

復興・復旧ワークショップ報告

放射性物質汚染廃棄物の適正処理に向けた課題

大迫政浩*

1. はじめに

私たち国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センターでは、主に環境省の政策形成に資する科学的情見の提供を使命とし、発災直後から廃棄物処理における放射性物質の挙動に関する調査研究に着手した。以下では、廃棄物処理における放射性セシウムの挙動に関する研究成果を紹介しながら、適正処理上の課題に対してどのように対処していくべきかを論じた。

2. 焼却処理に関する研究

1) 物性推算と熱力学的化学平衡計算

放射性セシウムが焼却・溶融プロセスにおいてどのような化学形態と状態をとっているかを究明した。Clausius-Clapeyron 式を適用し、排ガス処理におけるバグフィルター付近の温度（200°C以下）における塩化セシウムの飽和蒸気圧を推算した結果、ダイオキシン類よりも 9~11 枠低く、気体として存在する可能性は極めて低く、排ガス中の放射性セシウムは十分除去可能であることがわかった。これまでの排ガス採取による測定でも、バグフィルター後ではガス態として検出された例はない。熱力学的化学平衡計算においては、適切なセシウム化合物のパラメータを導入することにより、焼却過程における放射性セシウムの挙動が再現可能になった。850°Cにおける焼却炉内における存在形態の推定結果では、都市ごみ焼却炉では8割が塩化セシウムのガス態であり、残りがアルミナシリケートの固体の形態で存在している。この結果は、放射性セシウムの飛灰と主灰への移行率にも合致するとともに、後述するように飛灰の溶出性が高く、主灰の溶出性が低いことも説明可能である。一方、下水汚泥の焼却においてはほとんどがアルミナシリケートとして存在している。この点も、下水汚泥の流動床焼却炉飛灰の溶出性が極めて低いことと合致する。

2) 排ガス処理

バグフィルター等の集じん装置前後の排ガス中放射性セシウム濃度と除去率については、周辺大気

中の基準、Cs-134 の実測値／20Bq/m³ + Cs-137 の実測値／30Bq/m³ ≤ 1 に対して、集じん機後でバグフィルターでは検出下限未満、電気集塵機でも基準を大きく下回っており、除去率もバグフィルターでは 99.9%以上を確保していることが明らかとなった。

3. 埋立処分に関する研究

1) 溶出挙動

廃棄物からの放射性セシウムの溶出挙動は、廃棄物中の存在形態と深く関係する。図 1 に各種廃棄物の放射能濃度と溶出濃度の関係を示す。焼却飛灰は溶出率（グラフ中の傾き）が高いが、他の焼却主灰や下水汚泥焼却灰、浄水発生土、汚染土壤などの溶出率は極めて低い。先述のとおり、焼却飛灰中では塩化セシウムとして存在すると考えられ、溶解度は極めて高い。一方、焼却主灰中ではアルミナシリケートという難溶性化合物として存在すると考えられる。抽出溶媒の種類を変えながら逐次抽出し、存在形態を推定する手法を適用すると、汚染土壤とともに浄水発生土や下水汚泥焼却灰で難溶性の形態の存在割合が極めて高いことも明確になっている。

2) 土壌等への吸着

セシウムはイオン化した場合の水和半径は他のアルカリ金属元素よりも小さく、吸着サイトに取り込まれて吸着されやすい。土壌やゼオライトへの吸着能については、分配係数として数多くの実測値が報告されているが、焼却灰主体の埋立地のように、浸出水中に高濃度の塩類が共存する場合の土壌等への吸着能については十分な知見がなかった。そこで、焼却飛灰からの溶出液を用いていくつかの種類の土壌やゼオライトに対する放射性セシウムの吸着能を調べた。その結果、ゼオライトや粘土質土壌への吸着能は高いものの、高濃度の塩類共存下では純水系に対して 1~2 枠も分配係数が低下することがわかり、高濃度で共存するカリウムやナトリウムなどのアルカリ金属等の干渉が考えられた。

* (独) 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター長 〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

Corresponding author, E-mail: mosako@nies.go.jp

3) 数値解析モデルシミュレーション

上述の溶出や吸着挙動の検討に基づいてパラメータを設定し、埋立処分層内の一次元移流拡散による数値解析モデルを構築し、浸出水への流出挙動の長期的な評価を行った。その結果、浸出水中の濃度

を低減するための構造条件（土壌吸着層厚さ、上部隔離層降雨涵養量など）が明確になった。また、数十年から100年スケールでピーク濃度が現れることから、長期的なモニタリングなどのあり方を今後議論する必要がある。

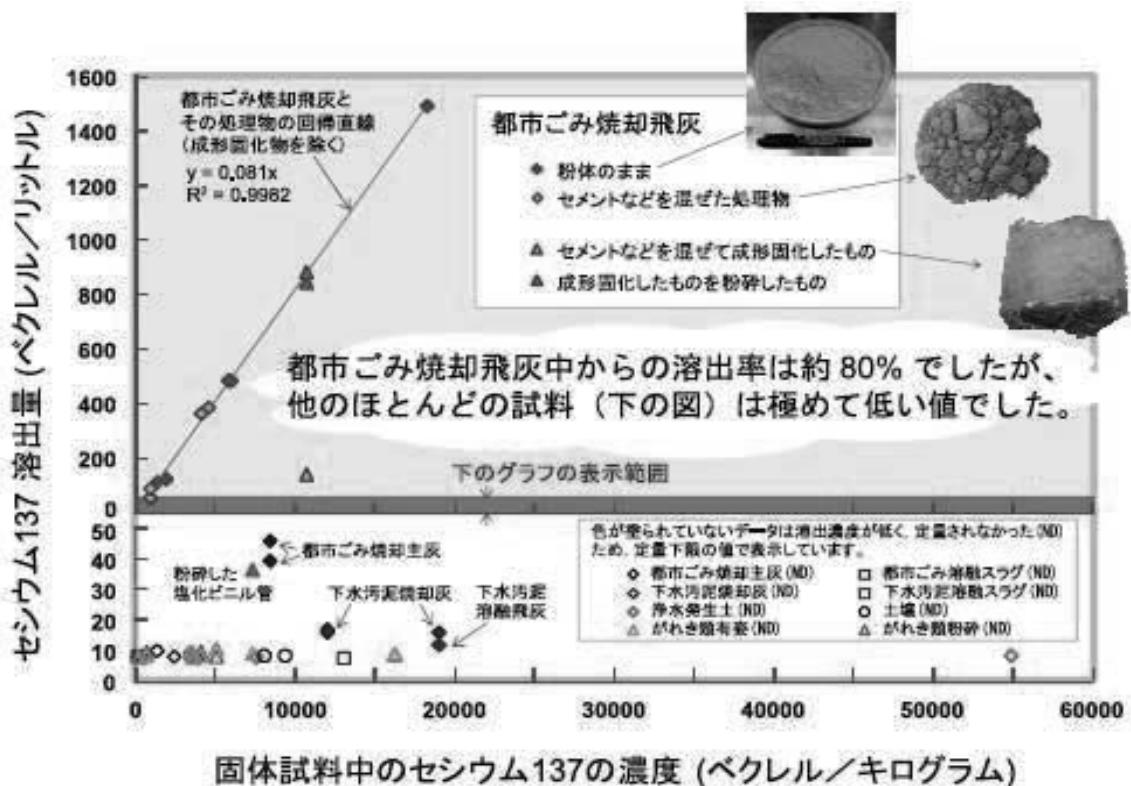


図1 固体試料中 Cs137 濃度と有姿搅拌試験での Cs137 溶出量の関係