

# ブナシメジ廃菌床によるヤマブシタケ菌床栽培

高島 幸司

Reutilization of cultural waste from *Hypsizygus marmoreus*  
for sawdust based cultivation of *Hericium erinaceum*

Koji TAKABATAKE

ブナシメジ廃菌床についてヤマブシタケ菌床栽培への利用可能性を検討した。新鮮なブナオガコをブナシメジ廃菌床で代替してヤマブシタケを栽培することにより、子実体収量は増加した。最適代替率は50%で、標準培地（ブナオガコ区）に比べて約4割増加した。ブナオガコをブナシメジ廃菌床で代替することにより培地中の窒素含有量が増加し、培地のC-N比が低くなった。ブナシメジ廃菌床を1~3週間堆積処理することで無処理区に比べて約1割、収量が増加した。これらのことから、ブナシメジ廃菌床はヤマブシタケ菌床栽培に有用であることが明らかになった。

## 1. はじめに

ヤマブシタケ *Hericium erinaceum* は、中国、日本、ヨーロッパおよび北米南部に分布し、ブナ、ナラ類およびカシ類の倒木や枯れた幹に発生するサンゴハリタケ科サンゴハリタケ属の白色腐朽菌である（今関・本郷 1989, Stamets 2000）。ヤマブシタケ子実体は多くの機能性成分を含有していることが報告され（水野 1992）、特に認知症への改善効果が期待されている（Kawagishi・Zhung 2007, 2008）。ヤマブシタケは消費者の健康志向に合致し、健康に良いきのことして着目され、市場流通が始まっている。しかし、ヤマブシタケの菌床栽培は始まったばかりであり、栽培の安定化が必要である（小川 1992）。

ヤマブシタケは針葉樹オガコ培地でも広葉樹オガコ培地と同様に良好な菌糸体生長を示し（井戸・大西 1991）、ヒラタケの菌床栽培法に準拠して栽培でき（小川 1992）、針葉樹オガコ培地で子実体形成が可能であること（小島 2000）から、培地基材の選択性が広いきのことであると考えられる。また、キノコ栽培後の廃菌床をヤマブシタケ菌床栽培の培地基材に再利用できればコスト削減、資源の有効利用、環境保全に寄与することになる。

これまでにマイタケ、シイタケ、ナメコ、エノキタケ廃菌床についてヤマブシタケ菌床栽培の培地基材としての利用性を検討し、広葉樹オガコで栽培されているマイタケ、シイタケ、ナメコの廃菌床はブナオガコより有用であり（高

島 2007, 2008a, 2009）、針葉樹オガコで栽培されているエノキタケの廃菌床はブナオガコより劣ったが、堆積処理することにより改善できることを明らかにした（高島 2009）。

しかし、キノコ菌床栽培の培地基材には、広葉樹オガコ、針葉樹オガコ以外の培地基材も利用され、オガコ以外の培地基材で栽培されたきのこの廃菌床についてヤマブシタケ菌床栽培への利用性に関しては検討されていない。ブナシメジ栽培の培地基材には主としてコーンコブが用いられ、ブナシメジは平成22年度には115千トン生産されたこと（林野庁経営課 2011）から、廃菌床として230千トン以上の排出が予想される。コーンコブで栽培されているブナシメジ廃菌床もヤマブシタケ菌床栽培に利用可能となればヤマブシタケ菌床栽培における培地基材の確保が容易になり、未利用バイオマスの有効利用にも寄与する。そこで本研究では、コーンコブで栽培されているブナシメジの廃菌床についてヤマブシタケ菌床栽培における培地基材としての利用の可能性を検討した。

## 2. 材料および方法

### 2.1 供試菌

供試菌株は富山県農林水産総合技術センター森林研究所でPDA斜面培地を用いて継代培養法で保存しているヤマブシタケ菌株Her-14を用いた。栽培試験のオガコ種菌は、ブナ (*Fagus crenata* Blume) オガコ（粒度12~60メッシュ）とフスマ（沼田製粉（株）、ブランフィード）

