

# 泡盛酒質の多様化に関する研究

化学室 池 間 洋一郎  
田 村 博 三  
照 屋 比呂子  
照 屋 輝 一

## 1. はじめに

沖縄県の特産である泡盛は米を原料とし、全麴仕込みを特徴とする蒸留酒で、県内の重要な食品産業のひとつに位置づけられている。

近年、泡盛の生産量は生産管理技術の向上と工場の規模拡大等によりその伸びは著しく酒質の向上も図られてきている。しかし、一方では製造法の機械化や近代化による泡盛酒質の画一化が指摘されており、泡盛の製造は今後、生産量の拡大とともに酒質の多様化にも重点をおき、消費者の嗜好にあった製品を生みだしていくことが必要となっている。

現在の泡盛酒質の改良方法は、主として泡盛の特徴である貯蔵熟成による方法、もろみに純粋酵母の添加、貯蔵、出荷時の濾過による方法等が行われているが、酒質と製造条件の関係を把握した酒質のコントロールおよび多様化のための方法はほとんど検討されていない。

そこで本研究は泡盛酒質のコントロールおよび多様化のための技術を確立するために、泡盛の製麴条件、もろみ発酵条件、性質の異なる黒麹菌の使用等の製造条件と泡盛に比較的多い香味成分含有量との関係を検討し、さらに、原料米の精米処理が、泡盛酒質に与える効果を検討した。

## 2. 実験方法

### 2.1 菌 株

泡盛工場で使用されている種麴から分離した麹菌の性質を麴酸度と糖化力の性質から2種類に分類し、その代表株A菌株とB菌株を使用した。両菌株の性質は下記の通りである。

A菌株：性質は *Asp. saitoi* タイプの菌株で蒸米上の生育は良好。酸の生成は多いが糖化力はやや弱い。

B菌株：性質は、*Asp. awamori* タイプの菌株で蒸米上の生育はA菌株よりも遅い。酸の生成は少いが糖化力は強い。

酵母菌は県内で広く使用されている「泡盛1号酵母<sup>1)</sup>」を使用した。

### 2.2 麹菌の培養方法

#### 2.2.1 培養装置

無菌的に多量の麴を製造するため、培養容器として図1に示すような径25cmのガラス製デシケーターを使用した。内部での培養麴の保持には市販のステンレス製篩（孔径0.8mm、直径20cm、深さ4.5cm）を用いた。デシケーターのフタ上部に綿栓をしてテフロン管を通して、麹菌の生育に伴って生成される炭酸ガスを底部よ

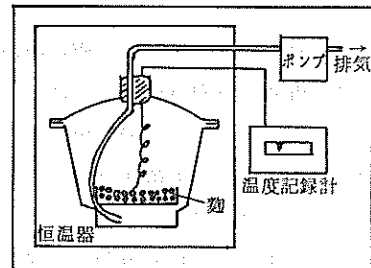


図1. 麹菌培養装置

りポンプで排気し、綿栓部分から外部空気を導入した。

### 2.2.2 麴菌培養条件

1回に使用する原料米はタイ碎米450gを各2ℓの水で4回洗米し、浸漬50分、水切り30分、蒸煮50分の条件で処理し、室温で放冷後、クリーンベンチ内で胞子を接種して恒温器内で培養した。胞子数を $2 \times 10^5/g$  - 原料米になるように調節して0.05% TritonX 溶液2mlに分散して蒸煮米に接種した。培養開始後、20時間、25時間後に麴の搅拌を行い、40時間後に培養を終了して出麴とした。培養20時間後はデシケーター内の空気を40ml/分の条件で排気した。培養中、麴の中心温度は37℃になるように恒温器内の温度を随時調整した。

得られた麴は50gを一般分析の試料に供し、残りの麴はもろみ発酵に使用した。

### 2.3 もろみ発酵条件

2ℓの三角フラスコに麴と殺菌蒸留水（原料米重量の170%）と酵母培養液2mlを加えて所定温度に設定した恒温水槽中で12日間発酵を行った。酵母は試験管斜面培地よりこうじ汁液体培地(Brix 8.0、pH 5.5) 10mlに1白金耳接種して30℃、48時間静置培養後、酵母を $5 \times 10^5$ 酵母数/g - 原料米になるように希釈して2mlに分散し、もろみへ添加した。

培養中のもろみは生成した香気成分やエチルアルコールの揮散および空気の混入をできるだけさけるため、三角フラスコの口をラップで包み、圧力調整のために針穴をあけた。もろみの固形部と液部を混合する目的で1日に1回搅拌した。

### 2.4 蒸留方法

発酵もろみの蒸留は、図2に示すように1ℓの丸底フラスコにもろみ800mlをとり、ガラス製の蒸留装置で行った。冷却部分は長さ50cmの蛇管を使用し、接続部はすべてすり合わせを使用した。留液のアルコール濃度が45%になった時に蒸留を終了し、蒸留開始から蒸留終了までの時間は約45分であった。

得られた泡盛を蒸留水でアルコール濃度40%に希釈した後、香味成分分析用の試料に供した。

### 2.5 香味成分の分析法

#### 2.5.1 低沸点香味成分

泡盛の低沸点香味成分はTenax GCトラップ法<sup>2)</sup>で香味成分を捕集濃縮して分析した。

アルコール濃度40%の泡盛を蒸留水で20%に希釈した後、30mlを吸収ビンに入れ、25℃で速やかに窒素のバブリングを開始する。窒素の流量は40ml/分で15分間通気後、捕集管をガスクロマト装置に設置し、加熱炉の温度を200℃まで急速に高めてTenax GCに捕集された香味成分の分析を行った。

ガスクロマトグラフィーの分析条件を表1に示す。各成分の同定は標準物質を用いて行い、エステル類（酢酸エチル、酢酸イソアミル、カプロン酸エチル）と高級アルコール類（n-プロピルアルコール、イソブチルアルコール、イソアミルアルコール）を同定した。図3にガスクロマトグラムと成分名を示す。これら6成分はいずれも酒類に重要な芳香成分である。

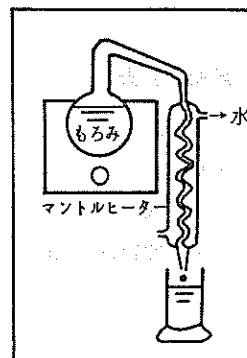


図2 蒸留装置

表1 低沸点香味成分のガスクロマトグラフィ分析条件

充てん剤：PEG-20M
80～100メッシュ
ガラスカラム：3.0mm×4m
温度：70℃4分 70℃→160℃、4℃/min
キャリアガス：N <sub>2</sub> 40ml/min
検出器温度：250℃
感度 { sensitivity 10
Range 4
チャートスピード：5mm/min

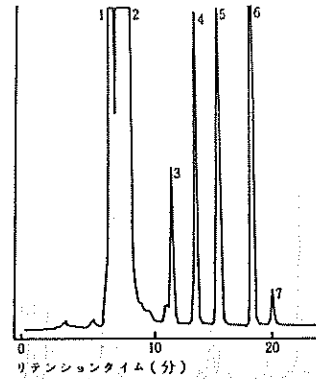


図3 泡盛の低沸点香味成分のクロマトグラム

1. 酢酸エチル 2. エチルアルコール 3. n-プロピルアルコール  
4. イソブチルアルコール 5. 酢酸イソアミル 6. イソアミルアルコール 7. カプロン酸エチル

