

3.2 南相馬市ハートランドはらまちにおける実証実験

南相馬市ハートランドはらまちの除染効果実証実験事業（以下、「実証事業」という。）は図 2.2-1 の手順に沿って行った。本実証事業の実施工程を図 3.2-1 に示す。

項目	2011年					2012年		
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
除染に係る基本方針の検討	除染実施区域の選定	↔						
	除染方法に係る基本的な考え方の検討	↔						
除染前の放射線量当量率等の測定	除染実施区域内の詳細な放射線量当量率測定		●					
	主な点の土壌・植物の採取/放射能濃度測定		●					
除染計画の決定	除染方法・手順の検討		↔					
	除染効果評価システムを用いた除染目標等の検討		↔					
	関係者からの意見、要望等の反映(国・自治体・地元への説明)		↔					
	除染計画決定(除染方法・工程,除染目標等)			●				
除染技術の実証	多様な汚染源を含む広範囲の除染作業				↔			
	除染中の放射線量当量率の測定				↔			
	除染に伴う除去物の保管					↔		
除染技術の評価と除染後管理	除染後の放射線量率等の測定・除染効果の確認					●		
	除去物発生量,コスト,安全性等の評価						↔	
	保管中の除去物の監視,記録の管理							↔
契約事務				↔				

図 3.2-1 南相馬市ハートランドはらまちにおける除染効果実証実験事業の実施工程

3.2.1 除染に係る基本方針の検討

(1) 除染実施区域の選定

南相馬市ハートランドはらまちは、今後自治体、コミュニティ等が行う除染活動の対象となる森林に隣接した家屋、森林、傾斜地、公共施設（給水塔等）、道路等の様々な要素を区域内に含んでいること、ハートランドはらまち周辺の一部家屋が特定避難勧奨地点に指定されるなどハートランドはらまち周辺の空間線量率が比較的高かったこと、及びハートランドはらまちの所有者が南相馬市であり且つ 3.2.3 (8) で後述する南相馬市の除染方針により除去物の一時保管場所の確保が比較的容易であると思われたことから、実証事業の除染実施区域として選定された（図 3.2.1-1 及び図 3.2.1-2）。本区域の面積は約 27,500m² である。



許諾番号：Z13BH 第 38 号

図 3.2.1-1 南相馬市ハートランドはらまちの位置



*給水塔周囲は、当初の実施区域に含まれていなかったが、南相馬市からの要請により追加した。

図 3.2.1-2 南相馬市ハートランドはらまちにおける除染実施区域

(2) 除染方法の基本的な考え方

南相馬市ハートランドはらまちの除染方法は、実証事業の目的、同区域の雨水に係る排水設備等の状況等を踏まえて、以下の基本的考え方に基づいて選定することとした。

- ・本実証事業の知見等が、各自治体、コミュニティ等の今後の除染活動に反映されることを考慮し、各自治体、コミュニティ等が容易に実施可能で、実践的な除染方法を用いることとする。
- ・南相馬市ハートランドはらまちにおいては、多くの雨水等は雨樋を経て周辺土壤に放出されていることから、給水塔、家屋の屋根、樋等の除染作業に大量の水を使用する場合、これに伴って発生する排水が周辺土壤の汚染をさらに拡大する恐れがある。また、本排水を回収する場合、別途その処理設備等が必要となる。従って、できる限り水を使用しない除染方法を用いることとする。
- ・今後の中間貯蔵施設及び処分場の用地確保の困難さを考慮し、除去物の発生量ができる限り少ない除染法を用いることとする。
- ・南相馬市ハートランドはらまちには急傾斜地、樹木等が多いことから、除染作業中・後の本急傾斜地の土砂流出、崩落防止、樹木の保護等を考慮した除染方法を用いることとする。

3.2.2 除染前の放射線量率等の測定

除染前の放射線量率等の測定は、除染作業計画の策定、除染効果の評価等に必要な除染作業前の汚染状況を把握することを目的として、平成23年9月8日(木)～9日(金)に、主に以下の項目について行った。測定に先立ち、除染実施区域を、家屋、土地の利用状況等に基づいた複数の除染エリアに区分し(図3.2.2-1)、除染エリア毎の状況に応じた測定を行うこととした。

なお、給水塔が設置されているエリアについては、当初測定対象になっていなかったが、南相馬市ハートランドはらまちを所有する南相馬市役所からの要請により、測定範囲に加えることとした。

- ・空間線量率分布(全区域)
- ・土壤の深さ方向の放射性物質濃度分布(駐車場、傾斜地、森林等)
- ・放射性物質の付着状況(樹木、草等)

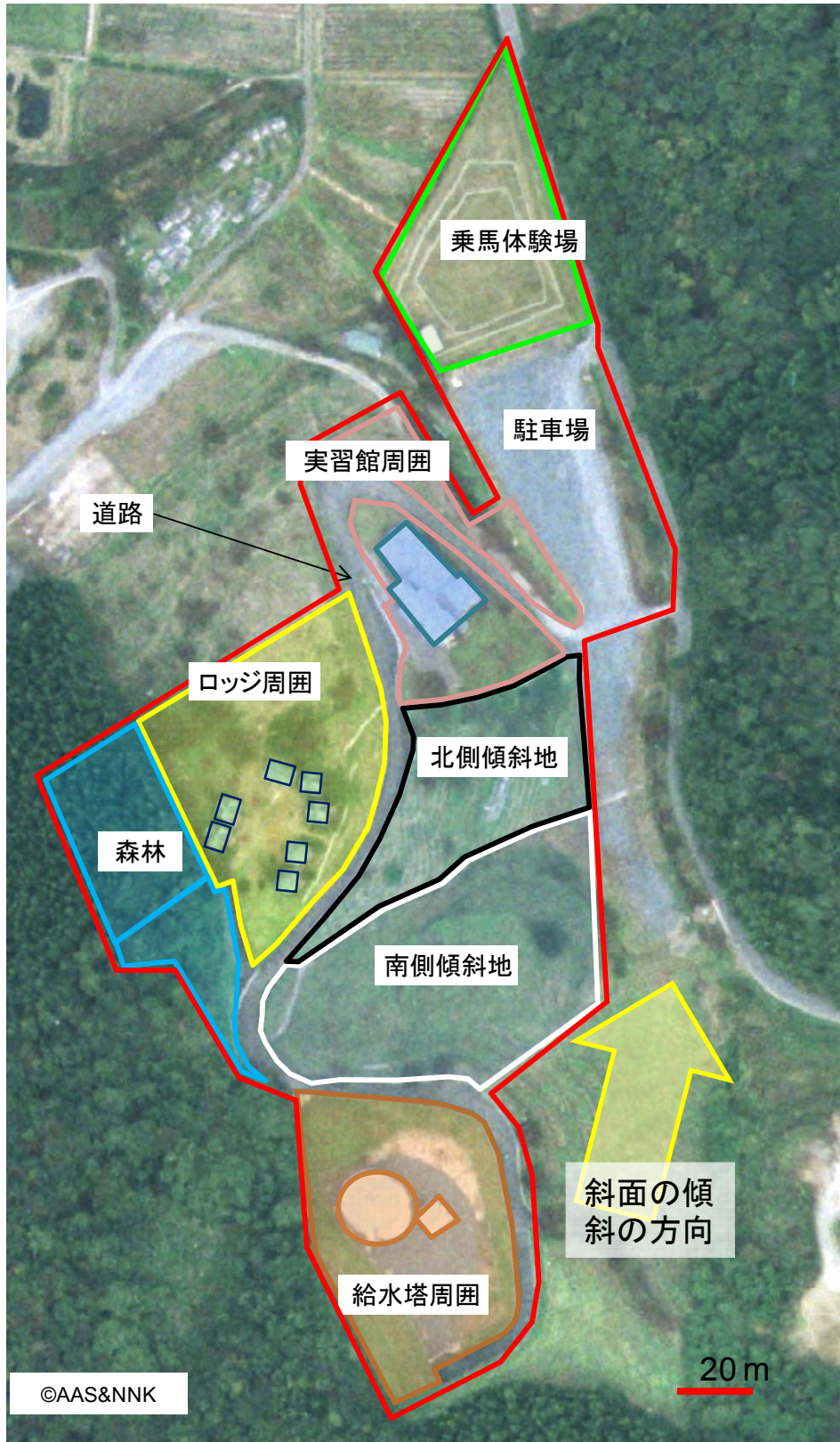


図 3.2.2-1 除染エリア区分図

(1) 空間線量率分布

除染実施区域を含む広範囲の区域を対象として、事前に汚染状況の概要を把握するとの観点から無人ヘリによるサーベイを行うとともに、除染実施区域について、被ばく線量評価の観点から地表面等から1m高さ、ホットスポット等の除染対象とする場所をより正確に特定するとの観点から地表面等から1cm高さにおいて、それぞれNaIシンチレーション式サーベイメータを用いて測定するとともに、同サーベイメータの測定範囲を超える場合は電離箱式サーベイメータを用いて測定した。

測定ポイントについては、各自治体、コミュニティ等が除染作業を行う際に留意すべき場所が明確となるように、家屋の外周りを中心としてより詳細に設定した。

家屋内については部屋毎に中央部及び四隅を、また、家屋の外周りについては2mメッシュ毎のポイント、それぞれ測定ポイントとすることを原則にするとともに、過去の知見等から空間線量率が高いと考えられる雨樋出口等の場所を測定ポイントに加えた。

家屋以外の傾斜地、森林、道路等については、10mメッシュ毎に測定ポイントを設定することを原則としたが、測定点から測定点に移動する際には地表面から1m高さでの測定を継続し、線量率が大きく変動する箇所が確認された場合は、10mより短い間隔でも適宜測定ポイントとした。

測定結果を図3.2.2-2～図3.2.2-7に示す。

家屋内においては屋外に面した場所で線量率が高く、また、家屋外周辺の地表面等から1cm高さにおいては、雨樋出口、側溝及び軒下でホットスポットが見られた。

家屋以外では、地表面等から1m高さの測定位置において、乗馬体験場、駐車場及び給水塔平場、並びにロッジ周辺で比較的高い線量率が測定された。また、ホットスポットが、傾斜地の樹木の根元、ロッジの雨樋出口、給水塔の排水口及び雨樋出口、道路の側溝及び亀裂部等に多数見られた。

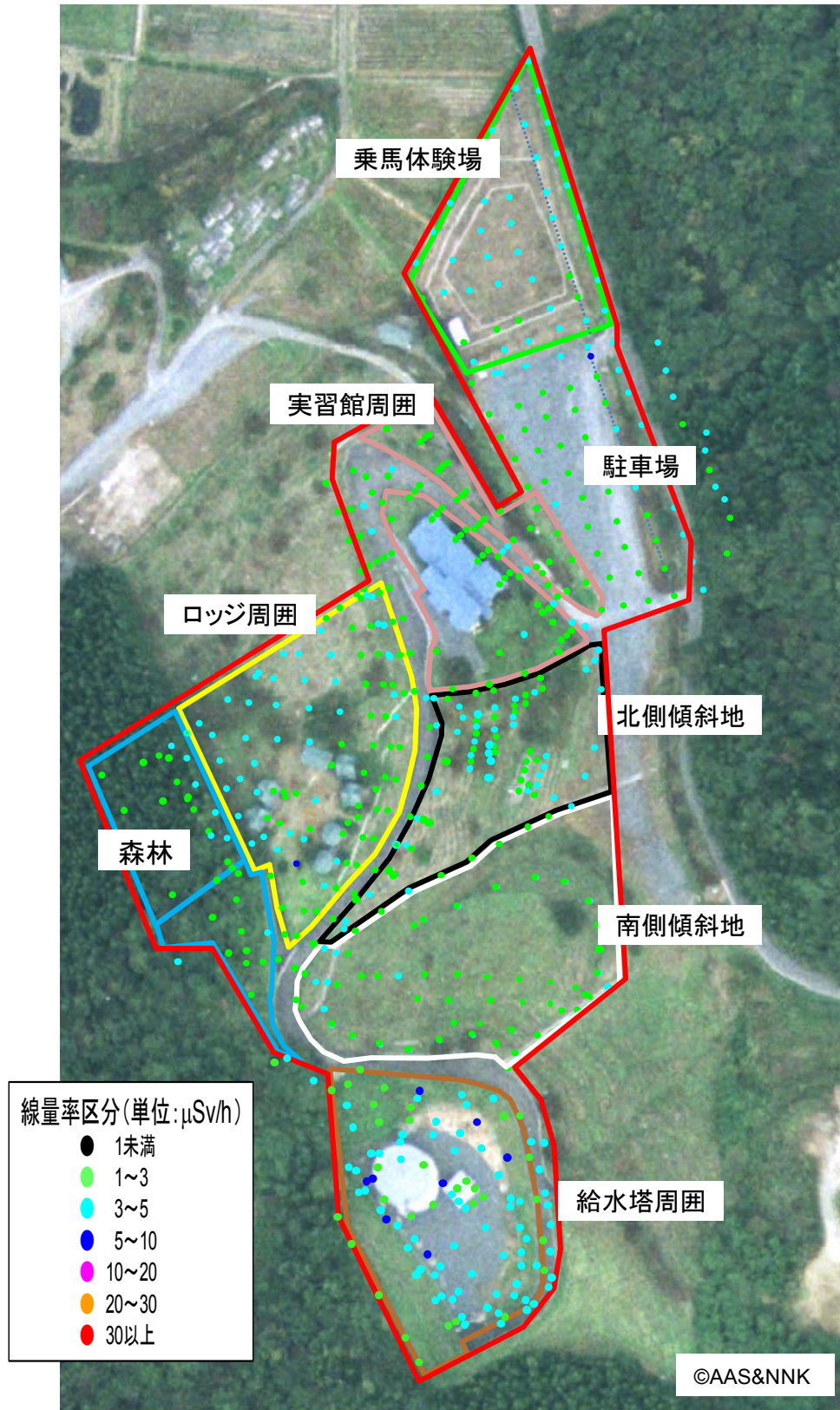


図 3.2.2-2 除染区域内の測定結果
 (除染前における地表面等から高さ 1m の空間線量率)

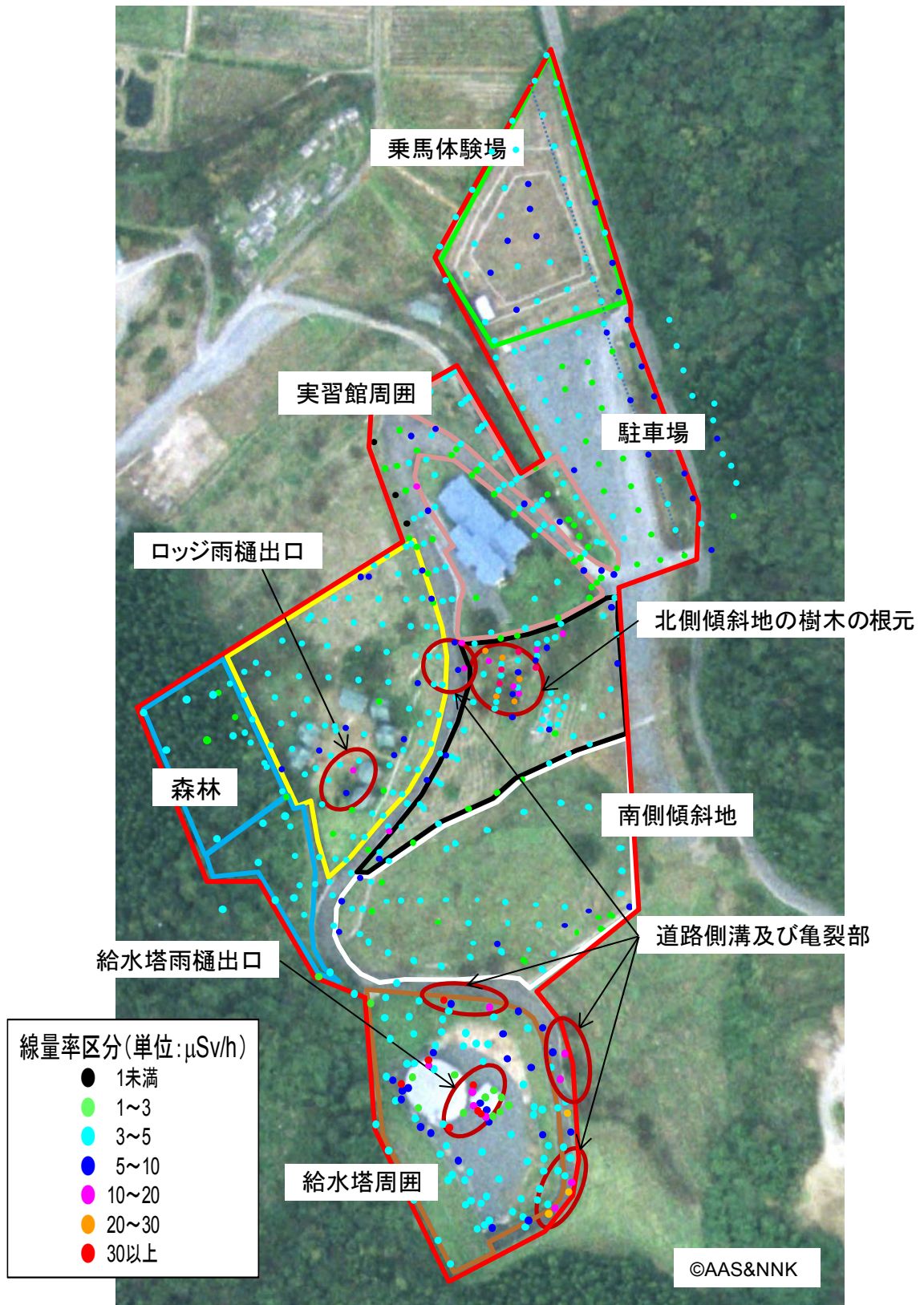


図 3.2.2-3 除染区域内の測定結果
(除染前における地表面等から高さ 1cm の空間線量率)



©AAS&NNK

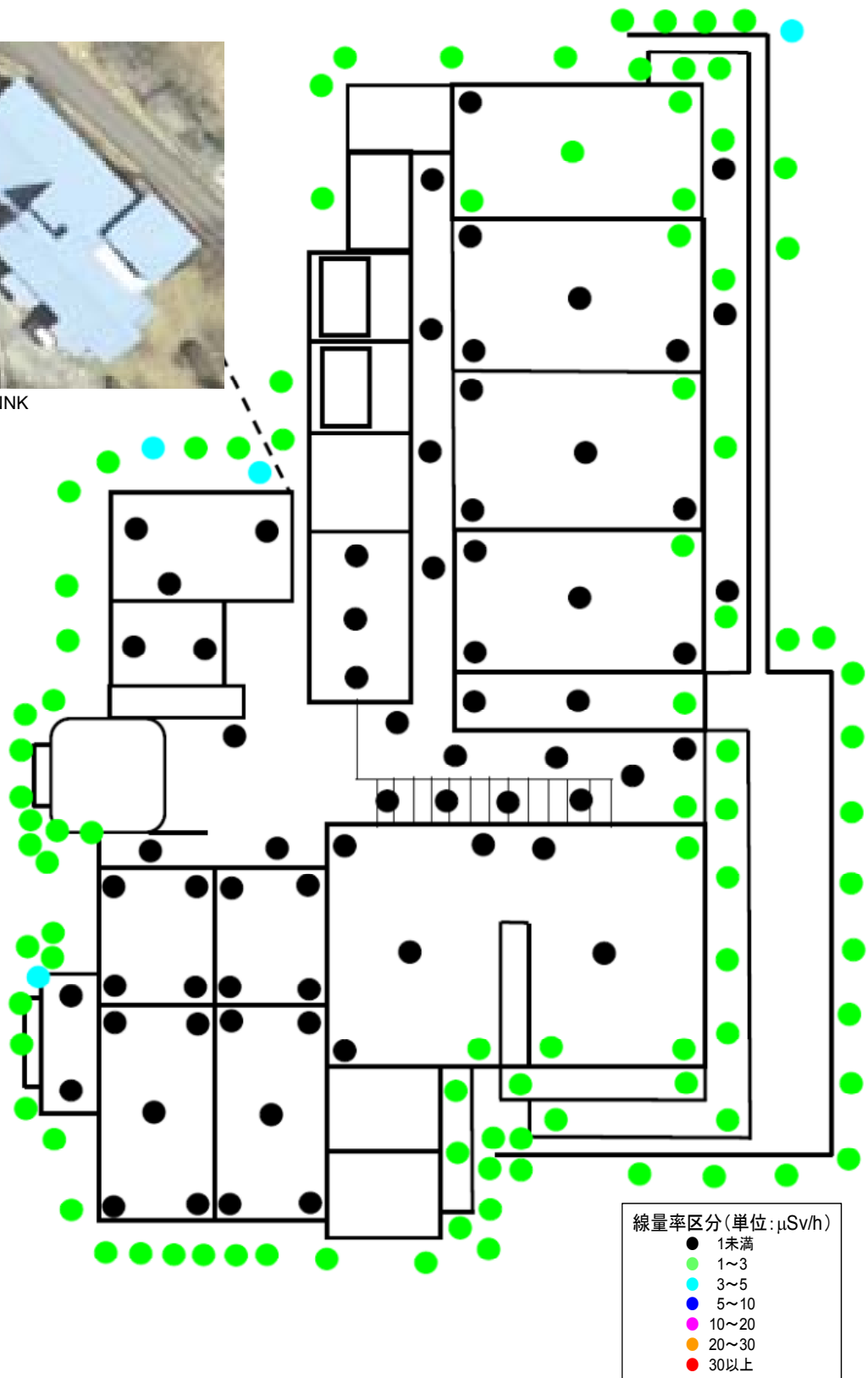


図 3.2.2-4 農業体験実習館内外の測定結果
(除染前における地表面から高さ 1m の空間線量率)

