

北海道幌延地域に分布する深部地下水を用いたコロイドの元素収着特性評価

Sorption property of natural colloids in groundwater of Horonobe area with rare earth elements.

*遠藤 貴志¹、天野 由記¹、根本 一昭¹、伊藤 剛志¹、舘 幸男¹

¹ 日本原子力研究開発機構

北海道幌延町の幌延深地層研究センターにおいて地下水を採取し、地下水中に懸濁する天然コロイドの組成データを取得した。また、嫌気的条件下にて希土類元素の収着データから、全コロイドに対する希土類元素の収着特性を評価するとともに、微生物と希土類元素の相互作用について合わせて考察した。

キーワード：コロイド、核種移行、地下水、希土類元素

1. 緒言 高レベル放射性廃棄物の地層処分システムの建設が予定される地下深部の地下水には、様々な形態のコロイドが存在し、放射性核種の移行を促進する可能性がある。これら天然コロイドには、無機コロイド、有機コロイド、微生物コロイドが含まれることが知られているが、各コロイドの組成や核種との相互作用についての理解は十分得られていない。安全評価において、コロイド濃度や核種のコロイドへの分配係数（Kd）は不可欠なパラメータであることから、各コロイドの組成や相互作用の理解は、コロイド影響評価における不確実性低減の観点から極めて重要である。本研究では、異なる深度の地下水中のコロイド濃度や組成とともに、コロイドへの希土類元素の Kd について評価した。

2. 試験方法 幌延深地層研究センター地下施設を利用して、深度 140 m および 250 m のボーリング孔から嫌気状態を保持した状態で地下水を採取し、地下水を 0.2 μm 及び 10 kDa サイズのフィルターを用いて濾過し、捕集物重量とろ過量から地下水中の各分画における全コロイド濃度（無機/有機・微生物コロイドの総量）を算出した。微生物コロイド濃度については、蛍光顕微鏡法を用いて計数した。また、嫌気条件下にて希土類元素（初期濃度 10 ppb）を用いた収着試験を実施し、溶液中のコロイドを 0.2 μm 及び 10 kDa サイズのフィルターで分画して各液相・固相を採取した。液相については ICP-MS による元素濃度分析、固相については走査型電子顕微鏡を用いた観察・分析を実施した。希土類元素添加に伴う微生物群集組成の変化を明らかにするために、元素添加前および添加後の試験溶液について 16S rRNA 遺伝子を対象とした遺伝子解析を行った。

3. 結果・考察 地下水中の 0.2 μm 以上の全コロイド濃度は、深度 140 m の地下水で 0.61 mg/dm³、深度 250 m で 0.09 mg/dm³ であった。全コロイドに対する微生物コロイドの割合は、深度 140 m の地下水で 8.2%、深度 250 m で 23.5% となり、無機と有機コロイドの割合が高いことが分かった。希土類元素の全コロイドに対する分配係数の対数値（logKd (m³/kg)）は、3.1 - 6.1 となり軽希土類ほどコロイドに対して高い親和性を有することが分かった。また、深度 140 m と 250 m コロイドの logKd を比較すると、250 m コロイドの値が高く、収着特性が異なることが示唆された（図 1）。既往の報告 [1] に従い、各深度のコロイド濃度において、核種移行影響が顕在化する logKd 値を算出したところ（図 1、点線）、一部の軽希土類（Yb, Lu）を除き、コロイド影響が顕在化する可能性があることが分かった。一方、微生物は、8~24% 程度と存在率が低いものの、代謝により核種を体内に取り込み、核種移行を促進する可能性がある。そこで、希土類元素添加後の地下水試料について、微生物の計数と遺伝子解析を行ったところ、*Rhodobacteraceae* 科および *Rhodocyclaceae* 科に属する種に近縁な微生物の増殖が確認されたことから、希土類元素の代謝への利用が示唆された。このことから、希土類元素の微生物へのみかけの収着過程には、菌体への取り込み等の不可逆な過程が含まれると考えられる。

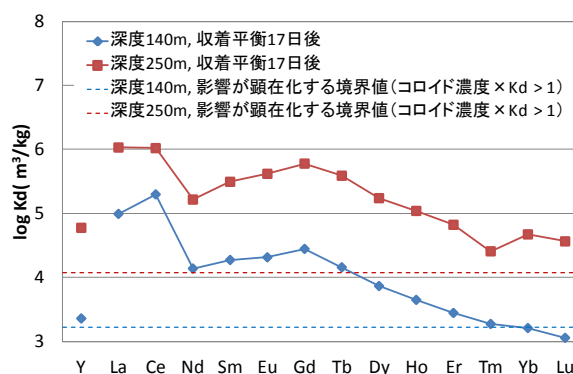


図 1 0.2 μm サイズのコロイドへの元素の分配係数

[1] 久野義夫, 笹本広, 岩盤亀裂中でのコロイドに助長された核種移行に関する解析検討, JAEA-Research 2009-071
 ※本報告は、経済産業省委託事業「平成 27 年度 処分システム評価確証技術開発」の成果の一部である。

*Takashi Endo¹, Yuki Amano¹, Kazuaki Nemoto¹, Tsuyoshi Ito¹, and Yukio Tachi¹

¹JAEA.