

飲料缶詰製造に伴って排出される産業廃棄物の有効利用 — コーヒーかす培地による食用きのこ栽培の試み —

加瀬谷泰介, 岡崎 由朗, 宮川キミ枝
山崎 昭子, 末松 伸一

Effective Utilization of Waste Discharged from Canned Drinks Manufacturing Line — Cultivation of Some Edible Mushrooms on the Spent Coffee Grounds Medium —

Taisuke Kasetani, Yoshiro Okazaki, Kimie Miyagawa,
Akiko Yamasaki and Shinichi Suematsu

Four edible mushrooms, Hatakeshimeji (*Lyophyllum decastes*), Bunashimeji (*Hypsizigus marmoreus*), Nameko (*Pholiota nameko*) and Yanagimatsutake (*Agrocybe cylindracea*) were successfully cultivated on a medium with spent coffee grounds (SCG), a waste discharged from canned coffee drinks manufacturing lines. Yield of *L. decastes* was 40 to 60 g per bottle including the medium (550 or 650 g), and ratio of yield to substrate was less than 10% (w/w). Yield of *H. marmoreus* was more than 100 g (550 g), and the ratio was approx. 20% (w/w). Yield of *P. nameko* was 60 to 80 g (500 g), and the ratio was approx. 15% (w/w). The ratio of *P. nameko* should be improved. Yield of *A. cylindracea* was firstly 90 to 100 g (550 g), less than 120 g of the yield of commercial cultivation with sawdust medium. However, the yield of *A. cylindracea* was increased to 112 g by replacing rice bran with wheat bran in the SCG medium.

Although, cultivation period and yield of the four mushrooms should be improved, morphology and quality of fruit bodies was normal. It is demonstrated that SCG shortened dramatically the cultivation period of *P. nameko*, approx. 50 days, about half of the period with sawdust medium in commercial cultivation.

Key words : waste, recycle, coffee, spent coffee grounds, edible mushroom, mushroom, *Lyophyllum decastes*, *Hypsizigus marmoreus*, *Pholiota nameko*, *Agrocybe cylindracea*, scraping of medium's surface.

缶コーヒーに代表される容器詰めコーヒー飲料の生産量は282万klと非常に多く¹⁾, そのために膨大な量が排出されているコーヒー抽出かす (SCG : Spent Coffee Grounds) は水分が多いために, 腐敗しやすく, 輸送しにくい. このため, 前処理として脱水・乾燥するが, 処理費用の増大を招き, 排出者の負担になっている. 現在は多くが産業廃棄物として処分されているが, 単なる処分ではなく, 有効に利用することを求める「食品リサイクル法」の施行によって, 新たな対応が求められている.

これまでに, 食用きのこのヒラタケ生産用培地材料として SCG を有効に利用できることを示

したが²⁻⁴⁾、さらに食用きのこハタケシメジ、ブナシメジ、ナメコ、ヤナギマツタケの栽培が可能であるかどうかを検討したので、報告する。

実験方法

1. 材料

1) 使用菌株

ハタケシメジ (*Lyophyllum decastes* (Fr. : Fr.) Sing.), ブナシメジ (*Hypsizygus marmoreus* (Peck) Bigelow) は、いずれもJA長野県産の市販品より組織培養によって分離した菌株を用いた。ヤナギマツタケ (*Agrocybe cylindracea* (DC. : Fr.) Maire) は日本農林種菌株式会社(静岡県裾野市)の、ナメコ (*Pholiota nameko* (T. Ito) S. Ito et Imai in Imai) は菌興椎茸協同組合(鳥取県)の市販菌種を用いた。

2) 栽培容器

ホクト株式会社(長野県長野市)のきのこ専用ポリプロピレン(PP)瓶2種(850-58[®], 1100-75[®])と専用の発砲ウレタンフィルタ内蔵のPP蓋を用いた。

