

第1章 研究の概要

1-1 研究の背景・研究目的及び目標

〔研究の背景〕

本格焼酎の生産量が全国一である鹿児島県では、年間19万6千klの焼酎が製造され、35万4千トン（平成21酒造年度）¹⁾の焼酎粕が発生し、その9割が陸上処理されている。

現在の焼酎粕の陸上処理法の主流は、焼酎粕を固液分離装置で固形画分・液画分に分離した後、固形画分については乾燥後、肥料・飼料として利用している^{2, 3)}。一方、液画分については、メタンガスやアルコールを回収後、これらを固形画分の乾燥熱源として利用している^{2, 3)}。しかし、乾燥させた固形画分（以下、焼酎粕乾燥固形物）を直接、肥料・飼料として利用するだけでは、製品に十分な付加価値を付与できず、安価な既存製品に対抗できない、焼酎粕の有用成分を十分活かしてきれていないなどの問題が残る。

一方、本格焼酎とともに鹿児島県の基幹産業である甘藷でん粉製造業界においても、その製造過程で発生するでん粉粕の利用法の開発が急務となっている。現在、県内では22万トンの甘藷を処理し、6万8千トンのでん粉を製造している⁴⁾。でん粉製造過程では、でん粉粕が年間4万7千トン（平成21年度）発生し、クエン酸原料や飼料、肥料（農地還元）、ボイラーの燃料などに利用されている⁵⁾。しかし、クエン酸については海外の安価なクエン酸におされ、製造量は減少傾向にある。また、飼料については水分率が高く、腐敗し易い（水分率75%程度）、単独の飼料価値が低いなどの問題がある。肥料（農地還元）については、でん粉粕に含まれる有用成分を十分に活かしてきれていない問題がある。したがって、焼酎粕と同様、でん粉粕についても、経済的有用性及び付加価値の高い利用法の開発が求められている。

〔研究目的〕

このような背景の中で筆者らは、焼酎粕・でん粉粕ともに栄養価、安全性の高い農作物由来の副産物であることに着目し、これらを原料にして付加価値の高い食品を新たに作り出すことが可能となれば、食品リサイクル法上においても高度な有効利用法となり、かつ新規用途開発につながると考えた。この方針のもと、焼酎粕にはアミノ酸類、ミネラル、食物繊維、ビタミンなどの成分が多く含まれており、これらと同様な成分が食用きのこに多く含まれている点、また、でん粉粕は繊維質に富み保水性が高く、体積が大きく、おが屑と同様な特性を持つ点から、これらの性質を統合し両原料（焼酎粕乾燥固形物・でん粉粕）をきのこ栽培用培地として利用可能であろうとの推察に至った。

これまでに、筆者ら^{6, 7)}は培地基材におが屑（針葉樹、広葉樹）、栄養材に甘藷焼酎粕乾燥固形物を利用し、焼酎粕中の有用成分を多く含んだ高付加価値きのこを収量性の高い状態で生産可能なことを明らかにした。また、きのこ収穫後に発生する使用済み培地（以下、廃培地）については、発酵TMR飼料の粗飼料、濃厚飼料の代替として活用し、乳用牛による給餌試験を実施してきた。その結果、廃培地は家畜飼料の原料として活用することは可能であったが、きのこ菌糸によるおが屑由来の繊維質の分解が弱く、嗜好性は良いものの、消化性、採食性に課題が残された⁸⁾。しかしでん粉粕は一部家畜飼料として利用されていることから、おが屑の代替としてきのこ培地の培地基材に利用可能であれば、収穫後の廃

培地も家畜飼料としてさらに活用され易くなると考えられる。

そこで本研究では、まず焼酎粕乾燥固形物・でん粉粕を利用してきのこ培地を作製し、そこに多量に含まれる有用物質を利用吸収した高機能性きのこの栽培技術を確認する。また、廃培地に含まれる菌糸代謝産物等を分析し、諸特性を明らかにする。さらに廃培地の飼料特性を把握し、発酵 TMR 化による飼料調製技術と家畜への給与技術を確認すると同時に、家畜排泄物についても堆肥化を行い、製造した堆肥の肥料効果を確認する。また、廃培地を家畜飼料に利用することによる飼料コスト削減効果等についても明らかにする。最後に廃培地の高温高速乳酸発酵飼料製造技術の実現に向けて焼酎粕を基質とした高温嫌気性発酵槽内から高温乳酸菌の分離・培養を試みる。

