

(0152) 放射性物質汚染対処特措法地域における特定有害物質等汚染土壌の対応に関する課題

○鈴木弘明¹・堀雅明¹・放射性物質による土壌汚染調査・評価特別部会¹

¹土壌環境センター

1. 背景と課題点の抽出

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)は、北海道～千葉県の太平洋岸に多くの津波災害を引き起こした。東京電力(株)福島第一原子力発電所では、原子炉冷却機能喪失事故が発生し、3月12～16日にかけて1～3号原子炉内の放射性物質が大気へ放出された。放出された放射性物質は、広範囲に拡散し、地表部に沈着するフォールアウトが生じた。特に3月15日～22日の前線に伴い降雨と共に放射性物質が降下した地域では、いくつかの帯状に高濃度汚染域が形成されている¹⁾。

フォールアウトした放射性物質の対策を目的として、2012年1月1日から「放射性物質汚染対処特措法(正式名称:平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法)」(平成23年8月30日法律第110号)が施行され、国による本格除染が実施される「除染特別地域」と市町村により本格除染の実施計画が策定・実施される「重点調査地域」とが指定されている。また、除染実施にあたって必要となる技術等をとりまとめた「除染関係ガイドライン(初版)」が平成23年12月に公表され、現在もそれに沿って除染が進められている(2013年5月、第2版公表済)。

この除染により発生する除去土壌等は、福島県内のみで1,870～2,815万m³(内、334～773万m³が可燃物)と推定され²⁾、これらは仮置きの後、中間貯蔵施設へ運搬され、減容化等が行なわれ30年以内に福島県外の最終処分場へ搬出される予定になっている(図-1)³⁾。また、2011年時点の推計では、福島県外の除去土壌等の発生量は、140～1,300万m³と試算されている⁴⁾。

これらの除去土壌等には、土地の使用履歴によっては、放射性物質による汚染に加えて、土壌汚染対策法の特定有害物質(以降、特定有害物質と呼ぶ。)による汚染が存在する可能性がある。改正土壌汚染対策法(平成22年4月1日施行)では、改正が必要な問題点の1つとして「汚染土壌の不適正な処理による汚染の拡散」を挙げている⁵⁾。

除染ガイドラインでは、特定有害物質に関する土壌汚染の対応は示されていないが、除去土壌等の中間貯蔵施設の案⁶⁾では、「土壌貯蔵施設(Ⅱ型)に貯蔵する土壌等は、事故由来放射性物質の濃度が8,000 Bq/kg超の土壌等を基本とするが、8,000 Bq/kg以下の土壌等であっても、放射性物質以外の有害物質等に汚染されているおそれがある土壌等については、調査を実施し、汚染が確認された場合は土壌貯蔵施設(Ⅱ型)に貯蔵することとする。」と記されている。中間貯蔵時に特定有害物質による土壌汚染の対応がなされるのであれば、汚染土壌の拡散は防止できると考えられるが、その時点で汚染のおそれの判断が可能であるかは、今後検討する必要がある。

このような背景から、(一社)土壌環境センターの放射性物質による土壌汚染調査・評価特別部会では、放射性物質による土壌汚染調査・評価に関わる課題の抽出を行った。抽出された課題は、以下である。

A: 放射性物質汚染対処特措法と土壌汚染対策法の対応に関する課題

- ① 除染実施区域・除染特別地域内における土壌汚染対策法による区域の指定を受けた土地の除染
- ② 特定有害物質による土壌汚染のおそれが多い土地における除染
- ③ 自然由来の土壌汚染のおそれがある土地における除染

