

食品産業廃棄物によるきのこ栽培

岡崎 由朗, 星子英次郎, 宮川キミ枝, 加瀬谷泰介

Cultivation of Mushroom by Food Industrial Wastes

Yoshiro Okazaki, Eijirou Hoshiko, Kimie Miyagawa and Taisuke Kasetani

The technology that can effectively use food industrial wastes as a mushroom medium is examined. Especially food industrial wastes such as spent coffee grounds, tea grounds (green tea, oolong tea and black tea), vegetable garbage and squeezed fruit garbage were studied. As a result of cultivation examination of mushroom by tea grounds medium, that is fermentation tea, 1. Mushroom should be able to be grown with tea grounds medium. 2. Fruit body lack lamellae in the back of pileus, that is, mushroom that doesn't make spore is formed at *Pleurotus eryngii*, were clarified. Also, for some kinds of vegetable garbage and squeezed fruit garbage, It's searched for the one that it is possible to use it for mushroom medium and doing cultivation examination. As a result, good mushroom of *Pleurotus eryngii* were formed in cabbage, potato, carrot, mandarin orange and pineapple. In addition, in the cabbage medium, the fruit body especially was showed that stalk was fat, and data was excellent.

Key words : waste, spent coffee grounds, tea grounds, fruit body lack lamellae, pileus, *Pleurotus eryngii*, cabbage medium.

食品環境資源の再生利用等の促進に関する法律である食品リサイクル法が平成13年に施行になり、食品廃棄物(生ゴミ)の年間排出量100トン以上の事業者が対象で平成18年度までに再生利用等の実施率を20%まで向上(20%のゴミ量の削減)することという農林水産省の勧告がでている。

日本では食品産業廃棄物は年間1,136万トン排出され、そのうち食品製造業が490万トンで構成比が43%と最も高くなっている(農林水産省による平成16年度調査, Fig. 1に産業別の食品廃棄量を示した)。また食品産業全体では委託による再生利用が90%であり、その用途別では肥料化が39%と最も高く次いで飼料化が33%である。また再生利用を推進するにあたっての課題10項目としては、食品廃棄物等の保管場所の確保や臭気対策と再生利用に要するコストの低減が第一位にあげられている。減量化に取り組む事業所も増えて来ており、焼却、埋め立て等の他食品循環資源としての再生利用に取り組む事業所が増えている傾向がある¹⁾。

当室では食品産業廃棄物のうちコーヒー抽出かす、茶かす(緑茶、ウーロン茶、紅茶)、野菜くず、果実搾汁かすについてきのこ培地として有効活用できる技術を検討している^{2), 3)}。植物の不溶性非可食部は主としてセルロース、ヘミセルロース、リグニンからなるリグノセルロースと呼ばれているものである。一方きのこは菌類の中で最も進化したグループに属し、このリグノセルロースを分解し資化できる貴重な生物である。コーヒー飲料等の製造工場では

同じ排出ホッパーからコーヒーかすと緑茶が混合された状態で排出されるという実情より、未発酵茶である緑茶、半発酵茶であるウーロン茶についてもきのこ栽培の検討を進めてきたが、いずれも子実体を形成するまでに至らなかった。きのこ培地では30~40位が標準とされている炭素源、窒素源のバランス、いわゆるC/N比がコーヒーかすでは25で、おがくずの600の値と比べても炭素源と窒素源のバランスは良好であり優良な培地基材であることがわかった⁴⁾。最近になって発酵茶である紅茶かす培地によるきのこの栽培試験を実施した結果、①紅茶かす培地でのきのこ栽培が可能であること、②紅茶かす培地でエリンギの菌傘の裏のヒダがない(胞子を作らない)きのこができることがわかった。Fig. 2に食品廃棄物によるきのこ栽培試験の経緯を示した⁵⁾。

緑茶、ウーロン茶は抗菌作用があるカテキン類が多く、紅茶に比べて製造時の発酵工程が少ない。また抽出温度(65~90℃)が低いいためその抽出かすはカテキン類が残留してきのこ培地としての阻害作用が強い。これに対して紅茶かすは、緑茶、ウーロン茶に比べ総ポリフェノール量は多いがカテキン量は少ない。紅茶かすは完全発酵された茶であること、また抽出温度(90℃以上)が高い為、その抽出かすは阻害作用が緩和されきのこ培地に適していることがわかった。Table 1に茶類のカテキン量を示した。紅茶かす培地で培地基材のコーヒーかすに対する置換率50~70%ではヒダが形成されず、胞子を作らないきのこを得た。栽培きのこの中でもエリンギは小さなきのこの段階

からたくさん胞子を飛ばし胞子飛散の問題は深刻で、胞子が室内に充満し空調機器を汚染して細菌やカビの繁殖源となりきのこの発生不良にもつながっている。生産者の間ではエリンギの栽培の方向性として胞子を作らないきのこの開発が求められている。紅茶かす成分を利用することにより、胞子を作らないきのこの開発が期待できる。Fig. 3にきのこの生活環を示した⁶⁾。

