



口頭発表に関する座長のセッション報告

セッション1 「減容技術(1)」

座長：釜谷 美則（工学院大学）

S1-1の発表タイトルは「Cs補足物質およびイオン会合体を用いた水相中のCs濃縮」である。この方法は、有機カチオンであるベンゼトニウムに有機アニオンであるトルエンスルホン酸またはエチルベンゼンスルホン酸を加えることでイオン会合体が生成し、イオン会合体相として水相と分離される。このイオン会合体相にセシウムが高い濃縮率で濃縮される方法である。通常、有機溶媒を用いる溶媒抽出が一般的であるが、抽出方法がユニークであり、このような方法はあまり発表例がない。しかし、イオン会合体形成に使用する試薬が高価であり、イオン会合体相への陽イオンおよび陰イオン会合体試薬の分配係数が不明なところがある。さらに、対象とするCsがイオン状のものであることから、多くのCsは吸着して存在していることから、実用的な方法にするために前段階として固体からのCs脱着方法との組み合わせや共存イオンの妨害等の検討が必要である。

S1-2とS1-3の発表は、「磁気分離を用いた放射性Cs含有細粒子の分離による減容技術の検証」に関する研究で、S1-2が基礎的な検討、S1-3が実際の福島県の土壌を用いた多適用実験であった。粘土物質には、2:1型と1:1型が存在しており、特に2:1型への吸着が高いとあったが、具体的な数値が示されなかった。このことから、2:1型粘土物質の磁気を用いたCs吸着分離が粘土物質全体として、さらに放射線汚染物質全体からどのような割合で分離可能かが不明であった。

S1-4の発表タイトルは、「福島県内の農地土壌のマイクロバブル浮選による高速固液分離」である。減容化技術として最も有望な方法として分級技術があり、20 μm程度の土壌成分を高速且つ効率的に分級する手法としてマイクロバブルを使用している。薬剤としては、起泡剤に非イオン界面活性剤を使用しており、安定化剤として高級アミンが使用されているようである。今後、起泡剤の界面活性剤の種類、安定化剤を効率的に選択するには、浮選分離対象成分のゼータ電位の測定、さらにマイクロバブルの最適な粒径、異なったサイズのバブルの組み合わせ等、工夫を加えることで実用化に近い研究である。また、粘土物質を多く含む放射線汚染物質を選択することで減容化技術として有望な方法と思われる。

セッション2 「減容技術(2)」

座長：佐藤 久子（愛媛大学大学院）

減容技術に関するセッション(S2)に関して以下に概要をまとめる。

本セッションでは5件の発表があった。

(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

○竹下健二(東工大)、稲葉優介(東工大)、内海和夫(東工大)、Yin Xiangbiao (JAEA)、堀内伸剛(三菱マテリアル)、近沢孝弘(三菱マテリアル)

東工大、三菱マテリアルの共同研究で、土壌分級物に含まれる粘土鉱物に強力に吸着したCsのカラム法による連続回収の可能性について報告された。粘土鉱物はバーミキュライト、パイオタイト(100-800 μm)を使用されている。亜臨界水(250℃)では、0.01 MのMg²⁺イオン水溶液での実験をおこない、100%Csを回収できたという報告があった。

(2) S2-2 機能性多孔質ガラスによるセシウムの選択的回収及び固定化

○稲葉優介、山下健仁、原 卓飛、針貝美樹、高橋秀治、竹下健二(東京工業大学、原子燃料サイクル研究ユニット)、堀内伸剛、近沢孝弘(三菱マテリアル)

東工大、三菱マテリアルから、汚染土壌の水熱処理後に得られる洗浄水からのCsの選択的吸着特性の確認、及びCs保持性能を確認するための浸出試験、また、Cs吸着後の機能性多孔質ガラスを加熱溶融することによるガラス固化後のCs固定化率の評価の報告があった。機能性多孔質ガラスはCs含有水溶液からCsを選択的に吸着し、1200℃で加熱することによりガラス固化体が得られ、Csをほぼ全量、固定化できることが明らかとなった。固定化技術として汚染土壌での結果が望まれる。選択性や固定化率などに関して質問があった。

