

\* 17 表土流出防止工による放射性物質の拡散抑制実証試験の概要

1. 実施主体：林野庁
2. 試験地：福島県広野町（旧緊急時避難準備区域）
3. 林況：スギ人工林49年生（0.51  $\mu\text{Sv/h}$ ）
4. 試験期間：平成24年2月13日～平成24年3月21日
5. 試験方法：

スギ人工林内に25m × 30mの調査区を4箇所設け、以下の方法により落葉等除去や表土流出防止工施工に伴う空間線量率や放射性物質の挙動等を調査した。



スギ人工林調査地

(1) 空間線量率及び土壌等の放射性セシウム濃度の測定

各調査区内の中心点から等間隔に設定した測点における空間線量率を測定するとともに、各調査区内において、堆積有機物及び土壌の放射性セシウム濃度についても測定した。

(2) 落葉等堆積有機物の除去及び表土流出防止工の設置

落葉等除去による表土流出、表土流出防止工設置による土壌流出防止の効果を把握するため、①各調査区の斜面垂直方向半分について落葉等堆積有機物を除去、②異なる工法での表土流出防止工を3調査区で設置するとともに、対照区を設置した。

表土流出防止工の具体的な工法は、藁工（セシウム吸着土のうを使用）、藁工及び伏工（セシウム吸着土のう及びマットを使用）、積み土のう工（セシウム吸着土のうを使用）を採用した。

図1 藁工・藁工及び伏工の標準図

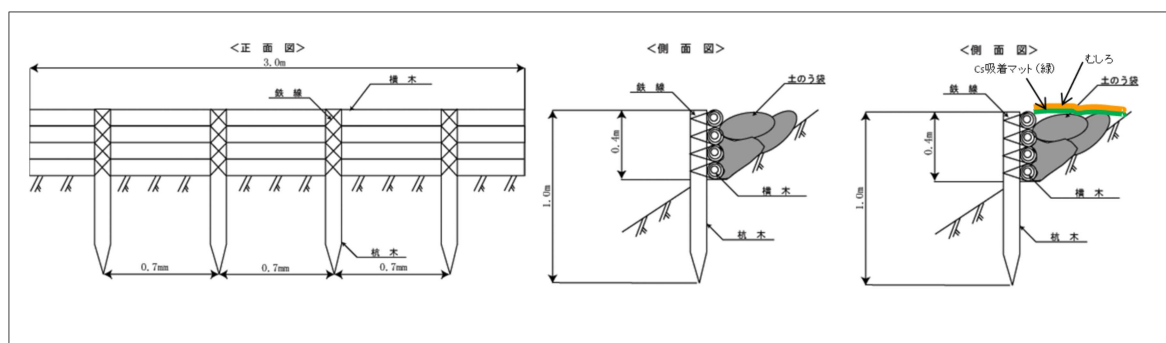


図2 積み土のう工の標準図

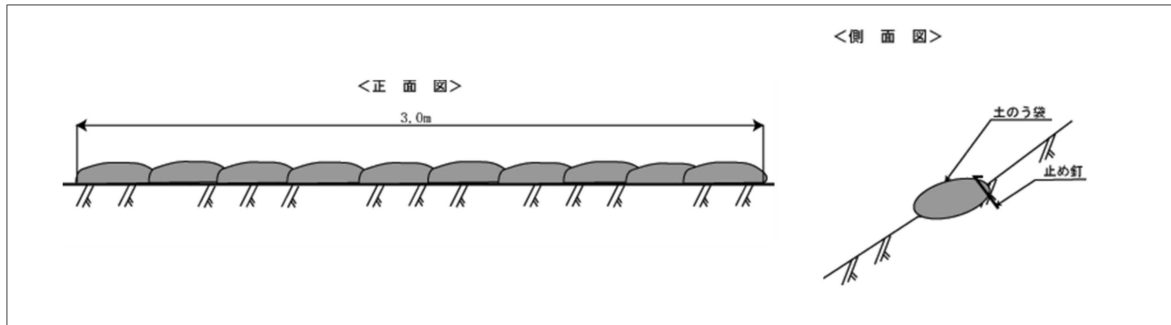


図3 土のう等に使用した資材



メッシュ土のう素材  
吸着マット（ブルー・ゼオライト）

吸着材（パーキユライト・木炭）

吸着材（パーライト・ゼオライト）

(3) 流出土砂等の量及び放射性セシウム濃度の測定

落葉除去、表土流出防止工の施工後、各調査区内及び対照区に、試験斜面枠（5m × 10m）、捕捉箱、転倒升式雨量計を設置して、捕捉箱により捕捉された流出土砂等について、その流出量と放射性セシウム濃度を測定するとともに、転倒升式雨量計により降雨量を測定した。

