

ISSN-0289-4025

RESEARCH REPORT
OF THE
OITA PREFECTURAL
FOREST EXPERIMENT STATION

No.16, March, 1991

Arita, Hita, Oita, Japan

研 究 時 報

第 16 号

大 分 県 林 業 試 験 場

平 成 3 年 3 月

大分県日田市大字有田字佐寺原

大分県林業試験場研究時報第16号 (1991年3月)

目 次

| | | |
|----------------------------|----------------|----|
| ヒノキカワモグリガに関する研究 | 千原 賢次 高宮 立身 | 1 |
| 大分県産スギ精英樹の系統分類 (第1報) | 佐藤 朗 諫本 信義 | 18 |
| 種子発芽試験 (研究資料) | 諫本 信義 | 26 |

RESEARCH REPORT
OF THE
OITA PREFECTURAL
FOREST EXPERIMENT STATION

No.16, March, 1991

Arita, Hita, Oita, Japan

— CONTENTS —

| | | |
|---|-------------------------|----|
| Studies on <i>Epinotia granitalis</i> BUTLER Density and Distribution of leavae and larval feeding sites in a Sugi (<i>Cryptomeria japonica</i> D.DoN) Stand | Kengi CHIHARA | 1 |
| Tatsumi TAKAMIYA | | |
| Lineages of elite trees of Sugi (<i>Cryptomeria japonica</i> D.Don.) in Oita prefecture (I) | Akira SATOH | 18 |
| Nobuyoshi ISAMOTO | | |
| “ Noto ” The test of seed germination A Changes of the germination rate on the main Coniferae during the past 28 years (1963~1990) | Nobuyoshi ISAMOTO | 26 |

ヒノキカワモグリガに関する研究

—スギ林における幼虫および食痕の密度と分布状況—

千原賢次・高宮立身

Studies on *Epinotia granitalis* BUTLER

Density and Distribution of larvae and larval feeding sites
in a Sugi (*Cryptomeria japonica* D.DoN) Stand

Kenji CHIHARA and Tatsumi TAKAMIYA

要 旨

22~24年生のヤブクグリが主体の連続した大面積スギ被害林（本調査林）では、ヒノキカワモグリガ幼虫数は木の大きさと有意な正の相関がある。また、幼虫は10月下旬頃までに平均約2.3回枝条部で潜入—移動を行う。胸高直径が12cm程度の被害木では羽化約1カ月前に主幹部には9.5頭の幼虫が生息しているものと推定できる。この数は前年の9月下旬時の枝条部幼虫数の約33%にあたる。

羽化約1カ月前の主幹部表面積1㎡あたりの幼虫数は5.7±1.9頭である。本調査林の平均樹高は7.8m、平均胸高直径は12.3cmであり、この程度の木の羽化約1カ月前の主幹部の平均幼虫数は10.0頭である。1haあたりのスギ現存本数を約2,200本とすれば、1haあたり約22,000頭の幼虫が羽化約1カ月前（5月下旬頃）に本調査林の主幹部に生息しているものと大まかに推定できる。

次に、19年生のヤブクグリ被害林では主幹下部ほど古くからの材内食痕が多く蓄積され、材として利用価値の高い中～下部ほど材質が劣化する結果となっている。本調査林では材内食痕数は幼虫と同様、木の大きさと正の相関がみられ、樹高、胸高直径、主幹外部こぶ数等からの食痕数推定が可能であることを示した。

I はじめに

近年、特にスギに多大な材質劣化をもたらす穿孔性害虫ヒノキカワモグリガ（*Epinotia granitalis* BUTLER）の被害が、九州においては1980年頃より問題になりはじめ、調査研究が開始されたが、当時はまだマイナー害虫として取りあげられたにすぎなかった。

その後、行政、研究機関等による被害実態調査により、予想以上に被害林が多く、年々増加傾向にあることも判明してきたため、重要害虫として次第に認識されはじめた。

ちなみに、1989年現在、本県の被害区域面積は山間部を中心に約5,100haに達している。

このような情勢のもとで、1988年より大型プロジェクト研究としてヒノキカワモグリガ（以下本害虫）の研究が採択されたこともあって、九州をはじめ全国的に防除のための研究が本格的に行われることとなった。本害虫の生態、被害形態、防除法等については次第に解明されつつあるが、研究歴が比較的浅いこともあり、多くの研究課題がある。

そこで、筆者らは、被害状況の適格な把握、被害量の推定、発生予察、被害許容水準の解明ならびに防除技術開発等のための基礎資料を得るため、大型プロジェクト研究および農林水産航空協会委託試験の一環として、スギさし木被害林における幼虫および材内食痕の密度・分布状況あるいは幼虫の動態等について調査研究を実施してきたが、本報告は1988年～1989年に実施した調査結果を主体に検討し、とりまとめたものである。

本報告の校閲をしていただいた林業科学技術振興所の倉永善太郎氏ならびにデータの解析等で一部指導をしていただいた森林総合研究所九州支所の吉田成章昆虫研究室長に厚くお礼を申し上げる。なお、本報告の一部は第46回日本林学会九州支部大会（熊本市，1990年10月）で発表した。

II 調査林分の概要

1. 幼虫の密度・動態・分布状況および主幹外部こぶ等調査林の概要

九重町の22～24年生（調査開始時）のヤブクグリ（一部アヤスギ）被害林で、調査対象面積は約6haである。平均胸高直径は12.3cm、平均樹高7.8mで現存本数は、1ha当りで約2,000～2,400本である。標高は920～1,000mで方位は南斜面、傾度は約20～24度で、土壌は黒色火山灰土である。調査林を含む周辺のスギ林は大部分が本害虫の被害林である。成育は谷沿いから尾根にかけて次第に劣っている。（表-1参照）

本調査林の平均的な個所の樹高と胸高直径の関係を図-2に示すが、高標高地でもあり成長はあまり良くない。調査研究期間の前後1カ年の気象状況を表-2に示す。

なお、本調査林の成虫発生時期および本害虫の標準的な生活史等を結果および考察の項で述べ参考に資する。

2. 材内食痕の密度・分布状況等調査林の概要

上津江村の19年生（調査開始時）のヤブクグリ被害林（標高690m）で、水田、畑跡地の平坦な造林地で、面積は約1.6haである。立木の形状は平均胸高直径13.2cm、平均樹高9.8mで現存本数は1ha当り約2,000～2,200本である。また、本調査林の平均胸高直径が12.5cm（10本平均）の木では地上2mまでの主幹外部の累積こぶ・やに流出個所数は平均58.5個で、九重調査林より被害程度は若干高いが、平坦林でもあり、樹高、胸高直径の



図-1 調査林の位置
①九重町調査林
②上津江村調査林

表-1 調査林分の胸高直径、被害分布

| 項目 | 位置 | | |
|---------------|-------------|-------------|------------|
| | 沢沿い | 中腹 | 尾根すじ |
| 一本当り平均値 | | | |
| 胸高直径 (cm) | 14.1 ± 2.0 | 11.9 ± 2.3 | 9.4 ± 0.8 |
| ※主幹コブ数 (地上2m) | 63.0 ± 21.4 | 37.4 ± 15.9 | 19.5 ± 6.9 |
| ※幼虫数 (枝3本分) | 2.3 ± 1.3 | 2.3 ± 2.1 | 1.2 ± 1.2 |
| 調査本数 | 16 | 16 | 18 |

(注) 1. 数値は平均値±標準偏差
2. ※印の調査方法はⅢの調査項目および方法に記載

表-2 調査期間前後1カ年の気象

| 気 象 | 年 月 | 1988 | | | | | | 1989 | | | | | |
|-----------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 平 均 温 度 (°C) | | 24.9 | 24.2 | 20.9 | 14.4 | 7.1 | 3.1 | 5.4 | 5.2 | 6.8 | 13.3 | 16.4 | 20.1 |
| 最 高 温 度 (°C) | | 29.6 | 29.4 | 25.8 | 20.4 | 12.9 | 9.0 | 10.4 | 10.2 | 12.3 | 20.0 | 22.1 | 25.4 |
| 最 低 温 度 (°C) | | 21.4 | 20.2 | 17.2 | 9.6 | 1.9 | -1.7 | 1.0 | 0.7 | 1.2 | 7.2 | 11.5 | 15.2 |
| 降 水 量 (mm) | | 220 | 80 | 205 | 33 | 39 | 6 | 130 | 122 | 86 | 23 | 264 | 172 |

(注) 大分地方気象台玖珠観測所(調査林よりの距離: 約14km)の測定資料

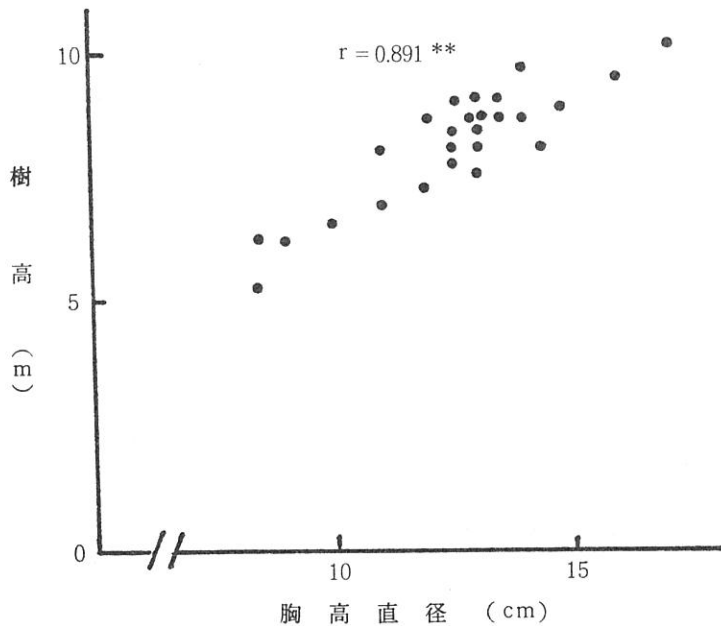


図-2 胸高直径と樹高の関係

ばらつきは少ない。なお、ヤブクグリとアヤスギは被害率で殆んど同程度であり、これらは本害虫に対して特に感受性が高い品種^{3,2)}とされている。図-1に両調査林の位置を示す。

Ⅲ 調査項目および方法

1. 秋期における幼虫の密度・動態・分布状況

1988年9月下旬に調査林より2本(林内木と林縁木)を伐倒し、単木における幼虫の枝条部の分布状況や幼虫数および新虫ふん排出個所数等を調査し、更に、同年10月下旬に林分全体の幼虫密度・分布・動態等を把握するため、調査林の沢沿いから尾根にかけて大体直径階別に50本を選出し、9月下旬の調査により幼虫生息密度が高いと思われる樹冠中央

部より、1本当たり3本の枝を採取し、胸高直径と枝3本分の幼虫数および新虫ふん排出個所数の関係ならびに幼虫数と新虫ふん排出個所数等の関係を解析した。また、10月下旬時の幼虫の齢期についても調査を行った。

2. 翌年の羽化約1カ月前（5月下旬）の幼虫密度・分布状況

1989年5月下旬に調査林より大体直径階別に20本を伐倒し、胸高直径および樹高と主幹部に生息する幼虫数の関係や単木の主幹部の部位別（地上1mごと）の幼虫の分布状況を調査した。これらの結果により、枝条部より主幹部に下降した幼虫数の推定を試みた。

更に、5月下旬時の1株当たりの主幹部幼虫数の推定も試みた。

3. 主幹外部の累積こぶ・やにおよび材内食痕の密度・分布状況

九重調査林より50本の調査木を谷沿いから尾根にかけて選出し、地際より2m部位までの主幹外部の累積こぶ・やに流出個所数（以下こぶ数）と胸高直径の関係について解析した。次に、上津江調査林より6本を選出し、主幹外部の全こぶ数を計数後、基部より丸のこで5cm厚さに玉切りを行い、材内部の累積食痕数（以下食痕数）を計数し、これとこぶ数の関係を解析した。また、食痕数と胸高直径、樹高との関係についても解析するとともに5本平均の単木における地上高1mごとの部位別の食痕形成比率、年次別の地上高1m部位における食痕形成比率についても解析を行い、食痕の密度・分布や食痕数の推定法等を検討した。なお、外部こぶと材内食痕の関係調査は薬剤防除試験の効果調査木より3本対照木より3本の計6本を用い、他の調査は同試験の対照木5本を用いて解析した。

