

茶殻を用いたヒラタケの菌床開発の検討

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-06-19 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 竹下, 温子, 藤原, 智美 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00010303

茶殻を用いたヒラタケの菌床開発の検討

Hiratake mushroom (*Pleurotus ostreatus*) development in sawdust media supplemented with green tea leaves.

竹下 温子¹・藤原 智美²

Haruko TAKESHITA, Tomomi FUJIWARA

（平成 28 年 10 月 3 日受理）

Abstract

To use effectively industrial green tea leaves waste yielded in producing a green tea plastic bottle, this study partly replaced rice bran with green tea leaves as manure of hiratake in saw-dust mediums.

In a rice bran medium replaced with 30% green tea leaves, Hiratake cultivation period was consequently shortened by 7days while with 60% green tea leaves, the hypha growth was slower and hardly grew. On the contrary to standard and 10% green tea leaves mediums, Total free amino acid in the 30% green tea leaves medium significantly increased, particularly, contained higher level of amino acid contributing to vegetative growth in comparison with the standard medium.

Thus, it revealed Hiratake grown in the 30% green tea leaves medium yielded fruiting bodies faster than the other green tea leaves mediums. It is clear that green tea leaves in combination with rice bran can be useful as nutritional materials for Hiratake saw-dust medium.

1. 諸言

21世紀は環境の時代と言われ、食品産業においては早急に環境保全型産業への転換が迫られており、その中で食品分野の加工段階での副産物および廃棄物の処理は主要な課題となっている。日本の食品廃棄物は年間約1900万トンも排出されており、そのうち加工等で排出される食品産業廃棄物の量は約1000万トンと全体の半分を占めている¹⁾。平成13年度から食品リサイクル法が実施され食品廃棄物の再生利用の実施率は食品産業全体で54%と着実に上昇しているが、約1000万トンの発生量には変化がなく、46%は廃棄されている現状にあり、栄養分を多く持った食品廃棄物を無駄にせず有効に活用していくことが今後の重要な課題であろう。

そこで我々は、食品廃棄物の中でも日本で多く飲用されている緑茶の茶殻に注目した。近年は、ペットボトルでの茶飲料の利用が増加しており（図1）、産業廃棄物として大手飲料メーカー1社のみでも約46,044トン茶殻が排出され²⁾、飲料工場での茶殻排出量は工場の廃棄物の大部分を占めている。通常ペットボトルは、80℃の熱水で3～5分茶葉を抽出し、その後、ろ

1 家政教育系列

2 教育学部総合科学課程消費生活専攻

過によって茶殻を除去する。茶殻は表1に示すように、テアニンなどの茶の旨味成分である遊離アミノ酸量は残存率が20%とほとんど抽出されるが、五大栄養素や近年多くの効能が報告されているカテキンの残存率は60%以上と非常に高く、嗜好飲料としての価値は低いが、まだまだ多方面での利用が可能である^{3) 4)}。

また、静岡県内の食品廃棄物の再生利用法で最も多いのが「肥料化」と「飼料化」であり、この二つで93.7%を占めている⁵⁾ことがわかっており、本研究では、茶殻の肥料化の検討を行い、静岡県内での再利用に活かすことができないかと考えた。さらに、中国南部の高地のみに生息しお茶の木やポプラのような広葉樹の朽木に生える「茶樹茸」という^{6) 7)}不老長寿の幻のきのこの存在と、食品廃棄物を肥料として再利用する研究の中では、育てやすさの面から、きのこの菌床開発を行っている報告⁸⁻¹⁰⁾が多いことがわかった。これらのことを踏まえ、茶殻をきのこの肥料として利用することで付加価値のあるきのこを栽培できるのではないかと考え、瓶栽培も可能なヒラタケを用い、その成分と機能性について分析することを目的とした。

表1. 茶殻に残存する栄養成分

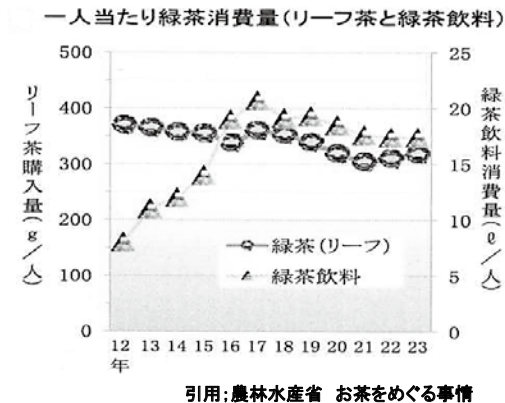


図1. 緑茶飲料の消費量

栄養素	煎茶	茶殻	遊離アミノ酸 (mg/100g)	煎茶	茶殻
炭水化物 (g)	24.5	24.3	アスパラギン酸	304.8	22.6
たんぱく質 (g)	4.7	4.7	スレオニン	70.3	14.1
脂質 (g)	47.7	47.5	セリン	90.4	18.1
ビタミンA (μg)	1100	1100	テアニン	1374.4	274.9
ビタミンE (mg)	78.6	78.6	グルタミン酸	294.3	23.5
ビタミンB ₁ (mg)	0.36	0.36	アラニン	18.7	3.7
ビタミンB ₂ (mg)	1.43	1.38	バリン	30.5	6.1
ビタミンC (mg)	260	254	イソロイシン	19.7	3.9
食物繊維 (g)	46.5	46.5	ロイシン	17.1	3.4
カテキン (g/100g)			チロシン	14.5	2.9
(-) -エピガロカテキン	3.46	1.22	フェニールアラニン	29.7	5.9
(-) -エピカテキン	1.16	0.46	ヒスチジン	15.5	3.1
(-) -エピガロカテキンガレート	6.22	4.33	リジン	36.6	7.3
(-) -エピカテキンガレート	2.17	1.58	アルギニン	95.8	38.3
総量	13.01	7.59	総量	2418.8	429

引用 3) 五訂食品成分表 (2005年)

4) 加藤みゆき他
調理科学会誌 (1997年)

2. きのこと栽培法およびヒラタケ選定について

2.1 きこの栽培方法について

きこの栽培を大きく二つに分けると、伐採した切り株や枝をそのままの形で使用し種菌を直接接種する「原木栽培」と、おがくず等の木質基材に米糠、ふすまなどの栄養剤を混ぜた人工の培地にきこの菌を接種し栽培を行う「菌床栽培」¹¹⁾に分けられる(図2)。

