

[J. Ferment. Technol., Vol. 47, No. 4, p. 249~256, 1969]

酵素剤利用による清酒醸造に関する研究

(第 3 報) 実地醸造における Amylase の動態について

正井成之・秋田利彦・山下 勝・梅村泰一・徳村治彦
酒井達也・柴田正人・大倉鎮夫・山田鍾美・河村 稔

(愛知県食品工業試験所)

Studies on the Utilization of Some Enzyme Preparations in Sake Brewing

(III) Behaviours of Amylase in Moromi of Industrial Manufacture

Shigeyuki Masai, Toshihiko Akita, Masaru Yamashita, Taiichi Umemura,
Haruhiko Tokumura, Tatsuya Sakai, Masahito Shibata, Shizuo Okura,
Kaneyoshi Yamada, Minoru Kawamura

(Food Research Institute Aichi Prefecture, Shimpukuji-Cho, Nagoya)

In the preceding papers, one of the authors reported the physical and chemical actions of amylases on steamed rice and concluded that the adsorption of α -amylase on steamed rice was likely caused by filtration by the steamed rice structures. The constituents of hydrol (enzymatic digestive solutions) are sufficient nutrients for *Saccharomyces sake* in the fermentation of diluted solutions.

This paper discusses behaviours of amylase during the moromi making. In stead of koji enzymatic preparations were used in this study. Their enzymatic activities were adjusted to equalize with the koji activities as a rule. When koji is used in the Sake brewing, the change pattern of α -amylase content has a high and sharp peak around the seventh day of the moromi processing, but the change pattern depends upon the time of koji addition. The reason of this may be that the enzymes extracted from koji are not adsorbed by steamed rice (saturated with water), and therefore, they accumulate in the liquid phase. On the other hand, the peak in the α -amylase content was comparatively low in case that enzymatic preparations were used. Its peak was preceded by a gentle slope in the change pattern. This happened perhaps because α -amylase separated from rice starch and also the speed of this separation was faster than that of the increase in volume of the liquid phase.

The change patterns of s -amylase in both cases have no peaks. The reason of this may be that this enzyme is not adsorbed by steamed rice and it can be extracted readily from koji.

Digestion by these enzymatic preparations, especially Biodiastase produced much sludge. This sludge consists of small particles of steamed rice and it still had a large α -amylase adsorption capacity.

This occurred by the action of α -amylase adsorbed densely on the surface of steamed rice structures. The fermentation may have been inhibited by the sludge formation. But

this inhibition was due to the α -amylase action. This undesirable inhibition can be prevented considerably by decreasing α -amylase adsorption by steamed rice. For instance, the use of an enzymatic preparation in a tablet form is very helpful for this purpose.

The products made from the enzymatic preparations were by no means inferior to the controls made from Koji.

It is possible to produce different types of sake with variant constituents of sugars by proper combinations of these enzymatic preparations.

緒 言

さきに^{1,2)}糖化酵素剤を用いて amylase の蒸米に対する特性について検討したが前後して実地醸造における酵素剤利用を試みてきたので報告する。実地醸造においては製造上多くの要因を整理しきれずそのため製造方針についての統一性を欠いたきらいもあったが原則としてこうじ歩合の漸減, こうじ仕込との対比において製造管理をおこない酵素剤仕込の特徴をつかむことに主眼をおいた。

清酒もろみの amylase の動態については多くの研究があり³⁻⁷⁾, α -amylase については特異的な消長を示すことはすでに認められている。一般的なタイプとしては高泡中に滲液の酵素活性が最高となりそこを頂点とした山型をなすことが特長である。しかし固液相互間の酵素の移動, 酵素の分散状態についてはなほ判然としない点が多い。この問題については多くの研究者がもろみ組成の複雑性, サンプリングの困難性を指摘している。著者らは試験醸造における酵素の動態をしらべ仕込型式による消長の型を求めた。同時に amylase の吸着特性を考慮に入れ, もろみにおける amylase の分散状態ならびに蒸米の消化機構について若干の検討をした。

