

**福島県外における除染により発生した
除去土壌の処分に係るガイドライン
(案)**

令和7年〇月

福島県外における除染により発生した除去土壌の処分に係るガイドライン

1. 基本的な考え方
2. 埋立処分に当たって満たすべき要件
3. 異常時の対応

福島県外における除染により発生した除去土壌の 処分に係るガイドライン

目 次

1. 基本的な考え方	5-3
2. 埋立処分に当たって満たすべき要件と留意事項.....	5-6
(0) 公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれの有無の判定.....	5-7
(1) 除去土壌の飛散・流出の防止.....	5-8
(2) 生活環境の保全.....	5-8
(3) 周囲の囲い及び表示.....	5-8
(4) 敷地境界における空間線量率の測定（モニタリング）	5-10
(5) 記録及び図面の作成と保存.....	5-14
(6) 開口部の閉鎖（埋立終了時の措置）	5-20
(7) その他留意事項.....	5-20
3. 異常時の対応	5-31
(1) 連絡体制の強化.....	5-31
(2) 適切な初動対応の実施.....	5-31
(3) 安全の確保.....	5-32
【参考】 除去土壌の放射性セシウムに関する知見.....	5-33
【参考1】 除去土壌の放射性セシウム濃度.....	5-33
【参考2】 放射性セシウムの土壌への吸着メカニズム.....	5-34
【参考3】 放射性セシウムの分配係数.....	5-37
【参考4】 降雨等による放射性セシウムの移動.....	5-41
【参考5】 除去土壌の埋立処分ににおける放射性セシウムによる影響.....	5-46
【参考6】 除去土壌の埋立処分に係る実証事業の実施.....	5-47
【参考7】 除去土壌の保管容器の表面線量率と除去土壌の放射性セシウム濃度の関係	5-48
文末脚注	5-50

1. 基本的な考え方

本ガイドラインは、「平成二十三年三月十一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（以下「放射性物質汚染対処特措法」）」第41条第1項の規定に基づき定められた埋立処分の基準（平成二十三年三月十一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施行規則第58条の3）に係る事項を、具体例を示しつつ説明するものです。

また、本ガイドラインの対象は、福島県外における除染により発生した除去土壌の埋立処分であり、復興再生利用などについては「復興再生利用に係るガイドライン」を参照してください。

なお、本ガイドラインにおける埋立処分とは維持管理を伴う埋立処分のことであり、維持管理終了の時期については、引き続き検討を行うこととしています。

＜除去土壌の埋立処分の基準＞

- ① 除去土壌の飛散・流出の防止
- ② 埋立処分に伴う生活環境の保全
- ③ 周囲に囲い及び表示
- ④ 埋立処分のための施設設置を行う場合の生活環境の保全
- ⑤ 敷地境界における空間線量率の測定
- ⑥ 記録及び図面の作成と保存
- ⑦ 開口部の閉鎖
- ⑧ 放射性セシウムが溶出する除去土壌を埋立処分する場合の措置

埋立処分では、飛散・流出の防止措置や空間線量率等の測定等を行います。福島県外で発生した除去土壌の埋立処分に当たっては、作業員や周辺住民の追加被ばく線量が年間1 mSv 以下になるようにすることとしています。安全側の仮定の下で推計を行った結果、作業員や周辺住民の追加被ばく線量は最大でも年間0.18 mSv と推計されている（⇒【参考5】参照）ほか、これまでに実施した除去土壌の埋立処分に係る実証事業においては、作業員・周辺住民の年間追加被ばく線量はいずれも1 mSv を十分下回ることが確認されています。

したがって、本ガイドラインに従い、福島県外における除染により発生した除去土壌を安全に処分することが可能です。

また、土壌中の放射性セシウムの大部分は、鉱物の層間に固定され、移動しにくい状態にあるとされていますので、特に福島県外で発生した比較的低い放射性セシウム濃度の除去土壌の埋立処分に当たっては、容器への封入や遮水工等は原則として必要ありません（⇒【参考 2】～【参考 4】参照）。

ただし、例外的に公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれがある場合（⇒ 2.（0）参照）には、遮水工等を設けます。以下では、特に断らない限り、遮水工等を設けない場合について説明します。

また、除去土壌の放射性セシウム濃度が 1 万 Bq/kg を超える場合は電離放射線障害防止規則（昭和 47 年労働省令第 41 号。以下「電離則」*¹という。）第 41 条の 3 で定める「事故由来廃棄物等」に該当するため、当該除去土壌の処分の業務を行う事業者は、電離則に基づく措置を行う必要があります。作業者の安全確保に必要な措置については、電離則及び「事故由来廃棄物等処分業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」*²を参照してください。

なお、除染廃棄物の処分については関係法令、特定一般廃棄物・特定産業廃棄物関係ガイドラインを参照してください。

【参考】放射性物質汚染対処特措法施行規則（除去土壌の埋立処分基準部分）

第五十八条の三 法第四十一条第一項の環境省令で定める除去土壌（公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれのないものとして環境大臣が定める要件に該当すると認められるものに限る。以下この項において同じ。）の処分のうち埋立処分の基準は、次のとおりとする。

- 一 第二十六条第一項第一号（二及びホを除く。）¹及び第九号²の規定の例によること。
 - 二 除去土壌の埋立地（以下この条において単に「埋立地」という。）の境界（埋立地に隣接する区域に人がみだりに立ち入らないような措置を講じた場合には、その区域の境界とする。）において、放射線の量を第十五条第十一号の環境大臣が定める方法により七日に一回以上測定し、かつ、記録すること。ただし、埋立処分が終了した場合にあっては、定期的に測定し、かつ、記録すること。
 - 三 次に掲げる事項の記録及び除去土壌を埋め立てた位置を示す図面を作成し、当該埋立地の維持管理の終了までの間、保存すること。
 - イ 埋め立てられた除去土壌の事故由来放射性物質の濃度及び埋め立てられた除去土壌の量
 - ロ 埋め立てられた除去土壌ごとの埋立処分を行った年月日
 - ハ 引渡しを受けた除去土壌に係る当該除去土壌を引き渡した担当者及び当該除去土壌の引渡しを受けた担当者の氏名並びに運搬車を用いて当該引渡しに係る運搬が行われた場合にあっては当該運搬車の自動車登録番号又は車両番号
 - ニ 埋立地の維持管理に当たって行った測定、点検、検査その他の措置（前号の規定による測定を含む。）
 - 四 除去土壌の埋立処分を終了する場合（埋立地を区画して埋立処分を行う場合には、当該区画に係る埋立処分を終了する場合を含む。）には、厚さがおおむね三十センチメートル以上の土壌による覆いその他これに類する覆いにより開口部を閉鎖することその他の環境大臣が定める措置を講ずること。
- 2 法第四十一条第一項の環境省令で定める除去土壌（前項各号列記以外の部分に規定する除去土壌を除く。以下この項において同じ。）の処分のうち埋立処分の基準は、次のとおりとする。（略）

1

¹ イ 特定廃棄物が飛散し、及び流出しないようにすること。

ロ 埋立処分に伴う悪臭、騒音又は振動によって生活環境の保全上支障が生じないように必要な措置を講ずること。

ハ 周囲に囲いが設けられ、かつ、特定廃棄物の処分の場所であることの表示がされている場所で行うこと。

² 特定廃棄物の埋立処分のための施設を設置する場合には、生活環境の保全上支障を生ずるおそれのないように必要な措置を講ずること。

2. 埋立処分に当たって満たすべき要件と留意事項

施行規則や関連規定*3、除去土壌の埋立処分に係る実証事業等の結果を踏まえ、ここでは除去土壌を埋立処分する場合に共通的に適用すべき以降を整理しました（⇒図5-1参照）。

本ガイドラインでは、これらの事項について説明するとともに、埋立処分の手順について具体例を示します。

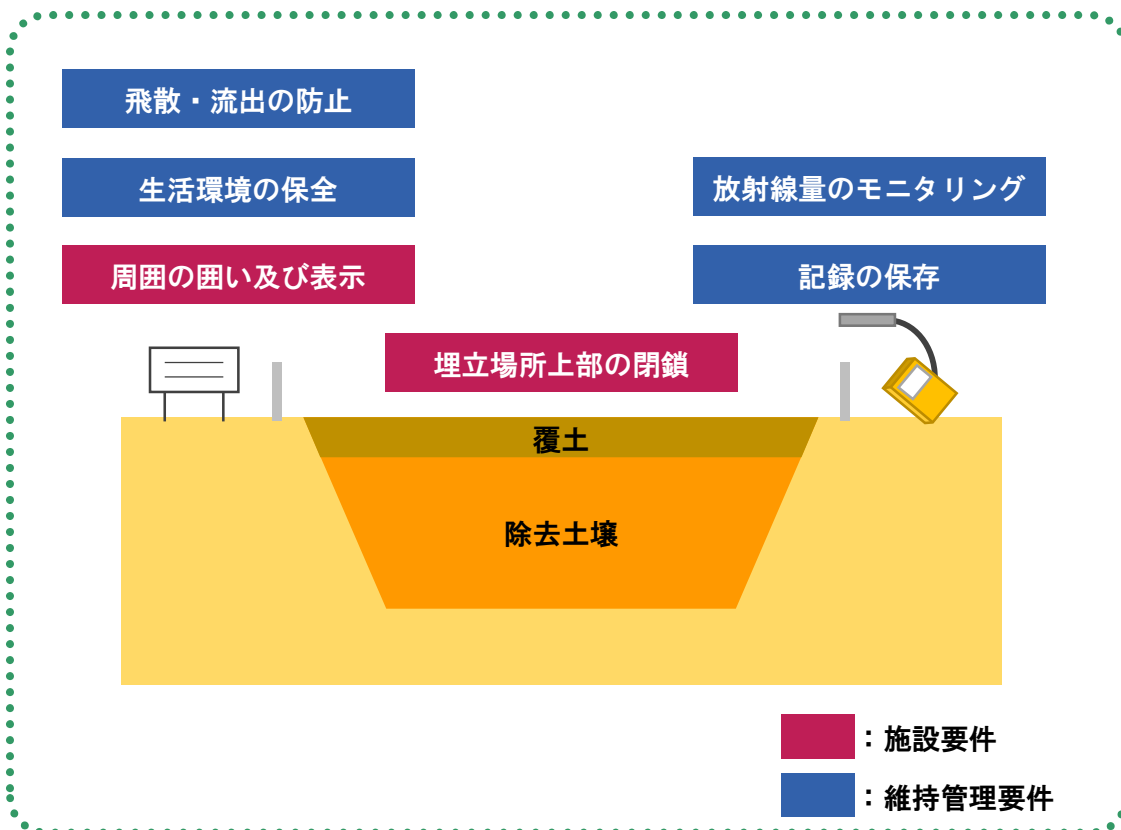


図5-1 除去土壌の埋立処分に係る施設／維持管理要件のイメージ

（０）公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれの有無の判定

放射性セシウムは土壌と強固に固定されていることから地下水等への移行は起こりにくく、さらに、福島県外で発生した比較的低い放射性セシウム濃度の除去土壌では公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれは極めて小さいと考えられますが、必要に応じて、そうしたおそれが無いことを確認するため除去土壌の放射性セシウム溶出試験を行います。

例えば、例外的に放射性セシウム濃度が概ね 10 万 Bq/kg を越える場合や除染廃棄物から分別した場合（有機物を特に多く含む蓋然性が高く、溶出率が比較的高くなる傾向にある）等については放射性セシウムの溶出試験により判定することとし、それ以外の場合については公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれが無いものとして取り扱って差し支えありません。

溶出試験を行う場合は、調査単位ごとに 4 以上の試料を採取・混合して試験試料とします（⇒図 5-2 参照）。サンプリングの方法については 2.（７）④も参照してください。

調査単位は、「要措置区域外から搬入された土壌を使用する場合における当該土壌の特定有害物質による汚染状態の調査方法（平成 31 年環境省告示第 6 号）」を参考に 900m³ 以下を調査単位とします。

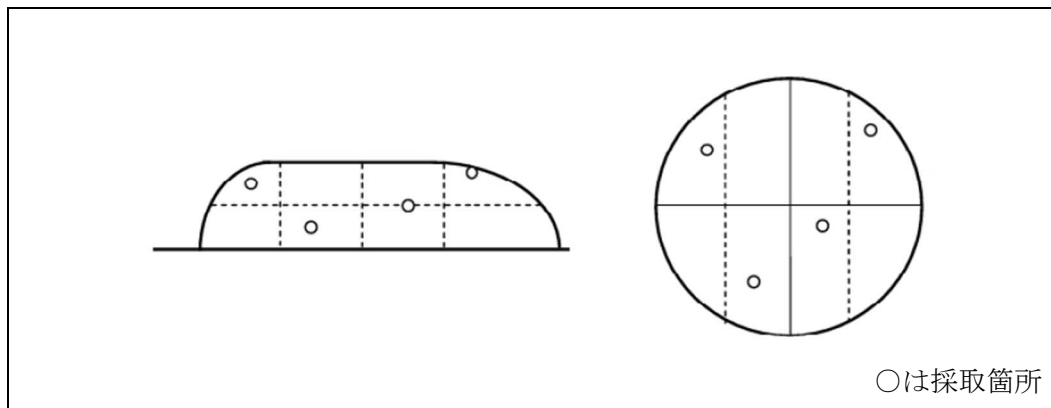


図 5-2 試料採取場所のイメージ

試験方法は「JIS K 0058-1 スラグ類の化学物質試験方法―第 1 部：溶出量試験方法」とし、放射性セシウム濃度の測定にはゲルマニウム半導体検出器を用います。その際、検出下限値は 10～20Bq/L とします。検出下限値未満であれば公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれがないものと判断できます。