(3) S2-3 腐植質および粘土粒子を含む希薄有機汚泥の界面化学的固液分離に関する基礎的検討—粘性土の分級洗浄で発生する含放射性粘土希薄有機汚泥の高速固液分離技術開発—

○日下英史・塚越詩織(京都大学)、三浦一彦・辻本 宏・大橋麻衣子(鹿島建設株式会社)

京都大学、鹿島建設株式会社から、代表的な粘性土として黒ボク土を選定し、その微細スラリーを界面化学的固液分離に供するための改質剤を添加することについて、その腐植質粒子への作用機構とそれが固液分離技術にもたらす効果の報告があった。これまでのまとめの報告であり、

マイクロバブル浮選により高速固液分離技術の報告であった。実用化にむけた分級技術として今後の進展が望まれる。

(4) S2-4 放射性セシウム含有廃棄物の熔融処理に関する基礎的研究

○上原 慧、原田浩希、西崎吉彦、市川誠吾、山本常平、濱 利雄(日立造船株式会社)、高岡昌輝(京都大学)

日立造船、京都大学から、これまでの熔融スラグ化する主灰等のCs濃度を事前に低減できることを報告がされてきた。今回さらに主灰、飛灰等を熔融処理した際のスラグおよびばいじんへのCs分配挙動について報告された。主灰、飛灰のみ、主灰と飛灰の混合灰、主灰に塩素化合物を添加した試料に対するCsの分配に関する報告があった。塩化物によるCs分離の促進効果が報告された。メカニズムに関する質問があり、今後の詳細報告が望まれる。

(5) S2-5 セシウムフリー鉍化法を用いた土壤除染における塩化物反応剤と低圧環境の相乗効果

○下山 巖¹⁾、小暮敏博²⁾、奥村大河²⁾、馬場祐治¹⁾

¹⁾ 原子力機構先端基礎研究センター、²⁾ 東大院理

原子力機構と東京大学では、土壤除染のためセシウムフリー鉍化法(CFM)の提案をこれまででされている。ここでは、2価カチオンが粘土鉍物の相変態を引き起こすことでCsを除去すると考えて、 $MgCl_2$ や $NaCl$ を添加した場合の結果について比較した。さらに、海水塩を反応剤に用いて大気及び低圧条件での熱処理を試み、CFMにおいて海水塩が有効な反応剤となることを見いだされた。 $MgCl_2$ の場合、3回の処理により除染率は100%に達した。 $MgCl_2$ が粘土鉍物の相変態を誘起し、それによりCsが除去されたことを意味している。低圧条件では、biotite層間の K^+ と Na^+ とのイオン交換が低圧条件で促進されたことの報告があった。 Mg の低圧で新たな鉍物となり、Cs脱離がなされており、メカニズムなどに関する質問があった。現象として面白いので論文が望まれる。

セッション3 「減容技術(3)」

座長：米田 稔(京都大学)

セッション3では4件の発表が行われた。国立環境研究所の常世田氏からは「モデル鉍物を用いた焼成によるCs揮発挙動と塩化物の添加効果」と題し、放射性Csの推定存在形態のひとつポルーサイト($CsAlSi_2O_6$)を用いCs揮発における塩素量の影響などを検討した結果が報告された。ポルーサイトを焼成した場合のCs除去率は、 Cl/Cs の増加に伴い上昇し、 $Cl/Cs=1.0\sim 3.0$ で99.9%以上となるが、 $Cl/Cs=3.0$ 以上ではCs除去率は低下し、過剰の Cl はCsが揮発しにくい条件を生み出すことなどが分かった。

太平洋セメントの本間氏からは「飯館村蕨平における放射性物質の分離による焼却灰及び汚染土壌の資材化実

証調査業務」と題し、除染作業等で発生した除去土壌や焼却灰を減容・再生利用するために1300°C程度の高温焼成によりこれらに含まれる放射性Csを分離し低減する実証試験結果が報告された。放射性Cs濃度が10万Bq/kg程度と高い流動床飛灰を安定して100 Bq/kg以下にできること、それよりは低濃度の除去土壌、ストーカ主灰、流動床飛灰も安定して100 Bq/kg以下にできること、副産物としての放射性Cs汚染物は1/10程度に減量されたこと、設備改善等により原料飛散量が減少すれば、さらなる減量も可能と推察されることなどが報告された。

