

船生演習林ヒノキ造林地におけるニホンツキノワグマによる
剥皮害の発生要因の検討Investigation of factors affecting bark-stripping damage by Japanese
black bears in Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) plantation of Utsunomiya
University Forest at Funyu

石塚 将貴¹・山下 聖加¹・村上 祥平¹・柳澤 賢志¹・大島 潤一²・飯塚 和也²
Masaki ISHIZUKA¹, Seika YAMASHITA¹, Shohei MURAKAMI¹, Kenshi YANAGISAWA¹,
Jyunichi OHSHIMA², Kazuya IIZUKA²

¹ 宇都宮大学農学部森林科学科 〒321-8505 宇都宮市峰町 350
Department of Forest Science, School of Agriculture, Utsunomiya University,
350 Mine-machi, Utsunomiya, Tochigi 321-8505, Japan

² 宇都宮大学農学部附属演習林 〒329-2441 栃木県塩谷郡塩谷町船生 7556
University Forests, School of Agriculture, Utsunomiya University,
7556 Funyu, Shioya, Tochigi, 329-2411, Japan

1. はじめに

ニホンツキノワグマ (*Ursus thibetanus japonicus*) (以下、「ツキノワグマ」と呼ぶ。)は、日本では本州および四国の森林に生息する食肉目クマ科クマ属の大形哺乳類である。ツキノワグマは、春期から夏期にかけてヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) やスギ (*Cryptomeria japonica*) 等の針葉樹の樹皮を剥ぎ、形成層や内樹皮を歯でかじりとり、摂食する (福田ら 2009; 齊藤 2011; 今木ら 2013; 山崎 2017)。ツキノワグマによる剥皮害は、林内で胸高直径が大きく成長の良好な立木で発生することが知られており (福田ら 2009)、林業経営において多大な経済的損失となる (杉浦 1994; 和口ら 1995)。また、ツキノワグマにより樹幹の一部を剥皮された立木はその部位から木材腐朽菌や変色菌が侵入し (渡辺ら 1970; 山田ら 1992)、材質劣化を生じるために材価が著しく低下する (岡 2009)。

ツキノワグマによる剥皮害は、かつては西日本を中心に発生していたが、1960年代以降、剥皮害の発生地域は大きく拡大しており (羽澄 2003)、現在では、東北地方や関東地方を含む多くの都府県で発生している。このため、ツキノワグマによる剥皮害は、全国的に発生する林業被害として位置付けられている (福田ら 2009)。全国のツキノワグマによる剥皮害は、年間約 700ha で、推移しているが (林野庁 2018)、その被害は継続的に局所的に多発する傾向にあり、終

息のめどはたっていない (齊藤 2011)。

宇都宮大学農学部附属船生演習林においても、2000年以降ヒノキ、スギなどの人工林に対するツキノワグマによる剥皮害が増加している。大島ら (2019) は、適正な森林保護及び森林保全を図るため、船生演習林のスギ林を対象に、ツキノワグマの剥皮害を受けた林分の林相、林分構造及び立地環境を調査し、剥皮害の発生要因を考察した。しかしながら、ヒノキ林では、剥皮害の発生要因が明らかとなっていない。そこで、本研究では、ツキノワグマによる剥皮害を受けたヒノキの被害実態並びに剥皮害の発生要因を解明するため、宇都宮大学農学部附属船生演習林ヒノキ造林地を対象に、ツキノワグマによる剥皮害の状況並びに剥皮害を受けた林分における林相、林分構造及び立地環境を調査し、ツキノワグマによる剥皮害の発生要因を検討した。

2. 調査方法

2.1 調査地

栃木県塩谷郡塩谷町船生に所在する宇都宮大学農学部附属船生演習林を調査地とした (以下、「船生演習林」と呼ぶ。(図-1))。船生演習林は、高原山系に連なる南北に走る細長い山塊の西南斜面に位置し (北緯 36 度 45 ~ 48 分、東経 139 度 47 ~ 50 分)、標高の範囲は 260 ~ 597 m である。年平均気温は約 12 °C、年平均降水量は約 1,600 mm であり、樹種は人工林の

