

P-11: 2015-2016 年の富士山における新粒子生成に関する考察

小西理愛¹, 片岡良太¹, 桃井裕広¹, 岩本洋子¹, 三浦和彦¹

1. 東京理科大学

1. はじめに

大気エアロゾルは、太陽光を直接散乱・吸収する直接効果、雲凝結核となることで雲の放射特性を変える間接効果などにより放射収支および気候に影響を与える。ところが、IPCC AR5(気候変動に関する政府間パネル第5次報告書)によると、この影響についてはまだ不確定性が大きく、わかっていないことが多い。大気エアロゾル粒子の濃度は、気体の化学反応によって粒子が生成される新粒子生成(NPF)に大きく影響されるが、その理論的な予測は難しく十分な理解がなされていない。NPFには様々な気象要素が密接に関係しているため、本研究は、粒子数濃度と複数の気象要素を観測し、その関連を見出すことを目的とした。

観測場所として富士山山麓にある太郎坊を選んだのは、ここが山岳地域かつ森林地域であるゆえ、世界各地の山岳地域において見られた谷風条件下での NPF を確認し、また森林地域において季節ごとの比較をすることでBVOC(生物起源揮発性有機化合物)の NPF への影響について考察することができるためである。これまで太郎坊では、堀井(2015)¹が2014年7月～12月、須藤(2016)²が2015年1月～8月のデータを解析し、降水時以外は日中ほぼ毎日 NPF イベントが発生することを報告している。本研究では2015年11月～2016年8月のデータを解析した。さらに、自由対流圏にある富士山山頂での観測結果と比較することで、エアロゾルの山岳輸送のメカニズムを探ることも本研究の目的とした。

2. 研究方法

データとしては、富士山山麓にある太郎坊(35.332N, 138.804E, 海拔1290m)において2015/10/31～2016/8/3に観測したものと、富士山山頂(35.360N, 138.730E, 海拔3776m)において2016/7/14～2016/8/3に観測したものをを用いた。2地点それぞれにおいて、走査型移動度粒径分布計測器(SMPS, TSI xxxx)によって粒子数濃度を、気象計により風向・風速・気温・湿度・気圧・降雨量を計測し、風向は22°～202°の角度で吹く風を谷風、それ以外の角度で吹く風を山風と分類した。またスカイラジオメータ(Predex POM-02)により計測した直達光強度をグラフ化し、Sun level が 8×10^3 を境界の目安として、それ以上だったときを日射あり、それ以下だった時を日射なしと判断した。

NPF イベントの定義は、①約25nm以下の粒子数濃度が朝方より明らかに上昇する、②比較的高濃度である状態が3時間以上継続している、の双方を満たすものとした。

3. 結果、考察

太郎坊における月ごとの NPF イベントの発生率を表1に示す。得られたデータからは季節による明瞭な変化を見ることができなかった。

表1 太郎坊における月ごとの新粒子生成											
月	2015年11月	2015年12月	2016年1月	2016年2月	2016年3月	2016年4月	2016年5月	2016年6月	2016年7月	2016年8月	計
データ取得日数	30	26	31	13	14	13	0	0	24	6	157
NPF 発生日数	22	24	29	10	12	8			17	6	128
NPF 発生率	0.73	0.92	0.94	0.77	0.86	0.62			0.71	1.00	0.81

日射量の多い日はバナナシェイプ型の粒径分布がみられ、NPF イベントが発生している(図1)。また、山風(北東の風)から谷風(南西の風)に変わっている午前～正午頃に NPF イベントが開始する日が多かった(図2)。これらを集計しまとめたものが表2である。日射があり谷風である時の NPF イベントの発生確率は極めて高かった。また、太郎坊において夜間に NPF イベントが発生するケースは少なかった。