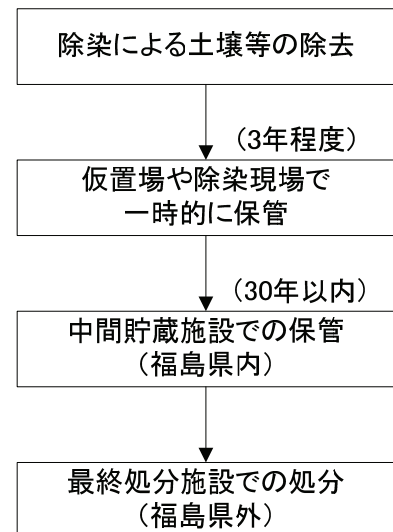


図-1 除去土壌等の処理の流れ³⁾

Problem about the Correspondence of Radioactive Material Pollution Coping the Act on Special Measures and the Soil Contamination Countermeasures Act

Hiroaki SUZUKI¹, Masaaki HORI¹ and 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 4-5 (一社)土壌環境センター

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

B：放射性物質汚染土壌の移動に伴い新たに生じる特定有害物質による土壌汚染に関する課題

- ① 仮置き施設における特定有害物質による二次汚染
- ② ホットスポットの除染における特定有害物質による土壌汚染

2. 放射性物質汚染対処特措法と土壌汚染対策法の対応に関する課題

2.1 除染実施区域・除染特別地域内における土壌汚染対策法による要措置区域等の除染

土壌汚染対策法による要措置区域等から除去される土壌は、汚染土壌処理施設への搬出が原則となる。汚染土壌処理施設では、放射性物質に汚染された土壌を受け入れるスキームがないこと、放射性物質汚染対処特措法による除去土壌は、仮置き→中間貯蔵のスキームに乗せる必要があることから矛盾が生じてしまう。ただし、除去土壌について土壌汚染対策法による認定調査により汚染がないことが確認できれば、仮置き施設への搬出が可能となる。

発災以前に要措置区域に指定された区画が、除染特別地域または重点調査地域（除染実施区域）に該当する事例は確認できなかった。また、形質変更時要届出区域において除染が実施された事例は、福島県外では確認できなかったが、福島県内において1事例確認された。なお、該当事例では、除去土壌は区域内における保管とされていた。

要措置区域等の指定数は、発災以降も増加しており（表-1）⁷⁾、今後、本課題に該当するケースが発生する可能性が高いことから、その対応方法を検討する必要があると考えられる。

表-1 土壌汚染対策法により区域指定された時期と件数⁷⁾

	2011/3/11 以前	～2012/3/11	～2013/3/11	～2014/3/3	合計
岩手県内	4 件	0 件	0 件	0 件	4 件
宮城県内	3 件	5 件	8 件	12 件	28 件
福島県内	3 件	3 件	8 件	7 件	21 件
茨城県内	3 件	5 件	7 件	1 件	16 件
栃木県内	6 件	5 件	0 件	2 件	13 件
群馬県内	8 件	0 件	3 件	3 件	14 件
埼玉県内	6 件	12 件	18 件	19 件	55 件
千葉県内	5 件	12 件	4 件	12 件	33 件
合計	38 件	42 件	48 件	56 件	184 件

なお、土壌汚染対策法による第二種特定有害物質（重金属等）および第三種特定有害物質（農薬等）の土壌汚染状況調査では、深度 0-5 cm の土壌と深度 5-50 cm の土壌を均等重量混合して分析が行なわれる。これは、一般的に極表層で汚染濃度が高いことを考慮したものであるが、除染では、極表層のみを除去することから、区域指定された周辺の除去土壌についても特定有害物質による土壌汚染が存在する可能性があることも課題として挙げられる。

2.2 特定有害物質による汚染のおそれが多い土地における除染

2.2.1 土壌汚染対策法第4条による土地の形質変更

土壌汚染対策法第4条では、3,000 m²以上の土壌掘削・盛土工事でかつ、一部でも深度 50 cm 以上の掘削が生じる場合、事業者が都道府県知事へ土地の形質変更を届出の必要がある。届けられた区域において土壌汚染のおそれがあると都道府県知事が判断すれば、調査命令が発出され、土壌汚染状況調査を実施する義務が生じることになる。ただし、非常災害のために必要な応急措置として行う行為は、土地の形質変更に係る届出の例外規定とされている。