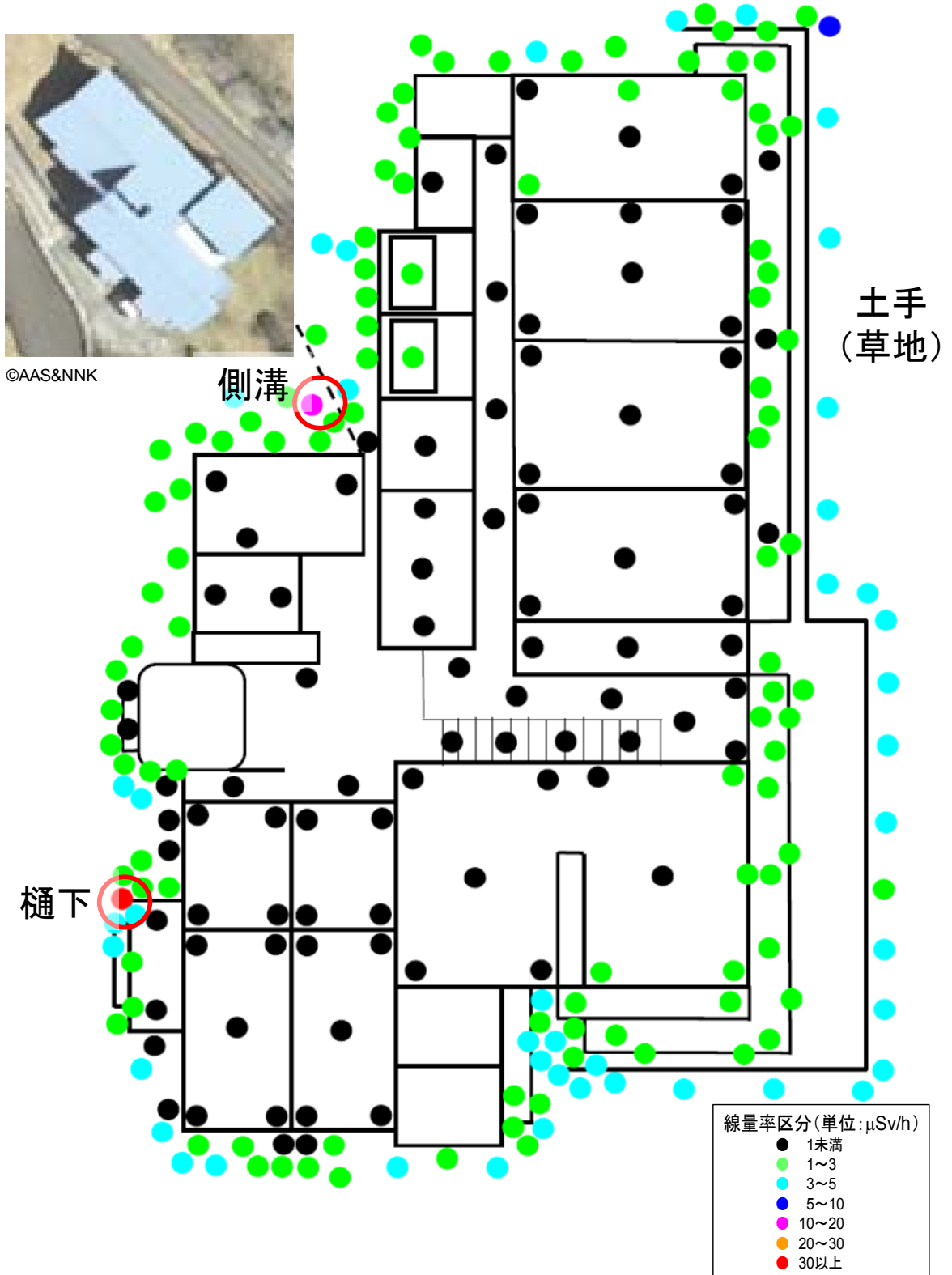


図 3.2.2-5 農業体験実習館内外の測定結果
(除染前における地表面から高さ 1cm の空間線量率)

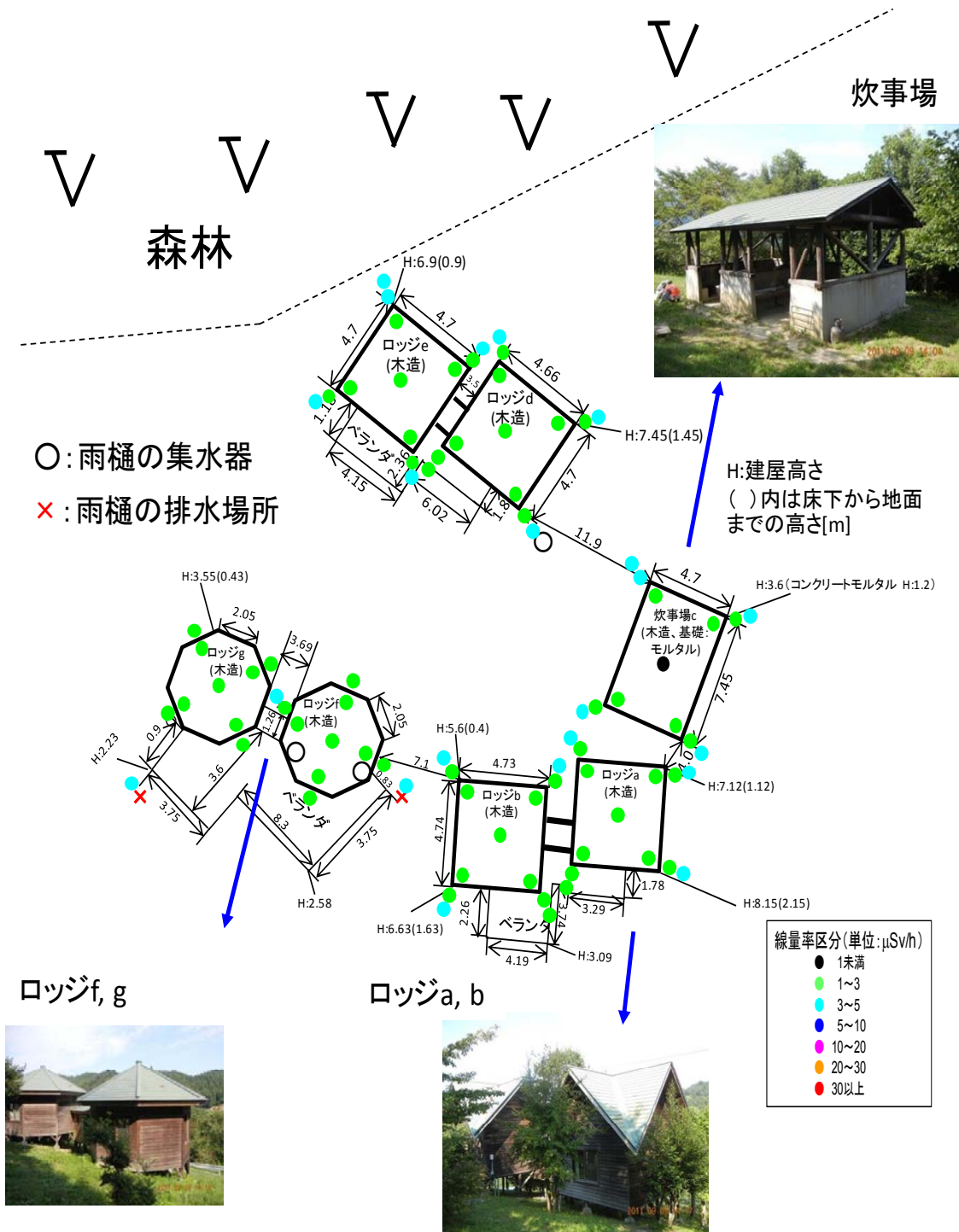


図 3.2.2-6 ロッジ内外の測定結果
 (除染前における地表面から高さ 1m の空間線量率)

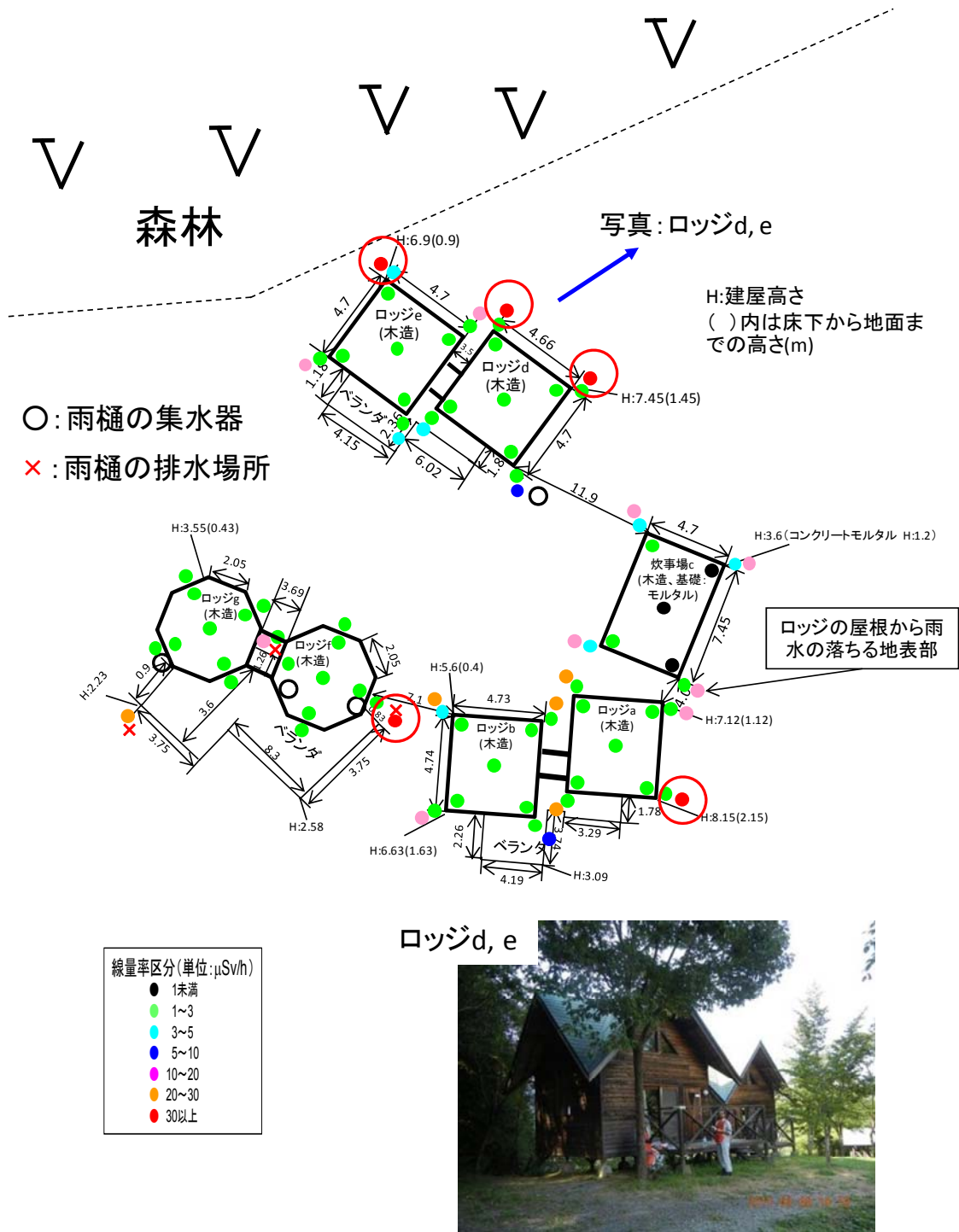


図 3.2.2-7 ロッジ内外の測定結果
 (除染前における地表面から高さ 1cm の空間線量率)

(2) 土壌の深さ方向の放射性物質濃度分布

土壌（森林内部の腐葉土を含む）を対象に、文部科学省が開催する調査研究協力者会議等（科学技術・学術政策）の「第一回放射線量等分布マップの作成等に係る検討会」の配布資料第1-4-2-2号「土壌濃度マップの作成に向けた土壌試料採取の方法について」に準拠して、乗馬体験場、駐車場、ロッジ周辺、急傾斜地（一部）、森林等において試料を採取し、Ge 半導体検出器及びγ線スペクトル分析器を用いて深さ方向の放射能濃度分布を測定・評価した。

測定結果を図3.2.2-8に示す。放射性セシウムの土壌への浸透深さは概ね5cm程度までと評価された。

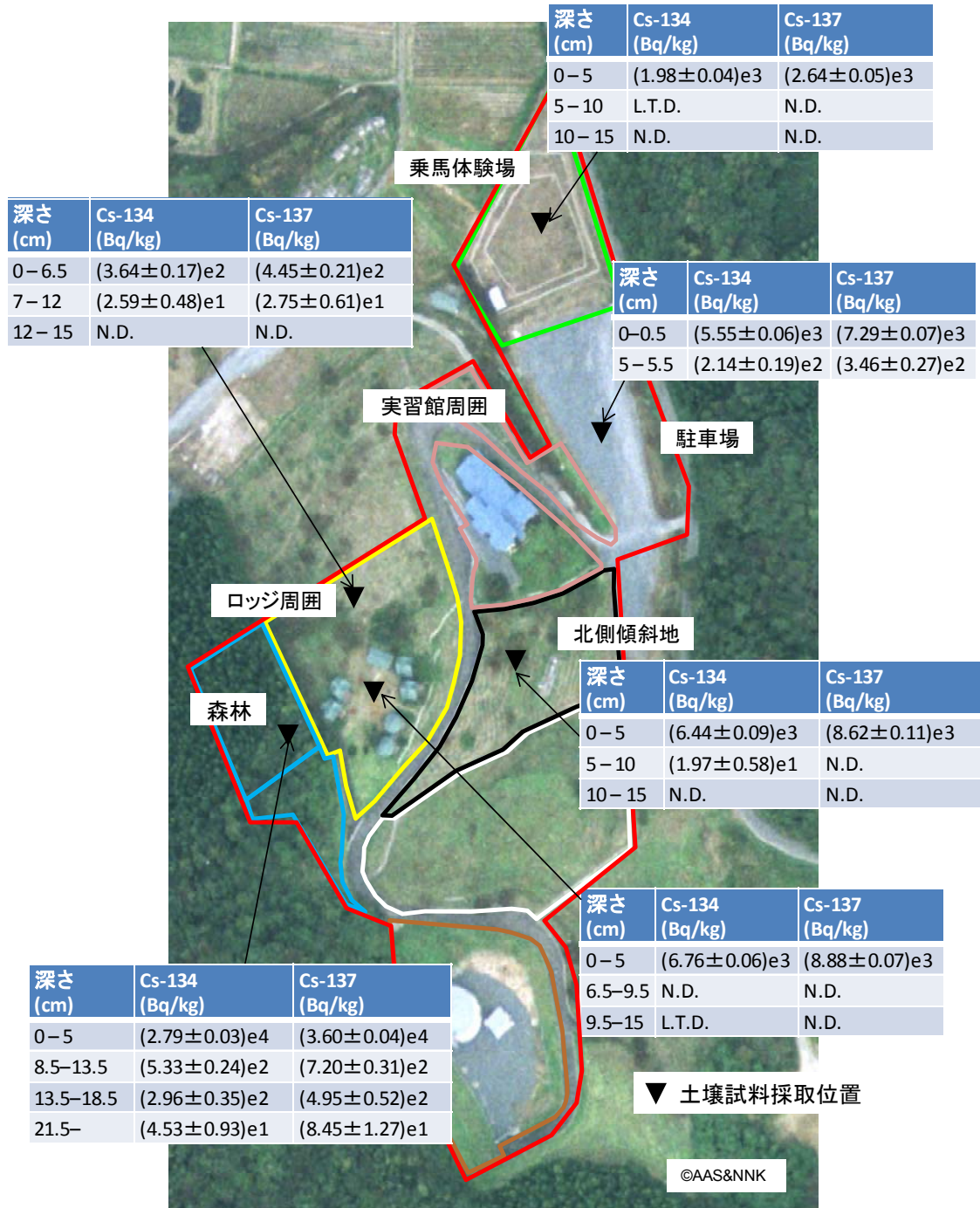


図 3.2.2-8 土壌試料採取位置及び放射能濃度分布測定結果（除染前）

(3) 放射性物質の付着状況

除染実施区域内の樹木（松及び杉）、草等を対象に試料を採取し、放射性物質の付着状況の概要を把握するとの観点から、NaI シンチレーション検出器及びγ線スペクトル分析器（食品モニタ）を用いて放射能濃度を測定した。

評価結果を図 3.2.2-9 に示す。松及び杉の葉、草及び苔に放射性セシウムを確認した。

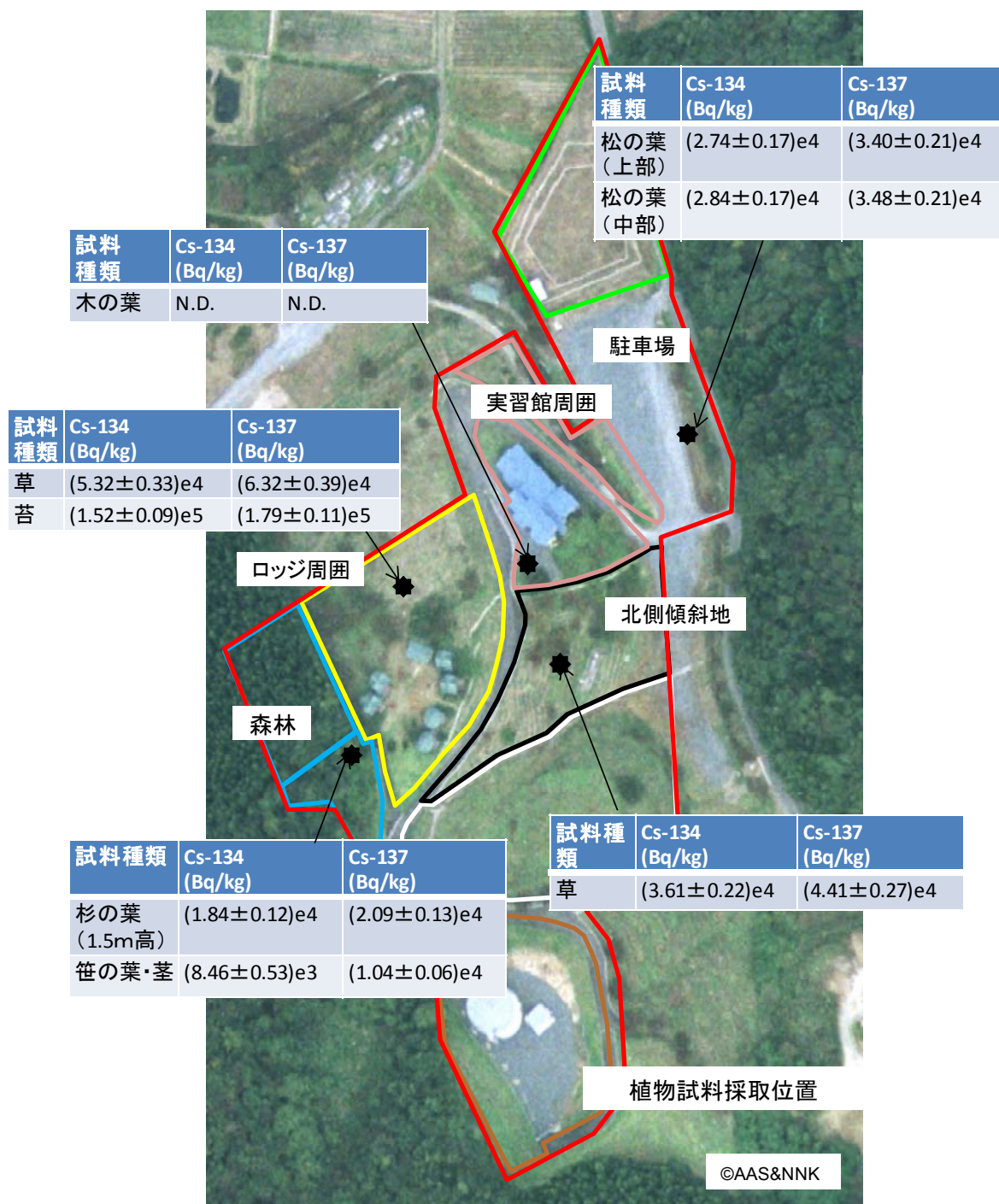


図 3.2.2-9 植物中の¹³⁴Cs及び¹³⁷Csの放射能濃度測定結果（除染前）

3.2.3 除染作業計画の策定

(1) 除染範囲

当初、給水塔が設置されているエリアについては除染対象に入っていなかったが、南相馬市からの要請により実施した除染前の放射線量率等の測定結果等を考慮し、除染範囲に加えることとした。その結果、除染前の放射線量率等の測定を行った範囲（図 3.2.2-1）を除染することとした。

(2) 除染目標

「除染に関する緊急実施基本方針」（原子力災害対策本部，2011）で示された「除染実施における暫定目標」を踏まえ、本実証事業では、除染実施区域における空間線量率を除染前の 1/2 に低減することを目標とし、これを達成するため、ホットスポットについては地表面等から 1 cm 高さにおける空間線量率が少なくとも 3.0 $\mu\text{Sv/h}$ を下回るまで、それ以外の測定ポイントについては、同高さでの空間線量率が少なくとも除染前の値の 1/2 になるまで除染することとした。

