

糖化後発酵法による泡盛の製造に関する研究

食品室 照屋比呂子

知花寛

田村博三

赤嶺欣哉

1. はじめに

従来の泡盛発酵方式である並行複発酵に変わり、糖化とアルコール発酵を分離した発酵形成、いわゆる糖化後発酵による泡盛の製造を試みるにあたり、前年度はその基本的な泡盛麴の糖化条件の検討及び糖化後発酵泡盛の試験醸造を実施した結果、泡盛麴の糖化条件については、最適糖化温度は55°Cであること、最適pH条件は、pH3.5~4.0であること、また試験醸造した糖化後発酵泡盛の品質については、対照の常法による泡盛と比べ、酸度が高く、OD²⁰値の高い泡盛が得られ、その香味は蒸留直下では特異な糖化もろみ臭もあったが、独特の甘香があり、酒質の多様化の面でかなり興味深い結果が得られた。反面、課題としては、糖化効率の向上及び高濃度発酵があげられた。

本年度は、これらの結果に基づき、糖化条件の更に詳細な検討及び糖化酵素剤併用による糖化条件の検討、高濃度仕込による試験醸造、泡盛酵母菌の他にワイン酵母など各種酵母菌による糖化後発酵泡盛の試験醸造を行い、その酒質等の検討を行った。

2. 試験方法

2. 1 実験材料

1) 泡盛麴

供試泡盛麴は8月の工場出麴で、これを冷凍保存して使用の都度解凍して用いた。その酵素分析結果は糖化力13.3であった。

2) 供試酵母菌株

実験の多くは沖工試保存泡盛酵母菌7087株(A2タイプ)を用いた。酵母菌別試験醸造では、7087株のほかにワイン酵母5005株、アルコール酵母5012株、タイ酒酵母7065株、泡盛酵母7012株(E5タイプ)を使用した。

3) 使用酵素

糖化酵素としてAspergillus sp.K-27起源の生デンプン分解酵素DABIASETMK-27(ダイキン工業社製)及び耐酸性糖化酵素剤FA-89-1(三共株式会社製)を使用した。

2. 2 糖化方法

麴米の外観と糖化の難易の関係を検討するために、孢子着生麴米と孢子非着生麴米とにより分けて、次の試験を行った。

1) 所定量の麴米を孢子着生麴米と孢子非着生麴米によりわけて孢子非着生麴米はステンレス網に包んで、孢子着生麴米と混ざらない状態で糖化を行う。

- 2) 胞子着生麴米のみを所定量について糖化を行う。
- 3) 胞子非着生麴米のみを所定量について糖化を行う。
- 4) 麴米をより分けずに糖化を行う。

の各方法について、更にそれぞれ表1に示すように汲水歩合143%、250%、糖化温度55℃で糖化を行った。対照として常法による泡盛の発酵試験を行い、デンプンの消化状態等を比較した。

酵素添加による糖化条件の検討については、使用した酵素剤、生デンプン分解酵素K-27及び耐酸性糖化酵素FA-89-1について、単独または複合で温度条件、pH条件及びその添加量について検討した。加熱処理による糖化試験については、汲水歩合167%、糖化温度55℃で20時間又は40時間の糖化を行い、その後沸騰湯煎で30分加熱後、供試2種の酵素剤をそれぞれ0.05、0.1、0.5%添加して糖化結果を比較した。

表1 胞子着生麴米、胞子非着生麴米の糖化試験方法（対照：常法泡盛）

試験区	糖化麴米の状態	汲水歩合
1	胞子着生麴米はそのまま 胞子非着生麴米（ステンレス網で包む）	143%
2	胞子着生麴米はそのまま 胞子非着生麴米（ステンレス網で包む）	250%
3	胞子着生麴米	143%
4	胞子着生麴米	250%
5	胞子非着生麴米	250%
6	麴米（より分けしないもの）	143%
7	麴米（より分けしないもの）	250%
8	常法泡盛発酵（対照）	170%

2. 3 発酵試験

- 1) Bx29.0の泡盛麴糖化液150mlに、グルコースを0.0、0.3、2.7、4.0、5.3%加え、酵母菌7087株を6%麦芽汁液に前培養したものを糖化液の2%相当量添加して発酵を行い、高濃度発酵の可能性を検討した。
- 2) 泡盛麴に対し汲水歩合167%、酵素剤K-27、FA-89-1各1%を加え55℃で糖化を行い、2日目にミキサーで糖化液中の麴米を破砕し、更に2日間糖化して得たBx33の糖化液を、固形物の含有のものと及び固液分離した糖化液各々200mlを試料とした。各々の糖化液にグルコース2%添加及びBx33、Bx28、Bx24に希釈して濃度別試料を調整し、前項と同様に前培養した酵母液1.5%を加え、発酵経過及びアルコール収得量を検討した。更にこれらの全試験区に対して、発酵の効率化を期待して製糖副産物スカム（浮滓）を添加して、発酵を行い、発酵経過及び高濃度仕込の可能性を検討した。

なお、スカムの分析値はBx24.0、全糖21.4%、直糖1.7%、pH5.0であった。（スカムとは、甘しょ粗汁を清浄タンク内で沸騰するときに浮かぶ泡をすくい取るか、傾斜法で補集したものであ

る)

また、6%麦芽汁に7087株を前培養した酵母数は $0.79\sim 0.92\times 10^8/ml$ であった。

2. 4 試験醸造

1) 低濃度仕込・高濃度仕込

アルコール分45%前後の泡盛を得るために、繰り返し2度の蒸留が必要な低濃度仕込と1回蒸留で必要濃度が確保できる高濃度仕込を行い、発酵経過及び酒質を比較検討した。仕込割合及び泡盛麴を55°Cで5日間糖化して得られた発酵原液のBxを表2に示した。なお、酵母はワイン酵母5005株を使用した。

表2 試験醸造の仕込方法(対照:常法泡盛)

試験区	麴	水	汲水歩合	糖化後のBx	備考
1	2.8Kg	4.0ℓ	143%	32.0	
2-1	1.4	4.5	321	18.6	
2-2	1.4	4.5	321	18.6	
3	2.4	3.4	142	—	常法泡盛

