

関西育種基本区におけるスギカミキリ抵抗性育種に関する研究

植木 忠二⁽¹⁾

Chuji Ueki⁽¹⁾

Studies on Selecton of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) Resistant to the Sugi Bark Borer (*Semanotus japonicus* Lacordaire) in the Kansai Breeding Region

要旨：中国地方の里山地帯のスギ林では、古くからスギカミキリ幼虫の食入にともなう樹幹上の傷跡や変奇が認められてきた。この被害は材質の劣化を起こす場合が多く、伐採時の収入に少なからず影響するため、林家から大変いやがられていた。その後、拡大造林の進展によって全国的に増大したスギ人工林がIV齢級に達した1970年代から、この被害は各地で顕在化した。1980年代になって、施業的防除法の開発や抵抗性育種による実用種苗の創出など、本種被害に対する対策が検討された。被害林分の構造・加害の実態、材質劣化の過程など生態学的な研究に加え、精英樹クローン集植所における被害差などから、遺伝的な変異の介在が次第に明らかにされた。抵抗性のメカニズムとして、傷害樹脂道の機能が説明されたことから、抵抗性育種の可能性が示唆された。これらの研究成果をふまえ1985年から国の事業として「地域虫害抵抗性育種」が実施に移された。19府県を包括する関西育種基本区で選出された抵抗性候補木は657個体に達した。これら候補木クローンはつぎ木苗として所轄の育種場で増殖され、二次にわたる検定実施に向けて育成された。1991年から一次検定が、1995年からは二次検定が三事業地で並行的に行われた。この事業に付帯して、研究分野では検定作業の具体的手順・方法、さらには検定結果の判定方法についてその細部を確定するための取組みが進められた。その結果、関西育種基本区内ではスギカミキリ抵抗性木として、38クローンを確定した。これらの抵抗性クローンは今後採種圃園の造成を経て、スギカミキリ被害地域の実用種苗として活用される。

(1) 林木育種センター関西育種場

〒709-4335 岡山県勝田郡勝央町植月中1043

Kansai Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center

1043, Uestukinaka, Shoo, Kastuta, Okayama 709-4335 Japan

目 次

要 旨	219
1 はじめに	222
2 抵抗性育種研究の経過	
2・1 事業実施前の研究課題	
2・1・1 被害実態の解析	222
2・1・2 スギカミキリの生態と習性	
(1) 成 虫	223
(2) 卵	223
(3) 幼 虫	224
(4) 蛹	224
2・1・3 被害のクローン間差異と抵抗性要因の探索	225
2・1・4 スギカミキリの発生時期調整と人工飼育	225
(1) 成虫の脱出調整	225
(2) 卵の発生調整	226
(3) ふ化幼虫の低温貯蔵	227
(4) 新鮮丸太による人工飼育	227
(5) 人工飼料による幼虫飼育	228
2・1・5 抵抗性候補木の選出基準づくり	232
2・1・6 抵抗性検定法の確立	
(1) 丸太接種と立木接種の違い	233
(2) 接種虫による品種間の被害差異	234
(3) 接種源の態様	235
(4) 接種方法の決定	235
2・2 事業実施後の研究課題	
2・2・1 簡易検定の方法	237
(1) 既存系統と樹脂道形成能	237
(2) 刺傷処理による樹脂道の新生	240
2・2・2 一次検定の方法	242
2・2・3 二次検定の方法	245
2・2・4 遺伝様式の解明	247
3 抵抗性育種事業の経過と実績	
3・1 事業の目的と過程	248
3・2 抵抗性事業の実施方法	249

3・3 事業の実施結果	
3・3・1 抵抗性候補木の選抜	249
3・3・2 一次検定の成果	
(1) 検定作業の概要	252
(2) 検定条件の検証	253
(3) 抵抗性の判定	255
3・3・3 二次検定の成果	
(1) 検定作業の概要	264
(2) 抵抗性の評価	265
3・3・4 一次検定と二次検定の整合性	266
3・3・5 抵抗性ローンの確定	267
3・3・6 今後の課題	267
4 摘 要	267
謝 辞	268
Summary	270
引用文献	271
資料・スギカミキリ抵抗性候補木の選抜一覧表	
[近畿・瀬戸内海，四国北部・南部，日本海岸東部・西部育種区]	279

1 はじめに

戦後の我が国では、1950年に始まった全国植樹祭に象徴される国土緑化政策に基づいて、造林が強力に推奨され、行政機関はもとより関係団体から一般林家まで大変な熱意をもって林業活動が展開された。特に、日本経済が戦後の混迷を脱してから高度成長期を抜けるまでの約20年間に拡大造林は急進した。

こうした先人の努力は今日、林野面積の41%を占める1,035万haの人工林を造成するという大きな成果をもたらした。今やその蓄積は年間木材消費量の20数年分にあたる⁹³⁾状況に至っている。しかし、この間の林業事情の構造的変化により、国内林業の社会経済的な位置づけは大きく後退した。全国各地では本格的な育林施業を必要とする林分が増えているにもかかわらず、人手やコストの面から適切な保育作業が遅れるなどの問題点が一層深化するところとなった。元来、人工林の集約的な育林技術を持たない里山地帯ではいわゆる「植えっ放し（放置林分）」が拡大する中で、気象害や病虫害としてこの問題点が顕在化してきた。とりわけスギ・ヒノキ人工林におけるスギカミキリの被害は、従来の地域的な領域を越えて全国的に拡がる危険性が指摘されるようになった。

グローバル経済の中で木材需要の80%以上を海外に依存する今日にあっても、木材業界は国内林業に対し生産材の低コスト化を求め、一方では材質重視の傾向を強くしている。したがって、持続性を追求する新時代の林業でも、森林の質的生産を如何に高めるかは重要な課題であろう。その意味から材質劣化を招来するスギカミキリ被害の動向と対策は注目されている。

スギカミキリ (*Semanotus japonicus* Lacordaire) は、主に中国地方の里山のスギ林に生息する害虫として以前からその存在が知られていた。樹齢千年を越す屋久スギや神代スギの材中にも蛹室が確認されている例からみても、もともと太古からスギと共に生きてきた昆虫と考えられる。この幼虫が食害した痕跡は時間の経過に伴って、ハチカミ症状と呼ばれる幹の変形や材部の劣化と腐朽を生じる。その結果、収穫時における用材の価値を著しく低下させる害虫として、林業関係者から恐れられてきた。1960年代からスギカミキリはスギ林における重要害虫と認識され、保護部門はもとより育林や育種の分野での研究が進められていく中で、スギカミキリ被害の実態と加害のメカニズムが次々と明らかにされた。

これらの成果をふまえて、「地域虫害抵抗性育種事業」が1985年から実施された。ここでは、関西育種基本区で展開されたスギカミキリ抵抗性育種事業の概要と関連する研究内容について報告する。

2 抵抗性育種研究の経過

2・1 事業実施前の研究課題

2・1・1 被害実態の解析

スギカミキリ被害の存在について山田¹⁶⁴⁾は、既に明治22年東京における「杉のノノジムシ」の報告¹⁶⁾や、昭和5年九州地方の国有林における発生事例の報告があることを明らかにしている。そして生態上からは皆川(1938)⁶⁷⁾によって細部が報告されている。しかし、林業的に重大視すべき事への警鐘は大森の報告⁹⁰⁾に端を発した。中国地方5県と兵庫県はいち早く共同研究態勢を敷き、その研究成果を公表している^{1, 2)}。その後1968年には、四国徳島、九州福岡の2県を加えた8県による「ハチカミ共同研究班」へと発展した。ここではスギカミキリについての情報を整理し、林業的な防除法の検討を行った。その結果、ハチカミ症状はスギカミキリ幼虫の食入加害に基

因するものであることを確認した^{10, 32)}。同時にこの被害を軽減するには、枝打ち時における粗皮剥ぎが有効であることを認め、育種面での対応も肯定的にとらえた。山田ら¹⁶⁸⁾は抵抗性個体選抜の立場から、実際の被害林分でスギカミキリ被害の空間的構造と個体形質の関係を検討した。これらの研究を通してスギカミキリ被害の発生が、気象条件などの広域的な要因をはじめとして、林分の環境、育林施業、樹齢、品種系統など様々な要因によって差異を生じることが明らかとなり、被害対策は単純でないことを浮き彫りにした。

2・1・2 スギカミキリの生態と習性

(1) 成 虫

鞘翅目・カミキリムシ科・スギカミキリ属に分類される昆虫^{53, 63)}で、♂の体長は12~23mm ♀の体長は16~28mm。♀の体躯は♂に比べてやや大型であるが、触角や脚は逆に細く、腹部末端には上翅より突出する交接器をもつ。触角の長さは♂の場合体長より長く、♀では体長の6割程度である。背面が黒色で腹面はやや赤褐色を帯びる。通常、上翅には左右対称に4個の黄褐色斑紋⁸⁴⁾があり、前胸部背面には点刻に囲まれた中央部に光沢のあるイカリ状の凸紋をもつ。しかし、体の大きさや色調、紋様の形にはかなりの個体差が認められる。

材中の蛹室で越冬した成虫は山陰地方の場合、コブシが咲き始める3月中下旬に孔道口を塞いでいた木くずを排除し、孔口に接した直上の樹皮に楕円形の穴(長径7mm程度)をあけて脱出する。脱出の消長は♂が♀に1週間程度先行する。脱出のピークはソメイヨシノが8分咲きから満開になる時期と一致¹¹⁸⁾する。性比はほぼ1:1である。気温10℃未満では成虫の行動は緩慢である。屋内の観察では20℃近くなると活発に動き回り、時に飛翔の準備行動を見せることもある。さらに25℃になれば興奮状態となり、盛んに羽を震わせる行動を繰返す中で短距離の飛翔を見せる。しかし、この活動状況は間断的で、日中の時間帯は離反した粗皮の下や割れ目に潜み静止していることが多い。静止中は触角を後方の体側に付けているが、行動時には斜め前方に立てて探索の体勢をとる。外見上の活動パターンでは♂は即応かつ能動的で、♀は緩慢である。♀と遭遇した♂はなだめ行動をとった後、ただちに背後から交尾行動を起こす。その時♀は、受け入れが是であれば直ちに静止し、交接器をやや上向きの体勢をとる。否であれば交接器を下げ気味にして静止しない。交尾器を挿入した♂は体躯を前後にスイングして、♀の産卵管を引き出すような態勢を0.5~3分程度継続する。最初の交尾から1~2日後には産卵するが、1カ月程度の生存期間中に数回の交尾を行って平均70~100個を産卵する。大型の♀は最大250個以上産卵することもある。産卵行動は腹部末端の交接器から釣り竿状に伸縮・屈曲自在の産卵管を伸ばし、樹皮の割れ目や表皮裂片の最深部の隙間を探りながら分散して産卵する。人工的に採卵した場合には、全産卵数の90%以上を脱出から1週間以内に産み終えるケースが多かった。また、大型の♀成虫ほど産卵数は多くなる傾向^{99, 120)}がある。個々の成虫の産卵数は脱出時の体重から推定できるし、体重の減少量で実産卵数をほぼ推定することもできる。脱出後の成虫は摂食しないが、1頭1日あたり1μℓ程度の水を飲むようである。

一般的に成虫の行動範囲は広いとは考えがたく、食害木が枯死したり生息密度が上昇するなどして、寄主内の生息環境が特に劣悪にならない限り、同一木で世代を繰り返すようである。

(2) 卵

スギカミキリの卵は長さ3mm幅0.7mm程度の紡錘形で、その重さはおおよそ1mgである。ただし小型の成虫では卵がやや小さくなる。産下して間もない卵殻にはニカワ様の粘着物質が付着しており、艶やかな乳白色から

次第に黄褐色に変化する。さらに発生が進むと卵はやや透明感が増してくる。ふ化に要する日数は気温と反比例の関係にあり、15℃では3週間、20℃では2週間となり、25℃では8日程度となる。屋内における孵化率はほぼ100%である。

春季に雨量の多い地方や年にはスギカミキリの被害が少ないとの通説がある。吸水させた脱脂綿の上に卵を置くなど、人為的にかなり湿潤な条件下に放置しても発生には支障はない。しかし、ふ化直後の幼虫は極めて水気に弱い。体側に水気が付着すると僅かの間に水を吸収し、体長が2倍程度に膨腫した後溶解する。春先にフェーン現象で乾燥する山陰地方ではスギ樹幹の粗皮は大きく離反してミノ様となり、成虫は樹皮の奥深部に産卵できる。結果的に降雨や天敵類から庇護されることになるので、当初の加害密度に影響するだろう。つまり、ふ化後に雨水と接触することなく穿孔行動に移れた場合には、産卵数に対する減少率は小さくなると考えられる。一方、雨の多い地域では樹皮の表層が吸水状態を繰り返す、粗皮は離反しないので産卵しづらいこと、仮に産卵しても天敵による捕食やふ化直後に雨水の影響で死滅しやすいこと等、被害程度を左右する理由の一つに気象条件が考えられる。

(3) 幼 虫

1 齢幼虫の体長は卵と変わらず、3 mm程度である。最初は外樹皮層を内樹皮に向けて穿孔し、1週間以内に2 齢幼虫となって体長は倍増する。このステージでの幼虫は内樹皮に形成される傷害樹脂道を感知しながら進むようである。樹脂道がなければ比較的早く内樹皮層に達するが、樹脂道が面的な広がりをもつ場合には内樹皮層との境界部分を水平方向に、内部への突破口を求めて進む。高齢樹では内樹皮の年輪層が多く、侵入の障害となる樹脂道が積層する度合いが強くなるので、「ナタ傷」と呼ばれる水平方向の食害痕は一般的に長くなる。またスギでは縦方向に、一方ヒノキでは、環状に食害する場合が多いこと等、樹種による食害形状のちがいが知られている^{67, 85)}。穿孔作業は頭頂部の左右にある半円状の歯（大顎）を使い、体を交互に側弯させながら、えぐり取るようにして孔道を掘削する。すなわち、上半身の体側を左右に振るが、左側弯の時は右の歯を前出し、右側弯の時は左の歯を前出して掘削する動作を繰り返して前進している。人工飼育に用いた硬質スチロール瓶にも削り跡をつけ、時に穴を開けることさえあった。ふ化幼虫による穿孔行動は4月末から5月初旬にかけて始まるが、林業上の被害としては形成層帯と当年に肥大成長した未木化部分を食害する3 齢以降の幼虫の動態が問題となる。

・ 採穂木のように年間の肥大成長が僅かな場合には、体厚分の空間が確保できないので、既に木化している年輪層にも食害が及ぶ。いずれにしても樹木の肥大期にあたる約3カ月の間に5 齢幼虫となり、体重はふ化時の800～1,000倍に達する。体長4 cm内外に成長した終齢幼虫は、材部の求心方向下方に向けて10～15 cmの放物線状の蛹室を穿つ。秋口には入口の部分に木くずを詰めて静止し蛹化を待つが、その間の栄養状態によって蛹化が遅れたり、幼虫態のまま越冬するなど成育上の態様には幅が認められる。

(4) 蛹

蛹室の中で静止した幼虫は9月頃次第に太短い前蛹態幼虫に変化した後脱皮して蛹となる。三対の足は内側に折りたたみ、左右の触角は後胸腹面に内巻きしている。複眼部分は当初乳白色の体色と変わらないが、その後黒化する。人工飼育での蛹期間は最短で17日、最長で40日、平均25日要する⁵³⁾。被害材を割断して蛹室内をみると、9月初旬には幼虫が10月初旬には成虫が多く観察された。したがって自然界の蛹は2～3週間で羽化⁶³⁾するもの

と推察される。

2・1・3 被害のクローン間差異と抵抗性要因の探索

福田^{5, 6)}は被害立木100%近い激害林分において調査を行い、「害虫の発生環境が均一と考えられる範囲内の無被害木（1～4%の立木）は抵抗性個体と判断できる」として、抵抗性個体を選抜する具体策を例示した。この段階ではまだ抵抗性要因は不明であったが、樹皮が繊細で平滑な個体は被害軽微であるという実態^{18, 79)}に注目し、まずは抵抗性材料を収集する必要から、関西林木育種場山陰支場と鳥取県林業試験場が共同研究の態勢を組み、免害個体の調査収集を行った^{68, 69)}。これに引き続き山陰支場は、独自の選抜調査票を作成⁷²⁾して免害個体の選抜と収集を行った^{15, 17, 74, 75)}。この間、前述の共同試験報告書³²⁾や各研究機関の報告でも、スギの生理的な作用¹⁰⁶⁾つまり樹脂の流出が幼虫の侵入を妨げる^{56, 86)}こと、さらに樹皮の粗密^{7, 18, 19, 174)}、樹脂漏出⁵⁶⁾や傷害部癒合の遅速、腐朽進展の度合いなどが品種系統によって異なることが次第に明らかされた。各地に植栽されている多くの在来品種の中で、特にボカスギ・サンプスギ・ヤブクグリなどはスギカミキリ被害が少ない^{19, 162, 174)}という実態から抵抗性育種への展望が開けていった。

前田⁶⁶⁾は兵庫県下のスギ品種の間に被害差異のあることを認め、抵抗性育種の可能性を肯定した。また樹皮の形態や樹脂の質と量がそのよりどころとなることも示した。綱田¹⁰⁷⁾は樹皮形状を重視した選抜基準を作成し、この基準に基づいて1975年から激害林分で16個体の免害木を選抜したことを明らかにした。さらに1981年までの4年間に100個体を追加選抜する計画を示した。

一方、各育種場構内に育成されたスギ在来品種や精英樹クローンが次第に本種害虫の加害樹齢に達してきたところから、その被害実態が調査された^{3, 8, 14, 29, 52, 61, 73, 76, 77, 78, 160, 172, 174)}。その結果、品種系統間に明らかな差異が認められる場合が多く⁸³⁾、抵抗性育種に確信がもてるようになった。そのような状況下で、抵抗性育種の根拠として傷害樹脂道と被害の関係が組織学的な視点から明らかにされた^{45, 71, 170)}。

岡田⁸²⁾はこれまでの研究成果を整理し、スギカミキリ成虫が産卵しにくい性質（非選好性）と、傷害樹脂道によって寄生幼虫の侵入を阻止する性質（抗生性）をあわせ、抵抗性育種の進め方を提起した。古越⁹⁾は関東地区の被害事例から、抵抗性育種を進めるにあたっての考え方を明らかにした。また武藤⁷⁰⁾はこれを進める上での技術開発の問題点と育種活動全般への留意点について論評した。

2・1・4 スギカミキリの発生時期調整と人工飼育

スギカミキリ抵抗性の検定作業を進める際に前提となるのが、大量に供試虫を調達することである。しかも一定の検定精度を確保するためには、より新鮮で均質な成虫や幼虫を随時準備することが肝要となる。これらの必要性によって、成虫や卵の発生調整及び幼虫の人工飼育を検討した。

(1) 成虫の脱出調整

新鮮な成虫を確保する手段として、植月ら¹⁵⁵⁾は自然界の平年発生初日より10日ほど前に被害材を10℃の恒温庫内に収納し、屋外のケージに置いたものと対照した。実験結果は、屋外の日最高気温の平均と庫内の設定温度が似かよったため、ケージに搬入したものと恒温庫内の脱出ピークが変わらず、発生の遅延を想定した恒温庫内の方がむしろ短期間に集中脱出したことを認めている。したがって、成虫の温度管理による脱出調整は可能であ

ること、また抑制する場合の被害材の保存温度は、発育零点¹⁷¹⁾より低温で保管する必要があることが示唆される。脱出期の予察のために行った恒温実験⁵⁷⁾では、2月27日以降の各日の気温から4.4℃（発育零点）を引いて積算した温度（有効積算温度）が244日度で、50%脱出日に近かったことを報告している。脱出直後の成虫を一時保管する場合、5℃の冷蔵庫を利用することで実用上大きな問題はないが、個体によっては産卵することもあり、完全に活動を休止させるにはさらにこれ以下の低温にする必要があろう。

(2) 卵の発生調整

接種作業の期日にあわせ、活力ある新鮮な幼虫を供給するにはふ化日数の調整が必要である⁶²⁾。自然条件の場合でも西村⁷⁹⁾が述べているように、気温が低い4月上旬から暖かさが増す5月上旬にかけて、ふ化に要する日数は次第に短縮する。この事実から、人為的な温度管理によってふ化日数を精確に調整できることが期待された。奥田⁸⁸⁾は、温度と卵の発育速度の間に極めて顕著な相関関係が想定されることを示し、その実験公式から発育零点を5.2℃、有効積算温度を170日度と推定した旨を報告した。

この点について次の実験で確認した。

〔実験1〕 産卵時期とふ化日数¹²⁰⁾

方法：4月下旬から5月下旬にかけてシャーレ内に産下された約3,600卵について、室温条件下でふ化日数と期間内の平均気温との関係を調査した。また、5月末に採卵したものについて、8℃の定温条件下でふ化状況を観察した。

結果：天候の変化に伴って室温は上下したものの、実験を開始してから1ヶ月の間に日平均気温は8.7℃上昇した。この間のふ化状況は図-1に示すとおり、4月下旬の卵は、ふ化に15～20日要したが、次第に短縮して5月下旬のものは10日前後となった。この傾向は西村⁷⁹⁾の報告と一致した。データから想定される回帰によって求めた発育零点は6.2℃、有効積算温度は約156日度であった。なお、8℃の低温下に置いた卵は1ヵ月経過した時点でも発生が進んだ兆候が認められず、ふ化に100日近い期間を要した。

〔実験2〕 温度とふ化日数¹³³⁾

方法：4月上・中旬に被害林で採集した成虫を冷蔵庫に一旦保管し、4月17日に冷蔵庫から出して口紙を敷いたシャーレ内で一斉にペアリングさせた。2日後一定量の産卵が認められた8容器について成虫を除去し、13～25

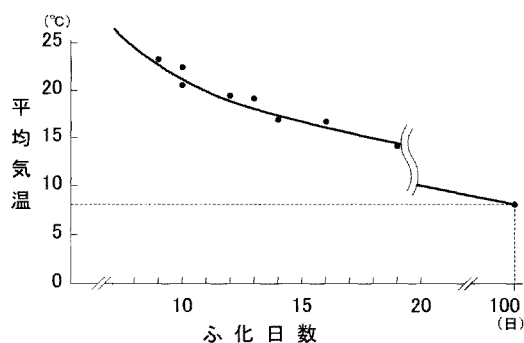


図-1 ふ化に要した日数と平均気温の関係

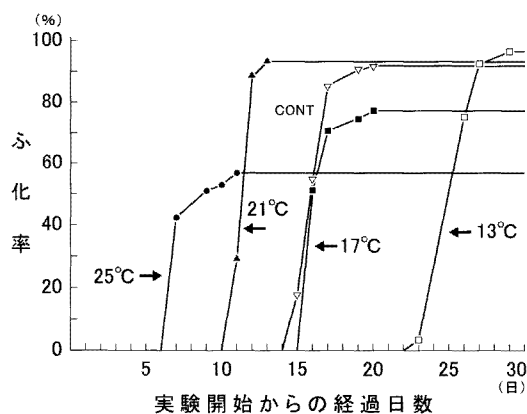


図-2 スギカミキリ卵の温度別ふ化累積曲線

℃まで4℃間隔でセットした恒温庫内に2容器ずつ入れた。その後1ヶ月間それぞれの恒温条件で管理し、卵のふ化状況を調べた。

結果：図-2で示すように25℃で最も早くふ化し、実験開始7日目には供試卵の42%がふ化した。続いて21℃は12日目に89%、17℃は17日目に70%がふ化した。これら3区のふ化日数は、温度が高い順に5日遅れで推移した。そしてふ化が最も遅れたのは13℃で、17℃より10日遅く92%ふ化に27日を要した。しかし、各試験区において発生の進み具合を示す累積ふ化曲線の立ち上がりには大きな差異が認められなかった。ふ化日数の逆数で示す発生速度が直線上に並ぶ13～21℃データで回帰を求めると、 $Y=0.0055X-0.0341$ が想定された。この実験での発育零点は6.2℃、有効積算温度を182日度と推定した。ちなみに各試験区のふ化率は13℃(97%)>21℃(93%)≒室温(92%)>17℃(74%)>25℃(57%)の順となり、高温域では発生不全卵の発生率が高くなると推定された。

[実験3] 貯蔵卵のふ化率¹³³⁾

方法：4月中旬、交尾を確認した6頭の♀成虫を径9cmシャーレに1頭ずつ入れて産卵させた。卵は5月中旬まで容器ごと5℃の冷蔵庫内に保管した。その後、13℃と21℃にセットされた恒温庫内に3個ずつ入れて、ふ化状況を調べた。

結果：ふ化幼虫には新鮮卵からのふ化幼虫と比較して、特に変わった所見は認められなかった。しかし、両区とも多くの発生不全卵を生じ、平均ふ化率は約40%であった。この実験でのふ化日数を新鮮卵と比較すれば、21℃で1日、13℃では2.5日短縮した。

これらの実験を通して、次の点が確認できた。

- ① 野外のふ化日数は4月上旬で3週間、下旬で2週間、5月上旬では10日前後と推定される。
- ② 卵の環境温度を人為的に制御し、ふ化の促進または抑制が可能である。
- ③ ふ化日数と温度条件との関係は反比例曲線で説明できる。

(3) ふ化幼虫の低温貯蔵

一定量の供試虫を調達するには卵のふ化調整に加え、ふ化幼虫の活力を低下させない方法での一時貯蔵も必要となる。この観点からふ化幼虫の4℃冷蔵実験を行った小林ら⁶⁰⁾は、50%の幼虫が40日以上生存したことを確認した。同様の実験を行った河村ら⁴⁷⁾も50%生存30日間という結果を得て、幼虫の低温保存が室内放置に比べて有効であることを明らかにした。一方、20℃に保存した植月ら¹⁵⁶⁾の報告によれば、10日間に37～41%の幼虫が死亡し、生存虫も動きが弱く総体的に衰弱した。

筆者も同様に、ふ化後1週間ほど室内に放置した幼虫は、体躯が次第に収縮して活力が低下し、接種後の摂食行動が遅れる傾向を観察した。したがって、幼虫を一定期間保存する場合には、適度な湿り気を持たせたスギ樹皮粉末をかけて低温貯蔵するなど、衰弱を防ぐ配慮が必要である。しかし、精度の高い検定を実施するにはふ化後3日以内の幼虫を接種することが望ましい。

(4) 新鮮丸太による人工飼育

伐倒直後の新鮮な丸太で幼虫を飼育すると、供試材の品種系統に関わりなく高い確率で羽化する。これは生立木に比べ、傷害樹脂道の形成能が極めて低下するためと考えらる。したがって、この方法による効率的な早期検定(後述)は見込み薄となったが、大量の供試虫を増殖する手段として新鮮丸太を利用することが考えられた。

表-1 生丸太によるスギカミキリ飼育例 (植月ら, 1980)

接種源 処理区	卵		幼虫		成虫	計	成虫の体長 (自然虫対比)
	羽化数	羽化率	羽化数	羽化率	羽化数		
元口浸水区	8頭/48卵	17%	6頭/48頭	13%	2頭/1対	16頭	17mm (91%)
広葉樹林内	0/48	0	0/48	0	12/1	12	10 (54)

山田^{165, 166)}は伐倒後間もない丸太に卵接種を行い44%の羽化率を得た。しかし、自然虫に比べ60%程度の大きさに止まり、産卵能力がやや不十分で実用性に乏しいと報告した。成虫の体型が小型になる原因について、丸太の乾燥で栄養条件が低下することにあると考えた細川・植月らは、丸太の元口を流水に浸し材の新鮮度を保つよう工夫した^{12, 154)}。この方式を採用することで、6月中頃まで丸太を比較的新鮮な状態に保持することが可能¹²⁾となり、飼育結果は表-1で示すように自然虫とほぼ変わらない体型の成虫¹⁵⁴⁾が採集できた。羽化率が低くなった原因の一つにヒメスギカミキリ等との競合が考えられた。これを受けて綱田ら^{110, 111, 112)}は水槽付きの網室において、丸太上の接種位置やその密度について、効率的な飼育条件を探った。長さ1.3m、末口径15cm内外のスギ新鮮丸太1本につき、幼虫18頭を二段と三段に区分して接種した場合、羽化率は前者が27%、後者31%で接種の方法に大きな違いが認められなかった¹¹⁰⁾。しかし、両区ともに下段の羽化率がやや低い傾向であった。元口部位の浸水量が深いと樹皮や材部が過湿となり、接種幼虫の育成に不都合な状況になることが主な原因と思われた。そこで丸太の浸水期間を45日、60日、75日に限定し、羽化への影響を比較した。丸太1本あたりの羽化頭数はバラツキが大きく、一定の傾向は見られなかったが、平均的には60日区が最も多く10.6頭/本であった。羽化成虫の体長では45日区と60日区はほとんど差がなく、♀16~17mm、♂13~14mmであった。これに比べ75日は♀15mm、♂13mmでやや小型になった¹¹¹⁾。

一方、飼育密度については成虫接種による場合、幹面1m²に換算して最大90頭が羽化した。スギ枯死木を調べた小林⁵⁵⁾は幹面1m²あたり最大78.5頭の羽化脱出を認めている。したがって飼育可能な密度としては80~90頭/1m²あたりが上限となろう。ただし、生立木に比べ栄養分が希薄と考えられる丸太では、摂食面積の制約もあって飼育幼虫の発育不良が想定される。現に羽化密度とその成虫の大きさとの関係には弱い負相関が想定され¹¹²⁾、飼育密度が50頭/1m²を超すと小型化が一層顕著になる傾向も認められた。

いずれにしても、実用的なスギカミキリの増殖を効率よく行うためには、伐採直後の丸太の元口面を浸水させることで鮮度を保ち、さらにそれを防虫網で覆うことで二次性昆虫や天敵の侵入を防ぐ必要がある。この場合、椎茸ホダ木と同サイズ(長さ1.3m、直径13cm)の丸太を用いれば40頭程度接種して15頭前後の羽化が可能となろう。

(5) 人工飼料による幼虫飼育

大きな場所や施設を必要とせず、集約的にスギカミキリを増殖する手段として人工飼料による飼育が山田ら¹⁶⁷⁾によって検討された。この飼料の組成はマツノマダラカミキリの飼育用に開発された原材料のうち、マツ内樹皮粉末をスギ樹皮粉末に置き換えたものであるが、最高61%、平均30%の羽化率を得た。同様の方法で実験を行った細田¹¹⁾は最高52%の羽化率を得ている。植月ら¹⁵⁶⁾は接種検定に用いるふ化幼虫を一時保存する方法として、人工飼料に入れ約20日飼育した結果、73%の健全虫を得ている。また、短期間の保存であれば幼虫の取り出しが簡

単のように、固形飼料をほぐした状態で利用しても同等の効果があつたことを示唆した。筆者らはこの増殖手段が供試虫を安定的に確保するために重要な課題と考えて、飼料の組成、構造、調製法と水分環境、保管条件などの面から効率的な飼育条件を検討した。

[実験1] 飼料の組成と飼育率

方法：飼料の主原料の種類、栄養剤の配合分量、固形剤の分量、防腐剤の添加量などについて、L16直交表や3²要因実験などの実験計画をもちいて、人工飼料の最適条件を探った¹²⁾。

飼料組成の一例を表-2に示す。水準1は概ね基本的な組成であるが、調製飼料の含水率を下げる目的で調製水量はそのままに、各原材料を基本量の5割増とした。これに対し水準2を改変型の組成とした。調製飼料は100cc入りの円筒型プラスチック容器に充填し、送風状態のクリーンベンチ内で表層を乾燥させた。16通りの人工飼料を各12個ずつ準備し、それに1齢幼虫を1頭あて埋込んだ。

結果：接種から7カ月時点での飼育結果は全体で49.5%が成育した。発育が遅れた蛹や老熟幼虫がいたので、羽化率は42.2%であった。図-3に示すとおり、飼育率は0~91.7%まで大きな差異が認められた。

比較的良好な試験区はA・B・C・D因子の水準が2-1-1-2(10区)、1-1-1-1(1区)、2-1-2-2(12区)の条件で75%以上の飼育率を得た。反面2-2-2-1(15区)、2-2-2-2(16区)では幼虫の全数が接種後間もなく死滅した。次いで1-1-2-1(3区)条件は飼育率が25%の不成績であった。分散分析の結果(表-3)では、主効果のBとC、交互作用のA×Bに統計的な有意性が認められた。3因子交互作用より高次でも、実際には相加的效果あるいは相殺的效果をもつかも知れないが、説明しにくいので主効果に集約した。スギカミ

キリの幼虫が摂食する新生木部や内樹皮には、多くの多糖類を含むとされているので、基本組成の蔗糖に替えて麦芽糖を用い、その影響を探ったものである。全体としてはB2飼料がB1飼料より18ポイント弱も飼育率が低下した。しかし、A1飼料を加味すればむしろB2飼料の方が10ポイントほどB1飼料を上回った。A2飼料下での飼育率はB1飼料が70.8%、B2飼料が25.0%となり、両者の関係が交差した。B2飼料では調製中に麦芽糖が加水分解したのかB1飼料に比べやや湿潤気味であった。接種前の飼料の含水率は、第2水準の方が0.8ポイント有意に高かった。このように飼料中の微妙な水分条件の差異が、接種幼虫の成育に影響したと考えられた。

表-2 実験に用いた人工飼料の組成¹²⁾

因子	水準	配合量
主原料 (A)	1	スギ内樹皮粉末100g +ヒノキ辺材粉末50g
	2	スギ内樹皮粉末100g +濾紙粉末50g
栄養剤 (B)	1	蔗糖20g+乾燥酵母30g
	2	麦芽糖20g+乾燥酵母40g
固形剤 (C)	1	寒天粉末60g
	2	寒天粉末50g+CMC10g
防腐剤 (D)	1	安息香酸Na3g+ソルビン酸1.5g
	2	安息香酸Na2g+ソルビン酸1g
共通		Liアスコルビン酸3g 1N硫酸10mℓ 蒸留水800mℓ

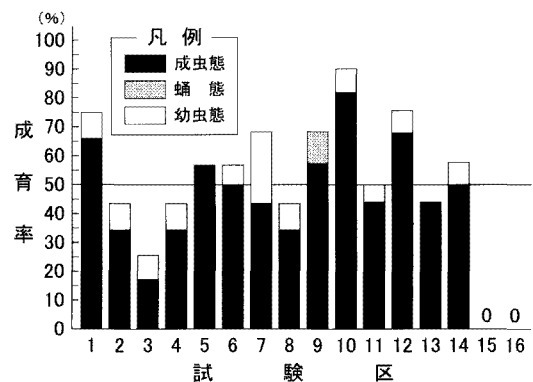


図-3 飼料組成を異にした場合の飼育率

表-3 各因子別に集約した飼育率の水準比

因子 水準	主原料 (A)	栄養剤 (B)	固形剤 (C)	防腐剤 (D)
1	51.0%	58.3%	61.5%	47.9%
2	47.9	40.6	37.5	51.0
差	△3.1	△17.7	△24.0	3.1

次に固形剤については飼料中の遊離水を少なくするために、その一部を改変してCMCを配合した。結果は逆効果でC2飼料はC1飼料よりも24ポイント飼育率が低下した。特に栄養剤との関係において、B1C1飼料の飼育率68.8%に比べB2C2飼料は27.1%となり、40ポイント以上も飼育率が低下した。このことから接種幼虫が飼料に順