このうち、表土の鋤取りを行う除染エリアについては、除染効果評価システム CDE（Calculation system for Decontamination Effect）の線量率低減効果に係る検討結果に基づき、本除染目標を達成するため、表土鋤取り後の土壤の放射能濃度が 1,000 Bq/kg になることを目安に除染を行うこととした。

(3) 除染効果評価システムによる事前評価

南相馬市ハートランドはらまちについても、伊達市下小国地区の場合と同様に、除染作業計画の策定にあたり、除染による空間線量率の低減効果を事前に予測し、除染目標とする線量率の低減効果を達成する上で重要な除染方針に係る目安（助言）を与えるために実施した。本評価では、伊達市下小国地区の場合と同様、汚染土壌除去の観点から、線量率の低減に資する土壌の削剥深さについて検討した。具体的には、除染対象領域での草地、地面等の汚染土壌の削剥により達成する汚染密度の低減と空間線量率の低減の関係を評価した。このため、深さ方向の土壌サンプリング結果（図 3.2.2-8 参照）をもとに、除染後の汚染密度を変化させた場合の空間線量率の低減を評価した。空間線量率の低減評価にあたっては、土壌の汚染密度を 5,000 Bq/kg、3,000 Bq/kg、1,000 Bq/kg と低減させ、除染の目標値として空間線量率が半分程度以下となる汚染密度を評価し、その結果をもとに土壌の削剥深さの目安を決めた。

空間線量率の低減効果を評価するために使用した計算条件は、伊達市下小国地区と同様であり、以下のとおりである。

除染前の表面汚染密度分布として、森林を除く土壌に関しては、本事業で測定した表面線量率分布（ $\mu\text{Sv/h}$ ）の測定値を使用した。森林については、文部科学省による航空機モニタリング結果を使用した。なお、空間線量率分布を除染対象領域の境界領域においても周辺領域からの線量寄与を評価するため、除染対象領域外側の周辺領域の表面線量率の測定値も用いた。

除染係数については、舗装道路については 10、バンガロー、体験館、貯水塔については、2.2 を採用した。森林については、落葉や表土層の除去のみの除染の場合は 2 を与え、枝打ちを加える場合は 5 を与えた。草地、地面等、土壌に対する除染係数は、伊達市下小国地区と同様の方法を採用した。草地等の除染後の表面汚染密度は、土の密度を 1.5g/cm^3 とし、土壌の汚染密度が 1,000 Bq/kg の場合は、 1.5 Bq/cm^2 を 3 倍して 4.5 Bq/cm^2 と評価した。

上述したように、除染前の汚染密度を表面線量率から表面汚染密度に換算し、これを除染後の汚染密度を 5,000 Bq/kg、3,000 Bq/kg、1,000 Bq/kg と変化させ、表面汚染密度を上記の値を元に換算した値で割ることにより、除染係数を評価した。土壌種別ごとに採用した除染係数を図 3.2.3-1 にまとめる。図 3.2.3-1 より、1,000 Bq/kg 程度まで汚染土壌を除去すれば、除染係数は 5 程度以上が期待できることが分かる。

また、土壌除去による空間線量率の低減効果に関するケーススタディの結果を図3.2.3-2に示す。このケーススタディでは、除染対象区域内の来場者の立ち入り時間が長いところとして、バンガロー、農業体験館、乗馬場を対象とした。なお、バンガローについては、バンガローの中央地帯のほか、森林際への影響も調査した。図3.2.3-2の(a)より、1,000 Bq/kgまで汚染土壌を除去すれば、空間線量率を1.0 $\mu\text{Sv/h}$ 以下まで低減することが期待できる。また、図3.2.3-2の(b)より、1,000 Bq/kgまで汚染土壌を除去すれば、空間線量率を未除染の場合に比べ半分以下とすることが達成できる。これらの結果は、伊達市下小国地区の結果と同様な結果となった。なお、森林を背後にひかえたバンガロー森林際に関しては、森林の除染による線量率の低減が他に比べて大きい。

以上より、1,000 Bq/kgまで汚染土壌を除去する場合について、土壌削剥深さの目安を表3.2.3-1にまとめる。表3.2.3-1では、土壌削剥深さの目安をもとに、除去される汚染土壌の容量の概算を見積もり、同表にあわせてまとめた。

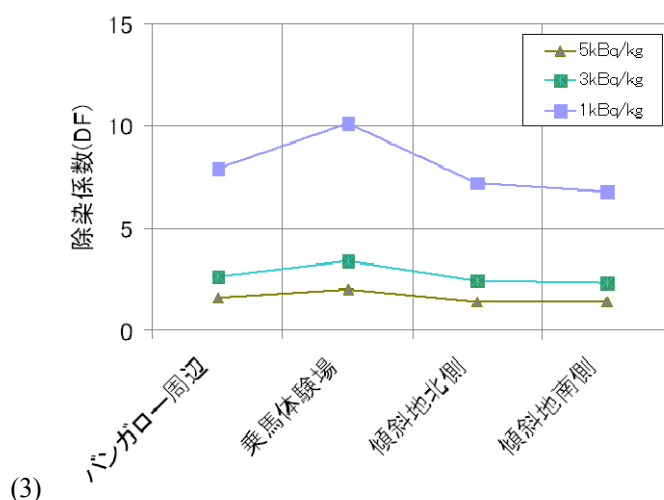
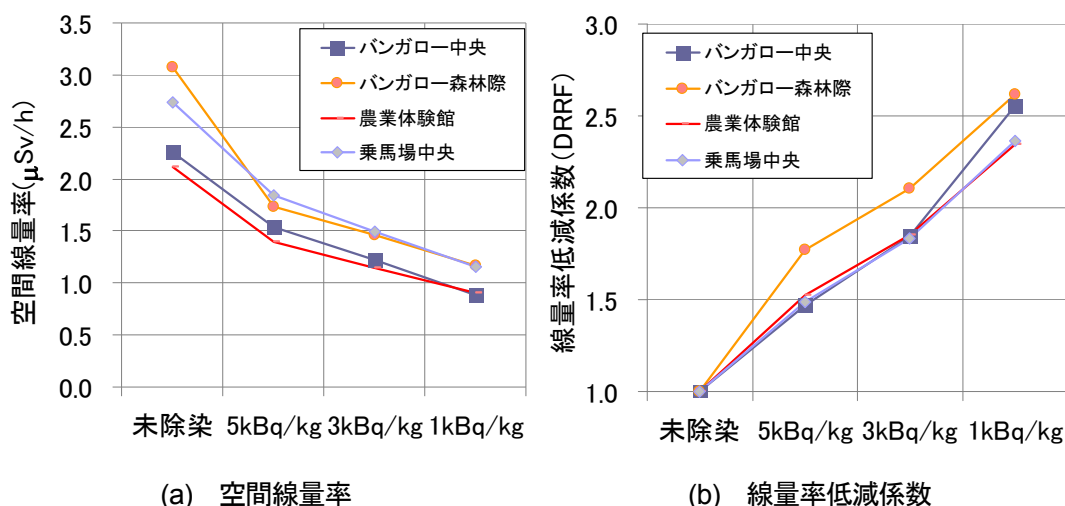


図3.2.3-1 南相馬市ハートランドはらまちの土壌種別毎に対する除染係数



(a) 空間線量率 (b) 線量率低減係数
 図3.2.3-2 南相馬市ハートランドはらまちにおける土壌除去による空間線量率の低減効果に関するケーススタディの結果

表 3.2.3-1 南相馬市ハートランドはらまちにおける土壌剝離深さの目安

場所	面積 (m ²)	剥離厚さ (cm)	土量 (m ³)
ロッジ群周辺庭	2,000	5	100
給水塔庭	3,800	5	190
駐車場	2,300	5	115
乗馬体験場	1,400	5	70
傾斜地	9,000	5	450

(4) 除染方法

除染方法は、前述の「3.2.1 (2) 除染方法の基本的考え方」、除染前の放射線率等の測定結果、除染エリア毎の土地の利用状況等を踏まえ、除染エリア毎に策定した。

また、除染作業の一環として、森林入口の空間線量率に対する除染対象とする森林奥行深さの影響、家屋屋根等の拭取り方式に係る除染効果、アスファルト舗装道路に対するスチールショットブラスト除染における鋼製球の投射密度と除染効果の相関等に係る除染関連データも取得することとした。

除染エリア毎の除染方法の概要を図 3.2.3-3～図 3.2.3-7 に、また具体的な除染方法を付録 5 に示す。



図 3.2.3-3 除染対象毎の除染方法（建屋類及び周辺の庭）



図 3.2.3-4 除染対象毎の除染方法（駐車場及び乗馬体験場）



図 3.2.3-5 除染対象毎の除染方法（傾斜地等）



図 3.2.3-6 除染対象毎の除染方法 (森林)



図 3.2.3-7 除染対象毎の除染方法 (道路等)

(5) 基本的な除染順序

後述する除去物の一時保管施設の整備のため、まず駐車場の除染から始め、次に除染作業時の被ばく線量の低減等を考慮して、まずホットスポットを除染した後、次に除染時の二次汚染防止の観点から、標高の高い除染エリアから低いエリアに向けて除染を行っていくこととした。

また、森林の除染については、前述したとおり森林除染の効果を確認する観点から、他のエリアの除染作業完了後に実施することとした。

除染順序を図 3.2.3-8 に示す。

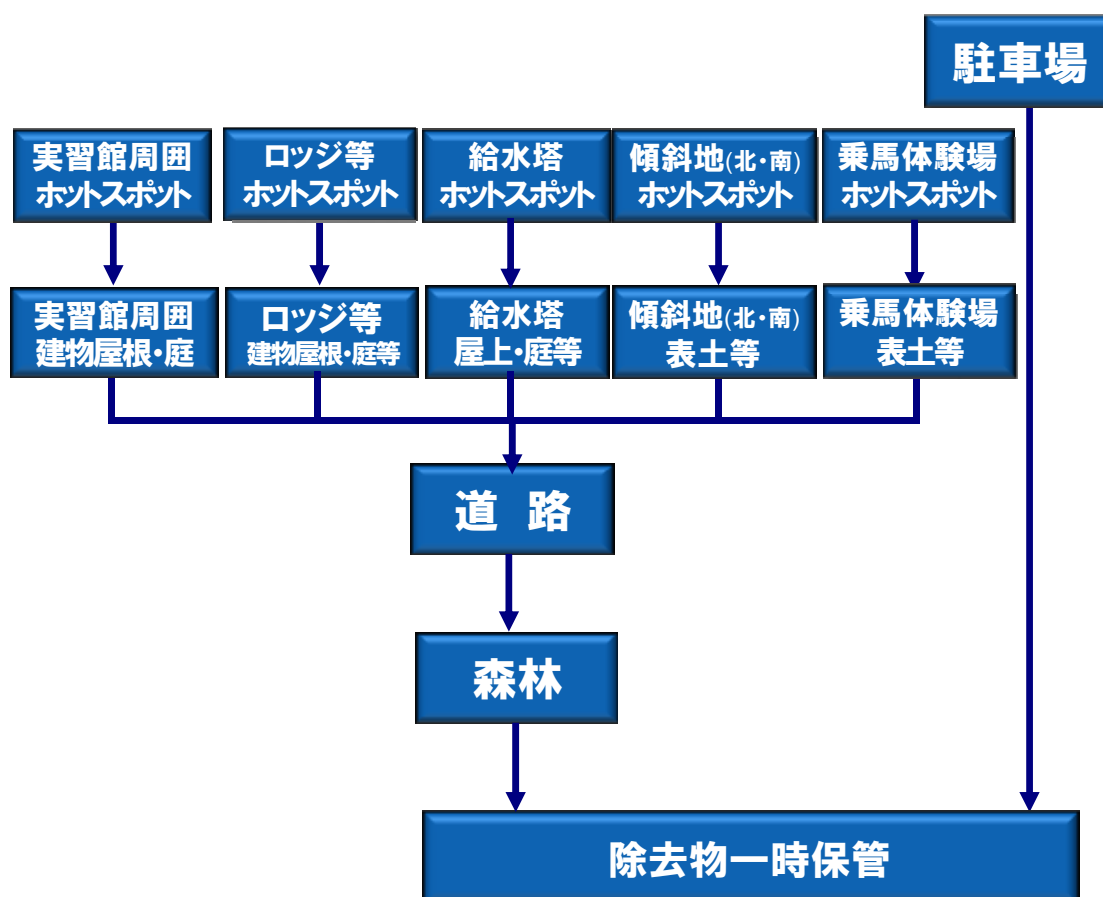


図 3.2.3-8 南相馬市ハートランドはらまちにおける除染順序

(6) 除去物の発生推定量及び一時保管方法

除染に伴って発生する表層土、土砂、泥、木・草等の除去物については、不燃物と可燃物とに分別し、JIS Z 1651_2008 非危険物用フレキシブルコンテナに準拠した耐候性容器に収納することとし、不燃物については除染実施区域内の駐車場において地下式により一時保管するとともに、可燃物については同駐車場において地上式により一時保管を行うこととした。

除去物の発生量は、不燃性除去物が約 1,200m³（フレキシブルコンテナ約 1,300 個）、及び可燃性除去物が約 120m³（フレキシブルコンテナ約 150 個）と推定した。

不燃性除去物の地下式一時保管施設の設計にあたっては、地下水と除去物の接触を防止するため、ボーリング調査等で確認した地下水位の季節変動を考慮し、地下水位の 1m 以上上方に設置できる深さとするとともに、不燃性除去物の発生量推定値を踏まえた面積とした。

不燃性除去物の地下式一時保管施設の概要及び一時保管の方法については付録 6 に示す。

(7) 放射線管理

除染実施区域が、追加被ばく線量がおおむね年間 1 から 20 mSv までの地域に該当することから、『「除染に関する緊急実施基本方針」及び「市町村による除染実施ガイドライン」に基づく除染作業における労働者の放射線障害防止措置について』(平成 23 年 9 月 9 日厚生労働省労働基準局安全衛生部長)等に沿って、事前教育、放射線管理、装備装着等を実施することとした。

また、平成 24 年 1 月 1 日以降は、これに加えて、同日から施行された労働安全衛生法の「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」についても遵守して作業を行うこととした。

(8) 除染作業計画の策定に影響を与えた社会的要因

除染計画の策定に当たっては、除去物の一時保管場所を含めて、南相馬市ハートランドはらまちを所有する南相馬市と適宜協議するとともに、ハートランドはらまち周辺地区の住民代表の方に除染計画の説明を行い、了解を得た。

このうち、土壌等の不燃性除去物の一時保管場所については、南相馬市では除染物はその発生場所において一時保管することを基本方針としていたこと、ハートランドはらまちの将来の営業再開を考慮したこと等から、ハートランドはらまち内の駐車場に地下方式で保管することとなった。

一方、可燃性除去物については、当初南相馬市の一般廃棄物処理用の焼却施設で焼却処理を行うことを計画していたが、同施設の周辺住民からの意見に配慮して同施設は利用しないこととなり、また、同市内の産業廃棄物処理用の焼却施設の利用も同様の理由で実施できなくなったことから、最終的に南相馬市ハートランドはらまちの駐車場内に地上方式で保管することとなった。

3.2.4 除染技術の実証

3.2.4.1 実施工程

除染作業は除去物の一時保管施設の整備及び保管を含めて、平成 23 年 11 月 29 日～平成 24 年 1 月 20 日の期間実施した。実施工程を図 3.2.4-1 に示す。

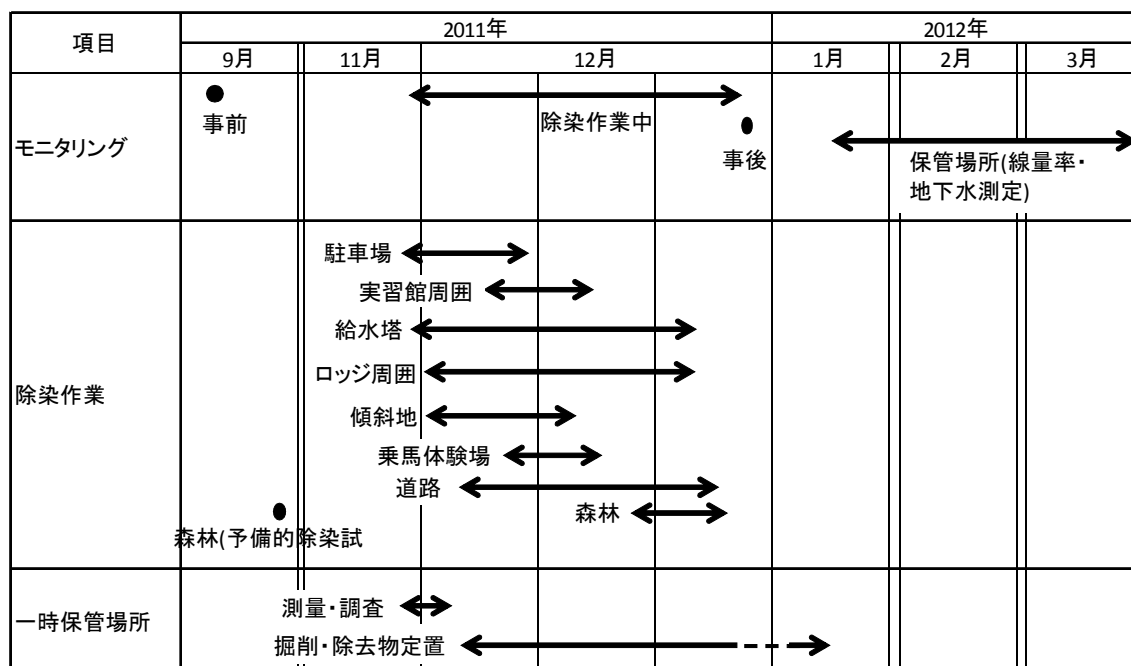


図 3.2.4-1 南相馬市ハートランドはらまちの除染の実施工程（実績）

3.2.4.2 面的除染の実施

策定した除染作業計画に沿って面的除染を実施した（図 3.2.4-2～図 3.2.4-15）。除染エリア毎に実施した除染方法を表 3.2.4-1、使用機器・工具及び装備の一覧を表 3.2.4-2 に示す。

除染作業計画における傾斜地の除染方法は、除染前の測定結果を踏まえて、落ち葉かき、草刈りの後に表層土 5cm を鋤取することをめやすとしていたが、傾斜地の勾配、地質、既存の崩壊防止措置（法面保護ネット）等の状況を踏まえ、除染作業後の崩壊を避けるため、落ち葉かき、草刈りの後には、後述する除染中の確認測定をこまめに行いながら（3.2.4.4 (2) 参照）、電動草刈り機等を用いて 1 cm 高さにおける空間線量率が少なくとも $3.0 \mu\text{Sv/h}$ を下回るように表層土を徐々に鋤取った（結果として概ね 1cm 程度の厚さを鋤取った）。

また、樹木の根元にはホットスポットが多く、除染目標（3.2.3 (2) 参照）を達成するために、根元周辺の土壌を鋤取った。これら、除染した傾斜地、樹木の根元等については、傾斜地の崩壊、樹木の枯渇等への対応を適宜施した（図 3.2.4-7）。



図 3.2.4-2 面的除染の実施状況 1（駐車場の除染）



図 3.2.4-3 面的除染の実施状況 2（農業体験実習館周囲のホットスポットの除去）



図 3.2.4-4 面的除染の実施状況 3（農業体験実習館及び周囲の除染）



図 3.2.4-5 面的除染の実施状況 4 (給水塔周囲のホットスポットの除去)



図 3.2.4-6 面的除染の実施状況 5 (給水塔周囲の屋上・庭等の除染)



図 3.2.4-7 面的除染の実施状況 6 (ロッジ周囲のホットスポットの除去)



図 3.2.4-8 面的除染の実施状況 7 (ロッジ周囲の建物屋根・庭等の除染)



図 3.2.4-9 面的除染の実施状況 8 (傾斜地のホットスポットの除去)



図 3.2.4-10 面的除染の実施状況 9 (傾斜地の除染)



図 3.2.4-11 面的除染の実施状況 10（乗馬体験場のホットスポットの除去）



図 3.2.4-12 面的除染の実施状況 11（乗馬体験場の除染）



図 3.2.4-13 面的除染の実施状況 12 (道路の除染)



図 3.2.4-14 面的除染の実施状況 13 (森林の除染)



図 3.2.4-15 面的除染の実施状況 14 (除去物の一時保管)

表 3.2.4-1 除染エリア毎の面的除染の実施方法整理表

作業内容 除染対象		作業内容								
		除去作業		清浄作業		土木作業			造園作業	
		落葉、泥、苔 等除去	除草	ブラシ・タワシ 洗浄、拭取り	プラスト	表層土 ^{※1} /腐 葉土剥離	客土・植生/ 圧密 ^{※2}	舗装面剥離	再舗装	剪定/枝打
建屋類	屋根			○						
	樋	○		○						
	土庭(ホットスポットを含む。)	○	○			○	○			
	庭(コンクリート)				○					
	庭の植栽									○
駐車場等	駐車場	○	○			○	○			
	乗馬体験場	○	○			○	○			
	柵(乗馬体験場)			○						
斜面	高木、低木、笹									○
	表層土(腐葉土)	○	○			○	○			
森林	高木、低木、笹									○
	表層土(腐葉土)	○	○			○	○			
道路等	管理用道路、歩道舗装面 ^{※3}	○	○		○			○	○	
	側溝・排水溝	○	○	○						
	浄化槽	○	○		○					

