

泡盛熟成に関するいくつかの新たな知見について

豊川哲也、玉村隆子^{*1}、湧田裕子、紀元智恵^{*2}、花城 薫^{*3}、米須 梢^{*4}、金城朱理^{*5}

泡盛の熟成に深く関与する成分であるバニリンおよび4-ビニルグアヤコールと、泡盛鑑評会の評価項目との関係を多変量解析により検討した。ビン熟成では4-ビニルグアヤコールからバニリンへの変換ではなく、4-ビニルグアヤコールの減少が熟成経路であることが示唆された。一般酒と古酒は味覚センサにより判別可能であった。

1 はじめに

泡盛は、ウイスキーやブランデーなど他の蒸留酒同様に長期貯蔵することで熟成し、芳醇でまろやかな酒質になることが経験的に知られている。これまでに、カメ貯蔵およびステンレスやホーロー引きタンクによる密閉貯蔵により、華やかな香りの成分であるエステル類が減少すること¹⁾や、甘い香りの成分であるバニリンが増加すること²⁾などが報告されている。特にバニリンは、古酒の香りとして重要であると考えられている。しかし、バニリンおよびその前駆体である4-ビニルグアヤコールと泡盛酒質との関連は明確になっていない。そこで、バニリンおよび4-ビニルグアヤコールが官能評価に与える影響を検討した。さらに、近年では、カメやタンク貯蔵とは別にビンによる貯蔵も嗜好されている。しかしながら、ビン貯蔵による化学的変化を検討した報告は少ない。そこで、ビン貯蔵により生じる化学的・物理的変化を測定した。また、近年応用が進む味覚センサを用いて古酒と一般酒の比較を行った。

2 実験方法

2-1 供試試料および官能評価

平成29年度泡盛品評会出展酒のうち製造3年未満の一般酒152点、3年以上が経過した古酒63点を試験に供した。なお、樽貯蔵酒は除外した。また、各出品酒の官能評価は図1に示す品質評価カードにより23名のパネルで行われた。統計処理は、出品酒毎に評価項目を集計したデータを用いた。ビン熟成の検討に用いた試料は、詰め口日より0-5年が経過したビン詰泡盛を酒造会社3社より入手した。

2-2 フェノール類の分析

小関ら²⁾の方法に準じ、成分の抽出および濃縮を Sep-Pak C18を用いて行い、フェルラ酸、4-ビニルグアヤコ

ール(4-VG)、バニリンおよびバニリン酸について高速液体クロマトグラフ（ウォーターズ製、ACQUITY

泡盛品質評価カード 沖縄国税事務所

評価番号 _____ 評価員 _____

【香り】 1 2 3 4 5
すばい どおでもない 難点

原料	糖臭 <input type="checkbox"/>			
麹	酸臭 <input type="checkbox"/>		漬物臭 <input type="checkbox"/>	
	カビ臭 <input type="checkbox"/>		木香臭 <input type="checkbox"/>	
醸	酢工臭 <input type="checkbox"/>		麹臭 <input type="checkbox"/>	
	初留臭 <input type="checkbox"/>		未だれ臭 <input type="checkbox"/>	
蒸留	こげ臭 <input type="checkbox"/>			
ろ過	油臭 <input type="checkbox"/>		紙臭 <input type="checkbox"/>	
	ろ過くせ <input type="checkbox"/>		泥臭 <input type="checkbox"/>	
貯蔵	カメ臭 <input type="checkbox"/>			
芳香	古酒香 <input type="checkbox"/>		油香 <input type="checkbox"/>	
	カメ香 <input type="checkbox"/>		こげ香 <input type="checkbox"/>	
	エステル香 <input type="checkbox"/>		樽香 <input type="checkbox"/>	
特性	豊か <input type="checkbox"/>		華やか <input type="checkbox"/>	
	上品 <input type="checkbox"/>		さわやか <input type="checkbox"/>	
	ソフト <input type="checkbox"/>		乏しい <input type="checkbox"/>	

【味】 1 2 3 4 5
すばい どおでもない 難点

まろやかさ	まろやか <input type="checkbox"/>		あらい <input type="checkbox"/>
きれいさ	きれい <input type="checkbox"/>		雑味 <input type="checkbox"/>
軽さ	軽快 <input type="checkbox"/>		重い <input type="checkbox"/>
濃淡	濃醇 <input type="checkbox"/>		淡白 <input type="checkbox"/>
甘辛	甘い <input type="checkbox"/>		辛い <input type="checkbox"/>
その他	酸味 <input type="checkbox"/>		苦味 <input type="checkbox"/>
	渋味 <input type="checkbox"/>		

【総合品質】 1 2 3 4 5
すばい どおでもない 調和に欠ける

【短評】

評価員 {0} {1} {2} {3} {4} {5} {6} {7} {8} {9}

評価番号 {0} {1} {2} {3} {4} {5} {6} {7} {8} {9}

図1 品質評価カード

^{*1}現商工労働部ものづくり振興課、^{*2}現環境部自然保護課、^{*3}元沖縄県工業技術センター、^{*4}株式会社NTTデータ・ビーンサービス、^{*5}現沖縄県農業研究センター名護支所

UPLC H-Class システム、以下 HPLC) で測定した。測定条件は、注入量：2 μL 、カラム：BEH C18 1.7 μm $\phi 2.1 \times 50$ mm、移動相：1%酢酸/5~45%アセトニトリルを2.9分間のグラジエントで溶出させ、流速0.6 mL/min、カラム温度40°Cで254 nmの吸光度を測定した。

2-3 味覚センサによる測定

味覚センサ（インテリジェンステクノロジー、TS-5000Z）を用いた。泡盛はイオン交換水にてエタノール濃度を15%に希釈した。基準液に0.3 mM 酒石酸を含有する30 mM 塩化ナトリウムを用い、基準液の電位をゼロとして、サンプル液との電位差を先味として測定し、その後センサを洗浄して再度基準液を測定した時の電位差を後味として測定した。なお、15%エタノールとの応答値をブランク値として各応答値を求めた。

2-4 示差走査熱量測定 (DSC)

泡盛の溶媒構造変化をDSC（セイコーインスツルメンツ社製、DSC-7020）を用いて測定した。アルコール度を35%に調製した測定試料約10 μL を精秤し簡易密封セルに封入した。測定は、20°Cから-150°Cまで-50°C/minで冷却して15分保持し-150°Cから40°Cまで10°C/minで昇温し示差走査熱量測定を行った。

