

乾燥泡盛酵母による泡盛製造方法の開発

福地 香、照屋 亮、比嘉賢一

1 まえがき

沖縄県内の多くの泡盛製造場は、新里¹⁾らが泡盛1号から分離した泡なし変異株の泡盛101号酵母を使用している。この酵母はもろみ初期における品温上昇およびアルコール生成が速いなどの特徴がある。現在、泡盛製造場では泡盛101号酵母を麴汁で培養した酵母（以下、液状酵母）を使用して泡盛製造を行っている。しかしその流通形態では、保存期間が短い、必要ときに使用できない等の欠点がある。一方、清酒製造ではすでに乾燥酵母が実用化されており、液状酵母に比べて保存性が優れることから、必要時に利用できる、常に同じ活性の酵母を使用できる等の利点がある。また、液状酵母では種もろみと呼ばれる前培養の工程が必要であり、3日間の培養期間中、製造者は種もろみの品質管理に多くの労力を要するが、乾燥泡盛酵母の場合、直接もろみに添加して仕込み行うことが可能であり、省力化並びに品質の安定化が期待できる（図1）。

本研究は泡盛製造工程における乾燥泡盛酵母の実用性を確認すると共に、発酵条件ならびに保存条件を検討した。

2 実験方法

2-1 供試乾燥泡盛酵母

使用する乾燥泡盛酵母は、日本甜菜製糖（株）で乾燥化した²⁾泡盛101号酵母を用いた。

電子顕微鏡写真は、イオンスパッタリング装置により乾燥泡盛酵母を白金蒸着し、X線マイクロアナライザ（EPMA-8705、（株）島津製）で撮影した。

2-2 乾燥泡盛酵母の活性化（復水）条件の検討

2-2-1 生菌率の算出

生菌率の算出は次に示す式を用いた。

$$\text{生菌率 (\%)} = \frac{\text{生菌数}}{\text{全酵母数}} \times 100 \cdots \text{式1}$$

生菌数：復水した酵母液をYPD平面培地に塗布し24～48時間培養後の生育コロニー数

全酵母数：復水した酵母液をトーマ氏血球計で計測した酵母数

2-2-2 復水温度

滅菌水100ml、5℃保存乾燥泡盛酵母0.1g、復水時間1時間とし10～50℃の温度範囲において生菌率を指標に

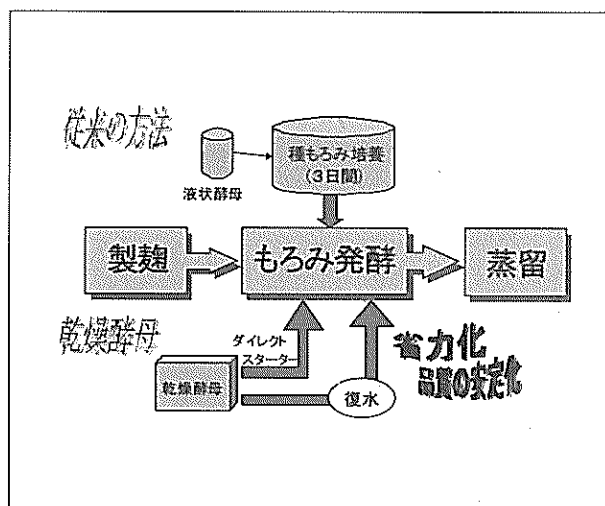


図1 もろみ発酵工程における従来の方法と乾燥酵母使用方法の比較

復水温度の検討を行った。

2-2-3 復水時間

滅菌水100ml、5℃保存乾燥泡盛酵母0.1g、復水温度30℃とし、1～10時間の範囲で復水時間を検討した。

2-3 乾燥泡盛酵母の保存条件の検討

缶に密閉された乾燥泡盛酵母を各温度（-40、5、15、22及び35℃）で保存し、4ヶ月後に復水温度30℃、復水時間1時間における生菌率を確認した。

2-4 小仕込み発酵試験

2-4-1 液状酵母及び乾燥泡盛酵母を用いたもろみ発酵試験

当センターで製麴した麴Aまたは県内酒造所で製麴した麴Bを用い、汲み水歩合は170%、発酵温度25℃で14日間、発酵試験を行った。麴Aは100g規模、麴Bは200g、500g及び2kg規模の小仕込み試験に使用した。

乾燥泡盛酵母の添加は、復水温度30℃、復水時間1時間で復水後、もろみへ添加する方法（以下、復水法）及び直接もろみへ添加する方法（以下、ダイレクトスターター法）で行った。

