

水源林造成事業におけるクマハギ防止対策について

国立研究開発法人 森林総合研究所 森林整備センター
中部整備局 富山水源林整備事務所 造林係 ○ 丸山 慧

要旨

ロープ巻きによるクマハギ防止効果とクマハギの傾向把握することを目的に調査を行った。ロープ巻きにより、クマハギが低減することが認められた。また、クマハギの傾向は、胸高直径、樹高、傾幹幅、車道からの距離、枝下高、林地の傾斜について調査した。クマハギは、生育良好な木ほど多くなると考えられる。樹冠長率が高く、形状比が低いほどクマハギが多くなる傾向があり、枝打ち、間伐の施業方法についても検討する必要がある。

はじめに

環境省によるとツキノワグマは、北海道、沖縄県と1950年代ごろに絶滅したと考えられる九州の7県を除く、本州・四国の33都府県に生息する（茨城県、千葉県、大阪府、香川県、愛媛県には恒常的生息域はないと見なされている。）とされています。¹⁾

ツキノワグマは、狩猟獣であり、有用な資源として利用されてきているが、他の大型獣と比べ生息密度が低く、繁殖力も弱いため、生息環境の変化や捕獲の影響を受けやすく、全国的には、生息数の減少が懸念されている地域もあります。富山県では、平成18年、平成22年の秋にツキノワグマの出没が突出しており（図1）、死亡事故を含め、人身被害が発生するなど、適切な管理を実施することが喫緊の課題となっています。²⁾環境省は、都道府県ごとに特定鳥獣保護管理計画を策定することを示しており、富山県ツキノワグマ管理計画では、生息するツキノワグマの地域個体群を神通川を境に「北アルプス地域個体群」と「白山・奥美濃地域個体群」と区分しています（地図1）。県内の推定生息数は、平成20年度に富山県が実施したヘアトラップ法による調査によると約740頭であり、絶滅のおそれはない安定存続個体群（個体数水準4）³⁾とされ、個体群の安定が保たれています。

富山県の調査によるとツキノワグマは県内全域で出没しており、北アルプス地域個体群に属する県東部地域は、白山・奥美濃地域個体群に属する県西部地域より、出没数が多くなっています（図2）。なお、この出没情報は目撃情報と痕跡確認を合わせたものです²⁾。

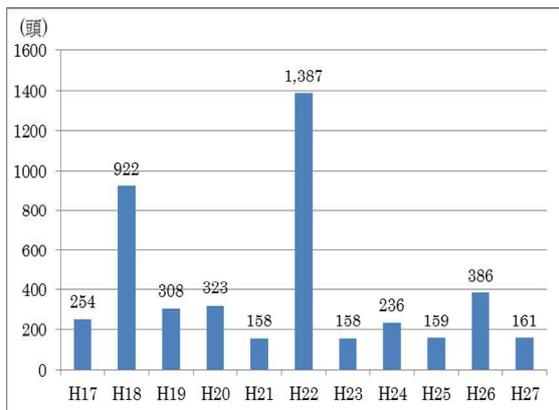


図1 富山県におけるツキノワグマ出没件数（年別）
（富山県 2015 富山県ツキノワグマ管理計画）

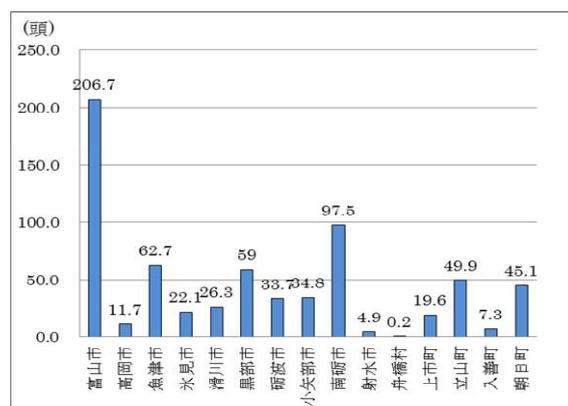


図2 富山県における市町村別年平均出没数(H17~H27)
（富山県 2015 富山県ツキノワグマ管理計画）

富山県の隣接県が該当する地域個体群は、近畿北部地域個体群(福井県、滋賀県、京都府、兵庫県)⁴⁾と関東山地地域個体群(群馬県、埼玉県、東京都、神奈川県、長野県、山梨県)⁷⁾が現状を放置すると頭数の減少の恐れがある個体数水準3(危急地域個体群)となり、白山・奥美濃地域個体群(富山県、石川県、福井県、岐阜県、滋賀県)⁴⁾⁵⁾⁶⁾、北アルプス地域個体群(新潟県、富山県、長野県、岐阜県)⁶⁾⁷⁾⁸⁾、越後三国地域個体群(福島県、新潟県、栃木県、群馬県、長野県)⁷⁾⁸⁾、月山・朝日飯豊地域個体群(山形県、福島県、新潟県)⁸⁾、中央・南アルプス(長野県、山梨県、静岡県)⁷⁾は生息頭数が安定している個体数水準4(安定存続個体群)となっています。

富山県及び隣接県の特定鳥獣保護管理計画によると林業被害は、各県において発生しています(表1)。また、テープ巻き等による防除を実施している県もあります。



地図1 ツキノワグマの地域個体群
(環境省 特定鳥獣保護管理計画マニュアル)

