

P-01: 富士山頂におけるエアロゾルの粒径別化学成分

外賀陽春¹, 島田幸治郎², 加藤俊吾³, C. K. Chan⁴, Y. P. Kim⁵, N. H. Lin⁶, 畠山史郎^{1,2}

1.東京農工大学、2.東京農工大学グローバルイノベーション研究機構、3.首都大学東京、
4.香港城市大学、5.梨花女子大学、6.国立台湾中央大学

1. はじめに

近年の東アジア地域の急速な経済成長に伴い、大気汚染物質の放出量が年々増加している。また、中国都市域において放出された大気汚染物質は長距離輸送され、発生源地域以外でも影響を与えることが知られている。本研究では、自由対流圏内でエアロゾルを捕集するために、ローカル汚染の影響が少ない富士山頂で観測を行った。目的は、粒径別にエアロゾル中の無機化学成分(イオン成分と金属元素成分)を解析することで、自由対流圏における越境大気汚染の特徴を明らかにすることである。

2. 観測と実験方法

観測:富士山測候所 3 号庁舎で行った。観測期間は 2015 年 07 月 20 日～07 月 24 日、08 月 11 日～08 月 18 日である。エアロゾルの捕集にはカスケードインパクト(ナノサンプラ; MODEL 3180, KANOMAX)を使用し、テフロンフィルター上に捕集した。流量は約 40 L/min。サンプリングは N(18 時～翌 6 時)と D(6 時～18 時)に分け、約 12 時間毎に捕集を行った。粒径は 5 ステージで、>10 μm, 2.5-10 μm, 1-2.5 μm, 0.5-1 μm, <0.5 μm である。通常ナノサンプラは 6 粒径で捕集を行うが、先行研究(鈴木, 2014)で、気圧が低下する富士山頂では 0.1-0.5μm のステージの捕集を行わないことで、目的となる粒径でほぼ正しく分級できると報告されている。したがって、本研究では 5 ステージで捕集を行った。

分析:フィルターを半分に切り、それぞれをイオン成分と金属元素成分の分析に使用した。イオン成分はフィルターに水とエタノールを添加した後、超音波抽出し、イオンクロマトグラフィで分析した。測定した成分は(Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, C₂O₄²⁻)の 9 種類である。金属成分は HF, HNO₃, H₂O₂ を用いたマイクロウェーブ分解によってフィルターから金属元素を抽出し、ICP-MS により定量した。測定した成分は Al, Fe, As, Sb, Pb などの 31 元素である。

【結果と考察】

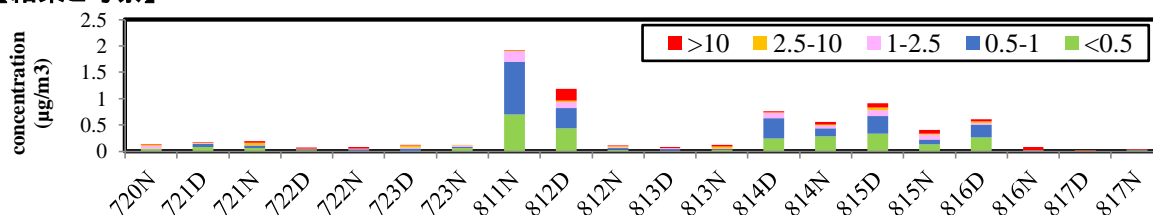


図 1. イオン成分濃度の変動

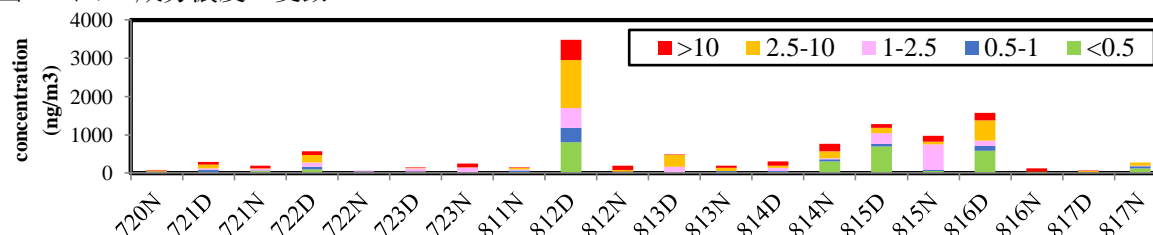


図 2. 金属元素成分濃度の変動

イオン成分濃度の変動を図 1、金属元素成分の濃度変動を図 2 に示した。サンプル名は日付＋時間帯である。イオン成分、金属元素成分の濃度変動から清浄サンプルと汚染サンプルに場合分けをした。汚染サンプルは 811N, 812D, 814D～816D とした。後方流跡線から、清浄サンプルは太

平洋と東シナ海の海上を通った気塊が到達し、汚染サンプルは中国や韓国、大阪、名古屋といった都市域の上空を通った気塊が到達していたことから、汚染サンプルの内のいくつかは越境大気汚染の可能性が示唆された。

汚染サンプルのイオン成分濃度が最も高かったのは 811N であった。イオン成分の特徴は、2.5 μm 以下の微小域と呼ばれるステージの粒子濃度が全体の 89.44%を占めていたことであった。また、微小域で支配的であったのは、人為起源の二次粒子と考えられている NH_4^+ と SO_4^{2-} であった。この二つのイオン成分の当量濃度比がほぼ 1:1 であったことから、 NH_4^+ と SO_4^{2-} は主に $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ として存在していることが推測された。汚染サンプルの微小域では、 $\text{NH}_4^+ > \text{SO}_4^{2-}$ であることが多かったが、811N の 0.5-1 μm のステージでのみ $\text{NH}_4^+ < \text{SO}_4^{2-}$ であった。また 8 月 11 日は火山性と考えられる SO_2 が検出されており、イオン成分組成をみると SO_4^{2-} は 811N が観測期間中、最も高濃度であった。以上のことから 811N は、火山性の SO_2 が酸化されて生成した SO_4^{2-} を含む気塊を捉えたと推測できた。

汚染サンプルの金属元素成分の特徴は、土壌起源粒子の Al と Fe が支配的であること、であった。EF 値により土壌起源と判断できた粒子の金属元素成分濃度への寄与率は各ステージで平均 $91.75 \pm 1.60\%$ であり、非常に高かった。粒径分布が特徴的であった 815N に着目した。

815N, 816D のイオン成分組成は、 Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- が支配的であった。 Na^+ と、ダスト由来と考えられる Ca^{2+} の相関が良かったことから Na^+ が非海塩性であると考えられた。また Ca^{2+} と計算で求めた CO_3^{2-} の相関もよく、 CaCO_3 の存在も考えられた。この時、モル比で $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ が平均 1.18 ± 0.19 であり、0~2.1 であることから Na^+ は岩塩成分由来であることが推測された。加えて山頂の低湿度とその持続性から、黄砂と同じような土壌性ダストを多く含む気塊が長距離輸送されていたことが示唆された。

謝辞 観測時にお世話になった「NPO 法人富士山測候所を活用する会」の山頂班のみなさまに感謝いたします。

*連絡先 外賀陽春(Yoshun GEKA)、s112023r@st.go.tuat.ac.jp