発災後、どれくらいの期間・地域が非常災害時に該当するのか明確ではないが、平成 25 年度段階で例外規定を適用している自治体が存在する。

非常災害時とする期間・適用地域については、定義を明確にしておく必要があると考えられる。また、今後、再除染を行なうなどの新たな掘削が生じる場合の対応方法も視野に入れておくことが望ましい。特に、要措置区域等に指定された土地以外であれば、非常災害時に掘削を行なった履歴は報告義務がないことから、今後行なわれる地歴調査に支障が生じる可能性もある。したがって、除染にあたっては掘削深度・範囲等を記した図面等を土地の所有者が保管する必要があると考えられる。

2.2.2 自主的な土壌汚染調査

土壌汚染対策法の対象とならない土地であるが、特定有害物質等の使用履歴がある土地の除染にあたっては、自主的に地歴調査等を実施し汚染のおそれを把握しておくことが望ましい。非常災害時対応の地歴調査として、

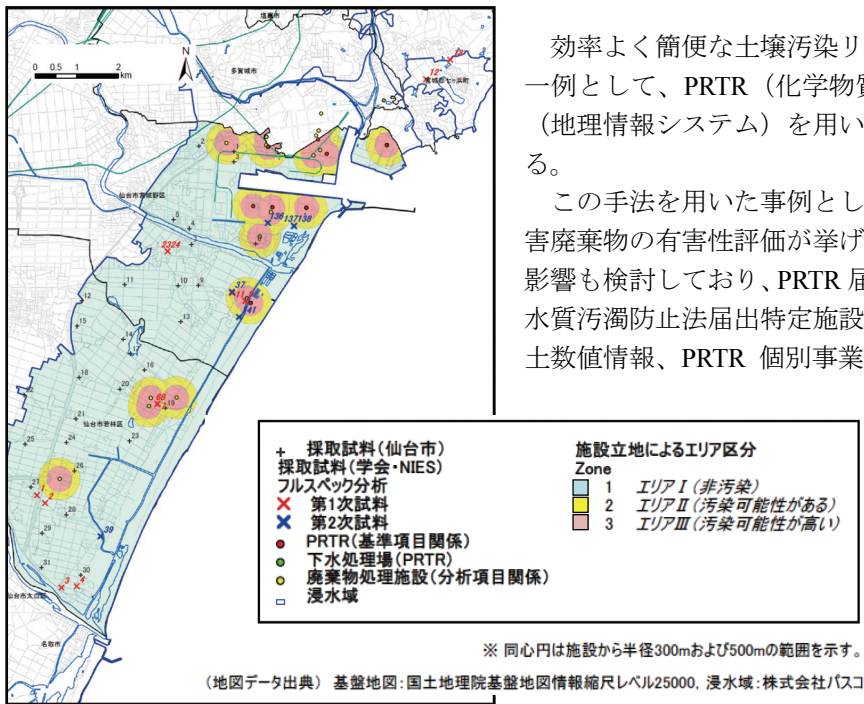


図-2 汚染のおそれのゾーニングマップの例⁹⁾

2.3 自然由来の土壤汚染のおそれがある土地における除染

平成22年4月1日に施行された改正土壤汚染対策法では、自然由来の土壤汚染についても法の対象とされている。自然由来の土壤汚染のおそれについては、当該地ないしは近傍に土壤分析の結果が存在することが重要な判断要素となるが、その情報はほとんど入手できないのが現状である。例えば、宮城県土壤中の自然由来重金属等バックグラウンドマップ¹⁰⁾や(独)産業技術総合研究所が作成した数値地質図^{11),12)}などの利用が考えられるが、物質や地域が限られている。

自然由来の土壤汚染は、主に自然地盤が対象となるが、除染による土壤の除去は極表層部であり、市街地の除染では多くが盛土等が対象となること、極表層部の土壤は自然由来の特性の1つである還元状態から酸化状態への急激な変化がないことから、土壤溶出量基準を超過する事例は多くないと推定される。ただし、これについては、今後の確認調査が必要である。なお、森林部の土壤では、自然由来の重金属等が土壤中に集積している可能性も考えられ、土壤含有量にも留意する必要がある。土壤含有量については、地球化学図^{13),14),15),16)}の利用や鉱山跡地情報¹⁷⁾により土壤汚染のおそれの判断材料になると考えられる(図-3)。