表1 北陸及び隣接県のツキノワグマ生息状況

県名	地域個体群別内訳	推定生息数	捕獲上限数	捕獲上限数備考	狩猟捕獲数※1	有害捕獲数※1	合計※1	林業被害	対策	出典
福井	近畿北部	90 頭	7 頭	県内個体数×8%	7 頭	2 頭	9 頭	林業被害面積は平成12年をピークに減少	ネット巻き・テープ巻き等の防除を実施	福井県特定鳥獣保護管理計画(H24.3)
	白山・奥美濃	760 頭	91 頭	県内個体数×12%	28 頭	2 頭	30 頭			
合計	—	850 頭	98 頭	—	35 頭	4 頭	39 頭			
石川	白山・奥美濃	800 頭	96 頭	県内個体数×12%	27 頭	36 頭	63 頭	スギ・ヒノキの壮齢植林地にクマ剥ぎあり	クマはぎ防止ネット巻きなどの措置	石川県ツキノワグマ管理計画(H27.5)
富山	白山・奥美濃	250 頭	30 頭	県内個体数×12%	23 頭	27 頭	50 頭	一部地域にクマ剥ぎあり	適切な防除方法の指導等に取り組む	富山県ツキノワグマ管理計画(H27.5)
	北アルプス	490 頭	58 頭	県内個体数×12%						
合計	—	740 頭	88 頭	—						
岐阜	北・中央アルプス	1,353 頭	162 頭	県内個体数×12%	20 頭	113 頭	133 頭	毎年度発生	テープ巻き等による防除	岐阜県特定鳥獣保護管理計画(H26.3)
	白山・奥美濃	644 頭	77 頭	県内個体数×12%						
合計	—	1,997 頭	239 頭	—						
長野	長野北部	575 頭	117 頭	県内個体数×12%	32 頭	357 頭	389 頭	クマ剥ぎ被害あり	造林木のテープ巻き処理、ネット巻き処理などによる被害防除に加えて、加害個体を除去する捕獲対策の推進を図る。	長野県特定鳥獣保護管理計画(H24.3)
	越後・三国	779 頭								
	北アルプス北部	742 頭								
	関東山地	199 頭								
	北アルプス南部	554 頭								
	中央アルプス	628 頭								
	南アルプス	100 頭								
八ヶ岳	47 頭									
合計	—	3,624 頭	—							
新潟	月山・朝日	478 頭	156 頭	県内個体数×12%	10 頭	85 頭	95 頭	樹幹の剥皮被害の実態の把握	林業普及指導員を通じて効果的な防除方法の普及啓発を図る。	新潟県ツキノワグマ管理計画(H27.5)
	越後・三国	656 頭		県内個体数×12%						
	北アルプス	182 頭		県内個体数×12%						
合計	—	1,316 頭	—							

※1 狩猟捕獲数及び有害捕獲数並びに合計は平成25年度(2013年度)の頭数を記載し、平成25年度の頭数が不明な県は最新の年を記載した。

1. 調査の概要

富山水源林整備事務所が管理する水源林造成事業地の植栽面積は、約9千ha（平成27年3月末）あり、これら管理する造林地に対する、ニホンツキノワグマ（*Ursus thibetanus japonicus* 以下、ツキノワグマ）（写真1）による樹皮剥ぎ被害（以下、クマハギ）が平成19年から確認されています（写真2）。



写真1 富山県に生息するツキノワグマ(南砺市)



写真2 ツキノワグマによるクマハギ(富山市)

今回の調査は、平成25年にクマハギ防止対策として生物害防除事業（ロープ巻き）を実施し、平成26年、平成27年の2回のクマハギ発生時期（6～7月）⁹⁾¹⁰⁾が経過したスギ植林地において、ロープ巻きによるクマハギ防止効果と、ロープ巻きを実施するまでに発生したクマハギによる被害木の傾向調査を目的に行いました。クマハギは、林内における直径の大きな木が被害を受けやすいと言われていることから¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾胸高直径及び樹高を調査しました。また、富山県は積雪地帯であり、雪圧害から起こる根曲がり¹³⁾とクマハギについて把握するため傾幹幅を調査し、車両の通行による人的活動とクマハギについて把握するため車道からのプロットまでの距離を調査しました。また、枝打ちの実施状況とクマハギについて把握するため枝下高を調査し、林地の傾斜とクマハギについて把握するためプロットの傾斜角を調査しました。

水源林造成事業では、クマハギ防止対策としてロープ巻きを実施しています。センターにおける生物害防除事業（ロープ巻き）の仕様は、樹幹にポリエチレンとポリエステルを混燃させたロープ（φ4mm、3本縀り）を使い、地際から概ね山側0.3m、0.7m、1.1m、1.5mの4箇所の高さに、伸縮自在結びにて結び、結び目から30cm垂らしています（図3）。

調査地点は、平成25年にロープ巻きを実施した事業地のうち、ロープ巻きを実施した調査区（以下、処理区）と、ロープ巻きを実施していない調査区（以下、非処理区）を対照区として設定できる地域とし、上市町伊折外六ヶ村入会地、富山市八尾町桐谷、南砺市楮の3地点を選びました（地図2）。

調査プロットは、3調査地点において比較対照するため、伊関11)を参考に図面上に方形区画（処理区118個、非処理区168個）を作図し、乱数表を使い無作為に発生させた数字から、それぞれ処理区2プロット、非処理区2プロットの計12プロットの位置を選定しました。調査プロットは、傾斜方向に10m、水平方向に20mの区画としました（写真3）（表2）。

