

## IV 「災害に強い森づくり（第2期対策）」の整備効果の検証結果について

### 1 緊急防災林整備（斜面对策）

#### (1) 年間土砂流出量の経年変化について

##### ① 検証目的

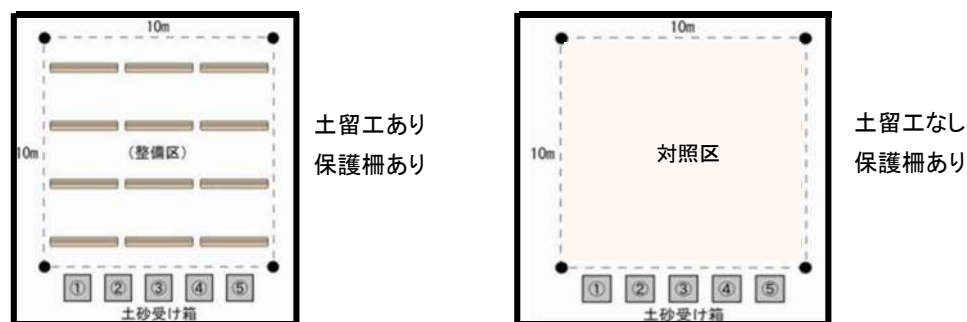
第1期対策で確認した表面侵食防止機能の持続期間を検証するため、8年間にわたる年間土砂流出量を比較する。

##### ② 調査方法（期間：平成19年3月～平成27年2月 8年間）

- 間伐後に土留工を設置した整備区と設置していない対照区2箇所(宍粟・豊岡)について、斜面下方に土砂受け箱(岩川他 1984)を設置し、降雨により流出した土砂量を測定する(図IV-1-1)。
- 整備区と対照区における草本層植被率\*を調査する。
- なお、シカによる食害の影響を排除するため、2箇所とも植生保護柵を設置する。

\*植被率とは、一定面積(この場合は10m×10m)において植物が占める面積の割合。

全く植物が無い場合は0%、全部覆われている場合は100%である。通常、植被率は階層構造ごとに測定する。



図IV-1-1 調査モード図 左：土留工を設置 右：土留工を設置しない



整備区の状態 (宍粟)



対照区の状態 (宍粟)

##### ③ 検証結果

###### 7) 調査結果

- 土留工を設置した整備区の8年後の年間土砂流出量は、対照区に比べ約1/8と少なく、健全な森林の年間土砂流出量（1m<sup>3</sup>/ha・年、(川口 1951)）以下で引き続き抑制されている(表IV-1-1)。
- 土留工による抑止率\*は、整備1年後から8年後で66%から88%に上昇した(表IV-1-1)。

\*抑止率とは、土留工を設置しないで放置した場合の年間土砂流出量に対して、土留工の設置により実際に抑止された年間土砂流出量の割合を示す。

◆参 考◆ 年間の土砂流出量が  $1 \text{ m}^3/\text{ha}$  以下とは、健全な森林の土砂流出量に相当する。



図IV-1-2 年間土砂流出量 ( $\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{年}$ ) の指標値 (川口 1951)

表IV-1-1 年間土砂流出量と抑止率の比較 (単位:  $\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{年}$ )

区 分	1 年後	2 年後	3 年後	4 年後	5 年後	6 年後	7 年後	8 年後
整備区(a)	0.97	0.83	0.22	0.37	0.44	0.38	0.26	0.12
対照区(b)	2.88	3.18	1.06	1.35	1.36	1.34	1.88	0.98
抑止率 ( $1-a/b$ )*100	66%	74%	79%	73%	68%	72%	86%	88%

※年間土砂流出量は、宍粟と豊岡の平均値

草本層植被率の変化：宍粟 整備区 0.5% →30%、対照区 1.5%→23%(ともに整備前と整備 5 年後)  
豊岡 整備区 0.15%→3.5%、対照区 0.1%→25%(ともに整備前と整備 5 年後)

豊岡の対照区の植被率が上昇したのは、整備前に被度が小さかったベニシダが、シカ食害の影響が排除されたため、増加したことが考えられる (ベニシダの被度：整備前 0.05%→整備 5 年後 15%)。

被度とは、各植物がある層 (草本層・低木層など) において、地表面に対し、どれだけ被覆しているかを割合 (投影面積) で示した指標

#### 1) 検証の評価

- 土留工が雨水の集中流下を防止するとともに、土留工背面に流出土砂が堆積し、早期に表層土壌の安定が促進されたため、8年間継続して表面侵食防止機能を維持している。

### (2) 下層植生の回復に伴う年間土砂流出量の経年変化について

#### ① 検証目的

土砂流出量の抑制に資する下層植生の効果については、第1期対策の調査期間が3年と短く、その検証が不十分であったことから、13年間にわたる植生の回復状況を比較し表面侵食防止機能を検証する。

#### ② 調査方法 (期間：平成14年3月～平成27年2月 13年間)

- 間伐後に土留工を設置した整備区と設置していない対照区1箇所 (佐用) の草本層植被率と降雨により流出した土砂量を測定する。
- なお、シカによる食害の影響を排除するため、植生保護柵を設置する。

#### ③ 検証結果

##### 1) 調査結果

- 土留工を設置した整備区の草本層植被率は、13年間で対照区に比べ4倍まで増加した (表IV-1-2)。

表IV-1-2 草本層植被率の比較

区分	1年後	5年後	10年後	13年後
整備区	2%	55%	85%	80%
対照区	2%	5%	15%	20%

- 整備区の13年後の年間土砂流出量は、対照区に比べ約1/5と少なく、健全な森林の年間土砂流出量（1m<sup>3</sup>/ha・年）以下で引続き抑制されている（表IV-1-3）。
- 整備区の抑止率は、整備1年後から13年間で53%から80%に上昇した（表IV-1-3）。
- 整備区の抑止率は、5年後から10年後の間で大きく上昇している（表IV-1-3）。

表IV-1-3 年間土砂流出量と抑止率の比較（単位:m<sup>3</sup>/ha・年）

区分	1年後	5年後	10年後	13年後
整備区(a)	0.52	0.77	0.17	0.11
対照区(b)	1.10	1.47	1.14	0.54
抑止率 (1-a/b)*100	53%	47%	85%	80%

◆参考◆ 林床に草木がある場合は、崩壊面積が減少すると考えられる。

表IV-1-4 林床の状態と崩壊の関係（難波 1957）

地覆状態	占有面積	1ha当たりの崩壊箇所数	1ha当たりの崩壊面積
かん木あり	144,813ha	0.047	107 m <sup>2</sup>
草あり	82,437ha	0.071	133 m <sup>2</sup>
なし	47,610ha	0.041	249 m <sup>2</sup>

#### 1) 検証の評価

- 土留工設置後13年が経過しても年間土砂流出量は未整備地の約1/5に抑制されており、向上した表面侵食防止機能が維持されている。
- 整備5年後から10年後の間における抑止率上昇には、草本層植被率の増加が関与しており、草本層植被率の増加は、土留工の設置により土砂移動が緩やかになり新たな実生が活着したためと考えられる。
- 草本層植被率を7～8割以上に保つことで、降雨による表面侵食が低減され、表面侵食防止機能の向上に寄与することが確認できた。
- 草木が土留工背面に堆積した土砂に根付くことで、土砂と根系が一体となり、土留工腐朽後も斜面上で階段（凸型）を形成し、表面侵食防止機能が維持されることが確認できた。



整備13年後の植生状況（左：整備区 右：対照区）

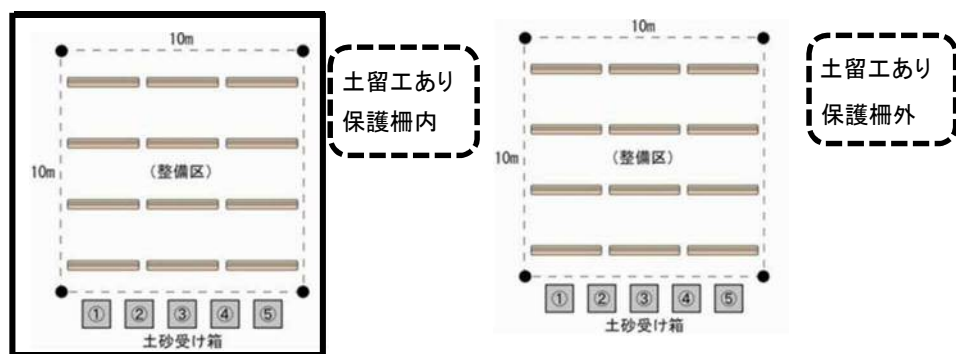
(3) シカ生息地における年間土砂流出量の経年変化について

① 検証目的

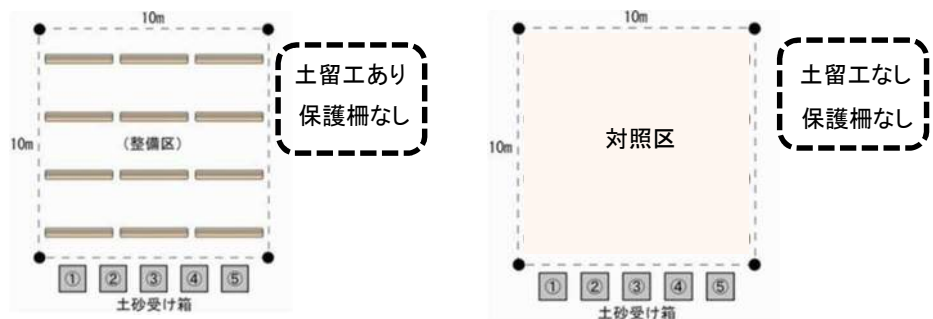
緊急防災林整備では植生保護柵を設置しないことから、シカの生息地域において、シカの食害による下層植生の衰退が、土留工の表面侵食防止機能に及ぼす影響を明らかにする。

② 調査方法

- シカの生息密度が高い豊岡で、間伐後に土留工を植生保護柵の内外に設置し、降雨により流出した土砂量および草本層植被率を測定する(図IV-1-3)。(期間：平成21年3月～平成27年2月 6年間)
- シカの生息密度が比較的小さい篠山で、間伐後に植生保護柵を設置せずに土留工を設置した整備区と土留工も植生保護柵も設置しない対照区で、降雨により流出した土砂量および草本層植被率を測定する(図IV-1-4)。(期間：平成19年3月～平成27年2月 8年間)



図IV-1-3 調査模式図(豊岡) 左：土留工を保護柵内に設置 右：土留工を保護柵外に設置



図IV-1-4 調査模式図(篠山) 左：土留工を保護柵外に設置 右：土留工も保護柵も設置しない



整備区の状態(篠山)



対照区の状態(篠山)

③ 検証結果

7) 調査結果

- 植生保護柵外に土留工を設置した場合の6年後の年間土砂流出量は、保護柵内に土留工を設置した場合に比べ約4倍と多く、健全な森林の年間土砂流出量(1m<sup>3</sup>/ha・年)を上回った(表IV-1-5)。

表IV-1-5 年間土砂流出量の抑止率の比較（豊岡）（単位：m<sup>3</sup>/ha・年）

区分	1年後	2年後	3年後	4年後	5年後	6年後
保護柵内(a)	0.23	0.53	0.45	0.38	0.35	0.35
保護柵外(b)	0.52	1.61	3.51	1.50	1.83	1.21
抑止率 (1-a/b)*100	56%	67%	87%	75%	81%	71%

※草本層植被率の変化：保護柵内 0.15%→3.5%、保護柵外 0.2%→2%（ともに整備前と整備5年後）

- 土留工も植生保護柵もない対照区の8年後の年間土砂流出量は、土留工を設置した整備区に比べ約2倍と多く、健全な森林の年間土砂流出量(1m<sup>3</sup>/ha・年)を上回った(表IV-1-6)。

表IV-1-6 年間土砂流出量と抑止率の比較（篠山）（単位：m<sup>3</sup>/ha・年）

区分	1年後	2年後	3年後	4年後	5年後	6年後	7年後	8年後
整備区(a)	1.28	1.28	0.50	0.40	0.42	0.76	0.96	0.93
対照区(b)	1.41	1.92	1.26	1.11	1.79	2.61	2.63	1.88
抑止率 (1-a/b)*100	9%	33%	60%	64%	76%	71%	63%	50%

※草本層植被率の変化：整備区 3%→7%、対照区 3%→6%（ともに整備前と整備5年後）

#### 1) 検証の評価

土留工の表面侵食防止効果は、シカ食害により下層植生が衰退している地域においても確認できたが、年間土砂流出量は、整備5年後から増加傾向にある(表IV-1-6)。

土留工の腐朽後は、下層植生の回復により表層土壌の安定が維持継続されるため、シカ生息地域においては、シカ不嗜好性樹種等の導入による下層植生の早期回復に取り組む必要がある。

### (4) 土留工の防災効果について

#### ① 検証目的

平成26年8月豪雨後に、土留工の防災効果を検証するため、丹波市氷上町・市島町において、平成18年から25年に施工した56箇所について点検を行った。

#### ② 検証結果

被災箇所は22箇所、整備面積に対する面積崩壊率は0.15%と軽微であった(表IV-1-7、表IV-1-8)。

また、崩壊により発生した流木・土砂の大半は森林内に留まっていた

表IV-1-7 被災調査内訳（単位：箇所数、ha）

区分	調査地	被災地	被災率	調査面積	崩壊面積	面積崩壊率
氷上町	30	12	40%	106	0.11	0.10%
市島町	26	10	38%	45	0.12	0.27%
合計	56	22	39%	151	0.23	0.15%

表IV-1-8 有林地と無林地の崩壊率（池谷 1992）（単位：ha）

区 分	占有面積	山腹崩壊		面積崩壊率
		箇所数	面 積	
有林地	190,328	11,286	2,227	1.17%
無林地	19,830	2,377	398	2.01%



土留工と下層植生の回復が表面侵食を防止  
（丹波市水上町常楽）



表面水の集中による斜面の侵食  
（丹波市市島町上竹田）

(5) 緊急防災林整備（斜面对策）の整備効果

表IV-1-9 緊急防災林整備（斜面对策）の整備効果

機 能 区 分		効 果
土砂災害防止	表面侵食防止機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土留工が雨水の集中流下を防止するとともに、土留工背面に流出土砂が堆積し、早期に表層土壌の安定が促進されたため、年間土砂流出量が8年経過後も未整備地の約1/8と少なく、健全な森林の年間土砂流出量（1 m<sup>3</sup>/ha・年）以下に抑制されるなど表面侵食防止機能が維持されている。</li> <li>・土留工の設置で土砂移動が緩やかになり、新たな実生が活着しやすくなったため、下層植生の回復が顕著に進み、年間土砂流出量が13年経過後も未整備地の約1/5と少なく、健全な森林の年間土砂流出量（1 m<sup>3</sup>/ha・年）以下に抑制されるなど表面侵食防止機能の向上に寄与している。</li> <li>・土留工の表面侵食防止効果は、シカ生息地域においても確認できたが年間土砂流出量は増加傾向にある。土留工の腐朽後は、草木が土留工背面に堆積した土砂に根付くことで表層土壌の安定が維持継続されるため、シカ生息地域においてシカ不嗜好性樹種等の導入による下層植生の早期回復に取り組む必要がある。</li> </ul>
	豪雨に対する防災機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・H26年8月豪雨災害では、整備面積に対する面積崩壊率は0.15%と低く、流出土砂の大半を林内で留めた。</li> </ul>

## 2 緊急防災林整備（溪流対策）

### (1) 立木の土石流に対する抵抗力について（災害緩衝林整備指針の作成）

#### ① 検証目的

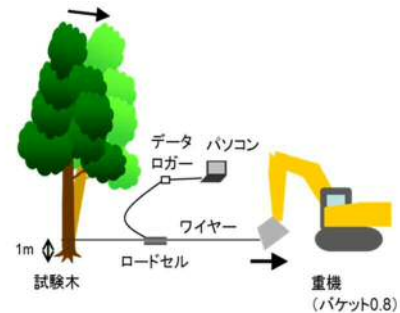
平成21年台風9号災害を受けた山地溪流では、立木が土石や流木を捕捉する様子が見られた。このため、土石流に対する抵抗力が高い樹木を緩傾斜地に配置することで、土石流を減勢させる効果が期待できることから、立木の土石流に対する抵抗力を把握し、過去の文献と併せて、災害緩衝林整備の指針を作成するためのデータを収集する。



流木と土石を捕捉した状況（左：佐用町 右：朝来市）

#### ② 調査方法（期間：平成24年9月～平成25年2月）

- 試験木の地上高1mの箇所にはワイヤーを掛け、重機で引き倒し荷重をかけ最大引き倒し抵抗力を測定する(図IV-2-1)。
- 試験木は、次の2箇所の林分から抽出する。
  - ・ 間伐（間伐率47%）を行ってから17年が経過したスギ林と隣接箇所の植栽条件が同じ無間伐スギ林（調査地：神河）。
  - ・ ケヤキ林とそれに隣接し植栽時期がほぼ同時期のスギ林（調査地：宍粟）。

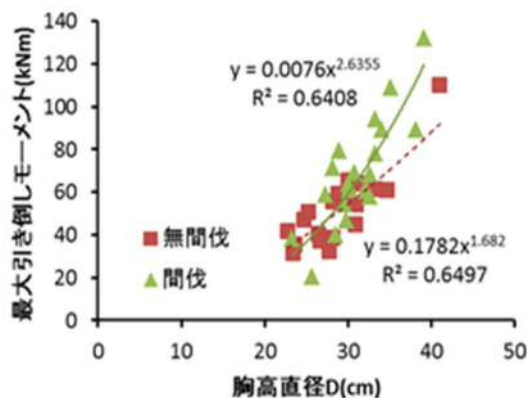


図IV-2-1 立木の引き倒し試験の模式図

#### ③ 検証結果

##### ア) 調査結果

- 間伐した立木は無間伐より引き倒し抵抗力が大きくなり、胸高直径が大きくなるほどその差も大きくなる(図IV-2-2)。
- ケヤキは、胸高直径30cmの場合、スギの4倍近くの引き倒し抵抗力がある(表IV-2-1)。



