

# 雲水化学観測では富士山頂は世界一！：長期観測で見えてきたこと

大河内博<sup>1</sup>, 大力充雄<sup>1</sup>, 勝見尚也<sup>2</sup>, 皆巳幸也<sup>2</sup>, 竹内政樹<sup>3</sup>, 戸田敬<sup>4</sup>, 加藤俊吾<sup>5</sup>, 三浦和彦<sup>6</sup>, 小林拓<sup>7</sup>, 和田龍一<sup>8</sup>, 南齋勉<sup>9</sup>, 土器屋由紀子<sup>10</sup>, 畠山史郎<sup>10</sup>

1.早稲田大学,2.石川県立大学,3.徳島大学, 4. 熊本大学, 5.東京都立大学, 6.東京理科大学, 7.山梨大学,8.帝京科学大学, 9.静岡理工科大学, 10.富士山環境研究センター

## 1. はじめに

世界的にも3000m以上の高所で大気化学観測を行える場所は限られています。日本最高峰の富士山はスマートな山体を有する孤立峰であり、標高が3776mです。富士山頂は高度が高いので、日本国内の地上大気汚染の影響を受けにくく、森林限界よりも高いので地球大気観測を行うことが可能です。一般に、高度2000mより上空は自由対流圏と呼ばれており、地上の影響を受けにくく、風が強いために地球表層を巡る輸送場となっています。これまで、当NPOでは、大気中の二酸化硫黄、オゾン、一酸化炭素、窒素酸化物、二酸化炭素、PM2.5など様々な大気汚染物質の観測を行い、越境大気汚染、地球規模汚染の実態解明を行ってきました。

一方、雲粒はガスや粒子状大気汚染物質を濃縮する働きがあります。大気汚染物質が雲粒に溶け込むと、その粒径分布にも影響を与えます。雲粒の粒径分布の変化は太陽光の反射率や降雨量分布を変化させ、地球環境に重大な影響を及ぼす可能性があります。しかし、これまで2000mを越える上空における雲水化学特性の実態は明らかになっていませんでした。富士山頂は夏季に頻繁に雲に覆われますので、自由対流圏の雲水化学特性を調べるのに最適な環境です。また、山頂は森林限界以上にあることから、樹木の影響を受けません。ここでは、雲水化学の長期観測から何が分かってきたのかをご紹介します。

## 2. 雲水 pH は越境大気汚染を知るリトマス試験紙

図1には、世界162地域における雲水観測地点をまとめるとともに、高度3000mを越える観測地点の雲水pHの経年変化も示しています。

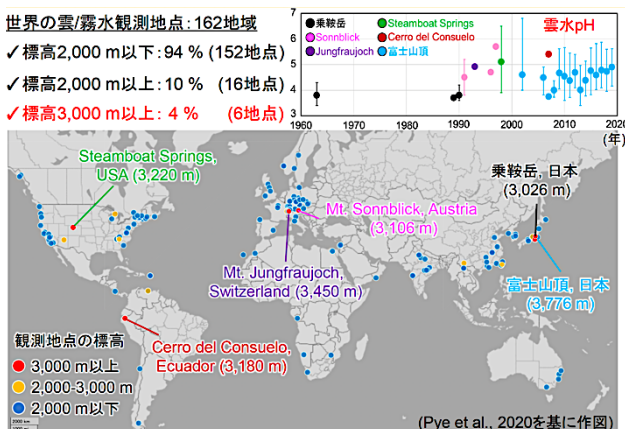


図1 世界の山間部における雲水化学観測

世界的にみると、山体を利用した雲(霧)水化学観測は高度2000m以下が大部分であり、3000mを越えるのはわずか6点にすぎません。そのなかでも、富士山頂は世界最高峰の観測地点です。

図1には、富士山頂での夏季における雲水pHの経年変動を、世界における高度3000m以上の雲水pHとともに示していますが、富士山頂の観測が自由対流圏で最も長く行われている観測であることが分かります。富士山頂の雲水pHの変動幅は大きいものの、全体として上昇傾向にありました。過去にはpH3を下回る強酸性でしたが、近年はpH5付近まで回復してきています。この理由は図2に示すように、硫酸濃度が低下しているためです。

## 2. 雲水 pH の増加は二酸化硫黄排出量の減少を反映

図2左には、大陸から空気が運ばれてきたときに発生した雲水について、pH、硝酸イオンおよび非海塩起源硫酸イオン濃度の頻度分布を2013年以前(過去)と2014年以降(近年)に分けて示しています。過去にはpH5以下でしたが、近年はpH5を上回ることも多く、非海塩起源硫酸イオン濃度が15%減少したのに対し、硝酸イオン濃度は反対に8%増加しました。これは、近年の中国におけるSO<sub>2</sub>濃度の減少と、NO<sub>2</sub>濃度の上昇とよく対応していました。

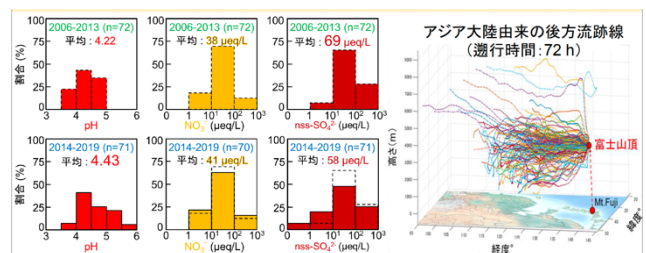


図2 大陸由来の空気塊で発生した雲水 pH と酸性物質濃度の頻度分布

## 5. おわりに

富士山頂のように風が強ければ、電源を用いずに雲水を採取することが可能で、前処理もろ過をするだけで機器分析が簡単に行えます。雲水を長期観測すると、越境大気汚染の状況を把握することができます。

ここでは、酸性物質について述べましたが、発表では雲水に含まれる重金属やレアアースなど微量な金属元素分析から何が分かるのかを紹介したいと思います。