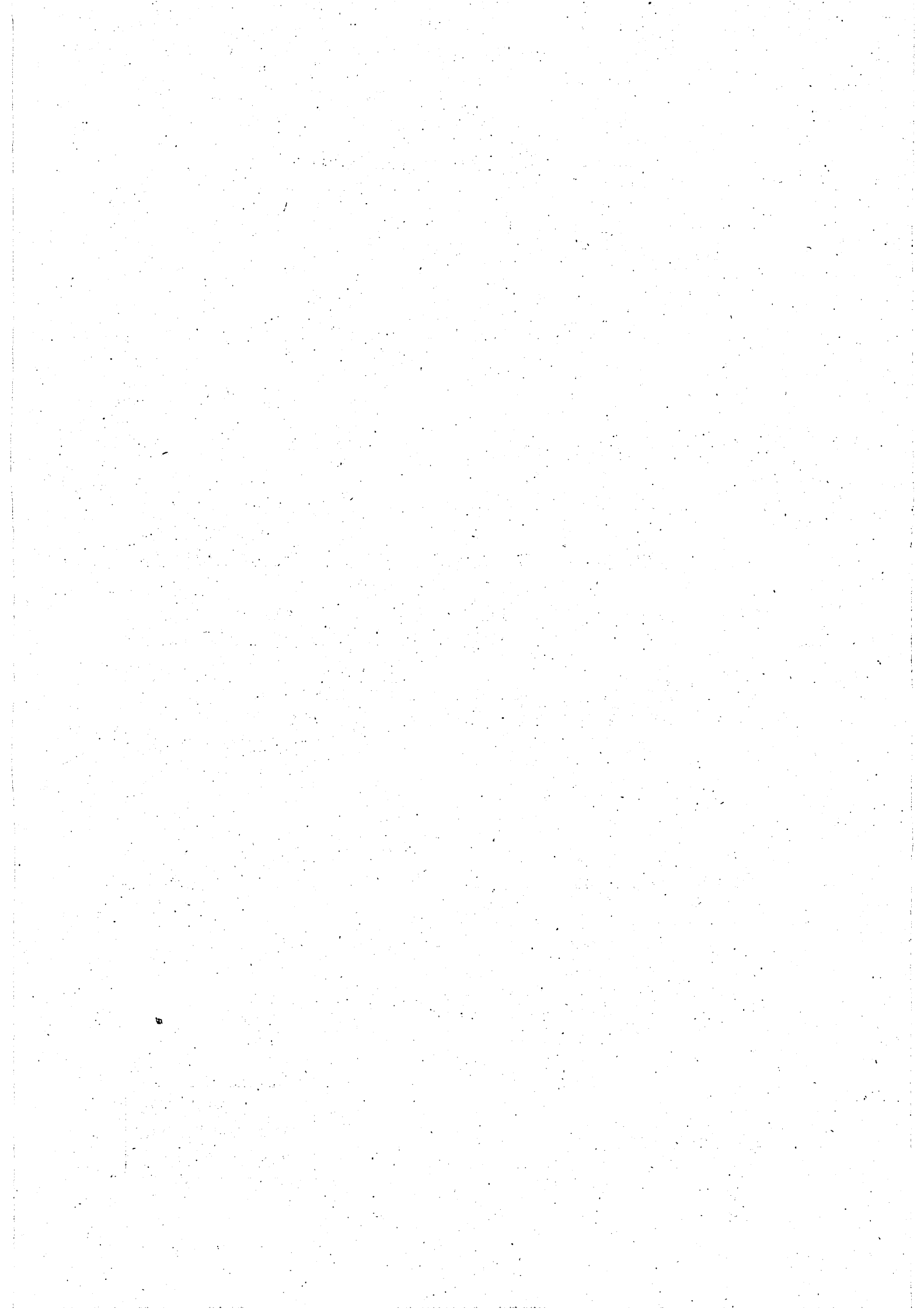


福岡県森林林業技術センター 研究報告

第12号

2011年3月

- 福岡県産スギ品種の特性
森 康浩・秋山 真孝・宮原 文彦・大川 雅史・上田 景子・・・1～14
佐々木 重行・茅島 信行・廣田 篤彦・津田 城栄
- 県産食用きのこ類栽培の品質安定に関する研究
上田 景子・川端 良夫・金子 周平・・・・・・・・・・15～26
- 食用きのこヌメリスギタケ栽培における子実体の発生量や形質に及ぼす
培養条件の影響
金子 周平・・・・・・・・・・27～36



福岡県産スギ品種の特性¹⁾

森 康浩・秋山真孝²⁾・宮原文彦・大川雅史・上田景子・
佐々木重行・茅島信行・廣田篤彦³⁾・津田城栄⁴⁾

Characterization of Sugi local cultivars from Fukuoka Prefecture

Yasuhiro MORI, Masanori AKIYAMA, Fumihiko MIYAHARA, Masafumi OKAWA,
Keiko UEDA, Shigeyuki SASAKI, Nobuyuki KAYASHIMA, Atsuhiko HIROTA, Jouei TSUDA

森 康浩・秋山真孝・宮原文彦・大川雅史・上田景子・佐々木重行・茅島信行・廣田篤彦・津田城栄：福岡県産スギ品種の特性 福岡県森林研報 12:1~14, 2011 本研究では、福岡県産スギ品種のさまざまな特性を調べた。花粉症対策の一環として、6~8年生時の春期に39品種の雄花着花量を調査した。3年間まったく着花しなかった品種はアカバ、アヤスギなど20品種あった。初期成長を調べるため、植栽1年後から12年後までの樹高を経時的に調べた。5品種のうちヤマグチが最も成長が早く、ホンスギは最も遅かった。立木に取り付ける携帯型の応力波伝搬時間測定装置 FAKOPP を用い、強度を簡便に評価できるか検討した。応力波伝搬速度はヤング率と有意に高い正の相関があることが認められた。そこで20年生の30品種の伝搬速度を調べたところ、最も遅かったのは2080m/s のヤブクグリで、最も速かったのは2969m/s のリュウスギであった。乾燥性の指標として、20年生の29品種の心材含水率を調べた。最も値が低かったのは81%のアヤスギで、最も高かったのは208%のウラセバルであった。さらに木材エンドユーザーの望む品種を探索できるよう、累計797名の県民に木材の嫌いな点および改善すべき点をアンケートした。最も多い回答は「シロアリに弱い」で、次が「腐りやすい」であった。これに基づき、シロアリに曝露した試験体の質量減少率や心材木粉中でシロアリを飼育した際の死虫率を調べ、各品種の耐蟻性と殺蟻性を評価した。質量減少率で評価した耐蟻性については品種間差は認められなかった。一方、殺蟻性については、アカバが産地を変えてもイエシロアリやヤマトシロアリに対して高い活性があった。イワオスギ、リュウスギもイエシロアリに対する殺蟻性は高かった。「腐りにくさ」の指標としてオオウズラタケに曝露した場合の試験体の質量減少率を調べた。減少率は対照のブナに比べて、おおむねどの品種も有意に低かったが、品種間差は小さいことがわかった。総合的にみて、リュウスギは雄花着花性は低く、強度は高く、心材含水率も低く、殺蟻性も持ち合わせた有望な品種と考えられた。

キーワード：スギ、品種、シロアリ、オオウズラタケ、初期成長、雄花着花性、心材含水率、FAKOPP

I. はじめに

福岡県の森林において、スギ (*Cryptomeria japonica*) は植栽面積 (72, 486ha) および材積量 (2, 937.5万m³) とともに1位で、林業上最も重要な樹種といえる。特に県南地方は挿しスギ林業地帯として発展し、これまでに八女スギといわれる30以上の挿し木品種が育成されてきた。挿しスギは同じ品種であれば遺伝的に同一なクローンである。したがって、もしも同じ品種をまとめることができれば、それらはその品種独自の性質を安定して有する、工業製品の生物資源として取り扱うことができる。こ

のこを利用すれば、特性が明らかなスギ品種に限っては、信頼性をもってその特性をアピールでき、産地化も期待できる。このようなことから、1990年代初頭から九州各地でもスギ品種の特性が調査されてきた。福岡県でも、これまでに八女スギ品種の特性は調査されてきたものの (廣田・宮原, 1992; 片桐ら, 1995), 同じ条件でさまざまな品種の特性を比較するといった調査はほとんどされていない。特にマイナー品種にいたっては、事例的な調査すら皆無である。そこで本研究では、福岡県産スギ品種について、これまでの断片的な報告とあわせてより普遍的な特性を把握することを目的に、できる限り体

- 1) 本研究は、県単研究課題「県産スギ品種の特性評価に関する研究」(平成19~21年度)、「スギ高品質材の安定供給を目指した林業システムの開発」(平成16~18年度)、国庫補助研究課題「花粉の少ないスギの選抜と検定技術の開発」(平成6~10年度)で実施したものである。
- 2) 福岡県飯塚農林事務所林業振興課
- 3) 福岡県筑後農林事務所林業振興課
- 4) 福岡県福岡農林事務所林業振興課

系的に品種の特性調査を試みた。なお、対照として他県産のスギ品種も供試した。

また本研究では、スギを取り巻く環境にはいろいろな立場の人々がいることを考慮し、それぞれの観点からどのような特性を調査すべきかを熟考した。つまり、スギ花粉症患者の立場に立って「雄花着花性」を、スギを造林し収穫する木材生産者の立場に立って「初期成長」を、収穫された丸太を製材品に加工し乾燥を行う中間消費者の立場に立って「強度」と「心材含水率」を、品種ごとに評価した。一方、中間消費者から製材品を購入するエンドユーザーの立場に立った場合、何を評価すべきかも検討した。潜在的なエンドユーザーである一般県民に木材の嫌いな点と改善すべき点を聞き取り調査し、最も多かった2つの意見をもとに「シロアリへの耐性」と「腐朽菌への耐性」も評価した。

以上の結果と過去の研究成果をもとに、福岡県では、どのような品種を育成すべきか、利用すべきかを議論した。

II. 材料と方法

1. 雄花着花性

1995～1997年の3年間、小郡市にあるスギ在来品種遺伝子保存林(挿し木苗で構成)にて、39品種(表1: 1品種あたり1～42個体で計610個体)の雄花着花量を調査した。調査時の林齢は6～8年生であった。各年とも春期に、林野庁委託の「雄花着花性に関する調査実施要領」(平成6年6月23日付6林野第63号林野庁長官通達)に準じ、樹冠全体に占める雄花の着生している枝の割合と、1枝あたりの雄花穂の着生量を目視により観察した。それぞれ5段階の着花指数(5:極多, 4:多, 3:中, 2:少, 1:なし)ですべての個体を評価した。なお、観察はジベレリン処理などの強制着花によらない自然条件下で行った。

2. 初期成長

当センター圃場に1995年3月に植栽されたスギ在来品種5品種(ヤマグチ, シチゾウ, アカバ, ホンスギ, オビアカ)について、樹高を測棒または超音波測高計 VERTEX III (Haglof社製, スウェーデン)にて経時的に測定した。測定は、植栽1年後の1996年から12年後の2007年まで、2003年と2006年を除いて毎年4～5月に行った。1品種あたり21～37個体を対象とした。

3. 強度

① FAKOPPによる非破壊評価の検証

携帯型の応力波伝搬時間測定装置 FAKOPP Microsecond Timer (FAKOPP ENTERPRISE社製, ハンガリー)(以下, FAKOPP とする)を用いて、非破壊的に(伐採せずに)強度を評価できるかを検証した。検証は2回に分けて行った。1回目は、田川郡添田町にある九福第2号次代検定林(挿し木苗で構成)に植栽された36年生の精英樹, 早良1号, 八女9号, 八女10号, 浮羽5号, ならびに隣接する同林齢の実生スギの各5個体計25個体を対象とした。2回目は、前述のスギ在来品種遺伝子保存林に植栽された19年生のヤマグチ, キウラ, ヤイチ, アヤスギ, ウラセバルの各3個体計15個体を対象とした。これらのうち、八女9号は在来品種のシチゾウと、八女10号はアカバと、浮羽5号はホンスギとそれぞれ遺伝子型が一致している(後藤ら, 1999)。以下、本研究では供試した精英樹の遺伝子型が在来品種のそれと一致した場合は、在来品種名で統一して表記した。また、異名の在来品種同士で遺伝子型が一致した場合は、データを統合し、よりメジャーな品種名で表記した。たとえば、星野1号(民間選抜品種であり精英樹ではない)はヤイチ, ニンジンバはアカバとした。

最初に非破壊評価を行うため、FAKOPPの発信センサを立木の地上高1.7mの位置に、受信センサを0.7mの位置に取り付け、前者をハンマで打撃した際の応力波伝搬時間から伝搬速度を求めた。1個体につき長径および短径方向を3回ずつ測定し、得られた6個のデータを平均し、その個体の値とした。

次に応力波伝搬速度で非破壊的に評価した値が、常法で得られる動的ヤング率と相関があるかどうかを検証した。応力波伝搬速度を調べた立木はすべて伐採し(1回目: 2005年10月25日, 2回目: 2008年12月24日および2009年1月6日), 長さ3mの1番玉丸太(地上高1.0～4.0m)を採取した。丸太の長さ, 直径(末口, 元口, 中央), 重量を測定し, 比重を求めた。さらにFFTアナライザSA-77(リオン株式会社製)を用いて、縦振動法による一次固有振動数を求めた。動的ヤング率は、式「 $(2 \times \text{長さ} \times \text{一次固有振動数})^2 \times \text{比重} / 10^{10}$ 」により算出し、応力波伝搬速度との相関を調べた。

② 30品種の応力波伝搬速度

3の①で応力波伝搬速度とヤング率とは高い相関が確認されたので、より簡便な前者の方法で多くのスギ在来品種の強度を評価した。対象は、前述のス

ギ在来品種遺伝子保存林に植栽された20~21年生の30品種220個体とした。2009年4月22~30日および2010年7月23日に応力波伝搬速度を測定した(このうち5品種は3の①でも測定したが、ここでは新たに別個体を測定した)。1個体につき長径および短径方向を二方向ずつ(一方向あたり3回)測定し、得られた12個のデータを平均し、その個体の値とした。1品種あたり1~20個体(1品種あたり平均7.3個体)を供し、平均値をその品種の値とした。

4. 心材含水率

スギ材の乾燥の難易を決定する要因の一つとして、心材含水率を測定した。以下の3ヵ所にて、供試個体の胸高部位から円盤を採取した。1ヵ所目は、前述の田川郡添田町の次代検定林で、36年生の早良1号、シチゾウ、アカバ、ホンスギ、実生スギの各5個体(3の①と同一個体)から採取した。さらに同林にて、2009年10月5日に40年生のアカバ、ホンスギの各3個体からも採取した。2ヵ所目は、前述の小都市の在来品種遺伝子保存林で、19年生のヤマグチ、キウラ、ヤイチ、アヤスギ、ウラセバル各3個体(3の①と同一個体)から採取した。さらに同林にて、2009年6月8~11日、2010年8月17日、同年10月12~26日に、20~21年生の29品種131個体(1品種あたり1~14個体、平均4.6個体)からも採取した。3ヵ所目は、八女市にある九福第1号次代検定林(挿し木苗で構成)で、2009年12月15日に40年生のアカバ、ホンスギの各3個体から採取した。

以上3ヵ所から採取した円盤は、次代検定林の材質調査要領(林木育種センター、1996)に従って、心材部から幅30mm厚さ20mm(長さは心材の直径ごとに異なる)の試験片を調製した。これらを105℃で恒量に達するまで乾燥し、乾燥重量に対する含有水分重量の割合で含水率を求めた。1個体につき1~2個の試験片を供し、平均値をその個体の値とした。各個体の値は品種ごとにまとめ、平均値をその品種の値とした。

5. 木材への不満と改良についてのアンケート

木材のエンドユーザーである一般県民が、木材のどんな点に不満を抱き、改良を望んでいるかを明らかにするため、アンケートを実施した。

2004年10月10~11日に行われたウッドフェスタ(福岡市植物園、福岡市中央区)および同年11月28日に行われた当センターの一般開放イベント(久留米市)の来場者計405名には、住宅用木材について

嫌いな点をたずねた。さらに、2009年11月7~8日に行われた福岡県農林水産まつり(天神中央公園、福岡市中央区)および同年11月14~15日に行われた科学イベント(アクロス福岡、福岡市中央区)の来場者、ならびに2009年6月~2010年12月の当センター来訪者の計392名には、住宅や家具に用いられる木材のどこが改良されるといいかをたずねた。アンケートの方法は、質問票に年代と性別を記入してもらった上で、あらかじめ用意した選択肢に○をつけてもらう方法をとった(選択肢については、図-6、7参照)。回答する選択肢の数は制限せず、任意の数だけ○をつけてもらった。

6. 耐蟻性と殺蟻性

5のアンケートでは、木材の嫌いな点または改良すべき点として「シロアリに弱い」を挙げる回答者が最も多かった。そこで、シロアリからの摂食されにくさ(以下、耐蟻性とする)、シロアリを早く死滅させる能力(以下、殺蟻性とする)を調べた。

① イエシロアリに対する耐蟻性

材料は、3の①で伐採した36年生の早良1号、シチゾウ、アカバ、ホンスギ、実生スギの各5個体計25個体とした。各個体の胸高部位から円盤を採取し、その心材部から試験体(10×10×20mm)を3個ずつ調製した。シロアリの飼育容器は、アクリル製円筒(内径80mm×高さ60mm)の底を石膏で固めて作製した。乾燥を防ぐため、これらは含水スポンジを敷いた小型コンテナに並べ置いた。飼育容器には、あらかじめ乾燥恒量を求めた試験体を1器あたり5個(5品種×1個体×1個)ずつ放射状に配置した。これに、九州大学構内および遠賀郡岡垣町の国有林内のマツ丸太から採取したイエシロアリ(*Coptotermes formosanus*)(職蟻150頭+兵蟻15頭)を投与し、28℃暗所で飼育した。21日後、再度試験体の乾燥恒量を求め、試験体の質量減少率を求めた。試験は、1品種あたり15回(5個体×3個)繰り返して、平均をその品種の質量減少率とした。比較のため、アカマツ(*Pinus densiflora*)5個体からも同様に3個ずつ試験体を調製し、アカマツだけからなる試験区(5個体×1個)を3回繰り返して設けた。

② イエシロアリに対する殺蟻性

嘉手苺ら(2004)の方法に準じて、心材の木粉で飼育したシロアリの死虫率を経時的に調べた。材料を変え2回に分けて評価した。1回目の材料は、6の①と同じ25個体から得た。2回目の材料は、前述の小都市の在来品種遺伝子保存林にあった20年生の

イワオスギ, リュウスギ, ヤマグチ, ヤイチ, ホンスギ, アヤスギの各3個体計18個体から得た。

各個体の胸高部位から円盤を採取し, 心材部から粒度35~60mesh (250~500 μ m) の木粉を調製した。直径9 cm のガラスシャーレにこれら木粉3 g を入れ, 蒸留水7 ml とよくなじませ, シャーレの片側に寄せ置いた。これに遠賀郡岡垣町の国有林内のマツ丸太から採取したイエシロアリ (職蟻30頭+兵蟻3頭) を投与し, 28 $^{\circ}$ C暗所で飼育した。1回目は投与14日後まで, 毎日各シャーレの死虫数をカウントし, 死虫率 (死虫数/投与数) の推移を調べた。反復は設けず, 5個体の平均をその品種の死虫率とした。対照は, アカマツ5個体の辺材部から調製した木粉とした。2回目は投与24日後まで死虫率を調べた。1個体につき3回ずつ反復をとり, 3個体の平均 (3個体 \times 3反復) をその品種の死虫率とした。対照は, クロマツ (*Pinus thunbergii*) 3個体の辺材部から調製した木粉 (3個体 \times 3反復) とした。

③ ヤマトシロアリに対する殺蟻性

ヤマトシロアリ (*Reticulitermes speratus*) においても, 6の②と同様に心材の木粉で飼育した場合の死虫率を経時的に調べた。材料を変え2回に分けて評価した。2回とも品種は40年生のアカバとホンスギ3個体ずつで, 異なるのは採取地と採取時期である。1回目は田川郡添田町, 2回目は八女市のいずれも前述の次代検定林から, それぞれ2009年10月と12月に採取した。

どちらの回も実験方法は6の②とほぼ同じで, 異なるのはヤマトシロアリ (職蟻30頭+兵蟻3頭) を投与した点である。1個体につき3回ずつ反復をとり, 3個体の平均 (3個体 \times 3反復) をその品種の死虫率とした。投与20日後まで毎日死虫率を調べた。対照には, クロマツ3個体の辺材部から調製した木粉を用いた。

7. 耐朽性

5のアンケートでは, 木材の嫌いな点または改良すべき点として「腐りやすい」を挙げる回答者が2番目に多かった。そこで, 木材腐朽菌に対する抵抗性 (以下, 耐朽性とする) を調べた。日本工業規格 JIS Z 2101-1994に規定された方法に従って, 2回に分けて耐朽性試験を行った。1回目の材料は, 3の①で伐採した36年生の早良1号, シチゾウ, アカバ, ホンスギ, 実生スギの各5個体計25個体とした。2回目の材料は, 3の①で伐採した19年生のヤマグチ, キウラ, ヤイチ, アヤスギ, ウラセバルの各3個体

