

P-09: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

橋口翔¹、三浦和彦¹、青木一真²

1.東京理科大学、2.富山大学

1. 研究背景

大気中に浮遊するエアロゾルは太陽放射を散乱・吸収する直接効果と、雲凝結核として働き雲の光学特性を変化させる間接効果があり、地球大気の放射特性に影響を及ぼすことが知られている。IPCC2013 ではエアロゾルの放射強制力に対する科学的理解が進んだが、放射強制力の見積もりにおいてはまだまだ大きな不確定要素を含んでいる。エアロゾルは時間的・空間的な変動が大きく、その変動を捉えるためにはリモートセンシングが有効な観測手段である。本研究ではエアロゾルの直接効果に着目し、富士山山麓太郎坊と東京神楽坂においてスカイラジオメータによる放射観測を行い、解析結果から2地点におけるエアロゾル物理特性の評価を行った。

2. 観測方法

富士山山麓太郎坊(北緯 35.33° ,東経 138.80° ,標高 1290m)と、新宿区神楽坂に位置する東京理科大学 1 号館屋上(北緯 35.70° ,東経 139.74° ,高さ 59.6m)において、スカイラジオメータ(POM-02, Prede 社製)を設置し、太陽直達光強度、天空輝度を測定した。得られた天空輝度からインバージョンプログラムである SKYRAD.pack ver.4.2(Nakajima *et al.*, 1996⁽¹⁾)を用いて解析することにより、波長 500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ、オンゲストローム指数、気柱積算粒径分布などが得られる。光学的厚さは大気中のエアロゾルの総量に関するパラメータ、オンゲストローム指数はエアロゾルの大きさに関する指標で、1 より大きいと微小粒子が卓越し、1 より小さいと粗大粒子が卓越する。

SKYRAD.pack では雲が存在しない前提で解析を行うため、太陽面に雲が覆っているときは正しい直接効果が評価できない。そのため、太陽直達光強度の時間変化、推定されたエアロゾルの光学的厚さ、気柱積算粒径分布から雲が混在していると考えられるデータを除去し解析時間を決定した。2 地点で比較解析できた日数は、観測期間 2014 年 10 月から 2015 年 7 月中、15 日あった。

3. 結果・考察

解析期間中のエアロゾルの光学的厚さ、およびオンゲストローム指数の季節変化を図 1、2 に示す。各パラメータは解析時間内の平均値と標準偏差を示している。

光学的厚さは両地点とも冬季に小さく、春季から夏季にかけて増加する明瞭な季節変化がみられた。また月平均値は全期間を通じて太郎坊が神楽坂に比べ低く推移していたことから、2 地点間のエアロゾル量に明確な違いが現れている。一方、オンゲストローム指数は両地点ともに明瞭な季節変化が見られなかった。2015 年 3 月には両地点で値が 1 を下回ったが、これは黄砂に代表される、アジア大陸からの汚染気塊の輸送に伴う粗大粒子の卓越によるものと推測される。

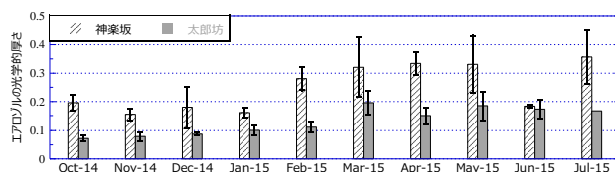


図 1 観測期間中の光学的厚さの季節変化

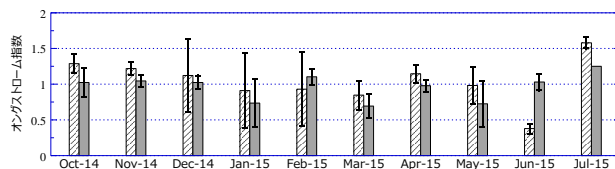


図 2 観測期間中のオンゲストローム指数の季節変化

次に、2015年4月16日において両地点で推定された気柱積算粒径分布を図3に示す。横軸は粒径の対数、縦軸は体積カラム濃度である。解析時間中の粒径分布に対し3次スプライン補間を行い、粒径分布の滑らかな曲線を作成した。その結果、粒子半径0.1~0.2 μm にピークを持つ微小粒子領域と、1~2 μm にピークを持つ粗大粒子領域の二山分布をなす粒径分布であった。

