

剥皮防止資材のクマおよびシカに対する効果と耐久性

青山祐輔・高田敦史*1・若山学*2・神津義則*3

Effect and durability of protection for planted tree from bear and deer barking damage

Yusuke AOYAMA, Atsushi TAKADA, Manabu WAKAYAMA and Yoshinori KODU

剥皮防止資材の効果および耐久性について調べるため、スギおよびヒノキ人工林で、バンド、テープおよびネットの形状の資材（商品名：ウィリー、パイプラテープ、クリーンバリア）をそれぞれ1条件あたりおおよそ50本の調査木に巻き付け、クマおよびシカによる剥皮の発生状況と剥皮防止資材の破損・脱落の数を調査した。スギ人工林に設定した調査地ではクマおよびシカによる剥皮率が1~6%と低く、剥皮防止資材の種類による明らかな効果の違いは見られなかった。ヒノキ人工林に設定した調査地ではクマによる剥皮は見られなかったが、クリーンバリアの施工区でシカによる剥皮率が25%と最も高かった。クリーンバリアが集中的に被害を受けた要因は不明であるが、今回の調査では剥皮防止効果の観点からはウィリーおよびパイプラテープが優れており、耐久性の観点からはウィリーが最も優れていた。

1. はじめに

ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*、以下、クマと記す) およびニホンジカ (*Cervus nippon*、以下、シカと記す) はスギやヒノキ成木の樹皮を剥ぎ、材に変色・腐朽をもたらすことが知られている¹⁻³⁾。奈良県では2008年以降、実損面積で年間100ha以上の深刻なクマによる剥皮被害が報告されている⁴⁾。またシカによる剥皮被害については、モニタリング調査の結果、2009年以降奈良県の各地で増加が確認されている⁵⁾。このため、奈良県の人工林の多くでは、クマとシカの両方に効果のある対策が求められている。この手段の1つとして、樹幹にバンド、テープあるいはネット（以下、これらを剥皮防止資材と記す）を巻く方法があるが、効果等についての情報は十分とは言えない⁶⁾。

そこで本研究では、剥皮防止資材として市販されているウィリー、パイプラテープ、クリーンバリア（いずれも信濃化学工業株式会社製）について、クマおよびシカによる剥皮被害の防止効果および耐久性を検証するため、比較試験を実施した。

2. 材料および方法

2.1 調査地

調査は、図1および表1に示すように、奈良県吉野郡上北山村河合地内のスギ人工林および西原地内のヒノキ人工林で実施した。河合地内に設定した調査地は「小谷1」「小谷2」とし、西原地内に設定した調査地は「株の谷」とした。いずれの調査地もクマおよびシカの生息地で、事前調査においても新しい剥皮被害が生じている林分に設定した。

2.2 剥皮防止資材の効果および耐久性試験

2.2.1 設置方法

2016年4月に、小谷1および小谷2に表2に示すa~gの施工区を設定した。図2(1)(2)にその配置を示す。a~gの施工区はそれぞれ3ヶ所ずつ配置し、同じ施工区どうしが隣接しないように設定した。

引き続き、2017年12月に、株の谷に表3に示すA~Eの施工区を設定した。図2(3)にその配置を示す。ここでは、同一の剥皮防止資材を施工した場合と複数種類の剥皮防止資材を混合して施工した場合での効果を比較するために、施工区Cでは種類の異なる剥皮防止資材をモザイク状に配置した。

各施工区において、調査木はおおよそ50本ずつとした。

バンド型の各種ウィリーは図3(1)~(5)のとおり、立木の斜面山側の地際からの高さが約30cmになるように巻き付けた。テープ型のパイプラテープは図3

*1 現 奈良県 水循環・森林・景観環境部 森と人の共生推進課

*2 現 十津川村

*3 信濃化学工業株式会社

(6) のとおり、立木の斜面山側の地際からの高さが約 20cm の位置から約 1.2m の位置まで、約 20cm 間隔で螺旋交差状に巻き付けた。ネット型のクリーンバリアは図