を絶乾重量比4:1で混合し、水道水を加えて含水率63% (湿量基準, 以下同様) に調整して高圧滅菌 (118℃, 45分間) 後, 供試菌を培養したものをを用いた。

## 2.2 培地基材並びに栄養材

培地基材にはブナオガコ, ブナシメジ廃菌床, 堆積処理したブナシメジ廃菌床を用いた。ブナシメジ廃菌床には, ホクト (株) 富山きのこセンター (富山市八尾町保内) より収穫して1日経過したものをを用いた。栄養材にはフスマを用いた。

## 2.3 供試培地の調製

### 2.3.1 ブナシメジ廃菌床の代替率

ブナオガコと栄養材を絶乾重量比3:2で混合し, 水道水を加えて含水率63%に調整して標準培地とした。標準培地のブナオガコをブナシメジ廃菌床で絶乾重量にて25, 50, 75, 100%代替し, 供試培地とした。

### 2.3.2 栄養材の混合割合

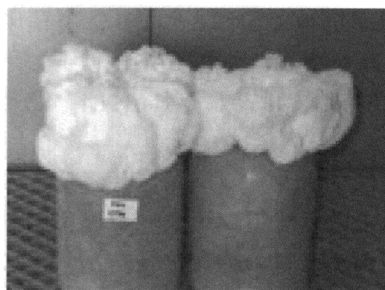
ブナオガコとブナシメジ廃菌床を絶乾重量比1:1で混合して供試培地基材とし, 供試培地基材に栄養材を混合し, さらに水道水を加えて含水率63%に調整して供試培地とした。栄養材の混合割合は乾物重量比で20, 25, 30, 35, 40, 45, 50%とした。

### 2.3.3 ブナシメジ廃菌床の堆積処理

ブナシメジ廃菌床の堆積処理は, 廃菌床をコンテナ (30×40×15cm) に詰め, 25℃の恒温器に1, 2, 3, 4, 6, 8週間静置した。培地基材にブナシメジ廃菌床, 堆積処理したブナシメジ廃菌床, ブナオガコを用い, ブナシメジ廃菌床あるいは堆積処理したブナシメジ廃菌床とブナオガコを絶乾重量比1:1で混合して供試培地基材としてを用いた。供試培地基材と栄養材を絶乾重量比3:2で混合し, 水道水を加えて含水率63%に調整して供試培地とした。

### 2.4 栽培条件及び子実体の採取

850mlポリプロピレン製培養ビン (口径58mm) に供試培地を550g詰め, 高圧滅菌 (118℃, 45分間) した。培養ビン1本あたり供試オガ種菌を10g接種し, 温度 $22\pm 2^\circ\text{C}$ で4週間静置培養した。その後, キャップを外して温度 $12\pm 2^\circ\text{C}$ , 湿度RH95%以上, 照度100~300luxの条件下で子実体形成を促し, 2週間後に子実体の針が十分に発育して胞子が落下し始める状態で子実体を採取して生重量を測定し, 子実体収量とした。なお, 照明は20ワット白色蛍光ランプ (東芝ライテック(株)製) を使用した。各試験区の供試ビン数は16本とした。子実体収量に関して, 統計処理プログラムJMP-Jを用いてTukeyのHSD検定により試験区間で平均値を多重比較した。



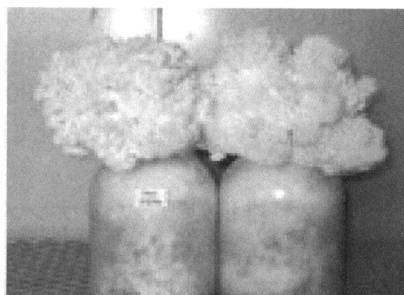
代替率0%(ブナオガコ)



