

研究事業評価調書(平成20年度)

作成年月日	平成20年12月17日
主管の機関・科名	工業技術センター 応用技術部 食品・環境科

研究区分	経常研究
研究テーマ名	バイオインフォマティクス技術による機能性成分含有清酒の開発

研究の県長期構想等研究との位置づけ

ながさき夢・元気づくりプラン (長崎県長期総合計画 後期5カ 年計画)	Ⅱ 競争力のあるたくましい産業の育成 4 ながさきブランド発信プロジェクト ③ 産地ブランド化の推進 5 明日を拓く産業育成プロジェクト ③産学官連携による共同研究と事業化の推進
長崎県科学技術振興ビジョン	(2) 活力ある産業社会の実現のための科学技術振興
長崎県新産業創造構想	Ⅳ 4. 地域特性を活かし世界をめざす『ナガサキ型新産業』の創 造と集積 (5) 地域資源活用型産業(水工・農工連携の推進による農林水産 業・食品産業の高度化)

研究の概要

1. 研究開発の概要

現在のバイオサイエンス分野の研究の流れは、DNA を中心としたゲノム解析から、遺伝子がどのような産物(例えばタンパク質、酵素、生体調節因子等)を創り、そしてその産物がどのような機能を有するのかを研究するポストゲノム解析へとシフトされている。その中核を担うバイオインフォマティクス技術※¹⁾を医療、食糧、環境分野の諸問題に対し活用することが、これからのバイオサイエンス分野の重要課題とされている。そこで本研究では、県の重点分野の一つであるバイオサイエンスを産業界に醸成させるためにも、まず酵母のDNAチップや遺伝情報ネットワークの周辺技術が整っている酒類製造に本技術を活用させることで、既存産業の技術の高度化を行う。

一方、業界動向としては、本県の酒類製造業出荷額が、H5年度の114億円からH14年度の96億円と16%減少しており、特に清酒製造においては、焼酎ブーム等の飲酒スタイルの変化もあり減少傾向が大きいことから、県内の酒類製造業界では、酒類特に清酒市場を拡大するために新商品の開発が強く求められている。また、現在の食文化が健康志向の消費者傾向にあることから、本研究では、健康を訴求した機能性清酒、例えば肝機能改善作用、免疫力増強作用のある機能性成分(アラニン等)を、酵母自身に発酵過程で高生産させ、かつ、清酒開発で重視される味・香気成分のバランスを調製した新しいタイプの清酒開発を行うことで、他酒類と差別化し、酒類の市場拡大を図っていく。しかしながら従来の手法では熟練者の勘と経験に頼るところが大きく、微生物の育種や発酵試験等に多大な時間を要したが、本研究では、DNAチップ等を用いたバイオインフォマティクス技術により、効率的な酵母の育種や発酵試験、さらには機能的に代謝経路を調節することで、機能性成分を含み、味・香気成分も改良した新しいタイプの清酒を開発することで酒類業界の支援を行う。将来的には、この研究で得られた成果や技術を、他の発酵産業(醤油、味噌、調味料等)や食品産業の技術支援に繋げ、本県のバイオサイエンス分野の拡充を図る。

※¹⁾ 目的物質の生産に関わる遺伝子の発現量をDNAチップを用いて解析し、さらに目的物質の生産量を増大させるために生物の代謝経路を調節する一連のポストゲノム解析の中核を担っている技術。

本研究は応用研究である。

①. 研究の必要性

1. 背景・目的

【社会的、経済的情勢から見た必要度】

現在のバイオサイエンス分野の研究の流れは、ゲノム解析からポストゲノム解析へとシフトされている。その中核を担うバイオインフォマティクス技術を医療、食糧、環境分野の諸問題に対し活用することが、これからのバイオサイエンス分野の重要課題とされている。そこで本研究では、県の重点分野の一つであるバイオサイエンスを産業界に醸成させるためにも、まず酵母のDNAチップや遺伝情報ネットワークの周辺技術が整っている酒類製造に本技術を活用させることで、既存産業の技術の高度化を行う。一方、業界動向としては、本県の酒類製造業出荷額が、H5年度の114億円からH14年度の96億円と16%減少しており、特に清酒製造においては、焼酎ブーム等の飲酒スタイルの変化もあり減少傾向が大きいことから、県内の酒類製造業界では、酒類特に清酒市場を拡大するために新商品の開発が強く求められている。また、現在の食文化が健康志向の消費者傾向にあることから、本研究では、機能性成分を含み、味・香気成分のバランスを調製した新しいタイプの清酒開発を行うことで、酒類の市場拡大を図っていく。

【研究開発成果の想定利用者】

本研究は、当センター、九州大学、福田酒造(株)との産学官連携共同研究であるので、本研究の成果は、福田酒造が利用することになるが、将来的には、本技術の移転普及により、県内の酒類製造業者20社が利用できるようにしていく。

