

論文の要旨

氏名 中村 諒

論文題目

Fundamental studies for development of high-quality Japanese alcohol beverage sake

(高品質清酒の開発に資する基盤的研究)

緒言

製品開発には、シーズ開拓に関する研究と開発した製品の評価に関する研究が重要である。日本の伝統的なアルコール飲料である清酒は、米と水を主原料として、麴菌 (*Aspergillus oryzae*) と清酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) の2つの微生物を利用して醸造される。これまで、多様化する消費者の嗜好に対応するため、原料、麴菌、清酒酵母、及び醸造技術などについて研究・改良が進み、特徴的な味わいの清酒が開発されてきた。近年、酒質の特徴づけにおいて、清酒酵母は大きな要因となっている。それゆえ、新製品の開発において、清酒酵母の育種は重要なシーズ研究の一つである。一方、開発された製品を適切に評価することも重要であり、清酒の新製品開発において、その品質や美味しさの評価は必須である。清酒の品質の官能評価において、化学的成分と関連付けた評価法は確立している。しかし、消費者は通常、ラベルを認識し、また、時には食事をしながら清酒を飲むため、清酒の美味しさは単純に品質だけに依存するわけではない。清酒の美味しさは、その清酒の物性因子や非物性因子、さらには消費者自身に関連する様々な因子によって影響を受ける。

そこで、本研究では、高品質清酒の開発に資する基盤的研究として、以下の2つの研究を実施した。第1章では、シーズ開拓のための酵母育種に関する研究に取り組んだ。具体的には、遺伝的不安定性が指摘されている高香気生産性の清酒酵母・協会 1801号 (K1801) について、遺伝的に安定な酵母菌株の育種を念頭に、遺伝的不安定性の原因変異の同定を試みた。第2章では、製品の評価に関する研究を展開した。具体的には、清酒の美味しさ評価法として、チーズで提案された評価法を適用し、さらに、本法を和食の料理とともに味わった際の清酒の美味しさの評価法にも展開した。

第1章：カプロン酸エチル高生産性清酒酵母 K1801 のチェックポイント機能の不完全性を引き起こす変異の同定

近年、大吟醸酒などの高品質清酒醸造においては、吟醸香の主要成分であるカプロン酸エチルを高生産する酵母が広く使用されている。この性質を有する K1801 株は Spindle-Assembly Checkpoint (SAC) に異常があり遺伝的に不安定であることが指摘されているが、その原因変異は未同定であった。遺伝的安定性は、

清酒酵母の発酵特性及び最終産物（清酒）の品質維持に重要であることから、遺伝的に安定な新規 K1801 株の育種開発が望まれるが、それには、K1801 の SAC 欠損の原因変異の同定が必須である。

そこで、K1801 の SAC 欠損の原因変異を同定するため、まず、ゲノムが解読されている清酒酵母 2 3 株について、K1801 と同様に SAC に異常を示す株を探索し、協会 13 号 (K13) を見いだした。次に、清酒酵母 2 3 株の 1 5 個のチェックポイント関連遺伝子について、K1801 と K13 の 2 株だけに共通に存在する SNP を探索し、SAC に重要な役割を担う PP2A の制御因子 (B サブユニット) Cdc55 内の R48P 変異を見いだした。さらに、CDC55 を欠損させた実験室酵母を用い、本変異の機能を調べ、本変異が K1801 の SAC 異常の原因であることを確認した。また、小規模醸造試験の結果、本変異は K1801 の優れた醸造特性には影響しないことを確認した。以上より、遺伝的に安定な新 K1801 株の育種のための標的遺伝子の同定に至った。

第 2 章：美味しさの構成要素による重回帰分析を用いた清酒の総合的な美味しさの評価

これまでの研究から、食べ物の美味しさは、生理、報酬、文化、情報の 4 つの要素によって影響を受けることが示唆されている。近年、最も影響が大きいと考えられる生理を除いた、3 つの要素による総合的な美味しさの評価法が、チーズにおいて提案された。しかしながら、本評価法が他の食品や飲料の美味しさの評価法として、適用可能かどうかは検証されていない。

そこで、私は、チーズで提案された本評価法を清酒の総合的な美味しさの評価に展開した。1 杯目の清酒の美味しさ評価について、3 つのサブドメイン (報酬、文化、情報) に基づいた質問への全参加者の回答を因子分析した結果、3 つの因子が抽出され、その後の重回帰分析の結果、清酒の美味しさは、主に報酬因子に依存することが示唆された。また、1 杯目の評価について、参加者の属性分解の結果から、いくつかの属性 (集団) においては、2 つの因子 (報酬と情報) が美味しさに寄与することを見いだした。さらに、料理とともに飲んだ清酒の美味しさについて調べた結果、清酒の美味しさは、清酒を飲む直前に食べた料理によって影響を受けることが示唆された。以上より、私は、チーズにおいて提案された美味しさの評価法が、清酒の総合的な美味しさのみならず、食事とともに味わう清酒の美味しさの評価法にも適用可能であることを示した。

総括

本研究では、高品質清酒の開発に資する基盤的研究に取り組んだ。第 1 章では、シーズ開拓のための酵母育種に関する研究を展開し、遺伝的に安定な新 K1801 株の育種のための標的遺伝子の同定に至った。第 2 章では、清酒の美味しさの評価に関する研究を展開し、美味しさを 3 つの要素に分解して捉える評価法を、清酒および料理と合わせた時の清酒の評価に適用した。