



口頭発表に関する座長のセッション報告

セッション1 「復興支援・リスクコミュニケーション」

座長：河津 賢澄（福島大学）

開会セレモニーに引き続き行われた最初のセッションでは、復興支援に係わる具体的な活動報告、風評への対策や被災者の帰還に重要なリスクコミュニケーションツールなど6件の発表が行われた。

最初に、京都大学の上田氏から京都大学、東京大学、福島県農業センターにおける復興支援の取り組みとして、農作物の放射性セシウム吸収の知見などの研究成果を各地で開催したシンポジウムで広く公開したことが報告された。次に福島大学の川崎氏からは、昨年に引き続き、福島県内市町村の除染に関する課題についての発表があり、前年度に比べ、仮置き場の確保や森林の除染など多くの課題は変わらないものの、除染の進展に伴って課題が多様化してきていることが示された。また、福島大学の佐藤氏からは、福島県須賀川市の伝統行事である須賀川松明あかしの復活への取り組みについて、2011年は、松明の材料である竹やカヤなどが汚染され、他県産の材料の使用を余儀なくされたが、2012年からは、徹底的な材料の放射能検査や精力的な住民への説明会を行うことにより、地元産の材料での行事が再開されたことが報告された。

後半は、リスクコミュニケーションツールについての発表が行われ、京都大学の島田氏から、内部被曝に基づく等価発がん性化学物質量の提案として、放射性セシウムの生涯発がん率をトリクロロエチレン、DDT、ヒ素など発がん性化学物質の物質量に置き換える試みが示され、新しい発想として会場からも注目された。次に、東京電力の山田氏からは、見えない放射線に代わって、LEDなどの可視光線を用いて距離減衰や遮蔽効果、更には除染効果などを視覚的に捉えられるモデルが示され、リスクコミュニケーションツールとして、これらのモデルの様々な場所での活用が望まれた。最後に元宮城県古川農業試験場の長谷川氏から、作物の放射性セシウムの吸収機構について、カリウム施肥の種々のデータを示しながら、水稻のカリウム施肥時期は出穂期前が放射性セシウムの低減に効果的であることや、きのこの放射性セシウム濃度が高いメカニズムについては、カリウム不足になると代替吸収チャンネルが開きセシウムを多く吸収することなどが示された。

本セッションは、地域住民への密接な復興支援や被災地の現状の理解度を深めるリスクコミュニケーションに関するものであったが、福島県では、未だ11万人を超える人々が避難を余儀なくされている。帰還に当たっても、様々な復興

支援や現状に関する理解活動は欠かせないものであり、今後もこれらの研究活動の進展を期待したい。

セッション2 「計測技術（モニタリング）、陸域海域の汚染」

座長：井倉 将人（国立研究開発法人 農業環境技術研究所）

本セッションでは、放射能の計測技術（モニタリング）および陸域海域汚染に関する以下の5件の発表が行われた。

原子力機構の三枝氏からは「福島県内の空間線量率トレンドの解析と考察；環境半減期、積雪効果」と題し、福島県内で継続的に観測した空間線量率を解析し、線量率の減衰傾向について報告された。各線量率データを線形最少二乗法で関数に適合し、評価を行った結果、観測点（浪江町）における線量率減衰傾向を精度よく再現することが可能であり、ウェザリング等に相当する環境半減期は4.0年に収束していた。また、除染や工事のあった地点を除き、他の観測地点における環境半減期は2.6～20年の範囲にあり、アスファルトや道路脇等で明確な差が見られるとしている。

上智大学の廣瀬氏からは「南相馬市南部における空間線量率の時間変動の特徴」と題し、特定地点の空間線量率変化を他地点データの回帰解析により監視し、有意な変化が見られた場合に警告を発するシステムを活用して、2年以上にわたる空間線量率の時間変動を解析すると共に、除染効果を定量的に把握する手法について報告された。非除染個所の空間線量率の変化は予測値と実測値がほぼ一致するが、山地や河川敷では除染による変化の予測値と実測値に差が見られた。また、除染地点において除染が行われなかった場合の予測値と実測値との差から、除染により低下した被ばく線量の定量的な評価が可能になるとしている。

