

北極対流圏エアロゾルの連続観測

Continuous Observations of Arctic Tropospheric Aerosols

柴田隆¹, 白石浩一², 岩崎杉紀³, 塩原匡貴⁴, 鷹野敏明⁵

Takashi Shibata¹, Koichi Shiraishi², Suginori Iwasaki³,

Masataka Shiobara⁴, Toshiaki Takano⁵

¹ 名古屋大, ² 福岡大, ³ 防衛大, ⁴ 国立極地研, ⁵ 千葉大

¹ Nagoya University, ² Fukuoka University, ³ National Defense Academy of Japan,

⁴ National Institute of Polar Research, ⁵ Chiba University

Abstract

The information on spatial distributions and microphysical properties of aerosols and clouds is crucial for the studies on the impacts of the aerosols and their indirect effect for Arctic climate. Ground based lidar is an instrument that can provide the information continuously. Observations of tropospheric aerosols and clouds by Mie/depolarization lidar have been made for more than a year at Ny-Ålesund (79°N, 12°E), Svalbard since March 2014 by using a pulsed Nd:YAG laser and its wavelengths 1064 nm and 532 nm. The backscattering coefficients at these two wavelengths, and depolarization ratio at 532nm of aerosols and clouds are obtained by the lidar observations.

1. はじめに

北極域のエアロゾルは、しばしばこれを取りまく陸域から輸送される物質を起源としており、春季に発生する北極ヘイズは北極特有の大気汚染現象としてよく知られている[1]。また、北極圏温暖化への影響の観点から、北極地域のエアロゾル研究が種々の手法により繰り広げられている。エアロゾル高度分布はこのような研究の基礎となる情報であるが、北極域の種々の制約により、地上設置ライダーによる通年観測の例は少ない。一方、近年衛星搭載ライダーによる観測データが利用可能となっているが、測定精度は地上設置機器に比べて低く、特に太陽光ノイズが大きい白夜期のデータは利用が困難である。

我々はスバルバル、ニーオルスン国立極地研究所北極基地に、昨年3月、二波長ミー散乱ライダーを設置しエアロゾルと雲の観測を開始した。装置の詳細と初期の観測結果については前回のシンポジウムで紹介した[2]。観測開始後ほとんど問題なく観測を継続し、高度分布を蓄積し続けている。

2. ライダー信号の校正

ニーオルスンライダーはNd:YAGレーザーの二波長(1064nmと532nm)を用い、それぞれの波長の後方散乱係数、および532nmの偏光解消度を測定する。測定信号強度から後方散乱係数を求めるため、校正は以下のように行った。まず晴天時の信号を用い、エアロゾルの光学的な濃度が低くかつ変化が小さい成層圏高度において、ラジオゾンデデータから計算されたレーリー後方散乱係数に測定された信号をノーマライズする。その際、成層圏エアロゾルの後方散乱は、中低緯度での観測を参照し、後方散乱比を532, 1064 nmでそれぞれ1.05および1.40と設定することにより与えた。

校正係数の変化には、レーザー出力、検出器の感度、光学部品(特に外気と接する窓ガラス)の透過率、ビームオーバーラップが十分ではなくライダーで捉えられない低高度大気の透過率、などの変化が影響し、長期的には数倍程度の変動を示した。上記の成層圏高度でノーマライズするという方法ですべての晴天日の校正係数を求めた後、保守作業期間で区切られた約三ヶ月の間隔で晴天時校正係数の最小二乗一次近似式を求め、それを使った内挿により晴天時以外の校正係数を決定した。1064nmの信号は成層圏高度での信号強度が弱く、上記の方法による校正係数の精度が低い。このため、雲が存在する際のデータを用いて、雲の後方散乱係数の波長依存性が無くなるように、校正係数全体に同一の定数

を乗じることにより 1064nm での校正係数を調整した。

3. 北極エアロゾルの季節変化

上記校正手続の結果、観測期間を通して測定パラメータの変化を見ることが可能となった。Fig.1 は後方散乱係数(a)、粒子偏光解消度(b)、各波長の後方散乱係数の比(カラー比 : 1064nm での後方散乱係数を 532nm での後方散乱係数で割ったもの) (c)、の各高度区間平均値の変化を示す。エアロゾル質量に対応する(a)は春極大の年変化を示しており、従来の観測[3]で知られている春に極大をとる北極エアロゾルの年変化に一致した。一方、粒子偏光解消度(非球形粒子量)(b)とカラー比(粒径)(c)は春と秋に極大をもつような半年変化を示している。このような半年変化は北極域ではこれまで報告がない。同様の春秋の極大は、国内では黄砂の輸送に伴い観測されているが、今回示された北極域での原因については検討を要する。

参考文献

[1] S. Ishii, T. Shibata, T. Nagai, K. Mizutani, T. Itabe, M. Hirota, T. Fujimoto, O. Uchino, Arctic haze and clouds observed by lidar during four winter seasons of 1993-1997, at Eureka, Canada, Atmospheric Environment, vol. 33, 2459-2470, 1999.

