

平成 25 年度
市町村除染技術強化事業
実証試験結果報告書

平成 26 年 6 月
福島県生活環境部

目 次

- 1 急傾斜地等における効果的な除染手法の検討（二本松市）
- 2 生活圏森林の効果的な除染手法の検討（広野町）
- 3 生活圏森林の斜面における効果的な除染手法の検討（郡山市）

1 急傾斜地等における効果的な除染手法の検討（二本松市）

目 次

1	目的.....	1
2	内容.....	1
	（1）試験場所.....	1
	（2）試験概要.....	4
	（3）作業工程.....	4
	（4）試験スケジュール.....	6
3	実施期間.....	6
4	実証試験結果.....	6
	（1）場所A（礫地・緩傾斜地）の測定結果.....	6
	（2）場所B（急傾斜地）の測定結果.....	10

1 目的

地中に礫が多いこと、傾斜が急であること等の理由から、除染関係ガイドライン（環境省）に基づいた除染方法（プラウ等による深耕、反転耕等）が適用できず、除染の実施が困難な場所が存在している。

このため、バックホウ等を用いた除染方法による実証試験を行い、除染効果及び作業の効率性を確認した。

2 内容

(1) 試験場所

二本松市内の緩傾斜地・礫地及び急傾斜地

空間線量率、作土層深さ、傾斜角度の状況は表1のとおり。

表1 実証試験場所の空間線量率、作土層深さ、傾斜角度

試験場所	条件	試験面積 (m ²)	空間線量率 (μ Sv/h)	作土層深さ (cm)	傾斜角度 ($^{\circ}$)
場所A	緩傾斜地・礫地	5,832	0.3程度	15	7~9
場所B	急傾斜地	5,832	1.0程度	30	11~17

※空間線量率は、平成25年7月9日現在、地上1mの値。

ⁱ 土壌を耕起・反転・放てき・破碎するためのトラクター等の附属作業機械

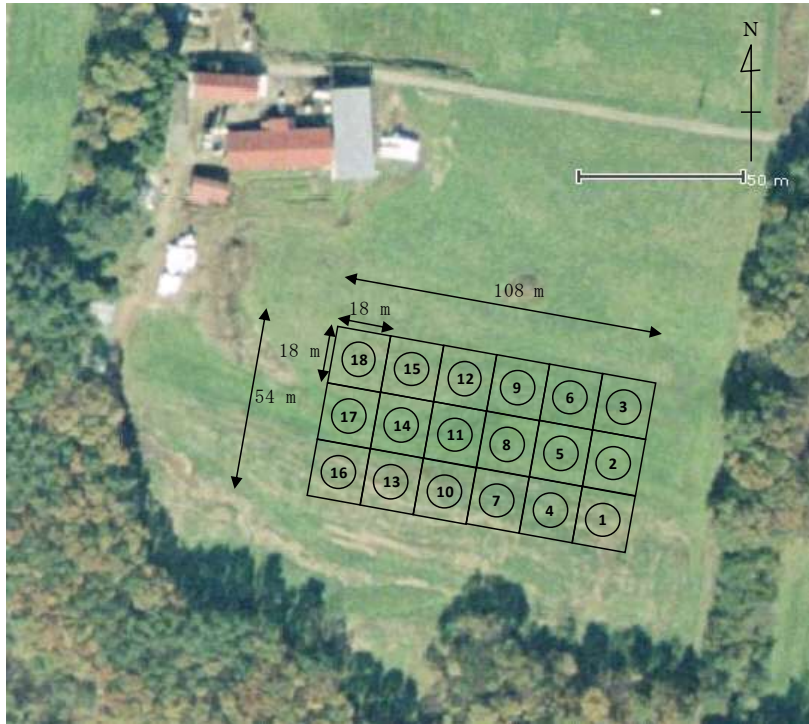


図1 場所Aの試験場所

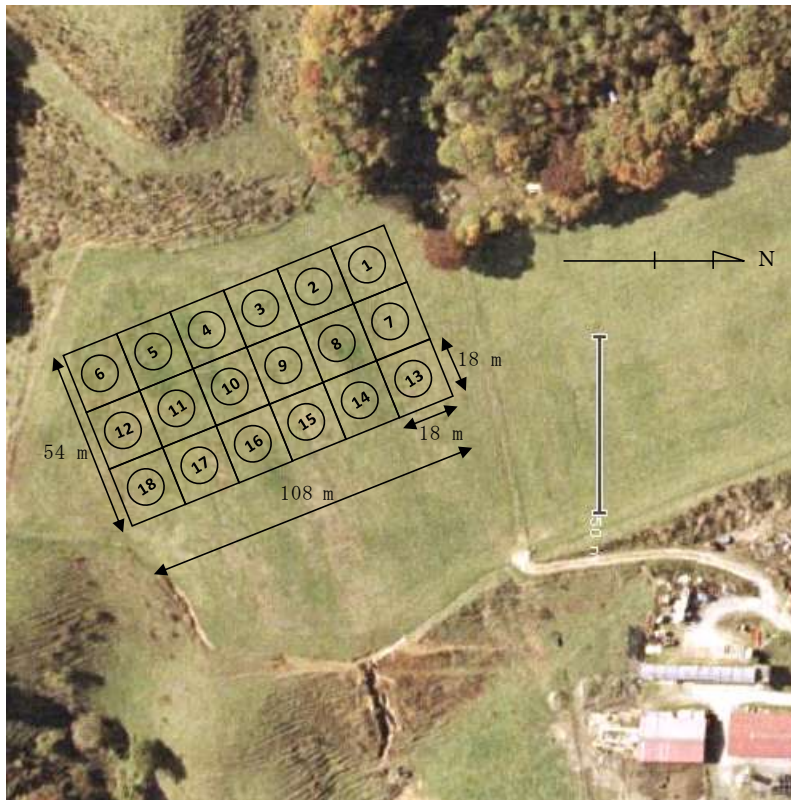


図2 場所Bの試験場所

(2) 試験概要

施工区画の 54m×108m を 1 区画 18m×18m の 18 区画に分け、各区画の中心部付近においてバックホウによる反転耕等による除染作業前後の空間線量率等を測定した。

(3) 作業工程

ア 試験前の空間線量率、土壌中の放射性セシウム濃度等の測定

各試験場所 (5,832m²) を 1 区画あたり 18m×18m、計 18 区画 (3 区画 (54m) × 6 区画 (108m)) に区分けした。また、各区画の中心を測定箇所とし、試験前の空間線量率 (地上 1 m)、表面線量率 (地表面 1 cm)、表面汚染密度、土壌中の放射性セシウム濃度の測定を表 2 のとおり行った。

表 2 測定項目等

測定項目	測定機器	測定点数	測定条件等
空間線量率 (μ Sv/h)	NaI シンチレーション式サーベイメータ	18 点	・地上 1 m ・時定数 30 秒 ・鉛遮へい体なし
表面線量率 (μ Sv/h)	NaI シンチレーション式サーベイメータ	18 点	・地表面 1cm ・時定数 30 秒 ・鉛遮へい体 (鉛厚 1cm) を使用
		6 点	・地表面 1cm ・時定数 30 秒 ・鉛遮へい体なし
表面汚染密度 (cpm)	GM サーベイメータ	18 点	・地表面 1cm ・時定数 30 秒 ・鉛遮へい体 (鉛厚 1cm) を使用
放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	Ge 半導体検出器又は NaI シンチレーションスペクトロメータ	18 点	・表面から 15cm 程度までの土壌 ・セシウム 134 及び 137 について測定

