の高度分布を示す。

高度24–31 kmにBSR~10, PDR=14–16%のエアロゾル層を観測し、この領域に高濃度で非球形粒子が分布していたことが分かる。その光学的厚さを層上下端での信号減衰から見積もると0.12であった。この値と同じ高度でのエアロゾル後方散

乱係数の積分値(IBC=1.36×10⁻³ sr⁻¹)から消散・後方散乱係数比(Sp)を求めると86 srと高く、光吸収性のエアロゾルが分布していた可能性が考えられる。これらの観測値を2020年1月にチリ上空高度13–22 kmで観測された値¹⁾と比較すると、PDR=0.14–0.22(平均0.18), Sp=75–112 sr(平均97 sr)であり、ほぼ同程度の値である。2017年にヨーロッパ上空15–16 km高度で観測されたカナダ森林火災粒子の観測値(PDR=18±1%, Sp=72±9 sr)²⁾と比較すると、PDRはほぼ同じで、Spはやや大きい。

Fig. 1bに同日にオゾンゾンデで観測したオゾン混合比の高度分布を示す。上で述べたエアロゾルが観測された高度でのオゾン混合比は、2015–2019年の2月平均に比べて2–3 ppmv低かったことが分かる。この主な理由は、オゾン混合比の低い対流圏の空気が上昇したことであると推測しているが、エアロゾル表面でのオゾン消滅反応の可能性もある。今後検討が必要である。

また、高度15–20 kmにも比較的高濃度(BSR=1.3–1.6)のエアロゾルが観測された。PDRは3–8%で上層の値よりも低く、非球形度が低い(もしくは粒径がレーザー波長より小さい)粒子が分布していたと考えられる。

17 February 2020, 20:50-1:07LT, Lauder, NZ

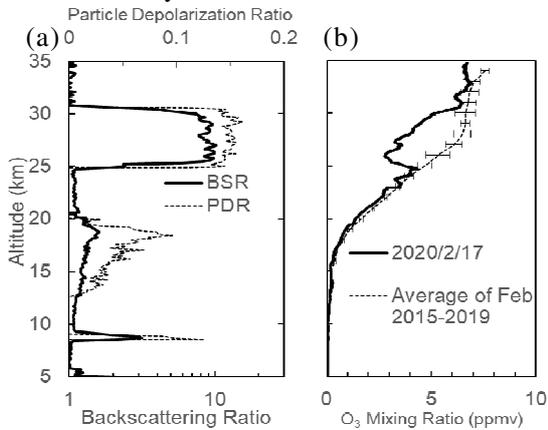


Fig. 1 2020年2月17日20:50-18日1:07にニュージーランド・ローダーで観測された (a) エアロゾル後方散乱比 (BSR, 実線) と粒子偏光解消度 (PDR, 点線). (b) 同日にオゾンゾンデで観測されたオゾン混合比 (実線) と 2015-2019年2月のオゾン混合比の平均値 (点線) の鉛直分布.

2.2 2020年1-3月の成層圏エアロゾル高度分布

Fig 2 に 2020年1月-3月の PDR と BSR の高度-時間断面図を示す. 1月16日以降, 同月下旬や3月中旬にも高度 21-31 km に非球形粒子が観測されている. また1月中旬に高度 15 km 付近で観測された高 PDR 層は, その後上方に広がり, 3月末にはその上端が高度 23 km に達している.

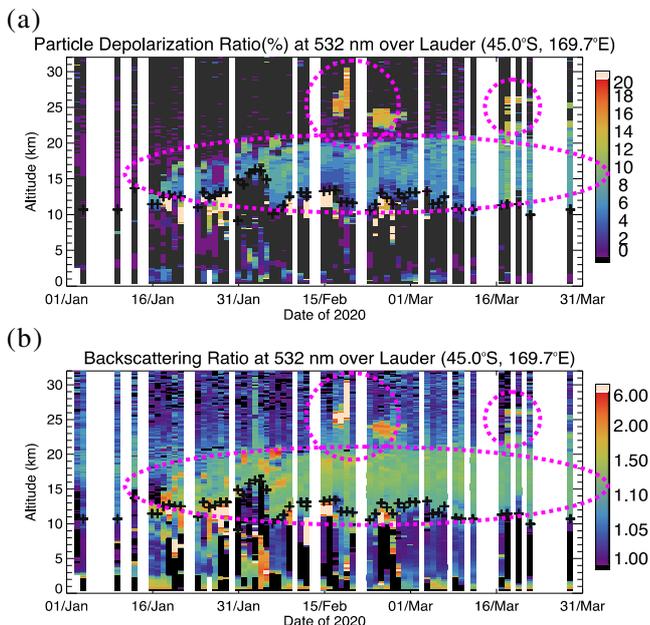


Fig. 2 2020年1-3月の (a) 粒子偏光解消度 (PDR) と (b) 後方散乱比 (BSR) の高度-時間断面図. +は圏界面高度を示す. 点線で囲んだ領域が, 成層圏に流入した森林火災粒子と考えられる.

2.3 成層圏エアロゾル量 (IBC) の時間変化

Fig. 3 に 1992年11月から2020年3月までの成層圏エアロゾルの IBC の時系列を示す. 2020年1-3月の IBC の月平均値は $4.4-6.8 \times 10^{-4} \text{ sr}^{-1}$ であり, 静穏時 (2013年) の約 5-9 倍, 2015年のカルブコ火山噴火直後の約 2 倍, 1991年に噴火したピナツボ火山噴火から約 2 年後の 1993年8月と同程度の大きさである.

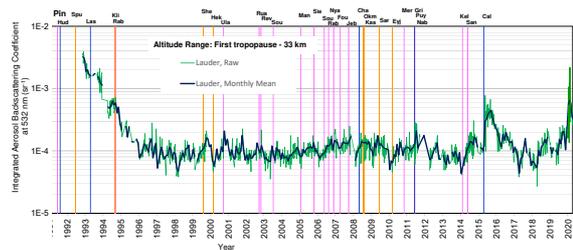


Fig. 3 1992年11月-2020年3月の成層圏エアロゾル後方散乱係数の高度積分値 (IBC) 時系列 (緑細線: 日平均値, 濃い青太線: 月平均値) 縦線は主要な火山噴火時期を示す (橙: 30°N 以北, マゼンタ: $30^\circ\text{N}-30^\circ\text{S}$, 青: 30°S 以南の火山).

3. まとめと今後の課題

2020年1月以降, ニュージーランド・ローダー上空の成層圏高度でオーストラリアの森林火災起源と考えられる非球形エアロゾルを観測した. ライダー比からは光吸収性が高い粒子であったと考えられる. また, 同高度で通常よりも低いオゾン混合比が観測された. 1-3月の IBC の月平均値は静穏時の約 5-9 倍であった. 今後は, この現象が放射収支や大気化学場, GOSAT 等の衛星プロダクト導出に与える影響等を評価する予定である.

参考文献

- 1) K. Ohneiser et al.: Atmos. Chem. Phys. **20** (2020) 8003-8015.
- 2) M. Haarig et al.: Atmos. Chem. Phys. **18** (2017) 11847-11861.