

3 発 酵 工 業 部

3.1 蒸留粕の処理利用に関する研究

Treatment and Utilization of “Shōchū” Distillery Waste

Kunio HIGASHI, Koutaro MATSUKUBO, Yukio HAMASAKI, Akira HASEBA

Koji MIZUMOTO, Hiroyuki MINAMIZONO Iwao YAMAGUCHI and Fuki MAEDA

本県の特産酒である本格焼酎は、全国総生産量の50%以上59,780 *kl*が県内で生産され、そのうち30%を県外に出荷しており、生産も年々増加している。

これらの本格焼酎工場の排水の中で最も高濃度で高負荷の焼酎蒸留粕については、これまで乳牛の飼料として給与することで処理がなされてきた。

しかし、最近焼酎の生産増に伴って排出粕量

も増加し年間約13万tに達しており粕の処理について問題を生じつつある。

そこで、今回の開発研究では蒸留粕を主として飼料への有効利用をはかるための諸技術の検討を行い、焼酎製造法の改善による粕の排出量の減少ならびに原料の長期確保技術の確立をはかることによる製造期間の延長などを含めて技術上の問題点を検討した。

3.1.1 蒸留粕の成分と性状について

まえがき

蒸留粕の成分、性状についての詳細な報告は少ない。蒸留粕の化学成分、物理的性質について分析試験を行った。

実験方法

分析法は、一般分析法に準じた。試料はサンプリングの均一をはかるため、10メッシュ以上の粗大繊維0.08%を除いたものを用いた。

結果および考察

1. 一般成分

蒸留粕の一般成分の1例を表1に示す。

蒸留粕は水分93～94%で、固形分の含有量は少ない。固形分の大部分は粗蛋白質、糖、灰分で占められている。

水元弘二、松久保好太郎、南園博幸、前田フキ

表1 蒸留粕の成分の1例

	生蒸留粕 (100g中)	無水物中
固 形 分	6.39%	100%
灰 分	0.55	8.61
粗 蛋 白 質	1.58	24.73
全 糖	1.82	28.41
粗 纖 維	0.55	1.72

表2 蒸留粕遠沈上澄液の成分の1例

	上 澄 液 (w/v)%	無水物中
90%エタノール沈でん物	1.24	31.0
70%エタノール沈でん物	0.55	13.8
ペクチン質物 (ガラクトロン酸として)	0.50	12.5
デキストリン	0.45	11.3
全 糖	0.77	19.3
固 形 分	4.00	100

また、表2に示すように、蒸留粕を遠沈処理した液中の成分を分析した結果、ペクチン質物、デキストリンの含有量が比較的多い。これらの成分が蒸留粕の粘度を高くしている一因と考えられる。

2. 遊離アミノ酸

蒸留粕中の遊離アミノ酸組成の1例を表3に示す。

表3 遊離アミノ酸組成の1例

	mg/100ml	分布比		mg/100ml	分布比
Asp.	96.0	9.1	iso-Leu.	22.0	2.1
Thr.	90.0	8.6	Leu.	55.8	5.3
Ser.	49.3	4.7	Tyr.	38.7	3.7
Glu.	118.0	11.2	Phe.	45.3	4.3
Gly.	118.0	11.2	His.	26.7	2.5
Ala.	209.3	19.2	Lys.	42.7	4.1
Val.	44.7	4.3	Arg.	72.7	6.9
Met.	22.0	2.1	計	1,050.7	

試料は蒸留粕を高速遠沈処理した上澄液を用い、高速液体クロマトによった。

蒸留粕中の遊離アミノ酸組成は、焼酎の原料である米、イモ等の組成に類似しているが、とくにアラニンの含有量が多い。

3. ビタミン類

蒸留粕中の微量有効成分であるビタミンについて分析した結果、ビタミンB₁ 72.8 mg%, ビタミンB₂ 0.1 mg%, ビタミンB₆ 3.3 mg%, ニコチン酸 21.2 mg% が検出された。

4. 無機成分

蒸留粕中の無機成分について表4に示す。

表4 蒸留粕中の無機成分の1例

	灰分中(%)	固形分中(%)
Ca	3.74	0.41
Mg	2.28	0.25
K ⁺	34.47	3.81
Na ⁺	6.83	0.75
P	4.79	0.62

K成分が大半を占め、その他Na, Ca, Pであった。

5. 粘度

B型粘度計を用いて、温度20℃、2号ロータ、60.rmpにて粘度を測定したところ、図1に示すように、見掛けの粘度が時間とともに減少した。

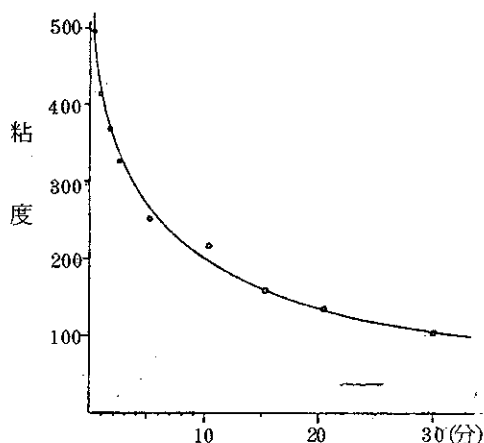


図1 蒸留粕の粘度

これは、粕が非水溶性の固形分のために、最初は大きな抵抗があるが回転を続けるうちにローターの周囲の固形分が分離されて、ろ液の層ができるのが原因である。このために正確な粘度は求められなかったが、494~130 cpの測定値が得られ、蒸留粕の粘度はかなり大きいことがわかる。

