

貯蔵泡盛の酒質に関する研究（第1報）

玉村隆子、比嘉賢一

沖縄県工業技術センターでは工業試験場時代より泡盛に関する研究を行ってきており、原料米、麴、酵母、蒸留をテーマとした泡盛製造技術の蓄積と、醸造技術の向上に向けた試験に加え、他の焼酎と異なる特性（古酒）に関する研究を続けている。平成元年より開始した泡盛貯蔵試験では、いくつかのメーカーから入手した原酒をステンレス、ガラス瓶、荒焼などの容器や貯蔵温度を変えて試験を行っている。原酒にはさらにろ過処理や貯蔵時のアルコール度数などの条件も複数設定しており、これらの条件がどのように酒質に影響するかを明らかにすることで、古酒造りの技術への寄与が期待できる。今回はこの工業技術センター泡盛貯蔵試験の調査状況について経過を報告する。

1 はじめに

一般に泡盛は貯蔵により熟成し、香味が良くなることから、貯蔵3年を経た泡盛が50%以上含まれるものは“古酒”と呼ばれ、高い評価を得ている。これまで泡盛の香味に関しては、熟成過程での遊離脂肪酸¹⁾、エステル及びアルコール化合物²⁾、含硫化合物³⁾の変動や、蒸留直後の泡盛における香りの変化⁴⁾についての研究が行われている。しかしながら、貯蔵の諸条件がどのような影響を及ぼすかについての知見は少ない。

沖縄県工業技術センターでは平成元年より、いくつかの醸造条件及び貯蔵条件を設定した泡盛を貯蔵している。泡盛は原料が同じであっても、使用する麴や蒸留装置などにより風味が異なり、さらに貯蔵の条件によっては貯蔵中の成分変化に差がでることが考えられる。伝統的な古酒製造法である仕次（しつぎ）では、毎年新たな酒が加え続けられるが、当センターの貯蔵酒は原酒そのままを保存していることから、元の酒が貯蔵によりどのような変化をしたか確認するのに適している。したがって、これらの泡盛を調査することにより泡盛の熟成についてのより具体的な情報が得られ、これまで主として経験的に行われてきた貯蔵について、更なる高品質化に向けた技術情報の蓄積を図ることが可能となる。

今回はこれら貯蔵泡盛のうち、比較的酒量の散逸が少なく、分析に十分な量が確保された112サンプルについて、官能検査と成分分析を行い、官能評価結果と諸条件との関連について検討した。

2 実験方法

2-1 試料

今回分析対象とした112サンプルの製造及び貯蔵条件について表1に示した。アルコール度数は、貯蔵開始前に、原酒を割り水により各度数に調整した。貯蔵温度の常温貯蔵とは、直射日光の当たらない室内プレハブ型コ

ンテナ内（約20℃～30℃）での貯蔵を示す。ろ過なしとは、原酒を割り水したのち室温で1日放置して油分を掬い取ったもの、室温ろ過とは原酒を割り水したのち、室温で1日放置して0.8μmのフィルターろ過をしたもの、冷却ろ過とは原酒を割り水したのち、5℃で1日冷却して0.45μmのフィルターろ過をしたものである。また、ガラス容器での貯蔵には、予めカメで一年経過させた後ガラス容器に貯蔵したもの、ガラス容器に金属片、石灰石、陶器などを入れたものがある。

表1. 原酒泡盛の製造条件及び貯蔵条件の設定

原酒	貯蔵容器
4酒造所のものを使用	荒焼 ステンレス ガラス
アルコール分	上焼（釉薬あり） 上焼（釉薬なし） 磁器
30度 35度 44度	
原酒の前処理	貯蔵温度
ろ過なし 室温ろ過 冷却ろ過	15℃ 22℃ 常温

2-2 官能検査

官能評価は14人のパネルにより評価した。評価は「香り」「味」「総合評価」を5段階（5：素晴らしい 4：良好 3：無難 2：やや難 1：難点）で評価した。また、香りや味の指摘事項があればチェックを行うプロファイル法を用いた。今回用いた官能評価試験用紙を図1に示した。

