

東京電力福島第一原子力発電所事故後の
放射線モニタリング、除染、廃棄物管理の
分野における

I A E A と福島県との協力

中間報告書
(2013 年－2015 年)

(日本語仮訳)

I A E A、ウィーン 2016 年

1. 目的と範囲

2011年3月に東京電力福島第一原子力発電所¹で事故が発生した後に、福島県（以下「県」という。）とIAEAは、協力の覚書を締結した。放射線モニタリング、除染、人の健康が、協力の優先分野であるとされた。具体的なプロジェクト並びにその実施方法及び手段がIAEAと県との間で協議された。

上記の覚書に加えて、実施取決めが、IAEAと県との間で作成され署名された。この実施取決めの目的は、県とIAEAの協力の枠組みを明らかにし、事故後の県における電離放射線から人々と環境を持続的に保護するために、放射線モニタリングや除染に関連する分野で、県に広範な支援を提供することである。

実施取決めは、2012年12月に署名され、署名後5年間有効であり、双方の合意に基づいて延長することができる。実施取決めに基づくプロジェクトの履行は、2013年3月に始まり、2017年12月に終了する予定である。

これらのプロジェクトの履行に際してIAEAが果たす主な役割は、国際的な経験や実例に基づいた効果的な技術的支援及び援助を提供することにある。

この中間報告書では、前半の3年間（2013年から2015年）において、各プロジェクトの実施期間中に着手された活動を紹介し、並びに、この協力関係の結果もたらされた成果に焦点を当てる。

2. 協力のテーマ

IAEAと県は、協力関係の中で実行する分野と活動として以下を挙げている。

- －放射線モニタリングに関する調査研究（無人航空機による環境マッピング技術の活用、及び、分かりやすいマップ作成のための放射線モニタリングデータ活用上のIAEAの支援を含む）
- －オフサイト除染に関する調査研究（環境モニタリングの結果の分析、及び、被ばくを軽減又は回避するための被ばく経路の調査におけるIAEAによる支援を含む）
- －放射性廃棄物管理に関する調査研究（上記除染活動から発生した低レベルの放射性廃棄物の管理方法に関する研究におけるIAEAによる支援を含む）

¹ 以下「福島第一原発」という。

上述の協力は、現在既に実施されている日本の活動を補完し、県内で生活している人々の直接的な利益となるような速やかな支援や援助を提供するためのものである。

3. 活動と成果

3.1 オフサイト除染と環境モニタリング

事故発生後 4 年以上が経過する県内の淡水系では、水中に溶解している溶存態の放射性セシウム²の濃度は、検出限界付近にあるかこれを下回っている。これは、河川で運ばれる土壌粒子が放射性セシウムを強力に吸着しているためであり、その結果、粒子に吸着された懸濁態の放射性セシウムの濃度は溶存態よりも非常に高くなっている。

さらに、物理的減衰により、浮遊土砂中の放射線セシウムの濃度も明らかに減少している。

環境中の放射性セシウムの濃度の低下が、主に物理的減衰による一方で、放射性セシウムの流出は、流域内の放射性セシウムの総沈着量の低減にはほとんど寄与していない。放射性セシウムが粒子に吸着されると、池や湖やダムなどで沈降が生じやすくなる。言い換えると、これらは放射性セシウムが吸着された粒子を捕集する役割を果たしている。

本事業では、淡水環境における放射性セシウムの長期的な動態に関連する問題が主に取り扱われている。したがって、県によって実施される溶存態・懸濁態の放射性セシウムの測定に加えて、流域の上流域から県内の水系を通過して太平洋へと注ぎ込む放射性セシウムの移行を推定するのに数値モデルが適用されている。この計算結果は、モニタリングの測定値を解釈する際に役立つ。さらに、このようなモデルを使うことで、線量低減のための対策を計画する際に、その有効性の確認を行うことができる。

河川岸は、地元住民のレクリエーション活動に利用されている場合がある。レクリエーション活動の利用地となっている河川岸を対象とした除染実証試験が、県により行われた。その結果、空間線量率を約 50%低減させることに成功している。

世界各地で取り組まれてきた淡水系の修復活動を通じた経験から、水中の放射性核種の拡散を制御するための技術的な対策は、効果が限定的であることがわかっている。また、住民の水利用に伴う被ばくを低減させるためには、水利用に関する勧告や規制を行う方がより簡単で効果的であることも明らかになっている。

² これ以降は、放射性セシウムは ¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs を含むものとする。

2011年以降、県内では、民家、公用地、農地、森林を対象とした集中的な除染作業が実施されてきた。この中では、公共施設の除染が最も進んでおり、2016年2月29日現在で、計画数の約90%が完了している。空間線量率の低減率は、除染地区の土地利用に応じて、約30%から50%であった。チェルノブイリの事故の影響を受けた地域で行われた修復措置でも、同様の低減率が得られている。

3.2. 森林における放射性核種の長期的な動態と影響の評価

県の経済と県民生活にとって森林は重要であり、生態系における放射性セシウムの動態メカニズムを理解することが必要である。森林における放射性核種の動態に関する情報の一つに、1986年のチェルノブイリ事故後、数年間にわたってヨーロッパで実施された調査が挙げられる。しかし、ヨーロッパの森林は日本の森林とは異なり、その研究結果を直接当てはめることはできない。このため、県による森林モニタリングプログラムが実施されている。

