

タモギタケの子実体形成 に及ぼすクマイザサの効果

原田 陽 宜寿次盛生 米山 彰造
関 一人*1 津田真由美*1 青山 政和*2

Effect of Kumaizasa (*Sasa senanensis*) on Fruit-Body Formation of *Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus*.

Akira HARADA Seiki GISUSI Shozo YONEYAMA
Kazuto SEKI Mayumi TSUDA Masakazu AOYAMA

Kumaizasa (*Sasa senanensis*) leaves and their residue after steaming followed by hot water extraction were evaluated as a basal component of medium for cultivating *Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus*. With Kumaizasa leave-based medium, both the yield and production index (=fruit-body yield / cultivation period) of the fruit-bodies were higher than those with sawdust-based medium. The highest yield and production index of fruit-bodies were 1.5 times and 1.7 times higher, respectively, than those on sawdust-based medium. However, under a few conditions, both the yield of fruit-bodies and production index were almost the same with the leaf residue-based medium and the sawdust-based medium. These results suggest that Kumaizasa leaves with high nitrogen content have high potential for the cultivation of *P. cornucopiae*.

Key words : *Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus*, *Sasa senanensis*, fruit-body formation, mushroom cultivation, medium
タモギタケ, クマイザサ, 子実体形成, キノコ栽培, 培地

クマイザサ葉部の粉碎物, および粉碎物を蒸煮処理した後熱水抽出した残さを培地基材としてタモギタケの栽培を行い, ダケカンバおが粉を用いた培地と比較検討した。クマイザサ葉部を用いた培地では, 収量と生産指数(=収量/栽培日数)ともにおが粉培地以上となった。一方, 葉部の抽出残さを用いた数条件の培地では, 収量と生産指数ともにおが粉を用いた培地と同程度になった。以上の結果は, タモギタケ栽培においてクマイザサ葉部は培地材料として有効であることを示唆している。

1. 緒 言

タモギタケ (*Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus*) は北海道を中心とした地域で, 年間約 300t が菌床栽培により生産されている¹⁾。原田ら^{2,3)}や中谷ら^{4,5)}は, タモギタケ栽培において, 培地基材の種類, 培地添加物の種類, 用いる菌株によ

り, 子実体の原基形成日数および収量が変化することを報告するとともに, 廃培地⁴⁾や廃ホダ木⁵⁾および, 木材以外の材料³⁾を用いた栽培の可能性も検討してきた。木材以外の材料では, ビートパルプを用いた場合に, おが粉培地以上の収量が得られた³⁾。この要因の一つとして, おが粉に比べてビートパルプ

の窒素含量が高いことを挙げた。

ササ類のキノコ栽培への利用としては、アズマネザサ葉部と稈部の混合培地上で、ヒラタケ、ヤナギマツタケ、タモギタケ、およびトキイロヒラタケの子実体形成が確認されている⁶⁾が、収量に関する増収効果の有無については検討されていない。

著者らは、北海道の森林の下層植生としてクマイザサ (*Sasa senanensis*) 等のササ類が広く分布しており、未利用資源として大きな蓄積量を有している⁷⁾こと、クマイザサ葉部の窒素含量が稈部の約9倍あり⁸⁾、ピートパルプ³⁾同様高いことに着目した。

そこで本研究では、クマイザサの葉部、およびその蒸煮処理物の熱水抽出残さをおが粉の代わりに培地基材として用い、栄養材としての米ぬかの添加率や培地含水率を変えてタモギタケ栽培を行い、それらの培地材料としての利用の可能性を検討した。

なお、本報告は木材学会誌第46巻5号(2000年)に掲載されている。

2. 実験方法

2.1 供試培地材料

ダケカンバ (*Betula ermanii*) おが粉、クマイザサ葉部の粉碎物(以下、葉部)、葉部の粉碎物を19015分間蒸煮処理した後に熱水抽出した残さ(以下、抽出残さ)、および米ぬかを供試した。ダケカンバおが粉と葉部は風乾試料を用い、抽出残さは約-30で凍結保存した試料を室温融解して用いた。

2.2 培地材料の元素分析

それぞれの培地材料の200~400メッシュ粉碎試料を105で恒量化した後、CHNコーダー(柳本製作所MT-3型)を用いて炭素および窒素含量を測定するとともに、各培地のCN比を算出した。

