

# 県産酵母を使用した清酒の品質向上 (第2報)

長沼 孝多・橋本 卓也・木村 英生

## Improvement of the Quality of *Sake* Maked by the Yeast Isolated in Yamanashi Prefecture (2nd Report)

Kota NAGANUMA, Takuya HASHIMOTO and Hideo KIMURA

### 要 約

県産酵母である「富士桜酵母」および「桃の実酵母」から、シュガーエステル凝集法により取得した泡なし変異株の選抜を行い「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」および「泡なし桃の実酵母 MMB043 株」を得た。実験室レベルの試験醸造では、泡なし化によりもろみの有機酸量と遊離アミノ酸量が減少した。対照の清酒酵母きょうかい 701 号と比較すると、もろみの有機酸量は少なく、リンゴ酸とコハク酸に差があった。遊離アミノ酸量は多かったが、アラニンの割合が高く、アルギニンの割合が低かった。

### 1. 緒 言

清酒酵母の清酒製造におけるはたらきは、アルコール生成のみならず、種々の香気成分<sup>1)</sup>や呈味成分<sup>2)</sup>の生成などが挙げられる。清酒酵母には、かつて各企業が所有する、いわゆる家つき酵母<sup>3)</sup>が使われていたが、やがて(公財)日本醸造協会により頒布される清酒酵母(きょうかい酵母)<sup>4)</sup>を使用した醸造が行われるようになった。一方で、差別化を求め、各地で新しい清酒酵母の取得や開発が求められるようになった。

当センターでは、自然界から清酒製造に利用し得る酵母の検索<sup>5,6)</sup>を行い、「富士桜酵母」および「桃の実酵母」(以下、県産酵母)を得た。しかし、これら2株は、きょうかい酵母と比較して清酒もろみにおける酢酸生成量がやや多く、また高泡を形成する泡ありタイプであり、活用のために改善が求められていた。

既報<sup>7)</sup>では、県産酵母からシュガーエステル凝集法により泡なし変異株を取得し、簡易選抜を行った。本報では、泡なし県産酵母として実用可能な株を選抜し、実験室および実用レベルの試験醸造を行うことで、泡なし県産酵母の特徴を把握し、醸造条件を検討した。

### 2. 実験方法

#### 2-1 供試酵母

既報<sup>7)</sup>で簡易選抜を行った「富士桜酵母」と「桃の実酵母」の泡なし変異株を表1に示した。これらは、YM 平板培地にて 25℃で継代したものを使用した。清酒酵母きょうかい 701 号と 901 号(以下 701 号, 901

号)は、(公財)日本醸造協会より購入した。

表1 簡易選抜した泡なし変異株

親株	系列	泡なし変異株番号
富士桜酵母	FJA	001, 003, 008, 010, 011, 015, 022, 025, 027, 039, 040, 041, 042, 044, 045, 046, 050, 051, 053, 057, 072, 080, 092, 095, 097, 099, 103, 109, 111
		007, 019, 024, 025, 026, 030, 033, 040, 047, 048, 049, 050, 053, 054, 056, 057, 058, 060, 063, 066, 067, 069, 071, 072, 073, 077, 079, 080, 081, 082, 085, 093, 094, 096, 099, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 110, 111, 112
	MMA	004, 006, 008, 016, 019, 020, 022, 023, 024, 028, 033, 036, 038, 039, 041, 042, 043, 045, 046, 047, 048, 055, 059, 061, 062, 063, 078, 081, 082, 083, 084, 097
		002, 016, 023, 033, 034, 035, 039, 042, 043, 044, 045, 046, 047, 061, 063, 070, 077, 078, 079, 081, 087, 093, 095, 100

#### 2-2 泡なし酵母の選抜

##### 2-2-1 酢酸生成能を指標とした選抜

###### 2-2-1-1 供試酵母

表1の各泡なし変異株を使用した。

###### 2-2-1-2 方法

既報<sup>7)</sup>の方法で行った。すなわち、微生物培養用プレート(24穴平底, アズワン社製)を使用し、各変異株を1mlの麹汁培地(Bé 9°, クロラムフェニコール 100ppm 含有)で 25℃, 嫌気ジャーおよびアネロパック・ケンキ(三菱ガス化学社製)を使った嫌気条件下で2日間静置後、その懸濁液を遠心機(CT15RE, 日立工機社製)で4℃, 15,000rpm, 15分間遠心分離した。

