

# 減容・再生利用技術実証の現状と今後の予定 —現状技術の把握・評価—

令和元年12月19日  
環境省

# 1. 減容・再生利用技術の戦略目標

## 2019年度以降の戦略目標

### ○公募型技術実証試験

- ・将来的に活用の可能性のある技術を対象とした小規模実証試験

### ○直轄型システム技術開発（分級処理技術以外）

- ・土壌を対象とした**化学処理、熱処理**等の減容処理技術
- ・仮設灰処理施設で生成する飛灰を対象とした**灰洗浄処理**技術
- ・最終処分に向けた放射能濃度の高い土壌等の**安定化技術**

### ○再生資材のモデル的活用実証試験

- ・再生資材の土木資材へのモデル的活用に関する実証試験

## 2. 減容・再生利用技術実証の現状把握・評価（1）

### ■ 除去土壌

技術区分		除染率※1 【%】〈件数〉	濃縮率※2 【倍】〈件数〉	処理コスト ※3 【万円/t】〈件数〉	メリット	デメリット	適用性評価
分級処理	小規模事業	10~98 (平均74) 〈36件〉	1.3~34 (平均6.1) 〈15件〉	0.4~4.4 (平均1.3) 〈22件〉	重金属除去で実績あり。実用化段階の技術が多い。大量かつ比較的安価に処理が可能。	粘土分の割合が高い土壌は濃縮物量が多くなるため効果的な分級が難しい。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土壌D (10.4万m<sup>3</sup>、31.2万Bq/kg) の再生資材化 (除染率95~99.9%必要) への適用は困難。</li> <li>・土壌C (131.8万m<sup>3</sup>、2.57万Bq/kg) の再生資材化 (除染率40~74%必要) に対しては、安価で十分な除染効果を発揮する。</li> <li>・国直轄の分級処理システム実証試験 (大熊町) では100t/日の処理能力が実証されている。</li> </ul>
	国直轄	通常分級 64~77 (平均72) +高度分級 69~84 (平均78)	1.5~3.1	通常分級 ※4 2.2 +高度分級 2.6			
化学処理	小規模事業	33~98 (平均72) 〈7件〉	—	6~310 〈4件〉	砂質土に適用できるほか、粘性土にも効果がある。	セシウムの吸着材が必要。再生資材中に残留する溶媒等の処理や排水処理が必要。土壌の性状や組成が変化するため、再生利用先の用途開拓が必要。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土壌Dへの適用は困難。</li> <li>・土壌Cの分級脱水ケーキ (64.5万m<sup>3</sup>、5.53万Bq/kg) の再生資材化 (除染率71~88%必要) への適用は除染率にばらつきがあるものの可能。</li> <li>・大量の廃液の処理が必要であり、大量の土壌処理には適さない。</li> </ul>
熱処理	小規模事業	94~99.8 (平均98.4) 〈5件〉	9~20 〈5件〉	10~22 〈3件〉	粘性土や砂質土などの性状にかかわらず適用でき、除染率も高い。	相当量の反応促進剤が必要なため、再生資材もその分増加。処理コストが高い。排気処理等が必要。土壌の性状や組成が変化するため、再生利用先の用途開拓が必要。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・反応促進剤 (CaCl<sub>2</sub>、Ca(OH)<sub>2</sub>等) が必要であるが、除染減容効果が非常に大きく、土壌C分級脱水ケーキ、土壌D、焼却灰の確実な除染減容が可能。</li> <li>・飯館村蕨平地区における実証事業で土壌、焼却灰、土壌+焼却灰に対して高い除染減容効果が実証されている。</li> </ul>
	国直轄	99.8	—	—			

平成23-30年度除染技術実証事業等（内閣府、環境省、JESCO）、除染・中間貯蔵関連技術探索サイト、平成26年度除去土壌等の最終処分に向けた減容化等に関する技術調査業務報告書（環境省）等より整理