（１）除去土壌の飛散・流出の防止

風雨等による除去土壌の飛散・流出を防止するため、除去土壌の容器からの取り出し（大型土のう袋の破袋等）は埋立場所の地表面になるべく近づけて行う、埋立作業中に必要に応じて粉じんの発生抑制のための散水を実施する、シート等で埋立場所の開口部を養生する等の措置を講じます。

（２）生活環境の保全

埋立作業（施設を設置する場合には、施設設置も含む）に伴う悪臭、騒音又は振動によって生活環境の保全上支障が生じないようにします。例えば、定期的な作業場内の清掃や、低騒音型・低振動型の重機を使用する等の措置を講じます。

（３）周囲の囲い及び表示

除去土壌の埋立処分場所に周辺住民等がみだりに立ち入らないようにするため、周囲に囲いを設け、除去土壌の埋立処分場所であることがわかる表示を行います。ただし、開口部の閉鎖（後述）後の埋立処分場所の上部については、維持管理に支障が無いと認められる範囲で利用することができます（⇒２．（７）⑨参照）。

なお、福島県外で保管されている除去土壌の放射性セシウム濃度の中央値は約 500Bq/kg、約 95%は 2,000Bq/kg 以下と推計されており（⇒【参考１】参照）、埋立処分を行う場合の埋立場所の形状及び埋立場所からの距離に応じた年間追加被ばく線量の推計値は表 5-1 のとおりです。したがって、基本的には公衆との離隔距離を考慮する必要はありませんが、放射性セシウム濃度の高い土壌を取り扱う場合や、作業場所内で除去土壌を一時的に集約する場合には、作業場所や周辺の状況に応じ、住宅等からなるべく離すなどの措置をとることも有効です。

表 5-1 埋立場所の形状、埋立場所からの距離に応じた年間追加被ばく線量^{*4}

距離(m)	年間追加被ばく線量(mSv/y)	
	10m×10m×1m	200m×200m×10m
中心	1.3E-02	1.7E-02
10	7.9E-05	1.7E-03
100	2.9E-06	2.8E-04

※覆土 30cm の条件。

※例えば、埋立場所の形状が 200m×200m×10m の場合、埋立場所の端から 10m 離れた地点にずっと滞在する場合の年間追加被ばく線量は、 $1.7\text{E-}03\text{mSv/y}$ ($=1.7\mu\text{Sv/y}$) となる。

■ 囲い

囲いは埋立処分場所の維持管理に支障を及ぼさないようにみだりに人が立ち入らないことを目的として設置されるものであり、フェンス、柵、ロープ等があります。また、当該敷地の境界を示す既存の囲いがある場合は、それをもって代えることもできます。

なお、動物による覆土の掘り返しが懸念される場合は、動物の侵入を防止するような囲いを設置することも有効です。

■ 表示

除去土壌の埋立処分を行う場所には、除去土壌の埋立処分場所であることを表示する必要があります。併せて、埋立処分場所の管理者（市町村の担当部署や委託先の担当者等）の連絡先（住所、緊急連絡先等）を記載します（⇒図 5-3 参照）。

なお、埋立処分の作業実施に当たっては、埋立作業を行う期間や作業時間、作業内容、環境モニタリングの結果を掲示板等によって住民に周知するなど、適切な情報の共有と理解醸成に向けた取組を行うことも有効です。

また、埋立終了後においても、環境モニタリングの結果を掲示するなど、住民との情報共有に活用することができます。

除去土壌の埋立処分場所	
管理者名	
連絡先	

図 5-3 埋立処分の場所の表示例

(4) 敷地境界における空間線量率の測定（モニタリング）

除去土壌搬入前、埋立作業中、維持管理中の空間線量率の測定に当たっては、シンチレーション式サーベイメータを用いることを基本とします。サーベイメータの取扱いや測定の方法については、「第 1 編 汚染状況重点調査地域内における環境の汚染状況の調査測定方法に係るガイドライン」を参照してください。

① 除去土壌搬入前のモニタリング

除去土壌の埋立作業中・維持管理中に測定する空間線量率は、除去土壌の埋立処分の場所に除去土壌を搬入する前（処分開始前）の状態での空間線量率（以下「バックグラウンド値」という。）の変動幅と比較することになります。なお、測定点はいずれも地表から 1 m の高さとし（以下同じ）。

したがって、除去土壌の埋立処分の場所に除去土壌を運び込む前に空間線量率（バックグラウンド値）を測定し、記録しておくことが重要です。特に、空間線量率は、測定場所によって変動することに加え、雨天時には自然由来の放射性物質からの放射線量が増えることも知られていますので、正確なバックグラウンド値を把握するために、雨天の日も含めて、多くの測定点においてデータを取得しておきます。

測定点については、敷地の広さに応じて、敷地境界に沿って偏りなく数地点～数十地点以上を設定し、記録します。

測定した空間線量率の値から、以下の式で求められる値を計算し、その値を変動の上限の目安とします。

$$m + 3 \sqrt{\frac{(s_1 - m)^2 + (s_2 - m)^2 + \cdots + (s_k - m)^2 + \cdots + (s_N - m)^2}{N}}$$

ただし、 $s_1, s_2, \cdots, s_k, \cdots, s_N$ は各測定値、
 m は測定値の平均値、 N は測定点数

② 埋立作業中のモニタリング

除去土壌の搬入や埋立作業による周囲への放射線影響が無いことを確認するため、埋立処分の場所の敷地の境界（埋立処分の場所に隣接する区域に人がみだりに立ち入らないような措置を講じた場合には、その区域の境界）において空間線量率を定期的に測定し、作業中・周辺住民の除去土壌による追加被ばく線量が年間 1 mSv を超えないことや、埋立完了後にバックグラウンド値と同程度になることを確認し、記録します。

測定点は、バックグラウンドの測定点のうち除去土壌の埋立処分の場所から最も近い地点を含めた 4 地点以上とします。

測定の頻度は 7 日に 1 回以上としますが、作業期間が短い場合には頻度を増やし、作業の開始時、中頃、終了時を目安に測定することが適当です。

③ 埋立終了後の維持管理中のモニタリング

除去土壌の埋立処分の場所の維持管理中、除去土壌による放射線の影響が無いことを確認するため、定期的に埋立処分の場所の覆土が維持されていることを目視にて点検するとともに、敷地境界において空間線量率を測定し、バックグラウンド値と同程度になることや作業中・周辺住民の追加被ばく線量が年間 1 mSv を超えないことを確認し、記録します。

維持管理開始から一定期間継続して、覆土が維持されていることや空間線量率が埋立以前から大きく変動していないことが確認されれば、モニタリングの間隔を長くしても差し支えありません。モニタリングの頻度は年に 1 回以上を基本としますが、具体的には周囲の状況等に鑑みて決定します。

また、モニタリングの間隔を見直す条件については、あらかじめ定めておきます。

ただし、覆土の機能等に影響が生じうる大雨等が発生した際は、随時目視点検及

- 1 び空間線量率の測定を実施するなど、安全に維持管理されていることを確認します。
- 2 なお、覆土が適切に維持されている場合には、埋立場所に植物が繁茂することは
- 3 放射線防護の観点からは問題となることはありませんが、目視による確認の妨げに
- 4 ならないよう、必要に応じて草刈り等を行います。
- 5

■地域の参画を得た空間線量率測定会の実施事例

リスクコミュニケーションの一環として、地域の参画を得て空間線量率の測定を行うことも有用です。

環境省が実施した除去土壌の埋立処分実証事業においては、情報公開による透明性の向上を通じたリスクコミュニケーションを図るため、那須町及び丸森町において公開測定会を開催し、住民の皆様と一緒に空間線量率を測定しました。



図5-4 公開測定会（那須町）



図5-5 公開測定会（丸森町）

＜変動の有無の判定方法＞

「バックグラウンド値の平均値＋（3×標準偏差）」をバックグラウンド値の変動幅の目安とし、埋立終了後の空間線量率の測定値がバックグラウンド値の変動幅に入っていれば（かつ追加被ばく線量が年間1 mSvを超えていなければ）、空間線量率の変動が無いと判断できます。

＜変動が確認された場合の対応＞

バックグラウンド値の変動幅を上回る空間線量率が測定された場合は、覆土の

状態を確認する等の原因究明を行い、必要に応じて覆土の補修等の措置を行います。

その他、除去土壌の埋立処分の場合に異常が見られた場合には、「3. 異常時の対応」を参考に対応します。

(5) 記録及び図面の作成と保存

処分実施者は、表 5-2 に示す事項を記録し、除去土壌の埋立処分の場所の維持管理終了までの間、保存します。特に、埋立処分における各作業の状況や埋立直前、埋立中、埋立完了後覆土前の処分場所及び埋め立てた除去土壌の状況について、写真等の画像による記録を行うことも有効です。

こうした記録は、除去土壌の処分の際のトレーサビリティを確保する上で重要であるとともに、除去土壌の埋立処分の場所の維持管理終了について判断する際に必要な情報となることが考えられます。

空間線量率や容器の表面線量率の記録の方法については、「第 1 編 汚染状況重点調査地域内における環境の汚染状況の調査測定方法に係るガイドライン」及び「第 3 編 除去土壌の収集・運搬に係るガイドライン」を参照してください。

また、放射性セシウム濃度の測定については、2. (7) ④を参照してください。

1

表5-2 除去土壌の処分に係る記録項目

	省令	記録シート (例)
埋立処分の概要	◎埋め立てた位置を示す図面 ○全体平面図、構造断面図等 ◎埋め立てられた除去土壌量 ◎埋立処分を行った年月日 ◎埋立処分の場所の維持管理に当たって行った測定、点検、検査その他の措置の内容	図5-6
処分に係る項目	○当該除去土壌の引渡しを受けた年月日 ◎当該除去土壌を引渡した担当者の氏名 ◎当該除去土壌の引渡しを受けた担当者の氏名 ◎運搬車の自動車登録番号又は車両番号 (運搬車を用いて当該引渡しに係る運搬が行われた場合)	図5-7
	○除去土壌の放射性セシウム濃度(除去土壌が入った容器単位) ＜除去土壌の容器表面の空間線量率＞ ・測定点の位置 ・測定年月日 ・測定方法、測定機器 ・測定結果 ＜除去土壌の放射性セシウム濃度の推計値＞ ・除去土壌の重量 ・容器表面の空間線量率から推計した除去土壌の放射性セシウム濃度	
	＜除去土壌の放射性セシウムの溶出量＞ ・測定検体 ・測定年月日 ・測定方法、測定機器 ・測定結果 ＜除去土壌の放射性セシウム濃度の実測値＞ ・測定検体 ・測定年月日 ・測定方法、測定機器 ・測定結果	図5-8
空間線量率の測定に係る項目	○空間線量率の測定結果 ・敷地境界及び空間線量率の測定点の位置 ・測定年月日 ・測定方法、測定機器 ・測定結果(バックグラウンド値、敷地境界における空間線量率) ・測定を行った者の氏名又は名称	図5-9

◎：省令規定事項、○：ガイドライン記載事項

2

3

埋立処分概要 記録シート

名称	〇〇市 〇〇地区
住所	〇〇市 〇〇町 〇-〇

図面の記入欄	
埋立位置	※詳細は、別添〇参照
全体平面図	※詳細は、別添〇参照
構造断面図	※詳細は、別添〇参照

処分に係る記録の記入欄		
埋め立てられた 除去土壌量	埋立量 (m ³)	
	埋立量 (kg)	
除去土壌の 放射性セシウムの濃度	平均 (Bq/kg)	
埋立処分を行った年月日	年 月 日 ~ 年 月 日	

維持管理に係る記録の記入欄	
埋立場所の維持管理に当 たって行った測定、点検、検 査その他の措置の内容	※詳細は、別添〇参照

※記録用紙の例ですので、適宜工夫してください。

図5-6 埋立処分概要の記録シートの例

1
2

除去土壌の放射性セシウム濃度推計 記録シート

名称	〇〇市 〇〇地区									
引渡し情報記入欄										
引渡しを受けた年月日	年 月 日()									
引き渡した担当者氏名										
引渡しを受けた担当者氏名										
自動車登録番号/車両番号										
測定状況記入欄										
測定日時	年 月 日()									
測定時間	: ~ :									
測定者										
天候										
測定結果記入欄										
測定検体	除去土壌の容器表面の空間線量率						重量 (kg)	推計式による 放射性セシウム 濃度(Bq/kg)	実測 の 要否	
	側面1	側面2	側面3	側面4	上面	平均				
放射性セシウム 濃度推計式										
空間線量率 測定機器										
備考										