IV 結果および考察

1. 本害虫の標準的な生活史および九重調査林の成虫発生時期

本害虫の場合、羽化後、産卵は当年伸長の針葉で主に行われ、ふ化幼虫は針葉から移動し、枝条部に潜入して食害（黄褐色の虫ふんを排出）し、脱出—移動—潜入のパターンをくり返しながら成長する。ふ化後から翌春までは枝条部、枝基部で生息し、その後、主幹部に下降し、更に潜入—食害—脱出—移動を行い、材として利用価値の高い主幹部材内に茶褐色の食痕を形成して材質を劣化させ材価を下げる。幼虫は大体5齢で蛹になり羽化する。

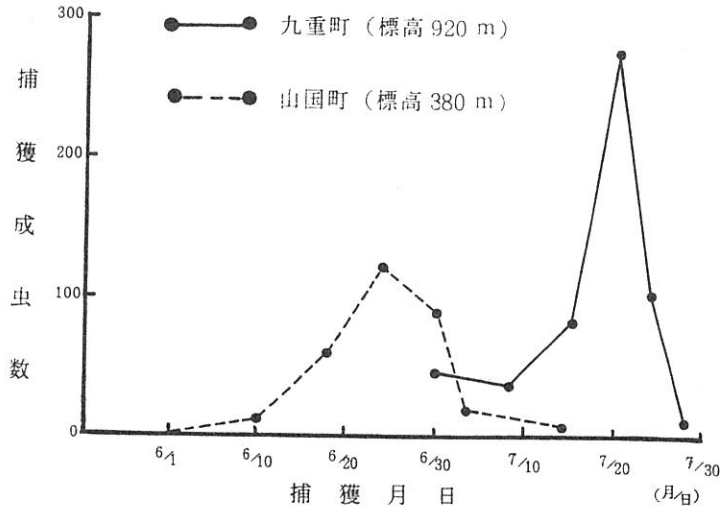


図-3 標高別成虫の発生活消長

る。これらのこと²⁾がこれまでに知られた一般的な生活史である。

本害虫の場合、成虫の発生時期は標高が高くなるにつれておそくなる傾向がみられる²⁾。

すなわち、温度による影響が大きい。筆者らは1986年より毎年、本調査林でライトトラップによる成虫捕獲を定期的に行い、発生消長を調査しているが、毎年、若干の日数差はあるものの大体6月下旬頃に羽化が開始し、ピークは7月初~中旬、終息は7月下旬~8月上旬頃である。池田ら⁵⁾の調査例をみても標高800~900mの被害林では本調査林(標高920~1,000m)と大体同じ発生時期である。ちなみに、当該において1986年に標高380mの被害林と本調査林で行った調査例を図-3に示す。発生ピーク時で約1カ月の差がみられ、標高差が顕著にでている。

2. 秋期における幼虫の密度・動態・分布状況

幼虫の密度については、品種、被害程度、被害林の環境等により差異がある。

そこで、まず、秋期におけるヤブクグリが主体の被害林の幼虫密度・分布・動態等をみるため、1988年9月25~26日に林縁木と林内木の2本のスギを伐倒し、全樹冠部の幼虫数や新虫ふん排出個所数を調査した。調査結果を表-3に示すが、この時期では平均胸高直径約12cmのスギでは1本当たり平均約29頭の幼虫が生息していると推定される。

表-3 秋期におけるヒノキカワモグリガ幼虫の樹冠内分布状況

| 区 別 | 胸高直 径(cm) | 樹高 (m) | 地 上 高 (m) | 緑枝数 | 新虫糞確 認 枝 数 | 新虫糞排 出個所数 | 幼虫数 | 幼虫の生息部位 | | |
|-----|--------------|-----------|--------------|-----|---------------|--------------|-----|---------|-----|----|
| | | | | | | | | 幹 | 枝基部 | 枝 |
| 林縁木 | 10.5 | 5.1 | 1.0~1.5 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | 1.5~2.0 | 13 | 9 | 26 | 12 | 0 | 0 | 12 |
| | | | 2.0~2.5 | 12 | 7 | 12 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| | | | 2.5~3.0 | 12 | 7 | 13 | 6 | 0 | 0 | 6 |
| | | | 3.0~3.5 | 11 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | 3.5~4.0 | 11 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| | | | 4.0~4.5 | 17 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 計 | 77 | 29 | 58 | 25 | 0 | 0 | 25 | | | |
| 林内木 | 13.7 | 8.6 | 1.5~2.0 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | 2.0~2.5 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | 2.5~3.0 | 8 | 3 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | 3.0~3.5 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | | | 3.5~4.0 | 8 | 3 | 7 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| | | | 4.0~4.5 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | 4.5~5.0 | 10 | 5 | 22 | 7 | 0 | 0 | 7 |
| | | | 5.0~5.5 | 13 | 4 | 7 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| | | | 5.5~6.0 | 12 | 8 | 22 | 11 | 0 | 0 | 11 |
| | | | 6.0~6.5 | 11 | 3 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| | | | 6.5~7.0 | 13 | 3 | 5 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| | | | 7.0~7.5 | 17 | 0 | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| 計 | 114 | 32 | 78 | 33 | 4 | 1 | 28 | | | |

次に、幼虫と新虫ふん排出個所の分布位置を図-4に示すが、林縁木と林内木の場合、前者は大體、樹冠の中部以下の枝条部で幼虫密度が高く、梢頭部で少ない。後者では樹冠の中部で高い傾向がみられた。産卵場所について、川野ら⁸⁾の報告では林内木は梢頭部と樹冠下部を除いて、樹冠のやや上部から中央部に、林縁木では梢頭部を除けば、樹冠の最下部まで分布する傾向であったと述べており、これらの結果ともほぼ一致した。

このことは、林内木の場合、隣接木の枝と重なり合う部分より少し上側のやや開けた空間が成虫の飛翔、産卵により適している¹³⁾ためではないかと考えられる。

これに関連して、越冬時（1月上旬）には枝条部幼虫数の約76%が樹冠の中部以下の枝条部に生息していたという報告⁷⁾もあり、幼虫生息場所は越冬時までには、漸次下降して行く。したがって、生態防除としては越冬時の枝打ち（後述）が有効と思われる。

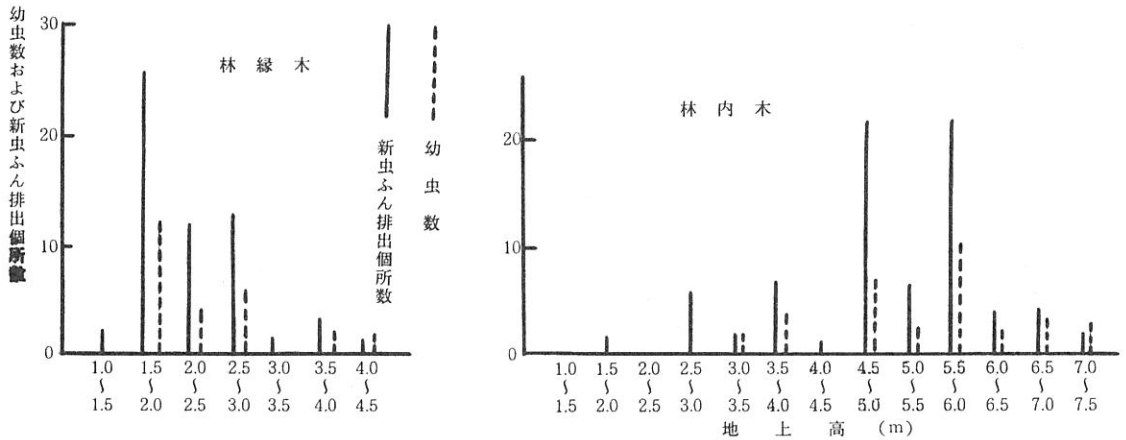


図-4 幼虫と新虫ふん排出個所の樹冠内分布位置

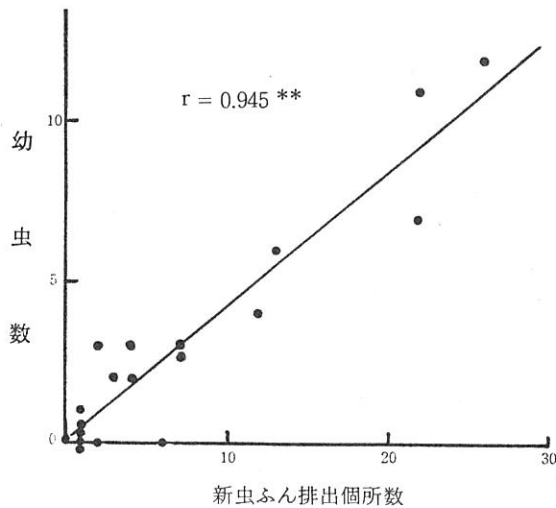


図-5 幼虫数と新虫ふん排出個所数の関係

次に、これら2本の調査木について、地際より0.5 m間隔の範囲内にある枝条の幼虫数と新虫ふん排出個所数の関係をプロットしてみた。両者の関係は図-5に示すような回帰直線が得られ、有意性(1%水準)のある相関が認められた。回帰式は次のとおりである。

$$y = 0.422 x + 0.032 \quad (r = 0.945 **) \quad (1)$$

また、表-3より幼虫数と新虫ふん排出個所数の2本の計は58と136となり、新虫ふん排出個所数を幼虫数で割れば約2.3となるため、幼虫はふ化後、9月末頃までに平均約2.3回潜入-移動を行ったと言える。

同年10月24~25日に被害林分全体の幼虫の分布・密度・動態等をつかむため、斜面下部より上部にかけて1本置きに25本を選出し、横方向に20列離して、同様に25本選出(計50本)して、各1本より樹冠の中央部より3本の枝を基部より採取した。(全枝数150本)

調査木50本について、1本当り枝3本分の幼虫数、新虫ふん排出個所数、3本平均の枝の長さおよび胸高直径間について各項目間ごとに相互の関係をプロットした結果、すべて直線回帰がよく当てはまり正の相関がみられた。表-4に各項目間の直線回帰式および相関係数を示すが、すべて1%水準で有意な相関であった。

幼虫数等は木の大きさにはほぼ比例している。なお、これらの中で枝の長さと胸高直径の関係が比較的相関係数が高いのは、ヤブグリの場合、樹冠がきれいな円錐形を呈しているためと考えられる。

表-4 各調査項目間の直線回帰式と相関係数 (n=50)

| y | x | 回 帰 式 | 相関係数(r) |
|-----------|-----------|----------------------------|----------|
| 枝の長さ(m) | 胸高直径(cm) | $y = 0.053x + 0.724$ (2) | 0.732 ** |
| 新虫ふん排出個所数 | 胸高直径(cm) | $y = 0.847x - 4.597$ (3) | 0.620 ** |
| 幼虫数 | 胸高直径(cm) | $y = 0.413x - 2.490$ (4) | 0.587 ** |
| 新虫ふん排出個所数 | 枝の長さ(m) | $y = 12.230x - 10.971$ (5) | 0.652 ** |
| 幼虫数 | 枝の長さ(m) | $y = 4.815x - 4.027$ (6) | 0.499 ** |
| 幼虫数 | 新虫ふん排出個所数 | $y = 0.424x + 0.120$ (7) | 0.825 ** |