○：当該作業内容を実施

※1 土砂等の流出及び斜面の崩落の防止に留意して実施

※2 圧密は、対象区域の用途等を考慮して、必要に応じて実施

※3 道路脇の歩道、側溝蓋上部・周辺を含む

表 3.2.4-2 除染エリア毎の除染方法、使用機器・工具及び着用装備一覧 (1/3)

除染対象		除去方法		使用機械工具	除去物の措置	装備品
各除染エリアの建屋類	ロッジ群 馬小屋 農業体験実習館 弁室 給水塔	屋根	清浄作業	タワシ、皮すき、キムタオルによる苔、泥を除去及び拭き取り(屋根の重ね合せ部における苔、堆積物、金属が腐食している部分の除去)	梯子、脚立、親綱、ロリップ、安全带	苔、泥、堆積物は不燃物に、キムタオルは可燃物に分別し耐候性土のうに収納し仮置場に運搬
		軒樋、集水器	除去作業	手作業による落葉、苔、草、泥、土等の除去		
		縦樋、排水管	清浄作業	パイプクリーナー、キムタオルを用いた手作業による清浄、拭き取り		
建屋類周囲の庭等	・ロッジ群周囲 ・給水塔周囲	草地及び法面部	除去作業	手作業による落葉かき、草の除去	草刈機、くま手、レーキ、ウルトラほうき	落葉・草等は可燃物、土砂・砂利は不燃物として分別し耐候性土のうに収納し仮置場に運搬
			土木作業	手作業による表層土概ね5cm除去、斜面部については法面崩壊の恐れがある箇所は、JAEAの指示により表層土除去を実施。復旧として客土、植生わら芝を敷設。	バックホウ0.25・0.10m ³ 、4tダンプトラック、草刈機、くま手、レーキ、スコップ、ウルトラほうき、じょれん	
		平坦部及び砂利敷設部	土木作業	平坦土壌部及び砂利敷設部は、重機及び手作業にて表層土概ね5cm除去、場所によってJAEAの指示により10～20cm除去。客土、砂利敷設はJAEAの指示により復旧実施。	バックホウ0.25・0.10m ³ 、4tダンプトラック、スコップ、じょれん	土砂・砂利は不燃物として分別し耐候性土のうに収納し仮置場に運搬
		ホットスポット		JAEAの指示により、手作業にて5～15cm除去	スコップ、じょれん	
		植栽	造園作業	JAEAの指示により、手作業による剪定、切り枝実施。	剪定はさみ	可燃物として分別し耐候性土のうに収納し仮置場に運搬

表 3.2.4-2 除染エリア毎の除染方法, 使用機器・工具及び着用装備一覧 (2/3)

除染対象		除去方法		使用機械工具	除去物の措置	装備品	
駐 車 場 等	駐 車 場 乗 馬 体 験 場	法面部	除去作業	手作業による落葉かき、草、土砂の除去	草刈機、くま手、レーキ、 ウルトラほうき	落葉・草等は可燃物、土砂は不燃物として分別し耐候性土のうに収納し仮置場に運搬	ゴ ム 手 袋 、 防 塵 マ スク(DS)、ゴー グ ル、作業着(長袖)
		柵 (乗馬体験場)	清浄作業	キムタオルによる苔、泥を除去及び拭き取り	キムタオル	可燃物として分別し耐候性土のうに収納し仮置場に運搬	
		駐 車 場 乗 馬 体 験 場 (平坦部)	土木作業	重機及び手作業にて表層土概ね5cm除去。	バックホウ0.45・0.25・ 0.10m ³ 、4tダンプトラ ック、スコップ、じょれん	土砂・砂利は不燃物として分別し耐候性土のうに収納し仮置場に運搬	
傾 斜 地 等	傾 斜 地	農業体験実習館 ～給水塔間の傾 斜地	除去作業	手作業による落葉かき、草、土砂の除去(エリア内 に植生する低木、笹等含む)	草刈機、くま手、レーキ、 ウルトラほうき	落 葉・枝、草等は可燃 物、土砂は不燃物として 分別し耐候性土のうに収 納し仮置場に運搬	
		駐 車 場 東 側 植 栽 部 農 業 実 習 体 験 館 周 圍 管 理 用 道 路 下 法 面 部	土木作業	手作業による表層土の除去、斜面部については、 法面崩壊の恐れがある箇所は、JAEAの指示により 表層土除去を実施、木々の根本部分は表土除去後 客土をしてわら芝にて養生復旧。	草刈機、くま手、レーキ、 じょれん、スコップ、ウル トラほうき		
森 林	ロ ッ ジ 群 西 側 森 林	入口10mまで	除去作業	手作業による落葉かき、草の除去(JAEAの指示に より植生する低木、笹等の除去)	草刈機、チェーンソー、くま 手、レーキ	落葉・枝、草等は可燃物 として耐候性土のうに収 納し仮置場に運搬	
		10m～20mまで 20m～30mまで	土木作業	手作業による森林内の腐葉土等の表層土を概ね5 cm除去	くま手、レーキ、スコップ、 じょれん	腐葉土、表層土は不燃 物として耐候性土のうに 収納し仮置場に運搬	
		順番に実施	造園作業	ナタ、のこぎりを使用した手作業にて高木4mまでの 高さまでの枝打ち実施	くま手、レーキ、スコップ	枝は可燃物として耐候性 土のうに収納し仮置場に 運搬	

表 3.2.4-2 除染エリア毎の除染方法, 使用機器・工具及び着用装備一覧 (3/3)

除染対象		除去方法		使用機械工具	除去物の措置	装備品	
道路等	管理用道路、管理用階段、歩道、浄化槽天端、弁室・給水塔犬走り	道路等	除去作業	手作業による苔、草、土砂の除去	じょれん、スコップ、くま手、レーキ	草は可燃物、苔・土砂・プラスト除去物は不燃物として分別し耐候性土のうに収納し仮置場に運搬	ゴム手袋、防塵マスク(DS)、ゴーグル、作業着(長袖)
		管理用道路(アスファルト舗装部)		プラスト作業の実施(高圧空気を用いて鉄球の研磨剤を舗装面に吹付けて除染)、削った除去物は吸引機にて吸引、一部のプラストマシンよりこぼれた除去物は大型掃除機にて吸引、鉄球は磁石にて回収実施	プラストマシン、4tユニット、掃除機、磁石式鉄球回収機、ほうき		
		凹凸部、急勾配部、隅角部、側溝・路肩際は除く		プラスト作業が出来ない凹凸部、急勾配部、隅角部、側溝・路肩際はグラインダーにて除去	グラインダー、ハンドグラインダー		
		管理用道路(プラスト作業が出来ない箇所)		JAEAの指示により、プラストマシンを3パターンで速度で走行させ、表面の状態・線量の状態を調査	プラストマシン、4tユニット、掃除機、磁石式鉄球回収機、ほうき		
	側溝、排水溝	側溝、排水溝部	除去作業	手作業による落葉、苔、草、土砂の除去	くま手、レーキ、ウルトラほうき、スコップ、じょれん	落葉・草は可燃物、苔・土砂・サンダー除去物は不燃物として分別し耐候性土のうに収納し仮置場に運搬	
	側溝、排水溝		清浄作業	デッキブラシを用いて清浄、発注者の指示によりサンダーによる研磨実施	デッキブラシ、サンダー		
	管理用道路	亀裂部、破損部	土木作業	JAEAが指示する亀裂及び破損個所の舗装部分を、重機にて除去し新たに舗装実施	舗装カッター、バックホウ0.25m ³ 、4tダンプトラック、ハンドローラ	アスファルト除去物は不燃物として耐候性土のうに収納し仮置場に運搬	

3.2.4.3 除染関連試験等の実施

除染実施区域の面的除染の一環として以下の項目に係る試験等を実施し、除染に関連するデータ等を収集した。

(1) 森林入口の空間線量率に対する除染対象とする森林奥行の深さの影響

福島県においては森林に隣接する家屋も多く、このような家屋の居住者に対する被ばく線量を低減することを目的とした森林除染は重要且つ緊急の課題の一つである。

森林除染を効果的に進めるためには、除染対象とすべき森林奥行の深さ、効果的な森林除染作業等を、データに基づいて明確にすることが必要である。

この観点から、本実証事業においては、まず森林入口から10mまでの奥行において、落ち葉かき、草刈及び地表から4m高さまでの枝打ちを順に実施して、各除染作業の終了毎にNaIシンチレーション式サーベイメータを用いて森林入口での空間線量率を測定することとし、これを森林の入口から奥行30mまで10m毎に実施した。なお枝打ちは、森林内部では枝打ちがすでになされていたことから、枝打ちがまだなされていなかった森林入口のみ行った。

除染対象とした森林は、針葉樹の区域と広葉樹の区域に区別できたことから、それぞれの区域で同様の除染を行うとともに、それぞれの森林入口における空間線量率を測定した。

また、本試験においては、腐葉土を除去した場所を、3mm厚さの鉛のコリメータを装着したNaIシンチレーション式サーベイメータを用いて、その除染効果を周辺の放射線の寄与を除いて測定・評価も行った。

なお、面的除染の実施に先駆けて、森林除染に係る効果の事前予測、森林の除染方法の確認等の観点から、範囲を限定して、試行的な森林除染（以下、「森林の予備的除染試験」という。）を行った。

本試験の結果を表3.2.5.1-12～表3.2.5.1-13に、森林の予備的除染試験の結果を表3.2.5.1-14～表3.2.5.1-15にそれぞれ示す。

(2) 家屋屋根等の拭取り方式による除染効果

家屋屋根等の除染方法として高圧洗浄が使用される場合がある。この高圧洗浄は、除染に伴い発生する排水の処理、家屋の損傷の可能性等が課題となっている。

これを踏まえ、本実証事業においては、除染作業においてできる限り水を使用しない方針の下、高圧洗浄に替わる家屋屋根等の除染方法の除染効果に係る検証等を実施することとした。

給水塔の屋上部においては、水に浸した後に軽く絞ったキムタオルを用いて、ホットスポットである排水口を含めて拭取り方式で除染を行った後、ホットスポットの空間線量率をNaIシンチレーション式サーベイメータを用いて測定し、拭取り方式による除染効果を検証した。

測定結果を表3.2.5.1-16に示す。

家屋屋根（トタン）については、まず本試験の一環として汚染状況の測定・評価を行った。

測定ポイントについては、除染実施区域内にある家屋屋根の形状に応じて傾斜面を選定し、その傾斜面毎に2～3の測定部（両端又は両端及び中央）を定め、各測定部全体の表面をGM式サーベイメータで予備測定することにより、各測定部の汚染レベルの把握、汚染のレベルが高いポイントの特定を行った。さらに、この予備測定の結果に基づいて、汚染レベルの高いポイント等の詳細測定を行った。

次に、汚染状況の測定・評価に基づいて特定した汚染レベルの高いポイント等を、水に浸した後に軽く絞ったキムタオルを用いて拭取り方式、プラスチック製のタワシを用いた研磨、ブラシを用いた苔の除去等で除染を行った後、GM式サーベイメータ等を用いて測定した。

汚染状況の測定・評価及び除染後の測定結果を表 3.2.5.1-17 及び表 3.2.5.1-18 に示す。

なお、同測定に当たっては、まず家屋屋根等の表面から 1m 高さにおいてバックグラウンドの γ 線の寄与分を計測し、これを家屋屋根等の表面の計測値から差し引いて、家屋屋根の表面の β (γ) 線の測定値とした。

(3) アスファルト舗装道路のスチールショットブラスト除染における鋼製球の投射密度と除染効果の相関

スチールショットブラスト除染は、コンクリート構造物、アスファルト構造物等の表面に 0.6～2.6mm の鋼製球を高速、高圧で投射し、表面を研削する方法である。投射後の鋼製球は研削粉塵を分離したのち機械内部で循環させるとともに、研削塵埃は併用集塵機で集塵することから、水を使用せず且つ二次汚染の可能性も低い除染方法である。

ここで、スチールショットブラスト除染に使用する走行機械の走行速度 (m/min)、鋼製球の投射量 (一定 kg/min)、研掃幅 (一定 m) 及び鋼製球の投射密度 (kg/m²) の間には次の関係があり、鋼製球の投射密度は走行速度に反比例する。本除染実施区域で用いた走行機械は走行速度を 4 段階に変更することが可能であった。

$$\text{走行速度} = \text{鋼製球の投射量} / (\text{研掃幅} \times \text{鋼製球の投射密度})$$

本実証事業においては、もう一つの除染実施区域（伊達市下小国地区）で用いた走行機械との整合性を考慮して、本除染技術の除染効果と鋼製球の投射密度との相関を調べることにし、アスファルト舗装道路を対象に 4m 四方毎に走行速度を変え、除染前後の表面汚染密度及び空間線量率を GM 式サーベイメータ及び NaI シンチレーション式サーベイメータを用いて測定した。

測定結果を表 3.2.5.1-19 に示す。

(4) 除染作業に伴う塵埃の放射能濃度

除染作業の中には塵埃の発生を伴うものもあるため、今後除染が行われる区域及び当該区域周辺の居住者の方々等への影響を事前に評価する必要がある。

この観点から、本実証事業の除染作業の種類毎に、その作業場所近くの風下にダストサンプラを設置して、作業中に発生する塵埃を含む空気を吸引した。塵埃を捕獲したフィルターの放射能を Ge 半導体検出器による γ 線スペクトル分析で定量し、吸引した空気量で除すことにより、除染作業周辺の空気中の放射能濃度を評価した

測定結果を表 3.2.5.1-20 に示す。

3.2.4.4 除染中の放射線量率等の測定

除染中においては、下記の目的に応じた放射線量率等の測定を実施した。

(1) 除染目標の達成度合いを確認する。

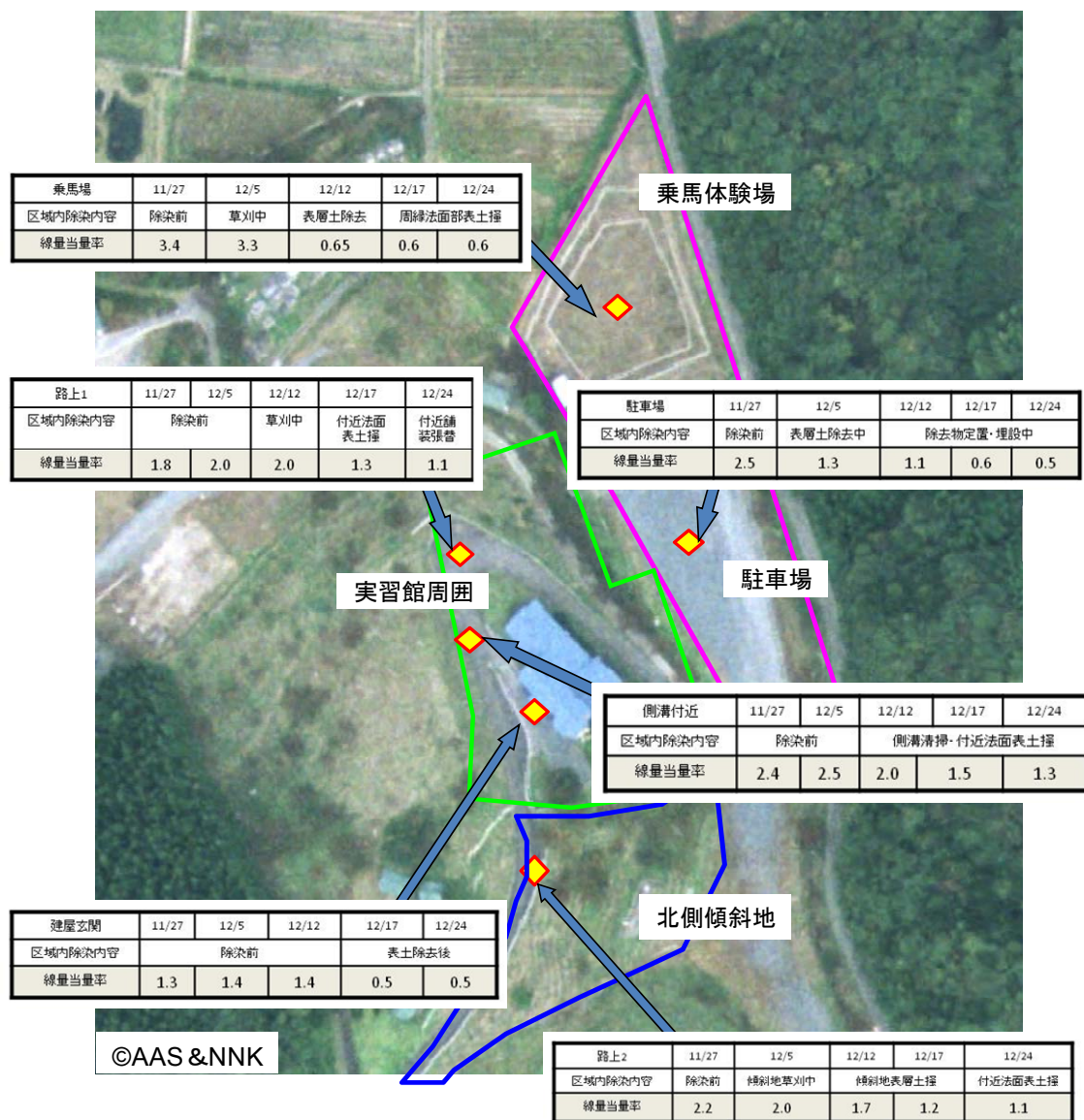
前述した傾斜地の除染時（3.2.4.2 参照）を含め、除染工程毎に除染した場所を主に NaI シンチレーション式サーベイメータ等を用いて測定し、除染目標の達成度合いを確認した。

(2) 除染効果の経時的变化を把握する。

後述する除染後の空間線量率等の測定（3.2.4.6 参照）の前に、除染実施区域全体及び区域内での除染作業の効果に係る経時的变化を除染作業の内容の変化とともに把握するため、除染実施区

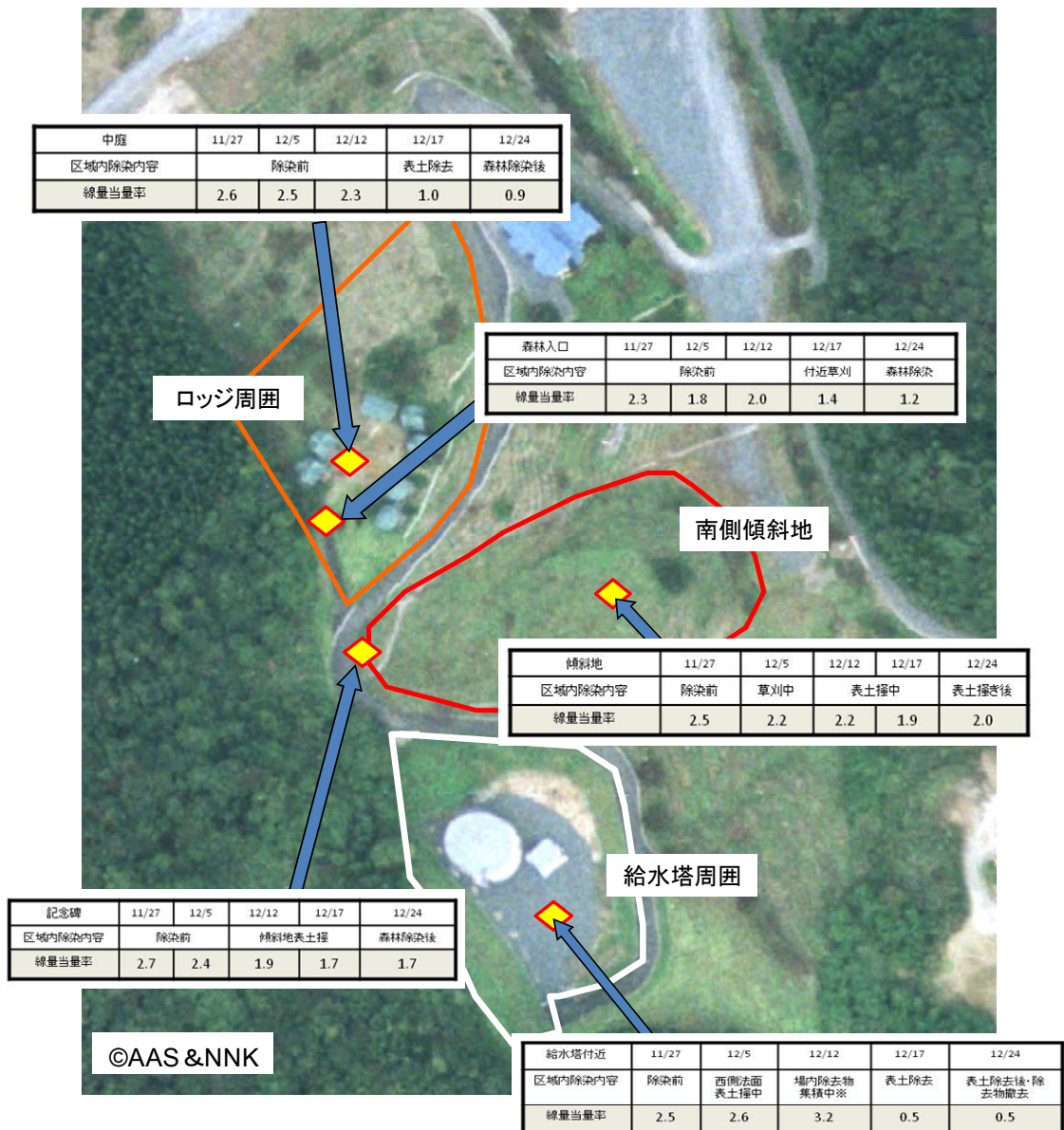
域内の適切な場所に固定の測定ポイントを設定し、この固定測定ポイントにおいて定期的に NaIシンチレーション式サーベイメータを用いて1m高さでの空間線量率を測定した。