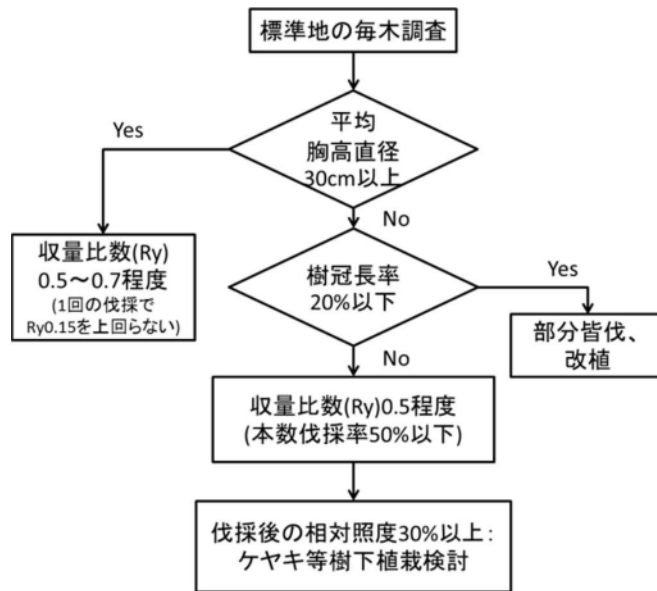
図IV-2-2 間伐の有無が胸高直径と引き倒しモーメントに与える影響

表IV-2-1 スギとケヤキの引き倒しモーメント

区分	引き倒しモーメント (胸高直径30cm換算値)
スギ	41.8kNm
ケヤキ	174.3kNm

イ) 想定する災害緩衝林のモデル

- 整備モデル林  
谷筋はスギの生育適地のため、想定する整備モデルはスギ人工林とする。
- 整備範囲  
平成 21 年台風 9 号災害後の現地調査結果から、溪流の縦断方向は溪床勾配 20° 以下の林分を対象とする。また、横断方向は、溪床に近い立木が災害緩衝林になると考え、片側 20m の範囲を対象とする。
- 整備目標とする立木サイズ  
過去の文献や平成 21 年台風 9 号災害における土石流の波高および立木の引き倒し実験から、胸高直径 30cm の立木の引き倒し抵抗力が、平成 21 年台風 9 号災害における土石流の流体力とほぼ同等であることがわかったため、災害緩衝林整備で目指す立木サイズを胸高直径 30cm 以上とする。
- 整備方法  
既存の文献を参考に災害緩衝林で行う整備方法を下記フロー図(図IV-2-3)に示す。



但し、過去に雪害が起こった箇所および雪害の危険性がある箇所では、強度間伐は行わず、弱～中程度の間伐を数回繰り返すこと

図IV-2-3 災害緩衝林の整備フロー図 (図IV-2-1~3、表IV-2-1 は藤堂ら 2014)

ウ) 指針の内容

- 災害緩衝林の胸高直径が 30cm 以上の箇所においては、災害緩衝林としての機能が備わっていると想定されるため、収量比数 (Ry)\* の状況を確認しながら間伐を行い、強度の間伐は行わないこととする

\* 収量比数とは、森林の混み具合を相対的に示す指標。現実の森林の蓄積と理論上最も混み入った状態の材積との比で、0 から 1 の間の数値で表し、値が 1 に近いほど森林が混んでいることになる。

$$\text{収量比数} = (\text{森林の立木の単位面積当たりの材積}) \div (\text{樹種及び樹高を同じくする立木が達し得る単位面積当たりの最大材積})$$

- 林分の今後の成長を見極める指標として樹冠長率\*を選定し、樹冠長率が 20%以下のものは今後の成長が見込めないこととした。

\* 樹冠長率 (%) = 樹冠長 (立木の枝 (生枝) のついている部分の長さ) / 樹高 × 100  
(樹冠長率は 50%以上が気象害に強いとされる)



- 平均胸高直径が 30cm 未満の林分のうち、間伐により成長が見込めない林分は間伐による大径木化を諦め、部分皆伐を行い、ケヤキのような土石流に対する抵抗力が強い樹種を植栽し、樹種転換を図ることとした。
- 一方、間伐による成長が見込める樹冠長率が 20%を越える林分は、収量比数(Ry)0.5 程度を目指した強度間伐を行い、大径木化を図ることとした。
- また、長期間にわたり災害緩衝林としての機能を維持するためには、次世代の災害緩衝林の育成も検討する必要がある。そのため、間伐により林内照度が 30%以上に確保できる場所では、耐陰性が比較的高いケヤキ等の植栽を行い、スギ林の次世代の育成を試みることにした。

## (2) 豪雨後の災害緩衝林等の防災効果について

### ① 検証目的

平成 26 年 8 月豪雨後に、災害緩衝林等の防災効果を検証するため、丹波市氷上町において、平成 22 年から 23 年に施工した 8 箇所について点検を行った。

### ② 検証結果

全ての箇所で流木・土石流が発生していなかった(表IV-2-2)。

表IV-2-2 災害緩衝林と簡易流木止め施設の点検結果 (単位：箇所数)

工 種	点検項目	点検結果		
		被害なし	軽 微	重 大
災害緩衝林	倒木の有無	8	0	0
	流木の有無	8	0	0
	表面浸食の有無	8	0	0
	崩壊の有無	8	0	0
簡易流木止め施設	施設の損傷	8	0	0
	上流の溪床浸食	8	0	0
	土砂の流出	8	0	0
	流木の流出	8	0	0
	基礎の洗掘	8	0	0
	施設袖部の洗掘	8	0	0



豪雨後の現地点検  
(丹波市氷上町上新庄)



倒木等の除去と間伐が流木災害等を防止  
(丹波市氷上町上新庄)

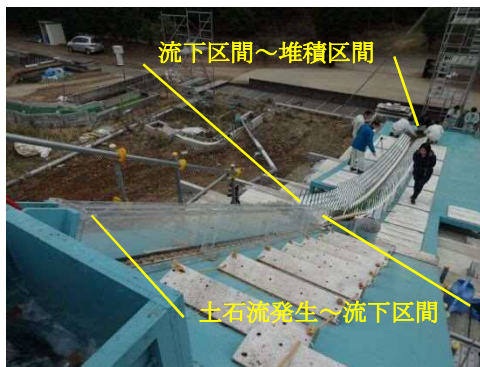
### (3) 災害緩衝林の流木と土石の捕捉効果について

#### ① 検証目的

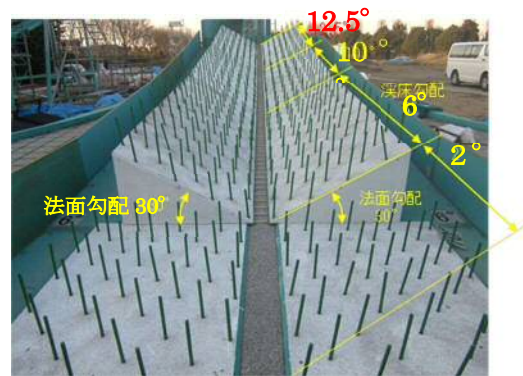
土石流が流下した溪流では、流木や土石が樹林により捕捉されている状況が見られたため、災害緩衝林の立木密度が流木と土石の捕捉効果に与える影響について、モデル溪流を使用して検証を行う。

#### ② 実験方法（平成 26 年 8 月～27 年 3 月）

- 土石流扇状地実験水路を使用し、モデル溪流の基本的な地形条件（溪流勾配・溪床の幅・溪岸の高さ等）について、縮尺 30 分の 1 の模型で再現する。
- 土石流発生～流下区間（ $20^\circ$  以上）は、片側アクリルガラスの水路を用いて流木と土砂を供給する。
- 谷出口下流の扇状地に、流下区間（ $10\sim 12.5^\circ$ ）、堆積区間（ $2\sim 10^\circ$ ）を設けて、溪岸に立木密度が異なる災害緩衝林を配置し、災害緩衝林による流木と土砂の捕捉状況を再現する。
- 流木捕捉量と土砂捕捉量について比較検証する。



土石流扇状地実験水路（全景）



土石流扇状地実験水路（正面）

#### ③ 検証結果

##### 7) 実験結果（実験結果の詳細は巻末の資料編を参照）

- 災害緩衝林が無い条件で、流木長 7m の場合（CASE-1）は、99%の流木と 90%の流出土砂が勾配  $2^\circ$  区間から下流に流出した。また、流木長 4m（CASE-2）では、99%の流木と流出土砂の 81%が勾配  $2^\circ$  区間から下流に流出した。

※CASE とは、検証目的に沿ったデータを収集するため、様々な設定条件を組み合わせた一つの実験単位を示す（設定条件の詳細は巻末の資料編を参照）。

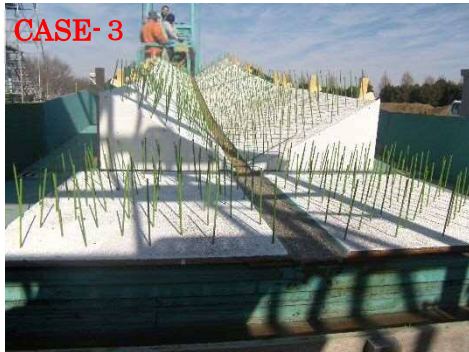


災害緩衝林が無い実験水路

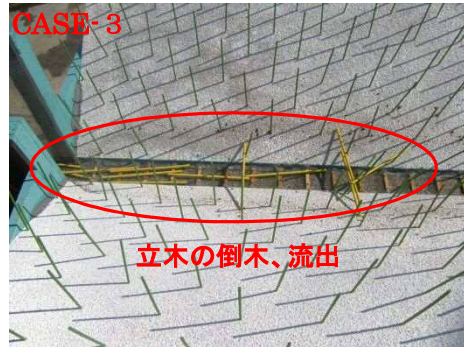


CASE-1  
流木は下流へほぼ 100%流出する  
（流木長 7m）

- 災害緩衝林が整備（間伐）前の条件（CASE-3：流木長 7m、立木密度 1,200 本/ha）では、44%の流木を捕捉したが、土石流が流下した際に溪岸の立木の 13%が流木化した。

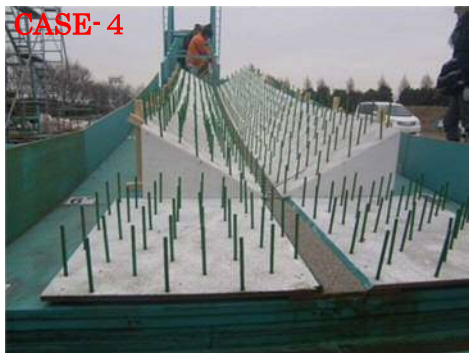


災害緩衝林整備前のモデル（1,200 本/ha）



立木の流木化状況  
（流木長 7m、1,200 本/ha）

- 災害緩衝林が整備後の条件（CASE-4：流木長 7m、立木密度 600 本/ha）では、65%の流木を捕捉した。
- 流木長が 4m の場合は、災害緩衝林の整備前、整備後にかかわらず、90%以上の流木が勾配 2° 区間から下流に流出した（CASE-5：立木密度 1,200 本/ha、CASE-6：立木密度 600 本/ha）。



災害緩衝林整備後のモデル（600 本/ha）

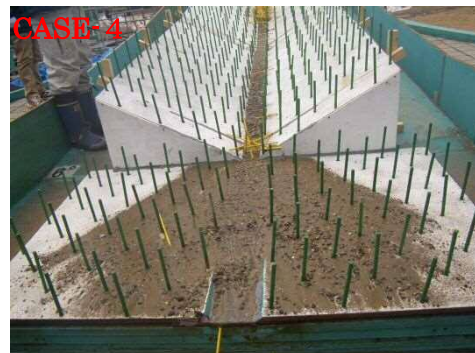


流木の捕捉状況  
（流木長 7m、600 本/ha）

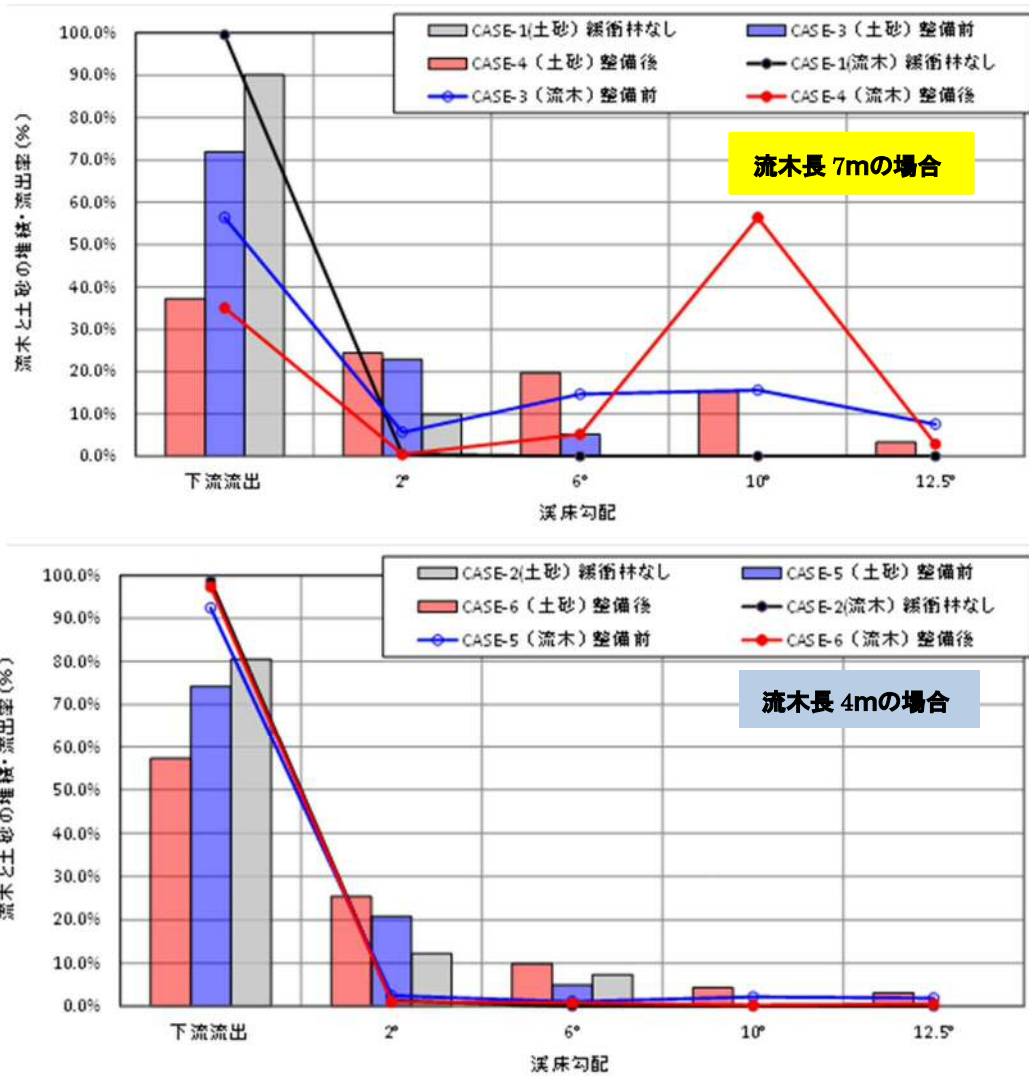
- 災害緩衝林によって流木の一部が捕捉されると、それに伴って流出土砂の一部も捕捉する効果が認められた。災害緩衝林が整備後の条件（CASE-4）では、整備前の条件（CASE-3）と比べて、2倍以上の 63%を捕捉し、勾配 2° 区間から下流への流出土砂量は減少した。



災害緩衝林内での捕捉状況  
（流木長 7m、1,200 本/ha）



災害緩衝林内での捕捉状況  
（流木長 7m、600 本/ha）



図IV-2-4 災害緩衝林の有無、立木密度、流木長の違いによる流木と土砂の捕捉効果比較図

#### 1) 検証の評価

- 災害緩衝林整備（間伐）前では、立木の一部が流木化したこと、また、災害緩衝林によって捕捉される流木が多いほど、土砂も多く捕捉されることから、溪流沿いの流木化を減少させ、流木と土砂の捕捉効果を高めるには、間伐により土石流に対する抵抗力の大きな立木を育成することが必要。
- 長さ4mの流木が、災害緩衝林でほとんど捕捉されなかったことから、間伐等で伐採して切断した短い木材を溪流の近くに置かないことが流木の減少に繋がる。

#### (4) 簡易流木止め施設の流木と土石の捕捉効果について

##### ① 検証目的

これまでに設置した簡易流木止め施設は、豪雨時に流木や土石を捕捉し、その設置効果を実証したが、流木や土石が簡易流木止め施設の高さまで堆積したこと、また、施設を越えて下流へ流出するような災害は発生していない。

このため、大規模な土石流が発生した場合において、簡易流木止め施設の形状、設置位置等が、流木と土石の捕捉効果に与える影響について、モデル渓流を使用して検証を行う。



平成 23 年台風 12 号で発生した  
流木と土石の捕捉状況（多可町加美区的場）



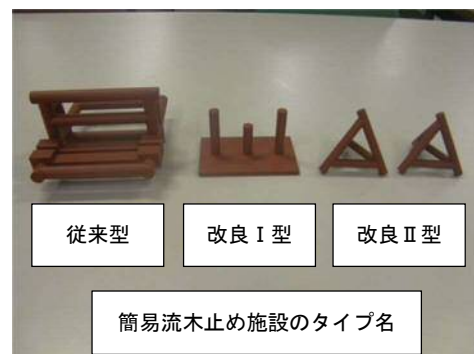
平成 24 年台風 4 号で発生した  
流木と土石の捕捉状況（姫路市安富町）

##### ② 実験方法（平成 26 年 8 月～27 年 3 月）

- 実験方法は(3)の②と同様だが、扇状地の流下区間（ $10\sim 12.5^\circ$ ）、堆積区間（ $2\sim 10^\circ$ ）には立木を配置しない。
- 渓流に形状、設置位置等が異なる簡易流木止め施設を設置し、流木と土砂の捕捉状況を再現する。
- 流木捕捉量と土砂捕捉量について比較検証する。



簡易流木止め施設実験モデル



簡易流木止め施設のタイプ

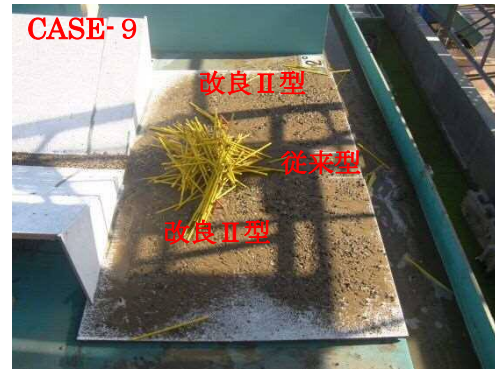
##### ③ 検証結果

###### 7) 実験結果（実験結果の詳細は巻末の資料編を参照）

- 従来型の簡易流木止め施設は、流木長 7m の条件で、勾配  $2^\circ$  の区間に設置した場合（CASE-7）は、流木の 76%、流出土砂の 82%を捕捉した。
- 従来型の簡易流木止め施設の両サイドに改良 II 型を組み合わせ、流木長 7m の条件で勾配  $2^\circ$  の区間に設置した場合（CASE-9）は、流木の 72%、流出土砂の 72%を捕捉したが、改良 II 型を設置したプラス効果は認められなかった。



従来型の簡易流木止め施設での捕捉状況  
(流木長 7m、設置位置：勾配 2° 区間)



