

## 学位論文審査の結果の要旨

氏名	丸山 裕慎
審査委員	主査 教授 荻田 修一 副査 教授 木村 哲哉 副査 教授 田丸 浩
論文題目 (題目変更の有無) 有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無	地域資源を活用した清酒およびクラフトビールの開発研究 (Development of sake and craft beer using regional resources)
(論文審査の結果の要旨) 本論文は、地域活性化の一つの方法として、清酒製造とクラフトビール製造に着目し、製造過程で使用される酵母または副原料を、地域で取れたものを使うことにより、地域特性をもった清酒並びにクラフトビールの製品の開発を行なったものである。 日本において少子高齢化と、東京を中心とした一極集中により、地方経済が衰退している現状がある。一方で、古くから清酒製造は地域ごとにメーカーが存在し、地域経済を支えてきた。近年、清酒の輸出量の増加は加速しており、日本政府も積極的に推進している。国税庁においても三重県産の清酒に地理的表示としてのGeographical Indication (GI) MIEを指定しており、地域ブランドとして輸出が期待できる。地域活性化のひとつとして、こうしたメーカーの安定した収益が期待される。一方、ビール業界では、クラフトビールの需要が高まっており、酒税法の改定により、ビールに使用できる副原料の範囲の拡大が行われた。そのような中、申請者が所属する三重県工業研究所では、県内の産業の活性化を目的に様々な研究が行われおり、酒造酵母の配布事業や新規酒類の開発などが日常的に行われている。また、より地域にこだわった特徴ある三重県産の製品づくりに取り組んでおり、その一部を論文にまとめたものである。 第一章では、清酒製造業やクラフトビール製造業の現状を述べるとともに、輸出やインバウンド需要を意識したグローバル化戦略の重要性を指摘し、その中での地域資源の活用と、地域性を付加価値とすることを一つの解決策として提案している。 第二章では、三重県工業研究所で配布している三重県酵母5株 (MK1、MK3、MK5、MK7、MLA12) について、遺伝的な特性と醸造特性について包括的な解析を行っている。清酒製造において、特にその香りや味について酵母が果たす役割が特に大きいので、どのような酵母を使用するかは、酒質に大きく影響する。そこで、三重県酵母5株の遺伝的な背景と醸造特性を明らかにすることにより、日本醸造協会で全国に配布されている「きょうかい酵母」との比較を行った。三重県酵母5株の染色体解析、ゲノム解析、SNP解析により、これらの酵母の由来や醸造特性を明らかにした。フローサイトメトリーによる倍数	

性の推定から、MK7株は四倍体であること、染色体解析とSNP解析から、MK1は、きょうかい酵母10号、MK5株とMK7株は、きょうかい酵母9号と近縁であることがわかった。MK3においては、第3染色体と第10染色体がトリソミーになっていた。また香気成分高生成変異である*FAS2*及び*LEU4*遺伝子のタイピングから、MK3株がこれらの遺伝子のホモ接合型の変異を持つことを明らかにした。また醸造試験における主成分分析の結果、三重県酵母は、「きょうかい酵母」とは異なる独特な酒質を形成することを示した。このことは、三重県酵母を使用した清酒は、他県の清酒とは異なる独自の特徴を持つことができ、差別化するとともに、三重県産の清酒という価値を付与することができることを示した。

第三章では、クラフトビールの輸出に向けて、清酒の吟醸酒の香りを特徴とするビールの開発を行っている。清酒酵母は、ビール原料である麦汁の主要な糖類であるマルトースを発酵する能力が低いことから、清酒酵母をビール醸造に直接利用することができない。そこで、三重県酵母のうち、吟醸香の強いMK3株に変異導入する育種をすることで、マルトース発酵性の改善した育種株を創出した。この育種された酵母を使って麦汁を発酵させたところ、ビールとして十分なアルコールを生産するとともに、清酒特有の吟醸香成分である酢酸イソアミル、カブロン酸エチルを高生産し、特色あるビールを醸造できることを示した。

2018年の酒税法改正によりビールに使用できる副原料が追加されたことにより、地域資源を活用したビール醸造が可能になったことから、第四章では、三重県特産の果実を副原料としたビール製造について検討を行っている。三重県産柑橘類3品種（カラ、みえ紀南4号、サマーフレッシュ）、パッションフルーツ、アテモヤを副原料として使用したビールを試験醸造した。できたビールでは、果実由来のクエン酸、リンゴ酸などの有機酸が残存し、特徴的な酸味を与えるとともに、柑橘系のテルペン類の香気を付与できることを明らかにした。このことから、地域資源を活かした新しいタイプのクラフトビールが醸造できることを示した。

以上のように、本論文では、三重県で単離され活用された清酒酵母（地域由来）の遺伝的な背景と醸造特性を明確にすることにより、三重県として特徴のある清酒製造が可能になることを示した。実際に、三重県酵母を使った清酒の出荷量は増加しており、県産の清酒の特色化につながっていると同時に県内清酒の輸出の拡大にも役立っている。この研究成果は、第14回日本醸造学会若手シンポジウム醸造イノベーション賞を受賞しており、外部の評価も高い。また、育種した清酒酵母によるビール醸造は、実際に、県内のビール会社によって商品化につながっており、地域資源を活用した好事例となっている。また、柑橘を使った新しいタイプのクラフトビールについても、今後の地域特産品（特に柑橘類）を使ったクラフトビール醸造の可能性を示している。これらの成果の主な内容は、査読システムのある国内誌2報と、海外の雑誌に1報に掲載されており、第四章を構成する掲載論文は、令和4年日本食品科学工学会誌の論文賞を受賞している。これらの内容から、審査委員会は、本論文が十分に学位論文に値するものと全員一致で認めた。