代替率25%



代替率50%



代替率75%



代替率100%(ブナシメジ廃菌床)

写真-1 標準培地,ブナシメジ廃菌床代替培地でのヤマブシタケ子実体の発生状況

## 2.5 培地分析

フスマ、ブナオガコ、ブナシメジ廃菌床並びに高圧滅菌処理した標準培地、ブナシメジ廃菌床で代替した供試培地を凍結乾燥して30メッシュ以下に粉碎し、供試試料とした。

ブナシメジ廃菌床利用による供試培地の窒素含有量、pHへの影響を明らかにするため、それぞれを測定した。供試試料を元素分析装置（Elementar製、VarioEL）で炭素、窒素の含有量を測定してC-N比を算出した。培地材料のpHは、50mlビーカーに供試試料を10g秤量し、蒸留水を25ml添加し、室温で60分間攪拌し、上澄み液をpHメーター（BECKMAN製、Φ32）で測定した。

## 3. 結果

### 3.1 新鮮なブナシメジ廃菌床

#### 3.1.1 子実体収量

標準培地のブナオガコをブナシメジ廃菌床で代替してヤマブシタケ菌床栽培を行った。子実体形成状況を写真-1に示す。代替率25%、50%では標準培地と同様に針の長い正常な子実体を形成した。しかし、代替率75%、100%のブナシメジ菌床培地では子実体の針が短くなり、珊瑚状の子実体を形成した。

ブナシメジ廃菌床の代替率とヤマブシタケ子実体収量との関係を図-1に示す。標準培地のブナオガコをブナシメジ廃菌床で代替することにより子実体収量は有意に増加した。子実体収量は、ブナシメジ廃菌床の代替率が50%までは代替率と共に増加し、50%を越えるとやや漸減

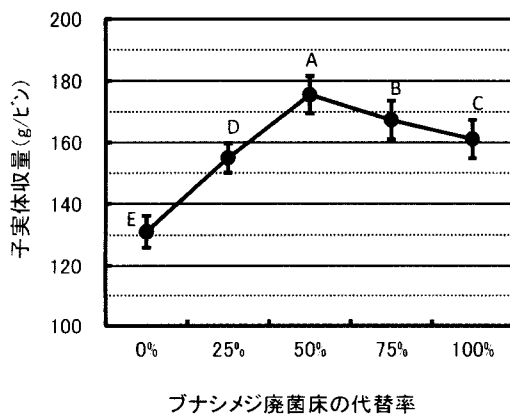


図-1 ブナシメジ廃菌床の代替率とヤマブシタケ子実体収量との関係

異なるアルファベットは $p < 0.05$ で有意差のあることを示す

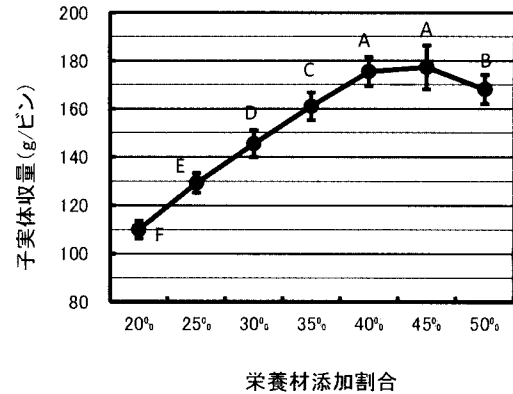


図-2 ブナシメジ廃菌床培地における栄養材の添加量とヤマブシタケ子実体収量との関係  
異なるアルファベットは $p < 0.05$ で有意差のあることを示す

した。最適代替率は50%で178 g/ビンとなり標準培地（130 g/ビン）に対して約4割増加した。

ブナシメジ廃菌床の代替率を50%として、栄養材（フスマ）の混合割合と子実体収量との関係を検討したところ、子実体収量は、栄養材の添加量が40%までは添加量と共に増加し、さらに添加すると45%では同程度で推移し、50%添加では減少した。40~45%が最適添加量となった（図-2）。