また各種の野菜くず、果実搾汁かすについてきのこの培地に利用できるものを探索し栽培試験を行って確認した結果、キャベツ、ジャガイモ、ニンジン、甘夏、パイナップルの培地が良好なきのこを形成したが、中でもキャベツ培地は菌柄が太くきのこの形態が良好で収量が極めて多くなり突出したデータを示した。

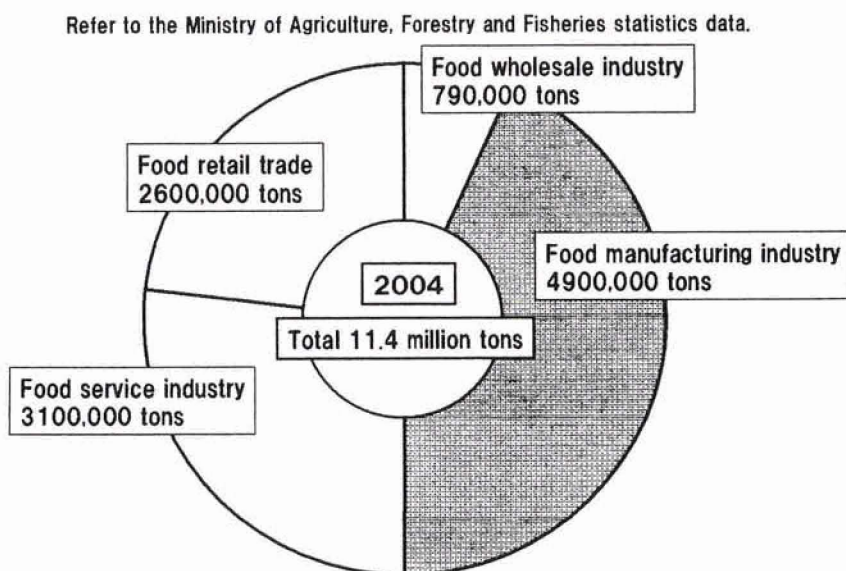


Fig.1 Industry specification situation of the occurrence of food waste

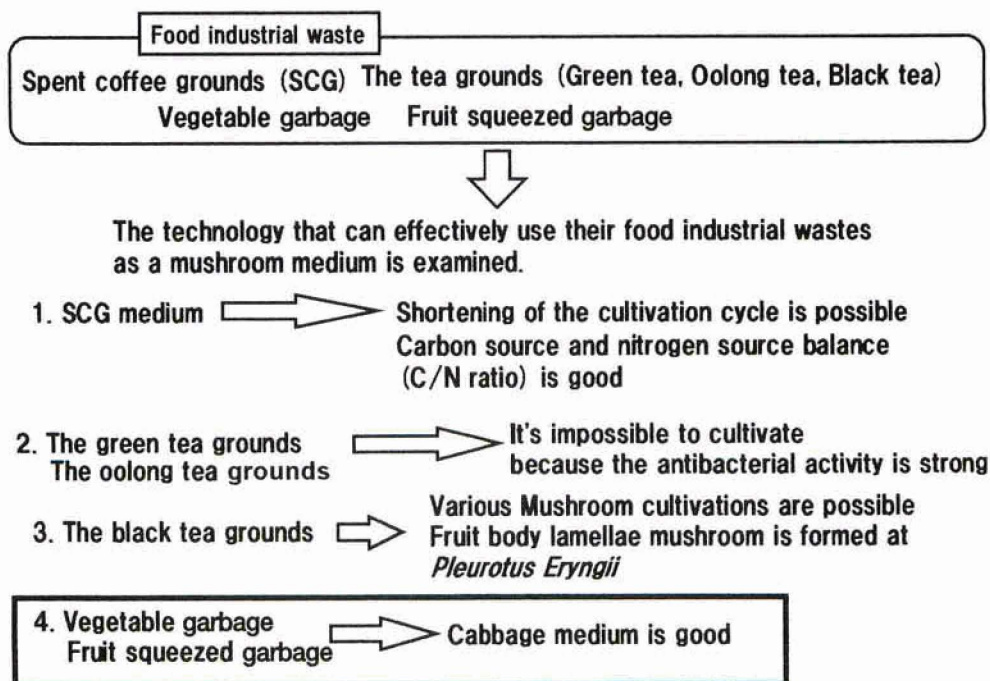


Fig. 2 Process of Mushroom cultivation test using food industrial waste

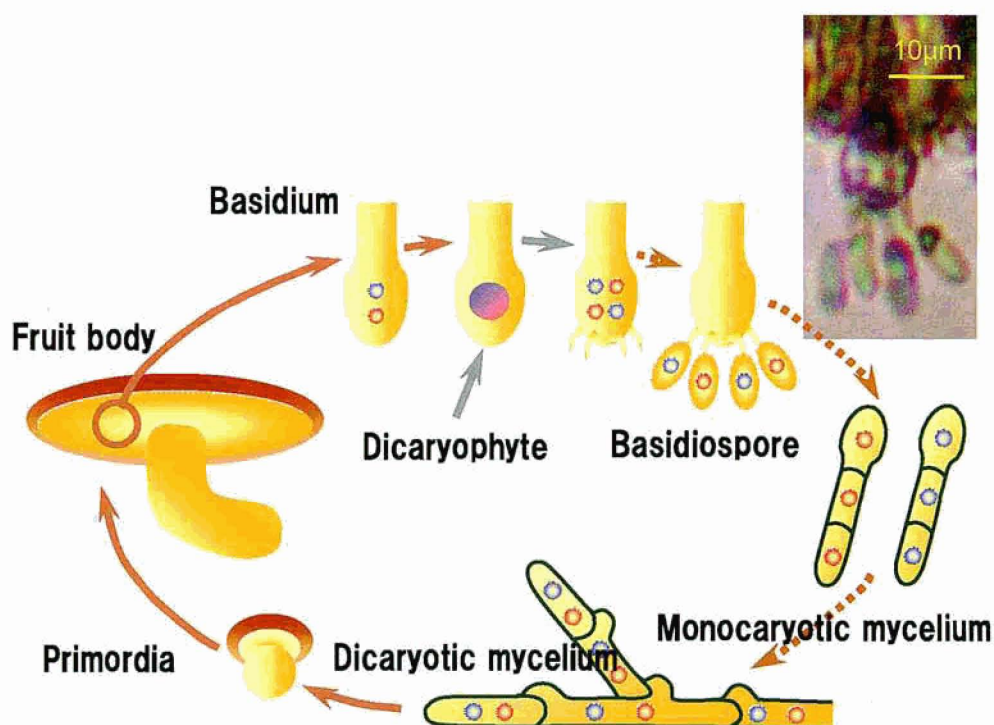


Fig. 3 Life cycle of mushroom

Table 1 Comparison of catechin in tea grounds (in 100g tea leaf)

Refer to chemically of tea and the science of tea
Unit:g

Catechin Kind of tea	-EC epicatechin	-ECG epicatechin gallate	-EGC epigallo catechin	-EGCG epigallo catechin gallate	Total
Green tea	0.91	1.76	3.36	7.53	13.56
Oolong tea	0.62	2.90	0.44	6.85	10.81
Black tea	0.67	3.92	tr	4.02	8.61

実験方法

