

資 料

シイタケ菌床栽培における栗殻の利用が子実体発生に及ぼす影響*

久田善純・水谷和人

キーワード：シイタケ，菌床栽培，基材，栗殻

I はじめに

岐阜県の東濃地域では、「栗きんとん」など、栗の果実を原料とした菓子製造業が盛んである。その製造時には、菓子の原料を得るために、栗の果実から可食部を取り出す工程がある。

栗の果実は、堅い皮と渋皮でできた果皮の部分と、その内部にある種子の部分で構成されている。果実の可食部とは、種子中の肥大した子葉（以下「栗果肉」という）である（岩瀬・大野，2004）。菓子の原料には、栗果肉を押しつぶして餡状態になったものを利用することが多いため、その採取時には、蒸した果実を半分に切断して鋼製ローラー等に投入し、栗果肉だけを圧搾する方法がとられている。その際、残渣として、果皮の部分と搾り取れなかった栗果肉との混合物（以下「栗殻」という）が排出される。

栗殻は、9月から11月の間に、同地域内で約500トン排出されており、その大半が廃棄されている。同地域では、資源の循環利用の推進等を目的に、栗殻を有効利用する方法を模索している。

現在、キノコの菌床栽培では、菌床の材料として、食品を加工する際の副産物が多く用いられている（寺嶋，2010）。

そこで本研究では、栗殻の用途開発の一手法として、キノコ菌床栽培の材料とする可能性を探るため、シイタケ（*Lentinula edodes*）菌床の基材として利用した場合の子実体発生等への影響を調査した。

II 材料および方法

1. 菌床材料としての栗殻の利用が子実体発生に及ぼす影響

(1) 菌床の材料の調整

(ア) 基材

基材には、栗殻と、対照としてブナオガ粉を使用した。

a) 栗殻

栗殻は、岐阜県中津川市の菓子製造業者が排出した直後のものを入手し、85℃で48時間乾燥後、ウィレー粉砕機（WM-3，三田村理研工業㈱）で粉砕し、10mm メッシュのふるいにかけて通過したものを使用した。ふるい上に残ったものは、再度粉砕機に投入し10mm 以下に調整して併せて使用した。粒径は0.25mm 未満：0.25mm 以上0.50mm 未満：0.50mm 以上1.00mm 未満：1.00mm 以上2.00mm 未満：2.00mm 以上4.00mm 未満：4.00mm 以上10.00mm 未満が、重量比率で0.8%：1.5%：4.0%：15.8%：38.0%：39.9%である。

以下、「栗殻」とは、この粉砕物のことを指す。

b) ブナオガ粉

ブナオガ粉は、県内の木工家具製造業者が排出したブナの端材のうち樹皮を除いた部材を、心材と辺材を区別せずにオガ粉製造機（11C-2，森下機械㈱）で粉砕し、4 mm メッシュのふるいにかけて通過したものを使用した。粒径は0.25mm 未満：0.25mm 以上0.50mm 未満：0.50mm 以上1.00mm 未満：1.00mm 以上2.00mm 未満：2.00mm 以上4.00mm 未満が、重量比率で5.4%：18.5%：25.9%：20.5%：29.7%である。

(イ) 栄養体

栄養体には、フスマ（「四天王」，日清製粉㈱）を使用した。

(2) 菌床の調整

菌床の材料の組成を、ブナオガ粉：フスマ＝10：1（容積比；以下同じ）とする「対照区」と、栗殻：フスマ＝10：1とする「100%区」を設けた。

上記の材料を攪拌後、含水率が63%になる量を

* 本研究の一部は、日本きのこ学会第14回大会（2010年9月）において発表した。

基準量として水（水道水）を少しずつ加えながら攪拌した。ただし、培地を手で握って水が浸み出る状態になった時点で、基準量以下であっても水を加えるのを止めた。

調整後の菌床をポリプロピレン製栽培袋（1.0～1.2kg 用、両側フィルター付き）に1.0kg 詰めて立方型（長辺13cm ×短辺10cm ×高さ10cm）に成形し、120℃で100分間殺菌した。