3) 培地材料

コーヒークラス(SCG)は岡山県食品株式会社殿(岡山県笠岡市)、株式会社ナガノトマト殿(長野県松本市)、近畿コカ・コーラボトラーズ株式会社殿(大阪府茨木市)より提供された。それぞれOKS-SCG, NT-SCG, KCC-SCGと略す。いずれも屋根付きのコンクリート床に工事用シートを敷き、5cm程度の厚みに広げて水分含量20%程度まで風乾して用いた。

培地の副材料は、米ぬか、大豆かす、初殻であり、この他にpH調整用に炭酸カルシウム、硫酸カルシウムを添加した。

ハタケシメジについては、発生処理後の培地表面を被覆するために、60℃-30分の条件で殺菌し、湿重量に対して5%の炭酸カルシウムを添加してpHを調整したピートモス(和泉農材株式会社、短繊維1号)を用いた。

2. 方法

1) 培地調製・菌糸の接種

標準的な培地の組成をTable 1に示す。材料を十分に混合し、水分は65%を目標に調製した。850-58[®]瓶には500~550gの培地を充填、均等に圧縮して瓶の肩より5mmで均し、φ18mmの接種孔を培地中央に底まで開けた。1100-75[®]瓶には650g培地を充填し、中央にφ15mm、その周囲4ヶ所にφ10mmの接種孔を底まで開けた。それぞれ専用の蓋をし、レトルト釜を用いて121℃-90分の条件で滅菌した。放冷後、翌日に種菌を約3%(w/w)の割合で接種した。

2) 菌糸の培養

20℃-75%RH、ないし22℃-85%RHの条件で菌糸を培養した。

Table 1 Recipe of SCG medium (Ratios in which SCG weight is 100)

Spent coffee grounds (dried)	100	Calcium sulfate	2.5
Defatted soy bean flakes	12.5	Chaff of rice	6.25
Rice bran	12.5	Water	150
Calcium carbonate	1.25		

3) 子実体発生操作：菌掻きと覆土

菌糸が培地全体に蔓延した後も、引き続き培養を継続し（熟成）、その後子実体発生を促す操作を行った。接種した種菌など古い菌糸を含む培地の表層を掻き落とす「菌掻き」は共通であるが、ハタケシメジとナメコは培地表面を平らに削る方法で、ブナシメジとヤナギマツタケは中央部を盛り上げた形に削る方法で行った（以下「まんじゅう」と称する）。菌掻き後には瓶に水を注ぎ、数時間静置して、吸水させる浸漬処理を行ったが、ハタケシメジのみは浸漬処理を行う代わりに調製ピートモスで培地表面を覆う「覆土」を行った。同条件下で培養を継続して覆土への菌糸の伸長を確認した後、一部は覆土上層を掻き取り（排土法、RC：rase-casing）、残りについては掻き取った分を補充した（二重覆土法、DC：double-casing）。これらの一連の操作を終えた後に、16～18℃-90%RHの環境に移して子実体を形成させた。

4) 収穫

株状に発生する子実体が十分に生長し、多くの子実体で菌傘径が2～3cmに達した時点で収穫した。ナメコとヤナギマツタケについては、菌傘径と合わせて菌褶を被う菌膜を観察し、それが破れないうちに収穫した。

5) 測定

収穫した子実体は瓶毎に重量を測定した。

結果と考察

1. ハタケシメジ

1) 実験区

ハタケシメジの実験区一覧を Table 2 に示す。いずれも粗挽きの NT-SCG を用いた。

2) 所要日数

接種してから菌糸が容器内に完全に蔓延するまで（蔓延日数）、蔓延してから菌掻き処理をするまで（熟成日数）、菌掻きおよび覆土をしてから排土または二重覆土処理するまで（覆土日数）、その後子実体原基が視認されるまで（原基形成日数）、子実体原基が収穫適期に成熟するまで（成熟日数）を Table 3 に示す。

