

環境創造センターの研究における部門長による評価

放射線計測部門（池内嘉宏 部門長）

平成 28 年度は、放射線計測部門において、以下の 4 項目について、実施してきました。その中で、主な成果について、講評を記載します。

(1) 放射性物質を出来るだけ早く分析できる方法の開発

1) 放射性のストロンチウム 90 の分析

ストロンチウム 90 は、ガンマ線を放出しないため、従来、分析に 1 ヶ月を要しましたが、質量分析器(ICP-MS)を用いることにより、3 日程度で、分析できるようになりました。検出下限値は、試料 1 キログラム当たり、約 8 ベクレルでした。

2) 有機結合型トリチウムの分析

生物試料中に有機物の形で存在する有機結合型トリチウム(OBT)を、従来の分析法に加温乾燥を加えることにより、2 週間から、1 週間で分析できるようになりました。検出下限値は、試料 1 キログラム当たり、0.15 ベクレルでした。

3) 平成 29 年度以降の課題

平成 28 年度は、主に、行政上必要となる分析法の検討に関して、福島県が、また、分析法の研究及び開発に関して、原子力機構が、実施してきました。平成 29 年度以降は、両機関で、緊密な意見交換などを行い、本開発を進めて行くことが重要であると考えます。

(2) 短時間で広範囲の放射線を測定できる技術の開発

1) 地上の放射線測定

無人ヘリ、無人航空機、ドローンなどを用いて、森林や山間部の放射線を短時間で、測定できるようになりました。

2) 水中の放射線測定

ため池の底の放射線を、プラスチックシンチレーションファイバー(PSF)を用いて、測定できるようになりました。PSF は、福島第一の汚染水タンクからの、放射性物質の漏れの監視に、利用できるとわかりました。

3) 平成 29 年度以降の課題

平成 28 年度は、福島県と原子力機構が、機種異なるドローンを用いて、放射線の測定技術の開発を行いました。平成 29 年度以降は、両機関で、緊密な意見交換を行い、本開発を進めて行くことが重要であると考えます。

(3) 放射性物質の測定及び放射線結果をわかりやすく提示する方法の検討

福島県の一部の区域で、様々な測定結果を統合し、マップを試験的に作成しました。また、同一地区で事故後からの経時変化に関するデータを解析し、県や国等の測定結果と比べて、統合手法の妥当性を評価しました。

平成 29 年度以降の課題として、区域を拡大して避難指示解除準備区域等での統合化データの作成及び経時変化の妥当性の評価を、実施することが重要であると考えます。

(4) 放射線をどの程度受けたかを知るための、被ばく線量の評価手法の開発

1) 生活圏における放射性セシウムの挙動と空間放射線の推測

放射性セシウムの挙動などから、事故後 30 年までの空間放射線の量を、推測しました。

2) 個人被ばく線量

福島県民の生活習慣を反映した個人被ばく線量を評価する、モデルを開発しています。小学生に付けてもらった積算線量との結果は、モデルの方が、概ね安全側の評価となりました。

3) 家屋内に残存する放射性セシウム

室内ダスト及び屋根裏に積もったダストには、放射性物質（主に放射性セシウム）の粒子が、点在していることがわかりました。

4) 平成 29 年度以降の課題

生活圏における放射性セシウムの挙動と空間放射線の推測については、より正確に、事故後 30 年までの空間放射線の量を推測できるよう、評価手法の開発を進めることが重要と考えます。

個人被ばく線量については、より実状にあったモデルの開発を進めることが重要と考えます。帰還後に、より安心して生活して頂けるよう、家屋内に残存する放射性物質（主に放射性セシウム）について、効率的な清掃方法の開発を進めることが重要であると考えます。

除染・廃棄物部門（井上正 部門長）

東京電力福島第一原子力発電所の事故以来、多量の放射性セシウムに汚染した土壌、廃棄物が除染によって発生しており、それらの大部分は仮置場で一定期間保管されています。また、それらは中間貯蔵施設へ輸送し安全に貯蔵したのち、中間貯蔵開始後 30 年以内に福島県外で最終処分が完了されることとなっています。その過程でそれら汚染物のより合理的な処理方策のために減容化、安定化などの処理を行うことも必要な手段です。一方、これらとは別に福島県内の廃棄物の焼却施設から発生する焼却灰（主灰、飛灰）には、一部放射性セシウムが濃縮されているものあり、安定化等の処理が必要とされています。

除染・廃棄物部門では、これらの事業について、安全性を確認するとともに、より合理的な処理・処分方策について技術的な課題を取り上げ、これまでの知見をもとに調査研究を開始したところです。ここでは初年度の活動の主な進捗を紹介するとともに、それらについての評価、今後の課題について述べます。現在フェーズ 1(2016 年度から 2018 年度)として、①除染・移動抑制技術の開発、②除染効果の評価及び環境への影響評価、③減容化技術の開発・高度化、④廃棄物等の管理手法・適正処理処分技術の開発、の 4 課題に分けて福島県、日本原子力研究開発機構、国立環境研究所がそれぞれ得意とする分野を分担して調査研究を実施しています。

