



微生物の機能を活用した醸造・発酵生産研究センター

〔プロジェクト研究センター設置期間：令和4年4月～令和9年3月(予定)〕

センター長 | **杉山 峰崇** (すぎやま みねたか) / 生命学部 食品生命科学科・教授

共同研究者 (学内) | 角川 幸治 (かくがわ こうじ) / 生命学部 食品生命科学科・教授 | 長崎 浩爾 (ながさき こうじ) / 生命学部 食品生命科学科・教授
 畠中 和久 (はたけなか かずひさ) / 生命学部 食品生命科学科・教授 | 松井 雅義 (まつい まさよし) / 生命学部 食品生命科学科・准教授

センターの概要

(1) 主たる研究分野

【分野】
 農学(農芸化学)
 【キーワード】
 醸造、発酵食品、応用微生物、酵母、発酵生産

(2) 研究概要

食品生命科学科では、発酵食品だけでなく多くの産業領域で役立つ有用微生物を自然界から分離し、本学独自の微生物コレクション構築と取得した微生物の産業活用を進めております。これまでに、醸造利用を目指した優良酵母や葉酸高生産乳酸菌、抗生物質を生産する植物由来の放線菌、パイオサーファクタント生産酵母の単離などを進めてきました。そして、キャンパス内に咲く花から分離した酵母を使用した純米酒「華の凜酒」(2016年)や本学学生が育種した清酒酵母を使用した純米吟醸酒「関の鶴」(2018年)、本学学生が育種したオフフレーバーの少ない清酒酵母HIT3株を使用した「瑞冠こわっばの雪あそび」(2021年)などの開発や製造に貢献してきました。

当センターでは、これらの経緯を通じてこれまでに培った独自の微生物研究開発技術を活かして、微生物の機能を活用した醸造や発酵生産に役立つ基礎・応用研究を企業と共同で進め、地域産業に貢献し、SDGsの達成にも貢献する研究・開発活動を行なっています。

具体的には、以下の項目を実施予定です。

(1) 醸造・発酵生産に資する特徴ある微生物の自然界からの単離および分子育種

有用で特徴ある機能を有する微生物は、醸造・発酵食品や発酵生産関連産業において常に必要とされています。そこで、まず醸造・発酵食品の製造や石油代替燃料や付加価値の高い化合物の発酵生産等、産業利用可能な特徴ある機能を有する酵母等の微生物を自然

界から単離および遺伝的改変により育種します。その際、これまでに独自に開発してきたゲノム工学技術や非遺伝子組換え技術を利用して改良・育種を加速させます。

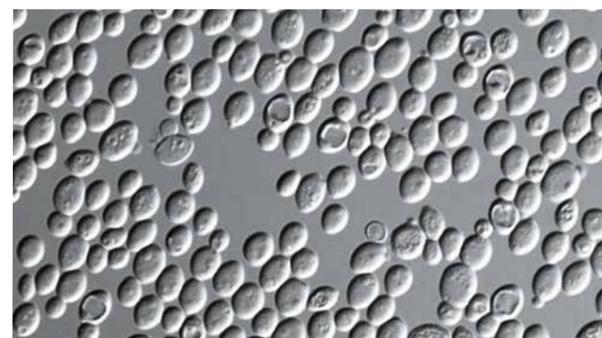


図1 醸造や発酵生産に利用される代表的な酵母 *Saccharomyces cerevisiae*

(2) 生産能力や生産物の機能性の評価

エタノール生産能力や芳香性化合物生産能力、有機酸生産能力、酵母エキス生産能力、抗生物質生産能力等の評価を行います。石油代替燃料や付加価値の高い植物由来の化合物生産能力等の評価についても検討します。加えて、醸造・発酵生産物の健康機能性等の評価についても検討します。

(3) 醸造・発酵食品や化合物の生産試験

単離や育種した酵母等の微生物を用いて醸造・発酵食品や化合物の生産試験を行います。

当センターでは、上記した独自技術や得られた研究・開発成果を基盤として、企業との共同研究・開発を進め、地域産業に貢献し、国際社会やSDGsの達成にも貢献する新しい商品の開発や広工大ブランドの商品開発を目指します。

