

スバルバル上空でライダーにより観測された成層圏エアロゾルの季節変動

白石浩一¹, 柴田隆², 塩原匡貴³

¹福岡大学 (〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1)

²名古屋大学 (〒464-8601 愛知県名古屋市中種区不老町)

³国立極地研究所 (〒190-8518 東京都立川緑町 10-3)

Seasonal variation of stratospheric aerosol observed by lidar over Svalbard

Koichi Shiraiishi¹, Takashi Shibata², Masataka Shiobara³

¹Fukuoka Univ., 8-19-11 Nanakuma Jyonan-ku, Fukuoka 814-0180

²Nagoya Univ., Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8601

³NIPR, 10-3 Midori-cho, Tachikawa-shi, Tokyo, 190-8518

We installed a compact Mie lidar at Ny-Aalesund, Norway in March, 2014 and perform continuous observation of tropospheric and stratospheric aerosols for about four years. Time variation of 532nm integrated backscattering coefficient (IBC) in the height range of 15-20km showed the clear seasonal variation, which took maximum in winter and minimum in summer. Those of IBC in the height range of 25-30km showed the increment in winter and summer. The increment of IBC in the height ranges of 15-20km and 25-30km in the winter season might be concerned with PSC activity and sedimentation. The increment of IBC in the height ranges of 25-30km in summer might be concerned with new particle formation. In our presentation, we will show the seasonal variation of stratospheric aerosol observed in four years of 2014-2017 and discuss the effect of their process on aerosol height distribution and IBC.

Key Words: Lidar, Stratospheric aerosol, polar stratosphere

1. はじめに

極成層圏は、ブリューワ・ドブソン循環のシンク領域であり、そこに存在する成層圏エアロゾルは低緯度からの水平輸送や対流圏-成層圏交換過程などの影響を受けて、鉛直構造も複雑になっていることが予想される。我々は、北極域での北極ヘイズを含む対流圏エアロゾルや雲の高度分布を観測するために、2014年3月にノルウェイ、ニーオルスンに2波長ミエ散乱ライダーを設置し、連続観測を開始している。受信装置に成層圏エアロゾル観測用の受信チャンネルも内蔵しているため、成層圏エアロゾルの鉛直分布も導出可能である。本研究では、それらのデータを用いて、成層圏・対流圏界面高度域のエアロゾル高度分布・季節変動を明らかにし、極域成層圏エアロゾルの維持機構、影響を与える輸送・生成過程について調べることを目的にしている。

2. 測定装置と解析

観測に使用したライダー装置は、光源として、Nd:YAG レーザーの 1064nm, 532nm を利用した。受信は、口径 20cm の望遠鏡を使用し、532nm での射出したレーザー光の偏光面に対して、平行な成分と垂直な成分、1064nm の合計成分(平行+垂直)に分けて行った。受信した後方散乱光は、光電子増倍管で電気信号に変換され、Licel トラン

ジェントレコーダーを用いて、アナログ計測とフォトンカウント計測で同時に計測された。

測定された信号(532nm フォトンカウント計測)は、4時間の時間積算を行い、高度方向にも移動平均(高度分解能 900m)を行った。測定信号からレーザー寄与の信号を取り出すときに、Induced noise を考慮し、ノイズの除去を行った。エアロゾル後方散乱係数を導出するために、Fernald 法を用いて解析した(標準化高度 25-33km、ライダー比 30sr)。対流圏に光学的に厚いエアロゾルや雲などが存在する場合、成層圏エアロゾルの光学特性の誤差も増大する。そのため、高度 25-30km で測定信号の誤差が 6%以下になるように、対流圏(1-12km)で 1064nm の散乱比の最大値が 40 以下の場合に限定して、解析を行った。

3. 観測結果

Fig1 に、2014年3月から2017年2月の3年間に観測された成層圏エアロゾルの季節別散乱比の鉛直分布を示す。

鉛直分布は、夏季と秋季での散乱比の値も小さく、変動も小さい。冬季は、高度 15-25km で散乱比が増大し、変動も激しい。これは、極成層圏雲(Polar stratospheric clouds, 以後 PSCs)の発達に伴った散乱比の増大や変動によるものと考えられる。2015年は3冬でPSCを一番頻りに観測し、

平均し導出した散乱比も高い値を示した。また、高度 15km 以下でも、2015 年冬季に高い散乱比を示しており、極渦の発達に伴った成層圏気温の低温化、それに伴った空気塊の沈降、および成層圏エアロゾルの成長が寄与しているものと考えられる。春季は、冬季の PSC の観測頻度と対応して、2016 年に、高度 15km 以下で高い散乱比が観測された。