菌糸は約35日で蔓延したが、更にほぼ同日数培養を継続して菌糸体に十分な栄養を蓄積させた。培養日数は合計で71日である。

Table 2 List of bottles and casing method for cultivation of *Lyophyllum decastes* on the SCG medium

	Fill (g/btl)	Method of casing	Replicate
850-58bottle	550 g/btl		5
1100-75bottle	650 g/btl		5
850-58/rase-casing	550 g/btl	Cover with casing → rase upper part of casing ⇒ scrape surface of casing	3
850-58/double-casing	550 g/btl	Same as above, then cover again	2
1100-75/rase-casing	650 g/btl	Cover with casing → rase upper part of casing ⇒ scrape surface of casing	2
1100-75/double-casing	650 g/btl	Same as above, then cover again	3

Table 3 The number of days for cultivation of *Lyophyllum decastes* on the SCG medium

	Spawn run*	Mature	Casing	Primordia formation*	Mature fruit bodies	Total
850-58	33.4±2.07	37.6±2.07	15.0±0.00	17.0±0.00	14.8±1.10	117.8±1.10
1100-75	36.2±2.95	34.8±2.95	15.0±0.00	11.8±3.03	14.8±0.84	112.6±3.65
850/RC	34.3±2.08	36.7±2.08	15.0±0.00	17.0±0.00	15.3±1.15	118.3±1.15
850/DC	32.0±1.41	39.0±1.41	15.0±0.00	17.0±0.00	14.0±0.00	117.0±0.00
1100/RC	34.0±4.41	37.0±1.41	15.0±0.00	14.5±3.54	15.0±1.41	115.5±4.95
1100/DC	37.7±2.89	33.3±2.89	15.0±0.00	10.0±0.00	14.7±0.58	110.7±0.58

* the number of days that the mycelia of *L. decastes* were full in bottle.

** the number of days that primordia were found after inducing fruit body by cooling.

SCG を主体にした培地から栄養吸収と蓄積がどの程度の速度で進むのか不明であるため、菌糸培養の期間を極力長くとした。しかしながら、本報の熟成35日間は長すぎたきらいがあり、文献^{5, 6)}からも菌糸培養期間をもっと短縮できる可能性が高い。

菌糸が蔓延するまでの日数は培地量の違いを反映して、容量の小さい850-58瓶 (550 g 充填)の方がわずかながら短い、一方で2回目の菌掻き・排土処理から子実体原基が形成されるまでの日数は、1100-75瓶 (650 g)の方がかなり短かった。特に、覆土処理をし直した1100/DC区で10日と、850-58区の17日を大幅に短縮した。原基形成後から子実体収穫までの日数には大きな差はなく、全栽培期間は1100-75区でやや短い傾向が見られるものの、有意差はなかった。前述のとおり、熟成日数の短縮と覆土処理の改良で、栽培期間は短縮できると考えられる。

3) 子実体発生操作：菌掻きと覆土処理

菌掻きをして種菌や古い菌糸を除いた後、低温殺菌してpHを調整したピートモスを覆土として施用した。覆土の深さは約1 cmとし、施用後に噴霧器で散水した。この処理を行ってから約20℃で、更に菌糸培養を継続した。

覆土後8日目には、覆土表面にわずかながら菌糸が観察され、覆土中に十分菌糸が蔓延したと判断された。この時点で再度菌掻きを行って覆土を厚さ2~4 mmほど残して取り除いた後(排土)、15℃-80% RHの栽培室に移動し、子実体原基を誘導した。

排土後7日間培養した結果、全数で覆土表面に気中菌糸がマット状に蔓延し、ツクリタケ (*Agaricus bisporus* var. *albidus* (J. Lange) Sing.) 栽培でオーバーレイと称されるものに似た状態になった。この状態では、栄養生長から生殖生長、すなわち菌糸体から子実体への転換がうまく行われず、収穫が望めないと判断されたので、再度菌掻きを行ってマット状気中菌糸を取り除いた。そして、各実験区の半数は菌掻きのみで (RC法の継続)、他は再度覆土を施用し (DC法)、子実体原基の誘導を継続した。