イ 試験作業の実施

試験作業は表3のとおり実施した。

表3 試験作業の内容

作業工程 (使用機器)	作業内容	
	場所A (礫地・緩傾斜地)	場所B (急傾斜地)
1 除草作業の実施	<ul style="list-style-type: none"> モアⁱⁱによる刈り倒し及びロータリー耕による根切りとする。(試験前測定の前に実施) 	
2 土壌改良資材の散布 (ブロードキャスター ⁱⁱⁱ) (マニユアスプレッダー ^{iv}) (人力散布(急傾斜地のみ))	<ul style="list-style-type: none"> 反転耕等する前に土壌改良資材(ゼオライト)を散布することで、放射性セシウムの土壌固定を促進する。(10aあたり150kg目安) 石灰資材及びリン酸資材の施用 牛ふん堆肥の施用(10aあたり3tを目安) 	
3 バックホウによる反転耕 (バックホウ) (バケット(0.6m ³)) (バックホウのバケット及びクローラ利用)	<ul style="list-style-type: none"> スケルトンバケットにより30cm程度をバックホウにより掘削し、振るって土壌を攪拌する。 バックホウによる掘削の際、礫が出現する場合はスケルトンバケットにより排除する。 バケットを使用して砕土・均しを行い、播種床を形成する。 礫は大きさに応じて、ほ場内又はほ場外の適正な場所に保管とする。 	<ul style="list-style-type: none"> バケットにより30cm程度をバックホウにより掘削し、アーム操作により反転する。 バケットを使用して砕土・均しを行い、播種床を形成する。
4 土壌改良剤の散布・施肥・播種 (ブロードキャスター) (背負い式動墳機による散布 ※急傾斜等の場合でトラクター等作業が出来ない場合)	<ul style="list-style-type: none"> ブロードキャスターを使用する場合は、基肥に牧草種子をよく混合させ播種する。 急傾斜でトラクターによる作業ができない場合、背負い式動墳機により散布する。 	
5 鎮圧 (バックホウのクローラ利用)	<ul style="list-style-type: none"> バックホウのクローラで十分に鎮圧する。 	

ⁱⁱ 牧草、雑草の刈取りに用いるトラクター用附属機械

ⁱⁱⁱ 牧草の種子、粒状肥料のほ場内全面散布等に使用するトラクター用附属機械

^{iv} たい肥を積んでほ場に運び、打ちほぐしながら全面散布するために用いるトラクター用附属機械

ウ 試験後の空間線量率、土壌中の放射性物質濃度等の測定

前述アと同様に、測定箇所において、試験後の空間線量率（地上1m）、表面線量率（地表面1cm）、表面汚染密度、土壌中の放射性セシウム濃度の測定を行った。

(4) 試験スケジュール

試験スケジュールを表4に示す。

表4 試験スケジュール

地点	作業内容	スケジュール（作業日）														
		1 日 目	2 日 目	3 日 目	4 日 目	5 日 目	6 日 目	7 日 目	8 日 目	9 日 目	10 日 目	11 日 目	12 日 目	13 日 目	14 日 目	15 日 目
場所 A	ア 試験前測定	○														
	イ	2 土壌改良剤の散布		○												
		3 反転耕			○	○	○	○	○	○	○	○				
		4 土壌改良剤の散布、 施肥、播種												○	○	
		5 鎮圧													○	
ウ 試験後測定															○	
場所 B	ア 試験前測定	○														
	イ	2 土壌改良剤の散布		○												
		3 反転耕			○	○	○	○	○	○						
		4 土壌改良剤の散布、 施肥、播種									○	○				
		5 鎮圧										○	○			
ウ 試験後測定												○				

3 実施期間

平成25年9月18日～10月15日

4 実証試験結果

(1) 場所A（礫地・緩傾斜地）の測定結果

ア 空間線量率の低減効果等

測定結果を表5及び表6に示す。

空間線量率（地上1m）は、試験前の平均は0.28 μ Sv/h、試験後の平均は0.14 μ Sv/hであり、低減率は平均で49%となった。表面線量率（地表面1cm）は、鉛遮へい体ありの場合、試験前の平均は0.13 μ Sv/h、試験後の平均は0.052 μ Sv/hであり、低減率は平均で55%となった。また、鉛遮へい体無しの場合で試験前の平均は0.27 μ Sv/h、試験後の平均は0.12 μ Sv/hであり、低減率は平均で50%となった。表面汚染密度（地表面1cm）は、試験前の平均は130cpm、試験後は平均で62cpmであり、低減率

は平均で48%となった。

また、放射性セシウム濃度は、除染前後で大きな変化が見られなかった。

表5 場所A（礫地・緩傾斜地）の空間線量率等の測定結果

測定項目	試験前 測定結果	試験後		
		測定結果	低減率 (%)	D F
空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) (鉛遮へい体無し)	0.28 (0.14-0.33)	0.14 (0.10-0.17)	49 (22-62)	2.0 (1.3-2.6)
表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) (鉛遮へい体有り)	0.13 (0.040-0.18)	0.052 (0.025-0.094)	55 (17-73)	2.5 (1.2-3.7)
表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) (鉛遮へい体無し)	0.27 (0.14-0.37)	0.12 (0.088-0.17)	50 (16-70)	2.3 (1.2-3.4)
表面汚染密度 (cpm)	130 (70-250)	62 (52-83)	48 (15-71)	2.0 (1.2-3.5)

※値は各測定点における平均値で、()内は各測定点における最小値～最大値を示す。

表6 場所A（礫地・緩傾斜地）の放射性セシウム濃度測定結果

測定項目	試験前 測定結果	試験後		
		測定結果	低減率 (%)	D F
放射性セシウム濃度 (Bq/kg-dry)	760 (33-2,600)	560 (110-1,800)	27	1.4

※値は各測定点における平均値で、()内は各測定点における最小値～最大値を示す。

イ 作業の効率性

(ア) 作業時間

各区画において作業に要した時間を表7に、作業の詳細を表8に示す。

一区画において3時間～5時間、全18区画では4,215分(70時間05分)の作業時間を要したが、場所によっては、完全に礫を除去するまでには至らなかった。

その後の土壌改良剤散布から鎮圧までの作業には275分(4時間35分)を要し、全体の作業時間としては4,490分(74時間50分)を要した。

表7 各区画において作業に要した時間

反転耕	4,215分
土壌改良剤	30分
耕耘	85分
播種	15分
鎮圧	145分
全作業合計	4,490分

※試験面積は5,832m²

表8 場所A（礫地・緩傾斜地）の作業の詳細

	9月24日	9月25日	9月26日	9月27日	9月28日	9月29日	9月30日	10月1日	10月2日	10月3日	10月4日	10月5日	10月6日	10月7日	10月8日	10月9日
8:00																
9:00					⑤				石移動	石移動	④	⑦				
10:00										①						
11:00	③	⑨	⑮	②	⑧		⑪	⑰	⑱		石移動	土壤改良材散布			耕耘	播種
12:00																転圧
13:00																
14:00										給油						
15:00	⑥	⑫	⑲	⑤	⑪			⑱	移石							重機転圧
16:00							⑭		⑬		④	⑦				
17:00												石移動				
18:00																

(イ) 実証試験に係る歩掛

本実証試験の実績から歩掛を算出した。結果を表9に示す。

算出にあたっては、1日の作業時間を7時間と仮定して計算し、試験面積5,832m² (0.5832ha) と一連の作業時間から1haあたりの歩掛とした。

ただし、礫地においては礫を作業区画外に運び出した時間があるため、その時間を除いて算出する必要がある。そこで、発生した礫が比較的少ない区画を2つ選び、その作業時間から礫を運び出す時間を差し引いて標準的な作業時間を算出した。