2.3 栽培培地の調製

栽培培地の組成として、葉部または抽出残さに所定量の米ぬかと水道水を加えて各6試験区を設定した(第1表)。対照として、ダケカンバおが粉に培地重量の15%の米ぬかを加えた含水率65%の培地を用いた。これらの培地を、ガス交換フィルター付きの透明な培養袋(ポリプロピレン製)にそれぞれ500g充填し(縦80×横120×高さ65~115mm)、接種孔(直径15×深さ65~115mm)を2か所設け、高圧殺

菌(121℃,30分)した。なお、本研究では、原基形成の確認をしやすくするため、かつ形成した原基がつぶれることを防ぐために袋での栽培を行った。各試験区における供試培養袋数は5とした。

2.4 栽培方法

栽培用種菌には、林産試験場保存菌株タモギタケ(エルム・マッシュ北菌2号)を使用した。まず、殺菌した各培地に約20gのおが粉種菌を接種した後、子実体原基の形成が確認されるまで温度 22 ± 1 ℃、相対湿度 $70 \pm 5\%$ 、暗黒の条件で培養を行い、原基形成日数を求めた。子実体原基の形成が認められた培養袋については逐次、菌床の上面および側面を露出させ、温度 16 ± 1 ℃、相対湿度 $85 \pm 5\%$ 、照度350lx(12時間/日)の環境下で子実体の生育を行った。なお、子実体の総発生数の50%以上の菌傘が25mm程度になった時点で子実体を採取し、生重量を測定して収量とした。また、収量に栽培日数を加味した生産性の評価をするため、以下の式により生産指数を定義した。

$$\text{生産指数} = \text{収量} \div \text{栽培日数}$$

3. 結果

3.1 培地材料の元素分析

供試した培地材料の元素分析結果およびこれらの値から算出した各培地の炭素、窒素含量およびCN比を、第1表に示した。各培地基材を比較すると、葉部および抽出残さはそれぞれ、おが粉の約11倍、9倍の窒素を含み、炭素含量はいずれも同程度であった。また、米ぬかはおが粉とほぼ等量の炭素を含み、窒素は約13倍の含量であった。

供試した各培地の炭素含量、窒素含量およびCN比を比較すると、おが粉培地では14.8% C、0.41% Nであり、CN比は36.1であった。一方、葉部培地では13.1~15.5% C、0.65~0.79% Nであり、CN比は19.0~20.5でほぼ等しい値を示し、いずれの培地もおが粉培地より低い値を示した。抽出残さ培地では13.6~16.5% C、0.56~0.72% Nであり、CN比は21.6~25.4で、葉部培地よりは若干高い値を示した。

3.2 クマイザサ葉部を用いた栽培試験

葉部を用いたタモギタケ栽培における栽培試験の結果を第2表に示した。各試験区における子実体原基

第1表 クマイザサ培地における炭素および窒素含量
Table 1. Analysis of carbon and nitrogen content in Kumaizasa-based substrates.

試験区	培地材料	含水率	米ぬか 添加率 ^{a)}	基材 添加率 ^{a)}	炭素 含量 ^{b)}	窒素 含量 ^{b)}	CN 比
Test number	Basal component of substrate	Moisture content (%)	Rice bran content (%)	Basal component content (%)	C%	N%	C/N
-	葉部 ^{c)} Leaves	0	0	100	44.7	2.12	21.1
-	抽出残さ ^{d)} Residue	0	0	100	48.0	1.74	27.6
-	おが粉 Sawdust	0	0	100	42.3	0.19	222.6
-	米ぬか Rise bran	0	100	0	42.4	2.46	17.2
1		65	5	30	15.5	0.76	20.4
2		65	10	25	15.5	0.76	20.4
3	葉部 Leaves	65	15	20	15.3	0.79	19.4
4		70	5	25	13.3	0.65	20.5
5		70	10	20	13.2	0.67	19.7
6		70	15	15	13.1	0.69	19.0
7		65	5	30	16.5	0.65	25.4
8		65	10	25	16.2	0.68	23.8
9	抽出残さ Residue	65	15	20	16.0	0.72	22.2
10		70	5	25	14.1	0.56	25.2
11		70	10	20	13.8	0.59	23.4
12		70	15	15	13.6	0.63	21.6
13	おが粉 Sawdust	65	15	20	14.8	0.41	36.1

注：a)：絶対重量換算，b)：培地の生重量に対する割合（試験区1-13），それぞれの培地材料は絶対サンプルに対する割合，c)：クマイザサ葉部，d)：蒸煮抽出残さ
Note：a)：Dry weight based；b)：Wet weight based (test number1-13). Each basal component is based on dry weight；c)：Kumaizasa leaves；d)：Steamed and extracted residue.

