

廃棄物によるヒラタケの生産

橋本 一哉, 篠木 豊秋, 今村 英市, 高橋善次郎

Production of *Pleurotus ostreatus* from Cellulosic Wastes

Kazuya Hashimoto, Toyoaki Shinoki,
Eiichi Imamura and Zenjiro Takahashi

The results of attempt of mushroom growing *P. ostreatus* on some abundant wastes in Japan is reported. When *P. ostreatus* was grown on chopped rice straw and newspaper as respective media for fruiting with rice bran as supplement, the yield and quality of fresh mushroom was satisfactory. The yield was about 23% of moistened media, which was appreciably higher than ordinary yield from pine sawdust.

ヒラタケは温帯地方に広く分布し、木材組成のセルロースとリグニンを同時に分解するキノコで、我国では形態や風味がシメジに類似しているため古くより食用とされている。一般に生理的に木材を唯一の栄養源とする食用キノコ類の培養には、従来から櫛木培養法や鋸屑培養法が代表的に行われている。しかし、両者ともキノコ類に共通した樹種選択性によって、栽培用の原木は目的のキノコにそれぞれ適応した樹種を選択する必要がある。また最近の原木入手難や森林資源保護の見地から考察して、将来適当な培地の開発が必要になると考えられる。

前報¹⁾でヒラタケの栄養要求性について検討した結果、セルロースを資化し、子実体形成を行なうことを認めたので、本報では炭水化物廃棄物による子実体形成について検討し、上記樹種選択性を克服するとともに鋸屑培養に比較して良好な収量を得て、廃棄物再利用による食用キノコの培養の可能性を示唆した。

実験方法

ヒラタケ *Pleurotus ostreatus* (Fr) Quél の保存培地を松鋸屑 100g, 米糠 20g, 水道水 250ml を含む培地に移植し、27°C で 20 日間培養したものを種菌とした。

稲ワラは約 5 cm に細切し、モミガラはそのまま、紙類は約 2 cm² に切断し、それぞれ培地の主材とした。800ml の広口ビンまたは木箱 (60×40×10cm) を培養容器とし、それぞれ 500g または 10kg の培地を充てんし、培養期間中の水分の蒸散と雑菌汚染を妨ぐためポリエステル・シートで覆い、120°C で 30 分または 45 分間高圧殺菌して冷却後種菌を接種した。

25~30°C で 25 日間培養すると、菌糸は培地全面を覆うので、この時シートを除却し、必要があれば散水し、20°C 以下で子実体の形成を促した。約 5~7 日で原基が誘導され、3~5 日後茸傘の径が 1~2.5cm に成長した時、採集秤量した。

実験結果および考察

ヒラタケおよび稲ワラの一般的成分を表 1 に示す。ヒラタケ子実体は乾物として比較的少量の粗蛋白、灰分を含み、培養にあたってはそれらの給源の存在が要求される一方稲ワラに含まれる粗蛋白、灰分、無窒素物は鋸屑に比較して、それぞれ 8, 70, 1.5 倍量を示し、ヒラタケの栄養源という点では従来の樹木による培養に比較し有利であろうと考えられた。米糠は窒素源としてすぐれて

1) 産時報, 55, 75 (1976) に掲載したセルロース性廃棄物によるヒラタケの生産

いるが、同時にサイアミンや炭水化物らの強化の効果もあるので、これを添加することによって適した培地組成を調製することができると推定した。

Table 1 Proximate analysis analysis of rice straw and rice bran

Constituent (%)	P. ostreatus (Mushroom)	Rice straw	Rice bran	Pine sawdust
Water	88.51	9.65	13.54	18.91
Protein (N×6.25)	31.93	5.49	17.85	0.68
Fat (ether extract)	1.51	1.75	23.58	3.40
Fiber	6.15	32.35	8.24	70.86
Ash	6.26	14.16	11.56	0.21
N-free extract	54.15	36.60	38.77	24.85

ヘミセルローズの分解物キシロースやアラビノースら5炭糖は、ヒラタケの栄養生長を阻害するので培地調製前に稲ワラをアルカリ処理した、すなわち細切した稲ワラを各濃度のアルカリ溶液中で90°Cで30分間保ち水洗アルカリを除去した。この処理によって表皮部の脂質や着色物質およびヘミセルローズの一部が溶出し、同時に稲ワラは軟化され保水性が高まり、子実体の収量は増加した。稲ワラのアルカリ処理による子実体生成量の関係を表2に示す。

Table 2 Effect of treatment of rice straw with alkaline solution on mushroom yield

Alkaline solution	Yield (g)	Yield (%)*
1 % Na ₂ CO ₃	118.6	23.7
0.5 % Na ₂ CO ₃	91.4	18.3
1 % NaOH	110.3	22.1
0.5 % NaOH	87.0	17.4
Hot water	78.9	15.8

本実験では、1%炭酸ナトリウム溶液による処理が効果があった。しかし、熱水処理も無処理のものに比較して増収した。

* Yield of fruit-body, grams/100g of medium.

