



福島原子力事故関連情報アーカイブ

FNA

Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	熱力学平衡計算を用いた除染廃棄物中のストロンチウムの熱処理時の挙動推定
Alternative_Title	Evaluation of strontium behavior in decontaminated waste during heat treatment based on thermodynamic equilibrium calculation
Author(s)	由井 和子(国立環境研究所), 倉持 秀敏(国立環境研究所), 大迫 政浩(国立環境研究所) Yui, Kazuko(National Inst. for Environmental Studies); Kuramochi, Hidetoshi(National Inst. for Environmental Studies); Osako, Masahiro(National Inst. for Environmental Studies)
Citation	第8回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.55 The 8th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	セッション：ポスターセッション
Text Version	Publisher
URL	https://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/182138
Right	© 2019 Author
Notes	禁無断転載 All rights reserved. 「第8回環境放射能除染研究発表会要旨集」のデータであり、発表内容に変更がある場合があります。 学会は発表の機会を提供しているもので、内容に含まれる技術や研究成果について保証しているものではないことをお断りいたします。



熱力学平衡計算を用いた除染廃棄物中のストロンチウムの熱処理時の挙動推定

○由井和子、倉持秀敏、大迫政浩 (国研)国立環境研究所

【はじめに】放射性ストロンチウム(⁹⁰Sr, 以下 r-Sr)は、放射性セシウム(¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, 以下 r-Cs)に次いで環境影響が懸念される核種であるが、その廃棄物処理における挙動はr-Csに比べて情報が少ない。これまでに一般廃棄物および災害廃棄物(除染廃棄物を含む)の焼却残渣のr-Sr濃度(1,2)と⁸⁸Sr(Sr)の溶出特性(3,4)およびSrの主灰・飛灰間分配特性(5)が報告されている。除染廃棄物専焼時の飛灰へのSrの分配率は20~30%であり、アルカリ金属に比べると飛灰分配率は低いが、Si, Alと比べると飛灰分配率が高い傾向が見られた。Sr溶出率(第13号試験に準じて測定)は、主灰で1%以下、一部の飛灰で約20%(3,4)であった。同じアルカリ土類元素であるカルシウム(Ca)の化合物形態は、一般廃棄物の主灰ではCaO, CaCO₃, Ca(OH)₂, 長石・メリライト等のケイ酸塩鉱物およびCaSO₄、飛灰ではそれらに合わせて消石灰由来と思われるCaOHClが同定されており(6,7)、CaとSrの類似性から、飛灰のSrの水溶性成分としてSr(OH)₂, SrCO₃, SrOHCl, SrSO₄等が生成する可能性が考えられる。一方、除染廃棄物の焼却主灰では非晶質相・長石・輝石がCaを含む成分として同定されているが(5,8)、飛灰に関しては測定がないため除染廃棄物の飛灰から溶出するSrが何によるものか明らかではない。本研究では、除染廃棄物に含まれるr-Srの焼却時の挙動把握のため、r-Srとほぼ同じ性質を持つ安定Srの熱力学データを用いて、ストーカ炉における除染廃棄物の焼却時の変化についてマルチゾーン平衡計算を用いて検討した。

【計算方法】計算方法は昨年度(9)と同様とした。除染廃棄物を可燃物(木・竹・ワラ類)と土壌に分け、ストーカ炉内において、木・竹・ワラ類と土壌中の粘土鉱物がそれぞれ単独で熱分解・灰化した後、可燃物の灰と粘土鉱物の残渣がさらに接触して反応するとした。炉内で発生したガス態の物質と、固体の一部が二次燃焼室へ混入し、飛灰に含まれるとした。木・竹・ワラ類、土壌の粘土鉱物、土壌の高融点鉱物の組成は昨年の値(9)を使用した。Srの濃度は安定Srの実測値を用いた。データベースはFactSage7.2を用いた。計算に含めたSrの気体成分はSr, Sr₂, SrO, Sr₂O, SrCl, SrCl₂, SrOH, Sr(OH)₂, SrS, K₂SrCl₃であり、これまで知られているガス態のSrは含まれている。

