

酒造好適米新品種「総の舞」の現地試験醸造結果

醸造課 星野徹也・飯嶋直人・中田裕之・三宅幸一
農業総合研究センター 小山 豊・和田潔志・西川康之・林玲子・齋藤幸一・太田和也

Industrial scale sakeberwingofaNewRiceCultivar *Fusanomai* for Sake Brewing

Tetsuya HOSHINO¹, Naoto IJIMA¹, Hiroyuki NAKADA¹, Kouichi MIYAKE¹
Yutaka KOYAMA², Kiyoshi WADA², Yasuyuki NISHIKAWA², Reiko HAYASHI²,
Kouichi SAITOH², Kazuya OOTA²

¹ Chiba Industrial Technology Research Institute

² Chiba Prefectural Agriculture Research Center

平成10年度より農業試験場（現農業総合研究センター）との共同研究で酒造好適米新品種「総の舞」を開発した。前報¹⁾で「総の舞」の醸造適性について報告し、醸造面での品種特性を明らかにした。しかし、作物の栽培は、毎年の気象条件やその土地の土質、施肥条件等によって品質が大きく左右され、品種の特性が反映された原料米を得ることが出来ないケースがある。そのため、「総の舞」を県内各地域で栽培し、その原料米を使用した現地試験醸造を行い、栽培条件の変動に対する醸造適性と、実用性について検討した。

1. はじめに

作物は一般に品種特性のほか気象条件や土壌、施肥管理等、栽培条件の違いで品質が左右される。そのため、酒造好適米新品種「総の舞」の場合でも一般栽培を前提にして、県内の現地圃場で栽培された原料米の性状や品質を調べることが重要となる。

一方、新しい酒造用原料米は、工場間で製造設備の違いや、造り（製造技術）の違いで醸造特性が異なる場合があり、実際の仕込みでの検証が必要となる。これまで試験圃場で収穫された米の品種特性の評価と並行して、酒造組合の協力を得ながら各企業と連携して県内各地の原料米を用いた現地試験醸造を行ってきた。育成段階で有望とされ「千葉酒21号」と命名された平成11年度から実用評価に重点を置いた現地試験醸造を進め、実際の清酒醸造でそれぞれ問題点などを抽出した。

2. 試験方法

2.1 供試品種

供試品種：「総の舞」（平成11年度は系統名千葉酒21号）

その他、対照として「若水」, 「山田錦」

2.2 現地試験醸造工場

平成11, 12年度は酒造組合の推薦により3工場で試験醸造を行った。平成13年度は栽培圃場が増えたのに伴って現地試験醸造工場を増やし、合計6工場で行った。

2.3 現地醸造における試験条件

現地試験醸造は実用規模での製造で、試験終了後製品とするため、各社製造条件は揃っていないが、酒造好適米の特性として、高度精米に対応できることと低温長期醗での醗酵のバランスを調べることを主目的として吟醸造り或いはそれに準じた造りを行うことで共通性を持たせた。また、酵母の違いによる醗酵パターンが異なるのを避けるため、使用酵母は吟醸造りの標準株として協会9号または9号系酵母に限定した。

2.4 浸漬割れ試験

白米整粒100粒を無作為に取り、底浅のプレート上に並べた後、直ちに米粒を水に浸し2分ごとに写真を撮り、割れの入った試料数を数えて浸漬割れの割合を算出した。

表1 「総の舞」(千葉酒21号)の分析結果(現地試験栽培:平成11~13年度)

	千粒重 調整後	精米歩合			砕米率 (%)	白米 水分	吸水性		蒸米 吸水率	消化性		粗蛋白 (%/DRY)	カリウム (PPM/DRY)	
		見かけ	真	無効			20	120		Brix	F-N			
平成11年	圃場A	23.7	70.2	71.3	1.1	0.9	13.3	28.3	30.5	34.0	13.0	1.00	5.8	339
	圃場B	24.7	70.0	70.9	0.9	0.8	13.2	28.7	31.2	35.0	13.3	0.90	5.5	334
	圃場C	22.7	70.0	70.9	0.9	1.2	13.3	28.1	30.8	35.2	12.6	1.00	6.4	355
平成12年	圃場A	24.7	70.2	74.9	4.7	7.0	13.2	29.5	32.3	36.5	9.7	1.13	6.7	365
	圃場B	24.4	70.1	73.8	3.7	5.9	13.3	28.0	31.5	35.8	9.8	1.03	6.4	384
	圃場C	25.0	70.1	72.5	2.4	5.0	12.6	29.3	31.9	36.4	10.0	1.00	6.3	377
平成13年	圃場A	24.3	70.2	72.8	2.6	1.1	13.2	27.8	30.7	34.3	9.7	0.91	6.3	269
	圃場B	25.0	70.2	72.0	1.8	1.0	12.8	30.0	31.7	35.9	10.4	0.87	5.6	352
	圃場C	25.0	70.1	71.9	1.8	0.7	13.2	27.1	30.4	34.3	10.6	0.83	5.5	310
	圃場D	25.5	70.0	71.2	1.2	0.9	12.9	28.5	30.5	36.2	10.0	0.81	5.7	368
	圃場E	25.0	70.1	72.4	2.3	1.9	13.2	28.9	30.9	34.1	10.4	0.76	5.0	477
	圃場F	25.2	70.2	73.1	2.9	1.1	13.3	29.5	31.1	34.3	10.5	0.76	4.9	469

*圃場E, Fは展示圃

2.5 分析方法

(1) 麴の酵素力価の測定

キッコーマン(株)の糖化力測定キット²⁾およびα-アミラーゼ測定キット³⁾を用いて測定し、所定分析法による数値に換算した値を示した。

(2) 糖および有機酸の分析

糖および有機酸の分析は、平成12年度ではHewlett-Packard社製 G1600Aキャピラリー電気泳動装置を用い、条件等は既報^{4), 5)}によった。

平成13年度では、Hewlett-Packard社製 液体クロマトグラフ1090, を用いて糖の分析を行った。分析条件は以下のとおりである。

・カラム: Asahipak NH2P-50 4E

溶媒: 75%アセトニトリル

温度: 40℃

流速: 0.5ml/min

・検出器: RI

また、ピルビン酸の分析は共和メデックス製ピルビン酸定量試薬「デタミナーPA」を用いて測定した⁶⁾。

(3) 香気成分の分析

香気成分の分析は、ヘッドスペースガスクロマトグラフィーで行い、条件等は既報⁷⁾によった。

(4) その他の分析

その他の分析は国税庁所定分析法⁸⁾, および全国酒米統一分析法⁹⁾により行った。

3 結果および考察

3.1 原料米の分析結果

表1に現地栽培の玄米および白米の分析結果を示した。「総の舞」は玄米の千粒重が平均で25.5gであったが¹⁾, 表1の現地栽培では平成11年度

でいずれも小さい値を示した。この原因は施肥の過剰や高い地力により、単位面積当たりの粒数が多くなり収量も増えたことによるものと考えられる。特に圃場Cでその傾向が強く、粗蛋白質含有率も高くなった。砕米率、無効精米歩合は小さい値を示した。消化性のBrix値は、他の年度に比べて高く、中では圃場A, Bが13.0, 13.3と高く、粗蛋白質が高いためかCがやや低い値となった。

