

シイタケ原木の樹種の違いが子実体発生に及ぼす影響：原木の容積密度と含水率の変化

鍛治, 清弘
九州大学農学部附属演習林

久保田, 勝義
九州大学農学部附属演習林

山内, 康平
九州大学農学部附属演習林

緒方, 健人
九州大学農学部附属演習林

他

<https://doi.org/10.15017/4377833>

出版情報：九州大学農学部演習林報告. 102, pp.31-34, 2021-03-22. 九州大学農学部附属演習林
バージョン：
権利関係：

シイタケ原木の樹種の違いが子実体発生に及ぼす影響 —原木の容積密度と含水率の変化—

鍛冶清弘¹, 久保田勝義¹, 山内康平¹, 緒方健人¹, 長慶一郎¹, 椎葉康喜¹, 榎木 勉^{*2}

シイタケ原木の樹種の違いが子実体発生に及ぼす影響を明らかにするために、発生する子実体および原木の容積密度と含水率の変化をクヌギとミズナラで比較した。植菌後6年間でクヌギから発生した子実体の総重量は、ミズナラから発生した子実体収量の1.5倍であった。クヌギの初期の子実体の発生はミズナラよりも2ヶ月遅かった。子実体1個あたりの乾燥重量は発生初期ではミズナラから発生した子実体の方が大きかったが、6年間全体では樹種による差はなかった。植菌前の原木の容積密度は、クヌギがミズナラよりも大きかった。クヌギ、ミズナラとも容積密度は時間経過に伴い減少し、植菌5年後の容積密度はクヌギでは初期値の42%、コナラでは26%であった。植菌前の原木の含水率に樹種による有意な違いはなかったが、植菌後の含水率の増加はミズナラのほうがクヌギよりも大きかった。

キーワード：含水率，原木栽培，子実体サイズ，樹種，容積密度

To investigate the effect of different species of log on Shiitake (*Lentinula edodes*) fruit body development, we compared the number and quantity of fruit bodies, and bulk density and moisture content of the log between *Quercus acutissima* and *Quercus crispula*. The quantity of fruit bodies developed from *Q. acutissima* was 1.5 times greater than that from *Q. crispula* at 6 years after sowing. *Q. acutissima* developed fruit bodies two months later than *Q. crispula*. Each fruit body developed from *Q. acutissima* was heavier than that from *Q. crispula* at the early stage of development, while there was no difference in the dry weight over the 6-year period between the two species. The bulk density of logs before sowing was greater in *Q. acutissima* than in *Q. crispula*. The bulk densities of both species decreased with time, and they were 42% of the initial value for *Q. acutissima* and 26% for *Q. crispula* after 5 years of sowing. There was no significant difference in the moisture content of logs before sowing, while the increase in moisture content after sowing was greater in *Q. crispula* than in *Q. acutissima*.

Key words: bulk density, log-grown, fruit body size, tree species, water content

1. はじめに

日本のきのこの生産量は2011年までは増加傾向にあったが、東日本大震災以降に減少し（高畠2015）、近年は46万トン前後で推移している（林野庁2019）。かつて最も主要なきのこ生産品目であった原木シイタケ栽培の生産量も減少し、2000年には菌床生シイタケの生産量が原木生シイタケを上回った（高畠2015）。原木しいたけ栽培が衰退した要因には、生産者の高齢化による労働力不足、良質な原木の供給不足、原木価格の高騰などが挙げられる（山中1995）。また、シイタケ生産の減少は原木生産に適した森林管理の放棄にもつながる。北関東では管理されていたコナラ林が生産者の高齢化などの原因により放置され、シラカシ、アラカシ、スダジイなどが優占する常緑林へ遷移が進むことで、シイタケ生産の減少を進めるフィードバックの可能性が指摘されている（斎藤2004）。