東北地方太平洋沖地震による津波堆積物の土壤汚染の有無については、環境省の調査結果¹⁸⁾や研究報告^{19),20)}等がある。津波堆積物は、海底の還元環境から急激に地表部の酸化環境に移動した海成堆積物であることから、一部の泥質堆積物については留意が必要と考えられる。

なお、自治体によっては、通称、残土条例と呼ばれる土砂等の堆積時に土壤汚染の有無を把握することを指導している例もあり、条例等への対応も必要な場合がある。

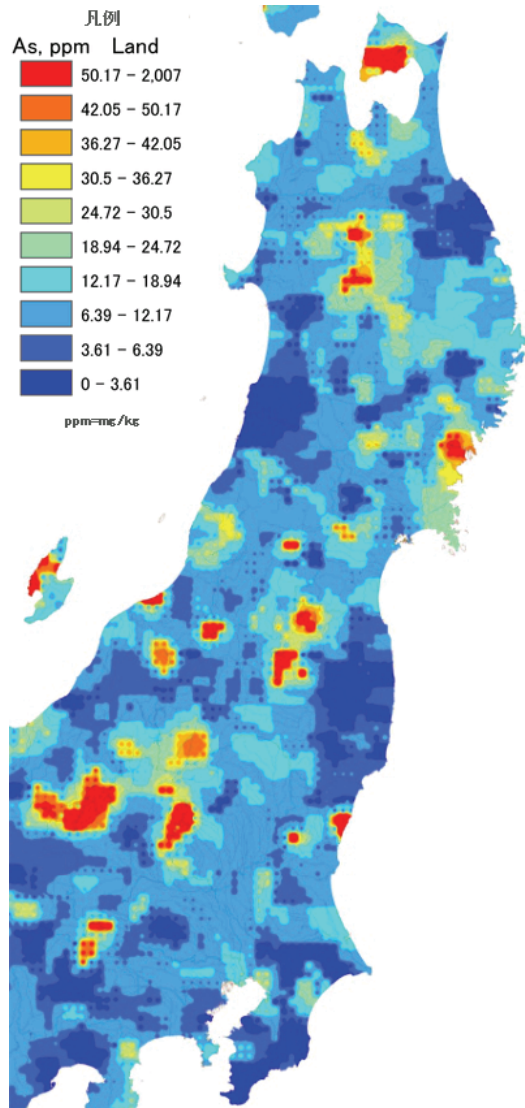


図-3 地球化学図の例(砒素含有量)¹⁵⁾

効率よく簡便な土壤汚染リスクの把握手法も検討する必要がある。一例として、PRTR(化学物質排出移動量届出制度)データとGIS(地理情報システム)を用いた汚染のおそれの評価手法が考えられる。

この手法を用いた事例として、(独)国立環境研究所が実施した災害廃棄物の有害性評価が挙げられる⁸⁾。この評価では、津波による影響も検討しており、PRTR届出個別事業所、産業廃棄物処理施設、水質汚濁防止法届出特定施設、下水処理場、ガソリンスタンド(国土数値情報、PRTR個別事業所)の位置と土地利用情報および津波浸水域データをGIS上で重ね合わせ、シミュレーションによる汚染物質の広がり範囲を検討し、エリアI(非汚染)~エリアIII(汚染可能性が高い)のゾーニングを行なっている(図-2)⁹⁾。津波災害を受けていない放射性物質のフォールアウトのみの地域では、より簡便なGIS処理で済むことから有効な手法と考えられる。

