

100,000Bq/kg を超える廃棄物の埋立処分について

1. 「8,000Bq/kg を超え 100,000Bq/kg 以下の焼却灰等の処分方法に関する方針」 (平成 23 年 8 月 31 日環境省) における考え方

(参考 2) 放射性セシウム濃度が 100,000Bq/kg を超える焼却灰の埋立て
放射性セシウム濃度が 100,000Bq/kg を超える焼却灰については、有害な重金属等を含む廃棄物を埋め立てるための遮断型最終処分場での埋立処分が技術的に可能と考えられるが、埋め立てる焼却灰の放射性セシウムの濃度に応じ放射線の遮蔽のために必要となるコンクリート壁の厚さを確保するとともに、長期的な安全性の確保といった観点にも配慮して、適切な埋立処分の方法を検討すべきと考えられる。

また、焼却灰をセメント固化し、固化後の濃度が 100,000Bq/kg 以下になる場合には、8,000Bq/kg を超え 100,000Bq/kg 以下と同様の方法で処理することも可能であると考えられる。

2. 埋立処分が想定される場合

国及びその委託業者等が、100,000Bq/kg を超える特定廃棄物の埋立処分を行う場合 (数 100,000Bq/kg のオーダーを想定)

3. 論点

- (1) 遮断型構造の処分場以外の方法があるか
- (2) 遮断型構造の処分場で埋立処分する場合に必要な、以下の措置について、具体的にどのような措置の内容が考えられるか。
 - ① 放射線防護のための措置 (コンクリート壁の厚さをどの程度にするか等)
 - ② 長期的な安全性の確保のための措置

都市ごみ焼却飛灰とゼオライト等の混練物に 関する放射性セシウムの溶出試験結果

(独) 国立環境研究所
資源循環・廃棄物研究センター

1

溶出試験の目的と試験項目

- 目的
 - 焼却飛灰と放射性セシウムに対する吸着性を有するゼオライト及びベントナイトを混練し、溶出試験によって溶出抑制効果を確認
- 試験方法
 - 焼却飛灰20gとゼオライト粉末あるいはベントナイト10gを混合し、少量の水で混練する。混練した試料全量をJISK0058の有姿試料による攪拌式溶出試験を実施

2

試験結果

試料		溶出液の測定結果				
		Cs134	Cs137	Cs合計	pH	EC(mS/m)
飛灰のみ	濃度(Bq/L)	740	860	1600	12.4	3960
飛灰+粉末ゼオライト	濃度(Bq/L)	22.6	35.6	58.2	12.3	3360
	低減率(%)	96.9	95.9	96.4	—	—
飛灰+ベントナイト	濃度(Bq/L)	173	199	372	12.3	3400
	低減率(%)	76.6	76.9	76.8	—	—

※低減率(%) = (1 - 混練物の溶出濃度 / 飛灰のみの溶出濃度) × 100

放射性セシウムに対して吸着能をもつ粉末ゼオライト、またはベントナイトを飛灰の重量に対して半分量を添加し、混練した。混練物からの放射性セシウムの溶出濃度は、飛灰のみの溶出濃度に対して大幅な低減効果が認められた。但し、溶出試験と実際に埋め立てられた場合の水との接触条件は異なることに留意が必要である。

一般廃棄物焼却施設から排出される放射性セシウムを含む焼却灰の 処理について（今後の進め方案）

1. これまでの経緯と現状

（1）これまでの取組

本年 8 月 27 日開催の第 6 回災害廃棄物安全評価検討会（以下「検討会」という。）にて御確認いただいた処理の方針を踏まえて、8 月 29 日、「一般廃棄物処理施設における放射性物質に汚染されたおそれのある廃棄物の処理について」（以下「処理方針」という。）を都道府県宛通知し、特に放射性セシウムの放射能濃度が 8,000Bq/kg 以下の焼却灰等の処理の促進を依頼したところ。

これに引き続いて、8 月 31 日付け「8,000Bq/kg を超え 100,000Bq/kg 以下の焼却灰等の処分方法に関する方針」を通知し、8,000Bq/kg を超える焼却灰等について、同方針に従った取扱いを求めたところ。

（2）8,000Bq/kg 以下の焼却灰等の処理の現状

一般廃棄物焼却施設の焼却灰の測定を要請した 16 都県に対して、8,000Bq/kg 以下の焼却灰等の処理の実態等について追加的な調査を実施したところ、以下に示すように、多くの場合、管理型処分場にて処理されていることが確認された。しかし、一時保管を余儀なくされている場合もあることから、引き続き、関係者の理解促進を図りつつ、8 月 29 日付け処理方針を踏まえた適切な処理を促進することが必要である。

