

発酵促進剤としての蒸留粕の利用

しょうゆ醸造の塩水代替としての仕込み試験（第2報）

水元 弘二, 松久保 好太郎

Utilization of Shochu Wastes for Fermentative Promoter Brewing of Shoyu Substituting Shochu Wastes for Mashing water (II)

Koji MIZUMOTO and Kotaro MATSUKUBO

焼酎蒸留粕の有効利用の一方法として、昨年に引きつづきしょうゆ醸造の仕込み用水（塩水）代替としての仕込み試験を行った。その結果、塩水代替として蒸留粕を使用したものは対照区に比べて、主発酵酵母（*Zygosacch. rouxii* 以下S酵母）を仕込み初期に添加することにより、S酵母の増殖パターンには差がなく、後熟酵母（*Candida* 以下T酵母）の増殖は旺盛であった。もろみのろ過試験結果も両区とも差異は認められなかった。

1. はじめに

塩水代替として用いた蒸留粕は、前報¹⁾に報告したように、10メッシュでふるった調整蒸留粕を用いて試験を行なったが、対照区（塩水仕込み）に比較して、もろみの固液分離やアルコール生成に關与する主発酵酵母（S酵母）の生育が悪い結果を示した。今回は、蒸留粕のし別分離した懸濁液²⁾を用い、しょうゆ仕込みを行い、S酵母添加効果、フェノール成分分析やろ過試験を行ったので報告する。

2. 実験方法

2.1 しょうゆの調製

しょうゆ麴は、鹿児島県醤油醸造組合でつくった麴を用いた。しょうゆ仕込みは、(1)対照区として麴にボーメ19度の塩水を麴重量の170%で仕込んだもの（cont.）(2)蒸留粕を遠心分離し、し別分離した懸濁液1 lに食塩260 gを加えたものを麴重量の170%で仕込んだもの（A）の2種類を調整し、いずれも5 lのポット仕込みで、諸味管理は常法のとおり行った。

2.2 分析方法

2.2.1 一般成分

諸味の分析は、諸味を高速遠沈（1000 rpm）で

処理したものを試料にし、一般成分分析はしょうゆ試験法³⁾に準じた。

2.2.2 酵母の分別

諸味中のS酵母、T酵母の分別はヌルトース資化性の差を利用する方法により行った⁴⁾

2.2.3 フェノール成分

フェノール成分〔2-フェニルエタノール（2-PE）4-エチルグアヤコール（4-EG）、4-エチルフェノール（4-EP）〕は野田ら⁵⁾の方法により分析した。

2.2.4 アミノ酸および有機酸

アミノ酸はニンヒドリン法にて、有機酸は、BTB法により高速液体クロマトで分析した。

3. 結果および考察

3.1 一般成分

一般成分の経時変化は表1に示すとおりである。

pHの変化は対照区と試験区は、ほぼ同様に推移した。仕込み時のpHの差は、蒸留粕⁶⁾に起因すると考えられる。発酵過程でのpHとT-N、F-N（ホルモール態窒素）の溶出には関係はなかった。

T-N、F-Nは仕込み後、80日目までに溶出が終る。対照と試験区でのT-N、F-Nの差は、

蒸留粕中のT-N, F-N⁶⁾の含有がそのまま加算されると考えられる。

表1 仕込み時期による成分の変化

仕込み日数(日数)	仕込時	40	60	80	100	120	
pH (cont)		5.60	5.42	5.25	5.18	5.11	4.92
A		5.28	5.18	5.08	5.00	4.91	4.89
T-N (cont)		1.63	1.75	1.81	1.81	1.80	1.80
(g/dl) A		1.84	1.93	2.03	2.04	2.01	2.01
F-N (cont)		0.83	0.99	1.09	1.06	1.07	1.07
(g/dl) A		0.74	0.86	1.13	1.15	1.16	1.16
E t h (cont)		0.4	0.85	2.05	2.18	2.18	2.21
(g/dl) A		0.41	0.98	2.18	2.49	2.49	2.75

窒素分解率(F-N/T-N)は、仕込み日数の経過と共に上昇し、対照区で80日目で約60%、試験区で55.7%であった。試験区は、120日目で57.7%と序々に上昇した。試験区の窒素分解率が低く、またスピードが鈍化しているのは、初発のpHが低いためと考えられる。(表2, 図1を参照)

表2 窒素分解率の経日変化

仕込み日数	40	60	80	100	120
(%)					
対照 (cont)	50.9	56.6	60.2	58.6	59.4
(%)					
試験区 A	40.9	44.6	55.7	56.4	57.7

