

# マイタケ廃菌床を利用したマイタケ菌床栽培

## *Grifola frondosa* cultivation using waste substrate of *Grifola frondosa*

和南城聡・齊藤みづほ・松本哲夫

### 要旨

マイタケ菌床栽培におけるマイタケ廃菌床の利用を検討し、その利用方法を明らかにした。

- 1 培地基材におけるマイタケ廃菌床の混合割合は、25%（乾重）まで広葉樹おが粉と置換できることが分かった。
- 2 再利用区及び再々利用区は、対照区と比較して収量に有意差は見られず、子実体の外観に明確な違いは見られなかった。
- 3 マイタケ廃菌床をマイタケ菌床栽培に利用すると、コスト削減効果が認められた。

キーワード：マイタケ、菌床栽培、廃菌床、再利用

### I はじめに

マイタケは群馬県を代表するきのこの一つで、平成29年次の生産量は1,223トンあり、中山間地域の貴重な収入源である（農林水産省，2018）。近年、マイタケの国内生産量は4万トンを超える生産量で推移しているが（大橋，2018）、中小規模の生産者は大規模企業との価格競争やコストの増加等で厳しい経営を強いられている。業務の効率化や光熱水費の節約等、生産者努力によるコストカットも限界を迎えている中、新たなコスト削減策が必要となっている。

きのこの菌床栽培では、収穫後に不要となった菌床（以下、廃菌床）が大量に生じる。廃菌床は、主に畑の土壌改良材（加藤，2016<sup>a</sup>；加藤，2016<sup>b</sup>）や家畜の敷料（崎尾ら，2002；村松ら，2003）として利用されている。しかし、すべての廃菌床を有効利用することは難しく、廃棄物として処分される場合もある。その一方で、きのこの菌床栽培へ再利用しようとする動きも1990年代以降を中心に見られるようになった（寺嶋，2009）。

きのこの菌床栽培に廃菌床を再利用する研究は、廃菌床の処分問題が表面化する前から進められてきた。廃菌床を再利用したマイタケとヒラタケの栽培試験において、廃菌床が培地基材として利用できることが報告された（奥山・三河，1988；Yoshizawa et al，1997）。また、エノキタケやアラゲキクラゲ（松本，2011）についても、培地基材となる広葉樹おが粉を廃菌床に置換しても、栽培可能であることが示されている。最近では、大型機械で廃菌床を処理し、ブナシメジやエノキタケ栽培への利用を試みる実証試験も行われた（環境省，2015）。

マイタケ廃菌床には、シイタケ廃菌床と比較してセルロースやリグニンをはじめとする化学成分が多く残存していることが判明している（Yoshizawa et al，1997）。マイタケ菌床栽培にマイタケ廃菌床を再利用した先の試験において、培地添加物の混合割合や繰り返し廃菌床を再利用することが検討された（富樫ら，1995；中里，1994）。しかしながら、栽培容器や品種をはじめとする栽培条件が本県の主要な生産形態と異なっており、実用化に向けては課題が多い。

まず、本研究でマイタケ廃菌床の培地基材への最適な混合割合を検討した。廃菌床を再利用することができれば、おが粉使用量を減らすことができ、生産コストの削減を期待できる。また、マイタケ廃菌床を混合し収穫を終えた菌床を、再度マイタケ菌床栽培に利用することができるか検討した。最後に、マイタケ菌床栽培へマイタケ廃菌床を再利用することが、コスト削減に寄与するかどうか検証した。

