

クマハギ防除に関する研究 (III) — 芦生演習林内におけるスギ立ち枯れ木の分布 —

山中 典和・登尾 久嗣・川那辺三郎

Studies on the control of black bear damage to forest trees III.
Distribution of standing dead SUGI trees (*Cryptomeria japonica* D. Don)
in Kyoto University Forest in Ashiu.

Norikazu YAMANAKA, Hisatsugu NOBORIO and Saburo KAWANABE

要 旨

京都大学芦生演習林では多くのスギがニホンツキノワグマによる樹皮の剥皮害（いわゆるクマハギ）を受けている。クマハギによって立ち枯れたスギで枝葉がまだ残っているものは茶褐色の樹冠をしており、空中写真によっても容易に判読できる。このことから芦生演習林におけるクマハギ被害の実態を把握するために1975年と1989年に撮影された空中写真（1/10000）の解析と被害林分におけるクマハギ被害の実態調査をおこなった。主な結果は以下の通りである。

1. 当演習林ではスギ立ち枯れ木は林内全域にわたって分布していた。1975年と1989年を比較した場合、天然林での立ち枯れ本数はほとんど変化していないのに対し、天然更新地における本数は減少していた。また1989年に人工林でみられた立ち枯れ本数は1975年の約5倍に達しており、とくに1960年から1975年にかけて植栽された林分に立ち枯れ木が集中していた。

2. 23年生の造林地におけるスギ立ち枯れ木の枝葉の分解過程を調べた結果、約7年で枝葉が完全に脱落した状態になることが明らかになった。このことから、空中写真で判読したスギ立ち枯れ木の本数は約7年分の積算した値であるものと考えられた。

3. 被害林分の調査より、空中写真で確認されるスギの立ち枯れ木は、ほとんどがツキノワグマによる全周剥皮が原因で生じたものであった。調査を行った4プロットの平均では、クマハギ害をうけた木の21.7%が立ち枯れ木であり、生存木の36%にクマハギ害が認められた。

は じ め に

京都大学芦生演習林では、天然スギやスギ植栽木へのクマハギ被害が多く、古くより数多くの報告がなされている^{1)~7)}。当地方の天然林では胸高直径20~30cm以上のものに被害が多く⁵⁾、人工林では胸高直径で約20~30cmのものに多くの被害がでている⁶⁾。さらに近年10cm以下の造林木にも被害が広がりつつあり⁸⁾、今後拡大造林期（昭和30年~40年代）に植栽された幼齡スギ林の生長に伴いクマハギ被害の増大が予想される。このため早急に有効な防除対策をたてる必要に迫ら

れており、当演習林では当面ツキノワグマの捕獲を伴わない防除手段として、スギ樹幹へのテープ巻付けを行っている。この方法は現在のところかなり有効であり⁹⁾、今後ともテープの巻付けを進めてゆく方針である。

しかしニホンシカやニホンカモシカによる被害が幼齢林分に集中するのに対し、クマハギの被害は幼齢期から収穫期に至るまで被害は長期間継続する。それに加えてスギ植栽地は広範囲に及ぶため、いかに効率よく、かつ省力的に防除を行ってゆくかが大きな課題である。そのためにはツキノワグマの生息頭数や行動域などの行動習性にかんする情報やクマハギを誘発するメカニズムの解明とともに広範囲、長期間にわたってのクマハギ被害状況のモニタリングが不可欠となる。クマハギを受けたスギは全周囲に対しての剥皮率50%で結実、落葉等の異常を起こし、70%で枯死すると言われている⁷⁾。枯死に至らないクマハギ被害の発見は現地調査に委ねられるが、クマハギによって枯死に至ったスギは赤く変色した立ち枯れ状態を数年間維持しているため遠距離からでも発見が容易である。このことより、広範囲にわたる被害状況を把握する一手段として、空中写真を利用したスギ立ち枯れ木の分布調査を行ったのでその結果について報告する。

本研究を進めるに当たり、有益な助言と文献に関する御教示を頂いた渡辺弘之博士と高柳敦氏に感謝する。また現地調査において協力いただいた大牧治夫、上西久哉両氏をはじめとする京都大学芦生演習林の職員の方々にに対し感謝の意を表する。

調査地及び方法

調査は京都府の北東部、福井、滋賀両県に接した由良川の源流に位置する、京都大学芦生演習林で行った。演習林の総面積は4185.7haで海拔は355mから959mにわたるが、600~800mの部分が全体面積の約2/3を占める。地形は全般的に急峻で、傾斜が30~40度程度のところが多いが、北東部の由良川最上流部は緩やかな準平原状になっている。地質は中、古生層に属し基岩は頁岩、砂岩、チャートからなる。土壌は森林褐色土が多いが、標高の高い尾根付近にはポドソルがみられるところがある。事務所構内(標高363m)の年平均気温は12.7℃、年降水量は2456.9mm、積雪深は1m前後である¹⁰⁾。

