



福島原子力事故関連情報アーカイブ

Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	灰洗浄・イオンクロマトグラフィ濃縮に用いる吸着材の性能評価の試み
Alternative_Title	A trial of performance evaluation of the absorbent used for ash-washing/ion-chromatography-condensation
Author(s)	山田 一夫(国立環境研究所), 市川 恒樹(北海道大学), 三浦 拓也(福島工業高等専門学校), 遠藤 和人(国立環境研究所), 大迫 政浩(国立環境研究所) Yamada, Kazuo(National Inst. for Environmental Studies); Ichikawa, Tsuneki(Hokkaido Univ.); Miura, Takuya(National Inst. of Technology, Fukushima College); Endo, Kazuto(National Inst. for Environmental Studies); Osako, Masahiro(National Inst. for Environmental Studies)
Citation	第 11 回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.2 The 11th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	セッション : 減容化技術
Text Version	Publisher
URL	https://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/251020
Right	© 2022 Author
Notes	禁無断転載 All rights reserved. 「第 11 回環境放射能除染研究発表会要旨集」のデータであり、発表内容に変更がある場合があります。 学会は発表の機会を提供しているもので、内容に含まれる技術や研究の成果について保証しているものではないことをお断りいたします。



灰洗浄・イオンクロマトグラフィ濃縮に用いる吸着材の性能評価の試み

○山田一夫¹⁾、市川恒樹^{1,2)}、三浦拓也³⁾、遠藤和人¹⁾、大迫政浩¹⁾
 1)(国研)国立環境研究所、2)北海道大学、3) 福島工業高等専門学校

1. はじめに 東京電力福島第一原子力事故により放射能汚染した可燃性廃棄物等は焼却され、その焼却灰は熔融により減容化され、さらに熔融飛灰を洗浄し Cs のイオンクロマトグラフィ濃縮が検討されている。減容化の程度は使用吸着材の性能に依存する。Cs 吸着材はイオン交換体であるので理論¹⁾に基づき性能予測を行い、室内実験で基本性能評価を試みた。

2. 評価条件 予備的検討として Cs と競争吸着するイオンは K のみとし、 $[K^+]/[Cs^+] = 20,000$ 、 $[K^+] = 3 \text{ M}$ 、 $[Cs^+] = 0.15 \text{ mM}$ の溶液組成(模擬洗浄液)とした。評価対象は関東化学製プルシアンブルー造粒体(PB)とした。まず、イオン交換容量(CEC)とイオン選択性($K_{Cs/K}$)を仮定し、イオン交換理論により吸着挙動を予測した。さらに 500 mL ポット 200 rpm の振蕩による吸着実験を行い、吸着量と $K_{Cs/K}$ の関係、および飽和吸着量を測定した。

3. 結果と考察

(1) 理論計算：図 1 に液固比が、固液間の Cs 分配比(K_d)と吸着量に及ぼす影響を示す。 $K_{Cs/K}$ が大きくなると K_d は液固比依存性が大きくなる。 CEC はある飛灰洗浄液組成での飽和吸着量に比例して影響する。 CEC が同じでも $K_{Cs/K}$ が大きくなると飽和吸着量が大きくなる。イオンクロマトグラフィの目的は減容化なので、飽和吸着に近い条件での運転が好ましいが、液固比に強く依存する。理論により任意の液固比で吸着量が予測できる。

(2) 吸着実験：図 2 に、液固比と Cs 吸着量について、吸着実験結果と計算値の関係を示す。実験により求めた $CEC(2.69 \text{ eq/kg})$ と $K_{Cs/K}(2900)$ 、模擬溶液条件)を用い、理論計算することで、Cs 吸着量の液固比依存性が記述できた。 CEC は一般的値よりも大きかったが、これは振蕩が強すぎたために造粒体が分解し(溶液が青変)、クロマト条件よりも吸着能力が増加した可能性がある。

図 3 に、 CEC に対する吸着割合($[X-Cs]/[CEC]$)と $K_{Cs/K}$ の関係を示す。吸着量が小さいときは $K_{Cs/K}$ が極めて大きく、吸着量が大きくなると低く一定値になる。これは PB のイオン交換特性に分布があることを意味し、汚染水浄化の場合には、 CEC に対する吸着割合が小さい条件で使用することで高効率に汚染除去が可能である一方で、減容化は吸着材の Cs 吸着率を高める必要があるため、 $K_{Cs/K}$ は小さく安定した条件で使用することとなる。