3
4
5

※記録用紙の例ですので、測定対象や測定方法等によって適宜工夫してください。

図5-7 除去土壌の放射性セシウム濃度推計の記録シートの例

1
2

除去土壌の放射性セシウム濃度測定 記録シート

名称	〇〇市 〇〇地区							
測定状況記入欄								
測定日時	年 月 日 ()							
測定時間	: ~ :							
測定者								
測定結果記入欄※								
測定検体	推計式による 放射性セシウム 濃度 (Bq/kg)	実測による 放射性セシウム 濃度 (Bq/kg)		1万Bq/kg 超の判定	溶出試 験の 要否	放射性セシウム 溶出量 (Bq/L)		溶出 の 判定
		Cs-134	Cs-137			Cs-134	Cs-137	
放射性セシウム 濃度の 測定機器								
放射性セシウム 溶出量の 測定機器								
備考								

3
4
5

※検出下限値未満の場合は検出下限値も記載すること。
溶出試験における放射性セシウムの検出下限値は10～20Bq/Lとすること。

※記録用紙の例ですので、測定対象や測定方法等によって適宜工夫してください。

図5-8 除去土壌の放射性セシウム濃度と溶出量測定の記録シートの例

空間線量率 記録シート

名称	〇〇市 〇〇地区
測定機器	〇〇社 〇〇型

測定状況記入欄		
測定日	年 月 日 ()	
測定時間	: ~ :	
測定者		
天候		
空間線量率 測定結果記入欄		
	測定結果	
バックグラウンド値の変動の上限の目安		μ Sv/h
測定点1		μ Sv/h
測定点2		μ Sv/h
測定点3		μ Sv/h
測定点4		μ Sv/h
測定点5		μ Sv/h
測定点6		μ Sv/h
測定点7		μ Sv/h
測定点8		μ Sv/h
測定点9		μ Sv/h
測定点10		μ Sv/h
備考		

空間線量率 測定点略図

※記録用紙の例ですので、測定対象や測定方法等によって適宜工夫してください。

図 5-9 空間線量率の記録シートの例

（６）開口部の閉鎖（埋立終了時の措置）

埋立終了時に厚さがおおむね 30cm 以上の土壌等によって開口部を閉鎖（覆土）します（⇒【参考 6】参照）。

動物による覆土の掘り返しが懸念される場所等においては、合理的に維持管理ができるよう、囲いによって侵入防止を図るほか、動物の影響を加味して覆土の厚さを決定します。除去土壌や基礎地盤の沈下が想定される場合は、沈下に備えて必要な余盛りを行うことも有効です。

（７）その他留意事項

埋立処分の基準に係る事項に加えて留意すべき事項として、以下の①～⑪の事項をここでは整理します。

＜埋立処分の基準に係る事項に加えて留意すべき事項＞

- ① 埋立処分の場所の立地の検討
- ② 雨水等の浸入の防止等
- ③ 除去土壌の受入管理
- ④ 除去土壌の放射性セシウム濃度の測定
- ⑤ 埋立作業時の安全管理
- ⑥ 埋立作業時の留意事項
- ⑦ 電離則の対象となる除去土壌の取扱い
- ⑧ 除染廃棄物から分別した土壌の取扱い
- ⑨ 埋立処分の場所の上部利用
- ⑩ 有害物質への対応
- ⑪ 異常時の対応

① 埋立処分の場所の立地の検討

埋立処分の場所の立地の検討に際しては、地形、地質、気象その他の自然・社会的状況を勘案し、放射線防護上の安全性を考慮して、利用場所を選定することが重要です。

また、地盤が傾斜している場所や風水害・地震による飛散・流出リスクが高い場所などを選定しようとする場合は、除去土壌の飛散・流出リスクを総合的に勘案し、十

分な検討を行うこととします。

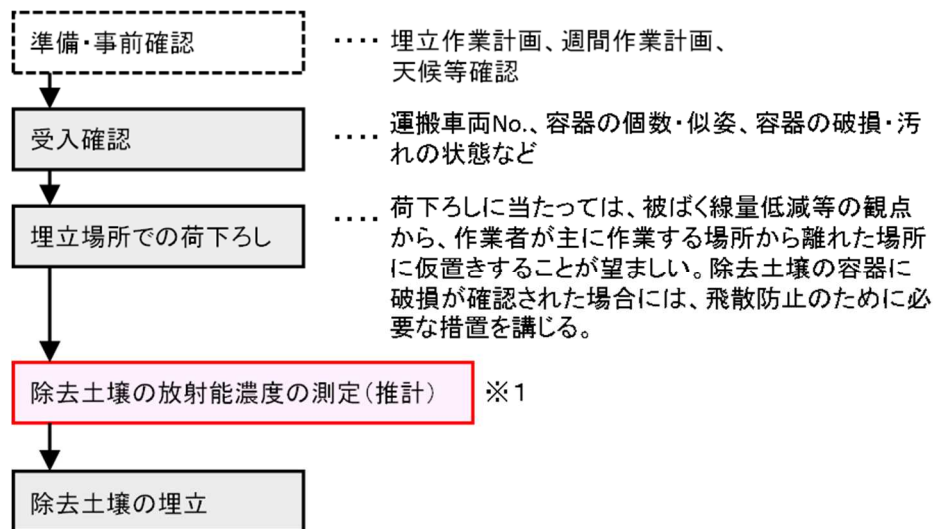
② 雨水等の浸入の防止等

土壌中の放射性セシウムの大部分は、鉱物の層間に固定され、移動しにくい状態であることがわかっています（⇒【参考2】【参考3】参照）。また、環境省が行った実証事業の結果においても、土壌から浸透水への放射性セシウムの移行は確認されなかったことから（⇒【参考4】【参考6】参照）、基本的には雨水等の浸入防止の措置及び地下水汚染の防止の措置は不要です。

③ 除去土壌の受入管理

埋立処分場所への除去土壌の搬入については「第3編 除去土壌の収集・運搬に係るガイドライン」を参照してください。

埋立処分場所に除去土壌を搬入する際は、必要な受入管理を埋立処分場所で行います。具体的な受入手順を図5-10に示します。



※1：ここでは容器の全数の放射線量と重量を測定した後に回帰式を作成する手順を示していますが、受入前にあらかじめ容器を抽出して回帰式を作成してもかまいません。

図5-10 除去土壌の受入管理の手順の例

除去土壌の放射性セシウム濃度が1万 Bq/kg を超える場合は電離則に基づく措置

1 の対象となります。そのため、容器を破袋する前に除去土壌の放射性セシウム濃度の
2 測定（推計）を行う必要があります。その際、放射性セシウム濃度の判定に当たって
3 は、「除染電離則ガイドライン」の放射性セシウム濃度の簡易測定手順に示される推
4 計式（以下「除染電離則推計式」という。）を1次スクリーニングに用いることがで
5 きます。除去土壌の放射性セシウム濃度の把握と埋立処分の流れを図5-11に示し
6 ます。なお、除染廃棄物から分別した土壌を埋め立てる場合については「⑧ 除染廃
7 棄物から分別した土壌の取扱い」を参照してください。

8

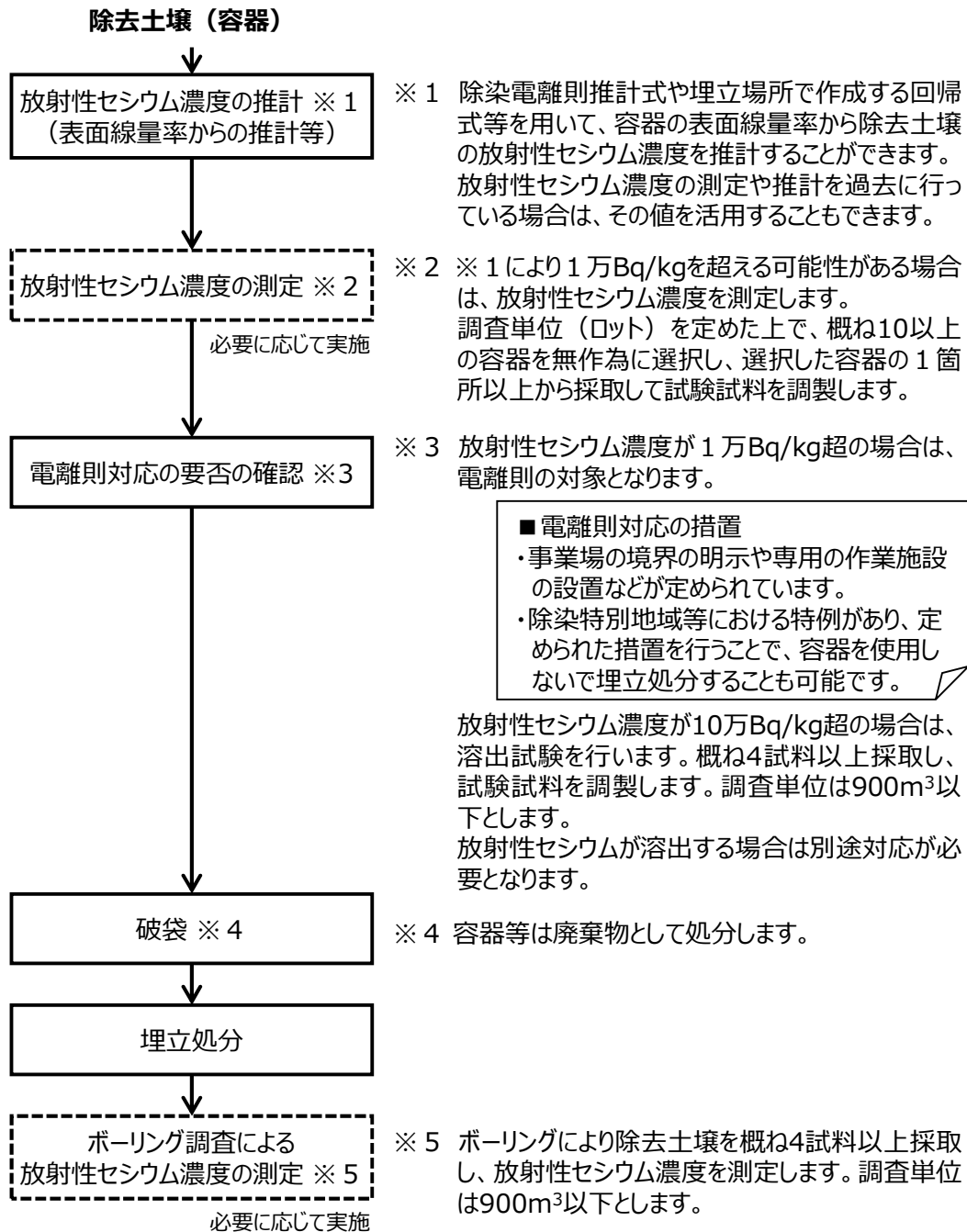


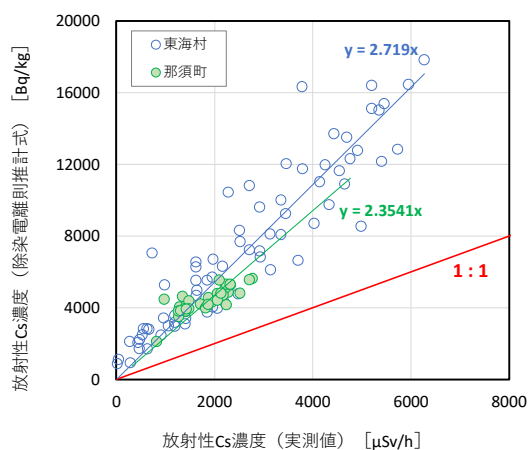
図 5-11 除去土壌の放射性セシウム濃度の把握と埋立処分の流れ

■除染電離則推計式を用いた放射性セシウム濃度の1次スクリーニング

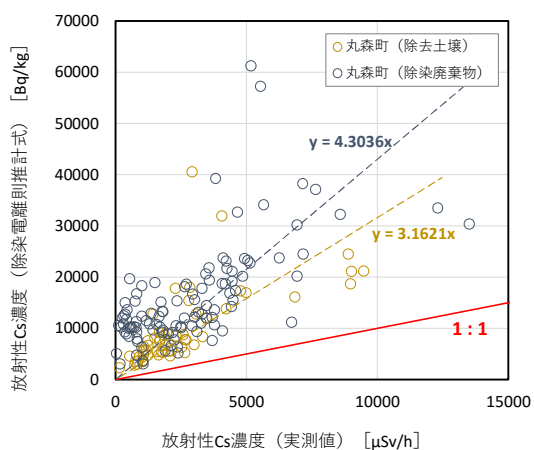
東海村、那須町、丸森町で実施した除去土壌の埋立処分実証事業で得られた、除染電離則推計式による推計値と実測値の関係を示します(図5-12)。除染電離則推計式による推計値は実測値よりも大きくなっており、除染電離則推計式によって放射性セシウム濃度を保守的に推計できることがわかります。

したがって、除染電離則推計式による推計値が1万 Bq/kg 以下となった容器に入っている除去土壌は、実測値も1万 Bq/kg 以下であると判定できます。一方、除染電離則推計式による推計値が1万 Bq/kg 超となった場合は、容器から試料を採取して放射性セシウム濃度の測定を行い、実際に濃度を測定する必要があります。

