

□ 福島県の除染状況と課題

東京大学大学院教授 田 中 知

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故による避難指示区域に指定された地域の一部で平成26年4月より避難指示を解除することが決定された。事故から3年が経過し、初の避難指示解除となる。帰還する住民が生活を再建するためには、生活インフラの構築や地域コミュニティの再生など課題が山積するが、その基礎に除染がある。今後、福島県の再生と復興を進めるうえで、除染の加速がいつそう求められるところである。本稿では、福島県の除染状況と課題について概観する。

2. 事故による環境汚染の状況

まず福島第一原子力発電所の事故で、放射性物質が環境に拡散された挙動について簡単に説明す

る。地震による緊急時停止措置により核分裂連鎖反応は停止したが、冷却機能を維持することができなかったために、燃料が過熱・熔融し、燃料被覆管の破損もあって、燃料中の放射性物質が放出される事態に陥った。揮発性の高い物質ほど放出量が大きくなる。放出される化学形態としては、気体のまま放出されるケースと空気中のエアロゾルに付着して放出されるケースが支配的である。放出された気体状放射性物質の塊は、プルームを形成して大気中を移動し、降雨によって落下し、土壌等に沈着する（図1）。環境影響において重要となるのは、セシウムとヨウ素である。これらのうち、放射性ヨウ素（ヨウ素131）については半減期が約8日であるので、事故直後の対応が重要となってくる。一方、放射性セシウムについては半減期が約2年のもの（セシウム134）と約30年のもの（セシウム137）が存在し、かつ、土壌

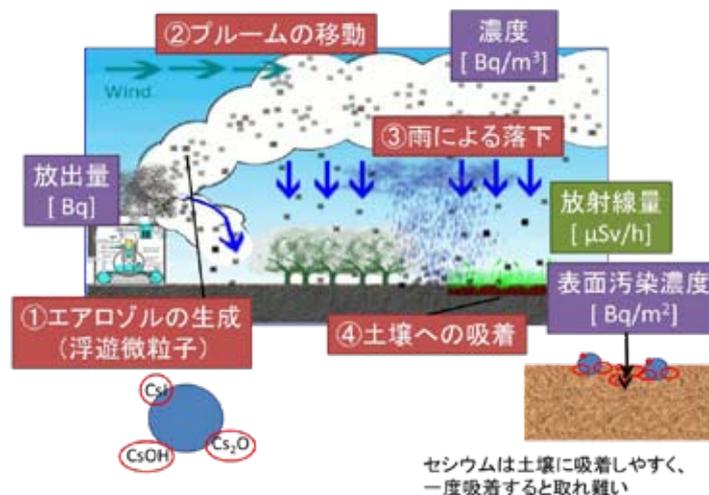


図1 事故による放射性物質の放出経路

に吸着しやすく一度吸着すると取れにくいという性質がある。したがって、除染の主な目的は、放射性セシウム、あるいは放射性セシウムが付着した物質をいかに効率的に除去して環境を修復するかということになる。

放射性物質の放出量評価は、コンピュータシミュレーションによるシビアアクシデント解析と、環境中の空間線量測定結果であるモニタリングデータからの逆解析の双方によって行われる。国は、放射線量等分布マップを作成し、これをもとに除染対象地域を定め復興事業を進めている。(図2)

3. 除染・環境修復の状況

(1) 除染の進捗状況

国は、事故後1年間の積算線量が20ミリシーベルトを超える可能性があるとして「計画的避難区域」と、発電所から半径20キロ圏内「警戒区域」に指定された地域を、除染特別地域に指定し、国が除染計画を策定し除染事業を進めている。一方、年間の追加被ばく線量(事故起因の放射性物質による被ばく)が1ミリシーベルトを超える地域については、汚染状況重点調査地域とし、市町村が主体となって除染事業が行われている(図3)。

