

## 学 位 論 文 要 旨

氏 名	神 渡 巧
題 目	芋焼酎における特徴香成分の定量法の開発と原料サツマイモが及ぼす芋焼酎の香気的特徴に関する研究 (Determination and investigation of the characteristic flavor components in <i>imo-shochu</i> and their relationship with the quality and cultivar type of sweetpotato.)
<p>鹿児島県は、本格焼酎の供給基地であると共に一大消費地であり、その主たる製品はサツマイモを原料とした芋焼酎である。芋焼酎は、近年の焼酎ブームにより消費数量を大きく増加させたが、ブームの終焉により市場の軟化が懸念されており、持続的な成長を続けていくためには、さらなる酒質向上をめざした研究開発が必要がある。芋焼酎の特徴香は、モノテルペンアルコール (MTA) であるリナロール、<math>\alpha</math>-テルピネオール、グラニオール、シトロネロール及びネロール等の5つの成分が寄与していることが明らかにされており、これら成分をコントロールすることで、今までにない香りを持つ製品の開発が期待されている。しかし芋焼酎のMTA含有量は数10ppbと微量な濃度のため、多数の試料を簡単な操作で正確に定量する方法は確立されていない。また、芋焼酎は原料とするサツマイモの品質や品種により、その酒質が大きく異なることが経験的に知られているが、このようなサツマイモと芋焼酎の酒質との関係についての報告は極めて少ない。</p> <p>本研究では芋焼酎のMTAの定量法を開発するとともに、原料サツマイモが受けるストレスやサツマイモの品種の違いによる芋焼酎の酒質について検討した。</p> <p>MTAの定量は、香気成分の濃縮にポラパックQカラム濃縮法を、分析にGC-MSを用いる方法により、多数の試料を短時間で精度よく分析することができた。</p> <p>サツマイモの品質と酒質との関係を明らかにするために、ストレスを受けたサツマイモを用いて芋焼酎の小仕込みを行ったところ、マスカットの果実香を持つ製品が得られ、この製品にはMTAが高濃度で含まれていた。</p> <p>8品種のサツマイモを用いて芋焼酎の小仕込みを行い、酒質の官能評価と特徴香成分の検索を行った。その結果、アントシアンを含み紫色をしたサツマイモを原料としたとき、ジアセチルに寄与するヨーグルト的な香りを持つ製品が得られた。カロチンを含み橙色をしたサツマイモを用いた場合、ニンジンジュースの香りが認められ、この香りは<math>\beta</math>-イオノンに起因していた。ジョイホワイトを原料としたものは、さわやかな柑橘的な香りを有し、この香りはリナロールに起因していた。さらに、<math>\beta</math>-ダマセノン<sup>1</sup>は、サツマイモの品種に関係なく全ての製品に存在しており、芋焼酎の甘い香りに関与する重要な特徴香成分であることが分かった。</p>	

## 学 位 論 文 要 旨

氏 名	Takumi Kamiwatari
題 目	Determination and investigation of the characteristic flavor components in <i>imo-shochu</i> and their relationship with the quality and cultivar type of sweetpotato. (芋焼酎における特徴香成分の定量法の開発と原料サツマイモが及ぼす芋焼酎の香気的特徴に関する研究)

Kagoshima Prefecture is well-known as a major producer and consumer of *honkaku-shochu*. The primary product is *imo-shochu* which is made from sweetpotato. As in recent years the *shochu* boom increased the consumption of *imo-shochu* too much quickly, some decrease in demand is predicted to weaken the market. For sustainable growth, however, research and development are required to enrich *shochu* with quality. It is known that *imo-shochu* derives its characteristic flavor from five mono-terpene alcohols (MTA), linalool,  $\alpha$ -terpineol, geraniol, citronellol, and nerol. Improvement of these flavor composition is expected to produce a distinct product with new flavors. However, since the MTA content of *imo-shochu* is as low as 10s ppb, no method has been established so far for quantifying many samples simply and accurately. In addition, although it is known that the quality of *imo-shochu* depends markedly on the quality and cultivar type of sweetpotato used as raw materials, very few reports on this relationship have been published so far.

The author developed a method for quantifying MTA concentrations in *imo-shochu* and investigated the effect of stress and cultivar type on *imo-shochu* quality; A Porapak Q column was used to concentrate the flavor components and GC-MS was used for component analysis. To clarify the relationship between sweetpotato quality and *shochu* flavor, A pilot brewing system was used to produce *imo-shochu* using stressed sweetpotatoes. The product had a muscat-like flavor and contained high concentrations of MTA.

