

特定廃棄物（飛灰）の最大減容化に向けた二段階化学共沈法

○田中 悠平¹・山田 一夫¹・遠藤 和人¹
(所属 1: 国立環境研究所)

放射性セシウム (Cs) を含む特定廃棄物である可燃性廃棄物の焼却残渣は、塩化カルシウム等を加えて熔融処理するとスラグと熔融飛灰 (FA) になり、放射性 Cs は塩化 Cs として FA に濃縮され減容化される。水溶性である塩化 Cs は FA の水洗浄で溶解でき、FA より少量の吸着材で多量の Cs を吸着させると更なる減容化となる。飛灰洗浄液には Cs 吸着を妨害するカリウム (K) 等のイオンも含まれるため、Cs 選択性がある吸着材を用いる必要がある^[1]。高性能 Cs 吸着材であるフェロシアン化銅 (CFC) の Cs 吸着方法の1つに CFC を合成しながら Cs 吸着させる化学共沈法 (化共法) がある。化共法による CFC はアルカリ溶液で分解でき、このアルカリ分解液は飛灰洗浄液と比べて妨害イオン濃度が極めて低い溶液となるため、この溶液で二段階目の合成 Cs 吸着では一段階目より高濃縮が可能だと考えられる。本研究では、イオン交換理論を用いて、模擬飛灰洗浄液で化共法による CFC の Cs 吸着性能を市販品^[2]と比較し、二段階化共法での最大減容化の可能性を試算した。なお本研究では安定 Cs を用いた。

Cs 陽イオン交換容量 (CEC_Cs) 及び選択係数 ($K_{Cs/K}$) の測定には塩化 Cs を含む溶液で CFC 合成及び吸着後に Cs 濃度 [Cs] を測定した。模擬飛灰洗浄液は $K = 3.0 \text{ mol/L}$, $K/Cs = 20,000$ とし、CFC の原料にはフェロシアン化鉄カリウムと塩化銅を用いた。 $K_{Cs/K}$ は式 $K_{Cs/K} = ([X-Cs][K]) / ([Cs][X-K])$ を用い、測定値 [Cs] から Cs 吸着量 [X-Cs]、Cs と交換すると想定される液相中の K 量 [K]、CEC_Cs から吸着サイトの K 量 [X-K] で計算することで求めた。CEC_Cs 及び $K_{Cs/K}$ 実験値から、イオン交換理論で二段階化共法における Cs 吸着サイト数あたりの Cs 吸着量である濃縮率 (Cs 吸着量/CEC_Cs) 及び FA に対する吸着処理後の CFC の減量比 ($1/(FA \text{ kg}/CFC \text{ kg})$) を試算した。

CEC_Cs は市販品が 2.4 eq/kg で、化共法が 4.6 eq/kg となり 1.9 倍であった。CEC_Cs と $K_{Cs/K}$ の実験値から求めた液固比に対する Cs 吸着量を図 1 に示す。最大吸着量は市販品が 0.6 mmol/g 、化共法が 3.4 mmol/g となり 5.7 倍であった。化共法による CFC は市販品と比べて飛灰洗浄液中での Cs 吸着性能が高いことが明らかになった。二段階化共法の試算の概略図を図 2 に示す。一段階目の試算の結果、CFC に吸着している K/Cs 比は 390 となり、濃縮率は 0.3% で、減量比は 1/160 であった。この CFC をアルカリ分解及び再合成すると、二段階目で CFC の濃縮率は 55% となり、減量比は 1/8,900 となった。以上より、二段階化共法は高濃縮減容化に有用である可能性が示された。

参考文献

[1] 有馬謙一, 遠藤和人, 大迫政浩, 放射性物質に汚染された土壌と廃棄物の減容化処理技術と今後の課題, 廃棄物資源循環学会誌, Vol. 33, No. 6, pp. 423-434, 2022

[2] 田中 悠平・山田 一夫・遠藤 和人, 令和 5 年度環境創造センター成果報告会、高濃縮減容化を目的とした Cs 吸着材の性能評価

[謝辞] 本研究は、環境省・(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF22S20910)により実施した。

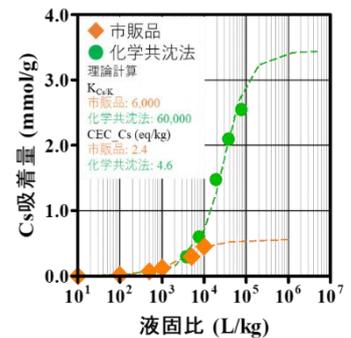


図 1 液固比に対する Cs 吸着量

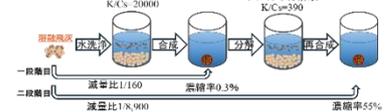


図 2 二段階化学共沈法の結果