実験方法

1. 供試した酵素剤 天野製薬 K.K. の Biodiastase および Gluczyme の比較的高単位のものを用いた。
2. 酵素力価測定用試料の調整 こうじ5g を pH 5.0 の 1 M acetate buffer を 5% 含む 0.5% NaCl 50 ml で 3 時間室温で抽出後滲過して酵素原液とした。もろみは滲液を直接酵素原液とした。
3. 分析方法
 - i) 一般成分 国税庁所定分析法によった。
 - ii) 酵素力価 第 1 報と同様にしておこなった。

実験結果および考察

1. 試験醸造の概要 昭和31, 32 B.Y. において

bacteria の amylase を用いた仕込をおこない^{8,9)}, 33 B.Y. は酒母, もろみの amylase の消長を詳細に調べた¹⁰⁾。

37 B.Y. よりひきつづいて糸状菌による仕込を系統的に行なった。その概要を Table 1 に, 製成酒の分析結果を Table 2 に示した。もろみの経過などは特筆すべきもの以外は省略するので詳細は製造報告書などを^{11,12)}参照されたい。

2. α -Amylase の消長 前述のようにこうじ歩合を漸減して仕込んできたが α -amylase の消長において特徴を認めた以外は, s-amylase の消長や一般成分の変化については特別な差異はなかった。酵素力価(もろみ滲液について)の消長を Figs. 1~4 に示した。普通仕込では α -amylase の最高値(ピーク)が 7 日目前後(高泡初期)にあらわれるが添こうじ仕込ではピークははっきりせずほとんどもろみ初期を頂点として以後漸減する傾向を示す。これはピークの位置がずれてもろみの仕込とかさなったものと思われる。つまりこうじの添加時期が早いので引きずられた型といえよう。ピークの高さは使用したこうじの力価, 仕込操作が関与するであろうが, いずれにしろ留即時の平均酵素力価よりはるかに高い値を示している。つまり滲液中に過密に偏在しているに他ならない。添・伸こうじ仕込ではピークに達するまでに急昇する(留即後の滲液力価が低い)がこの傾向はこうじを三段に使用した場合最も顕著で Fig. 5 に示したように前急でかつ急なピークをもった特徴ある山型をなす。最高値は平均密度のおよそ 2 倍に達するが滲液率(実測は困難)を考慮に入れると相当量の活性が固体相にあることが推測しうる。固体相は吸水した蒸米区分ならびにこうじ区分であるがそのいずれの区分に酵素が分散しているかについては第 1 報で調べたようにこうじ区分に多くいったん吸水した後の固液相互間の酵素移動はきわめて非能率的であり, また仕込(蒸米, こうじ, 水の混合)後 10 時間位経って蒸米が完全に水飽和してしまうともはや酵素を吸着する能力を失ってしまう。こうじ酵素の抽出は溶媒である仕込水の水質に負う所大で

Table 1. Scheme of manufactures.
Moromi of industrial manufacture (37 B.Y.—41 B.Y.) arranged comparatively.
The amounts of enzyme preparations based fundamentally on the total activities of koji.
The mixings of Biodiastase and Gluczyme have regard to the enzyme balance of koji.

