



福島原子力事故関連情報アーカイブ

Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	焼却飛灰からの ^{90}Sr 溶出率測定と溶出機構に関する考察
Alternative_Title	Measurement of ^{90}Sr leachability from incineration fly ash and study on the leaching mechanism
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 11 回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.48 The 11th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	ポスターセッション
Text Version	Publisher
URL	https://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/251066
Right	© 2022 Author
Notes	禁無断転載 All rights reserved. 「第 11 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の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。



焼却飛灰からの ⁹⁰Sr 溶出率測定と溶出機構に関する考察

○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】国立環境研究所ではこれまで各種の放射能汚染廃棄物の熱処理におけるストロンチウム (Sr) の挙動と溶出率を調査してきた[1-3]。今回は、前報において未検討だった ⁹⁰Sr の焼却飛灰からの溶出率を測定するとともに、焼却施設におけるストロンチウム塩の反応性に関するラボ試験を行い、ストロンチウムの溶出機構について考察した。

【方法】飛灰の溶出試験は環告 13 号試験に準拠して行い、溶出前の灰と溶出液の分析から安定ストロンチウムと ⁹⁰Sr の溶出率を算出した。試験に使用した灰は、除染廃棄物と災害廃棄物の混焼および災害廃棄物専焼の焼却飛灰であった。ストロンチウム塩の反応性は、図 1 に示す半流通式のラボ試験装置を用いて、水酸化物、炭酸塩、硫酸塩のバグフィルタ温度 (180°C) における塩化水素との反応性を調べた。また電気炉を用いて燃焼温度 (850°C) における炭酸塩と非晶質シリカ、石英、ベントナイトとの反応性を調べた。生成物は粉末 X 線回折法により同定した。

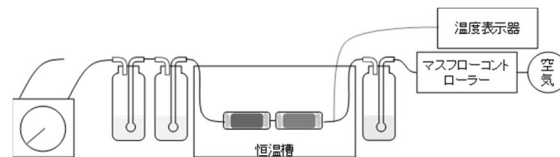


図 1 塩化水素と Sr 塩の反応試験の装置

【結果及び考察】溶出率の測定結果を表 1 に示す。通常、飛灰には酸性ガス中和のための消石灰が噴霧されており、それには不純物として安定 Sr が数百 ppm 程度含まれるため[4]、実測される安定 Sr の溶出率には不純物由来のストロンチウムが寄与していると予想されていたが、今回の結果は、安定 Sr 溶出率 > ⁹⁰Sr 溶出率 > 0 であるため予想通りであり、ただし消石灰由来ではなく廃棄物由来の Sr も溶出していることが明らかになった。

表 1 焼却飛灰からの溶出率

	飛灰/主灰(-)		溶出率(%)	
	安定 Sr	⁹⁰ Sr	安定 Sr	⁹⁰ Sr
除染と災害廃棄物の混焼	0.4	0.4	34	16
災害廃棄物	1.0	1.2	39	12

既報では主灰からのストロンチウムの溶出率 (安定 Sr) は 1%以下と低いため[1-3]、主灰になく飛灰のみにある成分が溶出していると考えられる。可能性として溶解度の比較的高い塩化物と水酸化物が考えられるが、主灰には水溶性の塩類は検出されていないため、炉内で巻き上がった成分がその後のどこかで溶出しやすい形態になるプロセスがあると予想される。そこで Sr 化合物の反応性を以下のように調査した。

表 2 塩類と塩化水素の反応性 (180°C, 1h)

CaO+HCl	CaClOH
Ca(OH) ₂ +HCl	CaClOH
Sr(OH) ₂ +HCl	SrClOH
Sr(OH) ₂ +HCl	SrClOH, SrCl ₂ , SrCl ₂ ·H ₂ O, SrCl ₂ ·2H ₂ O,
CaCO ₃ +HCl	反応しない
SrCO ₃ +HCl	反応しない
CaSO ₄ ·0.5H ₂ O+HCl	反応しない
SrSO ₄ +HCl	反応しない

塩化水素 1~4%を含む空気を 180°Cに保温した塩類に 1 時間接触させた場合の生成物 (原料は除く) を表 2 に示す。水酸化物と酸化物 (Ca の場合) は反応して塩化物を生成するが、炭酸塩、硫酸塩は反応しないことが分かった。なお無水の水酸化ストロンチウムは八水和物の 200°C以上の加熱で生成したものであり、大気中では徐々に炭酸塩もしくは水和物になる。表 3 は電気炉による加熱試験の結果である。炭酸塩と鉱物試薬を等重量で粉砕・混合し、850°Cで 1 時間保持した場合、炭酸 Ca (実質は CaO) は非晶質シリカと反応してシリケートを生成し、炭酸 Sr はシリカ、石英、ベントナイト全てと反応してシリケートを生成することを確認した。なお炭酸 Sr を 1000°Cに加熱すると水酸化物が生成したことから、1000°Cでは少なくとも炭酸 Sr の一部は SrO になり、常温に戻す段階で吸湿して水酸化物になると考えられる。

表 3 炭酸塩と鉱物の反応性 (850°C, 1h)

CaCO ₃ +silica	Ca ₂ SiO ₄ (larnite)
CaCO ₃ +quartz	反応しない
CaCO ₃ +bentonite	反応しない?
SrCO ₃ +silica	Sr ₂ SiO ₄
SrCO ₃ +quartz	Sr ₂ SiO ₄
SrCO ₃ +bentonite	SrSiO ₃ , Sr ₂ SiO ₄
CaCO ₃ (850°C以上)	CaO
SrCO ₃ (1000°C)	SrCO ₃ , Sr(OH) ₂ ·H ₂ O

以上の結果から飛灰からの Sr の溶出の一因として、炉内で生成した水酸化物または炭酸塩の一部が二次燃焼室側に移行し、炭酸塩から SrO が生成し、排ガス中の水蒸気や塩化水素と反応して Sr の水酸化物や塩化物が生成して、飛灰に含まれて溶出に寄与するという機構が考えられる。

【引用文献】[1] 山本ら, 環境放射能除染研究発表会要旨集, p. 70 (2017).; [2] 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).; [3] 由井ら, 環境放射能除染学会誌, 8, 133-146 (2020).; [4] 工業用消石灰を酸で溶解したのちに ICP-OES 法で分析。

【謝辞】溶出試験に関して山本貴士博士、竹内幸生氏 (福島県環境創造センター) にご助言いただきました。消石灰における安定ストロンチウム含有量調査においてプラントメーカー各社様にご協力いただきました。ここに謝意を表します。*現所属: 日鉄エンジニアリング株式会社

Measurement of ⁹⁰Sr leachability from incineration fly ash and study on the leaching mechanism
Kazuko Yui, Hidetoshi Kuramochi, Masahiro Osako, National Institute for Environmental Studies