エタノールの生成については、前報¹⁾で報告したように、エタノールの生成に関与する酵母(*Zygosacch. rouxii*)の生育が悪かったために、今回は、仕込み初期に両区共に諸味1mlあたり 10^5 cellsオーダーになるようにS酵母添加を行った。その結果、表1, 図2, に示すように、仕込み60日目から増殖し始め、ほぼ、対照区と同様に増殖し、80日目では対照区より、旺盛な増殖を示した。その結果エタノールの生成は、100日目で2.49%、120日目で2.75%と対照区よりも高い値を示した。またS酵母は、80日目でピークとなり 1.8×10^7 cells/mlと増殖し、対照区も80日目にピークとなり 4.2×10^6 cells/mlであった。エタノー

ル生成パターンとS酵母パターンは類似のパターンを示し、エタノール生成量とS酵母数とに顕著な相関が認められた。またS酵母により生成されるとされる2-フェニルエタノール(2PE)の生成量も試験区が対照区に比べて高い値を示していることも非常に興味ある現象である。

(表3を参照)

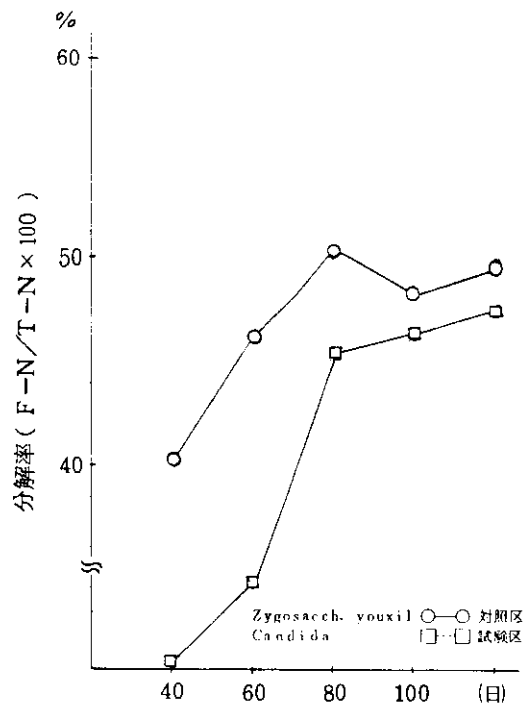


図1 窒素分解率の経日変化

3.2 S酵母とT酵母の動態

S酵母とT酵母の動態については、前報で既に報告した¹⁾。今回は、対照区と試験区の両区に、諸味にS酵母を添加して仕込みを行った。その結果を図2に示す。

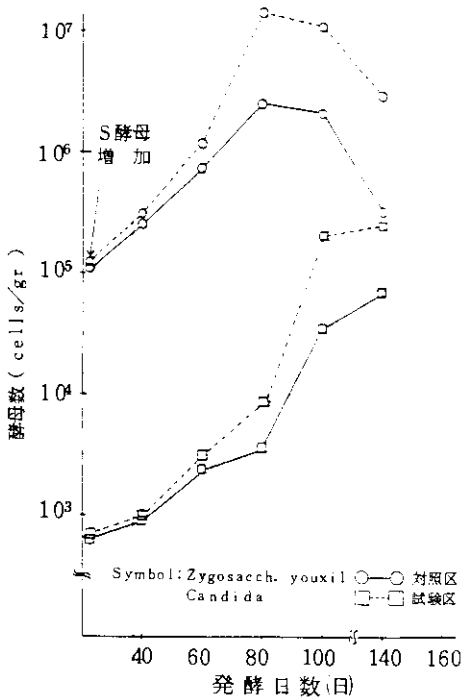


図2 S酵母添加による酵母の増殖パターン

前回の試験では、塩水代替として10メッシュでふるった調整蒸留粕を使用したものは対照区に比べてS酵母の増殖が著しく劣った。その原因については判らないが、初発のS酵母の菌数を高めてやることによって、S酵母の増殖阻害は観られなかった。他方、T酵母の増殖は前回と同様に旺盛な増殖が観察された。また、初発のS酵母のおおくの添加にもかかわらず、その増殖パターンに影響は受けなかった。

またこれらの両酵母の生育は、対照区に比べて試験区の方が、はるかに良好な生育を示し、蒸留粕に増殖促進剂的な働きをもっていると推察される。

3.3 フェノール成分

しょうゆの代表的な香気成分の1つであるフェ

ノール成分について分析した結果を表3に示す。

主発酵期に、S酵母によって生成される2-フェニルエタノール(2PE)は、対照区に比べ、試験区は高い値を示した。前述したように、S酵母の良好な生育の差に深く関与している。