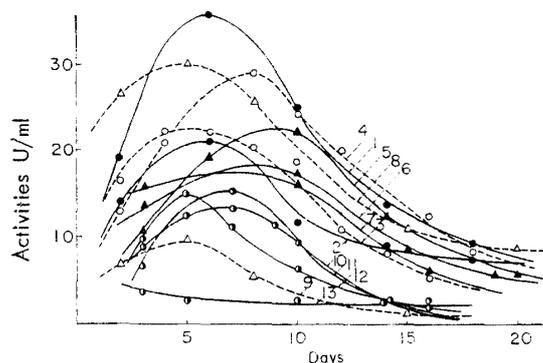
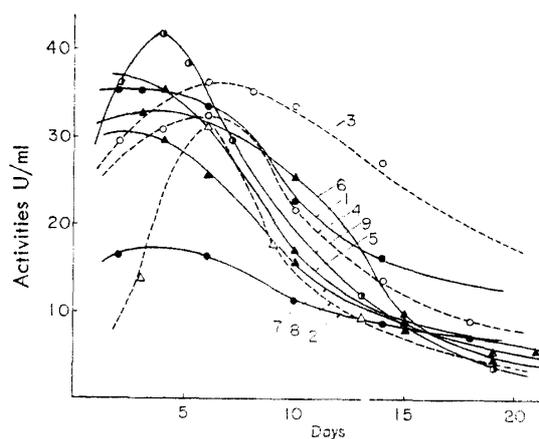
Moromi No.	Type of manufacture	Total rice (kg)	Division of koji		Rate of koji used (%)	Type of shubo	Koji	Time of use						Activities of koji (U/g)		Total activities given by koji (×10 ⁴ U)		Total activities at final moromi mash makings (×10 ⁴ U)		Volumes of moromi (l)	Initial units (average) (U/ml)	
			Shubo (kg)	Moromi (kg)				Soe		Naka		Tome		α	S	α	S	α	S		α	S
A 1	Alc. add.	600	15	65	13.3	Sokuzyo	Soe	1.80	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30.0	15.8
A 2	"	"	"	"	"	"	"	1.53	0.77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21.0	11.4
A 3	Sanzo	580	15	45	10.3	"	"	—	—	2.26	1.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24.9	12.5
A 4	"	"	"	"	8.4	"	"	—	—	2.04	1.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22.7	12.3
A 5	Alc. add.	650	15	45	9.1	"	"	—	—	2.97	1.38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29.9	13.9
A 6	"	"	"	"	7.4	"	"	—	—	3.57	2.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31.4	17.6
A 7	"	"	"	"	"	"	"	—	—	2.76	1.38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.8	13.0
A 8	"	"	"	"	3.4	"	"	1.65	0.61	3.88	1.44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47.4	17.6
A 9	"	620	15	20	5.8	"	"	0.75	0.55	0.35	1.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.4	15.3
A 10	"	600	"	"	"	Yeast***	"	1.16	0.60	1.40	0.76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22.5	10.7
A 11	"	"	"	10	1.7	"	"	0.46	0.22	0.91	0.44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	"	"
A 12	"	"	"	"	"	"	"	2.56	1.37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	"	"
A 13	"	"	"	"	"	"	"	0.49	0.33	0.74	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.6	7.0
B 1	Alc. add.	600	15	105	20.0	Sokuzyo	Soe	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25.2	12.3
B 2	"	"	"	"	18.9	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20.6	13.7
B 3	Sanzo	580	15	115	22.4	"	"	—	—	2.58	1.71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16.8	8.1
B 4	"	"	"	"	21.5	"	"	—	—	2.28	1.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17.5	8.6
B 5	Alc. add.	650	15	130	22.2	"	"	—	—	2.37	1.17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21.9	10.4
B 6	"	"	"	"	21.5	"	"	—	—	3.02	1.43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21.2	6.7
B 7	"	"	"	"	"	"	"	—	—	2.93	0.92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18.3	7.1
B 8*	"	620	15	120	21.8	"	"	—	—	2.52	0.98	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19.4	9.3
B 9**	"	600	—	140	23.3	Yeast***	Soe, Naka	—	—	2.47	1.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21.5	10.3

*: Controls of A 8, 9. **: Controls of A 10, 11, 12, 13. ***: Shubo haishi.

****: Neglect the residual activities of shubo.

Table 2. Analytical values of sake.

Moromi No.	Total acid (ml)	Formol-N (ml)	Nihonshudo	Alcohol (%)	Degree of color (-Log T)	Turbidity			Sake cake (%)
						Before heat transfer	After heat transfer	Hatsunomikiri	
A 1	2.35	2.60	- 2.6	19.9	0.026	58	85	163	19.7
A 2	2.60	2.45	- 3.9	19.6	0.023	53	95	161	21.0
A 3	1.90	1.60	-14.5	22.8	0.018	45	99	94	24.5
A 4	2.00	1.70	-13.5	22.9	0.017	27	84	113	22.5
A 5	1.85	2.50	+ 1.0	20.6	0.031	20	107	22	25.5
A 6	1.95	2.30	+ 6.5	20.8	0.027	21	149	36	20.8
A 7	1.65	2.20	+ 9.0	20.7	0.025	20	170	45	25.7
A 8	2.30	4.00	-13.0	19.8	0.056	29	26	28	11.5
A 9	2.10	3.50	± 0	20.5	0.057	38	26	32	14.5
A10	1.90	2.30	- 5.0	19.9	0.028	34	72	28	24.5
A11	2.30	2.10	- 1.0	20.4	0.032	36	60	36	24.0
A12	2.20	2.80	- 4.0	20.2	0.024	28	62	42	22.0
A13	1.90	2.70	+ 6.0	20.7	0.018	20	58	30	22.3
<hr/>									
B 1	2.70	2.70	- 3.6	19.6	0.023	62	92	128	20.7
B 2	3.00	2.40	- 3.9	19.7	0.023	30	71	93	21.5
B 3	1.80	1.70	-17.5	23.3	0.018	34	63	57	36.5
B 4	1.90	1.80	-14.0	23.2	0.027	42	111	119	37.1
B 5	1.85	2.20	+ 2.0	20.4	0.032	19	63	100	32.0
B 6	2.00	2.50	+ 2.0	20.3	0.032	23	130	132	22.5
B 7	1.70	2.60	+ 5.0	20.1	0.022	20	52	73	30.8
B 8	2.00	4.40	-11.0	20.0	0.065	31	117	126	17.9
B 9	2.00	3.10	-13.0	19.6	0.058	36	106	114	25.7

