

## ラム酒の製造技術に関する研究

食品室 知花 寛  
佐久川明夫\*  
照屋比呂子

### 1. 緒言

さとうきびを取り巻く環境は、内外の諸情勢により依然として厳しく、甘味資源以外の多目的で付加価値の高い利用が求められている。製糖産業における副産物のひとつである糖蜜は、年間を通してその保存性が高いことから、その活用いかんによっては特産品となり得るような商品に生まれ変わる可能性を秘めている。今回は、その糖蜜の高付加価値化を目的にラム酒の製造技術についての検討を行った。西インド諸島やジャマイカ、キューバ等で生産されているラム酒が県内でも本格的に生産可能となれば、泡盛に次ぐ特産蒸留酒として期待できる。

そこで本報では、ラム酒製造における発酵原料及び発酵条件の検討をし、その結果をもとに試験醸造、さらに発酵副材料の検討を行ったのでその結果について報告する。

### 2. 実験方法

#### 2. 1 使用原料

第一製糖株式会社の平成元/2年度産の廃糖蜜（Bx80, 全糖50%）及び試験規模で精製した脱塩精製蜜（約Bx75）を発酵原料として用いた。

#### 2. 2 供試酵母

沖縄県工業試験場保存菌株5005株を実験に供した。

#### 2. 3 発酵副材料

栗国製糖株式会社で採取した黒糖製造工程中の浮さい「さとうきびスカム」（pH5.0, Bx24, 全糖21.4%, 直糖1.7%）を用いた。

#### 2. 4 発酵条件の検討

1) 発酵原液の初発糖濃度及びpH条件の検討を廃糖蜜を用いて行った。仕込量を300mlとし、発酵液の糖濃度（Bx）を32及び44に設定し、それぞれについてpHを3、4及び5に調整した試験区と未調整の試験区の8条件で行った。前培養液は、5005株の1白金耳を麦芽エキス培養液3mlに移植して、28℃で24hr培養を行った。Bx及びpHの調整後、80℃で15分間滅菌後常温まで冷却して用いた。

2) 発酵原液の初発糖濃度限界の検討も廃糖蜜を用いて行った。仕込量も前回と同様に300ml規模とした。発酵原液の糖濃度（Bx）を40、50及び60に調整し、それぞれpHを4及び5の6条件で検討した。前培養液はBx8に希釈した糖蜜を用い、その9mlに5005株の1白金耳を移植し、24hr振とう培養を施した。酵母の増殖を良くするために、前培養液量を発酵原液の3%量とした。

---

\* 第一製糖株式会社

## 2. 5 試験醸造

試験醸造Ⅰでは、廃糖蜜の仕込みの規模を5ℓとし、糖濃度(Bx)を40、発酵温度28℃、pHを未調整(pH5.2)で、Bx8の糖液を培地とした前培養液150mlを添加して発酵試験を行った。また、遠心分離による固液分離を行い、固形物有無の発酵に及ぼす影響についても検討した。

試験醸造Ⅱでは、発酵原料を廃糖蜜及び脱塩精製蜜を用いて、全糖濃度がほぼ同じになるようにBxの設定を廃糖蜜40、脱塩精製蜜30とし、仕込量5ℓ、pH5(脱塩精製蜜はクエン酸により調整)、発酵濃度28℃の条件で行った。また、発酵副材料としてさとうきびスカムを用い、10%添加区を設け、その発酵経過および酒質に及ぼす影響についても検討した。さらに、蒸留の際のpHを未調整(pH5)及びクエン酸溶液による調整(pH4)区に分け、酒質に及ぼす影響についても検討した。

## 2. 6 分析方法

- 1) アルコール分は、国税庁所定分析法<sup>9)</sup>によった。
- 2) 直糖(直接還元糖)はSomogyi-Nelson法で測定し、グルコース量に換算して表した。
- 3) 全糖は塩酸による酸加水分解後、直糖と同様に測定した。
- 4) pHはガラス電極pHメータで測定した。
- 5) 発酵液の酸度は1%フェノールフタレイン溶液を指示薬とし、試料10mlを中和するのに要したN/10NaOH溶液の滴定ml数で表した。
- 6) 発酵原液の全窒素は、三菱化成工業(株)製のデジタルケルダール分析装置等を用いて測定した。
- 7) 発酵原液中のミネラル分については、日立製の偏光ゼーマン式原子吸光光度計を用いて測定した。
- 8) OD<sup>275</sup>は製成酒をメンブレンフィルター0.45μmでろ過し、アルコール分20%に調整した試料について分光光度計で10mm石英セルを用いて波長275nmにおける紫外部の吸光度を測定した。
- 9) 試験ラム酒の香気成分の分析は、試料をアルコール分20%に調整し、ヘッドスペース法によるガスクロマトグラフィー<sup>10)</sup>により測定した。測定値は、44%アルコール分当りの成分量に換算して表した。なお、ガスクロマトグラフ及びカラムは、島津製作所製HSS-2B、GC14A型(FID)でキャピラリーカラムCBP20-S25-050(25m×0.33mm)を用いた。

## 2. 7 官能試験

官能試験は、試験ラム原酒について、パネラーとして研究員5名、5点法で行った。

## 3. 結果と考察

### 3. 1 発酵原液の糖濃度及びpH条件の検討

#### 1) 発酵原液の初発糖濃度及びpH条件の検討

初発糖濃度別、pH条件別の仕込条件を表1に、その発酵経過を図1に示した。試験区No.3と4(Bx32でpH5及び未調整)は他の試験区に比べ炭酸ガス生成の速度が大きく、発酵終了が5~6日も早かった。残り6試験区のうち5試験区は炭酸ガス生成速度に大差はなく、緩慢な発酵や培養開始後4~5日経てからの発酵となった。また、試験区No.5(Bx44・pH3)においてはほとんど発酵せず、極めて過酷な条件であることがわかった。

表1 仕込条件 (初発糖濃度及びpH条件の検討)

| 試験区 | Bx | pH  | 備考   |
|-----|----|-----|--|
| 1   | 32 | 3   | 仕込量— 300ml<br>供試酵母—5005株<br>前培養液量— 1%<br>発酵温度—28°C |
| 2   |    | 4   |  |
| 3   |    | 5   |  |
| 4   |    | 未調整 |  |
| 5   | 44 | 3   | pH調整液—<br>—20%エタノール溶液                              |
| 6   |    | 4   |  |
| 7   |    | 5   |  |
| 8   |    | 未調整 |  |

