

ライダーネットワークと偏光 OPC による汚染混合型黄砂の観測

Observation of Polluted Asian Dust Using the Lidar Network (AD-Net) and a Polarization Optical Particle Counter

杉本伸夫, 清水 厚, 松井一郎, 西澤智明

Nobuo Sugimoto, Atsushi Shimizu, Ichiro Matsui, Tomoaki Nishizawa

国立環境研究所

National Institute for Environmental Studies

Abstract

The extinction coefficients of Asian dust and air pollution aerosols derived from the AD-Net data have been used in several epidemiological studies on the effects of Asian dust on human health. Some of the results suggested the effects were enhanced when Asian dust particles were mixed with air pollution aerosols. The results indicate the importance of understanding the mixing state (external mixing or internal mixing) of Asian dust and air pollution aerosols. We studied the characteristics of pure Asian dust and polluted Asian dust using a polarization optical particle counter in Seoul. We also studied the relationship with the optical characteristics (the particle depolarization ratio and the backscattering color ratio) measured with the two-wavelength (1064 nm, 532 nm) and polarization (532 nm) lidars.

国立環境研究所を中心に東アジアに展開するライダーネットワーク(AD-Net)から得られる黄砂と大気汚染エアロゾルの消散係数の長期間のデータを用いて、黄砂の健康影響に関する疫学研究がいくつかの研究グループで行われている。これらの中で黄砂と小児喘息の入院に有意な関係があることなどが示されたほか¹⁾、呼吸器疾患の自覚症状では、黄砂と大気汚染が複合する場合に影響が増加すること研究結果も報告されている²⁾。これまでのところ、黄砂と大気汚染がどのように混合しているか(単に共存する外部混合であるか黄砂表面に大気汚染性の粒子が付着した内部混合であるか)については考慮されていないが、混合状態によって健康影響も異なると推測され、今後はこれに着目した研究が重要となると考えられる。

サンプリングしたエアロゾルの電子顕微鏡解析やレーザーイオン化質量分析計による測定によって、内部混合した黄砂粒子が多くみられることが報告されているが、本研究ではライダーによって準リアルタイムで内部混合状態を把握することを目指している。内部混合した黄砂の光学的な特徴を捉えるために、粒子毎に粒径と形状(偏光解消度)を測定できる偏光パーティクルカウンター(POPC)を導入して、比較的純粋な黄砂と汚染地域を通して輸送された汚染された黄砂を解析した。また、POPC データと AD-Net の 2 波長(1064nm、532nm)偏光(532nm)ライダーで得られる光学特性(粒子偏光解消度と後方散乱波長比)との対応を考察し、ライダーデータによって汚染された黄砂を検知する可能性を検討した。

POPC は、粒子毎に前方散乱(散乱角 60 度)の強度と後方散乱(散乱角 120 度)の水平および垂直偏光成分の強度を測定する³⁾。前方散乱強度は(複素屈折率が分かっているとすれば)粒径に対応するので、粒子の近似的な粒径分布と粒径毎の偏光解消度が得られる。より厳密な解析では、3つの測定量の張る空間に測定値の散布図を描き、測定シミュレーションにより測定結果を最も良く再現されるようにエアロゾル光学モデルを決定する方法を検討している。黄砂のモデルとしては spheroid と Voronoi aggregation を考えている。

2013年3月からソウルにおいて POPC(YGK 社製)による連続観測をライダーと同時にやっている。2013年春には大きな黄砂事例は見られなかったが、それでも比較的純粋な黄砂と汚染さ

れた黄砂の事例を捉えることに成功した。Fig. 1 左上は POPC で測定された粒径分布、左下は粒径毎の偏光解消度で、事例 a が比較的純粋な黄砂、b が汚染された黄砂である。また、それぞれの後方流跡線解析の結果を Fig. 1 右に示す。事例 a ではゴビ砂漠から短時間で直接輸送されているのに対して、b では渤海南部の汚染地域を、時間をかけて輸送されている。

