

特集総括

原発事故にともなう放射性物質の除染の現状と今後 ——特集を俯瞰して

「環境情報科学」編集委員

小林 剛・伊藤泰志・巖 網林・高山範理・杉村 乾

1. 背景と特集のねらい

東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故によって放出された放射性物質による環境汚染に対応するため、2011年8月に「放射性物質汚染対処特措法」が成立し、2012年1月からは全面施行されて3年以上が経過した。関連の研究所や大学等の調査によって放射性物質による汚染実態とその推移など、さまざまなことが明らかになりつつある。また、汚染土が仮置き場に野積みされていた状態から中間貯蔵施設への移行も始まり、除染が本格的に進められてきた。しかし一方では、現時点でも多くの避難者が帰還できず、あるいは帰還しないという選択肢をとっている。海や森林では除染がほとんど進んでいないなど、対応が遅れ、居住地やその周辺との違いも鮮明である。

本特集は、前半では「汚染の現状と課題」として、放射性物質による環境等の汚染事故から4年を経過した現状やこれまでの推移とともに、進められている除染の状況や地域ごとの違いを明らかにしている。後半では「社会の対応の方向」として、本問題に対して社会がどう対応してきたのか、また今後の取り組みの方向性について、さまざまな視点や立場を浮き彫りにしている。

本センターには関連する研究や業務に携わる方も多い。この特集が今後の「適正な除染のあり方」の検討や、環境情報科学分野における関連研究の促進と課題解決の貢献に役立てば幸いである。本稿では特集全体を俯瞰しつつ、課題解決に向けた方向性について考えてみたい。

2. 放射性物質による汚染・除染の現状と課題

2.1 汚染・除染の現状と技術的な課題

除染の現状については、表1に示すように除染対象

ごとに大きな違いがある。人との距離や生産物への影響、必要となる除染量等が考慮されて、「都市や農村の住宅地」、「農地」、「森林」、「海洋」の順に進められているが、後者の除染対象ほどきわめて困難な課題や手つかずの課題が多い状況である。以下に、汚染・除染の現状と主に技術的な課題について、各著者から提示いただいた事項を中心にまとめてみた。

都市や農村では、汚染状況重点調査地域での公共施設の除染はほぼ終了し、住宅の除染はほぼ半分を超えた状況にある。目標値とされる空間線量率 $0.23\mu\text{Sv/h}$ まで低減することは当然困難であることや、この目標値は現実生活における外部被曝を考えると年間追加被ばく線量 1mSv と必ずしも対応していないこと、目標値を設定する意味の再検討が必要であることが明らかになってきている。

また農地・牧草地では、約7割の除染が終了しているが、空間線量率は除染前 $3.8\mu\text{Sv/h}$ 超の高線量の土地でも平均51%の低減率にとどまっている。ただし、農林産物については、キノコ類などやや高い値を示すこともあるため継続的な調査が必要な作物もあるが、米などの汚染は大幅に改善しており、自然減衰や土壌への固定、除染や高い汚染の見られた地域での作付け制限等、適切な管理の効果がみられるようになってい

表1 各除染対象の質的な違いのイメージ

	除染状況	日常生活空間の近接度	要除染量	汚染の拡がり	生産物
住宅地 (除染特別区域)	推進中	極近	多	屋根、壁、コンクリートや土壌、植物等に固定	家庭菜園
農地	推進中	近～中	多	土壌等に固定	農作物
森林	ごく限定的	近～遠	面積が広大なため、予測不能	土壌、植物等に固定 他への供給源	木材、天然の山菜・キノコ、溪流魚、野生獣
海洋	未対策	遠	未知(発生源対応による)	地下水、河川等から流入、汚染拡大	海産物

る。ただし、技術的な課題として、空間線量のさらなる低減や、作土相を剥いだ農地の生産力の確認も必要である。

一方、森林では、放射性セシウムの動態は明らかになってきており、人が立ち入る区域については、そこから20m幅の範囲で除染が進められている。しかし、これは森林全体から見ればわずかな面積であり、残りの面積的にはほぼ全域に近い森林の除染については今後の対応が定められていない。環境省が一度は除染を諦めたほど、生態系への影響や費用を考へても技術的に非常に困難な状況にある。森林に放射性物質を封じ込めて再拡散を防ぐ技術や、安全な木材供給と作業者の安全確保のために汚染分布の詳細把握のための技術も重要である。