(注) 1. 新虫ふん排出個所数、幼虫数は調査木1本当り枝3本分の数であり、枝の長さは3本の平均値。

2. **: 1%水準で有意

3. ()内は回帰式番号

これらの関係の中から2, 3について図示して考察してみる。まず、胸高直径と幼虫数は図-6のようになり、かなりばらつきはあるが、胸高直径が大きくなるにつれて、幼虫数も増加する傾向がみられた。図-7は胸高直径と新虫ふん排出個所数の関係で、前者より相関係数は高く、幼虫数と同様な傾向がみられた。

図-8は新虫ふん排出個所数と幼虫数の関係であるが、各項目間では最も相関係数が高い。この時期では新虫ふん排出個所数から幼虫数の推定は可能である。

供試木50本の全幼虫数と全虫ふん排出個所数の調査木1本当り枝3本分の平均値は2.6と5.8となるため、新虫ふん排出個所数を幼虫数で割れば2.2となる。したがって、幼虫

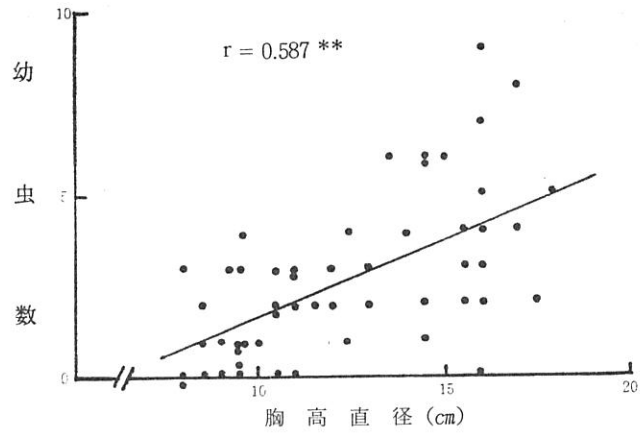


図-6 胸高直径と幼虫数の関係

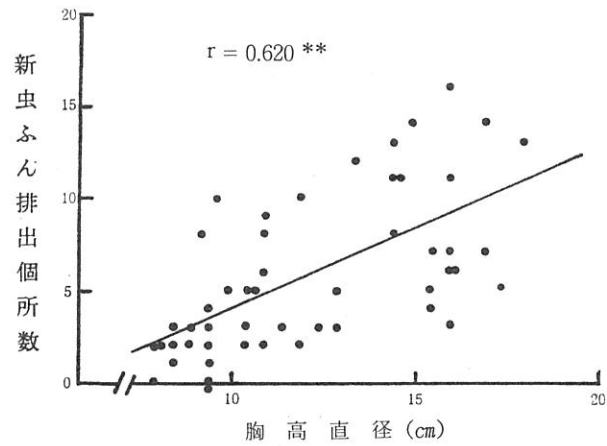


図-7 胸高直径と新虫ふん排出個所数の関係

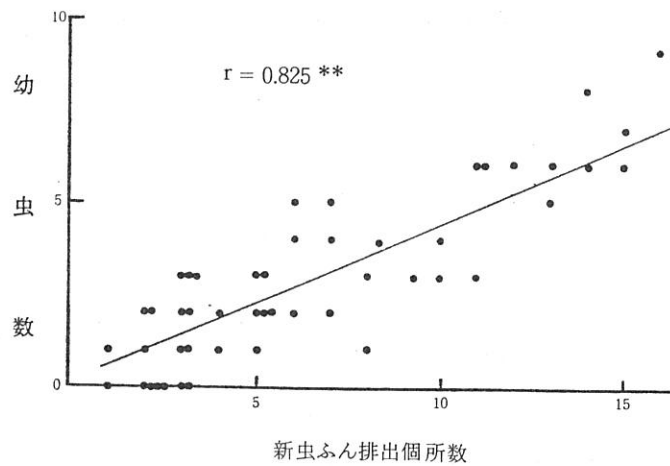


図-8 新虫ふん排出個所数と幼虫数の関係

の平均の潜入一移動回数は約 2.2 と言える。前述の 9 月下旬時調査とほぼ同じ値になったことから 9 月下旬以降は殆んど動いていないようになるが、この点は判然としない。

あるいは殆んど動いていないとも考えられるが、いずれにしても 10 月下旬頃までの潜入一移動回数は平均で約 2.2 回で意外に少ないようである。この間の死亡虫やふ化直後の潜入数等が判然としない点などから考えて、実際はこの数値より若干多いことも考えられる。

幼虫の潜入場所とやにの流出には深い関係があるとされているため、やにの流出がかんまんな部位に潜り込んだ幼虫は脱出一移動のパターンが少ないと推測される。また、この回数は品種、樹勢等にも影響されると思われる。

前述の 9 月下旬に 2 本伐倒した調査木の結果によれば、本調査林では胸高直径平均約 12 cm のヤブクグリ被害木では、枝条、枝基部に平均約 29 頭の幼虫が 9 月下旬頃に生息しているものと推定される。また、この程度の胸高直径の木では図-6 の (4) 式より推定して樹冠中央部における枝 3 本分の幼虫数は約 2.5 頭となる。この数値は単木総数の約 8.6 % と大まかに推定できる。樹冠部の全幼虫数の調査については、今回は 2 本のみであったが更に調査木を増やしデータを蓄積すれば全幼虫数推定の精度も高くなる。

今回の調査で幼虫数は木の大きさにほぼ比例していることが判明したので、枝 3 本分の幼虫数から単木ひいては林分の全幼虫数の大まかな推定は可能であろう。

次に、10 月下旬時における幼虫の齢期をみるため、調査枝から 39 頭の幼虫を採取し、これを 70% アルコールで殺虫固定した後、順次取り出して双眼実態顕微鏡を用いてマイクロメータにより、頭長と頭幅を測定した。齢期の判定は暁の方法⁹⁾を参照した。結果は表-5 に示すが、この時期では 3~4 齢期であり、中でも 4 齢が多かった。このことは暁の報告⁹⁾ともほぼ一致した。

表-5 幼虫の頭長・頭幅 (10月下旬)

| 測定部位 | 測定数 (頭) | 範 囲 (mm) | 平均値 (mm) | 標準偏差 (mm) | 変動係数 (%) |
|------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 頭 長 | 39 | 0.48 | 0.72 | 0.12 | 16.01 |
| 頭 幅 | 39 | 0.44 | 0.76 | 0.11 | 13.96 |

3. 羽化約 1 カ月前の主幹部における幼虫密度・分布状況

1989年 5 月 25~26 日 (羽化開始約 1 カ月前) に本調査林の斜面下部より上部にかけて、20 本の調査木を大径階別に出し、伐倒して枝条部を基部よりすべて落した後、主幹部における幼虫数と胸高直径の関係を解析した。結果は図-9 に示すような曲線回帰があてはまり、かなりばらつきはあるが、5% 水準で有意性のある相関がみられた。すなわち胸高直径が大きくなるにつれて幼虫数も増加した。曲線回帰式は次のとおりである。

$$\log y = 2.394 \log x - 1.607 \quad (r = 0.683^*) \quad (8)$$

更に幼虫数と樹高の関係についても解析したが、図-10 に示すように曲線回帰がよくあてはまり、かなり高い相関 (1% 水準で有意) がみられた。回帰式は次のとおりである。

$$\log y = 3.329 \log x - 1.995 \quad (r = 0.839^{**}) \quad (9)$$

胸高直径との関係と同様に樹高が高くなるにつれて幼虫数も増加する傾向であった。

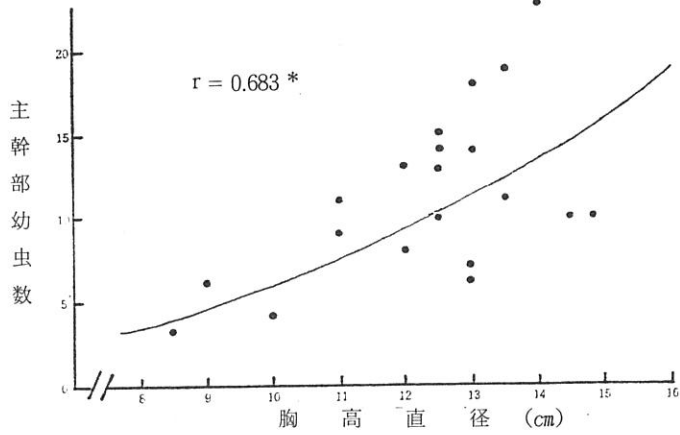


図-9 胸高直径と主幹部幼虫数の関係

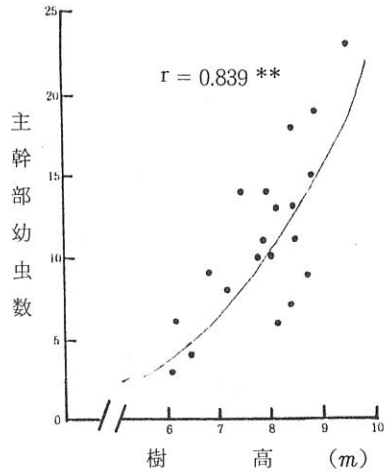


図-10 樹高と主幹部幼虫数の関係

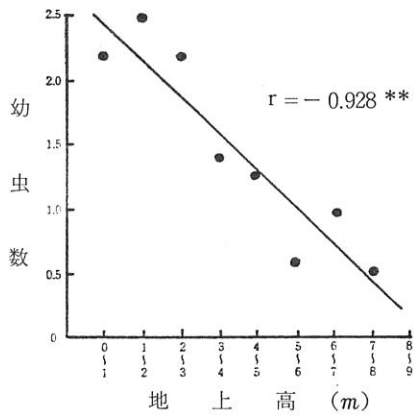


図-11 地上高別主幹部幼虫数

次に、単木（樹高8 m以上の伐採木13本の平均）の主幹部幼虫分布を地上高1 mごとに調査した結果、図-11のように地際付近が多く上に行くにつれて漸次減少した。直線回帰式は次のとおりである。なお、この時期の平均蛹化率は22.8%であった。

$$y = 2.764 - 0.289x \quad (r = -0.928^{**}) \quad (10)$$

ところで、樹幹形状を円錐と仮定して表面積を地上高別に求め、図-11の関係から単位面積あたりの幼虫数を計算すると、地上高に関係なくほぼ一定ということになる。

このことから、本調査林における単木的な主幹での分布は特定の位置で生息密度が偏っているといったことはないものとみられる。伐倒した20本の原データから単木の主幹表面積あたり幼虫密度を計算し、胸高直径あるいは樹高との関係をみたが、ばらつきが大きくはっきりした傾向がみられなかった。そこで、図-9, 10の曲線関係から前述と同様に円錐を仮定して単木の主幹表面積を計算し、主幹表面積あたりの幼虫密度を求めると、木が大きくなると密度も高くなる（ $r = 0.755^{**}$ ）という結果になった。林分としてみた場合は本調査林程度の密度では主幹表面積が制御要因となっているとはいえないようである。

4. 枝条部幼虫から主幹部幼虫の密度推移および1 ha当り主幹部幼虫数の推定

前述のように9月下旬頃までに胸高直径12 cm程度のヤブクグリ被害木の場合、1本当り約29頭枝条部（一部主幹部を含む）に生息していた幼虫が、翌年の5月下旬（羽化約1カ月前）には（8）式より推定して主幹部には約9.5頭生息しているものと推定できる。

したがって、9月下旬時の幼虫数の約33%が5月下旬頃には主幹部に生息しているものと大体推定できる。残りは自然死の外、天敵類の捕食によって死亡したか、枝又は枝基部にそのまま生息しているものと考えられる。このように主幹部まで下降する個体は意外に少ない。これは、主幹部まで降りる時は移動距離が比較長くなるため、外敵による死亡が多いことが考えられる。この外、池田ら⁵⁾によれば「枝基部が他個体によって占有されている場合、あふれた個体が主に幹に下降する可能性も考えられる」また、「胸高直径28 cmの大径木では枝に蛹化に必要な粗皮ができるため、虫ふん排出は枝のみに認められ、幹にはまったく認められなかった」と報告している。山崎ら¹²⁾によれば「この時期、桐生市での調査によれば加害部位の当年の被害痕数の比率は枝1.5%、枝基部74.0%、無枝主幹部24.5%であった」と報告している。これらのことから考えても主幹部まで下降する幼虫が少ないことがうなずける。蛹化までには更に下降する個体も若干あると思うため、この時期の枝基部幼虫数を把握しておく必要がある。