株式会社クボタの釜田陽介氏からは「熔融技術を用いた焼却残さの減容化における廃塩化ビニルの薬剤活用」と題して、Csを塩化揮発させ、熔融飛灰として分離、濃縮する熔融技術において、添加薬剤として廃塩化ビニルを適用した場合の有効性を検討した結果が報告された。電気マッフル炉を用いた基礎試験、3 t/日の回転式表面熔融テストプラントを用いたプラント試験、どちらの試験においても廃塩化ビニルは $CaCl_2$ と同程度の揮散促進効果を有することが示され、さらに混合資料の固化抑制効果が確認されたこと、ダイオキシン類の顕著な生成は見られないことが報告された。

国立環境研究所の野田康一氏からは「除染廃棄物のガス化熔融スラグに対する放射性Csの長期溶出性と塩基度の影響」と題して、除染廃棄物を仮設減容化施設でガス化熔融したスラグ、および除染廃棄物の焼却飛灰を電気管状炉において熔融した灰熔融スラグを用いてシリアルバッチ試験とカラム試験を64日間行い、熔融スラグからの放射性Csの溶出挙動を評価した結果が報告された。なお本研究では溶液を $<3M>$ エムポアTMセシウムラドディスクに濃縮することで、溶液の ^{137}Cs 検出下限値を0.03 Bq/L程度まで低減している。シリアルバッチ試験では灰熔融スラグは全てのサンプルにおいて検出下限未満であったが、ガス化熔融スラグでは64日間の累積溶出率は11.4%~19.2%であったこと、塩基度が高いほど累積溶出率が高いこと、塩基度が0.87以下のスラグでは溶出率が非常に低く抑えられることを示し、放射性Csを含むスラグの再生利用を考慮する際、溶出を抑制するためには塩基度を低く制御することが重要であるとしている。

セッション4 「保管貯蔵」

座長：下山 巖(日本原子力研究開発機構)

本セッションでは汚染物質の保管に関する4件の口頭発表が行われた。東京大学の檜垣正吾氏による「吸水ポリマーを用いたトリチウム汚染水保管方法の基礎的検討」(S4-1)ではトリチウム(T)を含む汚染水の保管方法として吸水ポリマーを用いる手法について報告があった。Tは吸

着・抽出・蒸留などの通常の汚染水処理手法では除去できないため、大量のT含有汚染水の処理が問題となっている。吸水ポリマー中では高い比表面積によりH-T同位体交換速度が向上し、さらにブドウ糖を添加することでその速度の増大が観測された。安価な吸水ポリマーの使用により汚染水の保管コスト低減につながることが予想されるが、H-T同位体交換については他の手法も存在するため、吸水ポリマー利用との優劣の比較検討を今後期待したい。北海道大学・国立環境研究所の市川恒樹氏による「メタカオリンと水ガラスから作成したジオポリマーのセシウム保持能」(S4-2)では水溶液中の放射性Csをジオポリマーに固定する手法について報告があった。100年で10%程度まで減少する放射性Csについてはガラス固化体以外の保管方法も検討する余地があり、メタカオリンと水ガラス(Na_2SiO_3)から調製したジオポリマーはガラス固化体よりも低コストで形成できるという利点がある。現状では海水中の浸漬試験でCsの溶出が観測されており、また、Csの選択係数がさほど大きくないため他の大量のカチオンが共存する水溶液からCs⁺イオンを選択的に取り込むことが困難等の課題があるが、今後の進展に期待したい。福島県環境創造センターの小磯将広氏による「福島県市町村除染技術支援事業における仮置場の不陸対策実証試験その2」(S4-3)では仮置場での除去土壌の保管にジオグリッドと呼ばれるプラスチック製の覆いをかけて、シート上の滞水を生じさせないようにする対策方法に関する報告があった。この報告は昨年の当学会における発表に引き続いたものであり、上部シートの損傷防止に一定の効果があったと結論されている。今後は滞水を防ぐ手段として他の手法との優劣を比較することでジオグリッドの利点を詳らかにすることを期待したい。安藤ハザマの萩野晃氏による「ディープラーニングを用いた画像分析による土質の分類に関する検討」(S4-4)では、中間貯蔵施設における除去土壌の分別作業の改良方法に関する報告があった。土壌の分別ではふるいによる異物除去を行うが、ふるいの目詰まり防止のため土壌改質剤を添加する必要がある。この研究では改質剤添加量を自動的に制御するため、土壌の粒径に関する画像分析のディープラーニングを行った。現状では教師データとして粒径のそろった土壌画像を用いており、フーリエ変換したデータが離散した粒径分布を示すため過学習を避けることが可能になっているが、様々な粒径の混在した実際の土壌の場合にはさらなる最適化が求められることが予想される。教師データの選別というディープラーニングの難しさはあるものの、この手法は様々な場面での応用が期待できるためさらなる開発を期待したい。

