

C-3：土地表面の被覆（上下層の土の入替，芝等の被覆）

除染の概要

上下層の土を入れ替えることにより，表土にあった（下層に移った）放射性セシウムを下層にあった（表土となった）汚染のない土で被覆する（天地返し）。汚染のない土層が，下層に移った放射性セシウムを遮へいするので，他に保管場所を確保しなくても被ばく線量を低減することができる。

計画的避難区域のような比較的線量率の高い土壤に芝等を植栽することで，土壤の除去等の恒久的な対策までの間の表層の汚染土壤の拡散を抑制するとともに，恒久的対策を行う際の作業員の外部被ばく低減が期待され，作業性の向上を図ることができる。芝等は，恒久的な対策（土壤の除去等）の際に剥ぎ取り，除去物として適切に取り扱う。

除染方法

①上下層の土の入替

10cm の表層土を底部に置き，20cm の掘削した下層の土により被覆する。表層土を除去し，捲き散らないよう一時的に保管する。

- ・ 土を除去した場所を深く掘削して，深い層にあった土壤と別の場所に保管する。
- ・ 表層にあった土壤を埋めて，深い層にあった土壤で被覆する。
- ・ 広い土地では，エリアを区切り，上記の作業を順次進めていく。その際，表層にあった放射性セシウムを含む土壤が，他の土壤と混在しないように保管する場所を確保して作業を進めることが重要である。

②芝等による被覆

農作地や裸地に芝等を植栽する。



芝施工直後



芝施工4週間後



芝施工7週間後

- ・ 不陸のある（平らでない）土地では，ローラーにより転圧整地後播種工法や播き芝工法を適用する。
- ・ 整地されている土地ではゴーローン（木綿製の2層ネットに苗を挟んだもの）や張芝工法（予め芝畑にて1年以上育成した芝を切り出し置いていく）を適用する。

- ・被覆した芝は、恒久的な対策として土の除去作業を行う際に、人力もしくはソッドカッターにより土壌ごと剥離する。
- ・剥離した芝は、土のう袋等に詰め、適切に保管する。

除染に必要な機器（代表的なもの）

①上下層の土の入替

- ・シャベル・スコップ・レーキ（・小型のブルドーザー）・ゴム手袋・マスク等

②芝等による被覆

- ・自走転圧ローラー・転圧用ベニヤ板・散水器具（汲上用エンジンポンプ等）
- ・ゴム手袋・マスク等

除染に必要な人員

芝等による被覆では、芝等の植生の経験者（専門業者）。

必要な安全対策

①上下層の土の入替

- ・発生する粉塵をなるべく吸入しないようにマスクを着用する。
- ・作業後の汚染拡大を防止するため、除去に使用したシャベル、スコップ等を水の飛沫を浴びないように洗浄する。

②芝等による被覆

- ・対象となる地域に対応した内部被ばく防止のため保護具を着用する。

作業による被ばく低減の効果

- ・上下層の入れ替えの場合、10cm の表層土を底部に置き、20cm の掘削した下層の土により被覆することで、埋めた土からの放射線を遮へいすることが確認されている。
- ・芝の成長に伴う吸収効果も期待でき、芝やサッチ（枯れて堆積した層）の刈り取り・除去により、40%程度の線量率低減効果があった事例がある。（（独）日本原子力研究開発機構による浪江町・計画的避難区域における80日間の試験。）

芝施工時の実績工数

- ・芝張り施工4人日、芝剥離施工2人日、（JAEA試験=108m²実施時の実績）

備考

- ・上下層の土の入れ替えについては、比較的線量率が低い地域では、除去物の保管場所を他に必要としないことから、適用が推奨される。

C-4：拭き取り，剥ぎ取り（金属面）

除染技術の概要

金属柵，鉄棒，ブランコ，すべり台等の金属表面には，放射性セシウムが付着している可能性がある。表面の拭き取り作業により，被ばく線量の低減を図る一方，汚染が表面に固着し，拭き取りによる除去が困難な場合には，塗料等と一緒に剥ぎ取り作業を実施する。

