



国立環境研究所 フェロー

## 大迫 政浩 OSAKO MASAHIRO

京都大学大学院修了後に1992年に厚生省国立公衆衛生院に入所。2001年の省庁再編に伴い国立環境研究所に異動。東日本大震災・原発事故直後の2011年4月から2024年3月まで13年間、資源循環・廃棄物分野のユニット長を務め、現在はフェロー。環境放射能除染学会理事長、廃棄物資源循環学会会長(2024年5月まで)、中央環境審議会循環型社会部会委員など、多数就任。専門は衛生工学。工学博士。

## 1. はじめに

筆者は、2011年3月の原発事故に伴う放射能汚染、特に汚染廃棄物等の適正処理の課題に、この13年間向き合ってきた。人類史上比類ない原発災害とそれに伴う放射能汚染、人口密集地で起こり、高度な情報化社会のなかで日本はどのような対応を行ってきたのか、原爆経験があり放射線に対して特別な感覚をもつ社会のなかでどのように意思決定してきたのか、私たちはそのことを記録し、検証して後世に伝えていかなければならない。

本稿では主に、放射能汚染廃棄物等の適正処理に関して技術的にどのように対処してきたのか、これまでの事実の経過を整理しながら概説したい。

## 2. 原発事故の影響と放射性物質に汚染された廃棄物等の発生

マグニチュード9.0という大規模な地震を伴う東日本大震災とこれに伴う津波によって、東京電力福島第一原子力発電所（以下、福島第一原発）の重大事故は起こった。それに伴い多量の放射性物質が環境に放出され、福島県を中心とする広域の環境が汚染された。放出された<sup>137</sup>Csは約7-20 PBqであり、1986年のチェルノブイルの原発事故による環境汚染と比較して、放射性物質の放出量は1/10程度<sup>1)</sup>と格段に少なかったものの、人口が密集している地域まで汚染が及び、様々な問題が生じた。避難者数は福島県だけでも自主避難を含めて15万人を超え、

避難区域に指定されたエリアからの避難者は、8万人余に達した<sup>2)</sup>。その後、避難区域の見直しや区域指定の解除などにより避難者数は減少したが、原発周辺の帰還困難区域に指定されたエリアでは、居住していた多くの住民が現在も避難を余儀なくされている。

一方、放射性物質に汚染された地域の住民の安全・安心な生活を取り戻すためには、汚染された土壌表面の剥ぎ取りなどによる除染措置が必要であり、結果として、除染により膨大な除去土壌や廃棄物が発生した。また、私たちの日常の生活や産業活動等を通じて、汚染された様々な廃棄物が発生し、それらの適正な処理が必要になった。そこで国は、放射性物質汚染対処特別措置法（以下、特措法）を2011年8月に制定し、各種対策を講じてきた。

放射性物質に広く汚染された地域においては、人の活動に伴い、汚染された多くの廃棄物が生じた。

図1に示すように、都市域の中で土壌に沈着した放射性物質は、降雨とともに下水道管に流入し、下水処理場において放射性物質が濃縮した下水汚泥が発生した。庭木の剪定等により生じる草木類は一般ごみに混入して焼却施設で一緒に処理され、焼却灰の中に放射性物質が濃縮した。また、除染活動からも除去された土壌や伐採された草木などの汚染廃棄物（除染廃棄物）が大量に発生した。