1. 紅茶かす培地の調製

市販紅茶（インド、スリランカ原産、茶葉200g袋入り）を二重釜で抽出（165L, 95℃, 3分間）した後、脱水機で水分70%に脱水したものを使用した。またキリンビバレッジ株殿より分譲を受けたコーヒーかす（湿潤）の冷蔵保管したものを、おがくずは市販のものを使用した。また栄養剤として米ぬか、大豆かすを、pH調整剤として炭酸カルシウムを配合して攪拌機で均一に調製した。コーヒーかす培地から培地基材のコーヒーかすを紅茶かすで容量置換した割合を置換率（%）で表した。Fig. 4にSCG培地とおがくず培地での紅茶かすの置換率の違う試験区の配合割合を示した。

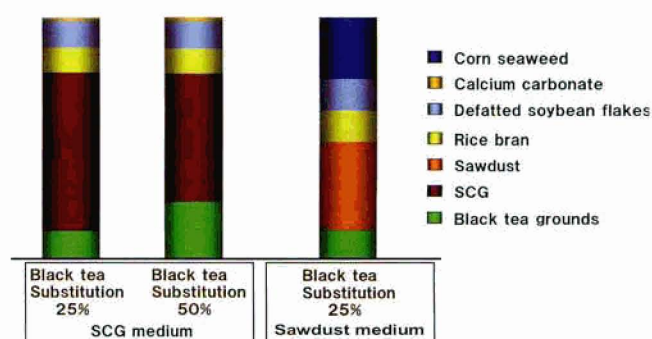


Fig. 4 Mixing prescription of black tea grounds

2. 紅茶かす培地による菌糸伸長試験及び各種きのこの栽培試験

菌糸伸長試験は試験管(24mm径×12mm)に紅茶かす培地20gを充填してオートクレーブで121℃20分殺菌した。常温に冷却後きのこ種菌を上面接種して菌糸伸長量を経時的に測定した。栽培試験では空の栽培容器(850cc58mm口径PPボトル, 蓋付き)と通気孔付きPP袋に入れた紅茶かす培地等をレトルト釜に入れ121℃90分の条件で殺菌した。常温に冷却後, 無菌雰囲気下できのこ種菌(エリンギ, ヒラタケ, タモギタケ, ヤナギマツタケ, ナメコ)をPP袋内に入れ混合接種して栽培容器に充填した。次に培養後, 発生室に移して子実体を形成した。Fig. 5に紅茶かすの栽培工程図を示した。尚, 紅茶かす基材をさらに発酵処理をかけカテキンの影響を調べる為, 家庭用生ごみ処理機(高温バイオ式)に紅茶かすと専用微生物資材を入れ途中加水しながら約1ヶ月間発酵処理(最高温度80℃)した。発酵処理後の紅茶かすで培地を調製して

