

ツキノワグマによるヒノキの剥皮害と幹材腐朽・変色の関係

静岡県有林62年生ヒノキにおける事例

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	門脇,正史 遠藤,徹 杉山,昌典 滝浪,明 大坪,輝夫 井波,明宏
発行元	日本林學會
巻/号	81巻4号
巻号補足	
掲載ページ	p. 351-354
発行年月	1999年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



短 報

ツキノワグマによるヒノキの剥皮害と幹材腐朽・変色の関係
——静岡県有林 62 年生ヒノキにおける事例——門脇正史^{*1}・遠藤 徹^{1,2}・杉山昌典^{1,3}・滝浪 明¹・大坪輝夫¹・井波明宏¹

門脇正史・遠藤 徹・杉山昌典・滝浪 明・大坪輝夫・井波明宏：ツキノワグマによるヒノキの剥皮害と幹材腐朽・変色の関係—静岡県有林 62 年生ヒノキにおける事例— 日林誌 81: 351~354, 1999 静岡市岩崎にある県営林 62 年生ヒノキ林分において 1994 年 4 月にツキノワグマによる樹皮の剥皮害（クマハギ害）と幹材の腐朽・変色の伸長を調査した。1994 年 2 月に間伐されたヒノキのうちクマハギ害を受けた個体を任意に 10 本選定した。それらの平均樹高と平均根元直径は、15.4 m と 37.3 cm であった。剥皮高（平均 1.39 m）に対する腐朽高（平均 1.82 m）・変色長（3.35 m）の割合の平均はそれぞれ 1.32, 2.56 であった。剥皮高と腐朽高の間には正の相関があったが、剥皮高と変色長の間には有意な相関はなかった。これより、クマハギ害が大きければ、幹材腐朽の伸長も増大することが示された。

キーワード：クマハギ害、ツキノワグマ、ヒノキ、腐朽、変色

Kadowaki, S., Endoh, T., Sugiyama, M., Takinami, A., Ohtsubo, T., and Inami, A.: The relationship between bark damage to *Chamaecyparis obtusa* by the Asiatic black bear, *Ursus thibetanus*, and resulting trunk rot and staining: A case study of a 62-year *C. obtusa* stand in Shizuoka prefectural forest. J. Jpn. For. Soc. 81: 351~354, 1999 Elongation of the area of trunk rot and staining of *Chamaecyparis obtusa*, from which bark had been peeled by the Asiatic black bear, *Ursus thibetanus*, were examined in a 62-year-old stand in Shizuoka prefectural forest at Iwasaki, Shizuoka, in April 1994. Ten damaged trees, which had already been cut for thinning in February 1994, were randomly sampled, and their measured mean tree heights and base diameters were 15.4 m and 37.3 cm, respectively. The mean ratios of rot height (mean=1.82 m) and stain length (mean=3.35 m) to the heights of peeled bark (mean=1.39 m) were 1.32 and 2.56, respectively. There was a significant positive correlation between the height of the peeled bark and rot height, but no significant correlation between the height of peeled bark and the stain length. This indicates that more severe damage by bears increases the length of trunk rot.

Key words: bear damage, *Chamaecyparis obtusa*, rot, stain, *Ursus thibetanus*

I. はじめに

ツキノワグマ *Ursus thibetanus*（以下クマと略する）によるヒノキ・スギ等林木の幹の剥皮害は、クマハギと通称される。クマハギの発生には地域性があり、静岡県・岐阜県・滋賀県・京都府等の地域では多くの被害が報告されており、クマの生息密度が高いと考えられる東北・北陸地方では少ない（Watanabe, 1980）。同時に季節性もあり、6~7月頃に多く生じるが（渡辺ら, 1970）、ヒノキ、スギ、カラマツ等の樹種間で発生時期の差異が認められている（門脇ら, 1997）。また、同一林分では胸高直径の大きい成長の旺盛な個体が剥皮される傾向にある（例えば、渡辺・小見山, 1976；門脇ら, 1997）。クマハギ発生の原因には諸説があるが、そのメカニズムの解明は未だ不十分である（詳細は、渡辺ら, 1970；門脇ら, 1997 を参照）。

