

# 新酵母の開発による高付加価値化清酒醸造試験（第1報）

—ワイン酵母 *Saccharomyces cerevisiae* W3を用いた低アルコール清酒醸造—

飯野 修一・乙黒 親男・恩田 匠・小宮山美弘・後藤 昭二\*

## Experimental Brewing of Valuable Sake by New Yeasts (1st report)

—Brewing of Low Alcohol Sake Using Wine Yeast *Saccharomyces cerevisiae* W3—

Shuuichi IINO, Chikao OTOGURO, Takumi ONDA,  
Yoshihiro KOMIYAMA and Shoji GOTO\*

### 要 約

ワイン酵母 *Saccharomyces cerevisiae* W3（ブドウ酒用協会酵母4号）を使用した低アルコール清酒醸造に必要な基礎的試験を行った。

- 1) 酒母製造試験においてはW3株は20℃で良好な発酵を示したが、7℃及び13℃では清酒用協会酵母901号（K901）使用に比べて発酵の遅れが認められた。
- 2) W3株使用の汲み水歩合250%の低アルコール清酒モロミの発酵はK901に比べて1日～2日の遅れであった。
- 3) KHR キラ-及び染色体電気泳動を利用したW3株使用モロミの酵母純度は100%であった。
- 4) W3株使用の生成酒はイソブタノールが顕著に多く、酸がやや多い特徴が認められた。また、官能的には味の薄さは指摘されなかった。

### SUMMARY

Experimental brewing of low alcohol Sakes using wine yeast *Sacch.cerevisiae* W3 (wine yeast Kyokai No.4) was done. In seed mash making test, the rate of fermentation with the strain W3 was same as that of Sake yeast Kyokai No.901 (K901) at 20℃, but it was late with the advancement of fermentation at 7℃ and 13℃. In brewing of low alcohol Sake (Kumimizu buai 250%) using the strain W3, the fermentation was late for 1 or 2 days as compared with strain K901. While by means of utilization of both KHR killer and electrophoretic banding patterns of chromosomal DNAs as genetic marker, it was proved that purity of starter yeast W3 on these seed mashes and Moromis during fermentation was 100%. And low alcohol Sakes using the strain W3 contained large amount of isobutyl alcohol and a little more total acid as compared with that of K901 strain, a thin of body on sensory evaluation was not pointed out.

### 1. 緒 言

近年、消費者の清酒に対する嗜好も多様化しており、アルコール分の低い清酒の醸造が要望されている。単に、水で清酒を希釈した場合、香味が希薄になるので、これまで低アルコール清酒の醸造では甘味や酸味の補強<sup>1)</sup>、また、香気を多量に生成する酵母の利用<sup>2)</sup>などが報告されている。一方、菅野ら<sup>3)</sup>や吉沢<sup>4)</sup>はワイン酵母が清酒酵母とは異なった香氣特性と生酸性を有することを指摘している。

我々はこれまで既存のワイン酵母<sup>5)</sup>や新たに分離した低発酵性DL株<sup>6)</sup>による低アルコール清酒の発酵試験を行い、

また、発酵により生産された高級アルコールがワインにおいて味の厚みや苦みなどを付与する<sup>7)</sup>ことを既に報告した。

今回はワイン醸造において高級アルコールを多く生成した *Saccharomyces cerevisiae* W3<sup>7)</sup>（ブドウ酒用協会酵母4号）を使用した低アルコール清酒の醸造について報告する。

### 2. 実験方法

#### 2-1 供試酵母

*Saccharomyces cerevisiae* W3（ブドウ酒用協会酵母4号）及び清酒用協会酵母901号（K901）を用いた。なお、発酵試験にはDL株<sup>6, 8, 9)</sup>及び実用清酒酵母7菌株（表2参照）を比較対照株として用いた。