2-3 成分分析

(1) アルコール度数測定

国税庁所定分析法⁵⁾に準じ、ガスクロマトグラフ分析法により行った。

(2) 香気成分

香気成分の定性及び定量は既報⁶⁾に準じて行った。

香	すばらしい・良好・無難・やや難・難点		
	原料	<input type="checkbox"/> スカ臭	
	蒸留	<input type="checkbox"/> 初留臭	<input type="checkbox"/> 末だれ臭
		<input type="checkbox"/> こげ臭	
	麴・ もろみ	<input type="checkbox"/> 酸臭	<input type="checkbox"/> 漬物臭
		<input type="checkbox"/> カビ臭	<input type="checkbox"/> 酢エチ臭
		<input type="checkbox"/> 木香様臭(アルデヒド臭)	
ろ過・貯蔵	<input type="checkbox"/> 油臭	<input type="checkbox"/> 紙臭	
	<input type="checkbox"/> ろ過くせ	<input type="checkbox"/> 泥臭	
	<input type="checkbox"/> 木香臭	<input type="checkbox"/> カメ臭	
芳香	<input type="checkbox"/> 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	
特性	<input type="checkbox"/> 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	
味	すばらしい・良好・無難・やや難・難点		
	まろやかさ	<input type="checkbox"/> まろやか	<input type="checkbox"/> あらい
	きれいさ	<input type="checkbox"/> きれい	<input type="checkbox"/> 雑味
	軽さ	<input type="checkbox"/> 軽快	<input type="checkbox"/> 重い
	濃淡	<input type="checkbox"/> 濃醇	<input type="checkbox"/> 淡泊
	甘辛	<input type="checkbox"/> 甘い	<input type="checkbox"/> 辛い
その他	<input type="checkbox"/> 酸味	<input type="checkbox"/> 苦味	
	<input type="checkbox"/> 渋み		
総合	すばらしい・良好・無難・やや難・難点		
短評			

図1. 泡盛官能評価試験用紙

3 結果及び考察

泡盛の伝統的な熟成方法は通気性のある南蛮カメで行われており、密閉性の高いステンレスやガラス貯蔵では熟成しないと考えられていた。しかしながら表2に示すように、112 サンプルの官能評価結果は容器間で大きな差は認められなかった。

表2. 官能評価結果

貯蔵容器	サンプル数	評価平均(カッコ内は最大値および最小値)		
		香り	味	総合
ステンレス	24	2.63 (2.29-3.29)	2.61 (2.14-3.07)	2.65 (2.21-3.29)
ガラス	42	2.64 (2.21-3.50)	2.61 (2.00-3.64)	2.63 (1.86-3.50)
磁器	8	2.96 (2.36-2.86)	2.98 (2.29-2.79)	2.99 (2.21-2.71)
上焼(釉薬あり)	7	2.24 (2.36-2.86)	2.40 (2.36-2.86)	2.36 (2.36-2.86)
上焼(釉薬無し)	7	2.51 (2.71-4.07)	2.47 (2.50-3.93)	2.50 (2.43-4.00)
荒焼	24	2.72 (2.21-3.50)	2.66 (2.00-3.64)	2.70 (1.86-3.5)

次に各官能評価点と、固相マイクロ抽出法 (SPME法) により定量された 37 の香気成分濃度について相関係数を求めたが、いずれの成分も相関係数で 0.5 以下と

低い値を示した。今回分析に用いたサンプルは製造及び貯蔵条件が幅広いため、同一原酒とみなした 1 酒造所の 36 サンプルを対象として、各官能評価点と貯蔵後のアルコール度数及び香気成分濃度の値を用いて主成分分析を行った。表3に主成分分析の因子負荷量を、図2に主成分得点散布図を、表4に各サンプルの履歴を示した。

表3. 因子負荷量 (抜粋)

	第1主成分	第2主成分	第3主成分
オクタノール	-0.59	-0.46	-0.32
デカノール	-0.61	-0.47	-0.20
イソブチルアルコール	-0.57	0.16	0.25
イソアミルアルコール	-0.64	-0.17	0.18
1-オクテン-3-オール	-0.90	-0.16	0.18
β-フェネチルアルコール	-0.77	-0.33	-0.21
ネロリドール	-0.31	-0.60	-0.11
ファルネソール	-0.57	-0.71	0.08
ノナノール	-0.46	-0.69	-0.39
デカノール	-0.64	-0.63	-0.11
フェニルアセトアルデヒド	-0.08	0.47	-0.24
フルフラール	-0.65	0.17	0.34
ノナン酸エチル	-0.20	-0.92	-0.05
カプリル酸エチル	0.41	-0.44	0.55
カプリル酸イソブチル	0.43	-0.71	0.37
カプリル酸イソアミル	0.47	-0.76	0.21
カプリン酸エチル	0.64	-0.50	0.13
カプリン酸イソブチル	0.49	-0.77	0.06
カプリン酸イソアミル	0.50	-0.78	-0.07
ラウリン酸エチル	0.83	-0.35	-0.18
ミリスチン酸エチル	0.82	-0.19	-0.31
ペンタデカン酸エチル	0.47	-0.65	-0.39
パルミチン酸エチル	0.73	-0.04	-0.35
オレイン酸エチル	0.78	0.05	-0.25
リノール酸エチル	0.58	0.19	-0.23
琥珀酸ジエチル	-0.77	-0.24	0.05
フェニル酢酸エチル	-0.63	-0.14	0.03
現アルコール度数	0.83	-0.02	-0.39
香り	0.45	0.29	0.69
味	0.34	0.34	0.67
総合	0.39	0.37	0.69
固有値	11.65	8.33	4.59
寄与率 (%)	29.11	20.82	11.49
累積寄与率 (%)	29.11	49.94	61.42