結果として、一つの区画の作業時間は220分であり、礫の運び出しにかかった時間を除くと160分であった。また、別の区画の作業時間は245分であり、礫の運び出しにかかった時間を除くと209分であった。この2区画の平均作業時間184.5分、1区画の面積(18m×18m=0.0324ha)から1haあたりの作業に必要な時間を計算した結果、13.6人日となった。

表9 場所A（礫地・緩傾斜地）1haあたりの反転耕作業歩掛

		数量	単位
労務費	普通作業員	13.6	人日
	軽作業員	6.9	人日
バックホウ運転	バックホウ※1	13.6	供用日
	スケルトンバケット(賃料)	13.6	日

※1：土木工事標準積算基準（H25.10.7 福島県土木部）

ウ その他

場所Aでの礫の発生量（体積）は、多く見積もって769m³であった。」



バックホウによる反転耕



施肥・播種



施工後

図3 場所A（礫地・緩傾斜地）の試験の状況

(2) 場所B (急傾斜地) の測定結果

ア 空間線量率の低減効果等

測定結果を表10及び表11に示す。

空間線量率(地上1m)は、試験前の平均は $1.0 \mu\text{Sv/h}$ 、試験後の平均は $0.33 \mu\text{Sv/h}$ であり、低減率は平均で68%となった。表面線量率は、鉛遮へい体ありの場合で試験前の平均で $0.40 \mu\text{Sv/h}$ 、試験後の平均で $0.086 \mu\text{Sv/h}$ であり、低減率は78%となった。

また、鉛遮へい体無しの場合で、試験前の平均で $1.2 \mu\text{Sv/h}$ 、試験後の平均で $0.27 \mu\text{Sv/h}$ であり、低減率は77%となった。表面汚染密度は、試験前の平均は410cpm、試験後の平均で81cpmであり、低減率は79%となった。また、土壌中の放射性セシウム濃度は、除染前後で大きな変化が見られなかった。

表10 場所B (急傾斜地) の空間線量率等の測定結果

測定項目	試験前 測定結果	試験後		
		測定結果	低減率 (%)	D F
空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) (鉛遮へい体無し)	1.0 (0.99-1.1)	0.33 (0.27-0.42)	68 (61-75)	3.2 (2.6-4.0)
表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) (鉛遮へい体有り)	0.40 (0.25-0.63)	0.086 (0.052-0.23)	78 (56-90)	5.2 (2.3-9.9)
表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) (鉛遮へい体無し)	1.2 (1.0-1.4)	0.27 (0.22-0.34)	77 (73-80)	4.4 (3.7-4.9)
表面汚染密度 (cpm)	410 (250-640)	81 (62-150)	79 (66-89)	5.4 (3.0-9.0)

※値は各測定点における平均値で、()内は各測定点における最小値～最大値を示す。

表11 場所B (急傾斜地) の放射性セシウム濃度測定結果

測定項目	試験前 測定結果	試験後		
		測定結果	低減率 (%)	D F
放射性セシウム濃度 (Bq/kg-dry)	490 (44-1,900)	500 (65-3,200)	-1.4	0.99

※値は各測定点における平均値で、()内は各測定点における最小値～最大値を示す。

イ 作業の効率性

(ア) 作業時間

各区画において作業に要した時間を表12に、作業の詳細を表13に示す。

急傾斜地においては礫が少なかったため、反転耕に要した時間が1,865分(31時間5分)となった。その後の作業については、急斜面のため鎮圧作業までにおいても礫地より多くの時間(500分(8時間20分))を要しており、反転耕から鎮圧までの作業で2,365分(39時間25分)を要していた。

表 12 各区画において作業に要した時間

反転耕	1,865 分
土壌改良剤	30 分
耕耘	210 分
播種	125 分
鎮圧	135 分
全作業合計	2,365 分

表 13 場所B（急傾斜地）の除染作業の詳細

	9月24日	9月25日	9月26日	9月27日	9月28日	9月29日	9月30日	10月1日	10月2日	10月3日	10月4日	10月5日	10月6日	10月7日
8:00														
9:00		⑦ ⑬												
10:00			雨天中止											
11:00					③	④			⑥		耕耘		重機 鎮圧	
12:00					⑨	⑩			⑫					
13:00		②			⑮	⑯			⑮		土壌改良材 散布		種蒔	
14:00		⑧												
15:00	① ⑦	⑭							⑪					
16:00					④	⑤			⑰					
17:00									⑥					
18:00														

→ 試験作業（反転耕）
→ 試験作業（反転耕以外）
→ 歩掛の算出に係る作業

(イ) 実証試験に係る歩掛

本実証試験の実績から歩掛を算出した。結果を表 14 に示す。

総作業時間が 1,865 分（31 時間 5 分）であったことから、1 ha あたりの作業に必要な時間を計算した結果、7.7 人日となった。

表 14 急傾斜地 1ha あたりの反転耕作業費用

		数量	単位
労務費	普通作業員	7.7	人日
バックホウ運転	バックホウ※1	7.7	供用日

※1：土木工事標準積算基準（H25.10.7 福島県土木部）



バックホウによる反転耕



施肥・播種・鎮圧



施工後

図4 場所B（急傾斜地）の試験の状況

2 生活圏森林の効果的な除染手法の検討（広野町）

目次

1	目的.....	1
2	内容.....	1
	（1）試験場所.....	1
	（2）試験面積及び範囲.....	1
	（3）試験概要.....	1
	（4）作業工程.....	2
	（5）試験スケジュール.....	3
3	実施期間.....	3
4	実証試験結果.....	3
	（1）空間線量率の低減効果等.....	3
	（2）作業の効率性.....	6

1 目的

森林の除染方法としては、「除染関係ガイドライン」において、落葉等の堆積有機物、立木の枝葉等の除去が一般的な手法として示されているが、当該手法を用いた除染を実施しても空間線量率の低減効果があまり得られない事例が存在している。また、落葉等の堆積有機物除去等を実施した場合、除去土壌等の保管場所の確保も課題となる。

このため、汚染されていない清浄な土壌を入れた土のうを敷き詰めることによる実証試験を行い、その効果及び効率性等について確認した。

2 内容

(1) 試験場所

広野町内の生活圏近隣の森林



図1 施工場所写真

(2) 試験面積及び範囲

試験面積 225m² (横 30m、縦 7.5m)

※施工場所には樹木があるため、実作業面積は約 220m²

(3) 試験概要

施工区画を生活圏との境界から縦 2.5m×横 30m、3 区画に分けて土のう(麻製、48 cm×62 cm、中身：マサ土、中身を入れたときの厚さ約 10 cm)を境界線側から段階的に敷き並べ、各段階における生活圏側及び森林側での空間線量率等を測定する。