Fig. 1. Change patterns of α -amylase during moromi (enzyme preparation).Fig. 2. Change patterns of α -amylase during moromi (koji).

あるが仕込後の蒸米の吸水によって溶媒量の減少をきたし著しい酵素の抽出効率の低下があると考えられる。したがって実際の仕込ではこうし酵素の抽出は想像以上に徐々であって恐らく高泡後期までかかって抽出されるのであろう。これらの点を総合すると蒸米が水飽

和するまでの間はこうしから抽出された酵素は蒸米の吸水と平行して蒸米へ吸着されるので液相の酵素活性は常に低く蒸米が水飽和するとそれ以後はこうしから抽出される酵素は吸着されずに液相に蓄積される。したがって液相の酵素活性が急昇する。その間に

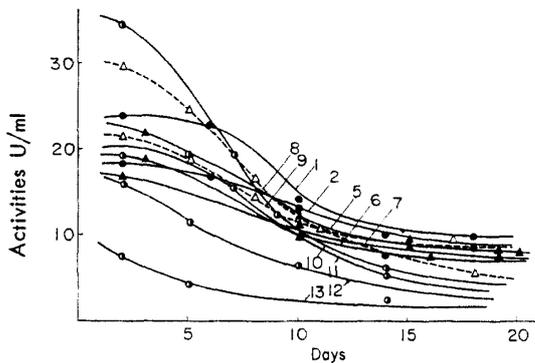


Fig. 3. Change patterns of *s*-amylase during moromi (enzyme preparation).

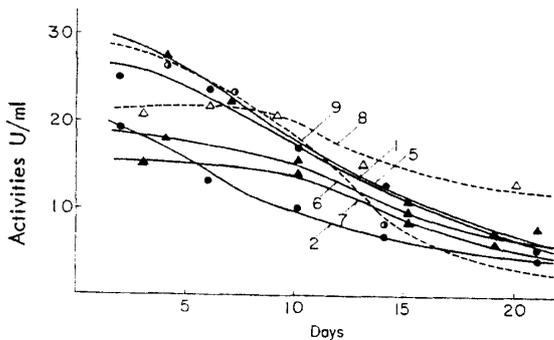


Fig. 4. Change patterns of *s*-amylase during moromi (koji).

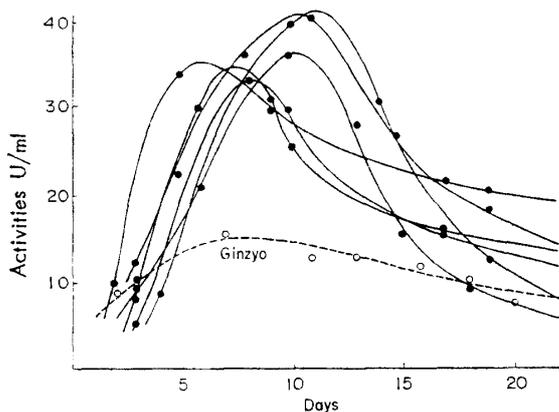


Fig. 5. Change patterns of α -amylase during moromi (koji, 33 B.Y.).