ツクリタケにおけるオーバーレイは不適当な高い温度や湿度、換気の不足による二酸化炭素の蓄積によって引き起こされる⁷⁾。今回は排土後に温度を下げたが、菌糸の生長が止まらずに、子実体への転換が遅れた。温度の下げ幅や、排土せずに覆土を菌掻きするなど更に工夫する必要がある。また、菌株、品種によっては覆土が不要のものも開発されつつあり⁵⁾、今後は覆土をせずとも十分な子実体を形成できる品種が現れてくると考えられる。

4) 栽培容器および覆土処理の違いによる収穫量の変化

上記の処置の結果、再度の菌掻きから10~17日で子実体原基が確認され、原基形成後14日程度で十分に生長したので、株全体を収穫した。付着した覆土や培地を簡単に取り除いてから重量を測定した。その結果を Table 4 に示す。

1100-75瓶は850-58瓶の約1.2倍の培地を使用しているが、平均収穫量の差は約1.5倍であり、収率は1100-75区の方が高い。口径が大きく子実体が発生できる面積が広いことなどが、有利に働いたと考えられる。しかしながら、収穫量の絶対的な水準は低く、ばらつきが非常に大きいため、使用した培地量を基準とした収率には有意差はなかった ($p=0.137854$)。

菌糸蔓延後の、覆土と排土処理の違いについては、栽培瓶の容量によって異なった結果となった。850-58瓶においては排土区で収穫量および収率が高かったが、1100-75瓶においては、二重覆土区で明らかに収穫量が高く ($p=0.028514$)、子実体の形成も早かった。

反復数は少ないものの、いずれも確実に子実体が得られており、株状に発生する子実体が十分に生育できる面積を有する大口径瓶を用いて、菌糸から子実体への転換をより確実にするならば、SCG を主体にした培地でハタケシメジを栽培することは可能であると考えられる。

Table 4 Yield of *Lyophyllum decastes* on the SCG medium

	Yield (g)*	Ratio of yield to substrate (%)**	Replicate
850	39.4 ± 8.33	7.2 ± 1.51	5
1100	58.6 ± 13.09	9.0 ± 2.01	5

850/RC	42.8 ± 8.35	7.8 ± 1.52	3
850/DC	34.3 ± 7.21	6.2 ± 1.31	2
1100/RC	45.5 ± 7.21	7.0 ± 1.11	2
1100/DC	67.4 ± 5.36	10.4 ± 0.82	3

* trimmed stipe-end and brushed away the casing.

** based on the weight of the SCG medium. 550 g for 850-58, 650 g for 110-75 bottle.

2. ブナシメジ

1) 実験区

粗挽きの NT-SCG を用いて Table 1 に示した標準的な SCG 培地を調製し、850-58瓶に550 gを充填し、中央にφ18mmの接種孔を1本開けた。反復は3本のみである。

2) 所要日数

菌糸の培養、子実体の形成などにかかった日数を Table 5 に示す。ブナシメジでは菌糸培養とその後の熟成期間を合わせて、60~70日あるいは100日程度必要とされる^{8~10)}。本実験では菌糸の蔓延までに約30日、熟成に同じく約30日と、ほぼ標準的な培養日数で、十分に菌糸を育成できた。

菌掻き、浸漬処理から子実体原基形成までには標準的には10日ほどとされる^{8~10)}。本報においては14日とやや遅れたが、原基形成後から収穫までの子実体生長に要した日数は標準的なものであった。第1回の収穫までの全栽培期間は87~88日で、おがくず培地を用いる通常の栽培と同程度であった。

Table 5 The number of days for *Hypsizigus marmoreus* cultivation on the SCG medium.

Spawn run*	Mature	Primordia formation*	Mature fruit bodies	Total
27.0±3.46	34.0±3.46	14.0±0.00	12.3±0.58	87.3±0.58

* the number of days that the mycelia of *H. marmoreus* were full in bottle.