従来型+改良II型での捕捉状況  
(流木長 7m、設置位置：勾配 2° 区間)

- 従来型の簡易流木止め施設を流木長 7m の条件で、勾配 6° と 10° の変化点に設置した場合 (CASE-11) は、流木の 72%、流出土砂の 46%を捕捉した。
- 従来型の簡易流木止め施設の両サイドに改良II型を組み合わせて、流木長 7m の条件で勾配 6° と 10° の変化点に設置した場合 (CASE-13) は、流木の 93%、流出土砂の 60%を捕捉し、改良II型を設置したことのプラス効果が認められた。この要因は、溪岸がV字で狭い場合、改良II型が両岸から越流する流木を捕捉する効果を発揮したためと考えられる。一方、土砂の捕捉効果は、CASE-11、13 とともにCASE-7、9 と比べて小さかった。



従来型 V字谷での流木捕捉状況  
(流木長 7m、設置位置：勾配 6° ~10° 区間)



従来型+改良II型組合せでの捕捉状況  
(流木長 7m、設置位置：6° と 10° の変化点)

- 改良I型を流木長 7m の条件で、溪床勾配 6° と 10° の変化点に設置した場合 (CASE-15) は、流木はスリットを通り抜け捕捉できなかった。改良I型と改良II型を組み合わせて設置した場合 (CASE-17) は、流木の 75%を捕捉した。



改良I型での捕捉状況  
(流木長 7m、設置位置：6° と 10° の変化点)



改良I型+改良II型での捕捉状況  
(設置位置：6° と 10° の変化点)

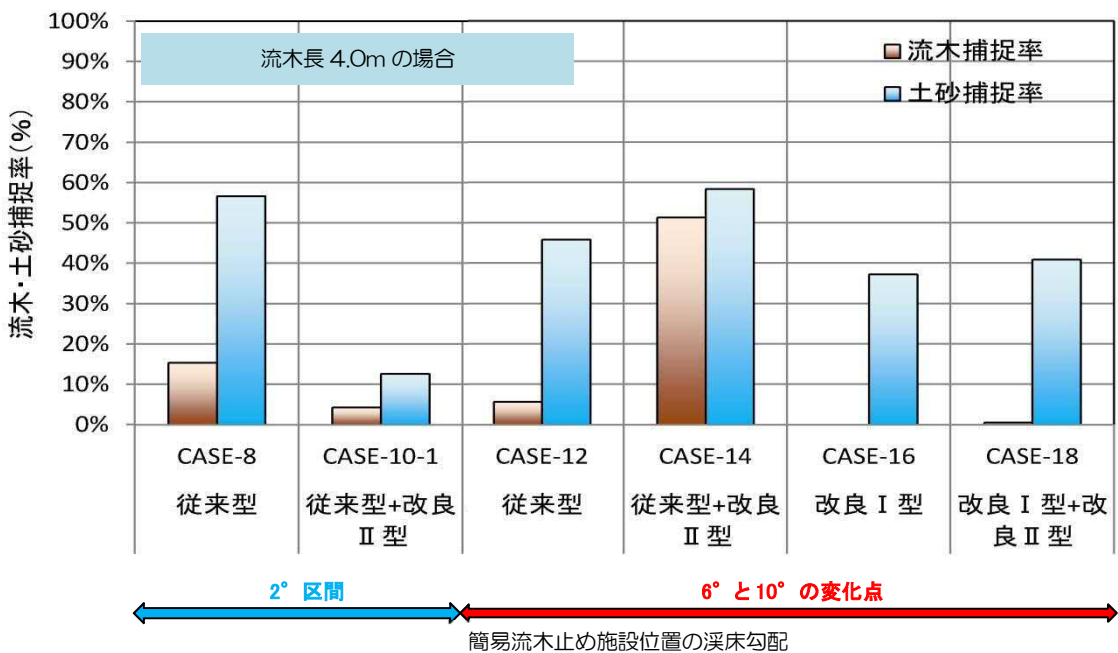
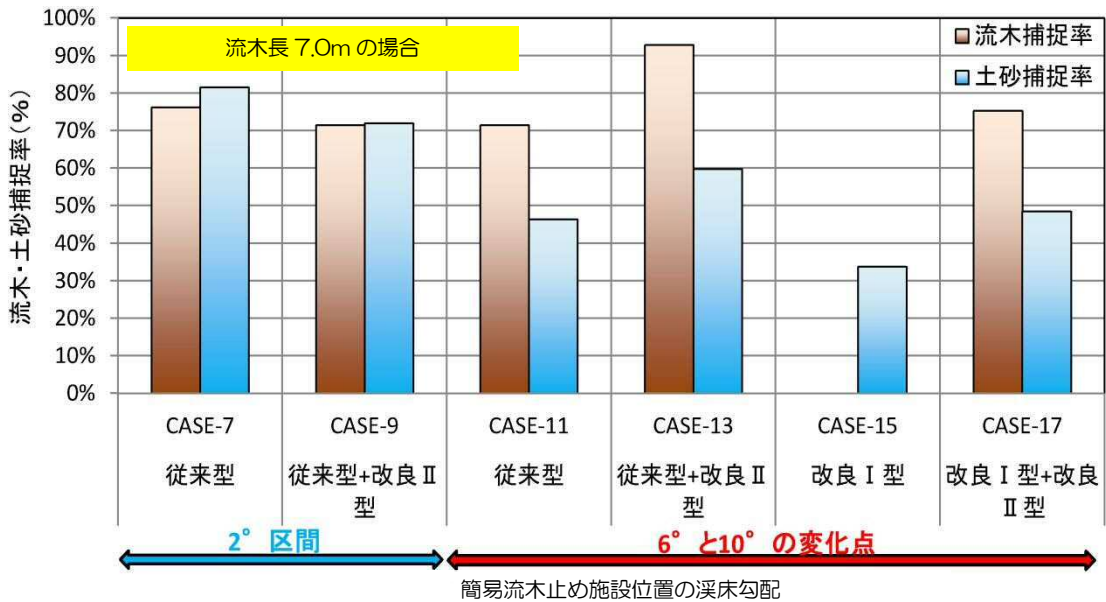
- 流木長 4m の条件では、流木捕捉率は 0~10% 台と極端に低く、唯一、勾配 6° と 10° の変化点に従来型と改良Ⅱ型を組み合わせで設置した場合 (CASE-14) に、流木の 51% を捕捉した。



従来型の簡易流木止め施設での流木捕捉状況  
(流木長 4m、設置位置：勾配 2° 区間)



従来型+改良Ⅱ型組合せでの捕捉状況  
(流木長 4m、設置位置：6° と 10° の変化点)



図IV-2-5 簡易流木止め施設の設置位置、タイプ、組み合わせ、流木長の違いによる流木および土砂の捕捉率比較図

## 1) 検証の評価

- 流木長 7m の条件で、改良 I 型の単独施工 (CASE-15) を除けば、簡易流木止め施設の流木捕捉率は 70%以上となり、簡易流木止め施設の高い捕捉効果が確認できた。
- 溪岸が V 字で狭い場合、従来型の両サイドに設置した改良 II 型が、両岸から越流する流木を補足する効果が確認できたため、想定される流木量が多い箇所での設置が有効であると考えられる。
- 流木長 7m の条件で、勾配 6° と 10° の変化点に簡易流木止め施設を設置した場合、勾配 2° の区間に設置した場合と比べて、土砂の捕捉効果が小さくなるため、下流に簡易鋼製床固工等を設置して土砂を捕捉する必要がある。

## (5) 災害緩衝林及び簡易流木止め施設の流木と土石の捕捉効果について

### ① 検証目的

(3)では災害緩衝林の効果を、(4)では簡易流木止め施設の効果を検証したが、今回は、災害緩衝林と簡易流木止め施設を組み合わせ設置し効果を検証する。

### ② 実験方法 (平成 26 年 8 月～27 年 3 月)

- 実験方法は(3)(4)と同様だが、扇状地の流下区間 (10～12.5°)、堆積区間 (2～10°) に立木密度 600 本/ha の災害緩衝林を配置、堆積区間 (2°) に簡易流木止め施設を設置し、流木と土砂の捕捉状況を再現する。
- 流木捕捉量と土砂捕捉量について比較検証する。

### ③ 検証結果

#### 7) 実験結果 (実験結果の詳細は巻末の資料編を参照)

- 流木長 7m、溪岸高 0.99m の条件 (CASE-21) では、災害緩衝林と簡易流木止め施設を合わせて、流木の 97%、流出土砂の 85%を捕捉した。
- 流木長 7m、溪岸高 0.45m の条件 (CASE-23) では、災害緩衝林と簡易流木止め施設を合わせて、流木の 86%、流出土砂の 89%を捕捉した。



災害緩衝林と簡易流木止め施設による流木・土砂捕捉状況 (流木長 7m、溪岸高 0.99m)



災害緩衝林と簡易流木止め施設による流木・土砂捕捉状況 (流木長 7m、溪岸高 0.45m)

- 流木長 4m、溪岸高 0.99m の条件 (CASE-22) では、災害緩衝林と簡易流木止め施設を合わせて、流木の 68%、流出土砂の 76%を捕捉した。
- 流木長 4m、溪岸高 0.45m の条件 (CASE-24) では、災害緩衝林と簡易流木止め施設を合わせて、流木の 92%、流出土砂の 90%を捕捉した。





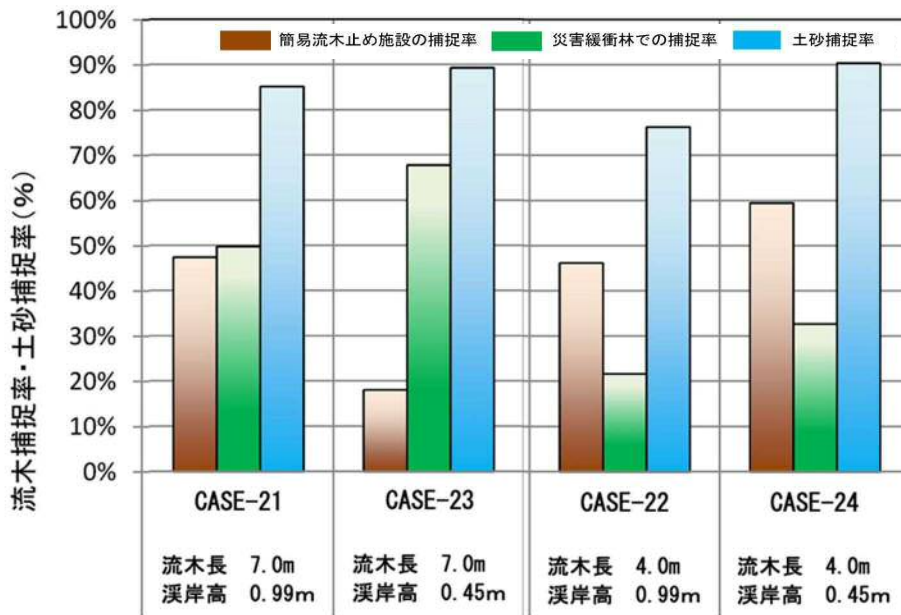
災害緩衝林と簡易流木止め施設による流木・土砂捕捉状況（流木長 4m、溪岸高 0.99m）



災害緩衝林と簡易流木止め施設による流木・土砂捕捉状況（流木長 4m、溪岸高 0.45m）

#### 1) 検証の評価

- 流木と流出土砂の捕捉率はいずれも高いが、特に、流木長 4m の場合は、(3)(4)での実験結果と比べると、災害緩衝林と簡易流木止め施設を組み合わせで設置した相乗効果が顕著に現われた。
- 流木の長短や溪岸の高低による捕捉率の違いは確認できなかった。



図IV-2-6 流木長、溪岸高の違いによる流木および土砂の捕捉率比較図

(6) 緊急防災林整備（溪流対策）の整備効果

表IV-2-3 緊急防災林整備（溪流対策）の整備効果

機能区分		効果
土砂災害防止	土石流緩衝機能	・土石流や流木が発生する危険性があり、人工林が大半を占める危険溪流において、立木の引き倒し実験等により作成した「災害緩衝林整備指針」に基づき整備を進めることで、台風等豪雨時の土石流被害を軽減する森林に向かっている。
	豪雨に対する防災機能	・平成26年8月豪雨において、災害緩衝林（流木・倒木の伐採除去と間伐）の造成が、流木・土石流の発生を防止した。

### 3 針葉樹林と広葉樹林の混交林整備

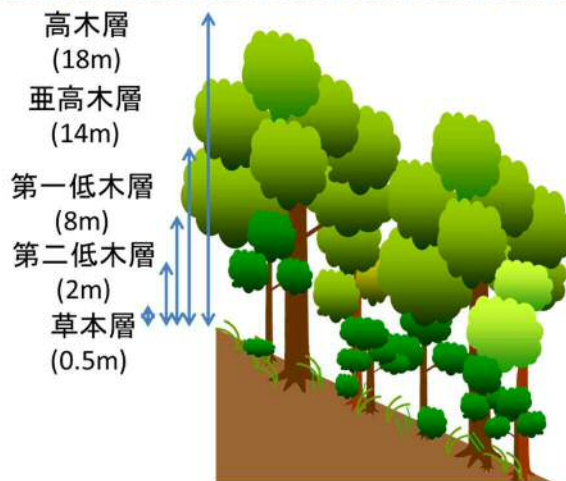
#### (1) 目標林相への更新状況

##### ① 検証目的

- 針葉樹林と広葉樹林の混交林整備は、整備地に造成した森林が生育して本来の機能が発揮されるまでに長期間を必要とする。このため、整備地に造成した森林の更新が目標林相※(図IV-3-1)に向けて順調に進んでいるかを検証する。
- 第1期の効果検証においては、風倒木被害防止機能にかかる立木の引き倒し試験や表面侵食防止機能の比較試験、水源かん養機能にかかる森林土壌浸透能力の比較試験などを実施した。これらの試験の結果、目標林相には風倒被害防止機能等を有することが確認できたため、整備地における目標林相への到達度を検証することによって、これら機能の向上についても併せて確認できるものとする。

##### ※目標林相について

針葉樹林と広葉樹林の混交林整備は、既存の針葉樹林と新たに造成する広葉樹林がパッチ状に混交し、樹種や林齢が異なる多様な森林構成を目指している。この整備により新たに造成する広葉樹林の目標林相は、20-50年後に成林していることや下層植生の多様性等から勘案して、高木性夏緑広葉樹林とした。



##### ○林相の目安

【階層構造】4-5層

【高木層】高さ:12-20m、植被率:70%以上

構成種:高木性夏緑広葉樹

【第二低木・草本層】高さ:2m以下

植被率:合わせて65~80%

中西他(1983)、宮脇(1984)、服部他(2010)  
を参考に作成

図IV-3-1 目標林相のイメージ図

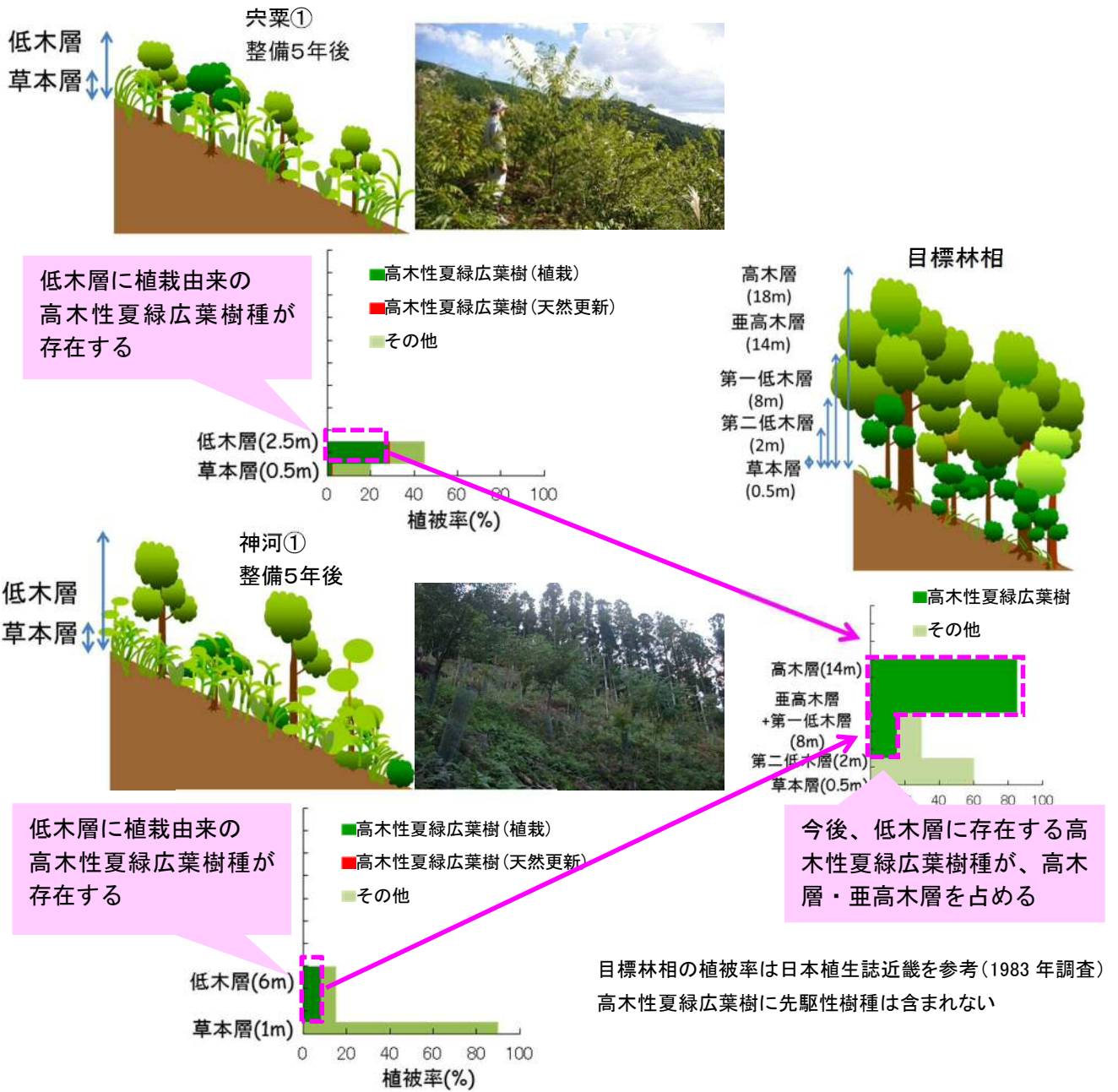
##### ② 検証方法 (平成19年10月～平成24年10月 5年間)

- 事業を実施した宍粟①、神河①の2箇所で、皆伐後に植栽を行った整備地に調査区を設置し、整備直後の平成19年と整備後5年が経過した平成24年に植物社会学的手法に基づく調査を行った。植栽木とそれ以外の樹種は区別した。
- 植栽木は適地適木を順守している。
- シカによる下層植生の食害を排除するため、植生保護柵を設置する。