の形成日数を比較すると、培地含水率が同一の培地において、米ぬかの添加率の増加にともない短くなる傾向を示した。一方、米ぬかの添加率が同一の培地における原基形成日数は、培地含水率65%より70%のほうが短くなる傾向を示した。原基形成日数について培地含水率と米ぬか添加率を変数とした重回帰分析を行った結果、相関係数は0.91で高い相関が認められた（第3表）。

種菌接種後子実体の収穫までの日数、すなわち総栽培日数を各試験区間で比較すると、原基形成日数と同様の傾向を示した。

次に、収量に及ぼす米ぬかの添加率の影響について各試験区を比較すると、培地含水率が同一の培地間では米ぬかの添加率の増加にともない収量も増加する傾向を示した。特に、この傾向は培地含水率65%の場合に顕著に現れた。また、培地含水率の収量に及ぼす影響は、米ぬかの添加率が低い5%と10%の培地で培地含水率の増加にともない収量も増加する傾

向を示した。いずれの培地でも対照区のダケカンバ培地の収量を上回り、総栽培日数を考慮した生産指数も対照区と同等あるいはそれ以上であった。特に含水率65%米ぬか添加率15%の培地（試験区3）では、収量、生産指数ともに対照区の1.7倍となった。また、発生子実体は圧凹形²⁾を呈し、奇形子実体発生等の問題は生じなかった（第1図）。

3.3 クマイザサ葉部抽出残さを用いた栽培試験

抽出残さを用いたタモギタケ栽培における栽培試験の結果を第2表に示した。各試験区における子実体の原基形成日数は、培地含水率が同一の培地において、米ぬかの添加率の増加により、また米ぬかの添加率が同一の培地においては、培地含水率65%より70%のほうが原基形成日数が短くなり、葉部培地と同様の傾向を示した。これらの原基形成日数について培地含水率と米ぬか添加率を変数とした重回帰分析を行った結果、相関係数は0.80であり、高い相関が認められた（第3表）。また、各試験区における

第2表 クマイザサ培地における栽培試験
Table 2. Cultivation tests on the Kumaizasa-based substrates.

試験区 ^{a)}	子実体原基形成 日数 ^{b)}	総栽培日数	平均子実体 収量	生産効率 ^{c)}	収量 指数 ^{d)}	生産 指数 ^{e)}
Test number	Days required for primordia formation	Days to crop harvest	Yields of fruit-bodies (g/bag)	Production efficiency (g/bag · day)	Yields index	Production index
1	14.4 ± 0.6	21.0 ± 0.0	79.0 ± 17.3	3.76	110	94
2	12.0 ± 0.0	17.0 ± 0.0	93.8 ± 7.9	5.52	131	138
3	11.0 ± 0.7	17.2 ± 1.1	118.1 ± 9.7	6.87	165	172
4	13.6 ± 0.9	19.8 ± 0.8	84.2 ± 9.9	4.25	117	107
5	11.0 ± 0.7	16.8 ± 0.5	101.1 ± 11.4	6.02	141	151
6	10.2 ± 0.5	16.4 ± 0.6	106.4 ± 9.5	6.49	148	163
7	14.0 ± 1.2	21.0 ± 1.9	42.3 ± 15.5	2.01	59	51
8	14.0 ± 0.7	21.2 ± 0.5	88.2 ± 11.7	4.16	123	105
9	11.6 ± 0.6	18.4 ± 0.6	77.9 ± 9.7	4.23	109	106
10	12.2 ± 0.5	21.6 ± 0.6	42.1 ± 17.3	1.95	59	49
11	11.4 ± 0.6	19.0 ± 0.0	70.8 ± 18.6	3.73	99	94
12	11.2 ± 0.5	18.0 ± 0.0	63.7 ± 9.3	3.54	89	89
13	11.4 ± 0.6	18.0 ± 0.0	71.7 ± 8.4	3.98	100	100

注： a)：第1表参照，b)：供試数5の平均値 ± 標準偏差，c)：平均子実体収量 / 総栽培日数
d)：100 = 対照培地における収量，e)：100 = 対照培地における生産効率
Note： a)：Refer to table 1； b)：Mean ± standard deviation of 5 replicates； c)：Yield of fruit-bodies/Days to crop harvest；
d)：100=Yield in the control substrate； e)：100=Production efficiency in the control substrate

第3表 子実体原基形成日数の培地水分と米ぬか添加率に対する関係
Table 3. Correlation between the days required for primordium formation and moisture and rice bran content of the cultivation substrates.

