



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	除染土壌の減容化のための熱処理とその生成物の鉱物学的・化学的特性〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	万福, 裕造
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第13225号
Issue Date	2018-03-22
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/69943
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Yuzo_Manpuku_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（工学） 氏名 万福 裕造

学 位 論 文 題 名

除染土壌の減容化のための熱処理とその生成物の鉱物学的・化学的特性

(Heat treatment of the contaminated soils for volume reduction and mineralogical and chemical characteristics of the heat-treated products)

東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴い、福島県を中心に放射性物質が拡散し広範囲に汚染される事態となった。その除染作業に伴い、放射性セシウムを含む除染土壌が被災地では膨大に発生し、そのための仮置き場・中間貯蔵施設等での保管量の軽減は、除染事業全体の重要な問題へと発展した。除染廃棄物の減容方法としては、熱処理技術が最有力手段の一つと考えられている。しかし、土壌の高温加熱処理による生成物の特性に関する検討、および熱処理浄化物の安全性を確認する基礎的なデータが不足しているのが現状である。このような背景のもと、除染土壌を想定した熱処理による減容化とその生成物の鉱物学的・化学的特性を詳細に検討した。

本研究は、5章で構成されている。

第1章は序論であり、研究の背景、目的について示した。

第2章では、実汚染土壌の加熱減容を想定し、種々の岩型を母材とする11種の風化土壌及び関東ロームの計12種の土壌の検討と、これらの土壌を1550°Cの条件下で加熱・熔融し、得られた生成物の鉱物学的・化学的特性を検討した。母岩の風化に由来すると考えられる土壌において、必ずしも土壌構成鉱物は母岩の鉱物組成を反映しないこと、風化土壌における SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 の和は、風化による生成物を多量に含むため高い含有率を示すが、必ずしも母材である岩石の化学組成を反映していなかった。1550°Cの加熱処理により、相変化に加えて重量変化もみられた。1550°Cの加熱後に生成された鉱物は、ムライト、クリストバライト、ヘマタイトであった。クリストバライトはすべての土壌から生成している一方、ムライトとヘマタイトは限られた土壌の処理後に存在した。化学風化指標の検討から、風化が相当進んでいる土壌からのムライトの生成が明らかとなった。熱処理による顕著な重量減については、安山岩、玄武岩、斑レイ岩、蛇紋岩、石灰岩を母材とする Fe_2O_3 を多く含む土壌および関東ロームにおいて顕著な重量減が認められたことより、粘土画分中における粘土鉱物の含有量の違い、粘土鉱物等の変化に由来する脱水、酸化鉄(III)の還元に依存することが考えられる。

第3章では、福島県に広く分布する風化花崗閃緑岩に注目し、その加熱熔融後の生成物の物性評価を粉末X線回折法、蛍光X線分析法、およびEDS-SEM法を用いて行った。特に、出発物質の粒径による生成物の相違と元素の偏析およびフェルシック鉱物とマフィック鉱物との高温加熱熔融後の生成物の相違及びCsを混入させた風化花崗閃緑岩の高温加熱熔融後におけるCsの挙動について検討した。また、福島県内の風化土壌に混合物として存在する火山灰の挙動を検討するために、関東ロームを加熱熔融させた場合のCsの挙動についても比較検討した。

第4章では、実際に福島県飯舘村の圃場を除染した際に発生した実汚染土壌を用いた熱処理によるセシウムの揮発除去について評価を行なった。JAEAで実施された研究によるとセシウムは土壌中の粘土と強固に結合し、1300°Cの高温で熱処理しても揮発せずに土壌中に残留するとされる。

セシウムが揮発しない原因として、土壌が高温で熔融ガラス化するため、セシウムの拡散が著しく阻害されることが要因であると考えられるため、高温下で熔融させず、セシウムを安定して拡散させるために、土壌にカルシウム系の反応促進剤を添加し、攪拌処理した後に熱処理したところ、セシウムの揮発率は大幅に向上し、土壌中に数万 Bqkg-1 含まれる放射性セシウムが、クリアランスレベル (100 Bqkg-1) 以下まで低減されることを確認した。

第 5 章は本研究全体の結論であり、得られた知見を総括するとともに放射性廃棄物の熱処理技術の重要性について述べた。本研究で着目した熱処理は、大量に発生した廃棄物の処理、処分、再生利用には必要不可欠である。高度な減容化技術として、中間貯蔵施設で保管する必要がある土壌量、ひいては最終処分量を減少させることができる可能性があり、長期的な視点から極めて重要な取り組みとなる。さらに、土木構造物の裏込材、道路等盛土材、コンクリート用骨材などの利用だけでなく、中間覆土材、などの用途への再利用も含め、今後予定される土木工事を含めた将来予測への貢献も期待される。