

学 位 論 文 要 旨	
氏 名	中原徳昭
題 目	味覚センサを用いた本格焼酎の味の評価に関する研究 (Research on taste evaluation of <i>Honkakushochu</i> with taste sensors)
<p>本格焼酎は、麹菌と酵母の並行複発酵により生成された多様な揮発性成分を含んでいる。香りの研究に関してはガスクロマトグラフィー (GC) に代表される客観的で再現性の良い分析手法が存在しているのに対し、味の評価手法としては官能評価しかなく、その信頼性を獲得するには多くの時間と労力を必要とすることから、本格焼酎の味に関する研究報告は皆無である。また、また、GCなどの化学分析では、個々の成分やその含量を知ることではできても、数100種類以上も存在する各成分の閾値、味への寄与率および相互作用までを解析することは極めて困難である。本論文では、本格焼酎の味の特徴を視覚的に、よりわかりやすく表現できるシステムの構築を目的として、ヒトの基本味閾値に対応して設計され、成分間の相互作用を質的に分類できる味覚センサの特定を行い、それを用いて味の評価に関する検討を行った。</p> <p>まず、味覚センサによる測定において本格焼酎の味の識別を可能にし、再現性を向上させるための合成基準サンプルの組成について検討を行った。次に、この合成基準サンプルを用いて本格焼酎41種の味覚センサによる測定および解析を行った結果、後味に相当する情報も得ることができる測定法 (CPA) を採用することで、味の識別において原料別に分類でき、味の濃淡についても散布図を用いて視覚的に表現することが可能となった。</p> <p>また、味覚センサは各センサに特異的に応答する成分を特定することで、ある特定の味情報を表現し、その味への相互作用を確認することも可能である。そこで、本格焼酎の「酸味」および本格焼酎の味のベースとなる「エタノールの味」について官能評価と化学分析に味覚センサを組み合わせ、それぞれの味に選択的に応答するセンサの特定を行った。その結果、脂質膜にリン酸エステル (Phosphoric acid di-N-decyl ester) や第4級アンモニウム塩 (Tetradodecyl ammonium bromide) を用いることで、簡易かつ正確にヒトの味覚に近い本格焼酎の味の評価を行うことが可能となった。更に、これらのセンサが単にH⁺やエタノールに応答しているのではなく、各味物質の相互作用による酸・塩基平衡および水-アルコール混合溶媒系におけるイオン活量の変化に応答していることが確認され、これらのセンサ挙動を調べることでそれぞれの味質に対する本格焼酎の各成分の相乗・抑制作用を確認できる可能性が示唆された。</p> <p>本論文の結果は、醸造学的に極めて有用な知見を与えるとともに、今後の本格焼酎の味の基礎的な研究を行うにあたり、その評価手法としての利用が期待されるほか、本格焼酎の味の共通尺度として品質管理や新商品開発など応用研究への利用も期待される。</p>	