上清を 0.45  $\mu$ m のメンブランフィルターでろ過し、有機酸含有量を高速液体クロマトグラフで定量した。

選抜は、上清のクエン酸、リンゴ酸、コハク酸および酢酸を定量し、その総量に占める酢酸の割合を指標とした。試験を 2 回行い、いずれの場合でも酢酸の割合が平均値以下であった株を選抜した。

## 2-2-2 実験室レベル試験醸造による選抜

### 2-2-2-1 供試酵母

2-2-1 で選抜した泡なし変異株 44 株を使用した。

### 2-2-2-2 原材料および仕込配合

麴米として乾燥麴（1 - 65, 精米歩合 65%, 徳島製麴社製）を、掛米として  $\alpha$  化米（AA - 60, 精米歩合 60%, 徳島製麴社製）を使用した。仕込水は、蒸留水に硫酸マグネシウムを 10 mg/L 添加し水加工した。

仕込配合は、既報<sup>6)</sup>にしたがい、初添、仲添および留添の 3 回に分けて仕込を行う三段仕込により、総米 200g のスケールで実施した。なお、初添と仲添の間に一日、踊り（休み）を取った。仕込配合を表 2 に示した。

表 2 仕込配合

	水麴	初添	踊り	仲添	留添	計
総米 (g)	10	25		65	100	200
蒸米 (g)		25		55	80	160
麴米 (g)	10			10	20	40
汲水 (ml)	55			75	130	260
温度 (°C)	15	15	15	9	7	

### 2-2-2-3 もろみ管理

既報<sup>6)</sup>にしたがい、インキュベーターを使用して温度を制御した。留添から温度を一日あたり 1°C ずつ昇温し、もろみの最高温度を 15°C とした。発酵容器の重量を測定し、もろみの重量減少量が 60g に達したときに発酵終了とした。上槽し、得られた上清を生成酒とした。生成酒は、4°C で保管後、澱（おり）引きした。

### 2-2-2-4 生成酒の諸成分分析

生成酒は、酒精度、酸度を常法<sup>8)</sup>により、日本酒度を酒類用振動式密度計（DA - 155, 京都電子工業社製）により測定した。有機酸含有量は高速液体クロマトグラフで測定した。

泡なし県産酵母の選抜は、もろみ日数および生成酒の酢酸割合が低いことを指標として行った。

## 2-3 実験室レベル試験醸造

### 2-3-1 供試酵母

2-2 により選抜した「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」と「泡なし桃の実酵母 MMB043 株」を使用した（以下、2 酵母をまとめる場合は「泡なし県産酵母」と記す）。

また、比較として「富士桜酵母」と「桃の実酵母」を、対照として 701 号と 901 号を使用した。

### 2-3-2 原材料および仕込配合

2-2-2-2 によった。

### 2-3-3 もろみ管理

インキュベーターを使用して温度を制御した。各酵母の至適温度帯を確認するため、留添から温度を一日あたり 1°C ずつ昇温し、もろみの最高温度を 12°C, 15°C あるいは 18°C とした。

### 2-3-4 もろみの諸成分分析

もろみを適宜 1.5ml 採取し、遠心機で 4°C, 15,000rpm, 15 分間遠心分離した。上清を 0.45  $\mu$ m フィルターでろ過し、もろみの測定用試料とした。

アルコール含有量、グルコース量および有機酸含有量は高速液体クロマトグラフで測定した。遊離アミノ酸含有量は全自動アミノ酸分析機（JLC - 500/V2, 日本電子社製）により測定した。

## 2-4 実用レベル試験醸造

「泡なし富士桜酵母 FJA25 株」について、実用レベルでの試験醸造を県内 A 社および B 社に委託し実施した。仕込配合は、A 社は純米酒（総米 300kg, 精米歩合 60%）、B 社は普通酒（総米 1,400kg, 精米歩合）となった。もろみ管理等は、生成酒が健全な製品となることを最優先とし、各社に一任した。

各試験醸造生成酒について、酸度およびアミノ酸度を定法により測定した。遊離アミノ酸含有量は全自動アミノ酸分析機で測定した。また、醸造担当者に、もろみの様子や留意点などを聞き取り調査した。

## 3. 結果

### 3-1 泡なし変異株の選抜

表 1 の各泡なし変異株について、酢酸生成能を、麴汁培地での有機酸の総量に占める酢酸の割合として測定し、いずれの試験でも平均値を下回る株として「富士桜酵母」の泡なし変異株を 24 株、「桃の実酵母」の泡なし変異株を 20 株選抜した。なお、酢酸割合の平均値は、「富士桜酵母」16.6%、「桃の実酵母」16.4%、選抜した「富士桜酵母」15.4%および選抜した「桃の実酵母」15.3%であった。

