

多酸性かつエタノール低生産性酵母を使用した 清酒醸造試験

久保義人*

Sake Brewing Test Using High Organic Acid and Low Ethanol Productivity Sake Yeast Strain

Yoshito KUBO

当研究所保有の清酒酵母 FN-7 はリンゴ酸を多量に生成する多酸性酵母であり、エタノール生産性が低い特性を有している。この FN-7 の醸造特性を把握する目的で、総米 10kg の小規模試験醸造を実施した。FN-7 使用もろみは、前期はほぼ標準的な経過を示したが、中期以降発酵が停滞気味となり、発酵管理指標である BMD 値の減少は起こらなかった。標準配合での試験醸造酒の成分は、日本酒度-21、酸度 4.0、エタノール 14.0 %、ピルビン酸 104mg/L であり、酸味が強調された酒となった。酸味と甘味のバランスは仕込の麹歩合にて調節が可能であり、商品設計に対応した製造が可能となった。

キーワード：清酒，酵母，多酸性，リンゴ酸，ピルビン酸

．緒 言

清酒の消費量は減少し続けており、製造量もそれに連動して減少している。このような現状を踏まえ、新しいタイプの清酒(以下、多様化清酒と称する)開発への取り組みが各地で精力的に行われており、エタノール度数の低いもの、酸度の高いもの、発泡性を有するものなどの多様化清酒が研究開発されている³⁾。これら多様化清酒の主流は、発酵途中のもろみを上槽して製造するタイプであるが、発酵を強制的に止めるために能力の高い冷却設備が必要であったり、上槽後につわり香などのオフフレーバーが発生しやすく品質保持が難しくなる等の問題もあり、小規模の地酒メーカーでの製造には課題が残されている。

当研究所で育成した多酸性清酒酵母 FN-7 は、これまでの多酸性酵母と同様にリンゴ酸を多く生成する酵母であるが、エタノール生産性が低い特徴を併せ持っている。FN-7 の実用化に向けて、その醸造特性を把握する目的で清酒製造試験を行ったところ、FN-7 の特徴を反映し、かつ、ピルビン酸濃度の低い清酒を製造することができた。さらに、仕込時の麹歩合を変更することにより、生成酒のグルコース濃度を調節可能であることを明らかに

した。エタノール生産性の低さは発酵の強制終了操作を不要とし、ピルビン酸生産性の低さはオフフレーバー防止に効果的である。これらの特徴を生かす事で、比較的容易に多様化清酒の製造が可能となる。

．試験方法

1. 清酒製造試験

育成酵母 FN-7 と親株である FK-301 (ふくいوراら酵母)²⁾を使用し、総米 10kg 規模で清酒製造試験を行なった。仕込配合は第 1 表のとおりとし、掛米には 70%精

第1表 仕込配合

	添	仲	留	計
麹歩合21%				
総米(kg)	1.65	3.30	5.05	10.0
掛米(kg)	1.19	2.57	4.14	7.9
麹米(kg)	0.46	0.73	0.91	2.1
汲水(L)	2.5	4.0	6.5	13.0
品温()	15	8	6	
麹歩合50%				
総米(kg)	1.65	3.30	5.05	10.0
掛米(kg)	0.73	1.85	2.42	5.0
麹米(kg)	0.92	1.45	2.63	5.0
汲水(L)	2.5	4.0	6.5	13.0
品温()	15	8	6	

* 福井県農業試験場 食品加工研究所 技術開発研究グループ

白の米(セブンライス, 飯田商事製)を使用し, 水分補正のため米重量の20%を汲水に追加した. 酒母は使用せず, 培養酵母を添の汲水1mlあたり 1×10^7 個, 乳酸を6.5ml添加した. 上槽は袋吊りにて行い, 2日後に検定, 12日後におり引きとした.

第2表 FN-7使用酒と親株(FK-301)との比較(上槽時)

	もろみ 日数	エタノール (%)	日本酒度	酸度 (ml)	グルコース (%)	リンゴ酸 (mg/L)
FK-301	34	18.0	+4.5	1.8	0.8	279
FN-7	20	14.0	21.0	3.8	0.7	1,112

2. 分析方法

グルコース濃度はグルコース CII テストワコー(和光純薬工業製), リンゴ酸およびピルビン酸は高速液体クロマトグラフ(島津有機酸分析システム)にて測定した. その他の分析は, 国税庁所定分析法注解¹⁾に従った.