平成12年度の収穫では、11年度に比べ千粒重はやや大きくなったものの、平均的な「総の舞」より小さい傾向にあった。砕米率と無効精米歩合が他の年度より高かったのは、当年度の他の原料米¹⁾も高い値となったことから、当年度に使用した精米機の特性によったものと推測される。分析値では、いずれの圃場でも粗蛋白質が高く、消化性がやや低い傾向にあった。平成13年度では2カ所の展示圃(圃場E, F)を指定し、試験圃場を4カ所に増やし、栽培圃場は6カ所で行った。千粒重では圃場Aが小さい値であったが、その他は25g程度となった。ここでも、千粒重の小さい圃場Aの粗蛋白質が大きい値を示した。その他20分での吸水性にバラツキが出て、また消化性のBrix値では圃場Aがやや低かったが、他は同様の値を示した。

3.2 原料処理状況

実製造では、原料処理がうまくいくかどうかはその後の製造管理に大きく影響し、特に麴造り、また醪での並行複発酵のバランスを制御するために重要である。今回の現地試験醸造では精米および浸漬割れについて調べた。

(1) 現地の精米状況

平成11年度は精米調査は行わなかったが、精米むらや浸漬時の胴割れの指摘が一部にあったため、

表2 平成12年度各地の精米状況

	A社	B社	C社
玄米入荷量	3,690Kg	3,060Kg	1,050Kg
玄米水分	14.3%	15.1%	14.51%
白米量	1,833	1,836Kg	525Kg
白米水分	12.9%	約1%	約0%
精米歩合	49.6%	60%	50%
精米機	チヨダ製作所: HS-25-2	チヨダ製作所: HS-25-2	チヨダ製作所: HS-25-2
張込み量	30 俵張り	30 俵張り	30 俵張り
精米時間	5.5時間	1.6~1.7時間	2.4時間
砕米率	50Kg (4%)	2.2%	2.25%
欠減	127Kg (3%)		
揚精ステップ	90%: 650 p.m. 米温度26℃ 80%: 600 p.m. 米温度31℃ 70%: 550 p.m. 米温度33℃ 60%: 540 p.m. 米温度36℃ 49%: 460 p.m. 米温度30℃	700 p.m. 中白糠100Kg 上白糠100Kg	700 p.m. 中白糠100Kg 上白糠100Kg
		650 p.m. 白糠 80Kg	600 p.m. 白糠 80Kg
		580 p.m. 糠Kg	580 p.m. 116Kg

表3 精米後の分析結果(平成12年度)

	精米歩合(%)			砕米率	白米	粗蛋白
	見かけ	真	無効			
A社(自家精米)	50.0	56.0	6.0	7.6	12.9	4.9
B社(委託精米)	60.0	65.4	5.4	1.7	11.6	5.4
C社(委託精米)	50.0	57.8	7.8	2.3	11.1	5.6

平成12年度に調査を実施した。(表2, 表3)

平成12年度は自社精米が1カ所、残り2カ所は委託精米であった。自社精米を行ったA社では、時間をかけて丁寧な精米を行ったが、やや精米ムラがあり、砕米率が高くなった。委託精米のB, C社では精米の細かい状況ははっきりしないが、両者それぞれ良好な処理がなされており、砕米率も低かった。A社では砕米率が高かったが粗蛋白質含有率は低く、同じ精米歩合のC社のほうがむしろ高かった。

平成13年度の精米の調査結果を表4, 表5に示した。

A社は昨年同様、精米むらが発生したため、原因を調べ、精米機の整備等を行って改善が見られた。E社では、やや米が硬く、精米に時間がかかるとの指摘があったが、精米は粒が揃いきれいに精米されていた。

表4 平成13年度各地の精米状況

	A社	D社	E社	F社
玄米入荷量	1,828Kg	2,640Kg	1,639Kg	2,820Kg
玄米水分	14.1%			14.4%
白米量	884Kg	1,584Kg	910Kg	1,721Kg
白米水分	11.0%			11.4%
精米歩合	49.0%	60.0%	55.5%	61.0%
精米機	チヨダ: 桜HS-25II			チヨダ製作所: 桜号
張込み量	30俵	26俵	15俵	23.5俵(30俵限)
精米時間	40	16時間	35時間	1.8時間
砕米率	25Kg (1.9%)			0.7%
欠減	61Kg (3.3%)		22Kg (2.4%)	4.9%
揚精ステップ	90%: 600 p.m. 米温度26℃ 80%: 600 p.m. 米温度32℃ 70%: 590 p.m. 米温度34℃ 60%: 540 p.m. 米温度37℃ 49%: 500 p.m. 米温度28℃	95% 630r.p.m. 米温度27℃ 90% 650r.p.m. 米温度11℃ 85% 650r.p.m. 米温度4℃ 80% 650r.p.m. 米温度7℃ 75% 610r.p.m. 米温度8℃	90% 米温度27℃ 80% 米温度32℃ 70% 米温度36℃ 60% 米温度37℃ 55% 米温度37℃	90% 700r.p.m. 米温度20℃ 80% 630r.p.m. 米温度30℃ 60% 580r.p.m. 米温度31℃

表5 各社白米試料の分析結果(平成13年度)

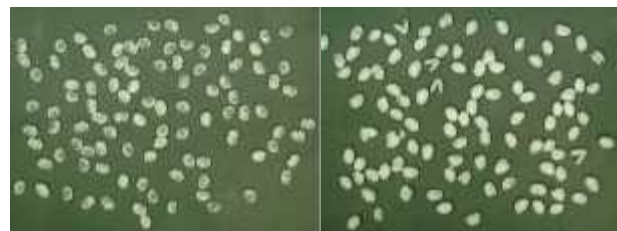
企業名(精米歩合)	精米歩合			砕米率	白米水分
	精米歩合	真精米歩合	無効精米歩合		
A社(49%)	49.0	55.1	6.1	2.3	11.0
B社(60%)	60.0	65.8	5.8	1.4	12.3
C社(50%)	50.0	57.3	7.3	0.7	11.3
D社(60%)	60.0	65.1	5.1	1.8	13.2
E社(55%)	55.5	59.7	4.2	0.3	11.6
F社(60%)	60.0	64.7	4.7	1.2	11.2