続いて、選抜した計 44 株の泡なし変異株について実験室レベルの試験醸造を実施した。生成酒の一般分析結果、全有機酸量に対する酢酸割合および各歩合を表 3 に示した。もろみの酢酸割合が特に低く、かつ、もろみ日数が短く発酵力に優れていると推察されることを指標に選抜を行った。

その結果、「富士桜酵母」の変異株から FJA025 株を、

「桃の実酵母」の変異株から MMB043 株を選抜した。

表 3 泡なし変異株における実験室レベル試験醸造生成酒の諸分析値

(1)

泡なし変異株	生成酒の一般分析値			生成酒の酢酸割合	もろみ日数(日)	各歩合		
	酒精度	日本酒度(度)	酸度			肉たれ歩合	清酒歩合(%)	粕歩合
○ FJA025	18.8	+8.6	2.3	0.33	20	27.0	157.0	37.2
FJA039	18.9	+9.3	2.3	0.36	21	28.5	158.5	36.6
FJA044	17.4	+6.2	2.7	0.44	18	17.0	147.0	45.6
FJA045	18.3	+6.4	2.8	0.42	23	27.5	157.5	37.0
FJA057	18.7	+7.7	2.8	0.41	24	34.0	164.0	31.7
FJA097	18.1	+7.4	2.6	0.42	20	26.0	156.0	39.1
FJA099	18.8	+8.3	2.7	0.40	23	32.5	162.5	34.6
FJA103	18.6	+7.3	2.7	0.40	-	34.0	164.0	33.3
FJA109	18.6	+7.4	2.7	0.40	-	35.0	165.0	31.2
FJB056	18.5	+8.5	2.6	0.41	23	35.0	165.0	31.4
FJB057	18.8	+8.5	2.7	0.39	22	30.0	160.0	35.3
FJB063	18.7	+8.5	2.6	0.37	23	33.0	163.0	32.5
FJB066	18.7	+6.6	2.7	0.38	-	35.0	165.0	30.8
FJB067	18.4	+4.4	2.4	0.36	-	35.0	165.0	31.2
FJB077	18.6	+6.6	2.8	0.39	-	35.0	165.0	32.3
FJB093	17.5	+2.5	3.0	0.46	-	29.0	159.0	36.0
FJB111	18.6	+8.8	2.5	0.39	23	35.0	165.0	30.7

(2)

泡なし変異株	生成酒の一般分析値			生成酒の酢酸割合	もろみ日数(日)	各歩合		
	酒精度	日本酒度(度)	酸度			肉たれ歩合	清酒歩合(%)	粕歩合
MMA019	18.7	+1.1	2.6	0.27	-	19.5	149.5	44.3
MMA024	18.8	+4.6	2.5	0.31	22	18.5	148.5	46.1
MMA033	18.4	+2.0	2.6	0.34	-	19.0	149.0	45.9
MMA038	19.0	+2.3	3.0	0.34	24	19.0	149.0	45.6
MMA046	19.3	+2.9	2.7	0.32	24	22.0	152.0	42.4
MMA061	19.0	+4.5	2.6	0.32	22	18.0	148.0	47.3
MMA062	19.2	+3.0	2.5	0.31	-	21.0	151.0	43.4
MMA084	19.2	+3.4	2.8	0.34	24	21.0	151.0	43.4
MMB035	18.2	+4.4	2.6	0.32	21	16.0	146.0	48.2
○ MMB043	18.0	+1.2	2.2	0.28	24	21.0	151.0	43.5
MMB045	18.1	+1.1	2.3	0.27	-	21.0	151.0	44.8
MMB046	18.0	+2.8	2.7	0.34	21	7.0	137.0	51.3
MMB061	18.3	+4.2	2.7	0.33	21	14.5	144.5	49.1
MMB063	18.3	+3.3	2.7	0.33	22	15.0	145.0	49.6
MMB079	18.1	+1.5	2.9	0.37	24	17.5	147.5	46.4
MMB087	17.9	+1.9	2.9	0.38	-	14.5	144.5	49.2

(1) 「富士桜酵母」の泡なし変異株

(2) 「桃の実酵母」の泡なし変異株

もろみ日数がーは、もろみの重量減少が24日以内に60gに達しなかったことを示す

### 3-2 実験室レベル試験醸造による泡なし県産酵母の特徴

#### 3-2-1 アルコール含有量

もろみのアルコール含有量の推移を、「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」と「富士桜酵母」について図 1 に、「泡なし桃の実酵母 MMB043」と「桃の実酵母」について図 2 に示した。