##### ③ 検証結果

###### 7) 調査結果

- 整備直後、植生はほとんど見られず、植栽木による低木層とわずかな草本層が見られた。
- 整備後5年が経過すると、植被率が増加し低木層の発達を確認できた(図IV-3-2)。
- 低木層を構成する樹種のうち、高木種のほとんどが植栽由来であった(図IV-3-2)。



図IV-3-2 整備後5年後および目標林相の様子と階層別植被率(%)

1) 検証評価

- 目標林相の群落高にはまだ到達していないが、植栽木が成長して階層構造ができ始めており、災害に強い目標林相に向かって概ね順調に更新が推移していることが明らかになった。

(2) 年間土砂流出量を指標とした目標林への到達度

① 検証目的

第1期対策で確認できなかった伐採後の植栽が、年間土砂流出量や草本層植被率、リター被覆に及ぼす影響を調査し、整備地の表面侵食防止機能が、健全な森林における表面侵食防止機能程度に高まったかどうかを検証する。

※健全な森林における表面侵食防止機能について

健全な森林の年間土砂流出量は  $1\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$  以下であることが知られている(川口 1951)。植栽直後は、伐採による林床の攪乱や草本層植被率、リター被覆率の減少により、年間土砂流出量が健全な森林の指標値を超える場合があるが、植栽木の成長と下層植生の回復とともに流出量が減少することが想定される。

② 検証方法(平成19年6月～平成27年4月(整備後のデータは6年間分))

- 調査地は養父、神河②、宍粟②の3箇所。宍粟②スギ以外の調査区の前生樹種はヒノキのため、調査区名の樹種はスギのみ記載する。それぞれの調査地の概要は、表IV-3-1のとおり。
- 皆伐後に植栽を行った整備区と整備をしない状態を保持している対照区の年間土砂流出量と草本層植被率、リター被覆率を調査した。

表IV-3-1 調査地の概要

調査地名	基岩	土壌	調査区	傾斜(°)
養父	泥質岩	褐色森林土	整備区	45
			対照区	40
神河②	安山岩	褐色森林土	整備区A	40
			整備区B	40
			対照区	35
宍粟②	花崗閃緑岩	褐色森林土 黒色土混在	整備区ｽｷﾞ	42
			整備区	40
			対照区ｽｷﾞ	40
			対照区	42

③ 検証結果

7) 調査結果

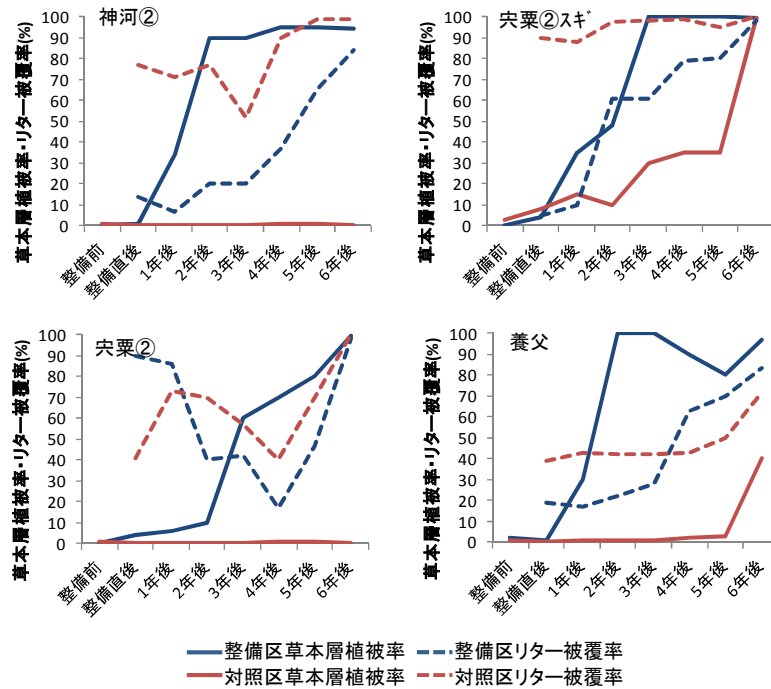
- 草本層植被率は整備後の変化が大きく、養父・神河②・宍粟②ｽｷﾞで1年目から増加していたが、宍粟②では2年目以降に増加が見られた(図IV-3-3)。
- 対照区の草本層植被率はほとんど変化がないが、宍粟②ｽｷﾞは調査区内で倒木によるギャップができたため、下層植生が回復した(図IV-3-3)。
- リター被覆率は整備直後の変化が大きく、養父・神河②・宍粟②ｽｷﾞで整備直後に減少し年数を経るごとに徐々に増加した。宍粟②では整備4年後まで年々減少していたが、植生回復とともに増加傾向となった(図IV-3-3)。
- 整備区の年間土砂流出量の変化は、対照区に比べ大きかった。これは上層木が無くなることによる雨滴衝撃の増大と伐採による林床の攪乱の影響と考えられる。
- 宍粟②、養父では整備後の年間土砂流出量が  $1\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$  程度であった(図IV-3-4)。
- 宍粟②ｽｷﾞでは整備1年後の年間土砂流出量が対照区の6倍程度と多かったが、その量は1年間でのA層\*の形成量\*\*\*の範囲内にほぼ収まった。また、整備2年後で、年間土砂流出量はほぼ  $1\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$  程度となった(図IV-3-4)。年間土砂流出量が減少したのは、草本層植被率が増加したためと考えられる。
- 神河②は、整備5年後で年間土砂流出量がほぼ  $1\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$  程度となった。しかし、整備1年後の年間土砂流出量は対照区の10倍以上、整備1-4年後の年間土砂流出量は  $1\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$  を超え、1年間のA層の形成量も上回った(図IV-3-4)。降雨量を考慮にいたした解析でも、整備1年後の流出量は多かった(図IV-3-4)。草本層植被率、リター被覆率とも減少してはいないことから、神河②は流出しやすい土壌であると考えられる。

※A層

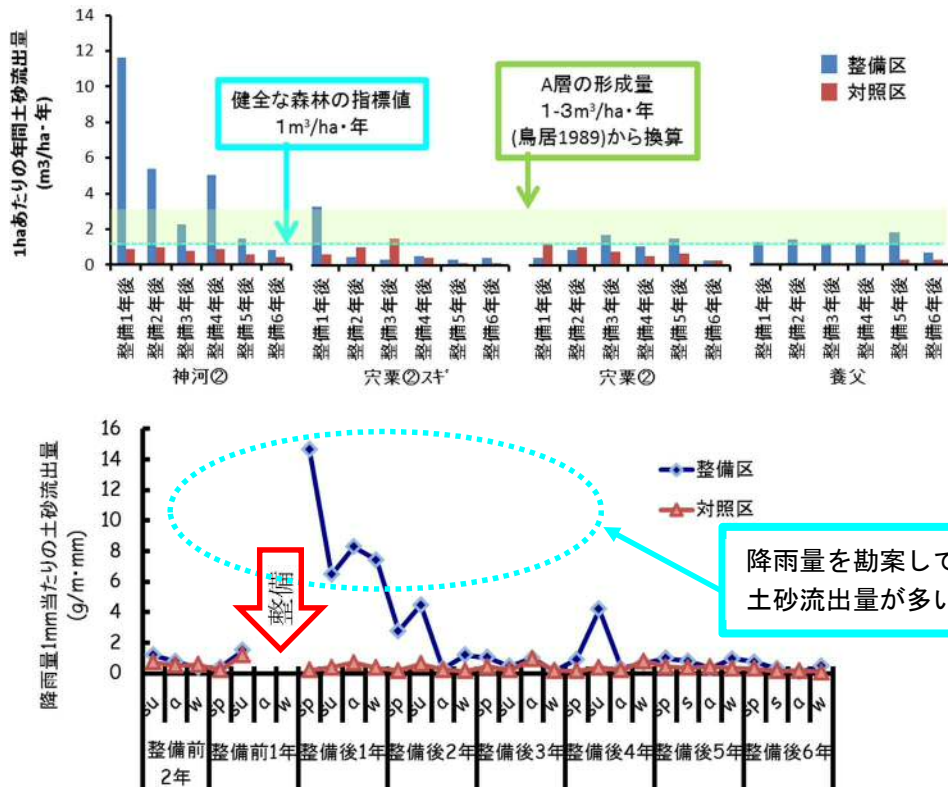
通常、土壌は3-4つの層から成り立っている。そのうち、腐植有機物を含み、生物が多く存在する層位はA層とされ、一般的に「表土」と呼ばれる。

※※A層の形成量

炭素集積量から算定した花崗岩山地におけるA層の形成速度は0.1-0.5mm/年(8箇所中7箇所では0.1-0.3mm/年)であると報告されており(鳥居 1989)、この値をha当たりの体積に換算すると、1-5(1-3)m<sup>3</sup>/ha・年となる。A層の形成量は、植栽木の成長にともない増加していく(鳥居 1989)と考えられるため、植栽木の成長の初期段階である整備地における形成量は下限値に近いと考えられる。したがって今回は、形成量の範囲の値1-3m<sup>3</sup>/ha・年をA層の形成量として用いる。



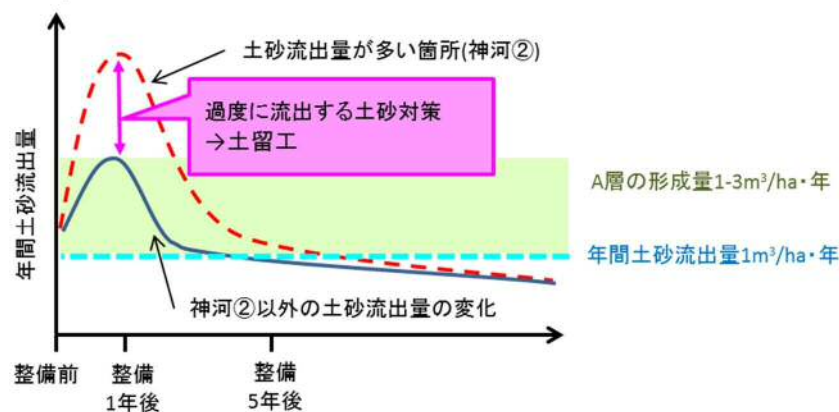
図IV-3-3 草本層植被率とリター被覆率の経年変化



図IV-3-4 各調査区の年間土砂流出量の経年変化(上)と神河②における降雨量を配慮した土砂流出量(下)

## 1) 検証の評価

- 針葉樹林と広葉樹林の混交林整備により、表面侵食防止機能が十分発揮されるまでには長時間を必要とするため、今回の検証では、整備直後の表面侵食機能の低下と整備5年後までの回復について検討した(図IV-3-5)。神河②を除く整備区での年間土砂流出量は、整備2年後にはほぼ $1\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$ 程度になった。整備1年後に $1\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$ を上回った宍粟②ですが、その期間は1年間であり、流出量も1年間のA層の形成量以下であった。これらことから整備1年後に流出した土砂は短期間で減少することが予測できるため、神河②を除く整備区は概ね目標林相に向けて進んでいることがわかった。
- 一方、神河②のように、整備直後の年間土砂流出量が $1\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$ を大きく上回り、表面侵食防止機能の回復が遅れる箇所も存在した。流出量がA層の形成量を大きく上回るため、容易に表土が回復しない可能性も懸念される。このような整備直後の土砂流出が過度になる危険性がある箇所は、整備時に簡易な土留工等を設置し、整備直後の土砂流出を抑制することが必要である。



図IV-3-5 目標とする土砂流出量の変化と表面侵食防止機能を早期に回復させる対策

## (2) シカによる食害対策の改良について

### ① 調査目的

効果検証にかかる現地調査を進める中で、苗木がシカの食害を受け、期待する更新が妨げられている森林が確認された。このため、更新が不良な箇所に加え、良好な箇所についてもその要因を明らかにすることにより、今後のシカ害防止対策を検討する。

### ② 調査方法(期間：平成22年4月～平成25年12月)

- 平成19年～24年に皆伐(一部択伐)植栽された整備地の植栽樹種ごとの苗木の生死、シカ害対策の方法(植生保護柵、単木的保護資材)、植生保護柵と単木的保護資材の素材、植栽地の面積(植生保護柵の場合は柵面積と同じ)、見回り補修の有無、シカ侵入箇所、苗木の生育状況、シカ害程度について調査した。調査した植生保護柵はほとんどがステンレス入りネット柵(以後ネット柵)である。

### ③ 調査結果

#### ア) 調査結果

- 植生保護柵面積が小さく見回り補修をしている方が苗木生存の可能性が高い。
- 単木的保護資材により苗木を保護している場所では、植栽面積が小さいほど苗木生存の可能性が高い。
- 植生保護柵の支柱はFRPのものが最も倒壊しやすく、次にカーボン、金属の順であった。
- シカ侵入箇所としては、植生保護柵下部の隙間、柵高不足、柵の倒壊、網の破れ、入り口の開放が挙げられた。

- 植栽苗木の生育優良箇所は、①柵面積が大きい(1.0ha 以上)が、1年に数回の見回りによって順調に生育している箇所、②柵面積が小さい(0.1ha 以下)箇所、③金網柵により嚴重に獣害を防いでいる箇所、④ミツマタの繁茂により植栽木が保護された4パターンであった。



① 柵の見回りと補修による優良地  
(宍粟市一宮町)



②小面積柵による優良地  
(多可町加美区)



③金網柵による優良地  
(西脇市黒田庄町)



④ミツマタが繁茂することにより植栽木が保護された優良地(神河町作畑)

#### 広葉樹林化優良箇所の状況

#### 1) 植生保護柵改良についての考察

- 大きな柵面積の場合でも、柵の見回りと補修を行うことでシカの食害を防止できる。
- 大きな柵面積の場合、1箇所の柵の破損によってシカの侵入を許すと植栽地すべてが食害される危険があるため、柵面積を小さく、複数配置することで食害のリスクを分散させることができる。
- シカの侵入は、地面の凹みと柵下部との隙間からのもぐりこみが主な要因の一つと考えられるため、谷をまたぐことのないよう柵の線形を検討する必要がある。
- 柵下部の隙間を防ぐため、網の折り返し、または長めのスカートネットを、二列以上のアンカーでしっかり止める必要がある。
- ネット柵において、現地地形に合わせて必要な支柱間の高さを保つためには、部分的に支柱を高くするか支柱間を短くする必要がある。高さが保てない場合や支柱間を狭くできない場合は、支柱間のネット上部に針金を通すなど高さを確保する必要がある。

#### (3) 針葉樹林と広葉樹林の混交林整備の整備効果

表IV-3-2 針葉樹林と広葉樹林の混交林整備の整備効果

機能区分		効果
気象災害防止	目標林相への到達度	・植栽後6年が経過し、目標林相に向かって更新が進んでいるので、風倒木被害防止機能等の発揮が期待できる
土砂災害防止	表面侵食防止機能	・整備後年数の経過とともに草本層植被率およびリター被覆率が増加することにより、年間土砂流出量が減少し、表面侵食の防止が図られつつある。ただし、流出しやすい土壌においては、伐採時の林床攪乱の軽減や簡易な土留工の設置などの対策が必要。



## 4 里山防災林整備

### (1) 年間土砂流出量の経年変化について

#### ① 検証目的

第1期対策で確認した表面侵食防止機能の持続期間を検証するため、5年間にわたる年間土砂流出量を比較する。

#### ② 検証方法（期間：平成21年3月～平成26年2月 5年間）

- 下記の調査区を設定し、草本層植被率および斜面下方に設置した土砂受け箱で降雨により流出した土砂量を測定する（豊岡①）。
  - ・ 危険木伐採後に丸太柵工を設置した整備区①
  - ・ 危険木伐採後に伐採木を利用して土留工を設置した整備区②
  - ・ 丸太柵工、土留工を設置していない対照区
- なお、シカによる食害の影響を排除するため、植生保護柵を設置する。

#### ③ 検証結果

##### ア) 調査結果

- 整備区①②の草本層植被率は、5年間で対照区と比べ約13～15倍となった(表IV-4-1)。

表IV-4-1 草本層植被率の比較 (単位:%)

区 分	1年後	2年後	3年後	4年後	5年後
整備区①	4.0	12.8	25.0	39.0	44.0
整備区②	5.2	14.4	29.0	36.0	38.0
対照区	5.6	6.2	5.8	4.0	3.0

- 整備区①の年間土砂流出量は対照区に比べ約1/10と少なく、健全な森林の年間土砂流出量（1m<sup>3</sup>/ha・年）以下で引き続き抑制されている(表IV-4-2)。
- 整備区②の年間土砂流出量は対照区に比べ約1/3と少なく、健全な森林の年間土砂流出量（1m<sup>3</sup>/ha・年）以下で引き続き抑制されている(表IV-4-2)。

表IV-4-2 年間土砂流出量の比較 (単位:m<sup>3</sup>/ha・年)

区 分	1年後	2年後	3年後	4年後	5年後
整備区①	0.03	0.13	0.12	0.12	0.19
整備区②	0.30	0.32	0.97	0.59	0.54
対照区	2.33	2.35	2.94	1.35	1.89

- 整備区①の抑止率は、90%から99%で推移している(表IV-4-3)。
- 整備区②の抑止率は、56%から87%で推移している(表IV-4-3)。

表IV-4-3 抑止率の比較

区 分	1年後	2年後	3年後	4年後	5年後
整備区①	99%	95%	96%	91%	90%
整備区②	87%	86%	67%	56%	71%

##### イ) 検証の評価

- 丸太柵工と土留工が雨水の集中流下を防止するとともに、流出土砂が丸太柵工および土留工の背面に堆積し、早期に表層土壌の安定が促進されたため、5年間継続して表面侵食防止機能を維持している。

## (2) 危険木伐採後の低木樹種の侵入について

### ① 検証目的

危険木伐採後の維持管理作業の指標にするため、低木樹種の被度合計値<sup>\*</sup>の経年変化について調査する。

<sup>\*</sup>被度合計値とは、植物群落の各階層に出現した樹種毎の被度を合計した数値。

### ② 調査方法

- 里山防災林整備地2箇所（4年経過：豊岡①、6年経過：豊岡②）において、危険木伐採後の低木樹種の被度を調査した。
- シカによる食害の影響を排除するため、植生保護柵を設置する。

### ③ 検証結果

#### ア) 調査結果（経年の調査を行った豊岡①のデータを表に示す）

- 低木樹種の侵入は、豊岡①ではシキミ、サカキ、ヒサカキ、コバノミツバツツジの4種、豊岡②ではコバノミツバツツジ、コバノガマズミ、アセビ、ヒイラギ、ウンゼンツツジ、コツクパネウツギ、ヤブムラサキ、ヒサカキ、イヌツゲの9種で、その草本層（高さ1m）における被度合計値は豊岡①で4.6%、豊岡②で5.5%であった（表IV-4-4）。

