2020年春の年会

バックエンド部会部会セッション

除去土壌等の県外最終処分に向けた技術的検討

Technical Investigation for the Final Disposal of Removed Soil etc. Outside of Fukushima Prefecture

（2）除去土壌等の処理・処分技術オプションの検討

(2) Investigation of options of treatment & disposal technologies for removed soil etc.

*山田 一夫[1]

[1]国環研

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故による環境汚染後、環境省の主導で中間貯蔵施設の整備・運営が進められ、除去土壌が多くの仮置き場から中間貯蔵施設に搬入され濃度ごとに分類・貯蔵され、また貯蔵能力に限界がある焼却灰の熱的減容化施設が整備されるなどの進展がある。事故後、放射性廃棄物処分が困難に直面している状況の中、事故後の仮置き場、中間貯蔵施設の設置、多量の除染土壌の搬入、焼却灰等の特定廃棄物の処分施設の整備、規定濃度未満の廃棄物の通常の廃棄物処分施設での処分の実現、など、着実な成果を上げていることは適正に評価すべきである。一方で、今後の県外最終処分を考えると、量が多い除去土壌の有効利用や熱的減容化後の飛灰の取り扱いについては困難な面も想定され、処分シナリオを考慮したうえで適切な技術開発や、処分のための合意形成を進めていく必要がある。

特に熱的減容化により生じる副生成物（濃縮物）等については、さらなる減容化や最終処分のための廃棄体化、濃度が低いものの有効利用が必要になると考えられ、中長期的にどのような技術課題があるのかを整理し、具体的な技術開発戦略として設定していくことが重要と考えられる。

上記は、処理から最終処分の各段階で、時々の必要性に応じ、適宜対応していく道筋である。逆に具体的に何らかの県外最終処分を想定し、そのためには技術的・社会的課題が何であり、将来に向けて何を開発・検討すべきかというバックキャスト的道筋もある。

そこで、専門性を有しかつ中立的立場にある環境放射能除染学会において、環境省の事業とは独立して、独自の学術的な立場から上記の問題意識に沿った検討を行い、県外最終処分に向けた技術開発戦略の在り方を取りまとめるための研究会「県外最終処分技術開発戦略あり方研究会」(2018 年 10 月～) を設置した。本稿ではその活動概要を紹介するとともに、県外最終処分シナリオを多面的に評価する手法を紹介する。