#### 3.1.2 培地分析

標準培地並びにブナシメジ廃菌床培地のブナシメジ廃菌床の代替率と培地pHとの関係を図-3に示す。標準培地でpH5.6となり、廃菌床の占める割合が高くなるにつれてpHは低下し、75%、100%代替培地ではそれぞれpH4.4、4.3と低いpHを示した。

培地材料並びにブナシメジ廃菌床代替培地のC-N比を表-1に示す。ブナシメジ廃菌床の窒素含有量はブナオガコの約10倍量を示し、C-N比はブナオガコ306に対してブナシメジ廃菌床では27と低い値となった。このため供試培地において、ブナシメジ廃菌床の占める割合が高くなるにつれて窒素源の占める割合が高くなり、標準培地から代替率100%培地にかけてC-N比は約43から23に変化した。

### 3.2 堆積処理したブナシメジ廃菌床

#### 3.2.1 子実体収量

ブナシメジ廃菌床の堆積処理期間とヤマブシタケ子実体収量との関係を図-4に示す。ブナシメジ廃菌床を1~3週間堆積処理することによ

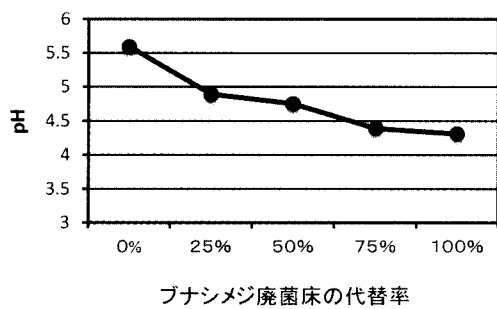


図-3 ブナシメジ廃菌床培地におけるブナシメジ廃菌床の代替率と培地pHとの関係

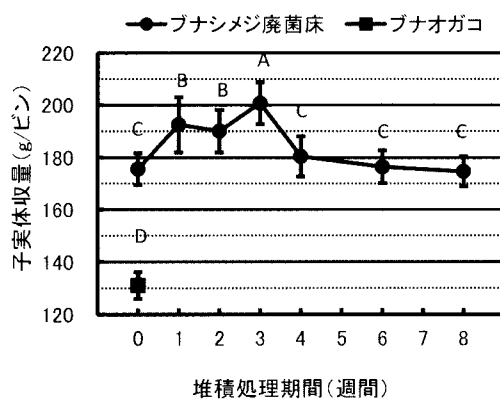


図-4 ブナシメジ廃菌床の堆積処理期間とヤマブシタケ子実体収量との関係  
異なるアルファベットは $p < 0.05$ で有意差のあることを示す

り子実体収量は190~200 g /ビンとなり、無処理廃菌床に比べて約1割増加した。標準培地に対しては約5割増加した。しかし、4週間以上堆積処理すると無処理と同程度の収量に低下した。

### 3.2.2 培地分析

ブナシメジ廃菌床並びにブナシメジ廃菌床代替培地の堆積処理によるpH変化を図-5に示す。ブナシメジ廃菌床のpHは、0~1週で低下し、2~4週間では一定値で推移し、4週間以降ではやや高くなる傾向を示した。ブナシメジ廃菌床代替培地のpHは、0~4週間は4.6前後で推移し、4週間以降ではやや高い値を示した。

ブナシメジ廃菌床並びにブナシメジ廃菌床代替培地の堆積処理とC-N比との関係を図-6に示す。ブナシメジ廃菌床代替培地のC-N比は、窒素含有量の少ないブナオガコと混合しているため、ブナシメジ廃菌床より高い値で推移した。ブナシメジ廃菌床では0~2週間でやや高

