

ライダーと直接サンプリングで測定したエアロゾル光学特性と微物理特性の比較 Comparison of aerosol optical properties measured with lidar and microphysical properties measured with direct sampling methods

○酒井 哲、永井智広、財前祐二、高橋 宙、猪股弥生
○Tetsu Sakai, Tomohiro Nagai, Yuzi Zaizen, Hiroshi Takahashi, Yayoi Inomata

気象研究所
Meteorological Research Institute

Abstract: Aerosol backscattering coefficient and the depolarization ratio at a wavelength of 532 nm in the surface atmosphere were measured with a lidar on 7–8 May 2008 at Tsukuba, Japan. They were compared with the aerosol mass concentration, number size distribution, particle shape, elemental composition, and water-soluble chemical composition obtained from direct sampling methods. The aerosol backscattering coefficient correlated well with the mass concentration with the mass-backscattering efficiency of 34–39 $\mu\text{g m}^{-2}\text{sr}^{-1}$. The aerosol depolarization ratio varied from 14% to 18%, which was possibly due to the variations in the particle shape depending on the chemical composition and the mixing state of the aerosol.

1. はじめに

ライダーは、エアロゾルの高度分布を連続モニタリングする有効な手法である。しかしながら、ライダー観測によって得られるエアロゾルの光学特性とエアロゾルの微物理特性の関係を、実際の観測データに基づいて調べた例は少ない。ライダーデータを定量解釈し、エアロゾル輸送モデルの検証やデータ同化等に利用するためには、これらの関係を明らかにする必要がある。

そこで我々は、ライダーと直接サンプリングで同一のエアロゾルを観測し、光学特性と微物理特性の関係を調べた。本発表ではその比較結果を報告する。

2. ライダーと直接サンプリングによるエアロゾル比較観測

ライダーと直接サンプリングによる観測は、2008年5月7–8日の夜間、気象研究所（つくば市）でおこなった。この期間中、低濃度の黄砂が飛来していることが黄砂輸送モデルで予想された。

ライダー観測項目は、波長 532 nm の後方散乱係数と偏光解消度である。距離分解能は 75 cm、時間分解能は 3 分である。

直接サンプリング観測項目は、質量濃度（フィルター）とサイズ別個数濃度（光学式パーティクルカウンタ）、粒子形状（2 段式インパクト+透過電子顕微鏡）、元素組成（エネルギー分散型 X 線分析）、水溶性成分濃度（イオンクロマトグラフ）である。エアロゾルサンプリングは 23:12–01:13（期間 A）と 04:52–07:18（期間 B）の計 2 回おこなった。

ライダーとサンプラーが同一のエアロゾルを観測するように、ライダーのレーザービームがサンプリング地点（気象研本館屋上）を通過するようにした（Fig. 1）。また、ビームオーバーラップの問題を避けるために、サンプリング地点においてレーザービームが受信望遠鏡の視野内に完全に入るようにした。

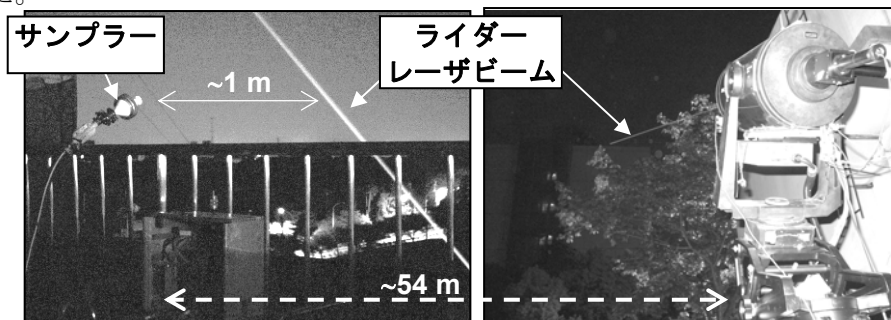


Figure 1: Photographs of aerosol measurements using lidar and aerosol sampler.

3. 観測結果

3.1 後方散乱係数と質量濃度

Figure 2a にエアロゾル後方散乱係数と質量濃度の散布図を示す。エアロゾル後方散乱係数は、期間 A から B にかけて $1.9 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ から $0.93 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ に減少した。エアロゾル質量濃度は、A が $66 \mu\text{g m}^{-3}$ 、B が $37 \mu\text{g m}^{-3}$ で、後方散乱係数の減少と対応した。これらの結果から後方散乱係数-質量濃度変換係数を求めると、平均 $37 \mu\text{g m}^{-2} \text{ sr}$ となる。この値は、ライダー比を 50 sr と仮定した場合、Li et al. (1996) のダスト測定値 ($39 \sim 42 \text{ gm}^{-2} \text{ sr}$) とほぼ対応する。