** the number of days that primordia were found after inducing fruit body by cooling.

第1収穫後、再度水に浸漬処理して子実体を発生させたが、30日以上かかり、実用的とはいえなかった。通常の栽培でも、シイタケなどとは異なり、1回収穫しただけで栽培を終えるのが普通である。

3) 収穫量

SCG 培地におけるブナシメジの収穫量を Table 6 に示す。第1回の収穫量は平均106.5 gであり、収率は19.4%であった。通常の栽培では1回の収穫で100~120 g¹¹⁾、140~180 g¹²⁾ が得られるとされる。栽培日数と異なり、収穫量はやや低めであったが、ほぼ標準的な範囲であった。したがって、SCG 培地でブナシメジの子実体を得られることが明らかとなった。

しかしながら子実体の発生と形態がやや不揃いであり、「まんじゅう」の直径および高さ、浸漬時間など、菌搔き以後の工程については更に検討を加える必要がある。収穫量の更なる向上も、当然、図らねばならない。

Table 6 Yield of *Hypsizigus marmoreus* on the SCG medium

	Yield (g)*	Yield-medium ratio (%)**	Replicate
1 st Crop	106.5± 7.98	19.4± 1.45	3
2 nd Crop	37.6± 12.92	6.8± 2.35	3
Total	144.1± 9.73	26.2± 1.77	3

* trimmed stipe-end and brushed away the medium.

** based on the weight of the SCG medium (550 g).

3. ナメコ

1) 実験区

細挽きの KCC-SCG, 粗挽きの OKS-SCG を用いて Table 1 に示した標準的な SCG 培地を調製し、850-58瓶に500 g を充填し、中央にφ18mmの接種孔を1本開けた。基材にスギおがくずを用いた培地も同様に調製した。反復は各10本である。

2) 所要日数

菌糸の培養、子実体の形成などにかかった日数を Table 7 に示す。ナメコでは菌糸培養とその

後の熟成期間を合わせて60~70日、子実体の発生に30~40日程度必要とされる^{13,14)}。本実験では菌糸の蔓延までに約20日、熟成に約5日とごく短期間で発生操作に入った。そのため、全栽培日数を約50日と非常に短縮できた。

またいずれの培地でも反復を10本としたが、おがくず培地はほとんどがカビによる汚染で子実体を得るに至らなかった。

4) 収穫量

SCG 培地におけるナメコの収穫量を Table 8 に示す。瓶栽培における目標収率は25~40%とされており¹⁵⁾、それには至らなかったものの、SCG 培地において正常なナメコの子実体を得ることができた。一方のおがくず培地ではアオカビによる汚染によって、ほとんど収穫できなかった。

不振の原因は、50日と栽培期間を非常に短縮したこと、収穫に至った栽培瓶には明確な汚染は見られなかったものの、カビによる汚染が発生したことによると考えられる。同時に調製、殺菌し、同一の菌株を接種したにもかかわらず、おがくず培地にだけカビ汚染が集中したが、SCG にカビ汚染を抑制する効果があるのかどうか、検討が必要である。

粒度の異なる SCG の収穫量はそれぞれ 59.3 ± 14.14 g, 76.5 ± 18.29 g で、かろうじて5%レベルの有意差が認められ、粗挽きのほうが多かった ($p=0.049424$)。しかしながら、収量レベルが低いこと、変動係数が20%以上と、ばらつきが大きいことから、粒度の影響はなお明確ではない。

ヒラタケなどの他の施設栽培きのこよりも栽培期間が長いこと、価格が低迷していることから、ナメコ農家の収益は悪化してきており、栽培期間の短縮などの対策が図られている¹⁴⁾。培養期間を26日と通常の半分以下にしても、収率15%を得られたことから、SCG 主体の培地はナメコに

Table 7 The number of days for cultivation of *Pholiota nameko* on the SCG medium

	Spawn run*	Mature	Primordia formation*	Mature fruit bodies	Total	Replicate
KCC-SCG	21.5 ± 0.53	4.5 ± 0.53	13.8 ± 1.04	7.6 ± 0.74	47.4 ± 1.06	8
OKS-SCG	20.9 ± 1.10	5.1 ± 1.10	14.0 ± 2.35	7.0 ± 0.50	47.0 ± 2.29	9
Sawdust	21.3 ± 0.48	4.7 ± 0.48	14	8	48	1

* the number of days that the mycelia of *P. nameko* were full in bottle.