6. 水に不溶固形分

蒸留粕の水に不溶な固形分を標準ふるい20, 42, 60, 80, 100, 200, 300, 400メッシュで水でシャワーしながら篩別し、ふるい上の固形分の水分をろ紙で吸い取って秤量し、さらに105℃、5時間乾燥して秤量した。それぞれのふるい上の固形分を検鏡(20×20)し、また80~400メッシュの固形分については、Wetな状態のものは比重びんで比重を、乾燥物については酸分解ののち、ソモギー変法にて全糖分を求めた。その結果を表5に示す。

Wetな状態では100~300メッシュが多く、不溶固形分の56%を占めており、糊状を呈し、ふるい

表5 水不溶固形物

粒 度 (メッシュ)	Wet 状態		乾 燥 状 態	
	重量(g)	割合(%)	重量(%)	割合(%)
20 以上	0.80	6.1	0.16	6.1
20～ 42	0.07	0.5	0.02	0.8
42～ 60	0.11	0.8	0.03	1.1
60～ 80	0.23	1.7	0.04	1.5
80～ 100	0.09	0.7	0.02	0.8
100～ 200	5.86	44.3	0.80	30.4
200～ 300	1.54	11.6	0.26	9.9
300～ 400	0.16	1.2	0.03	1.1
400 以下	4.36	33.0	1.27	48.3
計	13.22	99.9	2.63	100.0

分けが難かしい。乾燥状態では400メッシュ以下が多く、48%であり、乾燥物は木質で非常に硬くな

った。

顕微鏡観察の結果は

20メッシュ以上のもの：イモの皮

20～ 42メッシュ：菌糸およびイモの繊維

42～ 80メッシュ：菌糸や繊維があるが大部分は
でんぶん粒子様のもの

80～ 400メッシュ：でんぶん粒子の様なもの

400メッシュ以下：酵母および微細粒子

であり、粕の不溶性固形分は、でんぶん粒子の
ようなものと、酵母の割合が多いことがわかる。
80～400メッシュのでんぶん粒子のような物質の
Wetな状態の比重は1.03で1.00に近く、これが粕
を長時間貯留してもなかなか沈澱せず、分離を難
しいものになっている一因と考えられた。

3. 1. 2 蒸留粕の保存について

長谷場 彰，水元弘二，南園博幸

ま え が き

蒸留粕を乳牛など家畜の飼料としてそのままの
状態で利用する際の保存について、保存条件を異
にした場合の経時的な変化および保存性の向上を
目的とした試みを行い、その可能性を検討した。

実 験 方 法

1. 試 料

焼酎工場の粕だめに排出直後のものを採取し、
実験の都合上20メッシュのふるいを用いて原料の
皮や繊維を除いて用いた。

2. 保 存 条 件

(1) 予備実験として1ℓのメスシリンダーおよ
びガラス管(25×1500mm)に試料をとり、室
温に約3ヶ月間保存した。(2) 保存温度の影響を
みるため5ℓのビーカーに試料4ℓを入れ、ビニ
ルカバーをしたのち10℃，20℃，30℃の恒
温器中に保った。(3) 表面からの微生物の汚染
を防ぐ試みとして(2)の20℃区の表面に流動パラ

フィンを10mm積層して保存した。(4) 食塩散布
の効果を見るため1ℓのビーカーに試料1kgを入
れ表面に食塩10g，20g，50g散布し、30
℃に保った。

3. 分 析 方 法

実験(1)，(4)については保存前後の性状の変化を。
また(2)，(3)は週に1回ホールピペットで一定の部
位から分析試料を抜き取り、変質の指標としてア
ンモニヤ態窒素/全窒素(以下NH₄-N/T-N)、
酸度、pHを測定した。

アンモニヤ態窒素はフォリン法、全窒素はケル
ダール法により求め、全窒素に対するアンモニヤ
態窒素の割合を%で表わし、酸度はろ液10ml当
りのN/10NaOHの滴定数とした。

結果および考察

1. 予 備 実 験

保存開始後3～4日でいずれも表面は産膜酵母

かび類その他におおわれ、日数を経るにつれて表層部の変化は著しくなり、内部からも気泡を生じるようになった。

最終的には上部は腐敗臭、中間および下部は酸敗臭が強く、ガラス管の場合で pH は当初の 4.2 が上部は 4.9、下部は 3.9 にまた酸度は 5.5 から上部は 6.2、下部は 10.3 になるなどかなりの変質のあとが認められた。

2. 温度の影響

保存時の温度の影響は図 1 のとおりであった。すなわち保存状態は温度により大きく左右され、比較的变化の少ない期間は 10℃ で 4 週間、20℃ で 1 週間、30℃ では 2～3 日間であった。

その後は 10℃ 区を除いて表面に産膜酵母、かび類その他による菌膜と酸臭の発生をみた。明らかに酸敗臭や腐敗臭が感じられるようになった時点での酸度はいずれも 8 以上、 $\text{NH}_4\text{-N}/\text{T-N}$ は 5% 程度 ($\text{NH}_4\text{-N}$: 1.2～1.4 mg%, T-N : 約 25.0 mg%) となり、保存開始時の酸度 6.3、

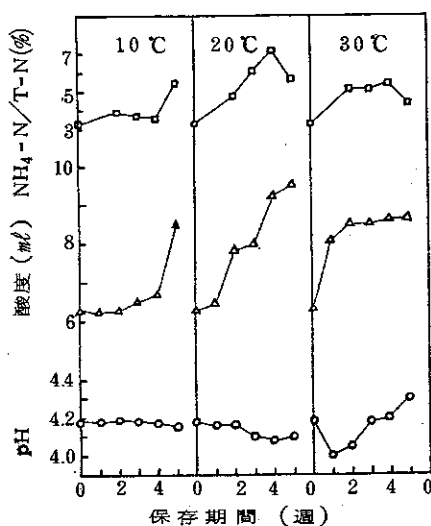


図 1 保存時の温度の影響

$\text{NH}_4\text{-N}/\text{T-N}$ 3.3% ($\text{NH}_4\text{-N}$: 8.2 mg%, T-N : 24.8 mg%) と比べてかなり高くなった。蒸留粕にはもともと焼酎こうじに由来する酸が酸度として 6 前後あるが、その後の酸度の増加は酸敗の進行を示すものといえる。

