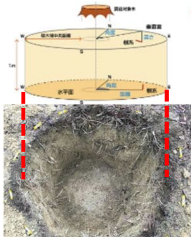
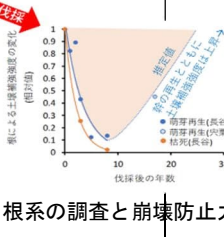


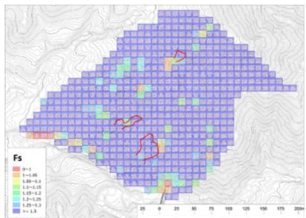
Ⅲ 「災害に強い森づくり（第４期対策）」の整備効果の検証結果について

1 事業効果検証の概要

(1) 各事業の検証結果

表Ⅲ－１－１ 各事業の整備効果検証結果

事業名	検証結果	結果の一例
緊急防災林整備（斜面対策）	①土留工による効果 土砂流出量が健全な森林と同程度（1 m³/ha/年）以下に抑制。 土留工の効果は10～18年程度継続。（その後は植生が回復して効果が継続） ②シカ不嗜好性樹種（ミツマタ）の成長 開空度35%以上の箇所では、1年あたりの樹高成長が平均20 cmに達した。	 土留工施工直後  5年後の状況
緊急防災林整備（溪流対策）	①簡易流木止め施設及び災害緩衝林整備の効果 平成22～平成24年施工地（69箇所）で、豪雨後に流木等の被害が発生していないことを確認。（時間雨量50mm以上を観測した施工地を含む。）	  豪雨後の施設の状況
針葉樹林と広葉樹林の混交整備	①整備地の現状（防災機能と多様性） 第1～2期施工地（59箇所）で、事業後の年数が経過するほど樹林化している。 一部で階層構造の発達が確認されるも、シカ食害や先駆樹種の繁茂により、目標である夏緑樹林化に至っていないケースあり。 ②シカ不嗜好性樹種（ウリハダカエデ）の成長 開空度40～50%以上の区域において、地際径が良好に成長。 一部で雪害により樹高が低下。	 樹林化が進む広葉樹林  食害等により夏緑樹林化が阻害
里山防災林整備	①危険木伐採により倒木被害を回避。 ②根系の崩壊防止力の変化 根の引き抜き抵抗力は、伐採後の年数経過に伴い小さくなり5年で最小。 崩壊防止力は5～8年で最弱化する傾向あり。	  根系の調査と崩壊防止力

野生動物 共生林整備	①事業後の住民の意識変化 住民の8割以上が事業実施を評価。 多くの住民が、事業を契機に柵の設置など新たな活動を開始。 ②事業後の農作物被害の変化 6～8割の農地でイノシシ、シカ、サルによる被害が解消または減少。 ③シカ不嗜好性樹種（アセビ等）の成長 植栽密度が高いほど土砂流出を抑制。 成長が緩慢なため、受光伐による光環境の改善が必要。	 シカ不嗜好性樹種の状況  年間土砂流出量 (m³/ha・year) 2.7倍増加 0.66倍減少 0.34倍減少 0.33倍減少 対照区 低密度植栽区 高密度植栽区 木間工 1年目 2年目 3年目 4年目 5年目 6年目 7年目 8年目 土砂流出量の変化
都市山 防災林整備	①広葉樹の間伐による根系成長の比較 整備後6年経過時点で、間伐を実施した方が根系の成長が良好。 ②シミュレーションによる崩壊箇所の絞り込み 既往の計算モデルに森林データや正確な土層深、3次元での水の動き等を加味した方が、より崩壊地を絞り込むことができた。	 崩壊危険度を色分け
住民参画型 森林整備	①住民意識の変化 整備後、多くの集落において獣害対策の進展が見られた。 また、里山の維持管理に対する住民意識の変化や高まり、地域内外の交流などに効果が波及している。	 地域住民によるバッファゾーン整備

2 緊急防災林整備（斜面对策）

(1) 土留工の土砂流出量の経年変化調査

ア 検証目的

土留工の土砂流出防止機能の発揮期間がどのくらい続き、その効果の程度はどのくらいなのかを明らかにする。また、土留工設置は下層植生回復に寄与する効果が期待されるため、回復状況についても明らかにする。

イ 調査方法（期間：令和3年4月～令和7年3月）

土留工の整備後、21年及び16年が経過した箇所(佐用：平成14年整備ヒノキ林（図Ⅲ-2-1）、宍粟：平成19年整備スギ林（図Ⅲ-2-2））において、土留工を整備した区(整備区)、整備していない区(対照区)を設定する。

斜面下方に土砂受け箱を設置し、降雨により流出した土砂流出量を測定する。

整備区と対照区において草本層植被率を調査する（整備区、対照区とも植生保護柵を設置している）。

ウ 検証結果

(ア) 調査結果

整備区の土砂流出量は、健全な森林の土砂流出量($1\text{m}^3/\text{ha}/\text{年}$)以下となった（表Ⅲ-2-1）。

対象区の土砂流出量も、植生が回復すると、 $1\text{m}^3/\text{ha}/\text{年}$ 以下となった（表Ⅲ-2-2）。

整備区の草本層の植被率は、整備当初から比べて高くなり、リター（落枝・落葉）被覆率を合わせて目標である65%を上回った。対象区の植被率も、周囲の森林が間伐されて明るくなったことから、高くなった。



図Ⅲ-2-1 佐用町口長谷の整備区（左）と対照区（右）



図Ⅲ-2-2 宍粟市山崎町の整備区（左）と対照区（右）

表Ⅲ－２－１ 佐用町口長谷の土砂流出量(m³/ha/年)の変化

区 分	1年後	5年後	10年後	13年後	18年後	22年後
整備区(a)	0.52	0.77	0.17	0.11	0.41	0.05
対照区(b)	1.1	1.47	1.14	0.54	2.07	0.1
抑止率(%) (1-a/b)×100	53	48	85	80	80	50

表Ⅲ－２－２ 宍粟市山崎町の土砂流出量(m³/ha/年)の変化

区 分	1年後	5年後	10年後	13年後	18年後
整備区(a)	0.99	0.24	0.17	0.13	0.01
対照区(b)	2.16	1.35	1.14	0.25	0.12
抑止率(%) (1-a/b)×100	54	82	85	48	92

表Ⅲ－２－３ 整備後の草本層植被率の変化 カッコ内はリター被覆量を加算した数字

区 分	佐用		宍粟	
	1年後	22年後	1年後	18年後
整備区植被率(%)	30	60(85)	3	35(90)
対照区植被率(%)	12	45(65)	1.5	45(70)

(1) 検証の評価

土留工そのものの効果は10～18年程度持続し、それ以後は、植生回復による効果が発揮される。

(2) 植栽したシカ不嗜好性低木樹種(ミツマタ)の成長調査

ア 検証目的

林床の植被率を増加させ土砂流出を軽減させる目的で導入したミツマタについて、成長状況及び成長に適した条件を明らかにする。

イ 調査方法(期間:令和4年3月～令和7年3月)

緊急防災林整備(斜面对策)地内に令和元年および令和4年に植栽(樹下植栽)された苗木(図Ⅲ－２－３)において、活着調査後のミツマタの生死、樹高、地際径と開空度※を調査する。

開空度は、ミツマタ苗木の直上で測定する。

※ 開空度とは、ある点から上を見た時の空が見える割合のことで、林内の光条件を推定する指標の一つである。

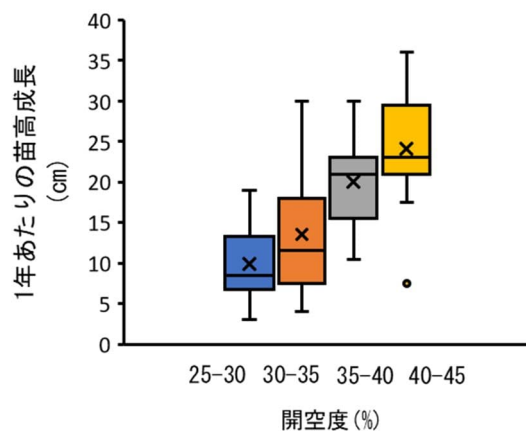
ウ 検証結果

(7) 調査結果

ミツマタの樹高成長は、開空度が大きいほど良好で、特に開空度35%以上の箇所では、1年あたりの樹高成長が平均20cmに達した(図Ⅲ－２－４)。



図Ⅲ－２－３ 植栽後２年の苗木(左)と目標とするミツマタ林床(右)



図Ⅲ－２－４ 開空度と樹高成長の関係

(イ) 検証の評価

ミツマタの成長は、開空度が高いほど良好になる。

早期にミツマタの表面侵食防止機能を発揮させるためには、成長が良好となる開空度 35%以上となる間伐が望ましい。

3 緊急防災林整備（溪流対策）

(1) 簡易流木止め施設及び災害緩衝林整備の効果(豪雨後の目視点検)

ア 検証目的

緊急防災林整備（溪流対策）で設置された簡易流木止め施設（図Ⅲ－３－１）及び災害緩衝林における、豪雨後の流木捕捉状況を把握する。

イ 調査方法（期間：令和３年４月～令和７年３月）

緊急防災林整備（溪流対策）の平成 22～24 年施工地 69 箇所において、豪雨後の簡易流木止め施設及び災害緩衝林による流木捕捉及び土砂堆積の状況を調査する。

ウ 検証結果

(7) 調査結果

69 箇所（時間雨量 50mm 以上の豪雨を観測した施工地を含む）の状況を把握したが、流木災害は確認されていない。



図Ⅲ－３－１ 簡易流木止め施設の状況(左：養父市、右：姫路市)

(4) 検証の評価

災害緩衝林整備や流木止め施設設置により、下流への流木の流出はなく、事業での整備効果がみとめられた。

4 針葉樹林と広葉樹林の混交整備

(1) 針葉樹林と広葉樹林の混交整備地の現状調査

ア 検証目的

針葉樹林と広葉樹林の混交整備（針広整備）では、スギ・ヒノキ人工林から夏緑広葉樹林に樹種転換を行い、林床を明るくして下層植生を繁茂させることで表面侵食防止機能を向上させ、根系の引き抜き抵抗力が比較的大きい夏緑広葉樹を高木層の中心構成種とすることにより表層崩壊防止力の向上を図る。