ヒノキ、スギの他に、天然林のアカマツ、コナラ、ヤマザクラ、クリ、シデ等で構成されている。また、船生演習林は 10 林班からなり、各林班は樹種と植栽年度で区分される小班によって構成され、船生演習林全域でツキノワグマによる剥皮害が確認されている。本研究では、船生演習林 1～6 林班のヒノキ造林地 (127 小班計 163.80 ha (表-1)) を調査対象とした。

2.2 被害木調査

調査地内のツキノワグマによる剥皮害を受けた樹木を調査対象とし、羽澄の報告 (2003) を参考に剥皮部位の歯や爪の跡及び剥皮された樹皮の形状から剥皮害がツキノワグマによるものと判断できた樹木を被害木として扱い、小班毎の被害本数を記録した。被害林地面積は、被害が確認された小班の林地面積を合計し、面積被害率は、ヒノキ造林地面積に対する被害林地面積の割合として算出した。

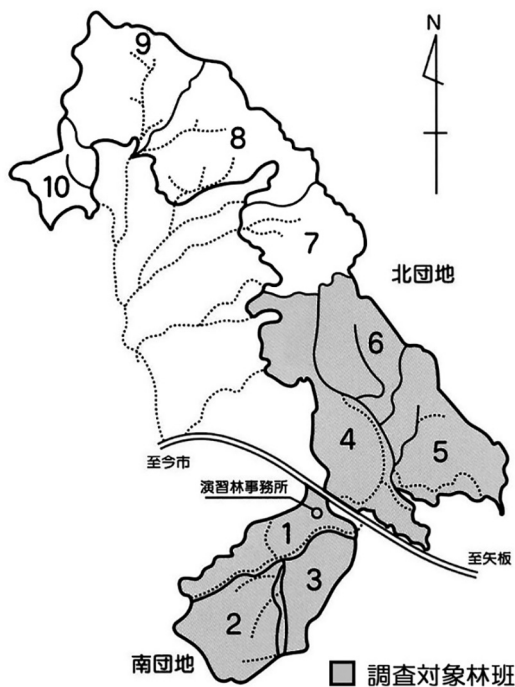


図-1 調査地位置図

2.3 発生要因調査

被害木調査の結果に基づき、ツキノワグマによる剥皮害が確認された計 21 小班を発生要因調査の対象小班として選定した。これらの小班から、ツキノワグマによる剥皮害が確認された箇所と剥皮害が確認されなかった箇所を、それぞれ 1 箇所抽出し、計 42 箇所を選定した (図-2)。選定した被害箇所及び未被害箇所に、幅 (等高線方向) 10 m、長さ (斜面方向) 10 m の正方形プロットを設定し、その植生と立地環境を調査した。植生調査では、最初にプロット内に出現した胸高直径 (胸高位置 1.2 m) 4 cm 以上の全立木を対象に、樹種名、樹高 (m)、胸高直径 (cm)、枝下高 (m) を測定し、ツキノワグマによる剥皮害の有無を記録した。測定したデータを用いて単木材積を立木材積表 (林野庁計画課 2003) により算出し、樹冠長 [樹高 (m) - 枝下高 (m)]、枝下高比 [枝下高 (m) / 樹高 (m)]、形状比 [樹高 (m) / 胸高直径 (cm)] を求めた。そして、プロット面積をプロット内の立木本数で割った値の平方根により平均個体間距離 (m) を算出し、樹高に対する平均個体間距離の比から立木の混み合いの度合いを判断する指標となる相対幹距比 (%) (田中 2008) を求めた。