原木栽培では、きこの種類に合わせ、コナラ・ブナ・サクラなどの広葉樹を伐採し、これを原木として木にドリルなどで穴を開け(図3;左)、直接菌を植えこみ(図3;右)、山の中で落ち葉やビニールシートなどを被せて保湿したりして、温度管理を行っていく。ほとんどのきこのは1年に1度の収穫となる¹²⁾。

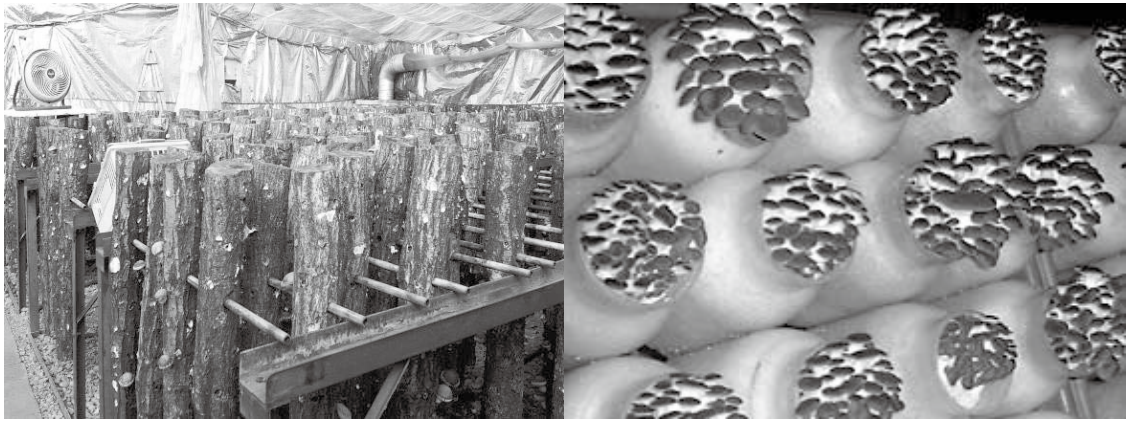


図2 しいたけ原木栽培（左）とヒラタケ菌床栽培（右）の様子
（右写真：株式会社キノックスより引用）



図3 原木栽培への穴あけの様子（いほはら園：静岡県清水区）

一方菌床栽培では、菌床（おがくずなど）に米糠やふすまなどの栄養剤を加えた人工の培地に菌を接種し、室内で温度・湿度を管理しながら生育を行う。もともとのこの栽培方法は原木栽培のみだったのだが、昭和40年ころから50年にかけて、自然食品や健康食品の波にのり、シイタケ、ナメコなどの栽培が急速に増加し、その影響できのこを栽培するのに必要な原木が不足し始めた。この問題の解決策としておがくずの利用が検討され、おがくず培地を利用した菌床栽培が行われるようになった。この栽培法はさらに改良を加えられ、空調された培養室や発生室を用い安定して収穫を行うことが出来る栽培方法へと発展していった¹³⁾。菌床栽培は、栽培にかかる時間が原木栽培に比べて短く、きのこの種類によっては年間3～5回の収穫が可能になる。

2.2 きのこの種類と選定

きのこの種類は日本だけでも約4000～5000種類あるといわれ、そのうち名前がついているものが2000種ほどで実に多く、その中でもヒラタケは、図4に示す通り¹⁴⁾、エリンギなどの仲間

に近系であることがわかっている。ヒラタケという名称は、あまりなじみ深いものではないが、「人工しめじ」あるいは産地の名前をつけ「〇〇しめじ」という呼び名で売られている。特に消費者に馴染み深いのが「信州しめじ」という名で販売されるもので、これもヒラタケである。ヒラタケは夏から秋にかけて広葉樹の枯木に群生する木材腐朽菌で昭和30年代頃から一般普及し始め、人工栽培のきのこの中でも比較的栽培が容易であると言われている。その理由として表2に示すように、栽培期間が他のきのここと比べ短いこと、温度条件が厳しくなく、10~20℃であることが挙げられている。このような理由から、多くの研究者がそれぞれの産業廃棄物の再利用を目的とした、菌床開発にヒラタケを用いている⁸⁻¹⁰⁾。

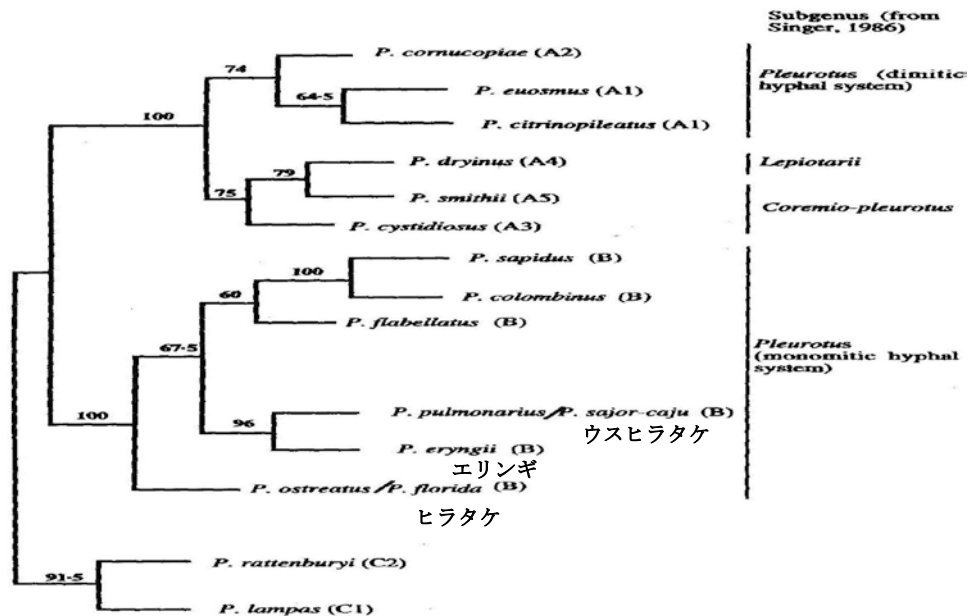


図4 きのこの系統樹（一部） 引用：Patrice Gonzalez et.al.(2000)

