

重水素標識したマグネシウムシリケート水和物の 同位体顕微鏡によるイメージングと生成速度

北海道大院・工 ○小林佑太郎, 西木悠人, 佐藤努, 大竹翼

1. はじめに

放射性廃棄物の地層処分のサイトとして沿岸部が好ましいとされており、地層処分の安全性評価を行う上で、マグネシウムに富む海水由来の地下水による影響を理解する必要がある。先行研究では海水とセメントが反応し、マグネシウムシリケート水和物(M-S-H)が生成することが報告されている[1]が、詳細な生成プロセスの理解は十分ではない。生成物の観察手法として電子顕微鏡観察が挙げられるが、同一試料の同一箇所において水和生成物の生成時期を区別することは難しい。そこで任意の期間のみ重水を用いることでその期間に生成した水和生成物を重水素で標識し、同位体顕微鏡により水素同位体イメージングを行うことで、水和生成物の生成プロセスを明らかにできると考えた。その検討結果を報告する。

2. 実験概要

本研究では、実験期間の後半のみに重水を使用した M-S-H の生成実験を実施した。実験では出発物質として酸化マグネシウム(タテホ化学工業株式会社製)およびフュームドシリカ(日本アエロジル株式会社製)を Mg/Si 比が 1.3 (モル比) となるよう混合した。出発物質を所定量秤量後、液固比 45 となるようイオン交換水を加え 7 日間振とうした。振とう後に固液分離・凍結乾燥を行い、得られた試料に重水(関東化学株式会社製)を加え再度 7 日間振とうした。最終的に得られた試料は、X 線回折分析、赤外分光分析、電子顕微鏡および同位体顕微鏡観察に供した。

3. 結果および考察

X 線回折分析の結果から、実験後の試料中には出発物質である酸化マグネシウムが多く残存しているが、M-S-H に特有のブロードなハローパターンも見られた。また赤外分光分析の結果からも M-S-H に由来するバンドが見られ、本実験によって低結晶質な M-S-H が生成していることが確認された。試料を樹脂包埋し、乾式研磨した研磨片に対する走査型電子顕微鏡観察により、M-S-H が出発物質である酸化マグネシウム粒子間に生成することで固結している様子が認められた(右図上部)。この固結していた部分において同位体顕微鏡による水素同位体イメージングを行ったところ、右図下部のように軽水素と重水素で分布が異なるイメージを得ることが出来た。本実験では期間後半にのみ重水を用いているため、重水素が濃集している部分は振とう期間後半に生成した M-S-H であると考えられる。このように、関心のある時間に水和物を重水素で標識して同位体顕微鏡で観察する方法により、水和生成物の生成場所・時期を明らかにすることが可能となる。また画像解析により M-S-H の生成速度に関する情報も得ることができる。

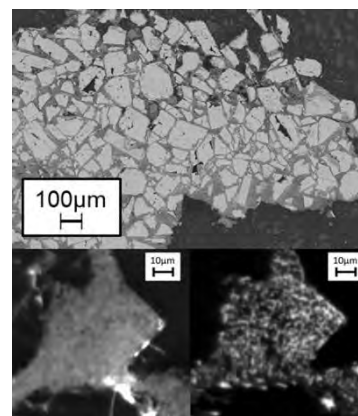


図 作成した試料の反射電子像(上)、水素同位体イメージング結果(左下: 軽水素、右下: 重水素)

引用文献

[1] 亀井玄人, 本田明, 三原守弘, 小田治恵, 村上裕, 増田賢太, 山口耕平, 松田節郎, 市毛悟, 高橋邦明, 目黒義弘: TRU 廃棄物の処理・処分技術に関する研究開発; 平成 20 年度報告, JAEA-Research 2009-046 (2010)