計15個体とした。

各個体の胸高部位から円盤を採材し, 心材部分から6個ずつ試験体 (一辺20mm の正立方体) を調製し, 腐朽菌区用と対照区用に3個ずつ分けた。腐朽菌区は, 250 g の海砂を入れた培養瓶 (ポリカーボネート製: 容量500ml) に80ml の培養液 (グルコース 4%, 麦芽抽出物 1.5%, ペプトン 0.3%) を加え, 前培養した褐色腐朽菌オオウズラタケ (*Tyromyces palustris*) (FFPRI WD-1080株) を3 ml 接種した。海砂表面に菌叢が蔓延した後, あらかじめ乾燥恒量を求めた試験体を1瓶あたり3個ずつ置いた。対照区はオオウズラタケの代りに滅菌蒸留水3 ml を接種し, 同様に処理した。これらを26 $^{\circ}$ C暗黒下で培養した。60日後, 試験体から菌糸を丁寧に取り除いて乾燥恒量を求め, 試験体ごとに質量減少率を求めた。1個体由来の3試験体の平均質量減少率について, 腐朽菌区と対照区の値を求め, 両者の差をその個体の質量減少率とした。1回目は5個体の平均を, 2回目は3個体の平均を, その品種の質量減少率とした。比較のため, ブナ (*Fagus crenata*) 1個体から辺材の試験体と, ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) 1個体から心材の試験体を調製し, これらも同時に供試した (1回目はブナもヒノキも両試験区に9試験体ずつ, 2回目はブナは両試験区に6試験体ずつ, ヒノキは3試験体ずつを供試した)。

III. 結果

1. 雄花着花性

39品種の雄花着花指数を表-1に示す。全個体の平均着花指数は1995年が1.43, 1996年が1.09, 1997年が1.21と推移した。最も着花量が多かったのはゼンダスギで1995年が3.80, 1996年が2.00, 1997年が3.76であった。一方, 3年間まったく着花しなかったのはアカバ, アヤスギ, ヤブクグリなど20品種あった。

2. 初期成長

5品種の樹高の推移を図-1に示す。植栽1年目の平均樹高は, 低い方からホンスギ55.6cm, シチゾウ62.7cm, アカバ68.1cm, オビアカ73.8cm, ヤマグチ75.9cm であった。2年目以降は, シチゾウとオビアカの間で順位の入れ替わる年はあったが, その他3品種の順位は12年目まで変わらなかった。すなわち, 5品種の中でヤマグチは1位, アカバは4位, ホンスギは5位をキープし続けた。12年目時

表-1. 39品種の3年間の雄花着花指数

品種名	原産地	個体数	1995年	1996年	1997年	平均
アオバ	不明	4	1.00	1.00	1.00	1.00
アカバ	不明	32	1.00	1.00	1.00	1.00
アヤスギ	不明	42	1.00	1.00	1.00	1.00
イタシテ	福岡県	15	1.00	1.00	1.00	1.00
ウラセバル	大分県	17	1.00	1.00	1.00	1.00
カノウスギ	福岡県	18	1.00	1.00	1.00	1.00
カミスギ	福岡県	16	1.00	1.00	1.00	1.00
キウラ	福岡県	7	1.00	1.00	1.00	1.00
クマント	大分県	22	1.00	1.00	1.00	1.00
コガ	福岡県	17	1.00	1.00	1.00	1.00
サンブスギ	千葉県	27	1.00	1.00	1.00	1.00
シヤカイン	熊本県	16	1.00	1.00	1.00	1.00
スケエモン	鹿児島県	18	1.00	1.00	1.00	1.00
ナカマスギ	福岡県	19	1.00	1.00	1.00	1.00
ホンスギ	不明	10	1.00	1.00	1.00	1.00
メアサ	不明	7	1.00	1.00	1.00	1.00
ヤイチ	福岡県	32	1.00	1.00	1.00	1.00
ヤクウグリ	不明	27	1.00	1.00	1.00	1.00
リョウタロウアオバ	福岡県	8	1.00	1.00	1.00	1.00
ワカツ	福岡県	1	1.00	1.00	1.00	1.00
オビアカ	宮崎県	21	1.00	1.00	1.05	1.02
コバノウラセバル	大分県	14	1.00	1.00	1.07	1.02
アラカワ	宮崎県	19	1.10	1.00	1.00	1.03
ヤマグチ	福岡県	12	1.10	1.00	1.00	1.03
ナカムラ	福岡県	5	1.20	1.00	1.00	1.07
ツエスギ	福岡県	8	1.30	1.00	1.00	1.10
リュウスギ	福岡県	20	1.30	1.00	1.00	1.10
マタサン	福岡県	11	1.80	1.00	1.00	1.27
クモトオシ	熊本県	16	1.90	1.00	1.25	1.38
ナガエダ	福岡県	7	2.00	1.00	1.14	1.38
イワオスギ	佐賀県	23	2.00	1.20	1.00	1.40
フネサコ	福岡県	14	1.90	1.00	1.36	1.42
シチゾウ	福岡県	3	2.30	1.00	1.00	1.43
ホツシニアオバ	福岡県	9	2.00	1.00	1.33	1.44
キジン	鹿児島県	11	2.00	1.50	1.00	1.50
ヤクシドウ	福岡県	11	2.00	1.40	1.64	1.68
オオブチ	福岡県	13	2.80	1.10	2.00	1.97
ヒノデ	大分県	17	3.40	2.20	3.71	3.10
センダスギ	福岡県	21	3.80	2.00	3.78	3.18
平均		15.6	1.43	1.09	1.21	1.24

上から3年間の平均雄花着花指数が低い順に並べた。

原産地は、宮島 (1989) および宮原 (2000) を参照した。

点において、1位のヤマグチ (平均889cm) は2位のシチゾウ (平均840cm) とは有意差がないものの (Tukey の HSD 検定, $p=0.20$), 他の3品種に比べ有意に高かった ($p<0.01$)。一方、ホンスギは植栽1年目からすでにシチゾウ以外の3つの品種と比べて有意に樹高が低く ($p<0.01$), 12年目でも平均498cmであった。これは最も樹高の高かったヤ

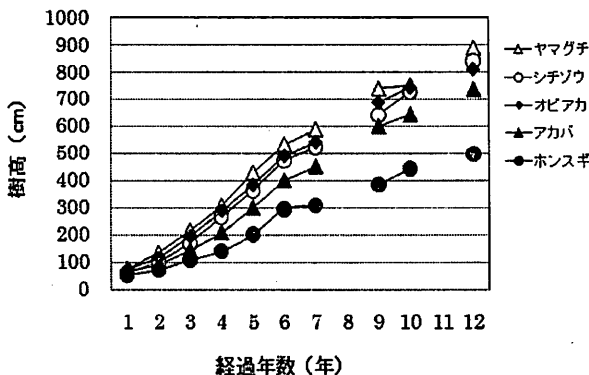


図-1. 5品種の植栽後の樹高の推移

マグチの56%の値であり、ヤマグチの6年目よりも低かった。アカバ (平均736cm) もホンスギに比べると有意に高いものの ($p<0.01$), オビアカ (平均811cm) を含む上位3品種に比べて有意に低かった ($p<0.01$)。なお、胸高直径についても3年目以降から12年目まで測定したが、傾向は大きく変わらなかった (データは非提示)。

3. 強度

① FAKOPP による非破壊評価の検証

立木における応力波伝搬速度と1番玉丸太の動的ヤング率との相関について、1回目および2回目の検証結果をそれぞれ図-2と図-3に示す。いずれの回も有意な正の相関が得られ ($p<0.01$), 特に1回目は相関係数が0.96と非常に高い相関であっ

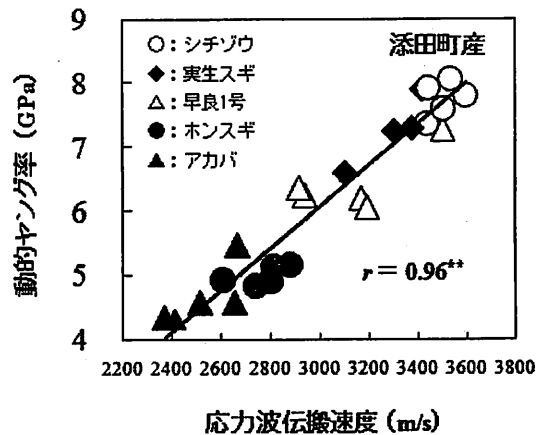


図-2. 応力波伝搬速度と動的ヤング率の相関 (1回目)

rは相関係数、**は1%水準で有意であることを表す。

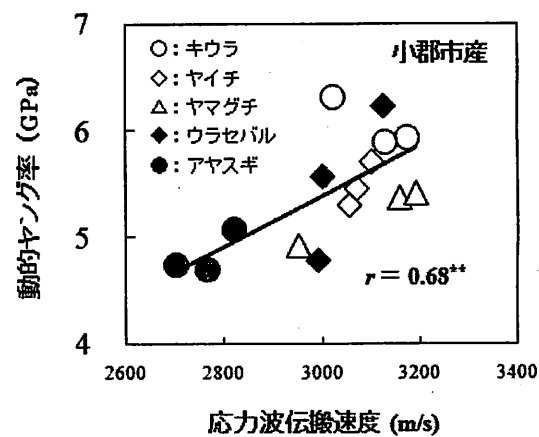


図-3. 応力波伝搬速度と動的ヤング率の相関 (2回目)

rは相関係数、**は1%水準で有意であることを表す。

た。1回目の早良1号, 2回目のウラセバル, ヤマ
グチなどややばらつきの認められる品種もあつた
が, 同じ品種はおおむね近い位置に分布した。1回
目のシチゾウは動的ヤング率が平均7.7GPa と最も
高く, 1回目のアカバ, ホンスギ, 2回目のアヤス
ギはそれぞれ4.7GPa, 5.0GPa, 4.8GPa と低かつた。
なお, 一般に使われる強度等級区分の E50は4~6
GPa, E70は6~8 GPa, E90は8~10GPa である。

② 30品種の応力波伝搬速度

30品種の応力波伝搬速度を図-4に示す。伝搬速
度は最も遅いヤブクグリの2080m/s から最も速いリ
ュウスギの2969m/s まで品種によって異なつた。全
品種の平均値は2443m/s であつた。3の①でヤング
率が最も高かつたシチゾウより伝搬速度の速かつた
品種は, 10品種あつた。一方, 3の①でヤング率の
低かつたホンスギ, アヤスギの伝搬速度は本調査で
も遅かつたが, アカバは中位であつた。

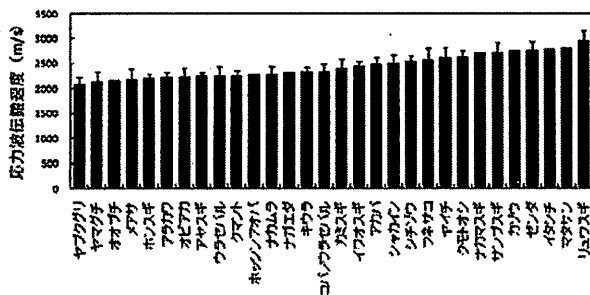


図-4. 30品種の応力波伝搬速度

左から平均値(±標準偏差)の低い順に並べた。

4. 心材含水率

添田町の36年生時のホンスギの心材含水率は56
%, アカバは71%, 早良1号は91%, シチゾウは99
%, 実生スギは133%であつた。40年生時のホンス
ギおよびアカバはいずれも69%であつた。

小郡市の29品種の心材含水率を図-5に示す。平
均値は, 最も低いアヤスギの81%から最も高いウラ
セバルの208%まで品種によって異なつた。全品種
の平均値は126%であつた。

八女市の40年生のホンスギの心材含水率は52%,
アカバは63%であつた。

アカバとホンスギは3ヵ所で測定したが, 小郡市
以外の2ヵ所では63~71%, 52~69%と安定して低
かつた。小郡市ではそれぞれ115%, 83%とやや高
かつたが, 同じ箇所の品種の中ではいずれも平均よ
りは低かつた。

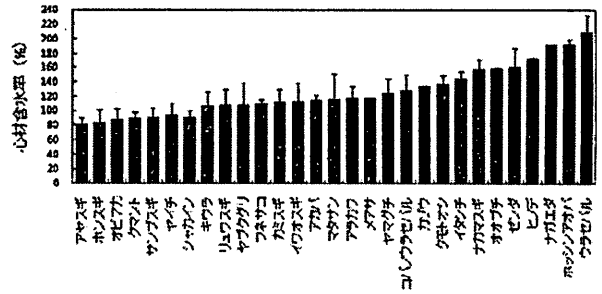


図-5. 29品種の心材含水率

左から平均値(±標準偏差)の低い順に並べた。

5. 木材への不満と改良についてのアンケート

2004年の木材の嫌いな点を問うたアンケートで
は, 福岡市植物園で141名(10~70代の男性61名,
女性79名, 不明1名), 当センターで264名(10~70
代の男性100名, 女性150名, 不明14名)から有効回
答を得た。両地点の回答結果を比較したところ, 非
常によく似た傾向を示し, 有意差は認められなかつ
た(χ^2 検定, $p=0.76$)。そこで, 両地点の結果を
まとめて図-6に示す。木材の性能面で嫌いな点と
して最も多かつた回答は, 「シロアリに弱い」(32%)
で, 次に多かつた回答は「腐りやすい(カビが生え
やすい)」(20%)であつた。このような生物的耐久
性が劣る点を挙げる回答は半数以上に達した。以下,
「傷がつきやすい」(13%), 「変色しやすい」(8%),
「変色しやすい」(4%)といった物理的耐久性が
劣る点を挙げる回答が続いた。

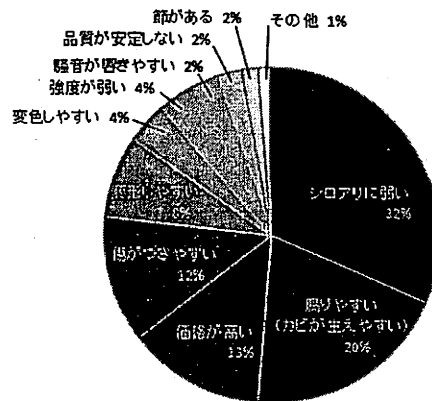


図-6. 県民405名が答えた「木材の嫌いな点」

2009~2010年の木材の改善すべき点を問うたアン
ケートでは, 天神中央公園で161名(10~70代の男
性44名, 女性98名, 不明19名), アクロス福岡で174
名(10~70代の男性62名, 女性101名, 不明11名),
当センターで57名(10~70代の男性37名, 女性13名,
不明7名)から有効回答を得た。3地点の回答結果

を比較したところ、よく似た傾向を示し、地点間で有意差は認められなかった (χ^2 検定, $p=0.62$)。そこで、3地点の結果をまとめて図-7に示す。木材の改善すべき点として最も多かった回答は、「シロアリに弱い」(23%)で、次に多かった回答は「腐りやすい(カビが生えやすい)」(21%)であった。つまり、木材の嫌いな点を問うたアンケートと上位2位までの回答は同じであった。以下、「燃えやすい」(16%)、「傷がつきやすい」(13%)、「変色しやすい」(7%)、「変形しやすい」(6%)といった物理的耐久性の改善を挙げる回答が続いた。

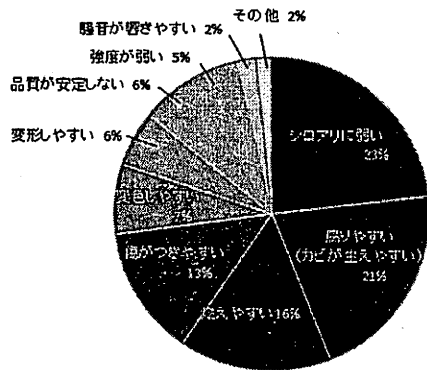


図-7. 県民392名が答えた「木材の改善すべき点」

6. 耐蟻性と殺蟻性

① イエシロアリに対する耐蟻性

各試験体をイエシロアリに21日間曝露後の質量減少率を図-8に示す。対照のアカマツ辺材の質量は平均2.85%減少したのに対し、スギ心材はいずれも有意に減少率が低かった (LSD 検定, $p < 0.01$)。スギ品種間ではホンスギの0.00%から実生スギの0.77%まで多少ばらつきはあったものの、有意差は認められなかった (LSD 検定, $p > 0.10$)。

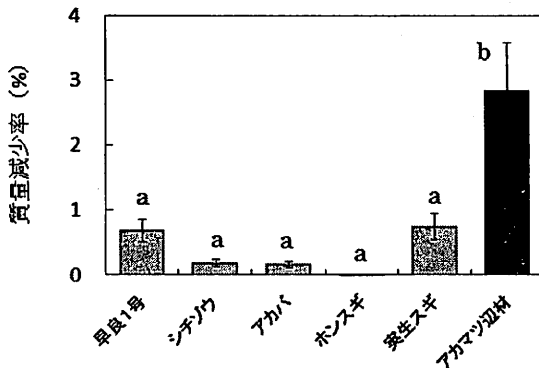


図-8. イエシロアリに21日間曝露後の質量減少率平均値 (±標準誤差) を表す。

異なるアルファベットは1%水準で有意差があることを表す。

② イエシロアリに対する殺蟻性

添田町産のスギ心材木粉で飼育したイエシロアリの死虫率の推移を図-9に示す。対照のアカマツ辺材と比べ、スギ心材で飼育した場合はいずれも死虫率のカーブは傾斜が急であった。中でもアカバが最も早くから死亡し始め、平均半数致死日数は7.0日と、他の4品種に比べて有意に短かった (LSD 検定, $p < 0.05$)。14日後の死虫率をみると、アカマツでは42%であったのに対し、アカバ、早良1号、実生スギではほぼ100%、ホンスギは89%、シチゾウは79%に達した。

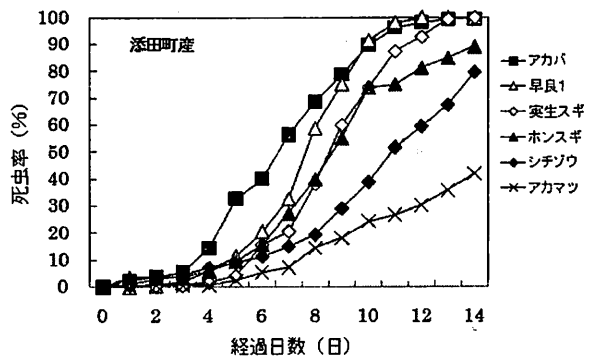


図-9. イエシロアリの死虫率の推移

小郡市産のスギ心材木粉で飼育したイエシロアリの死虫率の推移を図-10に示す。対照のクロマツ辺材と比べ、スギ心材で飼育した場合はいずれも死虫率のカーブは高い位置で推移した。中でもイワオスギとリュウスギのカーブは他の4品種と比べて高く、24日後の死虫率はそれぞれ60%、55%と両品種だけが50%を上回った。その他のスギ品種の値は、ヤマグチが44%、ヤイチが41%、ホンスギが39%、アヤスギが38%とあまり差がなかった。対照のクロマツは17%とかなり低かった。

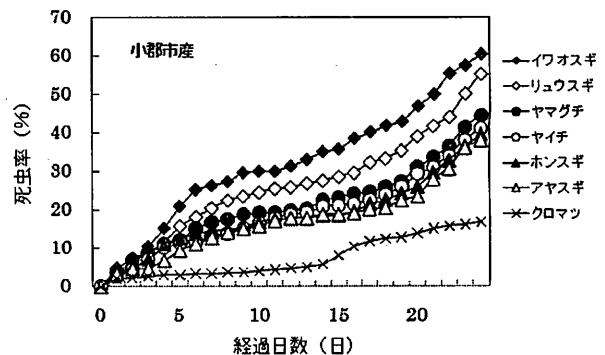


図-10. イエシロアリの死虫率の推移

③ ヤマトシロアリに対する殺蟻性

添田町産のスギ心材木粉で飼育したヤマトシロアリの死虫率の推移を図-11に示す。対照のクロマツ辺材と比べ、アカバおよびホンスギの心材で飼育した場合は死虫率のカーブの傾斜は明らかに急であった。特にアカバは、ホンスギよりカーブが急で、平均半数致死日数は4.1日と、ホンスギの8.9日に比べて有意に短かった (t 検定, $p < 0.01$)。20日後の死虫率をみると、クロマツでは27%であったのに対し、アカバ、ホンスギともほぼ100%に達した。

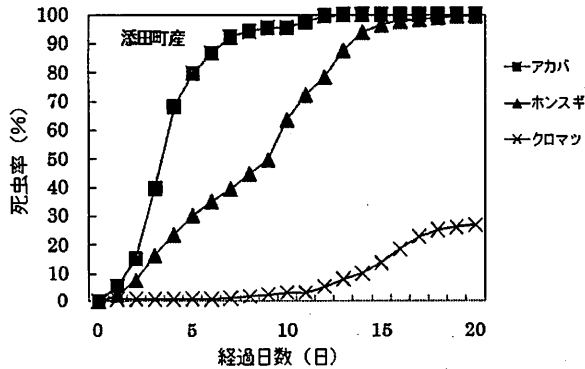


図-11. ヤマトシロアリの死虫率の推移

八女市産のスギ心材木粉で飼育したヤマトシロアリの死虫率の推移を図-12に示す。添田町産の場合と同様に、対照のクロマツ辺材と比べ、アカバおよびホンスギの死虫率のカーブは傾斜が明らかに急であった。特にアカバは、ホンスギよりカーブが急で、平均半数致死日数は5.2日と、ホンスギの14.1日に比べて有意に短かった (t 検定, $p < 0.01$)。20日後の死虫率をみると、クロマツでは26%であったのに対し、アカバはほぼ100%、ホンスギは98%に達した。