植生は全面積の約半分が天然林として残っており、残りの半分が人工造林地や天然更新地として施業されている。天然林は標高およそ600mまでは暖帯落葉広葉樹林帯に属し、ウラジロガシやコナラが多く、斜面上部から尾根にかけてはスギ、ヒノキ、ヒメコマツ、モミ、ツガなどがみられる。これより標高の高いところでは温帯落葉広葉樹林帯となり、ブナやミズナラが主体で、斜面上部や尾根付近にはスギの混交率の高い林分がみられる。両植生帯ともに、谷筋にはトチノキ、カツラ、サワグルミ、ミズキなどの湿性の樹木がみられる¹¹⁾。

人工林で植栽されている樹種ではスギが最も多く全体の9割以上を占め、他にヒノキ、ヒバ、サワラ、ドイツトウヒ等が小面積植えられている。

調査は室内における空中写真の解析と野外調査にわけておこなった。

室内での解析資料として用いたものは、芦生演習林の全域を写した1975年と1989年撮影のカラー空中写真(縮尺1万分の1)である。多数の空中写真を短期間で判読するため、今回は立体視は行わず、実体顕微鏡(ニコンSMZ-10)下でスギの立ち枯れ木を判読し、判読した個々の立ち枯れ木の位置を縮尺1万分の1の地形図に記録した。

スギ立ち枯れ木の判読に際しては、枝葉が完全に脱落し、大枝だけが残っているような状態になったもの(後述の枝葉の脱落過程ではstage 4にあたる)は除き、枯れた枝葉がまだ残ってい

て、樹冠全体が赤～茶褐色を呈しているもののみ (stage 1～stage 3 に相当) を記録した。

野外調査としては、まず空中写真に写っているスギ立ち枯れ木には、枯死後何年たったものまでが含まれるのかを明らかにするため、植栽年度の明らかな人工林に発生した立ち枯れ木を1990年秋に計43本伐倒し、枯死後の枝葉の脱落過程と枯死後の年数の関係を調べた。伐倒を行った場所は第5林班の焼山(1966年植栽)であり、枯死後の枝葉の脱落過程は、外見より以下の4段階に分けて記載した(写真-1)。

Stage 1——樹冠全体が鮮やかな赤褐色を呈し、枝葉の脱落は起こっていない。

Stage 2——樹冠全体の半分以上に針葉が残っている。色はくすんだ茶褐色。

Stage 3——針葉は樹冠全体の半分以下しか残っていない。色はくすんだ茶褐色

Stage 4——針葉と小枝はすでに脱落。幹と大枝しか残っていない(空中写真判読の対象外)。

また、今回空中写真より判読されたスギ立ち枯れ木の枯死要因を明らかにするとともに、空中写真に現れないクマハギ被害の実態をつかむ目的で、立ち枯れ木が多くみられた林分のうち、近年除間伐を行っていない林分を3ヶ所選び、1990年春にプロットを設定し、調査を行った。

プロットを設定したのは、第5林班の焼山(1966年植栽地、30×30mと30×15mの2つのプロット)、第5林班のケヤキ坂(1869年植栽地、30×15m)、そして第15林班のオホノ谷(1962年植栽、30×15m)の3ヶ所計4プロットである。

各プロットでは、毎木調査を行うとともに各調査木についてクマハギの有無を調べた。枯死木については、立ち枯れ木に限って調査を行い、その枯死要因を明らかにするとともに、その枯死木が林冠にまで達しているかを調べた。

結果及び考察

1. 演習林内のスギ立ち枯れ木の分布

空中写真から判読した個々の立ち枯れ木の位置を記録した1万分の1の地形図上で、演習林全域を500m×500mのメッシュに分割した。各メッシュ内に含まれるスギ立ち枯れ木の多さを5段階(I—0本, II—1～5本, III—6～10本, IV—11～15本, V—16本以上)表示で示したものが図-1である。

また1989年の時点での芦生の植生区分を天然林、天然更新地、人工造林地、その他に分けて示したものが図-2である。ここで用いた天然林とは、大正10年に芦生演習林が設定されてから人手の加わっていない林分を示し、天然更新地とは天然林を択伐または皆伐後に天然更新した林に手入れを行った林分を示す。

図-1で1975年撮影の空中写真より判読したスギ立ち枯れ木の分布をみると、総メッシュ数212のうちスギ立ち枯れ木が見られなかったメッシュは133、1～5本見られたメッシュは51、6～10本は16、11～15本は9、そして16本以上の立ち枯れ木がみられたメッシュ数は3であった。

地域的に見ると演習林のほぼ全域にわたりスギの立ち枯れ木は見られるが、特に第5林班内杉谷の造林地(F-9, G-8等)、下谷の南北両尾根部の天然更新地(K-8, L-8, J-5, K-5)、赤崎東谷の天然更新地(I-15, J-16, K-16)付近に立ち枯れ木が集中している。

次に1989年の写真を判読した結果をみると、立ち枯れ木が確認できなかったメッシュ数は123、1～5本確認できたものが68、6～10本が6、11～15本が2、16本以上が13あった。1975年の結果に比べて、立ち枯れ木が確認できた地域はやや拡大していると共に、立ち枯れ木密度の高いメッシュ数が増大している。

