

塩水系地下水環境における Mg 含有 C-S-H へのヨウ素の収着挙動

Sorption behavior of iodine to Mg-containing C-S-H

under the condition saturated with saline groundwater

*田邊 悠太¹, 関 亜美¹, 千田 太詩¹, 新堀 雄一¹

¹東北大学

塩水条件における Mg 含有カルシウムシリケート水和物(C-S-H)へのヨウ素の収着挙動について検討した。Mg 含有によって C-S-H へのヨウ素の取り込みは若干低下するものの、I⁻では 20%、IO₃⁻では 60%以上の収着率が得られ、塩水条件においても Mg 含有 C-S-H へヨウ素が有意に取り込まれる可能性が示唆された。

キーワード：地層処分、カルシウムシリケート水和物、ヨウ化物イオン、ヨウ素酸イオン、マグネシウム

1. 緒言 処分場建設に使用される大量のセメント系材料と地下水が長期接触することにより、高アルカリ条件において溶出する岩盤成分とセメント系由来の Ca が反応して二次的に C-S-H が生成する。この水和物には、地下水流路の狭隘化や核種収着能によって核種移行を抑制する効果が期待される。また、TRU 廃棄物に含まれる I-129 は被ばく線量を支配する核種の一つであり[1]、処分環境では主に I⁻で存在するものの、局所的な酸化条件においては IO₃⁻となる可能性もある。本研究では、地下に遍在する Mg を含有する C-S-H に着目し、I⁻および IO₃⁻の収着挙動について地下の塩水環境を考慮した評価を行った。

2. 実験 Mg 含有 C-S-H の組成は Ca/Si モル比 0.8、1.6、および、Mg/Si モル比 0、0.1、0.2、0.3 とした。収着実験では、液固比 20 (30 mL/1.5 g)となるようにフュームドシリカ(SiO₂)、CaO、Mg(NO₃)₂ および 0.5 mM の NaI 溶液または NaIO₃ 溶液を混合し、恒温振とう機を用いて 25℃で 1、2、4 週間振とう養生した。また、NaCl 濃度は 0 および 0.6 M に設定した。養生後、固相はラマン分光法および XRD 分析、液相は濾過後にイオンクロマトにより溶存ヨウ素濃度を定量し、C-S-H への収着率を算出した。

3. 結果と考察 図 1 は、Ca/Si モル比 0.8 および Mg/Si モル比 0、0.3 の Mg 含有 C-S-H のラマンスペクトルである。図中の Qⁿ は隣接する Si-O 四面体間の Si-O-Si 結合数を表しており、Mg/Si モル比 0.3 において Q³ が増大した。この際、Mg 含有 C-S-H 生成時に取り込まれる水分量が Mg/Si モル比の増大とともに減少しており、Mg による Si-O 四面体の Silicate chain 同士の架橋に伴う層間距離の減少が生じている可能性がある。なお、NaCl の影響は図 1 ではほぼ認められなかった。

図 2 には、Ca/Si モル比 0.8 の Mg 含有 C-S-H への養生期間 4 週間におけるヨウ素の収着率を示す。収着率はいずれの条件においても I⁻では 20%以上、IO₃⁻では 60%以上に達し、Mg 含有 C-S-H がヨウ素の移行を遅延させることを示唆する。また、養生期間および NaCl による差異はほぼ認められなかったものの、Mg 増加に伴い収着率がいずれも若干低下しており、前述した Mg 含有 C-S-H 生成時に取り込む水分量が減少したことに起因すると考えられる。

参考文献 [1] 原子力発電環境整備機構：包括的技術報告書 (2021)。

謝辞：本研究の一部は JSPS 科研費 JP21H04664 および JP22K14627 の成果である。記して謝意を表す。

*Yuta Tanabe¹, Tsugumi Seki¹, Taiji Chida¹ and Yuichi Niibori¹

¹Tohoku Univ.

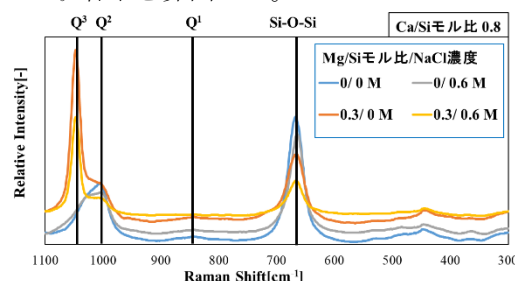


図 1 Mg 含有 C-S-H のラマンスペクトル

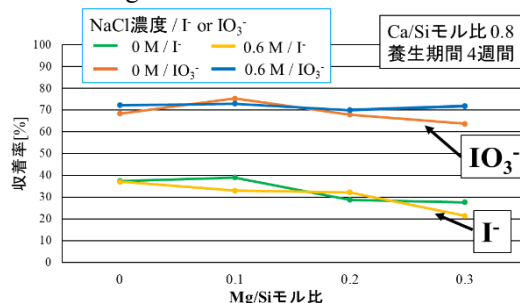


図 2 Mg 含有 C-S-H への I⁻、IO₃⁻の収着率