表2 日射の有無・風向でみた、太郎坊におけるNPF発生の確率											
月	2015年11月	2015年12月	2016年1月	2016年2月	2016年3月	2016年4月	2016年5月	2016年6月	2016年7月	2016年8月	計
NPF発生日数[日]	22	24	28	10	12	8	17	6	127		
日射有り[%]	78				100	78	91	100	89		
谷風時[%]	79	89	89	80	86	62	83	100	84		
日射有又は谷風[%]	73				85	62	76	100	79		
日射有かつ谷風[%]	100				100	78	100	100	96		

降水中は粒径に関わらず全体的に粒子数濃度が少なくなる(図1)。これは、大気中の粒子が洗い流されるためと考えられる。また降水直後の NPF イベントの有無を調べたところ、降水イベント19回に対し直後の NPF イベントは12回(63%)であった。さらに夜157回の間に観測された NPF イベントは11回だが、このうち5回は降水直後だった。以上より NPF の発生しにくい夜間を含め降水直後は NPF イベントがみられることが多いといえるが、これは、大気中の粒子が非常に少なくなっている降水直後は、粒子が生成されやすくなっているためだと考えられる。

山頂・山麓間の大気輸送については風向と粒子数濃度から、高濃度粒子の移動があったと思われる期間で考察した。データ取得期間において、山麓から山頂に吹く風による粒子の輸送と考えられる現象を顕著に見ることはできなかったが、7/27 は、普段であれば粒子数濃度が低くなっている未明に粒子数濃度が突出して高い現象が両地点で見られた

(図3). 実際に観測された風速は太郎坊において $0.50[m/s]$, 山頂において $2.12[m/s]$ であったが, 2地点間の直線距離と粒子数濃度のピークの時間差から, 考えられる輸送速度を $0.91[m/s]$ と求めた. これは風が山頂から山麓に直線的に吹き下ろしていると仮定した場合であるが, 2地点間の平均風速 $1.31[m/s]$ と大差なく, 気塊が山頂から山麓に移動している現象が発生した事例であると考えることができる.

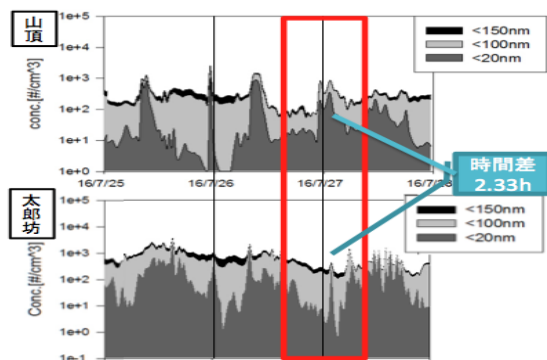


図3 山頂と太郎坊における粒子数濃度

4. まとめ

太郎坊における 2015/10/31~2016/8/3 の観測の結果, デ

ータが取得できた 157 日のうち, NPF イベントが発生した日は 128 日(81%)であった. 取得したデータからは, 粒子数濃度が季節によって変動の様子を見ることができなかったが, 世界各地でも見られた山岳地域における谷風条件下でのイベントを確認することができた. 日射が有り, かつ谷風の時, 非常に発生しやすく, その確率は 98%であった. 降水直後は 63%の確率で発生し, NPF イベントの発生しにくい夜間でも観測されやすくなっていた.

富士山山頂における 2016/7/14~2016/8/3 の観測結果と太郎坊におけるものを比較したところ, 山麓から山頂に吹く風による粒子の輸送と考えられる現象は顕著に見ることができなかったが, 7/27 未明に山頂から山麓に吹く風によって粒子が輸送されたと考えられる現象が見られた.

参考文献

- 1) 堀井憲一(2015). 東京理科大学 2014 年度卒業論文.
- 2) 須藤俊明(2016). NPO 第 9 回成果報告会, 52-53.

謝辞 本研究の一部は栗井英朗環境財団の助成を受けて行われた. この場を借りて深く御礼申し上げる.

