

# 滋賀の清酒醸造用酵母の醸造条件の検討

## — 香気成分高生産酵母の小仕込醸造試験 —

岡田 俊樹\*  
OKADA Toshiki

川島 典子\*  
KAWASHIMA Noriko

松尾 啓史\*  
MATSUO Yoshifumi

要旨 県内清酒醸造所の新規県酵母開発ニーズに対応するため、当センター保有の香気成分高生産酵母の醸造特性を調べるとともに、醸造所が利用しやすくするための醸造条件（酒米や発酵形式、酵母の混合割合）の検討を行った。これまでの試験結果から供試したカブロン酸エチル高生産酵母は湧抑え型の配合の発酵条件や酵母の添加混合割合等を決定した。本試験では中間型の仕込配合での発酵と酒母は普通速醸酒母と中温速醸酒母で検討をおこない、アルコール発酵や香気成分生成等を確認し醸造特性を得た。

## 1 はじめに

県内の清酒製成数量は、吟醸酒や純米酒等の特定名称酒の製成数量が増加している。ここ 10 年で特定名称酒の製成割合は 10%程度増加していて、特定名称酒の半分以上は純米吟醸酒、吟醸酒であり、特に純米吟醸酒はここ 10 年で 1.5 倍以上伸びている<sup>1)</sup>。これは消費者の多様な食生活や本物志向、探求心や差別化商品への感心の高まりによるものと考えている。造り手は味や香りに特徴を持たせるなど、個性豊かな商品づくりは活発で、今後ますます加速するものと思われる。

しかしながら、県内の清酒生産量は、特定名称酒よりもこれ以外の清酒の比率が高い。そのため、滋賀県の特徴やオリジナリティを活かした清酒の開発が県内清酒醸造所の課題となっている。

令和 4 年 4 月滋賀県内で定められた条件で造られた清酒が、地域の風土と結びついた特産品を保護する国の制度に GI「滋賀」として指定を受けた。今後ますます地域に特化した商品開発が活発になるものと予想される。

吟醸酒等の製造は、華やかな香りを呈するカブロン酸エチルを主に生産する酵母の使用が多く、当センターでも開発に取り組んできた<sup>2)</sup>。県内醸造所のニーズにあった醸造用酵母の提供を進めるため、これまで造成や選抜してきた中から開発酵母の香気成分が安定して生成できるか、酒米 15kg での小仕込醸造試験を実施して醸造特性を検討した。

## 2 実験方法

### 2.1 供試菌株

カブロン酸エチル高生産酵母の IRCS-SC9 と SC13 を用

いた。

### 2.2 供試酒米

精米歩合 60% の吟吹雪（滋賀県奨励品種）を用いた。

### 2.3 小仕込醸造試験（総米 15kg）

各供試菌株を YPD 液体培地（1%酵母エキス，2%ペプトン，2%デキストロース）で前培養と本培養を行い、酒母を製造してから 3 段仕込の小仕込醸造試験を行った。仕込配合は表 1 に示した。

酒母の製造は、経過分析を考慮して表 1 に示した数値の 4 倍量で製造して初添時に使用量を調整した。掛米は、洗米後吸水率 130% を目指し、蒸煮装置で 60 分間蒸煮して冷却後用いた。麴は、事前に県内醸造所で製麴後冷凍保存したものを用いた。麴の酵素力価（ $\alpha$ -アミラーゼ (AA)，グルコアミラーゼ (GA)，酸性カルボキシペプチダーゼ (ACP)) の測定は、醸造分析キット（キッコーマンバイオケミファ株式会社製）を用いて測定した。酒母の製造は、8L のステンレス製容器を用いた。なお、製法は普通速醸酒母と中温速醸酒母で試験を試みた。

本仕込の製造は、66 L のステンレス製サーマルタンクを用いた。掛米と麴米は酒母と同様の吟吹雪を用いた。仕込温度は、初添 10℃、仲添 9℃、留添 8℃とし、留添翌日から 1 日 1℃ずつ升温して、品温が 12℃に達してから保持し、後半は 9℃まで降温した。発酵管理は、醪の状貌、日本酒度、アルコール濃度、酸度等の測定値を見ながら行い、アルコール濃度 17%以上、日本酒度  $\pm 0$  以上、カブロン酸エチル 6ppm 以上の純米酒の製造を試みた。なお、上槽は、2℃の環境で専用の酒用搾り袋に入れ、搾りは人力で緩やかに搾り器を加圧して 24 時間程度で試験原酒を得た。

