

技術開発完了報告

森林技術・支援センター

課 題	シカネット設置後の効果検証及び被害の傾向と対策調査				開 発 期 間	平成28年度(27) ~ 平成29年度																																																																																																																																																																																																		
開 発 箇 所	西都児湯署尾鈴国有林 熊本署吉無田国有林 熊本南部署高仁田国有林	担 当 部 署	森林技術・支援センター	共 同 研 究 機 関	技 術 開 発 目 標	(3)																																																																																																																																																																																																		
開 発 目 的 (数 値 目 的)	設置後のシカネットが最大限の効果を維持できるようにするため、シカ等による破損や侵入状況等について調査・検証し、改良点の解明とネット設置時の留意事項及び設置後の適切な維持管理方法について実施する。																																																																																																																																																																																																							
実 施 経 過	1 検証するネット張り方式等 (1) 垂直張り方式(1.8m)：人工支柱・支柱に立木使用 (2) 垂直張り方式(2.4m)：人工支柱・支柱に立木使用 (3) 斜め張り方式(2.4m)：人工支柱・支柱に立木使用 (4) 寝かせ張り方式：枝条の活用 (5) ツリーシェルター 2 開発方法 各方式により設置したシカネット等について、定期的(初期は1週間毎)な確認により破損や侵入状況、杭の状態等を調査し、 (1) 侵入があった場合は、侵入箇所の確認、原因を分析し、その対策の検討と検証 (2) 破損による侵入の場合は、メンテナンスに係るコスト検証 (3) 侵入口や破損箇所の確認による傾向等の解明 (4) 低コストで効果的なネット設置方式等について提案 3 年度別実施事項																																																																																																																																																																																																							
	<table border="1"> <tr> <th>年度</th> <th>H 2 7 年度(2015)</th> <th>H 2 8 年度(2016)</th> <th>H 2 9 年度(2017)</th> </tr> <tr> <td>実施事項</td> <td>・各種単木保護資材等工期調査 ・シカネット設置後の確認調査</td> <td>・各種シカネットの点検・補修 ・継続的な確認調査及び対策の検証 ・メンテナンスに係るコスト検証</td> <td>・各種シカネットの点検・補修・成長量調査 ・害獣侵入箇所調査 ・各方式の検証及び評価</td> </tr> </table>			年度	H 2 7 年度(2015)	H 2 8 年度(2016)	H 2 9 年度(2017)	実施事項	・各種単木保護資材等工期調査 ・シカネット設置後の確認調査	・各種シカネットの点検・補修 ・継続的な確認調査及び対策の検証 ・メンテナンスに係るコスト検証	・各種シカネットの点検・補修・成長量調査 ・害獣侵入箇所調査 ・各方式の検証及び評価																																																																																																																																																																																													
年度	H 2 7 年度(2015)	H 2 8 年度(2016)	H 2 9 年度(2017)																																																																																																																																																																																																					
実施事項	・各種単木保護資材等工期調査 ・シカネット設置後の確認調査	・各種シカネットの点検・補修 ・継続的な確認調査及び対策の検証 ・メンテナンスに係るコスト検証	・各種シカネットの点検・補修・成長量調査 ・害獣侵入箇所調査 ・各方式の検証及び評価																																																																																																																																																																																																					
開 発 成 果 等	1 資材、設置コスト及び下刈、点検を含めたコストの検証 資材及び設置コスト、更に下刈、点検コストを比較すると、ツリーシェルターがコスト的には最も高く、次いで垂直張り方式1.8m・2.4mが同程度で高く、寝かせ張り、斜め張り方式(人工支柱)、斜め張り方式(立木使用)の順となった。尚、ツリーシェルターについては、低密度植栽とした場合は、資材、設置コストが低減される。詳細は、下表のとおり																																																																																																																																																																																																							
	表-1. シカネット設置工期調査集計表 <table border="1"> <thead> <tr> <th>署</th> <th>傾斜</th> <th>項 目</th> <th>垂直張り(有) 1.8m人工支柱</th> <th>垂直張り(無) 1.8m立木支柱</th> <th>垂直張り 2.4mスカート付 人工支柱</th> <th>斜め張り(有) 人工支柱</th> <th>斜め張り(無) 立木支柱</th> <th>寝かせ張り</th> <th>ツリーシェルター (2,000本/ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">熊本</td> <td rowspan="3">易</td> <td>資材価格</td> <td>561,960</td> <td>496,960</td> <td></td> <td>266,840</td> <td>113,840</td> <td>266,400</td> <td>1,410,000</td> </tr> <tr> <td>人件費(直):設置</td> <td>80,730</td> <td>38,070</td> <td></td> <td>85,860</td> <td>48,870</td> <td>79,785</td> <td>283,500</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>642,690</td> <td>535,030</td> <td></td> <td>352,700</td> <td>162,710</td> <td>346,185</td> <td>1,693,500</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>比率</td> <td>1.0</td> <td>0.8</td> <td></td> <td>0.5</td> <td>0.3</td> <td>0.5</td> <td>2.6</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">西都児湯</td> <td rowspan="3">中</td> <td>資材価格</td> <td>561,960</td> <td>496,960</td> <td>585,960</td> <td>266,840</td> <td>113,840</td> <td>266,400</td> <td>1,410,000</td> </tr> <tr> <td>人件費(直):設置</td> <td>59,805</td> <td>70,065</td> <td>64,800</td> <td>38,745</td> <td>55,485</td> <td>84,780</td> <td>475,268</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>621,765</td> <td>567,025</td> <td>650,760</td> <td>305,585</td> <td>169,325</td> <td>351,180</td> <td>1,885,268</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>比率</td> <td>1.0</td> <td>0.9</td> <td></td> <td>0.5</td> <td>0.3</td> <td>0.6</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">熊本南部</td> <td rowspan="3">難</td> <td>資材価格</td> <td>561,960</td> <td>496,960</td> <td></td> <td>266,840</td> <td>113,840</td> <td>266,400</td> <td>1,410,000</td> </tr> <tr> <td>人件費(直):設置</td> <td>66,353</td> <td>111,038</td> <td></td> <td>40,298</td> <td>60,885</td> <td>58,185</td> <td>440,235</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>628,313</td> <td>607,998</td> <td></td> <td>307,138</td> <td>174,725</td> <td>324,585</td> <td>1,850,235</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>比率</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td></td> <td>0.5</td> <td>0.3</td> <td>0.5</td> <td>2.9</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3署計</td> <td></td> <td>資材価格</td> <td>1,685,880</td> <td>1,490,880</td> <td>585,960</td> <td>800,520</td> <td>341,520</td> <td>799,200</td> <td>4,230,000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>人件費(直):設置</td> <td>206,888</td> <td>219,173</td> <td>64,800</td> <td>164,903</td> <td>165,240</td> <td>222,750</td> <td>1,199,003</td> </tr> <tr> <td></td> <td>計</td> <td>1,892,768</td> <td>1,710,053</td> <td>650,760</td> <td>965,423</td> <td>506,760</td> <td>1,021,950</td> <td>5,429,003</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">3署平均</td> <td></td> <td>資材価格</td> <td>561,960</td> <td>496,960</td> <td>585,960</td> <td>266,840</td> <td>113,840</td> <td>266,400</td> <td>1,410,000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>人件費(直):設置</td> <td>68,963</td> <td>73,058</td> <td>64,800</td> <td>54,968</td> <td>55,080</td> <td>74,250</td> <td>399,668</td> </tr> <tr> <td></td> <td>下刈コストシミュレーション 150,000円×5回</td> <td>750,000</td> <td>750,000</td> <td>750,000</td> <td>750,000</td> <td>750,000</td> <td>750,000</td> <td>※ツリーシェルターに ついては下刈の回</td> </tr> <tr> <td></td> <td>点検コストシミュレーション 10,000円×12ヶ月×5年</td> <td>600,000</td> <td>600,000</td> <td>600,000</td> <td>600,000</td> <td>600,000</td> <td>600,000</td> <td>600,000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>計</td> <td>1,980,923</td> <td>1,920,018</td> <td>2,000,760</td> <td>1,671,808</td> <td>1,518,920</td> <td>1,690,650</td> <td>2,409,668</td> </tr> </tbody> </table>									