

ツキノワグマの剥皮被害防除試験

Control test of barking damage by Japanese black bear (*Ursus thibetanus*).

伊藤 英敏・小野里 光^{*}・片平 篤行・町田 初男

I はじめに

群馬県内においてもツキノワグマによる人工林の剥皮被害が発生し、何十年もかけて育ててきた立木の価値が著しく損なわれるとともに、山林所有者の育林意欲減退を招くなど、林業に悪影響を及ぼしている。また、林分の健全性が損なわれることから、公益的機能の低下が危惧される。

このように林業や人工林に悪影響を及ぼしている剥皮被害に対する対策として、荒縄やビニールテープを幹に巻く方法が行われ^{1) 2)}、これまでの調査によれば一定の防除効果を上げている。また、いくつかの防除資材が製品化されている。しかし、荒縄やビニールテープは木の肥大成長により食い込んだり、千切れて林内に散乱したりしている。また、広く普及している生分解性の帯タイプの防除資材は、接続部分の切断により数年で脱落するという問題点があった。

そこで、こうした問題解決のため、北関東産官学研究会、桐生川林業研究会、桐生森林事務所、群馬県産業技術センターの関係者と協議・検討し、既存の製品と異なる資材を提案し、現地試験等により複数の既製品とともに防除効果、設置作業性、耐久性、価格等について総合的な評価を行った。

II 方法

1 試験地の概要

表-1のとおり、全部で4ヶ所の試験地を設定した。設置年度は、2006年度と2007年度で、2006年度は、剥皮被害が一年以内に発生し、かつ被害率が高い被害林分の近くとし、2007年度は、この数年被害が継続して発生し、今後も被害が発生するおそれのある林分を選定した。

試験地Aと試験地Bには、それぞれ防除資材の林試18を設置した木と設置しない木を同数ずつ設けた。5種類の資材を設置した区域及び資材を設置しない区域を、斜面方向に帯状に設定した。また、試験地Dでは、試験地Cのような帯状の試験区と5種類の資材をランダムに設置する試験区を設けた。

表-1 防除試験地一覧

	所在地	標高 (m)	樹種	林齢	設置資材	設定年度
試験地A	桐生市梅田町	620	スギ・ヒノキ	20	林試18	2006年度
試験地B	桐生市梅田町	560	スギ	25	林試18	2006年度
試験地C	桐生市梅田町	550	スギ	39	5種類	2007年度
試験地D	桐生市梅田町	600	スギ	41	5種類	2007年度

注1) 林齢は調査地設定時

2) 5種類の資材は既製品A、既製品B、既製品C、林試19A、林試19B

*群馬県自然環境課

2 防除資材

試験に使用した防除資材は、表－2のとおりである。2006年度に試作した資材は、対象木の肥大生長に適応可能な樹名板用のステンレス製のバネに、名札に利用する白色のプレート板5枚を通してぶら下げるものである(図－1及び2)。

2007年度の試験地には、樹木に資材を巻きつけるものでタイプのもので、既製品を3種(既製品A, 既製品B, 既製品C)、試作品を2種(林試19A、林試19B)の計5種を設置することとした(図－3～7)。使用した既製品A、B、Cは、網状または蛇腹筒状で木に巻き付けるタイプの資材である。また、林試19A及び林試19Bはいずれも林試18と同じようにバネに板5枚をぶら下げる構造である。ただ、板の大きさと材質が異なり、林試19Aがポリプロピレン製、林試19Bがポリエチレン製で、金型から作成した。試験に使用した各資材は、おおむね幹周囲長が100cmに対応する規格とした。

表－2 設置防除資材一覧

名称	既製品A	既製品B	既製品C	林試18	林試19A	林試19B
特徴	網状	蛇腹筒状	網状	バネ+名札	バネ+短板	バネ+長板
規格 (cm)	150×100	140×100 (95×100を1.5個)	142×90	バネ33cm, プ レート5枚	バネ30cm, 短板 5枚(10×5)	バネ30cm, 短板 5枚(20×5)
製品名	ワイルド	ザバーン	パークガード	(試作品)	(試作品)	(試作品)



図－1 林試18 (設置前)