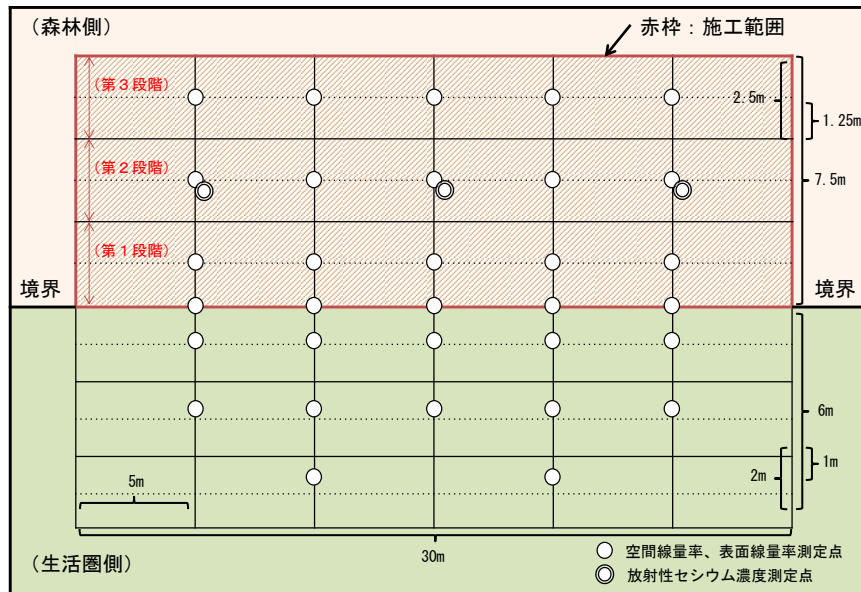


図2 施工範囲

(4) 作業工程

ア 試験前の空間線量率、土壌中の放射性物質濃度等の測定

試験前の空間線量率（地上1 m）、表面線量率（地表面1 cm）、土壌中の放射性物質セシウム濃度等の測定を表1のとおり行った。

表1 測定項目等

測定項目	測定機器	測定場所	測定条件等
空間線量率 (μ Sv/h)	NaI シンチレーション式サーベイメータ	森林側 15 点 境界から 1.25m、3.75m、6.75m の地点で5点ずつ 生活圏側 17 点 境界から 0m、1m、3m、5m の地点で5点ずつ (5m の地点のみ2点)	・地上 1 m、2 m ・時定数 10 秒 ・鉛遮へい体なし
表面線量率 (μ Sv/h)	NaI シンチレーション式サーベイメータ	森林側 15 点 境界から 1.25m、3.75m、6.75m の地点で5点ずつ	・地表面 1 cm ・時定数 10 秒 ・鉛遮へい体なし
放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	Ge 半導体検出器 又は NaI シンチレーションスペクトロメータ	森林側 4 点 境界から 3.75m の地点で4点	・層別のセシウム 134 及び 137 について測定

イ 第1段階施工（境界から2.5mの範囲）の実施

境界から2.5mの範囲において、土のう（麻製、48 cm×62 cm、中身：マサ土、中身を入れたときの厚さ10 cm）の敷き詰めを行った。

ウ 第1段階施工後の空間線量率の測定

生活圏側の空間線量率について、アと同様の方法で測定を行った。

エ 第2段階施工（境界から2.5m～5mの範囲）の実施

境界から2.5m～5mの範囲において、土のうの敷き詰めを行った。

オ 第2段階施工後の空間線量率の測定

生活圏側の空間線量率について、アと同様の方法で測定を行った。

カ 第3段階施工（境界から5m～7.5mの範囲）の実施

境界から5m～7.5mの範囲において、土のうの敷き詰めを行った。

キ 第3段階施工後の空間線量率及び表面線量率の測定

生活圏側及び森林側において、アと同様の方法で空間線量率及び表面線量率の測定を行った。

ク 事後測定

第3段階施工の40日経過後、アと同様の方法で空間線量率及び表面線量率の測定を行った。

(5) 試験スケジュール

試験スケジュールを表2に示す。

表2 本業務作業工程及びスケジュール

	1日目	2日目	3日目		43日目
作業内容	ア 試験前測定	イ 第1段階施工 ウ 施工後測定 エ 第2段階施工 オ 施工後測定	カ 第3段階施工 キ 施工後測定	...	ク 事後測定

3 実施期間

平成26年1月27日～3月10日

4 実証試験結果

(1) 空間線量率の低減効果等

ア 生活圏側の空間線量率

生活圏側の空間線量率（地上1m及び2m）の測定結果を表3に示す。第3段階までの施工によって、森林との境界から5m離れた地点のいずれにおいても空間線量率の低減効果が認められた。特に第1段階、第2段階の施工においては、放射線による影響の低減効果が大きかった。

表3 生活圏側の空間線量率の測定結果

測定点	森林境界からの距離	施工前	第1段階施工後		第2段階施工後		第3段階施工後		第3段階施工40日経過後	
		空間線量率 (μ Sv/h)	空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)	空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)	空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)	空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)
空間線量率 (地上1m)	0m	0.41 (0.36-0.47)	0.33 (0.30-0.37)	20 (14-26)	0.27 (0.24-0.32)	34 (30-38)	0.27 (0.23-0.31)	35 (31-42)	0.25 (0.22-0.30)	39 (36-45)
	1m	0.34 (0.31-0.40)	0.29 (0.26-0.35)	15 (13-18)	0.25 (0.20-0.30)	28 (22-34)	0.25 (0.22-0.31)	26 (24-29)	0.24 (0.20-0.29)	31 (27-35)
	3m	0.27 (0.24-0.30)	0.25 (0.22-0.29)	8.5 (4.2-15)	0.23 (0.20-0.26)	16 (11-20)	0.23 (0.21-0.27)	13 (11-18)	0.22 (0.19-0.25)	20 (16-26)
	5m	0.21 (0.21-0.21)	0.20 (0.20-0.20)	3.9 (3.8-3.9)	0.19 (0.18-0.19)	12 (9.3-14)	0.20 (0.20-0.20)	6.5 (6.5-6.6)	0.18 (0.18-0.18)	14 (14-14)
空間線量率 (地上2m)	0m	0.39 (0.34-0.43)	0.35 (0.31-0.38)	11 (8.9-12)	0.29 (0.26-0.32)	25 (24-27)	0.28 (0.25-0.33)	28 (25-35)	0.26 (0.24-0.30)	33 (31-38)
	1m	0.35 (0.32-0.39)	0.31 (0.29-0.34)	13 (5.3-19)	0.27 (0.24-0.30)	25 (19-31)	0.26 (0.24-0.30)	26 (18-31)	0.24 (0.22-0.27)	31 (26-36)
	3m	0.29 (0.27-0.32)	0.27 (0.25-0.30)	7.7 (1.4-12)	0.25 (0.22-0.27)	16 (7.4-20)	0.25 (0.23-0.27)	16 (12-18)	0.23 (0.20-0.25)	22 (17-27)
	5m	0.24 (0.23-0.24)	0.23 (0.23-0.24)	1.1 (0.60-1.6)	0.20 (0.20-0.20)	16 (14-18)	0.21 (0.21-0.21)	11 (8.9-14)	0.19 (0.19-0.20)	18 (17-19)