署	傾斜	項 目	垂直張り(有) 1.8m人工支柱	垂直張り(無) 1.8m立木支柱	垂直張り 2.4mスカート付 人工支柱	斜め張り(有) 人工支柱	斜め張り(無) 立木支柱	寝かせ張り	ツリーシェルター (2,000本/ha)	熊本	易	資材価格	561,960	496,960		266,840	113,840	266,400	1,410,000	人件費(直):設置	80,730	38,070		85,860	48,870	79,785	283,500	計	642,690	535,030		352,700	162,710	346,185	1,693,500			比率	1.0	0.8		0.5	0.3	0.5	2.6	西都児湯	中	資材価格	561,960	496,960	585,960	266,840	113,840	266,400	1,410,000	人件費(直):設置	59,805	70,065	64,800	38,745	55,485	84,780	475,268	計	621,765	567,025	650,760	305,585	169,325	351,180	1,885,268			比率	1.0	0.9		0.5	0.3	0.6	3.0	熊本南部	難	資材価格	561,960	496,960		266,840	113,840	266,400	1,410,000	人件費(直):設置	66,353	111,038		40,298	60,885	58,185	440,235	計	628,313	607,998		307,138	174,725	324,585	1,850,235			比率	1.0	1.0		0.5	0.3	0.5	2.9	3署計		資材価格	1,685,880	1,490,880	585,960	800,520	341,520	799,200	4,230,000		人件費(直):設置	206,888	219,173	64,800	164,903	165,240	222,750	1,199,003		計	1,892,768	1,710,053	650,760	965,423	506,760	1,021,950	5,429,003	3署平均		資材価格	561,960	496,960	585,960	266,840	113,840	266,400	1,410,000		人件費(直):設置	68,963	73,058	64,800	54,968	55,080	74,250	399,668		下刈コストシミュレーション 150,000円×5回	750,000	750,000	750,000	750,000	750,000	750,000	※ツリーシェルターに ついては下刈の回		点検コストシミュレーション 10,000円×12ヶ月×5年	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000		計	1,980,923	1,920,018	2,000,760	1,671,808	1,518,920	1,690,650
署	傾斜	項 目	垂直張り(有) 1.8m人工支柱	垂直張り(無) 1.8m立木支柱	垂直張り 2.4mスカート付 人工支柱	斜め張り(有) 人工支柱	斜め張り(無) 立木支柱	寝かせ張り	ツリーシェルター (2,000本/ha)																																																																																																																																																																																															
熊本	易	資材価格	561,960	496,960		266,840	113,840	266,400	1,410,000																																																																																																																																																																																															
		人件費(直):設置	80,730	38,070		85,860	48,870	79,785	283,500																																																																																																																																																																																															
		計	642,690	535,030		352,700	162,710	346,185	1,693,500																																																																																																																																																																																															
		比率	1.0	0.8		0.5	0.3	0.5	2.6																																																																																																																																																																																															
西都児湯	中	資材価格	561,960	496,960	585,960	266,840	113,840	266,400	1,410,000																																																																																																																																																																																															
		人件費(直):設置	59,805	70,065	64,800	38,745	55,485	84,780	475,268																																																																																																																																																																																															
		計	621,765	567,025	650,760	305,585	169,325	351,180	1,885,268																																																																																																																																																																																															
		比率	1.0	0.9		0.5	0.3	0.6	3.0																																																																																																																																																																																															
熊本南部	難	資材価格	561,960	496,960		266,840	113,840	266,400	1,410,000																																																																																																																																																																																															
		人件費(直):設置	66,353	111,038		40,298	60,885	58,185	440,235																																																																																																																																																																																															
		計	628,313	607,998		307,138	174,725	324,585	1,850,235																																																																																																																																																																																															
		比率	1.0	1.0		0.5	0.3	0.5	2.9																																																																																																																																																																																															
3署計		資材価格	1,685,880	1,490,880	585,960	800,520	341,520	799,200	4,230,000																																																																																																																																																																																															
		人件費(直):設置	206,888	219,173	64,800	164,903	165,240	222,750	1,199,003																																																																																																																																																																																															
		計	1,892,768	1,710,053	650,760	965,423	506,760	1,021,950	5,429,003																																																																																																																																																																																															
3署平均		資材価格	561,960	496,960	585,960	266,840	113,840	266,400	1,410,000																																																																																																																																																																																															
		人件費(直):設置	68,963	73,058	64,800	54,968	55,080	74,250	399,668																																																																																																																																																																																															
		下刈コストシミュレーション 150,000円×5回	750,000	750,000	750,000	750,000	750,000	750,000	※ツリーシェルターに ついては下刈の回																																																																																																																																																																																															
		点検コストシミュレーション 10,000円×12ヶ月×5年	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000																																																																																																																																																																																															
		計	1,980,923	1,920,018	2,000,760	1,671,808	1,518,920	1,690,650	2,409,668																																																																																																																																																																																															

