

地下深部におけるコロイド調査に関わる品質管理とアナログ元素のコロイドサイズ依存性について

Hydrogeochemical investigation of colloid and trace elements by using quality-controlled sample at Mizunami Underground

岩月 輝希^{1*}, 大森 一秋¹, 新宮 信也¹

Teruki Iwatsuki^{1*}, Ohmori Kazuaki¹, Shingu Shinya¹

¹ 日本原子力研究開発機構

¹ Japan Atomic Energy Agency

地下水中的コロイド粒子は、特定の元素を担持した擬似コロイドとして地下水の流れとともに物質を移動させたり、地下水の流動経路となる岩盤中の間隙の狭窄部において物理的にろ過されるなど、様々なメカニズムにより物質の移動・遅延に参与する。そのため、コロイド粒子による物質移動・遅延効果を評価するためには、その種類や主要・微量元素組成、それらのサイズごとの違いなどを調査し、その移動経路となる岩盤中の間隙サイズを勘案しながら移動プロセスを理解するための調査解析手法が必要となる。

岐阜県瑞浪市に建設中の瑞浪超深地層研究所では、地下坑道（深度 200m, 300m, 400m）から掘削したボーリング孔で採取した地下水を対象として、地下深部におけるコロイド態での物質移動メカニズムを理解するための調査研究を行っている。これまでにコロイド粒子の種類や量、放射性核種のアナログ元素となるウランやトリウム、希土類元素濃度の調査品質に関わる課題やその要因として、以下のような知見を得ている。

・ボーリング孔から地下水を採取して行う調査手法では、アナログ元素濃度が採水時間とともに変化することがあり、コロイド粒子の分離濃集作業に長時間を要する限外ろ過手法では代表的な値を得ることができないことがある（アナログ元素濃度の経時変化の理由は、採水区間の地下水の入れ替わりや次に述べる人為生成コロイドの剥離などの要因が考えられる）。

・ボーリング孔を利用した調査では、ボーリング孔掘削により新たに地下水に接することになるボーリング孔壁の岩石表面が水-鉱物反応により変質し、従来存在していなかったコロイド態物質が生成する場合があることが確認されている。このようなコロイドは、限外ろ過作業時の圧力変化に伴いボーリング孔壁から非定常的に剥離し、限外ろ過作業の再現性を低下させる。

・理論上はろ過孔径が小さくなるほどろ過膜で捕集されるコロイド粒子量が増えるため、ろ過液中のアナログ元素濃度が減少するため、その差異によりアナログ元素濃度のコロイドサイズ依存性を確認することができるが、以上のような品質低下要因により、ろ過孔径の小さいろ過液の方がろ過孔径の大きいろ過液よりもアナログ元素濃度が高くなることもあり、コロイド態のアナログ元素の移動について考察できない。

本研究では、以上の課題を踏まえて、深度 300m の地下坑道で観察される 2ヶ所の湧水割れ目（実際に地下水の流れとともにコロイド粒子が移動している可能性のある割れ目）の地下水をバッチ式気密容器に採取して研究試料とすることで、ボーリング掘削に伴う人為的なコロイド生成や地下水の経時変化といった品質低下要因のない条件下で地下水をろ過孔径の異なる複数のろ過膜で限外ろ過し、アナログ元素濃度のコロイドサイズ依存性について考察した。

0.2 μm 、200 kDa、50 kDa、10kDa (Da: 分画分子量) のろ過膜を用いて限外ろ過を実施し、ろ過膜上のコロイド粒子の SEM-EDX 分析を行った結果、地下水中的コロイド粒子は C や S, Si, Al, Na, Ca, Fe などから構成されていた。これらの化学組成から、コロイド粒子は主に有機物、ケイ酸塩鉱物、水酸化鉄などにより構成されていると考えられた。ろ過液中のアナログ元素濃度は、ろ過孔径により違いが認められ、概ねろ過孔径が小さくなるほど濃度が低くなる傾向を確認することができた。このため、今回得られたデータは、アナログ元素濃度のコロイドサイズ依存性について考察可能な品質であると考えられた。

ろ過孔径ごとのろ過液中のアナログ元素の濃度差は、0.2 μm ~ 200 kDa、200 kDa ~ 50 kDa の間で大きく、50 kDa ~ 10kDa では小さかった。各ろ過孔径のろ過液中のアナログ元素濃度の差分に基づいてアナログ元素濃度のコロイドサイズ依存性について確認したところ、0.2 μm ~ 50 kDa、10kDa 以下のサイズ画分のアナログ元素濃度が 50 kDa ~ 10kDa のサイズ画分に比べて高く、アナログ元素が主に 0.2 μm ~ 50 kDa および 10kDa 以下のサイズのコロイド粒子に担持され移動していると推察された。ただし、10kDa 以下のサイズ画分については溶存態のアナログ元素も含まれており、コロイド態と溶存態のアナログ元素の量比は明らかでない。既往研究 (1) では、この地域の花崗岩中の割れ目開口幅が主に 0.01mm 以上であることを示しており、今回確認した 0.2 μm 以下のコロイド粒子は、大部分が割れ目狭窄部で遅延されることなく地下水の流れとともに移動しているものと推察される。今後は、0.2 μm 以上のコロイド粒子および懸濁液中のアナログ元素濃度の確認を行っていく予定である。

参考文献

1) 笹本ほか (2012): 日本原子力学会和文論文誌, Vol.11, p.233-246.

Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SCG60-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月21日 18:15-19:30

キーワード: 瑞浪超深地層研究所, 深部地下水, コロイド, 希土類元素

Keywords: Mizunami Underground Research Laboratory, Deep groundwater, Colloid, REE