

日本の自然環境保全のための富士山頂を利用した越境酸性雨観測事業 日本郵便株式会社平成 21 年度年賀寄附金配分事業

大河内博¹、土器屋由紀子²、畠山史郎³

1.早稲田大学理工学術院、2.NPO 法人富士山測候所を活用する会、3.東京農工大学農学部

1. はじめに

我が国は地理的には偏西風の風下に位置することから、アジア諸国の経済・産業の発展に伴って大気中に排出される様々な汚染物質の長距離輸送とその後の沈着により、我が国の自然環境に多大な影響を及ぼす可能性がある(図 1)。現在、アジア大陸から放出された大気汚染物質の影響として、我が国では九州から日本海沿岸地域における光化学注意報発令日数の増加、米国でもオゾン濃度の増加が報告されている。自由対流圏では、年間を通じて偏西風が卓越していることから、自由対流圏大気化学の常時監視は世界的にも急務の課題となっている。

富士山頂は自由対流圏高度に位置しており、また、独立峰であることから 4000 m 級の観測タワーと見なすことができる。そこで、本研究事業では、このような富士山体の特徴を生かし、とくに酸性物質に着目して雨水、霧水、水溶性ガスおよびエアロゾルの観測を行い、日本上空におけるバックグランド大気濃度、夏季日中の斜面上昇流に伴って流入する汚染気塊(国内汚染)および越境汚染によるバックグランド大気汚染の特徴を明らかにすることを目的に行った。

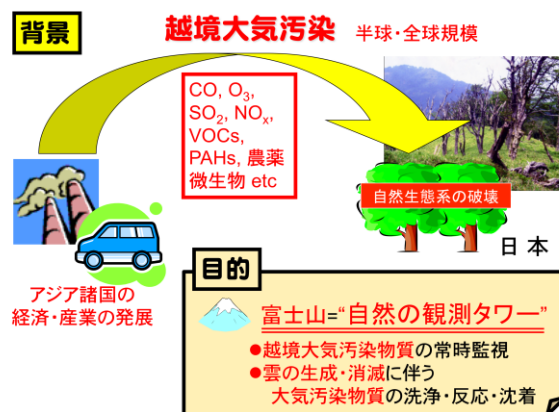


図1 本研究事業の背景と目的

2. 観測期間・観測地点・観測項目

観測期間は 2008 年 7 月 19 日～8 月 25 日であり、7 月 23 日～30 日までは泊まり込みでの集中観測を行った。観測地点は、富士山頂(富士山測候所, 3776 m)と富士山南東麓(太郎坊, 1300 m)である。観測項目はエアロゾル水溶性主要無機成分、酸性ガス(二酸化硫黄、硝酸、塩化水素)およびアンモニア、雲水および雨水中主要無機成分である。エアロゾルおよびガス成分の捕集には 4 段フィルター法、富士山頂における雲水の採取には受動型霧水採取器、富士山南東麓における雲水の採取には強制通風型自動霧水採取機を用いた。

3. 観測結果

2009 年は梅雨明けが遅かったため、集中観測期間中は天候不順の日が多く、過去 3 年間に山頂で採取できた雲水試料の合計よりも多い 54 試料(7 月に 44 試料, 8 月に 10 試料)が採取できた。また、雨水は 9 試料(7 月に 6 試料, 8 月に 3 試料)採取できた。

7 月集中観測期間中の富士山頂における雲水 pH は 4.04 ～ 5.61(平均:4.71)、同時期に南東麓で採取された雲水 pH は 3.85 ～ 5.85(平均:4.12)であり、富士山頂では雲水の pH 範囲が狭く、南東麓の雲水に比べて酸性度が低かった。また、集中期間中の富士山頂における雲水内総無機イオン濃度は 82.6 $\mu\text{eq/L}$ 、南東麓における雲水内総無機イオン濃度は 816 $\mu\text{eq/L}$ であり、富士山頂の雲水は南東麓の雲水に比べて約 1/10 程度ときわめて低濃度であることが分かった。

雲水の主要な酸性物質である硝酸イオン濃度と非海塩性硫酸イオン濃度の比($\text{NO}_3^-/\text{nss SO}_4^{2-}$ 比)は富士山頂で 0.24 ～ 1.98(平均:0.66)、南東麓で 0.28 ～ 2.42(平均:1.51)であり、富士山頂では硝酸イオンの存在割合が小さかった。一方、7 月集中観測期間中の山頂における HNO_3 濃度は 0 ～ 0.09 ppbv(平均:0.02 ppbv)、 SO_2 濃度は 0.06 ～ 0.33 ppbv(平均:0.19 ppbv)であり、南東麓における HNO_3 濃度は 0 ～ 0.14 ppbv(平均:0.03 ppbv)、 SO_2 濃度は 0 ～ 0.38 ppbv(平均:0.14 ppbv)であった。 HNO_3 濃度

