

吟醸酵母の開発と利用 (第2報)

吟醸酵母の比較仕込試験

深谷伊和男・西田淑男・戸谷精一・大倉鎮夫・岡田安司

前報¹⁾では、細胞融合法による吟醸酵母の育種について報告したが、FIA 1は、その際に使用した一方の親株系の酵母であり、FIA 2は育種した融合株中でFusant 6として報告した酵母である。

本報では、当センター保存のこれら2株について、K 9酵母を対照として吟醸酒製造を行い、酵母の差異に基づくもろみの状態および成分変化等について検討を行った結果を報告する。

実験方法

1. 使用酵母

FIA 1は低生酸性の泡なし酵母であり、FIA 2はやや低生酸性で、香気生成能が高い、低泡形成性の酵母である。一方対照として用いたK 9 (醸造協会9号)は、全国で最もよく使用されている代表的な吟醸酵母である。

2. 原料米

県産酒造好適米「若水」の50%白米を使用した。

3. 仕込方法

それぞれの酵母を使用して短期速醸酒母を調製し、第1表に示す仕込配合で、初添13℃、仲添8℃、留添7℃付近で常法どおり仕込を行った。

第1表 仕込配合

	酒母	初添	仲添	留添	追水	7A添	計
総米 (kg)	3.5	13.5	30	53			100
蒸米 (kg)	2.5	9.5	22	44			78
麴米 (kg)	1	4	8	9			22
36%7Aコーン(ℓ)						30	30
汲水 (ℓ)	4	12	38	81	10		145

4. もろみ成分分析

固形分率は6,000 rpm, 15 min. の遠心分離により、ボーメ・メータ (日本酒度)、アルコール (EtOH)、酸度 (Acid)、アミノ酸度 (A.Acid) は国税庁所定分析法²⁾により分析した。紫外外部吸収値 (UV 260) は、25倍希釈もろみ汁液の260 nmにおける吸光度を、全糖

(T.S) はフェノール硫酸法、グルコース (Glu.) はグルコスタット法により、ピルビン酸 (Pyr.) はF-キット法によりそれぞれ測定した。もろみ中に残存するα-アミラーゼ力価 (AAase) は国税庁所定分析法³⁾により、グルコアミラーゼ (GAase) は岩野の方法⁴⁾に従って測定した。香気成分であるイソアミルアルコール (iAmOH)、酢酸イソアミル (iAmOAc)、カプロン酸エチル (Et. Cap) は吉沢の方法⁵⁾に従って測定した。

実験結果および考察

第2表にK 9酵母仕込の、第3表にFIA 1酵母仕込の、第4表にFIA 2酵母仕込のもろみ状態および成分変化を示す。

各もろみには、次のような特徴が認められた。

1. もろみの状況

もろみ品温、追水操作等は、ほとんど同一条件として発酵を行った。その結果、いずれのもろみも吟醸もろみらしく、泡が低い状態で経過し、もろみ後半は産膜状のシブ泡状態を呈した。中でもFIA 1酵母仕込が最も泡が低く、泡期間短く、次がFIA 2酵母仕込で、K 9酵母仕込の順に泡が高く、泡期間が長くなった。吟醸もろみにおいて、泡が低いことは、酸の生成を低く抑え良質な吟醸酒を造るうえで重要な意味を持つので、泡の生成からみるとFIA 1酵母が吟醸酵母として最も適していると考えられた。

2. 固形分率

固形分率は、最終的にはFIA 2酵母仕込が最も低く、FIA 1酵母仕込、K 9酵母仕込の順にやや高くなり、第5表製造歩合に示すように、粕歩合は固形分率を反映した結果となった。

3. ボーメ・メータおよびアルコール

ボーメ・メータおよびアルコールについては、いずれのもろみも順調に経過し、あまり差はなかった。この結果より、ボーメ・メータの変化およびアルコール生成には、酵母による差異はないものと考えられた。