クマハギにより全周剥皮のように大きな被害を受けた個体は枯死し、全周剥皮されず枯死を免れた個体でも腐朽菌による材質劣化が起きる（渡辺ら, 1970；山田ら, 1992）。山田ら（1992）は、32 年生スギにおけるクマハギの剥皮高と腐朽の進展の関係の調査により、剥皮幅と腐朽高の間には明確な関係が認められなかったが、剥皮高が大きい個

体ほど腐朽高が大きくなることを明らかにした。

スギと同様に有用なヒノキにおいても、剥皮高と腐朽高の関係、およびその経年的な進展状況を把握する必要がある。本報では、クマハギ害が多発している静岡県下で、62 年生における剥皮高と腐朽・変色の伸長（腐朽高・変色長）の関係の調査結果を報告する。

II. 調査地の概況および方法

静岡県静岡市岩崎に位置する岩崎県営林（北緯 35°13′, 東経 138°17′, 標高 1,350~1,440 m）7 林班は小班の 62 年生ヒノキ林（1932 年植栽）を調査した。本県営林を含めた静岡市井川地域ではクマハギが多発していたので、1961~85 年までクマ捕殺に対して報奨金が支給されており、1975~85 年の 10 年間のクマ捕殺数の合計は 140 頭であった（門脇ら, 1997）。この林分でのクマハギ被害木の代表例を図-1 に示す。

1994 年 2 月に、地上約 14 cm の高さで間伐が行われ、その幹は 3~4 m の長さで玉切りされた。同年 4 月 11 日に、間伐木のうちクマハギ害を受けた個体を任意に 10 本選定し、玉切りにされた各材（以下各材と略する）を連結させ、元口から梢端までの長さを 5 cm 単位で測定し、樹

* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author)

¹ 筑波大学農林技術センター井川演習林 (428-0504 静岡市井川 1621-2)

Ikawa Forest, Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba, 1621-2 Ikawa, Shizuoka 428-0504, Japan.

² 現勤務先：筑波大学農林技術センター Agric. and For. Res. Centr., Univ. of Tsukuba, Tsukuba, 305-8577

³ 現勤務先：筑波大学農林技術センター八ヶ岳演習林 Yatsugatake For., Agric. and For. Res. Centr., Univ. of Tsukuba, Nobeyama 384-1305

