

富士山地下圏の水循環に関する生物地球科学的研究

Biological and earth science research on the water cycle under the ground of Mt. Fuji

生態系グループ 研究員 川口 究
リバーフロント研究所 主席研究員 内藤 正彦

1. はじめに

柿田川湧水群に代表される豊富な地下水量を持つ富士山湧水が、表流する河川の流れや沿岸域に及ぼす効果と影響について明らかにすることは、将来の流域の水循環を構成する河川と地形を一体とした管理にむけて重要な視点を提供すると考えられる。

本研究では、主に富士山西南麓を対象に、地形や地質学の観点から選定したいくつかの湧水や表流水について、現場観測とサンプリングを行い、地下水の涵養プロセスで進行する地下水と岩石の地球化学的相互作用、その環境中で進行する微生物過程について解析するとともに、湧水地点で放射性同位体を用いた地下水の年代測定を実施した。これらによって、地下水の滞留時間、推定貯水量、帯水層の地層条件や化学的条件に加え、地下に広がる微生物生態系に関する詳細な情報を得ることを目指している。

地下圏における微生物の生態を明らかにすることは水質の変換に関する知見を提供することから、これにより富士山地下圏の水資源の動態を明らかにし、巨大な地下水資源の利用と地下水と一体となった河川管理のあり方を提案することを試みる。富士山を対象とした本研究は山岳国である我が国における水資源利用と河川管理に関する新たな指針を与えるものになると期待される。

2. 研究内容

過年度の静岡大学チームによる研究から、柿田川湧水は微生物学的にも非常に清澄（細菌数が水道水と同等かより少ない 10^3 cells/mL）であることが見いだされている¹⁾。このような微生物から見た地下水の清澄さは、他の溶岩流から流れ出る湧水からも確認された。しかしながら、溶岩の上に火山灰層が堆積した地層から湧き出る湧水は、化学的な特徴もさることながら、細菌数は溶岩流から湧出する湧水より有意に高いという特徴をもつことが明らかになった。

このことを切り口に、地下水の地球化学と微生物生態学を一体として取り扱った地下水の形成過程と水質

についての評価を行うとともに、地下水流動と地下環境の地質学的考察から地下水に関する量的知見を集積した。研究は表-1に示す項目からなる。

表-1 研究項目

NO	研究項目
1	富士山麓の様々な地下水および湧水の同位体測定による地下水滞留時間の推定
2	地下水における各種微生物現存量の測定とその生態機能の解明
3	駿河湾沿岸域への地下水の湧出状況の現場観測
4	モデルを用いた地下水の流路と流速に関する推定

3. 西南麓に設けた新たな観測地点

富士山麓西南に広がる広大な溶岩流（図1.柿色で示した部分）の末端部をターゲットに新たに4個所の湧水観測地点を選定し、調査研究を開始した。

西南麓の湧水の流下方向は駿河湾であると考えられるが、北側に位置する陣馬の滝も同じと考えてよいかを課題とした。



図-1 富士山西南麓の観測地点

4. 研究結果

4-1 西南麓湧水と東南麓湧水との水質比較

湧水の水質についてのイオン分析結果を図-2に示す。西南麓 (a,b) では陣馬の滝を除いてカルシウムイ

オン (Ca) が高いという特徴が見られ、東南麓 (c,d) ではナトリウムイオン (Na) が高いという特徴が見られた。まだデータ数が限られているが、富士山頂から見れば真西に位置する陣馬の滝の水質 (図-2b) は、相模湾側へ流下する須川源流の水質 (図-2d) と類似性が高いように見受けられた。今後地下水流路を明らかにしていくためには、北側に位置する湧水の観測による水質情報の取得が必要であると考えられた。