液状酵母は、種もろみの工程を考慮し、あらかじめ麴汁培地で30℃、2日間培養した酵母を100g麴あたり 2.0×10^7 cellsの割合で添加した。

2-4-2 もろみの一般分析

もろみを3000rpmで15分間遠心分離後、上清についてアルコール度数、pH、日本酒度及び還元糖量を国税庁所定分析法⁹⁾に準じ、全糖量はグルコースを標準物質としてフェノール硫酸法⁹⁾で測定した。

2-5 もろみの蒸留

実験室用小型蒸留機（5 L 容量）を用いてもろみ 4 L の蒸留を行った。初めの留出まで30分かけて加熱し、蒸留画分を200mlずつ7画分を採取した。

2-6 官能評価

蒸留画分1から4番目の50mlずつをブレンド後、アルコール分43%に調整した試料を用いた。官能評価は6名のパネラーによるプロファイル法で行った。また、酒質の差異を調べるために当センター7名のパネラーによる3点識別法での評価も行った。

3 実験結果および考察

3-1 乾燥泡盛酵母の復水条件

3-1-1 乾燥泡盛酵母の性状

乾燥泡盛酵母の性状を表1に、電子顕微鏡写真を図2に示した。図2の写真から、乾燥した酵母はつぶれた状態で凝集していることが確認された。

乾燥泡盛酵母を30℃、1時間で復水した場合、一部沈殿する酵母の固まりが確認されたため、添加した酵母量に対する分散性を測定した。分散した酵母数はトーマ氏血球計で測定した。

表1に示したように分散した酵母の割合は32%であった。ただし繰り返し実験数5回での変動係数は7.5%であり、測定値のばらつきが大きいことが明らかとなった。原因として乾燥泡盛酵母の粒径が一定ではなく、粒径によって分散性に差があるために測定値の変動係数が大きくなることが考えられた。以上のことから、復水条件を検討する場合、生菌率は復水した酵母液をトーマ氏血球計で計測した酵母数に対するYPD培地生育コロニー数の百分率で表した（式1）。

3-1-2 復水温度

各復水温度における生菌率を図3に示す。グラフに示すように、30℃付近が最も生菌率が高く、低温になるにつれ生菌率は徐々に低下しており、高温側では50℃付近で生菌率が急激に低下している。以上の結果より、最適復水温度は30℃とした。

表1 乾燥泡盛酵母の性状

色、形状	褐色、1~2mmの粒状結晶
密度	6.20×10^{10} cells/g
復水溶液中の分散性 ^{a)}	32%
分散性測定の変動係数	7.5%（同日、同容器中の酵母で試験、n=4）

※分散性(%) = 溶液中の酵母数 / 添加した酵母総数 × 100
30℃の水100mlに乾燥酵母0.1gを1時間復水した場合

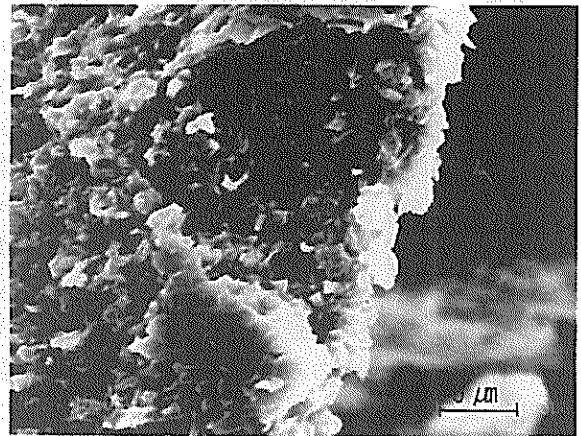


図2 泡盛酵母の表面の様子

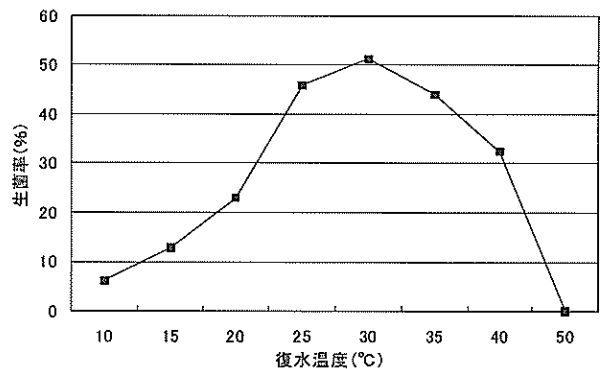


図3 各復水温度における生菌率

※復水条件は乾燥酵母0.1gを100mlの滅菌水に添加して1時間活性化を行った。

3-1-3 復水時間

復水温度30℃における生菌率の経時変化を図4に示す。復水して4時間までは生菌率は30%付近でほとんど増加はみられなかった。復水後6時間で約10%の生菌率の増加がみられたが、復水6時間以降の測定値のばらつきが大きいこと、復水時間が長い場合、雑菌汚染・繁殖などが心配されることから復水は1時間で十分であると考えられた。