したがって、針広整備実施箇所において、針葉樹林伐採地に植栽した広葉樹の成長とその樹林化および階層構造について調査し、森林防災機能および植物種の多様性の状況について把握する。階層構造が発達すると、安定した森林になることを示す。

イ 調査方法（期間：令和4年6月～令和7年3月）

災害に強い森づくり第1期～第2期の針広整備によって広葉樹を植栽した箇所に、10m×10mの調査枠を設定して、植物社会学的調査を行う。

ウ 検証結果

(7) 調査結果

当センターが追跡調査を行っている第1期針広整備地(宋栗市一宮町東河内)において、階層構造の発達を確認できた。(図Ⅲ-4-1)。

第1期(事業後14～18年)、第2期(事業後9～13年)の針広整備地(40調査地)の広葉樹植栽区(77調査区：樹下植栽箇所を除く)において、事業後の年数が経過するほど樹林化※しているが、夏緑樹林化※※に至らない箇所がみられた(図Ⅲ-4-2)。

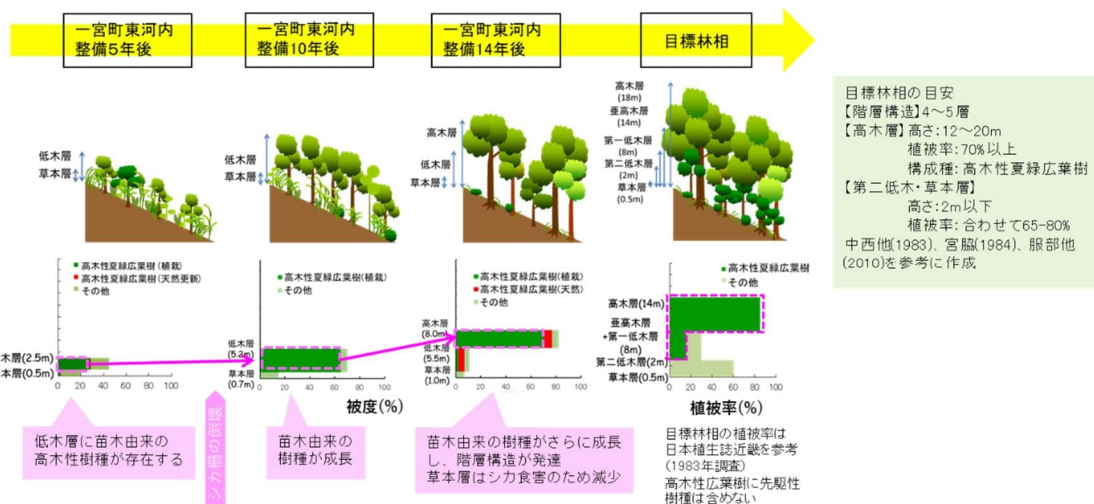
樹林化に至らない主な原因はシカによる食害であり、夏緑樹林化に至っていない箇所の原因の多くは、シカ食害と先駆性樹種の繁茂であった(図Ⅲ-4-2)。

広葉樹の最大高はシカ対策が成功した箇所においては6～10m程度であった(図Ⅲ-4-3)。

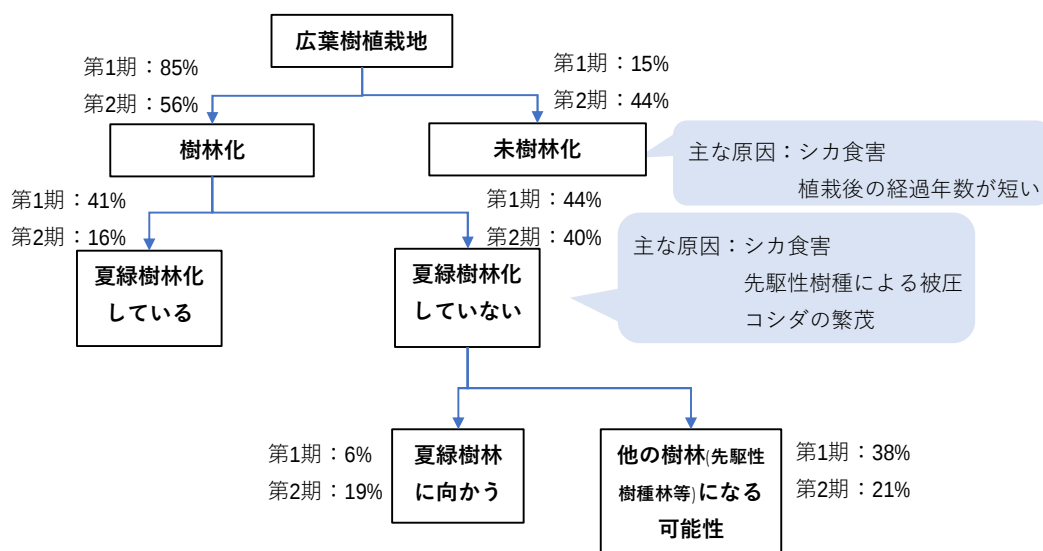
出現種数は、整備前(スギ・ヒノキ人工林)と比較して、増加がみられた(図Ⅲ-4-3)。一方で、シカによる食害が顕著な箇所での出現種は、10種程度であった(図Ⅲ-4-3)。

※樹林化：京都議定書の森林の定義に従い、5m以上、植被率30%以上の樹木が存在する場所とする。

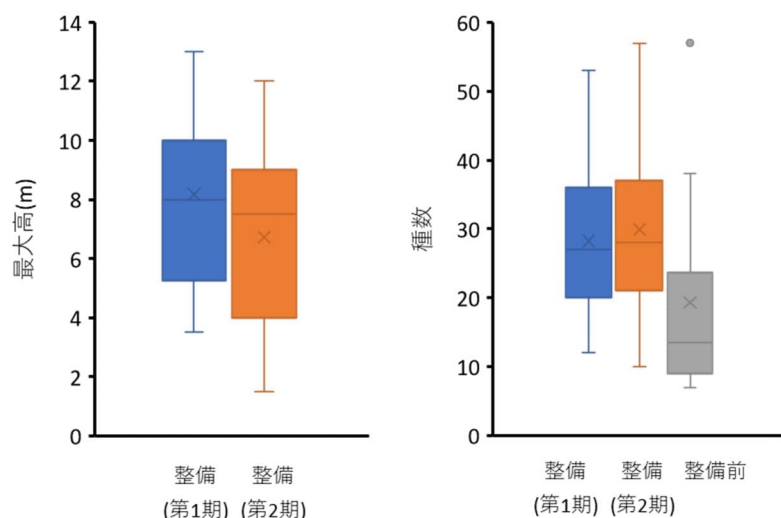
※※夏緑樹林化：高木層において、夏緑樹種の被度がそれ以外の樹木の被度を上回る場所とする。



図Ⅲ－４－１ 整備後5、10、14年後および目標林相の様子と階層別植被率および被度(%)



図Ⅲ－４－２ 広葉樹植栽地における樹林化および夏緑樹林化の状況(全調査区数を100とする)



図Ⅲ－４－３ 広葉樹の最大高(左)および調査区における出現種数(右)

(1) 検証の評価

広葉樹植栽地は、シカ食害対策を行うことで、15年程度が経過すると樹林化する。

確実な夏緑樹林化を目指すには、植栽と先駆性樹種への対応(下刈り・除伐)およびシカ食害対策が必要である。

(2) 針葉樹林と広葉樹林の混交整備地モデル林[※]の状況

ア 検証目的

針広整備地のうち、第1期整備地(西脇市黒田庄町門柳)と第3期整備地(多可町加美区岩座神)において植生調査を行い、針広整備地の遷移状況や夏緑樹林化の状況を精査する。

イ 調査方法(期間:令和6年10月~令和7年3月)

災害に強い森づくり第1期と第3期の針広整備によって広葉樹林化をはかった箇所に、10m×10mの調査区を設定(門柳2調査区、岩座神4調査区)して、植物社会学的調査を行う。

岩座神は植栽木にツリーシェルター+柵を設置した1調査区と、ツリーシェルターのみを設置した1調査区、植栽せずに柵のみを設置した2調査区を設定している。

※門柳と岩座神は、過去の針葉樹林と広葉樹林の混交整備地のなかでも比較的順調に植栽木が成長または樹種転換が図られていることが確認できる林分である。(R6.8月の事業検証員会現地調査においても委員の先生方と現地を確認。)
今回、上記2整備地を優良事例(=モデル林)と位置付けて植生調査を行い、今後の事業内容や森林整備方針検討の参考にすることとした。