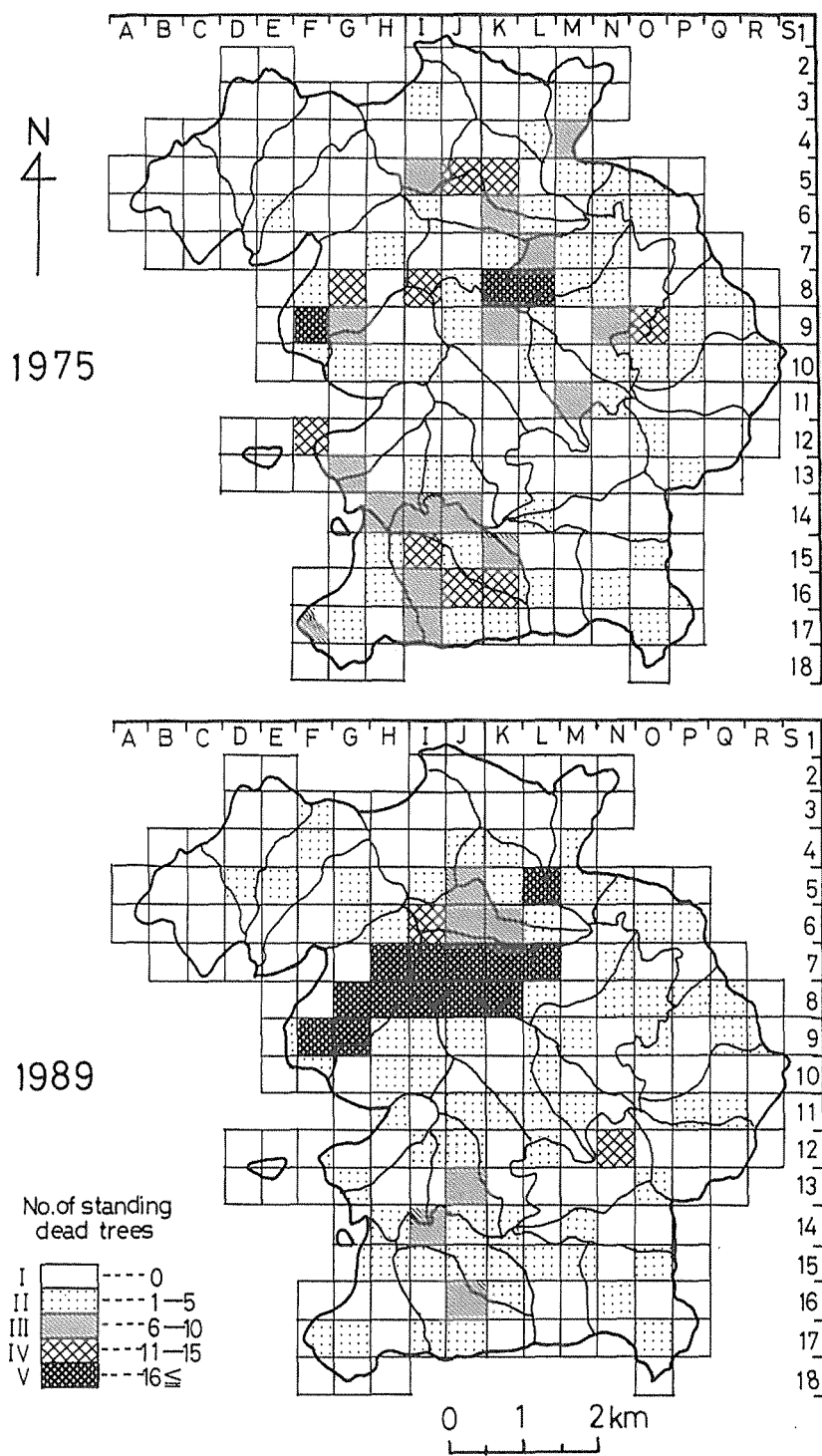


図-1 芦生演習林内のスギ立ち枯れ木の分布

Fig. 1 Distribution of standing dead SUGI trees (*Cryptomeria japonica*) in Kyoto University Forest in Ashiu.