3-2 保存試験

乾燥泡盛酵母を各温度条件で保存し、4ヶ月後の生菌率を検討した(図5)。-40℃~22℃保存では生菌率は30%以上で良好な保存性を示した。しかし、35℃の保存条件では生菌率が0.08%であり、ほとんどの酵母が死滅していることがわかった。

清酒用乾燥酵母では冷凍及び30℃以上の保存で生菌率が下がることが報告されている⁹⁾。泡盛酵母では4ヶ月間の冷凍保存で生菌率の低下はみられず清酒用酵母とは異なる特徴を示した。今後も保存試験を続け、定期的に生菌率を測定する予定である。

3-3 小仕込み発酵試験による乾燥泡盛酵母使用方法の検討

データは示さないが、出麹100gスケール仕込みにおける乾燥泡盛酵母添加量の予備試験の結果、復水法は $1.0 \times 10^8 \sim 1.0 \times 10^9$ cells/100g 麹、ダイレクトスターター法は $1.0 \times 10^7 \sim 1.0 \times 10^{10}$ cells/100g 麹の添加量において良好な発酵が行えた。さらに詳しく添加量を検討するため、出麹500gを使用して発酵試験を行った。各条件の酵母添加量及び発酵後のもろみ成分の分析結果を表2に示す。従来の方法である液状酵母でのもろみ成分と乾燥泡盛酵母を使用したもろみ成分を比較したところ、各測定値に違いは認められなかった。

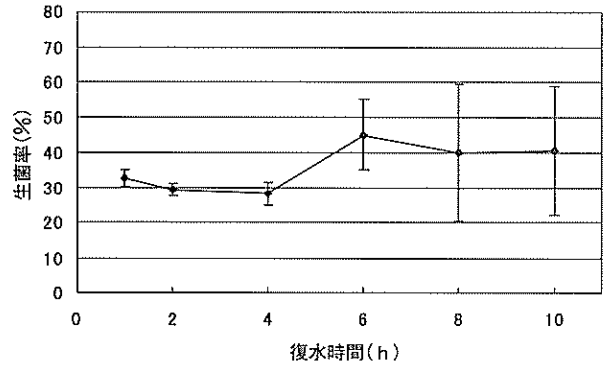


図4 復水時間経過における生菌率の変化

※復水条件は乾燥酵母0.1gを100mlの滅菌水に添加して30℃で活性化を行った。
エラーバーは測定値の標準偏差 (n=4) を示す。

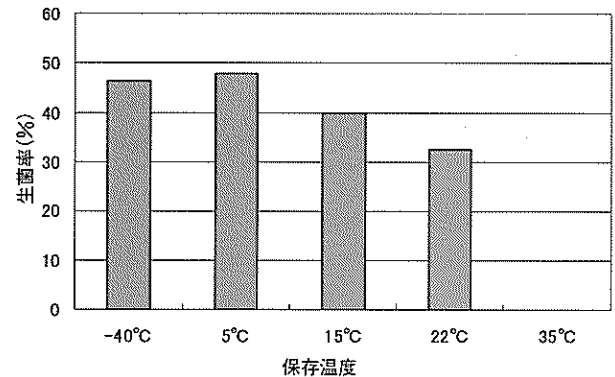


図5 各温度で4ヶ月保存後の乾燥酵母生菌率

表2 各仕込み方法におけるもろみ成分比較

添加酵母数 (麹100gあたり)		日本酒度	pH	アルコール分	還元糖量	全糖量
				(%)	(%)	(%)
復水酵母	1.0E+05	15	3.5	18.50	0.012	0.18
	1.0E+06	15	3.5	18.34	0.011	0.16
	5.0E+06	15	3.5	18.39	0.010	0.19
	1.0E+07	15	3.5	18.15	0.011	0.19
	1.0E+08	15	3.5	18.02	0.012	0.19
ダイレクトスターター	1.0E+07	15	3.5	18.26	0.008	0.19
	1.0E+08	15	3.5	18.53	0.001	0.19
	5.0E+08	15	3.5	18.32	0.005	0.19
	1.0E+09	15	3.5	18.67	nd	0.18
	1.0E+10	15	3.6	18.17	nd	0.18
液状酵母	2.0E+07	14.8	3.5	18.17	0.003	0.19

