

各種吸着材のセシウム吸着特性

資源・廃棄物研究室 10T7-004 伊藤翼
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。特定一般廃棄物や特定産業廃棄物、指定廃棄物など8000Bq/kgを超えているものもあり、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上に吸着材料を敷き、にじみ出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様な検討が行われている。

本研究では様々な用途で 사용되는形状・特性の異なる各種吸着材料の安定セシウムおよびストロンチウムを用いた吸着能力の把握、および環境条件の変化による吸着量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：

ベントナイト、ゼオライト、高吸水膨潤性繊維、プルシアンブルー担持ゼオライト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。安定セシウムの初期濃度は10 μ g/L, 100 μ g/L, 500 μ g/L, 1000 μ g/Lに段階的に変化させ、液固比をゼオライト、高吸水膨潤性繊維においてL/S1000(試料：0.2g, 溶液：200mL)、プルシアンブルー担持ゼオライトにおいて(試料：0.5g/0.3g, 溶液：500mL/300mL)、ベントナイトにおいて液固比の比較のためL/S=100(試料：1.0g, 溶液：100mL), L/S=200(試料：1.0g, 溶液：200mL)とし大気接触を避けるためパラフィルムで密封遮断し24時間スターラー攪拌を行った。攪拌後、0.45 μ m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の濃度測定を行った。

また、吸着時間および環境条件の影響を調べるため安定セシウムの初期濃度を1000 μ g/Lに調製しNa(100 mg/L ~ 5000 mg/L), K(100 mg/L ~ 10000 mg/L), Ca(100mg/L ~ 3000mg/L)濃度を段階的に変化させ塩の影響、塩酸を加え酸性に調製しpHの影響を確認する試験を行った。なお、ストロンチウムにおいても吸着等温線、接触時間、塩の影響を確認する試験を行った。

3. 結果および考察

図1, 2, 3, 4, 5にベントナイト、ゼオライト、高吸水膨潤性繊維、プルシアンブルー担持ゼオライトの吸着等温線を示す。各試料の分配係数はそれぞれ、490、270、46000、6900、7200 mL/gとなり、本実験条件での各吸着材の吸着能力を把握できた。図1と2のベントナイトの結果からL/S=100の場合の方が分配係数は高くなっており液固比の影響を受けることが確認できた。なお、さらに高濃度域の検討はせず、飽和吸着量などの推定は行っていない。また、本研究では液固比をベントナイトではL/S=100, 200、ゼオライト、高吸水膨潤性繊維、プルシアンブルー担持ゼオライトではL/S=1000と異なる条件で試験を行っていること、用途、施工条件などが大きく異なることから、単純な材料間での比較は出来ない。なお溶液のpHは、吸着前pH5.4~5.8であるが、吸着後はベントナイトでは9.8~10.3とアルカリ性を示した。またゼオライト、高吸水膨潤性繊維では明確なpH変化は確認できず純水でも同様の結果が確認された。

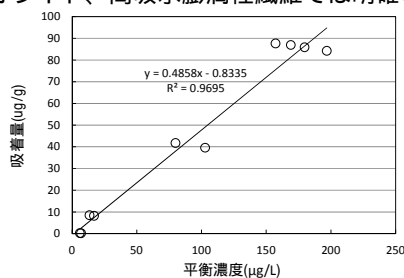


図1 ベントナイト 吸着等温線

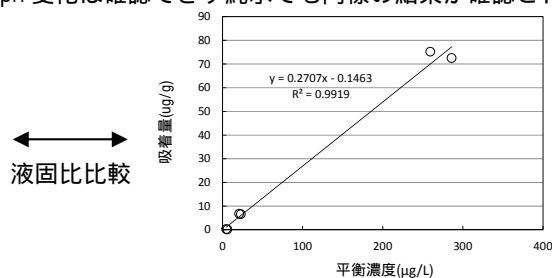


図2 ベントナイト 吸着等温線

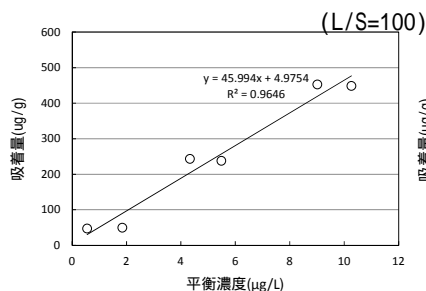


図3 ゼオライト 吸着等温線
(L/S=1000)