いずれの酵母も、各温度において、アルコール含有量はもろみ日数 18~20 日目でほぼ最大となった。一方(図には示さないが)もろみのグルコース濃度は 18~20 日から増加する傾向が認められ、もろみ温度 18℃の場合に顕著であった。これは、酵母によるアルコール発酵と糖化のバランスが崩れた結果と推察された。したがって、本試験醸造でのアルコール生成は、18~20 日でほぼ定常に達すると推察された。

「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」と「富士桜酵母」とでは、後者のもろみアルコール含有量がやや高い傾向が

認められた。もろみ温度別では、18℃において最も高く、次いで 15℃、12℃の順であった。一方、「泡なし桃の実酵母 MMB043 株」と「桃の実酵母」とでは、もろみのアルコール含有量に大きな差は認められなかった。もろみ温度別では、15℃において最も高く、12℃と 18℃が同程度であった。

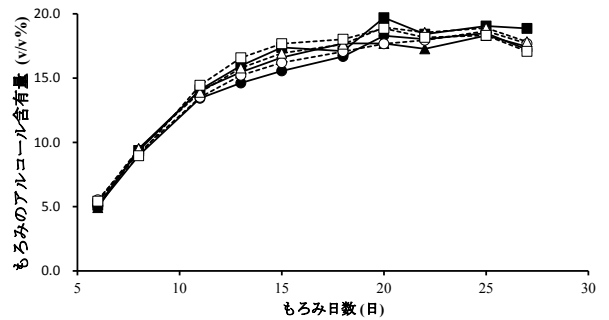


図 1 「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」および「富士桜酵母」の各もろみ温度によるアルコール生成の推移

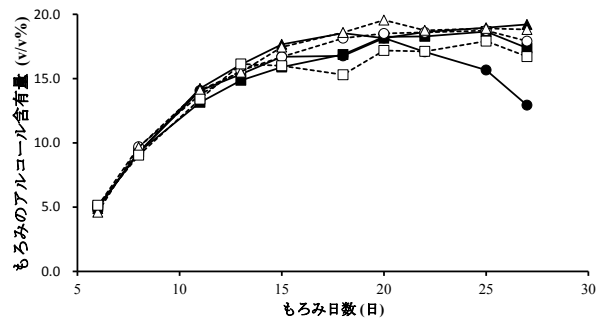


図 2 「泡なし桃の実酵母 MMB043 株」および「桃の実酵母」の各もろみ温度によるアルコール生成の推移

また、もろみのアルコール含有量について、「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」、「泡なし桃の実酵母 MMB043 株」、701 号および 901 号を比較した結果を図 3 に示した。なお、もろみ温度は 15℃のものである。

「泡なし桃の実酵母 MMB043 株」、701 号および 901 号は、ほぼ同等のアルコール含有量であったが、「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」は 3 株より低い傾向が認められた。

以上の結果から、「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」は、高めのもろみ温度をとる必要があると推察された。

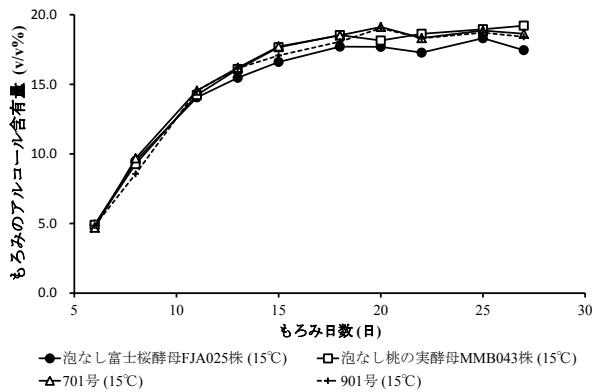


図3 「泡なし富士桜酵母FJA025株」, 「泡なし桃の実酵母MMB043株」, 701号および901号のもろみ温度15°Cにおけるアルコール生成の推移

### 3-2-2 有機酸含有量

もろみのリンゴ酸, 酢酸含有量の推移を図4~5に示した。なお, もろみ温度は15°Cのものである。

もろみのリンゴ酸含有量(図4)は発酵にしたがい増加したが, 701号, 901号は特に増加が顕著であり, 15日目ではほぼ最大となった。泡なし県産酵母のもろみでは, 県産酵母と比較して1.1~1.2倍であったが, 701号と比較すると0.4~0.6倍で顕著に低い値を示した。