- ① 回答の得られた 16 都県 410 施設中、16 都県 388 施設においては、8,000Bq/kg 以下の焼却灰等を管理型処分場にて処分している（主灰、飛灰ともに 8,000Bq/kg を超えている 7 施設は除く）。
- ② 残りの 22 施設においては、以下の理由で一時保管を余儀なくされている。
 - i 他県の最終処分場で処分をしていたが現在は引取を停止されている
 - ii 最終処分場の周辺住民の反対により埋立を一時停止している
 - iii スラグについて再生利用用途での引渡をしていたが現在は受入を停止されている
 - iv 海面埋立処分場のため安全性が担保されるまで埋立を一時停止している

（3）8,000Bq/kg を超え 100,000Bq/kg 以下の焼却灰等の処理の現状

一方、一般廃棄物の焼却施設で 8,000Bq/kg を超える焼却灰が測定された施設は、1 都 6 県の 42 施設（すべて 100,000Bq/kg 以下）であるが、既に一部の焼却施設において保管等の限界に近づいている状況。

しかしながら、関係自治体においては、8 月 31 日付け処分方法に関する方針を踏まえた処理の具体化は進んでおらず、早急な対応が必要な状況。

(4) 焼却灰等の溶出抑制に関する知見

8月29日付け処理方針において、今後の検討課題として整理された、「焼却灰の性質に応じて、できるだけ放射性セシウムの溶出が抑制される手法」については、これまでに以下のような知見が得られている。

<検討会で示された溶出試験結果等から得られた主な知見>

- ① 主灰から水への溶出率は2%と低い(第2回検討会資料9)。他の溶出試験結果では、異なる4つの試料で主灰の溶出液はすべて定量下限以下(第5回検討会資料3-1)。
- ② 飛灰は溶出しやすいが、セメントで成形固化すると溶出率は約1/10に減少。ただし、固化物を粉砕すると溶出低減効果は大幅に減少(第5回検討会資料3-1)。
- ③ 主灰と飛灰の混合灰(4:1)について、飛灰からの溶出を仮定した予測値に対して溶出率が約35%減少(第5回検討会資料3-1)。
- ④ 飛灰とベントナイトまたはゼオライトを2:1で混練した場合、いずれも溶出率は大幅に減少(第7回検討会資料8)。

2. 今後の進め方(案)

8,000Bq/kgを超える焼却灰等の処理については、施設によって様々な条件(焼却灰の性状・量、放射性セシウムの濃度、施設内で対応可能な措置、利用可能性のある管理型処分場等)が異なることから、一律の進め方では対応困難。

対策の緊急性を考慮すれば、これまでに得られている知見をもとに、処分先の見通しが得られた施設の焼却灰等を対象に、溶出抑制措置を含めた最適な手法について、個別の施設に即して具体的に検討していくことが適当ではないか。

そのためには、都道府県を含めた関係者の協力の下、国の積極的な関与により、まずはモデル事業として、先導的な取組を具体化する必要があるのではないか。

その際、現場における現実的な対応を考慮して、次のような考え方で検討を進めることが適当ではないか。

- ① 飛灰については、溶出を抑制するためのセメント固化等の措置により8,000Bq/kg以下となる場合には、その後の工程における作業者の安全の観点からも、溶出抑制の措置を焼却施設の場内にて行うことが有効。
- ② また、飛灰に主灰その他を混合することにより溶出が抑制される場合には、混合した上でセメント固化等を行うことも有効。
- ③ 主灰は極めて溶出しにくい性状を有する場合があることから、これが8,000Bq/kgを超えている場合については、溶出特性を確認の上、固化を行わずに容器に入れて埋め立てる手法についても検討する。

最終処分場浸出水処理施設 における放射性セシウムの挙動 ～安定セシウムを指標とした 逆浸透膜処理に関する追加検討～

(独) 国立環境研究所
資源循環・廃棄物研究センター

1

目的と試験・調査項目

- 目的
 - 浸出水処理施設におけるRO膜による放射性セシウム除去効果の確認
- 試験・調査項目等
 - RO膜を有する既存処理施設における安定セシウムの調査
 - RO膜を有する処理施設において、RO膜の設備前後、RO濃縮水および残さ等を対象として、安定セシウム濃度等を測定し、除去効果を把握

2

参考1：一般的な焼却灰の安定セシウム含有量 及び溶出試験結果の例

安定Cs	含有量 (mg/kg)	溶出濃度 ($\mu\text{g/L}$)	溶出率 (%)
焼却主灰 a	1.0	2.2	2.1
b	1.4	<1	-
c	1.0	1	1.0
d	0.9	2	2.2
焼却飛灰 a	2.7	183	67.1
b	2.0	98	49.0
c	2.8	260	92.9
d	2.1	190	90.4