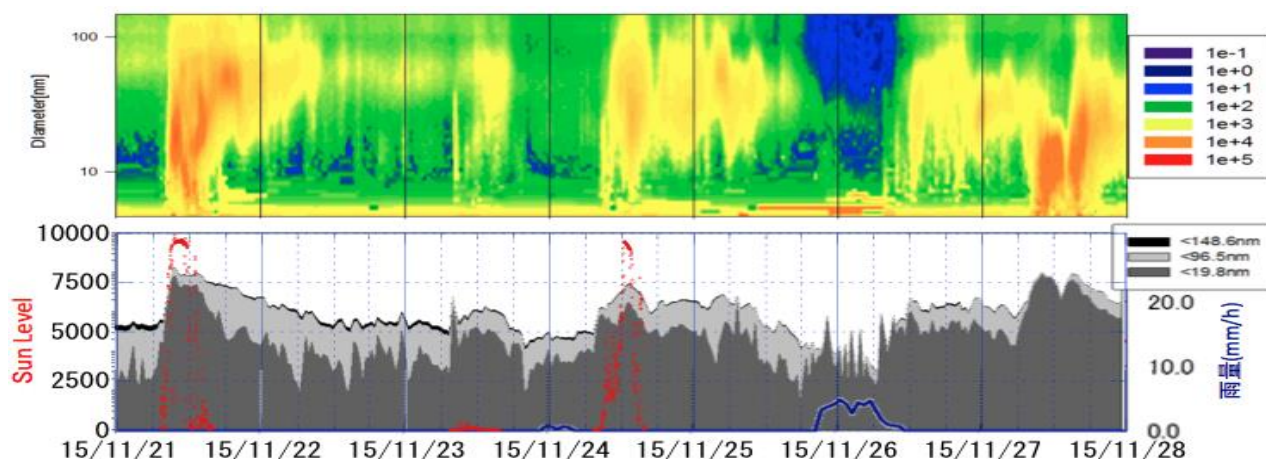


図1 太郎坊における粒径分布・粒子数濃度と直達光強度・降雨量の関係

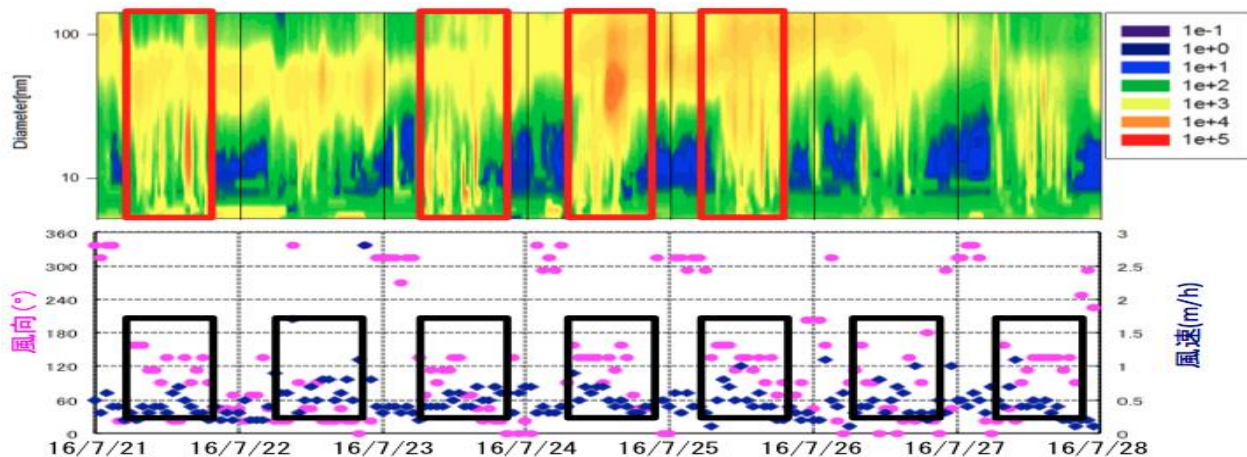


図2 太郎坊における粒径分布と風向・風速の関係