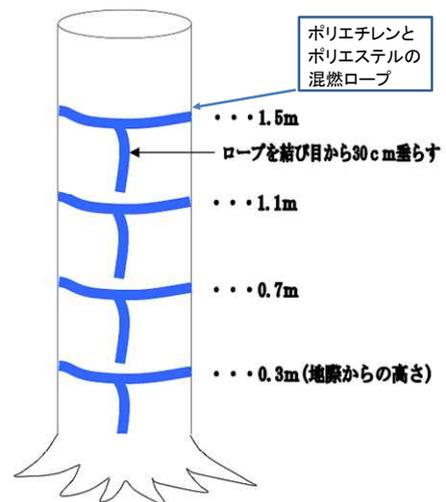


図3 ロープ巻きの仕様



地図2 富山県市町村別年平均出沒数(H17~H27)
(富山県 2015 富山県ツキノワグマ管理計画)
及び調査地点



写真3 調査プロットの例(富山市八尾町桐谷)

ロープ巻きによる防止効果の調査項目は、平成25年にロープ巻きを実施した以降の平成26、27年に発生したクマハギの発生本数を調査しました。なお、クマハギの発生時期は、ロープの現状、樹皮の巻き込み、変色等から平成25年以前に発生したクマハギと平成26年、平成27年に発生したクマハギと判断しました。

クマハギによる被害木の傾向把握の調査項目は、胸高直径、樹高、傾幹幅、車道からの距離、枝下高、林地の傾斜の6項目を調査しました。調査に仕様した機器は、胸高直径の測定に直径巻尺、樹高の測定に検測桿、傾幹幅の測定に2mポール、枝下高の測定に検測桿、林地の傾斜の測定に調査プロット内の傾斜を高度付ハンドレベルを使用しました。なお、傾幹幅は地上高1.2mにおける山側の根元から幹までの水平距離を測定しました。車道からの距離は車道から調査プロットまでの直線距離を森林基本図上から求めました。

調査時期は、平成26年10月20～平成27年9月30日の間に行い、各処理区、非処理区に追加被害の発生がないか、平成27年12月1日～3日に最終確認を行いました。

表2 調査プロットの内訳

調査地点(市町村大字)	上市町伊折外六ヶ村入会地				富山市八尾町桐谷				南砺市楮			
	富山県東部/北アルプス				富山県東部/北アルプス				富山県西部/白山・奥美濃			
調査区	処理区	処理区	非処理区	非処理区	処理区	処理区	非処理区	非処理区	処理区	処理区	非処理区	非処理区
調査プロット	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
調査プロットの任意抽出番号	30	41	22	42	5	32	9	33	5	10	10	16
調査プロットの任意抽出の母数	49		56		54		92		15		20	
林齢(年生)	30	32	29	31	26	26	27	27	55	55	55	55
斜面方位	南西	南西	西	北	南西	南	北西	南西	南西	南西	南	南
林地の傾斜角度(度)	37	17	15	26	20	24	24	24	28	30	34	36
車道からの距離(km)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.3	0.6	0.3	0.3	0.1	0.2
平均胸高直径(cm)	24.6	31.5	23.2	26.4	15.7	14.2	18.7	22.6	29.2	31.7	31.1	21.9
上層樹高(m)	14.0	24.0	20.0	18.0	14.0	12.0	18.0	18.0	25.0	24.0	27.0	22.0
平均枝下高(m)	4.6	5.0	2.2	2.4	3.1	2.9	2.0	3.0	4.2	4.5	5.3	4.0
平均傾幹幅(cm)	38.3	47.6	25.9	73.9	23.6	34.7	50.8	29.2	57.1	86.7	53.8	106.2
成立本数(本/ha)	1,200	1,050	1,600	825	1,400	1,850	1,200	1,900	1,050	1,050	1,200	1,450
ロープ処理本数(本/ha)	1,200	1,050	-	-	1,000	1,700	-	-	600	550	-	-
ロープ処理率(%)	100%	100%	-	-	71%	92%	-	-	57%	52%	-	-
H25年以前に発生した被害本数(本/ha)	0	100	50	375	250	0	0	0	50	150	200	300
H25年以前に発生した被害率(%)	0%	10%	3%	45%	18%	0%	0%	0%	5%	14%	17%	21%

2. ロープ巻きによるクマハギ防止効果の調査結果

ロープ巻きのクマハギ防止効果は、ロープ巻きを実施してから、実施後の経過を観察する限り発揮されていると考えられます¹⁴⁾。今回はその有効性について改めて検証しました。

表3 調査区別のクマハギ被害率

調査地点	伊折外六ヶ村入会地				八尾町桐谷				楮				平均	
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	処理区	非処理区
調査プロット	24	21	32	33	28	37	24	38	21	21	24	29	25	30
平成26・27年に発生した被害本数(本)	0	0	12	2	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3
被害率(%)	0%	0%	38%	6%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	9%

調査区毎に調査本数と平成26年以降に発生したクマハギの発生本数から被害率を求めました(表3)。処理区と非処理区の被害率は、 t 検定(有意水準5%の両側検定)において、有意差は認められませんでした($n_1=6$ $n_2=6$ $t(6)=1.54$ ns)。しかし、クマハギは、全ての処理区から被害が発生しておらず、全ての非処理区から被害が発生しており、3調査地点の非処理区の平均被害率は9%となり、ロープ巻きの効果が発揮されていることが認められます。

3. クマハギによる被害木の調査結果

クマハギによる被害木の傾向については、本来のクマハギの特性を把握するために、ロープ巻きを実施する前の平成25年以前に発生したクマハギを対象としました。

(1) 被害率と相関が認められた調査項目

ア 胸高直径

全ての調査木から胸高直径別の被害率を求めると、胸高直径14cmから被害が始まり、胸高直径が大きくなるほど被害率が高くなる傾向がありました。また、調査地点別の被害率と胸高直径の相関は、全体($n=22$ $r=0.74$ $p<0.05$) (図4)、伊折外六ヶ村入会地($n=15$ $r=0.48$ ns)、八尾町桐谷($n=16$ $r=-0.06$ ns)、楮($n=15$ $r=0.68$ $p<0.05$)でした。