第2表 K9 酵母仕込みの状態で成分変化

日数 日	温度 ℃	状態	操作	固形 分率%	ボーマ メータ	EtOH %	Acid ml	A. Acid ml	UV 00280	T.S mg/ml	Glu. mg/ml	Pyr. ppm	Alase U/ml	Glase U/ml	iAmOH ppm	iAmOAc ppm	E/A	Et. Cap ppm
添	13.0																	
踊	13.0			70.1	9.8	—	1.20	0.45	0.252	198.3	77.2	191	72.5	4.7	—	—	—	—
仲	8.0																	
留	7.2																	
2	7.2			71.7	5.8	—	1.05	0.30	0.084	96.5	41.6	35	1.8	22.3	—	—	—	—
3	7.5	筋泡																
4	7.6	水泡		75.2	5.7	—	0.65	0.20	0.104	106.1	57.1	37	2.3	22.6	—	—	—	—
5	7.7	水泡																
6	7.9	泡 3cm		71.5	5.5	2.8	0.80	0.20	0.110	90.1	45.7	74	2.2	19.9	35.2	0.26	0.75	0.65
7	8.1	泡 5cm																
8	8.5	泡 5cm																
9	8.5	泡 5cm	追水 5 L	67.8	4.8	5.2	0.80	0.20	0.120	88.5	48.1	108	14.2	18.6	64.6	1.00	1.54	0.78
10	8.8	泡 5cm																
11	9.0	泡 5cm																
12	9.0	泡 3cm		61.7	3.7	7.2	1.05	0.30	0.140	86.0	40.6	112	25.7	25.4	86.5	1.81	2.09	0.96
13	9.0	泡 3cm																
14	9.3	泡 3cm																
15	9.0	泡 3cm		57.0	-23.0	9.8	1.20	0.40	0.160	68.7	31.0	142	23.9	17.5	110.0	3.44	3.13	1.14
16	9.0	シブ泡																
17	8.6	シブ泡																
18	7.8	シブ泡		50.6	-13.5	11.8	1.30	0.45	0.172	61.4	23.5	106	18.4	13.6	130.0	5.39	4.15	1.31
19	7.2	シブ泡	追水 5 L															
20	7.0	シブ泡		49.3	-10.0	12.6	1.40	0.50	0.176	48.3	19.7	82	10.0	12.6	111.7	4.53	4.06	1.31
21	7.0	シブ泡																
22	6.5	シブ泡		52.8	-8.5	13.2	1.50	0.55	0.188	51.1	21.9	80	8.7	14.5	131.6	5.53	4.20	1.33
23	6.2	シブ泡																
24	6.1			52.0	-5.0	13.9	1.60	0.60	0.196	46.8	19.5	62	7.8	16.7	130.0	5.79	4.46	1.36
25	6.0																	
26	5.7																	
27	5.7			52.4	-2.0	14.6	1.65	0.65	0.184	37.3	15.5	20	5.0	11.4	119.0	5.72	4.80	1.39
28	5.2																	
29	5.0																	
30	5.0		7%添30 L	—	0	15.2	1.65	0.65	0.248	39.1	18.3	16	3.5	10.3	143.5	6.95	4.84	1.52
検定					+7.0	17.2	1.45	0.60	0.190	35.0	17.5	14	1.8	6.4	118.2	4.32	3.65	1.38