Scottish Universities Environmental Research CenterのSheng Xu氏からは「Fukushima-Derived ^{14}C , ^{129}I and ^{137}Cs in Local Environments」と題し、福島第一原子力発電所事故により放出された放射性核種の大気レベルと動態について報告された。事故直後のつくば市で採取されたエアロゾルにおいて、 ^{134}Cs および ^{137}Cs のほとんどが有機態（溶存態は5～15%程度）であり、硫酸塩や有機物が放射性セシウムの主な輸送要因の可能性があるとしている。また、 $^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ の比は環境試料ごとに異なり、 ^{129}I と ^{137}Cs は時間的および空間的に異なる飛散・沈着パターンを示している。

立命館大学の森定氏からは「福島県内の環境試料を

対象とした放射性セシウムの粒子吸着および分配特性」と題し、夏井川とその流域にて環境試料を採取し、 ^{137}Cs 濃度と粒径・有機物の関係から吸着特性を、固液分配係数から分配特性を評価し、 ^{137}Cs 動態および除染効果について報告された。森林土壌において ^{137}Cs は比表面積依存性がみられるとともに有機体炭素含量との強い相関も確認された。ダム底質において ^{137}Cs 分布は粒径に依存せず、全ての画分にはほぼ同濃度で分布していた。環境水中の懸濁態 ^{137}Cs 濃度および溶存態 ^{137}Cs 濃度は流域滞留時間の長いダム湖ほど差が小さく、今後さらなる液相への移行が懸念されるとしている。

日本大学の長林氏からは「福島県内の湖沼ダムにおける底質放射性セシウムの堆積特性」と題し、公表データをもとに湖沼底質の ^{137}Cs 分布と堆積履歴からその動態を検討する方法を報告された。ダム湖における底質はほとんどが沈降物質であり、粒径別沈降速度を評価すると共に、幾つかの調査地点のダム底質において最大放射能濃度の分布が $1 \sim 2 \mu\text{m}$ の粒径にあることから、底質等の粒度分布に対応する放射能濃度を算出するモデルの構築が期待できるとしている。

セッション 3 「除染作業安全」

座長：島田 洋子（京都大学）

本セッションでは4件の発表が行われた。

国土防災技術株式会社の氏家氏からは、「森林施業時における作業員の被ばく特性について」と題し、2014年4月1日に避難指示解除準備区域の指定解除がなされた福島県田村市都路地区の森林を対象に実施した除伐、更新伐、植栽等の森林施業や、更新伐で発生した材のチップ化・敷設作業に従事した作業員の外部および内部被ばく量の調査結果が報告された。外部被ばく量が大きかったのは除伐作業で、防護策として防護衣着用や重機窓への放射線防護シート貼付の効果も分析されたが、防護衣の採用は、作業員の肉体的負担が大きいため作業を行う時期や施業対象地の地形および空間線量率、作業員の被ばく履歴、被ばく線量限度等を総合的に判断して検討する必要があるとされた。また、内部被ばく量が大きかったのは材のチップ化と敷設作業であったが外部被ばく量に比べ小さい値であったことが示された。

国立環境研究所の山本氏からは、2014年11月～2015年1月に実施された福島県双葉郡富岡町の避難指示解除準備区域および居住制限区域内の被災建築物解体工事についての2件の調査結果が報告された。まず、「旧警戒区域内の被災建築物解体における作業従事者の被ばく状況の調査」と題し、被災建築物解体工事作業（内装材撤去、瓦撤去、建築物解体、分別フレコンバッグ詰め、基礎解体、

基礎撤去、フレコンバッグ搬出、浄化槽撤去、整地）時における作業員のγ線による実効線量当量（外部被ばく量）と作業員が装着していた防じんマスクに付着した放射性セシウム量の測定結果が報告された。作業従事者の作業期間を通算した被ばく量は、避難指示解除準備区域内の作業従事者で高くなる傾向にあり、避難指示解除準備区域での「瓦撤去」が有意に被ばく量を大きくする作業であること、防じんマスクに付着した放射性セシウム量は、重機操縦者より手作業中心の従事者の方が大きい、防じんマスクを外す時にダストの付着した手袋でマスクに触れることもあり、マスクに付着した放射性セシウム量から内部被ばく量の大小を議論することは難しいことが示された。次に、「旧警戒区域内の被災建築物解体における放射性セシウムの飛散状況の調査」と題し、解体現場近傍大気中の放射性セシウム濃度、現場近傍大気中の浮遊粒子状物質濃度および敷地周辺の大気降下物中の放射性セシウム濃度の測定結果が報告された。解体現場近傍大気中の放射性セシウム濃度は、同時期に福島県が実施したモニタリング結果より1桁高かったこと、敷地近傍の放射性セシウム降下量は、解体作業中 > 解体作業前、居住制限区域 > 避難指示解除準備区域という傾向がみられたことが示された。

