

P-11: 富士山頂における粒径分布の測定 ～短時間高濃度現象の発生と要因～

監物友幸, 須藤俊明, 川口尚輝, 片岡良太, 岩本洋子,
三浦和彦(東京理科大学), 加藤俊吾(首都大学東京)

1. はじめに

エアロゾルとは大気中に浮遊している固体もしくは液体の粒子のことで、地球大気の大気放射収支に重要な影響を及ぼす間接効果と直接効果を持つ。だが依然、その不確実性は大きく早急な解明が必要である。エアロゾルには生成過程から一次粒子と二次粒子に分類される。一次粒子とは地表面から直接放出されるものであり、二次粒子とは気体が化学過程を通して粒子化されたものである。本研究ではこの二次粒子に焦点をあてており、微小なエアロゾル(粒径が数 nm～数十 nm のもの)の濃度が前時間と比べて明らかに上昇している瞬間、つまり微小粒子が高濃度になる瞬間を測定結果から捉え、その原因を深堀していく。

2. 方法

観測期間は2015年7月19日から2015年8月20日までの31日間(そのうち2015年7月20日から2015年8月20日の30日間を解析)で、観測場所は富士山頂の富士山特別気象観測所(3776m, 35.36N, 138.727E)である。観測方法は吸入した外気を拡散ドライヤーに通し相対湿度を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測定器(SMPS, TSI 3034)で粒径10～500nmのエアロゾルの粒径分布を測定した。大気ラドン濃度をラドン娘核種測定装置(JREC ES-7420)で測定した。ラドン濃度は発生源が土壌や岩石であることを利用して、陸地からの大気輸送のトレーサーとして用いることができる。

はじめに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次の3つに分類した。Ⅰ:核生成モード 12.4~19.4nm Ⅱ:エイトケンモード 22.1~93.1nm Ⅲ:蓄積モード 107.5~453.2nmである。

さらにNOAAHYSPLITモデルを用いて観測期間中の後方流跡線を6時間ごとに解析し、鉛直方向と水平方向に定義域を設定しエアマスの分類を行った。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)を粒径分布から求めた(Kulmala *et al.*, 479-490, 2001)。このCS値が低いとき新粒子生成は起き易く、微小なエアロゾルの高濃度現象のトリガーになる可能性がある。

3. 結果・考察

観測で得られた粒径分布から『核生成モードの粒子の合計値が前時間と比べて1.3倍増加している』時間を高濃度現象の開始点と定義した。期間中に高濃度現象は合計43回観測された。その結果を表1に示す。そのうち日中は19回、夜間は24回となった。このように夜間に高濃度現象が多く発生する傾向は先行研究(1)の観測結果と同様である。観測結果から富士山頂は22時に一番高濃度現象が起きていることがわかった。今期の集中観測では、高濃度現象の継続時間が3時間を満たさないものも多く見受けられた。それらを総称して短時間高濃度現象と呼ぶ。高濃度現象の要因を調べるために、(Ⅰ)エアマス(Ⅱ)ラドン(Ⅲ)CS値の3つの要素と観測結果から得られた高濃度現象を比較し、それぞれのセクションごとに特徴を考察した。(Ⅰ)エアマスの分類結果に伴う高濃度現象の発生回数をまとめたものを表2に示す。以上の結果から海洋由来のエアマス時に一番高濃度現象が起きており、夜間の発生が一番多い。対照的に大陸由来のエアマス時には、夜間よりも日中のイベントが多いことがわかる。これには日射が関係しており、大陸から運ばれてきた前駆ガスが日射による光化学反応で核生成を起こし新粒子の生成につながっている。(Ⅱ)ラドン濃度の増加と高濃度現象の発生に相関関係が見られた。その一例を図1に示す。図1は8/17-8/19までの粒径分布の測定結果であり、縦軸が粒径、色の変化が濃度分布を示している。青色の折れ線グラフがラドン濃度を示している。

この期間は特に高濃度現象が綺麗に見ることができた期間である。特徴としては、8/17日は一日雨が降ったため粒子が湿性沈着していること。8/18日の明朝7時からラドン濃度が増加していること。それに釣られて8時から日中の高濃度現象が発生していることである。全期間を通してラドン濃度の増加と高濃度現象のタイミングが一致している箇所は25回あった。ラドンの増加が高濃度現象のトリガーとなりうると考察される。(Ⅲ)図2に8/7-8/9間のCS値のグラフと粒径分布の測定結果を示す。図2上より、8/8と8/9の夜間に一回ずつ高濃度現象が起きていることが分かる。そこから図2下に注目すると、高濃度現象が起きている時間と丁度のところでしっかりとCS値が落ち込んでいることから、CS値の減少が高濃度現象のトリガーであると考察される。