表-1 培地材料並びに供試培地のC-N比

培地材料	N (%)	C (%)	C-N比
フスマ	2.64	44.34	16.80
ブナオガコ	0.16	47.90	306.25
ブナシメジ廃菌床	1.54	41.57	27.00
供試培地			
ブナシメジ廃菌床代替率	N (%)	C (%)	C-N比
0%	1.08	46.14	42.85
25%	1.31	45.40	34.53
50%	1.55	45.39	29.26
75%	1.73	44.56	25.75
100%	1.92	44.21	23.05

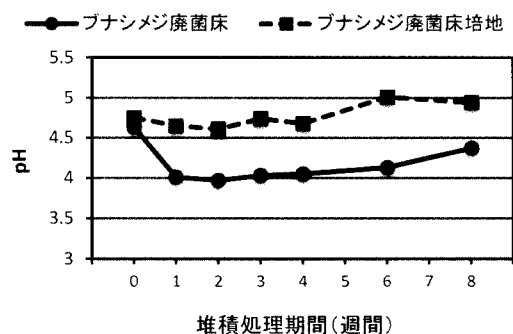


図-5 ブナシメジ廃菌床の堆積処理期間とブナシメジ廃菌床、ブナシメジ廃菌床培地のpHとの関係

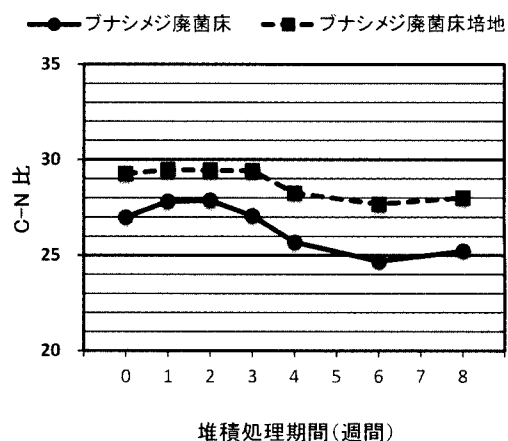


図-6 ブナシメジ廃菌床の堆積処理期間とブナシメジ廃菌床、ブナシメジ廃菌床培地のC-N比との関係

くなり、2週間から6週間にかけて低下し、6週間以降ではやや高くなった。廃菌床培地では3週間まではほぼ一定値で推移し、3~4週間でやや低下し、4週間以降はほぼ一定値で推移した。

#### 4. 考察

コーンコブで栽培されているブナシメジの廃菌床についてヤマブシタケ菌床栽培の培地基材としての利用可能性を検討したところ、広葉樹オガコで栽培されているマイタケ、ナメコ、シイタケの廃菌床と同様に標準培地のブナオガコを廃菌床で代替することにより子実体収量は増加することがわかる。しかし、ブナシメジ廃菌床ではマイタケ、ナメコ、シイタケの各廃菌床と異なり、子実体収量は代替率50%でピークとなり、75、100%ではやや減少し、代替率50%までは針の長い正常な子実体を形成したが、代替率75、100%では、子実体は針が短い珊瑚状となる。これらのことから、代替率は50%程度が適すると考えられる。

ブナシメジ廃菌床には未分解の栄養材、ブナシメジ菌糸体由来の窒素源が含まれ、ブナオガコの約10倍量の窒素を含有し、ブナシメジ代替培地では代替率が高くなるにつれてC-N比が低くなり、代替率75、100%ではそれぞれ25.8、23.1となった。C-N比の適正値はきのこの種によって異なるが、栄養成長には20、子実体形成には30~40が適性であると報告されている(北本 1978, 北本・葛西 1968)。このことから、ブナオガコをブナシメジ廃菌床で代替することにより子実体収量が増加した要因としてC-N比の改善が考えられ、代替率75、100%のブナシメジ廃菌床培地は、C-N比が栄養成長のほぼ適正値であり、窒素過多になったとは考えにくい。

