

(0158) 放射性物質による土壤汚染と特定有害物質による土壤汚染の調査・評価の課題

○鈴木敬一¹・関 友博¹・中島 誠¹・高階 修¹・放射性物質による土壤汚染調査・評価特別部会¹
¹土壤環境センター

1. はじめに

東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故により、放射性物質が放出され、環境に影響を与えることになった。土壤表面には放射性物質（特に ^{134}Cs と ^{137}Cs ）が吸着し、空間線量率の高い地域もある。そのため地表面付近の土壤を除去し、原状回復をする（いわゆる除染）必要がある。環境省では除染ガイドラインを公表し、除染作業を進めることとなった。しかしながら、除染の現場では除染ガイドラインには記載されていない疑問や不明点などの課題も出てきている。

放射性物質による土壤汚染調査・評価検討特別部会では、そのような課題に対応するため「除染関係ガイドライン（第2版）（以下、「ガイドライン」という。）」¹⁾に記載されている測定方法（調査密度、頻度など）あるいは放射性物質による土壤汚染と土壤汚染対策法の特定有害物質（以下、「特定有害物質」という。）による土壤汚染に関する調査・評価の課題を抽出した。

また、放射性物質汚染対処特措法（以下、「特措法」という。）の対象区域の中で特定有害物質による複合汚染が存在する場合や、除去土壤の処理及び移動時に様々なリスクが発生することが懸念される。さらに除染が終了した地域や特措法適用対象外の地域において平均空間線量率が $0.23 \mu\text{Sv/h}$ 以下であっても、放射性セシウムが取り扱ひ上、問題となるレベルで残留している可能性があり、それに関連して問題が起きるリスクが懸念される。これらの特措法の除染対策時および放射性物質が残留する可能性のある地域における土壤汚染対策法の対策時に発生するリスクについて課題を明確にし、解決案を提案する。

2. 除染関係ガイドラインに関係する調査・測定方法の課題

除染関係ガイドラインに示されている除染実施計画策定のための調査、実施区域内詳細調査、測定機器と使用方法、除染に伴う調査、除去土壤の保管に関わる放射線量等の監視等に関連した課題を抽出した。除染ガイドラインでは測定に関して細かい部分の記載がない。一方で、文部科学省からは放射能や放射線に関して様々なマニュアル（放射能測定法シリーズ）が出されている。このうち土壤に関するものは、放射能測定法シリーズ No.13「Ge 半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理方法」、No.16「環境試料採取法」、No.24「緊急時におけるγ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」及び No.20「空間γ線スペクトル測定法」がある。除染に関わるガイドラインとこれらの測定法シリーズの概要を表-1 にまとめた。これらのガイドラインと放射能測定法シリーズを比較しながら、ガイドラインの具体的な課題とその解決方法について提案を行った。

2.1 課題

ガイドラインの除染実施計画の策定区域決定のための調査の中で空間線量率の測定密度の表現が曖昧な部分があり、測定実施者により、測定結果が異なる可能性が示唆される。原則として字や街区等の区域単位で測定を行い、平均空間線量率が $0.23 \mu\text{Sv/h}$ を目安に計画策定区域を決定するという記載があるが、ある程度の測定地点の目安などを明記しない場合、測定者側の混乱があると考えられる。また、既存調査（航空機モニタリング）の結果により、明らかに該当しない場合は追加調査の必要はないとの記載があるが、航空機モニタリングでは空間的な分解能が低く、おおまかな空間線量の傾向しか掴めないため、区域の平均空間線量率が $0.23 \mu\text{Sv/h}$ に近い場合、航空機モニタリングと地表 1.0 m（学校、公園等では 0.5m）での測定値が異なり、評価が分かれる可能性がある。

一般的な除染の事前測定では、放射線量が高いと想定されるホットスポットは測定地点から外すという記載があるが、ホットスポットを測定対象から意図的に外すことでホットスポットが見落とされ、除染後の対象地の空間線量率が下がらない場合が想定される。また、事前測定と除染の効果を確認する測定について、測定機

Problem of soil contamination investigation and evaluation by radioactive materials and designated hazardous substances

Keiichi Suzuki¹, Tomohiro Seki¹, Mokoto Nakashima¹, Osamu Takashina¹,

Study Group for Soil Contamination Investigation and Evaluation with the Radioactive Material¹ (¹GEPC)