大成建設株式会社の長峰氏からは、「特殊な塗膜剥離剤とブラストを用いた水槽構造物内面の瀝青質防水塗装の除染技術」と題し、タールエポキシのような瀝青質材料等が用いられた防水塗装が放射性物質で汚染された場合の塗装の新たな除去技術の開発結果が報告された。この技術は、塗膜剥離剤を塗布して剥離後の塗装を早期に乾燥させ、ドライアイスブラストを用いて汚染された塗装を速やかに除去する技術で、母材を傷つけず除染廃棄物量の減容化を図りたい、洗浄水を使用したくない、作業員への影響を低減したい等のニーズがある場合に有効であることが示された。最後に、実用化に際しては課題があることから今後の研究開発の方針等も示された。

本セッションの4つの発表では、森林整備、被災建築物解体、汚染された塗装の除染など今後ますます必要となる作業に従事する人への影響を把握するために行われた調査や技術開発の成果が示された。今後の除染や復興にかかわる作業員の被ばくを低減するための作業計画を考える上で本セッションで示された成果は有用なものであり、今後の発展が望まれる。

セッション 4 「除染事例」

座長：小林 剛（横浜国立大学）

本セッションでは、現地で実際に取り組まれた除染事例に関して3件の発表が行われた。

最初に、中島 貴弘氏（株式会社安藤・間）から、「高線

量域におけるモデル除染事例（双葉町・浪江町帰還困難区域モデル除染等工事）」と題して、高線量域でのモデル除染の概要と線量低減効果等について具体的に報告された。住宅や農地、道路に関しては60%前後の低減率であること、森林での表土を削り取らない除草や枝打ち、堆積物除去による除染では20%前後の低減率にとどまることが確認された。いずれも、ある程度の高い線量が残ри、追加的措置をいかにするのか、周辺のエリアへの影響なども考慮しながら、今後の対応を検討する必要があることが報告された。

2件目は、古松 正博氏（パシフィックコンサルタンツ株式会社）から、「茨城県取手市における放射能除染事業（住宅地・道路）」について」と題して、茨城県取手市での0.2～0.3 $\mu\text{Sv/h}$ 程度の比較的低い線量の地域での除染の取り組みについて報告された。全ての地点で空間線量は0.23 $\mu\text{Sv/h}$ を下回ったこと、早期に線量を1/3に低減することで総暴露量をより大きく低減できること等が報告された。また、空間線量の把握も、自動車や自転車を用いた道路走行サーベイにより効率的に実施されており、それらの測定結果や、除染の実績、線量低減結果などが随時、データベースに取り込まれて、情報発信もされており、市民と情報共有・連携しながら取り組まれた様子が紹介された。

3件目は、高橋 正則氏（庄建技術株式会社）から、「低線量地域の住宅除染法－過酸化水素水洗浄－（その2）」と題して、相馬市で取り組まれた、住宅（雨樋、屋根、壁、舗装面、礎石等）の除染事例についての詳細が報告された。過酸化水素水濃度3.5%（除染効果が最も高いとされる）で実施され、屋根や壁などの材質によって、多少効果は異なるが屋根で平均75%、外壁で平均66%、アスファルト舗装面で平均64%などと表面汚染密度を大きく低減できることが確認された。また、除染前後の室内の空間線量率も約40%低減できており、住人の被曝線量の低減には有効である。除染効果が高く既に有効な技術であるが、同様の材質でも除染効果に少なからず差が見られ、除染効果を更に高めるためのメカニズムの解明が期待される。

除染事例に関しては、多くの知見が蓄積され、その対象や目的毎に手法の選定が可能となりつつあるが、除染効果の違いを解析することにより、更に効率化が図られることを期待したい。また、これらの知見を踏まえて、高線量地域を他の地域への汚染の供給源とさせない除染・拡散防止方法の検討や、汚染状況や地域の復興計画およびコミュニティの再建方針に応じて、効率的にどのように除染に取り組むか検討が進むことを期待したい。

セッション5 「減容技術1」

座長：西嶋 茂宏（大阪大学）

セッション5の“減容化技術1”は6件の報告があった。東京工業大学、三菱化学エンジニアリング、アクアテック、IHIのグループの報告である。報告によって、グループ内のメンバーの組み合わせは変わったが、「高効率・高減容セシウム回収システムの構築（Cs吸着濃縮回収からCs固化体まで）」と題した一連の講演であった。システムの全体像と、それぞれのメンバーが受け持った部分の報告になっている。