ウ 検証結果

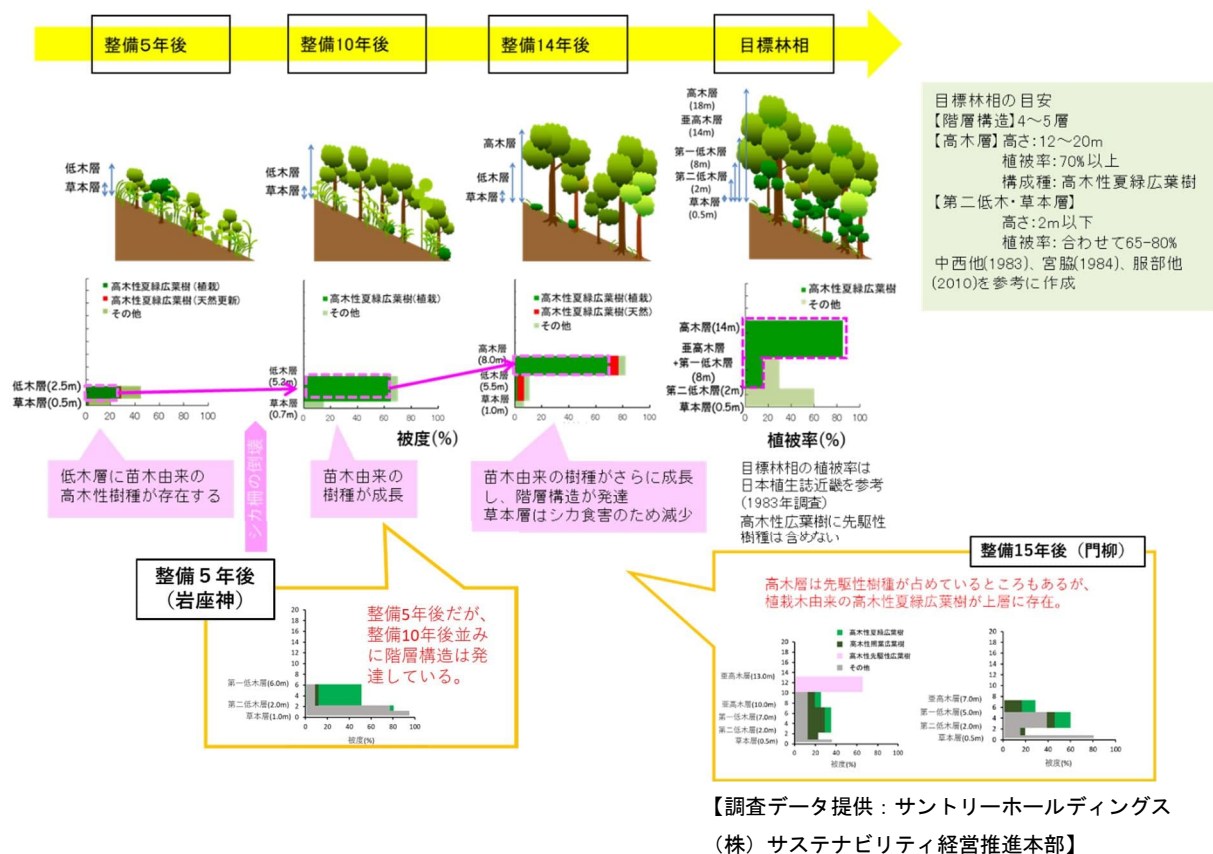
(7) 調査結果

西脇市黒田庄町門柳(整備後15年)、多可町加美区岩座神(整備後5年)の林分では、順調に階層構造の発達が見られた(図Ⅲ-4-4)。

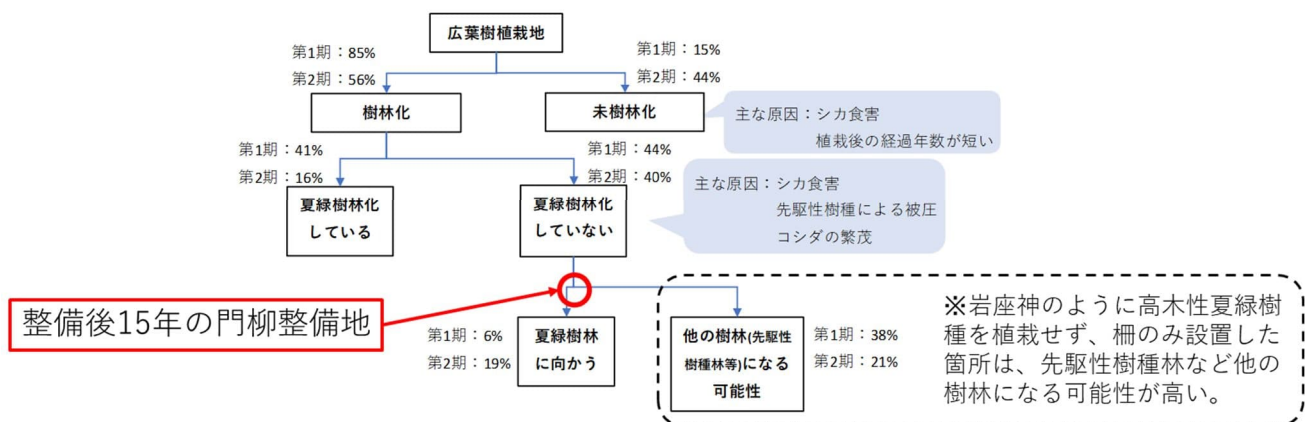
門柳整備地は、夏緑樹林化までは進んでいない。先駆性樹種の繁茂と高木性照葉樹種(シロダモ)の被度が高く、今後の遷移状況の確認が必要(図Ⅲ-4-5)。

一方で、高木性夏緑樹種を植栽せず、柵設置のみの箇所(岩座神2調査区)では、高木性夏緑樹種の自然侵入は見られず、先駆性樹種が優占している。今後の遷移状況の確認が必要。夏緑樹林を目指すためには、植栽が有効。

岩座神整備地のツリーシェルターのみ区は、シェルター上部から出た葉のシカ食害により、ツリーシェルター+柵区と比べて植栽樹種の成長が遅い。



図Ⅲ－４－４ 門柳と岩座神の階層別植被率(%)とその位置づけ



図Ⅲ－４－５ 門柳整備地における樹林化および夏緑樹林化の状況(全調査区数を100とする)

(イ) 検証の評価

モデル林の位置づけがわかり(図Ⅲ－４－４、図Ⅲ－４－５)、夏緑樹林化が進んでいる様子が明らかになった。

(3) ウリハダカエデなどシカ不嗜好性植物の成長調査

ア 検証目的

シカ不嗜好性植物を活用するにあたって、その適地や成長などを明らかにする。ウリハダカエデについては、樹下植栽での生育条件を探る。

イ 調査方法（期間：令和3年4月～令和7年3月）

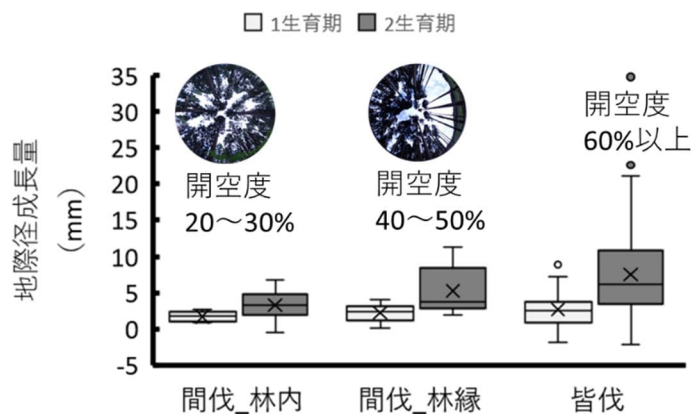
ウリハダカエデを植栽し、土質、開空度、樹高及び地際直径を測定する

ウ 検証結果

(7) 調査結果

ウリハダカエデは、開空度 40～50%程度の森林内で地際径成長が良好になった（図Ⅲ－4－6）。

積雪が多い皆伐地では、雪害による苗高の低下がみられた。



図Ⅲ－4－6 開空度とウリハダカエデの成長の関係(皆伐データは県内4箇所 の平均値)

(左：整備直後 (H19)、右：整備後 10 年経過 (R1))

(1) 検証の評価

シカが多い地域において、樹下植栽が可能な樹種として、ウリハダカエデを挙げることができる。

積雪が多い地域は、雪害にあいにくい樹下植栽が有効となる(浅香 1978)ため、ウリハダカエデの樹下植栽は有効である。その際には、開空度 40～50%程度の間伐が必要である。

5 里山防災林整備

(1) 伐採後における根系の崩壊防止力(根の引き抜き抵抗)力の変化

ア 検証目的

伐採後しばらくの間は、根の土壌補強強度が低下するとの報告(北村・難波 1981)があるが、どのくらいの期間低下するのか、どのくらい強度が低下するのかが明らかになっていない。特に里山防災林整備では、危険木となる高齢の大径木を伐採するため、萌芽枝の本数が少なく(山瀬ら 2012)、成長も遅い可能性(萩原・後藤 2020)があり、萌芽再生に時間がかかることが予測される。このことから、土壌補強強度低下時の対策(植栽や簡易土木構造物の設置)の必要性を検討するため、広葉樹伐採に伴う根の土壌補強強度の変化について明らかにする。

イ 調査方法(期間: 令和3年4月~令和7年3月)

平成27年11月に伐採した宝塚市長谷のコナラ林(林齢およそ60年)にて、伐採から0~3年、5、8年後の萌芽再生個体(図Ⅲ-5-1)、及び伐採直後に枯死し3、8年が経過した個体について調査を行う。各年の個体の大きさについては、できるだけばらつきが同じになるよう選ぶ。

調査個体数は計35個体(内訳: 伐採直後6個体、伐採・萌芽再生1~3年後各6個体、伐採・萌芽再生5、8年後各3個体、枯死後3年3個体、枯死後8年2個体)で、伐採前の胸高断面積合計(胸高直径換算)は40~1439cm²(7~43cm)である。

伐採前の樹木位置から、林内で最も根系密度が低いとされている樹木間中央まで距離の平均値を算出する(樹木の地際から樹木間中央までの平均距離: 50cm)。

伐採後5年以上が経過したコナラ根株の周囲に、地際から50cm、深さ1mの円筒状に掘削して土壌断面を作成し(図Ⅲ-5-2)、断面上に現れる根の根径、位置を記録する。

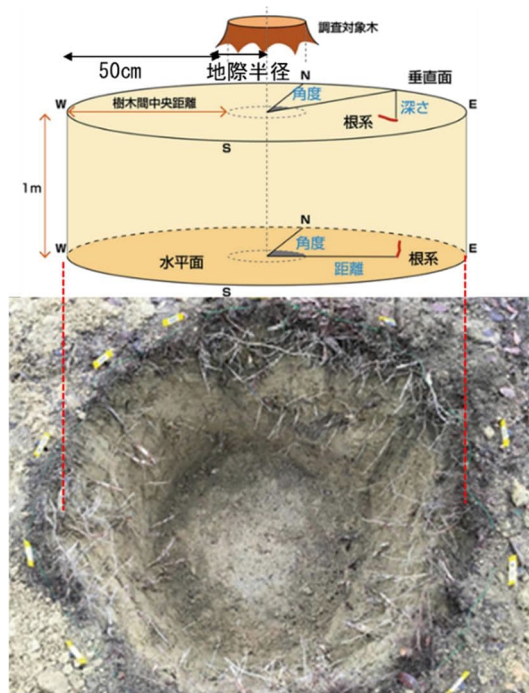
根の一部(1根株50本以上)を、引き抜き抵抗測定用ハサミで挟んで引っ張り、引き抜き抵抗を測定し、根径(mm)-引き抜き抵抗(N)の関係式を作成する。

