

## 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 — 連続処理機を用いたきのご培地の製造法 —

岡崎 由朗, 加瀬谷泰介, 宮川キミ枝, 山崎 昭子

### Effective Utilization of Waste Discharged from Canned Drinks Manufacturing Line — Manufacturing Method of the Culture Medium for Fungi Using Continuous Processing Machine —

Yoshiro Okazaki, Taisuke Kasetani,  
Kimie Miyagawa and Akiko Yamasaki

As part of the effective utilization of a food industry waste, the utilization of spent coffee grounds (SCG) to edible fungi cultivation has been examined. We tested of a continuous pretreatment method using the extruder of 20mm screw-diameter, and reported that the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) would be able to be cultivated on the culture medium which mainly consisted of SCG in the previous paper.

In the present study, we carried out the examination of sterilization condition of the culture medium using the extruder of 40mm screw-diameter and the cultivation experiment of various fungi. In addition, the effect of scale up of culture bag from 1kg to 3kg on fungi yield was examined.

As the result, *Pleurotus ostreatus* was able to be cultivated on the SCG culture medium sterilized at 130°C (barrel temperature) for 60 seconds extrusion time. *Pleurotus cornucopiae* and *Pleurotus eringii* were easy to be contaminated by saprophyte, so their yield greatly varied. Formation of fruit body was difficult in *Hypsizygus marmoreus* and *Lentinus edodes*.

In the scale up of culture bag, it was proven to be more advantageous in wider base and thinner culture medium.

**Key words :** spent coffee grounds, extruder, *Pleurotus ostreatus*, culture bag, lignocellulose, environment, waste

食品産業廃棄物の有効利用の観点から、飲料缶詰製造に伴って排出されるコーヒー抽出かすのような植物のリグニン、セルロース、ヘミセルロースからなるリグノセルロースを分解し資化できるきのご栽培への利用を検討してきた。コーヒーかすをきのご培地として利用するために前処理を行うが、その目的は原材料に含まれる病原菌や害虫を除去してきのご菌糸が急速で旺盛に生育する培地とすることである。この前処理法については従来法であるレトルトによる滅菌方法、ベンレートなどの抗菌剤による方法、熱処理による方法、醗酵による方法が考えられ試験を進めている。前報<sup>1)</sup>で東洋製罐(株)より譲渡を受けた20mm径、L/D24(スクリーアの径と長さの比)のエクストルーダー[型式RY20-24, 陸亜(株)製]で前処理したコーヒーかす培地によるヒラタ

ケ栽培試験を行い、その基礎データを報告した。今回さらにより実用機に近い連続処理として40mm径、L/D25のエクストルーダー<sup>2)</sup> [型式VS40-25、池貝鉄工所(株)製] を使い培地の殺菌条件の検討と各種きのこの栽培試験を行った。さらにこのエクストルーダー等の連続処理機の有利性を活かすことで重要となる為、現行1kg袋から3kg入りの大型の培養袋を試作してきのこ収量に及ぼす影響などを調べた。

本報では連続処理機として40mm径、L/D25のエクストルーダーを使用したコーヒーかすによるきのこ培地の製造法および大型袋ときのこ収量の関係について報告する。

## 試験材料と方法

### 1. コーヒー抽出かす

コーヒー抽出かすは近畿コカ・コーラボトリング(株)京都工場より分譲を受けたもので排出直後の水分含量75~80%を天日乾燥して水分20%以下として試験に供した。

### 2. 連続処理機による前処理

一軸型40mmエクストルーダー [型式VS40-25、池貝鉄工所(株)製] を使用して前処理を行った。当機はプラスチック成型機として使用されていたもので、主な構造は原料用ホッパー、ヒーター加熱部4ゾーンを装備したバレルとスクリュー搬送軸よりなる装置である。スクリュー径は40mm、L/D25でスクリュー溝は全体に均一な深さに改造した。コーヒーかすの標準培地 (Fig. 1) をホッパー入り口より投入し、バレルのヒーター設定温度を100~150℃、スクリューの回転数9~60rpmの範囲で殺菌時間を調整して前処理後、30℃以下に冷却してきのこ菌株を接種して栽培容器に1~3kgづつ充填した。

### 3. きのこ菌株

供試した菌株はヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*)、エリンギ (*Pleurotus eringii*)、タモギタケ (*Pleurotus cornucopiae*)、ブナシメジ (*Hypsizygus marmoreus*)、シイタケ (*Lentinus edodes*) の5種類を用いた。尚ヒラタケは森産業(株)の39号菌を用いた。