測定ポイントは、除染効果評価システムの検証にも用いるとの観点を含めて選定した。測定結果を図 3.2.4.4-1～図 3.2.4.4-3 に示す。



1mの線量当量率(NaI)の測定(単位:μSv/h)

図 3.2.4.4-1 除染実施区域北側における除染効果の経時変化



※除去物の影響を受けない地点で測定した場合は2.6程度

1mの線量当量率(NaI)の測定(単位:μSv/h)

図 3.2.4.4-2 除染実施区域南側における除染効果の経時変化

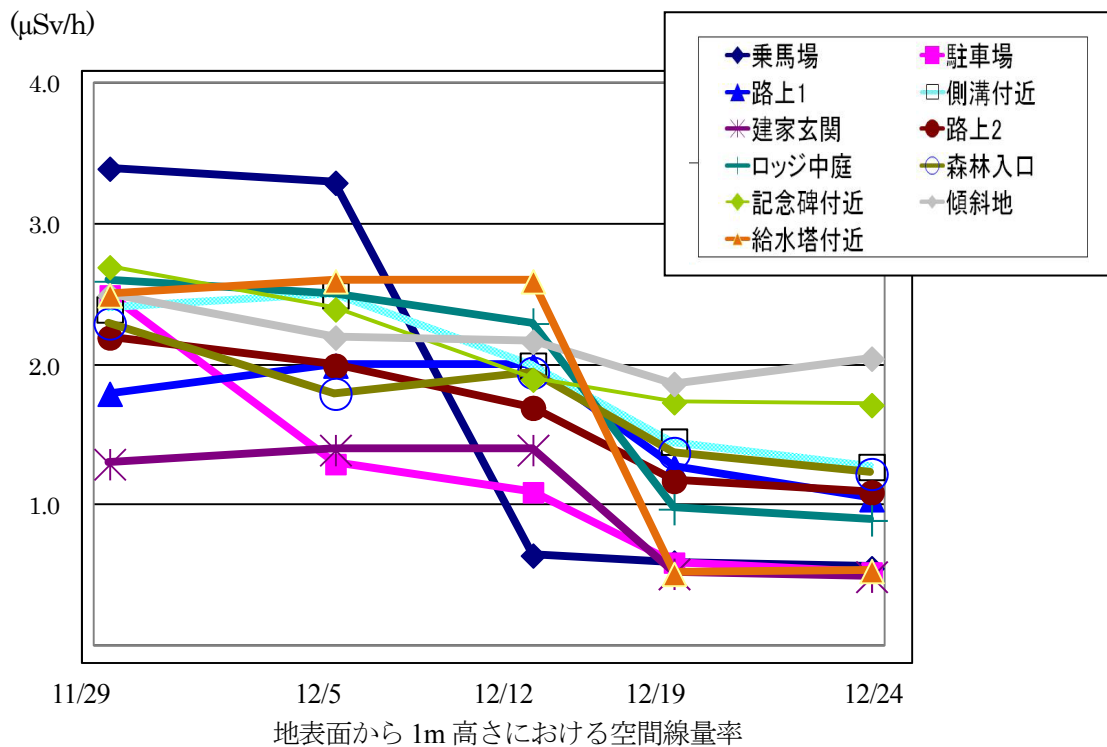


図 3.2.4.4-3 除染実施区域内の除染効果の経時変化

(3) 高所の放射性物質の付着状況をより詳細に測定する。

家屋屋根及び樋（縦樋，横樋）における放射性物質の付着状況の測定は，除染前の線量率等の測定時より，除染作業を目的として設置する足場等を利用して除染作業中に測定した方がより効率的且つ詳細に行えるとともに，安全である。

この足場等を使用し，GM 式サーベイメータを主に，NaI シンチレーション式サーベイメータを補助的に用いて家屋屋根（トタン）及び樋（縦樋，横樋）の表面を測定した。

詳細な測定方法及び測定結果は 3.2.4.3 (2) および 3.2.5.1(2) に示す。

(4) 除染関連試験等に係る測定を実施する。

上記 3.2.4.3 に示す。

(5) 除染前の測定作業時に発見されなかったホットスポットを見つける。

平成 23 年 9 月に実施した除染前の放射線量率の測定時にホットスポットが確認された場所と類似する条件の場所を対象に，NaI シンチレーション式サーベイメータによる測定を行った。

除染前の線量率等の測定時には下草に覆われていたため確認できなかった樹木の根元等で，新たなホットスポットが認められた。

3.2.4.5 除去物の一時保管

本実証事業において発生した除去物は可燃物と不燃物に分別し、前述の耐候性フレキシブルコンテナに収納後表面線量率を測定するとともに、その各表面に識別番号（発生した除染エリア、発生年月日及び同じ発生年月日の通し番号）等を記載した。また、重量は重機に装備された重量計の測定値を記録した。

除染作業に伴い、不燃性除去物を収納したフレキシブルコンテナが 1,228 個及び可燃性除去物を収納したフレキシブルコンテナが 207 個発生した。これらの平均表面線量率及び平均重量は、不燃性除去物 3.4 $\mu\text{Sv/h}$ 及び 0.74 t、可燃性除去物は 4.7 $\mu\text{Sv/h}$ 及び 0.10 t であった。

不燃性除去物については駐車場に整備した地下式一時保管施設に保管し、可燃性除去物については駐車場隅に地上式で一時保管した。

(1) 地下式一時保管施設

不燃性除去物を一時保管する地下式の施設の寸法は約 25m（幅）×約 50m（長さ）×1.2m（深さ）である。

施設の整備に当たっては、長さ方向に約 10m の間隔で以下の工程を繰り返した。

- ・ 施設用敷地の一部を掘削
- ・ 掘削部の床面及び側面に遮水シートを敷設
- ・ 除去物を定置後、中間覆土を施工
- ・ 除去物の上面に遮水シートを敷設
- ・ 遮へいのため約 50cm の覆土を施工

遮水シートは、粒状のベントナイトをポリプロピレン製の不織布で挟み、ニードルパンチで互いの布を固定した後表面を高密度ポリエチレンでラミネート加工したシートであり、透水係数は 5.0×10^{-9} cm/s である。

今回の施設整備に当たっては、重機が遮水シートの上に乗らないこと、一時保管の対象が土壤等に限定されていたため定置の際等に遮水シートを傷つける可能性が低かったこと、本遮水シートは含有するベントナイトにより傷等に対する自己修復力を有することから、床面の遮水シートと定置するフレキシブルコンテナの間に保護層を設けないこととした。

さらに、施設全体の覆土が終了後、駐車場として再度使用できるように表面には路盤材を敷設して転圧した。地下式一時保管場所の平面図及び断面図を図 3.2.4.5-1 及び図 3.2.4.5-2 に示す。路盤材敷設後の地表面における線量率は、約 0.8 $\mu\text{Sv/h}$ 程度であった。

また、保管施設からの放射性物質の移行状況を監視するため、地形勾配、地下水位等を考慮して施設下流の 3 か所に地下水採取孔を設置した。

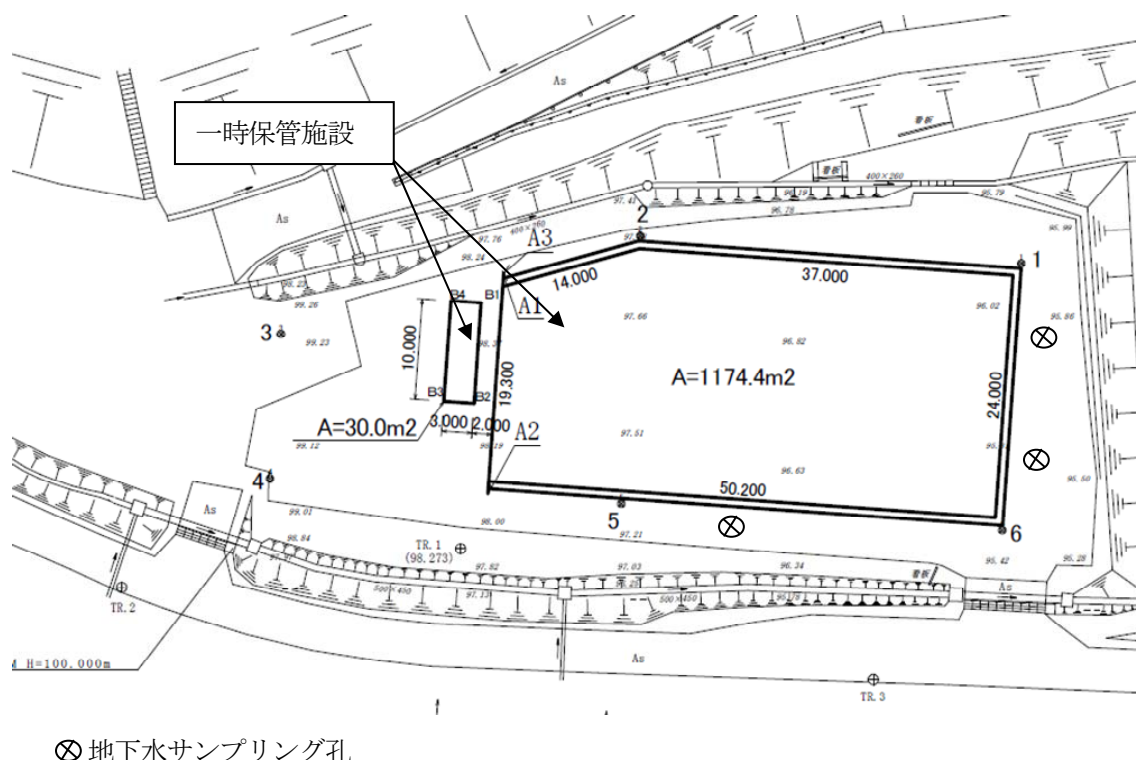


図 3.2.4.5-1 地下式一時保管施設平面図

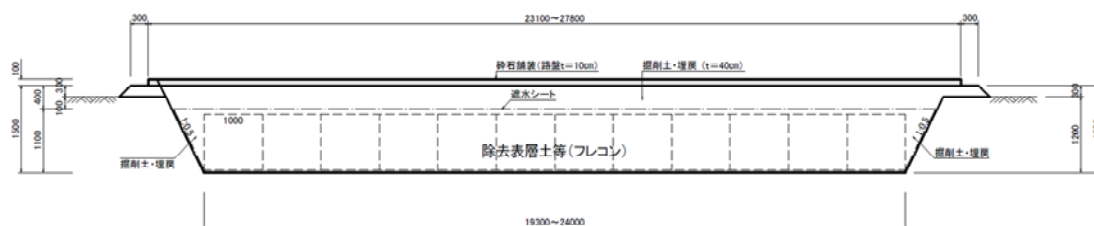


図 3.2.4.5-2 地下式一時保管施設断面図

(2) 地上式一時保管施設

可燃性除去物を一時保管する地上式の施設は、路盤材敷設・転圧後の地下式保管施設の上の約 10m (幅) × 約 20m (長さ) の敷地にブルーシートを敷き、そこに除去物を 2 段積みで定置した可燃性除去物を定置した後、汚染のないことを確認した土壌を収納した遮へい用フレキシブルコンテナを外周に設置した。さらに、全体をブルーシートで覆った後、その約 1m 外側にローピングと標識を設置し、立ち入り制限措置を施した。

設置終了後の施設周辺の線量率は、1m 高さにおいて約 1.0 μSv/h 程度であった。

地上式一時保管施設の概況を図 3.2.4.5-3 に示す。



図 3.2.4.5-3 地上式一時保管施設の概況

3.2.4.6 除染後の放射線量率等の測定

計画した除染作業の終了後、除染実施区域内の空間線量率を、除染前の放射線量率等の測定時における測定ポイント（1m 及び 1cm 高さ）において、NaI シンチレーション式サーベイメータを用いて測定した。

測定結果を表 3.2.4.6-1～表 3.2.4.6-2 及び図 3.2.4.6-1～図 3.2.4.6-2 に示す。

表 3.2.4.6-1 除染前後の放射線量率等の測定結果（地表面から 1m 高さにおいて測定）

除染エリア	除染前	除染後
乗馬場	2.24 ~ 3.86 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 3.12 $\mu\text{Sv/h}$)	0.60 ~ 2.35 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.32 $\mu\text{Sv/h}$)
駐車場	1.83 ~ 4.21 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 2.84 $\mu\text{Sv/h}$)	0.60 ~ 2.52 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.44 $\mu\text{Sv/h}$)
実習館周囲	0.81 ~ 4.35 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 2.30 $\mu\text{Sv/h}$)	0.10 ~ 2.50 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.39 $\mu\text{Sv/h}$)
ロッジ周囲	1.72 ~ 4.82 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 2.90 $\mu\text{Sv/h}$)	1.06 ~ 2.29 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.59 $\mu\text{Sv/h}$)
森林	2.49 ~ 3.07 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 2.49 $\mu\text{Sv/h}$)	1.26 ~ 1.91 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.56 $\mu\text{Sv/h}$)
北側傾斜地	1.71 ~ 4.83 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 3.04 $\mu\text{Sv/h}$)	1.33 ~ 2.93 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.81 $\mu\text{Sv/h}$)
南側傾斜地	2.34 ~ 3.00 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 2.65 $\mu\text{Sv/h}$)	1.46 ~ 2.00 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.74 $\mu\text{Sv/h}$)
道路	1.80 ~ 6.35 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 2.80 $\mu\text{Sv/h}$)	0.75 ~ 1.88 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.40 $\mu\text{Sv/h}$)
給水塔周囲	0.82 ~ 7.16 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 2.79 $\mu\text{Sv/h}$)	0.23 ~ 2.23 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 0.97 $\mu\text{Sv/h}$)

表 3.2.4.6-2 除染前後の放射線量率等の測定結果（地表面から 1cm 高さにおいて測定）

除染エリア	除染前	除染後
乗馬場	1.53 ~ 20.40 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 5.41 $\mu\text{Sv/h}$)	0.60 ~ 3.75 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.45 $\mu\text{Sv/h}$)
駐車場	1.36 ~ 16.30 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 4.14 $\mu\text{Sv/h}$)	0.60 ~ 2.52 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.46 $\mu\text{Sv/h}$)
実習館周囲	0.62 ~ 33.00 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 3.58 $\mu\text{Sv/h}$)	0.40 ~ 3.66 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.73 $\mu\text{Sv/h}$)
ロッジ周囲	1.15 ~ 30.0 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 5.77 $\mu\text{Sv/h}$)	0.79 ~ 3.85 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.85 $\mu\text{Sv/h}$)
森林	2.60 ~ 4.16 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 3.29 $\mu\text{Sv/h}$)	1.21 ~ 2.18 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.61 $\mu\text{Sv/h}$)
北側傾斜地	2.16 ~ 33.00 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 7.15 $\mu\text{Sv/h}$)	0.90 ~ 3.90 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 2.01 $\mu\text{Sv/h}$)
南側傾斜地	2.70 ~ 7.28 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 3.90 $\mu\text{Sv/h}$)	0.92 ~ 2.50 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.89 $\mu\text{Sv/h}$)
道路	0.50 ~ 45.0 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 5.50 $\mu\text{Sv/h}$)	0.45 ~ 9.10 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.40 $\mu\text{Sv/h}$)
給水塔周囲	0.64 ~ 130.0 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 9.40 $\mu\text{Sv/h}$)	0.26 ~ 2.23 $\mu\text{Sv/h}$ (平均 1.09 $\mu\text{Sv/h}$)



図 3.2.4.6-1 除染区域内の測定結果
(除染後における地表面等から高さ 1m の空間線量率)



図 3.2.4.6-2 除染区域内の測定結果
(除染後における地表面等から高さ 1cm の空間線量率)

3.2.4.7 放射線管理

除染作業における作業員は、内部被ばくの防護装備として専用の作業着及び防塵マスク (DS3) を着用するとともに、外部被ばくの管理のため作業員毎にガラスバッジを、また作業グローブ毎にポケット線量計を着用した。なお、現場事務所へ作業員が入る際にはコンプレッサーで作業着等に付着した塵埃を吹き飛ばすなどして、控室等へ汚染された塵埃を持ち込まないよう留意した。

3.2.5 除染技術の評価

3.2.5.1 技術的側面

(1) 面的除染の効果

表 3.2.4.6-1～表 3.2.4.6-2 及び図 3.2.4.6-1～図 3.2.4.6-2 に見られるように、今回の実証事業で行った除染実施区域全体における除染後の空間線量率の平均値は、1cm 高さ及び 1m 高さとも、概ね除染前の空間線量率の 1/2 まで低減した。

また、図 3.2.4.4-3 に見られるように、除染終了後の各ポイントの測定値は概ね除染前の値の 1/2～1/3 に下がっているが、3.2.4.2 で記述した理由により、傾斜地に係る測定ポイント「傾斜地」及び「記念碑付近」においては、除染前の値の 3/5～4/5 程度にとどまっている。

本実証事業においては、除染エリア毎、さらに同一エリア内においても、その地形、土地の利用状況等に応じた除染方法を用いたことから除染効果が異なっている。除染エリア毎及びエリア内の地形、土地の利用状況等に応じた除染方法に係る除染効果の一覧を表 3.2.5.1-1～表 3.2.5.1-11 に示すとともに、その概要を以下に記す。

① 乗馬体験場

乗馬体験場は周囲が法面に囲まれた平場である。除染効果を表 3.2.5.1-1 に示す。

乗馬体験場全体の除染前後の空間線量率は、1cm 高さでの平均値が 5.41 $\mu\text{Sv/h}$ から 1.45 $\mu\text{Sv/h}$ に、1m 高さでの平均値が 3.12 $\mu\text{Sv/h}$ から 1.32 $\mu\text{Sv/h}$ に低減し、低減率はそれぞれ 73%及び 58%であった。

このうち、平場は、ホットスポットの除去及び草刈後の重機による表層土 5cm の鋤取り及び客土を行ったことから、1cm 高さ及び 1m 高さでの空間線量率 (平均値) の低減率はそれぞれ 83%及び 70%であった。

一方、周囲の法面は、崩壊防止のために地中にある草の根を適宜残すとの観点から、草刈後は熊手等を用いて適宜土壌表面の草を除去するに留めたため、平場と比較して除染効果はそれほど高くなかった。

② 駐車場

駐車場は三方が法面に囲まれた平場であり、さらに平場は砂利敷き部とその周辺の草地から構成されている。除染効果を表 3.2.5.1-2 に示す。

本実証事業終了後は、駐車場は地下に不燃性除去物が、地上に可燃性除去物がそれぞれ一時保管されている状況になっている。面的除染に係る効果の比較に用いる除染後の空間線量率は、一時保管施設において不燃性除去の定置後に覆土及び砕石敷設が完了するとともに、可燃性除去物が定置される前の時点で測定した値である。

駐車場全体の除染前後の空間線量率は、1cm 高さでの平均値が 4.14 $\mu\text{Sv/h}$ から 1.46 $\mu\text{Sv/h}$ に、1m 高さでの平均値が 2.84 $\mu\text{Sv/h}$ から 1.44 $\mu\text{Sv/h}$ に低減し、低減率はそれぞれ 65%及び 49%であった。

表 3.2.5.1-1 乗馬体験場における除染効果

地形・土地利用の状況	主な除染方法	測定部位		除染前	除染後	低減率(%)
						(除染前平均-除染後平均)÷除染前平均
乗馬体験場						
平場	重機による鋤取り	1m	平均	3.05	0.9	70
			最大/最小	2.24~3.75	0.60~1.53	
		1cm	平均	6.54	1.01	83
			最大/最小	1.53~20.40	0.60~2.64	
法面部	人力による除草、鋤取り等	1m	平均	3.19	1.61	50
			最大/最小	2.64~3.86	0.91~2.35	
		1cm	平均	4.51	1.77	61
			最大/最小	3.55~5.96	0.68~3.75	
乗馬場全体	-	1m	平均	3.12	1.32	58
			最大/最小	2.24~3.86	0.60~2.35	
		1cm	平均	5.41	1.45	73
			最大/最小	1.53~20.40	0.60~3.75	

単位：μSv/h

このうち、平場の砂利敷き部は、重機により表層土を5cm鋤取ったこと及び一時保管施設の整備のために掘削したことから、1cm高さ及び1m高さでの空間線量率（平均値）の低減率はそれぞれ75%及び67%であった。

一方、平場の草地及び周囲の法面では、ホットスポットの除去は行ったものの、法面の崩壊防止のために地中の草の根を適宜残すとの観点から、法面に連続している草地を含めて草刈後は熊手等を用いて土壌表面の草を適宜除去するに留めたため、平場の砂利敷き部と比較して除染効果はそれほど高くなかった。

③ 実習館周囲

実習館周囲は傾斜地の上に設置された実習館と、それに隣接する道路わきの草地から構成される。除染効果を表3.2.5.1-3及び表3.2.5.1-4に示す。

実習館周囲全体の除染前後の空間線量率は、1cm高さでの平均値が3.58μSv/hから1.73μSv/h、1m高さでの平均値が2.30μSv/hから1.39μSv/hに低減し、低減率はそれぞれ52%及び40%であった。