応するまでの環境条件として、相加的な悪条件になった可能性が考えられた。また、羽化虫の体型は自然虫と何ら変わりなかったが、♀成虫で29%、♂成虫で39%に形態的な異常が観察された。その内の52%は後翅の水囊症状であった。その他、腹部末端の変形、脚や触角の発育不全、鞘翅の欠損、体軀側弯などの異常が発生した。試験区別では3、9、11、13区においては80%以上の個体が異常個体であった。逆に1、4、5区では異常が無発生、10、12、14区ではその発生率が17%であった。そこで異常個体の発生率を各因子別に集約して表-4に示す。水準間の比較では、原材料(A)と防腐剤(D)で大きな差を生じた。 χ^2 検定の結果では防腐剤(D)のみ、統計上の有意差が認められた。したがって、飼育期間中における飼料の品質保持のために添加している防腐剤は、健全な成虫を得る観点から可能な限り分量を減らすことが得策と判断された。

さらに別の実験¹³⁰⁾で主原料にヒノキ内樹皮を用いた場合、栄養剤と固形剤を5割増しにした場合、防腐剤無添加の影響を検討した。ヒノキ内樹皮を主原料とする飼料の飼育率(41%)はスギの場合(69%)に比べて28ポイント低下しただけでなく、中齢や老熟の幼虫態が多く1頭も羽化に至らなかった。栄養剤については1.5倍量の飼料が基本量の飼料に比べ、良好な結果を得た。すなわち、ヒノキ内樹皮を主原料とする飼料の飼育率では62.5%対20.0%、スギ内樹皮を主原料とする飼料の飼育率は72.5%対70.0%で変わらないが、羽化率では42.5%対0%という端的な差異が見られた。固形剤については、順当な結果を得たスギ内樹皮の飼料では1.5倍量の飼育率(75%)が基本量より7.5ポイント上回った。しかし、ヒノキ内樹皮の飼料では逆に17.5ポイント下回った。防腐剤としてソルビン酸を添加することについて、この実験で奇形虫は発生しなかったが、無添加飼料の場合に飼育率が15ポイント向上した。

[実験2] 飼料の積層化と羽化率¹¹⁷⁾

方法：人工飼育における羽化率が向上しない背景として、幼虫の行動習性に照らし飼料の居住性の不十分さがあると仮定した。そこで自然状態になぞらえて、人工飼料の積層化を試した。A区は、通常の組成で充填した飼料の表層に厚さ5mmの内樹皮粉末層を置いたもの。B区は容器の底部に厚さ18mmの辺材粉末層を入れ、その上に調製飼料を充填しさらにA区と同様に、飼料の上に厚さ5mmの内樹皮粉末層を置いたもの。C区は調製時に18時間表面乾燥させた通常の飼料とした。各容器にはそれぞれ幼虫2頭ずつ投入した。

結果：A区では83%の容器に白色や黒色のカビが発生し、羽化率は12.5%（老熟幼虫を含めた飼育率は16.7%）であった。B区の場合も、75%の容器において幼虫が全滅した。羽化率はA区とほぼ変わらなかった。対照のC区では、B区と逆に75%の容器で幼虫が成育し、それにはカビの汚染がほとんど認められなかった。しかし、25%の容器ではカビが多発し飼料の劣化が顕著であった。羽化した成虫にはコナダニが付着し、半数以上が死亡していた。これらの状況から、積層化の効果を検討する以前の問題として飼料調製の際の滅菌処理など、飼料の保管方法を含めて検討を要することが判った。しかし、仮にこの方法を改善して羽化率が向上したとしても、飼料の調製作業に多くの手間がかかるので効率性の面で問題がある。

表-4 各因子別にみた羽化成虫の異常個体率

因子 水準	主原料 (A)	栄養剤 (B)	固形剤 (C)	防腐剤 (D)
1	25.0%	31.3%	30.2%	48.7%
2	41.5	36.4	39.3	19.0
差	△16.5	△5.1	△9.1	29.7

[実験3] 飼料の水分環境と羽化率

方法：通常の調製法では接種幼虫の飼料への穿入状況が悪く、埋込みした部分から表面に這い出しそのまま死亡する幼虫が多いことや、カビが侵入して飼料が劣化する等、飼育上の不都合が発生した。その対処策として丹藤ら⁹⁷⁾は高圧滅菌釜でゾル化した飼料をプラスチック容器に分注した後、クリーンベンチ内で放熱する際に1～5時間送風下へ置き強制的に冷却させた。また筆者ら¹¹⁵⁾は羽化率が向上しない原因を探るため、通常の方法で調製した120個の飼育中飼料を接種から1月半、2月半、3月半、9カ月毎に30個ずつ任意に抽出して飼料を解し、幼虫の生死とその頭幅を調べた。さらに接種幼虫が飼料になじまない原因の一つは水分環境にあると仮定して、調製水量の低減を検討した。

結果：飼料調製の際クリーンベンチ内での送風冷却は、容器に充填した飼料内部の水分率を変えることなく、上部表面だけ硬化乾燥させることができる。その結果、防腐剤を添加しない場合でもカビの発生は認められず、表層の水分率が6ポイント低減したことから飼育条件の改善

に期待がもてた。一方、人工飼料による幼虫の成育状況は表-5で示すとおり。飼育率は1月半が26%、それ以降は14%で変化がなかった。未確認幼虫は極めて早い段階で死亡したため、消化してしまい発見不能になったと考えられる。

小林ら⁵⁴⁾は、幼虫の頭幅が0.6～0.8mmをⅠ齢、1.1～1.4mmをⅡ齢、1.8～3.2mmをⅢ～Ⅳ齢と推定した。本実験で生死が確認できた幼虫の頭幅は図-4で示すとおり、Ⅲ齢と思われる死亡1頭を除き、死亡幼虫は全てⅠ齢の頭幅であった。したがって、飼育から1月半の時点では生き残ったⅠ齢幼虫が若干認められものの、74%の幼虫は既にこれ以前に死亡したものと推察される。これ以降調査した場合でも順調に成育した個体を除き、86%の個体はⅠ齢幼虫の段階で死亡したものと推定された。河村らもほぼ同様の傾向を認めている⁴⁶⁾。この原因は「スギカミキリの生態と習性」の項で述べたとおり、Ⅰ齢幼虫が水分接触に極めて弱いことによると思慮される。通常の方法で調製した人工飼料には、含水率にして83～84%の水分が存在する。この環境条件がⅠ齢幼虫にとって生息し難いものであり、結果として効率的な飼育を大きく阻害していると推察された。

そこで調製水量を300cc削減した飼育実験を行ったところ、表-6の結果¹¹⁴⁾を得た。この実験での羽化率には統計的に顕著な有意差が認められ、水量を削減した場合の飼育結果が圧倒的に優った。300cc削減した飼料の含水率は、通常の調製水量の場合より12ポイント少ない72%程度になると推定された。特に飼料を調製して放熱する際に、クリー

表-5 人工飼料による飼育幼虫の生死

区 分	接 種 か ら の 経 過 時 点				計
	1月半	2月半	3月半	9カ月	
生存幼虫	9(頭)	4(頭)	4(頭)	4(頭)	21(頭)
死亡幼虫	8	15	20	-	43
未 確 認	17	10	5	24	56
計	34	29	29	28	120

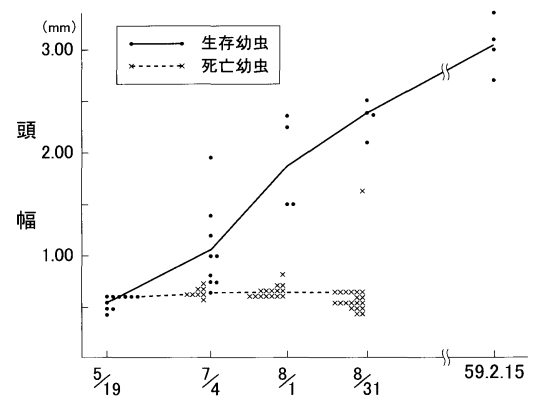


図-4 人工飼料による飼育幼虫の頭幅変化

表-6 水分調整した飼料による羽化状況

保管場所	水量	供試虫	羽化数	羽化率
水槽網室	800cc	15頭	1(2)頭	7%
	500	15	12	80
実験室	800cc	15頭	3頭	20%
	500	15	14	93

() 書きは幼虫態

ンベンチ内で12～15時間送風することによって、飼料表層の水分が低減し、幼虫の生息に良好な状態になると考えられた。しかし、水量を削減すると調製飼料の流動性が低下し、容器への飼料の分注が困難となる。さらに飼料の流動性を損なわずに水分の保持状態を改善するため、固形剤の種類・分量について検討した。CMCを添加した場合は粘着性が増し、幼虫の動きを阻害すると考えられた¹¹⁷⁾。寒天の分量を通常の40gより25%増減させた場合の飼育虫への影響を見たところ、飼育率は25%減の飼料(44%) < 標準飼料(49%) < 25%増の飼料(73%)の順位を示した。この時、組合わせた調製水量の影響は800cc(44%) < 700cc(60%) < 600cc(64%)となり、水量が少ないほど飼育率が高くなった¹²⁵⁾。

[実験4] 飼料の保管場所と羽化率

方法：飼料の組成だけでなく、光や温度の条件も飼育虫の成長に影響する大きな要因と考えられる。そこで比較的涼しい屋根付き水槽網室（自然光）と、温度変化の少ない実験室内で段ボール箱に詰めた場合（暗黒条件）の飼育について検討した。

結果：実験3の例では水量の多少にかかわらず、実験室では水槽網室より13ポイント羽化率が高かった。この時、幼虫が成長した6～8月の飼料周辺の平均温度は実験室が23～28℃、水槽網室が20～25℃であり、前者は後者より3℃程高めの温度で推移した。皮付きの材片を用いた井上²⁰⁾や人工飼料を用いた細田¹¹⁾の飼育例では、25℃程度で幼虫の成育が促進され、羽化率も高くなる傾向を認めている。しかし、今回の実験ではカビやダニ類の発生において、風通しの良い水槽網室の方が好結果になる場合もあって、最良の保管場所を特定することができなかった。

これらの一連の人工飼育実験を通して、次の点が確認できた。

- ① 人工飼料によって自然虫と変わらぬ大きさのスギカミキリの増殖が可能である。
- ② 飼育の効率化のために、飼育時期、供試幼虫の活力、飼料の調製法が重要となる。
- ③ 幼虫の成育には25～30℃の温度条件が最適である。
- ④ ゾル化した飼料を容器に分注し放熱する際、送風状態にしたクリーンベンチ内に1昼夜おいて、表層の含水率を下げると接種幼虫の死亡を軽減できる。
- ⑤ 飼料の主原料はスギ内樹皮粉末が適当と思われるが、ろ紙粉末を配合することで調製時のゾル化が促進され、容器への分注が容易となって均質な飼料作りに効果がある。
- ⑥ 蔗糖や乾燥酵母の増量は幼虫の成育を促進する場合がある。
- ⑦ 固形剤である寒天の増量は飼料の中の遊離水を軽減する効果があるとみられ、飼育率を向上させる場合がある。
- ⑧ 防腐剤として添加するソルビン酸は、健全虫の成育を阻害することがある。防カビ対策は飼料表面を乾燥させることが有効である。
- ⑨ 調製水量の減量は飼育率を上げる場合もあるが、飼料調製時の流動性や品質保持を損なうことがあるので、表層の乾燥（④）の方が効果的である。

2・1・5 抵抗性候補木の選出基準づくり

全国的規模での抵抗性個体選抜事業化に対応した基準作りのために、1981～1983年にかけてスギカミキリ被害実態調査が行われた。東北地方から九州に至る28府県を対象地域として、992林分の地況や林況、個体の形質や被

害程度などが詳細に調べられた。これらを解析する中で、選抜調査の必須項目と基準ならびに抵抗性育種を進めるための技術的な方法が(社)林木育種協会で検討された⁹¹⁾。国立林業試験場では1984年度の特別研究として、「スギ・ヒノキ穿孔性害虫による加害・材質劣化機構の解明」が課題化され、抵抗性機構とその遺伝様式などが検討された。このような経緯を経てスギカミキリ抵抗性育種事業の枠組みが固められた。

具体的な技術手法として河村らは、簡便な抵抗性検定法について考察^{43, 45)}した。スギカミキリ被害において樹脂の流出など特徴的な反応を示す在来品種を供試材料として、生立木(7~12年生)の幹に幼虫接種と人為的な傷害処理を施し、双方における樹脂道の発現状況を比較した。幼虫接種の場合、接種38日後における穿孔孔道の始点と最先端の内樹皮断面に形成された樹脂道には、品種間で大きな差異が観察された。抵抗性のヤブクグリやボカスギでは二つ以上の年輪層に樹脂道が形成され、その内の一つは内樹皮の最外部にできる傾向があったとした。一方、感受性のクモトオシやメアサでは内樹皮の内側の部分に一層形成されることを観察した。これらの樹脂道は孔道に近い部分ほど発達程度が強い傾向を認め、この形成パターンが幼虫の侵入を阻むかどうかに関係していると推測した。人為的な傷害処理の場合でも、樹脂道の形成は幼虫接種の場合と非常に類似しており、抵抗性の簡易検定法として有効であることを明らかにした。

また別の実験で在来スギ5品種を用い、処理部位と処理方法を異にした場合の5日、10日目、25日目における樹脂道形成状況を比較した⁴⁴⁾。処理方法の違いによる樹幹部位別の樹脂道形成状況は表-7に示すとおり、処理方法では千枚通しによる刺し傷の影響が他の二法よりも強く、処理部位では内樹皮に6年輪程度をもつ14~17年生部位が、4~6年生部位(内樹皮3年輪程度)に比べて樹脂道形成率が高かった。

処理後の形成率の変化は図-5で示すように全体的に上昇傾向があり、25日目には大多数の内樹皮に樹脂道を形成した。品種別では、アヤスギを除き抵抗性品種の形成率が高く、感受性品種の形成率は低い傾向を示した。内樹皮を外層、中間層、内層に区分して、そこに形成する樹脂道の状況を10パターンに類型化した場合、抵抗性品種は外層寄りに複数、感受性品種は内層寄りに単数か未形成となる傾向を認めた。

したがって、抵抗性品種の要件としては、幼虫の穿孔に対し樹脂道が迅速かつ広範囲に形成されること、しかも多層に形成されることが望ましいと考えた。特に幼虫穿孔が樹皮の外周部から始まるので、樹脂道は内樹皮の外層に形成されることを重視し、処理5日目において外層に1年輪を含む2年輪以上の樹脂道列をもって、抵抗性の樹脂道形成パターン⁴⁸⁾とすることを提起した。

2・1・6 抵抗性早期検定法の確立

(1) 丸太接種と立木接種の違い

簡便にかつ早期に抵抗性を見極める方法として、生丸太によって効率的に処理することが試行された^{12, 173, 174)}。

表-7 人為的な傷害処理と樹脂道形成率

	刺し傷	内皮切り傷	外皮切除
4~6年部位	70%	32%	23%
14~17年 //	78%	72%	72%

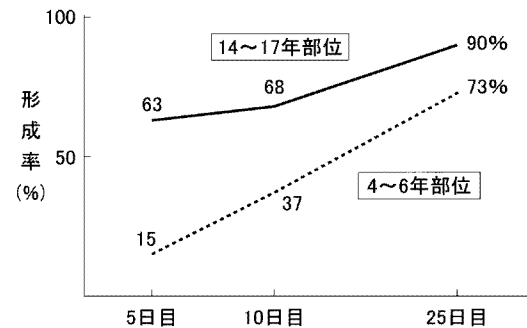


図-5 処理後の経過日数と樹脂道形成率

元もと樹皮の形状は、乾湿の度合いで離反程度が多少変化したとしても、遺伝的特徴を有しており、立木であれ丸太であれ形態的な構造は基本的に変わらない。そこで丸太を材料として、成虫の習性によって効率的に産卵寄生を見極めること^{173, 174)}が考えられた。確かにスギカミキリ成虫は、本能的に産卵に適する樹皮形状を選択していると考えられる^{123, 173)}。成虫が産卵を避ける、もしくはふ化する確率の極めて低いものが結果として免害系統になり得る。しかし、伐倒すれば生体としての生理的な防御反応が機能しなくなる^{23, 86)}ので、傷害樹脂道の形成に依拠する検定材料の遺伝的な抵抗性について、差異を求めることは不可能¹⁷⁵⁾になる。したがって、早期検定法としては生立木を用いること¹⁶¹⁾が有力視され、内樹皮に形成する傷害樹脂道の状況や、そこで幼虫の食害が停止する確率をもって抵抗性の判定基準とする考え方が明らかになった。

このように早期検定の方法論としては、樹脂の分泌特性などから抵抗性を判断する間接的方法⁴³⁾と、人為的にスギカミキリを寄生させた上、その食害状況から抵抗性を判断する直接的方法がある¹⁷⁷⁾。前項で述べた簡易検定法（刺傷処理）は前者にあたるが、これと同様に生立木の内樹皮を斜めに削取ってその断面に滲出する樹脂層や量も検討された¹⁷⁶⁾。処理後樹脂が分泌されるまでの日数や分泌量にはクローン間差が認められた。すなわち、ハチカミ被害が全く認められないボカスギや軽微な被害の松下1号では、サンプスギやイトシロスギに比べて樹脂の分泌時期が早く、分泌層や分泌量が多いことを確認している。これらの知見から、傷害樹脂道の存在は抵抗性を評価する確固たる指標となった。

(2) 接種虫による品種間の被害差異

強制的に加害虫を寄生させて、検定材料の抵抗性を判断しようとする試みが比較的早くから検討されてきた^{12, 13, 41, 42, 60, 108, 116, 161, 177)}。植月ら¹⁵⁹⁾はスギ精英樹クローン集植所のスギカミキリ被害調査結果から、被害痕跡の軽微なものと大きいものを6クローンずつ選び、ふ化幼虫等を接種して食害状況を比較した。外樹皮への食入率には有意差がないものの、実用上の被害となる辺材部の食害には明確な再現性があった。すなわち、自然界で被害軽微なクローン群では食害痕が短く、辺材部には到達しない。一方、被害痕跡の大きいクローン群では食害痕が長く、辺材部の食害に止まらず蛹室も形成したことを確認している。

河村ら⁴¹⁾は接種板を用いた場合の食害状況を検討した結果、接種板からの離脱を示す食入率は49%ながら材内への穿入率に品種間差異を認め、自然虫の侵入を待って被害差異を見る検定法に比べ、より効率的で容易な方法であることを明らかにした。綱田ら¹⁰⁸⁾は7年生スギ精英樹つぎ木クローンに幼虫接種を行い、クローンの蛹室形成率に顕著な有意差が得られたことから、こうした方法による抵抗性の検定が十分可能であるとの見通しを示した。

これらの結果を受けて、筆者ら¹¹⁶⁾も日本海側のスギ精英樹10クローン（20～21年生、樹高約13m、DBH20cm程度）各5個体を材料として、成虫と幼虫接種による反応を試した。調査結果はいずれも個体によるバラツキが極めて大きく、成虫接種の場合単木あたりの幼虫食入数は0

～63頭／平均21頭であり、食入“0”が5ヵ所存在した。一方、幼虫接種の場合には5頭以下が26ヵ所も存在した。このような被害状況から、各クローン毎の接種源別に重み付けした被害度の平均値を算出し分散分析を行った（表－8）。

各クローンの被害度には統計的な有意差が認められた。同時に接種源、クローン×接種源にも顕著な有意差が認め

表－8 人為的接種による被害度の分散分析

要 因	df	平方和	平均平方	F
クローン(C)	9	29,393	3,266	2.15*
接種源(I)	1	18,740	18,740	12.33**
C × I	9	13,671	1,519	12.98**
誤 差	20	2,331	117	
全 体	39	64,135		

られた。接種源による有意差は、成虫接種の加害強度によるもの、つまり検定材料への幼虫穿入数において、成虫接種は幼虫接種の場合の2～3倍量であり、加えて各幼虫の活力が高いことによる被害差異と考えられた。クローンと接種源の交互作用についても有意な事象とは考えにくい。幼虫接種の被害度は成虫接種の場合に比べて4割低下したものの、双方の結果にはほぼ整合性が保たれた。検定精度を確保するための問題点として、成虫接種は供試虫によるリスクが大きいこと、幼虫接種では一定以上の活力を持つことが不可欠である点を示唆した。

これらの結果から、次項で述べる一定の配慮をすれば、人為的に接種した虫を介して効率的な検定が可能であることが明確となった。

(3) 接種源の態様

成虫態、卵態、幼虫態のそれぞれを用いて、的確に検定を実施する方法が検討された^{12, 13, 60, 158)}。成虫を用いる場合には交尾を確認した♀成虫か♀♂一対を、幹に巻いた筒状の防虫網の中に投入する。この場合には防虫網を結束した上端と下端に集中して産卵するので、限られた範囲に食害痕が輻輳して個々の幼虫の食痕を追跡することなど不可能である。また何らかの不都合で全く産卵した形跡が見られないリスクもあり¹¹⁶⁾、事業規模での検定には不向きと考えられる。

大量の接種源が準備できる点で卵態と幼虫態が有利¹⁵⁸⁾である。卵態での利用は産卵直後か卵殻内幼虫を用いることが望ましい。卵の発生が進んでいる段階で接触すれば、ふ化不全となる危険性が高くなる。いずれにしても卵殻にはニカワ状物質が付着しており、特に人工的に採卵した場合には複数の卵が団塊状になることが多く、個々の卵を解離することが難しい。その場合には柔らかな小筆の先に水分を含ませて、ニカワ状物質を解きながら細心の注意をはらって取扱うことが必要である。産卵直後のもので接種板を作成すれば、温度による接種時期の調整が可能となり事前の作業にゆとりがもてる。卵殻内幼虫の場合にはその期間が限定されるので、十分に観察していなければならないが、検定材料への食入率では一番期待できる。

それぞれの得失を考慮すれば、幼虫態を利用することがまずは無難と考えられる。しかし、ふ化後の経過日数に伴って幼虫の腹節が徐々に収縮し、活力が減退して接種源の役割を失うので、孵化後3日以内に利用することが望ましい。やむを得ず接種が遅れる場合には、スギ樹皮粉末に適当な水分を与えた中で暫時飼育することが必要である。

(4) 接種方法の決定

スギカミキリの人工増殖や抵抗性検定を目的として人為的に加害虫を丸太や立木に寄生させようとする際に、従来は外樹皮を削り起こして隙間を作り、そこに卵や幼虫を静置する方法が行われてきた^{60, 108, 116)}。しかし、事業規模での検定作業は一定の検定精度を保証しつつ、限定された期間内に大量に行える方法でなければならない。よって作業者の巧拙を問わずの確かつ効率的に処理する中で、妥当性のある検定結果を出す手法が必要となる。そこでこの要件を満たすための技術的な検討が行われた^{41, 98, 100, 102, 157)}。河村らは、島根県林業試験場の山田榮一氏が考案したスギ皮小片に穴を開けて幼虫を封入した接種板をヒントに、厚紙製の接種板を作成した。丹藤らは、不用となったジベレリン顆粒剤の容器の蓋（内径9 mm, 深さ9 mm）を利用した場合と、厚紙製の接種板を用いた場合の食入率の違いを比較した。この実験では各容器から脱出した後の食入率に差異が認められず、全体で64%であった⁹⁸⁾。しかし、少数の試料で検定精度を確保する立場からは均一な加害機会をもつこと、すなわち接

種幼虫の100%が宿主に食入することが望ましい。

次の実験では、各容器の深さを 3 mm と 1.5 mm に調整して食入率を比較した。樹皮部への食入率は、いずれも幼虫を直接外樹皮に埋め込んだ対照区に及ばなかったが、ジベレリン容器の蓋より接種板が、また深さ 3 mm より 1.5 mm の方が高い傾向を示した¹⁰⁰⁾。追加実験ではさらに接種板の深さを 0.7 mm と 2.1 mm にして比較した。この場合も浅い方の食入率が高く、対照区以上の結果を得た¹⁰²⁾。これらの知見からみて、厚紙で作成した接種板の実用性が高い。封入するふ化幼虫の大きさが体長 3 mm、前胸幅 0.7 mm 程度であることから、接種板の孔径は 5 mm が適当である。深さについては幼虫の行動態様に合致させることが、接種板から離脱しスギ樹体へ食入し易くするポイントであろう。すなわち、幼虫の穿孔行動は体軀を交互に側弯させて樹皮や木部を掘削し、腹節を波状に伸縮させて孔道内を前進後退していることから考えて、移動には体軀の物理的な支えを要する。したがって、接種板の孔の深さは体幅ぐらいで良いことになるが、薄紙が密着しすぎると封入した幼虫を圧迫したり、接種前に穿孔して逃亡するなどの不都合が起きやすくなる。よって、その深さは 1.5 mm 位が適当と考える。

コンパクトな接種板に封入した接種源をあらかじめ準備しておき、現場ではその接種板を検定木の適正な位置に密着させる方法が得策である。1 人 3 時間程度で 1,000 頭の幼虫を接種板に封入することが可能である。

なお、接種板の作成は次の手順で行う。

接種板の作成要領とその扱い方

- ① 事務用の 0.7 mm 厚紙 (273×394 mm, 1 枚で接種板 39 枚分) を 2 cm 幅に裁断する。
 - ② 2 cm 幅厚紙 3 枚を 1 セットにし、その内の 2 枚をまず貼合わせる。
 - ③ 貼合わせはゴム系接着剤でも良いが、紙両面テープ (ニチバン NW-20) が便利である。
 - ④ 紙両面テープを用いる場合は、2 枚接着させた厚紙の表裏にも両面テープを貼る。
 - ⑤ 2 枚合わせ厚紙の中心線上を列状に、孔径 5 mm の穿孔器で打ち抜く。
 - ⑥ 穿孔する間隔はテープ目盛りを利用し、1 cm 置きに行う。
 - ⑦ 穿孔器の歯口付近にはテープの糊が付着して不具合が生じるので、潤滑油かロウを塗る、又はアルコールでふき取れば、穿孔作業が軽快になる。
 - ⑧ 穿孔が終われば裏面のシールをはがし、2 cm 厚紙 1 枚を台紙として貼り付ける。
 - ⑨ 表面のシールには径 5 mm の孔を囲み、8 mm の方形にカッターナイフで切込みを入れる。
 - ⑩ 接種板の孔内には糊が出ていることもあるので、幼虫の粘着防止のため樹皮粉末か紅色チョークの粉末を叩いておく。
 - ⑪ 粉が付着したシール表面を軽くこすって、方形の切込みを明示しておく。
- これで接種板の準備は一応完了、後は接種の日取りに合わせ卵か幼虫を封入。 —
- ⑫ 小筆の穂先を利用して長さ約 27 cm の連結した接種板の各孔に、卵か幼虫を 1 頭ずつ投入する。
 - ⑬ 先鋭ピンセットで方形部分のシールだけ静かに剥がし、そこに方形の薄紙を貼る。
- (薄紙は 8 mm 角に切ったティシュペーパーを事前に準備しておく)
- ⑭ 封入後の接種板は速やかに使用する。時間が空く時は薄紙面を上にして 5℃ の定温庫に保存する。
 - ⑮ 使用時は連結した接種板を現地に持ち出し、2 連孔おきに剪定ばさみで切断する。
 - ⑯ 切離した接種板 (2×4 cm) は軽く混合し、成虫由来や接種虫の活力をランダム化する。

- ⑰ 接種板のシールを剥がし、検定木の幹面に貼りつける。
- ⑱ 必要に応じその上を布粘着テープで上貼りして、雨水の浸潤を防止する。

2・2 事業実施後の研究課題

2・2・1 簡易検定の方法

本事業の実施要領（手引き）では、スギカミキリ幼虫の侵入に見立てた物理的な刺激を樹皮に与え、樹体の生理的な反応で初段階での抵抗性の可否を判定する簡易検定の手順を規定している。具体的には、処理後5日目に処理部の樹皮試片を採取し、内樹皮断面の外寄りの傷害樹脂道を重視して可否を判定すると規定された。この簡易検定要領によってスギカミキリ抵抗性候補木を選ぶ作業が、被害林分からの供試木（無被害木）と、各育種場が集植している精英樹等の既存系統を対象において並行して実施された。

(1) 既存系統と樹脂道形成能

北陸・山陰地区を管轄した関西林木育種場山陰支場では、構内で育成中の精英樹クローンや地方品種など792系

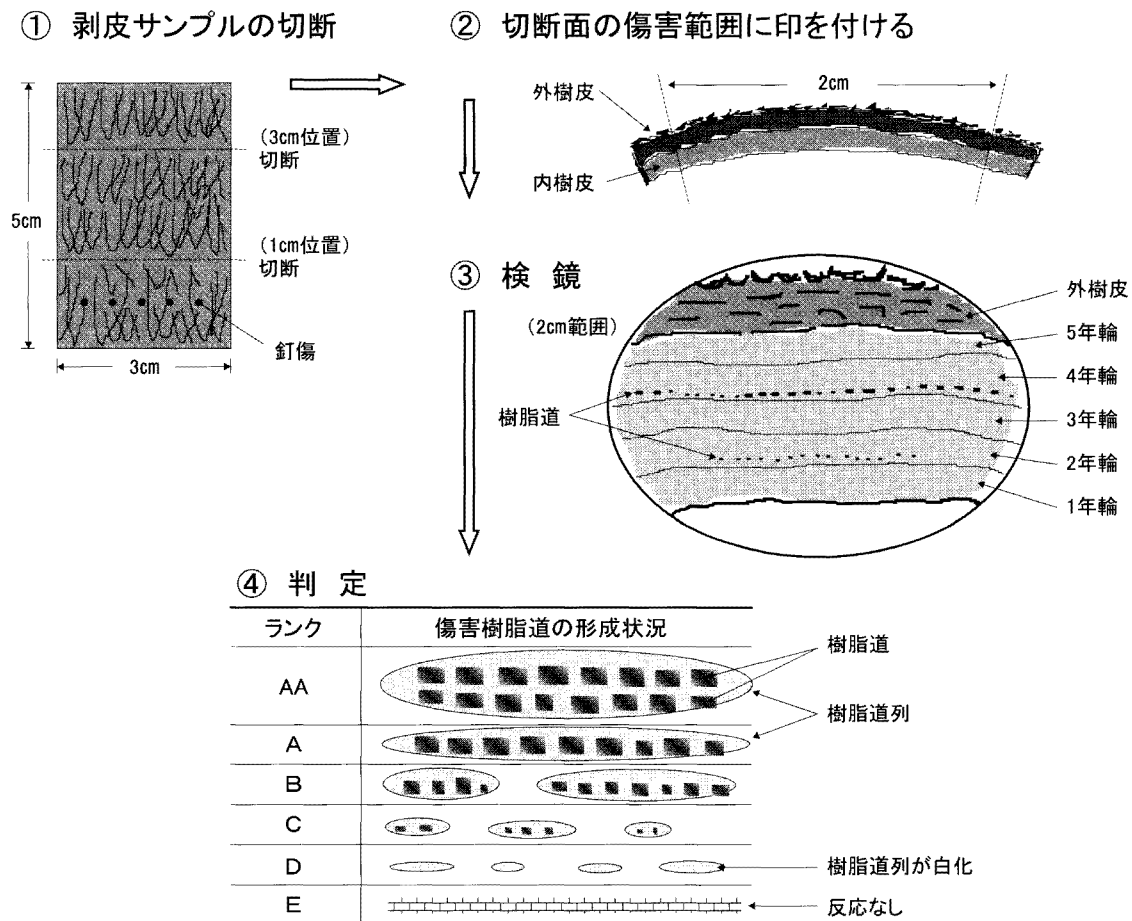
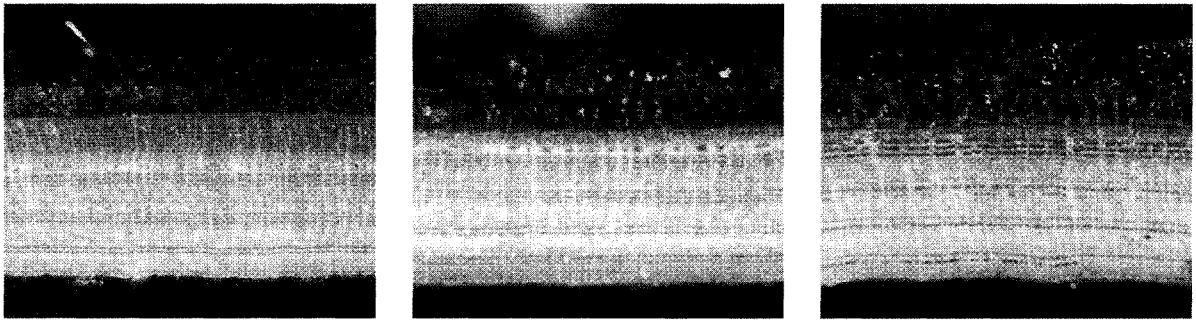


図-6 剥皮サンプルの検鏡方法



写真－1 傷害樹脂道の形成パターン（左から波佐スギ，日用スギ，魚梁瀬スギ）

表－9 内樹皮の内・外層区分でみた樹脂道の形成状況¹²²⁾

調査材料	在来種（12年生）48系統		精英樹（22年生）113クローン	
	内層・あり	内層・なし	内層・あり	内層・なし
傷害樹脂道				
外層・あり	31%	36%	39%	27%
外層・なし	2	31	8	26

統について、抵抗性の指標とされる樹脂道の形成状態を5カ年計画で調査した^{122, 127, 131, 135, 136)}。樹皮調査の具体的な方法は図－6に示す。この結果、樹脂道の形成状況にはさまざまなパターンが観察されたが、その一例を写真－1に示す。この写真は、樹幹年齢が概ね10年と思われる部位の同一幹周上で、相対する2カ所に釘刺し傷を付けた後、この部分の樹皮断面を検鏡したものである。10年生部位を選んだのは、樹齢に伴って成熟抵抗性¹⁷⁸⁾が強化されるとの観点から、樹齢の異なる材料で検定を行う場合には、スギカミキリが通常加害し始める樹齢¹⁰³⁾にできるだけ近い樹幹年齢に揃えようとしたからである。内樹皮の年輪は樹齢とともに徐々に増える傾向¹⁰⁴⁾にあり、12年生の在来種では4～5年輪、22年生の精英樹クローンでは5～7年輪であった。その中で外層に出現する樹脂道は内層のものに比べて、そのランクや接線面の樹脂道列の長さ（図－6参照）において優勢であった。全体的な傾向としては表－9に示すとおり、内・外層とも樹脂道がないもの1/3、外層にはあるが内層にないもの1/3、外層と内層にあるもの1/3という比率であった。個々のスギ生立木に対し、樹脂道形成につながる自然界からの刺激が皆無とは考えにくい林分状況の中で、30%前後の系統に樹脂道の反応がないこと、また外層になく内層にあるものが極めて少数にとどまったことは予想外のこととして注目された。

しかし、既存系統に対して簡易検定を進めてゆくと、以下のように整合性のない樹脂道パターンが少なからず出現した^{122, 127, 131)}。傷害位置から1cmと3cmの断面で観る樹脂道パターンには大きな相違がなかったものの、樹皮サンプルによって極端にパターンが異なる場合もあった。具体的には樹脂道を形成する年輪層やそのランク、及び樹脂道列の長さにおいて一致しないことが多かった。さらに同じ年輪層に複数の樹脂道ランクがあったり、全面的で強度な樹脂道ランク一層と部分的で微弱なランク二層を比べた場合の抵抗性の程度など、判断に迷う点もあった。