表5より、各社見かけの精米歩合が異なるため、無効精米歩合もそれに伴った傾向となり、高度精米を行った工場での無効精米歩合が高くなった。しかし、砕米率については篩にかけられて除かれているためか、いずれも低い値となっていた。

(2) 浸漬割れ試験と現地の状況

精米の段階では割れが見えない場合も、浸漬で胴割れが発生し、工場での原料処理を難しくする可能性があるが、「総の舞」について現地醸造で使用した白米を収集し、浸漬割れの状況を調べた。

平成11年度の試験圃場試料をテスト精米機で50%の精米を行って浸漬割れについて「若水」との比較試験を行った。(図1) これまで、「若水」は実製造で、特に高度精米を行った場合に浸漬時の割れの発生が多く特に問題となっていたが、図1に示したように、「総の舞」は「若水」に比べて割れの発生率と程度が小さかった。



「総の舞」 「若水」

図1 浸漬時の胴割れ(平成11年度, 現地)

(精米歩合50%, 水温15℃, 12分浸漬, 写真の倍率は異なる)

平成11年度の現地醸造で、一部浸漬時に胴割れが目立って発生すると指摘を受けて、平成12, 13年度に白米をサンプリングして浸漬試験を行い、経時的に割れの割合を調べた。(図2, 3)

図2より、精米ムラのあったA社の白米で初期からの亀裂が目立ち、割れが早く進行した。同じ精米歩合のC社の試料では胴割れが起こりにくか

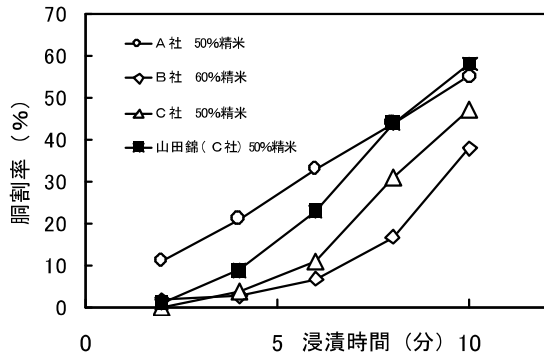


図2 浸漬胴割れ率の変化 (平成12年度)

った。またC社の山田錦では、その進行が早く8分でA社の割合を超えてしまった。B社は精米歩合が60%のためか最も胴割れが少なかった。

図3の平成13年度の結果では、図2の結果に比べて割れの進行が特に早いものはなかったが10分後の差は大きく出た。A社では自社精米による同一精米歩合の「山田錦」の試料と同条件で試験を行ったところ、A社の「総の舞」は「山田錦」と殆ど同じ経緯を示し、精米歩合が低い割に割れの進行が遅かった。E, F社は自社精米で、「総の舞」を初めて使用したためか、精米歩合55%, 60%と高い割に割れが早く発生した。

B社, D社は精米歩合が60%と高く割れの進行が遅かった。

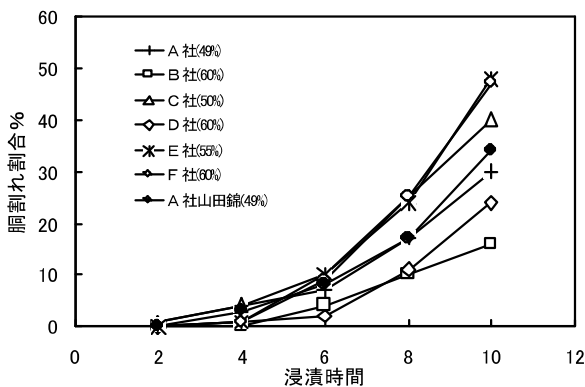


図3 浸漬胴割れ率の変化 (平成13年度)

以上の試験結果より、「総の舞」は品種特性として割れやすい米ではないことと、原料白米の履歴により、割れやすいものと、そうでないものがあることが示唆された。各工場での調査においても、種々の原料米を使用している中で、製造者に

とって割れの問題を抱えるケースと、原料処理に問題なく仕込みが進行したケースとあり、歪みの原因等をさらに探る必要があるものと思われた。

3.3 現地醸造結果

各工場では、清酒製造はそれぞれの設備で、それぞれの酒質設計に基づいて多様な造りを行っている。原料米の特性は、蒸し後の物性等による、製麴操作や醪管理の難易を左右するが、ここでは、麴の酵素力価と醪経過について調査したデータを記載した。

(1) 各麴の酵素力価

製麴については、麴室や装置がメーカーごとに異なるため、製麴条件が異なり、また、それぞれ異なる操作で製麴を行っており、多様な麴造りが行われる中での適性ということになる。ここでは、特に突きハゼ型の吟醸麴造りを行った場合に問題がないかどうか、状貌等も含めて調査した。

表6に平成12年度、表7に平成13年度仕込みに使用した麴の酵素力価測定結果を示した。

表6 各麴の酵素力価測定結果(平成12年度)

		GA活性 (U/g 麴)	α A活性 (U/g 麴)	gA/ α A
A社	添麴	155	1,108	0.14
	仲・留麴	119	909	0.13
	酒母麴	130	979	0.13
B社	添麴	120	903	0.13
	仲麴	128	712	0.18
	留麴	129	1,086	0.12
C社	添麴	202	1,197	0.17
	仲麴	203	1,250	0.16
	留麴	157	1,016	0.15

GA: グルコアミラーゼ
 α A: α -アミラーゼ

表6より、A社の麴は蒸し米吸水率が高くなったが、機械製麴であるため盛後は乾燥経過をとり問題はなく、出麴は概ね良好な状貌を示し、酵素力価も想定した範囲内に収まっていた。C社はA社同様、精米歩合50%で吟醸麴造りの操作を行っており、半自動製麴であったが、蒸し米も扱いやすく、手入れ時の状貌も順調に進み、グルコアミラーゼ活性の高い麴が出来上がった。B社は60%精米で、さばけが良く手入れ操作がやりやすいとの感想であった。

13年度は、D社の試料収集が出来なかったが、表7のとおり、グルコアミラーゼおよび α -アミラーゼ活性を調べた。A社では蒸し米を晒したとき

表7 各麴の酵素力価測定結果(平成13年度)

