
 原著論文

ササクレヒトヨタケ菌床栽培における栄養材の配合が子実体発生量に与える影響

Effect of nutrient content on the fruiting body yield of *Coprinus comatus* in bag cultivation井上 伸^{1)*}Shin Inoue^{1)*}

要旨：ササクレヒトヨタケ菌床栽培方法の確立を目的とし、基材と栄養材の配合割合および栄養材におけるフスマと米ヌカの配合割合が、子実体発生量や子実体発生本数に与える影響について調査した。この結果、基材に対する栄養材の割合が増えるほど、子実体発生量は増加した。また、栄養材には、米ヌカが適していることが明らかとなった。基材と栄養体の配合割合を5:1、栄養体に米ヌカを用いた場合、二次発生までの合計子実体発生量として、2.5 kg 菌床1個当たりおおよそ400 g程度の収量が期待できる。

キーワード：ササクレヒトヨタケ、菌床栽培、栄養材、子実体発生量

Abstract: I established a bag cultivation method for *Coprinus comatus* by evaluating the effect of the substrate-to-nutrient ratio on the yield of the fruiting body. I used wheat bran and rice bran in different proportions as the sources of nutrients. The results showed that the fruiting body yield increased as the nutrient-to-substrate ratio increased, and that rice bran was the most suitable source of nutrients. When the substrate-to-nutrient ratio was 5:1 and rice bran was used as the nutrient source, a total yield of approximately 400 g of the fruiting body per 2.5 kg of the cultivation bag until 2nd flush could be expected.

Key Word: *Coprinus comatus*, bag cultivation, nutrient, fruiting body yield

はじめに

近年、きのこ生産では、大手企業等を中心に大規模生産施設の整備が進み、スケールメリットを活かした大量生産が行われている。そのように生産された大量生産品の多くは県外産品であるが、県内にも流入しており、例えば、生シイタケ (*Lentinula edodes*) では、令和2年12月、三重県地方卸売市場での取扱量は11.4 tであったが、そのうち9.4 tは県外産品であった(三重県地方卸売市場 2021)。今後、ますます激しい産地間競争が生じると考えられるが、三重県では中小規模の生産者が多く、多額の費用を要する施設の再整備などの実施は困難であり、生産コストの削減にも限界がある。そのため、県内中小規模の生産者からは、大量生産品と差別化を図ることが可能な新しいきのこ品種の栽培技術の開発が望まれている。

ササクレヒトヨタケ (*Coprinus comatus*) は、ハラタケ科ササクレヒトヨタケ属のきのこで、世界的に広く分布し、日本では春～秋、庭園、畑地など肥えた土地に発生する(今関ら 2011)。日本国内での生産はほとんどないが、中国や台湾などでは人工栽培されており(中国:曹 2021, 台湾:呂ら 2021)。

¹⁾ 三重県林業研究所

Mie Prefecture Forestry Research Institute

* E-mail: inoues03@pref.mie.lg.jp

ヨーロッパではコブリーヌと呼ばれる高級食材である。

ササクレヒトヨタケの人工栽培方法には、培地基材（以下、基材）として、広葉樹バーク堆肥を用いた栽培方法（青野 2001）やバガスを主原料とした堆肥を用いた栽培方法（原田ら 2017）などの報告があるが、これらの資材は三重県内においてほとんど流通しておらず、三重県内の生産現場にそのまま適用するのは困難である。また、県内においてきのこ栽培の栄養材に使用される一般フスマ（以下、フスマ）や米ヌカを用いた栽培方法は、十分に検討されていない。三重県内に広くササクレヒトヨタケ菌床栽培を普及するためには、一般的にきのこ栽培に使用される資材や安定的に入手可能な資材を用いた栽培手法を確立する必要がある。

そこで、本研究では、大量生産品と差別化が可能な新しいきのこ品種としてササクレヒトヨタケを選定し、県内で安定的に入手が可能である基材、県内のきのこ生産に一般的に使用される栄養材を用いた菌床栽培方法の確立を目的とし、菌床栽培における基材と栄養材の配合割合および栄養材におけるフスマと米ヌカの配合割合が、子実体発生量や子実体発生本数に与える影響について調査したので、その結果について報告する。