## II 方法

### 1 マイタケ廃菌床の培地基材への混合割合

マイタケ廃菌床の培地への最適な混合割合を検討した。試験区、混合割合、培地含水率及び供試数は、表-1のとおりである。接種日は、2016年

5月18日である。マイタケ廃菌床は森51号由来のものを使用した。

マイタケ廃菌床は収穫後栽培袋に入れたまま、屋内で2か月間保管した。廃菌床は、詰込前に袋から取り出し、手で適当な大きさに砕いた後、ミキサーでさらに細かく砕いてから使用した。培地基材は広葉樹おが粉とマイタケ廃菌床を用いた。培地添加物はホミニーフードを培地重量の10%（乾重）添加した。培地基材と培地添加物が均一になるよう十分に攪拌した後、加水し栽培袋に詰めた。滅菌は高圧滅菌とし、培地中心温度120℃で40分間滅菌した。一晩放冷後、供試菌を接種した。供試品種は森51号を使用し、培地詰め重量は2.5kgとした。

培養は、温度23℃、湿度65%の培養室で行い、接種後35日で暗培養から明培養へ切り替え、原基形成を促した。菌床ごとに原基形成を確認してから5～6日後に発生室へ移動させた。接種後65日の時点で、原基が形成されなかった菌床は、培養過多になることを避けるため、接種後66日目に発生室へ移動させた。発生は、温度16℃、湿度90%の発生室内で行った。子実体発生を促すため、発生室に移動してから3～4日後に袋カットを行った。

調査項目は、接種から原基形成までに要した日数（以下、原基形成日数）、接種から子実体収穫までに要した日数（以下、収穫日数）、1菌床あたりの収量（以下、収量）、子実体の外観とした。

### 2 マイタケ廃菌床の再利用、再々利用

試験区、混合割合、培地含水率、供試数は表-2のとおりである。混合割合の実証と合わせて、廃菌床を混合し収穫を終えた菌床を再度マイタケ菌床栽培に利用できるか検証した。廃菌床の混合割合は25%（乾重）とした。対照として、培地基材に広葉樹おが粉を用いた。廃菌床を混合した試験区を再利用区、廃菌床を混合した菌床を収穫後、再度培地に混合した試験区を再々利用区として、栽培試験を行った。接種日は、2018年7月25日である。

品種、栽培条件、調査項目については、試験1と同じである。ただし、発生室への菌床移動は菌床ごとに原基形成を確認してから、5～6日後に行った。

表-1 マイタケ廃菌床混合割合試験区

試験区	混合割合（乾重%）		培地含水率（%）	供試数（個）
	広葉樹おが粉	廃菌床		
対照区	100	0	65	59
25%区	75	25	66	17
50%区	50	50	67	17
75%区	25	75	64	17
100%区	0	100	63	17

表－2 マイタケ廃菌床の再利用、再々利用試験区

試験区	混合割合（乾重%）			培地含水率 （%）	供試数 （個）
	広葉樹おが粉	廃菌床（1回目）	廃菌床（2回目）		
対照区	100	0	0	65	40
再利用区	75	25	0	64	40
再々利用区	75	0	25	64	40

### 3 マイタケ廃菌床再利用がもたらすコスト削減効果

マイタケ廃菌床の混合割合を25%（乾重）、1回の仕込み量を1,000菌床として試算した。廃菌床の処理は、廃床処理機NP5186-3000（株式会社 ニッポー）による機械処理を想定した。培地詰め重量を2.5kgとし、培地添加物を培地重量の10%（乾重）添加することを想定した。なお、広葉樹おが粉の価格を1 m<sup>3</sup>あたり10,000円、電気代を1 kWhあたり30円とした。