この点について金指ら^{30, 31)}は、抵抗性とされるボカスギと感受性とされるクモトオシを材料として、樹幹全体の樹脂道の分布状況と人為的傷害処理に対する反応を調べた。その結果、材料間の樹脂道形成能力に違いのあることを認めつつ、バラツキが大きいゆえに10個以上の樹皮サンプルを見て供試個体の指標とすべきことを提起し

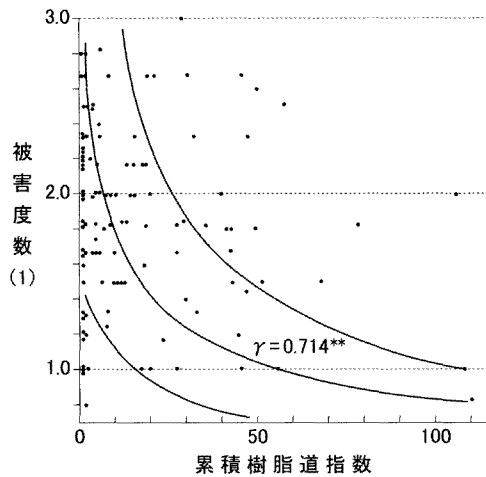


図-7 樹脂道指数と被害度数(1)

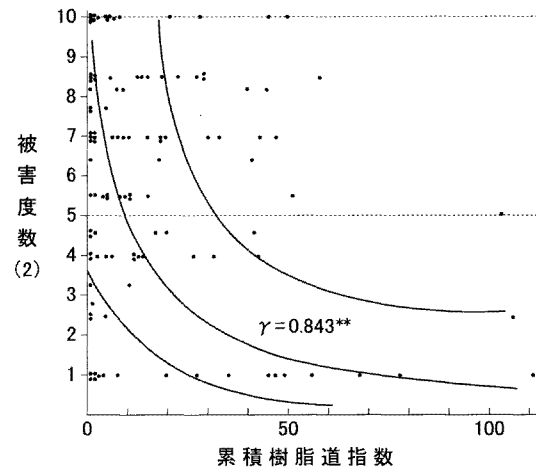


図-8 樹脂道指数と被害度数(2)

表-10 累積樹脂道指数とハチカミ被害度数（逆数）の相関関係

調査例	樹脂道	内層の指数	外層の指数	指数の合計
被害実態調査(1) 1976		0.528**	0.675**	0.714**
被害実態調査(2) 1981		0.519**	0.763**	0.843**

** : 1%水準の危険率で有意

た。田島もボカスギを材料とした実験で、樹幹部位によって樹脂道の形成状況が異なる¹⁰⁴⁾ことを認めている。確かに2枚の樹皮サンプルを前述の視点で詳細に観れば、完全一致は少ない。このようにサンプリングミスに伴う判定結果が抵抗性事業の精度や効率を減じることは否めない。反面、事業コストや供試木にあたえるダメージを考えれば、事業効果の成否に差し障りのない範囲内において、工程を割愛するもまた止むを得ないことである。

そこで、抵抗性の根拠となる傷害樹脂道の形成と実際のハチカミ被害がどのような関係になっているかを、スギ精英樹クローン集植所の材料で検討した^{122, 127)}。方法は樹脂道の形成パターンと被害程度を数量化して対比させた。樹脂道の形成パターンは樹脂道ランクに重み付け(AA:5, A:3, B:2, C:1, D:0.5)し、これに樹脂道列を積和して4面(2断面×2試片)の平均値を求め、この累積樹脂道指数を説明変数とした。暇の調査⁷³⁾と植月らの調査¹⁶⁰⁾のデータに基づく被害程度を従属変数とした。前者は14年生時における被害程度を単木毎に被害「大」「中」「小」「無被害」で区分した上、3～0の重み付けを与えて被害度を算出したものである。後者はその5年後に同様の視点で調査したものであるが、林業上のダメージを重視して10, 3, 1の度数で加重平均した。これらは調査した時点や調査者の判断、データの集計方法などを異にするものであるが、両者の相関が高く($r=0.794$)信頼性に足ると判断された。それぞれの被害度数と累積樹脂道指数の関係は図-7, 8の散布図で示すとおりバラツキが大きく、一次回帰では負相関となるものの統計的な有意差が認められなかった。しかし、樹脂道指数が小さいクローンは被害度数が大きく、逆に樹脂道指数が大きいクローンは被害度数が小さくなるという反比例曲線の存在が考えられた。

したがって、樹脂道指数と被害度数の逆数との相関関係は表-10に示すとおり、統計的な有意性が認められたことから、両者の関係が総体的には肯定されたと判断した。

(2) 刺傷処理による樹脂道の新生

金指ら^{30, 31)}は前述の樹皮サンプル数の問題とあわせ、傷害処理の5日後に観察される樹脂道パターンは、既存の樹脂道が発達したり新たに形成されたものでないことを指摘した。このように抵抗性育種事業で実施されている簡易検定の判定法に対し、疑念が提起された^{20, 178)}。そこで、①処理する部位に既往の傷害樹脂道が存在するの
か、②樹皮に刺傷処理を行うことで、5日後及び15日後の内樹皮に
どのような変化が生じるかを検討した^{129, 134)}。

方法：供試材料は以前の樹脂道形成能調査¹²²⁾で、特に樹脂道が発達していた系統を主体にして微弱なものまで、スギ精英樹及び在来種から7系統14個体（15年生及び26～28年生）を選んだ。処理部位は最下生枝高とそれより1 m下の二段とした。上段の位置は樹高比にして40～50%にあたり、15年生木で地上高4～5 m、28年生木で7～8 mの範囲であった。各段とも平滑な同一幹周上に、均等間隔で3ヵ所処理した。処理方法は事業の要領に準じて行ったが、写真

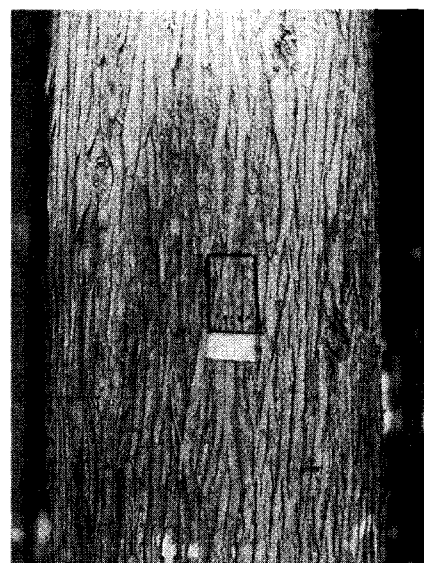


写真-2 対照試片採取後の刺傷処理部

ー2のとおり、処理と同時に刺傷位置より1 cm下方の樹皮を带状（1.5×3 cm）に剥ぎ、対照試片とした。対照試片を採取した部位には布製粘着テープを上貼りし、日光や外気に直接さらされないよう処置した。5日後及び15日後に所定の樹皮試片（5×3 cm）を採取した。いずれの試片もホルマリン20%液で固定し、検鏡時まで冷蔵した。樹脂道形成パターンは刺傷位置をはさみ、1 cm上位と1.5 cm下位を対照させた。

結果：樹脂道の数量化は前述と同様に行った。調査結果は表-11で示すとおり、刺傷処理の影響を受けていない対照試片にも数多く樹脂道が認められた。樹脂道形成能が高いと考えられる系統では、A～Cランクの樹脂道が内樹皮外層に存在した。一方、形成能が低いと考えられる系統ではAランクが出現せず、樹脂道列も比較的小さいものであった。したがって、外見上何らの異常もない樹皮部位を選んだ場合でも、過去において何らかの刺激が作用し、検定時の傷害とは無関係の樹脂道が既に存在している。

樹脂道の形成状況はこれまでの知見どおり、剥皮部位によるバラツキが大きく、特に対照試片や5日後試片では、樹脂道指数の平均値を上回る標準偏差が認められる系統もあった。その中で抵抗性があると考えられるボカ

表-11 刺傷処理の前後における累積樹脂道指数

系統名（形成能）	処理木	対 照	5 日後	15日後
ボカスギ（激）	2本	26±15	32±12	47±17
小 松 15（激）	2	23±14	24±9	46±25
ク 口（激）	2	20±14	15±16	44±14
大 田 4（強）	2	32±12	27±14	58±11
沖ノ山63（中）	2	13±9	17±12	29±6
雲 通（微）	2	14±16	10±8	26±17
鳥取署105（極微）	2	20±14	26±15	36±7
全 体	14本	21±15	21±14	41±17

表-12 累積樹脂道指数のt検定

系統	処理	5 日後	15日後
ボカスギ		0.487 ^{N・S}	3.750*
小 松 15		0.404 ^{N・S}	3.537*
ク 口		1.055 ^{N・S}	2.703*
大 田 4		-0.886 ^{N・S}	8.211**
沖ノ山63		1.781 ^{N・S}	4.641**
雲 通		1.602 ^{N・S}	1.505 ^{N・S}
鳥取署105		1.841 ^{N・S}	1.929 ^{N・S}

註）N・S有意差なし、*5%、**1%有意水準

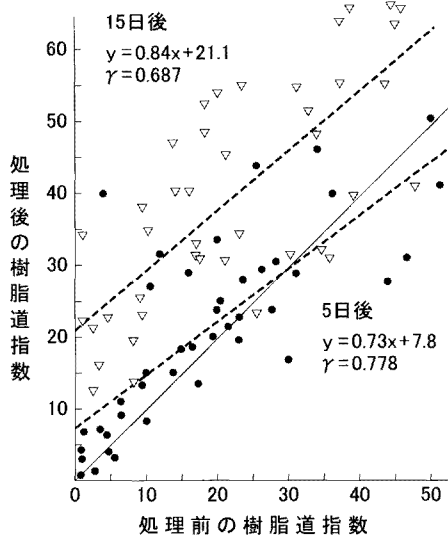
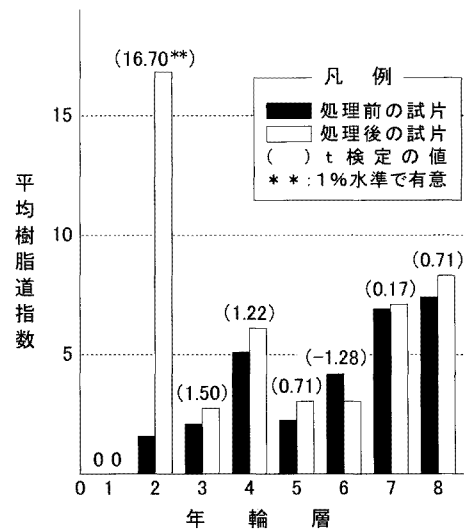

 図-9 処理の前後でみた樹脂道指数の変化
 (●: 5日後, ▽: 15日後)


図-10 15日後試片と対照の樹脂道

スギ, 大田4, 小松15の指数が高く, 感受性のクモトオシでは指数が低かった。処理間の総体的な比較では, 5日後試片は対照試片と変わらず, 15日後試片が倍増した。もっとも, 5日後試片と15日後試片の処理直前の状態が, 2.5cm隔てた対照試片の状態そのものでないことは当然である。しかし, 1985年から5年間行った簡易検定では, 刺傷部位より1cm上位と3cm上位の樹脂道の形成状況はほぼ等しい($r=0.96$)ことを確認している。したがって, 対照試片の状態は各処理区の刺傷前の状態にほぼ一致すると考えた。各系統毎に対照と各処理とのt検定を行ったところ, 表-12に示すとおり, 特定の系統を除き15日後試片では統計的な有意差が認められた。このように抵抗性と考えられる系統では, 15日後における樹脂道の変化量が大きいことを示唆した。そこで個々の系統や剥皮部位の変化量を散布図で示す。図-9で明らかなように, 5日後・15日後とも対照の樹脂道指数と相関が高いことから, 総体的にみた樹脂道形成状況には整合性があると判断できる。さらに一次回帰でみる限り処理間の回帰係数に大きな差異は認められず, ほぼ並行的に樹脂道指数が上昇したと見なされた。しかし, 二次回帰を想定すれば, 樹脂道形成能が高い系統ほど累積樹脂道指数が大きくなることが示唆された。よって15日後におけるその変化量がどの内樹皮年輪層で生じたかが問題となる。そこでどの年輪層が変容したかを知るために, 系統や個体を込みにして年輪層毎に比較し, 図-10で示す。内樹皮第1年輪には反応が認められなかったが, 第2年輪では対照の約10倍の指数に変化した。具体的に云えば処理前に樹脂道がほとんど存在しなかったところへ広範囲にCとDランクが形成された。また不鮮明で淡い輪郭ながら, やがてAやBランクに発達すると想定される状況も観察された。他の年輪層については個々に変容した場合があったとしても, 一定の傾向があるとは考えられなかった。さらに対照試片の内樹皮外層に存在する樹脂道との関連をみると, 対照第2年輪の樹脂道には $r=0.906$, 処理15日後の樹脂道には $r=0.520$ というかなり高い相関関係が認められた¹³⁴⁾。幼虫を接種して食害の孔道周辺部とその他の部分の内樹皮の樹脂道分布を調べた伊藤が, 「スギカミキリ幼虫の食害に反応して樹脂道を新生したのは主に第1・第2年輪であったが, 他の年輪層にも少なからず形成される」とした結果²⁸⁾ともほぼ一致した。

以上の実験結果は、「刺傷処理によって新たに形成される樹脂道は、第 1・2 年輪に限られる。それが形成されるまでの期間には 15～30 日を要する」とする金指らの主張³¹⁾にほぼ一致した。しかしながら、①刺傷処理と無関係な樹脂道でも、抵抗性とみられる系統では樹脂道指数が高く、感受性とみられる系統では指数が低い傾向があり、処理 15 日後第 2 年輪で生じる樹脂道指数の変化量は全体的なものと同様の傾向であった。②内樹皮外層に存在する樹脂道と、処理によって新生する樹脂道には正相関が認められた。③樹皮の外側から侵入を試みる幼虫にとって、外層に存在する樹脂道は最初の障壁となろう。④幼虫の食害であれ人為的な傷害であれ、刺激の強度に差異があったとしても、樹脂道が形成される年輪層やパターンに根本的な差異が生じるとは考えがたい。

スギカミキリの加害が林分的には一過性⁹⁾であったり、単木的には樹齢ともなってその部位が上昇する事象は、樹体がもっている成熟抵抗性と関係があると考えられる。その証拠に樹齢が高いスギでは、外樹皮に穿孔した幼虫が水平に進む距離、通称“ナタ傷”が長くなる。よって、樹脂道形成パターンは遺伝的な特性に依拠しており、加害虫の行動を制約する内樹皮外層の樹脂道が重視されることは当然である。したがって、本種抵抗性育種事業の規定する簡易検定法は、抵抗性個体の選抜という見地から大筋妥当なものとする。要は抵抗性の精度を上げるために、①樹皮サンプルは多めに採ること、②刺傷処理による反応を期待する場合には、幼虫の穿孔時期に処理後 15 日程度の日時を経た樹脂道の変化量が、抵抗性判定の目安になると想定される。簡易検定に当たって、以上二点を考慮すべきである。

2・2・2 一次検定の方法

この事業では、簡易検定で選ばれた抵抗性候補木のつぎ木クローンを養成し、大型網室に移植・養生した上でスギカミキリ成虫を放ち、各クローンへの定着度合いで抵抗性を見極めを実施することを定めている。均一な条件下で効率的に検定作業を行うために、供試木の樹齢や植栽間隔、放虫密度とその方法⁵¹⁾などを具体的に決める必要があった。そこで筆者らは、放虫密度とその方法を探るため、野外網室における成虫の動態を 2 カ年調査^{124, 126)}した。

方法：鉄骨枠組み工法によって設置された屋根の無い網室（間口 8 m、奥行き 10 m、高さ 5 m）の中に、事業化

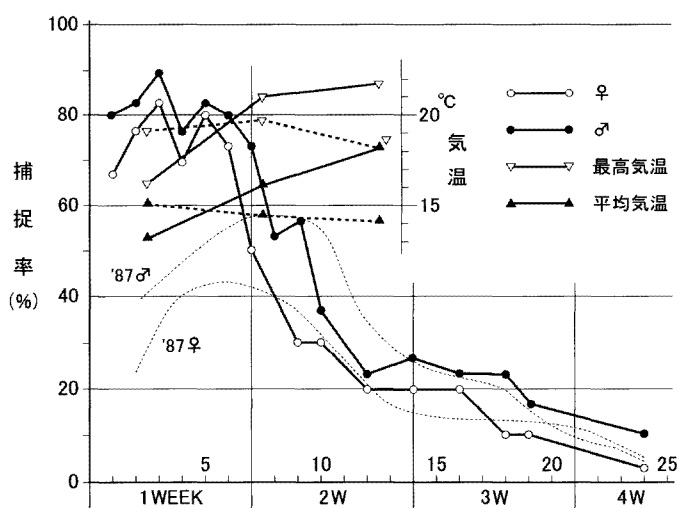


図-11 放虫後の捕捉率の推移

前に激害林分から選抜した無被害個体（耐虫性と呼ぶ）など28クローンの採種木（10年生，断幹高2m，根元径10～17cm）もしくは採穂木（7～15年生，高台円筒型で樹高1.8m，根元径4～10cm）を9行7列で移植した。供試木は植栽間隔1mであるが，網室の構造上3本分の植栽不能力所があるために60本である。

各供試木には，黒色ダイオシードで作成した捕虫バンド（幅15cm長さ40cm）を地上高30cmの幹に巻き付けた¹¹⁹⁾。供試虫の鞘翅には柴田らの方法⁹⁴⁾に準じて，市販のカラーマニキュアでマーキングした。これら新鮮な成虫60頭（♀♂30対）を4月中旬に網室中央へ静置した。その後約4週間にわたり毎朝捕虫バンドを巡視し，これに潜入する成虫を捉えた。

結果：放虫直後10分程度の観察（気温13℃，湿度60%，天候曇り，無風状態）では，各成虫は匍行によってその場所から四散した。草葉や地表物のもの陰に留まる成虫もみられたが大半のものは高さのあるものへはい上がろうとする行動を見せた。そして最寄りの供試木に到達した成虫は捕虫バンドに潜入したり，♀♂の出会いの中で交尾に至る場合もあった。その後の日中に観察された日中に観察される成虫の行動パターンは，気温が15℃以下の場合にはバンド内や枝の基部で静止していることが多く，20℃を越えると地表面の匍行，幹面や枝の徘徊，枝先からの飛び降り，時に飛翔など活発な動きが観察された。期間中の成虫の捕捉率は図-11に示すとおり，放虫後16時間経過した翌朝の調査では，♀67%♂80%が捕捉された。連日の平均捕捉率は第1週が♀71%♂81%となり一定の水準を維持したが，第2週目に入ると急落傾向を見せ，第3週目では20%，第4週目10%を割り込む状況であった。このように2年目の実験では第1週に高い捕捉率を示したが，第2週以降の状況は前年の実験結果と同じ傾向であった。その中では共通的に♂の捕捉率が5～10%程度♀を上回った。

次に，個々の供試虫の動態を検討するため，調査期間中，当初潜入したバンドへ停留し続ける成虫と，他のバンドに移る成虫の割合をみた。表-13に示すとおり2年間の実験結果はほぼ同じ傾向で，♀の移動する割合が♂に比べて高い状況も見られたが， χ^2 検定では♀♂間に有意差が認められなかった。前日のバンドと異なるバンドで発見された場合を移動1回と捉え，供試虫の移動回数をみた。その回数は1987年の例では図-12に示すとおり，♀の方が移動回数が多く，♂は特別の個体を除き比較的少ないものとみられた。♀♂の平均移動回数を比較すれば1.7：1.1回となり，1988年も♀1.4回，♂1.0回となってほぼ同じ傾向を示したが，t検定では統計的な有意差

表-13 成虫が最初のバンドに定着する度合い

調査年	♀成虫		♂成虫	
	定着	移動	定着	移動
1987年	29%	71%	38%	62%
1988	29	71	45	55

表-14 供試虫の移動距離と範囲（1988）

区分	平均移動距離	累積移動距離
♀成虫	$2.4 \pm 1.4\text{m}$ (1.0～7.8)	$5.4 \pm 2.6\text{m}$ (1.4～11.0)
♂成虫	$2.3 \pm 1.6\text{m}$ (1.0～8.1)	$4.7 \pm 3.9\text{m}$ (1.0～16.1)

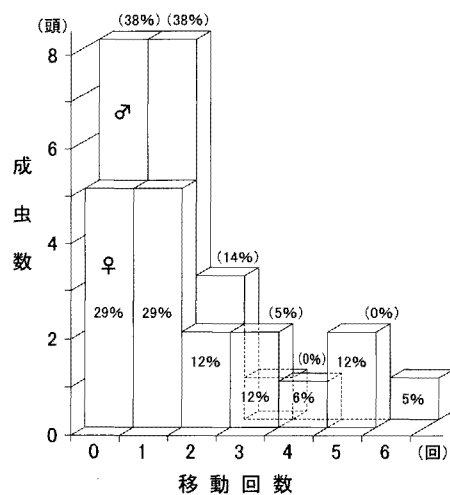


図-12 供試虫の移動頻度

表-15 放虫後の経過日数と供試虫の分散状況

放虫後 の日数	半径1m以内		1.1~2.0m		2.1~3.0m		3.1~4.0m		4.1~5.0m	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
1日	25%	42%	30%	21%	20%	33%	20%	4%	5%	0%
3日	12	37	40	33	16	26	28	4	4	0
5日	21	24	21	44	17	24	29	4	12	4
7日	0	14	33	27	20	36	20	14	27	9

表-16 材料別にみた放虫後の成虫潜入状況

材料種別	供試 本数	♀ 成 虫		♂ 成 虫	
		存	否	存	否
抵 抗 性 (比率)	37本	36頭/20本 (54%)	17本 (46%)	32頭/14本 (38%)	23本 (62%)
非抵抗性 (比率)	23本	25頭/17本 (74%)	6本 (26%)	17頭/12本 (52%)	11本 (48%)

が認められなかった。観点をかえてそれぞれの成虫が同一の供試木に停留した日数をみると、♀は1~7日の範囲で平均 3.6 ± 1.8 日、♂は1~16日とバラツキが大きく、平均 4.8 ± 2.8 日であった。その差1.2日はt検定の結果、統計的に有意差であった。ちなみに、複数のバンドを渡り歩いた成虫について、移動距離を平面上の供試木間の直線距離で積算した。もっとも実際の移動距離は樹幹の昇降を繰り返したり、供試木間の出戻りや渡り歩きも想定されるので、推定値よりはるかに大きくなると考えられる。

供試木間の直線距離で積算した移動距離は表-14に示すとおり、1回あたりの平均移動距離が♀♂でほとんど変わらない。また累積距離も♀の方が若干長いが大差はない。♂の場合、少数であるが1回の移動距離が5mを越えるものもあったが、これは飛翔による移動と考えられた。さらに経時的な供試虫の分散状況を検討したところ、表-15で示すとおり、♀成虫は放虫後1日で4m以内の区域までほぼ均等に分散した。問題はこれら成虫の分散状況をとおして、網室内に単木混交した供試木を選別して定着したかどうかである。供試木を耐虫性と非耐虫性に区分して、バンド内に潜入した成虫を集計した。結果は表-16に示すとおり、♀成虫が非抵抗性のバンド内に潜入する比率は高かった。また♂成虫が抵抗性のバンド内に潜入しない比率も高かった。しかし、 χ^2 検定では統計的な有意差は得られなかった。成虫が潜入した供試木1本あたりの定着頭数についても、意味のある傾向は認められなかった¹³²⁾。ただし、1987年の実験で枯損した供試木や、根元径が4cm程度の小径木には成虫が定着しないことを確認している。したがって♀成虫は寄生対象木の生死、産卵の適否に関連する樹皮の発達具合、幼虫の成育が可能な径級などを本能的に識別していると考えられた。このようなスギカミキリ成虫の行動パターンは、柴田らの報告^{96, 96)}と基本的に一致した。供試材料とスギカミキリ成虫の定着性について河村らも同様な傾向⁵¹⁾を認めている。加藤らの予備的実験³³⁾でも、ラメート間に被害差が生じること、供試木が半枯れ状態になると高密度の寄生傾向が見られること、供試木の径級が細いと脱出孔が小さくなる等を明らかにして、検定精度の面から供試虫と検定木について一定の配慮が重要であることを示唆した。

以上、一次検定の実施に関する実験結果から、網室検定では成虫の非選好性を調査するのではなく、スギカミキ

りの寄生・加害に対する検定木の抵抗性をみるのが妥当¹²⁸⁾であることを改めて示唆した。

その観点から配慮すべき事項として、①供試虫として脱出直後の新鮮な成虫（♀は未産卵成虫）を採集すること。②採集後の成虫は放虫まで5℃で保管すること。③♀成虫の体サイズと産卵数とには関連性が高いので、可能な限り中庸な成虫を揃えること。④供試木の健全性を十分保証することに併せ、径級の不揃いを避けること。⑤植栽間隔は1×1mが適当である（過密になると樹皮が湿り、産卵やふ化に悪影響がでる）。⑥放虫方法は半径5m円の領域を単位として、その中心に成虫を静置することで十分である。⑦成虫頭数は供試木と同数とし、♀♂半々が妥当である。⑧検定クローンが多く検定作業が複数年に及ぶときは、共通クローンを用いること、等が重要となろう。

2・2・3 二次検定の方法

卵もしくはふ化直後の幼虫を、検定木の幹面へ接種して抵抗性を判定しようとする手法については、「抵抗性早期検定法の確立」の項で述べた。云うまでもなく二次検定は一次検定の結果をふまえて行われるものであり、実用的な抵抗性品種を決定するために、厳格な評価を必要としている。

検定手段の面で、広域的な供試虫の融通利用が生じる可能性がある。その際、加害強度に差異があるとすれば地域間の公平な検定を損なうことになる。そこでほぼ南北に約200km隔てた位置関係の鳥取県智頭町と高知県土佐山田町、その中間地の岡山県勝央町で採集した成虫を用いて2年にわたり接種実験を行い、加害状況を比較した¹⁴¹⁾。

方法：接種源とした卵及びふ化幼虫の大きさは、♀成虫の大きさに影響されるので、接種源の条件をそろえるために♀成虫は体長が21～23mm、♂成虫は体長が18～21mmの新鮮虫を産地毎に3対準備した。径9cmのシャーレ内でペアリングして産卵させたものを利用した。1992年の場合は卵接種、1993年の場合は幼虫接種によったが、いずれも厚紙で作成した2穴の接種板に封入した状態で供試木に接種した。接種部位は二次検定の想定にしたがった。すなわち胸高部位を中程として上下50cmずつの間隔で3枚を直列させ、幹半周部分には25cmずらせた状態で2枚の計5枚を貼り付けた。したがって単木あたり10卵（頭）を接種源とし、その加害状況を接種翌年1月に調査した。なお、1992年の供試材料には11年生スギカミキリ耐虫性等5クローン各6個体を用い、1993年では10年生スギ在来品種等10系統各3個体を用いた。

結果：個々の供試木における幼虫の食入率には大きなバラツキもみられたが、三産地のスギカミキリによる加害状況は表-17のとおり。卵接種と幼虫接種とは実施年が違いうこと、また接種幼虫が供試木に食入する際、極めて影響を受けやすい接種期間内の気象条件や供試木の違いによる理由も考えられるため、接種方法を一律に比較す

表-17 供試虫の産地別にみた接種後の加害状況

成虫の産地	各 年 次 接種頭数	卵接種 (1992)		幼虫接種 (1993)	
		食入率	羽化率	食入率	羽化率
山陰 (鳥取)	100頭	91±10%	26.4%	62±39%	1.6%
関西 (岡山)	100	77±11	20.8	49±23	0.0
四国 (高知)	100	49±23	16.3	45±37	2.2
全 体	300頭	72±23%	22.1%	52±11%	1.3%

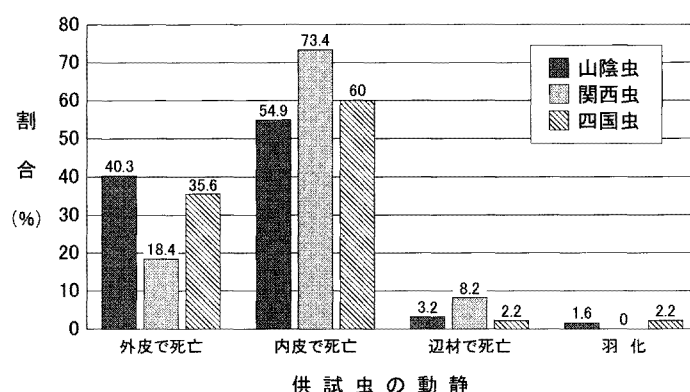


図-13 幼虫接種における供試虫の到達部位

表-18 接種二法と加害状況の分散比 (アークサイン変換)

要因	卵 接 種		幼 虫 接 種	
	食入率	羽化率	食入率	内皮死亡率
虫の産地間	25.50**	0.09 ^{NS}	1.01 ^{NS}	1.74 ^{NS}
供試材料間	1.48 ^{NS}	6.41**	1.49 ^{NS}	1.16 ^{NS}
交 互 作 用	1.76 ^{NS}	0.34 ^{NS}	-	-

註) **印は 1 %水準の危険率で有意, NSは有意差なし

ることはできない。しかし、平均的な食入率は卵接種が幼虫接種より20ポイント高い結果を得た。その中で産地別供試虫の加害状況をみると、卵接種の場合は食入率が非常に高い山陰虫と、最低の四国虫に40ポイント以上の差異が認められ、関西虫はその中間であった。幼虫接種の場合は食入率が全体的に後退して産地間の差が17ポイントに縮小したものの、その順位は卵接種の場合と変わらなかった。個々の供試虫の最終的な加害状況を示す羽化率では、卵接種の場合は20ポイント前後の高い割合になった。中でも山陰虫は四国虫より10ポイント高い羽化率を示した。途中で死亡した供試虫の到達部位については、産地間で特異な傾向が認められないのでまとめたところ、外樹皮で29%、内樹皮で41%、辺材部で8%の供試虫が死亡した。これに対して幼虫接種の場合には図-13に示す状況が観察された。この図で明らかなように関西虫は他の産地の虫に比べて外樹皮での死亡が少なく、その分内樹皮や辺材部へずれ込んだように死亡が増加している。しかし、蛹室内での死亡は確認されなかった。卵接種の場合と比べ、結果的には内樹皮での死亡率が20ポイント増加して、羽化率が20ポイント減少した。これら食害状況の主要因について明らかにするため、分散分析を行った。結果は表-18で示すとおり、卵接種の場合の食入率は虫の産地間に顕著な有意差が認められた。しかし、羽化率への影響は極めて小さく、材料間のみに有意差が認められた。一方、幼虫接種の場合にはいずれも有意差が検出できなかった。ちなみに、顕著な有意差が認められた卵接種の場合の羽化率では、感受性クローンが30~50%であったのに対して、耐虫性クローンは例外的な1クローンを除き平均2.3%であった。片や有意差が認められない幼虫接種の場合の内樹皮死亡率でも、感受性クローンは30~40%、耐虫性クローンは70~90%に達し、接種検定の観点からみてほぼ妥当な結果を得た。問題はデータのバラツキが検定精度を低下させている点にある。すなわちスギカミキリ幼虫が食入を開始する段階

において、供試虫側の条件と検定木側の条件を整えることが不十分な結果、食入率が一定しないことである。特に接種板からの離脱にあたって、幼虫の活力が大きく関わっていることが示唆された。

以上の結果から、供試虫の産地によって遺伝的な加害強度に差異があるとは認められず、検定を実行するにあたって配慮すべき幼虫の活力¹¹⁶⁾の問題と考えた。この問題に関して伊藤ら²⁶⁾は、雌成虫のサイズが次世代幼虫の加害性に及ぼす影響について検討し、「樹体内生存率に多少関係するが、スギの生理状態の影響に比べてかなり小さい」と述べている。また加藤ら³⁴⁾は生体重において世代間に正相関があったことを明らかにしているが、樹皮部の食痕長及び辺材部への食入率にはその影響を認めていない。さらに産卵順位と幼虫の生体重に負相関があるとしたが、このことが食害行動に影響したかどうかは明確でなかったと述べている。

したがって、接種の成功率の面からは卵接種が好ましいが、接種板作成時の問題もあり現状では幼虫が最も扱いやすいと考えられる。ただし、ふ化幼虫は時経的に活力が低下するので極力新鮮なものを用いることが肝要である。

2・2・4 遺伝様式の解明

河村ら⁵⁰⁾は、抵抗性の主たる要因とされる傷害樹脂道の遺伝性について検討するため、15～16年生交配家系の内樹皮を各グループ34～60枚調査した。その結果は図-14で示すように、抵抗性が高いと考えられる家系グループでは樹脂道を形成した樹皮の割合が高く、逆に抵抗性が低いと考えられる家系グループでは形成率が低下する傾向を認めている。さらにその中で、前者の場合は内樹皮の外層を主体に形成する樹脂道の抵抗性パターン⁴⁸⁾の比率が高いこと、また後者の場合はそれが観察されないことを明らかにしている。この実験から、樹脂道の形成と抵抗性パターンとは深い関連性があることを指摘し、樹脂道の遺伝が複数の主働遺伝子によって支配されている可能性を示唆した。田島¹⁰⁵⁾も抵抗性3品種、感受性2品種による交配家系501個体の樹脂道を調べた結果、抵抗性が関わった家系では本数率にして39～50%、感受性では11%の個体が樹脂道を形成したことを明らかにしている。その中で抵抗性を母樹とするものより、花粉親とするものが樹脂道形成の層数も多く、外層に形成する割合が高い傾向を示した。これらの知見は傷害樹脂道の形成能が一定の遺伝性を有することを示唆するものと考えられた。

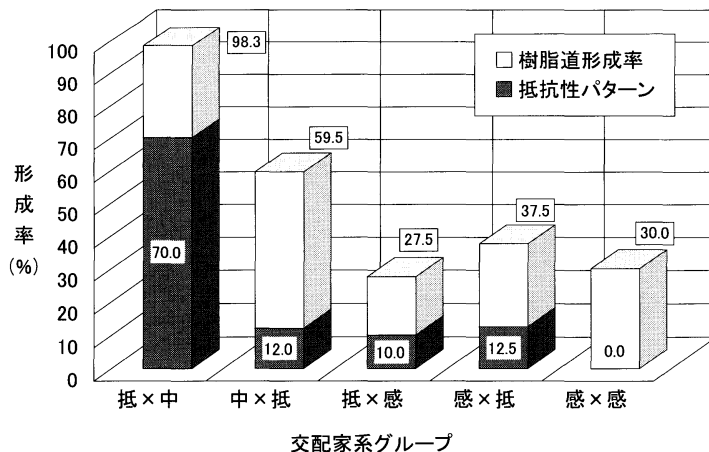


図-14 家系グループ毎の樹脂道形成率と抵抗性パターンの出現

表-19 年輪層別、樹脂道占有率と樹脂道指数

樹脂道 ランク	内樹皮での樹脂道の占有率 (%)				
	当年輪	1 年輪	2 年輪	3 年輪	(平均)
A	-	1.2	1.6	0.3	(1.0)
B	-	0.2	2.9	1.1	(1.4)
C	-	0.8	9.8	3.4	(4.7)
D	-	12.9	12.9	4.6	(10.1)
合計	-	15.1	27.2	9.4	(17.2)
指数	0.0	2.3	5.4	1.8	(2.4)