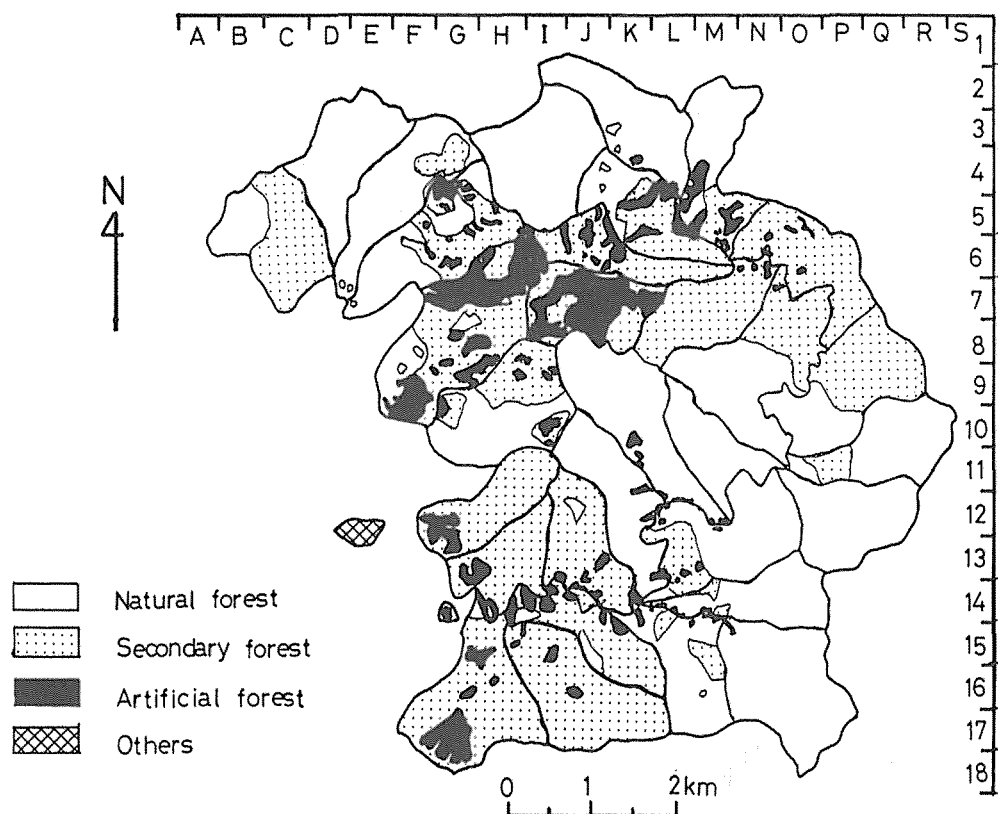


図-2 芦生演習林の植生

Fig. 2 Vegetation of Kyoto University Forest in Ashiu.

1975年同様、1989年においても立ち枯れ木は全域に分布しているが、特に立ち枯れ木が集中している地域はF-9からL-7にかけての地域である。図-2と対照すると、この地域は、内杉谷から下谷の南側斜面にかけての若い造林地であり、中でもケヤキ坂の東からブナノキ峠にかけての造林地（オホノ谷造林地1962年植栽地——I-7, I-8で計100本の立ち枯れ木）、小野子西谷の北尾根の北側で通称焼山と呼ばれる造林地（1966年植栽——G-8, 9, H-8で計83本）それにケヤキ坂の南にひろがる造林地（1969年植栽——H-7で38本）の3カ所は特にスギ立ち枯れ木の密度の高い地域であった。この3地域は近年ツキノワグマがよく目撃される場所でもあり、ツキノワグマの一つの行動域と考えられるが、それに加えこの3地域は除伐等による枯死木の除去を受けていないことも枯死木が目だった要因といえよう。また、内杉谷の入口付近の造林地（F-9で15本）や下谷の桂谷周辺の造林地（K-7で34本）等も立ち枯れ木が多いところであるが、この地域は近年除、間伐が行われた地域であり、実際の枯死本数はもっと多くなるものと思われる。

また1975年に比べて赤崎東谷周辺の枯死本数が減少している。これについて実際にクマハギが減少しているのかどうか、今後の調査が必要である。

演習林全域から建物、林道、苗畑等の雑地を除いた残りを造林地、天然更新地、天然林の3つに分けて、スギの立ち枯れ木数を集計したものが表-1である。天然林域では1975年と1989年の

表-1 森林タイプ別のスギ立ち枯れ本数

Table 1 Number of standing dead trees (*Cryptomeria japonica*) in each forest type.

Forest types	1975		1989	
	Area (ha)	No. of standing dead trees	Area (ha)	No. of standing dead trees
Natural forest	224	102	247	82
Secondary forest	1617	166	1724	68
Artificial forest	2047	74	1865	381
total	3888	342	3866	531

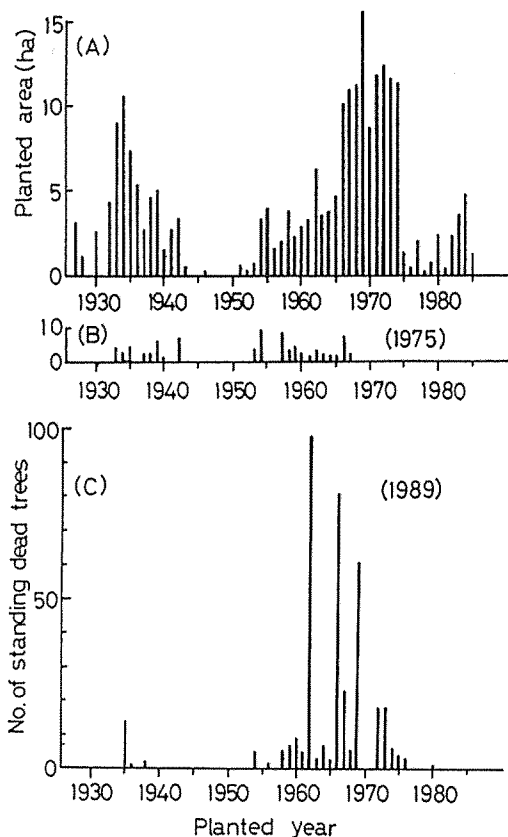


図-3 スギ新植地面積の経年変化 (A) 及び 1975年 (B) と 1989年 (C) にみられたスギ立ち枯れ木の植栽年度別本数分布

Fig. 3 Annual planting area of SUGI trees (A) and frequency distribution of planted year for standing dead trees found in 1975 (B) and in 1989 (C).