2.5.2 中高沸点香味成分

泡盛の中高沸点香味成分の分析を行うために抽出および濃縮操作<sup>3)</sup>を図4に示すような方法で行った。濃縮後の泡盛試料は約25倍の濃縮倍率になる。

- 泡盛（アルコール40%）100 ml
- ← 内部標準物質 3-フェニール-1-プロパノール
  - ← 飽和食塩水 100 ml
  - ← エーテル
- 抽出（50 ml、40 ml、30 ml）
- 抽出層
- ← 水 50 ml（3回洗浄）
- 脱水
- ← No<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20 g
  - 3時間脱水
- 濃縮（減圧）
- ガスクロ用試料 4 ml

表2 中高沸点香味成分のガスクロマトグラフィ分析条件

カラム：液相 PEG-HT 5%
担体 Uniport HP 60～80メッシュ
ガラスカラム 3.0mm×2m
温度：90℃ → 210℃、3℃/min
キャリアーガス：N <sub>2</sub> 40ml/min
注入口 { 温度：250℃、FID
検出器 {
感度 { SENSITIVITY 10 <sup>2</sup>
Range 32
試料注入量 2μl
チャートスピード 5mm/min

図4 泡盛香味成分の抽出・濃縮方法

濃縮した泡盛試料を表2に示す条件で分析した結果、分離度の高い良好なクロマトグラムが得られた。泡盛の中高沸点香味成分とガスクロマトグラムを図5に示す。中高沸点香味成分の同定は純粋物質とリテンションタイムの一致で行った。内部標準物質に3-フェニール-1-プロパノールを使

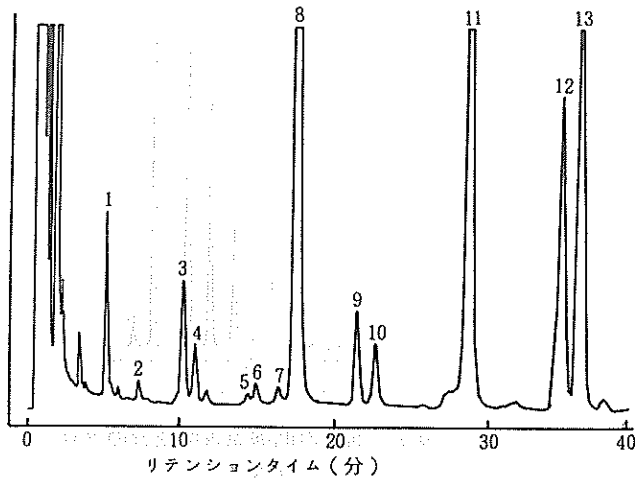


図5 中高沸点香味成分とガスクロマトグラム

- 1.カプリル酸エチル 2.ペラルゴン酸エチル 3.カプリン酸エチル 4.コハク酸ジエチル 5.フェニル酢酸エチル 6.酢酸フェニルエチル 7.ラウリン酸エチル 8. $\beta$ -フェニルエチルアルコール 9.3-フェニール-1-プロパノール (内部標準) 10.ミリスチン酸エチル 11.パルミチン酸エチル 12.オレイン酸エチル 13.リノール酸エチル

(99.5%)を加えて遠心分離を行い上澄液を分析した。

原料米のアミノ酸は常法<sup>5)</sup>にしたがい6N塩酸で加水分解を行い、遊離したアミノ酸を測定した。

アミノ酸17成分を島津製LC-4A型で分析した。

## 2.7 グルコース、エチルアルコールの分析

もろみ中のエチルアルコール、グルコースおよび麴糖化力活性の糖濃度の測定は高速液体クロマトグラフィーで行った。カラムは島津製SCR-101Nを使用した。

## 2.8 酸度、糖化力、プロテアーゼ活性、水分の測定

麴の酸度、もろみ酸度、プロテアーゼ活性の測定および糖化力測定時の酵素抽出反応および表示方法は国税庁所定分析法注解<sup>6)</sup>にしたがって行った。ただし、酸度の測定はpHメーターを使用し、pH 7.0になるまでのN/10NaOH使用量で表示した。原料米、麴の水分は赤外線乾燥機を使用した。

## 2.9 麴菌孢子、酵母菌数の測定

麴菌の孢子および酵母菌数の測定は、顕微鏡下でトーマ氏血球計を使用した。

## 2.10 泡盛の官能評価

蒸留後の泡盛をアルコール濃度30%に希釈して一晩放置後、0.45  $\mu$ mのフィルターで濾過し、5名の審査員で官能試験を行った。

用した。各成分のうち、カプリル酸エチル、ペラルゴン酸エチル、カプリン酸エチル、コハク酸ジエチル、フェニール酢酸エチル、酢酸フェニルエチル、ラウリン酸エチル、 $\beta$ -フェニルエチルアルコールの8成分は芳香性を有し、ミリスチン酸エチル、パルミチン酸エチル、オレイン酸エチル、リノール酸エチルの4成分は無臭に近く、リノール酸エチルは貯蔵中に分解して、むしろ泡盛酒質の劣化のおそれのある成分<sup>4)</sup>とも考えられている。

## 2.6 遊離アミノ酸の分析

もろみ中の遊離アミノ酸の分析は各発酵条件で得られたもろみの固形物を除き、2 mlに6 mlのエチルアルコール

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 もろみ発酵温度が泡盛の香味成分におよぼす影響

泡盛の製造は年間を通じて行われるので、夏季、冬季間の差が泡盛製造におよぼす影響は大きく、特にもろみ発酵工程は泡盛製造工程に占める期間が長いこと温度の影響が大きいと考えられる。

本実験は同一条件で製造した麴でもろみを仕込み、発酵温度が泡盛の香味成分にどのような影響をおよぼすかを比較検討し、あわせて官能試験を行った。

##### 3.1.1 製麴およびもろみ発酵温度条件

タイ砕米(450g×4)を洗米、浸漬、煮沸して麴菌胞子を接種し、40時間、37℃製麴を行い、酵母を接種して発酵温度20℃、25℃、30℃、35℃の4条件の恒温水槽中で12日間発酵を行った。

##### 3.1.2 麴および発酵もろみの一般成分

A菌株およびB菌株を各々単独に製麴を行った麴の一般成分を表3に示す。培養麴の状ぼうは破

表3 麴の一般成分

麴菌株	出麴歩合	麴水分	pH	酸度	糖化力	プロテアーゼ活性	状ぼう <sup>※</sup>
A	22.0 <sup>(%)</sup>	31.2 <sup>(%)</sup>	3.23	4.2 <sup>(ml)</sup>	4.5	1.01	卍
B	14.5	31.0	3.64	2.1	7.4	0.98	卍

※ 卍胞子量多い、+ 胞子量少ない、

精まわりや破精込みもよく胞子の着生等からみて正常な麴と考えられた。

A菌株の麴およびB菌株の麴は、菌株の性質の特徴を表わしており、A菌株の麴は酸度が高く糖化力が弱く、B菌株の麴は酸度は低く糖化力は強かった。いずれの菌株の麴の性質も、B菌株の麴の酸度が低いほかはほぼ一般的な麴と思われた。