供試数は、対照区を5個、100%区を7個とした。

（3）供試菌および栽培方法

殺菌後の菌床に、シイタケ種菌として北研600号（株北研）を1菌床あたり約10g接種した。培養は、温度 $21 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60.5 \pm 1.0\%$ 、暗黒の空調室で130日間行った。培養完了後の菌床は、栽培袋を除去（以下「除袋」という）して、温度 $15.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $95.0 \pm 5.0\%$ 、照度30～50ルクスの空調室内に移動し、全面栽培方式で80日間子実体の発生を管理した。

ただし、100%区の菌床は、除袋後20日目頃から菌床表面に雑菌が多量に発生したので、空調室の衛生確保のために、30日目から80日目までの期間は、岐阜県森林研究所構内にある発芽用施設（鉄骨造、屋根：スレート葺き、床面：コンクリート、窓あり、空調設備なし）内に移動して管理した。菌床の設置箇所は、発芽用施設の内部にポリスチレンフォーム保温板（スタイロフォーム、ダウ化工株）で作設した囲い（間口2.8m、奥行き2.8m、高さ1.9m）の中とした。内部の湿度管理のために、床面に適宜散水を行った。同期間中の内部の平均温度は 16.4°C （日平均の最低日 11.1°C 、最高日 20.0°C ）、平均相対湿度は86.7%（日平均の最低日77.5%、最高日97.5%）であった。内部の光源は自然光のみとし、照度は、昼間約30ルクス、夜間0ルクスであった。

発生管理中は約15日ごとに10時間の浸水を計4回行い、1～5番発生まで子実体を発生させた。子実体は、傘の裏の膜が切れた時点で収穫した。

調査内容は、菌床の殺菌前のpH値、菌床の殺菌が終了してから15時間後のpH値と含水率、菌糸蔓延日数、子実体の個数、重量の測定とした。pH値は、対象の試料20gに蒸留水50gを加えて5分間攪拌したあと、上澄み液をpH測定器（HM-30V、東亜電波工業株）で測定した。

2. 菌床材料中の栗殻の利用割合が子実体発生に及ぼす影響

（1）菌床の材料の調整

（ア）基材

基材には、栗殻と、対照として広葉樹のチップとオガ粉を使用した。

a) 栗殻

栗殻は、「Ⅱ・1・（1）菌床の材料の調整」に記載のものを使用した。

b) 広葉樹チップ

広葉樹チップは、県内のチップ製造業者が菌床シイタケ用に市販しているものを使用した。樹種構成は、コナラ：その他広葉樹＝6：4～7：3である。製法は、樹皮を含めて長径15mm以下、短径10mm以下、厚さ約2mmにチップ化したものであり、粒径は0.25mm未満：0.25mm以上0.50mm未満：0.50mm以上1.00mm未満：1.00mm以上2.00mm未満：2.00mm以上4.00mm未満：4.00mm以上15.00mm未満が、重量比率で0.3%：1.8%：5.7%：9.7%：29.2%：53.3%である。

c) 広葉樹オガ粉

広葉樹オガ粉は、県内のオガ粉製造業者が菌床シイタケ用に市販しているものを使用した。樹種構成は、コナラ：その他広葉樹＝約6：4である。製法は、樹皮を含めて粒径4mm以下に粉碎したものであり、粒径は0.25mm未満：0.25mm以上0.50mm未満：0.50mm以上1.00mm未満：1.00mm以上2.00mm未満：2.00mm以上4.00mm未満が、重量比率で1.6%：12.3%：44.7%：35.6%：5.8%である。

（イ）栄養体

栄養体には、フスマ（「四天王」、日清製粉株）と、コメヌカ（米販店が精米した直後のもの）を使用した。

（2）菌床の調整

菌床の材料の組成を、広葉樹チップ：広葉樹オガ粉：フスマ：コメヌカ＝50：50：10：5とする「対照区」と、栗殻：広葉樹チップ：広葉樹オガ粉：フスマ：コメヌカ＝25：25：50：10：5とする「25%区」、栗殻：広葉樹チップ：広葉樹オガ粉：フスマ：コメヌカ＝50：0：50：10：5とする「50%区」を設けた。

上記の材料を攪拌後、含水率が63%になる量を基準量として水（水道水）を少しずつ加えながら攪拌した。ただし、培地を手で握って水が浸み出る状態になった時点で、基準量以下であっても水を加えるのを止めた。