次に、樹高 0.5 m 以上、胸高直径 4 cm 未満の個体を対象に、樹種名、樹高 (m)、胸高直径 (cm) を測定し、階層を高木層 (樹高 ≥ 5.0 m)、低木層 (5.0 m $>$ 樹高 ≥ 0.5 m)、第一低木層 (低木 S1 層: 5.0 m $>$ 樹高 ≥ 2.0 m)、第二低木層 (低木 S2 層: 2.0 m $>$ 樹高 ≥ 0.5 m) 及び草本層 (樹高 < 0.5 m) に分け、植物種ごとの被度・群度を測定した。植物種ごとの被度・群度は、Braun-Blanquet 法 (Braun-Blanquet 1964) に従い、目視により被度は 7 段階、群度は 5 段階に区分した。加えて、階層ごとの植被率を目視により 5 % 単位で記録した。さらに、小池の報告 (2011) に基づき、剥皮害が発生する 6-7 月にツキノワグマの食糧源となる果実を結実させる植物を同定し、その種数及び植被率を求めた。

立地環境調査では、調査プロットを中心の位置座標をハンディ GPS (eTrex30J, GARMIN) を用いて計測し、調査プロットの傾斜を測定した。また、国道

表-1 調査地の林地面積及び被害状況

林班	林地面積 (ha)	小班数	被害本数 (本)	被害林地面積 (ha)	被害小班数	面積被害率 (%)
1	10.71	15	-	-	-	-
2	42.99	30	-	-	-	-
3	21.16	15	-	-	-	-
4	23.92	28	1,301	17.12	15	71.6
5	51.43	25	2,966	48.58	19	94.5
6	13.59	14	1,553	11.86	9	87.3
合計	163.80	127	5,820	77.56	43	47.4

からの距離、林道からの距離、沢筋からの距離、尾根筋からの距離及び広葉樹からの距離は、調査プロットを中心から国道、林道、沢筋、尾根及び広葉樹林までの最小距離をGISソフトウェア(TNTmips, MicroImages)を用いて求めた。

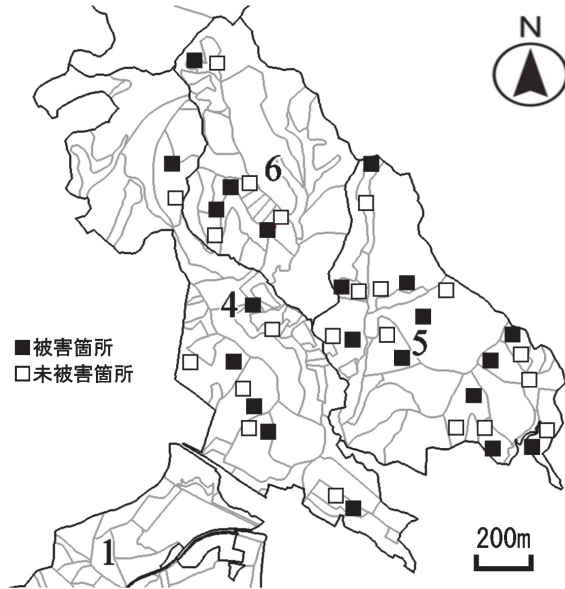


図-2 調査プロットの位置

3. 結果と考察

3.1 ツキノワグマによる剥皮害の発生状況

船生演習林のヒノキ造林地におけるツキノワグマによる剥皮害は、4～6林班内の計43小班で確認され、被害林地面積は計77.56 ha、被害本数は計5,820本であった(表-1)。面積被害率は、全体で47.4%であり、特に5林班の面積被害率は、94.5%を示した(表-1)。また、5林班は、被害本数が2,966本と他の林班よりも多く、ヒノキ造林地の中で被害が激しいことが分かった。加えて、船生演習林1～6林班におけるスギの被害本数は641本であることから(鈴木2019)、船生演習林では、スギよりもヒノキにおけるツキノワグマによる剥皮害が甚大であることが明らかになった。船生演習林1～6林班の樹種構成は、ヒノキが55.2%、スギが10.5%であり、本調査地におけるヒノキの剥皮害は、ツキノワグマの特定の樹種への嗜好性よりも林地の樹種構成に関係していると考えられる。