\* 客員研究員

## 2-2 発酵試験

斉藤ら<sup>10)</sup>が優良な清酒用酵母の2次スクリーニングに用いた仕込方法を用いた。即ち、麴に4倍量 (w/w) の水を添加して高温糖化 (55℃、5時間) し、ボーム10の麴エキスを得た。これを2倍希釈して加圧殺菌 (120℃、20分間) した麴エキス (ボーム5) 33mlに麴12g、酵母前培養液3ml (予め、麴エキス培地で25℃、3日間培養) を添加し、20℃、10日間発酵後、生成酒の成分分析を行った。なお、麴はアルコール脱水麴の代わりに、市販の乾燥麴 (精白歩合70%、徳島精工社製) を用いた。また、CO<sub>2</sub>透過と香気成分の保持が認められているポリプロピレン (P.P) 製のフィルムカバー (厚さ40μ) <sup>11)</sup> を発酵栓の代わりに用いた。

## 2-3 酵母製造試験

酵母製造の仕込み配合<sup>12)</sup>に基いた。なお、α米及び乾燥麴を使用したので水分の補正 (それぞれ使用重量の30%、20%<sup>13)</sup>を補充) を行った。即ち、前述の麴エキス (ボーム10) 140gに、汲み水232ml、乳酸0.7ml、酵母前培養液31ml (予め、麴エキス培地で25℃、3日間培養)、市販の乾燥麴50g及びα米100g (いずれも精白70%、徳島精工社製) を順次、添加した1段仕込み (以下、改変高温糖化法とする) で行った。この仕込みでは総米は178g、汲み水133%となる。発酵は7、13、20及び25℃の恒温器中で行い、P.P製フィルムカバーを発酵栓の代わりに用いた。発酵経過はCO<sub>2</sub>揮散によるモロミ重量の減少量によって調べ、発酵20日目にモロミを遠心分離 (8,000rpm、10分間) して生成酒の成分分析を行った。

## 2-4 低アルコール清酒の試験醸造

一般的な仕込み配合<sup>12)</sup>に基づき、また、α米及び乾燥麴の水分補正を考慮した総米380g (市販のα米、乾燥麴使用) の3段仕込みを行った (表1)。なお、初添えは12℃、仲添え9℃で、留添えは7、13及び20℃の3通りで行い、留め7日目に水4段で、汲み水歩合250%とした。10日目以降、CO<sub>2</sub>減量が緩慢になったものから、22日目に5℃になるように徐々に品温を下げた。P.P製フィルムカバーを発酵栓の代わりに用いた。なお、酒母は酵母製造試験で用いた改変高温糖化法により、20℃で7日間、育成したものを、10℃に下げ、2日後に使用した。

## 2-5 中間工業規模の低アルコール清酒醸造

県内T醸造場は平成6年2月と12月に中間工業規模の総米100kgと150kg (それぞれBY-93、BY-94) でW3株使用の低アルコール清酒醸造を行った。使用米はそれぞれ60%精白の山梨県産白妙錦及び50%精白の長野産美山錦であり、いずれも20℃、6日間育成した高温糖化酒母で、モロミ日数20日間、汲み水歩合250%であった。

表1 低アルコール清酒試験醸造の仕込み配合

	酒母	初添	仲添	留添	水4段	計
総米 (g)	30	63	112	175		380
α米 (g)	20	44	87	149		300
乾燥麴 (g)	10	19	25	26		80
汲み水 (ml)	69	145	260	364	484	1322

## 2-6 分析

1) ボーム、日本酒度、アルコール、酸度、アミノ酸度及びエタノール：国税庁所定分析法<sup>14)</sup>によった。ただし、エタノールはガスクロマトグラフィー法によった。

2) pH：ガラス電極法 (堀場製pHメーター) によった。

3) 屈折計示度 (Brix)：アタゴ社製糖用屈折計を用いた。

4) カス歩合：モロミを遠心分離 (8,000rpm、9分間) し、得られた沈澱物の水分含量を測定し (130℃、3時間)、カス水分45%の一般値<sup>12)</sup>からカス歩合を計算した。

5) ピルビン酸：ペーリンガー・マンハイム社製のFキッドを用いた酵素法によった。

6) 高級アルコール及びエステル：SHINOHARA ら<sup>15)</sup>及び清水らの方法<sup>16)</sup>に準じた既報<sup>17)</sup>のガスクロマトグラフィー法によった。なお、内部標準物質はメチルイソブチルケトンを使用した。

