

令和6年度

食品加工に関する試験成績

令和7年11月

福井県食品加工研究所

目 次

I 試験成績・調査

| | |
|--------------------------------|----|
| 輸出向け新ふくい清酒酵母の開発 | 1 |
| 県育成みそ用酵母の安定醸造法の確立 | 3 |
| 厚揚げのドリップ発生防止技術の開発 | |
| 一次油ちょう温度と放冷条件が厚揚げのドリップ発生に及ぼす影響 | 5 |
| 福井県産材料を用いた新しいスナック菓子の開発 | 7 |
| さかほまれの施肥体系が酒造特性に及ぼす影響の評価 | 9 |
| 嚥下調整食の調理基準指標作成に向けた物性測定法の確立 | 11 |
| リゾット米を使用した清酒製造法の確立 | 13 |
| 米粉(10品種)の特性評価並びに市販米粉の保存条件等の検討 | 15 |

II 概要

| | |
|-----------------------------|----|
| 1. 組織・職員 | 18 |
| 2. 施設・財産 | 18 |
| 3. 令和6年度試験研究課題一覧 | 18 |
| 4. 技術相談・施設利用・依頼分析業務 | 19 |
| 5. 福井農山漁村発イノベーションサポートセンター業務 | 19 |
| 6. 研修会・講習会・イベント等 | 19 |
| 7. 観察・見学 | 19 |
| 8. 発表・講演 | 19 |
| 9. 職員の研修 | 20 |

I 試験成績・調査

研究課題：輸出向け新ふくい清酒酵母の開発
担当部署：食品産業支援研究グループ
担当者名：橋本直哉
協力分担：公益財団法人 若狭湾エネルギー研究センター
予算区分：地域科学技術振興研究事業（国庫）
研究期間：2024～2028年度

1. 目的

清酒の輸出量・輸出単価は年々増加しており、県産清酒の輸出も特定名称酒を中心に増加している。また、県では清酒の品質向上及び地域性向上を目的に県酵母の開発・頒布を実施し好評を得ている。しかし近年、諸国で食品中に含まれるカルバミン酸エチルの安全性について議論されており今後規制値を設ける国が増加する可能性がある。カルバミン酸エチルは、清酒酵母の產生する尿素により生成することから、現状の県酵母の性質を保った尿素低生産性の県酵母を開発し、尿素低含有清酒の製造法開発に取り組む。

2. 方法

供試菌株 福井県清酒酵母2株 (FK-501, FK-801c)を用いた。

使用培地 YPD培地 (1%酵母エキス, 2%ポリペプトン, 2%グルコース)を用い、尿素非生産株の選抜培地には、CAO培地¹⁾ (0.17%(w/v)yeast extract w/o amino acid and ammonium sulfate, 10 ppm カナバミン, 5 mM オルニチン, 1 mMアルギニン, 2%(w/v)グルコース, 2%(w/v)寒天)を用いた。

尿素非生産株の取得方法 ①自然変異株からの取得：親株をYPD培地で30°C振盪培養し、2回滅菌水で洗浄後、ODを測定し、約 1.5×10^8 cellsをCAO寒天培地に塗布し、30°Cで2週間程度培養を行った。②UV照射：自然変異と同様YPD培地で振盪培養・洗菌後、ハンディーUV灯を用い、11 W, 365nmの波長で12cmの照射距離で一定時間照射した。照射後、YPD培地で1時間回復培養を行った後、洗菌しCAO寒天培地に塗布した。③イオンビーム照射：UV照射と同様に菌株を用意し、メンブランフィルター上に固定した状態で(公財)若狭湾エネルギー研究センターでカーボンビーム照射に供した。

照射後、1時間回復培養を行った後、CAO寒天培地に塗布した(図1)。

尿素生成能の確認 総米10gの小仕込み試験で評価した。生成酒を成分測定試料とした²⁾。尿素濃度測定は、質量分析器付き液体クロマトグラフ (Chromaster, 日立ハイテク)を使用した。

もろみ中の尿素生成量のモニタリング 総米200g(3段仕込み)を行い、15°C一定で発酵させた。一定期間ごとにサンプリングを行い、遠心後の上清を冷凍保存し、まとめて尿素定量を行った。

3. 結果の概要

- FK-501は自然変異からの尿素非生産株の取得効率は 6×10^{-8} だった。FK-801cは自然変異から尿素非生産株は取得できておらず菌株によって自然変異の取得効率が異なることが示唆された。
- UV照射による取得は、照射時間60秒まで尿素非生産株の取得が可能であり取得効率は 10^{-9} 程度であった。ただ、生存率は照射時間5秒で95%, 10秒で75%, 15秒で65%であり、15秒以上は死滅率から親株の性質を保つことが難しいと判断し、最大15秒までとした。
- カーボンビーム照射は過去に実施³⁾した1倍体照射時の死滅率を参考にした。50, 75, 100 Gyを照射し、生存率が90%程度となる照射量は約50Gyであった(図2)。取得効率は、表1に示した。本年度、カーボンビーム照射1回のみで詳細な検討はできていないが、FK-501は自然変異と同等の取得効率で、FK-801cはFK-501より取得効率は低い傾向であった。
- 本年度は、尿素の生産量のみを指標としており、清酒酵母としての評価は未実施。

- ・もろみ中の尿素生成のモニタリングの結果、アルコール生成と尿素の生成は同時期同様に増加しており、酵母増殖に応じて清酒中の尿素量が増加すると考えられる（図3）。

4. 次年度以降の計画

尿素非生産株の取得を継続的に行い、小仕込み試験により親株と性質の変わらない尿素非生産株の取得を試みる。

5. 参考資料

- 1) 北本勝ひこら：醸造協会誌, 87, 598-601 (1992)
- 2) 久保義人ら：平成28年度 食品加工に関する試験成績 (2017)
- 3) 久保義人ら：平成27年度 食品加工に関する試験成績 (2016)

[結果の図表等]

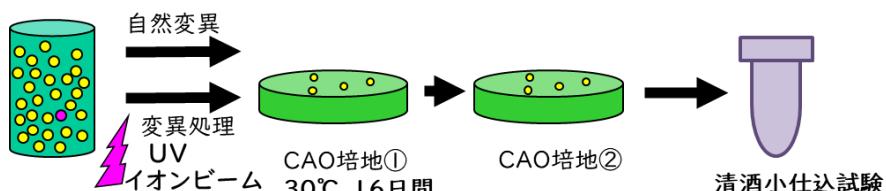


図 1. 育種フロー

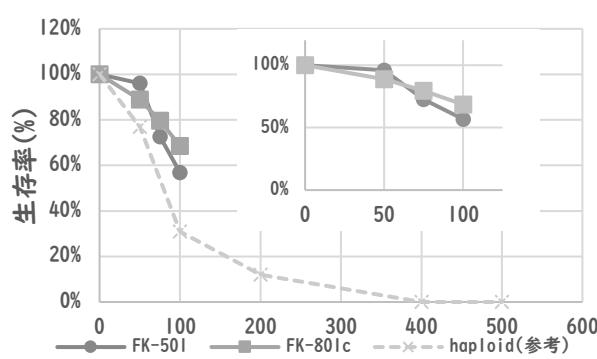


図 2. カーボンビーム照射時の生存率

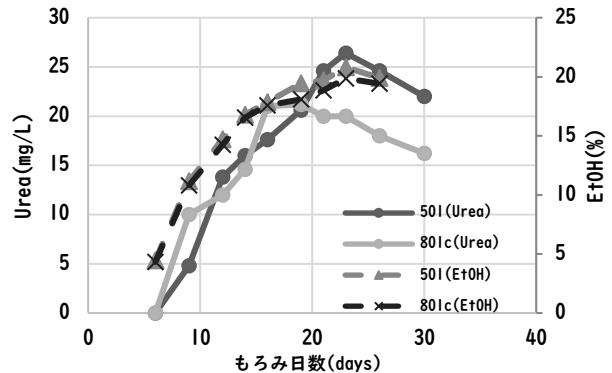


図 3. 尿素生成とアルコール生成の関係

表 1. カーボンビーム照射時の非尿素生産株の取得効率

| Gy | 出現率 | |
|-----|--------|---------|
| | FK-501 | FK-801c |
| 0 | 5.E-08 | 0.E+00 |
| 50 | 3.E-08 | 3.E-08 |
| 75 | 3.E-08 | 4.E-09 |
| 100 | 4.E-09 | 2.E-08 |