2) 酵母別試験醸造は、2. 3-2) 項と同様に泡盛麴を糖化し、二重ガーゼ布で搾汁して得たBx 33の糖化液5.35ℓ(原料麴使用量2.4kg)の4本について泡盛酵母7087株(A2タイプ)、ワイン酵母5005株、アルコール酵母5012株、泡盛酵母7012株(E5タイプ)とタイ酒酵母7065株の2菌複合使用で4試験区の試験醸造を実施した。なお、対照として泡盛常法仕込を原料麴2.4kg、汲水歩合142%(麴に対し)、酵母菌7087株で実施した。酵母菌はそれぞれ麦芽汁6%液に2日間培養して加えた。

2. 5 分析法

- 1) 麴の糖化率及びOD⁵⁴⁰、製成酒の分析方法等は前報に準じた。
- 2) 全グルコース量は試料糖液を酸加水分解したものを、また直接グルコース量はそのままシュガーアナライザー(日科機:YSI-27型)で分析した結果で示した。
- 3) 試験泡盛の香気成分の分析は、試料をアルコール分20%に調整し、ヘッドスペース法によるガスクロマトグラフィーにより測定した。ガスクロマトグラフおよびカラムは、島津製作所製HSS-2B、GC-14A型(FID)でキャピラリーカラムCBP20-S25-050(25m×0.33mm)を用い、分析条件はバイアル温度140°C、保温時間20分、初期温度50°C、初期温度保持時間5分、最終温度240°C、昇温速度10°C/分で行った。

2. 6 官能試験

官能試験は、試験泡盛原酒について、パネラーとして研究員4名、5点法で評価した。

3. 結果と考察

3. 1 糖化率の検討

1) 孢子着生麴米、孢子非着生麴米の糖化試験(対照:常法泡盛発酵)

泡盛麴米を最適温度、最適pH条件で糖化しても、なお生米粒状の未糖化麴米が観察されたので、試料の泡盛麴米に約12%混在している孢子非着生麴米をより分けて、孢子着生麴米との糖化状態を比較した。麴米中の孢子着生麴米のみをステンレス網包としたもの及び孢子着生、非着生麴米をそれぞれ別々に糖化した結果について、糖化液の分析結果を表3（3-1）に、泡盛麴の糖化状態を表3（3-2）に、その検鏡写真を写真1～3に示した。これらの結果で観察されるように糖化液では孢子の着生の有無にかかわらず糖化されない麴米が明確な米粒状で残存した。孢子着生・非着生麴米の未糖化米をすりつぶして検鏡観察したところ、写真1、2に見るように米デンプン粒が明確に認められた。泡盛麴は孢子着生の有無にかかわらず糖化されない麴米が残留し、麴米の見かけの状貌では、糖化の難易は区別できなかった。

麴米の糖化に対し、常法の泡盛熟成もろみ中の麴米は写真3で観察されるようにデンプンはよく消化されて不定形となり、そのすりつぶした検鏡結果でも、デンプン粒は見あたらなかった。

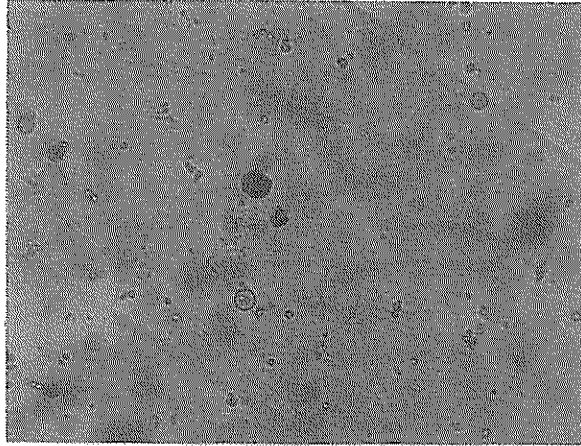
これらの結果から、泡盛麴の全麴糖化における難糖化性を解消するため、酵素剤の併用を試みることにした。

表3 孢子着生麴米、孢子非着生麴米の糖化試験結果（対照：常法泡盛）
（3-1）糖化液の分析結果

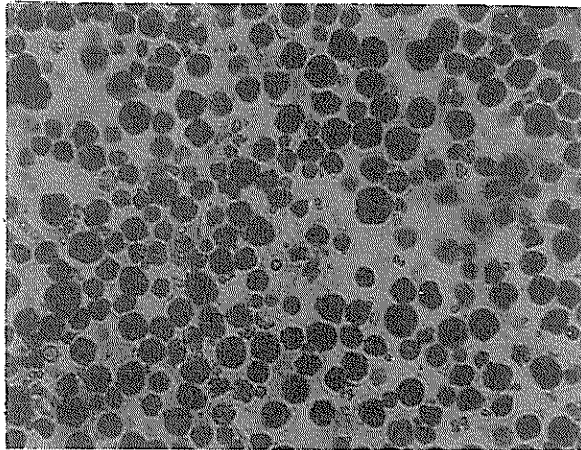
試験区	糖化麴米の状態	Bx	全糖	還元糖	糖化率
1	孢子非着生麴米はステン網包	34.5	34.8%	27.8%	79.7%
2	同上	24.6	22.7	20.7	91.2
3	孢子着生麴米のみ	34.7	32.6	29.4	90.2
4	同上	23.8	21.6	20.2	93.5
5	孢子非着生麴米のみ	27.6	26.0	25.3	97.3
6	麴米（より分けしない）	33.0	31.8	28.5	89.6
7	同上	23.8	20.8	19.9	95.7
8	常法泡盛発酵（対照）	—	0.9	0.2	—