復水法におけるアルコール生成量の経時変化を図 6 に示した。乾燥泡盛酵母 1.0×10^8 cells/100g 麴の添加量ではもろみ初期において発酵の遅れが認められ、もろみ前半では酵母添加量が多いほどアルコール生成量は高く推移した。しかし、もろみ中期以降その差は減少し、もろみ日数 15 日目では各試験区におけるアルコール生成量は同程度になった。

ダイレクトスターター法におけるアルコール生成量の経時変化を図 7 に示した。復水法の結果と同様に、酵母添加量が多いほど発酵初期のアルコール生成量は高く推移した。

現場で行われている簡易なもろみ仕込方法に差しもとによる方法がある。これは発酵中のもろみ少量を種もろみの代わりに添加する方法であり、酵母がアルコールに馴化するためアルコール収量は種もろみ使用時に比較して増加することが経験的に知られている。今回差しもとによる最高アルコール生成量を測定したところ 18.96% であり、復水法、ダイレクトスターター法のアルコール生成量がそれぞれ 18.39%、18.67% と同程度のアルコール生成量であった。

以上の結果より、復水法及びダイレクトスターター法による仕込み方法は、アルコール生成量に関して従来法ならびに差しもとによる仕込み方法と変わらないことが確認された。乾燥泡盛酵母の最適添加量は、野生酵母の汚染や腐造の危険性を考慮し⁹⁾、発酵初期のたちあがりの早い条件が良い。今回の小仕込み試験の結果より、乾燥泡盛酵母の最適添加量は、復水法では $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^7$ cells/100g 麴、ダイレクトスターター法では $1.0 \times 10^8 \sim 1.0 \times 10^9$ cells/100g 麴である。

3-4 出麴 2kg スケールでの従来法と乾燥泡盛酵母使用方法の比較

復水法及びダイレクトスターター法によるアルコール生成量を従来法である液状酵母での発酵もろみと比較した (図 8)。復水法及びダイレクトスターター法による両方法は今回の 2kg 小仕込み試験でも従来法と比較してアルコール生成能は同程度あることがわかった。また、添加酵母量に対するアルコール発酵能は、復水法がダイレクトスターター法に比較し高い値を示した。