菌糸伸長試験と栽培試験を行いカテキンの影響を確認した。

3. 紅茶かすのタンニン量の分析

抽出後の紅茶かすで2回目の抽出(90℃3分)を行いその抽出液についてタンニン量(カテキン総量)を吸光度法で測定した。発酵処理後の紅茶かすについても同様にタンニン量を測定した。

4. キャベツ培地の調製方法

市販のキャベツをそのままフードプロセッサーで2~3mm径のミジン切りに裁断後, キャベツを脱水した。裁断したキャベツとコーヒーかすを50%の同容量で混合して栄養添加剤として米ぬか, 大豆かすをpH調製剤として炭酸カルシウムを添加して培地水分70.4%, pH6.86に調整して培地を作成した。

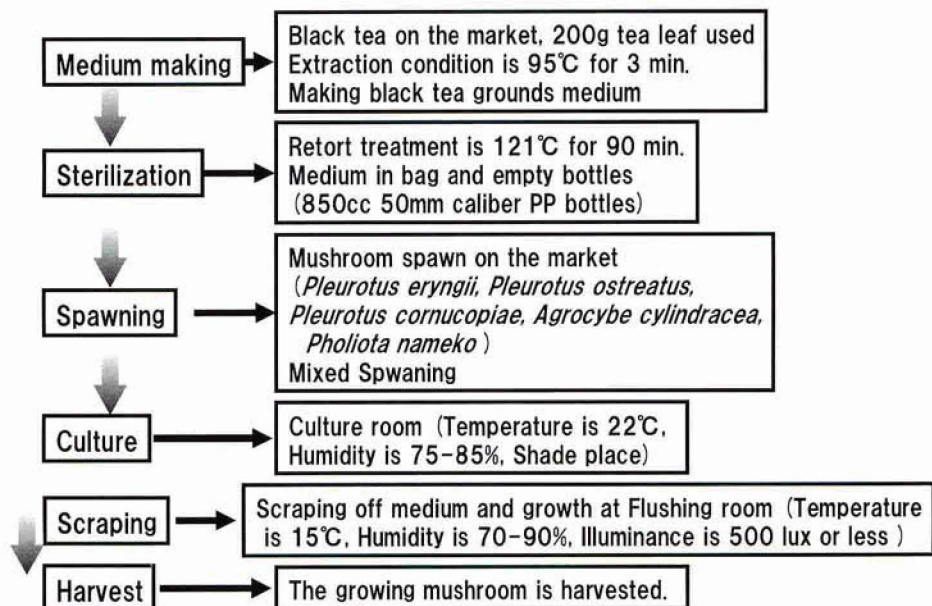


Fig. 5 Mushroom cultivation process using black tea grounds medium

5. キャベツ培地の空隙率と全窒素量の調査

キャベツ培地の子実体の太くなる原因を調べる為, キャベツ成分とキャベツの粒径の大きさの影響を調べた。キャベツ成分については日本食品標準成分表より求めたキャベツ(結球葉, 生)100g当たりのグルタミン酸量14.7mg, プロリン量4.2mg, ビタミンU量34mgをコーヒーかす培地に各々添加したものと3つの成分を添加したコーヒーかす培地を調製して栽培試験(各試験区N=5)を行った。また, キャベツの粒径の大きさによる影響を調べる為, キャベツを縦切り1/8としてフードプロセッサー(F.P.)で13秒, 6秒, 2.5秒処理したもの3種類と, 5mm角と1cm角の計5種類で栽培試験を行い子実体の形成に及ぼす影響

を調べた。キャベツの空隙率の測定はそれぞれの上記処理したキャベツを一定容積瓶に入れ, そこにシリコンオイルを充填して重量を計りオイル充填前の重量から差し引いて一定容積量に満たしたシリコンオイルの重量で割って%で表したものである。また全窒素量は株式会社地球科学研究所で分析したデータである。

結果及び考察

1. 紅茶かす培地による菌糸伸長試験と栽培試験

紅茶かす培地の菌糸伸長試験ではコーヒーかす培地からの容量置換率が増えるのに伴い菌糸伸長が遅い傾向が現れ紅茶かす培地100%試験区では菌糸伸長量が半分以下にな

った。紅茶かす培地（置換率25%）で各種きのこ（エリンギ、ヒラタケ、タモギタケ、ヤナギマツタケ、ナメコ）の栽培試験を行い、菌糸伸長速度、収量ともに問題なく良好なきのこができることを確認した。おがくず・紅茶かす