一般に焼酎の熟成において、高級脂肪酸エチルエステル類は熟成期間中に減少し、その分解物である 1-オクテン-3-オール、デカノールなどが増加するとされている。したがって第1主成分は熟成の度合いを示す可能性が示唆された。第2主成分では、エステル調の香りを呈するノナン酸エチルが高い値を示したが、花様の香りを示すネロリドールやファルネソール、エステル様だがややスパイシーな香りを呈するカプリル酸イソブチル、青臭い香りのノナノール、デカノールといったアルデヒド類とも相関が高く、一方で官能評価点(香り、味、総合)との相関は低いことから、各泡盛サンプルの香り立ちや、香味特徴を表すものと考えられた。第3主成分は香り、味及び総合との相関が高く、官能評価結果を示す指標と考えられた。

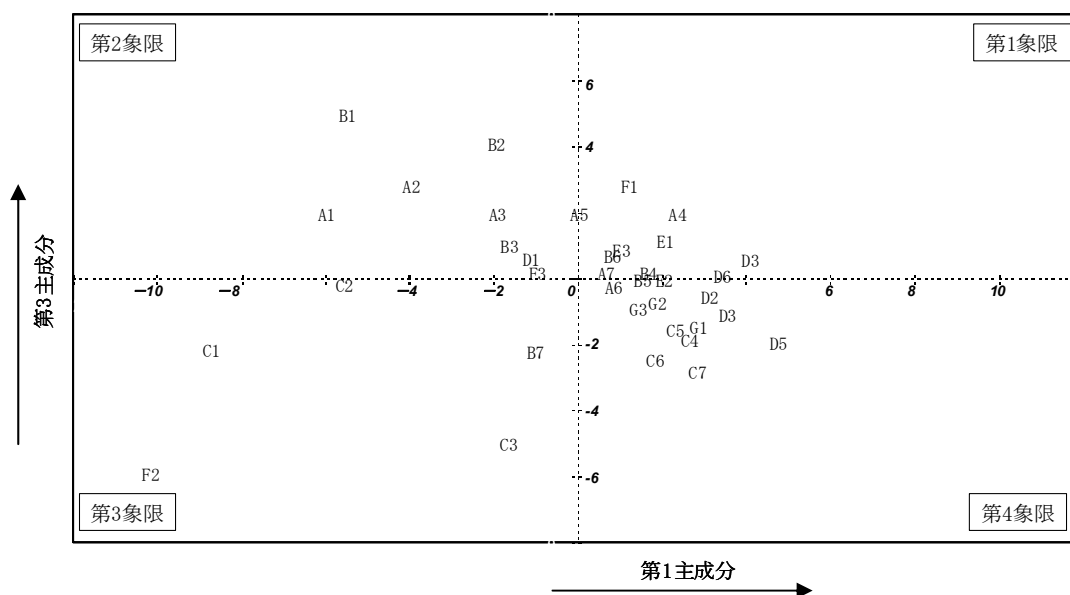


図2. 主成分得点散布図

表4. 試料の製造・貯蔵条件

	容器	特殊	貯蔵開始時のアルコール分	原酒の前処理	貯蔵温度
A-1	荒焼		30度	室温ろ過	22℃
A-2	〃		35度	室温ろ過	22℃
A-3	〃		44度	冷却ろ過	22℃
A-4	〃		44度	室温ろ過	15℃
A-5	〃		44度	室温ろ過	22℃
A-6	〃		44度	室温ろ過	常温
A-7	〃		44度	ろ過なし	22℃
B-1	ステンレス		30度	室温ろ過	22℃
B-2	〃		35度	室温ろ過	22℃
B-3	〃		44度	冷却ろ過	22℃
B-4	〃		44度	室温ろ過	15℃
B-5	〃		44度	室温ろ過	22℃
B-6	〃		44度	室温ろ過	常温
B-7	〃		44度	ろ過なし	22℃
C-1	ガラス		30度	室温ろ過	22℃
C-2	〃		35度	室温ろ過	22℃
C-3	〃		44度	冷却ろ過	22℃
C-4	〃		44度	室温ろ過	15℃
C-5	〃		44度	室温ろ過	22℃
C-6	〃		44度	室温ろ過	常温
C-7	〃		44度	ろ過なし	22℃
D-1	〃	カ貯蔵1年	44度	冷却ろ過	22℃
D-2	〃	カ貯蔵1年	44度	室温ろ過	22℃
D-3	〃	カ貯蔵1年	44度	ろ過なし	22℃
D-4	〃	金属複合	44度	室温ろ過	22℃
D-5	〃	石灰石	44度	室温ろ過	22℃
D-6	〃	陶器片	44度	室温ろ過	22℃
E-1	上焼 (釉薬あり)		44度	室温ろ過	常温
E-2	〃		44度	室温ろ過	15℃
E-3	〃		44度	室温ろ過	22℃
F-1	上焼 (釉薬なし)		44度	室温ろ過	15℃
F-2	〃		44度	室温ろ過	22℃
F-3	〃		44度	室温ろ過	常温
G-1	磁器		44度	室温ろ過	15℃
G-2	〃		44度	室温ろ過	22℃
G-3	〃		44度	室温ろ過	常温