表IV-4-4 低木樹種の草本層（高さ1m）における被度合計値の変化

区分	1年後	2年後	3年後	4年後
豊岡①	0.8%	4.3%	5.0%	4.6%

#### イ) 検証の評価

- 萌芽更新木の被圧の影響はあるものの、伐採後4～6年経過しても低木樹種の被度合計値が小さいことから、低木林管理<sup>\*</sup>を行うには低木樹種の植栽が必要である。

#### <sup>\*</sup>低木林管理

危険木を伐採した後、放置しても大木にならない低木樹種による林分に仕立てて、裏山を維持する管理方法。後述の低林管理に対する考え方。



整備直後と4年後の回復状況（豊岡①）



整備直後と6年後の回復状況（豊岡②）

### (3) 危険木伐採後の萌芽再生力について

#### ① 検証目的

- 危険木伐採後の維持管理作業の指標にするため、伐採木の萌芽再生力について樹種別に比較検証する。

#### ② 検証方法（平成17年1月～平成24年3月）

- 広葉樹林伐採後に、夏緑広葉樹林を構成する代表的な7樹種について、伐採の翌年に萌芽した株数と3年後に残存している株数について調査する。

#### ③ 検証結果

##### 7) 調査結果

- 夏緑広葉樹の萌芽率及び残存率は、照葉樹と比較して低くなる傾向がある。
- 特にコナラの萌芽率は56%と、他の樹種と比較して低く、再生した萌芽枝も枯死し、3年後の残存率は36%とさらに低くなった(表IV-4-5)。

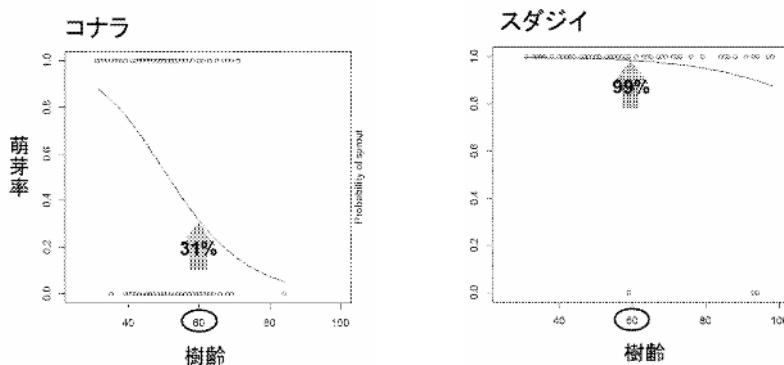
表IV-4-5 樹種別の萌芽率と残存率

樹種	夏緑 広葉樹	調査 個体数	樹齡		萌芽率* (%)	残存率** (%)
			最小	最大		
コナラ	●	179	31	84	55.9	36.4
エノキ	●	32	27	127	68.8	62.5
アベマキ	●	98	31	73	91.8	90.0
シラカシ		78	28	93	94.9	94.9
スダジイ		88	31	98	96.6	95.5
アラカシ		91	30	64	100.0	100.0
ヤブツバキ		31	32	86	100.0	100.0

※萌芽率:1成長期間経過後の伐り株に対する萌芽更新した株数

※残存率:3成長期間経過後の当初の伐り株に対する残存株数

- コナラの萌芽率は、樹齡が高いほど顕著に低くなり、樹齡60年の萌芽率(推定)は31%である(図IV-4-1)。



図IV-4-1 樹齡と萌芽率の関係(山瀬2012)

##### 1) 検証の評価

- コナラが優占する林分において、危険木伐採後に萌芽更新による低林管理\*を行う場合は、萌芽再生率の低さを考慮し、代替樹種を植栽する必要がある。
- コナラの萌芽更新を期待する場合は、30年生未満を目処に伐採を行う必要がある。

##### ※低林管理

高木となった危険木を伐採した後、伐採木の萌芽を成長させることによって、裏山を維持する管理方法。但し、萌芽をそのまま放置すると高木となり、再度、危険木化する可能性があるため、10～15年周期で伐採・萌芽再生を繰り返し、容易に伐採できる大きさを維持する低林として管理する。前述の低木林管理に対する考え方。

#### (4) 低木樹種の表層崩壊防止力について

##### ① 検証目的

低木樹種の根系が有する表層崩壊防止力（根の引き抜き抵抗力の合計）について調査し、危険木伐採後の低木植栽が斜面安定に与える影響を検証する。

##### ② 検証方法（平成 26 年 6 月・8 月）

- ミツマタ（調査地：宍粟①）およびアセビ（調査地：宍粟市②）の立木間中央\*で、幅 2 m、深さ 1 m の土壌断面を 4 箇所（宍粟②は 5 箇所）で掘削し、出現した根系の樹種と位置、直径を測定する（図IV-4-2）。
- ミツマタおよびアセビの根を 50 本選定（土壌断面内外に限らずランダムに選択）し、その引き抜き抵抗力を直接計測したデータをもとに、根の直径と引き抜き抵抗力との関係式を作成する（図IV-4-3、図IV-4-4）。
- 土壌断面内の根の引き抜き抵抗力は、作成した関係式に根の直径を代入して算出する。
- ミツマタが有する表層崩壊防止力は、4 箇所の土壌断面積 1 m<sup>2</sup>当たりの引き抜き抵抗力合計の平均値とする。
- アセビが有する表層崩壊防止力は、5 箇所の土壌断面積 1 m<sup>2</sup>当たりの引き抜き抵抗力合計の平均値とする。

##### ※立木間中央

根系の崩壊防止力を過大評価しないため、根の分布が最も少なくなる立木間中央部で土壌断面を掘削する。



掘削断面



根の測定(直径・位置)



根の引き抜き試験

ミツマタの根の引き抜き抵抗試験

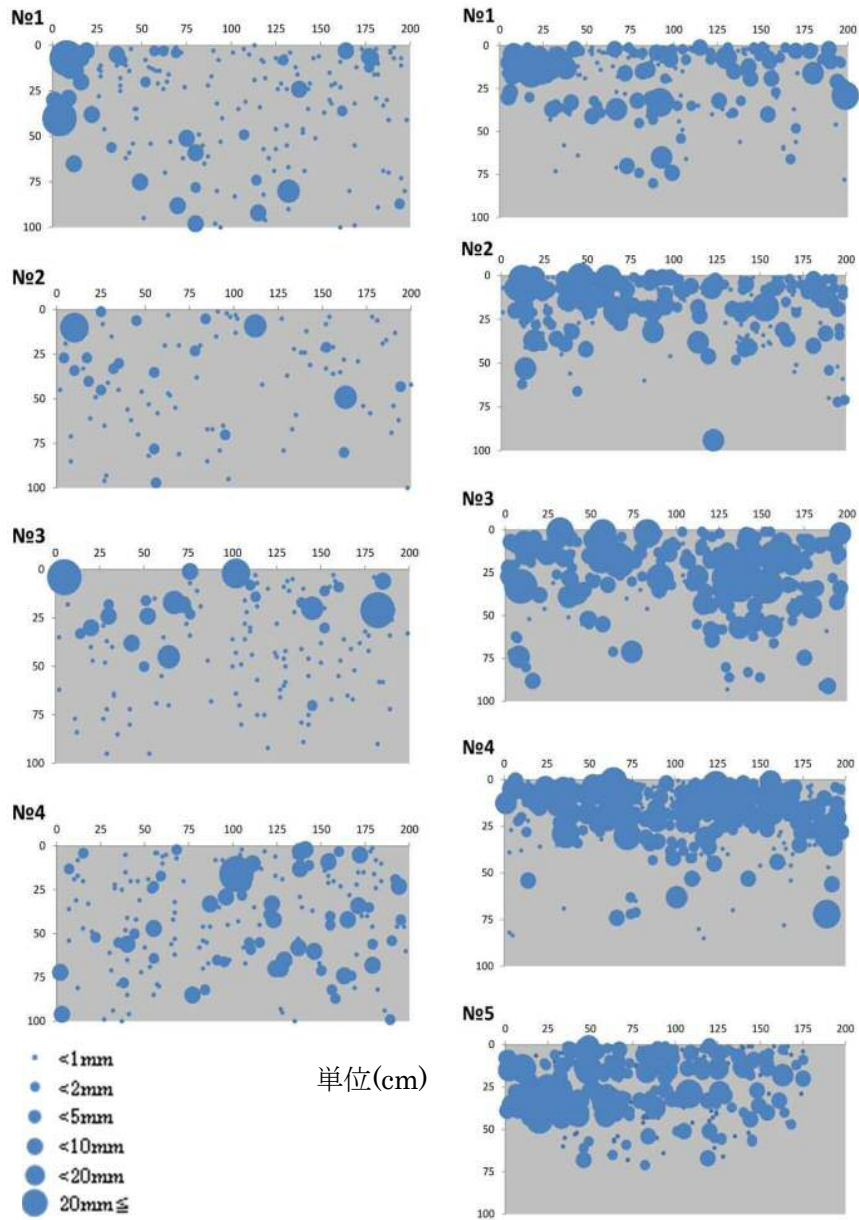
##### ③ 検証結果

###### ア) 調査結果

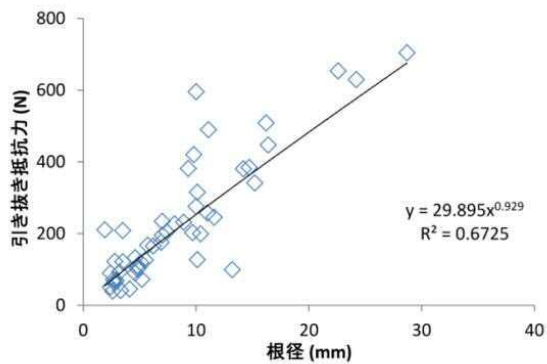
- 深さ 1.0m までのミツマタの有する崩壊防止力は 2.1kN/m<sup>2</sup>で、表層崩壊防止に必要な 5 ~10kN/m<sup>2</sup>（鏡原・鳥居 2012）を下回った（表IV-4-6）。
- 深さ 1.0m までのアセビの有する崩壊防止力は 12.9kN/m<sup>2</sup>で、表層崩壊防止に必要な 5 ~10kN/m<sup>2</sup>を上回った（表IV-4-7）。

###### イ) 検証の評価

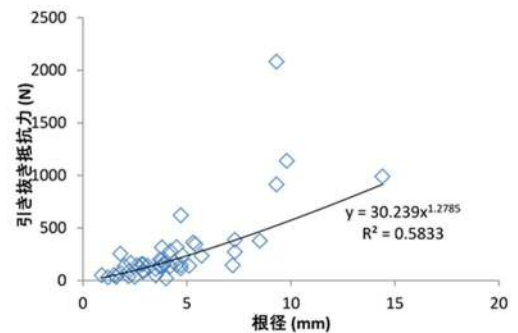
- 危険木伐採後、伐採木の根の腐朽にともない表層崩壊防止力は低下していくが、低木植栽により崩壊防止力を補強することが可能である。



図IV-4-2 根系分布図（左：ミツマタ、右：アセビ）



図IV-4-3 ミツマタ根径-引き抜き抵抗力の関係式



図IV-4-4 アセビ根径-引き抜き抵抗力の関係式

表IV-4-6 ミツマタ 深度別根系の引き抜き抵抗力 (単位: N/m<sup>2</sup>)

深 度	No.1	No.2	No.3	No.4	平均
0~25cm	5476.0	1919.5	6108.4	5315.2	4704.8
25~50cm	2446.1	1447.9	1572.2	2187.3	1913.4
50~75cm	1414.0	268.4	450.8	2823.9	1239.3
75~100cm	1073.0	403.0	253.4	1025.7	688.8
平均	2602.3	1009.7	2096.2	2838.0	2136.6

表IV-4-7 アセビ 深度別根系の引き抜き抵抗力 (単位: N/m<sup>2</sup>)

深 度	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	平均
0~25cm	25408.9	37328.1	35514.7	53936.8	19303.7	34298.4
25~50cm	8890.7	8039.1	14526.4	10158.5	26694.7	13661.9
50~75cm	1949.9	1442.3	4839.3	4104.3	2778.8	3022.9
75~100cm	140.6	95.1	936.2	2601.4	0.0	754.7
平均	9097.5	11726.2	13954.2	17700.3	12194.3	12934.5

図IV-4-2~4 と表IV-4-6~7 は (山瀬ほか 2015)

## (5) 危険木伐採後の低林管理と低木林管理の比較検証について

### ① 検証目的

低林管理と低木林管理について、事業地の実情に合った管理方法を提案するため、これまで行った効果検証と既存の文献を基に、目標とする林相と構成樹種、傾斜、土壌硬度、維持管理作業の頻度・多寡・種類、表面侵食、表層崩壊等の危険性について比較を行う。

### ② 住民が希望する管理方法について

○ 危険木伐採後に住民が希望する管理方法についてアンケート調査<sup>\*</sup>を行った結果、低林管理を希望する住民が 57%、低木林管理を希望する住民が 43%であった。

事業地のほとんどが低林管理であるなか、住民の半数近くが低木林管理を望んでいたことから、今後は基本計画調査時の住民説明会において、両方の管理方法の長所・短所等を詳しく説明する必要がある。

※アンケートの方法は、(7) 集落裏山に対する防災意識の変化についての検証方法と同様

### ③ これまでの検証結果について

○ 平成 16 年の台風により発生したアベマキの風倒木周辺で土壌硬度を調査した結果、風倒木周辺では根系が侵入できる深さ<sup>\*</sup>が 20cm 程度で、表層土壌が非常に浅い傾向を確認した(山瀬 2007)。

※ 根が侵入できる深さは、長谷川式土壌貫入計で測定した貫入抵抗値 (10cm 貫入するのに要する打撃数) が 21 未満とする (福永他 2003)。

- 低木林管理を行うには低木樹種の植栽が必要である。
- コナラ伐採後に低林管理を行う場合は、萌芽再生率の低さを考慮し、代替樹種を植栽する必要がある。
- コナラの萌芽更新を期待する場合は、30 年生未満を目処に伐採を行う必要がある。
- 危険木伐採後、伐採木の根の腐朽にともない表層崩壊防止力は低下していくが、低木植栽により崩壊防止力を補強することが可能である。

④ 低木管理と低木林管理の比較表の作成

- これまでの検証結果と既存の文献を参考に、別添の「低木管理と低木林管理の比較表」(巻末の資料編を参照)を作成した。

(6) 台風等豪雨後の簡易防災施設等の防災効果について

① 検証目的

台風等の豪雨後における簡易防災施設等の効果を調査した。

② 調査方法(期間：平成 25 年 9 月)

平成 18 年度から 24 年度に事業実施した箇所で、平成 25 年 9 月に豪雨が発生(時間雨量概ね 50 mm 以上)した地域の 22 箇所(西脇市 3、多可町 6、神河町 3、丹波市 3、篠山市 7 箇所)を対象に、簡易防災施設の損傷や倒木の有無等の目視点検を実施した。

③ 検証結果

この豪雨に伴い、多可町 2 箇所と篠山市 1 箇所で、上流の溪床侵食と土砂越流、倒木が発生したが、簡易防災施設が流出を抑止または軽減しており、下流集落等への被害を未然に防止したことが確認された(表IV-4-8)。

表IV-4-8 簡易防災施設と森林整備の点検結果(単位：箇所数)

工種	点検項目	点検結果		
		被害なし	軽微	重大
床固工	施設の損傷	17	0	0
	上流の溪床侵食	14	2	1
	土砂の乗り越え	14	2	1
	基礎の洗掘	17	0	0
	施設袖部の洗掘	17	0	0
水路工	施設の損傷	3	0	0
	溪岸の侵食	3	0	0
	水路内の土砂の堆積	3	0	0
	オーバーフローした痕跡	3	0	0
	基礎の洗掘	3	0	0
	継目からの漏水	3	0	0
柵工	施設の損傷	18	0	0
	傾き	18	0	0
	土砂の乗り越え	17	1	0
	下部からの土砂の抜け出し	18	0	0
土留工	傾き	9	0	0
	段積の崩壊	9	0	0
	土砂の乗り越え	9	0	0
	固定している杭・立木の損傷	9	0	0
森林整備	倒木の有無	21	1	0



床固工(左)と柵工(右)による土砂等の捕捉状況(多可町八千代区)

## (7) 集落裏山に対する防災意識の変化について

### ① 検証目的

第1期対策に引き続き、第2期対策の整備後に住民の集落裏山に対する防災意識の変化を把握し、整備効果を検証する。

### ② 検証方法（平成25年12月～平成26年1月）

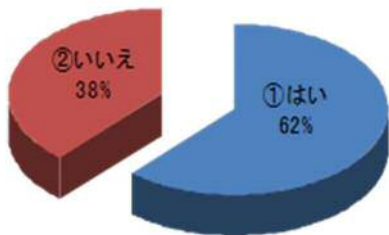
平成24年度に整備した集落の地域住民に対してアンケートを実施し、回答の得られた17集落632人の意識変化を分析した。なお、回答者の約9割が50代以上であった。

### ③ 検証結果

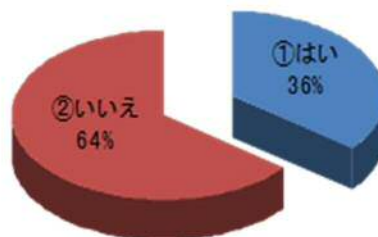
#### 7) 調査結果

- 倒木の恐れのある危険木伐採と森林整備により、住民の6割以上が「倒木などの不安が解消された」と回答した(図IV-4-5)。
- 丸太柵工等の防災施設の設置より、住民の約4割が「土砂災害の発生の不安が解消」と回答した(図IV-4-5)。

【質問：倒木などの不安は解消されましたか？】



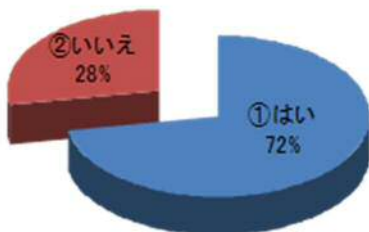
【質問：土砂災害の発生の不安は解消されましたか？】



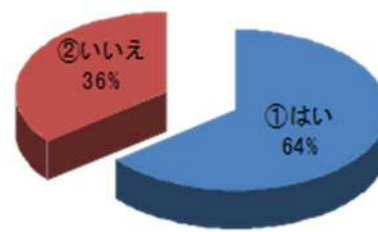
図IV-4-5 「安全・安心」の意識変化

- 森林整備や管理歩道の設置により、住民の7割以上が「集落の裏山に入りやすくなった」と回答した(図IV-4-6)。また、住民の6割以上が「森林の整備がしやすくなった」と回答した(図IV-4-6)。

