

トカラ列島における温泉化学と海底熱水活動の可能性

Geochemical studies of hot springs in Tokara Islands

大嶋 将吾^{1*}, 石橋 純一郎¹, 横瀬 久芳²

Shogo Oshima^{1*}, Junichiro Ishibashi¹, Hisayoshi Yokose²

¹九州大学大学院理学府, ²熊本大学大学院自然科学研究科

¹School of Science, Kyushu Univ., ²Earth & Environ. G.S. Kumamoto Univ.

トカラ列島は九州南部の火山フロントの延長上に位置し、現在も活発な火山島もいくつかある。横瀬ほか(2010)は、トカラ列島火山列を構成する火山島および海丘の山麓斜面でドレッジした試料から極めて新鮮な酸性岩類を多量に見出し、地形および地球物理データと合わせた考察から、口之島カルデラ・宝島カルデラ・奄美カルデラの3つの巨大海底カルデラが第四紀の火山活動によって形成されたことを提唱している。カルデラ地形は熱源となるマグマと水の通路となる断層系を兼ね備え、しばしば熱水循環系が発達する。また、海底カルデラに伴う熱水循環系では、熱水が高温のまま海底面に噴出することから、熱水に溶存して輸送される金属元素が海底面で急速に沈殿して鉱床をつくる可能性が高い。実際に、九州南部の始良カルデラ(鹿児島湾)において、水深200 mの若尊火口に最高温度200°Cの熱水噴出とそれに伴う鉱化作用が確認されている(前藤ほか, 2009)。また、トカラ列島の南方延長上の中部沖縄トラフでは、熱水性硫化物鉱床の広範な分布が注目されている。

本研究は、トカラ列島の海底カルデラの熱水活動の可能性を検討するために、島内の温泉から試料を採取・分析し、その結果から地下(海底)における流体の性質を議論する。温泉水試料の採取は、口之島カルデラの外輪山に位置する口之島、および宝島カルデラに隣接する小宝島において、2009年12月に行った。採取した温泉水の主要溶存成分の分析は、Mg, Ca, Fe, MnについてはICP-AESで、Naについては原子吸光分析法で、K, Liについては蛍光分光光度法で、Siについては比色法で、Cl, SO₄についてはイオンクロマトグラフで、アルカリ度についてはグラン滴定法で、それぞれ行った。

口之島の温泉水は(T=65.9°C, pH=6.03-6.51)、SO₄, Cl濃度がともに海水に比べてずっと低く、またそのモル濃度比もSO₄/Cl=3.8と海水の比(SO₄/Cl=0.05)と大きく異なっていた。この値は、北東約50kmにある口永良部島で採取された火山ガス(平林ら, 2000)のS/Cl比(=1.9-4.3)にむしろ近い(口之島にも火山噴気があることが報告されているが、その地球化学データは報告値がない)。また温泉水の陽イオンの化学組成は、口之島で採取された火山岩の陽イオン組成のパターン(Tiba et al., 1989)に似ていた。このような温泉水の化学組成の特徴は、天水に火山性揮発成分が取り込まれて酸性熱水を形成し、ついで火山岩と反応して陽イオンを溶脱することで温泉水が形成される、というモデルで説明できる。横瀬ほか(2009)は、口之島カルデラ斜面で採取したドレッジ試料中に粘土鉱物や硫化物を含む変質溶岩があることを報告している。もし、こうした変質溶岩がカルデラ内に広く分布していることが確認できれば、海底にも同様な熱水活動が存在する可能性が高くなる。

小宝島の温泉には、高温の温泉水(T=86.8-88.5°C, pH=5.04-5.06)とやや低温の強酸性温泉水(T=51.5°C, pH=2.72)とがあった。これらの温泉水はともにNa, Cl濃度が海水より高く、そのモル濃度比(Na/Cl=0.88)は海水の値にほぼ一致していた。一方で、温泉水のMg濃度およびSO₄濃度は海水に比べて非常に低い。これらの化学的特徴は海底熱水系で見られる熱水の化学組成と共通しており、海水が高温で(少なくとも200°C)火山岩と反応した後に沸騰を経験して温泉水が形成される、というモデルで説明できる。Giggenbachダイアグラムから帯水層での化学平

平衡温度を推定すると、ほぼ280°Cで平衡に達している高温熱水と若干の海水が混合して温泉水が形成されていることが示唆される。この温度は水深600-700mにおける海水の沸点に近い。これらの考察から、小宝島の温泉は海底下の熱水循環系の一部が海面上に達し噴出するものであることが十分に考えられる。

水素・酸素・イオウの同位体比分析を現在進めており、その結果も合わせて上記の可能性について議論を行う。

平林ほか(2000)口永良部島および中之島の火山ガスと温泉.第3回諏訪瀬島火山の集中総合観測.
前藤ほか(2009)鹿児島湾奥部の海底熱水噴出孔の構成鉱物.日本地球惑星科学連合2009年大会予稿集, B101-025.

Tiba et al. (1989) Petrochemistry of the volcanic rocks from Kuchino-shima, Nakano-shima and Suwanose-jima, Tokara Islands. *Memoirs of the National Science Museum*, 22, 7-19.

横瀬ほか(2009)奄美海底カルデラにおける熱水活動の証拠: AsとMoに富むマンガングラスト.月刊地球,

横瀬ほか(2010)トカラ列島における中期更新世の酸性海底火山活動.地学雑誌, 119,印刷中.

キーワード:巨大海底カルデラ,海底熱水系,口之島,小宝島

Keywords: submarine huge caldera, submarine hydrothermal system, Kuchi-no-Shima, Ko-Takara Shima