- ・人件費に含まれる地表整理、運搬等の間接費は、現地の林況に影響されることから比較対象外とする。
- ・比率は標準的な方法とされる(垂直張り(有)1.8m)を「1」とした場合。
- ・斜め張りは、埼玉方式を採用。寝かせ張りの枝条(畝作り)は、工期に含まれていない。
- ・熊本南部署(垂直張り(無)1.8m)は、設置箇所が崖地、また、人工支柱から立木利用に変更したため枝条が多く、掛かり増しとなった。

開発成果等

2 各方式の被害、侵入状況の確認

- (1) 垂直張り箇所、設置後1ヶ月にはシカ等のネット内侵入を確認
- (2) 造林地の下方斜面でシカネットに、搬出作業に使用した森林作業路から降雨による枝条や土砂の堆積。また、急傾斜地の林地でも同様の被害が発生
- (3) 垂直張り方式の、下段押さえロープを固定している、アンカーピンが外れ、その箇所からウサギ・イノシシ・シカの侵入を確認
- (4) 立木支柱にかすがいで、直接上段張りロープを打ち止めた部分が強風により立木支柱が揺れ、切断しネットが脱落し侵入
- (5) 斜め張りネットを、ウサギが噛み切り切断
- (6) 寝かせ張りのネット剥がれ
- (7) 土砂が流出したため、アンカーピン設置不可能
- (8) 落石によるツリーシェルターの傾注

3 メンテナンスに係るコスト検証

- (1) 補修材料費として、結束バンド201本、482円と少額である。
- (2) 人件費については、点検巡視の際に短時間で補修できる作業のみで、最も補修時間のかかる土砂・枝条・石・堆積物除去についても、今回垂直張り1.8m・垂直張り2.4mスカート付きで被害が5箇所と少なく、除去作業も各2名ずつ30分以内で完了した。斜め張り、寝かせ張り、ツリーシェルターでも林地状況が同じであれば同様の被害を受けることが予想され、メンテナンスに係る経費の検証とまでは至らなかった。

4 侵入口や破損箇所の確認による傾向等の解明

- (1) アンカーピン抜け箇所からの侵入は、アンカーピン抜け108本中、垂直張り1.8mが95本(88%)と大部分を占めている。抜ける原因としては、地面が柔らかく軟弱、小石等が多く支持基盤(地面)が弱い箇所や傾斜地に設置してあり風雨によりネット全体が揺れ、アンカーピンに力が掛かり抜けていた。
- (2) 下段押さえロープ下からの侵入は、イノシシが鼻や前足で地面を掘ることによるものであった。
- (3) 林道、作業道沿いが流水や雨水により洗掘されたり、小沢、小谷のように雨水が集中する箇所で、下段押さえロープ下に地面との空間ができて発生していた。
- (4) 上段張りロープを立木支柱にかすがい等で直接に打ち付けたことにより、隣接の立木支柱との距離が風により揺れて広がり、上段張りロープが切断され脱落していた。
- (5) 斜め張り(埼玉方式)は侵入防止ネットがポリエチレン製のため、ネットをウサギが噛み切り切断して侵入した。垂直張り1.8m及び垂直張り2.4mスカート付きはネットがステンレス入りのため被害は無かった。
- (6) シカの角がネットに絡みつき暴れたため、ネットがねじれ、切断され、アンカーピンが抜け、更に、上段張りロープ立木支柱止め部分及び下段押さえロープが切断され、シカ・イノシシ・ウサギの侵入に繋がった。
- (7) 傾斜地下側に設置したネットの下段に、搬出作業道の土砂や枝条が降雨の影響で堆積した、同様に傾斜地や裸地化した林地から土砂及び岩石等が堆積することにより、ネット全体が下がることやロープが切断されることでの侵入があった。

参考 かすがい9mm×120mm使用

立木支柱：広葉樹・スギ・ヒノキ径級5cm～32cm

5 考察

各種保護資材の設置コストを検証した結果は、コスト面では斜め張りや寝かせ張りが優位であった。

斜め張りは、ネットの素材により野兎等の破損があったが、補修自体は結束バンドで短時間で施工でき、資材価格も安価でシカの侵入もなかったことから、引き続き検証を行うとともに、検証箇所を増やし結果次第では本格導入を検討すべきと考える。

寝かせ張りは、シカがネット自体を踏むことを嫌がり侵入防止効果を期待したものであることから、枝条の腐朽による畝の沈下後の侵入が危惧されていたが、設置後すぐにネットを乗り越え侵入し、造林木への食害が全試験地で確認されたことから、今回の検証で侵入防止効果はないことが判明した。