2.4 仮置き施設における特定有害物質による二次汚染

除染による除去土壌は、仮置場や除染現場に一時的に保管され³⁾、主に耐候性のフレコンバックに封入されている。使用されているフレコンバックは、難透水性ではないこと、フレコンバックの積み上げや仮置き時に破損のおそれがあることから、除去土壌に有害物質が含まれていると、雨水等の浸透により基礎地盤の土壌汚染を引き起こすおそれがある。

したがって、除去土壌の仮置場の返還にあたっては、土壌汚染のおそれがあると判断された場合、災害廃棄物の仮置場の返却に伴う原状復旧に係る土壌汚染調査^{21),22),23)}に準ずることが望ましい(図-4)。

2.5 ホットスポットの除染における特定有害物質による土壌汚染

空間放射線量率が低い地域でも周辺より高い箇所が認められることがあり、ホットスポットと呼ばれている。ホットスポットの調査・対策については、いくつかの方針・ガイドライン等が公表されている^{24),25),26),27),28)}。

放射性物質汚染対処特措法による除染以外に 8,000 Bq/kg を超過する土壌が認められた場合、指定廃棄物として処分することが可能であるが、福島県外においては行き先となる管理型処分場は、まだ存在していない。

ホットスポットは、人為的なものを除けば、放射性物質の濃度が高い土壌や粉塵が雨水等により濃集した箇所と考えられる。粉塵等には、重金属が多く含まれている場合があり、特に鉛(Pb)の含有量が高い事例が明らかになっている²⁹⁾。

関東首都圏の直轄国道の 20 地点で行なわれた実態調査結果では、路面排水・屋根排水・雨水において浮遊性物質(SS)由来と考えられるが、高い濃度の鉛が認められている(図-5)。