拭き取り作業に用いるブラシや布，剥ぎ取りに使用するサンドペーパーには，放射性物質が付着する可能性があり，剥ぎ取り作業の場合，塗料にも放射性物質が含まれているので，汚染レベルに応じて適切な管理が必要となる。

除染方法

- ・ 固着していない汚染の場合，ブラシ等で表面を水拭きする。必要に応じて，中性洗剤，「オレンジオイル」（放射性物質の除染剤として利用されているもの）の配合剤を使用する。
- ・ 遊具等の接合部は高圧洗浄を実施する。サビ部は，サンドペーパーで削り落した後に拭き取る。
- ・ 固着している汚染の場合，塗料を剥がす等の作業で除染する。剥ぎ取った面は，放射性物質が残存していないことを確認した後に再び塗装する。
- ・ 除染作業後，周囲を放射線モニタリングし，汚染の拡大がないことを確認する。

周辺の除染作業，例えば，A-5 や C-1 に示す土壌の除去，C-6 に示す砂場の除染等は，本作業の後で実施することが効率的である。



除染に必要な機器（代表的なもの）

- ・ ブラシや布（拭き取り用品）
- ・ 中性洗剤
- ・ オレンジオイル配合洗剤
- ・ サンドペーパー
- ・ ゴム手袋
- ・ マスク等

除染に必要な人員

特別な専門技術は必要としない。

必要な安全対策

- ・ 水洗いでは、散水への対策のため、マスク、手袋等を着用する（吸入、体への付着の防止）。
- ・ 拭き取りや剥ぎ取りによる除染作業後、再び塗装する場合、放射線モニタリングで、十分に除染されていることを確認する。除染が不十分なまま塗装を行うと、再度の除染では洗浄による方法は適用できなくなり、剥ぎ取りが必要となるので注意する。
- ・ 使用したブラシ等は、洗浄により再利用できる。洗浄では、水の飛沫を浴びないようにする。
- ・ 剥ぎ取った塗料等は、除去物として適切に保管する。

作業による被ばく低減の効果

- ・ 実証試験では、固着していない汚染については放射性物質を十分に除染できた事例がある。（作業後の放射線計測では放射性物質の測定値は検下限未満。）
- ・ 固着している汚染について、カビ取り洗剤で 30%程度の低減効果（汚染密度）があった事例がある。（更なるデータ取得が必要）。
- ・ すべり台の接合部の汚染で、高圧洗浄で約 50%程度の低減効果（汚染密度）があった事例がある。

備 考

道路のガードレール、標識等の他の金属面の除染にも同様に適用できる。（B-1 を参照のこと。）

注意点

砂場が併存しているすべり台は、すべり台の除染を砂場よりも先に行う。（C-6 を参照のこと。）

遊具の接合部について、十分に除染効果が得られなかった場合、専門業者による遊具等の取り外し、再設置が必要となる。

C-5：拭き取り，剥ぎ取り（木面）

除染技術の概要

生活環境にある構造物の木材の表面（砂場等の木枠，木製遊具，塀等）を水洗い，または研磨して，表面に付着している放射性セシウムを除去する。

拭き取り，研磨に使用する器具等に放射性物質が付着する可能性がある。また，特に研磨作業では，周囲への削りかすの飛散にも留意する。

除染方法

- ・ 木材の表面をブラシや布等を用いて水洗いする。必要に応じて，中性洗剤，「オレンジオイル」（放射性物質の除染剤として利用されているもの）の配合剤を使用して洗浄する。
- ・ サンドペーパー，電動工具で，木面を研磨する。
- ・ 除染作業後，周囲を放射線モニタリングし，汚染の拡大がないことを確認する。

周辺の除染作業，例えば，A-5 や C-1 に示す土壌の除去，C-6 に示す砂場の除染等は，本作業の後で実施することが効率的である。



除染に必要な機器

①洗浄

- ・ ブラシや布（拭き取り用品）・ 中性洗剤 ・ オレンジオイル配合洗剤 ・ ゴム手袋

②研磨

- ・ サンドペーパー ・ 木面用の電動式サンダー ・ マスク等

除染に必要な人員

研磨については，作業に精通した者が望ましい。（特に，電動工具を使用する場合）

必要な安全対策

- ・ 水洗いでは，洗浄水が飛散する可能性があるため，吸入したり，体に付着させたりしないよう，マスクや手袋等を着用する。
- ・ サンダー研磨では，削りかすが飛散するため，作業者はマスク等を着用し，吸い込みを防止する。
- ・ 電動式工具は，作業後に汚染検査を行い，念のため拭き取り等を行うことで，再利用できる。