7) モロミの酵母純度試験：W3株のKHR キラーをマーカーとして利用したGOTOらの方法<sup>18)</sup>を用いた。ただし、MB培地のpHは6.0とし、生育阻止帯の検出のための培養日数は20℃、3日間とした。供試酵母はモロミ試料を希釈後、YM寒天培地に平板培養して得られたコロニーの50~100菌株を用いた。なお、W3使用モロミから得られたKHR キラーを有する3菌株については染色体電気泳動法による泳動バンドのパターンがW3と同じであるか調べた。染色体電気泳動法におけるサンプル調製、パルスフィールド電気泳動装置 (アトー社製クロスフィールド電気泳動装置AE-6800型)、泳動条件 (泳動緩衝液温度11℃、180V、パルス時間70秒及び泳動時間24時間) は柳田らの方法<sup>19)</sup>により行った。また、DL株使用モロミについてはモロミの少量をYNB培地に画線培養し、出現したコロニーのTTC染色を行い、DL株はpinkに染まる<sup>6)</sup>ので、Redを呈したものを汚染酵母とした。

## 3. 結果及び考察

### 3-1 酵母別発酵試験

W3、K901、DL株及び実用清酒酵母7菌株 (S1~S7) を

表2 酵母別発酵試験による生成酒成分

使用酵母	高級アルコール <sup>1)</sup>			エステル <sup>1)</sup>			エタノール % (v/v)	Brix
	n-PrOH	i-BuOH mg/L	i-AmOH	EtOAc	AmOAc mg/L	EtOCap		
W3	74	273	333	89	13.8	0	18.5	14.8
K901	97	117	162	107	5.2	0	19.3	12.6
S1	102	79	129	87	3.5	0	20.1	12.6
S2	101	86	141	92	3.2	0.5	20.9	11.4
S3	86	112	139	100	4.0	0	20.5	12.8
S4	104	102	146	110	6.1	2.3	19.3	13.5
S5	107	100	149	96	3.5	0	-	11.8
S6	107	114	239	98	5.1	0	-	12.4
S7	104	165	200	109	6.6	0	-	12.0
DL	41	210	332	64	3.3	0	15.0	15.3

麹エキス (ポーメ5) 33 mlに、酵母前培養液3.3ml、乾燥麹12gを添加し、20℃で10日間、発酵。

1) n-PrOH (ノルマルプロパノール)、i-BuOH (イソブタノール)、i-AmOH (イソアミルアルコール)、EtOAc (酢酸エチル)、AmOAc (酢酸イソアミル)、EtOCap (カプロン酸エチル)

用いた少量の発酵試験による生成酒の香味成分の分析結果を表2に示した。W3株はK901に比べて酢酸イソアミル (AmOAc)、イソブタノール (i-BuOH) 及びイソアミルアルコール (i-AmOH) がそれぞれ2.7倍、2.3倍及び2.1倍多かった。また、W3株のエタノール生成量は清酒酵母に比べてやや低く、可溶性固形分 (Brix値) が多いので、発酵経過に違いのあることが推察された。W3株をワイン醸造に使用した場合、清酒用協会酵母に比べて旺盛な発酵力<sup>9)</sup>と著量な高級アルコール生産を示す<sup>7)</sup>ことを我々は既に報告している。また、上東ら<sup>20)</sup>、岩瀬ら<sup>21)</sup>はワイン酵母を使用した清酒の試験醸造を行い、高級アルコール含量は多いが、AmOAcは少ないことを報告している。

DL株のアルコール生成は他よりも5% (v/v) 程度少なかった。DL株の発酵性が弱いことはワイン醸造でも認められている<sup>9)</sup>。従って、以下の酒母製造試験において対照株の一つとした。また、実用清酒酵母のS7及びS6はK901に比べて、それぞれi-BuOH1.4倍及びi-AmOH1.5倍であり、他の清酒酵母とは異なった。