3. 表面保護の効果

試料の表面に流動パラフィンを積層したものは表面からの汚染はみられず、図 2 に示すとおり 1 週間後までは比較的变化がなかったが、2 週間後には内部から気泡の発生があり、 $\text{NH}_4\text{-N}/\text{T-N}$ の変動は少ないものの pH の低下と酸度の増加が大きく、3 週間後には酸度が 8 以上となり酸敗状

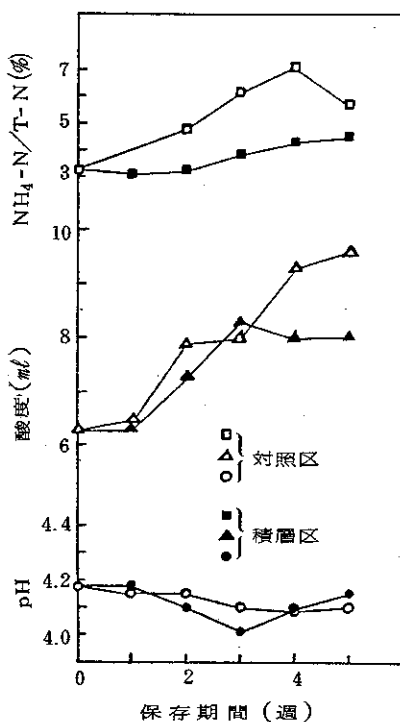


図 2 表面保護の効果

態となった。

これらのことからすると表面を保護することにより表層部の変質を幾分遅らせることはできるが、内部からの酸敗のためそれ以上の効果は期待しえないようであった。

4. 食塩の散布

蒸留粕は水に不溶の固形分が多いため散布した

食塩は表面に氷状の層を形成したが、2週間後には表面に耐塩性黄麹菌、青かびなどがおおい食塩無散布のものと大差がなく内部からも気泡が発生した。ピーカー試験としては外観的に対照区と大差なかったが、大量の粕保存について再検討の余地がある。

3.1.3 蒸留粕中の酵母の回収について

松久保好太朗，前田フキ

ま え が き

酵母菌体生産には、多量の酸素が必要で、残存する栄養分が少なく、粘度の高い蒸留粕を原料とすることは得策とは考えられないので、アルコール発酵に関与した焼ちゅう酵母の分離回収法を検討した。

実 験 方 法

1. 前 処 理

10メッシュのふるいを用いて、原料の皮や粗大繊維を除いた液を使用した。

2. 酵 母 数

1区画5～6個になるよう希釈した液を350メッシュのふるいを通し、トーマの血球計を用いて計測した。

3. 酵母菌体量

蒸留粕を遠心沈でんして得た上澄液に焼ちゅう酵母を振とう培養して得られた結果から、酵母数

1×10^8 個を乾燥酵母菌体量 2.05 mg として計算によって求めた。

4. し別沈でん物の調製

蒸留粕100gに同量の水を加えて、かく拌混合したのち、所定の孔径のふるいを用いて、し別し、ふるい上の残留部分の水洗液を加えて、250mlとした。この液の一部をとって酵母数を測定、菌体量を算出し、また50ml容のステンレス製遠心沈でん管にとり、7000rpm、2分間遠心沈でんして上澄液を除き、2回水洗、遠心沈でんを繰り返したのち、恒量に達するまで105℃の電気乾燥器内で乾燥して、し別沈でん物を調製した。

実験結果および考察

種種のふるい通過液を遠心沈でんして、上澄液を除き沈でん部分について収量、酵母数、粗蛋白質などを測定し、無水物中含量に換算して、表1に示した。

表1 種種のし別沈でん物の収量および酵母含量

ふるい (メッシュ)		10	60	80	100	150	200
遠心沈でん物	Wet 収量 (%)	25.8	14.6	10.4	8.0	5.8	4.8
	水分 (%)	89.2	87.8	86.2	86.1	80.8	76.7
	無水物収量 (%)	27.9	17.8	14.4	11.1	11.1	11.2
無水物中	酵母数 ($\times 10^9$)	11.36	17.65	22.19	26.17	29.69	29.29
	菌体含量 (%)	23.3	36.2	45.5	53.6	60.9	60.0
	粗蛋白質 (%)	23.3	28.1	33.2	36.7	38.2	39.3

表のように100メッシュ以下のふるいを通すことによって、沈でん物中の酵母菌体量を50%以上にすることができるが、これは共存する繊維類の大部分はふるい上に残り、可溶性の固型分も上澄液として除去されるため、ふるいの孔径は100～150メッシュが適当と思われる。

表2は、10メッシュのふるいを通して、粗大な繊維類を除いた蒸留粕1,000gに、約1.3倍量の水を加えて懸濁し、さらに100メッシュのふるいを通し、遠心沈でんした場合の各区分への移行量と比率を示したものである。

表2 し別沈でんによる固型物の移行

	原蒸留粕	し別沈でん物	し 別 粕	上 澄 液
重 量 (g)	1,000	150	416	1,710
固 型 分 (%)	6.27	9.60	4.20	1.80
無 水 物 (g)	62.7	14.4	17.5	30.8
比	100	23.0	27.9	49.1

この方法によると固型分の50%近くが、上澄液中に移行しており、可溶性固型分の除去が、沈でん物の量を減少させる最も大きな要因であり、それによって沈でん物中の酵母菌体含量が高めら

