

# 太郎坊における新粒子の生成と成長について

堀井憲一、片岡良太、渡辺彩水、中原勇希、岩本洋子、三浦和彦（東京理科大学）

## 1. はじめに

エアロゾルは、地表面や海面から直接粒子として放出される1次粒子と、気体が凝縮や化学反応することで粒子が生成する2次粒子がある。この2次粒子が生成することを新粒子生成(NPF)と呼び、大気中のエアロゾル濃度に大きく影響を与えている。

新粒子生成のプロセスとして、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、揮発性有機化合物(VOC)などが、オゾンやOHラジカルによる酸化を経て低揮発性になり凝縮や化学反応することによって2次粒子が生成する。 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ は主に人為起源によるものであり、VOCについては人為起源と森林などからの生物起源(BVOC)がある。オゾンやOHラジカルが生成するためには紫外線が必要であり、太陽の日射が新粒子生成に強く影響していることが考えられている。

本研究では、これまでにデータ数が少ない富士山山麓の太郎坊(35.332N 138.804E 海拔1290m)で粒径分布の観測を行った。山岳地域かつ森林地域である太郎坊での新粒子生成と粒子の成長がどのような気象条件と前駆気体濃度で起こりやすいのか解明することが主な目的である。

## 2. 方法

観測方法については、2014年7月3日から8月28日の期間で、吸入した空気を拡散ドライヤーに通し相対湿度30%以下に乾燥させた後、空気を2つに分岐し走査型移動度粒径分布計測器(SMPS)と光散乱式粒子計数器(OPC)に流入させ粒径分布を測定した。また谷風によって運ばれてくる前駆気体( $\text{SO}_2$ 、 $\text{Ox}$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ )の濃度を把握するため御殿場市役所(35.308N 138.934E)に設置されているそらまめ君のデータを参考にした。

解析方法については、粒径分布を対数正規分布でフィッティングすることにより粒径分布のモード径を求め、その大きさによって

- (i) 30nm以下：核生成モード
- (ii) 30-85nm：エイトケンモード

## (iii) 85nm以上：蓄積モード

の3つに分類した。またモード径の時間変化をみることで粒子の成長速度を計算した。また既存粒子による前駆気体分子の除去率を示す Condensation sink (CS)<sup>(1)</sup>と、新粒子生直後に生じた粒子の除去率を示す Coagulation sink (CoagS)<sup>(1)</sup>という粒径分布から計算できる2つの値を求めた。この値が高いほど新粒子生成は起こりにくい。新粒子生成の判別は

- ① 20nm以下の粒子数濃度が朝方までの低濃度時より明らかに上昇する
- ② 濃度上昇時間が3時間以上継続したものの2つを定義として行った。

## 3. 結果・考察

例として7月10日から7月16日におけるNOAAのHYSPLITから得たエアマスの由来、CS、CoagSの値、SMPSの粒径分布のグラフを以下に示す。図1より、夏期太郎坊では、ほぼ毎日エアマスの由来によらず午前中に新粒子生成を観測することができた。新粒子生成直前はCS、CoagSの値が低く、新粒子生成に適した環境であることが分かった。

