

## 2016-2017 年における富士山麓の新粒子生成

大塚拓弥<sup>1</sup>, 佐藤丈徳<sup>1</sup>, 五十嵐博己<sup>1</sup>, 森樹大<sup>1</sup>, 三浦和彦<sup>1</sup>

1. 東京理科大学

### 1. はじめに

新粒子生成(New Particle Formation; NPF)の主なメカニズムは、二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)や窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)、揮発性有機化合物(VOC)などの前駆気体がオゾンやヒドロキシラジカルなどにより酸化され、酸性物質又は低揮発性物質になり、さらに様々な化学反応をすることによって二次粒子が生成される。

しかし NPF のメカニズムは複雑なため、正確な理解は難しい。そこで本研究では山岳地域の NPF のメカニズムを解明するため、富士山麓にある太郎坊(海拔 1290 m, 35.332 °N, 138.804 °E)で観測を行った。

### 2. 解析手法

2016 年から 2017 年にかけて太郎坊における観測状況を表 1 に示す。全観測日数は 141 日である。

表 1 2016-2017 年の太郎坊における観測状況

季節	観測期間(年/月/日)	観測日数	使用可能日数
冬	2016/12/23~2017/2/28	68日	65日
春	2017/3/1~2017/4/16	47日	39日
夏	2017/8/5~2017/8/22	18日	16日
秋	2017/9/21~2017/10/12	22日	21日

相対湿度が高いとエアロゾル粒子は吸湿成長するため、試料空気を拡散ドライヤーに通し 30 %以下に乾燥させた。温湿度計測器を拡散ドライヤーの下流に設置することで相対湿度を確認した。その後、微分型移動度分級器(Differential Mobility Analyzer; DMA 3081)でエアロゾル粒子を分級し、凝結粒子計数器(Condensation Particle Counter; CPC 3775)で粒子数濃度をカウントすることで粒径分布を得た(図 1)。

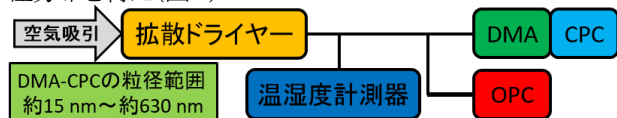


図 1 粒径分布の観測システム

太郎坊近辺の大気成分を見るために環境省のそらまめ君の観測局のデータ(SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>x</sub>(光化学オキシダント))を用いた(図 2)。また谷風による前駆気体の輸送を考慮するため、太郎坊に風向 22 °~202 °の角度で吹く風を谷風と定義した<sup>1)</sup>(図 2)。さらに、Condensation Sink (CS) (気体分子の既存粒子への凝結による除去率)は粒径と粒子数濃度に依存する。この NPF の起こりにくさを示す指標も用いた。



図 2 太郎坊と観測局及び谷風の定義

NPF イベント(以下イベントと呼ぶ)を、25 nm 以下の粒子数の高濃度状態が 1 時間以上継続し、粒子成長を伴うものと定義し、以下の 4 つに分類した<sup>2)</sup>。

(1) Apple type (A 型) は成長率などのパラメータが得られ、粒子が 25 nm を超えて成長しないが、成長が 1~2 時間観測されるイベントをいう(図 3)。

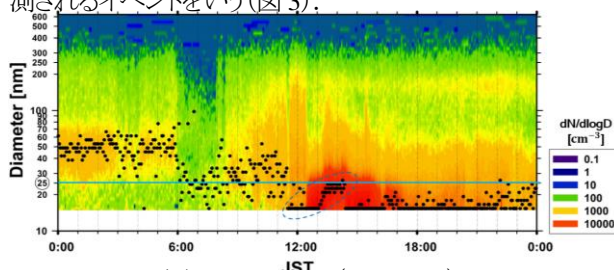


図 3 Apple type (2017/2/10)

