

スギ間伐材のシイタケ種駒適性について

岸本 潤*・林原 稔*・作野友康*・古川郁夫*

昭和 56 年 8 月 1 日受付

Suitability of Sugi Wood from Thinning Operations for Spawned Wood-pieces of Shiitake Fungus

Jun KISHIMOTO, Minoru HAYASHIBARA, Tomoyasu SAKUNO
and Ikuo FURUKAWA

There is a shortage of Buna (*Fagus crenata*) wood which has been mainly used for the spawned wood-pieces of Shiitake (*Lentinus edodes*). On the other hand, there is plenty of the small diameter Sugi (*Cryptomeria japonica*) wood obtained from thinning operations. But, Sugi wood has not been used for spawning Shiitake.

In this paper, the suitability of Sugi wood for spawned wood-pieces of Shiitake fungus is examined from the view points of the growth of Shiitake fungus on Sugi wood, the spread of Shiitake mycelia out of the wood-pieces and the strength of the wood-pieces.

It was found that although the growth of Shiitake fungus on Sugi was worse than Buna, however, it was feasible to inoculate Shiitake fungus into Sugi wood. Shiitake mycelia from the spawned wood-pieces of Sugi spread equally to that of Buna on a man-made culture medium. The compressive strength of the spawned wood-pieces of Sugi was about half that of Buna. However, it was found we could hammer the spawned wood-pieces into holes drilled in bed-logs of *Quercus* species. As a result, it is possible to utilize Sugi wood for spawned wood-pieces of Shiitake fungus.

緒 言

近年のシイタケ産業の隆盛に伴ない、植菌方法は作業能率の高い種駒植菌法が大半を占めている^{1,10)}。従来より、種駒用材としてはブナが最適とされてきたが、このブナの資源の枯渇が現在憂慮⁹⁾されている。他方わが国の林業生産活動は停滞の度を深め、主要な造林樹種であるスギの間伐が遅れ、その促進のためスギ間伐材の有効利用について検討され始めている^{3,6,9,14,15)}。

本研究ではブナの資源保続とスギ間伐材の有効利用の観点から、スギ間伐材のシイタケ種駒材適性を検討するために種駒が具備すべき条件である3つの点に着目し実験を進めた。第1は木材片にシイタケ菌を純粋培養する

ことが可能であるかどうか、第2は原木へのシイタケ菌の伸長(活着)が速やかであるかどうか、第3は植菌時の打ち込みに耐えうるような強度を有するかどうかである。

実 験 方 法

1. 供試菌

菌興椎茸協同組合の種駒(菌興514号)より分離培養したシイタケ菌(*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.)を用いた。菌株は pepton-malt extract 寒天培地で25°C, 10日間平面培養したものを用いた。

2. 供試材

ブナ (*Fagus crenata* Blume) 及びスギ (*Cryptomeria*

* 鳥取大学農学部林学科木材工学及び林産化学研究室
Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University

japonica D.Don)を用いた。これらは直径約0.9cm,長さ約1.5cmの形状である。これらの他にコナラ (*Quercus serrata* Thunb.)も用いた。これは樹令31年,直径約13cmで1980年10月に鳥取大学蒜山演習林にて伐採したものである。

3. 生育試験

3.1 木粉培地によるもの

ブナ・スギ心材及び辺材をウイリー・ミルにて木粉(35~60メッシュ)とした。スギ木粉は無処理・温水抽出処理・エタノール：ベンゼン混液抽出処理・米ぬか添加処理を施したものをそれぞれ調製した。各木粉に蒸留水を加え含水率を約60%に調製した後,これを外径9cmのシャーレに入れ,120°Cで30分間オートクレーブで滅菌した。培地が完全に冷却した後,あらかじめ平面培養したシイタケ菌そうを直径5mmのコルクボーラーで打ち抜き,その1片を供試木粉培地の中央に接種した。25°Cで12日間培養後の菌そうの直径を測定した。同時に培養後の菌そうの菌糸密度を肉眼で判定し,3段階表示した。次式によりブナ木粉培地に対する各木粉培地上のシイタケ菌の生育性を比較し,生長指数とした。

生長指数 (%)

$$= \frac{\text{各木粉培地上の菌そう直径 (mm)} - 5 \text{ (mm)}}{\text{ブナ木粉培地上の菌そう直径 (mm)} - 5 \text{ (mm)}} \times 100$$