表2 菌床きのこの栽培期間

	栽培期間 (日)	温度条件 (°C)
ヒラタケ	35~40	10~20
ナメコ	50~70	15~20
ブナシメジ	60~80	10~20

2.3 菌床栽培の栄養剤「米糠」と茶殻の比較

一般的な茶殻にどの程度栄養素が残っているかを調べるため、五訂増補食品成分表を元に、一般的なお茶である煎茶の茶葉から浸出液の成分を差し引いて算出し、さらに米糠の成分¹⁵⁾についても表3に示した。また加藤らが報告した茶殻・煎茶に関するカテキン含量およびアミノ酸含量は表1に示している。

これらより茶の種類、抽出方法、茶の入れ方等で数値に若干の違いはあるが、茶を淹れた後の茶殻は、旨味に関係するアミノ酸が20%ほどしか残っておらず、飲料としての質は落ちるが、

タンパク質、脂質、炭水化物、ビタミンについてはほとんど抽出されておらず、まだまだ栄養素が豊富に含まれていることがわかる。さらに一般的なきのこの菌床栽培において栄養剤として使用される米糠の成分と比較したところ、脂質以外の三大栄養素は茶殻の方が高く、茶殻はきのこの肥料として使用するのに十分な価値があると考えられた。

表3 100gあたり茶殻の成分および米糠の成分

	煎茶	浸出液	茶殻	米糠
タンパク質(g)	24.5	0.2	24.3	13.2
脂質(g)	4.7	0	4.7	18.3
炭水化物(g)	47.7	0.2	47.5	46.1
灰分(g)	5	0.1	4.9	8.9
ビタミンA(μ g)	14100	0	14100	6
ビタミンB ₁ (mg)	0.36	0	0.36	2.5
ビタミンC(mg)	260	6	254	0
ビタミンE(mg)	78.6	0	78.6	N.D
食物繊維(g)	46.5	0	46.5	N.D

N.D : Not Data

(五訂増補食品成分表 2010 より計算)

2.4 ヒラタケの一般的な栽培方法

本研究では菌床栽培の中で、ヒラタケの栽培において最も利用される瓶栽培法を用いた。瓶栽培ではおがくずと米糠などの栄養剤を瓶に詰め、それを殺菌した後、菌を接種し、培養 (①)、菌かき (②)、芽出し (③)、生育 (④) という工程を経て収穫する (図5)。瓶栽培の特徴は、栽培環境をコントロールすることで栽培期間を短縮でき、周年栽培をすることが可能な点である。また原木栽培の場合、原木の設置に必要な土地面積が大きく、気象条件に左右されやすいが瓶栽培の場合は施設面積が小さく、空調設備も小型の物で栽培可能という利点がある。

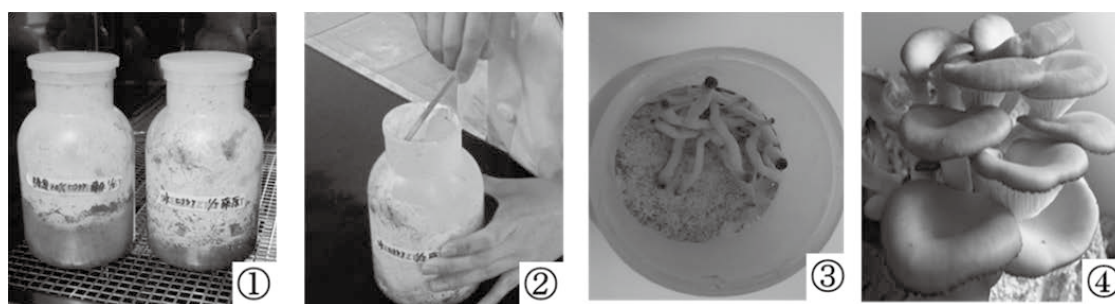


図5 ヒラタケの瓶栽培

3. 材料および方法

3.1 茶殻最適添加率培地の検討

3.1.1 供試栄養剤及び供試菌株

供試した栄養剤は米糠 (鹿児島産) と、A社 (静岡県) から提供して頂いたペットボトルの茶飲料製造に使用後乾燥させた茶殻、培地基材のおがくずには、きのこ用ぶなオカゴ (有限会

社新興園製)を使用した。供試したヒラタケはおがくず種菌ひらたけ39号(森産業株式会社製)を用いた。

3.1.2 培地の調整

培地基材と栄養剤の混合割合は、山内らの方法⁸⁾にしたがい、本研究では重量比10:9(瓶あたり乾物200g)になるよう混合し、水道水を加えて含水率を80%に調整したものを標準とした。次に茶殻の栄養剤としての適応性を検討するため、茶殻は基本培地の米糠の乾重量の10、30、60%分を置換した(表4)。これらを基本培地同様、水道水を加え攪拌し、ポリプロピレン製の瓶容器に充填した後、高圧殺菌釜(オートクレーブ)を121℃にセットし、3時間、培地の滅菌処理を行った。オートクレーブ滅菌後、培地温度を室温まで下げクリーンベンチ(SPECIFICATION)で供試菌を瓶当たり約15g接種した。

表4 培地の基材、栄養剤の組成(各培地n=4)

培地	おがくず (g)	米糠 (g)	茶殻 (g)	最終重量* (g)	供試菌 (g)
基本	105.3	94.4	-	361.5	14.7
10%茶殻	105.3	85.5	9.5	365.3	14.6
30%茶殻	105.3	66.5	28.5	358.7	14.7
60%茶殻	105.3	37.6	56.7	384	15.0

*水分量を含む

3.1.3 菌接種後のヒラタケの栽培方法

菌の培養は23℃に設定された培養器内で行った。1瓶1瓶全てに菌がまわったところで(約23日)培養を終了し、滅菌した葉さじで培地上部のかき取り(菌かき)を行い、菌床表面に傷を付けることで菌の成長を促した。菌かき後は滅菌水を瓶いっぱいに注ぎ(図6)、3時間放置後、吸水されなかった水を捨てた。その後は室温15~20℃、湿度90%の状態を空調や加湿器で維持し(図7)、ヒラタケの子実体形成(図8)を促した。



