

大型遠心分離機を用いた一般廃棄物焼却飛灰からのセシウム抽出に関する研究

九州大学大学院工学府 学生会員 ○澤田 貴矢
九州大学東アジア環境研究機構 非会員 渡邊 優香
九州大学大学院工学研究院 フェロー会員 島岡 隆行

1. はじめに

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故により、放射性物質が環境中に放出され、福島県をはじめとする東北・関東地方の土壌や田畑、家屋といった地上に存在するものの多くが放射性物質に汚染された。これらの汚染された物質の焼却処分に伴い発生する、放射性物質を含んだ焼却残渣の処分も問題となっている。廃棄物関係ガイドライン¹⁾によると、8,000 Bq/kg 以下の放射能濃度の廃棄物は通常の廃棄物として管理型処分場で通常通りの処分を行うとされている。しかし、現状では8,000~100,000 Bq/kgの放射能濃度をもつ廃棄物は搬入先が決まらずに一時保管状態となっており、8,000 Bq/kg 以下の廃棄物でさえも最終処分場周辺の住民からの理解が得られずに一時保管状態となっている地域がある。一時保管状態は通常の最終処分よりも二割ほど多く場所をとると言われているため、放射能汚染廃棄物を埋め立て可能にする技術や減容化技術等の開発が課題となっている。本研究では飛灰からセシウムを効率よく抽出し、その残渣を埋め立て処分するために焼却飛灰に含まれるセシウムの溶出特性を明らかにすることを目的とした。本目的達成のため、放射性セシウムを含有した一般廃棄物焼却飛灰を実験試料とし、大型遠心分離機を用いたセシウム溶出試験を行い、セシウムの溶出特性の調査を行った。

2. 実験概要

2-1 実験試料

A市B清掃工場で採取された放射性セシウムを含んだ飛灰（6,431 Bq/kg）を実験に供した。

2-2 アベイラビリティ試験

試料からのセシウムの最大可能溶出量を測定するためにアベイラビリティ試験を行った。まず、質量比で試料1に対して純水50を加えた後、pH調整装置を用いてpH7を維持しながら攪拌を行った。攪拌後、0.45μmのメンブレンフィルターを用いてろ過を行った後、検液Ⅰを採取した。さらに試料に初回と同量の純水を加え、pH調整装置を用いてpH4を維持しながら攪拌を行った。攪拌後、0.45μmのメンブレンフィルターを用いてろ過を行った後、検液Ⅱを採取した。検液Ⅰ、Ⅱを混合し、分析試料とした。

2-3 攪拌洗浄法

攪拌洗浄法として、JIS K 0058-1 有姿攪拌試験を行った。まず、質量比で試料1に対して純水10を加えた後、攪拌翼を備えた攪拌装置を用いて毎分200回転で6時間攪拌した。攪拌後10~30分静置し、上澄み液を0.45μmのメンブレンフィルターを用いてろ過を行い、ろ液を分析に用いた。

2-4 遠心脱離法

今回、新たに提案する放射性セシウムの溶脱方法として遠心脱離試験を行った。遠心脱離試験とは、遠心力によって放射性セシウムを含む飛灰の保有水を脱水する方法である。まず、試料1.0に対し純水0.7を加えた後、一昼夜静置した試料²⁾を、沈殿管に約40g充填し、遠心分離機を用いて10,000 rpm (15,700 ×g) で回転させた。これにより、15,700×gの遠心力をかけ、保有水の脱水を行った。回収した飛灰溶液を分析に用いた。

2-5 遠心脱離試験における実験条件が全セシウム溶出量に与える影響の検討

遠心脱離試験における実験条件（液固比、遠心力、遠心継続時間）を変化させ、各条件が全セシウム溶出濃度にどのような影響を与えるのかを検討、考察した。表-1に変化させた実験条件と内容を示す。

表-1 遠心脱離試験における実験条件

パラメータ	単位	設定値
液固比 (L/S)	-	0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 1, 2, 5, 10
遠心力	×100g	5, 10, 20, 40, 80, 120, 157
遠心継続時間	分	10, 20, 30, 40, 50, 60

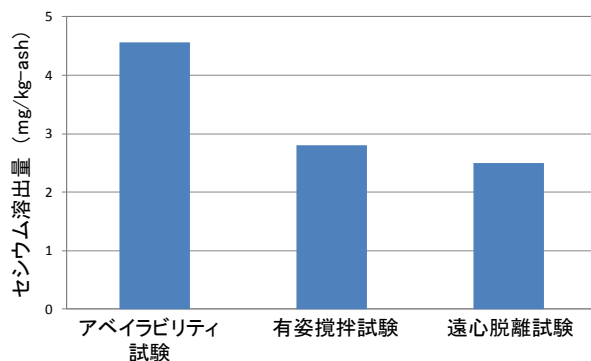


図-1 飛灰1kgあたりの全セシウム溶出

3. 実験結果と考察

3-1 遠心脱離法による回収効率の検討

飛灰1kgからセシウムを抽出する場合の使用水量は有姿攪拌試験で10L、遠心脱離試験で0.7Lとなる。同じく所用時間は有姿攪拌試験で6.5時間、遠心脱離試験で1時間となる。以上より、遠心脱離試験の方が、少ない使用水量、短い所用時間でセシウムを回収できることがわかる。また、

各試験における飛灰 1kg あたりのセシウム溶出量を図-1 に示す。最大可能溶出量（アベイラビリティ試験の溶出量）に対して、有姿攪拌試験では 61%、遠心脱離試験では 55% と近い抽出率を得ることができた。ここから、現段階で両試験方法はほぼ同等の抽出力を持っていることが示唆された。