調整後の菌床をポリプロピレン製栽培袋（2.5～

3.0kg 用、片側フィルター付き) に2.5kg 詰めて立方型(長辺20cm ×短辺13cm ×高さ14cm) に成形し、120℃で100分間殺菌した。

供試数は、対照区を10個、25%区を8個、50%区を8個とした。

(3) 供試菌および栽培方法

殺菌後の菌床に、シイタケ種菌として北研600号(株北研)を1菌床あたり約15g接種した。培養は、温度21±0.5℃、湿度60.5±1.0%、暗黒の空調室で120日間行った。培養完了後の菌床は、除袋してから岐阜県森林研究所構内にあるパイプハウス(間口3.6m、奥行き3.5m、高さ3.1m、床面：土)内に移動し、全面栽培方式で120日間(2010年1月8日から同年5月7日まで)子実体の発生を管理した。パイプハウスの表面部は遮光用シート(フリールフホワイト、遮光率85%、東罐興産株)1枚と保温シート(サニーコート、宇部日東化成株)2枚で3重に被覆した。内部の温湿度管理のため、パイプハウス中央部に園芸用電気温風機(SF-1008A、総和工業株)を設置して適宜加温(15℃設定)し、床面に適宜散水を行った。同期間中の内部の平均温度は13.5℃(日平均の最低日7.9℃、最高日25.1℃)、平均相対湿度は96.2%(日平

均の最低日87.8%、最高日99.0%)であった。内部の光源は自然光のみとし、照度は、昼間の晴天時おおよそ2,000ルクス、曇天時おおよそ1,000ルクス、夜間0ルクスであった。

発生管理中は約24日ごとに10時間の浸水を計4回行い、1～5番発生まで子実体を発生させた。子実体は、傘の裏の膜が切れた時点で収穫した。

調査内容は、「Ⅱ-1-(3)供試菌および栽培方法」に記載の内容、および子実体の傘径の測定とした。傘径は、直径1.5cm以上4.0cm未満をSサイズ、4.0cm以上6.0cm未満をMサイズ、6.0cm以上をLサイズとして集計した。

Ⅲ 結果

1. 菌床材料としての栗殻の利用が子実体発生に及ぼす影響

菌床の pH 値、および含水率を表-1に示す。

殺菌後の菌床の pH 値は、対照区が5.05、100%区が4.57であった。100%区の pH 値は対照区と比較して低かった。

菌床の含水率は、対照区が62.9%、100%区が55.1%であった。対照区は含水率の基準値に設定した

表-1 菌床の pH 値および含水率

試験区	対照区	100%区
pH値		
殺菌前	5.77	4.85
殺菌後	5.05	4.57
含水率(%)	62.9	55.1

表-2 菌糸蔓延日数および子実体の発生個数、発生重量

試験区	対照区	100%区
菌糸蔓延日数(日)	17.4 ± 1.1	27.6 ± 4.0
子実体発生個数(個)	22.6 ± 5.0	8.0 ± 7.9
子実体発生重量(g)	245.3 ± 20.2	80.1 ± 41.8