図－2 林試18



図－3 林試19A



図－4 林試19B



図-5 既製品A



図-6 既製品B



図-7 既製品C

3 方法

(1) 施工作業性

2006年度は、試験地内のスギ200本を対象として、胸高直径、被害の有無・部位について調査を行った。うちスギ100本に防除資材を地際から約50cmの高さの樹幹に取り付けた。試験地Aにおいて、防除資材設置状況をビデオカメラで撮影し、工程を解析して、資材設置に要する時間を計測した。

2007年度の資材設置にあたり各資材の10個あたりの容量・重量を計測した。資材設置木は無被害木を対象とした。試験地Cには、5種類の資材をそれぞれ80個ずつ、試験地Dにはそれぞれ100個ずつ設置し、各試験地に資材を巻かない対照木を同数（試験地C80、試験地D100）設定した。資材の設置状況をビデオカメラで撮影し、工程を解析して資材設置に要する時間を計測した。

また、試験地Dでは作業後設置を行った試験場職員及び作業員・桐生森林事務所職員・山林所有者合わせて計10名にアンケート調査を実施した。内容は、資材の設置しやすさと運搬しやすさについてであり、5つの資材に順位をつけてもらった。なお、既製品Bは切断加工しやすいことから、140×100cmの1/2面積の140×50cmの規格で試験地Cに設置した。

(2) 防除効果

資材設置後、毎年剥皮時期（5月～8月）を過ぎた時点で、試験地内の対象木全てについて当年度の被害状況を目視により調査した。

(3) 耐久性

被害状況を調査する際に、併せて防除資材の取り付け状況も目視で確認した。

試作した防除資材の中で、林試19Aについて未使用のものと、試験地に設置したものの経年劣化を調査した。2008年3月に設置したものを、2010年4月と2011年1月に一部回収した。樹脂の劣化の評価は、未使用の試験体と約3年経過した試験体について、分光測色計（ミノルタ製CM-550）を使用しL*a*b*表色系によるD65光源10度視野の色差（ ΔE^*ab ）を測定した。測定箇所は、資材の中で色の変化の大きい部分を対象にした。

また、万能強度試験機（インストン製、5582EX/H）を使用し、上側は取付穴にφ0.9mm#20の番線を通して固定し、下側20mmをチャックで掴み、载荷速度10mm/minで引張り試験を行った。

別に、未使用の資材と約3年間試験地に設置した資材各9個ずつをキセノンランプ式耐候試験機内に入れ、劣化促進を試みた。9個の資材は3個ずつ針金で固定し、同じ面がランプに向くように取り付けた。試験開始後100時間、200時間、400時間後に資材を取り出し、色差を測定した。比較参考のため、林試19Bも試験機内に取り付けた。

III 結果及び考察

1 施工作業性

試験地Aと試験地B内の試験対象木の平均胸高直径は表-3のとおりである。防除資材(林試18)は、平均的な太さの樹幹に設置している。資材1つあたりの重量は68gで、単価は346円であった(表-4)。防除資材1つを製作するのに要した時間は178秒であった(表-5)。

各資材の10個あたりの容量・重量を計測結果は表-6のとおり。重量は林試19Bが最も軽く、既製品Aが最も重かった。容積は林試19Aが最も小さく、既製品Aが最も大きかった。

防除資材の設置に要する時間は図-8のとおり。林試19Bが最も時間がかからず、既製品Aが最も時間を要した。

資材設置に関するアンケート結果は表-7のとおり。設置作業を行った10名の順位を点数化して総合的な順位づけを行った。設置および運搬の容易さの順位は、ほぼ同じ傾向を示し、林試19Aが最も容易であるという回答であった。また、望ましい防除資材についての主な意見としては、軽いこと、異なる径の樹木にも対応できること、枝葉が絡まないこと、樹木に資材を設置する時に資材への抵抗がないこと(動かしやすいこと)、構成パーツや設置器具が少ないこと、設置手間がかからないこと等であった。