（3-2）泡盛麴の糖化状態の観察

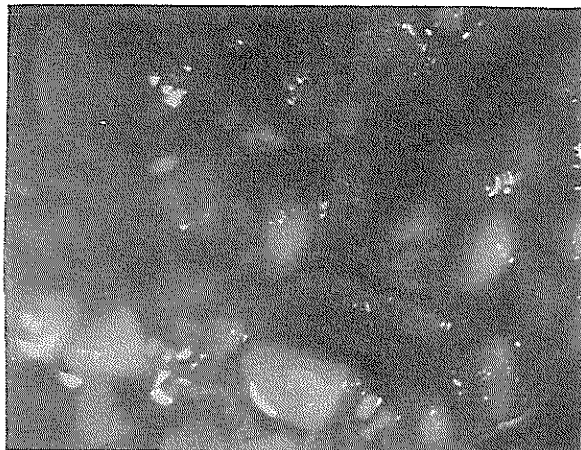
試験区	実体顕微鏡（10×1.5）	顕微鏡（15×40）
1	孢子着生の有無に関わらず未糖化麴米残る	
2	同上	
3	写真（3・1）糖化後の麴米の性状	写真（3・2）未糖化麴米のデンプン粒 （3・3）糖化麴米のデンプン粒 無
4		
5	写真（5・1）糖化後の麴米の性状	写真（5・2）未糖化麴米のデンプン粒 （5・3）糖化麴米のデンプン粒 無
6		
7		
8	写真（8・1）常法泡盛熟成もろみ中の麴米の性状	写真（8・2）泡盛熟成もろみにデンプン粒無



試験区(3・3)糖化麴米のデンプン粒無

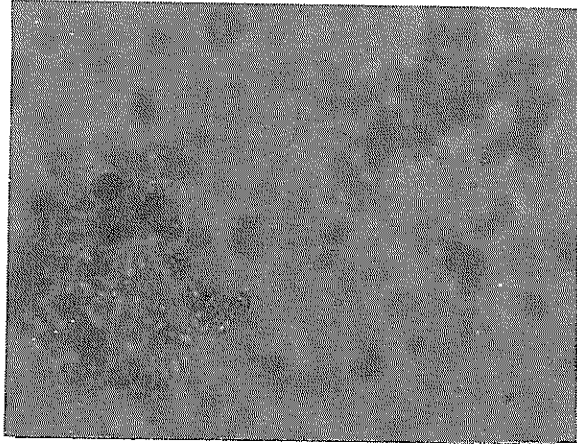


試験区(3・2)未糖化麴米のデンプン粒

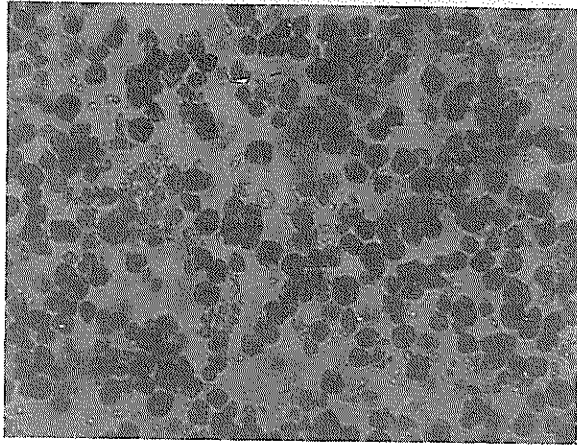


試験区(3・1)糖化後の麴米の性状

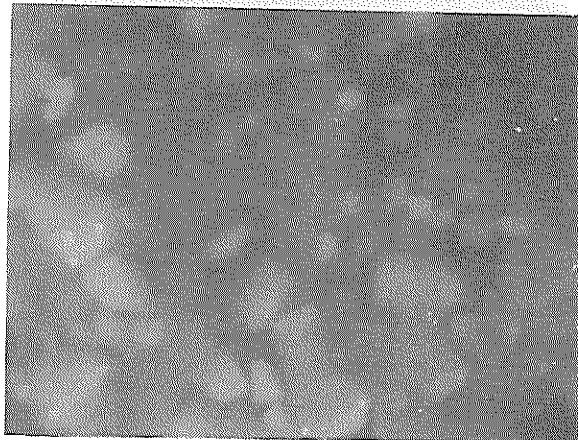
写真1 胞子着生麴米の糖化状態



試験区(5・3)糖化麴米のデンプン粒無

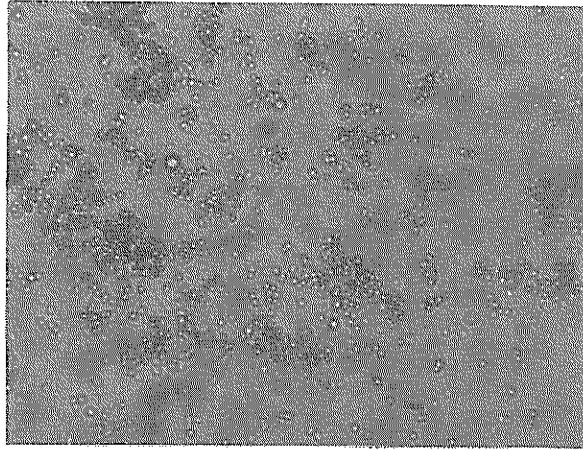


試験区(5・2)未糖化麴米のデンプン粒

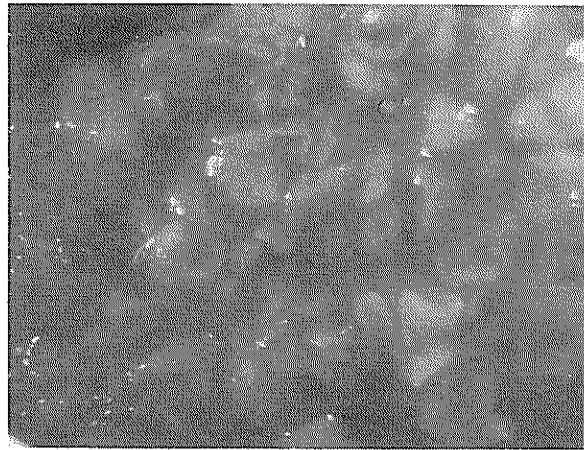


試験区(5・1)糖化後の麴米の性状

写真2 孢子非着生麴米の糖化状態



試験区（8・2）泡盛熟成モロミにデンプン粒無



試験区（8・1）常法泡盛熟成モロミ中の麴米の性状

写真3 泡盛熟成モロミ中の麴米の消化状態

2) 酵素添加による糖化試験

イ. 泡盛麴の糖化における酵素剤の種類とpH条件

供試の2種類の酵素剤K-27とFA-89-1についてpHを調整して糖化試験を行った結果を図1に示す。糖化温度は55°Cで行ったが、K-27は45°Cについても試験した。結果はK-27のpH4付近、55°C糖化が最大値を示した。なお、pH4の試験区は、本供試麴のpH無調整区であり、以下の実験ではpH無調整で行うこととした。