まず、東工大の竹下氏は、「(1) システムの概要と減容効果」と題した講演を行った。システムの全体像の報告である。汚染土壌のCsを分離しガラス固化まで一貫したシステムの提案である。当該システムでは、汚染土壌をまず分級する。粘土分画分に注目し、粘土から水熱分解によりCsを水相に移行させる。この移行させたCsはナノプレンシアムブルー（PBN）に吸着させる。このPBNは400℃程度で熱分解される。Csは残渣内に存在するが、この残渣を水洗し改めて水相にCsを浸出させる。Cs水溶液は固化プロセスで、ガラス固化あるいはセメント固化する。このシステムで、6万分の1程度に減容化されるとしている。減容化率は模擬汚染土壌で行われた実験結果を基に計算された。

続いて東工大の高橋氏は、「(2) 熱水処理を利用した汚染土壌からのCs分離法の高度化に関する研究」の報告を行った。粘土からのCsの離脱は通常は困難であるが、バイオマスを添加した亜臨界水での処理を行うと、水熱処理中に有機酸が生産され、その効果でCsを洗い出すことができる。この機構は粘土構造を溶解させることである。実際の汚染土壌の処理にバイオマスが利用できることを明らかにした。

第3報目の報告は、「(3) セシウム吸着物燃焼参加処理での実装置規模のセシウム挙動把握とマスバランス」と題して、三菱化学エンジニアリングの宗澤氏が報告した。本報告は亜臨界水処理により水相に移行したCsをガラス固化あるいはセメント固化させるまでのプロセスの報告である。この焼却酸化炉は80Lの容量を持ち、実機レベルの実験となっている。

続いて同じく宗澤氏が「(4) 吸着工程でのセシウム吸着保有量向上、ろ過負荷の低減について」を報告した。これは、当該システムにおいてはCsを吸着したNPBの固液分離が必須であるが、その処理量の増大、処理速度の増加を図るものである。遠心分離後ろ過をするシステムを想定していたが、遠心分離プロセスでPBNが凝集粒子を形成し有効なケーキ膜を形成せず、効率的なろ過が困難であった。このため、凝集粒子を解消する手法を検討し、回転ミキサーが最も優れていたと報告した。

第5番目の報告は、三菱化学エンジニアリングの井上氏

によるものである。報告題名は、「(5) Cs 吸着物燃焼酸化・発生ガスの無害化処理と吸着装置洗浄液からの Cs 回収」である。前半は燃焼酸化工程での発生ガス (HCN および NH_4) の安全な回収を行うものである。HCN は NaOH 水溶液で NaCN として、 NH_4 は水溶液中に残留させた。これらの残留物は次亜塩素酸ナトリウムによる無害化が可能であることを実証した。また発表の後半では吸着プロセスで使したろ過布の除染洗浄方法とその洗浄液からの Cs の回収方法について検討した。ろ過布付着 PBN の除去はアルカリ (pH12 以上) で PBN を分解洗浄する。洗浄液には CN 及び Cs が含まれているが、硝酸鉄、硫酸鉄を添加することで PB を再生することにより CN および Cs は回収できることが明らかになった。

一連の最後の報告は、東工大の稲葉氏による「(6) セシウム塩類単体のガラス固化体作成と固定化基礎研究」であった。PBN より抽出した Cs 塩を固化させ、溶出率を検討した。CsNO₃ を約 80 wt% 含む個体をホウケイ酸ガラス (BG) とガラス固化体を作製した。Cs 析出物と BG の重量比で 1/9 あるいは 2/8 でガラス化し、蒸留水への Cs の浸出量を測定したところ、0.006 % および 0.019 % であった。またその後の 1000 °C までの昇温後でも Cs の残存量は 88.9 % および 81.8 % であり、満足されるガラス固化体を作製する事ができた。

セッション 6 「減容技術 2」

座長：竹下 健二 (東京工業大学)