筆者らは、交雑技術の体系化に関する研究⁵⁰⁾で創出された複合形質の交配種17家系各3個体(樹齢8年生)を材料として刺傷処理を行い、13日後の樹脂道の形成状況について検討した¹⁴²⁾。樹皮部の年輪数は新生中の師部を含めて内樹皮が4年輪、既に退化した外樹皮が2年輪、合わせて6年輪であった。この実験で観察した樹脂道形成状況は、表-19に示すとおり、1～3年輪層にC、Dランクのものが観察され、突発的にA、Bランクも出現した。比較的反応が強かった第2年輪では山側試片(東)の65%、谷側試片(西)の63%に樹脂道が観察されたが、樹脂道列の占有率の合計は27%に過ぎなかった。全体的に樹脂道の形成状況が微弱であることは、供試個体の樹齢が若く刺激を受ける機会が少なかったためと考えられる。その中で1～2年輪には発達中とみられるDランクの樹脂道が比較的多く存在したことから、刺傷処理によって引き起こされた生理的な反応と判断した。このような状況は「人為的な刺激に反応する内樹皮1～2年輪では、樹脂道の明瞭な形成に半月から1月を要する³¹⁾」ことを示唆したものと理解される。この実験では交配母樹のグループ間に元々大きな差異がなかったこともあり、次代家系群の反応に明確な違いを見出すことはできなかったが、樹脂道形成率で見ると抵抗性グループ間は感受性グループ間に比べ樹脂道の反応が強くなる傾向もみられ、抵抗性の根拠に対し整合性が確認された。いずれにしても、樹脂道の遺伝性については、完全な交配計画に沿って育成した多くの家系群によって解析することが必要である。

3 抵抗性育種事業の経過と実績

3・1 事業の目的と過程

地域虫害抵抗性育種事業(スギカミキリ)⁹²⁾は「スギ材質を低下させる穿孔性害虫の被害防止対策の一環として、抵抗性を有し、かつ成長及び材質にも優れた新品種を育成し、健全な森林の造成に資する」ことを目的として1985年から始まった。この事業を実施した府県は図-15で示すように、北海道・九州及び本州の一部都府県を除く、83%の府県を網羅するところとなった。

この事実から見ても、本種被害がいかに広域的かつ緊要な課題であるかを知ることが出来る。関西育種基本区において当初計画された事業の流れは図-16に示す。①被害林分から無被害木を選出し、②刺傷処理を行って内樹皮の断面を調べ、③樹脂道の形成状況が抵抗性パターンを示す個体を抵抗性候補木として採穂する。この段階までは各実行機関が実施した。すなわち、国有林では営林局・署が行い、民有林では府県の地方行政機関や林業試験研究機関が担当した。関西育種場ではそれぞれの事業地毎に、④精英樹や

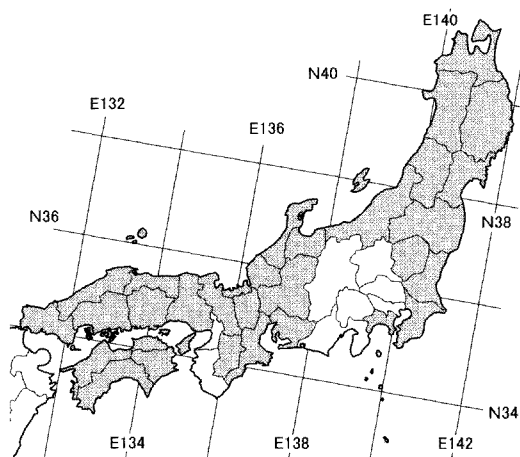


図-15 スギカミキリ抵抗性事業を実施した府県

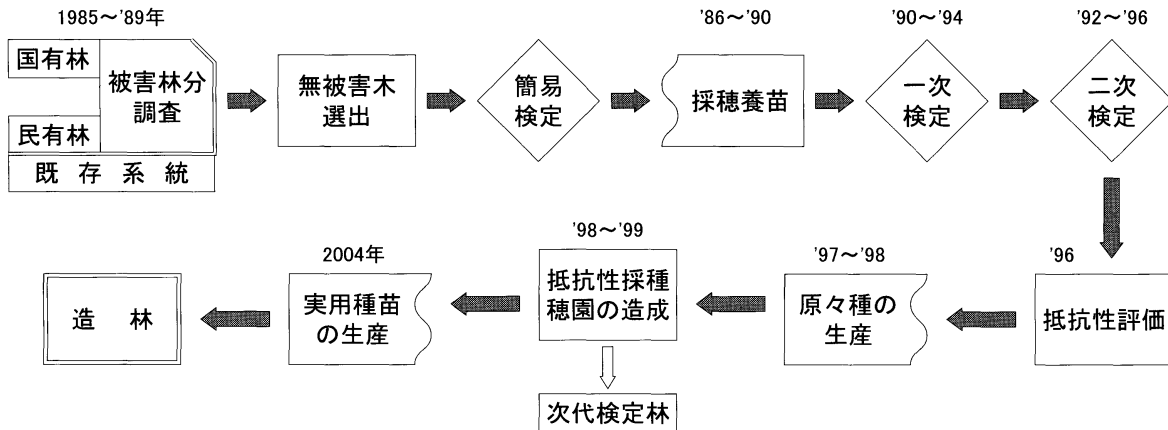


図-16 スギカミキリ抵抗性育種事業の進め方

在来種など既存系統の簡易検定を行うとともに、⑤抵抗性候補木の接ぎ木クローンを養成した。⑥これらクローンの育成を図り、二次にわたる検定の上、抵抗性を判定した。具体的な内容は次項で述べる。

3・2 抵抗性事業の実施方法

本事業の実施要領⁹²⁾では、①立木の被害率が80%以上の激害林分から、成長・形質が良好な無（微）害木（供試木）を選ぶ。②供試木の樹幹に人為的な釘刺し傷をつける。③5日後に処理部の樹皮を採取して、切断した断面を顕微鏡で調べ、内樹皮に形成した傷害樹脂道が一定基準以上のパターンであるものを抵抗性候補木とする（簡易検定）。④これら候補木クローンを接ぎ木で増殖し、5年程度養成した木を大型網室内へ混植状態で移植する。⑤移植1年後にスギカミキリ成虫を放ち、候補木クローンにおける産卵状況及び幼虫の加害状況を調べる（一次検定）。⑥一次検定に合格したクローンに対し、接種板を用いてふ化幼虫を強制的に接種して、その被害状況を調査し抵抗性の判定を行う（二次検定）。

3・3 事業の実施結果

3・3・1 抵抗性候補木の選抜

基本区内の42機関が626カ所の被害林分を調査し、2,412個体の無（微）害木をまず選出した。これらに簡易検定を実施した結果、全体の19%にあたる451個体が抵抗性候補木として選抜された（表-20）。また育種場構内等で育成されている精英樹クローンや各種抵抗性クローン及び在来品種など2,604系統について簡易検定の結果、8%にあたる206個体が抵抗性候補木の基準を満たした。したがって、候補木の総数は657個体となった。選抜対象となった激害林分の林齢は概ね30年生前後であるので、0.5haの調査地に500本が生立していたと仮定して、無害木の確率は1/130、候補木の確率は1/720程度になると想定される。

これら抵抗性候補木を関西側（近畿・瀬戸内海育種区）、山陰側（日本海岸東・西部育種区）、四国側（北・南部育種区）ごとに選抜地の標高で区分した。図-17で示すように、被害林が多い山陰側では、候補木の3/4が標高200m以下の林分で選抜されており、里山のスギ林が深刻な状況にあることを物語っている。一方の関西側では、一般的に被害が少なくなる400m以上の林分で、半数の候補木が選抜された。特に瀬戸内海育種区では気象や地理

表-20 関西育種基本区におけるスギカミキリ抵抗性候補木の選抜状況¹³⁸⁾

国 有 林					民 有 林				
実施機関	調 査 林分数	供試本数 (無害木)	簡易検定 合格本数	合格率 (%)	実施機関	調 査 林分数	供試本数 (無害木)	簡易検定 合格本数	合格率 (%)
金沢署	2	10	5	50	富山県	50	150	34	23
大津署	1	4	0	0	石川県	31	79	48	61
京都署	2	9(3)	0	0	福井県	42	130	23	18
奈良署	2	13	0	0	三重県	30	96	10	10
高野署	1	3	1	33	滋賀県	25	77(68)	3(3)	4
神戸署	1	5	1	20	奈良県	10	35	0	0
山崎署	1	5	1	20	京都府	50	199(147)	26(24)	13
岡山署	4	12	1	8	兵庫県	50	109(100)	27(20)	25
津山署	2	11	1	9	鳥取県	29	95	11	12
新見署	6	21	4	19	島根県	50	229	25	11
三次署	3	8	6	75	岡山県	37	141	74	52
日原署	1	7	3	43	広島県	39	175	19	11
川本署	2	6	3	50	山口県	22	172	39	23
松江署	1	6	5	83	香川県	22	132	18	14
倉吉署	4	17	3	18	愛媛県	30	173	31	18
鳥取署	6	22	11	50	徳島県	50	173	9	5
大阪局計	45	159	45	28	高知県	10	56	4	7
高知局計	4	32	5	16	合 計	577	2,221	401	18
合 計	49	191	50	26	関西育. 既存系統		287	16	6
山陰支. 既存系統		839	133	16	四国支. 既存系統		1,478	57	4
被害林分から選抜		2,412	451個体	19%	既存系統から選抜		2,604	206個体	8%

注) () 書きは内数で、日本海側の育種区に含まれるもの。

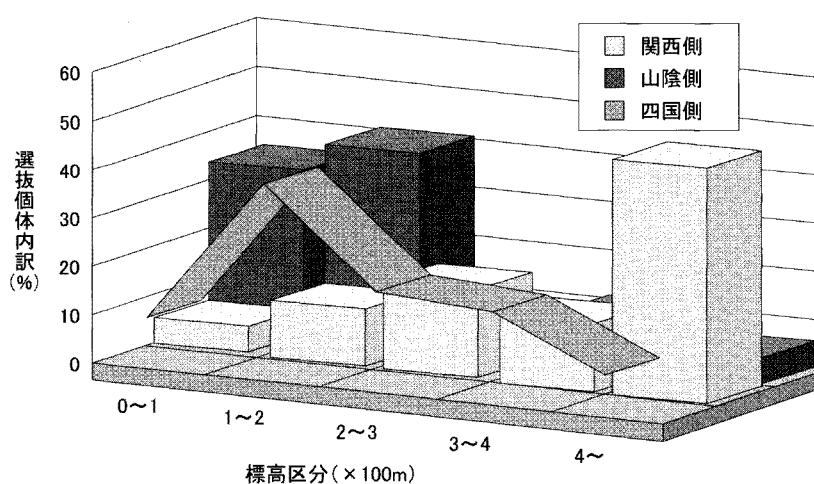


図-17 地域別での候補木選抜地の標高区分

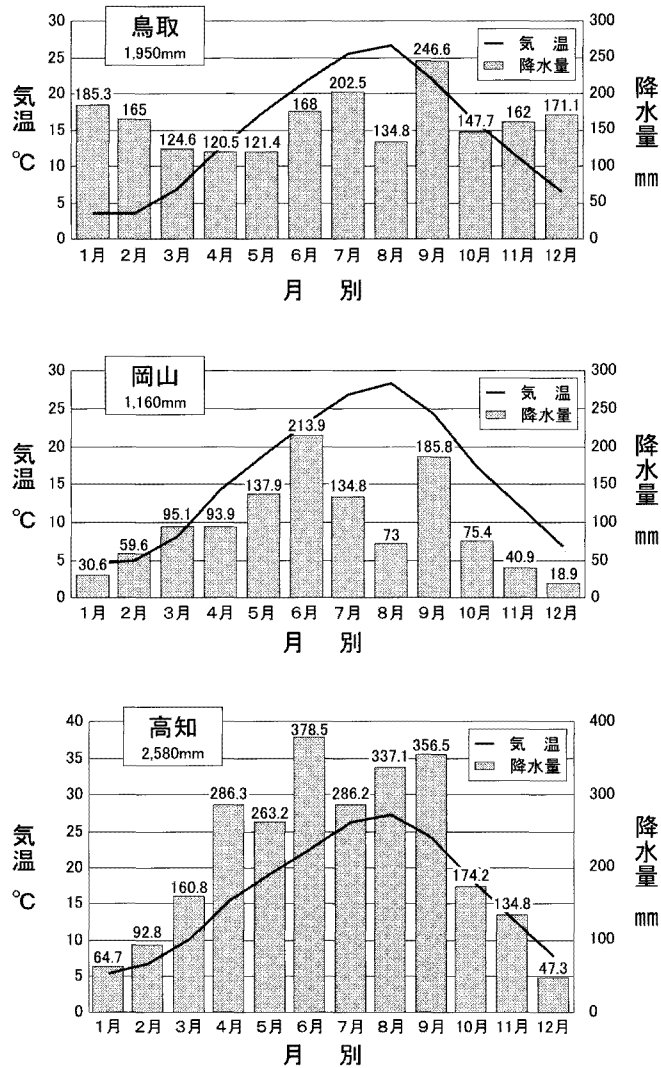


図-18 地域別の気象状況⁶⁴⁾

的な条件から、元々里山にスギ林が少ないこともあり、比較的標高の高い中国山地が選抜の対象になっている。さらに緯度的に南へ位置する四国側の場合、標高が低い地帯にスギ林が多い愛媛県では山陰側と似た選抜状況も認められた。四国全体としては関西側と山陰側の間隔的な状況を示した。これら地域の標高区分（200m, 400m未満）と4・5月平均降雨量データに基づいて山田が作図¹⁵²⁾した「スギカミキリ被害発生予測地域」とよく一致し、気温と季節的な雨量が被害に関係していることを裏付けた。ちなみに、日本海岸西部育種区と四国南部育種区は緯度で2度、距離にして200km程度離れているが、ほぼ南北線上に位置する鳥取市、岡山市、高知市の月別平均気温と降水量を図-18に示す。ここで明らかなように、スギカミキリ成虫が活動し始める3月から5月にかけての降水量の違いが、行動習性や生息密度に関与し、結果としてスギ林分の被害状況に地域的な変化をもたらしていると考えられる。

各機関が行った簡易検定の合格率には、0～83%までのバラツキがあったが、特別な傾向は認められなかった。

ただし、簡易検定は前述のように傷害樹脂道の形成パターンで判定しており、耐虫性個体はもとより、被害がまん延していない林分にあつては内樹皮外層に樹脂道が存在しないので、抵抗性候補木と判定されない憂いは残る。現に山陰事業地で育成管理している福田方式⁵⁾の選抜クローンは、周囲の精英樹クローンに比べて明らかに被害軽微であるが、簡易検定合格クローンは僅か8%に留まった¹²⁷⁾。地域別にみた簡易検定の合格率の平均値は関西側(21.4%)と山陰側(20.4%)がほぼ変わらず、これに比べ四国側ではやや低率(11.8%)となった。なお、各抵抗性候補木の選抜時における地況や林況の詳細は、末尾の添付資料の通りである。

3・3・2 一次検定の成果

(1) 検定作業の概要

抵抗性候補木のクローン増殖は選抜の翌年につぎ木によって順次養成された。これら数多くの候補木クローンの検定作業を効率的に実施するため、表-21に示す三か所の事業地で実施した。各事業地ごとの一次検定の仕様については、表-22に示すとおりである。検定施設の固定網室は、事業地によって形状を多少異にする(関西234m²、山陰240m²、四国175m²)が、いずれも屋根無し鉄骨枠組み工法で造設され、高さは5mである。

なお、山陰事業地では当該地域で選抜された抵抗性候補木が多いので、検定年限の圧縮を図る必要があった。また、検定の抛りどころとなる生理的な防御機能を検証する際に、検定木の健全性を損ねる方法は避けることが賢明と判断して、当初から定植方式を採用した。この理由から検定地を移動するパイプハウス二棟を併用することとした。検定に際し投入したスギカミキリ成虫は、脱出直後の新鮮なものとし、その頭数は検定木と同数とした。ただし、♀♂の比率は半々とした。

調査方法は放虫から5ヶ月を経過した9月中旬以降に検定木の幹を丹念に調べ、幼虫の寄生数から産卵数を推

表-21 検定クローン数と事業地

地域区分	育種区	クローン数	検定地	標高(m)
北陸・山陰	日本海岸東・西部	351cl	山陰事業地(鳥取県智頭町)	460
近畿・山陽	近畿・瀬戸内海	182	関西事業地(岡山県勝央町)	150
四国	四国北部・南部	124	四国事業地(高知県土佐山田町)	43

表-22 検定地ごとの一次検定仕様

方法/検定地	関西(事)	山陰(事)	簡易網室	四国(事)
網室の形状	18×13m	8×30m	6×16.5m	16.2×10.8m
利用方法	二分割	2/3	全面	六室分割
材料養成	移植	定植	定植	移植
植栽間隔	0.9×0.9m	1.0×1.0m	0.8×1.0m	0.9×0.9m
検定クローン数	48cl	40cl	30cl	12cl
1クローン本数	3本	4本	4本	3本
植栽配置	ランダム	ランダム	ランダム	ランダム
検定木樹齢	5年生上	5年生上	5年生上	5年生上
放虫時期	4月中旬	4月中下旬	4月中下旬	4月上旬
網掛け期間	成虫活動期	同左	同左	周年
放虫方法	適宜散布	4点放置	4点放置	適宜散布

定した。さらに樹皮を薄く削りながら幼虫の食害痕を追跡し、その動態を「外樹皮層で停止」、「内樹皮層で停止」、「辺材部で停止（蛹室未形成）」、「蛹室形成（羽化）」の4段階に区分した。そして各クローン毎の寄生数の多少や被害実態で、一次検定における抵抗性の程度を評価した。

(2) 検定条件の検証

それぞれの事業地における年次毎の被害状況は、表-23に示す。

関西事業地では1991年からの5ヶ年間に、候補木クローン以外の材料を含めて217系統の検定を行った^{35, 36, 37, 39)}。一方、山陰事業地では1991年度から固定網室と簡易網室2棟を併用して、定植方式で一次検定を続け^{137, 144, 145, 146, 153)}、1999年度でその作業を終了した。

なお、1998年度には既存系統から選んだ30クローンを関西育種場の固定網室に運び、移植方式による被害傾向を検討した¹⁴⁷⁾。また、四国事業場では検定を省略した既存系統の12クローンを除き、1996年で一次検定は完了した¹⁴⁹⁾。

三事業地における検定クローンの被害状況は表-23に示した。スギカミキリの寄生度合いを正確に示すのはあくまでも産卵数であろう。しかし、極めて短期間にしかも大量の材料を精査することが難しいので、ふ化幼虫が穿孔した食痕数を推定産卵数とした。卵がヒメアリなどの天敵によって捕捉されたり、ふ化不全やふ化直後の水分付着によって死滅、あるいは調査上の見落とし等によって過少な推定となる可能性は否定できない。ただこの原因系は全般的な事象であり、特定のクローンへの影響は考えにくいので、ここではそれを無視することとした。

クローン平均値で示した1検定木当たりの食痕数（推定産卵数）は、年次平均が概ね7～15頭の範囲に収まったなかでクローン間には大きなバラツキが認められた。ただし四国事業地では食痕数の少ない年次が多かった。1♀成虫あたりの産卵数はほぼ20～30卵と推定された。この数は人為的にシャーレ内で産卵させた場合の1/3

表-23 各検定地における一次検定の被害状況

検定地	実施年度	検 定 クローン数	食痕数(頭) Min, Max/Ave	産 卵 推定数	内樹皮途絶 (%)	辺材部途絶 (%)	蛹室形成 (%)
関 西 (育)	1991	47cl	3-27/15.1	30.6	9- 81/35	0-81/32	0- 81/33
	1992	48	2-25/10.3	20.6	0- 95/47	0-50/14	0-100/39
	1993	46	1-30/ 8.4	16.6	1-100/60	0-50/13	0-100/27
	1994	29	1-15/ 6.3	12.6	11-100/67	0-67/18	0- 56/15
	1995	47	2-40/14.9	30.1	0- 96/59	0-37/15	0- 93/26
	1998	30**	3-28/13.3	21.9	43-100/75	0-19/ 5	0- 54/20
山 陰 (事)	1991	40	2-14/ 7.7	15.0	37-100/75	0-39/15	0- 44/10
	1994	20	5-23/11.0	21.4	36- 89/72	0-41/20	0- 29/ 8
	// *	30	5-39/12.0	23.4	49- 93/77	7-49/22	0- 13/ 1
	1995*	60	0-25/ 9.4	18.3	70-100/87	0-24/ 8	0- 24/ 5
	1996*	60	1-29/ 9.4	18.3	29-100/82	0-43/12	0- 28/ 6
	1997	40	1-38/ 9.6	18.0	33- 97/70	0-33/12	0- 47/18
	// *	30	4-30/11.3	22.1	50-100/77	0-33/12	0- 32/11
	1999	22	0-26/ 7.0	14.1	20- 97/63	0-24/ 5	0- 73/32
四 国 (事)	1991	12	2-13/ 7.7	13.7	36- 92/60	0-43/ 5	10- 64/35
	1992	12	1- 5/ 2.5	5.1	0- 56/14	0-33/14	44-100/72
	1993	12	0- 8/ 3.1	6.2	0- 86/66	7-22/ 6	14-100/28
	1994	12	0- 6/ 1.3	2.7	0- 32/60	0- 0/ 0	0-100/40
	1995	60	0-22/ 5.4	10.8	0-100/65	0-25/ 4	0-100/31
	1996	12	4-21/11.5	23.1	5- 93/45	0-20/ 4	7- 94/51

註) 山陰欄の*印は簡易網室、関西欄の**印は山陰側のクローン

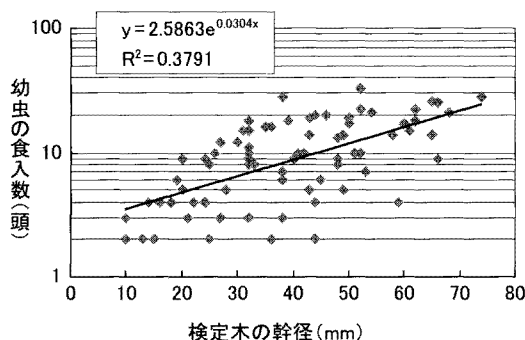


図-19 検定木胸高直径と食入数の関係(山陰, 1994)

てバラついたが、食入した幼虫の蛹室形成率には年次間変動が少ない」ことを理由に検定条件の妥当性を示唆した³⁸⁾。

次に検定条件の妥当性を山陰事業地の例で検証した。山陰事業地の場合の放虫方法は、半径 5 m 円を想定した拠点放虫としたので、その拠点からの距離を同心円状に 1.5 m から 1 m 毎のエリアに 4 区分して、食痕数と I δ 指数 $[n(\sum \chi^2 f \chi - N) / N(N-1)]$ によって検討したところ、エリア間に差異は認められなかった。そこで網室内の各検定木全体の食痕数のヒストグラムは負の二項分布型¹⁶³⁾ (左偏の連続変異) を示した。また、スギカミキリの食入痕数の I δ 指数を計算すると 1.247 (1991 年) の値が得られ、遺伝的要素の介在を示唆する弱い集中分布が認められた。この傾向はそれぞれの事業地、各年次ともほぼ同様であった¹⁴⁰⁾。関西及び四国事業地では移植方式であり、検定木の大きさは事前にある程度揃えることができる。山陰事業地では密植条件も影響して検定木の成育にバラツキが生じた。樹高が 1.5 m 未満の個体には食痕が認められず、太い検定木ではこれが多くなる様に観察された。検定木の胸高直径と食痕数の関係を図-19 に示す。径級が小さくても食痕数が多かったり、これとは逆に径級が大きくても食痕数が少ないなど、遺伝的なクローン特性の関与をうかがわせるものが 1/3 程度存在した。しかし、全体的には幹の太さによって食痕数が指数級的に増加する傾向が認めれた¹³⁹⁾。その寄与率は 40% 近い。一般の林分でも、スギカミキリ被害は小径木より成長の良い大径木に多いことが知られている。その原因は幼虫の生存率の違いにあるのではなく、産卵数が多くなるためと推測される^{22, 27)}。したがって、一次検定における食痕数の多少は、検定木の太さの影響が込みになっている可能性が高い。単木的な観点でも同様の傾向が認められ、径級の大きい幹の下位から小径級の上位に移行するに従って、食痕数が減少した。1991 年の例では最高位の食痕が 2.5 m で、2 m を越える高さでの食痕は全体の 1% であった。よって、検定木とした 5~6 年生程度の材料では、樹高の 1/2 部位までを調査対象範囲とすれば食害傾向が把握できると考えられた。

このようにスギカミキリ成虫による産卵カ所の選択要因は、樹皮の発達程度によるのか、幼虫の生息が可能な形状を察知しての結果であるのかどうか不詳である。いずれにしても食痕数に前述のような径級効果が存在するので、共分散分析を行って (表-24 参照) クローン間差異を検討する必要がある。共分散分析の結果では、生データの分散分析に比べて誤差分散が減少した。しかし同時にクローン間の分散も減少し、相対的な分散比は生データの分散分析よりも小さくなって精度の向上に繋がらなかった。この原因は食痕数に関連する成長そのものがクローンの特性であるとも考えられる。よって、成長とリンクした食痕数も広義の解釈によるクローン特性と考えることができる。この場合、生データによる食痕数のクローン序列は、回帰で修正したクローン序列とほぼ一致したので、検定結果を大きく損なう恐れは少ないと判断した。ちなみに、一般的な傾向として樹皮が繊細で

ないし 1/4 程度であるが、成虫をめぐる諸々の野外条件の影響や捕捉しきれない部分があると考えられ、やむを得ないところであろう。その後の幼虫の動態には事業地によって、特徴が認められた。すなわち、関西及び四国事業地では外樹皮や内樹皮で停止する幼虫の割合が、山陰事業地に比べ年次平均で 20 ポイント以上低位であった。その分、蛹室形成の割合が山陰事業地の 11% に比べ、関西事業地で 28%、四国事業地では 43% の高水準であった。加藤も、ほとんどの検定クローンに蛹室形成が観察されたことを明らかにしている。同時に「蛹室形成の実数は検定年次によっ

表-24 幹の直径と食痕数の共分散分析 (山陰, 1991)

要 因	df	$\Sigma \chi^2$	Σxy	Σy^2	df	回 帰 か ら の 偏 差 SS	ms	F
全 体	153	16631.775	3551.687	3478.344				
ブロック	3	583.225	-65.663	173.419				
クローン [©]	39	8012.775	1913.187	1482.594				
誤差 (e)	111	8035.775	1704.163	1822.331	110	1460.926	13.281	
c + e	150	16048.550	3617.350	3304.925	149	2489.573		
修正平均検定					39	1028.647	26.376	1.98**

註) **印は1%レベルの危険率で有意, 欠測値はデータ補正

平滑なものには被害が少ないといわれているが, このような樹皮特性をもつ金沢署103号, 小松15号, 石動3号では特に食痕数が少なかった¹³⁹⁾。

なお, 四国事業地の食痕数が他の二事業地に比べて少なかった原因は, 気象条件など環境要因も考えられるが, 検定木の多くが移植に伴う刺激で外樹皮の剥がれをおこし, 周皮だけの状態であったことが成虫の産卵行動に悪影響を及ぼしたと推察された。

次に, 検定木に食入した幼虫の動態に関して検定地間に差異があることを述べたが, この原因としては検定木の健全性が考えられる。特に移植方式によった関西事業地と四国事業地では全般的に蛹室形成率が高い状態で推移した。精英樹の若齢クローンをを用いた接種実験で57%の例⁴⁹⁾や24%の例¹⁰⁸⁾がある。しかし, 通常の生立木に対する接種データとしては精々5%まで^{58, 81, 161)}である。自然界の中でスギカミキリの頭数の平衡状態を想定すれば, 羽化率の上限は4%¹⁴⁰⁾であろう。奥田⁸⁷⁾は「スギ立木に対し, 極度に強い枝打ちや樹冠部の切断など, 樹体生理を著しく損じる場合には内樹皮で死滅する幼虫が少なくなり, 結果的に木部を食害する確率が40~50%になる」ことを明らかにしている。また本稿の人工飼育で述べたように, 抵抗性クローンであっても伐採した場合には穿孔幼虫の大半が蛹室を形成する。

したがって, 一次検定における蛹室形成率の差異は, 内樹皮層での幼虫死亡率によって説明できるが, 抵抗性検定の観点からみてそれぞれの検定木は, 生理的な防御反応が十分機能し得る状態で管理されることが望ましい。つまり移植方式を採用する場合は, 掘り取りから移植まで事前事後の適切な処置が肝要¹⁴⁰⁾となる。

(3) 抵抗性の判定

一次検定における抵抗性の判定には, 前項で述べた検定誤差を小さくしてその精度を保証することが先決である。しかし, 供試虫の行動習性に配慮して検定木の径級を揃えたり, 成育上の健全性が保持されたとしても, 気象条件の年次間変動は任意にならない。そこで年次間に共通するクローンを配置して対応することとした。

一次検定の判定は当初, 樹体の生理的な防御反応の程度すなわち, 侵入したスギカミキリ幼虫の多くが傷害樹脂道の形成によって死亡していく中で, さらに穿孔行動を続けて辺材部食害や蛹室形成に至る割合(実質的な被害率)を指標とすることを考えた。しかし, 産卵数に相当数の開きがあるので, 被害率の低位なものが高位なものより加害頭数が多いとか, 極めて軽微な被害でも産卵数が少ないために大きな被害率になる等, 抵抗性の判定にあたり矛盾点が派生した。そこで林業上問題となる実質的な被害を視点とする一次検定の合格要件¹⁴⁰⁾は変え

ないものの、具体的な判定には被害実数すなわち辺材部食害痕数を用いることとした。つまり、一次検定の合格要件として次の二点を重視した。

- ① 産卵寄生が少なく、かつ辺材部食害以上の深度に達する被害率がないもの。
- ② 産卵がやや多くても内樹皮層での死亡率が高く、被害程度が軽微なもの。

それぞれの検定地における一次検定の結果については、既報^{38, 148, 149, 151, 152)}の通りであるが、検定クローン群の被害強度（辺材部食害痕数）には、いずれも統計上の有意差が認められた。そして被害強度の高い順序で並べ替えた場合には、いずれも指数型⁸⁹⁾の連続した変異分布が認められた。したがって、正規分布の確率に準じて、表-25に示す基準によりクローン群の被害を5段階に評価⁴⁾した。被害の激しい順から軽微な方へ7%を[1], 24%を[2], 38%を[3], 24%を[4], 7%を[5]に評価した。その評価点が“4”と“5”にランクされたクローンを一次検定の合格木としたので、抵抗性候補木の約30%が二次検定に委ねられることになった。関西事業地と山陰事業地ならびに四国事業地での検定結果はそれぞれの検定年次毎にまとめ、各ラメート平均値で図示した（図-20~22参照）。

表-25 一次検定の抵抗性評価基準

評価点	辺材部食害痕数	$z = (\chi - m) / \sigma$	比率 (%)
5	$\chi < m - 3/2\sigma$	$z < -1.5$	6.68
4	$m - 3/2\sigma \leq \chi < m - \sigma/2$	$-1.5 \leq z < -0.5$	24.17
3	$m - \sigma/2 \leq \chi < m + \sigma/2$	$-0.5 \leq z < 0.5$	38.30
2	$m + \sigma/2 \leq \chi < m + 3/2\sigma$	$0.5 \leq z < 1.5$	24.17
1	$m + 3/2\sigma \leq \chi$	$1.5 \leq z$	6.68

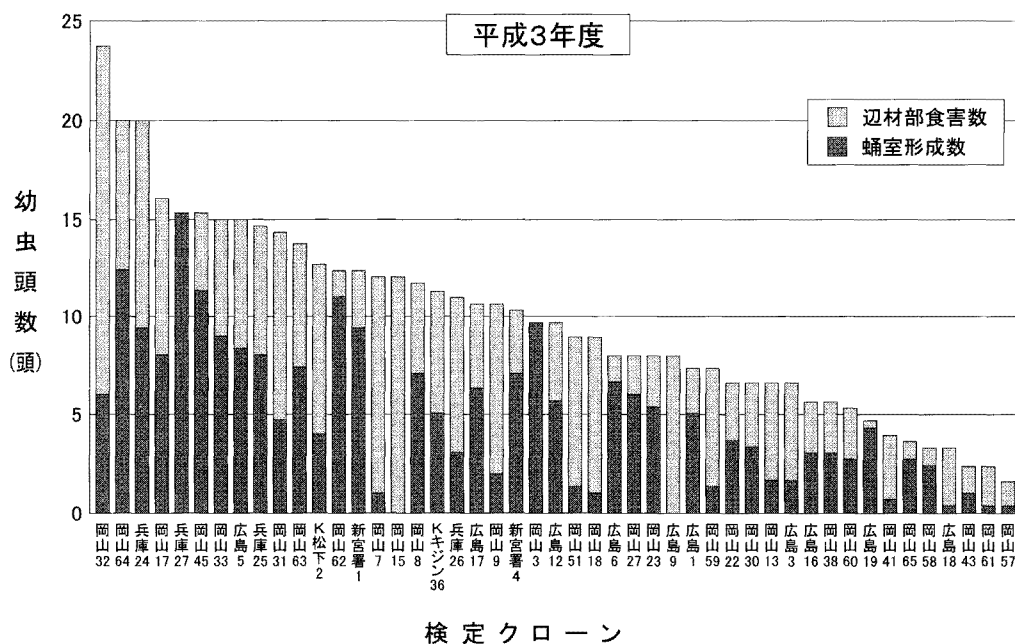
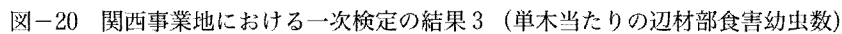
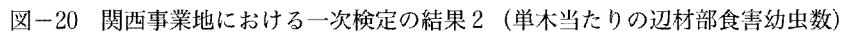
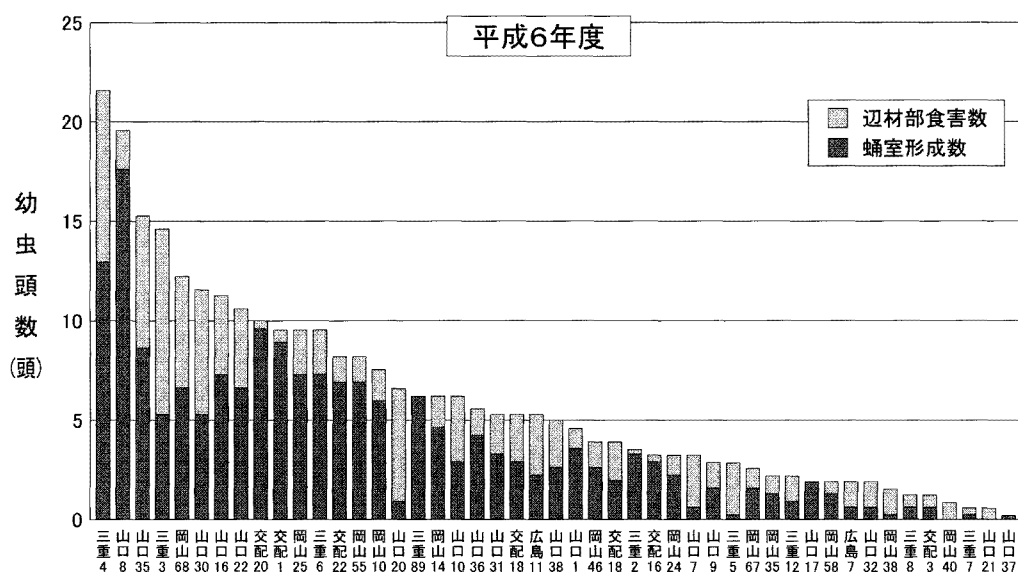