間で大きな変化はみられない。天然更新地域では、1989年にみられた立ち枯れ本数は1975年の約3分の1まで減少している。これは赤崎東谷や下谷流域の天然更新地で枯死本数が減少したためである。天然林や天然更新地と対照的に造林地での枯死本数は、1989年では1975年の約5倍に増加している。これはクマハギを受け易いサイズの造林木が急増したためと思われる。

造林地でのスギ立ち枯れ本数の内容を詳しくみるために、植栽年度別に立ち枯れ本数をまとめたものが図-3である。図-3-Aに示したものが植栽年度別のスギ造林地面積の推移であり、図-3-B及びCに示したものが、それぞれ1975年と1989年にみられた立ち枯れ本数を植栽年度毎にまとめたものである。

これより1989年では1962年（オホノ谷）、1966年（焼山）それに1969年（ケヤキ坂）の各植栽年における枯死本数がとびぬけて多かった。しかし1960年代の造林地は近年除間伐が行われているために、実際の枯死本数はもっと多くなるものと思われる。また現在、枯死木が出現している最も若い造林地は1980年植栽の造林地であるが、全体に1970年代の造林地ではまだ枯死本数は少ない。しかし1970年代前半の造林地は面積も広く、今後枯死本数が増大するものと考えられる。

2. スギ立ち枯れ木における枝葉の脱落過程

伐倒した43本のスギ立ち枯れ木について、立

ち枯れ後の年数と枝葉の脱落の関係を示したものが表-2である。伐倒木はすべて林冠に達している木であり、平均胸高直径は15.1cm (11.4cm~18.8cm)であった。枯死要因はすべてクマハギによるものであり、剥皮率もすべて100%であった。各 stage における伐倒本数の内訳は、stage-1 で9本、stage-2 が6本、stage-3 が18本、stage-4 が10本である。

表-2 スギ立ち枯れ木における枝葉の分解過程と立ち枯れ後の年数
Table 2 Relationship between decomposition stages and years after death for standing dead SUGI trees.

Decomposition stage	Years after death										Total no. of sample trees
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Stage-1	6	3									9
Stage-2		1	2	3							6
Stage-3			2	3	6	5	2				18
Stage-4						1	4	4		1	10

樹冠が鮮やかな赤褐色を呈する stage-1 は枯死後1年目に現れるのが大部分で、一部2年目にも出現した。しかし枯死後3年以上のもので stage-1 を示すものはなかった。樹冠の色がくすんだ茶褐色で、枝葉の半分以上が脱落せずに残っている stage-2 は枯死後2年目から現れ、枯死後4年目までみられた。樹冠の色はくすんだ茶褐色で、枝葉の半分以上が脱落している stage-3 は枯死後2年目から7年目までみられたが、5~6年のものが最も多かった。枝葉がすべて脱落し、幹と大枝だけがのこっている stage-4 は枯死後6年目からみられはじめた。

今回、空中写真より判読したスギの立ち枯れ木は stage-1 から stage-3 に属するもので、stage-4 に属するようなものは除いている。したがって、この結果より考えると、空中写真より判読されたスギの立ち枯れ木は、最も古いもので枯死後7年は経っているものとみられる。

しかしこの関係は植栽後23年経った林分での関係であり、他の林分ではやや違った関係となる可能性がある。針広混交天然林では相対的に密度が低いため、天然生のスギ林冠木等ではより個体当りの葉量が多いと思われる、もっと長期間枝葉が残っていると思われる一方、幼齢の小さな造林木などでは、立ち枯れ木の枝葉の脱落も早いと思われるので、より詳しい検討が必要である。

3. 人工林におけるクマハギ被害とスギ立ち枯れ木の枯死要因

調査を行った4つのプロットについて、生存木と立ち枯れ木別にクマハギ被害本数を示したものが表-3であり、各プロットについての直径階別本数分布とクマハギ被害の割合を生存木と立ち枯れ木にわけて示したものが図-4である。

表-3より、立ち枯れ木が最も多かったのは焼山(A)で204本の調査木のうち51本(立ち枯れ率25%)が立ち枯れ木であった。以下、焼山(B)では10本(9%)、ケヤキ坂では7本(7.7%)、オホノ谷では8本(7.2%)であった。

立ち枯れ木についてその枯死要因をみると、焼山(A)では立ち枯れ木51本のうち34本(67%)がクマハギによるものであった。他のプロットについてみると、焼山(B)で立ち枯れ木の50%、ケヤキ坂では100%、オホノ谷では88%がクマハギによる枯死であった。残りの立ち枯れ木については、図-4よりいずれもサイズの小さな木であり、またすべて林冠には達していない木であっ

表-3 スギ人工林におけるクマハギ被害 (1990)
Table 3 Black bear damages to artificial forests in 1990