セッション5 「廃棄物対策」

座長：秋山 庸子（大阪大学大学院）

本セッションでは、廃棄物対策に関する4件の発表が行われた。うち1件は廃棄物の放射能濃度評価に関するもの、1件は放射性粒子の構造分析に関するもの、2件はバグフィルタによる集塵に関するものであった。

まず、東京電力HD株式会社の和田氏らより、「有機廃棄物の効率的な放射性Cs放射能濃度評価手法の検討」と題して発表があった。有機廃棄物の放射能濃度を簡便かつ高精度に測定するため、縦・横・高さ各40cmの箱に有機廃棄物を詰め、NaIシンチレーションサーバイメータで表面線量率を測定する手法とその精度評価について報告された。表面線量率と放射能総量の関係は良好であり、簡便でありながら高精度な評価手法として期待できる。

次に東京大学、農研機構、原子力機構の研究グループの奥村氏より、「福島原発事故により発生した放射性粒子の加熱による構造と放射能の変化」と題して発表があった。大気中に放出された放射性セシウムの存在形態は、風化黒雲母WBへの吸着と、珪酸塩ガラスを主成分とする微粒子CsMPに含まれる形態に大別される。そこでこれらの物質を農業資材や土壌から単離し、含まれる放射能や加熱による構造変化を調べた。その結果、CsMPに含まれるCsは600℃付近から脱離が起り始めるのに対し、WBに吸着したものに 대해서는 1000℃以上で脱離が起り始めることが分かり、これは加熱によるそれぞれの構造変化の特徴に起因するものであることを明らかにしていた。この反応メカニズムについて、多くの質疑がなされ、実用への糸口となる基礎研究として期待された様子であった。

3件目と4件目は日本環境衛生センター、国立環境研究所の研究であり、それぞれ庄司氏、飯野氏より発表された。まず「焼却炉排ガス中の放射性セシウム濃度測定方法の微小粒子測定による検証」の発表では、福島県内の2つの仮設減容化施設を対象に、公定法の入口側、出口側の微小粒子の個数濃度を測定した。その結果、0.3 μm未満の粒子の捕集効率率は99.99%であり、出口側で検出された粒子は捕集液由来のミストであると考えられた。次に「放射性物質汚染廃棄物焼却施設における粒子個数濃度測定によるバグフィルタ部分集塵率の評価」の発表では、粒径0.091 μmから10 μmの粒径個数分布を測定した。その結果、対象とした2施設のいずれも0.091 μm以上の粒子に手部分集塵率は99.9%を上回ると評価された。これらの成果は稼働中の仮設減容化施設におけるバグフィルタの高い粒子除去性能を支持する結果であり、廃棄物処理の周囲環境への安全性を評価する手法として期待される。