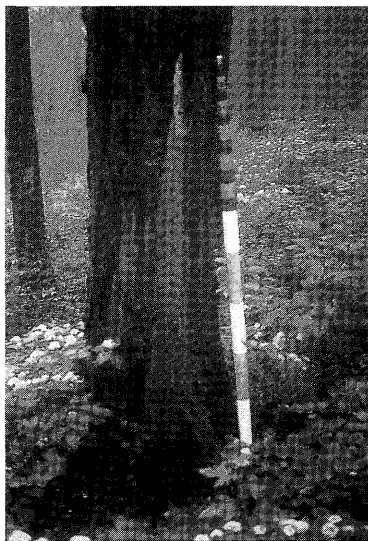


図-1. 調査地林分におけるクマハギ被害木の例

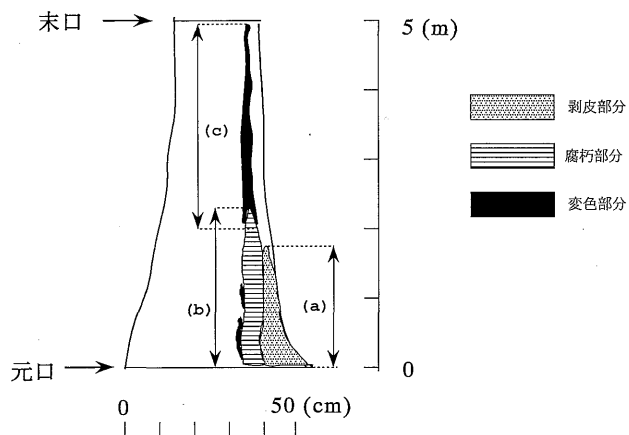


図-2. 幹材における剥皮部・腐朽部・変色部の位置関係の模式図

横方向は約5倍に拡大してある。(a), 剥皮高(m); (b), 腐朽高(m); (c), 変色長(m)。

高とした。調査した幹材における、クマハギ害による剥皮部・腐朽部・変色部のおよその位置関係を模式図として表したのが図-2である。後述するように、剥皮部・腐朽部・変色部の各長さは調査した各個体により異なるが、この位置関係のパターンは各個体に共通である。玉切りにされた各一番玉の材は、元口より上部に向かってクマハギ害による剥皮が生じていたので(図-2)、元口からの剥皮部の最大地上高をコンベックスを用いて1cm単位で測定し、剥皮高とした。また、元口の直径の最大部分を1方向からコンベックスで同様に測定し、根元直径とした。なお、調査した林分のヒノキにおいて、地上高約14cmで測定した根元直径(X)と胸高直径(Y)の間に有意な直線回帰がある($Y=2.135+0.780X$, $r^2=0.938$, $N=65$, $F_{1,63}=961.126$, $p<0.01$)ことから、本調査では根元直径を各個体の代表値とした。



図-3. 元口の横断面における幹の巻込
矢印は幹の巻込部分。

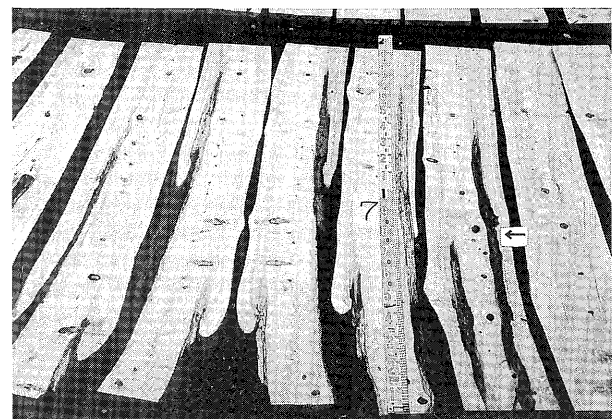


図-4. 縦引きした間伐木
矢印は腐朽部分。

クマハギ害を複数回受けていた個体の場合、1回目の剥皮高の値が最も大きく、それをその個体の値とした。さらに、その元口断面において、クマハギによる剥皮部分の幹の巻込み状態を肉眼で観察し、その部分の年輪からクマハギ発生年を推定した(図-3)。クマハギ害を複数回受けていた個体の場合、最初に被害を受けた年をその個体の被害発生年とした。その年輪の最大部分を1方向からコンベックスを用い0.1cm単位で測定し、被害発生年の年輪直径とした。

次に、各個体の1番玉および2番玉を製材所に運び、自動送材車付帯鋸を用いて剥皮部分に対してほぼ垂直の方向に約3cmの厚さで縦に切断し、採材した(図-4)。縦引きした各材の縦断面を肉眼で観察すると、材が茶色に変色して劣化した部分(腐朽部)は、通常元口より剥皮部分の上部まで伸長しており(図-2)、その腐朽部の最大地上高をコンベックスで1cm単位で測定し、腐朽高とした。また、腐朽部の上端に接してさらに上部に伸びる染みのように青色に着色した部分(変色部)が認められ(図-2)、その最大長をコンベックスを用い1cm単位で測定して、変色長とした。腐朽部の側方部にも変色が認められる個体が

