



スメクタイトにおける Cs 吸着能と Cs 結合形態の関係解析

松山由樹
京都府立大学大学院

キーワード：内圏錯体，セシウム，雲母，スメクタイト

1. 背景と研究目的

福島原発事故以降、土壌中でのセシウム (Cs) の挙動が注目されているが、基本挙動を制御する化学状態に関する理解は不十分である。Cs は土壌中に含まれる雲母類（層状鉱物で層間にイオン吸着サイトを持つ）に強く吸着される。特に、本来 1.0 nm の単位層厚を持つ雲母類の構造の一部が 1.4 nm に膨潤した層（バーミキュライト）では、Cs が脱水和した状態で、選択的に吸着されるため (Sawhney, 1972)、この場合、鉱物と Cs の結合形態は内圏錯体である。一方、雲母類と同じ 2:1 型粘土鉱物であるスメクタイト族では層荷電密度が低いため、Cs を吸着する能力は極めて低いと考えられている。しかし、Ogasawara et al. (2013)において複数のスメクタイトの Cs 吸着能を調べたところ、非常に大きなばらつきが見られており、その原因はよく分かっていない。

そこで本研究では、異なる Cs 吸着能を示した 4 種のスメクタイトを対象に Cs の結合形態を調べ、Cs 吸着能と Cs の結合形態の関係を調べることを目的とした。

2. 実験内容

Ogasawara et al. (2013)で既に Cs 吸着能 (RIP : Radiocesium Interception Potential) が分かっている試料の中から 4 つのスメクタイト族の標準粘土試料 (表 1) を選び、前処理として 0.5 MCsCl で各試料を Cs 飽和させた。これらの試料に対して Cs 飽和スメクタイトと Cs の結合形態を調べるための L_{III} 吸収端 EXAFS を Aichi-SR の BL11S2 で測定した。I₀ のイオンチャンバースは He:N₂=70:30 で、I₀ レンジは 10⁻⁷ であり、7 素子 SDD 検出器を用いた蛍光法で行った。解析には Athena ソフトウェアを用いた。

表 1. 測定試料情報

試料名	粘土タイプ	生産地	RIP (mmol/kg)
Beid	Beidellite	Near Cameron, Coconino Co., Arizona	3360
M1	Montmorillonite	Amory, Mississippi	562
M2	Montmorillonite	Otay, California	419
M5	Montmorillonite	Belle Fourche	2

3. 結果および考察

今回測定した 4 つの Cs 飽和スメクタイトと、鉱物中の Cs の結合形態が内圏錯体であると既に分かっている Cs 飽和黒雲母 (CsB) の測定スペクトルをフーリエ変換して得られた動径構造関数を図 1 に示した。3~4 Å の位置にみられるピークは Cs の結合が内圏錯体であることを示しており、Cs 飽和スメクタイト試料においてもこの位置にピークがみられたが、Cs 飽和黒雲母のピークより小さかった。このことから、スメクタイトに吸着した Cs の一部は内圏錯体を形成している一方で、大部分は水和状態で吸着していることが示唆された。

同じスメクタイト群の 4 試料では、M2, M5, M1, Beid の順に 3~4 Å のピークが高かった (図 1)。

RIP が最も大きい Beid で最もピークが高くなることが予想されたが、むしろ一番低い値が示された。また、他の 3 つのモンモリロナイト試料においても、RIP の大きさと 3~4Å のピークの高さは一致しなかったため、スメクタイトの Cs 吸着能と内圏錯体を形成できるポテンシャルは必ずしも一致しないことが明らかになった。

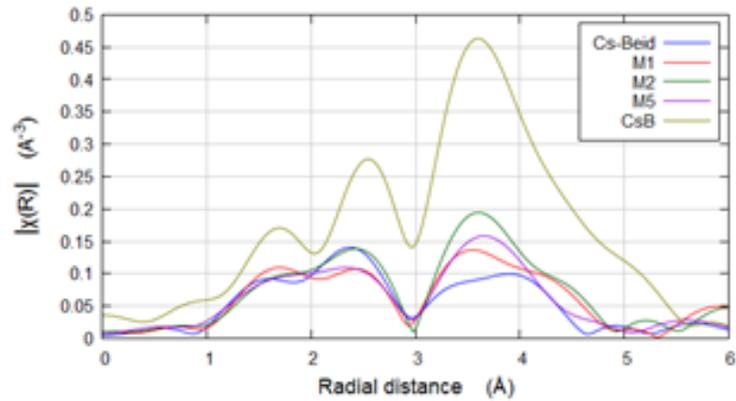


図 1. Cs 飽和スメクタイト及び黒雲母の動径構造関数

4. 参考文献

Ogasawara S., Nakao A. & Yanai J. 2013: Radiocesium interception potential (RIP) of smectite and kaolin reference minerals containing illite (micaceous mineral) as impurity. *Soil Science and Plant Nutrition*, 59, 852-85.