

室内実験によるエアロゾル偏光解消度の測定

Depolarization ratio measurement of aerosol particles produced in a laboratory chamber

○酒井 哲、永井智広、財前祐二（気象研究所）

○Tetsu Sakai, Tomohiro Nagai, Yuzi Zaizen (Meteorological Research Institute)

Abstract: Depolarization ratios of aerosol particles were measured produced in a laboratory chamber in order to quantify the depolarization ratio of single aerosol component. The particles examined were the Asian mineral dust (Kosa), sodium chloride (NaCl), and ammonium sulfate ((NH₄)₂SO₄) particles. The depolarization ratio of Kosa particles ranged from 17 to 21% depending on the particle size distribution. The values of NaCl particles were 17% for crystals and 1 % for droplets, and those of (NH₄)₂SO₄ particles were 6% for crystals and 1% for droplets.

1. はじめに

偏光ライダーで測定される偏光解消度は、散乱体の非球形性を示すパラメータであり、黄砂や氷晶雲等の非球形粒子の検出に利用されている。しかしながら、各種エアロゾルの偏光解消度を単一成分で測定した例は少ない。そのため、観測値を定量的に解釈することが困難である。

そこで、実験室で単一成分のエアロゾルをチャンバー内に発生させて、ライダーで偏光解消度を測定した。本発表ではその測定結果を報告する。

2. エアロゾルチャンバーと偏光ライダー

2.1 エアロゾルチャンバー

Figure 1 に実験装置の写真を示す。エアロゾルチャンバーは、直径 30 cm、長さ 1 m の塩ビ管で作成した。管の内側につや消し黒の塗料を塗り、内壁でレーザー光が反射するのを抑えた。チャンバーの入口と出口にそれぞれ直径 15 cm、5 cm の穴（開閉式）を開けて、レーザー光がチャンバー内を通過するようにした。また、チャンバー両端に清浄空気を流してエアカーテンを作り、測定粒子がチャンバー内から漏出することと外から別の粒子が混入するのを抑えた。

2.2 偏光ライダー

チャンバー内に発生させたエアロゾルの偏光解消度を測定するために、小型の偏光ライダーを作成した。送信レーザーは波長 532 nm、出力 25 mJ/pulse、繰り返し 10 Hz である。レーザー光を受信望遠鏡の手前に置いた反射ミラーで 90 度反射し、チャンバー内に向けて射出する。チャンバー内のエアロゾルによって後方散乱された光を、チャンバーの中央付近にピントを合わせた望遠鏡（口径 5 cm）で受信する。望遠鏡で受信した光を干渉フィルターで分光し、偏光ビームスプリッターで 2 つの直交偏光成分に分離し、光電子増倍管（PMT）で検出する。PMT から出力される電流を 8 bit の A/D コンバータで信号処理し、散乱光強度を測定する。測定データの距離分解能は 1.5 cm である。

実際の測定では、まずチャンバー出口を閉じた状態で清浄空気を注入し、チャンバー内の粒子数濃度を 1 cm⁻³ 以下（粒子半径 0.15 μm 以上）まで下げる。その後、測定する粒子をチャンバー内に噴霧する。それから、ふたを開けてレーザー光を射出し、素早く偏光解消度を測定する。偏光解消度の測定と同時に、光散乱式パーティクルカウンタ（OPC）でサイズ別粒子数濃度を測定した。また、慣性インパクターで透過電子顕微鏡（TEM）用サンプルを採集した。

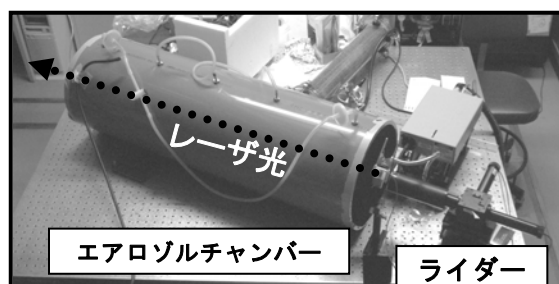


Figure 1: Photograph of aerosol chamber and polarization lidar for measuring aerosol depolarization ratio.