※1 除染率 (%) = (1 - 再生資材の放射能濃度 ÷ 処理対象物の放射能濃度) × 100

※2 濃縮率 (倍) = 分離濃縮物の放射能濃度 ÷ 処理対象物の放射能濃度

除染率及び濃縮率は、各試験に用いた試料（土壌、焼却灰）の放射能濃度及び性状等が異なるため参考値

※3 処理コストは、排水処理等付帯設備の範囲やコスト評価項目（設備費、運転費、資材費、労務費等）が異なるため参考値

※4 分級処理（国直轄）の処理コストは、実証試験実施に要した作業員数・重機台数に基づいた試算

## 2. 減容・再生利用技術実証の現状把握・評価（2）

### ■ 焼却灰

技術区分		除染率※1 【%】〈件数〉	濃縮率※2 【倍】〈件数〉	処理コスト※3 【万円/t】〈件数〉	メリット	デメリット	適用性評価
洗浄処理	小規模事業	55~92 (平均 77.7) 〈7件〉	460~1690 〈2件〉	5~7 〈4件〉	飛灰に付着しているセシウムは水に溶けやすく、高い除染率が得られる。	セシウムの吸着材が必要。 排水処理が必要。	今後は、熔融飛灰の実証試験が必要。
熱処理	小規模事業	99 〈1件〉	7~17 〈3件〉	—	除染率が高い。 安定した熔融スラグ等が得られる。	反応促進剤が必要。 処理コストが高い。 排気処理等が必要。	飯館村蔵平地区における実証事業で土壌、焼却灰、土壌+焼却灰に対して高い除染減容効果が実証されている。
	国直轄	99.9	—	—			

平成23-30年度除染技術実証事業等（内閣府、環境省、JESCO）、除染・中間貯蔵関連技術探索サイト、平成26年度除去土壌等の最終処分に向けた減容化等に関する技術調査業務報告書（環境省）等より整理

※1 除染率（%） =  $(1 - \text{再生資材の放射能濃度} \div \text{処理対象物の放射能濃度}) \times 100$

※2 濃縮率（倍） =  $\text{分離濃縮物の放射能濃度} \div \text{処理対象物の放射能濃度}$

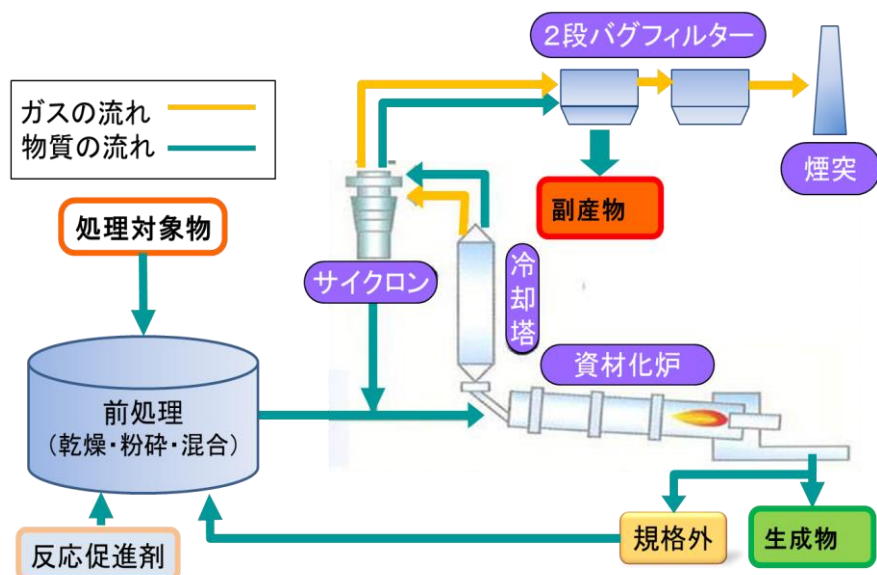
除染率及び濃縮率は、各試験に用いた試料（土壌、焼却灰）の放射能濃度及び性状等が異なるため参考値

※3 処理コストは、排水処理等付帯設備の範囲やコスト評価項目（設備費、運転費、資材費、労務費等）が異なるため参考値

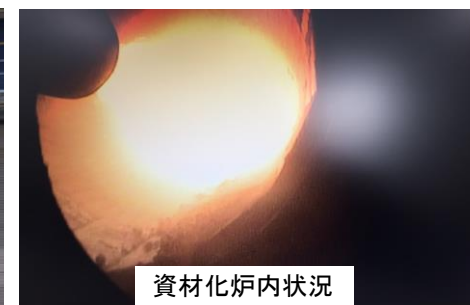
## 2. 減容・再生利用技術実証の現状把握・評価 (3)