研究課題：県育成みそ用酵母の安定醸造法の確立

担当部署：食品産業支援研究グループ

担当者名：奥村泰子

協力分担：福井県醤油味噌工業協同組合

予算区分：地域科学技術振興研究事業（国庫）

研究期間：2022～2024年度

1. 目的

「醤油味噌用微生物の育成による県産醤油・味噌の品質向上事業」（H30～R2年度）においてみそ酵母の育成に取り組み、味噌中で発酵力に優れるFSM1、2の2株を取得した（FSMはFukuiSyo yuMisoの略）。しかし、事業者施設の醸造試験では酵母の発酵が進まず、原因は不明である。本研究では、事業者施設における酵母の発酵不良の原因解明と酵母の安定醸造法の確立を行う。今年度は酵母の生育特性の解明と菌株供給方法の検討を行った。

2. 方法

- ・供試菌 県育成酵母FSM1を供試した。
- ・味噌の仕込み 原料配合は麹歩合11.5とし、大豆を4°C2晩浸漬後、40分蒸煮し、米麹と塩を混合した。混合する塩の量を変え、対水食塩濃度、pHを調整した。仕込み味噌100 gを包装袋に取り分け、FSM1を約 10^5 個/gとなるように接種した。その後、真空包装し、以下の試験に用いた。なお、エタノール及びグルコース含量、生菌数は前報¹⁾の方法にて測定した。
- ・対水塩分濃度の影響 対水塩分濃度15%、18%、21%、24%の仕込み味噌を30°Cで醸造し、14日、28日経過後に味噌中のエタノール分析を行った。
- ・醸造温度の影響 対水塩分濃度18%の仕込み味噌を4°C、10°C、20°C、30°C、35°Cで醸造し、14日、28日経過後に味噌中のエタノール分析を行った。
- ・仕込み時のpHの影響 対水塩分濃度23%、仕込み時のpHを3.5～5.5ならびにpH未調整（pH 6.0付近）の仕込み味噌を30°Cで醸造し、14日、28日経過後に味噌中のエタノール分析を行った。なお、pHの調整には90%乳酸を使用した。
- ・菌株培養条件の検討 10mlの生しょうゆ培地（10%（w/v）生しょうゆ、10%（w/v）NaCl、10%（w/v）グルコース含有）に供試菌の前培養液を培地総量の0.1%、1%、10%添加した。培養は30°Cにて振とう培養し、添加直後、1日、2日、3日経過後の培養液のOD₆₆₀値、培養液中のグルコース量および2日、3日経過後の生菌数を測定した。なお生菌数は、メチレンブルーで染色した培養液を球計算盤を用いて観察し、計測した。

3. 結果の概要

- ・対水塩分濃度は15%で最もエタノールの生成量が多く、対水塩分濃度が高くなるほどエタノール生成量は減少する傾向が見られた（図1）。
- ・醸造温度は30°C、35°C、20°Cの順でエタノール生成量が減少し、4°C、10°CではFSM1無添加区同様エタノールの生成は見られなかった（図2）。このことから、醸造温度は30°Cが適することが示唆された。
- ・仕込み時のpHは、対水塩分濃度が23%ではpH5.0でエタノール生成量が最も高かった（図3）。このことからFSM1の生育に適するのはpH5.0付近であることが示唆された。
- ・生しょうゆ培地で培養した際のOD₆₆₀値は、供試菌添加量が1,000μlでは1日経過時点、10～100μLでは2日経過時点で最大値を示し（図4）、培養液中のグルコース量は2日目で0%（w/v）（図5）となった。また、培養液中の生菌数は3日目に減少に転じた（図6）。これらのことから培養期間2日目で味噌へ添加するのが適していることが示唆された。

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

既報¹⁾にてFSM1の生育不良の原因は仕込規模増加による空気不足と推定されており、FSM1が安定して発酵する規模(仕込み重量)を検証する必要がある。

5. 参考資料

1) 大杉拓士:令和3年度食品加工に関する試験成績, p12-13, 福井県食品加工研究所 (2022)

[結果の図表等]

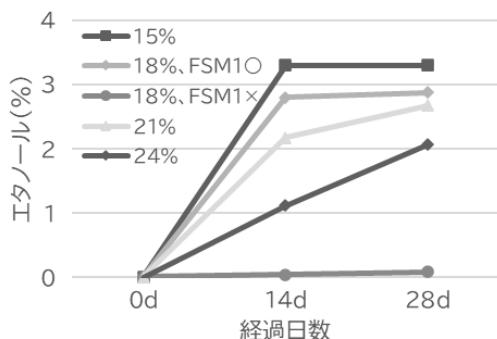


図 1. FSM1 の生育に対する対水塩分濃度の影響

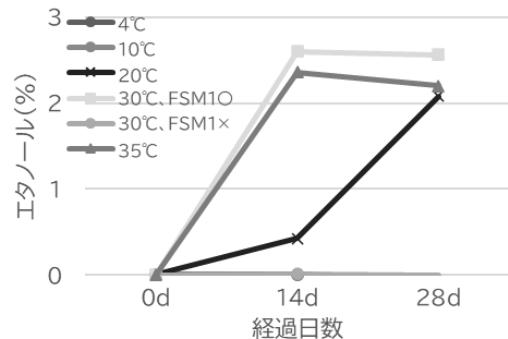


図 2. FSM1 の生育に対する醸造温度の影響

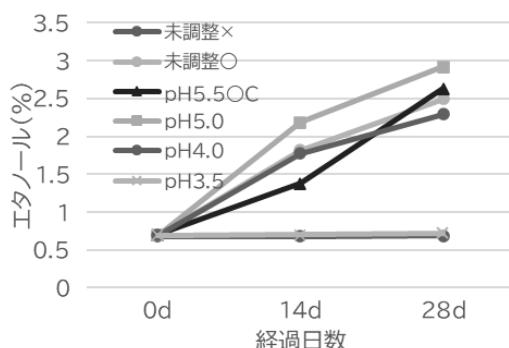


図 3. FSM1 の生育に対する仕込み時の pH の影響 (対水塩分濃度 23%)

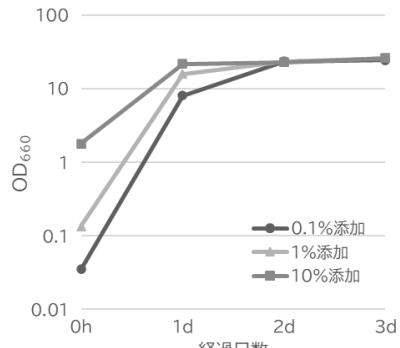


図 4. FSM1 振とう培養時の OD₆₆₀ 値の推移

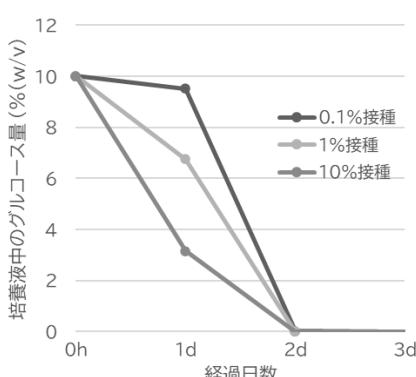


図 5. FSM1 振とう培養液のグルコース量の推移

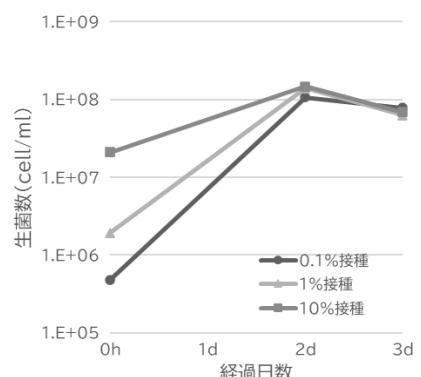


図 6. FSM1 振とう培養時の生菌数の推移

研究課題：厚揚げのドリップ発生防止技術の開発
一次油ちょう温度と放冷条件が厚揚げのドリップ発生に及ぼす影響
担当部署：地域特産利用研究グループ
担当者名：田中ゆかり
予算区分：地域科学技術振興研究事業（国庫）
研究期間：2022～2025年度