本セッションでは Cs 廃棄物の減容化法として湿式処理技術に関する 5 件の講演があった。最初の 2 件 (S6-1, 2) は川本氏ら産総研グループからのプルシアンブルーに関する講演で、S6-1 では Cs 吸着したプルシアンブルーを 500 °C の過熱水蒸気で熱分解することによりシアノ基が完全に分解され、分解残渣から Cs が溶出回収できることを明らかにした。S6-2 ではプルシアンブルー系ナノ粒子含有マイクロカプセルビーズを合成する際の乾燥工程をフリーズドライ法で行うことにより透水空間を有するマイクロカプセルが合成でき、Cs 吸着速度が大幅に改善できることを明らかにした。これらの成果は汚染土壌からの Cs 回収および廃棄物減容化を進める上で有効な基盤技術と位置づけられる。S6-3 は香川大学グループの基礎研究の講演で、土壌中 Cs を電気泳動法で移動させ、高性能吸着剤に Cs を吸着させることで汚染土壌の回復が可能であることが示された。最後の 2 件 (S6-4, 5) は大阪大学西嶋氏のグループの講演で、S6-4 では汚染土壌を構成する砂れきの研磨による Cs の物理的移行とカリ肥料溶液による Cs の粘土鉱物への化学的移行を組み合わせることで Cs を粘土・シルト分に濃縮し、これを分級することで、汚染土壌が大幅に減容できることが示さ

れた。また、S6-5 では 7 T 以上の磁場を印加することでカオリナイトから 2:1 型粘土鉱物のパーミキュライトを選択的に磁気分離できることを明らかにした。これらの成果は、分級技術と磁気分離技術を組み合わせることにより汚染土壌を更に効率的に減容処理できることを示唆しており、将来、実用的な減容技術に発展していくことが大いに期待される。

セッション 7 「減容技術 3」

座長：植弘 崇嗣 (一般社団法人環境放射能除染学会)

本セッションでは、比較的古典的手法による放射能汚染された固体の高温処理・熱処理による Cs の分離・濃縮に関する 4 課題が議論された。ある程度以上の濃度を有する放射性 Cs を含有する汚染土壌、焼却灰や残存廃棄物は、現状のまま中間・最終処分に持ち込むには膨大すぎ、何らかの Cs の濃縮による廃棄物の減容化が必要とされている。本セッションでは、比較的古典的と思われる高温処理・熱処理による減容化における課題が会場参加者とともに議論され、その可能性・将来性が確認されるとともに、実用化に対する課題も明確化された。

最初の株式会社クボタ・国立環境研究所により発表された課題「熔融による土壌、バイオマス焼却灰等からの放射性セシウムの分離に関する基礎研究」では、通常の含有機廃棄物の燃焼温度 (800 °C) より高温の熔融温度 (1400 °C) を用いたテストプラント規模の実験結果が報告された。従来の塩化物イオンの添加効果を定量的に再確認するとともに、適用温度についても 800 °C と 1400 °C の大きな差異が示され、高温処理の重要性が実証された。一方、テストプラントから実用機へのスケールアップに関しての技術課題、塩化物イオン大量添加に伴う炉材料寿命への影響や炉の汚染・除染が実用化における解決すべき要素として指摘された。また、一般論として高温を確保するためのコストに関する検討も必要である。更に、一般土壌とは異なる化学組成を有する下水污泥焼却灰にかかる挙動異同、消石灰添加効果に関する Cs 分離率変化に関する考察等に関しては、実験による確認と文献検討など更なる深い研究が必要であろう。

2 課題目の日本原子力研究開発機構による「低温昇華法による粘土鉱物からの Cs 除去：風化バイオタイトを用いた実証試験」においては、代表的な高 Cs 吸着能を有する雲母系粘土鉱物 (バイオタイト) を対象として、より低温における Cs 脱着挙動を、高度な物理・化学的研究手法を用いて明確にした。減圧下 (真空下) における粘土鉱物の熱特性を研究し、低圧下加熱の有効性を示した。実験的には、Cs を飽和吸着させたバイオタイトからの Cs 脱離を ICP-MS を用いて観測し、また TG (熱天秤) で質量減を観測してい

る。1 番目の講演では 800℃と 1400℃の差異が強調されていたので、この実験がより高温で実施され、全吸着量当りの脱離 Cs 量として表されていれば、低圧下（真空下）の有効性が更に明らかになったと思われる。実用化にあたっては、高温下の大規模真空装置の技術的な確立とともにコストについても検討が必要であろう。