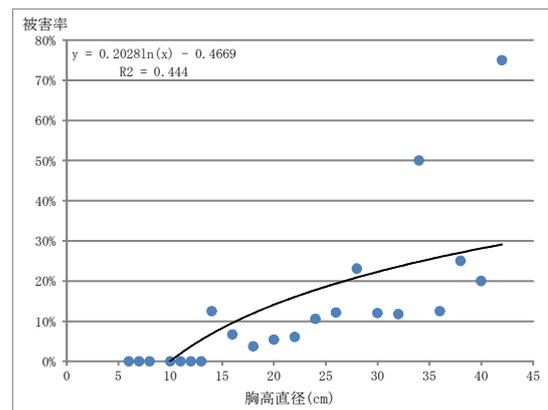


図4 胸高直径別の被害率

次に全ての調査木を調査地点毎に、クマハギの有無別で平均胸高直径を求めました。被害木と無被害木の平均胸高直径と t 検定(有意水準5%の両側検定)は、全体の被害木28.4cm、無被害木22.9cm

($n_1=37$ $n_2=295$ $t(44)=3.98$ $p<0.05$)、伊折外六ヶ村入会地の被害木29.1cm、無被害木25.5cm($n_1=18$ $n_2=92$ $t(24)=2.39$ $p<0.05$)、富山市桐谷の被害木16.0cm、無被害木18.0cm($n_1=5$ $n_2=122$ $t(6)=1.66$ ns)、楮の被害木31.9cm、無被害木27.3cm($n_1=14$ $n_2=81$ $t(17)=2.10$ $p<0.05$)となり、2調査地点において、被害木と無被害木の平均胸高直径に有意差が認められました。

イ 樹高

全ての調査木から樹高別の被害率を求めると、樹高7mから被害が始まり、樹高が高くなるほど被害率が高くなる傾向がありました。また、調査地点別の被害率と樹高の相関は、全体($n=26$ $r=0.48$ $p<0.05$) (図5)、伊折外六ヶ村入会地($n=18$ $r=-0.11$ ns)、八尾町桐谷($n=16$ $r=-0.05$ ns)、楮($n=17$ $r=0.55$ $p<0.05$)でした。

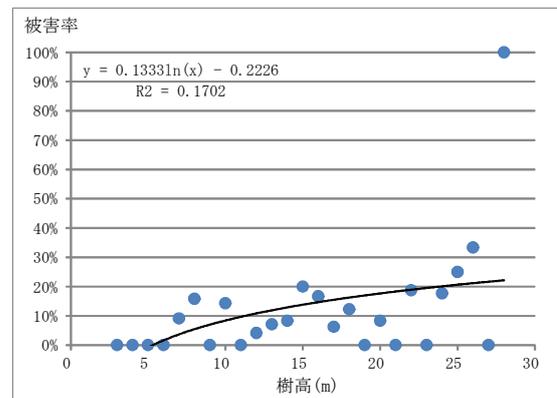


図5 樹高別の被害率

次に全ての調査木を調査地点毎に、クマハギの有無別で平均樹高を求めました。被害木と無被害木の平均樹高及び t 検定(有意水準5%の両側検定)

は、全体の被害木 16.9m、無被害木 15.0m ($n_1=37$ $n_2=295$ $t(45)=1.99$ $p<0.05$) 伊折外六ヶ村入会地の被害木 15.4m、無被害木 15.5m ($n_1=18$ $n_2=92$ $t(27)=0.09$ ns)、富山市桐谷の被害木 9.6m、無被害木 12.0m ($n_1=5$ $n_2=122$ $t(5)=2.15$ ns)、楮の被害木 21.4m、無被害木 19.1m ($n_1=14$ $n_2=81$ $t(18)=1.88$ ns) となりました。

ウ 傾幹幅

全ての調査木から傾幹幅別の被害率を求めると、傾幹幅 70cm から 90cm に被害率が高く、それ以上は傾幹幅が広くなるにつれて被害率が低くなる傾向がありました。また、調査地点別の被害率と傾幹幅の相関は、全体 ($n=18$ $r=-0.25$ ns) (図 6)、伊折外六ヶ村入会地 ($n=14$ $r=-0.13$ ns)、八尾町桐谷 ($n=12$ $r=-0.33$ ns)、楮 ($n=15$ $r=-0.41$ ns) でした。なお、傾幹幅の算出方法は地上高 1.2m における山側の根元から幹までの水平距離としていますが、地上高 1.2m における山側の根元から幹の中心までの水平距離 (傾幹幅+胸高直径÷2) で傾幹幅を求めた調査地点別の被害率と傾幹幅の相関は、全体 ($n=19$ $r=-0.23$ ns) (図 6)、伊折外六ヶ村入会地 ($n=15$ $r=-0.03$ ns)、八尾町桐谷 ($n=13$ $r=-0.36$ ns)、楮 ($n=16$ $r=-0.30$ ns) と相関が弱くなりました。このことから、クマハギによる被害木の傾向調査を行う際は、地上高 1.2m における山側の根元から幹の中心までの水平距離より、地上高 1.2m における山側の根元から幹までの水平距離の方が相関が高くなったため、幹までの水平距離を傾幹幅とする方が良いと今回の調査から示唆されます。