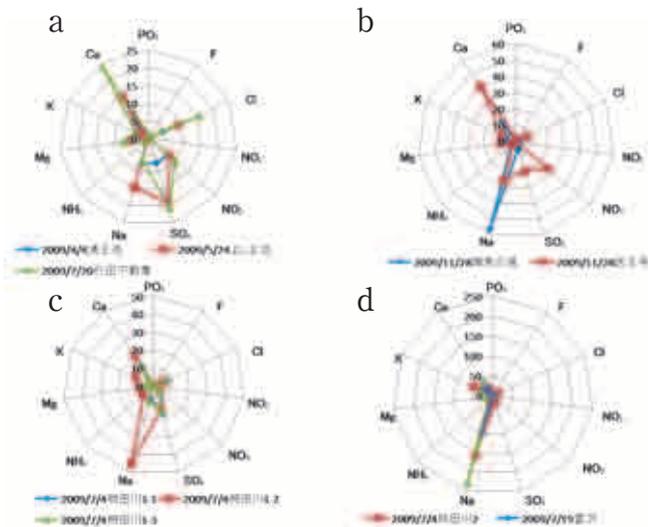


図-2 湧水のイオン分析結果

4-2 西南麓湧水と東南麓湧水との微生物比較

湧水中の全菌数を図-3に示した。東南麓の三島溶岩流から流出する湧水中の全菌数は赤い棒グラフで示されている。平成21年6月3日に柿田川に新たに噴出した湧き間1-3で高い菌数が得られたほか、西南麓 (紫色)、及び須川源流 (紺色) では東南麓湧水群の3倍の値が認められるという興味深い観測結果が得られた。

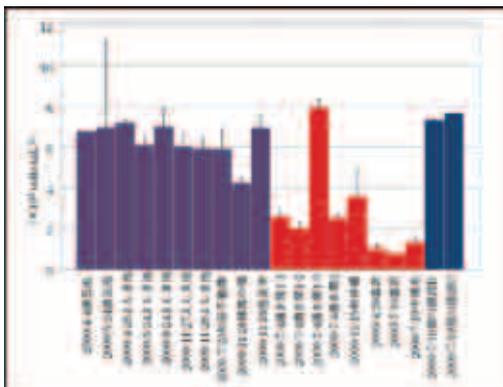


図-3 湧水中の全菌数

さらに、遺伝子を標的とした高感度の識別法により微生物の構成より西南麓湧水を東南麓湧水に差異があるか否か解析中である。現時点でのデータは限られているが、西南麓湧水中ではアーキア (古細菌) の占める割合が東南麓に比べてやや小さい傾向が見受けられ

ている。さらに、西南麓と東南麓での微生物組成の詳細な遺伝子レベルでの解析をDenaturing Gradient Gel Electrophoresis (DGGE) 法を用いて進めており、その結果、両山麓に共通する細菌がいる一方、それぞれの地下水系に特徴的な細菌がいることがクローンレベル (種かそれよりさらに詳細な分類レベル) で明らかに成りつつある。

4-3 湧水の海底噴出孔の発見及び解析結果

駿河湾田子の浦沖の海水表面に低塩分海水領域が認められることが平成20年に確認されたが、数度の繰り返し現場観測を行った結果、平成21年11月27日、田子の浦沖数百m地点 (水深96m) で極めて塩分濃度の低い地点 (図-4, St.T1-8G) を発見した。塩分は最小値で14パーミル (海水は35パーミル) を記録した。

この発見は、未知の海底湧水の情報が取得できたことにとどまらず、過年度に作成した富士山一帯を対象にした地下水流・湧出シミュレーションモデルが示す流速ベクトル予測が正しいことを証明したことになる。未知の領域である地下水脈の全体像の把握に向けて、地下水流動の予測が地質および地形情報から作成できることを示した意味は大きいと考えられる。

さらに、この湧水の溶存酸素濃度が極めて低く、ほぼ無酸素状態であることが分かった。このことは海底地下水路の理解に向けて極めて興味深い手がかりを与えている。次年度には海底湧水の直接採水を試み、その化学分析に取り組み、海底湧水に関する知見を進展させる予定である。

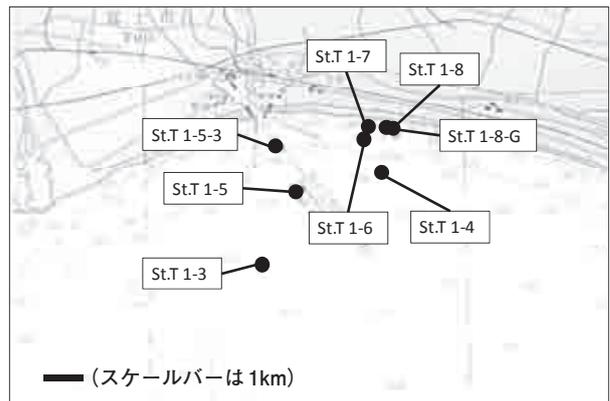


図-4 田子の浦沖における詳細観測地点

5. おわりに

本報告をまとめるにあたり、加藤憲二教授をはじめとする静岡大学理学部加藤研究室の方々のご指導とご助力を頂いた。ここに記して厚く御礼申し上げる。

<参考文献>

- 1) 加藤憲二：平成19年度柿田川ミニシンポジウム資料, 2007