



第2編

除染等の措置に係る ガイドライン

平成25年5月 第2版

(平成26年12月 追補)



環境省
Ministry of the Environment

第 2 編

除染等の措置に係る ガイドライン

- I. 基本的な考え方
- II. 建物等の工作物の除染等の措置
- III. 道路の除染等の措置
- IV. 土壌の除染等の措置
- V. 草木の除染等の措置
- VI. 河川・湖沼等における除染等の措置

除染等の措置に係るガイドライン

目 次

除染等の措置に係る ガイドライン.....	2-1
I. 基本的な考え方	2-5
1. 本ガイドラインの位置づけ.....	2-5
2. 除染等の措置に当たって重要な点.....	2-7
II. 建物等の工作物の除染等の措置.....	2-10
1. 準備	2-11
(1) 作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置.....	2-11
(2) 用具類	2-13
2. 事前測定	2-14
(1) 測定点の決定.....	2-14
(2) 測定の方法.....	2-17
3. 除染方法	2-18
(1) 屋根等の除染.....	2-20
(2) 雨樋の除染.....	2-24
(3) 外壁の除染.....	2-27
(4) 柵・塀、ベンチや遊具等の除染.....	2-29
(5) 庭等の除染.....	2-32
(6) 側溝等の除染.....	2-38
4. 作業後の措置	2-43
(1) 除去土壌等の取扱い.....	2-43
(2) 排水の処理.....	2-45
(3) 用具の洗浄等.....	2-50
5. 事後測定と記録.....	2-51
III. 道路の除染等の措置.....	2-52
1. 準備	2-53
(1) 作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置.....	2-53
(2) 用具類	2-54

2. 事前測定	2-55
(1) 測定点の決定.....	2-55
(2) 測定の方法.....	2-57
3. 除染方法	2-58
(1) 舗装面等の除染.....	2-61
(2) 未舗装の道路等の除染.....	2-65
(3) 道脇や側溝の除染.....	2-70
4. 作業後の措置	2-73
(1) 除去土壌等の取扱い.....	2-73
(2) 排水の処理.....	2-73
(3) 用具の洗浄等.....	2-73
5. 事後測定と記録.....	2-74
IV. 土壌の除染等の措置.....	2-75
1. 準備	2-76
(1) 作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置.....	2-76
(2) 用具類	2-77
2. 事前測定	2-78
(1) 測定点の決定.....	2-78
(2) 測定の方法.....	2-82
3. 除染方法	2-85
(1) 校庭や園庭、公園の土壌の除染.....	2-87
(2) 農用地の除染.....	2-94
4. 作業後の措置	2-101
(1) 除去土壌等の取扱い.....	2-101
(2) 用具の洗浄等.....	2-101
5. 事後測定と記録.....	2-102
V. 草木の除染等の措置.....	2-103
1. 準備	2-104
(1) 作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置.....	2-104
(2) 用具類	2-105
2. 事前測定	2-106
(1) 測定点の決定.....	2-106

(2) 測定の方法.....	2-109
3. 除染方法	2-110
(1) 芝地の除染.....	2-110
(2) 街路樹等の生活圏の樹木の除染.....	2-114
(3) 森林の除染.....	2-116
4. 作業後の措置	2-126
(1) 除去土壌等の取扱い.....	2-126
(2) 用具の洗浄等.....	2-126
5. 事後測定と記録.....	2-127
VI. 河川・湖沼等における除染等の措置.....	2-128
1. 準備	2-132
(1) 作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置.....	2-132
(2) 用具類	2-133
2. 事前測定	2-134
(1) 測定点の決定.....	2-134
(2) 測定の方法.....	2-136
3. 除染方法	2-137
4. 作業後の措置	2-140
(1) 除去土壌等の取扱い.....	2-140
(2) 用具の洗浄等.....	2-140
5. 事後測定と記録.....	2-141
文末脚注	2-145
参考資料	2-148

I. 基本的な考え方

1. 本ガイドラインの位置づけ

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」）」第四十条第一項において定められた、土壌等の除染等の措置の基準に関する環境省令（注）を、事例等を用いて具体的に説明するものです。

各市町村においては、地域ごとの実情を踏まえ、優先順位や実現可能性を踏まえた除染実施計画が策定されます。各除染実施計画に基づき、本ガイドラインに記載された除染の方法等の中から適切な方法が必要に応じて選択され、除染が進められていきます。

現時点では本ガイドラインで示した方法で除染を実施することが妥当と考えられますが、現在、様々な主体により除染作業・新技術の開発や実証が進められています。本ガイドラインは、それらの知見・技術開発・実証の動向を踏まえ、随時改訂を行っていきます。また、地域の実情に応じた除染手法の実施に迅速に対応するため、除染関係ガイドライン等の補足説明として「除染関係 Q&A」を策定・公表しており、随時その追加等を行っていきます。

（注）放射性物質汚染対処特措法施行規則（土壌等の除染等の措置の基準該当部分）
第五十四条 法第四十条第一項の環境省令で定める基準は、次のとおりとする。

一 土壌等の除染等の措置に当たっては、次によること。

イ 工作物及び道路の除染等の措置

- (1) 洗浄
- (2) 草刈り又は汚泥、落葉等の除去
- (3) 表面の削り取り
- (4) (1)から(3)までのほか、除染等の措置として(1)から(3)までと同等以上の効

果があるものと認められるもの

ロ 土壌の除染等の措置

- (1) 表土の削り取り
- (2) 土壌により覆うこと（表土と表土の下層にある土壌の入換えを含む。）
- (3) 深耕
- (4) (1)から(3)までのほか、除染等の措置として(1)から(3)までと同等以上の効果があるものと認められるもの

ハ 草木の除染等の措置

- (1) 草刈り（芝、牧草等の刈取りを含む。）
- (2) 下草、落葉又は落枝の除去
- (3) 立木の枝打ち又は伐採
- (4) (1)から(3)までのほか、除染等の措置として(1)から(3)までと同等以上の効果があるものと認められるもの

ニ その他の除染等の措置（イからハまでに掲げるものを除く。）

- (1) 堆積物等の除去
- (2) (1)のほか、除染等の措置として(1)と同等以上の効果があるものと認められるもの

二 土壌等の除染等の措置の実施の前後に放射線の量を測定すること。ただし、事故由来放射性物質についての放射能濃度を測定することを妨げない。

三 土壌等の除染等の措置に当たっては、除去土壌等が飛散し、及び流出しないようにすること。

四 土壌等の除染等の措置に伴う悪臭、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。

五 除去土壌等による人の健康又は生活環境に係る被害が生じないようにすること。

六 除去土壌等がその他の物と混合するおそれのないように、他の物と区分すること。

七 土壌等の除染等の措置を実施した土地、除去土壌等の種類及び数量、措置を開始し及び終了した日、その他除染等の措置に関する情報の記録を作成し、措置を終了した日から起算して五年間保存すること。

2. 除染等の措置に当たって重要な点

福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性物質による汚染が生じた地域においては、放射線による人の被ばく線量^{*1}を低減するために除染を進めていく必要があります（図2-1参照）。

除染に当たっては、以下の観点が重要です。

- ① 飛散・流出防止や悪臭・騒音・振動の防止等の措置をとり、除去土壌の量の記録をするなど、周辺住民の健康の保護及び生活環境の保全への配慮に関し、必要な措置をとるものとします。
- ② 除染によって放射線量を効果的に低減するためには、放射線量への寄与の大きい比較的高い濃度で汚染された場所を特定するとともに、汚染の特徴に応じた適切な方法で除染することが必要です。また、除染の前後の測定により効果を確認し、人の生活環境における放射線量を効果的に低くすることが必要です。
- ③ 除去土壌等がその他の物と混合するおそれのないように、他の物と区分すること、また、可能な限り除去土壌と除染廃棄物も区分することが必要です。
- ④ 除染によって発生する除去土壌等を少なくするよう努めることが重要です。また、除染作業によって汚染を広げないようにすることも重要です。例えば、水を用いて洗浄を行った場合は、放射性物質を含む排水が発生します。除染等の措置を実施する者は、洗浄等による流出先への影響を極力避けるため、水による洗浄以外の方法で除去できる放射性物質は可能な限りあらかじめ除去する、排水処理は適切に行うなど、工夫を行うものとします。さらに地域の実情を勘案して必要があると認められるときは、当該措置の後に定期的なモニタリングを行うものとします。

また、放射性物質の放射能は時間の経過とともに減衰していきます。さらに、降雨等による放射性物質の移動等による汚染状況の変化も十分に考慮して適切に対応することが必要となります。

なお、除染作業の対象の外からの放射線の影響や汚染の特徴によっては、効果的に除

染が行われた場合であっても、長期的な目標である「追加被ばく線量が年間1ミリシーベルト以下となること」を直ちには達成できないことがあります。このような場合は、時間経過に伴う放射性物質の放射能の減衰や降雨等による放射性物質の移動も踏まえて、再度除染を行うかどうかについて判断することが重要です。

本ガイドラインでは、建物等の工作物、道路、土壌及び草木といった除染対象ごとに、除染作業前後や除染作業中に行うべき措置や除染方法、空間線量率^{*2}等の確認方法等について示します^{*3}。

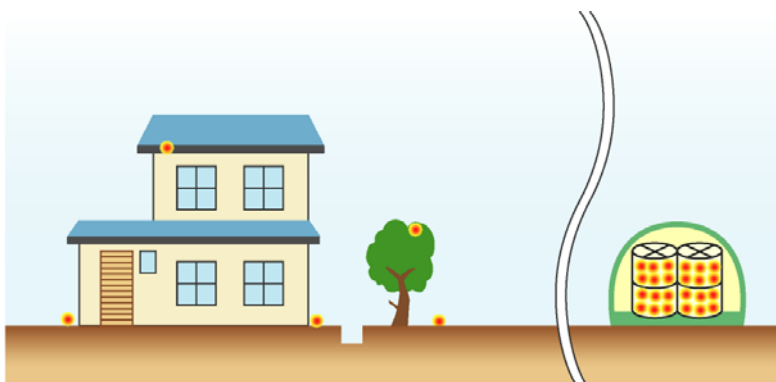
過去に実施された除染結果について、「国及び地方自治体がこれまでに実施した除染事業における除染手法の効果について（平成25年1月）」として、除染による放射性物質の低減率をとりまとめて公表しています。同じ手法であっても対象の材質、表面の状況、実施された時期等により除染の効果は異なるものですが、実施に当たっての参考資料として参照してください。

【除染前】



土や草木や建物に付着している放射性物質

【除染後】



ひとまとめにし、遮へいされた放射性物質

図2-1 除染による生活環境からの放射性物質の除去イメージ図

■Cs-134 及び Cs-137（以下「放射性セシウム」）の自然減衰について

放射性物質は、時間とともに自然に減衰するため、除染をしなくても放射線量は減っていきます。ただし、そのためには長い年月がかかります（半減期は Cs-134 で 2 年、Cs-137 で 30 年）^{*4}。

除染を行うことは、その場の放射線量を下げるとともに、除染しなかった場合と比べ放射線量が下がるまでの時間を短縮する効果もあります。

また、風雨等の自然要因による減少効果（ウェザリング）もありますので、実際にはさらに放射線量は早く減ることになります。

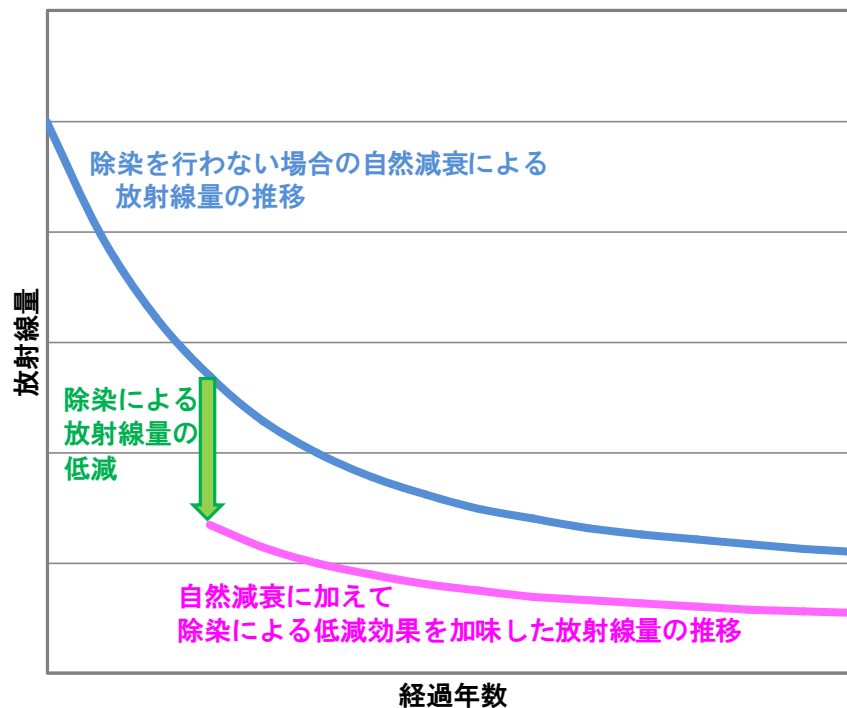


図 2-2 事故由来の放射線量の減衰

II. 建物等の工作物の除染等の措置

ここでは、家屋、建物、農業用施設等の工作物の除染等の措置に関し、時系列に沿って、1. 準備、2. 事前測定、3. 除染方法、4. 作業後の措置、5. 事後測定と記録、について説明します。

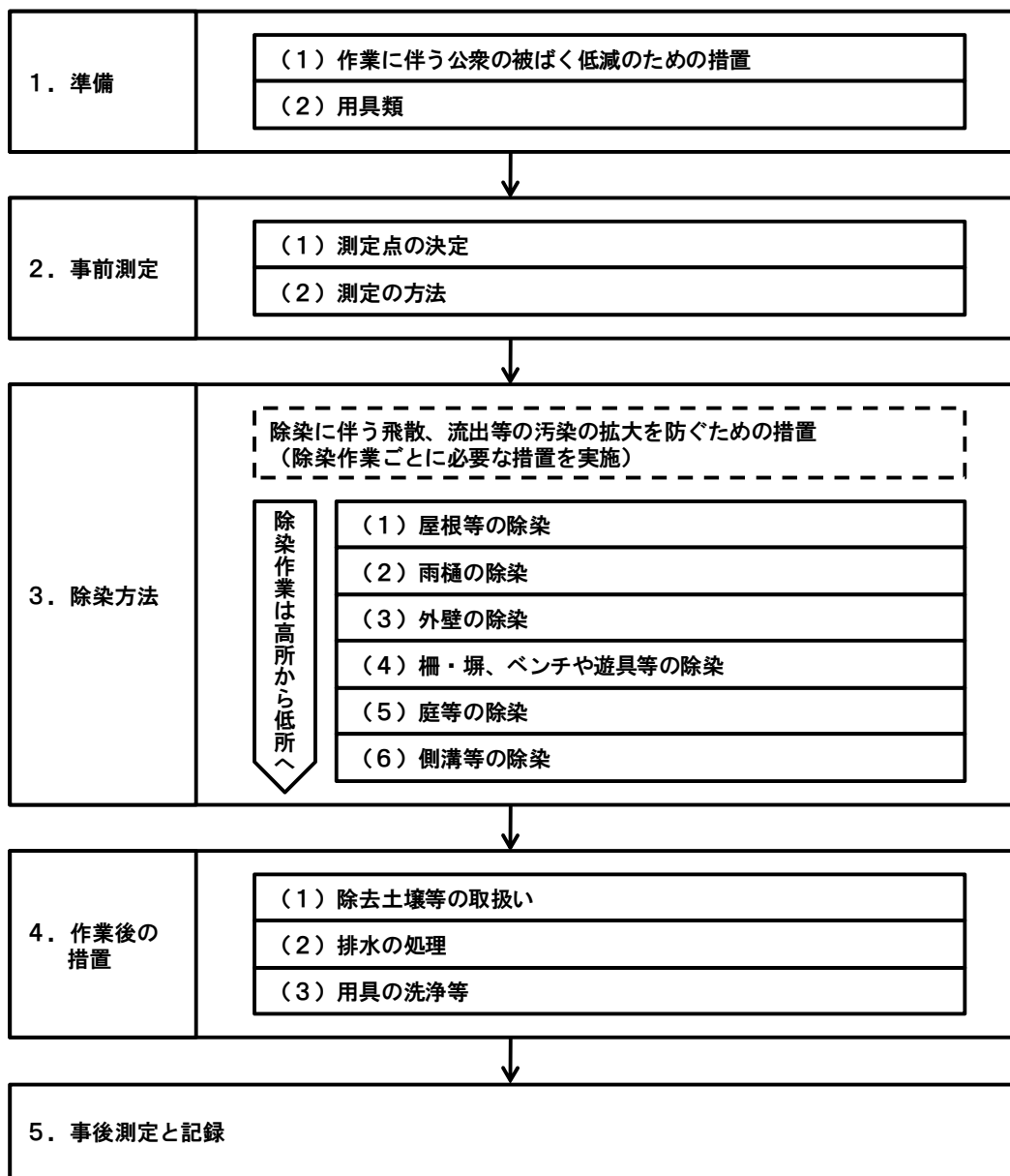


図 2-3 建物等の工作物の除染等の措置の基本的な流れ

1. 準備

除染作業を行う前には、除染作業に必要な機器の準備に加えて、除染に伴い発生する粉じんを吸い込むこと等による公衆や作業者の被ばくの防止等、安全を確保するための準備をしておくことが必要です。このうち、作業者の安全確保に必要な措置については、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」^{*5}を参照してください。

(1) 作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置

表 2-1 建物等の工作物の除染等の作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置

立ち入り制限	・ 不特定多数の人が立ち入ることが想定される場合には、作業場所にみだりに近づかないように、カラーコーンあるいはロープ等で囲いをして、人や車両の進入を制限します（図 2-4 参照）。 ・ 除染作業に伴って放射性物質が飛散する可能性がある場合には、除染範囲の周りをシート等で囲うか、飛散防止のための水を撒くなどして、そのエリアにロープ等で囲いをします。
標識	・ 不特定多数の人が立ち入ることが想定される場合には、除染作業中であることがわかるように、看板等を立てます。

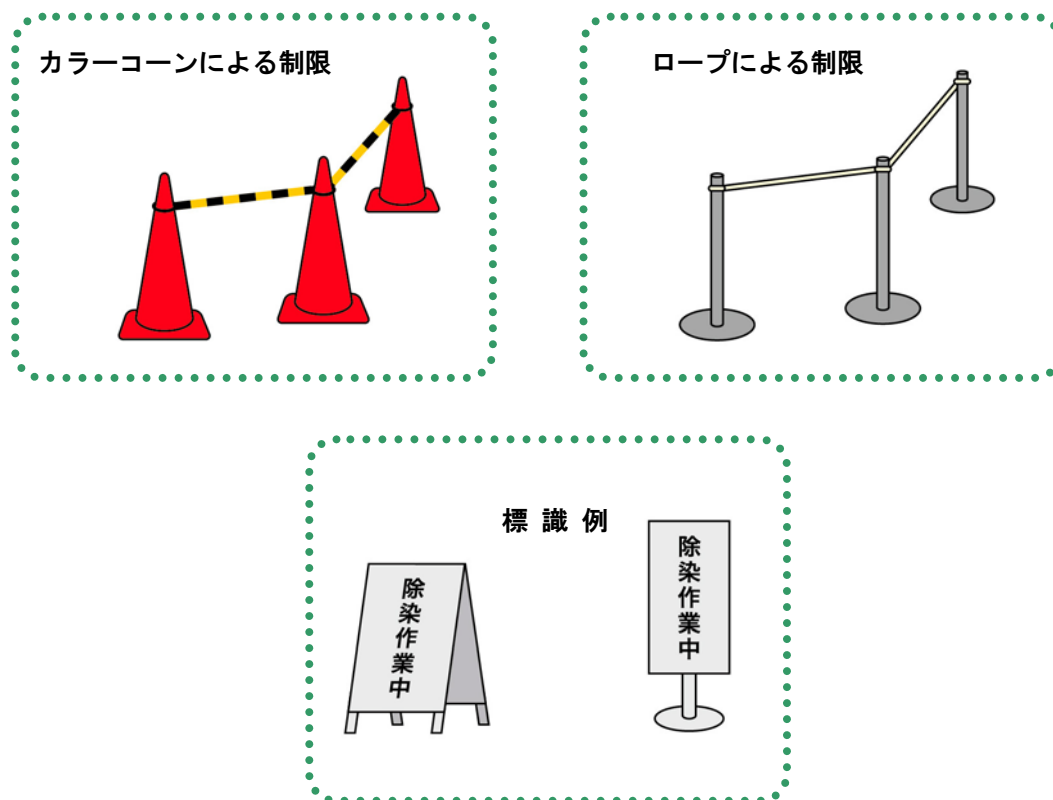


図2-4 立入制限・標識の例

(2) 用具類

除染対象や作業環境に応じて、除染等の措置及び除去土壌等の回収のために必要な用具類を用意します。

表 2-2 建物等の工作物の除染用具の例

一般的な用具の例	草刈り機、ハンドシャベル、草とり鎌、ホウキ、熊手、ちりとり、トンダ、シャベル、スコップ、レーキ、表土削り取り用の小型重機、ごみ袋（可燃物用の袋、土砂用の麻袋（土のう袋））、集めた除去土壌等を現場保管する場所に運ぶための車両（トラック、リアカー等）、ハシゴ
水洗浄を行う場合の用具の例	ホース、シャワーノズル、高圧水洗浄機、ブラシ（デッキブラシ、車洗浄用ブラシ、高所用ブラシ等）、タワシ（亀の子、スチールウール製等）、ワイヤーブラシ、水を押し流すもの（ホウキ、スクレーパー等）、バケツ、洗剤、雑巾、スポンジ、キッチンペーパー
金属面等を洗浄する場合の用具の例	ブラシ、サンドペーパー、布、剥離剤
木面を洗浄する場合の用具の例	ブラシ、サンドペーパー、電動式サンダ、布、スチーム洗浄機、高圧水洗浄機、水を押し流すもの（ホウキ、スクレーパー等）
高所作業用の場合の用具の例	足場、移動式リフト、高所作業車
削り取りを行う場合の用具の例	研磨機、削り取り用機器、飛散防止に必要な用具（集塵機、養生マット）
土地表面の被覆を行う場合の用具の例	自走転圧ローラー、転圧用ベニヤ板、散水器具

2. 事前測定

除染作業による除染の効果を確認するために、除染作業開始前と除染作業終了後における空間線量率^{*2}や除染対象の表面汚染密度（空間線量率と表面汚染密度をあわせて「空間線量率等」という）を測定します。具体的には、生活空間としての代表的な場所や、生活空間への放射線量への寄与が大きいと考えられる比較的高い濃度で汚染された場所等について、除染作業開始前と除染作業終了後において、同じ場所・方法で空間線量率等を測定し、その結果を記録します。ここでは、除染作業開始前に行う空間線量率等の測定の方法について示します。

なお、除染作業中に除染対象の汚染の程度の減少具合を把握する際にも、対象物の表面近くの空間線量率等を適宜測定することがあります。このような測定については、「3. 除染方法」の中で別途説明します。

（1）測定点の決定

除染作業前に、空間線量率等を測定する場所（以下「測定点」）を決め、測定対象の範囲、測定点、目印になる構築物等を描き入れた略図（図2-5参照）を作成します。

測定点は、除染対象となる建物等の工作物の生活空間における平均的な空間線量率を把握するためのもの（測定点①）と、除染対象の汚染の程度を確認するためのもの（測定点②）があります。

測定点①については、居住者等が多く時間を過ごす生活空間を中心に決定します。この際、生活空間の放射線量への寄与が比較的小さいいわゆるホットスポット（放射性物質を含む雨水等によって土壌等が高濃度に汚染され、周囲と比べて放射性セシウムが濃集している蓋然性が高い地点）やその近傍については、その場所で居住者等が比較的多くの時間を過ごすことが想定されない場合は、測定点から外します。

ホットスポットとしては、雨水等によって放射性物質が濃集しやすいくぼみや水たまり、側溝、雨樋下、雨水枡、樹木の下や近く、建物からの雨だれの跡といった場所が挙げられます。

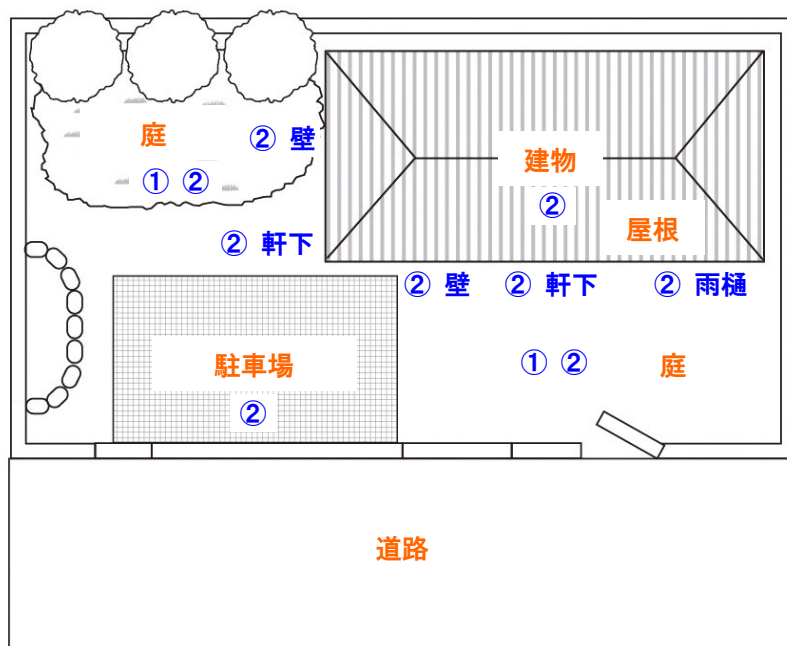
測定点②については、基本的に除染対象の表面の汚染の程度を測定するためのもの

で、生活空間における放射線量への寄与が大きいと考えられる比較的高い濃度で汚染された場所等を考慮して決定します。雨樋下等のホットスポットを除染対象とする場合には、測定点②として測定します。

具体的な方法は、表 2-3 のとおりとします。

表 2-3 建物等の工作物の除染における空間線量率等の測定点の考え方

測定点	測定点①	測定点②
測定対象	生活空間における空間線量率	除染対象の表面汚染密度等
測定点の考え方	- 戸建住宅については、庭等の屋外で、人が比較的多くの時間を過ごすことが想定される場所等 2～5 点程度を測定点として設定します。 - 集合住宅、公共施設等については、庭等の屋外で、人が比較的多くの時間を過ごすことが想定される場所等 5 点程度を測定点として設定します。	- 屋根や屋上、建物の側面については、各面の中心付近に測定点を設定します。 - 庭等の敷地については、中心付近に測定点を設定します。（細長い形等、四角形でない場合は、中央に沿った場所を選びます） - 柵・塀については、空間線量率等の分布が把握できるような間隔で測定点を設定します。 【例】ピッチ 5m～10m - ベンチ、遊具等については、人が接する場所に測定点を設定します。



①：生活空間の汚染の状況（空間線量率：2～5点程度）

②：除染対象の汚染の状況（表面汚染密度、表面線量率）

図2-5 建物等の工作物の除染等の措置における測定点の記録略図の例

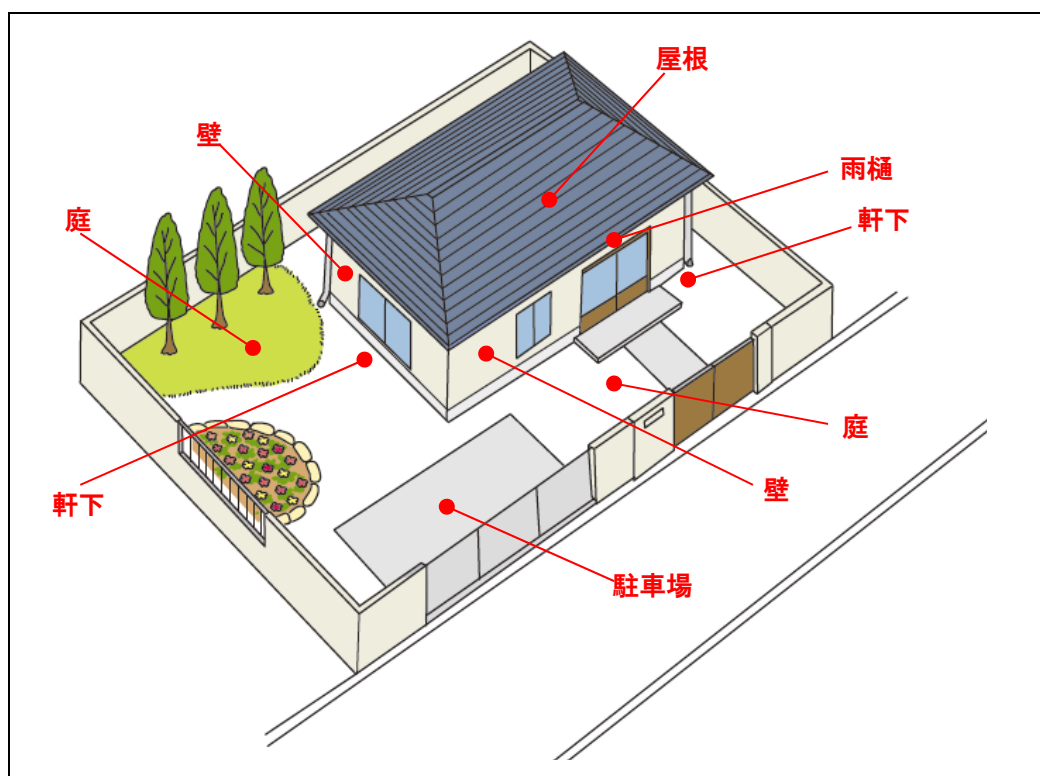


図2-6 測定点②の例

(2) 測定の方法

測定点①において空間線量率を測定する場合は、シンチレーション式サーベイメータ等のガンマ線を測定できる測定機器を使用します。

一方、測定点②において表面または表面近くの汚染の程度を測定する場合は、バックグラウンドの放射線の影響を受けないようにするため、ベータ線を測定できるガイガーミュラー計数管式サーベイメータ（以下「GM サーベイメータ」）を使用することが推奨されますが、ガンマ線を測定できる線量計を用いて測定することも可能です。例えば、対象地点の汚染の程度により特化して確認するため、コリメータを使用して外部からのガンマ線を遮へいした条件で測定する方法があります。これ以外にも、例えば、測定点の表面、50cm、1m の高さの位置で測定した空間線量率から除染対象の汚染の程度を把握するとともに、除染終了後に同じ位置で測定した結果と比較することにより、除染の効果を確認することが可能です。除染作業前後における同一の測定点での測定には、基本的に同一の測定機器を用います。

具体的な方法は、「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」の「6. 測定機器と使用方法」を参照してください。

3. 除染方法

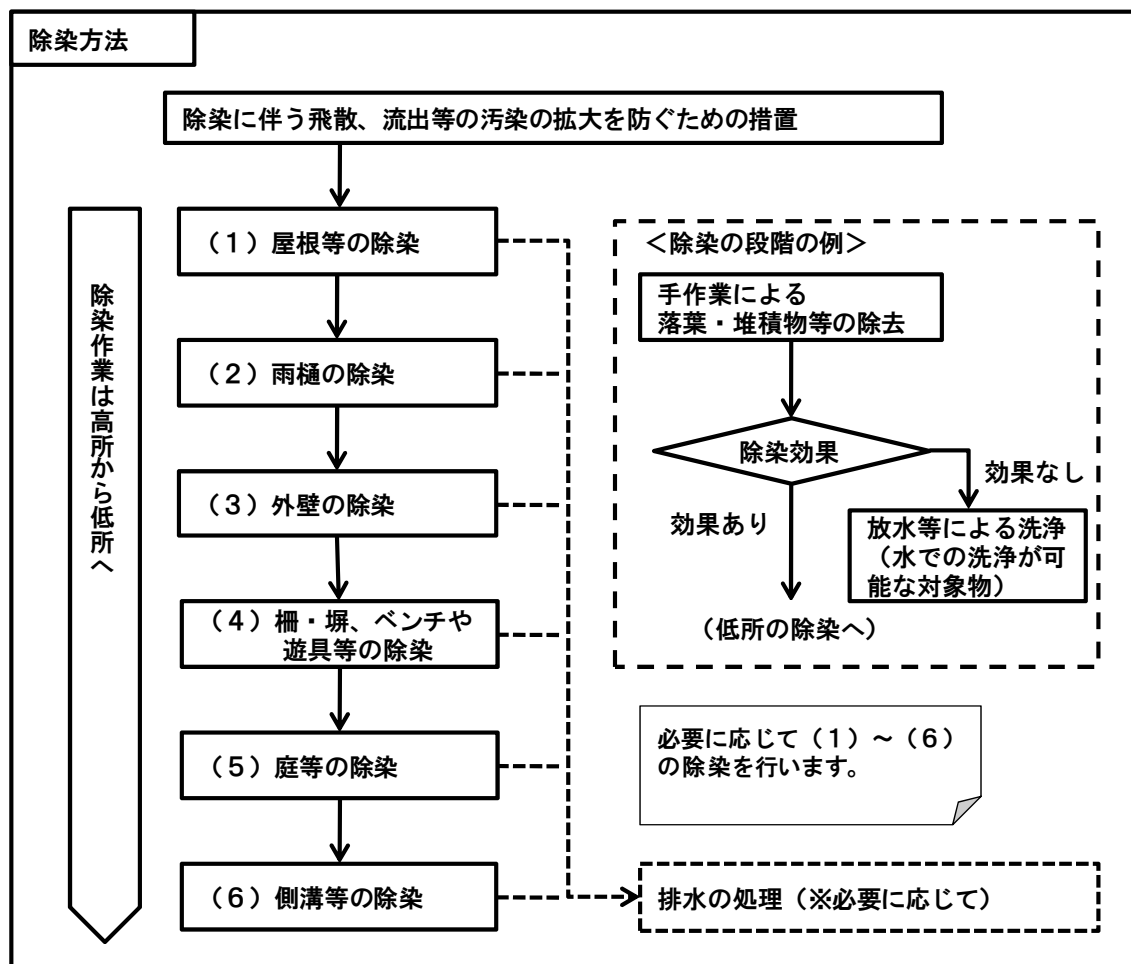


図 2-7 建物等の工作物の除染の基本的な流れ

建物等の工作物の効果的な除染を行うためには、放射線量への寄与の大きい比較的高い濃度で汚染された場所を中心に除染作業を実施する必要があります。例えば、家屋や公共的な建物の屋根（屋上）や雨樋、側溝等には、放射性セシウムを含む落葉、苔、泥等が付いていますので、これらを除去することにより、放射線量の低減が図られます。

除染の段階としては、まず、放射性セシウムが多く含まれている落葉等、手作業で比較的容易に除去できるものを取り除き、それでも除染効果が見られない場合、水での洗浄が可能な対象物については放水等による洗浄を行います。なお、洗浄等による排水による流出先への影響を極力避けるため、水による洗浄以外の方法で除去できる放射性物

質は可能な限りあらかじめ除去するなど、工夫を行うものとします。

各段階で、測定点①における空間線量率を測定し、1m の高さの位置（幼児・低学年児童等の生活空間を配慮し、小学校以下及び特別支援学校では測定点から 50cm の高さの位置でも構いません）での空間線量率が毎時 0.23 マイクロシーベルトを下回っていればそれ以上の除染は原則として行いません。

その際、家屋や建物の除染作業で水を使用した場合等、放射性物質が庭等に移動する可能性を考慮し、除染作業は基本的に高所から低所の順序で行います。具体的には、屋根・屋上や雨樋、外壁、庭等の地面、側溝の順で実施するのが効率的です。家屋の近傍に屋根よりも高い樹木がある場合は、汚染状況に応じ、最初に樹木の除染を行います。除染を行う際には、固着状態に応じて、手作業、拭き取り、あるいはタワシやブラシによる洗浄を適用します。

