

セシウムフリー鉱化法を用いた土壤除染における CaCl_2 及び KCl 添加物の効果

Effect of CaCl_2 and KCl additives on soil decontamination by cesium-free mineralization

*下山 巖¹, 本田充紀¹, 小暮敏博², 馬場祐治¹, 矢板毅¹, 岡本芳浩¹

¹原子力機構, ²東大院理

セシウムフリー鉱化法による実土壤の除染試験を行うため、 CaCl_2 及び KCl を添加剤として用い低圧・大気加熱処理を行った場合の放射能変化を調べると共に、土壤中の鉱物の構造変化と組成変化を調べることで CaCl_2 と KCl 添加により異なる Cs 除去過程を経て土壤除染が進行することを明らかにした。

キーワード: 土壤除染, セシウム, 熱処理

1. 緒言

福島における放射性汚染土壤問題の解決に向けて、我々は新たな熱処理土壤除染法であるセシウムフリー鉱化法 (CFM) を提案している。既に、非放射性 Cs を収着させた風化黒雲母をモデル土壤とした試験において CaCl_2 添加 700℃低圧加熱処理より Cs 除去率が 100%となることを確認しているが、実土壤に対する CFM の有効性を確かめる試験は行っていなかった。そこで本研究では福島放射性汚染土壤に対して CFM による処理を行った際の放射能変化を調べた。また、Cs 除去過程における添加剤依存性を調べるため CaCl_2 と KCl を添加した際の土壤中の鉱物の構造変化と組成変化についてそれぞれ調べた。

2. 実験

福島県富岡町の帰還困難区域から採取した汚染土壤に対して重量比 1:1 の CaCl_2 もしくは KCl を添加し、低圧 (～17 Pa) もしくは大気圧での加熱処理を 2 時間行った。水洗浄により余剰塩を除去した後の試料に対して NaI 検出器による放射能測定を行い、処理前の値に対する除染率を求めた。また、処理後の試料に対しては X 線回折 (XRD) と蛍光 X 線分析により構造と組成の変化を調べた。

3. 結果と考察

採取した汚染土壤の放射能濃度は ^{137}Cs と ^{134}Cs についてそれぞれ 8200, 1800 Bq/kg であった。 CaCl_2 添加時は大気加熱と低圧加熱で除染率に大きな差はみられず、790℃の大気加熱処理で 97%の除染率が得られた。また、741℃の低圧加熱処理を 3 回実施することで除染率は 91%から 99%まで増加した。一方、 KCl 添加時は低圧加熱の方が大気加熱よりも除染率が高く、789℃の大気加熱では除染率 35%であったのに対し 790℃の低圧加熱では 83%の除染率が得られた。また、741℃の低圧加熱処理を 5 回実施したところ、除染率は 81%から 88%まで増加した。 CaCl_2 添加時の加熱処理前後で土壤中の黒雲母成分は消滅し、加熱時の圧力条件により異なる XRD パターンが観測された。また、大気・低圧加熱により生成物は異なる組成比を示した。これらの結果は、熱処理による粘土鉱物の相変化が大気・低圧加熱により異なることを示している。一方、 KCl 添加時は大気加熱・低圧加熱どちらの場合も黒雲母のピークは消滅せず、処理回数を重ねるとむしろ成長する傾向がみられた。従って、 CaCl_2 と KCl では Cs 除去過程がそれぞれ異なり、前者の場合は粘土鉱物が異なるケイ酸塩鉱物に相変化することで Cs が除去されるのに対し、後者の場合は粘土鉱物の構造が保たれたまま、イオン交換過程により Cs が除去されることを明らかにした。以上の結果は実土壤の除染において CFM 有効であることを示すと共に、塩化物試薬のカチオンの価数により Cs 除去過程が異なることを示唆している。

*Iwao Shimoyama¹, Mitsunori Honda¹, Toshihiro Kogure², Yuji Baba¹, Tsuyoshi Yaita¹, Yoshihiro Okamoto¹,

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