【質問：集落の裏山に入りやすくなりましたか？】



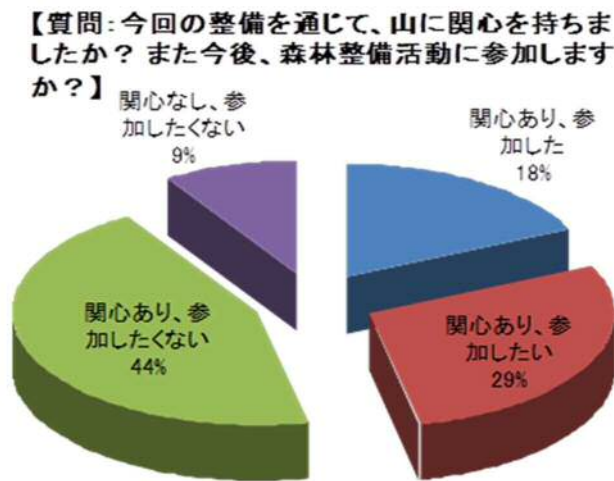
【質問：森林の整備がしやすくなりましたか？】



図IV-4-6 「入山・管理しやすい裏山」の意識



- 里山防災林整備を実施したことで、住民の9割以上が山に関心を持つようになり、その半数が森林整備活動への参加意欲を示した(図IV-4-7)。



図IV-4-7 整備に伴う山への関心と森林整備活動への参加意欲

#### 1) 検証の評価

- 倒木の恐れのある危険木伐採と森林整備により、住民の6割以上が「人家等への倒木などに対する不安が解消された」と回答するなど整備効果をあげている。
- 丸太柵工等の簡易防災施設の設置により「土砂災害の不安が解消」と回答した住民が過半数を下回った背景には、平成21年の台風第9号や平成23年の台風第12・15号により人家裏等で災害が発生したことなど、大規模な山地災害に対する不安が高まっていることを反映していると推測される。
- 里山防災林整備を実施したことで、住民の9割以上が山に関心を持つようになり、その半数が森林整備活動への参加意欲を示したことから、今後の住民による整備地の維持管理が期待できる。

## (8) 減災活動への参加と活動成果について

### ① 検証目的

第2期対策から新たに実施した防災学習会や防災マップ作成等の減災活動に関する住民意識を調査し、これまでに行った減災活動を検証するとともに、今後の減災活動の進め方について検討する。

### ② 検証方法（平成25年12月～平成26年1月）

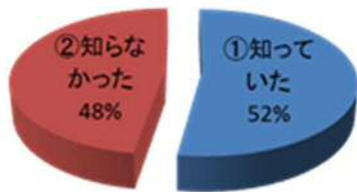
集落裏山に対する防災意識の変化についての検証方法と同様。

### ③ 検証結果

#### ア) 調査結果

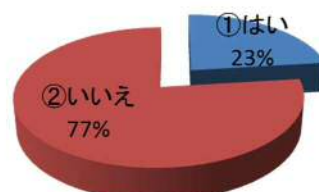
- 減災活動を実施した地域において、約半数の住民が「減災活動が行われていることを知らなかった」と回答した(図IV-4-8)。
- 減災活動を実施した地域において、23%の世帯が豪雨時や台風時に防災マップを使用しているとの回答があり(図IV-4-9)、災害に対する自発的な対応が進みつつある。

【質問:事業の中で、減災活動が行われたのをご存じでしたか?】  
※減災活動を行っている地域対象



図IV-4-8 減災活動の情報

【質問:豪雨や台風時において、今回策定した防災マップは使用されましたか?】



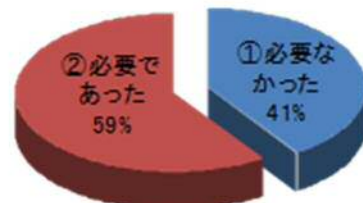
図IV-4-9 防災マップの利用度

- 減災活動を実施しなかった地域では、59%の住民が「減災活動を実施して欲しかった」と回答した(図IV-4-10)。

#### イ) 検証の評価

- 今後は、減災活動が広く周知されるために具体的な災害を想定(洪水、土砂災害、地震災害等)した防災訓練と、防災マップの利用度をあげるために大人だけではなく、地域の子どもを巻き込んだマップ作成作業をモデル的に実施する。

【質問:地域で減災活動を行いませんでしたが、個人としてはどのようにお考えでしたか?】  
※減災活動を行っていない地域対象



図IV-4-10 減災活動の必要性

(9) 里山防災林整備の整備効果

表IV-4-9 里山防災林整備の整備効果

機能区分		効果
土砂災害防止	表面侵食防止機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・森林整備後に、伐採木を利用した土留工の設置や丸太柵工により、整備地の年間土砂流出量は、5年経過後も未整備地に比べ約 1/3～1/10 と少なく、健全な森林の年間土砂流出量（1 m<sup>3</sup>/ha・年）以下で引き続き抑制されるなど表面侵食防止機能が維持されている。</li> <li>・整備地の草本層植被率が、5年経過後に未整備地と比べ約 13～15 倍に上昇し、表面侵食防止機能の向上に寄与している。</li> </ul>
	表層崩壊防止機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低木樹種であるミツマタとアセビの深さ 1.0mまでの表層崩壊防止力を検証した結果、アセビの根系崩壊防止力は、表層崩壊防止に必要な 5～10kN/m<sup>2</sup>を満たしていることがわかった。</li> </ul>
	豪雨に対する防災機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成 25 年 9 月の豪雨時において、簡易防災施設が豪雨に伴う土砂流出を抑止し、下流集落への被害を未然に防止した。</li> </ul>
	地域住民の防災意識の高まり	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アンケート調査において、住民の 6 割以上から人家等へ倒木に対し「不安が解消した」と回答を得るなど、集落の安全安心な生活を確保した。</li> <li>・住民の 9 割以上が山に関心を持つようになり、その半数が森林整備活動への参加意欲を示したことから、今後の整備地の適正管理が期待できる。</li> </ul>

## 5 野生動物育成林整備

### (1) 事業後の住民意識について

#### ① 検証目的

第1期対策では、事業後の住民の意識変化について12集落について検証したが、今回はその後整備が完了した10集落を追加して整備効果を検証する。

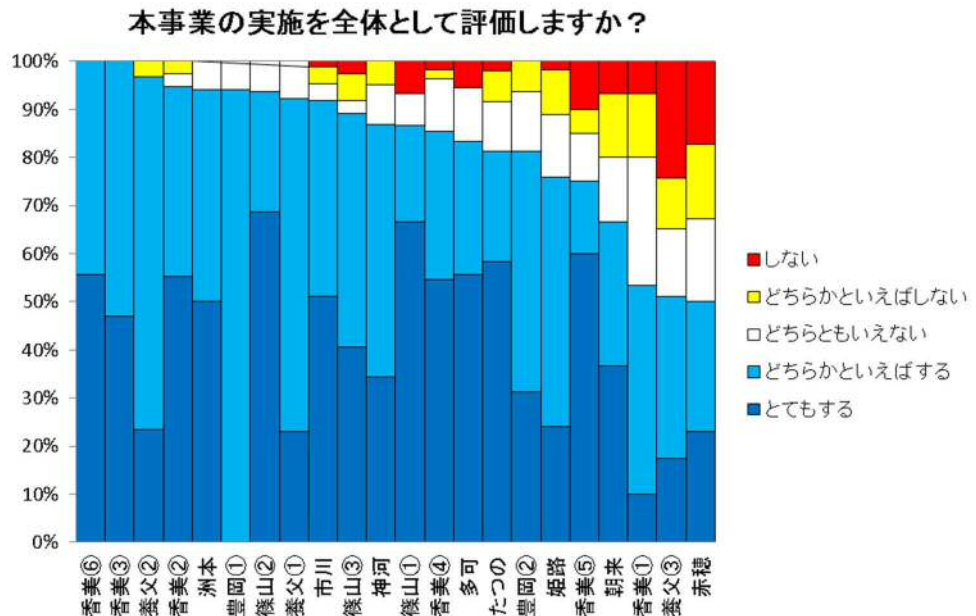
#### ② 検証方法（平成22年1月～平成25年2月）

平成24年度までバッファゾーンを整備した22集落の住民に対してアンケートを実施し、回答の得られた1,329戸（有効回答率58.8%）の意識変化を分析した。

#### ③ 検証結果

##### ア) 調査結果

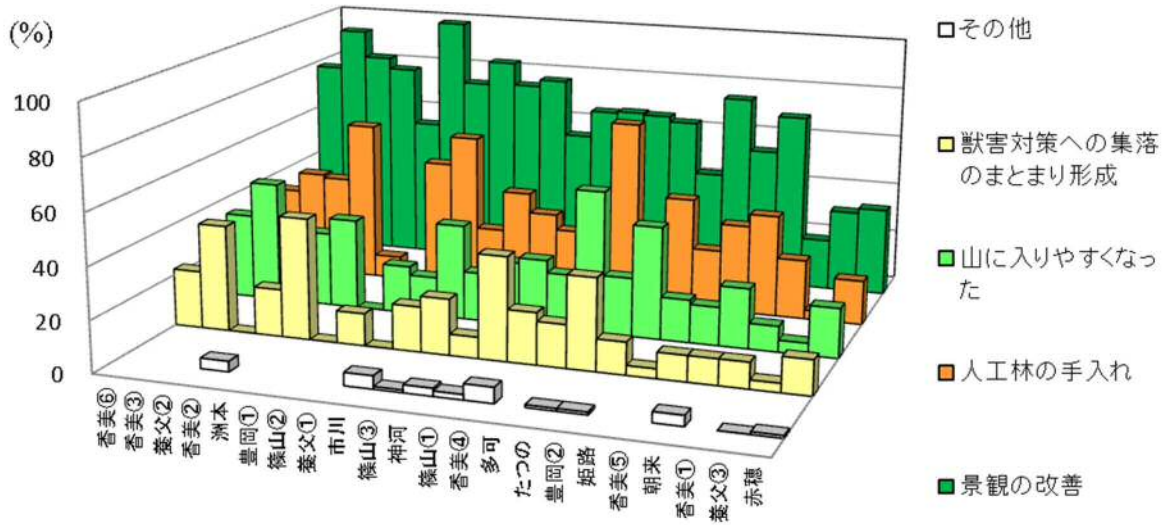
- 「整備の評価」について、集落毎の平均で83%の住民が事業の実施を評価している（図IV-5-1）。



図IV-5-1 集落住民へのアンケート結果（事業評価）

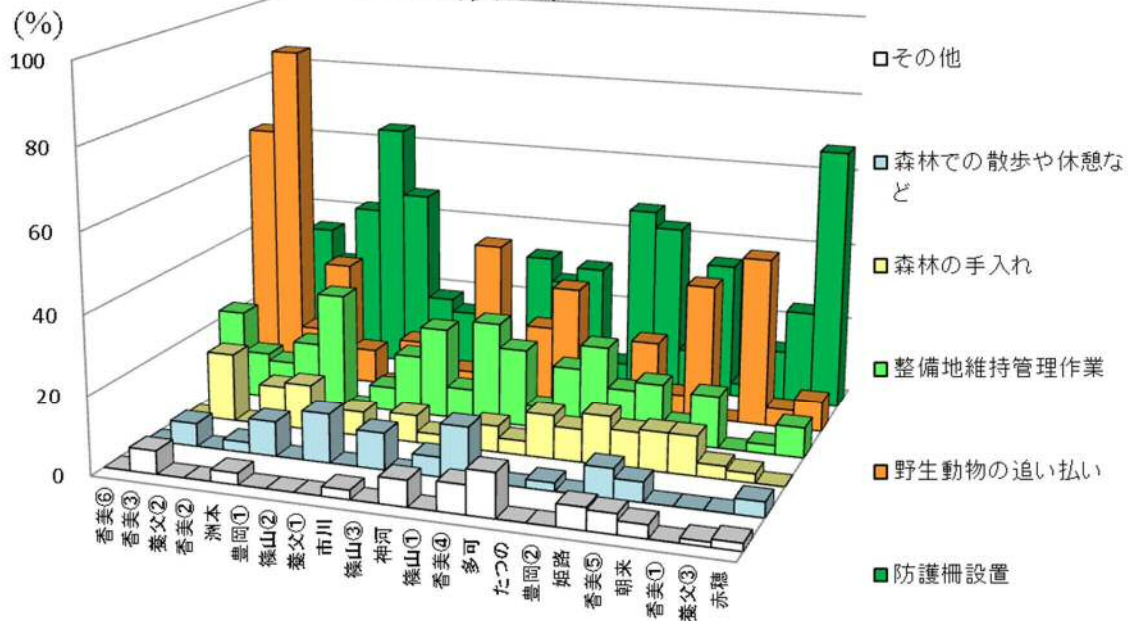
- また、今回は具体的な評価点についてもアンケート（複数回答）を行った（図IV-5-2）。
  - ・ 「景観の改善」への評価が最も多く66%であった。
  - ・ 次いで、「人工林の手入れがされた」が34%、「山にはいりやすくなった」が25%、「獣害対策へ集落がまとまった」が17%、その他3%であった。
- 「整備のきっかけによる新たな取組」について、69%の住民が何らかの取り組みを始めていた（図IV-5-3）。
  - ・ 具体的な取組については、「防護柵の設置」と回答した住民が29%と最も多かった。
  - ・ 次いで、「野性動物の追い払い」が20%、「整備地の維持管理」が13%、「森林の手入れ」が6%、「森林の散策」が4%、その他2%であった。

### 本整備のどのような点を評価しますか？



図IV-5-2 集落住民へのアンケート結果（事業の評価点）

### 本事業がきっかけで、あなたが新たに取り組むようになったことはありますか？



図IV-5-3 集落住民へのアンケート結果（住民自身の新たな取り組み内容）

#### 1) 検証の評価

- 8割以上の住民が事業の実施を評価した。
- 約7割の住民が事業をきっかけに「野生動物の追い払い」や「整備地の維持管理」などの取り組みを始めるなど、今後のバッファゾーンの維持管理と利活用に期待できる。
- 地域住民の多くが本整備について「景観の改善」や「人工林の手入れ」、「山に入りやすくなった」などについても高く評価していたことから、本整備は景観やアメニティー(快適性)の向上といった効果も高いと考えられる。

(2) 事業後の農作物被害の変化について

① 検証目的

第1期対策では、整備後の農作物被害の動向を12集落について検証したが、今回はその後  
に整備が完了した10集落を追加して整備効果を検証する。

② 検証方法（平成21年1月～平成25年2月）

○ 平成24年度までバッファゾーンを整備した22集落の区長、農会長などの集落役員に、  
集落内の各農地におけるイノシシ、シカ、サルによる農作物被害の発生状況の整備前後の変  
化について聞き取り調査を実施した。

③ 検証結果

7) 調査結果

○ イノシシによる被害は、調査を実施した全ての集落で発生していた。これらの集落にあ  
る農地のうち農作物被害が「元々被害がない」と回答があった農地は除外して、整備後に  
イノシシによる被害が解消あるいは減少した農地割合は77%であった(表IV-5-1)。

表IV-5-1 各集落の整備前後におけるイノシシによる農作物被害の変化

地区名	解 消	減った	変わらない	増えた	合 計
市川	509	3			512
神河	118				118
篠山③	2	33			35
香美②		1			1
香美③		25			25
篠山①		87			87
養父②	104	93	8		205
朝来	2	38	9		49
香美④	8	8	11		27
豊岡①		44			44
姫路	3	85	7		95
養父③	2	27	42	1	72
たつの	5	2	29		36
香美⑤			8		8
篠山②			1		1
多可			1	2	3
洲本			91	9	100
香美①		1	15	3	19
香美⑤			33	4	37
豊岡②			5	2	7
赤穂			24	52	76
養父①				2	2
合計 (22 地区)	753	447	284	75	1,559

「解消」と「減った」の計1,200農地 全体1,559農地の77%

- シカによる被害は、22集落中14集落で発生していた。これらの集落にある農地のうち「元々被害がない」と回答があった農地は除外して、整備後に、シカによる被害が「解消」あるいは「減少」した農地割合は79%であった(表IV-5-2)。

表IV-5-2 各集落の整備前後におけるシカによる農作物被害の変化

地区名	解消	減った	変わらない	増えた	合計
篠山①		87			87
神河	118	10	1	1	130
養父②	101	92	8		201
朝来	65	6	8		79
篠山①		28	7		35
豊岡①		78			78
姫路	3	118	29		150
養父③		6	43		49
香美①		2	9	1	12
香美④			2		2
たつの			1		1
養父①			7	4	11
豊岡②		1	3	14	18
赤穂市			1	56	57
合計(14地区)	287	428	119	76	910

「解消」と「減った」の計715農地 全体910農地の79%

- サルによる被害は、22集落中14集落で発生していた。これらの集落にある農地のうち「元々被害がない」と回答があった農地は除外して、整備後に、サルによる被害が「解消」あるいは「減少」した農地割合は、集落毎の平均で79%であった(表IV-5-3)。

表IV-5-3 各集落の整備前後におけるサルによる農作物被害の変化

地区名	解消	減った	変わらない	増えた	合計
篠山③		15			15
香美②		10			10
篠山①		87			87
香美③		34	1		35
神河	119	2	4		125
香美④	6	17	12		35
香美⑤		24	14		38
豊岡①		45			45
姫路	3	72			75
養父③		1	3		4
香美①		4	25	2	31
篠山②			2		2
赤穂			1	1	2
香美⑥	1	1	4	32	38
合計(14地区)	129	312	66	35	542

「解消」と「減った」の計441農地 全体542農地の81%

#### 1) 検証の評価

- 整備後、イノシシ、シカ、サルによる被害が発生している集落農地の約8割において被害が軽減していることが確認された。

このような農作物被害の軽減は、集落柵の設置に加え、バッファゾーン整備によって林縁部から林内の見通し環境が向上したこと、整備した場所やその周辺を利用して住民が集落防護柵の点検や潜み場の除去、追い払い活動などを行うようになったことが影響していると考えられる。

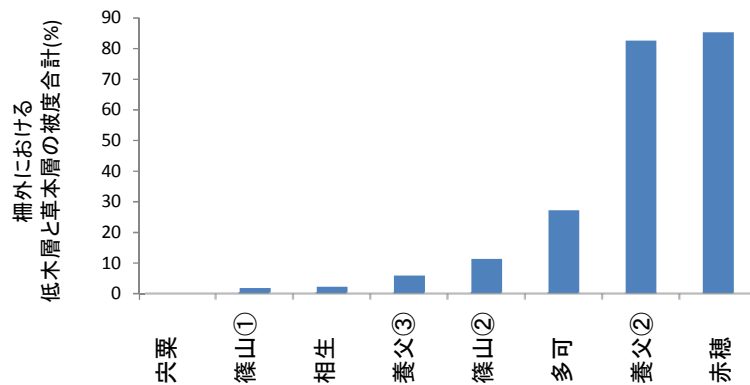
### (3) 植生の保全・回復について

#### ① 検証目的

シカ食害により下層植生が衰退した夏緑広葉樹林内の植生保護柵が、植生の保全・回復に及ぼす効果を明らかにするため、植生保護柵の内外における植生の変化を調査する。

#### ② 検証方法（平成 21 年～平成 25 年の 9 月～10 月）

- 植生保護柵(概ね 1,000 m<sup>2</sup>/箇所)を設置した整備地のうち、下層植生の衰退状況が異なる 8 整備地において調査を実施した。
- 各事業地において 10m×10m の方形調査区を植生保護柵内外にそれぞれ 1 箇所設置し、群落組成調査を実施した。なお、調査時点における柵設置後の経過年数は 2～5 年である。