る結果となっている。

ここに得られたし別沈でん乾燥物の一般成分および酵母菌体含量は、表3のとおりである。

表3 し別沈でん物の成分および酵母菌体含量 (%)

	無 処 理 粕 (無 水 物)	し 別 沈 で ん 物	
		風 乾 物	無 水 物
水 分	—	7.12	—
粗 蛋 白 質	24.74	31.92	34.37
粗 脂 肪	1.78	3.63	3.91
粗 繊 維	8.63	8.91	9.59
粗 灰 分	8.54	2.76	2.97
可溶性無窒素物	56.31	45.66	49.16
(内 全 糖)	28.41	26.57	28.61
酵 母 菌 体	18.26	60.59	65.23

表のように、し別沈でん物中の酵母含量は、無水物中65%で、無処理蒸留粕の約3.5倍に濃縮され、蛋白質も34%に向上する。洗浄などによってさらに純度を高めることは可能と思われるが

蒸留粕に対する収得率は1.4%であり、有機物含量の多い上澄液とふるい上に残るし別粕の副成は避けられないので、その処理法を検討しなければならない。

3. 1. 4 糸状菌菌体の増殖

まえがき

蒸留粕の化学的、物理的な性状については、前述したように、水分が多く、粘度が高く、固液の分離が困難なものである。この蒸留粕に糸状菌を増殖させ、蒸留粕中の有効成分を糸状菌菌体として回収し、あわせて菌体増殖後の蒸留粕の固液分離性を高める実験を試みた。ここにその結果を報告する。

実験方法

蒸留粕は20メッシュ以上の粗大繊維をあらかじめ除いたものを試料とした。糸状菌は手持ちの *Asp. usami*, 野生黒麹菌, 河内黒麹菌, *Asp. awamori*, 河内白麹菌を用いて、静置培養と振とう培養による菌体増殖の比較を行った。

結果および考察

1. 糸状菌菌体の収量

糸状菌の培養条件は、静置培養の場合は、シャーレに蒸留粕50mlを入れ、20日間、30℃培養、振とう培養の場合は、蒸留粕50mlを三角フラスコに入れ3日間、30℃で培養を行った。その結果を表1に示す。

表1 糸状菌菌体の収量および固形分回収率

培養条件	糸状菌	菌体の収量 (蒸留粕100g 当りg数)	糸状菌体/固形分 (回収率%)
静置培養	野生黒麹菌	1.0	15.6
	<i>Asp. usami</i>	0.75	11.9
振とう培養	野生黒麹菌	2.66	41.6
	<i>Asp. usami</i>	2.56	40.0
	河内黒麹菌	0.1	1.6
	河内白麹菌	1.44	22.5
	<i>Asp. awamori</i>	1.06	16.6

静置培養した場合、菌体収量は野生黒麹菌1%

水元弘二, 南園博幸, 東 邦雄

Asp. usami 0.75%で、他は比較的に生育が劣った。

振とう培養での菌体収量は、野生黒麹菌>*Asp. usami*>河内黒麹菌>河内白麹菌>*Asp. awamori*の順であった。

表1に示すように、野生黒麹菌, *Asp. usami*の場合、蒸留粕の固形分に対する菌体の回収率は41.6, 40.0%であった。

2. 菌体の分離

蒸留粕に増殖した菌体の分離性を調べるために培養液のろ過性を調べた。

ろ過性はNo.5Aのろ紙を用い、自然ろ過して、5分後の滴下液量で簡便的に測定した。

静置培養の場合は、表面に菌体の厚い膜を生じて、容易にふるいで分離できるが、菌体を除いた残液のろ過は困難であった。

表2 ろ過性

糸状菌	5分後の滴下量(ml)	ろ過指数	pH
野生黒麹菌	8.8	133	2.77
河内白麹菌	6.6	100	7.33
河内黒麹菌	7.4	112	6.89
<i>Asp. awamori</i>	7.9	120	5.15
<i>Asp. usami</i>	5.9	89	6.60
Blank	6.6	100	4.18

振とう培養の場合は表2に示すように、野生黒麹菌, *Asp. awamori*, 河内黒麹菌, 河内白麹菌, *Asp. usami*の順で、ろ過性が良かった。

ろ過性とpH(菌の生酸量)に相関がみられ、pHが低いほど、そのろ過性は容易な傾向を示した。*Asp. usami*は菌体の収量が高いにもかかわらずろ過が困難であった。

ろ過のしやすい、野生黒麹菌の菌体分離後のろ液はBODは12,300mg/l, COD 12,400mg/lの値であった。ちなみに蒸留粕のBODは35,000~58,000mg/l, COD 32,000~39,000mg/lの範囲にある。

3.1.5 製造法の改良による蒸留粕の減少について

濃厚仕込み試験

はじめに

いも製焼酎の蒸留粕は一部飼料用として使われている以外、肥料などとして土地還元されている。

この場合、排出される蒸留粕の量を少なくすることができれば蒸留粕の運搬、あるいは後処理する場合にはその処理などに要する経費の節減に多少なりとも貢献できるものと考えられる。この見地に立ってくみ水歩合を少なくした仕込みの可否、問題点および蒸留粕の排出量の変化などについて検討した結果について述べる。

実験方法

1. 仕込配合

本県におけるいも製焼酎製造の場合、仕込みに使うくみ水の歩合は平均して67.5%となっている⁽¹⁾。この試験ではくみ水歩合65%を対照として、表1に示したように、くみ水歩合を40%、50%とした。一次は1つのタンクに仕込み、二次原料を加える直前に3等分して使った。

表1 仕込配合 (単位=kg)