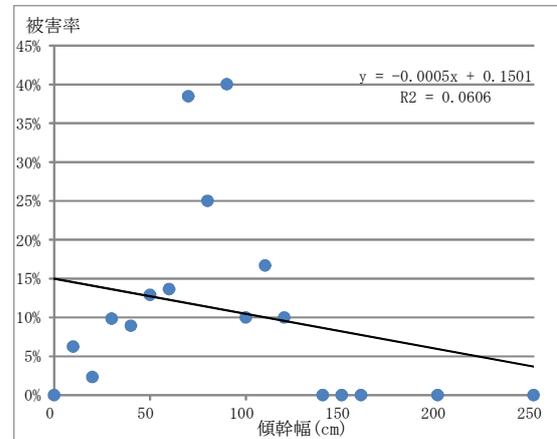


図 6 傾幹幅別の被害率

次に全ての調査木を調査地点毎に、クマハギの有無別で平均傾幹幅を求めました。被害木と無被害木の平均傾幹幅及び t 検定 (有意水準 5%の両側検定) は、全体の被害木 60.8cm、無被害木 49.5cm ($n_1=37$ $n_2=295$ $t(330)=1.74$ ns) 伊折外六ヶ村入会地の被害木 58.9cm、無被害木 44.9cm ($n_1=18$ $n_2=92$ $t(30)=2.07$ $p<0.05$)、富山市桐谷の被害木 34cm、無被害木 33.7cm ($n_1=5$ $n_2=122$ $t(125)=0.02$ ns)、楮の被害木 72.9cm、無被害木 78.6cm ($n_1=14$ $n_2=81$ $t(23)=0.66$ ns) となり、1 調査地点において、被害木と無被害木の平均傾幹幅に有意差が認められました。

次に全ての調査木を調査地点毎に、クマハギの有無別で平均傾幹幅を求めました。被害木と無被害木の平均傾幹幅及び t 検定 (有意水準 5%の両側検定) は、全体の被害木 60.8cm、無被害木 49.5cm ($n_1=37$ $n_2=295$ $t(330)=1.74$ ns) 伊折外六ヶ村入会地の被害木 58.9cm、無被害木 44.9cm ($n_1=18$ $n_2=92$ $t(30)=2.07$ $p<0.05$)、富山市桐谷の被害木 34cm、無被害木 33.7cm ($n_1=5$ $n_2=122$ $t(125)=0.02$ ns)、楮の被害木 72.9cm、無被害木 78.6cm ($n_1=14$ $n_2=81$ $t(23)=0.66$ ns) となり、1 調査地点において、被害木と無被害木の平均傾幹幅に有意差が認められました。

エ 車道からの距離

車道からの距離別の被害率は、車道から 12 箇所設定した調査プロットまでの距離と調査プロット毎の被害率から求めると、0.1km、0.2km と近い距離ほど被害率が高くなる傾向となりました。被害率と車道からの距離の相関は、負の相関がありました ($n=12$ $r=-0.47$ ns) (図 7)。なお、今回調査した車道は、作業道や舗装された市道、林道が含まれており、内訳は 0.1km ($n=5$ 作業道、作業道、作業道、作業道、市道、林道)、0.2km ($n=1$ 林道)、0.3km ($n=3$ 作業道、作業道、作業道) 0.5km ($n=1$ 市道)、0.6km ($n=1$ 作業道) となります。

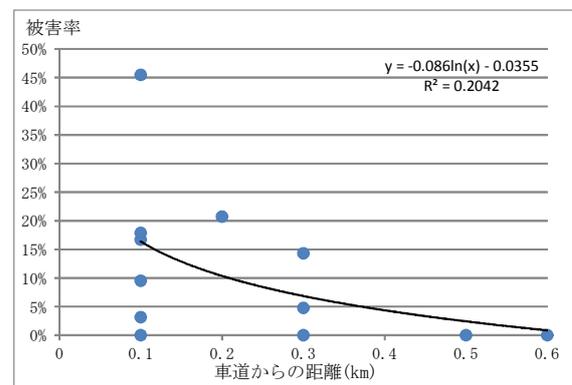


図 7 車道からの距離別の被害率

(2) 被害率と相関が認められなかった調査項目

ア 枝下高

全ての調査木から枝下高別の被害率を求めると、枝下高 0m の被害率が 0% となっておりました。

調査地点別の被害率と枝下高の相関は、全体 ($n=12$ $r=0.10$ ns) (図 8)、伊折外六ヶ村入会地 ($n=6$ $r=-0.36$ ns)、八尾町桐谷 ($n=5$ $r=0.35$ ns)、楮 ($n=12$ $r=-0.10$ ns) でした。

次に全ての調査木を調査地点毎に、クマハギの有無別で平均枝下高を求めました。被害木と無被害木の平均枝下高及び t 検定 (有意水準 5% の両側検定) は、全体の被害木 3.3m、無被害木 3.5m ($n_1=37$ $n_2=295$ $t(43)=0.77$ ns) 伊折外六ヶ村入会地の被害木 2.7m、無被害木 3.5m ($n_1=18$ $n_2=92$ $t(108)=2.24$ $p<0.05$)、富山市桐谷の被害木 3.0m、無被害木 2.8m ($n_1=5$ $n_2=122$ $t(121)=4.05$ $p<0.05$)、楮の被害木 4.7m、無被害木 2.8m ($n_1=14$ $n_2=81$ $t(16)=0.70$ ns) となり、2 調査地点で、被害木と無被害木の平均枝下高に有意差が認められました。