Plot	planted year (stand age)	direction	slope	plot size (m ²)	No. of alive trees		No. of dead trees		total
					normal	bear damaged	bear damaged	others	
YAKKEYAMA (A)	1966 (24)	N23° W	9°	30×30	70	83	34	17	204
YAKKEYAMA (B)	1966 (24)	N60° W	33°	30×15	61	40	5	5	111
KEYAKIZAKA	1969 (21)	S73° W	29°	30×15	64	20	7	0	91
OHONOTANI	1962 (28)	S76° W	25°	30×15	76	27	7	1	111

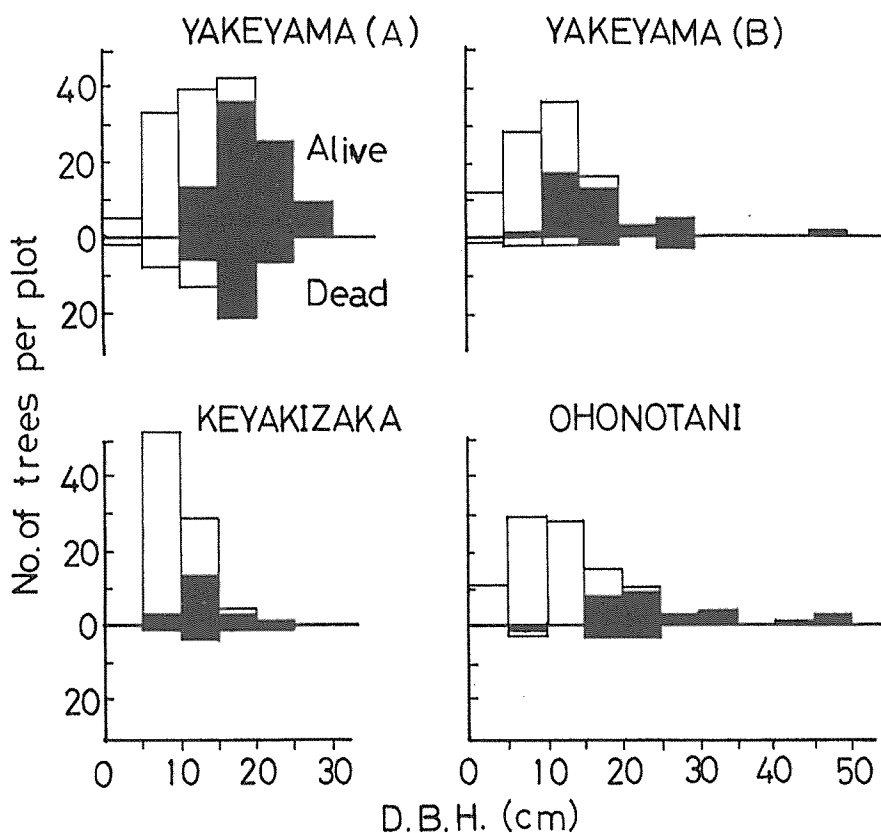


図-4 スギ生存木及び枯死木の直径階別本数分布. 白抜き部は健全木, 黒塗り部はクマハギ被害木を示す

Fig. 4 Diameter class distributions for alive and dead SUGI trees. Open columns indicate normal trees. Solid columns indicate bear damaged trees.

たことから成長不良による被圧枯死であると思われる。また各プロットともクマハギを受けた個体は、生存木、枯死木共に直径の大きな成長の良い個体に偏っていた。このことより、空中写真より確認できるスギの立ち枯れ木は、そのほとんどがクマハギによる枯死木であると考えられる。

また、表-3 より、総調査本数のうちクマハギによって立ち枯れた割合をクマハギによる立ち

枯れ率とすると、クマハギによる立ち枯れ率が最も高かったのが焼山（Ａ）で16.7%に達し、以下、ケヤキ坂の7.7%，オホノ谷の6.3%，焼山（Ｂ）の4.5%の順であった。クマハギの程度は斜面の傾斜角によりことなり、急傾斜地では足場が悪いために樹幹の斜面上部側に被害を受けることが多く全周剥皮されることは少ないのに対し、平坦地では全周剥皮を受けやすく、枯死率が高いとされている⁵⁾¹²⁾ことなどから、今回、焼山（Ａ）においてクマハギによる立ち枯れ率が飛び抜けて高かったのも傾斜が緩かったためであると思われる。

生存木についてみると、生存木のうちクマハギを受けている木の割合は、焼山（Ａ）で54.2%，焼山（Ｂ）で39.6%，ケヤキ坂で、23.8%，オホノ谷で26.2%であった。

