

薪ストーブ燃焼主灰中の放射性セシウム抽出試験

SATテクノロジー・ショーケース2022

■ はじめに

2011年に発生した福島第一原子力発電所の事故により、放射性セシウム(Cs)などの放射性物質が環境中に放出された。その後、廃棄物の焼却灰から高濃度のCsが検出され、焼却灰の処分に関する研究が多数行われている。

一般に、主灰(燃えがらを含む炉に残存した灰)からはCsをほとんど抽出できず、飛灰(排ガス中に含まれるダスト)からはCsを容易に抽出できる傾向にある。これは灰に含まれるCsの存在形態に依存している。主な存在形態は難溶性のアルミノシリケート($\text{CsAlSi}_2\text{O}_6$)と易溶性の塩化セシウム(CsCl)である¹⁾。

ここで、Csがどちらの形態として存在するかは焼却する物質と燃焼温度によって異なる。850℃で焼却した条件でCsの存在形態をシミュレーションモデルにより予測した先行研究では、都市ごみでは80%以上がCsClとなり、廃木材ではCsClとCsAlSi₂O₆がそれぞれ約4:6の割合で生成した²⁾。ただし、この時のCsClは気体として存在すると予測された。木質バイオマスの燃焼温度を550℃から850℃の範囲で変化させた際の室内実験およびシミュレーションでは、温度が低いほどCsが灰に残存する割合が高くなることが示された³⁾。ストーカ炉を用いた都市ごみの焼却過程における平衡計算では、400℃で燃焼させる過程では、カリウム(K)の約60%が固体の塩化カリウム(KCl)として存在し、825~875℃で焼却する過程では約80%が気体となり、残りの固体中には主に難溶性のアルミノシリケートとして存在すると報告された⁴⁾。KとCsはどちらもアルカリ金属に属するので、化学的性質が似ている。以上のことから、400℃付近でCsを含む物質を燃焼させた場合には、一部のCsは固体のCsClとして灰に残存する可能性がある。

東北地方には木質バイオマスが豊富に存在し、薪ストーブは冬季の暖房器具として一定の需要がある。焼却炉と異なり、薪ストーブの燃焼温度は850℃付近で常時安定しているわけではないことから、薪にCsが含まれている場合、一部は灰に固体のCsClとして残存する可能性がある。灰にCsClとして存在しているならば、水でCsを抽出することで容易に燃焼灰の減容が可能である。

しかし、薪ストーブ燃焼主灰に対してCsの抽出試験を行った例は少ない。そこで、本研究は薪ストーブ燃焼主灰についてCsの溶出特性を明らかにすることを目的とした。

■ 活動内容

1. 実験方法

薪ストーブの使用により2020年に生じた燃焼主灰を福島県の民家からいただいた。2 mm篩を通過させ、粗大な燃えがらを除去した後、105±5℃で24時間以上炉乾燥させ、Cs濃度を測定した。その後、重量比で灰:超純水=1:5になるように調整した試料を12時間以上振とうし、遠心分離により上澄みを回収した。再度炉乾燥させ、灰のCs濃度を測定した。Cs濃度の測定にはGe半導体検出器を用い、測定時間は1,000秒とした。Cs濃度は¹³⁴Csと¹³⁷Cs濃度をそれぞれ測定し、2011年3月11日時点の濃度に補正した。抽出率は式(1)のように計算した。

$$\text{抽出率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{抽出後試料中のCs濃度}}{\text{抽出前試料中のCs濃度}}\right) \times 100 \quad (1)$$

2. 結果と今後の方針

表1に抽出結果を示す。抽出率は¹³⁴Csと¹³⁷Csでそれぞれ48.5%と51.8%であり、850℃で廃木材を焼却した際に生成されるCsClの割合よりも高かった。このことから、本研究で用いた灰試料は850℃よりも低い温度環境で生成され、灰の中に含まれるCsの少なくとも約半分が易溶性のCsClとして存在していると考えられる。灰に含まれるCs濃度が8kBq kg⁻¹以下になれば埋設処分が可能となり、さらに処分が容易になるので、今後は抽出回数を増やすことで、もしくは抽出溶液を変更することで、灰に残存するCs濃度を8kBq kg⁻¹以下にできるかどうかを検討する予定である。

表 1. 抽出結果

	¹³⁴ Cs (kBq kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (kBq kg ⁻¹)
抽出前	37 ± 1.0	36 ± 0.8
抽出後	19 ± 1.2	17 ± 0.7
抽出率 (%)	48.5	51.8

■ 関連情報等(特許関係、施設)

¹⁾由井ら(2013), 第24回廃棄物資源循環学会研究発表講演論文集, pp459-460

²⁾倉持ら(2012), 第1回環境放射能除染学会研究発表要旨集, pp49

³⁾倉持ら(2013), 第24回廃棄物資源循環学会研究発表講演論文集, pp457-458

⁴⁾倉持ら(2012), 第23回廃棄物資源循環学会研究発表

代表発表者 砂川 優樹(すなかわ ゆうき)
所 属 明治大学大学院 農学研究科
問合せ先 〒214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1
TEL:044-934-7156 FAX:044-934-7156
ysunakawa@meiji.ac.jp

■キーワード: (1)放射性セシウム
(2)燃焼灰
(3)薪

■共同研究者: 登尾浩助(明治大学農学部)