一般的に, 多酸性酵母や高香気性酵母など特定成分を高生産する酵母は, 生育が悪くなる場合が多い. FN-7 もリンゴ酸を高生産するため, 生育遅れに起因するもろみ初期の発酵遅滞が懸念されたが, 今回の試験製造では明確な発酵遅れは観察されなかった. しかしながら, 高泡期間を過ぎると発酵は停滞気味となり, 通常のもろみとは異なる経過を示した. これらのことから, FN-7 の生育速度は標準的であるが, エタノール耐性が低いものと推測した.

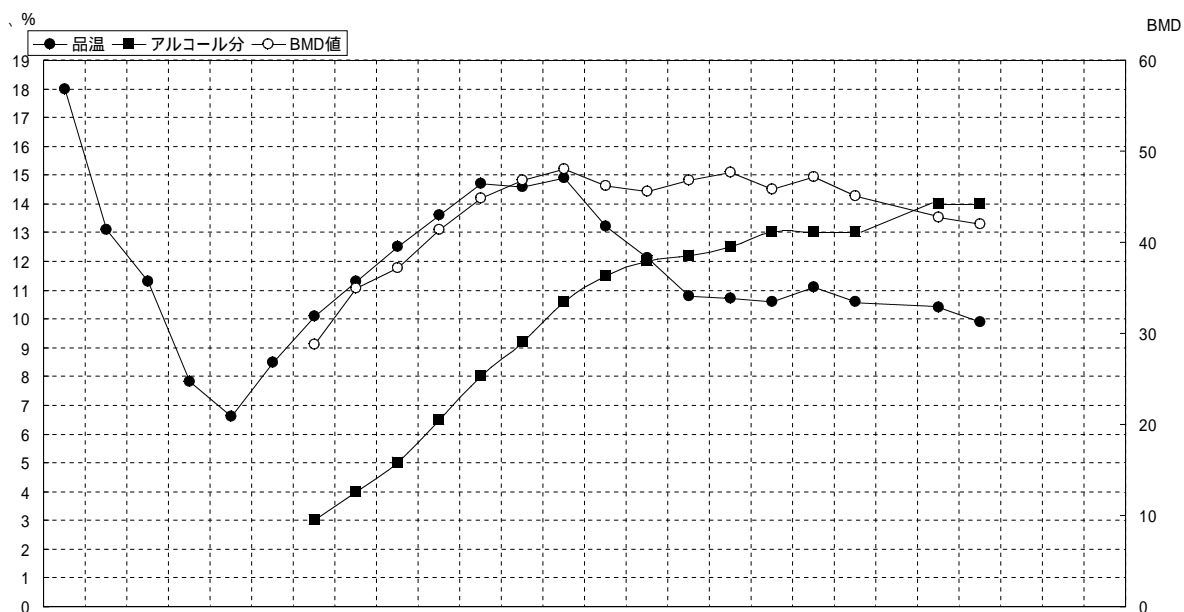
結果および考察

1. もろみ経過

FN-7 使用もろみの経過を第1図に示す. もろみ初期のエタノール生成はほぼ標準的な経過を示したが, 日本酒度の切れ(減少度合い)はやや鈍かった. もろみの状態に特徴は認められず, 高泡期間はもろみ8~10日目であった. もろみ12日目以降エタノール生成は鈍化し, BMD値も横ばいとなった. なお, BMD値とは, もろみの重パーセント比に日数を乗じた値で, 発酵管理の指標として用いられている値である. 上槽時期はエタノール濃度14%を目安とし, もろみ20日目に上槽した.

