





環境放射能除染学会 第15回講演会

1/28 月 13:30 ~ 17:00 ▶ハロー貸会議室 新橋 Hルーム

テーマ:「化学的処理を用いた除染法」

講演会参加者:81名(関係者を含む)

第15回を数える環境放射能除染学会講演会は「化学的処理を用いた除染法」をテーマに、去る平成31年1月28日(月)、都内ニュー新橋ビル8Fにて開催しました。参加者は講演支援スタッフも含め81名で、聴講者からの活発な質疑がありました。また、ディスカッションでは参加者だけでなく講師間の意見交換も多々あり興味深く進行しました。

各化学処理の研究段階は、実験室レベルから実証実験

レベルや実用化に近い技術等もありますが、報告者は、中間貯蔵現場での実用化レベルまでにはさらに研究開発が必要と感じました。セシウム除去ができても実規模設備の開発など、処理能力、処理コスト面でも検討が必要な課題が多々あると思われます。

以下に、講演内容を紹介いたします。

(文責: 事務局・理事 峠 和男)



▲森田座長より竹下健二 講師の紹介



▲佐藤久子講師の講演



▲二見賢一講師の講演



▲川本 徹講師の講演



▲佐藤理夫講師の講演



▲ディスカッション風景

◇◇◇ 化学的処理を用いた除染法講演会プログラム ◇◇◇

	時間	演 題	講演者氏名・所属(敬称略)
講演 1	13:30 ~ 14:05	金属イオン含有亜臨界水による土壌分級物からの Cs の高速 イオン交換回収と高減容固定化	竹下 健二 (東京工業大学)
講演 2	14:05 ∼ 14:40	酸を用いた除染法	佐藤 久子 (愛媛大学)
講演3	15:25 ~ 16:00	化学薬品を用いた土壌細粒分からの放射性セシウム溶離技術について 一フッ素系処理剤を用いた除染方法一	二見 賢一 (水 ing エンジニアリング株式会社)
講演4	15:25 ∼ 16:00	プルシアンブルー型錯体を用いた放射性 Cs 吸着剤と除染技術	川本 徹(産業技術総合研究所)
講演 5	$16:00 \sim 16:35$	溶融塩法によるセシウム除去	佐藤 理夫 (福島大学)
	16:40 ~ 17:00	フリー・ディスカッション 化学処理法の課題	座長:森田 昌敏 (環境放射能除染学会)





第 15 回環境放射能除染学会講演会 講演内容

報告: 事務局・理事 峠 和男

はじめに

第15回講演会は「化学的処理を用いた除染法」という テーマで第5回総会に引き続いて開催した。講演会の概 要を紹介する前に、講演テーマとした「化学的処理を用い た除染法」の位置づけについて紹介する。

学会では除去土壌等の県外最終処分を考慮した場合、必要となる減容・再利用技術等に焦点をあててきた。第15回の「化学的処理を用いた除染法」は、第11回「熱処理を中心とした減容化・再生利用技術」、第13回「除去土壌等の減容化・再利用と県外最終処分に向けた課題」、第14回「減容化のための物理的分離法」に続く一連のテーマである。これから最終処分に向けて方策を見極めるための技術として順番に講演テーマに選んでいる。

環境省が主催する「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会(第9回)の資料4である「減容・再生利用技術戦略進捗状況(平成30年12月17日)」(以下、進捗状況報告書と称す)によれば、中間貯蔵への輸送される除去土壌等の総量は約1400万m³(土壌、可燃物、焼却灰、その他不燃物の合計)としている。当初予想の除去土壌等の想定数量である約2000万m³より少なくなったと

はいえ膨大な量といえる。

1400万m³の除去土壌等の30年後の最終処分の方向性を検討しているのが、前記した「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会」である。検討会の資料によれば、最終処分のためには減容化が最大課題として、利用の可能性のある減容化技術等の処理フローを5ケースに分け検討する方針としている。

図1に5ケースの処理フロー中で各減容化処理技術の位置づけが判る概略のフロー図を示す。図中の減容化処理技術欄に示す各技術は、処理対象物性状により、単一あるいは複合で採用することを想定している。なお、異物除去処理はどのフローにも必要であるので、減容化処理技術欄から外に出した。

以下に各講演内容の概要等を示すが、報告者の理解が 不十分な点も多々あることから、誤解がある可能性もある。 そのため詳細については講演に伴った配布資料を参照、ま たは各講演の講師にヒアリング等をお願いしたい。