(4) 放射性セシウムの吸着効果の測定

流出土砂の回収時に、放射性セシウム吸着マット、土のうの一部を調査区内から均等に回収して試料を採取。採取した試料について放射性セシウムの濃度を測定し、表土流出防止工の設置期間における放射性セシウムの吸着効果を把握した。



表土流出防止工の施工  
（遠景）



表土流出防止の施工  
（近景）



試験斜面枠と雨量計  
（右：落葉除去、左：落葉除去なし）

## 6. 試験結果：

### (1) 調査区の空間線量率

調査区内の空間線量率（地上高 1m）は 0.36-0.50 $\mu$ Sv/h であり、全点の平均の空間線量率は 0.40 $\mu$ Sv/h であった。なお、空間線量率の測定時には、約 10cm の積雪があったことから、間伐実施箇所と同様に雪による遮蔽率を乗じて補正したところ、全点の平均の空間線量率は 0.51 $\mu$ Sv/h であった。

### (2) 流出土砂等の量及び放射性セシウム濃度の測定

表土流出防止工の設置後、3月10日～20日の11日間に各区画における土砂等の流出量を測定したところ、落葉等堆積有機物の除去を行った区画の方が、除去しなかった区画に比べて2～9倍程度流出量が多くなっており、落葉等堆積有機物除去による林床攪乱の影響が大きいことを示唆する結果となった。

また、それぞれの区画において流出土砂のサンプルを回収し、放射性セシウム濃度を測定したところ、落葉等堆積有機物の除去を行った区画の流出土砂の濃度は比較的低い結果となった。これは、放射性セシウムが多く付着した落葉等が取り除かれることにより、そこから流出する土砂等の放射性セシウム濃度も低くなったためと推測できる。

更には、流出した土砂等の量と放射性セシウム濃度を乗じて、土砂等流出に伴う放射性セシウムの流出量を算出した。その結果、落葉等除去を行った区画で 13.7～42.4Bq/m<sup>2</sup>、落葉等除去を行わなかった区画で 17Bq/m<sup>2</sup>～40.4Bq/m<sup>2</sup> となり、顕著な差は見られなかった。

なお、表土流出防止工については、治山等の工事で一般的に適用されており、土砂等の流出抑制効果は認められているが、本実証では表土流出防止工設置からの期間が短く、有効なデータを把握するまでには至らなかったことから、今後も継続的なモニタリングを実施する予定である。

表 1 表土流出防止工区画における放射性Csの流出量

		筋工		筋工+伏工		土のう積工		対照区(施工なし)	
		落葉除去	除去なし	落葉除去	除去なし	落葉除去	除去なし	落葉除去	除去なし
流出した土砂等	流出量	14.6 g/m <sup>2</sup>	3.2 g/m <sup>2</sup>	17.7 g/m <sup>2</sup>	9.8 g/m <sup>2</sup>	13.4 g/m <sup>2</sup>	1.5 g/m <sup>2</sup>	1.8 g/m <sup>2</sup>	2.6 g/m <sup>2</sup>
	Cs濃度	943 Bq/kg	5,300 Bq/kg	1,787 Bq/kg	4,120 Bq/kg	3,173 Bq/kg	9,700 Bq/kg	7,800 Bq/kg	8,400 Bq/kg
土砂等流出に伴うCs総流出量		13.8 Bq/m <sup>2</sup>	17.0 Bq/m <sup>2</sup>	31.6 Bq/m <sup>2</sup>	40.4 Bq/m <sup>2</sup>	42.4 Bq/m <sup>2</sup>	15.0 Bq/m <sup>2</sup>	13.7 Bq/m <sup>2</sup>	21.6 Bq/m <sup>2</sup>
施業後の堆積有機物及び土壌のCs現存量		13,594 Bq/m <sup>2</sup>	70,594 Bq/m <sup>2</sup>	17,400 Bq/m <sup>2</sup>	55,067 Bq/m <sup>2</sup>	13,822 Bq/m <sup>2</sup>	40,322 Bq/m <sup>2</sup>	7,217 Bq/m <sup>2</sup>	31,417 Bq/m <sup>2</sup>
Cs流出率		0.101 %	0.024 %	0.181 %	0.073 %	0.307 %	0.037 %	0.190 %	0.069 %

