

P53. 山口市湯田温泉の温泉水の起源に関する研究

A study on the origin of the hot spring water in Yuda hot spring, Yamaguchi city

○安川知里, 田中和広(山口大学)
Chisato Yasukawa, Kazuhiro Tanaka

はじめに

温泉には火山性と非火山性があり, 非火山性の温泉で 42℃を超えるものは少ない¹⁾. しかし湯田温泉は, 非火山性にもかかわらず 60℃を超える高温の温泉を湧出しており, 一日 2000tと豊富な湯量を誇る. これまで湯田地域の地質構造や地下構造に関する研究はされているが, 温泉水についての詳細な研究はなされていない. 安川, 2006(MS)²⁾では温泉水の地化学的特徴から, 複数の断層により形成された地溝帯に周辺の山地から流動した地下水が流れ込み, 熱源により温められた可能性を指摘した(図-1).

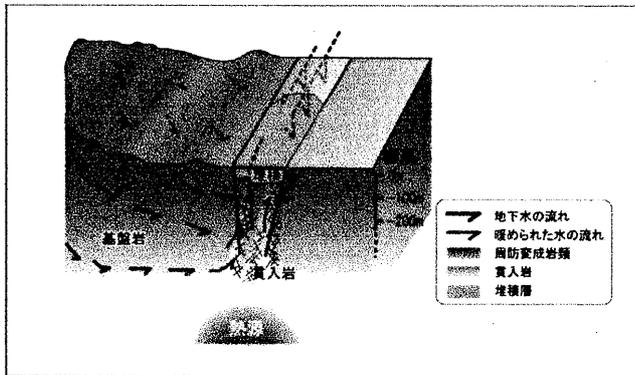


図-1 広域地下水流動と温泉水の形成流出モデル

ここでは, 湯田温泉の温泉水の水質形成についてさらに詳細に検討する. また湯田温泉の水質の特徴を明らかにするために, 山口県内陸部, 島根県西南部, 広島県西部の温泉の特徴を明らかにし比較, 検討を行う.

調査方法

湯田温泉の南西部に位置し, 山口県から島根県南部にかけて連続する大原湖-弥岐山西断層系³⁾(図-2)沿い, および山口県内陸部と湯田温泉, 広島県西部で温泉水・地下水を採水し, pH, EC, 一般水質, 酸素水素同位体などを測定する.

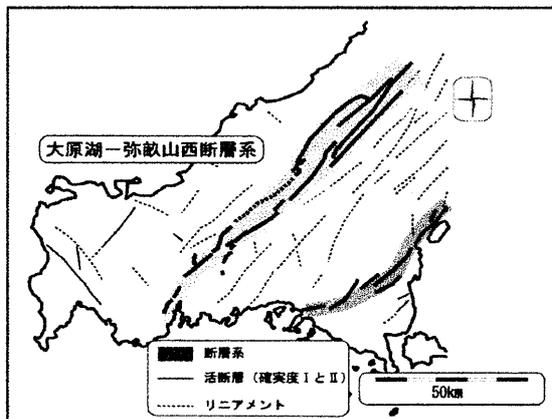


図-2 大原湖-弥岐山西断層系³⁾

結果

温泉水の採水は地表部~地下最大深度 1700m で行った. 温泉水は, ボーリングを掘り動力で汲み上げているもの, ボーリングが掘られ自噴しているもの, 地表部で自噴しているものの 3 タイプがある. 対象としている温泉の数が少ないためはっきりとはいえないが, 自噴しているものは大原湖-弥岐山西断層系沿いに多く分布しているように見える.

山口県内の温泉の大部分は 25~42℃と低い泉温をしめす. しかし, 湯田温泉は最高泉温 72℃と高い温度を示す. このため湯田温泉の熱源については湯田地域で解明する必要があることがわかる.

また, pHは 6~10 と中性からアルカリ性を示す. 大原湖-弥岐山西断層系を境に北西側ではアルカリ性に, 南東側では中性になる傾向が見られる. また, 断層系内では北東から南西に向かい中性からアルカリ性になる傾向が見られる.

ECは断層系に沿う温泉では 10~ 2000mS/m という高い値を示し, 他では 1~60mS/m の値を示す. 大原湖-弥岐山西断層系を境に北西側では 100mS/m 以下の値を示す.

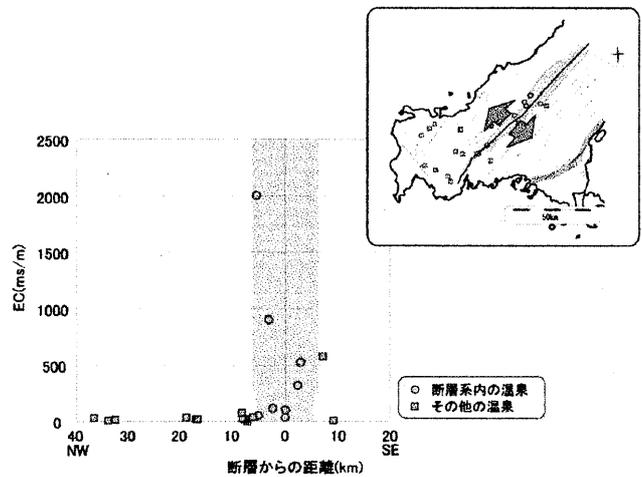


図-3 EC 値と断層系からの距離の関係

温泉水の水質は, 山本(1983)⁴⁾の分類によると, 山口県内 19 箇所中 17 箇所が Na₂SO₄, NaCl 型を, 2 箇所が CaSO₄, CaCl₂型を示し, 湯田温泉のみ NaHCO₃ 型を示す. 溶存イオン量は, 大原湖-弥岐山西断層系沿いの北東側の温泉で多く, 南西側にいくにしたがって少なくなっている(図-4). 溶存イオンのうち Cl⁻は断層系沿いで約 150~5700ppm, 他は 8~40ppm の値を示し, 北東から南西に向かい値が小さくなる傾向が認められる. また, 断層系北東部の温泉には炭酸水素イオンを含む場所もあり, 間欠泉となっているところもある.