我々はワイン醸造において発酵により生産された高級アルコールが味の厚みや苦みなどを付与することを既に報告した<sup>7)</sup>。本発酵試験の結果においてW3株は高級アルコール及びエステルを多く生成した。高級アルコールが多いことは低アルコール清酒の味の厚みを増す点で有益であり、さらに、AmOAc生成が多いことは生成酒の芳香を増大するものと期待できた。このようにW3株使用の酵母別発酵試験において生成酒において香味成分が多かったので、香味豊かな低アルコール清酒が醸成されるものと考え、その醸造に必要な基礎的試験を行った。

### 3-2 酒母製造試験

酒母モロミの温度による発酵速度の相違を検討した。発酵温度7, 13, 20及び25℃における発酵経過をCO<sub>2</sub>揮散によるモロミ重量の減少量で表し、結果を図1に示した。発酵の前半の5日目までは各温度においてW3, K901株使用で発酵経過に差は認められなかった。それ以降、W3株使用の7℃区及び13℃区でやや発酵が遅れ、10日目ではそれぞれ3日及び1日程度の遅れとなった。なお、W3株使用の25℃区では7日目までの経過は他区に比べて最も速やかであったが、その後、発酵は緩慢になり、20日目では20℃区よりもCO<sub>2</sub>減量は少なかった。また、W3株使用区については発酵中期の9日目及び終了時の18日目にモロミから釣菌した各温度区の50コロニーずつはいずれもKHRキラー性を示し、酵母純度は100%であった。対照に用いたDL株使用モロミの7℃区及び13℃区ではすべてのコロニーがpinkであったが、20℃区及び25℃区では9日目で95%、18日目で100%近いRedコロニーが認められ、顕著な野生酵母の汚染が認められた。

留後、20日目の生成酒の成分を表3に示した。生成エタノール (v/v) は20℃区においてはK901株使用で17.8%、W3株使用で17.7%であり、差はなかったが、13℃区及び7℃区ではその差はそれぞれ2%及び4%と大きくなり、この傾向は日本酒度でも認められ、前述のW3株使用での発酵経過の遅れが成分的に示された。なお、K901株使用の20℃区のピルビン酸は87mg/Lで最も少ないことから、発酵経過が最も速やかであったと思われる。また、W3株使用の25℃区ではi-BuOHは多いものの、それ以外の成分量が少なく、ピルビン酸含量が最も多いのは前述の発酵経過

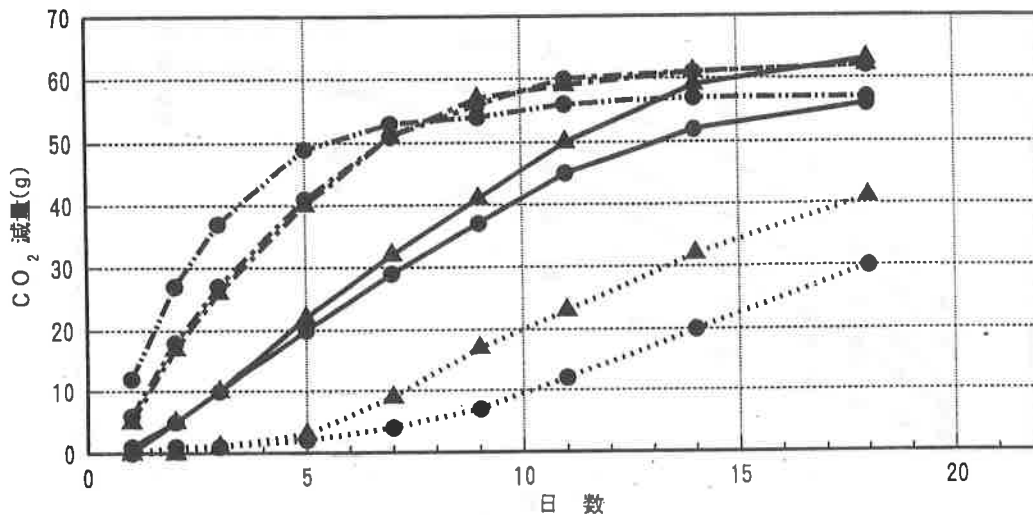


図1 酒母製造試験における温度別発酵経過

- 1) 使用酵母及び発酵温度  
 W-3 7°C    W-3 13°C    W-3 20°C    W-3 25°C    協会901号 7°C    協会901号 13°C    協会901号 20°C
- 2) 仕込容量：総米178g, 汲み水133%

