

使用済みセシウム吸着フェロシアン化銅のジオポリマーによる最終廃棄体化

Solidification/stabilization of spent ^{137}Cs -adsorbed copper ferrocyanide with geopolymer

*市川 恒樹^{1,2}, 山田 一夫², 芳賀 和子³

¹北海道大学, ²国立環境研究所, ³太平洋コンサルタント

福島第一原発事故による放射性 Cs 汚染廃棄物の高温乾式除染で生じた Cs 濃縮飛灰を水洗除染した水溶液から Cs を吸着除去するのに用いたフェロシアン化銅を、焼成後メタカオリンと水ガラスでジオポリマー化し、蒸留水および海水中への Cs 漏出挙動を調べた。1.58wt% の Cs を含むジオポリマーから蒸留水への Cs 漏出量は全 Cs の 2.6%、海水への漏出の実効拡散係数は $6.47 \times 10^{-13} \text{m}^2/\text{s}$ だった。これらの結果は、使用済みフェロシアン化銅をジオポリマー化すれば最終放射性廃棄物として処分可能であることを示している。

キーワード：福島第一原発事故、放射性セシウム、フェロシアン化銅、ジオポリマー、最終廃棄

1. 緒言

福島第一原発事故に伴って生じた多量の放射性 Cs 汚染廃棄物の処理法の一つに、高温乾式除染とフェロシアン化銅造粒体 (CuFeCN) を Cs 吸着剤とするイオンクロマト処理を組み合わせた高度減容化処理がある。この方法では、熔融炉などによる汚染廃棄物の高温乾溜処理によって Cs を飛灰側に移し、次に飛灰を水洗して Cs を水洗液側に移し、さらに水洗液をイオンクロマト処理して Cs を CuFeCN 側に移行させる。Cs 吸着 CuFeCN は微細な造粒体なので、放射性廃棄物として最終廃棄するには、これを固化・安定化する必要がある。そこで Cs 吸着 CuFeCN を熱分解したのちカチオン吸着能を有するジオポリマーを用いて固化し、淡水および海水への Cs 漏出量と漏出速度を調べた。

2. 実験と結果

重量比でメタカオリン 10 に対して水ガラス 15、水 4 のジオポリマー原料に、6.8 重量%の ^{137}Cs ラベル Cs を吸着した使用済み CuFeCN を 400°C で熱分解して得た粉体を適量加えて攪拌混合したスラリーを、内径 34mm、高さ 10mm のプラスチック製ペトリ皿に移して密封し、 40°C で一昼夜放置して固化した。これを 60°C で 2 週間密閉放置したのち、型枠ごと蒸留水、次いで海水に浸漬し、ジオポリマー中の ^{137}Cs 残存量を NaI シンチレータで測定することにより、蒸留水および海水への Cs 漏出量を求めた。その結果を表 1 に示す。蒸留水への Cs 漏出は約 2 週間で完了し、漏出量は全 Cs の 2.6% 以下だった。海水中では主に Na^+ がジオポリマー中の吸着 Cs^+ とイオン交換する結果 Cs が漏出するが、漏出の実効拡散係数は $6.47 \times 10^{-13} \text{m}^2/\text{s}$ 程度となり、海水中でも極めてゆっくりとしか Cs が漏出しなかった。ジオポリマーの Cs 含有量は 1m^3 当たり 28kg と見積もられるから、除染処理前の乾燥廃棄物の嵩密度が 1 で Cs 含量が 3ppm、比放射能が 100kBq/kg 程度とすると、最終減容率は 1 万分の 1、比放射能は 560MBq/kg 程度となる。

表 1. ジオポリマー固化した使用済みフェロシアン化銅の組成と Cs 保持能

メタカオリン：焼成フェロシアン化銅重量比	Cs 含有量	比重	蒸留水への Cs 漏出率	海水への Cs 漏出の実効拡散係数
10 : 2	0.69 wt%	1.72	1.8 %	$6.75 \times 10^{-13} \text{m}^2/\text{s}$
10 : 3	1.01 wt%	1.74	1.8 %	$6.75 \times 10^{-13} \text{m}^2/\text{s}$
10 : 5	1.58 wt%	1.77	2.6 %	$6.47 \times 10^{-13} \text{m}^2/\text{s}$

*Tsuneki Ichikawa^{1,2}, Kazuo Yamada² and Kazuko Haga³

^{1,2}Hokkaido Univ., ²National Institute for Environmental Studies, ³Taiheiyo Consultant Co. Ltd.