従来のはらたけ培養では米糠を窒素補給またはビタミンの給源として添加しているが、稲ワラを主原料とする場合には、栄養生長にとっては米糠の添加に関係なくいずれも25日の培養で完了した。しかし、原基の誘導は米糠量の多いもので早い傾向が見られた。子実体の収量と米糠量の関係は表3に示すように米糠量10%までは比例したが、それ以上添加しても収量に大きな影響はなかった。米糠無添加の場合は2回の収穫で終了したが、米糠を添加した場合には3回の収穫を得た、第2回目の収量は第1回目の約1/2、第3回目の収量は第2回目の約1/2を示した。

Table 3 Effect of rice bran on mushroom yield

Rice bran %	First yield g	Second yield g	Third yield g	Total yield g	Yield %
0	26.0	25.1	—	51.1	10.2
2.5	50.7	23.4	11.4	85.5	17.1
5.0	60.9	25.6	11.3	97.8	19.5
7.5	62.2	28.6	13.5	104.3	20.9
10.0	64.0	32.8	21.8	118.6	23.7
15.0	63.8	36.2	18.2	118.2	23.6

しかし、紙類に主原料とした時は、米糠無添加のものは栄養生長は不良であり、子実体形成には多量の米糠を要した。

米糠10%を強化した稲ワラ培地の培養経過を表4に示す。培養の経過とともにリグニン、灰分、

無窒素物の含有率が増加し、脂肪、粗繊維が減少して、稲ワラ中のセルロースが炭素源として吸収消費していることを示

した。

ヒラタケは培養中にシュウ酸を蓄積するというTsaoら²⁾の報告があり、またシュウ酸はヒラタケの栄養生長を阻害するのでCa塩としてとり除くため、培地にあらかじめ炭酸カルシウムを添加して培養した。

しかし、子実体収量は表5に示すように炭酸カルシウムの効果は認められず、かえって多量の添加は収量の低下を示した。稲ワラにすでに含まれているカルシウムはシュウ酸除去に充分量と思われる。

ビン培養による稲ワラを主原料とした培地からの子実体収量を表6に示す。種菌接種から第1回の収穫までに要した日数は37.2日で、その後11.6日および17.2日にそれぞれ第2回、第3回の収穫を得た。第2回の収穫は第1回の収穫の $\frac{1}{2}$ 、第3回の収穫は第2回の $\frac{2}{3}$ の収量を得た、3回の総収量は使用した培地に対して23.7%を示した。

Table 4 Changes in some constituents during growth on rice straw

Constituent	Rice straw medium	After incubation 25 days ^{a)}	After cropping ^{b)}
Fat	11.81	6.35	4.18
Total N	1.70	1.71	1.37
Fiber	31.46	29.57	27.53
Lignin	18.63	19.94	20.80
Ash	12.72	13.73	16.84
N-free extract	23.68	27.60	29.28

a) Vigorous mycelium develops throughout the medium.

b) A yield of 145g fresh mushroom per 500g moistened medium was obtained.

Table 5 Effect of addition of CaCO₃ on mushroom yield

CaCO ₃ %	Yield g	Yield %
0	118.6	23.7
1	116.1	23.2
2	117.6	23.5
3	108.9	21.8
4	98.3	19.7
5	82.7	16.5

Table 6 Yield of mushrooms on rice straw

Replicate	First yield		Second yield		Third yield		Total yield g
	day	g	day	g	day	g	
1	39	79	12	29.5	17	15	123.5
2	38	60.5	10	37	18	25	122.5
3	38	70	11	27.5	16	12.5	110.0
4	36	64.5	13	39	18	32.5	136.0
5	35	46	12	31	17	24	101.0
Av	37.2	64.0	11.6	32.8	17.2	21.8	118.6

wt. fresh mushrooms/wt. moistened medium 23.7

同様モミガラを主原料とした培地からの子実体収量を表7に示す。種菌接種から第1回の収穫までに要した日数は38.6日、第1回から第2回目までの日数は14.6日で稲ワラの場合よりも少し遅れ、第2回の収穫は第1回の収量の $\frac{1}{2}$ 、第3回目の収穫はできなかった。総収量の培地に対する割合は17.1%を示した。

従来用いられている鋸屑による培養結果を比較のため表8に示した。主原料を松鋸屑として前記同様にアルカリ処理をして10%米糠を添加した。

接種から第1回の収穫までに要した日数は56.8日で、稲ワラに比較して約20日遅れ、第3回の収

穫は得られなかった。総収量は稲ワラ培地による収量の $\frac{1}{2}$ を示した。稲ワラによる栽培が従来の鋸屑による方法よりも培養日数、収量の点ですぐれた方法であると推定される。

次にスケールアップするために木箱を用いた結果、培地に対する収量はビン培養とほぼ一致した。しかも培地の調製、栽培管理は有利である。平均収量は20.7kg/10kg 稈地を示した。収培の一例を図1に示す。