原木の安定供給に資するために、様々な樹種の広葉樹

（信太ら1973；岸本ら1981）や針葉樹（田島・篠田1981）を対象にした原木としての適性試験や子実体発生量の比較研究が行われている。クヌギとコナラは各地で古くから原木として用いられており、しばしば比較されてきた（小笠原・柴山1983；田中ら1984；岸本ら1985，前田ら2016）。例えば、コナラは子実体の発生時期がやや早く、種菌接種後1年目の収量は多いが、最終的な総発生量はクヌギが上回るという報告がある（岸本ら1985；前田ら2016）。一方、同じコナラ属でもミズナラ、アベマキの報告は少ない。アベマキとコナラの比較では、種菌の形状により結果が異なり、子実体の総発生量は木片駒ではコナラで多く、成形駒ではアベマキが多かった（田嶋ら2011）。また、この実験では、アベマキのほうが1個あたりの重量の大きい子実体が発生しやすいことが示された（田嶋ら2011）。

これらコナラ属の比較では、原木の容積密度や含水率との関係が検討されることが多い。子実体発生量が多いクヌギはコナラやミズナラよりも容積密度が大きい（田中ら

Kaji K., Kubota K., Yamauchi K., Ogata T., Cho K., Shiiba Y., Enoki T.: Effects of tree species difference of bedlog on the fruiting of *Lentinula edodes* mushroom - changes in bulk density and water content of bedlog -

* 責任著者 (Corresponding author) Email. enoki@forest.kyushu-u.ac.jp 〒 811-2415 福岡県糟屋郡篠栗町津波黒 394

1 九州大学農学部附属演習林

Kyushu University Forest

2 九州大学大学院農学研究環境農学部門森林環境科学講座

Division of Forest Environmental Science, Department of Agro-environmental Sciences, Faculty of Agriculture, Kyushu University

1984; 岸本ら 1985; Fujiwara et al. 2007)。同一種内においてもミズナラの原木の容積密度が大きいほど子実体発生量が多かった(加藤ら 1992)。接種後の原木の重量減少率は、低温菌を摂取した場合はクヌギのほうがコナラよりも大きかったが、高温菌を接種した場合は樹種による差はなかった(岸本ら 1985)。菌糸の蔓延などに影響を与える要因として原木の水分は重要である。コナラは樹皮の蒸発抑制効果がクヌギよりも大きいと考えられている(岸本ら 1984)。クヌギは樹皮での水分の出入りが容易で辺材部に急激な水分変化が生じるため、接種後の初期蔓延時に菌糸の生育に必要な水分が不足することがある(岸本ら 1984)。

以上のように様々な報告はあるが、それらの結果を一般化するには十分とはいえない。また、地域による環境や原木の違いも大きく、事例研究を積み上げる意義は大きい。本研究ではシイタケの原木として最高と言われるクヌギと九州大学農学部附属演習林 宮崎演習林および北海道演習林の天然生林における優占木であるミズナラを原木とし、シイタケ子実体の発生と原木の容積密度と含水率の変化を比較した。

2. 方法

九州大学農学部附属演習林宮崎演習林(以下、宮崎演習林)庁舎前に生育するケヤキの樹冠下にほだ場を設定し(32° 22' 20" N, 131° 8' 39" E, 標高 600m)、シイタケ(*Lentinula edodes*)の原木栽培を行った。宮崎演習林事務所で2007年から2017年に測定された年平均気温は13.4℃、年降水量は3,200mmであった(上森ら 2020)。2012年11月に宮崎演習林樹木園内に生育するクヌギ(*Quercus acutissima*)とミズナラ(*Quercus crispula*)を伐採し、葉枯らしを行った。2013年3月、伐採木は1m間隔で玉切り、各樹種15本ずつのシイタケ原木を用意した。同年4月、各原木を長さ方向に20cm間隔の区画に分けた。各区画の横断面の直径は異なり、クヌギが4.8-17.0cm(平均9.8cm)、ミズナラが4.8-18.0cm(平均10.9cm)であった。また、心材幅はクヌギが0.2-4.9cm(平均2.3cm)、ミズナラが0.2-8.3cm(平均4.4cm)であった。各区画に平均3.3個(合計488個)の種駒(にく丸森290号、森産業株式会社)を接種した。この種駒は発生温度範囲が7~20℃で、原木の樹種や径級に関わらず使用できるとされている。各樹種15本ずつの原木は井桁伏せにしてほだ場に設置した。子実体が発生したら速やかに収穫し、それぞれの乾燥重量を測定し、収穫日を記録した。子実体の発生数量は、原木の1区画(20cm)あたりの値とした。調査期間中は井桁伏せにおける原木位置の移動や散水は行わなかった。