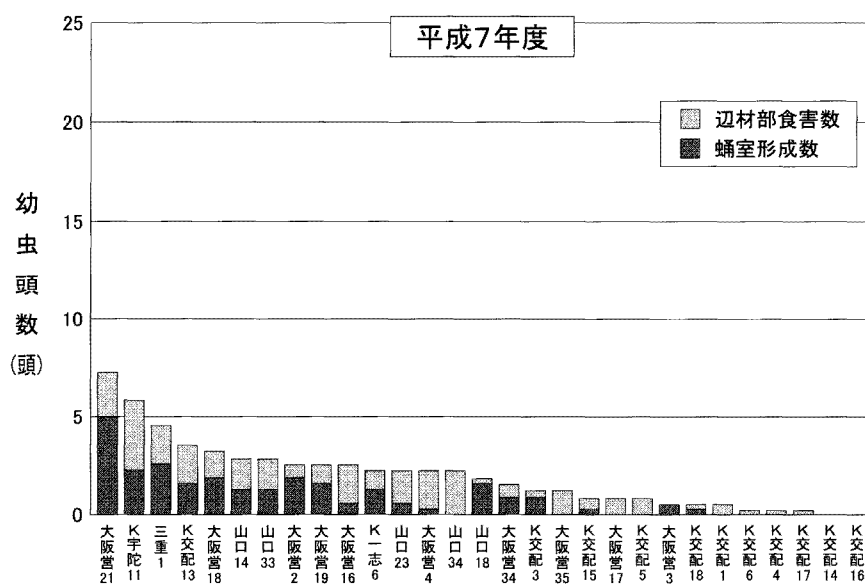
図-20 関西事業地における一次検定の結果1（単木当たりの辺材部食害幼虫数）





検定クローン

図-20 関西事業地における一次検定の結果4 (単木当たりの辺材部食害幼虫数)



検 定 ク ロ ー ン

図-20 関西事業地における一次検定の結果5 (単木当たりの辺材部食害幼虫数)

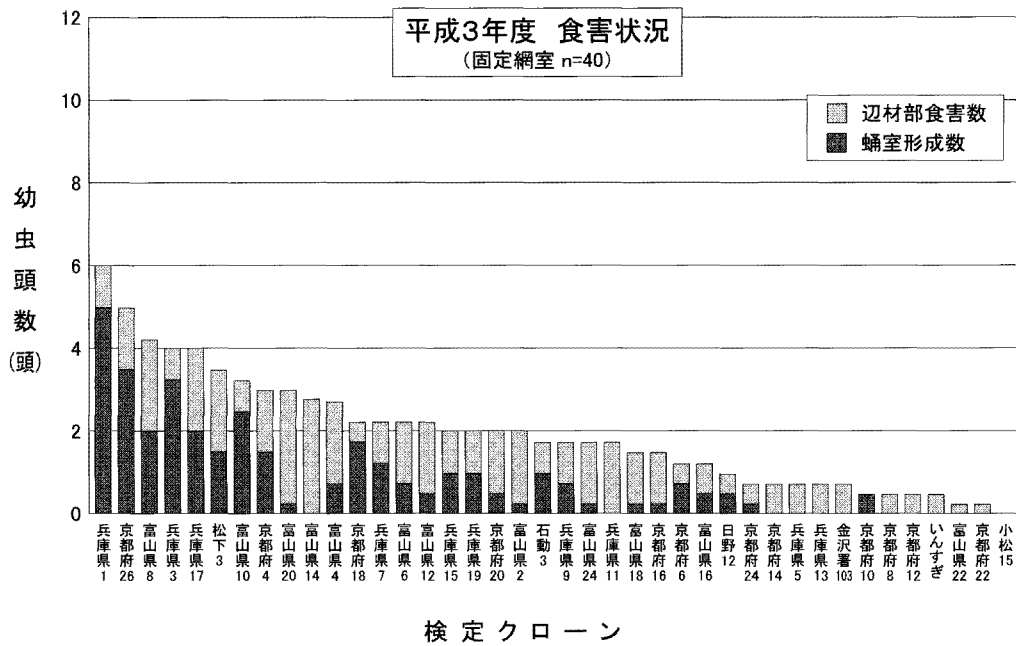


図-21 山陰事業地における一次検定の結果1 (単木当たりの辺材部食害幼虫数)

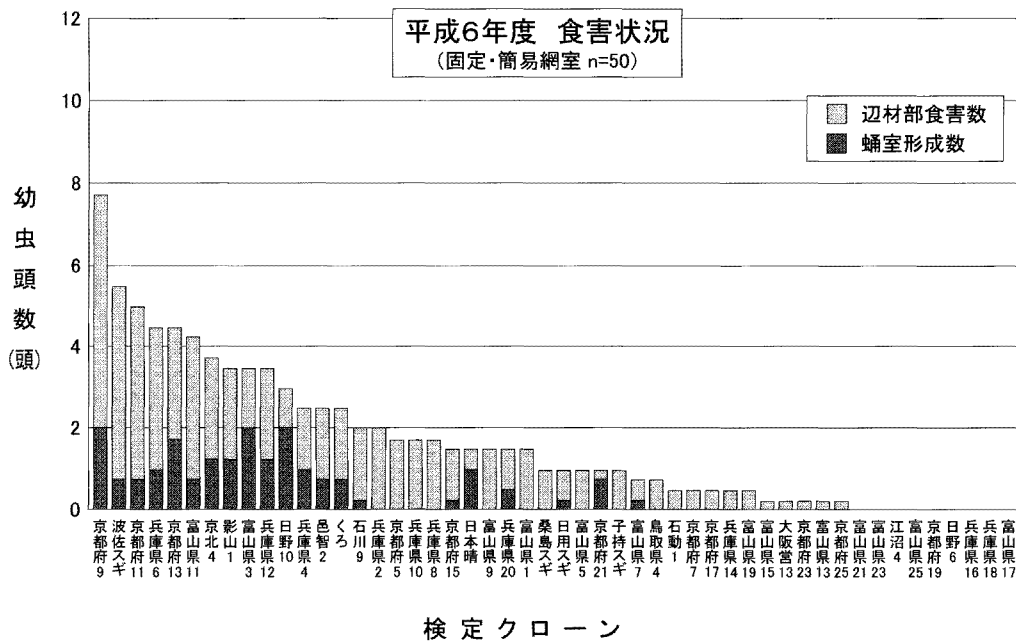


図-21 山陰事業地における一次検定の結果2 (単木当たりの辺材部食害幼虫数)

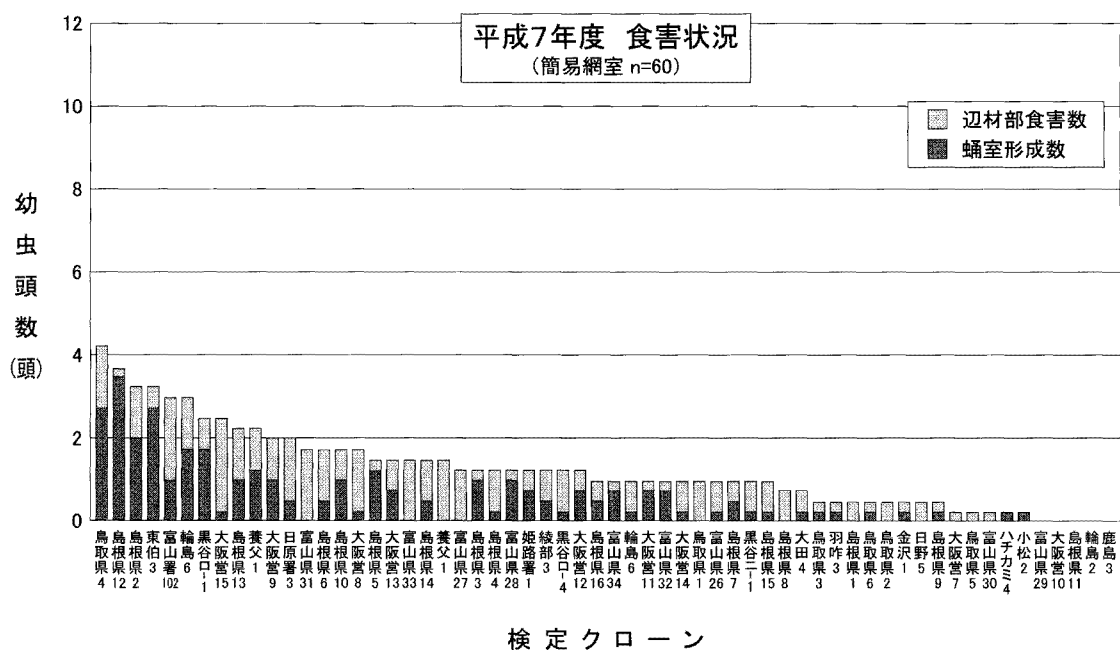


図-21 山陰事業地における一次検定の結果3 (単木当たりの辺材部食害幼虫数)

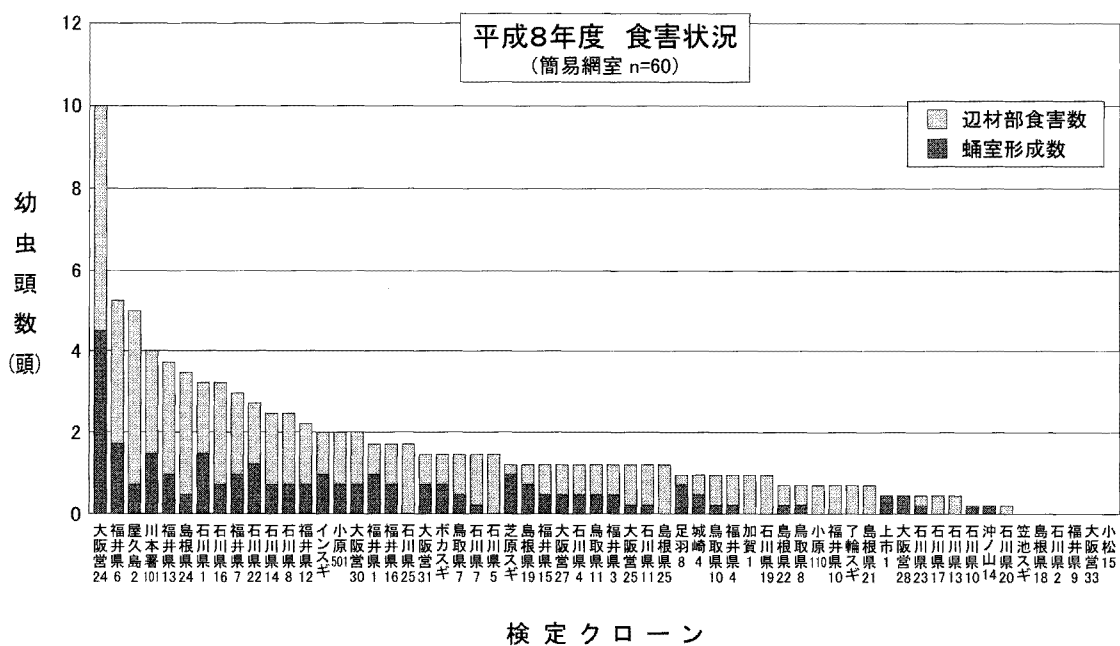


図-21 山陰事業地における一次検定の結果4 (単木当たりの辺材部食害幼虫数)

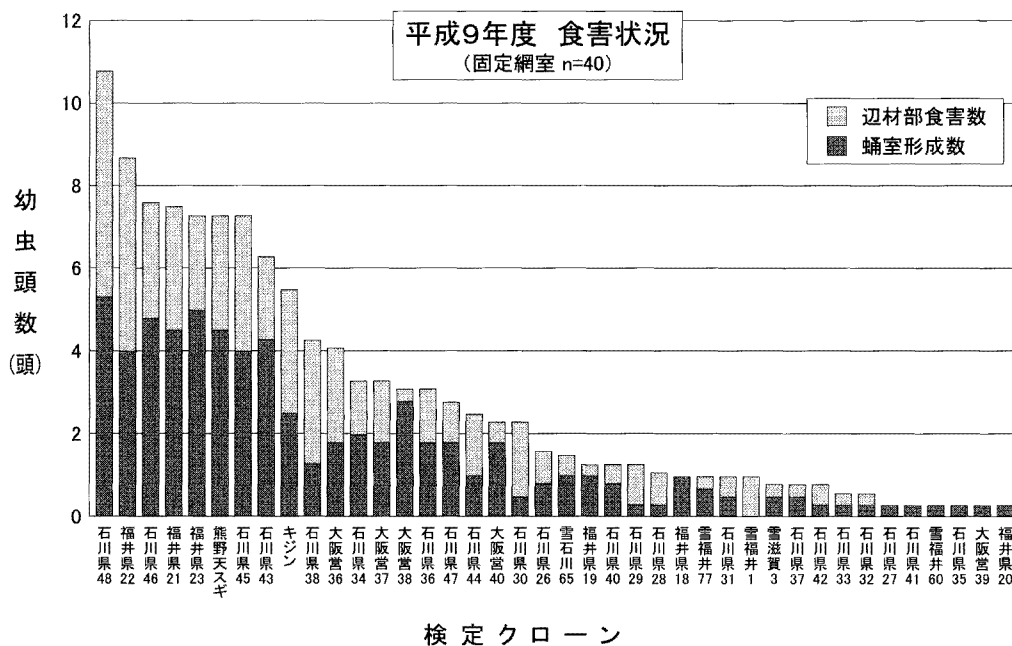


図-21 山陰事業地における一次検定の結果5 (単木当たりの辺材部食害幼虫数)

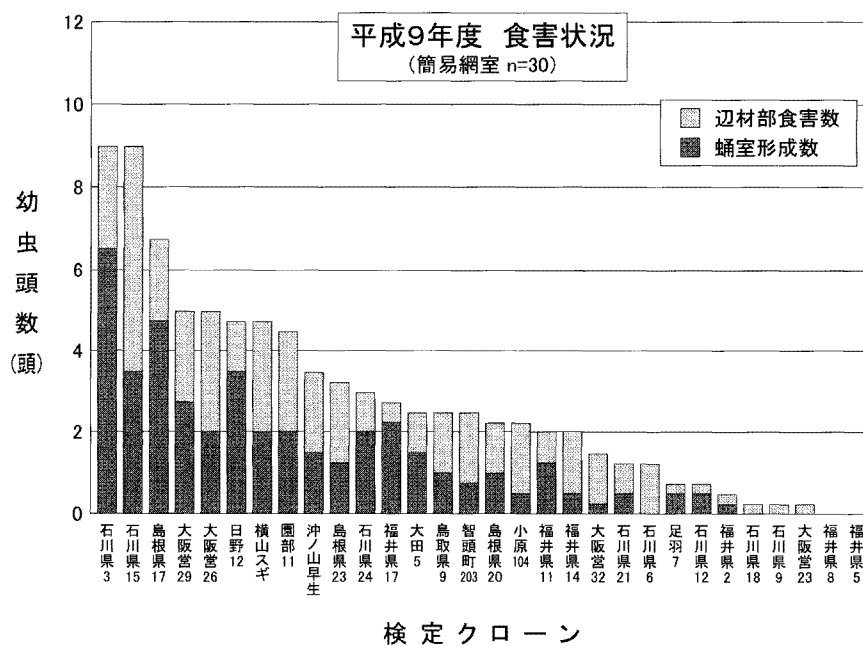


図-21 山陰事業地における一次検定の結果6 (単木当たりの辺材部食害幼虫数)

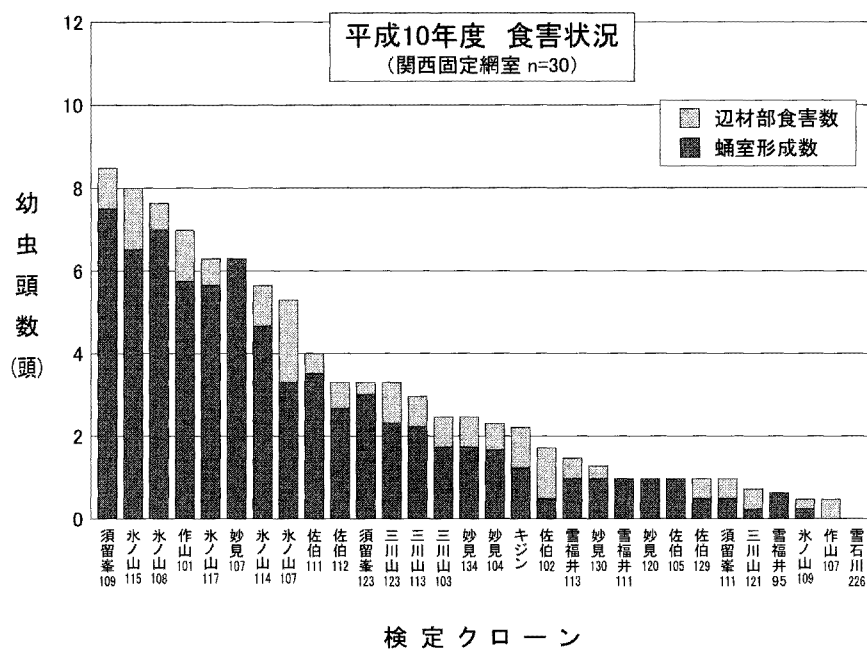


図-21 山陰事業地における一次検定の結果7 (単木当たりの辺材部食害幼虫数)

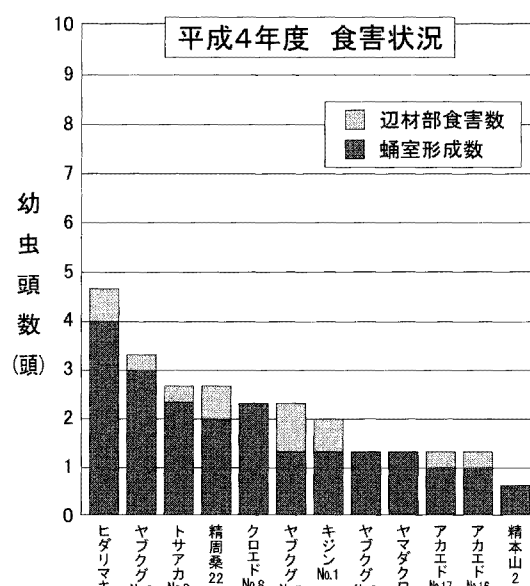
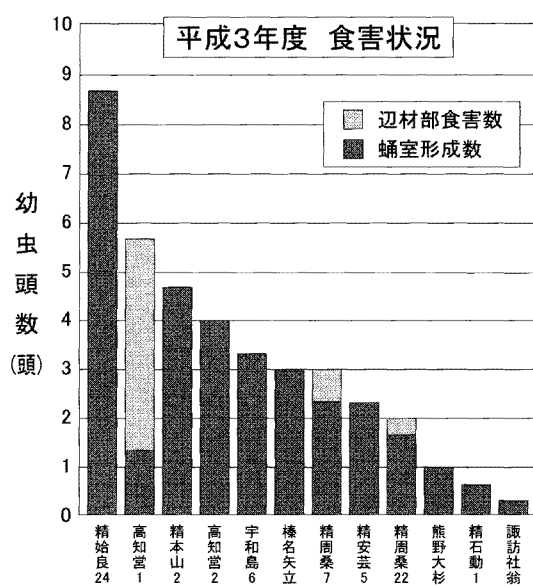
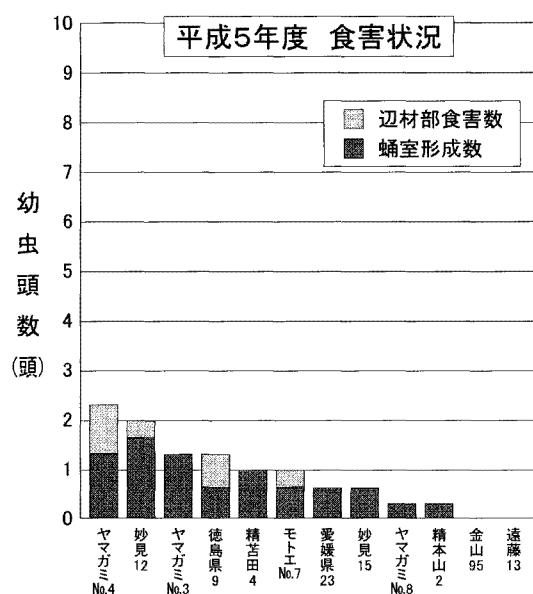
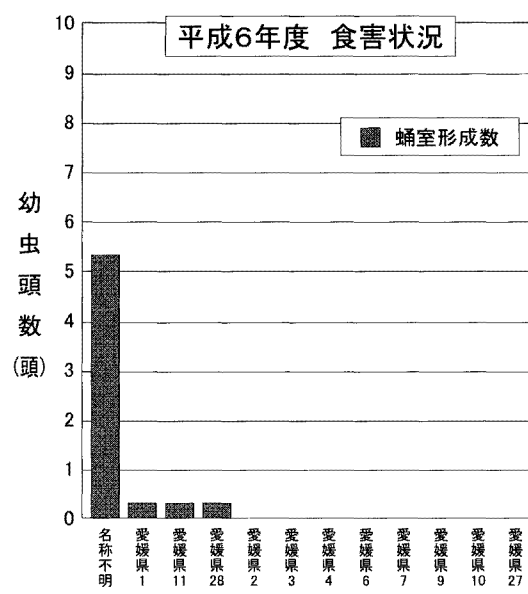


図-22 四国事業地における一次検定の結果1・2 (単木当たりの辺材部食害幼虫数)

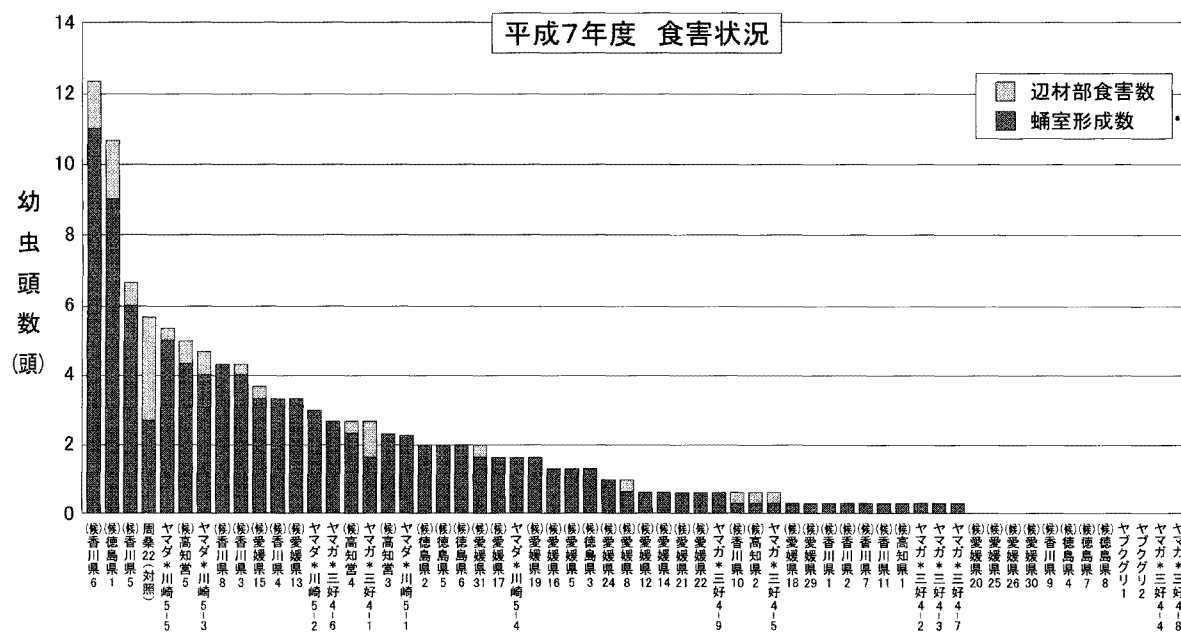


検定クローン



検定クローン

図-22 四国事業地における一次検定の結果3・4(単木当たりの辺材部食害幼虫数)



検定クローン

図-22 四国事業地における一次検定の結果5(単木当たりの辺材部食害幼虫数)

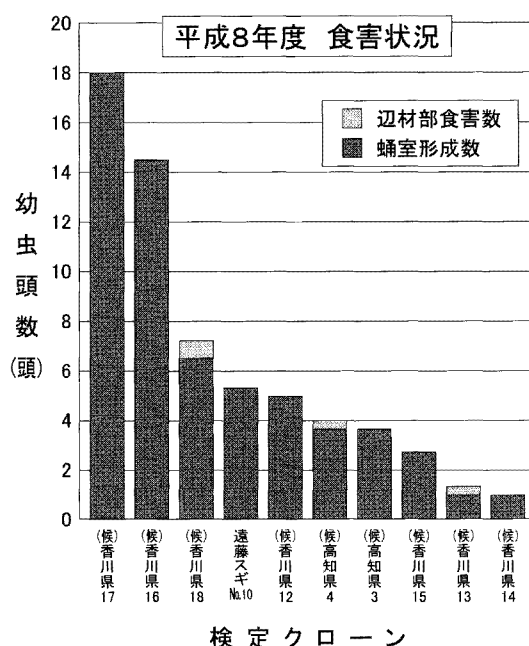


図-22 四国事業地における一次検定の結果6 (単木当たりの辺材部食害幼虫数)

3・3・3 二次検定の成果

(1) 検定作業の概要

二次検定は一次検定に合格したクローンについて、別途に集植地で養成したつぎ木クローンを材料とした。これら検定対象木の幹径がビール瓶程度の太さ (75mm) になる樹齢6～7年生の時点で、3～4本のラメートを用いて実施した。具体的な接種方法は「接種方法の決定」の項で述べた二連穴の接種板にふ化幼虫を1頭ずつ封入した上、単木当たり5枚 (10頭) を平滑な幹面を選んで貼り付けた。間隔は軸対向に2列、3枚と2枚の接種板をそれぞれ50cm間隔で交互に貼り付けた。その位置は概ね地上高50～150cmの範囲とした。

関西事業地では、成虫を用いた予備的な接種実験や、外部からの成虫の飛び込みによってその大半クローンにスギカミキリ被害が確認されたことから、改めて接種検定を要しないと判断される状況にあった。したがって、一次検定において強い抵抗性が確認された5クローンだけについて接種検定が実施された⁴⁰⁾。数量的に多い山陰事業地と四国事業地の検定結果を含めて、その概要を表-26に示す。事業地毎の全体的な傾向は、山陰事業地では被害確率の高いクローンが少なく、無被害のものが多かった。しかし、実施年次でみる無被害クローン割合は振れ幅が大きかった。この原因は気象条件の影響が大きいと考えられる。すなわち、接種時期である4月下旬から5月上旬にかけて不順な天候が続いた年には接種板からの幼虫の離脱が悪く、穿孔状態も貧弱なものが多いことを観察した。したがって、外樹皮が常時水分を含んでいる状況下での接種は、極端な場合には穿孔幼虫が皆無になる等、不十分な検定結果になることを如実に示した。

一方、四国事業地では山陰事業地に比べて蛹室形成率が高くなるなど、その被害強度がやや高めになる傾向も認められたが、全体的なラメートでの被害確率はほぼ均衡した。

表-26 関西基本区の二次検定結果

検定地	年度	検定 クローン	ラメートの被害確率と比率			
			3本/3本中	2本/3本中	1本/3本中	0本/3本中
関西	1997	5cl	2(40%)	0(0%)	0(0%)	3(60%)
山 陰 (事)	1995	69	15(22)	24(35)	16(23)	14(20)
	1996	89	3(3)	2(2)	25(28)	59(67)
	1997	31	1(3)	0(0)	6(19)	24(78)
	1998	70	0(0)	3(4)	12(17)	55(79)
	1999	71	9(12)	12(17)	26(37)	24(34)
	計	330	28(9)	41(12)	85(26)	176(53)
四 国 (事)	1994	11	4(36)	1(9)	3(28)	3(28)
	1995	12	5(42)	2(17)	4(33)	1(8)
	1996	12	2(17)	1(8)	5(42)	4(33)
	1997	18	8(44)	6(33)	1(6)	3(17)
	1998	10	1(10)	6(60)	0(0)	3(30)
	1999	13	2(15)	3(23)	3(23)	5(39)
	計	76	22(29)	19(25)	16(21)	19(25)

(2) 抵抗性の判定

二次検定の被害状況は図-23で例示したように、一次検定と同様の指数分布が認められた。単木当たり10頭接種した幼虫の内、穿孔行動に移った割合は1/2以下の場合が多かった。食害傾向は一次検定と比べて辺材部で死亡する幼虫が少なく、内樹皮層を突破した大半のものは羽化することが観察された。供試したラメートの全てに、辺材部の食害や蛹室の形成が無いクローンを当初の抵抗性合格要件¹⁴⁸⁾とした。合格要件を満たしたクローン

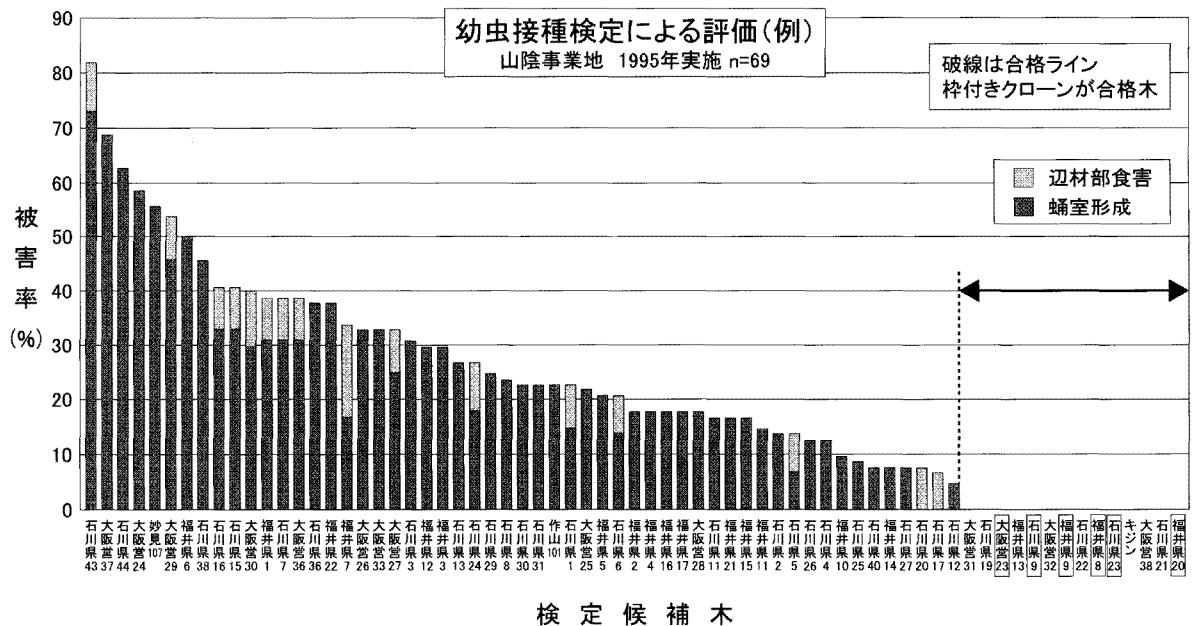


図-23 山陰事業地における二次検定の判定例

頻度は山陰事業地で1/2, 四国事業地1/4に達したが, 前述のように実施年による変動が大きかった。特に山陰事業地の場合には無被害クローンが80%近くなることもあった。このような年には幼虫の食入率が20%以下になることが多かった。したがって, 気象状況を含めて検定の実施条件が不十分であると考えられた。すなわち, 供試幼虫が十分な活力を持ち得ない状態での検定結果では信頼性に欠けるので, 食入率が30%未満の場合には判定を留保し, 再検定を実施した。

最終的に, 以下の3要件をすべて満たした候補木を二次検定の合格木とした。

- ① 樹皮に食入した幼虫の割合がラメート平均30%以上であること。
- ② 全ての検定木において, 食害痕が内樹皮層で停止していること。
- ③ 極一部に初期の辺材部食害痕が認められるものの, 下層部の再生組織を残した状態で幼虫が死亡しており, 実害が無いもの。

3・3・4 一次検定と二次検定の整合性

この事業の確実性を期すために, 事業中途において一次検定と二次検定の整合性を検証してみた。用地の利活用上の都合から, 二次検定の実施が一次検定に先行することを余儀なくされた場合があったので, これを利用して検討したものである。一次検定と二次検定の結果を対照したのは, 石川県と福井県及び大阪営林局が選抜したものを主体とした。これらは日本海岸東・西部育種区の激害地で選抜した候補木の38.5%を占めている。したがって, 産卵及び幼虫の成育頻度が判定のポイントになる一次検定と, 強制接種した幼虫の最終的な加害状況を見る二次検定の関係において, 両者の整合性を検討することに問題はないと判断した。図-24に示すとおり両検定において実質被害に至る幼虫の割合(被害率)には一定の傾向が認められた。すなわち, 実験条件の不平等によって生じると考えられる被害率のバラツキ誤差を含めても, 両者の関係には回帰係数にして0.65の正相関が存在した。また, それぞれ正規分布の確率によって, 被害強度を5段階に判定した評点で比較した場合でも, 図-25に示すとおり対角線上にほぼ最頻値が乗り, 実験上の誤差と考えられる一部異常値を除けば相関係数にして $r=0.74$ 程度の一回帰が想定された。

この結果から, 一次検定と二次検定の整合性が高いことを確認した¹⁴³⁾。関西育種場で実施された瀬戸内海育種区⁴⁰⁾の材料においても, この傾向は肯定された。

よって, これらの傾向をふまえれば, 二次にわたる検定に合格したクローンは, スギカミキリ被害に対する実用的な抵抗性クローンとなると判断できる。

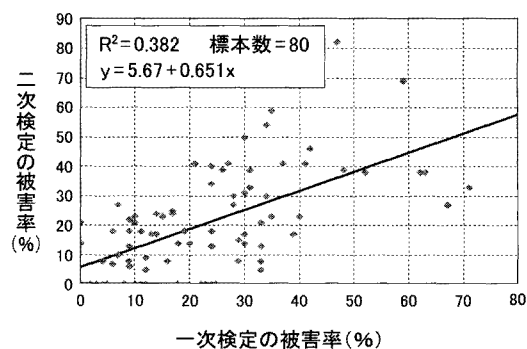


図-24 一次検定と二次検定における被害率の関係

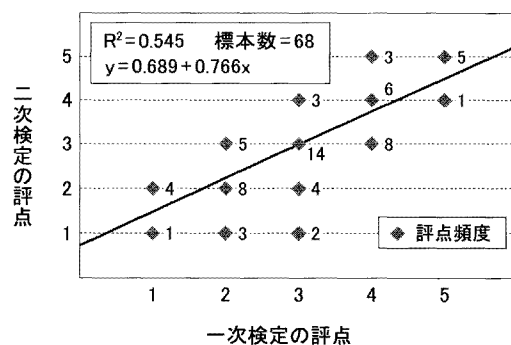


図-25 一次検定と二次検定の評点の関係

表-27 関西基本区のスギカミキリ抵抗性合格木

育種区	選抜機関	クローン名
瀬戸内海	山口県 既存系統	山口県26号 佐伯105号
日本海岸 東部	富山県 石川県 福井県 既存系統 //	富山県25号 石川県 9, 18, 23, 41, 42号 福井県 8, 9, 20号 かさいけ, 金沢1号, 鹿島3号 *福井1号, *滋賀3号, 石動1号
日本海岸 西部	京都府 兵庫県 鳥取県 島根県 国有林	京都府 7, 8, 17, 19, 25号 兵庫県13, 16号 鳥取県 6, 8号 島根県21号 大阪営10, 23, 39号
四国北部	香川県 愛媛県	香川県13, 14, 15号 愛媛県 2, 9, 20, 25, 27号