作業による被ばく低減の効果

砂場の木枠の事例について、作業前後の表面の汚染密度の減少率は以下のとおりである。

- ・水洗い：36%程度（オレンジオイル配合剤を使用して 57%程度）
- ・サンドペーパー：77%程度
- ・サンダー研磨：99%程度

固着している汚染について、カビ取り洗剤で表面の汚染密度が 30%程度減少した事例がある。ただし、洗剤の使用により木面が漂白等の影響を受ける可能性がある。

備 考

サンダー研磨は、除染効果が大きいですが、上記のとおり、削りかすの飛散への対策が必要となり、周囲の除染前に実施することが適切である。

例えば、砂場の除染では、木枠のサンダー研磨後に砂の撤去等を実施することにより、木枠の研磨による砂の再汚染を防ぐことができる。（C-6 を参照のこと。）

C-6：砂場の除染

除染技術の概要

校庭，園庭，公園の砂場で，表面層を除去することにより，放射性セシウムを含む砂が除去されるため，被ばく線量の低減化が図られる。

作業で除去した放射性セシウムを含む砂は，適切に保管する必要がある。

除染方法

- ・ 木柵や周囲の構造物（例；すべり台）の除染では，放射性物質が飛散する可能性もあるので，砂の除去前に実施することが望ましい。（C-4 及び C-5 を参照のこと。）
- ・ すべり台の下に設置した砂場では，流れ落ちる水によりホットスポット化している可能性があるため，事前にモニタリングで汚染の高い領域を確認しておくことが重要である。
- ・ 砂は，掘り返しを考慮して，運動場の表土よりも深い10cm~20cmの層をスコップ等で除去する。
- ・ 砂場の周囲，中に雑草などがある場合，砂と一緒に除去する。
- ・ 必要に応じて，汚染のない砂で表面を被覆し，作業前の状態に戻す。



除染に必要な機器（代表的なもの）

- ・ シャベル ・ スコップ ・ レーキ
- ・ 防塵マスク ・ ゴム手袋
- ・ 土のう等，砂を封入する機器



必要な安全対策

- ・ マスクを着用し，作業で浮遊した砂（塵）の吸入を防止できる。
- ・ 作業を通じて手袋の着用して，砂に直接触れないようにする。
- ・ 作業後の汚染拡大を防止するため，除去に使用したシャベル等を水の飛沫を浴びないように洗浄する。
- ・ 除去物(除去した砂等)の保管方法や場所は，汚染（線量率）のレベルに応じて適切に管理する。
- ・ 集積した砂の周囲では線量率が高くなるため，剥離した土壌の運搬，保管作業時に

は、適切な放射線モニタリング，被ばく管理のための線量計の装着が必要となる。

作業による被ばく低減の効果

除染効果として，砂場を 5cm 除去することにより表面の線量率の 75%程度の線量率の低減効果があった事例がある。また，ホットスポット化した地点でも，10cm の除染作業で線量率が 14 μ Sv/h から 0.5 μ Sv/h へ 90%以上減少した事例がある。

注意点

5cm の砂の除去でも十分な除染効果は得られるが，砂場での子供の遊び方を考慮した場合，砂の掘り起こしが考えられるため，公園等ではより多く（例えば，10~20cm）の除去が推奨される。

C-7：プールの除染（吸着剤を用いた水中の放射性物質の除去）

除染技術の概要

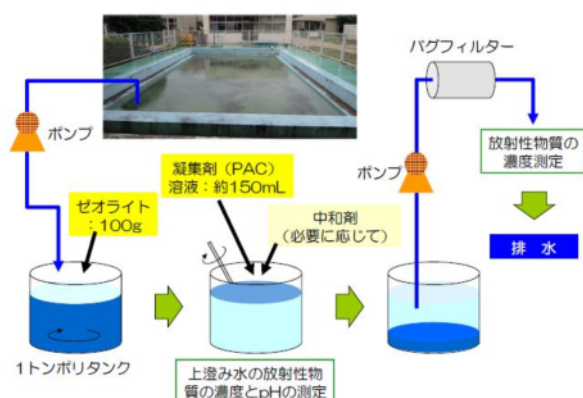
プール等の屋外で溜まった水に含まれる放射性物質を除去し、放射能測定による安全確認をしたうえで排水する。この除去過程では、ゼオライト等を用いて放射性物質を吸着させ、浮遊物とともに凝集、沈殿させる。