本調査により22~24年生のヤブクグリが主体の連続した大面積被害林の場合、枝条、主幹部の幼虫数は木の大きさと有意な正相関がある。本調査林の50本の平均胸高直径は12.3 cm、平均樹高は7.8 mで全体のほぼ平均的な大きさである。この程度の木は羽化約1カ月前の主幹部の平均幼虫数は（8）および（9）式より推定して約10頭となった。1 ha当りのスギ現存本数を約2,200本とすれば、密度比例指数法⁶⁾により1 ha当り約22,000頭の幼虫が羽化約1カ月前（5月下旬）に本調査林の主幹部に生息しているものと大まかに推定できる。平均羽化率が解明できれば、成虫密度の推定も可能であろう。

5. 主幹外部こぶ・やに流出個所および材内食痕の密度・分布状況

地上2 mまでの主幹外部のこぶ数（やに流出個所数も含めたものであるが、以下こぶ数とする）と胸高直径の関係をプロットした結果を図-12に示す。ヤブクグリ22~24年生林では胸高直径が大きくなるにつれて、こぶ数も増加し、相関の高い（1%水準で有意）次の曲線回帰式が得られた。

表-6 調査木の形状と食痕数

| № | 樹高 (m) | 胸高直径 (cm) | 生枝下高 (m) | 材内総食痕数 |
|----|--------|-----------|----------|--------|
| 1 | 9.3 | 13.0 | 3.9 | 125 |
| 2 | 8.8 | 12.5 | 2.0 | 101 |
| 3 | 7.9 | 12.0 | 3.1 | 110 |
| 4 | 8.8 | 14.0 | 3.6 | 155 |
| 5 | 10.0 | 15.0 | 4.2 | 218 |
| 平均 | 9.0 | 13.3 | 3.4 | 142 |

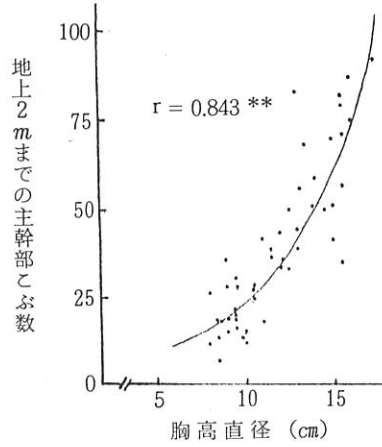


図-12 地上2mまでの主幹外部こぶ数と胸高直径の関係

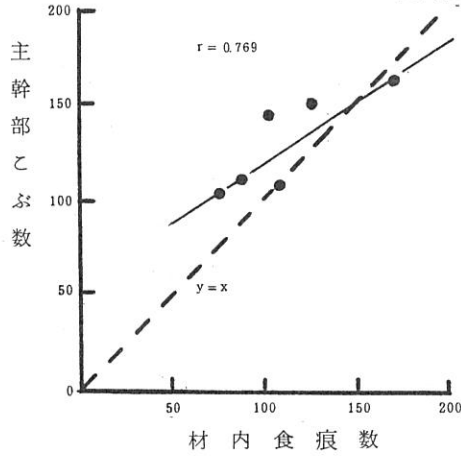


図-13 外部こぶ数と材内食痕数の関係

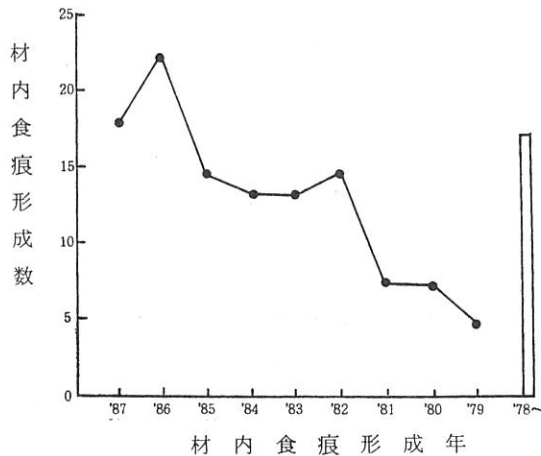


図-14 食痕の年次別形成数

$$\log y = 2,390 \log x - 1,016 \quad (r = 0.843^{**}) \quad (11)$$

これについて、胸高直径が大きくなれば、地際部まで下降する幼虫は枝条部からの距離が長くなるため少なくなり、こぶ数は減少傾向になるという報告¹⁰⁾もある。本調査林でもある大きさに達するとその後、次第に逆の関係になることも考えられる。なお、現在は品種ごとに地上 2 m までのこぶ数と全体のそれとの関係について検討している。

次に、主幹部の全こぶ数と 5 cm 厚さの円板で、実質的な被害である材内に蓄積された全食痕数（以下食痕数）を調査した。両者の関係を図-13 に示すが、正の相関はみられるが、有意な相関ではなかった。直線回帰を想定して計算した結果、次式ようになった。

$$y = 0.631 x + 59.340 \quad (r = 0.769) \quad (12)$$

調査本数が少ないことや計数誤差もあるため有意性はみられなかった。したがって、(12) 式を用いてこぶ数より食痕数の推定は無理であるが、データが増えれば点は $y = x$ 付近か、この線より若干下方に集まると思われる。また、点が増えれば回帰式より推定が可能であろう。

食痕数に関して参考までに上津江調査林の年次別の食痕形成数（調査木 5 本の平均値）を図-14 に示すが、1979 年頃より被害は増加傾向にある。5 本の平均胸高直径は 13.3 cm で平均食痕数は 142 個であった。次に食痕数と樹高、胸高直径の関係を図-15 に示すが、両者の関係ともゆるやかな曲線回帰が当てはまり、胸高直径間には 5% 水準で有意性のある正の相関がみられ回帰式は次のとおり計算された。表-6 に調査木の食痕数等を示す。

$$\text{胸高直径と食痕数} \quad \log y = 3,317 \log x - 1,589 \quad (r = 0.961^*) \quad (13)$$

$$\text{樹高と食痕数} \quad \log y = 2,596 \log x - 0.335 \quad (r = 0.733) \quad (14)$$

食痕数も幼虫数同様、木の大きさにはほぼ比例している。しかし、食痕の分布状況は調査本数の不足もあり一概とは言えない。図-16 は年次別の地上高 1 m までの食痕の全体に占める割合（以下食痕形成比率）を 5 本の平均値で示したものであるが、次に示す直線回帰式が得られ 5% 水準で有意な相関がみられた。

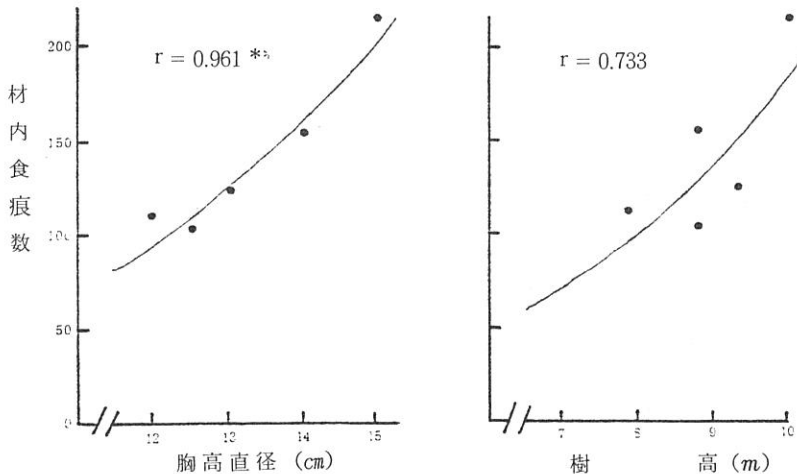


図-15 胸高直径、樹高と食痕数の関係

$$y = 2,421 x + 15,264 \quad (r = 0.739^*) \quad (15)$$

これは当然木の成長とともに地上高 1 m 部位の樹幹表面積比は小さくなっていくので、

これに比例して食痕形成比率も次第に小さくなっている。すなわち、調査時の19年生までは地上高1 mまでの食痕形成比率は一定していると言える。これに関連して、樹高9～13 mの被害が中程度のスギでは木の成長とともに食痕は上昇するという麻生らの報告¹⁾もあるが本調査では異なる結果となった。この点も前述した地上高2 mまでのこぶ数と胸高直径との関係と同様に、木の大きさに関連しているかもしれない。麻生らの報告で調査されたスギは、被害が始った樹高が8 m程度でその時の樹齢が10年生程度であることから、食痕形成比率が一定から減少に変わるのに関与しているのは、樹齢ではなくて木の大きさではないかと考えられる。すなわち、本調査林分でも木がある大きさを越すと地上1 mまでの食痕形成比率が急速に低くなることも充分考えられる。

図-17は1 mごとの地上高での5本平均の食痕形成比率である。曲線回帰がよくあてはまり1%水準で有意な相関が認められた。回帰式は次のとおりである。

$$\text{logy} = 1,573 - 0.943 \text{ logx} \quad (r = -0.970^{**}) \quad (16)$$

このことは下部ほど古くからの食痕が多く蓄積されるため材として利用価値の高い主幹

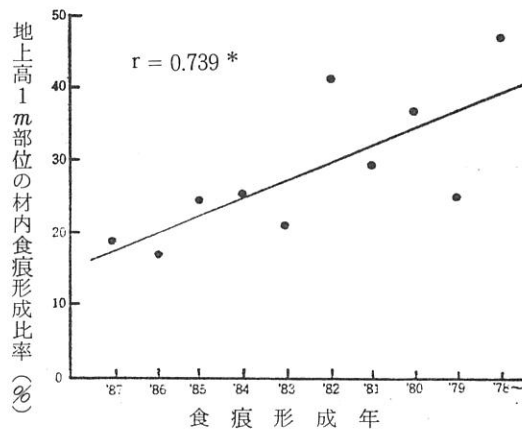


図-16 地上高1 m 部位の年次別食痕形成比率

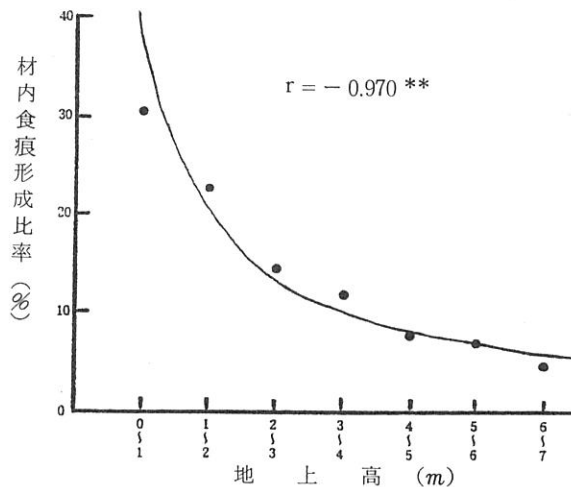


図-17 単木における地上高1 m ごとの食痕形成比率

下部ほど材質が劣化するという従来の結果²⁾と一致する。

しかしながら、(16)式は樹齢19年生までの関係であるため、木がある大きさ以上になれば下部に占める食痕の比率は漸次減少していくものと考えられる。

以上の調査結果により19~24年生程度のあまり成長のよくないヤブクグリ被害林では、主幹外部こぶや材内食痕は幼虫同様、木の大きさと有意な正相関があることがわかった。

木の大きさや主幹外部こぶ数等より材内食痕数推定法の端緒は見出せたと思うが、更にデータを積み重ねることにより、同一品種のさしスギ林ではより精度の高い食痕数推定法の開発は可能であろう。