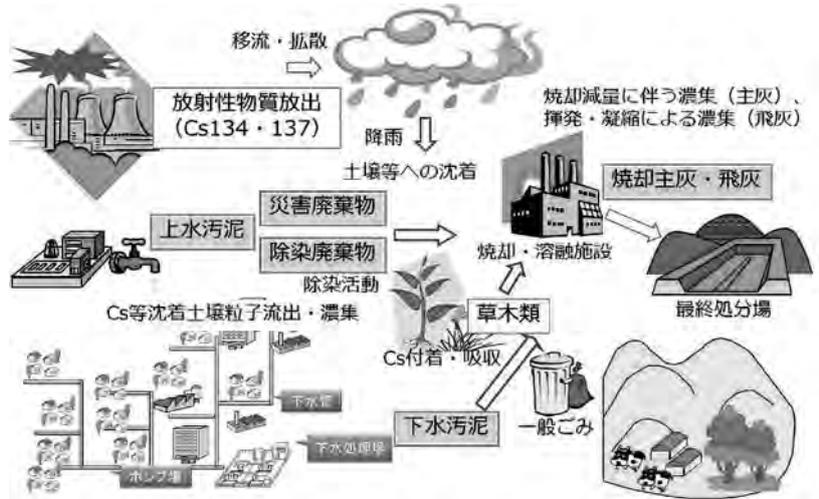


図1 放射性物質に汚染された廃棄物問題の発生

表1 除染および汚染された廃棄物等の区分と管理主体

除染及び土壌の管理	汚染廃棄物の管理
1) 国による除染 「除特別地域」として、避難指示区域に指定されている高線量地域を、国の責任で除染	1) 国による処理 「汚染廃棄物対策地域」として、避難指示区域内の「特定廃棄物」（高濃度に汚染されていると見做す）を国の責任で処理 また、福島県外を含めて8 000 Bq/kg を超える廃棄物は「指定廃棄物」として国の責任で処理
2) 市町村による除染 「汚染状況重点調査地域」として、年間追加被ばく線量が1 mSv 以上（時間当たりの空間線量が0.23 μSv 相当）の低線量地域を、市町村が計画を立てて除染を実施	3) 市町村・事業者による処理 8 000 Bq/kg 以下の廃棄物のうち「特定一般廃棄物」または「特定産業廃棄物」として扱われるものは、それぞれ市町村または排出者となる事業者の責任で処理

### 3. 汚染された廃棄物等の区分と管理主体

福島第一原発事故の環境汚染において、特措法における規制対象物質は、存在量と被ばくりスクの観点から放射性セシウム（<sup>134</sup>Cs と <sup>137</sup>Cs）に限定された。管理対象となった除去土壌と廃棄物（廃棄物等）は、発生場所や放射性セシウムの含有濃度が表1 に示す通りに区分された。

福島県の避難指示が出されている高線量地域においては、「除染特別地域」として国が除染を行い、生じた除去土壌については、仮置場に保管の後に中間貯蔵施設に輸送、搬入し、貯蔵することとなった。一方、廃棄物については、避難指示を伴う高線量地域を「汚染廃棄物対策地域」として指定し、国の責任で処理を行うこととされた。除染廃棄物や災害廃棄物、解体廃棄物は仮設焼却施設で処理、減容化された。

避難指示区域外の比較的低線量の地域においては、「汚染状況重点調査地域」として市町村が除染を行い、福島県内で生じた除去土壌や除染廃棄物は中間貯蔵施設に搬入された。一方、廃棄物については、一般ごみの焼却処理によって生じた焼却残渣など放射能濃度が8 000Bq/kg を超えるものを「指定廃棄物」として指定し、国が責任をもって処理することになった。8 000Bq/kg 以下については、入念的な管理が必要なものは「特定一般廃棄物」または「特定産業廃棄物」に指定し、市町村自治体または事業者が責任をもって処理することになっている。

### 4. 管理技術の基本的な考え方

汚染された廃棄物等は、放射性物質に汚染されていることを除けば、放射性物質に汚染されていない通常の廃棄物等と性状は同じである。また、制御す

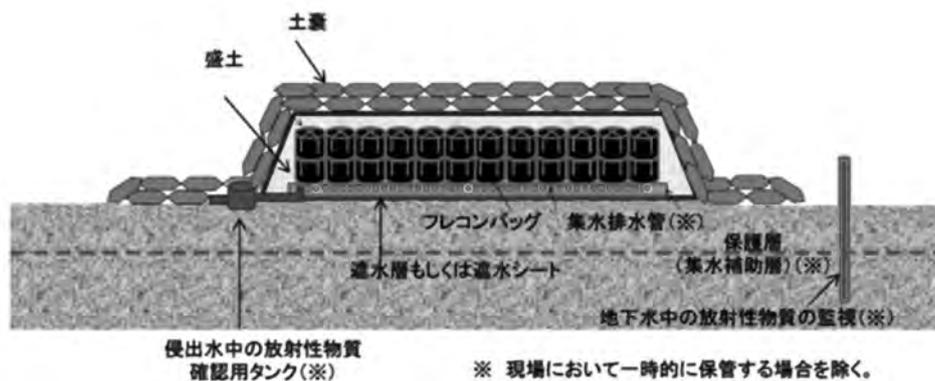


図2 典型的な仮置場の構造<sup>5)</sup>

べき放射性核種もセシウムに限られた。セシウムは原子番号55のアルカリ金属であり、カリウムやナトリウムなどと物理化学的特性は類似している。大きく違う点は、土壤中の粘土鉱物に極めて強固に吸着することである。