垂直張り1.8mは、アンカーピンの間隔が広く、簡単に15cm程度は持ち上がるので、イノシシ等の潜り込みによるピン抜けが発生し、シカの侵入に繋がるため、設置時にアンカーピンの本数を増やし、ピン間隔を1m以下に縮めることが重要である。

垂直張り2.4mスカート付きは、0.6mのスカート設置により潜り込みによるピンが抜けが少ないことに加え、スカート部分に雑草が繁茂することにより安定感を増していく。資材価格は高くなるが、侵入による造林木被害や維持管理経費を考慮すると、今回の検証では最も有効的なものであった。しかしながら、アンカーピンの間隔については、1.8m同様、1m以下に縮めることが、更なる効果を発揮するものと考えられる。

ネット設置後の侵入防止効果を高める上で、定期的(1ヶ月程度)、台風、大雨後の巡視による維持管理が重要であり、簡単なネット破損には結束バンドで補修し、巡視の際に発見した侵入口を石や丸太、で塞ぐ簡単な作業でも侵入防止効果は非常に高いことが解った。

- (注) 1 「課題」欄には、技術開発課題名の他に番号を付して記入すること。
2 「開発目的(数値目標)」欄には、開発目的及び削減等について民間事業者が取り入れているコスト等と比較し、できる限り数値を記入すること。
3 「技術開発目標」欄には、「九州森林管理局における技術開発目標(九州森林管理局長通達)」の1～3のうち、該当する目標の番号を記入すること。
4 「開発成果等」欄には、開発成果やその活用状況、普及状況等について記入すること。
5 成果をとりまとめた報告書等については、速やかに提出すること。

課題52 シカネット設置後の効果検証及び被害の傾向と対策調査について
(平成29年度完了報告)

九州森林管理局 森林技術・支援センター

1 課題を取り上げた背景

主伐・再造林を効果的にかつ効率的に進めるためには、地拵えから下刈までの造林コストの低減が喫緊の課題である中、造林コストの上昇の一因がシカ被害対策コストであることから、当センターでは、防護ネットやツリーシェルターの設置に係るコストの検証と設置後の防護効果、ネット等の各種保護資材の破損原因調査に基づく維持管理手法について検証することとした。

2 試験方法

(1) 試験期間 平成28(27)年度～平成29年度

(2) 試験地の概要

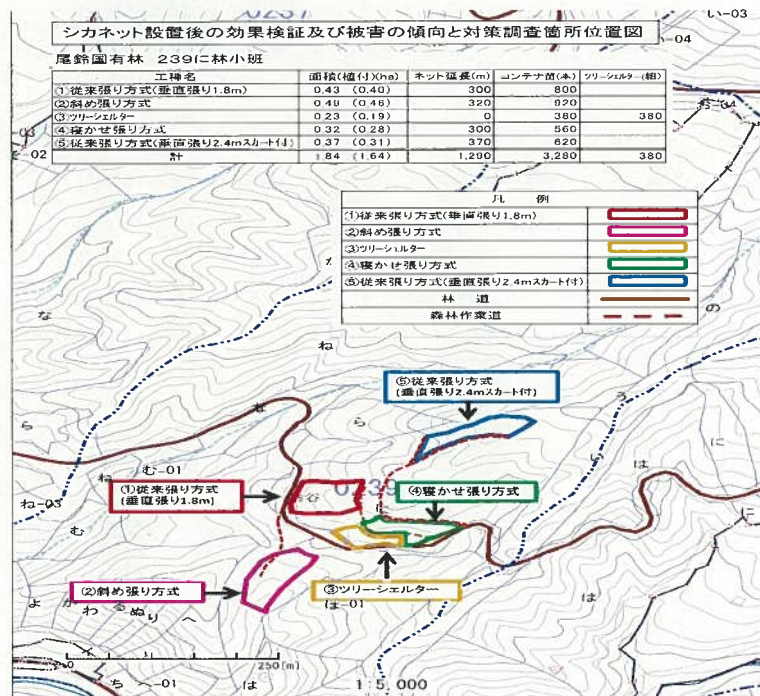
試験地Ⅰ：宮崎県児湯郡木城町 西都児湯森林管理署 尾鈴国有林239に林小班
(図-1) 面積：1.64ha 標高：270m 林地傾斜：25度
設定前の林況：61年生 ヒノキ単層林

試験地Ⅱ：熊本県上益城郡御船町 熊本森林管理署 吉無田国有林1136ろ林小班
(図-2) 面積：1.90ha 標高：800m 林地傾斜：20度
設定前の林況：56年生 スギ単層林