3 (7) のとおり、立木の斜面山側の地際から、高さ 1m までの樹幹部分を被覆するように巻き付けたが、根張りまでは十分に被覆できないものもあった。

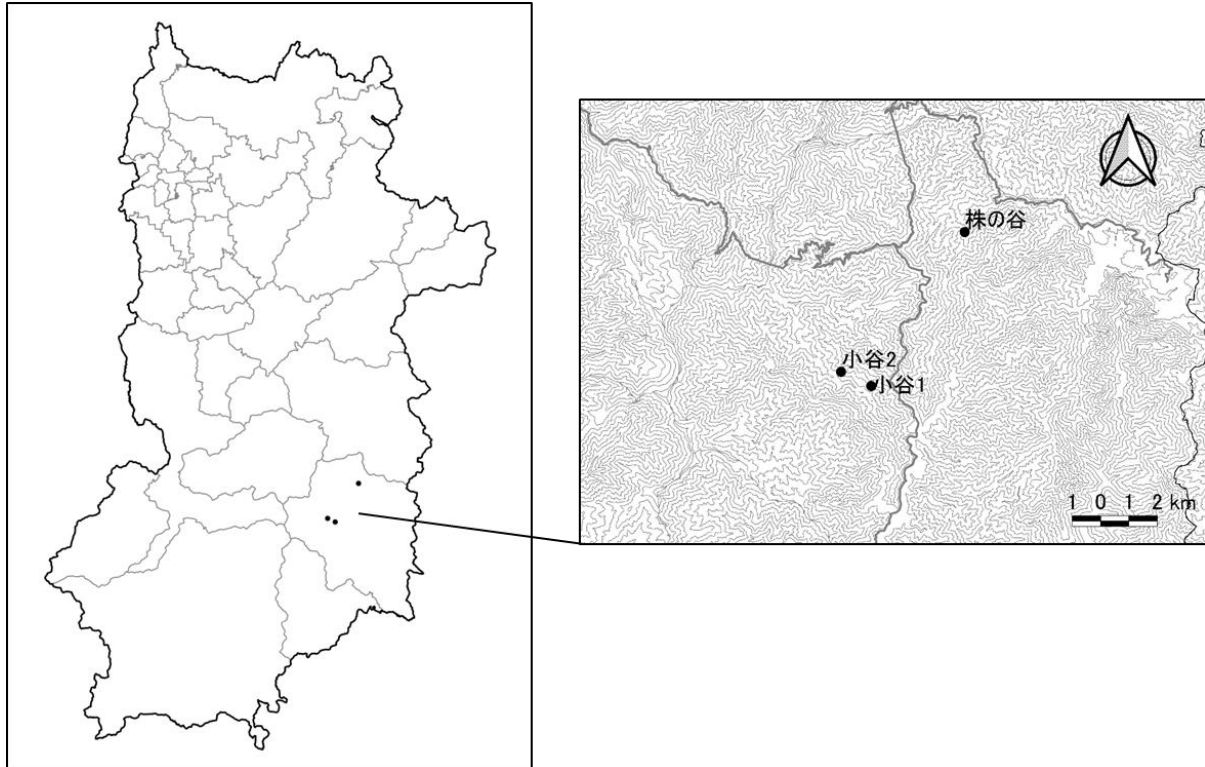


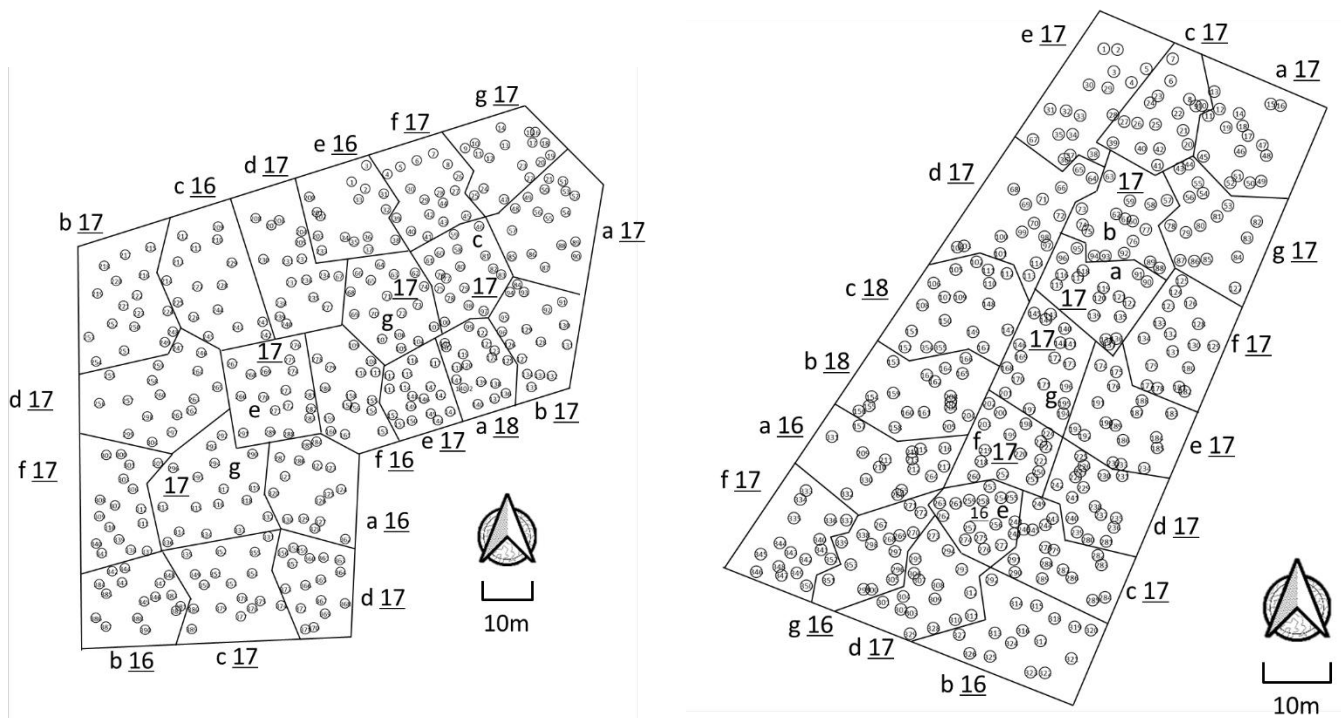
図 1 調査地

表 1 調査地の概要

調査地	地区	主要樹種	立木数	平均胸高直径 (cm)	標高(m)
小谷1	河合	スギ	353	34.6±9.2	690
小谷2	河合	スギ	355	29.9±6.4	780
株の谷	西原	ヒノキ	267	15.9±3.1	1,000