このような性質の麴に各々単独に酵母を加えて仕込み、発酵を行った。A菌株系のもろみの一般成分の分析結果を表4に、B菌株系のもろみの分析結果を表5に示す。両者とも官能的には異臭や

表4 発酵温度とA菌株系もろみの一般成分

発酵条件 分析項目	発酵温度(℃)			
	20	25	30	35
アルコール濃度(%)	16.9	17.8	16.0	12.7
グルコース濃度(%)	0.30	0.32	0.40	2.0
pH	3.56	3.64	3.63	3.65
もろみ酸度	14.9	14.5	14.3	14.7
芳香強度 <sup>※</sup>	卍	卍	+	±

※ 卍非常に強い、卍強い、+弱い、

表5 発酵温度とB菌株系もろみの一般成分

発酵条件 分析項目	発酵温度(℃)			
	20	25	30	35
アルコール濃度(%)	18.2	18.3	18.0	16.6
グルコース濃度(%)	0.31	0.20	0.21	2.22
pH	3.87	3.88	3.88	3.89
もろみ酸度	9.6	9.7	9.7	9.9
芳香強度 <sup>※</sup>	卍	卍	+	+

※ 卍非常に強い、卍強い、+弱い、

異常は認められずほぼ正常と考えられるもろみであった。A菌株系のもろみでは20℃から25℃にかけてアルコール濃度が最大になり、35℃では急激に低下した。B菌株系のもろみでは20℃から30℃まではほぼ一定値を示し、35℃ではA菌株系のもろみと同様に急激に低下した。35℃でのもろみはグルコース濃度が高いことから発酵温度の影響で酵母の発酵能力が低下していることが推察される。

官能的に芳香強度は発酵温度が低いほど明らかに強くなっていることが認められた。

### 3.1.3 発酵もろみの遊離アミノ酸

泡盛もろみに含まれる遊離アミノ酸はアルギニンが多く、25℃のもろみではアルギニン、アラニン、グルタミン酸、ロイシンの順となっている。A菌株系のもろみおよびB菌株系のもろみの分析結果を表6に示す。発酵温度の変化によるアミノ酸量は、A菌株系のもろみ、B菌株系のもろ

表6 発酵温度と発酵もろみの遊離アミノ酸組成

アミノ酸	20℃		25℃		30℃		35℃	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1. アスパラギン酸	17	24	24	28	32	37	45	51
2. スレオニン	51	50	57	57	36	34	71	73
3. セリン	15	20	22	23	28	31	38	42
4. グルタミン酸	68	72	83	95	97	124	120	168
5. プロリン	35	42	43	47	44	47	50	56
6. グリシン	23	27	25	28	27	36	32	33
7. アラニン	103	103	106	106	111	141	117	52
8. シスチン	12	12	13	11	11	9	13	14
9. バリン	26	37	31	38	36	41	53	55
10. メチオニン	13	19	19	20	23	20	29	27
11. イソロイシン	13	19	15	20	18	21	27	30
12. ロイシン	50	73	57	72	74	80	106	104
13. チロシン	47	34	37	32	35	27	40	41
14. フェニールアラニン	45	57	47	55	55	58	73	71
15. ヒスチジン	32	31	34	30	34	31	41	37
16. リジン	51	46	55	48	65	58	73	71
17. アルギニン	115	63	124	119	132	133	154	148
合計	716	729	792	829	858	928	1082	1173

(注) 単位はmg/100 ml

みのいずれも、温度が高いほど多くなる傾向を示し、特に30℃から35℃にかけての増加割合が高い。これは発酵温度が高いため、麹菌のプロテアーゼ活性の強い作用と酵母の生育が悪く、死滅した酵母の自己消化によるものと考えられる。

### 3.1.4 泡盛の香味成分

#### (1) 低沸点香味成分

発酵を終了したA菌株系のもろみを蒸留して得られた泡盛の低沸点香味成分の分析結果を表7に

表7 発酵温度と低沸点香味成分 (A菌株系)

成分名	発酵温度 (°C)			
	20	25	30	35
① 酢酸エチル	232.4 ( $\mu\text{g}$ )	199.2 ( $\mu\text{g}$ )	150.6 ( $\mu\text{g}$ )	149.8 ( $\mu\text{g}$ )
② n-プロピルアルコール	21.7	15.0	12.8	9.9
③ イソブチルアルコール	30.4	34.2	53.5	47.8
④ 酢酸イソアミル	50.3	16.8	8.4	3.1
⑤ イソアミルアルコール	53.1	49.4	53.7	44.7
⑥ カプロン酸エチル	4.5	3.0	2.3	1.4
合計	387.9	317.6	281.3	256.7

示す。表からわかるように発酵温度の影響は大きく、エステル成分とn-プロピルアルコールの含有量は温度が低いほど増加し、イソブチルアルコールは減少している。イソアミルアルコールは温度の影響は小さかった。香味成分を最も多く生成する条件は20°Cである。20°Cと35°Cの各成分を比較すると、酢酸イソアミルは温度の影響が大きく、20°Cにおける含有量は35°Cの16倍の値を示し、イソブチルアルコールの含有量は酢酸イソアミルとは逆に35°Cの方が1.6倍の値を示している。

B菌株系のもろみを蒸留した泡盛の低沸点香味成分の分析結果を表8に示す。B菌株系の泡盛の

表8 発酵温度と低沸点香味成分 (B菌株系)

成分名	発酵温度 (°C)			
	20	25	30	35
① 酢酸エチル	269.8 ( $\mu\text{g}$ )	248.0 ( $\mu\text{g}$ )	234.4 ( $\mu\text{g}$ )	175.4 ( $\mu\text{g}$ )
② n-プロピルアルコール	13.8	12.4	9.2	5.5
③ イソブチルアルコール	26.5	38.1	68.8	64.6
④ 酢酸イソアミル	37.3	31.3	27.7	13.7
⑤ イソアミルアルコール	40.2	40.9	58.7	57.3
⑥ カプロン酸エチル	7.6	5.1	3.5	2.4
合計	395.2	375.8	402.5	338.9

低沸点香味成分と温度条件との関係は、A菌株系の泡盛の低沸点香味成分とほぼ同様な傾向を示し、温度が低いほどエステル成分の含有量が増加した。

このように発酵温度が低いほど芳香成分の含有量が多く、総香味成分量に対するエステル成分の占める割合が大きいということは、もろみの芳香強度が温度が低いほど強くなるという官能結果

(表4、表5)からも裏づけられる。

(2) 中高沸点香味成分

A菌株系のもろみを蒸留した泡盛の中高沸点香味成分の分析結果を図6に示す。含有量の少ない芳香性のエステル成分を下段に、含有量が多く芳香性のある高級アルコール類の $\beta$ -フェニールエチルアルコールおよび無臭に近いミリスチン酸エチル、パルミチン酸エチル、オレイン酸エチル、リノール酸エチルは上段に示す。