1. 目的

本研究は、福井県産厚揚げのドリップ発生原因を解明し、ドリップ発生を抑制する製造技術を開発することで厚揚げの消費期限の延長を目指している。これまでラボスケールの試験で厚揚げのドリップ発生要因を検討し、一次油ちょう（低温の油であげること）温度がドリップの発生に関与していることを見出している¹⁾。今年度は、事業者設備で試作試験を実施し、通常の一次油ちょう条件と高温の一次油ちょう条件でドリップの量を比較した。さらに、油ちょう後、包装までの放冷条件とドリップ発生への影響を検討した。

2. 方法

一次油ちょう条件の検討 県内の厚揚げ製造工場において試験を行った。対照区は通常の油ちょう条件、試験区は一次油ちょう温度を対照区よりも15°C高い温度に設定した。また、対照区と試験区で厚揚げ仕上がり水分を同等にするため、試験区の油ちょう時間を対照区より短時間に調整した。油ちょう条件及び油ちょう後の仕上がり水分を表1に示した。

表1. 油ちょう条件及び仕上がり水分¹⁾²⁾

| | 一次油ちょう条件 | | 二次油ちょう条件 | | 仕上がり水分 |
|-----|----------|-----|----------|----|--------|
| | 温度 | 時間 | 温度 | 時間 | |
| 対照区 | 114°C | 14分 | 155°C | 7分 | 79.6% |
| 試験区 | 129°C | 10分 | | | 79.7% |

1) 対照区、試験区は同ロットの生地（水分84%、品温15°C）を使用した。

2) 2層式電気フライヤーを用いて油ちょうした。

放冷条件の検討 油ちょう終了後の厚揚げを室温で適宜放冷後、4°Cの保冷庫で冷却し、厚揚げの表面温度20°Cならびに10°C以下となったところで厚揚げを吸水シートを敷いたトレーにのせ、トレーごとポリ袋に密封した。

ドリップ重量比の測定 放冷後ポリ袋に密封した厚揚げ（吸水シート、トレーともにあり）を5°Cの冷蔵庫で6日間保存後、吸水シートの重量增加分をドリップ量とした。ドリップ重量比は既報²⁾の方法で算出した。

官能評価 試験区について対照区と比較し事業者が官能評価を行った。両区とも表面温度20°Cでポリ袋（シート、トレー共になし）に密封し5°Cの冷蔵庫で6日間保存した厚揚げを用いた。評価項目は外観（ドリップの発生量、膨らみ）、味、食感、総合とした。ドリップの発生量については多い、普通、少ないで記載し、他評価項目は良い、普通、悪いで記載した。

3. 結果の概要

厚揚げの表面温度を20°Cまで放冷した場合の一次油ちょう条件とドリップ重量比の関係について、図1に示した。試験区のほうが対照区よりもドリップ重量比が低く、一次油ちょう条件がドリップ重量比に影響を及ぼしていた（図1）。

次に、表面温度10°C以下まで冷却した場合の一次油ちょう条件とドリップの関係について図2に示した。対照区と試験区は同等の値となり、一次油ちょう条件とドリップ重量比に関連はなかつ

た(図2)。

試験区の厚揚げの外観を対照区と比較すると、一次油ちょう温度が高い場合、膨らみが小さかった(図3)。事業者による官能評価を表2に示した。試験区は対照区と比較すると、ドリップの発生は少ないものの、膨らみ、食感は悪かったが、味、総合評価は普通であった。

以上のことから、油ちょう後、厚揚げを十分に放冷することで、一次油ちょう温度が低い場合でもドリップの発生は抑制できることがわかった。放冷が十分に行うことができない場合、一次油ちょう温度を高くすることでドリップの発生は抑制できるが、厚揚げの膨らみ、食感が変化するなどの注意点があった。

4. 次年度以降の計画

油ちょう後の詳細な冷却条件とドリップ重量比の検討を行う。

5. 参考資料

- 1) 田中ゆかり：令和5年度食品加工に関する試験成績 pp7-8, 福井県食品加工研究所 (2024)
- 2) 田中ゆかり：令和4年度食品加工に関する試験成績 pp8-9, 福井県食品加工研究所 (2023)

[結果の図表等]

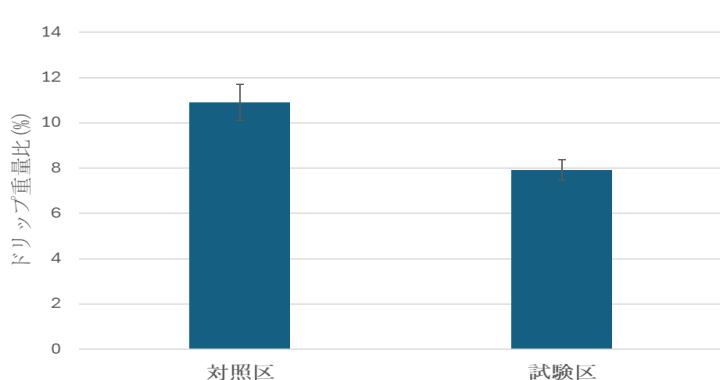


図 1. 一次油ちょう条件が異なる厚揚げのドリップ重量比の関係 (包装時の表面温度 : 20°C)
平均値±標準偏差 (n=4)

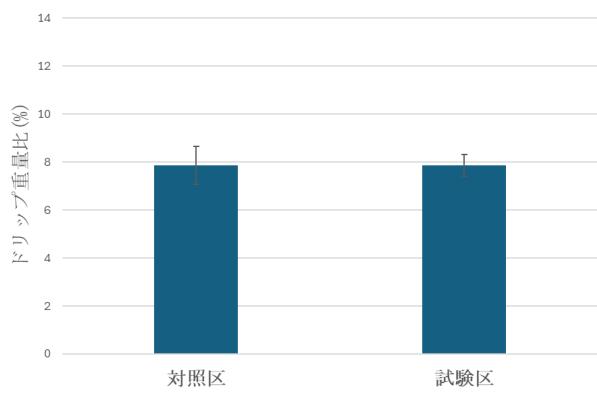


図 2. 一次油ちょう条件が異なる厚揚げのドリップ重量比の関係 (包装時の表面温度 : 10°C以下)
平均値±標準偏差 (n=4)



図 3. 厚揚げの外観 (左:対照区、右:試験区)
※両区とも油ちょう後放冷し表面温度 10°C以下で包装し、5°Cの冷蔵庫で 6 日間保存した。

表 2. 試験区の官能評価¹⁾²⁾

| 項目 | 評価 | |
|----|----------|-----|
| 外観 | ドリップの発生量 | 少ない |
| | 膨らみ | 悪い |
| 味 | | 普通 |
| 食感 | | 悪い |
| 総合 | | 普通 |

1) 対照区を比較対照とした。

2) 表面温度 20°Cで包装したもの用いた。

研究課題：福井県産材料を用いた新しいスナック菓子の開発

担当部署：食品産業支援研究グループ

担当者名：北風 智裕

協力分担：株式会社吉村甘露堂

予算区分：農林水産業の技術開発事業（県単:パイロット研究）

研究期間：2024年度

1. 目的

北陸新幹線の開業にあたり新しいお菓子の開発の要望を受け、米菓製造法の検討を行った。厚揚げは福井県でよく食されており、他県の厚揚げに比べ、大きく膨張しているという特徴を持つ。他県の厚揚げは生地を高温で一度のみ揚げているが、福井県で生産される厚揚げは、生地を油で揚げる際に低温の油で揚げた後、高温の油で揚げるという製造方法の特徴がある。本研究では二度揚げの技術を用いて、県産米を使用した軽い食感の米菓の製造技術の確立を目的とした。