【東海村、那須町】



【丸森町 (除去土壌、除染廃棄物)】



※「1 : 1」の補助線は、実測による放射性セシウム濃度と除染電離則推計式によって推計された放射性セシウム濃度が等しくなる関係式を意味しています。東海村や那須町では、除染電離則推計式によって推計された放射性セシウム濃度は、実測による放射性セシウム濃度のおおよそ2～3倍の値を示しています。

図5-12 除去土壌埋立処分実証事業における事例

また、除去土壌の表面線量率と放射性セシウム濃度の回帰式を埋立処分場所ごとに作成し、その回帰式によって除去土壌の放射性セシウム濃度を把握することも有効です。

■埋立処分の場所で作成する回帰式による除去土壌の放射エネルギーの把握方法

- ① 埋立処分する除去土壌の全数について、シンチレーション式サーベイメータ等を用いて容器の表面線量率を測定します（上面1点、側面4点の平均値）。表面線量率の測定方法については除染関係ガイドライン「第1編 汚染状況重点調査地域における環境の汚染状況の調査測定方法に係るガイドライン」を参照してください。
- ② 併せて、埋立処分する除去土壌の全数について、クレーンスケール等で容器の重量を測定します。
- ③ 処分量に応じて30～100袋程度を目安に除去土壌の放射性セシウム濃度のサンプル調査を行います。放射性セシウム濃度の測定方法については、廃棄物関係ガイドラインを参照してください
- ④ 表面線量率及び放射性セシウム濃度の抽出調査から得られた結果を用いて、表面線量率と放射性セシウム濃度の関係を示す回帰式を作成します。

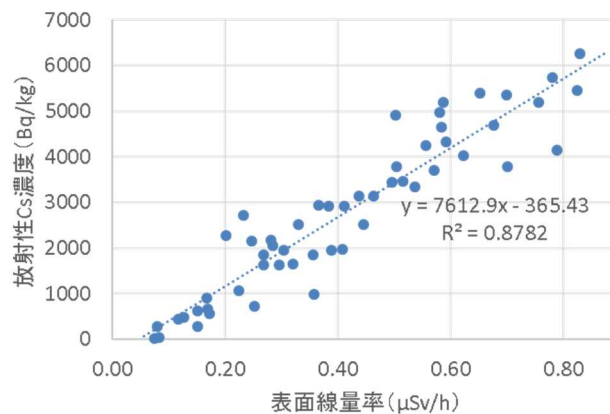


図5-13 回帰式のイメージ

- ⑤ 得られた回帰式を用いて、容器単位での残りの除去土壌の放射性セシウム濃度を推計します。
- ⑥ 回帰式によって推計された放射性セシウム濃度が1万Bq/kgを超える可能性が考えられる場合は、放射性セシウム濃度を実測することによって確定します。

④ 除去土壌の放射性セシウム濃度の測定

除去土壌の放射性セシウム濃度は、除去土壌の埋立処分場の維持管理終了の判断を行う際に重要な判断指標となりうるものです。埋立処分の作業中に、容器内からのサンプル採取又はボーリングによるサンプル採取を行い、放射性セシウム濃度を測定します。

サンプルを採取する場合は、調査単位ごとに除去土壌を概ね4試料以上採取・混合して試験試料とします。1か所のボーリングコアから複数試料を採取し、等量混合して検体を調整することも代表性を確保するためには有効です。

調査単位は、「要措置区域外から搬入された土壌を使用する場合における当該土壌の特定有害物質による汚染状態の調査方法（平成31年環境省告示第6号）」を参考に、900m³以下を調査単位とします。

埋立処分を行う除去土壌の量が極端に少ない場合は、1つのボーリングコアから複数試料を採取し、等量混合して代表サンプルとすることも可能です。

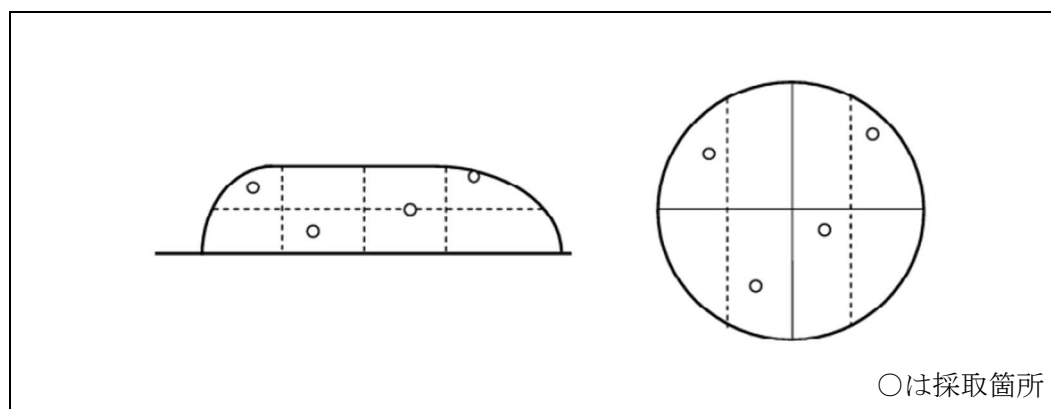


図5-14 試料採取場所のイメージ

なお、これらの測定・推計によらなくとも、保管されている除去土壌の放射性セシウム濃度が過去に測定又は推計されている場合は、放射性セシウム濃度の自然減衰を反映した値を採用してもかまいません。この場合、字や街区等の区域単位で代表する値を用いることもできます。

⑤ 埋立作業時の安全管理

埋立作業を行う際は、あらかじめ緊急時の連絡体制を構築します。

埋立作業を行う際は、囲いを設け、内側に関係者以外の人が入り込むことのないようにするとともに、電離則の対象外の場合であっても、作業員に対して、利用する土壌に放射性物質が含まれていること、不要な被ばくを避けることが望ましいこと等をあらかじめ留意事項として説明することが重要です。

また、作業環境に応じて必要な保護具の着用や作業員の線量管理等の安全管理を行います。

⑥ 埋立作業時の留意事項

除去土壌の埋立作業に当たって、廃棄物や埋立に支障のある異物が混入している場合は除去するとともに、除去土壌の保管に用いていた容器や遮水シート等は、付着した除去土壌をできるだけ取り除き、必要に応じて放射性セシウムによる汚染がないことを確認した上で、通常の廃棄物として適正に処理します。

埋立作業に当たっては、埋立終了後に沈下が生じないように十分な転圧を行います。その際、層状に敷き均し転圧することが効果的です。また、適切な施工管理を行い、敷き均し厚や仕上がり高を管理します。さらに、除去土壌の埋立時に、必要に応じてシート等で埋立場所の開口部を養生するなど、降雨の影響により除去土壌が流出したり軟弱化したりしないように留意します。

⑦ 電離則の対象となる除去土壌の取扱い

放射性セシウム濃度が1万 Bq/kg を超える除去土壌が確認された場合は、電離則に基づく措置（密封されていない除去土壌等を扱う場合、専用の施設を設ける等）を講ずることが必要です。また、当該除去土壌の処分の業務を行う事業者は、電離則に従う必要があります。なお、電離則においては、汚染状況重点調査地域において除去土壌の埋立を行う場合の特例があり、特定の条件を満たす場合に、容器を用いず埋立処分を行うことが可能です（図5-11 参照）。

⑧ 除染廃棄物から分別した土壌の取扱い

除染廃棄物は、主に落葉等の堆積有機物の除去や芝の深刈り、枝等の剪定によって発生したものであり、表土等が付着・混入することがあります。実際、これまでに行われた東海村、丸森町における除去土壌の埋立処分に係る実証事業において、

除染廃棄物として保管されている容器の内容物には土壌等が混在していることがわかっていきます。

除染廃棄物から分別した土壌（以下「分別土壌」という。）は除去土壌として扱います。分別を行う場合、分別を実施した日、分別を実施した場所、分別土壌の数量等の記録を作成します。分別土壌を埋め立てる場合の放射性セシウム濃度の把握と埋立処分の流れを図5-16に示します。

分別土壌にはカリウムイオン (K^+)、アンモニウムイオン (NH_4^+) 等の陽イオンや有機物が通常の除去土壌に比べて多く存在することから、放射性セシウムの分配係数を低下させ溶出率を増加させる傾向があります。しかし、仮に分別土壌からの放射性セシウムの溶出があったとしても、分別土壌自身や周辺の土壌により放射性セシウムは再び吸着されるため地下水への溶出等は起こらないと考えられます。なお、これまでの実証事業においては、420 試料のうち 1 試料において 16.1Bq/L の放射性セシウムの溶出が検出されていますが、排水基準 (Cs-137 の場合 90Bq/L) と比較しても十分小さいことに加え、浸透水から放射性セシウムが検出された事例はありません。

■除染廃棄物から除去土壌を分別する場合の分別方法

除染廃棄物から土壌を分別する場合は、振動ふるいやスケルトンバケットなどの重機を用いてふるい分けを行います。その際、ふるいの目開きは除染廃棄物の性状に応じて設定します。ふるい目を通して土壌や石は除去土壌として扱ってかまいません（ふるい目を通してない大きな石も含まれます）。ふるい目を通してなかった枝葉や草木は除染廃棄物として扱います。



図5-15 除染廃棄物の分別の考え方

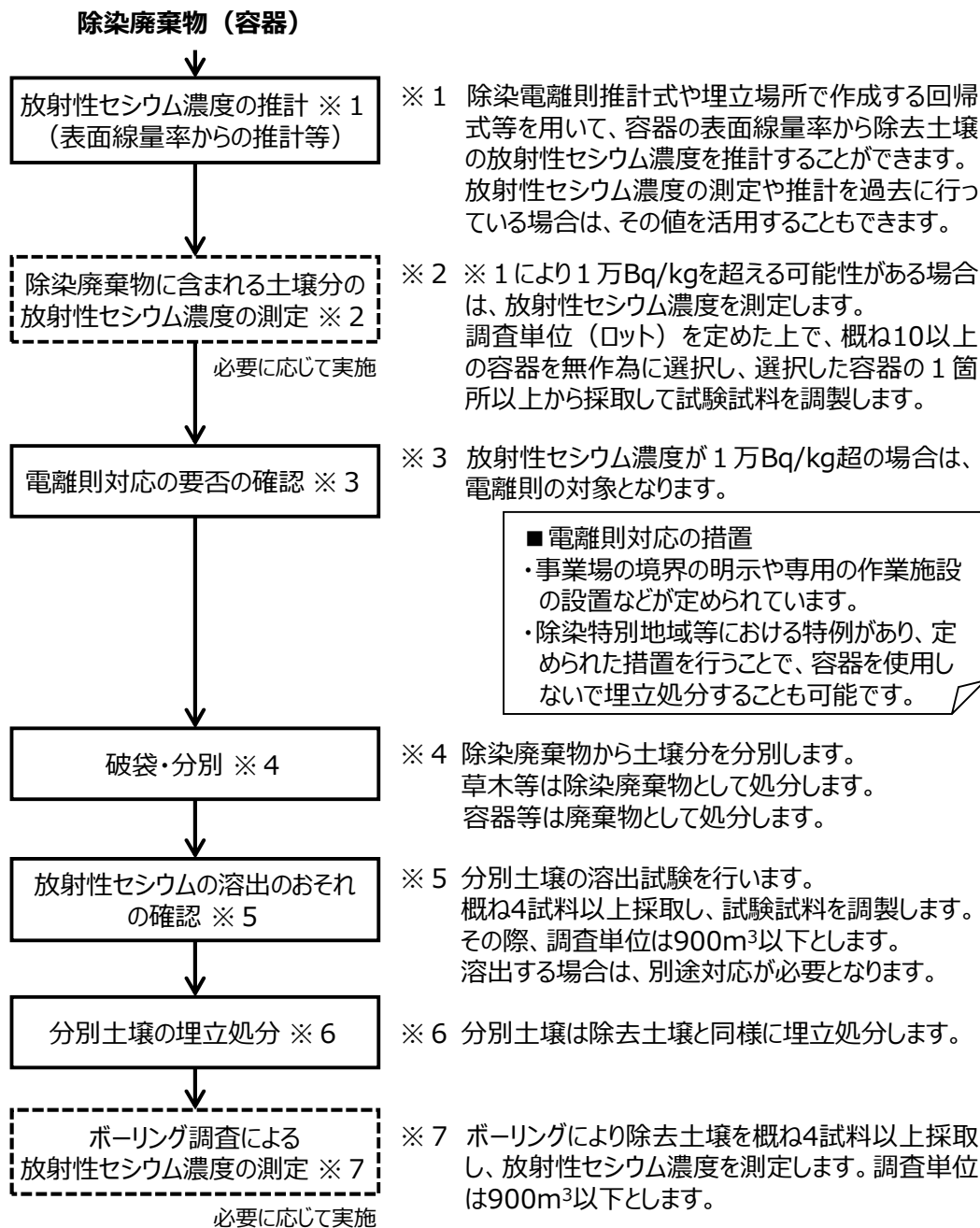


図 5-16 分別土壌の放射性セシウム濃度の把握と埋立処分の流れ

⑨ 埋立処分の場所の上部利用

埋立場所の開口部を閉鎖した後は、覆土が維持されていれば放射線の影響は無く安全に保たれていると考えられます。したがって、除去土壌を露出させず、覆土を適切に維持管理できるのであれば、埋立処分の場所を埋立処分以外の用（校庭、公園、