このような廃棄物等の特性と上記のセシウムの物性を踏まえ、適正な処理処分を行っていくための技術プロセスが選択された。すなわち、通常の廃棄物等に適用されている既存の技術をベースに処理処分の対策が進められた。特措法では、汚染廃棄物の保管から運搬、中間処理（焼却処理や破碎選別処理）、最終処分（埋立処分）までの各工程で安全性を確保するための処理基準が定められ、具体的事項はガイドライン<sup>3) 4)</sup>により示されている。その他、福島県内の中間貯蔵施設についても技術要件が別途定められた。

また、各種の処理基準は、被ばくリスクの観点からは、原子力安全委員会（平成23年6月3日）<sup>5)</sup>に基づき、一般公衆および作業者の追加的被ばく線量が年間1 mSvを超えないこと（ただし、埋立終了後は10 mSv/年）を許容限度として必要な技術や要件が設定された。例えば、廃棄物処理で想定される様々なシナリオに基づいた被ばく線量リスクの評価に基づいて、先述した指定廃棄物として区別する基準を8,000 Bq/kgとした。

## 5. 汚染された廃棄物等の管理技術

### 5.1 仮置保管

除染後に生じた除去土壌や除染廃棄物は、フレキ

シブルコンテナに収納されて、一旦、一時的に仮置保管された。典型的な仮置場の構造は、図2のように底部には遮水シート等を敷設し、汚水の地下浸透を防いでいる。その上部に除去土壌等を収納したフレキシブルコンテナを段積みにして、その周辺を遮蔽土嚢で覆ったうえで、上部からも防水のために遮水シートで覆う構造となっている。内部保有水が浸出した場合は底部の集水タンクに集め、放射能濃度を確認してから放流する。基本的に放射性セシウムは土壌に強く吸着することから浸出の可能性はほとんどないが、入念な対応である。

なお、仮置場は福島県内外に当初1,400か所（国管理：331か所、市町村管理1,084か所）<sup>6)</sup>を超える数が地区単位に設置されるケースが多く、規模も比較的小さいものとなった。集約的で大規模な仮置場は、他地域の除染廃棄物の受け入れに対する抵抗感から地域住民の合意形成が難しいことが背景にある。

### 5.2 運搬輸送

仮置場において運搬車両に積み込まれた除去土壌等のフレキシブルコンテナは、収納物の種類（除去土壌等の不燃物や可燃物）や放射能濃度の情報が記録された電子タグなどにより、一袋毎にトレーサビリティ（追跡可能性）が確保できるようにされている。これらを仮置場から搬出し中間貯蔵施設に搬入するには、すべての運搬車両は全地球測位システム（GPS）により地理情報システム（GIS）を組み込んだ車両管理システム上で位置情報がリアルタイムに把握されている。