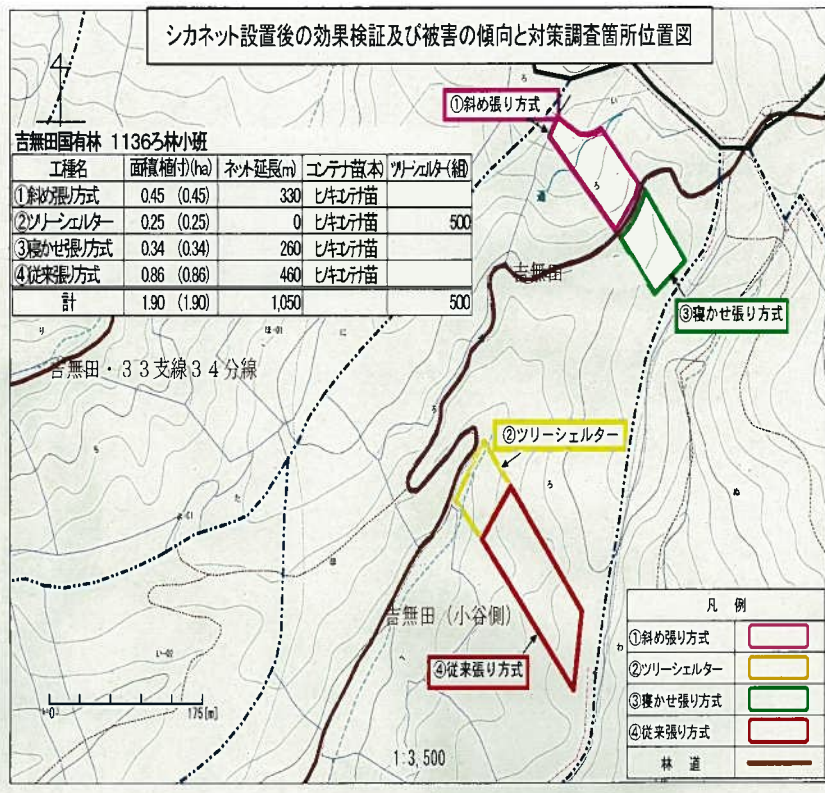
試験地Ⅲ：熊本県人吉市 熊本南部森林管理署 高仁田国有林9ち林小班
(図-3) 面積：2.33ha 標高：550m 林地傾斜：31度
設定前の林況：64年生 スギ単層林

(3) 試験地位置図

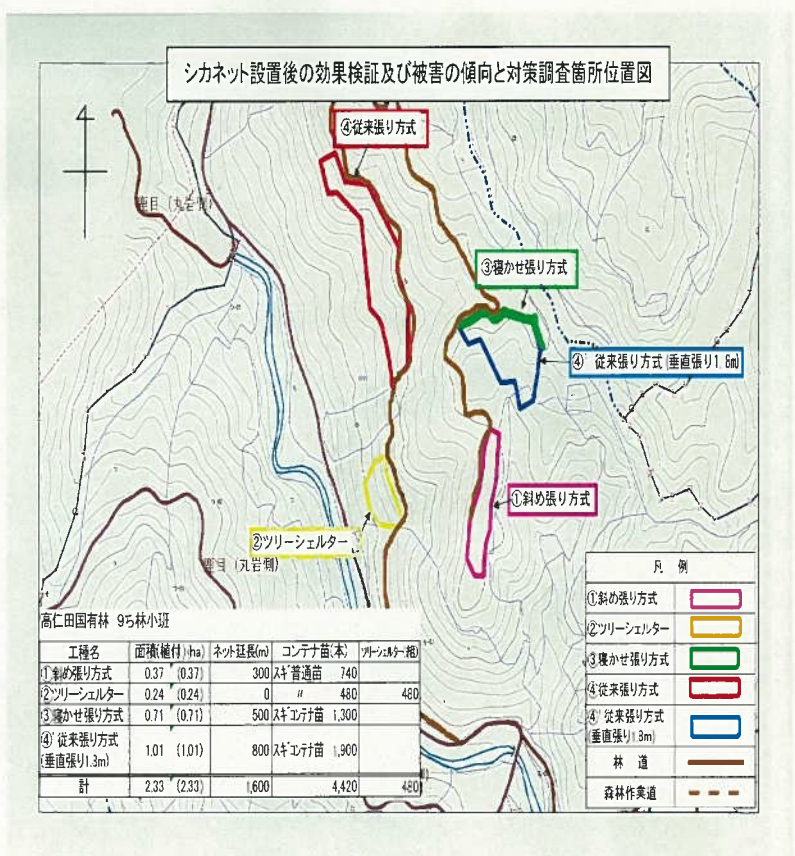
図-1 西都児湯森林管理署



図－2 熊本森林管理署



図－3 熊本南部森林管理署



(4) 各張り方方式別写真

 <p>写真-1 垂直張り 1.8m</p>	 <p>写真-2 垂直張り 1.8m (立木)</p>	 <p>写真-3 垂直張り 2.4m スカート付き</p>
 <p>写真-4 斜め張り 2.4m</p>	 <p>写真-5 斜め張り 2.4m (立木)</p>	 <p>写真-6 寝かせ張り</p>
 <p>写真-7 ツリーシェルター</p>		

(5) 試験内容

- ① 各張り方方式別写真1～7の設置コストの検証及び下刈、点検等を含めた経費別比較
- ② 破損により侵入した場合の、メンテナンスに係る経費の検証
- ③ 侵入口や破損箇所の確認による傾向等の解明

(6) 年度別実施事項

H27年度(2015)	H28年度(2016)	H29年度(2017)
<ul style="list-style-type: none"> ・各種単木保護資材等工期調査 ・シカネット設置後の確認調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・各種シカネットの点検・補修 ・継続的な確認調査及び対策の検証 ・メンテナンスに係るコスト検証 	<ul style="list-style-type: none"> ・各種シカネットの点検・補修 ・成長量調査 ・害獣侵入箇所調査 ・各方式の検証及び評価