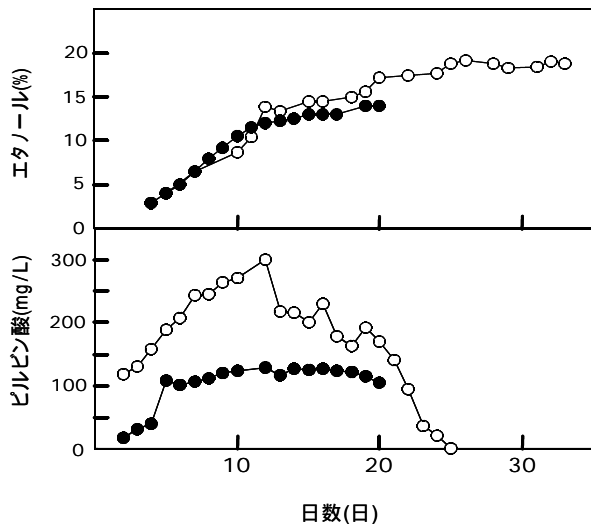
2. FN-7使用酒の特性

上槽時のFN-7使用酒と親株(FK-301)使用酒の比較結果を第2表に示す. FN-7使用酒は, FN-7と特徴であるリンゴ酸高生産性およびエタノール低生産性を反映したものであった. FN-7使用酒の酸度は親株の約2倍, リンゴ酸濃度は約4倍となった. 一方, 日本酒度は-21, エタノール濃度は14%といずれも親株より低い値となった. グルコース濃度に関しては, 差は認められなかつた.



日数	添	踊	仲	留	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
室温	12	12	8	6	6	8	9	10	11	12	13	13	13	12	11	10	10	10	10	9.5	9.5	9.5	9.5
品温	18	13.1	11.3	7.8	6.6	8.5	10.1	11.3	12.5	13.6	14.7	14.6	14.9	13.2	12.1	10.8	10.7	10.6	11.1	10.6		10.4	9.9
日本酒度							-72	-70	-62	-59	-56	-52	-48	-42	-38	-36	-34	-30.5	-29.5	-26.5		-22.5	-21
アルコール分							3	4	5	6.5	8	9.2	10.6	11.5	12	12.2	12.5	13	13	13		14	14
Glc (%)		6.3	5.9	5.7	4.9	4.6	4	3.6	3.4	1.8	1.5	1.4	1.1	0.9	1	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9		0.8	0.7
酸度					1.1	1.1	0.9	1.4	1.6	1.8	2	2.3	2.5	2.8	2.6	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7		3.7	3.8
Pyr (mg/L)					18	31	39	108	100	106	111	120	123	128	116	127	126	127	123	121		115	104
BMD値					28.8	35.0	37.2	41.3	44.8	46.8	48.0	46.2	45.6	46.8	47.6	45.8	47.2	45.1				42.8	42.0

第1図 FN-7使用もろみのもろみ経過簿(麹歩合21%)



第2図 もろみ期間中のピルビン酸及びエタノール濃度の推移(麹歩合21%)
FN-7, FK-301(親株)

た。なお、日本酒度とは清酒の比重を表示するために用いられる単位で、比重1が±0、それより軽いものは正の値となり、重いものは負の値となる。

日本酒度は清酒の甘辛の指標にも用いられており、低いほど甘口とされている。FN-7 使用酒の日本酒度は-21であり、先の指標ではかなりの甘口に分類されるが、酒中のグルコース濃度は0.7%と低く、高酸度と相まって強い甘さは感じられなかった。

3. ピルビン酸濃度の推移

清酒中のピルビン酸濃度が高いと、つわり香や木香様臭などのオフフレーバー発生の危険性が高くなる。オフフレーバー成分の大部分がピルビン酸を前駆物質としているため、オフフレーバー防止の目安としてもろみ中のピルビン酸濃度100mg/L以下が指標とされている。FN-7 使用もろみの上槽前ピルビン酸濃度は104 mg/Lであり、エタノール14%で発酵が停止した酒としては低いものであった。また、もろみ期間中のピルビン酸濃度の経時変化(第2図)からも明らかのように、FN-7 使用もろみのピルビン酸濃度は全体的に低く、最大でも150 mg/L程度であった。

通常、もろみ中のピルビン酸濃度は、もろみ初期から中期にかけて増加し、それ以降減少する山型の経過を示す。一般的な酵母の場合、エタノール濃度14%付近ではピルビン酸濃度が十分減少しておらず、この時点での上槽はオフフレーバー発生の危険性が高い。対してFN-7では、ピルビン酸濃度が指標である100mg/L付近まで低下しており、上槽後のオフフレーバー発生の低減を期待できる。データは示していないが、生成酒を5~10で18ヶ月間貯蔵した後も、官能的に問題となるような品質低下は認められなかった。