2. 方法

・使用生地

共同研究者の（株）吉村甘露堂が製造したモチ米から作られた生地を使用した。

・低温油ちよう条件の検討

温度による影響 110～150°Cで180秒油ちようを行い24時間後、米菓の膨らみを測定した。

時間による影響 120°Cで60～300秒油ちようを行い24時間後、米菓の膨らみを測定した。

どちらも、二次油ちようは200°Cで60秒間行った。

・高温油ちよう条件の検討

温度による影響 160～220°Cで60秒油ちようを行い24時間後米菓の膨らみと水分含有量を測定した。

時間による影響 200°Cで30～120秒油ちようを行い24時間後、米菓の膨らみと水分含有量を測定した。

どちらも、一次油ちようは温度130°C時間180秒で行った。

・測定項目

膨らみ デジタルノギス（シンワ測定株式会社製）を使用し出来上がった米菓の横幅を計測した。

水分含有量 出来上がった米菓を135°Cで3時間の常圧乾燥を行い計測した。

・味付け条件の検討

（株）吉村甘露堂から提供された調味液を使用した。米菓への調味液のしみ込み程度を確認するため、調味液のみと調味液に片栗粉を重量比で5%と10%添加したものそれぞれを用意し浸漬による味付けを行った。これらの食感を官能評価により確認した。

3. 結果の概要

・一次油ちようでは温度の違いが米菓の膨らみに影響を与えることが示された（図1）。一定の生地水分量では130～140°C付近が最も米菓の膨らみが大きかった。120°C以下ならびに150°C以上では米菓の膨らみが小さかった。低温帶では生地中の水分の蒸発が不十分となってしまうこと、高温帶では表面が硬くひび割れることが原因と推測された。一次油ちようの時間は、米菓の膨らみが最大となった後は加熱を継続しても影響が見られなかった（図2）。膨らみは食感に直結するため、一次油ちよう条件の制御が重要である。

・二次油ちよう米菓の膨らみには影響を与えなかった。しかし、二次油ちようは米菓の水分含有量に影響を及ぼし温度が高いほど、時間が長いほど米菓の水分含有量が減少する傾向があった

(図3,4)。

・味付け条件の検討の結果、片栗粉添加なしと比べて、片栗粉5%、10%と添加量が増えるにつれて米菓内部への調味液のしみ込みが抑えられ、サクサクした食感が維持される印象であった。本研究で開発中の米菓は空隙がたくさんあるスポンジ状の構造をしているため調味液を吸収しやすいが、調味液に澱粉を添加し粘度を高くすることで米菓内部への調味液の浸透を低減することができた。この方法は米菓のサクサクした軽い食感を保つ手段の一つとなると考えられた。

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

諸事情により製造計画の見直しがあり、現在製造方法の変更を検討中となっている。

[結果の図表等]

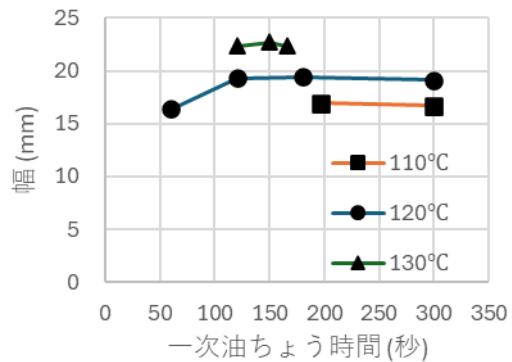
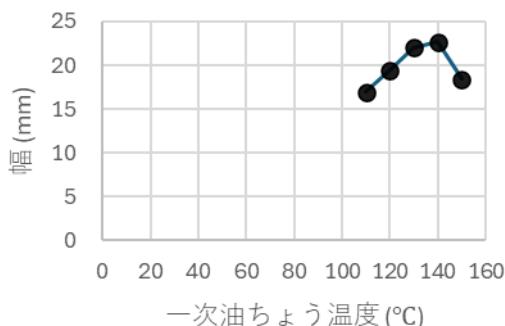


図 2. 一次油ちょう時間による膨らみへの影響

図 1. 一次油ちょう温度による膨らみへの影響

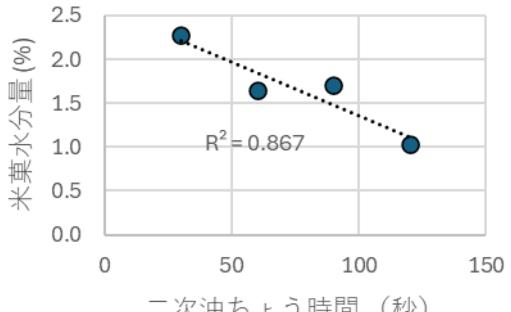
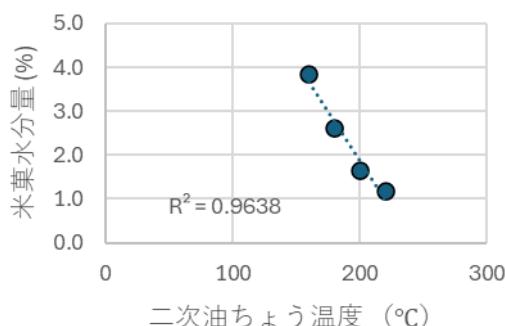


図 3. 二次油ちょう温度の米菓水分量への影響

図 4. 二次油ちょう温度の米菓水分量への影響



図 5. 試作した米菓の外観

研究課題：さかほまれの施肥体系が酒造特性に及ぼす影響の評価

担当部署：地域特産利用研究グループ

担当者名：松浦 知諒、橋本 直哉

協力分担：奥越農林総合事務所

予算区分：農林水産業の技術開発事業（県単：フォローアップ研究）

研究期間：2024年度

1. 目的

福井県が開発した酒造好適米「さかほまれ」は令和元年から生産が始まった品種であり、酒造原料としてさらなる品質向上を目指している。2021～2023年度に実施された前身事業「「さかほまれ」の実生産に即した酒米特性評価と栽培方法との関連性解析事業」により示唆された「基肥を減らしても各種酒米特性に影響はない」一方で、「穂肥を増やすと玄米千粒重を増加させ、碎米率を減らす」という可能性を本研究で検証する。

2. 方法

実証圃：福井県大野市、勝山市

試料：さかほまれ実証圃の試験区を表1に示す。試験区1が現行の施肥設計であり、これを基準に基肥、穂肥の量を変更した。各試験区につきn=2で栽培を行った。これら試験区から奥越農林総合事務所が収穫した玄米を試験に供した。

酒米特性の分析：試料玄米を酒造用原料米統一分析¹⁾に準じて精米し、酒米特性を評価した。浸漬割れ率は中山・高橋(2006)²⁾に準じ、白米50粒をシャーレに採り15°Cの水20 mLを加え10分後の割れ粒を目視で判別することを2回行い、平均を求めた。

3. 結果の概要

玄米千粒重、白米千粒重、碎米率、吸水性、粗タンパク質、浸漬割れ率の6項目の酒米特性の分析結果を表2に示す。また、碎米率、浸漬割れ率については、図1と図2にも結果を示す。

玄米千粒重、白米千粒重、吸水性、粗タンパク質については試験区の違いによる影響は見られなかった。碎米率は現行に比べ基肥を減らした試験区2、穂肥を増やした試験区3において低減が示唆されたが、基肥を増やし、穂肥を増やした試験区4においては増加した。浸漬割れ率は、試験区2と3では影響がみられなかつたが、試験区4においては、割合が増加した。

本研究の結果から設計した基肥、穂肥の増減合わせた酒米特性への影響が傾向として見られなかつたため、前身事業により示唆された「基肥を減らしても各種酒米特性に影響はない」、「穂肥を増やすことで玄米千粒重を増加させ、碎米率を減らす」という仮説は明確に立証できなかつた。