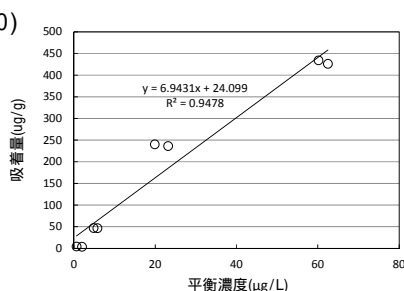


図4 高吸水膨潤性繊維 吸着等温線
(L/S=1000)

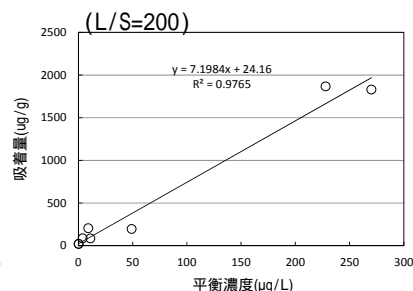


図5 PB担持ゼオライト 吸着等温線
(L/S=1000)

図 6~9 に各吸着材に対して Na を添加した際の吸着率変化を示す。

ペントナイトでは塩添加無しで 80%の吸着率、Na1000mg/L 添加した場合ほとんど影響を受けず、5000mg/L 添加では 52%の吸着率を保った(図 6 参照)。

ゼオライトでは塩添加無しで 99%の吸着率、Na5000mg/L で吸着率 56%となった(図 7 参照)。

高吸水膨潤性繊維では塩添加無しで 95%の吸着率、Na100mg/L 添加時に吸着率は 29%となり、1000mg/L では吸着率は 5%となった(図 8 参照)。

ブルシアンブルー担持ゼオライトでは塩添加無しで 99%の吸着率、Na1000mg/L 添加で添加時に吸着率は 60%となり、Na5000mg/L 添加で吸着率は 32%となった。(図 9 参照)

いずれの試料、条件でも共存する Na の影響は受けることが確認された。なお、影響の度合いは試料によって異なっている。

図 10 に pH を変化させた際の結果を示す。高吸水膨潤性繊維は酸側、アルカリ側のいずれについても pH の影響を受けやすく吸着率の低下が確認された。

図 11~13 に吸着時間の影響についての結果を示す。

ゼオライトと高吸水膨潤性繊維では吸着速度が速く攪拌から 1 分後で 80%~95%、30 分後には 99%となった。対してブルシアンブルー担持ゼオライトは 1 分後では 20%、30 分後では 90%、99%に達するまで 180 分程度かかるという確認できた。なお、ペントナイトにおいては過操作の前に遠心分離を行う必要があるため吸着時間の確認を行っていない。

図 14, 15, 16, 17 に各吸着材のストロンチウム吸着等温線を示す。各試料の分配係数はそれぞれ、(427)、8400、102000、4900 mL/g となった。

ペントナイトは他のイオンの影響を受けたと考えられ、ストロンチウムの正確な数値を測定することが出来なかった。

4. まとめ

吸着材により吸着率、分配係数や塩の影響が異なることが確認された。

今回用いた吸着材において Na, K, Ca の影響を受け吸着率が低下した。また他の吸着材の人工海水を用いた試験においてもストロンチウム吸着性能がほとんど確認することが出来ず塩の影響を対処することが今後重要となる。通常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、使用用途により高塩濃度条件に接触する場合は条件を考慮する必要がある。

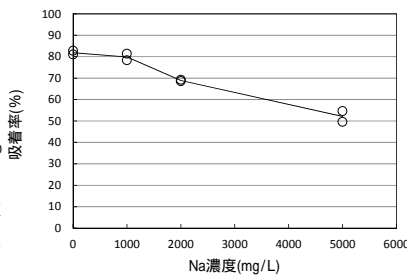


図 6 Na の影響(ペントナイト)

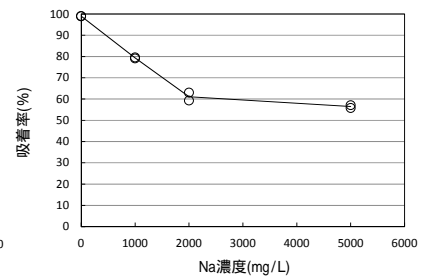


図 7 Na の影響(ゼオライト)