註) 既存系統は精英樹, 耐雪性 (*印) 及び在来種

3・3・5 抵抗性クローンの確定

以上述べてきた経過に基づいて, 地域虫害抵抗性育種事業を実施した結果, 1998年の秋時点で18クローンの抵抗性合格木を確定して公表した^{150, 152)}。さらに判定を保留したクローンについての再検定を後年に行い, 先に公表した18クローンを含め, 表-27に示す38クローンをスギカミキリ抵抗性合格木として改めて公表した⁸⁰⁾。

3・3・6 今後の課題

当基本区ではこの事業に一定の成果を得たことから, 事業がらみの側方支援研究は役割を終えたが, 今後に展開が期待される抵抗性採種園の造成を視野に入れ, 抵抗性形質の遺伝性に明確な結論を出す必要がある。また, 事業化以前に手がけた免害性個体については簡易検定の段階で一旦消去されているが, 現実の林分で好成績を得ている場合もあり, 再評価が望まれる。これまで研究は抗生性に依拠した抵抗性個体の選抜に力点が置かれてきたが, さらに免害性や補償性¹⁶⁹⁾のメカニズムを含めて, より高いレベルの抵抗性品種を創出する研究に期待したい。

4 摘 要

1. 1960年代に急速に拡大したスギ造林地の中で, 里山のスギ林を中心にスギカミキリ被害が問題化し, 被害軽減策を検討するための研究が開始された。
2. スギカミキリの被害実態調査から, スギ品種間に被害差異が認められ, 抵抗性育種の可能性が示唆された。
3. 品種間の被害差異には, 樹皮の粗密や傷害樹脂道からの樹脂の分泌など遺伝的な形質が関与していると考えられた。
4. 全国的な被害の顕在化に対処するため, 1985年度から地域虫害抵抗性育種事業 (スギカミキリ) が以下の手順で実施された。

5. まず激害地において無被害木を選出し、人為的な傷害を施す簡易検定を行って、傷害樹脂道の形成状態が良好なものを抵抗性候補木とした。
6. さらに育種場でストックしている精英樹、育種母材料および在来品種についても簡易検定を行い、抵抗性候補木に追加した。
7. 関西育種基本区では657個体の抵抗性候補木が選抜され、つぎ木によってクローン増殖されたラメートの育成を待って、一次検定と二次検定がそれぞれの事業地において実施された。
8. 一次検定では大型網室に候補木ラメートを植栽し、それと同数のスギカミキリ成虫を放ち、産卵数や幼虫の食害状況を調査した。
9. 一次検定の判定は正規分布の頻度区分を準用して、各クローンの被害状況を5段階に区分し、検定クローンの31%にあたる評点4と5を合格木とした。
10. 二次検定では一次検定合格木ラメートに対し、接種板を用いてふ化幼虫を接種して食害状況を調査した。
11. 二次検定の判定は幼虫の食入率をふまえた上で、辺材部食害の無いクローンを選び抵抗性合格木とした。
12. 関西育種基本区では抵抗性候補木の約6%にあたる38クローンを、本事業におけるスギカミキリ抵抗性合格木として確定した。
13. 本種事業の効果的かつ円滑なる推進のために、具体的な技術手法や評価方法を並行して研究した。

謝 辞

本稿のとりまとめに当たり、機会を与え終始督励いただいた林木育種センター育種部長田島正啓博士ならびに関西育種場・西原賢吾場長にまずもって感謝を申し上げます。

云うまでもなくこの事業は、精英樹選抜育種事業に準ずる体制で遂行された広域的なプロジェクト研究であり、事業化に至る段階から円滑なる推進を図る過程まで、幾多の研究成果が凝集されている。その意味で事業・研究を指揮指導された各級機関の責任者の各位、それを支えたスタッフの皆さん方に対し厚く敬意を表したいと存じます。特にこの報告が長期間にわたる事業成果であるが故に、数多くの分野や担当者の心血が注がれて成就したものであることを付記します。当時の関西林木育種場では、スギカミキリ抵抗性育種の事業化に向けて強力なリーダーシップをもって陣頭指揮に当たられた藤澤秀夫元場長、ならびに事業運営の具体化に当たり常に適切な指示を下された荒木武夫元場長が印象深い。その研究サイドにあつて事業化研究に貢献された岡田滋育種課長(元. 鳥取大学助教授)、佐々木研育種研究室長(現. 林木育種協会主任研究員)、河村嘉一郎主任研究官(現. JICA長期専門家・中国派遣)、山田勇研究員(現. 京都大学教授)、および小林慎一原種係長(関西育種場OB)には有益なご教唆を戴いた。それ以降も半田孝俊育種課長(現. 北海道育種場育種課長)には暖かい助言を仰ぎ、加藤一隆研究員(農学博士・現. 林育セ. 材質・抵抗性育種研究室長)の業績を引用したものである。四国事業地では大黒正主任研究官(森林総研OB)、半田研究室長(前掲)、河村後継室長(前掲)の業績を引き継いできた。本報告の論証の主体をなす山陰事業地では、啜芳孝氏(現. 厚生労働省)、細川努氏(現. 苗畑経営)、植月充孝主任研究官(JICA長期専門家OB)、丹藤修研究員(現. 林育セ探索収集課長)らの足跡を継承した。また、山陰事業地での研究を進めるに当たり、村岡善昭経営課長(故人)、綱田良夫育種研究室長(現. 林木育種協会主任研究員)と小林玲爾主任研究官(関西育種場OB)には格別のご指導とご協力を戴いた。事業実行面に関しては、藤

澤英規業務課長（近畿通産局OB）と和田孝行氏（現、岡山森林管理署）ほか職員の各位に一方ならぬご配慮を受けた。四国事業地での調査実行に当たっては、距離的に離れていることもあり、坂本正吉事業場長（現、林木育種センター会計課長）をはじめとして、岩崎準係長（現、林野弘済会）、門脇幸司現係長、林田修氏（現、林木育種センター）ならびに古本良氏（現、林木育種センター）には格別のご理解とご協力を戴いた。こうした事業の伸展にそった研究を進めるに当たって、森林総合研究所関西支所の細田隆治主任研究官（森総研OB）、伊藤賢介主任研究官（現、森総研九州支所）、上田明良主任研究官にはたびたび示唆に富む貴重な文献の提供を受けた。

そして事業終盤の重要な局面では、抵抗性評価ととりまとめ方法の企画立案に当たり、片寄藤育種課長（現、林木育種センター理事）、山口和穂育種第二研究室長（現、JICA長期専門家・インドネシア派遣）に懇切なご指導と支援を戴いた。本稿提出時では板鼻直榮育種課長からいただいた多大な助言に感謝いたします。

府県関係者にあつては、抵抗性個体の選抜および抵抗性の検定・評価に関して、関西地区林試協の育種部会ならびに保護部会のメンバー面々に貴重な助言を賜った。特に福井県総合グリーンセンターの原 雅継主任研究員（総合G/C. OB）、兵庫県森林林業技術センターの吉野 豊次長ならびに谷口真吾主任研究員には、真剣にして鋭いご指摘をいただき深謝します。さらに県庁傘下の地方事務所の関係各位には、被害林分の情報収集、抵抗性個体の選抜、林地所有者との折衝など事業の実行部隊としてご尽力いただいた。

以上、本事業の立上げ以前からその実施によって一定の成果を得た今日まで、長年月を要したスギカミキリ研究の中で、文献を教示いただいた諸先生方ならびに研究者各位はもとより、引用文献や謝辞において割愛させていただいた関係者を含め、本事業の成功に向けてご尽瘁下さった全ての方々に改めて心から感謝申し上げます。

Studies on Selection of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) Resistant to the Sugi Bark Borer (*Semanotus japonicus* Lacordaire) in the Kansai Breeding Region

Chuji Ueki⁽¹⁾

Summary : Sugi plantations in mountain village regions of the Chugoku district has been infested with the Sugi bark borer. The damage from the borer causes serious decline of timber value, greatly decreasing forest incomings at cutting. Sugi plantations spread on a nation wide scale and reached the IVage class around 1970's, when the damage emerged in various places. This damage has been an urgent problem to Japanese forestry. A series of studies shows that there are some genetic variations in the susceptibility to the borer. Traumatic resin canals function as the resistance mechanism. Based upon these results, a project for breeding resistant Sugi trees was started by Forest Agency Japan in 1985. In the first 5 years, 657 candidate trees were selected in the Kansai Breeding Region. These candidate trees were propagated as grafting-clones examination and tested their resistance Finally. The primary test by using for Imagoes since 1991' and The secondary test by using for Larvae was been practice from since 1995' have been done in 3 nurseries. At the same time, the enterprise has been extended to settlet a concrete means and way of an examination, a minute valuationing of the result in a field of research. 38 clones were selected as borer-resistant trees.

(1) Kansai Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center
1043, Uestukinaka, Shoo, Kastuta, Okayama 709-4335 Japan
林木育種センター関西育種場
〒709-4335 岡山県勝田郡勝央町植月中1043

引用文献

- 1) 中国・兵庫地区森林保護部会：スギのハチカミについて，昭和35～39年度共同研究報告書，鳥取県林試，1965
- 2) 中国・兵庫地区森林保護部会：スギのハチカミについて（Ⅱ），昭和40年度共同研究報告書，鳥根県林試，1966
- 3) 海老根翔六・金川 侃：採種園におけるスギカミキリの被害，林木の育種特別号 12～15，1981
- 4) 藤沢緯作：現代の統計解析 36～37，
- 5) 福田英比古：スギのハチカミ抵抗性品種の育成に関する研究（Ⅰ） 抵抗性個体の選抜について，79回日林講 188～190，1968
- 6) 福田英比古：スギのハチカミ抵抗性品種の育成に関する研究（Ⅰ） 激害林分での抵抗性の判定法について，鳥取県林試研報12 1～7，1969
- 7) 福島 勉・周藤靖雄ほか：スギ樹皮形態とスギカミキリ被害との関係，33回日林関西支講 266～268，1982
- 8) 古越隆信：精英樹クローンのスギカミキリ及びスキノハダニに対する抵抗性，林木の育種107 22～26，1978
- 9) 古越隆信：精英樹クローンのスギカミキリ抵抗性 — 関東林木育種基本区の調査から —，林木の育種131 18～21，1984
- 10) 萩原幸弘・小河誠司：九州におけるスギのはちかみ発生事例とその分布特性，森林防疫19(5) 118～121，1970
- 11) 細田隆治：人工飼料によるスギカミキリの发育経過 — 雌雄の生長量比較 —，37回日林関西支講 187～189，1986
- 12) 細川 努・植月充孝ほか：スギカミキリの卵・幼虫・成虫の接種試験（Ⅰ），30回日林関西支講 164～166，1979
- 13) 細川 努・植月充孝ほか：スギカミキリの人工接種検定（Ⅱ） — 卵・幼虫・成虫の接種 —，31回日林関西支講 272～275，1980
- 14) 細川 努・池上游亀夫ほか：スギ精英樹クローンのスギカミキリ被害 — 10年生採種園における実態調査 —，31回日林関西支講 276～279，1980
- 15) 細川 努・池上游亀夫ほか：スギカミキリ抵抗性候補木の選抜と収集，関西林育山陰年報1 p. 61，1980
- 16) 池田作次郎：杉のノゾムシ，動物学雑誌36 481～482，1889
- 17) 池上游亀夫・植月充孝ほか：ハチカミ抵抗性個体の選抜（Ⅳ），関西林育山陰業記18 p. 77，1979
- 18) 井上悦甫：スギのハチカミについて 樹皮形態および品種間の被害差について，岡山県林試報告4 151～156，1964
- 19) 井上二郎・福島 勉ほか：スギ品種別にみたスギカミキリの被害，33回日林関西支講 269～271，1982
- 20) 井上牧雄：スギカミキリのスギ及びヒノキ材片による飼育個体の生長量比較，34回日林関西支講 221～223，1983
- 21) 井上牧雄：接種法の違いによるスギカミキリ幼虫の生存率の比較，40回日林関西支講 28～31，1989
- 22) 井上牧雄：スギカミキリ成虫の空間分布に関与するスギの直径成長と樹幹表面の被害形態，日林関西支論3 173～176，1994
- 23) 井上重紀：スギカミキリ接種試験 [L27 (3¹³) 直交表]，福井県林試部報告25 22～25，1987
- 24) 伊藤賢介・小林一三：スギカミキリ成虫個体群の林内移動・分散 — 調査第2年目の結果 —，95回日林論 487～490，1984

- 25) 伊藤賢介・小林一三：ヒノキ生立木・断幹木，スギ生立木における生存率の比較，99回日林論 491～492，1988
- 26) 伊藤賢介・松本邦宏ほか：スギカミキリ雌成虫の体サイズが次世代及ぼす影響，日林関西支論 261～264，1992
- 27) 伊藤賢介：直径の異なるスギ生立木におけるスギカミキリ幼虫の生存率の比較，日林関西支論 2 185～188，1993
- 28) 伊藤賢介：スギカミキリの食害に対するスギ内樹皮の樹脂道形成部位，日林関西支論 3 169～172，1994
- 29) 糸屋吉彦：スギカミキリ被害の家系間差，林木の育種特別号 40～44，1982
- 30) 金指達郎・横山敏孝ほか：スギ内樹皮における樹脂道の分布と人為的傷害処理による樹脂道の形成，日林誌 69(1) 16～23，1987
- 31) 金指達郎・横山敏孝ほか：スギ内樹皮における人為的な傷害樹脂道の形成と形成年輪，日林誌70(12) 505～509，1988
- 32) 関西地区林試協保護部会ハチカミ共同研究班：スギカミキリによるスギのハチカミに関する研究 1～58，1971
- 33) 加藤一隆・田島正啓ほか：網室内のスギカミキリ放虫試験から得られた 2・3 の知見，林木の育種特別号 1～3，1991
- 34) 加藤一隆・山田浩雄：スギカミキリの産卵順位と生存率との関係，林育セ関西年報28 99～103，1992
- 35) 加藤一隆：スギカミキリ抵抗性候補木一次検定の結果，林育セ関西年報28 131～134，1992
- 36) 加藤一隆：スギカミキリ抵抗性候補木一次検定の結果(Ⅱ)，林育セ関西年報29 117～119，1994
- 37) 加藤一隆：スギカミキリ抵抗性候補木一次検定の結果(Ⅲ)，林育セ関西年報31 117～119，1996
- 38) 加藤一隆：林木育種センター関西育種場本場におけるスギカミキリ抵抗性候補木一次検定 5 年間のまとめ，林木の育種特別号 26～28，1997
- 39) 加藤一隆：スギカミキリ抵抗性候補木一次検定の結果(Ⅳ)，林育セ関西年報29 41～44，1998
- 40) 加藤一隆：林木育種センター関西育種場におけるスギカミキリ抵抗性候補木二次検定の結果，109回日林講要旨集 p.319，1998
- 41) 河村嘉一郎・佐々木 研ほか：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する寄生者の生態的分析(Ⅰ)，接種幼虫の食入率と穿入率のスギ在来品種間差，33回日林関西支講 77～80，1982
- 42) 河村嘉一郎・佐々木 研ほか：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する寄生者の生態的分析(Ⅱ)，スギ在来品種における接種幼虫の個体変動と樹脂分泌状況の差異，33回日林関西支講 81～84，1982
- 43) 河村嘉一郎・佐々木 研ほか：スギカミキリ抵抗性育種に関する組織・成分の分析(Ⅰ)，人為的傷害に対するスギ在来品種の傷害樹脂道形成能力の差異，33回日林関西支講 85～88，1982
- 44) 河村嘉一郎・佐々木 研ほか：スギカミキリに対する抵抗性の簡易検定方法，34回日林関西支講 184～188，1983
- 45) 河村嘉一郎・南光浩毅ほか：スギカミキリに対するスギの抵抗性検定方法(Ⅰ) 傷害樹脂道の形成パターンによる判別法，日林誌66(11) 439～445，1984
- 46) 河村嘉一郎・佐々木 研ほか：スギカミキリ増殖技術の開発 (Ⅰ) 人工飼料による増殖試験，関西育年報 18・19合併号 80～85，1984
- 47) 河村嘉一郎・佐々木 研ほか：スギカミキリ人工接種技術の確立 イ．スギカミキリ幼虫の貯蔵方法について

て、関西育年報18・19合併号 88～90, 1984

- 48) 河村嘉一郎・佐々木 研ほか：スギカミキリ虫害抵抗性育種，人為的傷害処理法による間接検定法，関西育年報20 80～82, 1985
- 49) 河村嘉一郎・佐々木 研ほか：スギカミキリ成虫を網室に放虫した場合の幼齡木への加害状況，38回日林関西支講 105～106, 1987
- 50) 河村嘉一郎・佐々木 研ほか：スギカミキリ虫害抵抗性の遺伝に関する2, 3の情報，38回日林関西支講 107～109, 1987
- 51) 河村嘉一郎・佐々木 研ほか：バンド巻きによるスギカミキリ成虫の供試木への定着性，林木の育種「特別号」 35～36, 1989
- 52) 岸 洋一・神永翔六ほか：スギカミキリ被害のクローン間差異，林木の育種77 10～11, 1973
- 53) 小林富士雄：スギ・ヒノキの穿孔性害虫，その生態と防除序説 p.166, 創文, 1982
- 54) 小林一三・細田隆治：スギカミキリ幼虫の齡期と頭幅（人工飼料による飼育の場合），28回日林関西支講 255～258, 1977
- 55) 小林一三：スギカミキリによるスギ枯死木からの成虫脱出孔数とその垂直分布，29回日林関西支講 154～156, 1978
- 56) 小林一三：スギのヤニ分泌とスギカミキリの寄生，33回日林関西支講 272～275, 1982
- 57) 小林一三：スギカミキリとヒメスギカミキリ成虫の休眠と材からの脱出の温度条件，95回日林論 491～492, 1984
- 58) 小林一三・柴田叡弼：わかりやすい林業研究解説シリーズ77，林業科学技術振興所，東京，1985
- 59) 小林玲爾・植木忠二ほか：山陰地域における効率的な交雑技術の体系化に関する研究，林育研報 Bull. For. Tree. Bree. Inst. No. 8, 129～145, 1990
- 60) 小林慎一・岡田 滋ほか：スギカミキリの卵・幼虫の接種検定，30回日林関西支講 44～46, 1979
- 61) 小林慎一：スギカミキリによるクローン集植所の被害調査，30回日林関西支講 47～49, 1979
- 62) 小林慎一：スギカミキリ卵の貯蔵と接種方法について，31回日林関西支講 261～262, 1980
- 63) 小島圭三・林 匡夫：原色日本昆虫生態図鑑Ⅰ カミキリ編 69～71, 保育社，大阪，1969
- 64) 国立天文台：理科年表 第69冊, 199～209, 丸善，東京，1995
- 65) 高知営林局造林課：スギカミキリ被害の現状と林業経営 2～3, 1983
- 66) 前田千秋：スギのハチカミ抵抗性育種の可能性，林木の育種107, 9～12, 1978
- 67) 皆川正実：スギカミキリ及びヒメスギカミキリの幼虫の形態並びに生態について，応動雑10-2 53～68, 1938
- 68) 村岡善昭・綱田良夫ほか：スギのハチカミ抵抗性品種の選抜と育成(第1報)，関西林育山陰業記8 103～110, 1969
- 69) 村岡善昭・綱田良夫ほか：スギのハチカミ抵抗性品種の選抜と育成(第2報)，関西林育山陰業記9 81～90, 1970
- 70) 武藤 惇：スギカミキリ抵抗性育種 —研究の動向と今後の課題—，林木の育種特別号 24～32, 1984
- 71) 南光浩毅・河村嘉一郎ほか：スギ二次師部の軸方向樹脂道の構造，木材学会誌30(1) 1～8, 1984

- 72) 囃 芳孝・植木忠二ほか：ハチカミ抵抗性個体の選抜，関西林育山陰業記15 46～48，1976
- 73) 囃 芳孝：スギクローン集植所におけるハチカミの実態調査について，関西林育山陰業記15 49～62，1976
- 74) 囃 芳孝・植木忠二ほか：スギハチカミ抵抗性個体の選抜(Ⅱ)，関西林育山陰業記16 p.53，1977
- 75) 囃 芳孝・植木忠二ほか：ハチカミ抵抗性個体の選抜(Ⅲ)，関西林育山陰業記17 p.68，1978
- 76) 囃 芳孝：スギ採種園（日本海岸西部育種区）におけるハチカミの実態調査，関西林育山陰業記17 69～73，1978
- 77) 囃 芳孝：スギクローン集植所及び採種園（日本海岸西部育種区）のハチカミ被害調査 — 精英樹のハチカミ抵抗性と抵抗性個体の選抜について —，関西林育山陰業記17 74～76，1978
- 78) 西口親雄：スギ採種・採穂園におけるスギカミキリに関連して，林木の育種97 10～12，1976
- 79) 西村 勲：スギのハチカミについて(第3報)，鳥取県林試研報7 25～28，1964
- 80) 西村慶二・佐々木峰子：林木育種プロジェクト(5) — 地域虫害抵抗性育種事業 —，林木の育種199 32～34，2001
- 81) 野淵 輝：スギ・ヒノキ穿孔性害虫の生態と加害(Ⅰ)，スギカミキリ，森林防疫37 No.10 2～8，1988
- 82) 岡田 滋：スギカミキリ虫害抵抗性育種，林木の育種114 10～14，1980
- 83) 岡田 滋・小林慎一：スギ在来品種のスギカミキリ抵抗性について，林木の育種119 30～34，1981
- 84) 岡田 剛・藤下章男：スギのハチカミに関する研究[1] スギカミキリの形態と生態について，広島県林試研報3 77～84，1968
- 85) 岡田 剛・藤下章男：スギのハチカミに関する研究[4] スギカミキリの食害様式と林木に及ぼす影響について，広島県林試研報3 104～109，1968
- 86) 奥田清貴：スギ生立木へのスギカミキリ幼虫の接種による食害と死亡状況，93回日林論 381～382，1982
- 87) 奥田清貴：スギカミキリ幼虫の加害とスギの状態，森林防疫VOL.32 No.1，8～11，1983
- 88) 奥田素男：スギカミキリの卵の発育と温度の関係，29回日林関西支講 157～159，1978
- 89) 奥野忠一代表：応用統計ハンドブック 27～28，養賢堂，東京，1982
- 90) 大森一男：スギ林の幹材の奇病「ハチカミ」の被害について，鳥取県林試研報3 73～84，1958
- 91) 林野庁：スギカミキリ抵抗性育種に関する調査報告書，1985
- 92) 林野庁：地域虫害抵抗性育種事業，60林野造第75号，1985
- 93) 林野庁：平成14年度森林及び林業の動向に関する年次報告 p.284，2003
- 94) 柴田叡弉：スギ林内におけるスギカミキリ成虫個体群の季節的変動，32回日林関西支講 213～215，1981
- 95) 柴田叡弉・金子信博ほか：スギ林でのスギカミキリ成虫の動き，36回日林関西支講 221～224，1985
- 96) 柴田叡弉：スギ樹体内でのスギカミキリの空間分布，37回日林関西支講 190～193，1986
- 97) 丹藤 修・植月充孝：スギカミキリの人工飼料について — 調製法の一考察 —，31回日林関西支講 266～267，1980
- 98) 丹藤 修・植月充孝ほか：スギカミキリ簡易人工接種法の検討(予報)，31回日林関西支講 268～271，1980
- 99) 丹藤 修・植月充孝：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する研究(3) — スギカミキリの体長と産卵・ふ化について，32回日林関西支講 136～139，1981
- 100) 丹藤 修・植月充孝ほか：スギカミキリの簡易人工接種法の検討(1)，33回日林関西支講 93～96，1982

- 101) 丹藤 修・植月充孝ほか：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する研究(VIII) —環境条件による被害差—, 34回日林関西支講 198~200, 1983
- 102) 丹藤 修・植月充孝ほか：スギカミキリ簡易人工接種法の検討(2), 34回日林関西支講 209~212, 1983
- 103) 田島正啓・佐々木 研ほか：スギカミキリ抵抗性育種に関する被害実態の分析(I) 外部被害と内部被害との関係および食入樹齢について, 33回日林関西支講 73~76, 1982
- 104) 田島正啓：樹幹の高さ別樹脂道形成能, 林木の育種特別号 1~4, 1986
- 105) Masahiro TAJIMA : Inheritance of the Ability to form Traumatic Resin-Canals in the Inner Bark of Sugi, *Cryptomeria japonica* J. Jpn. For. Soc. 70 : 206~212, 1988
- 106) 千葉 修：樹病学(第4章 病態生理と抵抗性) 44~54, 地球出版, 東京, 1971
- 107) 綱田良夫：ハチカミ抵抗性育種, 林木の育種107 13~17, 1978
- 108) 綱田良夫・植月充孝ほか：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する研究(VII) —若齢木への接種—, 34回日林関西支講 195~197, 1983
- 109) 綱田良夫・植木忠二ほか：スギカミキリ食害によるヒノキ林分の枯損被害(I) —林分の被害分布—, 34回日林関西支講 201~204, 1983
- 110) 綱田良夫・植木忠二ほか：スギカミキリの人工飼育 —スギ丸太による飼育—, 35回日林関西支講 108~109, 1984
- 111) 綱田良夫・植木忠二ほか：スギ丸太によるスギカミキリの人工飼育, 36回日林関西支講 77~79, 1985
- 112) 綱田良夫・植木忠二ほか：スギ丸太によるスギカミキリの人工飼育(II), 37回日林関西支講 70~72, 1986
- 113) 植木忠二・綱田良夫ほか：スギカミキリ食害によるヒノキ林分の枯損被害(II) —食害痕の特徴と加害部位—, 34回日林関西支講 205~208, 1983
- 114) 植木忠二・丹藤 修ほか：人工飼料によるスギカミキリの飼育 —水分条件を異にする場合(予報)—, 35回日林関西支講 110~112, 1984
- 115) 植木忠二・丹藤 修ほか：人工飼料によるスギカミキリ飼育虫の死亡時期, 35回日林関西支講 113~114, 1984
- 116) 植木忠二・小林玲爾ほか：スギ精英樹クローンのスギカミキリ人工接種検定, 36回日林関西支講 80~83, 1985
- 117) 植木忠二・綱田良夫ほか：スギカミキリ増殖技術の解明試験 —人工飼料による飼育—, 関西林育山陰年報6 64~68, 1985
- 118) 植木忠二・綱田良夫ほか：スギカミキリ抵抗性育種に関する諸調査 1. 昭和59年度成虫発生消長調査, 関西林育山陰年報6 69, 1985
- 119) 植木忠二・綱田良夫ほか：スギカミキリ抵抗性育種に関する諸調査 2. 捕虫バンドの選好調査, 関西林育山陰年報6 69~71, 1985
- 120) 植木忠二・綱田良夫ほか：スギカミキリ抵抗性育種に関する諸調査 3. 成虫等の行動特性調査, 関西林育山陰年報6 71~73, 1985
- 121) 植木忠二・綱田良夫：人工飼料によるスギカミキリの飼育(II) —飼料の組成が異なる場合の羽化率の違い—, 37回日林関西支講, 66~69, 1986
- 122) 植木忠二：スギカミキリ抵抗性育種に関する研究 —簡易検定による既存系統の樹脂道形成能—, 関西林育山陰年報7 54~59, 1987

- 123) 植木忠二・綱田良夫ほか：スギカミキリ抵抗性育種に関する研究 ―樹皮の形状と非穿孔性についての 1 考察―, 38 回日林関西支講, 111～113, 1987
- 124) 植木忠二・綱田良夫ほか：スギカミキリ抵抗性育種に関する研究 ―屋外網室における成虫の動態 (I)―, 38 回日林関西支講 115～118, 1987
- 125) 植木忠二・綱田良夫ほか：人工飼料によるスギカミキリの飼育 (III) ―水分環境を異にする調製飼料が幼虫の成育に及ぼす影響―, 38 回日林関西支講 119～122, 1987
- 126) 植木忠二・綱田良夫：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する研究 ―屋外網室における成虫の動態 (II)―, 39 回日林関西支講 199～202, 1988
- 127) 植木忠二・綱田良夫ほか：スギカミキリ抵抗性育種に関する調査 ―簡易検定によるスギ精英樹クローンの樹脂道形成能 (2)―, 関西林育山陰年報 8 52～58, 1988
- 128) 植木忠二・綱田良夫：スギカミキリ抵抗性検定法の確立 ―放虫テストによる非選好性の検討―, 関西林育山陰年報 8 62～63, 1988
- 129) 植木忠二・綱田良夫ほか：スギ生立木の人為的傷害処理による樹脂道の生成 (予報), 40 回日林関西支講 334～337, 1989
- 130) 植木忠二・植月充孝ほか：人工飼料によるスギカミキリの飼育 (IV) ―組成を異にする場合の羽化状況の違い―, 関西林育山陰年報 9 75～77, 1989
- 131) 植木忠二・綱田良夫ほか：簡易検定によるスギ精英樹等クローンの樹脂道形成能 (3) 関西林育山陰年報 9 63～69, 1989
- 132) 植木忠二・植月充孝ほか：検定用網室における供試材料とスギカミキリの寄生状況, 101 回日林論 551～552, 1990
- 133) 植木忠二・綱田良夫ほか：スギカミキリ卵期間における温度条件の影響, 41 回日林関西支講 58～61, 1990
- 134) 植木忠二・綱田良夫ほか：スギカミキリの抵抗性簡易検定法による傷害樹脂道の形成傾向, 林木の育種 特別号 21～23, 1990
- 135) 植木忠二・綱田良夫ほか：簡易検定によるスギ精英樹等クローン等の樹脂道形成能 (4) 関西林育山陰年報 10 60～66, 1990
- 136) 植木忠二・綱田良夫ほか：簡易検定によるスギ精英樹等クローン等の樹脂道形成能 (5) 関西林育山陰年報 11 64～72, 1991
- 137) 植木忠二・綱田良夫・小林玲爾：スギカミキリ成虫の放虫によるスギ抵抗性クローンへの産卵寄生, 林育セ 関西年報 28 88～98, 1992
- 138) 植木忠二：スギカミキリ抵抗性育種の現状と課題, 平成 4 年度大阪局業研集録 221～228, 1993
- 139) 植木忠二：網室放虫検定におけるスギカミキリ抵抗性候補木に対するスギカミキリの寄生状況, 日林関西支論 2 107～110, 1993
- 140) 植木忠二・加藤一隆ほか：関西育種基本区におけるスギカミキリ抵抗性検定の進捗状況と問題点, 林木の育種特別号 18～20, 1994
- 141) 植木忠二・河村嘉一郎ほか：スギカミキリ抵抗性の接種検定技術に関する研究 (I) ―産地の異なる接種源による加害性の差異―, 日林関西支論 4 81～84, 1995

- 142) 植木忠二・小林玲爾ほか：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する研究(IV) — 8年生交雑実生木17家系での傷害樹脂道の形成傾向 —, 日林関西支論 5 47~48, 1996
- 143) 植木忠二・山口和穂ほか：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する研究(IV) — 抵抗性評価における一次検定と二次検定の整合性 —, 49回日本林学会関西支部大会発表要旨集, 1996
- 144) 植木忠二・河村嘉一郎ほか：日本海岸東部・西部育種区で選出されたスギカミキリ抵抗性候補木の一次検定, 林育セ関西年報31 107~116, 1996
- 145) 植木忠二・山口和穂ほか：日本海岸東部・西部育種区で選出されたスギカミキリ抵抗性候補木の一次検定(II) — 1995年度の検定結果 —, 林育セ関西年報32 45~48, 1998
- 146) 植木忠二・小林玲爾ほか：日本海岸東部・西部育種区で選出されたスギカミキリ抵抗性候補木の一次検定(III) — 1996・1997年度の検定結果 —, 林育セ関西年報33 91~97, 1998
- 147) 植木忠二・加藤一隆ほか：日本海岸東部・西部育種区で選出されたスギカミキリ抵抗性候補木の一次検定(IV) — 1998年度の検定結果 —, 林育セ関西年報34 74~77, 1999
- 148) 植木忠二：スギカミキリ抵抗性育種事業について — 関西育種基本区における抵抗性優良クローンの決定 —, 平成10年度近畿中国森林管理局業研集録 151~156, 1999
- 149) 植木忠二・門脇幸司：スギカミキリに強いスギ新品種の開発について, 平成10年度四国地域業研集 86~90, 四国森林管理局, 1999
- 150) 植木忠二：スギカミキリに強いスギをつくる — 抵抗性品種18クローンを決定 —, 緑化と苗木 p.104, 1999
- 151) 植木忠二・加藤一隆ほか：関西育種基本区におけるスギカミキリ抵抗性候補木の検定状況, 林木の育種特別号 34~37, 2000
- 152) 植木忠二・加藤一隆：精英樹など育成品種の特性(9) 関西育種基本区におけるスギカミキリ抵抗性品種, 林木の育種195, 29~32, 2000
- 153) 植木忠二・加藤一隆：日本海岸東部・西部育種区で選出されたスギカミキリ抵抗性候補木の一次検定(V) — 1999年度の検定結果 —, 林育セ関西年報35 45~49, 2000
- 154) 植月充孝・細川努ほか：スギカミキリの人工飼育(I) — 餌木による飼育 —, 31回日林関西支講 263~265, 1980
- 155) 植月充孝・植木忠二ほか：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する研究(1) — 接種用成虫の脱出時期調整について —, 32回日林関西支講 130~132, 1981
- 156) 植月充孝・丹藤 修ほか：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する研究(2) — 接種用幼虫の保存・輸送のための短期飼育 —, 32回日林関西支講 133~135, 1981
- 157) 植月充孝・綱田良夫：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する研究(IV) — 接種位置とその被害差 —, 93回日林論 197~198, 1982
- 158) 植月充孝・丹藤 修：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する研究(V) — 接種源の態様と加害性 —, 93回日林論 199~200, 1982
- 159) 植月充孝・植木忠二：スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する研究(VI) — 接種木クローン間の被害差 —, 93回日林論 201~202, 1982