Then, the author used a pilot brewing system to produce *imo-shochu* using eight cultivars of sweetpotatoes. *Shochu* quality was evaluated by organoleptic testing and the characteristic flavor components were identified. Consequently, *shochu* from purple sweetpotato with anthocyanin had a yogurt-like flavor, which was attributable to a flavor compound of diacetyl. *Shochu* from orange-colored sweetpotatoes with carotene had a flavor similar to carrot juice, which was attributable to  $\beta$ -ionone, and *shochu* from Joywhite had a flavor similar to fresh citrus, which was attributable to linalool. In addition,  $\beta$ -damasenon was detected in all *shochu* products irrespective of cultivar type of sweetpotato and was found to be an important flavor component contributing to the sweet flavor of *imo-shochu*.

## 学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏 名	神渡 功
審査委員	主査 鹿児島大学農学部・教授 菅沼 俊彦
	副査 鹿児島大学農学部・助教授 北原 兼文
	副査 佐賀大学農学部・教授 加藤 富民雄
	副査 佐賀大学農学部・教授 藤田 修二
	副査 琉球大学農学部・教授 安田 正昭
審査協力者	
題 目	芋焼酎における特徴香成分の定量法の開発と原料サツマイモが及ぼす芋焼酎の香気的特徴に関する研究 (Determination and investigation of the characteristic flavor components in <i>imo-shochu</i> and their relationship with the quality and cultivar type of sweetpotato)
<p>鹿児島県は、本格焼酎の供給基地であると共に一大消費地であり、その主たる製品はサツマイモを原料とした芋焼酎である。芋焼酎は、近年の焼酎ブームにより消費数量を大きく増加させたが、ブームの終焉により市場の軟化が懸念されており、持続的な成長を続けていくためには、さらなる酒質向上をめざした研究開発が必要がある。芋焼酎の特徴香は、モノテルペンアルコール（MTA）であるリナロール、<math>\alpha</math>-テルピネオール、グラニオール、シトロネロール及びネロールの5つの成分が寄与していることが明らかにされており、これら成分をコントロールすることで、今までにない香りを持つ製品の開発が期待されている。しかし、芋焼酎のMTA含有量は数10ppbと微量な濃度のため、多数の試料を簡単な操作で正確に定量する方法は確立されていない。また、芋焼酎は原料とするサツマイモの品質や品種により、その酒質が大きく異なることが経験的に知られているが、このようなサツマイモと芋焼酎の酒質との関係についての報告は極めて少ない。</p> <p>本研究では芋焼酎のMTAの定量法を開発するとともに、原料サツマイモが受ける</p>	

ストレスやサツマイモの品種の違いによる芋焼酎の酒質について検討した。MTAの定量は、香気成分の濃縮にポラパックQカラム濃縮法を、分析にGC-MSを用いる方法により、多数の試料を短時間で精度よく分析することができた。

サツマイモの品質と酒質との関係を明らかにするために、ストレスを受けたサツマイモを用いて芋焼酎の小仕込みを行ったところ、マスカット的な果実香を持つ製品が得られ、この製品にはMTAが高濃度で含まれていた。

8品種のサツマイモを用いて芋焼酎の小仕込みを行い、酒質の官能評価と特徴香成分の検索を行った。その結果、アントシアンを含み紫色をしたサツマイモを原料としたとき、ジアセチルに起因するヨーグルト的な香りを持つ製品が得られた。カロチンを含み橙色をしたサツマイモを用いた場合、ニンジンジュースの香りが認められ、この香りは $\beta$ -イオノンに起因していた。ジョイホワイトを原料としたものは、さわやかな柑橘的な香りを有し、この香りはリナロールに起因していた。さらに、 $\beta$ -ダマセノン<sup>1)</sup>は、サツマイモの品種に関係なく全ての製品に存在しており、芋焼酎の甘い香りに関与する重要な特徴香成分であることが分かった。

以上のように、本論文は芋焼酎の特徴香であるモノテルペンアルコール類の香気成分のポラパックQ濃縮による簡易定量法を開発し、原料サツマイモの品質の程度や品種の違いによって、これら香気成分の組成や含量が顕著に異なることを明らかにした。すなわち、原料芋の選択という新しい焼酎酒質を作り出す手段を提供したものであり、実用的にも学問的にも今後の焼酎製造技術への貢献はきわめて大きいと考えられる。本審査委員会は、本研究の成果が博士の学位論文として十分な価値を有するものと判断した。

## 学力確認結果の要旨

学位申請者 氏名	神渡 功	
審査委員	主査	鹿児島大学農学部・教授 菅沼 俊彦
	副査	鹿児島大学農学部・助教授 北原 兼文
	副査	佐賀大学農学部・教授 加藤 富民雄
	副査	佐賀大学農学部・教授 藤田 修二
	副査	琉球大学農学部・教授 安田 正昭
審査協力者		
実施年月日	平成 19 年 1 月 15 日	
試験方法（該当のものを○で囲むこと。）		○口答・筆答
<p>主査及び副査の5名は、平成19年1月15日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得た。また、筆記による外国語（英語）の学力を確認した。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士（農学）の学位を受けるに必要な十分の学力並びに識見を有すると認めた。</p>		