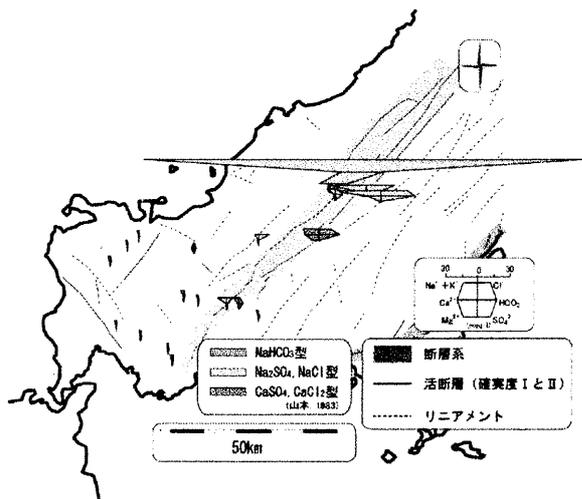


図-4 温泉水のヘキサダイアグラムと断層系の関係

また、地質・地質構造と水質との関係では、断層系の存在の影響が大きいと考えられる。

温泉水の起源を求めるため、酸素水素同位体を測定した。津和野塩井戸からは他と比べて重い温泉水が湧出しているが、その他の地点では湯田温泉とほぼ同じ値を示す(図-5)。

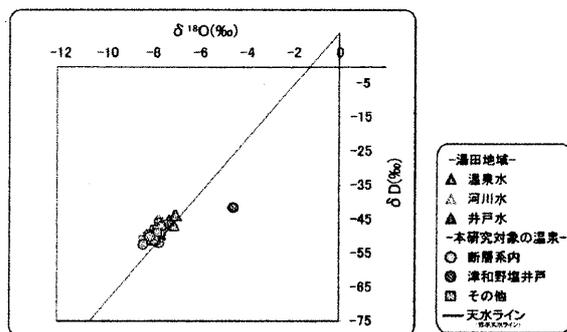


図-5 温泉水の酸素水素同位体比

温泉水の起源の検討のため、大原湖-弥敷山西断層系沿いの温泉の Cl と $\delta^{18}\text{O}$ の関係について検討を行った。その結果、すべての温泉水は、軽く低濃度の断層系南西部の温泉(タイプ 1)、やや重くやや高濃度の断層系北東部の温泉(タイプ 2)、重く高濃度の津和野塩井戸(タイプ 3)の 3 つに分けることができる。また、そのうちのタイプ 1 は天水起源に、タイプ 2 は、タイプ 1 の地下水とタイプ 3 の地下水との混合により形成された可能性がある(図-6)。

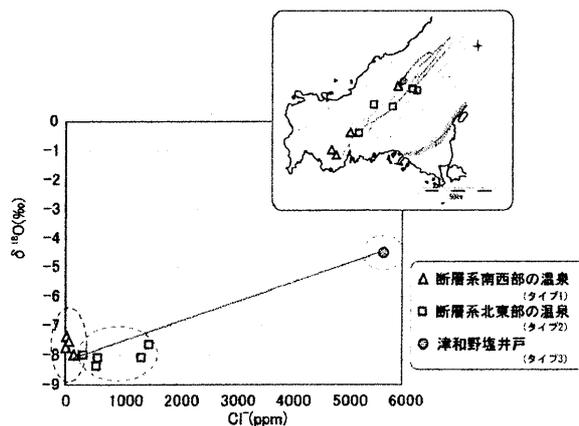


図-6 Cl と $\delta^{18}\text{O}$ の関係

考察

pH, EC, 一般水質などの結果より、湯田温泉の水質形成には地溝帯を形成する大原湖-弥敷山西断層系(榎野川断層を含む)の存在が関係していると推察される。津和野塩井戸(タイプ 3)から南西へ大原湖-弥敷山西断層系沿いの温泉水・地下水に Cl が含まれている理由として、マグマからの脱水により生成された深部地下水が有馬型温泉の温泉水と同じように⁷⁾、地下深部から上昇してきた塩分濃度の高い地下水が含まれている可能性がある。

引用文献

- 1) 日本温泉科学会, 2005: 温泉学入門-温泉への誘い-, コロナ社, 128p.
- 2) 安川知里, 2006: 山口市湯田温泉の温泉水に関する地球化学的研究: 山口大学理学部 卒業論文, 55 p.
- 3) 金折裕司, 2005: 山口県の活断層-地震災害の減災をめざして-, 近未来社, 119p.
- 4) 山本荘毅, 1983: 地下水調査法. 古今書院, 490p.
- 5) 松田美由樹, 1997: 山口県の温泉の地質学的特性: 山口大学理学部 卒業論文, 50p.
- 6) 山口地学会, 1991: 山口県の岩石図鑑, 224p.
- 7) Sano, Y. and Wakita, H., 1985: Geographical Distribution of $3\text{He}/4\text{He}$ Ratios in Japan: Implications for Arc Tectonics and Incipient Magmatism. Journal of Geophysical Research, 90, NO.B10, 8729-8741.