

## 酸性泉の溶存成分濃度の規制要因

### Control factors for concentrations of elements dissolved in acid hot-spring waters

佐々木 宗建<sup>1\*</sup>, 土屋範芳<sup>2</sup>, 小川泰正<sup>2</sup>

Munetake Sasaki<sup>1\*</sup>, Noriyoshi Tsuchiya<sup>2</sup>, Taisei Ogawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>産業技術総合研究所, <sup>2</sup>東北大学大学院環境科学研究科

<sup>1</sup>National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, <sup>2</sup>Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

火山 - マグマ - 熱水系は、深部から熱と物質を活発に供給する場であり、温泉資源や鉱産物資源並びに地熱エネルギー資源を育み、恩恵となる場でもある。火山 - マグマ - 熱水系における酸性泉は、系の中心に位置し、マグマ性流体の寄与が大きいことと、低 pH のため岩石との反応性に富むことを特徴とし、その帰結として種々の溶存成分を含有している。また、酸性泉は、マグマ性流体が種々の物理化学的過程を経た後の最末端の湧出物である。本研究では火山 - マグマ - 熱水系における物質移行過程を、酸性泉の溶存化学成分から紐解くことを試みた。そこで、幾つかの酸性泉で温泉水を採取・分析し、各溶存成分の濃度範囲を明らかにすると共に、文献の岩石や火山ガス組成と比較することで各溶存成分の起源を推定し、地化学的数値解析手法を適用することで各溶存成分の濃度の規制要因を検討した。

酸性泉の溶存成分の多くは、濃度が pH と負相関し、低 pH の酸性泉ほど溶存成分量が多い傾向を呈した。溶存成分は暫定的に、(I) マグマ性流体を起源とし酸性泉の泉質を特徴づける成分 (S と Cl) (II) マグマ性流体に由来し高温の火山ガスに比較的富む成分 (B, F, As, Br, Cd, In, Sb, I, Tl, Pb)、(III) 岩石の溶解に由来する成分 (Li, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Ga, Ge, Rb, Sr, Y, Cs, Ba, REEs, Mo, W, U) (IV) 酸性環境下でも不溶性の成分 (P, Ti, Zr) と湧出までの間に既に沈殿したと推定される成分 (Cu, Se, Ag, Mo, Sn, Au, Bi, Be, Co, Hf, Th) に分類された。酸性泉の溶存成分の濃度の規制要因として (a) マグマ性流体の天水との混合による希釈 (b) 流体の酸化還元状態の遷移 (c) 他の起源に由来する分の添加、が推定された。マグマ性流体の天水との混合による希釈は、最も大きな濃度変化の要因であり、酸性泉間の比較においては Cl 濃度の相違が希釈率の相違を反映すると考えられる。流体の酸化還元状態の遷移の影響は Pb, Tl, Cd, Zn, Cu 等に対し可能性として推定された。これらの溶存成分は酸化環境下では塩化物錯体を形成し、濃度を規制する鉱物種が少ないために高濃度を呈し得るが、H<sub>2</sub>S 成分が存在する還元環境下では硫化物錯体を形成し、硫化物による濃度の規制を受け著しく濃度低下し得ると推定された。このような可能性をより明確にするためには、温泉水の高温時における酸化還元状態を特定する必要がある。他の起源に由来する分の添加は As に認められ、浅所の酸化環境下で生じていると推定された。また、K, Si, Al は温泉水が高温でカオリナイトと明礬石に過飽和状態を呈し、Ba は湧出口付近で温泉水と重晶石がほぼ平衡状態を呈することから、これら鉱物による濃度規制を受けていると推定された。

これらの結果は、温泉資源や鉱産物資源並びに地熱エネルギー資源の探査・開発・維持管理にとって、基礎的情報の提供として役立つと思われる。

キーワード: 酸性泉, 溶存成分, 濃度, 規制要因

Keywords: acid hot springs, dissolved elements, concentrations, control factors