表-3 試験地A及びBの資材設置木の状況

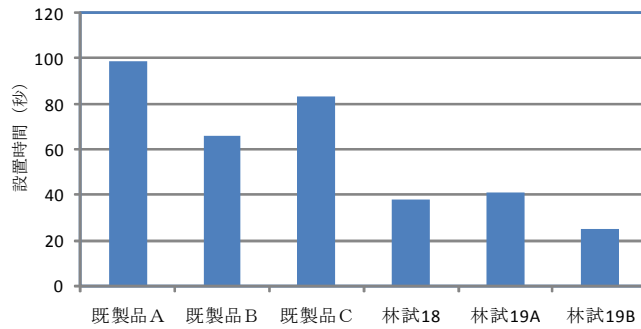
試験地	本数			平均胸高直径(cm)			その他
	全体	防除資材		全体	防除資材		
		あり	なし		あり	なし	
A	200	100	100	14.9	15.2	14.6	ヒノキ14本(資材あり11本)、クマ被害1本(資材あり)
B	200	100	100	23.7	23.8	23.5	クマ被害2本(資材なし)

表-4 防除資材構成部品の規格および単価

構成部品	規格	個数	重さ(g)	単価
バネ	長33cm、径10mm	1	36	220
プレート	60×40mm	5	26	86
リング	径17mm	5	5	29
Sフック	14mm	1	1	11
防除資材1個当たり			68	346

表－5 防除資材製作時間内訳

工 程	時間(秒)
バネを切断し、Sフックを取り付け加工	23
リングとプレート5枚をバネに装着	155
計 (1個あたり)	178



図－8 資材の設置にかかる時間

表－6 設置防除資材の重量および容量 (10個あたり)

名称	既製品A	既製品B	既製品C	林試18	林試19A	林試19B
重量(g)/10個	209	82	57	68	58	38
容積(リットル)/10個	7.9	5.5	5.6	0.8	0.9	2.7

表－7 防除資材設置に関するアンケート結果

	既製品A	既製品B	既製品C	林試19A	林試19B
設置容易順位	5	3	4	1	2
運搬容易順位	4	3	5	1	2

2 防除効果

これまで確認した被害結果は表－8のとおりである。資材を設置した木と設置していない木を比較すると、ツキノワグマによる剥皮被害を受けた調査対象木は「資材あり」が0.4%(4本)、「資材なし」が1.3%(5本)と、被害率に差が認められた(表－9)が、資材を巻いた木にも被害が発生してしまい、「資材あり」の被害木4本の内訳は林試18が3本、林試19Bが1本で全て試作品という結果となった。これ以外の林試19A、既製品A、既製品B、既製品Cでは被害が確認されなかった。ただ、被害本数が少なかったこともあり、資材間に防除効果の差は認められなかった。

表－8 防除資材の効果調査結果

資材	特徴	設置年度	設置本数	調査年度別被害調査							
				2007		2008		2009		2010	
				被害本数	被害本数率(%)	被害本数	被害本数率(%)	被害本数	被害本数率(%)	被害本数	被害本数率(%)
林試18	ステンレスパネ+板 (スチロール)	2006	200	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	1.5
林試19A	ステンレスパネ+板 (ホリプロビレン)	2007	180	-	-	0	0.0	0	0.0	0	0.0
林試19B	ステンレスパネ+板 (ホリエレン)	2007	180	-	-	1	0.6	0	0.0	0	0.0
既製品A	網状	2007	180	-	-	0	0.0	0	0.0	0	0.0
既製品B	蛇腹筒状	2007	180	-	-	0	0.0	0	0.0	0	0.0
既製品C	網状	2007	180	-	-	0	0.0	0	0.0	0	0.0

表－9 防除資材の効果調査結果

資材	設置年度	設置箇所	設置本数	被害本数	被害率(%)
資材あり	2006	A	100	3	3.0
		B	100	0	0.0
	2007	C	400	0	0.0
		D	500	1	0.2
		計	1100	4	0.4
資材なし	2006	A	100	4	4.0
		B	100	0	0.0
	2007	C	80	0	0.0
		D	100	1	1.0
		計	380	5	1.3