培地 Substrate	子実体原基形成日数に関する 重回帰式 Regression equation for days required for primordium formation	r ^{b)}
葉部 Leaves	$y = -0.17x_1 - 0.34x_2 + 27.13^{a)}$	0.91
抽出残さ Residue	$y = -0.32x_1 - 0.17x_2 + 35.70$	0.80

注： a)：x₁：培地水分(%)，x₂：米ぬか添加率(%)，b)：相関係数
Note： a)：x₁：moisture content(%)；x₂：rice bran content(%)；
b)：Multiple correlation coefficient

総栽培日数は 原基形成日数と同様の傾向を示した。
次に、収量について各試験区を比較すると、いずれの培地含水率の条件でも米ぬか添加率が5%の場合に低くなり、生産指数も収量と同様な傾向を示した。各試験区における収量および生産指数は対照区と同程度あるいはそれ以下であり、収量が最大となった含水率65%米ぬか添加率10%の培地(試験区8)でも、収量と生産指数はそれぞれ対照区の1.2倍、1.1倍にとどまった。



第1図 クマイザサ葉部培地で発生したタモギタケ子実体
Fig. 1. Fruit-bodies of *Pleurotus cornucopiae* on the kumaizasa leaves-based substrates.

4. 考 察

クマイザサ葉部、あるいはクマイザサ葉部抽出残さを用いて、タモギタケ栽培における培地材料としての利用性について検討したところ、葉部培地で収量と生産指数ともにおが粉培地以上となることが明らかになった。また、抽出残さ培地は、収量と生産指数がともにおが粉培地と同程度になる条件があることが明らかになった。アズマネザサの葉部と稈部の混合培地によるタモギタケの栽培では、米ぬか等

の栄養材無添加の培地で1 kgあたり約50 gの収量が得られており⁶⁾、アズマネザサはおが粉の代替材のみならず子実体形成に必要な成分を備えた栄養材的な一面を有していることが示唆されている。本研究では、クマイザサ葉部に顕著な増収効果が認められた。稲わらや麦わらを使用したヒラタケ、ツクリタケおよびフクロタケの栽培^{9,11)}と同様に、同じイネ科植物であるササ類を用いた食用菌栽培が期待される。

増収効果の要因として、培地成分の栄養的要因と培地の保水性や空隙率等の物理的要因が挙げられる。キノコ栽培における培地の窒素濃度および炭素濃度は、栄養成長および生殖成長に大きく影響を及ぼし、両者の比であるCN比の最適値は種により異なり、20～40の範囲にある¹²⁻¹⁵⁾。適正範囲で培地の窒素濃度を高めると収量は増加するが、その範囲を超えると逆に収量が減少することが報告されている^{12-14,16)}。本研究で用いた対照区のおが粉培地のCN比は36.4とほぼ他のキノコの生殖成長に適正範囲とされる値であった。また、各葉部培地のCN比は19.0～20.5、抽出残さ培地のCN比は21.6～25.4であり対照区のCN比より低い値であった。

しかしながら、CN比の低いほぼすべての葉部培地において、おが粉培地以上の収量と生産指数が得られた。したがって、タモギタケの生殖成長に適したCN比は、他の木材腐朽性のキノコについて一般的に適正範囲とされる値より低いことが示唆される。また、今回のおが粉培地の窒素含量が0.4%であるのに対し、葉部培地が0.7～0.8%であり、高い増収効果が確認された葉部培地では対照区の1.7倍の収量が得られた。タモギタケをビートパルプで培養した例がすでに報告されており、その際に増収効果の高かった培地の窒素含量は0.5～0.7%³⁾であった。したがって、収量に対して培地のCN比のみならず、培地の窒素含量が影響を及ぼすことが示唆され、タモギタケ栽培においては、かなりの窒素源の添加が必要であるものと推察される。

