

日本列島の地下水に含まれる深部流体の起源・成因

Origin and genesis of deep crustal fluid component in groundwater in Japan

風早 康平^{1*}, 森川 徳敏¹, 安原 正也¹, 塚本 斉¹, 高橋 浩¹, 佐藤 努¹, 高橋 正明¹,
大和田 道子¹, 尾山 洋一¹, 芝原 暁彦¹, 稲村 明彦¹, 鈴木 秀和¹, 半田 宙子¹, 仲間 純子¹,
切田 司¹, 北岡 豪一², 大沢 信二³, 戸崎 裕貴⁴

Kohei Kazahaya^{1*}, Noritoshi Morikawa¹, Masaya Yasuhara¹, Hitoshi Tsukamoto¹,
Hiroshi Takahashi¹, Tsutomu Sato¹, Masaaki Takahashi¹, Michiko Ohwada¹, Yoichi Oyama¹,
Akihiko Shibahara¹, Akihiko Inamura¹, Hidekazu Suzuki¹, Hiroko Handa¹, Atsuko Nakama¹,
Tsukasa Kirita¹, Koichi Kitaoka², Shinji Ohsawa³, Yuki Tosaki⁴

¹産業技術総合研究所 地質調査総合センター, ²岡山理科大学理学部, ³京都大学地球熱学研究施設,
⁴筑波大学大学院生命環境科学研究科

¹Geol. Surv. Japan, AIST, ²Okayama Univ. Sci., ³Inst. Geotherm. Sci., Kyoto Univ., ⁴Univ. Tsukuba

日本列島には非火山地域においても塩水や炭酸水が広く存在することが知られており、その分布や起源の解明は、天水以外に由来する地下水の実態を探るためだけでなく、変動帯における地下流体の役割を考える上で重要である。本研究では、西南日本弧（中国、四国、近畿、東海）および東北日本弧（福島、新潟）の研究対象地域において、掘削井や自然湧出の温泉から採取された地下水試料について、その化学・同位体組成を用いた起源解析を行った。この中で塩素イオン濃度が1000mg/l以上の地下水について、水の水素、酸素同位体比および塩素イオン濃度から火山性熱水、非火山性深部熱水および化石海水を起源とするものに分類を試みた。また、水温、溶存無機炭酸（DIC）濃度や同位体比データや希ガス組成、ヘリウム同位体比などのデータを利用することにより、地殻深部起源やマントル起源のガス種の上昇域等に関する情報も示す。さらに、それらの地下水情報の空間分布と地質、構造との比較により、非火山性深部起源の熱水の成因および内陸部に存在する化石海水について考察する。

西南日本弧においては、南からフィリピン海プレートが沈み込む場所であり、非火山性の深部から上昇していると考えられる塩水が中央構造線沿いに延長1000kmにわたり存在していることが確認された。これら中央構造線に沿ってみつかる塩水は有馬-高槻構造線等で見つかる有馬型塩水と非常によく似た同位体的特徴があり、これらも有馬型塩水と分類した。西条市南部には標高700m地点で多量のCO₂と共に塩水が自噴している場所がある。有馬型塩水は、スラブ内の変質玄武岩の脱水を起源とすると考えられているため、その上昇はジオプレッシャーにより駆動される。上昇の水みちさえ確保されれば、どこにでも上昇しうる流体であることと調和的である。中国山地では、深部からの塩水はほとんどみられない。厚い古生層に多くの花崗岩が貫入しており、それらがキャップとなっているためと考えられる。一方で、山陰地域は最もマントル起源ガスの上昇が活発であり、高熱流量である。四国地方においては、深部起源の炭酸がいたるところで確認される。これらは地下構造からみて沈み込んだスラブに含まれる海成炭酸塩の分解を起源とする可能性がある。この場合、同時にスラブ脱水起源の塩水も上昇している可能性がある。同位体的に古い海水と考えられる塩水の一部は、一度、プレートの沈み込みに伴い深部に引き込まれたあとに上昇した海水起源の水の可能性もある。

東北日本弧では、太平洋プレートが東から西に向かい沈み込んでいる場所であり、脊梁を形成する火山列を境にして東西でまったく異なる地下水が存在する。火山列よりも東側にも地殻直下にマントルが存在しているにもかかわらず、マントル起源ガスの分布は、火山列の西側に限られ

るのがこの地域の大きな特徴である。スラブ脱水起源の熱水流体は、西南日本弧と同様に存在すると考えられるが、火山列より東側の前弧域では有馬型のような深部上昇熱水が明瞭に見いだせない特徴がある。阿武隈花崗岩地域は深部上昇型も停滞型塩水も存在せず熱流量も低い。西南日本弧の中国山地と同様に深部流体上昇を阻むキャップの役割を果たしていると推定される。東北日本弧の内陸部に存在する塩水は、マグマ起源と考えられる熱水（組成は有馬型に似る）と非常に古い（>400万年）化石海水が存在している。このような停滞型塩水も浅層に上昇している痕跡があり、上昇機構は超長期にわたる応力による圧密・絞り出し型であると考えられる。新潟地域では、新発田小出構造線を境にして、油田塩水、化石海水等が日本海側に分布する。

以上により、日本列島ではプレートの違いにも関連し、地質構造の特徴に強く依存した地下水が存在することが明らかになった。プレートの違いによる地域性の原因については、今後さらなる研究が必要である。

キーワード: 深部流体, 非火山性熱水, 有馬型塩水, スラブ脱水, 中央構造線

Keywords: crustal fluid, non-volcanic fluid, Arima-type water, slab dehydration, median tectonic line