3 耐久性

防除資材の調査結果を表－10に記す。林試19Bで73.3%の不具合が発生し、他の資材と不具合の発生率に大きな差があった。不具合の内容は、資材が千切れて脱落するもので、多くの資材で5枚のうちの何枚かが脱落していた。次いで被害が多かったのは、既製品Aと既製品Bの12.2%であった。既製品Bでは一部に資材の脱落も見られたが、この2つの資材の不具合は多くが巻きゆるみであった。一方で、林試18は設置してから4年近くが経過するが、不具合の発生率は1%未満であった。

試験対象木には、クマとは異なる剥皮や樹皮の細かな剥離も多く見られた。これらは、残された糞などからシカによるものと考えられた。同様に、資材の脱落についても、クマではなくシカによるものと見られた。

表－10 防除資材における不具合の発生率

	既製品A	既製品B	既製品C	林試18	林試19A	林試19B
発生率(%)	12.2	12.2	1.1	0.5	0.6	73.3
調査期間	3年	3年	3年	4年	3年	3年

※破損、脱落、たるみ等を「不具合」とした

試験地に設置した資材(林試19A)の色差と経過時間の関係を図-9に示した。屋外に設置して約3年後で未使用状態との色差が7程度で、色は明度L*が増加し、彩度C*は減少し、鮮やかさが失われ、白化する方向に変化が進んでいた。また、表面の性状はやや凹凸のある状態から凹凸がなくなった状態に変化していた。これは、樹脂の高分子が光による分解後水による脱落が起こっているものと推察された。

未使用のものと約3年設置したものを耐候試験機内に入れた後の、色差と経過時間の関係を図-10に示した。どちらの試験体も100時間後には大きな変化が見られたが、その後400時間までは変化が小さくなった。使用した耐候試験機の光源から、屋外の試験地での数十倍の時間経過に匹敵すると予測しているが、試験体を触った感触でも簡単に破損するようには全く感じられず、試験地に設置したままの資材林試19Aが今後急速に破損・脱落を招くとは考えられなかった。なお、林試19Bについては、320~330時間の時点で破断して針金から脱落した。

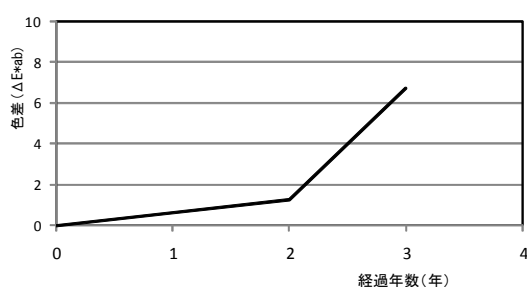


図-9 設置後の資材(林試19A)の色差変化

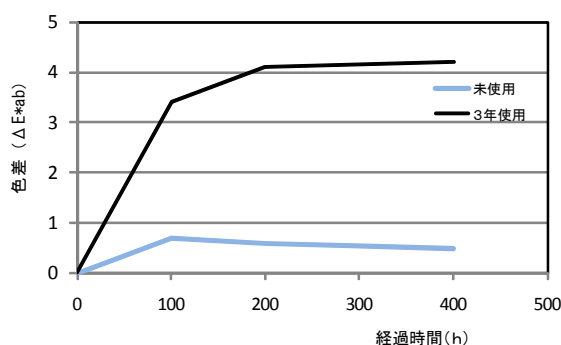


図-10 設置資材(林試19A)の色差変化

また、表-11に未使用の資材と試験地に設置した資材の引張り最大荷重を示した。未使用と3年経過資材に最大荷重の大きな違いはなかった。未使用試験体では最大荷重に達するまで荷重は増加していたが、3年経過した資材では、劣化した部分で一度荷重が低下してから最大荷重に達したものがあつた。

ポリプロピレン樹脂は、反応性が低く化学的に安定であり樹幹流などの酸による影響が小さいことから、光と水による表面からの劣化が主な劣化要因であるが、現時点まで設置した資材の結果からは、これらの劣化が最大荷重に与える影響はきわめて少なかった。しかし、材質は一樣ではなく表面が密で内部が粗になっているため、密な外側が劣化によって失われると強度は急激に低下するものと考えられる。

