

甘藷焼酎醸造に関する研究(第1報)

焼酎醸造に関する酵母の研究

教授 蟹江 松雄
木佐貫 操

I 緒 言

鹿児島縣は古來焼酎醸造地として知られて居り、現在工場數も176に達して居るが、其の造石高は大きな工場で300石、小工場では40~50石程度、平均して100石程度の小規模の製造である。醪の酒精生成量も11%の所もあり14%の所もあつて一定していない。勿論品質についても優劣の差はまぬがれない。一體焼酎製造に於て一次仕込に使用する麴菌については業者も關心深く又研究も種々行われている⁽¹⁾。然し酵母に関しては研究の行われているのを見ないし、業者も甚だ無關心で自然醱酵に任している。此酵母に對する無關心さが前記の酒精生成量や品質の不定の大きな理由の一つと考えられる。こゝに於て著者達は先づ焼酎醪の酵母についての研究を志し、縣下の48工場の醱酵醪から酵母を分離し其の中醱酵の旺盛な5株について其の性質を比較検討した。

I 實 験 の 部

實驗に供した酵母は宮之城町、鹿児島市志布志町、加世田町の工場から分離したものであり、假りにA・B・C・D・Eと命名する事にする。此の中A・C・Dは黒麴を使用しB・Eは白麴を使用して醸造している醪から分離したものである。

之等酵母の形態及び2,3の生理的検査の結果は次の通りである。

A: 一細胞は楕圓形(3~6×5~8 μ)稀に球形(6~7.5 μ)で大きな液胞割に多く、酵母環を形成し皮膜は僅かに作る。胞子は楕圓形(1~3×2~3.5 μ)稀に球形(2~3 μ)のもの2~3個、稀に1個を形成する。限界温度は12~13°C及び40~41°C、死滅温度58°C(10分)。酒精に對する抵抗力11%

B: 一細胞は球形(4~7 μ)乃至楕圓形(3~6×5~8 μ)液胞少く、酵母環を形成し皮膜作らず。胞子は楕圓形(2~3×2~3.5 μ)・球形(2~3.5 μ)のもの1個稀に2~3個を作る。限界温度12~13°C及び40~41°C、死滅温度63°C(10分)。酒精に對する抵抗力11%。

C: 一細胞は球形(5~7.5 μ)乃至楕圓形(3~7×5~9 μ)、液胞少く、酵母環を形成し皮膜は作らず。胞子は楕圓形(2~3×2~3.5 μ)球形(2~3.5 μ)のもの1個稀に2~3個を作る。限界温度12~13°C及び39°C、死滅65°C(10分)。酒精に對する抵抗力10%

D: 一細胞は楕圓形(4~5×5~9 μ)乃至球形(4~3 μ)大きな液胞割合多く、酵母環の形成はA・B・Cに比べて速い、皮膜は作らず胞子は楕圓形(2~3.5×2.5~4 μ)及び球形(2~4 μ)のもの1~2個稀に3~4個を作る。限界温度12~13°C及び10~41°C、死滅温度60°C(10分)。酒精に對する抵抗力10%。

E: 一細胞は楕圓形(4~6×5~9 μ)乃至球形(4~6 μ)液胞少く、酵母環の形成はDと同様速い、皮膜を僅かに作る。胞子は楕圓形(1~3×2~3.5 μ)及び球形(1~3 μ)のもの2個稀に1~3個を作る。限界温度は10~12°C及び39~41°C, 死滅温度63°C(10分), 酒精に對する抵抗性11%。

以上5株の酵母について繁殖温度・酸に對する性質を検討し更に醱酵力, 酸及びエステル生成能について檢した。

1. 繁殖温度に關する検討

麴液8c.c.を容れた試験管に夫々の酵母を接種30°Cに1日間培養しその振盪液の一白金耳を新しい麴液試験管に接種25°, 29°, 33°, 37°に培養24時間後の發育状態を比濁によつて比較した。

酵母 \ 温度	25°C	29°C	33°C	37°C
A	++	###	###	###
B	++	###	###	###
C	+	###	###	++
D	+	###	###	###
E	+	###	###	###

此の結果を見れば其の適温は29~33°C邊にある事が分る。此の事は醱の醱酵温度の最高を34~35°Cとして居る事からもうなづける處であるが、開放式の甕を使用する當地の醱酵方法に於ては、此の様な高温醱酵では酒精及び香氣の逸散はまぬがれない。此の點より低温醱酵が望ましく仕込時の温度, 甕の埋め方を要すると考

えるが、同時に酵母についても比較的低温にてよく繁殖するもの選擇が必要であり、此の點25°C邊で比較的よく繁殖するA及びBが好適と考えられる。之に反して比較的高温を好むDの如きは餘り好ましくない。