にも見られたように後半の緩慢な発酵によるものと思われる。

13°C以上の温度区においては前述の発酵試験と同様に、W3株使用ではK901株使用に比べて*i*-BuOH及び*i*-AmOHが顕著に多く、20°C区ではそれぞれ2.5倍、1.8倍、また、13°C区では発酵途中にも関わらず、*i*-BuOHは3.2倍であった。

なお、*n*-PrOHについては同程度の発酵を示している20°C区と比較すると、W3株使用ではK901株使用の半分程度に少なかった。AmOAcは発酵温度が低いほど含量が多くなる傾向が認められ、20°C区におけるW3株使用ではK901株使用に比べて2倍程度多い生成量を示した。

以上、W3株は一般的な酒母製造温度である20°CでK901株と同様の発酵経過を示すと共に、モロミの酵母純度は非常に良好で、13°C以上の温度区においては成分的にも*i*-BuOH及び*i*-AmOHが多い特徴が明らかに認められた。

### 3-3 低アルコール清酒の試験醸造

留め添え後の温度を7、13及び20°Cに設定し、汲み水歩合250%とした各モロミにおける発酵経過を図2に示した。

各温度区共にW3株使用区の発酵はK901株使用区に対してモロミ日数の初期から1日~2日程度の遅れで進行した。また、モロミ日数20日目において、モロミ重量の減少が顕著に続く発酵途中のものは7°C区だけで、他は減少が少なく、発酵はほぼ終了していると思われる。なお、W3株使用では酒母製造の終了時、仲仕込み時及び留後11日目及び20日目の各温度区のモロミから釣菌した、それぞれ100菌株のすべてがKHRキラー性を示し、酵母純度100%であった。W3株使用においては13°C以下で発酵がやや遅れることが前述の酒母製造試験で認められており、本試験は初添え12°C、仲添え9°Cと仕込温度が低かったために留添までにW3株使用モロミ中に蓄積された酵母量が少ないと思われる、K901株使用に比べて、発酵の顕著な遅れが想定され

表3 酒母製造試験における生成清酒成分

発酵温度	使用酵母	日本酒度	エタノール % (v/v)	ピルビン酸 mg/L	高級アルコール <sup>1)</sup>			エステル <sup>1)</sup>		
					<i>n</i> -PrOH	<i>i</i> -BuOH	<i>i</i> -AmOH	EtoAc	AmOAc	EtoCap
7°C	W3	-68	10.0	200	58	74	183	19	1.3	0
	K901	-28	13.6	197	76	57	144	73	8.0	0
13°C	W3	-12	15.8	186	81	238	332	43	6.3	0
	K901	+8	18.3	182	151	75	186	74	6.3	0
20°C	W3	+14	17.7	177	83	319	411	47	4.2	0
	K901	+15	17.8	87	138	126	232	56	2.3	0
25°C	W3	+4	15.5	255	64	386	394	29	3.4	0