** the number of days that primordia were found after inducing fruit body by cooling.

Table 8 Yield of *Pholiota nameko* on the SCG medium

	Yield (g)*	Ratio of yield to substrate (%)**	Replicate
KCC-SCG	59.3 ± 14.14	11.9 ± 2.83	8
OKS-SCG	76.5 ± 18.29	15.3 ± 3.66	9
Sawdust	18.7	3.7	1

* trimmed stipe-end and brushed away the medium.

** based on the weight of the SCG medium (550 g).

対して一定の適性があるものと考えられる。

4. ヤナギマツタケ

1) 実験区

ヤナギマツタケの実験区一覧を Table 9 に示す。KCC-SCG 1 培地および 2 培地は細挽きの、OKS-SCG 培地は粗挽きの SCG を用いているが、培地の配合は同一である。

強化培地 1 は KCC-SCG 培地から脱脂大豆かすを取り除き、かわって米ぬかを 5 倍量とすることで栄養強化を図ったものである。さらに半量ないし全量を精選ふすまに置き換えた培地を調製した（強化培地 2 および 3）。ただし、Table 1 に示した配合は通常のおがくず培地よりも極端に栄養材料が少ないものであり、5 倍量の栄養材料を添加して通常のおがくず培地と同程度である。

2) 所要日数

数回繰り返した実験において、接種から収穫までの期間は 45~55 日程度であり、通常用いられるおがくず主体の培地と同じか、やや長い程度であった。培地の基材が SCG であることによる、菌糸伸長速度への影響は無かった。

3) 収穫量

Table 10 に収穫量を示す。

これまでに調べた食用きのこはいずれも、SCG の粒径が粗いものの方が細かいものよりも収量などの成績がよい傾向が見られるが（未発表）、ヤナギマツタケでは逆に細挽きの KCG-SCG を用いた培地において、より高い収穫量を示した。

米ぬかを 1 瓶（培地 550 g）あたり約 100 g 使用する標準的なおがくず培地に準拠した強化培地 1 と、Table 1 に示したように、栄養材料を標準的なおがくず培地の 4 割程度にまで減らした両 SCG 培地の間に収量差はなかったが、その一方で、強化培地 1 にふすまを併用した強化培地 2 および 3 で増収する傾向が見られた。

ヤナギマツタケのおがくず培地を用いた瓶栽培での収量は約 120 g とされており¹⁶⁾、SCG 培地でもふすまを併用するなど、栄養材を工夫することで、遜色のない程度の収量が得られることがわかった。

Table 9 List of media for cultivation of *Agrocybe cylindracea* on the SCG medium

	Fill (g)	Feature of media	Replicate
KCC-SCG 1	550	Fine ground, add gypsum to the recipe of Table 1	5
OKS-SCG	550	Coarsely ground, add gypsum to the recipe of Table 1	5

KCC-SCG 2	550	Fine ground, add gypsum to the recipe of Table 1	5
Enriched 1	550	Same as above, but add 5 fold rice bran and exclude soy bean flake.	5
Enriched 2	550	Same as above, but replace half of rice bran with wheat bran. (weight base)	5
Enriched 3	550	Same as above, but replace all of rice bran with wheat bran. (weight base)	5

Table 10 Yield of *Agrocybe cylindracea* on the SCG medium

	Yield (g)*	Ratio of yield to substrate (%)**	Replicate
KCC-SCG 1	104.2 ± 7.16	18.9 ± 1.36%	5
OKS-SCG	87.3 ± 5.93	15.9 ± 1.08%	5
KCC-SCG 2	88.5 ± 19.30	16.1 ± 3.51%	5
Enriched 1	87.2 ± 25.86	15.9 ± 4.70%	5
Enriched 2	93.3 ± 21.09	17.0 ± 3.83%	5
Enriched 3	112.3 ± 14.80	20.4 ± 2.69%	5

* trimmed stipe-end and brushed away the medium.