## Ⅲ 結果及び考察

### 1 マイタケ廃菌床の培地基材への混合割合

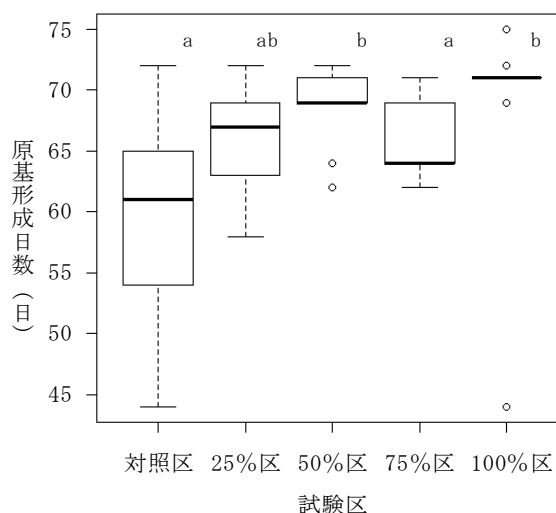
図－1に原基形成日数を示す。対照区と比較して、50%区及び100%区の間で有意差が見られた（Steel-Dwass法、 $p < 0.01$ ）。一方、対照区と比較して、25%区及び75%区の間では原基形成日数が長くなる傾向が見られたが、有意差は見られなかった（ $p > 0.01$ ）。また、75%区と100%区との間にも有意差が見られた（ $p < 0.01$ ）。マイタケ廃菌床を培地基材として利用すると、原基形成日数が長くなる傾向があるが、その混合割合によらず原基の形成が確認された。

図－2に収穫日数を示す。対照区と比較し、廃菌床を50%以上混合した試験区において有意差が見られた（Steel-Dwass法、 $p < 0.01$ ）。培地基材における廃菌床の混合割合が増加するにつれて、収穫日数が長くなる傾向が見られたが、対照区と25%区の間には有意差は見られなかった（ $p > 0.01$ ）。シイタケ廃菌床をマイタケ菌床栽培に再利用すると、栽培日数が長くなる

ことが報告されており（河合，1999）、マイタケ廃菌床においても同様の結果が得られた。

図－3に収量を示す。対照区と比較して、25%区では収量が僅かに増加傾向、50%区では減少傾向であったが、いずれも有意差は見られなかった（Steel-Dwass法、 $p > 0.01$ ）。なお、50%区は25%区よりも収量のバラツキがやや大きかった。75%区の収量は、対照区及び25%区と比較して、有意に減少した（ $p < 0.01$ ）。また、75%区は他の試験区と比較すると、収量のバラツキが顕著であった。

なお、75%区では全ての菌床で子実体を形成したが、100%区では4菌床で子実体の形成に至らな



図－1 原基形成日数  
(異なるアルファベット間に有意差あり、Steel-Dwass法、 $p < 0.01$ )

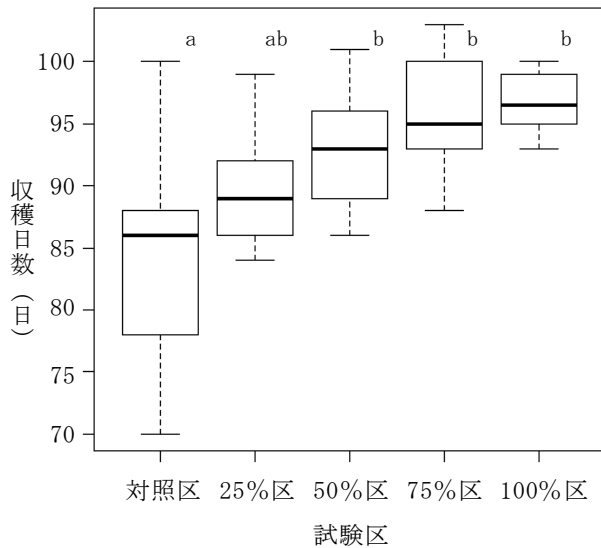


図-2 收穫日数

(異なるアルファベット間に有意差あり、Steel-Dwass法、 $p < 0.01$ )