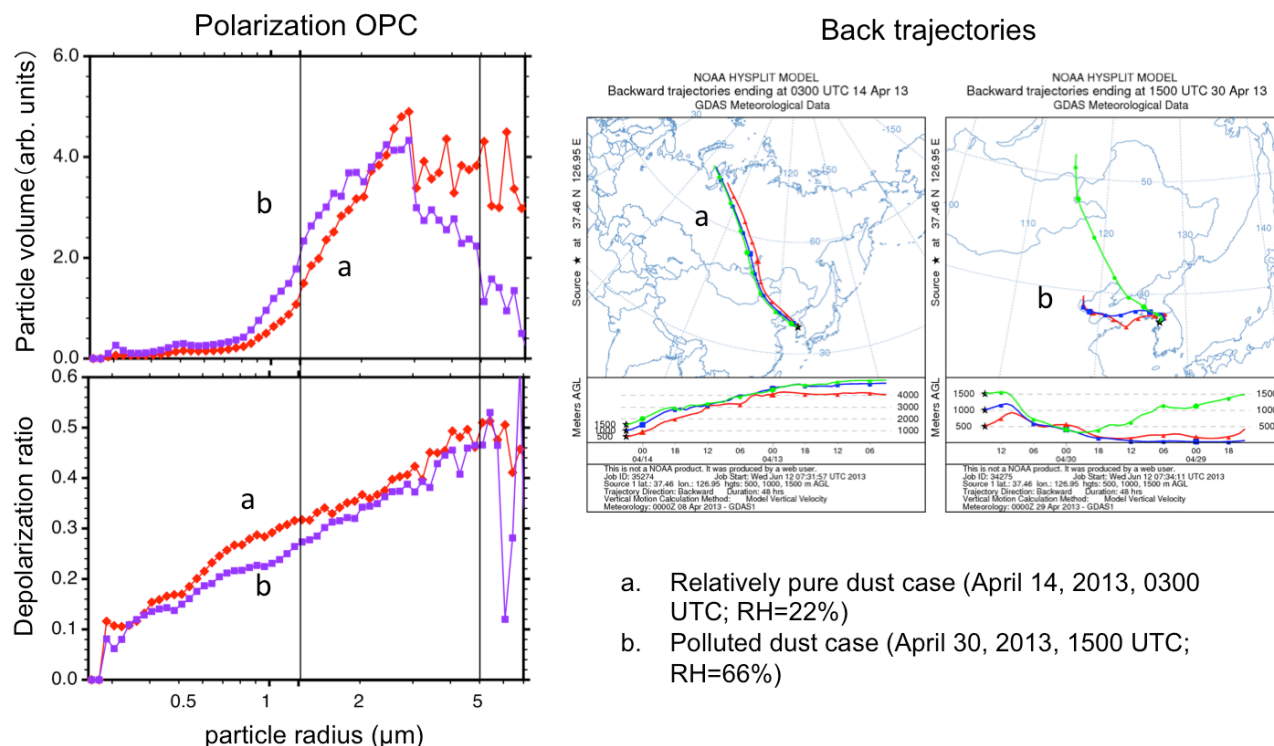


Fig. 1 (Left) Particle size distribution and the backscattering depolarization ratio for (a) a relatively pure Asian dust case and (b) a polluted Asian dust case observed in Seoul with a polarization optical particle counter (POPC). (Right) Back trajectories for the two cases.

POPC のデータから、汚染された黄砂では大粒子が除去され、粒径分布が小粒子側にシフトしていることが分る。これは輸送時間が長いことによるものと考えられる。また、偏光解消度はどの粒径でも小さくなっている。これは形状の変化あるいは複素屈折率の変化で説明できる。

偏光解消度の違いはライダーでも観測される。ライダーの粒子偏光解消度と後方散乱波長比の散布図をプロットすると、汚染された黄砂は、純粋な黄砂と大気汚染エアロゾルの外部混合を表す線から外れて分布すると考えられる⁴⁾。これを利用すればライダーデータから汚染された黄砂を検知できる。本研究では POPC とライダーの観測結果から、黄砂と汚染された黄砂の光学モデルを作成するとともに、黄砂の汚染度の指標化を目指している。

謝辞：本研究は環境省環境研究総合推進費(5B-1202)で実施されている。

参考文献

- 1) Kanatani, K. T. et al., 2010, Am. J. Respir. Crit. Care Med. 182(12) 1475-81, doi:10.1164/rccm.201002-0296OC.
- 2) Onishi, K. et al., 2012, Atmospheric Environment 49, 94-102, doi:10.1016/j.atmosenv.2011.12.018.
- 3) Kobayashi, H. et al., 2012, Proc. of SPIE 8526, 852609, Kyoto.
- 4) Sugimoto, N. et al., 2002, Geophys. Res. Lett. 29, 10,1029/2002GL015112.