※ 値は各測定点における平均値で、()内は各測定点における最小値～最大値を示す。

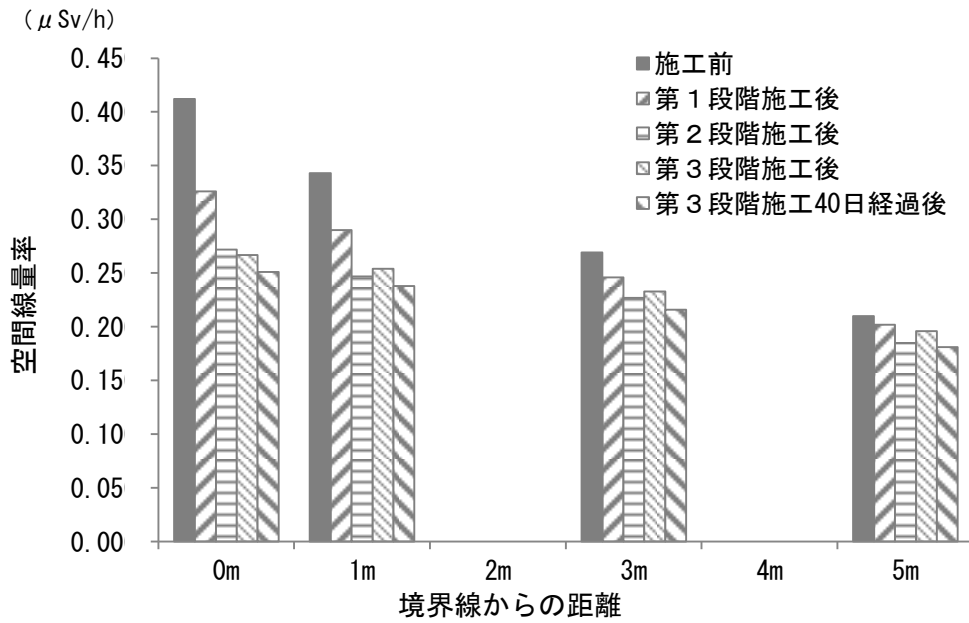


図3 森林との境界からの距離と空間線量率の関係（地上1m）

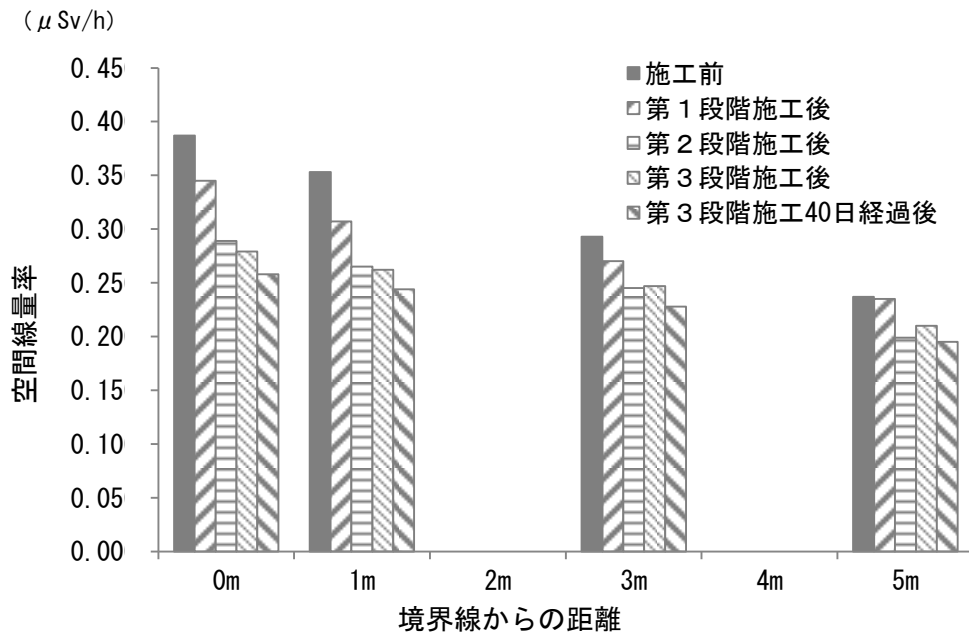


図4 森林との境界からの距離と空間線量率の関係（地上2m）

イ 森林側の表面線量率

森林側の表面線量率（地表面 1 cm）測定結果を表 4 に示す。土のうを敷き詰めることによる遮へい効果により、表面線量率は半分以下に減少した。

表 4 森林側の表面線量率測定結果

生活圏からの距離	施工前	第 3 段階施工後		第 3 段階施工 40 日経過後	
	表面線量率 (μ Sv/h)	表面線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)	表面線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)
1. 25m	0. 66 (0. 45-1. 1)	0. 27 (0. 22-0. 34)	58 (51-70)	0. 22 (0. 18-0. 28)	65 (59-75)
3. 75m	0. 92 (0. 72-1. 3)	0. 34 (0. 27-0. 50)	63 (59-68)	0. 26 (0. 21-0. 33)	71 (66-74)
6. 25m	0. 95 (0. 89-1. 2)	0. 37 (0. 29-0. 41)	61 (55-65)	0. 30 (0. 25-0. 34)	69 (66-71)

※ 値は各測定点における平均値で、() 内は各測定点における最小値～最大値を示す。

ウ 放射性セシウム濃度

森林側の放射性セシウム濃度測定結果を表 5 に示す。今回試料を採取した 4 地点においては、放射性セシウムのほとんどは、A0 層（有機物層）に含まれていた。

表 5 森林側から採取した土壤中の放射性セシウム濃度測定結果

A0 層（有機物層）			A 層（鉱物質土壌層）		
放射性セシウム濃度 (Bq/kg-dry)			放射性セシウム濃度 (Bq/kg-dry)		
^{134}Cs	^{137}Cs	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$	^{134}Cs	^{137}Cs	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$
4000 (2700-5300)	10000 (7100-14000)	14000 (9800-19000)	450 (390-560)	1100 (930-1300)	1500 (1300-1900)

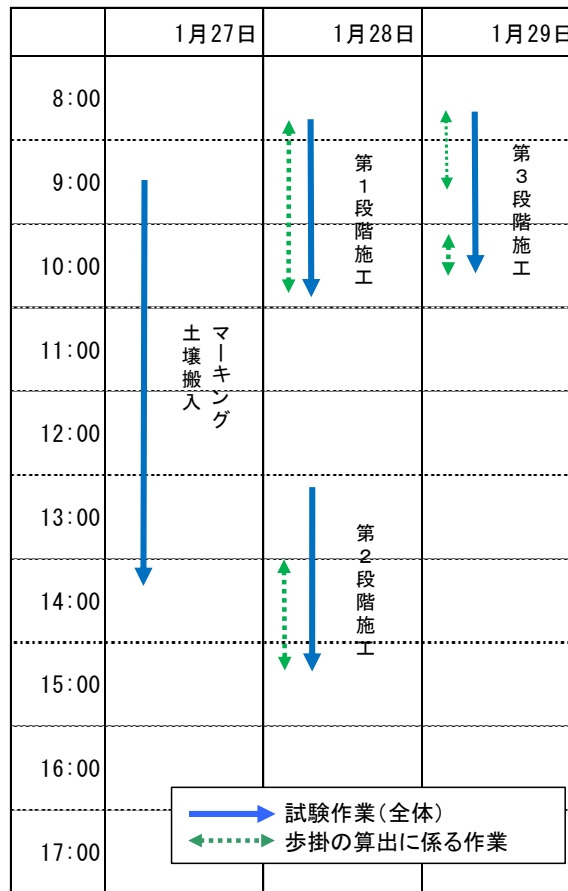
※ 値は各測定点における平均値で、() 内は各測定点における最小値～最大値を示す。

(2) 作業の効率性

ア 作業時間

今回の試験において、施工全区画(225m² (実作業面積は約 220m²))で 1,760 袋の土のうを使用し、総作業時間は 273 分（4 時間 33 分）を要した。

表6 各作業工程の作業時間の詳細



イ 実証試験に係る歩掛

本実証試験の実績から歩掛を算出した。

算出にあたっては、1日の作業時間を7時間と仮定して計算し、試験面積225m²（実作業面積は約220m²）と、作業員数、作業時間数から、100m²あたりの歩掛とした。作業に必要な時間を計算した結果、2.8人日となった。