もろみの酢酸含有量(図5)は, 本研究の選抜でその低減を最重視した有機酸である。いずれの酵母においても, もろみ初期を除き発酵にしたがい増加したが, アルコール含有量の傾向とは一致しなかった。また, もろみ温度で含有量に差が認められ, 低温であるほど含有量が少なかった。泡なし県産酵母のもろみでは, 県産酵母と比較して0.6~0.8倍程度と減少し, 特に「泡なし富士桜酵母」で減少が大きかった。その含有量は701号と同程度であった。

なお, クエン酸含有量は, いずれの酵母においても発酵にしたがい増加し, アルコール含有量の傾向と類似していた。泡なし県産酵母および県産酵母は, 701号および901号と比較し, もろみ中盤(~18日目)は1.2~1.4倍ほど高い傾向を示したが, もろみ後半になると差は少なくなった。コハク酸含有量は, いずれの酵母においても発酵にしたがい増加したが, 泡なし県産酵母では, 県産酵母と比較して0.9倍程度であり, 701号と比較して0.6~0.8倍であった。乳酸含有量は, 発酵にしたがい微増したものの, ほぼ横ばいで傾向は認められなかった。

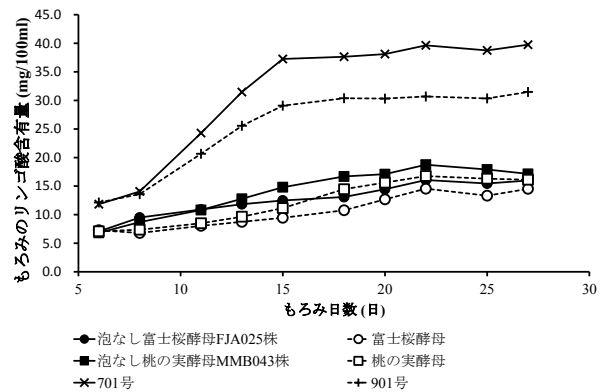


図4 各酵母におけるもろみ温度15°Cでのリンゴ酸含有量の推移

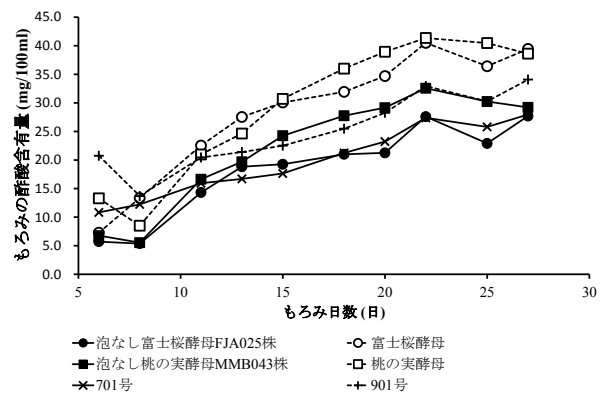


図5 各酵母におけるもろみ温度15°Cでの酢酸含有量の推移

以上の結果から, もろみの有機酸含有量は, 泡なし県産酵母と県産酵母とを比較すると, 前者が後者より低下する傾向が認められ, 特に酢酸含有量において顕著であった。一方, 701号および901号と比較すると, 有機酸総量は低く, リンゴ酸とコハク酸で差が認められた。

### 3-2-3 遊離アミノ酸含有量

泡なし県産酵母および県産酵母の, もろみ遊離アミノ酸含有量の結果を図6, 7に示した。

泡なし県産酵母のもろみ遊離アミノ酸含有量は, 県産酵母と比較すると0.9倍程度で, 泡なし化により減少した。一方, 701号と比較すると1.4倍程度あり, 泡なし県産酵母で醸造した清酒は, アミノ酸度が高くなるものと推察された。

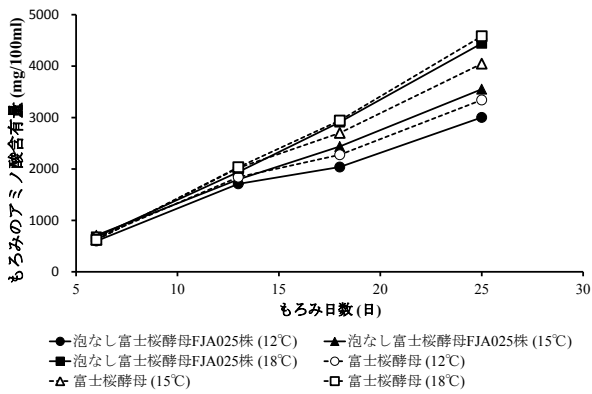


図6 「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」および「富士桜酵母」の、各もろみ温度による遊離アミノ酸含有量の推移