イ 林地の傾斜

林地の傾斜別の被害率は、12 箇所設定した調査プロットの傾斜と調査プロット毎の被害率から求めました。被害率と林地の傾斜の相関は、相関が認められませんでした ($n=12$ $r=0.14$ ns)。なお、今回調査した林地の傾斜は、24 度の傾斜が 3 調査プロットあり、他の傾斜はそれぞれ 1 調査プロットずつとなります。

(3) その他

ア チョークタケ

調査区のスギの樹皮にチョークタケを確認しました。チョークタケ (*Aleurodiscus* sp) は着生菌であり、優勢木には着生せず、劣勢木に着生するとされています¹⁵⁾。調査木の山側を撮影した写真からチョークタケの着生を確認しました。チョークタケ着生木のうち、クマハギがあったのは 1 例のみでした。

イ クマハギの被害部位

クマハギの特徴として、傾斜面に対して上部が被害に受けやすいとされています¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾。この点についても調査結果を検証しました。クマハギの被害部位の判断は、傾斜面に対して、斜面上部、斜面横、斜面下部と区分し、全周に被害がある場合は斜面上部、斜面横、斜面下部それぞれ 1 本とカウントしました。調査結果は、斜面上部 36 本 (95%)、斜面横 1 本 (3%)、斜面下部 1 本 (3%)、計 38 本 (100%) となり、今回の調査においてもクマハギは斜面上部に多い結果となりました (図 10)。

(4) クマハギによる被害木の傾向調査の分析

さらに、調査項目から樹冠長、樹冠長率、形状比を求め、クマハギによる被害木の傾向について、分析を行いました。

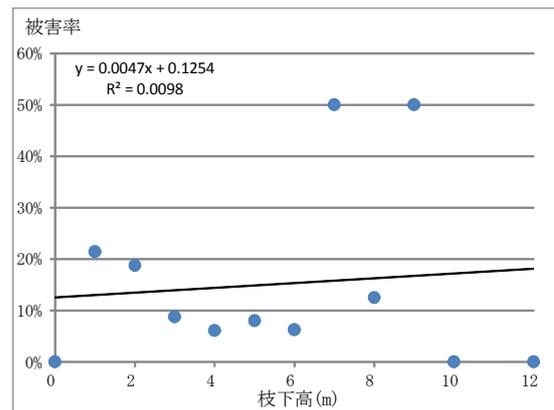


図 8 枝下高別の被害率

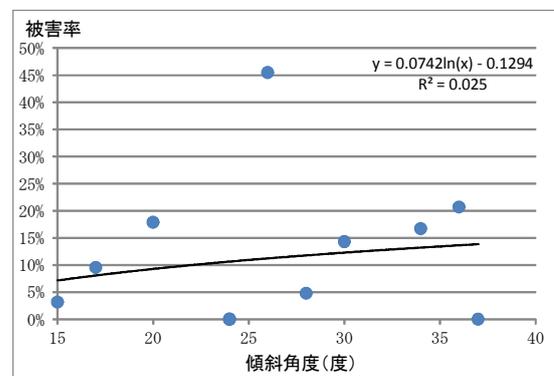


図 9 林地の傾斜別被害率

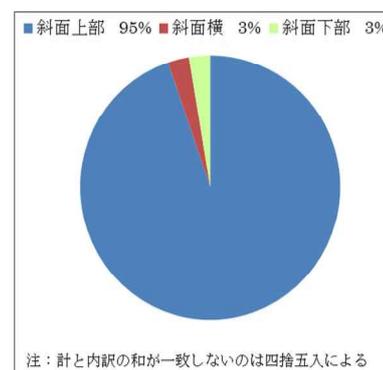


図 10 クマハギの被害部位

ア 樹冠長

全ての調査木から樹冠長別の被害率を求めると、樹冠長 4m から被害が始まり、樹冠長が長くなるにつれて被害率が高くなる傾向がありました。調査地点別の被害率と樹冠長の相関は、全体 ($n=23$ $r=0.55$ $p<0.05$) (図 11)、伊折外六ヶ村入会地 ($n=17$ $r=0.03$ ns)、八尾町桐谷 ($n=16$ $r=-0.29$ ns)、楮 ($n=20$ $r=0.57$ $p<0.05$) でした。

次に全ての調査木を調査地点毎に、クマハギの有無別で平均樹冠長を求めました。被害木と無被害木の平均樹冠長及び t 検定 (有意水準 5% の両側検定) は、全体の被害木 13.6m、無被害木 11.6m ($n_1=37$ $n_2=295$ $t(44)=2.27$ $p<0.05$) 伊折外六ヶ村入会地の被害木 12.7m、無被害木 12.2m ($n_1=18$ $n_2=92$ $t(29)=0.53$ ns)、富山市桐谷の被害木 6.6m、無被害木 9.2m ($n_1=5$ $n_2=122$ $t(5)=2.39$ ns)、楮の被害木 17.4m、無被害木 14.6m ($n_1=14$ $n_2=81$ $t(17)=2.07$ $p<0.05$) となり、1 調査地点において、被害木と無被害木の平均樹冠長に有意差が認められました。

イ 樹冠長率

全ての調査木から樹冠長率別の被害率を求めると、樹冠長率 50% から被害が始まり、樹冠長率が高くなるほど被害率が高くなる傾向がありました。調査地点別の被害率と樹冠長率の相関は、全体 ($n=8$ $r=0.85$ $p<0.05$) (図 12)、伊折外六ヶ村入会地 ($n=5$ $r=0.78$ ns)、八尾町桐谷 ($n=7$ $r=-0.44$ ns)、楮 ($n=7$ $r=0.76$ $p<0.05$) でした。