放射性物質の放射能は時間の経過とともに減衰していきます。また、降雨等による汚染状況の変化も十分に考慮して適切に対応することが必要となります。

また、除染作業を行う際は、作業者と公衆の安全を確保するために必要な措置をとるとともに、除染に伴う飛散、流出等による汚染の拡大を防ぐための措置を講じて、作業区域外への汚染の持ち出し、外部からの汚染の持ち込み、除染した区域の再汚染をできるだけ低く抑えることが必要です。このうち、作業者の安全確保に必要な措置については、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」^{*5}を参照してください。

除去土壌等の取扱や排水の処理、除染に用いた用具の洗浄等については「4. 作業後の措置」を参照してください。

ここでは、建物等の工作物の屋根や屋上、雨樋、壁、庭及び側溝等における除染の方法について示します。

(1) 屋根等の除染

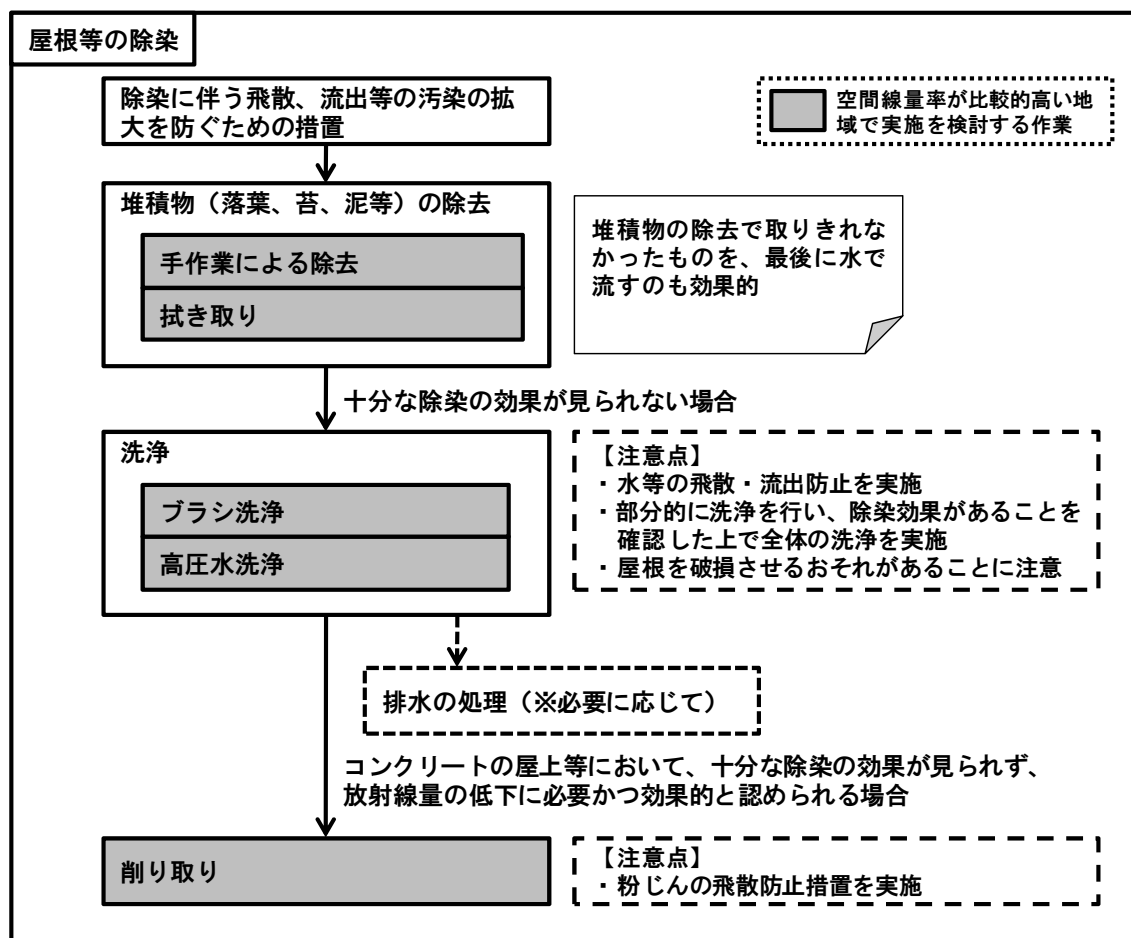


図 2-8 屋根等の除染の基本的な流れ

屋根等に落葉、苔、泥等の堆積物がある場合は、これらに放射性セシウムが付着している可能性があります。このため、まず、取り除きやすい堆積物を、手作業や厚手の紙タオルでの汚れの拭取りを行います（図 2-9 参照）。次に、水を散布した上でデッキブラシやタワシ等を用いたブラシ洗浄を行うことによって除去します。この際、屋根の重ね合わせ部や金属が腐食している部分、大きな建物の屋上の排水口周りには堆積物が比較的多く付着しているため、念入りに洗浄します（図 2-10 参照）。

それでも除染の効果が十分に見られない場合は、屋根材に放射性セシウムが付着していると考えられますが、降雨で流れ落ちなかった放射性セシウムは屋根材に浸透しているため、高圧（例：15MPa）の放水洗浄（以下「高圧水洗浄」）を行うことによって流し落とします。屋根等の表面の素材により高圧水洗浄による除染効果は異なりま

すので、まず部分的に洗浄を行って、除染効果があることを確認した上で全体の洗浄を行います。高圧水洗浄等、水を用いた除染を行う場合、環境への二次汚染を防止するため、適切な排水対策を行います（「4.（2）排水の処理」参照）。回収型の高圧水洗浄を用いることも放射性物質の拡散の防止に有効です。また、家屋、建物、農業用施設等の屋根の素材や構造等によっては破損する可能性もあるため、実施する場合は、専門業者の助言を受ける必要があります。

洗浄や高圧水洗浄によっても除染の効果が見られず、放射線量の低下に必要かつ効果的と認められる場合は、構造物の破損に配慮しつつ、コンクリート屋根や屋上については削り取りやブラスト作業の実施について検討します。ブラスト作業等を行う場合は、粉じんが発生しますので、周囲への飛散を防止するための措置が必要です。

屋根の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表2-4及び表2-5のとおりとします。



図2-9 屋根の瓦の除染の例（拭き取り）



提供：福島市

図 2-10 屋根の瓦の除染の例（洗浄）

表 2-4 屋根等の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
安全対策	・ 高所作業となる場合は、足場の設置や高所作業車の配置等適切な安全対策を行います。
飛散防止	・ 歩道や建物が隣接している場合は、水等の飛散防止のために養生を行います。 ・ 回収型の高圧水洗浄を用いることも放射性物質の拡散の防止に有効です。
排水経路の確保と排水の処理	・ 水を用いて洗浄する場合は、洗浄水が流れる経路を事前に確認し、排水経路は予め清掃して、スムーズな排水が行えるようにします。 ・ 排水の取扱いについては、「4.（2）排水の処理」を参照してください。

表 2-5 屋根等の除染の方法と注意事項

区分		除染の方法と注意事項
堆積物の除去	手作業による除去	・落葉、苔、泥等の堆積物を、ゴム手袋をはめた手やスコップ等で除去します。
	拭き取り	・水等によって湿らせた紙タオルや雑巾等を用いて、丁寧に拭き取ります。 ・拭き取り作業で用いる紙タオルや雑巾等は、折りたたんだ各面を使用します。ただし、一度除染（拭き取り）に使用した面には放射性セシウムが付着している可能性がありますので、直接手で触れないようにします。 ・汚染の状況に応じて一拭きごとに新しい面で拭き取るなど、汚染の再付着を防止する配慮を行います。 ・セメント瓦、つや無し粘土瓦、塗装鉄板等においては、屋根の素材や錆による影響により除染の効果が小さくなる場合があります。 ・錆が存在する場合には、拭き取り等により錆そのものを除去することが必要になります。
洗浄	ブラシ洗浄	・デッキブラシやタワシ等を用いて丁寧に洗浄します。 ・水を周囲に飛散させないように、高所から低所へ向け洗浄します。 ・回転ブラシは、茅葺きや瓦の屋根には適さないので使用しません。
	高圧水洗浄	・高圧水洗浄による屋根等の破損等のおそれがないことを事前に確認します（専門業者の助言を受けることが推奨されます）。 ・水圧による土等の飛散を防ぐために、最初は低圧での洗浄を行い、洗浄水の流れや飛散状況を確認しつつ、徐々に圧力を上げて洗浄を行います。 ・除染効果を得るために、除染する場所に噴射口を近づけます。 ・屋根の重ね合わせ部や金属が腐食している部分、屋上の排水口周り等、堆積物が多く付着している部分は念入りに洗浄します。 ・表面がはがれるなど財物を損傷する可能性があることに注意を要します。
削り取り	ブラスト作業	・ショットブラスト機により研削材を表面にたたきつけて表面を均質に削り取ります。 ・粉じんが発生するため、周囲への飛散を防止するための養生等を行うとともに、粉じんを回収します。 ・ブラスト作業においては、研削材等が除染作業区域の外に出て行かないように養生します。また、使用後の研削材等は、付着した放射性物質を周辺にまき散らさない方法で回収します。
	削り取り	・削り取りを行う場合は、周囲への飛散を防止します。 （例：集塵機の使用、事前の散水、簡易ビニールハウスの設置等）

(2) 雨樋の除染

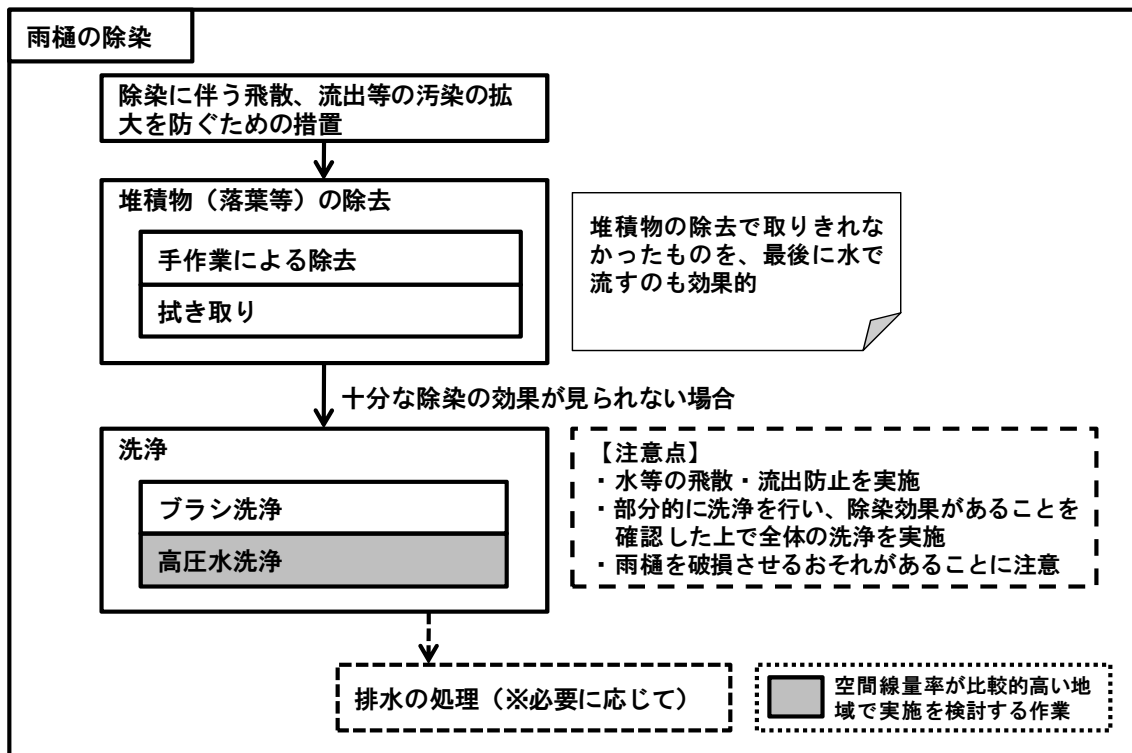


図 2-11 雨樋の除染の基本的な流れ

雨樋には、雨で屋根等から流れ落ちた放射性物質が付着した落葉等が溜まっています。特に、溜まった落葉等を除去することで、周囲の放射線量を減少させることができます。

雨樋の除染は、溜まっている落葉等をトンゴやシャベル等を使って手作業ですくい取ります。また、呼び樋、堅樋、排水管の内面は、パイプクリーナーや厚手の紙タオル等を使用して手作業で拭き取ります（図 2-12 参照）。

それでも除染の効果が十分に見られない場合は、水を用いた洗浄を行います。水を用いて洗浄した場合は、放射性物質を含む排水が発生します。洗浄等による排水による流出先への影響を極力避けるため、拭き取り等、水による洗浄以外の方法で除去できる放射性物質は可能な限りあらかじめ除去するなど、工夫を行うものとします。高圧水洗浄を行う場合は、雨樋を損傷する可能性があることに注意を要します。

雨樋の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表 2-6 及び表 2-7 のとおりとします。



提供：伊達市



提供：福島市

図 2-12 雨樋の除染の例（拭き取り）



提供：伊達市

図 2-13 雨樋の除染の例（ブラシ洗浄）

表 2-6 雨樋の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	・ 歩道や建物が隣接している場合は、水等の飛散防止のために養生を行います。
排水経路の確保と排水の処理	・ 水を用いて洗浄する場合は、洗浄水が流れる経路を事前に確認し、排水経路は予め清掃して、スムーズな排水が行えるようにします。 ・ 水を使った洗浄を行う前に、雨樋の堆積物を除去します。 ・ 排水の取扱いについては、「4. (2) 排水の処理」を参照してください。 ・ 雨樋流末部が破損又は庭地に直接放流となっている箇所は高線量となる場合がありますので、庭等の除染を検討します。

表 2-7 雨樋の除染の方法と注意事項

区分	除染の方法と注意事項
堆積物の除去	手作業による除去 ・ 落葉、苔等の堆積物を、ゴム手袋をはめた手やスコップ等で除去します。
	拭き取り ・ 水等によって湿らせた紙タオルや雑巾等を用いて、丁寧に拭き取ります。 ・ 拭き取り作業で用いる紙タオルや雑巾等は、折りたたんだ各面を使用します。ただし、一度除染（拭き取り）に使用した面には放射性セシウムが付着している可能性がありますので、直接手で触れないようにします。 ・ 汚染の状況に応じて一拭きごとに新しい面で拭き取るなど、汚染の再付着を防止する配慮を行います。 ・ 雨樋の堆積物に放射性物質が多く蓄積していることから、堆積物の除去は効果的です。
洗浄	ブラシ洗浄 ・ ブラシやタワシを用いて丁寧に洗浄します。 ・ 縦樋（特に屈曲部）への堆積が見落としがちとなるため、ワイヤーブラシ等を活用して洗浄します。 ・ 水を周囲に飛散させないよう、高所から低所へ向け洗浄します。
	高圧水洗浄 ・ 手が届かないような狭い場所等、拭き取り作業の実施が困難な部位を中心に、雨樋を壊さないように、高圧水洗浄機を用いて、原則として水圧 5MPa 以下、使用水量 1 m あたり 2 リットル程度の高圧水で洗浄します。 ・ 洗浄効果を得るために除染する場所に噴射口を近づける (20cm 程度) とともに、適切な移動速度で洗浄します。 ・ 水を周囲に飛散させないよう、水勾配の上流から下流に向かって行います。

(3) 外壁の除染

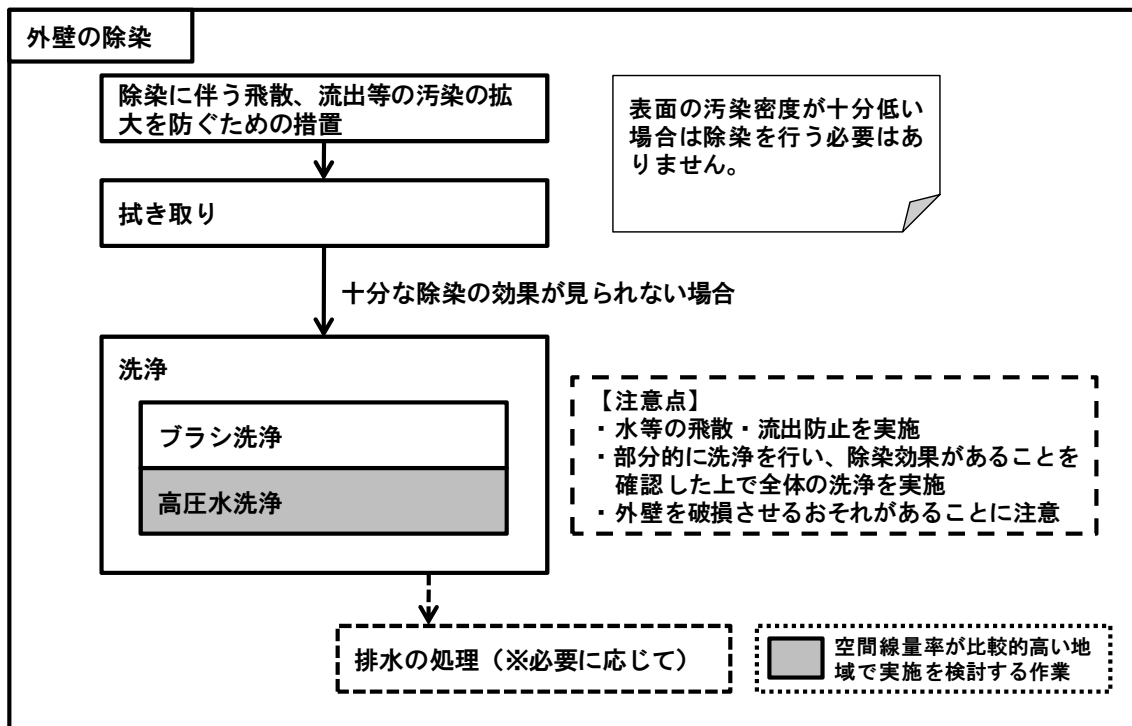


図 2-14 外壁の除染の基本的な流れ

建物の外壁については、屋根や雨樋、庭等に比べて一般的に汚染の程度は小さいため、他の場所に比べて表面汚染密度が十分低い場合は除染を行う必要はありません。

外壁を除染する場合は、再汚染を防ぐため、高い位置から低い位置の順で拭き取りや水を用いた洗浄を行います。なお、洗浄等による排水による流出先への影響を極力避けるため、水による洗浄以外の方法で除去できる放射性物質は可能な限りあらかじめ除去するなど、工夫を行うものとします。

高圧水洗浄については、外壁の素材や構造等によっては破損する可能性もあるため、実施する場合は、専門業者の助言を受ける必要があります。特に、木造の外壁には高圧水洗浄は適しません。

外壁の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表 2-8 及び表 2-9 のとおりとします。

表 2-8 外壁の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	・ 歩道や建物が隣接している場合は、水等の飛散防止のために養生を行います。
排水経路の確保と排水の処理	・ 水を用いて洗浄する場合は、洗浄水が流れる経路を事前に確認し、排水経路は予め清掃して、スムーズな排水が行えるようにします。 ・ 排水の取扱いについては、「4. (2) 排水の処理」を参照してください。

表 2-9 外壁の除染の方法と注意事項

区分	除染の方法と注意事項
拭き取り	・ 水等によって湿らせた紙タオルや雑巾等を用いて、丁寧に拭き取ります。 ・ 拭き取り作業で用いる紙タオルや雑巾等は、折りたたんだ各面を使用します。ただし、一度除染（拭き取り）に使用した面には放射性セシウムが付着している可能性がありますので、直接手で触れないようにします。 ・ 汚染の状況に応じて一拭きごとに新しい面で拭き取るなど、汚染の再付着を防止する配慮を行います。
洗浄	ブラシ洗浄 ・ デッキブラシやタワシ等を用いて丁寧に洗浄します。 ・ 水を周囲に飛散させないよう、高所から低所へ向け洗浄します。
	高圧水洗浄 ・ 水圧による土等の飛散を防ぐために、最初は低圧での洗浄を行い、洗浄水の流れや飛散状況を確認しつつ、徐々に圧力を上げて洗浄を行います。 ・ 洗浄効果を得るために除染する場所に噴射口を近づける(20cm程度)とともに、適切な移動速度で洗浄します。 ・ 壁がはがれるなど財物を損傷したり、屋内への漏水の可能性があることに注意します。

(4) 柵・塀、ベンチや遊具等の除染

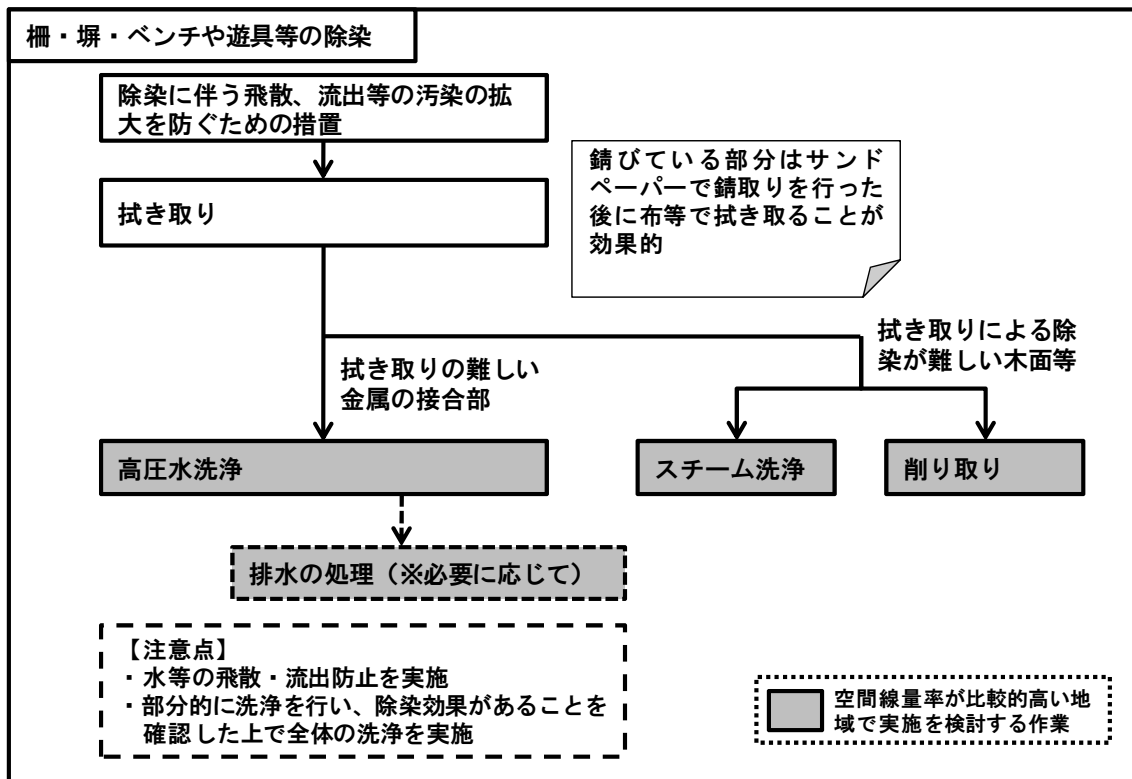


図 2-15 柵・塀、ベンチや遊具等の除染の基本的な流れ

柵・塀、ベンチや遊具等の金属表面や木面については、ブラシや布等を用いた水拭きを行って拭き取ります（図 2-16 参照）。この際、表面に影響が出ないように留意しながら、必要に応じて中性洗剤等を使用します。錆びている部分については、サンドペーパーで錆取りを行った後に布等で拭き取ることも効果的ですが、拭き取りや削り取りに使用する用具には放射性物質が付着する可能性がありますので、再汚染しないようにします。

拭き取りの難しい遊具等の接合部や拭き取りによる除染が難しい木面等については、スチーム洗浄や高圧水洗浄（例：15MPa）（図 2-17 参照）、削り取りを行います。

洗浄等での排水による流出先への影響を極力避けるため、水による洗浄以外の方法で除去できる放射性物質は可能な限りあらかじめ除去しておくなどの工夫を行うものとします。

「II. 3. (5) 庭等の除染」に示した庭の除染や、「IV. 3. (1) 校庭や園庭、

公園の土壌の除染」に示した砂場の除染も実施する場合は、柵・塀、ベンチや遊具等の除染作業後に行うことが効率的です。

柵・塀、ベンチや遊具等の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表 2-10 及び表 2-11 のとおりとします。



提供：広野町

図 2-16 遊具の除染の例（拭き取り）



提供：JAEA

図 2-17 遊具の除染の例（高圧水洗浄）

表 2-10 柵・塀、ベンチや遊具等の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	歩道や建物が隣接している場合は、水等の飛散防止のために養生を行います。
排水経路の確保と排水の処理	- 水を用いて洗浄する場合は、洗浄水が流れる経路を事前に確認し、排水経路は予め清掃して、スムーズな排水が行えるようにします。 - 排水の取扱いについては、「4. (2) 排水の処理」を参照してください。

表 2-11 柵・塀、ベンチや遊具等の除染の方法と注意事項

区分	除染の方法と注意事項
拭き取り	- 拭き取り作業で用いる紙タオルや雑巾等は、折りたたんだ各面を使用します。ただし、一度除染（拭き取り）に使用した面には放射性セシウムが付着している可能性がありますので、直接手で触れないようにします。 - 汚染の状況に応じて一拭きごとに新しい面で拭き取るなど、汚染の再付着を防止する配慮を行います。 - 金属製遊具の錆は、サンドペーパーや金ブラシ等で落とした後で丁寧に拭き取ります。 - 紙タオルや雑巾で一度除染（拭き取り）に使用した面や、拭き取りに使用したブラシやウエス、サンドペーパーには放射性セシウムが付着している可能性がありますので、直接手で触れないようにします。
高圧水洗浄 (金属接合部)	- 拭き取りの難しい遊具等の接合部は高圧水洗浄を行います。 - 水圧による土等の飛散を防ぐために、最初は低圧での洗浄を行い、洗浄水の流れや飛散状況を確認しつつ、徐々に圧力を上げて洗浄を行います。 - 洗浄効果を得るために除染する場所に噴射口を近づける(20cm程度)とともに、適切な移動速度で洗浄します。
スチーム洗浄	木製遊具は、スチーム（蒸気）洗浄機を用いて洗浄します。
削り取り (木製遊具等)	- 木製遊具は、電動工具等で木材表面を削り取ります。 - 木面等の削り取りを行う場合は、集塵機等を用いて、周囲への飛散を防止します。

(5) 庭等の除染

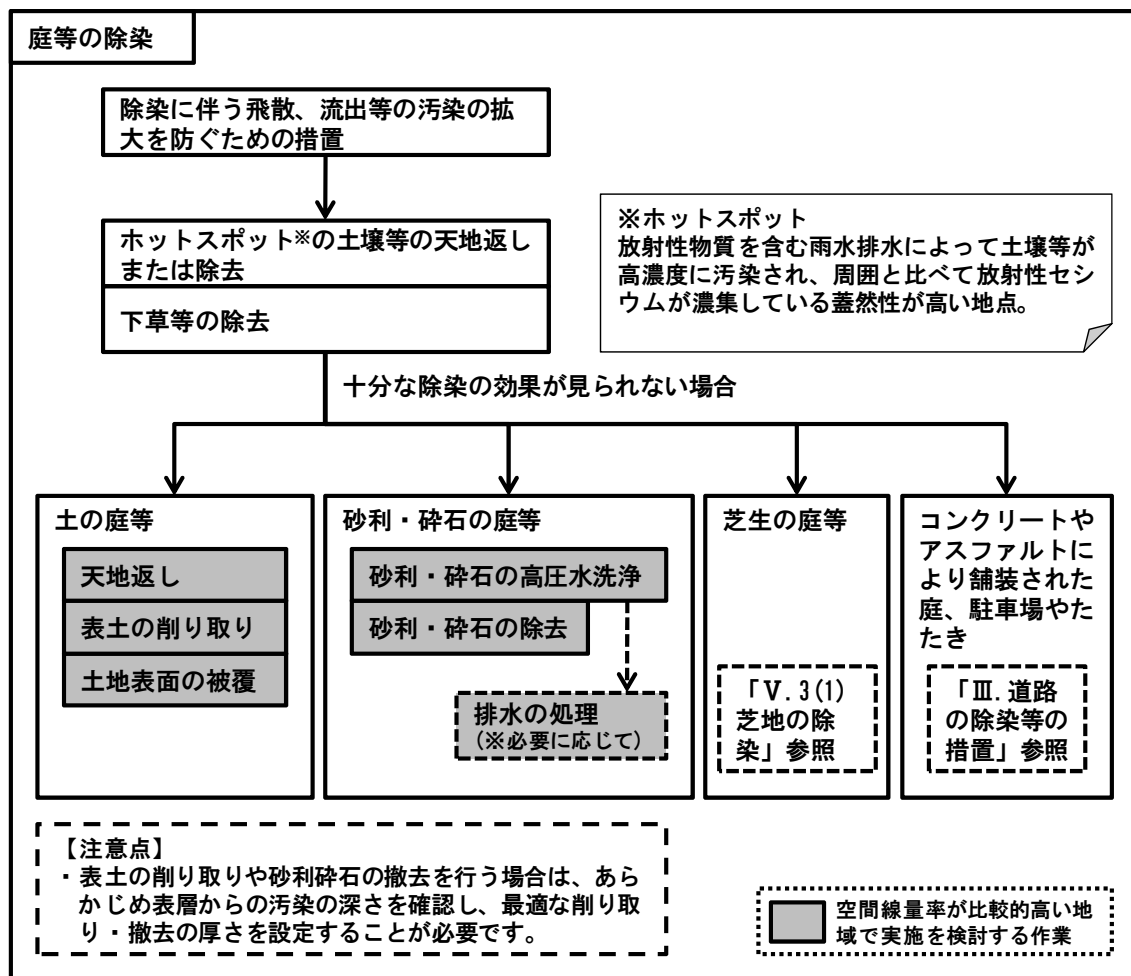


図 2-18 庭等の除染の基本的な流れ

家屋の庭等では、放射性セシウムは落葉や庭木、ならびに土面の表層近くに付着しています。まず落ち葉を拾い、放射性物質の付着状況に応じて庭木の剪定を行います。事故後除草を行っていない場所は、必要に応じて下草等の除去を行います。地面を覆うように苔や下草が生えている場所では、立鎌等を用いて下草等を掻き取る方法も有効です。

また、雨樋からの排水口、排水溝、雨水枡や、雨樋のない屋根の軒下の付近、樹木の根元等に放射性セシウムが比較的多く付着している可能性がありますので、それらの土壌等を手作業等により除去します（図 2-20 及び図 2-21 参照）。それでも除染効果が見られない場合、以下に示す方法で除染を行います。

■土の庭等

土の庭等の場合、天地返し、表土の削り取りまたは土壌により覆うこと（以下「土地表面の被覆」）を検討します。

天地返しは、放射性セシウムを含む上層の土と放射性セシウムを含まない下層の土を入れ替えることによる土地表面を被覆する方法です（図 2-19 参照）。天地返しを行うことにより、土等による遮へいによる放射線量の低減や放射性セシウムの拡散の抑制が期待できます。また、表土を削り取るわけではないため、除去土壌が発生しないという利点があります。天地返しを行う際は、約 10cm の表層土を底部に置き、約 20cm の掘削した下層の土により被覆します。この際、表層土はまき散らさないようにしておくことや、下層から掘削した土と混ざらないようにしておく必要があります。広い範囲で行う場合は、適切にエリアを区切って実施します。

表土の削り取りを行う際は、除去土壌の発生量が過大にならないように、削り取る土壌の厚さを適切に選定することが重要です。具体的には、削り取りの対象とする土壌表面については、まず小さい面積（外部からの放射線の影響をなるべく受けずに土壌表面の空間線量率等を測定できる程度の面積）について、空間線量率等を測りながら表土を 1～2cm 程度ずつ削り取り、削り取るべき厚さを決定することが推奨されます（図 2-52②③④参照）。なお、これまでの知見を踏まえれば、土壌表面の削り取りは最大 5cm 程度で十分な効果が得られると考えられます。表土等を除去した場所では、必要に応じて、汚染のない土壌を用いて客土等を行います。

土地表面の被覆は、小型の重機を用いて放射性セシウムを含む上層の土を放射性セシウムを含まない土で覆う方法であり、遮へいによる放射線量の低減や放射性セシウムの拡散の抑制が期待できます。表土を除去するわけではないため、除去土壌が発生しないという利点があります。被覆を行う際は、被覆する厚さが過大にならないように、遮へいを目的とした被覆厚さを適切に選定することが重要です。

■砂利・碎石の庭等

砂利・碎石等の庭の場合、砂利・碎石を水槽に入れ、攪拌や高圧水洗浄により砂利・碎石の放射性物質を除去し、洗浄後に再敷設を行います。高圧水洗浄等を行った際の排水の取扱いについては、「4.（2）排水の処理」を参照してください。

洗浄を行っても十分に効果が見られないと考えられる場合においては、スコップ等

を用いて砂利、碎石を均質に除去します。砂利、碎石を除去した場合は、必要に応じて従前と同じ種類の砂利、碎石を用いて、従前と同じ現況高さまで、おおむね従前と同じ締め固め度で被覆します。

なお、砂利・碎石が敷かれた土地においては、時間経過により砂利・碎石の下の土壌に放射性物質が蓄積している可能性があり、砂利・碎石の除染またはその下の土の除染のどちらを行うべきか判断が必要な場合があります。その際、測定や試験施工等を適切に行い除染の方法を決定することが必要です。

■芝の庭等

芝の庭、下草が密生して生えている庭、サッチや枯葉・枯草の残渣があるような場所の除染方法については、「Ⅴ．３．（１）芝地の除染」を参照してください。

■コンクリートやアスファルトにより舗装された庭、駐車場やたたき

コンクリートやアスファルトにより舗装された庭、駐車場やたたきの除染方法については、「Ⅲ．道路の除染等の措置」に示します。

家屋や建物の除染作業で水を使用した場合、屋根等にあつた放射性物質が流れてくる可能性もあるので、庭や周辺の敷地等の除染作業は家屋や建物の後に実施するのが効率的です。

庭等の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表 2-12 及び表 2-13 のとおりとします。

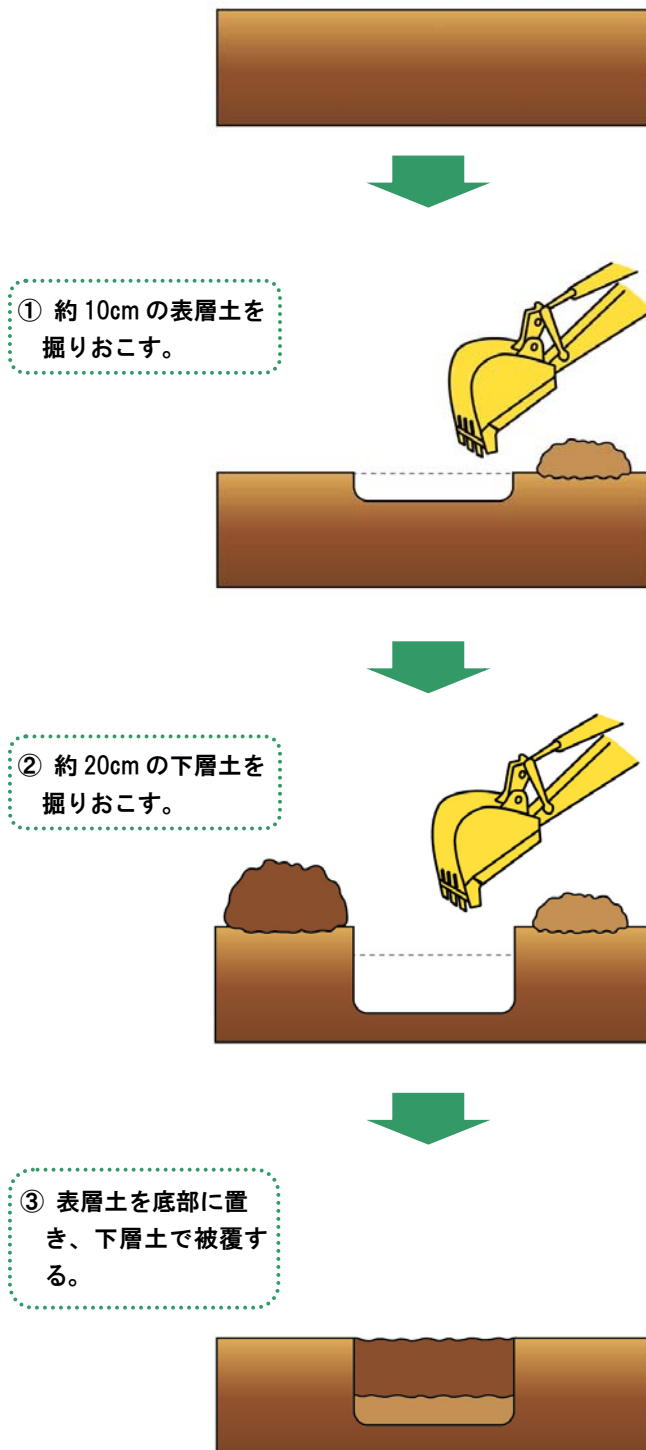


図 2-19 上下層の土の入れ替え（天地返し）による除染手順の例



提供：伊達市

図 2-20 庭等の除染の例（下草等の除去）



提供：伊達市

図 2-21 庭等の除染の例（土壌等の除去）

表 2-12 庭等の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	・ 歩道や建物が隣接している場合は、粉じんの飛散防止のために養生を行います。

