

内陸で湧出するCl⁻に富む温泉の起源および流動経路—山口市湯田温泉の例—
Origin of saline hot spring and flow system of inland hot spring
- Case study on the Yuda hot spring in Yamaguchi City -

*西山 成哲¹、田中 和広¹、鈴木 浩一²、高橋 浩³

*Nariaki Nishiyama¹, Kazuhiro Tanaka¹, Koichi Suzuki², Hiroshi Takahashi³

1.山口大学大学院理工学研究科、2.電力中央研究所、3.産業技術総合研究所

1.Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University, 2.Central Research Institute of Electric Power Industry, 3.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

山口市の湯田温泉はアルカリ性単純温泉であり、1日の湯量が2,000 tと豊富である。湯田温泉の水質はNa⁺およびCl⁻に富むことが報告されており、この成分の起源は不明である。本研究では湯田温泉の水質形成プロセスや起源、温泉水の上昇経路を明らかとするために、温泉水の詳細な水質・同位体分析、地質調査および物理探査を行った。

湯田温泉の岩盤温泉水は全てNaCl型を、浅層温泉水はNaCl型およびNaHCO₃型の2種類の水質を示す。岩盤温泉水の酸素・水素同位体比は天水線付近にプロットされ、天水が起源と考えられる。岩盤温泉水および浅層温泉水の一般水質および酸素・水素同位体比の関係から、NaCl型の浅層温泉水は、岩盤温泉水とNaHCO₃型の浅層温泉水との混合により形成されたと考えられる。また、岩盤温泉水のLi/Cl比は0.001程度であり、泉源の深度や温度に依存することなく一定の値を示す。このLi/Cl比は現海水のLi/Cl比とは異なるため、現海水が湯田温泉の水質形成に関与しているとは考えにくい。また、岩盤温泉水中のHCO₃⁻の炭素同位体比は、土壌起源以外の炭素の混入を示しており、マグマ起源に近い値を取る。これらの特徴は火山性流体やスラブ起源の深部流体の特徴と類似する。しかし、He同位体比 (0.202 Ra; 安川・田中, 2008) やLi同位体比 (+10.84‰; 西尾 私信) は、現在、マントルなどの地下深部からの物質 (ガスおよび水) 供給がない事を示している。この地化学的特徴から、火山性流体もしくはスラブ起源の深部流体が天水起源の温泉水に供給された後、湯田温泉地下で停滞したため、岩石との同位体交換反応が進み、現在の湯田温泉の水質が形成されたと考えられる。また、Li同位体比から、温泉水が経験した最高温度は約70 °Cと求められ、現在の泉温とほぼ同じである事が明らかとなった。

温泉水の分布を明らかにするため実施したCSAMT (Controlled Source Audio frequency Magneto-Telluric) 法による比抵抗調査の結果、基盤面は比抵抗断面において可視化できたが、温泉水の分布を示す比抵抗分布は得られなかった。ボーリングコア観察の結果、コアの大部分を硬質な泥質片岩および砂質片岩が占めており、割れ目はほとんど認められなかった。一方、幅約1 mの貫入岩およびその周辺部で割れ目が卓越することから、貫入岩が温泉水の流動経路となっている可能性がある。岩盤と地下水の比抵抗値をそれぞれ仮定して数値解析を実施した結果、幅1 m程度の水みちをCSAMT法で検出する事は難しい事が明らかとなった。そのため、温泉水の分布がCSAMT法による比抵抗の分布に反映されなかったものと考えられる。

以上のことから、温泉水は、割れ目の発達した貫入岩などを通路として一気に上昇したのと考えられる。その際、過去に地下深部からもたらされたCl⁻を取り込み、温泉水の水質を形成しているものと考えられる。

キーワード：深部流体、塩化物泉、湯田温泉

Keywords: Deep-seated fluid, saline hot spring, Yuda hot spring