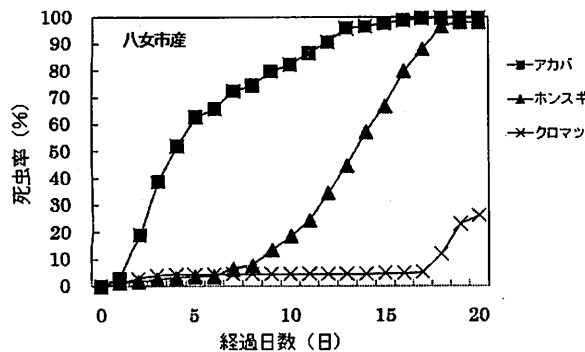


図-12. ヤマトシロアリの死虫率の推移

7. 耐朽性

添田町産のスギ試験体をオオウズラタケに60日間曝露後の質量減少率を図-13に示す。対照のブナ辺材の減少率は41%であったのに対し、スギとヒノキの心材は有意に減少率が小さかった。スギ品種間を比較すると、シチゾウが11%と他の4品種 (0.2~3.7%) より有意に減少率が大きかったが (LSD 検定, $p < 0.01$)、それ以外の品種間では有意差は認められなかった ($p > 0.14$)。

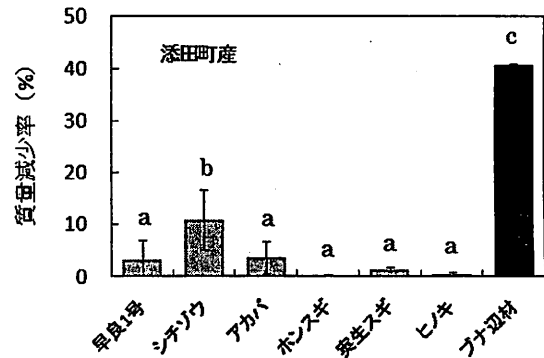


図-13. オオウズラタケに60日間曝露後の質量減少率 平均値 (±標準偏差) を表す。

異なるアルファベットは1%水準で有意差があることを表す。

小郡市産のスギ試験体をオオウズラタケに60日間曝露した後の質量減少率を図-14に示す。対照のブナ辺材の減少率は37%であったのに対し、スギの心材は明らかに減少率が小さかった。スギ品種間では11~15%と若干ばらつきはあるが、有意差は認められなかった (分散分析, $p = 0.83$)。

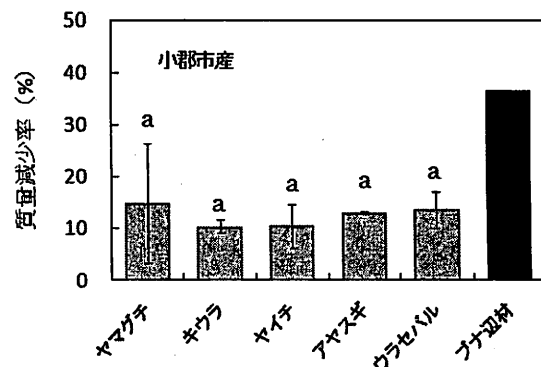


図-14. オオウズラタケに60日間曝露後の質量減少率 平均値 (±標準偏差) を表す。

同じアルファベットは5%水準で有意差がないことを表す。

IV. 考察

2008年現在、国民の25%以上がスギ花粉症とされ(馬場・中江, 2008), 多くの患者がスギ花粉の舞う春先に不快な思いをしている。花粉を減らす方法の一つとして、間伐などにより着花個体を減らすことが考えられる。しかし、着花個体が伐採されることで一時的に花粉は減るが、残存木の林冠照度が相対的に高くなるためか、特に高い間伐率では林冠の再閉鎖まで林分雄花生産量が多い状態が続く(清野ら, 2003)。したがって、間伐だけで花粉を減らすことは難しい。一方、雄花着花性が遺伝的に決定されることを利用して、雄花をあまり着けないスギ(後藤, 2002)や、正常な花粉形成プロセスがブロックされる無花粉スギ(平, 2009)などを選抜し、苗木を育成するプロジェクトが全国的に展開されている。これらが従来のスギと置換されると、花粉飛散量の減少につながり、時間はかかるものの花粉症対策として期待できる。2009年3月7日の朝日新聞の土曜版において、「(花粉症の)抜本的対策として有効なのは?」という問いに対し、回答者9199人のうち最も多い4247人が「スギなどの品種改良」と答えている。つまり、上記のような育種的花粉症対策は十分なコンセンサスが得られていると考えられる。九州では、スギ在来品種の中に雄花を着花させにくい品種があることが以前から知られていた(宮島, 1989)。現在継続中の我々のスギ雄花着生量調査においても、9年間の雄花指数(本研究の着花指数とは異なる)は実生由来の林分が 1017 ± 431 (平均±標準偏差)であるのに対し、挿し木由来の林分は 203 ± 165 と、後者は前者の約20%程度と非常に少なく、かつ年次変動も少ない(大川, 2010)。本研究では、挿し木品種ごとに雄花着花性を3年間にわたり観察した。その結果、39品種のうち37品種が3年間の着花指数の平均が2.0以下と、ほとんどの品種が着花しにくいことがわかった(表-1)。さらに20品種は3年間まったく着花が観察されなかった。このうち5品種(アカバ、アヤスギ、ホンスギ、メアサ、ヤブクグリ)は、現在公表されている「花粉の少ない精英樹」(林木育種推進九州地区協議会, 2009)と遺伝子型が一致しており(後藤ら, 1999; 久枝ら, 2003), このことは本調査の結果の一部を裏付けている。今後は、樹齢の増加にともなう雄花着花性の変化についても継続して調査したい。

木材生産者は、スギを植栽した後はさまざまな施業をしながら収穫にいたる。その施業の中でも下刈

は一般的に最もコストや労力がかかる。また、昨今福岡県でもニホンジカ(*Cervus nippon*)が県内に11,500頭生息していると推定され(福岡県森林林業技術センター, 2010), 植栽後間もない苗木の枝葉が食害にあう被害が各地で観察されている(池田, 2001, 2005)。もしも苗木の初期成長が早ければ、このような下刈を実施する期間やニホンジカによる頂芽の食害にあう期間を減らせる可能性もある。さらに収穫を早められる可能性もある。以上のことから、初期成長の早さは生産者にとって重要な特性の一つと考えられる。本研究で、植栽12年後までの5品種の樹高成長を調べた結果、ヤマグチは最も早くホンスギは最も遅いという傾向は常に変わらなかった(図-1)。これは胸高直径でも同様だった(データ非提示)。ヤマグチ以外の4品種は、遺伝子型の一致する精英樹が存在する(後藤ら, 1999; 久枝ら, 2003)。精英樹の成長は、九州各地の検定林における樹高と胸高直径データをもとに成長が早い5から遅い1まで5段階で評価されている(林木育種推進九州地区協議会, 2009)。これによると、ホンスギと遺伝子型が一致した浮羽5号および唐津6号は、樹高は1~2, 胸高直径は1と区分されている。アカバと一致した田川2号ほか3精英樹は、樹高も胸高直径も2~3と区分されている。シチゾウと一致した八女9号は、樹高も胸高直径も3と区分されている。オビアカと一致した佐伯9号ほか14精英樹は、樹高も胸高直径も3~5と区分されている。遺伝子型が一致したものは同じ品種である可能性が高く、上記の精英樹の成長評価は在来品種の成長を調べた本研究の結果を裏付けるものと考えられる。さらに本結果は、ホンスギを晩生、アカバおよびオビアカを中生、シチゾウおよびヤマグチを早生とする長濱(1988)や宮島(1989)の分類とも合致した。今回は5品種しか供試していないが、今後は他の品種についても評価する必要がある。これについては、小都市および久留米市にある既存の品種保存林において現時点(2011年現在22年生および18年生)での樹高と胸高直径を比較することで評価できると考えられる。

柱などの製材品には、たとえば「E70」などとヤング率による強度等級が印字されることが多い。つまり、ヤング率は製材品を扱う中間消費者にとって重要な指標の一つと考えられる。ヤング率を測定するには、丸太や製材品の木口をハンマーで打撃し、発生する音の周波数をFFTアナライザで計測する縦振動法(タッピング法)が主流である。しかしこ

の手法では、立木を伐採し丸太や製材品に加工する必要があるので、多数の試料を測定するのが困難であった。藤澤ら (2003) は FAKOPP を用いて、ヤング率と相関の高い立木内応力波伝搬速度を測定する手法をスギに導入した。本手法は、スギのほかヒノキ (藤澤ら, 2005) やトドマツ (*Abies sachalinensis*) (井城ら, 2006) でも用いられているが、伐採せずに立木のまま評価できるのが利点である。本研究でも2回の調査で FAKOPP による応力波伝搬速度は1番玉丸太のヤング率と高い正の相関を示すことを確認した (図-2, 3)。そこで30品種220個体の応力波伝搬速度を評価した結果、最も遅いヤブクグリから最も早いリュウスギまで品種によって異なる値を示した (図-4)。当センターの過去の報告で9.1 GPa と非常に動的ヤング率の高かったキウラ (片桐ら, 1995) は、本研究では伝搬速度は平均より遅かった。これは林齢など何らかの条件の違いによるものと考えられた。一方、キウラの造林地から選抜されたとされるリュウスギ (宮島, 1989) は遺伝子型はキウラと異なったが (大川, 未発表), 伝搬速度は最も速かった。本研究結果の普遍性を検討するた

め、供試品種のヤング率を比較した過去の報告を表-2にまとめた。これをみると、本研究で応力波伝搬速度の最も遅かったヤブクグリはヤング率が一貫して低く、ヤブクグリの強度が低いというのは普遍的な事実だと考えられた。また、応力波伝搬速度が平均より遅かったメアサ、アヤスギ、ホンスギは過去の報告でもヤング率が低いことが多く、逆に平均より速かったクモトオシ、シャカイン、ヤイチは過去の報告でもヤング率が高いことが多かった。このように、応力波伝搬速度による強度の評価は過去のヤング率による評価とおおむね傾向が一致した。

製材品にはヤング率の他に、「D20」など含水率の等級も印字されることが多い。つまり、乾燥性も中間消費者にとっては重要な指標である。乾燥性の指標の一つとして、本研究では品種ごとにばらつきの大い心材含水率を調べた。その結果、最も含水率の低いアヤスギから最も高いウラセバルまで品種によって異なる値を示した (図-5)。ヤング率と同様、本結果の普遍性を検討するため、供試品種の胸高部位の心材含水率を比較した過去の報告結果を表-2に示す。これら過去の報告と本研究の結果か

表-2. 過去の報告における供試品種のヤング率および心材含水率

項目	ヤング率 (Gpa)						心材含水率 (%)					
	I	II	I	II	II	III			1	2	3	※※
評価法		※			※							
値		2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	5
文献番号	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	5
林齢 (年生)	22	24-40	28	30-34	33-40	38	20	20	22	24-40	28	33-40
植栽密度 (本/ha)	3687	2500-3500	3000	?	2000-3000	2000	?	?	3687	2500-3500	3000	2000-3000
アカバ	6.2	7.2					59		87	77		
アヤスギ	4.7	6.3		7.2	5.3		55	57	89	58-63		44
アラカワ		5.5				7.7	92			109-140		
イワオスギ	6.9	6.4	6.1	5.4	6.1		75		110	94	106	92
ウラセバル					5.9		77					119
オビアカ	5.5	6.5			5.4	8.0	90	91	118	81-126		112
クモトオシ	6.1	5.8		8.2	7.7	10.3	157	183	206	209		181
シャカイン		7.9	6.6							100	88	
ナカムラ	4.0	7.5							131	157		
ホンスギ	5.8	6.2		4.7					60	54		
ヒノデ	4.1	6.8	5.0				76		89	99	100	
メアサ	4.5				5.4		68	75	70			102
ヤイチ	6.5		6.1				53	64	60		59	
ヤブクグリ	3.0	4.6	3.0	4.7	4.2	6.9	72	89	85	102	82	84
ヤマグチ	6.3		5.8						87		70	
平均	5.6	6.4	5.4	6.4	5.5	8.6	88	93	99	100	85	115

評価法: I 無欠点小試験体 (25×25×400mm) の曲げ試験による曲げヤング率。II 縦振動法による1番玉丸太の動的ヤング率。
III 立木曲げ試験による樹幹曲げヤング率。

値: ※ tonf/cm²をGPaに換算した。※※ 最小二乗推定値。

文献番号: 1 津島ら (2005)。2 小田 (1995)。3 津島ら (2006)。4 山下ら (2000)。5 九州地区林業試験研究機関連絡協議会育種部会 (2000)。6 Kijitani et al. (2010)。7 小田 (2000)。8 河澄ら (1991)。

ら、アヤスギ、ホンスギ、ヤイチは心材含水率が低く、クモトオシが高いことは普遍的であると考えられた。一方、本研究ではそれぞれ208%、172%という非常に高い心材含水率を示したウラセバルとヒノデは過去の報告では決して高くはなかった。応力波伝搬速度が最も速かったリュウスギは心材含水率も108%と29品種中9番目に低く、ヤイチとともに強度と乾燥性に優れた品種であると考えられた。

次に、中間消費者からエンドユーザーの着目する特性に視点を移す。潜在的なエンドユーザーとしての一般県民は、木材の嫌いな点としても、改善すべき点としても「シロアリに弱い」ことを最も多く挙げた(図-6, 7)。そこで本研究では、実験室にてシロアリ飼育試験を行い、耐蟻性と殺蟻性の品種特性を評価した。耐蟻性については、実生スギを含む5品種の心材試験片のうちどれが一番シロアリに摂食されにくい、つまり質量が減少しにくいかで評価した。しかし、本試験では耐蟻性の品種間差は明確にならなかった(図-8)。一方、心材木粉内でシロア리를飼育し死虫率を評価した実験では、殺蟻性について品種間差が認められた(図-9, 10, 11, 12)。アカバはイエシロアリおよびヤマトシロアリの両方に対して半数致死日数が他の品種に比べて短く、高い殺蟻性を持っていると考えられた。特にヤマトシロアリに対しては殺蟻性が高く、採取地が異なってもアカバの活性の高さは変わらなかった(図-11, 12)。イワオスギおよびリュウスギも、イエシロアリの死虫率のカーブが他の品種より常に高い位置で推移し、殺蟻性が高いと考えられた(図-10)。一方、ホンスギやシチゾウは他の品種に比べ死虫率のカーブが低い位置で推移しており、殺蟻性は高くないと考えられた(図-9, 10, 11, 12)。このような殺蟻性を左右する要因の一つとしてテルペノイドなどの殺蟻成分が考えられる。たとえば、オビスギの一つであるタノアカからは、ジテルペノイドの16-phyllocladanol と sandaracopimarinol, セスキテルペノイドの β -eudesmol が(曾我部ら, 2000), 徳島県産スギからはこれら3種に加え、セスキテルペノイドの cryptomerione, cubenol, epicubenol, cubenol, T-cadinol, ジテルペノイドの12-hydroxy-6, 7-secoabieta-8, 11, 13-triene-6, 7-dial が(在原ら, 2004), いずれもイエシロアリに対する殺蟻成分として同定されている。Shibutani *et al.* (2007) は、2つの異なる場所に植えられたさまざまな精英樹について、殺蟻成分の cubenol, epicubenol, sandaracopimarinol およびヤマトシロアリの摂食忌

避活性が認められたジテルペノイドの ferruginol (狩野ら, 2004) を定量した。Shibutani *et al.* (2007) によれば、イワオスギと遺伝子型の一致した佐賀3号は、強力な殺蟻性をもつ cubenol (在原ら, 2004) と epicubenol を、供試した25品種中で最も多く含むことが判明した。さらに本品種は sandaracopimarinol や摂食忌避成分の ferruginol もかなり多く含んでいた。アカバと遺伝子型の一致した福岡署1号についても、3つの殺蟻成分はいずれも他の精英樹に比べて多く含んでいた。一方、アヤスギと遺伝子型の一致した阿蘇1号は、これらの殺蟻成分はさほど多くはなかった。本研究ではこのような殺蟻成分の定量は行っていないが、アカバやホンスギの心材木粉から *n*-ヘキサン:ベンゼン可溶部を抽出除去すると、本アッセイ系の殺蟻性は大きく低下することを確認している(森, 未発表)。以上のことから、少なくともイワオスギやアカバについては、このような殺蟻成分の多さが殺蟻性を高めたのではないかと考えられた。

一般県民に対するアンケートでは、木材の嫌いな点および改善すべき点として、「腐りやすい(カビが生えやすい)」が2番目に多かった(図-6, 7)。オオウズラタケは、同じ褐色腐朽菌であるカイメンタケ (*Phaeolus schweinitzii*) や、白色腐朽菌であるスエヒロタケ (*Schizophyllum commune*), ニクウスバタケ (*Coriolus brevis*), カワラタケ (*Trametes versicolor*) やヒイロタケ (*Pycnoporus coccineus*) に比べて、スギのチップや試験片の質量を最も減少させた(佐橋ら, 2002)。このように強力な木材腐朽菌であるオオウズラタケに試験片を曝露させた場合、スギ(品種:ヤマグチ)の質量減少率は、ベイマツ、ベイツガ、ホワイトウッドなど主な外材の心材と比べて有意に低かった(村上ら, 2010)。本研究では、オオウズラタケ曝露後の質量減少率についてスギ品種特性を調べたが、2回の試験とも明確な品種間差は認められなかった(図-13, 14)。山本ら(2004)もスギ精英樹15クローンをオオウズラタケとヒイロタケに3ヵ月間曝露させ質量減少率を調べたが、有意なクローン間差を認めていない。一方、先述の sandaracopimarinol や ferruginol には数種のカビや細菌に対する抗菌活性があり(Matsushita *et al.*, 2006), これらの成分量はスギ品種によって異なる(Shibutani *et al.*, 2007)。したがって、耐朽性にも品種特性が認められる可能性は否定できないが、本研究では品種特性は明らかにならなかった。

以上、各形質についてスギ品種特性を述べてきた。

いずれの形質も、品種という遺伝的要因だけで決まっているわけではなく、立地条件、施業履歴、林齢など環境的要因にも依存している。したがって、本研究で示した各品種の特性は絶対的なものではないが、同じ環境におかれた他の品種と比べた場合の相対的特性として意味を持つと考えられる。たとえば、アカバとホンスギの殺蟻性をみた場合、殺蟻性の高さそのものは添田町と八女市のサンプルで異なっても、アカバは活性が高くホンスギは低いという相対関係は変わらない(図-11, 12)。つまり品種を考慮すれば、他の品種との相対的特性、ひいてはおおまかな特性を予測できるので、適材適所の利用ができる。また挿し木品種を植栽すれば、クローンの高い再現性によって期待した特性を得ることもできる。さらに同一品種の材をまとめれば、まとめない場合に比べてロット全体の特性を安定させることもできる。たとえば木材の乾燥について、品種が考慮されない場合は特性が予測できないため、含水率の高いものが相当数含まれることを前提に乾燥スケジュールを設定する必要があった。もしも心材含水率の低いアヤスギをまとめて乾燥させることができれば、よりエネルギーの少ないスケジュールに移行でき、かつ仕上がりの乾燥ムラも抑えられるかもしれない。このように、品種を考慮すれば、生物材料でありながら品質の安定した工業原料として木材を捉えることも可能となる。

今後さらなる確認は必要であるが、本研究ではリュウズギが応力波伝搬速度、心材含水率、殺蟻性のいずれも比較的優れた値を示した。初期成長については不明だが、前述の小郡市の遺伝子保存林における21年生次の平均胸高直径は18.7cmで、調べた23品種の中では中位であった(23品種の平均は19.5cm, 中央値は18.1cm)(森, 未発表)。リュウズギ以外にヤイチも強度と乾燥性に優れた雄花着花性の低い優良な品種であった。しかし、マイナー品種のリュウズギも、メジャー品種のヤイチも、どこにどれだけ植栽されているかの情報はきわめて少ない。本研究をはじめとして、福岡県産スギ品種の特性は明らかになりつつあるので、森林簿には品種名も併記するなどして、資源情報をより機能的なものに向上させる必要がある。一方、福岡県では個人的な生産を除けば、スギの挿し木苗生産はヤマグチ、アカバ、ホンスギ、アヤスギが主であり(福岡県樹苗農業協同組合, 私信), リュウズギやヤイチの生産は目下のところ計画されていない。もしもこれら品種の生産を開始するのであれば、後藤ら(1999)や宮