あったが、幅が極めて狭いものであったので今回の調査では測定しなかった。この変色部は腐朽の前駆症状とも考えられるが、詳細は不明なので腐朽部とは別に扱った。縦引きした材の断面すべてを観察したが、そのうち最大腐朽高・最大変色長を示す値を、その個体の値とした。複数回の被害を受けた伐採木の場合、剥皮高の測定と同様に1回目の被害の値が大きかったので、それらをその個体の腐朽高・変色長とした。

III. 結 果

採集した間伐木($n=10$)の測定結果を表-1にまとめた。調査個体の樹高と根元直径の平均値はそれぞれ15.4 mと37.7 cmであった。これらの間伐木は、1939~56年の間にクマハギ害を受けたものであり、その被害発生年の内訳は表-2の通りである。そのうち個体番号4は、1952年と1965年(被害経過年数32年と19年)の2回被害を受けており、個体番号3は1951年、1956年と1958年(被害経過年数33年、28年と26年)の3回被害を受けていた。3回被害を受けていた個体番号3のクマハギ発生年の年輪直径は、24.0 cmであり、それ以降にクマハギを受けた7個体の被害発生年の年輪直径よりもはるかに大きかった。2回被害を受けた個体番号4についても、それより後に被害を受けた6個体のうちの3個体よりも被害発生年の年輪直径が大きく、他の1個体とは同等の直径であった。

剥皮痕は元口より幹沿いに上部に向かって認められ、剥皮高の平均値は1.39 mであった。腐朽部分は剥皮部分の側方に接して、地際から樹幹軸方向に伸長し、剥皮部分よりも上部まで続いていた(図-2)。腐朽高の平均値は1.82 mであり、腐朽高の剥皮高に対する割合は、平均で1.32(標準偏差0.34, 範囲0.97~1.82)であった。主な変色は、剥皮部分および腐朽部分よりも上部から始まり、樹幹軸方向にさらに上部まで伸長していた(図-2)。変色長の平均値は3.35 mであり、変色長の剥皮高に対する割合は2.56(標準偏差1.17, 範囲1.39~4.84)であった。4 mの長さで採材すると仮定した場合、腐朽は10個体のうちすべての1番玉にみられ、変色は10本中8本において2番玉にまで及んでいた。

表-1に記した各個体の測定項目間の相関関係(Spearmanの順位相関およびKendallの順位相関)を解析した結果が表-3である。剥皮高と腐朽高の間には有意な正の相関が見い出された(Spearmanの順位相関およびKendallの順位相関)。すなわち、被害程度が大きければ腐朽の伸長する程度が大きかったことがわかった。また、被害回数と根元直径の間でも有意な正の相関があった(Kendallの順位相関)。

しかし、上記以外の相関があると予想された組合せ、つまり剥皮高と変色長、腐朽高と変色長、被害経過年数と腐朽高、および被害経過年数と変色長においては、有意な相関関係が認められなかった。

被害経過年数と腐朽高の間に相関関係がなかったのは、

表-1. クマハギ害を受けた各ヒノキの測定項目とその記述統計

測定項目	平均値	標準偏差	最小値	最大値	範囲	調査本数(n)
樹高(m)	15.4	1.40	12.7	17.0	4.3	10
根元直径(cm)	37.7	7.92	30	56	26	10
被害経過年数(年)	32.3	5.79	27	45	18	10
被害回数(回)	1.3	0.68	1	3	2	10
剥皮高(m)	1.39	0.32	0.70	1.70	1.00	10
腐朽高(m)	1.82	0.64	1.10	3.10	2.00	10
変色長(m)	3.35	1.28	1.80	6.05	4.25	10

表-2. 採集した各ヒノキのクマハギ害発生年と被害回数

個体番号	クマハギ害発生年	被害発生年の年輪直径(cm)	被害回数	2回目以降のクマハギ害発生年
1	1939年	20.2	1	—
2	1944年	—	1	—
3	1951年	24.0	3	1956年, 1958年
4	1952年	19.5	2	1965年
5	1954年	17.7	1	—
6	1954年	19.5	1	—
7	1954年	21.0	1	—
8	1956年	13.3	1	—
9	1956年	14.4	1	—
10	1957年	21.1	1	—