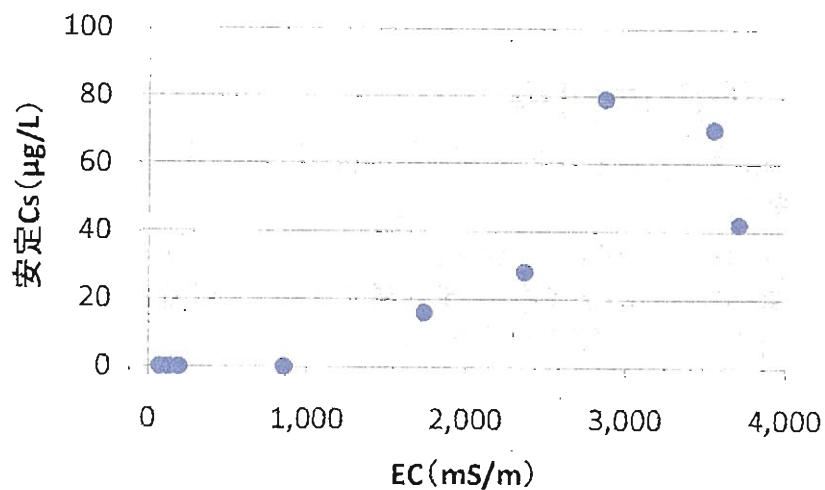
※液固比10

<溶出率>

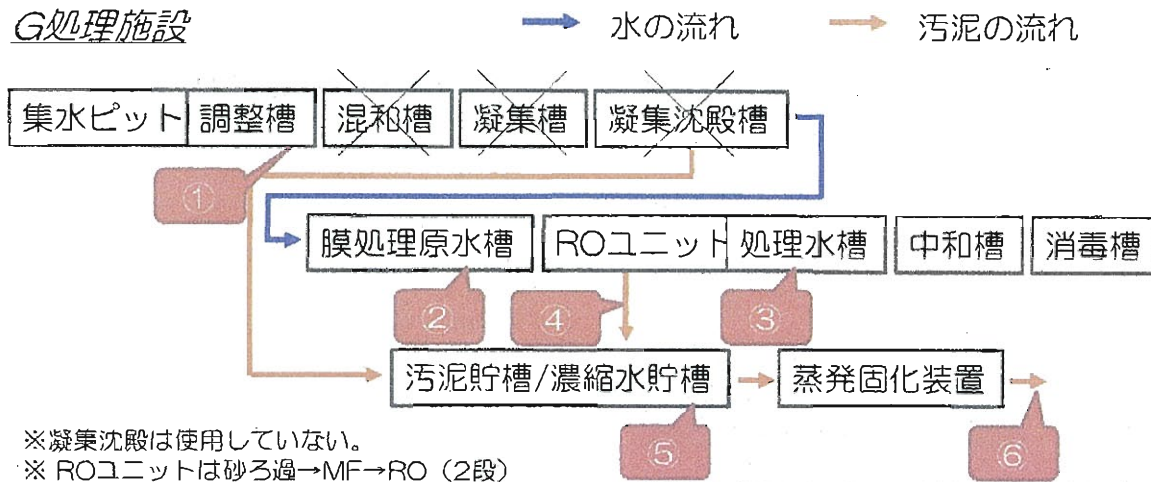
焼却主灰 : 0~2.2%

焼却飛灰 : 49.0~92.9%

参考2：浸出水原水中の電気伝導度（EC）と 安定Cs濃度の関係



G処理施設



※凝集沈殿は使用していない。
※ ROユニットは砂ろ過→MF→RO (2段)

<採取試料>

- ①調整槽出口
- ②膜処理原水槽出口
- ③処理水槽内
- ④RO濃縮水
- ⑤濃縮水貯槽内
- ⑥蒸発固化物 (固体)