図6. 水の注入



図7. 加湿の状況

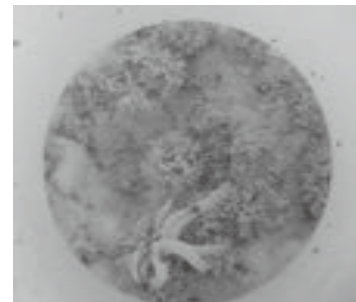


図8. ヒラタケの子実体の様子

3.2 ヒラタケの成分分析および機能性の検討

前述した培地条件で収穫されたヒラタケを用い、キノコの味を決定する遊離アミノ酸量、グアニル酸量および機能性測定として、抗酸化能および、ポリフェノール量について検討した。また、60%茶殻培地はヒラタケが収穫されなかったため、基本培地、10%、30%茶殻培地にて収

穫されたヒラタケを分析に用いた。

3.2.1 HPLCによる遊離アミノ酸およびグアニル酸測定

試薬はすべて和光純薬工業株式会社製を使用し、使う器具は全て、1昼夜1%硝酸に浸け、HPLC用の蒸留水で洗い流した後、乾燥したものをを用いた。

3.2.2 遊離アミノ酸およびグアニル酸の抽出

収穫できたそれぞれのサンプルを細かく刻み、10gずつに分け、遊離アミノ酸は既報¹⁶⁾に従いOPAプレラベルの前処理法であるエタノール抽出法にてサンプルを抽出し、グアニル酸は澤田らの方法¹⁷⁾に準じ、約60℃の湯浴中で20分、攪拌抽出した。

3.2.3 試薬の組成

遊離アミノ酸は既報に準じて調整を行い¹⁶⁾、グアニル酸標準液は6.3mmol/mlに調整し、グアニル酸測定におけるHPLCの移動相は50mMリン酸カリウム緩衝液を用いた。

3.2.4 分析機器

分析には下記の機器を用い、解析は日本分光のChrom NAV (クロマトグラフィーデータステーション) を用いて行った。

高速液体クロマトグラフィー (HPLC) : Jasco PU 2089 plus (日本分光)

カラムオープン : Water Temperature Control Module (Waters)

オートサンプラー : Jasco AS-2057 plus (日本分光)

蛍光検出機 : Waters470 (Waters) EX365nm, EM455nm (遊離アミノ酸)

紫外線検出器 : SPD-10A vp (島津) (グアニル酸)

分析カラム : CAPCELL PAK C18 (資生堂)

3.2.5 分析条件および測定方法

遊離アミノ酸の分析条件は既報¹⁶⁾に従い、グアニル酸の測定条件は、流速1.0ml/min、測定波長 : 260nm、カラム温度38℃、注入量10 μ Lとした。標準物質およびサンプルを正確に希釈しHPLCに注入、得られたクロマトグラムのピーク面積より、その量を算出した。

3.3 抗酸化能およびポリフェノール量の測定

試薬は記述のない限り、すべて和光純薬株式会社製を使用した。

3.3.1 試薬の組成・調整

抗酸化能測定については既報¹⁸⁾のDPPHラジカル消去法に準じ、ポリフェノール測定はフォーリン・チオカルト法に準じ、没食子酸溶液 (10mg/100ml) を表5に従い調整し、検量線として用いた。Folin-Ciocalteu試液はナカライテスク製のものを使用し、80%エタノールにて2倍希釈して使用した。

表5 没食子酸と80%エタノールの混合割合 (ml)

没食子酸 (10mg/100ml)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
80% エタノール (ml)	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0

3.3.2 サンプルの調整

液体窒素粉末法にて、サンプルを粉末状にし、80%エタノールで100mlにメスアップした。これを、3000rpm、5分、4℃で遠心分離を行い、上清を試料溶液 (原液) として使用した。測定まで1mlずつ分注し-80℃にて保存した。

3.3.3 分析方法

抗酸化能の測定は、既報¹⁸⁾に準じ、Trolox (20,40,200 μ mol/mL) を標準とし、マイクロプレートリーダー (BIO-RAD Model680) を用いて490nmで測定した。測定後、Troloxで検量線を引き、Trolox μ mol/g当たりで、抗酸化能力を算出した。ポリフェノール測定は、フォーリン・チオカルト法を用いた。没食子酸 (10mg/100mL) を標準とし、750nmの波長における吸光度をマイクロプレートリーダー (BIO-RAD Model680) を用いて測定した。測定後は没食子酸の検量線を引き、没食子酸 μ mol / g 当たりとしてポリフェノール含量を示した。

得られたすべての結果は、平均値 \pm 標準偏差 (Mean \pm SD) で示し、統計解析にはStudent'sの t 検定を用いた。

4. 結果および考察

4.1 栽培結果および考察

菌の接種を行った後、約23日間培養を行った。各培地、栽培23日目のヒラタケの菌床 (瓶) の写真を図9に示す。基本培地、茶殻添加率10%、30% (以後10%茶殻培地、30%茶殻培地と記す) の瓶では培地基材表面の全てを菌糸が蔓延していた。茶殻添加率60% (以後60%茶殻培地と記す) の瓶のみ、菌糸の蔓延が遅く、瓶の底の部分が茶色く、元の培地基材をそのまま確認できるほどであった。ヒラタケの成長には、糖質、脂質、タンパク質、ビタミンなど豊富な栄養素が必須である。様々な菌床栽培の栄養剤として用いられる米糠はヒラタケの成長に必要な栄養素がそろっており、しかも、おがくず同士の結着材となり、水分を全体に行き渡らせる働きもしている。栄養素に関して、前述したように茶殻は米糠に対して、三大栄養素のうちのタンパク質、炭水化物は劣らず豊富であるが、脂質の含量が低かったことが菌糸の蔓延が遅れた一つの要因であると考えた。米糠を茶殻に置き換えることにより、培地の脂質含量が10%茶殻培地では約7.4%、30%茶殻培地では約23%、60%茶殻培地では約45%低下する。このことから、脂質含量が米糠より45%以上低下すると、菌糸がうまく増殖できないと考えられた。



