

Sr²⁺選択吸着用高性能マンガン酸化物イオンふるいの開発と海水条件での吸着特性解析

High performance manganese oxide ion-sieves for Sr²⁺ adsorption from sea water

*神田 玲子¹, 馮 旗², 内田満美²

¹(株) K&A 環境システム, ²香川大学

Sr²⁺の大きさと同じくらいの大きさの細孔を持つトンネル構造Na_{0.44}MnO₂および層状構造Na_{0.7}MnO_{2.05}多孔性吸着剤を合成し、イオンふるい効果を利用したSr²⁺高選択吸着剤を開発し、海水条件でのSr²⁺の選択吸着特性を確認した。

キーワード： Sr²⁺吸着、放射線汚染水、イオンふるい、マンガン酸化物

1. 緒言 福島第一原子力発電所事故の放射性汚染水処理は、汚染水に放射線核種 Cs⁺ と Sr²⁺ と類似した性質の海水成分 (Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺) が多く含まれており、Cs⁺ と Sr²⁺ の選択的除去には、高選択吸着剤の開発が求められている。特に Sr²⁺ の選択的除去には、現在、結晶性 Silicotitanate (CST) と A-Zeolite が使われているが、CST と A-Zeolite の細孔径は、Sr²⁺ の大きさよりかなり大きく、充分な選択性が得られない為、更なる高選択性吸着剤の開発が求められている。本研究では、Sr²⁺ の大きさと同じくらいの大きさの細孔を持つトンネル構造 Na_{0.44}MnO₂ および層状構造 Na_{0.7}MnO_{2.05} 多孔性吸着剤 (Fig. 1) を合成し、海水条件における Sr²⁺ 選択吸着特性評価を行い、さらに従来の吸着剤と比較し最適な Sr²⁺ イオンふるいを開発した。

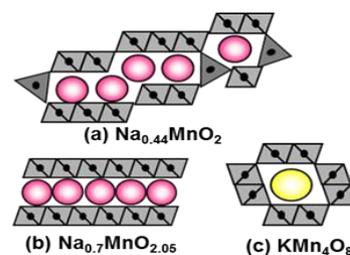


Fig. 1. Structures of manganese oxides

2. 実験 Na₂CO₃ と MnCO₃ を所定モル比で混合し、所定温度で焼成し、マンガン酸化物 NMO 試料を合成した。さらに所定量の Li₂CO₃ を添加し、所定温度で焼成し、NLMO 試料を合成した。Sr²⁺ 吸着実験では、10 ppm Sr²⁺ を含有する天然海水 (瀬戸内海) 50 mL に吸着剤 50 mg を加え、2 日間攪拌し、Sr²⁺ 吸着実験を行い、吸着前後の Sr²⁺ 濃度から吸着量を求めた。分配係数 (K_d) 測定では、同様に Sr²⁺ 吸着実験を行ったが、吸着剤を 0.5 g を添加した。さらに KMn₄O₈ (ホランダイト構造)、A-型ゼオライト、Na₂Ti₃O₇、K₂Ti₄O₉、Hap 吸着剤の Sr²⁺ 吸着量と分配係数を測定した。

3. 結果・考察 Na_{0.44}MnO₂ トンネル構造と NLMO 層状構造を有するマンガン酸化物は固相反応で合成できた。生成条件は、焼成温度と原料組成比に依存する。海水条件における合成した吸着剤および従来の吸着剤の Sr²⁺ 吸着量と吸着選択性 (分配係数 K_d) を測定し、Fig. 2 に示す。Sr²⁺ 吸着量が Na_{0.44}MnO₂ < KMn₄O₈ < NLMO の順に、分配係数 K_d が KMn₄O₈ < Na_{0.44}MnO₂ < NLMO の順に増加する。従来の吸着剤との比較では、A-Zeolite が高い吸着量と分配係数 K_d を示したが、NLMO 吸着剤は、A-Zeolite と比べ、吸着量が 3.5 倍、K_d が 100 倍高く、極めて高い Sr²⁺ 吸着性能を示した。更にこれまで報告された CST 吸着剤の K_d (約 2,500) より約 10 倍高いことが分かった。すなわち、層状構造の NLMO は Sr²⁺ に対して特異的吸着選択性を示した。これは層状構造 NLMO の層間距離が Sr²⁺ サイズにほぼ対応し、Sr²⁺ 吸着に適するイオンふるい骨格である為と考えられる。一方、A-Zeolite と CST の細孔半径は、それぞれ 0.21 nm と 0.17 nm と推定され、Sr²⁺ 半径 (0.12 nm) より大きいため、Sr²⁺ との結合が弱く、吸着選択性は層状構造の NLMO 吸着剤より低いと考えられる。以上から、NLMO 吸着剤はイオンふるい効果により Sr²⁺ に対する特異的吸着選択性を示し、有望な Sr²⁺ 吸着剤であることがわかった。

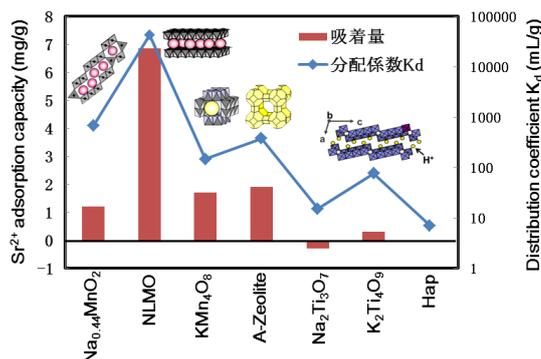


Fig. 2. Adsorption amounts and K_d values of Sr²⁺ adsorption in sea water for various adsorbents

*Reiko KANDA¹, Qi FENG², Mami UCHIDA²

¹K&A Environmental System Co.,Ltd, ²Kagawa University