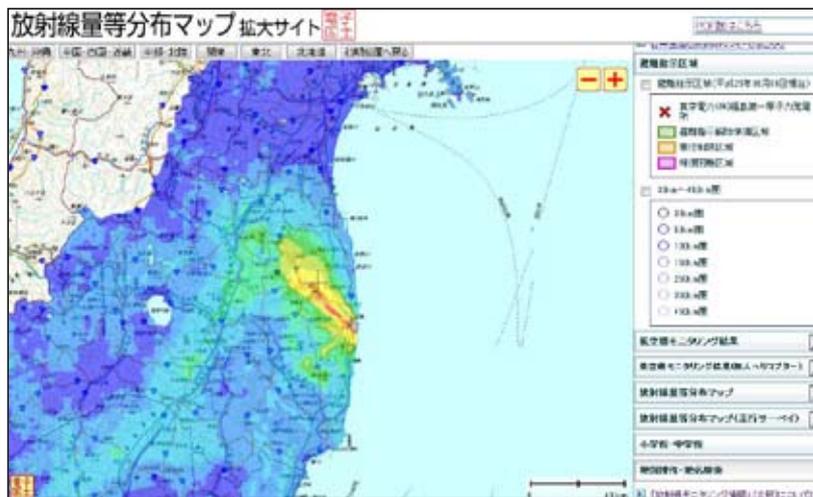


図2 放射線量等分布マップ(原子力規制委員会放射線モニタリング情報より)

除染特別地域



汚染状況重点調査地域



図3 除染特別地域と汚染状況重点調査地域(環境省HPより)

除染特別地域のうち、避難指示区域については平成24年5月に見直しが行われ、帰還困難区域、居住制限区域および避難指示解除準備区域の3区域に見直された。当初、2年間で除染し仮置き場への廃棄物搬入を目指すと言われていたが、平成25年9月に環境省によって行われた総点検によれば、市町村によって除染事業の進捗に大きな差が生じており、除染事業が完了したところもあれば、除染計画の策定もままならないところがある。要因の一つとして、一律的な除染目標が課題として挙げられており、今後は市町村の状況に応じて復興事業と連動して行っていくことが確認された。また、仮置き場設置の困難さも遅れた原因となっている。

一方、汚染重点調査地域として指定を受けた約100市町村は、地域の実情に応じて、各市町村が除染計画を策定し実施している。それぞれ、2～5年間で計画期間として事業を進めている市町村が多い。平成25年9月時点で、除染計画に沿う形で事業が進展していることが確認されている。生活環境、特に、公共施設や子供が出入りする空間

においては除染が進捗しており、予定した除染の終了に近づきつつあるが、全体が終了するまでには、地域により更に数年間を要することが見込まれている。

(2) 除染に伴う廃棄物の処理状況

図4は福島県における特定廃棄物及び除染に伴う廃棄物の処理フローを示す。汚泥や焼却施設から発生する廃棄物で8000Bq/kgを超えるもの（指定廃棄物）については焼却処理が可能なものは焼却した後、濃度に応じて主に既存の管理型処分場にて処分するか中間貯蔵施設で貯蔵する。また、汚染廃棄物対策地域内で発生する廃棄物、主に瓦礫等の対象地域内廃棄物については放射能濃度に応じて対象地域外の一般の廃棄物と同等の処理あるいは指定廃棄物と同等の処理を行う。一方、除染で発生する土壌・廃棄物については仮置き場で3年間程度仮置きのあと必要に応じて中間貯蔵施設で20-30年間中間貯蔵後福島県外で最終処分する計画である。