空中写真より判読されたスギ立ち枯れ木の数から、その立ち枯れ木を含む林分でのクマハギ被害を推定する手がかりとして、クマハギによる立ち枯れ本数と生存木でのクマハギ被害本数を各プロットについて比べてみた。その結果、焼山（Ａ）で総クマハギ被害本数のうち29.1%が立ち枯れ木であった。同様に焼山（Ｂ）では11.1%，ケヤキ坂では25.9%，オホノ谷では20.6%であり、4プロットの平均では21.7%であった。また渡辺ら⁷⁾は、芦生演習林第5林班の17～20年生スギ造林地（平均傾斜が30.2°～36.9°）で、クマハギ被害木に対する枯死率は23%に達したと報告している。このように1回のクマハギが枯死につながりやすい幼齢の人工林等では、地形、特に斜面の傾斜などに大きく影響されるが、クマハギによる立ち枯れ木が始めると、その周囲には、立ち枯れ木数の数倍のクマハギ被害が生存木にも発生しているものとみられる。

しかし天然林の林冠木となるようなスギでは直径も大きく1回のクマハギで枯死するようなことはない。今回1989年撮影の空中写真で立ち枯れ木が確認できなかった天然林のなかでも、現地調査を行うと、胸高直径が20cm以上の天然スギは大部分クマハギの被害を受けているところ¹³⁾がみられた。このことから、空中写真より立ち枯れ木が確認されなくとも、天然林の大径木はかなりクマハギ被害をうけているものと思われる。

今回の空中写真の解析は演習林全域にわたるスギ立ち枯れ木の分布パターンの概要を把握することが目的であるため、広い面積にわたっての、空中写真から判読された立ち枯れ本数と、現場での立ち枯れ本数の関係について厳密な検討は行っていない。茶褐色の樹冠をもつ立ち枯れ木はかなり目だったために、大多数の立ち枯れ木は判読されていると考えているが、現地での観察では、クマハギによる立ち枯れ木でも樹冠のごく一部のみが林冠にでている個体も少数ながらみられた。今後空中写真による立ち枯れ本数の詳しい検討を進めるには、このような林冠に一部しかでていない立ち枯れ木がどの程度空中写真に写っているのかの検討を含めた、空中写真による判読の精度を検討することが必要である。

お わ り に

今回行ったカラー空中写真によるスギ立ち枯れ木の判読により、広範囲にわたるクマハギ被害状況の概要を把握することができた。スギ立ち枯れ木は約7年ほどは枯れた枝葉が樹幹より脱落せずに残っており、樹冠全体が茶褐色を呈し、空中写真による発見が容易であることから、約5年に一度の間隔で空中写真の解析を行えば年間の立ち枯れ発生が連続的に押さえられ、クマハギ被害の拡散過程がよりはっきり把握できるものと思われる。また小流域単位での枯死本数をより正確に押さえるには、ラジコンヘリを用いた低空撮影によるより倍率の高い空中写真の利用も考えられる。特に芦生演習林のスギ天然林ではクマハギによるスギ天然木の枯死が森林の動態に大きく影響していると考えられ、大縮尺の空中写真を用いた、林冠ギャップの年間発生率やギャップ形

成におけるスギ立ち枯れ木の割合などの測定は現地調査とあわせて天然林の動態を考える際の重要な課題であると考ええる。

スギ人工林のクマハギ防除についてみると、今回の調査結果から、今後1970年代前半の植栽地にクマハギが頻発することが予想され、これらの林分に対する警戒と防除対策としての樹幹へのテープ巻付けが必要である。また一步進めて、まだ枯死木あるいはクマハギの発生していない、より幼齢の時代から予防的にテープの巻付けを行ってゆくべきであろう。しかしこれらの幼齢林分は、面積も大きく、今後除間伐を行ってゆく林分でもあるので、全木に対してテープの巻き付けを行うのは得策でなく、将来の除間伐を考慮にいれて形質のよいものを選んでテープを巻き付け、巻き付け本数を減らして面積的にテープ巻き付け林分を増やしてゆくことが必要であろう。

またクマハギが原因と考えられるスギの立ち枯れは演習林の全域にわたって確認されている。これはツキノワグマが演習林の全域にわたって生息、あるいは活動していることを示唆しており、演習林内ではどこでもスギの人工造林を行えばクマハギの被害を受けることが予想される。今後当演習林でツキノワグマの保護と林業の共存を考える場合、現存のスギ人工造林地はテープ巻き付けなどにより集中的な防除を行い、新たな施業を行う場合には、標高の高いところでは雪による被害も大きいことも併せて、当地方ではスギの一斉造林化は行うべきではなく、広葉樹を主体とした天然林施業を行ってゆくことが必要と考える。