【どのような場所で使われることを想定しているか】

県内の酒類製造業界、さらには他の発酵食品業界で利用可能。

【どのような目的で使われることを想定しているか】

今回は、バイオインフォマティクス技術を用いて、機能性成分を含み、味・香気成分のバランスを調製した新しいタイプの清酒を開発することを目的としている。本技術を用いると、発酵工程も効率的に改善できる。

【緊急性・独自性】

(緊急性) 本県の酒類製造業出荷額が減少傾向にあり、特に清酒製造においては、飲酒スタイルの変化もあり減少傾向が大きいことから、県内の酒類製造業界では、酒類特に清酒市場を拡大するために新商品の開発が強く求められている。

(独自性) これまで機能性成分を強化した清酒の開発は、酒税法により指定外物質の添加が認められていないこともあり、ほとんど無いのが現状であるが、本研究は、発酵過程において酵母自身により機能性成分を生産させる新しい概念であることから、商品化及び市場の確立は可能と考えられる。また、これまでの微生物育種や発酵試験等は、熟練者の勘と経験により多くの時間を要したが、本研究ではバイオインフォマティクス技術により、機能性成分や味・香気成分を含有する清酒を効率的に開発することが可能となる。

2. ニーズについて

【今利用されている技術・商品には、何が足りないのか】

技術的には、これまでの酒類製造が熟練者の勘と経験に頼るところが大きく商品開発に時間が掛かっていた。また商品としては、これまでの商品が味や香りの改良を中心に進められていたので、機能性成分を含有する酒類の開発はほとんど無いのが現状である。現在の食文化が健康志向の消費者傾向にあることから、機能性成分を含有する酒類の開発が求められている。

【想定利用者は、現在どのようなニーズを抱えているか】

県内にある酒類製造業全20社を企業訪問し、今後の事業展開や要望等の聞き取り調査を実施した結果、酒類、特に清酒市場拡大のための新商品開発が強く要望されている。なかでも消費者の食品に

対する健康志向が強いことから、健康を訴求した機能性酒類（清酒）の開発要望が多くあった。またこの傾向は、発酵食品業界においても同じ傾向にある。

3. 県の研究機関で実施する理由

九州大学が持つバイオフィーマティクス関連技術の先端技術を、県内の中小企業、特に酒類製造業者にブレークスルーするために、目的物質を生産する酵母の探索、遺伝子抽出、酵母の育種、発酵試験、成分分析は、当センターでしか実施することが出来ない。このような研究が産学官連携共同研究といえる。

②効率性

1. 研究手法の合理性・妥当性について

主要な研究段階と期間、各段階での目標値（定性的、定量的目標値）とその意義

研究項目	活動指標名	期間(年度 ～年度)	目標 値	実績 値	目標値の意義
呈味成分生産酵母のスクリーニング（探索）	菌株の種類	H17	10	14	うま酒の味に重要な影響を及ぼす、クエン酸、乳酸を高生産する酵母を取得する。
機能性成分生産酵母のスクリーニング	菌株の種類	H17	2	2	機能性成分であり、旨味・甘味に重要な影響を及ぼす、アラニンを高生産する酵母を取得する。
酵母からの遺伝子の抽出	抽出RNAの数	H18～19 (18) (19)	50 (30) (20)	30 20	目的物質の生産に関与する遺伝子の発現量を知るために、DNAチップによるマイクロアレイ解析時に必要である。
酵母の変異処理	菌株の種類	H18	30	40	目的物質をより高生産させるために物理・化学的に変異処理する。
DNAチップによるマイクロアレイ解析	供試菌株の数	H18～19 (18) (19)	50 (30) (20)	30 20	目的物質の生産に関与する遺伝子の発現量を知るために必要である。
プロテオーム解析、メタボローム解析	供試菌株の数	H18～19 (18) (19)	2 (1) (1)	0 0	酵母の代謝経路を調節し、効率的に機能性成分を高生産させるために必要である。
各種成分分析	アミノ酸、有機酸類	H17～19 (17) (18) (19)	300 (200) (60) (40)	200 60 100	発酵過程で酵母が生産する各種成分を分析する。
小仕込み試験	実証試験回数	H18～19 (18) (19)	2 (1) (1)	2 1	得られた菌株を用いて、研究室レベルでの酒類を生産する。

2. 従来技術・競合技術との比較について

これまでの微生物育種や発酵試験等は、熟練者の勤と経験により多くの時間を要したが、本研究では、DNAチップ等を用いたバイオインフォマティクス技術により、効率的な酵母の育種や発酵試験、さらには機能的に代謝経路を調節することで、機能性成分を含み、味・香気成分も改良した新しいタイプの清酒を開発することが可能となる。