原ら(2000)が確立した八女スギ品種のDNA識別技術を活用し、母樹林を整備する必要がある。特にこれからの苗木生産は、社会問題化しているスギ花粉症に配慮した雄花着花性の低い品種でなければコンセンサスを得られにくいだろう。本研究で明らかになったように、八女スギなど県産品種の中に雄花着花性の低いものは相当数あるが、それらの中には本研究で見出せなかった別の特性に優れた品種が存在する可能性があるため、今後も福岡県産スギ品種の評価は継続していく必要がある。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、福岡県飯塚農林事務所、同朝倉農林事務所、同筑後農林事務所、添田町森林組合、朝倉森林組合、八女森林組合の職員の方々には試料採取にご協力いただきました。独立行政法人森林総合研究所 森林微生物研究領域 微生物生態研究室の太田祐子氏には、オオウズラタケ菌株を分譲いただきました。797名の県民の方々には、アンケートにご回答いただきました。当センター井上忠司、山下政宏、堤 昭広、矢ヶ部久美子、国武佳代子の各氏には試料調製、実験補助などにご協力いただきました。ここに厚くお礼を申し上げます。

引用文献

- 在原重信・梅山明美・板東真也・小武家聖哉・伊元信治・小野未架子・吉川和子・網田克明・橋本茂(2004) スギ (*Cryptomeria japonica*) 黒心材の殺蟻成分. 木材学会誌50 : 413-421.
- 馬場廣太郎・中江公裕(2008) 鼻アレルギーの全国疫学調査2008(1998年との比較) -耳鼻咽喉科医およびその家族を対象として-. *Progress in Medicine* 28 : 2001-2012.
- 藤澤義武・倉本哲嗣・平岡裕一郎・柏木 学・井上祐二郎(2003) FAKOPPによるスギクローンの非破壊的材質評価. 第53回日本木材学会大会研究発表要旨集 : C241030. 55.
- 藤澤義武・柏木 学・井上祐二郎・倉本哲嗣・平岡裕一郎(2005) FAKOPPによる立木ヤング率評価手法のヒノキへの応用. 九州森林研究58 : 142-143.
- 福岡県森林林業技術センター(2010) 2009年度シカ生息数一斉調査報告. 13pp.
- 後藤 晋・家入龍二・宮原文彦(1999) 福岡県にお

- けるスギさし木品種と精英樹の RAPD 分析. 日林誌81: 187-193.
- 後藤陽子 (2002) 林木育種プロジェクト (11) — 花粉の少ないスギ品種育成プロジェクト—. 林木の育種205: 29-31.
- 廣田篤彦・宮原文彦 (1992) 主要なスギ品種の材質特性. 平成3年度福岡県林業試験場業務報告: 29-31.
- 久枝和彦・白石 進・藤澤義武・宮原文彦・石松 誠・家入龍二・佐々木義則・三樹陽一郎・川内博文 (2003) 九州産スギ在来品種および精英樹の MuPS (multiplex-PCR of SCAR markers) 型. 九大演報84: 59-71.
- 池田浩一 (2001) 福岡県におけるニホンジカの生息および被害状況について. 福岡県森林林業技術センター研究報告3: 1-83.
- 池田浩一 (2005) 福岡県におけるニホンジカの保護管理に関する研究. 福岡県森林林業技術センター研究報告6: 1-93.
- 井城泰一・田村 明・西岡直樹・阿部正信 (2006) トドマツ精英樹等クローンの動的ヤング率における樹高方向の変動と立木非破壊評価. 木材学会誌52: 344-351.
- 河澄恭輔・小田一幸・堤 壽一 (1991) スギ心材の性質—生材含水率, 温水抽出物および明度を中心に—. 九大演報64: 29-38.
- 狩野仁美・澁谷 栄・林 和男・飯島泰男・土居修一 (2004) スギ心材の抗蟻性におよぼす高温乾燥の影響. 木材学会誌50: 91-98.
- 片桐幸彦・占部達也・廣田篤彦 (1995) 県産材の材質特性の解明—①スギ品種の材質—キウラー—. 平成6年度福岡県森林林業技術センター年報: 37-38.
- 嘉手苺幸男・金城一彦・屋我嗣良 (2004) 沖縄産材の生物劣化抵抗性. 木材学会誌50: 404-412.
- Kijidani, Y., Hamazuna, T., Ito, S., Kitahara, R., Fukuchi, S., Mizoue, N., Yoshida, S. (2010) Effect of height-to-diameter ratio on stem stiffness of sugi (*Cryptomeria japonica*) cultivars. J. wood Sci. 56: 1-6.
- 清野嘉之・奥田史郎・竹内郁雄・石田 清・野田 巖・近藤洋史 (2003) 強い間伐はスギ人工林の雄花生産を増加させる. 日林誌85: 237-240.
- 九州地区林業試験研究機関連絡協議会育種部会 (2000) 九州産すぎ優良品種現地適応試験地調査報告書—40年生時の成長と材質特性—. 85pp.
- Matsushita, Y., Hwang, Y-H., Sugamoto, H., Matsui, T. (2006) Antimicrobial activity of heartwood components of sugi (*Cryptomeria japonica*) against several fungi and bacteria. J. wood Sci. 52: 552-556.
- 宮原文彦 (2000) 九州地方におけるスギの挿し品種の成立. 林業技術695: 22-25.
- 宮原文彦・後藤 晋・小河誠司 (2000) DNA 分析による八女スギ在来品種の品種管理システムの開発. 平成11年度福岡県森林林業技術センター年報: 26-27.
- 宮島 寛 (1989) 九州のスギとヒノキ. 274pp, 九州大学出版会, 福岡.
- 村上英人・占部達也・吉次昌則・片桐幸彦・廣田篤彦 (2010) 福岡県産スギ・ヒノキ材の耐久性に関する研究. 福岡県森林研報11: 1-5.
- 長濱三千治 (1988) 福岡県下における主なスギさし木品種の特性. 福岡県林業試験場研究資料15: 1-29.
- 小田久人 (1995) 九州における主なスギ在来品種の材質特性. 林木の育種特別号: 48-52.
- 小田一幸 (2000) スギの品種と性質 (その1). 木科学情報7: 10-13.
- 大川雅史 (2010) スギ花粉発生源調査事業・現地調査. 平成21年度福岡県森林林業技術センター年報: 72-73.
- 林木育種センター (1996) 次代検定林の材質調査要領. 21pp, 林木育種センター, 茨城.
- 林木育種推進九州地区協議会 (2009) スギ精英樹特性表—30年次—九州育種基本区. 70pp, 林木育種推進九州地区協議会, 熊本.
- 佐橋憲生・秋庭満輝・石原 誠・山本幸一・桃原郁夫 (2002) 九州森林研究55: 199-200.
- Shibutani, S., Takata, K., Doi, S. (2007) Quantitative comparisons of antitermite extractives in heartwood from the same clones of *Cryptomeria japonica* planted at two different sites. J. wood Sci. 53: 285-290.
- 曾我部昭好・金城一彦・阿部フミ子・山内辰郎・屋我嗣良 (2000) オビスギ心材 (*Cryptomeria japonica* D. Don) の殺蟻成分. 木材学会誌46: 124-131.
- 平 英彰 (2009) 雄性不稔スギ第一次高度化事業プロジェクトの成果. 林木の育種231: 17~19.
- 津島俊治・古賀信也・小田一幸・白石 進 (2005) 九州産スギ在来品種の成長と木材性質. 木材学

会誌51 : 394-401.

津島俊治・古賀信也・小田一幸・白石 進 (2006)
スギさし木品種の成長と木材性質へ及ぼす植栽
密度の影響. 木材学会誌52 : 196-205.
山本幸一・田村 明・中田了五 (2004) 第54回日本

木材学会大会研究発表要旨集 : PC004. 504.

山下香奈・平川泰彦・藤澤義武・中田了五 (2000)
スギ18品種の丸太ヤング率の品種間差に及ぼす
マイクロフィブリル傾角と密度の影響. 木材学会
誌46 : 510-522.

県産食用きのこ類栽培の品質安定に関する研究¹⁾

上田景子・川端良夫²⁾・金子周平

A study for quality stabilization of edible fungi from Fukuoka Prefecture

Keiko UEDA・Yoshio KAWABATA・Shuhei KANEKO

上田景子・川端良夫・金子周平：県産食用きのこ類栽培の品質安定に関する研究 福岡県森林研報 12：15～26, 2011 近年問題となっているきのこの生産者価格の下落に対応するため、県産ブランドをもつブナシメジ、エノキタケ、ヌメリスギタケと県産ブランド化を目指すクロアワビタケおよびタモギタケについて、収穫量および品質の向上・安定化を目指して以下の試験を行った。ブナシメジについては、新品種の開発に向けた保存野生菌株の選抜試験を行い、優良な2菌株を選抜した。エノキタケについては、大木きのこ種菌研究所が開発した2菌株の特性調査を行った。ヌメリスギタケについては、無胞子の次世代品種の開発に向けた交配試験と選抜試験を行い、優良な1菌株を選抜した。クロアワビタケについては、収穫量や形質の安定化に向けた培地および栽培方法の改良試験を行い、接種孔は1穴が適当なこと、コーンコブミールを混合しない培地が好ましいこと、培養日数は43日程度の比較的短期間でよいこと、加湿や空調条件を適正にすることで発生不良や奇形発生を抑制できることが分かった。タモギタケについては、収穫量と栽培効率の向上に向けた培地および栽培方法の改良試験を行い、カルシウム源としてのアコヤガイ貝殻添加および窒素源混合率増加が増収に効果があること、通常より少ない培地量の培地を用いた低コスト栽培が可能なこと、管理が容易なSTキャップを培養キャップとして利用することで効率的栽培が可能なこと、培養日数は10～18日の範囲で生産現場の状況に応じて決定してよいことが分かった。

キーワード：ブナシメジ、エノキタケ、ヌメリスギタケ、クロアワビタケ、タモギタケ、品質安定

I. はじめに

福岡県におけるきのこ産業は、生産量全国第3位で、県の特用林産物生産額の中で占める割合も高く重要な産業として位置づけられている。特に菌床きのこについては、ブナシメジ、エノキタケが全国第3位、エリンギが全国第6位など上位を占めている。また、県内の生産者は、シイタケ、ヌメリスギタケ、バイリング、クロアワビタケなど様々な種類のきのこを積極的に生産している。しかし近年、企業間、地域間における競争が激化し、生産者価格の下落が問題となっている。これに対応するためには、収穫量および品質の安定化による市場の信頼を高めること、新しいきのこのブランド化により生産者価格の維持を目指すことなどが重要である。

そこで本研究では、現在県産ブランドをもつブナシメジ、エノキタケ、ヌメリスギタケ、さらには、県の新しいブランド化を目指すクロアワビタケおよ

びタモギタケについて、収穫量および品質の向上・安定化のための試験を行うことにした。

ブナシメジについては、収穫量の向上、傘の丸味や縁の巻きが強いこと、苦みが無く食味が良いこと、夏場の空調コスト低減のため高温耐性があることなどが求められる。そこで、当センターで保有している野生菌株を材料として新品種を開発するため、親株となる優良菌株を選抜した。

エノキタケについては、収穫量の向上、夏場の空調コスト低減のための高温耐性向上、害菌抵抗性向上、柄が太く食べやすい形質にすることが求められる。大木きのこ種菌研究所では交配によって柄が太く収量の高い2品種を開発した。当センターでは、この2品種について培養温度特性と害菌抵抗性の調査を行った。

ヌメリスギタケについては、収穫量の向上、パック詰めしたときに傘が割れないよう傘径がある程度小さいことが求められる。ヌメリスギタケは胞子が

1) 本研究は、県単「県産食用きのこ類栽培の品質安定に関する研究」により平成19～21年度に実施したものである。なお、本研究の一部は、日本木材学会九州支部大会で発表した(上田・金子, 2010)。

2) 福岡県福岡農林事務所林業振興課

茶色で見た目が悪いという欠点があったが、当センターでは無胞子の菌株を開発、平成15年に「福岡0-N」として品種登録を行っており、県内生産における主力品種となっている。これまで我々は、さらに優良な次世代品種を開発するため、この登録品種と形質の良好な菌株との交配を行い400菌株を創出した。今回は、これらの中である程度良好な子実体をつくる3菌株について、その収量・形質調査を行い優良菌株を選抜した。

クロアワビタケは食感や日持ちが良く市場評価が高いきのこであるが、収穫量が不安定で奇形や色むらが頻発する問題があり、大量生産できるまでに至っていないことから、培地および栽培方法改良試験を行った。

タモギタケについては、メラニン生成抑制効果や抗酸化作用などの機能が報告されており(孟ら2010)、栽培期間も他のきのこより短いことから、将来県産ブランド化が期待できる。今回は、収穫量と栽培効率の向上のために、培地および栽培方法改良試験を行った。

II. 供試菌および試験方法

1) ブナシメジの新品種開発に向けた野生株の選抜

供試菌として当センターが採取・分離し、保存している野生株7菌株、および対照菌株として県登録品種A-264および市販品種(博多ぶなしめじ)のおがこ培養菌を用いた。培地は、スギ:コットンハル:コーンコブミール:米糠を容積比で2:1:1:1になるよう混合し(以下コーンコブ混合培地)、水道水で含水率を約65%に調整したものを、850mlブナシメジ瓶に550gずつ詰め込んだ。これを121℃で60分間高圧滅菌して一晩放冷し、上記の供試菌を接種した。20℃暗室で72日間培養したのち菌掻き注水して乾燥防止のための穴あきシートを被せ、15℃、湿度98%の条件下で子実体を発生させた。発生量として1瓶あたりの生重を調べた($n=3\sim5$)。また、発生量が良好な菌株について同様の栽培試験を行い($n=8$)、ランダムに選んだ3瓶の傘径1cm以上の全個体について、傘の正円性(短径/長径)、柄長、柄径を調べた($n=103\sim150$)。

2) エノキタケ優良系統の特性調査

供試菌として、大木きのこ種菌研究所が交配によって開発した2品種(8492, 7937)および他県産エノキタケ2品種(T-011, G-5)をあらかじめPDA

培地(Potato Dextrose Agar Difco社製)で培養したものを用いた。これらを90mmシャーレにおいて15mlのPDA平板培地に接種し、5, 10, 15, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 35℃に設定したインキュベータ内で培養した。菌糸体直径を培養3日後と6日後(5℃では6日後と8日後)にノギスで測定し、1日あたりの菌糸体成長速度を算出した($n=5$)。また、8492および7937を15mlのPDA培地に接種し、エノキタケ害菌の*Spicellum roseum*(以下S.r.と表記)を①同時接種、または②4日後に接種し、対峙培養した。培養は25℃のインキュベータ内で行い、帯線形成の有無、占有面積の変化を観察し、5段階で害菌耐性を評価した($n=2$)。

3) ヌメリスギタケの次世代品種の選抜

当センターで保有する無胞子株(福岡0-N)のプロトプラストから発芽させた一核菌糸と形質が良好な有胞子株の胞子から発芽させた一核菌糸と交配させた400株のうち、比較的良好的な子実体が得られる無胞子株3菌株(A, B, C)および有胞子株1菌株(D)を選抜した。これら4株と親株の福岡0-Nについて、おがこ培養菌を作製し試験に供した。培地は、コーンコブ混合培地とし、水道水で含水率を約65%に調整したものを850mlブナシメジ瓶に550gずつ詰め込んだ。これを121℃で60分間高圧滅菌して一晩放冷し、上記の供試菌を接種した。20℃暗室で72日間培養したのち菌掻き注水して乾燥防止のための穴あきシートを被せ、14~16℃、湿度98%の条件下で子実体を発生させた。発生量として1瓶あたりの生重と柄数を調べた($n=14\sim16$)。また、ランダムに選んだ6瓶の傘径1cm以上の全個体について、傘の正円性、傘径、柄径を調べた($n=36\sim117$)。

4) クロアワビタケ栽培方法の改良試験

供試菌として、当センターの保有菌株であるFPF-060327のおがこ培養菌を用いた。

試験1: 培地組成、接種孔、培養日数の適正化試験

基本培地として、コーンコブ混合培地を調整した。また、生産現場0からコーンコブミールを培地に混合すると発生不良が生じるという声があったことから、コーンコブミールをスギおがこで代替し、スギ:コットンハル:米糠を容積比で3:1:1で混合した培地を調整し(以下コーンコブ無培地)、比較を行うことにした。水道水で含水率を66~67%に調整し、850mlブナシメジ瓶に550gずつ詰め込んだ。

多くのきのこ生産現場では、接種孔が3穴であることが多いことから、この接種孔数で適切か調査するため、各培地において、1穴と3穴の2試験区を設けた。121℃で60分間高圧滅菌して一晩放冷し、供試菌を接種した。培養は20℃暗室で行い、培養日数（接種から菌掻きまでの日数）は48, 58, 68日間の3段階とした。培養後、菌掻き（平掻き）して発生室に移動させ、21℃、湿度99%の条件下で子実体を発生させた（ $n=6\sim 8$ ）。

試験2：培地組成および培養日数の適正化試験

コーンコブ混合培地およびコーンコブ無培地を調整した。接種孔は1穴とし、適正培養日数の把握のため、培養日数を38, 43, 45（コーンコブ無培地のみ）、48, 53日間の5段階設定し、20℃、湿度98%の条件下で子実体を発生させた（ $n=7\sim 12$ ）。

いずれの試験でも発生量として傘の幅（以下傘径）が2cm以上の生重と栽培日数（接種から子実体を収穫するまでにかかる日数）を調べた。また、形質調査として傘径2cm以上の子実体について、表-1のように目視で5段階のクラス分けをして、各クラスの子実体発生量を調べた。さらに、発生室環境が収穫量および形質に与える影響を調べるため、湿度の変動が大きい条件（62～98%）で子実体を発生させたときの子実体発生量と奇形が発生した瓶の割合を試験1（湿度変動98～100%）の結果と比較した。

表-1. クロアワビタケの形質クラス分けの指標

グループ	特徴
A	非常に良好（ヒラタケ型、柄を中心に対称の傘）
B	良好（ヒラタケ型、若干傘が波状など）
C	比較的良好（ヒラタケ型、傘に割れやねじれ）
D	不良（漏斗型、大きなねじれなど）
E	奇形（傘にならない、コブをつくる）

5) タモギタケ栽培方法の改良試験

供試菌として、保有する野生株のおがこ培養菌を用いた。

試験1：カルシウム源としてのアコヤガイ貝殻添加による増収効果調査

培地は、コーンコブ混合培地にカルシウム源としてアコヤガイ貝殻粉末を全体培地重量の1%, 3%および8%の添加率で添加して水道水で含水率を64～65%に調整したものを、850mlブナシメジ瓶に550gずつ詰め込んだ。これを121℃で60分間高圧滅菌して一晩放冷し、上記の供試菌を接種した。20℃暗室で19日間培養したのちキャップを外して発生室に移動させ、14～16℃、湿度98%の条件下で子実体を

発生させた。収穫は2回取りを行った。発生量として、2回収穫の総生重を調べた（ $n=10\sim 12$ ）。

試験2：米糠混合率増加による増収効果調査

通常培地として、コーンコブ混合培地を調整した。このときの米糠添加率は絶乾重量比で全体の34%だった。コットンハルとコーンコブミールの混合率は変えずに、米糠添加率が24%（通常-10%）、44%（通常+10%）および49%（通常+15%）になるようスギの混合量を調整した4段階の培地を作製した。水道水で含水率を64～66%に調整し、850mlブナシメジ瓶に550gずつ詰め込んだ。これを121℃で60分間高圧滅菌して一晩放冷し、供試菌を接種した。20℃暗室で16～20日間培養し、原基を形成した時点で発生室に移動した。14～16℃、湿度98%の条件下で子実体を発生させた。収穫は2回取りを行い、合計の生重量を調査した（ $n=15$ ）。また、栽培前の培地を45℃で乾燥、粉碎しCNコーダ（ヤナコCN CORDER MT-700型）により炭素および窒素含有率を調査した。

試験3：効率的栽培のための培地量、培養期間および培養キャップ適正化試験

培地は、コーンコブ混合培地とした。水道水で含水率を約65%に調整したものを850mlブナシメジ瓶に500g（通常培地量-50g）、550g（通常培地量）および600g（通常培地量+50g）ずつ詰め込み、3段階の培地量の試験区を設定した。また、それぞれの試験区について、乾燥防止のためにウレタンを取り付けた6穴キャップ（以下ウレタンキャップ）を被せる区と通気に優れ短期栽培に適しているSTキャップを被せる区を設け、合計6試験区を設定した。これを121℃で60分間高圧滅菌して一晩放冷し、供試菌を接種した。培養は20℃暗室で行い、培養日数は10, 14, 18日間の3段階にした。17℃、湿度98%の条件下で子実体を発生させた。発生量として、2回収穫の総生重を調べた（ $n=6$ ）。

III. 結果と考察

1) ブナシメジの新品種開発に向けた野生株の選抜

子実体発生量を図-1に示した。いずれの野生株も市販品種（144.0g）より発生量は少なかったが、FPF051101A-5は93.5g、FPF051101B-5は104.5g、およびFPF07120103は100.6gと県登録品種A-264（122.7g）と比べて有意差がなく、比較的多かった。このうち、FPF051101B-5は味が苦いことが確認された。一方、FPF051101A-5は傘の巻きが良く開きにくい形質を持つこと、FPF07120103は発生量のバラツキが小さいことから、この2品種について子実