文 献

- 1) 柴田信男：芦生演習林に於けるスギ天然林の研究 第1報 天然生杉の生長及び之に対する外力の影響（其の1）。日本林学会講演集。1089～1101, 1938
- 2) 登尾二郎・登尾久嗣・鬼石長作：クマの被害について。日本林学会関西支部大会講演集。10. 119, 1960
- 3) 登尾二郎・佐々木功・内村悦三・鬼石長作・石原寛一：害獣防除に関する研究（第1報）クマの越冬について。日本林学会関西支部大会講演集。11. 8, 1961
- 4) 佐々木功・鬼石長作・登尾二郎：クマによる林木の被害。林業技術。229. (3). 30～33, 1961
- 5) 渡辺弘之・登尾二郎・二村一男・和田茂彦：芦生演習林のツキノワグマ特にスギに与える被害について。京大演報。41. 1～25, 1970
- 6) 渡辺弘之・谷口直文・四手井綱英：ツキノワグマの保護と森林への被害防除 (I)。京大演報。45. 1～8, 1973
- 7) 渡辺弘之・小見山章：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, 1976
- 8) 安藤信・川那辺三郎・登尾久嗣：芦生演習林人工林調査 I ——スギ人工林における調査地設定時の林況——。京大演報。57. 93～111, 1986
- 9) 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 京大演集。22. 45～49, 1991
- 10) 演習林気象報告（第十回） 京都大学農学部附属演習林, 1987
- 11) 天然林の生態研究グループ：京都大学芦生演習林における天然林の植生について。京大演報。43. 33～52, 1972
- 12) 豊島重造・成田昭二：スギ造林木の熊による被害実態調査。新大演報。15. 83～91, 1982
- 13) 山中典和・川那辺三郎：京都大学芦生演習林におけるスギ・落葉広葉樹天然林の林分構造の発達に及ぼすクマハギの影響について。第102回 日林論（投稿中）

Résumé

Many SUGI trees (*Cryptomeria japonica* D.Don) are damaged by the Japanese black bear (*Selenarctos thibetanus japonica* Schlegel) in Kyoto University Forest in Ashiu. Standing dead SUGI trees with dead needle leaves exhibit a brown colored crown and are easily identified on aerophotographs. To estimate the actual conditions of black bear damage to forest trees in Kyoto University Forest in Ashiu, color aerophotographs (1/10000), taken in 1975 and in 1989, were analyzed. Field studies were also carried out in artificial forests damaged by the black bear. The results were as follows.

1. The aerophotographs showed that standing dead SUGI trees were distributed throughout the Kyoto University Forest in Ashiu. The number of standing dead trees scarcely changed in natural forests, but those in secondary forests decreased between 1975 and 1989. In 1989, the number of standing dead trees in an artificial forest was about 5 times as many as those in 1975. Most of the standing dead SUGI trees found in 1989 were concentrated to young artificial forests planted between 1960 and 1975.

2. Results of field studies showed that it took about 7 years to shed dead needle leaves and small branches completely for standing dead SUGI trees in a 23-year-old stand. The number of standing dead trees found on the aerophotographs is the cumulative number of standing trees that died during the past 7 years.

3. The predominant mortality factor of standing dead SUGI trees, identified by photograph interpretation, was complete girdling by black bear. On an average of four surveyed plots, 21.7% of the damaged trees were standing dead trees and 36% of the living trees were trees damaged by bears.

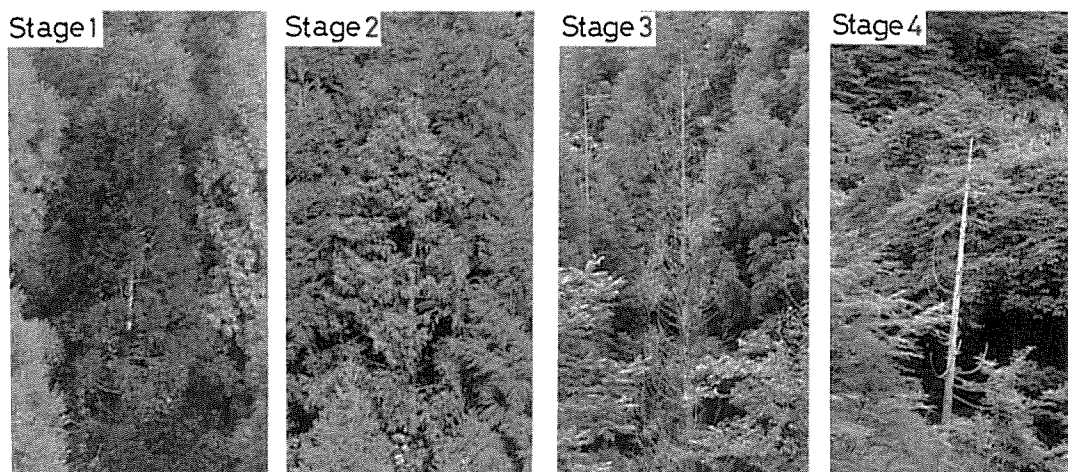


写真-1 スギ立ち枯れ木における枝葉の分解過程
Photo. 1 Decomposition stages of standing dead SUGI trees.

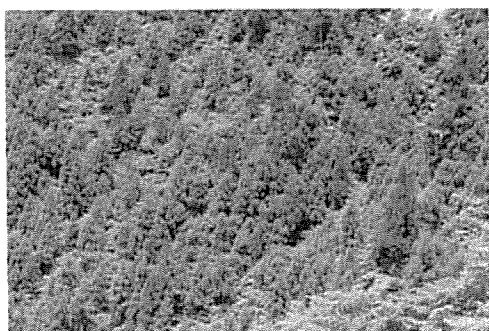


写真-2 人工造林地（1969年植栽）に発生したスギ立ち枯れ木
Photo. 2 Standing dead SUGI trees in an artificial forest planted in 1969.



写真-3 天然更新地に発生したスギ立ち枯れ木
Photo. 3 Standing dead SUGI trees in a secondary forest.