

泡盛の熟成に関する研究 (第1報)

— 貯蔵3年間における泡盛酒質の推移について —

食品室 小島 樹彦・知花 寛*・照屋 比呂子

緒 言

日本と中国と南方諸国との間で、流通と隔離との波に揺られながら築き上げられた沖縄文化の特性のもと、世界でも沖縄だけに発生した黒麹菌利用技術¹⁾と独特の熟成技術により生まれた泡盛古酒(コース)は、沖縄の宝物の一つ²⁾とされている。

しかし、その熟成要因についての明確な実証資料が少ないため、それぞれの酒造所が経験的な手法で貯蔵を行っている現状から、未熟成、異臭など欠点のある製品も指摘されることがある。また、王朝時代とは異なり、商品としての優良な古酒を消費者により安価で提供するためには、より短期間で熟成を進めるための技術の確立が求められている。

関連する研究には、菅間、西谷らの本格焼酎の油臭等に関するもの^{3)~13)}、及び玉城らの一連の研究^{14)~25)}などがあり、また、バニリン濃度の増加²⁶⁾、¹⁷O-NMR半値幅²⁷⁾に関するものなどが報告されている。

だが、同一の原酒を用いて経年的に検討を行ったものは少ないため、その意味での実証資料もまた必要となっている。

そこで、本研究では、原酒の処理方法、貯蔵容器、貯蔵温度などが異なる10年間の貯蔵試験を実施し、その成分分析等を行うことにより経年変化を追跡して、古酒の熟成要因についての資料を得ることを試みた。

本報では、製造後3年間の貯蔵試験の結果、得られた知見について報告する。

実験方法

1. 原酒泡盛の醸造

表1に示す経過で原酒泡盛の醸造を行った。泡盛麹菌は当試験場の保存菌株を使用し、泡盛酒造所で原料米を1トン使用し、回転ドラム通風製麹装置で製麹を行い発酵後、循環式蒸留機で蒸留して、アルコール分50.8%の原酒を得た。

2. 貯蔵条件

表2に示す36の貯蔵試験区を設定し、各試験区毎に複数用意した試料を毎年1本ずつ抜き取り、分析等に供した。貯蔵開始時における成分分析は、割水後、容器に未充填のものを試料とした。貯蔵条件を次に示す。

*) 沖縄県下水道管理事務所具志川浄化センター

表1 原酒泡盛の醸造経過

供試麹菌株	沖工試保存菌株2901号及び2401号、 混合比2:1
供試酵母菌株	泡盛酵母101号(泡無し)
原料米使用量	1 t
原料米デンプン価	72.7%
原料米水分	12.6%
種麹使用量	200 g
製麹時間	43.5時間
出麹pH	3.9
出麹酸度	2.3ml/10ml
出麹水分	30.2%
汲水歩合	168%(水道水)
酵母液量	20L
熟成もろみpH	4.8
熟成もろみ酸度	11ml/10ml
熟成もろみ数量	2500L
熟成もろみアルコール分	18.3%
熟成もろみ日本酒度	+14
初留カット	68%(直読値、約30℃)
後留カット	30%(直読値、約40℃)
蒸留時間	2.5時間 (蒸気打ち込みから蒸留終了まで)
蒸留後原酒量	801L
蒸留後原酒アルコール分	50.8%

表2 貯蔵条件の設定

No.	アルコール分(%)	貯蔵温度	原酒の前処理	貯蔵容器等
1	30	20℃	室温ろ過	ガラス
2	30	20℃	室温ろ過	ステンレス
3	30	20℃	室温ろ過	荒焼
4	35	20℃	室温ろ過	ガラス
5	35	20℃	室温ろ過	ステンレス
6	35	20℃	室温ろ過	荒焼
7	44	常温	室温ろ過	ガラス
8	44	常温	室温ろ過	ステンレス
9	44	常温	室温ろ過	荒焼
10	44	常温	室温ろ過	上焼無釉
11	44	常温	室温ろ過	上焼施釉
12	44	常温	室温ろ過	磁器
13	44	15℃	室温ろ過	ガラス
14	44	15℃	室温ろ過	ステンレス
15	44	15℃	室温ろ過	荒焼
16	44	15℃	室温ろ過	上焼無釉
17	44	15℃	室温ろ過	上焼施釉
18	44	15℃	室温ろ過	磁器
19	44	20℃	室温ろ過	ガラス
20	44	20℃	室温ろ過	ステンレス
21	44	20℃	室温ろ過	荒焼
22	44	20℃	室温ろ過	上焼無釉
23	44	20℃	室温ろ過	上焼施釉
24	44	20℃	室温ろ過	磁器
25	44	20℃	冷却ろ過	ガラス
26	44	20℃	冷却ろ過	ステンレス
27	44	20℃	冷却ろ過	荒焼
28	44	20℃	無ろ過	ガラス
29	44	20℃	無ろ過	ステンレス
30	44	20℃	無ろ過	荒焼
31	44	20℃	室温ろ過	石灰石片
32	44	20℃	室温ろ過	陶器片
33	44	20℃	室温ろ過	金属片
34	44	20℃	室温ろ過	甕1年
35	44	20℃	冷却ろ過	甕1年
36	44	20℃	無ろ過	甕1年