体から組織を分離，おがこ培養菌を作製し，これを種菌にして再度栽培試験を行った。発生した子実体の形質調査結果を表-2に示した。FPF051101A-5は正円性が0.89，傘厚が8.3mm，柄長34.7mm，頂部柄径が5.1mmで，FPF07120103は傘の正円性が0.94，傘厚が6.7mm，柄長が42.0mm，頂部柄径が5.3mmだった。FPF051101A-5は，FPF07120103より傘が厚く，市販品種と栽培日数がほぼ同程度であった。一方FPF07120103は，FPF051101A-5と比較して傘の正円性が高く，柄が長い特徴を持っていた。また，市販品種より柄が太かった。

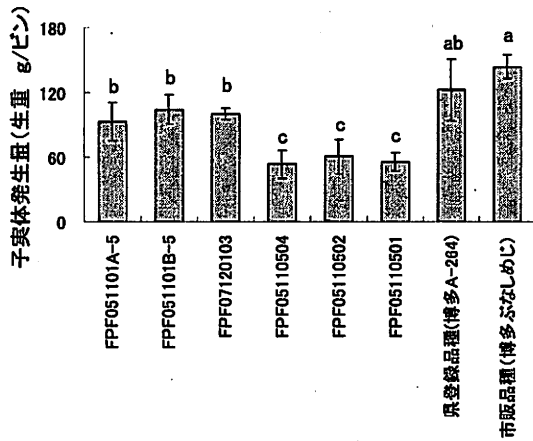


図-1. プナシメジ野生菌株の子実体発生量

図中縦棒は標準偏差を示す。
異なるアルファベットは間に危険率5%で有意差があることを示す。

表-2. 選抜したプナシメジ野生菌株の栽培日数および子実体形質

菌株	栽培日数 (日)	傘の正円性 (短径/長径)	傘厚 (mm)	柄長 (mm)	頂部柄径 (mm)
FPF051101A-5	113.0 (0.0)	0.89 (0.07) c	8.3 (5.1) a	34.7 (8.0) c	5.1 (1.2) ab
FPF07120103	120.5 (0.5)	0.94 (0.05) b	6.7 (1.4) b	42.0 (8.1) b	5.3 (1.1) b
市販品種	113.4 (0.7)	0.95 (0.04) a	7.2 (2.1) ab	44.5 (8.2) a	4.8 (1.2) a

表中()は標準偏差を示す。
異なるアルファベットは間に危険率5%で有意差があることを示す。

2) エノキタケ優良系統の特性調査

エノキタケの培養温度別菌糸体成長速度を図-2に示した。7937は20, 24~26, 28, 30℃で，8492は26, 28, 30℃で他県産品種のT-011およびG-5より成長が旺盛であった。全体的に見ても7937と8492の菌糸体成長はT-011, G-5と比べて良好であった。

病害抵抗性試験では，7937および8492はS.r.と帯線を形成した。①, ②の両接種方法でのS.r.の菌糸占有面積から害菌耐性を評価(5段階評価)したと

ころ，評価値は8492が3.5，7937が3.0であった。これらの結果から2系統を優良品種と決定した。

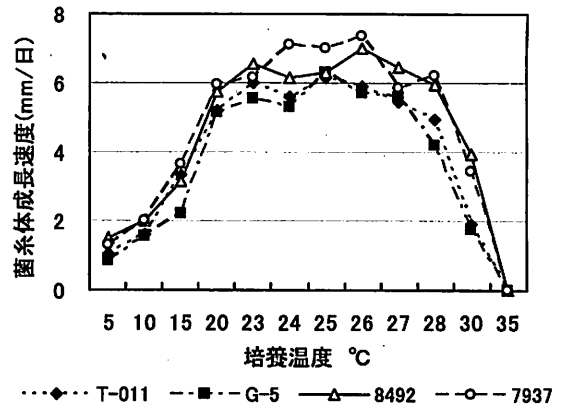


図-2. エノキタケ培養温度別菌糸体成長速度

3) ヌメリスギタケの次世代品種の選抜

菌掻きから収穫までの栽培日数，子実体発生量および形質の調査結果を表-3に示した。菌掻きから収穫までの栽培期間は，福岡0-Nが34.8日であったのに対し，Aが20.8日，Bが28.6日，Cが26.4日，Dが25.8日であり，Aが最も短かった。また，発生量は福岡0-Nが66.8gであったのに対し，Aが75.3g，Bが53.0g，Cが96.6g，Dが69.7gであり，AおよびCは有意に多かった。1瓶あたりの柄数は，福岡0-Nが5.0本であったのに対し，Aが16.9本，Bが5.6本，Cが13.3本，Dが10.4本であり，A，CおよびDが有意に多かった。傘の正円性は，福岡0-Nが0.88であったのに対し，Aは0.93，Bは0.93，Cは0.88，Dは0.92であり，Aが福岡0-Nより高かった。傘径は，福岡0-Nが36.5mmであったのに対し，Aは26.6mm，Bは36.0mm，Cは30.8mm，Dは31.6mmであり，Aが福岡0-Nより有意に小さかった。傘径は柄数と負の相関関係を示す傾向があり(図-3)，密度効果によるものと考えられる。つまり，Aは柄数が多い性質をもつため，傘が小ぶりになると考えられた。傘が小ぶりな子実体はパック詰めしやすく，傘が割れにくいと考えられ，良好な形質であると考えられた。頂部柄径は，福岡0-Nが9.3mmであったのに対し，Aは5.1mm，Bは7.5mm，Cは7.2mm，Dは5.9mmであり，いずれも福岡0-Nより細かった。以上から，Aは，福岡0-Nより栽培期間が短い，子実体発生量が多い，傘の形質も良好という性質を持ち，有望な株と考えられた。また，柄数が多くなることで形質も良好な傾向があることから，柄数を多くする栽培条件の探索を行うことも必要である。

表-3. ヌメリスギタケの栽培日数, 子実体発生量および形質調査結果

	菌播き～収穫までの栽培日数 (日)	子実体発生量 (生重 g/ビン)	柄数 (本/ビン)	傘の正円性 (短径/長径)	傘径 (mm)	頂部柄径 (mm)
福岡0-N (現在の登録品種株)	34.8 (2.8)	66.8 (7.3)	5.0 (1.9)	0.88(0.05)	36.5 (5.4)	9.3 (1.3)
交配株A (無孢子)	20.8 (2.0)**	75.3 (8.7)**	16.9 (3.7)**	0.93(0.02)*	26.6 (1.8)**	5.1 (0.9)**
交配株B (無孢子)	28.6 (2.4)**	53.0(11.8)**	5.6 (1.8)	0.93(0.02)	36.0 (6.1)	7.5 (0.8)**
交配株C (無孢子)	26.4 (3.7)**	96.6(17.3)**	13.3 (4.7)**	0.88(0.02)	30.8 (3.7)	7.2 (0.7)**
交配株D (有孢子)	25.8 (1.5)**	69.7 (9.2)	10.4 (3.3)**	0.92(0.03)	31.6 (5.4)	5.9 (0.6)**

**は福岡ONと危険率1%で有意差があることを示す。

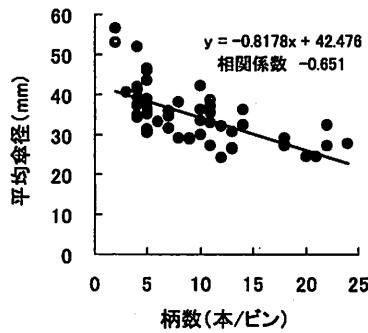


図-3. ヌメリスギタケのビンあたり柄数と平均傘径の関係

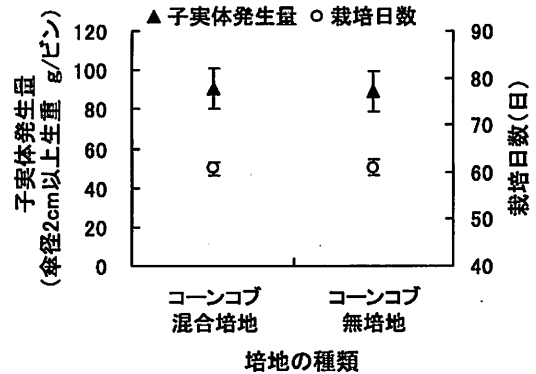


図-4. クロアワビタケの各培地における子実体発生量および栽培日数 (図中の縦棒は標準偏差を示す。)

4) クロアワビタケ栽培方法の改良試験

接種孔1穴, 48日培養の条件下におけるコーンコブ混合培地とコーンコブ無培地の比較を, 試験1および試験2の結果を総合して行った。各培地の子実体発生量および接種から収穫までの栽培日数との関係を図-4に示した。傘径2cm以上の発生量は混合培地で90.7g, 無培地で88.9gだった。栽培日数は混合培地で60.8日, 無培地で61.0日だった。いずれも培地間で有意差は見られなかった。このことから, 生産現場で生じた発生不良は, コーンコブミールを混合したことの他に要因があると考えられた。

接種孔数の比較を行うため, 試験1における子実体発生量および接種から収穫までの栽培日数の結果を図-5, 6, 7に示した。培養日数が同一の場合, コーンコブミールの有無および接種孔数にかかわらず発生量および栽培日数に有意差は見られず, 培養日数が48日の場合は発生量75~120g, 栽培日数58~61日, 培養日数が58日の場合は発生量57~119g, 栽培日数67~70日, 培養日数が68日の場合は発生量60~107g, 栽培日数78~81日だった。ただし培養中における菌糸伸長を目視で観察したところ, 培養35日目の培養瓶内の菌糸蔓延率は, 混合培地1穴: 83.3%, 混合培地3穴: 41.7%, 無培地1穴: 79.2%, 無培地3穴: 20.8%であり, 1穴で菌廻りが早

い傾向があった。担子菌は好気的条件下で菌糸体生長が進むといわれるが(北本・鈴木, 1992), 接種孔を3穴にした場合, 接種孔周りの空隙が少なくなり, 菌糸体への酸素の供給が低下したことが, 菌廻り速度低下の要因となったと考えられた。培養中の菌糸伸長速度低下は, 害菌侵入の危険性も高くなることから, 接種孔は1穴が好ましいと考えられた。

そこで接種孔1穴の場合の適正な培養日数について検討を行った。試験1における培養日数と子実体発生量および接種から収穫までの栽培日数との関係を図-8, 9, 10および11に示した。発生量は, コーンコブ混合培地では培養日数の間で差はなかったが, コーンコブ無培地では, 68日間培養すると78.4gで48日間培養したときの92.9gより減少することが分かった。また, いずれの培地でも培養日数が58日, 68日と長くなると栽培日数も約10日ずつ長くなった。このことから, 培養日数は48日以下が好ましいと考えられた。

試験2における接種孔1穴の場合の各培養日数と子実体発生量および接種から収穫までの栽培日数との関係を表-4に示した。コーンコブ混合培地では, 発生量は培養日数38日で83.7g, 43日で89.5g, 48日で93.7g, 53日で99.7gとなり, 43日, 48日, 53日の間に有意差はなかった。また, 栽培日数は38日

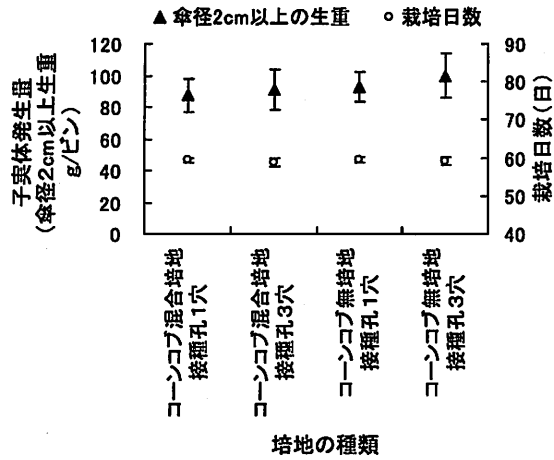


図-5. クロアワビタケを48日培養したときの子実体発生量および栽培日数*

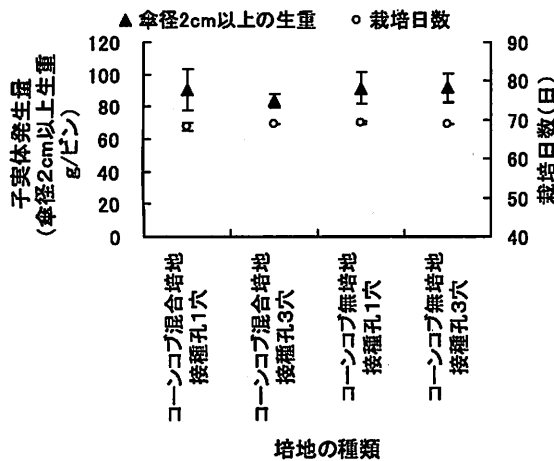


図-6. クロアワビタケを58日培養したときの子実体発生量および栽培日数*

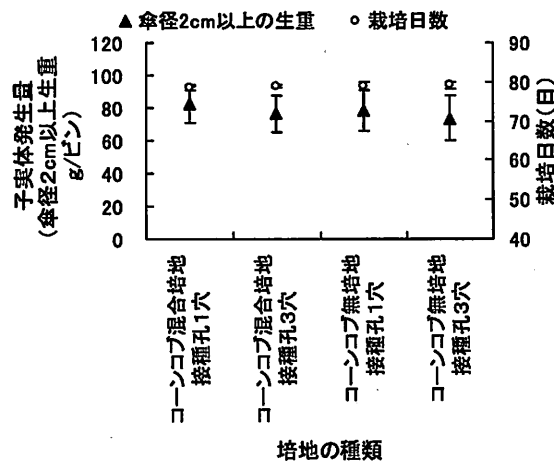


図-7. クロアワビタケを68日培養したときの子実体発生量および栽培日数*

*図-5~7: 図中の縦棒は標準偏差を示す。

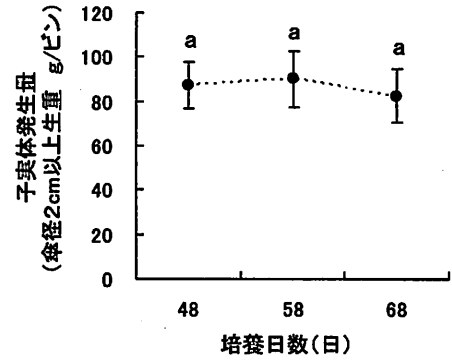


図-8. クロアワビタケの培養日数と子実体発生量との関係* (コーンコブ混合培地・接種孔1穴の場合) 同一アルファベットは間に危険率5%で有意差が無いことを示す。

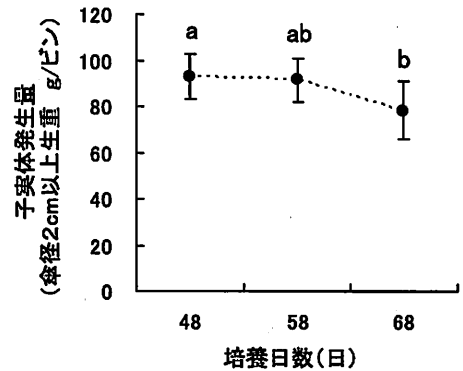


図-9. クロアワビタケの培養日数と子実体発生量との関係* (コーンコブ無培地・接種孔1穴の場合) 異なるアルファベットは間に危険率5%で有意差が有ることを示す。

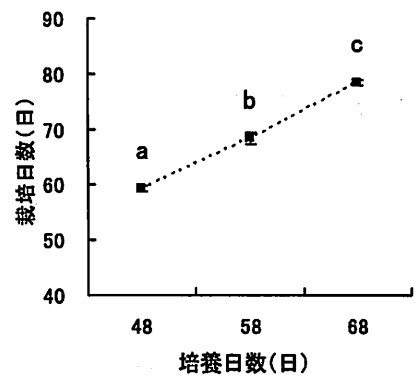


図-10. クロアワビタケの培養日数と栽培日数との関係* (コーンコブ混合培地・接種孔1穴の場合) 異なるアルファベットは間に危険率1%で有意差が有ることを示す。

*図-8~10: 図中の縦棒は標準偏差を示す。

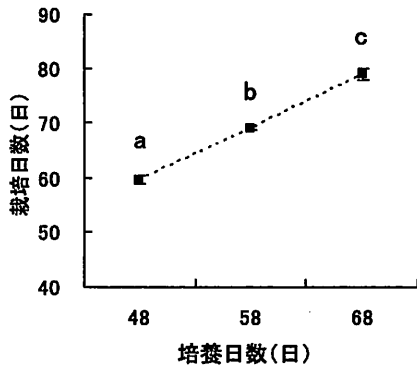


図-11. クロアワビタケの培養日数と栽培日数との関係
(コーンコブ無培地・接種孔1穴の場合)
図中の縦棒は標準偏差を示す。
異なるアルファベットは間に危険率1%で有意差が有ることを示す。

表-4. クロアワビタケの培養日数と子実体発生量および栽培日数との関係

培養日数 (日)		38	43	45	48	53
コーンコブ混合培地	子実体発生量 (傘径2cm以上生重 g/ビン)	83.7 ^b (11.6)	89.5 ^{ab} (9.8)		93.7 ^{ab} (8.9)	99.7 ^a (8.5)
	栽培日数 (日)	59.1 ^a (1.1)	58.0 ^a (1.2)		62.0 ^b (0.8)	66.8 ^b (0.6)
コーンコブ無培地	子実体発生量 (傘径2cm以上生重 g/ビン)	76.7 ^a (6.6)	84.9 ^a (8.3)	87.7 ^a (8.6)	85.0 ^a (10.1)	89.7 ^a (11.6)
	栽培日数 (日)	60.3 ^a (0.9)	58.7 ^a (1.4)	60.1 ^a (0.8)	62.4 ^b (1.2)	67.7 ^b (0.7)

異なるアルファベットは各培養日数の間で危険率5%で有意差があることを示す。

で59.1日, 43日で58.0日, 48日で62.0日, 53日で66.8日となり38日と43日のときが48, 53日に比べて有意に短かった。このことから, コーンコブ混合培地においては, 発生量が多く栽培日数も短かった43日培養が好ましいと考えられた。一方, コーンコブ無培地では, 発生量は培養日数の間で有意差はなかった。栽培日数は培養日数38日で60.3日, 43日で58.7日, 45日で60.1日, 48日で62.4日, 53日で67.7日となり, 38日, 43日, 45日が48, 58日に比べて有意に短かった。このうち, 38日, 45日培養の発生量や栽培日数の結果をコーンコブ混合培地と比較すると劣っていたため, 43日培養が最も好ましい培養日数と考えられた。以上より, コーンコブミールの有無に関わらず適正な培養日数は, 43日と考えられた。

次に, 培地が形質に与える影響について検討を行った。各クラスの発生量の全体に対する割合を図-12に示した。コーンコブ無培地では, 38日および48日培養のときC (比較的良好) の割合が最も高かつ

た。一方コーンコブ混合培地では, いずれの培養日数でもD (不良) の割合が最も高く, コーンコブ無培地で栽培した方が良好な形質の傘が多く発生する可能性が高いと考えられた。培地組成が形質に与える影響についてはさらなる試験と検討が必要であるが, 培地のコストを考えてもコーンコブ無培地は, 約30円/kg (2009年販売価格) のコーンコブミールを約23円/kg (2009年販売価格) のスギおがこで代替しており, 低コスト培地であることから, 好ましい培地と考えられる。

また, クロアワビタケは子実体を作らない発生不良やこぶなどの奇形発生が試験区全体で生じることが頻繁にあり, 課題となっている。これまでの栽培試験を通じて, このような症状は菌床面が乾燥しているときに生じる傾向があった。そこで, 発生時の湿度条件が発生不良や奇形発生に与える影響を調べた。発生時の湿度推移を図-13に示した。2つの湿度条件における子実体発生量と奇形が発生した瓶の割合を表-5に示した。湿度の変動が小さい条件で発生させたとき, 発生量はコーンコブ混合培地で87.3g, コーンコブ無培地で92.9gだった。奇形発生割合はいずれの培地でも0.0%だった。これに対し, 湿度の変動が大きい条件で発生させたとき, 発生量はコーンコブ混合培地で54.7g, コーンコブ無培地で35.6gとなり収穫量が大幅に減少した。また, 奇形発生割合はコーンコブ混合培地で55.6%, コーンコブ無培地で88.9%となり傘の奇形率も高くなった。このように, 発生室の湿度を100%近くの高湿度で一定に保つことが収穫量や子実体の形質に望ましい影響を与えることが分かった。しかし, 湿度が一定に保たれていても空調による発生室内の空気の流れが強いときは菌床面が乾燥することから, 発生不良や奇形発生を防ぐためには十分な加湿とともに空調の適切な管理が重要と考えられた。

5) タモギタケ栽培方法の改良試験

試験1: カルシウム源としてのアコヤガイ貝殻添加による増収効果調査

カルシウム源を添加することによるこの増収効果は金子ら (2001), 原田ら (2003) がブナシメジについて報告しており, タモギタケについても金子 (2006) によって卵殻添加による増収効果が報告されている。本研究では福岡県における真珠養殖産業にて現場から大量に発生するアコヤガイ貝殻をカルシウム源として有効利用するため他のカルシウム源と同様の増収効果が期待できるのか調べた。なお,