くみ水歩合	一次仕込		二次仕込		計
	こうじ米	くみ水	こうじ米	くみ水	
40	20	24	100	24	168
50	20	24	100	36	180
65	20	24	100	54	198

2. 蒸留

くみ水歩合は65%のもろみは10日目、50%は11日目、40%は12日目に蒸留した。蒸留は単式の蒸留機でこの中に1回のもろみ量60kgをはかって入れ、直接蒸気吹き込み法で行った。そして留液のアルコール分が36~37%になった時に蒸留を止めた。

3. 蒸留粕の排出量

浜崎幸男, 山口 巖

蒸留終了後、直ちに蒸留機から排出し液温が70℃前後になった時に秤量し粕量とした。各区分について2回ずつ行いその平均値で表わした。

4. もろみの分析

国税庁所定分析法により行った。

5. 固形分

海砂を乾燥助剤として使用し、加熱乾燥法により求めた。

6. もろみの硬さと粘稠度

もろみを乳鉢ですりつぶした後、ネオカードメータ(飯尾電機製)を使って測定した。測定の条件は感圧軸30mmφ、重錘100gであった。

結果と考察

1. もろみの発酵経過

品温の上昇はくみ水歩合65%が早かったが、最高の品温は40%、50%区でみられ38℃まで達し、もろみの冷却が必要であった。もろみの状態では、くみ水歩合65%のもろみは比較的さらさらした状態であり、発酵旺盛時のもろみの回転も起きたが、40%のもろみは硬くて全く回転は起きなかった。このためくみ水歩合の小さい仕込みでは、生じた発酵熱の発散が小さく熱が内部にこもり勝ちとなりそのために品温の上昇が大きいと思われた。くみ水歩合を小さくした仕込みでは特にもろみの品温管理と雑菌による汚染に対する充分な注意が必要である。蒸留直前の熟成もろみの成分については表2に示した。

表2 熟成もろみの成分

くみ水歩合	40	50	65
成分			
アルコール(度)	16.2	14.8	13.2
全糖(g/100g)	2.1	2.0	1.9
酸度(ml)	9.0	8.0	7.0

くみ水歩合が小さいとそれだけもろみが濃厚になるためにアルコール分、残糖分および酸度のいずれも65%に比べて高い値を示した。

2. もろみの硬さと粘稠度

前述したようにもろみの硬さは発酵状態、品温に影響するばかりでなく、もろみの移送にも関係してくる。くみ水歩合を小さくした場合、もろみの硬さや粘稠度がどのようになるかを調べた結果が表3である。

表3 もろみの硬さと粘稠度

くみ水歩合	硬さ ※ ×10 ²	粘稠度 ※※ ×10 ³	固形分 g/100g
40	99.62	16.16	7.75
50	91.32	13.10	7.25
65	33.19	6.08	6.64

※表面の硬さ dyne/cm², ※※内部の粘稠度 dyne·sec/cm²

これによれば、くみ水歩合40%のもろみは65%のそれと比べて硬さで約3倍、粘稠度で約2.7倍の大きさとなっている。このことがもろみの回転が行われない原因であろう。又現在もろみの移送は回転式ポンプが主として使われているが、このような硬さのもろみに使えるかどうか検討する必要がある。

3. 蒸留歩合と純アルコール収得量

表4に結果を示したが、アルコール収得量には大きな差がなかった。蒸留歩合はくみ水歩合が小さくなる程僅かではあるが低くなる傾向にある。これは表3からもわかるようにくみ水歩合が40%、50%のもろみは硬さと粘稠度が大きいためにアルコールの抽出が幾分悪くなるためではないかと考えられる。

表4 蒸留歩合とアルコール収得量

くみ水歩合	蒸留歩合	純アルコール収量(l)
		原料(t)
40	94.7	185
50	96.0	187
65	97.3	189

4. 蒸留粕の量

蒸留粕の量について2回の平均値で示したのが

表5である。これから明らかなようにくみ水歩合40%、50%の場合には蒸留粕は張り込んだもろみに対して26%増、65%で25%増となり殆んど差がないといえる。

表5 くみ水歩合と蒸留粕の量

くみ水歩合	一釜当りの もろみ量(A)	蒸留粕の 量 (B)	B A	一仕込分の 蒸留粕の量
40	60 kg	75.4 kg	1.26	183 kg
50	60	75.5	1.26	199
65	60	74.7	1.25	221

このように蒸留粕の量に差がみられないのは次の理由によると考えられる。即ち、蒸留の時にはもろみが十分に回転することが必要であるが、くみ水歩合が小さい40%、50%のもろみは硬さと粘稠度が大きいので容易に回転が始まらない。そして回転が始まる硬さになるまで蒸気が凝縮しその結果、回転が始まる頃には既にくみ水歩合が65%の場合と大差ないもろみの量となり、最終的には蒸留粕の量にも差がでないことになる。表5には得られた増加率(B/A)を基礎にして熟成もろみよりこの試験におけるそれぞれの仕込分の蒸留粕の量を推定した結果を併記した。

これを要約すれば、蒸留機へのもろみ張り込み量が同じであれば、くみ水歩合の大小に関係なく排出される粕の量は殆んど同じであるが、一仕込分に使用する米、甘しょの量が同じであればくみ水歩合が小さくなればそれだけ熟成もろみの量は小さくなり、従って全体の蒸留粕の量も減少することになる。本試験においてはくみ水歩合を65%から40%にすることにより約17%蒸留粕の量が減少することがわかった。

製成酒について酸度(0.01N-NaOHml/10ml)を調べたところ、くみ水歩合40%および50%の場合で1.82、65%で0.86となっておりくみ水歩合が小さい程酸度が高くなっており、きき酒の結果では、くみ水歩合が小さい程味は濃い雑味も感じられた。