3-5 官能評価による液状酵母と乾燥泡盛酵母の酒質の比較

出麴 2 kg スケールにおける復水法とダイレクトスターター法による発酵もろみを蒸留し、従来法と酒質を比較した (表 3)。

プロファイル法による評価では、復水酵母による方法

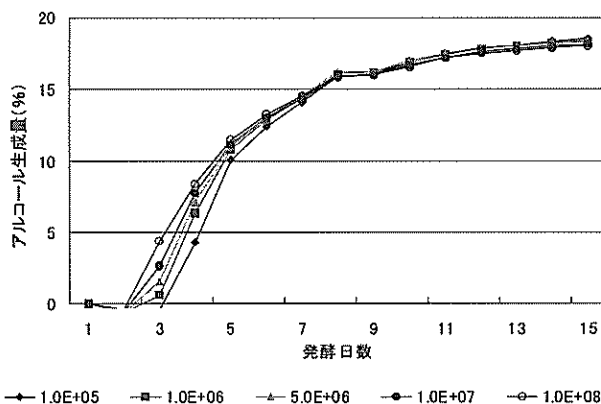


図 6 復水酵母による発酵試験

※発酵試験は麴 B 500g を使用
アルコール生成量：重量減少を最終アルコール濃度で換算。
酵母添加量：麴 100g に対する酵母数

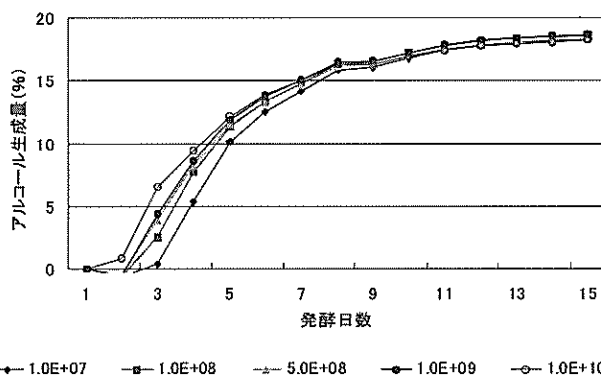


図 7 ダイレクトスターターによる発酵試験

※発酵試験は麴 B 500g を使用
アルコール生成量：重量減少を最終アルコール濃度で換算。
酵母添加量：麴 100g に対する酵母数

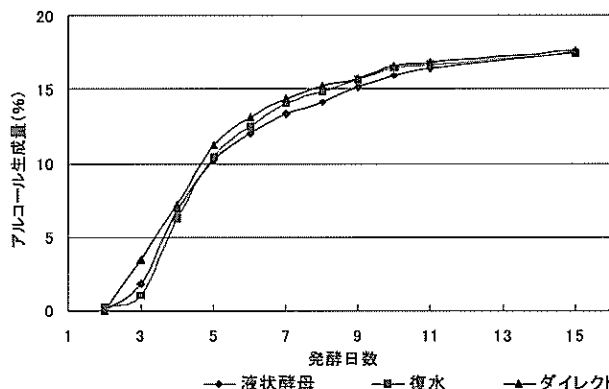


図 8 液状酵母使用と乾燥酵母使用とのもろみ発酵の比較

※発酵試験は麴 B 2 kg を使用
アルコール生成量：重量減少を最終アルコール濃度で換算。
酵母添加量 液状酵母： 2.0×10^7 cells/100g 麴
復水酵母： 1.0×10^7 cells/100g 麴
ダイレクト： 1.0×10^8 cells/100g 麴
スターター

表3 各酵母使用方法におけるもろみの蒸留後の官能評価

酵母の使用方法	酸度	評点			短評
		香り	味	総合	
従来の方法	0.32	2.4	3.0	2.6	未だれ臭、甘い、酸味
復水酵母	0.33	2.0	3.0	2.4	香り豊か、華やか、味丸い、適度な甘さ
ダイレクトスターター	0.37	2.6	2.8	2.8	エステル臭、渋み、適度な甘さ

が香りが豊かで華やかな点で総合評価が高かった。また、7人の審査員による3点識別法により、二つの方法を従来法と比較して酒質に差があるか調べたところ、どちらも識別に有意差は認められなかった。この結果より、復水酵母及びダイレクトスターターのいずれの方法でも最適な酵母添加量により従来法と酒質に差がない泡盛が得られることがわかった。

4 まとめ

- 1) 乾燥泡盛酵母の復水条件を検討したところ、0.1g/100ml水の添加量において復水温度30℃、復水時間1時間が最適条件であった。
- 2) 乾燥泡盛酵母を各温度(-40℃、5、15、22及び35℃)で保存して生菌率を確認したところ、-40℃~22℃では良好な保存性を示したが、35℃保存では生菌率が0.08%と低かった。
- 3) 小仕込み発酵試験による乾燥泡盛酵母のアルコール生成能を検討したところ、従来の液状酵母と同等のアルコール生成能を確認した。
- 4) 小仕込み試験により乾燥泡盛酵母の使用方法を検討したところ、乾燥泡盛酵母の最適使用量は、復水法では $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^7$ cells/100g麴、ダイレクトスターター法では $1.0 \times 10^8 \sim 1.0 \times 10^9$ cells/100g麴であった。
- 5) 乾燥泡盛酵母によるアルコール生成量を差しもとによる方法と比較したところ、大きな差は認められなかった。
- 6) 乾燥泡盛酵母を使用して得ら泡盛は官能評価により従来法の酒質と比較したところ、復水法及びダイレクトスターター法のいずれにおいても酒質に差は認められなかった。

謝辞

本研究を実施するに当たって、泡盛101号酵母を分譲して下さいました沖縄国税事務所及び麴を提供して下さいました忠孝酒造株式会社に心から感謝申し上げます。

本研究は、沖縄県酒造協同組合より委託された受託研究である。

参考文献

- 1) 新里修一、宮城剛、高江洲朝清 醸協 84 pp.121-123 (1989)
- 2) 田村雅彦、前川幹治 特開2001-275648
- 3) 注解編集委員会編 国税庁所定分析法注解 (1993)
- 4) 福井作蔵 還元糖の定量法 学会出版センター (1978)
- 5) (財)日本醸造協会 きょうかい酵母清酒用乾燥酵母701号、901号使用の手引き
- 6) 浅野行蔵、富永一哉、吉川修司、田村吉史、柿本雅史、北村秀文、森本良久、津村弥 醸協 94 pp.338-345 (1999)
- 7) 工藤哲三、日高照利、山田和史、濱川悟 醸協 81 pp.477-480 (1986)

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。