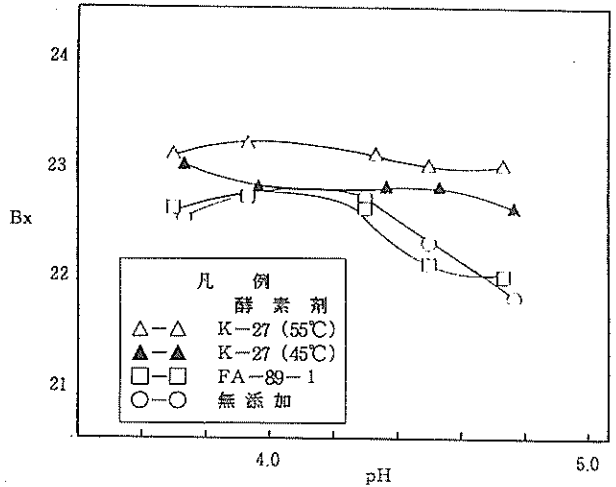


図1 泡盛麴の糖化における酵素剤の種類とpH条件

ロ. 酵素剤K-27の糖化温度と酵素量

酵素剤K-27の添加量と55℃、60℃における糖化後のBx値を図2に示した。糖化温度は55℃が良好だった。酵素の添加量は、0.06%と0.12%では大差はなかった。以下糖化温度は55℃で行うこととした。

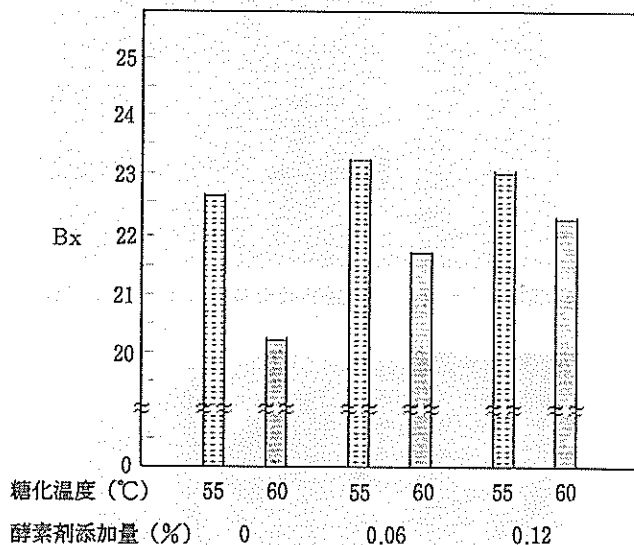


図2 酵素剤 (K-27) の添加量と糖化温度

ハ. 酵素剤の種類とその使用量

酵素剤K-27、FA-89-1の単独または2種混合による糖化において、使用量0.4、0.6、0.8、1.0%で糖化した結果を表4に示した。酵素剤は単独ではK-27が糖化力が良好で、更にK-27とFA-89-1の併用ではK-27単独より良いという傾向を示した。酵素剤の使用量については、わずかずつではあるが使用量の多いほど良い傾向を示した。

表4 酵素剤の種類及び使用量と糖化結果

酵素の種類	使用量 (%)				吸水歩合 (%)
	0.4	0.6	0.8	1.0	
k-27	Bx 29.0	29.4			188
FA-89-1	Bx 27.6	27.8			
k-27	Bx 29.4	29.6	30.1	29.8	167
FA-89-1	直Glu. 25.0	24.3	24.1		
k-27	Bx 31.3	31.4	31.7		167
FA-89-1	直Glu. 25.1	26.7	26.0		