1 駐車場等）に供しても差し支えありません。

2 ただし、あくまで処分実施者が覆土を維持することが条件ですので、利用者の出
3 入口以外については囲いを設置する等、覆土に影響を及ぼさないよう適切に埋立処
4 分の場所を維持管理してください。

5 その他、上部利用をする際の維持管理上の留意点については、「復興再生利用に係
6 るガイドライン」を参照してください。

7 8 ⑩ 有害物質への対応

9 土壌汚染対策法上の有害物質使用特定施設の敷地の表土を除去した場合など、有
10 害物質による土壌汚染の蓋然性が高いと認められる土地の除染によって生じた除去
11 土壌を処分する場合は、土壌汚染対策法や「建設工事における自然由来重金属等含有
12 岩石・土壌への対応マニュアル（2023 年版）」（国土交通省）を参考にして調査・対策
13 を行ってください。

14 15 ⑪ 異常時の対応

16 処分実施者は、覆土の流出等の維持管理上の問題が発生した場合に備えて、あら
17 じめ準備しておく必要があります。具体的には「3. 異常時の対応」を参考にして
18 ください。

3. 異常時の対応

除去土壌の埋立処分場所で豪雨や地震等による異常が発生した場合に備え、以下の事項について対応が必要になります。

(1) 連絡体制の強化

災害時の対応には緊急性が求められ、また、通常時には想定できない規模・内容の事象が起こり得ます。また、被害防止のための事前対応を含め、対応すべき内容や手順も煩雑なものになります。

こうしたことから、災害発生が予見された際の措置、万が一被災した場合の被害状況把握、応急対策（除去土壌の飛散・流出の防止や回収等の措置）などの現場対応を円滑に行うため、維持管理担当者や協力業者、関係行政機関等の役割分担を明確化し、相互の連絡体制を確立しておく必要があります。

(2) 適切な初動対応の実施

① 埋立処分場所の点検

気象予報等から自然災害の発生が予想される場合は、あらかじめ除去土壌の埋立処分場所（特に埋立作業中や補修作業中の場所等）の点検に努めるようにします。

また、地震や大雨等が発生した場合、異常時の点検を実施します。

② 異常発生時における連絡

埋立処分場所に異常が確認された場合には、表 5-3 の事項の迅速かつ適切な把握に努めるとともに、関係機関等に速やかに周知してください。

表 5-3 異常発生時における連絡事項

連絡事項	内容例
異常が発生した埋立 処分の場所	・〇〇市××町〇ー〇 等
異常の状況	・除去土壌の飛散・流出防止機能の喪失（覆土の喪失等） ・放射線遮蔽機能の喪失（覆土の崩落・流出等） ・構造物の破損（囲い、表示等の破損）
異常の規模	・喪失又は破損の規模 ・飛散・流出した除去土壌の数量・散在範囲
異常が発生した原因	・〇〇川の氾濫 ・地震による△△地区斜面からの土砂崩落 等

③ 復旧措置

万が一除去土壌が飛散・流出した場合は、可能な範囲で除去土壌の回収を実施するとともに、被害を最小限に抑えるための覆土の補修等の復旧措置を実施します。また、関係機関等に対応の報告をします。

このとき、周囲への安全性を確認するため、復旧措置を開始する前のほか、埋立作業中に準じて 7 日に 1 回以上の頻度で空間線量率を測定し、結果を公表することも重要です。

復旧完了後には空間線量率を測定し、異常のないことを確認します。

（３）安全の確保

災害発生時の対応においては、作業者等の人命の安全確保をすべてに優先させます。

【参考】除去土壌の放射性セシウムに関する知見

除去土壌の放射性セシウムについては、これまで以下のような知見が蓄積されており、これらの科学的知見を踏まえて本ガイドラインを作成しています。

特に、土壌中の放射性セシウムの大部分は鉱物の層間に固定されて浸透水等に移行しにくい状態であることがわかっています。これまでの知見や環境省が行った実証事業の結果においても、土壌から浸透水への放射性セシウムの移行は確認されなかったことから、基本的に雨水等の浸入防止の措置及び地下水汚染の防止の措置は不要としています。ただし、例外的に放射性セシウムが溶出する場合には、地下水汚染の防止のための遮水工等が必要となり、雨水等の浸入防止も有効な措置となります。

なお、これまでの実証事業では浸透水から放射性セシウムが検出された事例はありません。

【参考 1】除去土壌の放射性セシウム濃度

福島県外において保管されている除去土壌の令和 6 年 3 月末時点の放射性セシウム濃度を推計した結果、中央値は約 500 Bq/kg、平均値は 730 Bq/kg となり、約 95%は 2,000 Bq/kg 以下であった。

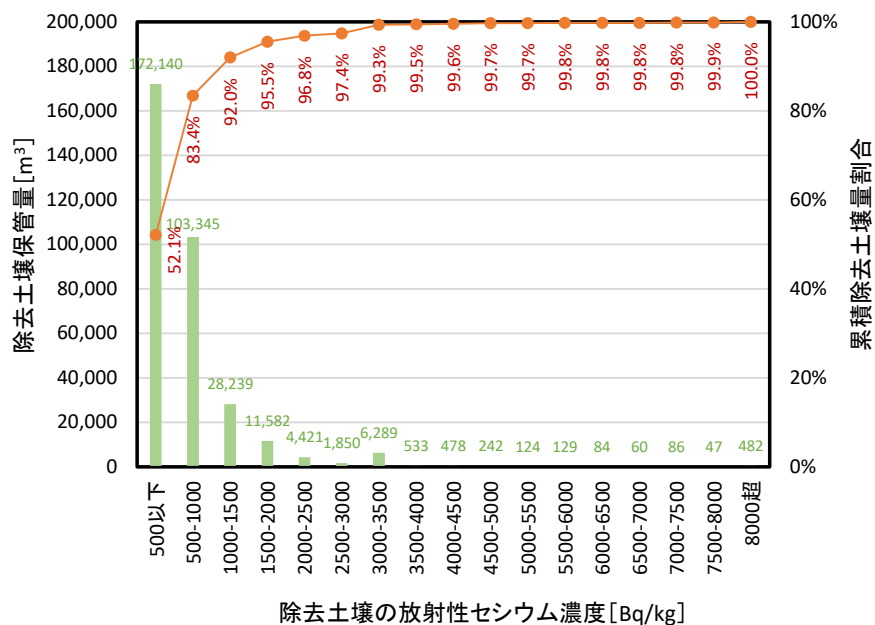


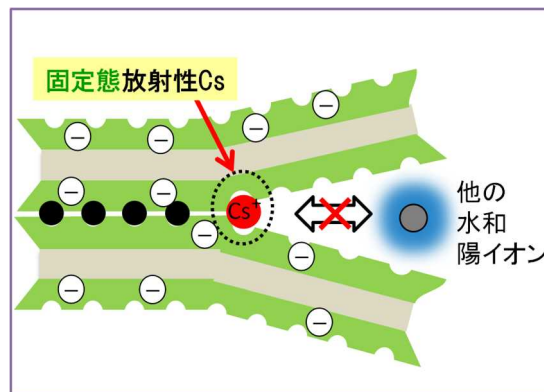
図 5-17 除去土壌の放射性セシウム濃度の度数分布（推計値）

【参考 2】放射性セシウムの土壌への吸着メカニズム

土壌中の放射性セシウムの挙動について、平成 27 年に地盤工学会が中心となり関連する学術団体（土壌肥料学会、日本粘土学会、環境放射能除染学会等）と連携して「土壌中の放射性セシウムの挙動に関するレビュー」が取りまとめられている。

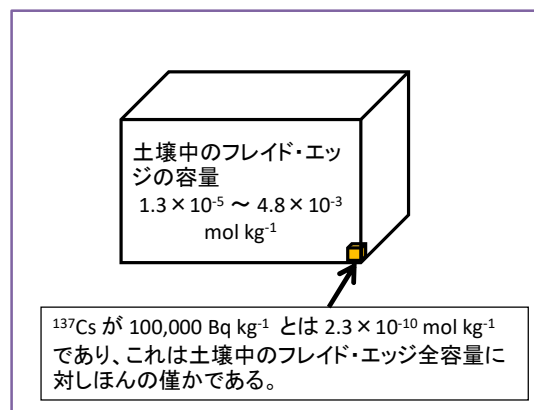
土壌中の放射性セシウムの大部分は鉱物の層間（フレイド・エッジ）に固定され、また一部有機物等に吸着して移動しにくい状態にある。時間の経過とともに、鉱物の層間により強固に固定される（図 5-18）。

世界中のほぼ全ての土壌は、固定態として放射性セシウムを保持するのに十分な量のフレイド・エッジを有している（図 5-19）。



（地盤工学会等資料：環境回復検討会（第 15 回）資料 2-2）

図 5-18 鉱物の層間(フレイド・エッジ)での放射性セシウムの固定の様子



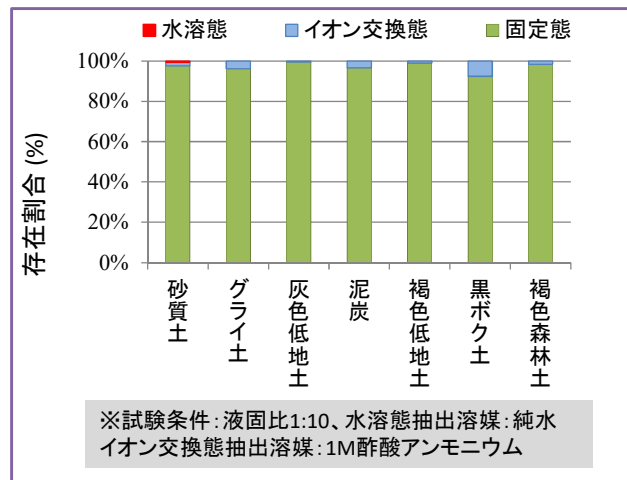
（地盤工学会等資料：環境回復検討会（第 15 回）資料 2-2）

図 5-19 放射性セシウムと鉱物の層間（フレイド・エッジ）の量的関係

土壌中の放射性セシウムは、大部分の土壌で 90%以上が固定態として保持されている。イオン交換態は概ね 10%以下であり、水溶態は極めて僅かである（図 5-20）。

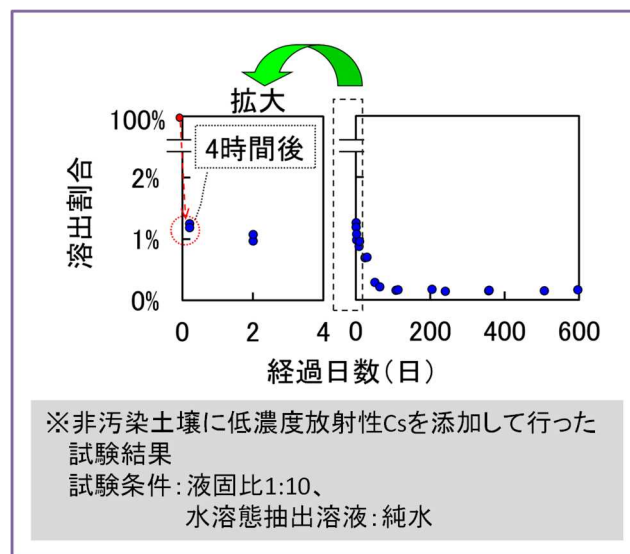
水溶態の放射性セシウムが土壌に付加されると、そのほとんどは数時間でイオン交換態や固定態に変化し、その後も緩やかに水溶態の割合は減少する（図 5-21）。

イオン交換態も時間の経過とともに固定態に変化し、その割合は減少する（図 5-22）。



（地盤工学会等資料：環境回復検討会（第 15 回）資料 2－2）

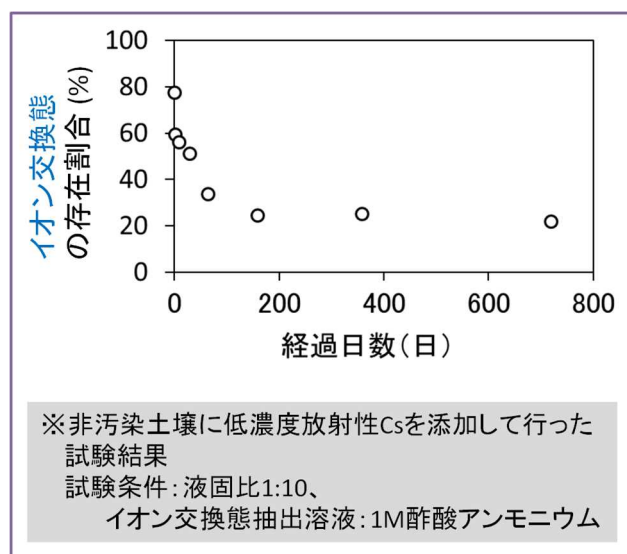
図 5-20 土壌中の放射性セシウムの形態別の存在割合（事故後 1 年が経過した土壌）