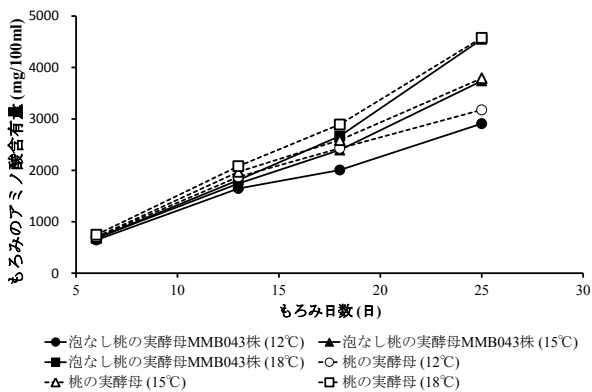


図7 「泡なし桃の実酵母 MMB043 株」および「桃の実酵母」の、各もろみ温度による遊離アミノ酸含有量の推移

岩野ら<sup>9)</sup>によると、純合成清酒における官能試験において呈味に影響するアミノ酸は4種類あり、アラニン（主に甘味）、グルタミン酸（主に酸味）、アスパラギン酸（酸味、苦味、渋味）、アルギニン（苦味、甘味）とされている。うち、良好な評価となるのはアラニンである。

そこで、上記4種類とそれ以外のアミノ酸の含有量を図8に示した。なお、もろみ温度15°Cにおける、18日目の測定値を使用した。

泡なし県産酵母では、県産酵母と比較すると、アラニン、グルタミン酸はほぼ同等であったが、アスパラギン酸は0.7倍、アルギニンは0.8~0.9倍であった。701号と比較すると、アラニンは2.0倍、グルタミン酸は1.8倍、アスパラギン酸は1.3倍、アルギニンは0.6倍であった。

また同じ測定値について、総遊離アミノ酸含有量に占める各アミノ酸量の割合を図9に示した。泡なし県産酵母の各アミノ酸含有割合は、アラニン20%前後、グル

タミン酸12%前後、アスパラギン酸3%、アルギニン8%前後であった。701号は、アラニン14%、グルタミン酸10%前後、アスパラギン酸3%、アルギニン18%前後であった。

「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」のもろみは、「富士桜酵母」と比較してアラニン、グルタミン酸が1.1倍、アスパラギン酸0.7倍、アルギニン0.9倍となった。

「泡なし桃の実酵母 MMB043 株」のもろみは、「桃の実酵母」と比較してグルタミン酸1.1倍、アスパラギン酸0.8倍となったが、アラニンとアルギニンは変わらなかった。

一方で、泡なし県産酵母と701号とを比較すると、アラニン1.5倍、グルタミン酸1.3倍、アルギニン0.4~0.5倍で、アスパラギン酸は変わらなかった。

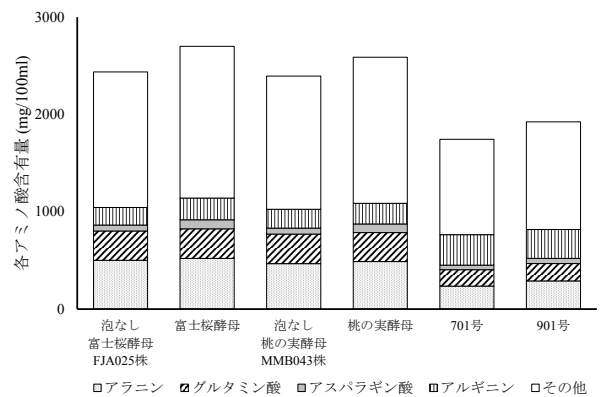


図8 各酵母におけるもろみ温度15°Cでの遊離アミノ酸含有量

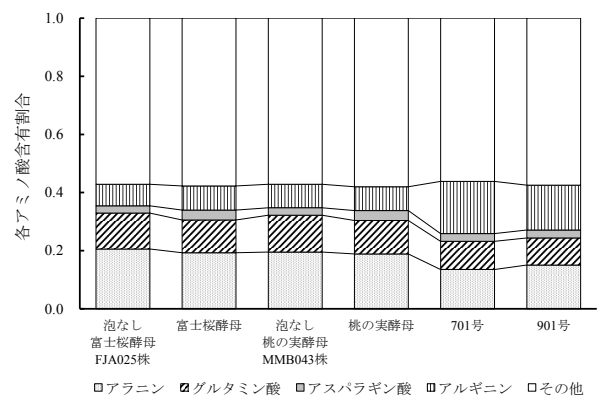


図9 各酵母におけるもろみ温度15°Cでの遊離アミノ酸含有割合

以上の結果から、県産酵母の泡なし化により、もろみの遊離アミノ酸含有量は低下する傾向が認められた。一方、701号および901号と比較すると、泡なし県産酵母のもろみの遊離アミノ酸量は高いものであった。各アミノ酸では、主に甘味を呈するアラニンが多く、主に苦味