全体として基礎的メカニズムから応用に渡る幅広い多くの質問があり、活発な議論がなされたことから、本分野への

高い関心がうかがわれた。

セッション6 「計測技術(1)」

座長：河津 賢澄（福島大学）

本セッションでは、計測技術に関する3件の発表が行われた。

最初に、新潟大学の後藤氏から「自動車走行サーベイシステムASURAを用いた国道6号線調査について」と題し、独自に開発した指向性のある自動車走行サーベイシステム（前後左右上下の6方向に向け、測定方向以外を鉛遮蔽で囲うことで一方向のみ感度を持たせた6台のCsI検出器を設置）により、帰還困難区域を貫く6号線で調査した結果が報告された。調査結果では、下方部に向けた検出器から求めた沈着量と周辺からの線量率の相関が場所によっては異なり、沈着量が少ないにもかかわらず、線量率が高いところやその逆の地点も認められた。これらは、道路表面の除染を主に行うか、道路周辺の除染を主に行うかなど効率的な除染に資する情報を提供することができる。今も帰還困難区域内の特定復興再生拠点区域の除染は進められており、これらの計測技術の活用も期待したい。

次にソイルアンドロックエンジニアリング株式会社の後藤氏から「高線量地域における従来型表面透過型RI密度水分計の適用についての提案」と題し、除染作業にて回収されたガンマ線を放出する ^{137}Cs が含まれている土壌を材料として盛土などを行う際やこの周辺で盛土を行う際に、通常の盛土品質管理試験に用いられる表面透過型RI密度水分計の適用は難しいとされていたが、現場での結果を示しながら、適用可否の判定フローが提案された。除染済エリアと除染中エリアでの計測結果から、除染中エリアではBG計数率のばらつきが大きく、通常の測定手順における表面透過型RI密度水分計の適用は不可能であることが示された。除染済エリア（放射性物質濃度8,000 Bq/kg以下）では、原則、表面透過型RI密度水分計の適用は可能であるが、BGの計数率によっては、全測点でのBG計測が必要となることが示された。また、演者も述べているが、除染中でもエネルギースペクトル分析により、 ^{137}Cs の影響を除去することが可能であり、このような計測器の開発も望まれる。

最後に国立環境研究所の山田氏から「汚染コンクリート中の ^{137}Cs と ^{90}Sr のイメージングプレートによる分別定量マッピングの基礎的検討」と題し、放射性廃棄物の主要β線源である ^{137}Cs と ^{90}Sr が同時にコンクリートを汚染した状況を想定し、浸透状況をイメージングプレート（IP）により分別し、定量マッピングする基礎的検討が報告された。 ^{137}Cs と ^{90}Sr （ $\rightarrow$ ^{90}Y ）の放出ベータ線のエネルギーの違いを利用し、遮蔽体の有無でIPにより ^{137}Cs と ^{90}Sr の濃度を測定するものであるが、添加量の組み合わせを変えながら普

通ボルトランドペーストを作成し、切断面を測定した結果、推定値と実験値に良い直線性が認められ、分別定量が可能であることが示された。また、実験結果の中で、 ^{90}Sr は材齢による移動はなかったが、 ^{137}Cs は材齢とともに周辺部で濃縮が認められるなど、浸透実験をする際には、資料保管条件にも注意を払う必要があるとの指摘がされた。放射性廃棄物の動態研究を進めるにあたっては、このような基礎的研究は欠くことのできないものと思われる。

セッション7 「計測技術(2)・上下水道への影響」

座長：後藤 淳（新潟大学）

本セッションでは、放射性セシウムからのガンマ線の計測技術に関する発表が3件、下水処理施設の廃棄物の分析に関する発表が1件の計4件の発表が実施された。

S7-1は東芝電力放射線テクノサービス株式会社の大島氏らによる「空气中放射性セシウムの高感度カウンタの活用」と題した発表で、分厚い鉛遮蔽（10 cm厚）で検出器を囲うことで周囲からのバックグラウンドを大幅に低減した状態で上空に浮遊する放射性セシウムからのガンマ線を測定し、大気中に飛散した放射性セシウムを高感度かつ迅速（濃度30 Bq/m³を5分以内）に検出して速やかに警報を発報する装置の開発について報告された。飛散の警報は福島第一原発や未除染の山林等の近くに滞在する者にとって重要な情報であるので今後の活用を期待したい。