学 位 論 文 要 旨	
氏 名	Noriaki Nakahara
題 目	Research on taste evaluation of <i>Honkakushochu</i> with taste sensors (味覚センサを用いた本格焼酎の味の評価に関する研究)
<p><i>Honkakushochu</i> is one of the alcoholic beverages that represent Japan as well as sake. However, the reports on <i>Honkakushochu</i> are fewer than those on sake. Moreover, there is no report of the taste of <i>Honkakushochu</i> at all. Therefore, the system that is capable of expressing the taste of <i>Honkakushochu</i> objectively and comprehensibly was investigated.</p> <p>First, the inorganic component that affects the taste of <i>Honkakushochu</i> was analyzed. The most abundant cation was sodium ion and the richest anion was chloride ion. These ions are considered to be brought in from the mother water used for the dilution of <i>Honkakushochu</i>. Next, the possibility of the use of taste sensors equipped with lipid/polymer membranes as one of the techniques which evaluate the taste of <i>Honkakushochu</i> was investigated. The measurement with sufficient reproducibility becomes possible by preparing the standard sample for the taste sensor suitable for evaluation of <i>Honkakushochu</i>. Measuring 41 kinds of <i>Honkakushochu</i> including rice, barley, sweet potato, buckwheat, brown sugar <i>shochu</i> and <i>awamori</i> using 8 taste sensors enabled us to classify them based on their materials. Visual examination was able to be obtained about the taste patterns. Analyses of the data obtained from the taste sensor using the statistical techniques such as principal component analysis and cluster analysis suggested that the taste sensor could be useful for new product development or process control of <i>Honkakushochu</i>. Furthermore, the investigation that combined the sensory evaluation with the chemical analysis was performed (to select sensors that detect basic taste of <i>Honkakushochu</i>). Ethanol mainly showed the bitterness accompanied by a feeling of a stimulus (at 15-18% of ethanol concentration by which <i>Honkakushochu</i> is generally produced). From the results concerning the sensor that responds to the taste of ethanol in <i>Honkakushochu</i> preferentially, it was shown that the sensor using quaternary ammonium salt (tetradodecyl ammonium bromide etc.) for lipid/polymer membranes, responded to ethanol concentration well. From the result concerning the sensor that responds to the sourness of <i>Honkakushochu</i> preferentially, it was shown that the sensor using phosphoric acid ester (phosphoric acid di-n-decyl ester etc.) for lipid/polymer membranes, responded to the sourness well, and that the correlation with sensory evaluation was high. Whether and in what state the fatty acid ethyl ester influenced the taste of <i>Honkakushochu</i> was investigated. Results showed that emulsion (0.5-10μm) existed in sweet potato <i>shochu</i> after it had been distilled. It was confirmed that this emulsion gave the difference of the taste uniquely detected for <i>Honkakushochu</i>. Further examination on the taste of <i>Honkakushochu</i> needs to be performed in the future.</p> <p>As above, using taste sensor was able to express the taste of <i>Honkakushochu</i>, visually and plainly. And a new insight of taste evaluation of <i>Honkakushochu</i> was able to obtain. These results are extremely useful as the fermentation technology. As a common scale of taste of <i>Honkakushochu</i>, a possibility that the taste sensor could be used for new product development or process control of <i>Honkakushochu</i> was obtained.</p>	

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏名	中原 徳 昭
審査委員	主 査 宮崎大学 教授 水 光 正 仁
	副 査 宮崎大学 助教授 榊 原 陽 一
	副 査 佐賀大学 教授 加 藤 富 民 雄
	副 査 鹿児島大学 教授 安 部 淳 一
	副 査 琉球大学 教授 安 田 正 昭
審査協力者	
題 目	味覚センサを用いた本格焼酎の味の評価に関する研究 (Research on taste evaluation of <i>Honkakushochu</i> with taste sensors)
<p>本格焼酎は、麹菌と酵母の並行複発酵により生成された多様な揮発性成分を含んでいる。香りの研究に関してはガスクロマトグラフィー (GC) に代表される客観的で再現性の良い分析手法が存在しているのに対し、味の評価手法としては官能評価しかなく、その信頼性を獲得するには多くの時間と労力を必要とすることから、本格焼酎の味に関する研究報告は皆無である。また、GCなどの化学分析では、個々の成分やその含量を知ることはできても、数100種類以上も存在する各成分の閾値、味への寄与率および相互作用までを解析することは極めて困難である。</p> <p>そこで本研究では、本格焼酎の味の特徴を視覚的に、よりわかりやすく表現できるシステムの構築を目的として、ヒトの基本味閾値に対応して設計され、成分間の相互作用を質的に分類できる味覚センサの特定を行い、それを用いて味の評価に関する検討を行った。得られた研究成果の概要は次の通りである。</p>	

1) 味覚センサによる測定において、本格焼酎の味の識別を可能にし、再現性を向上させるための合成基準サンプルの組成について検討し、この合成基準サンプルを用いて本格焼酎 41 種の味覚センサによる測定および解析を行った。その結果、後味に相当する情報も得ることができる測定法 (CPA) を採用することで、味の識別において原料別に分類でき、味の濃淡についても散布図を用いて視覚的に表現することが可能となった。