を呈するアルギニンが少ないため、呈味の性質は良好と推察された。

### 3-3 実用レベル試験醸造

本県2企業において、「泡なし富士桜酵母」の実用レベルでの試験醸造を委託し実施した。結果を表4に、試験醸造酒のアミノ酸割合を図10に示した。

醸造酒は、A社およびB社とも酸度は標準的であるが、アミノ酸度は標準的な数値(1.6前後)より高い結果となった。アミノ酸割合は、A社がアラニン20%、グルタミン酸13%、アスパラギン酸10%、アルギニン1%で、B社が同23%、10%、2%、5%であった。これらの傾向は実験室レベルの試験醸造と類似しており、「泡なし富士桜酵母 FJA025株」により醸造された清酒は、アラニン含有量が大きくアルギニン含有量が低くなるという特徴が確認された。

表4 試験醸造の結果

製造者	A社	B社
種別	純米	普通
もろみ日数(日)	38	28
酒精度(度)	17.8	17.7
日本酒度(度)	+4.0	-9.0
酸度(度)	1.4	1.6
アミノ酸度(度)	2.2	2.7

酒精度、日本酒度は当該企業の測定値

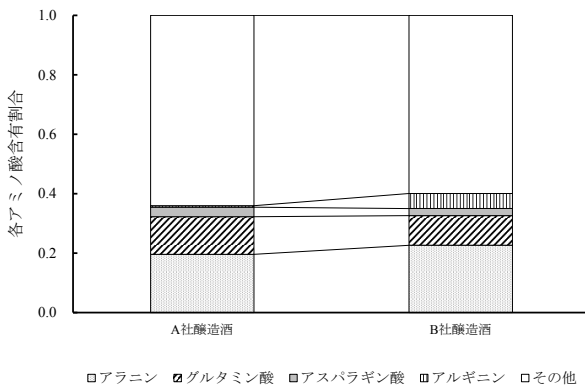


図10 試験醸造酒の遊離アミノ酸割合

また、各社の醸造担当者から聞き取りを行った結果を以下に示した。

#### ①A社

- ・泡の様子は以前とは異なる。櫛(かい:もろみを攪拌する棒)からすんなりと離れるなど、作業性は向上している。
- ・もろみ後期の切れ(比重が軽くなること)が遅い。この点は以前と大差ないように思う。
- ・独特の香りがあるが、生成酒になるまで残っていた。

以前はもろみ後半で少なくなっていた。

#### ②B社

- ・仲添から留添において、酵母が全く活動していないかのような挙動があった。原因は不明であるが、加温等によりその後は回復した。
- ・香気に酢酸エチルが含まれている。酢酸エチルの原因として一般的に野性酵母が挙げられるが、上記もろみの不調があったため、野性酵母の混入がなかったと言いきれない。
- ・もろみと生成酒のアミノ酸度が高かった。
- ・二日踊り(初添と仲添の間にとる一日の休みを二日にすること)や、もろみ初期の酵母数を多くするなどの工夫が必要ではないだろうか。

## 4. 考察

「富士桜酵母」および「桃の実酵母」からシュガーエステル凝集法により泡なし変異株を取得し、選抜を行うことで「泡なし富士桜酵母 FJA025株」および「泡なし桃の実酵母 MMB043株」が得られた。

泡なし県産酵母を用いて生成された清酒は、県産酵母と比較し、もろみの有機酸量が減少し、個別の有機酸ではリンゴ酸が微増、コハク酸が微減、酢酸が減少していた。この要因としては、清酒酵母による有機酸生成の多くがTCA回路と関係があることから、泡なし化によって酵母がもろみに沈み、好気呼吸の抑制された酵母の割合が増えたことが大きいと推察された。701号と比較すると、もろみの有機酸量は低く、特にリンゴ酸とコハク酸において顕著な差が認められた。これは、泡なし化とは関係なく県産酵母本来の性質と推察された。