図9. 各培地の菌糸蔓延状況

さらに菌床作成時の水分調整には、各培地に水を加えた後、手で握って水がどの程度にじみ出るか確認するが、茶殻が培地に多く添加されるとにじみ出てくる水の量が少なかった。このことから、茶殻が本来ヒラタケの培養に必要な水分を吸収してしまい、種菌に十分な水分が行き渡らず、菌糸の成長を抑制してしまった可能性も考えられた。また、菌糸の蔓延に時間がかかったために、60%茶殻培地には菌糸が回る前にアオカビが発生した (図10)。



図10. アオカビ発生状況

これらのことから、茶殻を60%添加することは、脂質含量不足や水分含量低下の可能性が示唆され、菌糸をうまく培養できない、つまり菌床培地に不向きであることが明らかとなった。

その他の、3培地においては、全ての培地の菌糸まわりを待ち、菌が十分に瓶の培地基材表面を覆ったところで、菌かき・注水の作業を行った。注水後、室温15~20℃、湿度90%の状態を維持し、ヒラタケの子実体形成を促した。菌かき後、7日目のヒラタケの瓶表面の写真を図11に示す。菌かき後一週間で、基本培地、10%、30%茶殻培地で、培地表面全体に原基形成が進んでいた。その後3日で子実体が形成された（図12）。

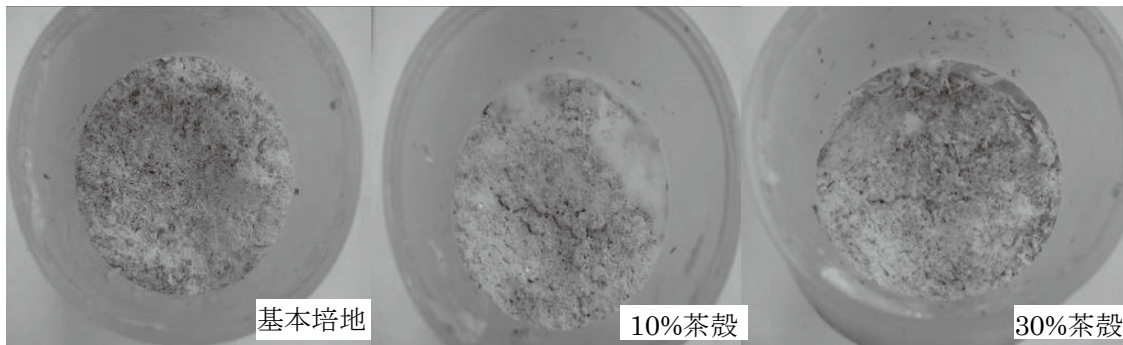


図11. 菌かき後7日目の生育状況

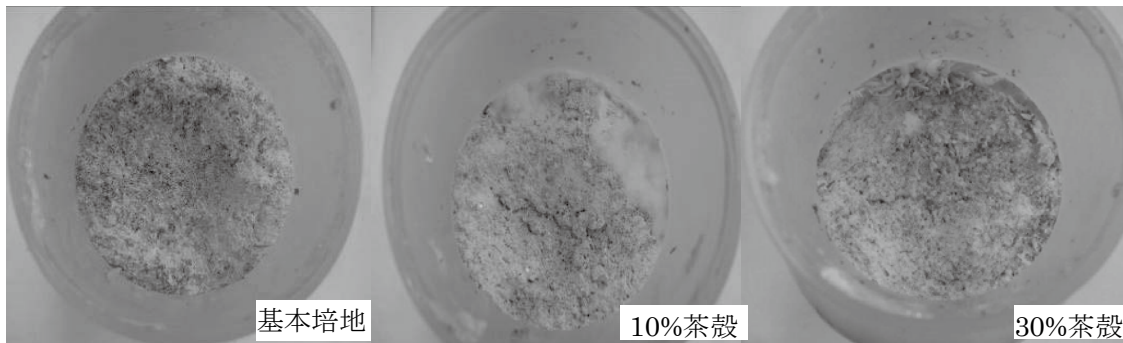


図12 菌かき後10日目の各瓶のヒラタケ栽培の様子

子実体の更なる成長を促すため、瓶から取り出し5日後に30%茶殻培地のヒラタケ子実体が図13右のように成長した。これを摘み取り、-80℃にて保存した。基本培地、10%茶殻培地のヒラタケ子実体は30%茶殻培地よりも7日遅れ、子実体が成長したため（図13）、これらを摘み取り、-80℃にて保存した。菌を接種してからの栽培日数は、茶殻30%培地が最も成長が早く、収穫量はすべての瓶で大きな差は見られなかった（表6）。このことから米糠に対して30%茶殻に置換した菌床では、通常よりヒラタケの成長が早く、栽培が容易になることがわかった。

多くの担子菌の成長にとってビタミンB₁ (VB₁) は重要な栄養素であり、種によってはVB₁が必須であったり¹⁹⁾、VB₁増加によって成長が増すことが報告されているが²⁰⁾、米糠は、VB₁が豊富な食材と知られており、茶殻は、米糠に比べて、VB₁量が少ないことは明らかである。しかし、基本培地よりもVB₁の少ない茶殻を多く添加した培地の方が早く成長したことから、ヒラタケにはVB₁ではない、別の栄養素が生長因子として大きく関与している可能性があるの

ではないかと考えられた。さらに種によっては高濃度のVB₁が成長阻害を起こすことも報告²⁰⁾されているため、今後VB₁含量について検討していく必要があると考えられた。

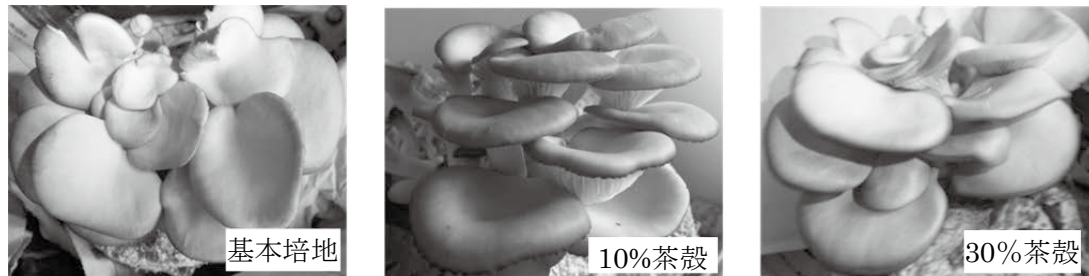


図13. ヒラタケ成長の様子

表6 ヒラタケの栽培日数及び収穫量

培地	収穫までの日数 (日)	平均収穫量 (g)	培地	収穫までの日数 (日)	平均収穫量 (g)
基本	67	52.3	30%茶殻	60	52.3
10%茶殻	67	58.1	60%茶殻	-	-

