

主論文審査の要旨

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。本論文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、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として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。

本学位論文は6章から構成されている。第1章の序論に続き、第2章では長期間の差しもとを行う過程で、使用した酵母が変異したり、製造場所に棲みつく蔵付き酵母に置き換わる恐れがあるので、酵母の識別法を遺伝子レベルで検討した。九州各県で主に使用されている焼酎酵母10株のITS (internal transcribed spacer) 領域とNTS (nontranscribed spacer) 領域を比較したところ、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。第3章では、小仕込み試験において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、この低下した一次醪を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%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、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った。第4章では、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。パイロットプラントでは、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中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%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%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、低沸点および中高沸点香気成分に大差はなかった。また使用酵母は、NTS 領域の塩基配列が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変わることなく安定していた。第5章では、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。パイロット試験同様、差しもと後の醪を通気・攪拌することにより酵母の活性を高く維持でき、安定して芋焼酎を製造できた。また、常圧蒸留した焼酎粕を用いて返し仕込みを行っても、発酵は良好であった。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が高かったが、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く、味にコクがあり芋らしいという評価を得た。

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間にわたり差しもとを繰り返しても、一次醪を通気・攪拌することにより酵母の活性を高く維持でき、使用した酵母も変異したり、蔵付き酵母と置き換わることもなく、安定した焼酎製造が可能となった。また、本工程から排出される焼酎粕は雑菌により汚染されることなく、その結果、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できた。また、開発した技術で製造された芋焼酎は、官能試験において甘みがある、綺麗、あるいはコクがあると高い評価を得た。このように、実用化の面および基礎研究による裏づけといった学術面の両方から高く評価できる。したがって、本論文は博士論文として学位授与に値するものと判定した。

審査委員	産業創造工学専攻物質生命化学講座担当教授	栗原 清二
審査委員	複合新領域科学専攻生命環境科学講座担当准教授	森村 茂
審査委員	産業創造工学専攻物質生命化学講座担当教授	木田 建次