なお、各講演紹介の文章内では放射性セシウムをセシウムと記載する。

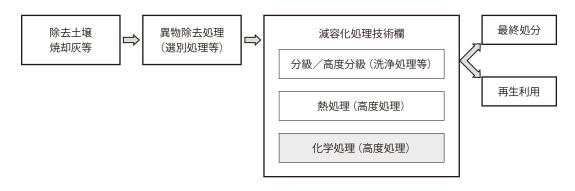


図1 最終処分の方向性を示す減容化処理の概略フロー図

講演 1 金属イオン含有亜臨界水による土壌分級物からの Cs の高速イオン交換回収と高減容固定化 竹下 健二(東京工業大学)

汚染土壌中の放射性物質の大部分がセシウムであり、主 に粘土鉱物に選択吸着されることから、土壌分級により分 級された粘土鉱物を含む細粒分からセシウムの脱離・濃縮 する工程と濃縮物の保管のためのガラス固化工程の実用化 に向けた研究成果を紹介している。

第1の工程は「亜臨界水中の高速イオン交換現象を利用

した土壌細粒物からのセシウム脱離工程」である。第2工程は「固体酸含有多孔質ガラスによるセシウムの固定化工程」である。本研究に対して次の3つの特徴があると説明があった。①土壌からセシウムを高速脱離する、②処理土壌を再利用可能といわれる放射能濃度(8,000 Bq/kg以下)にする、③廃棄物となる最終処分対象物の高い減容化効果がある。

(1) 亜臨界水中の高速イオン交換現象による セシウム脱離について

セシウムを選択的かつ強力に吸着する粘土鉱物として





バーミキュライトに着目し、バーミキュライト層間に閉じ込められたセシウムを亜臨界水中 (250°C、4 MPa)での高速イオン交換によりセシウム (Cs^+) の脱離を促す研究発表である。実土壌での実験も行われており、大変効率的に連続的にセシウム脱離できることを確認したとの説明であった。

(2) 固体酸含有多孔質ガラスによるセシウムの固定化

本件について言及は少なかったが、最終処分のために高い減容化により派生する濃縮物の処理が必要となるための研究開発である。セシウムを脱離した水熱処理水からセシウムを選択的に吸着し、ガラス内に閉じ込める実験に成果を得たとしている。

(3) 質疑等

以上の講演を聴講した報告者の感想であるが、第1工程と第2工程で、減容化から最終処分まで一連で完了する研究と考えられる。実機レベルには今後の設備検討が必要なことや、高コストになるという説明があったが、さらに研究開発の継続をすることが必要と考えた。また、会場からは以下の質問や意見があった。

- ●25℃、4 MPで処理には高圧容器使用か➡高圧容器で 現実に可能と考える、また、処理効果は滞留時間でカ バーする
- ・バーミキュライト層からMgやKを追い出すのではない か⇒大変影響は大きい

講演2 酸を用いた除染法

佐藤 久子(愛媛大学)

湿式化学処理方式による除染の研究について研究成果の発表である。研究は室内実験、福島県内で実施したミニフィールドの実証実験の段階まで実施している。

その結果、湿式洗浄の処理液として硫酸処理が効果的であること、処理汚染土壌をボールミルで粉砕することによりセシウム脱離効果が高いこと、処理時間を短縮化するためにマイクロ波処理の効果があることなどを実証実験で確認している。

また、湿式化学処理の一連のシステムとして、バーミキュ ライト等の粘土鉱物によるセシウムイオン吸着の性状を利用 した洗浄水処理を提案している。

以上から、環境への影響、コストの点から、湿式方式による汚染土壌の脱セシウム化には硫酸処理が有効であると 結論している。

上記の発表について、以下の質問や意見があった。

洗浄した後の水処理はどうしたのか➡バーミキュライトに吸着させ処理した

講演3 化学薬品を用いた土壌細粒分からの放射性 セシウム溶離技術について

ーフッ素系処理剤を用いた除染方法ー 二見 賢一(水 ing エンジニアリング株式会社)

湿式化学処理方式において、酸性フッ化アンモニウムを主剤とした溶離試験のベンチスケール実証試験結果の報告であった。試験の結果、酸性フッ化アンモニウム主剤とする薬剤が有効であり、常温、常圧、10分程度の反応時間で最大90%に近い溶離率を得たとしている。また、溶離したセシウムは溶離液中でフェロシアン化合物と反応させ、紺青として、ほぼすべてが濃縮回収可能としている。

上記の発表について以下の質問や意見があった。

- ◆土壌の処理として有機物を除去すると効果が大きくなる
- 処理物からフッ化物の除去が必要ではないか
- ●フェロシアン化合物は長期に安定化しないので、安定 化対応が必要ではないか

講演 4 プルシアンブルー型錯体を用いた放射性 Cs 吸着剤と除染技術

川本 徹(産業技術総合研究所)

産業技術総合研究所では、放射能漏洩事故以降から継続して、放射性セシウム吸着剤を活用した除染技術として、 焼却灰除染、ため池からの放射能拡散防止対策、低濃度 放射性セシウム評価技術などを研究開発してきており、研 究開発としてはとりあえず完了したという。