6. 枝打ちによる食痕数の減少効果

本調査結果をふまえて、生態的な防除面に若干ふれておくので参考にさせていただければ幸いである。本害虫の生態については本調査結果からも明らかなように秋期の枝条部幼虫の約3分の1程度が主幹部へ移動して加害する。この習性を利用して越冬時に枝打ちを行えば越冬後の主幹部に対する食痕を減少させることが可能と考えられる。

そこで、筆者らが本調査を行った九重町試験林で1986年~1987年に枝打ちによる新食痕数の減少効果の検討のため試験⁷⁾を実施したが、現在、生態防除としては最も有望と思われるので、その概要を述べる。

まず、供試木は21年生のヤブクグリで樹高6.0~8.8m、胸高直径10~15cm、枝下高は1.2~2.0m、枝打ちの程度は樹冠部の下枝から梢端部までの長さの30%、50%、70%、無枝打ちで、越冬直前の12月上旬に実施した。枝打ち時における幼虫の齢構成は4齢が98%、5齢が2%で越冬期の樹内における幼虫生息分布は、総頭数の82%が枝条の分岐部で18%が主幹部または主幹の基部であった。枝打ち後の翌年の主幹部食害防止効果は、各供試木3本の平均で、無枝打ち木の材内新食痕数が1本当たり27.0個に対して30%区が14.3個、50%区が4.3個、70%区が3.0個で枝打ちの程度に応じて予想以上に食痕数の減少が認められた。本試験は予備試験として行ったものであり、現在は、林分としての食痕減少効果を検討するため供試本数を大幅に増やして試験を実施している。

7. 主幹部表面積あたりの幼虫密度と分布状況および主幹材積あたりの食痕密度

単木の主幹部表面積と幼虫数の関係については11ページで簡単に述べたが、重要と思われるので追記として再度、解析結果について詳細を述べる。

図-9, 10の単木の胸高直径、樹高より主幹部を円錐と仮定して単木20本について主幹部の表面積を算出し、幼虫数との関係を解析した。結果は図-18のようになり、ゆるやかな曲線回帰があてはまり1%水準で有意な相関がみられた。関係式は次のとおりである。

$$\log y = 1.585 \log x + 0.569 \quad (r = 0.755 \text{ **}) \quad (17)$$

なお、供試木20本の平均主幹部表面積は1.92㎡で平均幼虫数は11.1頭であった。両者の点の分布は図-9の胸高直径と幼虫数の関係に非常によく似ているが、(17)式の方が相関係数は若干高い。したがって、単木ごとには、主幹部表面積が広くなるにつれて幼虫数も増加する。すなわち、幼虫数は木の大きさにほぼ比例していると言える。

また、供試木20本の主幹部表面積1㎡あたりの平均幼虫数は5.7頭で標準偏差は±1.9頭となりかなりばらつきがある。この程度の幼虫密度では本調査林の主幹部の個体群の分布様式まではわからない。

次に、表-6より主幹部材積を求め、これと食痕数との関係についても解析してみたが直線回帰があてはまり、 $r = 0.948 *$ となって5%水準で有意な正の相関がみられた。

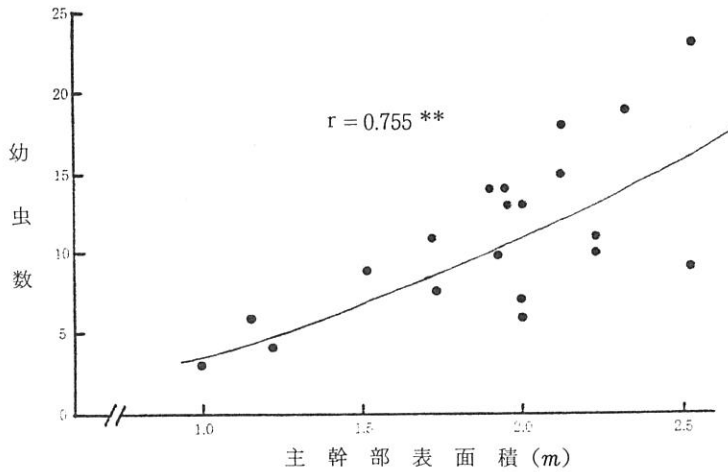


図-18 主幹部表面積と幼虫数の関係

V おわりに

本調査研究により19～24年生のヤブクグリが主体のスギ被害林分では、幼虫数、こぶ数、食痕数は木の大きさと有意な正相関があることや羽化約1カ月前の1株当りの主幹部幼虫密度も大体推定できた。また、供試本数は少ないが、食痕密度推定法の端緒も見出した。

これらの調査資料を被害量の推定、発生予察、適格な防除のための被害許容水準策定等の基礎資料としたい。今後の重要な課題としては成虫密度推定法の開発がある。これについては、佐藤ら⁴⁾によってライトトラップによる方法が試みられているが、今回の調査資料をふまえてこの課題にも取り組みたい。今回はあくまで一事例調査であり、本害虫は樹齢、品種、標高等環境条件により当然虫密度に差があるため、実生林を含めて条件の異った林分で調査を積み重ねていく必要がある。次に被害回避、防除面について若干述べる。

前述のように本害虫はスギ品種に対する感受性に差がある。ヤブクグリとアヤスギが、特に感受性が高く、イワオスギが特に低いという報告³⁾もある。更に調査を積み重ねることにより抵抗性系統の確立も被害回避法として有望であろう。また、幼虫密度を減少させる方法として、前述の枝打ち(程度が問題)や主幹上部の粘着バンド巻き法⁴⁾等も生態的防除としては有望と思われる。薬剤防除としては、有機リン系のくん煙剤による防除²⁾が効果があり、省力的であるが、いずれにしても防除を計画する場合、対象林分の被害程度、成虫発生時期、材の利用目的等を充分把握しておかなければならない。特に磨き丸太等良質材を生産するためには防除が不可欠である。しかしながら防除面については今後、解明すべき問題が多い。

引用文献

- 1) 麻生賢一・安藤茂信・高橋和博：ヒノキカワモグリガに関する研究(Ⅱ)ーヒノキカワモグリガの食害個所について(1)ー, 日林九支研論, 36, 211～212, 1983
- 2) 千原賢次・高宮立身・川野洋一郎：くん煙剤によるヒノキカワモグリガの3年連続防除効果, 大分県林試研究時報, 14, 1～8, 1989

- 3) 千原賢次・高宮立身: 主要樹木の病害虫に関する研究(2)ーヒノキカワモグリガ抵抗性スギ品種の検索一, 大分県林試年報, 30, 25, 1988
- 4) 服部文明・讃井孝義: 粘着バンドによるヒノキカワモグリガの捕獲試験, 日林九支研論, 42, 185~186, 1989
- 5) 池田作太郎・新宅悌二: ヒノキカワモグリガの生態と防除に関する研究, 広島県立林試研報, 23, 29~44, 1989
- 6) 久野英二: 動物の個体群動態研究法 I 一個体数推定法一, pp, 114, 共立出版株式会社, 東京, 1986
- 7) 倉永善太郎・千原賢次・川野洋一郎: 枝打ちによるヒノキカワモグリガの食害防止試験(1), 日林九支研論, 41, 157~158, 1988
- 8) 川野洋一郎・千原賢次: 主要樹木の病害虫に関する研究ーヒノキカワモグリガの成虫発生時期ならびに産卵場所等について一, 大分県林試年報, 29, 49~50, 1987
- 9) 暁 芳孝: ヒノキカワモグリガの生態ー幼虫の齢期と齢構成について一, 森林防疫, 24, No.4, 12~15, 1975
- 10) 大長光 純・倉永善太郎: 福岡県におけるスギ品種とヒノキカワモグリガの加害状況, 日林九支研論, 42, 49~50, 1989
- 11) 佐藤重穂・吉田成章・大河内 勇: ライトトラップによるヒノキカワモグリガの飛来範囲, 日林九支研論, 43, 145~146, 1990
- 12) 山崎三郎・倉永善太郎: ヒノキカワモグリガの生態と防除, 林業科学技術振興所, 東京, pp, 68, 1988
- 13) ——: スギ・ヒノキ穿孔性害虫の生態と加害(IV)ーヒノキカワモグリガ一, 森林防疫, 38, No.1, 3~8, 1989

大分県産スギ精英樹の系統分類（第1報）

佐藤朗・諫本信義

Lineages of elite trees of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don.)
in Oita Prefecture (I)

Akira SATOH and Nobuyoshi ISAMOTO

要 旨

大分県内のスギ精英樹の分類をパーオキシダーゼアイソザイム、成長等の形質により試みた結果、アオスギ系統、ヤブクグリ系統、オビスギ系統、その他の在来品種系統、実生系統に区分することができた。

さらに成長、曲り等のデータを用い、これらの系統内の区分を主成分分析により行ったところ、主に曲りの大きさにより区分できることがわかった。この区分を行うことにより目的にみあった精英樹の選択ができるものと思われた。

I はじめに

九州育種基本区におけるスギ育種種苗の普及率は30%前後と非常に低い⁶⁾。この原因として、九州地区には非常に多くの在来さし木品種が存在し、経験的にその特性が知られていることから、特性の不明確な育種種苗よりも在来品種が好まれて造林されていることがあげられる。こうした中で、育種、種苗の円滑な利用を図る方法の一つとして、精英樹クローンのうち在来品種に含まれるものを明確にすることにより、そのクローンの特性を明らかにすることが考えられる。

そこで、筆者らは、大分県産のスギ精英樹について系統分類を試み、さらにその系統についてしほり込みを行ったので報告する。

なお、この報告の一部は日本林学会九州支部で発表したものである^{7,8)}

II スギ精英樹の系統分類

1. 材料および方法

調査対象は、日田郡天瀬町の精英樹クローン集植所に植栽されている大分県産スギ精英樹クローンを中心とした。また、大分県産スギ精英樹のうち九州林産株式会社社有林において選抜されたクローン、および、国有林において選抜されたクローンについては除外した。

調査は、針葉形、樹幹形などの形質について、観察により1989年2月から1989年9月にかけて行い、さらに、電気泳動によりパーオキシダーゼアイソザイムについて1989年6月から1989年9月にかけて1989年2月に採取した試料を用いて調査を行った。パーオキシダーゼアイソザイム実験方法は、九州林木育種場の方法¹⁾に準じたが、緩衝液系、泳動電圧は西村らの方法⁵⁾に従った。泳動容器は東洋科学産業のHA-1型およびHW型を用いた。

アイソザイムパターンの検討は (+) 電極側に発現するバンドについてのみ行った。

2. 結 果

今回行った調査結果と従来より知られている知見^{2,3)}をもとに大分県産スギ精英樹 100 クロウンを系統別に分類すると、アオスギ系統が24%, ヤブクグリ系統が17%, オビスギ系統が10%, その他の在来品種系統が7%, 実生系統が16%, 系統不明が26%という状況であった(図-1)。各系統ごとに含まれるクロウンを表-1に示す。なお、これらの系統については各系統にちかい交配クロウンも含んでいる。

分類を行った精英樹のうち玖珠12号については九州林木育種場の報告によるとヤブクグリの系統であるとされているが、今回調査を行った結果から見ると、アヤスギに近い交配クロウンではないかと思われた。

現在までの調査で形態、アイソザイムパターンともに区別ができず、同一クロウンもしくは非常に近縁なクロウンであると認められたものには、(竹田6号, 竹田10号), (臼杵4号, 臼杵7号, 臼杵8号), (国東14号, 国東15号)の3組があった。

選抜地域ごとの状況を見ると、県北地域の中津, 国東, 高田, 宇佐(四日市)地域において選抜されたクロウンについては、実生系統と考えられるものが多く認められたが、東国東のものにおいて特に顕著であり、中津地方のものについてはアオスギ系統に近い形態を示すものが多く認められた。