（地盤工学会等資料：環境回復検討会（第 15 回）資料 2－2）

図 5-21 土壌中（黒ボク土）の放射性セシウム（水溶態）の割合の経時変化

1



2

3

(地盤工学会等資料：環境回復検討会（第15回）資料2-2)

4

図5-22 土壌中（黒ボク土）の放射性セシウム（イオン交換態）の割合の経時変化

5

6

【参考３】放射性セシウムの分配係数

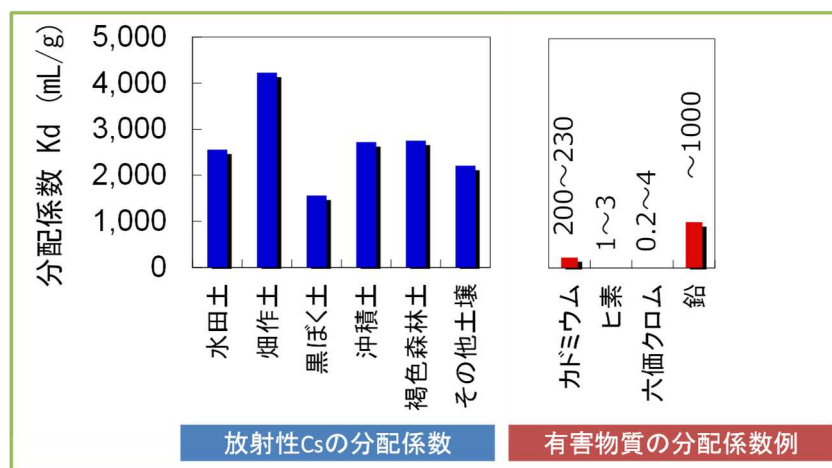
分配係数は、放射性セシウムなど物質の土壌への吸着しやすさを表す指標であり、値が大きいほど吸着能力が高いことを意味する。

放射性セシウムに対する国内の土壌の分配係数は、土壌の種類や放射性セシウム濃度により異なるが、ほとんどが 1000 mL/g 以上である（図 5-23）。なかでも土壌中の細かい粒子が放射性セシウムをよく吸着する（図 5-24）。また、放射性セシウムの分配係数は、カドミウム等の多くの有害物質と比較して大きな値である（図 5-23）。したがって、放射性セシウムは多くの有害物質と比較して土壌に吸着しやすいと言える。

放射性セシウムの場合は、土壌溶液中の放射性セシウム濃度（ C [Bq/mL]）と土壌中の放射性セシウム濃度（ q [Bq/g]）とが平衡状態にある場合の両者の比が放射性セシウムの分配係数（ K_d [mL/g]）と定義される。

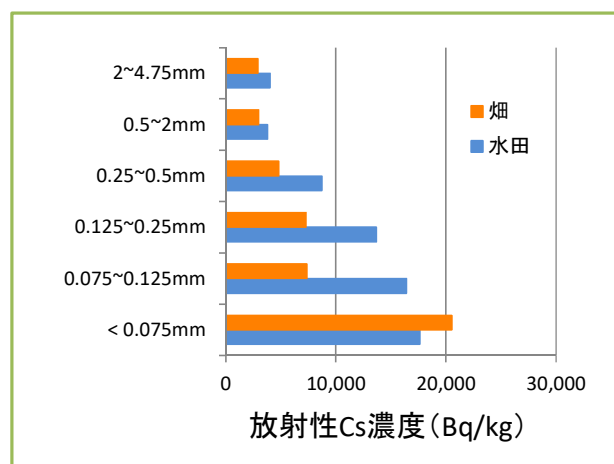
$$K_d \text{ [mL/g]} = q \text{ [Bq/g]} / C \text{ [Bq/mL]}$$

たとえば、分配係数 $K_d=1000 \text{ mL/g}$ の土壌の場合、土壌中の放射性セシウム濃度が 1 万 Bq/kg のときに土壌溶液中の放射性セシウム濃度は 10 Bq/L になる。



（地盤工学会等資料：環境回復検討会（第 15 回）資料 2－2）

図 5-23 国内土壌の放射性セシウムと有害物質の分配係数



(地盤工学会等資料：環境回復検討会（第15回）資料2-2)

図5-24 土壌分級画分と放射性セシウム濃度の関係

ボーリング調査により採取された土壌を試料として収着特性試験を実施した結果、分配係数は、820~7,000 mL/g の範囲であった（表5-4）。

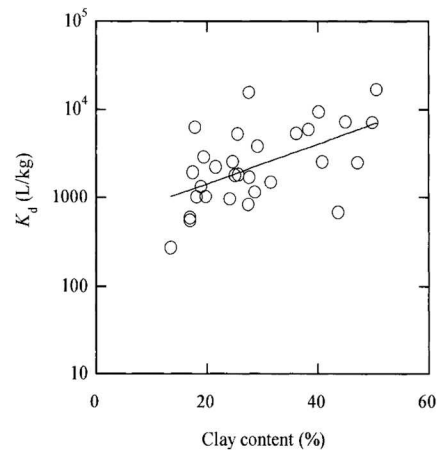
また、粘土鉱物が多いと分配係数は大きくなる（図5-25）。

表5-4 土壌の放射性セシウムの収着特性

No.	採取深度 (m)	地質	性状	収着分配係数* (mL/g)	備考
1	5.35 ~ 5.45	砂質シルト岩	風化部	3,800	大年寺層の代表的岩種
2	6.50 ~ 6.90		未風化部	1,100	
3	4.90 ~ 5.45	シルト質極細粒砂岩	風化部	2,800	
4	5.60 ~ 6.00		未風化部	1,400	
5	6.80 ~ 7.22	シルト岩	風化部	7,000	
6	9.45 ~ 9.93		未風化部	3,100	
7	3.55 ~ 3.87	シルト岩	風化部	3,800	
8	6.42 ~ 7.45		未風化部	1,500	
9	4.61 ~ 5.00	シルト岩	未風化部	1,300	
10	3.65 ~ 4.00	中粒砂	未風化部	820	中位段丘堆積物
11	2.85 ~ 3.00 3.80 ~ 4.00	砂礫	未風化部	1,300	

*: 試験期間は7日間。

(除去土壌等の再生利用に係る放射線影響に関する安全性評価
検討ワーキンググループ（第8回）放安 WG1-5)



(石川奈緒, 内田滋夫, 田上恵子(2007): 放射性セシウムの水田土壌への収着挙動における粘土鉱物の影響. Radioisotopes, 56:519-528.)

図5-25 粘土含量とKd値との相関 ($R_c = 0.55, p < 0.005$)

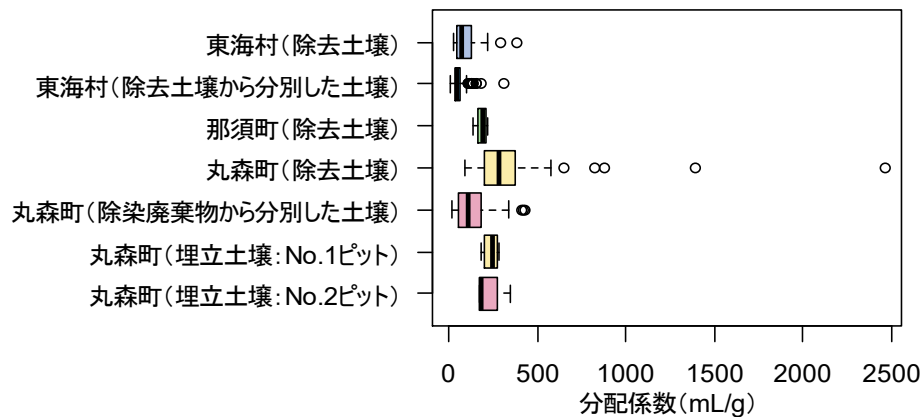
現場試験地の土壌を用いた収着特性試験の結果、実環境において想定される上限側のアンモニウムイオン濃度も含めても収着分配係数は 10^3 mL/g オーダーの値であった。

(除去土壌の埋設に係る試験施工からの知見：環境回復検討会（第11回）資料4）

また、除去土壌の埋立処分に係る実証事業において、安定セシウムを用いた収着特性試験を行った結果、除去土壌等の分配係数はいずれも文献による分配係数の範囲内であった（図5-26）。図5-23に掲げる分配係数に比較すると小さい値が測定されているが、

- ・実証事業で実施した試験では安定セシウムを使用したため、セシウム濃度の水準が同図の値が得られた試験（放射性セシウムを使用）に比べて大変大きくなっていること、
- ・分配係数は、試験に使用するセシウムの濃度が一定以上より大きくなると、濃度に応じて値が減少することが知られていること、
- ・同図には幾何平均値が掲げられており、最小値は $200 \text{ mL/g} \sim 400 \text{ mL/g}$ 程度の値が測定されていること、

を考え合わせると、実証試験で確認された分配係数は、文献の値と整合すると考えられ、また、除去土壌に実際に存在する放射性セシウムの濃度の水準では、文献による分配係数と同程度であろうと考えることができる。

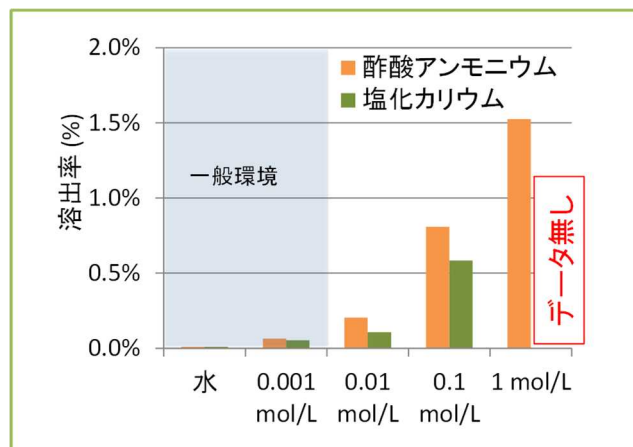


(除去土壌の処分にに関する検討チーム会合（第 10 回）参考資料 8）

図 5-26 実証事業で確認された分配係数

カリウムイオン (K^+) やアンモニウムイオン (NH_4^+) の存在は、放射性セシウムの分配係数を低下させ溶出率を増加させうるが、一般環境で想定される濃度 (1×10^{-3} mol/L 以下) では溶出を促進するほどではないと考えられる (図 5-27)。

NH_4^+ の影響による土壌等からの放射性セシウムの溶出があっても、土壌に再び吸着される。



(地盤工学会等資料：環境回復検討会（第 15 回）資料 2-2）

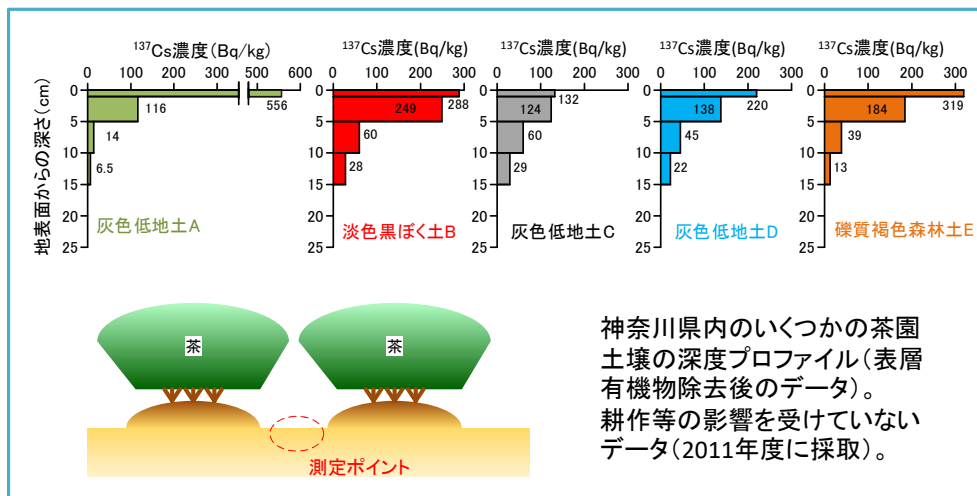
図 5-27 NH_4^+ と K^+ の濃度が溶出率に及ぼす影響

【参考 4】降雨等による放射性セシウムの移動

○降雨浸透に伴う放射性セシウムの移動速度は、年間数 mm 以下

放射性セシウムは概ね表層から数 cm の深さに存在する（図 5-28）。

また、表層より下に到達した放射性セシウムの降雨浸透に伴う移動速度は、年間数 mm 以下である（図 5-29）。



（地盤工学会等資料：環境回復検討会（第 15 回）資料 2－2）

図 5-28 神奈川県内の茶畑における放射性セシウムプロファイル

- 福島第一原発事故
フォールアウト核種
 - $^{137}\text{Cs} \rightarrow 0.6 \text{ mm/年}$ （北関東）
- 長崎原爆フォールアウト核種
 - $^{137}\text{Cs} \rightarrow 1.0 \text{ mm/年}$
Kd = 1200 mL/g 相当