次に全ての調査木を調査地点毎に、クマハギの有無別で平均樹冠長率を求めました。被害木と無被害木の平均樹冠長率及び t 検定 (有意水準 5% の両側検定) は、全体の被害木 79%、無被害木 75% ($n_1=37$ $n_2=295$ $t(46)=2.12$ $p<0.05$) 伊折外六ヶ村入会地の被害木 82%、無被害木 78% ($n_1=18$ $n_2=92$ $t(108)=1.65$ ns)、富山市桐谷の被害木 66%、無被害木 73% ($n_1=5$ $n_2=122$ $t(4)=1.34$ ns)、楮の被害木 81%、無被害木 76% ($n_1=14$ $n_2=81$ $t(17)=1.23$ ns) となりました。

ウ 形状比

全ての調査木から形状比別の被害率を求めると、形状比 30% から被害が始まり、形状比が高くなるほど被害率が低くなる傾向がありました。調査地点別の被害率と形状比の相関は、全体 ($n=9$ $r=-0.64$ ns) (図 13)、伊折外六ヶ村入会地 ($n=8$ $r=-0.79$ $p<0.05$)、八尾町桐谷 ($n=7$ $r=-0.44$ ns)、楮 ($n=8$ $r=-0.05$ ns) でした。

次に全ての調査木を調査地点毎に、クマハギの有無別で平均形状比を求めました。被害木と無被害木の平均形状比及び t 検定 (有意水準 5% の両側

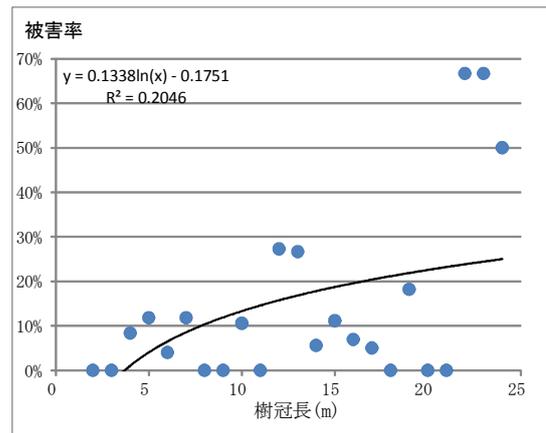


図 11 樹冠長別の被害率

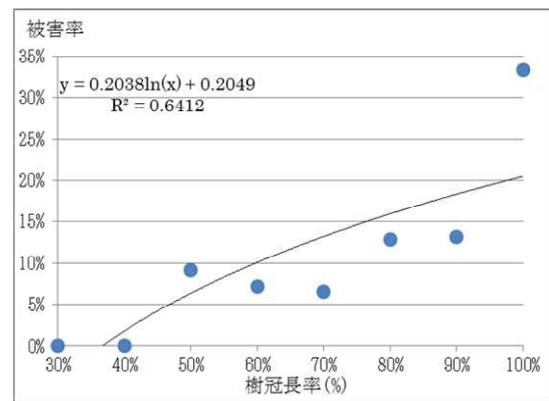


図 12 樹冠長率別の被害率

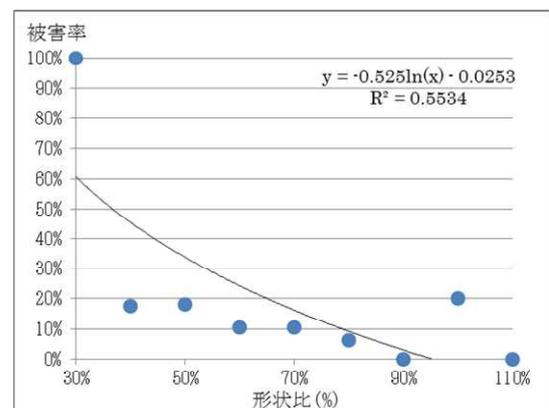


図 13 形状比別の被害率

検定)は、全体の被害木 60%、無被害木 66% ($n_1=37$ $n_2=295$ $t(46)=2.64$ $p<0.05$) 伊折外六ヶ村入会地の被害木 52%、無被害木 62% ($n_1=18$ $n_2=92$ $t(27)=3.25$ $p<0.05$)、富山市桐谷の被害木 60%、無被害木 66% ($n_1=5$ $n_2=122$ $t(5)=1.23$ ns)、楮の被害木 69%、無被害木 72% ($n_1=14$ $n_2=81$ $t(20)=0.68$ ns) となり、1 調査地点において、被害木と無被害木の平均形状比に有意差が認められました。

4. 考察

(1) ロープ巻きによるクマハギ防止効果

ロープ巻きによるクマハギ防止効果の調査結果から、ロープ巻きを行うことにより、クマハギが低減することが認められました。なお、今回の調査は、平成 25 年に実施したロープ巻きの防止効果の調査となり、クマハギの発生時期が平成 26 年と平成 27 年の 2 年と限られることから、ツキノワグマが処理区に来なかったため、処理区にクマハギが発生しなかった可能性も考えられます。また、ツキノワグマは、平成 25 年に実施したロープ巻きが、目新しいものだったため、ロープ巻きを警戒し、処理区に近づかなかったことも考えられます。今後、継続的に調査を行うことにより、ロープ巻きによるクマハギ防止効果の傾向がわかるものと考えられます。

