

研究主論文抄録

論文題目 長期間の差しもとを伴う従来法および返し仕込み法による焼酎製造技術に関する研究  
(Development of *shochu* making technology with long-term repetition of *sashimoto* and reuse of stillage for fermentation)

熊本大学大学院自然科学研究科 産業創造工学専攻 物質生命化学講座  
(主任指導 木田 建次 教授)

論文提出者 宮川 博士  
(by Hiroshi Miyagawa)

主論文要旨

近年の焼酎ブームにより、焼酎業界では製造工程から排出される蒸留残液（以後、焼酎粕と呼ぶ）の処理が大きな問題となっている。我々は、従来の焼酎製造工程から排出される焼酎粕を半減する返し仕込み法を開発してきたが、この過程において従来法で排出される焼酎粕が雑菌汚染されていないことが重要であることを明らかにした。

本研究では焼酎粕の雑菌汚染の原因と考えられている“差しもと”を安定して行う従来法による焼酎製造技術の研究開発と、従来法による焼酎製造工程から排出される焼酎粕を用いた返し仕込み法による焼酎製造技術の研究開発を小仕込み試験で行った。その後、本技術の実用化を目的にパイロット試験装置を用いたスケールアップ試験、ミニプラントによる実証試験を行った。

長期間にわたり差しもとを繰り返して行う過程で、使用した酵母が変異する、あるいは製造場に棲みつく蔵付き酵母に置き換わることが懸念された。そこで、焼酎製造で使用する酵母を遺伝子レベルで識別する方法について検討した。焼酎酵母や清酒酵母のように近縁な株間でも、rRNA 遺伝子領域の中の ss rDNA と ls rDNA 領域間のスペーサー領域である internal transcribed spacer (ITS) と nontranscribed spacer (NTS) の塩基配列は、異なると報告されているので、九州各県で主に使用される焼酎酵母 10 株の ITS 領域と NTS 領域を比較した。10 株の ITS 領域に違いはほとんど見られなかったが、NTS 領域において違いのあるサイトが数多く存在し、結果として 11 箇所の塩基の違いにより、10 株の焼酎酵母や蔵付き酵母の株間の識別が可能となった。

小仕込み試験において差しもとを繰り返すことにより低下した一次醪中の酵母の活性化、および長期間の差しもとを可能とする米焼酎製造技術の研究開発と使用した酵母の安定性について検討した。差しもとを繰り返していくと菌体活性や菌体内トレハロース含量が低下したが、この低下した醪を 10 時間振盪することにより、醪中の酵母を活性化することができた。この方法により長期間にわたり差しもとを繰り返しても、菌体活性を高く維持でき、二次醪の最終エタノール濃度を 18% (v/v) 以上に高めることができた。本方法と差しもとをしない従来法で製造した焼酎の香気成分を比較した結果、低沸点および中高沸点香気成分に大差なく、米焼酎の重要な香気成分である酢酸イソアミル、酢酸β-フェネチルの生成量も安定していた。また、使用した酵母の NTS 領域の塩基配列は全て一致していたので、差しもとを繰り返しても酵母は変わることなく安定していることが分かった。

小仕込み試験で確立した長期間の差しもとを伴う従来法のスケールアップ試験を行った。ベンチプラントでは、差しもと後に通気・攪拌 (0.1 vvm、400 rpm) を行うことにより、長期間にわたり一次醪の菌体活性を高く維持でき、二次醪の最終エタノール濃度を 18% (v/v) 前後に高めることができた。さらに、焼酎粕を用いて返し仕込みを行った場合も最終エタノール濃度は 17.5% (v/v) 以上であった。従来法による焼酎と返し仕込み法による焼酎の香気成分を比較した結果、

返し仕込みで製造した焼酎には若干フルフラールが検出されたが、その他の低沸点および中高沸点香気成分に大差はなく、酢酸イソアミル、酢酸 $\beta$ -フェネチルの生成量も安定していた。また、NTS領域の塩基配列も全て一致していたので、差しもとを繰り返しても、返し仕込みを行っても酵母は変わることなく安定していることが分った。

さらにミニプラントを試作し、長期差しもとを伴う従来法および返し仕込み法による芋焼酎製造の実証試験を行った。差しもと後に一次醪を0.1 vvm、200 rpmの条件で通気・攪拌することにより菌体内トレハロース含量を高く維持でき、醪分析や焼酎分析結果から判断しても安定して芋焼酎を製造することができた。また、常圧蒸留した焼酎粕を用い麴を添加することなく返し仕込みを行った場合も、焼酎粕の水分量を考慮して仕込みを行うことで、生酸菌反応も示さず発酵は良好となり、最終エタノール濃度は約12.0% (v/v)であった。香気成分を分析した結果、長期差しもと法による芋焼酎は従来に比べて若干高級脂肪酸のエチルエステル濃度が高くなったが、その他の成分濃度は安定していた。一方、返し仕込み法により製造した芋焼酎の香気成分濃度は若干高い傾向にあったが、12名のパネラーによる官能試験の結果、返し仕込みの常圧蒸留酒が最も評価が高く、甘味があり従来法の焼酎と比較してコクがあり芋らしいという評価を得、品質的にも優れた製品であることがわかった。

以上、小仕込み試験やパイロット試験、ミニプラントによる実証試験により長期差しもとを伴う従来法および焼酎粕削減のための返し仕込み法による焼酎製造技術を確立することができた。