

浅層地下水系への深部流体の混入について

Interaction of deep-seated waters with shallow groundwater system

安原 正也^{1*}, 稲村 明彦¹, 風早 康平¹

Masaya Yasuhara^{1*}, Akihiko Inamura¹, Kohei Kazahaya¹

¹産総研

¹Geological Survey of Japan, AIST

深部流体とは、現在の海水や天水とは異なる、あるいは表層由来のガス種とは異なった起源を有する水・ガスの総称である。日本列島に賦存する深部流体としては、深部上昇流体（火山性流体やスラブの脱水に由来するいわゆる有馬型深部熱水）や長期停滞水（古い海水などが深層に長期にわたって停滞し変質した塩水）が考えられる。これらの深部流体は通常CIに富んでいるが、地質学的・水理学的な条件が整えば地表のごく近くまでもたらされて浅層地下水系に混入し、また場合によっては地表に直接湧出する。深部流体の地表湧出地点や浅層地下水系への混入場（流出場）の把握とその量的評価、さらに浅層地下水との混合とその後の流動・流出プロセスを理解することは、地球規模でのCIやC等の物質循環を考える上でも重要である。

今回は特にCIに注目し、わが国の内陸域において塩水が地表に自然湧出する地点ならびに浅層地下水（深さは概ね10m以浅）の塩水化が認められる地域を、日本鉱泉誌（1886）や市町村史・郷土資料に基づいて抽出した。その結果、現在では塩水の湧出が止まったものも含め、深部流体の混入に起因すると考えられる「浅層塩水」の存在を全国約250の地点と地域において確認することができた。第四紀火山とその近傍において分布が密であること以外にも、いくつかの特徴を読み取ることができる。すなわち、中央構造線（関東地方におけるその推定延長線を含む）、糸魚川・静岡構造線、有馬・高槻構造線、山崎断層等の大規模な地質不連続線上もしくは近傍に浅層塩水の集中が見られる。さらに、東北地方を中心とする内陸構造盆地、また日本海側の平野部とその周辺の丘陵・山地部に集中域が存在し、油田・ガス田地帯との一致も認められる。太平洋沿岸部では、南房総地域、焼津地域、宮崎地域に密に分布している。これらの地域には水溶性ガス田が存在するという共通点がある。対照的に、岐阜県・愛知県・福井県の山間部、阿武隈山地、北上山地など、浅層塩水の分布が極めて粗である地域も存在する。地殻下部と地表浅層部を繋ぐ流体の通路（断層、構造線、褶曲構造、活火山、岩脈、旧火道等）の有無といったそれぞれの地域の水理地質構造と、高CI濃度を有する深部流体の賦存・供給状態を反映した分布と考えられる。

一方、山形県塩沢地域、房総半島南部地域、大分県臼杵地域、長野県鹿塩地域を含む12地域の浅層塩水について現地調査を実施したところ、そのCI濃度は500-23,000mg/l、また水温は概ね25℃以下（大部分は20℃以下）で、それぞれの地域のノーマルな浅層地下水温とほぼ同じであった。delta-¹⁸O-Cl、delta-D-delta-¹⁸O、³He/⁴He-⁴He/²⁰Nプロット（産総研未公表データ）は様々な傾向を示しており、端成分となる深部流体の性状の多様さに加えて、各地域の浅層塩水の形成に果たす深部流体の寄与（浅層地下水との混合率）の違いを示唆する結果となった。

山形県寒河江地域、埼玉県渡瀬地域、長野県松代地域では、数km²あるいはそれ以上の比較的広範囲にわたって浅層地下水の塩水化が生じている。このうち、関東山地北縁の三波川結晶片岩系の模試地の一角にある埼玉県渡瀬地域においては、深部流体の混入によって段丘礫層中の浅層地下水（深度10m以浅）が高いCI濃度を有することが以前から知られている。この塩水化した浅層地下水は地形勾配に従って同地域を流下し、最終的には神流川に流出する。定常状態を仮定し、深部流体によって地域全体もたらされるCIの量を水理学的に概算したところ、1963年当時（高

瀬, 1963) と比較して2006年時点ではその量が1/10程度まで激減していることが明らかとなった。この広域的なClフラックスの減少が開発等の人為的要因によるものか、あるいは長期的な地殻変動等の自然要因によるものかは現時点では明らかでなく、引き続き検討を行っているところである。今後も、以上のような深部流体の流出場の全国マッピングならびに浅層地下水との混合・流動・流出プロセスについてさらに評価を進めてゆく予定である。発表当日には、これらについての中間結果を紹介したい。

キーワード: 深部流体, 浅層地下水系, 浅層塩水, ミキシング, 地理的分布, 同位体

Keywords: deep-seated water, shallow groundwater system, Cl-rich shallow groundwater, mixing, geographical distribution, isotopes