一方で、この資材は端部がフックになったバネによって樹幹に巻いて使用するが、フック部分の最大耐力を調べると13.1Nであることから、樹脂部分の最大耐力に比べてかなり小さな荷重でフックがはずれて脱落してしまうため、現時点で資材の劣化による影響は問題にならないと考えられる。

表-11 引張り強度試験結果

資材	引張強度(N)
未使用-1	303.3
未使用-2	279.4
未使用-3	281.4
試験地使用-1	307.7
試験地使用-2	263.2
試験地使用-3	291.4

IV おわりに

今回試験に使用した試作品林試19Aと林試19Bの1つあたりの費用は、それぞれ426円、294円だつ

た。(税別、さらに金型作成にかかる費用は含まれていない。) 林試18は346円であり、他の既製品3種を含めて価格の安い方から並べると、林試19B、既製品C、林試18、既製品B、林試19A、既製品Aの順となる。他県ではあるが、樹幹帯に対する支払い意志と支出可能額について、森林所有者へアンケートを行ったところ、「支払い意志なし」が55%で「支払い意志あり」45%でやや上回り、また「支払い意志あり」の所有者についても支出可能額は100円以内という回答が最も多かった³⁾。資材の耐用年数をできるだけ延ばすよう工夫が必要であるとともに、現在、群馬県で行われている獣害対策に係る補助金の拡大が期待される。

設置にかかる時間で順位をつけると、時間の短い順に林試19B、林試18、林試19A、既製品B、既製品C、既製品Aとなり、試作品考案に至った一つの目標は達成された。

防除効果については、資材を設置した木にも被害が出たことと、試験地全体で被害が少なかったため、被害率に差は認められたが効果がはっきりとしなかった。しかし、調査期間中にも試験地周囲では剥皮被害が多数発生しており、また、本試験とは別に設置した赤外線センサーカメラの映像から、ツキノワグマが試験地周辺に近づいていることも確認されている。これらの事実から、防除資材を巻いた試験地全体が巻いていない木も含めてクマに心理的な警戒心を働かせ、試験期間を通じて被害が少なかった結果に繋がっている可能性もうかがえる。因みに、試験地Cでは2006年と2007年に剥皮被害が発生(2年で43本)しているが、試験を開始した2008年以降は新規被害が発生していない。

耐久性については、林試19Bは3年間で素材の劣化が激しく劣り、既製品Aと既製品Bが巻きゆるみや脱落でおよそ1割ほどの資材にメンテナンスが必要であった。既製品C、林試18、林試19Aはおよそ100本に1本の不具合発生割合のため、現時点では一定年数は森林所有者があまり手をかけなくても問題ないと考えられた。バネを部品として使用した防除資材は、ぶら下げる板の耐久性が確保できれば長く現場で使用でき、非常に有望であると期待できた。一方で、仮に間伐あるいは主伐時に樹幹にバネの資材が取り付けであったとしても、設置の時以上に短時間、僅か数秒で取り外すことが可能なので、作業上も問題になるとは考えられない。

価格のことも含め全ての項目で優位な資材というものがないため、一つの資材に結論づけることはできないが、それぞれの資材の特徴を評価することができたと同時に、試作した資材のうちでも林試19Aは価格面でやや劣るが、現場で使用するには適していると考えられる。

山林所有者、あるいは事業施工者が資材の特徴に応じて現場で本誌作品も含めて選択されることを望みたい。

謝辞

今回の試験地を提供していただいた桐生市の山林所有者の方々、試作品の検討でご協力いただいた北関東産官学研究会、桐生川林業研究会、桐生森林事務所の皆様に感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 山中典和・中根勇雄・大牧治夫・田中壮一・上西久哉・川那辺三郎：クマハギの防除に関する研究Ⅰ．スギ樹幹へのテープ巻付けの効果：京都大学演習林集報第22号，45-49，(1991)
- 2) 齊藤正一：ツキノワグマによるスギ剥皮害の防除技術：山形県森林研究研修センター研究報告第28号，11-21，(2000)
- 3) 丸山哲也：森林所有者の獣害防止資材に対する意識調査－特にコストに関して－：平成13年度野生鳥獣研究紀要No.28，14-19，(2002)