- 160) 植月充孝・丹藤 修ほか：スギ精英樹クローン集植所におけるスギカミキリ被害のクローン間差異，関西林育山陰年報3, 73～78, 1983
- 161) 植月充孝・丹藤 修ほか：スギクロンのスギカミキリ抵抗性に関する人工接種検定方法，林育研報1 93～107, 1983
- 162) 上山泰代・吉野 豊ほか：スギ在来品種現地適応試験(Ⅱ) ハチカミ被害について，28回日林関西支講 71～74, 1977
- 163) 梅谷献二ほか：植物防疫講座 分布型，植物防疫22 No. 12 21～27, 1968
- 164) 山田榮一：スギカミキリの生態・被害・防除及び今後の対策，15回林業技術シンポジウム研究発表集 19～28, 1982
- 165) 山田榮一：スギカミキリ幼虫の人工飼育 ー スギ丸太を用いてー，28回日林関西支講 259～262, 1977
- 166) 山田榮一：スギカミキリ幼虫の人工飼育(Ⅱ) ー スギ丸太での累代飼育ー，90回日林論 381～382, 1979
- 167) 山田榮一・山根明臣：スギカミキリ幼虫の人工飼育(Ⅲ) ー 人工飼料を用いてー，90回日林論 383～384, 1979
- 168) 山田 勇・岡田 滋ほか：ハチカミ被害林分における感受性の個体間差異について(予報)，林木の育種特別号 15～19, 1981
- 169) 山口和穂・植木忠二：プラスター(絆創膏)処理による回復樹皮の観察 ー スギ樹皮の方形はく皮部分の回復組織についてー，46回日本木材学会研究発表要旨集，1996
- 170) 山中勝次：シンポジウム「傷害に対する植物の反応」講演要旨 p. 4, 1978
- 171) 八杉龍一・小関治男ほか：生物学事典第4版 p. 1, 414, 岩波書店，東京，1998
- 172) 吉野 豊・上山泰代：スギ採種園におけるスギカミキリ被害クローン間差異，30回日林関西支講 167～169, 1979
- 173) 吉野 豊：スギカミキリ抵抗性育種に関する研究(Ⅰ) ー スギ伐採丸太による早期検定法の検討ー，31回日林関西支講 218～220, 1980
- 174) 吉野 豊：ハチカミ被害のスギ品種間差異，森林防疫30(11) 188～191, 1981
- 175) 吉野 豊：スギカミキリ抵抗性育種に関する研究(Ⅱ) スギ在来品種のハチカミ被害と生丸太への幼虫接種，33回日林関西支講 89～92, 1982
- 176) 吉野 豊：スギカミキリ抵抗性育種に関する研究(Ⅳ) ー スギ品種の傷害にともなう樹脂分泌のちがいとスギカミキリ被害ー，34回日林関西支講 192～194, 1983
- 177) 吉野 豊：スギカミキリ抵抗性育種に関する研究(Ⅴ) ー スギ在来品種生立木にスギカミキリ成虫・幼虫を寄生させた場合の食害状況と傷害樹脂道の形成ー，37回日林関西支講 62～65, 1986
- 178) 吉野 豊：スギカミキリ抵抗性育種に関する研究(Ⅵ) スギ生立木にスギカミキリ成虫を寄生させた場合の品種および樹齢による被害の違い，38回日林関西支講 101～104, 1987

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

近畿・瀬戸内海育種区 (近畿中国森林管理局)

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 61	大阪営 1号	岡山県加茂川町、加茂山	46 に	26	16	19	S	5/3.8	13.88	210	急	SE	山脚	BD(d)	80
//	// 2	岡山県作東町、白水山	124 め	41	17	18	S	4/1.8	23.88	350	中	SE	山脚	BD(d)	93
//	// 3	岡山県新見市法曾、込山	113 と	32	18	21	C	5/4.4	4.81	570	中	NW	山脚	BD(d)	61
//	// 4	岡山県新見市法曾、込山	113 と	32	16	23	C	5/4.8	8.63	570	中	NW	山脚	BD(d)	61
//	// 5	岡山県高梁市高倉、水尾	117 ろ	32	20	23	S	5/3.3	6.11	250	急	WNW	山腹	BD	71
//	// 6	岡山県新見市菅生、用郷山	54 は	38	18	29	C	5/4.8	8.13	670	緩	SE	山脚	BD	54
S. 62	大阪営 16号	兵庫県一宮町、ロクロシ山	45 か	35	16	26	穴栗スギS	5/4.5	40.75	350	中	W	山脚	BD	40
//	// 17	広島県西城町、七ヶ所山	10 に	35	17	26	不明S	5/3.9	14.63	670	中	NE	山腹	BD	79.5
//	// 18	広島県美土里町、鉄井山	74 ろ1	48	23	27	不明C	4/2.7	40.13	420	中	SE	山脚	BD(d)	99.1
//	// 19	広島県美土里町、鉄井山	74 ろ1	48	25	36	不明C	5/3.3	28.25	420	中	SE	山脚	BD(d)	99.1
//	// 20	広島県君田村、茗荷谷山	1042 い	32	20	34	不明S	5/3.4	130.88	430	中	SE	山腹	BD	93.6
//	// 21	広島県君田村、茗荷谷山	1042 い	32	19	34	不明S	4/3.5	80.00	430	中	SE	山腹	BD	93.6
//	// 22	広島県君田村、茗荷谷山	1042 い	32	20	31	不明S	5/3.3	25.00	430	中	SE	山腹	BD	93.6
S. 63	大阪営 34号	和歌山市岩出、紀泉高原	73 に	33	17	26	不明	4/4.2	5.31	250	急	W	山脚	BD(d)	53
//	// 35	兵庫県洲本市鮎屋	1002 は	18	14	16	S	4/3.9	9.56	220	緩	NE	山脚	BD(d)	73

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

近畿育種区 (三重県)

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 63	三重県 1号	度会郡二見町松下		25	17	25.3	吉野スギS	5/2.2	14.00	10	15	S	山脚	BD	89.3
//	// 2	一志郡白山町川口	3-1	25	15	26	吉野スギS	4/3.6	22.50	250	40	W	山腹	BD	94
//	// 3	一志郡白山町二本木		25	16	26	ガリンC	5/3.6	36.50	50	0	—	山脚		87
//	// 4	一志郡白山町山田野	2 ア	22	13	17	吉野スギS	5/4.0	25.00	420	20	SE	山脚	BD	80
//	// 5	一志郡白山町山田野	2 ア	22	15	16	吉野スギS	5/4.0	25.25	420	20	SE	山脚	BD	80
//	// 6	一志郡一志町室の口		15	19	25.5	吉野スギS	5/4.0	15.00	220	0	E	山脚	BD	90
//	// 7	一志郡一志町室の口		15	20	31.5	吉野スギS	5/3.5	11.63	220	0	E	山脚	BD	90
//	// 8	一志郡一志町室の口		15	21	29	吉野スギS	5/3.9	7.75	220	0	E	山脚	BD	90
H. 元	// 9	松阪市岡山町丹生寺		17	11.3	14	C	4/1.8	10.50	80	0	—	平坦地	BD	100
//	// 10	名張市布生町	13 ウ	47	19	26.6	S	5/3.2	1.25	500	10	SE	山脚	BD	84

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

近畿育種区 (京都府)

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 60	京都府 1号	綴喜郡宇治田原町	32 は	19	13	14	不明S	5/3.5	26.50	210	7	NW	山脚	BD	81.3
//	// 2	相楽郡笠置町	23 ヘ	28	12	12	不明S	5/2.6	25.69	250	10	SE	山腹	BD	85.7

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

瀬戸内海育種区（兵庫県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壤 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 60	兵庫県 21号	宍粟郡山崎町	157 イ	44	20	24	不明S	5/3.2	17.25	120	25	NE	山脚	BD	96
//	// 22	宍粟郡山崎町	157 イ	44	20	24	不明S	5/3.2	74.75	110	25	NE	山脚	BD	96
//	// 23	宍粟郡山崎町	157 イ	44	21.5	22	不明S	5/3.2	156.93	120	25	NE	山脚	BD	96
//	// 24	宍粟郡山崎町	157 イ	44	21	25	不明S	5/3.0	46.00	120	25	NE	山脚	BD	96
//	// 25	佐用郡南光町	63 ウ	36	24.5	32	船越スギS	5/2.9	140.00	300	35	E	山腹	BD	95
//	// 26	佐用郡南光町	63 ウ	36	25	30	船越スギS	5/2.8	79.25	300	35	E	山腹	BD	95
//	// 27	佐用郡南光町	63 ウ	36	27	34	船越スギS	5/2.8	122.38	300	35	E	山腹	BD	95

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

瀬戸内海育種区（岡山県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壤 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 60	岡山県 1号	御津郡御津町紙工	32 ろ	26	17	20.9	遠藤スギC	4/3.1	102.15	80	35	N	山脚	BD	100
//	// 2	御津郡御津町紙工	29 い	22	19	26.0	地スギS	4/3.1	74.58	200	20	NW	山腹	BD	98.8
//	// 3	御津郡御津町紙工	29 い	22	19	29.3	地スギS	4/2.5	58.40	200	20	NW	山腹	BD	98.8
//	// 4	御津郡御津町紙工	29 い	22	20	29.5	地スギS	4/2.5	57.65	200	20	NW	山腹	BD	98.8
//	// 5	新見市千屋	159 い	26	12	18.3	遠藤スギC	4/3.8	46.28	650	23	W	山脚	BD	100
//	// 6	新見市千屋	159 い	26	12	17.5	遠藤スギC	4/3.8	75.83	650	23	W	山脚	BD	100
//	// 7	新見市千屋	159 い	26	12	17.0	遠藤スギC	4/3.9	40.48	650	23	W	山脚	BD	100
//	// 8	新見市千屋	159 ろ	24	15	27.0	遠藤スギC	4/3.8	81.58	650	15	SW	山脚	BD	100
//	// 9	新見市千屋	159 ろ	24	16	32.0	遠藤スギC	4/3.7	37.30	650	15	SW	山脚	BD	100
//	// 10	新見市千屋	159 ろ	24	17	30.3	遠藤スギC	4/3.7	110.88	650	15	SW	山脚	BD	100
//	// 11	阿哲郡大佐町布瀬	34 い	22	15	23.8	沖ノ山スギC	4/4.0	122.88	350	22	E	山腹	BD	100
//	// 12	阿哲郡大佐町布瀬	34 い	22	16	22.8	沖ノ山スギC	4/3.9	133.68	350	22	E	山腹	BD	100
//	// 13	阿哲郡大佐町布瀬	36 へ	27	18	23.5	遠藤スギC	4/3.9	113.38	430	25	SW	山腹	BD	100
//	// 14	阿哲郡大佐町布瀬	36 へ	27	18	24.5	遠藤スギC	4/3.9	59.50	430	25	SW	山腹	BD	100
//	// 15	阿哲郡大佐町布瀬	36 へ	27	23	33.0	遠藤スギC	4/3.7	53.63	430	25	SW	山腹	BD	100
//	// 16	阿哲郡大佐町布瀬	31 は	24	19	25.5	遠藤スギC	4/3.4	32.33	320	33	SE	山腹	BD	100
//	// 17	阿哲郡神郷町釜村	127 は	22	13	17.0	遠藤スギC	4/3.4	86.30	540	23	NW	山腹	BD	99.7
//	// 18	阿哲郡神郷町釜村	127 は	22	13	17.0	遠藤スギC	4/3.2	89.28	540	23	NW	山腹	BD	99.7
//	// 19	阿哲郡神郷町釜村	127 は	22	14	19.7	遠藤スギC	4/3.8	19.70	540	23	NW	山腹	BD	99.7
//	// 20	阿哲郡神郷町押合	119 と	26	16	23.9	遠藤スギC	4/3.7	15.83	540	15	E	山腹	BD	100
//	// 21	阿哲郡神郷町押合	119 と	42	23	29.5	遠藤スギC	4/3.4	48.51	550	25	N	山腹	BD	100
//	// 22	阿哲郡神郷町押合	119 と	42	23.5	33.5	遠藤スギC	4/3.5	105.78	550	25	N	山腹	BD	100
//	// 23	真庭郡勝山町勝山	224 に	20	14	18.7	遠藤スギC	4/3.7	59.23	350	32	S	山腹	BD	100
//	// 24	真庭郡勝山町勝山	224 に	20	14	18.5	遠藤スギC	4/3.7	80.00	350	32	S	山腹	BD	100
//	// 25	真庭郡勝山町勝山	138 に	43	17	28.3	遠藤スギC	4/3.4	98.95	260	35	W	山腹	BD	100

S. 60	岡山県	26号	真庭郡勝山町勝山	138 に	43	18	31.8	遠藤スギC	4/3.3	49.34	260	35	W	山腹	BD	100
//	//	27	真庭郡勝山町勝山	138 に	43	18	31.7	遠藤スギC	4/3.4	95.38	260	35	W	山腹	BD	100
//	//	28	真庭郡湯原町見明戸	25 ろ	24	13	22.3	遠藤スギC	4/3.4	83.70	450	20	N	山脚	BE	100
//	//	29	真庭郡湯原町見明戸	25 ろ	24	16	25.9	遠藤スギC	4/3.1	70.83	450	20	N	山脚	BE	100
//	//	30	真庭郡湯原町見明戸	30 ほ	26	17	27.3	遠藤スギC	4/3.3	4.11	480	15	SE	山腹	BD	100
//	//	31	真庭郡湯原町	28 に	35	15	27.2	遠藤スギC	4/3.8	61.23	470	5	SW	山脚	BID	100
//	//	32	真庭郡湯原町	28 に	35	16	26.0	遠藤スギC	4/3.8	82.03	470	5	SW	山脚	BID	100
//	//	33	真庭郡湯原町	28 に	35	17	29.0	遠藤スギC	4/3.8	108.18	470	5	SW	山脚	BID	100
//	//	34	真庭郡久世町余野上	67 に	28	17	20.5	遠藤スギC	4/3.1	123.10	370	23	NW	山腹	BD	100
//	//	35	真庭郡久世町余野上	67 に	28	16	25.4	遠藤スギC	4/3.0	68.35	370	23	NW	山腹	BD	100
//	//	36	真庭郡美甘村美甘	33 に	38	16	28.0	遠藤スギC	4/3.7	105.15	500	38	S	山脚	BID	100
//	//	37	真庭郡美甘村美甘	33 に	38	16	25.5	遠藤スギC	4/3.8	94.64	500	38	S	山脚	BID	100
//	//	38	真庭郡美甘村美甘	32 い	26	16	29.7	遠藤スギC	4/3.7	95.48	580	20	NE	山腹	BID	100
//	//	39	真庭郡美甘村美甘	32 い	26	16	29.3	遠藤スギC	4/3.7	43.53	580	20	NE	山腹	BID	100
//	//	40	津山市上横野	53 と	21	15	20.6	富栖スギC	4/3.5	91.90	550	28	SW	山脚	BD	100
//	//	41	津山市上横野	47 り	32	16	26.9	富栖スギC	4/3.6	91.05	330	24	NE	山脚	BD	100
//	//	42	苫田郡加茂町物見	174 と	32	16	27.5	遠藤スギC	4/4.0	31.88	520	15	E	山腹	BD	100
//	//	43	苫田郡加茂町物見	174 と	32	17	27.5	遠藤スギC	4/3.7	62.38	520	15	E	山腹	BD	100
//	//	44	苫田郡加茂町物見	174 と	32	16	26.6	遠藤スギC	4/3.7	21.03	520	15	E	山腹	BD	100
//	//	45	苫田郡加茂町物見	166 は	23	15	26.9	遠藤スギC	4/3.3	112.93	530	20	SE	山脚	BD	100
//	//	46	苫田郡加茂町倉見	70 ろ	33	19	32.0	遠藤スギC	4/3.4	57.88	690	20	S	山腹	BD	100
//	//	47	苫田郡加茂町倉見	77 に	28	16	29.4	遠藤スギC	4/3.3	42.49	800	10	E	山腹	BD	100
//	//	48	苫田郡加茂町倉見	77 に	28	15	24.9	遠藤スギC	4/3.3	53.86	800	10	E	山腹	BD	100
//	//	49	苫田郡奥津町奥津	199 ろ	29	17	22.7	地スギS	4/3.5	55.45	420	30	NW	山腹	BD	100
//	//	50	苫田郡奥津町奥津	199 ろ	29	16	23.5	地スギS	4/3.2	39.90	420	30	NW	山腹	BD	100
//	//	51	苫田郡奥津町奥津	199 ろ	29	16	22.7	地スギS	4/3.0	38.64	420	30	NW	山腹	BD	100
//	//	52	苫田郡奥津町奥津	198 ろ	38	17	30.1	遠藤スギC	4/3.1	77.26	480	10	NE	山脚	BE	100
//	//	53	苫田郡奥津町奥津	198 ろ	38	16	25.6	遠藤スギC	4/3.2	98.35	480	10	NE	山脚	BE	100
//	//	54	苫田郡奥津町奥津	198 ろ	38	19	32.0	遠藤スギC	4/3.0	32.64	480	10	NE	山脚	BE	100
//	//	55	苫田郡奥津町奥津	198 ろ	38	17	28.1	遠藤スギC	4/3.0	96.06	480	10	NE	山脚	BE	100
//	//	56	苫田郡奥津町奥津	197 ろ	42	18	23.7	遠藤スギC	4/3.3	51.08	460	25	N	山脚	BID	100
//	//	57	苫田郡奥津町奥津	197 ろ	42	18	27.6	遠藤スギC	4/3.2	52.20	460	25	N	山脚	BID	100
//	//	58	苫田郡鏡野町百谷	74 い	28	14	22.5	遠藤スギC	4/3.4	73.80	540	25	SE	山腹	BD	100
//	//	59	苫田郡鏡野町百谷	74 い	28	14	23.1	遠藤スギC	4/3.5	141.44	540	25	SE	山腹	BD	100
//	//	60	苫田郡鏡野町百谷	74 い	28	14	21.9	遠藤スギC	4/3.3	109.93	540	25	SE	山腹	BD	100
//	//	61	苫田郡鏡野町百谷	73 は	23	16	21.2	遠藤スギC	4/3.2	88.66	420	20	NE	山腹	BD	100
//	//	62	苫田郡鏡野町百谷	73 は	23	16	23.3	遠藤スギC	4/3.0	43.70	420	20	NE	山腹	BD	100
//	//	63	苫田郡鏡野町百谷	73 は	23	16	23.7	遠藤スギC	4/3.2	60.45	420	20	NE	山腹	BD	100
//	//	64	苫田郡鏡野町百谷	77 は	23	17	31.5	地スギS	4/3.2	105.69	370	25	W	山腹	BD	100
//	//	65	勝田郡勝田町右手	21 へ	16	9	17.0	富栖スギC	4/4.0	78.30	410	25	N	山腹	BD	100

S. 60	岡山県	66号	勝田郡勝田町右手	23 ろ	21	13	19.2	富栖スギC	4/3.8	78.65	500	25	N	山腹	BD	100
//	//	67	勝田郡奈義町馬桑	38 り	32	16	21.8	沖ノ山スギC	4/3.1	42.90	580	0	N	山脚	BD	100
//	//	68	勝田郡奈義町馬桑	38 り	32	16	22.8	沖ノ山スギC	4/2.9	110.20	580	0	N	山脚	BD	100
//	//	69	勝田郡奈義町馬桑	38 と	33	18	30.5	遠藤スギC	4/2.9	37.71	580	25	E	山腹	BD	100
//	//	70	英田郡西栗倉村影石	50 ち	40	16	27.0	地スギS	4/3.8	49.55	500	5	S	山脚	BD	100
//	//	71	英田郡西栗倉村影石	50 ぬ	21	14	21.5	沖ノ山スギC	4/3.4	27.46	530	30	SE	山脚	BD	100
//	//	72	英田郡西栗倉村影石	50 ぬ	21	13	19.6	沖ノ山スギC	4/3.2	55.90	530	30	SE	山脚	BD	100
//	//	73	英田郡英田町南	77 い	34	8	24.3	富栖スギC	4/3.1	43.25	190	30	NW	山腹	BD	100
//	//	74	英田郡英田町滝宮	72 い	21	14	22.0	遠藤スギC	4/3.6	39.95	200	15	NE	山脚	BD	100

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

瀬戸内海育種区（広島県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂濃指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壤 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 60	広島県 1号	佐伯郡湯来町日ノ浦	191 56	30	14	14.8	在来S	5/3.4	18.78	400	33	SW	山脚	BD(d)	50
//	// 2	山県郡戸河内村川西平	19 ト	36	17	18.2	在来S	5/3.6	5.40	420	25	SE	山脚	BD	60
//	// 3	山県郡戸河内村川西平	14 ト	16	17	18.2	在来S	5/3.8	9.18	400	0	N	山脚	BD	58.1
//	// 4	山県郡戸河内村川西平	14 ニ	25	13.3	16	在来S	5/3.8	16.63	460	15	E	山脚	BD	72.4
//	// 5	山県郡加計町大谷平	46 ハ	22	12	18	在来S	5/3.7	8.75	300		NE	山脚	BD	83
//	// 6	高田郡美土里町程原	174	22	17	22	在来S	4/2.6	9.69	400	20	S	山脚	BD	84.5
//	// 7	神石郡神石町本郷	73 1	30	18	22	在来S	5/3.1	19.84	610	5	NW	山脚	BD	50.6
//	// 8	神石郡神石町本郷	73 1	30	16	22	在来S	5/3.5	9.79	610	5	NW	山脚	BD	50.6
//	// 9	甲奴郡総領町長谷日南	26 1	30	17	20	在来S	5/3.3	20.72	320	15	W	山腹	BD	82
//	// 10	甲奴郡総領町大久保	30 1	25	16	18	在来S	5/2.5	7.06	340	20	N	山腹	BD	82
//	// 11	比婆郡西城町隠地山	199 リ	20	16	16	在来S	5/3.8	10.07	320	20	N	山腹	BD	64.2
//	// 12	比婆郡西城町保賀谷	298 ニ	40	18.5	22	在来S	5/3.7	17.45	630	0	SE	山脚	BD	80
//	// 13	比婆郡西城町笹刈山	336 ニ	22	12	21	沖ノ山スギC	5/2.7	12.05	740	8	SE	山脚	BID	68.9
//	// 14	比婆郡西城町笹刈山	336 ニ	22	12	16.2	沖ノ山スギC	5/3.3	11.99	740	8	SE	山脚	BID	68.9
//	// 15	比婆郡口和町池ノ奥	74 リ	26	16	18	在来S	5/3.9	8.99	450	30	SW	山腹	BD(d)	80
//	// 16	比婆郡口和町池ノ奥	74 リ	26	19	26	在来S	5/3.8	15.61	450	30	SW	山腹	BD(d)	80
//	// 17	比婆郡口和町鳥袋		24	17	21	在来S	4/3.3	12.21	400	10	S	山腹	BD	90
//	// 18	比婆郡口和町鳥袋		24	15	19	在来S	4/4.0	5.10	400	10	S	山腹	BD	90
//	// 19	比婆郡口和町鳥袋		24	15	18	在来S	4/3.4	9.63	400	10	S	山腹	BD	90

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

瀬戸内海育種区（山口県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂濃指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壤 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 61	山口県 1号	玖珂郡美和町日宛	165 12-1	30	16	18.0	S	5/3.7	36.50	260	30	NE	山腹	BD(d)	68
//	// 2	玖珂郡美和町日宛	165 12-1	30	16	20.0	S	5/3.1	91.25	260	30	NE	山腹	BD(d)	68

S. 61	山口県	3号	玖珂郡美和町日宛	164 50	33~35	18	26.0	S	5/3.7	16.50	290	40	NW	山腹	BD(d)	57
//	//	4	玖珂郡美和町日宛	164 50	33~35	18	22.0	S	5/3.8	47.69	290	40	NW	山腹	BD(d)	57
//	//	5	玖珂郡美和町日宛	164 50	33~35	17	20.0	S	5/3.5	19.56	290	40	NW	山腹	BD(d)	57
//	//	6	玖珂郡周東町川上	118 77-2	22	13	16.0	S	5/3.3	24.25	75	0	SE	山脚	BD	74
//	//	7	玖珂郡周東町川上	110 55	27	20	20.0	S	5/3.7	6.75	110	15	SW	山脚	BD(d)	58
//	//	8	玖珂郡周東町川上	110 55	27	18	20.0	S	5/3.7	28.88	110	15	SW	山脚	BD(d)	58
//	//	9	下松市滝山町	1 66	25	13	12.0	S	5/3.5	30.50	180	25	N	山腹	BD(d)	75
//	//	10	徳山市護羽	229 43	33	12	13.4	S	5/3.8	61.63	240	20	N	山腹	BD(d)	30
//	//	11	新南陽市高瀬町	22 18-1	22~24	18	20.0	S	5/4.6	74.00	410	18	S	山腹	BD	35
//	//	12	都濃郡鹿野町下赤山	1 58	35	21	25.0	S	4/2.8	74.75	300	10	E	山脚	BD	30
//	//	13	都濃郡鹿野町下赤山	1 58	35	20.6	22.0	S	5/4.0	56.25	300	10	E	山脚	BD	30
//	//	14	都濃郡鹿野町下赤山	1 58	35	18.6	21.0	S	5/3.5	20.38	300	10	E	山脚	BD	30
//	//	15	都濃郡鹿野町下赤山	37 86	35	18	18.5	S	5/4.2	36.94	320	30	SW	山脚	BD	45
//	//	16	佐波郡徳地町堀	359 18-1	25	18	25.0	S	5/4.1	39.50	80	15	N	山脚	BD(d)	65
//	//	17	佐波郡徳地町堀	356 47	30	20	22.0	S	5/3.7	117.25	200	35	NE	山腹	BD(d)	50
//	//	18	佐波郡徳地町堀	184 59	32	18	23.0	S	5/3.4	87.13	340	5	N	山腹	BE	50
//	//	19	佐波郡徳地町堀	184 59	32	19	25.8	S	5/3.9	66.00	340	5	N	山腹	BE	50
//	//	20	佐波郡徳地町船路	200 56	26	17	25.0	S	5/3.5	49.00	140	18	NE	山脚	BD	50
//	//	21	厚狭郡山陽町鑄物師屋	64 109	28	16	20.0		5/4.0	67.88	120	25	E	山腹	BD(d)	61
//	//	22	厚狭郡山陽町宗末	78 101	30	20	23.0		5/4.3	50.13	70	25	NE	山脚	BD	54
//	//	23	厚狭郡山陽町宗末	78 101	30	15	15.0		5/4.4	24.88	70	25	NE	山脚	BD	54
//	//	24	大津郡油谷町蔵小田	25 7-8	22	14.6	19.0	S	5/3.8	7.19	300	25	SW	山頂	BD	56
//	//	25	大津郡油谷町蔵小田	25 7-8	22	13.4	17.0	S	5/4.4	44.75	300	25	SW	山頂	BD	56
//	//	26	大津郡油谷町蔵小田	25 7-5	22	13.4	17.0	S	5/4.1	65.13	300	25	SW	山頂	BD	56
//	//	27	大津郡油谷町蔵小田	25 7-5	22	14.1	17.0	S	4/3.9	89.50	300	25	SW	山頂	BD	56
//	//	28	大津郡油谷町蔵小田	25 7-4	22	15	16.0	S	5/3.9	44.00	300	25	SW	山頂	BD	56
//	//	29	大津郡三隅町津雲	6 1-6	27	19.2	21.0	S	5/3.7	117.25	50	20	NW	山脚	BD	72
//	//	30	豊浦郡菊川町東中山	82 45	33	19.8	24.0	S	5/4.2	99.75	200	25	SW	山腹	BD	50
//	//	31	豊浦郡菊川町東中山	82 45	33	12.4	18.0	S	5/3.8	43.88	200	25	SW	山腹	BD	50
//	//	32	豊浦郡菊川町東中山	82 45	33	16.2	19.0	S	4/4.3	94.25	200	25	SW	山腹	BD	50
//	//	33	豊浦郡菊川町東中山	82 45	33	17.2	26.0	S	5/4.2	75.00	200	25	SW	山腹	BD	50
//	//	34	豊浦郡菊川町東中山	82 45	33	16.5	17.0	S	4/4.4	35.50	200	25	SW	山腹	BD	50
//	//	35	阿武郡阿武町福田下	139 3-2	27	18	25.0	S	5/3.7	65.63	400	10	N	山脚	BD	65
//	//	36	阿武郡阿武町三和	151 7-2	30	20	26.0	S	4/3.5	41.50	450	10	N	山腹	BD(d)	75
//	//	37	阿武郡阿武町三和	151 7-2	30	15	20.0	S	5/3.5	42.25	450	10	N	山腹	BD(d)	75
//	//	38	阿武郡むつみ町菅谷	24 61-7	28	21	22.0	S	5/3.0	12.50	450	35	E	山脚	BD(d)	50
//	//	39	阿武郡むつみ町菅谷	35 229	28	17	21.0	S	5/3.9	48.88	450	10	S	山腹	BD(d)	60

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

日本海岸東部・西部育種区 (大阪営林局)

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 61	大阪営 7号	鳥取県東伯郡関金町黒谷	44 に	31	20	30.5	C	5/3.0	54.50	240	30	SE	山脚	BD	80
//	// 8	鳥取県関金町黒谷	44 に	31	18.5	33.5	C	5/3.0	2.50	240	5	N	谷筋	BD	80
//	// 9	鳥取県関金町池谷	42 ろ	29	21.5	30	C	4/2.8	26.00	260	5	E	山脚	BD	80
//	// 10	鳥取県鳥取市旧城山	4 ろ	47	17.5	24.5	沖ノ山スギC	5/3.2	79.50	60	10	SW	山脚	BD	85
//	// 11	鳥取県鳥取市旧城山	4 ろ	47	18.5	30	沖ノ山スギC	4/3.3	78.00	60	10	SW	山脚	BD	85
//	// 12	鳥取県気高郡鹿野町鷲峰	120 は	38	20	34	C	4/2.8	19.13	400	25	NW	山腹	BLD	90
//	// 13	鳥取県八頭郡智頭町宇波山	80 ち	24	13.3	19.5	沖ノ山スギS	5/3.1	68.75	650	30	NE	山脚	BD	70
//	// 14	鳥取県八頭郡智頭町宇波山	80 ち	24	15.5	24.5	沖ノ山スギS	5/3.1	46.50	650	30	NE	山脚	BD	70
//	// 15	鳥取県八頭郡智頭町宇波山	80 ち	24	13.5	23	沖ノ山スギS	4/2.9	24.88	650	30	NE	山脚	BD	70
S. 62	大阪営 23号	島根県鹿足郡日原町高鉢山	3 り	34	21	24	不明S	5/3.1	12.00	140	30	NW	山脚	BD	96.7
//	// 24	島根県鹿足郡日原町高鉢山	3 り	34	18	26	不明S	5/3.0	26.38	140	35	NW	山脚	BD	96.7
//	// 25	島根県鹿足郡日原町高鉢山	3 り	34	19	26	不明S	5/3.0	7.38	140	10	NW	山脚	BD	96.7
//	// 26	島根県邑智郡川本町田水	67 に	33	14	32	市木スギC	4/3.2	45.88	380	25	W	山脚	BD	94
//	// 27	島根県邑智郡川本町田水	67 に	33	16	26	市木スギC	5/3.1	37.88	380	25	W	山脚	BD	94
//	// 28	島根県飯石郡赤来町程原	28 い	37	18	32	不明S	5/3.0	26.75	400	25	W	山脚	BD	95
//	// 29	島根県大原郡木次町日登	6 り2	31	22	32	不明S	4/3.2	19.63	170	25	NE	山脚	BD	74
//	// 30	島根県大原郡木次町日登	6 り2	31	18	26	不明S	4/3.0	46.75	170	25	NE	山脚	BD	74
//	// 31	島根県大原郡木次町日登	6 り2	31	20	30	不明S	3/2.7	21.00	170	25	NE	山脚	BD	74
//	// 32	島根県大原郡木次町日登	6 り2	31	21	26	不明S	3/2.9	47.38	170	25	NE	山脚	BD	74
//	// 33	島根県大原郡木次町日登	6 り2	31	20	26	不明S	3/3.0	76.88	170	25	NE	山脚	BD	74
S. 63	大阪営 36号	兵庫県浜坂町砥谷ノ上	1020 つ	25	13	20	沖ノ山スギC	4/3.8	60.25	150	30	E	山脚	BD(d)	80
//	// 37	美方郡浜坂町砥谷ノ上	1020 つ	25	11	20	沖ノ山スギC	5/3.9	44.88	150	30	E	山脚	BD(d)	80
//	// 38	美方郡浜坂町砥谷ノ上	1020 つ	25	12	26	沖ノ山スギC	4/3.4	58.38	150	30	E	山腹	BD(d)	80
//	// 39	兵庫県村岡町銚子ケ谷	134 お	32	14	28	不明C	4/3.3	28.13	410	35	SW	山腹	BD	70
//	// 40	美方郡村岡町銚子ケ谷	134 お	32	13	22	不明C	5/3.6	29.88	420	35	SW	山腹	BD	70
//	// 41	石川県小松市丸山町垂水	1073 か	43	16	32	クマスギS	5/4.8	33.25	340	30	S	山腹	BD	
//	// 42	石川県小松市丸山町垂水	1073 か	43	16	30	クマスギS	4/4.5	101.50	340	30	S	山腹	BD	
//	// 43	石川県小松市丸山町垂水	1073 か	43	15	24	クマスギS	4/4.4	38.38	340	30	S	山腹	BD	
//	// 44	石川県小松市丸山町垂水	1073 め	25	15	22	クマスギS	5/4.6	16.13	350	30	S	山腹	BD(d)	
//	// 45	石川県小松市丸山町垂水	1073 め	25	14	22	クマスギS	5/4.7	61.00	350	30	S	山腹	BD(d)	