関係式から、土壌断面(1m²あたり)の根の土壌補強強度を算出する。

萌芽再生後の根系の土壌補強強度の回復状況を知るために、萌芽再生後18年が経過した宍粟市五十波のコナラ萌芽再生個体3個体についても同様の調査を行う。



図Ⅲ－５－１ 伐採後５年が経過したコナラ萌芽再生個体



図Ⅲ－５－２ 調査模式図と調査土壌断面

ウ 調査結果

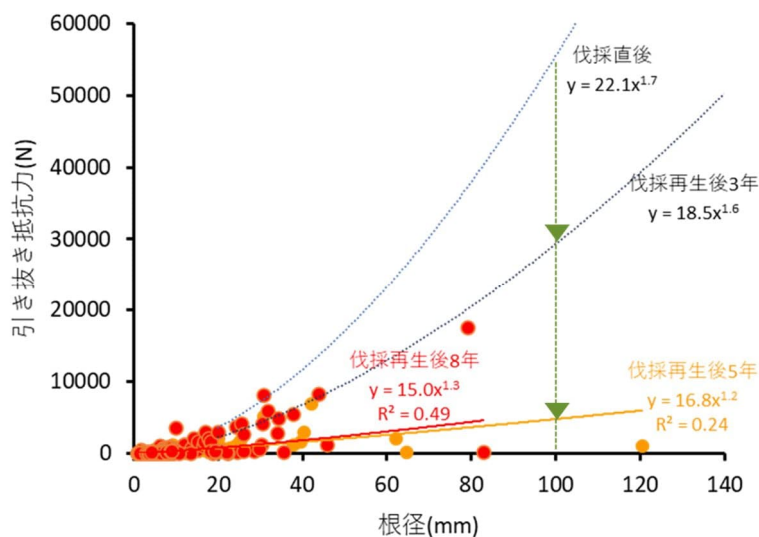
(7) 調査結果

萌芽再生個体の根の引き抜き抵抗力は、伐採後の年数が経過するにつれ小さくなり、伐採再生後５年が最も小さくなった(根径 100mm で比較した場合、緑の矢印参照 図Ⅲ－５－３、表Ⅲ－５－１)。

伐採後５、８年時の根には、生存根と枯死根があり、生存根の引き抜き抵抗力が高かった。

根による土壌補強強度は、萌芽再生後５～８年で最弱値となる(図Ⅲ－５－４)。

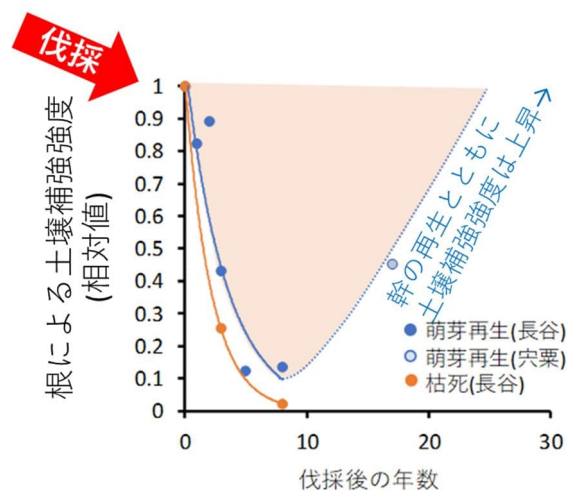
伐採再生後８年時の土壌補強強度は、萌芽枝が太いほど大きくなった(表Ⅲ－５－２)。



図Ⅲ－５－３ 根径と引き抜き抵抗力の関係

表Ⅲ－５－１ 直径 10mmの時の引き抜き抵抗力

	根直径10mmの時の引き抜き抵抗力 (N)
伐採直後	1107.6
伐採再生後3年	736.5
伐採再生後5年	266.3
伐採再生後8年	299.3



図Ⅲ－５－４ 伐採後の年数と萌芽再生による
土壌補強強度の変化

表Ⅲ－５－２ 伐採再生後８年時の萌芽枝の
サイズと土壌補強強度の違い

	萌芽枝サイズ		単位面積当たりの 土壌補強強度 (kPa)
	胸高断面積合計 (cm ²)	胸高直径換算値 (cm)	
個体A	32.2	6.4	4.14
個体B	14.2	4.2	0.67
個体C	2.5	1.8	2.97

(イ) 検証の結果

萌芽枝が大きく育つことが土壌補強強度の向上に有効である。

伐採前のコナラ樹幹の断面積合計(太いコナラは萌芽が出にくいこと)を考慮し、萌芽枝が育つまでは、低木植栽や簡易な土木工事などで斜面の補強を検討する。

6 野生動物共生林整備

(1) バッファゾーン整備後の住民意識の変化

ア 検証目的

第3期検証では、41集落を対象に報告したが、今回はその後に整備が完了した20集落を追加して、集落住民による事業の評価状況を検証する。また、整備後の集落の獣害対策の進展状況についても新たに把握する。

イ 検証方法

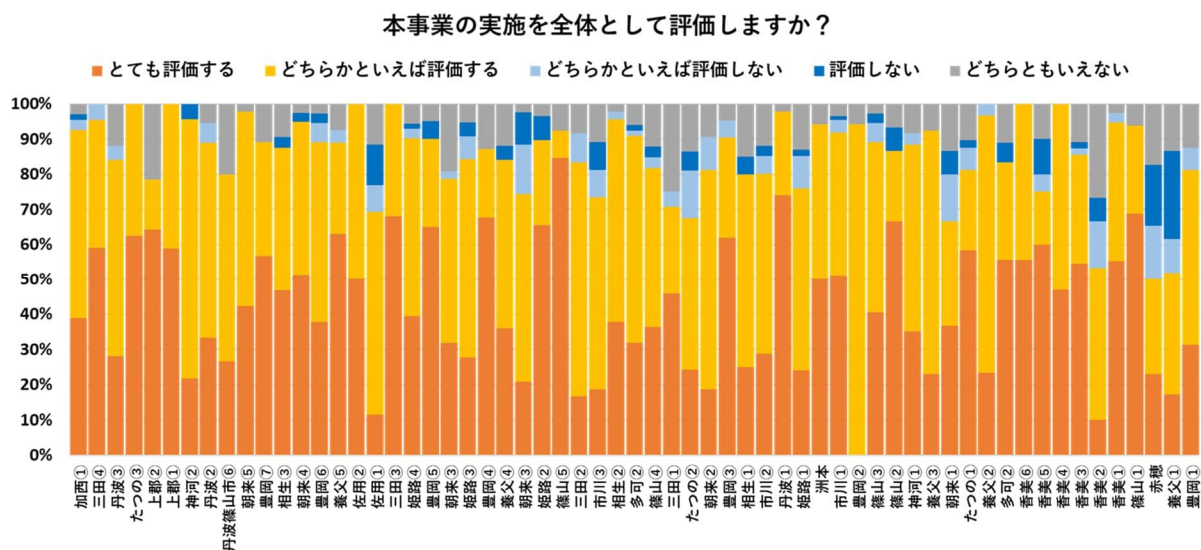
第1～4期でバッファゾーン整備を実施した61集落を対象に、事業の評価と意識の変化に関する全戸配布アンケート（有効回答数2,102）を整備後1年以内に実施した。

第4期で整備を実施した20集落の役員を対象に、整備後の獣害対策の進展状況に関するアンケート（n=20）を実施した。

ウ 検証結果

(7) 調査結果

「整備の評価」について、集落ごとの平均で86%の住民が事業の実施を評価していた（図Ⅲ－6－1）。



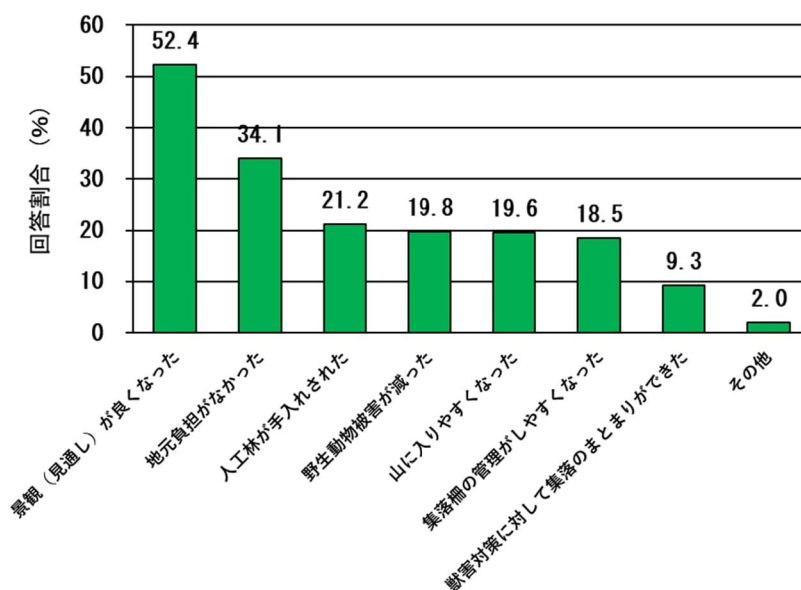
図Ⅲ－6－1 集落住民へのアンケート結果（事業評価）

具体的な評価点についてアンケート（複数回答可）を行った結果は以下のとおりだった（図Ⅲ－6－2）。

「景観（見通し）が良くなった」という直接的な整備効果を実感、評価する回答が最も多く（52.4%）、「野生動物被害が減った」という本来の事業目的の達成を評価する回答も一定数（19.8%）得られた。

