

放射能除染マニュアル(第2版)

目次

1. 除染の目的
 2. 除染の原則
 3. 除染前測定とセシウムの特徴
 4. マイクロ・ホットスポットの見つけ方と緊急型除染
 5. 「固めて取る、取って固める、剥ぎ取る」除染方法の基本
 6. 放射能で汚染されている材質別の除染
 7. 除染された放射能汚染物質の一時保管場所および保管方法
 8. 事後測定
 9. 除染経費の建て替えと請求
 10. 法的根拠
- 付録1：除染時の服装と注意点
- 付録2：放射能除染において圧力洗浄機を使用することの問題点

◎マニュアル使用上の留意点：

- (1) 本マニュアルは、技術的にはまだ改善途中であり随時新しいバージョンに変えていく。
- (2) 本マニュアルで紹介している除染方法のうち、すでに実証実験がなされ実績がある程度証明されている方法には「実証実験済」、現在実験中であり課題が残っている方法には「実証実験途中」、まだモデル提案の段階で実証実験がされていない場合は「未実証実験」と表示している。
- (3) 本マニュアルは、エントロピー学会とNPO法人「木野環境」のホームページにおいて公開される。
エントロピー学会のホームページ・アドレス：<http://entropy.ac/>
NPO法人木野環境のホームページ・アドレス：<http://www.kino-eco.or.jp/>
- (4) 本マニュアルの文責は山田國廣にあり、除染方法を実施されて問題点が見つかった場合、質問などがある場合は、山田のメールまでお知らせください。
山田のメールアドレス：yamalabo@kyoto-seika.ac.jp

放射能除染マニュアル（第2版）

1. 除染の目的

東京電力福島第一原発事故により、福島県を中心とした広い範囲に大量の放射能が降り注いだ。3月末の段階で福島市と川俣町の学校・保育所などでの放射線測定が保護者の手によっていち早く実行された。その結果をふまえた保護者・市民からの要請により、4月の時点で、福島県による学校運動場の調査データが発表されて、子供たちの放射能被曝の厳しい実態がわかってきた。子供たちの被曝は運動場だけでなく、通学路や児童公園や家庭生活圏でも生じている。福島の子供たちは、一刻も早く避難すべき状況にある。

一部の子供たちは家族とともに自主的に避難している。しかし、まだ多くの子供たちが福島で不安を感じながら暮らしており、一刻も早く放射能除染を行なうべきである。「避難」と「除染」という2つの方法は、互いに矛盾するものではない。子供たちの健康と生命を放射能の脅威から守るという最も重要で基本的な立場に立つならば、「避難」と「除染」は相互補完的なものである。ところが、国や福島県は、避難させないことを目的に“除染”を呼びかけているかのようにみえる。もしそうだとしたら、国や県の姿勢は、守るべき根本価値を見誤った本末転倒な態度である。

福島における子供たちのこのような現状を憂慮した私たちは、「子供たちの放射線被曝量を可能な限り減らす」ことを目的として「放射能除染・回復プロジェクト」を立ち上げ、活動を開始した。すでに、2011年5月17日から19日には除染すべき民家の事前調査と通学路のホットスポット測定を行なった。6月10日から14日には、3軒の民家と通学路の一部の除染を実施した。そして、7月16日から19日には、企業や自治体の管理地におけるホットスポットの調査と、民家、果樹園のモデル除染を実施した。

政府や自治体を頼りにして除染してくれることを待っていても被曝状態が続くだけである。子供たちの被曝を避けるためには、市民自らが除染を実施していく必要に迫られている。そこで私たちは市民が実施できる「放射能除染マニュアル（第2版）」を作成した。ここでは、福島県が実施しようとしている除染方法について、とくに「圧力洗浄機」を使用することの問題点を強く指摘した。

県の除染方法には、そのほかにも、落ち葉などの焼却処理を認めていること、汚染土などの保管方法があいまいであることなど重大な問題点がある。私たちは、福島放射能除染作業における重要な原則の一つとして、除去された放射能汚染物質は東京電力に引き取らせ、最終的には福島第一原発へ戻すことがあると考える。さらに、子供たちの通学路や児童の生活圏における被曝量を減らすためには、家や学校だけでなく、商業施設の駐車場