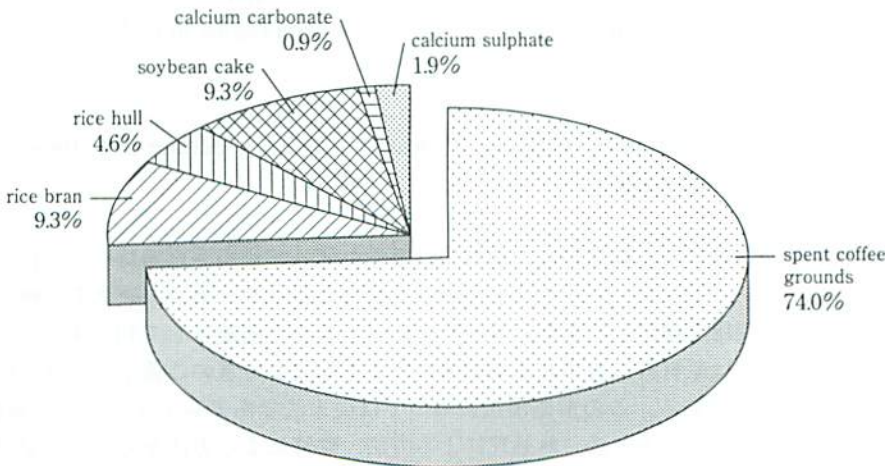


Fig. 1 Standard culture medium of spent coffee grounds.

#### 4. 栽培容器

##### 1) 既製1kg袋

日昌産業(株)製ポリプロピレン (pp) 袋  
140×100×350mm (W. D. H) 42mm 径ペーパーフィルタ 2ヶ付き

##### 2) 既製大型袋

日昌産業(株)製ポリプロピレン (pp) 袋  
200×120×430mm (W. D. H) 42mm 径ペーパーフィルタ 1ヶ付き

##### 3) 試作大型袋

日昌産業(株)製ポリプロピレン (pp) 袋を利用して試作した。  
470×150×320mm (W. D. H) 42mm 径ペーパーフィルタ 2ヶ付き  
形がハンドバッグに似ているところからハンドバッグ形態大型袋と称した。

#### 5. 栽培試験

きのご菌株を接種後栽培容器に充填し、室温22℃、湿度85%RHの培養室で菌糸を培養し菌糸が培地に蔓延した後に培地表面の厚膜菌糸層をかきとり、培地に注水して6時間水漬け後排水した。次に容器を発生室に移して室温15℃・湿度95%RHの条件で培地から発生するCO<sub>2</sub>を換気により0.1%濃度に保ち、1日12時間100lxの光照射をした。この処理により数日後原基が形成され子実体に生長し、きのご傘の径が1～3cmに達したものを採取して秤量した。収量は第1回目収穫と第2回目収穫の合計及びサンプル数5点の平均で表し、それらを培地重量で割って収率を算出した。尚栽培容器の試験では、菌搔きに代わる新しい子実体誘導方法として菌搔きを実施しないで培地を袋内に収めたまま、袋の任意の部分に切り込みを入れ、そこだけに子実体を誘導して形成させる発生口法と称する方法で行った。

## 結 果

### 1. 連続処理機による殺菌条件ときのご収量の関係

前報で20mm径一軸エクストルーダーを使用して試験を行い、設定温度130℃、殺菌時間60秒の条件が適性とわかった経緯から、40mm径一軸エクストルーダーでこの殺菌条件ときのご収量の関係を見るために試験した。コーヒーかすを主体にした標準処方培地を40mm径一軸エクストルーダーのホッパー入り口より投入、エクストルーダーの殺菌温度を130℃に固定してバレル内での殺菌時間をスクリー回転数により調整して前処理を行い、栽培試験をしてヒラタケ収量を比較した。尚エクストルーダーの殺菌時間とスクリー回転数の関係は30秒で60rpm、60秒で30rpm、180秒で9rpmを確認した。エクストルーダーのバレル内での殺菌時間が30秒以下では培地が激しく汚染されて子実体が形成されなかったが、殺菌時間が60秒から180秒まで培地1kg当たり170gの安定した収量が得られた (Fig. 2)。またエクストルーダーのバレル内での殺菌時間を60秒に固定して、殺菌温度を100, 110, 120, 130, 150℃の5種類の条件を変えたもので前処理を行い、ヒラタケ収量を比較した結果では殺菌温度が130℃以上で培地1kg当たり150g以上で安定した収量が得られ、150℃以上ではコーヒーかす培地にこげ臭が発生して不可であった (Fig. 3)。40mm径一軸エクストルーダーではコーヒーかすを使用したヒラタケ属きのご培地の前処理条件は130℃-60秒 (流量1.8kg/h) で可能であった。尚コーヒーかすを用いた標準処方培地では問題がなかったが、コーヒーかす以外の食品産業廃棄物で茶かすのような繊維質性の粘性が高いものについてはエクストルーダーのスクリーの溝内に固着していわゆる共回り現象が発生した。またエクストルーダーの殺菌条件130℃、60秒で前処理したコーヒーかす培地を用いて各種きのご<sup>3) 4)</sup>