各試験の使用酵母は、タンク①と②は SC13 (95%) +

\* 食品・包装デザイン係

SC9(5%)、タンク③と④はSC13(90%) + SC9(10%)で、タンク①と③は普通速醸酒母、タンク②と④は中温速醸酒母で行った。

## 2.4 経過中および製成酒の成分分析

発酵の経過中および上槽時の成分分析は、遠心分離(3000rpm, 20min.)してから濾紙で濾過を行い、分析試料を得て酒類総合研究所標準分析法注解<sup>3)</sup>に従って一般成分分析を測定した。香气成分は酒類総合研究所標準分析法注解を参考にヘッドスペース付きのガスクロマトグラフ質量分析装置(株式会社島津製作所)で

測定した。有機酸の分析は、分析試料を蒸留水で10倍希釈し、0.2 μmのPVDFメンブレンフィルターでろ過したものを液体クロマトグラフ有機酸分析システム(株式会社島津製作所)により測定した。試験酒に含まれる有機酸成分のうち、リン酸、クエン酸、ピルビン酸、リンゴ酸、コハク酸、乳酸、酢酸を対象とした。また、試験酒の評価は、醸造所の技術者および当センター職員10名でブラインドによりきき酒を実施した。評価項目は、香り(強弱、品質)、味(濃淡、品質、酸味、旨味)、総合評価を5点法で行い、またコメントを求めた。

表1 仕込配合

		酒母	初添	中添	留添	合計	
総	米(kg)	1.05	2.25	4.35	7.35	15.00	
蒸	米(kg)	0.72	1.61	3.45	6.00	11.78	
麴	米(kg)	0.33	0.65	0.90	1.35	3.23	
汲	水(L)	1.20	2.18	5.18	10.05	1.50	20.10
乳	酸(ml)	8.4					
培養	酵母(ml)	12					

麴歩合 : 21.5% 汲水歩合 : 134% 酒母歩合 : 7.0%

## 3 結果と考察

清酒醸造用酵母の醸造特性を知るため小仕込醸造試験を実施した。

### 3.1 供試麴

供試した麴の酵素力価を表2に示した。グルコアミラーゼの値が若干低いと考えられた。

### 3.2 酒母

酒母の製造試験は、酒母総米4.2kg、汲水4.8Lで行った(図1)。普通速醸酒母の暖気操作は、容器を55℃のウォータースバスに90秒浸けて時折攪拌して、20℃の部屋で60分放置する操作により4回(日)実施して湧付きを目指した。品温経過を図2に示した。一方、中温速醸酒母の品温経過は図3に示した。使用日の日数は12日と8日目とした。

使用前の酒母の各成分分析値を表3、4に示した。データは示していないが、経過分析として炭酸ガスの重量減少を毎日測定して、測定したアルコール生成量と比較したところ両者はよく一致していた。

使用酵母割合には影響なく、普通速醸酒母(タンク

①、③)、中温速醸酒母(タンク②、④)同士はある程度類似する数値を示した。中温速醸酒母が普通速醸酒母よりも炭酸ガスの重量減少、アルコール生産量は若干高かった。なお、酒母の作成にあたり使用時のアルコール濃度は11%程度を目指していたが高くなった。そのため使用前の酵母数と死滅率を測定した。酵母数は4試験区とも10<sup>8</sup>オーダーに達していなかった。またそれぞれの死滅率は、中温速醸酒母は普通速醸酒母より8%程度高い結果だった。供試酵母の酒母製造でのアルコール生産や酵母数および死滅については今後検討していく予定である。

香气成分は、使用酵母と配合割合に関係なく中温速醸酒母が若干高い値を示した。

表2 麴の酵素力価

	AA	GA	ACP
吟吹雪	811	112	2,421

A A: α-アミラーゼ  
G A: グルコアミラーゼ  
ACP: 酸生カリンキハブチナーゼ

U/g・麴



図1 酒母製造時の様子 (3日目)