は当然蒸米へ吸着されていた酵素も遊離してくる。しかしその解離は抽出ではなくて蒸米自体の糖化による吸着能の低下によることは先に述べたとおりである。

酵素剤仕込ではピークはあるが全般に山の型はなめらかである。ピークの高さはこうじ歩合が低くなるほど低くなっている。添加した酵素剤の総活性が低い場合にもピークは低くなめらかな山型となる。こうじ歩

合が10%以下(普通仕込の半分以下)になると酵素剤の特性がよくあらわれて最高値は平均密度に近いにあるいはそれよりも低くなっている。これは酵素がよく蒸米に吸着された結果である。第1報で明らかにしたように酵素剤で行なった場合蒸米の α -amylase の吸着率は酵素液の液量, 酵素濃度については負の相関があった。清酒もろみの留即時は水がつかまっているので滲液率は0に近く, また滲液中の酵素活性もきわめて低いはずで酵素剤仕込では α -amylase の消長は0点に近いところから出発する。こうじ仕込の場合のように5日目頃にピークに達するが山の型は比較的なめらかで蒸米からの再溶出はこうじからの抽出よりはゆるやかであるとみられる。もろみでは仕込初期からオリ状の物質が多くなる。これの生因, 性質については後で検討する。

3. *s*-Amylase の消長 *s*-Amylase は α -amylase と異なって蒸米に対する吸着性がなく¹¹⁾, またこうじからの抽出性もよいので仕込当初の分散状態もかなり平均的である。Figs. 3, 4 は傾向としてよく似ており初期の力価は平均値よりやや高目である。滲液中にやや密に分散していることになるが α -amylase のような極端なことはない。最高点はほぼ留即時とみなされ以後力価が低下するのは主として失活に起因するのであろう。2つの図の型がよく似ていることからこの酵素の安定性は酵素起源とは関係のないことを示唆している。

4. 製成酒 製成酒の一般成分は製造上の操作からバラツキがあるが, 酒質の傾向, 歩留りについて大差なく酵素剤仕込ではかなり低い活性でも製造可能ことが分った。色度は酵素剤仕込の方がやや少なく色調については肉眼では区別しえない。濁度は火入れによって増加するが酵素剤仕込では初呑切り時に火入れ前と同程度まで下っている。この現象は火入れによる蛋白凝固であって一種のオリ下げ効果をあらわしたものと見える¹²⁾。この作用は炭素の併用によって促進される。また火入れ前後の濁度の変動がまちまちであるのは火入れ後の分析時期の関係であって火入れ以後の濁度(実質的には蛋白凝固作用)の変化はきわめて短時日の間に行なわれていることであつた。この事実は貯蔵タンクを観察することでおよそ1週間で凝固沈殿がおわっていた。

5. オリ状物質について 酵素剤で蒸米を消化するとかなり多量のオリ状物質を生ずる。この現象は単なる糖化においても認められる。Gluczyme の場合には少なく Biodiastase では比較的多い。この原因は主

として α -amylase の作用によるものと考えられる。Table 3 に糖化液ならびにもろみ中のオリ状物質の分析例を示した。オリは成分比率からみて米と大差なく蒸米の崩解したものとみられる。もろみ中にこのオリが多いのは仕込時にもっぱら蒸米表層部に過密に吸着されることによって急速に蒸米構造のゆるみをもたらす微粒子として遊離したものであろう。オリ状として存在する限りは蒸米構造と基本的には大差なく α -amylase の吸着性についても蒸米のそれと余り変らないはずである。この部分の α -amylase の分散については第1報で考察した。

Table 3. Analytical values of sludges.

Centrifuged moromi at 3000 rpm. Further centrifuged the upper layer at 10000 rpm. Deposits were offered for the analysis.

Yeast does not recognized microscopically in this portion

Samples		Starch value (%) [*]	Total nitrogen (%) [*]
Hydrol (digest by Biodiastase)		88.2	1.17
		77.4	1.43
Moromi	Ochiawa	86.3	1.47
	Sake (crude)	35.9	9.70

*: Dry basis

物性の点からみれば固液間の中間物であって蒸米から滲液成各へ移行する過程を示している。Fig. 6 はこの過程を模式化したものである。この図では酵母の影響については考慮しなかったので実際のもろみではより複雑であろう。こうじ仕込の場合でもオリ状物質の生成をみるが量的に少ないことから蒸米のごく表層部分あるいはこうじ区分からの崩解物と考えられる。先に蒸米に対する α -amylase の作用は蒸米と液との接