		GA 活性 (U/g 麴)	αA 活性 (U/g 麴)	gA/αA
A 社	添麴	163	730	0.22
	仲・留麴	168	816	0.21
B 社	添麴	254	1,074	0.24
	仲麴	249	1,052	0.24
	留麴	231	1,020	0.23
C 社	添・仲麴	217	1,042	0.21
	留麴	220	962	0.23
E 社	酒母麴	230	983	0.23
	添麴	165	813	0.20
	仲麴	157	540	0.29
	留麴	203	701	0.29
F 社	酒母麴	296	1,205	0.25
	添麴	211	986	0.21
	仲麴	187	1,127	0.17
	留麴	142	852	0.17

GA: グルコアミラーゼ
αA: α-アミラーゼ

に硬化しやすく、また突きハゼ麴を造るための操作でハゼ落ち等も見られ、全体に麴力価が低かった。ただ、吟醸麴であるため、蒸し米を硬くとする操作を行ったためでもある。初めて「総の舞」を使用したE社、F社では、浸漬時の割れの影響を受けて、製麴操作のやりにくい点が一部に見られたが、品温経過も、破精込みも良く、麴の外観品質は概ね良好であった。酵素力価では、各社ともグルコアミラーゼ活性の高い麴となっていた。

(2) 各地の仕込み状況と醪経過

醪経過は、精米歩合や目的とする酒質によって仕込み配合、仕込み温度、品温経過などが異なり醪中の成分値の経過も多分に違ったものとなるが、「総の舞」を使用した試験醸造における醪経過の記録として、各年度、各社の醪経過を列記した。

① 平成11年度の醪経過

平成11年度は、初めての現地試験醸造であったため、各社精米歩合60%で仕込み試験を行った。

醪の前に酒母の段階があるが、3社いずれも協会9号系の酵母を用い、普通速醸酒母で特に問題もなく仕上がっていた。

表8～表10に各社の仕込み配合を、図4～図6に各社の醪経過を示した。

表8 A社 仕込み配合(平成11年度)

	酒母	初添	仲添	留添	追水	30%アル コール	計
総米	45	135	230	340			750
蒸米	30	100	185	275			590
麴米	15	35	45	65			160
						255	255
汲水	50	160	290	550	60		1,110

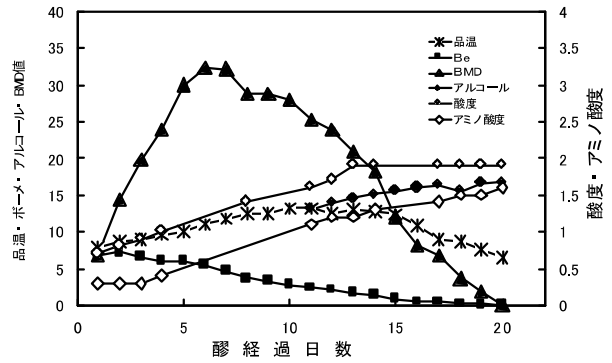


図4 A社 醪経過(平成11年度)

A社では、原料処理で製造の初期に吸水過多となったが、浸漬時間を20分程度に吸水を調節した。全体にやや柔らかい蒸しとなったものの、図4より醪は溶解先行とならず、終始並行複発酵のバランスを保った経過を示した。

表9 B社 仕込み配合(平成11年度)

	酒母	初添	仲添	留添	追水	30%アル コール	計
総米	95	215	405	707			1,422
蒸米	64	150	320	597			1,131
麴米	31	65	85	110			291
						545	545
汲水	105	200	485	1,090	20		1,900

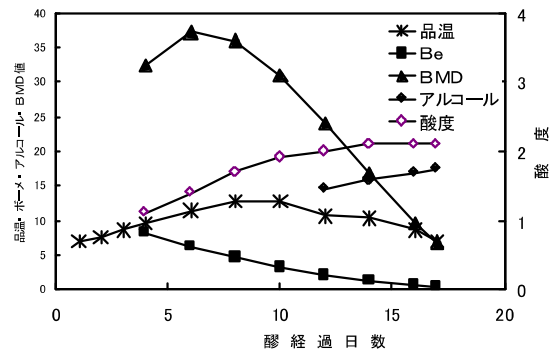


図5 B社 醪経過(平成11年度)

B社は、浸漬時間を15～16分の限定吸水を行った。醪経過は、図5のとおり醪後期にボームの切れが早く、やや短期醪となった。

表10 C社 仕込み配合(平成11年度)

	酒母	初添	仲添	留添	追水	計
総米	30	130	230	310		700
蒸米	20	90	180	250		540
麴米	10	40	50	60		160
						545
汲水	33	160	300	480	42	1,015

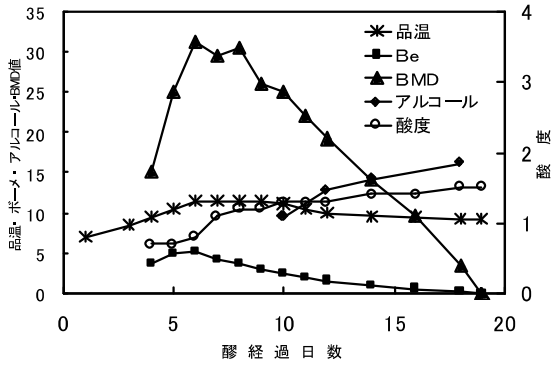


図6 C社 醪経過(平成11年度)

C社では、麴が硬く、醪初期の溶解が遅れ発酵が先行したが、吟醸タイプの醪経過をとって淡麗な酒質となった。

・製成歩合

表11に、平成11年度における試験醸造各社の製成歩合を示した。

表11 試験醸造各社製成歩合 (平成11酒造年度)

	収得量(L /白米)	粕歩合 (%)	アルコ ル(%)	日本酒 度	酸度	アミノ酸 度
A社 本醸造酒	352	34.7	18.4	+7	1.9	1.6
B社 本醸造酒	328	39.6	19.3	+4	1.9	1.8
C社 純米酒	345	44.2	17.6	+3	1.6	1.1

表11より、粕歩合、白米1t当たりのアルコール収得量などからも推定されるが、いずれも吟醸タイプに近い酒質となっていた。官能的にはA、C社の酒質は、香味の調和良く淡麗な酒質となっていた。B社は含み香があり、味のふくらみのある酒質として製成されていた。