「山に入りやすくなった」「集落柵の管理がしやすくなった」など整備後の積極的な維持管理の継続につながる回答も一定数見られた。

また、「獣害対策に対して集落のまとまりができた」という事業実施後の副次的効果を評価する回答もあった。



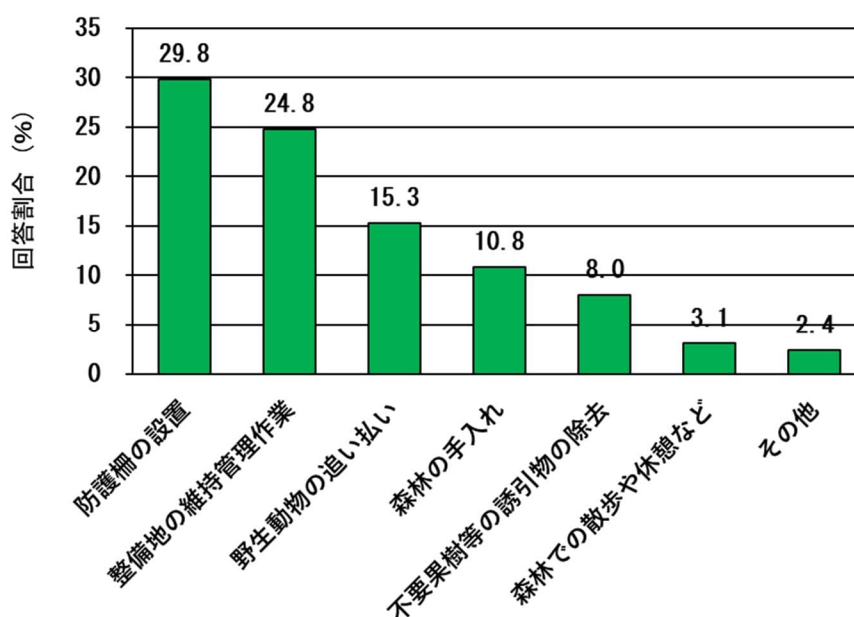
図Ⅲ－６－２ 集落住民へのアンケート結果（事業の評価点）

「整備を契機とした新たな取組み」（複数回答可）については、多くの住民が何らかの取組みを始めていた（図Ⅲ－６－３）。

整備を契機とした新たな取組みには、「防護柵の設置」と回答した住民が最も多く（29.8%）、次いで「整備地の維持管理作業」だった（24.8%）。

「野生動物の追い払い」や「森林の手入れ」、「不要果樹等の誘因物の除去」のような整備とあわせて獣害対策の効果を高める取組みもみられた。

また、「森林での散歩や休憩など」のような獣害対策目的以外での取組み事例もあった。



図Ⅲ－６－３ 集落住民へのアンケート結果（住民自身の新たな取組み内容）

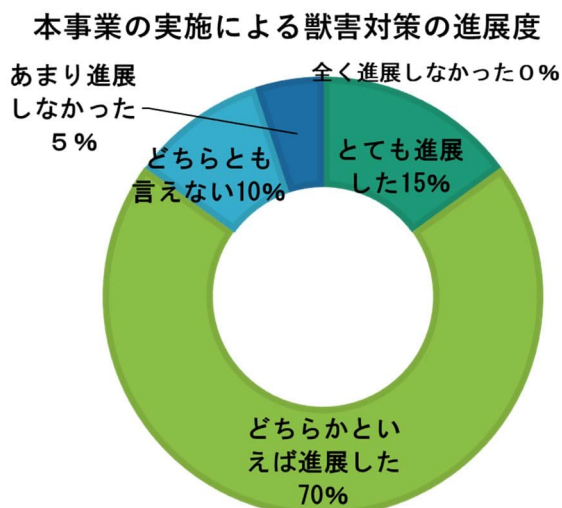
「整備による獣害対策の進展度」については、85%の集落から「とても進展した」あるいは「どちらかといえば進展した」という回答が得られた(図Ⅲ－6－4)。

進展が見られた獣害対策項目についてアンケート(複数回答可)した結果は以下のとおりだった(図Ⅲ－6－5)。

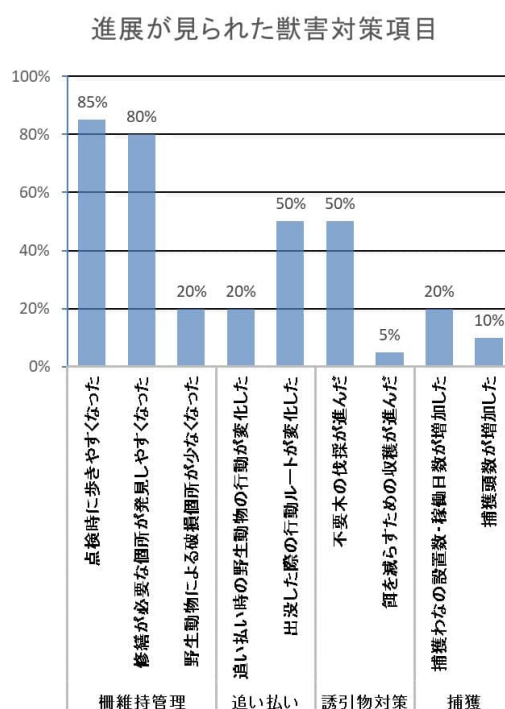
獣害防護柵や整備地の維持管理に関する項目は特に進展の割合が高かった。

「野生動物が出没した際の行動ルートが変化した(＝バッファークーンの効果発揮)」や「誘引物対策としての不要木の伐採が進んだ」は半数が実感していた。

割合は低いながら、わなの設置数・稼働日数の増加、捕獲頭数の増加の回答も見られた。



図Ⅲ－6－4 集落役員へのアンケート結果
(整備による集落の獣害対策の進展)



図Ⅲ－6－5 集落役員へのアンケート結果
(進展が見られた獣害対策項目)

(1) 検証の評価

8割以上の住民が事業の実施を評価した(図Ⅲ－6－1)。

整備により本来の事業目的である野生動物被害の減少のほかに、集落の獣害対策機運の醸成等プラスの波及効果があることがわかった。(図Ⅲ－6－2)。

整備を契機として、住民による自発的な獣害対策が活発化するなどプラスの効果が生まれている。また、山への人の入り込みが増えることで、より野生動物が出てきにくい環境づくりにつながっていると考えられる(図Ⅲ－6－3)。

約8割の集落が整備によって、集落の獣害対策が進展したと評価した。維持管理・追い払い・誘引物除去・捕獲の項目において獣害対策の進展が

みられ、また住民も実感していた（図Ⅲ－６－４、５）。

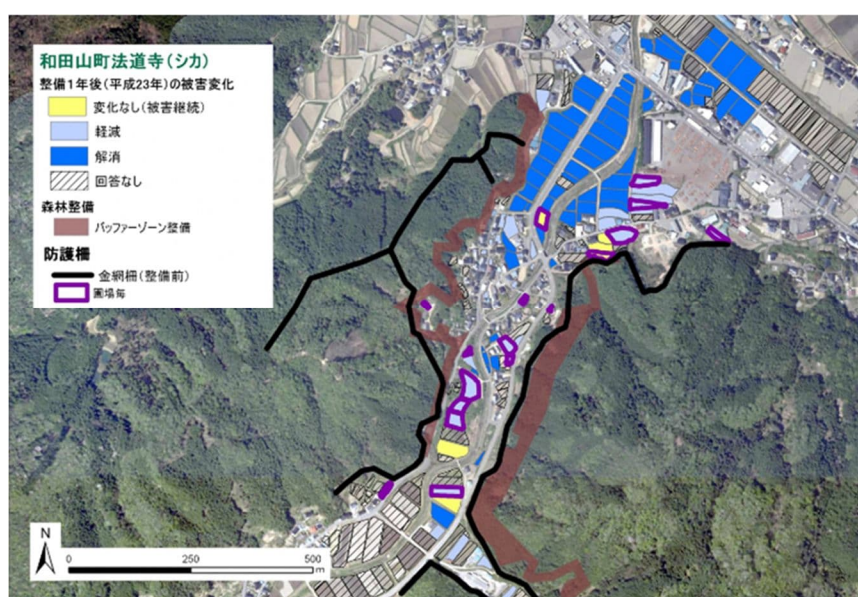
（２） バッファゾーン整備後の農作物被害の変化について

ア 検証目的

農作物被害の軽減という事業目的が達成されているかを明らかにするため、第３期検証で報告した４１集落に、その後に整備が完了した１５集落を追加して、バッファゾーン整備による農作物被害軽減効果を引き続き検証する。

イ 検証方法

整備を実施した５６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における変化について聞き取り調査を実施した。



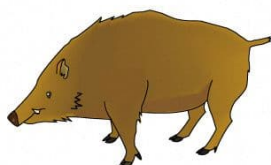
図Ⅲ－６－６ 事業実施集落における聞き取り調査に基づいた整備後のシカによる農地被害の変化の把握の一例

ウ 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 56 集落中 49 集落で発生していた。整備前に被害が発生していた農地のうち、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の割合を集計すると約 78%であった（表Ⅲ－6－1）。

表Ⅲ－6－1 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

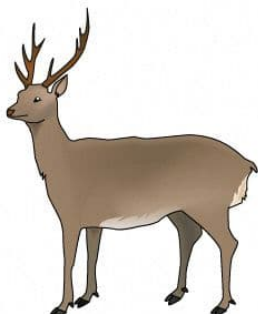


地区名	解消	減った	変わらない	増えた	合計
三田③	3	6			9
丹波②	12	21	2	6	41
たつの③	7				7
上郡①	9	2	12		23
朝来④	4	3	7	1	15
丹波篠山⑥			10	3	13
豊岡⑥	20	7			27
相生③	43	3	8		54
養父④	15				15
姫路④		9		2	11
佐用	4	4	1	1	10
豊岡⑤	4				
朝来③	5		10	2	17
姫路③	7	2	2	1	12
豊岡④	1				1
養父④			1		1
姫路②	1				1
丹波篠山⑤			2		2
三田②		30	30		60
市川③		4			4
相生②	74	69	12	2	156
多可②		1	56		57
丹波篠山④			2	1	3
三田①		3	7		10
たつの②			62		62
相生①			35	2	38
市川②		6	19	6	31
丹波①		11	10	1	22
姫路①	3	85	7		95
洲本	446	183	1		630
市川①	509	3			512
豊岡②	31	12	3		46
丹波篠山③	2	33			35
神河①	118				118
養父③				2	2
朝来①	3	1			4
たつの①		6	5	36	47
養父②			16		16
多可②			1	2	3
香美⑥			33	4	37
香美⑤			35	2	37
香美④		31			31
香美③	13	25	2		40
香美②	3	18	7	11	39
香美①	87	1		3	91
丹波篠山①			1		1
赤穂			1	35	36
養父①		32	40		72
豊岡①			5	2	7
合計	1424	611	445	125	2601
%	54.7	23.5	17.1	4.8	100.0

「解消」及び「減った」の計は 2,035 農地。全体 2,601 農地の約 78%。

シカによる被害は調査を実施した 56 集落中 37 集落で発生していた。整備前に被害が発生していた農地のうち、整備後にシカによる被害が解消あるいは減少した農地の割合を集計すると約 63%であった（表Ⅲ－6－2）。

