

最終処分場における焼却灰中のセシウムの溶出挙動に関する研究

九州大学工学部

学生会員 ○岸田 匡隆

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

福島県での原発事故による放射能汚染された廃棄物に関して、8,000Bq/kg 以下の焼却灰については、一般廃棄物最終処分場での埋立が可能となっている。しかし、埋立層内でのセシウムの長期的な溶出挙動に関して科学的な知見が不十分であり、近隣住民の不安原因の一つとなっている。

国立環境研究所が実施した焼却灰の逐次抽出試験結果¹⁾によると、主灰は難溶性セシウムの割合が高く、セシウムの溶出率が小さいことが示されている。逆に飛灰は難溶性セシウムの割合が小さく、セシウムの溶出率が高いことが確かめられている。しかし、難溶性セシウムが長期的な埋立層内の環境変化において、浸出水として水に溶けださない形態で保持され続けるかは明らかにされていない。

本研究では、長期的なセシウムの溶出挙動を明らかにすることを目的とし、最終処分場の環境を模擬したカラム実験を開始した。本報告は実験開始から1ヶ月後の焼却灰中に含まれるセシウムの溶出挙動について確かめた。

2. 実験内容

2-1 実験試料 試料は、S市の放射性焼却主灰を使用した。本試料の放射線量は2012年11月13日時点で849Bq/kgであったため、一般廃棄物最終処分場での埋立が可能である。試料は4.75mmのふるいを通したものを使用した。環境省告示13号溶出試験を行ってpHを測定した結果12.3であった。また試料充填前の初期含水比は12.9%であった。試料の粒度分布を図-2に示す。試料の均等係数は17.3、曲率係数は1.64であった。

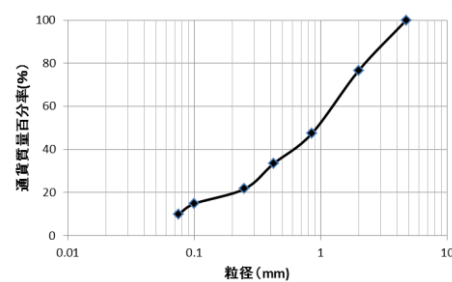


図-2 粒径加積曲線

2-2 実験装置 実験に用いたカラムを図1に示す。カラムは直径4cm、高さ40cm、試料充填高さ30cmとなるよう設定した。試料層の底には詰まり防止用にビーズを敷き詰めた。試料層の表面にはろ紙を置き、均等に水が浸透するようにした。浸出水を採取するためにカラムの下にプラスチック製の容器を設置した。また、十分に湿らせた脱脂綿をカラムに被せることで試料からの水分の蒸発を防止した。

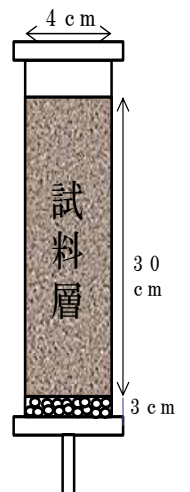


図-1 カラム図

2-3 実験方法 試料の含水比は、最適含水比である19.8%²⁾に調整をした。試料は均等に充填できるように6回に分けて充填した。充填後のカラムの写真を図3に示す。

充填後に日本の年平均降雨量約1,700mmに相当するように、カラムに純水10mlを1週間に4度加えた。

試料は充填後から1ヶ月後に採取した。採取する際に、試料層の上から5cmずつ深度別に採取した。

2-4 分析方法 採取した試料は王水分解を行い、原子吸光分析することで試料中に含まれる全セシウム量を測定した。また、水溶性セシウム量を測定するために環境省告示13号溶出試験を行い、原子吸光分析した。同様に、1ヶ月後に浸出水を採取し原子吸光分析を行い、溶け出したセシウムの含有量を測定した。

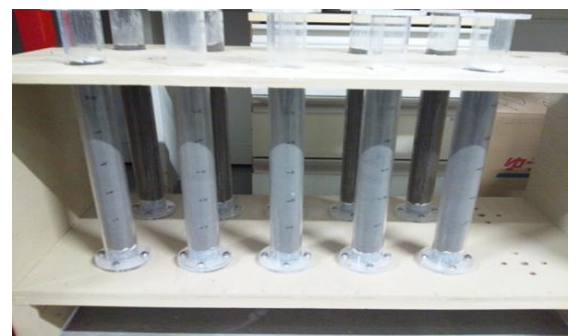


図-3 カラム写真

3. 結果・考察

セシウム含有量に関する分析の結果を図 4 に、試料中の水溶性セシウムの割合を図 5 に示す。難水溶性セシウム含有量の値は、王水分解により得られた試料中に含まれる全セシウム含有量と、13 号溶出試験により得られた水溶性セシウム含有量の差から求めた。また単位は 1kg あたりの主灰に含まれているセシウムの含有量[mg(Cs)/kg(ash)]とした。