② 平成12年度の醪経過

平成12年度の現地試験醸造では、B社で精米歩合60%、A、C2社では50%の高度精米で試験を行った。原料米は前年度より千粒重が幾分大きく、粗蛋白が高いこと等を考慮して、各社、原料処理から、仕込み、醪管理を検討した。

表12 A社 仕込み配合

	酒母	初添	仲添	留添	追水	30%アル コール	計
総米	110	330	550	810			1,800
蒸米	75	245	440	660			1,420
麴米	35	85	110	150			380
						640	640
汲水	120	380	700	1320			2,520

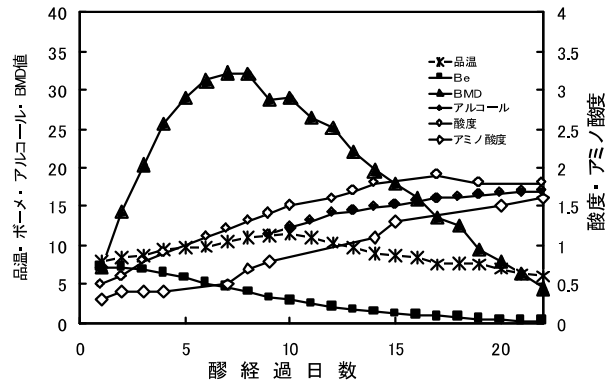


図7 A社 醪経過(平成12年度)

A社では、50%精米であったが、仕込量が大きい機械装置を使った原料処理、製麴が行われたため、吸水歩合や、製麴を細かく制御することが難しく、やや柔らかい蒸し米が出たが、醪では図7のとおり最高ボーマの出方やボーマの切れも順調で終始バランスが良く進行した。

表13 B社 仕込み配合

	酒母	初添	仲添	留添	追水	30%アル コール	計
総米	100	220	430	750			1,500
蒸米	67	155	340	630			1,192
麴米	33	65	90	120			308
						-	
汲水	110	210	510	1,150	20		2,000

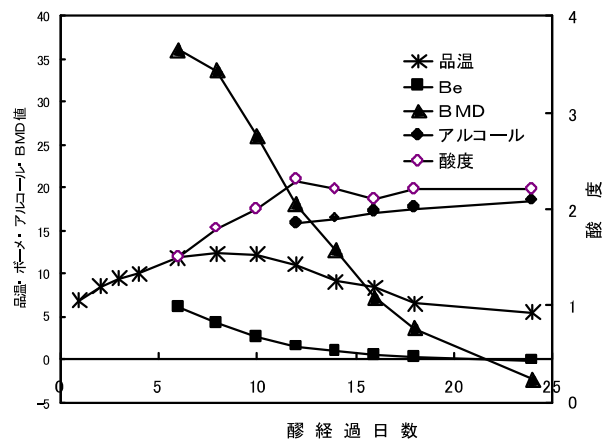


図8 B社 醪経過(平成12年度)

B社では、精米歩合60%で前年の造りに準じて作業を進めたが、原料処理から製麴操作にも問題はなく、酒母、醪経過は順調に推移、ボーマの出

方などバランスの良い経過を示した。官能的にも各段階でバランスのよい香味を示しながら経過した。

表14 C社 仕込み配合

	酒母	初添	仲添	留添	追水	30%アルコール	計
総米	30	105	185	280			600
蒸米	20	75	150	230			475
麴米	10	30	35	50			125
							0
汲水	33	126	275	376	50		860

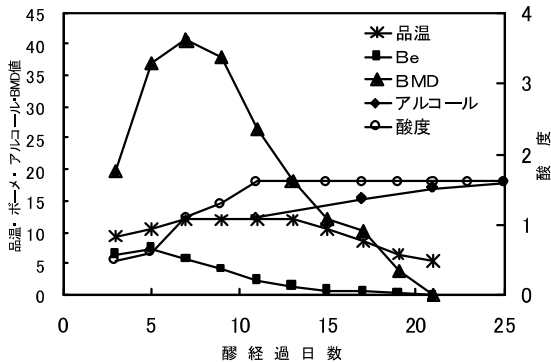


図9 C社 醪経過(平成12年度)

C社では、醪経過は順調に推移し、最高温度12℃の純米吟醸酒として進んでいたが、後半ややボームの切れが早く、予定より上槽が早まり、25日目の上槽となった。

・醪中の糖の消長

醪期間中で澱粉の溶解、糖化がどのように進むか、アルコール醗酵による資化とのバランスがどのようになるかは、酒米の特性を調べる上で重要である。今回は、醪中の糖組成を経時的に調べるため、A、B社の醪をサンプリングして分析を行った。(表15)

表15 醪中の糖の消長

	A社			B社		
	グルコース	マルトース	イソマルトース	グルコース	マルトース	イソマルトース
酒母・使用前	3.91	—	3.36	5.65	—	3.22
醪・3日目	2.04	—	0.99	9.69	—	3.04
5日目	5.12	—	2.65	6.87	—	3.69
7日目	4.38	—	2.74	3.54	—	2.79
10日目	2.77	—	2.27	1.62	—	0.87
16日目	1.77	—	1.43	1.40	—	0.63
アル添前	1.38	—	0.82	1.46	—	0.61
アル添後	0.83	—	0.60			

表15より、いずれの醪についても各段階で糖の供給と資化が適当な範囲で進んでいたことが示さ

れる。前項の醪のボーム経過と併せて見ると、3日目頃の醪初期に澱粉の溶解が進んで比重(ボーム)は最高となるが、グルコース濃度は少し遅れて5日目頃が最高となっている。その後、糖生成と資化が段階的に進んで次第に糖濃度が下がるが、両者とも最後までグルコースが1%以上残っていた。グルコース濃度が1%以上あることは、吟醸醪で香気成分(酢酸イソアミル)の生成に重要であること¹⁰⁾が知られており、これらの醪は末期までその条件を満たしていた。

・上槽前後の香気成分および有機酸

表16に、上槽前後の香気成分の分析結果を示した。

表16 上槽前後の香気成分

	A社		B社		C社	
	アル添前	アル添後	上槽前	上槽酒	上槽前	上槽酒
アセトアルデヒド	21.5	22.4	28.0	18.5	26.8	67.1
酢酸エチル	69.5	58.8	55.0	91.2	95.5	79.5
n-プロピルアルコール	59.2	52.9	50.8	79.8	79.0	66.0
イソブチルアルコール	76.2	48.3	59.9	53.6	52.8	58.2
酢酸イソアミル	4.84	4.75	2.86	3.50	2.41	2.43
イソアミルアルコール	159	134	130	185	185	145
カブロン酸エチル	1.34	1.36	—	1.18	0.85	3.59
カプリル酸エチル	—	1.51	—	—	—	1.07

