

富士山麓太郎坊におけるエアロゾル数濃度の変動要因

越田勇氣¹, 桃井裕広², 三浦和彦²
1.海城高校, 2.東京理科大学

1. はじめに

PM2.5 などのエアロゾルが環境問題となっている。一部のエアロゾルは人体に影響を及ぼすといわれている。さらに、エアロゾルは太陽光を直接、散乱・吸収することによって地球の反射率(アルベド)を変化させる。また、雲凝結核として働き、アルベドを増加させる効果がある。このように、エアロゾルは地球規模で環境に影響を与え、地球温暖化の重要な要因の一つである。

2. 目的

2016 年夏季に富士山麓の太郎坊観測所でエアロゾルの粒径別数濃度の測定を行った。図 1 に得られたデータの一例を示す。

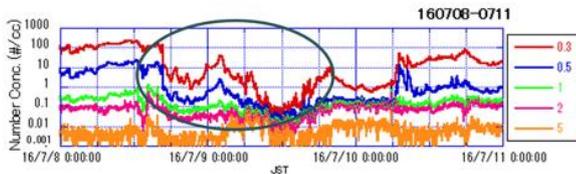


図1 エアロゾル粒径別数濃度の測定例

一番上の線は粒径 0.3 μm 以上の数濃度の推移を示している。図 1 より、0.3 μm 以上の粒子の数濃度が短時間に二桁以上低下していることがわかる。本研究の目的は、このような数濃度の変化の原因を解析することと、その原因による影響を定量化することの二つである。

3. 観測手法

2016 年 7 月 7 日から 8 月 10 日に静岡県御殿場市にある太郎坊観測所(35.332N,138.804E,標高 1290m)で測定されたエアロゾルの数濃度のデータを用いた。観測所の特徴は、周囲を木々に覆われ、風速があまり大きくならないことである。

光散乱式粒子計数器を用いて、粒径 0.3,0.5,1.0,2.0,5.0 μm 以上の粒子数濃度を測定した。また、同様の測定を富士山頂でも実施した。さらに、太郎坊観測所において気温、相対湿度、気圧、降水量、風向、風速の 6 つの気象要素を測定した。

4. 結果・考察

観測期間中に 0.3 μm 以上の粒子数濃度が二桁以上低下したイベントが 9 回見られた。同時に観測された気象データから、降水のあった場合と風速が大きい場合にエアロゾル数濃度が大幅に減少していた。そのため、降水と風速の二つがエアロゾル数濃度の減少原因であると考えた。

9 回のイベントの原因を調べると、降水が原因のものが 4 回、

風速が原因のものが 3 回見られ、降水の発生や風速が大きいたことがイベントの発生要因であるとわかった。

図1のように降水、風速による粒子数濃度の変化は粒径により大きく異なる。そこで、粒径分布 $dN/d\log d$ を用い考察した。

4. 1. 降水イベントの考察

降水が連続し、積算降水量が 1 mm を超えた場合を降水イベントと定義した。降水イベントは 9 回観測された。図 2 に 0.3~0.5 μm の粒子の粒径分布の相対値と積算降水量の関係を示す。横軸に積算降水量、縦軸に降水前の粒径分布に対する相対値を取ったものである。また、グラフにプロットした点は 10 分ごとのデータに対応している。

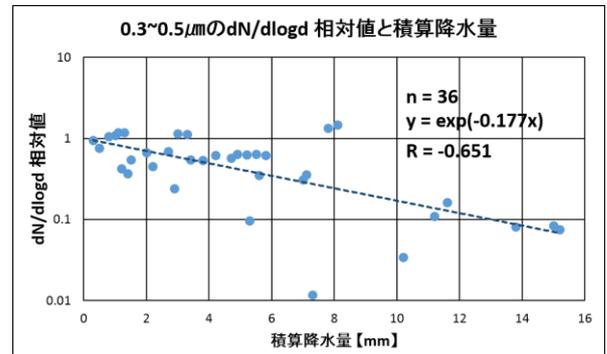


図2 粒径分布と積算降水量の関係

図 2 より、0.3~0.5 μm の粒子では積算降水量が多いほど粒径分布の相対値が減少する傾向が見られた。ほかの粒径について、変化率と相関係数を表 1 に示す。粒径の大きい粒子ではほとんど相関が見られなるとわかる。

表1 粒径別の降水変化

dN/dlogd	変化率	相関係数
0.3~0.5μm	-0.177	-0.651
0.5~1.0μm	-0.124	-0.348
1.0~2.0μm	-0.020	-0.222
2.0~5.0μm	0.014	0.055

4. 2. 風速イベントの考察

風速が 1m/s 以上の時間が 5 時間以上続いた場合を風速イベントと定義した。図 3 に 0.3~0.5 μm の粒子の粒径分布の相対値と風速の関係を示す。0.3~0.5 μm の粒子においては、風速が大きいほど粒径分布の相対値が大きく減少する傾向が見られた。また、そのほかの粒径について、変化率と相関係数を表 2 に示す。どの粒径においても、風速が大きいほど粒径分布の相対値が減少する傾向があること、粒径が小さ