中高沸点香味成分の含有量は低沸点香味成分と同様に発酵温度に影響される。発酵温度が低くなるにしたがってカプリル酸エチルからラウリン酸エチルまでの7成分のうち、コハク酸ジエチルは減少するが、他の成分はすべて増加する。 $\beta$ -フェニールエチルアルコールは20℃から30℃まではほぼ一定の値を示すが、35℃では減少する。逆にミリスチン酸エチル、パルミチン酸エチル、オレイン酸エチル、リノール酸エチルは温度が高くなるにしたがって含有量が上昇する。

B菌株系の泡盛の中高沸点香味成分の分析結果を図7に示す。カプリル酸エチルからラウリン酸エチルまでの7成分の含有量は、A菌株系の泡盛と同様、コハク酸ジエチルを除いて上昇する傾向を示し、特にカプリル酸エチルとカプリン酸エチルは直線的に増加する。 $\beta$ -フェニールエチルアルコールは20℃から30℃にかけて上昇するが35℃では低下する。ミリスチン酸エチル、オレイン酸エチル、リノール酸エチルは温度に関係なくほぼ一定の値を示すが、パルミチン酸エチルは35℃では減少した。

以上、A菌株、B菌株を使用してもろみ発酵温度が泡盛の香味成分にどのように影響するかを検討した結果、いずれの菌株を使用しても芳香成分のエステル成分は発酵温度が低いほど増加する傾向を示した。

同一条件で製造したA菌株、B菌株の泡盛の香味成分の含有量を比較すると、低沸点香味成分、中高沸点香味成分の芳香成分量はB菌株系の泡盛の方が多く、 $\beta$ -フェニールエチルアルコールと無臭に近いミリスチン酸エチル、パルミチン酸エチル、オレイン酸エチル、リノール酸エチルはA菌株系の泡盛が多かった。

これらの泡盛の官能評価の結果を表9に示す。官能評価の結果から、いずれの菌株で製造した泡盛も温度が低

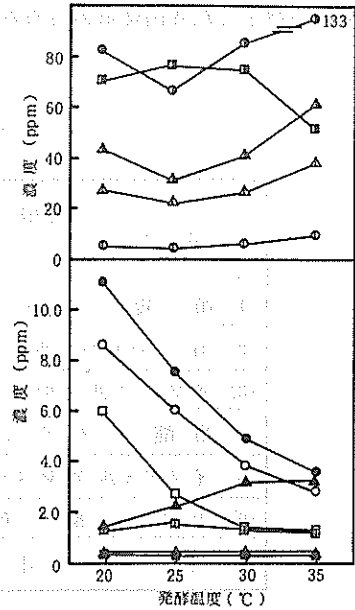


図6 発酵温度と中高沸点香味成分 (A菌株系)

—○—, カプリル酸エチル; —●—, カプリン酸エチル; —△—, ベラルゴン酸エチル; —▲—, コハク酸ジエチル; —□—, 酢酸フェニールエチル; —■—, フェニール酢酸エチル; —◇—, ラウリン酸エチル; —▣—,  $\beta$ -フェニールエチルアルコール; —①—, ミリスチン酸エチル; —②—, パルミチン酸エチル; —△—, オレイン酸エチル; —▲—, リノール酸エチル

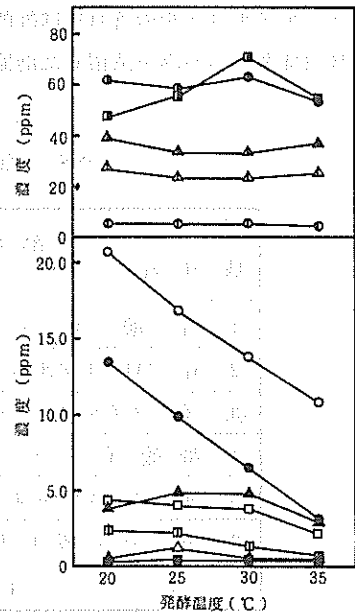


図7 発酵温度と中高沸点香味成分 (B菌株系)

—○—, カプリル酸エチル; —●—, カプリン酸エチル; —△—, ベラルゴン酸エチル; —▲—, コハク酸ジエチル; —□—, 酢酸フェニールエチル; —■—, フェニール酢酸エチル; —◇—, ラウリン酸エチル; —▣—,  $\beta$ -フェニールエチルアルコール; —①—, ミリスチン酸エチル; —②—, パルミチン酸エチル; —△—, オレイン酸エチル; —▲—, リノール酸エチル



く、芳香成分が多いほど結果が良好であった。A菌株系の泡盛とB菌株系の泡盛を比較すると、A菌株系の泡盛の方が芳香成分の含有量が少いにもかかわらず高い評価を得た。これはB菌株系の泡盛のすべてに共通なB菌株特有な香りがあり、この成分が酒質に害を与えたためと思われる。

泡盛の香味成分および官能評価の結果から、芳香性の高い泡盛を製造する発酵温度条件は20℃と結論される。

表9 発酵温度と製成酒の官能評価

発酵温度(℃)	20	25	30	35	
官能評価※	A菌株	2.8	3.0	3.4	4.0
	B菌株	4.2	4.2	4.4	5.0

※評価は右記の尺度による。  

1	2	3	4	5
	優	普		劣
	秀	通		る

### 3.2 製麴時間が泡盛の香味成分におよぼす影響

泡盛製造の大きな特徴は、他の酒類と異なり仕込時に全麴を使用してもろみ発酵期間中に二次仕込みを行わないことである。したがって麴の品質が酒質に与える影響は大きいと考えられる。そこで本実験では同一条件で麴菌胞子を接種し、麴の培養時間が泡盛の香味成分におよぼす影響を比較検討した。

#### 3.2.1 製麴条件

タイ砕米(450g×3)を蒸煮して麴菌胞子を接種し、30時間、40時間、50時間の麴培養を行い、発酵温度20℃の条件で12日間もろみ発酵を行った。

#### 3.2.2 麴および発酵もろみの一般成分

A菌株およびB菌株を使用して各時間製麴後の麴の一般成分の分析結果を表10および表11に示す。

表10 製麴時間と麴の一般成分 (A菌株)

培養条件 分析項目	製麴時間 (時間)		
	30	40	50
出麴歩合 (%)	25.7	22.7	19.5
麴水分 (%)	33.0	31.9	31.7
pH	3.52	3.43	3.34
酸度 (ml)	1.6	3.1	4.0
糖化力	2.8	4.5	6.0
プロテアーゼ活性	0.42	0.85	0.97
状ぼう※	—	卍	卍

※ 卍 胞子量非常に多い、卍 胞子量多い、+ 胞子量少い、— 胞子量無

表11 製麴時間と麴の一般成分 (B菌株)

培養条件 分析項目	製麴時間 (時間)		
	30	40	50
出麴歩合 (%)	21.0	14.8	10.6
麴水分 (%)	30.0	27.7	27.7
pH	3.62	3.60	3.55
酸度 (ml)	1.8	2.3	2.5
糖化力	4.5	7.6	10.4
プロテアーゼ活性	1.15	1.28	1.29
状ぼう※	—	卍	卍