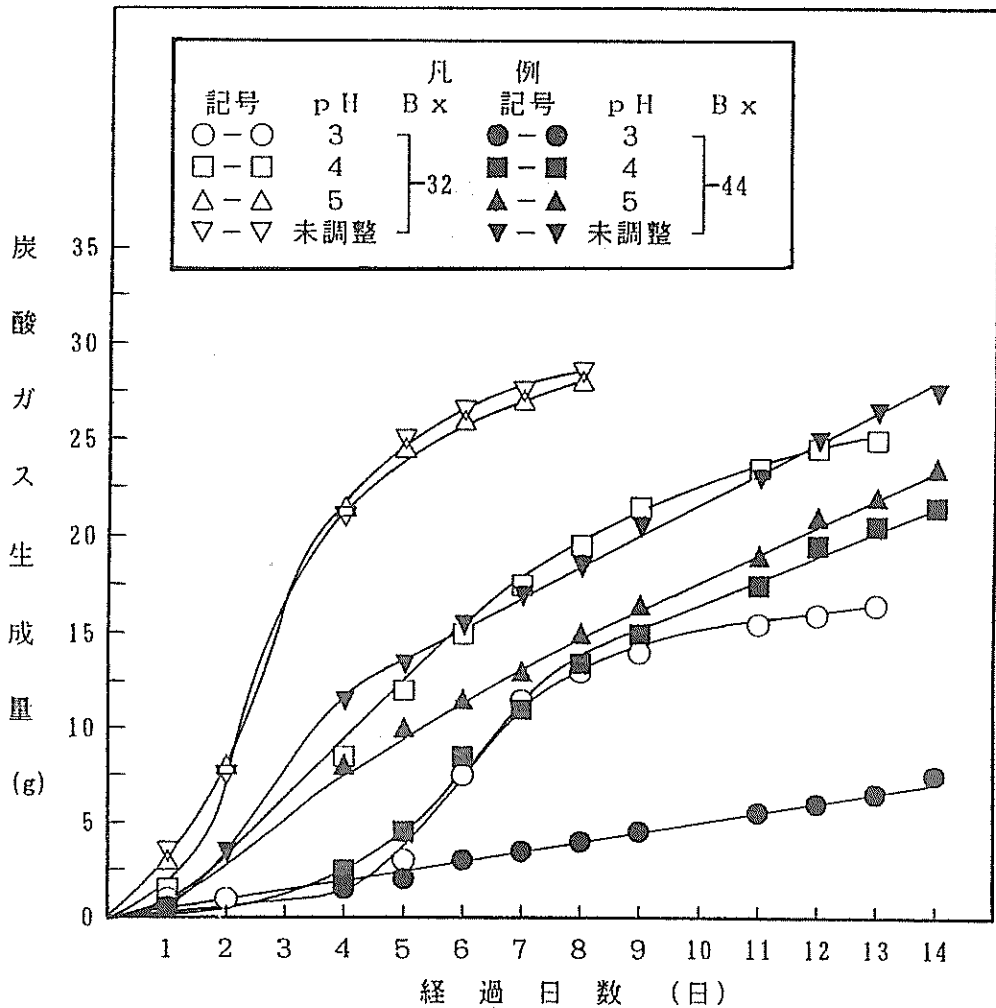


図1 発酵原液の糖濃度及びpH条件別の発酵経過

表2に発酵原液及び発酵液の成分分析結果を示した。全体的に残糖が多く、それにともないアルコール濃度も最も高いもので8.8%であった。糖濃度を高くしてもアルコールへの変換が悪く、酵母が増殖しきれないまま発酵を終えたと思われる。もろみのpHを検討すると、Bx32及び44のいずれにおいてもpH5.0～5.2（未調整）付近がpH3.0～4.0と比較してアルコール収量は良かった。Bxを高くしていくと発酵阻害が起こると考えられる。特に糖蜜蜜の場合は、純糖率が低いので初発糖濃度を上げるためにBxを高めに設定せざるをえず厳しい状況にある。今回はBxの設定を32及び44の2種類にしたが、引き続き次項でさらに設定範囲を広げて検討した。糖蜜からのアルコール製造における標準的な発酵歩合りは85%程度とされており、今回の試験では比較的良好な発酵と思われた試験区No.3及び4でさえ10%以上も低かった。

表2 発酵原液及び発酵液の成分分析結果

| 試験区 | 発 酵 原 液 |     |           |           | 発 酵 液 |           |           |            |              |             |
|-----|---------|-----|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|------------|--------------|-------------|
|     | Bx      | pH  | 全糖<br>(%) | 直糖<br>(%) | pH    | 全糖<br>(%) | 直糖<br>(%) | 酸度<br>(ml) | アルコール<br>(%) | 発酵歩合<br>(%) |
| 1   | 32      | 3.0 | 15.4      | 4.4       | 3.1   | 7.5       | 2.6       | 10.6       | 3.4          | 33.0        |
| 2   |         | 4.0 | 17.2      | 4.7       | 4.1   | 2.5       | 2.2       | 3.1        | 7.8          | 68.0        |
| 3   |         | 4.9 | 18.5      | 5.0       | 4.9   | 2.5       | 2.2       | 2.1        | 8.8          | 73.0        |
| 4   |         | 5.2 | 18.0      | 5.0       | 5.0   | 2.5       | 2.2       | 1.7        | 8.6          | 72.9        |
| 5   | 44      | 3.0 | 21.1      | 6.0       | 3.0   | 19.5      | 14.2      | 16.2       | —            | —           |
| 6   |         | 4.0 | 24.0      | 6.6       | 4.1   | 13.9      | 3.3       | 4.7        | 4.6          | 29.3        |
| 7   |         | 5.0 | 25.1      | 7.0       | 4.9   | 12.4      | 4.9       | 2.6        | 5.4          | 31.5        |
| 8   |         | 5.1 | 24.9      | 7.0       | 5.0   | 11.1      | 5.5       | 2.1        | 6.6          | 40.2        |