2-5 統計処理

統計処理は、EXCEL（マイクロソフト社）、EXCEL統計、EXCEL多変量解析、EXCEL数量化理論（エスミ社）を使用した。

3 結果および考察

3-1 バニリンおよび4-VG 濃度が官能評価に与える影響

3-1-1 単相関分析

図2および図3に、一般酒および古酒のバニリンと官能評価における香りの総合評価（香り評点）をプロットした散布図を示す。バニリン濃度と香り評点に相関は認められず、単純にバニリン濃度が高いことが官能的に優れていると言えないことが明らかとなった。

3-1-2 重回帰分析

バニリンおよび4-VG 濃度を目的変数に、官能評価における香りの評価項目を説明変数として重回帰分析を行った。なお、重回帰分析は、説明変数の選択を増減法にてF値の設定を2とし、多重共線性が検出された場合は適宜説明変数の選択を行った。なお、4-VG は古酒では検出限界以下であったのでデータは示さない。得られた重回帰式および分析精度を表1~3に示す。HPLCで測

定した実績値を横軸に、重回帰式から得られた予測値を縦軸にプロットした散布図を図4-6に示す。重回帰式

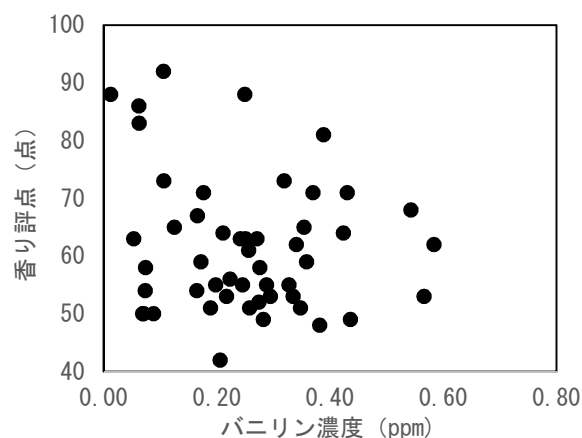


図2 一般酒におけるバニリン濃度と香り評価の関係

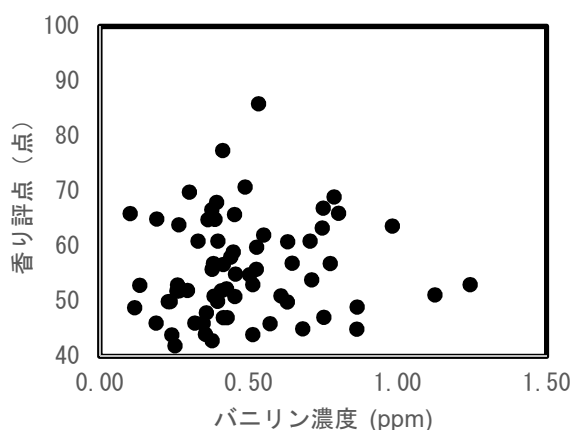


図3 古酒におけるバニリン濃度と香り評価の関係

表1 一般酒におけるバニリンと香り評価の重回帰式

	偏回帰 係数	標準偏 回帰係 数	F 値	p 値	判定
樽香	0.314	0.453	16.12	0.000	[**]
カビ臭	0.039	0.342	6.900	0.012	[*]
古酒香	0.074	0.311	8.532	0.006	[**]
紙臭	-0.087	-0.295	7.353	0.01	[**]
エステル香	-0.033	-0.588	17.05	0.000	[**]
定数項	0.351		35.71	0.000	[**]
分析精度					
決定係数			0.641		
自由度修正済み決定係数			0.537		

表2 一般酒における4-VGと香り評価の重回帰式

	偏回帰 係数	標準偏回 帰係数	F 値	p 値	判定
カビ臭	0.539	1.044	12.132	0.005	[**]
樽香	0.201	0.968	19.52	0.001	[**]
エステ ル香	0.209	0.952	16.969	0.002	[**]
漬物臭	0.33	0.853	6.037	0.032	[*]
こげ臭	0.217	0.561	6.894	0.024	[*]
末だれ 臭	0.18	0.515	5.076	0.046	[*]
麴臭	-0.383	-0.457	5.891	0.034	[*]
古酒香	-0.421	-0.483	5.447	0.04	[*]
酢エチ 臭	-0.761	-0.966	12.023	0.005	[**]
油臭	-0.539	-1.482	16.411	0.002	[**]
定数項	0.051		0.035	0.855	[]
分析精度					
決定係数			0.831		
自由度修正済み決定係数			0.6		

表3 古酒におけるバニリンと香り評価の重回帰式

	偏回帰 係数	標準偏回 帰係数	F 値	p 値	判定
樽香	0.074	0.659	56.25	0	[**]
古酒香	0.035	0.407	17.66	0	[**]
こげ臭	0.033	0.202	4.662	0.035	[*]
油香	0.036	0.175	4.264	0.043	[*]
末だれ 臭	-0.04	-0.2	4.827	0.032	[*]
カメ香	-0.04	-0.23	7.009	0.01	[*]
定数項	0.173		4.131	0.047	[*]
分析精度					
決定係数			0.614		
自由度修正済み決定係数			0.562		

中の偏回帰係数は、説明変数の目的変数に対する影響力を示し、標準偏回帰係数は説明変数の重要性を示す。重回帰分析の分析精度は、いずれの回帰式も決定係数が0.6以上を示しバニリンおよび4-VG が泡盛の香りに関連していることを示している。回帰係数の正負の符号が示すように、一般酒においては、バニリン濃度と樽香、カビ臭、古酒香と正の相関があり、紙臭やエステル香と負の相関があることが認められた。一方、4-VG ではカビ