濾液:ppm

各社とも大きな差異はなかったが、C社はカブロン酸エチルがやや高く、官能的にも吟醸香が高く感じられた。しかし酢酸イソアミルは上槽酒で不検出となつて、成分的にはややバランスを欠くものとなった。B社は酢酸エチルの濃度が少し高く官能的にも酢エチ臭が感じられた。

表17に有機酸の分析結果を示した。

表17 上槽前醪の有機酸分析(平成12年度)

	リンゴ酸		コハク酸		ピルビン酸	酢酸	乳酸
	酸	酸	酸	酸			
A社 アル添前	260	117	394	—	—	27	194
アル添後	215	—	204	—	—	—	105
B社 上槽前	299	—	434	139	—	33	179

mg/1000ml

いずれも主としてコハク酸、リンゴ酸、乳酸が生成されていたが、B社の醪にはピルビン酸が100ppm以上残っていた。ピルビン酸は清酒のオフフレーバーであるアセトアルデヒドやダイアセチルの起因物質^{11)・12)}としてその濃度が問題となり、上槽後の処置で低下させることが可能であるが、ピルビン酸濃度を加味して上槽時期を見極める必要があると思われた。

・製成歩合

表18に各醸の製成歩合を示した。

表18 製成歩合(平成12年度)

	アルコール 収得量(L /白米t)	粕歩合 (%)	アルコー ル(%)	日本酒 度	酸度	アミノ酸 度
A社 吟醸酒	321	46.7	18.6	+5	1.8	1.6
B社 純米酒	365	35.1	18.5	+6	2.2	2.2
C社 純米吟醸酒	366	35.2	17.8	+3	1.6	2.0

表18より、A社の醸が粕歩合が高く、白米1t当たりのアルコール収得量も小さかったため、また、アル添酒であるため、酒質は特に淡麗なタイプとなった。残り2社の醸は純米酒で、B社のものは精米歩合60%であり、味に幅のあるタイプとなった。C社の醸は、吟醸純米酒タイプの酒質となり、香り高く味にふくらみのある酒質となった。各地の醸経過で、いずれも最高品温11~12℃の低温経過を取り、そこでの溶解と醗酵のバランスを知る手がかりとなるBMD値を見ると、5~10日目でピークを示す山形で、ピークの値も35~40でバランスのよいパターンを示していた。また、醸末期の推移を見てもグラフは下がり続けて終了する良好なパターンを示した。

他の成分についても、吟醸タイプのアル添酒、純米酒として、酒質設計に沿った経過を示した。

③ 平成13年度の醸経過

平成13年度の試験醸造は、1カ所の現地試験圃場と2カ所の展示圃を加えて、県内6カ所で試験栽培し、それぞれ地元のメーカーで現地試験醸造を行った。試験醸造工場は6工場で、総米600~1,720Kgで、精米歩合49~60%、自家精米3社、委託精米3社であった。精米は委託精米、自家精米共に精米に時間がかかるとの指摘があったが(表4)、概して良好であった。

使用酵母は、前年同様、各社、協会9号または9号系酵母で仕込んだ。

表19~表24に各社の仕込み配合を、図12~図17に各社の醸経過を示した。

表19 A社 仕込み配合(平成13年度)

	酒母	初添	仲添	留添	35%アル コール	計
総米	45	135	230	340		750
蒸米	30	100	185	275		590
麴米	15	35	45	65		160
					240	0
汲水	50	160	290	550		1050

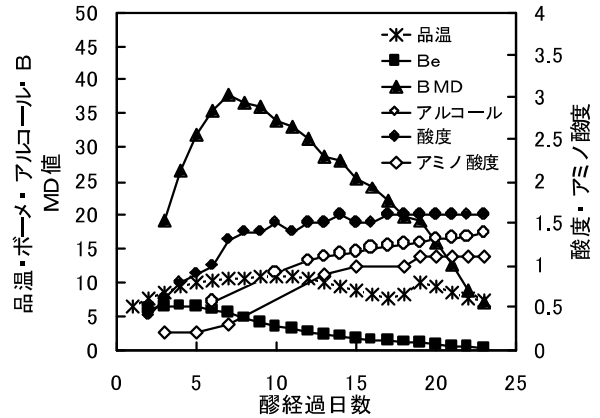


図12 A社 醸経過(平成13年度)

A社では、精米歩合49%で、総米750Kgの小さい仕込みで、吟醸造りで操作を進めた。仕込み時に蒸し米を晒し、やや硬い蒸し米を仕込み、仕込み温度やその後の操作で最高ボーマ6.6で、吟醸醸として進行した。ボーマも順調に切れて、並行複発酵がバランス良く進行したと考えられた。

表20 B社 仕込み配合(平成13年度)

	酒母	初添	仲添	留添	追水	計
総米	100	220	430	750		1500
蒸米	67	155	340	630		1192
麴米	33	65	90	120		308
汲水	110	210	510	1,150	20	2000

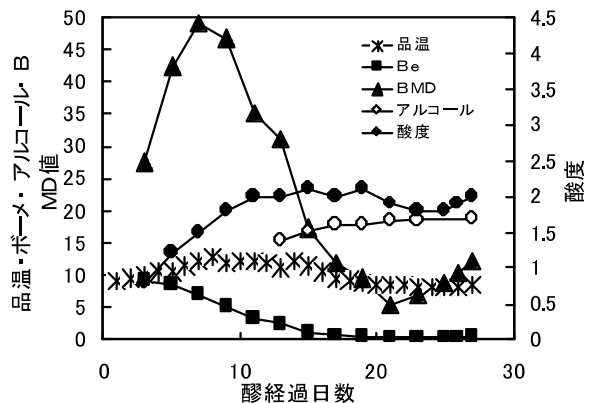


図13 B社 醸経過(平成13年度)

B社では、図13のように醸初期のボーマが高く(最高ボーマ9.2)その後は順調に切れていくように見えたが、20日目頃からボーマの切れが止ま

り急遽上槽した。BMD値では最初の山の値が高く、また末期に尻上がりのパターンを示した。これは明らかに溶解先行で進んだ醪で、並行複発酵のバランスを崩した経過であり、原料処理か醪操作で問題があったものと思われる。

表21 C社 仕込み配合(平成13年度)

	酒母	初添	仲添	留添	追水	計
総米	30	105	185	280		600
蒸米	20	75	150	230		475
麴米	10	30	35	50		125
汲水	33	126	275	376	50	860