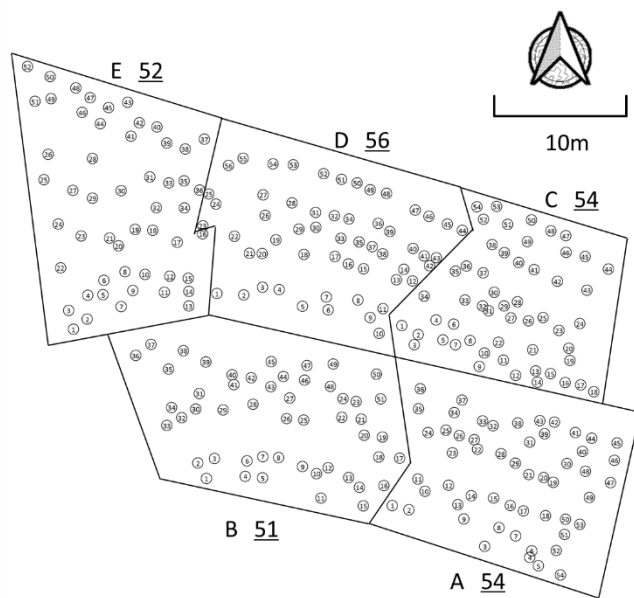
表 2 小谷1および小谷2の施工区

施工区	剥皮防止資材	材質	形状	幅(cm)
a	ウィリーGPフル	生分解性プラスチック	バンド	15
b	ウィリーGPハーフ	生分解性プラスチック	バンド	8
c	ウィリーPEフル	ポリエチレン	バンド	15
d	ウィリーPEハーフ	ポリエチレン	バンド	8
e	ウィリーPEハーフ2枚	ポリエチレン	バンド	8
f	バイプラテープ	生分解性プラスチック	テープ	3
g	無施工			



(1) 小谷 1

(2) 小谷 2



(3) 株の谷

図2 施工区配置図

注：○は調査木位置

a~g およびA~Eは施工区

下線部は調査木の本数を示した。

表3 株の谷の施工区

施工区	剥皮防止資材	材質	形状	幅(cm)
A	パイプラテープ	生分解性プラスチック	テープ	3
B	ウィリーGPハーフ	生分解性プラスチック	バンド	8
C*	各種混合			
D	無施工			
E	クリーンバリア	生分解性プラスチック	ネット	100

*施工区C(各種混合)は以下の剥皮防止資材を混合して配置した。

Cb: パイプラテープ / Cw: ウィリーGPハーフ / Cc: クリーンバリア / Cn: 無施工



(1) ウィリーGPフル



(2) ウィリーGPハーフ



(3) ウィリーPEフル



(4) ウィリーPEハーフ



(5) ウィリーPEハーフ2枚



(6) パイプラテープ



(7) クリーンバリア

図3 剥皮防止資材

2.2.2 調査方法

クマおよびシカによる剥皮と剥皮防止資材の破損・脱落の数を毎年2～4回目視により調査した。調査期間は小谷1および小谷2では2016年4月から2020年11月まで、株の谷では2017年12月から2021年12月までとした。クマおよびシカによる剥皮の判別については、図

4(1)(2)のように、剥がされた樹皮片の幅が5～20cm程度であり、形成層部に縦方向の切歯による痕跡がある被害をクマによる剥皮とし、図4(3)のように、剥がされた樹皮片の幅が1～2cm程度である被害をシカによる剥皮とした⁷⁾。図4(4)に示す角こすり痕もシカによる剥皮に含めた。



(1) クマによる剥皮



(2) クマによる剥皮



(3) シカによる剥皮



(4) シカによる剥皮および資材の脱落



(5) 咬み切りによる資材の破損



(6) 劣化による資材の脱落

図4 クマおよびシカによる剥皮および剥皮防止資材の破損・脱落

また、本調査では、剥皮防止資材の破損を、図4（5）に例示するように、「野生動物の咬み切り等の加害により剥皮防止資材が損傷しているが、調査木に施工した状態をおおむね保っており剥皮防止効果を保持していると判断される状態」と定義した。また、剥皮防止資材の脱落を、図4（4）（6）のように、「野生動物の加害、強風等の自然条件や経年劣化により剥皮防止資材が切断され、調査木から離脱し、剥皮防止効果が低下している、あるいは失われていると判断される状態」と定義した。小谷1および小谷2に設定した施工区eでは、2枚のウィリーのうち1枚が外れた時点で脱落とみなした。

2.3 野生動物の出没状況および加害状況調査

クマ、シカ、その他の野生動物の調査地林分への出没状況および調査木と剥皮防止資材への加害状況を把握するため、表4に示すとおり、各調査地に自動撮影カメラを設置し、出現する種と撮影回数を記録した。小谷1お

よび小谷2での自動撮影カメラの設定は静止画撮影モードとし、撮影間隔は0秒とした。株の谷での自動撮影カメラの設定は動画撮影モードで撮影時間は60秒とし、撮影間隔は0秒とした。

3. 結果と考察

3.1 剥皮防止資材の効果および耐久性

3.1.1 小谷1および小谷2

小谷1および小谷2において、2019年11月に非生分解性であるポリエチレン製の剥皮防止資材（施工区c~e）の調査を終了し、資材を回収した。そのため、剥皮防止効果および耐久性の比較は、2016年から2019年までの調査結果に基づいて実施した。表5および表6に剥皮と破損・脱落の数について示す。また図5~8に2016年から2019年までの小谷1および小谷2の結果を合算で示す。