直Glu: 直接グルコース量

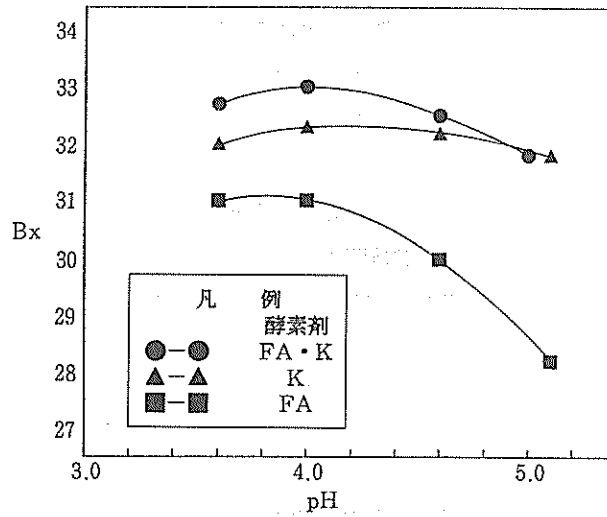


図3 泡盛麴の糖化における酵素剤の利用方法とpH条件

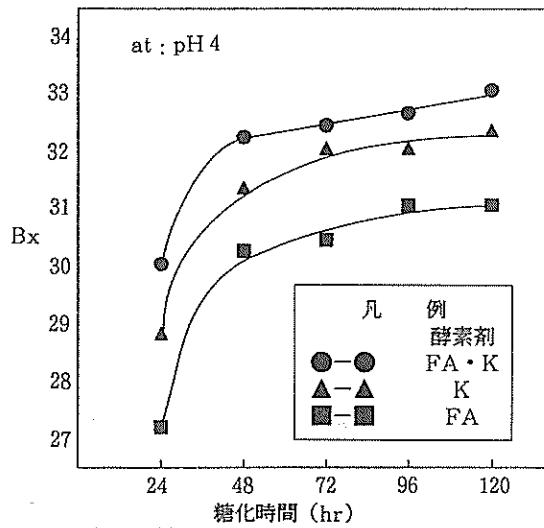


図4 泡盛麴の糖化における酵素剤の種類と糖化時間

ニ. 泡盛麴の糖化における酵素剤の使用方法和pH条件

前項までの結果にもとずき、酵素剤の単独または2種併用による糖化試験をpH条件3.5~5.0の範囲で酵素の使用量各1%について再検討した。酵素の種類とpH条件による糖化結果を図3に、その糖化時間を図4に示した。前項までの試験と同様に酵素剤は2種の併用、pH条件はpH無調整区のpH4.0が最もよかった。また、糖化時間については、難糖化性の麴米が徐々に分解されるためか、約5日間も要した。泡盛麴の糖化時間の短縮及び糖化率の向上のためには、最適酵素剤の選択及び他の酒造米の糖化において効果が報告されているセルラーゼやプロテアーゼの利用も検討が必要と考えられる。また、ジャポニカ米の構成デンプンとその消化性に関して酵素作用の初期にはアミロース含量の低いデンプンが消化性は高くなる傾向が見られるとの報告²⁾もあり、

泡盛麴の原料インディカ米のデンプン構造や、更にその麴米の老化の速度が難糖化性に関与すると考えられ、その効率化のためには、なお多くの検討が必要である。ちなみにインディカ米のアミロースは27～31%、ジャポニカ米は17～27%である。

ホ. 加熱処理と糖化

泡盛麴米のデンプンが製麴中にかなりβ化していると推定されたので、糖化の途中で加熱処理を加味する実験を行った。すなわち、20時間または45時間、55℃で糖化を行い、その後30分間沸騰湯煎し、55℃まで冷却して、酵素剤K-27、FA-89-1をそれぞれ0.05、0.1、0.5%ずつ加えて、その後55℃で糖化を行い、1時間毎にBxを測定した。表5にその結果を示した。20時間糖化後、30分間の湯煎処理し、冷却後、供試両酵素を0.5%ずつ加えて、続いて55℃で2時間の糖化の試験でほぼ満足すべき結果が得られた。

表5 加熱処理と糖化結果

	20hr糖化 (55℃)	沸騰湯煎 ----→ (30分)	酵素添加 ----→ K, F A	1hr後 --→ (55℃)	2hr後 --→ (55℃)		
1	Bx 24.0		添加量 (%) 0.05	Bx 29.4	Bx 31.5	直Glu. 23.8	
2	24.0		0.10	29.8	31.5	24.0	
3	24.0		0.50	30.8	32.0	25.9	
	40hr糖化 (55℃)	沸騰湯煎 ----→ (30分)	酵素添加 ----→ K, F A	1hr後 --→ (55℃)	2hr後 --→ (55℃)	3hr後 --→ (55℃)	
4	26.0		添加量 (%) 0.05	Bx 30.0	Bx 30.2	Bx 30.8	直Glu. 23.3
5	26.0		0.10	30.0	30.8	31.0	25.2
6	26.0		0.50	31.4	31.4	31.6	27.3
7	糖化(55℃)-----→				26.2	27.0	20.2

直Glu: 直接グルコース量 (g/100ml)

3. 2 高濃度発酵の検討

従来の泡盛の発酵方式である並行複発酵では、原料米のデンプンがゆっくりと糖化されていくために糖濃度が低く保たれ、酵母はその基質阻害をさけて最終的に高エタノール生成を可能にしている。糖液原料から高濃度エタノールを得ることは本研究の要点となる課題である。

高濃度発酵の可能性を検討するために、糖化液 (Bx29) に0～5.3%の範囲でグルコースを添加して発酵試験を試みた。発酵経過を図5に発酵後のもろみ分析結果を表6に示した。発酵経過から糖濃度の高いほど発酵期間が長くなる傾向が見られた。アルコールの生成はグルコース5.3%添加の試験区が最も高く、16.3%が得られたが、一方残糖も多かった。

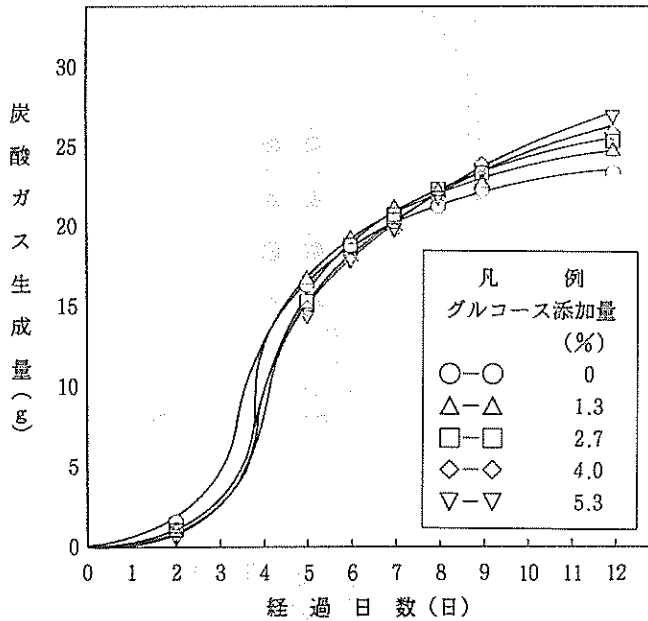


図5 糖化液のGlucose添加による発酵経過

表6 グルコース添加試験における熟成もろみの分析結果

	グルコース添加量 (%)	全グルコース量 (g/100ml)	直接グルコース量 (g/100ml)	アルコール分 (%)
1	0.0	0.45	0.05	14.6
2	1.3	0.44	0.07	15.0
3	2.7	0.61	0.10	15.7
4	4.0	0.82	0.23	16.0
5	5.3	1.11	0.34	16.3
発酵原液 Bx29.0		24.75	20.1	—

3. 3 濃度別発酵試験

糖化期間の途中で麴米の破碎処理を行った糖化液の固形物含有のもの及び希釈により濃度を変えて発酵試験を行った。更にそれらの試験区に製糖副産物スカムを添加して比較検討した。固形物含有糖化液と同スカム添加の発酵経過を図6に、固液分離糖化液と同スカム添加の発酵経過を図7に

