

米糖化液の製法および固定化酵母の活性化と発酵力

誌名	岩手県醸造食品試験場報告
ISSN	03874966
著者	中山, 繁喜 大森, 勝雄 桜井, 廣 斉藤, 博之 広田, 匡克 関口, 三郎 上野, 伸太郎 城戸, 良悦 本間, 謹二 大沢, 武仁 佐藤, 智博 小沼, 慎一郎 似内, 理惣治
巻/号	23号
掲載ページ	p. 67-71
発行年月	1989年9月

12 米糖化液の製法および固定化酵母の活性化と発酵力†

中山 繁喜・大森 勝雄・桜井 廣
齊藤 博之・広田 匡克*・関口 三郎*
上野伸太郎*・城戸 良悦*・本間 謹二*
大沢 武仁*・佐藤 智博*・大沼慎一郎*
似内理惣治*

清酒業界において現在重要と考えられている課題は数多くあるが、そのなかで特に消費者ニーズに対応した新製品の開発と製造工程の合理化およびコストの低減化があげられる。これら課題の推進を図るには、伝統的な製造技術を基盤とした高度な先端技術の積極的な導入が必要かつ最善の方法と考えられる。

これを踏まえ、岩手県酒造協同組合が地域中小企業高度化事業費補助（中小企業庁、昭63～平成元年度）を受け、清酒の新製品開発を目的にバイオリクター装置を試作導入した。この導入装置を用い、われわれは岩手県酒造協同組合バイオリクター技術開発特別研究委員会と共同して、生産プロセスの効率化と従来の清酒との差別化を図るうえからバイオリクターによる低アルコール生酒の製造に取り組むこととした。本年度は原料米の糖化方法、固定化酵母の製法と活性化法およびバイオリクターによる連続発酵を行うために基礎的条件を検討したので、その結果を報告する。

実 験 方 法

1. 糖化方法

糖化装置は容量300 lの糖化槽を備えた米粉糖化装置（藪田産業製㈱）の攪拌機部分を改変したものを使用し、糖化原料90 kgに汲水180 l加えて糖化した。糖化原料は精米歩合70%の岩手県産トヨニシキを用い 1) 白米のまま、2) 粉碎し米粉として、3) 常法により製麴した麴の状態ですべて糖化させた。

1) 白米の糖化：浸漬吸水後蒸きょうしてアミラーゼRB-II（天野製薬㈱）45 gとグルクザイムAF6（天野製薬㈱）63 gを加え58℃で24時間保持し糖化と液化を同時に行った。

2) 米粉の糖化：白米を微粉化し、クライスターゼ（大和化成㈱）50 gを加え70℃から95℃達温で液化した後、58℃に冷却しスピターゼM（長瀬産業㈱）200 gを加え15時間糖化した。

3) 麴の糖化：58℃で6時間糖化した。

† バイオリクターによる酒類の製造（第I報）

* 岩手県酒造組合バイオリクター技術開発特別研究委員会

2. 糖化液の調整

糖化もろみは藪田式ろ過圧搾機66 E-14 (藪田産業(株))で搾汁液とした後、旭化成製マイクロザpw-103 (孔径 0.2μ)で精密濾過した。その濾液は一旦凍結保存し、使用時に解凍し、白米または米粉糖化液に麴歩合で40%になるように麴糖化液を調合して再度同様に濾過して発酵用糖化液とした。

3. 固定化酵母の調整法

酵母は清酒用岩手2号酵母を用い、麴エキス(直糖12%)で3日間培養後、菌体を2%アルギン酸ナトリウムと1%セルロースパウダーからなるゲルに包括させ、2~10%塩化カルシウム水溶液中に滴下して固定化した。

4. 固定化酵母の活性化方法

凝固剤として用いた塩化カルシウムが固定化酵母の再増殖に与える影響を、固定化酵母の大きさや培養液を交換しながら増殖させる方法と関連づけて検討するために、図1の試験区で試験を行った。すなわち、300ml容三角フラスコに麴エキス(直糖4%)90mlと固定化酵母60ml加え、1日2回麴エキスを交換しながら 28°C で3日間培養し、発生する炭酸ガスの重量減を測定した。つづいて発酵用糖化液に入れ替え 18°C で発酵させて発生する炭酸ガスの重量減から固定化酵母の発酵力を測定した。

表1 試験区分

区分	固定化酵母の大きさ(mm)	塩化カルシウム濃度(%)	麴エキス交換
1	4.5	10	あり
2	4.5	4	あり
3	3.6	4	あり
4	3.6	2	あり
5	4.5	12	なし