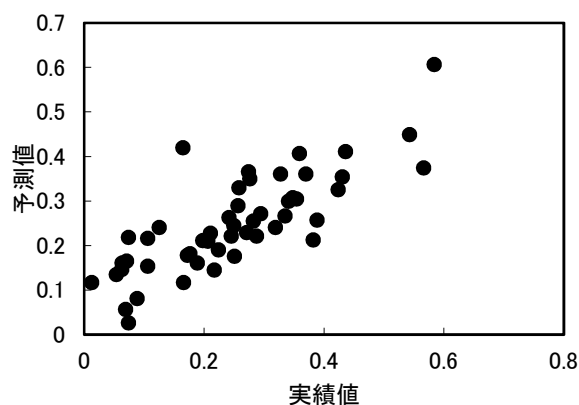


図4 一般酒でのバニリン濃度と重相関分析予測値の関係

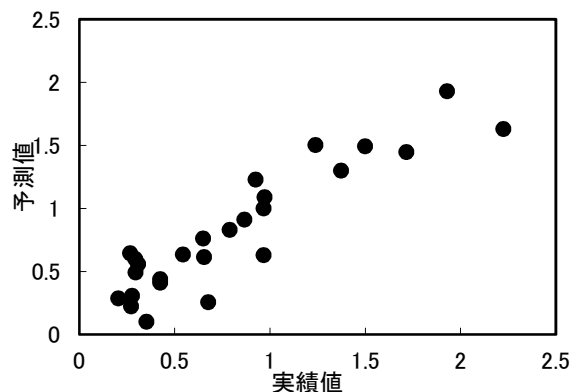


図5 一般酒での4-VG濃度と重相関分析予測値の関係

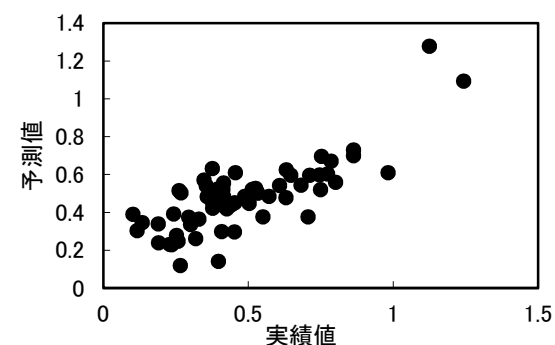


図6 古酒でのバニリン濃度と重相関分析予測値の関係

臭、樽香、エステル香、漬物臭、こげ臭、末だれ臭と正の相関があり、油臭、酢エチ臭、古酒香、麴臭と負の相関が認められた。古酒のバニリン濃度は、樽香、古酒香、こげ臭、油香と正の相関があり、末だれ臭、カメ香と負の相関が認められた。各試料に共通の説明変数として樽香が認められる。樽香はバニリンおよび4-VG 濃度と正の相関を示す。また、こげ臭も一般酒の4-VG 濃度および古酒のバニリン濃度と正の相関を示した。これは、両者に共通するグアヤコール骨格に起因する感覚だと推察

される。なお、一般酒におけるこげ臭とバニリンの関係については、こげ臭と樽香に共線性が認められたことから回帰式に表現されていない。古酒香は、一般酒と古酒のバニリン濃度で正の相関を（表1、3）、4-VG濃度と負の相関を示した（表2）。すなわちバニリン濃度が高い、または4-VGが低くなるほど古酒香を感じると言い換えることができる。エステル香は一般酒においてバニリン濃度と負の相関、4-VG濃度と正の相関を示した。すなわち、バニリン濃度が高いとエステル香を感じにくくなり、4-VG濃度が高いとエステル香が際立つことを示唆している。末ダレ臭は、一般酒の4-VG濃度と正の相関を、古酒のバニリン濃度と負の相関を示した。カビ臭は、一般酒においてバニリン濃度および4-VG濃度と正の相関を示した。しかしながら、バニリンおよび4-VGがカビ臭と直接関連するというのは官能的に納得しがたい結果である。清酒やワインにおけるカビ臭は2,4,6-trichloroanisole (TCA)、2,4,6-tribromoanisole(TBA)、geosmin、2-methylisoborneol 等が原因物質として特定²⁾されており、泡盛中にも検出³⁾されているため、これら化合物の含有量を測定するとともにバニリンおよび4-VG

との間に多重共線的な関連が認められるかどうかを検討する必要があると考えられる。

3-1-3 クラスタ分析およびコレスポンデンス分析

官能評価の評価項目についてクラスタ分析ならびにコレスポンデンス分析を実施した。これらは、ともに対象物の類似性を測る手法である。一般酒および古酒におけるクラスタ分析の結果を図7および図8に示す。一般酒では、評価項目は大きく3つのクラスタに分かれた。クラスタ1では、「こげ臭」、「糠臭」、「酸臭」に代表されるようなネガティブな評価である。クラスタ2は、「さわやか」、「カメ香」などのポジティブな評価項目と「油臭」、「カビ臭」などのネガティブな評価項目が混在している。クラスタ3には、バニリンと4-VGが含まれフェノール化合物に特徴的な評価であることが推察された。クラスタ3は、さらに4-VG、酢酸エチル臭、紙臭からなるグループと、バニリン、エステル香、古酒香、油香等からなるグループに別れた。古酒では、バニリンの属性は明らかで、古酒香、上品、樽香、豊か、エステル香、華やかといったポジティブな評価項目と完全に一致した。

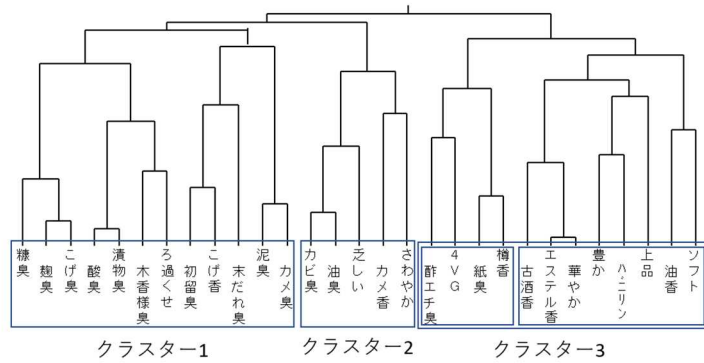


図7 一般酒における官能評価項目とバニリンおよび4-VG濃度の関係

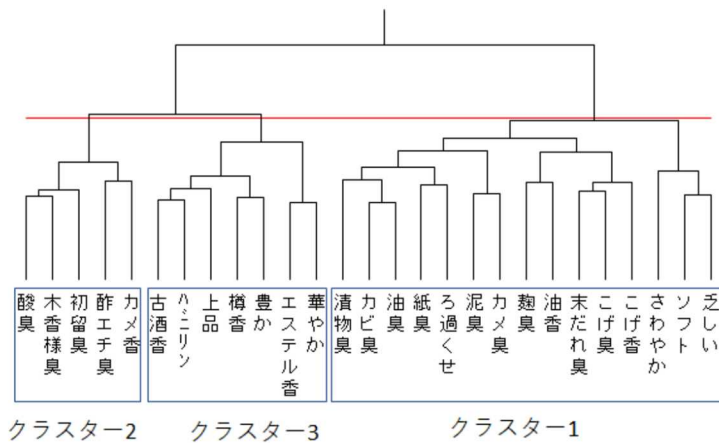


図8 古酒における官能評価項目とバニリン濃度の関係

コレスポンデンス分析での一般酒と古酒香における各評価項目の固有ベクトルの散布図を図9および図10に示す。一般酒においては、第一軸のプラス側にポジティブな評価項目が、マイナス側にネガティブな評価項目が配位していることから、第一軸は総合的な品質評価と解釈できる。第2軸のプラス側は「豊か」、マイナス側には「酢エチ臭」および「さわやか」が配位しているの香り軽重が反映されていると判断した。古酒では第一軸のプラス側にポジティブな評価項目が、マイナス側にネ

