液体麴を使用する甘みそ醸造

伊瀬 知 仁*

固体麴製造の機械化は近年かなり進展し、みそ・しょう油醸造への応用も好井・井上・石原¹⁾、山田²⁾、河村³⁾の報文や解説にもあるとおり、すでに実用化されている。いっぽう、液体麴はしょう油醸造について、入江⁴⁾、茂木・宇井・林⁵⁾により研究が進められているが、みそ醸造については塩田・坂口⁶⁾が、液体麴利用の可能性を示しているけれども、実際の応用についての報告は見当たらない。みそ醸造に液体麴を使用する場合、その使用量が種水程度に制限される関係上、強力な酵素力を有する酵素液を必要とするわけであるが、著者の実験では十分な酵素力価が得られなかったので、市販酵素剤を使用して試験を行なった。みそ醸造に対する酵素剤の使用は、中野⁷⁾、小巻⁸⁾の解説や永瀬⁹⁾の報告があるが、いずれも固体麴を使用した普通みそに添加して熟成期間の短縮や、白糠のような代用安価原料に対する呈味増進補助効果に価値があることを認めている。

本報においては液体麴を採り上げ、その不十分な酵素力を細菌プロテアーゼ・放線菌プロテアーゼの酵素剤で補って液体麴によるみそ醸造の可能性を検討し、ついで麴歩合の多い甘みそにおいて、液体麴を固体麴に併用することによって固体麴の使用割合をどの程度減少させることができるか、そして、このことから製麴困難な代用安価原料の甘みそ醸造への利用がどの程度可能になるかについて検討した。

1. 実験および考察

(1) 培養および分析測定法

i) 液体麴の培養

入江⁴⁾の方法により培養した。すなわち 500 ml 容振とうフラスコに脱脂大豆粉 3g、サツマイモ澱粉 0.2g (菌株 D₂ D₃ については 1g)、井水 100 ml を入れ、1 kg/cm² で 1 時間滅菌したのち各供試菌株の麴寒天斜面培養から孢子 1 白金耳量を接種した。その後 30°C の恒温室内で、130 rpm 振幅 7 cm で 2～5 日間振とう培養を行なった。培養液の最終 pH は 6.0 であった。

ii) 液体麴および固体麴の酵素力測定

酵素液としては、液体麴についてはその滲液を、固体麴については常法¹⁰⁾による浸出液を使用して測定した。

プロテアーゼ力価は大島氏変法¹¹⁾に準じて行なった。アミラーゼ力価は、2% 可溶性澱粉液に供試酵素液を pH 5.5、40°C で 1 時間作用させ生成された直接還元糖量をマイクロベルトラン法により測定し、糖化率%により表わした。

iii) みそ分析法

試料の調製、pH、酸度 I は基準みそ分析法によった。水分は試料約 5g を秤量管の内側に薄く塗布し、10°C で 4 時間乾燥して減量を水分とした。ホルモール-N は、試料 10g に蒸留水を加え磨砕して 250 ml に満たし、室温で 30 分間抽出して濾過して常法により測定した。ただし中和はガラス電極 pH メーターで pH 7.0 になるまで行なった。直接還元糖と食塩は、上記抽出液についてそれぞれマイクロベルトラン法および常法¹²⁾により測定した。

(2) 液体麴使用菌株の選定

入江⁴⁾により分離された深部培養好適菌株 C₃、C₁₄、D₂、B₅、D₃ の 5 種で液体麴を作り、酵素生産の強力な菌株の選定と最適培養期間の決定を行なった。液体麴は同一菌株のものを 4 本ずつ調製して所定の培養時間に達したときに培養を止めて分析した。結果は第 1 表のとおりである。菌株 C₃ の 72 時間培養のものが、プロテアーゼおよびアミラーゼ生産力かもっとも大きいことがわかったので、今後の試験仕込みにはこの菌株の液体麴を使用することにした。

(3) 液体麴と酵素剤併用みそ試験

液体麴単独では、みそ醸造に必要な酵素力が不十分であるのでプロテアーゼ剤を併用してみそ試験を行なった。細菌プロテアーゼ剤として Bacterial Al-proteinase (15×10⁴ unit/g) (長瀬産業(株))、放線菌プロテアーゼ剤として Pronase P (45000 unit/g) (科研化学(株))を使用し、各酵素剤について 20 mg% 溶液を作り、前記酵素力測定法によりプロテアーゼ力価を測定した。酵素剤、液体麴 (C₃ の 72 時間培養)、固体麴 (種麴は菱六新菌) の酵素力の対比を第 2 表に示した。

試験仕込みに使用する麴および酵素剤の使用量は第 3 表のとおりである。酵素剤を使用する区分 A、P につい

* 佐賀県立神埼農業高等学校農産加工科 (佐賀県神埼郡神埼町)

Brewing of Sweet Miso by Submerged Koji. By HITOSHI ISETI.

