

富士山麓太郎坊における新粒子生成の経年変化

荻原大樹¹, 五十嵐博己¹, 佐藤丈徳¹, 桃井裕広¹, 山脇拓実², 森樹大¹, 三浦和彦¹, 大河内博²

1. 東京理科大学, 2. 早稲田大学

1. はじめに

エアロゾルは大気中に存在する微粒子のことで、粉塵、煙、ミスト、大気汚染物質などがあり、気候や人体へ大きな影響を及ぼす。エアロゾルには粒子が直接太陽光を吸収、散乱することで大気の放射強制力に影響を与える直接効果と、粒子が雲凝結核として雲を形成し、その雲によって間接的に太陽光を吸収、散乱させる間接効果がある。

このエアロゾルには生成過程の違いから分類することができ、海面から生成した海塩粒子や地上からの土壌粒子など粒子として大気中に放出されるものを一次粒子という。一方で、ガス状物質として放出されたものが、大気中で凝縮し粒子化して形成されるものが二次粒子である。そして二次粒子の前駆気体の種類によって、形成されるエアロゾルを分類することもでき、SO₂やNO_x、O_xが前駆気体である無機エアロゾル、揮発性有機化合物(VOC)を前駆気体とするものを有機エアロゾルという。

このような凝集、凝結を伴う二次粒子の生成過程を新粒子生成(New Particle Formation ; NPF)という。NPFによりNucleation mode (粒径約 25 nm 以下の範囲)のエアロゾルの個数濃度は大幅に増加し、生成された粒子の一部は雲凝結核に寄与する粒径範囲 (数十nm～数百nm)まで成長する。放射強制力を考慮する上で NPF は無視できないメカニズムであり、気候に重大な影響を与える。しかし、NPF やその後の成長メカニズムは多様な化学種が関与し多段階的な反応を経るため実験的・観測的な理解は乏しい。そのため様々な場所で大気観測を行うことが重要とされる。

本研究では、富士山麓太郎坊において 2014 年から 2018 年の夏季にエアロゾル個数濃度分布の観測を行った。

2. 手法

2.1 観測場所、装置

2014 年から 2018 年の夏季富士山麓太郎坊 (138.804E, 35.332N, 1290 m a.s.l.)においてエアロゾル個数

濃度分布を測定した。観測システムは、外気をインレットより吸引し、エアロゾルの湿度特性を考慮し相対湿度を 30%以下に維持するため拡散ドライヤーを通した。このとき、温度・湿度を確認するために拡散ドライヤーの下流に温湿度計測器 (HygroPalm3) のセンサーを設置した。拡散ドライヤーを通過した試料大気は微分型移動度分級器(Differential Mobility Analyzer; DMA)で粒子を分級後、凝結粒子計数器 (Condensation Particle Counter; CPC)にてエアロゾル個数濃度分布を測定した。(図 1)

2.2 新粒子生成(NPF)イベントの定義

イベントの発生を判断する際の基準として以下の定義を設けた。

- [1] 25 nm 以下の粒子が 1 時間以上存在し、成長を伴うもの
- [2] 粒子数の高濃度状態が 1 時間以上継続するもの

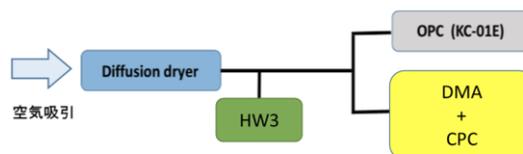


図 1 富士山麓太郎坊における観測装置概要

3. 結果と考察

図 2 に 2014 年から 2018 年における富士山麓太郎坊での NPF イベント発生率の月別推移を示す。

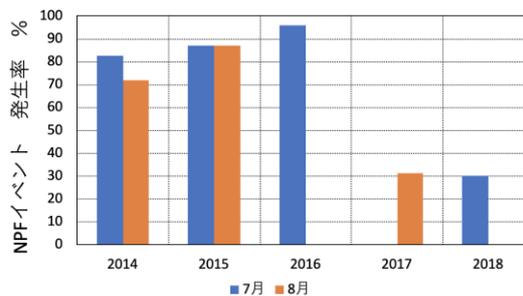


図 2 NPF イベント発生率の月別推移

図から 2017 年以降に NPF イベントの頻度が極端に減っていることがわかる。

イベントの発生要因として、そらまめくんで観測している富士山麓周辺の市街地からのSO₂などの無機エアロゾルの前駆気体が谷風によって輸送される(大塚,2017)と示唆されていたが、太郎坊周辺の市街地である御殿場市での 2014 年から 2018 年の同時期における前駆気体濃度に大きな変化はなかった。