4.2 収穫後ヒラタケの遊離アミノ酸およびグルタミン酸量の結果および考察

遊離アミノ酸は旨味、甘味、苦味に区別し、各培地で比較したグラフを図14、16、17に、旨味物質であるグアニル酸は図15に示した。まず旨味に関係するグルタミン酸およびグアニル酸含量についてみていくと、遊離アミノ酸であるグルタミン酸は30%茶殻培地が基本培地より5%水準で有意に高く (86.8 ± 1.9 mg VS 79.1 ± 2.3 mg; $p < 0.05$)、30%茶殻培地と10%茶殻培地の間でも30%茶殻培地が高い傾向 (86.8 ± 1.9 mg VS 82.2 ± 2.3 mg; $0.05 < p < 0.07$) であった。基本培地と10%茶殻培地の間には、有意な差はみられず、10%の茶殻添加では、グルタミン酸含量に違いが出ないことがわかった (図14)。次にグアニル酸についてみていくと、30%茶殻培地は基本培地と有意な差はないものの、低い傾向が見られた (0.7 ± 2.5 mg VS 12.8 ± 0.7 mg; $0.05 < p < 0.07$)。また10%茶殻培地と基本培地は5%水準で10%茶殻培地が有意に低い値となった (20.7 ± 2.5 mg VS 8.1 ± 0.04 mg; $p < 0.05$)。グアニル酸は、きのこに多く含まれる代表的な旨味成分のひとつとして位置付けられ、昔から和食には欠かせない存在として重宝されてきた。茶殻を添加することで、これらキノコに特異的な旨味成分は、低下する傾向にあることがわかった。しかしながら、30%茶殻培地においては、遊離アミノ酸が基本培地に比べ、有意に高い値を示し、グアニル酸については、低下傾向であったこと、さらに味覚の相互作用の旨味は核酸系 (グアニル酸、イノシン酸) とアミノ酸系 (グルタミン酸) を合わせるにより、相乗効果が生じることが明らかとされているため、30%茶殻添加により、旨味に影響をもたらす可能性が示唆された。

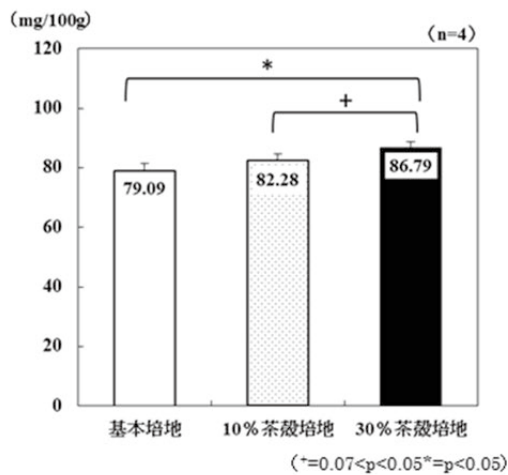


図14. グルタミン酸含量

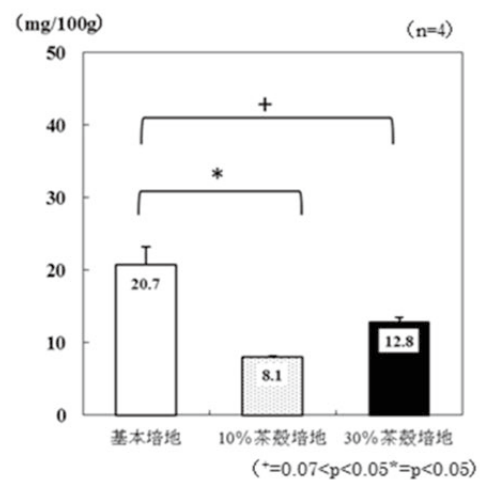


図15. グアニル酸含量

次に甘味に関係するセリン、グリシン、スレオニン、アラニンは30%茶殻培地のヒラタケが3つの培地の中で最も高い数値を示した。セリンは、30%茶殻培地が1%水準で他の培地より有意に高い値を示し、次いでアラニンも30%茶殻培地が基本培地に対し、5%と有意に高い値を示した ($19.3 \pm 1.5\text{mg}$ VS $9.5 \pm 1.0\text{mg}$; $p < 0.05$)。アラニンについては10%と30%茶殻培地の間に有意な差はなかった ($19.3 \pm 1.5\text{mg}$ VS $12.9 \pm 5.6\text{mg}$; $p > 0.1$)。次にグリシンは、3つの培地の中で有意差は見られず、スレオニンについても、30%茶殻培地の値にばらつきが大きく、有意な差はみられなかった (図16)。最後に苦味に関係するアルギニン、ロイシン、イソロイシン、メチオニン、バリン、フェニルアラニンについては、30%茶殻培地が有意に高値を示したのが、ロイシンで、ロイシンについては10%茶殻培地についても基本培地より有意に高い値を示した。アルギニンは30%茶殻培地が基本培地に比べ5%水準で有意に高い値を示した ($127.8 \pm 12.9\text{mg}$ VS $97.4 \pm 2.6\text{mg}$; $p < 0.05$)。その他、イソロイシン、メチオニン、バリン、フェニルアラニンについては3つの培地間に有意差は見られず、茶殻添加による変動はないことがわかった (図17)。

菅原ら²¹⁾は、166種類の食用きのこ類について遊離アミノ酸の分析を行い、食用きのこにはアルギニンとグルタミン酸が多く含まれていることを報告している。本研究のヒラタケでも同様の傾向が見られた。各培地での遊離アミノ酸総量は、30%茶殻培地が最も多く、味の濃厚なきのこが育った可能性が示唆された。