原木の容積密度を測定するために、3ヶ月ごとに直径1.2cmのドリルを用いて、原木1本につき1個のサンプルを採取した。採取のための穴の深さは、原木の半径から1cmを除いた値を基準とした。なお、サンプル採取および半径の測定は樹皮も含めて行った。採取したサンプルは70℃で72時間乾燥し、乾燥重量を測定した。サンプルの体積は、採取した穴の深さの実測値に直径の1.2cmの円の

面積を乗じて求めた。乾燥重量と体積から容積密度を求め、生重と乾燥重量からサンプル採取時の含水率を求めた。

3. 結果と考察

3.1 子実体の発生

植菌後6年間で、クヌギは原木20cmあたり 13.4 ± 8.2 (平均 ±標準偏差)個、 48.7 ± 33.2 gの子実体が発生し、ミズナラは 9.1 ± 5.9 個、 33.2 ± 23.1 gの子実体が発生した(図1)。発生数、発生量ともクヌギの方が有意に大きかった(t-test, $p < 0.01$)。クヌギ、ミズナラとも6年目での発生数は0に近く、最終的にクヌギから発生する子実体の量はミズナラの1.5倍程度と考えられる。先行研究ではクヌギがコナラよりも子実体発生総量が多い(前田ら 2016)理由として、クヌギの辺材率(岸本ら 1985)や養分含量(時本 2010)が大きいことを指摘している。本研究においてもクヌギの辺材率は $98.0 \pm 3.4\%$ とミズナラの $88.6 \pm 9.9\%$

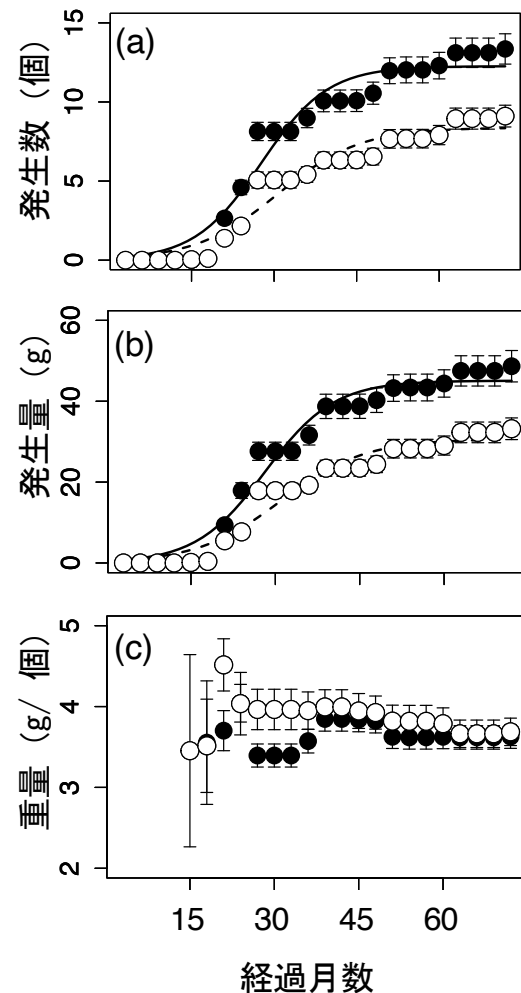


図1. 子実体の (a) 発生数, (b) 発生量および (c) 一個あたりの重量の変化。植菌後の経過時間に沿った積算値を示す。黒丸がクヌギ, 白丸がミズナラの値。縦線は標準誤差を示す。クヌギとミズナラの値をロジスティック回帰に当てはめたものをそれぞれ実線 (a: $Y=12.3/(1+\exp(-1.65(X-27.7)))$), b: $45.1/(1+\exp(-0.16(X-28.2)))$) と破線 (a: $Y=30.6/(1+\exp(-0.13(X-30.9)))$), b: $Y=8.4/(1+\exp(-0.13(X-30.7)))$) で示す。