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

本研究の結果、前身事業の仮説を立証することはできなかつたが依然、基肥と穂肥の増減により碎米率の改善の可能性が示唆された。問題としては実証圃での検証によるものもあり、基肥と穂肥のみの影響で結果を評価できているかが不明確である。また、今回得られた肥料量の違いが「さかほまれ」の酒米特性に影響を与えたと確定するには検討数が少ないため、今後も継続した検証が必要である。

5. 参考資料

1) 酒造用原料米全国統一分析法 <http://www.sakamai.jp/pdf/bunseki.pdf>

2) 中山繁喜、高橋 亨：岩手県工業技術センター研究報告, 13, 45-48 (2006)

[結果の図表等]

表1. 設定試験区

| 試験区 | 基肥 | | 穂肥 | |
|-----|--------|-----------|----|-----------|
| | すごいね有機 | エコレット | | |
| 1 | 現行 | 53 kg/10a | 現行 | 30 kg/10a |
| 2 | 現行 | 53 kg/10a | 増 | 40 kg/10a |
| 3 | 減 | 40 kg/10a | 現行 | 30 kg/10a |
| 4 | 減 | 40 kg/10a | 増 | 40 kg/10a |

表2. 酒米特性

| | 玄米千粒重 (g) | 白米千粒重 (g) | 碎米率 (%) | 吸水性 (%) | | 粗タンパク質 (% dw) | 浸漬割れ率 (%) |
|------|----------------|----------------|--------------|---------|---------|--------------------|----------------|
| | | | | 20 min | 120 min | | |
| 試験区1 | 25.8 | 18.3 | 11.7 | 28.2 | 28.2 | 3.9 | 51.3 |
| 試験区2 | 25.6 | 18.4 | 9.1 | 27.8 | 28.2 | 4.1 | 51.5 |
| 試験区3 | 25.7 | 18.4 | 8.6 | 27.4 | 27.6 | 4.2 | 48.8 |
| 試験区4 | 26.4 | 18.9 | 13.1 | 28.1 | 28.2 | 4.0 | 61.5 |

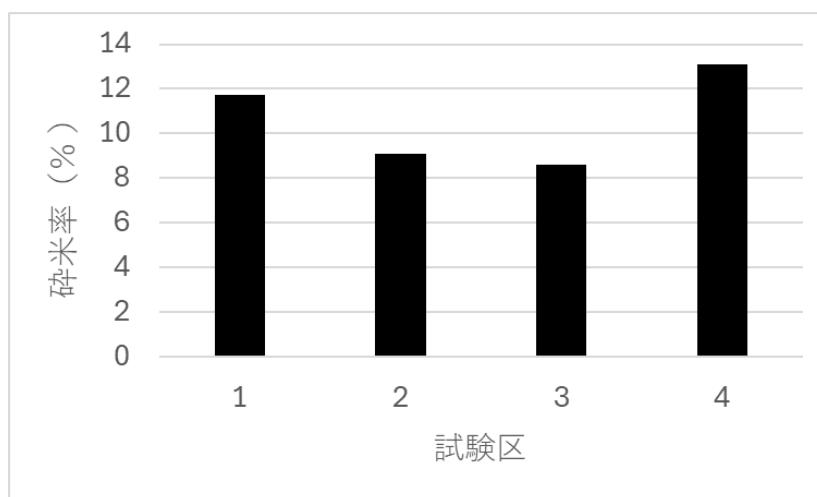


図 1. さかほまれ酒米特性 碎米率

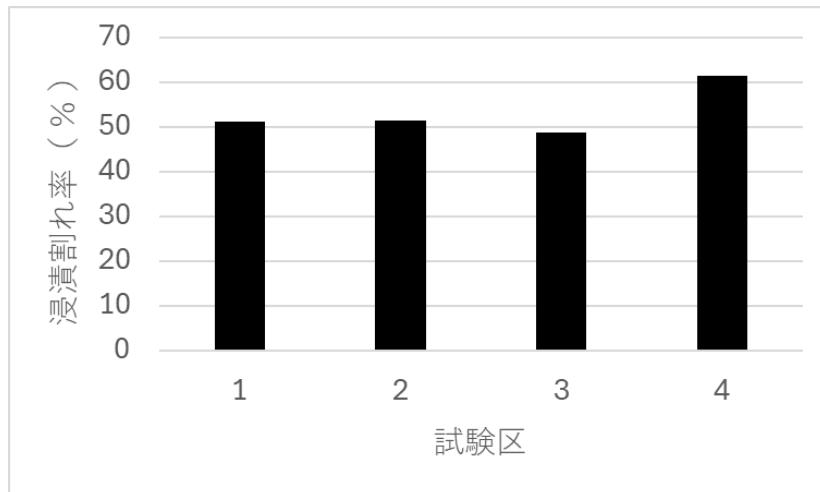


図 2. さかほまれ酒米特性 浸漬割れ率

研究課題：嚥下調整食の調理基準指標作成に向けた物性測定法の確立
担当部署：食品産業支援研究グループ
担当者名：五十嵐 めぐみ
予算区分：試験研究課題化・評価事業（県単：予備試験）
研究期間：2024年度

1. 目的

嚥下調整食にとって物性評価は重要であるが、主観的な表現を使用されることが多く客観的表現の使用は少ない。指標の1つである日本摂食嚥下リハビリテーション学会分類2021（以下、学会分類2021）には具体的な数値は示されていないが、対応する複数の基準からおおよその目安が把握できる¹⁾。

また、高齢者施設等で調理済の食事の物性を測定した結果は報告されている²⁾が、調理過程の物性変化やその測定方法については明確に示されていない。本研究では測定条件を複数設定し、調理経過に伴う物性測定法を確立することを試みた。

2. 方法

県内のスーパーで入手可能な野菜等や加工品（以下「食材」）を購入し、「そのまま食すもの」「一定時間の加熱調理を行ったもの」「調理物」の物性を測定した。測定には卓上型物性測定機TPU-2D（株式会社 山電）を用いた。

測定方法は、ユニバーサルデザインフード（日本介護食品協会）および特別用途食品えん下困難者用食品（消費者庁）の許可基準、栃木県の報告³⁾を参考とし、直径20mmのプランジャーを用いて、試料温度25°Cで「かたさ（応力）」「凝集性」「付着性」を測定した。1食材につき5サンプルを測定し平均値を算出した。測定は、ステンレスシャーレ（直径40mm×高さ15mm、以下シャーレ）に充填する方法を用いた。

測定結果と官能検査（視覚等）で評価を行った。測定条件の設定は次のとおりとした。

圧縮速度・・・1mm/sec、10mm/secで比較した。

シャーレの充填方法・・・再現性のある充填方法を検討した。

試料の保管条件・・・加熱終了後、水気を切った食材と液中に保管した食材で比較した。

3. 結果の概要

圧縮速度を物性の異なる粥で比較すると、全粥は、低速度の測定値が学会分類2021で目安とされているコード3の範囲に該当した（図1）。ミキサーにかけた粥の付着性は低速度の方がn間の誤差が小さく、スプーンから落とした粘りの強さ（とろみ剤入り>ミキサーにかけた粥>ゼリー状）と連動していた（図2）。

シャーレ中の試料間に隙間があるとプランジャーが対象を捉えられず、測定自体が困難であった。そこでシャーレ内の試料を隙間なく詰め、かつ、シャーレ内の試料重量を同じとすることで調理過程に伴う変化を測定することができた（図3、図4）。

試料の保管条件は、加熱終了後に液中に保管した方が時間経過に伴う変化を示していると考えられたが、野菜の個体差が結果に影響する可能性も高いと推測された（図5）。

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

得られた測定方法を用いて、嚥下調整食の調理基準となるデータベースの作成に向けて県産食材や加工品を測定する。なお、測定条件の試料温度を多くの分類で用いられている20°Cに設定する。

