

# 吸着材の有害物質吸着特性

資源・廃棄物研究室 11T7-060 山本佳彦  
指導教員 宮脇健太郎

## 1. 背景と目的

2011年3月11日に起きた東日本大震災後の原子力発電所の事故による広域的なセシウム汚染が問題となっている。現在はセシウムの流出は停止しているが、多量に発生する除染に伴う土壌・廃棄物についても安全な仮置き場や中間貯蔵施設、最終処分施設の設置が急務となっている。仮置き場や保管施設では遮水シートの上下に吸着材料を敷き、溶出した溶液中のセシウムを吸着することで安全性が向上すると考えられている。最終処分場では遮水シート下への敷設、中間覆土層への粒状材料添加、焼却灰への混合などの様々な用途案が考えられている。また、森林近傍の除染済みの地区における森林からのセシウム流入防止のための吸着材等の利用や、水系の微量汚染除去など多種多様な検討が行われている。

本研究では様々な用途で使用される形状・特性の異なる各種吸着材料の安定セシウムとストロンチウムを用いた吸着能力の把握、および環境条件(今回は人工海水、pH、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)の変化による吸着率の変化を確認する試験を行った。

## 2. 試料および実験方法

試料：ハスクレイ(アルミニウムケイ酸塩化合物)、CST粉体(チタン酸塩化合物)、CST粉砕品粉末、ゼオラム粉体(合成ゼオライト)、ゼオラム粉砕品粉末、CSTシート、ゼオラムA-4シート、PGAシート(ポリグルタミン酸重合)、グラフト繊維(イミノノニ酢酸)、などの材料を用いて吸着性評価を行った。

実験方法：

試験は各条件で吸着材ごとに2連で行った。安定セシウムとストロンチウムの初期濃度は100ug/L、1000ug/Lに設定し、液固比をL/S=1000(粒状材の場合試料：0.1g、溶液：100mL)とした。大気接触を避けるためパラフィルムで密閉遮断し24時間スターラー攪拌を行った。攪拌後、0.45μmメンブレンフィルターでろ過しpHの測定、ICP-MSを用いた安定セシウムとストロンチウムの濃度測定を行った。今回は塩酸を加え酸性に調製しpHの影響を確認する試験を行い、吸着等温線を作成し吸着能力を確認する試験を行った。

## 3. 結果および考察

吸着試験結果のなかで、特徴的な部分について以下に示す。

図1にCST粉体での吸着時間によるSr吸着率変化を示す。人工海水中では、CST粉体の吸着率は、6時間程度で50%程度となった。図2はCST粉砕品では、同様の傾向で45%まで上昇した。図3.4にSr吸着率変化を示す。いずれも最大45%、30%程度の吸着率を示した。人工海水でセシウム吸着試験を行ったものが、CST粉体が94%となりゼオラム粉体は11%、PGAシート、グラフト繊維は吸着がほぼ認められなかった。図5,6ではハスクレイの吸着等温線を示し、Csの分配係数が59930mL/g、Srは3269mL/gとなりセシウムの方が多く吸着することがわかった。グラフには示さないが、ハスクレイは、PGAシート、グラフト繊維は吸着がほぼ認められなかった。ゼオラムA-4シート、CSTシートは56%、68%という結果になった。

図7にSrのpHの影響を示す。アルカリ側になるにつれpHの影響を受けやすく吸着率の低下が確認された。

図8に吸着後変化したpHの結果を示す。高吸水膨潤性繊維、ベントナイトが24時間攪拌後は、pHが変動した。

図9,10,11にNH<sub>4</sub><sup>+</sup>の影響を示す。図9のPB-Z3はSr吸着率は低くNH<sub>4</sub><sup>+</sup>1mmolで25%めで低減し、図10のゼオライトの場合はNH<sub>4</sub><sup>+</sup>を1mmol含むと50%まで低減することが確認されたが、図11のCs吸着ではほぼ影響は認められなかった。