3 実行結果

(1) 各種保護資材の設置コストの検証と下刈、点検を含めた経費別比較

各種保護資材の設置コスト、人件費、資材価格の検証結果、下刈、点検を含めたシュミレーションは表-1シカネット設置工期調査集計表及び図-1となった。

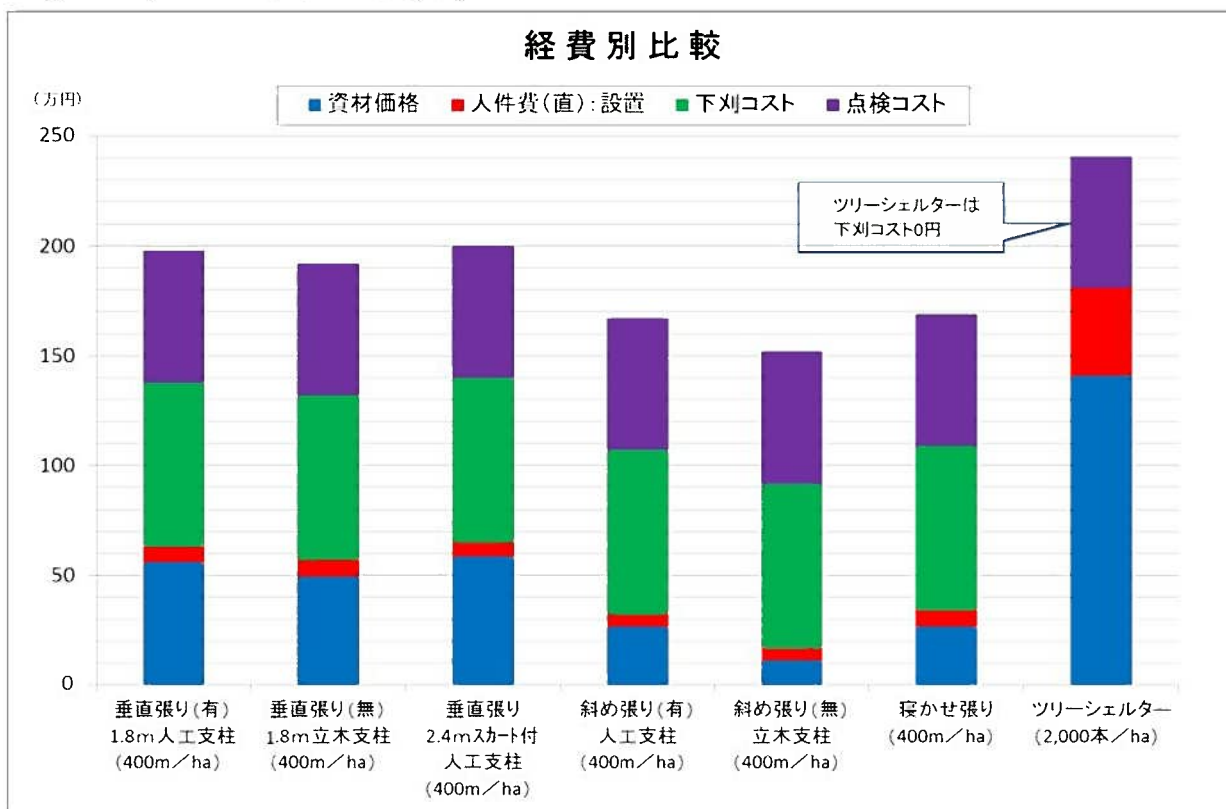
(2) 破損により侵入した場合の、メンテナンスに係る経費の検証

シカネット設置後の破損状況等については、下記①～⑤及び表-2,被害内訳表のとおりとなった。

表-1 シカネット設置工程調査集計表

署	傾斜	項目	垂直張り(有) 1.8m人工支柱	垂直張り(無) 1.8m立木支柱	垂直張り 2.4mスカート付 人工支柱	斜め張り(有) 人工支柱	斜め張り(無) 立木支柱	寝かせ張り	ツリーシェルター (2,000本/ha)
熊本	易	資材価格	561,960	496,960		266,840	113,840	266,400	1,410,000
		人件費(直):設置	80,730	38,070		85,860	48,870	79,785	283,500
		計	642,690	535,030		352,700	162,710	346,185	1,693,500
		比率	1.0	0.8		0.5	0.3	0.5	2.6
西都児湯	中	資材価格	561,960	496,960	585,960	266,840	113,840	266,400	1,410,000
		人件費(直):設置	59,805	70,065	64,800	38,745	55,485	84,780	475,268
		計	621,765	567,025	650,760	305,585	169,325	351,180	1,885,268
		比率	1.0	0.9		0.5	0.3	0.6	3.0
熊本南部	難	資材価格	561,960	496,960		266,840	113,840	266,400	1,410,000
		人件費(直):設置	66,353	111,038		40,298	60,885	58,185	440,235
		計	628,313	607,998		307,138	174,725	324,585	1,850,235
		比率	1.0	1.0		0.5	0.3	0.5	2.9
3署計	資材価格	1,685,880	1,490,880	585,960	800,520	341,520	799,200	4,230,000	
	人件費(直):設置	206,888	219,173	64,800	164,903	165,240	222,750	1,199,003	
	計	1,892,768	1,710,053	650,760	965,423	506,760	1,021,950	5,429,003	
3署平均	資材価格	561,960	496,960	585,960	266,840	113,840	266,400	1,410,000	
	人件費(直):設置	68,963	73,058	64,800	54,968	55,080	74,250	399,668	
	下刈コストシュミレーション 150,000円×5回	750,000	750,000	750,000	750,000	750,000	750,000	※ツリーシェルターに ついては下刈0回	
	点検コストシュミレーション 10,000円×12ヶ月×5年	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	
	計	1,980,923	1,920,018	2,000,760	1,671,808	1,518,920	1,690,650	2,409,668	

- ・人件費に含まれる地表整理、運搬等の間接費は、現地の林況に影響されることから比較対象外とする。比率は標準的な方法とされる。「垂直張り(有)1.8m」を「1」とした場合。
- ・斜め張りは、埼玉方式を採用。
- ・寝かせ張りの枝条(敵作り)は、工程に含まれていない。
- ・熊本南部署(垂直張り(無)1.8m)は、設置箇所が崖地、また、人工支柱から立木利用に変更したため枝条が多く掛かり増しとなった。



- ① シカ等のネット内への侵入(写真-8)が設置1ヶ月後(下層植生が発生)には始まる(垂直張り)。
- ② 裸地化した造林地の傾斜下方では、搬出作業で利用した森林作業道から降雨により枝条や土砂等の堆積(写真-9)があり、また、急傾斜地で林地に土砂・石が多い箇所でも降雨