(1) 貯蔵酒アルコール分

- ア アルコール分30% 原酒泡盛を割水に
よりアルコール分約30%に調製した。
- イ アルコール分35% 原酒泡盛を割水に
よりアルコール分約35%に調製した。
- ウ アルコール分44% 原酒泡盛を割水に
よりアルコール分約44%に調製した。

(2) 貯蔵温度

- ア 15℃貯蔵 15±2℃に設定したプレハブ
型恒温庫において貯蔵した。
- イ 20℃貯蔵 20±2℃に設定したプレハブ型恒温庫において貯蔵した。
- ウ 常温貯蔵 直射日光のあたらない1階階段下の場所(20℃~30℃)において貯蔵した。

(3) 原酒の前処理方法

- ア 無ろ過 原酒を割水後室温に1日放置し、油分をすくいとった後、そのまま使用した。
- イ 室温ろ過 原酒を割水後室温に1日放置し、平均孔径0.8μmのフィルターを用いてろ過した。
- ウ 冷却ろ過 原酒を割水後5℃で1日冷却後、平均孔径0.45μmのフィルターを用いてろ過した。

(4) 貯蔵容器等 (容量1000ml程度のものに試料を900ml詰めた)

- ア ガラス ガラス製容器を使用した。
- イ ステンレス ステンレス製容器 (SUS304) を使用した。
- ウ 荒焼 荒焼陶器製容器を使用した。
- エ 上焼無釉 上焼無釉陶器製容器を使用した。
- オ 上焼施釉 上焼施釉陶器製容器を使用した。
- カ 磁器 磁器製容器を使用した。
- キ 石灰石片 ガラス製容器に石灰石片を9 g添加した。
- ク 陶器片 ガラス製容器に陶器片を9 g添加した。
- ケ 金属片 ガラス製容器に金属複合焼成体 (鉄、銅、マンガン、コバルト) を4.5 g添加した。
- コ 甕1年 荒焼の9 L入り甕に1年貯蔵後、ガラス製容器に移して貯蔵した。

3. 分析方法

(1) 一般成分

容量については1 L容のガラス製メスシリンダーを用い、pHについては半導体 (ISFET) 電極の装置を用いて測定した。紫外外部吸収については、試料を光路長10mmの石英製セルに移した後、紫外可視分光光度計を用いて275nmにおける吸光度を測定し、得られた値を1000倍した。アルコール分、酸度、については国税庁所定分析法注解^{2B)}により測定した。

(2) 無機質成分

試料を硝酸及び過塩素酸により湿式分解後、分析に供した。

ナトリウム及びカリウムについては、炎光光度分析を行い、他の成分 (カルシウム、マグネシウム、鉄、ニッケル、マンガン、銅、亜鉛、鉛、クロム、コバルト) については、ゼーマン効果を応用した空気-アセチレンフレイム原子吸光分光光度計を用いて測定した。

(3) 香気成分

試料をアルコール分20%になるように希釈後、その5mlを内部標準のn-アミルアルコールとともに20mlバイアル瓶に入れ、ヘッドスペースサンプラ付きガスクロマトグラフ分析装置 (検出器FID) を用いて測定²⁹⁾した。分析条件を表3に示す。

(4) 官能試験

香り及び味についての5点法で行った。

表3 ガスクロマトグラフ分析条件

使用カラム	
品名	CBP20-S25-050
極性	強極性 PEG20M相当
内径	0.33mm
長さ	25m
膜厚	0.5 μm
分析条件	
バイアル温度	130℃
シリンジ温度	140℃
保温時間	30分
カラム初期温度	50℃
初期時間	5分
昇温速度	15℃/分
最終温度	200℃
最終時間	10分
気化室温度	250℃
検出器温度	250℃
レンジ	2
周期	60分

実験結果及び考察

1. 貯蔵による一般成分の変化

(1) 容量

容量は、上焼無釉の容器を使用した全ての試料で、200ml程度の大きな減量が見られた（表4）。

この原因については、焼成の際の構造変化が原因ではないかと思われるが、詳細は不明である。

他の試料については、荒焼のものにわずかな減量傾向が見られたほかは、ほとんど変わらなかった。

(2) アルコール分

アルコール分は、上焼無釉のものにおいて容量が変化したにもかかわらず、全体的にはほとんど変化が見られなかった。

(3) pH

pHは、容器壁への沈殿物質の付着による影響と思われる原因などにより若干不安定なものとなった（表5）。その中では、アルコール分の少ない試料では、割水の影響からpH6.5前後の比較的高い値を保っていた。他では、石灰石片及び陶器片を加えた試料で大きな上昇が見られた、また、陶器製の容器を用いた試料で若干の上昇が観察された。これらの原因としては、主として無機質成分の溶出による影響などが考えられる。