表 2-13 庭等の除染の方法と注意事項

区分		除染の方法と注意事項
ホットスポットの 土壌等の天地返し または除去		・落葉、苔、泥等の堆積物を、ゴム手袋をはめた手やスコップ等で除去します。 ・雨樋下等のホットスポットの土壌については、天地返しまたは除去を行います。実施にあたっては、汚染の深さに注意が必要です。 ・雨水枡等に溜まっている土壌のようにその場で天地返しを行うことが困難な場合には当該雨水枡の近傍で天地返しを行うことを検討します。
下草等の除去		・天地返しや表土の削り取りに先立ち、作業の支障となる雑草を、肩掛け式草刈り機又は人力により、除草、刈払を行います。 ・草刈りにより、草によるベータ線の遮へい効果が減じ、低減率が低くなる場合があります。
土 の 庭 等	天地返し	・表層土を 10cm 程度、均質に削り取り、ビニールシート等の上に仮置きをします。 ・下層土を 20cm 程度、均質に削り取り、表層土とは別の場所に仮置きをします。 ・表層土を敷均した後、その上に、下層土を敷均し、整地を行い、おおむね従前と同じ締固め度で元の高さに復元します。
	表土の削り取り	・鋤簾（ジョレン）等を用い、庭土の表土を均質に削り取りを行います。 ・植栽があることやグラウンドと比較して不陸があることから、除染作業の確実性が低くなる可能性があることに注意します。
	土地表面の被覆	・放射性セシウムを含まない土等で土地表面を被覆します。
砂利・ 碎石の 庭等	砂利・碎石の高 圧水洗浄	・砂利・碎石をスコップ等を用いて、水槽に入れ、高圧水洗浄等を行います。 ・水圧による土等の飛散を防止するために最初は低圧での洗浄を行い、洗浄水の流れや飛散状況を確認しつつ、徐々に圧力を上げて洗浄を行います。 ・排水の取扱いについては、「4.（2）排水の処理」を参照してください。
	砂利・碎石の除 去	・スコップ等により砂利・碎石を均質に除去します。 ・砂利・碎石を撤去した場合は、必要に応じて従前と同じ種類の砂利・碎石を用いて、従前と同じ現況高さまで、おおむね同じ締め固め度で被覆します。 ・碎石による被覆は空隙が大きいことから、適切な転圧により密度調整を行うことに注意します。

(6) 側溝等の除染

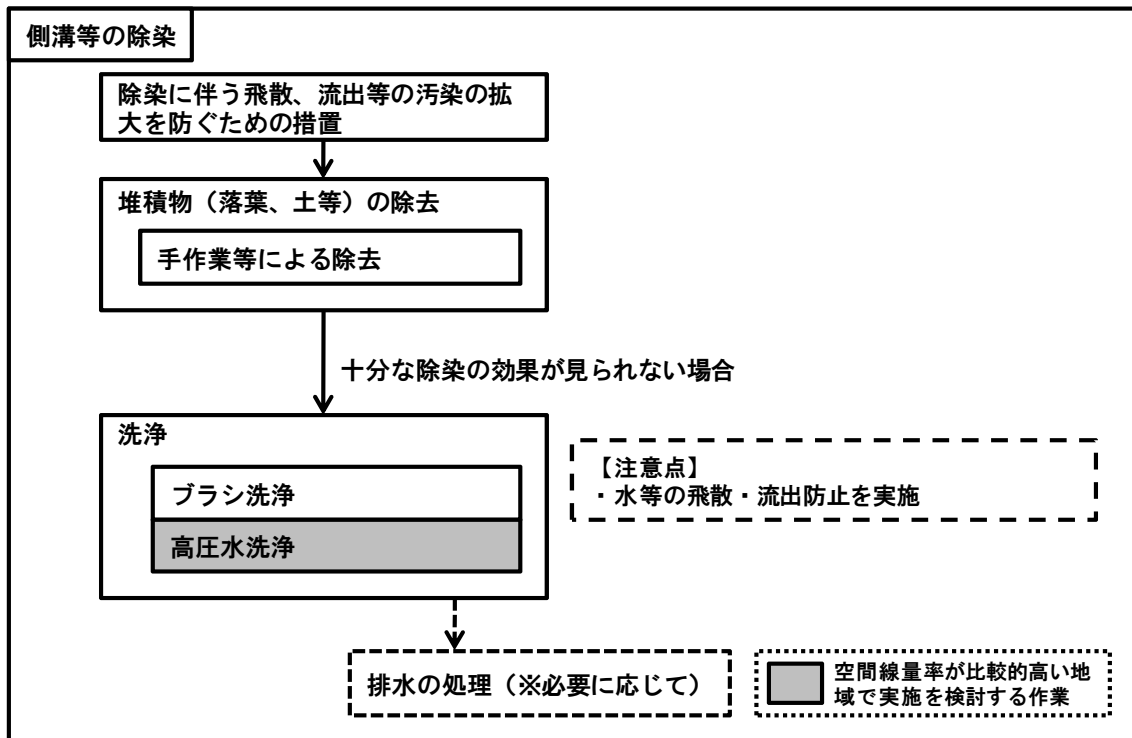


図 2-22 側溝等の除染の基本的な流れ

側溝や雨水枡といった集水・排水設備には、雨で屋根等から流れ落ちた放射性物質が付着した落葉や土等が溜まっていますので、それらをスコップ等で除去します（図 2-23、24 参照）。雨水枡で天地返しを行う場合には、その場で天地返しを行うことが困難なため、当該雨水枡の近傍で天地返しを行います（図 2-25 参照）。

また、その後、必要に応じて、ブラシ洗浄または高圧水洗浄（例：15MPa）を行うことで周囲の放射線量を減少させることができます。水を用いた洗浄を行う際は、排水経路等に注意を払う必要があります。

水を用いて洗浄した場合は、放射性物質を含む排水が発生します。洗浄等による排水による流出先への影響を極力避けるため、拭き取り等、水による洗浄以外の方法で除去できる放射性物質は可能な限りあらかじめ除去するなど、工夫を行うものとします。側溝のコンクリートの目地が深い場合は除染の効果は低くなります。プラスチック製の雨水枡等については、スポンジやウエス等で拭き取りを行うことも有効です。

側溝等の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表 2-14 及び表 2-15 のとおりとします。



提供：郡山市

図 2-23 側溝の除染の例（堆積物の除去）



提供：福島市

図 2-24 雨水枡の除染の例（堆積物の除去）



提供：松戸市

図 2-25 雨水枡の除染の例(堆積物の除去と同一敷地内における雨水枡堆積物の天地返し)



提供：福島市

図 2-26 側溝の除染の例（高圧水洗浄）



提供：松戸市

図 2-27 雨水枡の除染の例（スポンジ洗浄）

表 2-14 側溝等の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	・ 歩道や建物が隣接している場合は、水等の飛散防止のために養生を行います。
排水経路の確保と排水の処理	・ 水を用いて洗浄する場合は、洗浄水が流れる経路を事前に確認し、排水経路は予め清掃して、スムーズな排水が行えるようにします。 ・ 排水の取扱いについては、「4. (2) 排水の処理」を参照してください。

表 2-15 側溝等の除染の方法と注意事項

区分	除染の方法と注意事項
堆積物の除去	・ 除去しやすい落葉、苔、泥等の堆積物をあらかじめスコップ等を用いて除去します。 ・ 側溝のコンクリートの目地が深い場合、へら等を用いて目地の堆積物を除去します。 ・ 雨水枡で天地返しを行う場合には、その場で天地返しを行うことが困難なため、当該雨水枡の近傍で天地返しを行います。 ・ 雨水枡等に堆積物が詰まっており、降雨時等において側溝の水があふれているような場合は、周辺に汚染が広がっていることがあります。そのような場合は、周辺の地表面を測定し、地表面の形状等に応じた除染作業を行います。
洗浄	ブラシ洗浄 ・ デッキブラシやタワシ等を用いて丁寧に洗浄します。 ・ 水を周囲に飛散させないように、高所から低所へ向け洗浄します。
	高圧水洗浄 ・ 水圧による土等の飛散を防ぐために、最初は低圧での洗浄を行い、洗浄水の流れや飛散状況を確認しつつ、徐々に圧力を上げて洗浄を行います。 ・ 洗浄効果を得るために除染する場所に噴射口を近づける(20cm 程度)とともに、適切な移動速度で洗浄します。

4. 作業後の措置

作業後の措置として、除染作業によって生じた除去土壌等の取扱い及び排水の処理、用具の洗浄等について、以下に記載します。

(1) 除去土壌等の取扱い

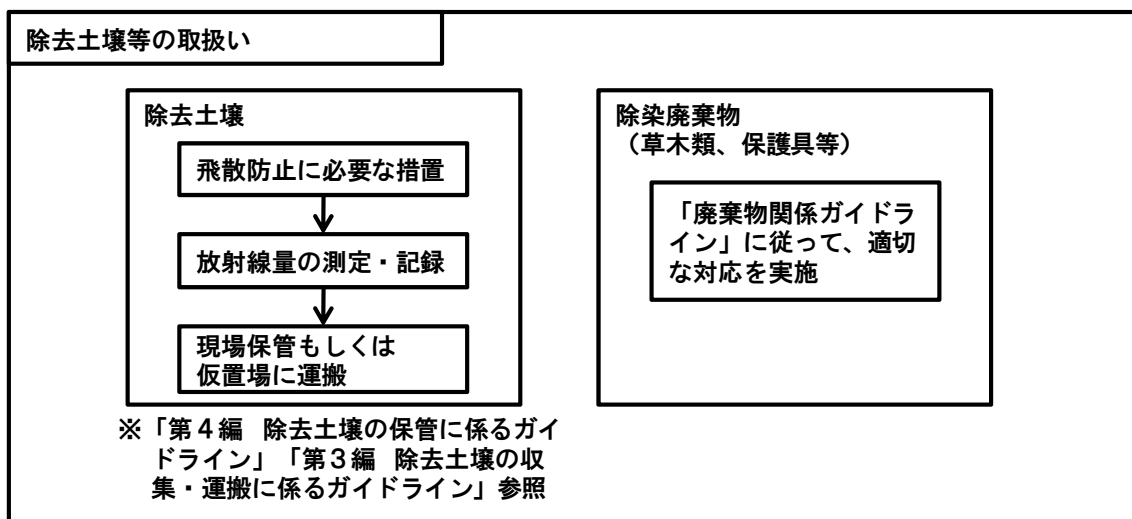


図 2-28 除去土壌等の取扱いの基本的な流れ

除去土壌等については適切に取扱い、現場保管もしくは仮置場へ運搬します。現場保管や仮置場への運搬については、「第4編 除去土壌の保管に係るガイドライン」や「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。拭き取りや洗浄に使用した用具等にも放射性物質が付着している可能性がありますので、これらについても適切に管理する必要があります。

除去土壌等については、除去土壌と除染廃棄物（草木類、保護具等）にできるだけ分別するとともに、袋等の容器に入れるなどし、飛散防止のために必要な措置を取ります。これらを仮置場等に運搬・保管する際には放射線量の把握が必要になりますので、それを容易にするために、除去土壌等を入れた容器の表面（1cm 離れた位置）の空間線量率を測定して記録しておきます。除染で発生する除染廃棄物についての取扱いは、「廃棄物関係ガイドライン（平成 25 年 3 月第 2 版）」を参照してください。

表 2-16 除去土壌等の取扱いの方法と注意事項

区分	内容
除去土壌等の取扱い	・ 除去土壌等は、飛散防止のため、袋等の容器に入れて口あるいは蓋を閉じておくか、もしくはシート等による梱包をしておきます。 ・ 除去土壌等は、除去土壌と除染廃棄物にできるだけ分別して別々の袋等の容器に入れ、混ぜないようにします。 ・ 除去土壌等の入った容器ごと、もしくは複数個の容器単位での表面（1cm 離れた位置）の空間線量率を測定して、除染作業で発生した除去土壌等の放射線量がどの程度（範囲）かが大まかにわかるように記録・表示します。 ・ 草木類や作業に使用した使い捨てのマスク等については、「廃棄物関係ガイドライン（平成 25 年 3 月第 2 版）」に従い除染廃棄物として処理・処分します。

(2) 排水の処理

除染に伴って排水が発生する場合、必要に応じて、排水の処理を行います。

放射性セシウムの多くは、土壌粒子に強く吸着した状態で存在しており、水にはほとんど溶出しにくいという特徴があるため、堆積物の除去、拭き取り等を行うことが効果的です。

除染実施区域(市町村が定める除染実施計画の対象となる区域)での除染においては、堆積物の除去等を行った場合は基本的に排水を処理する必要はありませんが、排水の濁りが多い場合や回収型の高圧水洗浄の排水等については基本的に排水の処理を行います。

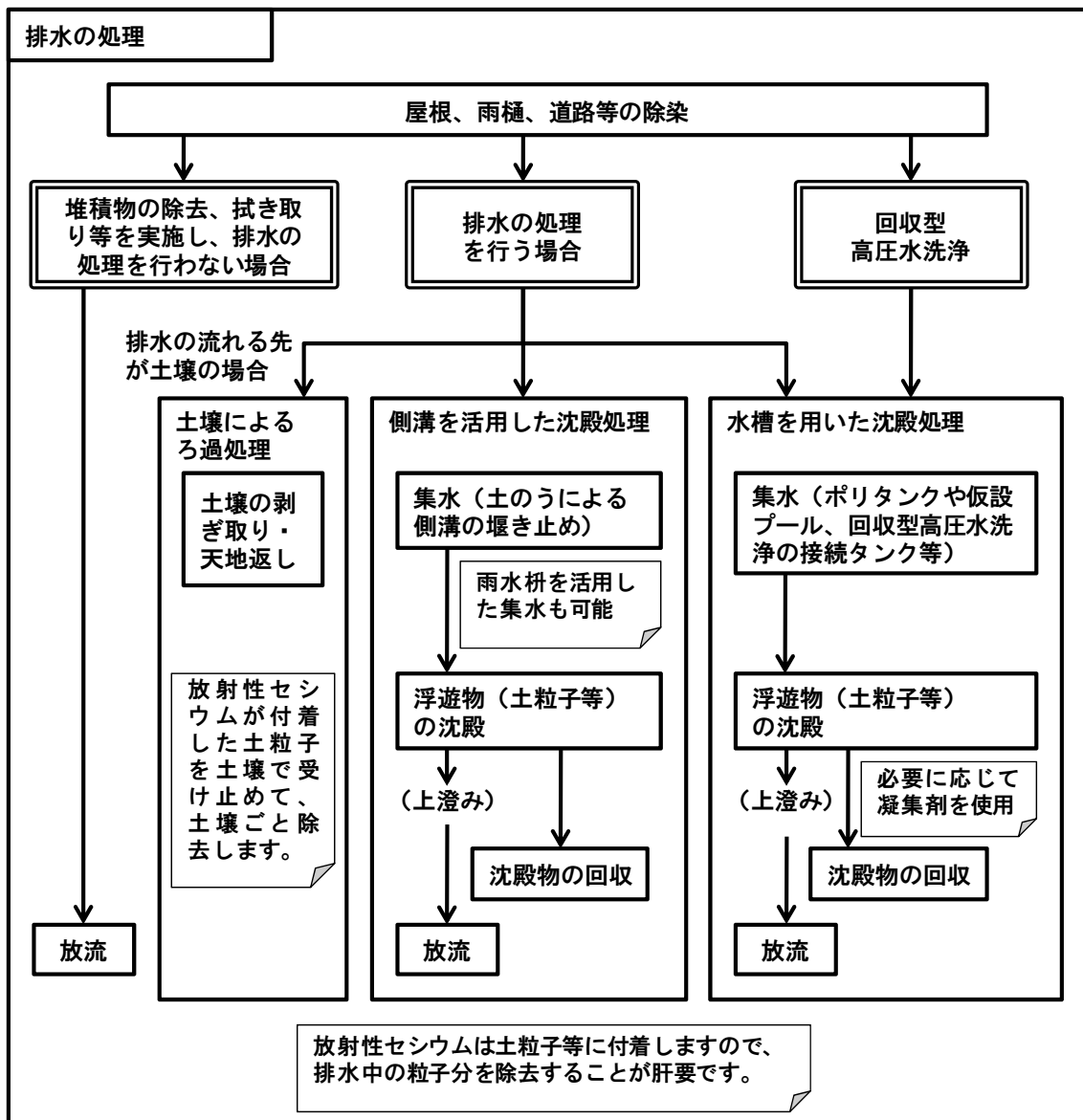


図 2-29 排水の処理の基本的な流れ

屋根の雨樋等の除染後の排水について、屋根に雨樋がない場合や雨樋下が土壌になっている場合等、排水の流れる先が土壌であって、排水中の放射性物質が、下に存在する土壌でろ過することが可能と考えられる場合は、高所から低所への除染作業の基本に従い、屋根等の除染後に当該土壌を除去することで放射性物質の回収を行うことができます。

排水の流出先が側溝等の場合は、必要に応じて側溝等において土のう等による堰き止めにより集水し、粒子分の沈殿を行い、沈殿物を回収し、上澄みの水を放流します。上述のとおり放射性セシウムは排水中の粒子分に付着しているため上澄みには放射性物質はほとんど含まれません。

また、その他除染に伴って生じた排水については、できる限り回収します。ポリタンクや仮設プールにより集水した排水や回収型高圧水洗浄で回収した排水については、粒子分の沈殿を行い、上澄みの水を放流し、沈殿物を回収します。粒子分の沈殿にあたっては、必要に応じて凝集沈殿させるための薬剤や粒子分の除去のためのフィルターを使用します。

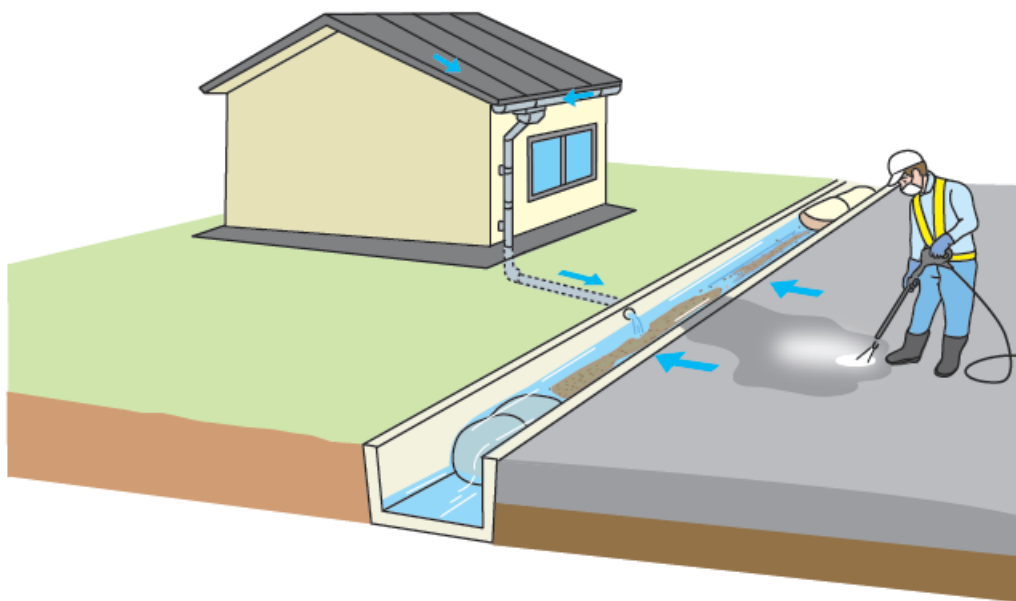


図 2-30 排水の処理の例（側溝を活用した沈殿処理）



提供：福島市

図 2-31 排水の処理の例（側溝に設置した土のう）



提供：郡山市

図 2-32 排水の処理の例（水槽を用いた沈殿処理）

表 2-17 排水の処理にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
排水経路の確保と排水の処理	・排水が流れる経路を事前に確認し、排水経路は予め清掃して、スムーズな排水が行えるようにします。

表 2-18 排水の処理の方法と注意事項

区分	除染の方法と注意事項
土壌によるろ過処理	・雨樋下が土の場合は、屋根等で生じた排水を土壌に雨樋を通じて流すことで捕捉し、屋根等の除染後に当該土壌表面を除去します。
水槽を用いた沈殿処理	・ポリタンク、仮設プールに集水し、粒子分の沈殿を行い、上澄みの水を放流し、沈殿物を回収します（必要に応じて凝集沈殿させるための薬剤を使用します）。 ・上澄み水について、濁りがないことを確認します。 ・必要に応じて、簡易的なフィルターを設置し、ろ過を行います。
側溝を活用した沈殿処理	・土のうによる側溝の堰き止めにより集水し、粒子分の沈殿を行い、上澄みの水を放流し、沈殿物を回収します。 ・上澄み水について、濁りがないことを確認します。 ・必要に応じて、簡易的なフィルターを設置し、ろ過を行います。

■放射性セシウムの存在形態について

福島第一原子力発電所の事故に伴い放射性物質が放出され、エアロゾル等の形で広域に移流拡散し、降雨に伴って地上に降下沈着しました。現在、環境放射能のほとんどを占めている放射性セシウムは、降雨に溶けてイオンの形で降り注いだと考えられます。

地表に降下・沈着したこれら放射性セシウムは、現在は主に土壌粒子に強く吸着しています。(表2-19)

河川や湖沼等の水において、放射性セシウムは、溶存体として存在しているものはわずかであり、そのほとんどは土壌粒子等の懸濁物質に吸着した形で存在しています。なお、河川や湖沼等の水のモニタリングにおいては、放射性セシウムがほとんど含まれていないことがわかっています。(表2-20)

また、堆積物除去後に洗浄を行った際の排水にもほとんど放射性セシウムが含まれていないことがわかっています。(表2-21)

◆ 土壌に吸着した放射性セシウムは水にはほとんど溶出しません。

表2-19 土壌から水へのセシウムの溶出について（溶出試験結果）

	放射性Cs含有量 (Bq/kg-wet)	含水率	放射性Cs溶出濃度 (Bq/L)
土壌①	16770	29.8%	検出限界以下
土壌②	14250	13.0%	検出限界以下

試験方法：JIS K0058-1 有姿攪拌試験

検出限界：土壌①は17.2Bq/L、土壌②は16.9Bq/L

出典：(独)国立環境研究所：放射性物質の挙動からみた適正な廃棄物処理処分（技術資料：第三版）（平成24年12月20日）

◆ 河川や湖沼の水には放射性セシウムはほとんど含まれていません。

表2-20 公共用水域のモニタリングデータ

福島県内の河川、湖沼・水源地及び沿岸の水質について、直近の調査では、216地点中201地点では放射性セシウムは不検出（1Bq/L未満）でした。検出された15地点のうち、14地点では10Bq/L未満であり、最大値（100Bq/L）が検出された帰還困難区域の1地点については、水深が浅く水の濁った地点でした。

出典：環境省：福島県内の公共用水域における放射性物質モニタリングの測定結果について（12月～3月採取分）（平成25年3月29日）

◆ 堆積物を除去すれば、洗浄に伴う排水にも放射性セシウムはほとんど含まれません。

表2-21 洗浄に伴って生じる排水中の放射性セシウム濃度

堆積物除去（拭き取り）後に洗浄を行った排水に含まれる放射性セシウム濃度は、平均で36Bq/L（n=19、最小値：4Bq/L、最大値：131Bq/L）でした。

※除染対象地域の空間線量率：1.24 μ Sv/h（測定高1m）

除染手法：屋根等の堆積物除去後、状況に応じ、拭き取り、ブラシ洗浄又は高圧水洗浄

出典：福島市

(3) 用具の洗浄等

除染に用いた機器の作業後の取扱いについては、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壤等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」^{*5}に従うことが原則です。また、その上で周辺への影響を考慮すれば、下表に掲げる事項に留意することが適当です。

表 2-22 用具の洗浄等の方法と注意事項

区分	内容
用具の洗浄等	・使用した重機や車等、汚染土壤の付着が多い可能性があるものは、付着状況の確認を行い、汚染土壤の付着が多いものについては、指定された場所で洗浄するなど、汚染土壤等をみだりに拡散しないようにします。 ・シャベル等の用具、靴、汚染土壤が多く付着した作業着についても、付着状況の確認を行い、汚染土壤の付着が多いものについては、指定された場所で洗浄するなど、汚染土壤等をみだりに拡散しないようにします。 ・洗浄によって生じた排水については、「(2) 排水の処理」を参考に、必要に応じて処理を行います。 ・洗浄の際には、水の飛沫を浴びないようにします。 ・その他、汚染の可能性が低い用具についても、汚染土壤の付着がないかどうか確認を行います。 ・使用した用具や作業着は、できるだけ洗濯・洗浄して再利用します。 【洗濯・洗浄の例】 ○機械類の洗浄はスチーム洗浄も効果的ですが、ブラシと洗剤によるこすり洗いでも十分です。 ○作業服等の衣服の洗濯は普通の方法で十分です。 ・作業に使用した衣服等を運ぶ際は、箱または袋等に入れて、付着物になるべく飛散しないようにします。 ・作業後に屋内に入る際には、靴の泥を落とし、服を着替えるなどを行い、作業者に付着した粉じんを屋内に持ち込まないようにします。

5. 事後測定と記録

除染の効果を確認するために、除染作業終了後における空間線量率等を測定し、除染作業開始前に測定した空間線量率等と比較します。空間線量率等の測定にあたっては、「2. (1) 測定点の決定」の表2-3に示した各測定点について、「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」に示した測定方法に沿って行います。

また、各測定点における空間線量率等に加えて、除染作業の情報についても記録し保存します。

表 2-23 建物等の工作物の除染における事後測定と記録

空間線量率等の測定	・各測定点における空間線量率等を測定します。 ・事前測定と同じ箇所、できるだけ同じ条件で測定を行います。 ・測定機器は、事前測定で用いた機器となるべく同じものを用います。
記録保存	・各測定点における空間線量率等、除染作業を行った箇所、除染日、除染者名、対象物の種類、除染方法、除染面積（土壌等）、除去土壌等のおおよその重量及び保管・処理状況。 ・除染に使用した用具と使用後の処理方法。 ・除去土壌の保管に係る記録項目の詳細は「第4編 除去土壌の保管に係るガイドライン」を参照してください。

Ⅲ. 道路の除染等の措置

ここでは、道路の舗装面（歩道も含む）、側溝、縁石、ガードレール、歩道橋の除染にあたっての措置に関し、時系列に沿って、1. 準備、2. 事前測定、3. 除染方法、4. 作業後の措置、5. 事後測定と記録、について説明します。

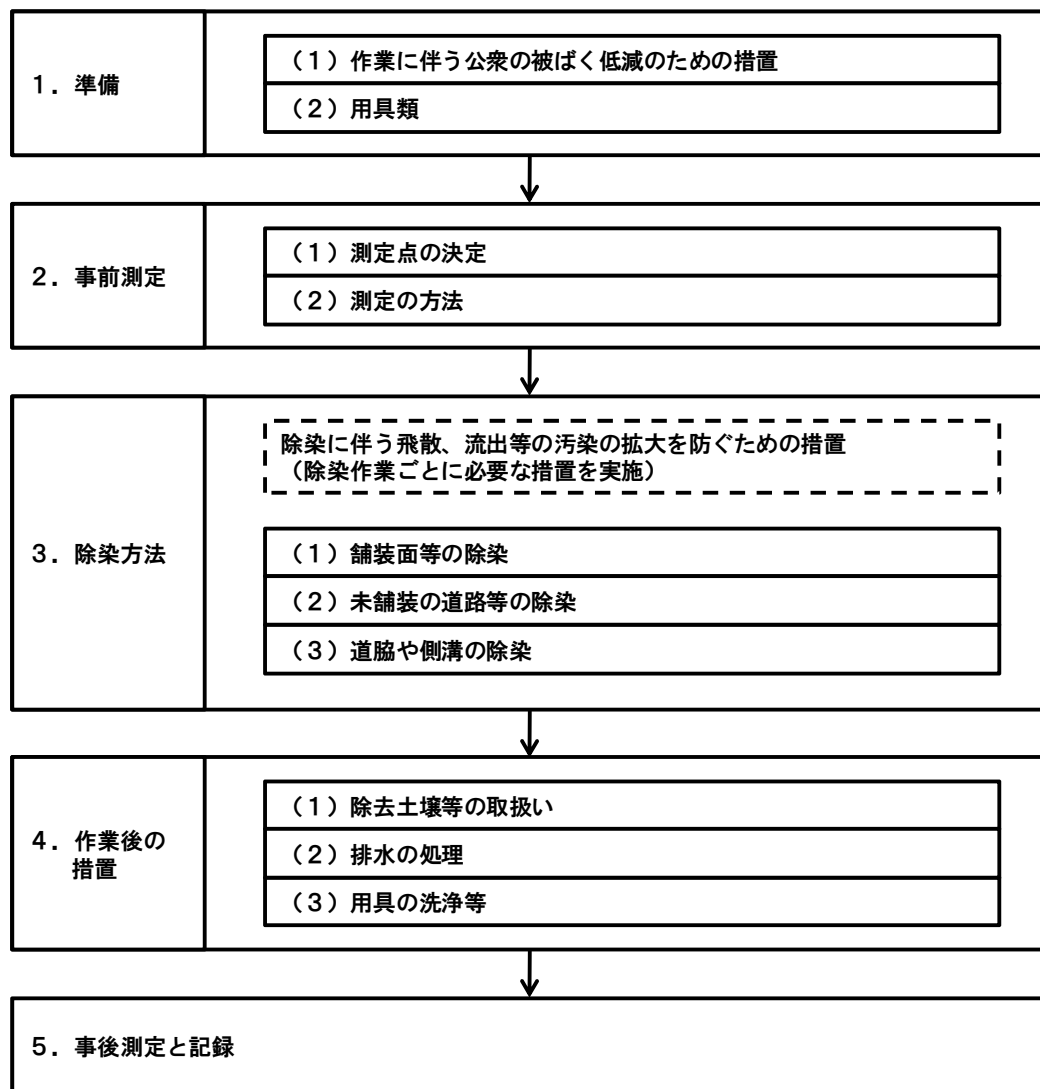


図 2-33 道路の除染等の措置の基本的な流れ

道路は、市街地や居住地に隣接している道路と、農用地や牧草地に敷かれているような非居住区域の道路とを区別し、歩行者や車による移動者に対する影響の程度を考慮し

た上で、必要に応じて除染を行います。

また、道路を除染するにあたっては、歩道や縁石の砂利や土、それに道脇は道路の中心に比べて放射線量のレベルが高いことから、これらを優先的に除染します。

1. 準備

除染作業を行う前には、除染作業に必要な機器の準備に加えて、除染に伴い発生する粉じんを吸い込むこと等による公衆や作業者の被ばくの防止等、安全を確保するための準備をしておくことが必要です。このうち、作業者の安全確保に必要な措置については、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」*5を参照してください。

(1) 作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置

表 2-24 道路の除染等の作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置

立ち入り制限	・ 不特定多数の人が立ち入ることが想定される場合には、作業場所にみだりに近づかないように、カラーコーンあるいはロープ等で囲いをして、人や車両の進入を制限します。 ・ 除染作業に伴って放射性物質が飛散する可能性がある場合には、除染範囲の周りをシート等で囲うか、飛散防止のための水を撒くなどして、そのエリアにロープ等で囲いをします。
標識	・ 不特定多数の人が立ち入ることが想定される場合には、除染作業中であることがわかるように、看板等を立てます。(図 2-4 参照)

(2) 用具類

除染対象や作業環境に応じて、除染等の措置及び除去土壌等の回収のために必要な用具類を用意します。

表 2-25 道路の除染用具の例

一般的な例	草刈り機、ハンドシャベル、草とり鎌、ホウキ、熊手、ちりとり、トング、シャベル、スコップ、レーキ、表土削り取り用の小型重機、ごみ袋（可燃物用の袋、土砂用の麻袋（土のう袋））、集めた除去土壌等を現場保管する場所に運ぶための車両（トラック、リアカー、一輪車等）、高所作業車、ハシゴ）、路面清掃車
水洗浄の場合の例	放水用のホース、高圧水洗浄機、排水性舗装機能回復車、ブラシ（デッキブラシ、車洗浄用ブラシ等）、水を押し流すもの（ホウキ、スクレーパー等）、バケツ、洗剤、雑巾、スポンジ、キッチンペーパー
削り取りの場合の例	ショットブラスト、表面切削機、振動ドリル、ニードルガン、研磨機、削り取り用機器、超高压水洗浄機、飛散防止に必要な用具（集塵機、養生マット）
表土の除去の場合の例	バックホウ、ブルドーザー、油圧シャベル
土地表面の被覆を行う場合の用具の例	自走転圧ローラー、転圧用ベニヤ板、散水器具

2. 事前測定

除染作業による除染の効果を確認するために、除染作業開始前と除染作業終了後における空間線量率^{*2}や除染対象の表面汚染密度（空間線量率と表面汚染密度をあわせて「空間線量率等」という）を測定します。具体的には、生活空間としての代表的な場所や、生活空間への放射線量への寄与が大きいと考えられる比較的高い濃度で汚染された場所等について、除染作業開始前と除染作業終了後において、同じ場所・方法で空間線量率等を測定し、その結果を記録します。ここでは、除染作業開始前に行う空間線量率等の測定の方法について示します。

なお、除染作業中に除染対象の汚染の程度の減少具合を把握する際にも、対象物の表面近くの空間線量率等を適宜測定することがあります。このような測定については、「3. 除染方法」の中で別途説明します。

（1）測定点の決定

除染作業前に、空間線量率等を測定する測定点を決め、測定対象の範囲、測定点、目印になる構造物等を描き入れた略図を作成します（図2-34参照）。

測定点は、除染対象となる道路における平均的な空間線量率を把握するためのもの（測定点①）と、除染対象の汚染の程度を確認するためのもの（測定点②）があります。

測定点①については、居住者等が多く時間を過ごす生活空間を中心に決定します。この際、生活空間の放射線量への寄与が比較的小さいいわゆるホットスポットやその近傍については、その場所で利用者等が比較的多くの時間を過ごすことが想定されない場合は、測定点から外します。