材料と方法

1. 基材と栄養材の配合割合の検討

培地材料は、基材に木質系堆肥（VS堆肥：中日本農産）、カラマツおが粉、栄養材にフスマ（日清製粉）、米ヌカ、菌糸活性材にオルガK-1（カツラギ産業）を使用した。事前検討として、基材：栄養材（容積比）＝5：1（以下、5：1区）、10：1（以下、10：1区）の2処理区の栽培試験を行ったところ、5：1区の方が10：1区より子実体発生量が多い結果となった（井上 2021）。そのため、本試験では、より詳細な配合割合を明らかにすることを目的とし、基材：栄養材（容積比）＝5：1（5：1区）、6：1（以下、6：1区）の2処理区を設定した（表-1）。菌糸活性材は、培地重量に対して、約2%添加した。これらの培地材料を混合した後、含水率が約63%になるよう水道水を加え、菌床袋1袋あたり2.5 kgの培地を詰め、118℃で80分滅菌した。一晩放冷後、当研究所で継代保存しているササクレヒトヨタケ野生株を用いて作製した種菌を接種し、供試体とした。本試験における各試験区の供試体数は、10個とした（表-1）。培養条件および栽培条件は、表-2のとおりとした。発生処理は、培養完了後、菌床袋の上部を培地の上面3 cm程度のところで切り離し、培地上面を薄く菌掻きした後、木質系堆肥を約80 g覆土した。一次発生終了後、発生処理時に覆土した層を取り除き、再度、木質系堆肥を約80 g覆土し（以下、この工程を「再覆土」とする）、二次発生に備えた。試験期間は、二次発生終了までとした。

子実体の採取は、1日1回子実体の傘が膨らむ前の幼菌段階で行い、選別として、商品として扱うことのできない小さい子実体（約2 g/本以下）を取り除いた。選別後、供試体ごとに子実体発生量（生重量）および発生本数を調査した。

表-1. 培地組成（基材と栄養材の配合割合の検討）

試験区	供試体数 (個)	基材(容積:L)		栄養材(容積:L)	
		木質系堆肥	カラマツおが粉	フスマ	米ヌカ
5:1区	10	8	2	1	1
6:1区	10	9.6	2.4	1	1

表-2. 培養・栽培条件（基材と栄養材の配合割合の検討）

培養条件	温度	22 °C
	湿度	70 %
	日数	60 日
栽培条件	温度	18 °C
	湿度	90 %

解析は、一次発生と二次発生の子実体発生量および子実体発生本数、また、一次発生と二次発生を足し合わせた合計の子実体発生量および子実体発生本数について、Mann-WhitneyのU検定による2群間の比較を行った。

2. 栄養材におけるフスマと米ヌカの配合割合の検討

培地材料は、先の試験と同様の資材を用いた。培地組成は表-3のとおりとし、試験区として、フスマ：米ヌカ（容積比）=100：0（以下、wb100区）、50：50（以下、wb50rb50区）、25：75（以下、wb25rb75区）、0：100（以下、rb100区）の4処理区を設定した。試験は2回に分けて行い、1回目はwb100区、wb50rb50区、rb100区、2回目はwb50rb50区、wb25rb75区、rb100区とした。菌糸活性剤の添加、含水率の調整および供試体の作製は、先の試験と同様に行った。本試験における各試験区の供試体数は、各回8個とした（表-3）。培養条件および栽培条件は表-4のとおりとした。発生処理は先の試験と同様に行った。一次発生終了後、1回目では、再覆土を行わず二次発生を行ったところ、二次発生の子実体にキノコバエ類（未同定）の幼虫による食害痕が確認されたことから、改善を図るため、2回目では、再覆土を行い、二次発生に備えた。試験期間は、2回の試験とも二次発生が終了するまでとした。

子実体の採取および選別は、先の試験と同様に行った。解析は、先の試験と同じ解析項目について、Steel-Dwass検定による多重比較を行った。なお、wb50rb50区とrb100区それぞれにおいて、1回目の合計子実体発生量および2回目の合計子実体発生量をMann-WhitneyのU検定により比較したところ、有意差が認められなかった（ $p > 0.05$ ）ことから、1回目と2回目の試験結果を合わせて解析を行った。

表-3. 培地組成（栄養材におけるフスマと米ヌカの配合割合の検討）

試験区	供試体数 (個)	基材(容積:L)		栄養体(容積:L)	
		木質系堆肥	カラマツおが粉	フスマ	米ヌカ
wb100区	8	8	2	2	0
wb50rb50区	16	8	2	1	1
wb25rb75区	8	8	2	0.5	1.5
rb100区	16	8	2	0	2