県の調査では、森林の土壌中にある粘土鉱物は、放射性セシウムを固定しており、その結果、下層植生と樹木への移動が低く抑えられている。経済的な資源としての森林の重要性を考えると、伐採された樹木内部では放射性セシウムの濃度が比較的低いために、その使用に制限を加える必要はない。ただし、IAEAは、現在見られるこの傾向が将来も継続されるのか評価することが重要であるとしている。

県の調査によると、樹木が成長し伐採されるまで50年から80年経過することから、材中の放射性セシウム濃度は著しく減少することが予想されており、将来の伐採に影響はないと示唆されている。また、県の考察では、物理的減衰により徐々に森林の伐採が広範囲で可能になるが、これに伴い伐採される木材のモニタリング並びに林業労働者の被ばく管理が必要になる可能性がある。

県の森林モニタリングプログラムから判明したもう一つの重要な結果は、森林に当初沈積した放射性セシウムの大部分は、土壌や落葉層に移動しており、これが空間線量率に引き続き影響しているということである。当初沈積した放射性セシウムのほとんどは森林中に保持されており、森林から流出する放射性セシウムの量は現在までのところ低いと考えられている。このことは、大規模な土砂災害等を除けば、近隣の農地の汚染は考えにくいことを示唆している。一方で、30年という ^{137}Cs の半減期は、森林内における空間線量率減少の重要因子となっている。客土吹付やウッドチップ敷設等の措置について、長期間にわたる有効性と適用性について、現在、県によって調査されている。

植林から伐採までの森林のライフサイクルは、通例、数十年である。福島第一原発事故発生当時、放射性物質を含む降下物が降った森林は、植林された苗木から伐採される時期を迎えた樹木まで様々な生育段階にあった。IAEA は、長期間にわたる循環のメカニズムを十分に理解するには、森林の植生と樹木による放射性セシウムの吸収、及び、樹木の各部位別における放射性セシウムの吸収を数年間継続調査する必要があると助言している。適切なモニタリングプログラムが県によって実施されており、IAEA は、将来的にモニタリングの頻度を必要に応じて減少するよう検討することも助言している。得られた知見に基づいて、森林を効果的に管理し、経済とレクリエーションの両方の資源として森林を維持できるものと考えられている。

3.3. 除染活動から生じた放射性廃棄物の管理

県は、最終処分前の放射性廃棄物の管理に係る施設と作業における安全性を評価するための IAEA の方法を使用して、安全性評価を実施した。この安全性評価の結果から、IAEA の方法は、県内の除染活動により生じた除染廃棄物や除去土壌（以下「除去土壌等」という。）における特定の条件や、仮置場及び現場保管場（以下「仮置場等」という。）といった施設に対して適切であることが分かった。このプロセスは、IAEA の方法—最終処分前の廃棄物の管理に係る施設と作業の両方かあるいはそのいずれか一方に対する安全性評価の開発の支援を目的として IAEA が開発した SAFRAN ソフトウェアを適用することによって支援された。これは、外部ネットワークと非接続で使用可能な独立型のソフトウェアで、ユーザーは予め設定されているパラメータを採用あるいは変更することができ、安全性評価の開発を反復して実施することが可能となる。これにより、安全性に関連する主要な工程について検討ができ、その結果生じる改善についても検討できるようになる。また、このアプローチは、放射線の安全性を評価する上で主要なパラメータを、一貫性がありかつ追跡可能な方法で最適化する際の支援を提供することができる。

県内の仮置場等に対し、県が IAEA の方法を適用して入手した結果からは、通常の運転条件の下では、（保守的なアプローチを用いて計算された）放射線量は全て、規定の線量の限度を十分に下回っていることが明らかにされている。日本の専門家によって関連する全ての危険が体系的に分析されれば、偶発的な条件の下で住民と環境の両方かあるいはそのいずれか一方に対するいかなる種類の不当な結果を避けるために、将来に必要とされる追加的な検査や措置を講じる可能性の根拠を十分に示すことができるものと思われる。

県内にある仮置場等の安全性評価の開発は、福島第一原発事故以降の除染作業から生じる大量の除去土壌等を保管するための安全で信頼できる解決策を見つけ出す際の重要なステ

ップとなる。

3.4. 分かりやすいマップ作成のための放射線モニタリングデータ活用

県のウェブサイトは、公式な情報源として県民に広く利用されている。県は、県民がどのような情報を求めているか、このウェブサイトをどのように改修すればより県民のニーズに合致するかを洗い出すため、ウェブサイトの利用者からも意見を求めた。この結果、県民がウェブサイトを通してより多くの情報を利用できるようにすることが必要であると明らかになった。この点に関して、県は、帰還する避難住民が必要とする情報が特に重要であることを確認した。

放射線データを県民に提供するにあたっての国際的なこれまでの事例と経験が、放射線防護、広報、IT の専門家の下で検討された。データの表示方法に関して、対話型（インタラクティブ）のマップを使用することを含めた様々な選択肢が検討された。代表性のあるデータをどのように表示するか、長期間にわたる放射線量の傾向をどのように表示するか、定点モニタリングポストのデータと異なる種類の測定方法で得られたデータをどのように統合するかなどの技術的な問題や、これらに対する異なるアプローチや解決方法についても議論された。

IAEA の専門家との議論を踏まえて、県は、ウェブサイト更新についての仕様書を作成した。新しいウェブサイトは 2016 年に利用が可能となった。これにより、このプロジェクトは、成功裏に完了した。