により同様の被害があった（写真－10）

- ③ 下段押さえロープを固定している、アンカーピンが抜けて外れる被害が垂直張り方式1. 8 mで多く見受けられ、その箇所よりウサギ、イノシシ、シカの侵入が確認された（写真－11）
- ④ 立木支柱にかすがいで、直接上段張りロープを打ち付けた止め部分が強風により立木支柱が揺れその影響で上段張りロープが切断し、（かすがいのみ残留（写真－12））と連続で隣接上段張りロープ5箇所が脱落した（写真－13）
- ⑤ 斜め張り上段張りロープの切断（写真－14）とウサギ噛み切り切断状況（写真－15）及び角がネットに掛かり抜け出せなくなったシカ死骸（写真－17）
- ⑥ 寝かせ張りネット剥がれ（写真－16）
- ⑦ 土砂が流出したため、アンカーピン設置不可能となった状態（写真－18）
- ⑧ 落石によるツリーシェルター傾注状況（写真－19）



写真－8 ネットへの侵入口



写真－9 枝条・土砂の堆積状況



写真－10 垂直張り方式土砂及び石流入堆積状況



写真－11 アンカーピン抜け状況



写真－ 12 (垂直)立木支柱かすがい止め
上段張りロープ切断状況



写真－ 13 (垂直)立木支柱ネット脱落状況



写真－ 14 斜め張り上段張りロープ切断状況



写真－ 15 斜め張りネットウサギ噛み切り
切断状況



写真－ 16 寝かせネットはがれ状況



写真－ 17 斜め張りネットシカ死骸



写真-18 アンカーピン設置不可能箇所



写真-19 落石によるツリーシェルター傾注状況

表-2. 被害内訳表

施工種	ロープ切断		ロープ破み		上段張りロープ 立木支柱・序型釘・ かすがい止め部割れ	シヤトルアンカー掛け (本)
	上段張り (継ぎ目部)	下段押さえ (うさぎ・不明)	上段張り	下段押さえ		
従来張り方式 (垂直張り1.8m)	0	0	西都児湯署 2 熊本署 1	熊本署 1	熊本南部署 1	西都児湯署 10 熊本署 33 熊本南部署 52
従来張り方式 (垂直張り2.4mスカート付)	0	0	西都児湯署 3	0	0	0
斜め張り	熊本署 1	西都児湯署 2	0	熊本南部署 1	熊本署 6 熊本南部署 5	熊本署 8 熊本南部署 2
寝かせ張り	0	0	0	0	0	熊本南部署 3
ツリーシェルター						
計	1	2	6	2	12	108

施工種	下段押さえロープ		シカネットうさぎ噛み切り・ シカ角ネットに掛かりねじ れ、ネット切断	倒木	シカ・ウサギ・イノシシ侵入	(100m当たり侵入箇所)
	土砂・枝条・石堆積 (1箇所支柱間4m)	設置部流水に より洗掘				
従来張り方式 (垂直張り1.8m)	熊本署 2 熊本南部署 1	熊本南部署 4	西都児湯署 1	熊本署 1 熊本南部署 1	熊本署 1 熊本南部署 6 西都児湯署 1	(0.2) (0.8) (0.3)
従来張り方式 (垂直張り2.4mスカート付)	西都児湯署 2	0	0	0	0	0
斜め張り	0	0	西都児湯署 43 熊本署 5	0	西都児湯署 6 熊本署 2 熊本南部署 4	(1.9) (0.6) (1.3)
寝かせ張り	0	0	0	0	施工後すぐに侵入	
ツリーシェルター						
計	5	4	49	2	20	

施工種	造林木食害	造林木枯損 (半枯れ含む)	ツリーシェルター傾注	ツリーシェルター倒れ	ツリーシェルター内造林 木枯損(半枯れ含む)
従来張り方式 (垂直張り1.8m)	熊本南部署 全木 西都児湯署 1	0			
従来張り方式 (垂直張り2.4mスカート付)	0	0			
斜め張り	熊本南部署 16	0			
寝かせ張り	西都児湯署 全木 熊本南部署 全木 熊本署ヒノキ被害なし	西都児湯署のみ枯 損が10本以上有り			
ツリーシェルター	西都児湯署 0				337本中 117本 35%
	熊本署 0				500本中 20本 4%
	熊本南部署 0		37本	4本	480本中 14本 3%
	ウサギ・侵入した箇 所は全て、下層植生 木食害有り 熊本署ヒノキ・ネット 内に侵入有るも食害 なし 食害は、全試験地に おいて主軸及び側枝 で食害を受けている		原因 熊本南部署 落石	原因 熊本南部署 落石	西都児湯署枯損原 因 ④にて説明 熊本署 縦16本(列)×横6本 (列)=96本 その内4本枯損 4本÷96本=4% 500本(総本数)× 4%=20本

ii メンテナンスに係る経費

破損により侵入した場合のメンテナンスに係る経費の検証について

- ① 補修材料費については、表-3 補修材料内訳書のとおり、結束バンド201本、482円と少額である。
- ② 人件費については、点検巡視の際に短時間で補修できる作業のみで、最も補修時間のかかる土砂・枝条・石・堆積物除去についても、今回従来張り方式(垂直張り1.8m)(垂直張り2.4mスカート付き)で被害が5箇所と少なく、除去作業も各2名ずつ30分以内で完了した。斜め張り、寝かせ張り、ツリーシェルターでも林地状況が同じであれば同様の被害を受けることが予想され、メンテナンスに係る経費の検証とまでは至らなかった。