第1表 液体麹菌株比較試験

菌株		培養経過(時間)			
		48	72	96	120
C ₃	pH	7.8	8.3	8.3	8.2
	プロテアーゼ力価(mI)	0.5	0.3	0.8	1.0
	アミラーゼ力価(%)	34.3	38.0	33.5	34.3
C ₁₄	pH	8.1	8.1	8.3	8.2
	プロテアーゼ力価(mI)	0.4	0.3	1.2	1.2
	アミラーゼ力価(%)	22.6	25.6	26.0	26.0
D ₂	pH	7.3	8.6	8.3	8.7
	プロテアーゼ力価(mI)	7.0	4.5	3.0	2.0
	アミラーゼ力価(%)	1.2	1.8	1.5	1.7
B ₅	pH	8.0	8.6	8.3	8.6
	プロテアーゼ力価(mI)	3.0	?	3.0	3.0
	アミラーゼ力価(%)	26.0	25.7	25.2	25.6
D ₈	pH	7.9	7.7	8.3	8.4
	プロテアーゼ力価(mI)	2.0	0.6	0.7	0.7
	アミラーゼ力価(%)	0.7	0.7	1.5	1.5

第2表 みそ試験に使用した麹および酵素剤の酵素力価

麹および酵素剤	プロテアーゼ力価	アミラーゼ力価(%)	備考
固 体 麹 I	7.14(8.92)	47.0(58.7)	4日麹
" II	3.85(4.62)	40.7(48.8)	3日麹
" III	4.17(4.42)	44.2(46.9)	3日麹
液 体 麹 C ₃ -I	8.33	33.0	
" C ₃ -II	8.33	37.3	
細菌プロテアーゼ剤	17.85		
放線菌プロテアーゼ剤	31.25		

注: 酵素力価の表示は, 固体麹は麹1g当たり, () は原料白米1g当り, 液体麹は汁液1ml当り, 酵素剤は1mg当りの力価を表示した。

ては, 酵素剤添加後の全プロテアーゼ力価が固体麹使用の場合とほぼ同等になるように酵素剤の使用量を算出した。M については酵素剤を計算量より過剰に使用した。なおこの算出法による酵素力価は, つぎのみそ試験の結果からもわかるように, 液体麹・固体麹・酵素剤の相互の間ではほぼ同一の酵素力価があるものでも, みそ熟成には必ずしも同等の酵素作用は示さなかった。

試験仕込みの原料配合は精白米 200g, 大豆 100g, 食塩 60g, 液体麹汁液 50ml の配合で仕込んだ。ただし, 対照の固体麹仕込みの S は精白米 200g を製麹して使用し, 液体麹の代りに井水 50ml を使用した。常法のとお

第3表 みそ試験に使用した麹および酵素剤の量

仕込区分	使 用 量
C	液体麹 C ₃ -I の汁液 50 ml (8.33×50 ml=416)
A	液体麹 C ₃ -I の汁液 50 ml に細菌プロテアーゼ剤 77 mg 添加 (8.33×50 ml+17.85×77 mg=1790)
P	液体麹 C ₃ -I の汁液 50 ml に放線菌プロテアーゼ剤 44 mg 添加 (8.33×50 ml+31.25×44 mg=1792)
M	液体麹 C ₃ -I の汁液 50 ml に液体麹の菌体, 細菌プロテアーゼ剤 50 mg, 放線菌プロテアーゼ剤 50 mg を添加したもの (8.33×50 ml+17.85×50 mg+31.25×50 mg=2871)
S	固体麹 II 200 g (精白米に換算して) 井水 50 ml (4.62×200 g=924)

注: 酵素剤の使用量は, 酵素力のもっとも強い固体麹 I の力価を基準にして決定した。(8.92×200g=1784)

第1図 液体麹・酵素剤併用仕込発酵経過

第4表 液体麹・固体麹併用仕込配合

区 分	液体麹 C-II (ml)	井水 (ml)	精白米* (g)	大豆* (g)	食塩 (g)
			固体麹 III (g)	砕米 (g)	
S	0	50	200	0	100 60
1	50	0	100	100	100 60
2	50	0	50	150	100 60
3	0	50	50	150	100 60