よりも大きく (t -test, $p < 0.05$), 子実体発生総量の違いの理由の一つとして考えられたが, 原木ごとの辺材率と子実体発生総量との間に有意な相関はなかった。

ミズナラでは2014年3月から子実体が発生したが, クヌギではやや遅く2014年5月から発生した。岸本ら(1985)や前田ら(2016)はクヌギとコナラの比較において, 初期の発生数が少ない理由としてクヌギは材内の孔隙率が小さいのでシイタケ菌の蔓延が遅くなることを指摘している。本研究でも子実体の発生はミズナラよりもクヌギで初期の容積密度が大きい, すなわち材内の空隙率が小さかったことから同様の理由が考えられる。子実体発生数量の積算値の時間経過に伴う変化にはロジスティック曲線を当てはめることができた。発生数が最大となるのはクヌギが植菌後26.7ヶ月後, ミズナラが29.7ヶ月後であった。発生量も同様にクヌギが27.2ヶ月後, ミズナラが30.0ヶ月後で最大となった。子実体発生はミズナラの方が早く開始するが, クヌギでは発生数の急激な増加がみられた。子実体発生の時系列パターンには様々な報告がある。岸本ら(1985)の報告ではコナラとクヌギとも植菌後3年目に発生数量のピークがあり, 本研究と同程度であったが, 黒田・高見(1990)の報告ではミズナラに植菌後4年目に発生数量のピークがみられ, 本研究よりもやや遅かった。一方, 寺島ら(2018)はコナラに植菌後1.2年目で発生数が多く, 以降減少することが示されている。また, これらのパターンは種駒の菌種によっても異なる(岸本ら1985; 寺島ら2018)ことが示されており, 子実体発生の時系列パターンの解明にはさらなるデータ蓄積が必要である。

子実体1個あたりの乾燥重量は, 試験終了時にはクヌギが $3.63 \pm 1.19\text{g}$, ミズナラが $3.69 \pm 1.45\text{g}$ となり, 有意な差はなかった (t -test, $p > 0.79$, 図1)。原木の樹種が発生する子実体サイズに及ぼす影響に関する報告は少ないが, 田嶋ら(2011)は植菌後5年間の比較からアベマキはコナラよりも重量の大きい子実体を発生しやすいと報告している。本研究のミズナラにおいては3, 4年目に発生した子実体のサイズがやや大きい傾向が見られたことから, 子実体の発生時期による違いについても考慮した比較が必要であると考える。なお, 寺島ら(2018)のコナラを用いた実験では, 植菌後4年間で子実体1個あたりの重量の変化はみられなかった。

本研究で設置した原木の直径は平均するとミズナラがクヌギよりも1cm程度大きく, その差は有意であった (t -test, $p < 0.01$)。八島ら(2015)はコナラを用いた試験により, サイズの大きな原木は子実体の総収量が多く, 1個あたりの重量の大きな子実体が発生しやすいことを示した。本研究では, 原木の直径を説明変数として子実体の総収量を直線で回帰すると, クヌギとミズナラのいずれも有意な正の傾きを示し, 樹種による傾きの差はなかった ($p < 0.001$, ANCOVA)。子実体総収量がクヌギで大きかったことから, 子実体収量に与える影響は原木サイズよりも樹種のほうが大きかったと考えられる。また, 子実体1個あたりの重量についても同様に原木の直径を説明変数として回帰分析を

行うと, クヌギとミズナラのいずれも有意な正の傾きを示し, 樹種による傾きの差はなかった ($p < 0.001$, ANCOVA)。植菌後3年目まで子実体のサイズがミズナラのほうで大きかったことは原木のサイズの影響があった可能性がある。