25日間室温で培養すると、栄養菌糸は培地全面に蔓延するので、この時シートをとり除き、必要があれば軟く表面に散水すると、1週間から10日の周期で子実体の発生が見られた。原基形成の温度は比較的低温であって、収穫の数日前に低温の日があると原基が誘導されて子実体を形成するものと推定される、その温度は表1から15°C附近と考えられる、しかも、1日の最低温度が20°Cを越えたと子実体の発生は停止した。

新聞紙など紙類を炭素源とする場合には、稲ワラやモミガラを主原料とする場合よりも補助物質を多く強化する必要がある、紙類に対して米糠を30%添加した結果、子実体の形成は旺盛であって、稲ワラ培地の場合とほとんど同じ収量を得た。

表9は使用後の新聞紙のほか段ボールの古箱、包装紙を培地の主原料とした時の子実体の収量を比較したものである。使用した3種類の廃紙

Table 7 Yield of mushrooms on rice hull

Replicate	First yield		Second yield		Total yield g
	day	g	day	g	
1	42	65	14	21.5	86.5
2	40	58.5	15	24	82.5
3	38	49.5	18	32	81.5
4	37	66	13	26	92.0
5	36	54	13	30	84.0
Av.	38.6	58.6	14.6	26.7	85.3

Wt. fresh mushrooms/wt. moistened medium 17.1

Table 8 Yield of mushrooms on pine sawdust

Replicate	First yield		Second yield		Total yield g
	day	g	day	g	
1	65	52	11	15	67.0
2	61	42.5	12	17	59.5
3	57	49	10	23	72.0
4	53	46.5	15	24	70.5
5	48	51	17	21	72.0
Av.	56.8	48.2	13.0	20.0	68.2

wt. fresh mushrooms/wt. moistened medium 13.6

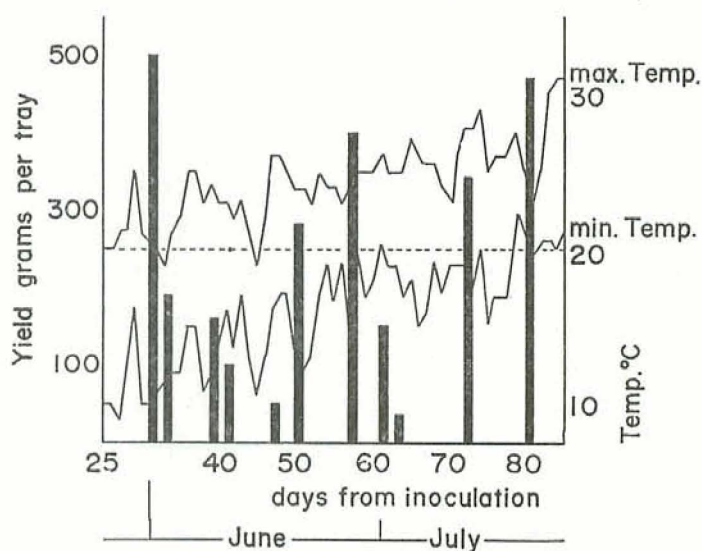


Fig 1 Yield from rice straw on tray

Table 9 Yield of mushrooms on paper supplement with rice bran

Paper	First yield		Second yield		Third yield		Total yield	
	day	g	day	g	day	g	g	%
Newspaper	37.1	61.2	9.0	28.6	25.7	23.3	113.1	22.6
Board (for packages)	38.7	57.6	13.8	25.5	21.3	25.0	108.1	21.6
Brown (for wrapping)	39.4	53.1	18.7	27.6	16.8	26.3	107.0	21.4

による収量の差は認められず、いずれも良好な収量を得ることができた。新聞紙を主材とした時の子実体の発生状態を附図1に示す。



Plate 1 Formation of fruit-body on newspaper

要 約

代表的な木材腐朽菌ヒラタケの炭水化物性廃棄物による培養法について報告した。培地として我国で比較的入手の容易な稲ワラなどの禾本科植物未利用部位または近年ますます増加の傾向が見られる産業廃棄物、たとえば使用後の新聞紙、雑誌、段ボール紙、包装紙などの紙パルプ製品の廃棄物を利用した。その結果、稲ワラや紙類を主材とした培地では樹種選択性を克服するとともに培地に対して約22%~23%の収量を示し、従来の鋸屑培養法に較べて約1.7倍の収量を得た。また培養期間を約 $\frac{1}{2}$ に短縮でき、より経済的であることを認めたこのように廃棄物を利用したヒラタケの生産は従来の鋸屑培養法に特別な処理を講ずることなく良好な収量を得ることを認めた。終りに、本研究に御協力いただいた岡信子氏に感謝いたします。

文 献

- 1) 橋本一哉, 木誌 9, 334 (1970)
- 2) Tsao, G. T : *Appl. Microbiol.* 11, 249 (1963)