P-09: 富士山におけるエアロゾルの光学特性

桃井裕広[1], 三浦和彦[1], 青木一真[2]
1.東京理科大学, 2.富山大学

1. はじめに

エアロゾル粒子は太陽光を吸収・散乱する直接効果と雲凝結核として雲の放射特性に影響を及ぼす間接効果により, 地球の放射バランスに影響を及ぼすことが知られている. しかし, 放射強制力に関する見積もりには未だ多くの不確実性が存在する [1]. 直接効果の大きさはエアロゾルの光学特性および微物理特性に起因しており, 地上のエアロゾルについてだけではなく上空のエアロゾルも考慮する必要がある. 本研究は, 直達光と散乱光を測定するスカイラジオメータによる2014年からの長期観測を行い [2], 気柱全体の時間・空間変動を捉え, 富士山頂と山麓でのその場観測のデータを用いることで, 富士山におけるエアロゾルの光学特性を調べた.

2. 方法

静岡県御殿場市に位置する富士山麓太郎坊(北緯 35.33 度, 東経 138.80 度, 標高 1290 m)でスカイラジオメータ(POM-02, Prede)を用いた気柱全体の光学特性および微物理特性の観測を 2014 年 10 月から 2016 年 10 月に行った.

スカイラジオメータは, 400, 500, 675, 870nm の波長について太陽直達光(I)および散乱光を測定している. 地球に散乱体がない場合の直達光(I_0)を決定し, エアロゾル以外の空気分子による Rayleigh 散乱, オゾンなどの吸収体による光吸収($\tau_{Rayleigh}$, τ_{ozone})を差し引くことで, 直達光からはエアロゾルの光学的厚さ(τ)

$$\tau = \ln(I / I_0)/m - \tau_{Rayleigh} - \tau_{ozone} \qquad (1)$$

を求めた. また, 光学的厚さの波長依存性

$$\ln(\tau) = -\alpha \times \ln(\lambda) + \beta \qquad (2)$$

からオングストローム指数(α)を算出した. オングストローム指数は 1 を指標にして値が大きいほど微小粒子が卓越し, 小さいほど粗大粒子が卓越する事を表している.

スカイラジオメータによる直達光観測では太陽面が雲に覆われているときは正しく直接効果を評価できないため, 雲の影響があると考えられるデータを除去して解析時間を決定し, 500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ(AOT500)の日最小値を解析日の代表値として採用した.

3. 結果・考察

観測期間中の解析日数を図1, 光学的厚さとオングストローム指数の季節変動を図 2, 3 に示す. 各図とも全解析日を月ごとに平均した値と標準偏差を表している. AOT500 の年平均値は 0.11, オングストローム指数は 0.73 であった(表 1). 都心に位置する東京神楽坂においても同様の観測を行っており,

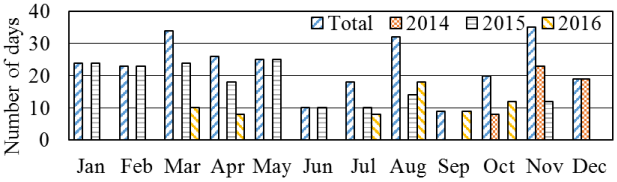

図 1 2014/10 から 2016/10 の解析日数

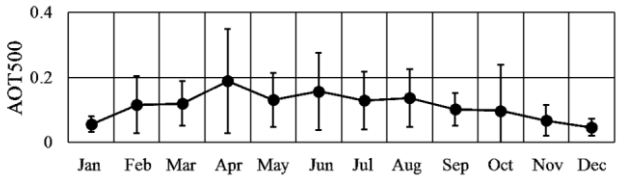

図 2 光学的厚さ(500nm)の季節変化(2014-2016)

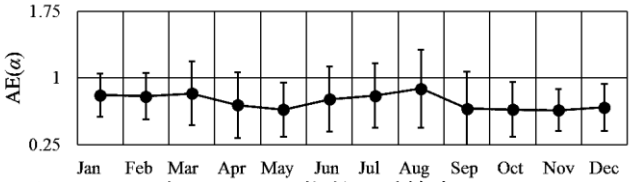

図 3 オングストローム指数の季節変化(2014-2016)