①除染・移動抑制技術の開発では、河川の洪水等による再汚染が低いこと、放射性セシウムの移行媒体である浮遊懸濁物質を捕集する捕集材の設置の有効性を明らかにしましたが、前者に関しては今後のさらなるデータの収集、後者に関しては実適用の方策の具体化が必要です。

②除染効果の評価及び環境への影響評価では、これまでの除染事業で得られた除染効果等のデータを収集・整理し、その成果が今後予定される帰還困難区域の効果的な除染の実施に貢献できることが期待されます。

③減容化技術の開発・高度化では、現在、県内で運転中の焼却施設から焼却残さ（焼却主灰及び飛灰）が発生しており、飛灰は可溶性が高いことが課題の一つとなっています。そのため、指定廃棄物については、固化媒体を添加して安定化させる方法が検討されていますが、今後自然条件下での長期安定性（耐劣化性、耐浸出性）に対する検討が必要です。また減容化技術については、比較的土壌の除染係数が低い（放射性セシウム除去率約 70－80%）分級技術、高い除去率（99.9%以上）が得られる土壌高温処理技術について検討されていますが、今後国の検討状況や実事業への展開を見据えつつ、技術的な側面でのどのような目的のもと、それらの処理を行うのかという戦略を構築する必要があります。また併せて、放射性セシウムが除去されて濃度が低くなった土壌の再利用方策についても、社会受容性も勘案しながら検討を進める必要があります。

④廃棄物等の管理手法・適正処理処分技術の開発については、仮置場の安全性に関する研究を実施しています。そこでは中間貯蔵への搬入までにさらなる年数が必要とされることから、今後数年以上を見据えた仮置場における平常時、異常気象時、搬出時の落下等により保管容器が破損する場合などを想定して被ばく評価を行い、いずれの場合にも現在の仮置き場周辺の外部線量に及ぼす影響は低いことを明らかにしました。また、中間貯蔵施設での貯蔵は長期に亘ることから、その期間における安全性からの課題に対しても、取組みを進めています。

以上、今年度における調査研究について評価も含め記載しましたが、これまで同様、実事業への反映という観点を意識しながら、今後より一層、明確な目標のもとに着実に研究を進展させていく必要があります。なお、上記の成果の一部は福島県と国際原子力機関（IAEA）との共同プロジェクトのもとで得られたものも含んでおり、仮置場の安全性評価モデルの構築などは、海外の専門家の英知も得て達成されたものです。また次年度以降は本部門に参加している 3 機関の相乗効果を一層発揮できるような部門運営も進めていきたいと考えています。

環境動態部門（森口祐一 部門長）

環境動態部門では、平成 27 年度から調査研究に着手していましたが、平成 28 年度は、7 月の部門長の発令、センターのグランドオープンを経て、①移行挙動評価、②移行モデル、③野生生物への影響把握、④生態系管理手法、の 4 区分にわたる調査研究を、「環境創造センター調査研究計画」に沿って、構成三機関が、連携を深めながら推進しました。

移行挙動評価に関しては、主要河川水系の流域圏を対象に、森林、河川、ダム、ため池、河口域などでの放射性物質の動態調査を行いました。森林調査では、セシウムの森林からの移動・流出や、樹木の樹皮から木部への移動を明らかにしました。河川調査では、河川水に溶存するセシウム濃度が、水温や有機炭素濃度と相関があること、流域内の堆積有機物からの寄与が示唆されること、ダムが放射性セシウムの下流部への移動・堆積を強く抑制していることなどを明らかにしました。ダム・ため池の調査では、セシウム濃度が夏季に上昇すること、ダム湖で底層水が表層水よりも濃度が高くなる傾向を示すこと、濃度は年々逡減していることなどを確認しました。

移行モデルに関しては、上記の調査などで得られたデータや多媒体環境モデルなどを用いて、放射性セシウムの移動、再飛散、堆積等の予測評価について検討しました。各種モデルによる解析の結果、森林からの放射性セシウムの流出は限定的であること、ダムの有無がセシウムの移動・堆積挙動に大きく影響を与えること、河口域では河川から運ばれた土砂に付着したセシウムが降雨時により沖合まで拡散すること、河口湖の底質へのセシウムの蓄積量には初期流入の寄与が大きく、蓄積量は減少傾向にあることなどを明らかにしました。

