

## 難透水層およびその周辺における温泉の地球化学的研究 - 地化学温度計の開発および流体流動系 -

### Geochemical study of hot springs in and around the impermeable rocks - Proposal of a new silica geothermometer and flow system -

# 安諸 政俊 [1]; 村松 容一 [1]

# Masatoshi Yasumoro[1]; Yoichi Muramatsu[1]

[1] 東理大・理工

[1] Fac.Sci. and Tech.,Tokyo Univ.Sci.

【目的】難透水層およびその周辺で温泉を開発する場合、掘削費は貯留層流体の温度および貯留構造に支配される。そのため、温泉開発業者が掘削費の低減化、および開発後の温泉施設における湧出量の管理を行うためには、開発エリアにおける貯留層流体の温度および流動機構を明らかにする必要がある。ここでは、関東平野の非火山地域における貯留層流体の温度を推定する新たな地化学温度計を開発したので、その結果を述べる。さらに、難透水層が分布する埼玉県西部の三波川帯およびその周辺の新第三紀堆積岩類に賦存する温泉水を採取し、その泉質に基づいて本地域における貯留層流体の平面的温度分布、および温泉水の流動機構を検討した。

【方法】埼玉県の温泉施設 16 地点で温泉水、1 地点で降水を採取した。温泉水は現地において水温・pH・電気伝導度を測定し、研究室での分析用に 500ml ポリエチレン容器 3 本に入れて持ち帰った。溶存化学成分の分析はイオンクロマトグラフ、硫酸酸性標準溶液による滴定、分光光度計により行った。また埼玉西部温泉井の掘削時に回収されたカッティングスと、2 温泉施設の配管内に生成する温泉沈殿物を粉末 X 線回折法で同定した。

【結果と考察】5 本の温泉井の掘削終了後に実施した温度回復試験および採水試料の SiO<sub>2</sub> 濃度にもとづけば、関東平野の非火山地域における貯留層流体の温度は次式で表される。ただし、適用できる泉温の下限は約 27 °C である。

$$T(^{\circ}\text{C}) = 1830 / (7.478 - \log \text{SiO}_2) - 273.15 \quad (\text{SiO}_2 \text{ は温泉水の SiO}_2 \text{ 濃度、mg/L 単位})$$

埼玉県西部に分布する温泉水の pH は 6.5 ~ 10.9、水温は 18.2 ~ 44.0 である。地表には難透水性の先新第三系基盤岩類(三波川帯)が広く分布し、深度 1000m になると東方へ舌状に張り出している事が反射法地震探査によって推定されている(高橋ほか,2006)。この基盤岩類の分布をもとに、温泉水の貯留の場を(1)基盤岩類(2)舌状基盤岩類以北の新第三紀堆積岩類(3)舌状基盤岩類以南の同堆積岩類に分けて泉質を検討した。その結果、(1)に属する温泉の泉質は Na-Cl 型を主とする。(2)と(3)に属する温泉の泉質は西から東に向けて Na-HCO<sub>3</sub> 型から Na-Cl 型へと変化し海水混合比は高まり、また貯留層流体の地化学温度も東方に向けて高温化する。

これら 3 つの貯留の場のうち、(1)の温泉水は基盤岩中の断層沿いに地下深部から上昇してきていると考えられる(断層規制型温泉水)。他方、(2)と(3)の温泉水は新第三紀堆積岩類中の砂岩層中を水平方向に流動していると考えられ(地層規制型温泉水)。海水混合比と地化学温度に認められた傾向は、降水が西方で地下へ浸透した後に東方へ流動する過程で Na-Cl 型の温化石海水と様々な割合で混合した事を示唆する。このうち、(3)においては、地表における基盤岩分布域東縁周辺の高標高部が降水の涵養域になっていると推定される。

埼玉西部温泉井のカッティングス中にはカオリナイト・モンモリロナイト、また温泉沈殿物には方解石が二次鉱物として確認された。水-鉱物相互作用の化学平衡計算によって、これらの鉱物の安定性を検討した結果も報告する。