3.2 原木の変化

植菌前の原木の容積密度は, クヌギ ($0.74 \pm 0.08\text{g/cm}^3$) がミズナラ ($0.61 \pm 0.06\text{g/cm}^3$) よりも大きかった (t -test, $p < 0.001$, 図2)。クヌギ, ミズナラとも容積密度は時間経過に伴い減少し, 植菌5年後にはクヌギで初期値の42%, ミズナラで26%に減少した。本研究で用いた種駒は中低温性であるが, 種駒の特性により異なる結果が得られるという報告がある。岸本ら(1985)の試験では, クヌギとコナラ原木に高温菌を植菌した場合は, 6年後の原木の重量は両種とも初期値の35%程度で差がなく, 低温菌を植菌した場合はコナラが初期値の56%, クヌギが初期値の46%となり, クヌギの減少率が大きかった。この岸本ら(1985)の研究では, 原木の重量減少率が大きいクヌギのほうが子実体の総収量は大きかったが, 本研究では原木の重量減少の大きいミズナラの方が子実体の総発生量は小さかった。

一方, 本研究での原木の容積密度の時間による変化においては, 2種の回帰線の傾きに有意な違いはなかった (ANCOVA, $p > 0.05$)。このことは, 初期の容積密度の樹種間差が植菌5年後においても持続しており5年間で分解された有機物量は樹種間で差がなかったことを示す。したがって, クヌギは有機物分解量あたりの子実体生産量がミ

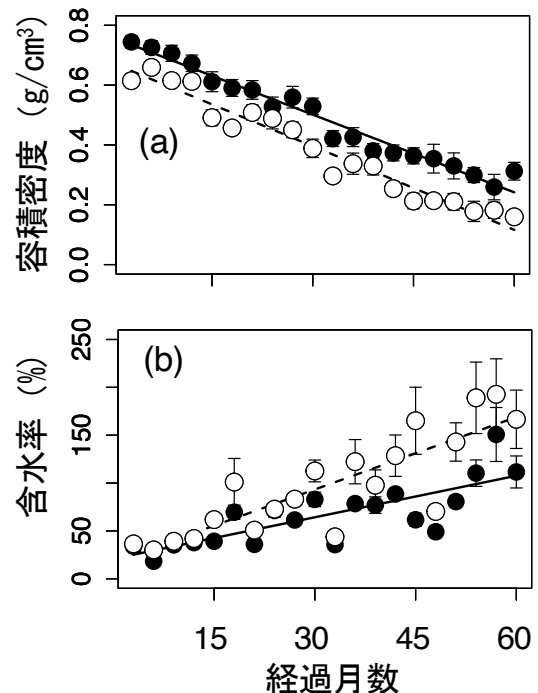


図2. 原木の (a) 容積密度と (b) 含水率の変化。黒丸がクヌギ, 白丸がミズナラ。縦線は標準誤差を示す。クヌギとミズナラを直線回帰に当てはめたものをそれぞれ実線 (a: $Y = -0.009X + 0.761$, b: $Y = 1.446X + 20.89$) と破線 (a: $Y = 0.009X + 0.675$, b: $Y = 2.521X + 17.66$) で示す。

ズナラよりも大きかったといえる。これらの結果からも原木の減少率（初期値との比）だけでなく、容積密度の絶対値の変化量も検討することが重要である。

植菌前の原木の含水率は、クヌギとミズナラがそれぞれ $33.9 \pm 5.5\%$ 、 $36.4 \pm 4.7\%$ で有意な差はなかった。原木の含水率は3ヶ月に1度の測定であるため、測定前数日間の天候などにある程度影響を受けるが、クヌギ、ミズナラとも植菌後の時間経過に伴う含水率の変化は、正の傾きをもった回帰線で近似できた（図2）。ミズナラの含水率の増加率はクヌギよりも大きかった（ANCOVA, $p < 0.01$ ）。岸本ら（1984）はクヌギ、コナラ、クリのシイタケ原木としての適性含水率を検討し、比重の大きな材は空隙率が低く、適性含水率の範囲が狭いこと、またその上限が低いことを示した（クヌギ、コナラ、クリの辺材でそれぞれ $38 \sim 84\%$ 、 $49 \sim 106\%$ 、 $51 \sim 145\%$ ）。本研究におけるクヌギの子実体の発生開始から収量の多かった植菌後4年までの原木の含水率は岸本ら（1984）が示した適性含水率の範囲とほぼ一致していた。容積密度の大きなクヌギの含水率がミズナラよりも低い状態が続いたが、子実体の収量はミズナラよりも多かったことから、含水率の低さは子実体の収量に影響しなかったと考えられる。また本田ら（1981）は、クヌギは樹皮を介した水分の出入りが容易であり、辺材部に急激な水分変化が生じるため、初期の菌糸まん延時に生育に必要な水分条件が満たされない場合があることを報告している。植菌前のクヌギ原木の含水率は $33.9 \pm 5.5\%$ であったことから、本研究においてクヌギの子実体の発生が遅かった理由として、上述の辺材率に加え、初期の菌糸まん延時の水分不足が考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり内海泰弘博士には様々なご助言をいただいた。扇大輔、村田秀介、田中晴美、井上幸子の各氏には屋内外での作業にご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表します。