注: * 精白米および大豆の量は「生」のときの量で表わした。砕米は精白米を1/2以下に粉碎して使用した。Sは固体麹IIを使用。

第2図 液体麹・固体麹併用仕込発酵経過

第5表 液体麹・固体麹併用仕込みその鑑評

区 分	色	か お り	みそ汁の味	みそ汁の 状 ぼ う
1	黄色みがかって鮮やか(8)	み そ 臭(8)	う ま 味(6)	コロイド状
2	濃ねずみ色つよし(4)	み そ 臭(7)	うま味・甘味(8)	コロイド状
3	灰色がかっている(6)	未分解原料臭(6)	(4)	の り 状

注: () の数字は10点満点にしたときの官能検査による差を表わした。Sは発酵日数が1, 2, 3と異なるため直接の対比はできなかったがひねすぎている点を除けば1と大差なかった。

り直径8.8cm のガラスポットに仕込み1.1kg の重石をした。重石の割合は18g/cm² となる。仕込後30°C の恒温室内で発酵させた。経過は第1図および第6表に示す。液体麹単用のCは酵素力不十分で30°C で30日間発酵後変敗の徴候が見られた。酵素剤を固体麹と同程度使用したA, Pもともにホルモール-Nの生成が少なく、酵素剤を過剰に使用したMは対照の固体麹仕込Sにはほぼ匹敵するホルモール-Nが得られたが、液体麹の菌体もあわせて仕込んだので製品に麹の自己消化臭が残る。A, Pについての鑑評の結果は、色も白く、みそとしての風味は十分認められたが分解は進行していない。なお、第1図に示したように直接還元糖の生成は液体麹およびプロテアーゼ剤を使用した場合はいずれも著しく少なく、アミラーゼ力価の不足がうかがわれる。

(4) 液体麹・固体麹併用によるみそ試験

仕込みは前述と同様に行なった。原料配合は第4表に、発酵の経過は第2図および第6表に示す。直接還元糖の生成量からみると、この配合で麹使用量を1/4に減じてもアミラーゼ力価には余裕があることがわかる。ホルモール-Nの生成量から、プロテアーゼ力価は固体麹の使用割合に応じて明らかな差が見られる。鑑評の結果は第5表に示すように、1, 2の差は僅少でいずれも実用上支障はない。3は1, 2に比べて未分解原料臭が強く、みそ汁にしても糊状の沈殿物を生じた。した

第6表 みそ試験発酵経過分析表

区分	分析事項	発 酵 経 過				
		仕込日	10日目	15日目	20日目	30日目
C	水 分(%)	47.2	48.0		47.4	45.0
	pH 度	6.3	5.8		5.8	5.6
	酸 度 I	0.83	2.46		3.04	3.82
	ホルモールN(%)	0.04	0.10		0.11	0.13
	直接還元糖(%)	2.20	7.85		5.00	6.91
A	食 塩(%)	10.2	9.15		8.70	9.35
	水 分(%)	48.0	48.1		49.4	54.5
	pH 度	6.1	5.8		5.7	5.5
	酸 度 I	?	2.62		3.25	3.98
	ホルモールN(%)	0.07	0.12		0.15	0.16
P	直接還元糖(%)	3.36	10.15		9.66	9.50
	食 塩(%)	11.7	10.0		8.6	8.9
	水 分(%)	47.4	49.3		47.7	48.4
	pH 度	6.3	5.8		5.6	5.4
	酸 度 I	0.96	2.88		3.72	4.86
M	ホルモールN(%)	0.06	0.15		0.16	0.19
	直接還元糖(%)	2.28	6.37		6.16	5.25
	食 塩(%)	10.0	9.1		8.7	8.9
	水 分(%)	45.5	48.6		48.4	49.2
	pH 度	6.3	5.7		5.6	5.7
S	酸 度 I	1.05	3.77		5.18	5.13
	ホルモールN(%)	0.08	0.22		0.26	0.26
	直接還元糖(%)	1.60	8.84		6.25	10.88
	食 塩(%)	9.1	9.0		9.0	9.0
	水 分(%)	46.6	50.0		49.3	49.1
1	pH 度	5.8	5.5		5.5	5.5
	酸 度 I	2.62	6.76		7.23	7.53
	ホルモールN(%)	0.09	0.23		0.27	0.29
	直接還元糖(%)	12.00	20.10		19.60	17.80
	食 塩(%)	9.7	9.2		9.8	9.5
2	水 分(%)	44.5	49.2	46.5		
	pH 度	6.1	5.7	5.7		
	酸 度 I	1.36	4.56	5.34		
	ホルモールN(%)	0.05	0.20	0.20		
	直接還元糖(%)	9.56	19.30	21.00		
3	食 塩(%)	10.85	10.65	10.90		
	水 分(%)	46.7	50.8	45.2		
	pH 度	6.2	5.8	5.8		
	酸 度 I	1.05	4.03	4.30		
	ホルモールN(%)	0.05	0.18	0.19		
3	直接還元糖(%)	8.36	18.60	19.10		
	食 塩(%)	11.15	11.15	11.40		
	水 分(%)	46.7	50.7	47.4		
	pH 度	6.0	5.7	5.7		
	酸 度 I	1.57	4.50	4.93		
3	ホルモールN(%)	0.04	0.14	0.16		
	直接還元糖(%)	7.70	18.10	18.90		
	食 塩(%)	11.05	10.95	11.25		