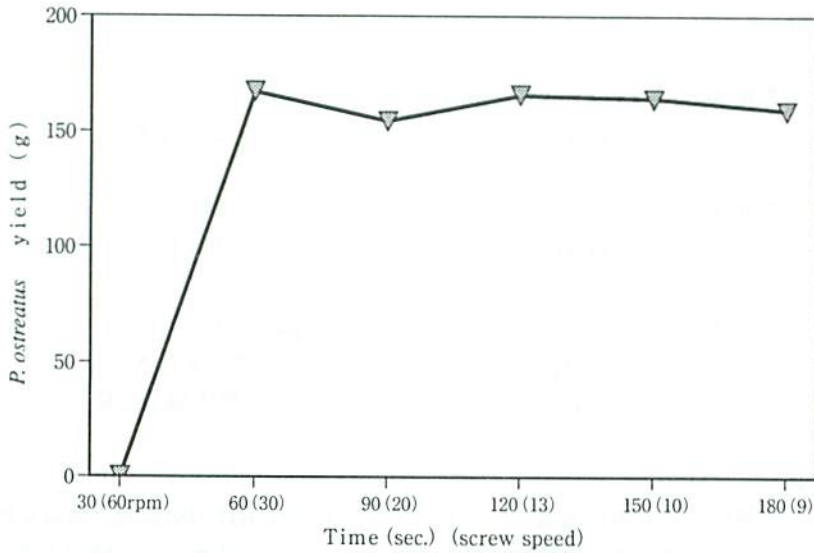


Fig. 2 Relationship between sterilization-time and yield of *Pleurotus ostreatus* by the extruder at 130°C.

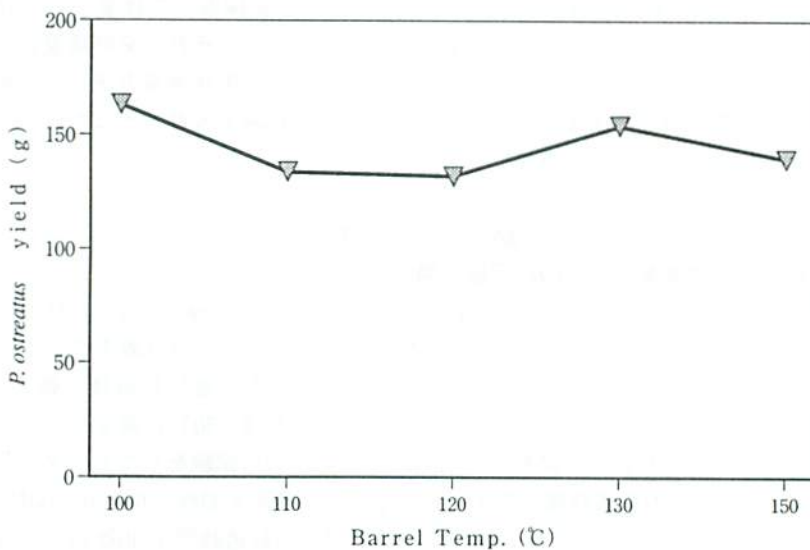


Fig. 3 Relationship between sterilization-temp. and yield of *Pleurotus ostreatus* by the extruder for 60 sec.