※数値は、1菌床あたりの平均値±標準偏差

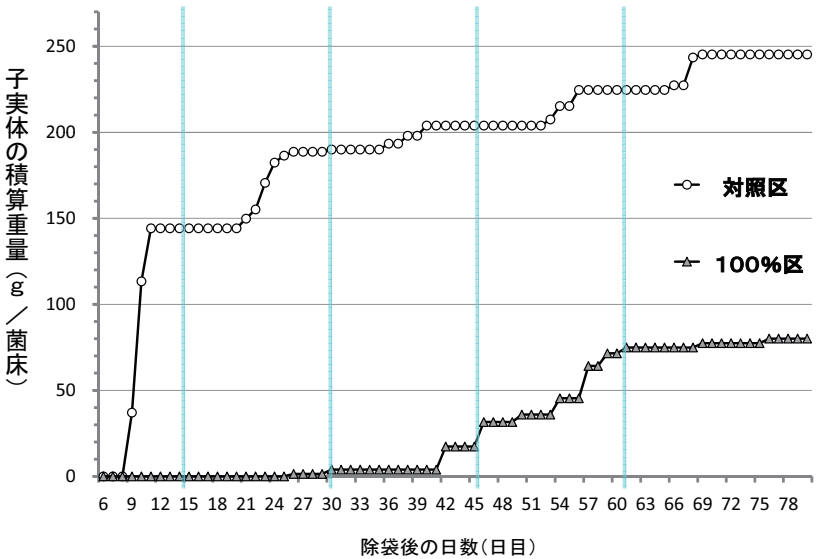


図-1 子実体の積算重量の経日推移

※除袋後15日目、30日目、46日目、61日目の縦線は、浸水処理の日を示す。

63%とほぼ同じ値であるが、100%区は基準値よりも約8%低かった。

菌床の菌糸蔓延日数、および子実体の発生個数、発生重量を表-2に示す。

菌糸蔓延日数は、対照区が17.4（平均値；以下同じ）日、100%区が27.6日であった。100%区は対照区よりも約10日長かった。

1菌床あたりの子実体の発生個数は、対照区が22.6個、100%区が8.0個、1菌床あたりの子実体の発生重量は、対照区が245.3g、100%区が80.1gであった。100%区は個数、重量ともに、対照区と比較して1/3程度であった。

収穫した子実体の積算重量の経日推移を図-1に示す。対照区では、除袋後9～11日目に最も多く収穫し、その後浸水処理のたびに数十gずつ収穫があった。対して、100%区では、除袋後26日目



図-2 除袋後23日目の菌床の外観
(左：対照区，右：100%区)

から少しづつ収穫が始まり、45～60日目に最も多く収穫があった。

除袋後23日目の菌床の外観の状態を図-2に示す。対照区では菌床表面の雑菌発生がほとんど観察されなかったのに対して、100%区では除袋後20日目頃から菌床表面に白色や緑色の雑菌が繁茂し、発生管理期間の終盤には菌床全体が雑菌に覆われてしまう状況が観察された。

表-3 菌床のpH値および含水率

試験区	対照区	25%区	50%区
pH値			
殺菌前	5.75	5.32	5.15
殺菌後	5.05	4.92	4.77
含水率(%)	63.2	59.2	57.9

表-4 菌糸蔓延日数および子実体の発生個数、発生重量

試験区	対照区	25%区	50%区
菌糸蔓延日数(日)	21.6 ± 1.8 ^A	26.1 ± 3.0 ^B	33.4 ± 2.3 ^C
子実体発生個数(個)	48.6 ± 9.5 ^A	51.0 ± 9.0 ^A	54.6 ± 9.0 ^A
子実体発生重量(g)	1,008.8 ± 53.4 ^A	973.3 ± 27.6 ^A	730.1 ± 101.2 ^B

※数値は、1菌床あたりの平均値±標準偏差
※異なるアルファベット間に有意差あり(Steel-Dwass検定、 $p < 0.05$)