表4 自動撮影カメラの設置状況

調査地	期間	台数	撮影モード	機種
小谷1	2016年4月22日~2018年12月18日	3	カメラ	ScoutGuard BMC SG570-6M
小谷2	2016年4月22日~2018年12月18日	3	カメラ	ScoutGuard BMC SG570-6M
株の谷	2018年5月22日~2018年12月18日	3	ビデオ	Ltl Acorn Ltl-6210MC
	2019年5月16日~2019年11月20日	3		Ltl Acorn Ltl-6210MC
	2020年6月2日~2020年11月19日	10		Ltl Acorn Ltl-6511WMC
	2021年6月17日~2021年12月2日	3		Ltl Acorn Ltl-6210MC

表5 小谷1における剥皮および資材の破損・脱落(2016~2019年)

施工区	調査木	クマ剥皮	シカ剥皮	破損	脱落
a	51	3	2	16	22
b	50	2	2	33	29
c	50	4	1	25	14
d	51	1	2	31	13
e	50	1	1	20	11
f	50	0	2	9	50
g	51	4	5	-	-

表6 小谷2における剥皮および資材の破損・脱落(2016~2019年)

施工区	調査木	クマ剥皮	シカ剥皮	破損	脱落
a	50	2	0	18	14
b	51	0	0	40	24
c	52	2	0	24	17
d	51	0	0	25	15
e	50	2	1	26	17
f	51	1	0	13	48
g	50	2	0	-	-

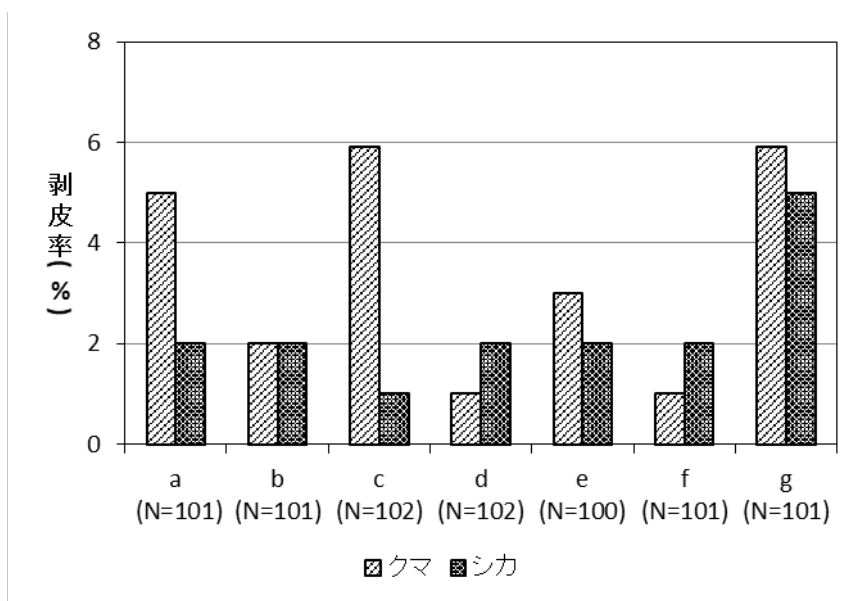


図5 各施工区における剥皮率(2016~2019年、小谷1および小谷2)
 注：施工区 a~g は表2参照。
 Nは小谷1および小谷2における調査木の本数を示した。

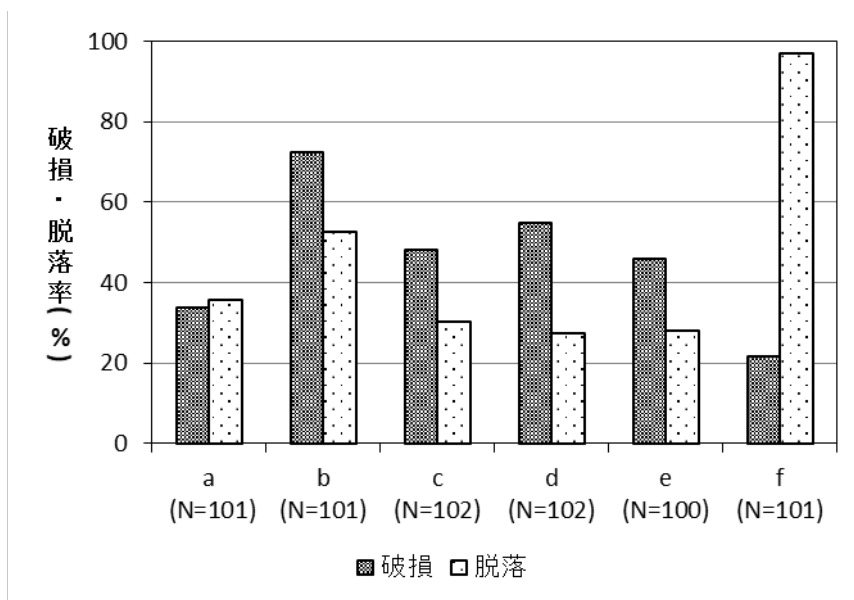


図6 各施工区における破損・脱落率(2016~2019年、小谷1および小谷2)
 注：施工区 a~f は表2参照。
 Nは小谷1および小谷2における調査木の本数を示した。