県中部内陸部および県西部地域の竹田, 三重, 玖珠, 日田地域において選抜されたクロウンはヤブクグリ系統, アオスギ系統およびその交配によるものと思われるクロウンが多く認められた。

県中部海岸および県南部地域の佐伯, 臼杵, 大分, 日出地域において選抜されたクロウンはオビスギ系統, ヤブクグリ系統, アオスギ系統などが認められる。

3. 考 察

さし木由来の造林地から選抜された精英樹には在来品種系統のクロウンが多く含まれることが宮島により指摘されており、そのような精英樹として29クロウンがあげられているが⁴⁾、今回の調査によるとさらに多くの在来品種系統の精英樹クロウンが存在することがわかった。

今回の調査において大分県産スギ精英樹のかかなりの数をアオスギ系統として分類したが、在来品種としてのアオスギ, メアサと呼ばれるものは根曲り, 幹曲りが多く見られるとされている⁴⁾。今回の調査でアオスギ系統に分類した精英樹クロウンは、曲りの生じるものは少なく厳密な意味でのアオスギとは異なるようである。しかし、針葉形, アイソザイムパターンなどから見るとアオスギ系統に近い、またはそれから派生した系統に含まれると思われるので便宜的にアオスギ系統としてまとめたものである。

個々の精英樹についてみると、形態に差異が認められない(竹田6号・竹田10号), (臼

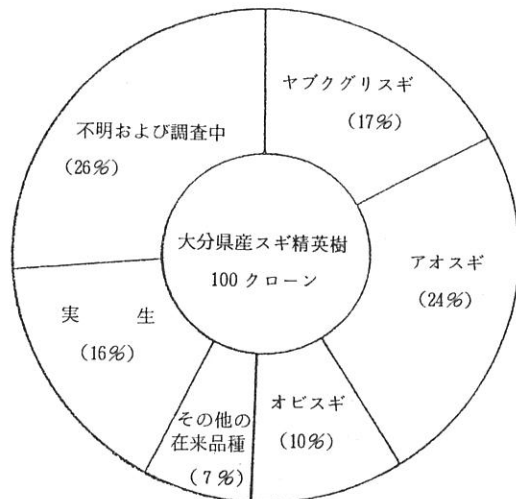


図-1 在来品種系統別割合

表-1 大分県産スギ精英樹系統分類表

| 系 統 | ク ロ ー ン 名 |
|----------|--|
| ヤブクグリ | 大分2号, 佐伯1号, 竹田3号, 竹田4号, 竹田6号, 竹田9号, 竹田10号, 竹田11号, 玖珠1号, 玖珠2号, 玖珠3号, 玖珠4号, 玖珠13号, 日田3号, 日田17号, 四日市1号, 四日市3号, |
| アオスギ | 臼杵3号, 佐伯4号, 佐伯12号, 三重1号, 三重2号, 三重9号, 竹田1号, 竹田5号, 竹田12号, 竹田15号, 竹田16号, 玖珠7号, 日田1号, 日田2号, 日田4号, 日田5号, 日田8号, 日田9号, 日田15号, 日田20号, 日田22号, 中津1号, 中津4号, 中津5号, |
| オビスギ | 大分5号, 大分6号, 臼杵10号, 臼杵13号, 臼杵15号, 臼杵16号, 佐伯9号, 佐伯10号, 佐伯11号, 佐伯13号, |
| その他の在来品種 | 臼杵12号, 三重11号, 玖珠12号（以上アヤスギ）, 佐伯6号（アカバ）, 日田16号（ヒノデスギ）, 日田18号（ウラセバル）, 日田19号（コバノウラセバル） |
| 実 生 | 高田1号, 高田2号, 国東1号, 国東2号, 国東3号, 国東4号, 国東5号, 国東14号, 国東15号, 国東16号, 国東17号, 中津2号, 中津3号, 中津6号, 中津7号, 中津8号, |
| 不明および調査中 | 日出1号, 日出2号, 日出3号, 大分1号, 臼杵1号, 臼杵2号, 臼杵4号, 臼杵5号, 臼杵6号, 臼杵7号, 臼杵8号, 臼杵9号, 臼杵14号, 佐伯2号, 佐伯3号, 佐伯14号, 佐伯15号, 佐伯16号, 三重3号, 三重4号, 三重10号, 竹田14号, 日田7号, 日田21号, 日田23号, 四日市2号, |

杵4号・臼杵7号・臼杵8号）,（国東14号・国東15号）の3組は,さし木造林地帯の竹田,臼杵の二組は同一の,実生造林地帯の国東のものは同一もしくは非常に近縁なクローンであると考えられ,実務上は同一の精英樹としてあつかってよいと思われる。

中津,国東,高田,宇佐地域等県北地域は,従来より実生造林が盛んに行われてきた地域であり,これらの地域から選抜された多くのクローンは実生起源のクローンであると考えられるが,下毛郡を中心とした中津地域において選抜されたものについては形態,アイソザイムパターンともアオスギに近く,アオスギ系統の交配クローンではないかと思われる。

調査を行ったスギ精英樹の17%がヤブクグリ系統に分類されたが,これについては宮島が述べているように⁴⁾,アヤスギ,ホンスギ等の比較的晩成型品種のさし木造林地帯においてヤブクグリが植林段階で混入した場合,成長の比較的良いヤブクグリが精英樹として選抜されたと考えられる。また,アオスギ,オビスギ系統についても同様にアヤスギ,ヤブ

クグリ等の一斉林分に混在していたこれらの系統のうち成長の優れるものが精英樹として選抜されたのではないと思われる。

Ⅲ 系統別スギ精英樹の区分

1. 材料および方法

大分県内のスギ精英樹次代検定林のうち保存状態が良く、対照在来品種としてヤブクグリが植栽された次代検定林に植栽された精英樹を調査対象とした。(表-2) 解析に用いたデータはそれぞれの次代検定林に植栽された精英樹の15年生時の樹高, 胸高直径, 根曲り, 幹曲りで, 樹高, 胸高直径は実測により, 根曲り, 幹曲りは5段階評価の肉眼測定により測定したものである。解析にあたっては樹高, 胸高直径, 形状比, 根曲り, 幹曲りの各試験地における調査結果の平均値を主成分分析により解析した⁹⁾。

なお, 樹高, 胸高直径のデータには各試験地のヤブクグリの値を1とした場合の比数を用いた。

2. 結 果

各系統ごとに5項目のデータを用いた主成分分析結果を表-3に示す。系統内の区分にあたっては第1主成分および第3主成分を用いたが, 各系統とも第1主成分の因子負荷量大きい項目は根曲り, 幹曲りであり, 双方とも正の係数であることからこの主成分が大きいほど曲りが大きいことを表している。また, 各系統とも第3主成分は直径成長, 樹高成長の因子負荷量が大きくこの主成分が大きいほど成長が良いことを示している。

これらのことから, 各系統のグルーピングを行うと, 図-2から図-5に示すようにアオスギ系統, ヤブクグリ系統がそれぞれ3グループに, オビスギ系統, 実生系統がそれぞれ2グループに分類された。

表-2 調査を行ったスギ次代検定林

| 次代検定林名 | 所在町村 | 調査年 |
|--------|------|-------|
| 九第1号 | 国東町 | 昭和59年 |
| 九第2号 | 山香町 | 昭和59年 |
| 九第3号 | 湯布院町 | 昭和59年 |
| 九第4号 | 大山町 | 昭和60年 |
| 九第5号 | 九重町 | 昭和60年 |
| 九第13号 | 天瀬町 | 昭和63年 |
| 九第16号 | 太田村 | 昭和63年 |

表-3 系統別主成分と因子負荷量

| (アオスギ) | | | | (ヤブクグリ) | | | |
|----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| 特性項目 | 主成分 | | | 特性項目 | 主成分 | | |
| | 第1 | 第2 | 第3 | | 第1 | 第2 | 第3 |
| 樹高成長 | -0.0995 | -0.1194 | 0.6423 | 樹高成長 | 0.0025 | -0.0015 | 0.6624 |
| 直径成長 | -0.0901 | -0.1353 | 0.6937 | 直径成長 | -0.0106 | 0.0592 | 0.7432 |
| 形状比 | 0.0076 | 0.0088 | -0.2398 | 形状比 | 0.0263 | -0.0474 | 0.0853 |
| 根曲り | 0.8922 | -0.4499 | 0.0387 | 根曲り | 0.7919 | -0.6071 | 0.0270 |
| 幹曲り | 0.4313 | 0.8746 | 0.2173 | 幹曲り | 0.6101 | 0.7910 | -0.0285 |
| 固有値 | 0.6632 | 0.1142 | 0.0154 | 固有値 | 0.7817 | 0.1426 | 0.0093 |
| 寄与率(%) | 83.1 | 14.3 | 1.9 | 寄与率(%) | 83.5 | 15.2 | 1.0 |
| 累積寄与率(%) | 83.1 | 97.4 | 99.3 | 累積寄与率(%) | 83.5 | 98.8 | 99.8 |

| 特性項目 | (オビスギ) | | | 特性項目 | (実生) | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 主 第 1 | 成 第 2 | 分 第 3 | | 主 第 1 | 成 第 2 | 分 第 3 |
| 樹高成長 | 0.0291 | -0.0214 | 0.8252 | 樹高成長 | -0.0075 | -0.3077 | 0.5982 |
| 直径成長 | -0.0283 | 0.0367 | 0.0272 | 直径成長 | 0.0064 | -0.3103 | 0.6455 |
| 形状比 | 0.0412 | -0.0255 | 0.5615 | 形状比 | -0.0133 | 0.1643 | -0.1256 |
| 根曲り | 0.6753 | 0.7375 | -0.0085 | 根曲り | 0.8282 | -0.4939 | -0.2577 |
| 幹曲り | 0.7353 | -0.6736 | -0.0552 | 幹曲り | 0.5601 | 0.7336 | 0.3786 |
| 固有値 | 1.0180 | 0.3610 | 0.0125 | 固有値 | 2.3614 | 0.0823 | 0.0248 |
| 寄与率(%) | 72.9 | 25.9 | 0.9 | 寄与率(%) | 95.5 | 3.3 | 1.0 |
| 累積寄与率(%) | 72.9 | 98.8 | 99.7 | 累積寄与率(%) | 95.5 | 98.8 | 99.8 |

3. 考 察

アオスギ系統に分類したクローンは3グループに分類されたが、このうち成長が中庸で比較的曲りの大きいグループに区分された三重1号、竹田5号、日田20号の3クローンについては、従来より言われている在来品種としてのアオスギ（メアサ）と考えてよいのではないかと思われた。また、成長が優れ、曲りが少ないグループに区分された佐伯4号、日田1号、日田2号については、初期成長が期待される造林地に植栽する精英樹として有望ではないかと考えられた。

アオスギ系統に分類した精英樹は、在来品種のアオスギ（メアサ）と考えられるクローンを除くと、成長に優劣はあるものの曲りは比較的少なく、経営目的に応じたクローンを選択することが可能ではないかと思われた。

ヤブクグリ系統に分類された精英樹は3グループに区分できたが、このうち曲りが大きく成長が中庸の10クローンは従来より言われている在来品種のヤブクグリとしてあつかつてよいと考えられた。曲りが中庸の竹田10号、竹田11号、日田3号、玖珠2号、大分2号

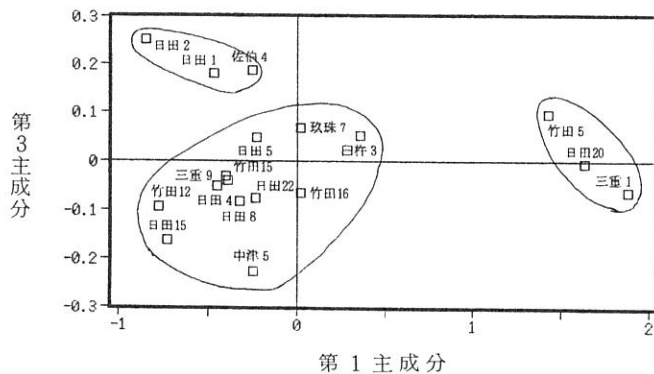


図-2 第1, 第3主成分の散布図（アオスギ）

および曲りが比較的少ない竹田4号についてはヤブクグリの交配により生じたものと思われるが、特に曲りの少ない竹田4号については再度系統分類を行う必要があると考えられた。在来品種としてのヤブクグリと考えられるクローンについては精英樹の切捨てを行う際、優先的に考慮されるべきであると思われた。