本講演では、特に可燃物を焼却した際に発生する焼却灰の減容化技術について紹介があった。洗浄で溶出・抽出したセシウムイオンを高い選択性を有するフェロシアン化合物(プルシアンブルー型錯体)で吸着回収する方法である。この操作により、10万 Bq/kg以上の廃棄物は使用後の吸着剤のみになるとしている。また、この吸着剤は十分に安定であるが、保管等でさらなる安定性が必要な場合は加熱水蒸気により安全に酸化物に変換できるとのことであった。本開発技術についてコスト試算まで実施している。

最近は海水中のセシウム分析の前処理として、濃縮技術や高濃度塩水中でも吸着力を発揮する造粒体の開発をしているという紹介があった。

以上の研究開発内容について、産業技術総合研究所のホームページより検索できるとのことであった。

上記の発表について以下の質問や意見があった。

処理土壌とプルシアンブルーとの分離は可能と考える か⇒実際に試したことはないが膜分離法等で可能では ないだろうか





講演 5 溶融塩法によるセシウム除去

佐藤 理夫(福島大学)

講演冒頭に、発表者は福島駅から4km程度に居住しているが、今も自宅周辺に残る除染物のフレコンバッグがある状況をスライドで示し、住宅地全体が除染完了とは思えないという紹介があった。

発表する研究は、農用地土壌からセシウム除去の研究として開始したとのことであった。研究に用いた土壌(15,000 Bq/kg ~ 20,000 Bq/kg) は計画避難区域の水田から採取した。当初は農用地土壌の再利用を考慮して、処理土壌を農地に還しても環境中に残留影響の少ないリン酸塩(リン酸二水素カリウム等) 水溶液を用いたが、ある程度の効果は確認できた。ただし、室温での除去率が低いため、水を加えることなく温度(オーブンの最高温度250℃)を上げることにより、溶融塩であるリン酸二水素カリウムが溶融することにより、溶融塩であるリン酸二水素カリウムが溶融することであった。さらに融点が低い塩(FSI塩)を用いて試行した結果、120℃という温度で95%という除去率を得たが、二種類の塩(NaFSIおよびKFSI)を混合することにより、100℃を上回る処理温度で高い除去率を確保することを確認できたという発表であった。

この現象は、溶融塩を用いることにより処理温度が高温 になり、セシウムと交換する陽イオン濃度が高くすることが できること、粘土鉱物等に吸着したセシウムを安定化してい ると考えられる水分子を排除できることが要因であると想定 しているとのことであった。

今後の課題として、溶融塩や洗浄水からセシウムの濃縮 回収や、塩の再使用法の確立があるとしている。

フリー・ディスカッション 化学処理法の課題

司会: 森田 昌敏 (環境放射能除染学会)

森田座長から、ディスカッション開始にあたって、県外最終処分が必要となる概ね30年後を考えれば、減容化・再生利用の技術は必須である。今回のテーマ選定は、例え

ば、化学的処理の位置づけとして、分級処理では2万円/トン以上必要、熱処理など15万円/トンと想定されるが、その中間程度の6~10万円/トン程度で利用できないかということを考えて開催した、という紹介があった。その後、本日紹介のあった研究開発や技術について討議に入った。

討議では講演者や参加者から下記のようなやり取りがあった。ここでは報告者が討議をすべて網羅してヒアリングできていないことから、このような討議があった程度という位置付けで記述する。なお、各発言について、報告者の理解できていない発言や、必ずしも十分な説明ができていない発言もあることから、発言者氏名等について記述を省かせていただいた。

- ・溶融塩法に見通しについて、JAEAでは600℃~ 700℃では可能としている。
- ●高濃度化によりストロンチウムが濃縮されないかという ことについて、福一付近では可能性があるが、粘土鉱 物からは除去できる。
- ●溶液中から除去したストロンチウムは単品に分けられないので、その他の物質と一緒に処理することとなる。
- ●ストロンチウムの残留した土壌は、何もしないでそのまま保管処分するのが良い。
- ●処理技術の実用化のために連続して処理できる方法の 研究開発が必要である。
- ●酸浄化は、弱酸でマイクロ波を加える方法によるセシウム除去の効果を検討する。
- ●フッ素系処理剤の利用を考慮したとき、大規模のプラントが必要になるが、現状の処理想定量では対応するプラントの規模によるが、県外処分までの30年弱では難しい。
- ●吸着剤であるプルシアンブルーは十分研究しており、 コスト試算も終了しており、役に立つという評価をしている。
- ●再生資源の土壌が本当に使えるのか。中間処理はその まま残すためではないかというマスコミもある。市民に 優れた技術などについて、対話や説明が必要である。