混合培地においても対照区と比べ遜色のないエリンギの収穫が得られることがわかった。Table 2 及びFig. 6 に結果を示した。

Table 2 Examination of each mushrooms cultivation using black tea grounds medium

Substitution ratio is 25%

	<i>P. eryngii</i>	<i>P. ostreatus</i>	<i>P. cornucopiae</i>	<i>A. cylindracea</i>	<i>P. nameko</i>
Mycelial growth days	6.0	7.6	3.8	5.0	9.4
Culture days	14.0	14.0	12.0	14.0	21.0
cultivation period	37.2	32.2	27.0	37.3	13.6
Yield (g)	92.0	41.2	78.5	74.2	86.4
Number of fruit body	2.2				
Yield (%/g/btl)	18.4				
Fruit body average weight (g)	59.6				

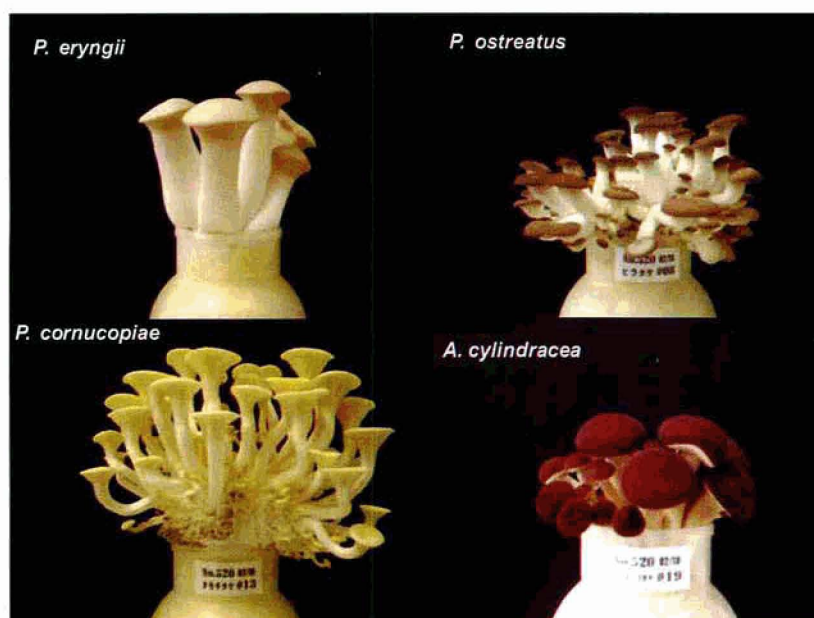


Fig. 6 Various kind of mushroom by black tea grounds medium

生ごみ処理機による発酵処理を行うと菌糸伸長量が良好となり対照区（置換率0%）に近い状態になることがわかった。Fig. 7 に発酵処理後の菌糸伸長量を示した。栽培試験の結果では紅茶かすの置換率50%未満では対照区と比べても遜色のないきのこが得られた。また置換率50～70%試験区では菌傘の裏にヒダを形成しない（胞子を作らない）きのことなった。Fig. 9 にヒダなしきのこを示した。このヒダなしきのこを試食したところ菌傘部が小さく

エグミがなく良好な味覚であった。尚100%試験区ではきのこは形成されなかった。紅茶かす培地ではカテキン類（ポリフェノール）の抗菌作用を受けるがカテキン類は茶葉100g中8.61 g と緑茶の13.56 g, ウーロン茶の10.81 g と比べても低い値である。紅茶の製法では発酵工程が多いことや抽出温度が高いことでカテキン類はさらに減少していると考えられる (Table1)。

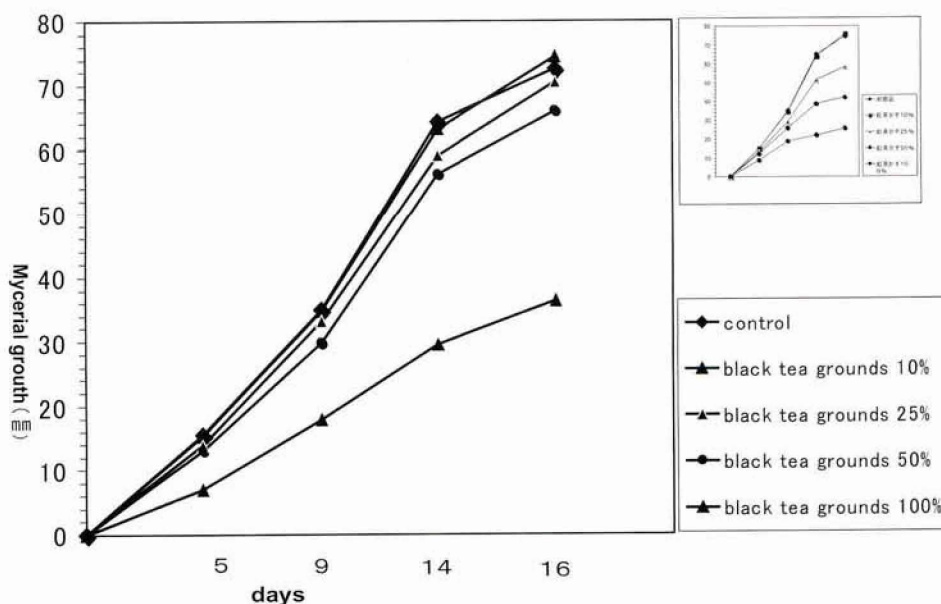


Fig. 7 Mycelial growth of *P. eryngii* by black tea grounds medium (after fermentation)