3.2 ブロックによるもの

容量500mlの培養ビンに,蒸留水を加え含水率が約75%となるよう調製した培地(ブナ木粉:米ぬか=3:1,重量比)を入れ,アルミはくでふたをし,120°Cで30分間オートクレーブで滅菌した。培地が完全に冷却した後,あらかじめ平面培養したシイタケ菌そうを直径10mmのコルクボーラーで打ち抜き,その1片を培地に接種した。接種後,25°C,相対湿度約70%で14日間予備培養した。

ブロックを60°Cの乾燥器内で48時間乾燥した後,秤量して乾燥重量(W_1)を測定した。これを容量100mlの三角フラスコに入れ,蒸留水を少量加え,120°Cで15分間オートクレーブにて滅菌し同時にブロックに水を吸収させた。ブロックが完全に冷却した後,菌そうが十分に広がった培地上に静置し,2・4・6・8・10週間,25°C,相対湿度約70%で培養した。培養後,ブロックを取り出し,24時間風乾し,60°Cの乾燥器内で48時間乾燥した後,秤量し乾燥重量(W_2)を測定した。次式により重量減少率を求め,シイタケ菌の生育程度を判定した。

$$\text{重量減少率 (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

4. 活着試験

前述のブロックによる生育試験と同様に種駒を培養した後,これをコナラ原木にあけた植菌孔へ植菌し,25°C,相対湿度約70%で50日間培養した。培養後,原木の樹皮をはぎ,種駒からその周囲に菌糸が侵入して乳白色に変色している部分の表面積(占有面積)を測定した。また60日間培養した種駒を切断し,種駒中心部より小片(約5×5×5mm)を採取し,これを pepton-malt extract 寒天培地の中央に接種し,25°Cで培養し,菌糸が培地へ伸長するかどうかについて調べた。

5. 強度試験

ブナ及びスギブロックの強制腐朽は前述のブロックによる生育試験と同様に行った。ブロックの最大荷重(P_{max})をアムスラー型万能試験機を用い測定し,次式により縦圧縮強度(σ_c)を算出した。

$$\sigma_c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = \frac{P_{max}}{A}$$

(Aはブロックの木口断面積)

なお荷重速度は約5mm/min,ブロックの含水率は全て繊維飽和点以上であった。また原木にドリルで植菌孔をあけ,培養した試作種駒をハンマーで打ち込み,実際の植菌作業で試作種駒が完全に接種されているかどうかを調べた。

結果及び考察

各木粉培地におけるシイタケ菌の伸長量をブナ木粉培地を100として生長指数で表わしたものと,及び培養後の菌糸密度を比較したものがFig.1である。どの培地においてもスギ心材でシイタケ菌の伸長が劣っているのが特徴的である。無処理培地においては,スギ心材ではブナと比べて約1/2と著しく伸長が悪いのに対し,スギ辺材ではブナと同程度の伸長を示した。温水抽出処理培地においては,伸長はスギ心材では無処理培地と比べてかなり向上しているもののそれでもなおブナより劣り,スギ辺材においてはブナと同程度ではあるが無処理培地よりやや低下した。エタノール：ベンゼン混液抽出処理培地においては,スギ心材では無処理培地より伸長は向上したがブナと同程度とはならず,スギ辺材では無処理培地とほぼ同程度であった。米ぬか添加培地においては,伸長はスギ心材では無処理培地のときよりやや向上しているが,スギ辺材では無処理培地のときよりやや低下した。

これら各木粉培地におけるシイタケ菌そうの菌糸密度を比較すると,ブナでは中庸,スギ心材及び辺材では無処理・温水抽出処理・エタノール：ベンゼン混液抽出処

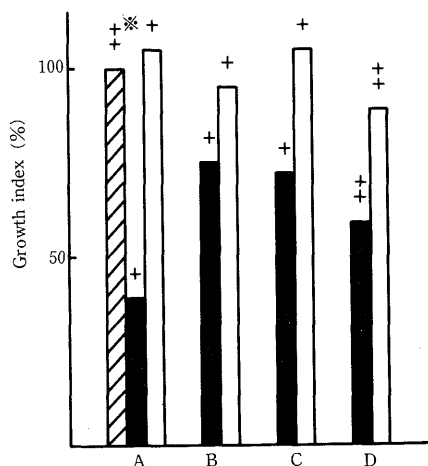


Fig. 1 Relative values of growth of *Lentinus edodes* on each sawdust media and mycelial density. The growth on Buna sawdust media is expressed as 100 per cent.

Media

A—No treatment, B—Hot water extraction, C—Alcohol : benzen extraction, D—Addition of rice bran

▨ — Buna, ■ — Sugi (heartwood), □ — Sugi (sapwood)

※ Mycelial density was represented as follows :

(+)—thin, ($\frac{+}{+}$)—medium, ($\frac{+}{+}$)—dense.

