

地熱坑井内からの試料直接採取による長野県小谷地域の地熱流体の地球化学的研究 Geochemical study of geothermal fluid collected with a high temperature borehole fluid sampler

三好 陽子 [1]; 河村 真悟 [1]; 石橋 純一郎 [2]; 能登 征美 [3]; 岡部 高志 [4]; 佐藤 真丈 [4]; 砂村 倫成 [5]; 柳川 勝紀 [6]; 浦辺 徹郎 [7]

Youko Miyoshi[1]; Shingo Kawamura[1]; Junichiro Ishibashi[2]; Masami Noto[3]; Takashi Okabe[4]; Masatake Sato[4]; Michinari Sunamura[5]; Katsunori Yanagawa[6]; Tetsuro Urabe[7]

[1] 九大院・理・地球惑星; [2] 九大・理・地球惑星; [3] 九電産業(株)環境部; [4] 地熱技術; [5] 東大・地惑; [6] 東大・理・地惑; [7] 東大・理 地球惑星科学

[1] Earth and Planetary Sci., Graduate School of Sci., kyushu Univ; [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ; [3] Kyudensangyo Co. INC.; [4] GERD; [5] Univ. Tokyo; [6] Univ. Tokyo; [7] Earth and Planetary Science, Univ. of Tokyo,

地熱坑井内に採水器を降下させて熱水貯留層の深度で地熱流体を直接採取することができれば、圧力低下によって引き起こされる気液分離の影響を受けない試料を得ることができる。この目的のために、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO技術開発機構)の研究開発プロジェクトによって、高温高圧用サンブラ検層器が開発された。この採水器は、試料導入部や試料容器などを分解してオートクレーヴによる滅菌を行うことができる利点を有しており、地下微生物圏の微生物学的/地球化学的研究に適した試料採取ができるという点で注目されている。

2007年4月に長野県小谷地域で、このサンブラ検層器による試料直接採取を行なう試験研究を実施した。長野県小谷地域では、平成17-18年度にNEDO技術開発機構よりの委託を受けて小谷村・地熱技術開発(株)・(株)シーテックによって地熱開発促進調査が実施されており、この調査により掘削された地熱井の一つ(長野県小谷村がNEDO技術開発機構より借用を受けて管理している)を利用して、本研究の試料採取を行なった。事前に行なわれた生産試験によって、この地熱井の熱水フィードゾーンは、深度700m付近の頁岩・砂岩などの互層群からなる来馬層群と、深度1040m以深の蛇紋岩層(もしくはその層に達する断層群)に由来するものの複数箇所があると考えられている。しかし、事前のビデオカメラによるDHV検層によって深度600m付近に炭酸塩スケールの生成が確認されたため、それぞれの深度での地熱流体採取は断念し、サンブラ検層器を深度588.3mの点まで降下させての試料採取を2回行なった。また、これに先立って地熱流体を自噴させて井戸坑元からの試料採取を2試料行った。さらに小谷村の各地域の温泉水(9試料)および沢の水(5試料)の採取も並行して行った。

サンブラ検層器を坑井から回収した後に、試料を分配し分析に供した。まず、試料回収口に金属製のバルブを接続して地熱流体に溶存するガス成分を少しずつ取り出しながら、プラスチックシリンジで常圧下での体積を測定した。一部のガス試料はガス組成分析用に金属容器に移した。ガスの発泡がおさまった後に液相試料をとりだし、現地でpH、電気伝導度、酸化還元電位を測定した。主要化学成分分析用の試料は0.45 μmフィルターでろ過し、ポリビンに入れて九州大学に持ち帰った。主要陽イオンは蛍光光度分析、ICP発光分析および吸光光度法によって、主要陰イオンはイオンクロマトグラフ法およびグラン法によるアルカリ度滴定によって定量を行なった。一部の試料の水素酸素安定同位体比を、九電産業(株)環境部分析センターにて測定した。

採取された地熱流体の主要成分組成はNa-HCO₃型の水質であり、周辺の温泉水の水質と良く似ている。しかし、濃度を比較するとNa、K濃度が高いのに対しCaには乏しい特徴がある。同位体比組成は周辺の温泉水と比べてO-18に富みDに乏しい傾向が見られた。地熱流体に溶存していたガス量は、全ガス濃度として74mM/kgに達した。

前述したように、採取された地熱流体試料は異なる地層を熱水フィードゾーンとし異なる化学組成を持つ2つの地熱流体の混合物であると考えられる。この作業仮説をもとに、それぞれの深度の掘削カッティングス中に見られた変質鉱物との化学平衡を議論することで、浅部地熱流体と深部地熱流体の地球化学的特徴を推定した。まず浅部地熱流体について元素化学組成を周囲の温泉水の化学組成で代表させると、掘削カッティングス中にkaoliniteが全く見られないことからpHとCO₂濃度を制約することができる。このことから、地熱流体中のCO₂のほぼ全てが深部地熱流体に由来することが言える。次に、浅部地熱流体と深部地熱流体の混合比を仮想的に変えながら検討を行なうと、混合比が3:1~5:1の場合にのみ推定される深部地熱流体の化学組成に対して蛇紋岩層に見出された鉱物(serpentine, talc, magnesite)が安定に存在できることがわかった。ここで得られる混合比は化学平衡の議論に基づいて独立して推定したものであるが、地熱流体の供給量の80%が浅部のフィードゾーンに由来するという生産試験の結果と良く一致している。長野県小谷地域では、地熱井の西南西に位置する風吹岳火山のマグマ活動に由来する熱水の存在が地熱促進調査の結果から提唱されていたが、本研究の解析によって、CO₂に富み蛇紋岩層との熱水反応を経た地熱流体として、その地球化学的特徴が明らかにされたと言える。