3-2 遠心脱離試験における実験条件が全セシウム溶出濃度、溶出量に与える影響の検討

遠心脱離試験における試料と溶媒の液固比 (L/S) と、全セシウム溶出濃度との関係を図-2 に示す。図-2 より L/S が大きくなるほど、全セシウム溶出濃度が小さくなっているもののセシウムの溶出量はほぼ一定であることが分かる。このことから、飛灰中に含有されるセシウムのうち、溶媒として超純水を用いた場合に溶出可能なセシウムは、全て抽出できているのではないかと推測される。

遠心脱離試験における試料にかかる遠心力と、全セシウム溶出濃度、溶出量との関係を図-3 に示す。500～15,700 (×g) における溶出濃度には大きな変化は見られなかった。しかし、遠心力が大きくなるにつれて、試料から抽出される水量も増加する³⁾ ため、セシウム溶出量は遠心力が大きくなるにつれて増加する傾向が見られた。これよりセシウムの溶出において、より大きな遠心力を与える方が、多量のセシウムを溶出させることにに対して有利であることが示唆された。

遠心脱離試験における遠心脱離を行う時間と、全セシウム溶出濃度、溶出量との関係を図-4 に示す。遠心継続時間が 10～30 分の間では、セシウム溶出濃度、溶出量共に増加傾向にあるが、40 分に達した段階で双方共にほぼ一定となる。既報³⁾ では、遠心継続時間と実験後の試料含水率の関係より遠心継続時間 60 分間が最適であるとしてきたが、本実験により遠心継続時間は 40 分間でも 60 分間とほぼ同等の効果が得られることが示唆された。

4. まとめ

- ・従来法に比べ遠心脱離法の方が作業時間、必要水量の点で有利である。
- ・液固比を変化させてもセシウムの溶出量は変化しない。
- ・遠心力が大きくなるにつれて抽出される水量が増加し、それに伴いセシウム溶出量も増加する。
- ・遠心継続時間が 40 分に達した時点で、溶出するセシウムの量はほぼ一定となる。

謝辞

本研究は環境研究総合推進費 K122102「放射性セシウムを含有する焼却残渣の性状把握と効率的かつ安全な処分技術」（研究代表者：島岡隆行）の支援を受けて行われた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 環境省：廃棄物関係ガイドライン（事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の処理等に関するガイドライン）（平成23年12月版）、2011
- 2) 大渡俊典、崎田省吾、島岡隆行：焼却灰溶液の保持形態と重金属の溶出機構に関する研究、第13回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp. 856-858、2002
- 3) 澤田貴矢、渡邊優香、島岡隆行：遠心分離による一般廃棄物焼却飛灰からのセシウム抽出に関する研究、第35回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集、pp. 327 -329、2014

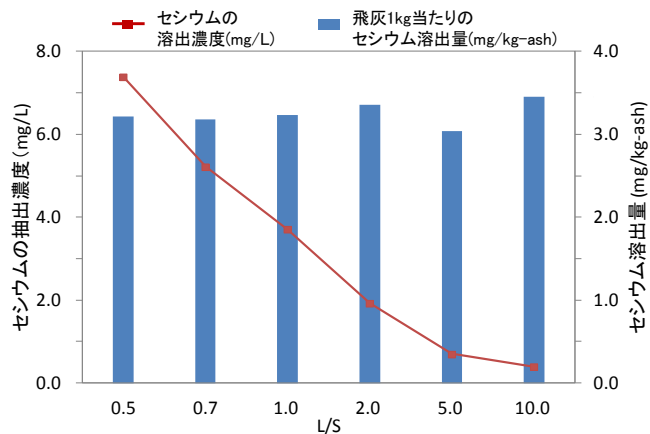


図-2 L/S の変化による全セシウム溶出量

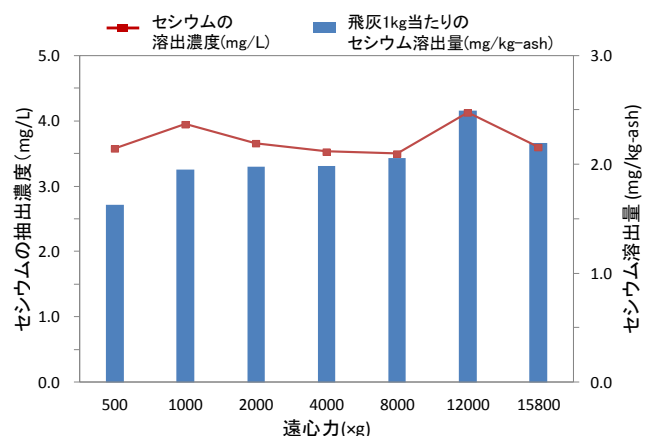


図-3 遠心力の変化による全セシウム溶出量

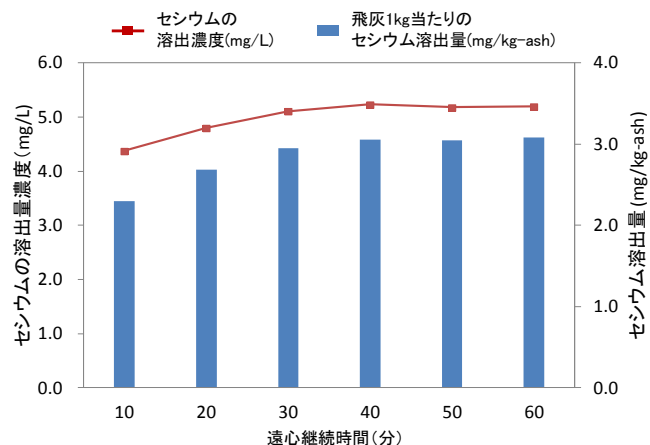


図-4 遠心継続時間の変化による全セシウム溶出量