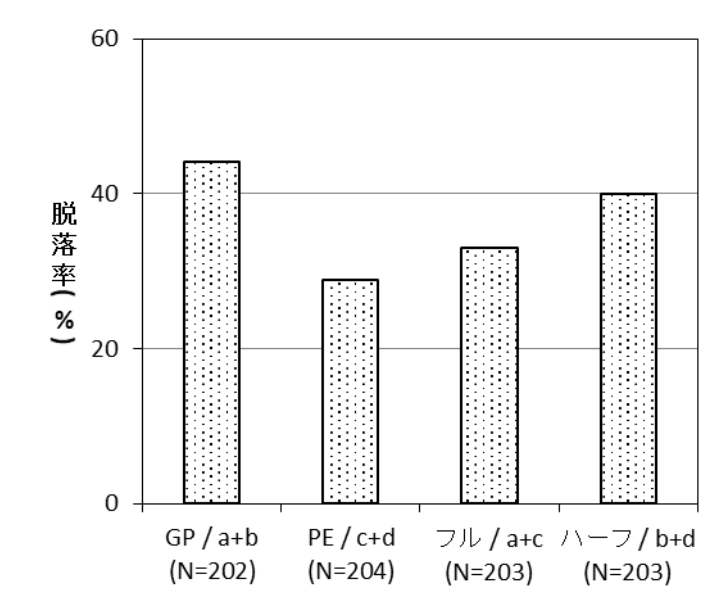


図7 各種ワイリーの脱落率(2016～2019年、小谷1および小谷2)

注：資材は表2参照。

Nは小谷1および小谷2における調査木の本数を示した。

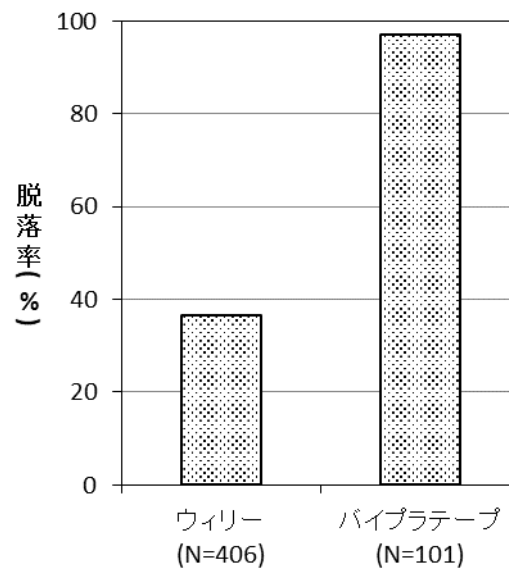


図8 ワイリーおよびパイプラテープの脱落率(2016～2019年、小谷1および小谷2)

注：Nは小谷1および小谷2における調査木の本数を示した。

クマとシカによる剥皮率については、図5に示すようにいずれも1~6%と低く、剥皮防止資材の種類による明らかな違いは見られなかった。また、剥皮防止資材の破損については、図6に示すように、施工区fのバイプラテープの破損率が他よりも低かったが、これはテープが幅3cmと細く、破損するとすぐに脱落してしまうため、破損状態で確認されるものが少なかったことが原因と考えられた。施工区a~eで使用したウィリーの中では、施工区bのGPハーフで破損率が3年後に72.3%となり最も高かった。施工区eのPEハーフ2枚は、バンドを2枚巻くことによる視覚的な忌避効果を期待して設定したが、施工区dのPEハーフ(バンド1枚)と比較して剥皮および破損・脱落の数に明らかな違いは見られなかった。

脱落に注目すると、図6に示すように、施工区fのバイプラテープは設置3年後に97.0%が脱落した。施工区a~eのウィリーの中では、施工区bのGPハーフで脱落率が52.5%となり最も高かった。

材質については、図7に示すGPとPEの比較から、生分解性プラスチック製のGPの方が脱落率が高く耐久性は低かったが、生分解性であるため回収する手間を省けるという利点がある。また、バンドの幅に注目すると、図7に示すフルとハーフの比較から、ハーフで脱落率が

高かった。バンドとテープを比較すると、図8に示すとおり、バンド型のウィリーは全体として3年後に36.5%が脱落したが、97.0%が脱落したバイプラテープよりも耐久性は高いと考えられた。

生分解性プラスチック製の剥皮防止資材(施工区a、b、f)については2020年11月まで調査を継続した。図9に脱落率の経年変化を示す。施工区fのバイプラテープは、設置3年後の2019年で脱落率97.0%であったが、4年後の2020年には全て脱落した。荷造り用テープでは、設置3年目で56.3%が破損したという試験結果や⁸⁾、2年ほどでテープがちぎれ、林内に散在するという指摘があることから⁹⁾、テープ型の剥皮防止資材の耐久性は2~3年程度と考えられた。ただしバイプラテープは耐久性は低い、生分解性であるため、生分解しない荷造り用テープに比べ、回収する手間を省けるという利点がある。バンド型のウィリーでは、施工区aのGPフルで脱落率が3年後の35.6%から4年後には68.3%に増加し、施工区bのGPハーフで脱落率が52.5%から74.3%に増加した。脱落速度から考えると、GPフルやGPハーフも5~6年後にはほとんど全てが脱落している可能性が高い。