表Ⅲ－6－2 各集落の整備前後におけるニホンジ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
三田③	2	38	12	7	59
丹波②	5	4	1	1	11
たつの③	15		4		19
上郡①	10		7		17
神河②		3	13		16
朝来④	11		24	9	44
丹波篠山⑥			18	4	22
豊岡⑥	8	8			16
相生③	43	3	8	1	55
養父④	4	1	2		7
姫路④		9	3	1	13
佐用	3	5	24	23	55
豊岡⑤	14				14
朝来③	1		8		9
姫路③	32	9	1	3	45
豊岡④	19				19
朝来③			39		39
姫路②	13	34	3		50
三田②		27	31		58
市川③		9	2	1	12
朝来②		7	14		21
豊岡③		104	93		197
相生①		6	57		63
丹波①	1	39	36	9	85
姫路①	3	118	29		150
豊岡②	41	36	49		126
神河①	118	10			128
養父③			7	4	11
朝来①	66	33	9		108
養父②	101	93	8		202
香美③				1	1
香美②				19	19
香美①				3	3
篠山①		28	7		35
赤穂				20	20
養父①		10	38		48
豊岡①		1	5	16	22
合計	510	635	552	122	1819
%	28.0	34.9	30.3	6.7	100.0

「解消」及び「減った」の計は 1,145 農地。全体 1,819 農地の約 63%。

サルによる被害は調査を実施した 56 集落中 19 集落で発生していた。整備前に被害が発生していた農地のうち、整備後にサルによる被害が解消あるいは減少した農地の割合を集計すると約 74%であった（表Ⅲ－6－3）。

表Ⅲ－6－3 各集落の整備前後におけるニホンザ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
神河②	1	10	27	1	39
丹波篠山⑥			8		8
朝来③	1				1
丹波篠山⑤		1	4		5
丹波篠山④			20	1	21
丹波			1		1
姫路①	3	85	7		95
豊岡②			1		1
丹波篠山③		15			15
丹波篠山②	91	3	22		116
神河①	119	2	4		125
香美⑥	1	1	4	32	38
香美⑤		1	23		24
香美④		40	1		41
香美③	6	26	3		35
香美②	4	28	9	13	54
香美①	88	1			89
丹波篠山①			2		2
養父①		1	3		4
合計	314	214	139	47	714
%	44.0	30.0	19.5	6.6	100.0

「解消」及び「減った」の計は 528 農地。全体 714 農地の約 74%。

(イ) 検証の評価

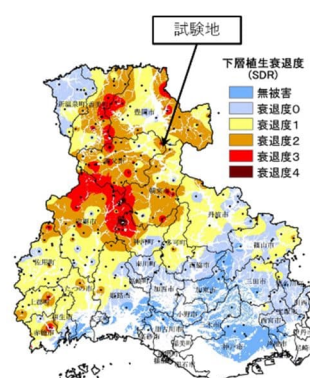
整備後、イノシシ、シカ、サルによる被害が発生している集落農地の約 6～8 割において被害が軽減していることが確認された（表Ⅲ－6－1～3）。このような農作物被害の軽減は、集落柵の設置に加え、バッファゾーン整備によって林縁部から林内の見通し環境が向上したこと、整備した場所やその周辺を利用して住民が集落防護柵の点検や潜み場の除去、追い払い活動などを行うようになったことの相加的な効果と考えられる。

(3) 広葉樹林整備による土壌の保全・回復について

下層植生衰退林分における不嗜好性樹種の植栽による表面侵食防止効果

ア 検証目的

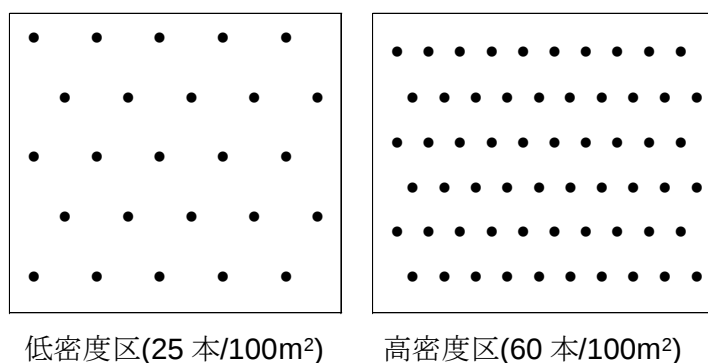
シカの食害によって下層植生が消失し、強度の土壌侵食が発生している夏緑広葉樹林の事業整備地（養父市奥米地）を対象に、不嗜好性低木の植栽による土壌侵食の抑制効果について検証する。



図Ⅲ－６－７ シカによる下層植生の衰退度と試験地の位置

イ 検証方法

コナラ林下に植栽密度が異なる3つの試験地（対照区：0本/100m²、低密度区：25本/100m²、高密度区：60本/100m²）と木柵工設置区を設け、年間土砂流出量の変化を測定した。植栽木（アセビ、シキミ、ミツマタ）の成長経過と株元におけるリター堆積状況についても調査した。



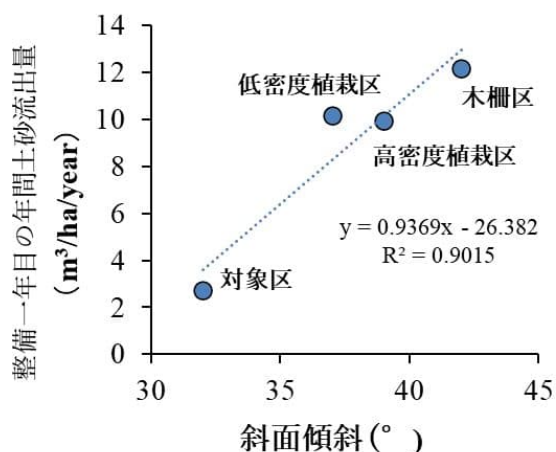
図Ⅲ－６－８ 植栽試験区の実験設定



不嗜好性低木の高密度区の概観（矢印の位置に植栽木）



土砂受け箱の設置状況
(試験区下に土砂受け箱を設置し、
定期的に土砂回収)

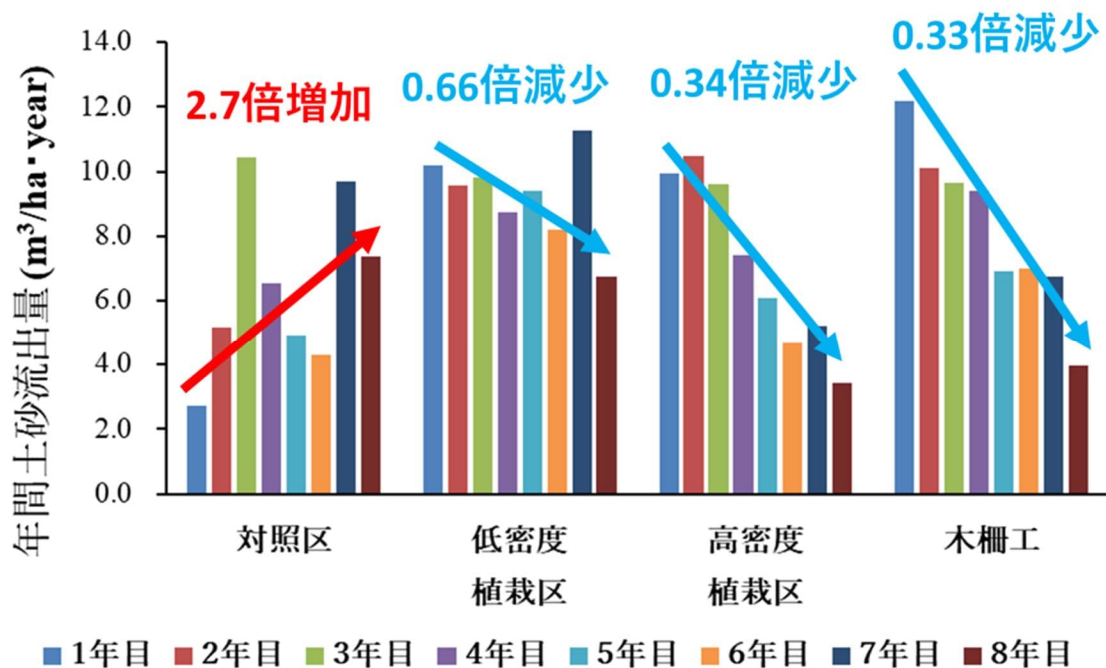


図Ⅲ-6-9 各試験地における整備一年目の
年間土砂流出量と斜面傾斜の関係

ウ 検証結果

整備1年目の土砂流出量は2.7~12.2 m³/ha/year と強度の土壌侵食が生じていた。(※13 ページ緊急防災林整備(斜面对策)施工地の1.3~5.6倍) 斜面傾斜が大きい試験地ほど土砂流出量が多かった。(図Ⅲ-6-9)

対照区では、8年目に年間土砂流出量が1年目の2.7倍(7.4 m³/ha/year)まで増加したが、低密度植栽区では0.66倍(6.7 m³/ha/year)、高密度植栽区では0.34倍(3.4 m³/ha/year)、木柵工区では0.33倍(4.0 m³/ha/year)まで減少した(図Ⅲ-6-10)。

