

<概要>

東京電力福島第一原子力発電所の事故により環境中に放出された放射性セシウムなどの放射性物質による汚染の特徴は、建物等の工作物、道路、土壌及び草木といった除染対象によって異なるため、それらの特徴に適した除染方法を用いる必要がある。

放射性セシウムの場合、事故に伴い大気中に放出され、その後、雨水等とともに地表に降下し、建造物からの雨だれの跡、側溝、雨樋、水たまり、くぼみ、樹木の下、局所的に草の生えているところ、花壇等といった場所に集積していると考えられる。また、セシウムは、一般に粘土鉱物を含むような土に付着し易いと言われており、家屋の庭や学校等の校庭、公園、農地等の土壌の表層近くに付着していると考えられる。事故による住民の放射線被ばくを効果的に低減するためには、放射性物質による汚染の高い部分を取り除くなど、効果的に除染を行うことが重要となる。

<更新年月>

2016年11月

<本文>

東京電力福島第一原子力発電所の事故により環境中に放出された放射性セシウムなどの放射性物質による汚染の特徴は、建物等の工作物、道路、土壌及び草木といった除染対象によって異なるため、それらの特徴に適した除染方法を用いる必要がある。

(1) 汚染の特徴

放射性セシウムの場合、事故に伴い大気中に放出され、その後、雨水等とともに地表に降下し、建造物からの雨だれの跡、側溝、雨樋、水たまり、くぼみ、樹木の下、局所的に草の生えているところ、花壇等といった場所に集積していると考えられる。また、セシウムは、一般に粘土鉱物を含むような土に付着し易いと言われており、家屋の庭や学校等の校庭、公園、農地等の土壌の表層近くに付着していると考えられる（図1）。

(2) 除染の方法

除染は、除染を行う対象物にセシウムなどの放射性物質がどのように堆積・付着しているかによって、洗い流す、拭き取る、剥ぎ取る、削り取るなどの方法がある（図2）。また、汚染濃度が低い土壌の場合は、放射性物質の付着した表面の土壌を地中に埋める天地返しや、プラウと呼ばれる農機具を用いて深い部分の土壌と入れ替える反転耕、表面の土壌と深い部分の土壌を攪拌して放射性物質を希釈する攪拌・希釈などの方法もある（図3）。これらは、放射性物質を除去するという意味での除染ではないが、空間放射線量を下げ、除去物の発生量を低減化する観点では有効な方法である。

実際に除染を行う際には、何（対象物）をどんな方法で除染するかを選定することになるが、事前に放射性物質でどの程度汚染されているかなどの調査（事前調査）を行い、対象物を継続して使用するのか、どの程度の費用が必要か、空間放射線量の低減化にどの程度効果があるか、廃棄する除去物がどの程度発生するかなどを考慮して、除染計画を策定し除染作業を実施することになる。

除染を行う順序は、図4に示す通り、基本的には水が移動する方向に沿って上から下へ行うことになる。また、使用を継続する除染対象物については、機能を損なわないように拭き取りや水洗いなどのソフトな方法を選択して実施することとなるが、除染の効果が低い場合には研磨や研削（削り取り）などのハードな（激しい）方法を採用することになる。

対象物全体の除染ができない場合や、放射性物質による汚染がそもそも比較的低く、全体の除染を行っても空間放射線量率の低減があまり期待できない場合は、放射性セシウムなどの放射性物質が付着した土埃などが堆積しやすい部分を重点的に除染することで、効率的に除染の効果を上げることができる。

(3) 作業者の被ばく対策及び汚染拡大の防止

除染作業を行う際には、作業者の放射線被ばくにも十分注意する必要がある、除染作業に従事する作業員の放射線障害を防止することを目的として厚生労働省の定めた規則（除染電離則）に基づき、除染作業に伴う被ばく線量の管理、**内部被ばく**及び**外部被ばく**低減化のための措置、汚染拡大防止のための措置などが必要となる。除染計画には、このような被ばく防止・低減化の観点も考慮する必要がある。また、既に除染を行っている場所から除染をしていない部分へセシウムなどの放射性物質を持ち込んだり（再汚染）、土埃や粉じんなどの飛散防止の対策など、放射性物質の飛散（汚染の拡大）が発生しないように注意する必要がある（図5）。

なお、環境の除染に関して、環境省が発行した除染関係ガイドラインや日本原子力研究開発機構が行った大規模な除染試験の結果を参考にできる。

<関連タイトル>

[モニタリングの種類 \(09-04-05-02\)](#)