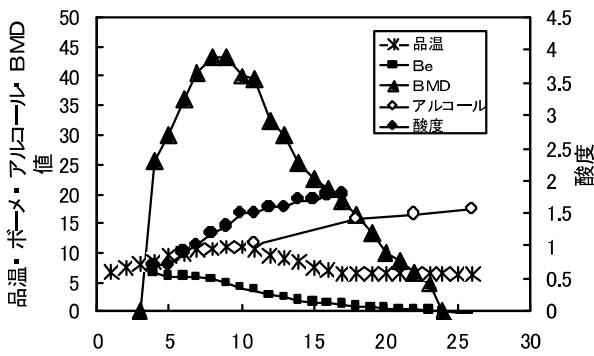


図14 C社 醪経過(平成13年度)

C社では、50%の吟醸仕込みであったため、最高ボーメ6.4で、醪操作は低温(11℃)でゆっくり進ませ、経過は順調であった。

表22 D社 仕込み配合(平成13年度)

	酒母	初添	仲添	留添	30%アルコール	計
総米	-	135	249	400		784
蒸米	-	100	204	330		634
麴米	-	35	45	70		150
					200	
汲水	-	190	340	583		1113

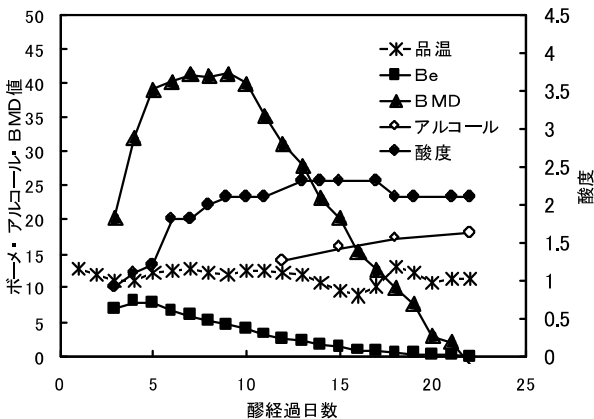


図15 D社 醪経過(平成13年度)

D社では、精米歩合60%の本醸造酒であったが、初めて「総の舞」を使用したため、仕込み時期を遅らせて他の工場の様子を見ながら準備を進めた。

最高ボーメ8で、その後順調なボーメの切れを示し、経過は順調であった。

表23 E社 仕込み配合(平成13年度)

	酒母	初添	仲添	留添	追水	40%アルコール	計
総米	30	98	182	290			600
蒸米	20	74	147	239			480
麴米	10	24	35	51			120
						170	
汲水	35	100	217	438	40		440

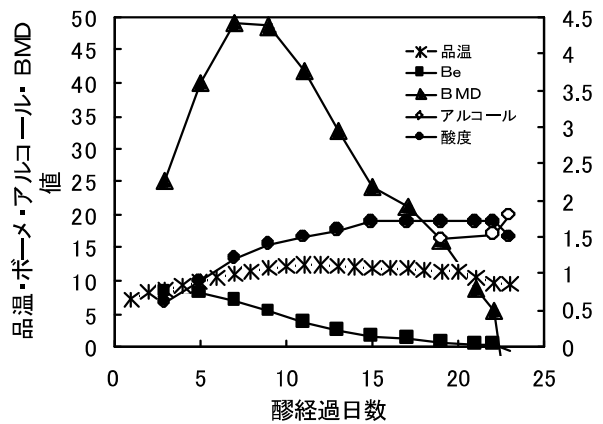


図16 E社 醪経過(平成13年度)

E社でも、初めて「総の舞」を使用した。精米歩合55%の自家精米を行って、見かけ上精米は良好であったが、浸漬時の胴割れがあったり(図3)製麴に影響したりと、現場ではやや難しい対応を迫られたようであったが、最終的にうまく使いこなしていた。胴割れの影響か、初期に溶解が進んで最高ボーメ8.4で高かったため、早めに追い水を行った。その後醪はボーメの切れが良くなり予定より2、3日早く上槽となった。最高温度12.5℃で発酵はバランス良く推移した。

表24 F社 仕込み配合(平成13年度)

	酒母	初添	仲添	留添	追水	計
総米	105	275	520	820		1,720
蒸米	70	195	410	680		1,355
麴米	35	80	110	140		365
汲水	115	295	670	1310	70	2,460

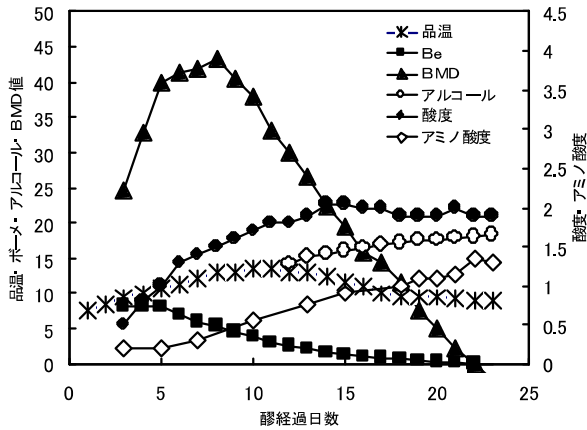


図17 F社 醪経過(平成13年度)

F社でも「総の舞」は初めての使用で、E社同様に自家精米で臨んだ。総米1,720Kgと仕込量が大きいため、洗米工程の一部は手洗いできたが、仲、留と量が多いものは機械洗いとなり、その場合に割れが目立った。最高ボーメ8.2と予定より高くなり、溶解先行となったため、追い水を行って発酵を進める管理を行った。

・醪中の糖の消長

平成13年度は、D社、F社の2社について経時的にサンプリングし、糖の分析を行い、醪中の消長を調べ、並行複発酵の経過を推定した。図11、12に醪中の糖の消長を示した。

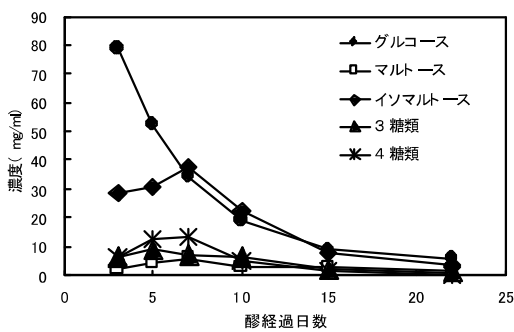


図18 醪中の糖の消長(D社 平成13年度)

図18,19より、醪初期では酵母の増殖が定常期に達しないためか、グルコース量が多く、アルコール発酵が進むに従って資化しやすいこの成分が急激に低下する。D社、F社を比較すると、4日目の最高ボーメは両者同程度であったがグルコー