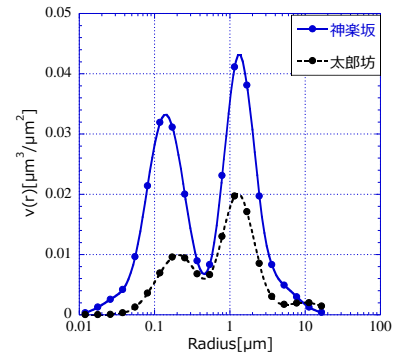


図3 気柱積算粒径分布

両地点における気柱積算粒径分布の比較を行うため、解析時間付近における天気図を図4に、NOAA HYSPLIT モデルによる後方流跡線を図5に、化学天気予報システム(CFOR)による硫酸塩エアロゾルの推定分布を図6に、新宿御苑に設置されているライダーデータを図7に示す。ライダーは大気中に照射したレーザーの後方散乱光を測定しエアロゾルの鉛直分布を観測する装置であり、一番上の図が散乱強度、真ん中の図が偏光解消度、一番下の図が散乱係数比のプロットを表す。日本の北側に低気圧が、南側に高気圧が存在していることから、日本付近は西寄りの風が吹いていると考えられ、流跡線解析からも気塊がアジア大陸から輸送されていることがうかがえる。

硫酸塩エアロゾルは微小粒子に分類され、やや高濃度である領域が日本全体を覆っており、両地点の微小粒子領域はアジア大陸から輸送された酸性大気粒子の寄与が考えられる。

図7より、解析時間中のエアロゾルは散乱強度、偏光解消度、散乱係数比ともに大きく、非球形かつ粒径の大きな粒子、つまり黄砂が飛来したと推測できる。そのため、両地点の粗大粒子領域は黄砂飛来による影響によるものと考えられる。2地点間でピーク濃度に差が生じるのは、大気中のエアロゾル量が異なるからであると考えられ、これは図1に示したエアロゾルの光学的厚さの比較と一致する。

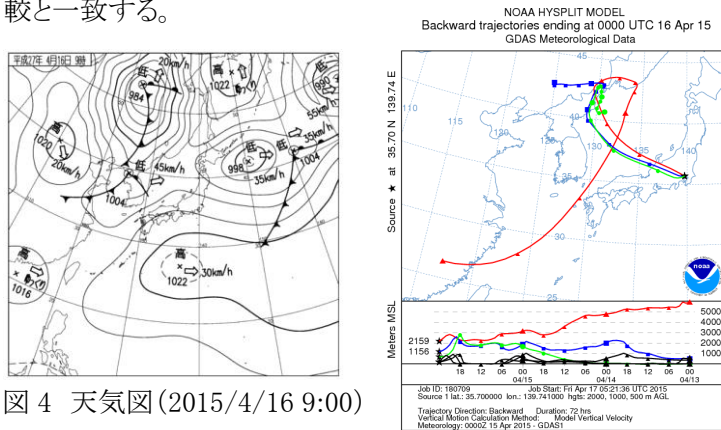


図4 天気図(2015/4/16 9:00)

図5 流跡線解析

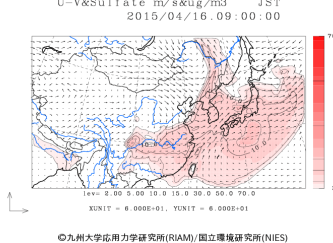


図6 硫酸塩エアロゾルの推定分布

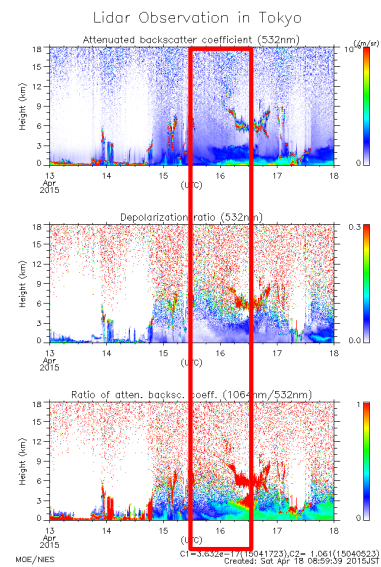


図7 新宿御苑ライダーデータ

参考文献

- (1) Nakajima *et al.*, (1996) Appl. Optics, 35, 2672-2686.

謝辞

本研究の一部は、東京理科大学特定研究助成金共同研究(2013-2014年度、代表 三浦和彦)の助成を受けて行われた。この場を借りて深く御礼申し上げる。

*連絡先:橋口 翔(Sho HASHIGUCHI)、sho_hasshi@yahoo.co.jp