福島原子力事故関連情報アーカイブ
FNAA Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	技術的観点からの処理･処分の網羅的選択肢とその組み合わせによる「シナリオ」
Alternative_Title	Exhaustive options for treatment and disposal from a technical point of view and scenarios based on combinations of these options
Author(s)	半井 健一郎(広島大学), 遠藤 和人(国立環境研究所), 篠崎 剛史(三菱総合研究所), 八塩 晶子(大林組), 神徳 敬(大林組), 渋谷 和俊(太平洋コンサルタント), 有馬 謙一(国立環境研究所), 山田 一夫(国立環境研究所), 大迫 政浩(国立環境研究所) Nakarai, Kenichiro(Hiroshima Univ.); Endo, Kazuto(National Inst. for Environmental Studies); Shinozaki, Tsuyoshi(Mitsubishi Research Inst., Inc.); Yashio, Shoko(Obayashi Corp.); Jintoku, Takashi(Obayashi Corp.); Shibuya, Kazutoshi(Taiheiyo Consultant Co., Ltd.); Arima, Kenichi(National Inst. for Environmental Studies); Yamada, Kazuo(National Inst. for Environmental Studies); Osako, Masahiro(National Inst. for Environmental Studies)
Citation	第 10 回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.48 The 10th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	セッション：除染と減容化
Text Version	Publisher
URL	https://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/230603
Right	© 2021 Author
Notes	禁無断転載 All rights reserved. 「第 10 回環境放射能除染研究発表会要旨集」のデータであり、発表内容に変更がある場合があります。 学会は発表の機会を提供しているもので、内容に含まれる技術や研究の成果について保証しているものではないことをお断りいたします。

Japan Atomic Energy Agency

技術的観点からの処理・処分の網羅的選択肢とその組み合わせによる「シナリオ」

○半井健一郎[1)]、遠藤和人[2)]、篠崎剛史[3)]、八塩晶子[4)]、神徳敬[4)]、渋谷和俊[5)]、有馬謙一[2)]、山田一夫[2)]、大迫政浩[2)]
1)広島大学、2)国立環境研究所、3)三菱総合研究所、4)大林組、5)太平洋コンサルタント

1．はじめに

環境放射能除染学会では、「県外最終処分に向けた技術開発戦略の在り方に関する研究会」の活動を行っており、ホームページ上に活動報告書[1)]を掲載している（本稿執筆時では改定中）。報告書では、現在進行しつつある技術開発を前提に、それぞれの技術を組合せた各ケースのマスバランスの検討と、処理・処分全体の経済性評価を行った。加えて、現状を一定程度は考慮するものの、将来の社会の状況変化の可能性も考慮して様々な選択肢を対象とした、広範な処理・処分シナリオの可能性に関しても検討を行った。ここで、2045 年までの県外最終処分完了は中間貯蔵を受け入れた地域の人々と国との約束であり、履行は国の責務である。一方、人類が直面した全世界的課題として日本の対応が後世に問われた場合に、処理・処分の意思決定が技術的かつ社会的にどのような客観的検討や議論を通して形成されたのか、そのプロセスを検証し、合理性をもって説明できるようにすることも重要である。そこで研究会では分科会を設置し、研究会で作成したシナリオを構成する処理・処分の各工程で検討すべき技術的因子などを多角的に考察し、複数の処理・処分シナリオの経済性評価を実施した。

2．検討した内容

検討対象は、2045 年に 8 千 Bq/kg 以下の処理済み物(低濃度土壌)、同 8 千 Bq/kg 超の高濃度土壌、熱処理飛灰とした。検討対象ごとに、減容化、安定化、輸送、処分などの工程に分け、それぞれの技術オプションを網羅的に整理し、考慮すべき事項をまとめた。低濃度土壌に関しては、中間貯蔵施設内での再生利用も想定した。熱処理飛灰については、放射性廃棄物としての処分も検討対象とした。以上の検討結果を反映させた 3 通りの想定シナリオを表 1 に示す。ここでは、多様な観点からの検討を目的とし、あえて極端な例を選択した。想定シナリオ A（以下、単に A などとする）では、県外処分の量を減容化するという観点から高濃度土壌も熱処理し、さらに熱処理飛灰と同じく灰洗浄・濃縮を行う。B は、処理を最小限とし、費用削減の可能性を検討したものである。C は、今後の技術開発が必要ではあるが、熱処理飛灰と高濃度土壌を最大濃縮し、廃棄物量を最少化するものである。