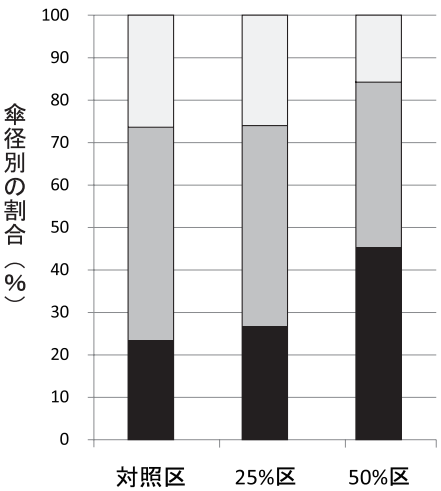


図-3 子実体個数の傘径別の割合
※S: 1.5cm以上4.0cm未満, M: 4.0cm以上6.0cm未満, L: 6.0cm以上

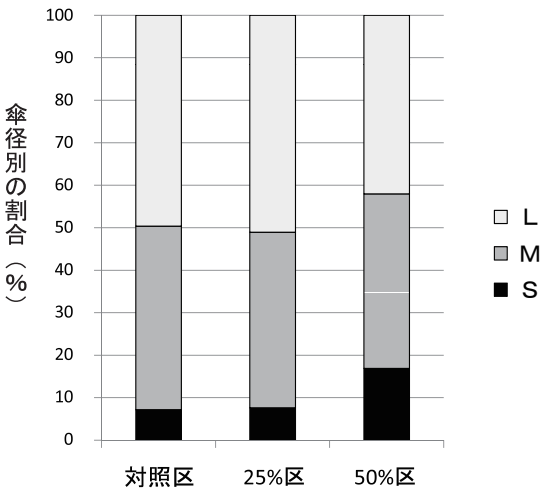


図-4 子実体重量の傘径別の割合
※S: 1.5cm以上4.0cm未満, M: 4.0cm以上6.0cm未満, L: 6.0cm以上

2. 菌床材料中の栗殻の利用割合が子実体発生に及ぼす影響

菌床の pH 値、および含水率を表－3 に示す。

殺菌後の菌床の pH 値は、対照区が5.05、25%区が4.92、50%区が4.77であった。pH 値は栗殻の割合が高い区ほど低かった。

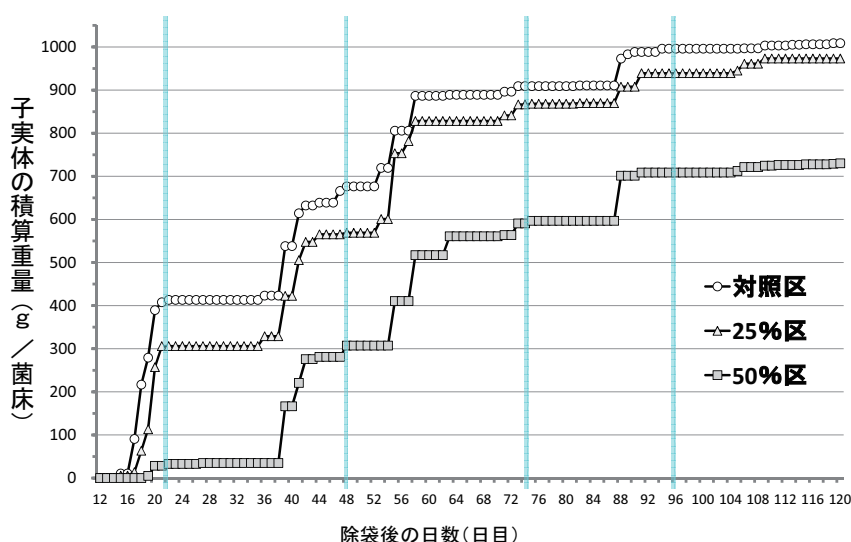
菌床の含水率は、対照区が63.2%、25%区が59.2%、50%区が57.9%であった。対照区は含水率の基準値に設定した63%とほぼ同じ値であるが、25%区は基準値よりも約4%、50%区は約5%低かった。

菌床の菌糸蔓延日数、および子実体の発生個数、発生重量を表－4 に示す。

菌糸蔓延日数は、対照区が21.6日、25%区が26.1日、50%区が33.4日であった。対照区と比較して、25%区は約5日、50%区は約12日長かった。

1 菌床あたりの子実体の発生個数は、対照区が48.6個、25%区が51.0個、50%区が54.6個であり、試験区間に有意差がなかった（Steel-Dwass 検定、 $p > 0.05$ ）。

1 菌床あたりの子実体の発生重量は、対照区が1,008.8 g、25%区が973.3 g、50%区が730.1 g であった。対照区と25%区の間には重量に有意差がなかった（Steel-Dwass 検定、 $p > 0.05$ ）が、50%区は他の2区と比較して重量が有意に少なかった（Steel-Dwass 検定、 $p < 0.05$ ）。



図－5 子実体の積算重量の経日推移

※除袋後22日目、48日目、75日目、96日目の縦線は、浸水処理の日を示す。



図－6 除袋後18日目の子実体発生の状況
(左：対照区，中央：25%区，右：50%区)

子実体個数の傘径別の割合を図－3に、子実体重量の傘径別の割合を図－4に示す。50%区は、個数、重量ともに、他の2区と比較してSサイズの子実体の割合が多かった。

収穫した子実体の積算重量の経日推移を図－5に、除袋後18日目の子実体発生の状況を図－6に示す。25%区の積算重量は、1回目の浸水を行った22日目の時点では対照区の約7割の量であったが、発生管理終了時の120日目の時点では対照区と有意差がなかった(Steel-Dwass検定, $p > 0.05$)。50%区の積算重量は、22日目の時点では対照区の約1割の量であったが、120日目の時点では対照区の約7割の量になった。