特に路面排水では、最大 0.072 mg/L、全体の平均で 0.023 mg/L の濃度が得られている。

また、この内 2 地点で採取された側溝泥と路面粉塵は、鉛について最大 350 mg/kg-dry の全含有量試験結果が得られている(表-2)。

したがって、ホットスポットの除染に際しても道路粉塵の多く集まる場所では、特定有害物質による土壌汚染の確認を行なうことが望ましい。

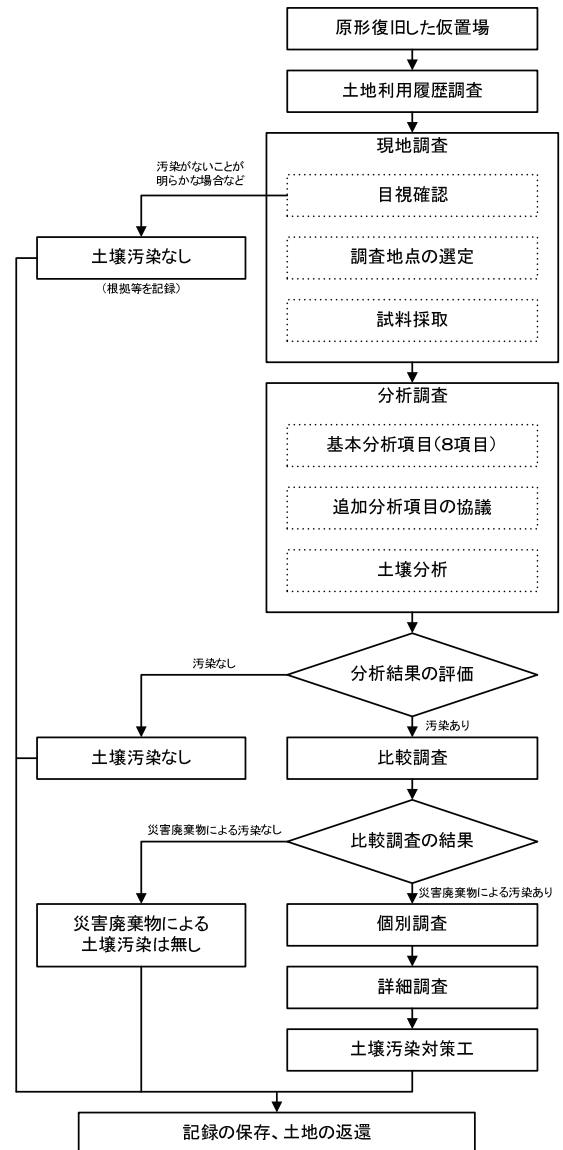


図-4 災害廃棄物仮置場返還に伴う手順の例²⁸⁾

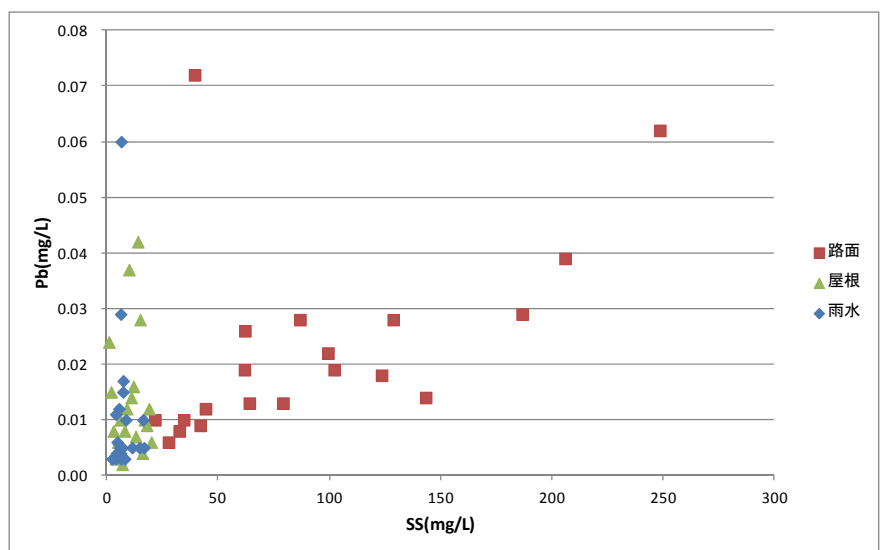


図-5 浮遊性物質(SS)と鉛(Pb)との関係²⁹⁾

注：文献24)の表4.8の一部を図化(20地点、3回調査の平均値の平均水質)。

表-2 側溝泥と路面粉塵の鉛(Pb)含有量試験結果²⁹⁾

		鉛(Pb)含有量 (mg/kg-dry)		
		1 回目	2 回目	3 回目
相模原市 (No.3)	側溝泥	10	37	17
	路面粉塵	6	39	140
江戸川区 (No.18)	側溝泥	13	58	350
	路面粉塵	110	34	190

注：文献 24)の表 4.16 の一部を引用。

3. 今後の除染と特定有害物質による土壤汚染の対応に向けて

放射性物質汚染対処特措法による除染が行なわれる地域においても、一部では特定有害物質による土壤汚染が存在する可能性があるため、以下の事項について、より一層的確に対応することが望ましい。

3.1 除去土壤のトレーサビリティの確保

中間貯蔵時に特定有害物質による土壤汚染のおそれを判断し、おそれがある除去土壤等について調査を実施するにあたっては、土壤のトレーサビリティを確保しておく必要がある。トレーサビリティが失われた除去土壤については、少なくとも 8,000 Bq/kg 以下の除去土壤（推定約 1,006 万 m³）²⁾の一部について全数検査を行なう必要が生じることになりかねない。

なお、除去土壤の保管に係るガイドライン³⁰⁾では、除去土壤の保管を行う者に記録の保存を義務付けており、その目的として「仮置場や中間貯蔵施設への運搬や保管の際のトレーサビリティの確保」を挙げている。その内容の1つとして基本事項の項目に「受入先の場所の名称及び所在地」が挙げられており、除染を行った現場の位置が記録されることになっている。除染仮置場における保管物の情報の記録としては、容器毎に取り付けられたタグに内容物の発生地目の記録欄が示されている³¹⁾。したがって、除去土壤については、基本的にフレコンバック毎にトレーサビリティが確保できているはずである。