や自治体の管理地を含む公共の場所に数多く存在するホットスポットを除染しなければならないが、県が実施しようとしている除染計画には、それらが決定的に抜け落ちている。

私たちは今後も、放射能除染マニュアルの改善、実証的モデル除染の実施などを提案し、一刻も早く福島が放射能汚染から回復する活動を継続していく決意である。

■放射能除染・回復プロジェクト 福島の住民の呼び掛けに応じてエントロピー学会有志と複数の大学教員らにより始められ、住民と一体となって進めているプロジェクトです。福島における地元連絡先：中里見博（福島大学行政政策学類）h-naka@io.ocn.ne.jp

2. 除染原則

2. 1 放射性物質を土壌、水、大気中に拡散させないで、可能な限り汚染場所から剥ぎ取る。
2. 2 汚染場所から剥ぎ取られた放射性物質を含むPVA膜、アルファ澱粉、土壌、植物などは、除染場所周辺の適切な場所（例えば、人があまり近付かないような場所）において安全な状態で一時保管する。個人所有地については「敷地内保管」をする。
2. 3 除染作業に伴う放射線被曝（外部被曝、内部被曝）を可能な限り少なくするように配慮し、作業中の空間線量率積算値を測定し、外部被曝量を監視・測定する。除染の際の、服装や注意点については、付録資料を参照してください。
2. 4 除染前後の空間線量率の測定と写真撮影を行ない、除染効果の確認と記録を残す。
2. 5 除去された放射能汚染物質は東京電力が引き取り、最終的には福島第一原発へ戻す。
2. 6 除染に要した経費、人件費、健康的・精神的被害については、東電および日本政府が補償する。

3. 除染前測定とセシウムの特性

3. 1 測定箇所は、建物外側を構成する土、石、樹木（葉、幹）・雑草・コケなど植物、敷石、アスファルト、コンクリート、タイル、モルタル、瓦、スレート、樋、庇など材質別に存在範囲を確定して、材質の表面（被曝状況把握のため場合によっては50cm、1m高さも測定する）の空間線量率を測定する。測定は、鉛板で囲んだ局所測定と、周囲からの放射線影響を入れた鉛板無しの測定の両方を併用する。



写真1 鉛版で囲んだ場合の測定の様子

3.2 建物内についても、各部屋を構成する材質別に土間、畳、板、タイル、カーテン、壁紙、ガラス、天井などの表面と、各部屋の床面、50cm、1m、天井の空間線量率を測定する。

3.3 セシウムの特性

5月17日、18日の除染及び測定作業で、土壌や植物のスペクトル分析を大阪大学理学部福本敬雄さんに実施していただいた。その結果によると、最も高かったのは御山S宅の雨樋下土壌でセシウム134が205000Bq/kg、セシウム137が218000Bq/kgであった。御山の深田さん宅畑のスギナはセシウム134が5400Bq/kg、セシウム137が6200Bq/kgであった。ヨウ素131も微量検出されたが、土壌や植物から検出されたのは、ほとんどがセシウムで同位体のセシウム134とセシウム137が同程度の量という特徴もあった。

このことより、私たちが除染で立ち向かうべき相手の物質はセシウム134とセシウム137であることがわかってきた。セシウム134の半減期は約2年、セシウム137は約30年と長く、空間線量率がなかなか下がらないのも半減期が長いことが原因している。

セシウム137は、 β 崩壊によりその多くはバリウム137になる。バリウム137は約3分と短い半減期で γ 崩壊していく。セシウム137は、内部被曝によって体内へ入ると、心臓、脳、筋肉などに分配され β 線による内部被曝を起す。そして、 γ 線放出による外部被曝の原因にもなる。セシウム137は、ウランから生成される完全な人工物であり、核実験や原発事故以前には地球上には存在しなかった。

セシウムそのものは周期表におけるアルカリ金属第I族の仲間で、同じ族のなかにはリチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウムなどがある。第I族原子は、電子の最外殻に1個の電子が回っており、それを放出して陽イオンとして安定になろうとするイオン結合の性質がある。そのため反応性に富んでいる。セシウムは中でも反応性に富み水と激しく結合する。放射性セシウムについてもこの特性はあるものと想定される。福島第一原発事故によってまき散らせたセシウムについて、これまでわかってきた事実として以下に説明