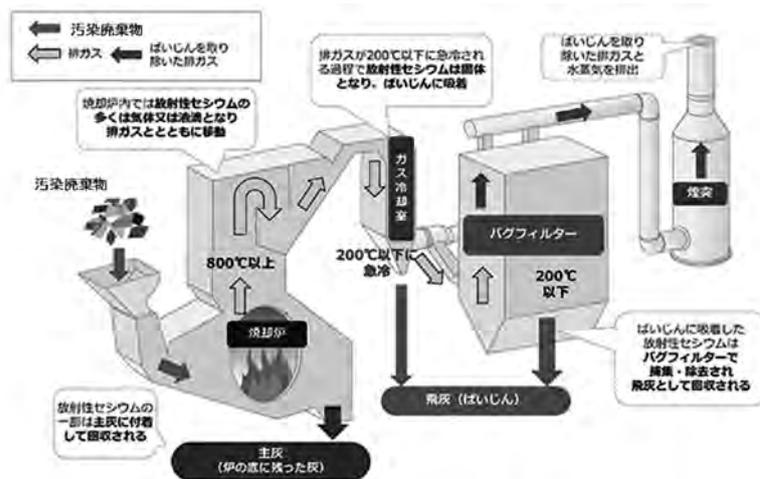


図3 一般ごみの焼却施設の構造<sup>7)</sup>

なお、福島県内において仮置場から中間貯蔵施設に搬入された除去土壌と除染廃棄物等は、総計1300万 $\text{m}^3$ を超える量（2023年2月末時点）<sup>6)</sup>と報告されている。フレキシブルコンテナ1袋に1 $\text{m}^3$ 程度が収納されるので、約1300万袋を運搬輸送した。10トンダンプトラックを標準にすると、積載するフレキシブルコンテナの数は通常1台当たり7袋なので、累計では延べ約186万台のダンプトラックが中間貯蔵施設までの運搬輸送に使われたことになる。また、2020年度実績において1日当たりの最大延べ車両台数は2861台と報告されている<sup>6)</sup>。

### 5.3 焼却減容化（焼却処理）

周辺環境が汚染された地域においては、人々の日々の活動により生じる生活ごみの中に、庭ごみなどとともに放射性セシウムが混入することは不可避であった。公衆衛生確保の観点から生活ごみの焼却処理は必須であり、安全性を確認のうえで焼却処理が継続された。また、福島県の避難指示区域内では、除染により生じた可燃性廃棄物などを焼却減容化（焼却処理）するために仮設焼却施設が多数整備された。これらの廃棄物の焼却処理においては、排ガスに含まれる放射性セシウムが周辺環境を汚染するのではないかと住民からの不安の声が少なからず寄せられた。

一般ごみの焼却施設の構造の概要を 図3 に示す。焼却炉は一般的には850℃以上の高温に保持され、そこで焼却された廃棄物は減容化され灰の残渣

となって排出される。焼却炉からの高温の排ガスは、発電のためのボイラー設備や減温塔などの冷却設備で急冷され、排ガス中に生成した固体のばいじんはバグフィルターで除去され、清浄な排ガスが大気に放出される。

福島県内の避難指示区域内に整備された仮設焼却炉の場合は、基本的には同様の構造をもつが、ボイラー設備はなく、また処理対象物に含まれる放射性セシウムの濃度が相対的に高いことから、入念に二基のバグフィルターを連結していることが特徴的である。

焼却処理における公衆の被ばく防止の観点から、その安全性の確認のために、これまで多くの科学的知見が蓄積され<sup>8) ~ 14)</sup>、排ガス中の放射性セシウムはバグフィルターにより十分低減されていることが明らかとなっている。

### 5.4 埋立処分

埋立処分における最も大きな課題は、放射性セシウムが濃縮された焼却残渣（焼却炉の底部から排出される主灰と排ガス中のばいじんがバグフィルター等で捕集された飛灰を指す）の処分である。なかでも、排ガス中のばいじんがバグフィルターで捕捉、回収された飛灰には、放射性セシウムが塩化セシウムの形態で含まれている。塩化セシウムの溶解度は極めて高いことから、その埋立処分には厳重な注意が必要である。