表-4. 培養・栽培条件（栄養材におけるフスマと米ヌカの配合割合の検討）

培養条件	温度	22 °C
	湿度	70 %
	(1回目) 日数	60 日
(2回目) 日数	62 日	
栽培条件	温度	18 °C
	湿度	90 %

結果と考察

1. 菌床栽培における基材と栄養材の配合割合の検討

子実体発生量は、一次発生、二次発生では、処理区間に有意な差は認められなかった (図-1a, b) が、合計では有意差が認められ (図-1c)、5 : 1区の方が6 : 1区より子実体発生量が多い結果となった。また、子実体発生本数では、処理区間に有意差は認められなかった (図-1d, e, f)。これらのことから、栄養材の配合割合を増やすことで、子実体発生量が増加する傾向が確認された。今後、ササクレヒトヨタケ菌床栽培における最適な基材と栄養体の配合割合を明らかにするためには、5 : 1区より栄養材の配合割合が多い条件での栽培試験を行う必要がある。

一次発生と二次発生を比較すると、子実体発生量では、両処理区とも一次発生が合計の8割以上を占め (図-1a, c)、子実体発生本数では、一次発生が合計の9割近くを占めた (図-1d, f) ことから、ササクレヒトヨタケ菌床栽培における子実体発生は、一次発生に集中する傾向がみられた。

2. 栄養材におけるフスマと米ヌカの配合割合の検討

子実体発生量の平均値は、一次発生、二次発生および合計でrb100区 > wb25rb75区 > wb50rb50区 > wb100区の順となった (図-2a, b, c)。また、一次発生、二次発生では、wb100区と他の処理区の間

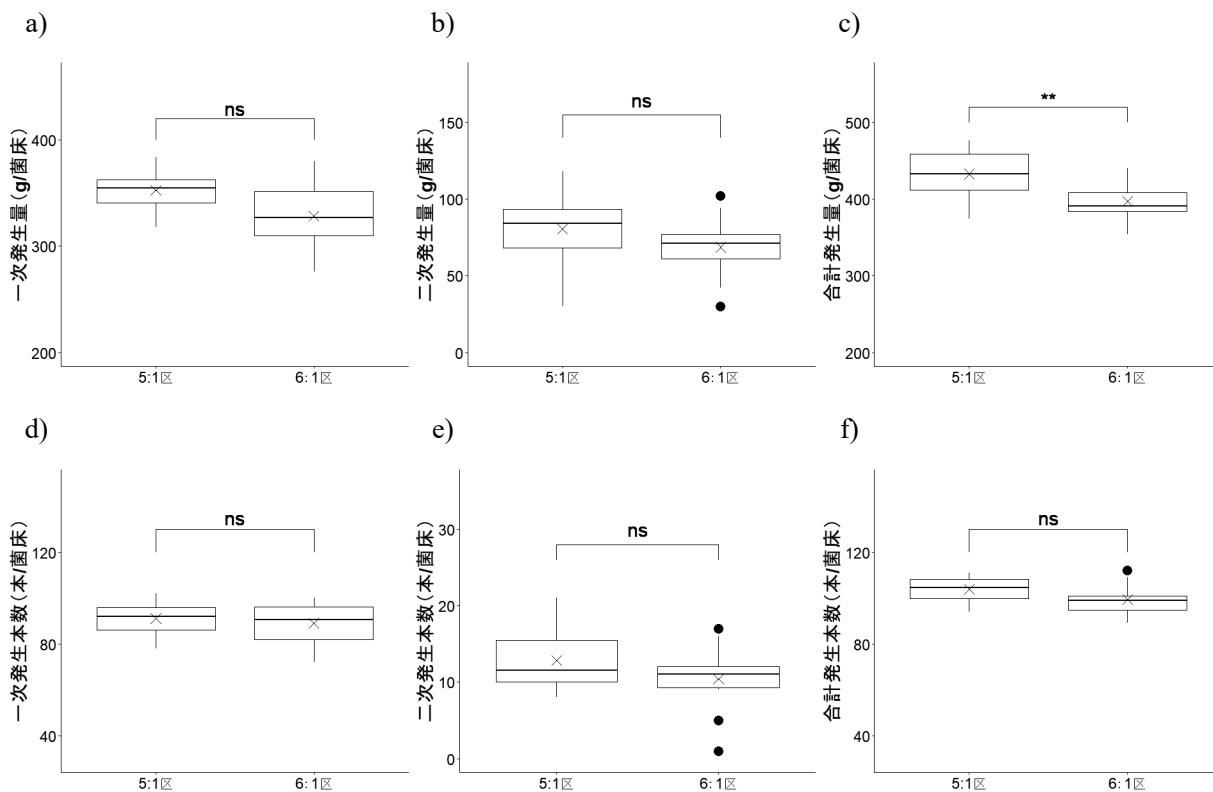


図-1. 栽培試験結果 (基材と栄養体の配合割合の検討)。箱中の横線は中央値、箱中のばつ印は平均値、箱の上端は第3四分位点、箱の下端は第1四分位点、上のバーの端は第3四分位点 + (第3四分位点 - 第1四分位点) × 1.5 までの範囲における最大値、下のバーの端は第1四分位点 - (第3四分位点 - 第1四分位点) × 1.5 までの範囲における最小値、黒点は範囲外の値を表す。Mann-WhitneyのU検定, **: $p < 0.01$, ns: 有意差なし。