例として 2014 年と 2018 年の SO₂ と O_x 濃度の比較図を示す。

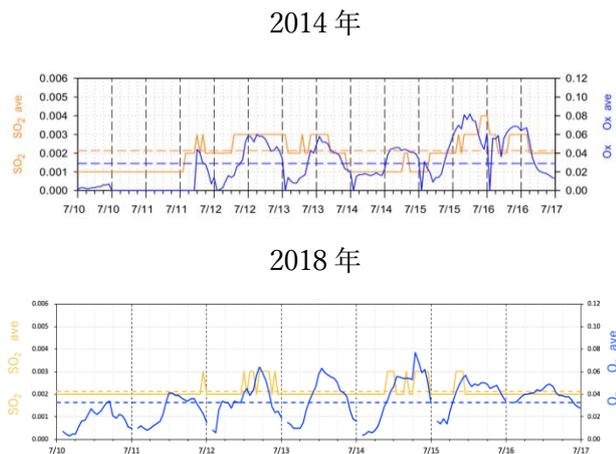


図 3 御殿場市で測定した 2014 年と 2018 年の

SO₂・O_x濃度比較

しかしながら、御殿場市観測局と富士山麓太郎坊には約 13km の距離があり、富士山周辺の地形的や市街地の建造物の遮蔽によって、前駆気体が確実に輸送されている明確な証拠はない。

そこで本研究では、太郎坊と距離が近く建物や地形による影響を受けない植物起源揮発性有機化合物(BVOC)に焦点をおいた。

早稲田大学大河内研究室から BVOC の濃度データを提供していただき、25 nm 以下の粒子数と比較した。

日中での BVOC の大半を占めるイソプレンとは 800 pptv 程度までは正の相関が、それ以降は負の相関が見られた。⁽¹⁾ また夜間ではイソプレンの放出が減少するため、モノテルペン 5 種(α -pinene, myrcene, β -pinene, delta-carene, limonene)との比較を行った。

結果はイソプレンよりも明瞭な正の相関が見られた。

要因として夜間は日中に比べ、山谷風によるその他前駆気体の影響を受けにくいことが考えられる。⁽²⁾

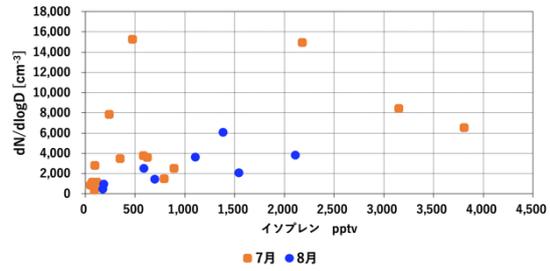


図 3 2014 年から 2018 年のイソプレン濃度と粒子数濃度の関係

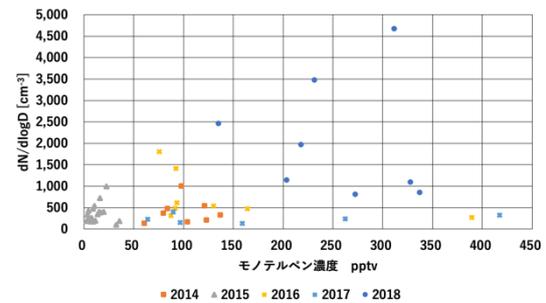


図 4 2014 年から 2018 年のモノテルペン濃度と粒子数濃度の関係

4. まとめ

2014 年から 2018 年での富士山麓太郎坊での新粒子生成の経年変化の解析を行った。

その結果、2017 年以降 NPF イベントの極端な減少していることがわかった。御殿場市における無機エアロゾルの前駆気体濃度には変化がない一方で、有機エアロゾルの前駆気体である BVOC 濃度は日中、夜間共にイベントとの相関が見られた。

謝辞

本研究は早稲田大学大河内研究室から揮発性有機化合物の観測データを提供のもと行われました。この場を借りてお礼申し上げます。

参考文献

- 1) Tunved, P., et al, High Natural Aerosol Loading over Boreal Forests, Science, 312, 261-263(2006)
- 2) Jung J., et al., Atmos. Chem. Phys., 13, 51-68, 2013