ホットスポットとしては、雨水等によって放射性物質が濃集しやすいくぼみや水たまり、側溝、集水枡、樹木の下や近く、建物からの雨だれの跡といった場所が挙げられます。

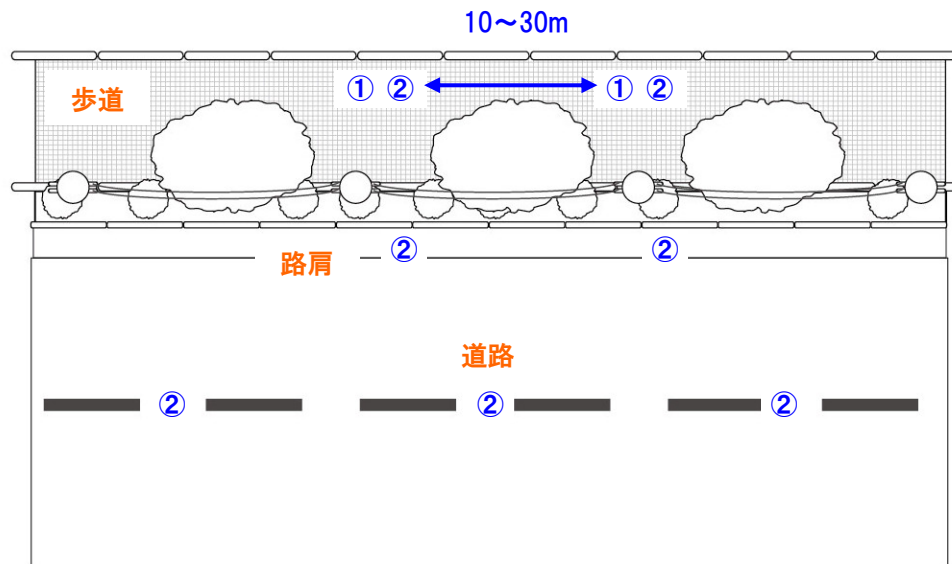
測定点②については、基本的に除染対象の表面の汚染の程度を測定するためのもので、生活空間における放射線量への寄与が大きいと考えられる比較的高い濃度で汚染

された場所等を考慮して決定します。側溝等のホットスポットを除染対象とする場合には、測定点②として測定します。

具体的な方法は、表 2-26 のとおりとします。

表 2-26 道路の除染における空間線量率等の測定点の考え方

測定点	測定点①	測定点②
測定対象	生活空間における空間線量率	除染対象の表面汚染密度等
測定点の考え方	・歩道の中央線上付近に、空間線量率の分布が把握できるような間隔で測定点を設定します。 ・歩道がない場合、道路の利用状況を確認しつつ、適切に地点設定を行います。 (例) ピッチ 10～30m 程度	・道路の路面、路肩、側溝、歩道ごとに、空間線量率等の分布が把握できるような間隔で測定点を設定します。 (例) ピッチ 10～30m 程度



①：生活空間の汚染の状況

②：除染対象の汚染の状況（表面汚染密度、表面線量率）

図 2-34 道路の除染等の措置における測定点の記録略図の例

（２）測定の方法

測定点①において空間線量率を測定する場合は、シンチレーション式サーベイメータ等のガンマ線を測定できる測定機器を使用します。測定場所については、歩道の中央線上付近等、人が多くの時間を過ごす場所で、10～30m程度につき1点で測定します。両側に歩道があり、そのいずれも除染等の措置を実施する予定である場合には、それぞれの歩道において測定します。その上で、測定する区間の区分については、除染等の措置の実施の対象とすることを予定している区間のうち、字又は街区や市道番号等（私有地であれば、当該私有地に存する土地）を目安に区分を設定し、当該区分ごとに区分内の複数の測定値の平均値を基に除染実施の必要性・その内容を判断します。なお、道路の測定においては、特性上周辺施設等からの影響を受けやすい場合もあるため、このことに十分に留意してください。

一方、測定点②において表面または表面近くの汚染の程度を測定する場合は、バックグラウンドの放射線の影響を受けないようにするため、ベータ線を測定できるGMサーベイメータを使用することが推奨されますが、ガンマ線を測定できる線量計を用いて測定することも可能です。例えば、対象地点の汚染の程度により特化して確認するため、コリメータを使用して外部からのガンマ線を遮へいした条件で測定する方法があります。これ以外にも、例えば、測定点の表面、50cm、1mの高さの位置で測定した空間線量率から除染対象の汚染の程度を把握するとともに、除染終了後に同じ位置で測定した結果と比較することにより、除染の効果を確認することが可能です。除染作業前後における同一の測定点での測定には、基本的に同一の測定機器を用います。

測定ポイントが多い場合には、適宜、これまでに自治体の実施した測定結果等やその他のモニタリング技術（モニタリングカー等）を活用します。

具体的な方法は、「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」の「6. 測定機器と使用方法」を参照してください。

3. 除染方法

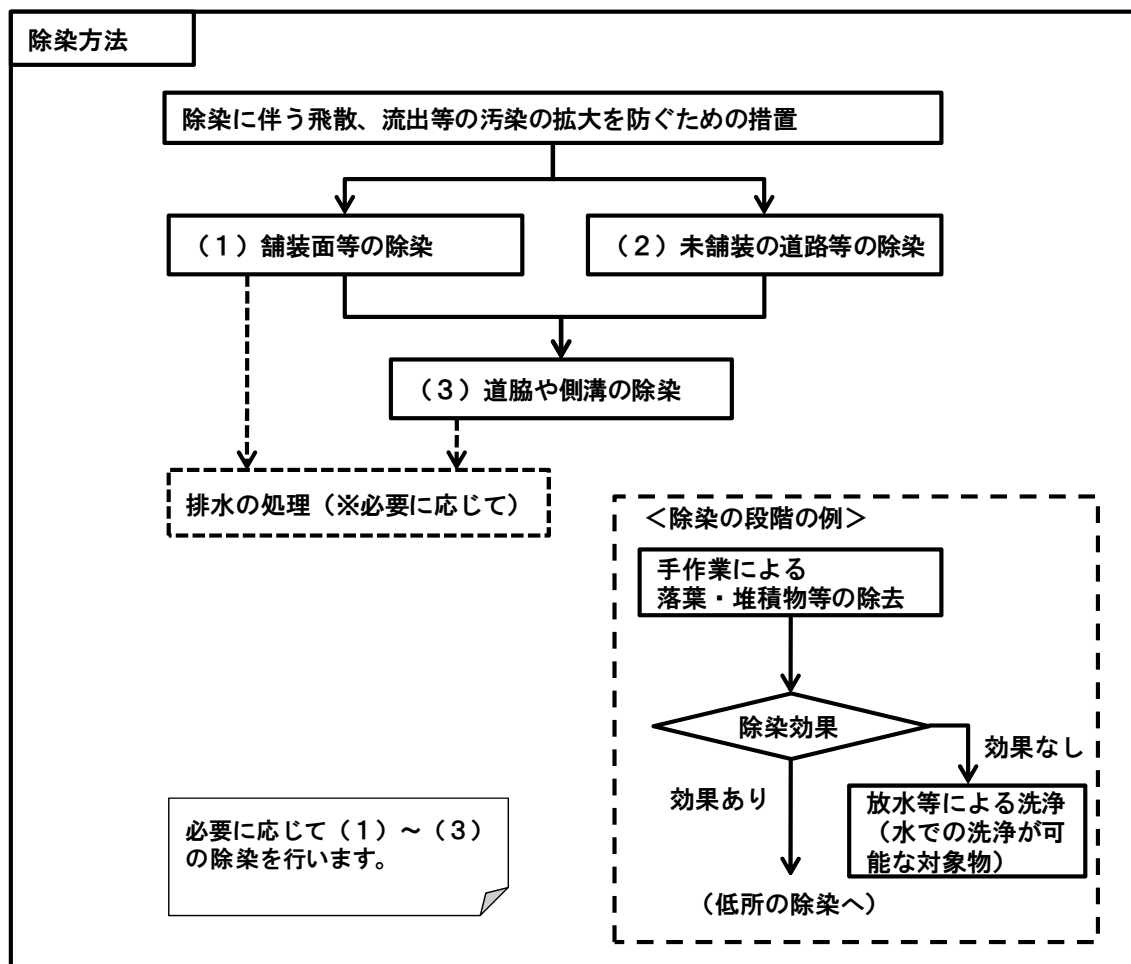


図 2-35 道路の除染の基本的な流れ

道路の効率的な除染を行うためには、放射線量への寄与の大きい比較的高い濃度で汚染された場所を中心に除染作業を実施する必要があります。例えば、道脇や側溝、縁石には、放射性セシウムを含む泥、草、落葉等の堆積物が溜まっていることが多いため、これらを除去することにより、放射線量の低減が図られます。

除染の段階としては、まず、手作業等で比較的容易に除去できる堆積物を取り除き、それでも除染効果が見られない場合は、高圧水洗浄（例：15MPa）や土地表面の被覆、あるいは削り取りを行います。

各段階で、測定点①における空間線量率を測定し、1m の高さの位置（幼児・低学年児

童等の生活空間を配慮し、小学校以下及び特別支援学校の生徒が主に使用する通学路等では地表から 50cm の高さの位置でも構いません）での空間線量率が毎時 0.23 マイクロシーベルトを下回っていればそれ以上の除染は原則として行いません。

道路の除染作業で水を使用した場合等、放射性物質が道脇や側溝に移る可能性もあるため、水を使用する場合は、まず道脇や側溝の堆積物を取り除いてから、道路の洗浄を行い、その後、道脇や側溝の洗浄を行うのが効率的です。路面の除染を行う際には、固着状態に応じてブラシ洗浄、排水性舗装機能回復車、高圧水洗浄等を適用します。

また、除染作業を行う際は、作業者と公衆の安全を確保するために必要な措置をとるとともに、除染に伴う飛散、流出等による汚染の拡大を防ぐための措置を講じて、作業区域外への汚染の持ち出し、外部からの汚染の持ち込み、除染した区域の再汚染をできるだけ低く抑えることが必要です。このうち、作業者の安全確保に必要な措置については、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」*5を参照してください。

水を用いた洗浄を行う際には、水たまりができないようにすることや、周りの汚染していない壁等に飛び散らせないようにすることに加えて、洗浄後の排水経路を確認しておくことが重要です。また、水を用いて洗浄を行った場合は、放射性物質を含む排水が発生します。この場合は、洗浄等での排水による流出先への影響を極力避けるため、水による洗浄以外の方法で除去できる放射性物質は可能な限りあらかじめ除去しておくなどの工夫を行うものとします。また、放射性物質の拡散の防止のために、必要に応じて土のうによる堰き止め等を行い、排水からの粒子分の除去を行う方法もあります。排水性舗装機能回復車、回収型の高圧水洗浄等を用いることも放射性物質の拡散の防止のために有効です。

例えば、農業用水として用水路に流れることが懸念される場合には、事前に地域の農業関係者にも加わってもらい、用水路でのサンプリング等による確認を行うことが推奨されます。また、除染による地区外への影響を可能な限り小さくする観点から、市町村において、広範な地区が同じタイミングで除染に取り組むことを極力避けられるよう、全体スケジュールを調整して下さい。

除去土壌等の取扱や排水の処理、除染に用いた用具の洗浄等については「4. 作業後の措置」を参照してください。

ここでは、比較的高い濃度で汚染された場所と考えられる道脇や側溝に加えて、舗装面や未舗装の道路における除染の方法について示します。

(1) 舗装面等の除染

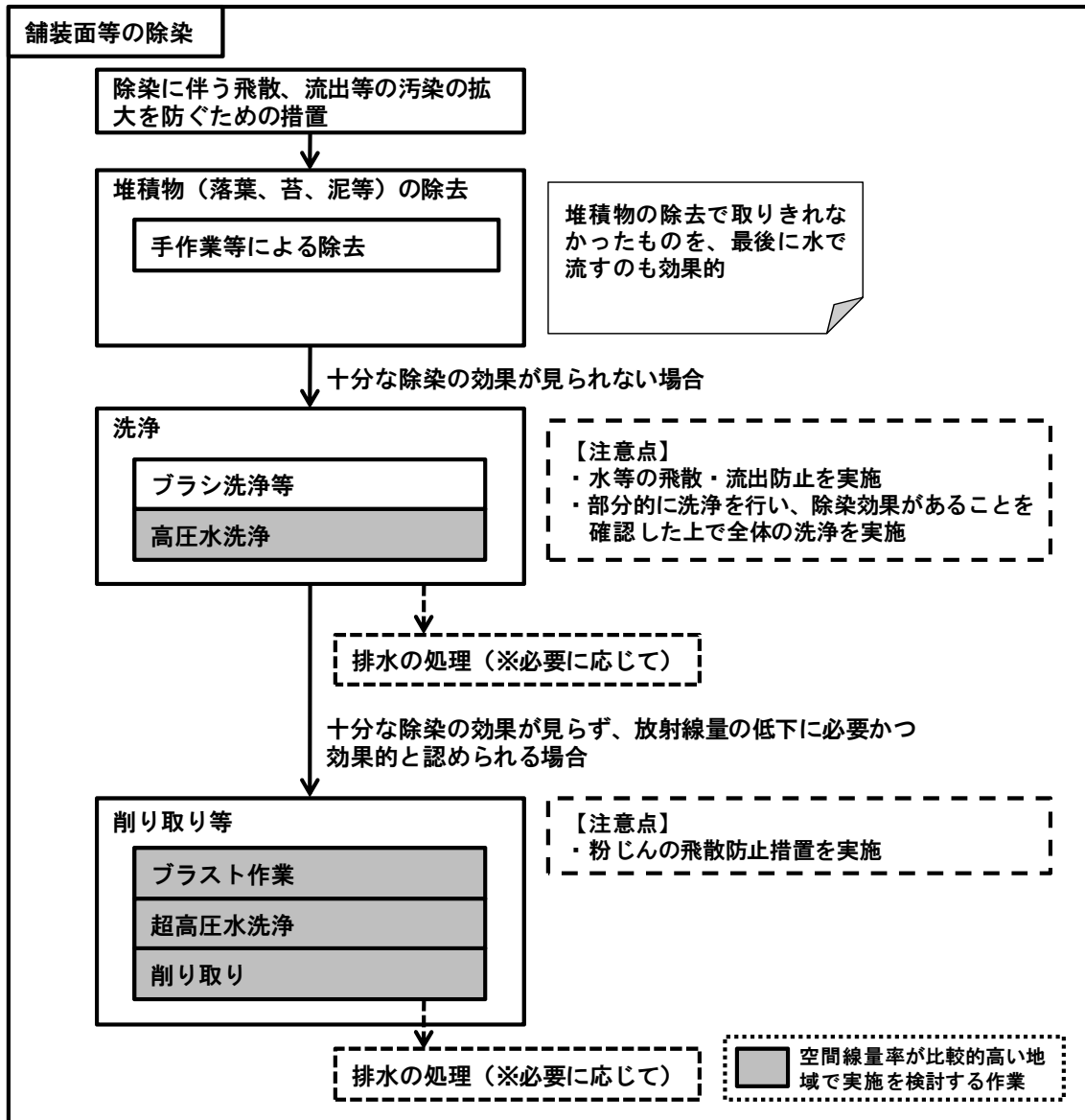


図 2-36 舗装面等の除染の基本的な流れ

事前に道路やインターロッキングの表面のごみ等（落葉、苔、草、泥、土等）を手作業等により除去した後、アスファルトの継ぎ目やひび割れの部分をブラシ洗浄します。縁石、ガードレールや歩道橋等については、ブラシ等や中性洗剤を用いた洗浄や高圧水洗浄（例：15MPa）を行います。特に、継ぎ目やひび割れ部分の除染には高圧水洗浄が効果的です。雨や通常の清掃によって放射性物質が減少している可能性がありますので、まず部分的に洗浄を行って、ブラシ洗浄や高圧水洗浄の除染効果があるこ

とを確認した上で全体の洗浄を行います。

洗浄作業後、測定点で空間線量率等を測定して、排水の流出先となる場所に汚染の拡大がないことや除染の効果を確認します。

高圧水洗浄を行っても放射性セシウムの除去が困難な場合は、ブラスト作業や超高圧水洗浄等により道路等の舗装面を削り取ることによって、洗浄作業等で除去できなかった舗装面の目地やくぼみ中の放射性セシウムを除去することができるため、放射線量の低減が期待されますが、他の除染方法に比べてコストも高く、作業も大がかりとなり、大量のアスファルトやコンクリートが除去土壌等として発生します。したがって、舗装面の削り取りは、市街地や居住地に隣接している道路であって、他の除染方法では放射線量が十分に低減できない場合についてのみ、実施を検討することが推奨されます。実施する際は、粉じんの飛散を抑えるための措置が必要です。

また、インターロッキングの削り取りを行う場合は、ブロックの隙間に切削くずや放射性物質が残ることで低減率が低くなることもあり、回収型の高圧水洗浄や超高圧水洗浄等を用いることも有効です。排水性舗装やゴムチップ舗装等（透水性舗装、平板ブロック等）については、回収型の高圧水洗浄を用いることも有効です。

舗装面等の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表 2-27 及び表 2-28 のとおりとします。



図 2-37 舗装面の除染の例（回収型高圧水洗浄）

表 2-27 舗装面等の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
安全管理	除染作業時に通行止めができない場合は、交通誘導員等を配置するなど、十分な安全管理を行います。
飛散防止	水を利用する除染作業を行う場合は、洗浄水の飛散防止措置を行います。
排水経路の確保と排水の処理	- 水を使った洗浄を行う前に、道路や道脇、側溝の堆積物を除去します。 - 水を用いて洗浄する場合は、洗浄水が流れる経路を事前に確認し、排水経路は予め清掃して、スムーズな排水が行えるようにします。 - 排水の取扱いについては、「4.（2）排水の処理」を参照してください。

表 2-28 舗装面等の除染の方法と注意事項

区分		除染の方法と注意事項
堆積物の除去	手作業等による除去	・落葉、苔、泥等の堆積物を、ゴム手袋をはめた手やスコップ、路面清掃車等で除去します。
	洗浄	・水を周囲に飛散させないよう、高所から低所へ向け洗浄します。 ・排水性舗装機能回復車については、地震等の影響で歪曲や損耗が生じた路面においては、洗浄や排水回収の能力が低下することがあることに注意します。
削り取り等	高圧水洗浄	・水圧による土等の飛散を防ぐために、最初は低圧での洗浄を行い、洗浄水の流れや飛散状況を確認しつつ、徐々に圧力を上げて洗浄を行います。 ・洗浄水を回収する回収型の高圧水洗浄も有効です。 ・除染効果を得るために、除染する場所に噴射口を近づけます。 ・除染範囲が広い場合、地点によって作業方法（ノズルの地上高さ、面積あたりの作業時間等）にばらつきが生じないように注意します。
	ブラスト作業	・ショットブラスト機により研削材を表面にたたきつけて表面を均質に削り取ります。 ・粉じんが発生するため、周囲への飛散を防止するための養生等を行うとともに、粉じんを回収します。 ・ブラスト作業においては、研削材等が除染作業区域の外に出て行かないように養生します。また、使用後の研削材等は、付着した放射性物質を周辺にまき散らさない方法で回収します。 ・インターロッキングの削り取りを行う場合は、ブロックの隙間に切削くずや放射性物質が残る場合があることに注意します。
	超高圧水洗浄	・150MPa以上の超高圧水洗浄機（洗浄水回収型）を用いて、舗装面を削り取ります。 ・強力吸引車により発生した削り取りくずを回収します。
	削り取り	・舗装面を表面切削機等を用いて、表面を削り取ります。 ・削り取りを行う場合は、周囲への飛散を防止します。 （例：集塵機の使用、事前の散水、簡易ビニールハウスの設置等）

(2) 未舗装の道路等の除染

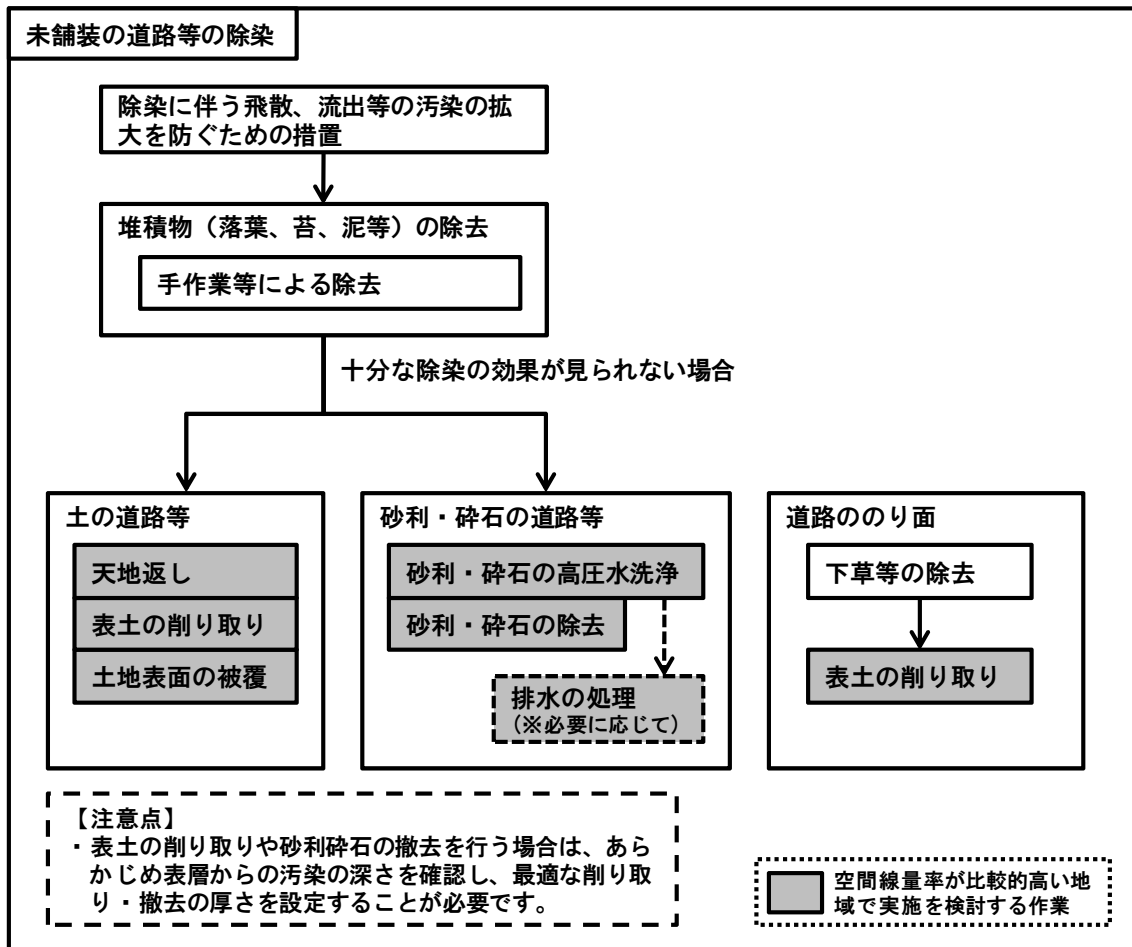


図 2-38 未舗装の道路等の除染の基本的な流れ

未舗装の道路表面やのり面等については、まず、道路等の表面のごみ、落葉、苔、草、泥、土等を手作業により除去します。

それでも除染効果が得られない場合、放射性セシウムは表層近くに付着していますので、重機等を用いた上下層の土の入れ替え（天地返し）や表土の削り取り、あるいは土地表面の被覆によって放射線量の低減が期待できます。ただし、天地返しや土地表面の被覆、表土の削り取りは他の除染方法に比べてコストも高く、作業も大がかりとなります。したがって、市街地や居住地に隣接している道路であって、他の除染方法では放射線量が十分に低減できない場合についてのみ、実施を検討することが推奨されます。

■土の道路等

天地返しは放射性セシウムを含む上層の土と、放射性セシウムを含まない下層の土を入れ替えることによる土地表面を被覆する方法です。天地返しを行うことにより、土等による遮へいによる放射線量の低減や放射性セシウムの拡散の抑制が期待できます。また、表土を削り取るわけではないため、除去土壌が発生しないという利点があります。天地返しを行う際は、約 10cm の表層土を底部に置き、約 20cm の掘削した下層の土により被覆します。この際、表層土はまき散らさないようにしておくことや、下層から掘削した土と混ざらないようにしておく必要があります。広い範囲で行う場合は、適切にエリアを区切って実施します。（図 2-19 参照）

表土を削り取る際は、除去土壌等の発生量が過大にならないように、削り取る土壌の厚さを適切に選定することが重要です。具体的には、削り取りの対象とする土壌表面について、まず小さい面積（外部からの放射線の影響をなるべく受けずに土壌表面の空間線量率等を測定できる程度の面積）について、空間線量率等を測りながら表土を 1～2cm 程度ずつ削り取り、削り取るべき厚さを決定することが推奨されます（図 2-52②③④参照）。なお、これまでの知見を踏まえれば、土壌表面の削り取りは最大 5cm 程度で十分な効果が得られると考えられます。また、削り取るべき厚さが薄い場合は、砂質土やシルト、粘土等の表土の種類に応じて、比較的簡単に削り取り厚さを制限できる固化剤を用いた方法も有効です。表土等を除去した場所では、必要に応じて、汚染のない土壌を用いて客土等を行います。

一方、土地表面の被覆は、放射性セシウムを含む上層の土を放射性セシウムを含まない土で覆う方法であり、遮へいによる放射線量の低減や放射性セシウムの拡散の抑制が期待できます。表土を除去するわけではないため、除去土壌が発生しないという利点があります。被覆を行う際は、被覆する厚さが過大にならないように、遮へいを目的とした被覆厚さを適切に選定することが重要です。

市街地や居住地に隣接している未舗装の道路の面積は比較的少ないことが予想され、土地表面の被覆よりも削り取りの方が効率的である場合もありますので、いずれかの方法を採用する際は、両者のコストや予想される除去土壌等の発生量を考慮して最適な方を選択します。

表土を除去した場合は、必要に応じて表土を除去した部分に客土、圧密して、作業

前の状態に回復します。客土や圧密を行う際は、斜面の崩落等に注意します。

■砂利・碎石の道路等

砂利・碎石等の道路の場合、砂利・碎石を水槽に入れ、攪拌や高圧水洗浄により砂利・碎石の放射性物質を除去し、洗浄後に再敷設を行います。高圧水洗浄等を行った際の排水の取扱いについては、「Ⅱ. 4. (2) 排水の処理」を参照してください。

洗浄を行っても十分に効果が見られないと考えられる場合においては、バックホウ等を用いて砂利、碎石を均質に除去します。砂利、碎石を除去した場合は、必要に応じて従前と同じ種類の砂利、碎石を用いて、従前と同じ現況高さまで、おおむね従前と同じ締め固め度で被覆します。

なお、砂利・碎石が敷かれた道路においては、時間経過により砂利・碎石の下に土壌に放射性物質が蓄積している可能性があり、砂利・碎石の除染またはその下の土の除染のどちらを行うべきか判断が必要な場合があります。その際、測定や試験施工等を適切に行い除染の方法を決定することが必要です。

■道路ののり面

道路ののり面の除染については、汚染の状況に加え、除染後ののり面の安全性や利用の実態等を勘案して、除染実施の判断を行います。特に、表土除去にあたっては、のり面の性状（勾配、土質・岩質）及び植生の有無を考慮する必要があります。まず、のり面保護として植生工を施している場合は、先に植物等の除去や保護構造物の除染を行った結果として、効果が得られない場合に表土の除去を行うこととします。具体的には、スコップ等を用いて手作業で回収する方法、バックホウ等の重機を用いる方法、エア吸引パイプ等の専用の装置で回収する方法等があります。表土除去を行う場合は、上部より着手し、下方へ進めます。のり面の表土除去は、1回で施工可能な範囲の表土を除去し、その都度回収しますが、除去作業に伴い土壌が下方に落下することが想定されますので、土壌の流出を防ぐために必要な措置を講じてから実施します。表土を除去する際は粉じんが発生しますので、水の散布による飛散の防止が必要です。

未舗装の道路等の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表2-29及び表2-30のとおりとします。



提供：伊達市

図 2-39 未舗装道路の除染の例（削り取り）

表 2-29 未舗装の道路等の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	乾燥した土壌について表土削り取りを行う場合等、事前に固化剤を散布し土壌の表面を固化させることにより、土ぼこりの飛散防止を図ることができます。

表 2-30 未舗装の道路等の除染の方法と注意事項

区分		除染の方法と注意事項
土の道路等	堆積物の除去 手作業等による除去	・落葉、苔、泥等の堆積物の土壌等を、ゴム手袋をはめた手やスコップ等で除去します。
	天地返し	・表層土を 10cm 程度、均質に削り取り、ビニールシート等の上に仮置きをします。 ・下層土を 20cm 程度、均質に削り取り、表層土とは別の場所に仮置きをします。 ・表層土を敷均した後、その上に、下層土を敷均し、整地を行い、おおむね従前と同じ締固め度で元の高さに復元します。
	表土の削り取り	・バックホウ等により表土を均質に削り取ります。 ・削り取りを行う場合は、周囲への飛散を防止します。 (例：集塵機の使用、事前の散水、簡易ビニールハウスの設置等)
	土地表面の被覆	・放射性セシウムを含まない土で土地表面を被覆します。
砂利・碎石の道路等	砂利・碎石の高圧水洗浄	・砂利・碎石をバックホウ等を用いて集積し、水槽に入れ、高圧水洗浄等を行います。 ・水压による土等の飛散を防止するために最初は低圧での洗浄を行い、洗浄水の流れや飛散状況を確認しつつ、徐々に圧力を上げて洗浄を行います。 ・排水の取扱いについては、「4. (2) 排水の処理」を参照してください。
	砂利・碎石の除去	・バックホウ等により砂利・碎石を均質に除去します。 ・砂利・碎石を撤去した場合は、必要に応じて従前と同じ種類の砂利・碎石を用いて、従前と同じ現況高さまで、おおむね同じ締固め度で被覆します。 ・碎石による被覆は空隙が大きいことから、適切な転圧により密度調整を行うことに注意します。
道路ののり面	下草等の除去	・肩掛け式草刈り機または人力により、除草、刈払を行います。
	表土の削り取り	・人力またはバックホウ等により表土を均質に削り取ります。 ・削り取りを行う場合は、周囲への飛散を防止します。 (例：集塵機の使用、事前の散水、簡易ビニールハウスの設置等)

(3) 道脇や側溝の除染

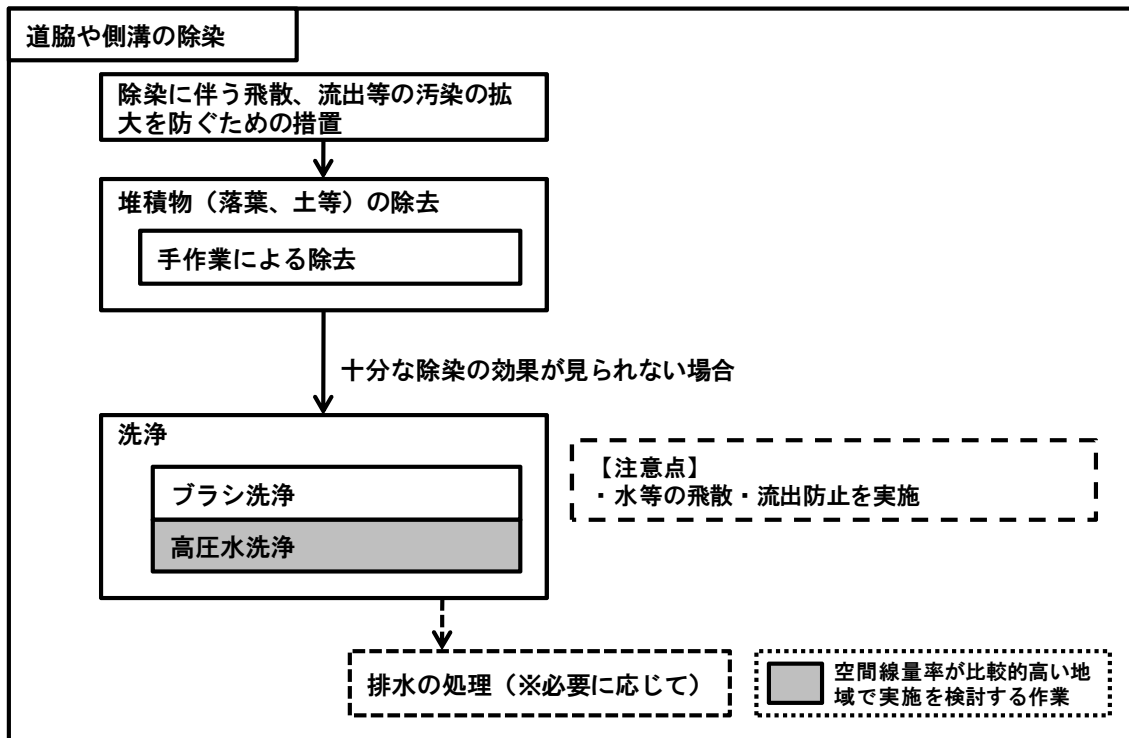


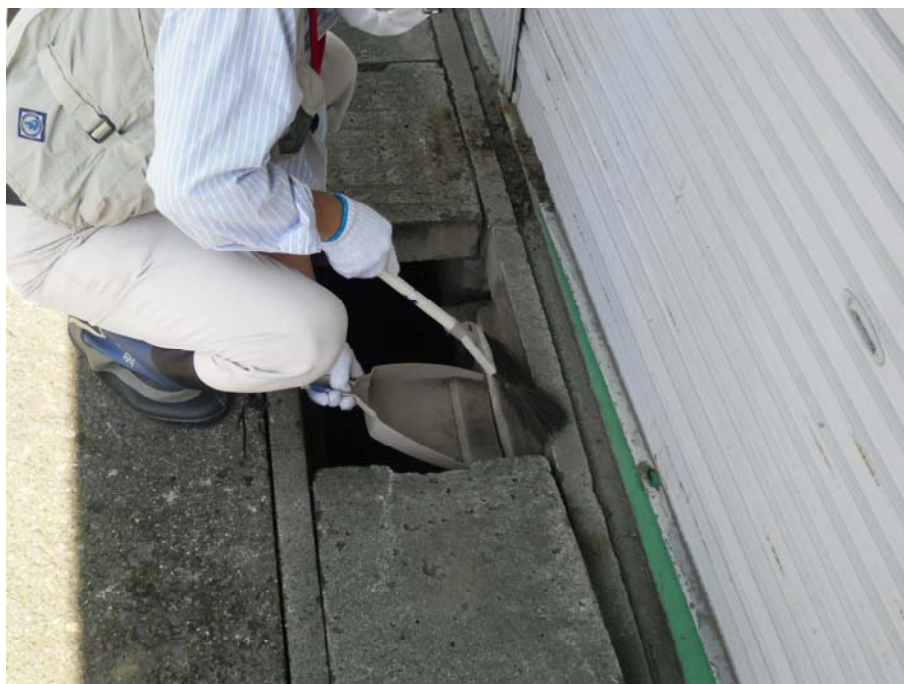
図 2-40 道脇や側溝の除染の基本的な流れ

雨水が溜まりやすい場所、植物の根元、苔が生えている場所等を対象に、道脇の落葉、泥、土等の回収、草刈り等を行い、堆積物を除去した後、水を用いてデッキブラシやタワシ等での洗浄を行います（図 2-41、図 2-42 参照）。

側溝については、原則として「Ⅱ. 3. (6) 側溝等の除染」に従って除染を行います。厚いコンクリート蓋が敷設してあるものや暗渠（あんきょ）については、空間線量に影響しない場合は、堆積物を除去する必要はありません。なお、蓋がついている側溝で、流出等により空間線量に影響することが考えられる場合には、堆積物が排水とともに流出、拡散しないよう、下流で堰き止めるなどの措置を行った上で、高圧水洗浄等による除染の実施を検討します。

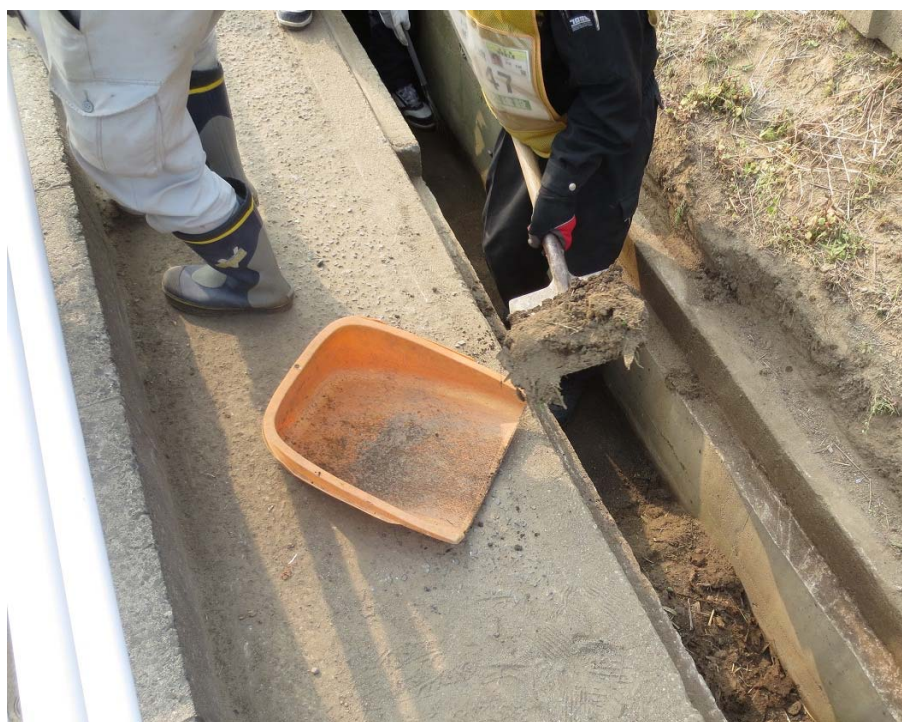
洗浄作業後、測定点で空間線量率等を測定して、排水の流出先となる場所に汚染の拡大がないことや除染の効果を確認します。