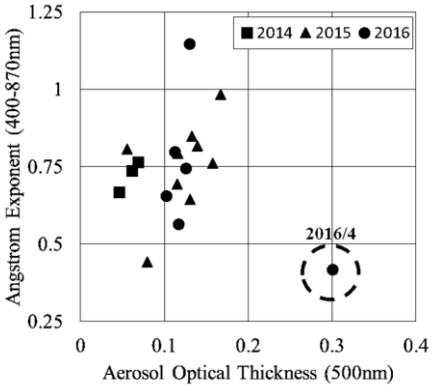

図 4 AOT500 とオングストローム指数の関係(月別値)

AOT500 の年平均値は 0.19, オングストローム指数は 1.1 であった(2015 年). この違いは神楽坂が自動車排気ガスなどに代表される人為起源の微小粒子の排出源が多いことにより AOT500 とオングストローム指数が大きくなるのに対し, 太郎坊は市街地から離れているために人為起源エアロゾルが少なく清浄な大気であり, 海塩粒子や黄砂などの粗大粒子の影響が表れやすいためと考えられる. AOT500(図 2)とオングストローム指数(図 3)はともに夏に高く, 冬に低い季節変動がみられた. これは, 夏にエアロゾル濃度の増加と微小粒子の卓越を表しており, 夏は森林から生成した有機エアロゾルの増加が富士山上空のエアロゾル粒径分布に影響を及ぼしていることが原因と考えられる. また, 図 4 に示されたように AOT500 とオングストローム指数には正の相関がみられ, 2016 年 4 月が他の月と異なって AOT500 が高く, オングスト

連絡先：桃井裕広 (Masahiro MOMOI) 1213105@ed.tus.ac.jp

ローム指数が低いことから黄砂の影響であると推測された.

次に, AOT500 とオングストローム指数の頻度分布を図 5, 6 に示す. このとき, 12-2 月を冬, 3-5 月を春, 6-8 月を夏, 9-10 月を秋とした. AOT500 の頻度は冬が 0-0.05 の範囲, 他の季節が 0.05-0.1 の範囲にピークをもつ一山分布である(図 5). 一方でオングストローム指数は, どの季節も 0.4-1.2 の範囲で頻度の変化が乏しく, 季節ごとの明確な違いはみられなかった(図 6).

また太郎坊上空の気象を知るために, 富士山山頂(北緯 35.36 度, 東経 138.73 度, 標高 3776 m)に設置されたアメダス(気象庁)で観測された相対湿度の日平均値について解析日の頻度分布を調べた(図 7). 夏と冬は解析日の 5 割が相対湿度 70%を超えており, 春と秋でも 3 割程度の解析日で相対湿度 70%を超えていた. 大気上層に吸湿性エアロゾルが浮遊していれば, 夏と冬は吸湿成長が顕著であるものと考えられる. 一方で太郎坊は, 図 8 に示すように冬から春にかけて湿度が低くなり, 夏から秋にかけて高くなる傾向があるので, 夏から秋にかけて吸湿成長が起こりやすい. しかし, 太郎坊で観測された気柱全体のエアロゾル粒径分布は夏にかけて微小粒子が卓越し, 成長していないので, 太郎坊周辺で生成したエアロゾルは非吸湿性のものであると考えられる.

4. まとめ

スカイラジオメータを用いて直達光の解析からエアロゾルの季節変動を調べた.

光学的厚さとオングストローム指数が夏に高く, 冬に低くなる季節変動がみられ, 吸湿成長に十分な湿度があるにも関わらずオングストローム指数が大きいことから, 夏は森林から生成した非吸湿性の有機エアロゾルが増加して富士山上空のエアロゾルに影響を及ぼしていることが示唆された.

参考文献

1) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2013 The Physical Scientific Basis (2013). http://www.ipcc.ch/

2) 橋口翔, 三浦和彦, 青木一真(2016). 富士山山麓および東京神楽坂におけるエアロゾル物理特性の評価. 第 9 回成果報告会講演予稿集, 50-51.