国は、除染計画に基づく除去土壌等の推計発生

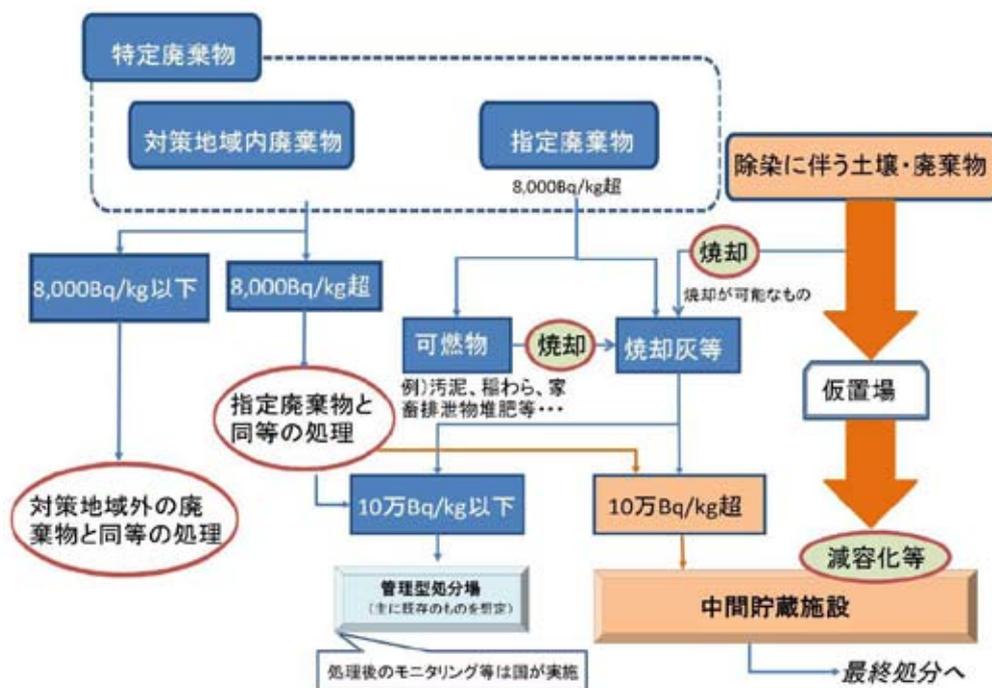


図4 特定廃棄物及び除染に伴う廃棄物の処理フロー（環境省 HP より）

量を最大約2,200万立方メートルとし、追加的な除染などを見越して約2,800万立方メートルを前提とした中間貯蔵施設の検討を実施している。

現在、仮置き場の確保が追い付かず、土壌や廃棄物の保管がひっ迫していることが除染事業の遅れにつながっている側面がある。

(3) 現行の復興政策に関する政府および事業者による総括

内閣府原子力災害対策本部は、平成25年12月に「原子力災害からの福島復興の加速に向けて」の中で、今後の復興・再生に係る基本方針の見直しを行った。避難指示区域の見直しおよび避難指示の解除が具体化するのを受けて、住民の帰還および地域の再生により重点的に取り組む姿勢を強調し、帰還支援、帰還困難区域の再生および事故収束を強化する方針を改めて打ち出した。

また、東京電力は、平成26年1月に、「新・総合特別事業計画」を発表し、国の方針に沿う形で、原子力損賠償の見直し、復興に向けた生活環境整備や産業基盤・雇用機会の創出への協力、社内分社の設立による事故収束・廃炉事業の加速化を打ち出した。

4. 今後に向けた課題

福島県が地域として再生するためには、除染事業が円滑に行われ、かつ、避難住民の帰還にあわせた復興事業とも連携されなければならない。しかし、現状は、除染が進まず、復興の妨げになっている地域が存在する。そこで、除染そのものに関する課題と、復興との連携という観点からの課題に分けて論じる。

(1) 除染に関する課題

・適切な除染方法の選択

除染しても線量が下がらず目標を達成できないと、除染作業は終わらない。この場合、目標を見

直すか、除染の方法を見直すか、いずれかの対策が必要である。前者については後述するとして、後者の場合はどうすべきか。

効果的な除染方法を選択するためには、汚染の原理、すなわち、セシウム付着物質の移行挙動の理解や、線源の強度・場所と空間線量の相関に基づいた有効な除染対象箇所の選択、費用対効果の評価が必要である。たとえば、セシウムは主に粘土粒子に吸着するが、風化などによる土壌の物理的・化学的性質変化によってセシウムが土壌中で固定化されている場合、どのような手法が効果的であるか考える必要がある。汚染が点状か、面状一様汚染かによって、有効となる除染対象箇所の選択が異なる。このように多面的に汚染状況を分析し、適切な除染方法を選択することが重要である。

・森林除染

環境省による平成24年の調査によると、落葉樹林では放射性物質は約8割が落葉落枝等の堆積物に、常緑樹林では約6割が落葉落枝等の堆積物、約4割が枝葉に付着していると報告されている。森林内に蓄積している放射性物質が、水、大気系を通じて森林外に流出・拡散する割合は、現時点の知見によればかなり小さいと考えられているものの、生活圏および営農に与える影響を評価し、適切に処理する必要がある。

住居等近隣の森林においては、空間線量率の低減効果が期待されるため、落葉落枝および枝葉の除去を行っている。しかしながら、広範囲にわたって除去することで、土壌流出、樹木の育成への影響、除去物の大量発生などの懸念もあり、空間線量率の低減とのバランスを注視して進めるべきである。

・農地除染

農水省は、平成23年9月に農地の除染に関する基本方針を発表した。土壌から農作物への放射性セシウムの移行を低減させるため、土壌中の放射性セシウム濃度を可能な限り低下させることを目的とした除染方法が採用されている。農作物への

移行挙動の理解、除染後の地力評価を実施したうえで、効果的な除染方法を選択しなければならない。

・仮置き場の確保

仮置き場の安全性への不安や、一時保管に対する疑念があるため、確保が難しい状況が除染事業の遅れの一因となっている。仮置き場は、放射性セシウムの漏出を抑えるための処置や、有効な遮蔽が施されていることにより安全性が確保されている。