5. 連続発酵試験

(1) 連続発酵装置

温水冷水循環用ジャケット付きの円筒型ガラス製容器(柴田科学器械(株))で実容量は5.5l、可変モータ付きスクリュウまたは底部ノズルから CO_2 や空気等を放出することにより発酵液を攪拌することや、付属のチューブポンプとレベルセンサーで発酵液面を一定の高さに保つ機能を備えている。同様の発酵槽が4個あり、シリコンチューブでつなぎ多段発酵させることが可能である。

(2) 単槽による発酵試験

再増殖させた固定化酵母2lと発酵用糖化液で上記発酵装置を満たし3日間静置で発酵させた後、1時間当たり200ml(希釈率 $D=0.036/\text{hr}$)、300ml($D=0.055$)、500ml($D=0.091$)、800ml($D=0.145$)発酵用糖液を通じて発酵させた。発酵温度は 18°C にした。

6. 成分分析

直接還元糖(直糖)はSomogyi変法で測定し、その他の項目は国税庁所定分析法¹⁾に準拠した。

実験結果および考察

1. 糖化方法の検討

白米の糖化は直糖が22%で香味ともすっきりした糖化液が生成された。一方米粉の糖化は、やや粉臭い糖化液であったが直糖が27~33%と高かった。また、米100 kg当りの製成量は白米で177 l、米粉では220 lとなり、米粉糖化の方が効率的であった。以降の試験では糖化効率が高い米粉の方法を用いることにした。

麴の糖化は直接還元糖濃度で23~24%となり、米100 kg当り210~240 lの糖化液が得られた。

この結果から、米粉糖化液と麴糖化液を3 : 2の割合で混合し発酵用糖化液とした。

2. 固定化酵母の活性化

固定化酵母を再増殖および活性化させる際の炭酸ガス放出量を図1に、その後の発酵力を図2に示した。図1では凝固剤の塩化カルシウム濃度が低いほど炭酸ガス放出量が多かったが、図2の糖化液の発酵力では、担体の大きさともほとんど影響がなかった。両者とも培養液を入れ替えるという操作は固定化酵母の活性化にとって効果が大きく有効な手段であることが解った。

この結果から、作業性等をも考慮し以降の試験では、塩化カルシウム濃度4%、担体の大きさ4.5 mmで固定化し1日2回培養液を交換しながら再増殖・活性化させることにした。

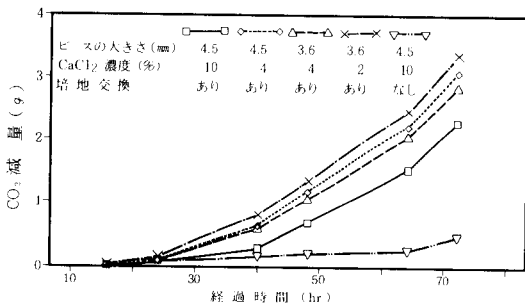


図1 前培養中のCO₂減量(積算)

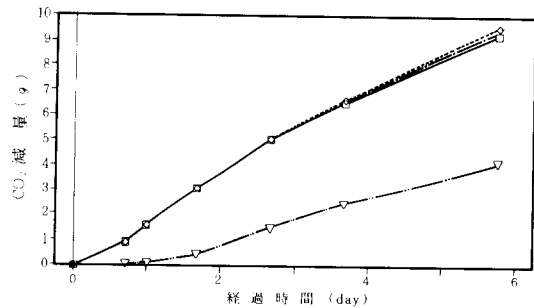


図2 本培養中のCO₂減量

3. 糖化液の発酵

単槽で連続発酵させた結果を図3に示した。ほとんどの分析項目とも2日後以降はほぼ一定した発酵状態を保っており、アルコール濃度、直糖、ブーメから、発酵用糖化液と発酵力は負の相関がみられた。また酸度、アミノ酸度の大きな上昇もみられず、pHも安定していることからほぼ順調に発酵が行われていたと思われる。

発酵槽を4個連結してアルコール濃度を12%以上の製成酒を得るには、アルコール濃度上昇にともなう発酵力低下を考慮して、発酵用糖化液が最初に流入する発酵槽のアルコール濃度を4~6%程度と予測すれば、発酵用糖化液の流量を300 ml/時程度に抑えなければならないと思われる。

