

シイタケ廃菌床からブドウ糖を生成する (3) — 収穫期間と酵素糖化率 —

利用部 微生物グループ 檜山 亮

■はじめに

近年、北海道では7,500トン以上の生シイタケが生産され、その約97%はおが粉を用いた菌床栽培によるものとなっています^{1,2)}。シイタケの収穫が終わった後の廃菌床を有望なバイオマス資源であると考え、これまで酵素糖化法で廃菌床からブドウ糖を得るための研究を行ってきました^{3,4)}。その結果、廃菌床にはセルロースが3割程度残存していること、シイタケの菌糸が木質の一部を分解することにより酵素糖化性が向上していること、収穫後に15~25℃で1~2か月放置（以下、保存処理）すると木質の分解が進んで酵素糖化性が更に向上することがわかってきました³⁾。

廃菌床を保存処理すると酵素糖化率が10%程度向上します³⁾が、廃菌床を保管するためにはストックヤードを用意する必要があり、維持管理費用もかかります。一方、シイタケの収穫期間を延長することでも酵素糖化率が向上することが予想されました。そこで、シイタケの収穫期間を延長し、シイタケの収量を増やしつつ糖化率を向上させる検討を行いました⁵⁾。

■収穫期間の延長により糖化率は向上するか？

近年の北海道内のシイタケ菌床栽培では、シラカンバとミズナラのおが粉を混合して調製した菌床

（以下、カバナラ菌床）からシイタケを3回程度収穫することが多いので、生産者の栽培方法を参考に、**図1**のような方法でシイタケを栽培し、廃菌床を作りました（3回収穫廃菌床）。これに対し、収穫回数を2回増やして、収穫期間を延長した廃菌床も作りました（5回収穫廃菌床）。

3回収穫と5回収穫の廃菌床の成分について木材の主要3成分を分析したところ、収穫期間の延長により、ブドウ糖の原料となるセルロースの割合がごくわずかに増加し、逆にセルロースの酵素糖化の際に邪魔になるヘミセルロースとリグニンの割合に若干の減少が認められました（**図2**）。