** based on the weight of the SCG medium (550 g)

要 約

1. 廃棄物であるコーヒーかす (SCG) を主体にした培地を用いて、ハタケシメジ、ブナシメジ、ナメコ、ヤナギマツタケの4種の食用きのこが得られた。
2. ハタケシメジでは1瓶あたり40~60g、収率10%弱であった。培養期間の短縮と収量の向上が課題である。
3. ブナシメジでは1瓶当たり100g強、収率20%であった。栽培期間は標準的とされる水準であったが、収量には若干改善の余地がある。
4. ナメコは通常の半分程度の約50日で子実体を得られたが、1瓶当たり60~80g、収率15%程度と、収量には改善の余地がある。
5. ヤナギマツタケは標準的な栽培期間で子実体を得られたが、1瓶当たり90~100gとやや少ない。培地にふすまを添加することで、112gと標準的な収量に達した。
6. いずれも子実体の形態、品質には問題なかった。

謝 辞

コーヒーかすを譲渡していただいた岡山県食品株式会社殿、近畿コカ・コーラボトラーズ株式会社殿、株式会社ナガノトマト殿には、ここに記して特に感謝いたします。

文 献

- 1) 日刊経済通信社調査出版部編：酒類食品産業の生産・販売シェア=需給の動向と価格変動=平成11年版, p532, 日刊経済通信社, 東京, (1999).
- 2) 橋本一哉, 岡崎由朗, 加瀬谷泰介, 宮川キミ枝, 山崎昭子, 日置タツエ：東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所研究報告書, 22, 29-38, (1998).
- 3) 岡崎由朗, 加瀬谷泰介, 宮川キミ枝, 山崎昭子：東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所研究報告書, 23, 21-28, (2000).
- 4) 加瀬谷泰介, 岡崎由朗, 宮川キミ枝, 山崎昭子：東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所研究報告書, 23, 29-37, (2000).
- 5) 衣川堅二郎, 小川眞編：きのこハンドブック, p119, 朝倉書店, 東京, (2000).

- 6) 農村文化社 きのこ年鑑編集部編：2000年版きのこ年鑑，p217-p221，農村文化社，東京，(1999)。
- 7) 橋本一哉：マッシュルーム栽培法，p248，農村文化社，東京，(1987)。
- 8) 衣川堅二郎，小川眞編：きのこハンドブック，p104，朝倉書店，東京，(2000)。
- 9) 農村文化社 きのこ年鑑編集部編：2000年版きのこ年鑑，p173-174，農村文化社，東京，(1999)。
- 10) 農耕と園芸編集部編：キノコ栽培の新技术，p113-115，誠文堂新光社，東京，(1988)。
- 11) 農耕と園芸編集部編：キノコ栽培の新技术，p115，誠文堂新光社，東京，(1988)。
- 12) 農村文化社 きのこ年鑑編集部編：2000年版きのこ年鑑，p176，農村文化社，東京，(1999)。
- 13) 衣川堅二郎，小川眞編：きのこハンドブック，p90，朝倉書店，東京，(2000)。
- 14) 農村文化社 きのこ年鑑編集部編：2000年版きのこ年鑑，p184-185，農村文化社，東京，(1999)。
- 15) 衣川堅二郎，小川眞編：きのこハンドブック，p91，朝倉書店，東京，(2000)。
- 16) 衣川堅二郎，小川眞編：きのこハンドブック，p128，朝倉書店，東京，(2000)。