飽和吸着量を実験的に求めるには液固比を 10 万程度にする必要があることが理論から分かるが(図 1)、1 g の吸着材に対して、10 万 g = 100 kg の溶液を準備するのは容易ではない。そこで、思考実験してみると、理論計算される飽和吸着量前後に Cs 置換した PB を調整し飛灰洗浄液に浸漬すると、平衡となる飽和吸着量であれば $[Cs^+]$ は変化しないはずである。そこで、理論から予想される Cs 吸着量前後の PB を複数調整し、模擬洗浄液に投入し $[Cs^+]$ を測定した結果を図 4 に示す。いずれも $[Cs^+]$ は初期 $[Cs^+](0.15 \text{ mM})$ よりも小さかったが、これは計算で想定した CEC と $K_{Cs/K}$ が実際よりも小さかった可能性がある。ただし、吸着材の初期 Cs 吸着量と平衡となる $[Cs^+]$ は直線関係があり、初期 $[Cs^+]$ となる飽和吸着量は 0.55 mol/kg (CEC の 1/5)と読み取れる。

4. 評価フローの提案

以上の検討を踏まえ、灰洗浄・クロマトグラフィ濃縮に用いる吸着材の基本特性評価のフローを図 5 に示す。

参考文献：(1)市川恒樹ほか、セシウム吸着剤を用いた放射性セシウム汚染廃棄物の超減容化処理 ―イオン交換体とイオン交換反応―、環境放射能除染学会誌、Vol.10, No.2, pp.77-96 (2022)

A trial of performance evaluation of the absorbent used for ash-washing/ion-chromatography-condensation (NIES¹⁾, Hokkaido U.²⁾, Fukushima College KOSEN.³⁾ ○K. Yamada¹⁾, T. Ichikawa^{2, 1)}, T. Miura³⁾, K. Endo¹⁾, M. Osako¹⁾

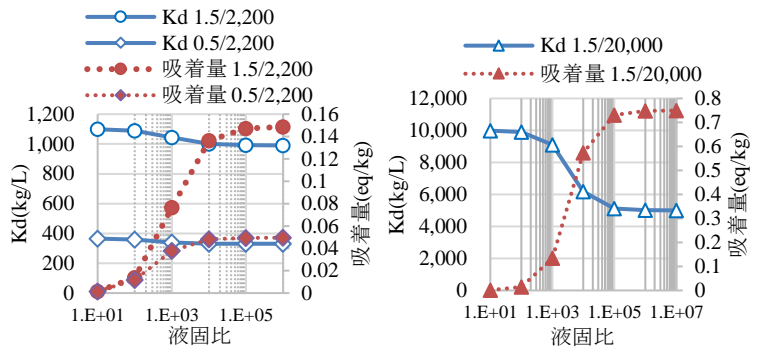


図 1 液固比が K_d と吸着量に及ぼす影響(凡例： $CEC/K_{Cs/K}$)

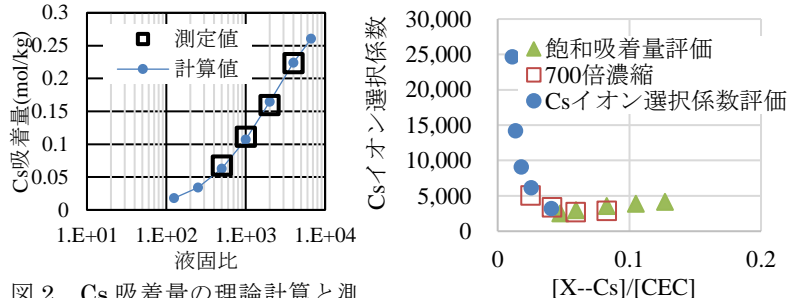


図 2 Cs 吸着量の理論計算と測定値($CEC=2.69 \text{ eq/kg}$, $K_{Cs/K}=2900$)

図 3 吸着割合($[X-Cs]/[CEC]$)と $K_{Cs/K}$

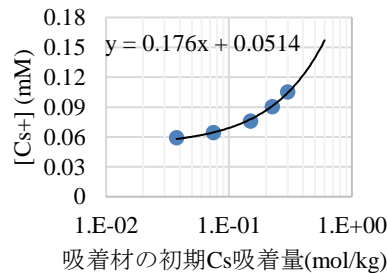


図 4 初期吸着量と平衡 $[Cs^+]$

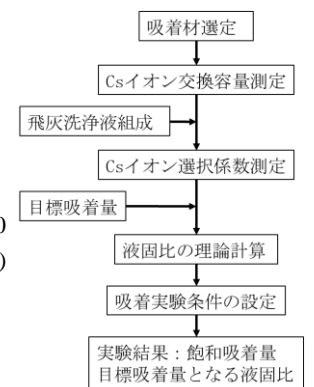


図 5 吸着材評価フロー