ガティブな標語が配位しているの、こちらも一般酒と同様に第一軸は総合的な品質評価と解釈できる。第2軸は、プラス側に「乏しい」、「さわやか」、「ソフト」などの標語が配位し、マイナス側に「カメ香」および「樽香」が配位しており、香りの軽重が反映されていると解釈できる。一般酒および古酒のコレスポンデンス分析の精度を表4および表5に示す。一般酒での説明度が約37%、古酒で約30%と低いため今回の分析はかなりおおまかな解釈であると認識する必要がある。

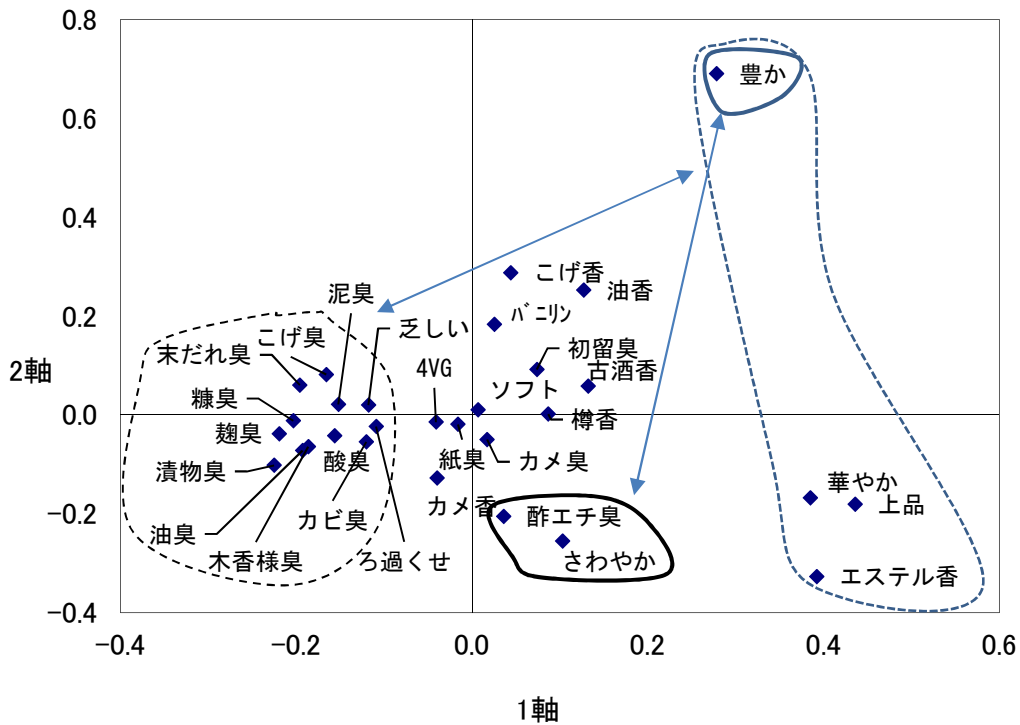


図9 一般酒における評価項目とバニリン、4VGの固有ベクトルの散布図

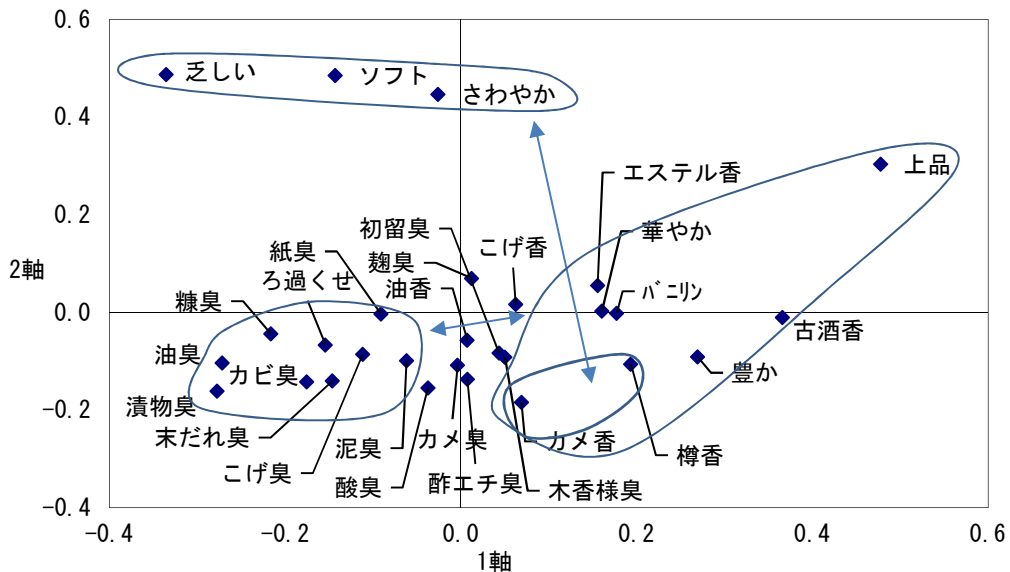


図10 古酒における評価項目とバニリンの固有ベクトルの散布図

3-1-4 鑑評会出品酒中のバニリンおよび4-VG 濃度の分布について

図11に鑑評会出品酒におけるバニリン濃度（パネル a）と4-VG の濃度（パネル b）の出現頻度を示す。鑑評会では、酒造所は当然ながら選りすぐった酒を出品するため偏った酒質の分布が予想される。バニリンに関しては正規分布型のバラツキであるため特段の偏りは認められなかったが、4-VG では濃度が0に近づくほど出現頻度が高くなる分布を示した。つまり、酒造所は4-VG 濃度が低い酒を出品する傾向があるといえる。これまで見てきたように、バニリンは「樽香」、「古酒香」等の標語と関連が深く一貫して官能評価にポジティブな影響を与える。一方、4-VG はカビ臭、漬物臭、こげ臭、未だれ臭などネガティブな評価項目と関連が深いことが示唆され「古酒香」と負の相関が認められる。つまり、4-VG が多いほどネガティブな評価となり、少ないほどバニリンの特徴香である「古酒香」を強く感じるということを示しており、それが4-VG の出現頻度の偏りを生じさせていると推察される。