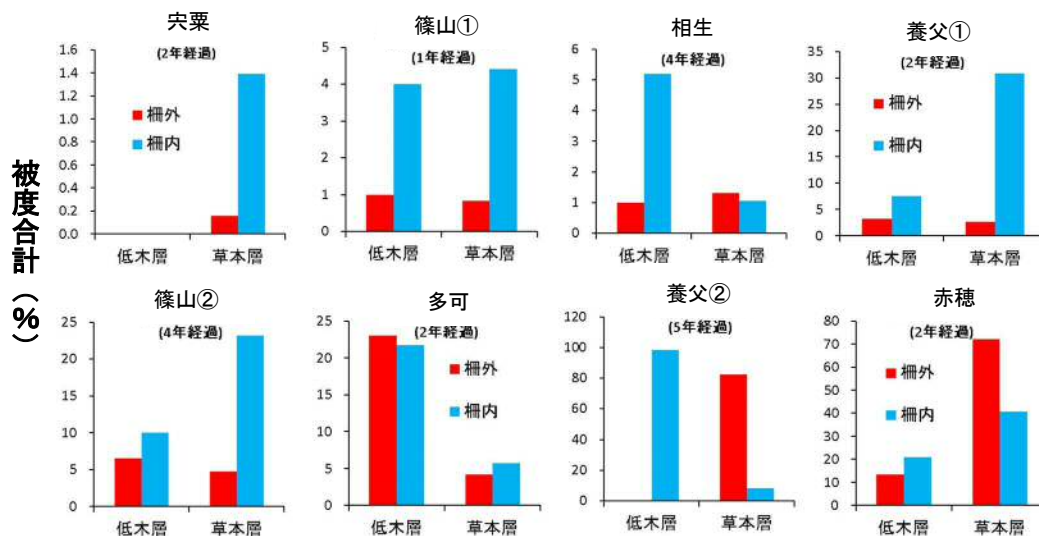


図IV-5-4 各事業地の夏緑広葉樹林の低木層・草本層における個々の種の被度合計 (%)

#### ③ 検証結果

##### 7) 調査結果

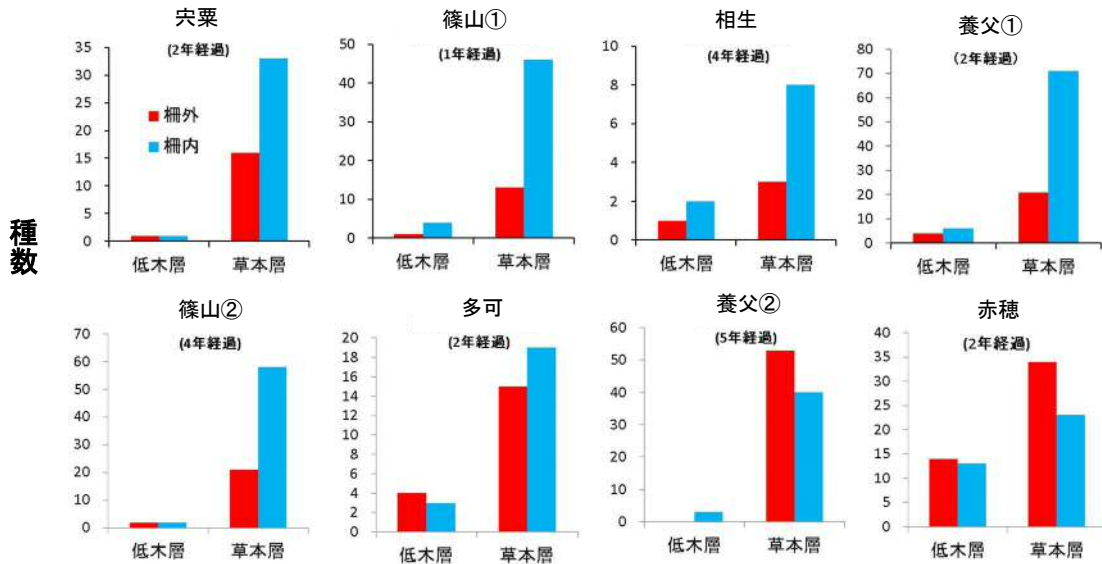
- 各整備地の夏緑広葉樹林の下層植生の被度を柵内外で比較した結果、シカの食害によって下層植生の衰退が深刻な整備地(栗、篠山①、相生、養父①、篠山②)において、柵外より柵内の被度が大きい傾向が明瞭に認められた(図IV-5-4、図IV-5-5)。
- 下層植生の衰退が比較的軽微な事業地(多可)あるいは下層植生がほとんど衰退していない事業地(養父②、赤穂)では、柵外より柵内の被度が大きい傾向は認められなかった(図IV-5-4、図IV-5-5)。



図IV-5-5 各事業地の夏緑広葉樹林の低木層・草本層における植生保護柵内外の個々の種の被度合計 (%) の比較



- 下層植生に出現する維管束植物種数を柵内外で比較した結果、シカの食害によって下層植生の衰退が認められる事業地(宍粟、篠山①、相生、養父①、篠山②、多可)において、柵外より柵内の種数が多い傾向が明瞭に認められた(図IV-5-4、図IV-5-6)。
- 下層植生の衰退がほとんど認められない事業地(養父②、赤穂)では、柵外より柵内の種数が多い傾向は認められなかった(図IV-5-4、図IV-5-6)。



図IV-5-6 各事業地の夏緑広葉樹林の低木層・草本層における植生保護柵内外の種数の比較

1) 検証の評価

- シカによる強い食害を受け下層植生が衰退している地域では、植生保護柵の設置により、下層植生(将来の種子供給源)の被度が向上し出現数も増加するなど、野生生物が生息・生育する環境の改善に繋がっている。

(4) 野生動物育成林整備の整備効果

表IV-5-4 野生動物育成林整備の整備効果

機能区分		効果
快適環境形成	農作物被害の変化	集落柵とバッファゾーンの一体整備により被害農地が減少した。 (イノシシ) ・被害農地が 77%減少した。 (シカ) ・被害農地が 79%減少した。 (サル) ・被害農地が 81%減少した。
	被害対策意識の高まり	・ 8割以上の住民が事業の実施を評価した。 ・ 約7割の住民が事業をきっかけに「野性動物の追い払い」や「整備地の維持管理」などの取り組みを始めるなど、今後のバッファゾーンの維持管理と利活用に期待できる。
生態系保全	生息環境回復	・ シカによる強い食害を受け下層植生が衰退している地域では、植生保護柵の設置により、下層植生(将来の種子供給源)の被度が向上し、出現数も増加するなど、野生生物が生息・生育する環境の改善に繋がっている。

## 6 住民参画型森林整備

### (1) 住民参画型森林整備（野生動物育成林整備型）の導入効果と課題について

#### ① 検証目的

第2期対策から始まった住民参画型森林整備のうち、野生動物育成林整備型を実施した集落を対象に、本事業の導入目的と住民の取組や工夫について調査し、本事業の導入効果と課題について検証する。

住民参画型森林整備は、野生動物育成林整備型と里山防災林整備型の2つ整備タイプがあり、住民は集落周辺の森林が抱えている問題を解決するために、整備タイプを選択して自ら実施する（2ha程度）。県は整備に必要な資材・機材の購入を補助しており、各整備タイプの内容は次のとおり。

#### ○ 野生動物育成林整備型【人と野生動物の棲み分け】

- ・バッファゾーン整備
- ・集落柵周辺の森林整備（見通し確保）
- ・野生動物の潜み場除去
- ・不要果樹の除去

#### ○ 里山防災林整備型【里山の防災機能向上】

- ・過密で成長が劣る里山林の除伐、間伐
- ・倒木の危険性が高い大木の伐採、松枯れ木の伐採
- ・簡易な防災施設（土留工、丸太柵工、水路工等）の設置

#### ② 検証方法（平成25年9月～10月）

- 住民参画型森林整備のうち野生動物育成林整備型を実施した5集落（H23～24実施）の代表者等に対して、整備目的と取組効果について聞き取り調査を実施した（表IV-6-1）。

表IV-6-1 各事業地の戸数と主な加害獣種

調査地	戸数	主な加害獣種
市川①	60戸	シカ・イノシシ
佐用	97戸	シカ・イノシシ
香美①	44戸	サル・イノシシ・シカ
香美②	53戸	サル・イノシシ・シカ
香美③	17戸	サル・イノシシ・シカ

#### ③ 検証結果

##### 7) 調査結果

- 集落防護柵（シカ・イノシシ対策）の効果向上

- ・市川①では、同年度に設置した集落防護柵のうち、もっとも見通しの悪い箇所と柵内侵入個体の潜み場となる林地を整備地として選定していた。見通し改善により、柵の点検が容易になったほか、本整備による間伐材を集落柵の下部からの侵入対策として活用するなどの工夫も見られた。
- ・佐用では、林縁全域のバッファゾーン化と集落柵の設置・更新を一体化して進めており、全体計画の一部として本事業を活用していた。整備箇所では柵の下部からの潜り込み等の侵入がなくなり、付近の被害が解消していた。

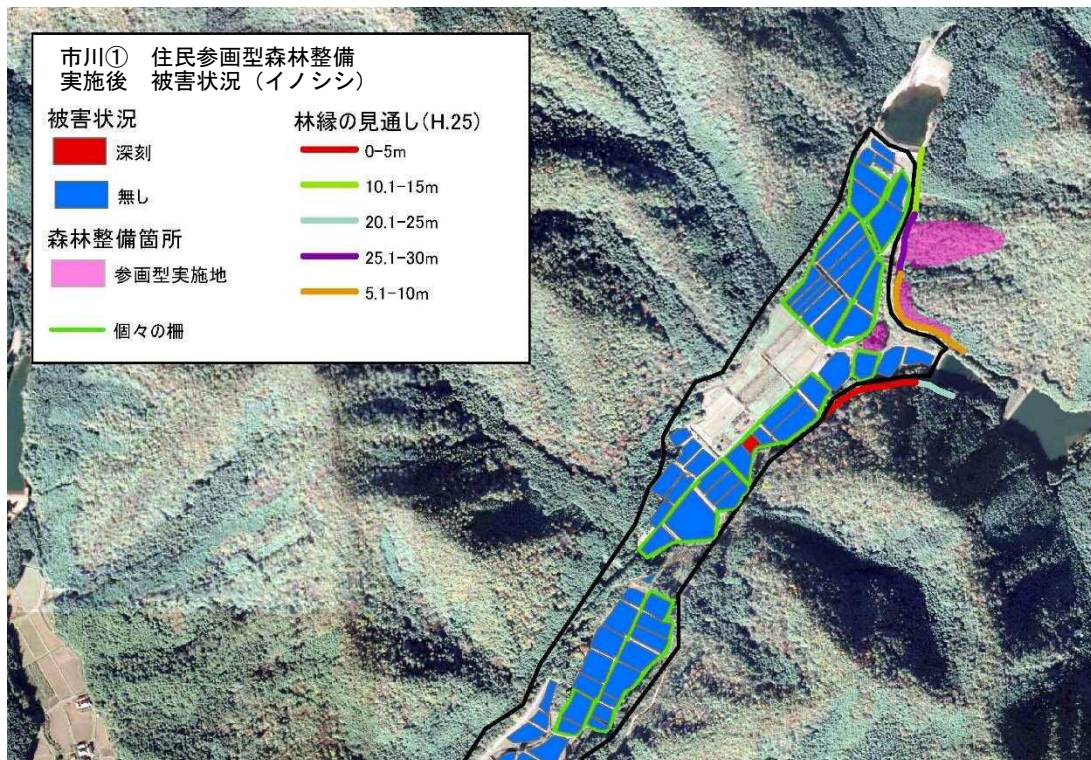


集落防護柵の下部に  
間伐材を並べた侵入対策（市川①）

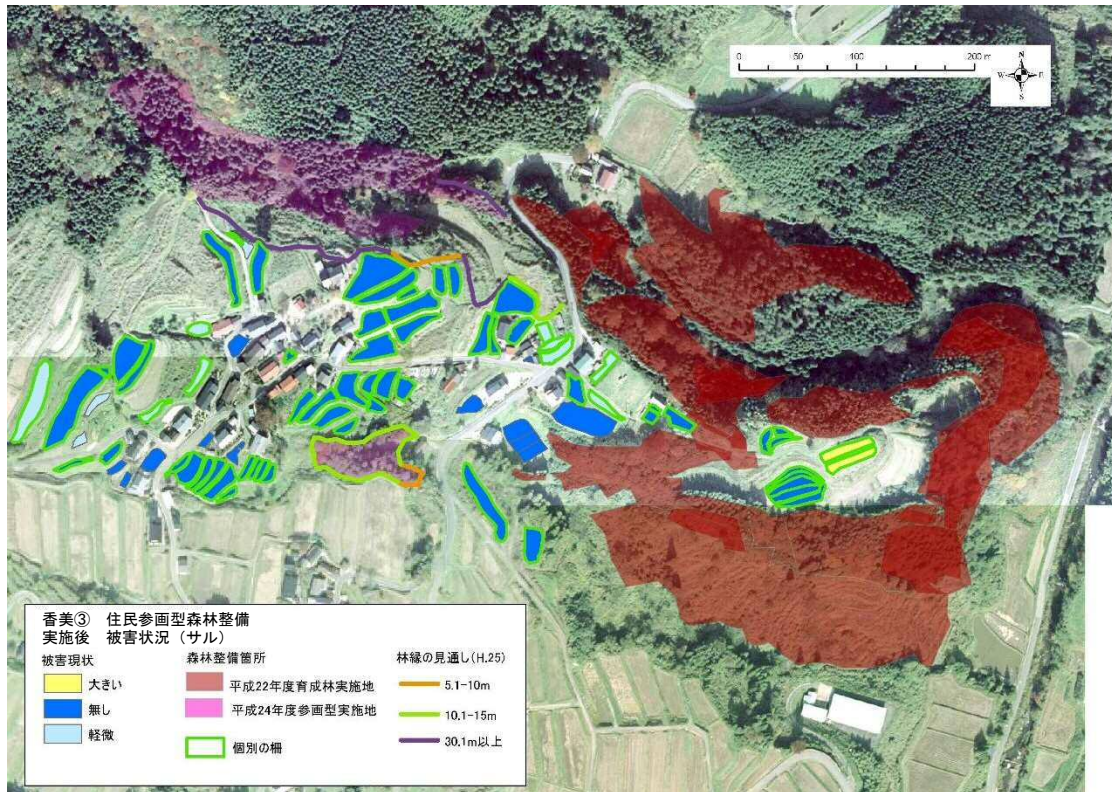


バッファゾーンと集落防護柵の  
一体整備（佐用）

- 潜み場除去による追い払い（サル対策）の効果向上
  - ・ 香美①・香美②・香美③については、竹林等の除去やスギ・ヒノキ林の間伐により、サルの潜み場を除去することを目的としていた。
  - ・ 香美③では、サルの潜み場を効果的に除去することにより、サルの移動ルートが限定され、住民の追い払い効果が高まった。
  - ・ 香美①・香美②では、整備当年度の潜み場除去範囲が狭かったため、今後の継続した作業が必要である。
- 不要果樹の除去（サル対策）
  - ・ 香美①・香美②では、本事業により不要果樹の伐採も実施されており、サルやクマの誘引物対策が図られた。



図IV-6-1 市川①における事業地と周辺の被害状況（イノシシ）



図IV-6-2 香美③における事業地と被害状況（サル）

表IV-6-2 事業の目的および導入効果

調査集落	市川①	佐用	香美①	香美②	香美③
事業年度	H23	H24	H24	H23	H23
対象獣種	シカ・イノシシ	シカ・イノシシ	ニホンザル	ニホンザル	ニホンザル
事業目的	集落柵効果向上 柵内潜み場除去	集落柵効果向上	潜み場除去 不要果実伐採	潜み場除去 不要果実伐採	潜み場除去
事業効果	・集落柵の点検向上 ・柵下の掘り返し対策に間伐材を活用	・整備箇所では柵を突破する個体が無くなり、被害が減少	・誘因物除去による侵入防止が期待	・誘因物除去による侵入防止が期待	・サルの行動が制限され、追い払い効果が高まった

#### 1) 検証の評価

- 5地区において、事業実施後の農作物被害は概ね軽微なものであった。被害を抑制している直接的な要因は、集落防護柵または個別柵の設置や追い払い活動（サルの場合）によるものであるが、本事業はこれらの対策と組み合わせて実施されることにより、相加的な効果をもたらすことが確認できた。
- シカ・イノシシ対策としては、集落防護柵と組み合わせて、防護柵の機能向上や柵内潜み場解消を目的として実施することで対策効果が向上することが確認できた。
- サル対策としては、サルが頻繁に利用している潜み場を解消することで、住民による追い払い活動の効果が向上したことが確認できた。ただし、組織的な追い払い活動と組み合わせて実施する必要がある。
- 一方で香美①・香美②のように潜み場の除去範囲が狭かったため、見通しが十分改善されなかった例も見られるため、今後は作業前に専門家等のアドバイスによる有効な作業種の選定や数年に渡る作業計画の策定が必要と考えられる。

## (2) 住民参画型森林整備（野生動物育成林整備型）の実施体制と運営上の課題について

### ① 検証目的

第2期対策から始まった住民参画型森林整備のうち野生動物育成林整備型を実施した集落を対象に、本事業の実施体制と運営上について調査し、本事業の効果と課題について検証する。

### ② 検証方法（平成25年9月～10月）

- 住民参画型森林整備のうち野生動物育成林整備型を実施した5集落（市川①、佐用、香美①、香美②、香美③）の代表者等に、整備目的と取組効果について聞き取り調査を実施した。

### ③ 検証結果

#### ア) 調査結果

- 全員参加の体制づくり（表IV-6-3）

- ・ 佐用・香美③については、森林整備を日役作業として位置付け、集落全戸参加により実施していた。また、参加者の体力や技術を考慮したうえで役割分担をし、草引き等比較的負担の少ない作業を用意するなど、年齢・性別に関わらず全員参加が可能なくみを工夫していた。
- ・ 両地区では、作業を通じて整備目的の共有化やコミュニケーションの促進が図られ、さらに、香美③では機材の補助を受けたことで、従来よりも住民の管理意欲が向上した。