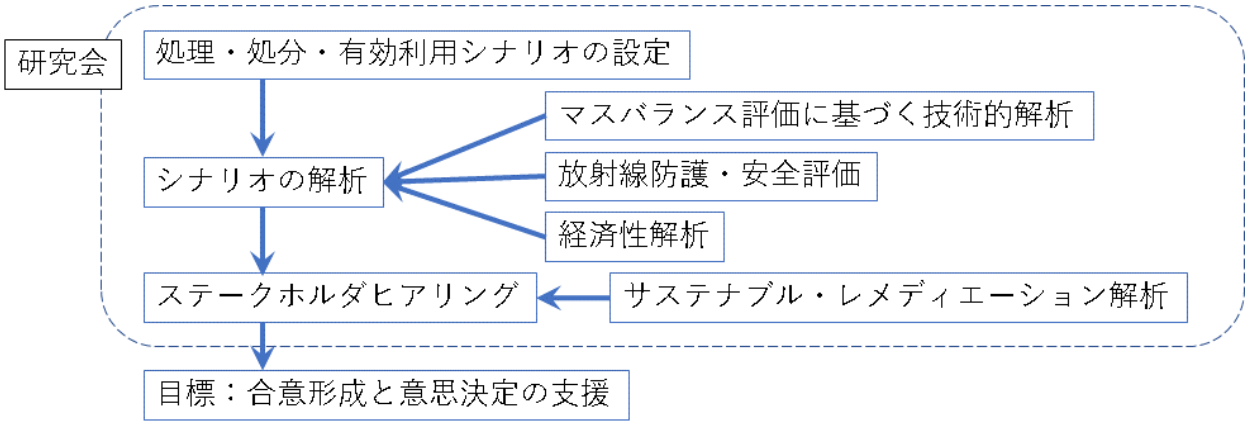

図 1　環境放射能除染学会「県外最終処分技術戦略研究会」の概要

2. 研究会の構成と活動内容

研究会での検討内容を図 1 に示す。研究会は、廃棄物処分、放射性廃棄物処分、放射線影響、安全評価、産業技術、材料科学、プラントエンジニアリング、多面的評価の多様な分野の有識者からなる。現行の技術の調査に基づき、処理・処分・有効利用の種々の方策を取りまとめ、それらを再構築して特徴的な複数のシナリオを設定する。シナリオを解析するには、各過程でのマスバランスの把握が必要であるので、その調査を行うとともに、パラメータスタディにより、開発目標に対し、何を技術開発すべきかを示す。マスバランス計算ができると付随してその経済性評価も実施できるようになる。また、これらの処理・処分プロセスを放射線影響の観点からも考える。これらのシナリオを踏まえて、ステークホルダに県外最終処分についてヒアリングを行い、合意形成に向けた活動において重要な事項をまとめる。この活動を通して、本研究会は県外最終処分事業の推進に資することを目的とする。

3. シナリオ設定

除染および廃棄物処分から発生する放射性セシウムに汚染した処理対象物から、処理・処分を経て、中間貯蔵後の最終的な将来像を考え、特徴的なシナリオを考えた。その例を図 2 に示す。「標準シナリオ」は、現在環境省が進めている事業をもとに推定できるものである。本研究会では、この標準シナリオをベースに、実現には制度的・社会的に様々な制約があることを承知の上で、まずは技術的な議論を活性化する観点から、複数のシナリオを例示することを試みた。「再利用困難シナリオ」は、低濃度物の有効利用が困難な場合を想定したものである。この場合、低汚染度の除去土壌を含め全量が県外最終処分となる。処分施設としては、廃棄物の放射能濃度により、管理型処分場、遮断型処分場、あるいは長期貯蔵などが考えられる。また、放射性セシウムを技術的に可能な最高濃度に濃縮し廃棄物容積を最小化する、「超高濃縮シナリオ」も考えられる。この場合、除染された低濃度物は有効利用し、高濃縮物は遮断型処分場（福島県外の指定廃棄物処分で検討済み）で処分、あるいはオンサイトの技術の活用、通常の低レベル放射性廃棄物処分のプロセスなどを考慮した連携が模索できる可能性はある。例えば、NHK によるアンケートにおいては、中間貯蔵後、汚染土壌などを外部に持ち出すのは非現実的という意見も得られたことから、事業開始 30 年後に中間貯蔵の場所をそのまま別用途に活用するという「未来志向型シナリオ」も考えてみることとした。

