

北海道幌延地域における地球化学環境の長期変遷に関わるシステム解析

System analysis on long-term change of deep hydrochemical condition at Horonobe area, Japan

岩月 輝希 [1]; 石井 英一 [1]

Teruki Iwatsuki[1]; Eiichi Ishii[1]

[1] 原子力機構

[1] JAEA

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分では、地層処分場とその周辺の地球化学環境の将来変化を推測し、その変化が安全評価上、許容範囲内の変化であることを示す場合、過去～現在までの天然現象（気候変動や地質現象等）の変遷とそれらが地球化学環境に与えてきた影響を理解した上で、考慮すべき重要な現象を整理し将来の評価期間に外挿・類推するとともに、それらに伴う地球化学環境の変化を推測する技術を構築しておくことが重要である。本研究では、現在、地下研究施設の建設を進めている北海道幌延地域を対象として、過去～現在までの地質現象とそれらの地球化学環境との関連性を整理した上で、深度約 500 m の地下水の塩分濃度、pH および酸化還元状態の長期的変遷について考察し、今後考慮すべき重要な現象を明示した。

2. 過去～現在までの地質現象の整理

研究所設置地区には新第三系の稚内層（珪質泥岩）、声問層（珪藻質泥岩）が分布しており、これらの地層の埋没過程における続成作用やその後の隆起・侵食、及び断層運動などの地殻変動による高透水性構造の形成プロセスについて時間断面毎に整理した結果、地下水の地球化学環境に関わる幌延地域のシステムは水理地質条件に基づいて、3つのサブシステム（サブシステム1：相対的に空隙率の高い声問層、サブシステム2：高透水性構造が形成された深度約 400m 以浅の稚内層、サブシステム3：低透水性の深度約 400 m 以深の稚内層）に区分することができる。

3. 地質現象に応じた地球化学環境の変遷

声問層、稚内層はともに海成層であるため、堆積時の地下水（間隙水）は海水由来の特性を有していたと考えられるが、その後の地質現象により生じた各サブシステムの水理地質条件の違いを反映して現在の地球化学環境はサブシステム毎に異なっている。サブシステム1から2においては、1 Ma 以降の隆起・侵食の間に地表からの天水の涵養をうけ、海水の洗い出しによる淡水環境が認められる。一方、サブシステム3においては、海水の 1/3～1/2 程度の塩分濃度の化石海水が保持されている。主にサブシステム3における地質現象と地球化学環境の関連について論じると、地下水の滞留時間は 1.5 Ma 以上であり、約 1 Ma 前後まで続く埋没に伴う圧密作用により岩盤の透水性が低下した後は、気候変動や表層地形変化の影響が深部にまで及ばない滞留的な水理地質条件のもと、長期的に地下水が置換することのない閉鎖的な地球化学環境にあったと推察される。

地下水の塩分濃度に関わるプロセスには、1 Ma までの埋没過程における含水鉱物（オパール）の鉱物相変化や有機物の熟成に伴う脱水プロセスにより生じた淡水の蓄積などが挙げられ、長期的な塩分濃度の変動幅は、堆積時の海水の塩分濃度と現在観察される塩分濃度の間にあったと考えられる。一方、地下水の pH、酸化還元状態に関わるプロセスについては、岩盤中の炭酸塩鉱物の産状から、微生物活動による局所的酸性化と炭酸塩鉱物の溶解・沈殿による緩衝反応が初期続成から現在まで続いており、中性付近の pH 条件が維持されてきたと推測される。また、酸化還元状態については、初期続成時の硫酸還元菌による地下水中の硫酸還元反応が進んでいる段階においては強還元状態であり、閉鎖系において硫酸イオンが消費されつくした後は、鉄水酸化物やシデライトを含む水-鉱物反応が酸化還元状態を維持してきたと推察される。

4. 考慮すべき重要な現象の整理

以上の過去～現在までに起こった、あるいは継続している様々な現象は、その現象に関わる時間スケール、空間スケールを基準として整理することで、将来重要な現象を優先順位付けすることもできる。仮に、理解すべき地球化学環境の長期変遷の時間・空間スケールをそれぞれ今後 10 万年間及び数キロ四方として、研究所設置地区の深度約 500 m（サブシステム3）についてその優先順位を整理すると、気候変動や表層地形変化などの現象の優先度は低く、将来考慮すべきより重要な現象として、将来の隆起に伴うサブシステム2とサブシステム3の領域の変化やサブシステム3における主要プロセス（水-鉱物-微生物-ガス相互作用）が挙げられる。今後は、今回の検討で区分しなかった大規模断層周辺などをサブシステムとして定義し、同様の検討を行っていく。