

東濃地域における地下深部の生物化学的な酸化還元緩衝能力について

Redox buffer capacities of water-mineral-microbe system around Tono uranium deposit

岩月 輝希[1], 村上 由記[1], 長沼 毅[2]

Teruki Iwatsuki[1], Yuki Murakami[1], Takeshi Naganuma[2]

[1] サイクル機構 東濃地科学センター, [2] 広大・院・生物圏

[1] JNC TGC, [2] School of Biosphere Sci., Hiroshima Univ.

岐阜県東濃ウラン鉱床では、第三紀堆積岩中にウラン鉱体が存在し、1千万年以上にわたってウランが地層中に保存されてきた事が明らかになっている。この保存に関わるメカニズムの一つとして、堆積岩深部ではウランを保持し得る還元状態が長期間維持されてきた事が考えられる。これまでの研究で、地下水中の酸化還元化学種、微生物数、硫酸イオンの硫黄同位体比から、ウラン鉱体深度では地層中の有機物を介した硫酸還元菌による硫酸還元とそれに続く硫化鉱物の沈殿が還元状態の形成に関与する主要な酸化還元反応であると判った。本研究では、このような地下水 - 鉱物 - 微生物システムの安定性について長期的な評価を行うため、反応に関わる物質の供給速度や存在量に関わる調査を行い、その結果に基づいて定量的な解析を行った。

研究領域では第三紀堆積岩（層厚 100~200m：上部から海成層である生俵累層、明世累層、湖成層でありウラン鉱体が主に存在する土岐夾炭累層）が不整合に基盤花崗岩を被っている。この堆積岩に掘削された複数のボーリング孔を用いて地下水および岩石試料の化学分析を行った。硫酸還元菌による硫酸還元反応に関わる物質には、地下水・地層中の硫酸イオンや硫化物、有機物等が挙げられる。地層中には難分解性有機物であるグリグナイトが大量に存在しており、リグナイト抽出物で生育できる硫酸還元菌も確認されているので、この一方の反応物質である硫酸・硫化物について考察する。

地下水中の硫酸イオン濃度は、塩素イオン濃度と正の相関（[硫酸] / [塩素]モル濃度比 = 2.03）を示し、その起源は堆積岩上部の海成層であると考えられた。この地域では、約1500万年前に海成層が堆積し、その後、数十万年前に陸地化し現在に至るまで地表面の浸食が続いてきたと考えられる。その間、海成層上部の硫酸塩鉱物や硫化鉱物等が地表から浸透する酸化的表層水により硫酸イオンとして溶脱し、それを堆積岩下部の硫酸還元菌が有機物を介して還元することで、還元環境が維持されてきたと推察される。地下水中の塩素イオン濃度は地下水の滞留年代とも正の相関（[塩素イオン(mmol/l)] = 2.9×10^{-5} [滞留年代(yr)]）を示し、硫酸イオン濃度と塩素イオン濃度の相関に基づいて、地層から地下水への硫酸イオンの供給速度を約 5.9×10^{-5} mmol/l/yr と見積もることができる。一方、地層中に固相として存在する硫黄の含有量とその化学形（硫酸態、酸で揮発する硫化物態 [FeS 等]、単体硫黄[S]等）について分析したところ、総硫黄含有量は約 0.02-0.2 mmol/g と求められた。また、総硫黄含有量には深度依存性がないものの、酸で揮発する硫化物の濃度は深部ほど高い傾向が観察され、深度毎の硫酸還元状態を反映していると推察された。岩石の比重や地下水 / 岩石比等を考慮すると、単位体積当たりの岩石中の総硫黄含有量は岩石から地下水への年間硫酸供給量の約 10^6 - 10^7 倍であり、現在の水理環境が続く場合、堆積岩中の水 - 鉱物 - 微生物システム（硫酸イオン - 含硫黄鉱物・有機物 - 硫酸還元菌）は今後数百万年間にわたって継続する可能性があるかと推測される。