\*モロミ日数：20日、 1) 表2の注を参照。

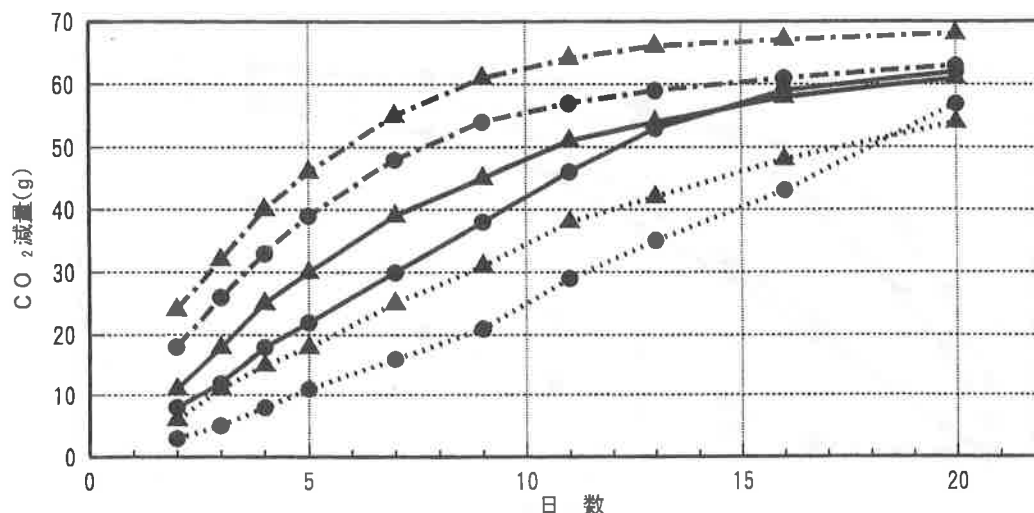


図2 低アルコール清酒試験醸造における発酵経過

- 1) 使用酵母及び発酵温度  
 W-3 7°C (●)      W-3 13°C (○)      W-3 20°C (●)      協会901号 7°C (▲)      協会901号 13°C (▲)      協会901号 20°C (▲)
- 2) 仕込容量：総米380g, 汲み水250%

たが、W3株使用の発酵経過はK901使用に比べて僅かな遅れであった。これは汲み水が多いので、アルコールや糖の過剰による酵母の増殖阻害が少なかったのではないかとされる。

モロミ日数22日目における生成酒の一般成分の分析値を表4、高級アルコールとエステル含量を表5に示した。

前述の発酵経過からK901株使用の20°C区は発酵が最も進んでおり、分析結果もエタノール13.8% (v/v)、日本酒度+17で最大値を示した。また、W3株使用の各温度区におけるエタノール生成量は12~13% (v/v)、日本酒度は0~+13で、いずれもK901株使用区と同程度の辛口酒となった。酸度はW3株使用の方が多かったが、温度が高いほどその差は増大し、20°C区でのK901使用との差は1mlであった。

一方、アミノ酸度はK901株使用と同程度の値を示し、13°C区が1.2ml、20°C区では1.6mlであった。岩瀬ら<sup>21)</sup>はワイン酵母使用の生成酒において、アミノ酸度が顕著に少なく、酸度が多いことを報告しているが、W3株使用の本

試験におけるアミノ酸度についてはその傾向は認められなかった。

ピルビン酸は発酵が最も速やかなK901株使用の20°C区で91mg/Lと少なかったが、他の区ではW3株、K901株使用とも200mg/L前後と多く、前述した酒母製造試験の結果と同様であった。

カス歩合はモロミを遠心分離して得た沈澱物の水分含量からカスの水分を45%として換算して求めたが、13~26%といずれも低かった。高級アルコールの生成量は前述の発酵試験及び酒母製造試験と同様にW3株使用で顕著に多く、i-BuOH123~320mg/L及びi-AmOH170~374mg/Lで、K901株使用に比べて、それぞれ3倍と2倍程度の高い生成量であった。

なお、n-PrOH生成については前述の酒母製造試験ではW3株使用の方がK901株使用よりも少ない傾向が認められたが、本試験では原因は不明であるが、K901株使用区の含量が少ないので、7°C区及び13°C区ではW3株使用の方が多い結果となった。

表4 低アルコール試験醸造清酒における一般成分

留添温度	使用酵母	日本酒度	エタノール (% v/v)	ピルビン酸 mg/L	酸度 ml	アミノ酸 ml	粕歩合 (%)
7°C	W3	0	11.6	198	2.4	1.2	25
	K901	+4	12.5	191	1.9	1.0	26
13°C	W3	+8	12.7	186	2.7	1.2	18
	K901	+12	13.0	173	2.0	1.1	17
20°C	W3	+13	12.1	176	3.0	1.6	17
	K901	+17	13.8	91	2.0	1.6	13