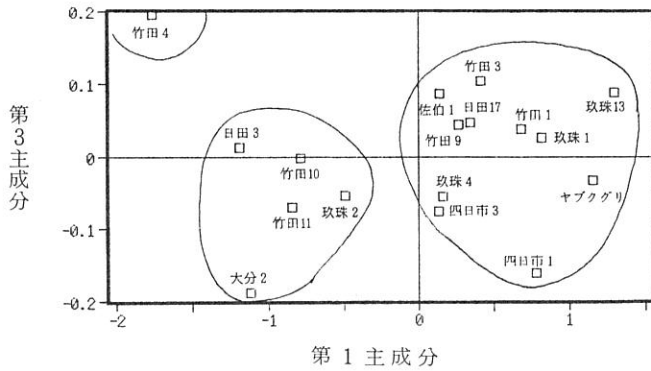


図-3 第1, 第3主成分の散布図 (ヤブクグリ)

オビスギ系統に分類された精英樹は曲りの大小により2グループに分類されたが、曲りが比較的大きいとされた大分5号, 大分6号, 臼杵10号については再度検討の必要があると思われた。曲りが少ないとされた佐伯9号, 佐伯10号, 佐伯11号, 佐伯13号, 臼杵15号, 臼杵16号の5クローンは、すべて県南地域で選抜されたものであり、早くからオビスギ系統の導入された地域において成長の遅い他品種の林分に混生していたものが選抜されたものではないかと考えられた。この5クローンについてはさらにこまかい品種同定をすることにより従来より知られているオビスギ品種ごとの特性が造林を行う際に利用できるものと思われた。

実生系統に分類された精英樹は2グループに分類されたが、曲りが少ないと判断された高田1号, 国東3号, 国東14号, 国東15号, 国東17号については成長に比較的優劣があり、アオビスギ系統の場合と同様、通直なクローンの中から経営目的に応じたものを選択するこ

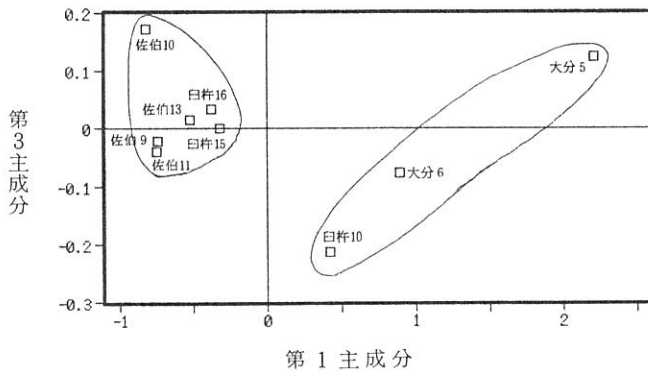


図-4 第1, 第3主成分の散布図 (オビスギ)

とができると考えられた。特に図上の原点より上方に位置するクローンについては成長、通直性とも優れることから林業経営上期待できるものと思われた。

また、国東14号, 国東15号は前述のように非常に近縁な、もしくは同一のクローンではないかと考えられたが、主成分分析結果には多少のずれが認められた。これは、同一次代

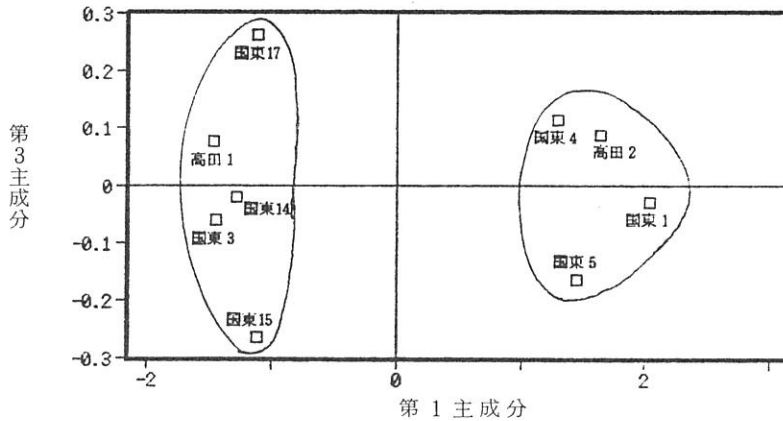


図-5 第1, 第3主成分の散布図(実生)

検定林への植栽が行われていないことにより、ばらつきが生じたのではないかと考えられた。以上の分析結果を総括し、精英樹系統別に成長形態区分を行ったものを表-7として示す。

表-7 精英樹の系統と成長形態特性

1. アオスギ系統

- 曲り少, 成長比較的良好……………日田1号, 日田2号, 佐伯4号
- 曲り少, 成長中庸……………竹田12号, 竹田15号, 竹田16号, 三重9号,
白杵3号, 玖珠7号, 日田4号, 日田5号,
日田8号, 日田15号, 日田22号, 中津5号
- 曲り比較的大, 成長中庸以下……………竹田5号, 三重1号, 日田20号

2. ヤブクグリ系統

- 曲り大, 成長中庸……………竹田3号, 竹田6号, 竹田9号, 四日市1号,
四日市3号, 佐伯1号, 日田17号, 玖珠1号,
玖珠4号, 玖珠13号
- 曲り, 成長とも中庸……………竹田10号, 竹田11号, 日田3号, 玖珠2号,
大分2号,
- 曲り比較的小……………竹田4号

3. オビスギ系統

- 曲り少……………佐伯9号, 佐伯10号, 佐伯11号, 佐伯13号,
白杵15号, 白杵16号
- 曲り比較的大……………大分5号, 大分6号, 白杵10号

4. 実生系統

- 曲り少……………国東3号, 国東14号, 国東15号, 国東17号,
高田1号
- 曲り比較的大……………国東1号, 国東4号, 国東5号, 高田2号

Ⅳ お わ り に

古くからスギさし木造林の行われてきた地域において選抜されたスギ精英樹には、同一の在来品種に包含されると考えられるクローンが多くみられるが、これらを整理することにより精英樹の円滑な利用が行われるようになると思われる。

今回、大分県産のスギ精英樹についてパーオキシダーゼアイソザイムパターンおよび形質から在来品種系統への分類および分類された系統ごとのグルーピングを行った結果、ある程度、スギ精英樹の整理、しぼり込みを行うことができた。今後、材質等利用上の性質も考慮しながらスギ精英樹の整理、しぼり込みを行うことにより、精英樹の円滑な利用がさらに図れるようになると思われる。

引 用 文 献

- 1) 九州林木育種場: 九育業務資料, 4, 28~35, 1976
- 2) 九州林木育種場: スギ精英樹特性一覧表, pp.26, 1976
- 3) 九州地区林業試験研究機関協議会(育種部会): スギ精英樹特性一覧表, pp.40, 1987
- 4) 宮島寛: 九州のスギとヒノキ, pp.274, 1989
- 5) 西村慶二ら: 90回日林論, 265~266, 1979
- 6) 大分県緑化推進課: 林木育種事業の現況と計画, pp.44, 1982
- 7) 佐藤朗・諫本信義: 日林九支研論, 43, 39~40, 1990
- 8) 佐藤朗・諫本信義: 日林九支研論, 44, 印刷中, (1990年10月発表)
- 9) 田中豊ほか: パソコン統計ハンドブック, II, pp, 403, 共立出版, 東京, 1984

研究資料

種子発芽試験

—主要針葉樹類の発芽率の過去28年間の変動—

諫 本 信 義

The test of seed germination

A Changes of the germination rate on the main
Coniferae during the past 28 years (1963~1990)

Nobuyoshi I SAMOTO

要 旨

大分県においては、1963年（昭和38年）以降、適切な播種量算定のために県営採取種子について発芽鑑定を実施している。過去28年間に鑑定した樹種別の総鑑定数と平均発芽率はスギ 153件（平均発芽率25.4%）、ヒノキ 663件（12.1%）、クロマツ72件（77.2%）、アカマツ71件（81.8%）、ワカマツ 5件（65.5%）となっている。

I はじめに

当场において、1963年以降、スギ、ヒノキ、マツ類の主要樹種を対象とした県営採取種子について発芽鑑定試験を実施しており、平成2年度の調査終了によりこれまで28ヶ年の調査結果が集積されたことになる。この鑑定試験は、これからも継続して実行される予定であるが、今後の種子の豊凶予想や、研究推進のために、今までのデータを整理し、保存しておく必要性が生じたため、ここに研究資料として報告する。

II 鑑定樹種および鑑定方法

1. 鑑定樹種

造林動向にともなう苗木需要の変化により、鑑定依頼樹種や件数にも、時代の流れがあり、興味深いものがある。これまでに鑑定を行ってきた樹種は、すべて針葉樹であり、スギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、ワカマツの5樹種である。このうちアカマツについては昭和47年度（1972年）の調査が最後で、以降鑑定は行っていない。タイワンアカマツとクロマツの交配種であるワカマツは、昭和60年度（1985年）にはじめて鑑定に供された。スギは、当初10件内外で推移していたが、近年3~1件へと減少した。クロマツも昭和55年度以降毎年1件のみで推移している。ヒノキは、当初より最も鑑定件数の多い樹種であり、例年、鑑定依頼の大宗を占めていたが、今では、そのほとんどがヒノキに変化してきている。

2. 鑑定方法

昭和44年度（1969年）以降の発芽鑑定は、「林木種子の検査方法細則，29 pp, 1969, 林

業試験場)に準じて行ったが、それ以前は、発芽床に素焼皿を用いた点で若干異なっている。発芽鑑定にかかる諸条件は、次のとおりである。

(1) 供試量

純度測定にかかる供試量は、ヒノキ6g以上、スギ10g以上、アカマツ35g以上、クロマツおよびワカマツ35g以上とした。

(2) 締切日数

発芽率算定にかかる締切日数は、ヒノキ、アカマツ、クロマツおよびワカマツで21日、スギは28日を日限とした。

(3) 発芽勢

発芽勢は、鑑定開始よりヒノキ10日、スギ、アカマツは12日、クロマツ、ワカマツは14日とした。

(4) 発芽条件

発芽床には寒天溶液(0.8%)を使用し、鑑定温度は昼間(8時間)30°C、夜間(16時間)20°Cに設定した。昼間8時間は、蛍光灯にて750~1,250ルクスの光を照射した。

(5) その他

反復は4回とした。1反復は100粒である。締切り後、残り種子は切開し、「未発芽」(胚乳と胚を見分けられるもの)、「シブ」(樹脂がつまったもの)、「シイナ」(内種皮しかないもの、もしくははしなびた胚乳のはいつているもの)および「腐敗」(液状になって胚、胚乳を区別できないもの)に区分した。

Ⅲ 調査結果

1963年より1990年にかけて実施した種子発芽試験の鑑定結果を付表-1として示した。データの内容は、鑑定件数、1gあたりの粒数、発芽率、発芽効率(発芽率×純量率)、および発芽勢の計5項目である。図-1にスギ、ヒノキの発芽率の経年変動を示した。