の栽培試験を行った (Table 1)。その結果ヒラタケでは 1 kg 入り pp 袋で収量 222 g であったが、エリンギ (*Pleurotus eringii*) では 305 g、タモギタケ (*Pleurotus cornucopiae*) で 105 g、ブナシメジ (*Hypsizyguus marmoreus*) で 133 g の収量を得た。ヒラタケ<sup>5)</sup> は収量のバラツキが少なく、安定したきのこ収量が得られたがエリンギ、タモギタケでは収量のバラツキが大きく、青カビ等の雑菌に汚染されやすい傾向があった。ブナシメジはエリンギ、タモギタケより雑菌に汚染されやすく子実体形成までに至る栽培工程に注意を要した。シイタケ (*Lentinus edodes*) は菌糸培養中にすべて雑菌汚染され廃棄処分した。

Table 1 Yield of various fungi by thermal treatment with extrusion processing.

kind of fungi	container	quantity of culture	yield (g)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	pp bag (1 kg)	26	222 (161 ~ 280)
<i>Pleurotus eringii</i>	pp bag (1 kg)	26	305 (262 ~ 416)
<i>Pleurotus cornucopiae</i>	pp bag (1 kg)	14	105 (67 ~ 143)
<i>Hypsizygus mamoreus</i>	pp bag (1 kg)	5	133 (108 ~ 146)
<i>Lentinus edodes</i>	pp bag (1 kg)	5	no inducing

Table 2 Yield of *Pleurotus ostreatus* by large-sized bag.

	bag 1	bag 2
total yield (g)	201.1	714.1
first yield (g)	114.7	319.3
second yield (g)	86.4	394.8
yield (yield / substrate w.) (%)	20.1	23.8
mycelial growth (days)	14	19
inducing (days)	4	5
first yield (days)	4	5
second yield (days)	9	9

bag 1 control bag 1 kg  
 bag 2 large-sized bag (hand-made) 3 kg

## 2. 栽培容器ときのご収量の関係

現行 1 kg 袋の大型化はエクストルーダー等による連続処理の有利性を活かすことで重要である。為 3 kg 袋の大型袋を試作して検討した。その結果、この 1 kg 袋と 3 kg ハンドバッグ形態の大型袋（通気孔 2ヶ所）を比較したヒラタケ栽培試験では 1 kg 袋は 201.1 g の収量（培地当たりの収率 20.1%）に対して 3 kg 袋は 714.1 g の収量（培地当たりの収率 23.8%）となり、ハンドバッグ形態の大型袋は 1 kg 袋より収量で 3.7% 上回って菌糸培養から原基の誘導、きのこの収穫まで順調に推移した（Table 2）。また既製大型袋では 505.1 g の収量（培地当たりの収率 16.8%）となり 1 kg 袋と 3 kg ハンドバッグ形態の大型袋より収量は少なかった。既製大型袋の充填量を 3 kg から 2 kg に減らした場合、収量は 330.5 g（培地当たりの収率 16.5%）となり収量に差はないが菌糸生長が良く 1 週間短縮できた。また 1 kg 袋で菌糸の培養条件の違いを見るため、第三培養室（温度 21℃、湿度約 60% 程度）と栽培室（温度 21℃、湿度 90%）の 2ヶ所で培養して比較したところ、第三培養室で 185.1 g（培地当たりの収率 18.5%）栽培室で 207.9 g（培地当たりの収率 20.8%）の収量となり、温湿度の管理された栽培室の条件下の方がヒラタケ菌糸の生長が良く収量も良かった（Table 3）。袋が大型化した場合、培地上面より培地底部の通気性の確保と雑菌汚染の制御が難しい。基本的には袋の大型化においては袋の底は広く、培地の厚みが薄い方が有利である（Fig. 4, Fig. 5）。

## 考 察

コーヒーかす培地の前処理として 40mm 径一軸エクストルーダーでは殺菌条件は 130℃、60秒でヒラタケ栽培は可能である。ヒラタケ以外のきのこではタモギタケ、エリンギについてはヒラタ

Table 3 Yield of *Pleurotus ostreatus* by large-sized bag.

			bag 1	bag 2	bag 3	bag 4
total	yield	(g)	330.1	505.1	185.1	207.9
first	yield	(g)	198.5	285.3	130.5	146.6
second	yield	(g)	131.6	219.8	54.6	61.3
yield (yield / substrate w.) (%)			16.5	16.8	18.5	20.8
mycelial growth		(days)	14	21	28	28
inducing		(days)	6	5	4	5
first yield		(days)	5	5	6	4
second yield		(days)	8	10	8	10

bag 1 large-sized bag (ready-made) 2 kg  
 bag 2 large-sized bag (ready-made) 3 kg  
 bag 3 control bag (third culture room) 1 kg  
 bag 4 control bag (growing room) 1 kg

Fig. 4 *Pleurotus ostreatus* fruiting by 1kg pp bag.Fig. 5 *Pleurotus ostreatus* fruiting by 3kg pp bag.