(2) Banana Short type (BS 型) は成長率などのパラメータが得られ、粒子が 25 nm を超えて成長し、成長が 2~4 時間観測されるイベントをいう(図 4)。

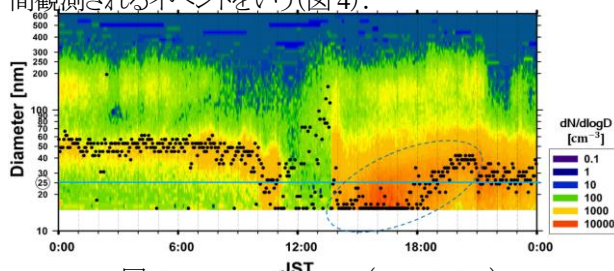


図 4 Banana Short type (2016/12/27)

(3) Banana Clear type (BC 型) は成長率などのパラメータが得られ、粒子が 25 nm を超えて成長し、成長が 4 時間以上観測されるイベントをいう(図 5)。

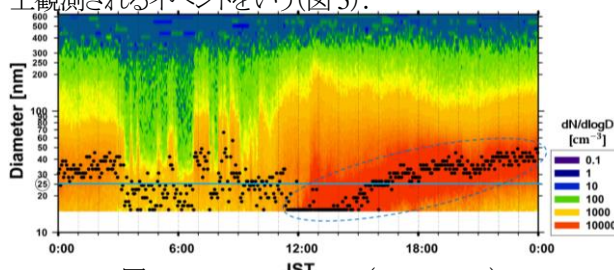


図 5 Banana Clear type (2016/12/24)

(4) Banana Unclear type (BU 型) はモード径のばらつきが多く、成長率などのパラメータが得られないイベントをいう (図 6)。

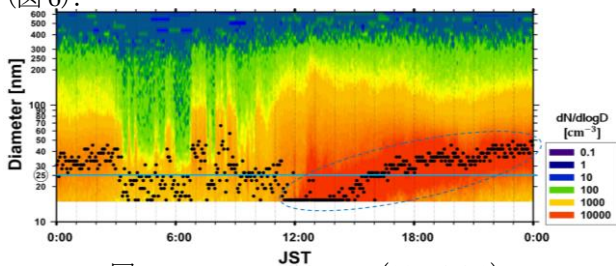


図 6 Banana Unclear type (2017/1/10)

### 3. 結果・考察

イベントは 141 日中 90 回観測され、BC 型 (46 回)、BU 型 (35 回)、BS 型 (8 回)、A 型 (1 回) の順で多くみられた。春は BC 型 (51.9 %)、秋は BU 型 (60.0 %)、冬は BC 型 (60.4 %) が多く、夏の観測ではイベントは見られなかった (図 7)。

2017 年夏の観測期間中の降雨日は 16 日中 11 日 (68.8 %) であり、2016 年の 8 月の観測期間 18 日中 9 日 (50.0 %) の時と比較すると長期間で雨が降っていたことが分かった。

イベントの観測結果の一例を図 8 に示す。イベント発生前はイベントが観測されない時と比較すると、前駆気体である SO<sub>2</sub> や NO<sub>x</sub> の濃度は高かった。また Ox は濃度の上昇時にイベントが発生しているのが見られた。以上から、太郎坊のイベントは下方からの輸送と関連があることが考えられる。

そこで谷風と前駆気体との関連性を見ると、イベント 90 回中 82 回谷風が吹いていた (図 8 にイベント発生前に谷風が吹いている一例を示す)。谷風が吹いているイベントにおいて前駆気体の変動 (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> の増減) と Ox の上昇が見られた。よって、太郎坊におけるイベントと谷風による前駆気体の輸送との関連が示された。

一方、谷風が吹いているにもかかわらずイベントが観測されない時もあり、その時は雨が降っていたことが原因の一つとして挙げられる (39.5 %)。

気象条件との関係を見るとイベントは雨が降っていない日 (90 回中 68 回) に多かった。降雨中は大気中の前駆気体が減るためイベントが起こりにくくなることが考えられた。