する2面性がある。

- (1) 当初降り注いだセシウムが雨など水に溶けてその場所から流れだし、新たなマイクロ・ホットスポットを形成し、側溝、下水、田畑、河川、海へ流れていく。
- (2) 土壌や屋根やアスファルトにへばり付いて、水をかけたくらいではその場から離れない。土壌中のセシウムは時間が経過してもほとんど変化していないし、圧力洗浄を実施してもそれほどは除去できない。

除染を実施する際には、セシウムのもつこの一見相反する2面性を理解しておかなければならない。この2面性は、「セシウムが反応性に富む」という特徴をからきえているものと考えられる。

4. マイクロ・ホットスポットの見つけ方と緊急型除染

4. 1 緊急型除染と通常型除染

除染には、

- ①マイクロ・ホットスポットを見つけ時間的に優先して除染する緊急型除染
- ②時間をかけて余裕を持って除染する通常型除染

がある。

福島市における民家敷地内の事例では、雨樋下が $50 \mu\text{Sv/h}$ であり、物置小屋の雨跡なども $10 \mu\text{Sv/h}$ 台のラインを形成していた。大きな駐車場の側溝に接する端では $150 \mu\text{Sv/h}$ が観測された。このような、マイクロ・ホットスポットは汚染範囲が比較的狭く、見つけて優先的に除染を行えば、短時間で効果的に減らすことが可能になり、子供たちの被曝量や除染作業中の被曝量を減らすことができる。

4. 2 ホットスポット分布の認識

除染をするにあたり事前測定をする場合、除染対象場所が大きなホットスポットのどの位置にあるのか、土壤汚染の程度、空間線量率の程度を認識しておく必要がある。図1は米エネルギー省の協力で文部科学省が行っている5月26日段階の γ 線の航空機モニタリング調査結果である。セシウム134とセシウム137の合計量が Bq/m^2 の単位で分布として表示されている。この分布はかなり正確な「広域的ホットスポット」を表している。凡例の空間線量率については山田が計算して記入した。空間線量率とセシウム合計量と下のグラフに示すように直線関係になっている。

この図1を地元地図上に拡大していくと、除染対象場所のおおよその土壤汚染状態、1m高さの空間線量率を知ることができる。この認識をしておくことが、きわめて重要である。なぜなら、新聞報道によると7月段階で福島市の代表的モニタリングポスト(福島市杉妻町)で空間線量率は $1.2 \mu\text{Sv/h} \sim 1.3 \mu\text{Sv/h}$ とされているが、これから説明するように福島市においてはこれよりはるかに高いマイクロ・ホットスポットがいたるところで観測されるからである。

7月後半になって、福間県外の栃木、茨城、宮城などで稲藁や腐葉土の放射能汚染が判明してきたが、これはまだ氷山の一角が見えてきたにすぎない。福島県県外のホットスポット分布を知るには、群馬大学の早川由紀夫さんがホームページ(<http://gunma.zamurai.jp/pub/2-11/18junejD.jpg>)で公表している「福島第一原発から漏れた放射能の広がり」を参照してください。

文部科学省及び米国DOEによる航空機モニタリングの結果
 (東京電力(株) 福島第一原子力発電所から約100km圏内のセシウム134, 137の地表面への蓄積量の合計)