がって固体麴・液体麴併用の結果固体麴の大部分(20分麴でその3/4)を蒸し米に置き換えることができ、製麴困難な微粉砕米や白糠などを多量、みその澱粉質原料として利用することができるであろう。

2. 要 約

液体麴を使用してみその試醸を行なった結果、酵素力が不十分のため液体麴単独でのみそ醸造は困難であった。プロテアーゼ剤を液体麴に補助的に使用すれば、ホルモール-Nの生成量や鑑評の結果は固体麴仕込に近い製品が得られる。しかし、直接還元糖の生成量は少なかった。

固体麴と液体麴を併用すれば、20分麴の甘みそ仕込みにおいて固体麴の使用量を5分麴程度にまで減ずることができる。残りの15分麴に相当する部分については、澱粉質原料を製麴加工しないでも仕込みに使用することができる。したがって製麴困難な微粉砕米、白糠などの安価代用原料の利用も可能であると思われる。

終りに、本実験は昭和37年8月16日より11月15日まで、昭和37年度産業教育振興法に基づく内地留学生

として、九州大学農学部農芸化学科発酵学教室で行なったもので、その間御指導と貴重な菌株の分与を頂いた本江元吉教授、上田誠之助助教授、入江利夫先生に対し謹んで謝意を表します。

文 献

- 1) 好井久雄・井上利之・石原昭好：醸協，**54**，581 (1959).
 - 2) 山田清彦：醸協，**56**，414 (1961).
 - 3) 河村 稔：醸協，**56**，1063 (1961).
 - 4) 入江利夫：農化，**28**，550 (1954).
 - 5) 茂木孝也・宇井 弘・林 徹男：醗酵工学，**39**，653 (1961).
 - 6) 塩田日出夫・坂口謹一郎：農化，**23**，426 (1950).
 - 7) 中野政弘：食品工業，**3**，285 (1960).
 - 8) 小巻利章：醗酵協，**16**，550 (1958).
 - 9) 永瀬一郎・石垣礼三郎・小洪英二：農大醸友，**2**，64 (1961).
 - 10) 布川弥太郎：醸協，**56**，1124 (1961).
 - 11) 大島幸吉：工化，**26**，693 (1923).
 - 12) 東京大学農学部農芸化学教室：実験農芸化学，下巻，第6版(朝倉書店)，p. 597 (1958).
- (1963年3月15日受理)

カステラの老化に関する2,3の知見

竹 林 や 系 子*

カステラは病人によい食べ物とされ、一般に数日保存されながら食べられている。しかし保存中には α 澱粉の β 化や、水分の減少、粘度の低下、固さの増加などが考えられ、これらの変化にともなう味の低下も感知できる。パンの考化については多くの研究¹⁾²⁾がなされている。カステラの材料は老化要因である小麦粉が少なく、老化を防止するであろうと思はれるショ糖、水飴が多い(第1表)。今回カステラの保存中における老化について、その化学的および物理的検討を行ない、若干の知見を得たので報告する。

1. 実験方法

(1) カステラ保存中における老化の化学的測定

一般に老化した澱粉はアミラーゼによる酵素作用を受けないといわれている。この原理により MAQUENNE³⁾⁴⁾、SALLUNGER⁵⁾らは澱粉のりの老化を測定しており、また

その測定にジアスターゼを用いた三雲⁶⁾、渡辺¹⁾らの報告もある。

この方法は α 化澱粉および β 化澱粉の酵素に対する分解度の差を利用して行ったものであるが、上記の報告にある α 化率の測定法では、ショ糖や麦芽糖のごとき少糖類を多量に含む試料についてはそのまま使用でき

第1表 カステラ材料の配量

材料名	重量(g)	割合(%)	備 考
小麦粉	300	19	日本製粉(株)菓子用粉
ショ糖	600	37	大阪製糖(株)グラニュー糖
鶏卵 (殻とも)	600	36 (殻を除く)	市 販 品
水 飴	120	8	昭和産業(株)

* 東京都立立川短期大学(東京都中野区桃園町37)

Studies on the Staling of Spong-cake during Storage. By YAEKO TAKEBAYASHI.