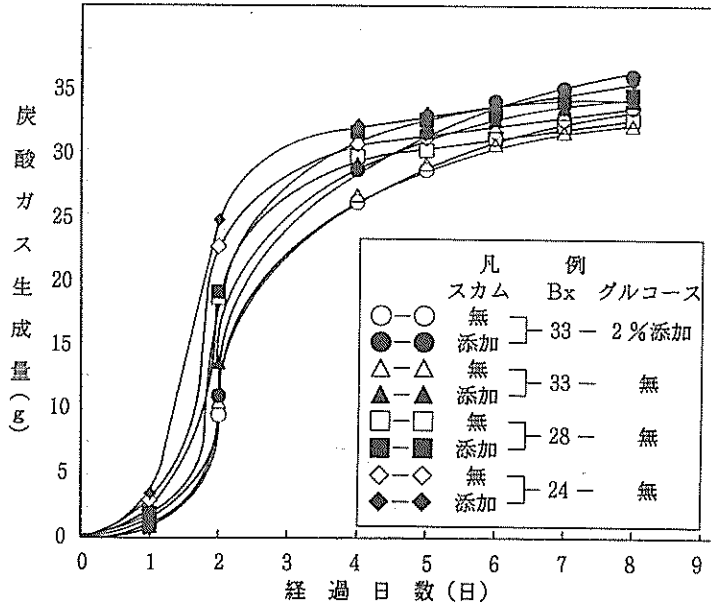


図6 麴米破碎糖化液（固形物含有）の発酵経過

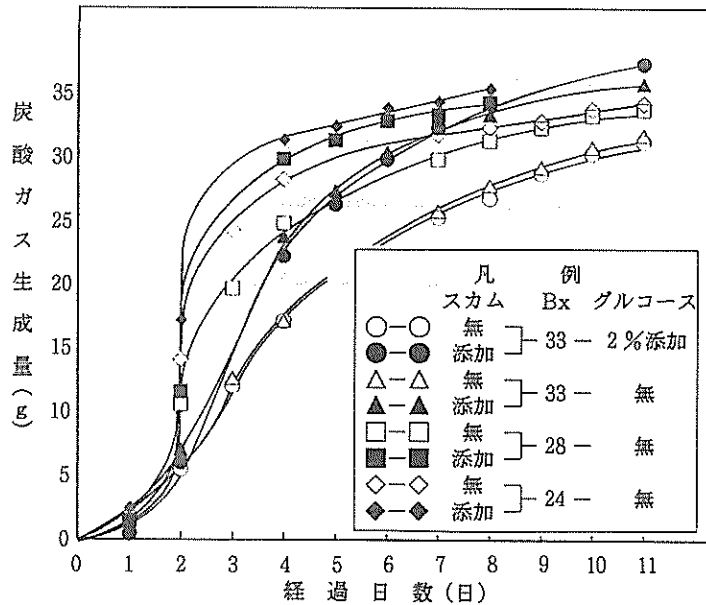


図7 麴米破碎糖化液（固液分離）の発酵経過

示した。糖液を発酵するとき、何らかの固形物があった方が良好といわれ、活性炭、米粉等の添加によるもろみ日数の短縮等その効果を示す報告³⁾も見られる。図6の固形物含有糖化液の発酵経過は、その固形物効果と残留デンプンの含有も考えられるが、スカム添加がない試験区でも良好な発酵経過を示した。

固液分離の試験区では、特に無添加では発酵経過の悪い高濃度の試験区（Bx33と同2%グルコース添加）で発酵速度の促進などスカムの添加効果が認められた（図7）。

表7 濃度別発酵試験

糖化液の調整		スカム添加 無				スカム添加10%		
固形物含有	Bx グルコース添加	7%コ-リ分 (%)	直Glu. (g/100ml)	EDMの7%コ-リ量(ml)	回収率 (%)	7%コ-リ分 (%)	直Glu. (g/100ml)	EDMの7%コ-リ量(ml)
		33 2%	17.1	0.17	34.2		17.9	0.10
	33 無	16.0	0.10	31.5	100	17.0	0.07	37.2
	28 無	15.0	0.04	36.6	116	14.7	0.04	38.2
	24 無	11.3	0.04	30.3	96	12.7	0.04	35.7
固液分離	33 2%	16.3	1.38	33.4		17.6	0.27	38.0
	33 無	15.6	0.97	31.2	100	16.6	0.19	35.0
	28 無	14.5	0.22	33.1	106	14.9	0.10	37.4
	24 無	12.7	0.07	34.5	111	13.0	0.08	36.4

直Glu : 直接グルコース量

発酵後のアルコール分の分析結果及びその回収率を検討した結果を表7に示した。最もアルコール分の高かった試験区は、固形物含有糖化液の2%グルコース添加区で、17.9%が得られ、これは平均的泡盛工場の熟成もろみのアルコール分と大差ない値である。

アルコール回収率をスカム無添加の試験区で検討した結果は、固形物含有糖化液の成分無調整のBx33の試験区を100とした場合、Bx28の試験区が116となり、やや濃度が低い方が良好という結果を得た。アルコール回収率と発酵原液の濃度の関係については、スケールアップにより更に検討が必要である。また、糖化液の固液分離については、バイオリクターやバッチ発酵などその用途に応じた固形物の残存度合を考慮して検討することが必要と考えられた。

3. 4 試験醸造

1) 高濃度仕込、低濃度仕込

泡盛麹糖化液のBx32.0とBx18.6を発酵原液として、高濃度仕込と低濃度仕込を行い発酵経過及び酒質を検討した。表8に試験醸造の結果を示した。高濃度仕込においてもアルコール分16.0%が生成し、1回の蒸留でアルコール分44.7%の原酒が得られた。酵素剤を使用していないので麹

表8 試験醸造結果

(8-1) 熟成もろみ分析結果

試験区	pH	酸度	アルコール分
1	3.81	14.1 ml	16.0%
2-1	3.72	8.5	9.4
2-2	3.66	7.9	9.4
3	3.96	11.9	19.5