今回の試験から発酵原液の至適pHは、5.0～5.2（5.2は未調整）であることがわかった。Bxについては、次項で述べることとする。

2) 発酵原液の初発糖濃度限界の検討

初発糖濃度別、pH条件別の仕込条件を表3に、その発酵経過を図2に示した。炭酸ガス生成速度は試験区No.2（Bx40・pH5.0）が最も大きく、試験区No.1（Bx40・pH4.0）とNo.4（Bx50・pH5.0）では大差がなかったが、Bxが低い分No.1の方がやや良かった。試験区No.3においては遅い時期からの発酵となり、Bx60の試験区（No.5と6）はほとんど発酵しなかった。

表3 仕込条件（初発糖濃度の限界試験）

| 試験区 | Bx | pH | 備考                          |
|-----|----|----|-----------------------------|
| 1   | 40 | 4  | 仕込量—— 300ml<br>供試酵母—— 5005株 |
| 2   |    | 5  |                             |
| 3   | 50 | 4  | 前培養液量—— 3%<br>発酵温度—— 28℃    |
| 4   |    | 5  |                             |
| 5   | 60 | 4  | pH調整液——<br>—— 20%クエン酸溶液     |
| 6   |    | 5  |                             |

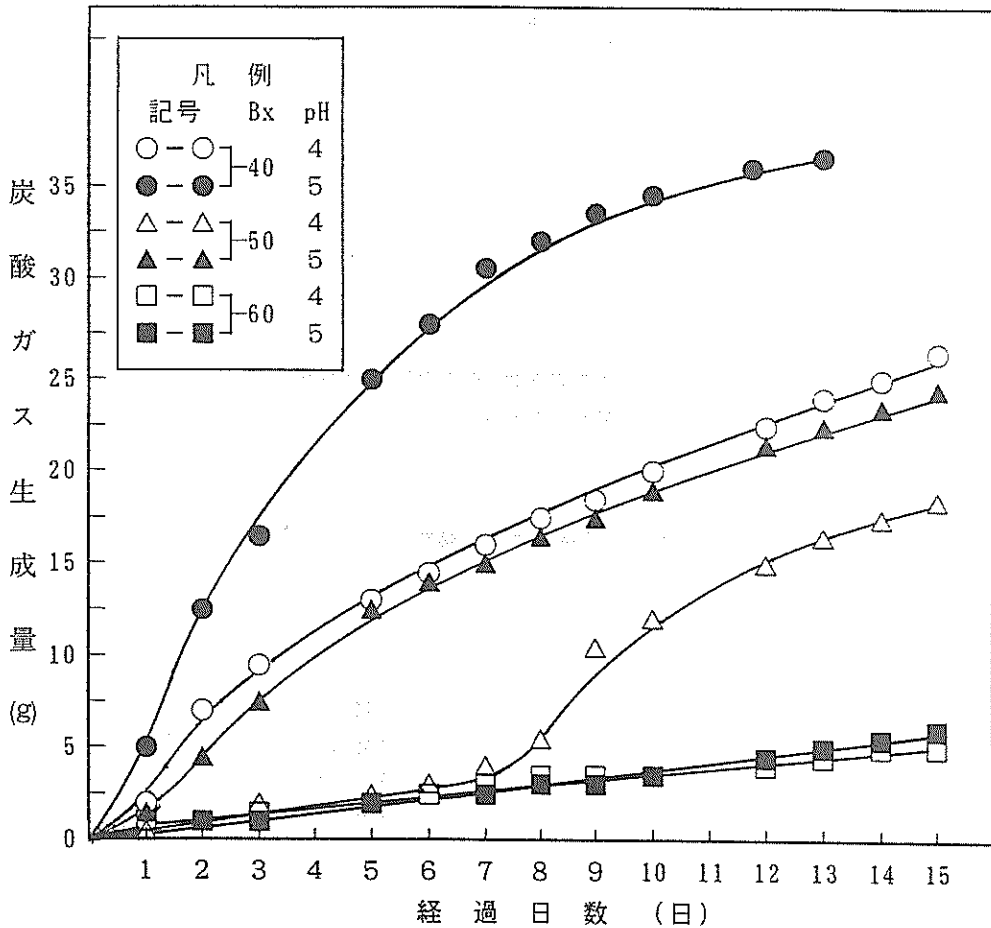


図2 初発糖濃度限界試験の発酵経過

表4に発酵液の成分分析結果を示した。その結果を見ると、最も発酵経過の良かった試験区No.2のアルコール分は、9.0%で、この値は前項で最もアルコール濃度の高かったBx32・pH5.0の試験区での8.8%とほぼ同じ値になった。このことにより、廃糖蜜を用いた場合の発酵原液の初発糖濃度は、Bx40以下が望ましいことがわかった。しかしながら発酵歩合は、最も高い試験区No.2でも約60%といせんと低く、さらに検討が必要である。今後は、スケールアップしてさらに良好な発酵条件を検討していきたい。

表4 発酵液の成分分析結果

| 試験区 | pH  | アルコール<br>(%) | 発酵歩合<br>(%) |
|-----|-----|--------------|-------------|
| 1   | 4.3 | 6.4          | 45.8        |
| 2   | 5.0 | 9.0          | 59.9        |
| 3   | 4.2 | 2.6          | 14.9        |
| 4   | 5.0 | 4.6          | 24.5        |
| 5   | 4.1 | —            | —           |
| 6   | 5.0 | —            | —           |

### 3.2 試験醸造

#### 1) 発酵経過と発酵液の成分

##### ①試験醸造 I

固形物の有無による試験醸造の仕込条件を表5に、その発酵経過を図3に示した。図3から遠心分離による固形物除去を行っていない試験区が固形物を除去した試験区より炭酸ガス生成量大きいことがわかる。

表5 仕込条件 (試験醸造I)

| 試験区 | Bx | pH           | 遠心分離 | 備考  |
|-----|----|--------------|------|---|
| 1   | 40 | 未調整<br>(5.2) | 有    | 仕込量----- 5ℓ<br>供試酵母---- 5005株<br>前培養液量---- 3%<br>発酵温度----- 28℃<br>遠心分離--- 4,000rpm<br>10min |
| 2   |    |              |      |   |
| 3   |    |              | 無    |   |
| 4   |    |              |      |   |