排水後に残存する沈殿物は、除去物として適切に管理する必要がある。

除染方法

学校のプール除染の実証試験で実施した手順は下記のとおりである。

- ・深さ毎に水の放射能を測定し、排水の目安とする基準未満の層にある水は順次排水していく。
- ・網などですくい取れる落ち葉等は、バット等の水を受ける容器の網かごに集めて水を切り、ビニール袋に保管する。バット等に溜まった水は、プールへ戻す。）
- ・水でといたゼオライトを投入したポリタンクへプールの残存水を注入後、水が攪拌されている状態で凝集剤（PAC、ポリ塩化アルミニウム）を注入する。凝集剤の注入後に pH を測定、必要に応じて中和処理を行う。なお、排水の基準を満たさない場合、この処理を二次、三次的に実施する。
- ・凝集剤の注入後は、沈殿を待ち、放射能測定後にタンクの上澄み水を排水する。
- ・プール、タンク内の沈殿物を脱水処理して、保管する。
- ・プールを清掃する。



タンクにおける水処理と排水



清掃後のプール

除染に必要な機器（代表的なもの）

- ・吸着剤（ゼオライト）
- ・凝集剤（PAC：ポリ塩化アルミニウム）
- ・pH 調整剤
- ・中和剤
- ・タンク（1t 程度）
- ・分析用容器
- ・麻袋(沈殿物保管)
- ・秤量器
- ・送水用ポンプ
- ・ホース
- ・バグフィルター
- ・送水機能の動力源（燃料，電源）
- ・清掃用品
- ・防水用品（長靴，ゴム手袋等）
- ・マスク 等

必要な安全対策

- ・ 除染を通じて、効率的な放射能測定により、排水に含まれる放射性物質の量が安全目安を下廻ることを確認するとともに、吸着、凝集処理を行う水の量を減らす。
- ・ 吸着剤、凝集剤を使用するため、化学的な安全にも注意を払う必要があり、水素イオン濃度(pH)については、5.8～8.6 を遵守する。
- ・ 除染作業でプールに沈殿した泥、手作業で除去した落ち葉等を除去物として適切に保管する。除去物の保管でブルーシートが濡れないようにする。

作業による放射性物質の低減効果

福島県内の幼稚園のプールで実施した試験では、放射性セシウムの濃度（平均）が4,312Bq/L から 123Bq/L に減少させた事例がある。

除染作業の工数

学校のプール除染の例を示すが、大きさ、状態により、必要な人員、日数は異なる。

①人員 20 名程度

内訳）管理者：1 名、ポンプ作業：4 名、サンプリング・放射能計測：4 名、
清掃作業：7 名：その他スタッフ：3 名

②時間の目安

- ・ 作業の概要説明 1 時間
- ・ 排水路の確保 土砂の撤去などで 0.5 日
- ・ 作業前の放射能測定 プールで測定点を決め、サンプリング水を測定 3 時間
- ・ プールの上澄水の排出 1 日
- ・ タンクでの水処理 1.5 時間（1t 当たり）
- ・ 沈殿物の水抜き 量、天候等により、0.5～2 日
- ・ 沈殿物の処理。袋詰め 1.5～2 日
- ・ プール清掃 0.5 日
- ・ 後片付け 3 時間

備 考

プールの他、人工池等の屋外で水を貯めている施設で、固液分離により上澄み溶液を排出し、残存する汚染沈殿物を回収する場合にも応用できる。

出典

「学校プール水の除染の手引き」の公表について（平成 23 年 9 月 7 日 国立大学法人福島大学（独）日本原子力研究開発機構 プレス発表資料）