また、菌床表面の雑菌の発生は、栗殻の割合が高い区ほど多くなる傾向が観察された。

IV. 考察

以上の結果により、シイタケ菌床栽培において、栗殻を菌床の基材に利用した場合、栗殻の利用割合によっては、基材に広葉樹のチップとオガ粉を利用した場合と同等の子実体発生量があることが確認された。一方で、菌床のpH値が低下すること、栗殻自体の吸水性が低く菌床作成時の含水率に影響することが確認された。また、菌糸蔓延日数が長くなり、子実体の発生時期も遅くなる傾向が確認された。

菌床のpH値の低下、吸水性の低下、菌糸蔓延日数の遅延については、他の菌床材料の配合等により改善する可能性があるため、今後は、本研究において対照区と同等の子実体発生量が得られた25%の栗殻利用を中心に、種々の基材、栄養体との組み合わせや配合比率の検討が必要と考える。

栗殻の材料としての特徴は、栗果肉が付着していることである。栗果肉中には、糖質、タンパク質、脂質、ビタミン類、ミネラル類等の成分が含まれており(香川, 2002)、子実体発生に必要な栄養分として利用される可能性がある。栗殻をヒラタケ(*Pleurotus ostreatus*)の菌床材料に利用した試験(久田・水谷, 2010)では、菌床の基材にスズオガ粉を100%使用する場合に対して、基材の25%を栗殻に置換した場合に子実体の発生量が増加し、栗殻中の成分に栄養体としての効果がある可能性が示されている。

本研究において、シイタケ菌床に栗殻を利用した場合にも、栗殻中の成分が栄養体として働いた

可能性はあるが、子実体発生量の増加は認められなかった。一方、栗殻を利用したシイタケ菌床は、発生管理中に雑菌が多く発生する傾向が観察された。シイタケ菌床では栄養分の添加量が多すぎる場合、発生処理後の菌床に雑菌が発生しやすいことが報告されている(㈱北研 食用菌類研究所, 2004)ことから、本研究においても、栗殻中の栄養分が加わることによって、菌床が栄養過多であった可能性が考えられる。よって、雑菌の発生を抑制する点からも、栗殻の利用割合および栄養体との配合比率について更なる検討が必要である。

今回、シイタケ菌床栽培において、栗殻が菌床の基材の一部として利用可能であることを示すことができた。今後は、シイタケ以外のキノコ品目の菌床栽培における栗殻利用時の特性を把握し、栗殻の有効利用に資するキノコ栽培技術の開発を進める必要がある。

本研究は、(独)科学技術振興機構の平成21年度「シーズ発掘試験」の支援を受けて実施した。

謝辞

本試験を実施するにあたり、岐阜県中山間農業研究所中津川支所の神尾真司専門研究員に、栗殻の入手についてご協力をいただいた。ここに記して深く謝意を表する。

引用文献

- 久田善純・水谷和人(2010) クリ殻を利用したヒラタケ(*Pleurotus ostreatus*)の菌床栽培. 第60回日本木材学会大会研究発表要旨集: 161
- ㈱北研 食用菌類研究所(2004) 全国産地別菌床能力比較試験(全国サンマッシュ生産協議会第18回全国大会研修会資料. 33pp, 全国サンマッシュ生産協議会・㈱北研, 栃木). 9
- 岩瀬徹・大野啓一(2004) 花と種子―果実と種子(野外観察ハンドブック 写真で見る植物用語. 189pp, 全国農村教育協会, 東京). 116
- 香川芳子(2002) 五訂日本食品標準成分表―種実類(五訂食品成分表2002. 464pp, 女子栄養大学出版部, 東京). 58
- 寺嶋芳江(2010) きのか栽培の培地組成基材とその管理技術 1)多様化する培地材料の特徴と利用(2010年度版きのこ年鑑別冊 最新きのこ栽培技術. 320pp, プランツワールド, 東京). 27-34