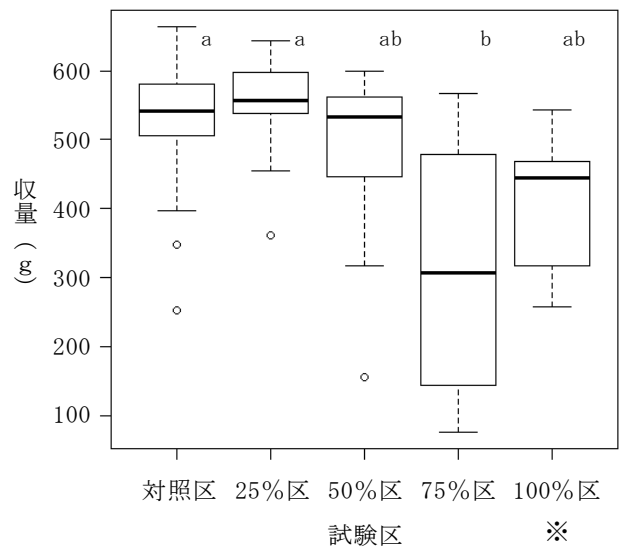


図-3 收穫

(異なるアルファベット間に有意差あり、Steel-Dwass法、 $p < 0.01$ )

※ 17菌床中4菌床で子実体形成なし

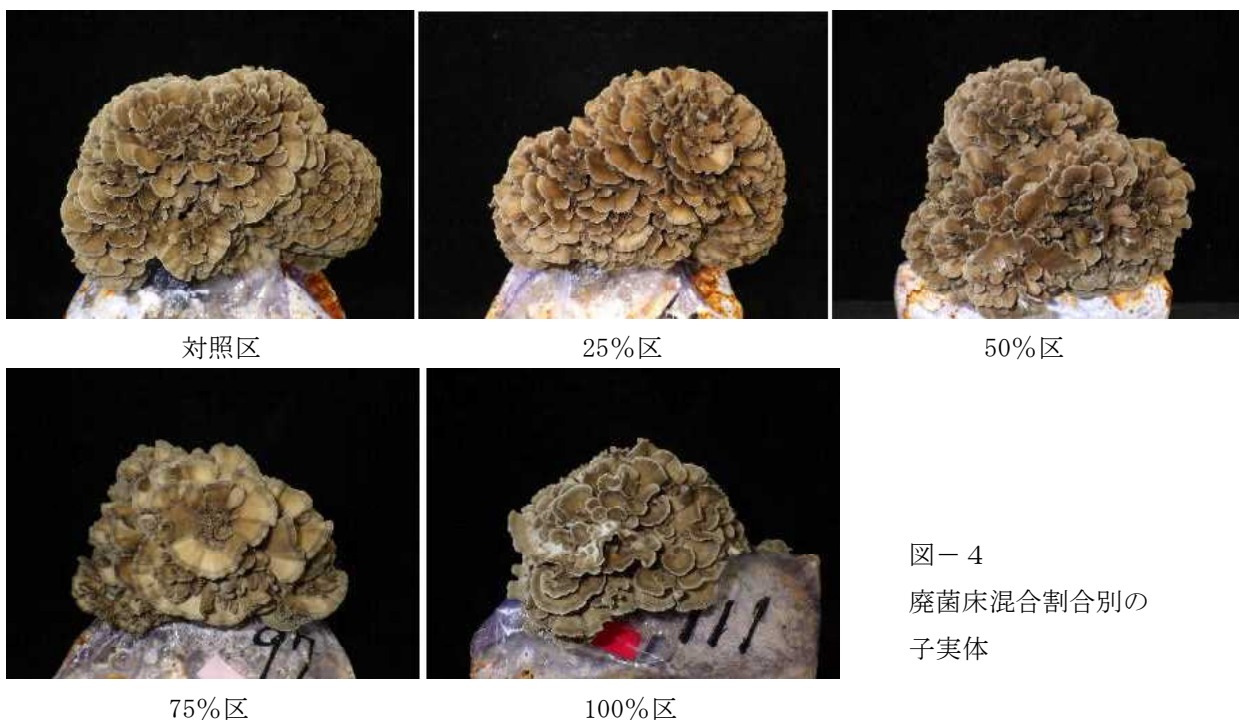


図-4

廃菌床混合割合別の子実体

かった。また、これらの菌床には雑菌も発生しなかった。このことから、マイタケ菌床栽培において、培地基材がマイタケ廃菌床だけでは、栽培が困難であると考えられた。

図-4に各試験区で收穫された子実体を示す。対照区と比較して、50%区までは子実体の外観に大きな差は見られなかった。75%区及び100%区では、50%区までと比較すると、子実体株が明らかに小ぶりになっており、一部の菌床では奇形も見られた。

以上のことから、マイタケ菌床栽培において、培地基材の広葉樹おが粉をマイタケ廃菌床に置換する場合、廃菌床を25% (乾重) まで混合できる可能性が示唆された。

## 2 マイタケ廃菌床の再利用、再々利用

図-5に原基形成日数を示す。廃菌床の混合割合別試験では、対照区と25%区の間に有意差は見られなかった(図-1)。この試験の再利用区では、対照区より有意に原基形成日数が短くなった(Steel-Dwass法、 $p < 0.01$ )。廃菌床を混合することで、子実体原基の形成が促進されたと考えられる。しかしながら、対照区と再々利用区の間に有意差は見られなかった( $p > 0.01$ )。また、再々利用区の原基形成日数は、再利用区より僅かに長くなる傾向があった( $p > 0.01$ )。原基形成日数の結果から、培地基材に廃菌床を25% (乾重) 混合すると、原基形成日数の短縮効果を期待できるが、繰り返し廃菌床を混合することで、その効果は弱まると推測された。