\* 総米380g、汲み水250%の3段仕込、モロミ日数22日

表5 低アルコール試験醸造清酒における香味成分

留添温度	使用酵母	高級アルコール <sup>1)</sup>			エステル <sup>1)</sup>		
		n-PrOH	i-BuOH mg/L	i-AmOH	BtoAc	AmOAc mg/L	BtoCap
7°C	W3	96	123	170	34	1.0	0
	K901	55	46	114	60	2.9	0
13°C	W3	113	200	242	40	1.5	0
	K901	62	63	146	59	2.6	0
20°C	W3	70	320	374	35	2.4	0
	K901	93	82	198	54	2.2	0

1) 表2の注を参照。

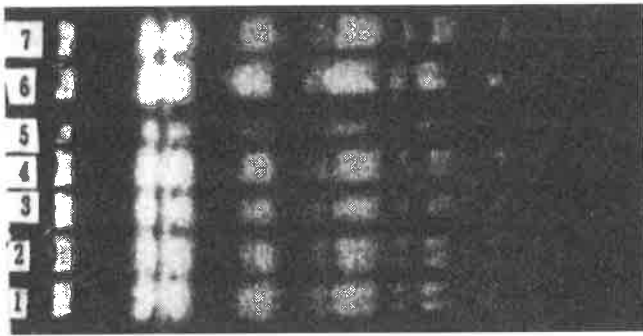


図3 W3使用モロミ分離株の染色体バンドパターン  
レーン：1, 7 (W3), 2, 3 (分離株1), 4 (分離株2),  
5, 6 (分離株3)

### 3—4 W3株使用による中間工業規模低アルコール清酒醸造

平成3年度 (BY—93) と4年度 (BY—94) にT醸造場はW3株を酒母とした中間工業規模の低アルコール清酒の醸造を行なった。BY—94におけるモロミの酵母純度を初添え時の酒母、モロミ7日目及び18日目に調べた。釣菌100菌株ずつを供試したが、すべてKHRキラー性を示した。また、18日目から釣菌し、KHRキラー性を示した3菌株における染色体DNA電気泳動法による染色バンドパターンはW3株のそれと一致し (図3)、柳田ら<sup>19)</sup>のW3株のバンドパターンとも同じであった。従って、製造現場においてもW3株使用モロミの酵母純度が100%であることが示された。

次に、醸成された低アルコール清酒の一般成分と香味成分をそれぞれ表6と表7に示した。BY—93及びBY—94は共に成分値は近似しており、W3株使用による低アルコール清酒醸造の安定性が示された。なお、日本酒度—25前後、アルコール10～10.5% (v/v)、酸度2.0ml、アミノ酸度1.3ml程度であり、酸度及びアミノ酸度は前述の低アルコール清酒試験醸造の結果と同様であった。また、BY—93及びBY—94のi-BuOH含量はそれぞれ187mg/Lと162mg/L、i-AmOHは171mg/Lと178mg/Lであり、その含量は日本酒造組合中央会東京支部銘酒研究委員会の統一銘柄であるアルコール11～12%の「純米やわくち」における含量<sup>5)</sup>のそれぞれ3.5倍、1.2倍に相当した。官能的にも香味は軽快であり、味の薄さは指摘されなかった。また、ピルビン酸は218mg/L、140mg/Lで多く、「純米やわくち」と同様であった<sup>22～27)</sup>。

なお、BY—93は肉たれ歩合61%、カス歩合33%、白米1,000kg当りの取得アルコール数量342Lであった。また、BY—94は市販された。

## 4, 結 言

優良ワイン酵母W3株を使用した低アルコール清酒醸造に必要な基礎的試験を行った。清酒モロミにおけるW3株

表6 W3株使用の低アルコール清酒 (中間工業規模) における一般成分

	日本酒度	アルコール (%, v/v)	酸度 (ml)	pH	アミノ酸度 (ml)	ピルビン酸 mg/L
BY-93 <sup>1)</sup>	-26	10.5	2.0	3.98	1.3	218
BY-94 <sup>2)</sup>	-24	10.1	2.0	3.83	1.4	140