3.2 被害箇所と未被害箇所間の要因の比較

被害箇所における立木本数の平均値±標準偏差は19.5±7.1本で、ツキノワグマにより剥皮された被害木本数の平均値±標準偏差は5.1±3.2本であり、ha当たりで換算すると平均値はそれぞれ1,952本/ha、514本/haであった。剥皮率の平均値±標準偏差は28.4±15.1%であり、最大で54.2%、最小で6.2%であった。一方、未被害箇所における立木本数の平均値±標準偏差は20.3±6.3本で、立木密度は2,029本/haであり、被害箇所と未被害箇所間に*t*-検定による有意差($p<0.05$)はみられなかった。

被害箇所と未被害箇所における林相を表-2に示す。

胸高直径の平均値は、被害箇所が20.4 cmで、未被害箇所が19.0 cmであり、*t*-検定による有意差($p<0.05$)はみられなかった。齊藤(2011)は、ツキノワグマによって剥皮されたスギの被害林と未被害林では、胸高直径に差がないことを報告しており、本研究の胸高直径は、この報告と同様な結果を示した。加えて、齊藤(2011)が報告しているように、この結果は林分内に分布するヒノキ立木の全体的な径級だけで被害の有無を決定する要因とはならないことが示唆された。

樹高の平均値は、被害箇所が16.2 mで、未被害箇所が16.4 mであり、有意差はみられず、この結果は齊藤(2011)や大島ら(2019)の報告と同様な結果を示した。樹冠長の平均値は、被害箇所が5.8 m、未被害箇所が5.1 mで、枝下高の平均値は、被害箇所が10.4 mで、未被害箇所が11.3 mであり、枝下高比の平均値は、被害箇所が0.66、未被害箇所が0.69であった。胸高直径、樹高同様に、枝下高、樹冠長及び枝下高比には、被害箇所と未被害箇所間で有意差は認められなかった。山崎(2017)は、間伐や枝打ち作業が適切に行われていない林分でツキノワグマによる剥皮害が多く発生すると報告しているが、本研究はこの報告とは一致しなかった。船生演習林では、ヒノキ林において適正に間伐や枝打ちが行われているため、枝下高、枝下高比及び立木本数に被害箇所と未被害箇所間で違いがみられなかったと考えられる。また、立木材積、形状比、相対幹距比、平均個体間距離も、被害箇所と未被害箇所間の有意差はみられなかった。結果として、林相においては、被害箇所と未被害箇所間で大きな違いは確認されなかった。

被害箇所と未被害箇所における林分構造を表-3～表-4に示す。階層別の種数については、被害箇所の高木層、低木層、第一低木層、第二低木層及び草本層の平均はそれぞれ1.4、4.9、1.4、4.1及び32.0種類であり、未被害箇所の高木層、低木層、第一低木層、第二低木層及び草本層の平均は、それぞれ1.2、4.8、0.7、4.5及び36.2種類であった(表-3)。階層別の植被率においては、被害箇所の高木層、低木層、第一低木層、第二低木層及び草本層の平均は、それぞれ91.2、11.1、5.1、6.1及び14.2%であり、未被害箇所の高木層、低木層、第一低木層、第二低木層及び草本層の平均は、それぞれ91.7、7.9、2.0、6.0及び12.0%であった(表-3)。被害箇所と未被害箇所間の種数と植被率には、有意差は認められなかった。また、被害箇所の優占種は、第一低木層がヒノキ、ヒサカキ、第二低木層がバイカツツジ、草本層がヤマウルシであり、未被害箇所の優占種は、第一低木層がヤブムラサキ、第二低木層がコアジサイ、草本層がテイカカズラであった(表-3)。各階層の優占種には、ツキノワグマの餌となる種が存在しなかった。山崎(2017)は、林床で低木層が繁茂して見通しの悪い林地や、間伐や下枝打ち作業が適切に行われておらず昼でも暗い環境を呈する林地ではツキノワグマによる剥皮害が多く発生することを報告している。同様に、吉田ら(2001)は、スギ・ヒノキ人工林において、低木層の