表-3. 測定項目間のSpearmanの順位相関係数(ρ)およびKendallの順位相関係数(τ)

		根元直径	被害経過年数	被害回数	剥皮高	腐朽高	変色長
樹高	ρ	0.440	-0.123	0.355	-0.148	-0.430	0.430
	τ	0.322	-0.116	0.325	-0.070	-0.333	0.333
根元直径	ρ		-0.084	0.589	0.068	0.086	0.300
	τ		-0.024	0.524*	0.072	0.046	0.230
被害経過年数	ρ			0.360	0.208	0.314	0.197
	τ			0.341	0.195	0.256	0.070
被害回数	ρ				0.376	0.320	0.510
	τ				0.341	0.253	0.398
剥皮高	ρ					0.683*0.074	
	τ					0.582*0.023	
腐朽高	ρ						0.224
	τ						0.156

* $p < 0.05$ で有意。

同順位調整 $\rho(\tau)$ 値を掲載し、有意性の検定には同順位補正後の p 値を用いた。

表-3から明らかなように、腐朽高は剥皮高の影響を受けるが、被害経過年数と剥皮高の間には相関関係がないことも一因として考えられる。そこで、被害経過年数と剥皮高の影響を除いた腐朽の伸長の関係を明らかにするため、被害経過年数と剥皮部分の先端から腐朽部分の先端までの長さ(腐朽高と剥皮高の差の長さ)の間の相関関係を解析したが、有意ではなかった(Spearmanの順位相関, $\rho = 0.271$, $p > 0.05$, Kendallの順位相関, $\tau = 0.256$, $p > 0.05$)。

IV. 考 察

徳島県においてクマハギ害後9年を経過したヒノキで

は、腐朽高が剥皮高の1.2倍に達することが報告されている(川村, 1975)。本研究例では、被害経過年数が平均32.3年であったにもかかわらず、腐朽高は剥皮高の平均1.35倍であり、川村(1975)の結果と近似している。一方、スギの場合は、クマハギ害を受けて9年および平均13年経過した後の腐朽高は剥皮高の約2倍に及ぶという(川村, 1975; 山田ら, 1992)。

このように、剥皮高あたりの腐朽高は、クマハギ害後9年と約32年経過したヒノキ間で大差はない。また、クマハギ被害当時の剥皮高の影響を除いた腐朽の伸長(腐朽高と剥皮高の差の長さ)と被害経過年数との関係をみても、両者の間に有意な相関はなかった。これらの結果から、ヒノキにおいては、クマハギ害を受けてから一定年数が経つと腐朽が止まることが示唆される。しかし、なぜ一定年数で腐朽が止まるのかは現段階では不明であり、今後解明すべき課題である。

クマハギ害を受けた場合、スギの方がヒノキよりも腐朽の進展の程度が大きいのは、樹種間の材の耐朽性に違いがあるためと思われる。すなわち、アスナロ・ヒノキ・ヒバ等ヒノキ科の材には、殺菌性の高い β -ツヤプリシン・ β -ツヤプリシノール等のトロポロン類が含まれ、ヒノキでは、辺材・心材ともスギよりも耐朽性が高いことが明らかにされている(原口, 1982; 甲斐, 1985; 雨宮, 1994)。

スギのクマハギ被害木の腐朽部からは担子菌が、変色部・腐朽部からは *Phialophora* 菌と *Fusarium* 菌が分離された(山田ら, 1992)。クマハギ害を受けたヒノキの腐朽・変色部分からも、菌を分離し同定することが必要であるが、それについては現在調査中である。さらに、腐朽・変色のメカニズムを明らかにすることも今後の課題である。

クマハギ害を受けたスギでは、最大剥皮幅と腐朽高の間には有意な相関はなかったが、剥皮高と腐朽高には有意な正の相関があった(山田ら, 1992)。本研究において、剥皮幅と腐朽高の関係は解析されなかったが、剥皮高と腐朽高の関係についてはヒノキでもスギと同様な結果となった。それ故、スギ・ヒノキにおいて、樹幹軸方向の剥皮程度が大きければそれだけ腐朽の程度も大きいといえる。

