

富士山周辺および東京神楽坂におけるエアロゾル気柱積算粒径分布と 地表レベルの粒径分布との比較

中原勇希、三浦和彦（東京理科大学）、青木一真（富山大）

1. はじめに

大気中に浮遊するエアロゾル粒子は太陽光を散乱、吸収することで放射バランスへ影響を及ぼすことが知られているが、放射強制力の見積もりにおいて未だに大きな不確実性をもたらす要因とされている（IPCC, 2013）。スカイラジオメータにより得られた太陽周辺光強度に対してインバージョン解析を行なうことで浮遊状態にあるエアロゾルの光学特性および微物理特性を推定することができるが、推定結果は気柱平均値であるため地上での観測結果と異なる可能性がある。本研究では放射観測で得られるエアロゾル粒径分布の精度を調べるため、富士山山岳域と東京都心（東京理科大学神楽坂キャンパス）という異なる環境下において、大気エアロゾルの体積濃度分布を放射観測と地上観測により行ない、両者を比較した。

2. 観測方法

太陽放射観測は2013年および2014年の夏期に太郎坊（35.33°N, 138.80°E, 標高 1290 m）にて行い、東京神楽坂（35.70°N, 139.74°E）においては夏期と冬期を除いて2013年1月末から継続して行なった。

使用した測定器はスカイラジオメータ（POM-02；Prede）と呼ばれる、太陽を自動追尾して太陽の直達光及び周辺光の測定を行なう装置である。測定により得られた太陽周辺光強度を SKYRAD.pack ver.4.2（Nakajima et al., 1996）で解析することにより、エアロゾルの光学的厚さ、エアロゾル体積濃度分布（半径：0.01～16 μm ）の推定を行なった。解析に用いたデータは体積濃度分布をもとに雲の影響を受けたデータを除いたものを使用している。

また走査型移動度粒子計数器と光散乱式粒子計数器により地上での体積濃度分布（半径：5 または 8～226 nm）を得た。ライダーによる観測データは、太郎坊のデータを京大の矢吹氏に提供いただき、東京新宿のデータを国立環境研究所が管理するライダーネットワークのホームページ（<http://www-lidar.nies.go.jp>）から取得した。

3. 結果と考察

3.1 太郎坊観測

気柱平均体積濃度分布と地表レベルの体積濃度分布の比較はデータの揃った2013年8月10日、2014年7月16・27日のデータに対して行なった。例として2013年8月10日、2014年7月16日の比較結果を図1（a）、（b）に示す。2013年8月10日には気柱平均体積濃度分布のピーク半径は太郎坊及び山頂の体積濃度分布のピーク半径に対してそれぞれ11%、0.5%と近い値を示していた。この日は高濃度の汚染気塊が太郎坊近辺に存在しており、ライダーで得られた消散係数の鉛直分布は地上から約1.5 kmの高度で急激な減少が見られる鉛直分布であった。2014年7月16日では気柱平均体積濃度分布のピーク半径が太郎坊での体積濃度分布のピーク半径より最大で約34 %

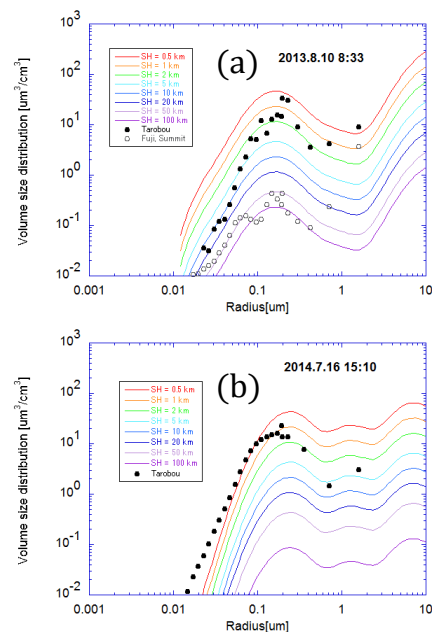


図1 気柱平均体積濃度分布と地上観測との比較結果
(a) 2013/8/10 8:33、(b) 2014/7/16 15:10
(曲線：気柱の高さごとの気柱平均体積濃度分布、
●：太郎坊における結果、○：山頂における結果)