(2) クマハギによる被害木の傾向

今回の調査においても、胸高直径が大きく、樹高が高い木にクマハギが多い傾向がありました。さらに、樹冠長率が高く、形状比が低いほど、クマハギが多くなる傾向がありました。ツキノワグマと同様にクマハギを行うアメリカクロクマ (*Ursus americanus*) の飼育個体では、糖分が多い食物に対して嗜好性と、テルペン類が多い食物に対する忌避性を持っていることが知られています¹⁹⁾。また、ダグラスファーの林分の事例では、アメリカクロクマは、間伐や施肥により、形成層付近に糖分が増えた木にクマハギを行っており²⁰⁾、スギにおいても、間伐を行うことで形成層に糖分が増えてクマハギが増加すると考えられるため、クマハギの発生地域においては、強度な間伐を避ける必要があり、間伐を行う際には、併せて枝打ちやロープ巻きを行う必要があるものと考えます。

また、ダグラスファーの林分において枝打ちを行うと糖分が減少し、アメリカクロクマによるクマハギが少なくなることが知られています²¹⁾。このことから、クマハギが発生する一定の成長段階までに、枝打ちを行い糖分を減少させて、樹冠長率を低くし、将来的に形状比を高くすることで、クマハギを低減する可能性が示唆されます。今回の調査からは胸高直径 14cm、樹高 7m までに実施するのが適当と考えられます。今後、間伐の伐倒率の高低や枝打ちの実施高の高低による違いと、クマハギの関係についても調査したいと考えます。

傾幹幅については、70cm から 90cm に被害率が高く、傾幹幅の狭い木や傾幹幅 100cm 以上の木に被害率が低い傾向がありました。剥被された高さ (以下、被害高)¹⁶⁾¹⁷⁾は、斜面の上部 (山側) が高く、下部 (谷側) ほど低いことが知られています¹⁷⁾。今後、被害高と傾幹幅、被害部位との関連についても調査したいと考えます。

おわりに

今回の調査は、調査プロット数が少なく、調査結果に偏りが生じている項目があるものの、クマハギに遭いやすい木のおおよその傾向がわかりました。今回のクマハギの傾向を検証しながら、施業方法についても検討し、効率的なクマハギ防止対策を実施していきたいと考えます。

最後に、富山市の高橋清憲氏、小矢部市の宇井展生氏にはご協力賜りを感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 環境省 2010 特定鳥獣保護管理計画作成のためのガイドライン(クマ類編) P17

- 2) 富山県 2015 富山県ツキノワグマ管理計画 P1, P3-4, P10
- 3) 白山・奥美濃地域ツキノワグマ広域協議会 2009 白山・奥美濃地域ツキノワグマ広域保護管理指針 P15
- 4) 福井県 2009 福井県特定鳥獣保護管理計画-ツキノワグマ- P7
- 5) 石川県 2015 第1期石川県ツキノワグマ管理計画 P1
- 6) 岐阜県 2014 特定鳥獣保護管理計画(ツキノワグマ)第2期 資料編 P2
- 7) 長野県 2012 第3期特定鳥獣保護管理計画(ツキノワグマ) P2
- 8) 新潟県 2011 新潟県ツキノワグマ管理計画 P2
- 9) 大井徹 2009 ツキノワグマ クマと森の生物学 P178
- 10) 渡辺弘之、登尾二郎、二村一男、和田茂彦 1970 芦生演習林のツキノワグマとくにスギに与える被害について 京都大学農学部演習林報告 41 P1-25
- 11) 伊関仁志 2011 ロープによる熊剥ぎ対策の効果について平成23年度中部森林技術交流発表会要旨集 P2-3
- 12) 能登忠博 松村伸治 2014 クマ剥ぎ被害防除への取組-対策とコスト縮減に向けて-平成26年度東北森林管理局森林・林業技術交流発表集 30 P1-5
- 13) 豪雪地帯林業技術開発協議会 2000 雪国の森林づくり P31-P36
- 14) 北村智也 2011 水源林造成事業におけるクマ剥ぎ防止対策について～栃木県における防止対策方法と観察結果～平成23年度関東森林管理局業務・林業技術発表会 P1-7
- 15) 佐藤邦彦 1979 スギ林木生長の指標菌チョークタケの応用第90回日本林学会論文集 P399-400
- 16) 今野敏雄、山下市五郎、鈴木秀伸 1969 スギ林分におけるクマの被害について森林防疫 Vol. 18 No. 10 (No. 211) P192-195
- 17) 久住政治 1973 クマによる人工林の被害調査について森林防疫 Vol. 22 No. 12 (No. 261) P285-288
- 18) 福田夏子、斎藤馨 2007 クマハギ木の剥皮部位と傾斜の関係第118回日本森林学会大会 B28
- 19) Bruce A. Kimball、Dale L. Nolte、Richard M. Engeman、John J. Johnston、Frank R. Stermitz 1998 Chemically Mediated Foraging Preference of Black Bears (*Ursus Americanus*) *Journal of Mammalogy* 79(2) P448-456
- 20) Bruce A. Kimball、Eric C. Turnblom、Dale L. Nolte、Doreen L. Griffin、Richard M. Engeman 1998 Effects of Thinning and Nitrogen Fertilization on Sugars and Terpenes in Douglas-Fir Vascular Tissues: Implications for Black Bear Foraging *Forest Science* 44(4) P599-602
- 21) Bruce A. Kimball、Dale L. Nolte、Doreen L. Griffin、Steve M. Dutton、Steve Ferguson 1998 Impacts of live canopy pruning on the chemical constituents of Douglas-fir vascular tissues: implications for black bear tree selection *Forest Ecology and Management* 109 P51-56