3-2 味覚センサによる分析

風味、香味とは、字義のごとく香りと味を示す。従来、風味、香味の化学分析はガスクロマトグラフィーや液体クロマトグラフィー、物性測定器などで成分量や物理特性を測定し、その測定値を多変量解析や数量化することで風味の説明が試みられてきた。しかしながら本来香味とは、臭細胞や味蕾で感知された刺激情報が脳で統合されることで生じる感覚である。近年、人間の感覚を模して複数の半導体や脂質二重膜で、成分全体の強度バランスから香りや味の総合的評価を行う装置や手法が開発されている。その一つが味覚センサで、人工脂質膜を用いてサンプルと接したときの膜電位の変化を計測し、主成分分析などの多変量解析でデータの意味づけを行う方法である。味覚センサ答値の評価は、ウェーバーの法則⁴⁾に基づいている。ウェーバーの法則によれば、ヒトはウェーバー比（濃度差）約 20%で味の識別が可能であるといわれている。そのため、味覚センサで算出される味覚項目は20%濃度差を1目盛りを設定されている。すなわち、数値差が1目盛りあれば味の識別が可能と判断する。鑑評会出品酒から無作為に抽出した一般酒12点、古酒28点を味覚センサにて測定した。測定結果を図12に示す。一般酒と比較して古酒では酸味の増加、苦味雑味の低下、渋み刺激の低下、塩味の低下等が認められた。一般酒と古酒の各応答値について t 検定を行ったところ有意差は認められなかった。単独の応答値では違いが認められなかったことから、各センサの応答値を変数として一般酒

と古酒の判別分析を行った。判別式を表6に示す。判別式の検定は $p < 0.05$ となり、両群に有意差があり、熟成により味の変化が生じることが認められた。判別精度は、判別の中率80.0%、誤判別の確率は17.6%であった。続いて、どのような化合物が各センサと相互作用している

表4 一般酒コレスポネンス分析の分析精度

統計量	1軸	2軸	計
固有値	0.271	0.149	0.420
単相関係数	0.521	0.386	
各軸の説明度	23.8%	13.1%	36.9%

表5 古酒コレスポネンス分析の分析精度

統計量	1軸	2軸	計
固有値	0.150	0.087	0.237
単相関係数	0.388	0.295	
各軸の説明度	18.7%	10.8%	29.5%

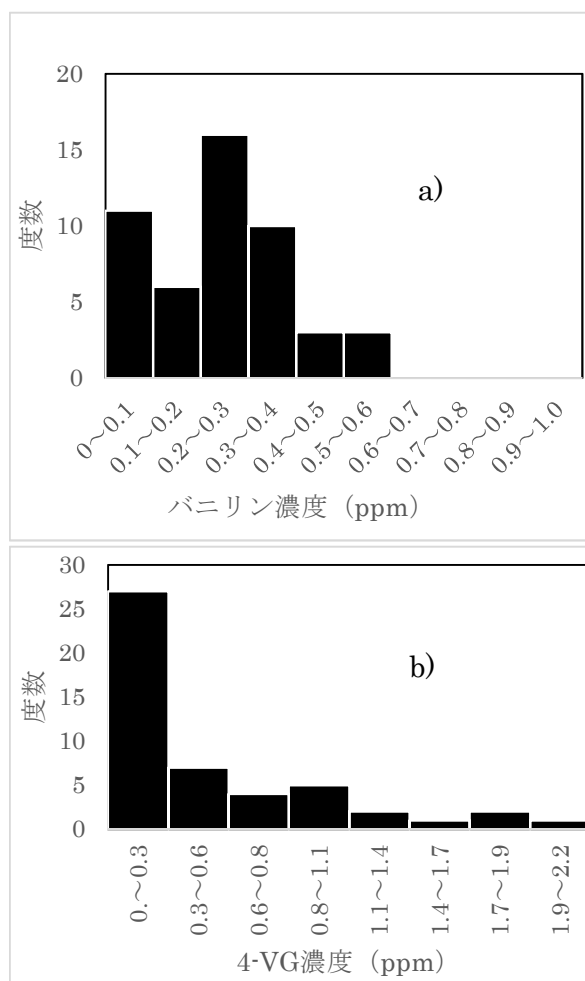


図11 鑑評会出品酒におけるバニリン濃度a)と4-VG濃度b)のヒストグラム

のかを検討した。泡盛のような蒸留酒では、含まれる化合物は蒸留過程で留出てきた揮発成分がほとんどを占める。一般酒と古酒間の揮発性成分の違いについていくつかの報告⁵⁻⁸⁾がある。今回これら報告を参考に化合物を選定した。応答反応に用いた化合物および濃度を表7に示す。これら化合物をエタノール濃度が15%となるように調製し味覚センサによる応答反応を測定した。一般酒と古酒に関する判別式で $p < 0.05$ と判定された5変数について考察する。なお、本試験では濃度の影響は考慮していないためセンサとの反応性の方向のみが情報として有効であり強度的な情報は含まれていない。図13に各化合物と味覚センサの応答反応を示す。判別式で標準判別係数の最も大きな酸味における応答反応は、一般酒と比較して古酒で高値(図12)を示している。化合物とセンサが単純に用量応答反応に従うと仮定し、マスクングの

ような競争阻害反応を考慮しないならば、アルデヒド類のように古酒に含有される成分が一般酒と比較して高値を示し且つ酸味センサとポジティブな反応をする化合物か、古酒で低値を示し且つセンサとネガティブな反応をする化合物が関与していると考えられる。アルデヒド類は上記仮定にあてはまるが、一部ネガティブな反応も認められることから詳細な検討が必要である。泡盛は熟成により酸度の上昇⁵⁾や脂肪酸の増加⁶⁾が報告されている。