(4) 酸度

酸度は、アルコール分の少ない試料ではほとんど変化が見られなかった（表6）。

ガラス及びステンレス製並びに磁器の試料では年を経るごとに増加し、その速度は常温貯蔵のものがもっとも大きく、20℃、15℃の順であった。逆に

表4 貯蔵中における容量の変化

単位:ml

貯蔵条件	試料 No.	貯蔵前	3年後	減量
ガラス	1, 4, 7, 13, 19, 25, 28	900	900	0
ステンレス	2, 5, 8, 14, 20, 26, 29	900	900	0
荒焼	3, 6, 9, 15, 21, 27, 30	900	890	10
上焼無釉	10, 16, 22	900	670	230
上焼施釉	11, 17, 23	900	900	0
磁器	12, 18, 24	900	900	0

値は条件ごとの平均値

表5 貯蔵中のpHの推移

貯蔵条件	試料 No.	貯蔵前	1年後	2年後	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	6.3	6.5	5.3	6.2
アルコール分35%	4, 5, 6	6.9	6.6	5.3	6.2
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	4.0	4.7	4.5	4.5
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	4.0	4.7	4.5	4.5
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	4.0	5.1	4.6	5.2
上焼無釉	10, 16, 22	4.1	5.0	4.8	5.0
上焼施釉	11, 17, 23	4.1	5.0	4.9	5.1
磁器	12, 18, 24	4.1	4.7	4.5	4.5
石灰石片	31	4.1	6.1	5.3	7.6
陶器片	32	4.1	6.2	5.5	6.3
金属片	33	4.1	5.1	4.9	4.5
薬1年	34, 35, 36	4.0	5.1	5.0	5.1

値は条件ごとの平均値

表6 貯蔵中の酸度の推移

単位:ml

貯蔵条件	試料 No.	貯蔵前	1年後	2年後	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	0.1	0.1	0.1	0.1
アルコール分35%	4, 5, 6	0.1	0.1	0.1	0.2
ガラス常温	7	0.7	0.8	0.9	1.3
ガラス20℃	19, 25, 28	0.7	0.8	0.8	1.0
ガラス15℃	13	0.7	0.8	0.9	0.9
ステンレス常温	8	0.7	0.8	1.0	1.1
ステンレス20℃	20, 26, 29	0.7	0.8	0.8	1.0
ステンレス15℃	14	0.7	0.7	0.8	0.9
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	0.7	0.6	0.7	0.6
上焼無釉	10, 16, 22	0.7	0.7	0.7	0.8
上焼施釉	11, 17, 23	0.7	0.7	0.7	0.8
磁器	12, 18, 24	0.7	0.8	0.9	1.1
石灰石片	31	0.7	0.1	0.2	0.1
陶器片	32	0.7	0.3	0.3	0.2
金属片	33	0.7	0.8	0.8	1.0
薬1年	34, 35, 36	0.7	0.6	0.6	0.6

値は条件ごとの平均値

陶器製の容器では、酸度が増加しないか、しても軽微であった。

石灰石片及び陶器片を加えた試料では、酸度は大きく減少した、この原因としては、酸度の成分である脂肪酸と無機成分との沈殿の形成が考えられる。甕1年貯蔵後ガラス容器に移した試料では、甕貯蔵時に若干減少した後は変化が見られなかった。

(5) 紫外外部吸収

紫外外部吸収は、全ての試料において、経年的に減少した(表7)。275nmにおける吸光度は、フルフラールなどの含量を示すものであると言われるが³⁰⁾、玉城ら¹⁴⁾によると、貯蔵中のフルフラールの変化は殆どないということであるため、これは、フルフラール以外の成分の減少によるものか、あるいはまた、貯蔵容器の違いが原因で壁面にフルフラール等が吸着していることも考えられる。

紫外外部吸収に影響を与える成分は、適度に含まれると、原料特性を持った濃醇なタイプになる反面、焦げ臭の原因にもなる³⁰⁾とされており、この濃度が貯蔵によって変動するのかどうかは、興味深い事である。

表7 貯蔵中の紫外外部吸収の推移

貯蔵条件	試料 No.	1年後	2年後	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	408	366	286
アルコール分35%	4, 5, 6	485	425	321
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	689	545	424
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	696	570	465
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	684	550	422
上焼無釉	10, 16, 22	703	557	442
上焼施釉	11, 17, 23	690	540	421
磁器	12, 18, 24	714	550	451
石灰石片	31	686	538	412
陶器片	32	671	540	411
金属片	33	702	554	429
甕1年	34, 35, 36	647	549	422

値は条件ごとの平均値で、275nmにおける吸光度を1000倍した。

2. 貯蔵による無機質成分の変化

ナトリウムは、アルコール分の少ない試料では比較的高い値を示した(表8)。

また、石灰石片と陶器片及び荒焼のものなどで、はじめに濃度が高くなり、そのあと低下した。

カリウムについては、全体的にほぼ経年的に増加した(表9)。特に、上焼無釉と陶器片のものは、大きく増加しており、これは上焼無釉の容量変化と考え合わせると、試料との接触面積が大きいことも原因のひとつではないかと思われる。