S7-2は産業技術総合研究所の小川氏らによる「溜め池底質測定における鉛直分布MEM逆変換の誤差解析」と題した発表で、開発した溜め池底質用測定パイプの誤差解析及び昨年の本会発表以降の改良についての報告があった。底質密度が放射能濃度に与える影響は±10%とのことで大きな影響はないようである。また、従来はパイプが底質に到達した感覚で底質表面位置を決めていたが、位置のずれが誤差の要因になるためカメラを用いて目視できるように改良したとのことであった。開発した手法は比較的簡便に測定が可能で、コアサンプルを採取し測定した結果ともよく一致しているので有望な手法であると思われる。

S7-3は東北大学の中島氏らによる「除染作業に伴うγ線放射特性の変化に関する研究」と題した発表で、除染などによって放射能分布が一様でなくなった場合や地中の深さが変わった場合についてのガンマ線エネルギー分布及び放出方向について主にモンテカルロシミュレーション（PHITS）を用いて解析した結果が報告された。線源の地中深さが深くなると地面による遮蔽のため、角度分布としては地面に対して水平方向への放射が減少し、相対的に垂直方向への放射が増加するとのことであった。線量率だけでなく、ガンマ線スペクトル及び放出方向まで考慮することで多くの情報が得られるが、一方で非常に複雑になるため有益な情報が

得られるよう今後の研究に期待したい。

S7-4 は東京大学の奥村氏らによる「原発事故直後に下水処理施設で発生した放射性物質を含む廃棄物の分析」と題した発表で、事故直後に福島県内の下水処理施設で発生した沈砂、乾燥汚泥、水砕スラグに含まれる放射性物質の特定・分析について報告された。各試料に対して、粉末X線回折による含有鉱物相の同定と、オートラジオグラフィーによる放射能分布測定を実施した。オートラジオグラフィーの結果からは高い放射能を持つ部分を特定し、その部分を電子顕微鏡により分析した。その結果、放射性セシウムは、沈砂と乾燥汚泥試料については風化黒雲母に多く含まれるが、一方で水砕スラグについてはケイ酸塩ガラスに多く含まれていると考えられるとの事であった。このような形態についての情報は、適切な廃棄物処理に資するだけでなく、集水地域の汚染状況の把握にもつながるので有益なデータであると思われる。

セッション 8 「環境再生・復旧・復興・野生生物・除染等作業安全」

座長：井倉 将人

(農業・食品産業技術総合研究機構)

本セッションでは、環境再生・復旧・復興・野生生物・除染等作業安全に関する以下の5件の発表が行われた。

福島大学の川崎氏からは「除染の完了」後における除染に関する課題 - 市町村の除染に関する評価と課題認識を踏まえて -」と題し、除染完了地域における除染制度および運用に対する意識調査の結果と今後の課題について報告された。除染の制度・運用について基本的には「適切」の割合が高かったが、除染特別地域で「不適切」の割合が高い原因として、森林・河川等の全域の除染が行われていない事があげられた。空間線量の低下により除染についてほぼ全ての市町村で効果があったとしたが、除染特別地域では安全な環境の回復について「回復していない・分からない」の意見が多かった。今後の課題として、中間貯蔵施設の整備・完成、除去土壌等の搬出、仮置場の維持管理、森林・河川等のフォローアップ除染等が認識されている点は2016年調査と同様であるとした。

放射線影響協会の小川氏らからは「除染等業務従事者等の被ばく線量分布について」と題し、除染等業務従事者等被ばく線量登録管理制度への登録状況や従事者の被ばく線量分布について報告された。従事者の被ばく線量分布において、平成29年は従事者の9割以上が年間1 mSv以下の被ばく線量であり、平成28年の分布と比較して減少傾向にあった。また、除染特別地域内を北部・中央部・南部の地域別に分布をみると、北部や南部地域では1～5 mSv以下の割合が低いのに対し、中央部では被ばく線量分布が

