

## ムラサキマサリを用いた高度循環型醸造に関する産官学研究 (2)

荒木朋洋<sup>1)</sup>, 芝田 猛<sup>2)</sup>, 椛田 聖孝<sup>3)</sup>, 村田 達郎<sup>4)</sup>, 多賀 直彦<sup>1)</sup>, 安田 伸<sup>1)</sup>,  
本田 憲昭<sup>5)</sup>

1) 農学部バイオサイエンス学科, 2) 総合農学研究所, 3) 農学部応用動物科学科,  
4) 農学部応用植物科学科, 5) 農学部総合農学実習場

### 1. 研究目的

本研究は、我国における焼酎生産における廃棄物処理問題を解決する目的で、生産量の増加と共に、増加している焼酎蒸留残渣を有効利用する方策を確立するものである。すなわち、今まで海洋投棄に依存していた焼酎かすの処理が1980年のロンドン条約批准により全面禁止となったため、醸造業界では焼却処理などその処理対策が必要となっている。しかし、焼酎かすは産業廃棄物と言っても、食品由来の有機物であるので、それを飼料や肥料に利用する取り組みがすでに始まっている。すなわち、今まで廃棄されていた焼酎かすを再度発酵させることにより、有機肥料や飼料、食品素材として活用するシステムが開発されつつある。これらの取り組みはいずれも焼却等のエネルギーを考慮した有効利用を目指すもので、有機素材としての活用が主な目的である。

東海大学農学部(大学)は2004年に九州沖縄農業研究センター(九沖研)と学术交流協定を締結し研究交流を続けてきたが、その中で、新品種の紫芋である「ムラサキマサリ」をテーマにした共同研究が東海大学に提案された。この芋の特色は高アントシアニン含有でかつ醸造特性が優れていることで、芋焼酎素材として新たな展開が見込まれる品種である。この品種の特徴は、醸造特性に優れており香りのよい焼酎が生産できるが、本プロジェクトでは高アントシアニン含有に着目し、その焼酎かすを高付加価値食品素材として利用することを目指している。すなわち、芋生産、焼酎醸造、もろみ酢生産、家畜飼料生産、肥料生産をカスケードでつなぐ循環型プロセスとして、完全循環型醸造をプロジェクト研究の産官学連携共同研究協定書を九沖研、木之内農園、および房の露株式会社と取り交わしスタートした(図1)。このプロジェクトでは、従来焼酎かすが産業廃棄物として有効転用を種々の方法で模索している中で、「ムラサキマサリ」を用いた醸造では、その焼酎かすがそのまま高付加価値食品素材として活用している。したがって、「ムラサキマサリ」を芋焼酎原料に使うことにより、廃棄物を出さないいわゆるゼロエミッション醸造が可能になる。

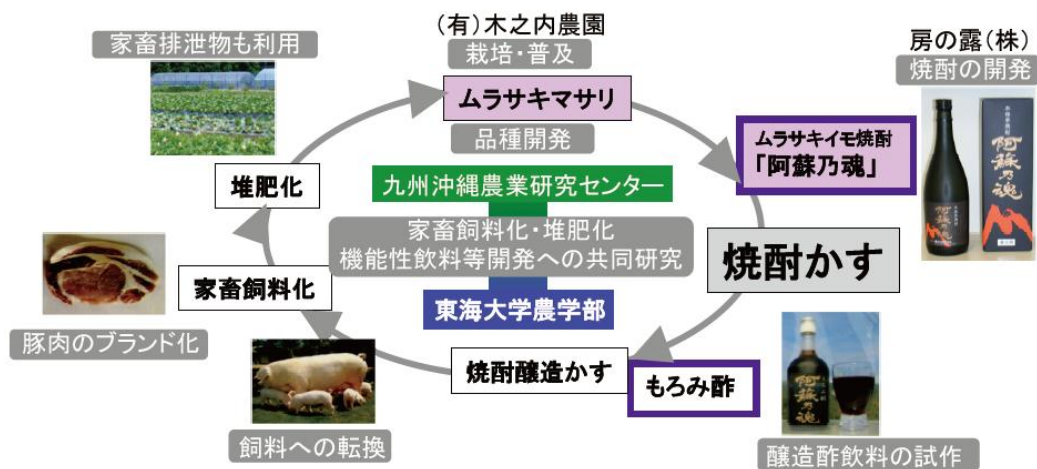


図1 産官学連携研究の模式図

## 2. 研究材料

本研究に用いた「ムラサキマサリ」は、高アントシアニン系統の「アヤマラサキ」を母親に、多収、高でん粉系統の「シロユタカ」を父親に交配することにより、九沖研で育成されたもので、2001年に登録された品種である。サツマイモは、栄養繁殖性植物であるので、通常の芋からの繁殖では遺伝的な変異は生じない。また、サツマイモは日本ではほとんど開花しないために、種子を得ることができない。したがって、サツマイモの育種ではキダチアサガオ（アサガオ