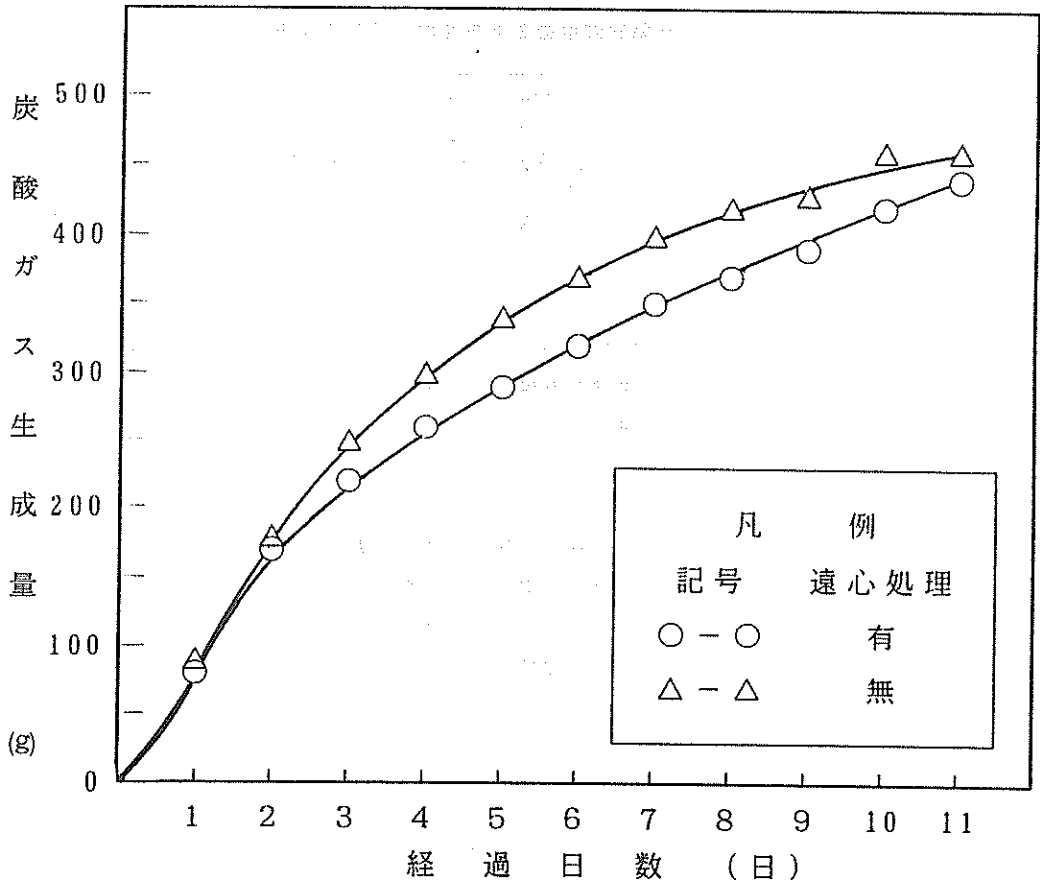


図3 遠心分離処理有無別の発酵経過

表6及び表7に発酵原液及び発酵液の成分分析結果を示した。表6から、残糖は小仕込試験と同様に多く、アルコール分や発酵歩合も含めてやや低調な発酵結果といえる。遠心分離処理区(試験区№1及び2)は未処理区に比べ、アルコール収量が低かった。遠心分離処理によりカルシウム以外のミネラル分及び全窒素濃度に遠心分離前とほとんど差がみられず、期待した発酵阻害物質の除去効果は得られなかった。むしろ、発酵に有用な成分が除去されてしまったと考えられる。

表6 発酵原液及び発酵液の成分分析結果

| 試験区 | 発酵原液 |        |        |         | 発酵液 |        |        |         |           |          |
|-----|------|--------|--------|---------|-----|--------|--------|---------|-----------|----------|
|     | pH   | 全糖 (%) | 直糖 (%) | 酸度 (ml) | pH  | 全糖 (%) | 直糖 (%) | 酸度 (ml) | アルコール (%) | 発酵歩合 (%) |
| 1   | 5.2  | 23.1   | 6.4    | 20.0    | 4.9 | 7.0    | 6.0    | 22.3    | 8.8       | 59.6     |
| 2   |      |        |        |         | 4.9 | 7.4    | 6.1    | 22.3    | 8.8       | 59.4     |
| 3   | 5.2  | 22.6   | 6.4    | 23.5    | 5.0 | 6.1    | 5.5    | 22.6    | 9.2       | 63.4     |
| 4   |      |        |        |         | 5.0 | 6.1    | 5.7    | 22.6    | 9.2       | 63.5     |

表7 発酵原液中のミネラル成分等測定結果

| 試験区 | Ca | Mg  | Fe | Mn  | Zn  | Cu  | Na | K  | T-N |
|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|
| 1   | 65 | 117 | 3  | 0.2 | 0.7 | 0.4 | 12 | 70 | 0.6 |
| 3   | 99 | 114 | 3  | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 12 | 76 | 0.7 |

\*単位：T-N (%) ,他は (mg/100g)

試験醸造 I では、発酵原液の Bx、pH を一定にし、遠心分離処理による発酵阻害物質の除去を目的とした大仕込の発酵試験を行ったが、期待した程良好な結果は得られなかった。むしろ、発酵促進を目的とした発酵副材料を検討する必要があるだろう。

②試験醸造 II

発酵原料別、さとうきびスクラム添加の有無別の仕込み条件を表 8 に、その発酵経過を図 4 に示した。炭酸ガス生成速度が最も速いのは、精製糖蜜にスクラムを添加した試験区 No.13 ~ 16 で、開始から 1 週間で発酵がほぼ終了し、残りの試験区も 1 0 日目までにはほぼ終了した。スクラム添加区は、原料を問わず、発酵が促進され無添加区と比べ、炭酸ガス生成量で約 100 g の差が出た。特に No.13 ~ 16 の試験区は、およそ 5 日目あたりで発酵液の状態などから効率よくアルコールが生成されている感じを受けた。

