

きのこ生産地で発生する副産物の高次利用を目指して

利用部 微生物グループ 原田 陽

■ はじめに

平成 21 ~ 22 年度に重点研究として、「食用きのこ生産工程における副産物の高次利用を目指した物質変換プロセスの開発」に取り組んできました。この研究は、企業（株）新進）や二つの大学（北見工業大学、北海道大学）と共同で実施したものです。ここでは、主な成果を紹介します。

■ きのこの生産地における施設の大規模化

北海道で生産量の多いきのことしては、シイタケやエノキタケがあげられます。平成 22 年の生産量は、シイタケが 6,740 トン（全国 3 位）、エノキタケが 4,050 トン（全国 4 位）となっています。シイタケでは、このうち 6,370 トンがおが粉をベースとした培地を利用した菌床栽培により生産され（写真 1）、エノキタケは、トウモロコシの芯粉砕物（コーンコブ）をベースとした培地により生産されています（図 1）。

これらの産地では、施設の大規模化と集約化が進み一か所で大量に生産するようになってきました。特にエノキタケ産地の集約化が先行しており、主要な上川管内の産地では年間約 3,500 トンを生産しています。小規模分散型だったシイタケ産地でも、一部で施設の大規模化が進行しつつあり、年間千トン以上の産地が数か所あります。



写真1 シイタケの菌床栽培



図1 エノキタケ生産地を例とした副産物利用

■ 副産物の発生と性質

シイタケやエノキタケは施設内で一年を通じて生産され、出荷されています。一方、収穫が終了した後に、副産物として廃培地や規格外品が発生します（図 1）。

廃培地中には、セルロースやヘミセルロースが残っているため、それぞれの成分を分解（糖化）することにより、有用成分への変換の元となるグルコースやキシロースを得ることが可能です。きのこの栽培過程で白色腐朽菌であるシイタケやエノキタケが分泌する酵素により、リグニンの分解が進み、糖化しやすくなることが期待されます。

規格外品とは、きのこのサイズが小さ過ぎたり大き過ぎたり、傘が開き過ぎたり変形したりして市場出荷規格に満たないものが対象となります。これらは見た目には違いがあるものの、アミノ酸等の味に関わる成分が十分に含まれており、食品素材としての利用が十分可能と考えられます。

■ 副産物利用の意義

前述のように、きのこ栽培は菌床栽培が主流であり、おが粉、コーンコブ等のバイオマスを培地に有効利用することから、「きのこ産業」≒「バイオマス利用産業」とみなすことができます。

1年を通じてきのこが生産され、限定された地域で生産量を超える副産物（これもバイオマス）が発生します。これら副産物の高次利用により、バイオマスのさらなる有効利用が進み、生きのこ以外の有価物（製品）を生み出すことが期待されます。

■ 廃培地の物質変換

シイタケ収穫後の廃培地からグルコースを得るため、収穫後や保存後の廃培地の糖化性を評価しました。その結果、収穫回数 0 回<3 回<5 回と、回数を重ねることによりグルコース収量が高くなりました。また、収穫終了直後よりも一定期間保存することによりグルコース収量が高くなりました（図 2）^{1, 2)}。このように、廃培地を利用することで、化学薬品を用いたりエネルギーコストをかけたりせずに、糖化が促進されました。したがって、より効率的にバイオエタノール等の有用成分への変換を進めることが可能となります。

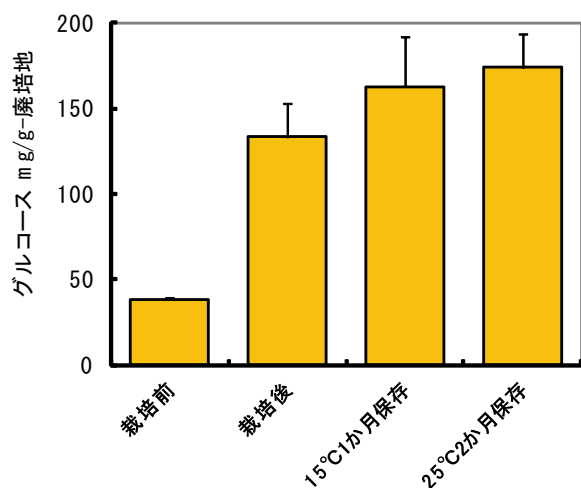


図2 シイタケ廃培地の保存後の糖化性
比較対照：栽培前の培地

コーンコブをベースとするエノキタケ収穫後の廃培地では、得られたキシロース含有糖液から、微生物によるキシリトール生産を行うプロセスを検討しました³⁾。キシリトールは低カロリーで虫歯予防効果が期待される成分です。きのこ栽培前のコーンコブでキシリトール生産を行った場合、得られた糖液を前処理しないと

発酵阻害が起き、キシリトールが生産されません。しかし、廃培地由来の糖液では、前処理をしなくても良好なキシリトール生産が可能でした（図 3）³⁾。共同研究先の大学では、本プロセスを発展させた他の有用成分への効率的変換技術の開発を行っています。