2) 本格焼酎の「酸味」および本格焼酎の味のベースとなる「エタノールの味」について官能評価と化学分析に味覚センサを組み合わせ、それぞれの味に選択的に応答するセンサの特定を行った。その結果、脂質膜にリン酸エステル (Phosphoric acid di-*N*-decyl ester) や第 4 級アンモニウム塩 (Tetradodecyl ammonium bromide) を用いることで、簡易かつ正確にヒトの味覚に近い本格焼酎の味の評価を行うことが可能となった。

3) 用いた味覚センサは、単に H⁺ やエタノールに応答しているのではなく、各種呈味物質の相互作用による酸・塩基平衡および水-アルコール混合溶媒系におけるイオン活量の変化に応答していることが確認され、これらのセンサ挙動を調べることでそれぞれの味質に対する本格焼酎の各成分の相乗・抑制作用を確認できる可能性が示唆された。本格焼酎の味の評価に関する報告は、本論文が初めてである。

以上のように、本研究では、味覚センサを用いることにより、本格焼酎の味の特徴を視覚的に、よりわかりやすく表現できるシステムの構築に成功し、味の評価に関する新たな知見を得た。これらの結果は、醸造学的に極めて有用な知見を与えるとともに、本格焼酎の味の共通尺度として品質管理や新商品開発など応用研究への利用も期待できるものであることから、本論文は、博士 (農学) の学位論文として十分に価値のあるものと判定した。

最終試験結果の要旨

学位申請者 氏名	中原 徳 昭
審査委員	主 査 宮崎大学 教授 水 光 正 仁
	副 査 宮崎大学 助教授 榊 原 陽 一
	副 査 佐賀大学 教授 加 藤 富 民 雄
	副 査 鹿児島大学 教授 安 部 淳 一
	副 査 琉球大学 教授 安 田 正 昭
審査協力者	
実施年月日	平成 18年 1月 18日
試験方法 (該当のものを○で囲む)	<input checked="" type="radio"/> 口答 <input type="radio"/> 筆答
<p>主査および副査4名は、平成18年1月18日(水)の公開審査会において、学位申請者に対して学位論文について説明を求め、その内容および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ることができた。</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かつ十分な学力ならびに識見を有すると認めた。</p>	

学位申請者 氏名	中原 徳 昭
<p>[質問1] 味覚センサで出した数値と官能検査で出した評価の相関性はどのようになっているか。</p> <p>[回答1] 酸味などを呈する呈味成分を添加し、センサの出力と官能評価による味強度との相関データを検討中である。最終的には、ある味に選択的に応答するセンサの出力を確認することで、サンプル間にどの程度の味の差があるのかを数値で表せるようにしたいと考えている。</p> <p>[質問2] おいしい、おいしくないなどは、センサの数値としてはどうなのか。</p> <p>[回答2] 「おいしい」等は、複合的な味の作用に由来すると考えられることから、最終的には官能評価によるヒトの感覚と相関を採る必要があり、現在訓練を重ねたパネリストとセンサの相関をとっている。また、どれくらいのデータを集めたら良いかも検討している。</p> <p>[質問3] いも焼酎はごく微量で味に影響するが、センサー8本で充分なのか。</p> <p>[回答3] 学位論文に記載している『まるやかさ』などのように、本格焼酎の複合的な味を表現するには、8本では足りない。今後は、これらの複合的な味に選択的に応答するセンサの開発も行っていかなければならないと考えている。</p> <p>[質問4] 蒸留酒の視点から。南九州で入手可能な焼酎でプロファイルを作ったのは評価に値する。人が味を感じるのは、味とにおいである。味とにおいのデータを総合するようなデータベースなどを作ってはどうか。</p> <p>[回答4] 味は表現の用語も少なく、解析しやすいが、香りは表現が多様であり、しかも感じるヒトの認識にもズレがあるため、味よりも解析が難しい。しかし、ガスクロ等の化学分析から得られる香り成分のデータを(PLS解析などの)統計解析手法を用いて味覚センサデータと組み合わせることで、評価出来ないかと考えている。</p> <p>[質問5] 酸味に関して。焼酎における酢酸の働きはどのように考えるか。</p> <p>[回答5] 酢酸は、多量に含まれている場合は酸味として感じるが、少量の場合は「こく」など味の濃淡の違いとして認知されると考えている。</p> <p>[質問6] 「苦味」とは何か。エタノールのせいかな。それ以外にも原因があるのか。</p> <p>[回答6] 本格焼酎を飲用した際にエタノール自身の刺激を伴う「苦味」を感じることは希である。これは、本格焼酎に含まれるその他の成分が存在することによってエタノールの刺激を伴う「苦味」を抑制しているのではないかと考えている。また、これまで様々な成分を添加し、官能評価を行ってみたが、単独で苦味を示す成分は、今のところ見つけられていない。(イソアミルアルコールのように)口に含んだときの香りの影響もあるのではないかと考えている。</p> <p>[質問7] パネルとパネラー、パネリストの違いはどうなっているのか。</p> <p>[回答7] パネラーは造語で、パネルとパネリストが正しい。パネルとパネリストの使い分けは特にしていない。</p>	