[環境放射線モニタリング \(09-04-08-02\)](#)

[放射性物質の除染剤 \(09-04-10-10\)](#)

<参考文献>

(1) 内田滋夫、田上恵子、石井伸昌：環境における放射性核種の分布と動態、1. 土壌における放射性核種の挙動特性、日本原子力学会誌、Vol. 53、No. 9、p. 27-31（2011）、

<http://epcon.cocolog-nifty.com/blog/files/DOC110912213443-1.pdf>

(2) 川瀬啓一：放射性物質の除染技術について、粉体技術Vol. 4、No. 10（2012）、p. 17-25

(3) 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（厚生労働省令第百五十二号）平成23年12月22日

(4) 環境省：「除染関係ガイドライン」（平成25年5月第2版、（平成28年9月追補））

(5) 日本原子力研究開発機構：「福島第一原子力発電所事故に係る避難区域等における除染実証業務（除染モデル実証事業編）報告書」平成24年6月

(6) 日本原子力研究開発機構：「福島第一原子力発電所事故に係る避難区域等における除染実証業務報告書概要版」平成24年6月

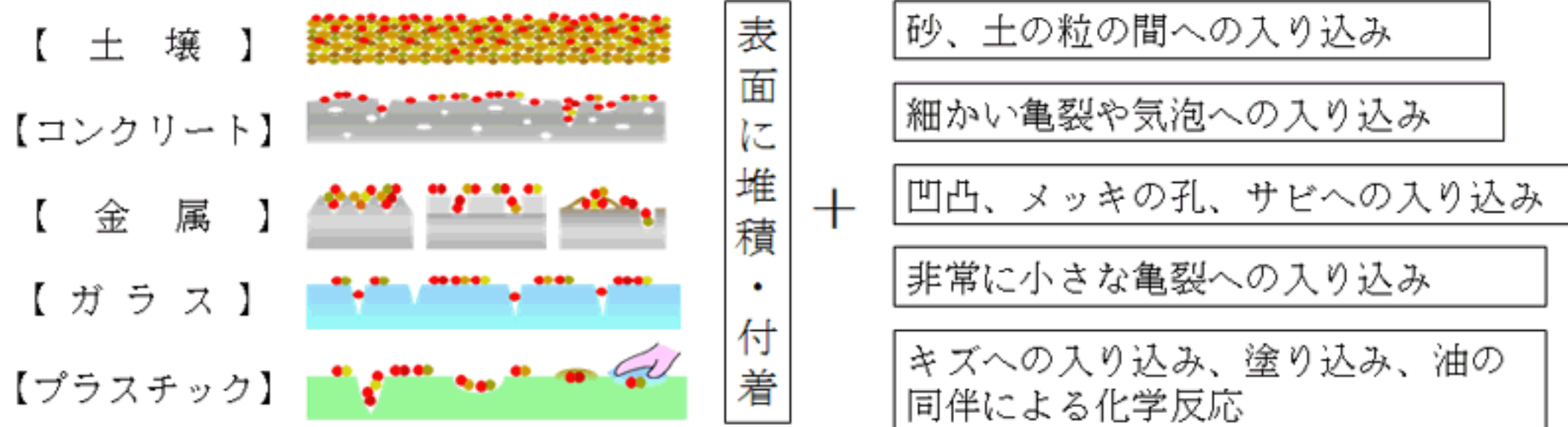
◎ セシウムとその化合物の性質

セシウム（Cs）単体（そのもの）は反応性の高い金属（アルカリ金属）で、水に溶けやすい。

水に溶けたセシウムは、ほかの物質に付着しやすく、一度付着すると離れにくい。重量に比べて表面積が大きな粘土鉱物には、多く取込まれる。

高温で揮発する。単体は約30℃で液体に、約670℃で気体になり、化合物も1300℃以下で気体になる。

◎ 汚染の形態



汚染は、時間が経つほどとりにくくなる傾向がある。

図1 セシウムの性質と汚染の形態

下記の出典をもとに作成した。

【出典】川瀬啓一：放射性物質の除染技術について、粉体技術 Vol.4、No.10(2012)、p.17-25

◎除染技術の大半は、ふだんの生活や既存の工業に使われているものの応用



	用具の例
一般的な用具	草刈り機、熊手、スコップ
水洗浄	ホース、高圧洗浄機、ブラシ
金属面の洗浄	ブラシ、布ヤスリ、布
木面の洗浄	ブラシ、紙ヤスリ、電動サンダー
高所作業	足場、移動式リフト
削り取り	研磨機、集塵機、養生マット
地面の覆土	転圧ローラー、散水器具

