

福島における汚染土壌の除染と再利用を目指したセシウムフリー鉱化法

(1) 非放射性 Cs を飽和吸着した福島風化黒雲母のセシウムフリー鉱化反応

Proposition of Cs free mineralization for decontamination and reuse of contaminated soil in Fukushima

(1) Cesium free mineralization of Fukushima weathered biotite saturated and sorbed with nonradioactive Cs

*下山 巖¹, 本田充紀¹, 小暮敏博², 平尾法恵¹, 馬場祐治¹, 岡本芳浩¹, 矢板毅¹, 鈴木伸一¹

¹原子力機構, ²東大院理

放射性 Cs 汚染土壌の除染方法として、土壌中の粘土鉱物をアルカリ塩等の試薬と反応させ、Cs を構造中に取り込まない別の物質に変換することで Cs を除去し、生成物を産業利用することで廃棄物を減らす Cs フリー鉱化法の概念を提案する。

キーワード: 土壌除染, セシウム, Cs フリー鉱化法

1. 緒言

福島における放射性 Cs 汚染土壌の管理は大きな問題であるが、特に土壌中の粘土鉱物に Cs が固定されていることから Cs 脱離を促進する手法として、汚染土壌にアルカリ塩化物を添加し 1000°C 以上に加熱する方法が提案されている。これらの手法による Cs 除去率は概ね 100% 近い高い数値を示しているが、アルカリ塩化物添加時の Cs 脱離メカニズムについては不明な点が多く、また高温処理によるコスト高等も課題となっている。そこで我々は顕著な Cs 吸着挙動を示す風化黒雲母に対し 700°C 以下でアルカリ塩を作用させた場合の構造及び組成変化と Cs 脱離挙動を調べ、それに基づいた Cs フリー鉱化法の概念について提案する。

2. 実験

福島産の風化黒雲母 (WB) 粉末に非放射性 ¹³³Cs を飽和吸着させ、低圧環境下で加熱処理を行った。アルカリ塩化物として CaCl₂, KCl, NaCl などを添加し、加熱処理後の余剰塩を除去後 XRF と XRD で組成と構造変化を調べた。また、昇温脱離法 (TDS) により Cs 脱離挙動における添加塩依存性を調べた。

3. 結果と考察

CaCl₂ 添加時の 700°C の低圧加熱処理により 100% の Cs 除去率が得られ、その際に粘土鉱物が完全に消滅し輝石やワダライトなどに相変化したことがわかった。一方、KCl 添加時は約 55% の Cs 除去率となり WB の層状構造はほぼ保たれた。これらの結果は KCl と CaCl₂ では Cs 脱離過程における役割が異なり、前者が粘土鉱物のイオン交換による Cs 除去、後者が相変化を伴う Cs 除去と、それぞれ異なるメカニズムに起因している事を明らかにした。NaCl-CaCl₂ 混合塩添加時には Na/Si 組成比が 400~500°C の温度域一旦増加し 600°C 以上では減少したのに対し、Ca/Si 組成比は温度と共に単調に増加したことから前者の反応は 600°C 以下の低温域で支配的であり、後者の反応は 600°C 以上の高温域で支配的になることを示唆している。相変化により得られた輝石やワダライトはサイズの大きい一価イオンを取り込むことができない結晶構造を持ち、その形成と共にほぼ 100% の Cs 除去率が得られたことから後者の反応である Cs フリー鉱化反応が土壌除染に有効であることを示している。TDS により観測した Cs 脱離挙動はアルカリ塩に依存した挙動を示し、その結果と上記の 2 種類の反応メカニズムとの関係についても考察する。

*Iwao Shimoyama¹, Mitsunori Honda¹, Toshihiro Kogure², Norie Hirao¹, Yuji Baba¹, Yoshihiro Okamoto¹, Tsuyoshi Yaita¹, Shinichi Suzuki¹

¹Japan Atomic Energy Agency, ²The Univ. of Tokyo