〔質問8〕酸味の強度とは何か。どういった定義なのか。

〔回答8〕酸味の強度とは、官能評価を行う際、パネリストが評価した味の強さのことである。ちなみに酸味については、酢酸濃度を変えた（いも焼酎やエタノール溶液）サンプルを用いて官能評価を行ったところ、60~80 ppmになると酸味として感じられるが、それ以下では、「なにかしら濃度が濃い」といった感覚として認知される傾向がある。

〔質問9〕焼酎の甘味に関してはどのような機序で感じるのか。

〔回答9〕今のところエタノールを味として受容する受容器は見つかっていないが、侵害受容器である TRPV1 の活性化温度閾値が、エタノールによって引き下げられるとする研究報告と舌に味刺激を加えなくても舌表面温度が変化することによって感覚のトランスダクションが変化し、甘味として感じるとする研究報告が行われていることから、今回の学位論文にも記載しているエタノールと唾液の反応による熱の放出が、これら二つの作用に影響し、甘味として感じるのではないかと考察している。

〔質問10〕41種の焼酎は原料しか見ていないけれど、市場で評判がいいのはどの辺に集まっているとかの傾向が分かっているか。

〔回答10〕今のところ分かっている。売れる商品というのが、味以外の要因も含んでいるため、相関を見いだすことは難しいと思うが、消費データや嗜好データと組み合わせることで、消費者の望む商品の酒質的な傾向をつかむことは可能になると考えている。

〔質問11〕エタノール濃度の測定に関して、無機成分とエタノール濃度の出力に関係があるのか

〔回答11〕基本的に OE1、AE1 センサは陰イオンに応答することから、無機成分に影響していると思う。今回の結果からも本格焼酎の種類によって微妙にその応答に差が見られたのは、この無機成分の含量の違いに応答したと考察している。

〔質問12〕うま味の評価は難しいのではないかと。調味料のように多ければいいのではなく複合系としてのおいしさがある。

〔回答12〕当初は、本格焼酎の味の評価を「うま味」からはじめ、脂肪酸エチルが関与していることを確認したが、成分の含量が極めて微量であり、官能評価でハッキリとした差を確認することも難しい。選択的に応答するセンサも今後、新たに開発しなければならないと考えている。

〔質問13〕41 サンプルの市販本格焼酎を測定した際に、CPA 値を入れると良い結果が得られるとのことだったが、基準サンプルを調製する際に CPA 値は考慮しているのか。

〔回答13〕本格焼酎の測定においては CPA 値が小さいため、調製の際には相対値を重視して行った。しかし、最終的には CPA 値を加えて主成分分析を行い、代表的な各種本格焼酎がうまく分散するかどうか、確認をとっている。

〔質問14〕熟成による味の変化を味覚センサで測定出来るのか。

〔回答14〕今回の報告で示したように、この味覚センサを用いることで、（いも焼酎の）経時的な味の変化を確認することが出来た。今まで様々な手法を用いて酒類の熟成評価が行われてきたが、全く同じサンプルの熟成前、熟成後を同時に測定することは不可能であり、厳密的に比較を行うことは出来ないが、常に同じ応答電位の得られる基準サンプルを使用し、味覚センサ測定を行い比較することで、熟成の指標として使用することが出来るのではないかと考えている。