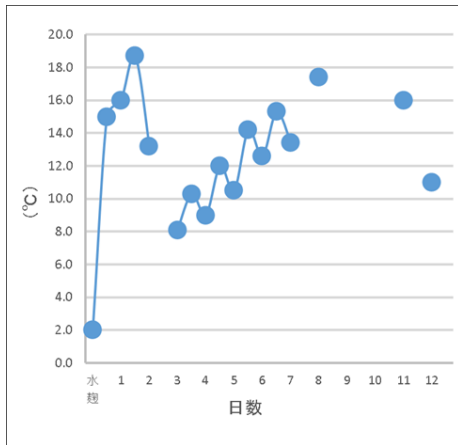


図2 酒母製造過程の品温経過 (タンク①)

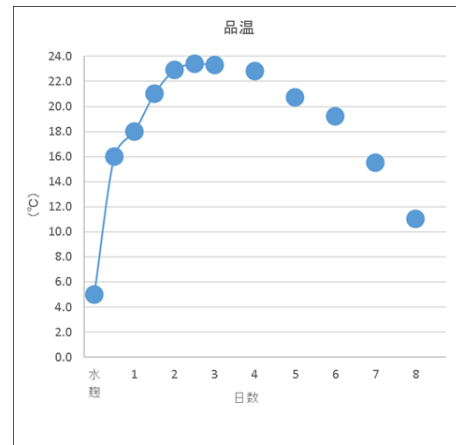


図3 酒母製造過程の品温経過 (タンク②)

表3 酒母の成分分析値

酒母	CO2の減少 (g)	アルコール (%)	Be'	酸度 (ml)	エキス分	グルコース濃度 (%)
タンク① SC13 (95%) + SC9 (5%) 普通速醸	628	12.1	4.9	8.0	13.3	3.2
タンク② SC13 (95%) + SC9 (5%) 中温速醸	738	13.1	3.7	7.9	9.1	2.0
タンク③ SC13 (90%) + SC9 (10%) 普通速醸	650	12.3	4.6	8.0	12.9	3.0
タンク④ SC13 (90%) + SC9 (10%) 中温速醸	765	13.0	3.8	7.9	11.6	2.2

表 4 酒母の香気成分分析値

	酒母	カプロン 酸エチル	酢酸 イソamil	イソamil アルコール	酢酸 エチル	n-ブ <sup>o</sup> ピ <sup>o</sup> ル アルコール	イソブ <sup>o</sup> チ <sup>o</sup> ル アルコール
タンク① SC13(95%) + SC9(5%)	普通 速醸	0.5	2.8	205	23	69	146
タンク② SC13(95%) + SC9(5%)	中温 速醸	0.7	4.2	237	37	94	198
タンク③ SC13(90%) + SC9(10%)	普通 速醸	0.4	2.1	198	19	69	135
タンク④ SC13(90%) + SC9(10%)	中温 速醸	0.8	4.2	237	38	91	197

(mg/L)

### 3.3 本仕込

本仕込の製造試験は、総米15kg、酒母歩合7.0%、麴歩合21.5%、汲水歩合134%の三段仕込を行った(図4)。上槽時の各分析値を表5～表7に示した。

アルコール生成は、醪日数は異なるがどの試験区も18%に達していた。酸度は、普通速醸酒母がわずかに高い。酒米15kg程度の小仕込試験の場合、これまでの試験経験から供試するどの酵母でも4、5日目あたりで0.7ml前後急激に増加する。確認はしていないがこれは酵母の急激な増殖に伴っていると考えている。

香気成分のカプロン酸エチルの生成量は、中温速醸酒母と比較して普通速醸酒母の方が1～2mg/L程度高い。

試験酒のきき酒による総合評価とコメントを表8に示した。平均総合評価はタンク④[SC13(90%) + SC9(10%)]が最も低く良好であり、香りの華やかさに関するコメントが複数あった。その他の試験酒も3点以下で特に指摘する欠点は見られなかった。この結果から小仕込試験の一例として県内醸造所へ報告し、実地試験醸造の結果と併せて技術移転をおこなっていく予定である。

定である。

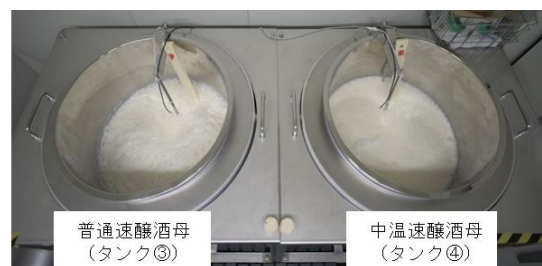


図 3 本仕込の様子 (10日目)

