

山陰地方中部における炭酸泉の形成に果たす深部流体の役割

Role of deep-seated fluid in formation of CO₂-rich springs in the central part of San'in district

鈴木 秀和^{1*}, 安原 正也², 風早 康平², 森川 徳敏², 高橋 浩², 佐藤 努², 稲村 明彦², 高橋 正明², 大和田 道子², 北岡 豪³, 植田 敏史⁴

Hidekazu Suzuki^{1*}, Masaya Yasuhara², Kohei Kazahaya², Noritoshi Morikawa², Hiroshi Takahashi², Tsutomu Sato², Akihiko Inamura², Masaaki Takahashi², Michiko Ohwada², Koichi Kitaoka³, Toshifumi Ueda⁴

¹ 神奈川県温泉地学研究所, ² 産総研・地質調査総合センター, ³ 岡山理科大学・理学部, ⁴ (株) 宇部セントラルコンサルタント

¹ HSRI, Kanagawa Pref., ² Geological survey of Japan, AIST, ³ Faculty of sci., Okayama Univ. of Sci., ⁴ Ube Central Consultant Co., Ltd.

島根県中部～広島県北東部にかけての山間部には、数多くの炭酸泉が分布している。分布の中心部に三瓶山が位置することから、その形成には火山性流体が関与していることが推定される。しかし、三瓶山から10km以上離れた地域にもCO₂に富む温・鉱泉水が存在していることから、非火山性の深部流体がその形成に対しより広域的に関与している可能性が高いと考えられる。そこで本研究では、対象地域に分布する炭酸泉(CO₂濃度が250mg/L以上)の地球化学的特性と、その形成プロセスについて検討を行った結果について報告する。

本地域の炭酸泉はその水質組成から、Na-Cl型とNa-HCO₃型に区分でき、第四紀火山である三瓶山および大江高山火山群周辺にNa-Cl型が、そして南東よりの中国山地側にNa-HCO₃型が分布している。水の同位体組成からみると、溶存成分量が最大であるNa-Cl型の湯谷温泉のみ、天水線より僅かにマグマ起源熱水に向かいシフトしていたが、それ以外の試料には明瞭な深部流体の影響を確認することはできなかった。

そこで、本研究ではClとともに流体保存性の成分であるリチウム(Li)およびホウ素(B)に着目し、炭酸泉形成に対する深部流体の寄与について検討を行った。Cl-B-Liの相対組成を示した三角図(大沢, 2010)において、本地域の炭酸泉はB-Li軸に沿ってプロットされた。Na-Cl型の炭酸泉は、比較的Liに富むスラブ起源流体と推定される有馬型熱水に近い領域にプロットされ、Na-HCO₃型はよりBに富む粘土鉱物層間水に近い領域にプロットされた。両者にみられるLi/B比の違いは、流体の生成深度に関係していることが考えられ(平島ほか, 2010)、より高い値をもつNa-Cl型流体は下部地殻に由来する可能性が高い。

溶存無機炭素の炭素同位体比についてみると、-8.7～-2.4‰と高い値を示しており、その形成に深部起源CO₂が大きな役割を果たしていることが判明した。またその寄与率は、Na-HCO₃型よりNa-Cl型でより大きい傾向を示した。

Na-Cl型の炭酸泉が分布する三瓶山の地下30km弱、Na-HCO₃型が分布する三次北部の地下30km以深には、スポット的に深部低周波地震が発生しており、深部流体の存在が推定される。風早(2010a)によれば、このような場所には、地殻下部に固化、あるいは固化しつつあるマグマがあり、そこから放出される流体が、低周波地震や炭酸泉の形成に関与している可能性ある。また、Na-Cl型とNa-HCO₃型という水質の違いは、地下構造に関連しているものと推定される。厚い古生層に多くの花崗岩が貫入している中国山地側では、それらがキャップとなっているため、ガス成分のみが上昇拡散するため塩水の寄与が認められない(風早, 2010b)。一方で、第四紀火山周辺ではその活動の影響により発達した亀裂系などを通じて、僅かではあるがガス成分とともに高塩濃度の深部流体が上昇し、表層付近の地下水系に混入する可能性が推定される。

キーワード: 炭酸泉, 同位体, Cl-B-Li組成, 深部起源CO₂, 深部流体

Keywords: CO₂-rich spring, isotopes, Cl-B-Li composition, deep source CO₂, deep-seated fluid