図 4 より、充填前の試料の初期セシウム含有量と 1 ヶ月の含有量を比較すると、難溶性セシウムの含有量は多少のばらつきがみられるが深度 20-25cm の試料を除き概ね 500mg/kg 程度となった。また図 4、図 5 より、水溶性セシウム含有量は、初期値は 52.5mg/kg（全セシウム含有量の 7.06%）であったが 1 ヶ月後には深度 10-15cm を除き 5.8-32.0mg/kg（1.1～5.84%）まで減少した。深度 10-15cm で水溶性セシウム含有量の値が大きくなっているのは、深度 0-10cm の間で水に溶け出した水溶性セシウムが深度 10-15cm に留まっていることが考えられる。水溶性セシウムの平均含有量は 23.2mg/kg であった。水溶性セシウムの含有量、割合の深度別変化には一定の傾向は確認できなかった。

浸出水を原子吸光分析した結果、1 ヶ月間で主灰 1kg あたりから浸出水に溶け出したセシウムの量は 28.0mg[28.0mg(Cs)/kg(ash)]であった。

図-6 に浸出水セシウム含有量と水溶性セシウム含有量のグラフを示す。図-6 から実験開始 1 ヶ月後では初期値と比べ 44.2%の水溶性セシウムが試料層に含有しているのが確認された。また、浸出水としてカラム外に流出したセシウムは初期値の 53.3%であった。1 ヶ月後の浸出水として流出したセシウム量とカラムに残存している水溶性セシウム量の合計（51.2mg）は初期値（52.5mg）と同程度であった。このことからこの期間では、ほとんどカラム内の難溶性セシウムから水溶性セシウムへの移行は起きてないと考えられる。

4. まとめ

上記の実験結果より、実験開始から 1 ヶ月後では水溶性セシウムの含有量は減少した。しかし、浸出水として試料層から流出したセシウム量は 53.3%、残りの 44.2%は水溶性セシウムの形態で試料層に留まっていることが確認された。現段階では難溶性セシウムから水溶性セシウムへの移行は 1 ヶ月間では、ほとんど起きてないと考えられる。そのため長期間にわたって実験を継続し評価する必要がある。

[参考文献]

1) 放射性物質の挙動からみた適正な廃棄物処理処分（技術資料）平成23年12月2日 第一版

（独）国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センター[www.env.go.jp/jishin/attach/haikiyouka_kentakai/10-mat_3.pdf]

2) コンパクト版 廃棄物ハンドブック 廃棄物学会編 オーム社 p636 表 10・14

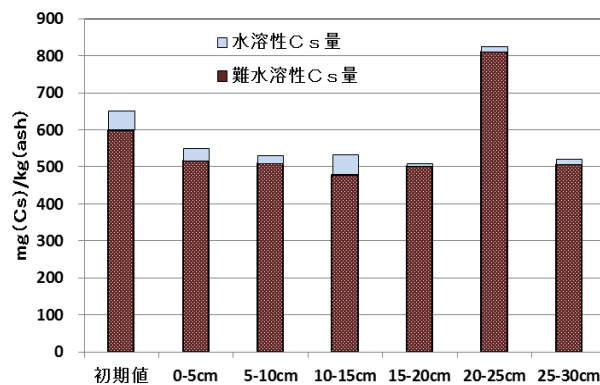


図-4 セシウム含有量

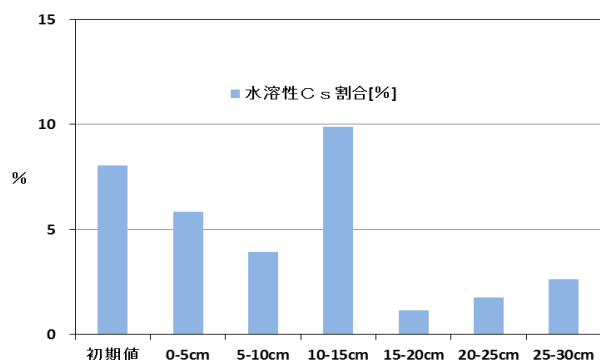


図-5 水溶性セシウム割合

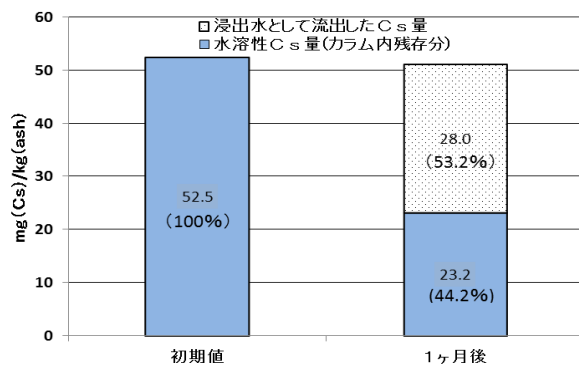


図-6 浸出水、水溶性Cs含有量