表8 仕込条件 (試験醸造 II)

| 試験区 | 原料        | Bx | スクラム<br>添加量<br>(%) | pH                   | 蒸留前<br>の pH  | 備考  |
|-----|-----------|----|--------------------|----------------------|--------------|---|
| 1   | 廃糖蜜       | 40 | 0                  | 未調整<br>(5.2~5.3)     | 未調整<br>(5.0) | * 試験区 No. 3, 4, 7, 8,<br>11, 12, 15, 及び 16 は、<br>1 回蒸留前に 20% クエン酸で pH 4 に調整 |
| 2   |           |    |                    |                      | 4.0          |   |
| 3   |           |    |                    |                      |              |   |
| 4   |           |    |                    |                      |              |   |
| 5   |           |    | 10                 |                      | 未調整<br>(5.0) |   |
| 6   |           |    |                    |                      | 4.0          |   |
| 7   |           |    |                    |                      |              |   |
| 8   |           |    |                    |                      |              |   |
| 9   | 脱塩<br>精製蜜 | 30 | 0                  | 20% クエン酸で調整<br>(5.1) | 未調整<br>(5.0) |   |
| 10  |           |    |                    |                      | 4.0          |   |
| 11  |           |    |                    |                      |              |   |
| 12  |           |    |                    |                      |              |   |
| 13  |           |    | 10                 |                      | 未調整<br>(5.0) |   |
| 14  |           |    |                    |                      | 4.0          |   |
| 15  |           |    |                    |                      |              |   |
| 16  |           |    |                    |                      |              |   |



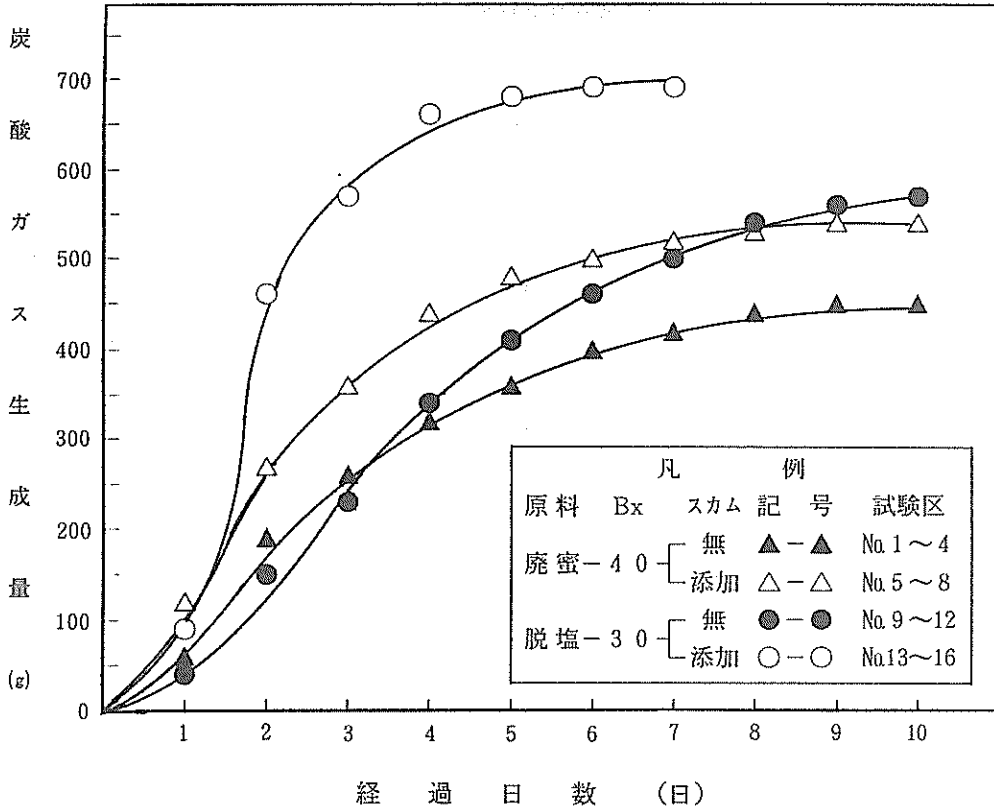


図4 発酵原料の種類別試験醸造の発酵経過

表9に発酵原液と発酵液の成分分析結果を示した。総合的に、脱塩精製蜜が良好な発酵をしており、特にスカム添加の試験区は、アルコール分14.4~15.0%、発酵歩合で90%以上と、かなり高い値を示し、無添加試験区でもアルコール分13%以上で83%程度の発酵歩合を示した。廃糖蜜の場合においてもスカムを添加することによりアルコール分で平均0.7%、発酵歩合で平均5%の増加率となった。このように発酵副材料としてスカムを用いた場合効率の良い発酵が行えた。この方法は、主としてジャマイカ島で生産されているヘビーラムの製造法にやや似ている。スカムを添加するのは、香り付けのためにもろみのpHを低下させる目的とされている。しかし、今回の試験におけるpH変化はほとんどみられず(スカムの保存状態によると思われる)発酵歩合が増加したことにより、栄養源としての効果があったと推定される。スカムについては、さらに解明する必要がある。

表 9 発酵原液及び発酵液の成分分析結果

| 試験区 | 発 酵 原 液 |           |           |            | 発 酵 液 |           |           |            |              |                 |
|-----|---------|-----------|-----------|------------|-------|-----------|-----------|------------|--------------|-----------------|
|     | pH      | 全糖<br>(%) | 直糖<br>(%) | 酸度<br>(ml) | pH    | 全糖<br>(%) | 直糖<br>(%) | 酸度<br>(ml) | アルコール<br>(%) | 発歩<br>割合<br>(%) |
| 1   | 5.2     | 20.8      | 6.2       | 17.6       | 5.1   | 5.8       | 5.3       | 22.5       | 9.7          | 66.8            |
| 2   |         |           |           |            |       |           |           |            | 9.9          | 68.2            |
| 3   |         |           |           |            |       |           |           |            | 10.6         | 72.8            |
| 4   |         |           |           |            |       |           |           |            | 10.0         | 68.5            |
| 5   | 5.3     | 20.6      | 5.8       | 16.0       | 5.1   | 4.5       | 4.1       | 20.4       | 10.6         | 73.1            |
| 6   |         |           |           |            |       |           |           |            | 10.7         | 74.0            |
| 7   |         |           |           |            |       |           |           |            | 10.6         | 73.3            |
| 8   |         |           |           |            |       |           |           |            | 10.9         | 75.2            |
| 9   | 5.1     | 22.3      | 3.1       | 10.4       | 5.1   | 3.4       | 3.1       | 8.0        | 13.4         | 84.0            |
| 10  |         |           |           |            |       |           |           |            | 13.2         | 82.9            |
| 11  |         |           |           |            |       |           |           |            | 13.2         | 82.7            |
| 12  |         |           |           |            |       |           |           |            | 13.4         | 83.7            |
| 13  | 5.1     | 22.1      | 2.9       | 9.9        | 5.2   | 1.1       | 0.9       | 6.5        | 14.5         | 90.6            |
| 14  |         |           |           |            |       |           |           |            | 14.4         | 90.0            |
| 15  |         |           |           |            |       |           |           |            | 15.0         | 93.7            |
| 16  |         |           |           |            |       |           |           |            | 14.8         | 92.4            |

