

炭素同位体組成により推定された地下水における深部起源炭素の寄与の広域分布

Spatial variation of deep-seated carbon contribution in groundwater

高橋 浩 [1]; 高橋 正明 [2]; 風早 康平 [3]; 廣田 明成 [4]; 半田 宙子 [5]; 大和田 道子 [6]; 森川 徳敏 [7]; 安原 正也 [8]; 稲村 明彦 [9]

Hiroshi Takahashi[1]; Masaaki Takahashi[2]; Kohei Kazahaya[3]; Akinari Hirota[4]; Hiroko Handa[5]; Michiko Ohwada[6]; Noritoshi Morikawa[7]; Masaya Yasuhara[8]; Akihiko Inamura[9]

[1] 産総研・地調; [2] 産総研・深部センター; [3] 産総研地調; [4] 北大・理・地惑; [5] 産総研・深部地質; [6] 産総研・地質情報; [7] 産総研・深部地質; [8] 産総研; [9] 産総研

[1] Geological survey of Japan, AIST; [2] GSJ, AIST; [3] Geol. Surv. Japan, AIST; [4] Natural History Sciences, Hokkaido Univ.; [5] Res. Center for Deep Geol. Environ., GSJ, AIST; [6] Inst. Geol. and Geoinfo., GSJ, AIST; [7] Res. Center for Deep Geol. Environ., GSJ, AIST; [8] Geol. Surv. J.; [9] GSJ, AIST

地下水中の溶存無機炭酸の炭素同位体比は、火山近傍においてはマグマ起源のCO₂の指標として、さらに広域にわたっては深部流体上昇の指標として有望である。特に深部流体は、火山活動のような目に見えて実感できるような地質現象を伴わないことが多いため、その上昇の有無、分布や規模が議論の対象となる。

本研究では、東北南部～関東～北陸～東海～近畿の温泉水を中心として、およそ1000試料の溶存無機炭酸の炭素同位体比を測定し、炭素同位体を指標として深部起源炭素の寄与の存否の可能性について調査した。ここで、深部起源炭素としているものには、深部流体の他に、火山性流体や炭酸塩の溶解成分を含んでいるが、そのうちのいくつかは地質条件を設定することで排除できる。また、同時に酸素-水素同位体組成、一般化学組成の測定を行い、深部流体の特徴成分との関係を議論した。

まず、塩化物イオン、重炭酸(+炭酸)イオンの両重量濃度の合計が500mg/L以下である場合は、深部上昇水の寄与の可能性が低く、浅層地下水あるいは天水起源の温泉水として除外した。炭素同位体により推定した深部起源の炭素成分の寄与率を求め、そこに溶存無機炭酸の濃度を乗じて深部起源炭素の濃度分布を求めた。炭素同位体を指標とする場合、深部流体の特徴である高い炭素同位体比と地表付近で循環する生物起源の炭素の低い炭素同位体比を利用する。両者がどのくらいの割合で混合したら、測定された試料の炭素同位体比が形成できるのかを計算することで、深部起源の炭素の寄与を求めた。地下水・温泉水からガスが遊離したり、メタン生成が起きたりすると、同位体分別によって炭素同位体比が変化するし、海水の寄与によっても変化する。そこで、炭素同位体比が0%を上回る試料(約100試料)については、議論から削除した。それでも、上述のような同位体比の変化が誤差要因として残されると考えられるが、本研究では、広域にわたる深部流体の寄与分布を得ることに主眼を置いており、それらに起因する誤差を含んでいることを認識した上で議論を進める。

塩化物イオン濃度が高い温泉は(1)海岸部(2)大阪平野、濃尾平野(西部)、関東平野という大きな構造平野部、(3)会津盆地から只見川上流地域(4)有馬地域(5)中央構造線に沿った地域(大阪平野南部・和歌山～三重南部～長野伊那地域～関東山地)(6)糸魚川-静岡構造線に沿った地域、および(7)長野市(松代)地域に分布している。一方、重炭酸イオン濃度が高い温泉は(3)(5)(6)(7)(8)の地域に分布している。塩化物イオン濃度と重炭酸イオン濃度が同時に高い地域は(3)～(7)の地域であるが、塩化物イオン濃度のみが高い(1)(2)と(5)のうち長野県伊那地域や、逆に重炭酸イオン濃度のみが高い(8)も存在する。

炭素同位体から計算した深部起源炭素の寄与率が大きな温泉は(3)会津盆地から只見川上流地域(4)有馬地域、(5)中央構造線に沿った地域(大阪平野南部・和歌山～三重南部、関東山地)(7)長野市(松代)地域(8)紀伊半島中央地域および(9)北陸地域に分布している。この結果は重炭酸イオン濃度の高い温泉の分布とほぼ同じである。また、特に(5)中央構造線に沿った地域(大阪平野南部・和歌山～三重南部、関東山地)の深部起源炭素の濃度が極めて大きい。また、中央構造線の活動度が比較的低い紀伊半島東部においても多くの深部起源炭素の寄与が確認できる。これは、深部からの流体上昇に大規模な構造線が関与していることを示唆している。しかしながら、愛知県～長野県の中央構造線に沿った地域では深部起源炭素の寄与が低く、大規模構造線の全てが深部からの流体上昇に関与する訳ではないようである。

一方で、グリーンタフ層が分布し油田鹹水あるいは地質時代の海水の寄与を受けている可能性が考えられる(3)会津盆地から只見川上流地域や(9)北陸地域、および古い火山あるいは地質時代の海水の寄与を受けている可能性が考えられる(7)長野市(松代)地域も深部流体の寄与を示唆する結果が得られており、今後の精緻化が必要である。しかし、重炭酸イオン濃度および炭素同位体組成を用いて推定する深部起源炭素濃度は、深部流体の寄与する地域を概查的段階において読み取ることが可能であると考えられる。