表3より、図2の第1及び第4象限に比べると第2及び第3象限で熟成が進んでいると解釈されるが、貯蔵開始時のアルコール度数が30度及び35度のは全て第2及び第3象限にあり、原酒中の成分量の違いによるものと考えられた。また、いずれの容器種類でも冷却ろ過をしたものは他のろ過条件のサンプルと比べて第2及び第3象限にあり、高級脂肪酸エチルエステル類が冷却ろ過によりある程度除去されたことを示すと考えられた。

ガラス特殊（1年カメ貯蔵したもの、金属片、石灰石、陶器を加えたもの）は、触媒作用で熟成が進むことが期待されたが、ガラス貯蔵に比べると高級脂肪酸エチルエステル類が多い傾向にあり、ガラス容器貯蔵の場合これら触媒の影響は小さいと考えられた。

ステンレス容器はカメに比べ大容量で貯蔵でき、管理もしやすいことから、現在多くの泡盛メーカーで用いている。カメに比べ密閉性が高いことから、ガラス容器と同様に熟成しにくいと考えられているが、図2及び官能評価の結果から、泡盛はステンレス容器貯蔵でも熟成するものと考えられた。カメ貯蔵においては貯蔵中にカメから溶出する金属成分が熟成に関与する可能性について報告されている。ステンレス容器からの成分溶出の可能性については、今後ミネラル分の測定を行い検証する必要があると考えられた。

第3主成分は官能評価との相関が高く、図2の第1及び第2象限は官能評価が良いものと判断される。各サンプルの評価と照らし合わせたところ、比較的一致していたものの、表3に示すように官能評価と連動する成分は確認されなかった。

4 まとめ

主成分分析により官能評価と香り成分濃度及び製造・貯蔵条件との関連付けを試みた結果、泡盛は製造及び貯蔵の条件に関わらず、貯蔵期間を設けることにより熟成するが、貯蔵後の酒質は諸条件によって異なることが明らかとなった。また、泡盛は伝統的なカメ容器以外に、ステンレス容器でも熟成することが示唆された。今後、ミネラル及びフェノール化合物などを含め、さらに解析を進める予定である。

謝辞

本研究は、独立行政法人酒類総合研究所との共同研究により行いました。また研究の一部は、日本酒造組合中央会と共同で行ったものです。関係者の方々に感謝致します。

参考文献

- 1) Tamaki, T., Takamiya, Y., Nagamine, J., Takaesu, C. and Nishiya, T. (1986), Changes in Fatty Acids of Awamori during Aging: Journal of fermentation technology., 64, p11-16
- 2) Tamaki, T., Takamiya, Y., Miyagi, T. and Nishiya, T. (1986), Changes in Ester Compounds and Higher Alcohols of Awamori during Aging: Journal of fermentation technology., 64, p17-24
- 3) Tamaki, T., Takamiya, Y., Takaesu, C. and Nishiya, T. (1986), Changes in Sulfur Compounds of Awamori during Aging: Journal of fermentation technology., 64, p129-136
- 4) 玉村隆子、和田浩二、種岡文恵、高良健作、石川信夫、仲宗根洋子、知念功(2003)、泡盛製造工程における香气特性の変化、日本食品科学工学会誌第50巻、p90-95
- 5) 第五回改正国税庁所定分析法注解
- 6) 泉川達哉、金城洋、比嘉賢一、玉村隆子、宮里吉廣、又吉英進(2009)、酒質制御システムに関する研究（I）－蒸留曲線制御と酒質変化に関する研究－、沖縄県工業技術センター研究報告書第11号 p31-36

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。