理したいずれの培地でも疎であり、米ぬか添加培地では中庸であった。菌糸密度の点からもスギ培地上のシイタケ菌の生育はブナより劣っていた。

ブロックによる生育試験における各ブロックの重量減少率の経時変化を示したものが Fig. 2 である。ブナでは培養初期からブロックの重量が減少し、培養期間が長くなるとともに急速にブロックの重量が減少することがわかった。これに対しスギ心材では6週間目まで、スギ辺材では4週間目まで重量減少はほとんどなく、その後重量減少がみられ8週間目を過ぎてから減少することがわかった。しかしスギでは心材・辺材いずれにおいてもブナにおける重量減少を下回っていた。培養10週間目でもスギ心材はブナの約1/2程度の重量減少しか示さなかつ

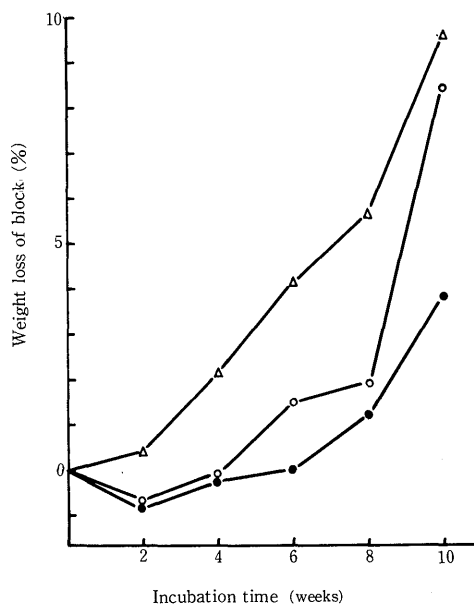


Fig. 2 Weight loss of each block incubated with *Lentinus edodes* for each weeks.

△—Buna, ●—Sugi (heartwood), ○—Sugi (sapwood)

た。これらのことより、シイタケ菌はスギ心材には生育しにくいことが判明した。スギ辺材においては、10週間目になるとブナと同程度の重量減少率を示し、スギ辺材にはかなり生育できるものと思われた。これらは木粉による生育試験の結果とも一致するものである。

シイタケ菌を含め木材腐朽菌は木材組織中では菌糸の形で生活し酵素を分泌して細胞壁成分であるセルロース・ヘミセルロース・リグニンなどを簡単な可溶性の物質に分解し、これを栄養物として利用しながら生長することが知られている⁴⁾。シイタケ菌の生育はブナとスギで異なり、また木粉のように組織を破壊した状態の培地ではスギ培地の方がブナ培地より生育が悪い。この最大の原因は阻害成分にあると思われる。一般に辺材部には単糖類・少糖類・デンプン・脂質などが、心材部にはフェノール性物質が存在することが知られている⁵⁾。本実験でもスギ心材無処理培地ではブナより生育が劣り、木粉を処理すると生育が向上することから、スギ心材にはシイタケ菌の生育を阻害するような物質が多く含まれると思われる。スギ辺材では処理を行ってもあまり生育は向上せず、低下することすらある。これはスギ辺材には阻害成分はあまり含まれず、むしろ多少含まれている栄養成分が失わ

れるためと思われる。これに対しブナは阻害成分よりむしろ栄養成分を多く含んでいるものと思われる。

これらの点に関して、金城・近藤⁵⁾はスギ・ヒノキなど9種の針葉樹を用いシイタケなど5種の食用となる担子菌類の生育試験を行い、水蒸気蒸留とアルコール：ベンゼン抽出の効果の差より辺材の阻害成分は主に揮発性テルペノイドで、心材の阻害成分は主にフェノール類であろうと推定している。またスギ材抽出成分にはフェルギノール・スギオールなど²⁾があり、フェルギノールについて Rudman¹²⁾は *Lentinus lepideus* に対する抗菌試験によりフェルギノールの抗菌性を指摘している。更に中島ら¹¹⁾はスギ材中のシイタケ菌の生育の阻害物質をフェルギノールと同一し、抗菌試験によりその阻害性を認めている。

またブロックによる生育試験で培養初期にスギがブナより劣っているのは上述の阻害成分の他に、セルロース・ヘミセルロース・リグニンなどの化学組成の違い、それらの壁及び組織における分布状態の違い及び組織構造の違いも影響しているものと思われる。