以上の試験を実施することで、地域資源を最大限に活用した物質・経済合致循環モデルの構築を目指す (図 1-1 参照)。

[研究目標]

-全体目標-

焼酎粕、でん粉粕を予防医学商材の一つである高機能性きのこの栽培用培地に利用し、付加価値の高いきのこを生産すると同時にその過程で発生する廃培地を家畜飼料、肥料と段階的に再生して行く。これにより実社会に受け入れられる環境保全型資源循環システムの構築を最終目標とする。高機能性きのことしては既に機能性食品としての有効性、優位性が確認されているものを活用する。本きのこを焼酎粕、でん粉粕を利用した培地で栽培することにより機能性食品としてのさらなる有効性の向上を目指す。廃培地は焼酎粕、でん粉粕及びきのこ菌糸由来の機能性成分が多く含まれている。これに高温乳酸菌を添加し、従来の 1/2 以下の期間で発酵飼料を作製でき、かつ、機能性成分が付加された良質の家畜飼料の製造を試み、家畜生産物の高品質・高生産性へと結びつける。家畜排泄物は堆肥化し、地域資源を最大限に活用した物質・経済合致循環モデルを構築する。

1-2 成果概要

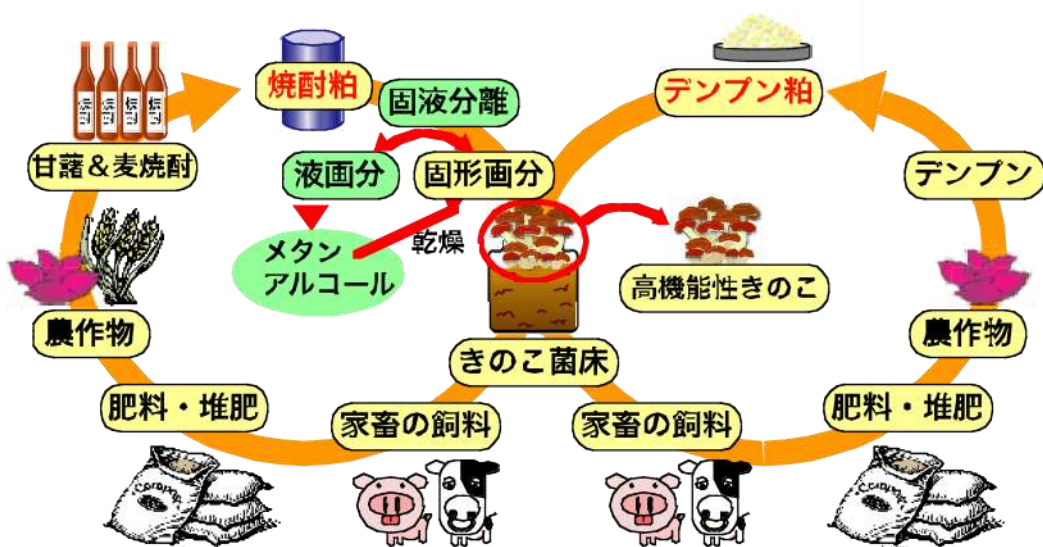


図 1-1 焼酎粕・でん粉粕の資源循環システム

焼酎粕・でん粉粕培地を用いて、5種類のきのこの栽培を試みた。その結果、本培地は栽培日数、収量性等から判断して、ヤマブシタケ、ヒラタケ、タモギタケ栽培に適していることが明らかになった。また、焼酎粕、でん粉粕を培地材料に活用することで、きのこの種類により異なるが、各種機能性が向上することがわかった。廃培地については鶏糞を用いた安全性試験の結果から、飼料としての安全性が確認された。また廃培地を家畜飼料として利用する場合、直接給与より乳酸発酵させた廃培地を給与した方が嗜好性は高く、乾物摂取量が増加することがわかった。さらに家畜排泄物の堆肥化については問題なく、作物へ利用できることがわかった。