表8 貯蔵中のナトリウム濃度の推移

単位:mg/L

貯蔵条件	試料 No.	貯蔵前	1年後	2年後	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	6.9	6.7	8.3	7.2
アルコール分35%	4, 5, 6	5.9	5.6	5.8	5.6
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	1.1	0.2	2.7	1.7
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	1.1	0.3	2.5	1.9
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	1.1	2.8	2.6	1.7
上焼無釉	10, 16, 22	1.1	0.5	3.9	3.4
上焼施釉	11, 17, 23	1.1	1.3	2.6	2.2
磁器	12, 18, 24	1.1	0.8	2.7	2.0
石灰石片	31	1.1	10.2	3.3	2.1
陶器片	32	1.1	5.6	3.5	1.8
金属片	33	1.1	3.0	3.1	1.8
鹽1年	34, 35, 36	1.2	-	4.4	3.1

値は条件ごとの平均値

表9 貯蔵中のカリウム濃度の推移

単位:mg/L

貯蔵条件	試料 No.	貯蔵前	1年後	2年後	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	0.4	0.3	0.8	1.1
アルコール分35%	4, 5, 6	0.4	0.3	0.8	1.0
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	0.1	0.1	0.4	0.4
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	0.1	0.1	0.4	0.4
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	0.1	0.2	0.6	0.7
上焼無釉	10, 16, 22	0.2	0.5	1.3	2.0
上焼施釉	11, 17, 23	0.2	0.3	0.8	1.0
磁器	12, 18, 24	0.2	0.2	0.4	0.6
石灰石片	31	0.2	0.2	0.5	0.3
陶器片	32	0.2	0.7	1.5	1.5
金属片	33	0.2	0.1	0.7	0.3
鹽1年	34, 35, 36	0.1	-	0.6	0.4

値は条件ごとの平均値

カルシウムは、測定した無機質成分中最も濃度変化が大きかった(表10)。この原因としては、荒焼のものが大きく増加していることから、主として容器からの溶出が考えられる。その割には、酸度及びpHの変化があまり見られないのは、酸度の変化をカルシウム等が抑制しているのであろう。また、アルコール分の少ない試料でも増加したが、これは、荒焼だけでなく、ガラス等でも増大している事から、割水中のカルシウムと脂肪酸等が反応してできた物質が吸着した後、容器壁から再溶出したことが考えられる。ほかでは、金属片の試料では、カルシウムが低い値を示したが、この試料の銅濃度が高いことと考え合わせると、これらは、なんらかの関係があるのか興味深いことである。

マグネシウムは、アルコール分の少ない試料並びに陶器片及び上焼無釉の試料で若干高い値を示した他は、特に大きな変化が見られなかった(表11)。

表10 貯蔵中のカルシウム濃度の推移

単位:mg/L

貯蔵条件	試料 No.	貯蔵前	1年後	2年後	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	7.7	6.7	28.4	70.9
アルコール分35%	4, 5, 6	12.0	5.6	28.1	75.3
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	0.3	0.2	ND	2.0
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	0.3	0.3	ND	1.3
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	0.3	3.2	3.9	37.3
上焼無釉	10, 16, 22	0.2	0.5	0.4	3.1
上焼施釉	11, 17, 23	0.2	1.3	2.7	26.4
磁器	12, 18, 24	0.2	0.8	ND	1.9
石灰石片	31	0.2	13.5	29.4	111.0
陶器片	32	0.2	6.8	9.9	66.4
金属片	33	0.2	0.2	ND	ND
鹽1年	34, 35, 36	0.3	-	8.5	24.3

値は条件ごとの平均値、NDは不検出の意味である。

表11 貯蔵中のマグネシウム濃度の推移

単位:mg/L

貯蔵条件	試料 No.	貯蔵前	1年後	2年後	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	1.1	0.1	1.3	1.6
アルコール分35%	4, 5, 6	1.6	0.1	1.0	1.1
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	0.1	0.1	0.1	0.1
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	0.1	0.4	0.4	0.3
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	0.1	0.2	0.2	0.3
上焼無釉	10, 16, 22	0.1	0.3	0.4	0.6
上焼施釉	11, 17, 23	0.1	0.2	0.2	0.2
磁器	12, 18, 24	0.1	0.1	0.1	0.2
石灰石片	31	0.1	0.3	0.3	0.4
陶器片	32	0.1	1.0	1.2	1.5
金属片	33	0.1	0.1	0.1	0.1
鹽1年	34, 35, 36	0.1	-	0.3	0.3

値は条件ごとの平均値

鉄は、アルコール分の少ない試料で大きく増加したほか、全試料についてほぼ経年的に増加した（表12）。荒焼についても試験に供した容器では、他の容器と特に大きな違いは認められなかった。むしろ磁器やステンレスのものに増加する傾向が認められた。

ニッケルは、ステンレスのものを除いては、ほとんど検出されなかった（表13）。これは、ステンレスにニッケルが含まれていることに起因するものと考えられる。

表12 貯蔵中の鉄濃度の推移

単位:mg/L

貯蔵条件	試料 No.	貯蔵前	1年後	2年後	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	0.03	0.08	0.07	0.19
アルコール分35%	4, 5, 6	0.03	0.07	0.08	0.92
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	0.04	0.03	0.24	0.25
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	0.04	0.24	0.39	0.54
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	0.04	0.06	0.20	0.21
上焼無釉	10, 16, 22	0.03	0.04	0.20	0.28
上焼施釉	11, 17, 23	0.03	0.05	0.20	0.35
磁器	12, 18, 24	0.03	0.04	0.14	0.58
石灰石片	31	0.03	0.05	0.21	0.14
陶器片	32	0.03	0.05	0.36	0.08
金属片	33	0.03	0.16	0.24	0.11
壱1年	34, 35, 36	0.05	-	0.20	0.08