表7 施工面積100m²あたりの土のう積み立て作業の歩掛

		数量	単位
労務費	普通作業員	2.8	人日



土のうの敷き詰め作業



第1段階施工後



第2段階施工後



第3段階施工後

図5 試験の状況

3 生活圏森林の斜面における効果的な除染手法の検討（郡山市）

目 次

1	目的.....	1
2	内容.....	1
	(1) 試験場所.....	1
	(2) 試験概要.....	1
	(3) 作業工程.....	3
	(4) 試験スケジュール.....	5
3	実施期間.....	5
4	実証試験結果.....	5
	(1) 場所Aの試験結果.....	5
	(2) 場所Bの試験結果.....	9

1 目的

森林の除染方法としては、「除染関係ガイドライン」において、落葉等の堆積有機物、立木の枝葉等の除去が一般的な手法として示されているが、当該手法を用いた除染を実施しても空間線量率の低減効果があまり得られない事例が存在している。

また、落葉等の堆積有機物除去等を実施した場合、除去土壌等の保管場所の確保が困難であり、森林の植物への悪影響も懸念され、さらに急傾斜の斜面においては土砂の流出や崩落等の危険性がある。

このため、汚染されていない清浄な土壌を入れた土のうを敷き詰めることによる実証試験を行い、その効果及び効率性等について確認した。

2 内容

(1) 試験場所

郡山市内の生活圏森林斜面 2 箇所で行った。



図1 場所Aの試験場所



図2 場所Bの試験場所

(2) 試験概要

ア 場所A

施工区画をプール西側斜面の横 33m×斜面長 5 m 及び南側斜面の横 12m×斜面長 5 m(計 225m²)とし、植生土のう (40 cm×60 cm、中身：マサ土、中身を入れたときの厚さ約 15 cm) を境界線側から敷き並べ、プール側及び斜面側での除染作業前後の空間線量率等を測定した。

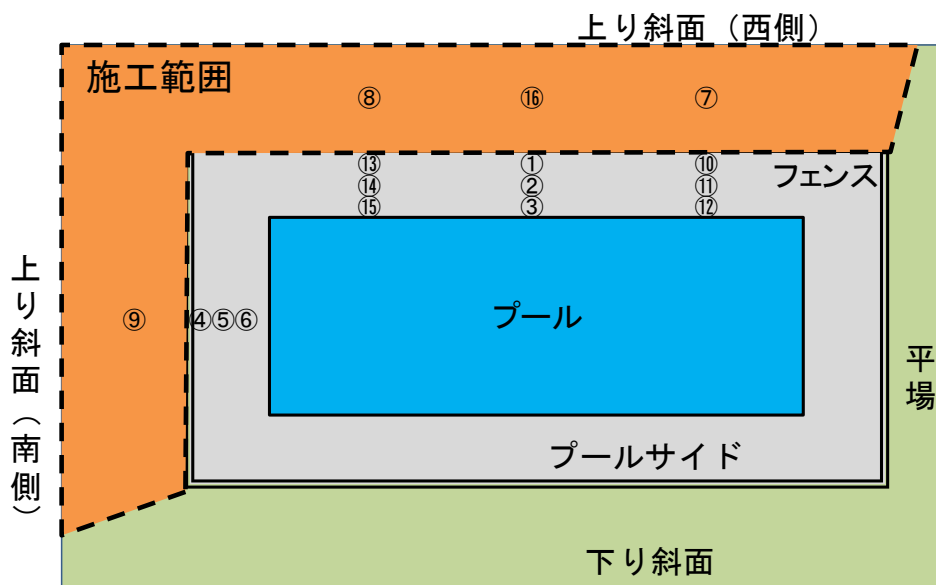


図3 場所Aの施工範囲及び測定地点

イ 場所B

施工区画を生活圏との境界から横 20m×斜面長 10m(200m²)とし、2区画に分けて植生土のう(同上)を境界線側から段階的に敷き並べ、生活圏側及び斜面側での除染作業前、第1段階施工後、および第2段階施工後における空間線量率等を測定した。

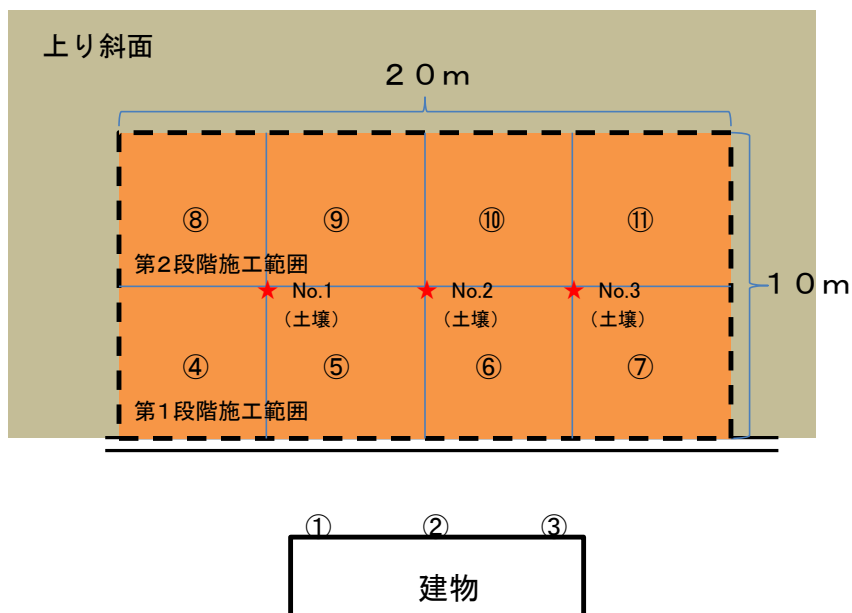


図4 場所Bの施工範囲及び測定地点

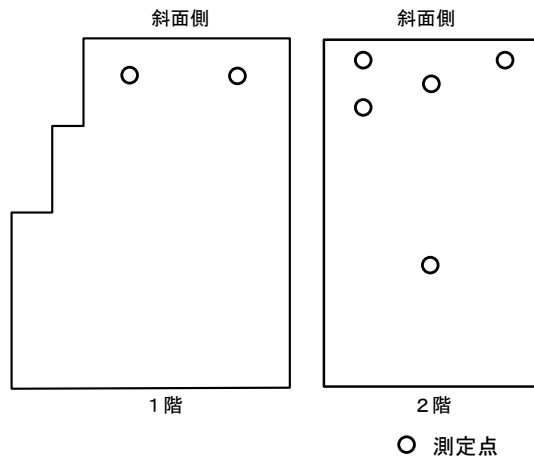


図5 場所Bの建物室内の測定地点

(3) 作業工程

ア 場所A

① 施工前測定

試験前の空間線量率（地上0.5m）、表面線量率（地表面1cm）、土壌中の放射性物質セシウム濃度等の測定を表1のとおり行った。

表1 測定項目等

測定項目	測定機器	測定場所	測定条件等
空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	NaI シンチレーション式サーベイメータ	生活圏側 12点 境界から0m、1m、2m、の地点で4点ずつ	・地上0.5m ・時定数10秒 ・鉛遮へい体なし
表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	NaI シンチレーション式サーベイメータ	斜面側 4点 境界から2mの地点で4点	・地表面1m ・時定数10秒 ・鉛遮へい体なし
放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	Ge 半導体検出器又はNaI シンチレーションスペクトロメータ	斜面側 3点 境界から2mの地点で3点	・層別中のセシウム134及び137について測定

② 施工の実施

施工範囲に土壌流出防止措置（杭による土のうの固定）を講じながら植生土のう（40cm×60cm、中身：マサ土、中身を入れたときの厚さ約15cm）の敷き詰めを行った。