（地盤工学会等資料：環境回復検討会（第 15 回）資料 2－2）

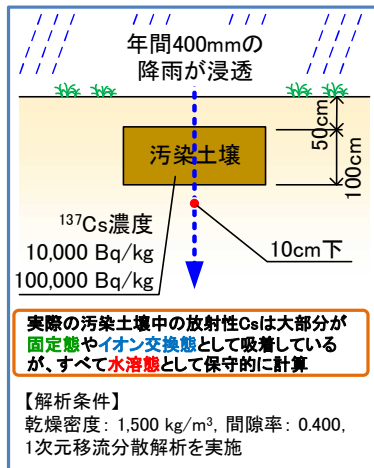
図 5-29 核種移動モニタリング結果

○長期的な挙動を予測しても、放射性セシウムの移動は限定

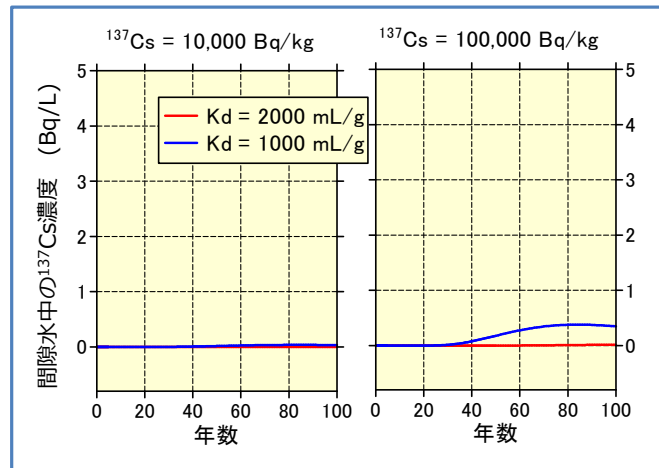
10 万 Bq/kg の汚染土壌の埋設を想定して保守的な計算を実施した結果、10cm 下の間隙水中の放射性セシウム濃度は、100 年を通じて 1 Bq/L を下回った（図 5-30）。

長期予測として数値解析を行った結果、通常想定される収着分配係数の範囲においては放射性セシウムの動きは遅く、その移行範囲は除去土壌周辺の狭い範囲（100年間で数10cm程度）に限定され、半減期に従って減衰することを確認した（図5-31）。

＜予測解析の設定＞

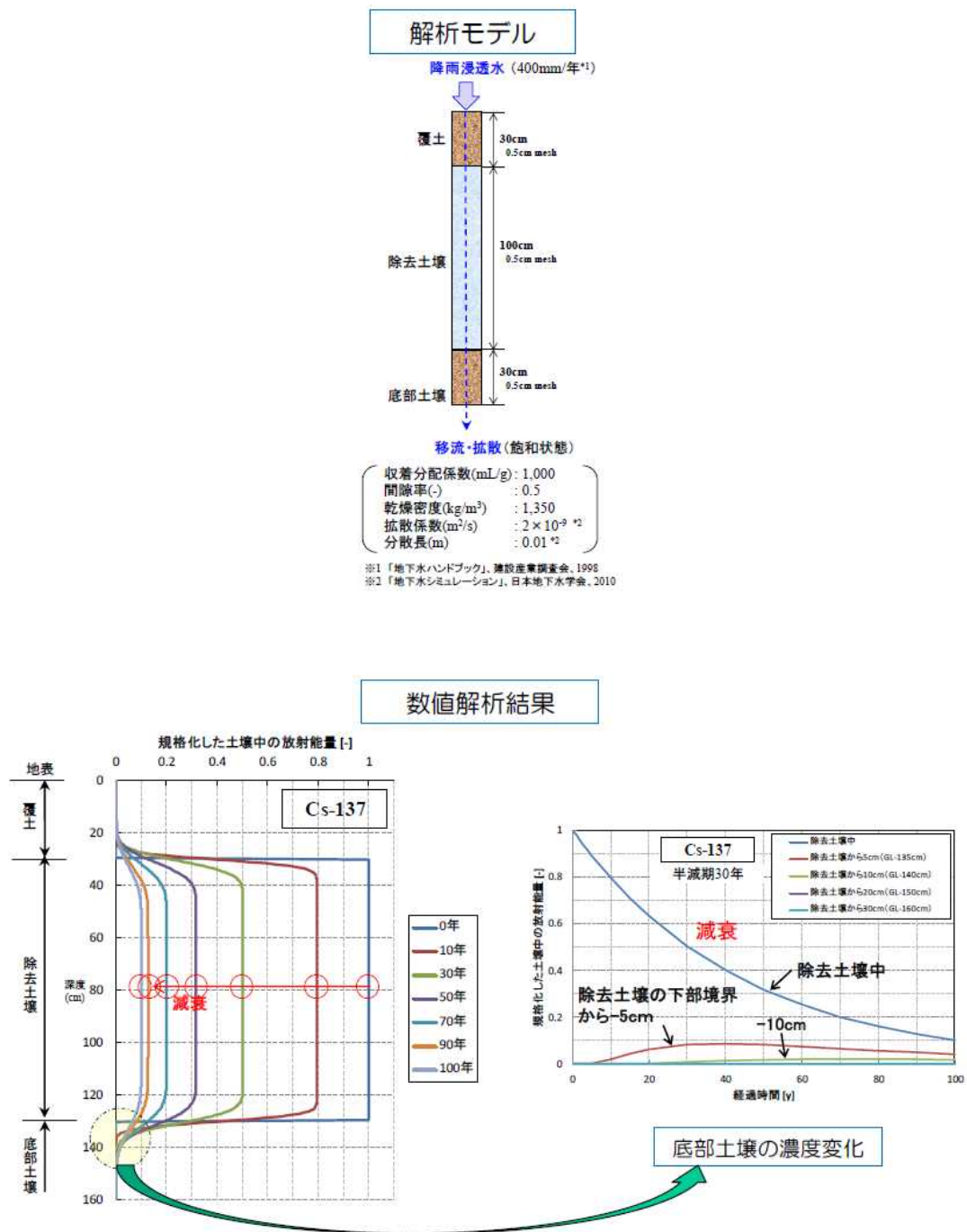


＜予測結果＞



（地盤工学会等資料：環境回復検討会（第15回）資料2-2）

図5-30 分配係数の違いによる放射性セシウムの移動



(除去土壌の埋設に係る試験施工からの知見：環境回復検討会（第11回）資料4）

図5-31 長期的な移行予測の結果

除去土壌の埋立処分における放射性セシウムによる影響を保守的に推計した結果において、地下水への移行に伴う追加被ばく線量は最大でも 0.00010 mSv であった。（※詳細は【参考 5】を参照。）

（除去土壌の処分に係る検討チーム会合（第 2 回）参考資料 6）

○これまでの実証試験においても地下水への移行は認められず

現場試験及び通水カラム試験の結果、放射性セシウムの土壌中の移行現象は、土壌の分析からも土壌水の分析からも確認されなかった（検出下限値未満）。

現場試験地の土壌を用いた溶出特性試験の結果、純水及び 1 mol/L 酢酸アンモニウム溶液への放射性セシウムの溶出は確認されなかった（検出下限値未満）。

（除去土壌の埋設に係る試験施工からの知見：環境回復検討会（第 11 回）資料 4）

除去土壌の埋立処分に係る実証事業において、浸透水中の放射性セシウム濃度は、全ての検体で検出下限値未満であった。

（除去土壌の処分に係る検討チーム会合（第 9 回）資料 1）

○土壌から溶け出した放射性セシウムは、ほとんどコロイドとして存在しない

複数の土壌を純水に溶出させたところ、コロイド状の放射性セシウムの濃度(※)は、溶出液全体の濃度に対し、最高でも 0.2%程度であった(表 5-5)。

(※) 0.45 μm メンブレンによるろ過後の濃度から、限外ろ過(分画分子量(MWCO) 10,000; 約 2nm) 後の濃度を引いた値

表 5-5 土壌溶出液中の、コロイド状の放射性セシウム濃度の測定結果

(±のついた数字は、その左の欄の数字の測定誤差)

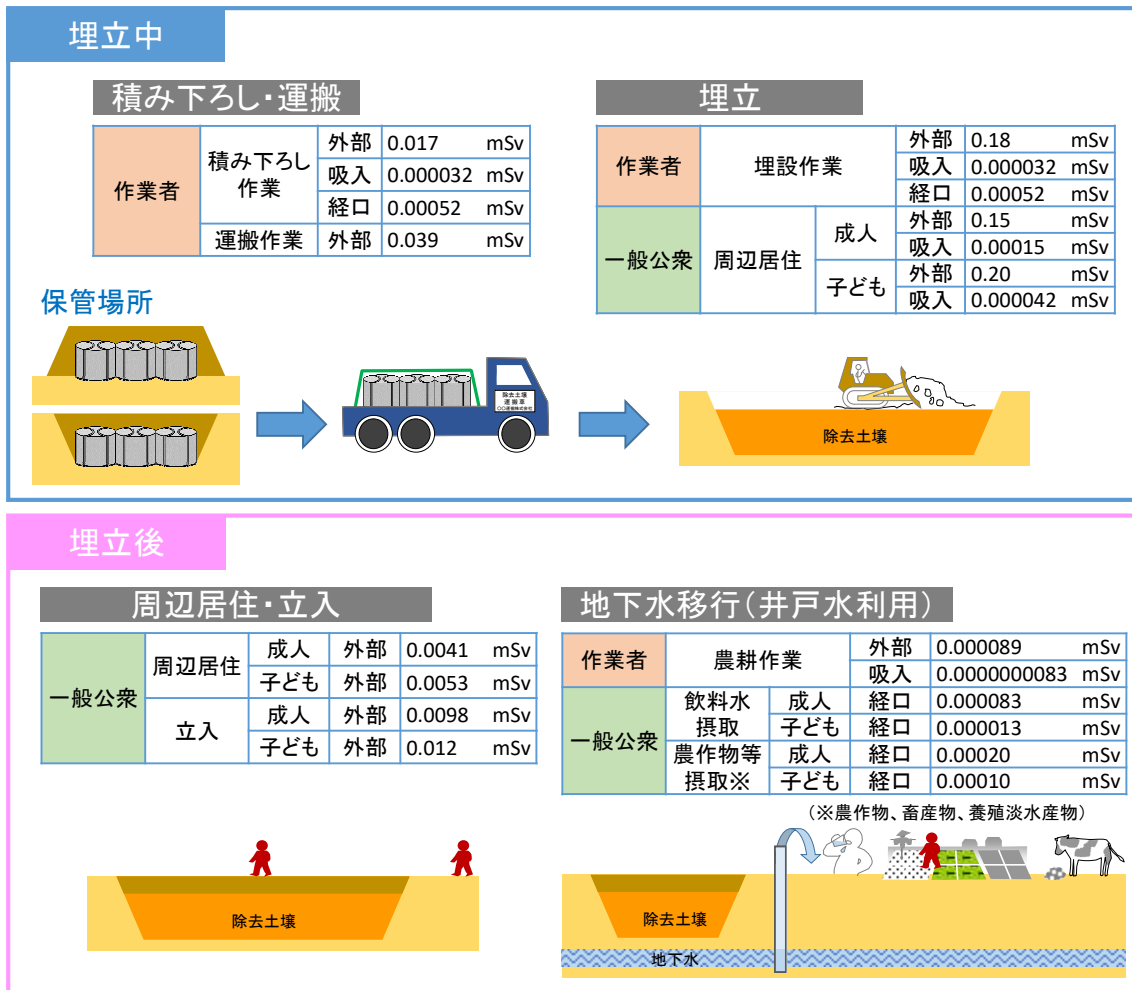
土壌試料	液中放射能濃度(cpm/ml)					全体に対するコロイド の割合
	ブランク		MBろ過後	限外ろ過後	コロイド状Cs量	
農地-6 (灰色低地土)	8182.8	±40.5	60 ±3.5	64.4 ±3.6	-4.4 ±5.0	-0.05% ±0.06%
			62.6 ±3.5	68.8 ±3.7	-6.2 ±5.1	-0.08% ±0.06%
			70 ±3.7	73 ±3.8	-3 ±5.3	-0.04% ±0.07%
			61.6 ±3.5	64 ±3.6	-2.4 ±5.0	-0.03% ±0.06%
農地-1 (褐色森林土)	7561.6	±38.9	30 ±2.4	47.2 ±3.1	-17.2 ±3.9	-0.23% ±0.05%
			33.4 ±2.6	36.6 ±2.7	-3.2 ±3.7	-0.04% ±0.05%
			39.87 ±2.8	41.8 ±2.9	-1.93 ±4.0	-0.03% ±0.05%
			32.4 ±2.5	32.6 ±2.6	-0.2 ±3.6	0.00% ±0.05%
農地-4 (多湿黒ボク土)	8175.2	±40.4	35.4 ±2.7	33.2 ±2.6	2.2 ±3.7	0.03% ±0.05%
			30.8 ±2.5	32.2 ±2.5	-1.4 ±3.5	-0.02% ±0.04%
			32.4 ±2.5	37 ±2.7	-4.6 ±3.7	-0.06% ±0.05%
			32.6 ±2.6	32.2 ±2.5	0.4 ±3.6	0.00% ±0.04%
農地-2 (黒ボク土)	8005.8	±40.0	58.6 ±3.4	59.8 ±3.5	-1.2 ±4.9	-0.01% ±0.06%
			19.6 ±2.0	22.2 ±2.1	-2.6 ±2.9	-0.03% ±0.04%
			20.6 ±2.0	19.4 ±2.0	1.2 ±2.8	0.01% ±0.04%
			20.6 ±2.0	15 ±1.7	5.6 ±2.7	0.07% ±0.03%
農地-7 (褐色森林土)	7147.2	±37.8	37 ±2.7	35.6 ±2.7	1.4 ±3.8	0.02% ±0.05%
			25.2 ±2.2	21.2 ±2.1	4 ±3.0	0.06% ±0.04%
			28.2 ±2.4	22 ±2.1	6.2 ±3.2	0.09% ±0.04%
			35.2 ±2.7	23 ±2.1	12.2 ±3.4	0.17% ±0.05%