3 課題目の国立環境研究所による「放射能汚染したコンクリートの汚染深さと除染と再利用」は、実際の対処現場における実務的なガイドライン作りとして重要な課題と考えられる。現今、課題とされている放射性 Cs を対象として、崩壊に伴う β 線と γ 線の差異を利用して汚染物の表面からの浸透度を評価できる手法を開発し、表面除染の有効性とバルク汚染評価による再利用可能性を提示した。現時点で、周囲の放射線バックグラウンドの高い地域で直ちに実用化することにはリスクが伴うと考えられるが、この思考に基づく現地測定機器が実用化できれば、建築構造物に係る除染作業については画期的な進捗が期待できる。一方、実証例が少なく手法の適用範囲が不明瞭である点は、早急な改善が必要であろう。

セッション最後、4 番目の課題は福島高専・株式会社カサイ・長岡技術大の「軟水溶性セシウムを含む焼却灰の減容化技術」であり、水溶性 Cs が大部を占めるとされている焼却飛灰においても難水溶性 Cs が数十 % を占める例もあり、この種の飛灰処理手法として高圧水蒸気処理を提案するものである。提案処理により、多くの例で 90 % を超える放射性 Cs が水相に抽出されるとともに、固相に残留した放射性 Cs の水溶出性は著しく低下することを実証規模で確認した。実用機への規模拡大に伴う技術的課題、特に均質性・接触時間の問題とコストに関する検討が為される必要があろう。

セッション 8 「保管貯蔵・廃棄物対策」

座長：山田 一夫（国立研究開発法人 国立環境研究所）

横森氏ら（防衛大学校）は、「放射性セシウムの不溶化による汚染残土の再利用と最終処理」と題して、ゼオライトの一種であるポルーサイトの水熱合成により放射性 Cs を含有する水溶液から効率的に Cs を除去し、安定化する技術を報告した。ポルーサイト中のイオン交換サイトは Cs のイオン半径より小さく、合成時にしか Cs を固定化できない。逆にいったん取り込まれるとポルーサイトによる Cs 固定は強固であり、ほとんど溶脱しないため、ポルーサイトが安定な環境においては長期間にわたり移動を抑制することが期待できる。オートクレーブ処理は工業プロセスとしても確立されているので、放射性 Cs を含有する廃液処理に有力な方法となりえる可能性はある。

水原氏ら（龍谷大）は、「加熱による耐火物からの放射性

セシウムの除去特性」と題して、放射性 Cs に汚染した可燃性廃棄物を書客する焼却炉の耐火物の除染を空焼きにより実施することを目的に、基礎特性を報告した。半分以上に放射能レベルが低下し、一定の効果は認められるものの、空隙を有する耐火物中を高温の表面から低温の内部に Cs が再移動する可能性が指摘され、完全な除染は難しいが、表面部分から除染することは可能で、耐火物の交換作業の被ばく低減には有用と期待される。

鶴原氏ら（三重中央開発株式会社）は、「新規なプルシアンブルー複合体による Cs 汚染水の処理方法」と題して、ゾル状態のフェロシアン化錯体をさらに遷移金属元素で重合させ、5 μm フィルターでろ過できるまでに粒子径を増大させ、シアンの溶脱を防止する方法を提案した。遷移金属の種類を変えることでアルカリ耐性が大きく変化することなどは広く知られているが、遷移金属を選択することで、K イオンなど共存イオンの影響なども受けにくく、比較的安定な吸着剤を製造できる可能性がある。しかし、長期にわたるフェロシアン化合物の安定性について、他のフェロシアン錯体が懸念されている事項についての考察も必要であろう。

セッション 9 「除染技術 1」

座長：釜谷 美則（工学院大学）

本セッションでは、放射性セシウムが粘土物質類の微粒物質に吸着していることから、マイクロバブルを用いて浮選する手法に関する発表と凝集沈殿を用いた分離法の発表があった。一方、粘土物質類から放射性セシウムを溶出するため、シュウ酸を用いる方法、また稲作によるセシウムの吸収を高めるため、クエン酸処理した土壌を用いる方法についての発表があった。

S9-1 では「ファインバブルによるフローテーション法を活用した除染技術」に関する研究であった。この報告では、放射性セシウムをフェロシアン金属錯体に捕集後、これにオクタデシルアミンやオレイン酸ナトリウムなどを添加して浮選の回収率を高めた。

S9-2 では、「粘土系 Cs 吸着剤微粒子のマイクロバブル浮選による迅速回収」に関する研究であった。ベントナイトとゼオライトをセシウム吸着剤として用い、ドデシルアミンと Triton X-100 を用いて浮選している。浮選におけるゼータ電位や pH との関係を検討しており、pH 2.4 ～ 12.2 の範囲で 85 % 以上の回収率を得ている。