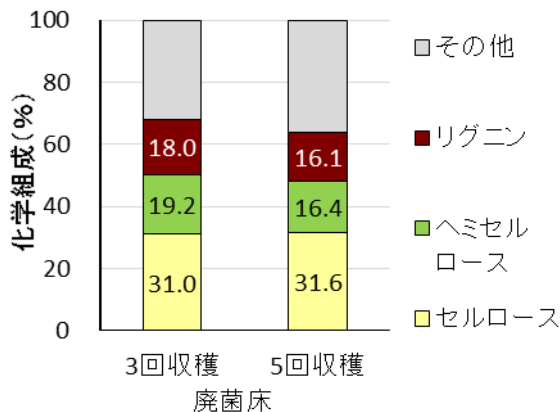


図2 収穫回数の異なる廃菌床の化学組成

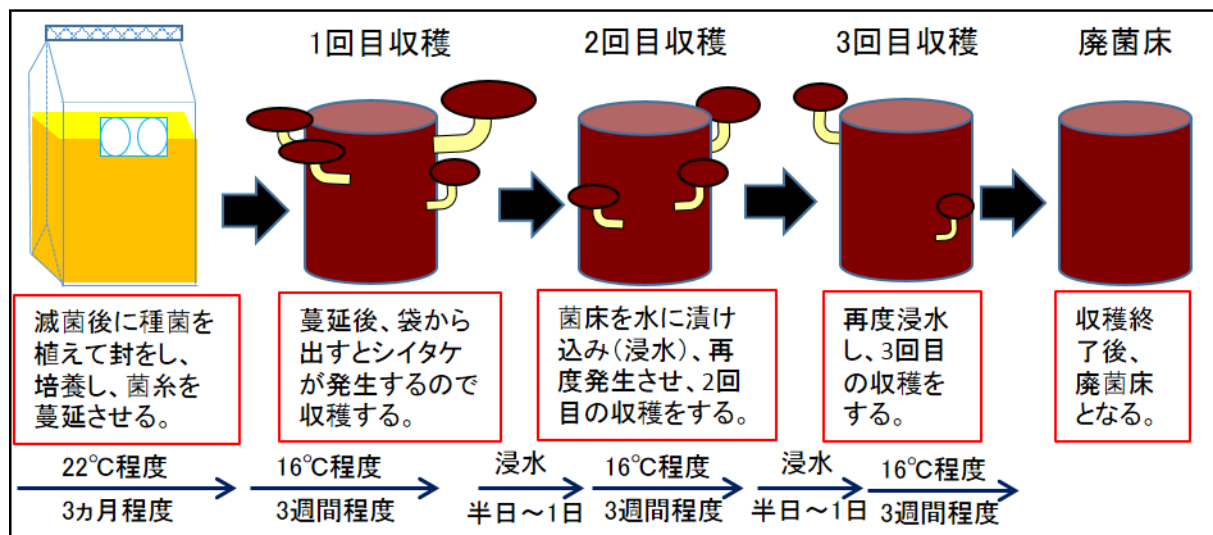


図1 3回収穫廃菌床の調整方法

廃菌床から酵素糖化により得られたブドウ糖の量と酵素糖化率を表1に示します。3回収穫廃菌床と5回収穫廃菌床から得られたブドウ糖はそれぞれ乾物1gあたり155mgと191mgで、酵素糖化率も収穫期間を延長することで45.0%から54.5%に向上させることができました。収穫期間の延長は、既に報告した廃菌床の保存処理³⁾と同様の糖化率向上効果をもたらすと言えます。

表1 収穫回数の異なる廃菌床から酵素糖化で得られるブドウ糖の量と酵素糖化率

	廃菌床	
	3回収穫	5回収穫
ブドウ糖 (mg/g-廃菌床)	155	191
酵素糖化率 (%)	45.0	54.5

注) 9.8 mg/g基質の酵素添加量で48時間酵素糖化した。

■収穫期間の延長で得られたシイタケの収量は？

収穫回数の異なる菌床から得られたシイタケの発生量を図3に示します。5回収穫廃菌床において、今回の栽培試験では4回目の収穫は得られず、5回目の発生量は平均21gで、残念ながら収穫期間を延長しても収量はあまり増加しませんでした。

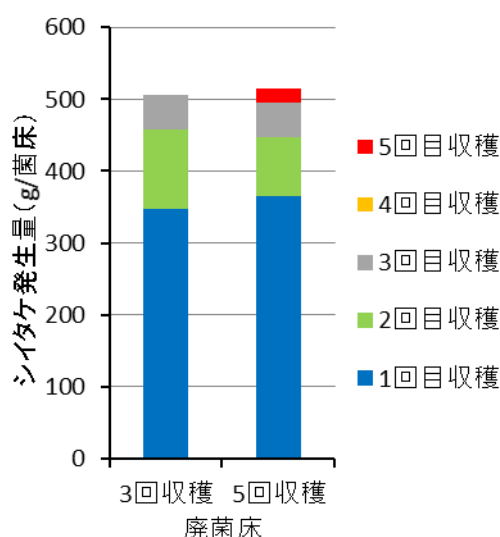


図3 収穫回数の異なる菌床から得られたシイタケの発生量

シイタケ生産者の立場になってこの収穫期間の延長について考えると、この程度の収量増では栽培施

設のスペースが占有されること等のデメリットの方が大きくなると想像され、収穫期間の延長の経済性は低いと考えられました。すなわち、今回林産試験場で設定した条件下では、北海道で一般的に用いられているカバナラ菌床を用いたシイタケ栽培において、収穫期間の延長によるシイタケ収量増と廃菌床の酵素糖化率向上を両立できるという結果は得られませんでした。