広く、1～5 mSv以下の割合が高い傾向があったとした。

安藤ハザマの丸山氏らからは「除染土壌等の輸送車両運転手のヒューマンエラー対策(ドライバーモニタリングシステムの開発)」と題し、輸送車両運転手の交通事故やルート逸脱等のトラブル防止対策について報告された。建設作業員向けに開発されたバイタルアイ(VitalEye)を輸送車両運転手用に応用し、脈波データから運転手の状態(適応力低下、眠気・疲労、緊張・気分高揚、ストレス)を解析し、注意喚起や警告を行う事でヒューマンエラーを未然に防ぐ仕組みである。本システムによりヒューマンエラー対策のみならず、健康管理など様々な効果が期待できるとした。AIと機械学習機能の追加やICT化によるシステムの一元化を図ることにより、今後の除染土壌等の輸送量増大への有効活用が期待された。

福島県環境創造センターの斎藤氏らからは「イノシシ体内に含まれる放射性セシウム量推定方法の検討-臓器別調査と焼却残渣調査の実施-」と題し、福島県内におけるイノシシ体内への放射性セシウムの蓄積状況と1頭当たりの放射性セシウム量の推定について報告された。イノシシの臓器において筋肉の放射性セシウム濃度が最も高い傾向にあり、イノシシ1頭に含まれる放射性セシウム含量は筋肉中の放射性セシウム濃度に体重を乗じることで推定値の算出が可能であるとした。また、1頭を焼却して得られた主灰および飛灰の放射性セシウム濃度は筋肉との相関が認められ、焼却前の個体重量と主灰回収量にも相関が認められることから、迅速かつ精度の良い推定手法として筋肉の放射性セシウム蓄積量を活用することが期待された。

国立環境研究所の鈴木氏らからは「福島県における放射性セシウムを含む捕獲イノシシの適正処理に関する技術資料の作成」と題し、農業被害対策として捕獲駆除されたイノシシの減容化を含めた処理方法に関して自治体向けに作成した技術資料について報告された。技術資料では捕獲イノシシの主な処理方法として、切断個体および生物処理・減容化処理後残渣の既存焼却炉による処理、専用焼却炉による処理、捕獲現場での埋設等がある。それぞれの工程で臭気対策、放射性セシウム対策、鉛対策、感染症対策等が整理され、自治体においてイノシシ捕獲計画等を策定する際に本技術資料を活用する事が望まれるとした。全国的にイノシシやシカ等の有害鳥獣による農業被害が増加しており、捕獲した野生生物の適切な処理への活用が期待された。

セッション 9 「除染減容技術・廃炉関係」

座長：日下 英史(京都大学大学院)

7月4日9時30分より、タワーホール船堀5階小ホールにおいて「セッション9. 除染減容技術・廃炉関係」S9-1～

S9-4 の発表が行われた。

「土壌中の放射性セシウム除去の検討」(S9-1)においては、土粒子の表面領域で吸着した放射性Csを酸化剤と苛性ソーダを添加したアルカリ溶融でその表面領域のCsを可溶性Cs塩へ変化させて水に浸漬することにより、土壌のCs濃度を約1/4に低減できることが示された。比較的低温で熱化学処理できることもあり、土粒子の深部まで汚染されたCsを可溶性塩として取り出すことができるようなら興味深い成果が得られるものと思われる。

「メタケイ酸ナトリウムを用いた汚水処理法」(S9-2)においては、沈降性メタケイ酸塩の結晶構造あるいは層間に放射性Csを捕捉できることを示し、同時に、メタケイ酸塩共沈により他の放射性核種も固定化できることが提案された。比較的容易にイオン状の核種が固定化できることから、今後の発展に期待される。

「森林バイオマスの減容化・低濃度化のための湿式酸化法操作条件の検討」(S9-3)においては、次亜塩素酸塩を用いた湿式酸化法により植物体中の放射性Csを低減する実験結果が紹介された。本系で酸化困難なもの(堅い葉やリグニン酸など)の存在が低減容化、低濃度化に影響を与えることを明らかにするなど、オンサイトの森林除染に貴重な資料を提供するものと思われる。

「放射性物質によるコンクリート汚染の機構解明と汚染分布推定に関する基礎研究(概説)」(S9-4)においては、福島第一原子力発電所の廃炉工程の作業環境改善を目的に、その建屋コンクリートの除染に関連して、コンクリートへの汚染の機構解明といくつかの核種の溶出などの移動現象について、イメージングプレートによる評価を試みている。コンクリート特性の違いにより詳細に調査を行っており、今後の進展が待たれる。