4. まとめ

今期集中観測で観測された高濃度現象は 43 回である。そのうち日中は 19 回、夜間は 24 回だった。海洋由来のエアマス時には夜間の発生が多く、大陸由来のエアマス時には日中の発生が多かった。ラドンが増加する、もしくは CS 値が減少すると高濃度現象の発生につながるということがわかった。

5. 謝辞

本観測は NPO 法人「富士山測候所を活用する会」が富士山頂の測候所施設の一部を気象庁から借用管理運営している期間に行われた。本研究の一部は、科研費基盤研究 C (24340017) の助成により行われた。

参考文献

- (1) 片岡良太: 富士山富士山頂における新粒子生成に関する研究, 2014.

表1 2015 年の高濃度現象まとめ

番号	日付	開始時間	終了時間	継続時間	日中・夜	番号	日付	開始時間	終了時間	継続時間	日中・夜
1	7/21	8	9	2	日中	23	8/7	12	14	3	日中
2		16	17	2	日中	24		22	2	5	夜間
3	7/22	8	10	3	日中	25	8/8	7	13	7	日中
4	7/23	8	9	2	日中	26		16	17	2	夜間
5		17	18	2	夜間	27		22	23	2	夜間
6		20	21	2	夜間	28	8/9	8	11	4	日中
7	7/24	22	1	4	夜間	29		15	16	2	日中
8	7/25	11	16	6	日中	30		22	0	3	夜間
9	7/26	9	16	8	日中	31	8/10	22	1	4	夜間
10		19	22	4	夜間	32	8/11	7	9	3	日中
11	7/27	22	2	5	夜間	33		21	23	3	夜間
12	7/28	19	23	5	夜間	34	8/12	11	13	3	日中
13	7/29	21	0	4	夜間	35		20	22	3	夜間
14	7/31	10	15	6	日中	36	8/13	17	21	5	夜間
15		23	2	4	夜間	37	8/14	8	12	5	日中
16	8/1	17	23	7	夜間	38		19	21	3	夜間
17	8/3	21	23	3	夜間	39	8/15	13	13	1	日中
18	8/4	23	23	1	夜間	40		17	22	6	夜間
19	8/5	8	10	3	日中	41	8/18	8	10	3	日中
20		22	2	5	夜間	42	8/19	4	8	5	日中
21	8/6	15	16	2	日中	43		22	22	1	夜間
22		20	0	5	夜間						

表2 エアマスと高濃度現象まとめ

エアマス	日中	夜間	合計
海洋	9	12	21
海・陸	2	6	8
大陸	4	2	6
日本	4	4	8

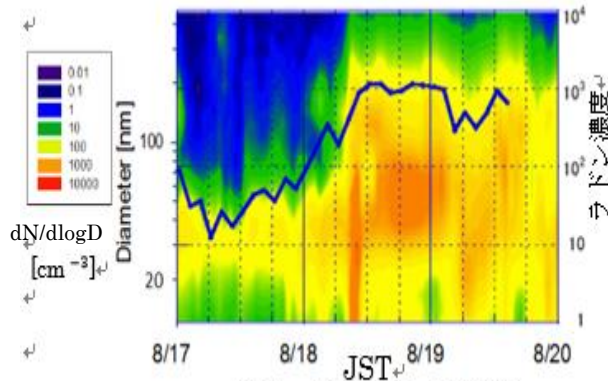


図1 ラドンとの相関図

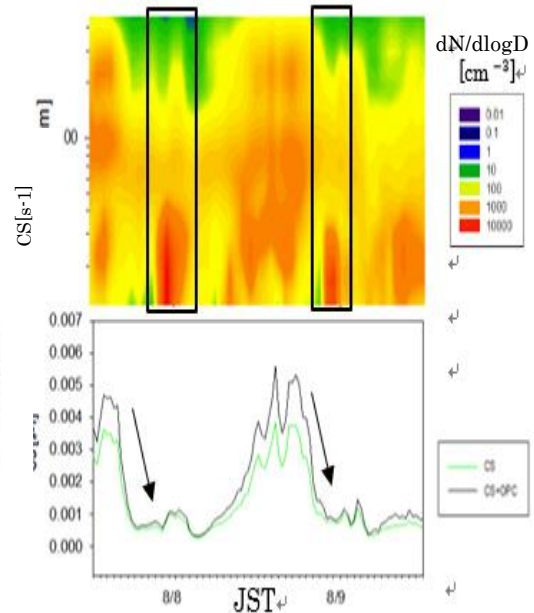


図2 (上) 粒径分布 (下) CS 値