③ 施工後の空間線量率及び表面線量率の測定

生活圏側及び斜面側において、①と同様の方法で空間線量率及び表面線量率の測定を行った。

イ 場所B

① 施工前測定

試験前の空間線量率（地上0.5m）、表面線量率（地表面1cm）、土壌中の放射性セシウム濃度の測定を表2のとおり行った。

表 2 測定項目等

測定項目	測定機器	測定場所	測定条件等
空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	NaI シンチレーション式サーベイメータ	建物室内 7点 高さ 0.5m、1m、2m 建物壁面 3点 高さ 1.3m、3.4m 斜面側 8点 境界から 2.5m の地点で4点、7.5m の地点で4点 高さ 1m	<ul style="list-style-type: none"> ・時定数 10 秒 ・鉛遮へい体なし
表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	NaI シンチレーション式サーベイメータ	斜面側 8点 境界から 2.5m の地点で4点、7.5m の地点で4点	<ul style="list-style-type: none"> ・地表面 1 cm ・時定数 10 秒 ・鉛遮へい体なし
放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	Ge 半導体検出器又は NaI シンチレーションスペクトロメータ	斜面側 3点 境界から 5m の地点で3点	<ul style="list-style-type: none"> ・層別中のセシウム 134 及び 137 について測定

② 第1段階施工（境界から5mの範囲）の実施

境界から5mの範囲において、土壌流出防止措置を講じながら植生土のう（40 cm×60 cm、中身：マサ土、中身を入れたときの厚さ約15 cm）の敷き詰めを行った。

③ 第1段階施工後の空間線量率の測定

建物壁面及び斜面側について、①と同様の方法で空間線量率の測定を行った。

④ 第2段階施工（境界から5m～10mの範囲）の実施

境界から5m～10mの範囲において、土壌流出防止措置を講じながら植生土のうの敷き詰めを行った。

⑤ 第2段階施工後の空間線量率及び表面線量率の測定

生活圏側及び斜面側において、①と同様の方法で空間線量率及び表面線量率の測定を行った。

(4) 試験スケジュール

作業工程及びスケジュールを表3に示す。

表3 作業工程及びスケジュール

	作業内容	スケジュール（作業日）								
		1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目
場所A	事前測定	①								
	施工		②	②	②	②	②	②	②	
	施工後測定									③
場所B	事前測定	①								
	第1段階施工		②	②						
	施工後測定			③						
	第2段階施工				④	④	④			
	施工後測定							⑤		

3 実施期間

平成26年3月7日～3月19日

4 実証試験結果

(1) 場所Aの試験結果

ア 測定結果

① 空間線量率測定結果

プール側の空間線量率（地上0.5m）の測定結果を表4に示す。施工前後の空間線量率に大きな変化は認められなかった。

表4 プールの空間線量率測定結果（地上0.5m）

フェンスからの距離	施工前	施工後	
	空間線量率 (μ Sv/h)	空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)
0m	0.34 (0.29-0.39)	0.33 (0.28-0.39)	1.6 (-0.77-3.5)
1m	0.27 (0.26-0.30)	0.26 (0.24-0.30)	6.7 (0.67-12)
2m	0.23 (0.23-0.24)	0.22 (0.20-0.23)	7.6 (2.9-11)

※ 値は各測定点における平均値で、()内は各測定点における最小値～最大値を示す。

② 表面線量率測定結果

斜面側の表面線量率（地表面 1 cm）測定結果を表 5 に示す。

表 5 斜面側の表面線量率測定結果

プール末端からの距離	施工前	施工後	
	表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	低減率 (%)
2 m	0.32 (0.17-0.55)	0.19 (0.18-0.20)	29 (-13-64)

※ 値は各測定点における平均値で、（）内は各測定点における最小値～最大値を示す。

③ 放射性セシウム濃度測定結果

斜面側の放射性セシウム濃度測定結果を表 6 に示す。

表 6 斜面土壌中の放射性セシウム濃度測定結果

A0 層（有機物層）			A 層（鉱物質土壌層）		
放射性セシウム濃度 (Bq/kg-dry)			放射性セシウム濃度 (Bq/kg-dry)		
^{134}Cs	^{137}Cs	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$	^{134}Cs	^{137}Cs	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$
420 (160-590)	950 (340-1400)	1400 (500-2000)	89 (25-150)	180 (31-320)	270 (56-470)

※ 値は各測定点における平均値で、（）内は各測定点における最小値～最大値を示す。

イ 作業の効率性

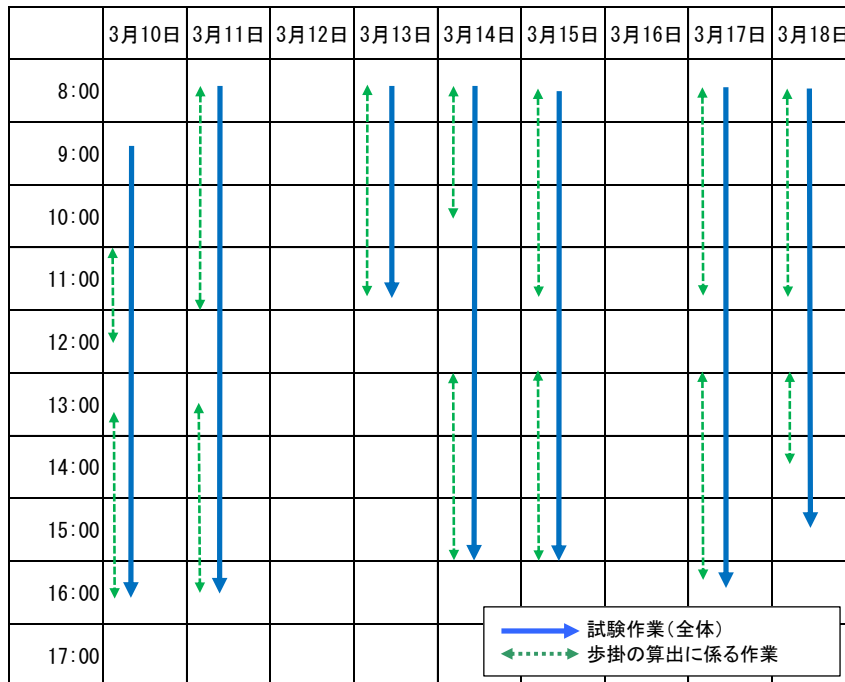
① 作業時間

今回の試験において、施工全区画(225m²)で2,594袋の土のうを使用し、総作業時間は2,205分(36時間45分)を要した。

表 7 作業時間

作業内容	作業時間
土のう 2,594 袋設置	2,205 分

表 8 作業時間の詳細



② 実証的除染に係る歩掛

本実証試験の実績から歩掛を算出した。

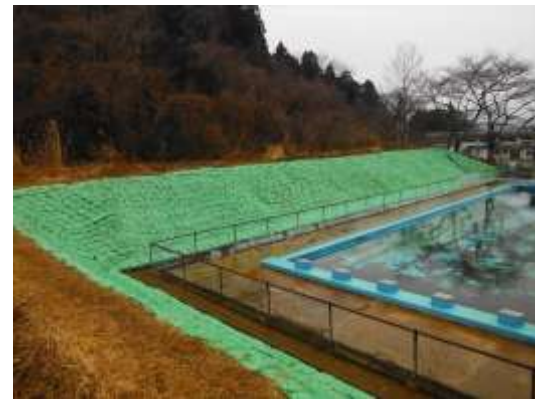
算出にあたっては、1日の作業時間を7時間と仮定して計算し、試験面積 225m²と、作業員数、作業時間数から、100m²あたりの歩掛とした。作業に必要な時間を計算した結果、15人日となった。