実習館では、建屋軒下及び木の根元のホットスポットは除去したものの、縦樋から繋がるコンクリート製の側溝については主に堆積物の除去、及び傾斜地の除染においては刈払機、熊手等を用いた表層土の鋤取りを行ったが、ともに十分な低減効果が得られず、結果として1cm高さ及び1m高さでの空間線量率（平均値）の低減率はそれぞれ51%及び37%であった。

道路わきの草地においては、草刈り、熊手等を用いてごく薄く表層土の鋤取りを行った結果として、1cm高さ及び1m高さでの空間線量率（平均値）の低減率はそれぞれ56%及び48%であった。

実習館周囲の空間線量率の低下に伴って、実習館内部の空間線量も、1cm高さ及び1m高さでの空間線量率（平均値）が0.79μSv/hから0.63μSv/h及び0.82μSv/hから0.68μSv/hにそれぞれ低減し、低減率は21%及び17%であった。ここで、実習館内部の低減率が小さいのは、実習館内部の除染前の空間線量率が低いこと等による。

表 3.2.5.1-2 駐車場における除染効果

地形・土地利用の状況		主な除染方法	測定部位		除染前	除染後	低減率(%)
駐車場							(除染前平均-除染後平均)÷除染前平均
平場	砕石敷設部	重機による鋤取り	1m	平均	2.45	0.8	67
				最大/最小	2.19~2.80	0.60~1.23	
			1cm	平均	3.05	0.76	75
				最大/最小	1.85~5.28	0.55~1.40	
	草地(法面肩)	人力による除草、鋤取り等	1m	平均	2.7	1.37	49
				最大/最小	1.83~3.43	0.90~2.03	
1cm	平均		3.91	1.45	63		
	最大/最小		1.36~7.02	0.80~3.26			
法面部(樹木根本等のホットスポットを含む)	-	1m	平均	3.36	2.18	35	
			最大/最小	2.35~4.21	1.90~2.52		
		1cm	平均	5.44	2.2	60	
			最大/最小	2.58~16.30	1.68~2.65		
駐車場全体	-	1m	平均	2.84	1.44	49	
			最大/最小	1.83~4.21	0.60~2.52		
		1cm	平均	4.14	1.46	65	
			最大/最小	1.36 ~ 16.30	0.60 ~ 2.52		

単位：μSv/h

表 3.2.5.1-3 実習館周囲における除染効果

地形・土地利用の状況		主な除染方法	測定部位		除染前	除染後	低減率(%)
実習館周囲							(除染前平均-除染後平均)÷除染前平均
実習館周囲軒下(法面部を含む)	人力による除草、鋤取り等	1m	平均	2.19	1.38	37	
			最大/最小	0.81~4.35	0.48~2.50		
		1cm	平均	3.64	1.77	51	
			最大/最小	0.62~33.0	0.4~3.66		
草地(平場:樹木根本等)	-	1m	平均	2.7	1.41	48	
			最大/最小	1.20~3.50	0.10~1.86		
		1cm	平均	3.2	1.42	56	
			最大/最小	0.81~4.35	0.60~2.55		
実習館周囲全体	-	1m	平均	2.30	1.39	40	
			最大/最小	0.81~4.35	0.10~2.50		
		1cm	平均	3.58	1.73	52	
			最大/最小	0.62~33.0	0.40~3.66		

単位：μSv/h

表 3.2.5.1-4 実習館内における除染効果

土地利用の状況			除染前	除染後	低減率(%)	
農業体験実習館館内					(除染前平均-除染後平均)÷除染前平均	
全体	1m	平均	0.82	0.68	17	
		最小/最大	0.25~2.34	0.23~1.92		
	1cm	平均	0.79	0.63	21	
		最小/最大	0.21~2.70	0.17~2.70		
屋外	ベランダ	1m	平均	1.70	1.40	17
		最小/最大	1.03~2.34	1.00~1.92		
	1cm	平均	1.83	1.57	14	
		最小/最大	1.12~2.70	0.93~2.70		
館内	玄関ロビー	1m	平均	0.52	0.43	17
			最小/最大	0.41~0.60	0.41~0.45	
		1cm	平均	0.49	0.38	22
			最小/最大	0.42~0.54	0.32~0.49	
	階段・廊下	1m	平均	0.59	0.47	20
			最小/最大	0.30~1.04	0.26~0.75	
		1cm	平均	0.54	0.39	28
			最小/最大	0.29~0.93	0.22~0.65	
	宿泊室 木造	1m	平均	0.77	0.61	21
			最小/最大	0.25~1.70	0.23~1.20	
		1cm	平均	0.72	0.54	25
			最小/最大	0.23~1.72	0.22~1.15	
	風呂等 タイル壁	1m	平均	0.40	0.39	3
			最小/最大	0.28~0.72	0.26~0.77	
		1cm	平均	0.31	0.25	19
			最小/最大	0.21~0.54	0.27~0.39	

単位：μSv/h

④ 北側傾斜地

北側傾斜地には、北側傾斜地と南側傾斜地の境目に道路の側溝から接続されている金属性の排水溝が敷設されるとともに、コンクリート製の浄化槽が設置されている。除染効果を表 3.2.5.1-5 に示す。

北側傾斜地全体の除染前後の空間線量率は、1cm 高さでの平均値が 7.15 μSv/h から 2.01 μSv/h に、また 1m 高さでの平均値が 3.04 μSv/h から 1.81 μSv/h に低減し、低減率はそれぞれ 72%及び 40%であった。

排水溝及び浄化槽を除いた部分では、木の根元を中心としたホットスポットの除去を行うとともに、3.2.4.2 で述べたように、傾斜地の勾配、地質、既存の崩壊防止措置等の状況を踏まえ、除染作業後の崩壊を避けるため、落ち葉かき、草刈りの後に、こまめに除染中の確認測定を行いながら、電動草刈り機等を用いて表層土を徐々に鋤取った結果、1cm 高さ及び 1m 高さでの空間線量率の低減率はそれぞれ 77%及び 43%という除染効果が得られた。

排水溝については主に堆積物の除去を、浄化槽については主にグラインダーによる表面研磨をそれぞれ行った結果、1cm 高さ及び 1m 高さでの空間線量率（平均値）の低減率はそれぞれ 44%及び 35%となった。

表 3.2.5.1-5 北側傾斜地における除染効果

地形・土地利用の状況	主な除染方法	測定部位		除染前	除染後	低減率(%)
						(除染前平均-除染後平均) ÷除染前平均
北側傾斜地						
法面部 (樹木根本等のホットスポット)	人力による落ち葉掻き、除草、鋤取り	1m	平均	3.12	1.79	43
			最小～最大	1.71～4.83	1.33～2.93	
		1cm	平均	8.68	2.01	77
			最小～最大	2.16～33.0	0.90～3.82	
浄化槽/排水溝	サンダー掻き 落ち葉等堆積物 除去 ブラシ磨き	1m	平均	2.86	1.87	35
			最小～最大	1.98～3.43	1.52～2.85	
		1cm	平均	3.59	2.01	44
			最小～最大	2.75～6.25	1.05～3.90	
傾斜地北側全体	-	1m	平均	3.04	1.81	40
			最小～最大	1.71～4.83	1.33～2.93	
		1cm	平均	7.15	2.01	72
			最小～最大	2.16～33.0	0.90～3.90	

単位：μSv/h

⑤ 南側傾斜地

南側傾斜地は、④の北側傾斜地と同様に、樹木の根元を中心としたホットスポットの除去を行うとともに、傾斜地の勾配、地質、既存の崩壊防止措置等の状況を踏まえて、除染作業後の崩壊を避けるため、落ち葉かき、草刈りの後に、こまめに除染中の確認測定を行いながら、電動草刈り機等を用いて表層土を徐々に鋤取った（結果として概ね 1cm 程度の厚さを鋤取った）。除染効果を表 3.2.5.1-6 に示す。

このため、除染前後の空間線量率は、1cm 高さでの平均値が 3.90 μSv/h から 1.89 μSv/h に、また 1m 高さでの平均値が 2.65 μSv/h から 1.74 μSv/h に低減し、低減率はそれぞれ 52%及び 34%であった。

表 3.2.5.1-6 南側傾斜地における除染効果

地形・土地利用の状況	主な除染方法	測定部位		除染前	除染後	低減率(%)
						(除染前平均-除染後平均) ÷除染前平均
南側傾斜地	人力による除草、鋤取り等	1m	平均	2.65	1.74	34
			最大/最小	2.34～3.00	1.46～2.00	
		1cm	平均	3.9	1.89	52
			最大/最小	2.70～7.28	0.92～2.50	

単位：μSv/h

⑥ ロッジ周囲

ロッジ周囲は、ロッジ等の建屋周り（ロッジ北側の傾斜地を含む）、ロッジに囲まれた中庭及びロッジの敷地から道路に向かう法面から構成される。除染効果を表 3.2.5.1-7 及び表 3.2.5.1-8 に示す。

ロッジ周囲全体の除染前後の空間線量率は、1cm 高さでの平均値が 5.77 $\mu\text{Sv/h}$ から 1.85 $\mu\text{Sv/h}$ 、1m 高さでの平均値が 2.86 $\mu\text{Sv/h}$ から 1.59 $\mu\text{Sv/h}$ に低減し、低減率はそれぞれ 68%及び 44%であった。

ロッジ等の建屋回りについては、雨樋出口等のホットスポットの除去、及びロッジ北側の傾斜地の刈払機、熊手等を用いた表層土の鋤取りを中心に除染を行った。

中庭については、地形的に重機を使用できる極限られる範囲については重機による表層土の鋤取りを行ったが、それ以外の場所は、電動草刈り機、熊手等を用いた表層土の鋤取りを中心に行った。また、コンクリート製の集水升の隅部についてはブラシ等にて除染を行ったが十分な除染効果は得られなかった。

また、ロッジの敷地から道路に向かう法面については傾斜が急であることから、草刈後は熊手等を用いて土壌表面の草を適宜除去するに留めた。

これらロッジ周囲の空間線量率の低下に伴ってロッジ等の内部の空間線量率も下がっており、1cm 高さ及び 1m 高さでの空間線量率（平均値）の低減率はそれぞれ 33%及び 34%であった。

なお、家屋屋根の除染については、(2) ②で述べる。

表 3.2.5.1-7 ロッジ周囲における除染効果

地形・土地利用の状況	主な除染方法	測定部位		除染前	除染後	低減率(%)
						(除染前平均-除染後平均)÷除染前平均
ロッジ周囲		1m	平均	2.88	1.5	48
			最大/最小	1.72~4.82	1.12~2.15	
ロッジ周り(雨樋出口等ホットスポットを含む)		1cm	平均	9.35	1.45	85
			最大/最小	1.15~30.0	0.85~3.85	
中庭	人力による除草、鋤取り等	1m	平均	2.9	1.24	57
			最大/最小	2.03~3.39	1.06~1.54	
法面部		1cm	平均	3.72	1.23	67
			最大/最小	3.06~4.33	0.93~1.58	
法面部		1m	平均	2.85	1.66	42
			最大/最小	2.30~3.60	1.07~2.29	
法面部		1cm	平均	4.12	2.09	49
			最大/最小	1.47~12.30	0.79~3.79	
ロッジ周囲全体	-	1m	平均	2.86	1.59	44
			最大/最小	1.72~4.82	1.06~2.29	
ロッジ周囲全体		1cm	平均	5.77	1.85	68
			最大/最小	1.15~30.0	0.79~3.85	

単位： $\mu\text{Sv/h}$

表 3.2.5.1-8 ロッジ内における除染効果

ロッジ内(部屋の四隅・中央部)	測定部位		除染前	除染後	低減率(%) (除染前平均-除染後平均)÷除染前平均
	1m	平均	1.91	1.26	34
		最小/最大	0.89~2.48	0.49~1.63	
	1cm	平均	1.73	1.15	34
最小/最大		0.63~2.45	0.38~1.74		

*各ロッジの部屋の四隅及び中央で測定 (単位: $\mu\text{Sv/h}$)

⑦ 森林

森林は、広葉樹が主要な領域と針葉樹が主要な領域から構成されている。両領域とも、草刈、落ち葉かき及び腐葉土の除去を行い、(2) ①で述べるように、針葉樹の領域については、除染関連試験等の一環としてさらに森林入口の樹木の高さ 4m までの枝を伐採した。除染効果を表 3.2.5.1-9 に示す。

対象とした森林全体の除染前後の空間線量率は、1cm 高さでの平均値が $3.29 \mu\text{Sv/h}$ から $1.61 \mu\text{Sv/h}$ に、また 1m 高さでの平均値が $2.77 \mu\text{Sv/h}$ から $1.56 \mu\text{Sv/h}$ に低減し、低減率はそれぞれ 51% 及び 44%であった。

森林の除染関連試験の結果については、(2) ①で述べる。

表 3.2.5.1-9 森林における除染効果

地形・土地利用の状況	主な除染方法	測定部位		除染前	除染後	低減率(%) (除染前平均-除染後平均)÷除染前平均	
森林							
針葉樹	人力による除草、枝打ち、腐葉土除去	1m	平均	2.69	1.47	45	
			最大/最小	2.49~2.83	1.26~1.91		
		1cm	平均	3.07	1.57	49	
			最大/最小	2.60~3.25	1.21~2.18		
広葉樹		人力による除草、枝打ち、腐葉土除去	1m	平均	2.97	1.77	40
				最大/最小	2.89~3.07	1.64~1.88	
			1cm	平均	3.78	1.7	55
				最大/最小	3.26~4.16	1.62~1.74	
森林全体	人力による除草、枝打ち、腐葉土除去		1m	平均	2.77	1.56	44
				最大/最小	2.49~3.07	1.26~1.91	
			1cm	平均	3.29	1.61	51
				最大/最小	2.60~4.16	1.21~2.18	

単位: $\mu\text{Sv/h}$

⑧ 道路

道路は、駐車場から給水塔周囲に至るアスファルト舗装道路、同舗装道路に沿った側溝、並びに駐車場とアスファルト舗装道路に挟まれた砂利敷道路及びその路肩植栽部から構成されている。除染効果を表 3.2.5.1-10 に示す。

道路全体の除染前後の空間線量率は、1cm 高さでの平均値が $6.01 \mu\text{Sv/h}$ から $1.96 \mu\text{Sv/h}$ 、1m 高

さでの平均値が 2.81 $\mu\text{Sv/h}$ から 1.36 $\mu\text{Sv/h}$ に低減し、低減率はそれぞれ 67%及び 51%であった。

このうち、アスファルト舗装道路については、枯葉、土壌等の堆積物を清掃・除去した後、一部の舗装アスファルトが劣化・剥離している部分については再舗装の措置を施すとともに、残りの部分についてはスチールショットブラストによる除染を行った。

また、アスファルト舗装道路に見られた細い亀裂部については、スチールショットブラスト除染を行った後も空間線量率が低減しなかったことから、さらに亀裂に詰まった土等を除去するとともに、新しいアスファルトを充填したが、十分な除染効果はあげられなかった。

また、側溝については、堆積物の除去及びほうき・ブラシを用いた清掃のみを行った。除染前後の表面汚染密度（平均値）の低減率は 44%であった。

砂利敷道路については重機を用いて砂利を鋤取って新しいものと入れ替えるとともに、路肩植栽部については人力で草等の鋤取りを行った。その結果、除染前後の空間線量率は、1cm 高さでの平均値が 3.80 $\mu\text{Sv/h}$ から 1.30 $\mu\text{Sv/h}$ 、1m 高さでの平均値が 2.8 $\mu\text{Sv/h}$ から 1.3 $\mu\text{Sv/h}$ に低減し、低減率はそれぞれ 66%及び 55%であった。

表 3.2.5.1-10 道路における除染効果

土地利用の状況		主な除染方法	測定部位	除染前	除染後	低減率(%)	
道路						(除染前平均-除染後平均)÷除染前平均	
アスファルト道路(路上堆積物・亀裂部等含む)	実習館付近	堆積物除去+ブラスト	1m	平均	2.5	1.3	47
				最大/最小	1.80~3.50	1.83~0.85	
			1cm	平均	3.4	1.7	49
				最大/最小	0.50~13.50	0.45~9.10	
	ロッジ下		1m	平均	2.9	1.5	47
				最大/最小	2.31~3.56	1.26~1.70	
			1cm	平均	6.56	2.95	55
				最大/最小	2.85~15.60	1.18~7.40	
	給水塔下		1m	平均	3.3	1.3	61
				最大/最小	2.33~6.35	1.12~1.66	
			1cm	平均	10.5	1.5	85
				最大/最小	2.96~45.00	0.95~4.20	
アスファルト道路全体	1m	平均	2.81	1.36	51		
		最大/最小	1.80~6.35	0.85~1.83			
	1cm	平均	6.01	1.96	67		
		最大/最小	0.50~45.0	0.45~9.10			
砂利道/路肩植栽部	鋤取り	1m	平均	2.80	1.30	55	
			最大/最小	2.00~4.30	0.75~1.88		
		1cm	平均	3.80	1.30	66	
			最大/最小	1.10~8.90	0.59~2.95		
アスファルト路面(GM)	プラスト部	再舗装部	平均	2900cpm	1100cpm	62	
			最大/最小	100~10000	300~2650		
	1cm		平均	3500cpm	50cpm	97	
			最大/最小	2700~4200	0~100		
側溝(GM)	堆積物除去	1cm	平均	5700cpm	3200cpm	44	
			最大/最小	550~11500	0 ~ 8900		

単位： $\mu\text{Sv/h}$

⑨ 給水塔周囲

給水塔周囲は、給水塔、給水塔が設置され且つフェンスで囲まれた平場、及びフェンス外周の法面から構成されている。除染効果を表 3.2.5.1-11 に示す。

給水塔周囲全体の除染前後の空間線量率は、1cm 高さでの平均値が 9.40 $\mu\text{Sv/h}$ から 1.09 $\mu\text{Sv/h}$ 、1m 高さでの平均値が 2.78 $\mu\text{Sv/h}$ から 0.97 $\mu\text{Sv/h}$ に低減し、低減率はそれぞれ 65%及び 88%であつ

た。

平場は重機により表層土を 5cm 鋤取り・客土を行ったため、1cm 高さ及び 1m 高さでの空間線量率（平均値）の低減率は 91%及び 77%であった。

ここで、重機による鋤取り後の平場における土壌中の放射能濃度は、深さ 5cm までの表層土壌を採取して Ge 半導体検出器及びγ線スペクトル分析器で測定した結果、100 Bq/kg 程度であった。遮へい計算コード QAD-CGGP2 による計算結果に基づくと、厚さ 5cm、半径 10m で放射性セシウムの汚染レベルが 100 Bq/kg の土壌から受ける被ばく線量率は、1cm 高さで $2.84 \times 10^2 \mu\text{Sv/h}$ 、1m 高さで $2.17 \times 10^2 \mu\text{Sv/h}$ となる。計算結果と除染後の空間線量率測定値との差については、給水塔周囲が除染対象外のエリアに近いことから、給水塔周辺の除染後の空間線量率の測定値に、除染対象外のエリアからの放射線の寄与があるためと考えられる。

また、フェンス外周の法面については、その崩壊防止を念頭に法面の一部を使用して試行的除染を行い、その結果に基づいて、除草後は熊手等を用いて土壌表面を適宜除去するに留めたことから、1cm 高さ及び 1m 高さでの空間線量率（平均値）の低減率は 55%及び 47%とそれほど高くなかった。

表 3.2.5.1-11 給水塔周囲における除染効果

地形・土地利用の状況	主な除染方法	測定部位		除染前	除染後	低減率(%)
						(除染前平均-除染後平均)÷除染前平均
給水塔周囲	重機による鋤取り	1m	平均	3.14	0.72	77
			最大/最小	1.30~7.16	0.23~1.71	
		1cm	平均	9.60	0.86	91
			最大/最小	1.13~85.0	0.32~2.86	
法面部	人力による鋤取り	1m	平均	2.94	1.57	47
			最大/最小	2.41~3.42	1.03~2.23	
		1cm	平均	3.96	1.92	55
			最大/最小	2.51~4.32	1.01~3.25	
給水塔全体	-	1m	平均	2.79	0.97	65
			最大/最小	0.82~7.16	0.23~2.23	
		1cm	平均	9.40	1.09	88
			最大/最小	0.64~130.0	0.32~3.25	

単位：μSv/h

(2) 除染関連試験等の評価

① 森林入口の空間線量率に対する除染対象とする森林奥行の深さの影響

図 3.2.5.1-1 に森林入口付近の測定点及び区画を示す。

表 3.2.5.1-12 に見られるように、森林入口から奥行 10m までの区画 1 の除染を行うことにより、森林入口の空間線量率はほぼ半分に下がった。しかし、奥行 10~20m の区画 2 及び同 20~30m の区画 3 の除染に伴う森林入口の空間線量率のさらなる低下は見られなかった。

今回の結果に基づくと、森林に隣接する家屋の居住者に対する被ばく線量を低減することを目的とした通常の森林を除染する場合、森林入口から奥行 10m までの区画を除染することが効率的だと考えられるが、実際の除染にあたっては、除染対象となる森林の汚染状況や樹木の密度も考慮に入れて除染範囲を決定することが必要である。

なお、森林の予備的除染試験においては（表 3.2.5.1-14）、森林入口の空間線量率に対する除染対象とする森林奥行深さの影響は確認できなかった。これは、除染実施区域の除染前の森林外部周辺における空間線量率が比較的高かったことから、森林の予備的除染試験が除染実施区域の除染前に行われたため、森林入口の空間線量率が森林外部周辺からの影響を受けたものと推測され

