

森林除染事業地における放射線モニタリングについて

関東森林管理局 森林放射性物質汚染対策センター
事業第三係長 長尾 美穂



1 はじめに

森林放射性物質汚染対策センターは、平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震で引き起こされた福島第一原発事故による周辺環境への放射性物質汚染の発生に伴って平成24年度に関東森林管理局に組織された部署であり、「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」で定められた除染実施対象地のうち、汚染状況重点調査地域内の国有林の除染に取り組んでいます。除染事業は日本において過去に例がなく、かつ、開始からわずか数年の事業であるため、森林における除染および放射線関連の情報は非常に少なく、参考知見やデータが不足しているのが現状です。このことから当センターでは、効果的な除染事業の実施促進のため、様々なモニタリング調査を実施し、データの蓄積に努めています。今回は、これまでに行ってきたモニタリング調査事例の中から、福島県白河市の森林除染に係るモニタリング調査について報告します。

2 森林除染について

除染事業は、環境省が策定した「除染関係ガイドライン」(写真-1)に沿って実施されています。除染の目的は、地域住民が日常的に生活している生活圏の放射線量を低減させることであり、このことから、森林除染においては、森林総合研究所や福島県が行った実証事業等によって生活圏の線量低減に寄与することが明らかとなっている、居住区域から20m程度を目安に事業が行われています(図-1)。



写真-1 除染関係ガイドライン



図-1 森林除染範囲のイメージ

除去対象の放射性物質である放射性セシウムは、森林内において、その多くが地表面付近に存在

していることが、これまでの森林総合研究所やJAEA（日本原子力研究開発機構）の調査研究等で明らかとなっているため、森林除染では主に地表面の除染作業を行います。まず除染作業の支障となる下草や灌木を刈り払い、原発事故発生時に葉が展開していた常緑樹等については枝打ちを行います。次に林床の落葉等堆積物を除去し、除去物を土のう袋等に詰めて林外に運搬した後にフレキシブルコンテナに詰めて仮置場に運搬し、保管しています（図-2）。



図-2 森林除染の手順

3 線量等の調査測定について

除染関係ガイドラインにおいては、除染の前後に必ず放射線量等の調査測定を行い、除染対象地の汚染状況の把握や除染作業による外部被ばく量低減状況の確認をすることとされており、調査測定方法として空間線量率、表面線量率、表面汚染密度の3つが示されています（表-1）。

空間線量率は、除染実施範囲の決定や除染による対象生活圏の外部被ばく線量の低減状況を評価する調査測定方法であり、事業を実施する際には必ず測定するよう定められています。一方、表面線量率と表面汚染密度は、家屋や土壌といった除染対象物表面の汚染状況の把握および除染作業による放射性物質の除去状況を評価する調査測定方法であり、必要に応じて測定することとされています。なお、空間線量率と表面線量率は、対象とする空間及び除染対象物表

表-1 除染関係ガイドラインで示されている調査測定方法

調査測定方法	測っているもの	除染事業の際の使用目的	取り扱い
空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	空間の放射線量	住民の外部被ばく量がどのくらい低減したかを確認	必ず測る
表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	物質の表面の放射線量	どのくらい放射性セシウムを取り除くことができたかを確認	必要に応じて測る
表面汚染密度(cpm)	物質の表面の放射性物質質量		

面から放出される単位時間当たりの放射線量を表す値($\mu\text{Sv/h}$)であり、表面汚染密度は、測定対象の単位面積あたりに存在する放射性物質質量を表す値(cpm)です。

4 モニタリングの内容とこれまでに得られている結果～福島県白河市聖ヶ岩スポーツ林の例～

(1) 背景

聖ヶ岩スポーツ林は福島県白河市にあり、白河市が、国有林の一部を借り受けて管理棟やバンガロー、キャンプ場などを整備した「聖ヶ岩ふるさとの森」という施設を運営しています(写真-2)。施設を国有林が囲んでいることから、施設敷地の除染計画に併せて周辺国有林の除染も行いたいという市の意向を受け、当センターで該当部分の森林除染を実施することとなりました。この際、広く測点を設定して除染実施箇所と除染未実施箇所の比較ができる場所であったことなどから、いくつかのモニタリング調査を行うこととしました。



写真-2 聖ヶ岩(左)と聖ヶ岩ふるさとの森のキャンプ施設(右)