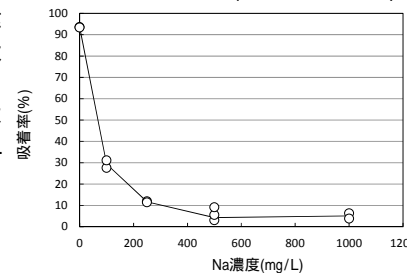


図 8 Na の影響(高吸水膨潤性繊維)

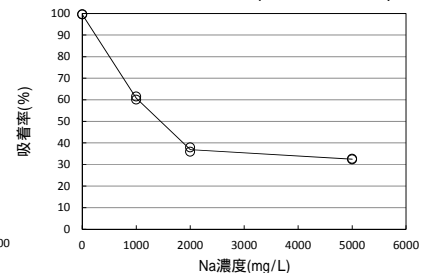


図 9 Na の影響(PB 担持ゼオライト)

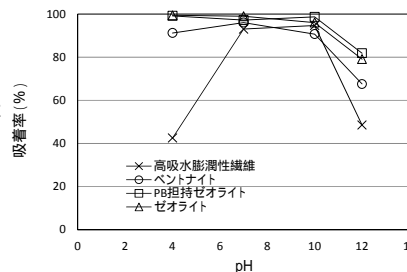


図 10 pH の影響

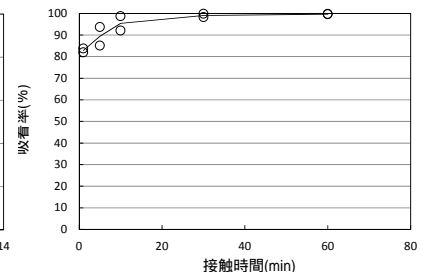


図 11 吸着時間(ゼオライト)

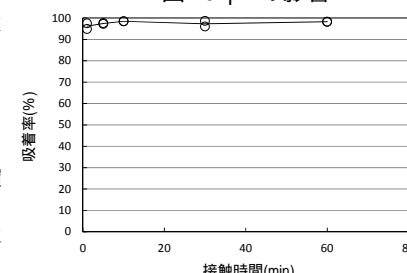


図 12 吸着時間(高吸水膨潤性繊維)

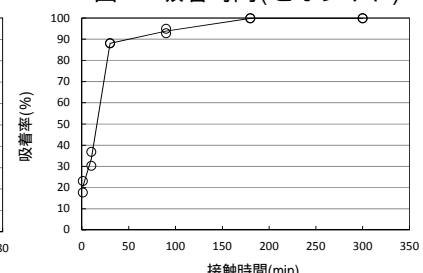


図 13 吸着時間(PB 担持ゼオライト)

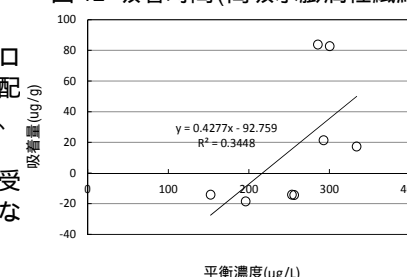


図 14 ペントナイト Sr 吸着等温線

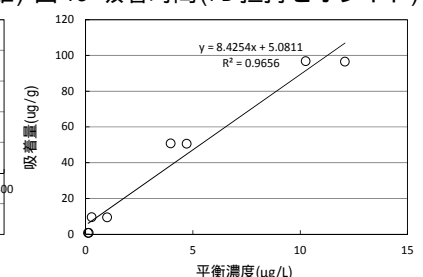


図 15 ゼオライト Sr 吸着等温線

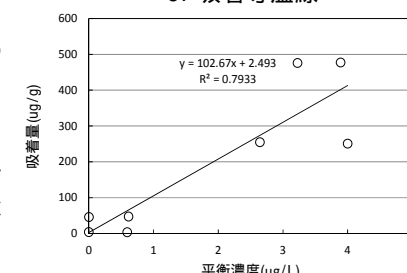


図 16 高吸水膨潤性繊維 Sr 吸着等温線

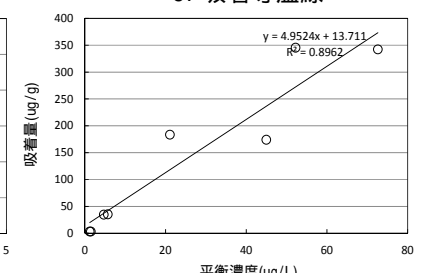


図 17 PB 担持ゼオライト Sr 吸着等温線