る。

表 3.2.5.1-13 及び表 3.2.5.1-15 に見られるように、森林の除染方法としては腐葉土の除去が最も効果的であった。また、表 3.2.5.1-13 に見られるように、森林除染後の地表表面において、コリメートの有無により表面線量率が 1.3～2.4 倍異なり、また、針葉樹エリアより広葉樹エリアの地表表面の線量率が高くなっている場合がみられる。これらは、森林の広葉樹エリアにおけるリター層がより汚染しているためと推測される。

従って、森林に隣接する家屋の居住者に対する被ばく線量を低減することを目的とした森林除染の効果をさらに高めるためには、広葉樹下のリター層の除去等を優先して行うことも有効な手段と考えられる。

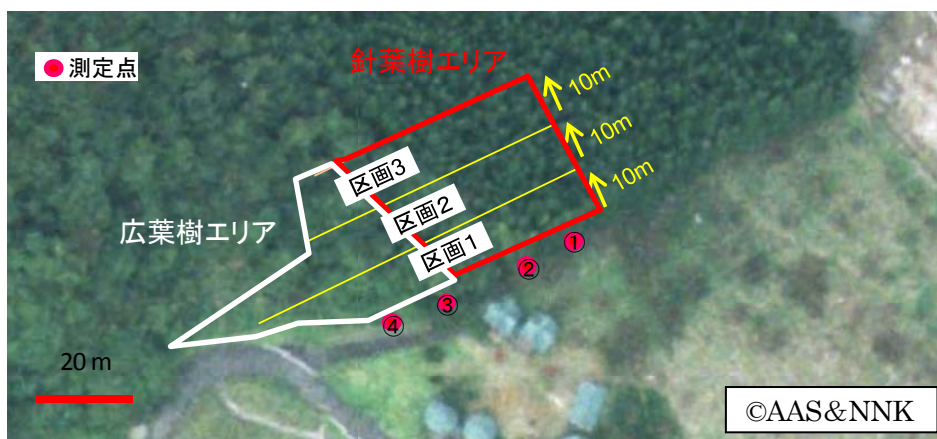


図 3.2.5.1-1 森林入口付近の測定点及び区画

表 3.2.5.1-12 本試験における各区画の除染作業前後の森林入口での線量率の変化
(高さ 1m における測定値, $\mu\text{Sv/h}$)

領域	測定点	除染前	区画1除染後			区画2まで除染後		区画3まで除染後	
			除草・落葉かき ^{*1}	リター層除去	入口付近枝打	除草・落葉かき	リター層除去	除草・落葉かき	リター層除去
針葉樹エリア入口	①	2.60	2.21	1.41	1.32	1.16	1.27	1.25	1.17
	②	2.45	2.30	1.63	1.36	1.45	1.35	1.20	1.29
広葉樹エリア入口	③	2.40	1.70	1.38	-*2	1.47	1.40	1.37	1.64
	④	2.70	2.26	2.02		2.15	2.18	1.45	1.87

*1 区画1 除草・落ち葉かき後の線量率は、地表面 1cm で測定。1m 高さでの値は、概ねこの 0.8 倍程度。

*2 広葉樹は全て落葉しており枝打ちは実施していない。

表 3.2.5.1-13 森林除染（本試験）の結果（森林内の各区画，単位：μSv/h）

測定点の位置		作業前		除染作業					
				除草・落ち葉掻き後		枝打ち		リター層除去後	
		表面*1	空間*1	表面	空間	表面		空間	
						コリメート無	コリメートあり		
針葉樹	区画1	3.11	2.72	2.26	1.36	1.39	1.68	0.73	1.43
	区画2	2.97	2.70	2.36	1.87	-*2	1.57	0.73	1.56
	区画3	3.13	2.65	2.05	1.68		1.44	0.82	1.39
広葉樹	区画1	3.26	2.89	2.39	1.95		1.48	1.17	1.56
	区画2	4.01	3.00	2.37	1.99	1.69	1.07	1.61	
	区画3	3.84	2.99	2.18	1.88	1.60	1.26	1.54	

*1 表面は 1cm 高さ，空間は 1m 高さの放射線量率の測定結果。表中の値は区画内の測定点の平均値

*2 針葉樹の入口(区画1の前面)のみ枝打ちを実施した。広葉樹は全て落葉しており枝打ちは実施していない。

表 3.2.5.1-14 予備的除染試験における各区画の除染作業前後の森林入口での線量率の変化（高さ 1m における測定値，μSv/h）

測定点	作業前	区画1作業後	区画2作業後	区画3作業後	枝打ち後
森林入口	2.38	2.23	2.30	2.35	2.13

*測定点は針葉樹エリア入口 (①) 付近

表 3.2.5.1-15 予備的除染試験の結果（森林〔針葉樹〕内の各区画，単位：μSv/h）

測定点の位置	作業前		除染作業					
			除草後		落ち葉かき後		リター層除去後	
	表面*1	空間*1	表面	空間	表面	空間	表面	空間
区画1	3.36	2.47	3.44	2.51	2.85	2.47	1.56	1.77
区画2	3.26	2.73	3.14	2.50	2.41	2.32	1.66	1.73
区画3	3.11	2.51	3.20	2.40	2.47	2.17	1.58	1.42

*表面は 1cm 高さ，空間は 1m 高さの放射線量率の測定結果。表中の値は区画内の測定点の平均値

② 家屋屋根等の拭取り方式による除染効果

表 3.2.5.1-16 に見られるように，給水塔の屋上部においては，ホットスポットを中心に，水に浸した後に軽く絞ったキムタオルを用いた拭取り方式で除染を行い，24~130 μSv/h の表面線量率を 2μSv/h 程度まで低減することができた。

また，表 3.2.5.1-16，表 3.2.5.1-17 及び表 3.2.5.1-18 に見られるように，家屋屋根（トタン）については，塗装部が健全であればその汚染レベルは原子炉等規制法等の規定に基づき目やすとした管理区域の設定基準である表面汚染密度（4 Bq/cm²）を下回っているところもある一方で，錆及び苔が発生している場所については管理区域の設定基準を上回っているものもある。

管理区域の設定基準を上回っている錆及び苔が発生している場所については，水に浸して軽く絞ったキムタオルを用いた拭き取り，プラスチック製のタワシを用いた研磨，ブラシを用いた苔の除去等により，一部の錆が発生している場所を除いて，目やすとしている管理区域の設定基準を下回るまで除染することができた。

なお、一般的な家屋の屋根に使用されている燻製瓦、釉薬瓦、セメント瓦、トタン（平板及び波板）の汚染状況、拭取り方式による除染効果等については、もう一つの除染実施区域（伊達市下小国地区）の実証事業に記載した。

表 3.2.5.1-16 給水塔屋根における拭取り方式の除染結果

測定点			除染前	除染後	低減率(%)
					(除染前平均-除染後平均)÷除染前平均
給水塔屋根 雨樋集水口	1m*	平均	1.4	0.74	47
		最小/最大	0.82~3.09	0.56~0.95	
	1cm*	平均	16	0.78	95
		最小/最大	0.64~130	0.4~1.75	

*雨樋集水口から 1m, 1cm 高さにおける測定

表 3.2.5.1-17 ロッジ屋根における拭取り方式の除染結果

測定部位			除染前*	除染後*	低減率 (除染前平均-除染後平均)÷除染前平均
ロッジE	雨垂部端	錆部	1300	600	54
		塗装健全部	200	200	-
	雨垂溝1	錆部	800	400	50
		塗装健全部	200	100	50
	雨垂溝2	錆部	1000	600	40
		塗装健全部	300	0	100
	雨垂部端(直下に ホットスポット)	錆部	900	900	-
		塗装健全部	200	0	100
ロッジF	雨垂部端	錆部	800	800	-
		塗装健全部	100	100	-
	雨垂溝1	錆部	1800	1300	28
		塗装健全部	0	0	-
	雨垂溝2	錆部	2300	2100	9
		塗装健全部	300	200	33
	雨垂れ部端(直下 にホットスポット)	錆部	3800	400	89
		塗装健全部	300	200	33
ロッジE-F間の渡り廊下屋根板		錆部	7200	1400	81

※ BG となる、周辺環境からのγ線の寄与分を差し引いた正味係数率(=表面-BG[cpm/20cm²])

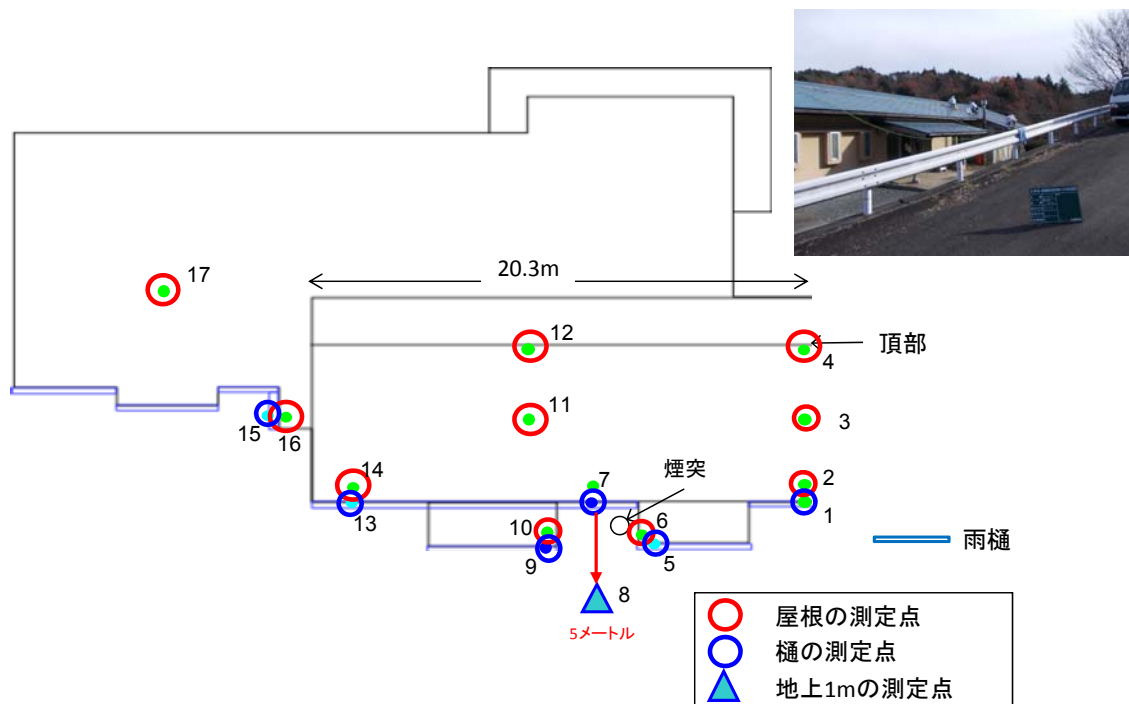


図 3.2.5.1-2 ロッジE, Fの測定点位置

表 3.2.5.1-18 農業体験実習館屋根における拭取り方式の除染結果

測定部位			測定点No.	除染前*	除染後*	低減率 (除染前平均-除染後平均)÷除染前平均
農業体験 実習館	屋根板	トタン	2	2750	400	85
			3	1250	400	68
			4	950	0	100
			6	4250	200	95
			10	3750	500	87
			11	3750	300	92
			12	550	0	100
			14	3750	500	87
			16	1750	0	100
			17	1250	900	28
	雨樋	塩ビ部	1	4750	900	81
			13	14750	400	97
	集水器		5	15750	300	98
			7	28750	900	97
			9	17750	1500	92
			15	4750	1000	79
玄関入口	1m高さ	8	1.58 μ Sv/h	1.38 μ Sv/h	-	

※BGとなる，周辺環境からの γ 線の寄与分を差し引いた正味係数率
(=表面-BG [cpm/20cm²])



※測定点8は、雨樋屋根の堆積物除去、拭き取り後の玄関前の地表面高さ1mにおいて測定

図 3.2.5.1-3 農業体験実習館の測定点位置

③ スチールショットブラスト除染における鋼製球の投射密度と除染効果の相関

表 3.2.5.1-19 に見られるように、スチールショットブラスト除染における鋼製球の投射密度と除染効果の関係は、投射密度のしきい値を超えるまでは投射密度に応じた除染効果が得られ、しきい値を超えると除染効果はほぼ横ばいになるものと推測される。一方で、投射密度は除染後のアスファルト道路表面の状態に影響を与える。

従って、今回使用したスチールショットブラスト除染の機器では、 50kg/m^2 程度の投射密度を除染後のアスファルト道路表面の状態を見ながら調整して除染していくことが適切と考えられる

なお、コンクリート構造物に対するスチールショットブラスト除染を用いた試験(図 3.2.5.1-4)については、もう一つの除染実施区域(伊達市下小国地区)で実施している。

表 3.2.5.1-19 アスファルト道路のスチールショットブラストによる
除染前後の表面汚染密度の測定結果

投射密度(kg/m^2)		70	50	30
試験速度		6m/min	11m/min	14m/min
ブラスト前	表面/BG	6000/950	6400/1100	5500/1900
	正味	5050	5300	3600
ブラスト後	表面/BG	1100/550	1400/750	1900/550
	正味	550	650	1350
低減率		89	88	63

各試験速度における表面汚染密度の低減率について、約4m四方の領域に対して試験を実施

※1: BG とは、周辺環境からの γ 線の寄与分

※2: 正味=表面-BG ($\text{cpm}/20\text{cm}^2$)



図 3.2.5.1-4 スチールショットブラスト試験の実施状況

④ 除染作業に伴う塵埃の放射能濃度

表 3.2.5.1-20 に見られるように、本実証事業の各除染作業に伴って発生した塵埃の放射能濃度は、原子炉等規制法等に規定される放射性物質の大気中への放出濃度基準より 2 桁以上低い結果となった。本実証事業では、重機による表土鋤取り作業時には散水を行うなど、塵埃発生量低減に配慮した作業方法を採用した。このような作業方法を採用することで、除染実施区域及び当該区域周辺への塵埃の影響を低減できるものとする。

表 3.2.5.1-20 除染作業周辺の空気中の放射能濃度の測定結果

ダストサンプル						測定日	測定時間 リアルタイム(秒)	放射性物質濃度(Bq/cm ³)	
作業内容	場所	採取日時	採取流量 (l/min)	吸引時間 (min)	吸引量(l)			¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
重機で表土除去	給水塔周囲	H23.12.14 8:25~16:40	100	495	49500	H23.12.22	2000	排気中の放射性物質濃度 限度以下 ¹³⁴ Cs 2×10 ⁵ Bq/cm ³ ¹³⁷ Cs 3×10 ⁵ Bq/cm ³	
		H23.12.7 8:25~16:40							494
重機で表土除去・フレコン作製	駐車場	H23.12.2 8:39~13:58		319	31900	H23.12.18			
		木の根元ホットスポット除去							傾斜地
除草・落葉掻	傾斜地	H23.12.7 8:10~16:10		480	48000	H23.12.20			
		刈払機で表土鋤取							ロッジ中庭
堆積物除去・拭取作業中	給水塔屋根			H23.12.15 8:40~16:40	480	48000			
		腐葉土除去		森林					H23.11.29 10:29~14:20
ブラスト	道路				H23.12.20 8:20~16:20	480			48000
		H23.12.12 9:25~16:55		440	44000				



図 3.2.5.1-5 ダストサンプラによる塵埃吸引の様子

なお、除染作業の支障とならないように、ダストサンプラを作業員、重機等から 1m 以上離れた位置に設置 (図 3.2.5.1-5) したため、ダストサンプラで吸引する塵埃の濃度は作業員が吸引する濃度よりも少し低いと考えられることから、表 3.2.5.1-20 のデータを作業員が装着する放射線防護具に係る適性評価に直接用いることは適切でないものと考えられる。

3.2.5.2 除去物の側面

本実証事業においては、不燃性除去物及び可燃性除去物を収納したフレキシブルコンテナが 1,228個 (約917t) 及び207個 (約22t) 発生した。

除染エリア毎の可燃性除去物及び不燃性除去物を収納したフレキシブルコンテナの発生量及び平均表面線量率を表3.2.5.2-1に、また、平均表面線量率のヒストグラムを図3.2.5.2-1にそれぞれ示す。

乗馬体験場、駐車場及び給水塔周囲から、除去物を収納した全フレキシブルコンテナ数の65%、不燃性除去物を収納した全フレキシブルコンテナ数の73%が発生している。これは、除染計画に沿って、重機を用いて全体の約20%の面積を占める平場の表層土を深さ5cmを目やすにして鋤取ったことによる。

このうち、乗馬場体験場からは不燃性除去物を収納したフレキシブルコンテナが172個発生したが、これは計画策定時の発生推定量の約2.5倍の値である。推定量を大きく上回った理由は、乗馬場の地表面には想定以上の起伏があり、低い部分を基準として土壌を削り取ったためである。

また、給水塔周囲からは、最も多い567個 (不燃性除去物を収納した全フレキシブルコンテナのみ) が発生したが、これはこの除染エリア内の平場の表層土を除染計画に沿って約5cm除去した際、土壌の上に厚く敷設されていた碎石も一緒に除去したことによる。計画策定時の除去物の発生推定量にはこの碎石の除去を考慮していなかったことから、実際の発生量は推定量の約3倍となった。なお、給水塔周囲のフェンス外周法面においては、除染作業に先立って草刈、枯葉等の除去がされていたことから、給水塔周囲から可燃性除去物はほとんど発生しなかった。

北側傾斜地、南側傾斜地及び農業体験実習館周囲は、水平投影面積が全体の約40%を占め且つ起伏に富んでいるが、除去物を収納した全フレキシブルコンテナの発生量は全体の約15% (211個) であった。これは、計画策定時の除去物発生推定量を大きく下回っており、この理由は、除染作業による斜面の崩壊を避けるため、計画した厚さまで表層土の鋤取りを行わなかったためである。

ロッジ周囲及び森林については、ロッジ周囲に段差や起伏があり、低い部分を基準として表層

土を鋤取ったり、新たなホットスポットが確認されたりしたこと等から、計画策定時の除去物発生推定量を上回ることとなった。

発生した除去物のうち、不燃性除去物を収納したフレキシブルコンテナの平均表面線量率には、除染エリア間に大きな差が見られる。道路の除染に伴い発生する不燃性除去物を収納したフレキシブルコンテナの表面線量率が高いのは、スチールショットブラスト除染で発生した放射能濃度の高い研削粉塵が収納されたためであり、スチールショットブラスト除染の高い除染効果を裏付けている。ロッジ周囲が高いのは、同除染エリアにホットスポットが多かったことからその除去土壌に起因している。また、森林から発生した不燃性除去物を収納したフレキシブルコンテナの表面線量率が高いのは、腐葉土を収納したフレキシブルコンテナの寄与が大きいためである。

一方、給水塔周囲から発生した不燃性除去物を収納したフレキシブルコンテナの表面線量率が低いのは、表層土の上に厚く敷設されていた碎石に当初付着した放射性物質は雨水等により表層土に移行したものの、表層土と一緒に不燃性除去物としてフレキシブルコンテナに詰められたことから、全体として表面線量率が下がったものと推定される。

なお、可燃性除去物を収納したフレキシブルコンテナの平均表面線量率については、除染エリア間に大きな差が見られなかった。

なお、参考図のヒストグラムにおいては、除染エリアにあるホットスポットの分布等が、除去エリアから発生する除去物を収納したフレキシブルコンテナの表面線量率の分布に影響を与えていることがうかがえる。

表 3.2.5.2-1 発生除去物数量

除染エリア	発生数量 (個)				平均表面線量率 (μSv/h)		推定量 (不燃)
	可燃		不燃		可燃	不燃	
	個	%	個	%			
乗馬体験場	28	14	172	14	5.5	4.3	70
駐車場	2	1	158	13	4.1	3.8	115
農業体験実習館周囲	7	4	113	9	5.3	4.1	450
北側傾斜地	9	4	44	4			
南側傾斜地	3	2	35	3			
ロッジ周囲	34	16	79	6	5.5	8.7	100
森林	124	59	53	5	4.2	6.3	-*
給水塔	0		567	45		1.9	190
道路	0		7	1		≥30	
合計	207		1228				925

