

## ヘリウム同位体比を用いた神戸市街地深層地下水の循環・滞留に関する研究

## Helium isotopic study of deep groundwater in the Kobe area: Application to groundwater circulation

# 森川 徳敏[1], 風早 康平[2], 長尾 敬介[3], 安原 正也[4], 稲村 明彦[4], 高橋 正明[5], 角野 浩史[3], 大和田 道子[6]

# Noritoshi Morikawa[1], Kohei Kazahaya[2], Keisuke Nagao[3], Masaya Yasuhara[4], Akihiko Inamura[5], Masaaki Takahashi[6], Hirochika Sumino[3], Michiko Ohwada[7]

[1] 産総研・深部地質, [2] 産総研地調, [3] 東大・院理・地殻化学, [4] 産総研, [5] 産総研・深部センター, [6] 東工大・火山流体研究センター

[1] Deep Geol. Environ., AIST, [2] Geol. Surv. Japan, AIST, [3] Lab. Earthquake Chem., Univ. Tokyo, [4] Geol. Surv. J., [5] Geol. Surv. J., [6] GSI, AIST, [7] Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Inst. Tech.

我々は、2002年度の本学会において、地下水に混入している可能性のある深層熱水の特徴を明らかにするため、神戸市街地の地下水のヘリウム濃度・同位体比の測定を行った。その結果、神戸市街地の東西約16km・南北9kmの範囲にある浅井戸（数m程度）から約1,000mまで掘削したボーリング孔まで様々な深度から採取した29試料のうち、9試料は明らかに $3\text{He}/4\text{He}$ 比が高く、最も高い試料で $3.8 \times 10^{-6}$ （大気成分の2.7倍）となった。神戸市北部（有馬）から和歌山県にかけて広い範囲で、温泉水・温泉ガス中の $3\text{He}/4\text{He}$ 比が高い値を示し（Sano and Wakita, 1985; Wakita et al., 1987; Okada et al., 1994）、酸素・水素同位体比が天水からマグマ水の方向へとシフトしていることから（Sakai and Matsubaya, 1974）、 $3\text{He}/4\text{He}$ 比が高い要因として、熱水が地下水に混入したものであることが考えやすい。そして、神戸市北部の六甲山地北側に位置する有馬温泉の $3\text{He}/4\text{He}$ 比が（ $9 \times 10^{-6}$ 以上；Sano and Wakita, 1985; Wakita et al., 1987）、神戸市街地の地下水データに比べて明らかに高いことと、有馬温泉と神戸市街地における地質構造との違い（有馬 - 高槻構造線を境に白亜紀中～後期の流紋岩類、白亜紀後期の六甲花崗岩が分布している有馬周辺域に対し、神戸市街地は、厚い第四紀の堆積層である大阪層群に覆われている）から、有馬温泉に類似した熱水が神戸市街地深層地下水に混入し、滞留していることを推測した。

本講演では、神戸市街地に混入している可能性のある深層熱水の性状を明らかにするために、地下水中のヘリウム濃度・同位体比の追加調査を行った。この結果を含めて、 $3\text{He}/4\text{He}$ 比の空間分布をより詳細に把握し、深層熱水を含んだ地下水の循環・滞留のモデル化を試みる。

今回新たに分析した地点は、約700～1,500mまで掘削された5つの温泉掘削孔から採取したものである。いずれも、 $4\text{He}$ 濃度が高く、 $3\text{He}/4\text{He}$ 比は以前に得られていた $3.8 \times 10^{-6}$ よりも高い値を示した（最大で $7.7 \times 10^{-6}$ ）。昨年データも含めて、1,000m程度の地下水は、いずれも温泉水であり、採取した地点は東西約15kmにわたっている。つまり、今回の結果は、神戸市街地深部には、熱水が広範囲にわたって滞留しているという説を裏付けるものとなった。

大多数の地下水の酸素・水素同位体比が天水線上に位置し、一部の温泉水が有馬温泉側にシフトしていることから、深部に滞留する地下水は、その起源が天水であり、そこに有馬型熱水が混入したものと見える。ただし、 $3\text{He}/4\text{He}$ 比が有馬温泉に比べて明らかに低いことから、神戸市街地の地下水は、滞留中に放射壊変起源のヘリウム（ $3\text{He}/4\text{He}$ 比 =  $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-8}$ ）を加えたことが判る。この場合、 $3\text{He}/4\text{He}$ 比は、有馬型熱水に含まれるヘリウムと放射壊変起源のヘリウムの量比に依存する。放射壊変起源のヘリウムは、岩石中のU・Th系列の壊変核種の壊変によって、帯水層内或いは、周囲の岩石から発生・拡散するものであるから、第一近似的には、地下水の滞留時間とともに溶解量は増大する。つまり、神戸地域の深層地下水の $3\text{He}/4\text{He}$ 比は、帯水層に溶解するヘリウムが有馬型熱水のフラックスと、帯水層での熱水の滞留時間に依存するといえる。これを利用した地下水滞留モデルの構築を試みる予定である。

## 引用文献

Sakai and Matsubaya (1974) Econ. Geol. 69, 974-991.

Sano and Wakita (1985) J. Geophys. Res. 90, 8729-8741.

Wakita et al. (1987) J. Geophys. Res. 92, 12539-12546.

Okada et al. (1994) The Island Arc 3, 221-231.