- 事業運営上の課題と工夫（表IV-6-3）

- ・ 市川①・香美①・香美②では、人手不足や高齢化のため、日役作業の負担を増やすことができず、住民参画を求めることが困難な状況があった。
- ・ 香美①では役員3名による対応のみであった。また役員や役場の担当者交代により整備計画が共有されていない課題があった。
- ・ これに対し、市川①では、日頃昼間作業が可能な男性（60代が中心）で「東小畑農作物を守る会」を組織化し、整備作業を担当していた。また、香美②では、外部ボランティアを活用していた。
- ・ 森林整備にかかる人件費や設備投資に対する補助要望があった。

表IV-6-3 住民参画の体制および運営上の課題

調査集落		市川①	佐用	香美①	香美②	香美③
住民参画による整備状況	回数/年	2	3	1	1	2
	人数	12	100	3	10	15
	作業者	東小畑農作物を守る会	集落全員	役員	役員+ボランティア	集落全員
運営上の工夫		・作業可能な人材で組織化	・日没作業化 ・年齢・体力を考慮した役割分担	—	・外部ボランティアの活用	・日没作業化 年齢・体力を考慮した役割分担
住民意識の変化		—	・コミュニケーションの向上	—	—	・コミュニケーションの向上
運営上の課題・要望		・人件費補助	・チップー等の機材補助	・高齢化により住民参画を求めることが困難 ・年度計画が共有されていない	・高齢化により住民参画を求めることが困難 ・想定よりも事業範囲が小さい	—

#### イ) 検証の評価

- 全戸参加により森林整備を実施している佐用と香美③では、作業を通じて整備目的の共有化やコミュニケーションが促進されたことを集落代表者が認識している。
- 一方、人手不足や高齢化のため、日役作業の負担を増やすことができず、住民参画を求めることが困難な集落もみられ、外部ボランティア等による人手確保が課題である。

### (3) 事業に対する評価および事業実施による意識の変化

#### ① 検証目的

住民参画型森林整備（野生動物育成林整備型）を実施した集落を対象にアンケートを実施し、事業に対する評価や作業を通じた住民意識の変化を把握し、整備効果を検証する。

#### ② 検証方法

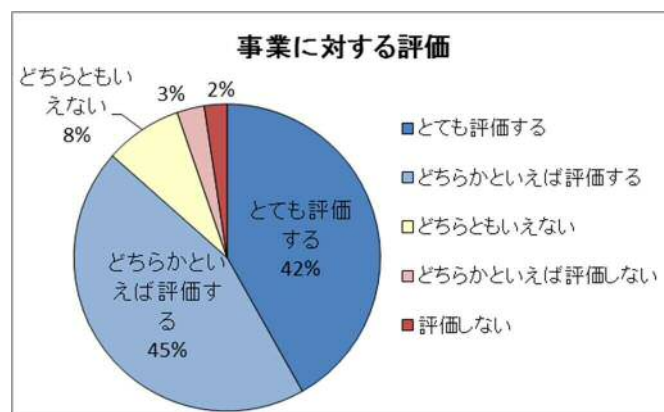
住民参画型森林整備（野生動物育成林整備型）を実施した7集落（市川①、市川②、香美①、香美②、香美③、養父①、養父②）を対象に全戸アンケートを実施した。

#### ③ 検証結果

##### ア) 調査結果

##### ○ 事業に対する評価

本整備の実施について 87%（とても評価する：42%、どちらかといえば評価する：45%の合計）の住民が肯定的な評価をした(図IV-6-3)。



図IV-6-3 事業に対する評価

今回は具体的な評価点についてもアンケート（複数回答可）を行った。

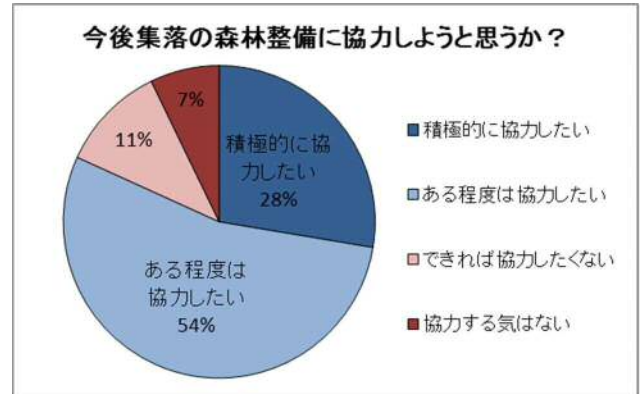
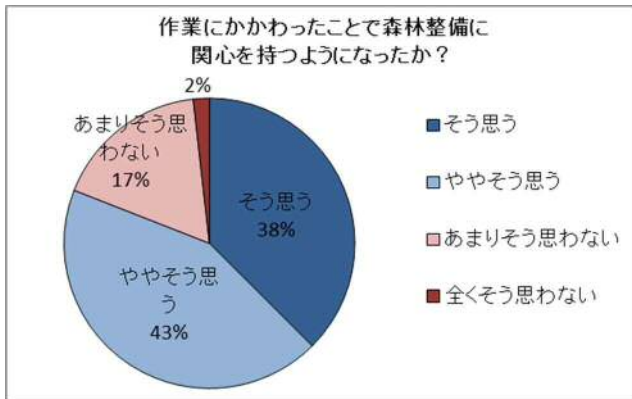
評価できる点について尋ねたところ、「野生動物被害の減少」への評価が最も多く 43%であった。次いで「景観の改善」41%、「地元負担金がなかった」23%、「森林整備の重要性がわかった」17%、「人工林が手入れされた」15%、「山に入りやすくなった」13%、「集落のまとまりができた」13%、「その他」1%、「無回答」5%であった。

評価できない点について尋ねたところ、「作業が大変だった」が最も多く 23%であった。次いで、「野生動物被害が減らなかった」13%、「特にメリットが感じられなかった」9%、「その他」4%、「無回答」39%であった。

##### ○ 森林整備への関心

本整備の作業にかかわったことで、全体の 81%の住民が「森林整備に関心を持つようになった」（そう思う：38%、ややそう思う：43%の合計）と回答した(図IV-6-4)。

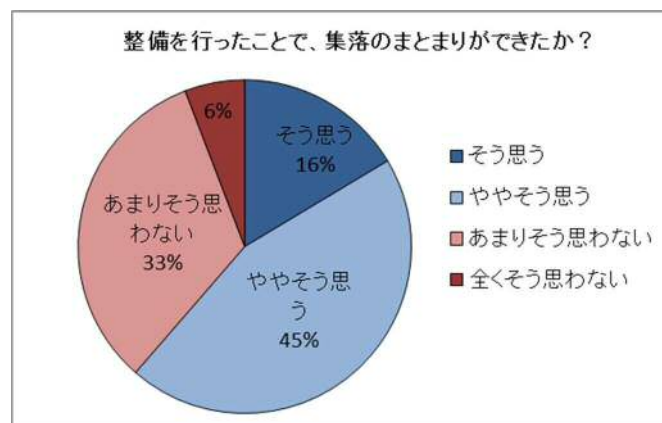
また、82%の住民が、「今後集落で森林整備が行われた場合協力したい」（積極的に協力したい：28%、ある程度は協力したい54%）と回答した(図IV-6-4)。



図IV-6-4 森林整備への関心

○ 集落のまとまり形成について

本整備の作業にかかわったことで、全体の 61%の住民が「集落にまとまりができた」（そう思う：16%、ややそう思う：45%の合計）と回答した。一方、33%が「あまりそう思わない」と回答した(図IV-6-5)。



図IV-6-5 集落のまとまり形成

○ 獣害の軽減について

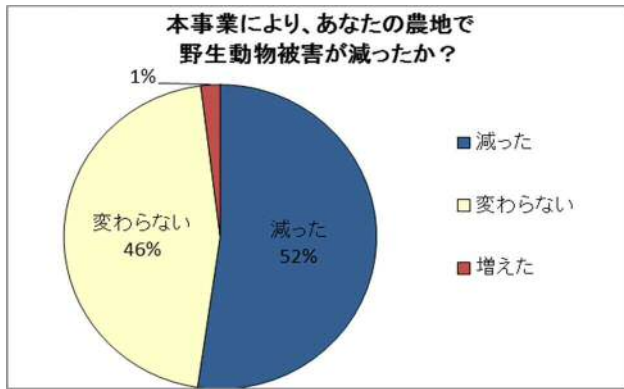
本整備による獣害軽減効果について尋ねたところ、元々被害を受けていた農地を持つ住民のうち、約半数の 52%が本整備により「被害が減った」と回答した(図IV-6-6)。一方、「変わらない」と回答した割合も多かった(図IV-6-6)。

○ 獣害対策の知識について

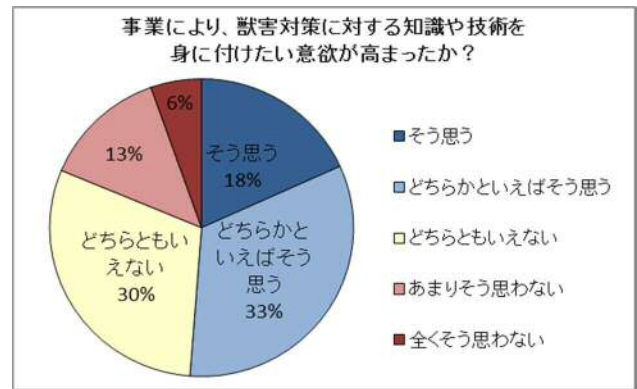
本整備による野生動物や獣害対策に関する知識の高まりについて尋ねたところ、69%の住民が本整備により「知識が高まった」（そう思う：28%、ややそう思う：41%の合計）と回答した(図IV-6-7)。

○ 獣害対策に関する意識の高まり

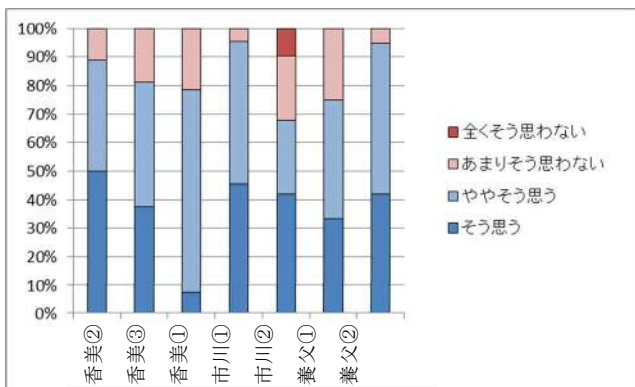
本整備による野生動物や獣害対策に関する意識の高まりについて尋ねたところ、51%が本整備により「意識が高まった」（そう思う：18%、ややそう思う：33%の合計）と回答した(図IV-6-8、図IV-6-9)。



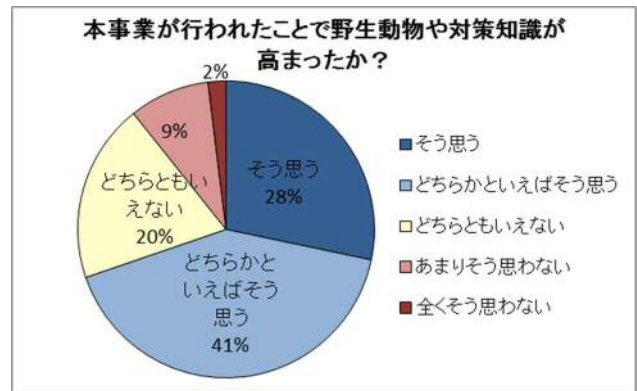
図IV-6-6 獣害被害の変化



図IV-6-7 獣害の知識



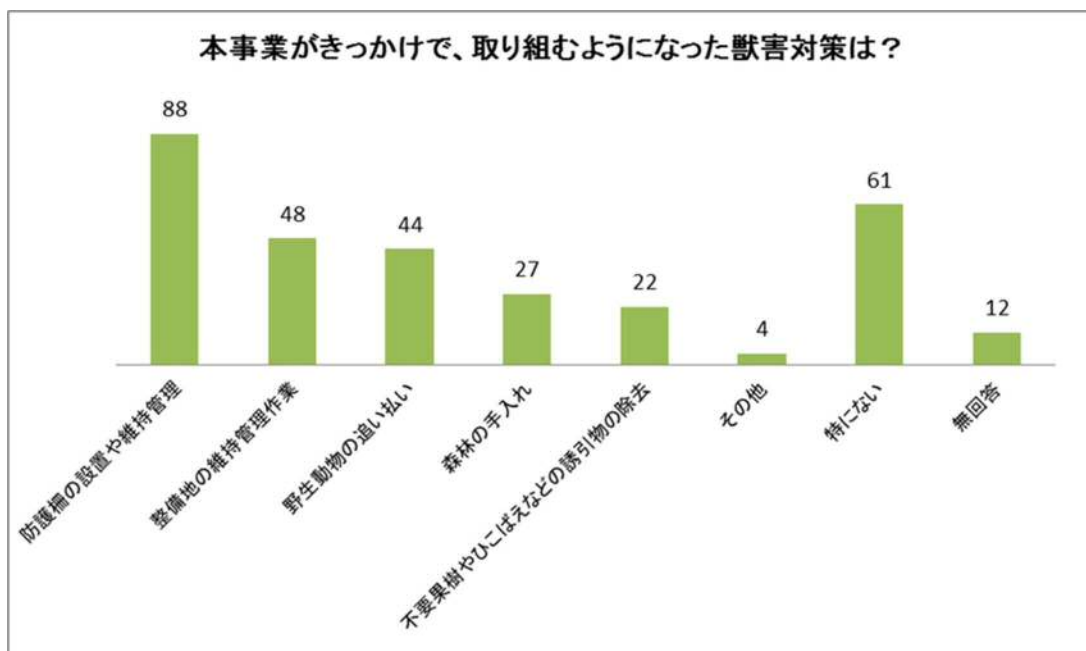
図IV-6-8 獣害の知識 (集落別)



図IV-6-9 獣害対策等に関する意欲

○ 獣害対策への取組

具体的に本整備がきっかけで、取り組むようになった獣害対策について尋ねたところ、「防護柵の設置や維持管理」が最も多く 36%であった。次いで「整備地の維持管理作業」19%、「野生動物の追い払い」18%、「森林の手入れ」11%、「不要果樹やひこばえなどの誘引物の除去」9%、「その他」9%、「特にない」25%、「無回答」5%であった(図IV-6-10)。



図IV-6-10 獣害対策への取組



#### 1) 検証の評価

- 本整備の実施について、87%の住民が評価するなど整備効果をあげている。
- 住民自らの参画を促すことにより「森林整備への関心」「集落のまとまり形成」「獣害対策知識」「獣害対策意欲」についての向上効果が確認できた。
- 「獣害対策知識」の向上については、集落学習会を開催した集落(香美②、市川①、市川②、養父①、養父②)で効果が高くなる傾向がある。今後も事業地において、専門家を講師とした集落学習会を組み込む必要がある。また、整備地の点検等によって、集落が取り組むべき獣害対策の具体的な目標を示すことが、「獣害対策意欲」や実践の向上につながると思う。

(4) 住民参画型森林整備（里山防災林整備型）の導入効果と課題について

① 検証目的

第2期対策から始まった住民参画型森林整備のうち里山防災林整備型を実施した集落を対象に、本事業の導入目的と住民の取り組みや工夫について調査し、本事業の導入効果と課題について検証する。

② 検証方法（平成26年7月～8月）

- 住民参画型森林整備のうち里山防災林整備型を実施した3集落（H24～25 実施）の代表者等に対して、整備目的と取り組み効果について聞き取り調査を実施した(表IV-6-4)。

表IV-6-4 各調査地の構成人数と主な事業目的

調査地	構成人数	主な実施目的
市川②	45	松枯れ木伐採、遊歩道整備
福崎	22	松枯れ木伐採、作業道整備
神河	93	危険木伐採

③ 検証結果

7) 調査結果

- 危険木伐採による防災機能向上および意欲向上
  - ・ 神河では、墓地や道路周辺の危険木を伐採したことで、集落の安全が確保され、翌年度以降の住民参画による森林整備への意欲が向上していた(表IV-6-5)。



生活道路、集落、墓地周辺の危険木を伐採し、本年度より住民参画にて参道周辺を間伐(神河)

- 松枯れ木伐採による防災機能および意欲向上
  - ・ 福崎では、神前山の頂上に至る道路周辺の松枯れ木などを伐採したことで、通行が可能となり、住民参画による道路周辺の森林整備や植栽を実施していた(表IV-6-5)。



左—資機材倉庫および活動中のノボリ  
右—住民参画による森林整備および植栽(福崎)

- ・ 市川②でも、松枯れ木などを伐採したことで、住民参画による遊歩道の整備および森林整備や植栽を実施し、森林整備への意欲が向上していた(表IV-6-5)。



左：危険木伐採および遊歩道整備



右：住民参画による森林整備および植栽（市川②）

表IV-6-5 事業の目的および導入効果

集落名	神河	福崎	市川②
事業年度	H25	H24	H24
事業目的	危険木伐採	松枯れ木伐採 作業道整備	松枯れ木伐採 遊歩道整備
事業効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路周辺の危険木伐採により、防災機能向上</li> <li>H26より、住民参画による道路周辺の森林整備を実施予定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>松枯れ木を伐採したことにより、防災機能向上</li> <li>上記により、山に入れるようになり住民参画により作業道整備を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>松枯れ木を伐採したことにより、防災機能向上</li> <li>上記により、山に入れるようになり住民参画により遊歩道整備および森林整備を実施</li> </ul>

#### 1) 検証の評価

- 3地区において、危険木伐採や松枯れ木を伐採したことで、人家や生活道路などへの倒木の危険性が排除され防災機能の向上が見られた。
- 危険木が伐採されたことにより、住民参画の意欲が高まり、森林整備や植栽などが住民参画により実施され、山に入りやすくなったことで更に意欲が向上するという、好循環が見られた。
- 一方で、木材価格が低迷したことなどにより、地元に収入がないため、活動維持のための経費確保に苦労されている自治会もあった。今後は、活動維持のための工夫が必要と考えられる。

#### (5) 住民参画型森林整備の整備効果

表IV-6-6 住民参画型森林整備の整備効果

機能区分		効果
快適環境形成	被害対策の進展	<ul style="list-style-type: none"> <li>集落柵周辺の見通し確保、野生動物の潜み場除去により農作物被害が減少</li> <li>サル対策では潜み場除去や不要果樹の伐採等により、追払い効果が向上</li> <li>事業の実施について、住民の約9割が評価し、約8割が森林整備等に協力したい意思を示すなど整備効果をあげている。</li> </ul>
	危険緩和	<ul style="list-style-type: none"> <li>松枯れ木や危険木を伐採したことにより、集落等の安全が確保できた。</li> <li>安全が確保されたことで、住民参画の意欲が高まり、森林整備や植栽などがさらに進んでいる。</li> </ul>