・中間貯蔵施設の安全性の理解

中間貯蔵施設の設計にあたっては、セシウムの環境放出を防止する方法が採られる。貯蔵中の土壌からのセシウムの漏出は少ないが念のためセシウム吸着材などを底部に置くことが有効である。セメント固化した飛灰については水と接触しないようにすることが重要である。また、仮置き—中間貯蔵—最終処分をシステムの、総合的に考えることが重要であり、中間貯蔵においては、廃棄物の種類、濃度に応じて区分分けしておくことの意義は大きい。また、輸送時の住民の被ばく評価、高密度輸送の問題についても留意する必要がある。

(2) 復興の加速に向けた論点

・除染目標の見直し

ICRP（国際放射線防護委員会）では、原子力防災の防護対策のための指針として、緊急時被ばく状況と現存被ばく状況の2つの指標を提示している。緊急時被ばく状況は、年間20ミリシーベルト以上の被ばくを受ける状況であり、早急に線量の低減を行い、経路対策により被ばくを制御する必要がある。除染特別地域のうち、帰還困難区域および居住制限区域は、緊急時被ばく状況に該当する。一方、現存被ばく状況は、年間1～20ミリシーベルトの被ばくを受ける状況であり、線源あるいは経路対策によって被ばくを制御することができれば、個人の活動は制限される必要はないとしている。

現在の除染目標は、一律的に年間1ミリシーベルト以下を設定している傾向があるが、年間20ミリシーベルト未満の避難指示解除準備区域について、ICRPの現存被ばく状況の考え方を適用すれば、長期被ばくによる個人線量評価を踏まえた中間目標の設定がなされるのが適切である。低線量放射線のリスクを定量的に推定することは困難であるが、現在の知見では、1回被ばくの場合、線

除染実施に関する基本的考え方

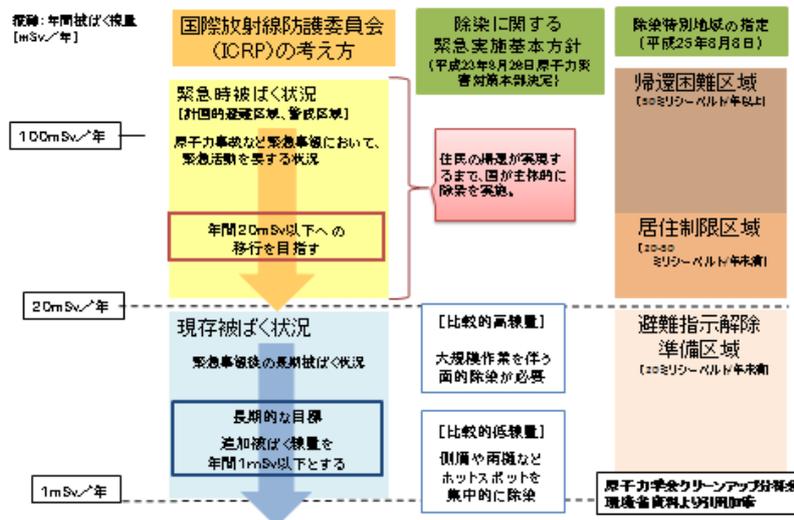


図5 除染実施に関する基本的考え方

量が約100ミリシーベルトを超えると発がん性のリスクに有意性がみられる。他のリスクとの比較をもとに、年間1ミリシーベルトという長期的目標に向けた時間軸を考慮した対応が必要である。また、固定した場所での空間線量による被ばく量評価は過大になる傾向がある。今後は個人線量をもとにその人の生活パターンと関連させつつの個人線量評価が重要となる。

・エンドステートに向けた合意形成

最終的に福島県をどのように再生するのか、具体的には、廃炉や除染に伴う放射性廃棄物の処理・処分、避難住民の帰還計画、帰還後の地域再生、

など復興と連携して総合的に進めなければならない。最終的な方向性は、生活インフラの整備や営農等生産活動計画、インセンティブなど、個々の計画に大きく影響する。さらに、このことは、前述した除染目標の中間目標設定とも密接にかかわることである。

本年は、避難指示が解除され福島県への帰還が始まる年である。今ある課題に着実に取り組んでいけるかどうか問われている。中には、議論を呼び合意形成が難しい課題もあるが、真摯に向き合わなければ、福島県を再生することはできない。