

## P-07: 富士山太郎坊と山頂におけるエアロゾル粒径分布の変動および霧による影響

堀 周、関山 舞、上田紗也子、三浦和彦  
東京理科大学

### 1. はじめに

エアロゾルは大気中に浮遊する直径数 nm から数  $\mu\text{m}$  の微粒子である。エアロゾル粒子による太陽放射の光散乱効果を考慮する上で、粒子のサイズと濃度、およびその変化要因を理解する必要がある。本研究では、自由対流圏内に位置する富士山頂とその山麓(太郎坊)での観測によりエアロゾルの粒径分布の変動要因について数値計算を用いた検証を行った。

### 2. 測定および解析方法

2012年7月から8月に、富士山測候所(標高3776 m)と山麓の太郎坊(標高 1300 m)で観測を行った。外気を拡散ドライヤーで 20%以下に乾燥させ、走査式粒子粒径分布計測器(山頂 SMPS; 3034, TSI 社製, 10-453 nm, 太郎坊 DMA; 3080, TSI 社製 + CPC; 3025, TSI 社製, 3.9-107 nm)と光散乱式粒子計数器(OPC; KR12, RION 社製 >0.3, 0.5, 0.7, 1, 2, 5  $\mu\text{m}$ )を用いて数ナノメートルから数ミクロンのサイズの粒径分布を測定した。また、山頂に設置されているライブカメラを用いて山頂の測候所周辺の雲の有無を調べた。

エアロゾル粒径分布は対数正規分布の峰(モード)の足し合せによって表すことができる。粒径分布の一時間平均値に対し、3 山または 4 山の対数正規分布によりフィッティングを行い、モード粒径およびモード毎の粒子数濃度の変動を確認した。ここでは、30 nm 以下を核生成モード、30 nm~85 nm をエイトケンモード、85 nm 以上を蓄積モードと定義した。

