

北海道幌延地域における地下水中の微量元素特性

Trace element analysis of groundwater at Horonobe area, Hokkaido.

岩月 輝希 [1]; 吉田 治生 [1]; 大貫 敏彦 [1]; 香西 直文 [2]

Teruki Iwatsuki[1]; Haruo Yoshida[1]; Toshihiko Ohnuki[1]; Naofumi Kozai[2]

[1] 原子力機構; [2] 原子力機構 先端基礎 生命応答 G

[1] JAEA; [2] Adv.Sci. Res.Center,JAEA

はじめに

地下水中に微量に存在する金属元素は、溶存有機物との錯体形成や微生物による吸着や取り込み、コロイドとして地下水流路を移動する過程において岩石表面と物理化学的な反応など複数の現象により、地質環境中での移行挙動が変化すると考えられている。このような複数のプロセスが関連する現象の研究においては、様々な分野の研究手法を併用することにより、多面的に現象を理解していく必要がある。

本研究では、深部地下水中の微量元素のコロイドとしての挙動を理解することを目的として、北海道幌延地域の新第三紀堆積岩中の地下水を対象として、微量元素の挙動に関わる化学条件を調査するとともに、限外ろ過及び微量元素分析を行い、ろ過サイズと微量元素濃度の相関について解析を行った。

実施内容

対象とした地下水は、幌延地域に分布する新第三紀堆積岩(稚内層)の深度約500mから採取した。この岩盤においては、これまでに地質構造や鉱物特性、微量元素含有量に関わる調査研究が行われている。地下水の採取にあたっては、パッカーを備えた採水装置により採水区間に滞留しているボーリング孔掘削時の汚染水を事前に排除するとともに、その過程で採水区間近傍に原位置の物理化学パラメータ(pH, Eh等)モニタリング機器を挿入し、脱ガス等による影響の無い原位置の物理化学パラメータデータを取得した。また、ポンプにより地上に汲み上げた地下水を大気に触れさせることなく耐圧ステンレス容器に採取し実験室に持ち帰り、不活性雰囲気条件でろ過及び限外ろ過を行った。ろ過のサイズは、1ミクロンm, 0.8ミクロンm, 0.2ミクロンm, 分画分子量200,000, 50,000, 10,000である。回収したろ液を対象として、主要化学成分分析, ICP-MS, ICP-AESによる微量元素分析(Ti, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Zr, Mo, Cd, Sn, Sb, Cs, Ba, W, Pb, Th, U)を行った。また、限外ろ過時は、HACH社製蛍光分析器を用いて、ろ過前の地下水とろ液中の2価鉄の分析を行い、限外ろ過時の地下水試料酸化の有無を観察し、試料の酸化に伴う鉄コロイドの生成等が生じていないことを確認した。

結果・考察

得られた地下水は、Na, Clイオンに富み塩分濃度は約14g/Lである。原位置のpHは6.2, 酸化還元電位(Eh)は約+50mVを示す。地下水採取時に原位置の圧力条件から地表の1気圧条件への変化に伴い溶存ガスの脱ガスがあるため、ろ過作業時のpHは6.7-6.9, 酸化還元電位(Eh)は約0-130mVである。このような化学条件下において得られたろ液の微量元素濃度を分析・解析した結果、微量元素の存在形態について、次のように分類できた。1) ろ過作業時の再現性や分析精度を踏まえるとろ過サイズ依存性を解析できない元素(Co, Ni, Cd, Sn, Pb, Th), 2) 分子量10,000以下の粒子または溶存イオンとして存在している元素(Ti, Cr, Mn, As, Sr, Zr, Mo, Cs, Ba), 3) 分子量10,000以下の粒子または溶存イオンに加えて、特定のサイズのコロイドもしくは懸濁物を形成している可能性のある元素(Cu, Zn, Se, Sb, W, U)。2)の元素については、今後、より小さい分画分子量で限外ろ過を行うか、サイズ排除カラムを利用したICP-MS分析を行い、コロイドとしての移行特性を考慮する必要があるか否かを確認する必要がある。3)の元素に関しては、Zn, Sbは主に1ミクロンm以上の懸濁物に担持されており、Cu, Se, W, Uは、分子量10,000以下の粒子または溶存イオンに比べ割合が少ないものの、その一部が分子量10,000以上のコロイド粒子または懸濁物に担持されている可能性が示唆された。地下水中の有機炭素濃度が約50ppmと非常に高いこと、熱力学解析の結果、炭酸塩鉱物、SiO₂(アモルファス)などが飽和平衡状態にあると推測できることなどから、コロイド粒子の種類として、有機コロイドや炭酸塩、ケイ酸塩を主体とする無機コロイド等が想定できる。

今後、熱力学解析により無機化学的に2), 3)の各元素の化学形を推測するとともに、地下水中の低分子有機物及び高分子有機物(フミン酸, フルボ酸等)の種類と量を測定し、天然環境に存在するコロイドの種類を同定していく。また、その過程で、高塩分地下水環境における微量元素の移行に関わるコロイドの役割を確認していく予定である。