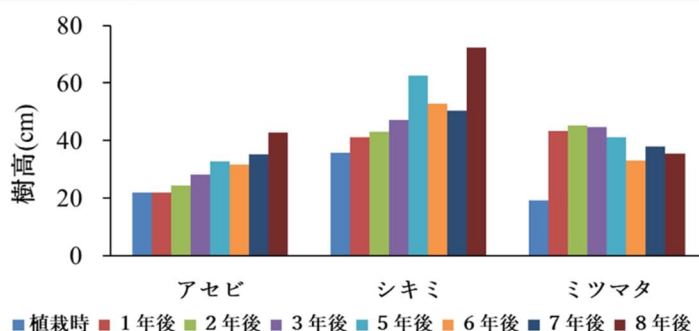


図Ⅲ-6-10 不嗜好性樹木の植栽試験地における年間土砂流出量の変化

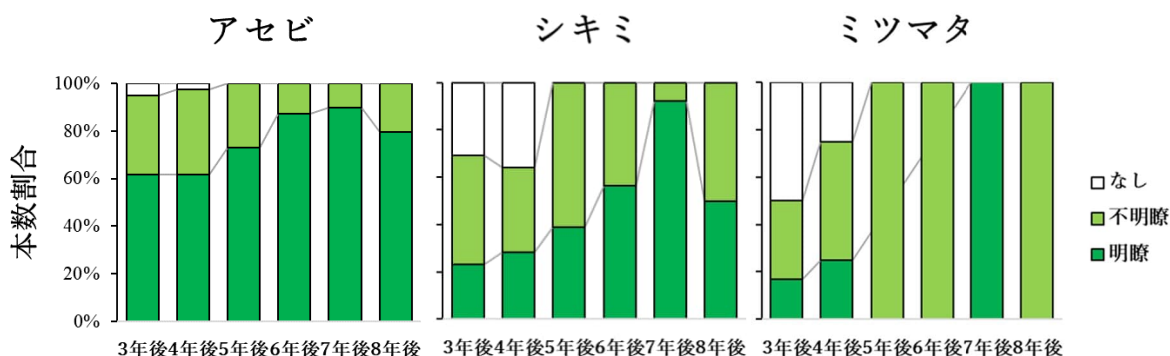
植栽木の樹高成長は全体的に緩慢であった（表Ⅲ-6-4、図Ⅲ-6-11）。地這性の樹形をとる樹種（アセビ>シキミ>ミツマタ）ほど、その株元にリターを多く堆積させた。（図Ⅲ-6-12）。

表Ⅲ-6-4 植栽木の植栽時と8年後の樹高の比較

	植栽時(cm)	8年後(cm)
アセビ	21.9	42.8
シキミ	35.8	72.4
ミツマタ	19.2	35.5



図Ⅲ-6-11 植栽木の平均樹高の年変化



図Ⅲ-6-12 植栽木の樹種別のリターの堆積状況の変化

エ 検証の評価

継続的なシカの食害と踏み荒らしにより、対照区では土壌侵食が激化する傾向があった。

不嗜好性低木を植栽した区では、対照区に比べて土砂流出量が顕著に抑制される効果が認められた。

その効果は高密度植栽区ほど高く、木柵工設置と同程度の効果が認められた。

一方で林床の光環境が悪いため、植栽木の成長が緩慢だった。



植栽したアセビのリター捕捉状況

土砂流出抑制効果をより発揮させるためには、受光伐などによって、林床の光環境を改善し、植栽木の成長を促す必要がある。

7 都市山防災林整備

(1) 広葉樹の間伐による根系成長の比較

ア 検証目的

表層崩壊に強くなる間伐整備方法を検討するため、崩壊発生源付近に位置し、間伐整備を行ったコナラ林と行っていないコナラ林において、根系の成長を明らかにする。

イ 調査方法（期間：令和3年4月～令和7年3月）

- 平成30年1月に、神戸市北区有野町唐櫃のコナラ林に間伐区と対照区(間伐しない)を設定。
- それぞれの区からコナラを3個体選び、1個体あたり3本の根の直径を測定（図Ⅲ-7-1）。

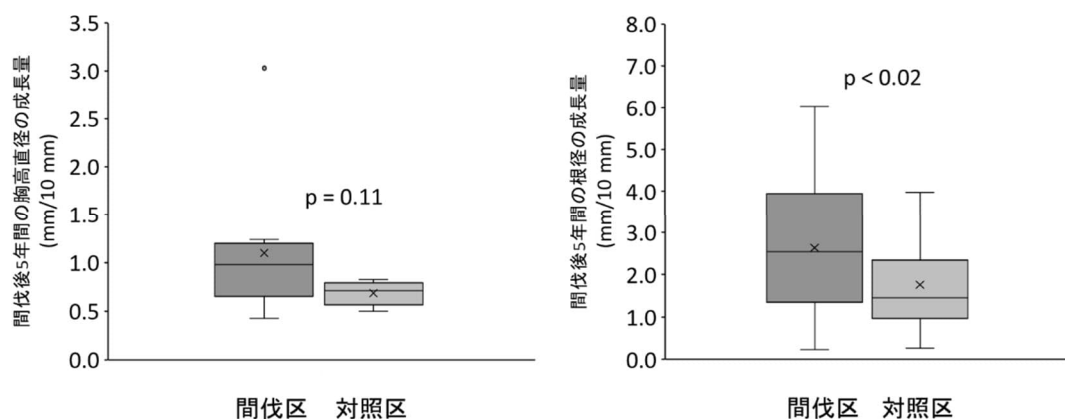


図Ⅲ-7-1 コナラ根系の掘り取りによる直径測定調査の状況

ウ 調査結果

(7) 調査結果

- 整備を行った間伐区と無間伐区において、コナラの地上部成長と根の直径成長を確認したところ、根に関しては間伐区の成長が有意に高かった（図Ⅲ-7-2）。



図Ⅲ-7-2 間伐区と無間伐区におけるコナラの胸高直径および根直径の成長
(整備後1年目と整備後6年目の比較、整備後1年目の胸高直径および根直径で正規化)

(1) 検証の結果

周囲を間伐することで、残存したコナラの根が太くなり、倒れにくくなる。

整備後、斜面全体の根の土壌補強強度は間伐をすることで一時的に低くなるが、残存コナラの根が太く成長することにより回復すると考えられる。

(2) 都市山防災林整備による植生の変化

ア 検証目的

都市山防災林整備を行うことによる、森林の防災機能および植物種の多様性の状況変化について把握する。

イ 調査方法（期間：令和4年10月～令和4年12月）

平成29年に整備した神戸市北区有野町唐櫃の都市山防災林整備地において植物社会学的調査を行い、整備前後での階層構造や草本層植被率、全体の出現種数の変化を比較する。

ウ 調査結果

(7) 調査結果

コナラ林：整備することで、第2低木層、草本層共に植被率が大きくなる。加えて、出現種数が増加した（表Ⅲ－7－1）。

スギ人工林：整備することで、第2低木層ができて階層構造が複雑になる。加えて、出現種数が増加した（表Ⅲ－7－1）。

表Ⅲ－7－1 コナラ林(左)とスギ人工林(右)における第2低木層および草本層植被率、出現種数、階層構造の変化（赤字は大きく変化した箇所を示す）

コナラ林			スギ林		
	2017	2024		2017	2024
第2低木層植被率	15	26	第2低木層植被率	0	21
草本層植被率	7	24	草本層植被率	90	75
出現種数	23	52	出現種数	35	43
階層構造	5	5	階層構造	3	4

【調査データ提供：神戸市】

(1) 検証の結果

都市山防災林整備をすることで、階層構造が複雑になる。加えて、草本層などの植被率が大きくなり、災害に強い森に近づく。

(3) シミュレーションによる崩壊箇所の絞り込み

ア 検証目的

六甲山系において都市山防災林整備を行う候補地の絞り込みを行うために、平成26年に実際に起こった崩壊箇所のデータを用いてシミュレーションを行

う。

イ 調査方法（期間：令和３年４月～令和７年３月）

六甲山系の唐櫃地区(平成 26 年山腹崩壊箇所複数あり)の 4 ha のモデルエリアにおいて、実測した土層深データや根系分布データ及び航空レーザ測量から得られた地形データ、樹高データなどを入手する。

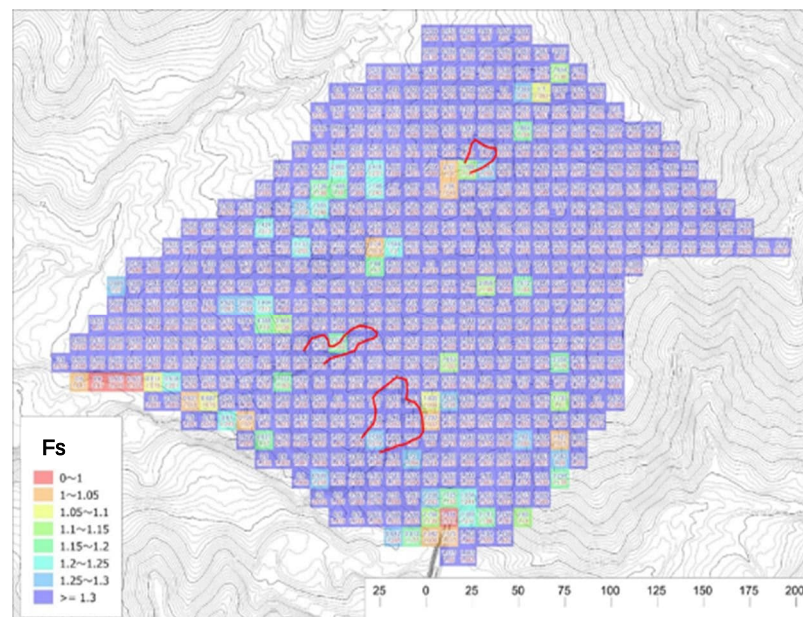
航空レーザ測量から得られた森林の地上部パラメータを、根系分布データなどに置き換える。

沖村・市川(2010)の「崩壊危険予測モデル」に、樹冠遮断や根系量などを示すパラメータを導入し、平成 26 年 8 月豪雨の降雨状況をモデルエリアの範囲で再現することで、実際の崩壊状況の再現を行う。

ウ 調査結果

(7) 調査結果

平成 26 年災害の崩壊箇所の安全率計算において、これまでの「崩壊危険予測モデル」に森林のデータや正確な土層深、3 次元浸透流解析の結果（3 次元での水の動き）を加えたシミュレーションのほうが、より崩壊地を絞り込むことが出来た（図Ⅲ－７－３）。