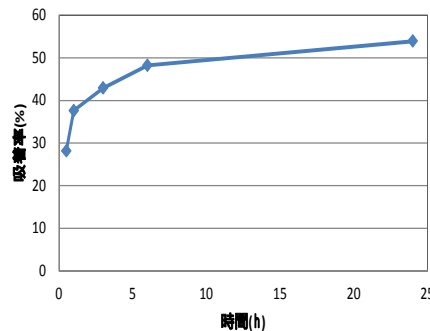


図1 CST粉体 人工海水の影響(Sr)

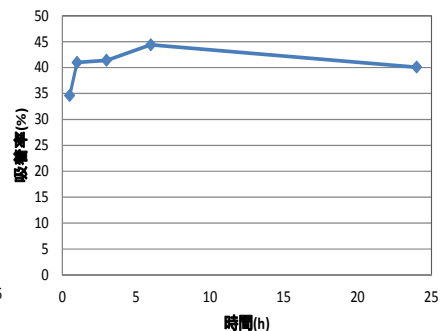


図2 CST粉砕品粉末 人工海水の影響(Sr)

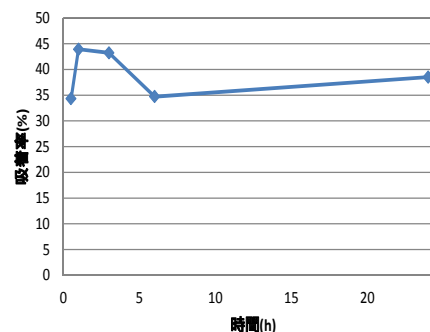


図3 ゼオラム粉体  
人工海水の影響(Sr)

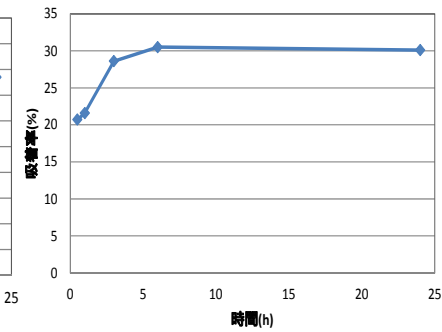


図4 ゼオラム粉砕品粉末  
人工海水の影響(Sr)

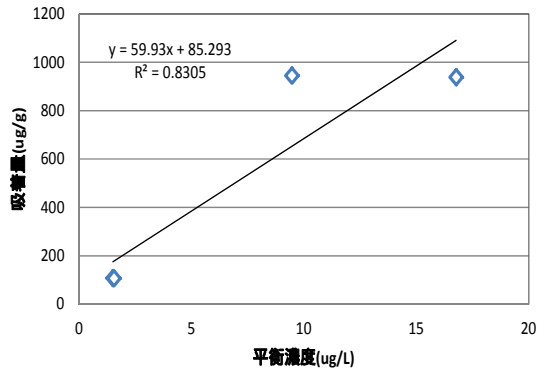


図5 ハスクレイ (純水 Cs) 吸着等温線

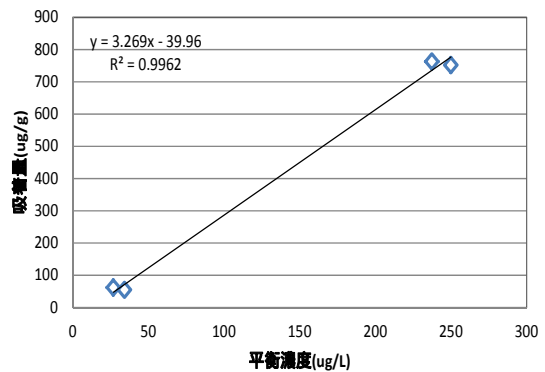


図6 ハスクレイ (純水 Sr) 吸着等温線

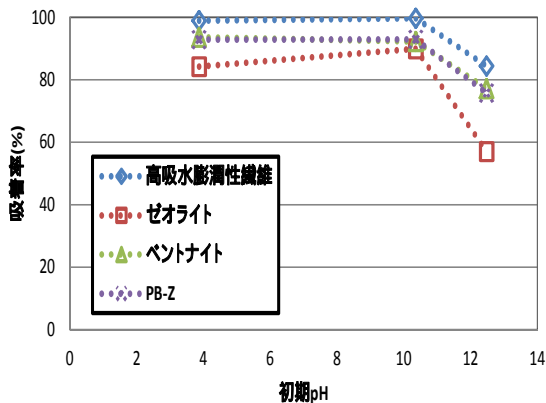


図7 初期 pH の影響(Sr)