第3表 麹歩合を変更して醸造した清酒の成分

	もろみ 日数	エタノール (%)	日本酒度	酸度 (ml)	グルコース (%)
麹歩合21%	20	14.0	-21	4.0	0.7
麹歩合50%	18	13.5	-24	4.4	3.1

FN-7 のピルビン酸生産性が低くなる理由について詳細な検討は加えていないが、エタノール生産性と何らかの関連があるものと考えている。

4. 麹歩合の変更による甘味の調整

多酸性酵母使用酒の商品設計では、酸味をどのように生かすかが重要となる。基本的には、残糖を抑えて酸味を強調するタイプと、糖分を多く残して甘味と酸味を調和させるタイプに大別することができる。

FN-7 を使用して通常の仕込(麹歩合21%)を行った場合、酸味強調タイプの製造は可能であるが、残糖分が少ないため甘味と酸味を調和させるタイプの製造は難しい。そこで、FN-7 使用酒の残糖分を増やす方法を検討した。その結果、仕込みの麹歩合を高めることで残糖分を増加させることが可能となった(第3表)。麹歩合を50%とした場合、他の成分に大きな影響を与えずに、グルコース濃度を3.1%まで高めることが可能であった。

・ 結 言

リンゴ酸を主体とする多酸性酵母は既にいくつか育成されているが、FN-7 は多酸性のほかにエタノール低生産性も併せ持っている。また、今回の試験醸造により、FN-7 のピルビン酸生産性が低いことが明らかとなった。

FN-7 使用酒に多く含まれるリンゴ酸はさわやかな酸味を示す有機酸であり、従来の乳酸主体の清酒とは異なるタイプの酒となった。通常の清酒に比べてエタノール濃度が低い低アルコールタイプの清酒を製造する場合、水を加えて希釈する方法が最も低コストであるが、加水量が多くなると味のバランスが崩れ、品質が損なわれる危険性がある。低アルコール清酒の製造にFN-7 を使用した場合、生成酒のエタノール濃度が低いので加水量を低減することが可能であり、味のバランスが崩れにくくなる利点が生じる。また、ピルビン酸濃度の低減は品質劣化防止に効果的であり、上槽時期の許容幅も広がる。さらに、生成酒の甘味は、麹歩合を変更することで比較的容易に調整できる。麹歩合の変更による他成分の変化は僅かであり、多彩な商品設計が可能になる。

清酒の需要開拓や消費拡大の一手段として、多様化清酒の開発は意味のあるものと考えている。FN-7 が、多様化清酒開発に役立てれば幸いである。

なお、FN-7 は、平成 15 年度より県内清酒製造業者に対して頒布を開始しており、数社から使用商品が市販されている。

最後に、本研究を実施するにあたり、試験醸造や品質評価にご協力いただいた福井県酒造組合および県内の酒造会社各位、ならびに、終始貴重なご助言をいただいた福井県立大学生物資源学部中森茂教授、高木博史教授に厚く感謝を致します。

引用文献

- 1) 注解編集委員会編 (1993). 第四回改正国税庁所定分析法注解. 日本醸造協会, 東京. pp. 7-33.
- 2) 久保義人・稲木幸夫・安田智慧子(2000). 清酒醸造用酵母の育成と特性. 福井農試報 37: 37-42.
- 3) 佐藤圭吾・鍋倉義仁・青木俊夫・金桶光起・渡辺健一・月岡本(2002). 市販低エタノール清酒の成分調査. 醸協 97(5): 377-381.

Sake Brewing Test Using High Organic Acid and Low Ethanol Productivity Sake Yeast Strain

Yoshito KUBO and Keiichi MIYATA

Summary

Sake yeast strain 'FN-7' indicate high organic acid productivity and low ethanol productivity. To investigate the brewing properties of FN-7, the small-scale sake brewing test was carried out.

The fermentation rate of sake mash that used FN-7 was also standard in an early stage, but it was delayed in a later stage. The analysis value of brewed sake was as follows, -21 of sake meter, 4.0 of acidity, 14.0% ethanol, 104mg/L pyruvate. The strength of acidity and sweet taste could be adjusted at a use rate of koji, and the glucose concentration increased 4-fold when the use rate of koji was changed from 21% to 50%.