2) 試験ラム酒の成分

①試験醸造 I

表 10 に遠心分離の有無による試験ラム酒の蒸留経過を、表 11 にそのラム酒の成分分析結果を示した。両試験区とも 2 回蒸留で 43~45% という、ラム酒として適度なアルコール分が採れた。蔗糖蜜は元来発泡性が強く、発酵させても残糖が多い場合、蒸留中に突沸し操作を著しく低下させた。ラム酒の蒸留は長時間かけて徐々に温度を上げ、通常のアルコール蒸留温度よりも低温で行うようなので、酒質との関わりもあり蒸留方法も今後検討したい。遠心分離処理の有無による試験ラム酒中の成分を比較すると、発酵原液の遠心分離処理を行ったラム酒の pH がわずかに高く、酸度は低い。また紫外部 (波長 275nm) を吸収する成分も少なくなっている。

表 10 試験ラム酒 (試験醸造 I) の蒸留経過

| 試験区 | 1回蒸留  |          | 2回蒸留  |          |
|-----|-------|----------|-------|----------|
|     | 量(ml) | アルコール(%) | 量(ml) | アルコール(%) |
| 1   | 1,900 | 21.8     | 1,900 | 42.7     |
| 2   | 1,900 | 20.9     |       |          |
| 3   | 1,800 | 23.4     | 1,900 | 44.8     |
| 4   | 2,000 | 21.9     |       |          |

表 11 試験ラム酒 (試験醸造 I) の成分分析結果

| 試験区    | pH   | 酸度ml  | OD <sup>275</sup> |
|--------|------|-------|-------------------|
| 遠心処理 有 | 3.81 | 9.64  | 1.3464            |
| 遠心処理 無 | 3.74 | 10.60 | 2.0347            |

\* OD<sup>275</sup> は、20%アルコール分調整液について測定

②試験醸造Ⅱ

表12に供試原料糖蜜の脱塩精製の有無及び発酵前もろみのpH調整の有無による試験ラム酒の蒸留経過を示した。もろみのアルコール分が高いため、初回蒸留で全試験区ともアルコール分24%以上のラム酒が得られた。特にスカム添加区の試験区No.13~16においては目標とするアルコール分(44%以上)が1回の蒸留で行えた。蒸留時間については、廃糖蜜において初回2時間程度、2回目1時間程度であり、脱塩精製蜜は、初回1時間程度、2回目55分であった。脱塩精製蜜は、元々発泡性が低いため、初回蒸留時でも消泡剤を加えずとも充分蒸留が行えた。ラム酒の蒸留において時間をかけることが香味にどのような影響を及ぼすかは気になるところではあるが、その発泡性のため(特に廃糖蜜の場合)突沸が起こらないでスムーズな蒸留を行うためには泡盛に比べ時間をかけることが必要であろう。

表12に蒸留過程の示された試験ラム酒は、アルコール分を44%に調整した後、以下の成分分析及び官能試験に供する原酒とした。

表12 試験ラム酒の蒸留経過

| 試験区 | 1回蒸留  |          | 2回蒸留        |          | 試験ラム<br>(No.) | 備 考  |
|-----|-------|----------|-------------|----------|---------------|--|
|     | 量(ml) | アルコール(%) | 量(ml)       | アルコール(%) |               |  |
| 1   | 1,500 | 28.7     | 1,800       | 47.4     | I             | 試験区No.3,4,7,8,11,12,<br>15及び16は1回蒸留前<br>に20%クエン酸でpH4<br>に調整<br><br>試験区 20%クエン<br>酸量 (ml)<br>No. 3 500<br>4 490<br>7 520<br>8 550<br>11 380<br>12 400<br>15 415<br>16 405 |
| 2   | 1,500 | 30.1     |             |          |               |  |
| 3   | 1,500 | 27.1     | 1,600       | 44.3     | II            |  |
| 4   | 1,500 | 24.4     |             |          |               |  |
| 5   | 1,500 | 31.7     | 2,000       | 47.0     | III           |  |
| 6   | 1,500 | 32.3     |             |          |               |  |
| 7   | 1,500 | 26.7     | 1,800       | 46.7     | IV            |  |
| 8   | 1,500 | 29.5     |             |          |               |  |
| 9   | 1,500 | 39.0     | 2,500       | 46.5     | V             |  |
| 10  | 1,500 | 38.7     |             |          |               |  |
| 11  | 1,500 | 36.8     | 2,380       | 46.6     | VI            |  |
| 12  | 1,500 | 37.7     |             |          |               |  |
| 13  | 1,500 | 46.9     | 1回蒸留<br>で終了 |          | VII           |  |
| 14  | 1,500 | 47.2     |             |          |               |  |
| 15  | 1,500 | 44.1     |             |          | VIII          |  |
| 16  | 1,500 | 46.3     |             |          |               |  |

表13に試験ラム酒の一般成分分析結果を示した。蒸留前にクエン酸溶液によりpH4に調整した試験区のラム酒（ラムⅡ、Ⅳ、Ⅵ及びⅧ）のpH及び酸度が高く、蒸留前のクエン酸添加が蒸留後のラム酒の酒質に影響を与えたものと思われる。また、波長275nmの紫外部吸収（OD<sup>275</sup>）も対応するpH調整前の試験区（pH5）より高い値となった。