(環境省：「中間貯蔵施設の概略安全評価について」別添資料 4 (2013 年 9 月))

【参考5】除去土壌の埋立処分における放射性セシウムによる影響

○福島県外の除去土壌の埋立処分を行った場合の作業員や周辺住民等への影響

福島県外の除去土壌の埋立処分を行った場合の作業員、周辺住民等の追加被ばく線量について、被ばく経路等を設定し、保守的に条件を設定して推計した結果、追加被ばく線量は最大でも 0.18 mSv/年（埋立を行う作業員の外部被ばく線量）であった。



除去土壌の処分に係る検討チーム会合（第2回）参考資料6の「表3-2 200m×200m×10mの除去土壌を処分した場合の年間被ばく線量評価結果」の単位土壌中濃度あたりの年間被ばく線量をもとに令和7年3月（Cs-134/Cs-137=0.013）の被ばく線量を算出。

放射性セシウム濃度を 2,000Bq/kg（福島県外における除去土壌の放射性セシウム濃度推計値の95パーセンタイル値）、除去土壌の量を40万m³（福島県外で保管されている全量に相当する量）、覆土厚さを30cmとし、埋立作業中の作業員については年間1,000時間従事する、埋立作業員の遮へい係数は0.6とする、埋立後の一般公衆の立入時間については年間1,000時間とするなどの条件で計算を実施。

図5-32 埋立中・埋立後の主な計算条件と計算結果（保守的なケース）

【参考6】除去土壌の埋立処分に係る実証事業の実施

埋立処分に伴う作業や周辺環境への影響等を確認することを目的として、茨城県東海村、栃木県那須町及び宮城県丸森町において除去土壌の埋立処分に係る実証事業を実施した結果、以下のことが確認された。

■作業上の放射線安全

- 埋立作業や分別作業に従事する作業員の安全を確認するため、作業員の個人被ばく線量を測定したところ、年間被ばく線量は1 mSvを下回ることを確認した。
- 作業員の被ばく線量（外部被ばく）を予測するため、シミュレーションとの比較を行ったところ、被ばく線量はシミュレーションによる推計値と同程度以下であったことから、シミュレーションの想定どおり作業員の安全性が確認できた。
- 作業員の吸入による内部被ばく線量（吸入）を評価したところ、極めて小さかった。また、大気中放射性セシウム濃度は総浮遊粉じんと相関があったことから、粉じんの飛散防止措置を講ずることで吸入による追加被ばく線量を抑えることができると考えられる。

■周辺環境の安全

- 周辺環境の安全を確認するため敷地境界の空間線量率等を測定したところ、除去土壌の埋立前後で大きな変化はなかった。適切な厚さの覆土により放射線を遮蔽することで、周辺環境の外部被ばくを抑えることができると考えられる。
- 地下水を経由した被ばくが懸念されることから浸透水中の放射性セシウム濃度を測定したところ、全ての検体で検出下限値未満であった。これまでの科学的知見（セシウムは土壌に強く固定・保持される）とも整合することから、基本的には除去土壌の埋立処分に伴う地下水への影響はないものと考えられる。

（除去土壌の処分に係る検討チーム会合（第9回）資料1）

【参考 7】 除去土壌の保管容器の表面線量率と除去土壌の放射性セシウム濃度の関係

除去土壌の保管容器の表面線量率と除去土壌の放射性セシウム濃度の相関関係を利用して、保管容器の表面線量率を測定することで除去土壌の放射性セシウム濃度を推計することができます。例えば、東海村と那須町で実施した除去土壌の埋立処分実証事業では、実測調査によって良好な相関関係がみられています（図 5-33）。

ただし、除染を実施した地域によって、この相関の強さは異なります。これはそれぞれの地域によって土質や除染方法、バックグラウンドの空間線量率が異なるためです。また、サンプル数が少ないデータのばらつきが大きくなるため、地域ごとに十分なサンプル数を確保することも重要になります。

なお、相関の強さは保管容器の大きさに依存するため、保管容器の代表的な大きさのサンプルを選定して相関を調べます。保管容器の大きさが大きく異なる場合は、同じ推計式を適用することができません。

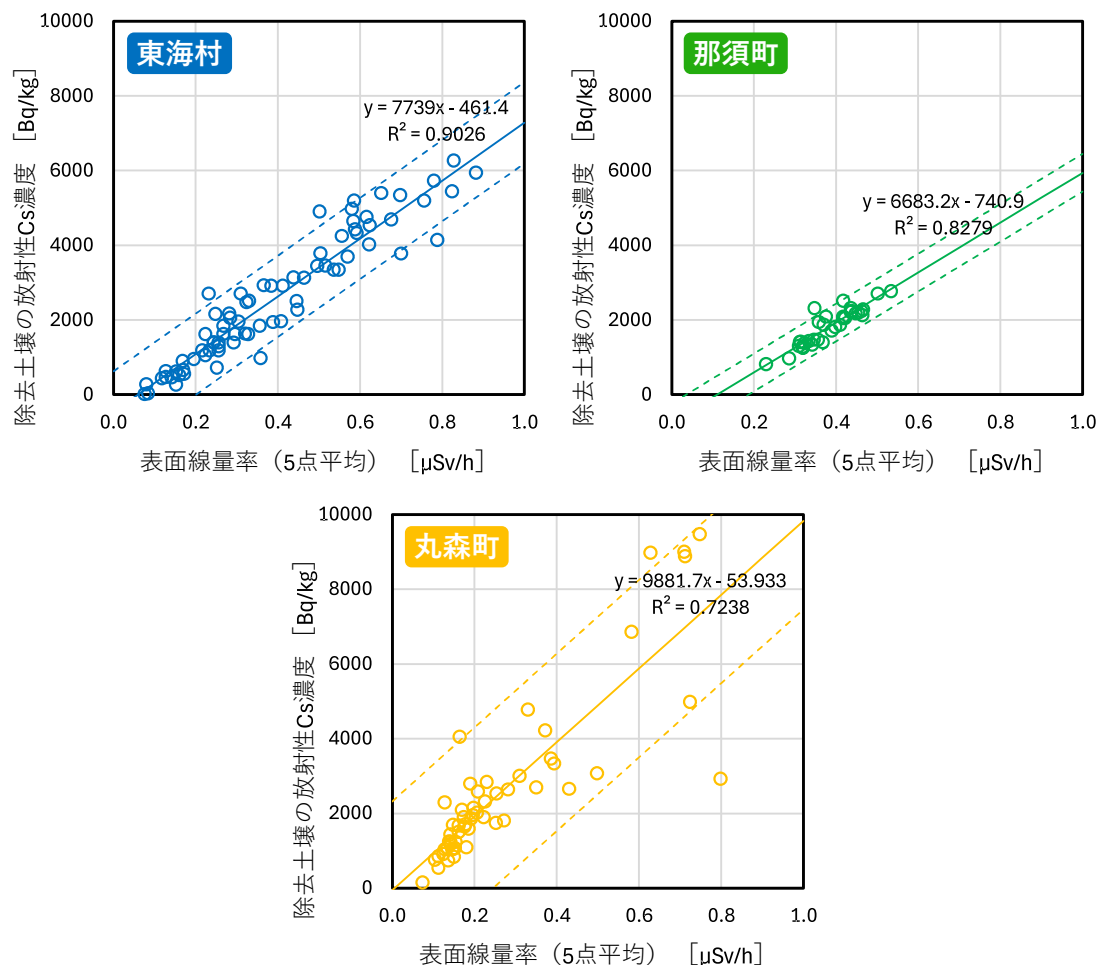
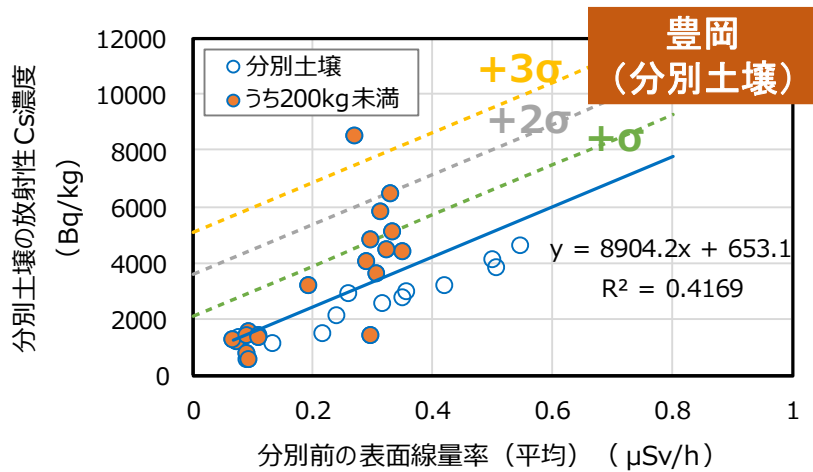
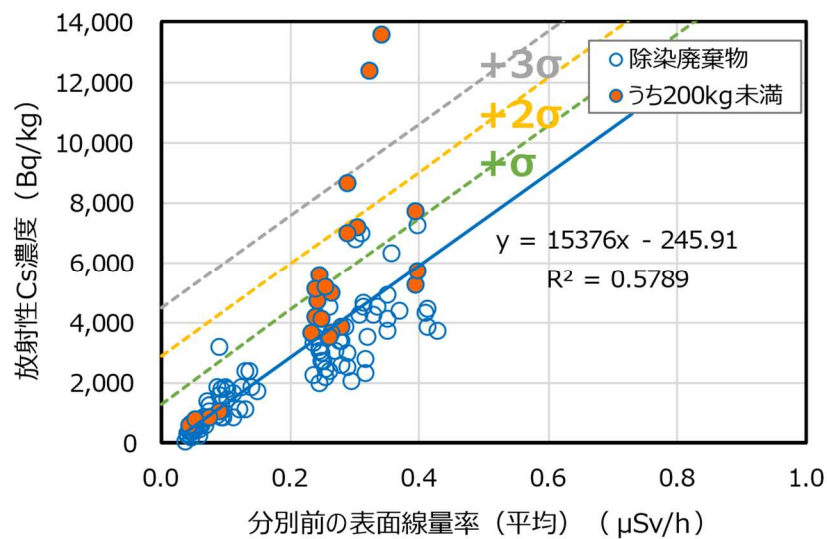


図 5-33 除去土壌埋立処分実証事業における事例（破線は 95%予測区間）

また、保管容器の内容量の重量が小さくなる（容器内の除去土壌の量が極端に少ないなど）と推計式から大きく外れる場合がありますので注意が必要です（図 5-34）。また、容器の中に草木等が多く混入している場合など密度が大きく異なる場合も同様です。



（除去土壌の処分にに関する検討チーム会合（第8回）資料1-3）



（除去土壌の処分にに関する検討チーム会合（第8回）資料1-4）

図 5-34 除去土壌の重量によるプロットのばらつき

文末脚注

*1 : 「電離放射線障害防止規則」の最終改正版の内容については以下を参照。

https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=347M50002000041&openerCode=1

*2 : 「事故由来廃棄物等処分業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」の最終改正版の内容については以下を参照。

<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyokuanzenaiseibu/0000192903.pdf>

*3 : 放射性物質汚染対処特措法施行規則（除去土壌保管基準）及び、除去土壌の保管に係るガイドライン（平成 25 年 5 月第 2 版（平成 30 年 3 月 追補））。

*4 : 線量換算係数の算出には、MCNP5 コードを用いた。評価対象核種は、Cs-134 と Cs-137 とし、除去土壌（線源）の大きさは、10m×10m×1m、200m×200m×10m の 2 ケースとした。除去土壌の密度は 1.7g/cm³、覆土及び周辺土壌の密度は 1.5g/cm³ とし、覆土厚さは 30cm とした。評価位置は、線源の中心の直上の地上高さ 1 m の地点及び線源の端の 1 辺の midpoint から 10m 及び 100m の地上高さ 1 m の各地点とした。（協力：（国研）日本原子力研究開発機構）
被ばく線量の算定に当たっては、事故後 14 年（令和 7 年 3 月）を想定し、Cs-134/Cs-137=0.013 とした。線源の放射性セシウム濃度は、福島県外において保管されている除去土壌の令和 6 年 3 月末時点の放射性セシウム濃度の推計値のほぼ 95 パーセント値である 2,000Bq/kg とした。年間被ばく線量は、保守的に 8760 時間（=24 時間/日×365 日）とした。居住時の遮蔽係数は、IAEA-TECDOC-401 から居住時間の 20%を戸外で過ごすとは仮定し、0.2 とした。