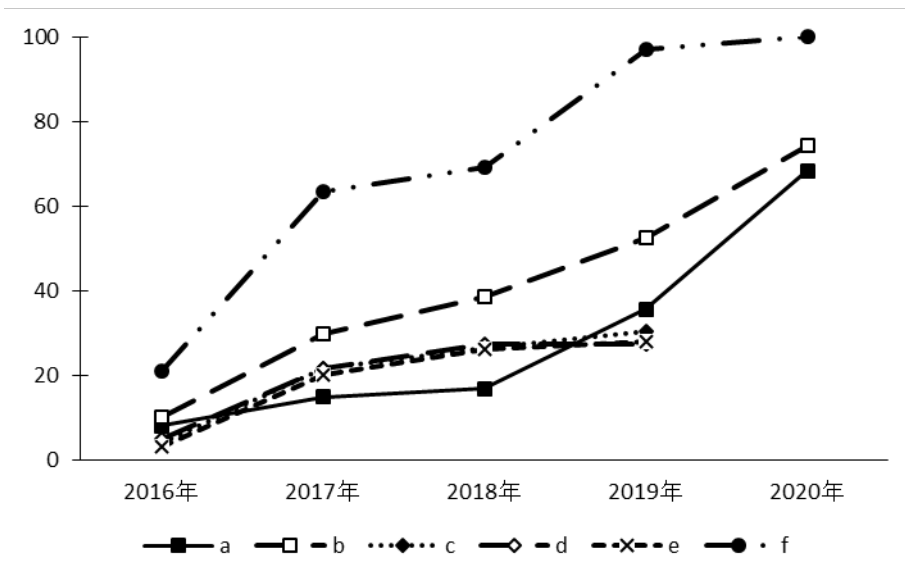


図9 各施工区における脱落率の変化(小谷1および小谷2)
注：施工区a~fは表2参照。

3.1.2 株の谷

株の谷における被害防止効果および耐久性の比較は、2017年12月から2021年12月までの調査結果に基づいて実施した。表7に剥皮および破損・脱落の数について示す。

株の谷では全ての施工区でクマによる剥皮は確認されなかった。シカによる剥皮率は、図10に示すように、設置4年後に施工区A～Dで0～8%であったのに対し、施工区Eのクリーンバリアでは25%となり最も高かった。この施工区Eでは設置2年後の2019年に調査木の23.1%がシカによって剥皮されており、この期間に集中的に被害を受けたと考えられた。また、施工区Eでは、シカによって剥皮された調査木のうち、おおよそ半分にあたる7本が、図4(3)に例示したように、根張り部分を剥皮されていた。剥皮防止資材が根張り部分を保護していない場合、根張り部分が剥皮される事例が報告されているが¹⁰⁾、根張り部分も含めてネットで保護することで根張り部分の剥皮を防ぐことができる^{11, 12)}。シカによる剥皮は根張り部分が起点になると指摘されていることから、根張り部分を保護することが剥皮防止対策において重要であると考えられた¹⁰⁾。施工区Cでは種類の異なる剥皮防止資材をモザイク状に配置して施工したが、図10に示すように、ウィリーおよびパイプラテープで保護した調査木の剥皮率は他の施工区と差がなく、剥皮防止効果は変わらなかった。クリーンバリアで保護した調査木の剥皮率は設置4年後に施工区Ccが0%であったのに対し、施工区Eでは25%であったことから、施工区Ccでは施工区Eで発生した集中的な被害が発生しなかったと考えられた。

剥皮防止資材の破損について、図11のとおり、施工区AおよびCbのパイプラテープは破損率が低くなっているが、これは小谷1および小谷2における結果と同様に、テープが幅3cmと細く、破損するとすぐに脱落してしまうため、破損状態で確認されるものが少なかったことが

原因と考えられた。

また、脱落に注目すると、図11に示すように、施工区AおよびCbのパイプラテープは設置4年後に76.5%が脱落した。施工区BおよびCwのウィリーでは21.5%が脱落したが、パイプラテープと比較すると耐久性は高いと考えられた。施工区EおよびCcのクリーンバリアは44.6%が脱落した。図12に示すように、施工区Eでは設置2年後の2019年にクリーンバリアの38.5%が脱落しており、この時期に集中的に被害を受けたと考えられた。

3.2 自動撮影カメラによる野生動物の出没状況および加害状況

表8に自動撮影カメラによる野生動物の撮影回数および延べ稼働日数を示す。ここでは、電池切れ等により自動撮影カメラが稼働していない期間については延べ稼働日数から除いている。全ての調査地でシカの撮影回数が最も多く、特に小谷1で顕著に多かった。したがって小谷1はシカの利用頻度が高く、立木が比較的剥皮されやすい環境であったと考えられた。また全ての調査地でクマの出没が確認され、小谷1では親子も撮影された。

動画ではクマがクリーンバリアの匂いを嗅ぐ様子や、シカがクリーンバリアの破損箇所まで調査木の匂いを嗅ぐ様子が撮影されたが、剥皮防止資材や調査木に加害する様子は撮影されなかった。その他、成獣のイノシシがクリーンバリアを揺らす様子、幼獣のイノシシがパイプラテープを咬んで引っ張る様子、成獣のニホンザルがクマに剥がされた樹皮を掴んで引っ張る様子、幼獣のニホンザルがクマに剥がされた樹皮にしがみついて揺らす様子が撮影された。これらの様子から、シカおよびクマが立木を剥皮するだけでなく、他の野生動物が剥皮防止資材を破損する被害や、剥皮を拡大する被害を引き起こす可能性が示唆された。したがって今回の調査結果を解釈する上で、また今後の剥皮被害の調査にあたっては、他の野生動物の関与にも留意する必要があると考えられた。

表7 株の谷における剥皮および資材の破損・脱落(2017～2021年)

施工区	調査木	クマ剥皮	シカ剥皮	破損	脱落
A	54	0	1	6	41
B	51	0	4	19	10
(Cb)	14	0	0	1	11
(Cw)	14	0	1	5	4
C*	54	0	0	8	1
(Cc)	13	0	0	8	1
(Cn)	13	0	1	-	-
D	56	0	2	-	-
E	52	0	13	35	28