5. 参考資料

- 1) 山縣 誠志江,五十嵐 沙織,柏下 淳:嚥下機能の低下した人に適した食品の物性, 日本調理学会誌(J. Cookery Sci. Jpn.) Vol.54, No.4, 193-196(2021)
- 2) 渡邊 英美,床井 多恵,辻 秀治,志藤 良子,若林 悠,阿部 杏佳,石井 真帆,三原 彩,柏下 淳,小切間 美穂: 学会分類2013コード4に基づいて調理された食事のかたさ測定,日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌,24(2),130-142(2020)
- 3) 柏下 淳,江頭 文江: 嚥下調整食学会分類に基づく嚥下調整食レシピ123,p66,医歯薬出版株式会社(2023)

[結果の図表等]

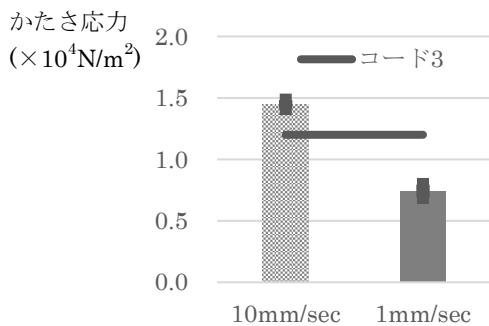


図1. 圧縮速度別全粥のかたさ

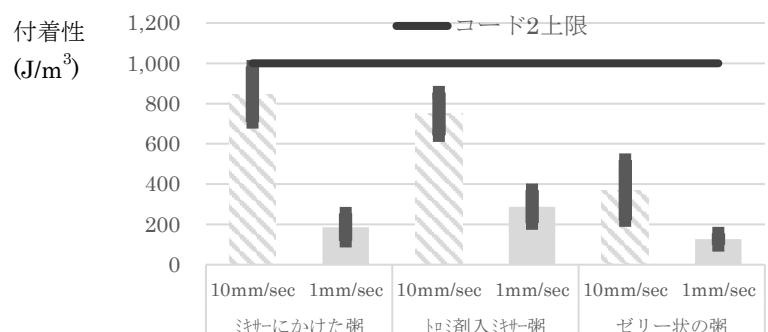


図2. 圧縮速度別物性の異なる粥の付着性

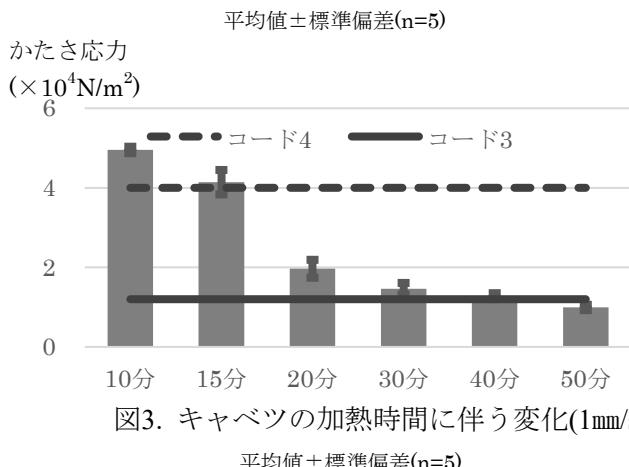


図3. キャベツの加熱時間に伴う変化(1mm/sec)

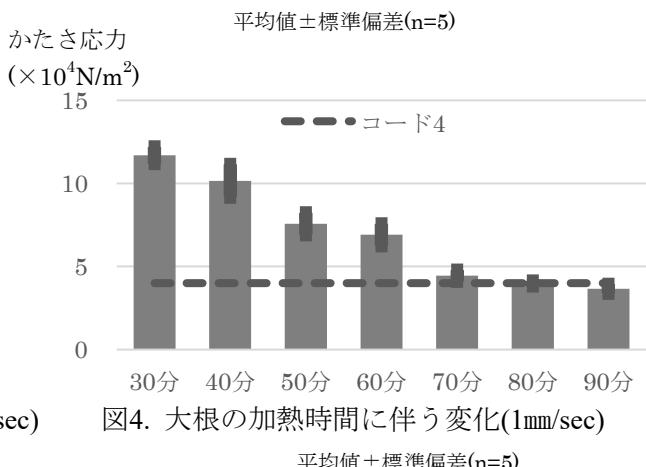


図4. 大根の加熱時間に伴う変化(1mm/sec)

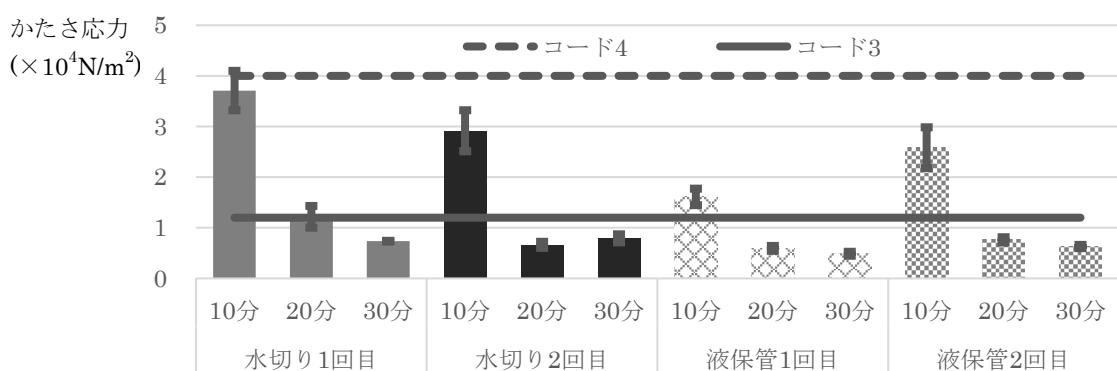


図5. かぶらの加熱時間別終了後の保管方法に伴うかたさの違い(1mm/sec)

平均値土標準偏差(n=5)

研究課題：リゾット米を使用した清酒製造法の確立
担当部署：地域特産利用研究グループ
担当者名：松浦 知諒、橋本 直哉
協力分担：円山地区まちづくり協議会
予算区分：試験研究課題化・評価事業（県単：予備試験）
研究期間：2024年度

1. 目的

福井市円山地区では町おこしの一環として「越のリゾット」を原料とした清酒の商品化を目指している。「越のリゾット」は酒造好適米に比べアミロースの含有量が高く、清酒への利用実績がないことから本事業ではこのリゾット米を使用した清酒製造技術の確立に取り組んだ。

2. 方法

試料：福井市円山地区で栽培された令和5年度産「越のリゾット」（90%精米）を使用した。

吸水試験：「越のリゾット」を酒造用原料米統一分析法¹⁾に準じて白米水分13.5%に調整し、15°Cの水に20分、120分、24時間と浸漬し、重量の変動から吸水率を分析した。なお、実験コントロールとして福井県産「さかほまれ」を使用した。

製麹試験と分析：製麹は「越のリゾット」30 g、種麹（ひかみ粒状20号（株）樋口松之助商店）15 mgで実施し、工程は麹製造適性に基づく酒米の特性評価マニュアル²⁾を参考にした。得られた麹のαアミラーゼ（AAase）、酸性カルボキシペプチダーゼ（ACPase）およびグルコアミラーゼ（GAase）をkikkoman醸造分析キットで分析評価した。なお、実験コントロールとしてα化米（AA-70 徳島製麹株）を使用し、製麹した。

清酒小仕込み試験と分析：清酒小仕込みは乾燥麹（1-60 徳島製麹株）40 g、掛米160 gの総米200 gとし、3段仕込みで実施した。留仕込みから経過18日、22日、27日および32日で上槽し、得られた清酒のエタノール濃度をHS-GC、グルコース濃度をHPLCで定量した。なお、実験コントロールとしてα化米（AA-70 徳島製麹株）を使用し同様に仕込みを行った。コントロールは32日の上槽のみ分析した。

3. 結果の概要

吸水試験の結果を図1に示す。吸水率はいずれの経過時間でも福井県で開発された酒造好適米である「さかほまれ」に比べ、「越のリゾット」の値は低い傾向であった。「越のリゾット」は、吸水率が悪い分、乾燥させない工夫が必要であることが示唆された。

