

## 地下水中の微量元素のコロイド相への分配状態の研究

## Study on the distribution of trace elements in groundwater colloidal phase.

# 吉田 治生 [1]; 岩月 輝希 [1]; 濱 克宏 [1]

# Haruo Yoshida[1]; Teruki Iwatsuki[1]; Katsuhiko Hama[1]

[1] 原子力機構

[1] JAEA

## はじめに

地下水中に微量に存在する金属元素は、溶存有機物と錯体を形成した有機錯体やそれらが凝集した有機コロイド、無機錯体や粘土粒子などに吸着した無機コロイドの状態でも存在している。これらの錯体やコロイド相として存在する微量元素の移行挙動は、地下水の物理化学条件や移行経路における鉱物特性・間隙特性などによって変化するが、イオンとして存在する微量元素の移行挙動と異なり、既存の熱力学的解析手法では評価が難しく、評価手法の確立が重要な課題となっている。このコロイドのサイズ把握は、地下水中の移動速度の確認や地層の間隙通過に関わる調査を行う上でも重要である。本研究では、地下水中の微量元素のコロイド相への分配に関わる基礎的な知見を得ることを目的として、10,000MW以上の限外ろ過膜3種類を用いた限外ろ過により微量元素の移行に関わるコロイド相の分子量分布について考察した。

## 試験方法

岐阜県瑞浪市の瑞浪超深地層研究所用地内に掘削したボーリング孔を利用して地下水を採水し、限外ろ過法により複数の種類の分画分子量のろ過膜でろ過分別を行うとともに、ろ過地下水毎の微量元素濃度の測定を行った。具体的には、新第三紀中新世の堆積岩（瑞浪層群）中に建設された深度100mの水平坑道からボーリング孔（掘削長約86mの斜孔）を掘削し、パッカーで区分した深度126.4~128.3mからポンプを用いて原位置地下水を採取した。この地下水試料を、アドバンテック社製リザーバー（2L）に分取後、異なる分画分子量の限外ろ過膜（200,000 MW、50,000 MW、10,000 MW）を取り付けたフィルターフォルダー連結して、アルゴンガスによって約0.3MPaの圧力をかけ限外ろ過を行い、ろ過地下水を得た。なお、限外ろ過に先立ち、それぞれのフィルターは超純水によって通水洗浄を行った。得られたろ過地下水は、ICP-MSを用いて希土類元素や酸化還元状態により化学形が変化する可能性のあるマンガンや鉄など計36種類の微量元素濃度を測定した。各々の定量下限値は、0.01ppbである。同時に溶存有機物との相関についても考察するため、各々のろ過地下水の全有機炭素（以下TOC）濃度と無機炭素（以下IC）濃度を測定した。

## 結果と考察

地下水原液と3種類の限外ろ過膜を使用して分画分子量毎に分別したろ過地下水の微量元素分析を行った結果、希土類元素は、定量下限値以下であった。TOCおよびICの濃度については、分画分子量が小さくなるに従い、ろ過地下水濃度が極微量な減少を示した。微量元素濃度については、原水に比較して濃度が70%程度低下する元素や濃度低下を示さない元素などが認められ、ろ過膜の分画分子量と微量元素濃度の相関に基づいて、次のように分類することができた。

分画分子量が小さくなるとろ液濃度が低下する元素：マンガン、鉄、ニッケル、亜鉛、ストロンチウム及び鉛

分画分子量に関わらず濃度に変化がない元素：銅、タンゲステン及びヨウ素

以上の微量元素濃度、TOC濃度及びIC濃度から有機・無機錯体や有機・無機コロイドについて得られた情報は、次の通りである。の微量元素については、分画分子量毎の微量元素濃度差から、元素によって分画毎の存在比率が異なることが確認された。TOC及びICの濃度については、微量に濃度低下が確認され、有機・無機コロイドを形成している可能性もあるが微量元素に比較して濃度が1オーダー高く、濃度の減少が微量であるためコロイドの形成に寄与しているか否かは現時点で明らかでない。の微量元素については、異なる分子量のろ過膜を通過したろ液濃度が同じであることから、最低分子量10,000MW以下で存在していると確認された。本試験におけるコロイド相への微量元素の分配状態は、元素毎に分子量分布が異なり、金属によって安定度定数が異なることから、錯体やコロイド形成に関与する有機物や無機物は、微量元素毎に異なると考えられ、分子量の分別において各微量元素についてコロイド相への分配状態を把握することができた。しかしながら、本研究結果は、大気圧、大気雰囲気条件下におけるコロイド相への分配を示すものであるため、採取時の圧力開放や大気による酸化などの問題点が想定されるため、実際の原位置地下水圧力・化学環境を考慮して同様の限外ろ過試験を行い、各微量元素のコロイド相への分配状態について確認を行う必要がある。今後、瑞浪超深地層研究所の研究坑道を利用して、原位置地下水の直接ろ過手法を構築し、より原位置環境に近い条件で限外ろ過試験を行って行く予定である。