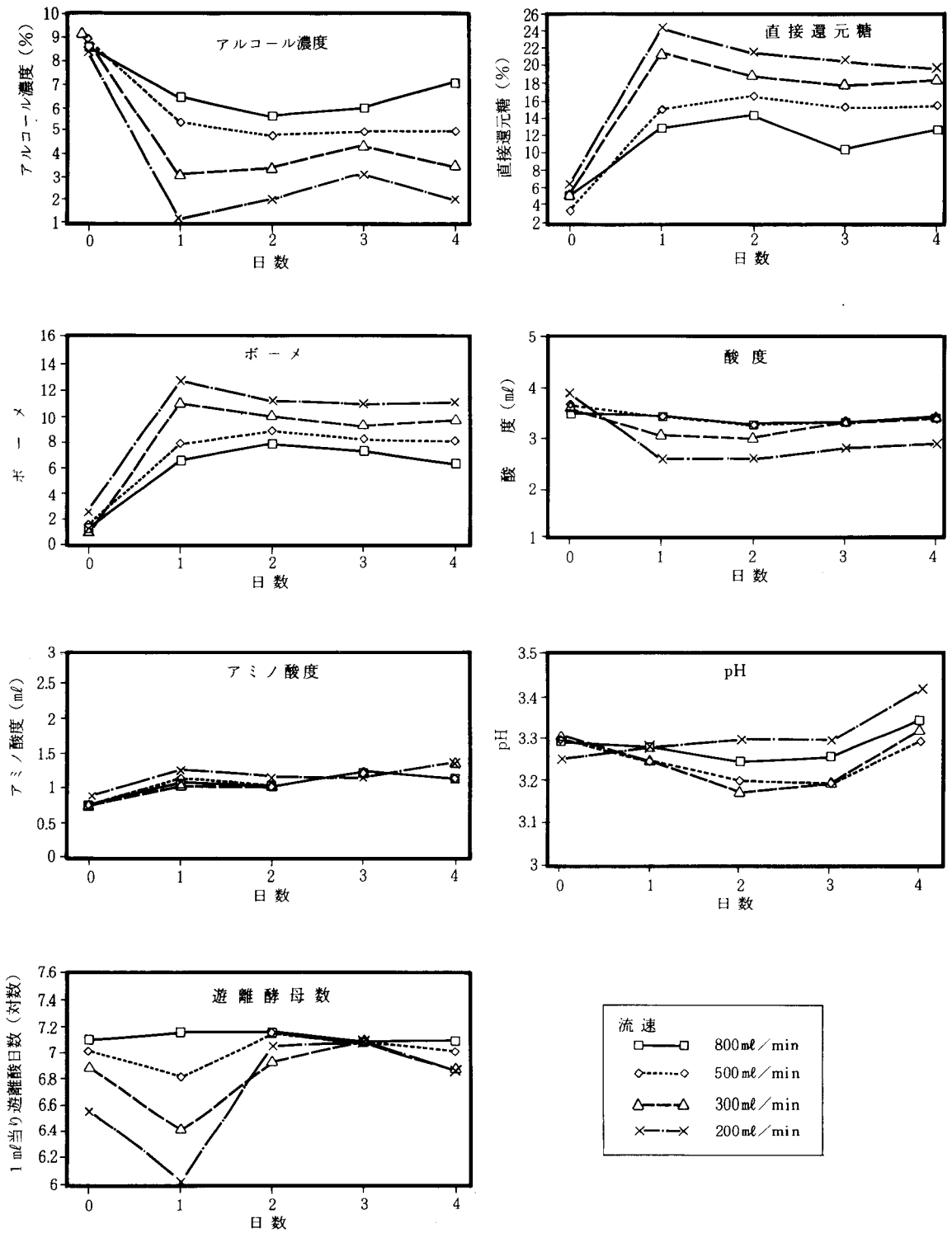


図3 連続発酵における流速と製成酒成分の経時変化

要 約

4段階バイオリアクターを用いて低アルコール生酒を連続醸造するため、米および麴の糖化法、固定化酵母の再増殖法、リアクター1段での通液速度と発酵力を検討した。その結果、米の糖化は白米を微粉化し、クライスターゼ（大和化成（株））を加え70℃から95℃まで上昇させて液化した後、58℃に冷却しスピターゼM（長瀬産業（株））で糖化する方法にした。固定化酵母の再増殖は培養液を1日2回交換しながら3日間培養させることにした。1段での発酵結果から、4段階型バイオリアクターでアルコール濃度12%の製成酒が得られる通液速度を毎時300ml程度と予想した。

本研究の遂行にあたり御指導を賜りました大関酒造株式会社総合研究室常務取締役所長布川彌太郎氏、同副所長本馬健光氏、同主任研究員広常正人氏に深謝いたします。

文 献

- 1) 注解編集委員会編：第3回改正国税庁所定分析法注解、日本醸造協会（1974）