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

日本海岸東部育種区（富山県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 60	富山県 1号	魚津市黒沢	6 る	30	20	26	立山スギS	5/3.0	24.63	150	20	NE	山腹	BD	81
//	// 2	魚津市黒沢	6 る	30	18	20	立山スギS	5/2.0	23.50	150	20	NE	山腹	BD	81
//	// 3	魚津市黒沢	6 る	30	19	24	立山スギS	5/3.0	40.75	150	20	NE	山腹	BD	85
//	// 4	魚津市長引野	5 に	15	13	22	立山スギS	5/3.0	52.00	75	27	N	山脚	BD	95
//	// 5	魚津市長引野	5 に	15	14	18	立山スギS	4/2.0	92.25	75	27	N	山脚	BD	95
//	// 6	魚津市長引野	5 に	16	12	16	立山スギS	5/3.0	69.50	75	25	N	山脚	BD	90
//	// 7	魚津市長引野	5 に	16	11	18	立山スギS	4/3.0	20.38	75	25	N	山脚	BD	90
//	// 8	黒部市東布施	15 は	28	16	20	立山スギS	5/3.0	37.25	75	10	SW	山脚	BD	82
//	// 9	黒部市東布施	15 は	28	19	22	立山スギS	5/3.0	56.25	75	10	SW	山脚	BD	82
//	// 10	中新川郡上市町東種	中ノ谷6~7番	25	13	24	立山スギS	5/4.0	30.50	300	3	N	山脚	BD	83
//	// 11	中新川郡上市町東種	中ノ谷6~7番	25	14	24	立山スギS	5/3.0	89.25	300	3	N	山脚	BD	83
//	// 12	中新川郡立山町小又	岩井坂1-B	33	17.5	27	立山スギS	5/3.0	57.38	200	25~35	W	山腹	BD	80
//	// 13	上新川郡大山町文殊寺	源山割 8	30	14	23.3	立山スギS	5/3.0	49.75	200	10	NW	丘陵	BD	90
//	// 14	上新川郡大山町文殊寺	源山割 8	30	14	24	立山スギS	5/3.0	53.25	100	10	NW	丘陵	BD	90
//	// 15	礪波市頼成	9 は	16	9.8	16.5	立山スギS	5/3.5	64.25	100	2	N	丘陵	BD	81
//	// 16	礪波市頼成	9 は	16	11.2	25.4	立山スギS	5/3.2	13.50	100	2	N	丘陵	BD	88
//	// 17	礪波市東別所	13 い	27	13	18.8	立山スギS	5/3.5	48.50	100	25	NW	山腹	BD	85
//	// 18	礪波市東別所	13 い	27	11.4	13.6	立山スギS	5/3.4	10.88	100	25	NW	山腹	BD	85
//	// 19	礪波市栃上	19 る	27	11.2	19	立山スギS	5/3.0	50.13	160	15	NE	山腹	BD	90
//	// 20	礪波市栃上	19 る	27	9.5	15.2	立山スギS	5/3.3	31.50	160	15	N	山腹	BD	90
//	// 21	西礪波郡福光町人母	155 は	20	6.6	11.3	立山スギS	5/3.7	16.50	140	15	N	山脚	BD	94
//	// 22	西礪波郡福光町人母	155 は	20	6.5	13.4	立山スギS	5/3.9	12.00	140	15	NE	山脚	BD	94
//	// 23	西礪波郡福光町人母	155 は	20	7	10.8	立山スギS	5/2.8	108.03	140	15	NE	山脚	BD	98
//	// 24	小矢部市内山西62-45	28 に	33	14	24	立山スギS	5/4.0	36.25	160	20	NE	山腹	BD	73
//	// 25	小矢部市内山西38	28 ほ	30	12.5	22	立山スギS	5/3.4	48.75	240	25	SE	山腹	BD(d)	83
//	// 26	下新川郡朝日町北角地	64 は	25	14	21	立山スギS	5/3.0	7.75	70	0	N	段丘	BD	94
//	// 27	下新川郡朝日町小在池	140 に	20	15	19	立山スギS	4/3.0	41.75	130	13	W	山脚	BD	91
//	// 28	下新川郡朝日町花房	141 へ	22	16	20	立山スギS	5/2.0	71.50	200	20	N	山腹	BD	92
//	// 29	婦負郡八尾町下笹原	大山678-1	23	13	20	立山スギS	5/3.0	83.88	130	25	W	山腹	BD	67
//	// 30	上新川郡大沢野町牛ヶ増	上山3-1	22	11	18	立山スギS	5/3.0	12.00	150	21.5	SW	山脚	BD	68
//	// 31	上新川郡大山町東黒牧	滝谷山割	25	11	20	立山スギS	4/3.0	67.13	180	15	NE	山脚	BD	89
//	// 32	西礪波郡福光町蔵原	161 は	19	10.5	18.4	立山スギS	5/3.0	64.25	140	25	N	山脚	BD	83
//	// 33	西礪波郡福光町蔵原	161 は	19	10.5	18	立山スギS	5/3.0	75.63	140	25	N	山脚	BD	83
//	// 34	東礪波郡井口町丸山	3 は・り	20	11.5	19	立山スギS	5/3.0	38.25	270	20	W	山脚	BD	83

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

日本海岸東部育種区 (石川県)

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂濃指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 62	石川県 1号	加賀市熊坂町	36-112	21	14	18	日用スギS	5/2.6	104.75	80	25	NW	山腹	BD~BD(d)	95
//	// 2	加賀市熊坂町	36-134	18	14.5	20	日用スギS	5/2.1	26.25	70	10	NW	山脚	BD	95
//	// 3	加賀市熊坂町	36-134	18	16	24	日用スギS	5/2.8	24.38	70	10	NW	山脚	BD	95
//	// 4	加賀市熊坂町	36-133	20	13.5	18	日用スギS	5/3.2	133.75	70	10	NE	山脚	BD(d)	93
//	// 5	石川郡河内村	86-200	20	13	23.5	日用スギS	5/3.7	187.88	160	5	N	山腹	BD	80
//	// 6	石川郡河内村	85-68	20	15.5	24	日用スギS	5/2.8	101.75	160	5	N	山腹	BD	80
//	// 7	石川郡河内村	85-68	20	17.5	23	日用スギS	5/2.9	48.50	160	5	N	山腹	BD	80
//	// 8	石川郡鳥越村	1-38	21	15	24	日用スギS	5/3.0	57.31	160	10	E	山腹	BD	75
//	// 9	石川郡鳥越村	1-38	21	15	28	日用スギS	5/3.6	76.88	160	10	E	山腹	BD	75
//	// 10	石川郡鳥越村	1-38	21	11.5	33	日用スギS	5/3.6	83.75	160	10	E	山腹	BD	75
//	// 11	石川郡鳥越村	1-40	26	15.5	22	日用スギS	5/3.4	96.00	160	15	E	山腹	BD	80
//	// 12	石川郡鳥越村	1-40	26	16	28	日用スギS	5/3.4	156.50	160	15	E	山腹	BD	80
//	// 13	小松市布橋町	78-2	25	15.5	22	日用スギS	5/3.8	20.75	100	20	E	山腹	BD	85
//	// 14	小松市布橋町	78-2	25	13.5	22	日用スギS	5/3.8	62.25	100	20	E	山腹	BD	85
//	// 15	小松市布橋町	78-2	25	14.5	22	日用スギS	5/3.8	247.75	100	20	E	山腹	BD	85
//	// 16	小松市布橋町	78-2	20	13	21	日用スギS	5/3.5	182.50	100	25	E	山腹	BD	98
//	// 17	羽咋郡富来町深谷	24-27	26	21	27	池田スギC	5/3.0	242.50	130	15	W	山腹	BD	97
//	// 18	羽咋郡富来町深谷	24-27	26	19.5	26	池田スギC	5/3.4	97.75	130	15	W	山腹	BD	97
//	// 19	羽咋郡富来町深谷	24-27	26	19	24	池田スギS	4/2.8	55.50	120	20	WNW	山脚	BD	90
//	// 20	羽咋郡富来町深谷	24-27	26	16.3	24	池田スギS	4/2.9	65.50	120	20	WNW	山脚	BD	90
//	// 21	鳳至郡門前町田村	29-7	28	17	22	池田スギC	4/3.1	13.63	50	30~35	N	山脚	BD	98
//	// 22	鳳至郡門前町田村	29-7	28	17	24	池田スギC	4/3.2	79.38	60	10	NW	山腹	BD(d)	99
//	// 23	鳳至郡門前町田村	29-6	28	14	24	池田スギC	4/3.6	16.75	70	25	NW	山頂	BD(d)	99
//	// 24	鹿島郡鹿島町石動山	20-70	27	14.5	26	池田スギC	4/2.9	109.25	420	30	S	山腹	BD	100
//	// 25	鹿島郡鹿島町石動山	20-70	27	13.5	23	池田スギC	4/3.2	92.25	420	30	S	山腹	BD	100
S. 63	石川県 26号	石川郡鳥越村広瀬	る19	21	11	17	池田スギS	5/3.5	28.38	120	30	E	山腹	BD	95
//	// 27	石川郡鳥越村広瀬	る19	21	12	19	池田スギS	5/3.5	68.13	120	30	E	山腹	BD	95
//	// 28	石川郡鳥越村広瀬	る56-1	20	15	22	池田スギS	5/3.3	115.75	120	5	E	山脚	BD	95
//	// 29	石川郡鳥越村広瀬	る56-1	20	15	23	池田スギS	5/3.4	50.13	120	5	E	山脚	BD	95
//	// 30	石川郡鳥越村広瀬	る56-1	20	16	20	池田スギS	5/3.2	70.00	120	5	E	山脚	BD	95
//	// 31	石川郡鶴来町三宮	ワ-11	29	14	22	池田スギS	5/3.2	92.38	200	5	W	山脚	BD	90
//	// 32	石川郡鶴来町三宮	ワ-11	29	13	19	池田スギS	5/3.2	20.38	200	5	W	山脚	BD	90
//	// 33	石川郡鶴来町三宮	ワ-11	29	13	20	池田スギS	5/3.1	58.88	200	5	W	山脚	BD	90
//	// 34	石川郡鶴来町三宮		25	21	25	桑島スギS	5/4.0	145.00	200	25	W	山腹	BD	80
//	// 35	小松市馬場町		25	14	20	日用スギS	5/4.3	52.50	40	40	N	山腹	BD~BD(d)	35
//	// 36	加賀市須谷町		23	18	22	石徹白スギ	5/3.8	63.38	120	25	SE	山腹	BD	95
//	// 37	河北郡津幡町津幡		30	17	26	不明S	5/4.1	71.13	50	30	SW	山脚	BD	95

//	//	38	河北郡津幡町下河合		27	18	21	不明S	5/3.9	92.03	300	20	SW	山腹	BD	85
//	//	39	河北郡津幡町下河合		27	14	20	不明S	5/4.0	74.75	300	20	SW	山腹	BD	85
//	//	40	七尾市八幡町		23	15.5	22	不明	4/3.2	82.00	50	16	E	山頂	BD	100
//	//	41	鹿島郡中島町河内	11-7-2	30	17	24.5	池田スギ	5/3.0	32.38	270	25~30	E	山腹	BD	95
//	//	42	鹿島郡中島町河内		30	18	28	池田スギ	4/3.0	147.38	270	25~30	E	山腹	BD	95
//	//	43	風至郡門前町久川		30	18	26	池田スギ	4/3.4	25.13	160	20~40	W	山腹	BD	100
//	//	44	風至郡門前町久川		30	15.3	22	池田スギ	5/3.6	60.75	160	20~40	W	山腹	BD	100
//	//	45	風至郡門前町久川		30	17.3	27.7	池田スギ	4/3.7	57.18	160	20~40	W	山腹	BD	100
//	//	46	珠洲市南黒丸	10-28乙	16	12.8	19.2	不明C	4/3.3	101.25	30	5	E	山頂	BD	100
//	//	47	珠洲市三崎町本		22	14.5	25	不明	4/3.4	72.38	20	10	NEN	山脚	BE	90
//	//	48	珠洲市三崎町本		22	17	25.4	不明	4/3.3	33.75	20	10	NEN	山脚	BE	90

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

日本海岸東部育種区（福井県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 62	福井県 1号	足羽郡美山町神当部	179	25	14	22	味真野S	4/3.7	25.88	260	37	SE	山脚	BD(d)	86
//	// 2	福井市八幡町	11-43	21	12.5	18	味真野S	5/3.7	9.00	80	26	W	山脚	BD(d)	83
//	// 3	坂井郡金津町権世	76	20~25	15.5	22	不明C	5/3.4	22.25	50	0	W	山脚	BD	80
//	// 4	坂井郡金津町権世	76	20~25	15.5	22	不明C	5/3.9	58.25	50	0	W	山脚	BD	80
//	// 5	板井郡丸岡町女形谷	81	24	17.5	24	不明C	5/3.9	22.13	50	5	W	山脚	BD	80
//	// 6	勝山市平泉町	248-241	20	14	19	平泉寺S	4/3.1	16.00	230	0	—	平地	BE	96
//	// 7	大野市下舌		28	14.5	19	平泉寺S	5/2.9	18.50	180	0	—	平地	BE	81
//	// 8	大野市下舌		28	15.5	26	平泉寺S	5/3.8	17.75	180	0	—	平地	BE	81
//	// 9	武生市黒川町東妙金谷	102	23	15	20	味真野S	4/3.0	16.88	160	20	SSW	山脚	BD(d)	98
//	// 10	武生市池ノ上町天神ノ上	89字13	19	13	20	味真野S	4/2.6	8.13	80	20	E	山脚	BD(d)	99
//	// 11	武生市池ノ上町天神ノ上	89字13	19	12.5	18	味真野S	4/3.4	4.00	80	20	E	山脚	BD(d)	99
//	// 12	武生市池ノ神町の場	90字5	27	13.5	20	味真野S	4/3.2	10.75	80	25	W	山腹	BD(d)	98
//	// 13	丹生郡朝日町横山	21	23	14	18	横山C	5/3.3	15.00	50	0	SE	丘陵	BD	93
//	// 14	丹生郡朝日町横山	21	23	16	22	横山C	5/3.8	24.88	50	0	SE	丘陵	BD	93
//	// 15	丹生郡織田町桜谷	2	21	12.5	21	味真野S	5/3.0	18.25	70	18	W	山脚	BB	95
//	// 16	丹生町宮崎村樫津	44	16	11	15	味真野S	5/2.5	9.25	100	0	E	段丘	BD	92
//	// 17	三方郡三方町上野	3	18	13	15	不明S	5/4.2	29.17	40	0	—	平地		70
S. 63	福井県 18号	吉田郡永平寺町浄法寺	10-73	28	10.5	20	味真野S	5/3.7	16.13	80	15	NE	山腹	BD	80
//	// 19	吉田郡永平寺町栃原	5-1	23	11	18	味真野S	5/3.4	15.50	60	0	—	平地	BD	82
//	// 20	大野市下舌		18	13	20	平泉寺S	5/3.5	18.88	180	0	—	平地	BE	97
//	// 21	武生郡丸岡町74	小田梨7	21	15.5	20	味真野S	5/3.5	17.63	165	10	NE	山脚	BD(w)	90
//	// 22	丹生郡朝日町上糸生	32-158	24	15.3	22	味真野S	5/3.5	13.88	100	20	NNE	山腹	BD	92
//	// 23	大飯郡大飯町小車田	42-1	20	14	20	不明S	5/3.2	24.13	50	0	—	山脚	BD	86

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

日本海岸東部育種区（滋賀県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹幹道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壤 型	摘 要 (林分被害率%)
H. 元	滋賀県 1 号	高島郡マキノ町在原	52 は	25	14	24	ウラスギ系S	5/4.1	48.80	390	15	SE	山脚	BD	68
//	// 2	高島郡朽木村宮前坊	5 い	22	15	27	ウラスギ系S	5/4.0	29.00	200	15	NW	山脚	BD	75
//	// 3	高島郡朽木村市場	38 い	22	15	24	ウラスギ系S	5/4.1	100.00	220	22	SE	山脚	BE	68

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

日本海岸西部育種区（京都府）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹幹道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壤 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 60	京都府 3 号	北桑田郡美山町堀越谷	153 い	20	8.6	12.0	山国スギS	5/4.4	31.13	510	30	S	山脚	BD(d)	51.3
//	// 4	北桑田郡美山町河内谷	227 い	20	8.4	14.0	山国スギS	5/4.4	25.00	470	37	E	山脚	BD	55.3
//	// 5	北桑田郡美山町河内谷	227 い	20	8.9	14.0	山国スギS	5/4.2	16.88	470	37	E	山脚	BD	55.3
//	// 6	北桑田郡美山町河内谷	227 い	20	7.4	12.0	山国スギS	5/4.4	26.75	480	37	E	山脚	BD	53.3
//	// 7	船井郡瑞穂町保井谷	83 い	20	12.9	14.0	不明S	5/4.2	11.88	310	25	SE	山腹	BD	80
//	// 8	船井郡和知町	135 い	28	14.5	18.0	不明S	5/3.8	15.63	200	10	NW	山腹	BD	80
//	// 9	船井郡和知町	135 い	28	15.0	18.0	不明S	4/4.0	14.50	200	10	NW	山腹	BD	80
//	// 10	綾部市十倉志茂町	35 い	24	17.8	22.0	不明S	5/4.0	13.88	120	25	SW	山腹	BD(d)	82.7
//	// 11	綾部市橋上町	46 い	30~40	16.8	28.0	不明S	5/4.1	14.75	125	20	NE	山腹	BD(d)	84
//	// 12	綾部市五津合町木住	251 は	25	16.3	20.0	不明S	4/2.9	34.38	180	30	SW	山腹	BD(d)	93.3
//	// 13	綾部市梅迫町内谷	145 ろ	27	18.4	24.0	不明S	5/3.9	12.38	200	30	S	山腹	BD	80
//	// 14	綾部市梅迫町内谷	145 ろ	27	21.5	28.0	不明S	5/3.9	12.13	200	30	S	山腹	BD	80
//	// 15	天田郡夜久野町	38 に	21	18.2	21.0	不明S	5/3.5	42.88	140	5	N	山脚	BD	96
//	// 16	宮津市上宮津岩戸	59 は	28	14.0	18.0	宮津S	5/4.2	9.38	350	20~25	N	山腹	BD	65
//	// 17	宮津市上宮津岩戸	59 は	28	10.0	14.0	宮津S	5/3.6	13.88	350	20~25	N	山腹	BD	65
//	// 18	宮津市上宮津岩戸	59 は	28	9.0	12.0	宮津S	5/4.0	7.75	350	20~25	N	山腹	BD	65
//	// 19	宮津市上世屋	130 は	24	11.0	16.0	不祥C	5/3.8	15.38	500	16	NE	山腹	BD	79
//	// 20	宮津市栗田奥山	8 は	23	13.0	20.0	池田スギC	5/4.0	34.25	350	20	N	山腹	BD	68
//	// 21	宮津市栗田奥山	8 は	23	14.8	18.0	池田スギC	5/4.2	38.63	350	20	N	山腹	BD	68
//	// 22	宮津市栗田奥山	8 は	23	14.0	20.0	池田スギC	5/4.0	64.00	350	20	N	山腹	BD	68
//	// 23	竹野郡網野町切畑	47 へ	18	12.0	18.0	若妙見S	5/4.2	6.50	150	5	N	山脚	BD	75.6
//	// 24	竹野郡網野町切畑	47 へ	18	12.0	18.0	若妙見S	4/4.1	48.25	150	5	N	山脚	BD	75.6
//	// 25	天田郡夜久野町	48 ほ	20	6.5	15.6	若妙見S	5/3.8	8.75	150	5	NE	台地	BID	90
//	// 26	船井郡和知町本庄	林試場内	15	6.5	11.0	若妙見S	5/3.9	6.13	50	0	—	平坦地		85

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

日本海岸西部育種区（兵庫県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 60	兵庫県 1号	養父郡養父町畑少ノ谷	71 エウ	25	16	22	S	5/3.6	113.30	120	30	NE	山腹	BD	95
//	// 2	養父郡養父町畑少ノ谷	71 エウ	25	16	22	S	4/3.4	146.40	120	30	SE	山腹	BD	95
//	// 3	養父郡養父町船谷下山	85 ア	25	15	21	S	5/2.9	40.23	100	25~30	W	山腹	BD	100
//	// 4	養父郡八鹿町宿南	99 ウ	25	16	19	妙見スギS	5/3.2	7.60	70	25	E	山脚	BD	95
//	// 5	養父郡八鹿町宿南	99 ウ	25	14	18	妙見スギS	5/3.1	51.85	70	25	E	山脚	BD	95
//	// 6	養父郡八鹿町片山	89 イ	20	13	18	妙見スギS	5/3.2	72.50	80	20	N	山腹	BD	95
//	// 7	養父郡関宮町三宅	2 ウ	25	15	18	S	4/3.4	22.50	200	25	N	山腹		100
//	// 8	城之崎郡日高町篠垣	22 ア	23	15	20	S	5/3.5	5.00	120	30	NW	山腹	BD	95
//	// 9	城之崎郡日高町山田	111 ア	28	13	21	S	5/3.4	26.50	400	30	N	山腹	BD	90
//	// 10	城之崎郡日高町名色	102 イ	28	16	19	S	5/4.3	41.50	340	10	N	山腹	BD	90
//	// 11	城之崎郡日高町名色	102 イ	28	15	18	S	5/	46.50	340	10	N	山腹	BD	90
//	// 12	城之崎郡香住町相谷	119 ア	33	17	26		5/2.9	18.00	70	30	W	山腹		
//	// 13	城之崎郡香住町相谷	119 ア	33	19.5	28		5/2.9	32.75	70	30	W	山腹		
//	// 14	豊岡市畑上	161 ア	31	14	32	S	5/4.3	27.50	130	0		山脚	BD	90
//	// 15	豊岡市畑上	161 ア	31	17	25	S	5/4.4	26.50	100	0		山脚	BD	95
//	// 16	豊岡市畑上	161 ア	35	16	21	S	5/4.6	18.00	130	20	NE	山脚	BD	90
//	// 17	出石郡但東町矢根	2 イ	27	13	22	S	5/4.3	29.25	140	0		山脚	BD	95
//	// 18	出石郡但東町中山	159 ウ	32	13	18	S	5/4.2	24.00	120	15	S	山脚	BD	90
//	// 19	美方郡浜坂町栃谷尾ノ谷	32 ウ		14.5	20		5/2.6	25.00	70	20~30	W	山脚		
//	// 20	城之崎郡竹野町奥須井	146 イ	28	16	24	S	5/4.5	3.25	60	30	W	山脚	BD	90

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

日本海岸西部育種区（鳥取県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 61	鳥取県 1号	八頭郡河原町袋河原	15 G	18	11.6	15.0	在来C	5/3.2	8.88	40	31	E	山脚	BD	85
//	// 2	八頭郡河原町牛戸	56 A	21	13.1	14.6	在来C	4/2.9	10.48	120	28	W	山腹	BD	100
//	// 3	岩見郡福部村中村	14	21	12.2	15.8	在来C	4/2.7	15.63	30	30	WNW	山脚	BD	95
//	// 4	気高郡鹿野町殿	22	25	12.0	23.2	在来C	5/3.1	63.83	100	22	N	山脚	BID	91
//	// 5	八頭郡船岡町上町	24	16	11.6	16.9	在来C	4/3.0	14.88	60	35	NW	山脚	BD	93
//	// 6	鳥取市中村	98	30	15.8	19.2	在来C	4/3.2	10.50	100	30	S	山脚	BD	95
S. 62	鳥取県 7号	東伯郡関金町松河原	32 L	19	10.1	17.4	在来C	4/3.5	44.75	125	25	S	山腹	BID(d)	100
//	// 8	東伯郡関金町松河原	32 L	19	9.0	12.3	在来C	4/2.7	62.50	125	25	S	山腹	BID(d)	100
//	// 9	倉吉市上福田チゴガハカ	142 B	30	24.8	22.2	在来C	4/2.9	40.08	50	5	S	山脚	BID	93
//	// 10	倉吉市上福田チゴガハカ	142 B	30	18.7	18.1	在来C	4/2.8	73.35	50	5	S	山脚	BID	93
//	// 11	気高郡青谷町亀尻	88 A	28	15.0	19.4	在来C	5/3.2	18.54	60	35	E	山脚	BD	93

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

日本海岸西部育種区（島根県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 61	島根県 1号	八束郡八雲村熊野	48 い	20	16	20	S	5/3.4	74.25	100	0~5	NW	山脚		49
//	// 2	八束郡鹿島町上講武	22 ろ	30	14	16	S	5/2.9	43.75	50	25	SW	山腹		54
//	// 3	大原郡木次町平田	62 と	23	12.2	16	S	5/3.5	11.38	200	15	SW	山腹		32
//	// 4	仁多郡横田町竹崎	67 い	30	12.5	18	S	5/4.1	68.00	400	25	S	山脚		28
//	// 5	簸川郡佐田町窪田	82 い	20	13.5	17	S	5/3.1	51.50	100	0	—	平坦地		63
//	// 6	邑智郡大和村上野	49 は	26	14	14	S	5/2.9	36.75	100	25	W	山腹		38
//	// 7	邑智郡大和村上野	49 は	26	11	18	S	5/3.9	76.25	100	25	W	山腹		38
//	// 8	八束郡羽須美村下口羽	43 い	25	13	21	S	5/4.1	69.50	120	20~30	E	山腹		40
//	// 9	江津市跡市町西峠		25	13	20	S	5/2.8	53.50	300	5	E	山脚		67
//	// 10	益田市神田町三星	208 ろ	30	14	29	S	5/3.5	84.75	50	0	—	山脚		66
//	// 11	鹿足郡津和野町鷺原	55 は	31	13	20	S	5/2.6	75.50	250		N			80
//	// 12	隠岐郡西郷町	139 ろ	24	11	17	S	5/3.3	47.25	120	5	E			51
//	// 13	隠岐郡都万町那久		20	12	14	S	5/3.3	20.50	30	0	—	平坦地		52
//	// 14	隠岐郡五箇村山田		28	16	24	S	5/3.9	18.75	50	10	W			45
S. 62	島根県 15号	仁田郡横田町八川	81 ろ	20	14.5	21	S	5/3.9	25.00	350	25	W	山脚		22
//	// 16	仁田郡横田町八川	81 ろ	20	13.6	28	S	5/4.0	86.25	350	25	W	山脚		22
//	// 17	鹿足郡津和野町鷺原	55 は	31	15	20	S	5/2.8	14.50	250	0	N	山脚		52
//	// 18	松江市西長江町	83 ろ	25	16	22	S	5/3.4	21.50	100	0~5	E	山腹		42
//	// 19	八束郡宍道町宍道	23	15	9.3	15	S	5/3.0	56.25		20	SE	山脚		69
//	// 20	大原郡大東町篠刈	160 に	25	20	30	S	5/3.3	60.75	270	10	SE	山腹		73
//	// 21	飯石郡吉田町吉田	71 に	30	15	32	S	5/3.6	53.00	250	38	SE	山腹		46
//	// 22	美濃郡美都町山本	110 い	32	20	34	S	5/3.2	60.00	200	20	NE	山腹		40
//	// 23	美濃郡美都町山本	110 い	32	18	28	S	5/3.8	38.25	200	20	NE	山腹		40
//	// 24	隠岐郡五箇村郡 城ノ下	29 い	27	12	25	S	5/3.3	49.75	130	15~20	N	山脚		56
//	// 25	隠岐郡五箇村山田床山六	23 い	31	14	26	S	5/2.9	18.75	300	10	S	山腹		50

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

四国南部育種区（四国森林管理局）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 61	高知営 1号	徳島県市場町、町官造	2	28	12	17.0	S	5/3.8	13.88	210	急	SE	山脚	BD(d)	68
//	// 2	徳島県市場町、町官造	2	28	13	22.0	S	5/1.8	23.88	350	中	SE	山脚	BD(d)	68
S. 62	// 3	徳島県日和佐町、町官造	11 い	33	18	29.0	C	5/4.4	4.81	570	中	NW	山脚	BD(d)	77
//	// 4	徳島県日和佐町、町官造	11 い	33	17	29.0	C	5/4.8	8.63	570	中	NW	山脚	BD(d)	77
//	// 5	徳島県日和佐町、町官造	11 い	33	17	26.0	S	5/3.3	6.11	250	急	WNW	山腹	BD	77

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

四国北部育種区（香川県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 62	香川県 1号	綾歌郡綾上町西分780-4		22	17	20.0	S	5/3.0	27.30	370	20	E	山腹	BD(d)	70
//	// 2	綾歌郡綾上町西分780-4		22	15	21.0	S	5/3.2	37.50	370	20	E	山腹	BD(d)	70
//	// 3	綾歌郡綾上町羽床上2237		24	17	23.0	S	5/2.7	19.25	150	30	SE	山脚	BD	65
//	// 4	綾歌郡綾上町羽床上2040		30	15	18.0	S	5/3.3	15.75	160	40	N	山脚	BD	65
//	// 5	三豊郡豊浜町和田前山丙	36 -3	20	18	28.0	S	5/2.8	38.50	120	20	S	山脚	BD(d)	70
//	// 6	三豊郡豊浜町和田大谷丙	147	25	12	16.0	S	5/3.1	20.50	160	20	E	山腹	BC	70
S. 63	// 7	大川郡白鳥町反国960		40	19.8	24.0	S	5/3.2	46.50	150	15	NW	山脚	BD	70
//	// 8	大川郡寒川町石田西甲	314 5-1	20	16	22.0	S	5/3.8	19.75	380	0	N	山脚	BD	60
//	// 9	大川郡寒川町石田西甲	314 5-1	20	15.1	16.0	S	5/3.6	11.75	380	0	N	山脚	BD	60
//	// 10	木田郡三木町奥山		30	16.2	22.0	S	5/3.6	43.00	360	35	NE	山腹	BD	85
//	// 11	香川郡塩江町北内2735-4		30	19.7	22.5	S	5/4.4	21.00	420	30	SE	山腹	BD	65
H. 元	// 12	大川郡引田町小海		20	10.6	12.5	S	5/3.6	28.75	50	5	SE	山脚	BD	60
//	// 13	大川郡引田町小海		20	11.1	17.5	S	5/3.6	37.50	50	5	SE	山脚	BD	60
//	// 14	大川郡長尾町多和		25	13.7	21.5	S	5/3.8	47.50	400	20	E	山腹	BE	60
//	// 15	仲多度郡満濃町遠森48-1		30	11.5	15.0	S	5/4.6	69.25	240	20	SE	山腹	BD	60
//	// 16	仲多度郡仲南町尾ノ瀬		21	12.6	21.0	S	5/4.7	34.50	450	17	SE	山脚	BD	60
//	// 17	仲多度郡仲南町尾ノ瀬		21	13	16.5	S	5/4.7	14.00	450	17	SE	山脚	BD	60
//	// 18	三豊郡高瀬町上麻		35	14.8	20.0	S	5/3.6	20.50	200	15	NW	山脚	BD	90

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

四国北部育種区（愛媛県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 62	愛媛県 1号	松山市食場	200 2-10ろ	19	16	19.0	S	5/3.5	25.25	200	5	N	山脚	BE	80
//	// 2	松山市食場	200 2-10を	26	17	17.0	S	5/4.0	39.63	200	20	NW	山脚	BD(d)	80
//	// 3	松山市食場	200 2-10を	26	13	14.0	S	5/4.3	31.13	200	20	NW	山脚	BD(d)	80
//	// 4	喜多郡内子町掛木	146 172	35	17	17.0	S	5/4.3	16.13	100	35	S	山脚	BD	80
//	// 5	喜多郡内子町掛木	146 172	35	17	21.0	S	4/3.3	61.13	100	35	S	山脚	BD	80
//	// 6	喜多郡内子町掛木	146 172	35	17.5	19.0	S	5/3.8	18.25	100	35	S	山脚	BD	80
//	// 7	喜多郡内子町徳積	140 67	25	17.5	19.0	S	4/4.1	13.13	200	25	SW	山腹	BD	70
//	// 8	喜多郡内子町徳積	140 67	25	16	17.0	S	5/3.2	59.50	200	25	SW	山腹	BD	70
//	// 9	喜多郡内子町川登	100 1	31	17	18.0	S	5/4.4	54.88	150	35	N	山脚	BD	50
//	// 10	喜多郡内子町川登	100 1	31	18	20.0	S	4/4.0	44.88	150	35	N	山脚	BD	50
//	// 11	喜多郡内子町川登	100 1	31	20.5	21.0	S	5/4.0	28.63	150	35	N	山脚	BD	50
//	// 12	喜多郡内子町川登	100 1	31	17	19.0	S	5/3.1	57.75	150	35	N	山脚	BD	50
//	// 13	喜多郡内子町大瀬	99 62	25	14.5	15.0	S	5/4.4	26.50	200	40	NE	山脚	BD	60
//	// 14	喜多郡内子町大瀬	99 62	25	16	20.0	S	5/4.0	77.38	200	40	NE	山脚	BD	60

S. 62	愛媛県	15号	東宇和郡野村町奈良野	173 270	32	17	18.0	S	4/4.2	5.75	150	30	E	山腹	BD(d)	50
//	//	16	東宇和郡野村町奈良野	189 102	30	15	24.0	S	4/4.0	23.75	200	35	N	山腹	BD(d)	70
//	//	17	東宇和郡野村町奈良野	189 102	30	17	22.0	S	4/4.0	53.25	200	35	N	山腹	BD(d)	70
//	//	18	東宇和郡野村町奈良野	189 102	30	17	20.0	S	4/3.3	35.25	200	35	N	山腹	BD(d)	70
//	//	19	東宇和郡野村町鎌田	17 41	40	24	28.0	S	4/4.0	18.00	110	20	NE	山腹	BD	80
//	//	20	東宇和郡野村町鎌田	17 41	40	20	24.0	S	4/3.1	50.50	110	20	NE	山腹	BD	80
//	//	21	東宇和郡野村町鎌田	17 41	40	22	21.0	S	4/3.5	21.13	110	20	NE	山腹	BD	80
//	//	22	東宇和郡野村町鎌田	17 41	40	21	23.0	S	4/4.0	105.78	110	20	NE	山腹	BD	80
S. 63	//	23	宇摩郡新宮村新宮	2 3-1	27	16	27.0	S	4/3.0	44.50	250	25	W	山脚	BD	80
//	//	24	伊予三島市富郷町岩原瀬	245 49-1	35	15	24.0	S	5/4.0	31.25	350	30	S	山脚	BD	50
//	//	25	温泉郡川内町河之内	68 95	38	17	24.0	S	5/3.2	4.75	350	35	SW	山脚	BD	70
//	//	26	温泉郡川内町河之内	68 95	38	17	22.0	S	5/4.0	6.63	350	35	SW	山脚	BD	70
//	//	27	八幡浜市日土町瀬田	27 154	25	20	19.0	S	5/4.0	9.75	270	0	NW	山脚	BD	50
//	//	28	八幡浜市日土町梶谷岡	37 67	18	13	17.0	S	5/4.6	14.25	370	15	W	山腹	BD(d)	50
//	//	29	八幡浜市日土町梶谷岡	37 67	18	13	19.0	S	5/4.3	8.13	370	15	W	山腹	BD(d)	50
//	//	30	八幡浜市日土町梶谷岡	37 98	25	13	17.0	S	4/4.1	41.38	330	20	NW	山腹	BD(d)	80
//	//	31	八幡浜市日土町梶谷岡	37 98	25	15	27.2	S	5/3.6	52.38	330	20	NW	山腹	BD(d)	80

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

四国南部育種区（徳島県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 62	徳島県 1号	海部郡牟岐町辺川, 堀田	53 ヘ	18	10.1	12.0	S	4/3.3	4.13	100	15	N	山脚	BD	96
//	// 2	海部郡穴喰町久尾, 坂本	30 ほ	22	16.3	17.2	精英樹C	5/3.7	22.88	250	25	N	山腹	BD	96
S. 63	// 3	麻植郡山川町奥野井	37 ト	38	18	24.0	S	4/4.3	102.00	250	25	N	山腹	BD	60
//	// 4	勝浦郡上勝町福原, 蔭行	2 る	20	15	17.0	地スギS	5/3.8	90.63	200	30	NE	山腹	BD	90
//	// 5	阿南市太田井町	256 口	14	13	14.0	S	4/4.1	18.75	230	25	SE	山脚	BD	40
//	// 6	阿南市太田井町	256 口	14	15	16.0	S	4/4.6	123.75	230	25	SE	山脚	BD	40
//	// 7	那賀郡鷲敷町田野	39 口	17	13	15.0	S	4/4.2	35.00	170	0	E	山脚	BD	70
//	// 8	海部郡海部町大井, 西谷	27 に5	21	13	14.0	S	4/4.0	5.38	40	5	E	山脚	BD	95
//	// 9	海部郡海南町浅川, 荒瀬	206 い2	20	15	16.0	S	5/3.7	40.00	250	25	SE	山腹	BD	95

虫害 スギカミキリ 抵抗性候補木

四国南部育種区（高知県）

選出年度	名 称 (候スギカミキリ)	所 在 地	森 林 区 (林小班)	林 齢 (年)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	品種系統	健全度 (選抜木/周囲)	簡易検定 (樹脂道指数)	海拔高 (m)	傾 斜 (度)	方 位	局所地形	土 壌 型	摘 要 (林分被害率%)
S. 63	高知県 1号	玖珂郡美和町日宛	165 12-1	30	16	18.0	S	5/3.7	36.50	260	30	NE	山腹	BD(d)	68
//	// 2	玖珂郡美和町日宛	165 12-1	30	16	20.0	S	5/3.1	91.25	260	30	NE	山腹	BD(d)	68
H. 元	// 3	玖珂郡美和町日宛	164 50	33~35	18	26.0	S	5/3.7	16.50	290	40	NW	山腹	BD(d)	57
//	// 4	玖珂郡美和町日宛	164 50	33~35	18	22.0	S	5/3.8	47.69	290	40	NW	山腹	BD(d)	57