[2] 柴田、白石、岩崎、塩原、鷹野、スバルバル上空のエアロゾルと雲のミー偏光ライダーによる連続観測、第32回レーザセンシングシンポジウム予稿集

[3] P. K. Quinn, G. Shaw, E. Andrews, E. G. Dutton, T. Ruoho-Ariola, A. L. Gong, Arctic haze: current trends and knowledge gaps, Tellus, vol. 59B, 99-114.

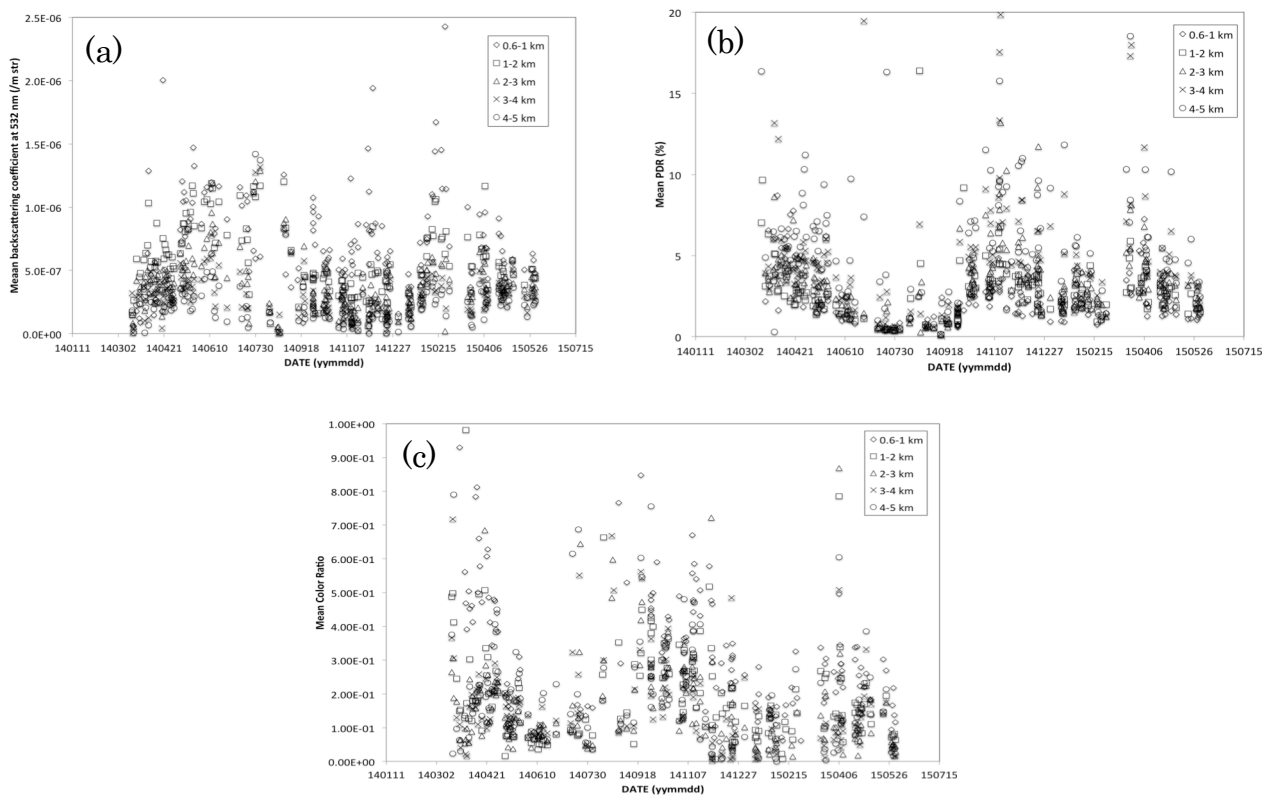


Fig. 1 Temporal variations of (a) Backscattering coefficient, (b) Particle depolarization ratio, and (c) Color ratio. All the values were averaged for the height intervals shown in the legend.