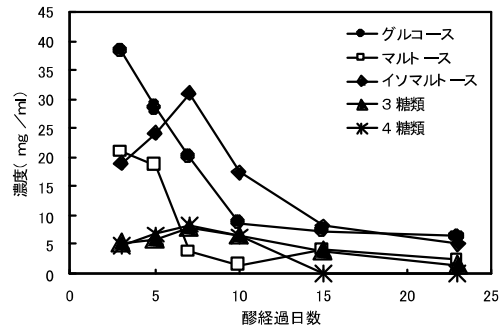


図19 醪中の糖の消長(F社 平成13年度)

ス量では約倍違っていた。F社は醪経過日数3日目でグルコースが低い分、マルトース含有量が高く、これも急速に低下した。イソマルトースは両社とも7日目頃がピークで、徐々に減少した。初期の糖組成の違いから、製麴の結果による酵素力に違いが出て醪中の組成が大きく変わることが示唆された。また、醪中の並行複発酵の内容を推定するデータとして糖分析が重要であり、今後「総の舞」を使用した多くの醪で糖組成調べることに より並行複発酵のバランスの点から酒造適性を検討することが重要であると思われる。

・醪中のピルビン酸

平成12年度は、上槽前後の有機酸を調べたが、平成13年度のD社、F社の試料についてピルビン酸の分析を行った。(図20)

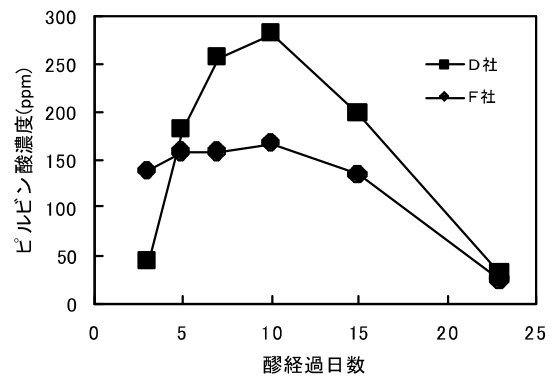


図20 醪中のピルビン酸(D社 F社 平成13年度)

図20より2社のピルビン酸の生成量はかなり違ったものとなっていたが、ピルビン酸は糖代謝の要にあり、その生成と代謝のカスケードの中で測定していることになり、多くのデータを蓄積する必要があると思われる。いずれにしても、上槽時

のピルビン酸濃度が高くなっていない事は重要であり、両者ともこの点では問題なかった。

・製成歩合

表25に各醪の製成歩合を示した。

表25 製成歩合 (平成13年度)

酒別	アルコール 取得量(L/ 白米t)	粕歩合 (%)	アルコー ル(%)	日本酒 度	酸度	アミノ 酸度
A社 吟醸酒	304	53.3	19.4	+5	1.6	1.3
B社 純米酒	380	25.7	18.5	-5	2.0	3.3
C社 吟醸酒	329	40.3	17.3	+2	1.7	1.9
D社 本醸造酒	361	38.3	19.5	+6	1.8	1.7
E社 特別本醸造酒	327	35.2	19.8	+5	1.5	1.4
F社 純米酒	374	32.8	18.3	+1	1.9	1.5

表25より、A社の醪は粕歩合が53.3%と高く、アルコール取得量が小さかった。これは酒質設計から吟醸造りを行ったためで、想定範囲内のことであった。官能的には吟醸酒としての特性を備えていたが、味の載ったタイプの酒質であった。次に粕歩合の高いC社も吟醸造りをしたものであったが、アミノ酸がやや高く、官能的には、香りよいがやや後味が残るとの評価であった。B社は、醪末期にポーメの切れが止まり上槽したもので、官能では、やや味重く甘みが残るとの評価で、アミノ酸度も3.3と特に高くなった。D社は、濁り酒として製品化するものである。E社では、官能的には淡麗で吟醸タイプとなり、香りあるもやや渋み残るとの指摘であった。F社では、新酒香はあるが苦渋味残りやや味荒いとの評価であった。

以上、これまで現地試験醸造を通じて、原料米の分析から、原料処理、製麹状況、醪経過の状況、さらに製成酒の官能評価まで、「総の舞」で試験的に造られる清酒にたいして米の酒造適性、および特性についての全体的な評価を総括すると、酒造用原料米としての「総の舞」は、重ねて検証が必要な部分は、高度精米時にはどの品種でも起こりやすい原料処理における浸漬割れが課題として残されたと考えて、現在検討を進めているところで

ある。その他の個別の問題は「総の舞」の問題というより、どのような原料米を使っても、清酒製造において、様々な場面で様々な現象が起こる事と大きく違わないであろうと判断して、平成14年度に一般栽培、一般醸造に踏み切った。それらについても追跡調査を行っているところであり、実地の積み上げの中でメーカーと一緒に問題解決を図りたいと考えている。

謝辞

本調査研究に当たり、酒造組合には終始ご協力戴きました。また、現地試験醸造にご協力戴いた次の各社に感謝申し上げます。株式会社飯沼本家様、宮崎酒造株式会社様、東薫酒造株式会社様、株式会社旭鶴様、岩瀬酒造株式会社様、鍋店株式会社様、また、製造関係の皆様には試料採取や、分析データの提供、さらに「総の舞」を使用した感想など貴重なご意見を戴きました。ここに記して感謝申し上げます。

文献

- 1) 星野徹也ら：千葉県工業試験場研究報告, 16, 24 (2002)
- 2) 今井泰彦ら：日本醸造学会誌, 91, 51(1996)
- 3) 今井泰彦ら：日本醸造学会誌, 91, 889(1996)
- 4) Tomoyoshi Soga: "Analysis of Inorganic and Organic Anion by Capillary Zone Electrophoresis", Hewlett-Packard Application Note.
- 5) Hewlett-Packard Application Note.
- 6) 中田裕之ら：千葉県工業試験場研究報告, 13, 36 (1999)
- 7) 星野徹也ら：千葉県工業試験場研究報告, 8, 43 (1994)
- 8) 西谷尚道監修：第4回改正国税庁所定分析法, 日本醸造協会(1993)
- 9) 酒米研究会：酒造用原料米全国統一分析法(1996)
- 10) 石川雄章ら：日本醸造学会誌, 79, 62(1984)
- 11) 土肥和夫ら：醱酵工学会誌, 52, 416(1994)
- 12) 土肥和夫：清酒酵母の研究, 278(1972)