触面の問題であるとしたが、こうじ仕込では蒸米のきわめて表面部分、酵素剤仕込では表層部分に作用効率が集中しているといえる。オリに吸着して蒸米から離脱した酵素はさらに酵素作用の進むにつれて糖と酵素とに分かれて滲液中に分散する。この時の酵素の消耗はいずれかの形で amylase の消長曲線に影響しているであろうが現状では測定することは困難である。

6. 酵素バランスについて 酵素剤仕込でオリの多いことはこの仕込の特徴であることをしらべたが、清酒もろみにおいてどのような影響をもたらしているかについては推測の域を出ない。澱粉の糖化では α -amylase と s-amylase の相乗作用で加速的に反応速度を増すことは知られているが基質が蒸米構造となると酵素バランスの他に作用の方法も考慮しなければならない。特に注意しなければならないのは α -amylase の効きすぎによるもろみの糊状化である。極端であると物性の面でも 醗酵に障害があると思われる。 α -Amylase の効きすぎは s-amylase の介在によって防止しうことは糖化率が向上することからも予測される。このことは α と s とのバランスが問題であり酵素剤仕込ではこうじ仕込とかなりちがったバランスが要求される。なお α -amylase の効きすぎの問題についてはこの酵素剤が粗酵素であることから転位酵素などの影響について検討する必要はある。

Table 4 はモデル仕込によって酵素バランスと醗酵への影響についてしらべたものである。錠剤にしたのは α -amylase の蒸米への吸着をおそくするため水に対する溶解性をわるくしてある。こうじからの抽出とは機構的に異なったものであるが蒸米に対してはかなり類似しているものと考えてよい。s-Amylase の溶解速度も同じであるから両酵素の溶出、吸着の型は大体においてこうじの場合のそれと逆になっている。 α -Amylase の比率が高いとすべて 醗酵阻害をうけているが打錠した酵素剤によるものはかなり α -amylase の比率が高くても酒になっている。つまり α -amylase による阻害が防止されているものといえる。このあたりの機構はこうじ仕込と対比して今後よく調べてみたいと思う。錠剤の場合 Ca-pantothenate ならびに窒素源として加えた polypeptone の効果が認められるが前報²⁾で検討した消化液の醗酵性と合せて考えると濃厚仕込における清酒酵母の栄養要求性、あるいは完全な酵素剤仕込における栄養源についての問題点を示唆している。

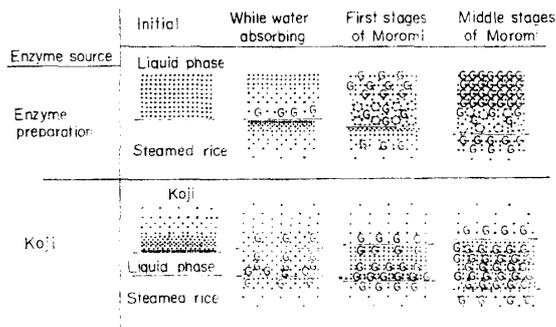


Fig. 6. Models of α -amylase transference.

Note: \cdot : α -Amylase, G: Produced sugars.

Table 4. Effect of enzyme balances.

