

バーミキュライトや風化黒雲母にセシウムが吸着 そのようすとメカニズムを解明

日本原子力研究開発機構などの研究グループは、バーミキュライト(=写真右)に放射性セシウムが吸着しやすいことを突き止めた。バーミキュライトは福島県内で広くみられる粘土鉱物のひとつで、園芸用の改良土としても利用されている。これからセシウムを除去する方法が見つかれば、汚染土壌の浄化や減容化へつながることが期待できる。

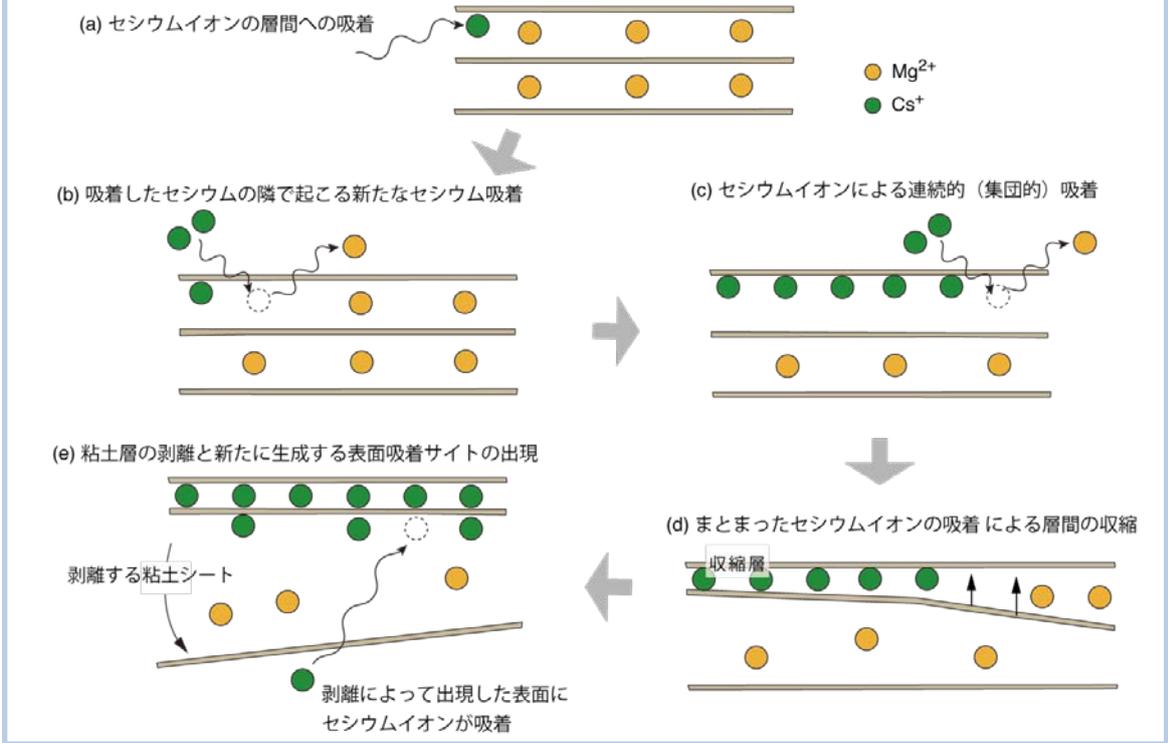


バーミキュライトが多量のセシウムイオンを取り込むメカニズムを解明したのは、原子力機構の元川竜平研究副主幹、矢板毅ユニット長、高エネルギー加速器研究機構(KEK)の遠藤仁准教授、電力中央研究所の横山信吾主任研究員、山形大学工学部の西辻祥太郎助教らによる共同研究グループ。同グループはバーミキュライトにセシウムイオンが吸着するメカニズムを原子レベルで観察した結果、バーミキュライトのある場所に放射性セシウムイオンが1個だけ吸着すると、その隣にもセシウムや化学的性質の類似したイオンが吸着しやすくなるため、その粘土層に多くのセシウムイオンが取り込まれることを明らかにした。さらに、粘土層に入ったセシウムは、粘土の酸素と直接結合し、層の反対面では、負の電荷が弱まることから剥離が生じやすくなる。このことにより二つの粘土層がはがれ、それぞれの粘土層の表面にもセシウムが吸着しやすくなり、バーミキュライトに対してドミノ倒しのように、次々とセシウムイオンが吸着していくことを解明した。

このメカニズムを原子・分子レベルで観察するために、研究グループではX線を物質に照射した際に散乱されるX線を計測することで物質の構造を調べるX線小角散乱法を採用。この方法でナノメートル(1メートルの10億分の1)レベルでバーミキュライトの構造変化を調べたところ、次ページの図のように変化していることがわかった。