(2) モニタリング調査の内容

まずはじめに、除染の範囲を検討することを目的として、周辺国有林および施設敷地で線量等の調査測定を行いました。任意の基準点より30mごとにメッシュ状に測点を設定し、2013年8月から12月にかけて、約1カ月ごとに空間線量率、表面線量率、表面汚染密度について継続的なモニタリング調査を行いました(図-3)。

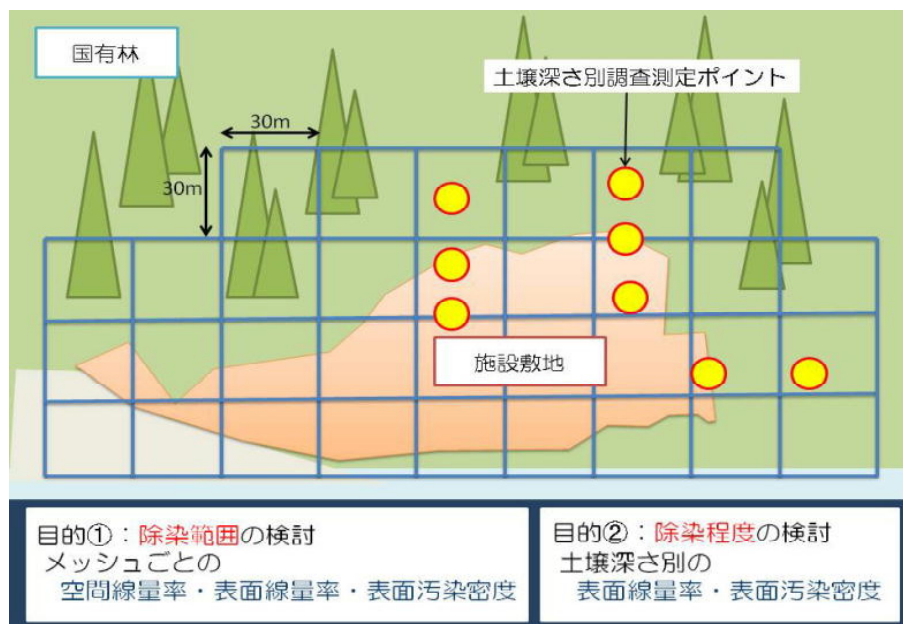


図-3 聖ヶ岩スポーツ林のモニタリングにおける30mメッシュ設定図

また、除染の程度を検討するために調査対象地内の森林、林縁、施設敷地内で、それぞれ任意の数点を設定し、土壌深度別の表面線量率と表面汚染密度の測定を行いました（図-3, 4）。



図-4 土壌深度別の調査測定の手順

(3) モニタリング調査結果と考察

モニタリング調査の結果、空間線量率（測定高地表1m）と、表面線量率（測定高地表1cm）では、表面線量率のほうが値が高く、また、これら2つには相関（ $R=0.8$ 程度）が見られました。このことから、地表面付近に放射性セシウムの多くが存在し、地表面の放射性セシウムが空間線量率の値に影響を与えていると考えられました。放射性セシウムの多くが地表面に存在していることは関係各機関が行った調査から既に示されており、今回の調査測定結果は、それらの知見と同様の傾向であったと言えます。また、空間線量率、表面線量率とも測定日を追うごとに緩やかな減少が見られましたが、いずれも物理的減衰（2014年時点においては年間18.75%程度減少）と同程度の値を示し、それ以上の大幅な減少が見られなかったことから、測定期間中は放射性物質が留まり、移動していないことがわかりました。以上のことと、

森林および林縁部分を俯瞰した際、極端に値が上下する箇所がなかったことから、ガイドラインで示されている20m幅の除染を施設敷地周辺全体に行うことで、線量の低減が最も期待できると考えられました。