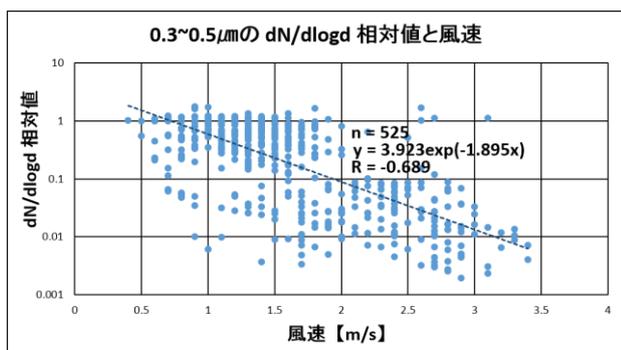


図3 粒径分布と風速の関係

表2 粒径別の風速変化

dN/dlogd	変化率	相関係数
0.3~0.5μm	-1.895	-0.692
0.5~1.0μm	-1.618	-0.709
1.0~2.0μm	-1.035	-0.671
2.0~5.0μm	-0.857	-0.632

いほど粒径分布の相対値の変化率が大きいことがわかる。

さらに、風速ではどの粒径においても相関係数が 0.6 以上であったことから、風速については粒径ごとの差異を考察することが可能と考えた。

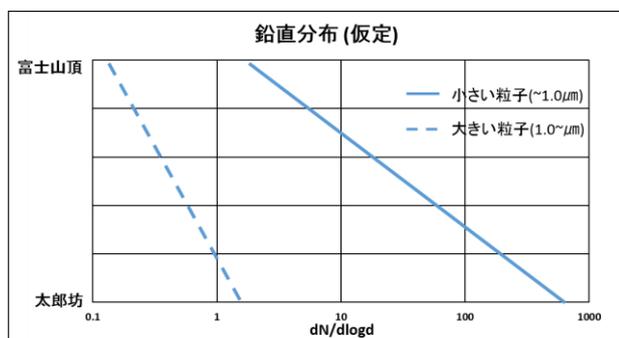


図4 粒径分布の鉛直分布

風速が大きい場合には鉛直方向の拡散が強いと考えられるため、以下の仮定を行った。

仮定 1: どの粒径の粒子も高度が高くなるほど粒径分布の値が減少する。

仮定 2: 粒径の小さい粒子のほうが大きい粒子に比べ減少率が大きい。

これをグラフにしたものが図4である。

図4のような鉛直変化をしていた場合、鉛直拡散が起こった際に、粒径の小さな粒子ほど減少するので、観測結果を再現することができる。

そこで、山頂で計測したエアロゾルの粒径分布のデータと比較を行った。まず、今回の観測期間内の粒径分布の平均値を比較した(表3)。

太郎坊よりも富士山頂のほうがどの粒子においても粒径分布が小さいこと、粒径の比較的小さい粒子(0.3~1.0 μm)のほうが大きい粒子(1.0~5.0 μm)に比べて粒径分布の減少率が

表3 粒径別のdN/dlogdの高度差

dN/dlogd	太郎坊	富士山頂	山頂/太郎坊
0.3~0.5μm	325.228	67.076	0.206
0.5~1.0μm	12.631	2.399	0.190
1.0~2.0μm	0.503	0.282	0.560
2.0~5.0μm	0.301	0.175	0.581

大きいことがわかる。

次に、風速イベントの期間中における太郎坊と富士山頂での 0.3~0.5 μm の粒子の dN/dlogd の相対値の関係をグラフにしたものが図5である。

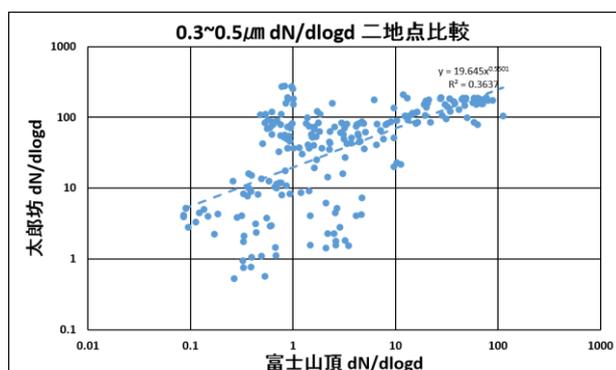


図5 粒径分布の高度変化

太郎坊と富士山頂の dN/dlogd に正の相関があることがわかる。これは太郎坊で粒径分布が減少すると、富士山頂でも減少するという傾向を示唆している。このことから、山頂よりもさらに上空まで鉛直拡散が行われているか、エアロゾル濃度の低い空気塊の流入が起こっていると考えられる。

5. まとめ

太郎坊で測定した数濃度が大きく減少するイベントの原因は降水が連続する場合と風速が大きい時間が長く続く場合であるとわかった。小さい粒子では積算降水量が大きいほど dN/dlogd が大きく減少が、大きい粒子では相関がないこともわかった。また、風速による影響についてはどの粒径においても風速が大きいほど dN/dlogd が減少し、粒径の小さい粒子のほうがより大きく減少する傾向が見られた。これらから、エアロゾルの粒径分布の鉛直分布は粒径に依存すると考えられ、山頂のデータとの比較はこれを支持した。

謝辞

本研究は東京理科大学グローバルサイエンスキャンパスの活動として行った。この場を借りてお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 藤田慎一、三浦和彦、大河内博、速水洋、松田一秀、桜井達也、「越境大気汚染の物理と化学」、成山堂書店、2014年3月28日