野生生物への影響把握に関しては、野生生物の体内に含まれるセシウム濃度が種により異なること、食べ物の影響を受けていることなどが確認されました。また、外部被ばく線量に応じて DNA 損傷量が増加することや、高線量地域で捕獲した小動物の体内被ばく線量が、低い確率ではあるものの影響が観察されうる量に達していたことが明らかになりましたが、ゲノム中の一塩基の変異には、対照地との間で明瞭な差は見られませんでした。

生態系管理手法については、帰還困難区域内外の生物相・生態系機能の現状を調査し、震災前後の状況や土地利用状況による影響、生態系に与える人為的影響について検討しました。二種のカエルの遺伝的構造を調べた結果、海側と山側の集団で遺伝的構造が異なること、うち一種は海側のみで移動している事が予測され、この海側集団の移動が、耕作放棄水田を畑作等に転換する事により妨げられる可能性が示唆されました。

除染や県民の帰還が進められる中、被ばく量の把握や将来予測が求められ、森林などの陸域や、河川・湖沼・海域などの水系について、放射性物質の環境動態の把握と影響の予測、評価が必要です。また、野生生物による人間生活への影響の予測や管理手法、生物多様性の保全手法が求められ、野生生物の行動予測、被ばくによる影響の調査、長期モニタリングなどの取り組みが必要です。陸域・水系、野生生物・生態系における放射性物質の動態を中心とする上記の一連の成果は、こうしたニーズに的確に応えるものです。

当部門では、5 回の部門会議を定期的で開催し、沿岸域、野生動物、陸水環境に焦点をあてたセミナーを構成 3 機関以外からの招聘専門家を交えつつ開催することで、これらの一連の調査研究の円滑な実施と成果の共有を図りました。JAEA と NIES がダム湖の調査を協働で実施するなど、現場での協力も進みつつあります。今後は、センター内外でのさらなる連携の推進と、得られた成果を、それを必要とする主体に的確に届けることが課題です。

環境創造部門（中田俊彦 部門長）

環境創造部門は、将来に向けた地域づくりを主眼としています。(1) 環境に配慮する社会、(2) 災害に強い社会を念頭に置いて、(3) 美しい福島を創るという、崇高かつ壮大な理念に根ざした活動に取り組んでいます。理念を具体化すべく一步一步着実に研究を進めて、その地道な成果を地域社会に活かすことを目標にしています。

部門を構成する研究者は、環境省の国立環境研究所と、福島県環境創造センター研究部の二グループから成り、総勢で41名です。平成28年度の取組を以下にご紹介します。

はじめに、(1) 環境に配慮した社会づくりを目的として、地域毎の土地利用の形態、エネルギー需給の仕組み、交通輸送等の現状を調べて、将来の人口動態や経済動向を勘案して、未来予想図を作成しました。さらに、人口移動や土地利用の変化を想定して、望ましい未来に向けた提案、たとえば、くらしの利便性を向上させるカーシェアリング導入による利便性の向上、室内を暖かく快適に保つ地域熱供給システムの効果を明らかにしました。対象地域の新地町では、整備が進む駅前再開発や区画整理事業に研究成果を反映すべく、町役場や複数の企業と共に協働で、調査立案を進めました。今後は、さらに地域を広げて、浜通り、中通り、会津地方の特徴を生かす地域設計を進めていくことが重要です。

つぎに、(2) 災害に強い社会をつくるために、東日本大震災で大量に発生した災害廃棄物を対象として、今後の災害時に速やかに処理できるように迅速な選別と廃棄物利用のための技術開発と、災害廃棄物を円滑に輸送するための物流最適化のソフトウェアを開発しました。さらに、災害に伴う化学物資汚染を未然に防ぐための監視システムの開発、および干潟の生態系を保全するための現地調査を続けています。先の熊本地震では、現地の自治体を支援するだけでなく、災害支援の経験に基づく適切な情報発信に努めました。今後は、多様な災害に適用可能なように、評価・分析機能の向上が必要です。

さいごに、(3) 美しい福島を創造するために、猪苗代湖の水質調査を継続しています。湖水内の水温、酸素濃度などのデータを分析して、長期的な水質環境の変化を評価できるよう、過去の計測値を統合した基礎データベースを作成しています。今後は、空間解像度の向上と、生態系への影響評価の充実を期待します。

特に優れた成果としては、県内各地域（新地町、三島町）と協働で新しい地域づくりを進めていることです。福島の財産である森林資源を対象として、生態系の保全と適切な利用を両立できるよう、森林のデータベースの作成に取りかかりました。会津の三島町では、木質バイオマス利用のエネルギーシステムの導入調査に取り組み、新地町では各家庭にタブレット端末を設置して、エネルギーの消費状況等の情報可視化の効果を明らかにしました。

以上の研究成果は、研究論文29編（うち査読有り19編）、学会発表（国内39件、国外26件）、書籍7編を通して社会に発表しました。