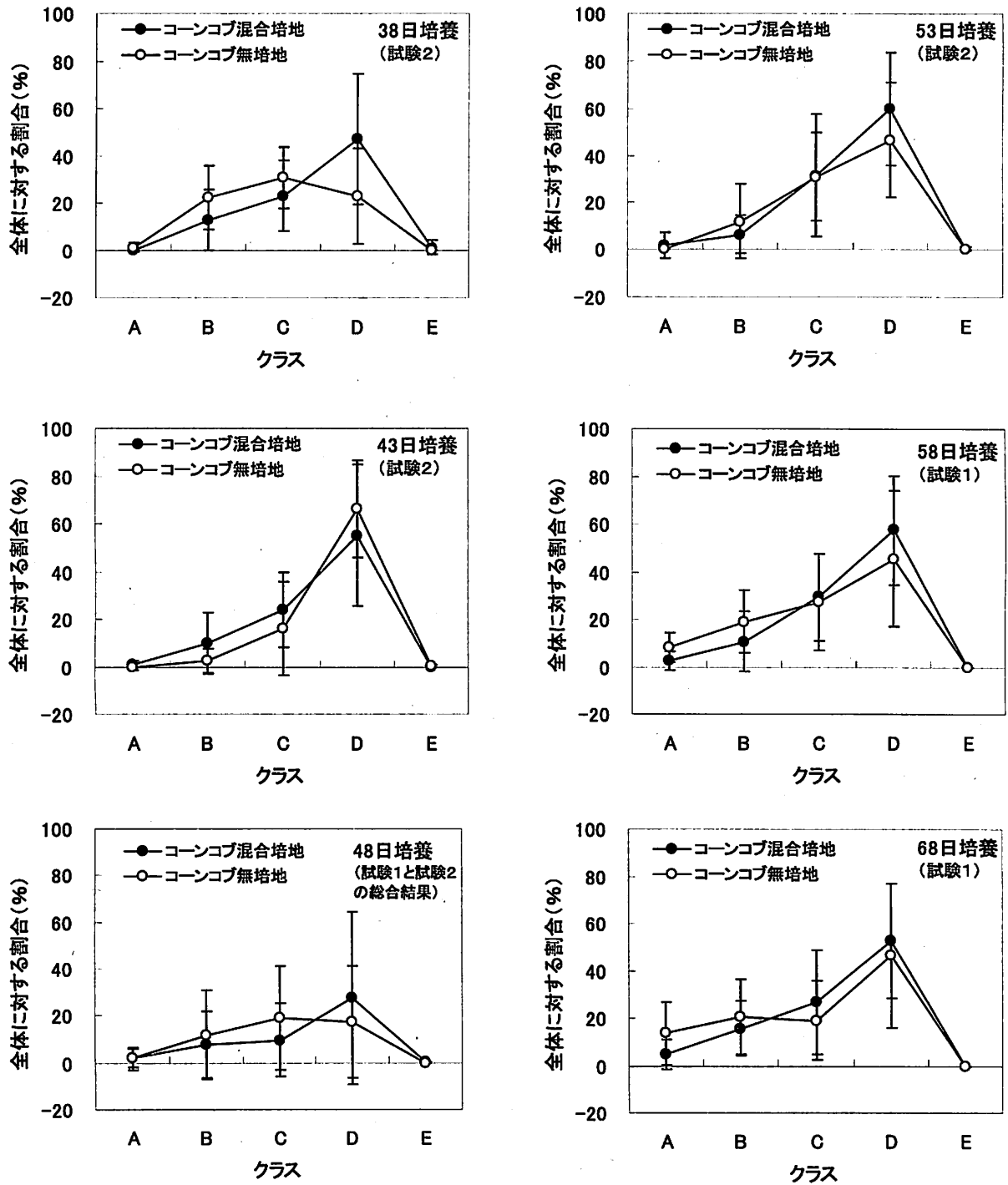


図-12. 各クラスの子実体発生量の全体に対する割合
 図中縦棒は標準偏差を示す。

ヌメリシギタケについては、上田ら (2010) によってその増収効果が確認されている。過去の報告を見ると、カルシウム源により培地のpHを上昇させ、適正なpHに調製することが増収効果につながると考えられる。本研究の滅菌後の培地pHを図-14に、アコヤ貝殻添加率と子実体発生量の関係を図-15に示した。pHは無添加区で6.2、添加率1%で7.1、3%で7.7、8%で7.9となり貝殻添加率が上昇するとpHも上昇した。発生量は、無添加区で115.7g、添加率

1%で111.4g、3%で118.9g、8%で130.4gとなり、8%添加したとき、つまりpHが7.9のときに無添加区より有意に多くなった。金子によるタモギタケの試験では、無添加区のpHは6.0であり、卵殻を添加してpHを6.8以上にした場合、増収効果が得られている。しかし、培地pHが6.3~7.4の間では、発生量に有意差はなく、本研究で無添加区から添加率3%の間 (pH6.3~7.7の間) で有意差がなかったことと一致する。通常多くのきのこの最適pHは5.0

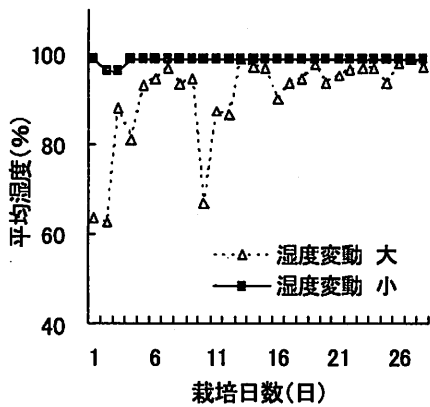


図-13. 発生時における湿度の推移

表-5. 各湿度条件と子実体発生量および奇形の発生ピンの割合との関係

培地条件	湿度変動 小		湿度の変動 大	
	子実体発生量 (傘径2cm以上生重) (g/ビン)	奇形発生ピンの割合 (%)	子実体発生量 (傘径2cm以上生重) (g/ビン)	奇形発生ピンの割合 (%)
コーンコブ 混合培地 接種孔1穴	87.3	0.0	54.7	55.6
コーンコブ 無培地 接種孔1穴	92.9	0.0	35.6	88.9

~6.0 (Volzら 1969) であるとされるが、タモギタケは6より高い若干アルカリ側に適正pHがあるものと考えられる。本研究の無添加区の培地は、もともとタモギタケの成長にとってある程度適正なpH条件であったと考えられた。しかし、さらにpHを8近くまで上昇させることで、さらなる増収効果が得られることも分かった。

試験2：米糠混合率増加による増収効果調査

米糠混合に伴う培地のCN比の変化を図-16に、C含有率の変化を図-17に、N含有率の変化を図-18に示した。これらの結果から、米糠混合率が高くなるほどCN比が低下するが、これは窒素含有率が高くなるためと分かった。米糠混合率とタモギタケ子実体発生量の関係を図-19に示した。全体生重の平均値は混合率24%では111.8g、34%では130.3g、44%では138.1g、および49%では163.4gで混合率が高くなるのに従って発生量も多くなる傾向があった。栽培前培地CN比と発生量の間には比較的高い負の相関があることから(図-20)、培地中のN含有率を高くすることで増収効果が得られると考えられた。原田ら(1998, 2000)も、タモギタケ培地の窒素含量など栄養的要因が収穫量に影響を与えるとし、適正

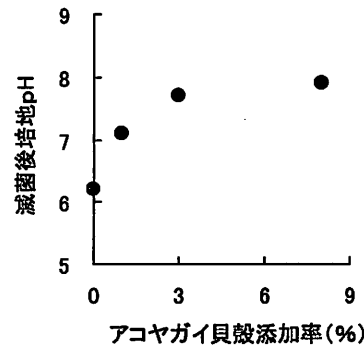


図-14. アコヤガイ貝殻添加に伴う培地のpHの変化

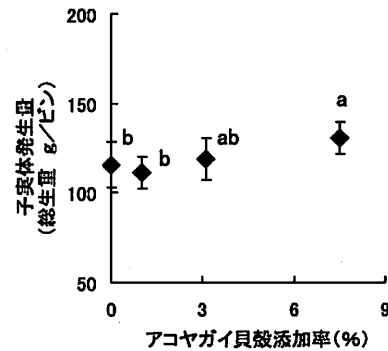


図-15. アコヤガイ貝殻添加率とタモギタケの子実体発生量の関係

図中縦棒は標準偏差を示す。異なるアルファベットは間に危険率5%で有意差があることを示す。

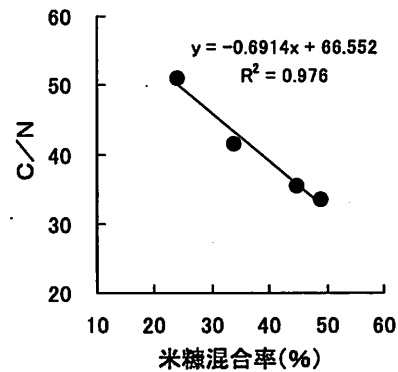


図-16. 米糠混合に伴う培地のC/Nの変化

CN比は他のきのこより低い20程度と報告している。菌株によって適正なCN比は異なると考えられるが、今回最も高い収穫量を示した49%混合区のCN比は33.3であり20よりも高いため、窒素含有率を高くすれば本菌でもさらなる増収効果が得られる可能性があると考えられた。しかし、今回のようにスギを米糠で代替する方法では、49%まで代替量を多くすると培地の水バランスが低下し瓶に培地を詰めにくい、瓶下方の含水率が非常に高くなるなどの問題が生じた。よって、水バランスを保つ窒素源を利用するなど、培地改良の方法を検討する必要がある。

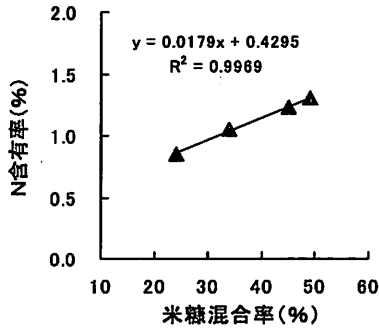


図-17. 米糠混合率に伴う培地のN含有率の変化

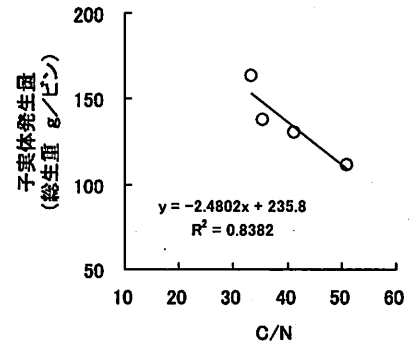


図-20. 培地C/Nとタモギタケの子実体発生量との関係

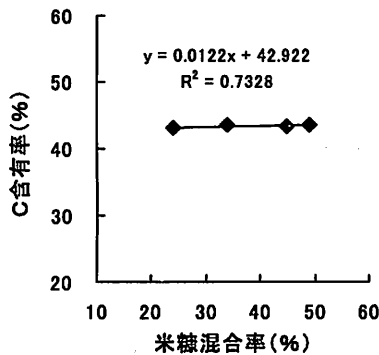


図-18. 米糠混合率に伴う培地のC含有率の関係

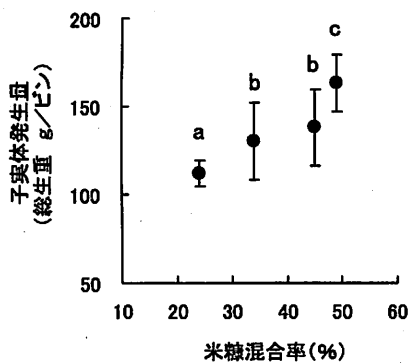


図-19. 米糠混合率とタモギタケの子実体発生量との関係

図中縦棒は標準偏差を示す。
異なるアルファベットはその間に危険率5%で有意差があることを示す。

試験3：効率的栽培のための培地量、培養期間および培養キャップ適正化試験

タモギタケは、収穫までの栽培期間がブナシメジで約100~120日(角田2001), ヌメリシメジで約90日(金子 2001)であるのに対し, 約20日~1ヵ月(原田 2001)と非常に短い。また, 菌を培地に伸長させる培養段階で瓶内に菌が蔓延していないのに子実体

原基が形成されることが頻繁に見られ, 原田ら(2000)もこのような例を報告している。このことから, タモギタケはブナシメジなどの他のキノコに必要な菌が蔓延した後の熟成期間を必要としないと考えられ, 培地の分解率や栄養分の利用率が低いと考えられた。この考えから我々は, タモギタケは少ない培地量による低コスト栽培が可能ではないかと考えた。

3種類の培地量の試験区について, 培養期間中の菌糸伸長を目視で観察したところ, 培養10日目では全試験区で1/4まで菌糸が伸長していた。14日目では, 500gの培地量の試験区で伸長が速く, 蔓延している瓶も見られた。18日目では, いずれの試験区でも原基形成が確認された。

各キャップと培養日数ごとの培地量と子実体発生量の関係を表-6に示した。いずれの場合も100g以上の収穫量が得られ, 850ml瓶では通常より少ない培地量(500g)からも通常の培地量(550g)からと同等の発生量が得られた。通常より多い培地量(600g)からもSTキャップ14日培養の場合を除けば, 少ない培地量(500g)からと同等の発生量が得られた。このことから, 培地量が収穫量に与える影響は少なく, 通常よりも少ない培地を用いた低コスト栽培が可能と考えられた。

培地量が500gのときの栽培日数を表-7に示した。500g培地量においては, いずれのキャップで栽培しても10日, 14日, 18日の培養日数の間で2回目収穫までの栽培日数と子実体発生量に有意差は見られなかった。このことから, 培養日数は10日~18日の範囲で生産現場の状況に合わせて決定して良いと考えられた。例えば, 培養室の容量が小さければ培養日数を短くして早期に発生室に移動させるといった施設ごとに融通を利かせた栽培が可能である。

表-6. 各キャップと培養日数ごとの培地量とタモギタケの子実体発生量との関係

キャップ	培養日数 (日)	培地量 (g)	子実体発生量 (総生重 g/ビン)
ウレタン	10	500	101.0 a (8.6)
		550	110.8 a (6.5)
		600	107.9 a (17.0)
ウレタン	14	500	108.9 a (7.4)
		550	106.6 a (7.2)
		600	108.2 a (7.5)
ウレタン	18	500	107.9 a (5.5)
		550	107.5 a (8.9)
		600	111.5 a (6.8)
S T	10	500	104.6 a (4.3)
		550	104.6 a (10.0)
		600	102.9 a (22.7)
S T	14	500	100.1 b (9.3)
		550	110.7 b (9.3)
		600	125.6 a (7.4)
S T	18	500	107.6 a (5.9)
		550	107.9 a (9.6)
		600	106.6 a (11.1)

表中 () は標準偏差を示す。
異なるアルファベットは、共通のキャップ・培養日数のグループ内で、培地量の間で危険率5%で有意差があることを示す。
培地量500gのときは、培養日数10、14、18日の間に危険率5%で有意差はなかった。

また、培地量が500gのとき、キャップの種類の間で子実体発生量に有意差は見られなかった。さらに、2回目収穫までの栽培日数でもキャップの種類の間で有意差は見られなかった。このことから、キャップの種類による影響はないと考えられた。ただし、ウレタンキャップを用いた場合、培養中にウレタンの中にタモギタケの菌糸が侵入するため、毎回取り替えなければならないという問題が生じた。一方、STキャップは繰り返し利用ができ、洗浄等の管理も簡易だった。このことから、STキャップを用いることで、より効率的な栽培が可能と考えられた。

IV. まとめ

・県産ブランドをもつブナシメジ、エノキタケ、ヌ

表-7. 培地量500gのときのタモギタケの栽培日数

培養日数 (日)	キャップ	2回収穫までの栽培日数 (日)
10	ウレタン	40.0 (3.1)
	S T	39.0 (3.0)
14	ウレタン	37.3 (1.5)
	S T	41.0 (6.3)
18	ウレタン	37.3 (0.8)
	S T	37.7 (2.0)

表中 () は標準偏差を示す。
キャップの種類の間で危険率5%で有意差はなかった。
培養日数10日、14日、18日の間に危険率5%で有意差はなかった。

メリスギタケと県産ブランドを目指すクロアワビタケ、タモギタケについて、収穫量および品質の向上と安定化を目指して試験を開始した。

・ブナシメジについては、新品種開発のために保存野生菌株の中から優良菌株2菌株を選抜した。

・エノキタケについては、大木きのこ種菌研究所が開発した2品種について特性調査を行い、高温耐性があることを確認した。

・ヌメリスギタケについては、次世代品種の開発のために無胞子の交配菌株の中から収穫量が多く形質が良好な1菌株を選抜した。

・クロアワビタケについては、収穫量や形質の安定化のために培地および栽培方法改良試験を行い、コーンコブミールを混合しない培地が好ましいこと、培養日数は43日程度の短期間でよいこと、加温や空調条件を適正にすることで発生不良や奇形発生を抑制できることが分かった。

・タモギタケについては、収穫量や栽培効率の向上のために培地および栽培方法改良試験を行い、カルシウム源としてアコヤガイ貝殻添加および窒素源混合率増加により増収効果が得られること、少ない培地量(500g)による低コスト栽培、STキャップによる効率的栽培が可能なこと、適正培養日数は10日~18日までの間で生産現場の状況により決定してよいことが分かった。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、大木きのこ種菌研究所および農事組合法人ドリームマッシュを始めとして大木町生産者の方々に実用化に向けたご助言や試験

へのご協力をいただいた。また、全ての試験を行うにあたり、西尾美智代氏、池田真由美氏に多大なる協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表します。

引用文献

- 上田景子・金子周平 (2010) 九州森林研究 63 : 37-40
- 角田茂幸 (2001) キノコ栽培全科 プナシメジ : 120-127, 大森清寿・小出博志編, 258pp, (社) 農山漁村文化協会, 東京
- 金子周平・高島幸司 (2001) 日本木材学会大会研究発表要旨集51 : 433
- 金子周平 (2001) キノコ栽培全科 ヌメリスギタケ : 206-210, 大森清寿・小出博志編, 258pp, (社) 農山漁村文化協会, 東京
- 金子周平 (2006) 平成17年度福岡県森林林業技術センター年報 52-53
- 北本豊・鈴木彰 (1992) きのこと学 生理 : 84-85, 古川久彦編, 450pp, 共立出版株式会社, 東京
- 原田陽ら (1998) 日本木材学会大会研究発表要旨集 48 : 468
- 原田陽ら (2000) 林産試験場報 北海道立林産試験場 14 (3) : 1-7
- 原田陽 (2001) キノコ栽培全科 タモギタケ : 153-157, 大森清寿・小出博志編, 258pp, (社) 農山漁村文化協会, 東京
- 原田陽ら (2003) 日本菌学会会報 44 (1) : 3-8
- Volz, P. A. and E. S. Beneke, (1969) *Mycopathol. Mycol. appl.* 37 : 225
- 孟天暁 (2010) 日本木材学会九州支部大会講演集17 : 51-52

食用きのこヌメリスギタケ栽培における 子実体の発生量や形質に及ぼす培養条件の影響¹⁾

金子周平

Influence of the cultivating conditions on the yields and the characters of the fruit-bodies in *Pholiota adiposa* cultivation

Shuhei KANEKO

金子周平：食用きのこヌメリスギタケ栽培における子実体の発生量や形質に及ぼす培養条件の影響 福岡県森林研報 12：27～36，2011 ヌメリスギタケのスギ鋸屑を基本にした培地での人工栽培において、栽培条件を検討した。栽培瓶に詰める培地の量と培養期間が収量に与える影響を検討したところ、800ml ナメコ瓶における「福岡K-N」の栽培では、詰め重460～500g でいずれも8週間培養が最も高い収量が得られた。これらの場合において第1回発生量の収量が全収量に大きく影響していた。詰め重別では、480g および500g が収量が高かった。480g 詰めでは、培養期間が8週より長くても短くても500g 詰めに比べ顕著に収量が低くなった。他の品種では同じではなく、500g 詰めにおける最適培養期間は長期を要した。最適培養期間の指標とするために、培養中の菌糸体の炭酸ガス排出量を測定した。最適培養期間、すなわち子実体発生処理の時期は、炭酸ガス排出濃度が最高となった後減少して落ち込んだ時点であることが示唆された。このことは、他の食用きのこ類とほぼ同様であった。さらに子実体発生処理の温湿度条件について検討した。収穫量が高く形質のバランスを考慮すると、温度は14～16℃で、湿度は95%以上が適当であり、適正な子実体形成には他の食用きのこと比較してやや高湿度を要すると考えられた。
キーワード：ヌメリスギタケ、詰め重、培養期間、温湿度、炭酸ガス濃度、子実体収量