引用文献

- Fujiwara T, Yamashita K, Kuroda K (2007) Basic densities as a parameter for estimating the amount of carbon removal by forests and their variation. Bull FFPRI 6: 215-226
- 本田耕吉・古川郁夫・作野友康・岸本潤（1981）シイタケ原木としてのコナラ・クヌギの水分挙動について．鳥取大演報．13: 49-57
- 加藤幸浩・中村米松・山村忠明・富樫巖・米山彰造・瀧澤南海雄（1992）生長期に伐採したミズナラ原木による生シイタケ栽培．林産試験場報 66: 1-5
- 岸本潤・西野直樹・作野友康・古川郁夫（1981）未利用材のシイタケほだ木適性．鳥取大農研報 33: 60-64
- 岸本潤・本田耕吉・古川郁夫・作野友康（1984）シイタケ菌の生育とほだ木水分条件との関係．鳥大農研報 36: 43-53
- 岸本潤・古川郁夫・作野友康（1985）コナラ、クヌギほだ

- 木におけるシイタケ発生の比較．広葉樹研究 3: 121-131
- 黒田吉雄・高見澤澄（1990）ミズナラ個体間におけるシイタケ子実体発生量の差異．筑大演報 6: 55-61
- 前田亜紗・船戸知聖・黒田誠・寺島和寿・長谷部公三郎（2016）Rep Tottori Mycol Inst 46: 30-38
- 小笠原隆三・柴山善一郎（1983）シイタケ原木林の施業に関する研究（III）コナラ、クヌギの単木における椽木直径の度数分布について．広葉樹研究 2: 73-83
- 斎藤修（2004）北関東におけるシイタケ生産のためのコナラ林利用の変遷と今後の見通し．日林誌 86: 12-19
- 信太寿・中村米松・小田清（1973）シラカバ他 10 樹種をほだ木としたシイタケの栽培．林産試験場月報（北海道立林産試験場）262: 11-14
- 田中康則・作野友康・古川郁夫・岸本潤（1984）シイタケ菌によるコナラ、クヌギの組成変化．鳥大演報 14: 149-161
- 田嶋幸一・久林高市・副山浩幸・岩崎充則・堀口竜男・銭坪司剛・溝口哲夫（2011）アベマキでのシイタケ栽培試験－成形駒での発生特性－．長崎農林技セ研報 2: 47-62
- 田嶋俊雄・篠田善彦（1981）シイタケ原木としての針葉樹間伐材の利用．岐阜大農研報 45: 89-94
- 高島幸司（2015）我が国におけるきのこ生産の動向と今後の展望．木材学会誌 61: 243-249.
- 寺島和寿・佐々木明正・黒田誠・長谷部公三郎（2018）菌興 115 号の原木栽培における子実体収量の年次変動について．菌草研報 48: 14-21
- 時本景亮（2010）シイタケ原木栽培の基礎．日本きのこ学会誌 18: 131-138
- 林野庁（2019）森林・林業白書令和元年度版．全国林業改良普及協会
- 上森教慈・三田敏治・菱拓雄（2020）宮崎演習林・檜葉国有林の有剣ハチ類．九大演報 101: 38-47
- 山中勝次（1995）きのこ生産ときのこ研究．木材学会誌 41: 795-804
- 八島武志・小谷二郎・角正明（2015）シイタケ子実体のサイズと原木サイズの関係について．石川県林試研報 47:5-7