溶出性の高い飛灰の埋立処分については、多重防

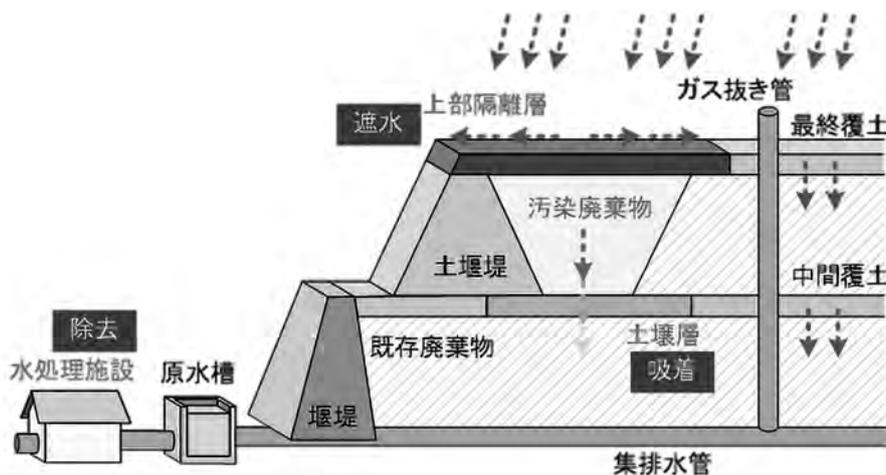


図4 放射性セシウムを含む廃棄物の管理型埋立処分 (8 000 Bq/kg 以下)、破線矢印は水の動きを示す

御の思想での技術的対応がなされている<sup>15)</sup>。8 000 Bq/kg 超で10万 Bq/kg 以下の飛灰の埋立処分については、表面遮水により水の浸入を抑制し、セメント固型化により水接触の度合いを低減し、水に溶出した場合には下部土壌層により吸着させる多重バリアが施されている。万が一浸出してきた場合には、従来の有害な重金属等を想定した排水処理プロセスでは対応できないことから、追加措置としてゼオライト等を用いて吸着除去することになる。実際に、溶出性の高い飛灰（技術基準により溶出試験の溶液が<sup>137</sup>Csで150 Bq/Lを超えるもの）は、埋立処分前にセメント固型化し、十分に溶出防止を図ったうえで、福島県富岡町の特定廃棄物埋立処分場で処分されている。

一方、8 000 Bq/kg 以下の飛灰については、図4のように、降雨浸透を抑制する上部隔離層と下部土壌層が必要であるが、セメント固型化は必須ではない。

一方、10万 Bq/kg を超えるような濃度の高い指定廃棄物は、福島県外においてはコンクリート構造物による長期的遮断機能が施された遮断型相当の埋立施設（長期管理施設）で長期的に管理されることになっているが、合意形成が進まず、保管状況が続いている。

## 5.5 中間貯蔵

福島県内で除染等により発生した除去土壌や除染廃棄物、10万 Bq/kg を超える焼却灰等の汚染廃棄物は、福島第一原発周辺の大熊町と双葉町に跨る

16平方キロメートルの敷地に整備された中間貯蔵施設に搬入され、その総量は約1 400万 m<sup>3</sup>とされている。中間貯蔵施設の事業の流れと構成する主要施設を図5に示す。

まず、搬入された除去土壌は、受入分別施設において受け入れられる。そこでフレコンバッグから破袋により除去土壌は取り出され、篩選別により異物を取り除き、また一部の施設ではベルトコンベア上で濃度を測定し、8 000 Bq/kg を基準として二区分に分けられ、土壌貯蔵施設に埋められ貯蔵される。土壌貯蔵施設は通常の産業廃棄物の管理型埋立地と同様に、底部に遮水シートが敷設され、降雨による浸透水は集められ、放射能濃度が管理基準を満たすことを確認した後に放流される（図6）。

除染廃棄物等の可燃物は、仮設焼却炉で焼却減容化される。生じた焼却残渣は、中間貯蔵施設外の仮設焼却炉で生じた焼却残渣とともに、仮設灰減容化施設において高温の溶融炉で処理されている。溶融炉からは、放射性セシウムが揮発除去された溶融スラグと、逆に放射性セシウムが濃縮された溶融ばいじんが生成する。溶融スラグの一部は中間貯蔵施設内で土壌貯蔵施設の排水層として有効利用されている。溶融ばいじんはコンクリート構造の廃棄物貯蔵施設に貯蔵されている。中間貯蔵施設は、あくまでも一時的な保管の機能をもつ施設である。国は、法律に基づき2045年までに福島県外において最終処分を完了することを約束している。