■ヤナギを培地基材に用いた長期栽培の可能性

近年、林産試験場ではヤナギのおが粉を培地基材として用いた高品質シイタケの生産技術の開発を行っており、良好な結果が得られつつあります⁶⁾。ヤナギを培地基材に用いた場合、栽培条件によっては4回目収穫と5回目収穫のシイタケ発生量の合計が95g程度得られることもあり⁷⁾、栽培期間を延長したとしても採算性が維持される可能性が考えられました。そこで、ヤナギを培地基材に用いたシイタケ廃菌床の酵素糖化率を調べてみました⁸⁾。図4にエゾノキヌヤナギとオノエヤナギを培地基材としたシイタケ廃菌床の酵素糖化率を示します。先ほどものカバナラ菌床よりも粗い粉碎をして酵素糖化したものなので、直接比較はできませんが、収穫期間を延長したカバナラ菌床と同程度の高い糖化率を得ることができました。これらのことから、ヤナギを培地基材に用いたシイタケ栽培では収穫期間の延長によって収量を増やすことと糖化性の高い廃菌床を得ることの二つが成り立つ可能性が示されました。

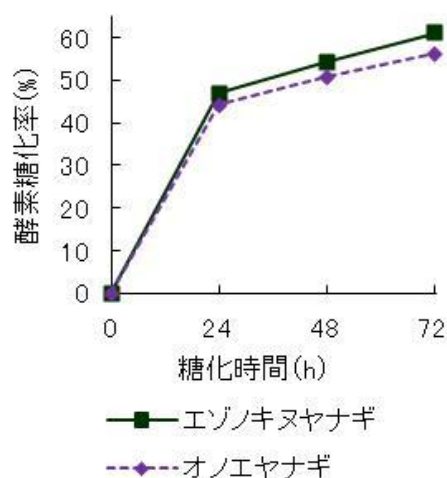


図4 ヤナギを培地基材とした廃菌床の酵素糖化率
注) 9.8mg/g基質の酵素添加で糖化した

■おわりに

収穫期間の延長により酵素糖化率が高まることがわかり、ヤナギを培地基材に用いた廃菌床ではシイタケ収量増と酵素糖化率向上の両立の可能性も見出されました。次回はヤナギを培地基材に用いた廃菌床から得られたブドウ糖を発酵してバイオエタノールを製造する研究について紹介します。

■引用文献

- 1) 北海道：平成26年北海道の主要特用林産物の生産量（最終確認日：2016年3月31日）
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/rrm/grp/04/okusan/syuyouseisanryou.pdf>
- 2) 北海道：平成25年北海道特用林産統計（2015.1）
- 3) 檜山 亮：シイタケ廃菌床からブドウ糖を生成する，林産試だより2011年12月号，p5-7
- 4) 檜山 亮：シイタケ廃菌床からブドウ糖を生成する（2）～蒸煮処理による酵素糖化率の向上～，林産試だより2013年10月号，p1-3
- 5) Ryo Hiyama, Seiki Gisusi, Akira Harada : Effect of increased harvests on saccharification ratio of waste mushroom medium from the cultivation of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*), Journal of Wood Science 59(1), p88-93, (2013)
- 6) 原田 陽：地域資源である早生樹「ヤナギ」をシイタケ栽培へ活用する，林産試だより2015年6月号，p6
- 7) 原田 陽，折橋 健，檜山 亮，宜寿次 盛生，棚野 孝夫：シイタケ菌床栽培における早生樹「ヤナギ」の利用，日本きのこ学会誌22巻1号p24-29，(2014)
- 8) Ryo Hiyama, Akira Harada, Seiki Gisusi, Ken Orihashi : Ethanol production from unpretreated waste medium of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) by semi simultaneous saccharification and fermentation under high substrate concentration condition, Cellulose Chemistry and Technology, 印刷中