図-6に収穫日数を示す。対照区と比較して、再利用区では有意に収穫日数が短くなった(Steel-Dwass法、 $p < 0.01$ )。原基形成日数の短縮分がそのまま収穫日数の短縮につながっていると考えられる。しかし、対照区と比較して、再々利用区は収穫日数が短くなる傾向にあったが、有意差は見られなかった( $p > 0.01$ )。また、再利用区と再々利用区の間にも有意差は見られなかった( $p > 0.01$ )。

図-7に収量を示す。全ての試験区において、収量の中央値は500gを超えた。対照区と比較して再利用区及び再々利用区の間に有意差は見られなかった(Steel-Dwass法、 $p > 0.01$ )。また、再々利用区は対照区及び再利用区と比較して、ややバラツキが大きくなる傾向が見られた。

図-8に各試験区で収穫された子実体を示す。再利用区は正常な子実体を形成した。再々利用区においても、奇形を生じることなく正常な菌さん、菌柄を形成し、菌さん表面の色についても対照区や再利用区との間に明確な違いは確認できなかった。

以上の結果から、マイタケ菌床栽培にマイタケ廃菌床を使用する場合、広葉樹おが粉の代わりに廃菌床を25% (乾重) まで混合しても栽培が可能であり、さらにマイタケ廃菌床は1回だけでなく2回マイタケ菌床栽培に利用できることが示された。

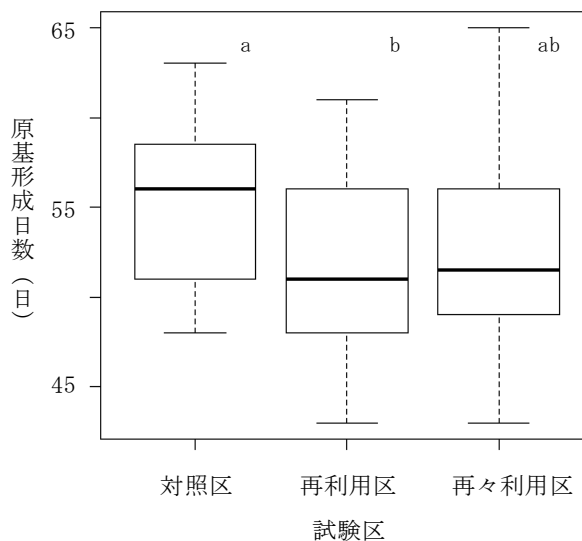


図-5 再利用、再々利用試験における原基形成日数  
(異なるアルファベット間に有意差あり、Steel-Dwass法、 $p < 0.01$ )