※測定期間は3/10～3/20の11日間であり、期間中の降雨量は30mm（7.4<sup>mm</sup> 7.4<sup>mm</sup>）

※土砂等の流出量については、RUSLE法により傾斜角を30度（リルや流水の影響が小さい場合）に補正して計算した。

※Cs流出率は、Cs総流出量を施業後の堆積有機物及び土壌（落葉除去区画については土壌のみ）のCs現存量で除して算出した。（Csの流出量は試験斜面枠内での移動量であって、そのまま森林外へ流出する量を示すものではない。）

(3) 放射性セシウムの吸着効果

土砂等の回収とあわせ、表土流出防止工の土のうちの中詰め材、伏工のシートをサンプル回収して放射性物質の濃度を測定し、その吸着効果を把握した結果、測定期間が短期間であったこともあり、多くのサンプルで検出限界未満となった。

しかし、筋工の区画では土壌の流出量が多い落葉等の除去区において、土のうちの中詰め材が 45Bq/kg、バーミキュライトが 87.5Bq/kg となり、その吸着効果が確認された。

また、筋工+伏工の区画でも、土壌の流出量が多い落葉等の除去区において、土のうちの中詰め材が 39.5Bq/kg、伏工として使用したゼオライトマットが 1,450Bq/kg となったほか、落葉等除去を行わなかった区画の伏工で使用したプルシアンブルーのマットでも 470Bq/kg となり、その吸着効果が確認された。

本実証試験の測定期間は期間が短くなったため、十分なデータを把握するまでは至らなかったが、放射性セシウムを吸着する中詰め材を使用した表土流出防止工を設置することで、放射性物質の拡散を抑制する可能性があることを示唆する結果となった。

表2 表土流出防止工の中詰め材の放射性セシウム吸着状況

		筋工							
		落葉等除去あり				落葉等除去なし			
		パーライト	ゼオライト	バーミキュライト	木炭	パーライト	ゼオライト	バーミキュライト	木炭
土壌の中詰め材	回収サンプルの放射性Cs濃度	ND Bq/kg	45.00 Bq/kg	87.5 Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg
		ND Bq/m <sup>3</sup>	9.53 Bq/m <sup>3</sup>	1.05 Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>
	使用した吸着材の量	- m <sup>3</sup>	288 m <sup>3</sup>	288 m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>
	吸着した放射性Csの総量	- Bq	12,960 Bq	25,200 Bq	- Bq	- Bq	- Bq	- Bq	- Bq

※使用した吸着材の量は、表土流出防止工1基あたり（長さ3m、土嚢6袋×2段積み）に換算した数値（以下の表すべて同じ）

		筋工+伏工							
		落葉等除去あり				落葉等除去なし			
		パーライト	ゼオライト	バーミキュライト	木炭	パーライト	ゼオライト	バーミキュライト	木炭
土壌の中詰め材	回収サンプルの放射性Cs濃度	ND Bq/kg	39.50 Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg
		ND Bq/m <sup>3</sup>	9.47 Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>
	使用した吸着材の量	- m <sup>3</sup>	288 m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>
	吸着した放射性Csの総量	- Bq	11,376 Bq	- Bq	- Bq	- Bq	- Bq	- Bq	- Bq

		土のう積工							
		落葉等除去あり				落葉等除去なし			
		バーライト	ゼオライト	バーミキュライト	木炭	バーライト	ゼオライト	バーミキュライト	木炭
土壌の中詰め材	回収サンプルの放射性Cs濃度	ND Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg	54.00 Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg
		ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	10.30 Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>	ND Bq/m <sup>3</sup>
	使用した吸着材の量	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	288 m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>
	吸着した放射性Csの総量	- Bq	- Bq	- Bq	- Bq	- Bq	15,552 Bq	- Bq	- Bq

表3 表土流出防止工のマットの放射性セシウム吸着状況

	回収サンプルの放射性Cs濃度	使用したマットの量	吸着した放射性Csの総量
ゼオライトマット(落葉等除去あり)	1,450.00 Bq/kg	0.44 kg	639.45 Bq
プルシアンブルーマット(落葉等除去なし)	470.00 Bq/kg	0.39 kg	183.30 Bq