値は条件ごとの平均値

表13 貯蔵中のニッケル濃度の推移

単位:mg/L

貯蔵条件	試料 No.	貯蔵前	1年後	2年後	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	0.01	ND	ND	ND
アルコール分35%	4, 5, 6	ND	0.01	ND	ND
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	0.02	ND	ND	ND
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	0.02	0.04	0.03	0.06
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	0.02	ND	ND	ND
上焼無釉	10, 16, 22	0.02	ND	ND	ND
上焼施釉	11, 17, 23	0.02	ND	ND	ND
磁器	12, 18, 24	0.02	ND	ND	ND
石灰石片	31	0.02	ND	ND	ND
陶器片	32	0.02	ND	ND	ND
金属片	33	0.02	ND	ND	ND
壱1年	34, 35, 36	0.02	-	ND	ND

値は条件ごとの平均値、NDは不検出の意味である。

マンガンは、陶器片、金属片のもの等に若干検出されたが、漸次減少していく傾向が観察された（表14）。

銅は、金属片のもので比較的高い濃度であったほかは、低い濃度を保っていた（表15）。

亜鉛は、全体として増加傾向であり、特に陶器片のものは、高い濃度を示した（表16）。

なお、鉛、クロム及びコバルトは、不検出であった。

表14 貯蔵中のマンガン濃度の推移

単位:mg/L

貯蔵条件	試料 No.	貯蔵前	1年後	2年後	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	ND	0.01	ND	ND
アルコール分35%	4, 5, 6	0.01	0.01	ND	ND
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	ND	0.01	ND	ND
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	ND	0.02	ND	ND
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	ND	0.02	ND	ND
上焼無釉	10, 16, 22	ND	0.01	ND	ND
上焼施釉	11, 17, 23	ND	0.01	ND	ND
磁器	12, 18, 24	ND	0.01	ND	ND
石灰石片	31	ND	0.03	0.01	ND
陶器片	32	ND	0.04	0.03	0.01
金属片	33	ND	0.23	0.08	0.05
壱1年	34, 35, 36	ND	-	0.03	0.03

値は条件ごとの平均値、NDは不検出の意味である。

表15 貯蔵中の銅濃度の推移

単位:mg/L

貯蔵条件	試料 No.	貯蔵前	1年後	2年後	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	ND	0.02	0.01	0.03
アルコール分35%	4, 5, 6	ND	0.02	0.01	0.05
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	ND	0.01	0.02	0.02
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	ND	0.03	0.05	0.03
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	ND	0.01	0.03	0.01
上焼無釉	10, 16, 22	ND	0.01	0.03	0.01
上焼施釉	11, 17, 23	ND	0.01	0.01	0.02
磁器	12, 18, 24	ND	0.01	0.01	0.01
石灰石片	31	ND	0.01	0.02	ND
陶器片	32	ND	0.02	0.03	ND
金属片	33	ND	0.71	0.78	0.88
壱1年	34, 35, 36	ND	-	0.05	ND

値は条件ごとの平均値、NDは不検出の意味である。

3. 貯蔵による香気成分の変化

酢酸エチル及びプロピルアルコールは、石灰石片を加えたものなど一部のもので減少傾向にあったほかは、とくに大きな変化は無かった(表17)。イソブチルアルコールは全体的に減少傾向であり、また、イソアミルアルコールは、ほとんど変化が無かった(表18)。カプリル酸エチル及びカプリン酸エチルは、低濃度のために不安定であったが、アルコール分の少ないものと冷却ろ過のものを除くと全体として増加傾向にあった(表19)。

高沸点成分についての3年貯蔵後の濃度を表20に示す。 β -フェネチルアルコールは、冷却ろ過及びアルコール分の少ないものを除くと、パルミチン酸エチルが低濃度のもので比較的高い値が測定された(図1)。この現象については、パルミチン酸エチルが β -フェネチルアルコールのヘッドスペースガスへの蒸発を抑制したために測定値を低くしていたのか、それとも香気成分分析の際にピークが β -フェネチルアルコールと重なる別の物質の濃度が増加したことが原因となっているのか詳細は不明である。パルミチン酸エチル、オレイン酸エチル及びリノール酸エチルは、3年貯蔵後の測定値では冷却ろ過及びアルコール分の少ないもので、低い傾向を示した。これは、原酒前処理時のろ過等により取り除かれたことが原因と思われる。