第3表 FIA 1 酵母仕込みろみの状態および成分変化

日数 日	温度 ℃	状態	操作	固形 分率%	ボーム メータ	EtOH %	Acid ml	A. Acid ml	UV OD260	T.S. mg/ml	Glu. mg/ml	Pyr. ppm	AAase U/ml	GAase U/ml	iAmOH ppm	iAmOAc ppm	E/A	Et.Cap ppm
添	13.0																	
踊	13.0			68.2	9.2	—	1.30	0.55	0.224	179.0	65.6	148	63.0	16.5	—	—	—	—
仲	8.0																	
留	7.3																	
2	7.3			74.0	6.2	—	0.85	0.20	0.092	86.8	50.1	46	5.3	21.2	—	—	—	—
3	7.5	筋泡																
4	7.8	水泡		73.2	5.7	—	0.50	0.20	0.088	86.1	44.8	43	1.6	18.1	—	—	—	—
5	8.0	水泡																
6	8.0	泡 2cm		71.5	5.0	3.0	0.70	0.20	0.104	86.8	48.4	66	4.8	25.6	36.3	0.3	0.8	0.6
7	8.0	泡 2cm																
8	8.2	地																
9	8.5	地	追水 5 L	60.7	4.8	6.0	0.90	0.25	0.128	92.3	54.3	169	51.5	23.8	67.8	0.9	1.4	0.8
10	8.5	地																
11	8.8	シブ泡																
12	9.1	シブ泡		58.9	3.8	8.2	1.10	0.30	0.140	68.7	32.6	193	50.1	21.9	73.0	1.5	2.1	0.9
13	8.8	シブ泡																
14	8.8	シブ泡																
15	8.8	シブ泡		56.6	-23.0	10.8	1.25	0.50	0.172	68.8	28.6	205	43.0	18.2	96.5	2.4	2.5	1.0
16	9.0	シブ泡																
17	8.3	シブ泡																
18	7.6	シブ泡		52.1	-16.0	11.9	1.35	0.55	0.184	54.5	22.3	172	29.5	23.9	111.7	3.0	2.7	1.3
19	7.2	シブ泡	追水 5 L															
20	7.0	シブ泡		48.3	-12.5	12.8	1.35	0.60	0.168	47.2	19.3	134	18.6	19.9	106.5	3.0	2.9	1.3
21	6.8	シブ泡																
22	6.1	シブ泡		51.1	-10.0	13.4	1.30	0.60	0.188	48.0	20.5	131	14.3	19.3	122.4	3.7	3.0	1.3
23	6.2	シブ泡																
24	6.2	シブ泡		51.4	-7.0	13.9	1.30	0.70	0.212	54.6	23.3	131	12.8	12.5	136.8	4.4	3.2	1.4
25	6.0	シブ泡																
26	6.0	シブ泡																
27	5.7			49.5	-5.0	14.6	1.30	0.70	0.204	49.3	19.1	90	8.1	9.1	129.8	3.8	2.9	1.4
28	5.4																	
29	5.1																	
30	5.0			50.2	-2.0	15.0	1.25	0.70	0.232	49.5	21.9	55	5.0	8.4	134.5	4.2	3.1	1.4
31	5.0																	
32	5.0		7%添 30 L	49.5	0	15.4	1.20	0.80	0.232	50.7	21.3	29	2.9	7.7	143.4	4.3	3.0	1.4
検定					+6.0	17.4	1.05	0.75	0.204	40.8	18.7	17	1.9	7.6	122.1	3.0	2.4	1.5