また、吉田らによる報告では、ホンシメジ、シャカシメジの栄養生長における各種アミノ酸の栄養要求性²²⁾について検討しており、バリン、グリシン、ロイシン、イソロイシン、アルギニン、セリンが単一でも生長に影響を与えることがわかっている。これらのアミノ酸含量について、30%茶殻培地はイソロイシンを除き、全て3つの培地の中で最も高い値となった。茶殻を30%、培地に添加したことにより、米糠の培地に比べ栄養生長に必要なアミノ酸を多く吸収することができ、そのために他2つの培地のヒラタケよりも早く子実態が形成され、収穫時期が早くなった可能性も考えられた。

旨味、甘味、苦味に関する遊離アミノ酸は、上昇の程度に違いはあるが、茶殻を菌床に利用したことで値が高くなったものが多かった。食品の味は、遊離アミノ酸の種類、割合、及びその食品に含まれるミネラル、糖などが複雑に関係し合うことで形成される。本研究では実験室

レベルの少量栽培であったため、嗜好調査を行うことができなかったが、理化学的な測定によって、最もきのこの味に関する遊離アミノ酸が高くなった30%茶殻添加培地にて生育したヒラタケの味に違いがでる可能性が示唆された。よって今後は官能評価によって、人が感知できる味の違いが出るかを分析する必要がある。

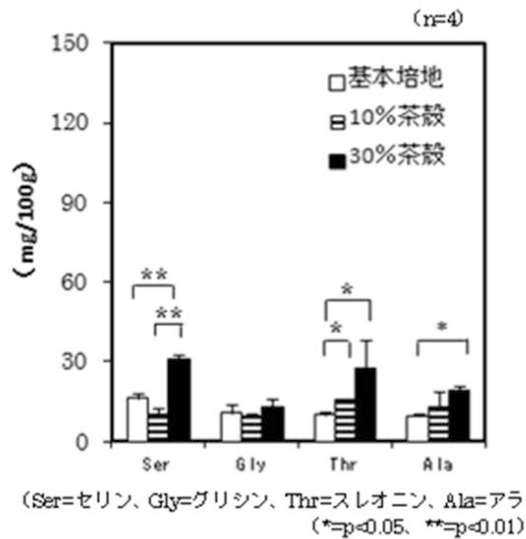


図16. 甘味に関する遊離アミノ酸

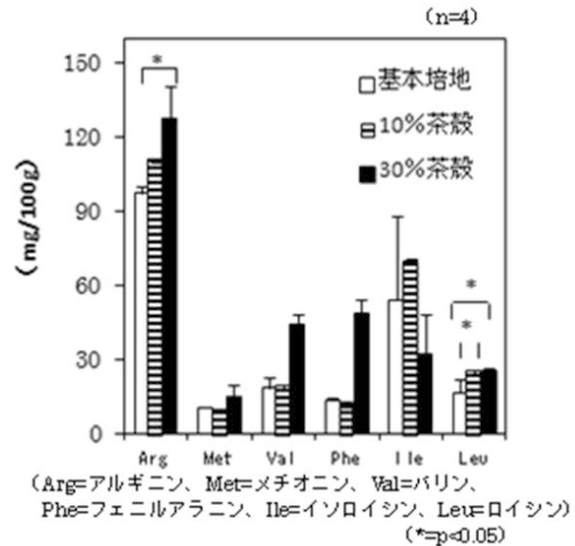


図17. 苦味に関する遊離アミノ酸

4.3 抗酸化能及びポリフェノールの測定結果および考察

ヒラタケの抗酸化能の測定結果を図18に、ポリフェノール量の測定結果を図19に示す。まずヒラタケの抗酸化能は基本培地に対して、30%茶殻培地では1%水準で、10%茶殻培地では5%水準で有意に低値を示した。きのこは主に β グルカンが抗酸化に関係すると言われているが、渡邊らは抗酸化能に影響を与える成分の一つとしてポリフェノール量が関与している可能性を示唆していることから²³⁾、ヒラタケ中のポリフェノール量について検討した結果、抗酸化活性とほぼ同じ傾向を示し、30%茶殻培地および10%茶殻培地で、5%水準で有意に低値を示した。

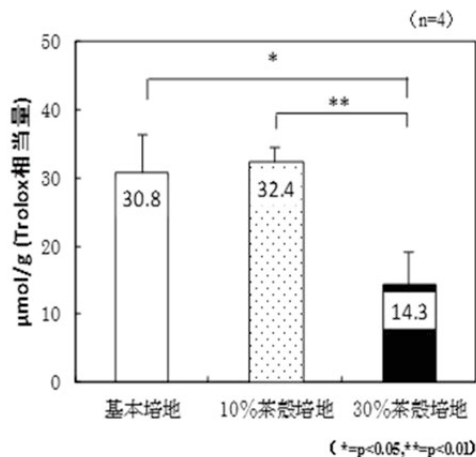


図18. 各培地の抗酸化能の比較

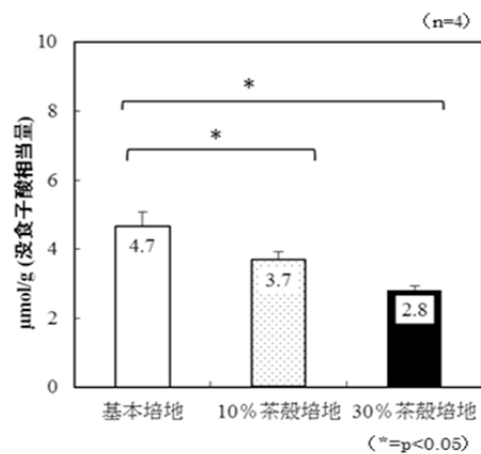


図19. 各培地のポリフェノール含量

これらのことより、お茶の木などの広葉樹の朽木に生える「茶樹茸」のような抗酸化能力は、培地に茶殻を添加しても期待できないことが明らかとなった。

5. まとめ

本研究では、ペットボトル茶飲料を製造する際に工場で排出される産業廃棄物の茶殻を有効活用するために、ヒラタケの菌床栽培の肥料として利用することを考え、茶殻の栄養剤としての適応性を栽培および成分分析から検討した。