また粒子成長について日射がある場合とない場合を図2、3で比較した。日射はスカイラジオの直達光

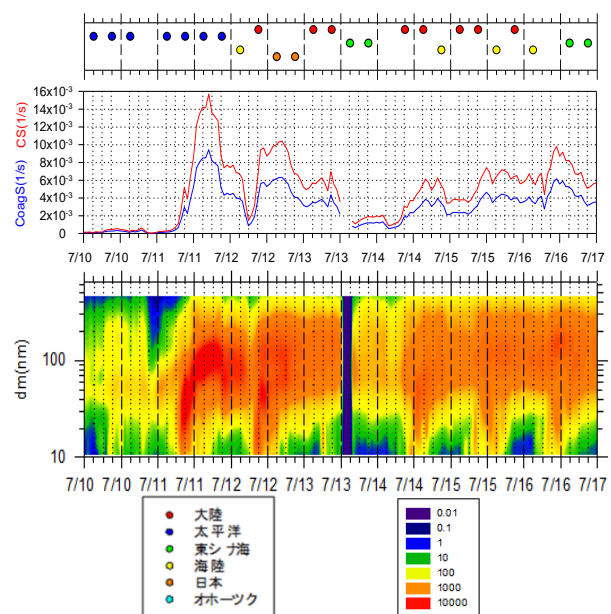


図1. 7月10日から7月16日の各データ

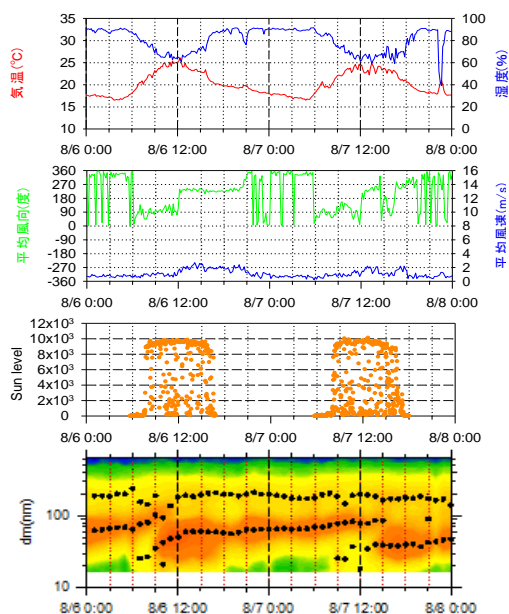


図 2. 日射がある場合の例 (8/6,8/7)

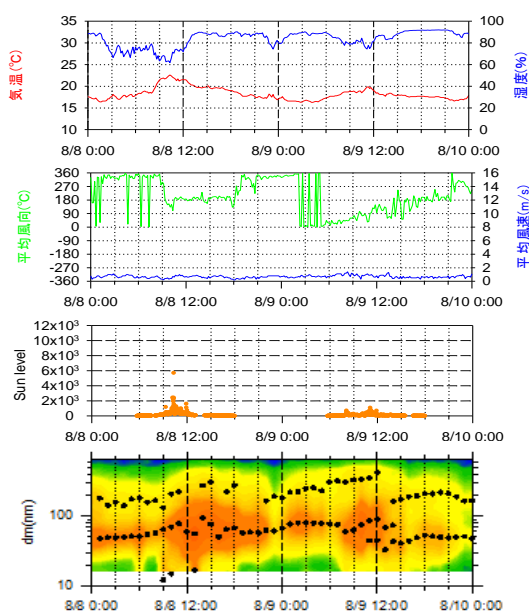


図 3. 日射がない場合の例 (8/8,8/9)

表 1. 各粒子の成長速度 (nm/h)

成長率 (nm/h)	核生成モード	エイトケンモード	蓄積モード
日射あり	2.2-15.6 (15例)	0-19.6 (7例)	0-28.8 (3例)
日射なし	5.3-11.7 (4例)	0-15.3 (17例)	0-19.2 (14例)

表 2. 新粒子の成長の有無と前駆気体濃度

	日射	粒子の成長	SO <sub>2</sub>	O <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>
8月16日	○	×	並	低	やや低	低
8月17日	○	×	並	低	やや低	低
8月3日	×	○	高	低	高	高
8月24日	×	○	高	やや高	高	高
8月25日	×	○	高	やや低	やや低	やや高

強度が $8 \times 10^3$ を超えたときを日射ありと判断した。粒径分布のグラフの黒点はモード径の値である。

また、太郎坊における粒子の成長速度は表 1 のようになった。成長開始時のモード径の大きさで3つのモードに分類した。図 2、図 3、表 1 より、日射あり、日射なしの場合も午前中、山風から谷風に変化し気温の上昇と湿度の下降が起こる。その時新粒子生成が起こることが多かった。また日射ありの方がどのモードも成長速度は速く、核生成モードの粒子が成長する日が多かった。一方、日射なしではエイトケンモード、蓄積モードの大きい粒子がさらに成長することが多かった。

次に、新粒子生成でできた核生成モードの粒子について日射ありでも粒子が成長しなかった日と、日射なしでも粒子が成長した日の前駆気体濃度を8月の平均濃度と比較したものが表 2 である。これより、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>が高濃度であれば日射なしでも粒子の成長が見られ、谷風の前駆気体が粒子成長に影響していることが考えられる。

#### 4. まとめ

夏期の太郎坊では、エアマスの由来や日射の有無によらず新粒子生成がほぼ毎日日中に起こっていた。その後の粒子成長としては、日射ありの方が核生成モードの粒子が成長していたことが多く、凝集による成長が考えられる。また日射なしの方がエイトケンモードや蓄積モードの大きい粒子がさらに成長することが多かった。成長速度はどのモードでも日射ありの方が速かった。また、新粒子生成でできた核生成モードの粒子の成長には SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>が高濃度であることが好条件だと考えられる。

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、科研費基盤研究 C (25340017)、東京理科大学総合研究機構山岳大気研究部門 2014 年度活動経費・活動補助費の助成により行われた。

参考文献

- (1) Kulmala et al., On the formation, growth and composition of nucleation mode particle, Tellus (2001), 53B, 479-490