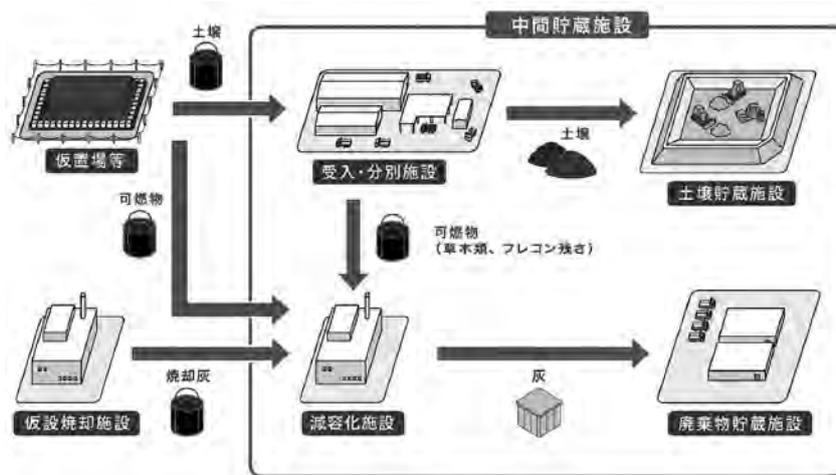


図5 中間貯蔵施設の事業の流れと構成主要施設<sup>6)</sup>

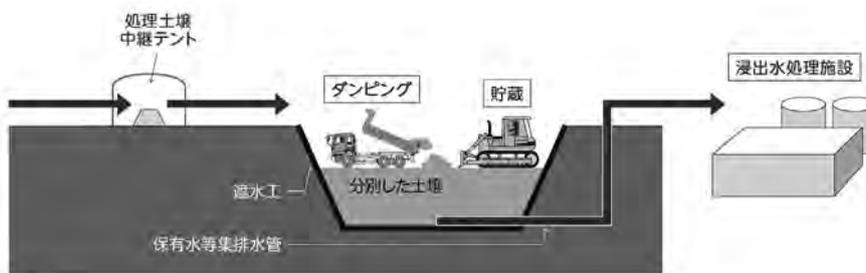


図6 土壌貯蔵施設の概要<sup>6)</sup>

## 6. 将来に向けた技術的対応と課題

### 6.1 県外最終処分に向けた減容化・再生利用の方向性

福島県内で除染によって生じた除去土壌等は、中間貯蔵施設への搬入が始まった2014年度末から30年以内、すなわち2045年度末までに県外での最終処分を完了しなければならないが、その絵姿はまだ描かれていない。具体的に描くために、必要とされる技術要素の研究開発が進められている。環境省が2016年4月に策定した「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略」<sup>7)</sup>によれば、2018年度を中間目標として分級処理技術の実証を先行して進め、その後に熱処理等の他の減容化技術を実証し、それらの成果をもとに2024年度に戦略目標を設定するとされた。その後、実事業に順次移行することになる。同時に、最終処分方式の検討を進め、具体化していくとしている。また、最終処分量低減のためには減容化が必要であり、同時に低濃度の土壌や放射性セシウム分離後の生成物（浄化物）の再生利用が必須である。再生利用に関する基準等の基

本的考え方を整備し、実証事業等を進めながら全国的な理解醸成を図っていくこととした。

### 6.2 最終処分に向けた減容化技術

減容化技術は、大きく湿式／乾式分級法、化学抽出法、熱処理法に大別される。詳細の説明は割愛するが、それぞれの方法は以下のとおりである。

#### ①分級法

放射性セシウムが微粒子ほど高い濃度で吸着している特性を利用して、分級により微粒子と粗粒子を分けて、濃度の低い粗粒子を分離し再生利用等に供する方法。粘土などの微粒分が多い土壌には適用が困難。

#### ②化学抽出法

酸などの薬剤により強制的に吸着結合した放射性セシウムを土壌から脱離、または母体となる結晶構造を壊して分離させる方法。熱を加えて効率を向上させる場合もある。生じる廃液等の処理などが課題。

#### ③熱処理法

1 000℃前後から1 000 数百℃以上の高温に加熱



図7 中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略の戦略工程

する溶融や焼成により放射性セシウムを揮発分離させ、少量のばいじんへ放射性セシウムを高濃縮させる方法。一般的に揮発分離を促進させる添加剤が必要。生じる溶融スラグや焼成物は土木資材に有効利用可能。高効率な除去率確保が可能。

以上の方法のうち、①については、中間貯蔵施設内でのパイロットスケールの実証事業が行われた。また、②および③は高度減容化技術として位置づけられ、溶融技術や焼成技術については、通常の廃棄物処理や土壌汚染対策の分野で多くの実績を有する成熟した技術である。焼却残渣の処理については、先に紹介した溶融施設を付帯した可燃物の減容化施設が福島県双葉町で稼働しており、土壌についても焼成技術を活用したパイロットスケールの実証事業が既に終了している。