第4表 FIA 2 酵母仕込みもろみの状態および成分変化

日数 日	温度 ℃	状態	操作	固形 分率%	ボーム メータ	EtOH %	Acid ml	A. Acid ml	UV OD260	T.S mg/ml	Glu. mg/ml	Pyr. ppm	AAase U/ml	GAase U/ml	iAmOH ppm	iAmOAc ppm	E/A	Et. Cap ppm
添	13.0																	
踊	13.0			69.4	9.9	—	1.30	0.55	0.268	210.6	67.4	261	64.3	9.6	—	—	—	—
仲	9.0																	
留	7.0																	
2	7.2			73.5	6.1	—	0.90	0.30	0.120	109.9	56.1	81	4.1	5.0	—	—	—	—
3	7.6	筋泡																
4	7.8	水泡		73.2	5.8	—	0.60	0.20	0.100	106.5	52.7	97	2.6	10.9	—	—	—	—
5	8.0	水泡																
6	8.0	泡 3cm		71.9	5.6	3.2	0.70	0.40	0.136	108.4	57.5	209	12.7	9.6	36.2	0.2	0.6	0.6
7	8.2	泡 3cm																
8	8.3	泡 3cm																
9	8.5	泡 3cm	追水 5 L	—	5.0	6.0	1.00	0.35	0.176	98.7	54.3	328	56.1	17.0	52.6	0.9	1.7	0.9
10	8.9	泡 3cm																
11	9.1	泡 3cm																
12	9.0	玉泡		58.3	3.8	8.4	1.20	0.40	0.196	72.4	32.6	331	44.0	19.2	61.5	1.2	2.0	1.0
13	9.0	玉泡																
14	8.7	玉泡																
15	9.0	シブ泡		54.5	-21.0	10.8	1.35	0.70	0.200	65.6	24.1	315	34.3	12.1	79.2	1.6	2.0	1.3
16	9.0	シブ泡																
17	8.0	シブ泡																
18	7.6	シブ泡		49.7	-12.0	13.1	1.50	0.75	0.224	55.4	17.7	308	23.5	12.1	96.7	2.4	2.5	1.5
19	7.4	シブ泡	追水 5 L															
20	7.1	シブ泡		48.1	-8.0	13.9	1.50	0.85	0.240	45.7	15.1	251	14.2	9.4	101.2	3.0	2.9	1.8
21	6.7																	
22	6.2			51.1	-6.0	14.2	1.45	0.85	0.252	49.5	20.7	249	11.5	12.3	105.7	2.8	2.7	2.0
23	6.1																	
24	6.1			49.2	-5.0	14.5	1.50	0.90	0.264	51.4	20.1	251	10.4	12.4	122.5	3.6	3.0	2.4
25	6.0																	
26	5.8																	
27	5.5			49.1	-3.0	14.9	1.45	0.90	0.272	44.7	18.5	161	5.5	9.9	122.5	3.8	3.1	2.6
28	5.5																	
29	5.3																	
30	5.3			47.3	-1.0	15.4	1.45	1.00	0.232	41.0	20.1	88	5.2	5.7	105.5	3.0	2.9	2.6
31	5.0		7%添30 L	—	0	15.6	1.40	1.00	0.225	39.2	21.6	80	3.1	5.1	—	—	—	—
検定					+6.0	17.5	1.15	0.85	0.192	37.9	19.1	60	0.4	5.6	94.4	2.3	2.5	2.3

4. 酸生成

酸生成は、FIA 1 酵母仕込では低いが、FIA 2 酵母仕込、K 9 酵母仕込の順にやや高くなり、酵母による差異が認められた。

5. アミノ酸生成および紫外部吸収値

アミノ酸生成は、FIA 2 酵母仕込でやや高く、FIA 1 酵母仕込、K 9 酵母仕込の順に低くなった。紫外部吸収値は、もろみ中に溶解している成分の量を総括的に示す指標であるが、これについてもアミノ酸と同様の結果となった。もろみ後期には、酵母の衰弱等が原因でアミノ酸度、紫外部吸収値が高くなり、酒質の重さ、雑味等を生じやすいので、FIA 2 酵母仕込では、品温を低く制御することが望ましい。

6. 全糖およびグルコース濃度

3 仕込とも全糖およびグルコース濃度は大差なく経過した。もろみ後半のグルコース濃度レベルは酵母の生理活性保持のうえで重要であるが、いずれの仕込においても約20mg/ml程度で、グルコース濃度レベルとしては十分に高く維持できた。