学位申請者 氏名	神渡 功
<p>[質問 1] 黒麹製品は、白麹製品よりモノテルペンアルコール濃度が高いことを示されていますが、会社ごとでその濃度比が異なっています、焼酎用の種麹は、ほとんど河内源一郎商店製であり、種麹は同一と考えられます、なぜこのようなことになるのでしょうか？</p> <p>[回答 1] 黒麹は、白麹と比べてモノテルペンアルコールを遊離させるβ-グルコシダーゼ活性が高いため、黒麹製品のモノテルペンアルコール濃度が高くなる傾向にあります。しかし、β-グルコシダーゼは、製麹の後半で出現するため、蒸米水分や温度管理などの違いによっても、白麹より活性が高いものや、ほぼ同程度の活性をもつ麹が出来ることから、これらが原因と考えています。</p> <p>[質問 2] ストレス芋を使用した場合、製品のモノテルペンアルコールが増加しますが、このことは、サツマイモ中の前駆物質が増加するためなのでしょうか？</p> <p>[回答 2] モノテルペンアルコールは、健全芋に、痕跡量しか認められません、しかし、ストレス芋には多量に存在しています。このことから、ストレス芋中に前駆物質であるモノテルペン配糖体が増加するのではなく、遊離のモノテルペンアルコール自体が増加するため、製品のモノテルペンアルコール濃度が増加するものと考えています。</p> <p>[質問 3] ではなぜ、ストレス芋には遊離のモノテルペンアルコールが増加するのですか？</p> <p>[回答 3] サツマイモがストレスを受けると、サツマイモのファイトアレキシンであるイポメアマロンが多量に生成することが知られており、このイポメアマロンはフラノテルペンに分類される化合物です。フラノテルペンは、メバロン酸経路によるイソプレイドが多数重合し生成することが知られています。モノテルペンアルコールは、イソプレイドが2つ重合したものであり、多量のイポメアマロンが生成する過程で二次代謝的に生じるものと考えています。</p> <p>[質問 4] ジアセチルは、つわり香やヨーグルトの香りと評されるが、これは良い香りなのか、悪い香りなのか？</p> <p>[回答 4] ジアセチルが閾値を越えて存在する紫系の製品は、官能評価において評価がわかれます。つわり香と評される人は悪い評価をしており、ヨーグルトの香りと指摘する人は良好な香りとして評価しています。飲食品では、清酒やビールにおいて好ましくない評価となりますが、上質のワインには不可欠の香りであり、ヨーグルトやチーズなどの乳製品にも、当然のように存在しています。近年、食生活が欧米化しており、ヨーグルトやチーズなどに接する機会の多い人は、好ましいと評価するのではないのでしょうか。</p>	

[質問 5] 焼酎には香りだけでなく、味がある、なぜ味を感じるのですか？

[回答 5] 一般的な焼酎は、糖やアミノ酸などの呈味成分は存在せず、揮発成分だけで構成されています。そのため、味を感じることはないはずですが、焼酎には確かに味が認められます。このことについては、よくわかりませんが、ある種の香気成分が味に関与しているのではないかと考えています。例えば、ジアセチルを含む紫芋製品は他のものと比べ濃厚な味を持っています。

[質問 6] 芋焼酎の甘い味は何に起因するのですか？

[回答 6] 芋焼酎は、他の種類の焼酎にない甘さがあります。しかし、甘さについて、はっきりしたことはわかりません。ただし、今回の研究で芋焼酎には、甘い香りを持つ $\beta$ -ダマセノンが存在することがわかりました。飲酒時に、このような甘い香りがあると、味覚的にも甘さを感じるのかもしれませんが。今後の研究課題にします。

[質問 7] モノテルペンアルコールの定量にポラパック Q カラム濃縮法を用いられましたが、従来法と比較して、一番のメリットは？

[回答 7] 一番のメリットは、大幅な時間の短縮です。従来の溶媒抽出法では、1 サンプルを 500~1000 倍程度濃縮する場合半日程度が必要なため、10 サンプルを濃縮するのに 5 日間ほど費やしていました。ポラパック Q カラム濃縮法では、10 サンプルを同程度まで濃縮する時間は、抽出操作を含め 2 時間ほどです。

[質問 8] 紫芋を原料とした芋焼酎の特徴香であるジアセチルの生成系の仮説を提案されていましたが、その仮説を立証するアプローチはされているのでしょうか？

[回答 8] 提案した生成過程の検証に取り組んでいます。コガネセンガンを原料としてモロミを調製し、抗酸化剤としてアスコルビン酸ナトリウムを加えて培養し、過熱することで、ジアセチルが生じることを確認しています