海洋については、事故から数ヶ月間の高濃度時期と比べれば1年後には数100分の1となり、その後も緩やかに濃度は低減していること、底質の汚染は現在では20km沖まで平均100Bq/kg程度の濃度で広がっていることがわかっている。海産物については、底生の雑食性の魚は濃度低下が遅いが、ほとんどの種で濃度は低下して10Bq/kg以下となっており、食品規制値を超えることは2015年1~3月では0.3%と出荷規制対象魚種も減少している。しかし、海洋汚染については、汚染地下水による海域への放射性物質の流出は完全に止められていないこと、陸域に沈着したセシウムが河川から海域へ流入しており、継続的な調査と対策が急務と考えられる。また他の媒体でも同様の課題があると思われるが、放射性セシウムの生物への移行の定量的な評価や、情報の少ない他の核種についての調査・解析の必要性も提示された。とくにカルシウムと同じ挙動を示し、セシウム以上に有害性が高いとされる放射性ストロンチウムについては不安の声も多く、調査や健康影響に対する認識や説明が不十分であるように思われる。

また全体にかかわる課題として、最終処分のための減容化・再生利用技術の研究・開発も重要である。最終の形が決まらないことは、「中間貯蔵施設」設置への不安要因にもなる。中間貯蔵施設の整備が遅れば除染も進めにくくなり、生活環境に近い箇所に線量の高い土砂などが保管されることとなる。

さらには、除染の目標についても、当初の命を守るための除染から、地域の復興のための除染へと推移してきており、暫定的な値のままではなく、中間的・段階的な目標値や除染対象ごとの目標値を検討することも重要な事項である。また、除染対象ごとや各除染対象間での放射性物質の詳細な挙動と、内部・外部被曝を考慮した健康リスクについて、長期的に予測できるようにすることも、重要な検討課題と考えられる。

2.2 社会の対応に関する課題

ここでは主に社会の対応の観点からの課題について、各著者から提示された事項を中心にまとめてみた。

都市や農村では、「中間貯蔵施設」や「仮置き場」の確保が大きな課題という状況は変わっておらず、また住民との合意形成や、不安感と不信感の払拭も大きな課題のままである。また、除染なしでも放射能の物理的減衰と風雨等による減衰で線量は半減しており、「放射線防護のための除染」の意義は低下し、「環境回復のための除染」について検討する必要があるとされた。さらに、復興政策の課題として、「除染を前提とした復興政策」と「住民の帰還への意志」とのずれの問題、市区町村単位で除染や復興を検討することの問題についても指摘された。

農地に関しては都市や農村と共通の課題もあるが、さらに農業復興のための社会的な課題として、避難している住民の帰還のための生活基盤の整備や、農作物が消費者に受け入れられるための情報発信や理解促進、信頼関係の構築等のリスクコミュニケーションが重要であることが示された。

森林に関しては、詳細な汚染分布の把握により作業エリアをゾーニングし、長期的な森林管理計画を策定することの重要性が指摘された。木材を用いた家財を購入・使用する消費者との信頼関係をいかに構築するか、リスクコミュニケーションの重要性も示された。中山間部の集落では、山菜・きのこの採取、狩猟や釣り、落ち葉からの堆肥作りなど、伝統的な知識をもとに森林を利用しながら生活し、地域の祭りには都会の人達も参加するイベントとして賑わっていた。多様な“人と森との繋がり”がすっかり断ち切られてしまった現時点から、いかにそれらを取り戻していけばよいのだろうか。高齢化で弱体化しつつあった地域社会に

対し、さらに強烈な打撃を与えてしまったのが、この原発事故であった。

海洋についても、検査された海産物については、農作物や木材と同様に、リスクコミュニケーションは重要な課題となる。一方で、近海での放射性セシウム濃度が基準値以下であるからコントロールされている状態であるとする政府の見解もあるが、汚染源から漏出する地下水など、依然として高濃度の放射性物質が流出して汚染が拡大している状態であり、収束に向けた取り組みが緊急課題のままという状況では、リスクコミュニケーションは困難である。

また、全体にかかわる課題として、当初は多様な除染対象についての体系的な方針や具体的な目標を示せず、早急に除染に着手せざるを得なかったが、4年間に蓄積した科学的知見や経験をもとに除染のあり方や目標値を見直したり、行政施策に効果的に反映させる仕組みの検討も必要であることが本特集でも繰り返し指摘されている。

