

瑞浪超深地層研究所における地球化学分野でのJAEA/AIST共同研究 - その1 コロイドに関する研究 -

Collaborative project of JAEA/AIST on hydrochemical study at MIU construction site - Part 1: Colloid study -

水野 崇 [1]; 鈴木 庸平 [2]; 福田 朱里 [2]; 萩原 大樹 [1]; 伊藤 一誠 [2]

Mizuno Takashi[1]; Yohey Suzuki[2]; Akari Fukuda[2]; Hiroki Hagiwara[1]; Kazumasa Ito[2]

[1] 原子力機構; [2] 産総研

[1] JAEA; [2] AIST

高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発の目標のひとつとして、深部地質環境の調査・解析・評価技術の整備がある。地球化学分野においては、微生物やコロイド、溶存有機物といった微小、微量物質について、ボーリング孔掘削時の汚染等の問題から原位置での正確な特性の把握が困難な場合が多く、課題となっている。日本原子力研究開発機構ならびに産業技術総合研究所は、岐阜県瑞浪市に建設中の深地層の研究施設である瑞浪超深地層研究所（以下、研究所）において、この課題を解決することを目的とした共同研究を実施している。共同研究においては、深部地下環境に存在するコロイド、有機物および微生物が地球化学環境の形成や物質移行特性に与える影響を把握することを目的とした調査研究を行うとともに、その過程で適用もしくは開発された調査・解析・評価手法の有効性を確認している。本報告では、コロイドに関する調査研究の現状および適用した手法の有効性について報告する。

研究所は主に2本の立坑（主立坑および換気立坑）と深度100m毎に両立坑を連結する予備ステージ等から構成される。研究用地周辺の地質は、基盤岩である白亜紀の土岐花崗岩が分布し、不整合で新第三紀の堆積岩である瑞浪層群が覆っている。地下水水質は瑞浪層群中の低透水層を境として、浅部にはNa-Ca-HCO₃型地下水が分布し、深部ではNa-Cl型地下水が認められる。また、Na-Cl型地下水は深度と共に総溶存成分濃度が上昇する傾向を示す。

本研究では、研究坑道内200m予備ステージから掘削したボーリング孔（07MI07号孔；水平孔、掘削長55m）および地表から掘削したボーリング孔（MSB-4号孔；鉛直孔、掘削長99m / MIZ-1号孔；傾斜孔、掘削長1,300m）から採取した地下水を使用した。07MI07号孔は孔内が6区間に区切られており、各区間とも湧水状態であるため、湧水圧を利用したろ過を実施した。この方法により、原位置の地下水を嫌気・被圧状態でろ過することが可能である。他方、MSB-4号孔では深度34.8~62.1mから、MIZ-1号孔では深度1148.8~1169.8mからポンプ採水した試料を嫌気条件下で採水・ろ過した。分画サイズは07MI07号孔では、0.2 μm、200,000MWCO、10,000MWCO、5,000MWCOおよび1,000MWCOとし、MSB-4号孔およびMIZ-1号孔では1.0 μm、0.8 μm、0.2 μm、200,000MWCO、50,000MWCOおよび10,000MWCOとした。分析対象元素は定量下限値を考慮し、Ti、Fe、Ni、Cu、Zn、As、Sr、Mo、Cs、Th、U、I、TC、TIC、TOCとした。なお、使用した資機材の主要な素材であるステンレスについては、金属元素の溶出を防ぐために硝酸に浸漬することにより不動態化処理を行った。

分析の結果、濃度が分画サイズに依存する元素が認められた（FeやCu等）。ただし、分画サイズに依存する元素の種類は各採水箇所において同様ではなく、採水箇所によって異なる元素が分画サイズに対して依存性を示す結果となった。また、TOC分析の結果では、堆積岩区間であるMSB-4号孔の試料でのみサイズ依存性が認められ、10,000MWCO以下の分子量を持つことが示唆された。瑞浪層群中では、有機物が硫黄成分に富むコロイド粒子として存在していることがこれまでの研究においても指摘されており、地下水中の金属元素は有機物と錯体を形成している可能性が高い。他方、花崗岩中から採取した地下水の分析結果では、分画サイズに対して濃度依存性を示す金属元素が確認できる一方、TOCは依存性を示さないことが明らかとなった。このことから、金属元素が有機錯体として存在している可能性は低いと考えられる。このような堆積岩と花崗岩中の地下水における配位子の違いは、それぞれの岩相に依存すると考えられる。これらのことから、地下水の一部の金属元素が溶存イオン以外の状態で存在しており、岩相が元素の存在状態に影響を与えている可能性が示唆された。

また、今回の分析結果では、ステンレスの構成元素であるFeやNi等が、ろ過時間の異なる各分画サイズにおいても概ね一定の範囲に分布する結果となった。これまでの研究において、ステンレスを不動態化しない場合には、これらの元素がろ過時間に伴って上昇する傾向を示したことから、使用した機材等からの溶出による汚染の可能性は小さいと考えられる。加えて、同一箇所から2つの採水容器に採取した地下水試料を異なる時期に分析した結果、各元素の濃度が同様の値を示すことから、試料採取からろ過開始までの期間において、試料の酸化や変質といった劣化が生じていないことが確認できた。以上のことから、本研究で実施したコロイドに関する調査研究において適用した手法は適切であったと考えられる。

今後は、花崗岩の地下水中に存在するコロイドの定性分析を行い、地下水での金属元素の存在状態等を検討していく予定である。