別紙2

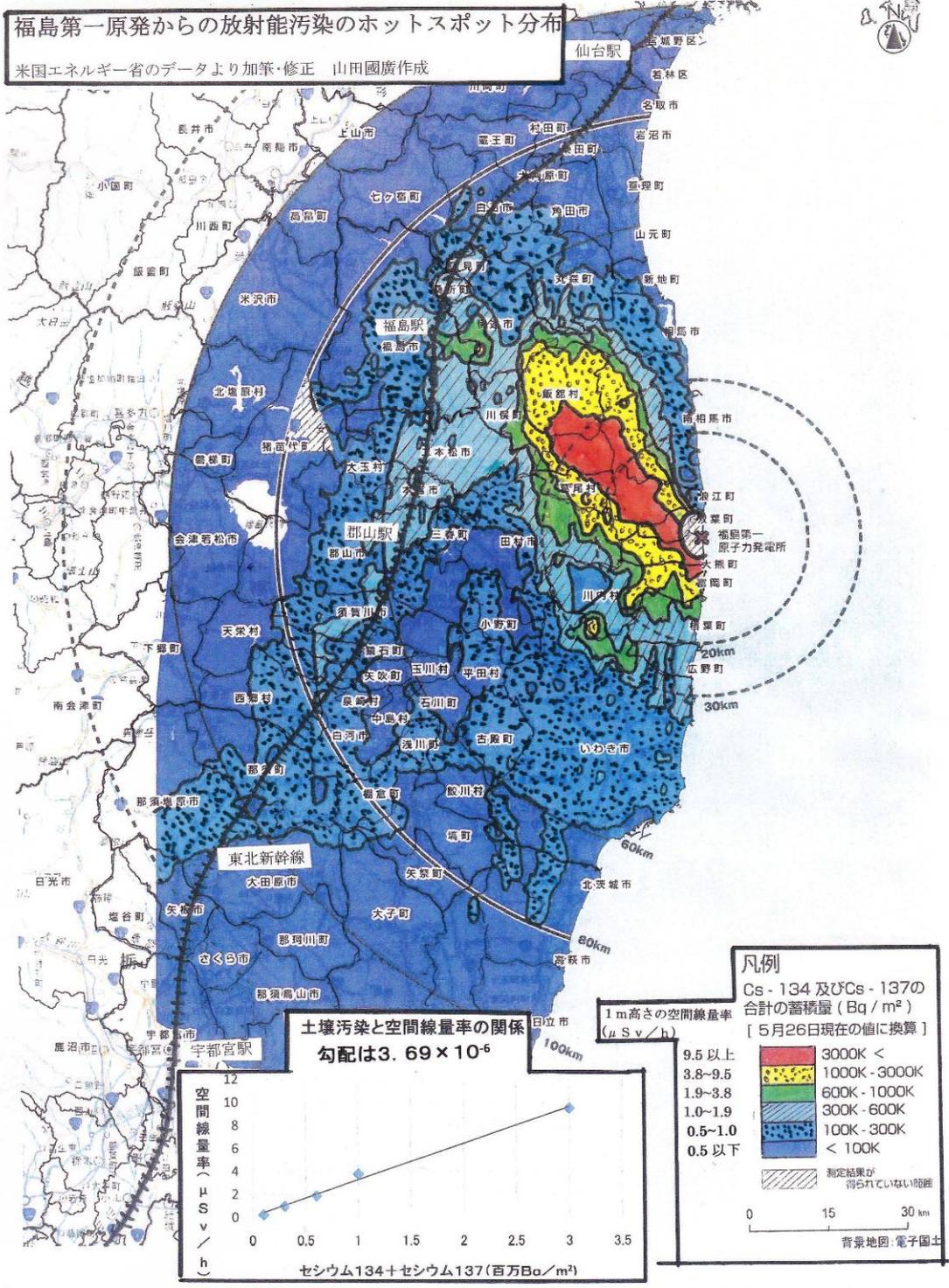


図1 福島第一原発から100km圏内のセシウム134, 137の地表面への蓄積量の合計分布と空間線量率分布

4. 3 典型的なマイクロ・ホットスポットの紹介

住民の抗議などにおかれて、7月に入り福島県、福島市など各自治体は、マイクロ・ホットスポットの測定を開始している。しかし、測定方法が「メッシュ主義」、「50cmか1mの高さでの測定」になっており、これでは「除染目的のマイクロ・ホットスポット」は見つからない。除染をするためには、ピンポイントで最も高い放射線量を示す場所を見つける必要がある。測定高さは地面を基本とし、被曝影響を見るため50cm、1m高さも測定する。さらに測定場所についてはメッシュ主義ではなく「経験と勘」で、「高そうな場所」を見つけて測定する。高そうな場所とは、以下の写真でしめすような①物置屋根の下の雨垂れの跡②雨樋下の土③駐車場の端の雑草や土砂④土砂が堆積している側溝⑤道路端に堆積している落葉や土砂⑥大きな樹木の下で雑草や土壌⑦遊園地の滑り台、ブランコ、鉄棒の下などなどである。