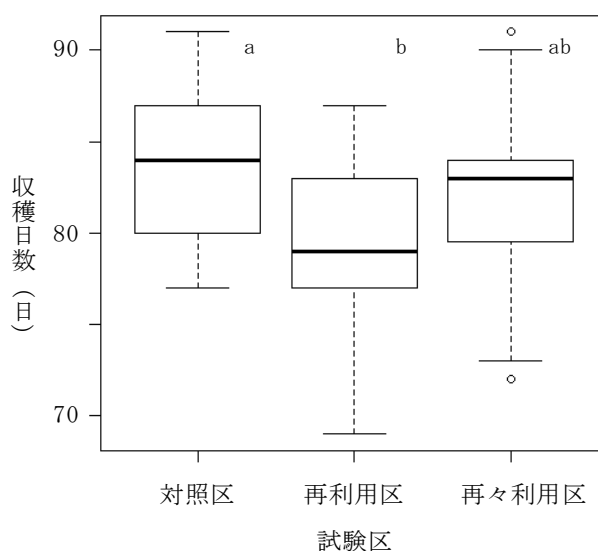


図-6 再利用、再々利用試験における収穫日数  
(異なるアルファベット間に有意差あり、Steel-Dwass法、 $p < 0.01$ )

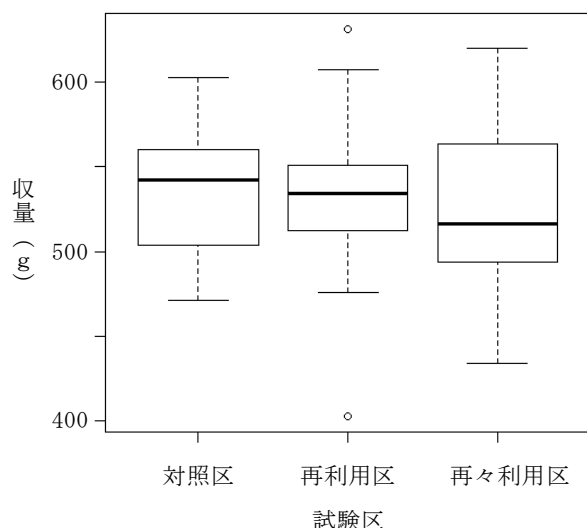


図-7 再利用、再々利用試験における収量  
(Steel-Dwass法、 $p>0.01$ )