I. はじめに

ヌメリスギタケ (*Pholiota adiposa*) は優良な食用きのこことされており、人工栽培も可能であるが (Hashioka and Arita, 1977; Arita *et al.*, 1980; 金子, 1989; 高島, 1990; 高島, 1991; 増野, 1991; 増野, 1992; 金子・川端, 1992; 金子, 2000), ブナ (*Fagus crenata*) を主とする広葉樹の鋸屑培地による栽培方法が中心で、生産コストの面から商業的生産は遅れている。筆者は、九州に多く、広葉樹より安価で容易に入手できるスギ (*Cryptomeria japonica*) 鋸屑を利用した培地による本きのこの生産が可能であることを報告した (金子, 2002; 金子, 2003)。福岡県では地域特産物として、農事組合法人による生産を行い出荷している。しかしながら、他の商業的生産きのここと比較して単位当たり収量が少なく課題は多い。また、本きのこ栽培技術に関する報告は少なく、具体的な技術体系が確立したとは言い難い。本研究では、収量および形質向上のための栽培技術について検討を行った。

培地の栽培瓶への詰め量は瓶内空隙量の多少に大きく影響し、酸素の供給量を左右する。また水分保持の面でも影響が大きい。さらに、ヌメリスギタケ培養過程において培地は幾分収縮するが、詰め量が不足すると、そのために瓶壁との間に空隙ができ、そこに子実体原基が形成され、栄養源が分散して本来は収穫対象である床面からの発生に悪影響を及ぼすこともある。適正な詰め量とそれに応じた培養期間、もしくは施設面積などによる事情などで、優先する培養期間に応じた詰め量を把握することが必要である。そこで、栽培瓶への培地詰め量と培養期間の関係が子実体の収量および形質に与える影響を検討した (実験1)。また炭酸ガス濃度を測定することにより、本きのこの呼吸量の変化を推察し、適正培養期間の指標とするため検討を行った (実験2)。その結果、これらの最適条件について一定の示唆を得た。さらに、系統の異なる菌株を使用して詰め重を一定にし、培養期間が子実体発生量に影響を及ぼすかどうかを検討した (実験3)。また本きのこは、自然条件下では春季に一部、秋季に多くの子実体の

1) 本研究は県単研究課題「新しいきのこの商品化と増収技術の開発 (H16-18)」および「県産食用きのこ類栽培の品質安定化に関する研究 (H19-21)」で実施した。本報告は、鹿児島大学農学部演習林研究報告に掲載されている。

発生が見られるが、人工栽培では周年的に子実体を形成させる必要がある。そのために、商業的生産物として良好に子実体を形成させることを指標として温湿度条件の検討を行った(実験4)。

II. 試験材料と方法

1) 栽培瓶

現在の商業的きのこ生産では、きのこの種類ごとに原木栽培、菌床袋栽培、菌床瓶栽培など培地形態が異なるが、きのこごとにそれぞれの最適な形状や重量は異なっている。ヌメリスギタケ類については針葉樹・広葉樹原木、800ml ナメコ (*Pholiota nameko*) 瓶、100ml または 500ml ガラス瓶が実験に使用されており、地域特産商品として周年的に栽培するためにも空調下で菌床瓶栽培が適していると考えられる。市販されている 850ml プナシメジ (*Hypsizygus marmoreus*) 瓶と 800ml 広口ナメコ瓶について検討したところ、培養 70 日では後者の 500g 詰めが最も収量において優っていた(金子, 2003)。

本研究でも基本的にこの広口ナメコ瓶(ポリプロピレン製、瓶口内径 71mm、高さ 140mm、容量 800ml、ST キャップ)を使用した。実験3の系統の異なる菌株を使用しての確認では一部プナシメジ瓶(ポリプロピレン製、瓶口内径 59mm、高さ 163mm、容量 850ml、ウレタンフィルター付き6穴キャップ)区を加えてナメコ瓶と比較した。供試瓶数は実験1では各区8本で4回反復、実験2では各区4本の2回反復、実験3は各区16~32本の1回反復、実験4では各区8本の2回反復とした。

2) 培地材料

本きのこの培地については、従来広葉樹原木、プナを中心とした広葉樹おがこ培地があるが、菌床による商業的生産はあまりなされていなかった。著者は、スギ鋸屑を利用した菌床栽培について商業的周年生産の可能性を見いだしている(金子, 2003)。本研究での培地組成については、その結果を応用した。すなわち、福岡県森林林業技術センターの製材工程で排出され、約3ヶ月間野積みされたスギ鋸屑(2mm メッシュ以下)と市販の綿実殻、コーンコブミール、米糠を、容量比で40% : 20% : 20% : 20%の割合で混合し、含水率が約67%程度になるように水道水を加えて、きのこ栽培用ミキサで攪拌した。(絶乾重比で、スギ鋸屑 12.5% : 綿実殻 6.6% : コーンコブミール 6.7% : 米糠 7.2%、含水率

平均 66.5% ; 以下, Sccr とする)。比較用のプナ培地として、きのこ用として市販されている皮なしプナおがこ米糠を容量比で80% : 20%となるように混合し、含水率が約65%となるように水道水を加えて攪拌した。(絶乾重比で、プナおがこ 25.4% : 米糠 9.4%、含水率平均 65.2% ; 以下, Br とする)。

3) 詰め重

実験1および2のナメコ瓶の1瓶当たり詰め重は、Sccr を 460g、480g、500g の3種類とし、比較用として Br を 500g 詰めた。実験3ではナメコ瓶に Sccr, Br とともに 500g、プナシメジ瓶に Sccr550g 詰めとした。実験4ではナメコ瓶に Sccr500g 詰めとした。

瓶詰めは手詰めで行ったが、下方は比較的緩く空隙を多くするようにし、培養中の収縮によって瓶壁との間に隙間ができるのを防ぐために、瓶肩口付近を硬く充填するようにした。床面は瓶口から8~10mm となるようにした。接種孔は広口ナメコ瓶は3本(平均直径各12mm)、プナシメジ瓶は1本(平均直径15mm)を瓶底まで届くように入れた。これらを121℃、60分の高圧殺菌を行った。殺菌終了後(釜内温度約80℃)釜から取り出し、HEPA フィルターにより清浄に保たれた室内で約14時間の放冷を行った。

4) 種菌

種菌は、福岡県が新品種登録を行ったヌメリスギタケで収量性の高い「福岡 K-N」(登録 No. 9783 号、菌株名 : FPF-13) を実験1, 2, 4で使用し、実験3では、有色孢子を持たないことから外観上きれいで商品性の高い孢子欠損株の「福岡 O-N」(登録 No.11227 号、菌株名 : Oninome-B) を使用した。これらはスギ培地で約35~40日間培養したものである。これらは無菌室のクリーンベンチ内の卓上接種機(荻原式)により瓶当たり約15gずつ接種した。プナシメジ瓶についてはキャップで接種した種菌を培地床面にまんじゅう型に押さえつけるようにした。

5) 培養

培養は温度 22.5±0.5℃、湿度 65±25% に設定した培養室(WDH=1800×5400×2700mm、空調機 2.25kw)で、暗黒下で行った。実験1, 2では、培養期間を6週、8週、10週、12週とした。実験3

では「福岡 O-N」を接種したものについては、予備実験で本品種が若干培養に長期を要することを確認したことから、約8週、10週、12週、13週とし、「福岡 K-N」を接種したものは8週、10週の培養期間とした。実験4では8週とした。

6) 炭酸ガス濃度の測定

培養菌糸体の成熟度の指標として呼吸による炭酸ガス濃度の測定例がある(小出ら, 1987; 長野県野菜花き試験場, 1992, 1993, 1994)。本研究でも実験2において最適培養期間の指標を得るために、培養菌糸体から放出される炭酸ガス濃度を測定した。培養期間の異なる数種の培養ビン(500g 詰め)を1500mlの袋に入れて密閉し、キャップをとり、気体採取器(ガステックGV-100S)によりCO₂検知管に20ml/20secの吸入を行い濃度を測定した。

7) 子実体発生

発生処理として、菌掻き(火炎滅菌したスパーテルで約5mmを掻き取る平掻き)後、瓶口まで注水し、約3時間後に排水した。その後発生室(WDH=1800×5400×2700mm, 空調機2.25kw)に移し、温度14℃±0.5℃, 湿度95%以上(室内湿度を95%に設定し、さらに床置き式加湿器で10L/日の加湿)下に置いた。発生処理後4日間は床面の乾燥を防ぐためにキャップをかぶせたままで、暗黒下とし、その後キャップをはずして孔あきポリシートで覆い、照度約700Lx下に置いた。子実体発生後、傘が三部開き(傘縁と柄間の膜が切れた直後)で採取し、瓶当たり生重、柄数、傘径、傘厚、柄長、柄径の測定を行った。

子実体形成のための温度、湿度条件を検討するために、上記発生室(温度: 下記設定±0.5℃, 湿度: 下記)において温度を14℃, 16℃, 18℃, 20℃の4段階、湿度は(予備試験から85%以下では柄が硬くなりすぎ、食用に適さないことから)90%, 95%の2段階を設定した。90%は固定式加湿器により85%設定(75~90%), 95%は95%設定+床置き式加湿器(10L/日)での条件で加湿した。発生処理から子実体収穫までの日数、収穫量、子実体形質を測定した。ただし、子実体発生環境試験(実験4)において、高湿度条件下では水分が開傘後のヒダへ付着するなど、生重量への影響があるのではないかと考えられたので、子実体収穫はヒダ部の膜が切れる前の採取とした。なお、発生室の湿度環境が子実体の含水率に影響を及ぼすかどうかを

確認するために、含水率を調べた。

III. 結果と考察

詰め重と培養期間について、各試験区における子実体収量結果を表-1に示す。収量において初回から3回までの合計でほぼ150g以上の収穫が得られた。Scrrの460g区では培養期間8~12週でほとんど差がなく160g前後、480g区では8週培養が200gを超え、500g区でも8週と10週で190g前後の収穫が得られた。ただし、480g区では培養期間が8週より短くても長くても500g区に比べ顕著に収量が低くなった。Scrrで初回の収量を比較すると、詰め重460g~500gの間では、いずれも8週培養が最も高く、100g前後の収量であった。これらの結果から、Scrrの最適詰め重は480~500gであるといえる。これに対してBrでは、500g詰め重の10週培養で顕著に高い収量を示し、これより培養期間が短くても長くても大きく収量が低下した。他のきのこ類でも、シイタケ原木栽培(小松・時本, 1982)、シイタケ菌床栽培(河内ら, 1991)、ナメコ菌床瓶栽培(小出ら, 1987)で子実体原基形成数および子実体形成は培養期間によって変動し、それは培地の量および組成などによって異なることが示されており、ヌメリスギタケでも同様であると考えられた。また、担子菌類の子実体形成では栄養成長期に菌糸に貯蔵された栄養が分解転流して細胞構成成分に利用されることが報告されており(北本ら, 1978, 1980)、十分な栄養が貯蔵できる適正培養期間が栽培種や培地量によって異なると考えられる。一方、培地の詰め重は培地内空隙量すなわち酸素の供給に影響すると考えられる。きのこ類は好気性生物であり酸素は菌糸体成長や分化に不可欠で子実体の発生に影響すると考えられているが(北本・鈴木, 1992; 鈴木, 1986)、ヌメリスギタケにおいても培地の詰め重と培養期間が子実体収量に影響することが明らかになった。

培地について、BrはScrrよりも培養期間を長く必要とすることが示唆された。寺下ら(1995)は、培養期間に応じて菌体外および菌体内に生産される加水分解酵素活性が増加あるいは変動し、これが培養基である鋸屑の分解を介して菌糸体の熟成に関連していることを示している。BrとScrrのpHを比較すると、前者の方がやや低い。ヌメリスギタケの菌糸体成長の最適pHは6.0~7.0であり(金子, 2003)、Br(5.56)はScrr(5.84)よりこの値から遠い。このため培養期間を長くすることにより菌糸体

表-1. 培地別, 詰め重別, 培養期間別, 発生回数別子実体収量

培地	詰め重 (g)	培養期間 (週)	子実体収量 (g/びん)			
			初回発生	2回発生	3回発生	計
スギ (Sccr)	460	6	65.3±8.94 b	53.9±14.38	27.3±19.34	146.5±10.91 b
		8	93.8±10.26 a	52.2±12.18	14.4±16.45	160.4±22.05 ab
		10	73.2±13.37 b	53.6±11.46	31.2±12.59	158.0±20.30 ab
		12	70.3±15.12 b	67.0±17.31	27.6±14.60	164.9±18.34 a
	480	6	68.7±7.01 b	45.8±10.85	38.1±6.36	152.6±18.50 c
		8	100.5±7.68 a	69.9±12.21	35.4±22.82	205.9±34.72 a
		10	75.2±15.83 b	61.3±11.30	42.6±15.32	179.1±13.28 b
		12	76.3±12.16 b	53.8±13.51	33.6±14.69	163.8±15.97 c
	500	6	80.8±5.67 b	49.3±10.31	34.6±16.05	164.6±18.18 b
		8	101.3±12.82 a	59.5±22.05	30.4±19.89	191.3±28.94 a
		10	91.2±28.80 ab	69.6±25.71	28.3±18.53	189.2±23.07 ab
		12	78.5±6.16 b	54.0±17.41	19.3±21.57	151.8±30.24 c
ブナ (Br)	500	6	62.8±11.98 d	49.0±14.53	20.5±17.74	132.3±27.83 b
		8	88.3±5.98 c	39.1±10.56	33.0±8.15	160.4±14.30 b
		10	128.6±22.39 a	50.6±10.63	33.6±6.58	212.7±18.74 a
		12	101.3±9.66 b	47.8±12.04	20.1±12.64	169.1±13.11 c

数値は平均値±標準偏差を示す。

初回発生と計のアルファベットの同異は各詰め重区内の有意差 ($p < 0.05$) の有無を示す。

の熟成が図れるものと考えられる。

Sccr 培地による第1回発生の詰め重別結果を図-1に示した。近似式を二次曲線で示したが、その中で収量の極大値を算出すると、460g 詰めが63.0日、480g 詰めが58.2日、500g 詰めが59.5日であった。つまり、Sccr 培地の460～500g 詰めでは、最適培養期間は60日前後であると考えられた。同属のナメコについての培養期間の検討では、60～80日の間では培養期間が長くなるほど高収量で安定するとされている(小出ら, 1987)。本研究のヌメリスギタケにおける第1回発生では、長すぎる培養期間は逆に収量減となった。

培養菌糸体の呼吸量の変化と最適培養期間の関係について、培養菌糸体のCO₂濃度でみると(図-2)、種菌接種後培養が進むにつれCO₂濃度は高まり、ビン全体に蔓延する5～7日前の約5週で最高となり、その後漸減して8週付近で最低となり、再び上昇した。68日目ではビン壁付近で子実体を形成し始めていたことから、熟成時に下降したCO₂濃度が子実体形成開始によって再上昇したのと考えられる。収量効果の高かった8週付近は、菌糸体蔓延とともに上昇したCO₂濃度が減少してちょうど最低になる付近(極大値から約20日)であり、発生処理の最適期は瓶全体に菌糸体が蔓延した後CO₂濃度が再上昇する直前であることが明らかになった。培養菌糸体の放出するCO₂濃度と発生処理時

期の関係についてはエノキタケ (*Flammulina velutipes*), ヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*), ブナシメジ, ナメコでは検討されており(衣川・種坂, 1989; 山中, 1988), またエノキタケの原基形成, 子実体形成におけるCO₂濃度の影響についても報告されている(衣川ら, 1986; 鈴木, 1988)。経験から得られたエノキタケの発生処理(菌掻き日)最適期は、培地内CO₂濃度が極大値となった後、減少して再び上昇する前であることがわかっているが(長野県野菜花き試験場, 1992, 1993, 1994), 本研究におけるヌメリスギタケの菌掻きの最適期もそれらとほぼ同様であった。このことが菌糸体成長の最盛期～成熟から子実体形成に移る時期であろうと考えられる。

本試験は同一ビンから3回の収穫を行ったが、第2回, 第3回発生では試験区間において顕著な収量の差はなく、初回発生の差がトータルの収量の差に影響していると考えられる。Sccr 460g 詰め12週培養では、初回発生で8週に劣るものの第2回発生で他を上回り、トータルでは8週を上回った。長期培養によるコストと、収量の兼ね合いが生産における判断基準になると考えられる。これに対し、500gの12週培養では収量が大きく劣った。培養期間が長すぎると最適成熟期を過ぎてしまうためか、子実体発生の時機を逸し(菌掻き時に幼菌の発生変色が見られる), その後の発生が劣るものと考えられる。

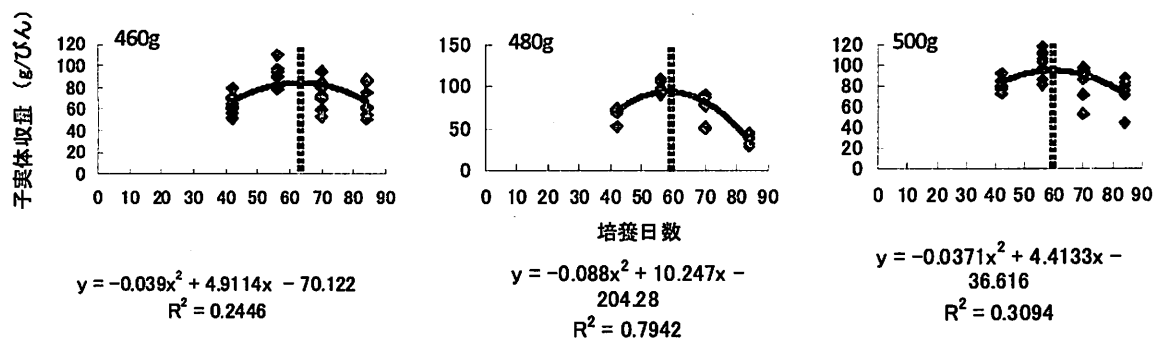


図-1. 詰め重別培養期間と子実体発生量の関係

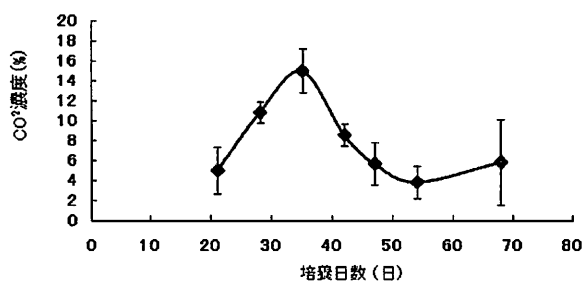


図-2. 培養期間とびん内 CO₂ 濃度との関係

また、第2回、第3回発生と進むに従って標準偏差の値が大きくなる、つまり瓶毎の収量差が大きくなっていく。ナメコ栽培においては2回または3回取りがなされてきたが、近年では1回取りが望ましいとされ、初回の発生を多くする方法が採用されている(木村, 2004)。本きのこについても、施設に余裕のない生産現場では2回発生が適当であると考えられるが、初回発生の収量増を最優先することが栽培に有利になるものと考えられる。

表-2. 培地詰め重, 培養期間が子実体形成期間に及ぼす影響

培地の種類と詰め重 (g)	培養期間 (週)	子実体形成に要する期間 (日)		
		初回発生	2回発生	3回発生
Sccr 460	6	35.3±2.12	74.7±2.36	116.8±8.81
	8	32.6±4.68	74.0±14.93	109.3±20.20
	10	35.4±6.80	75.4±16.07	121.3±11.08
	12	44.8±15.05	95.3±15.42	131.4±10.54
Sccr 480	6	35.3±2.12	73.0±7.96	114.5±13.24
	8	33.3±2.31	71.3±2.96	115.5±7.89
	10	31.3±5.97	69.8±13.57	115.4±13.59
	12	38.6±6.39	83.5±13.87	127.6±17.58
Sccr 500	6	33.5±3.96	70.3±7.04	127.1±11.24
	8	34.6±4.95	75.0±10.47	124.5±19.39
	10	32.0±7.63	76.0±10.28	119.6±12.81
	12	57.3±21.22	99.7±31.07	109.7±7.02
Br 500	6	34.0±2.13	77.5±7.52	120.0±13.01
	8	27.9±1.55	96.3±10.81	137.3±14.12
	10	28.8±2.12	72.0±8.34	111.6±8.71
	12	39.9±3.75	87.1±4.76	130.9±8.45