1) 平成6年2月に醸造, 総米100kg,

2) 平成6年12月に醸造, 総米150kg

\*モロミ日数19日

表7 W3株使用の低アルコール清酒 (中間工業規模) における香味成分

	高級アルコール <sup>1)</sup>			エステル <sup>1)</sup>		
	n-PrOH	i-BuOH	i-AmOH	EtoAc	AmOAc	EtoCap
	mg/L			mg/L		
BY-93 <sup>2)</sup>	88	187	171	22	5.4	痕跡
BY-94 <sup>2)</sup>	66	162	178	24	4.4	痕跡

1) 表2の注を参照,

2) 表6の注を参照

の発酵は後半の切れが鈍るが、汲み水歩合を多くした低アルコール清酒醸造では順調な発酵経過を示した。香味は軽快であり、中間工業規模の試験醸造が行われ、商品化された。

### 参考文献

- 1) 吉沢 淑：醸協,80,(5)298 (1985)
- 2) 井上和春・横堀正敏・山田和男：埼玉県食品工業試験場業務報告 (平成4年度),17 (1992)
- 3) 菅野信男・永谷正治・佐藤 信・大塚謙一：醸協,76,(1)45 (1981)
- 4) 清酒酵母研究会編：清酒酵母の研究 (1972) P144
- 5) 飯野修一・渡辺正平：山梨県工業技術センター研究報告,2,89 (1988)
- 6) 清酒酵母研究会編：清酒酵母の研究—80年代の研究— (1992) P110
- 7) 飯野修一・渡辺正平：醸協,89,(12)996 (1994)
- 8) 篠原 隆・飯野修一・渡辺正平・後藤昭二：醸協,85,(8)580 (1990)
- 9) 飯野修一・渡辺正平・春日徳彦・後藤昭二：醸協,89,(7)557 (1994)
- 10) 斉藤久一・渡邊誠衛・田口隆信・高橋 仁・中田健美・岩野君夫・石川雄章：醸協,87,(12)915 (1992)
- 11) 飯野修一：山梨県工業技術センター研究報告,7,33 (1993)
- 12) 日本醸造協会編：酒造技術, P70
- 13) 徳島精工 (株)：乾燥麹及び $\alpha$ 米使用説明書
- 14) 注解編集委員会：第4回改正国税庁所定分析法注解、日本醸造協

- 会 (1993)
- 15) T.SHINOHARA and M.WATANABE : Agric.Biol.Chem.,40, 2475 (1976)
- 16) 清水純一・渡辺正澄 : 園学雑,50,386 (1981)
- 17) 飯野修一・小宮山美弘 : 山梨県工業技術センタ-研究報告,5,69 (1991)
- 18) S.GOTO, K.KITANO and T.SHINOHARA : J.Ferment. Bioeng.,73, (1)70 (1992)
- 19) 柳田藤寿・押田明成・篠原 隆・後藤昭二 : 山梨大発研報告, 27,13 (1992)
- 20) 上東治彦・樋口和彦 : 高知工試報告,21,118 (1990)
- 21) 岩瀬利徳・高田 明・渡邊妙子・福田秀雄・佐々木清祐・吉武正文 : 醸協,90,(2)137 (1995)
- 22) 日本酒造組合中央会東京支部銘酒研究委員会 : 醸協, 74, (1)61 (1979)
- 23) 大塚謙一・醸造試験所所員一同 : 醸協,75,(1)926 (1980)
- 24) 荻野 敏・乙黒親男・渡辺正平・加々美 久 : 山梨食工指研報, 11,48 (1979)
- 25) 佐藤俊一・水野昭博・岩野君夫・高原康生・木崎康造・佐野英二・辻 邦司・梅田紀彦・戸塚 昭・川島宏 : 醸協, 76, (1)764 (1981)
- 26) 岩野君夫・佐藤俊一・水野昭博・高原康生・木崎康造・佐野英二・辻 邦司・梅田紀彦・戸塚 昭・川島宏 : 醸協,76,(1)768 (1981)
- 27) 岩野君夫・水野昭博・岩田 博・高原康生・木崎康造・佐野英二・辻 邦司・戸塚 昭・川島 宏 : 醸協,76,(1)773 (1981)