表 9 施工面積 100m²あたりの土のう敷き詰め作業の歩掛

	数量	単位
普通作業員	15.0	人日



土のう敷き詰め状況



施工後の状況

図6 場所Aにおける土のう敷き詰め試験の状況

(2) 場所Bの試験結果

ア 測定結果

① 空間線量率測定結果

斜面側の測定結果を表 10、建物外壁の測定結果を表 11、建物室内の測定結果を表 12 に示す。斜面の空間線量率は、3割程度の低減率となり、土のうを敷き詰めることによる遮へい効果が認められた。2.5m 地点については、第1段階施工後、第2段階施工後を比較すると、低減率が5%程度上がった。

建物外壁の空間線量率は、第1段階施工後、測定高さ 1.3m の低減率が 7.6%、3.4m で 17%となり比較的斜面からの放射線を受けやすい上部の低減率が大きく、土のうを敷き詰めることによる遮へい効果が認められた。第2段階施工後には、測定高さ 1.3m、3.4m とともに低減率は6%程度上がった。

建物室内の空間線量率は、1割前後の低減が認められた。

表 10 斜面の空間線量率測定結果 (地上 1 m)

斜面下端からの距離	施工前	第1段階施工後		第2段階施工後	
	空間線量率 (μ Sv/h)	空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)	空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)
2.5m	0.56 (0.53-0.58)	0.39 (0.35-0.43)	30 (22-34)	0.36 (0.33-0.38)	35 (32-39)
7.5m	0.61 (0.52-0.70)	0.60 (0.49-0.68)	2.4 (-1.7-5.8)	0.42 (0.38-0.47)	31 (26-39)

※ 値は各測定点における平均値で、() 内は各測定点における最小値～最大値を示す。

表 11 建物外壁の空間線量率測定結果

測定高さ	施工前	第1段階施工後		第2段階施工後	
	空間線量率 (μ Sv/h)	空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)	空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)
1.3m	0.21 (0.20-0.24)	0.20 (0.18-0.22)	7.6 (6.9-8.2)	0.18 (0.17-0.21)	14 (11-16)
3.4m	0.34 (0.31-0.35)	0.28 (0.26-0.29)	17 (17-18)	0.26 (0.24-0.27)	23 (22-24)

※ 値は各測定点における平均値で、() 内は各測定点における最小値～最大値を示す。

表 12 建物室内空間線量率測定結果

測定高さ	施工前 空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	施工後 空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	低減率 (%)
0.5m	0.16 (0.12-0.21)	0.15 (0.11-0.19)	8.9 (-1.4-15)
1m	0.19 (0.14-0.22)	0.17 (0.13-0.21)	5.7 (-8.9-17)
2m	0.22 (0.16-0.28)	0.21 (0.15-0.26)	3.5 (-6.9-9.9)

※ 値は各測定点における平均値で、()内は各測定点における最小値～最大値を示す。

② 表面線量率測定結果

斜面側の表面線量率（地表面 1 cm）測定結果を表 13 に示す。土のうを敷き詰めることによる遮へい効果により、表面線量率は 5 割程度低減した。

表 13 斜面側の表面線量率測定結果

斜面下端からの 距離	施工前	第 1 段階施工後		第 2 段階施工後	
	表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	低減率 (%)	表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	低減率 (%)
2.5m	0.67 (0.43-0.96)	0.33 (0.29-0.37)	48 (31-62)	0.31 (0.27-0.36)	50 (36-63)
7.5m	0.69 (0.55-0.78)	0.73 (0.50-0.89)	-3.8 (-13-9.5)	0.34 (0.29-0.38)	51 (48-52)

※ 値は各測定点における平均値で、()内は各測定点における最小値～最大値を示す。

③ 放射性セシウム濃度測定結果

森林側の放射性セシウム濃度測定結果を表 14 に示す。

表 14 斜面土壌中の放射性セシウム濃度測定結果

A0 層（有機物層）			A 層（鉱物質土壌層）		
放射性セシウム濃度 (Bq/kg-dry)			放射性セシウム濃度 (Bq/kg-dry)		
^{134}Cs	^{137}Cs	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$	^{134}Cs	^{137}Cs	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$
1700 (860-2200)	4100 (2100-5500)	5800 (3000-7700)	640 (260-900)	1600 (600-2200)	2200 (850-3100)

※ 値は各測定点における平均値で、()内は各測定点における最小値～最大値を示す。

イ 作業の効率性

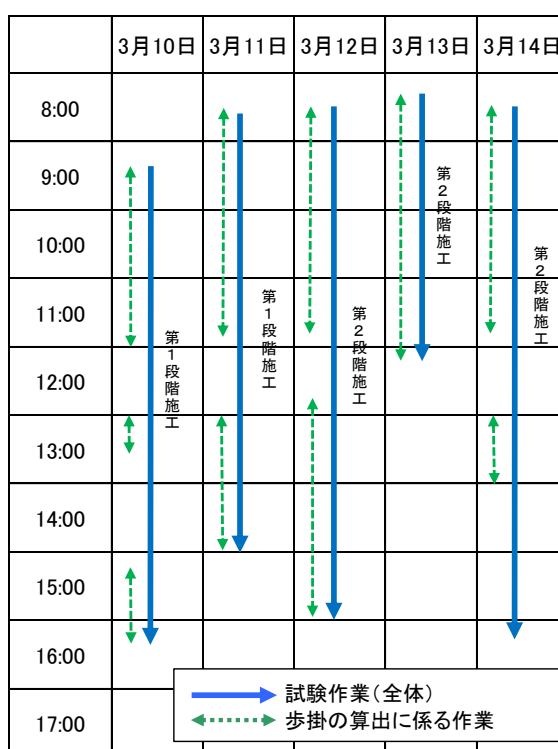
① 作業時間

今回の試験において、施工全区画(200m²)で1,862袋の土のうを使用し、総作業時間は1,435分(23時間55分)を要した。

表 15 作業時間

作業内容	作業時間
土のう 1,862 袋設置	1,435 分

表 16 作業時間の詳細



② 実証試験に係る歩掛

本実証試験の実績から歩掛を算出した。

算出にあたっては、1日の作業時間を7時間と仮定して計算し、試験面積200m²と、作業員数、作業時間数から、100m²あたりの歩掛とした。作業に必要な時間を計算した結果、11.5人日となった。

表 17 100m²あたりの土のう敷き詰め作業の歩掛

	数量	単位
普通作業員	11.5	人日



土のう敷き詰め状況



施工後の状況

図7 場所Bにおける土のう敷き詰め試験の状況

参考資料 用語解説

表面線量の低減率

低減率(%) = $\{(\text{除染前の表面線量(cpm)}) - (\text{除染後の表面線量(cpm)})\} / (\text{除染前の表面線量(cpm)}) \times 100$

空間線量率の低減率

低減率(%) = $\{(\text{除染前の空間線量率}(\mu\text{ Sv/h})) - (\text{除染後の表面線量}(\mu\text{ Sv/h}))\} / (\text{除染前の空間線量率}(\mu\text{ Sv/h})) \times 100$

表面線量の除染係数 (Decontamination Factor: 除染係数)

DF = $\text{除染前の表面線量(cpm)} / \text{除染後の表面線量(cpm)}$

空間線量率の除染係数 (Decontamination Factor: 除染係数)

DF = $\text{除染前の空間線量率}(\mu\text{ Sv/h}) / \text{除染後の空間線量率}(\mu\text{ Sv/h})$