道脇や側溝の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表 2-31 及び表 2-32 のとおりとします。



提供：伊達市

図 2-41 側溝の除染の例（土、ほこりのはき取り）



提供：福島市

図 2-42 側溝の除染の例（堆積物の除去）

表 2-31 道脇や側溝の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	歩道や建物が隣接している場合は、水等の飛散防止のために養生を行います。
排水経路の確保と排水の処理	- 水を用いて洗浄する場合は、洗浄水が流れる経路を事前に確認し、排水経路は予め清掃して、スムーズな排水が行えるようにします。 - 排水の取扱いについては、「4. (2) 排水の処理」を参照してください。

表 2-32 道脇や側溝の除染の方法と注意事項

区分	除染の方法と注意事項
堆積物の除去	- 手作業による除去 - 除去しやすい落葉、苔、泥等の堆積物をあらかじめスコップ等を用いて除去します。 - 側溝のコンクリートの目地が深い場合、へら等を用いて目地の堆積物を除去します。
洗浄	- ブラシ洗浄 - デッキブラシやタワシ等を用いて丁寧に洗浄します。 - 水を周囲に飛散させないように、高所から低所へ向け洗浄します。 - 高圧水洗浄 - 水圧による土等の飛散を防ぐために、最初は低圧での洗浄を行い、洗浄水の流れや飛散状況を確認しつつ、徐々に圧力を上げて洗浄を行います。 - 除染効果を得るために、除染する場所に噴射口を近づけます。

4. 作業後の措置

作業後の措置として、除染作業によって生じた除去土壌等の取扱い及び排水の処理、用具の洗浄等について、以下に記載します。

(1) 除去土壌等の取扱い

除去土壌等については、適切に取扱い、現場保管もしくは仮置場等へ運搬します。

具体的な除去土壌の取扱いの方法は「Ⅱ. 4. (1) 除去土壌等の取扱い」を参照してください。

(2) 排水の処理

水を用いた除染を行う場合、環境への二次汚染を防止するため、適切な排水対策を行います。

具体的な排水処理の方法は「Ⅱ. 4. (2) 排水の処理」を参照してください。

(3) 用具の洗浄等

除染に用いた機器の作業後の取扱いについては、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」^{*5}を参照してください。

具体的な用具の洗浄等の方法は「Ⅱ. 4. (3) 用具の洗浄等」を参照してください。

5. 事後測定と記録

除染の効果を確認するために、除染作業終了後における空間線量率等を測定し、除染作業開始前に測定した空間線量率等と比較します。空間線量率等の測定にあたっては、「2. (1) 測定点の決定」の表 2-26 に示した各測定点について、「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」に示した測定方法に沿って行います。

また、各測定点における空間線量率等に加えて、除染作業の情報についても記録し保存します。

表 2-33 道路の除染における事後測定と記録

空間線量率等の測定	・各測定点における空間線量率等を測定します。 ・事前測定と同じ箇所、できるだけ同じ条件で測定を行います。 ・測定機器は、事前測定で用いた機器となるべく同じものを用います。
記録保存	・各測定点における空間線量率等、除染作業を行った箇所、除染日、除染者名、対象物の種類、除染方法、除染面積（土壌等）、除去土壌等のおおよその重量及び保管・処理状況。 ・除染に使用した用具と使用後の処理方法。 ・除去土壌の保管に係る記録項目の詳細は「第 4 編 除去土壌の保管に係るガイドライン」を参照してください。

IV. 土壌の除染等の措置

ここでは、校庭や園庭、公園や農用地のような比較的に広い土地における土壌の除染等の措置に関し、時系列に沿って、1. 準備、2. 事前測定、3. 除染方法、4. 作業後の措置、5. 事後測定と記録、について説明します。

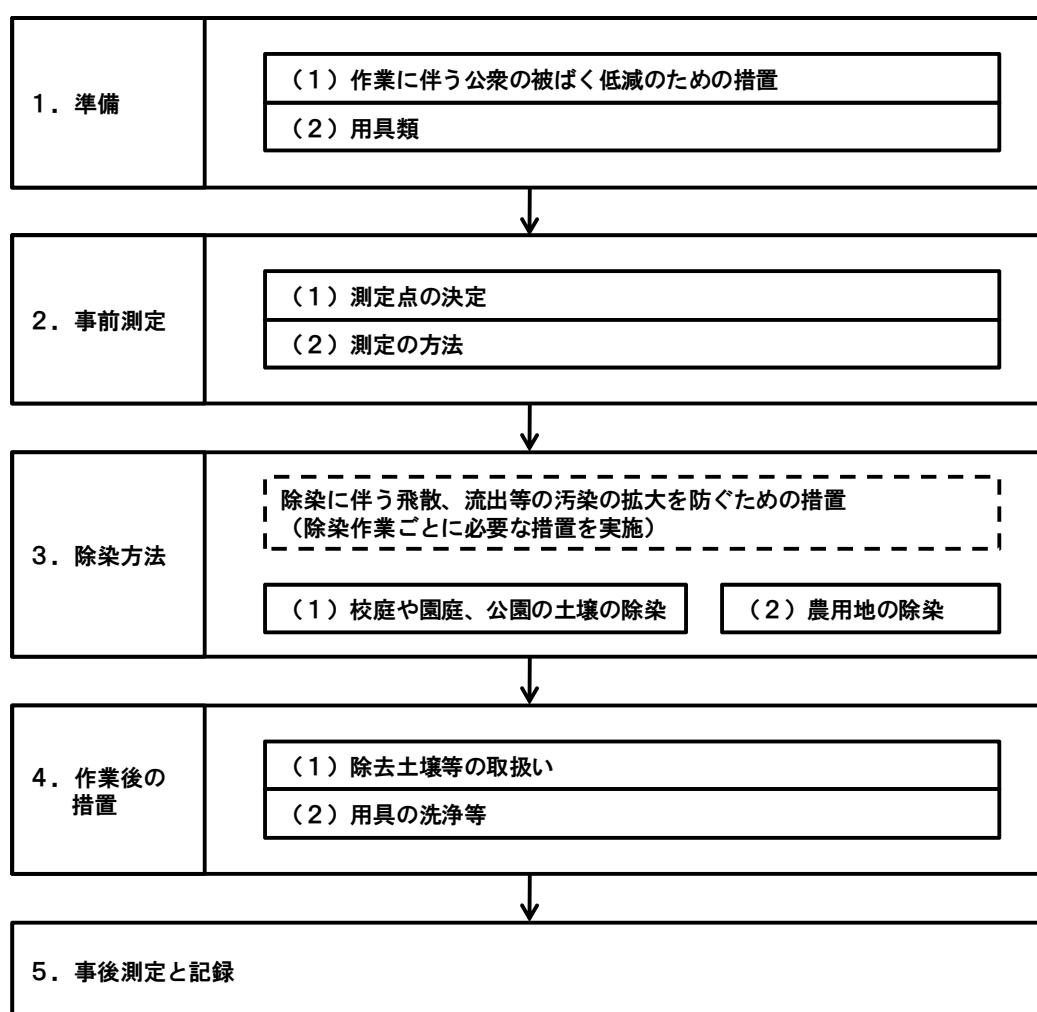


図 2-43 土壌の除染等の措置の基本的な流れ

1. 準備

除染作業を行う前には、除染作業に必要な機器の準備に加えて、除染に伴い発生する粉じんを吸い込むこと等による公衆や作業者の被ばくの防止等、安全を確保するための準備をしておくことが必要です。このうち、作業者の安全確保に必要な措置については、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」^{*5}を参照してください。

(1) 作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置

表 2-34 土壌の除染等の作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置

立ち入り制限	・ 不特定多数の人が立ち入ることが想定される場合には、作業場所にみだりに近づかないように、カラーコーンあるいはロープ等で囲いをして、人や車両の進入を制限します。 ・ 除染作業に伴って放射性物質が飛散する可能性がある場合には、除染範囲の周りをシート等で囲うか、飛散防止のための水を撒くなどして、そのエリアにロープ等で囲いをします。
標識	・ 不特定多数の人が立ち入ることが想定される場合には、除染作業中であることがわかるように、看板等を立てます。(図 2-4 参照)

(2) 用具類

除染対象や作業環境に応じて、除染等の措置及び除去土壌等の回収のために必要な用具類を用意します

表 2-35 土壌の除染用具の例

一般的な用具の例		草刈り機、ハンドシャベル、草とり鎌、ホウキ、熊手、ちりとり、トング、シャベル、スコップ、レーキ、表土削り取り用の小型重機、ごみ袋（可燃物用の袋、土砂用の麻袋（土のう袋）、大型土のう、フレキシブルコンテナ）、集めた除去土壌等を現場保管又は仮置場に運ぶための車両（トラック、リアカー等）、高所作業車、ハシゴ
水洗浄を行う場合の用具の例		放水用のホース
表土の除去の場合の用具の例		ブルドーザー、油圧シャベル
土地表面の被覆を行う場合の用具の例		自走転圧ローラー、転圧用ベニヤ板、散水器具
農用地	表土削り取りの用具の例	表土削り取り、反転耕・深耕に必要な機器（ブルドーザー、油圧シャベル、トラクター、バーチカルハロー等アタッチメント、リアブレード、フロントローダ）、バックホウ、グレーダー、クレーン、バキュームカー、草刈り機、高圧水洗浄機、削り機、ハンマーナイフモア、フレキシブルコンテナ
	水による攪拌の用具の例	トラクター、バーチカルハロー等アタッチメント、排水ポンプ、バックホウ、クレーン、草刈り機、遮水シート、フレキシブルコンテナ
	反転耕・深耕の用具の例	トラクター、深耕プラウ、深耕ロータリ、草刈り機

2. 事前測定

除染作業による除染の効果を確認するために、除染作業開始前と除染作業終了後における空間線量率^{*2}や除染対象の表面汚染密度（空間線量率と表面汚染密度をあわせて「空間線量率等」という）を測定します。具体的には、生活空間としての代表的な場所や、生活空間への放射線量への寄与が大きいと考えられる比較的高い濃度で汚染された場所等について、除染作業開始前と除染作業終了後において、同じ場所・方法で空間線量率等を測定し、その結果を記録します。ここでは、除染作業開始前に行う空間線量率等の測定の方法について示します。

なお、除染作業中に除染対象の汚染の程度の減少具合を把握する際にも、対象物の表面近くの空間線量率等を適宜測定することがあります。このような測定については、「3. 除染方法」の中で別途説明します。

また、農用地については、周辺住民の被ばく線量の低減に加え、放射性物質の吸収抑制の観点から、土壌中の放射性セシウムの濃度についても確認する必要があります^{*6}。その際、放射性セシウムを吸収する可能性のある作物の根が張る深さを考慮して、作土層^{*7}中の放射性セシウムの濃度を確認します。

（1）測定点の決定

除染作業前に、空間線量率等を測定する測定点を決め、測定対象の範囲、測定点、目印になる構築物等を描き入れた略図を作成します（図2-44、図2-45、図2-46 参照）。

測定点は、除染対象となる土壌等、その空間における平均的な空間線量率を把握するためのもの（測定点①）と、除染対象の汚染の程度を確認するためのもの（測定点②）があります。

測定点①については、居住者等が多く時間を過ごす生活空間を中心に決定します。この際、生活空間の放射線量への寄与が比較的小さいいわゆるホットスポットやその近傍については、その場所で居住者等が比較的多くの時間を過ごすことが想定されない場合は、測定点から外します。

ホットスポットとしては、雨水等によって放射性物質が濃集しやすいくぼみや水たまり、側溝、雨樋下、雨水枡、樹木の下や近く、建物からの雨だれの跡といった場所が挙げられます。

測定点②については、基本的に除染対象の表面の汚染の程度を測定するためのもので、生活空間における放射線量への寄与が大きいと考えられる比較的高い濃度で汚染された場所等を考慮して決定します。

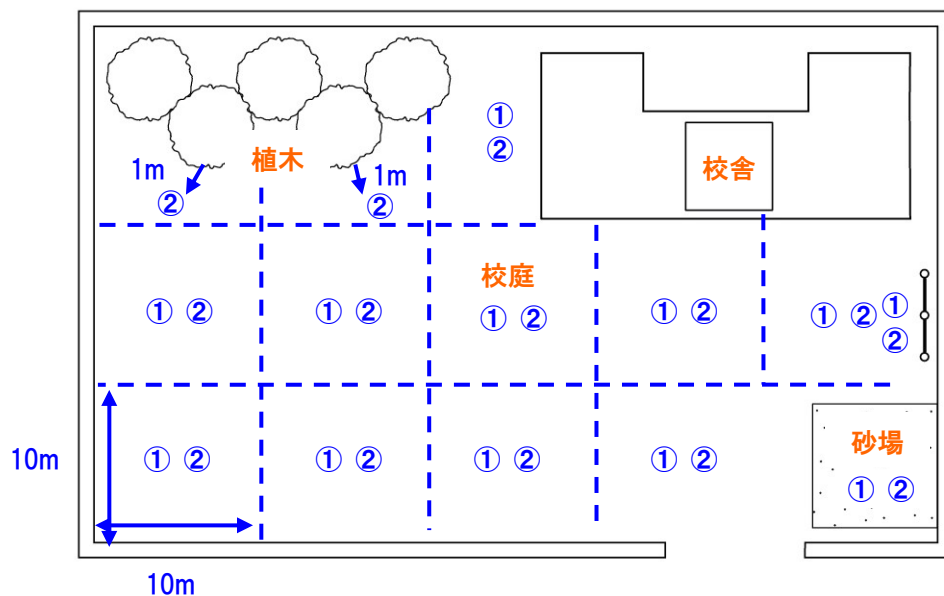
また、測定点の密度は、農地等、均一な状態が広がる場合は、特に作業効率を踏まえて設定します。

具体的な方法は、表 2-36 のとおりとします。

表 2-36 土壌の除染における空間線量率等の測定点の考え方

測定点	測定点①	測定点②
測定対象	生活空間における空間線量率	除染対象の表面汚染密度等
測定点の考え方	- 空間線量率の分布が把握できるような間隔で測定点を設定します。 ○学校（校舎、校庭） - 校庭については、校庭を 10～30m 程度で区切った各メッシュにつき 1 点で測定します（空間線量率のばらつきが少ないと考えられる場合には均等に分散させた場所等 5 点程度での測定でも構いません）。その平均値を基に、除染実施の必要性・その内容を判断します。 - 校舎については、校舎周りで、人が比較的多くの時間を過ごすことが想定される場所等 5 点程度で測定します。その平均値を基に、除染実施の必要性・その内容を判断します。なお、学校全体において、人が比較的多くの時間を過ごすことが想定される場所等、複数点（上記の校庭・校	測定点①と同様です。

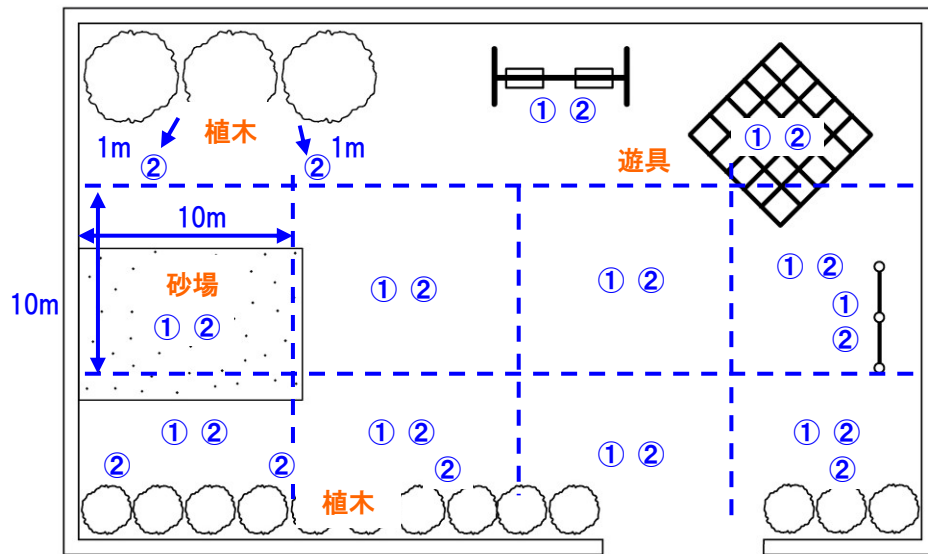
	舎における測定点数の合計程度)で測定し、その平均値を基に、学校全体の除染実施の必要性・その内容を判断することも可能です。 ○農地、牧草地 ・農地・牧草地を 10～30m 程度に区切った各メッシュにつき 1 点で測定します。ただし、広大な面積を有する場合にあつては、状況に応じ変更することができます。その平均値を基に、除染実施の必要性・その内容を判断します。	
--	--	--



①：生活空間の汚染の状況

②：除染対象の汚染の状況（表面汚染密度、表面線量率）

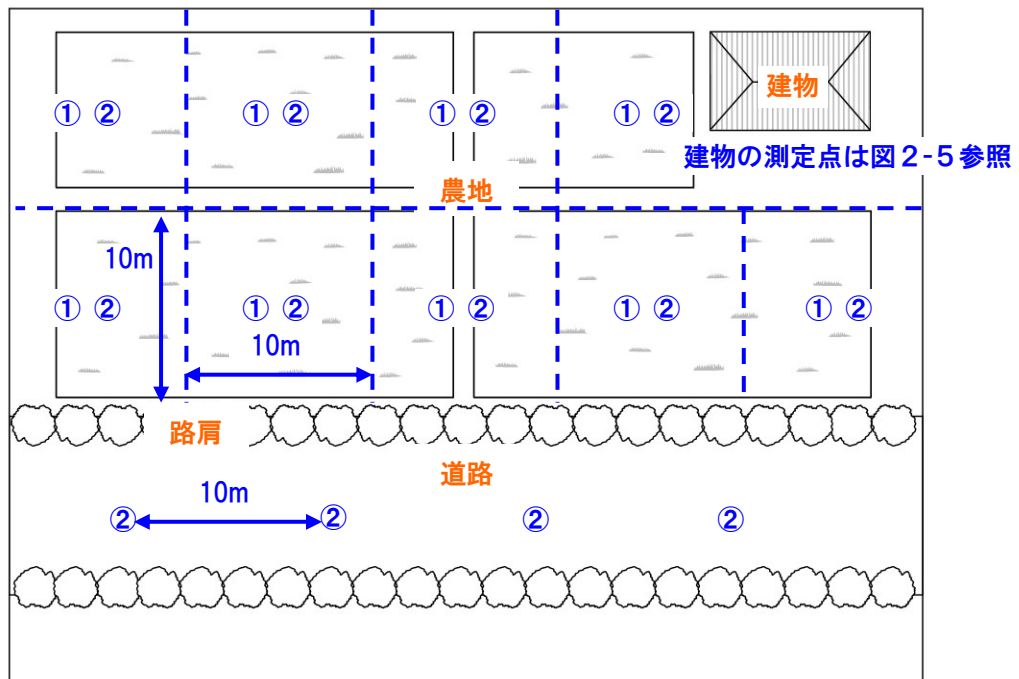
図 2-44 土壌の除染等の措置（校庭）における測定点の記録略図の例



- ①：生活空間の汚染の状況
②：除染対象の汚染の状況（表面汚染密度、表面線量率）

図2-45 土壌の除染等の措置（公園）における測定点の記録略図の例

線量率の分布が把握できるような間隔（例：10m 以上）



- ①：生活空間の汚染の状況
②：除染対象の汚染の状況（表面汚染密度、表面線量率）

図2-46 土壌の除染等の措置（農地）における測定点の記録略図の例

(2) 測定の方法

測定点①において空間線量率を測定する場合は、シンチレーション式サーベイメータ等のガンマ線を測定できる測定機器を使用します。

一方、測定点②において表面または表面近くの汚染の程度を測定する場合は、バックグラウンドの放射線の影響を受けないようにするため、ベータ線を測定できる GM サーベイメータを使用することが推奨されますが、ガンマ線を測定できる線量計を用いて測定することも可能です。例えば、対象地点の汚染の程度により特化して確認するため、コリメータを使用して外部からのガンマ線を遮へいした条件で測定する方法があります。これ以外にも、例えば、測定点の表面、50cm、1m の高さの位置で測定した空間線量率から除染対象の汚染の程度を把握するとともに、除染終了後に同じ位置で測定した結果と比較することにより、除染の効果を確認することが可能です。

除染作業前後における同一の測定点での測定には、基本的に同一の測定機器を用います。

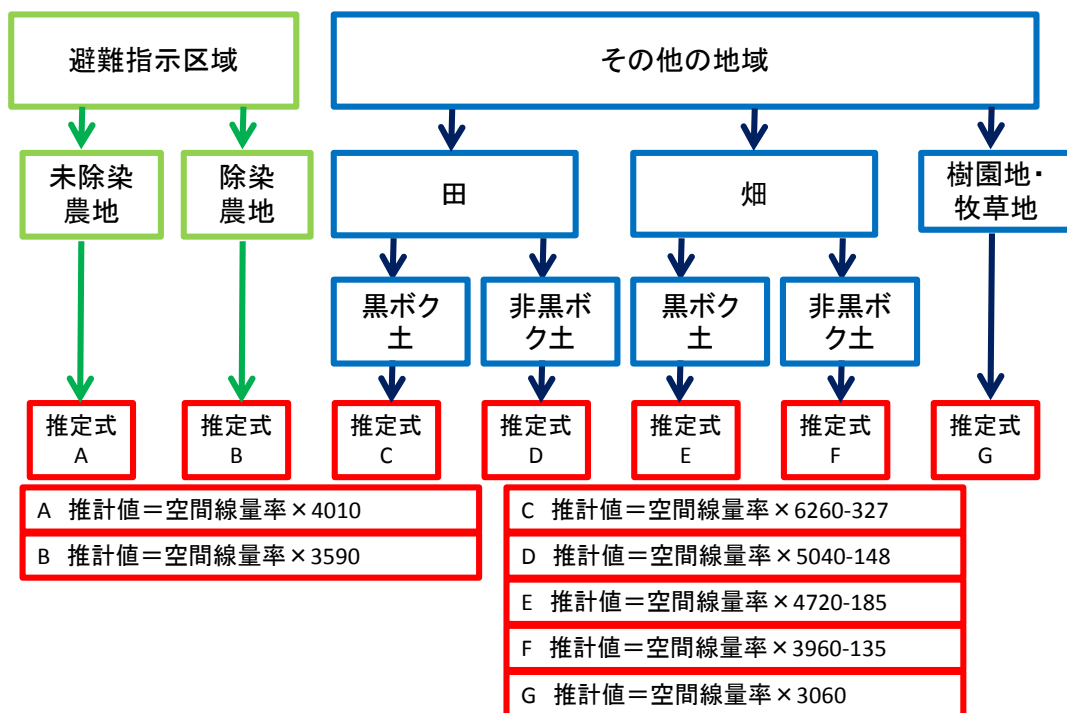
農用地等において土壌中の放射性セシウム濃度を測定する際は、バックグラウンドのガンマ線の影響を受けないよう遮へいの施された検出器内で測定する必要がある、既知の放射エネルギーの標準線源を用いて校正したゲルマニウム半導体検出器を用いるのが一般的です。一方、ゲルマニウム半導体検出器による測定は、分析結果が得られるまでの一定の期間と高度な測定技術を要します。予め空間線量率と放射性セシウム濃度の相関関係を整理しておくことで、その場で比較的容易に測定結果を得られる空間線量率から放射性セシウム濃度を推計することが可能であり、農地土壌の放射性セシウム濃度の簡易算定法（図 2-47 参照）等を活用することができます。

土壌中の放射性セシウム濃度の具体的な算定方法は、表 2-37 のとおりとします。その他の具体的な方法は、「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」の「6. 測定機器と使用方法」を参照してください。

■農地土壌の放射性セシウム濃度の簡易算定方法

地表面から 1m の高さの空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) と土壌の種類から、農地土壌の放射性セシウム濃度 (Bq/kg) を下式により簡易算定することができます。

この方法は、誤差を伴いますので、正確に計測する場合は、ゲルマニウム半導体分析器等で計測してください。



- ・地表面から約 15cm の深さまでの土壌の平均濃度を推定する方法です。
- ・推定式の係数は平成 25 年 11 月 19 日現在のものであり、時間の経過とともに変化していくものです。

提供：農林水産省

図 2-47 農地土壌の放射性セシウム濃度の簡易算定方法

表 2-37 農地土壌中の放射性セシウム濃度の測定方法

使用する測定機器	・ゲルマニウム半導体検出器、NaI シンチレーションスペクトロメータ、LaBr₃（ランタンプロマイド）シンチレーションスペクトロメータ、空間線量率からの推計
校正	・年に 1 回以上、既知の放射エネルギーの標準線源を用いて校正を行います。
日常点検	・電池残量、ケーブル・コネクタの破損、高電圧の印加状態の確認、スイッチの動作等の点検を行います。 ・バックグラウンドが大きく変化しない同一の場所で測定を行い、過去の値と比較して大きな変化が無いことを確認します。
汚染防止	・測定機器本体と検出部を薄手のビニール等で覆います。 ・ビニール等は、汚れたり破損したりした場合は新しいものと取り替えます。
測定	・水田の場合は、測定点の表面から 15 cm の深さまでの土壌を採取し、乾燥させた後、ゲルマニウム半導体検出器等を用いて、土壌中の放射性セシウム濃度を測定します。 ・畑地の場合は、測定点の表面から作土（15～30 cm）の深さまでの土壌を採取し、乾燥させた後、ゲルマニウム半導体検出器等を用いて、土壌中の放射性セシウム濃度を測定します。
記録	・測定者は、略図等に記載した各測定点での放射性セシウム濃度、測定日時、用いた測定機器を記録します。

3. 除染方法

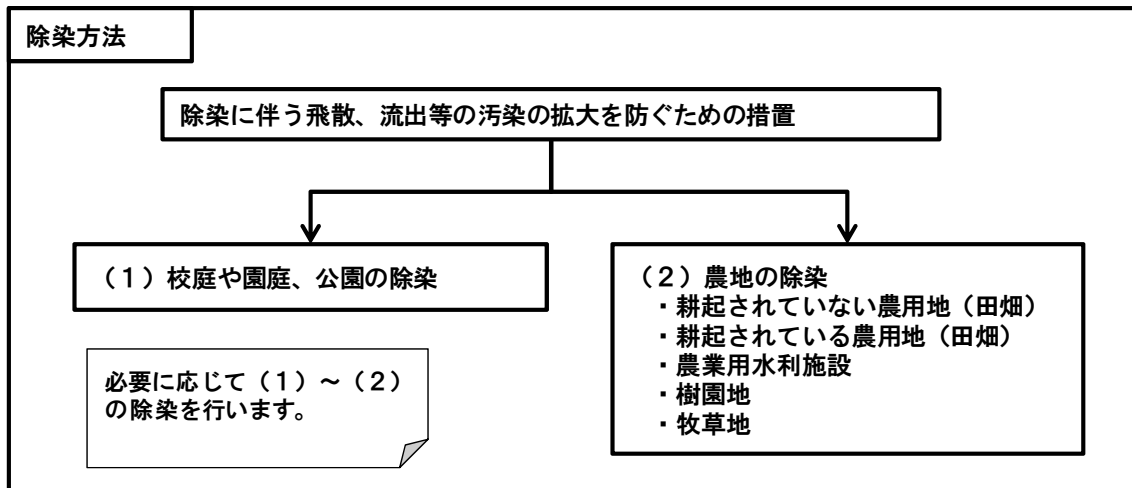


図 2-48 土壌の除染の基本的な流れ

効率的な除染を行うためには、放射線量への寄与の大きい比較的高い濃度で汚染された場所を中心に除染作業を実施する必要があります。

それでも除染効果が見られない場合は、土地表面の被覆、あるいは削り取りを行います。

農用地以外の土壌については、各段階で、測定点①における空間線量率を測定し、1mの高さの位置（学校の校庭等については、幼児・低学年児童等の生活空間を配慮し測定点から 50cm の高さの位置でも構いません）での空間線量率が毎時 0.23 マイクロシーベルトを下回っていればそれ以上の除染は原則として行いません。

また、除染作業を行う際は、作業者と公衆の安全を確保するために必要な措置をとるとともに、除染に伴う飛散、流出等による汚染の拡大を防ぐための措置を講じて、作業区域外への汚染の持ち出し、外部からの汚染の持ち込み、除染した区域の再汚染をできるだけ低く抑えることが必要です。このうち、作業者の安全確保に必要な措置については、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」^{*5}を参照してください。

また、除染による地区外への影響を可能な限り小さくする観点から、市町村において、広範な地区が同じタイミングで除染に取り組むことを極力避けられるよう、全体スケジュールを調整して下さい。

除去土壌等の取扱や排水の処理、除染に用いた用具の洗浄等については「4. 作業後の措置」を参照してください。

ここでは、校庭や園庭、公園の土壌及び農用地における除染の方法について示します。

(1) 校庭や園庭、公園の土壌の除染

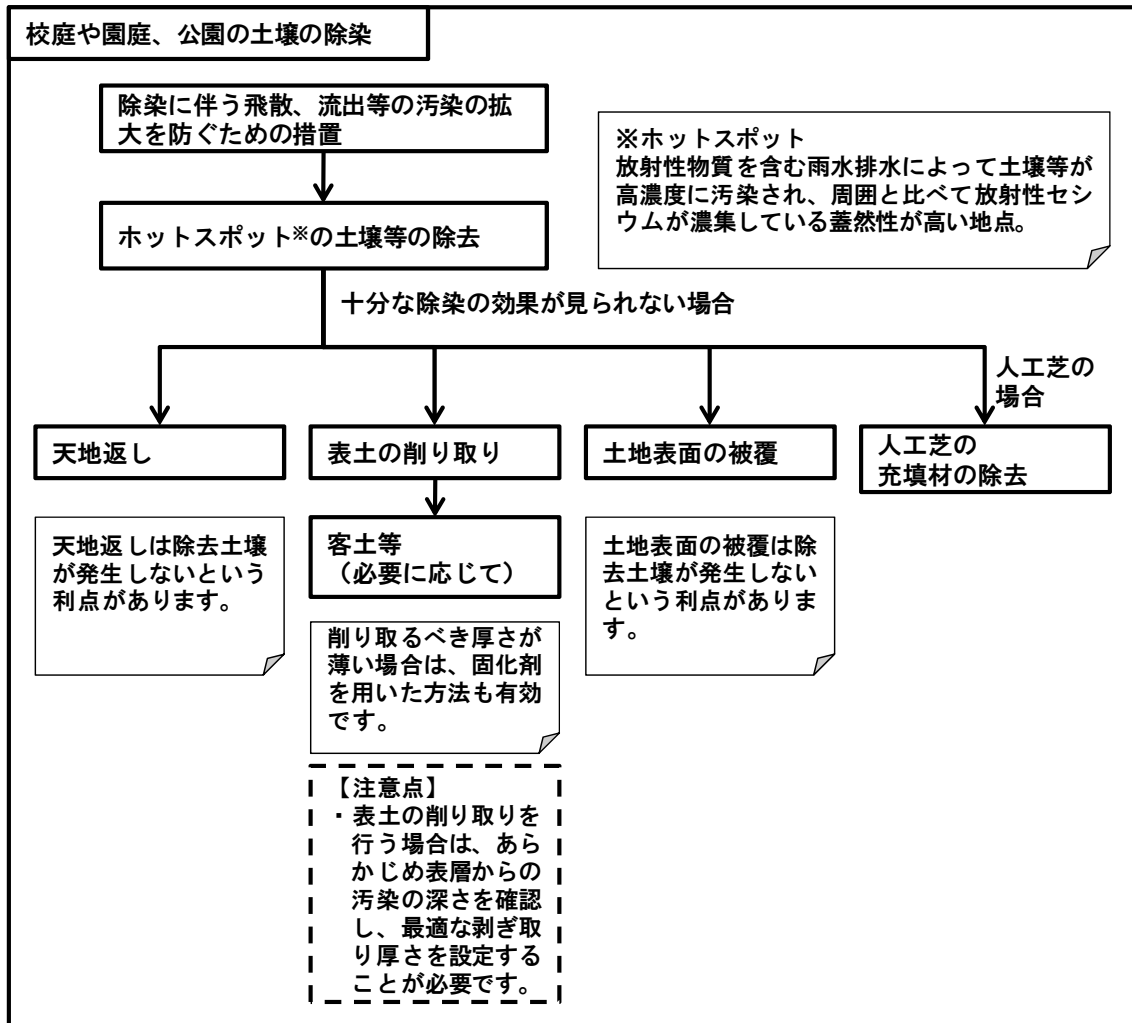


図 2-49 校庭や園庭、公園の土壌の除染の基本的な流れ

校庭や園庭、公園の土壌では、放射性セシウムは土面の表層近くに付着しています。特に、雨樋からの排水口の付近や樹木の根元等は部分的に線量が高くなっている可能性がありますので、まず、こうした場所の土壌を手作業等により除去します。樹木の根元の除染方法については「V. 3. (2) 街路樹等の生活圏の樹木の除染」を参照してください。

それでも除染効果が見られない場合は、重機等を用いた上下層の土の入れ替え（天地返し）や土地表面の被覆、あるいは表土の削り取りを行います（図 2-19 参照）。

■天地返し

天地返しは放射性セシウムを含む上層の土と、放射性セシウムを含まない下層の土を入れ替えることによる土地表面を被覆する方法です。天地返しを行うことにより、土等による遮へいによる放射線量の低減や放射性セシウムの拡散の抑制が期待できます。また、表土を削り取るわけではないため、除去土壌が発生しないという利点があります。天地返しを行う際は、約 10cm の表層土を底部に置き、約 20cm の掘削した下層の土により被覆します。この際、表層土はまき散らさないようにしておくことや、下層から掘削した土と混ざらないようにしておく必要があります。広い範囲で行う場合は、適切にエリアを区切って実施します。（図 2-19 参照）

■表土の削り取り

表土の削り取りを行う際は、除去土壌等の発生量が過大にならないように、削り取る土壌の厚さを適切に選定することが重要です。具体的には、削り取りの対象とする土壌表面については、まず小さい面積（外部からの放射線の影響をなるべく受けずに土壌表面の空間線量率等を測定できる程度の面積）について、空間線量率等を測りながら表土を 1～2cm 程度ずつ削り取り、削り取るべき厚さを決定することが推奨されます（図 2-52②③④参照）。なお、これまでの知見を踏まえれば、土壌表面の削り取りは最大 5cm 程度で十分な効果が得られると考えられます。また、削り取るべき厚さが薄い場合は、砂質土やシルト、粘土等の表土の種類に応じて、比較的簡単に削り取り厚さを制限できる固化剤を用いた方法も有効です。

ただし、公園の砂場については、子どもが直接触れる場所であり掘り返しも想定され、かつ面積が比較的小さいことから、表層から 10～20cm の層をスコップ等で除去してから、必要に応じて、汚染の無い砂で表面を被覆し、作業前の状態に戻します。削り取りを行う際は、水等を散布して土壌の再浮遊や粉じんの飛散を防止します。

表土等を除去した場所では、必要に応じて、汚染のない土壌を用いて客土等を行います。

■土地表面の被覆

土地表面の被覆は、放射性セシウムを含む上層の土を放射性セシウムを含まない土で覆う方法であり、遮へいによる放射線量の低減や放射性セシウムの拡散の抑制が期待できます。表土を除去するわけではないため、除去土壌が発生しないという利点があります。被覆を行う際は、被覆する厚さが過大にならないように、遮へいを目的とした被覆厚さを適切に選定することが重要です。