ROユニット



処理水

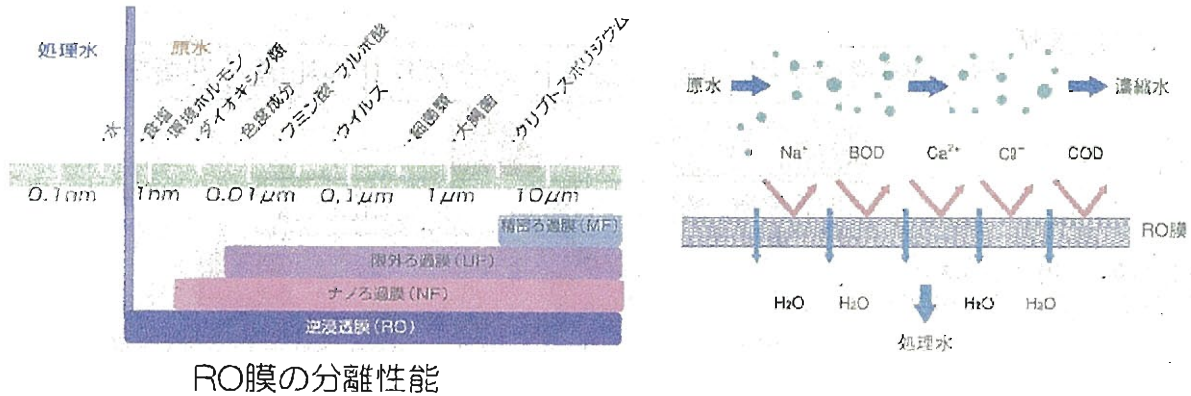
浸出水処理施設での安定セシウムの調査結果

	pH	EC (mS/m)	安定Cs (μg/L)	安定Cs 濃縮倍率	安定Cs 除去率 (%)
①調整槽	11.0	2,870	79	1.00	-
②膜処理原水槽	6.7	2,920	77	0.97	-
③処理水槽	7.2	18	<1	(0.01)	98.7
④RO濃縮水	6.7	6,140	160	2.03	-
⑤濃縮水貯蔵	6.8	7,050	190	2.41	-

1. RO膜処理により、安定セシウムは約99%除去された。
2. RO濃縮液は2倍程度の濃縮率であった。
3. 原水の塩濃度が高いため、処理水量：濃縮水量は6:4程度。

逆浸透 (RO) 膜処理の原理

RO膜で仕切られた原水側に圧力をかけることにより、水 (H₂O) と塩類および有機物等を分離する。



但し、孔径分布等により、阻止率は100%ではない。

脱塩処理設備の設置状況

	P&F	SWRO	ED	合計
2010年度現在	14	7	14	35
比率 (%)	(40)	(20)	(40)	(100)
2006~2010	7	1	3	11
比率 (%)	(64)	(9)	(27)	(100)

- P&F : プレート&フレーム型RO膜脱塩装置
- SWRO : スパイラル型RO膜脱塩装置
- ED : 電気透析膜式脱塩装置

一般廃棄物の最終処分場

- 全国 : 1,988施設のうち、35施設
- 関東~東北 (1都12県) : 521施設のうち、6施設

- 東北地方: 青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県
- 関東地方: 茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県

最終処分場浸出液処理施設における放射性セシウム流出防止対策について

浸出液等に陽イオンとして溶存する放射性セシウムは、凝集沈殿・砂濾過、生物処理、活性炭吸着、キレート樹脂処理等の現行の浸出水処理工程ではほとんど除去されない。除去のためにはゼオライト等を用いた吸着法や逆浸透膜法等を用いる必要がある。放射性セシウムを含む焼却残さ等を埋め立てている最終処分場において、放流水経路での流出を防ぐためには以下の対策が考えられる。

1. 降雨後には浸出液原水および放流水の放射性セシウムの分析の頻度を増やす。
2. 浸出液の処理量を増やして、放射性セシウムを含む焼却残さ等を埋め立てた領域を湛水させない。
3. 放射性セシウムを含む焼却残さ等が埋め立てられた領域が湛水している場合には、ゼオライトを投入する。ゼオライトが調達できない場合には粘土質土壌を用いることも考えられるが、吸着能力はゼオライトに比較して劣る。
4. 浸出液に基準値^①をこえる放射性セシウムが検出された場合に備え、粒状ゼオライトを購入、保管しておく。基準値を超える恐れがある場合には、即応的措置としては以下の方法を用いる。ただし、いずれの場合においても、ゼオライトへの放射性セシウムの吸着量が大きくなると、ゼオライト自体の放射線量が増す^②ため、使用後の取り扱いや処分が困難となることに留意する。
 - 1) 曝気や循環を行っている原水調整槽にゼオライトを投入する。
 - 2) 砂ろ過塔のろ材を、ゼオライトに交換する。またはゼオライト吸着塔を増設する。
 - 3) 凝集処理工程に粉末ゼオライトを注入し、通常の凝集剤とあわせて混和凝集処理を行う。
5. 恒久的な措置としては、ゼオライト吸着塔の設置のほかに、逆浸透膜（RO膜）法を導入する対策も効果的である。

① 当面は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示（平成十三年三月二十一日経済産業省告示第百八十七号）」別表第一で定められた濃度限度（三月間の平均濃度がセシウム134で60Bq/L、セシウム137で90Bq/L）

② 塩類濃度が高い浸出液の場合は、国立環境研究所の報告によれば、飽和吸着量まで吸着したゼオライトは、浸出液濃度の500～1000倍（重量ベース）の放射能濃度に達する可能性がある。