植被率が高い林分ほどツキノワグマによる剥皮害が多い傾向があることを報告している。しかしながら、本研究は、これらの報告と一致しなかった。結果として、船生演習林のヒノキ林では、スギ林の報告（大島ら 2019）と異なり、ツキノワグマによる剥皮害が林分構造の影響を受けないことが示唆された。

ツキノワグマの食糧源となる果実では、全ての階層で種数、植被率ともに小さい値を示し、被害箇所と未被害箇所間で有意な差を示さなかった（表-4）。ツキノワグマが利用する果実の現存量が剥皮害発生の指標となる可能性が報告されているが（吉田ら 2001）、本研究ではそのような傾向は認められなかった。これは、ツキノワグマの食性の地域差が大きいことが起因していると推測される（小池 2011）。従って、船生演習林のヒノキ林では、スギ林（大島ら 2019）と同様にツキノワグマが利用する果実の種数および植被率は剥皮害発生に影響しなかったと考えられる。

被害箇所と未被害箇所における立地環境を表-5 に示す。被害箇所と未被害箇所を比較したところ、傾斜で t -検定による有意差 ($p < 0.05$) が認められたが（表-5）、国道からの距離、林道からの距離、沢筋からの距離、広葉樹からの距離では、 t -検定による有意差 ($p < 0.05$) は認められなかった（表-5）。斉藤（2011）は、傾斜が急で、車道から遠い林分でツキノワグマによる剥皮害が発生していることを報告している。また、急斜面でツキノワグマによる剥皮害の傾向が高いことが報告されている（窪田 2006；清水川 2010）。本研究において、傾斜が高い林分でのツキノワグマによる剥皮害が発生していることは、この報告と一致している。結果として、船生演習林のヒノキ林では、スギ林（大島ら 2019）と異なり、ツキノワグマによる剥皮害と立地環境の位置的要因との関係性は低いことが示唆された。

表-2 被害箇所と未被害箇所における林相（平均値±標準偏差）

林相	被害箇所 (n=21)	未被害箇所 (n=21)
林齢 (年)	50.5 ± 22.4	50.5 ± 22.4
胸高直径 (cm)	20.4 ± 4.7	19.0 ± 3.1
樹高 (m)	16.2 ± 3.1	16.4 ± 2.8
樹冠長 (m)	5.8 ± 2.8	5.1 ± 1.9
枝下高 (m)	10.4 ± 2.3	11.3 ± 2.6
枝下高比 (-)	0.66 ± 0.11	0.69 ± 0.10
立木材積 (m ³)	0.30 ± 0.21	0.26 ± 0.13
形状比 (-)	84.3 ± 9.6	89.9 ± 9.4
相対幹距比 (%)	14.9 ± 2.2	14.4 ± 2.9
平均個体間距離 (m)	2.39 ± 0.48	2.32 ± 0.43