3. 測定結果

Figure 2 に各種エアロゾルの偏光解消度（垂直成分/全成分）の測定結果と電子顕微鏡写真を示す。測定した粒子は、黄砂標準試料（Nishikawa et al., 2000）と塩化ナトリウム（NaCl）、硫酸アンモニウム（ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ）である。黄砂については、発生方法を変えて3つのサイズ分布について測定した（Fig. 3）。NaCl と $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 粒子については、固体結晶と液滴について測定した。

黄砂の偏光解消度は $16 \sim 21\%$ で、サイズ分布により異なる値を示した。これらの値は、黄砂飛来時に観測された最大値（約 25% 、Sakai et al., 2003）と比べるとやや小さい。海塩の偏光解消度は、固体結晶で 17% 、液滴で 2% であった。これら値は、理論値（結晶 18% 、Murayama et al., 1999、液滴 0% 、Mie 散乱）とほぼ一致する。硫酸アンモニウムの偏光解消度は、固体結晶で 6% 、液滴で 1% であった。

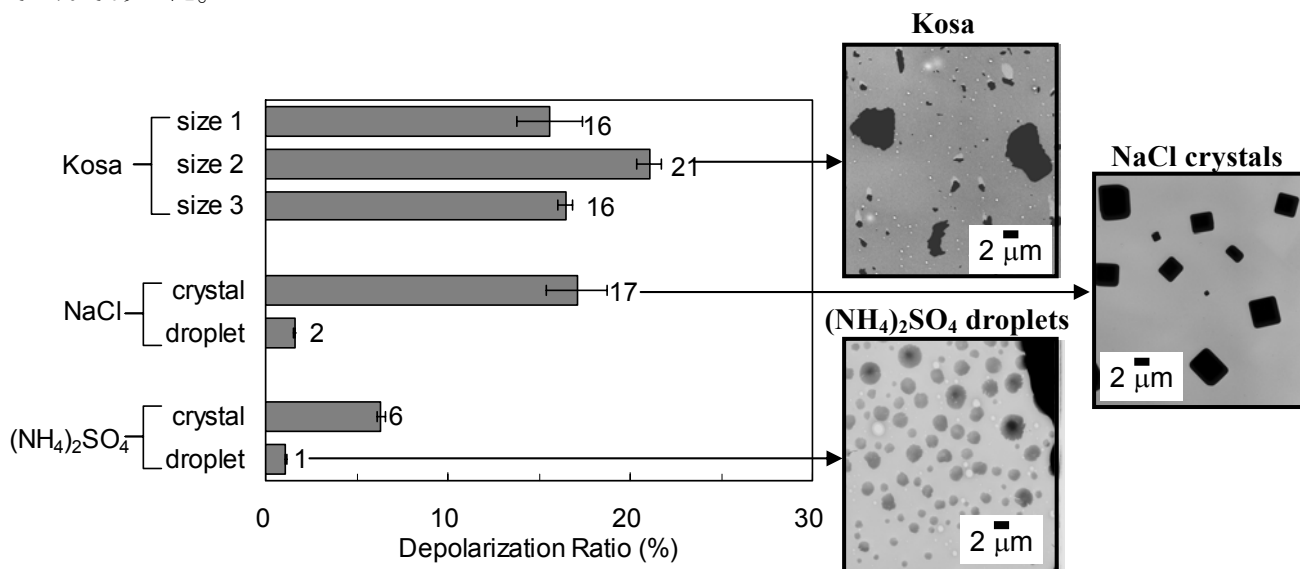


Figure 2: Aerosol depolarization ratios obtained using aerosol chamber (left) and electron micrographs of Kosa particles (top), NaCl crystals (middle), and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ droplets (bottom).

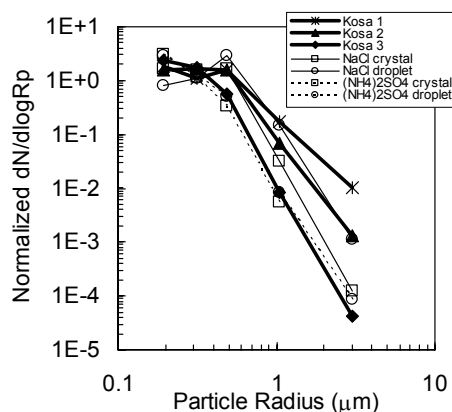


Figure 3: Number size distributions of aerosol particles obtained with optical particle counter.

4. まとめと今後の課題

黄砂と塩化ナトリウム結晶の偏光解消度は $16 \sim 21\%$ であり、これら粒子を偏光解消度だけで判別することは困難であることが分かった。また、黄砂の偏光解消度はサイズ分布に依存することが分かった。

黄砂は大気中を輸送される間に汚染物質や海洋起源物質を付着し、変質する例が数多く報告されている。今後の課題は、変質した黄砂の偏光解消度を測定することである。これら測定によってライダー観測値を定量的に解釈するための基礎データを得る。

参考文献

1. Nishikawa et al, *Global Environ. Res.* **4**, 103–113, 2000.
2. Murayama et al., *J. Geophys. Res.* **104**, 31781–31792, 1999.
3. Sakai et al., *App Opt.* **42**, 7103–7116, 2003.