表16 貯蔵中の亜鉛濃度の推移

単位:mg/L

貯蔵条件	試料 No.	貯蔵前	1年後	2年後	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	ND	ND	ND	0.5
アルコール分35%	4, 5, 6	ND	ND	ND	0.5
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	0.1	ND	0.1	0.3
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	0.1	ND	0.1	0.3
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	0.1	0.1	0.1	0.3
上焼無釉	10, 16, 22	0.1	ND	ND	0.3
上焼施釉	11, 17, 23	0.1	0.1	ND	0.3
磁器	12, 18, 24	0.1	0.1	ND	0.4
石灰石片	31	0.1	ND	0.2	0.2
陶器片	32	0.1	2.4	2.3	2.1
金属片	33	0.1	ND	0.2	0.3
壺1年	34, 35, 36	0.1	-	0.4	0.3

値は条件ごとの平均値、NDは不検出の意味である。

表17 酢酸エチルとプロピルアルコール濃度の変化

単位:mg/L

貯蔵条件	試料 No.	酢酸エチル		プロピルアルコール	
		貯蔵前	3年後	貯蔵前	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	51	45	132	123
アルコール分35%	4, 5, 6	79	53	151	146
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	69	76	188	180
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	69	67	188	183
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	69	68	188	190
上焼無釉	10, 16, 22	60	65	191	183
上焼施釉	11, 17, 23	60	53	191	194
磁器	12, 18, 24	60	77	191	189
石灰石片	31	60	31	191	153
陶器片	32	60	58	191	195
金属片	33	60	68	191	183
壺1年	34, 35, 36	75	38	186	181
冷却ろ過	25, 26, 27	77	52	186	180
室温ろ過	7-24	60	64	191	185
無ろ過	28, 29, 30	87	72	182	186
15°C貯蔵	13-18	60	79	191	189
20°C貯蔵	19-24	70	53	188	183
常温貯蔵	7-12	60	79	191	184

値は条件ごとの平均値

表18 イソブチルアルコール及びイソアミルアルコール濃度の変化

単位: mg/L

貯蔵条件	試料 No.	イソブチルアルコール		イソアミルアルコール	
		貯蔵前	3年後	貯蔵前	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	417	277	698	721
アルコール分35%	4, 5, 6	501	322	813	844
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	581	400	1001	1070
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	581	424	1001	1080
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	581	379	1001	1053
上焼無釉	10, 16, 22	562	384	989	1076
上焼施釉	11, 17, 23	562	376	989	1025
磁器	12, 18, 24	562	426	989	1066
石灰石片	31	562	346	989	998
陶器片	32	562	376	989	1051
金属片	33	562	399	989	1052
甕1年	34, 35, 36	594	359	1009	1078
冷却ろ過	25, 26, 27	626	381	1023	1047
室温ろ過	7-24	562	391	989	1057
無ろ過	28, 29, 30	593	409	1015	1103
15℃貯蔵	13-18	562	406	989	1074
20℃貯蔵	19-24	583	376	1002	1049
常温貯蔵	7-12	562	429	989	1086

値は条件ごとの平均値

表19 カプリル酸エチル及びカプリン酸エチル濃度の変化

単位: mg/L

貯蔵条件	試料 No.	カプリル酸エチル		カプリン酸エチル	
		貯蔵前	3年後	貯蔵前	3年後
アルコール分30%	1, 2, 3	2.8	2.6	4.1	1.3
アルコール分35%	4, 5, 6	5.0	4.2	7.6	4.1
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	2.1	6.0	3.3	8.3
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	2.1	7.2	3.3	10.4
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	2.1	4.4	3.3	4.5
上焼無釉	10, 16, 22	0.5	5.4	1.1	7.0
上焼施釉	11, 17, 23	0.5	3.8	1.1	4.6
磁器	12, 18, 24	0.5	6.6	1.1	9.2
石灰石片	31	0.5	1.1	1.1	0.0
陶器片	32	0.5	3.4	1.1	2.7
金属片	33	0.5	4.7	1.1	5.9
甕1年	34, 35, 36	3.1	3.2	4.8	3.9
冷却ろ過	25, 26, 27	4.6	4.1	6.4	3.7
室温ろ過	7-24	0.5	5.2	1.1	6.8
無ろ過	28, 29, 30	4.2	6.1	6.9	8.8
15℃貯蔵	13-18	0.5	6.2	1.1	8.6
20℃貯蔵	19-24	2.2	4.0	3.6	4.5
常温貯蔵	7-12	0.5	7.5	1.1	11.1

値は条件ごとの平均値

表20 貯蔵3年後の高沸点成分の濃度

単位: mg/L

貯蔵条件	試料 No.	β-フェネチル アルコール	パルミチン酸 Iヒル	オレイン酸 Iヒル	リノール酸 Iヒル
アルコール分30%	1, 2, 3	132	0.3	0.0	0.7
アルコール分35%	4, 5, 6	113	0.5	0.0	0.0
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	210	8.9	2.7	4.2
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	159	9.0	2.5	2.7
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	271	5.2	2.2	3.3
上焼無釉	10, 16, 22	272	5.4	1.7	3.2
上焼施釉	11, 17, 23	452	5.9	2.2	3.4
磁器	12, 18, 24	145	10.2	3.7	5.2
石灰石片	31	464	2.3	1.4	4.5
陶器片	32	277	4.3	1.8	3.2
金属片	33	311	8.8	3.2	5.0
窖1年	34, 35, 36	527	5.2	1.9	2.6
冷却ろ過	25, 26, 27	316	0.9	0.3	0.2
室温ろ過	7-24	277	7.2	2.4	4.1
無ろ過	28, 29, 30	269	12.3	4.2	4.1
15℃貯蔵	13-18	187	8.8	2.8	4.4
20℃貯蔵	19-24	360	5.3	1.9	2.7
常温貯蔵	7-12	139	10.6	3.5	5.2