※使用したマットの量は、表土流出防止工1基あたり(長さ3m、幅1m)に換算した数値

**\* 18 濁水防止工による放射性物質の拡散抑制実証試験の概要**

1. 実施主体：林野庁
2. 試験地：福島県広野町（旧緊急時避難準備区域）
3. 試験期間：平成 24 年 1 月 30 日～ 3 月 10 日
4. 周辺林況等：スギ人工林 49 年生、河川支流の源流域に相当し集水面積 140ha
5. 試験方法：

透過性のある鋼製枠による濁水防止工（放射性セシウムの吸着材を中詰め材として使用）を溪間に 85m の間隔をおいて 2 基設置し、濁水防止工設置前後の渓流水を採取し、放射性セシウム濃度を測定。

また、濁水防止工設置後に一定期間をおき、中詰め材の一部を回収して、吸着された放射性セシウム濃度を測定し、吸着された放射性セシウムの量を推定・算出。



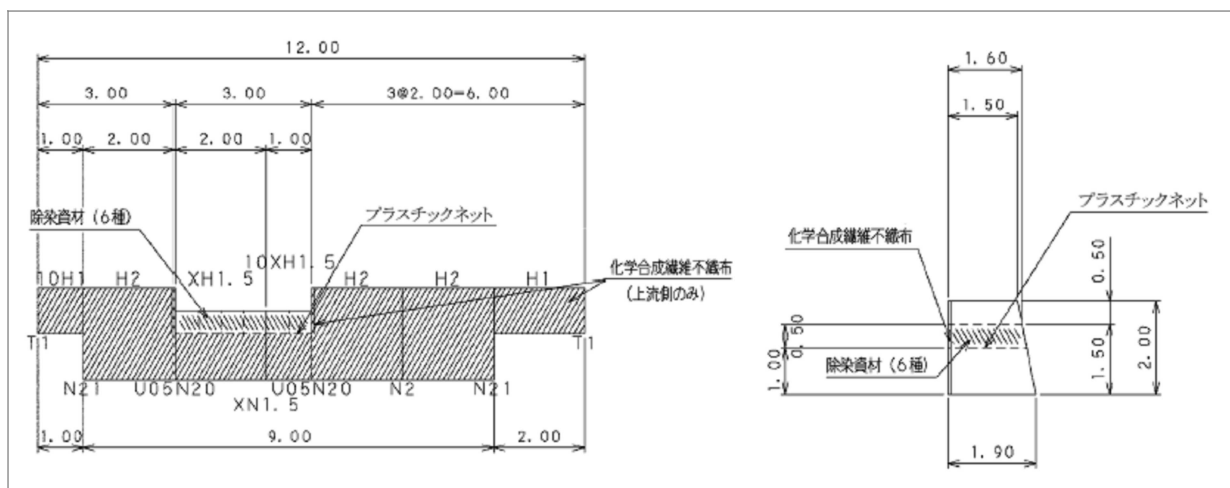
濁水防止工の設置箇所

**6. 濁水防止工の構造等：**

鋼製の枠組みに石材を詰め込んだ鋼製枠で、堤高 2.0m、水通し 3.0m、水通し天端部分に 0.5m 間隔の仕切りを設けて 6 列の吸着材入り土のうを収納できる構造。

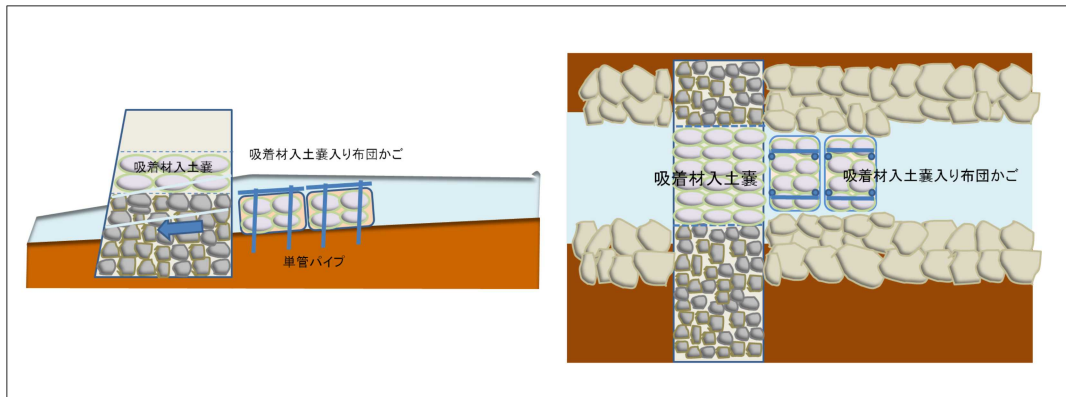
吸着材を入れた土のうと中詰の石材が摩擦し破損しないよう、プラスチックネットを敷設し、吸着材に流水が確実に通過するよう、水通し側面と上流面に不織布を設置。