表一 3 . 補修材料内訳表

施工種	結束バンド ロックタイ(白)150mm	丸太・枝条	石	シャトルアンカー	土砂・枝条・石 堆積
従来張り方式 (垂直張り1.8m)	9	13	7	シャトルアンカー抜け 108本については	3
従来張り方式 (垂直張り2.4mスカート付)	0	0	0	現地に残っていた 物を使用	2
斜め張り	192	0	0		
寝かせ張り					
ツリーシェルター					0
計	201	13	7	0	5
	結束バンド単価 2.4円 2.4円×201本 =482円 内訳 従来張り方式 (垂直張り1.8m) 2.4円×9本=21円 斜め張り 2.4円×192本=461円			参考 シャトルアンカー 長さ 490mm プラスチック 単価 80円 頭部防湿フック付 (大同商事見積書より)	土砂・枝条・石堆積除去 功程調査については、 実施なし。

iii 侵入口や破損箇所の確認による傾向等の解明

① アンカーピン抜け箇所からの侵入は、アンカーピン抜け108本中、垂直張り1.8mが95本(88%)、斜め張り(埼玉方式)12本(9%)、寝かせ張り3本(3%)で、垂直張り1.8mが大部分を占めていた。

抜ける原因としては、地面が柔らかく軟弱、小石等が多く支持基盤(地面)が弱い箇所や傾斜地に設置してあり風雨によりネット全体が揺れ、アンカーピンに力が掛かり抜けていた。

② 下段押さえロープ下からの侵入は、イノシシが鼻や前足で地面を掘ることによるものであった。

③ 林道、作業道沿いが流水や雨水により洗掘されたり、小沢、小谷のように雨水が集中する箇所で、下段押さえロープ下に地面との空間ができ発生していた。

④ 上段張りロープを立木支柱にかすがい等で直接に打ち付けたことにより、隣接の立木支柱との距離が風により揺れて広がり、上段張りロープが切断され脱落していた。

⑤ 斜め張り(埼玉方式)は侵入防止ネットがポリエチレン製のため、ネットをウサギが噛み切り切断して侵入した。垂直張り1.8m及び垂直張り2.4mスカート付きはネットがステンレス入りのため被害は無かった。

なお、ウサギの生息頭数が多い西都児湯森林管理署の試験地が、全体の98%を占めていた。

⑥ シカの角がネットに絡みつき暴れたため、ネットがねじれ、切断され、アンカーピンが抜け、更に、上段張りロープ立木支柱止め部分及び下段押さえロープが切断され、シカ・イノシシ・ウサギの侵入に繋がった。

⑦ 傾斜地下側に設置したネットの下段に、搬出作業道の土砂や枝条が降雨の影響で堆積した、同様に傾斜地や裸地化した林地から土砂及び岩石等が堆積することにより、ネット全体が下がることやロープが切断されることでの侵入があった。

参考 かすがい9mm×120mm使用

立木支柱：広葉樹・スギ・ヒノキ径級5cm～32cm

4 考 察

各種保護資材の設置コストを検証した結果は、図-1で示したとおり、コスト面では斜め張りや寝かせ張りが優位であった。

斜め張りは、ネットの素材により野兎等の破損があったが、補修自体は結束バンドで短時間で施工でき、資材価格も安価でシカの侵入もなかったことから、引き続き検証を行うとともに、検証箇所を増やし結果次第では本格導入を検討すべきと考える。

寝かせ張りは、シカがネット自体を踏むことを嫌がり侵入防止効果を期待したものであることから、枝条の腐朽による畝の沈下後の侵入が危惧されていたが、設置後すぐにネットを乗り越え侵入し、造林木への食害が全試験地で確認されたことから、今回の検証で侵入防止効果はないことが判明した。

垂直張り1. 8 mは、アンカーピンの間隔が広く、簡単に15 cm程度は持ち上がるので、イノシシ等の潜り込みによるピン抜けが発生し、シカの侵入に繋がるため、設置時にアンカーピンの本数を増やし、ピン間隔を1 m以下に縮めることが重要である。

垂直張り2. 4 mスカート付きは、0. 6 mのスカート設置により潜り込みによるピンが抜けが少ないことに加え、スカート部分に雑草が繁茂することにより安定感を増していく。資材価格は高くなるが、侵入による造林木被害や維持管理経費を考慮すると、今回の検証では最も有効的なものであった。しかしながら、アンカーピンの間隔については、1. 8 m同様、1 m以下に縮めることが、更なる効果を発揮するものと考えられる。

ネット設置後の侵入防止効果を高める上で、定期的（1ヶ月程度）、台風、大雨後の巡視（写真-20）、による維持管理が重要であり、簡単なネット破損には結束バンド（写真-21）で補修し、巡視の際に発見した侵入口を石（写真-22）や丸太（写真-23）、で塞ぐ簡単な作業でも、侵入防止効果は非常に高いことが解った。

点検・補修状況写真



写真-20 巡視による点検



写真-21 ネット切断結束バンドによる補修



写真-22 石による補修



写真-23 シカ等侵入口丸太による補修



写真-24 アンカーピンによる補修



写真-25 西都昇湯土砂除去後



写真-26 立木支柱止め結束バンドによる補修



写真-27 立木支柱止め結束バンドによる補修



写真-28 シカ等侵入口丸太・石による補修

最後に、近年、九州各地の民有林・国有林で設置されている単木保護資材（ツリーシェルター）について、当センター試験地において、ツリーシェルター内の造林木とネット内の造林木との成長比較調査を行っている。

調査を進める中で、ツリーシェルター内の造林木が他の造林木と比較して良好な上長成長を示す一方で、植栽後1年以上経過後に植栽木の3割程度が枯死した現象や、造林木の先端部がほうき状に枝分かれする現象が確認された。

また、上長成長は良いものの、シカ被害デリアラインの150cm程度に到達した造林木のツリーシェルターを外した場合に倒伏してしまう現象も確認している。

更に、ツリーシェルター設置箇所では下刈りは不要とされているが、実際に下層植生に覆われた場合の造林木の成長への影響はどの程度発生するのか。

このような、ツリーシェルターを設置したことによる新たな現象等及び回収、撤去時期について、現在、調査・検証中である。

今後、調査結果等に基づくツリーシェルター設置時の注意事項や対策等及び、ツリーシェルターの取り外し時期を含むガイドラインの作成に取り組むこととしている。