るエアロゾルの多くは硫酸塩粒子であり、夏期は関東地方一帯で湿度が高いことから、ピーク半径の違いは吸湿成長による影響と考えられた。

3.2 神楽坂における観測

観測は2014年5月16日から5月30日まで行い、データの揃っている5月18日と22日のデータを用いて気柱平均体積濃度分布と地表レベルの粒径分布の比較を行なった。比較結果の一例を図2 (a) に示す。両日ともに気柱平均体積濃度分布のピーク半径が地上の結果に比べ2倍近く大きい結果となった。また、気柱平均体積濃度分布と地上の体積濃度分布のピーク半径では相関が見られなかった。図2 (b) にこの時の新宿御苑におけるエアロゾル消散係数の鉛直分布を示す。球形粒子の消散係数は地表付近と上空1.0~1.5 kmでピークを取っていた。以上のことから、上空1.0~1.5 km付近に浮遊する蓄積モードの粒子は地上の粒子よりも大きいことが分かった。湿度による吸湿成長や粒子の成長など、地上との違いを利用することで上空に浮遊するエアロゾルの物理特性を得ることができると期待される。

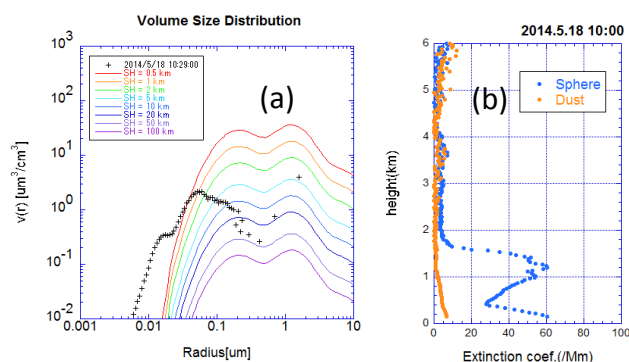


図2 (a) 気柱平均体積濃度分布と地上観測との比較結果の一例 (2014/5/18 10:29)。曲線は気柱の高さごとの気柱平均体積濃度分布、+は屋上における結果を示している。(b) エアロゾル消散係数の鉛直分布 (青：球形粒子、橙：ダスト粒子)

(<http://www.lidar.nies.go.jp>)

3.3 2地点における観測結果の比較

2014年10月16日から太郎坊と東京神楽坂において太陽放射の同時観測を継続している。NOAAのHYSPRITモデルで算出した後方流跡線によると、

10月29日に太郎坊近辺に存在した気塊が翌日に東京神楽坂に移動してきていた。従って10月29日の太郎坊と10月30日の東京神楽坂では同じ気塊を捉えている可能性が高い。東京神楽坂における気柱平均体積濃度分布パラメータの日平均値を比較したところ、東京神楽坂における微小粒子モードのピーク半径およびピーク値が太郎坊での結果に比べ比較的大きく、粗大粒子モードはピーク半径が比較的小さく、ピーク値が大きい値を示していた。神楽坂での観測結果には都市由来のエアロゾルの影響も含まれているが、ガスの吸着による微小粒子の成長や粗大粒子の乾性沈着など、輸送過程におけるエアロゾルの物理特性の変化が体積濃度分布に現れてきていると考えられる。

4.まとめ

富士山山岳域および東京神楽坂においてスカイラジオメータを用いた放射観測と地上観測から得られた粒径分布の比較を行なった。

富士山山岳域での観測では気柱平均体積濃度分布と地表付近の体積濃度分布の蓄積モードのモード径について、エアロゾルの消散係数が地表付近で高く、山頂付近で低い鉛直分布であった時に11%以下の違いが見られた事例と、主な原因として湿度による吸湿成長が考えられる最大で約34%の違いがあった事例が見られた。

東京神楽坂における観測では地表付近と気柱平均体積濃度分布の蓄積モードのピーク半径に相関が見られず、気柱平均のデータは地表では捉えられない上空のエアロゾルの物理特性を反映していると考えられた。

2地点での同時観測結果の比較から、輸送過程におけるエアロゾルの物理特性の変化を分析できる可能性が示唆された。

謝辞 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た。本研究の一部は、東京理科大学特定研究助成金共同研究(代表三浦和彦、2013~2014年度)の助成により行われた。

References

IPCC (2013), *Cambridge University Press*, Cambridge, United Kingdom and New York
T. Nakajima et al. (1996), *Appl. Opt.*, 35, 2672–2686

NIES Lidar : <http://www.lidar.nies.go.jp>