(8-2) 蒸留結果

No.	製成酒採取量	アルコール分	取得量 (麹1Kg当り)
1	1.7 l	44.7%	271 ml
2	1.9	45.1	306
3	2.0	46.6	388

の糖化率が悪く、固形物からの糖分の回収も行っていないので、原料利用率は常法と比べかなり悪いが、本試験では高濃度発酵が可能となったことが明らかとなり、以後の試験は、蒸留作業が1回で完了できる高濃度仕込で実施することとした。

2) 酵母別試験醸造

泡盛酵母7087株 (A2タイプ)、ワイン酵母5005株、アルコール酵母5012株、タイ酒酵母7065株と泡盛酵母7012株の併用による試験醸造の発酵経過を常法泡盛のそれと共に図8に示した。酵母別ではワイン酵母が発酵初期速度が早く、発酵結果も他の酵母よりややよい傾向を示した。

酵母別試験醸造の蒸留結果を表9に示した。アルコール取得量を見ると、常法泡盛を100とした場合、ワイン酵母5005株が97.8%、次いで泡盛酵母7087株が96.1%と高い取得量を示した。

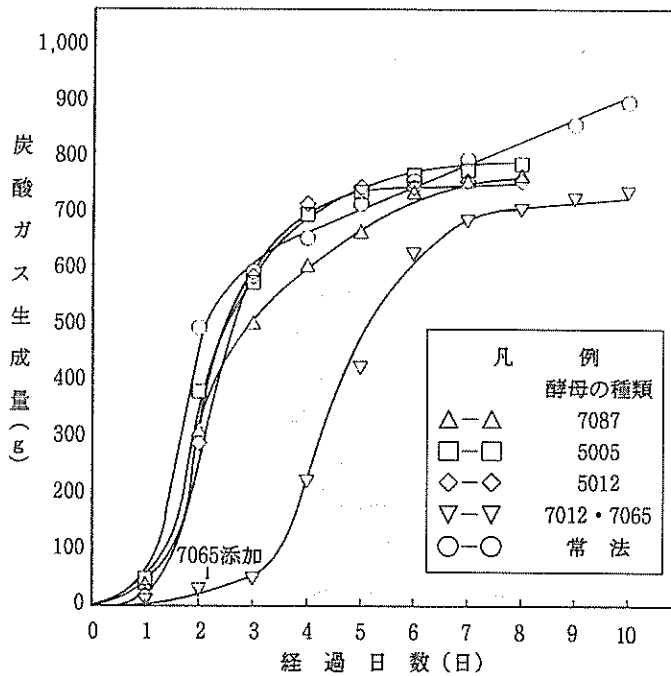


図8 酵母別試験醸造の発酵経過

表9 酵母別試験醸造の蒸留結果

酵母菌の種類	試留アルコール分 (%)	製成酒採取量 (ml)	アルコール分 (%)	採取純アルコール量 (ml)	比率 (%)	収得量 (麹1kg当り) (ml)
1 7087	16.7	1,900	44.7	849.3	96.1	354
2 5005	16.3	1,900	45.5	864.5	97.8	360
3 5012	15.6	1,700	45.0	765.0	86.5	319
4 7012 7065	15.4	1,700	45.3	770.1	87.1	321
常法泡盛	19.2	2,000	44.2	884.0	100.0	368

糖化率の検討及び酵母の種類を含む発酵条件の検討で、糖化後発酵による泡盛の原料利用率も、初期と比べかなりの向上を見た。今後、引き続き検討を加えることで、更にその効率化が期待される。

3) 試験泡盛の酒質評価

表10 試験泡盛の成分分析結果

イ. 試験泡盛の成分

試験醸造泡盛の成分分析結果を表10に示した。製品酸度は低濃度仕込より高濃度仕込が高く、従って、すべて高濃度仕込とした各種酵母による製成酒の酸度はかなり高かった。OD²⁷⁵は蒸留過程で加熱により副生する成分の含有量の目安とされ、2回蒸留を繰り返した低濃度仕込の製成酒は高い値を示した。

試験区	pH	酸度	OD ²⁷⁵
高濃度	3.96	6.01 _{m2}	0.4124
低濃度	4.18	2.15	1.1221
常法	4.34	1.25	0.2190
7087	3.67	6.91 _{m2}	0.3719
5005	3.96	4.91	0.4466
5012	3.85	8.52	0.5130
7012, 7065	3.97	9.47	0.5993
常法	4.37	1.23	0.2121

ヘッドスペース分析法による香気成分分析結果を表11に示した。そのガスクロマトグラムの例を図9に示した。香気成分中で糖化後発酵泡盛と常法発酵泡盛で大きく異なる傾向を示したのは、

表11 試験泡盛の香気成分分析結果

単位: mg/l

試験区	酢酸		n-ブチル	i-ブチル	酢酸	i-アミル	カプリル酸
	メチル	エチル	アルコール	アルコール	イソアミル	アルコール	エチル
高濃度	3.7	63	146	306	0	301	0
低濃度	0	46	248	491	0	625	1.3
常法	0	95	181	660	3.3	821	3.0
7087	0	82	141	242	0	268	0
5005	3.5	57	234	185	0	453	0
5012	0	48	154	198	0	361	0
7012, 7065	0	178	167	323	0	466	0
常法	0	53	149	662	3.4	691	1.9

試験区	カプリル酸	ラウリン酸	パルミチン酸	ステアリン酸	レイン酸	リノール酸
	エチル	エチル	エチル	エチル	エチル	エチル
高濃度	4.8	9.6	197	61	157	131
低濃度	5.8	7.4	47	0	39	41
常法	7.5	10.6	447	57	251	290
7087	4.7	6.7	67	0	38	46
5005	6.8	12.4	83	7	50	58
5012	3.9	6.8	56	0	0	35
7012, 7065	3.0	7.6	80	0	36	60
常法	4.6	5.6	65	0	33	51