3.2 偏光解消度と粒子形状、サイズ分布

Figure 2b にエアロゾル偏光解消度と、電子顕微鏡画像から求めた粒子長軸/短軸比の散布図を示す。ライダーで測定した偏光解消度は、期間 A から B にかけて 14% から 18% に増大した。長軸/短軸比の平均値（粒子投影面積で荷重平均した値）は、A が 1.2、B が 1.4 であった。つまり、平均的に見ると A が球形に近い粒子をより多く含んでいたと考えられ、偏光解消度の増大と対応する。しかし、パーティクルカウンタで測定したサイズ別数濃度分布データを用いて、粒子を 3 軸楕円体と仮定して CFIE 法 (Mano, 2000) で求めた偏光解消度は A、B とともに 22% で、ライダー観測値とは一致しなかった。

Figure 3 に、粗大粒子の電子顕微鏡写真を示す。非球形の鉱物粒子（図中 1、4）や、液体で覆われた痕跡を持つ鉱物と海塩の混合粒子（図中 2）、カルシウムを多く含む球形粒子（図中 3）等を検出した。これらの結果は、偏光解消度が粒子形状だけでなく、粒子の混合状態にも依存することを示唆している。

今後の課題は、偏光解消度を規定する微物理特性を明らかにすることである。

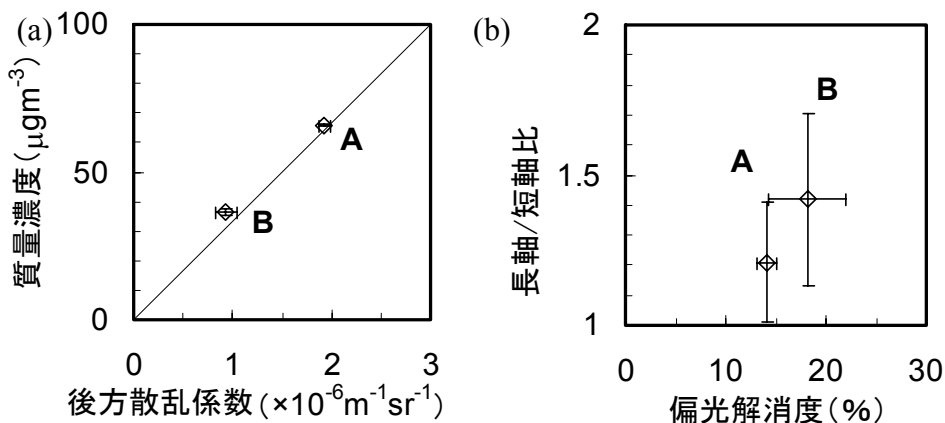


Figure 2: Scatter plots of aerosol backscattering coefficient versus aerosol mass concentration (a) and aerosol depolarization ratio versus mean aspect ratio for the periods from 23:12 JST on 7 May to 01:13 JST on 8 May (period A) and 04:52 JST to 07:18 JST on 8 May (period B).

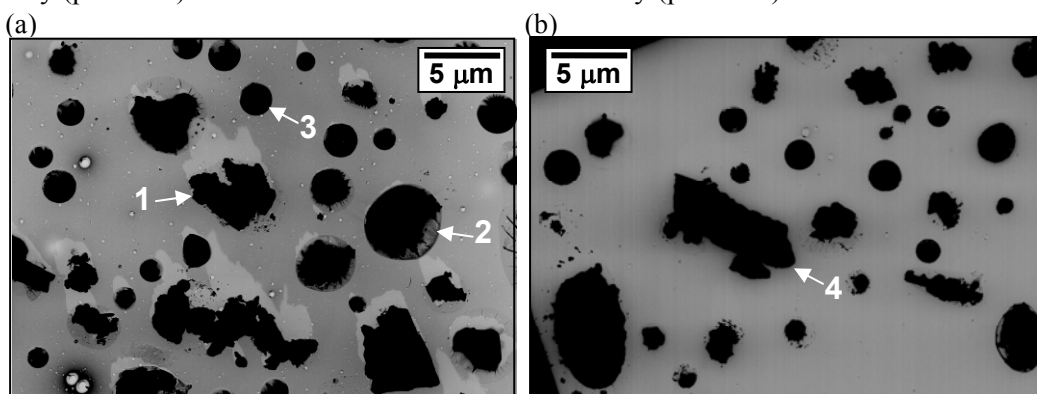


Figure 2: Electron micrographs of the aerosol particles collected for period A (a) and B (b). Particles numbered in the figure are 1: mineral dust, 2: mixture of mineral dust and sea salt, 3: calcium-rich particle, and 4: mineral dust.

参考文献

1. Li et al. (1996): *Nature*, **380**, 416–419.
2. Mano (2000): *App. Opt.*, **39**, 5541–5546.