ケより雑菌に汚染されやすきこの収量のバラツキが大きくなる。ブナシメジ、シイタケは子実体の形成は難しい。しかしエクストルーダーのパレルの設定条件である温度と時間を高めに変更できればこれらのきのこも栽培可能と考える。また一軸エクストルーダーでは培地材料が繊維状の固形物のようなものではスクリューに巻き付きが発生して共回り現象が起き易い。

40mm 径エクストルーダーでは60秒設定でスクリューの回転数が制限されることからコーヒーかす培地の流量が1.8kg/hとなったが、実用機としてはさらにスクリュー径が大きくスクリュー回転数の早いエクストルーダーが必要である。連続処理機としてのエクストルーダー処理ではコーヒーかすをきのこ培地に連続的に処理ができることと、コーヒーかすの前処理、冷却、接種、培養容器へと一連の連続工程に自動化できる利点がある。エクストルーダー処理でコーヒーかすの連続大量処理を図るには混練、搬送性を向上させるため二軸エクストルーダー<sup>6)</sup>が適応性があり、また流量を上げるためスクリュー径の大きいものが良い。連続処理機としてエクストルーダーの他にボデイター、パドル型のドライヤーがあるがエクストルーダーのスクリューでの混練、搬送性とパレルでの殺菌条件と同等以上の条件が得られ、且つ設備コストの問題が解決できればいずれの連続処理機でも実用化は可能と考える。また連続処理の有利性を活かすことが重要である為3kgの大型袋を試作して検討したが、袋の大型化においては袋の底は広く、培地の厚みが薄い方が基本的に有利であることがわかった。きのこ栽培の採算計算を実施して試験を推進しているがきのこの培養容器代、きのこ収量、設備コストが最も寄与しているところから単価の高いきのこの栽培試験やきのこ収量の向上、設備コストの低減等の改善を図っていくことが今後の課題である。

## 要 約

食品産業廃棄物の食用きのこ栽培への利用を図るため、コーヒー抽出かすのような植物のリグニン、セルロース、ヘミセルロースからなるリグノセルロースを分解し資化できるきのこ栽培への利用を検討している。前報で東洋製罐(株)より譲渡を受けた20mm 径、L/D24のエクストルーダー〔型式RY 20-24陸亜(株)製〕でコーヒーかす培地の前処理後、ヒラタケ栽培試験を行い、その基礎データを報告した。今回さらにより実用機に近い連続処理機として40mm 径、L/D25のエクストルーダー〔型式VS40-25、池貝鉄工所(株)製〕を使い、培地の殺菌条件と各種きのこの栽培試験を行って調べた。その結果40mm 径一軸エクストルーダーでは殺菌条件は130℃、60秒でヒラタケ栽培は可能である。ヒラタケ以外のきのこではタモギタケ、エリンギについてはヒラタケより雑菌に汚染されやすきこの収量のバラツキが大きくなる。ブナシメジ、シイタケは子実体の形成は難しい。エクストルーダー処理でコーヒーかすの連続大量処理を図るには混練、搬送性を向上させるため二軸エクストルーダーが適応性があり、また流量を上げるためスクリュー径の大きいものが良い。また連続処理機としてエクストルーダーの連続処理の有利性を活かすことが重要である為、現行1kg袋を大型化した3kgの大型袋を試作して検討したが、袋の大型化においては袋の底は広く、培地の厚みが薄い方が基本的に有利であることがわかった。

## 謝 辞

今回の試験用にエクストルーダーを譲渡頂いた東洋製罐(株)川崎工場をはじめ、試験に当たりご協力を頂いた東洋製罐(株)環境対策室の米田氏に厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 橋本一哉, 岡崎由朗, 加瀬谷泰介, 宮川キミ枝, 山崎昭子: 東洋食品工業短大・東洋食品研

- 究所研究報告書, 22, 29-38, (1998).
- 2) 食品産業エクストルージョンクッキング技術研究組合編, エクストルージョンクッキング, 光琳 (1987).
  - 3) 農村文化社きのこ年鑑編集部編, 99年版きのこ年鑑, 農村文化社, (1998).
  - 4) 農村文化社きのこガイド, 98版きのこガイドブック, 農村文化社, (1997).
  - 5) 山中勝治・柿本陽一著, ヒラタケ・エノキタケ篇, 農村文化社, (1991).
  - 6) Isao Hayakawa, Food processing by ultra high pressure twin-screw extrusion, Technomic Publishing Company, Inc., (1992).