※ 卍 胞子量多い、— 胞子量無

製麴時間と麴の一般成分の関係は製麴時間が長くなるほど麴の性質が強調され、菌株の特徴が明確にあらわれている。30時間麴は培養時間が短いため、いずれの麴も酸度、糖化力、プロテアーゼ活性の値が低く、製麴時間が長くなると麴菌の生育に応じて各成分値も大きくなっている。B菌株の麴は製麴時間が長くなるほど糖化力は強くなっていくが、酸度の上昇はA菌株の麴に比較してや

や遅い傾向にある。両菌株系ともに麴の状ぼうは30時間培養ではまったく孢子着生をしないが、40時間後には孢子着生量の十分な状ぼうを示す。50時間麴はA菌株系の麴では黒い孢子の十分な着生が観察されたが、B菌株系の麴では50時間後でもA菌株ほど孢子着生量は多くはなかった。

このような麴に酵母を接種してもろみ発酵を行い、12日間培養後の一般成分の分析結果を表12および表13に示す。アルコール濃度はA菌株系、B菌株系ともに40時間麴が高い。もろみのアルコー

表12 製麴時間ともろみの一般成分 (A菌株系)

分析項目	培養条件		
	製麴時間 (時間)		
	30	40	50
アルコール濃度 (%)	16.9	17.8	16.0
グルコース濃度 (%)	0.62	0.21	0.32
pH	4.12	3.90	3.73
もろみ酸度	8.3	12.1	15.0
芳香強度 ※	++	+	+

※ ++強い、+弱い

表13 製麴時間ともろみの一般成分 (B菌株系)

分析項目	培養条件		
	製麴時間 (時間)		
	30	40	50
アルコール濃度 (%)	17.1	18.2	17.8
グルコース濃度 (%)	0.56	0.42	0.21
pH	3.9	3.9	3.9
もろみ酸度	8.8	10.0	10.2
芳香強度 ※	++	+	+

※ ++強い、+弱い

ル濃度やグルコース濃度から各条件とももろみは順調な発酵経過を示していると考えられる。

もろみの香りは、A菌株、B菌株いずれのもろみでも製麴時間が短いほど、強い芳香性を示した。

### 3.2.3 香味成分

#### (1) 低沸点香味成分

製麴時間の異なるA菌株系の泡盛の低沸点香味成分の分析結果を表14に示す。製麴時間が短いほどn-プロピルアルコール、酢酸イソアミル、イソアミルアルコール、カプロン酸エチルの含有量は増加の傾向を示し、酢酸エチルはほとんど変化しないが、イソブチルアルコールは50時間後にはやや低下し、製麴時間が短いほど香味成分が多く生成されることが認められる。酢酸イソアミルの増加率は他のエステル成分と比較して高い。

B菌株系の泡盛の低沸点香味成分量と製麴時間の関係を表15に示す。30時間と40時間では酢酸イ

表14 製麴時間と低沸点香味成分 (A菌株系)

成分名	培養条件		
	製麴時間 (時間)		
	30	40	50
① 酢酸エチル	209.3(μg)	187.8(μg)	227.2(μg)
② n-プロピルアルコール	23.8	15.8	15.9
③ イソブチルアルコール	40.5	40.7	30.4
④ 酢酸イソアミル	56.0	16.3	5.7
⑤ イソアミルアルコール	68.0	56.6	30.5
⑥ カプロン酸エチル	3.5	3.0	2.1
合計	401.1	320.2	311.8

表15 製麴時間と低沸点香味成分 (B菌株系)

成分名	培養条件		
	製麴時間 (時間)		
	30	40	50
① 酢酸エチル	338.8(μg)	332.9(μg)	295.8(μg)
② n-プロピルアルコール	13.7	17.2	14.8
③ イソブチルアルコール	37.6	36.4	26.6
④ 酢酸イソアミル	127.8	60.4	31.3
⑤ イソアミルアルコール	55.9	44.7	37.3
⑥ カプロン酸エチル	8.6	8.8	7.7
合計	582.4	500.4	413.5

ソアミル以外のエステル成分はほぼ同量であるが、50時間麹では減少する傾向を示す。酢酸イソアミルの含有量は製麹時間が長くなるにしたがって直線的に低下し、30時間麹では50時間麹での4倍の値を示している。

(2) 中高沸点香味成分

A菌株を使用した泡盛の中高沸点香味成分の分析結果を図8に示す。製麹時間が泡盛の香味成分の含有量に大きく影響をおよぼすことは明らかである。製麹時間が短いほどコハク酸ジエチルを除くカプリル酸エチルからβ-フェニルエチルアルコールまでの芳香成分7成分はすべて増加している。酢酸フェニルエチルとβ-フェニルエチルアルコールは増加割合が非常に大きく、30時間麹と50時間麹を比較すると、前者の酢酸フェニルエチルは、後者の20倍、β-フェニルエチルアルコールは4倍の値を示している。

ミリスチン酸エチル、パルミチン酸エチル、オレイン酸エチル、リノール酸エチルの成分は、その前駆物質となる高級脂肪酸を麹菌が生産することと関わって、製麹時間が長いほど増加している。

B菌株を使用した泡盛の中高沸点香味成分の結果を図9に示す。製麹時間が短いほど、A菌株系の泡盛と同様に芳香成分は増加し、ミリスチン酸エチル、パルミチン酸エチル、オレイン酸エチル、リノール酸エチルの各成分は減少の傾向を示している。

製麹時間と中高沸点香味成分の結果をまとめると、A菌株、B菌株のいずれの菌株も製麹時間が短いほど芳香性の香味成分を多く生成するが、逆に高級脂肪酸エステルのミリスチン酸エチル、パルミチン酸エチル、オレイン酸エチル、リノール酸エチルの生成は少いことを示している。

官能試験の結果は、表16に示すようにA菌株系の泡盛

表16 製麹時間と製成酒の官能評価

製麹時間(時間)		30	40	50
※官能評価	A菌株	4.2	3.0	3.4
	B菌株	3.2	4.2	3.2

※評価は右記の尺度による。

1 2 3 4 5  
優 普 劣  
秀 通 悪

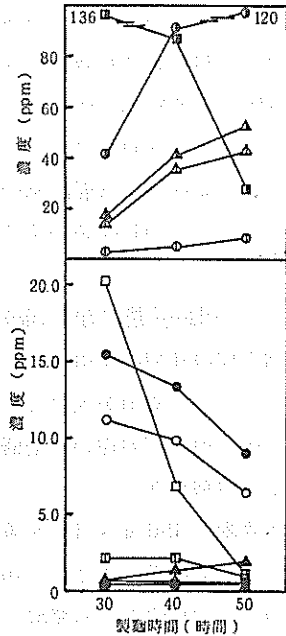


図8 製麹時間と中高沸点香味成分(A菌株系)

—○—, カプリル酸エチル; —●—, カプリン酸エチル; —△—, ペラリゴン酸エチル; —▲—, コハク酸ジエチル; —□—, 酢酸フェニルエチル; —■—, フェニル酢酸エチル; —□—, ラウリン酸エチル; —□—, β-フェニルエチルアルコール; —○—, ミリスチン酸エチル; —●—, パルミチン酸エチル; —△—, オレイン酸エチル; —▲—, リノール酸エチル