2. 紅茶かす培地の分析

紅茶かすの抽出液中のポリフェノールであるタンニン量を測定した結果124.1mg/100mlであり、生ごみ処理機による発酵処理でタンニン量は50.5mg/100mlとなり半量以下に減少することがわかった。Table 3 にタンニン量の測定結果を示した。紅茶かす培地ではポリフェノールの抗菌作

用をうけるがカテキンは比較的緑茶より少なく置換率50%未満ではエリンギの栽培は可能である。Fig. 8 に置換率30%~80%での紅茶かす培地によるエリンギ栽培試験の結果を示した。エリンギで胞子を作らないきのこの発現についてはポリフェノールによる影響と推察している。

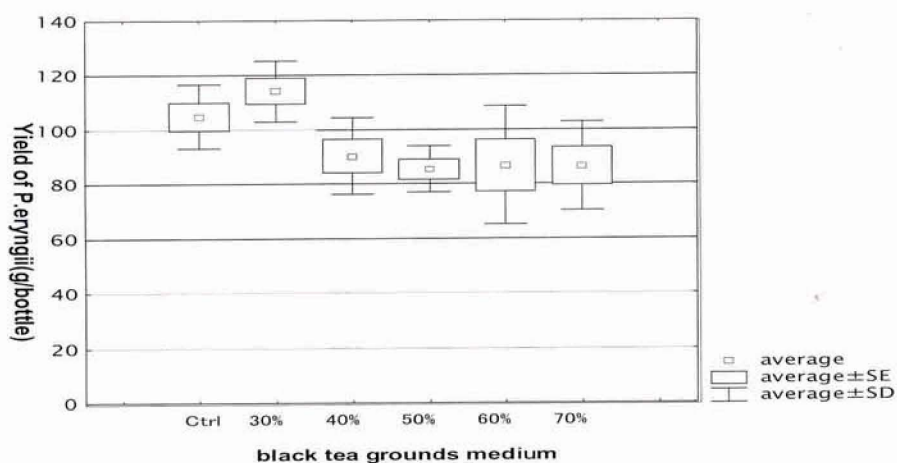


Fig. 8 *Pleurotus eryngii* cultivation by black tea grounds medium

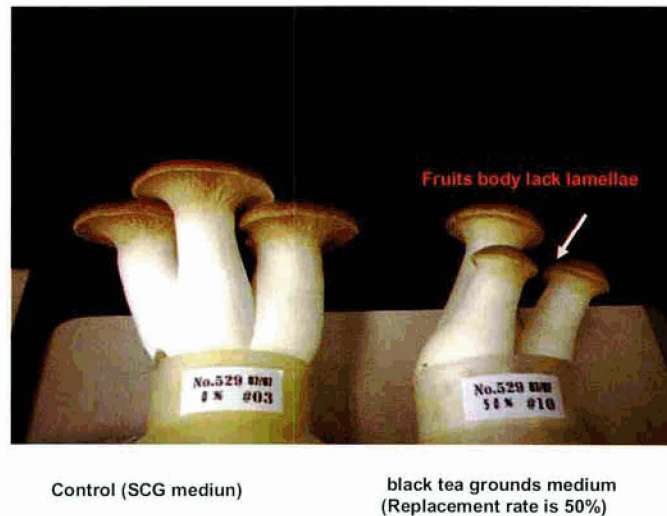


Fig. 9 Fruit body lack lamellae of *P.eryngii* by black tea grounds medium

エリンギの胞子の飛散問題は深刻であり、胞子を作らないきのこの開発が紅茶かすを用いることで比較的容易な方法で可能になると考える。

Table 3 Analysis contents of tannin

	contents of tannin
black tea grounds	124.1mg / 100ml
black tea grounds (after fermentation)	50.5mg / 100ml

analytical : absorbency

3. 野菜くずと果実搾汁かすの探索

野菜くずと果実搾汁かすできのこ培地として利用できるものを探索した結果、キャベツ、ジャガイモ、ニンジン、甘夏、パイナップルが良好であり、とりわけキャベツ培地ではきのこが太く収量が207.3 gと突出したデータを示した (Fig. 10, Fig. 11). キャベツ培地では芽数が少なく、子実体の菌柄部が太くなる原因を調べるため、Fig. 12に示した通りキャベツの主要成分であるプロリン、グルタミン酸、ビタミンUの成分を添加した試験区で行った。しかしプロリン、グルタミン酸、ビタミンUの成分単体や3成分を混合した試験区においても対照区に比べ、優れた結果は得られなかった。