同様に、一般的なキノコの生殖成長におけるCN比が適正範囲外とされる抽出残さ培地において、おが粉培地と同程度の収量と生産指数が得られた。これらの培地における窒素含量は0.6～0.7%であり、葉部培地よりやや少ない程度であるにもかかわらず、

収量の高かった培地でも対照培地の1.2倍にとどまり、葉部培地ほど増収効果がなかった。このことは、窒素含量のみならず熱水抽出処理による葉部中の成分変化が、子実体形成に影響を及ぼした可能性を示唆している。

一方、培地含水率等の物理的要因については、シイタケの菌床栽培において、中谷¹⁷⁾は培地の初発含水率を高めると、同様に大賀¹⁸⁾は菌床の水ポテンシャルの上昇により、子実体の一次発生が促進されることを報告している。またOhga¹⁹⁾は、シイタケ菌床栽培で、水ポテンシャルの高い菌床で高収量が得られることを報告している。さらに、瀧澤²⁰⁾はタモギタケの栽培においては培地の通気性が悪い場合に培養途中で子実体が発生すると報告している。原田³⁾は、タモギタケの子実体原基形成について、窒素含量の低いおが粉培地では培地含水率より米ぬか添加率の影響が大きく、窒素含量の高いビートパルプ培地では米ぬか添加率より培地含水率の影響が大きいことを示した。本研究において窒素含量の高かった葉部培地の原基形成日数は、ビートパルプ培地³⁾ほどではないが、培地含水率の影響を明らかに受けている。すなわち、高含水率になることにより水ポテンシャルが高くなったり、空隙率が低くなったりすることが原基形成を促進した可能性が示唆される。

このように、タモギタケの子実体形成に対して培地の保水性、空隙率等の物理的要因と培地材料中の栄養的要因といった2つの作用が存在するが、クマイザサ葉部の増収作用は、本研究の結果から培地中の窒素含量等の栄養的要因が主だと考えられる。

文 献

- 1) 農村文化社：“'99年版きのこガイドブック”，1998, p.187.
- 2) 原田 陽，宜寿次盛生，富樫 巖：きのこの科学 3, 61-65 (1996).
- 3) 原田 陽 ほか4名：日本応用きのこ学会誌 7, 13-18 (1999).
- 4) 中谷 誠，伊藤 清，山村忠明：きのこ技術集談会第8回年会および第13回シンポジウム講演要旨集，東京，1996, p. 69.
- 5) 中谷 誠，米山彰造，山村忠明：きのこの科学 4,

- 9-13 (1997).
- 6) 農林水産省農林水産技術会議事務局：“バイオマス変換計画 豊かな生物資源を活かす”，1991, p. 688 - 703.
- 7) 豊岡 洪：*Bamboo J.* **1**, 22 - 24 (1983).
- 8) 津田真由美 ほか3名：林産試験場報 **9** (3) ,17 - 20 (1995).
- 9) 衣川堅二郎：“キノコの事典”，朝倉書店，東京，1987, p. 363 - 370.
- 10) 高橋善次郎：“キノコの事典”，朝倉書店，東京，1987, p. 398 - 424.
- 11) 橋岡良夫：“キノコの事典”，朝倉書店，東京，1987, p. 436 - 440.
- 12) 安藤正武：日林誌 **54**, 311 - 314(1954).
- 13) 北本 豊，葛西善三郎：農化誌**42**, 260 - 266 (1968).
- 14) 北本 豊：菌蕈 **24**(9) p. 29 - 35 (1978).
- 15) 鈴木 彰：日菌報 **20**，253 - 265(1979).
- 16) 北本 豊 ほか3名：日菌報 **16**，268 - 281(1975).
- 17) 中谷 誠：農耕と園芸 **48**(6) 214 - 216 (1998).
- 18) 大賀祥治，加藤幸浩，中谷 誠：日本応用きのこ学会誌 **6**，65 - 69 (1998).
- 19) Ohga, S.：*J. Wood Sci.* **45**，337 - 342 (1999).
- 20) 瀧澤南海雄：“キノコの事典”，朝倉書店，東京，1987 p. 392 - 397.

-きのこ部 生産技術科-

- 1:利用部 成分利用科-

- 2:きのこ部 主任研究員-

(原稿受理:01.5.9)