■人工芝の充填材の除去

テニスコート等の人工芝については、人工芝の充填材（目砂等）の除去を行います。

例えば、充填材を吸引・除去できる機械を取り付けたトラクター等を走行させ、人工芝に散布されている充填材（目砂等）を吸引します。

また、除染対象が広域にわたる場合は、除染作業後の再汚染等が起こらないように、連携をとり日程を合わせて一斉に行います。

校庭や園庭、公園の土壌の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表 2-38 及び表 2-39 のとおりとします。



提供：JAEA

図 2-50 校庭の除染の例（表土の削り取り）



提供：JAEA

図 2-51 人工芝の充填材の除去の例

① 対象の場所の表面の空間線量率を測定する



提供：伊達市



② 薄く表土を剥ぐ



提供：伊達市



図2-52 削り取る土壌の厚さの決定手順（1／2）

- ③ 表土を剥いだ場所の表面の空間線量率を測定する（周りからの放射線の影響を低減するための
コリメータを使用）



提供：伊達市



- ④ 調査場所の複数点の表面の空間線量率を測定する



提供：伊達市

図 2-52 削り取る土壌の厚さの決定手順（2 / 2）

表 2-38 校庭や園庭、公園の土壌の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	・乾燥した土壌について表土削り取りを行う場合等、事前に固化剤を散布し土壌の表面を固化させることにより、土ぼこりの飛散防止を図ることができます。

表 2-39 校庭や園庭、公園の土壌の除染の方法と注意事項

区分	除染の方法と注意事項
堆積物の除去	・落葉、苔、泥等の堆積物を、ゴム手袋をはめた手やスコップ等で除去します。
天地返し	・表層土を 10cm 程度、均質に削り取り、ビニールシート等の上に仮置きをします。 ・下層土を 20cm 程度、均質に削り取り、表層土とは別の場所に仮置きをします。 ・表層土を敷均した後、その上に、下層土を敷均し、整地を行い、おおむね従前と同じ締固め度で元の高さに復元します。
表土の削り取り	・バックホウ等により表土を均質に削り取ります。 ・あらかじめ石灰を散布することによって、表土の取り残しの確認を行うことができます。 ・表面切削機やハンマーナイフを用いた削り取りは、広い場所においては効果的な方法です。 ・削り取りを行う場合は、周囲への飛散を防止します。 (例：集塵機の使用、事前の散水、簡易ビニールハウスの設置等)
土地表面の被覆	・放射性セシウムを含まない土等で土地表面を被覆します。 ・碎石による被覆は空隙が大きいことから、適切な転圧により密度調整を行うことに注意します。
人工芝の充填材の除去	・充填材を吸引・除去できる機械により、人工芝等の充填材の抜き取りを行います。

(2) 農用地の除染

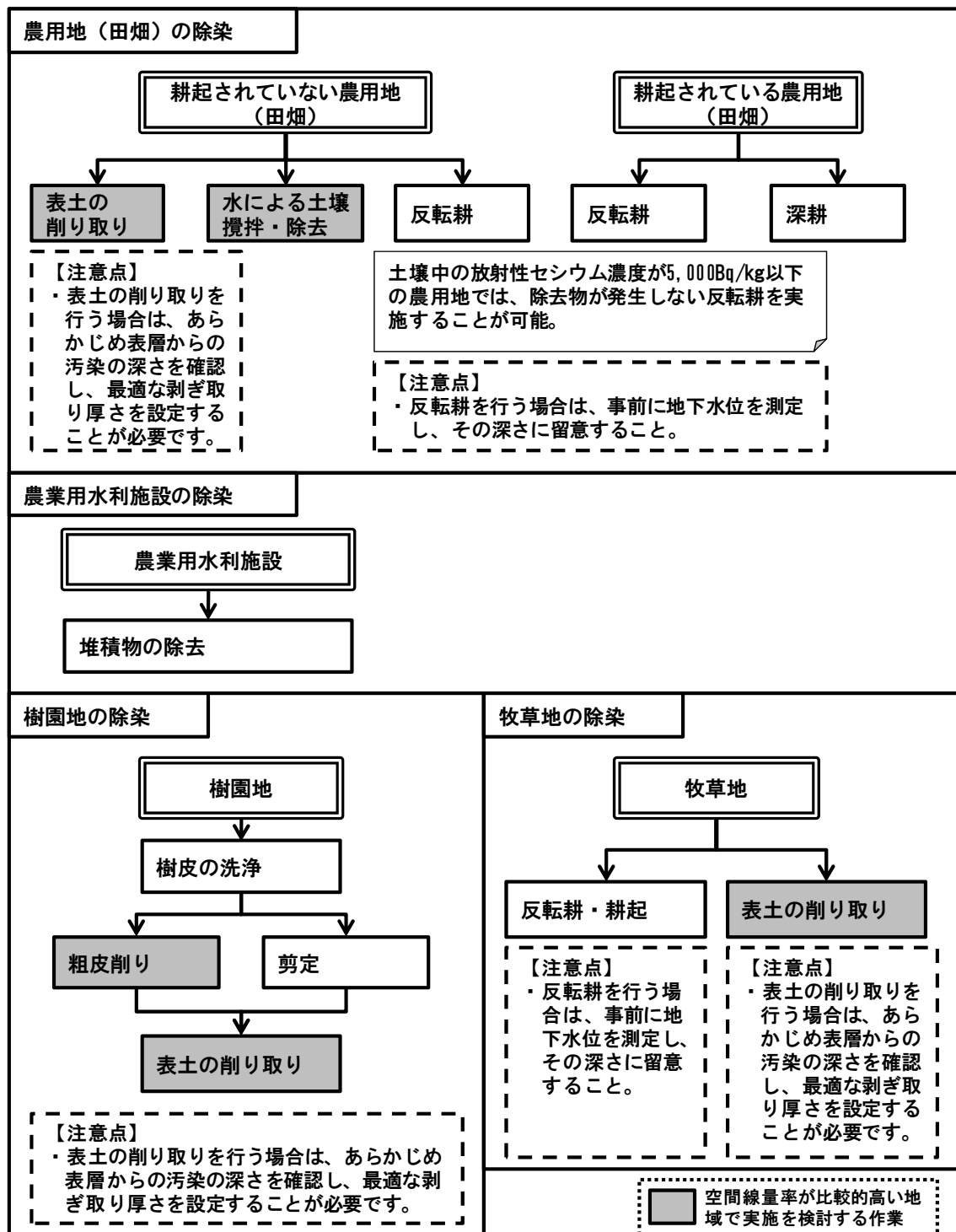


図 2-53 農用地の除染の基本的な流れ

農用地土壌は、農業者の永年の営農活動を通じて醸成されてきたものであり、また、生態系の維持等、多様な側面も持っていること等の特色を有しています。したがって、農用地の除染にあたっては、周辺住民に与える放射線量を低減することに加えて、農業生産を再開できる条件を回復し、再び安全な農作物を提供できるように、土壌中の放射性物質の濃度を低減することが重要です。このため、農用地の除染においては、表土削り取りや反転耕等により除染を行った後の農用地は、肥料成分や有機質が失われ、透水性等の物理性も悪化することが予想されることから、除染後の農用地については、土壌分析・診断を行った上で、客土、肥料、有機質資材、土壌改良資材の施用等を必要な量行うこと等、農業生産を再開できる条件を回復させるよう配慮が必要です。

福島第一原子力発電所の事故以降に耕起されていない農用地では、降下した放射性セシウムの大部分は、未だ多くが農用地の表面に留まっているため、事故以降に耕起されていない農用地と、耕起によって作土層が攪拌された農用地では、放射性セシウム濃度が同じでも、表土がそのままとなっている前者の方が空間線量率として高い値を示すことになります。このように、農用地の除染作業を行うにあたっては、現況地目や汚染物質の濃度に加えて、これまでの耕起の有無に応じて適切な方法を採用することが必要です。

■耕起されていない農用地（田畑）

耕起されていないところでは、除草した後、放射性セシウムが留まっている表層部分の土壌を削り取る（図2-52参照）のが適当ですが、土壌中の放射性セシウム濃度、現況地目、土壌の条件等を考慮すれば、表土削り取り^{*8}に加えて、水による土壌攪拌・除去^{*9}や反転耕^{*10}の手法を選択することも可能です。表土削り取りの場合は、除去物としての土壌が大量に発生しますので、あらかじめ発生見込み量を計算し、仮置場等の確保の見通しを立ててから、作業を開始することが推奨されます。

土壌中の放射性セシウム濃度が5,000Bq/kg以下の農用地では、除去物（土壌）が発生しない^{*11}反転耕を実施することが可能であり、土壌中の放射性セシウム濃度が5,000Bq/kgを超えている農用地では、表土削り取り、水による土壌攪拌・除去又は反転耕を実施することが適当です^{*12}。このうち、反転耕は、放射性セシウムを下層に移動させることになりますので、地下水を通じて農用地外に放射性セシウムが移行する可能性もあるため、必要に応じて事前に地下水位を測定し、その深さに留意して反転

耕を行うようにして下さい。また、反転深度が深いほど、地表面の放射線量が低下しますが、耕盤を壊すおそれがありますので、特に水田においては、耕盤が壊れた場合は作り直す必要があります。

■耕起されている農用地（田畑）

すでに耕起されている農用地では、放射性セシウムは耕起によって作土層全体に攪拌されていると考えられますので、この場合は、反転耕又は深耕等を行います。例えば、作土層が 15 cm の農用地では、30 cm の深耕を行うことで表面から 15 cm の範囲内に分布していた放射性物質が表面から 30 cm の範囲内に希釈されるため、作土層の放射性セシウム濃度の低減及び放射線量の低減が期待できます。

■農業水利施設

農業用排水路等については、次の①～③の内容をすべて満たすものについて、除染等の措置を行うことが考えられます。

- ①例年、農家や管理者により通水断面・通水量の確保のため、主に人の手により泥上げが行われている水田近傍の水路の土壌を除去するものであること
- ②事故の影響により例年どおり泥上げができなかった地域であること
- ③農閑期等、一定期間、当該水路に水がないこと等により水による遮へい効果が望めず、周囲の空間線量率に寄与することが明らかであるもの

■樹園地等

果樹、茶園等、永年性の農作物が栽培されているところでは、樹体を傷つけない範囲での表土の削り取りは有効と考えられますが、反転耕や深耕では根を損傷するおそれがあるほか、根圏が下層まで分布しているため、適切ではありません。こうした農用地の除染にあたっては、果樹については粗皮削り（古くなった樹皮を削り取ること）や樹皮の洗浄及び剪定を行うとともに、茶樹については剪枝（茶の摘採後に深刈り、中切り、台切り等を行い、古い葉や枝を除くこと）等を行い、放射線量の低減や生産物に含まれる放射性セシウム濃度をできるだけ低減するようにします。

これらの対策を実施しても効果が不十分な場合には、表土の全面的削り取り等を検

討します。

■牧草地

牧草地では、反転耕、深耕又は表土削り取りを行います。なお、作土層以下が礫質である場合は、反転耕や深耕により作土層に礫が現れることから、そのような場合は、除礫等の対策が必要となります。表土削り取りの場合は、除去物としての土壌が大量に発生しますので、あらかじめ発生見込み量を計算し、仮置場等の確保の見通しを立ててから、作業を開始することが必要です。

また、作土層が薄いこと、石礫が多いことにより反転耕を行うことが困難な牧草地であって、表土除去後の土壌の保管場所の確保が困難な場合については、十分な除染効果が得られることを確認した上で、ディスクハローやロータリによる耕起を行うことを検討します。

さらに、畦畔やのり面の草取り等についても必要に応じて実施します。

農用地の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表 2-40 及び表 2-41 のとおりとします。

① 農地の碎土



提供：農林水産省



② 農地の削り取り



提供：農林水産省

図 2-54 農機による農地の削り取りの例

表 2-40 農用地の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	乾燥した土壌について表土削り取りを行う場合等、事前に固化剤を散布し土壌の表面を固化させることにより、土ぼこりの飛散防止を図ることができます。

表 2-41 農用地の除染の方法と注意事項

区分	除染の方法と注意事項
未耕起	表土の削り取り - バックホウ等により表土の削り取りを行います。 - あらかじめ石灰を散布すること等によって、表土の取り残しの確認を行うことができます。
	水による土壌攪拌・除去 表層土壌を攪拌（浅代かき）した後、細かい土粒子が浮遊している濁水をポンプにより強制排水し、ビニールシートで覆った沈砂池等において固液分離を行い、土粒子を回収します。
	反転耕 - プラウを使用し、汚染された表層の土を下層に、下層の汚染のない土壌を表層に置くように土壌を反転させます。 - 反転耕の耕深は 30cm を基本とします。ただし、礫が含まれる層等、作土として不適切な土壌が上に来る場合は、十分な除染効果が得られることを確認した上で、耕深を浅く設定します。 - 必要に応じて事前に地下水位を測定し、その深さに留意して実施します。 - 気温が低く表土が凍結している場合は、小型のトラクターでは攪拌できないことがあることに注意します。
耕起済	反転耕 (同上)
	深耕 深耕用ロータリーティラーを使用して、ほ場を 2 回程度深く耕します。深耕の耕深は 30cm 程度を基本とします。
水利施設	堆積物の除去 農業用排水路等に堆積している泥等をスコップ等を用いて除去します。

樹園地	粗皮削り	・主幹部と主枝の上部及び側部を中心に樹皮を削り取ります。 ・専用の削り器具を使用し、古くなった樹皮をかき落とすように削り取ります。
	樹皮の洗浄	・古くなった樹皮が枝幹部から剥がれ落ちる形態を持たない樹種（モモ、オウトウ等）を対象とします。 ・高圧水洗浄機を利用した樹皮の洗浄や粗皮の除去は、放射性セシウムが水とともに飛散しやすいので、生育期間中の使用は避け、休眠期に実施します。
	剪定	・放射性セシウムが直接付着したと考えられる旧枝を枝払いします。 ・枝払いは生育に影響を与えないよう休眠期に実施します。
	表土の削り取り	・人力または小型バックホウの排土板で表土を除去します。または、小型トラクターにロータリを取り付け、軽く耕運後、トラクターのフロントローダー（ツメなし）等で表土をかき集めるなどの方法で表土を削り取ります。
牧草地	反転耕・耕起	・プラウを使用し、汚染された表層の土を下層に、下層の汚染のない土壌を表層に置くように土壌を反転させます。 ・反転耕の耕深は 30cm を基本とします。ただし、礫が含まれる層等、作土として不適切な土壌が上に来る場合は、十分な除染効果が得られることを確認した上で、耕深を浅く設定します。 ・必要に応じて事前に地下水位を測定し、その深さに留意して実施します。 ・気温が低く表土が凍結している場合は、小型のトラクターでは攪拌できないことがあることに注意します。
	表土の削り取り	・バックホウ等により表土の削り取りを行います。

4. 作業後の措置

作業後の措置として、除染作業によって生じた除去土壌等の取扱い及び用具の洗浄等について、以下に記載します。

(1) 除去土壌等の取扱い

除去土壌等については、適切に取扱い、現場保管もしくは仮置場等へ運搬します。

具体的な除去土壌の取扱いの方法は「Ⅱ. 4. (1) 除去土壌等の取扱い」を参照してください。

(2) 用具の洗浄等

除染に用いた機器の作業後の取扱いについては、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」^{*5}を参照してください。

具体的な用具の洗浄等の方法は「Ⅱ. 4. (3) 用具の洗浄等」を参照してください。

5. 事後測定と記録

除染の効果を確認するために、除染作業終了後における空間線量率等や土壌中の放射性セシウム濃度（農用地の場合）を測定し、除染作業開始前に測定した値と比較します。空間線量率等や放射性セシウム濃度の測定にあたっては、「2.（1）測定点の決定」の表2-36に示した各測定点について、「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「2.（2）測定の方法」の表2-37に示した測定方法に沿って行います。

また、各測定点における空間線量率等や放射性セシウム濃度に加えて、除染作業の情報についても記録し保存します。

表2-42 土壌の除染における事後測定と記録

空間線量率等や放射性セシウム濃度等の測定	- 各測定点における空間線量率等や土壌中の放射性セシウム濃度（農用地の場合）を測定します。 - 事前測定と同じ箇所、できるだけ同じ条件で測定を行います。 - 測定機器は、事前測定で用いた機器となるべく同じものを用います。
記録保存	- 各測定点における空間線量率等、除染作業を行った箇所、除染日、除染者名、対象物の種類、除染方法、除染面積（土壌等）、除去土壌等のおおよその重量及び保管・処理状況。 - 除染に使用した用具と使用後の処理方法。 - 除去土壌の保管に係る記録項目の詳細は「第4編 除去土壌の保管に係るガイドライン」を参照してください。

V. 草木の除染等の措置

ここでは、芝地や街路樹、公園や庭等の生活圏の樹木、住居等近隣の森林の除染にあたっての措置に関し、時系列に沿って、1. 準備、2. 事前測定、3. 除染方法、4. 作業後の措置、5. 事後測定と記録、について説明します。

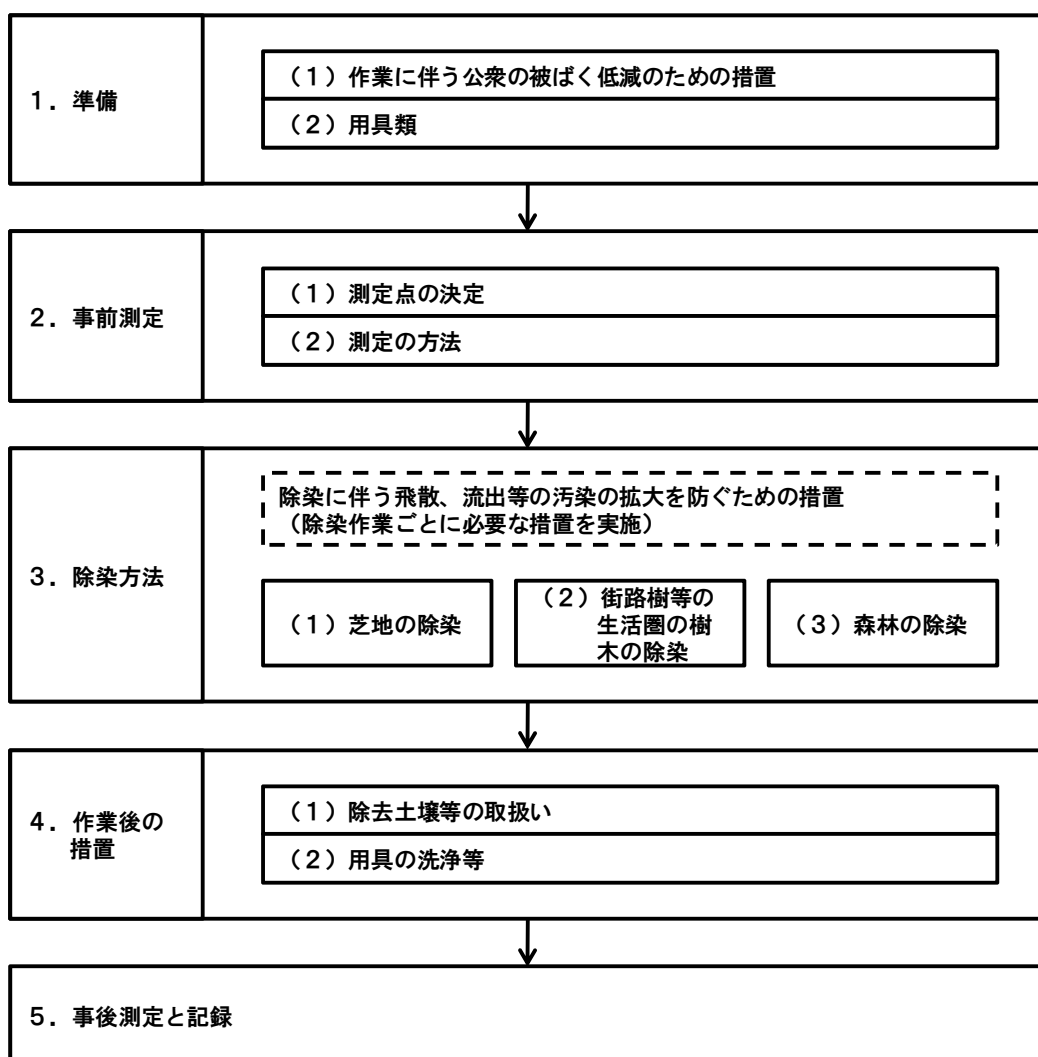


図 2-55 草木の除染等の措置の基本的な流れ

1. 準備

除染作業を行う前には、除染作業に必要な機器の準備に加えて、除染に伴い発生する粉じんを吸い込むこと等による公衆や作業者の被ばくの防止等、安全を確保するための準備をしておくことが必要です。このうち、作業者の安全確保に必要な措置については、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」^{*5}を参照してください。

(1) 作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置

表 2-43 草木の除染等の作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置

立ち入り制限	・ 不特定多数の人が立ち入ることが想定される場合には、作業場所にみだりに近づかないように、カラーコーンあるいはロープ等で囲いをして、人や車両の進入を制限します。 ・ 除染作業に伴って放射性物質が飛散する可能性がある場合には、除染範囲の周りをシート等で囲うか、飛散防止のための水を撒くなどして、そのエリアにロープ等で囲いをします。
標識	・ 不特定多数の人が立ち入ることが想定される場合には、除染作業中であることがわかるように、看板等を立てます。(図 2-4 参照)

(2) 用具類

除染対象や作業環境に応じて、除染等の措置及び除去土壌等の回収のために必要な用具類を用意します

表 2-44 草木の除染用具の例

一般的な用具の例	草刈り機、ハンドシャベル、草とり鎌、ホウキ、熊手、ちりとり、トンガ、シャベル、スコップ、レーキ、表土削り取り用の小型重機、ごみ袋（可燃物用の袋、土砂用の麻袋（土のう袋））、集めた除去土壌等を現場保管する場所に運ぶための車両（トラック、リアカー等）
樹木の剪定、枝打ちを行う場合の用具の例	ナタ、枝打ち機、チェーンソー、脚立、移動式リフト、のこぎり

2. 事前測定

除染作業による除染の効果を確認するために、除染作業開始前と除染作業終了後における空間線量率^{*2}や除染対象の表面汚染密度（空間線量率と表面汚染密度をあわせて「空間線量率等」という）を測定します。具体的には、生活空間としての代表的な場所や、生活空間への放射線量への寄与が大きいと考えられる比較的高い濃度で汚染された場所等について、除染作業開始前と除染作業終了後において、同じ場所・方法で空間線量率等を測定し、その結果を記録します。ここでは、除染作業開始前に行う空間線量率等の測定の方法について示します。

なお、除染作業中に除染対象の汚染の程度の減少具合を把握する際にも、対象物の表面近くの空間線量率等を適宜測定することがあります。このような測定については、「3. 除染方法」の中で別途説明します。

（1）測定点の決定

除染作業前に、空間線量率等を測定する測定点を決め、測定対象の範囲、測定点、目印になる構造物等を描き入れた略図を作成します（図2-56、図2-57 参照）。

測定点は、除染対象となる街路樹や公園等の生活圏の樹木や住居等近隣の森林における平均的な空間線量率を把握するためのもの（測定点①）と、除染対象の汚染の程度を確認するためのもの（測定点②）があります。

測定点①については、居住者等が多く時間を過ごす生活空間を中心に決定します。この際、生活空間の放射線量への寄与が比較的小さいいわゆるホットスポットやその近傍については、その場所で居住者等が比較的多くの時間を過ごすことが想定されない場合は、測定点から外します。

ホットスポットとしては、雨水等によって放射性物質が濃集しやすいくぼみや水たまり、側溝、雨樋下、雨水枡、樹木の下や近く、建物からの雨だれの跡といった場所が挙げられます。

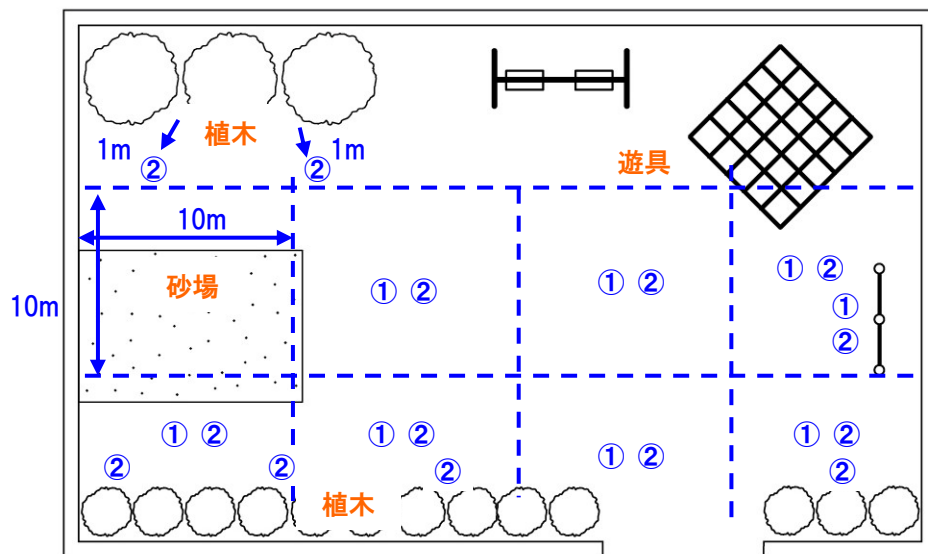
測定点②については、基本的に除染対象の表面の汚染の程度を測定するためのもので、生活空間における放射線量への寄与が大きいと考えられる比較的高い濃度で汚染

された場所等を考慮して決定します。

具体的な方法は、表 2-45 のとおりとします。

表 2-45 草木の除染における空間線量率等の測定点の考え方

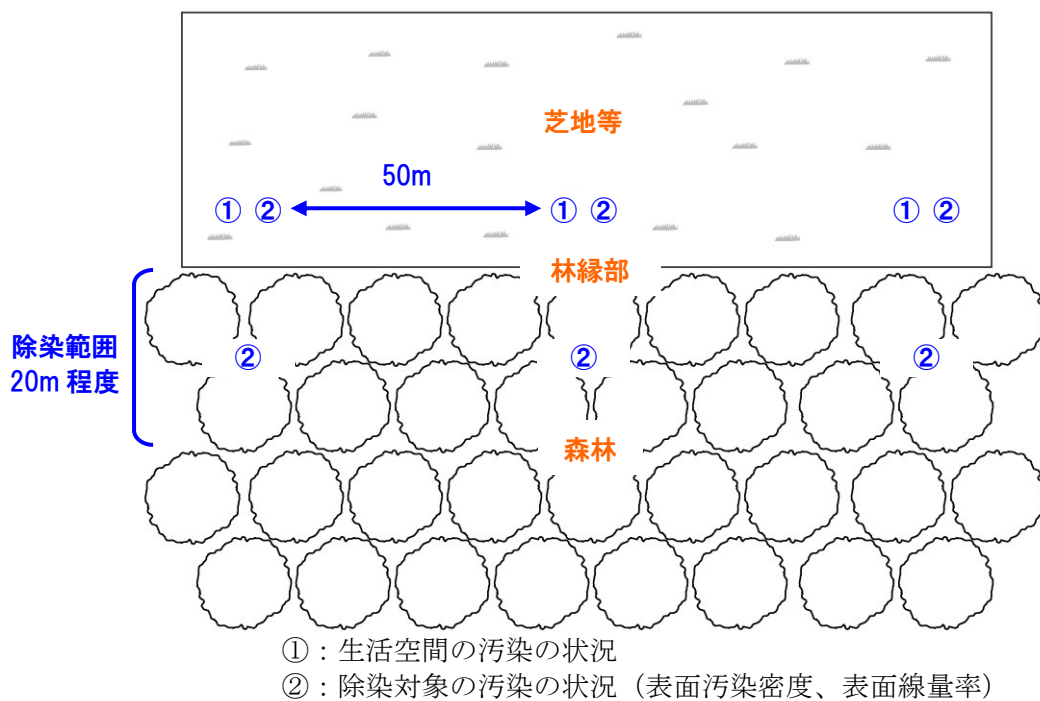
測定点	測定点①	測定点②
測定対象	生活空間における空間線量率	除染対象の表面汚染密度等
測定点の考え方	- 空間線量率の分布が把握できるような間隔で測定点を設定します。 ○芝地 - 芝地を 10～30m 程度に区切った各メッシュにつき 1 点で測定します。 ○森林 - 林縁部において 20～50m 程度につき 1 点で測定します。(公園に森林が隣接している場合等、不特定多数の人が立ち入ることが想定される場合には、林内中間地点付近にも測定点を設定する。)	- 芝地については測定点①と同様です。 - 街路樹については、街路樹からの影響を受けると考えられる範囲（例：街路樹側面から 1m 程度離れた位置）に測定点を設置します。 - 森林については林縁部及び作業を行う林内中間地点付近において 20～50m 程度につき 1 点で測定します。



①：生活空間の汚染の状況

②：除染対象の汚染の状況（表面汚染密度、表面線量率）

図 2-56 草木の除染等の措置（公園）における測定点の記録略図の例（樹木、草）



①：生活空間の汚染の状況

②：除染対象の汚染の状況（表面汚染密度、表面線量率）

図 2-57 草木の除染等の措置（森林）における測定点の記録略図の例

(2) 測定の方法

測定点①において空間線量率を測定する場合は、シンチレーション式サーベイメータ等のガンマ線を測定できる測定機器を使用します。

一方、測定点②において表面または表面近くの汚染の程度を測定する場合は、バックグラウンドの放射線の影響を受けないようにするため、ベータ線を測定できる GM サーベイメータを使用することが推奨されますが、ガンマ線を測定できる線量計を用いて測定することも可能です。例えば、対象地点の汚染の程度により特化して確認するため、コリメータを使用して外部からのガンマ線を遮へいした条件で測定する方法があります。これ以外にも、例えば、測定点の表面、50cm、1m の高さの位置で測定した空間線量率から除染対象の汚染の程度を把握するとともに、除染終了後に同じ位置で測定した結果と比較することにより、除染の効果を確認することが可能です。

除染作業前後における同一の測定点での測定には、基本的に同一の測定機器を用います。

測定ポイントが多い場合には、適宜、これまでに自治体の実施した測定結果等を活用します。

具体的な方法は、「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」の「6. 測定機器と使用方法」を参照してください。

3. 除染方法

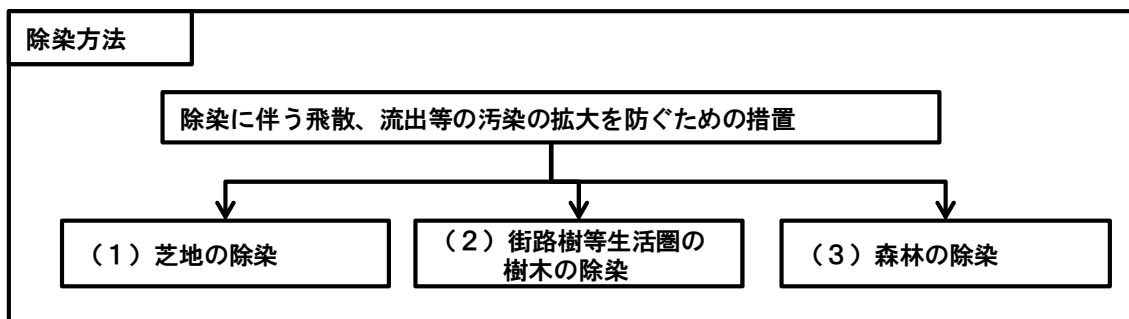


図2-58 草木の除染の基本的な流れ

草木の除染は、土地利用の形態（芝地、街路樹等の生活圏の森林、森林）に応じて実施します。

除去土壌等の取扱や排水の処理、除染に用いた用具の洗浄等については「4. 作業後の措置」を参照してください。

(1) 芝地の除染

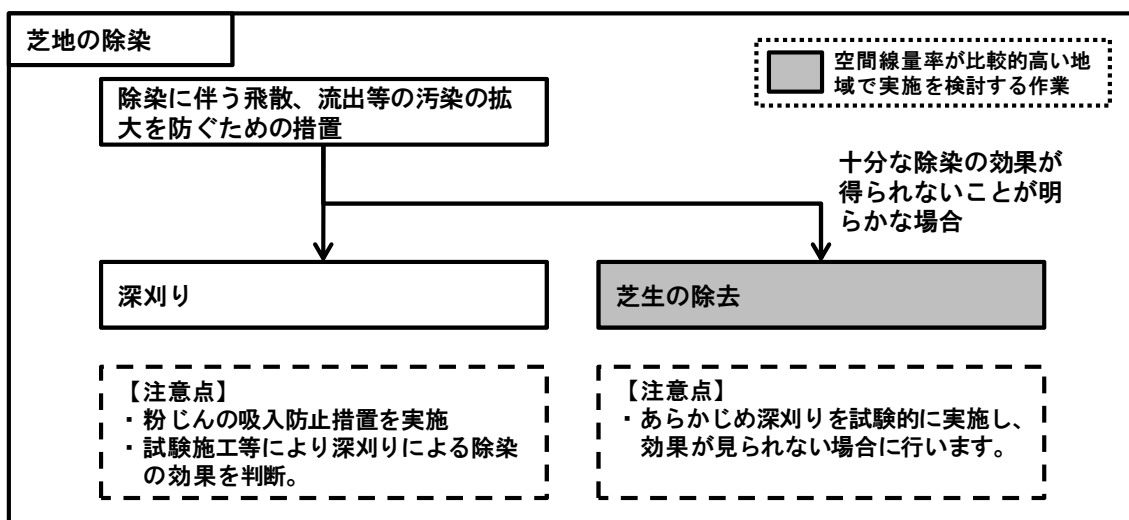


図2-59 芝地の除染の基本的な流れ

芝地では、原発事故当初とは異なり、降雨の影響等の結果、現在の芝生の表面は放

放射性物質が減少している可能性があります。そのため、芝地については、放射性セシウムの付着状況に応じて、除染の必要性を判断してください。一方で、家や建物に近い芝生は、流れ落ちた雨水が集積している可能性があります。降雨等による汚染状況の変化も十分に考慮して適切な除染を行うことが必要となります。

その際、芝生の再生が可能な方法の適用を検討することが重要です。具体的には、除去土壌等の発生量を抑えることができ、芝生の再生という観点からも、枯れた芝草や刈りかすの堆積層を除去する「深刈り」による除草方法が推奨されます。深刈りは芝草の葉とサッチ層を除去する工法であり、芝草の地下匍匐茎（ちかほふくけい）や根を残すことで、除染を実施しつつ新芽の発芽を促し、芝生の再生を図ります（図2-60、図2-61 参照）。放射線量が高い場所で、深刈りの試験施工等により、除染の効果が得られないことが明らかな場合は、芝草を根こそぎ除去します。

各段階で、測定点①における空間線量率を測定し、1m の高さの位置（幼児・低学年児童等の生活空間を配慮し、小学校以下及び特別支援学校の生徒が主に使用する芝生等では測定点から 50cm の高さの位置でも構いません）での空間線量率が毎時 0.23 マイクロシーベルトを下回っていればそれ以上の除染は原則として行いません。

除草する際は粉じんが発生しますので、吸入を防止するための装備が必要です。

また、除染対象が広域にわたる場合は、除染作業後の再汚染等が起こらないように、連携をとり日程を合わせて一斉に行います。

芝刈りや表土等の除去後、測定点の空間線量率等を測定し、除染の効果を確認します。

そのほか、除去土壌等の発生量は膨大になることが想定され、土壌等の除染等の措置を実施する際、削り取る土壌の厚さを必要最小限にするなど、できるだけ除去土壌等の発生量の抑制に配慮することが、除染等の措置等を迅速かつ効率的に進めるために必要です。

芝地の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表2-46 及び表2-47 のとおりとします。

表 2-46 芝地の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	・歩道や建物が隣接している場合は、粉じんの飛散防止のために養生を行います。