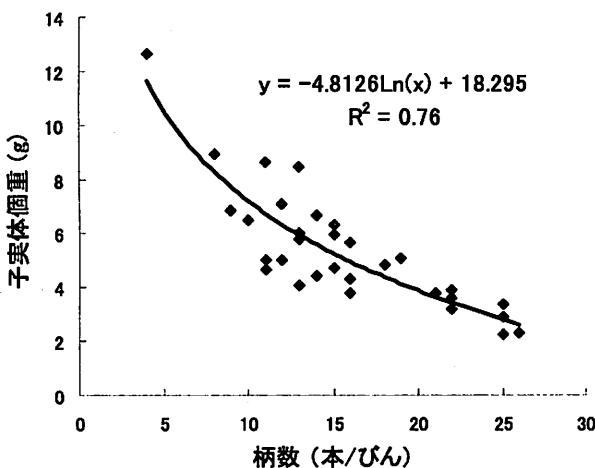
数値は平均値 ± 標準偏差を示す。

表-3. 培地詰め重, 培養期間が子実体柄数と個重に及ぼす影響

培地の種類 と 詰め重 (g)	培養期間 (週)	子実体柄数(本/びん)			子実体個重(g)		
		初回発生	2回発生	3回発生	初回発生	2回発生	3回発生
Sccr 460	6	15.3±2.08	7.0±0.98	11.2±1.16	4.8±0.72	9.2±1.91	3.7±0.78
	8	15.0±0.93	7.2±1.47	6.0±2.52	6.3±0.48	8.9±1.71	6.5±2.11
	10	20.7±2.15	14.8±2.83	4.6±1.27	4.1±0.81	4.1±0.44	9.2±1.52
	12	12.6±1.93	17.1±3.04	4.9±0.74	6.4±0.96	5.8±1.68	7.4±1.41
Sccr 480	6	18.4±1.75	6.5±0.89	6.1±1.04	4.0±0.47	8.5±1.93	7.8±1.48
	8	18.1±1.66	12.4±1.38	9.7±1.54	5.9±0.55	6.3±0.90	5.5±0.83
	10	18.8±3.93	16.6±2.61	10.9±1.11	4.9±0.90	4.5±0.84	3.9±0.27
	12	12.9±2.42	15.1±2.84	7.3±1.04	7.1±1.08	4.6±1.05	6.1±1.15
Sccr 500	6	22.4±2.65	7.6±1.53	4.3±1.06	4.0±0.51	8.6±1.98	13.2±3.26
	8	18.0±2.73	9.3±0.92	7.7±1.84	6.2±1.12	6.6±0.82	6.9±1.39
	10	16.2±3.92	19.4±2.10	7.0±2.02	9.1±1.96	3.7±0.36	7.3±1.90
	12	15.4±2.88	9.8±2.89	5.3±0.88	7.3±2.23	8.4±2.31	7.5±0.86
Br 500	6	11.8±1.40	5.9±0.83	3.6±0.93	5.9±0.78	9.8±2.04	11.2±2.45
	8	18.4±1.28	6.5±0.96	3.5±0.96	4.9±0.33	6.5±1.46	13.8±6.14
	10	25.5±1.89	9.0±2.24	4.5±0.46	5.5±0.48	7.7±1.46	8.2±1.23
	12	21.4±1.63	10.9±2.38	3.9±0.88	4.9±0.27	5.8±1.13	8.0±2.27

数値は平均値±標準偏差を示す。

図-3. 子実体重量と柄数の関係



菌掻きから初回収穫までの日数について表-2に示す。Sccrについて460g詰めでは8週培養が、480gおよび500g詰めでは10週培養が、Brの500g詰めでは8週培養が最短であった。ただ、8週と10週の間には顕著な差は見られなかった。培養期間別に詰め重間の比較をすると、6週では各区に差がなく、8週ではBr500g < Sccr460g < Sccr480 < Sccr500g、10週では、Br500g < Sccr480g < Sccr500g < Sccr460gの順であった。12週では特にSccr500gで

やや収穫までに長期を要する傾向がみられた。

発生子実体の瓶当たり柄数と子実体1個当たり重量(個重)について表-3に示す。発生柄数は、Sccrの460gと480g区の12週を除いて概ね初回発生が第2回発生より多い傾向があり、これは収量が多いほど顕著であった。個重については、これらと逆の傾向がみられた。柄数と個重の間には図-3に示すように相関関係がみられ($Y = 18.3 - 11.08 \cdot \log X$, $R^2 = 0.76$), 柄数が増加すると個重が減少するという密度効果があると考えられた。子実体の傘と柄のサイズについて表-4に示す。傘径は全体で30.1~49.3mmであり、各詰め重区とも初回発生では培養期間が長いほど大きい傾向がみられた。このことは傘厚についても同様であった(全体で8.2~12.3mm)。柄の長さは全体で42.6~75.7mm, 詰め重にかかわらず8週, 10週培養で長く、概ね初回発生より2回, 3回で長くなる傾向がみられた。柄の太さは大きな変化がみられなかった。

福岡O-Nについての、500g/800ml, 550g/850ml詰め重試験結果を表-5に示す。本品種では500gの場合、80日培養が初回発生で最も高い収量が得られ、それより短期でも長期でも少なかった。実験1の福岡K-Nで良好であった約8週に近い60日の培養で行った場合、福岡O-Nでは2回目以降で発生

表-4. 培地詰め重と培養期間が発生子実体の形質に及ぼす影響

詰め重 (g)	培養期間 (週)	発生回数	発生子実体の形質			
			傘径 (mm)	傘厚 (mm)	柄長 (mm)	柄径 (mm)
460	6	初回	32.1±1.28	8.7±0.26	49.9±1.34	6.6±0.30
		2回	42.6±2.56	9.0±0.38	56.9±2.20	7.3±0.48
		3回	34.0±1.34	8.4±0.31	59.9±1.96	4.9±0.17
	8	初回	40.4±1.18	9.9±0.22	50.1±1.18	7.6±0.36
		2回	45.4±2.53	11.1±0.41	54.0±2.22	7.5±0.46
		3回	34.4±2.44	9.1±0.82	54.3±2.16	5.8±0.47
	10	初回	35.4±1.23	8.4±0.26	49.7±2.04	5.6±0.16
		2回	34.8±1.47	8.9±0.27	57.6±1.47	5.5±0.24
		3回	41.1±1.66	9.8±0.48	75.7±6.64	6.8±0.37
	12	初回	42.9±1.33	10.8±0.32	48.1±1.92	6.7±0.18
		2回	37.6±1.02	9.5±0.22	57.0±1.74	6.0±0.18
		3回	34.2±2.02	9.74±0.48	54.2±2.40	6.3±0.34
480	6	初回	33.8±1.00	9.0±0.18	44.3±0.96	6.3±0.22
		2回	41.5±2.40	9.3±0.45	58.2±2.39	7.5±0.58
		3回	40.7±1.86	10.8±0.47	67.8±2.69	6.3±0.30
	8	初回	37.1±1.23	8.8±1.86	57.3±12.8	6.8±0.20
		2回	40.2±1.45	10.0±0.21	58.9±1.49	6.1±0.23
		3回	38.2±1.41	9.9±0.28	70.4±2.35	6.2±0.18
	10	初回	39.1±1.05	8.6±0.24	63.9±1.40	5.7±0.15
		2回	33.9±0.80	8.5±0.19	56.5±1.19	5.6±0.17
		3回	35.6±1.09	9.5±0.27	65.1±2.20	5.7±0.18
	12	初回	47.3±2.08	12.1±0.61	58.9±2.29	6.7±0.24
		2回	31.2±0.95	9.2±0.22	50.3±1.17	5.4±0.15
		3回	39.2±1.40	9.8±0.32	54.2±1.70	6.5±0.19
500	6	初回	30.1±0.64	8.2±0.14	48.9±1.07	5.9±0.16
		2回	39.7±2.40	9.8±0.34	42.6±1.33	7.0±0.45
		3回	49.3±2.82	12.0±0.37	55.8±2.18	7.1±0.33
	8	初回	37.2±0.93	9.0±0.20	59.1±1.40	6.8±0.18
		2回	44.3±2.34	10.3±0.36	54.5±1.50	7.9±0.43
		3回	33.8±1.63	9.4±0.38	62.8±2.14	5.8±0.20
	10	初回	41.3±1.64	9.1±0.35	61.3±1.72	6.4±0.32
		2回	34.1±1.13	9.1±0.22	58.1±1.04	5.6±0.17
		3回	33.5±1.53	9.4±0.35	54.4±1.91	5.9±0.22
	12	初回	40.7±1.41	9.9±0.30	46.5±1.62	6.8±0.26
		2回	35.6±2.11	10.4±0.47	57.5±2.50	6.9±0.38
		3回	47.0±2.90	12.3±0.52	53.0±2.51	7.0±0.31

数値は平均値 ± 標準偏差を示す。

表-5. 培地詰め重と培養期間が無胞子系統の子実体収量に及ぼす影響

詰め重/びん	培地	系統	培養期間 (日)	子実体収量 (g/びん)		計
				初回発生	2回発生	
500g / 800ml	Sccr	O-N	60	51.4±3.76	0±0.00	51.4±3.76
			70	62.3±17.72	40.5±26.83	102.8±22.28
			80	122.8±27.25	36.2±22.23	158.9±24.77
			90	66.0±42.44	52.2±44.16	118.2±46.93
			90	59.0±63.71	70.3±56.14	129.3±52.50
	Fr	K-N	70	96.5±14.15	55.3±21.90	151.7±15.05
		O-N	54	74.0±28.91	50.4±37.14	124.4±41.15
550g / 850ml	Sccr	O-N	80	71.2±9.95	21.1±14.01	92.3±6.15
			90	117.2±21.48	81.3±10.55	198.5±24.36
			70	65.3±13.65	61.6±10.01	126.8±18.41
		K-N	70	65.3±13.65	61.6±10.01	126.8±18.41

数値は平均値 ± 標準偏差を示す。

がみられず、収穫量が大きく劣り、福岡 K-N と異なり培養に長期間を要すると考えられた。80 日培養での 2 回発生合計では、福岡 K-N の 70 日培養と同程度であった。以上のことから、ヌメリスギタケ栽培収量は、詰め重と培養期間に加え、品種によっても異なることが示唆された。福岡 O-N は無孢子性でヌメリスギタケ独特の褐色の胞子がなく見た目がよく (Shimizu *et al.*, 2003), 長期の培養が必要ではあるが商品性が高いと考えられた。

子実体形成のための最適温湿度条件について表-6 に示す。湿度が子実体含水率に影響を与えないよう収穫時期を早めたことで、収量 (生重) は全体的に低い値となった。すべての温度設定における収量比較で湿度 95 % 以上区が 90 % 区を上回り、温度に関係なく湿度 95 % 以上が収量で上回っていた。これについて空中湿度の違いによる子実体の水分含有量への影響が考えられたが、含水率を測定した結果各試験区とも概ね 89 % で一定であった。本試験では収穫を早めたこともあり、高湿度条件が子実体の含水率を高めて重量を増加させたわけではないと考えられた。

温度の収量への影響は、14℃≒16℃>18℃≒20℃であり、高温になるほど収量が落ちた。子実体収穫に要する日数については全ての温度で湿度 95 % 以上の方が 90 % より短かった。全体的には高湿度ほど所要日数は短く、収量は少なかった。増野

(1991) はヌメリスギタケについて、ブナ木粉培地での子実体形成のための温度条件について検討し、

表-6. 発生室の温度・湿度が子実体の形成期間と収量に及ぼす影響

温度 (°C)	相対湿度 (%)	発生期間 (日)	子実体収量 (g/びん)
14	>95	31.0±1.50	74.4±2.27
	90	36.8±0.25	64.2±3.75
16	>95	28.0±0.00	71.5±2.47
	90	32.4±1.05	61.3±0.77
18	>95	20.0±0.00	62.6±3.86
	90	26.0±0.00	54.3±3.83
20	>95	19.8±0.70	61.6±3.12
	90	22.6±0.38	52.1±1.00

数値は平均値 ± 標準誤差を示す。発生期間は菌掻きから収穫までとした。

15℃, 18℃で大差なく、21℃で子実体を形成しないとしているが、本試験では、スギ鋸屑を基材とした培地での条件を、温度と湿度の相互関係において検討したものである。高島 (1991) によると子実体形成温度条件は培地により異なるとしているが、スギ鋸屑による本試験の結果は、温度条件については増野 (1991) のブナ木粉とほぼ同様といえる。高島 (1991) のスギ鋸屑培地によるヌメリスギタケモドキ栽培においては、15～21℃で子実体を形成し、最も高い収量が得られるのは 18℃前後であるとしているが、本試験におけるスギ鋸屑によるヌメリスギタケ栽培は、これよりやや最適温度が低いと判断

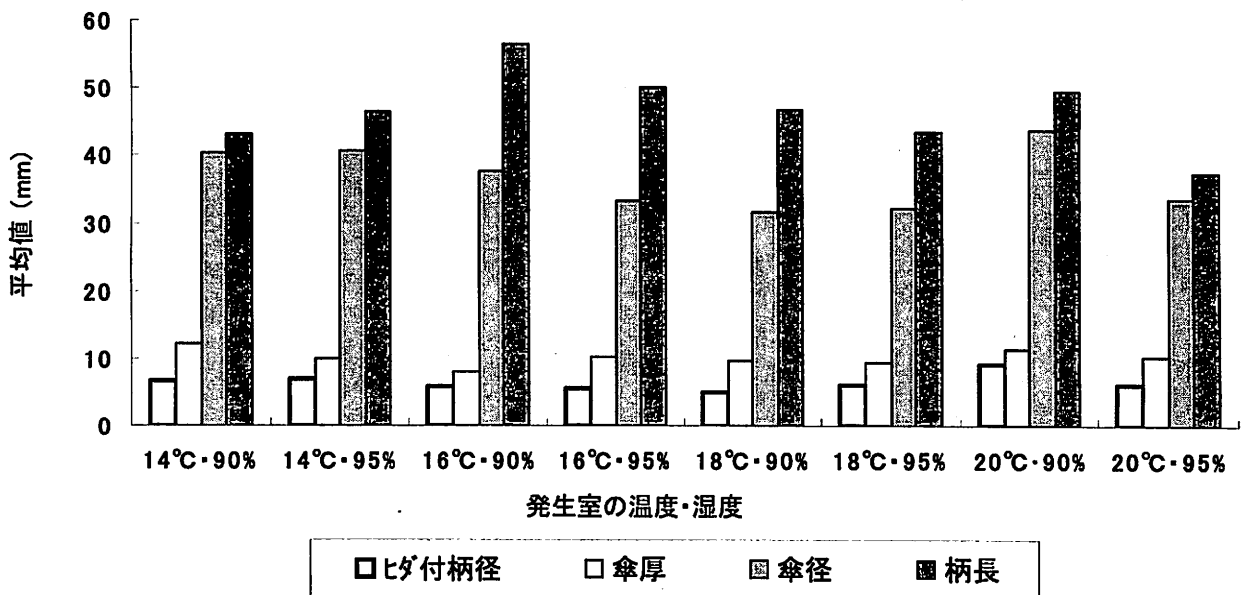


図-4. 発生室の温湿度が子実体の形質に及ぼす影響

された。また、いずれの温度下でも湿度の影響が大きいことが示唆された。

実験4における子実体の柄と傘のサイズについて図-4に示す。シイタケでは品種にもよるが、温度条件が子実体の形状に影響を及ぼすという報告(善如寺, 1992)がある。ヌメリスギタケ子実体の形質のうち特に柄の長さは商品価値に影響を及ぼす。16℃より高い高温度では成長が早い一方、傘の開きも早いので収穫が早くなるが、本試験では16℃・90%で約57mmと最も長くなる結果であった。16℃では開傘がゆるやかな状態で柄が早く伸長した結果であると考えられた。以上のことから、収穫量に重きをおき、傘径と柄長のバランスが中間程度であるのを良好とすれば、子実体発生環境は温度14~16℃、湿度95%以上が良好であるといえる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、故有田郁夫博士(元(財)日本きのこセンター菌茸研究所)には当初よりあたたかいご指導をいただいた。ここに深く感謝の意を表するとともに、故人のご冥福をお祈り致します。

引用文献

- Arita, I., Teratani, A. and Shione, Y. (1980) The optimal and critical temperature for growth of *Pholiota adiposa*, Rept. Tottori Mycol. Inst. 18 : 107-113.
- Hashioka, Y. and Arita, I. (1977) Culture of the wild saprophytic mushrooms, with special reference to rice-straw-culture of *Pholiota adiposa*. Proc. Ann. Meet. Mycol. Soc. Tpn. : 22-23.
- 長野県野菜花き試験場 (1992) きのこ類の培養基および栽培技術改善. 長野野試菌茸資料 17 : 49-67.
- 長野県野菜花き試験場 (1993) きのこ類の培養基および栽培技術改善. 長野野試菌茸資料 18 : 77-100.
- 長野県野菜花き試験場 (1994) きのこ類の培養基および栽培技術改善. 長野野試菌茸資料 19 : 23-65.
- 金子周平 (1989) きのこ野生株の人工栽培. 日林九支研論集 42 : 317-318.
- 金子周平・川端良夫 (1992) ヌメリスギタケの培養特性と子実体形成. 日本菌学会第36回大会講要集 : 79.
- 金子周平 (2000) ヌメリスギタケ無胞子株の栽培. 日林九支研論集 53 : 157-158.
- 金子周平 (2002) ヌメリスギタケ栽培の培地基材. 九州森林研究 55 : 205-208.
- 金子周平 (2003) スギ鋸屑を利用したヌメリスギタケ *Pholiota adiposa* の栽培. 日本応用きのこ学会誌 11 : 183-192.
- 河内進策・目黒貞利・中野正樹 (1991) 木粉培地でのシイタケ子実体原基の形成. 木材学会誌 37 : 976-980.
- 木村榮一 (2004) きのこ栽培の最新技術ナメコ. (2004年度版きのこ年鑑. きのこ年鑑編集部編, 特産情報, 東京). 142-146.
- 衣川堅二郎・高松義博・鈴木 彰・田中 浄・近藤矩朗 (1986) 数種栽培担子菌の子実体形成に対する高濃度二酸化炭素の影響. 日菌報 27 : 327-340.
- 衣川堅二郎・種坂英次 (1989) 栽培中の菌糸生理活性の変化と栽培技術. 日本菌学会第33回大会講演要旨集 : 10-11.
- 北本 豊・寺下隆夫・松田末広・小畑勝義・細井登・河野又四・市川信夫 (1978) アミスギタケの炭水化物代謝 : 子実体形成における栄養菌糸と子実体の炭水化物の代謝変動. 日菌報 19 : 273-281.
- 北本 豊・松本晃幸・細井 登・寺下隆夫・河野又四・市川吉夫 (1980) アミスギタケの窒素代謝 : 子実体形成における栄養菌糸と子実体の窒素化合物の代謝変動. 日菌報 21 : 237-244.
- 北本 豊・鈴木 彰 (1992) 栄養菌糸の生長に対する外部環境条件. (きのこ学. 古川久彦編, 共立出版, 東京). 84-85.
- 小出博志・一ノ瀬幸久・篠原弥寿夫 (1987) ナメコ広口ビン栽培体系の開発に関する試験. 長野県林指研報 2 : 67-81.
- 小出博志・一ノ瀬幸久・篠原弥寿夫 (1987) オガクズナメコ栽培のコストダウン技術に関する調査・試験. 長野県林指研報 2 : 82-98.
- 小松光雄・時本景亮 (1982) ほだ木上におけるシイタケの子実体原基形成におよぼす温度および水分の影響. 菌茸研報 20 : 104-112.
- 増野和彦 (1991) ヌメリスギタケの培養・栽培特性. 第39回日林中支論 : 155-158.
- 増野和彦 (1992) ヌメリスギタケの培養・栽培特性 (II). 第40回日林中支論 : 177-178.
- 増野和彦 (1991) ヌメリスギタケの栽培法. 農耕と

- 園芸 7 : 232-234.
- Shimizu, K., Fujita, R., Kondo, R., Sakai, K. and Kaneko, S. (2003) Morphological features and dietary functional components in fruit bodies of two strains of *Pholiota adiposa* grown on artificial beds. *J. Wood Sci.* 49 : 193-196.
- 鈴木 彰 (1986) キノコの成長とガス環境. *微生物 2* : 619.
- 鈴木 彰 (1988) 子実体の発育と環境. *遺伝 42* : 9-14.
- 高島幸司 (1990) ヌメリスギタケモドキ菌糸体の培養特性. *富山県林技研報 3* : 10-16.
- 高島幸司 (1991) ヌメリスギタケモドキの生育温度. *富山県林技研報 5* : 13-19.
- 寺下隆夫・盧 成金・吉川賢太郎・獅山慈孝 (1995) ブナシメジの栄養生長環境と生長時の加水分解酵素活性. *きのこの科学 2* : 15-20.
- 山中勝次 (1991) きのこと生産における栄養条件と環境制御 II ガス環境. (きのこの基礎科学と最新技術. きのこと技術集談会編集委員会編, 農村文化社, 東京). 163-164.
- 善如寺 厚 (1992) 重要なきのこ品種の特性 (きのこ学. 古川久彦編, 共立出版, 東京). 166.

福岡県森林林業技術センター研究報告 第12号

平成23年3月31日発行

発行 福岡県森林林業技術センター
〒839-0827 福岡県久留米市山本町豊田1438-2
TEL 0942-45-7870
FAX 0942-45-7901

印刷 信光社印刷有限公司
〒839-0065 福岡県朝倉市一木32-1
TEL 0946-22-2831
FAX 0946-26-1186

Characterization of Sugi local cultivars from Fukuoka Prefecture	1~14
Yasuhiro MORI , Masanori AKIYAMA , Fumihiko MIYAHARA , Masafumi OKAWA Keiko UEDA , Shigeyuki SASAKI , Nobuyuki KAYASHIMA , Atsuhiko HIROTA Jyoei TSUDA	
Study for quality stabilization of the edible fungi from Fukuoka Prefecture	15~26
Keiko UEDA , Yoshio KAWABATA , Shuhei KANEKO	
Influence of the cultivating conditions on the yields and the characters of the fruit-bodies in <i>Pholiota adiposa</i> cultivation	27~36
Shuhei KANEKO	

福岡県行政資料	
分類番号 PF	所属コード 4706205
登録年度 22	登録番号 0006