2. 活着試験

原木に植菌した各種駒から原木へ侵入したシイタケ菌の樹皮直下での菌糸の占有面積を示したものがFig. 3である。原木の培養は50日しか行っていないので占有面積はわずかであったが、どの種駒からも原木へシイタケ菌が明りょうに侵入しているのが観察された。ブナ種駒では50日間培養後の占有面積は約1cm²であった。スギ心材及び辺材種駒でも約1cm²程度であり、ブナ・スギ間にあまり差はなかった。スギで8週間培養種駒のとき占有面積が特に大きくなった原因は、原木の部位による水分・栄養条件の違いが考えられるが更に検討を要する。試作した種駒を分割し、中心部から採取した小片から伸び出した培養9日後の菌糸の写真をFig. 4である。スギ種駒から採取したものはブナ種駒のものより伸長が多少遅れているようであったが、いずれも急速にシイタケ菌が伸長することから、シイタケ菌はスギにおいてもブナと同様に種駒の表面だけでなく内部へもかなり伸長していることがわかった。

以上より、シイタケ菌はスギ材においてもブナ材と同様に生育することができ、原木・培地へ侵入しうる繁殖力を有することから、種駒としてシイタケ菌の生育に利用しうるものとなっていると思われる。

3. 強度試験

シイタケ菌の腐朽による各ブロックの縦圧縮強度と培養期間との関係を示したものがFig. 5である。ブナでは培養期間に伴う強度低下はあまり認められなかったが、

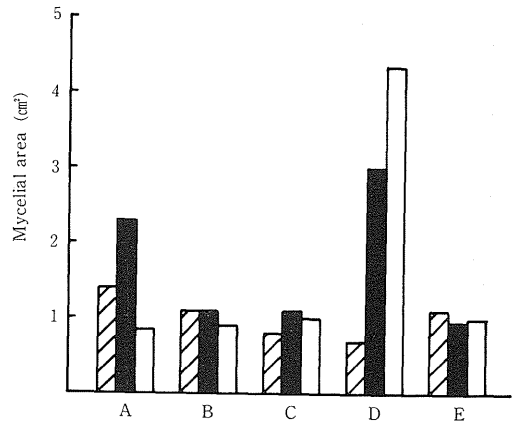


Fig. 3 Mycelial area of *Lentinus edodes* on bed-logs inoculated with spawned wood-pieces incubated for each weeks. (After 50 days)

Wood-pieces of A was incubated for 2 weeks, B for 4 weeks, C for 6 weeks, D for 8 weeks, and E for 10 weeks.

▨ — Buna, ■ — Sugi (heartwood), □ — Sugi (sapwood)

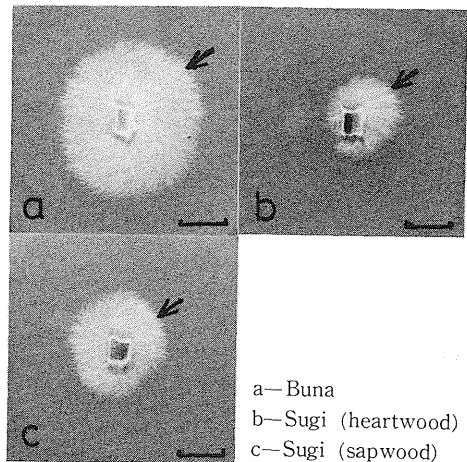


Fig. 4 Growth of *Lentinus edodes* mycelia (arrowed) out of test piece on pepton-malt extract-ager media incubated for 9 days. (Scale=1cm)

スギ心材及び辺材では明らかに強度低下が認められた。培養前のスギの強度はブナの約1/2であり、これはスギの比重が0.30⁷⁾であるのに対しブナは0.62⁷⁾であることと関

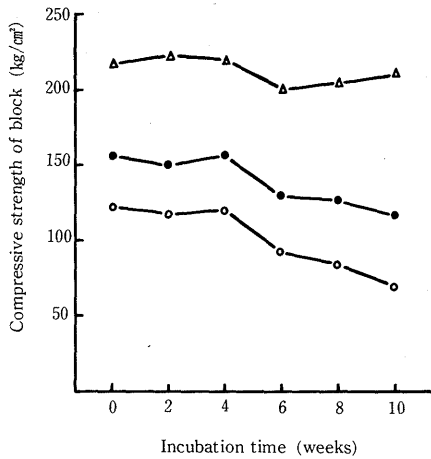


Fig. 5 Reduction in compressive strength parallel to grain of each block incubated *Lentinus edodes* for each weeks.

