

自由対流圏高度における水溶性酸性ガス及び粒子状物質の連続分析 2018

並川 誠¹, 岡本和将¹, 小田達也¹, 大河内博², 戸田 敬³, 田中秀治¹, 竹内政樹¹

1.徳島大学, 2.早稲田大学, 3.熊本大学

1. はじめに

大気中には粒子状物質(PM)と呼ばれる微小な物質が浮遊しており, 粒子径が小さい PM_{2.5} は気道に深く入り込み, 肺のガス交換領域まで浸透する. 一方, 水溶性酸性ガスは鼻粘膜に対する刺激症状, 呼吸器系の炎症等を引き起こし, 気管支炎や肺気腫などの原因となる¹⁾. これらの大気汚染物質は気象条件等によりガス状物質から PM へあるいは逆の相変化が短時間で起こるため²⁾, その実態を解明するためには両者を同時に高時間分解観測することが望ましい. そこで本研究では, 高時間分解観測が可能な水溶性ガス捕集器(ウエットデニューダー)³⁾と PM 捕集器(パーティクルコレクター)⁴⁾を自作し, それらを富士山頂における大気観測に適用した. 富士山は孤立峰であり, その頂は自由対流圏高度に位置するため, 富士山頂は越境大気汚染物質の観測に適したプラットフォームである.

2. 実験

2018年7月19日から23日の間, 富士山頂(3,776 m)に位置する富士山特別地域気象観測所において, 大気中水溶性ガスとPMを1時間毎に捕集した. 大気サンプルは3 L min⁻¹で吸引し, 拡散係数の大きな水溶性ガスのみがウエットデニューダーで捕集される. 一方, 拡散係数の小さなPMはウエットデニューダーを通過し, 後段のミストチャンバーで捕集される. 捕集液は水溶性ガス, PMともに純水を用い, それぞれ0.25 mL min⁻¹ plate⁻¹と0.45 mL min⁻¹で各捕集器に送液した. 水溶性ガス, PMを捕集した溶液は本観測用に改良したフラクションコレクター内のサンプルボトルに保存した. それぞれのサンプル溶液は研究室に持ち帰り, 重量測定後, メンブランフィルター(孔径0.45 µm)でろ過し, イオンクロマトグラフでCl⁻, NO₂⁻, NO₃⁻及びSO₄²⁻濃度を測定した. さらに, 富士山頂における観測と同期間に, 富士山南東麓に位置する御殿場口太郎坊(1,284 m)において, 大気中酸性ガス(HCl, HNO₂, HNO₃, SO₂)及びPMに含まれる陰イオン(Cl⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻)の連続観測を行った. 太郎坊における観測では, ウエットデニューダーとパーティクルコレクターをそれぞれのイオンクロマトグラフと組み合わせて構築した自動分析システムを使用し, 時間分解能を30分として測定した.

3. 結果と考察

2018年7月19日から23日までの観測期間中に富士山頂に流入した気塊を後方流跡線解析(NOAA, HYSPLIT

Model⁵⁾)した. いずれの時間帯においても気塊の流入方向に大きな変化は見られず, 朝鮮半島を経由して山頂に流入していた.

富士山頂で観測された水溶性酸性ガスとPMに含まれる陰イオンにおいて, HONO, NO₂⁻, SO₄²⁻はLOQを下回ったデータが多く, それぞれ95.8%, 71.9%, 19.8%のサンプルはLOQ以下であった. 定量可能なサンプル数を増やすには, 大気サンプル吸引流量の増加あるいは時間分解能を下げる必要がある. また, ガス態と粒子態での存在割合の中央値は, HCl/Cl⁻: 0.79, HNO₃/NO₃⁻: 1.36, SO₂/SO₄²⁻: 1.83であった. 各成分の平均濃度を比べると, 水溶性酸性ガスはHNO₃ > HCl > SO₂ > HONOの順に, PMではCl⁻ > NO₃⁻ > SO₄²⁻ > NO₂⁻の順に高くなり, ガス態と粒子態でその順序に違いが見られた.

参考文献

- 1) Jarvis, D. L., Leaderer, B. P., Chinn, S., Burney, P. G. (2005). Indoor nitrous acid and respiratory symptoms and lung function in adults. *Thorax*, **60**, 474-479.
- 2) 日本化学会編:“季刊化学総説(1990). No.10, 大気の化学” 学会出版センター p.125.
- 3) Boring, C. B., Al-Horr, R., Genfa, Z., Dasgupta, P. K., Martin, M. W., Smith, W. F. (2002). Field measurement of acid gases and soluble anions in atmospheric particulate matter using a parallel plate wet denuder and an alternating filter-based automated analysis system. *Anal. Chem.*, **74**, 1256-1268.
- 4) Al-Horr, R., Samanta, G., Dasgupta, P. K. (2003). A continuous analyzer for soluble anionic constituents and ammonium in atmospheric particulate matter. *Environ. Sci. Technol.*, **37**, 5711-5720.
- 5) Air Resources Laboratory: HYSPLIT Model, available from <<http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>>, (accessed 2018-10-24).

謝辞

本研究は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なわれました. また, 本研究の一部はJSPS科研費(課題番号17K00521, 17KK0011)の補助により行われました.