表 2-47 芝地の除染の方法と注意事項

区分	除染の方法と注意事項
深刈り	・大型芝刈り機が入れる場合、大型芝刈り機により深刈りをします（芝の回復が可能な程度の約 3cm の薄い切削）。 ・大型芝刈り機が入れない場合、ハンドガイド式芝刈り機（ソッドカッター等）を用いて芝の深刈りをします。
芝生の除去	・バックホウのバケットを平爪にし、草、芝を剥ぎ取ります（5cm 程度）。

■深刈りによる除染について（匍匐茎が発達している芝）

芝生の構造は上部から順に、芝草の葉、サッチ層、土壌（芝草の茎、根を含む）となっています。サッチ層とは枯れた芝草や刈りかすと土壌が混ざった層であり、放射性セシウムの大部分はこの層に吸着していると思われます。

深刈りは芝草の葉とサッチ層を除去する工法であり、芝草の地下匍匐茎（ちかほふくけい）や根を温存することで、除染を実施しつつ新芽の発芽を促し、芝生の再生を図ります。

具体的作業としては、2～3cm 程度の深さ（※）まで芝生を刈り込み、地表面に堆積しているサッチや枯葉の残渣を除去します。

なお、深刈りによってどれだけ除染できるかは作業の精度にもよります。作業を丁寧に行わないとサッチ層の土壌粒子が剥落して回収しきれないため、十分な除染ができないおそれがあります。

また、実施時期によっては芝の再生に影響を与えますので、必要に応じて専門家の意見を聞いて下さい。

※刈り込みの深さは、グランドライン（芝草の葉を手等で押して寝かせた時の上端位置）からの深さであり、葉が立っている時の上端位置からの深さではありません。



提供：伊達市

図2-60 芝地の除染作業の例（深刈り）



提供：JAEA

図2-61 除染に相当する芝生と表土の切削部イメージ

(2) 街路樹等の生活圏の樹木の除染

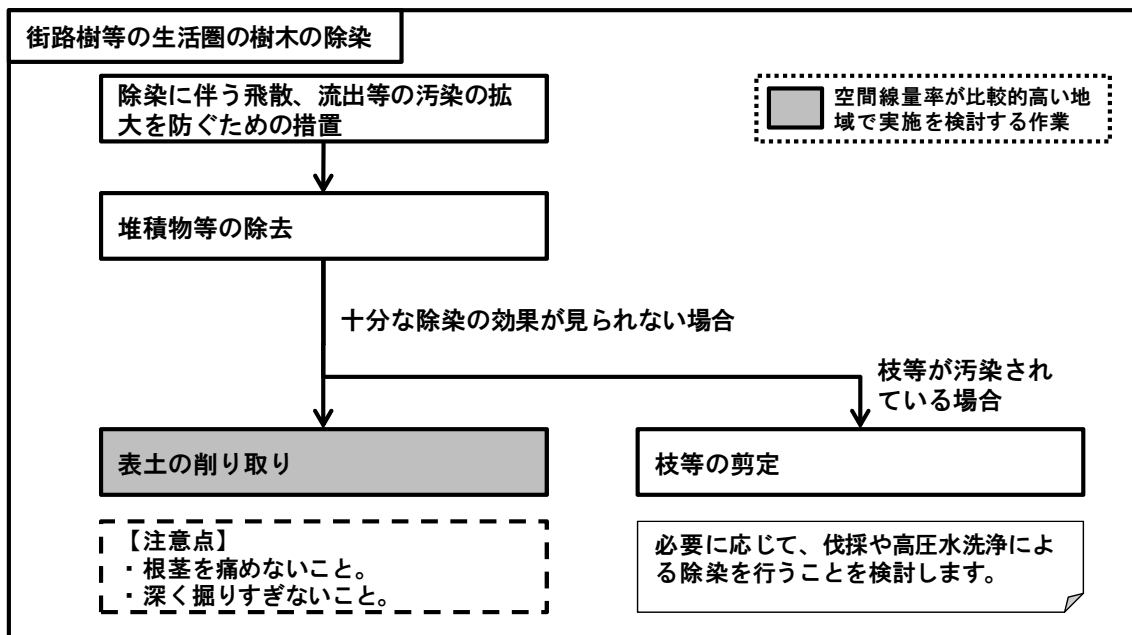


図 2-62 街路樹等の生活圏の樹木の除染の基本的な流れ

原発事故当初とは異なり、降雨の影響や落葉の結果、街路樹の枝葉等に付着していた放射性物質は相当程度地表へ移動したと考えられます。そのため、放射性セシウムの付着状況に応じて、街路樹の除染の必要性を判断してください。

公園や庭等の生活圏の樹木や街路樹については、周辺地表面の落葉等の堆積有機物の除去、樹木の洗浄、剪定等によって、付着した放射性セシウムを除去して、放射線量を低減することができます。

まず、樹木の近辺の地表面にある落葉の除去や除草を行います。

それでも除染効果が見られない場合は、手作業または小型の重機を使用して表層の土壌を 5cm 程度の深さで除去します。この際、根茎を傷めないように注意します。また除去土壌等の発生量を過度に増やさないために、深く掘りすぎないように注意します。表層の土壌を除去した部分は、適宜、わら等の有機物で覆うなどの措置を施します。また、斜地においては土砂等の流出及び斜面の崩落の防止に留意します。

また、落葉の除去や除草による除染効果が見られず、枝等が汚染されていると考えられる場合においては、枝等の剪定を行う方法もあります。

伐採については、除染廃棄物の発生量が多くなりますので、樹木の役割や、多くの

人が立ち入る場所か否か、他の方法で除染効果が期待できないかといったことを考慮したうえで実施を検討します。低木や植木のような小さな木については高圧水洗浄で除染することも可能です。各段階で、測定点①における空間線量率を測定し、1m の高さの位置（幼児・低学年児童等の生活空間を配慮し、小学校以下及び特別支援学校の生徒が使用する施設等では測定点から 50cm の高さの位置でも構いません）での空間線量率が毎時 0.23 マイクロシーベルトを下回っていればそれ以上の除染は原則として行いません。

街路樹等の生活圏の樹木の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表 2-48 及び表 2-49 のとおりとします。

表 2-48 街路樹等の生活圏の樹木の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	・歩道や建物が隣接している場合は、粉じんの飛散防止のために養生を行います。

表 2-49 街路樹等の生活圏の樹木の除染の方法と注意事項

区分	除染の方法と注意事項
堆積物の除去	・落葉、苔、泥等の堆積物を、ゴム手袋をはめた手やスコップ等で除去します。
表土の削り取り	・溜まっている落葉や土をシャベルや熊手等を使ってすくい取ります。
枝等の撤去	・樹木の種類と枝払い時期に応じて、樹木の育成に著しい影響が生じない範囲で、剪定機や枝切りばさみにより街路樹の枝払いや刈り込みを行います。

(3) 森林の除染

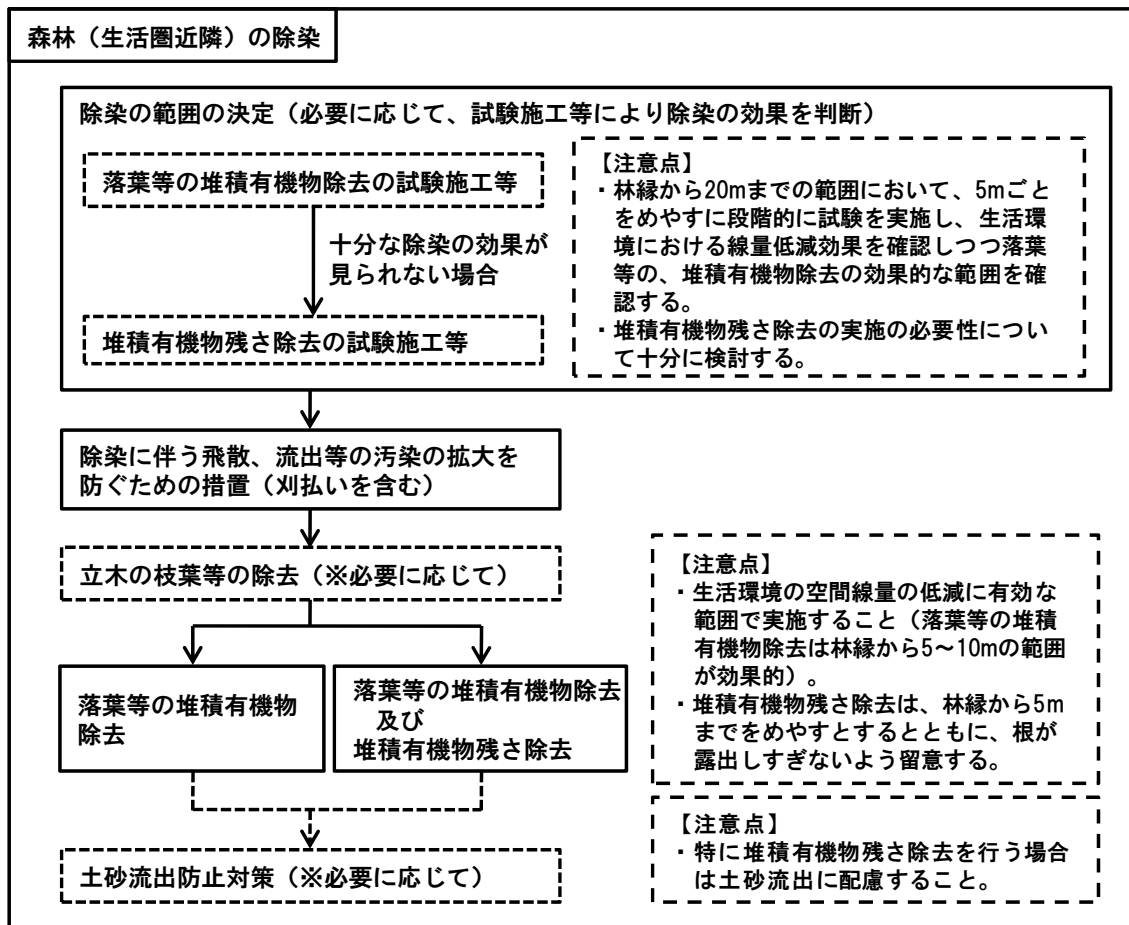


図2-63 森林（生活圏近隣）の除染の基本的な流れ

森林除染については、これまで森林周辺の居住者の生活環境における放射線量を低減する観点から、ガイドライン策定当初の知見^{*13}を踏まえて、林縁から20m程度の範囲をめやすに、落葉等の堆積有機物の除去後の放射線量の低減状況を確認しつつ、除染の範囲を決定した上で落葉等の堆積有機物の除去を実施することとしておりました。

その後、モデル事業等により、以下のような新たな知見が蓄積されております。

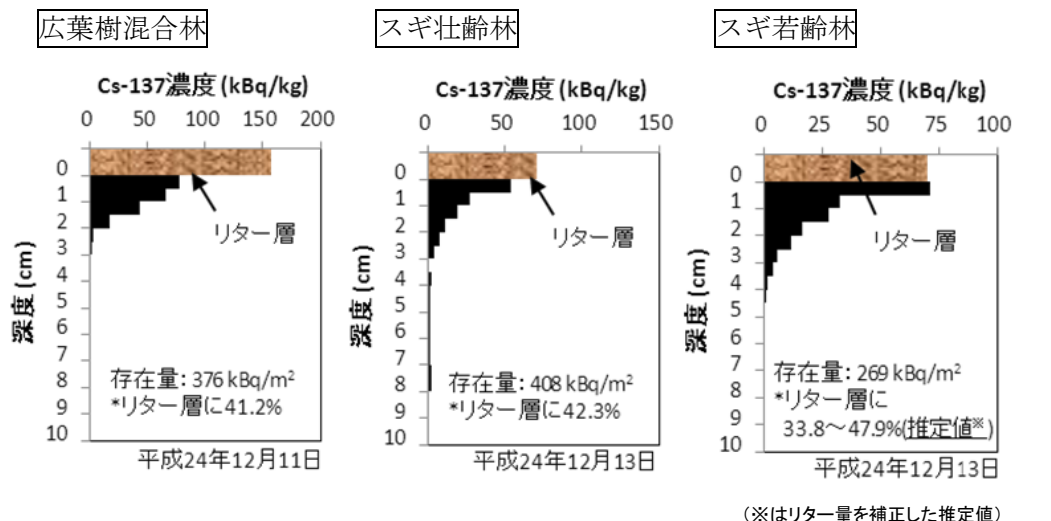
○森林内の放射性物質は、降雨や落葉等により移動し、枝葉や樹皮に付着している量が減少し、落葉等の堆積有機物及び土壌表層に多く存在

平成23年度及び平成24年度に福島県内の森林の土壌や落葉層、樹木の葉や幹などの放射性セシウムの濃度とその蓄積量を調べた結果、平成24年度は平成23年度

に比べ、放射能の減衰や放射性セシウムが雨などで洗い流された（溶脱）ことなどにより、葉や枝、樹皮の放射性セシウム濃度が低下した。また、樹木からの溶脱や落葉層の分解により地表に移動した放射性セシウムが土壌表層に吸着保持されたため、土壌中の放射性セシウムについては、濃度も蓄積量も平成 23 年度に比べ増加した。一方、今年度から調査を実施した川内村の上川内調査地のスギ林では、土壌よりも落葉層に蓄積する割合が大きく、森林の状態による違いも大きいことが分かった（森林内の放射性物質の分布状況調査結果について（平成 25 年 3 月 29 日付け農林水産省プレスリリース））。

○放射性物質は堆積有機物層（A₀ 層）や土壌表層（A 層の表層付近）に吸着保持されている

川俣町内の森林 3 地点（広葉樹混合林、スギ壮齢林、杉若齢林）における土壌中の放射性セシウム濃度の深度分布は、表層ほど濃度が高く、深度に伴って指数的に減少する傾向が認められた。第 4 回調査（平成 24 年 12 月）においては A₀ 層にその存在量の 34～48% が分布していた。（（独）日本原子力研究開発機構：平成 24 年度放射能測定調査委託事業「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の長期的影響把握手法の確立」成果報告書）。



(注) ここでの「リター層」は A₀ 層全てに相当（当該地域には H 層はほとんど存在せず、L 層及び F 層のみ）

図 2-64 森林における土壌中の放射性セシウム濃度の深度分布

○放射性セシウムのほとんどは森林内にとどまっており、森林外への流出は少ない

茨城県筑波山の森林試験流域と福島県宇多川上流域を対象とした放射性セシウムの動態調査の結果、懸濁物質由来のセシウム 137 の流出率は、筑波山流域では約 0.3%（1 年間）、宇多川上流域では 0.02～0.03%（7 ヶ月間）と推定されている（環境回復検討会（第 9 回）資料 6 「林誠二：流域スケールでの放射性物質の動態について」）。

福島県川俣町の森林にプロット（110.65m²）を設置し、当該試験区画からの土砂流出量及び土壌中の放射性セシウム存在量の測定に基づき放射性セシウムの流出量を評価した。その結果、平成 23 年 7 月中旬から平成 24 年 11 月中旬にかけたセシウム 137 の流出率はスギ若齢林で 0.13%であった（（独）日本原子力研究開発機構：平成 24 年度放射能測定調査委託事業「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の長期的影響把握手法の確立」成果報告書）。

平成 23 年度及び平成 24 年度に福島県内の森林の土壌や落葉層、樹木の葉や幹などの放射性セシウムの濃度とその蓄積量を調べた結果、森林全体の放射性セシウム蓄積量は、平成 24 年度は平成 23 年度に比べ、放射性セシウムの物理的減衰以上に減少していないことなどから、放射性セシウムの森林外への流出量は少ないと考えられる（森林内の放射性物質の分布状況調査結果について（平成 25 年 3 月 29 日付け農林水産省プレスリリース））。

○落葉等の堆積有機物の除去の範囲については、林縁から 5～10m 程度の除染が効果的

林縁の空間線量率の低減のための最適な除染範囲、除染方法の検証のために環境省が実施したモデル事業（福島県大熊町）の結果、林縁から 10m まで落葉等の堆積有機物除去を実施することにより林縁の空間線量率は減少（除染前：6.1 μ Sv/h、除染後：4.6 μ Sv/h）するものの、さらに林縁から 10m 以遠に除染の範囲を拡大することによる林縁の空間線量率の低減は見られなかった（環境回復検討会（第 9 回）資料 5，p9）。

また、（独）日本原子力研究開発機構が実施したシミュレーション解析により、林縁から 5～10m 程度の堆積有機物除去が林縁の空間線量率の低減に効果的との結果が得られた（環境回復検討会（第 9 回）資料 5，p16）。

○落葉等の堆積有機物除去に加えて堆積有機物残さ除去により林縁の空間線量率はさらに低減

林縁の空間線量率の低減のための最適な除染範囲、除染方法の検証のために実施したモデル事業（福島県大熊町）の結果、落葉等の堆積有機物除去に加えて堆積有機物残さ除去を実施することで林縁の空間線量率はさらに低減した（堆積有機物除去後：4.6 μ Sv/h、堆積有機物残さ除去後：4.0 μ Sv/h）。また、堆積有機物残さ除去の範囲は林縁から5mが効果的であった（環境回復検討会（第9回）資料5，p9）

これらの知見を踏まえ、森林の除染においては、現場の状況に応じて適切な範囲内において落葉等の堆積有機物除去を行います。また、必要に応じて、林縁の立木の枝葉の除去や、堆積有機物残さ除去を行います。

ただし、森林の面積は大きく、広範囲で除染を実施した場合には膨大な除去土壤等が発生することとなります。加えて、除染により表土が露出することで、災害防止等の森林の多面的な機能が損なわれる可能性があります。さらに上述の知見のように放射性セシウムの多くは森林の外に流出せず土壤の表層にとどまっていると考えられますので、周辺に森林を有する居住者の生活環境における放射線量を低減させるために必要な範囲内で除染を行い、むやみに森林の環境を乱さないことが肝要です。

＜落葉等の堆積有機物の除去＞

福島第一原子力発電所事故に伴う放射性セシウムの放出が、震災発生時の平成23年3月に集中したことから、その時点で樹木に葉がなかった落葉広葉樹林については、多くの放射性物質が林床へ降下し、当初は主に落葉等の堆積有機物に存在し、現在では土壤表層にも存在している傾向にあります。また、スギやヒノキ等の常緑針葉樹林においても、時間の経過に伴い降雨や落葉等により放射性物質が林床へ移動し、落葉広葉樹林と同様の傾向が見られる箇所が存在しています。

したがって、周辺に森林を有する居住者の生活環境における放射線量を低減するためには、まずは落葉等の堆積有機物を除去することが効果的と考えられます（図2-65、図2-67、図2-69 参照）。その際、落葉等の堆積有機物の除去の範囲については、基本的な考え方は従来と同じですが、林縁から5～10mの除染が特に効果的との知見も踏まえ、また、以下に示す試験施工等により効果的な範囲を決定します。

<堆積有機物残さ除去>

落葉等の堆積有機物の除去後においても、生活環境における放射線量の低減効果が得られない場合は、必要に応じて林縁から 5m をめやすに竹箒等を使用して堆積有機物残さの除去を実施します。その際、土砂流出防止の観点から草木の根が露出しすぎないように注意します（図 2-66、図 2-68、図 2-69 参照）。



図 2-65 森林の除染の例（落葉等の堆積有機物の除去）



図 2-66 森林の除染の例（堆積有機物残さ除去）



鉄熊手により堆積有機物を除去。



堆積有機物除去後の土表面

図 2-67 落葉等の堆積有機物除去の例

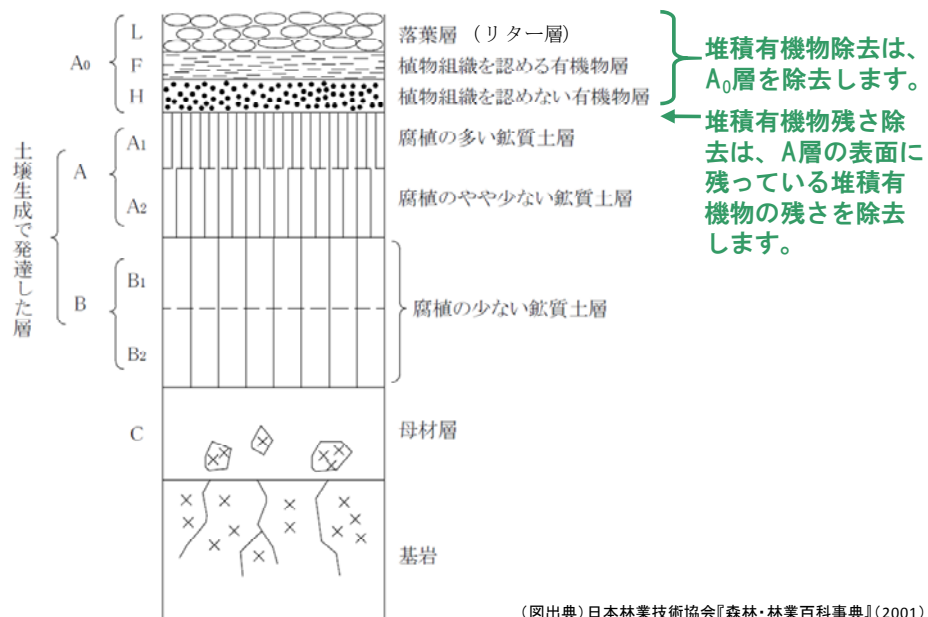


堆積有機物の除去の後に、
竹箒*により残さを除去。
*先端20cm程度をカットし弾力性を確保したもの。



堆積有機物残さ除去後の土表面
(根が露出し始め)

図 2-68 堆積有機物残さ除去の例



(図出典) 日本林業技術協会『森林・林業百科事典』(2001)

図 2-69 落葉等の堆積有機物除去及び堆積有機物残さ除去の除去対象

＜試験施工＞

森林除染の実施にあたっては、必要に応じ対象となるエリアの代表的な箇所で試験施工を実施すること等により、除染の範囲を決定することが推奨されます。試験施工にあたっては、まずは林縁から約 20m までの範囲において、落葉等の堆積有機物の除去を、5m ごとをめやすに段階的に実施し、生活環境における放射線量の低減状況を確認します。また、落葉等の堆積有機物の除去後においても除染効果が得られない場合には、堆積有機物残さの除染を林縁から 5m をめやすに実施し、その効果を確認します。試験施工等により確認した結果に基づき、生活環境の空間線量の低減に有効な範囲（線量の低減率が前の区画と比べて相当程度少なくなった場合は、その一つ前の区画までの範囲）で、必要性や除去土壌等の発生量を勘案し除染の範囲及び除染方法を決定します。（図 2-70、図 2-71 参照）

一般には、林縁から 20m 以上を除染することの線量低減効果は限定的ですが、谷間にある線量が高い居住地を取り囲む森林等については、現在行っている面的な除染を実施した後においても、相対的に当該居住地周辺の線量が高い場合には、必要に応じ、効果的な個別対応を例外的に 20m よりも広げて実施することができます。

なお、落葉等の堆積有機物及びその残さを除去することは、土砂災害防止・土壌保全などの森林機能の損失や、土砂流出による放射性セシウムの再拡散のリスクを高めることにもつながるものであるため、必要に応じて専門家の意見を聞いてください。

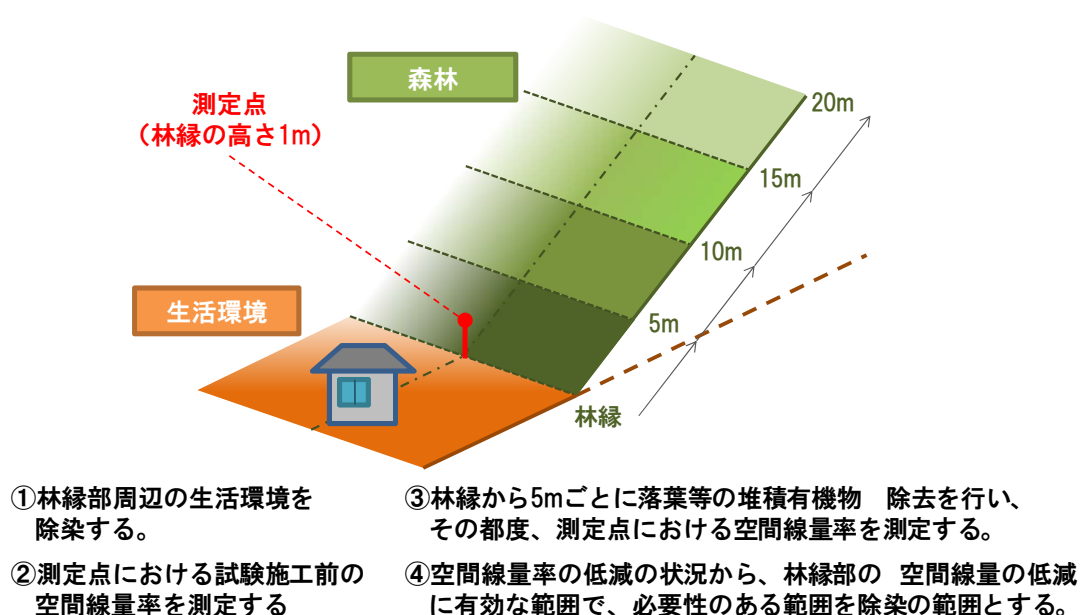


図 2-70 除染の範囲の決定のための試験施工の手順

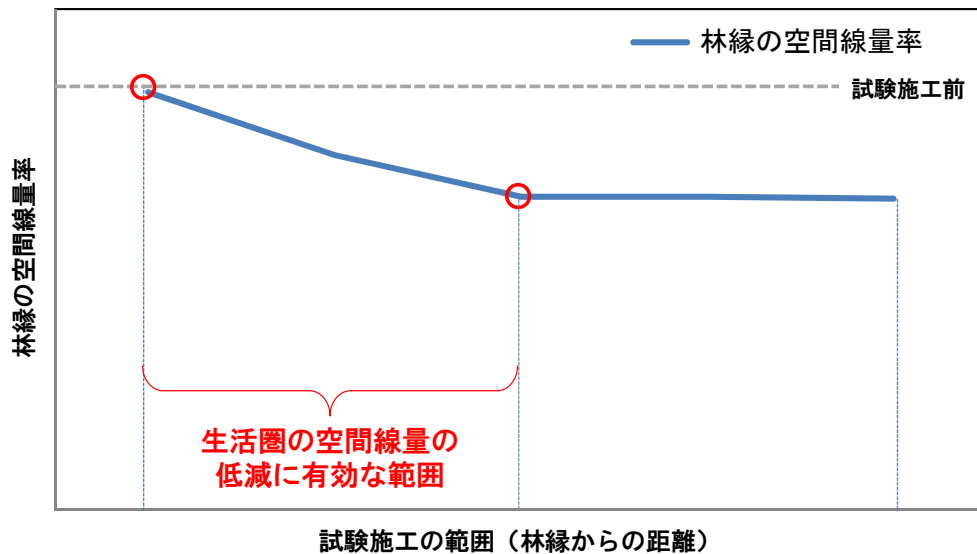


図2-71 効果的な除染の範囲（イメージ）

＜土砂流出防止対策＞

落葉等の堆積有機物やその残さの除去を行う際に土砂流出が懸念される場合、放射線量の低減効果と土砂流出リスクの双方に配慮し、過剰な除去等を実施しないこととします。また、やむを得ず急斜面等において落葉等の堆積有機物やその残さ除去を実施する場合や、実際に除去後に降雨で土壌の流亡がみられた場合には、林縁部など適切な箇所に土のうを並べたり、板柵を設置するなどして、適切に土砂流出防止対策を実施します。

＜立木の枝葉の除去（常緑針葉樹林に限る）＞

福島第一原子力発電所の事故から時間が経過したため、立木の枝葉に付着していた放射性物質の多くは降雨や落葉等により林床へ移動したものと考えられます。

しかしながら、スギやヒノキ等の常緑針葉樹林については、通常3～4年程度かけて落葉することや森林の状態による違いが大きいことから、平成23年頃に比べると少ないですが、まだ枝葉に放射性セシウムが付着している可能性も考えられます。そのため、森林周辺の居住者の生活環境における放射線量に対する林縁部の立木からの寄与度が高いことが考えられる場合には、必要に応じて林縁部について立木の枝葉の除去を行います。特に、林縁部の最も縁の部分は、一般的に着葉量が多く、比較的放射

性セシウムが付着していると考えられます。その場合、立木の成長を著しく損なわないよう、樹冠の長さの半分程度までをめやすに、枝葉の除去を行います（図 2-72 参照）。



提供：伊達市

図 2-72 森林の除染の例（枝葉の除去）

森林の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表 2-50 及び表 2-51 のとおりとします。

表 2-50 森林の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	・ 歩道や建物が隣接している場合は、粉じんの飛散防止のために養生を行います。
刈払い	・ 雑草、灌木等を、チェーンソー、肩掛け式草刈機等により刈払を行います。

表 2-51 森林の除染の方法と注意事項

区分	除染の方法と注意事項
堆積有機物の除去	・ 落葉等の堆積有機物を、熊手等で除去します。 ・ 除去作業で発生する浮遊粒子を吸入しないようにマスクを着用します。
堆積有機物残さの除去	・ 堆積有機物を除去した後、生活環境における放射線量の低減効果が得られない場合、その残さを竹箒等で除去します。 ・ 除去作業で発生する浮遊粒子を吸入しないようにマスクを着用します。
枝葉の除去 (常緑針葉樹林に限る。)	・ 生活環境における放射線量に対する林縁部の立木からの寄与度が高いと考えられる場合、樹木の生育に著しい影響が生じない範囲で、林縁部の立木の枝葉の剪定や枝打ちを行い、切り落とした枝葉を回収します。 ・ 林縁部の最も縁の部分は、一般的に着葉量が多く、比較的放射性物質が付着している可能性があることから、樹冠の長さの半分程度までをめやすに枝葉の除去を行います。 ・ 除去作業で発生する浮遊粒子を吸入しないようにマスクを着用します。
土砂流出防止対策	・ 林縁部など適切な箇所に土のうや板柵等を設置すること等により、土砂の流出を防ぎます。

4. 作業後の措置

作業後の措置として、除染作業によって生じた除去土壌等の取扱い及び用具の洗浄等について、以下に記載します。

(1) 除去土壌等の取扱い

除去土壌等については、適切に取扱い、現場保管もしくは仮置場等へ運搬します。

具体的な除去土壌の取扱いの方法は「Ⅱ. 4. (1) 除去土壌等の取扱い」を参照してください。

なお、草木の取扱いにあたっては、必要に応じて、破碎、圧縮減容や乾燥等の前処理を行うことによって、運搬や保管を効率的に行うことができます。

(2) 用具の洗浄等

除染に用いた機器の作業後の取扱いについては、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」^{*5}を参照してください。

具体的な用具の洗浄等の方法は「Ⅱ. 4. (3) 用具の洗浄等」を参照してください。

5. 事後測定と記録

除染の効果を確認するために、除染作業終了後における空間線量率等を測定し、除染作業開始前に測定した空間線量率等と比較します。空間線量率等の測定にあたっては、「2.（1）測定点の決定」の表 2-45 に示した各測定点について、「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」に示した測定方法に沿って行います。

また、各測定点における空間線量率等に加えて、除染作業の情報についても記録し保存します。

表 2-52 草木の除染における事後測定と記録

空間線量率等の測定	・ 各測定点における空間線量率等を測定します。 ・ 事前測定と同じ箇所、できるだけ同じ条件で測定を行います。 ・ 測定機器は、事前測定で用いた機器となるべく同じものを用います。
記録保存	・ 各測定点における空間線量率等、除染作業を行った箇所、除染日、除染者名、対象物の種類、除染方法、除染面積（土壌等）、除去土壌等のおおよその重量及び保管・処理状況。 ・ 除染に使用した用具と使用後の処理方法。 ・ 除去土壌の保管に係る記録項目の詳細は「第 4 編 除去土壌の保管に係るガイドライン」を参照してください。

VI. 河川・湖沼等における除染等の措置

ここでは、河川・湖沼等における除染等の措置について説明します。

河川・湖沼等における除染等の措置の基本的な考え方は以下のとおりです。

河川・湖沼等については、一般的には水の遮へい効果があり、周辺の空間線量率への寄与が極めて小さいため、水が干上がった場合等に、水の遮へい効果が期待できず、放射性セシウムの蓄積により空間線量率が高く、かつ、一般公衆の活動が多い生活圏に該当すると考えられる箇所について、必要に応じ、除染を実施する。

上記を踏まえ、以下の２種類について、除染等の措置の具体的な考え方を示します。

ア. 河川敷に存在する一般公衆の活動が多い施設等

イ. 河川・湖沼等の底質

ア. 河川敷に存在する一般公衆の活動が多い施設等の除染等の措置

河川・湖沼等の区域内のうち、河川敷に存在する一般公衆の活動が多い施設（公園やグラウンドといった河川敷の一部を占用した公共施設など）等においては、空間線量率を周辺の生活圏と比較した上で、必要に応じ、生活空間の一部として、本ガイドラインで既述の「Ⅱ. 建物等工作物」「Ⅲ. 道路」「Ⅳ. 土壌」「Ⅴ. 草木」のいずれかの除染等の措置を実施します。具体的な実施方法については、対象物に応じて表 2-53 で示す箇所を参照ください。また、上記の箇所において、降雨による出水後に、放射性セシウムの蓄積により空間線量率の著しい上昇が認められた場合には、対応の必要性及びその手法について検討します。

表 2-53 河川敷に存在する一般公衆の活動が多い施設等の除染等の作業における具体的な実施方法の参照箇所

対象物	参照箇所
柵・塀、ベンチや遊具等	Ⅱ. 3 (4) 柵・塀、ベンチや遊具等の除染
コンクリート、アスファルト等で舗装された部位	Ⅲ. 3 (1) 舗装面等の除染
地表面が土等の部位	Ⅲ. 3 (2) 未舗装の道路の除染 Ⅳ. 3 (1) 校庭や園庭、公園の土壌の除染
地表面が芝地の部位	Ⅴ. 3 (1) 芝地の除染

イ. 河川・湖沼等の底質の除染等の措置

前述の基本的な考え方に基づいた、河川・湖沼等の底質の除染等の措置の具体的な考え方は以下のとおりです。

河川：河川の底質は、河川敷に比べて放射性セシウム濃度は低い傾向があることに加え、水の遮へい効果があることから、生活圏の空間線量率への寄与が小さいため、除染は実施しません。

湖沼：湖沼の底質は、細粒粒子の蓄積により放射性セシウム濃度が河川の底質より高くなる傾向がありますが、水の遮へい効果があり、生活圏の空間線量率への寄与が小さいことから、除染は実施しません。なお、長期的には底質表面は新しい堆積物に埋もれて濃度が減少する可能性も考えられます。

ダム・ため池：ダム・ため池の底質については、水の遮へい効果があり、生活圏の空間線量率への寄与が小さいことから、基本的に除染は実施しません。なお、長期的には底質表面は新しい堆積物に埋もれて濃度が減少する可能性も考えられます。

ただし、住宅や公園など生活圏に存在するため池で、一定期間水が干上がることによって、周辺の空間線量率が著しく上昇する場合には、必要に応じ、生活空間の一部として、除染を実施します。

以上のとおり、河川・湖沼等の底質については、「住宅や公園など生活圏に存在するため池で、一定期間水が干上がることによって、周辺の空間線量率が著しく上昇する場合」が除染の対象となります。河川・湖沼等の底質のうち、ため池の底質のみを除染対象としているのは、一部の生活圏に存在するため池では非かんがい期等に水が干上がる場合が想定されるためです。

以上の考え方に基づき、ここでは上記「イ. 河川・湖沼等の底質」のうちのため池の底質の除染等の措置に関し、時系列に沿って、1. 準備、2. 事前測定、3. 除染方法、4. 作業後の措置、5. 事後測定と記録について説明します。