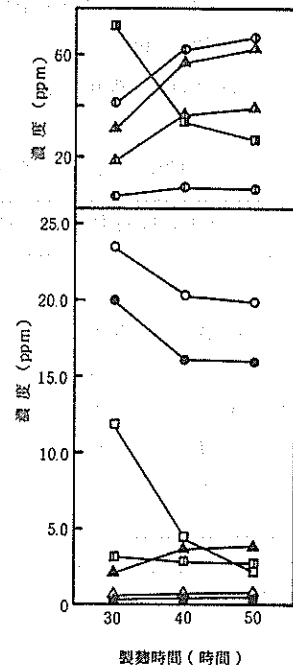


図9 製麹時間と中高沸点香味成分(B菌株系)

(注) 成分名は図8と同じ。

は製麴時間の長い50時間麴の泡盛よりも40時間麴の泡盛の方が評価は良かったが、より香味成分含有量の多い30時間麴の泡盛は極端に香味成分の含有量のバランスが異なるせいか評価は悪かった。

B菌株系の泡盛は、40時間麴の評価が最も悪く、30時間、50時間麴の評価が良好であった。これはB菌株の芳香成分の量的結果というよりも、B菌株系の泡盛の特徴香の強さの程度によるものと考えられる。

以上、香味成分と官能評価の結果から、芳香性が高く、官能評価の良好な泡盛の製麴条件は、A菌株を使用し、40時間製麴することであった。

### 3.3 接種孢子濃度が泡盛の香味成分におよぼす影響

製麴工程の種麴の使用量は、泡盛製造における管理上の大きな目安のひとつとなっており、季節や工場によって変動が大きく、麴の品質や酒質におよぼす影響は大きいものと考えられる。そこで、麴菌孢子接種濃度の違いが泡盛の香味成分にどのように影響するかを検討した。

#### 3.3.1 製麴条件

タイ碎米(450g×3)を蒸煮してA菌株について孢子濃度を① $2.3 \times 10^4/g$  - 原料米、② $2.3 \times 10^5/g$  - 原料米、③ $2.3 \times 10^6/g$  - 原料米の3条件で接種し、40時間、37℃培養後、酵母を接種して20℃、12日間もろみ発酵を行った。

#### 3.3.2 麴および発酵もろみの一般成分

接種孢子濃度を3条件に設定して培養した麴の一般成分を表17に示す。麴菌孢子接種濃度の変化は麴の品質に大きく影響をおよぼし、同一時間培養しても孢子濃度が高いほど酸度、糖化力、プロテアーゼ活性、孢子着生等の性質が強くなった。

このような性質の麴を使用してもろみ発酵後の一般成分の分析結果を表18に示す。発酵もろみのアルコール濃度は、接種孢子濃度に関係なく、18%前後の値を示す。いずれの条件でももろみ中のグルコース濃度が低いことから発酵経過は良好であることを示している。発酵もろみの芳香の官能的強さは接種孢子濃度が低いほど、明らかに香りが強く認められた。

表17 接種孢子濃度と麴の一般成分

分析項目	条件		
	原料米1g当りの孢子接種数		
	$2.3 \times 10^4$	$2.3 \times 10^5$	$2.3 \times 10^6$
出麴歩合(%)	20.5	17.7	15.9
麴水分(%)	30.2	29.0	28.3
pH	3.48	3.49	3.42
酸度(ml)	3.0	3.8	4.8
糖化力	5.1	7.7	10.5
プロテアーゼ活性	1.35	1.55	1.58
状ぼう※	+	++	+++

※ +++孢子量非常に多い、++孢子量多い、+孢子量少い

表18 接種孢子濃度ともろみの一般成分

分析項目	条件		
	原料米1g当りの孢子接種数		
	$2.3 \times 10^4$	$2.3 \times 10^5$	$2.3 \times 10^6$
アルコール濃度(%)	17.7	18.4	18.0
グルコース濃度(%)	0.36	0.43	0.41
pH	3.7	3.7	3.6
酸度(ml)	11.2	13.5	15.9
芳香強度※	+	++	+++

※ ++強い、+弱い、

#### 3.3.3 香味成分

##### (1) 低沸点香味成分

接種孢子濃度の異なる麴を使用した泡盛の低沸点香味成分は、表19に示すように孢子濃度が低い

ほどすべての香味成分が増加の傾向を示している。その増加の傾向は、高級アルコール類はゆるやかに上昇するが、酢酸エチルと酢酸イソアミルは急激に上昇する。

酢酸イソアミルの含有量を孢子濃度  $2.3 \times 10^4$  /g - 原料米と  $2.3 \times 10^6$  /g - 原料米を比較すると、孢子濃度の低いほうが8倍高い含有量を示した。

このように孢子濃度が低いほど、低沸点香味成分の含有量が多いことは発酵もろみの芳香強度の順位と一致している。

## (2) 中高沸点香味成分

接種孢子濃度と泡盛の中高沸点香味成分の含有量の関係を図10に示す。中高沸点香味成分の含有量は低沸点香味成分と同様、接種孢子濃度が低いほど芳香成分が増加する傾向を示す。著しく増加した成分は酢酸フェニールエチルで、 $10^6$  孢子数 1g - 原料米よりも  $10^4$  孢子数 1g - 原料米の方が4倍の含有量を示している。

高級脂肪酸エステルのみリスチン酸エチル、パルミチン酸エチル、オレイン酸エチルの含有量は、孢子濃度  $2.3 \times 10^5$  /g - 原料米の条件で、他の孢子濃度条件よりもやや高い傾向を示すが、孢子濃度の影響はほとんどないと考えられる。

接種孢子濃度と泡盛の香味成分の関係をまとめると、孢子濃度が低くなるにしたがって芳香性の香味成分はコハク酸ジエチルを除くすべての成分が増加しているが、ほとんど無臭の高級脂肪酸エステルは孢子濃度の影響はほとんど受けなかった。

官能評価の結果は表20に示すように、接種孢子濃度が低い芳香成分含有量の多い泡盛ほど良好な官能評価が得られている。

## 3.4 原料米の精米歩合が泡盛の香味成分に及ぼす影響

泡盛の製造工程には、現在、原料米の精米工程はなく、精米後のタイ碎米を輸入して使用している。原料米の精米処理は、清酒では酒質の

表19 接種孢子濃度と低沸点香味成分

成分名	原料米 1g 当りの孢子接種数		
	$2.3 \times 10^4$	$2.3 \times 10^5$	$2.3 \times 10^6$
① 酢酸エチル	403.4 ( $\mu\text{g}$ )	268.4 ( $\mu\text{g}$ )	232.0 ( $\mu\text{g}$ )
② n-プロピルアルコール	17.4	16.8	15.8
③ イソブチルアルコール	25.6	23.5	21.7
④ 酢酸イソアミル	128.2	31.0	17.8
⑤ イソアミルアルコール	48.2	41.9	34.8
⑥ カプロン酸エチル	8.2	5.7	5.4
合計	622.8	387.3	324.5