クマハギは、根際から平均で約1.4mの高さまで生じ、それに伴い、幹材の腐朽も平均で約1.8mの高さまで及んでいた。また、変色は2番玉にまで及ぶことが多かった。したがって、クマハギ害を受けた幹材では、最も高価な1番玉の被害が激甚であるが、その次に高価な2番玉にまで被害が及ぶ場合もあり、材価の低下は免れない。しかも、クマハギ害は、スギ・ヒノキの20~30年生林分において、将来主伐木となり得る胸高直径の大きい成長の旺盛な個体に発生する(例えば、渡辺・小見山, 1976; 門脇ら, 1997)。

複数回の被害を受けていたヒノキ(特に番号3)のクマハギ被害発生年の年輪直径は、その後に被害を受けた個体よりも大きい傾向にあった。被害年の年輪直径は、被害年の幹の太さを示すので、複数回の被害を受けていたヒノキは被害当年において他の個体よりも成長が旺盛であったと考えられる。また、被害回数と根元直径の間に有意な正の相関があったので、太くて成長が旺盛な樹木がクマハギ害を繰り返して受ける可能性が示唆される。しかし、この点を明らかにするには、今回の試料だけでは不十分なので、さらに詳細な調査が必要である。

以上のように、クマハギ害が林業経営に与える損害は大きい。その一方、全国的にみてクマの生息数が減少しているという理由から、クマを狩猟獣から外すべきだという意見もあるという(羽澄, 1994)。しかし、クマハギ多発地域でクマの保護・管理を実践していくには、有害鳥獣駆除等のクマの狩猟を規制する前に、クマハギ害回避法の確立が先決かつ急務である。

本研究を実行するにあたり、クマハギ害を受けた間伐木を提供して頂いた静岡県、間伐材の収集・運搬・製材に御協力頂いた井川森林組合、草稿を読んで有益なご助言を頂いた筑波大学農林学系荒木眞之助教授、文献を提供して頂いた京都大学大学院農学研究科渡辺弘之教授に厚く御礼を申し上げる。

引用文献

- 雨宮昭二(1994) 菌と木材. (木材活用事典. 木材活用事典編集委員会編, 738 pp, 産業調査会事典出版センター, 東京). 99-102.
- 原口隆英(1982) 防腐. (木材の事典. 浅野猪久夫編, 456+6 pp, 朝倉書店, 東京). 286-292.
- 羽澄俊裕(1994) ツキノワグマの生物学的位置と人間との共存についてII. 富山県立立山博物館委託研究報告書: 1-45.
- 門脇正史・遠藤 徹・和出昌典・滝浪 明・大坪輝夫(1997) 筑波大学井川演習林におけるツキノワグマの生態と森林被害に関する研究I—クマハギ被害の実態報告. 筑大演報 13: 73-102.
- 甲斐勇二(1985) 木材利用と抽出成分. (木材の化学. 原口隆英編, 268 pp, 文永堂, 東京). 177-185.
- 川村市郎(1975) 四国の剣山周辺におけるクマによる被害について. 森林防疫 24: 122-127.
- Watanabe, H. (1980) Damage to conifers by the Japanese black bear. In Bears—Their biology and management—Papers of the forth international conference on bear research and management. Martinka, C. J. and McArthur, K. L. (eds.), The bear biology association, 67-70.
- 渡辺弘之・小見山章(1976) ツキノワグマの保護と森林への被害防除(II). 京大演報 48: 1-8.
- 渡辺弘之・登尾二朗・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. 京大演報 41: 1-25.
- 山田文雄・小泉 透・山田利博・三浦由洋・田中正己(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. 103 回日林論: 545-546.

(1999年5月17日受付, 1999年9月10日受理)