Fig2 に 2014 年 3 月から 2016 年 2 月にかけて観測された 3 高度域 (15-20km, 20-25km, 25-30km) での積分後方散乱係数 (IBC) と対流圏界面高度の時間変化を示す。高度 15-20km では、冬季に最大、夏に最小を示す明確な季節変化を示した。高度 25-30km では、冬季の PSCs 発達時に IBC の増大を頻繁に観測した。また、夏季にも IBC の増大が見られた。夏季の高度 25km よりも高い高度域での IBC の増大は、粒子生成の可能性が考えられる [Wilson et al., 1992]。

2014 年 3 月から 2017 年 2 月にかけて、我々の観測では、PSCs の検出以外で、火山性エアロゾルのような顕著なエアロゾルの増加は観測されていない。PSC を観測していない通常の成層圏エアロゾルを観測したときの対流圏界面高度から高度 30km までの積分後方散乱係数の年平均値は、2014 年、2015 年、2016 年でそれぞれ、 $2.82 \times 10^{-4} \text{sr}^{-1}$ 、 $2.72 \times 10^{-4} \text{sr}^{-1}$ 、 $2.86 \times 10^{-4} \text{sr}^{-1}$ と見積もられた。Zuev et al. (2016) の、Tomsk (56.48N, 85.05E) でのライダー観測では、2014-2015 年で $1.8 \times 10^{-4} \text{sr}^{-1}$ と報告されており、彼らの結果よりも 1.2-1.5 倍程度大きい値を示していた。

発表では、2017 年度の観測結果も加えて、成層圏エアロゾルの高度分布、季節変動について報告する。また、それらに影響を与える種々の輸送や生成のプロセスについて検討した結果について報告する予定である。

参考文献

- Wilson et al., J. Geophys. Res., 97, 7997-8013, 1992.
 Zuev et al., Atmos. Chem. Phys., 17, 3067-3081, 2017.

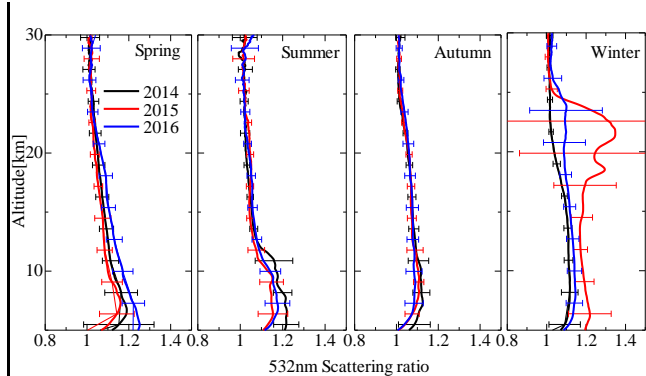


Fig.1 Seasonal averaged vertical profiles of scattering ratio in the years of 2014-2016.

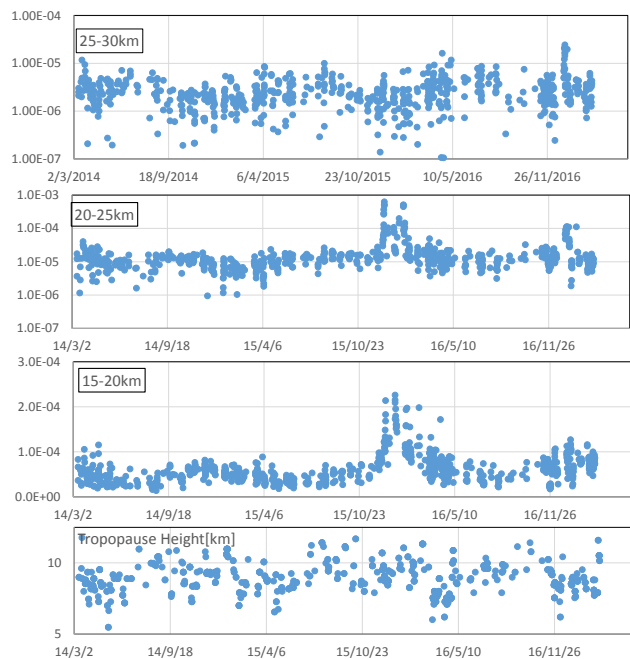


Fig.2 Temporal variation of IBC in the height range of 15-20km, 20-25km, 25-30km, and tropopause height.