2. 水素イオン濃度及び酸に對する検討

燒酎醱は麴菌によつて生産される酸の爲pHは3.8~4.0を示す。此の醱から分離した酵母は當然此のpHに適應した性質を帯びて居る事が豫想される。然し上のpHは從來使用されて居る所謂黑麴菌・白麴菌を使用した醱の場合であつて最近賞用される傾向にある宇佐美菌では更に低いpHが期待される。此の様に各種の麴に對して添加する酵母は勿論豫め馴養を必要とするが、酸に對する酵母の本質的な性能も考慮されなければならない。そこで上記5株の酵母の各種pHに於ける繁殖状態を檢した。即ち枸橼酸及び苛性ソーダでpHを調節した麴液100c.c.に豫め2日間培養した酵母懸濁液1c.c.を移植30°Cに24時間培養せる後硫酸で殺菌して酵母數を測定した。(單位10⁶)

酵母 \ pH	2.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	至適
A	3.0	9.2	10.6	10.1	8.6	4.7	3.5~4.0
B	3.3	7.4	8.0	8.6	10.8	6.5	4.0~4.5
C	3.0	7.2	8.0	8.0	7.4	8.0	3.5~4.0
D	1.9	4.0	6.4	5.9	4.2	3.5	3.5~4.0
E	2.1	5.2	7.2	8.0	8.8	7.9	4.0~5.0

即ち至適pHは何れも3.5~4.5の邊にあるが、A及びDは比較的pHの低い培地を好みEは低い培地には繁殖しにくく、B・Cは此の中間的性質をもつている。此の事はA・C・Dは酸度の高い黑麴醱より、B・Eはそれより劣る白麴醱より分離した事とよく一致するものである。

一體黑麴・白麴等が燒酎醸造に使用されるのは言う迄もなく其の生酸性の爲であるが⁽²⁾、黑麴・白麴程度の酸では現在の仕込量(第2報・第3報

参照) 以下に麴量をへらす事は酸度の點で危険を招く心配がある。より生酸量の大きい宇佐美菌等に於ては此の點或程度の改良が期待出来ると考えられる。此の際上記5株の酵母が其の醱に適應するか否かは醱のpHと酸の種類に對する抵抗性の兩方面から検討せねばならぬと考える。

上記の如き麴菌は枸橼酸の外に蔞酸の生成も考えられる。著者達が定量した酸量は次の通りである。

成分	白麴菌	白麴菌	黒麴菌	宇佐美菌
麴原料	米	割細甘藷+糠 (5:1)	米	米
麴水分	9.660	10.380	9.560	13.220
麴總酸 (クエン酸として)	1.984	2.144	1.840	3.536
麴蔞酸	0.056	0.084	0.173	0.330

酵母	枸 橼 酸				蔞 酸	
	2.0%	1.5%	1.0%	0.5%	0.3%	0.1%
A	-	+(1)	+(1)	+(1)	-	+(1)
B	-	+(1)	+(1)	+(1)	-	+(1)
C	-	-	+(1)	+(1)	-	+(1)
D	-	+(1)	+(1)	+(1)	-	+(1)
E	-	-	+(2)	+(1)	-	+(1)

抗性に特異性が認められる。

3. 醱酵試験

pH 3.8の麴液に葡萄糖を添加し其の200c.c.に酵母懸濁液1c.c.を添加醱酵速度をCO₂の減量及び残糖からしらべた。但し醱酵前の糖濃度28.195g/100c.c. Brix^{35°}を示した。尙R.Ⅱとも比較した。

	CO ₂ 發生量 (g)		12日後 残糖(g/100cc)
	5 日	7 日	
A	21.15	22.60	2.760
B	19.25	20.40	5.867
C	21.60	22.65	3.174
D	20.45	21.70	4.416
E	19.45	21.10	6.334
R.Ⅱ	17.55	18.55	8.950

B・C・D・E・R.Ⅱでは揮發酸と揮發エステル量が夫々略同じであるが、Aでは揮發エステルの生成が非常に少いのに対して揮發酸の量は他の2倍量に近い。揮發酸生成量の大きな事は蒸溜酒品質悪化の大きな原因となるのであり、此の點醱酵力旺盛なAにとつて非常に不利な性質であるが、此の事が實際上醱酵の品質に如何に作用するかは試醱によつて決定されなければならない。

此の結果は總酸に於て白麴の方が大で先にのべた處と異なるが、之等分析原料は業者の製造した麴で製造者を異にする爲條件が同一でない處から來た結果と考える。

一方5株の酵母について枸橼酸及び蔞酸に對する抵抗性を試験した結果は次の通りである。但し()内の數字は湧付を認める迄の日數である。麴中の酸は仕込に際しては $\frac{1}{3}$ 程度に稀釋されるとは言え、Eの如き酸に對して抵抗性の低い酵母は適當して居るとは言い難い。中澤氏³⁾等が泡盛醱酵酵母についてしらべた結果より枸橼酸に對する抵抗性は遙かに劣る。尙上表より分る様に酵母の種類により異つた酸に對する抵

