



福島原子力事故関連情報アーカイブ

Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	木質バイオマス専焼施設におけるアルカリ金属の挙動
Alternative_Title	Behavior of alkali metals in single-fuel combustion facilities for woody biomass
Author(s)	倉持 秀敏(国立環境研究所), 由井 和子(国立環境研究所), 大迫 政浩(国立環境研究所) Kuramochi, Hidetoshi(National Inst. for Environmental Studies); Yui, Kazuko(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.29 The 8th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	セッション：貯蔵管理、復旧
Text Version	Publisher
URL	https://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/182115
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。

木質バイオマス専焼施設におけるアルカリ金属の挙動

○倉持秀敏、由井和子、大迫政浩（国研）国立環境研究所

1. はじめに

これまでの我々の研究において、放射性セシウム（Cs）に汚染された廃棄物（都市ごみや除染廃棄物等）の熱処理における放射性 Cs の挙動は、処理対象物や熱処理方式に大きく影響を受けることを指摘してきた¹⁻³⁾。一方、放射性 Cs を含む木質バイオマスを熱処理する検討（焼却発電等）がなされているが、木質バイオマスの熱処理における放射性 Cs の挙動に関する科学的知見は乏しく、知見を充実させる必要がある。そこで、木質バイオマス専焼施設に対して調査を行い、焼却残渣等の化学分析を通して Cs と同族であるアルカリ金属のナトリウム（Na）及びカリウム（K）の挙動を明らかにし、Cs の挙動を予想するとともに、熱力学平衡計算を用いて放射性 Cs 等の化学形態を推定した。

2. 調査及び計算方法

2-1. 施設調査 調査施設は、未利用木材由来の木質チップ等を流動床炉にて専焼発電している施設である。調査では、木質燃料、流動砂、ボイラ灰や飛灰等ばいじんを採取し、それらを元素分析（湿式分解法、蛍光 X 線分析等）、X 線回折分析（XRD）、溶出試験（JIS K 0058-1 に準拠）へ供し、主要元素濃度、鉱物相、K 及び Na の溶出性から両アルカリ金属の挙動を把握し、放射性 Cs の挙動を予想した。

2-2. 化学形態の推定 Cs を含むアルカリ金属の化学形態を推定するために、熱力学平衡計算ソフト（Factsage 7.0）を使って平衡計算を行った。なお、ソフトに組み込まれている熱力学データベースに Cs 化合物が少ないことから、由井らの文献³⁾を使って Cs 化合物に関する熱力学データベースを修正した。

3. 結果と考察

施設の上流から下流へと採取したサンプルについて元素分析結果の一例を表 1 に示す。下流に進むほど、塩素（Cl）、カルシウム（Ca）、K 等の濃度が増加し、逆にケイ素（Si）等の濃度は減少した。なお、Na の濃度に大きな変化はなかった。木質燃料の Si 分が多くないことから、流動砂等の Si 分が排ガスへ同伴されて下流へ移動していると考えられる。また、流動砂も反応等に関与している可能性もあることから、流動砂中の K と Na の濃度を分析した。表 1 のように、使用前後で両アルカリ金属が桁違いに濃縮されていることがわかった。したがって、アルカリ金属である放射性 Cs も同様に流動砂へ濃縮され、一部が剥離等によりばいじんとなって排ガスへ移行すると予想される。

下流へ向かうと、ばいじん中の Cl と K の濃度が高くなる傾向があることから、燃焼炉内において KCl ガスが生成され、ガス冷却過程においてばいじんに凝結された可能性が示唆される。そこで、飛灰の XRD プロファイルを調べた結果、KCl の結晶に加えて硫酸塩（ K_2SO_4 ）が検出された。KCl のピーク強度は Cl 濃度に比例した。一方、硫酸塩については、S 濃度が高いサンプルのみ検出された。飛灰等の溶出試験の結果を図 1 に示す。K と Na の溶出率は Cl 濃度が高いほど溶出率が高くなった。XRD の結果を加味すると、K の溶出成分の主要形態は KCl と考えられ、S 濃度が高い飛灰では硫酸塩も溶出に寄与しているものと予想される。Cs は K と似た挙動を示す可能性があり、放射性 Cs も同様な挙動になると考えられる。最後に、熱力学平衡計算で化学形態を予想した結果、Cs の不溶な形態としては結晶もしくは非晶のアルミノシリケート態が、溶出する形態としては CsCl、CsOH と推定された。ただし、K に関する計算結果を踏まえると、硫酸塩や炭酸塩の可能性もある。

謝辞 本研究は、中間貯蔵・環境安全事業株式会社が環境省より受託した「平成 28 年度中間貯蔵施設の管理等に関する業務」の成果の一部である。

参考文献 1) Fujiwara et al., J. Environ. Radioact., 178-179:290-296 (2017). 2) Fujiwara et al., Waste Manage., 81:41-52 (2018). 3) Yui et al., ACS Omega 3: 15086-15099 (2018).

表 1 採取サンプルの元素分析結果（一例）

	木質燃料*	ボイラ灰	飛灰 1	飛灰 2	流動砂* (使用前)	流動砂* (使用后)
Al / Wt%	0.036	6.31	5.76	3.48	未測定	未測定
Ca / Wt%	0.17	5.43	13.05	17.86	未測定	未測定
Cl / Wt%	<0.01	0.13	0.86	1.25	未測定	未測定
K / Wt%	0.14	7.17	8.31	12.81	1.33	6.48
Na / Wt%	0.016	1.41	1.51	1.06	0.08	1.37
S / Wt%	0.01	0.37	0.99	2.08	未測定	未測定
Si / Wt%	0.089	24.69	16.02	10.01	未測定	未測定

*3 サンプルの平均値

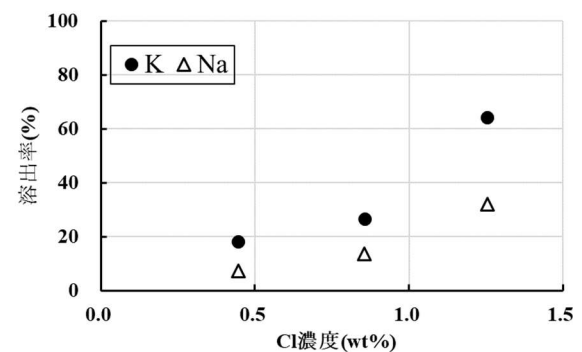


図 1 アルカリ金属に関する飛灰（2 点）及び集じん灰（1 点）の溶出試験結果