3.3 被害箇所における被害木と未被害木の比較

被害箇所における被害木と未被害木を比較した結果を表-6 に示す。胸高直径の平均値では、被害木が 26.1 cm、未被害木が 18.3 cm であった。また、立木材積の平均値は、被害木が 0.48 m³、未被害木が 0.23 m³ であり、形状比の平均値は、被害木が 68.1、未被害木が 90.2 であった。これらの項目は t -検定により、有意水準 5% で、被害箇所内の被害木と未被害木間に有意差が認められた。また、被害木の胸高直径は、林齢とともに大きくなり、全てのプロットで未被害木よりも大きな値を示し、多くのプロットで被害木と未被害木間に有意差が認められた（図-3）。斉藤（1996）は、ツキノワグマによる剥皮害が発生した林分において被害木と未被害木を比較したところ、ツキノワグマによる剥皮害は林分内で胸高直径が大きく樹高が高い成長が良好な立木に発生することを報告している。また、ツキノワグマによる剥皮害は、生育良好で、形状比が低い立木ほど被害が多くなる傾向があると報告されている（丸山 2015）。本研究の結果は、これらの報告と類似している。従って、船生演習林のヒノキ林においては、ツキノワグマが全体的な径級の分布ではなく、林分内の周囲の立木と比べて形状比が低いうらごけの大径木を優先的に選択し、剥皮することが判明した。これは、大きい胸高直径の立木は剥皮しやすく（斉藤 2011）、効率的に形成層中の糖類を摂取できるためであると示唆される。

4. まとめ

本研究では、宇都宮大学農学部附属船生演習林 1～6 林班のヒノキ造林地を対象に、ツキノワグマによる剥皮害の状況並びに剥皮害を受けた林分の林相、林分構造および立地環境を調査し、ツキノワグマによる剥皮害の発生要因を考察した。ツキノワグマによる剥皮害は、4～6 林班内の計 43 小班で確認さ

表-3 被害箇所と未被害箇所における林分構造（平均値±標準偏差）

階層	被害箇所 (n=21)	未被害箇所 (n=21)
高木層	優占種	ヒノキ
	種数	1.4 ± 0.8
低木層	種数	4.9 ± 4.4
	植被率 (%)	11.1 ± 12.9
第一低木層	優占種	ヒノキ ヒサカキ
	種数	1.4 ± 1.9
	植被率 (%)	5.1 ± 10.7
第二低木層	優占種	バイカツツジ
	種数	4.1 ± 3.9
	植被率 (%)	6.1 ± 7.5
草本層	優占種	ヤマウルシ
	種数	32.0 ± 13.5
	植被率 (%)	14.2 ± 15.8

表-4 被害箇所と未被害箇所におけるツキノワグマが利用する果実の種数及び植被率 (平均値±標準偏差)

階層		被害箇所 (n=21)	未被害箇所 (n=21)
低木層	種数	0.05 ± 0.21	0.00 ± 0.00
	植被率 (%)	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
第一低木層	種数	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	植被率 (%)	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
第二低木層	種数	0.05 ± 0.21	0.00 ± 0.00
	植被率 (%)	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
草本層	種数	1.67 ± 1.17	2.38 ± 1.56
	植被率 (%)	0.07 ± 0.08	0.38 ± 1.06

表-5 被害箇所と未被害箇所における立地環境 (平均値±標準偏差)

立地環境	被害箇所 (n=21)	未被害箇所 (n=21)
傾斜 (%)	20.3 ± 7.9	16.8 ± 7.6*
国道からの距離 (m)	932.6 ± 243.7	585.2 ± 277.6
林道からの距離 (m)	140.8 ± 106.3	70.0 ± 79.7
沢筋からの距離 (m)	28.0 ± 41.8	51.8 ± 24.2
尾根からの距離 (m)	63.0 ± 28.5	136.3 ± 48.3
広葉樹林からの距離 (m)	64.4 ± 76.1	106.1 ± 64.6

表-6 被害箇所における被害木と未被害木 (平均値±標準偏差)

項目	被害木	未被害木
胸高直径 (cm)	26.1 ± 6.7	18.3 ± 3.8*
樹高 (m)	17.1 ± 3.3	15.8 ± 3.0
樹冠長 (m)	6.6 ± 3.2	5.4 ± 2.5
枝下高 (m)	10.6 ± 2.4	10.4 ± 2.3
枝下高比 (-)	0.63 ± 0.12	0.67 ± 0.11
立木材積 (m ³)	0.48 ± 0.33	0.23 ± 0.15*
形状比 (-)	68.1 ± 10.1	90.2 ± 10.6*