値は条件ごとの平均値

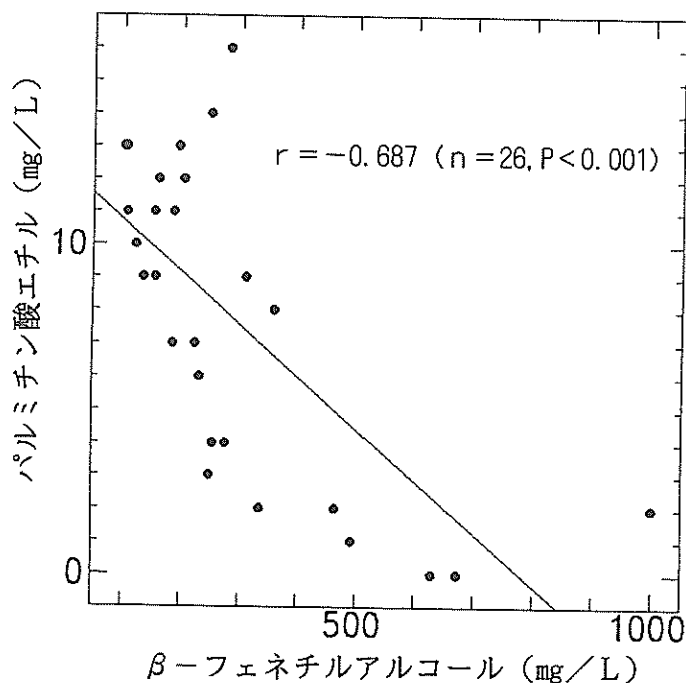


図1 貯蔵3年後のパルミチン酸エチル濃度とβ-フェネチルアルコール濃度の相関

試料は、アルコール分30%及び35%のもの並びに冷却ろ過のものを除いた。

4. 貯蔵酒の官能試験結果

香り及び味についての官能試験は、原酒が同じものであるため、各貯蔵条件の試料と比較すると、全体として特に顕著な差は認められなかった（表21）。アルコール分の少ないものでは、高い評価が無い代わりに特に大きな欠点も指摘されなかった。冷却ろ過のものでは、貯蔵開始の初期に荒さが指摘されたが、それは経年的に軽減の方向に推移した。また、無ろ過のものでは逆に、初期にあまり指摘されなかった油臭が指摘された。

ほかでは、荒焼と陶器片のものに比較的良好な評点を与えられる傾向があった。

表21 貯蔵酒の官能試験結果の推移

単位：点

貯蔵条件	試料 No.	1年後		2年後			3年後			
		香	味	全体	香	味	全体	香	味	全体
アルコール分30%	1, 2, 3	2.3	2.3	2.3	3.0	3.0	3.0	2.7	2.7	2.3
アルコール分35%	4, 5, 6	2.3	2.0	2.3	2.3	2.3	2.3	2.7	2.3	2.7
ガラス	7, 13, 19, 25, 28	1.3	2.0	1.3	2.0	2.7	2.3	3.3	3.0	3.3
ステンレス	8, 14, 20, 26, 29	2.0	1.7	1.7	3.0	2.3	2.7	2.0	2.7	2.7
荒焼	9, 15, 21, 27, 30	2.0	1.7	2.0	2.0	2.3	2.3	2.3	2.0	2.0
上焼無釉	10, 16, 22	2.0	2.0	2.0	2.3	2.0	2.3	2.3	2.7	3.0
上焼施釉	11, 17, 23	2.0	2.3	2.3	2.3	2.7	2.3	2.7	2.7	2.7
磁器	12, 18, 24	1.7	1.7	1.7	2.3	2.7	2.7	3.0	2.7	3.0
石灰石片	31	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0	1.0	3.0	3.0	3.0
陶器片	32	3.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
金属片	33	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0
壺1年	34, 35, 36	-	-	-	2.7	2.3	3.0	2.3	2.3	2.3
冷却ろ過	25, 26, 27	3.3	3.7	3.7	3.0	3.0	3.3	2.7	2.7	2.7
室温ろ過	7-24	1.8	1.9	1.8	2.3	2.4	2.4	2.6	2.6	2.8
無ろ過	28, 29, 30	3.3	2.0	3.0	3.0	3.3	3.0	4.0	3.7	4.0
15℃貯蔵	13-18	2.0	2.2	2.2	2.3	2.7	2.3	2.7	2.3	2.7
20℃貯蔵	19-24	1.8	1.7	1.7	2.7	2.2	2.7	2.7	2.8	2.7
常温貯蔵	7-12	1.7	1.8	1.7	2.0	2.5	2.3	2.5	2.7	3.0