### 【参考】 土壌及び焼却灰の熱処理技術

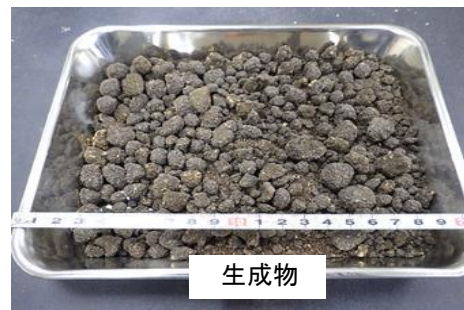
- 箇所： 福島県相馬郡飯舘村蕨平地区 ●実証期間：平成28年度～平成29年度
- 目的： 処理対象物から放射性セシウムを分離させ、再生利用可能なレベルまで濃度を低減させるための新技術を実証調査
- 概要： 焼却灰・除去土壌を対象とした熱処理システムを構築し、以下の実証調査を実施
  - (1) 処理対象物を乾燥・粉砕し、反応促進剤と混合する。
  - (2) 処理対象物を1,350℃以上で加熱し、放射性セシウムを気化させる。放射性セシウムを気化させた後の処理対象物は、再生利用可能な生成物として資材化炉から排出される。
  - (3) 気化した放射性セシウムは冷却して固体化させ、バグフィルターで捕集する。捕集した放射性セシウム（副産物）は、飛散・潮解防止のため圧縮して固めた上で、コンクリート容器内に厳重に保管する。



資材化炉



資材化炉内状況



生成物



副産物

### ●実証結果

- (1) 100Bq/kg以下の生成物を安定的に得られた。
- (2) 生成物はコンクリートブロックや肥料として再生利用可能なことを確認した。
- (3) 排ガスや周辺空間線量の測定結果から、周辺への影響はなかった。

### 3. 安定化処理技術の現状把握・評価

技術区分	方法等	対象物	充填率※1 (%)	コスト※2 【万円/t】	メリット	デメリット
セメント固化	混練 <sup>1)</sup>	焼却灰	30~54	—	実用技術、実績あり、 低廉安価	・所定の強度を得るため のセメント配合により処 分重量が増加
		廃吸着材 (ゼオライト)	40	—		
	超流体(粉体加振)工法 による固化ブロック化	焼却灰	—	1.3~2.2		
	脱水固化砕石化	飛灰+粘性土	70	1.4		
ジオポリマー 固化	アルカリ活性剤との縮 重合反応による固化 (貯蔵容器製作)	焼却灰	—	—	セメントより強度発 現が早い、耐火性、 耐浸出性に優れる	・アルカリ液配合により 処分重量が増加
プラスチック 固化	有機樹脂による硬化 (セインテラスレジ ン)	飛灰、吸着材 (ゼオライト)	54~69	12.7~15.5	耐浸出性がある	・有機系樹脂は埋立処分 に適さない
ガラス固化	加熱溶融 <sup>2)</sup>	飛灰	70	—	・自らのガラス成分 によりガラス化する ため減容効果が大 きい ・耐浸出性、長期安 定性に優れる	・処理コストが高いこと が予想される
		廃吸着材 (ゼオライト、フェロ シアン化鉄、ケイタ ン酸塩)	70~80	—		

平成23-30年度除染技術実証事業等（内閣府、環境省、JESCO）、除染・中間貯蔵関連技術探索サイト及び以下の論文による。

1) ・ JAEA (2010) : 焼却灰のセメント固化試験 1, JAEA-Technology-2010-013 (1)

・ 日本原子力研究開発機構 : 東京電力 (株) 福島第一原子力発電所事故に係わる廃棄物処理・処分技術開発-平成24年度成果報告書 -, JAEA-Review 2013-064

2) ・ 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 : 平成26年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金 (固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発)」 中間報告、平成28年4月

・ 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 : 平成28年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金 (固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発)」 平成29年度成果報告、平成31年2月

※1 充填率(w%) = 処理対象廃棄物の重量÷処理後の固化体重量×100

※2 処理コストは、排水処理等付帯設備の範囲やコスト評価項目（設備費、運転費、資材費、労務費等）が異なるため参考値

## 4. 減容・再生利用技術実証の現状と今後の予定

### 現状

- ・ 小規模実証事業により減容技術（分級、化学処理、熱処理、洗浄処理等）及び安定化技術の現状把握・適用性評価を行った。
- ・ 国直轄の実証事業により、分級技術及び熱処理技術の効果が確認された。

### 今後の予定

- ・ 引き続き、小規模実証事業を行い、コスト削減や実用化のためのデータの蓄積を図る。
- ・ 洗浄処理技術、安定化処理技術について国直轄の実証事業を行う。
- ・ 再生資材の土木資材へのモデル的活用に関する実証試験を行う。