その結果、ヒラタケ培地の栄養剤として茶殻を米糠の代わりに30%添加することで収穫日数を約7日短縮出来ることがわかったが、茶殻添加率が60%超えると、菌糸の蔓延が遅くなり、うまく栽培できないことが明らかとなった。米糠に比べ、茶殻は脂質の含量が少なく、60%茶殻培地では成長に必要な脂質量を満たしていない可能性が示唆された。

次にそれぞれの培地から収穫されたヒラタケについて成分分析した結果、遊離アミノ酸量は、30%茶殻培地が基礎培地および10%茶殻培地に比べ、最も含量が増加した。このことから茶殻を添加することで、より味の濃厚なヒラタケを生産することができると考えられた。さらに、茶殻を30%、培地に添加したことにより、米糠の培地に比べ栄養生長に必要なアミノ酸が有意に増加していた。このため、30%茶殻培地は他2つの培地のヒラタケよりも早く子実態が形成され、収穫時期が早まった可能性が考えられた。

以上のことから、本研究によって産業廃棄物の茶殻を菌床の栄養剤として利用可能であることがわかったが、ヒラタケの菌床栽培の栄養剤としては、茶殻のみを使用するのではなく、米糠などの従来の栄養剤との配合を考えていく必要がある。

よって今後の展開としては、本研究で用いた茶殻および米糠のアミノ酸含量とVB₁含量を明らかとし、何がヒラタケの成長に深く関わっているのかを検討していく必要がある。さらに、本研究では実験室レベルの少量栽培により、理化学的測定のための検討となったため、今後は農家と共同して栽培量を増やし、最も遊離アミノ酸含量が高かった30%茶殻添加培地のヒラタケと基本培地のヒラタケの官能評価を行い、人が感知できるほどに味の違いが見られるのかを分析する必要があると思われた。

このようにまだまだ多くの検討の余地を残してはいるが、本研究の目的であった茶殻がヒラタケ菌床栽培の肥料として適応できるかについては30%の添加であれば、成長も早く肥料として有効利用できることが明らかとなった。今後さらなる検討を進めていけば、近い将来、茶殻に肥料としての価値が十分付くと考えられた。

謝辞

本研究を行うに当たり、菌床栽培研究に関するご助言を賜りました、森産業株式会社中部支部支社静岡営業所所長 高草木新一様に深謝するとともに、その仲介をしてくださいました、株式会社尾武 尾武正人様に感謝申し上げます。

参考・引用文献

- 1) 農林水産省 (2009) 食品ロスの削減に向けて (2016年9月9日取得)
http://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syoku_loss/index.html
- 2) 株式会社伊藤園環境部 (2011年) 社会・環境報告書 (S-book) p.31
- 3) 女子栄養出版部 (2010) 5訂増補 食品成分表
- 4) 加藤みゆき 他 (1997) 茶浸出液残渣 (茶殻粉末) の料理への応用について *日本調理科学会誌* 30 (3) pp.248-252
- 5) 静岡県経済産業部振興局研究調整課 (2012年) 静岡県バイオマス活用推進計画 (2016年9月9日取得)
http://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/pdf/sizuoka_plan.
- 6) H.Kawagishi et al. (2006) Chaxine A, an osteoclast-forming Suppressing substance, from the mushroom *Agrocybe chaxingu*. *Heterocycles* 69 pp.253-258
- 7) Min Zhang et al. (2005) Study on the preparation technology of superfine ground powder of *Agrocybe chaxingu* Huang *Journal of Food Engineering* 67 pp.333-337
- 8) 山内正仁 他 (2007) 焼酎粕に含まれる固形画分の高度有効利用に関する研究 焼酎蒸留粕乾燥固形物を用いたきのこの菌床開発 *鹿児島大学水産学部紀要特別号* pp.28-34.
- 9) 田中一樹 (2004) リサイクル不適紙を用いたヒラタケの菌床栽培 *理科の教育* 53 (4) pp.254-255
- 10) 高島幸司 (2002) 餡殻を利用したヒラタケ菌床栽培 *日本応用きのこ学会誌* 10 (4) pp. 199-204
- 11) シンシア・D・パンテルセン (2014) 「きのこの歴史」 原書房 p.37
- 12) 最新バイオテクノロジー全書編集委員会編者 (1992) 「きのこの増殖と育種」 *農業図書株式会社* pp.195-205
- 13) 古川久彦 (1992) 「きのこ学」 共立出版株式会社 p.11
- 14) Patrice Gonzalez et.al. (2000) Phylogenetic relationships of *Pleurotus* species according to the sequence and secondary structure of the mitochondrial small-subunit rRNA V4,V6 and V9 domains. *Microbiology* 146 pp.209-221
- 15) 女子栄養大学出版部 (1995) オールカラー版食品図鑑 大日本印刷株式会社 pp.34-35
- 16) 竹下温子 他 (2010) 鹿児島黒豚の遊離アミノ酸の定量及び「カルノシン」測定法の確立 *鹿児島純心女子大学看護栄養学部紀要*14 pp.54-58
- 17) 澤田崇子 (2003) きのこの調理：シイタケを中心に *調理科学学会誌* 36 (3) pp.344-350
- 18) 竹下温子、増田春菜 (2015) 徳島酸食材を用いた機能性薬草茶の開発を目指して *静岡大学教育学部研究報告 (人文・社会・自然科学篇)* 65 pp.181-196
- 19) 吉田博、久野直美 (2006) ハナビラタケの栄養生長に及ぼす無機塩類, ビタミン類, 核酸関連物質および植物ホルモンの効果 *日本きのこ学会誌* 14 (1) pp.35-40
- 20) 寺島芳江、渡辺智子 (2004) シイタケ菌床培地へ添加したビタミンB₁が子実体の収量と化学成分組成におよぼす影響 *日本きのこ学会誌*12 (2) pp.91-97
- 21) 菅原龍幸 (2003) *FOOD Style* 21 食品科学新聞社
- 22) 吉田博 (2005) ハナビラタケの栄養生長におよぼす栄養要求性 *関東学院大学人間環境学会紀要* 4 pp.69-77
- 23) 渡邊治 他 (2011) 糖脂質を主とするきのこの機能性成分の効率的生産技術と素材加工技術の開発 *北海道総合研究機構食品加工研究センター研究報告* 9 pp.13-19