S9-3 では、「汚染土壌由来のコロイド成分の除去」に関する研究であった。ゼータ電位を測定することで凝集には、正電位と負電位の凝集（ヘテロ凝集）と負電位と負電位の凝集（ホモ凝集）があることを明らかにしている。また、凝集剤は、ポリ塩化アルミニウムよりも無機凝集剤が優れていた。

S9-4では、「粘土鉱物組成と化学的除染による放射性セシウム除去率の関係」に関する研究であった。土壌中の粘土物質類による放射性セシウムの吸着は、イメージングプレートを用いることで明らかにしている。この結果、イライトやバーミュキュライトへの吸着が大きいことを示した。95℃と高い温度でシュウ酸水溶液を用いて土壌を処理すると放射性セシウムが溶出した。この溶出は、土壌の種類によって差があり、溶出率が46%と65%とばらつくことがあった。

S9-5では、「有機酸により活性化された土壌糸状細菌による抽出効果とその持続性」に関する研究であった。クエン酸で処理した土壌には、バイオフィルムの形成が確認されており、この効果と思われる放射性セシウムの稲への吸収率が高まることを明らかにしている。非常に興味ある研究であるが、バイオフィルムと吸収率との関係が科学的に明らかにされていないのが残念であった。

セッション10「除染技術2」

座長：日下 英史（京都大学）

7月9日（木）午前11時00分より開催されたセッション10、「除染技術2」において、企業等から1件¹⁾、産官学等連携共同研究2件²⁾、大学から2件³⁾、合計5件の一般研究発表が行われた。プログラムより発表タイトルと第一著者（主な実講演者と異なる場合*あり）を箇条書きにまとめると以下のようである。

S10-1: ミネラル水による放射性セシウムからの放出γ線低減に関する研究²⁾

小栗 和幸*（金沢工業大学工学部）

S10-2: 連続発振レーザーによる金属表面除染の基礎研究³⁾

池田 剛司（光産業創成大学院大学）

S10-3: 水のエネルギーによる放射能低減¹⁾

杉原 淳（杉原科学技術研究所）

S10-4: 森林除染の効果に影響を及ぼす要因の分析³⁾

森 芳友（京都大学大学院工学研究科）

S10-5: 攪拌除去工法による福島県内ため池の汚染拡散防止対策実証試験²⁾

南 公隆（国立研究開発法人 産業技術総合研究所）

S10-1では、ミネラル水（各種金属酸化物と炭酸ソーダの混合懸濁液）による放射性セシウム汚染土壌のγ線低減化技術開発の発表がなされた。酸化物の配合や施工法を工夫することにより、遮蔽シートや盛り土等を施工しなくても空間線量を低下できる技術として期待される。

S10-2においては、連続発振レーザーによる金属表面の除染に関する基礎的な研究事例が紹介された。高密度のレーザーを汚染金属に照射してプラズマを発生させ、金属

蒸気共々放射性表面汚染物質を揮発除去するものであるが、レーザーの種類による表面加工（除染）特性について詳細な報告がなされた。

S10-3は、特殊処理を施した水（発表者によると水素結合を切断した活性化水）を材料合成に使うとその材料の放射能遮蔽効果や減衰速度が向上できるという報告であった。萌芽的な研究であるが、メカニズム解明と理論の構築が進めば、今後の益々の発展が期待できるものと思われる。

S10-4は、平成24年2月から33か月間におよぶ除染特別地域の森林除染実施データに統計学的な処理を行い、その位置情報と植生図を重ね合わせることによって放射性物質の移動状況がその位置（森林）の植生により特徴的であることを見出した調査結果に関する報告であった。この結果に基づいて効果的な森林除染法について提言がなされている。

S10-5において、発表者らが提案する攪拌除去工法によるため池の汚染物質拡散防止技術について実証試験結果が紹介された。底質の浚渫方法に関する新しい試みと従来の精密浚渫法との比較から、ため池の除染においては本方法が底質量削減に効果的で、かつ、溶存放射性Csも98%以上低減できたことが報告された。

本セッションの一連の研究発表は萌芽的な内容や斬新なアイデアに基づくものが多く、質疑・応答の時間を多めに取ることとなった。セッションの司会進行が遅れたことをこの紙面をお借りしてお詫びする。