※研究の実施上、想定される主要なリスクとその対策

- ・バイオインフォマティクス技術による解析上の問題点（九大と協議しながら進める）
- ・製品化時において、機能性成分や呈味成分が酒類に含有されるか等（福田酒造と協議しながら進める）

2. 研究実施体制について

本研究は、当センター、九州大学、福田酒造による産学官連携の共同研究である。これまでの酒類製造は、熟練者の勤と経験により多くの時間を要したが、バイオインフォマティクス技術等の先端技術を持つ九州大学の技術を、当センターが酒類製造業者にブレイクスルーすることで、効率的な酵母の育種や発酵試験、さらには機能的に代謝経路を調節することで、目的とする新しいタイプの清酒開発が可能となる。

構成機関と主たる役割

1. 工技センター；機能性成分生産酵母及び呈味成分生産酵母のスクリーニング、遺伝子（RNA）の抽出、酵母の育種、発酵試験、成分分析
2. 九州大学；DNA チップを用いたマイクロアレイ解析、プロテオーム解析、メタボローム解析
3. 福田酒造；機能性成分含有清酒の小仕込み試験、製品化に向けた清酒製造、商品化

4. 予算

研究予算 (千円)	計	研究費					
		人件費	研究費	財源			
				国庫	県債権	その他	一財
全体予算	23,642	16,651	6,991				
17年度	8,808	7,327	1,481				
18年度	6,644	4,644	2,000				
19年度	8,190	4,680	3,510				

③有効性

1. 期待される成果の得られる見通しについて

今回の研究では、機能性成分を始め味・香気成分も改良した新しいタイプの清酒を開発し、酒類市場の拡大をめざす。また、得られた機能性成分（アラニン等）は、機能性食品素材として市場への展開を図る。

小仕込み試験：スクリーニングで得られた有用菌株を用いて、研究室レベルでの酒類が生産できる事を計画の見直しや中止の判断基準とする。

2. 成果の概要

福田酒造(株)の清酒製造もろみから分離した有用酵母2株を用いて、DNAチップを用いたマイクロアレイ解析を行い、最終的に、純米吟醸酒「福鶴」と低アルコール酒「初恋音」の2種類の清酒を製品化した。

純米吟醸酒「福鶴」（720ml入り 1,995円税込み、2,100本）は、アミノ酸の一種であるアラニンを多く生産する酵母を用いて製造した。この清酒は、自社製造の他の清酒と比べ、アラニンが約2倍量（151 μ g/ml）となり、同時に味においても、さっぱり感や芳醇さを増すリンゴ酸やコハク酸の量が多く、良好な吟醸香のある特徴を持っている。アラニンは甘味成分であると同時に、機能性成分でもあり肝機能改善や免疫力増強作用があると言われている。

また、低アルコール酒「初恋音」（300ml入り 645円税込み、1,800本）は、アラニンや有機酸を多く生産する酵母を用いて製造した。この清酒は、飲みやすさを考えアルコール度数が4度と低く、甘味と酸味の調和が取れた、微炭酸系の味わいのある特徴を持っている。

これら2つの製品が、福田酒造(株)にて製造され4月15日より販売された。

3. 成果の普及、又は実用化の見通しについて

※【研究開発後の市場導入のステップ段階的に】

研究開発の最終年度以降に、機能性成分を含有する清酒の商品化を実施。

さらに、本技術の移転普及により、酒類製造を含む他の発酵産業界の技術の高度化を図る。

※将来の経済的・社会的効果についても書く

次のステップとして、この10年間出荷額の推移がほぼ横ばいである発酵産業界（酒類、味噌、醤油、調味料等）に、本技術を移転普及することにより、機能性成分の生産、味・香気成分の改善、発酵促進等の効率的改善を図ることで発酵産業界、ひいては食品業界全体の支援に繋げて行く。

成果項目	成果指標名	期間(年度～年度)	目標数値	実績値	目標値の意義
小仕込み試験による実証	実証試験回数	H18	1	2	得られた菌株を用いて、研究室レベルでの酒類を生産する。
機能性成分含有清酒の商品化	商品数	H19	1	2	当該研究で得られた機能性成分生産酵母を用いて酒類を製造し商品化する。

