

気温を下げるエアロゾルは減っているか (TR01)

○三浦和彦^{1,2}, 永野勝裕¹, 大河内 博³, 速水 洋³, 加藤俊吾⁴, 和田龍一⁵, 皆巳幸也⁶,
小林 拓⁷, 森 樹大⁸, 矢吹正教⁹, 岩本洋子¹⁰, 上田紗也子¹¹, 青木一真¹², 鴨川 仁¹³

1.東京理科大学, 2.富士山環境研究センター, 3.早稲田大学, 4.東京都立大学, 5.帝京科学大学, 6.石川県立大学,
7.山梨大学, 8.慶應義塾大学, 9.京都大学, 10.広島大学, 11.名古屋大学, 12.富山大学, 13.静岡県立大学

1. はじめに

二酸化炭素の増加により地球の温度が上がっているのはご存知ですね. 富士山頂の値も増加しています. でも地球を冷やす物質があることをご存知ですか? 空気中に浮遊する微粒子, エアロゾル粒子です. PM_{2.5}もエアロゾルですが, それよりコロナウイルスの媒体としてご存知ですよ. この悪玉のエアロゾルですが, 地球を冷やす効果があります. 太陽光を直接散乱・吸収する直接効果と, 雲の核(雲凝結核, CCN)になることで雲の特性を変える間接効果があります.

エアロゾル粒子が爆発的に増加する二酸化硫黄や揮発性有機化合物(VOC)などの気体が粒子になる現象を新粒子生成(NPF)といいます. エアロゾル粒子濃度が高いところは都市ですが, 地球温暖化という地球規模の問題ですから地球表面の7割を占める海洋上の大気中のNPFについて調べようと, 1989年から研究船で毎年のように航海をしていました. しかし2003年の航海までNPFはほとんど観測されませんでした. そして, 観測された例も自由対流圏で生成された粒子が高気

圧のもと, 沈降したものです. 確かに, 航空機観測により自由対流圏においてNPFがしばしば観測されることが報告されています. しかし, 航空機は移動が速いため, NPFのメカニズムを解明するのは難しいです. そこで富士山頂(3776 m)で2006年から観測を始めました. 富士山頂は自由対流圏に位置することが多く, NPFのメカニズムを調べるためには最適の場所です.

2. エアロゾルが減っている!

ところが富士山頂で測定した2006年から2019年までの夏期のエアロゾル粒子の濃度は13年間に約3分の1に減っていました¹⁾. 走査型易動度分析装置(SMPS, DMA3081+CPC 3775)を用い粒径約15~470nmの粒径分布を測定しました. 図1にあるようにモード別に粒子濃度を見ると, 特に核生成モードの減少が著しく, 日中, 夜間ともに見られました. 東京スカイツリー(458m)で測定した粒子濃度も2016年6月から2018年9月までに約3分の1に減っています²⁾. 冷却効果のあるエアロゾルが減少した場合, それ分, 温室効果ガスの排出規制をしなくてはなりません. エアロゾルは今後も減少するのでしょうか?

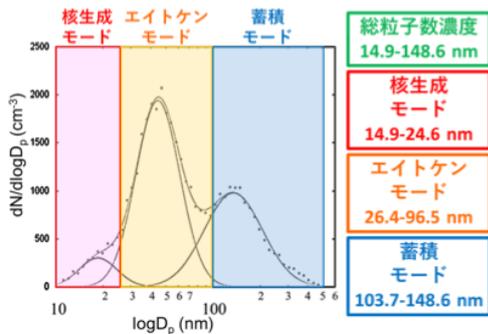


図1 モデル粒径分布の各モードの説明図

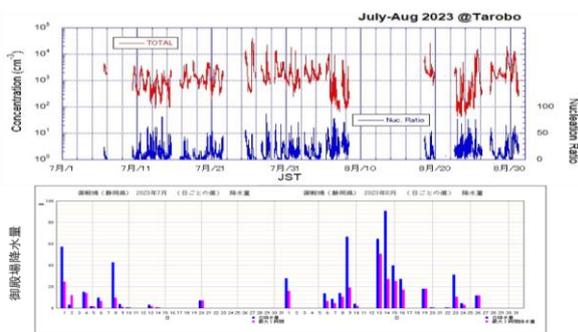


図2 2023年夏期集中観測期間に太郎坊で測定した総粒子濃度, 核生成モードの割合(上)と御殿場における降水量(下)

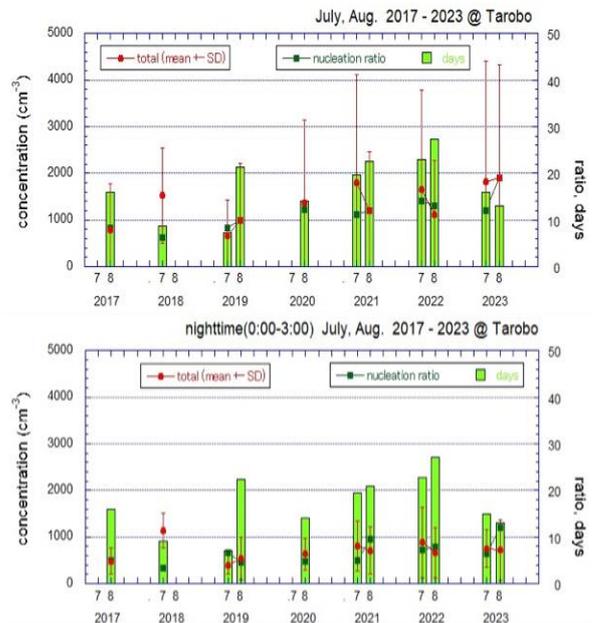


図3 2017年から2023年夏期集中観測期間に測定した総粒子濃度, 核生成モードの割合と月毎の測定日数上: 終日データ, 下: 夜間みのデータ

3. 太郎坊での観測

太郎坊(1290m)でのエアロゾル観測は2005年から夏期を中心に散発的に行っていましたが、新型コロナ感染を避けるため山頂での観測を断念し、2020年8月から太郎坊での観測を再開しました。2023年夏期集中観測期間の結果を図2に示します。総粒子濃度は2021年³⁾、2022年⁴⁾と同様、日中高く夜間に低いという日変化を示しました。また降水量が増加すると、濃度が減少していました。総粒子濃度が減少した時に、核生成モードの割合が大きくなる傾向が見られます。

