

富士山南部地域の水質マップと地下水ガバナンスへの展開

Water quality map in the southern part of Mt. Fuji for establishment of groundwater governance

神谷 貴文^{1*}, 渡邊 雅之¹, 村中 康秀¹, 申 基チヨル², 丸山 誠史², 中野 孝教²Takafumi Kamitani^{1*}, WATANABE, Masayuki¹, MURANAKA, Yasuhide¹, SHIN, Ki-Cheol², MARUYAMA, Seiji², NAKANO, Takanori²¹ 静岡県環境衛生科学研究所, ² 総合地球環境学研究所¹ Shizuoka Institute of Environment and Hygiene, ² Research Institute for Humanity and Nature

富士山に蓄えられた豊かな地下水・湧水は、地域生態系を支え、特徴づけているだけでなく、古くから生活・産業用水として人間活動の営みの中で密接にかかわっており、この地域の水にまつわる文化の礎ともなってきた。富士山地域の持続的発展に向けて地下水の安定的な利用が不可欠であるが、地下水の保全・利用に係る方策を立てるためには流域全体の水循環、特に地下水流動メカニズムを解明する必要がある。現在、富士山南部地域の地下水・湧水の起源や涵養域を推定するために、降水や湧水に溶存する微量元素、安定同位体（水、ストロンチウム）を測定しており、地理情報システムによりマップ情報としてまとめているので報告する。また、これらの結果をもとに富士山地域における効果的な涵養対策の検討を進めており、合わせて発表する。

本研究では一斉調査として富士山麓の湧水に、箱根山、愛鷹山、天守山地などの周辺山塊の湧水を加え、133地点（2009年11~12月）でサンプリングを行った。また、2010年9月からは主要な湧水（35地点）、降水（17地点）の水質モニタリング調査を実施している。水質測定に際して、主要な溶存イオンについてはイオンクロマトグラフを、微量元素についてはICP-MSを使用した。また、水同位体比（ dD , $d^{18}O$ ）はキャピタリグダウン分光分析装置を、Sr同位体比（ $^{87}Sr/^{86}Sr$ ）は表面電離型質量分析計および二重収束型高分解能ICPマルチコレクタ質量分析計を用いて測定した。

富士山地域の降水に含まれているClとNaは、ほとんどの地点で冬～春先にかけて高くなっていた。また、標高が高く海から遠い地点で減少する傾向にあり、これは海塩粒子の寄与が小さくなるためと説明できる。地理分布でみると、富士山東麓の黄瀬川流域では西麓～西南麓と比較してClやNaの濃度が高い傾向にあり、富士山地域の風の流れが反映されていると考えられる。一方、降水の水素と酸素の安定同位体比は、季節変化は明瞭ではなかったものの、海塩粒子と同様に、平地の降水と比べて、標高が高くなるほど値が低下する、「高度効果」がみられた。 d 値は明瞭な季節変化を示し、塩分濃度と同様に、冬～春先にかけて高く、夏は低くなっていた。従来より、日本列島における降水の d 値は気団の違いにより太平洋側で低く、日本海側で高くなると説明されることが多いが、富士山地域では冬場の降雪も太平洋側の水蒸気が影響していると考えられることから、太平洋側の水蒸気の d 値が季節変動しているためと推測できる。

富士山系の湧水の $d^{18}O$ 値は-8~-10‰と他の山系と比べて低くなったが、富士山南西麓及び他の山系の湧水では-8‰以上と高くなった。低い $d^{18}O$ 値を示す湧水は d 値が大きくなる（>14‰）傾向にあり、高標高（1,000~1,800m）の涵養域における冬季の降水量（積雪）の影響が大きいためと推測された。またこれらの湧水はV, P, As等の濃度が高く、長期間岩石と接触することによって溶出してきたと考えられる。一方、 $d^{18}O$ 値が比較的高い富士山南西麓や愛鷹山南麓では NO_3^- や Cl^- の濃度が高く、これらの湧水近辺には茶園が多く存在することから、この地域では低い標高（1,000m以下）で涵養された浅層の地下水が、肥料成分や主に風送塩を由来とする Cl^- とともに湧出していると推定される。また、湧水の $^{87}Sr/^{86}Sr$ は、富士山や愛鷹山、箱根山で総じて0.7040以下と値が低く、これらの火山を構成している玄武岩由来しているといえる。

湧水のモニタリング調査の結果、濃度変動の幅は小さく、これまで述べた水質の地域特性は一時的なものではないことを確認した。ただし、富士山南西麓と南麓の溶存イオン濃度は10~12月に上昇し、4~6月に低下する季節変動性が認められた。南麓では $^{87}Sr/^{86}Sr$ 値が同様の变化をする一方で、V濃度や湧水量は10~12月に低く4~6月に高くなるという逆の挙動を示すことから、10~12月に浅層地下水の割合が多く、4~6月に深層地下水の割合が多いという、地下水比率の変動が一因と考えられた。

以上のように、微量元素や安定同位体の分析を通して水の地域性を明らかにすることができ、GISを用いてマップ化を図ったことで要因の解明や可視化が容易になった。このことは、流域住民が情報を共有化することで地域の水問題の解決に道筋をつけるという、地下水ガバナンスへの展開に向けた基盤づくりにつながると考えられる。今後は涵養源の推定だけでなく、人間活動や地球規模の環境変化の影響や、生物・生態系との関連性を解明するためのベースマップとしての活用が期待できる。

キーワード: 富士山, 湧水, 水質, GIS, 地下水涵養, 地下水ガバナンス

Keywords: Mt. Fuji, spring, water quality, GIS, groundwater recharge, groundwater governance