さらにリスクコミュニケーションに関しては、地域住民や消費者との間、あるいは社会全体に対してなど、多様なリスクコミュニケーションが課題となっていることが指摘された。地域住民とのリスクコミュニケーションでは、多様な目標値の意味や中間貯蔵施設等についてだけでなく、復興計画や生活の再建などと合わせて議論を進める必要がある。その際には、目的意識の異なる地域外や県外NGO、専門家の参加やその批判的な意見によって、議論が進まない事例があることも指摘いただいた。また、消費者や社会全体とのリスクコミュニケーションとして、農産物や海産物、木材などの利用に関するものがある。これは、地域の産業の復興や生活の基盤、コミュニティの再生のために重要であるが、除染対象や地域ごとに汚染や回復の状況が異なるため、リスクメッセージの内容も大きく異なる。社会との適切なリスクコミュニケーションの方法については、他の環境汚染事故にも共通する重要な検討課題である。

3. 今後に向けた多様な提案について

各著者からいただいた多様な提案について、主に「適正な除染のあり方や目標」、「リスクコミュニケー

ション」「復興政策や復興計画」に関するものを整理して表2にまとめてみた。各項目は、相互に関係のあるものも多く、分類が困難なところもある。各項目について、将来的な汚染状況や地域復興等の改善の可能性についても考えてみたい。

1)「適正な除染のあり方や目標」を再検討することは、今後の除染の効率化・加速化のために有用であり、これを議論するための知見も蓄積されてきている。本年夏ごろには特措法の施行状況がとりまとめられる予定とのことなので、良いタイミングであろう。どれだけの人が帰還するのか、ほとんど見通しもないまま莫大な国費が投じられている場合もあるように、地域に

表2 本特集で示された多様な提案

1) 適正な除染のあり方や目標について

- ・「被災者の生活の回復にとって効果的な除染のあり方」を再検討すること
- ・これまでの知見を踏まえて、除染対象ごとに除染方針や除染の目標値を再検討すること
- ・長期目標とされている「追加被曝線量年間1mSv」の意味の理解を促進させる
- ・目標値のあり方について検討すること（実行可能な当面の線量目標などを段階的に下げていくアプローチや、地域によって異なる数値とすることなど）
- ・費用的な制約からも一律に面的な除染をするのではなく、優先的に除染・復興させる地区や環境を絞り、予算や人的資源技術を集中投入する戦略的な除染も検討すること

2) リスクコミュニケーション・情報発信・情報共有について

- ・地域住民のみで議論する場を作ることや、町内会やPTA、市議会議員などの地域住民の信頼があり地域住民を代表する人びとと自治体とが連携して、事業を計画、推進すること
- ・住民が生活するために必要な情報へのアクセスを確保すること
- ・住民の立場・心情に寄り添った多様な情報の提供・共有
- ・市民団体や地域住民が、除染や食品検査等でみずから行政をサポートし、行政と連携すること
- ・行政は、みずからモニタリングや防護方法の開発に動いたりする住民や「決定は住民自身」という考えの住民の活動を支援すること
- ・ホットスポットが生活環境中にあることの意味について、外部被曝のみでなく曝露経路ごとに評価と説明を行うよう、リスクコミュニケーションを改善すること
- ・「中間貯蔵施設」等の社会的合意形成のためのリスクコミュニケーションを促進すること

3) 復興政策・復興計画について

- ・帰還困難区域の住民には移住支援策を充実すること、他の区域の住民にも帰還だけでなく移住という選択肢を創設・充実すること
- ・当事者である住民の関与と、避難・移住か帰還・共存か個々の選択を尊重し、支援すること
- ・市区町村単位で除染や復興を考えるのではなく、広域単位での福島復興政策を確立すること
- ・費用対効果論に基づく冷静な評価は必要ではあるが、この論議が被害者の切り捨てや信頼関係の悪化に繋がる可能性についても注意すること
- ・コミュニティ再建のために、行政主導の復興政策だけでなく、市町村民の主体的な再建行動を公的に支援する仕組みを作ること（移住と村を捨てない考え方としての「二地域居住」「分村」「二重住民票」など）
- ・一度分断されてしまった「人の回復、家族の回復、コミュニティの回復」の場を、安心できる避難先で創造し備えるなど、早期の帰還策を考えるだけでなく時間をかけて取り組む姿勢も必要