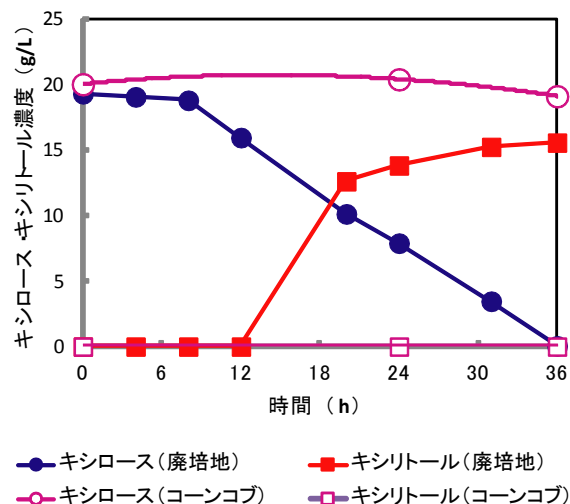


図3 エノキタケ廃培地からのキシリトール生産
比較対照：コーンコブ由来糖液

■ 規格外品の物質変換

これまでの研究で、きのこを酵素源として、グルタミン酸からギャバ (GABA) へ変換することが可能であり、エノキタケやシイタケがその原料として有望である^{4, 5)}ことを報告してきました。GABA は、血圧抑制作用やリラックス作用を持つ健康機能成分として知られています。実際に、エノキタケ由来の GABA 含有素材を摂取させたモデルラットによる動物実験で、明確な血圧降下作用を確認しています⁵⁾。

このことから規格外品を活用して、GABA を増やすことで価値を高めた素材作りが可能と考えました。GABA を生産するプロセスとして、当初はきのこをすりつぶしたり粉末化したりしていました。その後、プロセスの改良を進め、きのこを凍結したり乾燥したりした後に、形を残したまま GABA を増やすことが可能になりました。

例えば、エノキタケを凍結してから GABA 生成反応を行った場合、原料に含まれる GABA の 50 倍以上の GABA 生産が可能となり（図 4）、加熱後の固形分と液体の分離も容易でした。これにより、GABA パースト、GABA エキス、形を保った GABA きのこ等食品素材のバリエーションを増やすことができました。

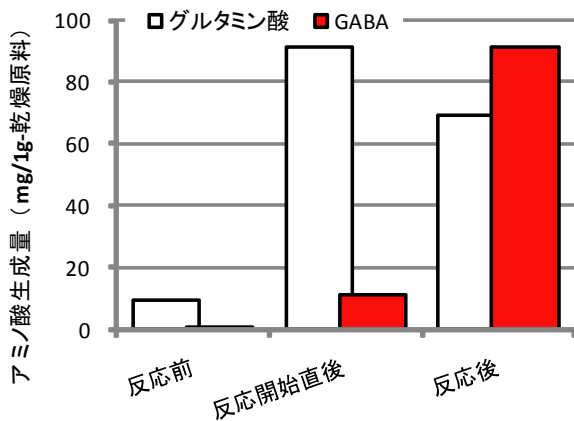


図4 エノキタケ凍結処理物によるGABA生産
GABAやグルタミン酸の生成量を示した

より詳細な内容は、ホームページ「あじ研北海道」⁶⁾で紹介されていますので、ご参照ください。また共同研究先の企業では、「えのきギャバペースト」や「えのきギャバ粉末」(写真 2)の製品化を進めており、利用例として表1のような提案がされています。



写真2 えのきギャバの素材例
ペースト(左)と粉末(右)

表1 エノキタケGABA含有素材の利用

| | 素材の種類 | |
|-----|---|---|
| | えのきギャバペースト | えのきギャバ粉末 |
| 特徴 | アミノ酸「ギャバ」が豊富 えのきたけのうま味が料理 をおいしく 安心の食品素材 | アミノ酸「ギャバ」が豊富 使いやすい粉末タイプ 濃厚なうま味と淡い色調 |
| 利用例 | スープ、たれ、惣菜、お菓子等幅広い料理に利用 例えば・・・クリームシチュー 和風きのこパスタ きのこのかき卵スープ アイスクリーム | スープ、調味料、製菓・パン類、ソース、シーズニングに利用 例えば・・・スープ・ポタージュ チャーハン・野菜炒め クッキー・パン グラタン・パスタソース スナック・フライドポテト |

■ おわりに

きのこ生産地で発生する副産物を利用してその価値を高める研究を通じて、製品化・事業化に向けた技術の蓄積をすることができました。廃培地の利用で得られた基盤技術は今後、各参画機関が中心となり、プロセスのスケールアップによる、コスト面での課題解決を進めながら、発展させていきたいと考えています。このような取り組みを継続して、ますます必要性が高まっている副産物の活用促進、そしてきのこ産業および関連食品産業の発展に貢献していきたいと思いません。

引用文献

- 1) Hiyama et al. : Evaluation of waste mushroom medium from cultivation of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) as feedstock of enzyme saccharification, *Journal of Wood Science*, 57, 429-435 (2011).
- 2) 檜山：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，5-7.
- 3) 多田ら：キノコ廃培地を原料としたキシリトール微生物生産，*化学工学会第75年会研究発表講演要旨集*，D120 (2010).
- 4) 北海道立総合研究機構：機能性を富化するきのこの製造技術，特開 2008-301798.
- 5) 原田ら：ブラウン系エノキタケによる γ -アミノ酪酸 (GABA) 高含有素材の作出と血圧降下作用，*日本食品科学工学会誌*，58, 446-450 (2011).
- 6) 原田：きのこ「GABA 高含有素材」，あじ研北海道，<http://www.ajiken-h.jp/interview/s002/> (2011).