文 献

1) 熊本国税局:しょうちゅう調査書 昭和53酒造年度

3.1.6 乾燥による原料甘しょの確保について

浜崎幸男, 山口 巖

は じ め に

本県のいも製焼酎工場においては、2,3の工場を除いて殆んどところが9月~12月に製造期間が集中している。これは主原料である甘しょの収穫時期と一致する。生甘しょはその性質から耐寒性、耐病性が小さく貯蔵中にでん粉の減少、可溶性糖の増加、水分、萎縮などの組織の変化が起りやすく工業原料としての生甘しょの貯蔵は未だ殆んど行われていないのが現状である。このため焼酎製造期間が短いということがこの業界にいろいろな問題例えば設備、雇用および廃水処理などに深刻な影響を与えている。製造期間を延ばすことができるならば企業の安定、発展に少なからず寄与できるものと信ずる。この見地に立って、原料甘しょを確保すべく先づ乾燥法について実験を行った。

実 験 方 法

1. 試料の調製

イ) 通風乾燥機による方法

小型の通風乾燥機(6kW,透気型)を利用して1回に10kgずつ計100kgの甘しょを乾燥した。甘しょは水洗して泥土を落し、両端を切り、1時間蒸しをした後、チョッパー(孔径7mm)で成形し、網の上に広げて乾燥した。乾燥機の入口温度は90℃であった。このようにしてできた製品の水分は6.5%,全糖分83.6%であり、製品の歩留りは36.5%であった(以下この区分をAと略す)。通風乾燥試験は別途に行った。

ロ) ドラムドライヤーによる方法

甘しょを洗ってから両端を切り1時間蒸しをした後、チョッパーで団子状とし乾燥機にチャージし

た。ドラムドライヤーは本体(直径1m,巾1m)と4ヶの補助ローラー(直径16.5cm,巾1.07m)よりなり、乾燥の条件は蒸気圧4.2kg/cm²,回転速度0.7rpmであった。このようにしてできた製品はフレーク状であり水分は3.5%,全糖分は88.8%,製品の歩留りは30.8%であった(以下この区分をBと略す)。

2. 仕込配合

上記の方法で作った試料についてそれぞれ生甘しょ100kg換算になる量を使い表1のような仕込配合を作り仕込みを行った。

表1 仕込配合 (単位:kg)

区分	一次仕込		二次仕込		計
	こうじ米	くみ水	こうじ米	くみ水	
A	20	24	86.5	118	198.5
B	20	24	80.4	124	198.4

3. 蒸 留

二次仕込み後10日目に蒸留した。蒸留は単式蒸留機に熟成もろみ60kgを張り込み直接蒸気吹き込みにより行い、留出液のアルコール分が36~37%になった時終了した。

4. ヘッドスペースガスの分析

(1) 前報の方法により行った。

5. カルボニル化合物の分析

アルコール分を25%とした各試料を500mlずつとり、これに2,4-ジニトロフェニールヒドラジン-硫酸試薬を加えてかきまぜ、生成した2,4-ジニトロフェニールヒドラジンの沈でんをガラスフィルターでろ過し、6N-硫酸、蒸留水の順で充分洗浄、デシケータ中で乾燥し試料とする。

ガスクロマトグラフ分析は島津7AG型(FID

H₂)により、ガラスカラム 2 m × 3 mm φ、充填剤 10 % S F - 96 (担体 Chromosorb WAW, DMC S) を用いた。条件はカラム温度 235℃、注入口温度 270℃、N₂ ガス 50 ml/分であった。試料はベンゼンに溶かし適量を注入した。

薄層クロマトグラフィーは吸着剤としてシリカゲル(メルク、厚さ 0.25 mm)を使い、展開剤としてはクロロホルム : 石油エーテル (75 : 25)、ベンゼン : n-ヘキサン (1 : 1)、n-ヘキサン : ギ酸エチル (2 : 1) などを使用し多重展開した。

結果と考察

1. 乾燥試験について

蒸した甘しょを通風乾燥する方法について検討した結果、熱風が被乾燥物体の上から下へ、あるいは下から上へ吹き抜ける透気型が適しているこ

とがわかった。次に小型の透気型試験機を使って乾燥試験を行った。甘しょは水洗いしてから 1 時間蒸しを行い、チョッパー(孔径 9 mm)で成形した。最初に甘しょの層の厚さを 50 mm とし熱風温度を 70℃、120℃、150℃ とした時の乾燥減量曲線を図 1 に又、熱風温度を一定にして層の厚さを 30 mm、50 mm とした時の乾燥減量曲線を図 2 に示し、これらの総合結果を表 2 に示した。これらの結果から明らかなように層の厚さが一定であれば乾燥温度が高い程早く乾燥する。例えば 70℃ と 150℃ を比べると初発時の原料甘しょの水分含量に多少の差はあるが(前者が水分含量は小さい)、後者は前者よりも 40 分早く乾燥が終わる。150℃ の場合の単位処理量 21 kg (乾物) は生甘しょに換算すると約 50 kg に相当する。次に層の厚さとの関係についてみると厚さを 30 mm と 50 mm にした

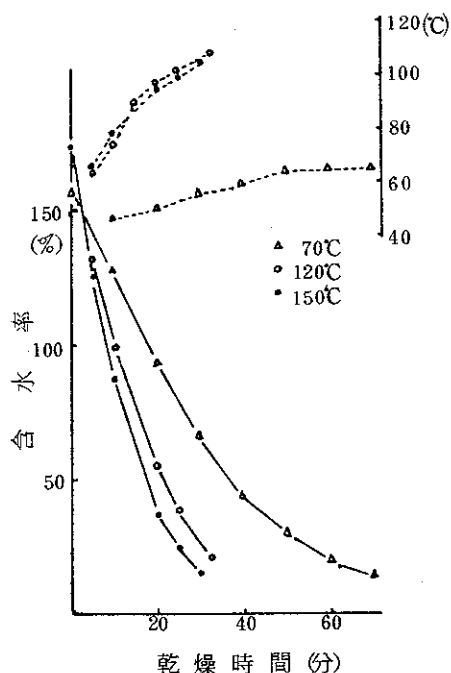


図 1 乾燥減量曲線
(温度)