*施工区C(各種混合)は以下の剥皮防止資材を混合して配置した。

Cb:パイプラテープ / Cw:ウィリーGP/ハーフ / Cc:クリーンバリア / Cn:無施工

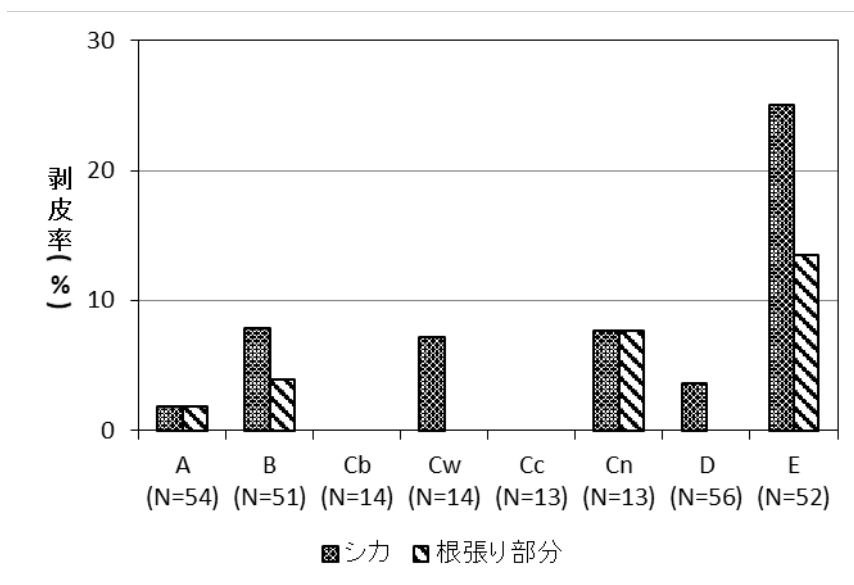


図 10 各施工区における剥皮率(2017~2021年、株の谷)
 注：シカによる剥皮率およびシカによる根張り部分の剥皮率を示した。
 施工区A~Eは表3参照。
 Nは株の谷における調査木の本数を示した。
 この調査地ではクマによる剥皮はなかった。