は有意差が確認され (図-2a, b), 合計では, rb100区とwb100区およびwb50rb50区の間に有意差が認められた (図-2c). 子実体発生本数の平均値は, 一次発生ではwb25rb75区 > rb100区 > wb50rb50区 > wb100区の順となり, wb100区と他の処理区の間に有意差が確認された (図-2d). 二次発生では, rb100区 > wb25rb75区 > wb50rb50区 > wb100区の順となり, wb25rb75区とwb100区の間に有意差が確認された (図-2e). 合計では, 一次発生と同様な傾向がみられ, wb100区と他の処理区の間には有意差が確認された (図-2f).

一次発生と二次発生を比較すると, 子実体発生量と子実体発生本数は, 先の試験結果 (図-1) と同様に一次発生に集中する傾向がみられた (図-2).

以上のことから, 栄養材におけるフスマと米ヌカの配合割合は, 米ヌカ単独, もしくは, フスマの添加率を栄養材全体のうち25%程度までとし, 残りを米ヌカとすることが望ましいと考えられた. 奥田ら (2018) は, エリンギを対象とした栽培試験において, 粗脂肪の不足により収量が低下すること, また, 粗脂肪は収量性にとって重要だが可溶無窒素物によって補うことが可能と推察している. 今

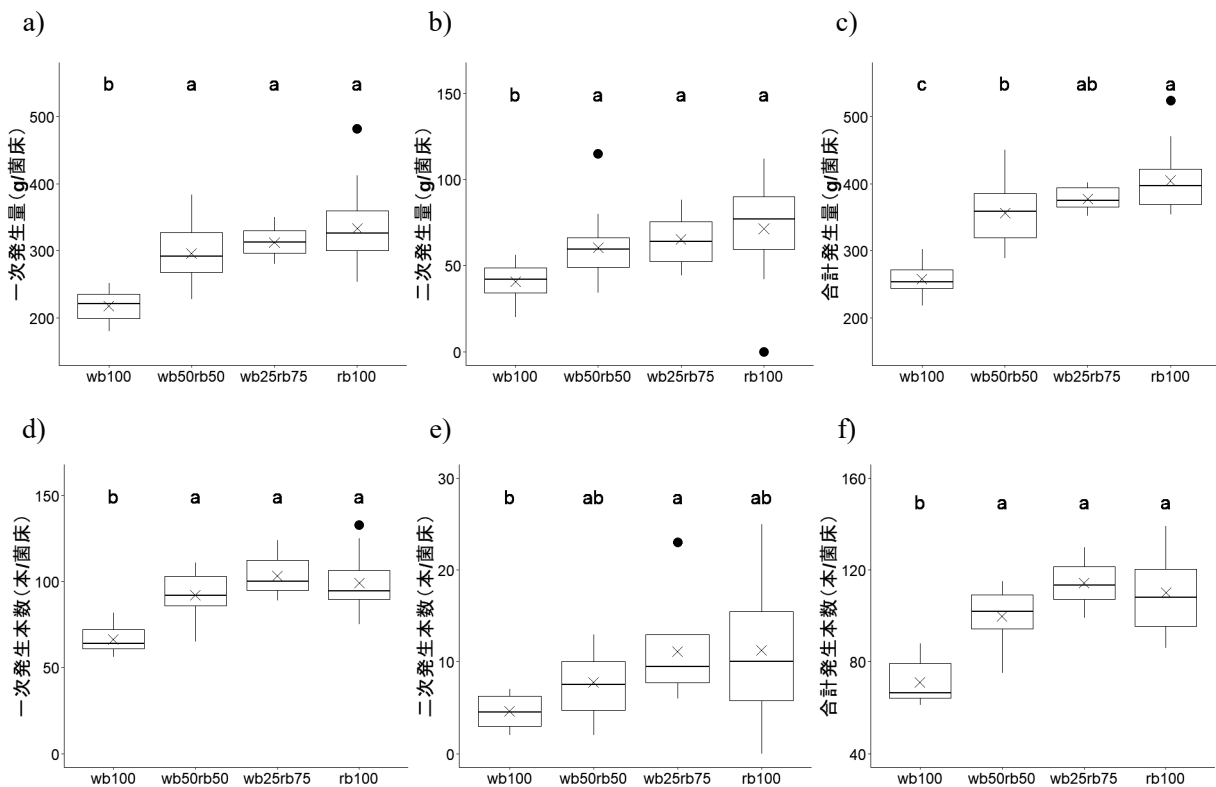


図-2. 栽培試験結果 (基材と栄養体の配合割合の検討). 図の読み方は図-1と同じ. 各図において, 異なるアルファベット間には有意差があることを示す (Steel-Dwass検定, $p < 0.05$).