図2. ムラサキマサリ

の一種)に接ぎ木することにより人為的に開花を促進させ、種子を得ている。すなわち、接ぎ木により交雑種子を得、種子から育成された個体を用いて目標とする形質を備えた系統を選抜している。「ムラサキマサリ」の育種においては、高アントシアニン甘藷が「アヤマラサキ」のみであったため、その展開品種として開発されたが、図2に示したように形状が紡錘形で溝がなく、加工特性にも優れた品種である。特に醸造では、良質のデンプンをエネルギー源として発酵が進むため、雑味成分の元となるタンパク質が少ない方が香りのより醸造が可能である。植物は損傷を受けた部分に自己防御として生体防御タンパク質を誘導するため、芋の形が複雑であると醸造用として損傷部分を切除するために多大な労力を必要とする。また、損傷部分を含んだまま醸造を行うと香気成分が

雑味成分によって妨害され、良質な酒とならない。したがって、「ムラサキマサリ」は極めて醸造に適した品種であると言える。また、本品種はサツマイモネコブセンチュウおよびミナミネグサレセンチュウに強い抵抗性を有し、生産特性も優れている。

## 2. 紫芋焼酎の醸造

本研究における循環型醸造の第一段階である、「ムラサキマサリ」を用いた芋焼酎の醸造は、本年度約 8000 本（720m l）生産し、木之内農園より試験販売を開始した。本学および木之内農園で収穫した「ムラサキマサリ」を熊本県球磨郡多良木町の房の露株式会社に移送し、醸造を行った。

醸造は約 3 トンの芋を用い、製麹、一次もろみ、二次仕込みを経て約 2 週間の発酵工程で蒸留を行った。蒸留原酒は熟成後、割水し、瓶詰めを行い、試作品を完成した（図 3）。



図 3 焼酎市販品「阿蘇乃魂」

## 4. ムラサキマサリの機能性と焼酎かすの利用

焼酎醸造で発生する焼酎かすは焼酎の約 2 倍の量になり、水分含量が高いどろどろの状態である。したがって、焼却や乾燥には多大な化石燃料消費とコストがかかり、飼料化や肥料化などの有効利用には、いかに水分を低コスト低環境負荷で除去するかがネックとなっている。しかしアントシアニン豊富に含む芋を用いた焼酎作りは、焼酎かすの再利用に極めて有利である。焼酎は蒸留酒であるためアントシアニンは移行しない。その代わりに、焼酎かすにはアントシアニン（図 4）がそのまま残る。すなわち、紫芋の焼酎かすはそれ自体が高アントシアニン含有食品素材として利用できる。この焼酎かすから高付

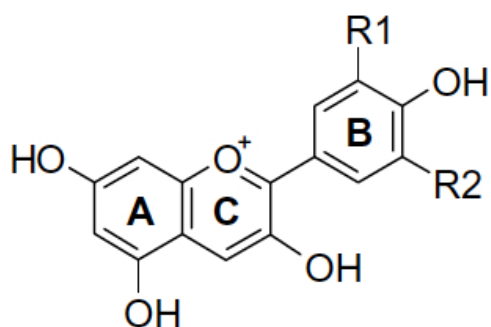


図 4. アントシアニンの一般構造



図 5. 焼酎残渣ともろみ酢

加価値二次製品（もろみ酢）を生産すると、アントシアニンの機能性を生かしたもろみ酢が生産できる（図5）。また、もろみ酢を製造した際に発生する残渣はまだアントシアニンを含有しているため、食品素材や家畜飼料などに機能性食品として転用することが可能である。この課程を図6に示した。現在、食品の持つ様々な生理機能性が注目され、農畜産物やその加工品である発酵食品や醸造品においても抗酸化作用や血圧降下作用、さらに抗腫瘍作用などの健康に有益なエビデンスが明らかになりつつある。本研究の過程で生じる残渣ならびに製品は、近年の、食事や生活習慣に伴う疾病の予防や軽減のため、食品の効果的な摂取による健康志向が高まってきている中で、産業廃棄物を有効利用する最適の事例と考えられる。