ため池の底質の除染等の措置の基本的な流れは図 2-73 のとおりです。

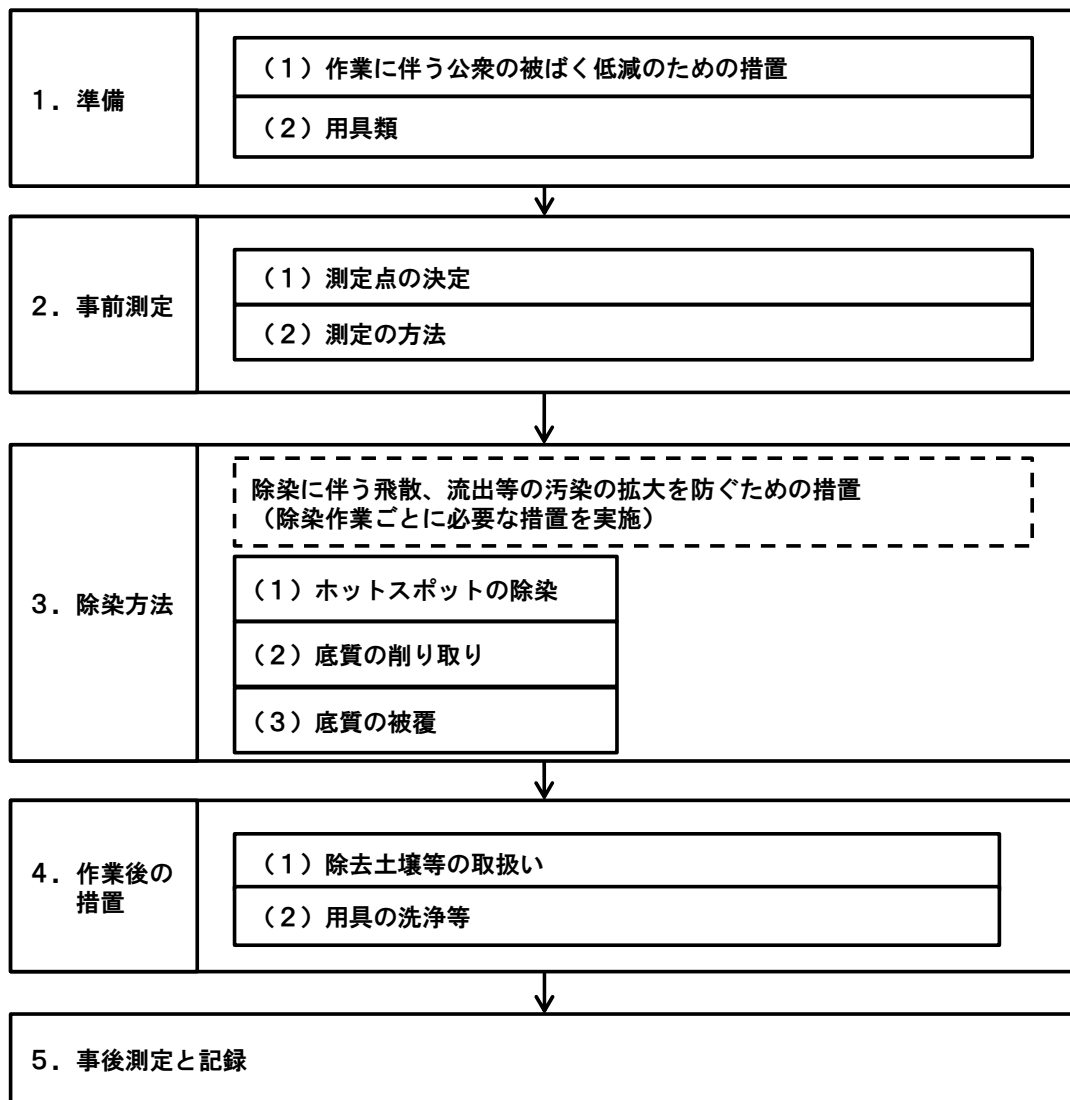


図 2-73 ため池の底質の除染等の措置の基本的な流れ

■水による遮へい効果について

底質の放射性セシウム濃度が高い場合でも、水による遮へい効果により底質からの放射線は遮へいされ、放射線被ばくに与える影響は極めて小さい。

水による γ 線の遮へい効果（点線源に対する遮へい効果）については、以下のよう
に、水深 30cm で約 50%、水深 60cm で約 90%の遮へい効果が確認されている。

- ・水の厚さが 10cm の場合：約 10%の遮へい効果
- ・水の厚さが 30cm の場合：約 50%の遮へい効果
- ・水の厚さが 60cm の場合：約 90%の遮へい効果
- ・水の厚さが 1m の場合：約 99%の遮へい効果

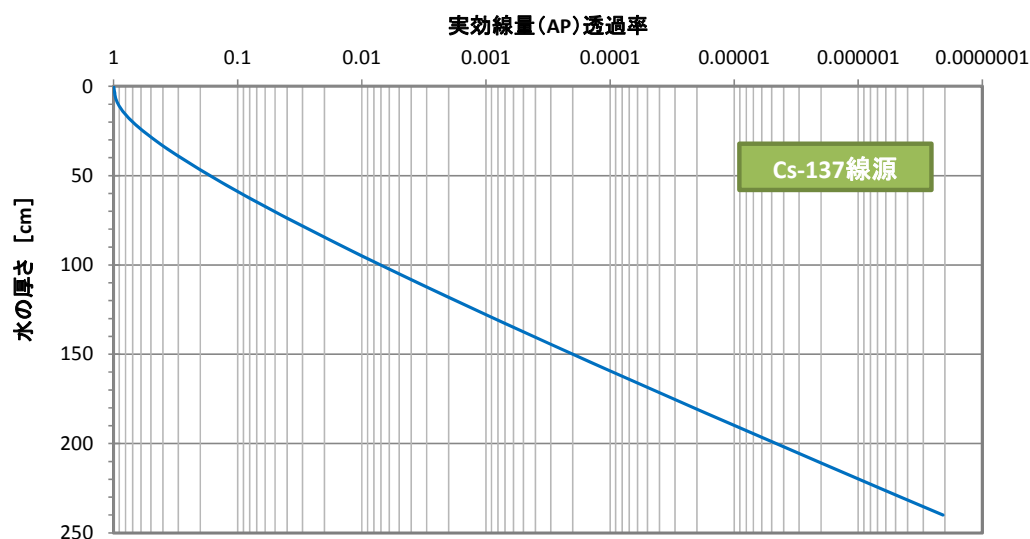


図 2-74 水の厚さ（深さ）に応じた遮へい効果

面線源からの放射線量に係る試算によると、1 万 Bq/kg の底質が水深 1m に存在する場合、水面付近における空間線量率は、水がないと $2.3 \mu\text{Sv/h}$ であるが、水があることで $0.00075 \mu\text{Sv/h}$ （99.9%以上の遮へい効果）となる。^{*14}

（環境回復検討会（第 12 回）資料 2，p10）

1. 準備

除染作業を行う前には、除染作業に必要な機器の準備に加えて、除染に伴い発生する粉じんを吸い込むこと等による公衆や作業者の被ばくの防止等、安全を確保するための準備をしておくことが必要です。このうち、作業者の安全確保に必要な措置については、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」*⁵を参照してください。

(1) 作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置

ため池の底質の除染等の作業に伴う公衆の被ばくの低減のため、表 2-54 に示す措置を実施します。

表 2-54 ため池の底質の除染等の作業に伴う公衆の被ばくの低減のための措置

立ち入り制限	・ 不特定多数の人が立ち入ることが想定される場合には、作業場所にみだりに近づかないように、カラーコーンあるいはロープ等で囲いをして、人や車両の進入を制限します。(図 2-4 参照) ・ 除染作業に伴って放射性物質が飛散する可能性がある場合には、除染範囲の周りをシート等で囲うか、飛散防止のための水を撒くなどして、そのエリアにロープ等で囲いをします。
標識	・ 不特定多数の人が立ち入ることが想定される場合には、除染作業中であることがわかるように、看板等を立てます。(図 2-4 参照)

(2) 用具類

除染対象や作業環境に応じて、除染等の措置及び除去土壌等の回収のために必要な用具類を用意します。

ため池の底質の除染用具の例として、表 2-55 に示すものが想定されます。

表 2-55 ため池の底質の除染用具の例

一般的な用具の例	草刈り機、ハンドシャベル、草とり鎌、ホウキ、熊手、ちりとり、トンダ、シャベル、スコップ、レーキ、表土削り取り用の小型重機、ごみ袋（可燃物用の袋、土砂用の麻袋（土のう袋）、大型土のう、フレキシブルコンテナ等）、集めた除去土壌等を現場保管又は仮置場に運ぶための車両（トラック、リアカー等）、ハシゴ
底質の削り取りの用具の例	トラクター、バーチカルハロー等アタッチメント、リアブレード、フロントローダ、グレーダー、クレーン、バキュームカー、草刈り機、削り機、ハンマーナイフモア、ブルドーザー、油圧シャベル、バックホウ
底質の被覆を行う場合の用具の例	自走転圧ローラー、転圧用ベニヤ板、散水器具、ブルドーザー、油圧シャベル

2. 事前測定

除染作業による除染の効果を確認するために、除染作業開始前と除染作業終了後における空間線量率^{*2}や除染対象の表面汚染密度（空間線量率と表面汚染密度をあわせて「空間線量率等」という）を測定します。具体的には、ため池において通常の管理により一定期間水が干上がって周辺の空間線量率が著しく上昇していると考えられる場合、生活空間としての代表的な場所や、生活空間の放射線量への寄与が大きいと考えられる比較的高い濃度で汚染された場所等について、除染作業開始前と除染作業終了後において、同じ場所・方法で空間線量率等を測定し、その結果を記録します。ここでは、除染作業開始前に行う空間線量率等の測定の方法について示します。

なお、除染作業中に除染対象の汚染の程度の減少具合を把握する際にも、対象物の表面汚染密度等を適宜測定することがあります。このような測定については、「3. 除染方法」の中で別途説明します。

（1）測定点の決定

除染作業前に、空間線量率等を測定する測定点を決め、測定対象の範囲、測定点、目印になる構造物等を描き入れた略図を作成します（図2-75 参照）。

測定点は、除染対象となるため池の区域及びその周辺の生活圏における平均的な空間線量率を把握するためのもの（測定点①）と、除染対象の汚染の程度を確認するためのもの（測定点②）があります。

測定点①については、一般公衆の活動が多い生活空間を中心に決定します。この際、生活空間の放射線量への寄与が比較的小さいいわゆるホットスポットやその近傍については、その場所で近隣居住者等の一般公衆が比較的多くの時間を過ごすことが想定されない場合は、測定点から外します。

ため池で想定されるホットスポットとしては、取水口や流入口の近辺といった場所が挙げられます。

測定点②については、基本的に除染対象の表面の汚染の程度を測定するためのもので、生活空間の放射線量への寄与が大きいと考えられる比較的高い濃度で汚染された場所等を考慮して決定します。

具体的な方法は、表 2-56 のとおりとします。

表 2-56 ため池の底質の除染における空間線量率等の測定点の考え方

測定点	測定点①	測定点②
測定対象	生活空間における空間線量率	除染対象の表面汚染密度等
測定点の考え方	- 空間線量率の分布が把握できるような間隔で測定点を設定します。 - ため池が干上がった場合に生活圏の空間線量率に著しく影響を及ぼしていると考えられる場合は、底質が露出した機会に、ため池の外周部のうち生活圏において 20～50m 程度につき 1 点で測定します。略図作成例については以下に示す図 2-75 を参照ください。	干上がったため池内で、ため池周辺の生活圏の空間線量率に影響を及ぼすと考えられる区域において、20～50m 程度につき 1 点で測定します。

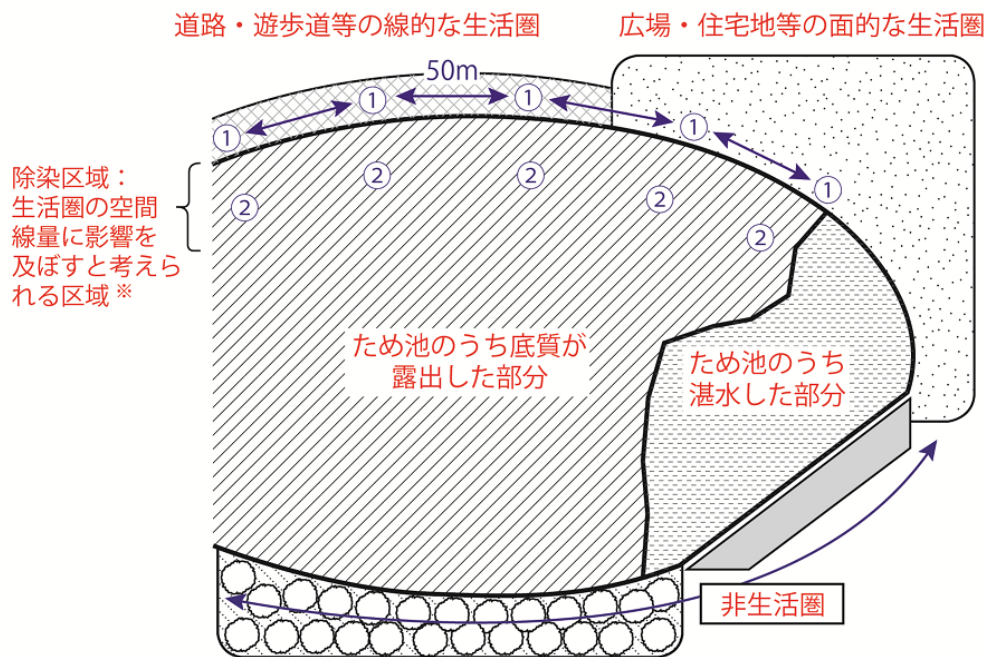


図 2-75 ため池の底質の除染等の措置における測定点の記録略図の例

- ①：生活空間の汚染の状況
②：除染対象の汚染の状況（表面汚染密度、表面線量率）

※除染実施後のため池における水の流出入により、将来的に周辺的生活環境の空間線量率への影響が大きくなると考えられる場合には、必要に応じ、適切な範囲のため池の底質の除染を実施することができ、測定点は除染区域に応じて配置する必要があります。

(2) 測定の方法

測定点①において空間線量率を測定する場合は、シンチレーション式サーベイメータ等のガンマ線を測定できる測定機器を使用します。

一方、測定点②において表面または表面近くの汚染の程度を測定する場合は、バックグラウンドの放射線の影響を受けないようにするため、ベータ線を測定できる GM サーベイメータを使用することが推奨されますが、ガンマ線を測定できる線量計を用いて測定することも可能です。例えば、対象地点の汚染の程度により特化して確認するため、コリメータを使用して外部からのガンマ線を遮へいした条件で測定する方法があります。これ以外にも、例えば、測定点の表面、50cm、1m の高さの位置で測定した空間線量率から除染対象の汚染の程度を把握するとともに、除染終了後に同じ位置で測定した結果と比較することにより、除染の効果を確認することが可能です。

除染作業前後における同一の測定点での測定には、基本的に同一の測定機器を用います。

測定ポイントが多い場合には、適宜、これまでに自治体等が実施した測定結果等を活用します。

具体的な方法は、「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」の「6. 測定機器と使用方法」を参照してください。

3. 除染方法

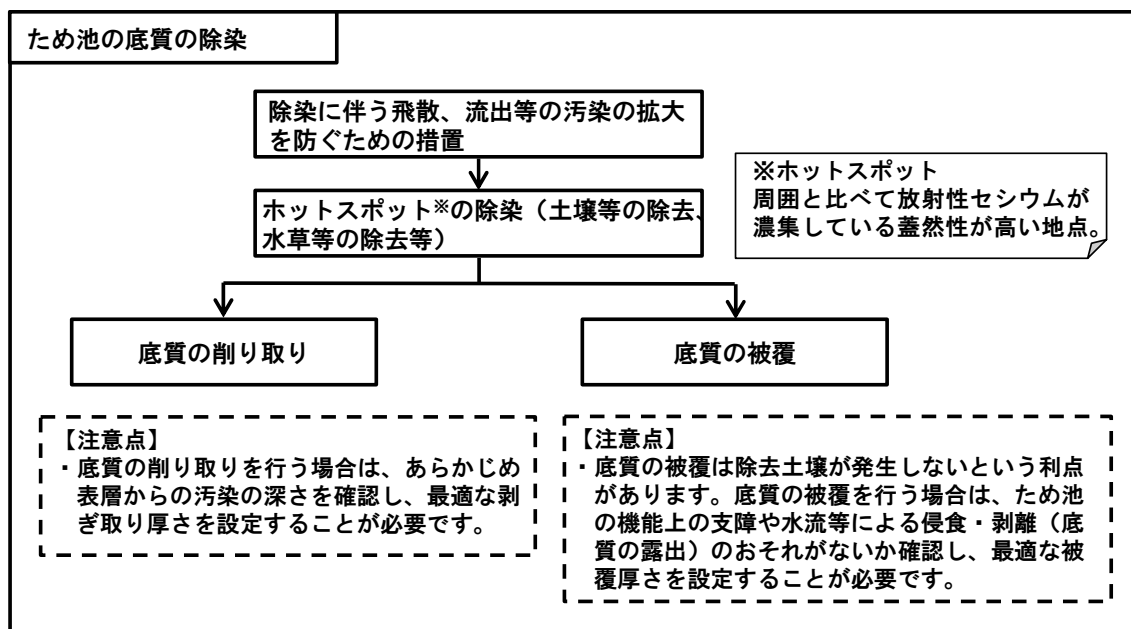


図2-76 ため池の底質の除染の基本的な流れ

ため池の底質の除染を行う場合、まず、事前に必要な措置として、除染に伴う飛散、流出等の汚染の拡大を防ぐ措置を講じます。

以上の措置を講じた後、ホットスポットの底質あるいは水草等の除去を行います。

それでも除染効果が見られない場合は、放射性セシウムが留まっている底質を削り取る方法が考えられます。底質の削り取りを行う場合は、表層よりも下方に放射性セシウムがより多く存在している可能性があることを踏まえつつ、除去土壌等の発生量が過大にならないように、削り取る土壌の厚さを適切に選定することが重要です。そのため、ため池内の適切な箇所において、まず小さい面積（外部からの放射線の影響をなるべく受けずに土壌の表面汚染密度等を測定できる程度の面積）について、表面汚染密度等を測りながら表土を数 cm 程度ずつ削り取り、削り取るべき厚さを決定することが推奨されます（図2-52②③④参照）。また、削り取りの実施に当たっては、土壌の種類や含水量に応じて、比較的簡単に削り取り厚さを制限できる固化剤を用いた方法も有効です。

ため池の機能上の支障や水流等による被覆の侵食・剥離（底質の露出）のおそれがない場合は、底質を被覆する（放射性セシウムを含む上層の土を放射性セシウムを含まない土等で覆う）方法も考えられます。底質を削り取るわけではないため、除去土壌が発生しないという利点があります。底質の被覆を行う場合は、被覆する厚さが過大にならないように、遮へいを目的とした被覆厚さを適切に選定することが重要です。

また、底質の削り取り・被覆のいずれも、周辺の生活環境の空間線量率の低減に有効な範囲で除染を実施する必要があります。ただし、除染実施後のため池における水の流出入により、将来的に周辺の生活環境の空間線量率への影響が大きくなると考えられる場合には、必要に応じ、現時点では周辺の生活環境の空間線量率への影響がない地点も含め、ため池内での底質の移動の可能性も考慮して適切な範囲のため池の底質の除染を実施することができます。

各段階で、測定点①における空間線量率を測定し、1m の高さの位置（幼児・低学年児童等の生活空間を配慮し、小学校以下及び特別支援学校の生徒が主に使用する芝生等では測定点から 50cm の高さの位置でも構いません）での空間線量率が毎時 0.23 マイクロシーベルトを下回っていれば、それ以上の除染は原則として行いません。

ため池の底質の除染にあたって事前に必要な措置及び具体的な除染方法と注意事項は、表 2-57 及び表 2-58 のとおりとします。

表 2-57 ため池の底質の除染にあたって事前に必要な措置

区分	除染の方法と注意事項
飛散防止	・ 歩道や建物が隣接している場合は、粉じんの飛散防止のために養生を行います。 ・ 乾燥した土壌について表土削り取りを行う場合等、土ぼこりの飛散防止措置を講じます。その方法として、事前に固化剤等を散布し土壌の表面を固化させる方法等があります。

表 2-58 ため池の底質の除染の方法と注意事項

区分	除染の方法と注意事項
ホットスポットの除染	・ ため池の底質（表層土）や水草等を、ゴム手袋をはめた手やスコップ等で除去します。その際、表面汚染密度等を測りながら表土を数 cm 程度ずつ削り取り、除去すべき厚さを決定することが推奨されます。
底質の削り取り・除去	・ 底質の削り取りを行う場合は、あらかじめ表層からの汚染の深さを確認し、最適な剥ぎ取り厚さを設定することが必要です。そのため、ため池内の適切な箇所において、まず小さい面積について、表面汚染密度等を測りながら表土を数 cm 程度ずつ削り取り、削り取るべき厚さを決定することが推奨されます。 ・ バックホウ等により底質の削り取りを行います。 ・ あらかじめ石灰を散布すること等によって、表土の取り残しの確認を行うことができます。
底質の被覆	・ 再び湛水した後に水流等により底質が露出し被覆の効果が損なわれないよう留意しながら、放射性セシウムを含まない土等で底泥を被覆します。

4. 作業後の措置

作業後の措置として、除染作業によって生じた除去土壌等の取扱い及び用具の洗浄等について、以下に記載します。

(1) 除去土壌等の取扱い

除去土壌等については、適切に取扱い、現場保管もしくは仮置場等へ運搬します。

具体的な除去土壌の取扱いの方法は「Ⅱ. 4. (1) 除去土壌等の取扱い」を参照してください。なお、ため池の除染等の措置により発生する除去土壌等は水分を多く含んでいる可能性が高いため、可能な範囲で適切な水切りや乾燥等の措置を行うことが必要です。水切り等を行う場合に発生する排水についても「Ⅱ. 4. (2) 排水の処理」を参照し、排水の濁りが多い場合は排水の処理を行い、排水中の粒子分を除去することが肝要です。

また、草木の取扱いにあたっては、必要に応じて、破碎、圧縮減容や乾燥等の前処理を行うことによって、運搬や保管を効率的に行うことができます。

(2) 用具の洗浄等

除染に用いた機器の作業後の取扱いについては、厚生労働省の「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」及び「除染等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」^{*5}を参照してください。

具体的な用具の洗浄等の方法は「Ⅱ. 4. (3) 用具の洗浄等」を参照してください。

5. 事後測定と記録

除染の効果を確認するために、除染作業終了後における空間線量率等を測定し、除染作業開始前に測定した空間線量率等と比較します。空間線量率等の測定にあたっては、「2.（1）測定点の決定」の表2-56に示した各測定点について、「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」に示した測定方法に沿って行います。

また、各測定点における空間線量率等に加えて、除染作業の情報についても記録し保存します。

ため池の底質の除染における事後測定と記録の要領は表2-59のとおりです。

表2-59 ため池の底質の除染における事後測定と記録

空間線量率等の測定	・各測定点における空間線量率等を測定します。 ・事前測定と同じ箇所、できるだけ同じ条件で測定を行います。 ・測定機器は、事前測定で用いた機器となるべく同じものを用います。
記録保存	・各測定点における空間線量率等、除染作業を行った箇所、除染日、除染者名、対象物の種類、除染方法、除染面積（土壌等）、除去土壌等のおおよその重量及び保管・処理状況。 ・除染に使用した用具と使用後の処理方法。 ・除去土壌の保管に係る記録項目の詳細は「第4編 除去土壌の保管に係るガイドライン」を参照してください。

■除染以外の取組について

河川・湖沼等の利用目的は多岐にわたり、事故由来の放射性物質の影響により、様々な課題が生じていることから、今後の河川・湖沼等の対応において当面は、除染等の措置の他、以下のような取組も実施していきます。

(1) 長期的視点からの調査研究

河川・湖沼等において、現時点で人への直接的な影響が考えられない場合においても、河川・湖沼等の流域全体における放射性セシウムの動態等について、関係主体が相互に有機的に連携して、モニタリングを継続するとともに長期的な視点から調査・研究を実施します。加えて、得られた知見の集約・統合に向けた枠組みを整備していくことが必要です。

このため、具体的には、以下の分野における調査・研究を進めていきます。

○環境モニタリングの継続と精緻化

- ・河川・湖沼等における水質・底質・土壌等の放射性セシウム濃度のモニタリングの継続
- ・長期的な環境動態把握のため精緻な水質モニタリングの実施

○流域圏における放射性セシウムの長期的な動態把握

- ・河川・湖沼等の媒体（水、土壌等）における放射性セシウムの流入、移動、蓄積、流出等

○放射性物質の動態のモデル化とその活用

- ・モデル化によるモニタリングの補完
- ・放射性物質の挙動に係るシミュレーションによる将来予測

○生活圏の空間線量率の低減に資する効果的・効率的な対策手法の評価 等

(2) 内部被ばく対策

水質の放射性セシウム濃度は概ね不検出（表 2-20 参照）ですが、河川・湖沼等に存在する放射性セシウムに由来する、食品や飲料水を通じた内部被ばくに対する懸念については、既にさまざまな取組を通じた対策が図られています。

具体的には、食品については、食品検査体制の構築、食品の出荷制限等によって、また飲料水については、浄水場の処理過程における適切な濁度対応、水質検査によって、継続的な対策が実施されています。

(3) リスクコミュニケーション

河川・湖沼等を利用したレクリエーション活動が自粛されている現実が多くあることや飲料水に対する不安があることなどに留意し、関係者の正しいリスク認識の醸成に資するよう、継続的に河川・湖沼等における放射性セシウムの汚染状況やそれによるリスク等の知見を更に集約していくとともに、その活用方法の検討を行っていきます。また、それらを正しくわかりやすく伝えることで、関係者間のコミュニケーションを進めていきます。

(4) ため池における「営農再開・農業復興に向けた対策」

福島県内の一部の市町村にあるため池においては、本ガイドラインが対象とする除染とは別に、営農再開に影響があり、対策が必要な場合には、震災以前の用水利用や維持管理の状況を踏まえつつ、営農再開のスケジュールに合わせて最適な取組が実施される場合があります。詳細は農林水産省にお問い合わせください。

コラム：ガンマカメラについて

除染に関する新技術としてガンマカメラがあります。ガンマカメラとは、カメラで撮影した画像と放射性物質が放射する放射線（ガンマ線）の線量の測定分布を重ね合せ、放射線量の高低を色分けして画像で確認できるカメラです。ガンマカメラは、目に見えない放射線を可視化できることから、除染事業の内容や効果の説明、仮置場の安全性に関する説明等をよりわかりやすく実施することができます。そのため、地域住民の方々とのリスクコミュニケーションの場での活用が考えられます。



使用例

図2-77 ガンマカメラの例

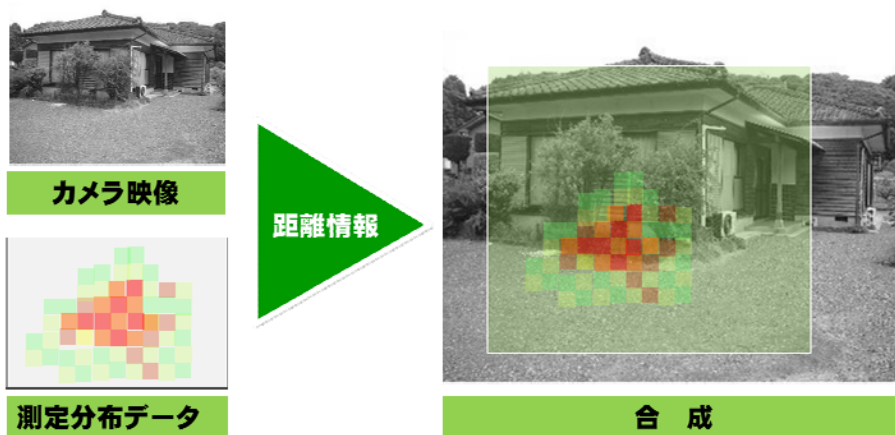


図2-78 ガンマカメラ画像作成イメージ

(除染実施現場の放射性物質の分布を視覚的に確認できます。)

文末脚注

- *1 : 福島第一原発事故によって放出された放射性物質による追加被ばく線量。
- *2 : 空間線量率とは、対象とする空間の単位時間当たりの放射線量のことで、空気吸収線量率とも呼ばれ、表示単位は一般的に nGy/h (ナノグレイ/時) や μ Sv/h (マイクロシーベルト/時) である。空間線量率は外部被ばくの程度を示す指標であるので、健康保護の観点からは、追加被ばく線量を把握することができる空間線量率の測定が適当である。また、汚染は一樣ではないため全体の汚染の状況を確認するためには数多くの測定が必要となるが、空間線量率の測定であれば携帯可能な測定機器も用意されており、短時間に直接測定することができることから、測定数が多い場合にも比較的容易に対応可能である。以上のことから、除染効果の確認にあたっては原則として空間線量率を採用することが適当である。ただし、空間線量率は通常、物質を透過しやすいガンマ線を測定するため、測定部位の周りに存在する放射性物質からの放射線や大地からの自然放射線も検出しやすい (バックグラウンドの影響を受けやすい) ことから、除染対象の表面や内部の汚染状況の確認には適さない。放射性物質が比較的多く付着している汚染場所を絞り込む場合等、除染対象表面の汚染状況を確認する際には、バックグラウンドの影響を受けにくい、透過力の小さいベータ線を測定する方法が適している。
- *3 : 主として、年間の線量が 1 ミリシーベルトから 20 ミリシーベルトの地域での除染作業を対象としている。当該地域では、現在、汚染の要因となっている事故由来放射性物質のほとんどは Cs-134 及び Cs-137 と考えられることから、除染の対象とする放射性物質は放射性セシウムを基本とするが、福島第一原子力発電所の近傍等、他の放射性物質によっても汚染されている可能性がある地域については、必要に応じて放射性セシウム以外の放射性物質も除染の対象とする必要がある。
- *4 : 半減期とは、放射性物質が崩壊して半分になるのに必要な時間のこと。Cs-134 は 2 年で半減するが、Cs-137 は半減するまでに 30 年かかる。

図 2-77 は、放射性セシウムによる空間線量率が減少する様子を Cs-134 と Cs-137 に分けて示したものである (事故直後の Cs-134 : Cs-137 = 1 : 1 とした場合)。図の横軸は事故からの経過年数を表す。事故直後、Cs-134 の空間線量率 (Sv/h) は Cs-137 よりも 2 倍以上高くなることが図よりわかる。これは、Cs-134 から放出されるガンマ線の数に Cs-137 よりも多く、その結果として人体に与える影響が 2 倍以上大きくなるため

である。また、初期のうちにはCs-134が急速に減少するために放射性セシウム全体の減少が早くなる。

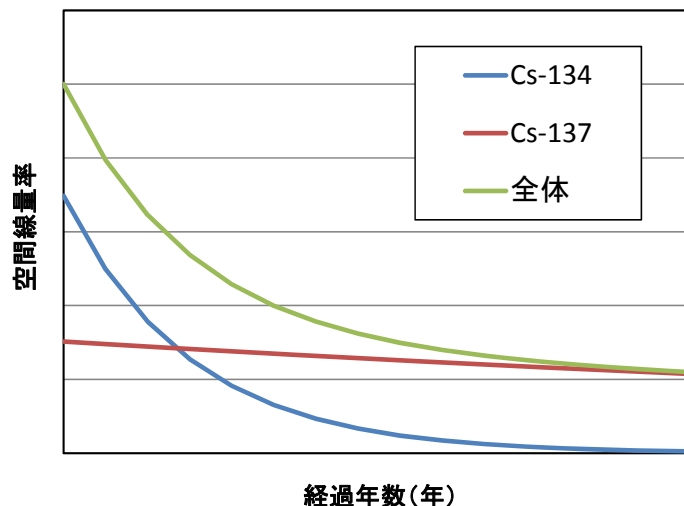


図2-79 Cs-134とCs-137の放射線量の減少

*5 : 最終改正版の内容についてはそれぞれ以下を参照。

「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」

<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H23/H23F19001000152.html>

「除染等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」

<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000029897.html>

*6 : 土壌中の放射性セシウム濃度は、バックグラウンドのガンマ線の影響を受けないよう遮へいの施された検出器内で測定する必要がある、既知の放射エネルギーの標準線源を用いて校正したゲルマニウム半導体検出器を用いるのが一般的である。したがって、現場で短時間かつ直接的に測定することは困難であり、空間線量率の測定に比べて測定に手間を要する。

*7 : 通常、水田の場合は表面から15 cm、畑地の場合は表面から15～30 cmの深度。

*8 : 3～5 cmの表土削り取りで、土壌中の放射性セシウム濃度が75～90%以上低減との結果が得られている（農地土壌の放射性物質除去技術（除染技術）について（平成23年9月14日付け農林水産省プレスリリース））。

- *9 : 土壌の種類により土壌中の放射性セシウム濃度が3～7割低減との結果が得られている（農地土壌の放射性物質除去技術（除染技術）について（平成23年9月14日付け農林水産省プレスリリース））。
- *10 : 30 cmの反転プラウを用いた場合で、表層の放射性セシウムが深さ15 cmから20 cmの層に入り、表層の濃度が低下との結果が得られている（農地土壌の放射性物質除去技術（除染技術）について（平成23年9月14日付け農林水産省プレスリリース））。
- *11 : 例えば、4 cmの表土削り取りにより、10aあたり約40m³の除去物（土壌）が発生する。
- *12 : 農地土壌の放射性物質除去技術（除染技術）について（平成23年9月14日付け農林水産省プレスリリース）をもとに記載。
- *13 : 平成23年度に林野庁で実施した除染実証試験においては、針葉樹林の人工林内の中腹に設置した調査点を中心に、堆積有機物層の除去を段階的（1m×1m、2m×2m、4m×4m、8m×8m、12m×12m）に実施した結果、調査点の高さ1mの空間線量率は除染前の0.77 μ Sv/hから0.57 μ Sv/hまで低減した。また、空間線量率低減シミュレーションの結果においては、森林の種類にもよるが、落葉等の除去範囲は20mを超えると除染効果が低減することが分かった（農林水産省：森林内の放射性物質の分布状況及び分析結果について（中間とりまとめ）（平成23年9月30日））。
- *14 : 放射性セシウムを含む河川・湖沼等の底部土壌（厚さ：60cm、放射性セシウム濃度：1万Bq/kg）の上部に1mの水が存在する場合と水がない場合の外部被ばく線量を評価した。その際、底部土壌面積の違いにより外部被ばく線量換算係数に有意な差がでないよう、評価体系は半径500mの円柱状とし、評価位置は円柱上面（水面）の中心から1cm上部とした。また、底部土壌のかさ密度は、土粒子の真密度（2.67g/cm³）、水の密度（1.00g/cm³）、含泥率（77.7%）を用いて、1.94g/cm³とするとともに、放射性セシウムの存在比は、福島第一原発事故の3年後を想定し、Cs-134/Cs-137=0.391とした。

参考資料

環境省除染チーム「国及び地方自治体がこれまでに実施した除染事業における除染手法の効果について」（平成 25 年 1 月）

(<http://josen.env.go.jp/material/pdf/effects.pdf>)

(独)日本原子力研究開発機構、福島大学「福島大学附属中学校校庭および幼稚園園庭における表土剥離・埋設および客土施工前後の放射線線量率の比較調査」（平成 23 年 7 月 27 日）

(<http://www.jaea.go.jp/jishin/kiji/kiji110810.pdf>)

原子力災害対策本部「市町村による除染実施ガイドライン」（平成 23 年 8 月 26 日）

(<http://www.meti.go.jp/press/2011/08/20110826001/20110826001-6.pdf>)

文部科学省、(独)日本原子力研究開発機構「学校等における放射線測定の手引き」（平成 23 年 8 月 26 日）

(<http://www.city.ome.tokyo.jp/kankyo/documents/gakou.pdf>)

文部科学省、(独)日本原子力研究開発機構「放射線測定に関するガイドライン」（平成 23 年 10 月 21 日）

(http://www.kantei.go.jp/jp/tyoukanpress/201110/__icsFiles/afieldfile/2011/10/21/21shiryou02.pdf)

内閣府原子力被災者生活支援チーム「除染技術カタログ」（平成 23 年 11 月 22 日）

(<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/20111122nisa.pdf>)

農林水産省 農林水産技術会議「農地土壌の放射性物質除去技術（除染技術）について」（平成 23 年 9 月 14 日）

(<http://www.s.affrc.go.jp/docs/press/pdf/110914-10.pdf>)