

# 鉱物に対するセシウムイオンの 吸着・脱離と固溶化

SATテクノロジー・ショーケース2017

## ■ 研究背景・目的

福島第一原発の事故以降、ケイ酸塩鉱物の代表であるゼオライトはイオン交換によりCs<sup>+</sup>(セシウムイオン)を吸着する媒体として汚染水処理等に活用されている。また、層状ケイ酸塩鉱物の粘土鉱物についても層間にCs<sup>+</sup>を吸着することが知られている。しかし、Cs<sup>+</sup>は一旦層間に取り込まれると脱離しにくい性質を有する。また、天然鉱物は構成成分や風化の状態が複雑であり、詳しいメカニズム解明と有効的な放射性廃棄物の処理法が確立されていない。本研究では鉱物に対するCs<sup>+</sup>の吸着・脱離挙動を解明すると共に最終処分を念頭に置いたCs<sup>+</sup>の脱離抑制法について検討した。

## ■ 実験操作

本実験には、標準岩石試料(AIST-地質調査総合センター)、天然ゼオライト、ベントナイト、バーミキュライト、雲母を用いた。200ppm(10000μg)のCs<sup>+</sup>水溶液50mLに対して各鉱物を0.5gずつ加え、2時間攪拌した。その後、孔径0.2μmのメンブレンフィルターでろ過し、ろ液を希釈した後にICP-MSにてCs<sup>+</sup>吸着濃度を測定した。脱離実験は、脱離溶液の酸濃度を0.1mol/Lとし、攪拌以降の操作は吸着実験と同様である。

## ■ 研究内容

### 1. Cs<sup>+</sup>の吸着実験

ゼオライトは細孔内、層状鉱物は層間内にてCs<sup>+</sup>を吸着することが知られている。Fig.1に示した通り、標準岩石試料(玄武岩～河川堆積物)はCs<sup>+</sup>を0.6~2.6 mg程度しか吸着しないが、ゼオライトや層状鉱物はCs<sup>+</sup>の吸着量が多かった(飽和吸着量では5.6~104 mg)。雲母やベントナイトは層間膨潤性を有する鉱物のため、土壌層間にCs<sup>+</sup>を取り込みやすいことが高い吸着能力と関係した。また、交換性陽イオン量が多い鉱物ほどCs<sup>+</sup>を吸着しやすかった。

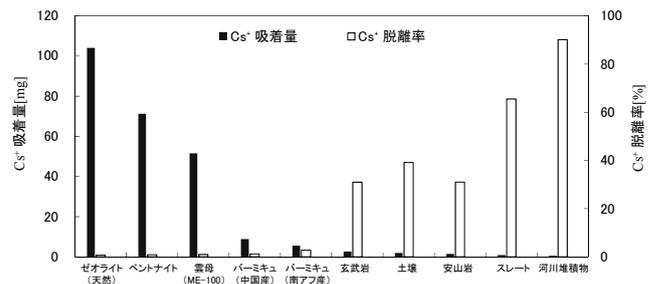
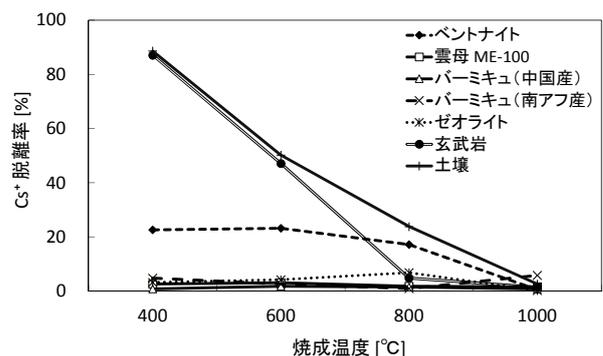
### 2. Cs<sup>+</sup>の脱離実験

Cs<sup>+</sup>を吸着しやすい鉱物はセシウムと吸着サイト間の親和力が強いので、Cs<sup>+</sup>を一旦吸着すると脱離しにくい傾向がみられた(Fig.1)。しかし、脱離溶液として酸とカチオンを組み合わせることにより、Cs<sup>+</sup>の脱離率が上昇した。酸の溶解作用や有機酸による層間距離の拡張等が影響しているものと考えられた。また、カチオン添加として用いたNH<sub>4</sub><sup>+</sup>はCs<sup>+</sup>とイオン半径が近似しているため鉱物との親和

力が強く、多量に添加することによってCs<sup>+</sup>の脱離を促進させた。

### 3. 鉱物の熱処理によるCs<sup>+</sup>の脱離抑制

鉱物の種類に関わらず焼成温度の上昇と共にCs<sup>+</sup>の脱離率が減少する傾向がみられた(Fig.2)。特にCs<sup>+</sup>を脱離しやすい鉱物において未焼成と1000℃焼成(玄武岩:81.4→0.2%, 土壌:100→0.5%)では明らかなCs<sup>+</sup>脱離率の低下が確認された。1000℃で焼成した鉱物は表面構造が滑らかに変化し、熱によって固溶化しているのがSEMにより観察できた。また、TG-DTAでは100℃付近の脱水ピークや400℃付近の酸化分解ピークを経て、800℃以上から融解ピークが確認された。熱による骨格構造の変化や固溶化による細孔数の減少により、Cs<sup>+</sup>は鉱物内に閉じ込められ脱離が抑制されたものと考えられる。鉱物の熱処理は、最終処分を念頭に置いた汚染土壌の処理法に適していると考えられる。

Fig.1 鉱物に対する Cs<sup>+</sup> の吸着量と脱離率Fig.2 鉱物の熱処理と Cs<sup>+</sup> の脱離抑制 (0.1mol/L HCl)

代表発表者 **三浦 拓也(みうら たくや)**  
 所属 **山形大学大学院 理工学研究所  
 有機材料工学専攻**  
 問合せ先 **〒992-8510 山形県米沢市城南 4-3-16  
 TEL: 0238-26-3142**

■キーワード: (1)無機ケイ酸塩鉱物  
 (2)セシウムの吸着・脱離  
 (3)熱処理による脱離抑制  
 ■共同研究者: 遠藤 昌敏 (山形大院理工)  
 佐々木 貴史 (山形大工)