後熟期に、T酵母等により生成される揮発性フェノール成分4-エチルグアヤコール(4EG)と4-エチルフェノール(4EP)は、両区とも大きな差異は認められなかった。とくに4EGについては、生成量が非常に少なかった。これは、発酵管理(攪拌など)条件や熟成期間に大きく影響するといわれており、現在検討中である。

表3 中性揮発性フェノール成分(120日目)(ppm)

	2PE	4EG	4EP
対照区	11.3	trace	0.53
試験区	21.9	trace	0.61
市販醤油	10.2	0.85	0.51

3.4 有機酸組成

有機酸分析の結果を表4に示す。有機酸組成の中で、クエン酸、リンゴ酸、コハク酸やピログルタミン酸が対照区に比べて高い含有であった。蒸留粕中の有機酸に基因すると考えられる。

有機酸の組成比からして、旨味の成分であるコハク酸は酵母が生成するが、前述したように酵母の旺盛な増殖に比べて比較的少ない値を示した。逆にグルタミン酸のピロ化に蒸留粕のpHが関与するのではと考えられていたが、意外とその影響はみられなかった。むしろ対照区のピロ化傾向がみられた。レブリン酸が試験区にみられたのは、レブリン酸自身が、焼酎の蒸留工程で、糖が加熱され生成したものであり、それが蒸留粕中に残存しているためであると考えられる。乳酸の組成比は両区に差がみられなかった。

表4. しょうゆ中の有機酸およびその組成比 (ppm)

	対 照 区		試 験 区			
			S 酵 母 添 加		S 酵 母 無 添 加	
Citric acid	628	(26.2)	1039	(30.7)	1074	(31.4)
Malic acid	235	(9.8)	407	(12.0)	408	(11.9)
Succinic acid	142	(5.9)	197	(5.8)	174	(5.1)
Lactic acid	34	(1.4)	63	(1.9)	66	(1.9)
Formic acid	69	(2.9)	34	(1.0)	29	(0.8)
Acetic acid	198	(8.3)	191	(5.6)	173	(5.1)
Levric acid	—	—	14	(0.4)	13	(0.4)
P-Glutamic acid	1087	(45.4)	1440	(42.5)	1478	(43.3)
Total	2393	(100)	3385	(100)	3415	(100)

() 内組成比 %

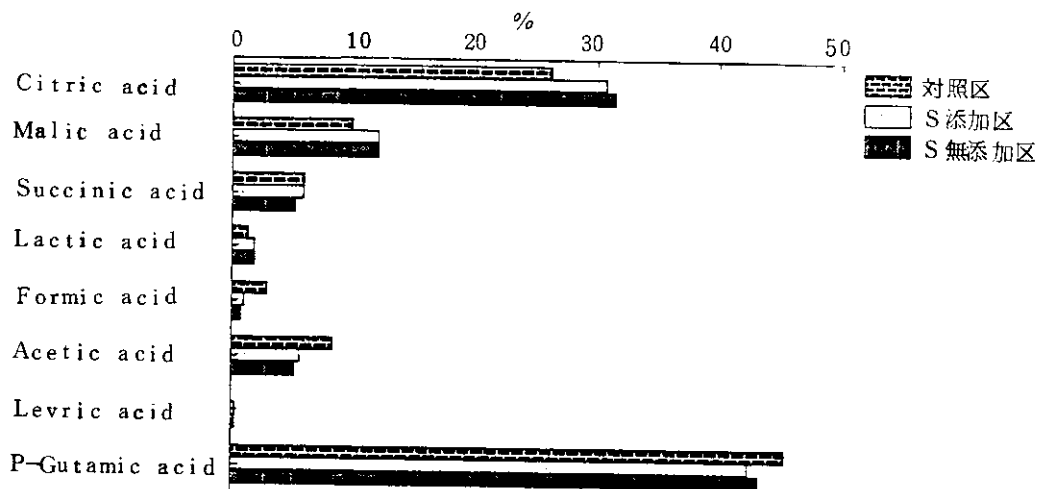


図3 有機酸の組成比

3.5 アミノ酸組成

アミノ酸の含量, 組成比共に, 対照, 試験区には大きな差異は認められなかった。その結果を表5, 図4に示す。

しょうゆの代表的な旨味成分であるグルタミン酸の溶出も, 両区ともほぼ同程であった。前述したように, pHの影響もなく, グルタミン酸のピロ化もみられず, 溶出量も, 蒸留粕由来の含有量が加算されている傾向にあった。