評点の小さいものほど、良好な酒質を示す。
値は条件ごとの平均値

要 約

泡盛の熟成についての資料を得るために貯蔵容器や貯蔵温度等が異なる10年間の貯蔵試験を実施しており、本研究では、3年間の貯蔵試験により得られた知見について報告した。

- (1) 一般成分については、上焼無釉の容器で容量が大きく減少したほか、酸度において陶器製の容器とそれ以外の容器とで若干の差異が認められた。また、紫外部吸収が経年的に減少した。
- (2) 無機質成分については、アルコール分の少ない試料において、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムの濃度が高かった。これは割水中の無機質成分の影響と思われる。また、荒焼の容器でカルシウム濃度の増加が見られた。
- (3) 香気成分については、アルコール分の少ない試料と多い試料とでは、前者のほうが低い傾向がみられた。これは、割水による希釈と高沸点成分の溶解度の違いによると思われる。また、アルコール分の少ない試料と冷却ろ過の試料を除き、パルミチン酸エチル濃度の低い試料において、

β -フェネチルアルコールの高い値が測定された。

(4) 官能試験については、原酒が同一のものであるため、3年貯蔵では特に顕著な差は認められなかったが、原酒処理方法の差及び容器の別で若干の評価の違いが認められた。

参考文献

- 1) 坂口謙一郎：君知るや名酒泡盛，世界，3, 222-237(1970)
- 2) 尚 順：松山王子遺稿集（鷺泉隨筆(二)－古酒の話），14-26(1938)
- 3) 菅間誠之助，西谷尚道，河内邦英：日本醸造協会誌，70, 739-742(1975)
- 4) 西谷尚道，荒巻功，菅間誠之助：醱酵工学会誌，56, 182-187(1978)
- 5) 西谷尚道，山川宗克，荒巻功、菅間誠之助：醱酵工学会誌，56, 188-193(1978)
- 6) 西谷尚道，久保井雅男，菅間誠之助：日本醸造協会誌，72, 310-313(1977)
- 7) 西谷尚道，菅間誠之助：日本醸造協会誌，73, 311-313(1978)
- 8) 西谷尚道，久保井雅男，菅間誠之助：日本醸造協会誌，73, 314-317(1978)
- 9) 西谷尚道，荒巻功，久保井雅男，菅間誠之助：日本醸造協会誌，73, 318-320(1978)
- 10) 西谷尚道，佐藤哲郎，菅間誠之助：日本醸造協会誌，73, 321-325(1978)
- 11) 西谷尚道，佐藤哲郎，菅間誠之助：日本醸造協会誌，73, 484-488(1978)
- 12) 西谷尚道，佐藤哲郎，菅間誠之助：日本醸造協会誌，73, 489-493(1978)
- 13) 西谷尚道，菅間誠之助：醸造試験所報告，151, 12-13(1979)
- 14) 玉城武，桑原健治，長嶺順子，高江州朝清：日本醸造協会誌，78, 970-972(1983)
- 15) 玉城武，桑原健治，長嶺順子，高江州朝清：日本醸造協会誌，78, 973-976(1983)
- 16) 玉城武，桑原健治，長嶺順子，高江州朝清，西谷尚道：醱酵工学会誌，62, 99-103(1984)
- 17) 玉城武，桑原健治，長嶺順子，高江州朝清，西谷尚道：醱酵工学会誌，62, 105-110(1984)
- 18) 玉城武，松下和弘，樋岡克哉，高宮義治：日本農芸化学会誌，60, 191-197(1986)
- 19) Tamaki, T., Takamiya, Y., Nagamine, J., Takaesu, C., Nishiya, T. : *J. Ferment. Technol.*, 64, 11-16 (1986)
- 20) Tamaki, T., Takamiya, Y., Miyagi, T., Nishiya, T. : *J. Ferment. Technol.*, 64, 17-24(1986)
- 21) Tamaki, T., Takamiya, Y., Takaesu, C., Nishiya, T. : *J. Ferment. Technol.*, 64, 129-136(1986)
- 22) 玉城武，高宮義治，下地睦子：醱酵工学会誌，64, 9-15(1986)
- 23) 玉城武，高宮義治，高江州朝清，下地睦子：醱酵工学会誌，64, 17-23(1986)
- 24) 玉城武，高宮義治，高江州朝清，下地睦子：醱酵工学会誌，64, 65-70(1986)
- 25) 玉城武，西谷尚道：醱酵工学会誌，69, 237-252(1991)
- 26) 小関卓也，伊藤康郎，伊藤清，岩野君夫，蓼沼誠：日本醸造協会誌，89, 408-411(1994)
- 27) 大河内正一，石原義正，稲葉慎，上平恒：日本農芸化学会誌，68, 1215-1218(1994)
- 28) 村上英也監修：「第三回改正国税庁所定分析法注解」，財団法人日本醸造協会，東京，1987
- 29) 長井裕美：日本食品工業学会誌，39, 264-270(1992)
- 30) 西谷尚道編：「本格焼酎醸造技術」，財団法人日本醸造協会，1991

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。