表 5 上槽時の成分分析値

	酒母	醪 日数	アル コ <sup>o</sup> ル (%)	日 本 酒 度	酸 度 (ml)	エ <sup>o</sup> キ <sup>o</sup> ス <sup>o</sup> 分	最 高 Be <sup>o</sup> 日 数	最 高 BMD 日 数
タンク① SC13(95%) + SC9(5%)	普通 速醸	26	18.0	-7	2.4	7.2	8.6 [3日]	55.8 [9日]
タンク② SC13(95%) + SC9(5%)	中温 速醸	24	18.4	-4	2.2	6.7	8.4 [3日]	54.0 [9日]
タンク③ SC13(90%) + SC9(10%)	普通 速醸	30	18.0	-9	2.5	7.6	8.4 [4日]	54.4 [8日]
タンク④ SC13(90%) + SC9(10%)	中温 速醸	28	18.5	-3	2.3	6.6	8.6 [4日]	54.0 [9日]

表6 上槽時の香気成分分析値

	酒母	カブロン 酸エチル	酢酸 イソamil	イソamil アルコール	酢酸 エチル	n-フ°ロピ°ル アルコール	イソフ°チル アルコール
タンク① SC13(95%) + SC9(5%)	普通 速醸	6.1	3.7	114	45	85	62
タンク② SC13(95%) + SC9(5%)	中温 速醸	4.9	5.1	127	53	92	70
タンク③ SC13(90%) + SC9(10%)	普通 速醸	7.4	2.7	105	39	87	57
タンク④ SC13(90%) + SC9(10%)	中温 速醸	5.2	3.8	127	43	87	63

(mg/L)

表7 上槽時の有機酸分析値

	酒母	リン酸	クエン酸	ピ°ルビ°ン酸	リンコ°酸	コハク酸	乳酸	酢酸
タンク① SC13(95%) + SC9(5%)	普通 速醸	256	87	-	464	367	499	57
タンク② SC13(95%) + SC9(5%)	中温 速醸	218	75	-	400	367	488	36
タンク③ SC13(90%) + SC9(10%)	普通 速醸	270	80	-	437	364	477	62
タンク④ SC13(90%) + SC9(10%)	中温 速醸	255	82	-	377	390	489	50

(mg/L)

表8 官能評価

	酒母	総合評価	短評
タンク① SC13(95%) + SC9(5%)	普通 速醸	2.0	・上立香がよい ・バランスの良い香り ・渋みあるもまとまりが良い ・甘さもあって飲みやすい
タンク② SC13(95%) + SC9(5%)	中温 速醸	2.3	・甘さを感じる香り ・1より少し低め ・さわやか ・柔らかく感じる ・口あたり良いも後から苦みある
タンク③ SC13(90%) + SC9(10%)	普通 速醸	2.0	・甘さのある香り ・吟醸香高い ・丸い味わいでまとまりが良い ・甘みあって飲みやすい
タンク④ SC13(90%) + SC9(10%)	中温 速醸	1.7	・香り穏やかに感じる ・さわやかさが強い ・きれいな味 ・さっぱりとした味わい

(総合評価：1 優 - 3 ふつう - 5 難あり)

## 4 まとめ

当センター保有の清酒醸造用酵母を用いて吟醸香の一つであるカプロン酸エチルを高生産する酵母の醸造特性を知るため小仕込醸造試験を実施した。

その結果、酵母の添加配合割合、発酵形式<sup>4)</sup>、酒米での特性が把握できた。現在、県内醸造所での実地試験を進め醸造所が利用しやすいように技術情報の蓄積と技術移転を進めている。

## 参考文献

- 1) 大阪国税局鑑定官室：酒造懇話会資料
- 2) 岡田俊樹 川島典子：滋賀県工業技術総合センター研究報告, p104-106(2019)
- 3) 公益財団法人日本醸造協会：酒類総合研究所標準分析法注解(2017)
- 4) 岡田俊樹 川島典子：滋賀県工業技術総合センター研究報告, p94-100(2021)