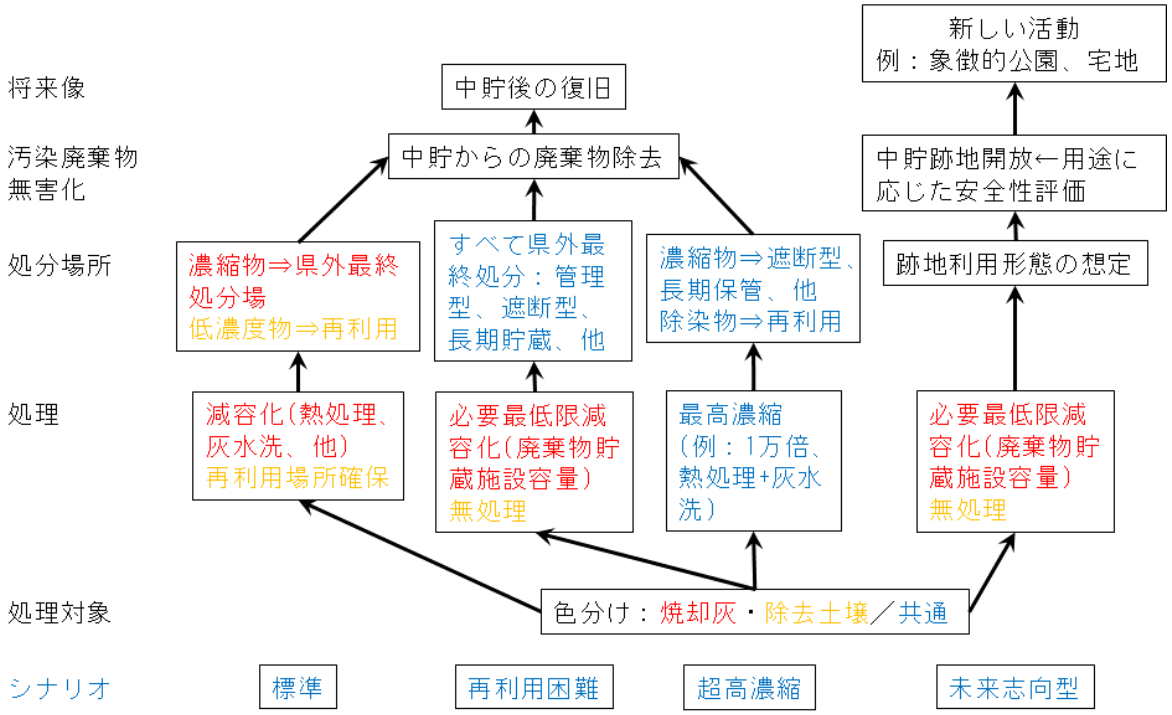

図 2　処理・処分・有効利用の複数シナリオ

4. マスバランス計算 [1)]

先に示したシナリオのうち、より詳細を設定した標準シナリオについてマスバランス計算を実施した。焼却残渣を検討対象とし、熱処理により減容化し、濃縮した飛灰を灰洗浄・吸着処理によりさらに高濃縮し、固化して廃棄体とする過程を考える。概要を図 3 に示す。各処理に使用する材料と排出される材料が時系列に沿って示されている。

各処理に必要な材料について、各処理の能力に関する文献情報から、量的把握を行った。その結果をまとめて、典型的な量をもとにマスバランス計算を行った結果を図 4 に示す。46 万トン、3.3 万 Bq/kg の焼却残渣が、各処理を経て、最終的に、920t、1500 万 Bq/kg の廃棄体、および、56 万 t、1400Bq/kg のスラグ、2 万 t、3.6 万 bq/kg の洗浄残渣（これは熱処理に戻す方法もある）、58 万 t、240Bq/kg の洗浄廃液、が生じる。

この計算から様々な定量的な情報を得ることができる。例えば、廃棄体は、25m プールに換算すると 2～3 個である。文献にあるより高性能な吸着剤を用いると、120t、1.2 億 Bq/kg となり、容積に換算すると高さ 2.5m 面積 44m^2（27 畳）の部屋に相当する。再利用すべきスラグは 56 万 t になり、かさ密度を考慮すると、例えば 1km^{2}を覆うと 33cm の厚さになるので、この程度の使用場所を確保しなければならない。灰洗浄による排水は排水基準を超過しており、より高性能な吸着剤を用いるなど工程の見直しをするか、蒸発乾固させ固体として廃棄するなどの対策が必要である。