【研究開発の途中で見直した内容】

※年度と研究環境上の変化、途中評価等々からの計画の見直し等の内容

研究評価の概要		
種類	自己評価	研究評価委員会
事前	(16年度) 評価結果 (評価段階：※数値で) ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価	(16年度) 評価結果 (評価段階：※数値で) ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価
	対応	対応
途中	(17年度) 評価結果 (評価段階：※数値で) ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価	(17年度) 評価結果 (評価段階：※数値で) ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価
	対応	対応
事後	(20年度) 評価結果 (評価段階：A) ・必要性 バイオサイエンス分野の本県産業界への利活用と、酒類製造業の技術支援、市場拡大を目指し、バイオインフォマティクス技術を用いて、機能性成分を含み、味・香気成分も改良した新しいタイプの清酒開発が業界から切望されている。 ・効率性 当センター、九州大学、福田酒造(株)による産学官連携の共同研究で効率的に研究を進めてきた。当センターでは酵母のスクリーニング（探索）、遺伝子の抽出、酵母の育種、発酵試験、成分分析を行い、九州大学ではバイオインフォマティクス技術を、また福田酒造(株)では、工場レベルでの清酒製造を行い商品化に至った。 ・有効性 福田酒造(株)の清酒製造もろみから分離した有用酵母2株を用いて、甘味成分、機能性成分であるアラニンを多く含む純米吟醸酒「福鶴」と、飲みやすさを考えアルコール度数を4度と抑えた低アルコール酒「初恋音」の2種類の清酒を製品化し販売した。さらにマスコミを通じたPR活動も行った。 ・総合評価 福田酒造(株)の清酒製造もろみから分離した有用酵母2株を用いて、DNAチップを用	(20年度) 評価結果 (評価段階：A) ・必要性 地場ニーズに最新技術で応えたもので高く評価できる。業界の要望、大学の支援がマッチしており、今後の清酒製造技術の発展に貢献すると思われる。 ・効率性 工技センター・酒造メーカー、大学との連携で効率よく進められた。これまでの清酒と比較した具体的なメリットを提示すると良い。 ・有効性 これまでにないユニークな製品ができており、健康志向をアピールするとともに、商品のデザイン開発を行うと訴求力はいっそう高まる。 ・総合評価 地域に貢献する研究成果であり、バイオインフォマティクスと新たな清酒のアピールで、長崎県の特産として販売効果も期待できる。本技術の他への利用についても検討して欲しい。
	対応	対応

<p>いたマイクロアレイ解析を行い、最終的に、これまでの清酒と差別化した純米吟醸酒「福鶴」と、低アルコール酒「初恋音」の2種類の清酒を製品化し販売した。初年度売り上げは535万円の予定である。</p>	
<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>※純米吟醸酒「福鶴」と低アルコール酒「初恋音」の販売実績を以下に示す。(H20.11.20現在)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・純米吟醸酒「福鶴」(720ml、1,995円税込み、2,100本製造) 2,100本製造販売中、1,900本販売済み (90%販売済み) ・低アルコール清酒「初恋音」(300ml、645円税込み、1,800本製造) 1,800本製造販売中、1,760本販売済み (98%販売済み) <p>以上のように、昨年度から本年度に掛けて開発した2種類の清酒は、順調に販売された。また、来年度に掛けても、今回の開発で獲得した2種類の有用酵母を用いて、純米吟醸酒「福鶴」と低アルコール酒「初恋音」を製造することとなっている。今後とも、デザインの検討も含め、清酒製造技術の発展に貢献するとともに、さらに本技術を活用して、醤油・味噌・漬物などの発酵食品や、他の加工食品の新たな商品開発に繋げ、既存食品産業の技術の高度化に努めていきたい。</p>

■ 総合評価の段階

平成19年度以降

(事前評価)

- S=着実に実施すべき研究
- A=問題点を解決し、効果的、効率的な実施が求められる研究
- B=研究内容、計画、推進体制等の見直しが求められる研究
- C=不相当であり採択すべきでない

(途中評価)

- S=計画を上回る実績を上げており、今後も着実な推進が適当である
- A=計画達成に向け積極的な推進が必要である
- B=研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C=研究費の減額又は停止が適当である

(事後評価)

- S=計画以上の研究の進展があった
- A=計画どおり研究が進展した
- B=計画どおりではなかったが一応の進展があった
- C=十分な進展があったとは言い難い

平成18年度

(事前評価)

- 1:不相当であり採択すべきでない。
- 2:大幅な見直しが必要である。

- 3:一部見直しが必要である。
- 4:概ね適当であり採択してよい。
- 5:適当であり是非採択すべきである。

(途中評価)

- 1:全体的な進捗の遅れ、または今後の成果の可能性も無く、中止すべき。
- 2:一部を除き、進捗遅れや問題点が多く、大幅な見直しが必要である。
- 3:一部の進捗遅れ、または問題点があり、一部見直しが必要である。
- 4:概ね計画どおりであり、このまま推進。
- 5:計画以上の進捗状況であり、このまま推進。

(事後評価)

- 1:計画時の成果が達成できておらず、今後の発展性も見込めない。
- 2:計画時の成果が一部を除き達成できておらず、発展的な課題の検討にあたっては熟慮が必要である。
- 3:計画時の成果が一部達成できておらず、発展的な課題の検討については注意が必要である。
- 4:概ね計画時の成果が得られており、必要であれば発展的課題の検討も可。
- 5:計画時以上の成果が得られており、必要により発展的な課題の推進も可。