3.2 特定有害物質による土壤汚染のおそれに関する事前の把握

トレーサビリティを確保した上で、時間・経費を考えるならば、事前に土壤汚染のおそれを把握し、分別して対応することが望ましい。事前に汚染のおそれを把握する方法としては、各種の土壤汚染リスクに係わるデータと GIS を用いた事例⁸⁾のような効率的な土地の履歴調査手法を検討・確立していくことが考えられる。加えて、土壤分析によりその手法の妥当性を検証する必要がある。

3.3 中間貯蔵時の分析・評価と特定有害物質による汚染土壤の分離保管

放射性物質は、物理半減期により自然に濃度が低減する。今回の放射性物質による汚染は、放射性セシウム（¹³⁴Cs、¹³⁷Cs）が主体であり、それぞれ半減期は ¹³⁴Cs：2.06 年、¹³⁷Cs：30.17 年である。放射性物質による汚染土壤は、超長期的には再利用可能である。これに対して、特定有害物質（特に重金属等）による土壤汚染は、ストック汚染であり貯蔵しただけでは基本的に変化するものではない。

したがって、仮置場等から搬入された除去土壤は、土壤汚染のおそれがある場合は分析し、基準不適合の場合には中間貯蔵時の混合は避け、分離して封じ込めることが望ましい。また、土壤汚染対策法の第二溶出量基準を超過する汚染土壤が存在した場合、遮水工封じ込めと同等の構造であるⅡ型に貯蔵することになるため、溶出量を第二溶出量基準以下に低減させる必要がある。なお、土壤洗浄（分級）等による放射性物質汚染土壤の減容化にあたっては特定有害物質による汚染土壤は、区別して取り扱うことが望ましい。

参考文献

- 1) 斎藤公明(2013)：土壤沈着量分布や空間線量率分布マップの作成、(独)日本原子力研究開発機構 研究開発成果報告会講演資料, pp.15, <http://www.jaea.go.jp/fukushima/other/2013-0325/3.pdf>
- 2) 中間貯蔵施設等福島現地推進本部(2013)：除去土壤等の中間貯蔵施設の案について、環境省, pp.5, https://josen.env.go.jp/soil/pdf/draft_131214.pdf
- 3) 環境省 HP：除染で取り除いた除去土壤等の処理の流れ, http://josen.env.go.jp/soil/storage_procedure.html
- 4) 環境省(2011)：東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質による環境汚染の対処において必要な中間貯蔵施設等の基本的考え方について（資料-1 除染に伴って生じる除去土壤等の試算について）, http://www.env.go.jp/jishin/rmp/attach/roadmap111029_a-6.pdf