表6 味覚センサ応答値による古酒と一般酒の判別式

	判別係数	標準判別係数	F 値	p 値	判定
苦味雑味	0.842	-1.925	5.28	0.028	[*]
渋味刺激	3.167	4.414	14.13	0.001	[**]
苦味	6.378	0.978	6.43	0.016	[*]
旨味コク	6.350	0.630	1.56	0.221	[]
旨味	6.513	6.845	9.79	0.004	[**]
酸味	1.695	7.306	6.92	0.013	[*]
塩味	0.334	-0.520	0.39	0.539	[]
渋味	2.761	0.133	0.15	0.701	[]
定数項	1.125				

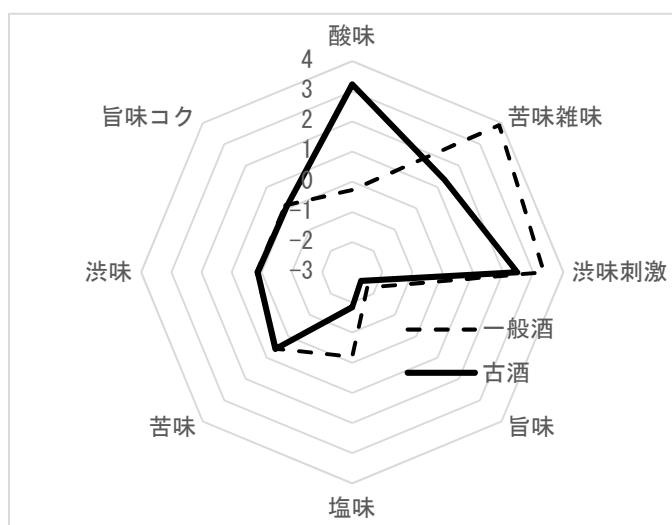


図12 味覚センサによる一般酒と古酒の測定

表7 味覚センサ供試化合物と濃度

分類	化合物名	濃度 (mg/L)
アルコール	イソアミルアルコール	512
	イソブチルアルコール	280
	n-プロピルアルコール	147
	1-ヘキサノール	74.1
	1-テトラデカノール	17
	1-オクテン-3-オール	259
アルデヒド	デカナール	2.37
	ベンズアルデヒド	57.5
	フェニルアセトアルデヒド	177
フルフラール	フルフラール	3.15
	5-メチル-2-フルアルデヒド	0.91
エステル	酢酸エチル	63.8
	乳酸エチル	2.19
	カプロン酸エチル	858
	カプリル酸エチル	5.1
	カプリン酸エチル	171
	ミリスチン酸エチル	707
	オレイン酸エチル	170
リノール酸エチル	768	
ケトン	ジアセチル	174
フェノール	フェネチルアセテート	1690
	4VG	253
	バニリン	369