4. キャベツ培地の空隙率と全窒素量の調査

キャベツ培地の子実体がキャベツの粒径の大きさの違いによる影響があるのか調べた栽培試験結果をFig. 13に示した。キャベツの粒径の大きさの影響を調べた栽培試験の結果ではキャベツの粗ミジン試験区 (F.P.で2.5秒処理) が一番良好な収量を得た。この粗ミジン試験区よりキャベツの粒径が小さいものやまた大きいものでも収量が大きく減

じた。またキャベツの粒径によるキャベツの空隙率を調べた結果をFig. 14に示したが、キャベツの粒径が小さいものから大きいものの順で空隙率も段階的に増加した。良好な収量を得たキャベツの粗ミジン試験区の空隙率を調べた結果は55.1%であった。また、この粗ミジン試験区でのキャベツ培地の全窒素量はFig. 15に示した通り、コーヒるかす培地の2.3% (w/w) に対して3.9% (w/w) と上回った。窒素系栄養源は原基発生数を少なくきのこの菌柄を太くし、きのこの菌糸の生長時と子実体の成長時に炭素源と窒素源のバランス、いわゆるC/N比を下げる役割を果たしている。今回の試験結果からキャベツ培地ではその子実体の芽数が少なく、菌柄が太くなる原因として窒素源増加による影響と適正なキャベツ粒度により培地の物理構造の改善によるものと考えられる。尚、キャベツ培地特有にきのこの菌柄部が太く大きくなることからキャベツ成分も関与していると考えられ今後の調査課題としたい。

5. 尚、食品リサイクル法の施行に伴い廃棄物の再生利用と減量化が強化される。本研究成果が食品産業廃棄物の処理技術の一選択肢として活用されることを期待する。

Food waste that can be used for mushroom medium

Search for food industrial waste

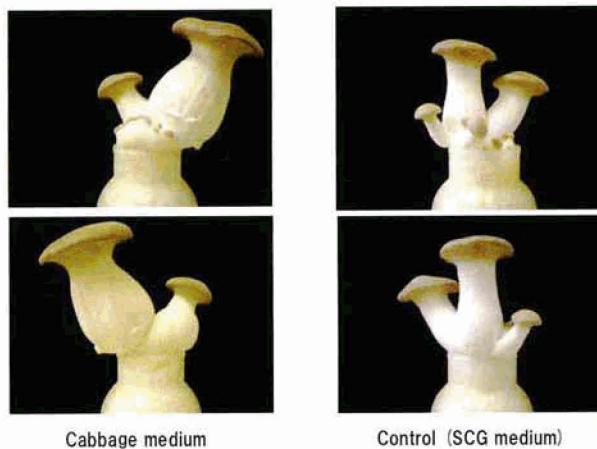
Vegetable garbage

Pumpkin Cabbage
 Sweet potato Potato
 Carrot Lettuce
 Three kinds mixture
 (Potato, Carrot, Cabbage)

Squeezed fruit garbage

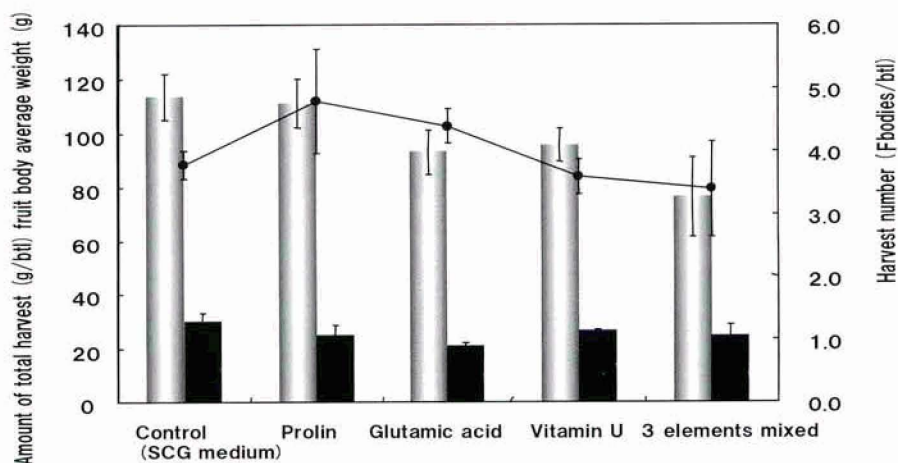
Pineapple Mandarin orange
 Grape Mango
 Melon Apple
 Tow kinds mixture
 (Mandarin orange, Apple)
 Three kinds mixture
 (Mandarin orange, Apple, Melon)

Fig. 10 Search for food industrial waste



Cabbage medium

Control (SCG medium)

Fig. 11 *Pleurotus eryngii* cultivation by cabbage mediumFig. 12 *Pleurotus eryngii* cultivation by elements of cabbage medium

