

青森県東部地域における地下水中の深部起源炭素の空間分布

Spatial and vertical distributions of deep-seated carbon in groundwater at the eastern area of Aomori Prefecture

高橋 浩^{1*}, 高橋 正明¹, 大和田 道子¹, 風早 康平¹, 尾山 洋一¹, 森川徳敏¹, 芝原 暁彦¹, 半田宙子¹, 仲間純子¹

Hiroshi Takahashi^{1*}, Masaaki Takahashi¹, Michiko Ohwada¹, Kohei Kazahaya¹, Yoichi Oyama¹, Noritoshi Morikawa¹, Akihiko Shibahara¹, Hiroko Handa¹, Atsuko Nakama¹

¹産業技術総合研究所, 地質情報研究部門

¹GSJ, AIST

長期停滞型や深部上昇型の塩水などが、深層地下水の化学組成に大きな影響を与えると考えられている。これらの深部塩水は高濃度のCO₂を含むことが多く、地下水の化学特性を変化させる要因となっている。深部塩水やそれによって運ばれるCO₂の起源について、未解明な部分が多いが、日本列島のかなり広範囲にわたって深層からもたらされているようである。

本研究の対象地域である青森県東部においても、高塩濃度の非火山性温泉が多く存在する。これらの温泉に影響を与えている高塩濃度地下水の起源として、海水（古海水）が考えられている。ここでは、地下水に含まれる炭素成分について、深部起源炭素の濃度やその空間分布を示し、化学・同位体的特徴を考慮して、CO₂の供給源について議論する。なお、本研究では、地表における生物活動による炭素を起源としない炭素成分を深部起源炭素と定義し、高い安定炭素同位体比を示す特徴を利用して寄与を算出した。

深部起源炭素の供給

本研究の対象地域で、Cl濃度の高い深層地下水は、浅層地下水と海水（古海水）が混合して形成されていると考えられる。海水（古海水）の混入があると炭素同位体比が高くなるため、地下水の全炭酸の炭素同位体比が高い値を示したとき、海水（古海水）の混入のみを考えれば良いのか、それ以外にも炭素成分の供給があるのかについて考察した。

調査地域南部の海岸沿いのおよそ直径5 km程度の範囲から採取した非火山性の温泉水による解析を行った。これらは、浅層地下水と海水（古海水）が混合したものであることが、水素-酸素同位体組成やCl濃度との関係から示されている。しかし、全炭酸濃度と放射性炭素濃度、安定炭素同位体比の関係からは、浅層地下水、海水や古海水とは違った端成分の存在が示され、炭素成分は、浅層地下水と海水（古海水）の混合のみで形成されたのではないことがわかる。

深部起源炭素の濃度の空間分布

地下水中の深部起源炭素は、恐山や八甲田火山群などの火山フロント上、下北丘陵とその周辺部、八戸や三沢といった上北平野南部の太平洋岸で高い濃度を示す。溶存するヘリウムについて、どのような同位体比を持った端成分が大気平衡の地下水と混合しているのかを推定すると、火山フロント上ではマグマ成分の寄与を示す値となり、その他では0.1Ra?0.8Ra程度の低いヘリウム同位体比を示す。CO₂もヘリウムもどちらもガス成分であり、その挙動に共通する点が多いと考えられ、火山フロント以外の地点の地下水中のCO₂は、火山ガス起源ではないことがわかる。

上北平野の内陸側では、深部起源炭素が検出されない地下水が多く、深部起源炭素濃度も全体的に低い。この地域は、低重力異常が見られ、内陸方向に堆積盆の構造がみえる。低重力異常が

強く、基盤深度が深いと考えられる地域ほど、深部起源炭素が検出されにくい傾向がある。低重力異常が極大となる地域では、井戸深度が1000m近くに達するような深井戸であっても深部起源炭素が認められない。その周辺の低重力異常がそれほど強くない地域では、同じく1000mやそれよりも浅い井戸でも深部起源炭素が検出される。また、重力異常の強さが同程度で、基盤深度に違いが見られないと考えられる地域の中では、地下水を採取した井戸深度がある程度深いと、深部起源炭素が検出される傾向がある。

上北平野南部の太平洋岸には、高濃度の深部起源炭素を示す地下水がある。非常に近接した地点でも、浅層地下水との混合や、ヘリウム同位体から推定される滞留時間などに違いが見られ、地域内の空間分布は複雑である。この地域は、高重力異常を示し、基盤深度が浅くなっていると考えられ、深部起源炭素が検出されても不思議ではないが、内陸部に比べて深部起源炭素の濃度が非常に高いものの、基盤深度と深部起源炭素の寄与には関連があると考えられる。

深部起源炭素の供給源

深部起源炭素は、非常に低い放射性炭素濃度（ -1000‰ 近い値）と高い安定炭素同位体比（ 0‰ 前後）を示すことが同位体データから推定された。炭酸塩や非常に古い有機物がメタン生成を伴って分解された際に生じた CO_2 成分、さらに地下深くからもたらされる炭素成分などが起源となりうる。

深部起源炭素の空間分布からは、深部起源炭素の供給は、堆積盆よりもさらに深層を想定すべきであると考えられる。このような深部起源炭素の供給は日本列島のかなり広範囲にわたって存在する可能性がある。西南日本においては、高い同位体を示すヘリウムとともに検出されるが、本研究地域ではヘリウム同位体比が低いといった特徴もあると思われる。

キーワード:地下水,深部起源炭素,炭素同位体,ヘリウム同位体,青森

Keywords: groundwater, deep-seated carbon, carbon isotope, helium isotope, Aomori