### 6.3 低濃度土壌の再生利用

福島県内で発生した除去土壌等については、中間貯蔵開始後30年以内（2045年3月まで）に福島県外で最終処分を完了しなければならないが、これを確実に実現するためにも、最終処分量を可能な限り低減しなければならない。その最も鍵となる方策が、低濃度土壌の再生利用の推進である。そのために環境省では、2016年に「再生資材化した除去土壌の安全な利用に係る基本的考え方」を指針としてとりまとめた。指針においては、再生利用の用途を管理主

体や責任体制が明確となっている公共事業等における道路等の盛土材等に限定した。また、追加被ばく線量を制限するための適切な管理として、再生資材の放射能濃度の限定、適切な厚さの覆土等の事項を示した。再生資材として活用できる土壌の放射性セシウムの放射能濃度の上限としては、8000 Bq/kg程度が目安とされている。この目安は原子炉等規制法のクリアランスレベルである100 Bq/kgとは大きく異なるが、クリアランスレベルが管理不要な無制限の利用を前提にしているのに対して、土壌の再生利用は用途を限定し適切な管理の下で利用することを条件としている点で大きな違いがあり、説明責任の観点からこの点には留意が必要である。

現在、指針に基づき、実証事業が実施されている。福島県飯館村の長泥地区では、2018年に指定された「特定復興再生拠点区域」において、除染による発生土（除去土壌）を再生資材化して盛土材として使用し、その上に覆土をして農地として利用する大規模な実証事業を実施中である。中間貯蔵に搬入された大量の除去土壌のうちの3/4は、既に8000Bq/kg以下の低濃度土壌であることから、福島県外も含めて再生利用が大幅に進展すれば県外最終処分量の大幅な低減が可能になる。今後、全国的な理解醸成に取り組みながら、土壌再生利用事業推進のための環境整備を進めていかなければならない。

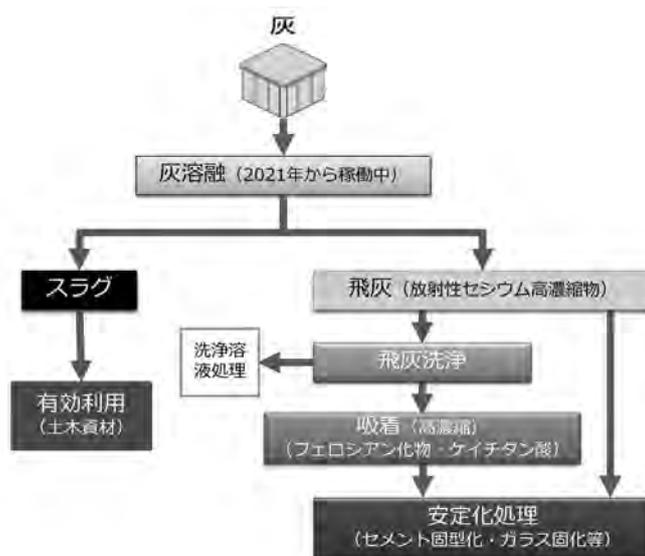


図8 溶融ばいじんの最終処分に向けた安定化処理等の技術適用イメージ

#### 6.4 高濃縮物の安定化と最終処分

先に示した熱処理法などの高度減容化技術の適用により、最終的に放射性セシウムが濃縮された残渣物が生じる。例えば溶融技術を適用すると、溶解性の高い塩化セシウムを含む溶融飛灰（ばいじん）が高濃縮物として生成する。このような高濃縮物をどのように最終処分可能な安定なものにしていくかという点は、どのような最終処分方法を選択するかという点と深く関係している。すなわち、さらなる減容化と安定化の処理により、高濃度になっても少量の安定化処理物を最終処分するのか、減容化せずにそのまま安定化処理し濃度を高くし過ぎないようにするのかについて、最終処分の方法と合わせて検討していくことになる。

溶融ばいじんを例にして、図8に最終処分までのさらなる技術プロセス適用のイメージを示した。まず、洗浄プロセスを経て溶解した放射性セシウムをフェロシアン化物等として吸着回収する。その廃吸着剤の放射性セシウム濃度は数千万あるいは数億Bq/kgのレベルになる可能性があり、原子力発電施設からの低レベル放射性廃棄物相当になると考えられる。その点を踏まえ、最終処分のための安定化処理物として、セメント固型化やガラス固化など、どのような安定化処理を採用するか、また、最終的にどのような容器に充填し、どのような構造と長期的