（図-5）。

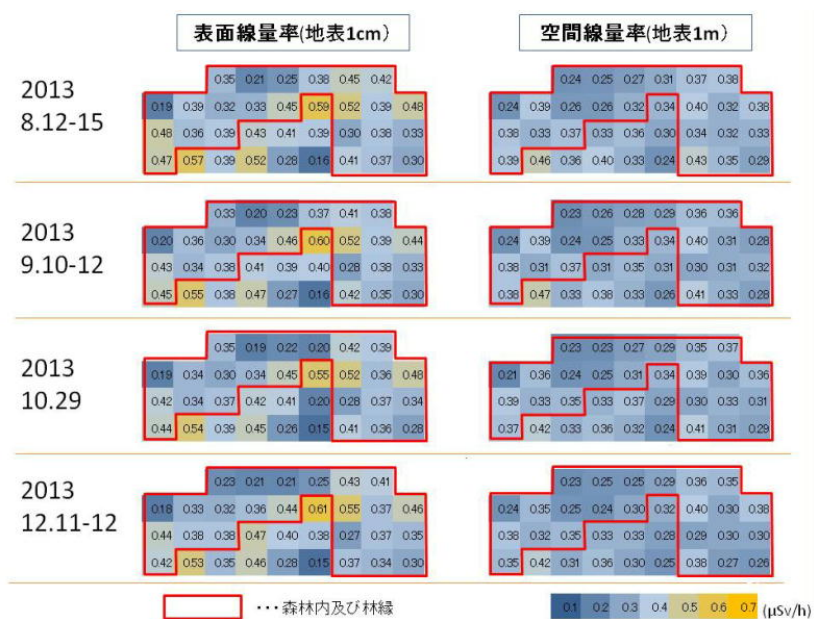


図-5 聖ヶ岩スポーツ林における継続モニタリング調査の結果

土壌深度別の調査測定は、土壌サンプルを採取しキログラム当たりの放射性物質の量を測定する方法が一般的ですが、これには専門機関への測定依頼等が必要です。このため当センターでは、除染を実施する現場で比較的簡易に調査できる方法として、除染関係ガイドライン内で示されている表面線量率および表面汚染密度の値を参考に使う方法を採用し、調査測定を行いました。

調査の結果、森林部分では落葉層の線量が高く、また、表層から約3cm程度までの腐葉層部分を取り除いた場合に約30～40%という大幅な線量率の減少が見られました。この結果は、これまでに森林総合研究所やJAEAなどが行っている、土壌中の放射性セシウム物質の測定結果と同様の傾向を示しており、本調査においても、林床の表層に多くの放射性セシウムが存在していることが示唆され、このことから、除染を行う際には、落葉層と腐葉層の除去をしっかりと行うことが効果的であると考えられました。なお、施設敷地内での調査では、落葉層と腐葉層で森林とほぼ同じ傾向を示しましたが、整備時に造成を行った層付近でも線量低減が見られました（図-6）。

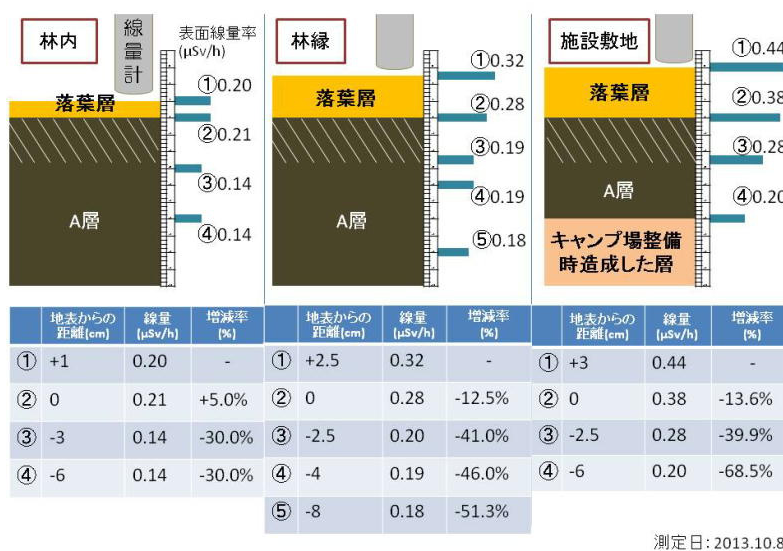


図-6 聖ヶ岩スポーツ林における深度別の表面線量率測定結果

(4) 除染実施結果および考察

以上の結果等を参考に、2014年の5月～7月末にかけて除染事業を実施しました。あわせて、地表面の除去による土壌流亡の可能性が考えられる箇所について、土壌流亡工を実施しました（図-7）。

