

2018 年夏季の富士山頂及び山麓におけるエアロゾルの光学特性

乾諒介¹, 桃井裕広¹, 森樹大¹, 三浦和彦¹, 矢吹正教², 青木一真³

1.東京理大, 2.京都大, 3.富山大

1. はじめに

大気中を浮遊する微粒子であるエアロゾルは太陽光を散乱・吸収する直接効果と雲凝結核として雲の放射特性や寿命を変化させる間接効果によって、地球の放射収支を変化させ、気候に影響を及ぼすことが知られている。しかし、放射強制力の大きさに関する見積もりは未解明な部分が多く存在する。

本研究では、2018 年夏季における山岳域でのエアロゾル粒径分布と散乱・吸収係数のその場観測から、エアロゾルの体積粒径分布及び単一散乱アルベド(SSA)の推定を行うため、プログラムを作成し、観測データを解析した。

2. 方法

富士山頂(138.73E, 35.36N, 3776 m a.s.l.)及び山麓(138.80E, 35.33N, 1290 m a.s.l.)においてエアロゾルの粒径分布、散乱・吸収係数を計測した。観測期間は 2018 年 7 月 20 日から 7 月 22 日である。

試料大気は拡散ドライヤーを通して相対湿度 30 %以下に乾燥させ、観測装置に導入した(図1)。観測装置は粒径ごとのエアロゾル数濃度を計測する光散乱式粒子計数器(Rion, KC-01E, OPC), 散乱係数(b_{sca})を計測する積分型ネフェロメータ(Radiance Research M903, $\lambda = 530$ nm, INEP), 吸収係数(b_{abs})を計測するフィルター式光吸収計(Radiance Research, $\lambda = 565$ nm, PSAP)である。OPC の閾値粒径は標準粒子(PSL, $m^* = 1.595 - 0i$)によって校正され、その粒径は、 $r > 0.15, 0.25, 0.5, 1.0, 2.5 \mu\text{m}$ である。また、INEP は構造上、計測される散乱角に $7^\circ \sim 170^\circ$ の角度制限がある。PSAP の上流ではマントルヒーターを用いて試料大気を 300°C に加熱することで光吸収性粒子のみを捕集した。

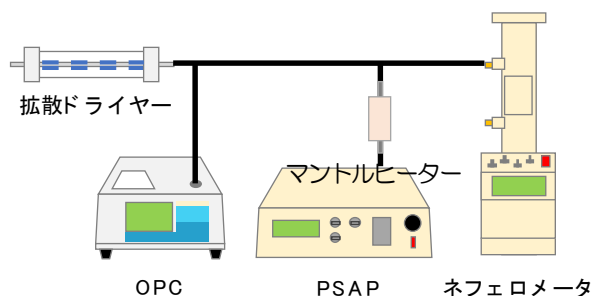


図1 装置配管概要図

エアロゾルの体積粒径分布とSSAを推定するにあたり、工藤ら(2017)¹⁾と同様にエアロゾルの化学組成は4種類とし、微小モードに水溶性粒子とすす粒子、粗大モードに海塩粒子と鉱物粒子を仮定した(図2)。エアロゾル数濃度、散乱・吸収係数の計算値を Gauss-Newton 法を用いて観測値に最適化することでエアロゾルの体積粒径分布と SSA を推定する手法を考案した。

推定された SSA について6時間ごとの体積粒径分布及び各組成の消散係数から富士山におけるエアロゾル光学特性の時間的・空間的な変化を考察した。

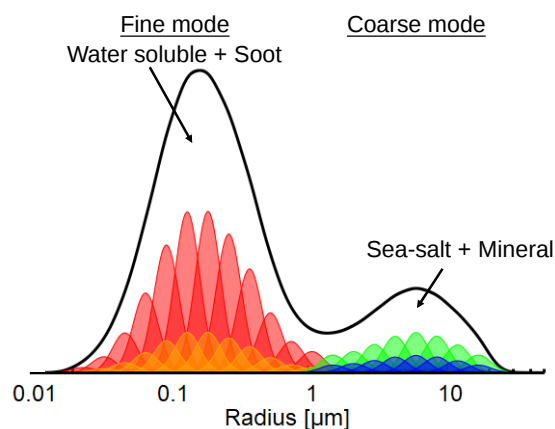


図2 組成ごとの粒径分布の概念図

3. 結果・考察

富士山頂と山麓のデータを用いてエアロゾル組成と SSA の推定を行った結果を図3,4に示す。データはOPCの3分値に合わせ、3分平均して求めた。また、解析をするにあたり、正常に計測が行われていなかった期間、及び明らかな外れ値についてはデータのスクリーニングを行った。各点の値は6時間平均して求めた。

推定の結果、山頂では消散係数割合で水溶性粒子が78%、次いですす粒子が12%、鉱物粒子が10%であり、山麓では水溶性粒子が84%、すす粒子が10%、海塩粒子が4%を占めていた。また、SSAは山頂においては20日深夜から21日15時頃にかけて低下し、その後上昇しており、平均値は0.89程度であった。山麓においては20日深夜から21日9時頃にかけて上昇し、9時頃から18時頃にかけて低下、その後上昇傾向がみられ、平均値は0.92程度であった。

次に、体積粒径分布の時間変化(図5,6)を見たところ、日中の粗大粒子の増大が見られたが、登山客による地表面か

らの巻き上げの可能性が示唆された。また、山麓においては 22 日に微小粒子が大きく増大していた。

次に、化学組成の時間的な変動が SSA に与える影響を調べるため、今回は微小粒子について着目し、その消散係数と SSA の時間変化を比較した(図 7,8)。山頂では、すす粒子の消散係数が増大した 21 日午前に SSA は 0.91 から 0.85 まで低下していた。また山麓では 20 日深夜から 21 日において水溶性粒子の消散係数が増大しており、SSA は 0.87 から 0.93 まで上昇していた。以上より、すす粒子や水溶性粒子の時間的な変動が SSA の値に影響を与えていたことが示唆された。