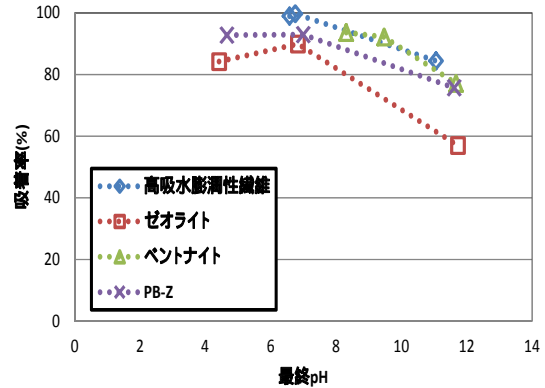


図8 最終 pH の影響(Sr)

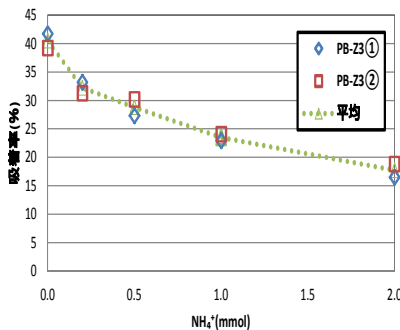


図9 PB-Z3 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の影響(Sr)

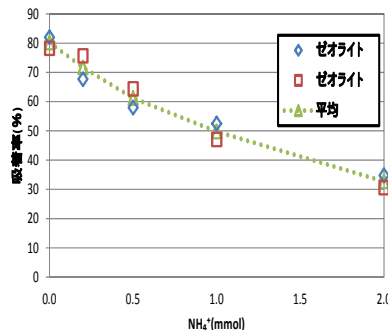


図10 ゼオライト NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の影響(Sr)

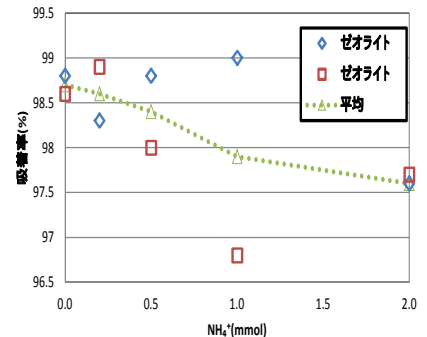


図11 ゼオライト NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の影響(Cs)

#### 4. まとめ

吸着材により分配係数や吸着率が異なることが確認された。吸着材の一つ一つの形状が異なるため多少の吸着量の変化があることが推測される。今回用いた吸着材において人工海水の影響は大きいと言える。pHの影響では高吸水膨潤性繊維は中性に近づき、ベントナイトはモンモリロナイトが含まれているためイオン交換性が高いためpH6の最終pHに近づいた。いくつかの吸着材ではNH<sub>4</sub><sup>+</sup>の影響を受け吸着率が低下していることが確認され、また材料によりその低下の程度は異なっていた。通常の除染土壌や草木類等ではNH<sub>4</sub><sup>+</sup>の共存が問題であり、使用用途により条件を考慮する必要があると考えられる。

#### 5. 今後の展望

実験条件を変え測定が必要でありハスクレイなどを含む7種類のサンプルの液固比 (L/S) , pH, (Cs), NH<sub>4</sub><sup>+</sup>など他の環境要因の影響についても測定を行う。通常の除染土壌や草木類等の仮置き、保管などでは考慮する必要は少ないが、使用用途により濃度を変える必要がある。