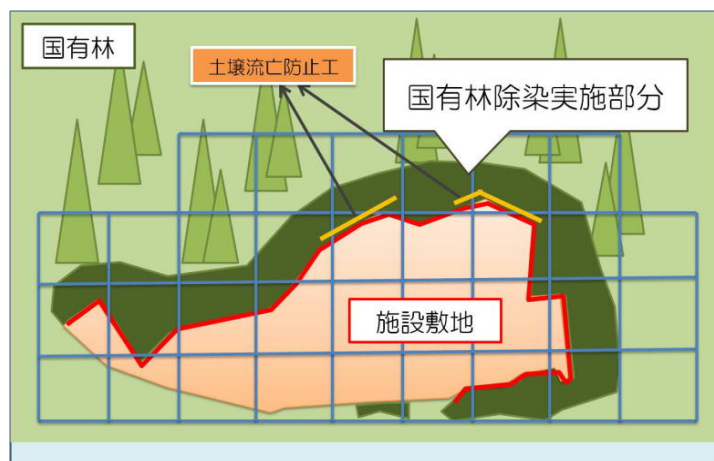


図-7 除染実施箇所

除染を行った結果、森林内の測点5点では、空間線量率が平均で約34%低減しました。除染範囲に含まれなかった森林内の低減率は約14%程度でした。林縁上の測点5点の平均低減率は約35%で、森林内とほぼ同様に低減しました。これらは、土壌深度別モニタリングの調査測定の結果を基に施工業者に指示した土壌表面の除去により得られると予測した値と同程度でした。除染前後の空間線量率と表面線量率には、いずれにおいても相関がみられていることから、地表面の放射性物質の除去が空間線量の低減に影響を及ぼしていることは明らかであり、以上のことからモニタリング結果を除染事業に効果的に反映できたものと考えます。また、放射性セシウムは、その多くが土壌粒子等に付着して移動することが知られているため、森林除染においては土壌流亡を原因とする生活圏の再汚染防止も重要です。今回、除染事業地において事前の調査測定をしたことで、林床の特徴もあらかじめ考慮に入れて除染の程度を検討し、対策を講じることができました。森林環境は複雑なため、モニタリング調査を事前に行うことは、効果的な除染実施に有効な方法と思われます。なお、市が実施した施設敷地の除染では、敷地の表土を5cm程度全面的に剥ぎ取り、汚染されていない土を客土するという住宅除染の方法で除染が行われたため、森林部分と比較して高い低減率となりました（図-8）。

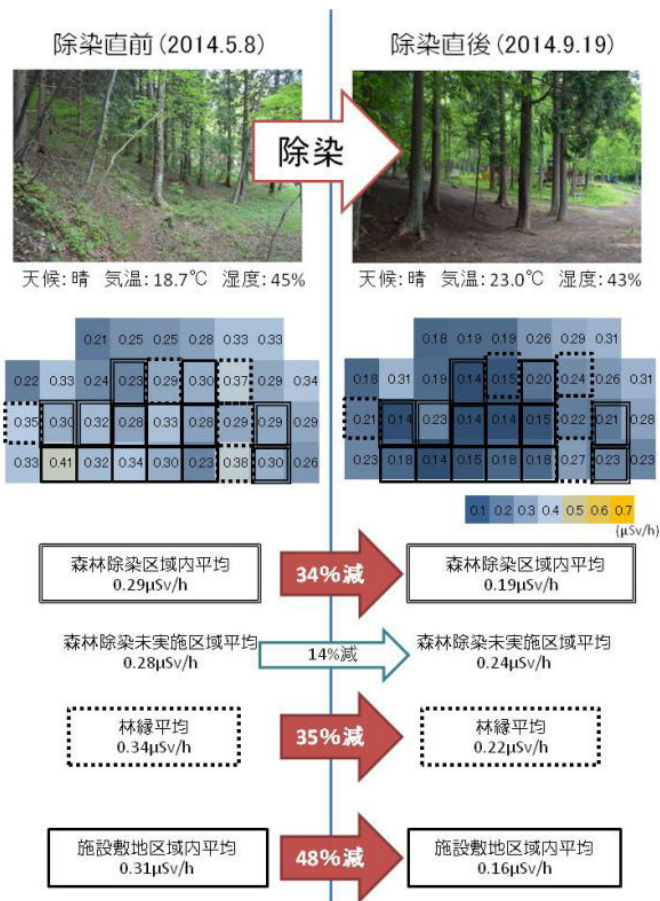


図-8 聖ヶ岩スポーツ林における除染前後の空間線量率の比較

5 まとめ

今回報告したモニタリング調査では、空間線量率が地表面の放射性セシウムの影響を受けていることを確認することができ、また、除染現場で実施可能な比較的簡易なモニタリングの結果から検討した除染範囲や除染の程度を事業に適用した結果、効果的に線量を低減させることができました。今後もモニタリング箇所を追加しつつ、継続的モニタリングをはじめとした様々なモニタリングを実施してデータの蓄積に努め、効果的な森林除染事業を実施すべく努力していきます。