図6. 焼酎残渣の有効利用模式図

本年度は機能性評価試験として、ムラサキマサリの芋部分、茎葉部分、および醸造残渣部分について、抗酸化活性を調べた。最初に芋部分と茎葉部分のメタノール-水可溶性画分を調製した。次いで鉄イオンキレート活性を指標に、1000  $\mu\text{g/ml}$  の測定範囲内でこれら抽出物の抗酸化作用を測定した。その結果、図7に示すように、ムラサキマサリ芋部分からの抽出物には最大 92.0%のキレート活性が得られ、葉茎部分からの抽出物では最大 98.7%の活性が得られた。

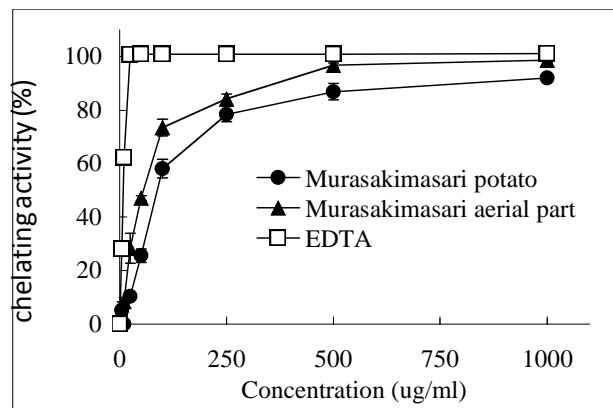


図7. ムラサキマサリ植物体の鉄イオンキレート活性

次にNO消去活性を指標に抗酸化作用を調べた結果、図8に示すようにムラサキマサリ芋部分からの抽出物には最大46.6%の消去活性が得られ、葉茎部分からの抽出物には39.3%の活性が得られた。

以上のように、ムラサキマサリは植物体中に機能性成分を含み、これらの活性はポリフェノール類あるいはアントシアニン類に起因するものと考えられた。そこで、

焼酎醸造過程における廃棄物である焼酎残渣における機能性について同様の方法で調べた。すなわち、回収した蒸留残渣を連続遠心分離し、得られた液相残渣と固相残渣を用いてメタノール-水可溶性画分を調製した。この試料について、上述の実験同様に1000 µg/mlの測定範囲内で鉄イオンキレート活性およびNO消去活性を指標に残渣抽出物の抗酸化作用を調べた。その結果、液相残渣および固相残渣にはそれぞれ最大94.0%および85.1%の高いキレート活性が残存していること(図9)、さらに最大43.2%および60.2%のNO消去活性がそれぞれ残存していることが明らかとなった(図10)。以上の結果は、ムラサキマサリ芋部分由来の抗酸化成分は、蒸し、破碎、発酵および蒸留などの焼酎