7. ビルビン酸生成

ビルビン酸は、FIA 2 酵母仕込で高く、FIA 1 酵母仕込、K 9 酵母仕込の順に低くなった。ビルビン酸は、酸生成、アルコール生成、香気成分生成の際の中間物質であり、もろみ初、中期には酵母の増殖に連動して酸生成、アルコール生成に利用されるが、これらの生成が鈍くなるもろみ後期にビルビン酸濃度レベルが高い場合には、その分香気成分生成が期待できる。この意味で、よりビルビン酸生成能の高い、FIA 2 酵母が吟醸酵母として最も適していると考えられる。

8. もろみ液中の酵素力価

α -アミラーゼ力価は、一般に蒸米への無効吸着現象によりもろみ初期には低く、その後増加し、もろみ後半には失活して減少して行くパターンを示すが、K 9 酵母仕込では他と比べて全般的に力価が低く経過した。一方グルコアミラーゼには顕著な無効吸着はなく、力価はもろみ後期に徐々に減少して行くパターンを示すが、いずれのもろみもほとんど同様の力価で経過し差は認められなかった。

9. 香気成分

K 9 酵母仕込では酢酸イソアミルがよく生成され、E/A比が高くなるが、FIA 2 酵母仕込では、イソアミルアルコール、酢酸イソアミルは低いが、カプロン酸エチルの生成は高かった。FIA 1 酵母仕込においては両仕込の中間であった。カプロン酸エチルは他の2成分と比べ、吟醸香としてより優れた官能効果を示すので、適度に多くカプロン酸エチルを生成することは吟醸酵母として好ましいことと考えられる。

製造歩合を第5表に示すが、アルコール取得率はFIA 2 酵母仕込で高く、FIA 1 酵母仕込、K 9 酵母仕込の順に低くなり、粕歩合は、逆に多い結果となった。

また製成酒の酒質については、1) K 9 酵母仕込では、立香はあるが、含香に乏しく、味はあらく、渋い 2) FIA 1 酵母仕込では、立香はあるが、含香に乏しく、味はソフトでまとまる 3) FIA 2 酵母仕込では、立香はやや少ないが、含香があり、味にまとまりがあるという評価であった。

要 約

当センター保存の2種類の吟醸酵母、低生酸性泡なし酵母FIA 1とやや低生酸性で、香気生成能が高い、低泡形成性の酵母FIA 2について、K 9を対照として吟醸酒を製造し、もろみの状態および成分変化に関する検討を行った結果は次の様であった。FIA 1 酵母仕込では、泡が低く、酸生成が低い特徴が認められ、FIA 2 酵母仕込では、1) 泡はK 9 酵母仕込より低く、FIA 1 酵母仕込より高く、2) ビルビン酸生成が高く、3) 香気成分については、K 9に比べてイソアミルアルコール、酢酸イソアミルは低いが、カプロン酸エチルが高い特徴が認められた。

製成酒は、1) K 9 酵母仕込は、やや味が渋く、あらく、吟醸香もやや低い、2) FIA 1 酵母仕込は、味がソフトでまとまりがあるが、やや吟醸香が低い、3) FIA 2 酵母仕込は、味がソフトでまとまりがあり、吟醸香が高い酒質となった。

第5表 製造歩合

項 目	K9酵母仕込	FIA1酵母仕込	FIA2酵母仕込
もろみ熟成歩合 (%)	93.0	93.0	94.0
もろみたれ歩合 (%)	80.2	82.1	83.2
肉たれ歩合 (%)	40.0	45.0	49.0
アルコール 取得率 (%)	26.2	27.5	28.4
粕 歩 合 (%)	55.2	51.5	48.3

文 献

- 1) 深谷伊和男・大倉鎮夫・久野敦史・幅靖志・大島克己・岡田安司：愛知食品工技年報，33，1－8（1992）
- 2) 国税庁所定分析法注解，第4回改正，13－24（1993）
- 3) 国税庁所定分析法注解，第4回改正，218－221（1993）
- 4) 岩野君夫・風間敬夫・布川弥太郎：日醸協誌，71，383－386，792－795（1976）
- 5) 吉沢 淑：日醸協誌，68，59－61（1977）