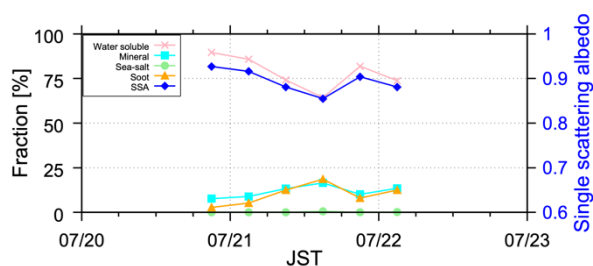


図 3 山頂における推定結果

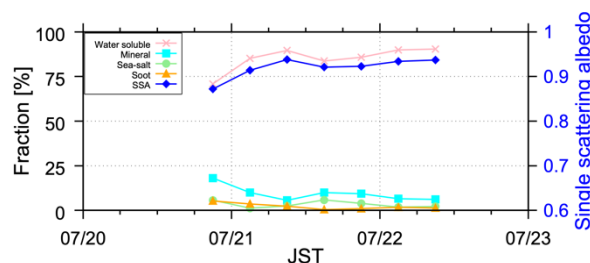


図 4 山麓における推定結果

4. まとめ・今後の展望

富士山頂及び山麓で OPC とネフェロメータ、PSAP を用いてエアロゾル粒子数濃度、散乱・吸収係数を計測した。次に、得られた観測値から体積粒径分布、単一散乱アルベド (SSA) を推定するプログラムを開発した。推定する化学組成は水溶性粒子、すす粒子、海塩粒子、鉱物粒子の 4 種類とし、推定の結果、山頂では水溶性が 78%、すす粒子が 10% を占め、山麓では水溶性が 84%、すす粒子が 12% を占めていた。また、推定された SSA は山頂では 0.71~0.96 で平均値は 0.89 程度、山麓では 0.81~0.97 で平均値は 0.92 程度であった。

消散係数の時間変化から、21 日山頂における SSA の低下 (0.91→0.85) は、すす粒子の消散係数の増大の影響が示唆された。また山麓においては 20 日夜から 21 日午前にかけての SSA の上昇 (0.87→0.93) は水溶性粒子の消散係数の増大の可能性が示唆された。

今後、推定された組成割合と同期間に富士山頂及び山麓で行われた別の化学成分の分析結果と比較する。

謝辞

本観測は NPO 法人「富士山測候所を活用する会」が富士山頂の測候所施設の一部を気象庁から借用管理運営している期間に行われました。また、本研究に用いた PSAP は国立極地研究所の塩原先生よりお借りいたしました。この場を借りてお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 工藤ら(2017). SKYNET データによるエアロゾル組成のリモートセンシング, 2017 年度気象学会秋季大会予稿集, 大気放射 A411, p499

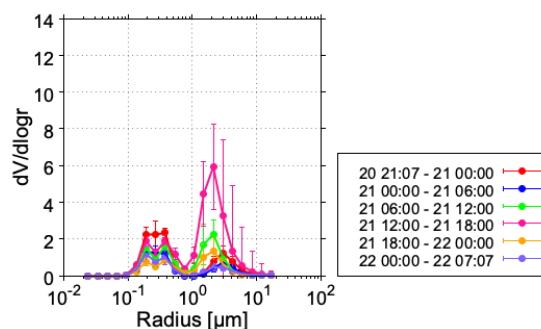


図 5 山頂における体積粒径分布

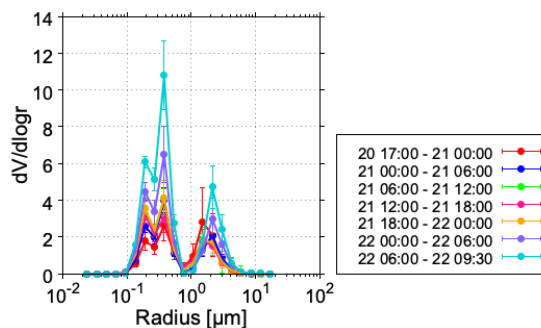


図 6 山麓における体積粒径分布

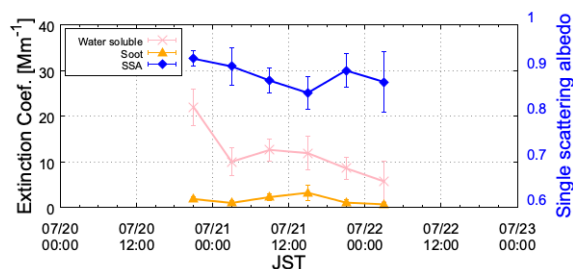


図 7 山頂における消散係数と SSA

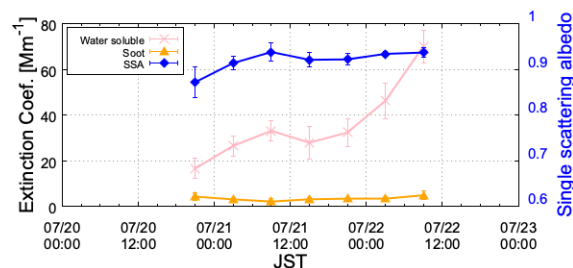


図 8 山麓における消散係数と SSA