きのこ菌糸体が生育する過程で培地中に有機酸が蓄積されること(橋本 1966, 橋本・磯部 1966)から、ブナシメジ廃菌床にも菌糸体由来の有機酸が蓄積されてブナシメジ廃菌床の代替率が高くなるにつれてpHは低くなる。ブナシメジ廃菌床代替率75、100%培地ではpH4.4~4.3になる。筆者はヤマブシタケ廃菌床を再々利用してヤマブシタケを栽培できることを確認しており、その際の供試培地はpH4.5となり、針の長い正常な子実体を形成する(高島 2008b)。ブナシメジ廃菌床代替率75、100%の培地pHは4.5よりやや低いのが、このことが子実体収量の低下、珊瑚状の子実体形成の要因であるとは考えにくい。増野(2010)は、発生温度が10~12℃であれば子実体の針が発達し、品質等級の高い子実体が得られ、14~15℃では収穫までに要す

る期間は短くなるが、子実体の針は形成されにくく、珊瑚状の子実体の発生比率が高くなると報告している。本研究では発生条件として12±2℃としたが、ブナシメジ廃菌床代替率75、100%の培地中のヤマブシタケ菌糸体は、以下の理由で発生温度15℃以上に相当する生理状況になったものと推察される。コーンコブはトウモロコシの芯を粉碎したものであり、コーンコブで構成されているブナシメジ廃菌床は、未分解の栄養材、菌糸体が混在し、培地調製過程で栄養材、水道水を添加して攪拌すると供試培地に段々と粘着性を帯びるようになった。煮小豆の絞り粕である餡殻を培地基材として利用する際にも、餡殻に水を添加すると粘着性が生じ、培地に空隙が不足する。エノキタケ菌床栽培に餡殻を培地基材として利用するには、オガコと50%で混合する場合が最適となり、餡殻の占める割合が75、100%と高くなると子実体収量は低下する(高島 2003)。ブナシメジ廃菌床も餡殻と同様にブナシメジ廃菌床代替率75、100%の培地では、培地内部の空隙が不足し、換気不足であるために菌糸体の代謝が亢進されて発生温度15℃以上のような状態になったものと推察される。

ブナシメジ廃菌床代替培地での栄養材の最適添加量は40~45%となり、実際の栽培には40%が適していると考えられる。栄養材の種類により最適添加量は異なる(高島 2007, 2008a)が、本実験で供試したフスマの最適添加量は、シイタケ廃菌床で40~50%、マイタケ廃菌床で45~50%、ナメコ廃菌床で45~50%、エノキタケ廃菌床で50%となった(高島 2007, 2008a, 2009)ことから、ブナシメジ廃菌床は広葉樹オガコを培地基材として使用しているシイタケ、マイタケ、ナメコの各廃菌床と同様の傾向を示している。

ブナシメジ廃菌床を1~3週間堆積処理することにより無処理培地に比べて約1割増加し、堆積処理が有効である。廃菌床の堆積処理効果はマイタケ廃菌床では4~8週間、ナメコ廃菌床では1週間、エノキタケ廃菌床では3~8週間で増収効果が現れる(高島 2008a, 2009)。この違いは、廃菌床中の栄養材の種類と構成割合がきのこの種によって異なるため、堆積処理の最適期間が異なるためであると考えられる。ブナシメジ廃菌床のpHは3週間以上の堆積処理により上昇する傾向を示し、廃菌床代替培地では4週

間以上堆積処理した廃菌床を用いるとpHが上昇する。また、廃菌床のC-N比は堆積処理を3週間以上行くと低下傾向を示し、廃菌床代替培地のC-N比は4週間以上堆積処理した廃菌床を用いると低くなる。このようなpHの上昇やC-N比の低下は、ブナシメジ廃菌床を堆積処理する場合3~4週間経過すると廃菌床中の細菌が増殖し、廃菌床が腐敗、変質することを示唆しており、ブナシメジ廃菌床を室温で堆積する場合には4週間以内で利用することが望ましい。