アミノ酸の総量も, F-Nと同様に, 蒸留粕中

のアミノ酸がそのまま残存し, 試験区はその含有量だけ加算されている。

蒸留粕中のアミノ酸含有量が全体的には少ないために, 両区のアミノ酸組成比は同様のパターンを示した。

表5. しょうゆ中のアミノ酸

	対照区 (mg/dl)		試験区 (mg/dl)	
Asp	686	(10.2)	693	(9.9)
Thr	502	(7.5)	510	(7.3)
Ser	467	(7.0)	458	(6.5)
Glu	1078	(16.0)	1152	(16.4)
Pro	trace		15	(0.2)
Gly	257	(3.8)	298	(4.2)
Ala	410	(6.1)	511	(7.3)
Cys	trace	-	trace	-
Val	420	(6.3)	430	(6.1)
Mat	125	(1.9)	129	(1.8)
I Leu	479	(7.1)	483	(6.9)
Leu	735	(10.9)	750	(10.7)
Tyr	69	(1.0)	70	(1.0)
Phe	282	(4.2)	285	(4.1)
His	165	(2.5)	170	(2.4)
Lys	503	(7.5)	508	(7.2)
Arg	549	(8.2)	562	(8.0)
Total	6717	(100)	7024	(100)

() 組成比 (%)

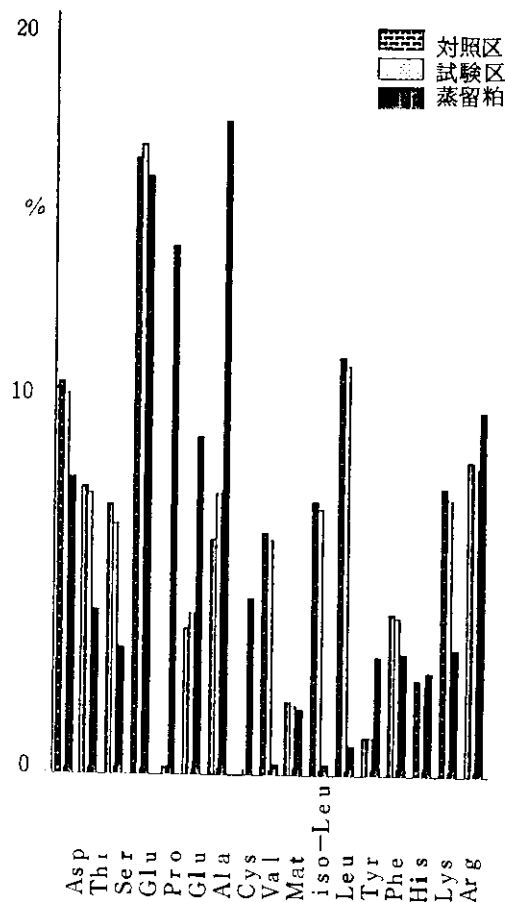


図4 アミノ酸の構成比

3.6 ろ過試験

諸味50gをNo.2のろ紙(径9cm)をもちい、ろ液20mlを得る時間をもってろ過試験を試みた。その結果、両区との差異は認められなかった。

今回もちいた懸濁液は、蒸留粕中の固形分を除去したものであり、塩水代替として蒸留粕を利用する場合にはこの遠沈によるし別分離は有効な方法であった。

4. おわりに

前回に引きつづき、いも焼酎蒸留粕の有効利用の一方法として、しょうゆの仕込み試験を試みた。

蒸留粕中の主な固形分は、焼酎の原料甘藷の細胞壁や麹菌の菌糸などの繊維質物から成っておりこれらの成分は、非常に保水性に優れている。

逆に、この保水性が、蒸留粕の利用にあたっては、固液の分離に大きな障害となっている。

前回¹⁾のしょうゆ仕込み試験においても、この保水性の良さが、しょうゆ諸味の圧搾に非常に問題であった。今回、物理的手法でし別分離した懸濁液を試験に供した結果、その障害がクリアされた。

官能検査においても、両区は差がなく、とくに味覚的には、クエン酸、リンゴ酸の酸味が味にしまり感をもたせ、総合的な評価としては高い評価をうけた。

終りに臨み、しょうゆの官能検査、フェノール成分分析についていろいろと御教示いただいた県醤油醸造組合の日高修氏に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 水元弘二, 松久保好太朗: 鹿工試年報 **33**,
45 (1987)
- 2) 松久保好太朗, 長谷場彰他: 鹿工試年報 **33**,
41 (1987)
- 3) 日本醤油研究所: しょうゆ試験法 (1985)
- 4) 茂木恵太郎: 醬研 **3**, 61 (1977)
- 5) 野田義治, 中野正路: 醬研 **5**, 299 (1979)
- 6) 松久保好太朗, 水元弘二他: 鹿工試年報 **32**,
65 (1986)