な管理方法を前提とした最終処分を行うかなどを検討していくこととなる。最終的には必要なコストや立地の合意形成など、社会経済的側面も総合的に考慮して、適切な技術を選択していかなければならない。環境省においても、上記の技術プロセスの適用可能性に関して、飛灰洗浄・吸着安定化処理技術の大規模な実証事業が2021年度から2024年度に実施された。これらの技術実証事業等の成果を踏まえて、2024年度中には、最終処分までの技術の組み合わせに関する方向性が提示される予定である。

## 7. おわりに

原発事故後13年余の福島環境再生事業は、国家プロジェクトとして着実な歩みを見せた。検証すべき点や後世に伝えるべき教訓は多いが、これまでの歴史のなかで多くの災禍を乗り越えてきた日本のレジリエンスの力が示されたと言えよう。関係者の努力に敬意を表したい。今後は中間貯蔵後の膨大な除去土壌等の再生利用や最終処分に対して、どのような答えを出し実行できるか、日本社会の真価が問われている。筆者自身もライフワークとして関わっていきたい。

## 参考文献

- 1) IAEA, The Fukushima Accident, Report By the Director General, 2015, <https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1710-reportbythedg-web.pdf> (2023年3月28日閲覧)
- 2) 環境省, 除染事業誌編集委員会, 東京電力福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質汚染の除染事業誌, 平成30年3月
- 3) 環境省, 除染ガイドライン (第2版), 平成25年5月
- 4) 環境省, 廃棄物関係ガイドライン (第2版), 平成25年3月
- 5) 原子力安全委員会, 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について, 平成23年6月3日, <https://www.env.go.jp/content/900484208.pdf> (2023年3月28日閲覧)
- 6) 環境省, 中間貯蔵施設情報サイト, <http://josen.env.go.jp/chukanchozou/> (2023年3月28日閲覧)
- 7) 環境省, 放射性物質汚染廃棄物処理情報サイト, <http://shiteihaiki.env.go.jp/> (2023年3月28日閲覧) (2023年3月28日閲覧)
- 8) 国立環境研究所, 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: 第四版) 改訂版, 2014年4月, <https://www.nies.go.jp/whatsnew/2014/20140424/20140424.html> (2023年3月28日閲覧)
- 9) 倉持秀敏, 事故由来放射性物質汚染廃棄物の熱処理に関するこれまでの研究成果, 環境放射能除染学会誌, 2 (2), 71-84 (2014) .
- 10) Fujiwara, H, Kuramochi, H., Nomura, K., Maeseto, T. and Osako, M., Behavior of radioactive cesium during incineration of radioactively contaminated wastes from decontamination activities in Fukushima, Journal of Environmental Radioactivity, Vol.178-179, 2017, 290-296
- 11) Yui, K., Kuramochi, H. and Osako, M., Understanding the Behavior of Radioactive Cesium during the Incineration of Contaminated Municipal Solid Waste and Sewage Sludge by Thermodynamic Equilibrium Calculation, ACS Omega 2018, 3, 11, 15086-15099
- 12) Shiota, K., Takaoka, M., Fujimori, T., Oshita, K., Terada, Y., Cesium Speciation in Dust from Municipal Solid Waste and Sewage Sludge Incineration by Synchrotron Radiation Micro-X-ray Analysis, Analytical Chemistry, 87 (22), 11249 - 11254 (2015) .
- 13) Kuramochi, H., Fujiwara, H., Yui, K., Behavior of Radioactive Cesium during Thermal Treatment of Radioactivity Contaminated Wastes in the Aftermath of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, Global Environmental Research, 20 (1&2), 91-100 (2017) .
- 14) 庄司 貴, 飯野翔太, 高橋克行, 鹿島勇治, 小山陽介, 山本貴士, 大迫政浩, 放射性物質汚染廃棄物焼却施設における排ガス中微小粒子の粒子個数濃度測定によるバグフィルタ部分集じん率の評価, 廃棄物資源循環学会論文誌, 2019年30巻 p. 1-13
- 15) Endo, K., Engineering Aspects for landfilling Radioactively Contaminated Wastes Derived from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, Global Environmental Research, 20 (1&2), 101-109 (2017) .