○作業用と放射線防護用の装備を着用するので、作業性が低下しやすい。
 ○広い面積・長い時間をかけての作業になるので、できるだけ楽な姿勢で、人力に頼らずできるように、方法と用具を選ぶようにします。

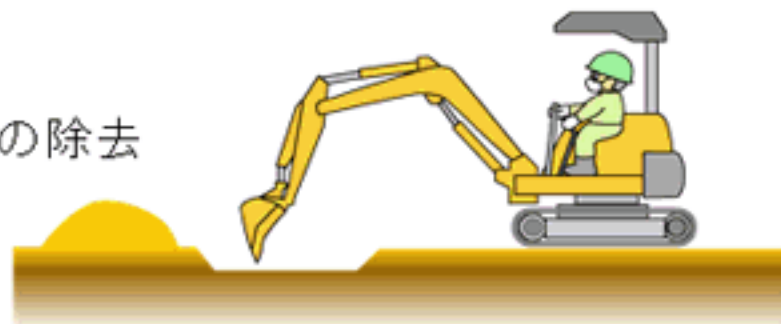
建物の解体や、地表の覆土、土壌の反転・深耕などの方法もある。

図2 除染の方法

下記の出典をもとに作成した。

【出典】川瀬啓一：放射性物質の除染技術について、粉体技術 Vol.4、No.10(2012)、p.17-25

①表土の除去



②深い部分の掘削



③表土の埋設



④覆土



天地返し



天地返し作業の様子



攪拌し、放射性物質の濃度を下げる。

攪拌・希釈

図3 地面の除染方法の例

下記の出典をもとに作成した。

[出典]川瀬啓一：放射性物質の除染技術について、粉体技術 Vol.4、No.10(2012)、p.17-25

除染は、基本的に上から下へ（水の移動する方向へ）進める

①屋上・屋根

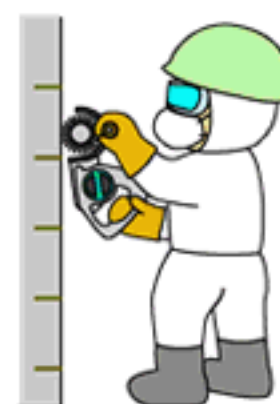
②雨樋

③壁・窓・戸

④地面、排水路



屋根より高い
樹木は最初に



塗装した壁は、できるだけ表面を傷めないブラシ（ナイロンホイールなど）で、水をかけながら擦り洗いする。
コンクリート打ち放しであれば、ワイヤホイールを使う。



側溝、排水枡は、蓋を開けて蓋と枠の隙間に詰まっている土や苔などを取り除く。
内部の土砂や泥などの堆積物を取り除く。
高圧水やブラッシングで汚れを洗い流す。

雨樋は、落ち葉や泥を取り除く。
内面は、スポンジや円筒ブラシなどで擦り洗いする。



図4 除染の順序

下記の出典をもとに作成した。

[出典]川瀬啓一：放射性物質の除染技術について、粉体技術 Vol.4、No.10(2012)、p.17-25



①人や車両の進入を制限する。



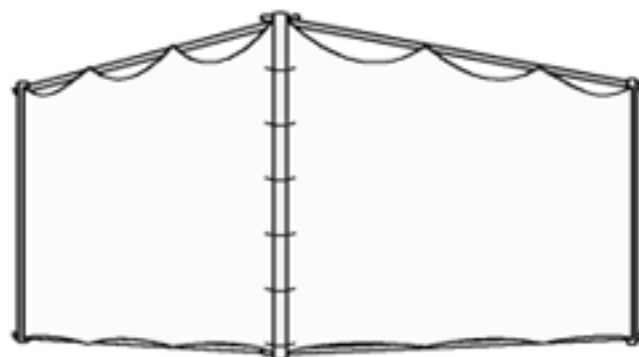
②土埃が立つような天候の下での作業は、なるべく避ける。



③集塵機付きの機械を使う。



撤去した草木などは、燃やさないこと。（セシウムが付着した灰が飛散する。）



④粉塵、ミストが発生する作業では、周囲を囲う。



⑤土埃が立つような場所では飛散防止剤や水を撒く。

図5 除染作業による汚染拡大の防止

下記の出典をもとに作成した。

【出典】川瀬啓一：放射性物質の除染技術について、粉体技術 Vol.4、No.10(2012)、p.17-25