図 9 に雨が降っている日にイベントがあった一例を示す。雨が降っていると、CS の値が下がるのが確認できる。これは、降雨によって既存粒子が除去され新粒子が生成しやすい大気状態だったことが考えられる。よって、イベント直前に雨が降るとイベントが発生しやすいことが示唆された (37 回中 24 回)。

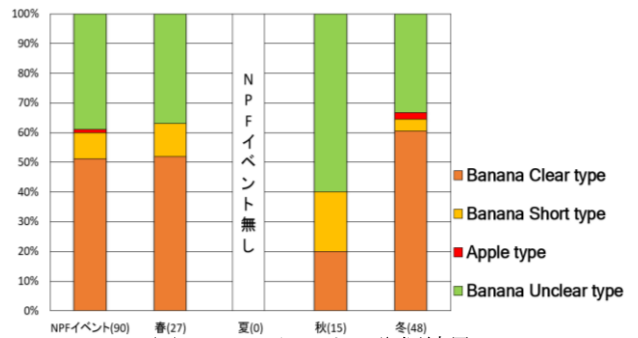


図 7 NPF イベントの分類結果

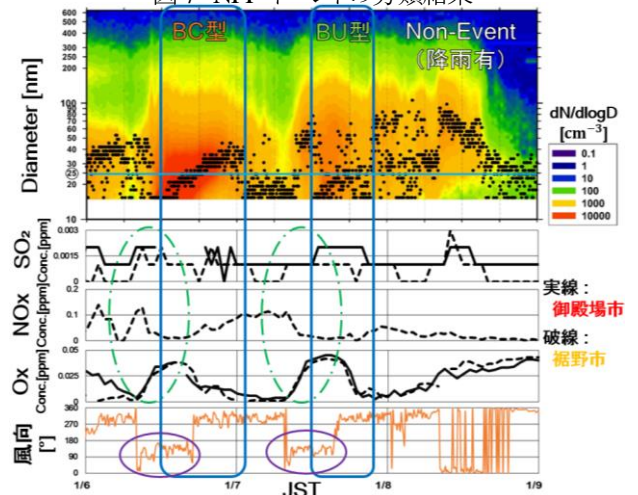


図 8 粒径分布と大気成分及び風向 (2017/1/6-8)

長方形で囲まれた部分をイベント発生時間とする。大気成分の高濃度・谷風を各々破線・実線の丸で示す。

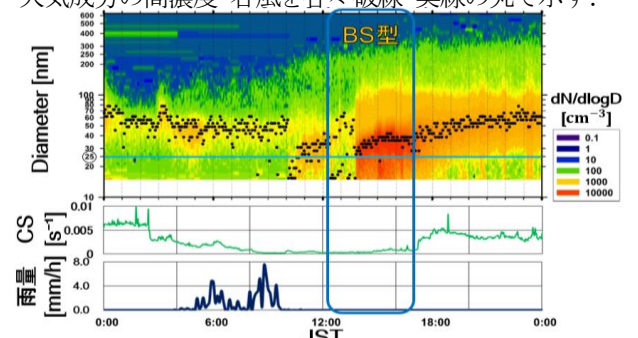


図 9 粒径分布と CS 及び雨量 (2017/9/22-23)

### 4. まとめ

富士山麓の太郎坊で観測されたイベントは 141 日中 90 回 (60.8 %) あり、春は BC 型、秋は BU 型、冬は BC 型が多く発生していた。イベントは前駆気体や Ox が谷風によって輸送されることにより発生していることが示唆された。また、イベント直前に雨が降ると、イベントが発生しやすくなることも示唆された。

### 参考文献

- 1) 小西理愛, 2015-2016 年の富士山における新粒子生成に関する考察, 卒業論文, p9,17, 2016
- 2) 佐藤丈徳, 東京スカイツリーで観測された新粒子生成, 卒業論文, p8-9, 2016