よって状況も異なりさまざまな矛盾や非効率なことも生じている。得られた知見を有効活用して定期的に工夫・改善を積み重ねることが期待される。

2) 「リスクコミュニケーション等」を適切に行うこと、継続すること、改善していくことも非常に重要である。この放射性物質による環境等の汚染事故やその後の対応によって、国や自治体、地域住民や他地域の国民、他国の人びととの信頼関係は大きく損なわれた部分があることは否定できない。「安心」とは、「あるレベル以上の安全が確保されること」と「関連する組織への信頼感」から形成されると言われる。前者は十分と言い切れなくともあるレベル以上で、安全な被曝量であったり安全な食品や飲料水が確保でき、他の問題も改善方向にあって今以上には悪化しないと思えることが重要である。また、後者については、関係主体(国、自治体、市民など)が議論を積み重ねながら目標や復興の方向性を共有し、たがいに協働して実績も積み重ねながら、安心感や信頼関係が構築されることが重要であろう。これが除染や関連の復興事業の促進の大きな力にもなると思われる。

3) 「復興政策や復興計画」については、行政主導ではなく、住民の選択や主体的な再建運動を行政が支援することが強く望まれていることが印象的であった。一度汚染されてしまった地域に戻り、住み続けるためには、生活の基盤が確保され、精神的な充足が得られることが必須である。トップダウンでなく、ボトムアップの復興というのは理にかなった道であろう。今後、福島歴史・文化と豊かな農林水産・自然資源を基礎においた新しい地域計画を創造するためにも、後世を担う若者世代が明るく前向きな復興後の未来を思い描けるようにするためにも、地域の人びとや自治体の意見を直接反映させる仕組み作りが重要と思われる。

4. まとめ

本特集では、図らずも各著者から、これまでに蓄積された知見を基にして、市民や自治体、国、研究者らが協働して、個人の選択を尊重しながら、「今後の適切な除染のあり方」の議論や「生活の回復の手法」を検討すること、新たな復興計画の策定のための議論を積み重ねることの重要性について記していただいた。

今回の放射性物質による環境等の汚染事故によって、多くの示唆や教訓、新たな知見や技術、地域コミュニティの意義など多くを学ぶこととなった。本特集もこれらを紹介する貴重な機会になったと思われる。また、本誌では、3年前の震災復興の特集企画の中でも、表3のような関連の原稿も執筆いただいております。これらも参考にして欲しい。市街地の除染や環境中動態の解明など、当時と比べれば、着実に進んだ部分もあり、関係者の努力は高く評価したい。

今回の特集で得られた知見や対策技術等を蓄積して世界に発信するとともに後世に残すことや、次の世代に受け渡す負の遺産は極力小さくして、安心して生活できる道筋を見いだすことはわれわれの責務である。また、福島における環境改善、地域コミュニティの回復へ向けた地道なフォロー活動を継続すると同時に、将来的に効果的な対応・対策に役立てられるさまざまな取り組みを支援していくことが求められている。

いまだ、放射性物質による深刻な汚染は続いている。すでに記されたいくつかの課題や、先の特集で述べられた放射線による健康影響(低線量被曝の問題など)のように、短期間では解明・解決することが困難な課題もある。このような事故は二度と起こしてはならないのは当然であるが、将来的に100%安全という保証がないことは今回や過去の原発事故が物語っている。原子力発電はベースロード電源と位置づけられ、各地で再稼働に向けた準備が着々と進められている。事故の教訓を十分活かして、将来の取り返しのつかない事故を未然に防止することに繋げていかねばならない。

表3 「環境情報科学」誌の過去(2012年)の関連記事

-
- 41 巻1号 特集：東日本大震災復興
- ・放射性物質汚染の現状把握と除染 森口祐一(東京大学)
 - ・リスクガバナンス論からみた震災復興過程のリスク評価の方向 盛岡 通(関西大学)
 - ・3.11以後の原子力政策課題 鈴木達治郎(内閣府原子力委員会)
 - ・放射能汚染に向きあう地域環境研究 大原利貞(国立環境研究所)
 - ・福島第一原発事故に関する海外メディアの報道分析 酒井 信(文教大学)
- 41 巻2号 特集：東日本大震災から地域資源を活用した自然産業の再興
- ・放射性セシウムによる農業への影響と復興に向けた活動 田野井慶太郎(東京大学)
 - ・福島第一原発事故による放射性物質の海洋環境への影響 神田穰太(東京海洋大学)
- 41 巻4号 特集：環境影響解明に向けた取り組み
- ・低線量放射線の影響をどのように評価するのか—放射線の健康影響の概要ならびに評価の取り組みと考え方 小林貞喜・神田玲子(放射線医学総合研究所)
-