*はt-検定による被害木と未被害木間の有意差 (p<0.05) を示す。
(調査箇所数: 21 箇所)

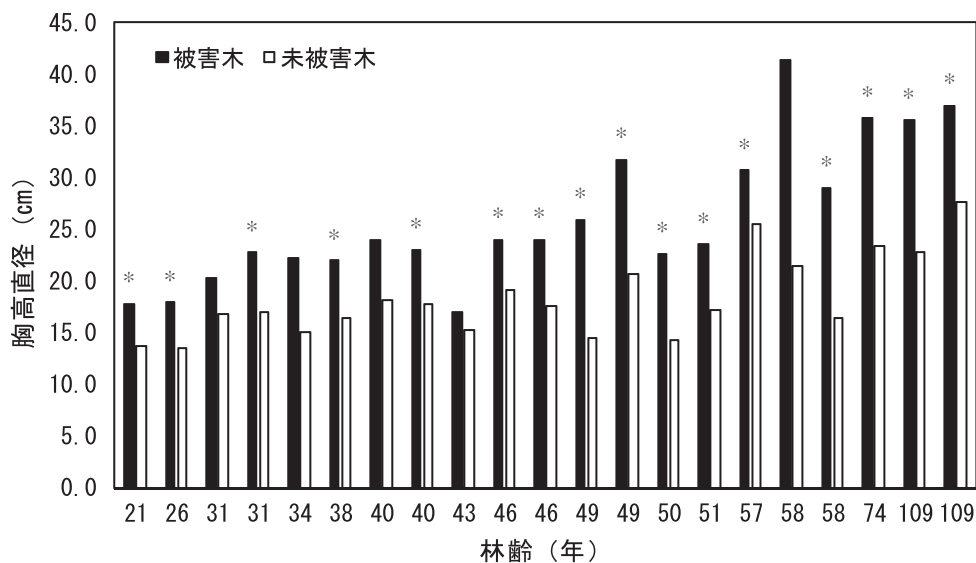


図-3 被害箇所における被害木と未被害木の胸高直径

*はt-検定による被害木と未被害木間の有意差 (p<0.05) を示す。

れ、被害林地面積は計 77.56 ha、被害本数は 5,820 本であった。剥皮害を受けた林分において被害箇所と未被害箇所を比較したところ、林相及び林分構造では、箇所間の大きな違いが確認されなかった。立地環境では、傾斜が急な箇所で剥皮害が発生する傾向が認められた。剥皮害箇所において被害木と未被害木を比較したところ、胸高直径、立木材積が大きく、形状比が引く立木に剥皮害が発生する傾向がみられた。結果として、船生演習林のヒノキ林においては、ツキノワグマが全体的な径級の分布ではなく、林分内の周囲の立木と比べて形状比が低いうらごけの大径木を優先的に選択し、剥皮することが明らかとなった。

謝辞

本研究の実施にあたり、植物の同定にご協力を賜りました宇都宮大学農学部森林科学科 大久保達弘教授並びに逢沢峰昭准教授に深く感謝いたします。また、調査にご協力を賜りました宇都宮大学農学部森林科学科 糸川隼人氏、郡司峻氏、佐々木向氏、中禅寺涼氏、荻野佑介氏、安田光治郎氏、大井田明優氏、鷺見研弥氏、深井秀氏、山口利明氏、金田伊織氏、那須礼二氏、室町爽子氏、山内耕司郎氏、渡邊大地氏、栗崎聡一郎氏、丸井貴之氏、齋藤利世氏、宮田将義氏、神谷宗氏、江連康弘氏、関向仁志氏、山崎丈夫氏、渡邊拓也氏、大竹勇希氏、鈴木寧陽氏、安田菜生氏、織田光氏、井東蒼亮氏、十楚学氏、川崎聖也氏、菊地祥平氏、瀬戸研祐氏、樋口大航氏、渡邊航平氏に心より感謝いたします。