また高付加価値きのこの生産、廃培地を家畜飼料として利用することによる飼料コストの削減等による経済面での効果も期待できる。以上のことから、焼酎粕、でん粉粕をきのこ培地に利用し、きのこ（食品）→飼料→家畜→堆肥（肥料）へと繋がる「きのこ生産を起点とした食品廃棄物の多段利用循環システム」の構築が可能と考えられる。

【得られた成果の実用化、社会への貢献の見込み及び課題】

3年間の研究を通して、でん粉粕はおが屑の代替として一部のきのこで使用可能なことが明らかになった。また、きのこの種類により異なるが、焼酎粕、でん粉粕を組み合わせることで、各種きのこの機能性が向上し、高付加価値きのこを安価な材料で生産できることが明らかになった。さらに焼酎粕・でん粉粕廃培地は発酵 TMR 飼料の原料として活用することで、おが屑を利用した焼酎粕廃培地の発酵 TMR 飼料の課題であった繊維の消化性が向上することが明らかになった。

鹿児島県、宮崎県で排出される焼酎粕は現在その多くが飼料利用されている。一方、本研究では、焼酎粕をきのこ培地の栄養材に利用することで、きのこの収量が増加し、さらに各種機能性が向上する等のきのこの高付加価値化が見られた。このため、県内外で利用が進み、今年度中には週 500-700kg の焼酎粕培地（培地栄養材；焼酎粕乾燥固形物、培地基材；おが屑）で栽培した食用きのこが市場に流通する予定である。また、でん粉粕についてもヤマブシタケやヒラタケ、タモギタケ栽培において収量増及び機能性向上が見られたため、利用が進むものと考えている。

廃培地（焼酎粕廃培地、焼酎粕・でん粉粕廃培地）については県内の企業が高温乳酸菌で TMR 飼料を調製し、農家へ配給する施設を建設中である。また北海道や長野県等のきのこ生産の盛んな地域から廃培地の飼料化に関する問い合わせもあり、本技術は県内外で利用されるものと考えている。

今後の課題としては、でん粉粕は9-11月にかけて集中的に発生する材料であることや、おが屑（針葉樹、広葉樹）と同様、きのこの種類により利用が限られるため、年間を通して高付加価値きのこを生産するには両培地基材の併用が必要である。しかし、おが屑に関しては、製材業低迷により安定確保に課題が残っているため、今後は廃培地を培地基材として再利用し、高付加価値きのこを生産する技術を確立すると同時に、再利用することでおが屑の腐朽が促進され、家畜の消化性が高まるものとする。

参考文献

- 1) 鹿児島県酒造組合連合会：平成 21 酒造年度本格焼酎原料別製成数量と蒸留粕の処理別・月別数量, 2010.
- 2) 鮫島吉廣：焼酎副産物資源化システムの構築、日本醸造協会誌、98 巻、7 号、pp. 481-490. 2003.
- 3) 川内酒造協同組合：稼働 1 年余, 24 時間フル操業で 1 日 130 トンを処理, 環境施設、No. 97、pp. 30-35. 2004.
- 4) 田之上隼雄:かんしょでん粉工場合理化への取り組み状況、でん粉情報、6 月号、No. 14、pp. 7-21. 2008.
- 5) 鹿児島県：平成 21 年度環境と調和した農業の取組実績、
<http://www.pref.kagoshima.jp/sangyo-rodo/nogyo/gizyutu/kankyo/taisei/torikumihousinn.html>、2010.
- 6) 山内正仁、今屋竜一、増田純雄、山田真義、木原正人、米山兼二郎、原田秀樹：甘藷焼酎粕乾燥固形物を利用したきのこ栽培技術の開発に関する研究、土木学会環境工学論文集 Vol. 42 pp. 545-553. 2005.
- 7) 山内正仁、今屋竜一、山田真義、増田純雄、木原正人、米山兼二郎、原田秀樹：甘藷焼酎粕乾燥固形物を利用した高付加価値きのこ（エリンギ）の実用化に関する研究、土木学会環境工学論文集、Vol. 44 pp. 481-490. 2007.
- 8) 橋口享児、山内正仁、山田真義、大久保秀樹、長野京子、小村洋美：きのこ生産を核とした焼酎粕乾燥固形物の多用途再生技術の開発、平成 19 年度地域資源活用型研究開発事業研究報告書、経済産業省、pp. 31-36. 2008.