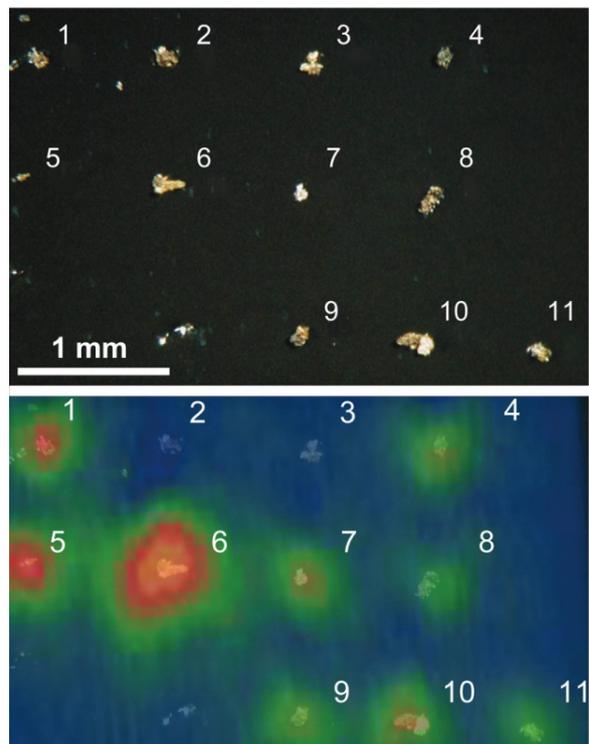
これまで、セシウムイオンの吸着による粘土鉱物の構造変化を定量的に明らかにした報告は例がなく、今回の解明は福島県の環境回復問題に有用な知見を与えることが期待される。また、粘土鉱物の構造を分析するための定量的な理論モデルを独自に構築することに成功したことにより、原子力分野のみならず、環境科学、分析化学、材料科学、ナノ構造科学など、様々な研究分野への応用も期待される。

ドミノ倒しの様に吸着するセシウムイオンとバーミキュライトの構造変化

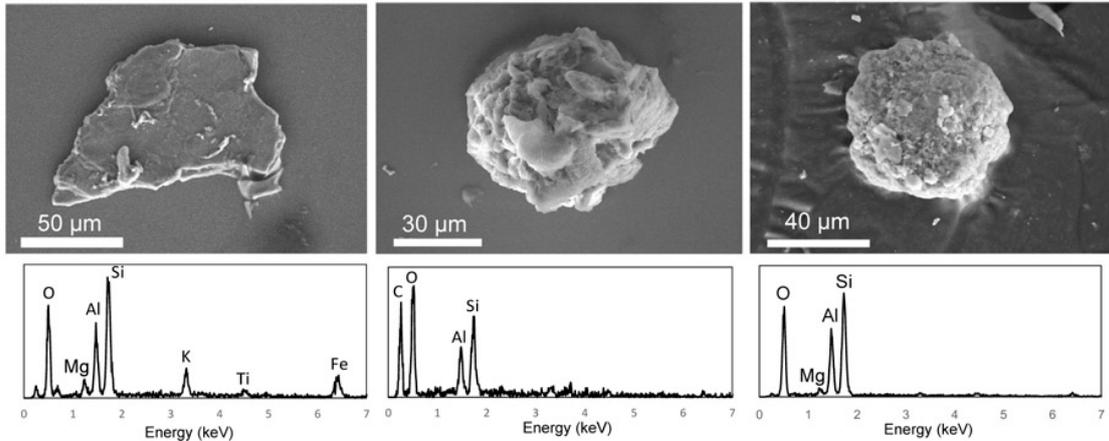


一方、東京大学の小暮敏博准教授と原子力機構の矢板毅ユニット長らの研究グループは放射線記録媒体や電子顕微鏡を使って、実土壤中で放射性セシウムがどのような鉱物粒子に吸着しているかを明らかにした。

研究グループはまず、福島県飯舘村で放射能に汚染されている土壌を採取。その土壌粒子をイメージングプレート（IP）と呼ばれる放射線記録媒体の上に乗せて、各粒子から発せられる放射線を記録した。右図がそれで、赤や緑が強い放射線を示し、放射能を持つ微粒子とそうでないものが判別できる。これによってIPを感光させた放射性微粒子を特定し、これを電子顕微鏡内に移動させてその形態や化学組成を調べることにより、放射性微粒子をいくつかの種類に分類した。



放射性微粒子の電子顕微鏡像(上)とそこから放出されるX線が示す微粒子の化学組成(下)



上記の図は、放射性微粒子の電子顕微鏡像(上)とそこから放出されるX線が示す微粒子の化学組成(下)で、これにより放射性微粒子を構成する物質を明らかにし、下の3つの微粒子の例では、左から順に風化黒雲母の鉱物粒子、有機物が主体で小さな鉱物粒子を含む粒子、細かい鉱物粒子の集合体(土壌団粒)と分類される。

さらにその微粒子を切断して薄片にし、より高解像度の電子顕微鏡によって微粒子内の構造を詳細に解析した。

その結果、放射性セシウムは風化黒雲母に多く固定されており、さらに福島県では、室内実験で提案されたような雲母微粒子の表面や端面への凝集をそれほど起こしておらず、セシウムはこの鉱物中にかなり均一に分布していることが明らかになった。なお、この風化黒雲母は、福島県東部の地質である花崗岩体の長年の風化によって、そこでの土壌に大量に含まれており、森林や水田などの土壌中の放射性セシウムのかなりの量は、この鉱物に強く固定されている可能性が高い。

今後、研究グループでは、福島県以外の地方の土壌についても同様に放射性微粒子を特定するとともに、採集した放射性微粒子を用いてセシウムの存在状態やその安定性、化学的処理による脱理の可能性などを調べていく。

TOPICS 福島 No. 58

独立行政法人日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 福島事業管理部

〒960-8031 福島県福島市栄町 6-6 NBF ユニックスビル 1 階

TEL : 024-524-1060 FAX : 024-524-1073 HP : <http://fukushima.jaea.go.jp/>