連絡先：〒102-0083 東京都千代田区麹町4丁目5番地 KSビル3階 (一社) 土壤環境センター

TEL 03-5215-5955 FAX 03-5215-5954 E-mail info@gepc.or.jp

表-1 各ガイドライン・放射能測定法シリーズの概要

	除染関係ガイドライン	放射性物質による局所的汚染箇所の対処ガイドライン	ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法	環境試料採取法	緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法
目的	除染実施計画の策定区域を決定するため	局所的汚染の迅速かつ効果的発見のため放射性物質による環境汚染が低減されるため	ゲルマニウム半導体検出器を用いて環境試料中のガンマ線を測定するための前処理方法を示す	現地で採取した試料を実験室に持ち込み、保存する方法の取りまとめ	飲食物摂取の制限及び内部被ばく線量の評価に必要な放射能濃度についてGe半導体検出器を用いて迅速に測定する
汚染の指標	空間線量率	空間線量率、表面汚染濃度、放射性物質濃度（土壌）	放射性物質濃度	試料採取法のため、記載無し	空間線量率、放射性物質濃度
測定機器	校正済みのシンチレーションサーベイメータ	NaI シンチレーションサーベイメータ GM サーベイメータ Ge 半導体検出器（土壌）	Ge 半導体検出器	試料採取法のため、記載無し	NaI シンチレーションサーベイメータ Ge 半導体検出器
測定地点	字や街区等の単位または施設単位	空間線量率と測量結果の総合で決定	前処理法のため、記載無し	10 アール当たり水田で5箇所、畑で8箇所	前処理法のため、記載無し
土壌についての記載	特に無し	土壌は深度 50 cm まで採取し、5~10 cm ごとに放射性物質濃度を測定	前処理法のため、記載無し	農耕地、未耕地が対象	前処理法のため、記載無し
管轄	環境省	環境省（ただし 1mSv 以上の場所が発見された場合は安全対策実施後、文部科学省へ連絡）	文部科学省	文部科学省	文部科学省
課題	測定地点の具体的設定案がない	放射性物質汚染濃度の基準無し	放射性物質汚染濃度の基準無し	放射性物質汚染濃度の基準無し	放射性物質汚染濃度の基準無し

器はなるべく事前測定で使用したものをを用いるという記載があるが、原則として同じ測定機器でなければ、除染効果の比較は難しいものと考えられる。

2.2 提案

上記の問題を解決するためには、測定地点の密度、頻度等の決定方法を明記する必要があると考えられる。

字や街区等の区域単位の空間線量率の測定であれば、労働安全衛生法の作業環境測定のように対象地の広さに応じて、メッシュを切り、測定を行うなどの対応が望ましい。また、施設、建物などの小規模の線量率の測定であれば、土壌汚染対策法第4条で土地の形質変更等が行われる場所の最北点を起点として10mまたは30m格子を設定する例を流用し、再現性のある測定方法の実施が望ましい。また、意図的にホットスポットを避けるのではなく、設定された区画で測定を行い、その中で高濃度の空間線量が確認された場合は絞り込みを行うなどの対応を行えば、除染対象も効率的に発見することが可能であり、事前測定と除染の効果確認測定で汚染物の除染は行われているかの評価も簡便になると考えられる。

3. 特措法および土壌汚染対策法の対策に伴うリスク

特措法の対象地域の中で、特定有害物質による複合汚染が存在する場合、除去土壌の処理及び移動時に、様々なリスクが発生することが懸念される。また、除染が終了した地域や特措法適用対象外の地域において、空間線量が $0.23 \mu\text{Sv/h}$ 以下であっても、放射性セシウムが取り扱い上問題となるレベルで残留している可能性がある。これらに関連した問題が起きるリスクを抽出し、図-1にまとめた。

3.1 課題

除染を実施するにあたって想定されるリスクは大きくふたつの場合に分けられる（図-1）。第一に「特措法の対象地域の中で特定有害物質による複合汚染が存在する場合に発生するリスク（図-1【A】）」、第二に「除染後または特措法対象外の土地において放射性物質に汚染された除去土壌の処理及び移動時に発生するリスク（図-1【B】）」である。

前者は、除染において特定有害物質による土壌汚染については確認されないまま、除染措置が取られることである。土壌汚染が確認されないまま搬出された複合汚染土は仮置き場で再汚染を引き起こす可能性がある。そればかりでなく将来的に放射能が減衰した土壌について、一般環境中で再処理・再利用することが困難となる。また、運搬搬出時においても土壌の飛散や流出を防ぐことは考慮されているものの、比較的簡素な容器を使用することも可能であり、揮発性のある液体状の特定有害物質を含む場合には、それらが漏洩しないとはいえないという課題がある。

後者は、除染後で平均空間線量率が $0.23 \mu\text{Sv/h}$ 以下になった土地や特措法対象外の低濃度に汚染された土地において、土壌汚染対策法第4条などの土地の形質変更などが行われた際に発生する土壌の中に、問題となるレベルの放射性物質が含まれている可能性が否定出来ず、通常の土壌汚染対策法の調査で特定有害物質による土壌汚染がなかった場合に、問題となるレベルの放射性物質を含む土壌が健全土として利用されるおそれがある。