製麹試験で得られた麹の分析結果を表1に示す。製麹にはインキュベーターを使用し、湿度を成り行き（加湿無）としたところ、工程で乾燥が進み、出麹歩合がで3.7%と非常に低い値となつたため、インキュベーター内に水を入れたバットを設置した加湿有の条件でも製麹を行つた。その結果、加湿無条件でのα化米麹と加湿有条件での「越のリゾット」麹の出麹歩合を近い値とすることができた。これらを比較すると「越のリゾット」麹の酵素活性はα化米麹と近しい酵素力価を示した。「越のリゾット」を使用した清酒用麹の作製は可能であることは示唆されたが、乾燥が非常に速いため、注意が必要である。

清酒小仕込み試験で得られた清酒の分析結果を図2および図3に示す。エタノール濃度は、もろみ経過日数が進むにつれ値が高くなり、32日の上槽タイミングにおいてα化米と同等のエタノール濃度が得られることが明らかとなった（図2）。グルコース濃度は、もろみ経過日数が進むにつれ、値が低下し、32日の上槽タイミングにおいてα化米に比べ、グルコース濃度は低くなることが分かった（図3）。エタノール濃度が清酒並みに得られることから「越のリゾット」を使用した清酒製造は可能であることが示唆された。

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

本事業の結果で「越のリゾット」を使用した清酒製造は可能であることが示唆されたが、実製造と比較し、1000分の1スケール程度での小仕込み検討であるため、実際のスケールで製造すると結果に差異が生じる可能性がある。加えて、今回清酒としての香り・味の観点で評価していないため、香気成分、有機酸および官能評価の必要がある。

5. 参考資料

- 1) 酒造用原料米全国統一分析法 <http://www.sakamai.jp/pdf/bunseki.pdf>
- 2) 麹製造適性に基づく酒米の特性評価マニュアル 麹製造適性・酒米育種コンソーシアム 事務局：長野県農業試験場 育種部

[結果の図表等]

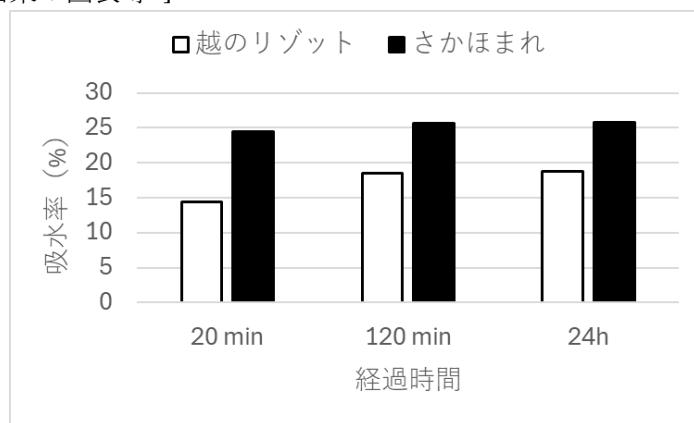


図 1. 吸水率

表1. 麹小仕込み分析結果

| | 加湿 | 出麹歩合 (%) | Aaase (U/g 麹) | ACPase (U/g 麹) | Gaase (U/g 麹) |
|--------|----|-------------|------------------|-------------------|------------------|
| α化米 | 無 | 15.1 | 633 | 1897 | 54 |
| | 有 | 27.8 | 726 | 1576 | 55 |
| 越のリゾット | 無 | 3.7 | 404 | 1463 | 44 |
| | 有 | 14.4 | 771 | 1756 | 69 |

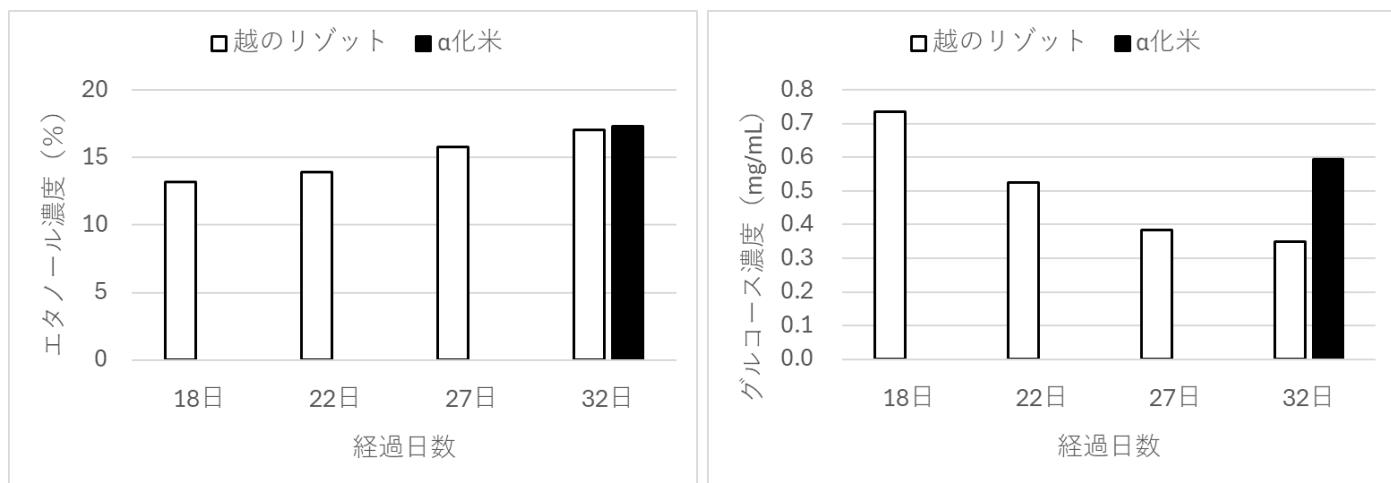


図 2. 清酒小仕込み エタノール濃度

図 3. 清酒小仕込み グルコース濃度

研究課題：米粉（10品種）の特性評価並びに市販米粉の保存条件等の検討

担当部署：地域特産利用研究グループ

担当者名：畠 綾子

協力分担：福井県農業試験場

予算区分：米粉普及拡大推進事業（県単）

研究期間：2024年度

1. 目的

本研究では令和6年度福井県農業試験場栽培米10品種を米粉に加工し、アミロース含有量を調査した。また、市販米粉を使い保存条件と品質への影響、水分含有量の異なる米粉の加水テストについて検討を行った。

2. 方法

・米粉（10品種）の調整方法およびアミロース含有量の測定

福井県農業試験場の令和6年度栽培米10品種について米麦水分計（株式会社ケット科学研究所）で水分を測定後、製粉前に水分約15%になるよう調整し、サイクロンミル（UDY社製）で粉碎した。アミロース含有率は前報¹⁾のとおり測定した。

・米粉の保存条件の検討

市販のコシヒカリ米粉50gを表1に示す6条件で保存し、1ヶ月後、2ヶ月後、4ヶ月後の水分、吸水量の変化を測定した。水分、吸水量は前報¹⁾のとおり測定した。

表1. 米粉の保存条件

| | 光 | 温度 | 包装 ¹⁾ | その他 |
|-----|----|-------|------------------|-------|
| 条件1 | 日向 | 室温 | ポリ袋 | |
| 条件2 | 日陰 | 室温 | ポリ袋 | |
| 条件3 | 暗室 | 15°C | ポリ袋 | |
| 条件4 | 暗室 | 40°C | ポリ袋 | 湿度80% |
| 条件5 | 暗室 | 40°C | 紙袋 | 湿度80% |
| 条件6 | 暗室 | -20°C | ポリ袋 | |

1)各包装は2重にして保存試験を行った。

・米粉の水分含有量が及ぼす生地への影響

米粉は令和5年度産コシヒカリ米粉（水分含有量11.5%）を使用した。これを、水分含有量5.8%、10.5%、11.5%、12.3%、14.7%になるよう調整した。加水テストは水分調整した米粉20gに対し水12.5mlを加水した。