表 1　想定シナリオの構成技術と特徴([　]内は安定化体の放射能濃度と容量)

対象物	低濃度土壌	高濃度土壌	熱処理飛灰	試算費用(億円)
想定シナリオA **現在の処理技術開発動向に準拠**	再生利用 (県内外)	熱処理+右記の処理 [2796 万 Bq/kg, 1070m^3]	灰洗浄・濃縮後、安定化 [1500 万 Bq/kg, 840m^3] 県外の遮断型相当処分場	低/高濃度土壌 8,449/4,369 熱処理飛灰 3,149 総額 15,967
想定シナリオB **処理費用を最小化の可能性**	再生利用 (中間貯蔵施設内)	長期保管 (10 万 Bq/kg 以下を県内管理型相当)	飛灰をセメント固型化・安定化 [7.7 万 Bq/kg, 18 万 m^3] 県外の管理型相当処分場	低/高濃度土壌 22/1,931 熱処理飛灰 3,158 総額 5,110
想定シナリオC **汚染廃棄物を最大濃縮**	再生利用 (中間貯蔵施設内)	熱処理+右記の処理 [42 億 Bq/kg, 7m^3]	灰洗浄後、最大濃縮 [20 億 Bq/kg, 6.3m^3] 廃棄物貯蔵後、放射性廃棄物	低/高濃度土壌 22/3,650+α 熱処理飛灰 2,580+β 総額 6,252+α+β

3．経済性評価

処理費に関しては、報告書[1)]第 3 章と第 4 章を参考としたが、処分量に大きな差がある場合には処分場建設費用が大きく変化する可能性が考えられたので、詳細な積算を追加で行った。建設費、操業・埋立費、閉鎖費、輸送費（近隣と 600km の 2 パターン）、管理費について、可能な限り環境省事業の実績を参考とし、公開情報を中心に検討した。低濃度土壌の再生利用費については、令和２～５年度飯舘村長泥地区環境再生事業盛土等工事をもとに試算した。試算結果の一例を表 1 に示す。

4．結果と考察

低濃度土壌を中間貯蔵施設内で再生利用する場合、上部を覆土して掘削制限などをすることで、技術的には地表面の発展的利活用が可能である（B,C）。高濃度土壌は Cs が実質的に地下水に移行しないためそのまま処分することも考えられるが（B）、県外最終処分のためには減容化することにも利点があり得る（A,C）。熱処理飛灰を灰洗浄・濃縮することは新しい技術開発要素を含むことから、実証試験を含めた技術の確立が待たれる。一方、すでに事業実績がある飛灰のセメント固型化による安定化を行い、管理型処分場で処分することは、技術的にも経済性も比較的確度が高いと思われる。また、現在報告されている文献情報で最大濃縮した場合、実証化に向けた課題を整理し、どのような状況が想定されるかを理解しておくことも意義があると考えられる（C）。ここでは 6 万倍濃縮を想定した[2)]が、この場合、溶融飛灰 9.9 万 m^3 をワンボックスカーサイズの量まで減容化できる可能性がある。これに加えて、熱処理飛灰を放射性廃棄物とみなすシナリオを想定した（C）。

表 1 に示す想定シナリオごとの経済性評価の一例を見ると、A に比べ、B では低濃度土壌を中間貯蔵施設内で再生利用するため総費用は約 1/3 と費用削減型となった。なお、低濃度土壌と高濃度土壌の処理済み物を県外最終処分した場合の費用は過去の同規模の廃棄物施設の事例を参考に 1 兆 773 億円と算定された（再生利用の場合は 9,426 億円）。A では高濃度土壌の熱処理を想定したが、熱処理飛灰のみを考えた場合、熱処理飛灰の処理・処分費用は A と B で約 3150 億円と近い値になったため、灰洗浄濃縮による減容化と直接にセメント固型化する方策は、費用面以外の要因を考慮する必要がある。C は超高濃縮にかかる費用が不明であることに加え、放射性廃棄物として取り扱うことについての検討が必要となる。

参考文献　1) http://khjosen.org/activity.html (2021 年 6 月 6 日閲覧)　2)Ichikawa, T. et al., J. SRRCE, 8, 55-66, 2020.