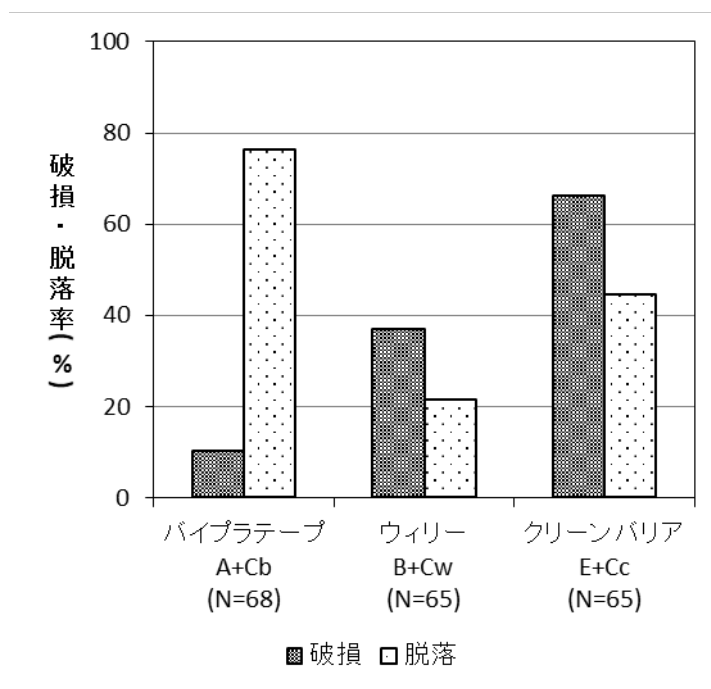


図 11 バイプラテープ、ウィリーおよびクリーンバリアの破損・脱落率
 (2017~2021年、株の谷)
 注：Nは株の谷における調査木の本数を示した。

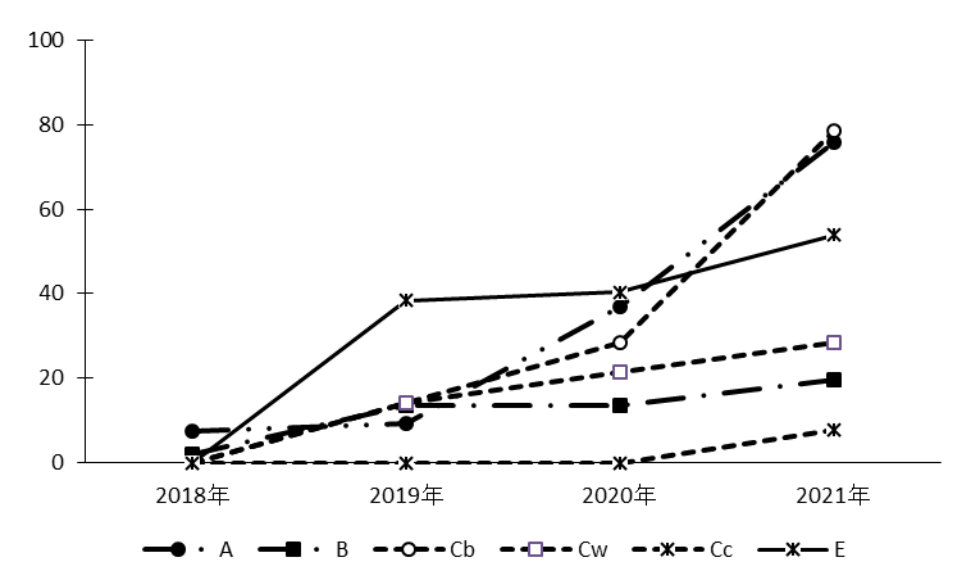


図 12 各施工区における脱落率の変化 (株の谷)
注：施工区 A～E は表 3 参照。

表 8 自動撮影カメラによる野生動物の撮影回数と延べ稼働日数

撮影対象	小谷1	小谷2	株の谷
ニホンジカ	906	158	237
ツキノワグマ	14	5	11
ニホンザル	8	11	55
イノシシ	32	16	23
ニホンカモシカ	1	0	35
哺乳類			
キツネ	12	3	2
テン	1	3	6
ニホンノウサギ	0	0	6
アナグマ	0	1	4
ネズミ類	0	0	4
ニホンモモンガ	0	0	2
ハクビシン	0	0	2
鳥類			
カケス	0	6	27
アオゲラ	0	0	7
ヤマドリ	1	0	3
オオアカゲラ	0	0	1
オオコノハズク	0	0	1
コゲラ	0	0	1
ヤマガラ	0	0	1
不明	10	13	4
延べ稼働日数	2415	1836	3359

4. まとめ

剥皮防止資材の効果および耐久性について調べるため、バンド、テープおよびネットの形状の剥皮防止資材を調査木に巻き付けて、クマおよびシカによる剥皮の発生状況と剥皮防止資材の破損・脱落の数を調査した。

スギ人工林に設定した調査地（小谷1および小谷2）では、クマとシカによる剥皮率については、いずれも設置3年後で1~6%と低く、剥皮防止効果について資材の種類による明らかな違いは見られなかった。バンド型のウィリーについては設置3年後に約4割が破損や劣化により脱落し、耐久性については2007年から2010年にかけて吉野郡黒滝村赤滝地内で実施した調査と同様の結果となった³⁾。設置4年後にはウィリーの約7割が脱落するため、巻き直し等を行う必要があるが、テープ型のバイプラテープでは、設置1年後に同程度の脱落率に達することから、ウィリーの方が耐久性が高く、少ない施工回数で長い期間の剥皮防止が可能であると考えられた。

ヒノキ人工林に設定した調査地（株の谷）では、クマによる剥皮は確認されなかったが、シカによる剥皮率については、設置4年後にネット型のクリーンバリアで25%と最も高く、剥皮防止効果はウィリーおよびバイプラテープより低かった。ウィリーについては設置4年後に約2割が破損や劣化により脱落し、バイプラテープでは、設置4年後に約8割が破損や劣化により脱落していた。いずれも小谷1および小谷2の調査結果と比較して脱落率はやや低い、ウィリーの方が耐久性は高いという点では類似の調査結果が得られた。クリーンバリアは設置4年後に約4割が脱落した。クリーンバリアが集中的な被害を受けた要因は不明だが、ウィリーと比較して剥皮防止効果および耐久性は低かった。ただし剥皮箇所にはクリーンバリアによって保護されていない根張り部分が含まれていたことから、根張り部分を被覆するように施工することでクリーンバリアの剥皮防止効果は高まると考えられた。

謝辞

本研究の一部は令和2年度 公益財団法人北村森林保護財団 森林・林業調査研究等事業「奈良県の人工林における野生動物の出没状況と行動の調査」として実施しました。また、試験地をご提供いただいた一般財団法人北山郷文化保存会に心より感謝いたします。

引用文献

- 1) 柴田叡弑, 和口美明, 米田吉宏, 隅孝紀: 野生獣類による新たな森林被害の防除法確立のための基礎調査. 奈良県林業試験場業務報告. 21 (1992)
- 2) 和口美明, 隅孝紀, 米田吉宏: ツキノワグマによる剥皮被害の損失額—60年生ヒノキ林の事例—. 森林防疫. 44 (12), 220-225 (1995)
- 3) 若山学, 田中正臣, 木南正美, 米田吉宏, 松島博: ツキノワグマによる剥皮被害とその簡易な防止手法の検討. 奈良県森林技術センター研究報告. 41, 7-14 (2012)
- 4) 奈良県水循環・森林・景観環境部: 令和2年度奈良県林業統計. (2022)
- 5) 奈良県食と農の振興部農業水産振興課鳥獣対策係, 奈良県森林技術センター森林資源課: 奈良県ニホンジカ第二種特定鳥獣管理計画令和3年(2021年)度モニタリング報告書. (2022)
- 6) 岡本卓也: クマハギ防止対策はシカハギ防止にも効果があるのか? 岐阜県での事例. 森林のたより. 691 (2011)
- 7) 大井徹: ツキノワグマによる樹木への被害と対策. 樹木医学研究. 24 (2), 134-141 (2020)
- 8) 佐々木智恵, 伊勢信介, 八木智義: ツキノワグマによる造林木剥皮害の効果的な防止対策に関する調査(2). 宮城県林業技術総合センター成果報告. 25, 1-7 (2017)
- 9) 石川県林業試験場: クマ剥ぎ被害の軽減技術. よくわかる石川の森林・林業技術. 2 (2002)
- 10) 尾崎真也: 兵庫県におけるニホンジカによるスギ壮齢木樹皮摂食害とその防除. 森林防疫. 64 (12), 174-182 (2015)
- 11) 福本浩士, 佐野明: ヒノキ造林木における剥皮害防止資材の検討. 三重県林業研究所研究報告. 3, 13-17 (2011)
- 12) 柳澤賢一: ニホンジカによるヒノキ根張り部の剥皮害に対する単木保護資材設置方法の検討. 中部森林研究. 65, 67-68 (2017)

(2023年4月7日 受理)