* アルコール分44%の試験泡盛中の含有量

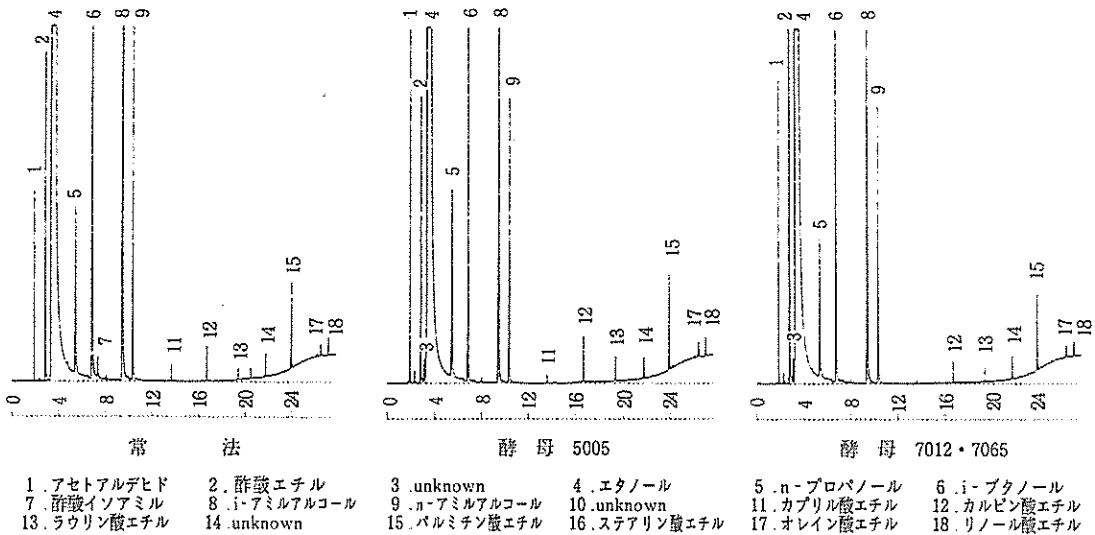


図9 ヘッドスペース分析法による香気成分のガスクロマトグラム

酢酸イソアミルとカプリル酸エチルで常法泡盛ではそれぞれ3.32~3.41mg/l、1.89~2.97mg/l に対し、高濃度仕込の糖化後発酵泡盛にはほとんど含まれていなかった。概して、糖化後発酵泡盛は常法泡盛と比べて香気成分含有量は少なかったが、供試酵母別では、ワイン酵母による製成酒の含有量は高く、特にn-プロピルアルコール、ラウリン酸エチルは他の酵母による製成酒より多かった。これらの結果から糖化後発酵泡盛は、異なったタイプの香を有する酒であることが示唆された。

高濃度仕込と低濃度仕込の香気成分では、成分により増減が認められた。

ロ. 試験泡盛の官能評価

試験醸造泡盛の官能評価の結果を表12に示した。高濃度仕込の試験泡盛は、対照の常法泡盛より評価が良く、また酵母別仕込では、対照泡盛の評価がよかった。酵母別では、泡盛酵母7012株（E5タイプ）とタイ酒酵母7065株の両酵母併用の試験区の評価がよかった。

表12 製成酒の官能試験結果

試験区	香	味	総合
高濃度	3.25	3.00	3.00
低濃度	4.00	4.00	3.75
常法	3.25	3.25	3.25
7087	4.00	3.75	3.75
5005	3.50	3.25	3.25
5012	3.25	3.75	3.50
7012, 7065	2.50	3.25	3.00
常法	2.00	2.00	2.00

4. 要約

糖化発酵による泡盛の製造技術について、泡盛麴の糖化条件、糖化液の高濃度発酵の検討、及び酵母別試験醸造を行った。

- 1) 泡盛麴は、そのみではかなり難糖化性で酵素剤の併用を必要とした。
- 2) 酵素剤は生デンプン分解酵素剤K-27と耐酸性酵素剤FA-89-1の併用が有効であった。
- 3) 酵素剤の併用においても最適糖化温度55℃、至適pHは4.0であった。
- 4) 酵素剤を併用しても、糖化時間に4日間を要したが、加熱処理を施すことで約24時間までに短縮できた。
- 5) 高濃度発酵を試みた結果については、麴米破碎糖化液（固液分離）の補糖した試験区でアルコール分16.3%、同供試糖液にスクラム添加した試験区で17.6%が得られた。更に麴米破碎糖化液（固形物含有）の補糖した試験区でアルコール分17.1%、同供試糖化液にスクラムを添加した試験区で17.9%が得られた。
- 6) 高濃度仕込、低濃度仕込の試験醸造の結果については、熟成もろみのアルコール分16.0%及び9.4%について、前者は1回の蒸留で後者は繰り返して2回の蒸留で、それぞれアルコール分44.7%、45.1%の蒸留原酒を得た。酒質評価の結果は、高濃度仕込の糖化後発酵泡盛が良かった。
- 7) 酵母別試験醸造結果については、ワイン酵母5005株がアルコール収得率が高く、泡盛酵母7087株（A2タイプ）がこれに続いた。

酒質評価については、泡盛酵母7012株（E5タイプ）とタイ酒酵母7065株の両酵母併用の試験区が良い結果を得た。

- 8) 糖化後発酵泡盛の成分については、酸度が高く、OD²⁰値は対照の常法泡盛に比べて高かった。

また、香気成分については、酢酸イソアミルとカプリル酸エチルが糖化後発酵泡盛にはほとんど含まれていなかった。概して糖化後発酵泡盛の香気成分含有量は常法と比べて少なかったが、酵母別ではワイン酵母による試験酒の香気成分は他の酵母菌によるそれより多かった。

なお、本研究は受託研究で「泡盛原料米利用技術高度化研究開発事業」（沖縄県産業開発基金・地域基盤技術研究開発事業）中の平成2年度分担研究課題として実施したものである。

5. 文献

- 1) 地域産業技術振興協会：平成元年度地域基盤技術研究開発事業報告書、105（1990）
- 2) 吉沢淑、百瀬洋夫、蓮尾徹夫：醸協、76、557（1981）
- 3) 福田典雄、産本弘之、平松幹雄：醸協、85、109（1990）

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。