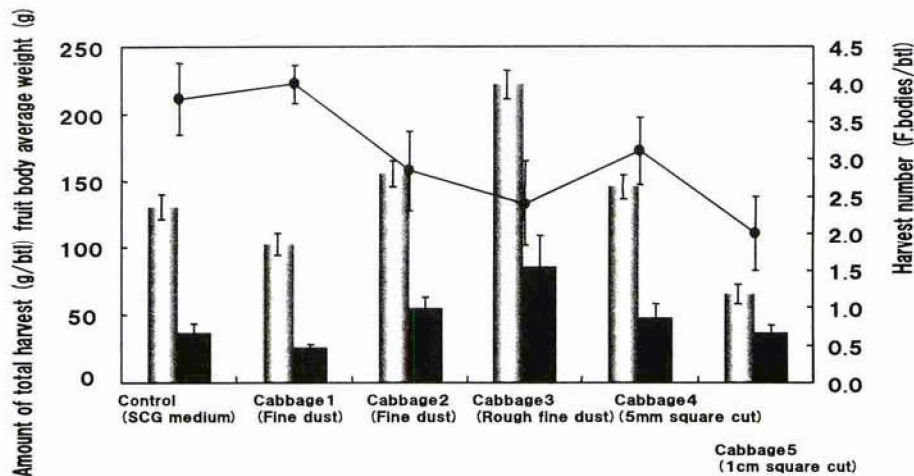
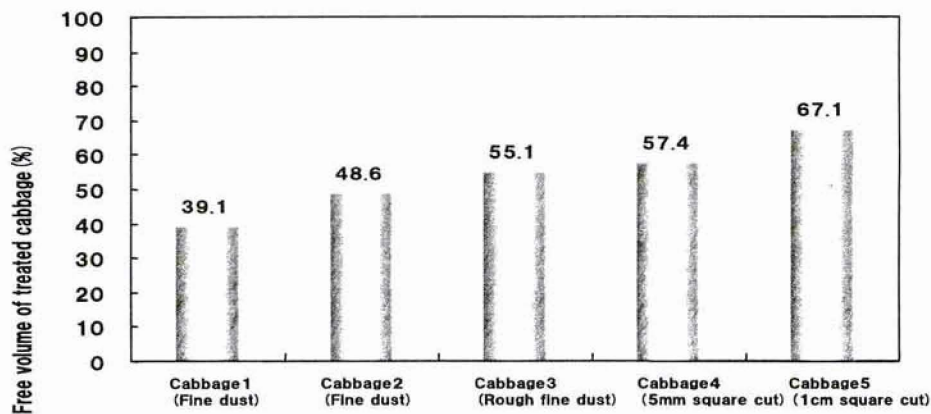
Fig. 13 *Pleurotus eryngii* cultivation by cabbage size of medium

Fig. 14 The free volume of the processing cabbage

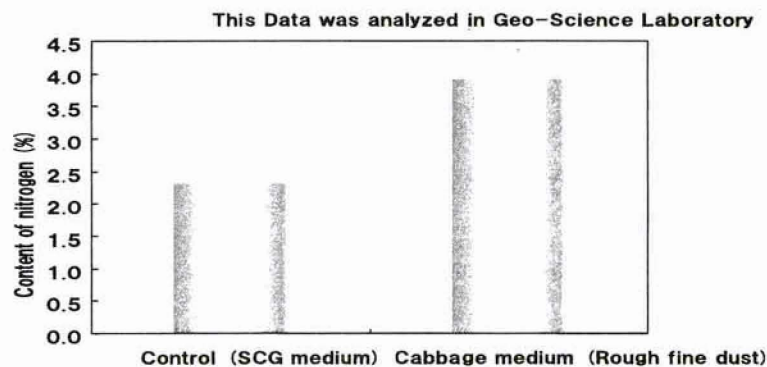


Fig. 15 Content of nitrogen for respectively mediums

謝 辞

本試験に供したコーヒーかすについては麒麟ビバレッジ(株)舞鶴工場殿より譲渡頂きました。ここに記して厚く感謝致します。

文 献

- 1) 廃棄物法制研究会, 廃棄物処理の手引き, p661-1130, 新日本法規出版, 名古屋 (1993).
- 2) 岡崎 由朗, 加瀬谷泰介, 宮川キミ枝, 末松 伸一: 東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所研究報告書, 25, 19-23, (2004).
- 3) 加瀬谷泰介, 岡崎 由朗, 宮川キミ枝, 末松伸一: 東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所研究報告書, 25, 25-28, (2004).
- 4) 木村 榮一, 基礎からのエリンギ栽培, p66-99, 農村文化社, 東京 (1999).
- 5) R. J. Clarke & R. Macare Coffee Vol.1, Elsevier Applied Science Publishers, p19-41, New York (1985).
- 6) 最新バイオテクノロジー編集委員会, きのこの増殖と育種, p107-172, 農業図書, 東京 (1992).