現在、このマスバランス計算に基づき、経済的評価を進めている。

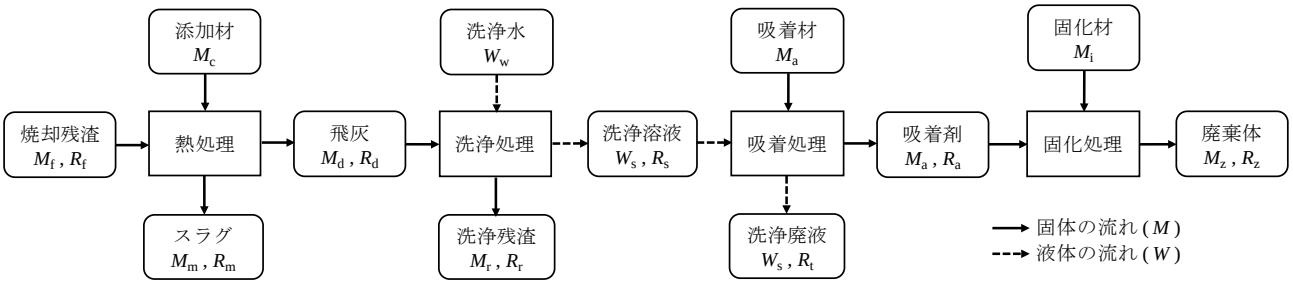

図 3　マスバランス計算の対象処理フロー

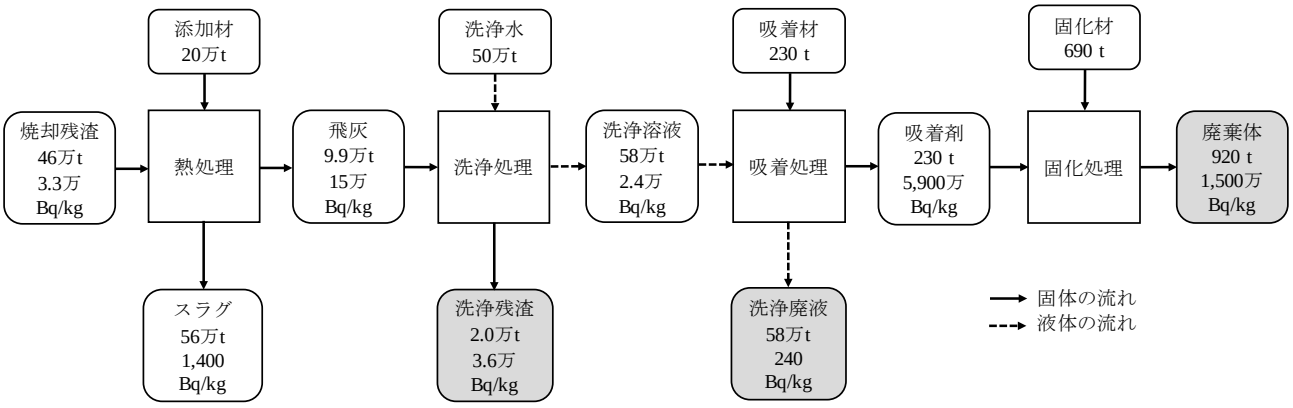

図 4　マスバランス計算の結果

5. まとめ

研究会では、技術的な内容を取りまとめ、種々のシナリオについて検討を重ね、それぞれ課題となる点を議論し、具体的な例示を試みている。マスバランス計算により、さらに具体的な量感を持って処理処分の現実性を把握でき、かつ、工程改善の指標を理解できる状況となるであろう。

また、最終処分の実現に向け、ステークホルダの意見をヒアリングし、技術だけではなく、環境影響、経済性を含めた多面的評価についても検討を実施している。ステークホルダヒアリングのコンセプトと状

況については別報にて説明される。

謝辞：本稿は、本研究会委員、NIES 大迫政浩（委員長）、東大飯本武志、アイソトープ協会大越実、電中研杉山大輔、JAEA 宮本泰明、産総研保高徹生、農研機構万福裕造、NIES 山田正人、NIES 遠藤和人、NIES 有馬謙一の各位との活動を筆者がまとめたものである。

参考文献

1. 有馬謙一、山田一夫、大迫政浩、保高徹生、芳賀和子、福島第一原子力発電所事故由来の放射性セシウムによる汚染物の処理・処分方法の総合的比較（第 1 報）焼却残渣の熱処理・灰洗浄を含む減容化プロセスの定量的評価方法の開発、環境放射能除染学会誌、Vol. 4, pp. 241-252, 2019

*Kazuo Yamada[1]
[1]National Institute for Environmental Studies