△—Buna, ●—Sugi (heartwood),
○—Sugi (sapwood)

係していると思われる。スギ心材及び辺材においては6週間培養の時点で明らかな強度低下が認められた。これは前述のブロックによる生育試験結果で示した重量減少の傾向 (Fig. 2 参照), つまりスギ心材では6週間, スギ辺材では4週間目から重量減少率が急に増大することとよく一致している。ところがブナでは重量減少はスギより大きいにもかかわらず, 強度低下はあまり認められず重量減少と強度低下の傾向は一致しなかった。

これについて高橋・西本¹³⁾はブナとスギを *Corirolellus palustris*, *Coriolus versicolor* などにより腐朽させ, 縦圧縮強度・横圧縮強度・曲げ・縦引張の各試験を行い, 腐朽による強度低下を比重と対応させて検討し, 本実験結果と同様に腐朽に伴う強度低下はブナよりスギに顕著に現れると報告している。一般に腐朽材は健全材と比べて強度が低い⁹⁾が, ブナよりスギで強度低下が顕著である原因については, 高橋・西本¹³⁾はブナとスギの腐朽による欠陥部に生じる応力集中の差と推定している。またスギは圧縮強さの約1/5の応力ですでに春材部の仮道管壁に座屈やしゅう曲が生じ, 夏材部ではすべり線が生ずる⁷⁾。ブナ及びスギではその破壊に関して組織構造上の相違に基づく特徴があると思われる, これらについて更に詳細な検討を要する。

実際に試作した種駒を原木に植菌した結果, ブナでは打ち込み不良となったものはなかったがスギでは6週間

培養のものに不良となるものが現れる傾向がみられた。しかし10週間培養のものでも打ち込みは可能であり, 作業上注意深く行えば植菌は可能であると思われる。

結 論

スギ間伐材をシイタケ種駒材として利用するために, その適性を生育・活着・強度の観点から検討し, 以下のことがわかった。

1) 生育に関しては, シイタケ菌はブナよりスギ心材では劣るが, スギ辺材ではブナと同程度であり, またシイタケ菌をスギ材に純粹培養することは可能である。

2) 活着に関しては, スギ材種駒はブナ材種駒と同程度であり, 特に不利とはならない。

3) 強度に関しては, 培養前ですでにスギ材種駒はブナ材種駒の約1/2と低いが, それでも注意深く扱えば10週間培養のものでも原木への打ち込みは可能であった。

以上のことから, スギ間伐材をシイタケ種駒用材として現在の植菌方法で利用できることがわかった。更にスギ材種駒に適した培養方法・植菌方法を検討すれば, 可能性は十分にあると思われる。

謝 辞

本実験を進めるにあたり, 駒材料について (株) 旭木材工業, 種菌について菌興椎茸協同組合, 強度試験について鳥取県工業試験場にそれぞれ御配慮いただいた。各位に対し深く謝意を表します。

文 献

- 1) 広江勇: 最新応用菌学. 有明書房, 東京 (1976) pp. 1544—1561
- 2) 本田収・住本昌之: 木材化学上. 右田伸彦・米沢保正・近藤民雄編, 共立出版, 東京 (1976) pp. 433—436, 480
- 3) 門田進一・坂井克己・近藤民雄: 第31回日本木材学会大会要旨集, pp. 357 (1981)
- 4) 香山彊: 木材化学下. 右田伸彦・米沢保正・近藤民雄編, 共立出版, 東京 (1976) pp. 33—34.
- 5) 金城一彦・近藤民雄: 木材学会誌, **25**, 794—798 (1979)
- 6) 岸本潤・西野直樹・作野友康・古川郁夫: 鳥大農研報, **33**, 60—64 (1981)
- 7) 北原寛一: 木材物理. 森北出版, 東京 (1979) pp. 122, 132
- 8) 越島哲夫・杉原彦一・浜田良三・福山万治郎・布施

- 五郎：新訂基礎木材工学. フタバ書店, 大阪(1979)
pp. 242—243
- 9) 宮原省久：林業技術史第5巻. 日本林業技術協会編,
東京(1975) pp. 6—8, 29—33
- 10) 中村克哉：林業技術史第3巻. 日本林業技術協会編,
東京(1973) pp. 809—821
- 11) 中島健・善本知孝・福住俊郎：木材学会誌, **26**, 698
—702 (1980)
- 12) Rudman, P. : *Holzforshung*, **19**, 57—58 (1965)
- 13) 高橋旨象・西本孝一：木材研究, **41**, 75—89 (1967)
- 14) 瀧野眞二郎・佐々木光：京都大学木材研究資料, **14**,
99—104 (1979)
- 15) 田島俊雄・川瀬雅司・篠田善彦・稲葉政満：第31回
日本木材学会大会要旨集, pp. 214 (1981)