なお、水通し天端の蓋は、ボルトで脱着可能な構造として、吸着材を定期的に交換することが可能。（※試験で使用した吸着材は、ゼオライト、焼成パーライト、木炭、焼成パーミキュライト）



濁水防止工の設計図

また、季節による流量変動に対応するため、鋼製枠工の上流部に吸着材入り土のう布団かごを設置して、流量が少なく鋼製自在枠の放水路に流水が通過しない冬季などであっても、布団かごで懸濁物質等を捕捉できるような工夫を行った。



鋼製枠と布団かごの配置状況



鋼製枠と布団かごの設置状況

## 7. 試験結果：

濁水防止工の設置前後に、渓流水の放射性物質濃度を測定したところ、いずれも検出限界未満となり、水溶性の形では放射性物質は渓流中に流出していなかった。

また、中詰め材として使用した吸着資材のサンプル回収を行い、放射性物質の濃度を測定することで、その吸着状況を把握したところ、放射性物質を最も吸着した資材は木炭であり、その放射性セシウム濃度は 125Bq/kg、次いで、バーミキュライト 116Bq/kg、ゼオライト 59Bq/kg、パーライト 33Bq/kg となった。

なお、上流部 (No.2) と下流部 (No.1) に設置した濁水防止工の吸着資材の放射性物質濃度を比較すると、上流部のパーライトと木炭が検出限界未満だった一方、下流部では、それぞれ 65Bq/kg、250Bq/kg となった。これは、上流部の工事に伴う攪乱、下流部付近にある斜面上方の駐車場の排水施設から流出した土砂等の影響があると推測される。

## 濁水防止工による放射性物質の吸着

		濁水防止工の吸着材として使用した資材			
		ゼオライト	パーライト	木炭	バーミキュライト
上流(No.2)	回収サンプルの放射性Cs濃度	43 Bq/kg	ND Bq/kg	ND Bq/kg	75 Bq/kg
	使用した吸着材の量	180 kg/基	36 kg/基	26 kg/基	48 kg/基
	吸着した放射性Csの総量	7,740 Bq/基	－ Bq/基	－ Bq/基	3,600 Bq/基
下流(No.1)	回収サンプルの放射性Cs濃度	75 Bq/kg	65 Bq/kg	250 Bq/kg	156 Bq/kg
	使用した吸着材の量	180 kg/基	36 kg/基	26 kg/基	48 kg/基
	吸着した放射性Csの総量	13,500 Bq/基	2,340 Bq/基	6,500 Bq/基	7,488 Bq/基
平均	回収サンプルの放射性Cs濃度	59 Bq/kg	33 Bq/kg	125 Bq/kg	116 Bq/kg
	使用した吸着材の量	180 kg/基	36 kg/基	26 kg/基	48 kg/基
	吸着した放射性Csの総量	10,620 Bq/基	1,170 Bq/基	3,250 Bq/基	5,544 Bq/基

※濁水防止工No. 1の測定期間は2/27-3/9の12日間であり、期間中の降雨量は80mm（アメダスデータ）

※濁水防止工No. 2の測定期間は2/25-3/10の15日間であり、期間中の降雨量は101mm（アメダスデータ）

※濁水防止工No. 1は、No. 2の下流80mに設置（集水面積は140ha）

※サンプル回収については、常時湛水していた布団かごの中の吸着材について採取・分析した。

河川中に浮遊する懸濁物質の総量を把握することは非常に困難であり、当該土砂総量に対する濁水防止工の補足効果（率）までは評価できていない。また、短期間での測定であったため、各資材の吸着能力の変化等についても不明な点もあることから、今後、濁水の発生状況、吸着材の吸着効果等を継続的に観測するとともに、効果的な配置方法や構造等について検討していく必要がある。