

ゼオライト、バーミキュライトを混合した土壌の Cs 収着挙動

岩手大学 学生会員 ○佐々木綾香 千葉悠人
岩手大学 正会員 石川奈緒 伊藤歩 海田輝之

1 研究背景

福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性 Cs を含む廃棄物を埋め立てた管理型最終処分場において、放射性 Cs が浸出水に溶出し、処分場から流出する恐れがある。

本研究では、廃棄物周辺に設置される土壌層に Cs 保持材として鉱物を混合し、放射性 Cs の収着増加を検討した。一方、鉱物に土壌有機物が吸着することで鉱物への Cs 保持が阻害されることが知られている。そこで、鉱物の混合率による溶存有機体炭素濃度 (DOC) の変化を調べて、Cs の収着様態を考察した。

2 実験方法

2-1 実験材料

本研究で用いた鉱物は、ゼオライト、バーミキュライトの二種類である。土壌は黒ボク土、褐色森林土、灰色低地土を使用した。各鉱物と各土壌の理化学特性を表-1 と表-2 に示す。土壌中の鉱物の組成を調べるために、各土壌を沈降法¹⁾により 2 μm 以下の土粒子を得た。それをガラス板に塗布し、自然乾燥させてから試料水平型多目的 X 線回折装置 (Rigaku, Ultima IV) により分析した。浸出水は岩手県内の M 処分場で採取し、孔径が 0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過したものを使用した。誘導結合プラズマ発光分析装置 (ICP-AES: Shimadzu, ICPE-9000) と誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS: Thermo, iCAP Qc) で測定した浸出水中の主要元素濃度を表-3 に示す。

2-2 収着脱離実験

遠沈管またはポリエチレン容器に土壌を入れ、土壌の質量比として鉱物を 0%、1%、10%、20%、30% の割合で混合した。鉱物混合土壌に固液比が 1 g : 100 mL になるように ¹³⁷Cs (約 20 kBq/L) を混合した浸出水を加えた。振とう機で 120 rpm、25℃で 5 日間振とうし、遠心分離機で 1,000 rpm で 5 分間遠心分離した。そして、上澄み液を 0.45 μm メンブレンフィルタ

ーでろ過し、ろ液中の ¹³⁷Cs 濃度を測定することで固相への収着量を求めた。次に、上澄みを採取した後の固相試料に固液比が 1 g : 100 mL になるように 0.05 M CaCl₂ 溶液を加えた。同条件で 1 日振とう後、上記と同様に遠心分離と上澄み液のろ過を行い、ろ液中の ¹³⁷Cs 濃度を測定した。これを Ca 交換画分とした。更に、上澄みを採取した後の試料に固液比が 1 g : 100 mL になるように 0.16 M Na₄P₂O₇ 溶液を加えた。同条件で 1 日振とう後、上記と同様に遠心分離と上澄み液のろ過を行い、ろ液中の ¹³⁷Cs 濃度を測定した。これをピロリン酸抽出画分とした。¹³⁷Cs の濃度測定はオートウェル γ システム (Aloka, AccuFLEX γ7001) で測定した。収着量から Ca 交換画分とピロリン酸抽出画分を差し引いた分を固定画分とした。この実験は 3 連で行った。

表-1 各鉱物の理化学特性

	ゼオライト	バーミキュライト
含水比 (%)	2.4	0.7
CEC (cmol/kg)	83	11
RIP (mol/kg)	62	11

表-2 各土壌の理化学特性

	黒ボク土	褐色森林土	灰色低地土
強熱減量 (%)	25.3	8.5	7.8
砂 (%)	58.3	83.4	21.5
シルト (%)	26.6	10.5	43.2
粘土 (%)	15.2	6.2	35.4
鉱物種	石英	石英	石英 イライト またはハロイ サイト

表-3 浸出水中の元素濃度

Ca(g/L)	Na(g/L)	K(g/L)	Mg(mg/L)	Cs(μg/L)	Rb(mg/L)
2.00	2.72	1.63	1.40	24.9	2.55

2-3 液相中の DOC の測定

有機物量が最も多い黒ボク土にゼオライトまたはバーミキュライトを 0%、1%、10%、20%、30%混合し、1 g : 100 mL の割合で浸出水を混合した。振とう機で 120 rpm、25℃で 5 日間振とう後、上澄み液を 0.45 μm メンブレンフィルターでろ過したものの DOC 濃度を全有機体炭素計(Shimadzu, TOC-VCSH)で測定した。