表 1 AOT500 とオングストローム指数の平均値

	All	Spring	Summer	Autumn	Winter
AOT500	0.11 ± 0.04	0.15 ± 0.03	0.14 ± 0.01	0.09 ± 0.02	0.07 ± 0.03
Ångström	0.73 ± 0.08	0.72 ± 0.08	0.81 ± 0.05	0.65 ± 0.01	0.76 ± 0.06

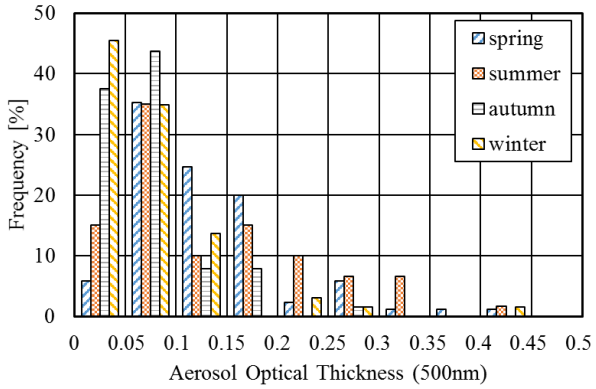

図 5 光学的厚さの頻度分布(2014-2016)

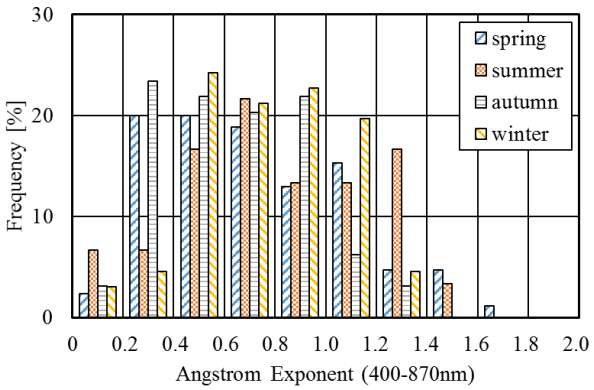

図 6 オングストローム指数の頻度分布(2014-2016)

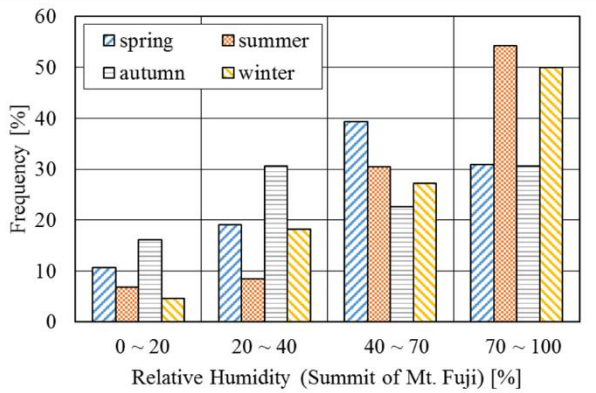

図 7 富士山頂の相対湿度の頻度分布(2014-2016)

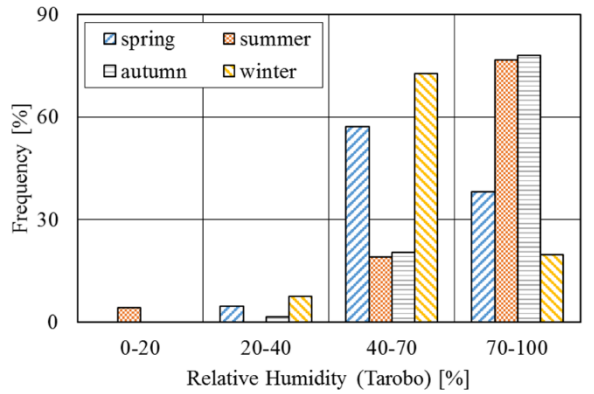

図 8 太郎坊の相対湿度の頻度分布(2014-2016)