ところで今回、もろみの酢酸含有率を重視して選抜を繰り返したことで、実際に含有率の低い株を選択することができた。一方、本研究での変異株取得法であるシュガーエステル凝集法は、泡なし変異を起こした酵母がシヨ糖脂肪酸エステルの添加で凝集しない性質を利用し、効率的に泡なし変異株を取得するものであるため、有機酸の生成能については直接の関連がない。今回、2-2-1の微生物培養用プレートにより測定された麹エキス培地の酢酸含有率と、2-2-2の実験室レベル試験醸造で測定されたもろみの酢酸含有率は、同じ株での相関は得られなかった。この酢酸低生成の安定性については、今後確認していく必要がある。

また、もろみの遊離アミノ酸含有量は泡なし化により減少したが、701号と比較すると顕著に多い量であった。この原因は、酵母の生存率が影響していると考えられた。そこで、試験結果には示さなかったが、アルカリ性メチレンブルー染色法<sup>10)</sup>により酵母の生存率を測定したと



ころ、もろみ中期（14 日目、12℃）で 701 号の生存率は 93%であったのに対し、「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」は 82%、「泡なし桃の実酵母 MMB043 株」では 80%であった。酵母の生存率は、もろみ後期の切れやアミノ酸度に大きな影響があるため、泡なし県産酵母はこの点において注意が必要と推察された。

各遊離アミノ酸については、泡なし県産酵母のもろみはアラニンが多く、アルギニンが少なかった。伊藤ら<sup>11)</sup>によると、アラニンは酵母の増殖期および発酵期ともに放出され、逆にアルギニンはともに取り込まれ減少する。したがって、このようなアミノ酸バランスは県産酵母の性質であり、利点と考えられた。

実用レベルの試験醸造では、泡なし化により作業性が向上したものの、酵母の発酵力はやや不安があることがわかった。改善法として、酒母の酵母濃度を高めること、初添の規模を大きくすること、踊りを二日とり酵母の増殖を促すこと、「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」においては仕込温度を高めにするなどが挙げられる。

泡なし県産酵母の生成酒は、有機酸が少なく、甘味を呈するアミノ酸が多く、苦味を呈するアミノ酸が少ないことが特徴と言える。もろみ日数を短くし、低アルコールで旨味を重視した清酒の製造に適するものと推察された。

## 5. 結 言

県産酵母である「富士桜酵母」と「桃の実酵母」の泡なし化を実施し、「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」と「泡なし桃の実酵母 MMB043 株」を選抜した。

発酵経過については、泡なし化によって大きな改善は認められなかった。生成酒の有機酸含有量は、泡なし化によって酢酸が低減され、初期の目的が達せられた。対照のきょうかい酵母と比較すると、有機酸のうちリンゴ酸およびコハク酸については、泡なし化の有無にかかわらず明らかに低い値であった。

アミノ酸については、泡なし化によって総アミノ酸含有量は低減されたが、きょうかい酵母と比較して 1.4 倍であった。アミノ酸組成は、泡なし化の有無にかかわらず、きょうかい酵母と比較してアラニンが多く、アルギニンが少なくなる傾向が認められた。

実用レベルの試験醸造では、「泡なし富士桜酵母 FJA025 株」の高泡については問題とならなかった。生成酒のアミノ酸割合は、実験室レベル試験醸造のものと類似していた。

## 謝 辞

試験醸造等にご協力いただきました県内酒造会社に御

礼申し上げます。また、本研究を行うにあたりまして、多大な御助言をいただきました飯村穰 元山梨大学教授に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 堤浩子：バイオインダストリー，NOV.,2012，P4-8 (2012)
- 2) 橋爪克己：バイオインダストリー，NOV.,2012，P16-21 (2012)
- 3) 改訂清酒入門，財団法人日本醸造協会，P62 (2007)
- 4) 改訂清酒酵母の研究，清酒酵母研究会，p27 (1980)
- 5) 恩田匠・長沼孝多・乙黒親男・渡辺正平・飯村穰，山梨工技セ研究報告，18，P30-33 (2004)
- 6) 恩田匠・長沼孝多・辻政雄・渡辺正平・飯村穰，山梨工技セ研究報告，19，P45-47 (2005)
- 7) 長沼孝多・橋本卓也・木村英生，山梨工技セ研究報告，27，P33-36 (2013)
- 8) 国税庁所定分析法
- 9) 岩野君夫・高橋和弘・伊藤俊介・中沢伸重，日本醸造協会誌，99(9)，p659-664 (2004)
- 10) 佐見学，日本醸造協会誌，90(7)，p536-541 (1995)
- 11) 伊藤俊彦・渡辺沙織・渡辺誠衛・中沢伸重・岩野君夫，日本醸造協会誌，101(11)，p879-885 (2006)