引用文献

- Braun-Blanquet, J. (1964) *Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetation- skunde*, 3rd ed. Springer-Verlag, 865pp.
- 福田夏子・下村彰男・斎藤 馨 (2009) クマ剥ぎの発生実態と発生要因及び防除策に関する既往文献調査. 環境情報科学論文集 23 : 137-142.
- 羽澄俊裕 (2003) 林業の未来とツキノワグマの被害. 森林科学 39 : 4-12.
- 今木洋大・小金澤正昭・小池伸介 (2013) 米国ワシントン州におけるクマによる樹皮剥ぎ被害対策と日本における応用の可能性. 日本森林学会誌 95 : 280-290.
- 小池伸介 (2011) 食性と生息環境. 坪田敏男・山崎晃司編, 日本のクマ—ヒグマとツキノワグマの生物学—. 東京大学出版会. pp. 155-187.
- 窪田達央 (2006) 木曾群南部地域におけるツキノワグマによる人工林剥皮被害対策への考察. 中部森

- 林技術交流発表集 2006 : 85-90.
- 丸山 慧 (2015) 水源林造成事業におけるクマハギ防止対策について. 中部森林技術交流発表集 : 158-167.
- 岡 輝樹 (2009) ツキノワグマによる林業被害とその管理. 森林総合研究所編, 森林大百科事典. 朝倉書店, 東京, 236-238.
- 大島潤一・山下聖加・飯塚和也 (2019) スギ造林地におけるニホンツキノワグマによる剥皮害の発生要因の検討. 日本緑化工学会誌 45 : 109-114.
- 林野庁編 (2018) 平成 30 年版森林・林業白書. 全国林業改良普及協会, 東京, 326pp.
- 林野庁計画課 (2003) 立木幹材積表 東日本編. 日本林業調査会, 東京, 334pp.
- 齊藤正一 (1996) ツキノワグマによるスギ剥皮害発生林分の立地環境と防除に関する一考察. 山形県立林業試験場研究報告 26 : 25-38.
- 齊藤正一 (2011) クマハギ被害地の特徴と被害軽減方法. 全国林業改良普及協会編, 獣害対策最前線. 全国林業改良普及協会, 東京, 216-251.
- 清水川一儀 (2010) ツキノワグマ剥皮被害地域における森林管理の一考察. 森林技術総合研修所 専攻科研修課題研究 : 51-60.
- 杉浦孝蔵 (1994) クマによる森林の被害—林業経営に及ぼす影響と課題—. 林業技術 633 : 7-10.
- 鈴木寧陽・江連康弘・柳澤賢志・大島潤一・飯塚和也 (2019) 船生演習林スギ造林地におけるクマ剥ぎ被害の実態. 宇都宮大学農学部演習林報告 55 : 47-52.
- 田中賢治・朝日伸彦・杉本弘道・長山泰秀 (2008) スギ・ヒノキ人工林における土壌理化学性による森林健全度評価の試み. 日本緑化工学会誌 34 : 227-230.
- 和口美明・隅 孝紀・米田吉宏 (1995) ツキノワグマによる剥皮害の損失額—60 年生ヒノキ林の事例—. 森林防疫 44 : 220-225.
- 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 : 1-25.
- 山崎晃司 (2017) ツキノワグマ—すぐそこにいる野生動物—. 東京大学出版会, 東京, 258pp.
- 山田文雄・小泉 透・伊藤進一郎・山田利博・三浦由洋・田中正巳 (1992) ニホンツキノワグマによる剥皮のスギ材質に及ぼす影響. 日本林学会論文集 103 : 545-546.
- 吉田 洋・林 進・堀内みどり・羽澄俊裕 (2001) ニホンツキノワグマによる林木剥皮と林床植生の関係. 日本林学会誌 83 : 101-106.