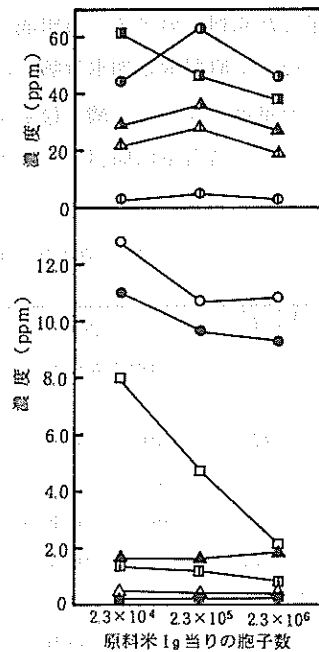


図10 接種孢子濃度と中高沸点香味成分

—○—, カプリル酸エチル; —●—, カプリン酸エチル; —△—, ペラルゴン酸エチル; —▲—, コハク酸ジエチル; —□—, 酢酸フェニールエチル; —■—, フェニール酢酸エチル; —◇—, ラウリン酸エチル; —▣—, *n*-フェニールエチルアルコール; —①—, ミリスチン酸エチル; —②—, パルミチン酸エチル; —③—, オレイン酸エチル; —④—, リノール酸エチル

表20 接種孢子濃度と製成酒の官能評価

接種孢子濃度	原料米 1g 当りの接種孢子数		
	$2.3 \times 10^4$	$2.3 \times 10^5$	$2.3 \times 10^6$
官能評価※	2.0	2.8	3.0

※ 評価は右記の尺度による。 1 2 3 4 5  
(注) A菌株を使用  
優 普 劣  
秀 通 悪

改良を目的で行われている方法である。このような原料米の精米処理を泡盛製造に適用し、泡盛の香味成分との関係を比較検討した。

### 3.4.1 原料米の処理条件

原料のタイ砕米を実験室用小型精米機で精米を行い、精米歩合の異なる3段階の原料米を調製した。精米歩合は下記の式により計算した。

$$\text{精米歩合 (\%)} = \left\{ \frac{\text{精米後の重量(g)}}{\text{精米前の重量(g)} - \text{精米碎片}^{**}(\text{g})} \right\} \times 100$$

※糠とともに含まれる 0.5 mm 以上の碎片

精米時に米粒が固いため碎片が多く生じ、精米は困難であった。精米条件は、① 52.7%、② 69.7%、③ 84.9%の3条件に設定し、対照として④無処理条件を設定した。

精米後の原料米は、水分の減少が大きいため水分値を恒温恒湿器で精米前の水分値 14.0%に加湿して水分値をそろえた。

### 3.4.2 精米した原料米のアミノ酸組成

精米処理を行った原料米を加水分解した後、遊離したアミノ酸の分析結果を表21に示す。原料米のアミノ酸含有量はグルタミン酸が最も多く、総アミノ酸量の約20%含まれている。対照の原料米と比較してアミノ酸含有量は原料米の精米歩合が低くなるにしたがってすべての成分は減少の傾向

表21 精米歩合の異なる原料米のアミノ酸組成

アミノ酸	100% (無処理)		84.9%		69.7%		52.7%	
	mg/100 (g)	構成比 (%)	mg/100 (g)	構成比 (%)	mg/100 (g)	構成比 (%)	mg/100 (g)	構成比 (%)
1 アスパラギン酸	869	9.42	576	9.66	616	9.49	580	9.31
2 スレオニン	341	3.70	255	3.64	234	3.60	225	3.61
3 セリン	496	5.38	377	5.38	338	5.21	324	5.20
4 グルタミン酸	1,823	19.77	1,349	19.27	1,245	19.18	1,196	9.19
5 プロリン	460	4.99	341	4.87	317	4.88	305	4.89
6 グリシン	430	4.66	327	4.67	298	4.59	285	4.57
7 アラニン	563	6.10	416	5.94	382	5.89	369	5.92
8 シスチン	130	1.40	73	1.33	87	1.34	89	1.43
9 バリン	514	5.57	413	5.90	383	5.90	351	5.63
10 メチオニン	208	2.26	184	2.63	181	2.79	124	2.00
11 イソロイシン	371	4.02	298	4.26	272	4.19	253	4.06
12 ロイシン	767	8.32	579	8.27	539	8.30	515	8.27
13 チロシン	368	3.99	312	4.46	280	4.31	218	4.78
14 フェニルアラニン	472	5.12	353	5.04	321	4.95	327	5.25
15 ヒスチジン	267	2.90	194	2.77	201	3.10	183	2.94
16 リジン	303	3.29	214	3.06	194	2.99	240	3.85
17 アルギニン	840	9.11	620	8.86	603	9.30	567	9.10
合計	9,222	100	7,001	100	6,491	100	6,231	100

を示す。これは原料米の表層に多く含まれているアミノ酸が精米処理によって除去されたからと思われた。

アミノ酸の構成比は精米条件が変わっても極端な差は認められなかった。

### 3.4.3 製麴条件

精米歩合の異なる4条件のタイ碎米を同一条件で蒸煮後、A菌株を37℃、40時間培養した麴に、酵母を接種して20℃、12日間もろみ発酵を行った。

### 3.4.4 麴および発酵もろみの一般成分

精米条件の異なる原料米にA菌株を培養した麴の一般成分の分析結果を表22に示す。各麴の一般成分を比較すると、麴水分はほぼ同じ値を示すが、精米歩合が低くなるにしたがって酸度、糖化力、プロテアーゼ活性の性質が弱くなっており、最も良好な生育を示した無処理区の麴は一般成分の値が大きい。

このような麴に酵母を接種して発酵させたもろみの一般成分の分析結果を表23に示す。無処理条

表22 精米歩合の異なる麴の一般成分

分析項目	精米歩合(%)			
	52.7	69.7	84.9	100
出麴歩合(%)	21.5	19.9	19.8	16.9
麴水分(%)	31.8	31.3	29.7	31.3
pH	3.37	3.47	3.47	3.45
酸度(ml)	3.0	3.1	3.2	3.7
糖化力	3.7	4.7	5.7	6.6
プロテアーゼ活性	0.96	1.15	1.20	1.28
状ぼう※	+	+	+	+

表23 精米歩合と発酵もろみの一般成分

項目	精米歩合(%)	52.7	69.7	84.9	100
アルコール濃度(%)		16.3	16.6	17.1	17.8
グルコース濃度(%)		0.77	1.09	0.27	0.41
pH		3.55	3.60	3.60	3.64
もろみ酸度(ml)		12.1	12.4	12.8	14.2
芳香強度※		卍	卍	卍	+

※ 卍>卍>卍>+の順に強い。

※ 卍 孢子量多い、+ 孢子量少ない

件から精米歩合52.7%にかけて精米歩合が低下するに伴って、発酵が緩慢になりアルコール濃度の低下が認められ、グルコース濃度は高くなる傾向を示している。4条件の発酵もろみは官能的に異臭や異常は認められなかったので、順調な発酵経過を示していると思われた。

各もろみの芳香強度は、対照の無処理条件のもろみと比較して精米歩合が低いほど強い芳香を示した。

### 3.4.5 香味成分

#### (1) 低沸点香味成分

精米条件の異なる原料米で製造した泡盛の低沸点香成分の含有量を測定した結果を表24に示す。精米処理を行った原料米の泡盛の低沸点香味成分は、対照の無処理の泡盛に比べて高級アルコール類の含有量はそれほど差はないが、エステル類の酢酸エチル、酢酸イソアミル、カプロン酸エチル