図Ⅲ－７－３ 危険予測モデルを使用したシミュレーション
赤い線は平成 26 年の豪雨で崩れた箇所を示し、Fs は安全率を示す。

(4) 検証の結果

施業候補エリアにおいて、崩壊危険度が高い部分を絞り込み、整備方法提案のためのツールにすることができる。

8 住民参画型森林整備

(1) 事業に対する評価および事業実施による意識の変化

ア 検証目的

住民参画型森林整備（野生動物共生林タイプ）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。

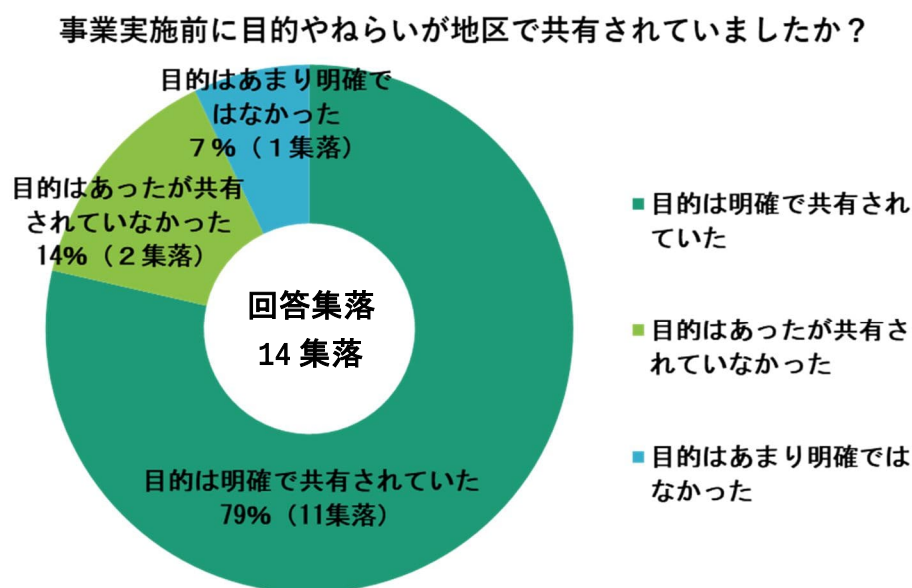
イ 検証方法

H26 年度以降に住民参画型森林整備（野生動物共生林タイプ）を実施した 14 集落に対して、集落代表者に対する聞き取りおよびアンケート調査を実施した。

ウ 結果

(ア) 事業実施前の目的やねらいの明確性

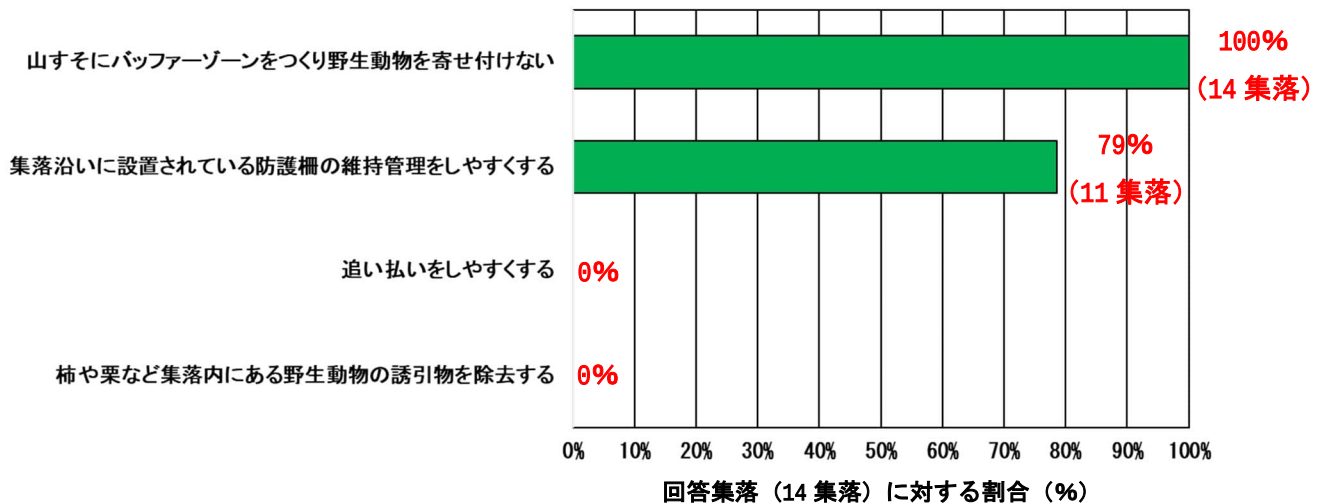
14 集落の代表者に対して、事業実施前に本整備の目的やねらいが地区で共有されていたか尋ねたところ、「目的は明確で共有されていた」が最も多く 11 集落（79%）あった。次いで「目的はあったが共有されていなかった」が 2 集落（14%）、「目的はあまり明確ではなかった」が 1 集落（7%）あった（図Ⅲ－8－1）。



図Ⅲ－8－1 事業実施前の目的やねらいの共有

(イ) 事業実施前の整備目的について

集落の代表者に対して、事業実施前の整備目的について尋ねたところ、14 集落すべてにおいて「山すそにバッファゾーンをつくり野生動物を寄せ付けない」ことを目的にしていた。次いで「集落沿いに設置されている防護柵の維持管理をしやすいとする」が 11 集落（79%）であった。平成 26 年度以降に整備した集落では「追い払いをしやすいとする」、「柿や栗など集落内にある野生動物の誘引物を除去する」を目的としていなかった（図Ⅲ－８－２）。

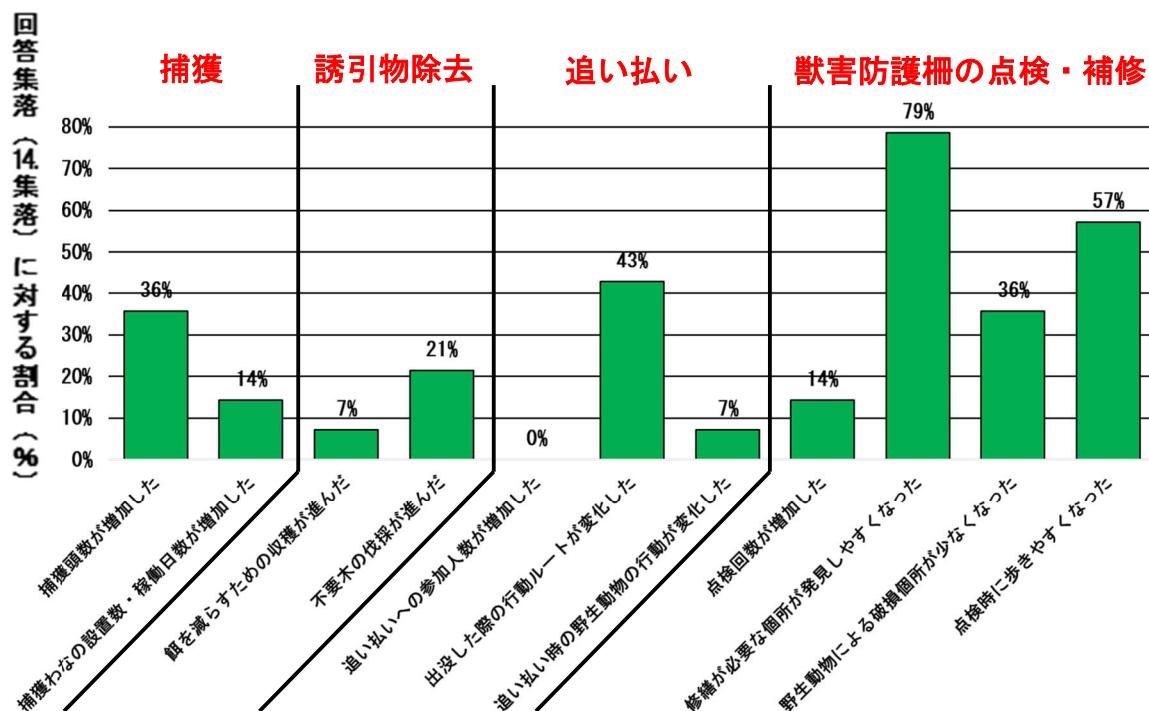


図Ⅲ－８－２ 事業実施の目的（整備前）

(ウ) 整備後に進展がみられた獣害対策項目

14集落の代表者に対して、本事業実施後に進展がみられた獣害対策項目について尋ねた（複数回答可）ところ、「修繕が必要な箇所が発見しやすくなった」が79%で最も多かった。次いで「柵の点検時に歩きやすくなった」が57%と、獣害防護柵の点検・補修にかかる項目を挙げた集落が多かった。

また「出沒した際の行動ルートが変化した」が43%、「捕獲頭数が増加した」が36%、「不要木の伐採が進んだ」が21%と続いた（図Ⅲ－８－３）。



図Ⅲ－８－３ 整備後に進展がみられた獣害対策項目

また、アンケート回答の自由記述欄より、具体例を以下に示す。

- 地域ぐるみでの電気柵の設置が進んだ。
- バッファゾーン整備や金網策を設置した箇所は効果が十分に発揮されていると感じる。
- 野生動物の潜み場や通り道が特定できるようになり捕獲がしやすくなった。捕獲グループが活性化してきている。
- 不要木の伐採など地域の意識が変わりつつあるように思う。
- 山際は、耕作放棄地が多く（耕作地の６割程度）困っていたが、森林整備をきっかけに他区の営農組合に引き受けてもらうことができた。

(エ) 事業実施による獣害対策以外の効果

アンケート回答の自由記述欄より、事業実施による獣害対策以外の効果が明らかとなった。主な意見を以下に挙げる。

- a 作業班を結成し、定期的に森林作業に従事したことに伴い、地域や里山の自然景観を維持しようとする意識が高まった。
- b 若い世代の積極的な参加により世代間交流が進み、集落を守り活性化
する活動が伝承できつつあると感じる。活気あふれるいい集落のイメージ
ができつつある。

- c 伐採木は、木工の親子イベントやシイタケのほだ木に活用している。
- d 若い世代の企画で、地域の親子や近隣住民を巻き込みながら、活動の輪（里山林の再生）を広げていきたい。
- e 整備を継続しないと事業の効果が失われるため、後継者づくりが大切と考える。

エ 検証の評価

- (ア) 事業実施前は、本来の事業趣旨である「山すそにバッファゾーンをつくり野生動物を寄せ付けない」ことや「防護柵の維持管理をしやすい」ことを目的としていたが、事業実施後には多岐にわたる獣害対策項目において進展がみられた。
- (イ) 事業実施をきっかけに、集落の活性化につながる前向きな意見が多く得られた。
- (ウ) 事業実施の効果は、実施前に住民が期待していた野生動物を寄せ付けないことや獣害防護柵の維持管理のしやすさに止まらず、里山の維持管理に対する住民意識の変化や高まり、地域内の世代間交流の活性化、整備地の利活用の推進など広範囲に及んでいることがわかった。