—— 減量曲線
----- 排気温度

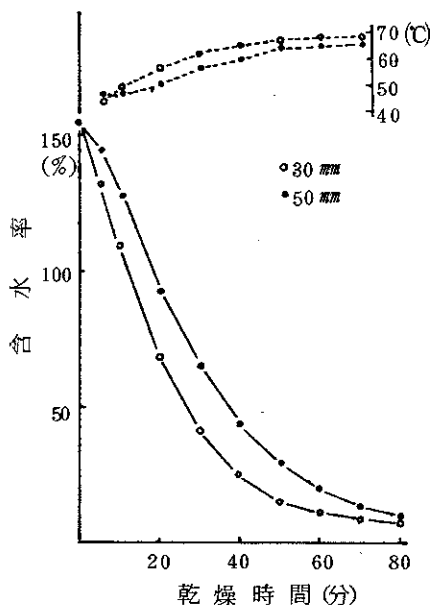


図 2 乾燥減量曲線
(層厚)

—— 減量曲線
----- 排気温度

表2 乾燥試験成績

乾燥温度 (°C)	風 速 (m/S)	層 厚 (mm)	含水率% D.B		材料負荷 kg(乾物)/m ²	乾燥時間 (min)	単位処理量 kg(乾物)/m ² hr
			乾燥前	乾燥後			
70	約1.0	30	156	15.0	7.84	50	9.41
70	1.0	50	156	14.0	12.6	70	10.8
120	1.0	50	173.7	21.0	8.87	32	16.63
150	1.0	50	173.7	15.0	10.5	30	21.0

場合、薄い方が早く乾燥するが単位処理量についてみると、それぞれ9.41 kg, 10.8 kgとなり薄い方が有利とはいえない。

2. もろみの発酵経過について

Bの場合もろみがのり状となり発生するガスももろみ中にこもり勝ちであった。安全な発酵経過を維持するためにはくみ水歩合を大きくするか、あるいは三段仕込み法などを検討する必要がある。表3に蒸留直前の熟成もろみの成分を示した。製成酒をきき酒した結果、A、B両製品ともに僅かであるが特異臭が感じられた。味についてはAの方が良好であった。

表3 熟成もろみの成分

成 分 区 分	アルコール (%)	全 糖 (g/100g)	酸 度 (ml)
A	14.1	2.0	6.2
B	12.7	1.8	5.7

3. 成分組成について

きき酒により感じられたA、B両製品の特異臭について検討するためにヘッドスペースガスの組成とカルボニル化合物組成について調べた。まず表4にヘッドスペースガスの組成を示した。表中Cは當場で作った生甘しょによる普通仕込み製品でありこれを対照とした。この表から、A、B両製品中には対照と比べて酢酸エチルの含量が非常に多いことがわかる。又A/Bを求めるとそれぞれ1.87, 2.12, 1.95, 更にB/Pは1.83, 1.79, 2.29, A/Pは3.42, 3.80, 4.37となりA、B製品はCに比べてn-プロピルアルコールの含量が大きいことを示している。

表4 ヘッドスペースガスの成分組成

区 分	A	B	C
酢 酸 エ チ ル	84	54	21
n-プロピルアルコール(P)	196	148	109
イソ-ブチルアルコール(B)	359	265	244
イソ-アミルアルコール(A)	671	562	476

註. 単位は mg/l

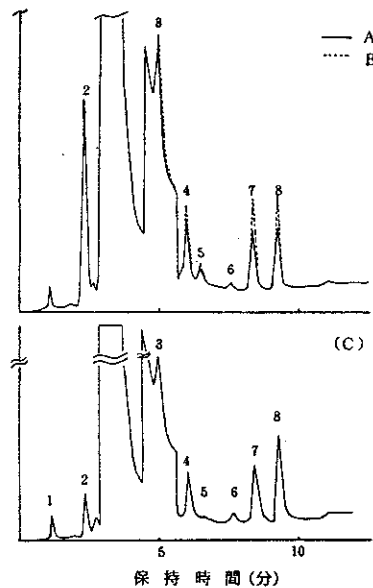


図3 ヘッドスペースガスのガスクロマトグラム

- | | |
|----------------|---------------------------|
| 1) アセトアルデヒド | 5) 酢酸イソアミル |
| 2) 酢酸エチル | 6) n-ブチルアルコール(?) |
| 3) n-プロピルアルコール | 7) イソ-アミルアルコール |
| 4) イソ-ブチルアルコール | 8) n-アミルアルコール
(内部標準物質) |

図8にガスクロマトグラムを示したがここで上記成分以外では、No. 5の成分がA, Bでは明らかなピークとなって現われている。このピーク成分は保持時間から酢酸イソアミルと推定された。

酢酸イソアミルが焼酎中にも存在することは知られている。⁽²⁾特に定量はしていないがこのようにはっきりしたピークが現われたのは珍しい。酢酸エチルと同様エステル類が多いことは、もろみあるいは原料の特殊性からバクテリアの関与も大きいのではないかと考えられる。原料調製後の貯蔵中における微生物の汚染、もろみのり伏化などに対する対策などについて検討する必要がある。