の含有量は著しく増加している。対照の原料米無処理の泡盛と精米歩合 52.7% の泡盛を比較すると、精米歩合 52.7% の泡盛は無処理原料米よりも、酢酸エチルが 2.3 倍、酢酸イソアミルが 5 倍、カブロン酸エチルが 1.9 倍の含有量を示している。しかし、精米歩合 69.7% と 84.9% の低沸点香味成分含有量はほとんど同じ値である。

表24 精米歩合と低沸点香味成分

成分名	精米歩合(%)	52.7	69.7	84.9	100
① 酢酸エチル		558.5 ( $\mu\text{g}$ )	485.7 ( $\mu\text{g}$ )	477.1 ( $\mu\text{g}$ )	239.9 ( $\mu\text{g}$ )
② n-プロピルアルコール		22.0	22.1	24.7	15.9
③ イソ-ブチルアルコール		29.3	20.3	24.8	23.1
④ 酢酸イソアミル		153.2	97.5	96.7	30.4
⑤ イソアミルアルコール		47.1	33.5	39.2	34.5
⑥ カブロン酸エチル		13.6	13.0	12.7	7.2
合計		776.6	672.1	675.2	351.0

(2) 中高沸点香味成分

図11は中高沸点香味成分の含有量を測定した結果である。中高沸点香味成分の含有量は、低沸点香味成分の傾向と同様に精米歩合が低下するにつれて芳香性エステル成分が増加する。カプリル酸エチル、カプリン酸エチルは直線的に増加し、酢酸フェニールエチルの増加はゆるやかである。

精米歩合 52.7% の条件では原料米無処理の泡盛と比較して、カプリル酸エチルは 2.2 倍、カプリン酸エチルは 1.4 倍、酢酸フェニールエチルは 2.4 倍の含有量を示している。 $\beta$ -フェニールエチルアルコールや高級脂肪酸エステル類の含有量は、原料米無処理条件よりもすべて減少している。このように $\beta$ -フェニールエチルアルコールや高級脂肪酸エステル類の含有量が原料米無処理条件よりも低いのは、香味成分の前駆物質のフェニールアラニンや高級脂肪酸が、精米処理によって除去されたものと推察できる。

以上の結果から原料米の精米処理は、泡盛酒質の芳香性香味成分の生成に大きな効果が認められ、精米歩合 84.9% でも低沸点香味成分中高沸点香味成分の芳香成分の増加がみられる。

表25はこのような精米処理条件の異なる泡盛の官能評価の結果である。精米処理を行った原料米の泡盛は芳香性が高く、その評価は無処理原料米の泡盛よりもすべて良好な結果を示している。

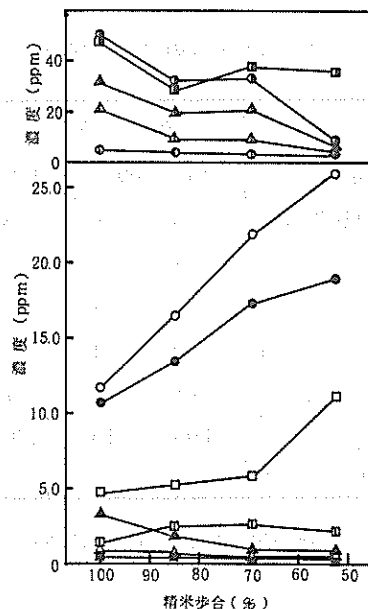


図11 精米歩合と中高沸点香味成分

○—, カプリル酸エチル; ●—, カプリン酸エチル; △—, ペラルゴン酸エチル; ▲—, コハク酸ジエチル; □—, 酢酸フェニールエチル; ■—, フェニール酢酸エチル; ▢—, ラウリン酸エチル; ▣—,  $\beta$ -フェニールエチルアルコール; ○—, ミリスチン酸エチル; ○—, パルミチン酸エチル; △—, オレイン酸エチル; ▲—, リノール酸エチル

表25 精米歩合と製成酒の官能評価

精米歩合(%)	52.7%	69.7%	84.9%	100%
官能評価※	2.2	2.4	2.4	2.8

※ 評価は右記の尺度による。  
 1 2 3 4 5  
 優 普 劣  
 秀 通 劣  
 秀 通 劣



## 4 結 言

泡盛の製造条件と製品の低沸点香味成分および中高沸点香味成分、主として芳香成分の生成量の関係を検討した結果、泡盛の香味成分含有量は、製造条件を変えることによって大きく変動することが明らかになった。すなわち、泡盛工場で使用されている種麴から分離した性質の異なる2種類の麴菌を使用して、もろみ発酵温度、製麴時間について、A菌株はさらに接種孢子濃度および精米条件の各種条件で検討したところ、芳香成分含有量の多い泡盛を製造する条件としては、A菌株、B菌株とも発酵温度をできるだけ低くして20℃で、製麴時間は30時間、接種孢子濃度は低くして $2.3 \times 10^4/g$  - 原料米とするのが良い結果を示した。逆に芳香成分の生成を抑制するためには発酵温度30℃、製麴時間50時間、接種孢子濃度はできるだけ高くして泡盛製造を行うことである。

各種の条件で得られた泡盛の官能評価の結果から、B菌株を使用した泡盛はA菌株を使用した泡盛と比較して香味分量に関係なく評価は悪かったが、A菌株を使用した泡盛は短時間製麴の泡盛を除いて、芳香成分含量が多いほど官能評価が良好であった。

原料米の精米処理は泡盛の品質改良に有効であることが確認され、精米歩合84.9%の条件でも、製造した泡盛は香味が良好であった。

これらの結果を実際の現場に応用する場合、製造条件をコントロールして芳香成分を多量に生成させることは、既存の設備で十分可能であるが、麴の一般成分やもろみ発酵温度条件の結果からわかるように麴酸度や発酵温度が低い場合は微生物汚染防止のための補酸を行うなど、製麴工程、もろみ発酵工程の微生物管理には十分注意する必要がある。

また、泡盛の原料米の精米処理は芳香性の高い泡盛の製造に十分効果があるが、泡盛酒質の設計と製造コストとの関係を考慮して精米工程の導入の検討が必要である。

最後に、本研究を実施するにあたり、種々御助言、御指導をいただきました微生物工業技術研究所 太宰甫朗応用技術部長、鈴木英雄微生物応用部長、並びに中小企業庁、沖縄総合事務局の関係者各位に厚く謝意を表します。

本研究は、昭和59年度技術開発研究費補助事業、共同研究「特産蒸留酒の品質向上に関する研究」の分担課題として、実施したものである。

## 文 献

- 1) 玉城武、忍頂寺晃嗣、今村利久、原田哲夫：醸協、76-1 (1981) 59
- 2) 金子勝芳、今井徹・片山脩：日食工誌、27-8 (1980) 407
- 3) 西谷尚道：醸協、78-6、(1983) 435
- 4) 日本醸造協会編、新版・醸造成分一覽 (日本醸造協会、1977) 155
- 5) 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編、食品分析法 (光琳、1982) 492
- 6) 注解編集委員会編、第三回改正国税庁所定分析法注解 (日本醸造協会、1974) 212

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。