【結果及び考察】計算によるCaとSrの炉内各部分での形態の変化および焼却主灰・飛灰の化学形態の推定結果の一例を図1に示す。可燃物(木くず等)の熱分解(図中の「熱分解 可燃」)において、Ca・Srは水溶解度が比較的高い硫酸塩を形成するが、燃焼帯の可燃物の灰と不燃物成分が接触するゾーン(「灰と不燃」)では、主にスラグ相(非晶質相)の一部となると推定された。気体状のCa・Srの化合物は生成しないと推定された。なお、Caの結果において、バグフィルタに塩化Caやcalciteが存在するが、いずれも消石灰吹込みによるものであり、Srの場合では炉内でSrOやSr(OH)₂が生成して排ガスに混入した場合にそのような塩の生成が起こると推測される。以上の計算から考えられる飛灰中のSr水溶性成分は、炉内で発生する可燃物由来の何らかの水溶性の生成物(この計算の場合は硫酸Sr)が飛灰まで移行したか、焼却によってSrOが生成し、飛灰に移行し、冷却される際に酸化物・炭酸塩等となるために溶出しているものと考えられる。図2に元素分配率の計算結果を示す。アルカリ土類金属の飛灰移行率は20%程度でAl, Si, Feと同等という計算結果が得られた。実測でSrの飛灰分配率がAl等より高かった原因は、軽量の固体成分が排ガスに混入したことによるものと考えられる。

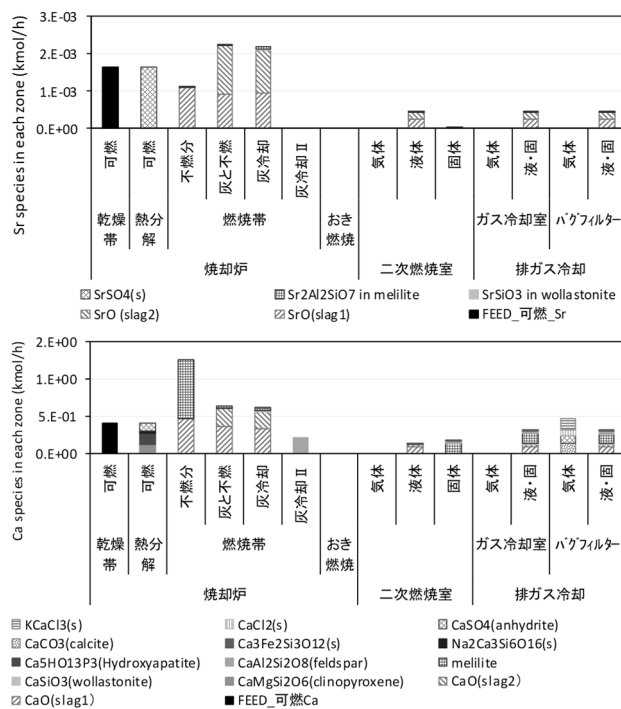


図1 焼却過程におけるSrとCaの化学形態の計算結果

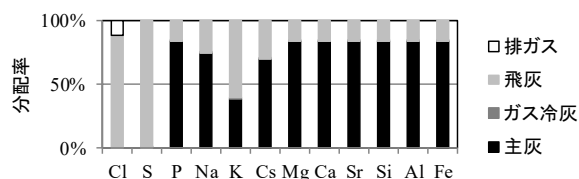


図2 除染廃棄物焼却における元素分配率の計算結果

引用文献 (1) 山本ら、第5回環境放射能除染研究発表会要旨集, pp.79(2016); (2) 山本ら、第26回環境放射能除染研究発表会予稿集 pp.391-392(2016); (3) 山本ら第6回環境放射能除染研究発表会要旨集, pp.70(2017); (4) 山本ら、第29回廃棄物資源循環学会研究発表会予稿集 pp.395-396(2018); (5) 藤原ら、横浜国立大学博士論文(2017); (6) Inkaew, et al., Waste Managem. 52, 159(2016); (7) Mu, et al., Waste Managem. 59, 222(2017); (8) 藤原ら、第7回環境放射能除染研究発表会要旨集, pp.69(2018); (9) 由井ら、第7回環境放射能除染研究発表会要旨集, pp.80(2018)

謝辞: 実測の元素溶出率に関して国立環境研究所の山本貴士博士、竹内幸生氏から情報を提供いただきました。ここに謝意を表します。