Test procedure	Components of moromi		Enzymes			Analytical values					
			Total U ($\times 10^3$)		Balance	Nihon shudo	T-A (ml)	F-N (ml)	D-S (%)	Alc. (%)	
	Steamed rice (g)	Water (ml)	α	S	S/ α						
Enzyme solutions	200	205	14.4	2.0	0.139	Be 6.6	8.2	3.4	5.17	9.4	
			9.9	2.2	0.222	Be 4.6	7.0	3.6	5.77	12.3	
			10.2	3.6	0.353	Be 3.0	5.4	4.1	6.16	13.9	
			9.8	5.6	0.576	Be 2.8	5.2	3.8	5.68	13.8	
			6.8	5.3	0.780	-18.6	4.6	3.6	5.46	14.0	
			3.0	3.0	1.000	- 3.3	3.5	3.1	4.04	15.2	
			\pm	3.0	∞	- 3.0	3.0	2.6	3.82	15.2	
			\pm	4.4	∞	- 1.3	3.2	2.6	3.68	15.3	
			(Control)	(Koji)	(0.3-0.5)	- 3.6	3.3	4.3	4.02	15.0	
	Enzyme tablets	Control		170.0	12.0	0.071	Be 10.7	3.5	4.2	6.24	8.5
130.0				20.0	0.154	+17.5	3.6	2.4	0.24	13.8	
90.0				30.0	0.333	+20.5	3.7	2.6	0.22	15.5	
50.0				40.0	0.800	+18.5	3.9	3.4	0.15	16.2	
20.0				50.0	2.500	+19.2	3.8	2.8	0.18	16.2	
10.0				50.0	5.000	+19.5	3.7	2.6	0.17	16.4	
Ca-Pantothenate 0.4 g			Same above				Be 8.7	3.2	4.0	7.20	9.0
							+13.5	3.8	2.5	0.51	15.2
							+14.5	4.1	1.6	\pm	17.6
							+14.5	4.2	2.2	0.15	17.8
							+15.6	3.8	1.8	0.15	18.0
Polypeptone 1.2 g			Same above				Be 8.7	3.5	4.9	4.18	9.5
							+15.5	3.9	4.5	0.18	15.4
							+18.5	4.1	2.8	0.20	15.7
							+16.5	4.1	4.3	0.11	18.0
							+16.8	3.8	3.6	0.14	18.0
Ca-Pantothenate 0.4 g Polypeptone 1.2 g		Same above				Be 8.5	3.2	4.6	6.60	10.2	
						+12.5	4.1	3.2	0.36	16.6	
						+ 6.5	4.6	2.1	0.32	17.3	
						+10.0	4.2	2.4	0.19	18.0	
						+ 8.6	4.2	2.2	0.16	18.2	
			+ 8.0	4.2	1.8	0.14	18.2				

要 約

実地醸造における amylase の動態について検討し次のごとき知見を得た。

1. α -Amylase は仕込時のこうじの添加時期によってもろみでの消長の型が特徴づけられ、添こうじ仕込では仕込時がほとんどピークとみられ、伸、留とこうじが分配されるとピークの位置が7日目前後にずれしかも沪指中の力価が異常に高くなる。酵素剤仕込ではこの傾向がなく5日目頃にピークがあらわれ沪指の力価はさ程高くない。

2. α -Amylase はこうじでも酵素剤でも大差なく仕込時を最高値として減衰していく。

3. 酵素剤仕込ではオリの生成がやや多いがこれは α -amylase が蒸米に過密に吸着されるためにおこる現象であると考えられる。

4. α および s 両酵素のバランスは酵素剤仕込では α の比率を下げないと醸酵性がわるい。これは主として α -amylase による阻害であるが、酵素剤を打錠することによってこの弊害は実験的にはかなり防止できた。

5. 製成酒は分析上こうじ仕込と大差なかった。酎酒でも特に判別はできなかった。Biodiastase と Gluczyme の配合によって（製造上の問題点は別として）製成酒の糖組成をコントロールすることは前報の結果と合せて可能であろう。

終りに本試験に対して貴重な酵素剤を御提供下さった天野製薬 K.K. に深謝いたします。また製造に対し御協力下さった杜氏諸氏に感謝いたします。なお、本稿の一部は41および42年度の大会において口演した。

文 献

- 1) 正井：本誌, **47**, 69 (1969).
- 2) 正井：本誌, **47**, 78 (1969).
- 3) 徳岡：農化, **12**, 1189 (1936).
- 4) 北原, 村田：本誌, **31**, 349 (1953).
- 5) 外池, 山野：醸協, **51**, 544 (1956).
- 6) 栗山, 今安, 口垣内：本誌, **34**, 133 (1956).
- 7) 三吉, 照井：本誌, **45**, 962 (1967).
- 8) 愛知県食品工業試験所：清酒試験製造報告書(昭和31 酒造年度).
- 9) 愛知県食品工業試験所：清酒試験製造報告書(昭和32 酒造年度).
- 10) 愛知県食品工業試験所：清酒試験製造報告書(昭和33 酒造年度).
- 11) 愛知県食品工業試験所：清酒試験製造報告書(昭和37~41 酒造年度).
- 12) 愛知県食品工業試験所：年報, **7**, 32 (1966).

(昭43. 6. 20 受付)