表-5. フスマと米ヌカの成分値

栄養材	組成 (乾物中%)			
	粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維
フスマ	18.1	4.9	60.2	10.9
米ヌカ	16.8	21.0	43.4	8.8

農業・食品産業技術総合研究機構 (2010) より抜粋

回、試験に用いたフスマと米ヌカの成分値は、表-5（農業・食品産業技術総合研究機構 2010）のとおりで、粗蛋白質と粗繊維にあまり差はないが、粗脂肪では米ヌカ、可溶性無窒素物ではフスマの方が多し。きのこの品種が異なるため、今後更なる検証は必要ではあるが、今回の試験において米ヌカの収量性が高かった理由として、粗脂肪がフスマに比べ多く、また、フスマに含まれる可溶性無窒素物では、粗脂肪の不足を補うのに十分でなかった可能性が考えられた。令和4年1月現在、林業研究所での各栄養材の購入単価（税込）は、米ヌカ 495円/15 kg、一般フスマ 1,107円/25 kgであり、米ヌカの方が安価に流通していると考えられる。そのため、ササクレヒトヨタケの栽培培地に使用する栄養材は、単価も安く、子実体発生量も多い、米ヌカが適していると考えられた。

おわりに

今回の試験結果から、ササクレヒトヨタケ菌床栽培における基材と栄養材の配合割合は、基材に対する栄養材の割合が増えるほど、子実体発生量が増加した。また、栄養材には、米ヌカが適していることが示唆された。基材と栄養体の配合割合を5:1とし、栄養体に米ヌカを用いた場合、二次発生までの合計子実体発生量として、1菌床（2.5 kg）当たりおおよそ400 g程度の収量が期待できる。

近年、ササクレヒトヨタケに関して、胞子の発芽促進や単胞子分離技術（陳ら 2020a）、交配システム（陳ら 2020b）など育種に関する報告がなされている。

そのため、今後は、更なるササクレヒトヨタケ菌床栽培方法の明確化に向け、培地基材に関する検討や現地栽培試験などを行うとともに、収量や機能性成分含有量の多い菌株の作出を検討していきたいと考えている。

謝辞

本研究の実施にあたり、三重県林業研究所の豊田良子氏にご協力いただきました。ここに記して謝意を表します。

引用文献

- 青野 茂（2001）ササクレヒトヨタケ。（キノコ栽培全科。大森清寿・小出博志編，農山漁村文化協会）。195-197
- 陳 富嘉・陳 富杰・尾崎佑磨・霜村典宏・山口武視・會見忠則（2020a）ササクレヒトヨタケの担子胞子の発芽促進と単胞子分離技術の開発。日本きのこ学会誌28: 62-67
- 陳 富嘉・陳 富杰・早乙女梢・霜村典宏・山口武視・會見忠則（2020b）ササクレヒトヨタケの交配システム。日本きのこ学会誌28: 93-99
- 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編（2010）日本標準飼料成分表（2009年版）。中央畜産会
- 原田栄津子・森園智浩（2017）第16章 ササクレヒトヨタケ（きのこの生理機能と応用開発の展望。江口文陽監修，S&T出版）。303-311
- 今関六也・大谷吉雄・本郷次雄編（2011）増補改訂新版日本のきのこ。山と溪谷社
- 井上 伸（2021）高品質化を目指したきのこ栽培技術の開発。三重県林業研業報令和2年度。15
- 三重県地方卸売市場（2021）市場月報12月品目別産地別取扱高（青果），http://shijyo-management.com/t_pdf/202112_t6.pdf（参照：2021-1-14）
- 奥田康仁・大内功男・村上重幸（2018）エリンギ栽培における脱脂米ヌカ・小麦全粒粉併用の有用性。

日本きのこ学会誌26: 32-35

呂 昀陞・石 信徳・陳 宗明 (2021) 台湾におけるきのこ産業の現状と課題. (2021年度版きのこ年鑑. きのこ年鑑編集部). 47-59

曹 斌 (2021) 中国におけるきのこ産業の現状と今後の展開方向. (2021年度版きのこ年鑑. きのこ年鑑編集部). 18-31