

富士山頂での4年間の黒色炭素粒子測定でわかったこと、わからなかったこと

兼保直樹¹

1. 独立行政法人 産業技術総合研究所

1. はじめに

わが国の上空は、国内の各都市から排出される、あるいはアジア大陸から輸送される大気汚染物質系のBC、シベリア(Kaneyasu *et al.*, 2007)あるいは中国南部～東南アジア方面から輸送されるバイオマス燃焼系のエアロゾルなど多様な光吸収性エアロゾルが行き交い、黄砂に代表される土壌系のエアロゾルの輸送も顕著な地域である。そこで、2007～2010年に富士山頂で大気エアロゾルを捕集し、光学的な特性、および放射性炭素同位体の測定より、その経時的な挙動の特徴の把握や発生源の分別を試みてきた。また、2011年には補足的なデータを得るため、二酸化炭素のフラスコサンプリングにより、その炭素同位体の観測も実施した。そのなかで、わかってきたこと、依然として解明できていないことについてまとめる。

2. エアロゾル中の炭素系粒子の観測

2007, 2008, 2010年の夏季、富士山頂(富士山測候所: 海拔 3776 m)において、サイクロン分粒器を装着して 50%分離径 2 μm 以下の大気エアロゾルを吸引し、Aethalometer (AE-32, Magee)により、black carbon (BC)の連続測定を実施した。Fig.1 にみられるように、各年とも大気境界層内の汚染物質の熱的な上方輸送による大きな日周変動が記録されている。これは、少なくとも盛夏期の昼間に関しては、富士山頂といえども大気境界層の影響をほとんど受けない自由対流圏状態にある(Tsutsumi *et al.*, 1994)とはいえないことを明確に示している。

しかし、2007年は夜間に濃度が低下した際のベース濃度が高い状況が多く、ローカルな汚染のみによるものではない場合があると考えられる。荒天が多かった2009年には、特に7月中および8月中旬に低濃度の日が続いた。夜間に濃度が下がりきらない傾向は2010年にも比較的多くみられた。各年の観測期間の平均濃度 gn/m^3 は

2007年	2009年	2010年
135	52	103

である。

夜間に濃度が下がりきらない状況での光吸収物質の実体は一

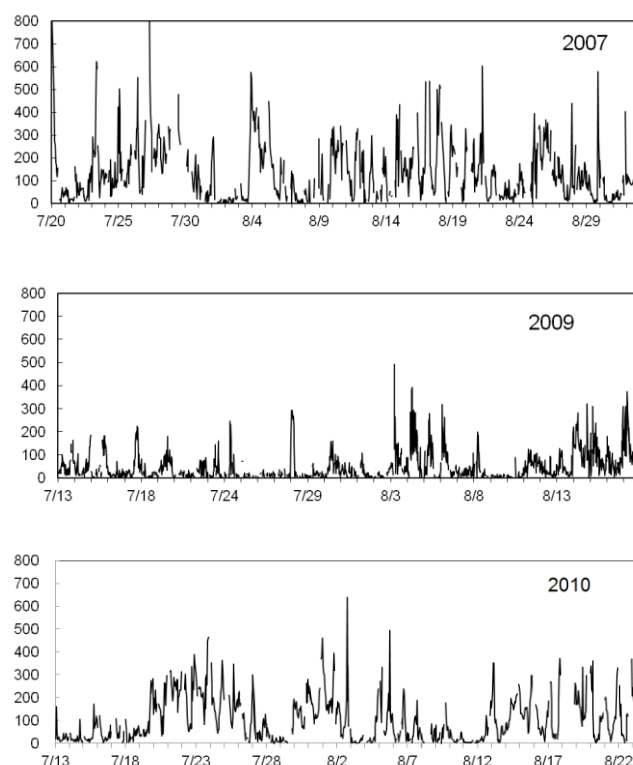


Fig.1 夏季期間の富士山頂における、空気力学径 2 μm 以下の大気エアロゾル中の black carbon (BC)濃度の時系列(上段:2007年, 中段:2009年, 下段:2010年)。

体何であるのか。光吸収係数の波長依存性である光吸収の Ångström 指数 α_a (兼保・五十嵐, 2007) の時系列を 2007 年と 2010 年で比較したところ、2010 年では 8 月の中旬から中旬にかけて明確に $\alpha_a > 1$ の期間がみられ、その前後の期間と比べて質的に異なった光吸収物質があったことがわかる。しかし、2007 年のデータでは明確に異なる物質が優勢であった期間はみられなかった。夜間に濃度が下がりにくい状況での光吸収物質の特性は概ね $\alpha_a \approx 1$ であり、ディーゼル等からの煤粒子であることを示唆している。すなわち、夏季にもかかわらず対流圏高度での長周期の濃度上昇をもたらしているのは、自然起源物質ではなく人為起源の光吸収物質であると考えられる。しかし猛暑年であった 2010 年の 8 月の中旬から中旬にかけての $\alpha_a > 1$ の期間は、太平洋高気圧が優勢な比較的静穏な状況下であり、土壌系粒子の長距離輸送が起こる可能性は少ないと考えられる。これが Kaneyasu et al.(2007)でみられたバイオマス燃焼系の物質の特性であるとするなら、アジア・バックグラウンドの一つの典型を捉えていた可能性もある。なお、2007 年の結果は、兼保・五十嵐(2007)での 2006 年夏季の結果とは異なる。この違いは、2006 年夏季の夜間の濃度低下時のデータは、ベース濃度が非常に検出限界近くまで下がった場合をみているためと考えられる。

2. 2010 年のエアロゾル大量捕集観測

50%分離径 2 μm 以下の大気エアロゾルをハイボリューム・エアサンプラにより昼夜別に大量捕集を実施した。このなかの炭素系粒子について生源情報を得るため、 ^{13}C を分析している。この結果については当日発表する。

3. 2011 年 8 月下旬の CO_2 フラスコサンプリングによる炭素安定同位体測定

夜間および昼間での山頂での大気中の CO_2 に含まれる炭素安定同位体の測定を 2011 年 8 月 22~24 日にかけて実施した。しかし、荒天のため大気鉛直混合が激しい状態となったためか、得られたデータに昼夜で有意な傾向は現れなかった。

4. まとめ

観測は夏季に限定されるという厳しい条件のなかで、アジア太平洋岸における光吸収性エアロゾル自由対流圏バックグラウンドの状況を明らかにしようとしてきた。連続測定器による光吸収特性データ取得では興味ある事象が浮かびあがってきているが、物質の直接捕集によるケミカルな測定による判別は、悪天に阻まれてなかなか思うようには進行していない。しかし、硫黄の安定同位体比など新たな視点を導入していくことも含め、今後の観測によりアジア太平洋岸における物質の輸送の状況を明らかにしていきたいと考えている。

参考文献

- Tsutsumi, Y., Zaizen, Y., Makino, Y. (1994) Tropospheric ozone measurement at the top of Mt. Fuji. *Geophys. Res. Lett.* 21, 1727-1730
- 兼保直樹, 五十嵐康人 (2007) 初夏期の富士山頂において観測されたエアロゾルの光吸収特性, エアロゾル研究, **22**, 318-321
- Kaneyasu, N., Y. Igarashi, Y. Sawa, H. Takahashi, H. Takada, H. Kumata, and R. Holler (2007) Chemical and optical properties of 2003 Siberian forest fire smoke observed at the summit of Mt. Fuji, Japan, *J. Geophys. Res.*, **112**, D13214, doi:10.1029/2007JD008544

*連絡先：兼保直樹(Naoki KANEYASU)、kane.n@aist.go.jp