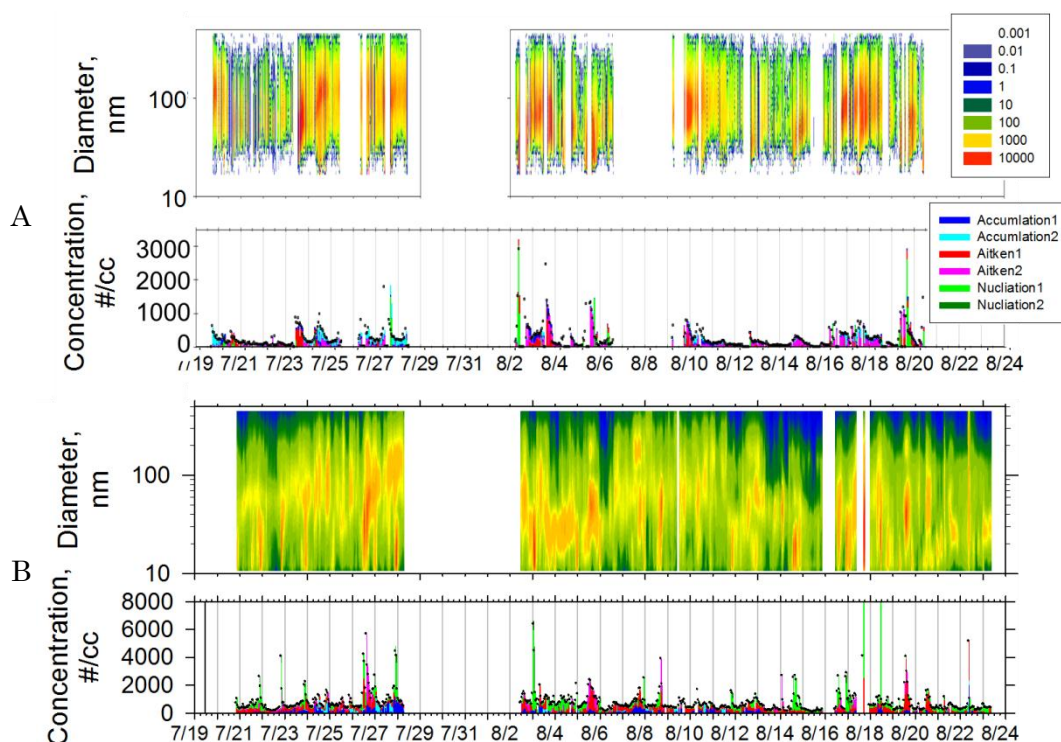


図1 太郎坊(A)と富士山頂(B)における粒径分布

### 3. 太郎坊および山頂のエアロゾル粒径分布の変動

山頂と太郎坊の両方で、エイトケンモード粒子の個数濃度が卓越していた。また、二つのエイトケンモード、または二つの蓄積モードを有する四つ山の粒径分布が多く見られた。エイトケンモードから蓄積モードにかけて、半日から一日の時間スケールで粒径が大きくなる様子が多く見られた。顕著な変化があり、且つ後方流跡線により気塊の変化がない期間についてフィッティングにより得られたモード粒径の変化の一部を例として表1に示す。なお、表1以外にも成長は多く見られた。

表1 顕著な粒子成長が見られた期間と粒径の変化

太郎坊		富士山頂	
期間	粒径	期間	粒径
7/22 21:00 ~ 7/23 22:00	32 nm ~ 71 nm	7/24 1:00 ~ 7/24 21:00	63 nm ~ 112 nm
7/24 00:00 ~ 7/25 00:00	60 nm ~ 78 nm	7/27 8:00 ~ 7/27 14:00	88 nm ~ 112 nm
8/3 18:00 ~ 8/4 00:00	66 nm ~ 71 nm	8/5 14:00 ~ 8/5 20:00	49 nm ~ 55 nm

### 4. 凝集および雲過程を考慮した粒子成長の見積もり

富士山頂で観測された 7/27 の蓄積モード粒子の成長（表1）について、粒子同士の凝集を考慮した数値計算から、説明が可能であるか検証を行った。初期粒径 88 nm の粒子に対し、数値計算の結果を図2に示す。まず、粒子サイズを乾燥粒径のまま凝集を仮定したところ、ほとんど粒径に変化はみられなかった。一方、観測では乾燥粒子のサイズ・濃度を測定しているが、高濃度の大气中では粒子のサイズは大きくなり得る。7/27 の山頂付近には、近くに雲が多く存在しており、観測された気塊は雲を経験した可能性が高い。そこで、粒子が雲粒サイズに成長した際に凝集する過程を考慮し、雲粒が乾燥した後の粒子直径を見積もった（図2）。雲過程を考慮した場合には、数時間で数十 nm の成長が可能であり、雲粒のサイズが大きいほど成長速度が速いことが示された。

以上のように、エアロゾル粒子が 1  $\mu\text{m}$  程度の雲粒に成長した際の雲粒併合過程を考慮することで、観測された蓄積モード粒子の粒子成長速度を再現することができた。

### 5. まとめ

富士山頂と太郎坊で観測されたエアロゾル粒径分布によれば、エイトケンモードと蓄積モード粒子の卓越した四つ山の粒径分布が期間中多く、そのモード粒径が一日程度継続して成長する様子がしばしば見られた。数値計算を用いて成長要因を検討したところ、雲を介した凝集・併合過程を考慮することで、観測に近い成長速度を再現することができた。太郎坊および山頂では、霧が発生すること、または雲に非常に近いことが多かった点でも、雲を介した粒子成長過程は、本観測で多く見られたエイトケンモードと蓄積モード粒子の粒径変化を説明する有力なプロセスと考えられる。

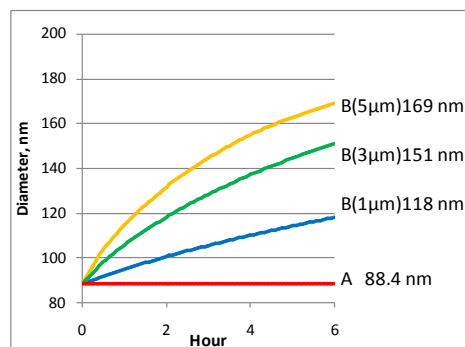


図2 凝集による粒子サイズの時間変化。(A)乾燥粒径の凝集(B)雲過程を考慮した凝集。雲粒サイズを 1, 3, 5  $\mu\text{m}$  に仮定して計算した。