図3に2017年から2023年に夏期集中観測期間に測定した総粒子濃度、核生成モードの割合と月毎の測定日数を示します。上図は終日、下図は人間活動の少ない夜間(0時~3時)のデータです。山頂の経年変化のように減少傾向は見られず、終日のデータはむしろ増加傾向が見られます。

図4に2017年8月~2023年12月まで太郎坊において同じ装置で測定した総粒子数濃度、核生成モードの割合、測定日数の経年変化(上)とモード別粒子数濃度の経年変化(下)を示します。左図は終日、右図は夜間のデータです。2017年から2023年の季節変化を見ると、冬期の、特に夜間(0時)の冬期の核生成モードの割合が高い傾向が見られます。太郎坊は森林地帯に位置するので、生物起源VOC(BVOC)によるNPFも予想されます。2020年夏は日中、NPFイベントがよく観測され、BVOCと核生成モードの粒子濃度には正の相関が見られました。しかし、2014-2015年の解析結果では、広葉樹が落葉する冬期の方がNPFイベントが多く⁵⁾、2021年~2023年も同様な結果となりました。

4. おわりに

太郎坊における総粒子数濃度には減少の傾向は見られませんでした。広葉樹が落葉する冬期にNPFイベントが増加する傾向が見られたことから、今後、この原因も含め解析したいと思います。また、太郎坊において自由対流圏のエアマスが測定できるかどうか、夜間のデータや風系を考慮して検討したいと思います。

謝辞

本研究の一部は、科研費基盤研究B(19H04238, 22H03732)(代表 矢吹正教, 2019-2021年度, 2022-2024年度)の助成により行われました。

参考文献

- 1) 五十嵐博己ら(2022)夏期の富士山頂における粒子数濃度の経年変化, *エアロゾル研究* **37(1)**, 36-44.
- 2) 三浦和彦(2021)東京都心における大気エアロゾル粒子の変動, *大気化学研究* **45**, A03
- 3) 三浦和彦ら(2022)微粒子が気候を変える!—富士山頂を利用したエアロゾルの気候影響の研究—, 第15回成果報告会要旨講演予稿集, 14-15.
- 4) 三浦和彦ら(2023)気温を下げるエアロゾルは減っているか, 第16回成果報告会要旨講演予稿集, 10-11.
- 5) 堀井憲一(2015)富士山太郎坊における新粒子の生成と成長について, 東京理科大学理学部第一部物理学科2014年度卒業論文, pp35.

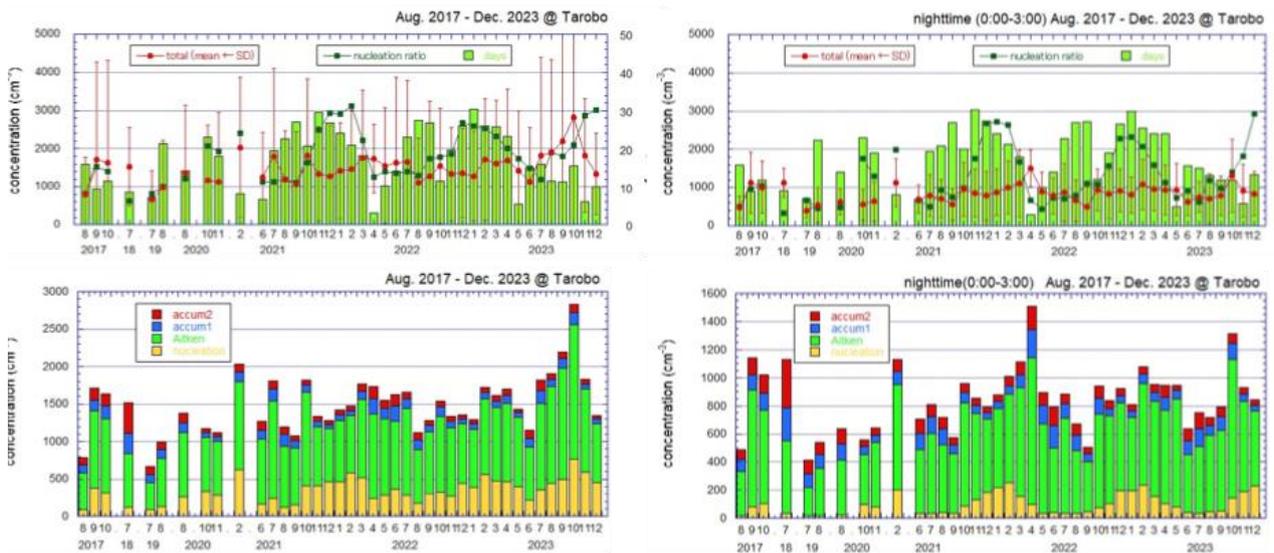


図4 2017年8月~2023年12月まで太郎坊において同じSMPSで測定した総粒子数濃度、核生成モードの割合、測定日数の経年変化(上)とモード別粒子数濃度の経年変化(下)
左:終日データ, 右:夜間のみデータ