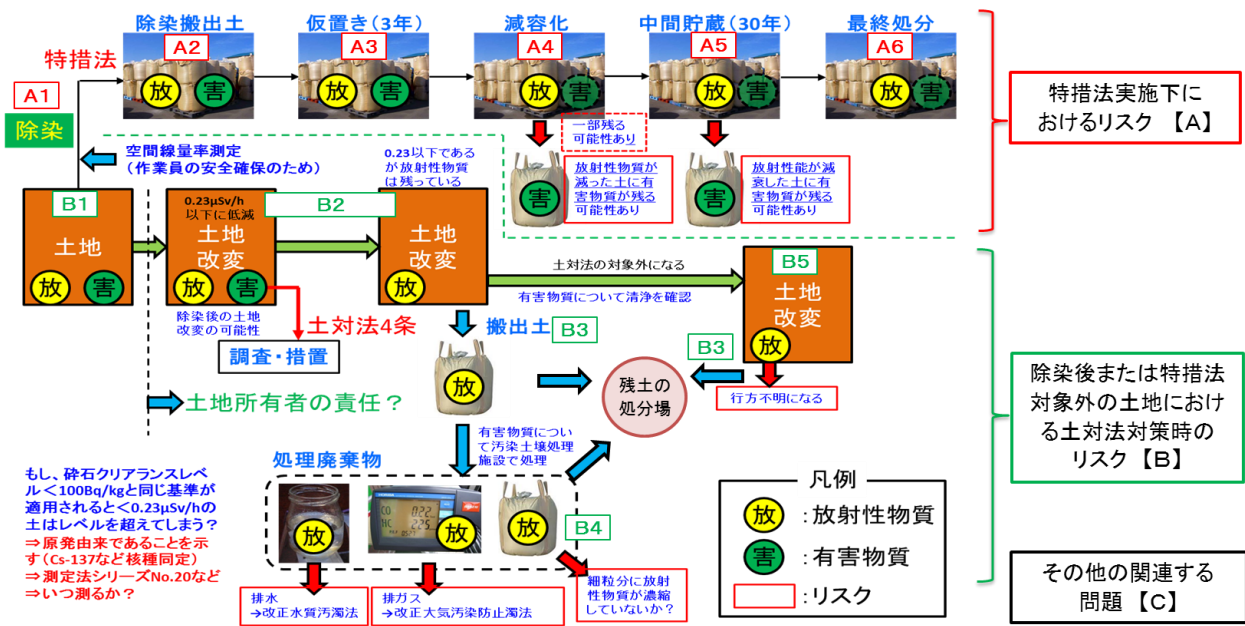


図-1 特措法および土壌汚染対策法の対策に伴うリスクの発生フロー図

るとい課題である。

3.2 提案

第一の課題に対しては、事前に除染に係る土地の特定有害物質による汚染状態を調査することが望ましい。しかし、実際には実施が難しい場合もあり、その場合は少なくとも搬出土壤について、一定の頻度で特定有害物質の分析を行う必要がある。また、搬出土壤の特定有害物質による汚染が確認された場合は、汚染状況を考慮した適切な運搬方法を適用するとともに、適切な容器を使用する必要がある。例えば、「除去土壤の収集・運搬に係るガイドライン（環境省、平成25年5月第2版）」²⁾などに汚染状態と適切な容器の形態が示されている。

今後、除染活動が進むとともに、仮置き場・中間貯蔵施設における放射性物質と特定有害物質による複合汚染問題や放射性物質以外の特定有害物質による二次汚染の可能性が高まることが想定される。従って、除染で発生する土壤について、放射性物質のみならず、特定有害物質への対処が必須となり得る。

第二の課題に関しては、除染時の記録を適正に行い、天地返しや反転耕により高濃度の放射性物質の残留が懸念される土地については継続的に管理することが必要であろう。また、低濃度の放射性物質が残留している可能性のある土地については、土壤搬出の際の放射性物質濃度の測定は必要と考えられる。現在、土壤の放射性セシウムについては「避難指示区域の公共工事から発生する建設発生土の利用及びアスファルト・コンクリート製の再利用に関する当面の考え方及び細則について(25年10月30日)」⁴⁾や「福島県内における公共工事における建設副産物の再利用等に関する当面の取扱いに関する基本的考え方(平成25年10月25日)」⁵⁾に基準値が設定されている。しかしながら、対象土壤の受入や処分に際しては福島県内に限定されており、今後問題が発生する可能性が全くなくなるわけではない。

4. まとめ

除染ガイドラインと実務との乖離や疑問点を示すとともに解決策を提案した。さらに除染作業を進めるにあたり、今後想定されるリスクを示し、リスクに対する解決策を提案した。リスクについては様々な場面で生じることが想定される。そのため、発生リスクのフロー図を作成し、今後のリスク管理に使えるように整理した。

参考文献

- 1) 環境省(2013)：除染関係ガイドライン（第2版），<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=16614>
- 2) 環境省(2013)：除去土壤の収集・運搬に係るガイドライン，<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=14582>
- 3) 文部科学省：放射能測定法シリーズ，http://www.kankyo-hoshano.go.jp/series/pdf_series_index.html
- 4) 福島県技術課(2013)：http://wwwcms.pref.fukushima.jp/download/1/kensetuhasseido_meyasu01.pdf
- 5) 内閣府原子力災害対策本部(2013)：http://www.env.go.jp/jishin/attach/fukushima_byproduct131025b.pdf