は富士山頂と南東麓ではほぼ同じが、富士山頂で低濃度の傾向にあるが、 SO_2 濃度は富士山頂で高濃度となる傾向が見られた。このことを反映して、富士山頂の雲水では南東麓の雲水に比べて $\text{NO}_3^-/\text{nss SO}_4^{2-}$ 比が低く、酸性度が低かった可能性がある。7月集中観測期間中、富士山頂はほとんど雲に覆われていたが、比較的水溶が高い SO_2 濃度が南東麓に比べて富士山頂で高いことから、 SO_2 を比較的高濃度に含む空気塊が富士山頂に輸送されていることを示唆している。

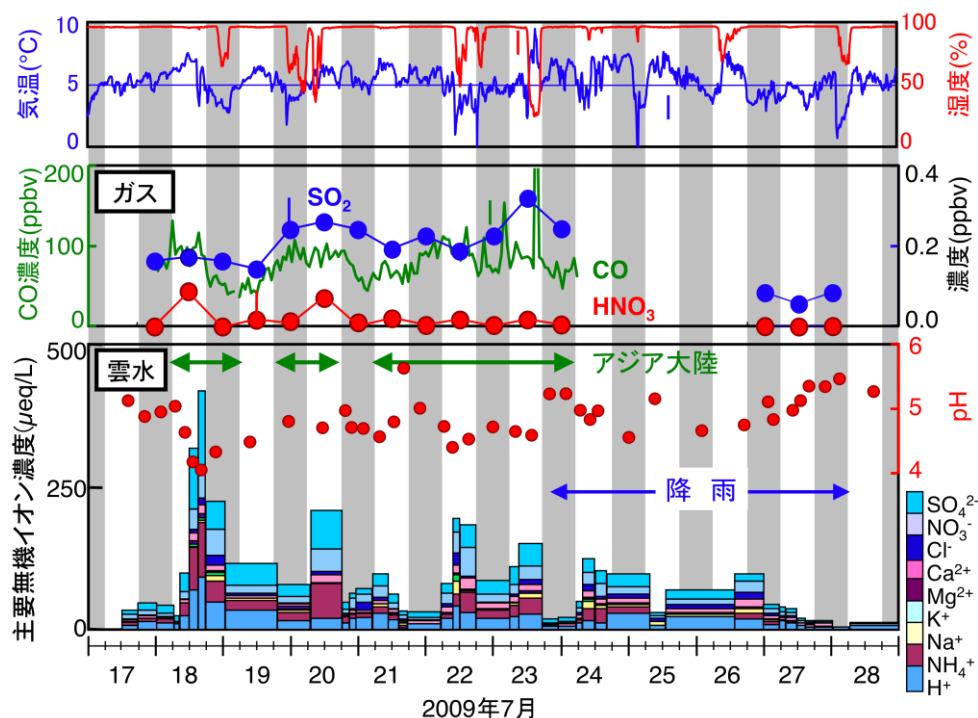


図2 2009年7月下旬の富士山頂における雲水内化学成分濃度、微量ガスおよび温湿度の経時変化

図2には、2009年7月下旬に行った集中観測期間中の霧水内主要成分濃度の経時変化を、酸性ガス(二酸化硫黄、硝酸)、燃焼起源の指標となる一酸化炭素(CO)濃度、温湿度とともに示す。この期間の後半にある程度まとまった降雨が観測されたが、観測期間を通じて富士山頂は雲に覆われており、強風日が多かった。図2をみると、汚染気塊の指標となる一酸化炭素(CO)濃度が高くなるときに二酸化硫黄(SO_2)濃度も増加し、霧水内化学成分濃度も高くなることから、後方流跡線解析とラドン濃度の観測およびシミュレーション結果から、このときの空気塊はアジア大陸方面から運ばれてきていることが分かった。今後、さらにデータを精査して越境汚染の影響について検討していく予定である。

4. おわりに

本研究事業により、自由対流圏高度に位置する富士山頂において、大気中酸性ガスおよびエアロゾルとともに、雲水化学の高精度観測を行うことが出来た。その結果、比較的越境汚染の影響が小さいと考えられる夏季においても、越境汚染と考えられる事象により、大気中 SO_2 濃度および雲水内化学成分濃度の増加と雲水pHの低下が観測された。今後、これらの成果が日本の自然環境保全のための政策立案に反映されることが期待される。

謝辞 観測に御協力いただいた山梨大学・小林拓先生、石川県立大学・皆已幸也先生、東京理科大学・三浦和彦先生、永野勝裕先生、東京農工大学・片山葉子先生、早稲田大学創造理工学部環境資源工学科大気・水圏環境化学研究室の学生諸君、山頂勤務班の皆様に深謝いたします。

*連絡先：大河内博(Hiroshi OKOCHI)、hokochi@waseda.jp