



福島原子力事故関連情報アーカイブ

Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	粘土鉱物へのセシウム吸着
Alternative_Title	Adsorption of cesium to the clay mineral
Author(s)	田村 堅志(物質・材料研究機構), 佐久間 博(物質・材料研究機構) Tamura, K.(National Institute for Materials Science); Sakuma, H.(National Institute for Materials Science)
Citation	第5回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.119 5th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	企画セッション1:「放射性セシウムは、どこにくっついてるの?」
Text Version	Publisher
URL	http://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/109535
Right	© 2016 Author
Notes	禁無断転載 All rights reserved. 「第5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。



粘土鉱物へのセシウムの吸着

○田村 堅志, 佐久間 博 (物質・材料研究機構)

【はじめに】 福島第一原子力発電所の事故により大量の放射性物質が環境中に放出された。特に重要視されているのが、セシウム-137 (^{137}Cs) 及びセシウム-134 (^{134}Cs) の核種により汚染された大量の土壌の処理を進めることである。福島県の汚染土壌については、一部がバーミキュライト化した風化黒雲母に放射性 Cs^+ が強く吸着していることが報告されている[1]。事故後、我々は粘土鉱物表面での Cs^+ の吸着について考えてきた。具体的には、放射性 Cs^+ の吸着材としての粘土鉱物の利用を検討する[2]一方で、その検討により得られた知見を基に、 Cs^+ が安定吸着した土壌から化学的に脱離できるか否かを調べてきた[3]。今回、これまで得られた結果を様々な課題も含め報告したい。

【実験方法】 Cs^+ 吸着実験: Cs^+ の吸着特性を調べるために金雲母と黒雲母由来のバーミキュライトを使用した。併せて黒雲母、金雲母を人工的に変質 (層間 K^+ イオンを水和イオンに交換) させた吸着材の調製を試みて、その Cs^+ 吸着特性を調べた。また、雲母表面の各種イオン (Li^+ , Na^+ , K^+ , Cs^+ , H_3O^+) の周りの水の構造について分子動力学法によるシミュレーションを実施して、当該構造と Cs^+ の安定性との関連性について考察した。

Cs^+ 脱離実験: 脱離剤として各種硝酸塩 (NH_4NO_3 , NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$) を使用した。さらに脱離に有効な硝酸塩と Cs^+ 捕獲配位子との併用効果も調べた。 Cs^+ 捕獲配位子には、テトラキス(4-フルオロフェニル)ほう酸ナトリウム (Na^+TFPB^-) を使用した。脱離実験は Cs^+ 吸着濃度の異なる Cs^+ -バーミキュライト 100mg に対して種々の硝酸塩水溶液 10mL を用いて室温で実施した。

【結果と考察】 各種粘土鉱物の Cs^+ 吸着挙動を調べた結果、 Cs^+ は、粘土層の負電荷が高く、層間イオンが水和陽イオンであるバーミキュライトに対して高い選択吸着性を示した。バーミキュライトは雲母の風化鉱物である。そこで、分子動力学法により雲母表面に各種イオンを置いて水の配位状態を予測してみると、 Cs^+ は他の陽イオンと異なり水和殻をつくらず孤立した状態であることがわかった [4]。すなわち、粘土に吸着した Cs^+ 近傍には水がなく、イオンサイズも大きいいため両側の粘土四面体シートの底面酸素六員環にはまって安定化するものと考えられる。以上の知見を基に、雲母ベースで材料設計を行い、高い Cs^+ 吸着特性を持つ Cs^+ 吸着材を調製する事ができた。

一方、 Cs^+ 吸着バーミキュライトからの Cs^+ 脱離実験において、系内の Cs^+ と脱離剤としての陽イオンとの間で平衡状態が保たれていた。この平衡状態は陽イオン種によって変わるが、遊離した Cs^+ を系外に除去することによって粘土表面の吸着平衡は概ね Cs^+ が脱離する方向に進む。そこに遊離した Cs^+ イオンを捕獲する配位子を投入することで逆反応を抑制し、効率的に Cs^+ を脱離することができた。

以上は、限定された条件下での基礎検討の結果にすぎない。また、粘土鉱物における最も反応性の高いエッジ部の構造や性質について、現時点では十分に理解できているとはいえない。今後更なる検討が必要と考える。

(参考文献)

[1] H. Mukai et al., *Scientific Reports*, 2016, **6**, 21543.

[2] K. Tamura et al., *Environ. Sci. Tech.*, 2014, **48**, 5808.

[3] K. Morimoto et al., *Chem. Lett.*, 2012, **41**, 1715; K. Tamura et al., *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 2015, **303**, 2205.

[4] H. Sakuma, K. Kawamura, *Geochem. Cosmochim. Acta.*, 2011, **75**, 63.