写真2 物置屋根の下の雨垂れ跡

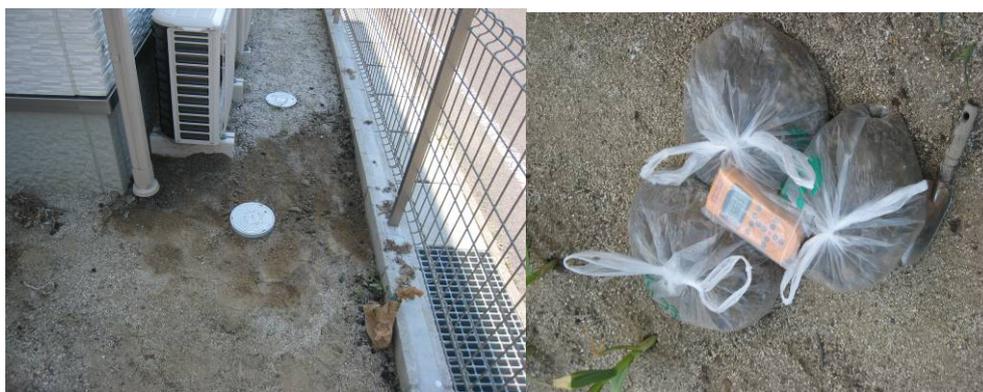


写真3 民家の雨樋下の土



写真4 大きな駐車場の端の雑草と土砂



写真5 土砂の堆積した側溝

写真6 道路端に堆積した落葉と土砂



写真7 大きな樺の木の下雑草と土壌



写真8 児童公園のすべり台、鉄棒、ブランコの下

4. 4 マイクロ・ホットスポットの測定事例

2011年5月から7月にかけて、福島市内で実施された放射線測定結果～、典型的な事例を以下に紹介する。

測定結果（要点） 数字はすべて地表（または座席上）測定による空間線量率 $\mu\text{Sv/h}$

- 1) 高圧水を用いた除染実験がおこなわれた市内の小学校の地上U字溝において 56.9、校庭脇に積み上げられた汚染土 3.1（7月17日）
- 2) 通学路： 市内小学校の通学路沿いのU字溝脇草むら 29.2（5月18日）、同地点 151.2（6月11日）、同地点除染後 4.7（6月12日）
- 3) 福島駅駐輪場： 屋根の無い自転車置き場の排水口付近 8.1（市内の高校に通う高校生多数が日常使用する駐輪場）（7月17日）
- 4) 児童公園： 市内、小学校直近の児童公園のすべり台着地点で 15.2（5月18日）
- 5) 駅前広場： 福島駅東口広場のベンチ真下の排水口 3.8、西口および東口の街路樹根元で 4.4～22.4（すぐ近くにベンチやバス停）（7月17日）
- 6) バス停： 福島駅東口および西口の複数のバス停留所のベンチ、植え込み、雨樋下において 1.3～4.8（7月17日）
- 7) 公共駐車場： 県庁駐車場の路肩、排水口、植え込みなどで 4.2～20.8（7.0以上5ヶ所）；量販店の駐車・駐輪場所の路肩、側溝、植え込みなどで 2.7～29.6（27.0以上3ヶ所、5.0以上8ヶ所）（7月17日）

※ 放射線測定には、NaI シンチレータ（堀場製作所 PA-100 および PA-1000）を使用し、7～12回の読み取りを減点平均（最大値と最小値を除いて平均）した。ただし、 $10\mu\text{Sv/h}$ を超えてシンチレータが振り切れた場合、ガイガーカウンター（独 Coliy 社 Radiation Scanner 900+）を使用した。

以上の測定及びデータ整理については、京都精華大学の細川弘明と同志社大学の和田善彦によってなされ

たものである。

4.5 「汚染の見える化」のための線量率の区分け

除染作業を安全かつ効果的に行なうため、汚染レベルを5段階に区分けして、可能であれば色分けして塗布する。以下は、福島市の放射線レベルにおける区分けの例である。

- ① $1 \mu\text{Sv/h}$ 以下
- ② $1 \sim 3 \mu\text{Sv/h}$
- ③ $3 \sim 5 \mu\text{Sv/h}$
- ④ $5 \sim 10 \mu\text{Sv/h}$
- ⑤ $10 \mu\text{Sv/h}$ 以上

4.6 マイクロ・ホットスポットの除染

マイクロ・ホットスポットを確認して、局部的に様々な道具（スコップ、こて（鏝）、枝切り挟み、布テープ、粘着ローラーなど）を使用して除去する。PVA液、デンプンなどで固めたり塗布するに先立ち、雑草、松などの常緑針葉樹の剪定、落ち場やコケの取り除き、小石の取り除きを行なう。除去された汚染物質は、土のうに入れ、一保管場所へ安全を確保して保管する。除染方法の基本は5章、実際的方法は6章に従う。