次にカルボニル化合物について若干検討した。A, B, C(市販酒)からの収率はそれぞれ20.7%, 14.7%, 9.6%であった。それぞれの試料について主だったピークと全成分に占める面積比を示すと表5のとおりであった。Aにおいては、ピークNo. 16, 7, 5, 6, 8, 12, BではNo. 16, 6, 7, 5, 8, 12, CではNo. 6, 15, 16, 7などが高い割合いで含まれている。又これらの三製品中には、ピークNo. 16, 6, 7にNo. 5を加えた4成分で全成分中90%以上を占めている。No. 5の成分については検討中であるが、No. 16とNo. 6は保持時間および薄層クロマトグラフなどからそれぞれフルフラール、アセトアルデヒドと推定した。No. 7成分は特にA製品中にかなり高い割合いで含まれている。この成分については保持時間からはアセトンとn-プロパノールが考えられるが、薄層クロマトグラムでの観察からアセトンが主成分であろうと推定した。ピークNo. 16(フルフラール)は特にA, B中に高い割合いで含まれているがC中には4.47%と少ない。焼酎製造において、フルフラールは蒸留の後半に生成され留出てくるものである。當場で生甘しょを使い普通仕込みで作った製品中のフルフラールの面積比は約18%であった。これは市販酒の場合よりは高いが、A, B両製品に比べるとその

割合いは低い。A, B両製品中にフルフラール成分が高い割合いで含まれるのは火力乾燥に原因があるかも知れない。一方ピークNo. 6(アセトアルデヒド)はC中では最も高い割合いで含まれるが(87.77%), A, Bでは5.36%, 6.16%にすぎない。又これらの成分以外では、ピークNo. 15の成分がC中に見出されるがA, B中には見出されない。香りはいろいろな成分が微妙に影響し合い、含有割合いの小さな成分であっても他の成分との相剋効果の発現など複雑な要素がからまって発現されるが、以上の結果からA, B製品の持つ特異臭にはアセトアルデヒドとフルフラールとの含有割合い、および前述したようにn-プロピルアルコール、酢酸エチル、酢酸イソアミルなどの含量が高いことと関連があるかも知れない。他の成分組成の比較とともに今後検討したい。

表5 2,4-ジニトロフェニールヒドラゾン成分組成

ピークNo.	保持時間 (分)	面 積 比 (%)		
		A	B	C
1	1.4	0.73	—	—
2	2.4	1.22	0.37	0.01
3	3.5	0.86	2.27	—
4	3.7	0.65	—	0.63
5	4.3	10.09	2.64	0.11
6	5.4	5.36	6.16	84.77
7	6.9	17.77	3.87	1.03
8	7.6	2.61	0.29	—
9	8.0	—	0.43	0.63
10	9.9	0.27	0.27	0.30
11	10.8	0.84	1.19	0.82
12	11.3	1.52	1.62	—
13	14.6	0.68	0.99	0.54
14	16.8	0.12	0.34	0.05
15	18.9	—	—	6.41
16	20.6	56.26	78.90	4.47
17	24.7	0.14	0.30	0.07

文 献

- 1) 浜崎幸男, 山口巖: 昭50 鹿工試年報 **22**, 53 (1975)
- 2) 西谷尚道: 醸協, **72**, 415 (1977)

ま と め

(1) 蒸留粕の一般成分および性状について調べたが、蛋白質、ペクチン質物、デキストリン等の多いことからこれらの成分が粘度を高めている一因と思われた。また粕の固形分の粒度試験を行って100メッシュ通過部分が90%以上を占め、400メッシュ以下に固形分が多いことなどメッシュごとの固形分の性状などを明らかにした。なお、アミノ酸、ビタミン、酵母数などを調べ飼料としての価値を確認した。

(2) 蒸留粕の保存については、上部とくに表層部の保存中の変化が下部に比べ著しいこと、表面の汚染を防ぐために流動パラフィンあるいは食塩で表面をおおいその効果を確かめたが明らかな差を認めなかった。大量の保存について今後検討が必要である。

また、粕の保存性を $\text{NH}_4\text{-N/T-N}$ 、酸度、pHを指標とし検討した結果、10℃で4週間、20℃で1週間はほぼ新鮮な状態を保った。

(3) 蒸留粕の遠沈上澄液に焼酎酵母を培養し、酵母数に対応する乾燥酵母菌体量を求め 1×10^8 はそれぞれ2.05gであった。もともと蒸留粕に含まれている焼酎酵母は加水してふるいでし別した液を遠心沈でんすることで回収ができるが実用化にはなお検討の余地がある。

(4) 蒸留粕に糸状菌体の増殖を試みたが、粕の固形分に対し黒麹菌の菌体収量は41.6%で分離

も容易であった。

(5) 蒸留粕の排出量を低減する目的でくみ水歩合を40%、50%とし65%標準に対し濃厚仕込み試験を行った結果、1回の蒸留によって排出される蒸留粕量はくみ水歩合に関係なく大体同一増加率を示したが、熟成もろみ全体からみればくみ水歩合40%の場合は65%の標準に比べて排出蒸留粕量は約17%低減できた。

(6) 原料甘しょの確保については、通風乾燥機およびドラムドライヤーにより蒸しイモを乾燥し、これを原料として仕込み試験を行い得られた製品を市販酒などと比べた。

その結果、乾燥甘しょの場合にはやや特異臭が感じられ特にドラムドライヤーによるものが強かった。

成分組成についても検討したが、今後は特異臭の改善ならびに加熱乾燥以外の原料確保の方法など検討する必要がある。

終りに、本研究の遂行にあたり、種々適切な御指導と御助言をいただきました微生物工業技術研究所 高原義昌所長、上林 明部長に厚く深謝いたします。

なお、ドラムドライヤーによる甘しょフレークの調製に当っては鹿児島県農業試験場流通加工部の御好意により、乾燥試験については(株)大川原製作所の研究室の方々の御協力によったものであることを記して謝意を表します。