上の様な高濃度液では全般的に糖の喰切りが悪かつたがA・Cは最もすぐれておりB・D・E之に次ぎR.Ⅱは最も劣る事を知り得た。

又醱酵液中の酸・エステルの量は次の通りである。但し醱酵前の總酸(琥珀酸として)0.14%揮發酸(醋酸として)0.015%であつた。なお先に掲げた残糖及び次の數値は醱酵前の容積(200c.c.)に補水して測定せるものである。

酵母	總酸(コハク酸として) %	揮發酸(醋酸として) %	總エステル(醋酸エチル エステルとして) %	揮發エステル(同左) %
A	0.411	0.204	0.232	0.015
B	0.394	0.120	0.228	0.133
C	0.430	0.115	0.150	0.106
D	0.411	0.130	0.304	0.163
E	0.380	0.110	0.262	0.103
R.Ⅺ	0.387	0.091	0.217	0.099

Ⅱ 總 括

著者達は焼酎醸造上酵母の重要性に着眼し、

(1) 鹿兒島縣下焼酎工場の中48工場の醪から酵母を分離し、其中醱酵力旺盛と認められる5株について形態及び2, 3の生理的性質をしらべ、更に實用的な見地から其の2, 3の性質を比較検討した。

(2) 繁殖に對しては各酵母共29~33°邊を適温とするが、焼酎醸造は従來割合高温醱酵を採用して居り酒精及び香氣の逸散はまぬがれずもつと低温醱酵が望ましい。此の點から5株の酵母の發育溫度を點檢すると比較的低温でよく繁殖するA・Bの如き酵母が好適と考えられる。

(3) 焼酎用麴は勿論糖化力の強い事は必須條件であるが、同時に麴の生産する酸によつて醪の腐敗を防止しなければならぬ。5株の酵母の酸に對する抵抗性・水素イオン濃度に對する行動には幾分の相違が認められ麴量の節約腐敗防止の意味からも比較的低いpHを好むA・D又は比較的廣い範圍のpHをもつ培養基に繁殖するB・Cが望ましい。

(4) 醱酵試験の結果はA・Cが最もすぐれている。Aは揮發エステル生成は少いが揮發酸の生成が他に較べて大きい。此の后者の性質は焼酎醸造上Aに非常に不利な條件を付與するものであるが實際の品質に如何に現われてくるか試験試験によらねばならない。

以上焼酎醸造上の個々の條件について5株の酵母の適不適について検討したが之等の野生酵母がR.Ⅺの如き酵母と比較して如何なる優秀性を示すかについて上記の醱酵試験の結果から直ちに結論を導き出す事は早計に失すると考えられる。醱酵試験に使用したR.Ⅺは馴養もせず而も培養基の糖濃度は28%にも達して居り、こういう培養基を用いての單醱酵は焼酎醸造の際の並行複醱酵と軌を同じうして論ずる事は出来ないからであり之等の點については今後の研究をまつて發表する次第である。

文 献

- (1) 井上憲政：有用微生物學，124頁。 徳岡：醱酵工學雜誌，25(1947)，70。
 北原，吉田：日農化關西支部例會報告，(昭21。 (2) 中澤：臺，研，報，7，229。
 10)。 (3) 中澤，霜：日農化，12，1163。

Résumé

Studies on the Manufacture of Shochu which is an Alcoholic Distillate from the Fermented Mash of Sweet-Potato and Rice-Koji.

Part I. On the Yeast Concerning the Manufacture of Shochu.

Matsuo Kanie and Misao Kisanuki

Shochu has been manufactured from sweet-potato and rice-koji and used in Kagoshima from long ago up to now. It is prepared by the two processes consisted of the first and the second mashing.

In the former process, rice-koji is mixed with water and the spontaneous fermentation by natural yeast takes place, and in the latter, steamed sweet-potato is added to the first mash, starch is converted to fermentable sugars by koji-enzyme and fermented successively.

The mold which is used to make rice-koji has been interested by distillers and studied by previous investigators, but the yeast which is concerned in the fermentation of mash has been noticed by nobody, and this is one of the reasons why the yields of alcohol have been irregular at each distillery and the quality of shochu has not been constant.

We felt the importance of the yeast, so we isolated yeasts from the fermenting mash in 48 distilleries and selected five strains which are excellent in the fermentable ability, and examined the morphological and physiological marks, especially, properties to temperature, acids and hydrogen-ion concentration and formation of acids and esters of these five strains.