表13 試験ラム酒の一般成分分析結果

| ラムNo. | 蒸留前<br>もろみのpH | pH   | 酸度<br>(mℓ) | OD <sup>275</sup> | アルコール分<br>(%) |
|-------|---------------|------|------------|-------------------|---------------|
| ラムⅠ   | 5.0           | 4.01 | 5.56       | 1.1251            | 43.5          |
| ラムⅡ   | 4.0           | 3.80 | 9.12       | 2.8107            | 44.3          |
| ラムⅢ   | 5.0           | 4.05 | 4.66       | 1.5636            | 44.6          |
| ラムⅣ   | 4.0           | 3.71 | 7.87       | 2.4348            | 44.6          |
| ラムⅤ   | 5.0           | 4.12 | 2.61       | 0.5321            | 44.4          |
| ラムⅥ   | 4.0           | 3.47 | 5.01       | 0.9163            | 44.6          |
| ラムⅦ   | 5.0           | 4.07 | 3.71       | 0.4244            | 44.4          |
| ラムⅧ   | 4.0           | 3.71 | 7.97       | 0.7708            | 44.1          |

\* OD<sup>275</sup>は、20%アルコール分調整液について測定

表14にヘッドスペース分析法による試験ラム酒香気成分の測定条件を、図5に得られたガスクロマトグラムの分析例を、表15に分析結果を示した。

試験ラム酒の香気成分含有量を原料別にみみると、廃糖蜜を用いたラムNo.Ⅰ～Ⅳのn-ブチルアルコール含有量が7.2～8.5mg/ℓと脱塩精製蜜を原料としたラムNo.Ⅴ～Ⅷより高かった。また、逆に高沸点成分のリノール酸エチルは、脱塩精製蜜を原料としたラムが多かった。蒸留前もろみのpHの違いによる影響は、酢酸エチル及びカプリル酸エチルでみられ、いずれの成分もpH4で蒸留を行ったラムがpH5で蒸留を行ったラムより含有量が多かった。

表14 分析条件及び使用カラム

| 分 析 条 件       | 使 用 カ ラ ム                 |
|---------------|---------------------------|
| バ イ ア ル 温 度   | 品 名 C B P 20 - S 25 - 050 |
| 保 温 時 間       | 極 性 強極性                   |
| カ ラ ム 初 期 温 度 | 内 径 Semi - Wide Bore      |
| 初 期 時 間       | (0.33mm)                  |
| 昇 温 速 度       | 長 さ 25m                   |
| 最 終 温 度       | 膜 厚 0.5 μ m               |
| 最 終 時 間       |                           |
| 気 化 室 温 度     |                           |
| 検 出 器 温 度     |                           |

表 1 5 試釀ラム酒の香気成分分析結果

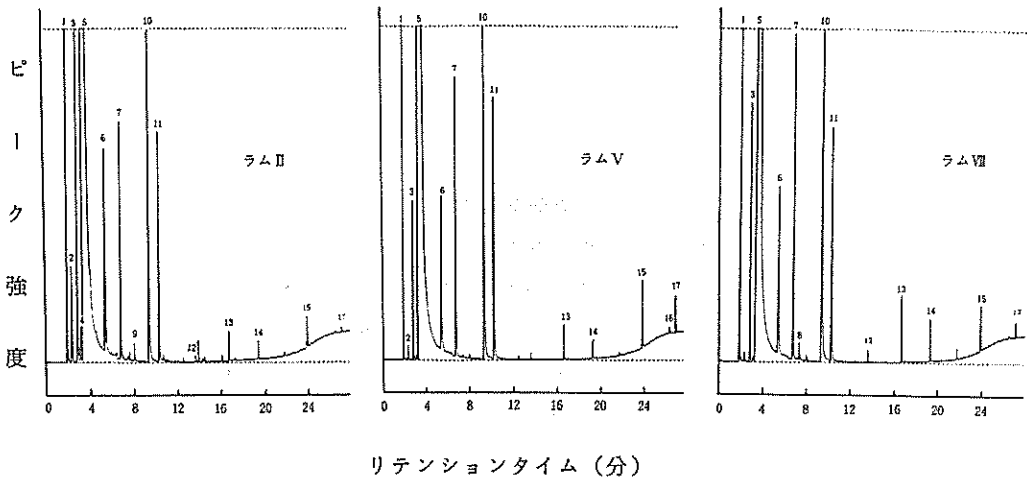
単位：mg/ℓ

| 項目<br>ラムNo. | 酢酸<br>メチル | 酢酸<br>エチル | プロピオン<br>酢メチル | n-プロピル<br>アルコール | i-ブチル<br>アルコール | 酢酸<br>イソミアル | n-ブチル<br>アルコール |
|-------------|-----------|-----------|---------------|-----------------|----------------|-------------|----------------|
| ラム I        | 0         | 23.5      | 4.02          | 110             | 52.0           | 0           | 7.16           |
| ラム II       | 4.86      | 45.6      | 0             | 135             | 59.4           | 0           | 8.52           |
| ラム III      | 0         | 24.7      | 0             | 129             | 51.3           | 0           | 7.57           |
| ラム IV       | 4.41      | 37.2      | 0             | 140             | 50.6           | 0           | 7.17           |
| ラム V        | 0         | 14.6      | 0             | 88              | 57.8           | 0           | 0              |
| ラム VI       | 0         | 25.3      | 0             | 95              | 58.7           | 0           | 0              |
| ラム VII      | 0         | 24.3      | 0             | 109             | 74.5           | 1.35        | 0              |
| ラム VIII     | 0         | 33.3      | 0             | 117             | 78.5           | 0.99        | 0              |

| 項目<br>ラムNo. | i-アミル<br>アルコール | カプリル酸<br>エチル | カプリン酸<br>エチル | ラウリン酸<br>エチル | パルミチン酸<br>エチル | オレイン酸<br>エチル | リノール酸<br>エチル |
|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| ラム I        | 132            | 0            | 1.97         | 1.67         | 14.3          | 0            | 0            |
| ラム II       | 137            | 0.316        | 2.39         | 5.08         | 17.8          | 0            | 0            |
| ラム III      | 151            | 0            | 2.74         | 4.77         | 20.7          | 0            | 0            |
| ラム IV       | 124            | 0.272        | 2.74         | 4.61         | 13.3          | 0            | 0            |
| ラム V        | 160            | 0            | 2.14         | 4.24         | 34.2          | 12.2         | 54.6         |
| ラム VI       | 167            | 0.208        | 2.04         | 4.22         | 43.9          | 8.7          | 66.9         |
| ラム VII      | 360            | 0.371        | 3.98         | 8.55         | 20.1          | 0            | 25.2         |
| ラム VIII     | 353            | 0.616        | 3.60         | 7.28         | 18.2          | 0            | 12.1         |