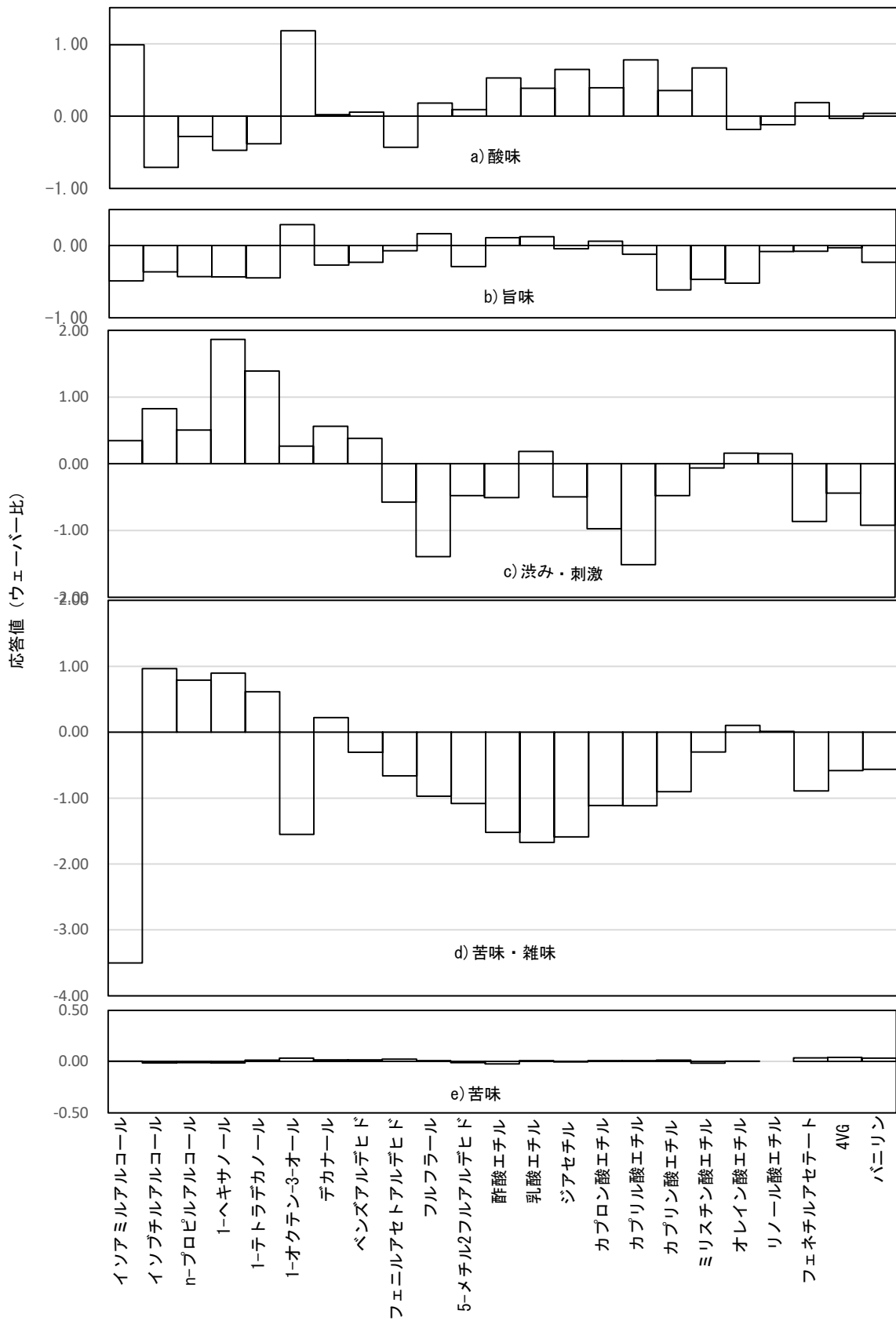


図13 化合物と味覚センサの応答反応

今回、短鎖脂肪酸については検討を行っていないが、センサの特性上短鎖脂肪酸類が酸味センサとの反応に大きく関わっていると考えられる。旨味センサと各化合物の応答反応（パネル b）は古酒が一般酒より低値を示すため、酸味と逆の判断となり 4-VG が関与物質として示唆された。同様に、渋み刺激（パネル c）では、高級アルコール類およびエステル類が、苦味雑味（パネル d）ではエステル類および 4-VG が関与物質として示唆された。渋み刺激では、高級アルコール類がセンサとポジティブな反応をしているが、熟成による高級アルコール濃度の変化は明らかではない⁸⁾。苦味センサに反応する化合物（パネル e）は認められなかった。今回の試験は、センサ応答値を目的変数に化合物を説明変数としてデザインした。応答値と個々の化合物の反応を明らかにすることができたが、定量的な解析には至らなかった。味覚センサによる分析は、ガスクロマトグラフィー等の個々の物質を単離し定量する分析法とは異なり、類似性を有する多数の化合物とセンサの総合的な反応を提示する手法である。そのため解析法も従来とは異なる視点が求められる。よって、センサと化合物間の定量的解析には官能基の大きさや極性、解離定数などの情報など幅広い情報を加味する必要があると考えられる。

3-3 ビン貯蔵中のバニリン、4-VG、バニリン酸の変化

泡盛の伝統的な貯蔵法であるカメ貯蔵に加え、近年ではビン貯蔵も行われている。カメ貯蔵では、密閉性が低いためアルコール分が蒸発し新しい酒をつぎ足す必要があることや、カメ自体の品質差が大きく熟成酒の品質に大きな差が生じる。そのため、カメ熟成に比べて手間がかからず、熟成品質も安定しているビン熟成が好まれているようである。そこで、ビン熟成の特徴をバニリン及び4-VGの濃度変化の観点から検討した。詰め口年数の明らかな3社のビン貯蔵酒中のバニリン、4-VG、バニリン酸の濃度変化を図14に示す。カメ貯蔵および密閉タンク貯蔵では、泡盛の熟成にともない4-VGは酸化されバニリンに変換されると考えられている。しかしながら、今回の測定では、4-VGの濃度は顕著に減少したが、バニリンおよびバニリン酸の濃度に顕著な変化は認められなかった。この結果は、ビン貯蔵による香りの変化がこれまで提唱されてきた4-VGの酸化によるバニリンの生成とは異なることを示唆する。すなわち、ビン貯蔵ではオフフレーバーもしくはマスキング物質としての4-VGが減少することにより、バニリンの芳香が顕在化していく可能性があることを示している。そこで0.8 ppm バニリンと0.8 ppm バニリンおよび0.4 ppm 4-VGを含む15%エタノール溶液について、どちらが好ましい香りか

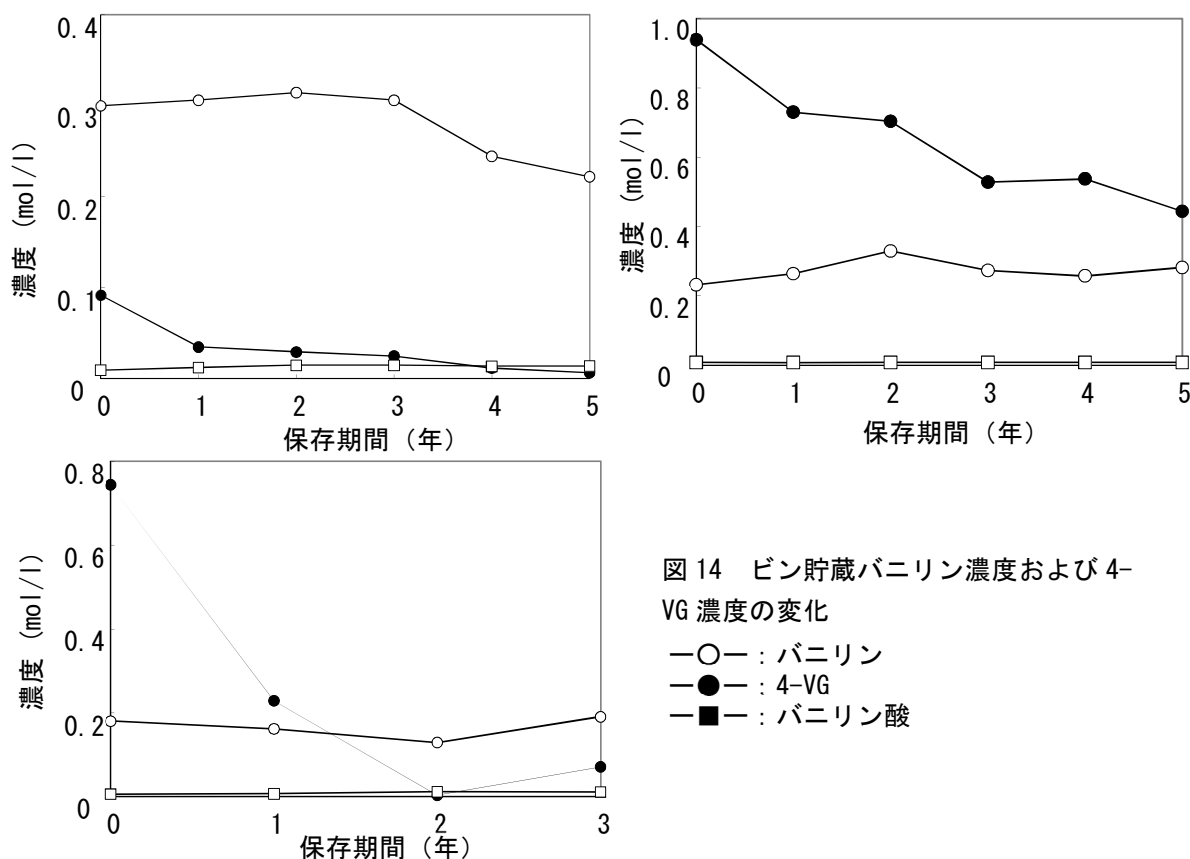


図14 ビン貯蔵バニリン濃度および4-VG濃度の変化

—○— : バニリン
 —●— : 4-VG
 —■— : バニリン酸

を24人のパネルで調査し母比率の検定を行った。その結果、 $p < 0.01$ でバニリンのみの香りが好ましいことが示され、4-VG は少なくともオフフレーバーもしくはマスキング物質として認識されることが明らかとなった。