- 5) 環境省(2009)：土壤汚染対策法に関する参考資料（参考資料1 土壤汚染対策法の一部を改正する法律について）、<http://www.env.go.jp/water/dojo/law/kaisei2009/ref01.pdf>
- 6) 中間貯蔵施設等福島現地推進本部(2013)：除去土壤等の中間貯蔵施設の案について，環境省，pp.32，https://josen.env.go.jp/soil/pdf/draft_131214.pdf
- 7) 環境省 HP：土壤汚染対策法に基づく要措置区域等一覧，http://www.env.go.jp/water/dojo/law/rm_area.pdf
- 8) 小口正弘，大迫政浩，滝上英孝，東博紀，遠藤和人，水谷千亜紀（2012）：津波堆積物の化学性状把握に向けた土地利用・施設立地情報の活用，廃棄物資源循環学会誌，vol.23，no.1，pp.60-71
- 9) 滝上英孝（2012）：廃棄物資源循環学会における津波堆積物の性状調査と適正処理手法の検討，東北大学大学院環境科学研究科震災フォーラム，<http://www.kankyo.tohoku.ac.jp/pdf/20120118003.pdf>
- 10) 宮城県環境生活部環境対策課，東北大学大学院環境科学研究科（2009）：宮城県土壤中の自然由来重金属等バックグラウンドマップ，<http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/kankyo-t/dojomap.html>
- 11) 産業技術総合研究所（2006）：土壤・地質汚染評価基本図 -5 万分の 1 仙台-
- 12) 産業技術総合研究所（2008）：表層土壤評価基本図 -宮城県地域-
- 13) 産業技術総合研究所（2004）：日本の地球化学図
- 14) 産業技術総合研究所（2010）：海と陸の地球化学図
- 15) 産業技術総合研究所（2010）：日本全国の海と陸の地球化学図データベース，<https://gbank.gsj.jp/geochemmap/>
- 16) 産業技術総合研究所（2013）：地質図 Navi，<https://gbank.gsj.jp/geonavi/>
- 17) 東北地域づくり協会（2006）：建設技術者のための東北地方の地質
- 18) 環境省 HP：東日本大震災の被災地における環境モニタリング調査について [土壤]，http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_so.html
- 19) 駒井武，川辺能成，原淳子，坂本靖英，張 銘（2012）：東日本沿岸における津波堆積物の性状に関する緊急調査 -津波堆積物に起因する土壤汚染リスク-，GSJ 地質ニュース，vol.1，no.6，pp.181-184，https://www.gsj.jp/data/gcn/gsj_cn_voll.no6_181-184.pdf
- 20) 土屋範芳，井上千弘，山田亮一，山崎慎一，平野伸夫，岡本敦，小川泰正，渡邊隆広，奈良郁子，渡邊則昭，東北地方津波堆積物研究グループ（2012）：東北地方太平洋沖地震による岩手，宮城，福島県沿岸域の津波堆積物のヒ素に関するリスク評価，地質学雑誌，vol.118，no.7，pp.419-430，https://www.jstage.jst.go.jp/article/geosoc/118/7/118_2012.0043/_pdf
- 21) 環境省事務連絡（2013）：仮置場の返却に伴う原状復旧に係る土壤汚染確認のための技術的事項について
- 22) 宮城県（2013）：東日本大震災により発生した災害廃棄物の二次仮置場閉鎖に伴う土壤汚染確認調査方針について，<http://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/221498.pdf>
- 23) 岩手県（2013）：「災害廃棄物仮置場の返還に係る土壤調査要領」の策定について，<http://www.pref.iwate.jp/kankyo/saigai/18649/012097.html>
- 24) 原子力災害対策本部（2011）：「福島県内（警戒区域及び計画的避難区域を除く）における生活圏の清掃活動（除染）に関する基本的な考え方」について，<http://www.meti.go.jp/press/2011/07/20110715009/20110715009.html>
- 25) 日本放射線安全管理学会（2011）：個人住宅を対象とするホットスポット発見／除染マニュアル，<http://www.jrsm.jp/shinsai/0728soil.pdf>
- 26) 内閣府，文部科学省，環境省（2011）：当面の福島県以外の地域における周辺より放射線量の高い箇所への対応方針，<http://www.cas.go.jp/genpatsujiko/pdf/1012housin.pdf>
- 27) 福島県災害対策本部（2011）：生活空間における放射線量低減化対策に係る手引き（第2版），<http://www.pref.fukushima.jp/j/tebiki1031.pdf>
- 28) 環境省（2012）：放射性物質による局所的汚染箇所への対処ガイドラインの取りまとめについて <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=14962>
- 29) 曾根真理，瀧本真理，木村恵子，小柴剛，井上隆司，並河良治（2010）：路面排水の水質に関する報告，国土交通省国土技術政策総合研究所資料，第 596 号，<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoku/tnn/tnn0596.htm>
- 30) 環境省（2013）：第 4 編 除去土壤の保管に係るガイドライン，pp.20-21，http://www.env.go.jp/jishin/rmp/attach/josen-gl04_ver2.pdf
- 31) 環境省（2014）：除去土壤等の仮置場と現場保管の状況，中間貯蔵施設への除去土壤等の輸送に係る検討会（第 2 回）資料 2-1，p.4，http://josen.env.go.jp/soil/pdf/transportation_140304.pdf

(URL 確認：2014 年 3 月 10 日)