研究成果等

(1) 研究成果

1. 清酒酵母の育種

清酒醸造において、優良清酒酵母の育種は大変重要な課題です。一般的な日本酒醸造用の酵母は、ヒトと同じように2倍体であり同じ染色体を2本ずつ持つことが知られています。近年、酵母において染色体の増加・重複は誘導可能な突然変異の1つであり、ストレス耐性や発酵能力に大きな変化をもたらすことが報告されていることから、本センターでは、酵母の染色体の本数を自在にコントロールすることで、好ましい味や香りを呈する日本酒を醸造することを目的として研究を進めました。

清酒酵母の第1番染色体から第16番染色体をそれぞれ増加・重複させるため、染色体の不分離を誘導して、リアルタイムPCRにより染色体コピー数を測定したところ、第6番染色体以外の15本の染色体の増加・重複に成功しました。これらの株を用いて発酵特性を調べたところ、親株よりもエタノール生産性が増加している株や低下している株などさまざまな特性が見出され、特徴的な香りを示す株も見られたことから、実用化に大きな期待が寄せられました。今後は、染色体重複株を用いて、清酒の小仕込み醸造試験と成分分析を進める予定です。そして、清酒醸造に新展開をもたらすことを目指しています。

2. 超高温耐性酵母 *O. polymorpha* による乳酸の発酵生産

持続可能な社会の構築のため、植物由来のカーボンニュートラルなプラスチックの生産が求められています。そこで、バイオマスが豊富な熱帯地域でも効率よく増殖可能な超高温耐性酵母 *Ogataea polymorpha* による、環境にやさしいカーボンニュートラルプラスチックの原料

である乳酸の発酵生産について検討を進めました。エタノール生産経路を破壊し、乳酸発酵に必要なLDH 遺伝子を保持する株を構築して、乳酸発酵生産能力を解析しました。その結果、高温・中和条件下で培養開始から33時間でグルコースを全て消費し、**ほぼ100%の対糖収率で乳酸を生産するという非常に優れた乳酸発酵能力を示すことが明らかとなりました(図2)。**

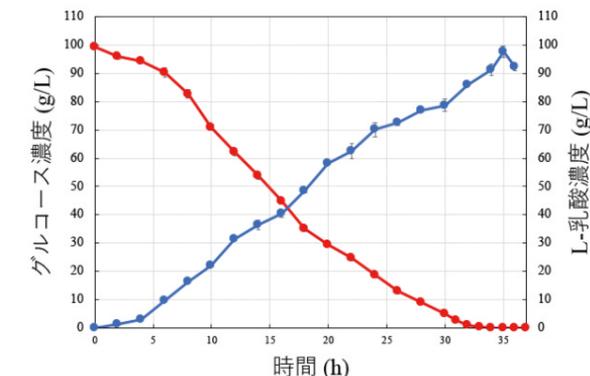


図2 *O. polymorpha* による乳酸発酵

(2) 今後の展開・応用分野等

今後、本センターでは、引き続き、酵母の染色体の数の増減を制御する新規の技術を用いて清酒酵母の育種を続け、よりおいしく香り高い清酒の醸造・開発に繋がっていく予定です。また、持続可能な社会の構築に貢献するため、植物由来のカーボンニュートラルなプラスチックの原料の効率的な発酵生産も進めていく予定です。地域貢献・活性化のため、地域から排出される廃棄物等を利用したバイオ燃料やプラスチック原料の発酵生産についても検討を進めていく予定です。

(3) 実績(論文・特許・共同研究・産学連携・補助金)等

受託研究:1件 / (2023年度、国内食品メーカー、詳細は省略)
 学会発表:1件 / 第40回イーストワークショップ「清酒酵母異数体シリーズの構築と醸造特性」杉山峰崇、堀田夏紀、小高敦史、松村憲吾、秦 洋二、石田博樹(広工大・生命学部、月桂冠・総合研)
 論文発表:1件 / Hotta, N., Kotaka, A., Matsumura, K., Sasano, Y., Hata, Y., Harada, T., Sugiyama, M., Harashima, S. and Ishida, H.: Effect of yeast chromosome II aneuploidy on malate production in sake brewing. *J. Biosci. Bioeng.* 137(1): 24-30 (2024).