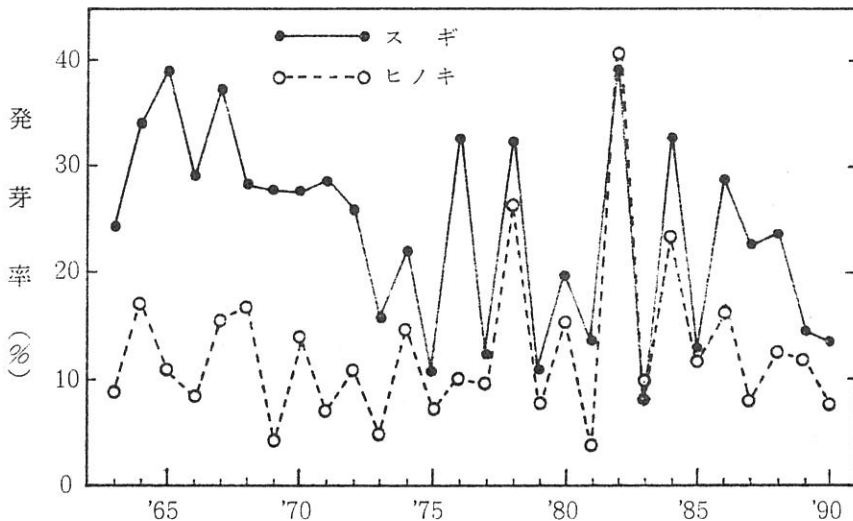


図-1 スギ、ヒノキの発芽率の経年変動

図にみられるように、スギ、ヒノキとも、経年的にはよく似かよった発芽率を示していることが認められる。2回ほど逆転がみられるものの、全体的にはスギの発芽率がヒノキより高い。1973年ごろより1989年までの期間については、スギ、ヒノキとも、1年おきに発芽率は良否を見事なまでにくり返し変動中の大きいことが見出される。最近は、スギの鑑定数も少なく、信頼度に欠けるが、スギ、ヒノキともやゝ下降気味である。

発芽率の良否は、タネの形質によるところが大きいと考えられたため、1g当りの粒数と発芽率との関連を検討したがスギ、ヒノキとも有意な相関は認められなかった。しかしながら、一般的な傾向として、粒数の少ない（タネが重い）ほど発芽率は高くなるようであった。マツノザイセンチュウに対して抵抗性があると期待されるワカマツについては、過去5件ほど鑑定したが、その平均発芽率77.0%でクロマツの79.4%、アカマツの81.8%より若干低い値となっている。表-2に1963～1990年における各樹種ごとの鑑定結果を一覧した。

表-2 1963年～1990年における種子発芽鑑定結果

| 樹種 | 件数 | 1g当り粒数 | 発芽率(%) | 発芽効率(%) | 発芽勢(%) | 備考 |
|------|-----|---------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| スギ | 153 | 326 | 25.4 | 23.9 | 13.0 | |
| | | 261～487 | 1.5～59.3 | 1.4～57.5 | 1.0～35.8 | |
| ヒノキ | 663 | 561 | 12.1 | 11.8 | 7.6 | |
| | | 422～734 | 0～59.0 | 0～57.6 | 0～48.8 | |
| クロマツ | 72 | 75 | 77.2 | 65.9 | 75.6 | |
| | | 51～95 | 56.0～99.5 | 30.9～98.7 | 46.1～93.8 | |
| アカマツ | 71 | 103 | 81.8 | 78.8 | 51.9 | 1963年～1972年 |
| | | 99～108 | 63.8～95.0 | 55.8～93.0 | 19.8～66.5 | |
| ワカマツ | 5 | 63.2 | 77.0 | 65.5 | 75.3 | 1985年より |
| | | 57～70 | 61.7～85.0 | 34.8～74.5 | 60.5～82.5 | |

注) $\frac{\text{平均}}{\text{最小～最大}}$

Ⅳ おわりに

県営採取種子の発芽鑑定が開始されて、すでに28年が経過した。その年ごとの鑑定結果については、そのつど業務報告、年報に記載してきたが、経年変化や豊凶等を推測するには、断片的で参考に供しがたいため、これまでの結果をまとめて整理し、研究資料として残すこととした。

引用文献

- 1) 農林省林業試験場：林木種子の検査方法細則，29pp, 1969

(付表一) 県営採取種子の発芽鑑定一覧表

| 年 度 | 西 曆 | ス | | | ギ | | | ヒ | | | ノ | | | キ | | | ク | | | マ | | | ツ | | | ア | | | カ | | |
|--------|--------|----|-----|------|----------|----------|----|-----|------|----------|------|-----|-----|----------|------|------|-----|----------|------|------|------|----------|----|-----|-----|----------|----|-----|-----|----------|--|
| | | 件数 | 粒/g | 発芽率 | 発芽効 率 | 発芽効 率 | 件数 | 粒/g | 発芽率 | 発芽効 率 | 件数 | 粒/g | 発芽率 | 発芽効 率 | 件数 | 粒/g | 発芽率 | 発芽効 率 | 件数 | 粒/g | 発芽率 | 発芽効 率 | 件数 | 粒/g | 発芽率 | 発芽効 率 | 件数 | 粒/g | 発芽率 | 発芽効 率 | |
| S38 | 1963 | 10 | 312 | 24.1 | 21.2 | 16.1 | 15 | 554 | 8.6 | 7.8 | 7.7 | 17 | 80 | 60.7 | 57.6 | 53.7 | 25 | 104 | 77.7 | 74.5 | 52.8 | | | | | | | | | | |
| 39 | 1964 | 9 | 286 | 34.0 | 31.2 | 20.0 | 16 | 483 | 17.0 | 15.4 | 6.0 | 9 | 85 | 86.0 | 83.1 | 70.0 | 13 | 106 | 91.0 | 87.9 | 67.0 | | | | | | | | | | |
| 40 | 1965 | 8 | 300 | 39.0 | 38.0 | 17.4 | 13 | 488 | 10.7 | 10.4 | 5.1 | 6 | 73 | 79.0 | 77.2 | 57.8 | 13 | 99 | 85.9 | 84.8 | 39.2 | | | | | | | | | | |
| 41 | 1966 | 9 | 269 | 29.3 | 27.9 | 10.6 | 17 | 556 | 8.3 | 7.9 | 3.5 | 6 | 67 | 68.5 | 66.9 | 59.6 | 14 | 113 | 80.2 | 80.2 | 53.5 | | | | | | | | | | |
| 42 | 1967 | 8 | 290 | 37.3 | 36.1 | 14.6 | 20 | 478 | 15.5 | 15.0 | 2.8 | 5 | 73 | 92.9 | 91.1 | 82.9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | 1968 | 9 | 297 | 28.6 | 16.6 | 27.6 | 18 | 484 | 16.8 | 12.2 | 16.5 | 5 | 64 | 93.4 | 88.3 | 91.3 | 3 | 105 | 63.8 | 40.9 | 55.8 | | | | | | | | | | |
| 44 | 1969 | 11 | 308 | 27.4 | 26.3 | 17.5 | 13 | 591 | 4.0 | 3.8 | 1.6 | 2 | 75 | 69.3 | 68.3 | 58.8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | 1970 | 10 | 299 | 27.0 | 26.0 | 6.4 | 39 | 538 | 14.0 | 14.0 | 3.5 | 3 | 64 | 97.0 | 96.0 | 67.2 | 1 | 108 | 95.0 | 93.0 | 19.8 | | | | | | | | | | |
| 46 | 1971 | 9 | 286 | 28.6 | 27.6 | 10.4 | 38 | 601 | 6.8 | 6.6 | 4.2 | 3 | 65 | 91.5 | 89.4 | 88.0 | 1 | 110 | 86.0 | 83.6 | 52.8 | | | | | | | | | | |
| 47 | 1972 | 7 | 367 | 25.7 | 24.9 | 7.3 | 42 | 578 | 10.9 | 10.8 | 5.0 | 2 | 78 | 56.7 | 46.4 | 46.2 | 1 | 96 | 73.3 | 71.2 | 33.3 | | | | | | | | | | |
| 48 | 1973 | 9 | 293 | 15.5 | 15.0 | 12.4 | 38 | 628 | 4.6 | 4.4 | 3.8 | 2 | 90 | 85.7 | 82.2 | 74.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | 1974 | 4 | 303 | 22.0 | 18.5 | 7.1 | 30 | 660 | 14.5 | 13.9 | 7.5 | 2 | 77 | 91.7 | 91.4 | 91.3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 1975 | 7 | 354 | 10.6 | 10.0 | 1.5 | 27 | 567 | 6.5 | 6.2 | 2.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | 1976 | 5 | 335 | 32.7 | 24.7 | 31.3 | 23 | 548 | 10.0 | 9.6 | 8.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | 1977 | 4 | 431 | 12.1 | 11.0 | 8.3 | 20 | 550 | 9.6 | 9.4 | 6.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | 1978 | 3 | 357 | 32.5 | 31.0 | 15.7 | 23 | 553 | 26.6 | 25.8 | 23.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | 1979 | 5 | 405 | 10.7 | 9.2 | 7.3 | 21 | 630 | 7.8 | 7.7 | 6.3 | 1 | 51 | 92.5 | 91.6 | 88.0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | 1980 | 5 | 487 | 19.6 | 18.3 | 12.1 | 19 | 734 | 15.4 | 15.1 | 10.7 | 1 | 95 | 96.5 | 94.6 | 93.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 56 | 1981 | 4 | 370 | 13.8 | 12.0 | 8.1 | 13 | 656 | 3.5 | 3.4 | 2.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | 1982 | 3 | 317 | 41.1 | 39.4 | 26.9 | 17 | 498 | 44.9 | 43.8 | 34.6 | 1 | 61 | 95.8 | 93.4 | 92.8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | 1983 | 3 | 372 | 8.2 | 7.6 | 6.3 | 26 | 542 | 9.4 | 9.2 | 6.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 59 | 1984 | 3 | 337 | 32.6 | 31.7 | 8.5 | 24 | 486 | 23.3 | 23.0 | 14.7 | 1 | 66 | 97.0 | 96.4 | 93.3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | 1985 | 3 | 346 | 12.7 | 11.9 | 3.7 | 27 | 587 | 11.2 | 10.9 | 7.1 | 1 | 64 | 96.3 | 95.7 | 93.0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 61 | 1986 | 3 | 352 | 28.7 | 27.6 | 10.3 | 31 | 536 | 16.5 | 16.1 | 11.2 | 1 | 72 | 93.0 | 92.6 | 86.0 | 1 | 70 | 61.7 | 34.8 | 60.5 | | | | | | | | | | |
| 62 | 1987 | 2 | 362 | 22.7 | 21.6 | 6.4 | 32 | 550 | 7.8 | 7.5 | 3.9 | 1 | 74 | 89.8 | 89.3 | 76.3 | 1 | 57 | 85.0 | 74.5 | 82.5 | | | | | | | | | | |
| 63 | 1988 | 1 | 454 | 23.8 | 21.9 | 14.8 | 29 | 566 | 12.6 | 12.3 | 11.1 | 1 | 68 | 99.5 | 98.7 | 93.8 | 1 | 63 | 79.3 | 72.5 | 76.0 | | | | | | | | | | |
| H1 | 1989 | 1 | 349 | 14.8 | 13.6 | 10.5 | 44 | 544 | 11.7 | 11.4 | 9.5 | 1 | 76 | 95.8 | 94.4 | 80.3 | 1 | 63 | 78.2 | 73.0 | 77.3 | | | | | | | | | | |
| 2 | 1990 | 1 | 359 | 13.5 | 11.7 | 9.3 | 30 | 602 | 7.3 | 6.9 | 5.4 | 1 | 63 | 94.3 | 92.4 | 93.3 | 1 | 63 | 80.5 | 72.6 | 80.3 | | | | | | | | | | |

大分県林業試験場研究時報, No.16, 1991

平成3年3月20日 印刷

平成3年3月30日 発行

編集 大分県林業試験場編集委員会

〒877-13 大分県日田市大字有田字佐寺原

TEL 0973 (23) 2146

(23) 2147

印刷所



総合印刷センター

カワハラ企画

〒877 大分県日田市日ノ隈町192

PHONE (0973) 22-1241
FAX