\* アルコール分44%の試釀ラム酒中の含有量



- 1.アセトアルデヒド 2.酢酸メチル 3.酢酸エチル 4.プロピオン酸メチル 5.エチルアルコール 6.n-プロピルアルコール  
 7.i-ブチルアルコール 8.酢酸イソアミル 9.n-ブチルアルコール 10.i-アミルアルコール 11.n-アミルアルコール  
 12.カプリル酸エチル 13.カプリン酸エチル 14.ラウリン酸エチル 15.パルミチン酸エチル (内部標準物質)  
 16.オレイン酸エチル 17.リノール酸エチル

図 5 ヘッドスペース分析による試釀ラム酒の香気成分のガスクロマトグラム

### 3) 官能評価

試験醸造Ⅱで得られたラム酒の官能試験結果を表16に示す。

蒸留後2週目における試醸ラム酒の官能評価は、刺激臭が強いとの評価が多く、ほとんどの試験区で総合評点が4点以上となった。しかし、3ヶ月目における評点は、ほとんどの試醸ラム酒でよくなる傾向を示しており、今後製品化に向けて期待が持てる。3ヶ月目の評点がよいラムをあげるとラムⅦ、Ⅴ及びⅥでいずれも脱塩精製蜜を使用した試験区であった。特に評点の良かったラムⅦの発酵条件等は、さとうきびスカムを10%添加することにより発酵が促進され、発酵歩合が高く、1回蒸留で高濃度のアルコールが得られた蒸留時pH未調整 (pH5.0) の試験区であった。

蒸留前のpHの違い (pH4と5) による酒質への影響は今回の官能試験結果からは差異が認められなかった。

表16 試醸ラム酒の官能試験結果

| ラムNo. | 2 週 目 |      |      | 3 ヶ 月 目 |      |      |
|-------|-------|------|------|---------|------|------|
|       | 香     | 味    | 総合   | 香       | 味    | 総合   |
| ラムⅠ   | 4.20  | 4.00 | 4.00 | 4.00    | 4.00 | 4.20 |
| ラムⅡ   | 4.60  | 4.40 | 4.40 | 4.00    | 4.20 | 4.20 |
| ラムⅢ   | 4.40  | 4.00 | 4.00 | 3.80    | 4.20 | 4.00 |
| ラムⅣ   | 4.40  | 4.40 | 4.40 | 3.00    | 4.00 | 3.80 |
| ラムⅤ   | 4.00  | 4.00 | 3.80 | 2.80    | 3.00 | 3.00 |
| ラムⅥ   | 3.80  | 3.60 | 3.40 | 3.20    | 2.80 | 3.00 |
| ラムⅦ   | 4.20  | 4.00 | 4.00 | 2.60    | 2.80 | 2.60 |
| ラムⅧ   | 4.20  | 3.80 | 3.80 | 3.60    | 3.40 | 3.40 |

### 4. 要約

ラム酒の製造技術について、発酵原料及び発酵条件を検討し、その結果をもとに試験醸造、さらに発酵副材料の検討を行ったところ次の結果が得られた。

- 1) 原料として廃糖蜜を用いた発酵液の至適pHは5.0付近であった。
- 2) 廃糖蜜を用いた場合、発酵液のBxが40以上になると発酵歩合が著しく低下した。
- 3) 発酵原液の処理で、遠心分離処理により廃糖蜜の固形分除去したものと固形分除去を行わなかったものとは、固形分を除かない試験区の方がアルコール収量が高かった。
- 4) 発酵原料別の比較では、脱塩精製蜜が廃糖蜜より発酵期間が短く、発酵歩合も高かった。
- 5) 発酵副材料として、さとうきびスカムを添加することで発酵が促進され、原料蜜の種類を問わず発酵歩合が増加した。
- 6) 脱塩精製蜜を原料とした発酵では、アルコール分13%以上、発酵歩合83%程度と発酵副材料 (スカム) 無添加でも良好な発酵ができ、さらに、スカムを添加することでアルコール分14.4～15.0%、発酵歩合90%以上の優れた発酵結果となった。
- 7) 脱塩精製蜜にスカムを添加した試験区においては高濃度アルコール (44%以上) が1回の蒸留で得られた。

- 8) 試醸ラム酒の香気成分は、廃糖蜜を原料としたラムのn-ブチルアルコール含有量が脱塩精製蜜より高かった。また、逆に高沸点成分のリノール酸エチルは、脱塩精製蜜を原料としたラムの方が高かった。
- 9) 蒸留前もろみのpHによる試醸ラム酒の香気成分への影響は、酢酸エチル及びカプリル酸エチルでみられ、いずれの成分もpH4で蒸留を行ったラムがpH5で蒸留を行ったラムより含有量が多かった。
- 10) 官能試験結果より、ほとんどの試醸ラム酒で2週目より3ヶ月目の評点が良く、酒質が向上していく傾向がみられた。
- 11) 脱塩精製蜜を使用した試験区の官能評点が良く、特に、スクラムを10%添加し、pH調整を行わずに蒸留した試験区の官能評点が良かった。
- 12) 蒸留前のpHの違い(pH4と5)による酒質への影響は今回の官能試験結果からは差異が認められなかった。

## 5. 参考文献

- 1) 国税庁所定分析法注解(第三回改正): 67, (財)日本醸造協会(昭和62年)
- 2) 西谷尚道: 醸協, 78, (4)275, (6)435(1983)
- 3) 高峯和則他: 醸協, 84, (8)560(1989)
- 4) 本多紀元: アルコールハンドブック, 225, (財)発酵工業協会(昭和55年)
- 5) 照屋比呂子: さとうきび総合利用開発調査事業報告書, 27(昭和63年度)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。