3 結果及び考察

3-1 収着脱離実験

図-1 にゼオライトを混合した各土壌による固定画分量と、図-2 にバーミキュライトを混合した各土壌による固定画分量を示す。ゼオライトを混合した土壌では、黒ボク土と褐色森林土において鉍物の混合比が大きいくほど固定画分量が多くなった。バーミキュライトを混合した土壌ではゼオライトを入れた時ほど固定画分量は大きく変化しなかった。一方、灰色低地土はゼオライト、バーミキュライトを混合したどちらの土壌でも鉍物の混合比によって、固定画分量が大きく変化しなかった。これは、灰色低地土だけでも固定量が多いからだと考えられる。

3-2 液相中の DOC の変化

図-3 は鉍物混合比による DOC 濃度の変化を示したものである。既存の研究により、固液比を 1 : 10 にした場合は、鉍物混合比の増加とともに DOC 濃度が減少したとの報告がある²⁾。しかしながら、本研究の実験条件である固液比 1 : 100 では、鉍物の混合による DOC 濃度の減少はみられたが、鉍物の混合比が変わることで DOC 濃度に変化は見られなかった。

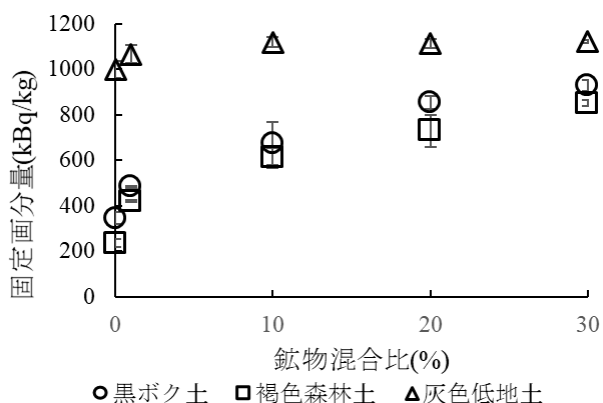


図-1 ゼオライトの混合比による固定画分量の変化

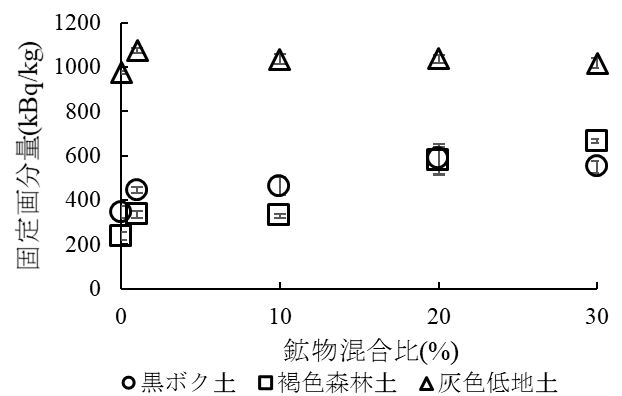


図-2 バーミキュライトの混合比による固定画分の変化

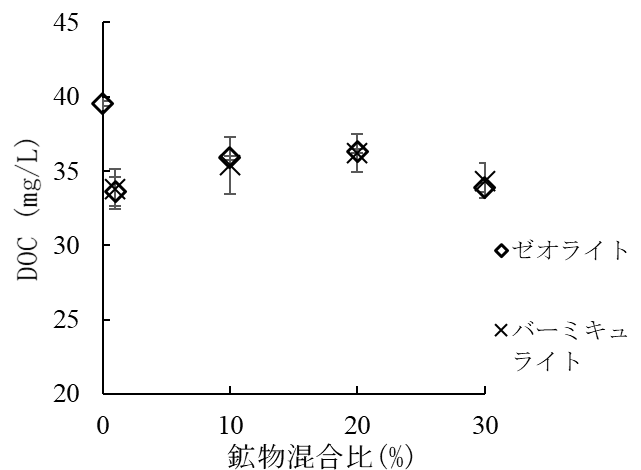


図-3 各鉍物の混合比による DOC 濃度の変化
(黒ボク土)

4 まとめ

本研究では土壌に対して鉍物を保持材としてそれぞれ混合し、放射性 Cs の収着量を求めた。黒ボク土、褐色森林土は鉍物混合比が大きくなるほど固定画分量が大きくなるが、灰色低地土に関しては変化が見られなかった。また、有機物が鉍物の Cs 吸着の阻害をするとの考えの下、DOC 濃度を測定したが鉍物の混合比による DOC 濃度の減少は認められなかった。今後は、更に Cs の吸着様式に対する土壌有機物と鉍物の関係について検討していく必要がある。

引用文献

- 1)地盤工学会, 土質試験 基本と手引き,丸善出版, 2010.
- 2)伊藤美穂, 天然鉍物および土壌への最終処分場浸出水中の Cs 収着特性, 岩手大学大学院修士論文, 2017.