以上のような研究発表に対し、会場からも活発な討議がなされ、休憩時間がほとんどなくなるほど盛況のうち同セッションはクローズされた。

セッション10 「減容技術(4)・最終処分」

座長：宮脇 健太郎(明星大学)

セッション10では、4件の報告が行われた。3件は、熱処理におけるCsの形態と挙動(主に塩化揮発)に関するものであった。1件は、鉱物学的Cs封じ込めに関するものであった。S10-1では、除染廃棄物焼却時の飛灰の灰溶融処理による、塩化揮発の最適条件の把握の報告であり、様々な組成の飛灰を混合処理することや最適な添加剤を用いることで、Cs揮発除去の最適化のアプローチを示した。具体的には、塩素含有量の過剰な飛灰と含有の少ない飛灰を混合することで最適溶融組成とすることができ、添加剤削減に貢献できると述べた。S10-2では、塩化揮発を促

進するためCaCl₂ではなく、廃棄物として発生量の多いプラスチックの一種であるポリ塩化ビニール(PVC)を用いる手法について検討を行い、CaCl₂ほど高くはないが、促進効果は認められた。また、効果が想定より低くなった原因について、シャフト式炉形式と炉内温度条件などから考察を進められた。S10-3では、シャフト式溶融炉でのCs挙動について熱力学平衡計算を行い、塩素源添加(1wt%)により900°C以上の条件で、CsのほとんどがCsCl(ガス)となる結果を得て、Cs揮発促進の有効性を論じた。塩素添加が無い場合は、1600°Cを超える状況が必要である。エネルギー、コスト面で有利との結果であった。S10-4は、Csの鉱物学的封じ込めとして、ボルサイトをを用いた様々なシステム展開(地熱エネルギー利用、木質バイオマス発電)について報告が行われた。

各報告は、直接的な連携研究として実施されたものも多かった。また環境中のCs制御については、重要な課題であり、4件の報告は相互に影響を与える内容である。本セッションとして4件を報告していただいたことは、将来的なCs管理のためにも有益であった。

セッション11 「放射性物質汚染汚泥の処理」

座長：佐藤 理夫(福島大学)

放射性物質により汚染された汚泥に関する4件の発表がなされた。最初の2件は自動車整備会社等が保有する洗車設備の油水分離層に溜まる汚泥に関するものであった。放射性物質を含むために通常の産廃処理が出来なくなり、現在は機構を立ち上げ大熊町の店舗を保管場所として登録し、そこに移送して保管している。高濃度の汚泥がドラム缶等に入れられ、満足な遮蔽も行なわれずに置かれていたなど、移送前のショッキングな写真が示された。このような現実が、5年間以上も事業者に強いられていたのである。現在は、保管状況は改善されており、特措法に基づく最終処分も動きつつある。しかしながら、汚泥の管理や放射性物質濃度の測定に多くの労力を費やしている上に、賠償請求手続きも煩雑であるとのことであった。保管容器中の汚泥は、量も放射性物質濃度も様々である。容器の表面線量を測定し、容器内の空隙や水層を考慮して汚泥濃度を推算する簡便な手法が紹介された。処分作業の迅速化に貢献することが期待される。

続く2件は、福島市の下水処理場(堀河町終末処理場)に関するものであった。この下水処理場には福島駅周辺などの中心市街地の雨水も流入するため、汚泥に多量の放射性物質が含まれていた。住宅地に隣接し、敷地に余裕が少ないなどの制約の中で、汚泥の減容化処理プラントを迅速に施工して運転する必要があった。計画段階から丁寧な住民説明を行い地域との信頼関係を築いてきたなど、コミュニ

セッションの重要性が述べられた。プラントの概要・作業者の被曝低減策・モニタリング結果などが示された。2018年度に汚泥の処理と搬出が完了し、本プラントは役目を終えて解体される。施設の解体やリサイクルのフローも示された。放射性物質を含む土壌以外にも、処理が必要なものが

多く存在することを再認識させられたセッションであった。産業廃棄物の処理が円滑に進んでいない現状を理解し、技術的・制度的・社会的な取り組みを継続させなければならない。