### 引用文献

- 橋本一哉・磯部信昭・高橋善次郎 (1966) 茸類の生化学的研究. I 有機酸について (a). 日菌報7: 20-24
- 橋本一哉・磯部信昭(1966)茸類の生化学的研究2. 有機酸代謝に就いて (b). 日菌報7: 335-338
- 井戸好美・大西好明 (1991) ヤマブシタケの栽培について-添加物とオガ屑の違いによる適正培地の検討-. 日林中支論 39: 151-152
- 今関六也・本郷次雄 (1989) ヤマブシタケ 「原色日本新菌類図鑑 (II)」保育社. 108-109
- Kawagishi, H., Zhuang, C. (2007) Bioactive compounds from mushrooms. *Heterocycles* 72: 45-52
- Kawagishi, H., Zhuang, C. (2008) Compounds for dementia from *Hericium erinaceum*. *Drugs of the Future* 33: 149-155
- 北本 豊 (1978) キノコの栄養生理 (1). 菌草 24 (9) : 46-49
- 北本 豊・葛西善三郎 (1968) アミスギタケの子実体形成に対する栄養環境の影響. 日本農芸化学誌 42: 260-266
- 増野和彦 (2010) ヤマブシタケの最新栽培技術 (1)施設空調型ヤマブシタケ栽培の最新技術. 2010年度版きのこ年鑑別冊 最新栽培技術, (株)プランツワールド. 194-197
- 水野 卓 (1992) ヤマブシタケ 「キノコの化学・生化学」水野 卓・川合正充編 学会出版センター. 307-312
- Stamets, P. (2000) *The Lion's Mane Mushroom: Growing Gourmet and Medical Mushrooms*, Ten Speed Press (California). 387-394.
- 小畠 靖 (2000) ヤマブシタケの菌床栽培において培養温度が子実体発生と菌糸体の栄養生理におよぼす影響. 奈良県森林セ研報 30:11-16
- 小川 真 (1992) ヤマブシタケ 林業普及双書 「野生きのこのつくり方」. (社) 全国林業改良普及協会.65-69
- 林野庁経営課 (2011) 特用林産物需給動態調査. 平成22年主要特用林産基礎資料
- 高島幸司・鍋島裕佳子・加藤肇一 (2003) エノキタケ菌床栽培における子実体収量, 子実体成分に及ぼす餡殻の影響. 日本応用きのこ学会誌 11: 71-78
- 高島幸司 (2007) シイタケ廃菌床を利用したヤマブシタケ菌床栽培. 中部森林研究 55: 197-198
- 高島幸司 (2008a) マイタケ廃菌床を利用したヤマブシタケ菌床栽培. 日本きのこ学会誌16: 149-154
- 高島幸司・五十嵐圭日子・鮫島正浩 (2008b) ヤマブシタケ菌床栽培における廃菌床のリサイクル利用. 木材学会誌54: 327-332
- 高島幸司 (2009) ナメコ, エノキタケ廃菌床を利用した菌床栽培. 日本きのこ学会誌 17: 81-85

### Summary

Reutilization of waste substrate of *Hypsizigeus marmoreus* for sawdust based cultivation of *Hericiium erinaceum* was investigated. The yield of fruit-body of *H.erinaceum* significantly increased by using waste substrate of *H.marmoreus* as a substitution of beech sawdust. The yield of fruit-body on the medium that was the most suitable substitutive ratio, 50%, significantly increased 1.4-fold compared with that on the standard medium (beech sawdust). The nitrogen content of the medium increased and C-N ratio of the medium became lower by substituting beech sawdust with waste substrate of *H.marmoreus*. When waste substrate of *H.marmoreus* was aged for 1 to 3 weeks, the yield of fruit-body of *H.erinaceum* significantly increased 1.1-fold compared with that of non-treated waste substrate. These suggested that waste substrate of *H.marmoreus* would be useful as a substrate for sawdust based cultivation of *H.erinaceum*.