3-4 ビン貯蔵泡盛の示差走査熱量測定

泡盛の熟成要因の一つに、エタノールと水分子の相互作用の増大^{9),10)}、すなわち分子会合によるクラスター形成があるといわれている。エタノール-水系の DSC サーマグラムは、水とエタノールの相互作用による吸熱ピークが-56から60℃付近で観察され、カメ貯蔵では貯蔵年数とピーク面積間に相関関係が存在することが報告されている。そこで、ビン貯蔵泡盛の溶媒構造変化について DSC を用いて水とエタノールの相互作用による吸熱ピークを測定した。結果を図15に示す。ビン貯蔵により泡盛の水とエタノールの相互作用に変化は認められず、ビン貯蔵泡盛ではクラスター形成による熟成寄与は小さいと推察された。

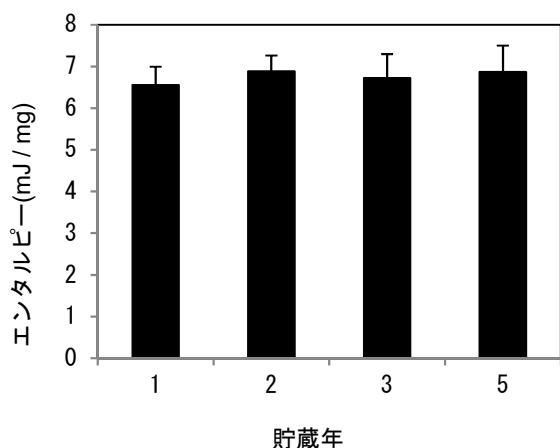


図15 ビン貯蔵酒におけるエタノール-水相互作用ピークの単位重量当たりのエンタルピー変化

4 まとめ

バニリンおよび4-VGについて、泡盛鑑評会における評価項目との関連を検討した。バニリンおよび4-VG 濃度は、重相関分析により定量的に評価可能であることが認められ、古酒香はバニリンと正の相関を、4-VG と負の相関を示した。エステル香は一般酒においてバニリン濃度と正の相関、4-VG 濃度と負の相関を示した。クラスター分析ならびにコレスポンデンス分析においても、バニリンはポジティブな評価項目、4-VG はネガティブな評価項目と関連が深いことが認められた。鑑評会にお

ける4-VG の出現頻度からも4-VG 含有量が低いほど好ましい香味であることが示唆された。

味覚センサにより、一般酒と古酒の違いを検討した。一般酒と古酒は的中率80.0%の精度で判別可能であった。味の違いを化合物から検討した。各化合物とセンサ間の正負の反応は確認できたが、定量的な解析は困難であった。ビン貯蔵泡盛の経年変化を検討した。カメ貯蔵やステンレスタンク貯蔵において提唱されていた熟成メカニズムであるバニリンから4-VG への変化はビン貯蔵では認められず、4-VG の減少による古酒香の顕在化がビン貯蔵の主要な熟成効果であると考えられた。

本試験は、「多様化するマーケットでの泡盛の価値を最大化するための調査研究、2018技010)」で実施した。

参考文献

- 1) 泡盛中に見いだされたフェノール化合物、小関卓也、伊東康朗、伊藤 清、岩野君夫、蓼沼 誠、醸協、89, p. 408 (1994)
- 2) 全国新酒鑑評会出品酒におけるカビ臭汚染の状況、岩田博、神田涼子、遠藤路子、藤田晃子、磯谷敦子、醸協、Vol. 104, No. 10, pp. 777-286 (2009)
- 3) 泡盛の酒質多様化に関する研究 (II)、比嘉賢一、玉村隆子、西平守智、照喜名重智、村田亮、池間洋一郎、沖縄県工業技術センター研究報告書、第10号 (2008)
- 4) 味覚センサを用いた清酒の後味評価、豊田健太郎、池崎秀和、平林和之、三村昭彦、那須賢二、戸塚昭、醸協、Vol. 111, No. 1, pp. 49-58 (2016)
- 5) 泡盛新酒と古酒の一般成分含有量の差異、玉城武、桑原健治、長嶺順子、高江洲朝清、醸協、Vol. 78, No. 12, pp. 970-972 (1983)
- 6) 泡盛の成分特性と熟成度合いとの関係、玉城武、高宮義治、下地睦子、発酵工学、Vol. 64, No. 1, pp. 9-15 (1986)
- 7) 市販泡盛の揮発性成分組成の特性、福田央、韓錦順、山田修、醸協、Vol. 111, No. 4, pp. 260-270 (2016)
- 8) 泡盛の蒸留工程における香味成分の移行に関する研究、照屋亮、比嘉賢一、沖縄県工業技術センター研究報告、第6号, pp. 51-55 (2004)
- 9) 熟成蒸留酒の融解潜熱について、赤星亮一、大熊広一、農芸化学会誌、Vol. 59, No. 1, pp. 1-9, 1985
- 10) 示差走査熱量計による泡盛新酒と古酒の融解サーモグラムの差異、玉城武、桑原健治、長嶺順子、高江洲朝清、西谷尚道、醸協、Vol. 62, No. 3, pp. 99-103 (1984)

Some new findings on Awamori aging

Tetsuya TOYOKAWA, Takako TAMAMURA^{*1}, Yuko WAKUTA, Chie NORIMOTO^{*2},
Kaoru HANASHIRO^{*3}, Kozue KOMESU^{*4}, Akari KINJO^{*5}

Okinawa Industrial Technology Center

^{*1}Okinawa Industrial Technology Center (currently Manufacturing Promotion Division, Okinawa Prefectural Government)

^{*2}Okinawa Industrial Technology Center (currently Nature Conservation Division, Okinawa Prefectural Government)

^{*3}Former affiliation : Okinawa Industrial Technology Center

^{*4}NTT DATA BEEN SERVICE CORPORATION

^{*5}Okinawa Industrial Technology Center (currently Okinawa Prefectural Agricultural Research Center Nago Branch)

Multivariate analysis was conducted to examine the association between vanillin and 4-vinylguaiacol, components which were deeply involved in the aging of Awamori, and the evaluation items for Awamori Awards. The analysis suggested that the decrease in 4-vinylguaiacol, rather than the conversion from 4-vinylguaiacol to vanillin, was the aging pathway in bottle aging. A taste sensor could distinguish between non-aged and aged Awamori.

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。