*森林の予備的除染の結果から、当初発生数量は少ないと想定していたことから推定していない。

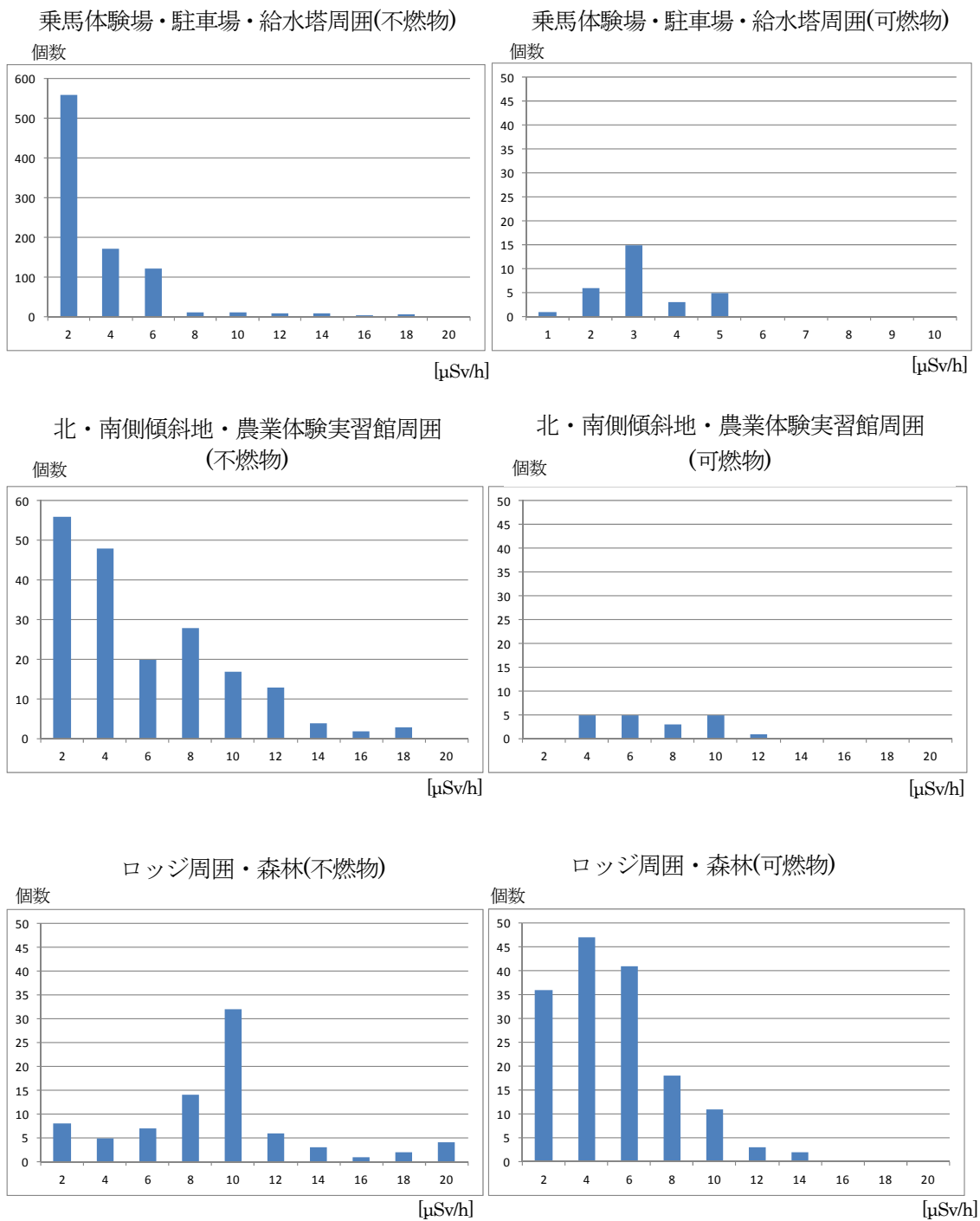


図 3.2.5.2-1 発生除去物の線量率のヒストグラム

3.2.5.3 コストの側面

本章においては、除染作業に係る一人当たりの単価が大きく変動している現状を踏まえ、除染作業に係るコストについては、除染作業に要した費用の代わりに除染作業に要した人工数等を取りまとめることとした。

表 3.2.5.3-1～表 3.2.5.3-7 及び図 3.2.5.3-1 に除染エリア毎及び除染作業毎の面積、除染方法、人工数・重機のべ台数等の一覧を示す。総人工数は 780 人・日、総重機台数は 60 台・日であった。作業時間を 23 日間で計算すると、1 日当たりの平均作業人数は約 34 人、1 日当たりの平均使用重機数は約 3 台であることから、人力による作業を中心に進めたことが分かる。

特に、本除染実施区域には多く存在する急傾斜地、法面等は、人力による草刈り、鋤取り等により除染が行われた。対象面積が 2,000m² 以上の急傾斜地、法面等のうち、傾斜が最も急な給水塔周囲の法面での単位面積あたりに要する作業は人工数は 0.04 人・日/m² であったが、それ以外の北側傾斜地（浄化槽を除く）、南側傾斜地、実習館周囲の法面・草地、及びロッジ周囲の法面・果樹園・植生周辺においては、0.02 人・日/m² 程度であった。

また、急傾斜地、法面等と同様の人力により除染を行った森林（1,900m²）についても、単位面積あたりに要する作業の人工数は 0.02 人・日/m² であった。

一方で、重機により広い範囲の表層土鋤取りを行ったのは乗馬体験場、駐車場及び給水塔周囲である。これらの区域のうち乗馬体験場及び給水塔周囲には、表層土の鋤取り作業時において障害となる排水溝、柵、植生、埋設管などを有するが、駐車場にはこれら障害物は存在しない。除染作業においては、この除染エリアの特徴に応じて 0.1m³、0.25m³ 及び 0.45m³ のバックホウを使い分け、鋤取り作業と鋤取った土壌をフレキシブルコンテナに充填する作業を行っている。

ここで、障害物の影響を評価するため、使用した各バックホウのバケット容量に基づいて 0.1 m³ のバックホウの台数に換算した結果、障害物有りの乗馬体験場及び給水塔においては 0.024 台・日/m²、障害物なしの駐車場では 0.014 台・日/m² となった。

除去物の一時保管施設の整備及び保管作業については、総人工数は 167 人・日、総重機台数は 109 台・日であった。作業期間を 23 日間で計算すると、1 日当たりの平均作業人数は約 7 人、1 日当たりの平均使用重機数は約 5 台であることから、除染作業に比べて重機を中心として作業を進めたことが分かる。

なお、本実証事業は試験的要素を含んでいることから、除染関連試験等に係る測定、除染目標を達成しているかどうかの確認測定等をこまめに行いながら除染作業を行った。従って、各自治体、コミュニティ等が、自らの除染作業の計画策定に本実証事業の人工数等を参照する場合、このことに十分留意する必要がある。

表 3.2.5.3-1 主に人力により除染したエリアの人工等実績

除染エリア			作業内容			人・日 ^{*1}	人・日/m ²	台・日 ^{*2/m²}
実習館周囲軒下	法面部・草地	2200m ² 勾配35°	手作業	草刈り		4	0.020	-
				鋤取り		36		
				法面保護		4		
	館前駐車場 平場・ 砕石敷設部	240m ²	鋤取り	重機使用台数	BH:0.1m ³	2台日 1台日	3 1	0.016 ^{*3}
実習館周囲合計						48	-	-
北側傾斜地	法面部・草地	3700m ² 勾配25°	手作業	草刈り		10	0.017	-
				落ち葉等集積		12		
				鋤取り・木根本のホットスポット 除去		27		
				法面保護		14		
北側傾斜地合計						63	-	-
南側傾斜地	法面部・草地	5000m ² 勾配20°	手作業	草刈り		5	0.018	-
				落ち葉集積		21		
				鋤取り		43		
				木根元のホットスポット除去		20		
				法面保護		3		
南側傾斜地全体						92	-	-
ロッジ周囲	ロッジ中庭 法面部・草地	5000m ²	手作業	草刈り・集積		30	0.026	-
				軒下ホットスポット除去		28		
				鋤取り		65		
				法面保護		5		
ロッジ周囲全体						128	-	-
森林	森林	1900m ²	手作業	草刈り・集積		9	0.022	-
				腐葉土除去		33		
				フレコン運搬		13		
森林全体						55	-	-

- *1 作業員の他、除染実施区域全体の工程管理業務員の人工数約 66 がある。
 *2 台・日/m²は、各バックホウのバケット容量に基づいて 0.1 m³ のバックホウの台数に換算した。
 *3 重機のオペレータ及び補助作業員の人工数。

表 3.2.5.3-2 主に重機により除染したエリアの人工等実績

除染エリア			作業内容			人・日	人・日/m ²	台・日 ^{*3/m²}	
乗馬体験場	平場	1700m ²	重機による 鋤取り	重機のオペレータ・フレコン作製労務 補助作業 ^{*1}		22	0.013	0.024	
				重機使用台数	BH:0.45m ³				5台日
					BH: 0.25m ³				5台日
	法面部	600m ² 勾配35°	手作業	下刈・鋤取り		14	0.023	-	
乗馬場合計						36	-	-	
駐車場	平場 砕石敷設部	2800m ²	重機による 鋤取り	重機のオペレータ・フレコン作製労務		17	0.006	0.015	
				重機使用台数	BH:0.45m ³				8台日
		BH: 0.25m ³	2台日						
	平場草地 法面部	1050m ²	手作業	下刈・鋤取り		9 12	0.020	-	
駐車場合計						38	-	-	
給水塔周囲	平場	1600m ²	重機による 鋤取り	重機のオペレータ・フレコン作製労務		24	0.015	0.023	
				重機使用台数	BH:0.25m ³				13台日
					BH:0.1m ³				4台日
					BH:0.25m ³				4台日
		BH:0.1m ³	2台日						
	法面部(金属製 ネット敷設部)	2200m ² 勾配45°	手作業	草刈り・落ち葉集積		26	0.042	-	
鋤取り				55					
給水塔周囲合計						12	-	-	

- *1 重機が入れない狭隘部における鋤取り及び重機搬入前の草刈り等の作業
 *2 重機のオペレータ及び補助作業員の人工数。
 *3 台・日/m²は、各バックホウのバケット容量に基づいて 0.1 m³ のバックホウの台数に換算した。

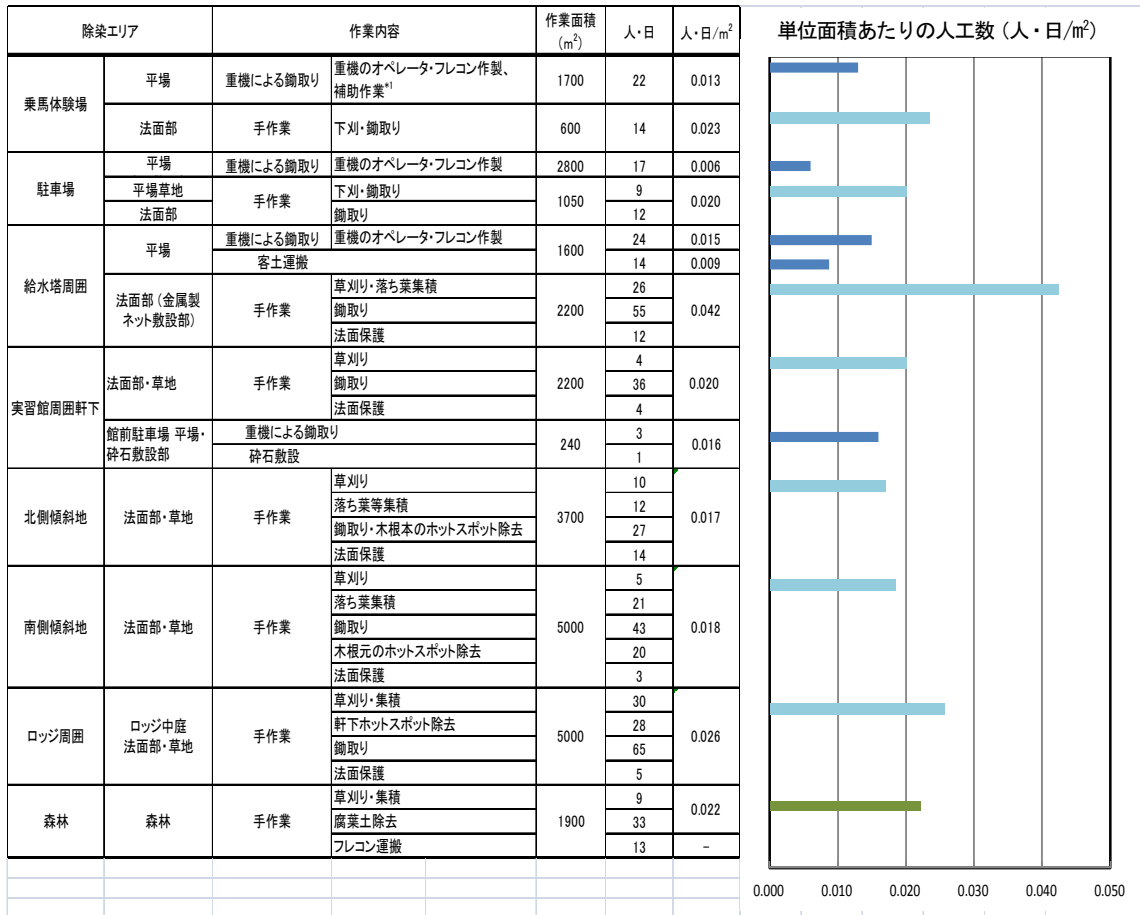


図 3.2.5.3-1 除染エリア毎の人工数

表 3.2.5.3-3 屋根の除染の人工実績

除染対象		作業内容		人・日	人・日/m ²
馬小屋屋根	50m ²	手作業	拭き取り	3	0.060
柵	200m			6	0.030
農業体験実習館屋根	450m ²			14	0.031
ロッジ、炊事場	10m×10m 7軒			12	0.069
給水塔屋根	250m ²			4	0.016
弁室	16m ²			2	0.125

表 3.2.5.3-4 道路等の除染の人工実績

道路等		作業内容			人・日	人・日/m ²	台・日*/m ²
管理用道路	約50m ²	舗装張替・補修			10	0.200	0.020
		アスファルト剥離	作業員による重機操作・運搬				
	重機使用台数		BH:0.1m ³	1台日			
	全長450m 幅員約6m	道路清掃			4	0.018	-
プラスト			37				
道路際等サンダー掛け			8				
管理用階段等	60m 勾配30°	サンダー掛け			2	0.033	-
砂利道	全長80m 幅員5m	道路際草刈り			7	0.213	-
		鋤取り	重機オペレータ・フレコン作製労務・客土		10	0.025	0.036
			重機使用台数	BH:0.25m ³			
			BH:0.1m ³	2台日			

*1台・日/m²は、各バックホウのバケット容量に基づいて0.1m³のバックホウの台数に換算した。

表 3.2.5.3-5 地下式保管場所設置の作業内容別人工実績

地下保管場所 概要	作業内容	人・日
25m(w) 50m(L) 1.2m(H) 盛土50cm ベントナイト系遮水シート敷設 フレコン埋設数 1228個	現地調査・測量	9
	掘削(重機オペレータ、補助作業員)	15
	遮水シート敷設、フレコン運搬・据付	79
	盛土材搬入敷き均し(重機オペレータ、補助作業員)	13
	路盤材敷設・サンプリング孔設置(重機オペレータ、補助作業員)	43
合計		159

表 3.2.5.3-6 地下式保管場所設置に用いた重機数量

使用した建設機械	規格	台・日
バックホウ クローラ型(低騒音型)・排出ガス対策型(第2次基準値)	バケット容量 平積み0.7m ³ クレーン機能付き	22
	バケット容量 平積み0.45m ³	25
ブルドーザ 普通・排出ガス対策型(第1次基準値)	6t級	4
ダンプトラック 普通・ディーゼル	積載質量10t積	34
タイヤローダ 低騒音型・排出ガス対策型(第1次基準値)	13t級	7
トラック クレーン装置付き	吊り能力2.0t吊り	2
	吊り能力4.0t吊り	15
合計		109

表 3.2.5.3-7 地上式保管場所設置の人工等実績

地上保管場所	作業内容	人・日
15m(w) 20m(L) フレコン数207個	フレコン運搬・定置 ブルーシート敷設 立ち入り制限措置等	6
	4tユニック 2台・日操作	2

3.2.5.4 放射線管理の側面

(1) 除染エリア毎の外部被ばく線量

ポケット線量計の測定結果に基づく除染エリア毎の外部被ばく線量を図3.2.5.4-1に示す。

主に重機を用いた除染エリアにおいては5.5~8.3 $\mu\text{Sv}/\text{人}\cdot\text{日}$ と除染エリア間にばらつきがみられるものの、主に人力で除染した除染エリアでは10.2~12.4 $\mu\text{Sv}/\text{人}\cdot\text{日}$ と除染エリア間に大きな相違は見られなかった。

主に重機を用いた除染エリアのうち、給水塔周囲における外部被ばく線量が低いのは、法面、給水塔犬走り及び弁室の除染を行い、その結果周囲の線量が下がってから重機による除染を行ったためと考えられる。

(2) 作業の種類毎の外部被ばく線量

ポケット線量計の測定結果に基づく作業の種類毎の外部被ばく線量を図3.2.5.4-2に示す。

傾斜地表土の鋤取り作業、除去物の一時保管施設の整備及び保管作業及び放射線管理作業が他の作業に比べて高い被ばく線量となっている。傾斜地表土の鋤取り作業については、傾斜地の木の根元等に多くのホットスポットがあったことからホットスポットにより近い姿勢で除染作業を行ったことが原因と考えられる。除去物の一時保管施設の整備及び保管作業については、除去物の定置作業に見られるように除去物に直接接した作業等を行ったため、また、放射線管理作業については、ホットスポット等の高い空間線量率を有する場所を中心に測定等を行うことが必要だったためと考えられる。

なお、今回の作業員等の被ばく管理にはポケット線量計及びガラスバッチを用いたが、一日の作業終了後、ガラスバッチを放射線量率が高い除染実施区域内（農業体験実習館）で保管管理していたことから、ガラスバッチの測定結果に作業終了後の線量に加わり、ポケット線量計の測定結果と比較してかなり大きい値となった。従って、今回の放射線管理に係る評価には、ポケット線量計の測定結果を用いた。

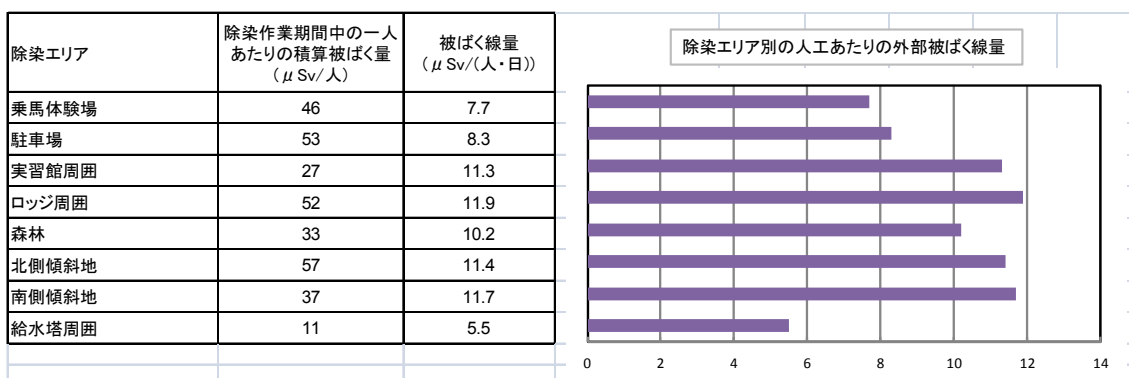


図3.2.5.4-1 除染エリア毎の外部被ばく線量

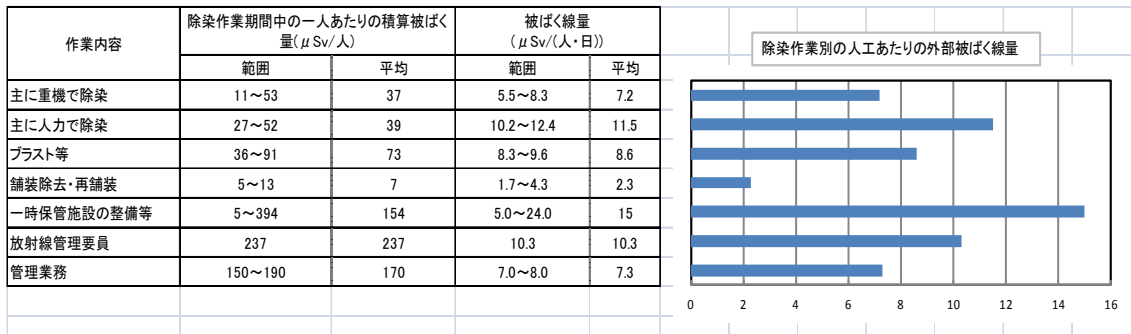


図3.2.5.4-2 作業種類毎の外部被ばく線量

参考文献

- 福島県（2011）：生活空間における放射線量低減化対策に係る手引き<第2版>，平成23年10月31日。
- 原子力災害対策本部（2011）：除染に関する緊急実施基本方針，平成23年8月26日。
- 原子炉等規制法：核原料物質，核燃料物資及び原子炉の規制に関する法律（昭和三十二年六月十日法律第百六号）。
- 文部科学省（2011）：文部科学省（米国エネルギー省との共同を含む）による航空機モニタリング（http://radioactivity.mext.go.jp/ja/monitoring_around_FukushimaNPP_MEXT_DOE_airborne_monitoring/）。
- 日本原子力学会（2011）：除染技術カタログ ver.1.0，日本原子力学会「原子力安全」調査専門委員会クリーンアップ分科会，平成23年10月24日。
- 日本原子力研究開発機構（2011）：除染効果評価システム，原子力基礎工学研究部門（<http://nsed.jaea.go.jp/josen/>）。
- Niita, K., Matsuda, N., Iwamoto, Y., Iwase, H., Sato, T., Nakashima, H., Sakamoto, Y. and Sihver, L. (2010) : PHITS: Particle and Heavy Ion Transport code System, Version 2.23, JAEA-Data/Code, 2010-022.
- 林野庁（2011）：森林内の放射性物質の分布状況調査結果について，（http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/hozen/pdf/111227_2-01.pdf）。
- Sakamoto, Y. and Tanaka, S. (1990) : QAD-CGGP2 and G33-GP2: Revised versions of QAD-CGGP and G33-GP, JAERI-M 90-110.