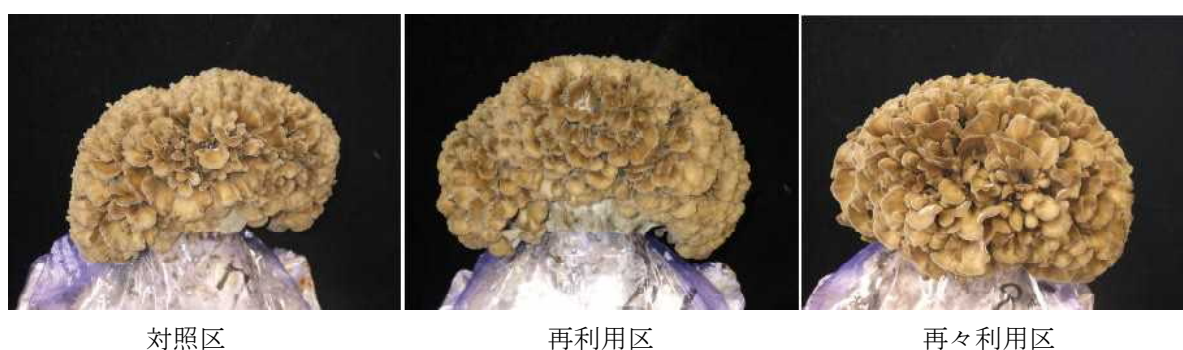


図-8 再利用、再々利用試験における子実体

### 3 マイタケ廃菌床再利用がもたらすコスト削減効果

試算結果を表-3に示す。廃菌床の再利用にあたり、変動が見込まれる広葉樹おが粉と電気料を試算対象とした。広葉樹おが粉は、廃菌床の利用でその使用量を抑えられることから、12,460円のコスト削減となった。また、廃床処理機稼働に伴う電気料として65円を計上した。廃床処理機を利用することで電気料はかかるが、栽培袋からの廃菌床の取り出しと廃菌床の粉碎を同時に行うことができ、効率的な処理が可能となる。試算の結果、廃菌床未利用時と比較して、廃菌床再利用時は合計12,395円のコスト削減となった。

表-4に原料使用量を示す。廃菌床の含水率を50%と仮定すると、312kg(湿重)の廃菌床を有効利用することができる。

したがって、マイタケ菌床栽培にマイタケ廃菌床を再利用すると、広葉樹おが粉の経費を抑えることができ生産コストを削減できる。加えて、コスト削減が実現するだけでなく廃菌床を有効利用できるというメリットがあるため、廃菌床の処分問題に寄与することが考えられる。

表-3 試算結果(1,000菌床あたり、単位:円)

項目	廃菌床利用あり	廃菌床利用なし	差
広葉樹おが粉	37,540	50,000	△12,460
電気料	65	0	65
合計	37,605	50,000	△12,395

表-4 原料使用量 (1,000菌床あたり)

原料 (含水率%)	湿重 (kg)
広葉樹おが粉 (10)	521.1
廃菌床 (50)	312.0
培地添加物 (10)	277.8

#### IV 総合考察

マイタケ菌床栽培のコスト削減及び廃菌床の有効利用を目的とし、マイタケ廃菌床をマイタケ菌床栽培の培地基材として再利用することを検討した。

本試験では、屋内で2か月間保管したマイタケ廃菌床を用いた。生産現場において、屋内で長期間廃菌床を保管することは難しい。そのため、作業性の面からも収穫後の廃菌床を保管することなく、翌日の仕込みに利用できることが望ましいが、収穫直後のマイタケ廃菌床をマイタケ菌床栽培に利用できるか否かは不明であり、追加試験が必要である。また、廃菌床を再利用する場合、廃菌床の乾燥や劣化を防ぐ観点から、栽培袋の除袋及び廃菌床の粉碎は仕込み直前に行うことが適当である。今回は、仕込み直前に手作業で廃菌床を栽培袋から取り出し破碎した後、ミキサーに投入し粉碎した。生産現場への普及を考えた場合、労力面から手作業より機械で廃菌床を処理することが適当である。そこで、廃床処理機NP5186-3000 (株式会社 ニッポー) の利用による機械処理を想定した。この機械は1分間に30個の廃菌床を粉碎処理することができ、栽培袋の仕分けも同時に行う。また、キャスター付で可搬式の機械であるため、利便性も高いと考えられる。マイタケ菌床栽培において、廃菌床未利用時と廃床処理機でマイタケ廃菌床を処理し、廃菌床を25% (乾重) 混合し再利用した時のコストを比較すると、廃菌床再利用時は1,000菌床あたり12,395円のコスト削減効果があることが分かった。