セッション11「計測技術1」

座長：藤田 玲子（科学技術振興機構 ImPACT
プログラムマネージャー）

本セッションは5件の発表があり、湖沼の鉛直方向の深さの放射性物質の定量測定が2件、ガンマ線を用いたカメラとサーベイ測定2件、粘土鉱物中の放射性セシウムの微視的研究1件であり、昨年に比べいずれも定量的な計測技術の進捗が見られた。S11-2「RIコーンプローブを利用した自然放射線測定（その2）」は昨年に引き続き千葉県などで湖沼の底泥の深さ方向の放射性物質濃度を測定しているが、福島で実地試験による放射性セシウムの分布測定を切望する。また、S11-5「線量率測定による溜め池底質中の放射性セシウム鉛直分布の推定」では測定精度を上げることにより、S11-2と共に河川や湖沼の底泥の鉛直方向の放射性核種の分析に有効になると予想される。この分野の研究は河川・湖沼の環境動態調査として最近、研究が進展している分野であることから研究の発展を期待したい。また、S11-3「除染現場用コンパクト高性能放射線可視化カメラ」ではマルチコーリメータを採用することにより測定時間を短くした点が評価できる。S11-4「指向性があるガンマ線自動

車走行サーベインシステムの開発と測定例」ではガンマ線によるより定量的な測定を進め、データを蓄積することが重要である。S11-1「粘土鉱物中のセシウム吸着サイトに対するマイクロ波照射効果の微視的研究」のPs 分光法を用いた研究は新規性という点では評価できるが、他の構造研究とも比較評価することを推奨する。この分野の新しい計測技術は福島事故後に提案されたものが多く継続的な研究開発が望まれると共に、放射性セシウムを用いたホットのデータを取得し、蓄積することが重要である。

セッション 12 「計測技術 2」

座長：後藤 淳（新潟大学）

本セッションでは、セシウムの放射能や線量率に関連する計測技術およびシミュレーションの発表が 5 件行われた。

S12-1 は、エヌエス環境株式会社の内田氏らによる「フレコンバック中の汚染土壌を迅速測定し統計を利用して正確に分別する方法」と題した発表で、除染廃棄物を現地でフレコンバック外側から測定し、放射能を推定して分別する事で効率的な輸送に資する事を目的とした開発である。廃棄物の放射能濃度が不均一である事による影響が課題であるが、十分な数の実際の廃棄物を用いて測定値と放射能の関係の評価する事で危険率 5 % での分別が可能になるとの事であった。

S12-2 は、東京電力株式会社の手塚氏による「土壌への放射性物質浸透汚染数値シミュレーション」と題した発表で、二つの土壌浸透モデルに基づく土壌中放射能濃度変化を仮定し、空間線量率変化をモンテカルロ法および計算速度が速い点減衰核法で評価したもので、今後の線量率変化

の予測を目指した研究である。線量率予測は重要であるので、今後の研究に期待したい。

S12-3 は、応用地質株式会社の今泉氏らによる「γ線スペクトロメトリーによる高放射能汚染地域の部分除染が空間線量率へ及ぼす影響評価」と題した発表で、除染評価システム CDE を用いて 3 種類の方法で除染した地域の除染前の線量率分布から除染後の線量率分布を計算し、除染後に実測した線量率分布と比較する事で各除染方法における除染係数を求めた。その結果、除染係数を表度剥ぎ取りでは 30、代かき除染では排水方法によって 1.3 又は 2.4 に設定した場合に最もよく除染後の線量率分布を再現する事が示された。

S12-4 は、東京電力株式会社の鈴木氏らによる「指向性を有するモニタリング装置を利用した除染前後の空間線量率方向影響評価」と題した発表で、指向性を有するモニタリング装置を用いて鉄筋コンクリート製の建物の屋上および室内にて測定した除染前後の 26 方向別の線量率が報告された。屋上では除染を実施した床面は線量率が大きく低下している一方で上空方向は変化が小さい事が測定値より判別できるとの事であった。

S12-5 は、株式会社フジタの久保田氏らによる「水質監視型オンサイト除染排水処理装置の開発」と題した発表で、1 tトラックに積載可能な排水処理およびモニタリング装置の試験結果が報告された。排水中放射能濃度を測定するための水中放射線量計と濁度計の試験では、さまざまに希釈した汚染水では高い相関を示すが、一方で異なった場所での測定では BG および懸濁物の種類による影響を受けるとの事であった。