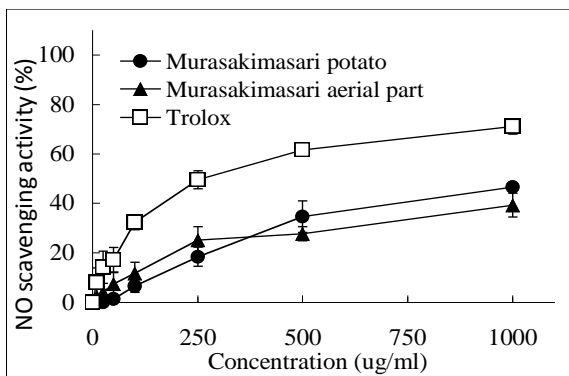


図8. ムラサキマサリ植物体のNO消去活性

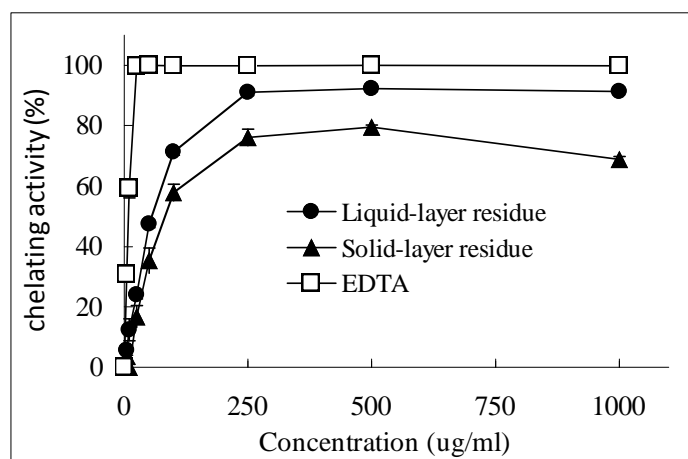


図9. ムラサキマサリ醸造残渣の鉄イオンキレート活性

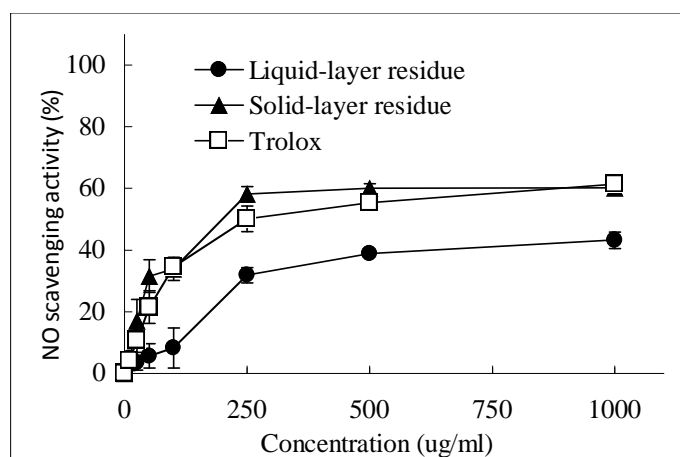


図10. ムラサキマサリ醸造残渣のNO消去活性

製造工程を経てもなお機能性を維持したまま残渣部分に存在することを含意しており、残渣部分の更なる利用価値を明らかにするものである。アントシアニンは、通常加熱等によって分解し、その安定性や機能性維持に問題がある場合もあるが、本研究で得られた結果は、ムラサキマサリに含まれるアントシアニンが焼酎醸造過程で分解されにくい安定な構造体を有していることを示唆しており、機能性食品素材としての付加価値を示している。

#### 5. 今後の展開へむけて

この研究では、産官学連携プロジェクトとして、東海大学総合農学研究所のコアプロジェクトとして活動している。本プロジェクトは図6に示したように、焼酎かすを完全に利用して廃棄物を出さない醸造を目指している。次年度から、さらに各段階での素材の抗酸化活性等の機能性試験だけでなく、加工処理後の食材や食品残渣の有効利用性を明らかにするためには、今後更なる機能性評価法の導入と培養細胞等を用いた生理機能性の発現メカニズムについて詳細に調べる必要があると考えられる。また、本来醸造に使用できないくず芋を芋麴として利用し、さらに残渣を出さない循環型発酵プロセスを確立する。一方、本年度の試験で、ムラサキマサリのアントシアニンが安定であることが明らかとなったので、醸造かすから製造する家畜飼料について、家畜栄養学的見地から検証を進める。

#### 参考文献

1. 荒木朋洋. 紫芋を用いた完全循環型醸造での芋焼酎. 大学時報. Vol. 52, No. 323, p62-65. 2008.
2. 荒木朋洋. ゼロエミッションの焼酎造り. 産官学連携ジャーナル. Vol. 5, No. 12, p20-21. 2009.
3. 荒木朋洋. ムラサキマサリを用いた高度循環型醸造に関する産官学研究. 東海大学研究フォーラム 2009. 3. 要旨集 p 69. 東海大学主催.
4. 荒木朋洋, 多賀直彦, 本田憲昭. ムラサキマサリ (紫芋) を用いた高度循環型醸造に関する産官学研究. 東海大学産学連携フェア 2008, 2008. 12. 東海大学研究シーズ集 2009, p31. 東海大学主催.
5. 荒木朋洋. ムラサキマサリを用いた高度循環型醸造に関する産官学研究. 第3回アグリビジネスフォーラム. 2007. 11. 要旨集 p 42. 関東地区農学系大学連盟主催.
6. 荒木朋洋. ムラサキマサリを用いた高度循環型醸造に関する産官学研究 —醸造かすを出さないゼロエミッションプロジェクト—. 東海大学産学連携フェア 2007, 2007. 12. 東海大学研究シーズ集 2008, p21. 東海大学主催.
7. 荒木朋洋. 健康を支える「農」の科学—東海大学農学部の紹介と生理活性成分および機能性食品研究— 健康ビジネスマッチングフォーラム. 2009. 2. 要旨集 p 10. 熊本県主催

8. 荒木朋洋. 紫芋を用いた高度循環型醸造に関する産官学研究. 東海大学産学連携フェア 2009, 2009.12. 東海大学研究シーズ集 2010, p19. 東海大学主催.