本試験では、マイタケ廃菌床を25% (乾重) までマイタケ菌床栽培に再利用できることを確認した。また、マイタケ廃菌床の混合割合試験の結果から、廃菌床を50% (乾重) 以上混合すると栽培への影響が顕著になった。より多くの廃菌床を混合することができれば、コスト削減効果も増大する。そのため、今後も廃菌床の混合割合を検討する必要がある。混合割合25~50% (乾重) の区間に重点を置き試験する必要がある。次に、再々利用試験の結果から、マイタケ菌床栽培にマイタケ廃菌床を1回だけでなく2回利用できることが分かった。今後は、マイタケ廃菌床を3回以上利用しても収穫日数、収量及び子実体の外観等に影響が出ないか調査する必要がある。

本試験で報告した廃菌床の利用法は、コスト削減だけでなく資源の有効活用や生産者の労力軽減といった面でも効果が期待される。きのこ栽培への廃菌床利用を普及していく上で、広葉樹おが粉を使用した場合と比較して、廃菌床を利用することの優位性を高めていくことが欠かせない。今後も廃菌床の利用については、その優位性を高めていく試験研究が求められる。

#### 引用文献

- 大橋等(2018), 2018年度版 きのこ年鑑, 株式会社プランツワールド, 275
- 奥山真理・三河孝一(1988), きのこ廃培地の利用法に関する研究 マイタケ廃培地を利用したマイタケおよびヒラタケ発生試験, 山形県立林業試験場研究報告, 18, 54-60
- 加藤一幾(2016<sup>a</sup>), 廃菌床 シイタケ菌が生きたまの施用で肥料にも土壌改良にもなる, 現代農業, 農山漁村文化協会, 95(10), 112-115
- 加藤一幾(2016<sup>b</sup>), オガクズ廃菌床で土壌フカフカ、微生物が多様化、保肥力もアップ, 現代農業,

- 農山漁村文化協会, 95(12), 66-69
- 河合昌孝(1999), シイタケ廃培地を用いたマイタケの栽培試験, 奈良県林業試験場林業資料, 14, 5-8
- 環境省(2015), 平成24-26年度環境研究総合推進費補助金 次世代循環型社会形成推進技術基盤整備事業, <https://www.env.go.jp/policy/kenkyu/special/movie/pdf/h27mov02slide.pdf>
- 崎尾さやか・黒沢和久・浜口充(2002), 豚発酵床における剪定枝利用, 埼玉県農林総合研究センター研究報告, 2, 128-132
- 寺嶋芳江(2009), 千葉県におけるきのこ培地材料用おが粉の流通および廃培地利用の現状, 千葉県農林総合研究センター研究報告, 1, 1-12
- 富樫巖・宜寿次盛生・原田陽(1995), マイタケ菌床栽培における培地基材の検討 ミズナラとマイタケ廃培地の利用, 北海道立林産試験場報第9巻, 3, 13-16
- 中里康和(1994), きのこの廃床の再利用試験(I)広葉樹オガクズの再利用について, 青森県林業試験場報告, 44-53
- 農林水産省(2018), 平成29年特用林産基礎資料, [https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&lid=000001212623&toukei=00501004&tstat=000001021191&tclass1=000001021192&tclass2=000001119195&cycle=7&year=20170&month=0&stat\\_infid=000031755653](https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&lid=000001212623&toukei=00501004&tstat=000001021191&tclass1=000001021192&tclass2=000001119195&cycle=7&year=20170&month=0&stat_infid=000031755653)
- 松本哲夫(2011), 関東・中部の中山間地域を活性化する特用林産物の生産技術の開発(4)野外堆積したマイタケ廃菌床の再利用, 群馬県林業試験場業務報告, 58-59
- 村松克久・松井幸治・小柳渉・渡邊幸蔵(2003), キノコ廃床の家畜敷料としての利用, 新潟県農業総合研究所畜産研究センター研究報告(14), 26-29
- Yoshizawa N・Itoh T・Takemura J・Yokota S・Idei T(1997), Mushroom Cultivation Using Maitake(*Grifola frondosa*(Fr.)S.F. Gray) Cultural Wastes, 宇都宮大学農学部演習林報告, 33, 109-116