3. 結果の概要

・令和6年産の県農業試験場栽培米10品種を原料とする米粉を、米粉協会の指標に基づきアミロース含有率で用途分けした結果を表2に示した。

・米粉の保存条件検討の結果、日向より日陰、高温より低温の方が色の変化が少なかった。4か月保存の日向、40°C・湿度80%保存はやや黄色に変色し、pHがやや酸性側に傾いた。この結果より直射日光を避け、高温多湿を避けた保存が望ましいことが確認できた（データ未掲載）。また、図1、2の結果より、米粉の保存条件に関わらず、保存日数が経過することで吸水量が減少することがわかった。

・水分含有量が異なる米粉に同量の水を加水した場合、米粉の水分含有量が約1%の違いでも生地の状態が違うことが容易に確認できた（図3）。

4. 参考資料

1)日本米粉協会米粉用途基準 <https://www.komeko.org/standard/>

2)北風智裕：令和5年度食品加工に関する試験結果 pp11-12, 福井県食品加工研究所 (2024)

[結果の図表等]

表2. 米粉の品種と日本米粉協会米粉用途基準から判別する用途

| 品種・系統名 | アミロース含有率(%) | 1番 | | 2番 | 3番 | |
|--------|-------------|---------|----------------|----------------|-------|----------------------|
| | | 菓子・料理向き | | パン全般 | 麵全般 | 強弾力の 麵、硬め のケーキ |
| | | ソフトタイプ | ミドルタイプ | | | ハードタイプ |
| | | 15%未満 | 15%以上 20%未満 | 15%以上 20%未満 | 20%以上 | 25%以上 |
| あきさかり | 18 | | | ○ | ○ | |
| あきだわら | 18 | | | ○ | ○ | |
| アキヒカリ | 18 | | | ○ | ○ | |
| コシヒカリ | 18 | | | ○ | ○ | |
| ニュウヒカリ | 13 | ○ | | | | |
| ハナエチゼン | 19 | | | ○ | ○ | |
| ふくのこ | 25 | | | | ○ | |
| 越のリゾット | 28 | | | ○ | ○ | |
| 笑みたわわ | 22 | | ○ | | ○ | |
| 日本晴 | 19 | | ○ | | | |

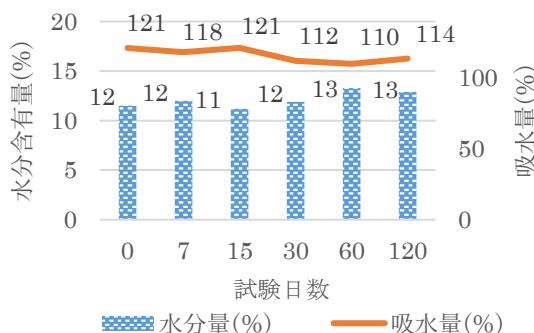


図1. 条件4 (暗室・40°C・湿度80%・ポリ袋)で保存した米粉の水分量と吸水量の経時変化

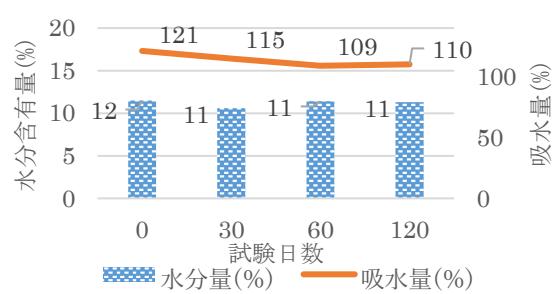


図2. 条件3 (暗室・15°C・ポリ袋)で保存した米粉の水分量と吸水量の経時変化

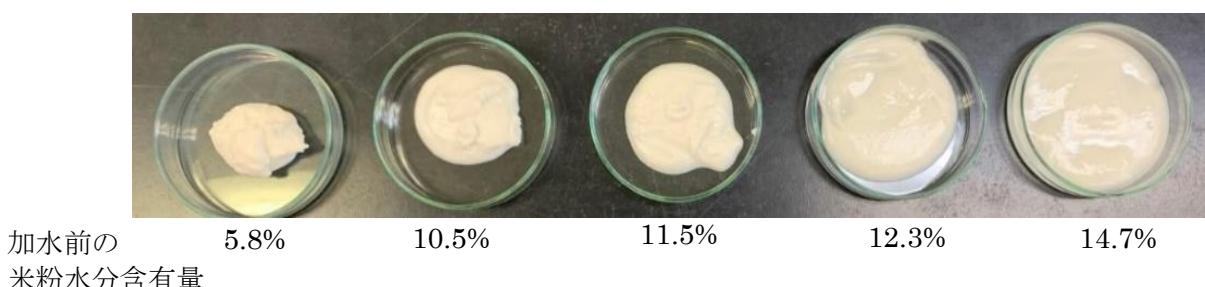


図3. 水分含有量が異なる米粉の加水テスト結果

II 概 要

1. 組織・職員 (令和6年5月1日現在)

所長 藤田 富子

食品産業支援研究グループ

主任研究員 橋本 直哉
主任研究員 五十嵐 めぐみ
主事 奥村 泰子
主事 北風 智裕

地域特産利用研究グループ

主任研究員 田中 ゆかり
企画主査 加藤 慶子
研究員 松浦 知諒
主事 畑 綾子

2. 施設・財産

[施設]

所在地 坂井市丸岡町坪ノ内1字大河原1-1
〒910-0343
電話 0776-61-3539
Fax 0776-61-7034
E-mail shokuhin@pref.fukui.lg.jp

施設 土地 11,592.68 m²
本館 鉄筋コンクリート造2階建 2,371.91 m²
車庫 鉄筋コンクリート造平屋建 68.88 m²

3. 令和6年度試験研究課題一覧

- 1) 輸出向け新ふくい清酒酵母の開発
(国庫: 地域科学技術振興研究事業)
- 2) 県育成みそ用酵母の安定醸造法の確立
(国庫: 地域科学技術振興研究事業)
- 3) 厚揚げのドリップ発生防止技術の開発
(国庫: 地域科学技術振興研究事業)
- 4) 福井県産材料を用いた新しいスナック菓子の開発
(県費: 農林水産業の技術開発事業(パイロット研究))
- 5) さかほまれの施肥体系が酒造特性に及ぼす影響の評価
(県費: 農林水産業の技術開発事業(フォローアップ研究))
- 6) 嘸下調整食の調理基準指標作成に向けた物性測定法の確立
(県費: 試験研究課題化・評価事業(予備試験))
- 7) リゾット米を使用した清酒製造法の確立
(県費: 試験研究課題化・評価事業(予備試験))
- 8) 米粉特性評価並びに市販米粉の保存条件等の検討
(県費: 米粉普及拡大推進事業)

4. 技術相談・施設利用・依頼分析業務

技術相談 391 件
(内)クレーム対応 16 件、加工技術 184 件、食品表示 17 件、賞味期限 6 件、
異物 23 件、商品開発 36 件、加工施設 7 件、成分組成 41 件、その他 61 件
施設利用 98 件、543 名
依頼分析 18 件、133 検体

5. 福井農山漁村発イノベーションサポートセンター業務

| | |
|---------------------|-------|
| 地域委員会の開催 | 4 回 |
| 支援対象者 | 9 事業者 |
| 地域プランナーの派遣 | 18 件 |
| 6 次産業化関係の技術相談、施設利用等 | 70 件 |

6. 研修会・講習会・イベント等

名 称：さかほまれ製造前研修会
日 時：令和 6 年 12 月 16 日(月) 13:00～13:30
場 所：オンライン開催
参加者：「さかほまれ」使用酒造業者および関係者
内容等：令和 6 年産さかほまれの醸造特性について

7. 視察・見学

見 学 4 件 151 名
インターンシップ受入れ 4 名

8. 発表・講演

[雑誌]

- 1) 藤田富子：福井県食品加工研究所の取組み、食品の試験と研究、 59, 34-35 (2024)
- 2) 橋本直哉：乳酸菌を活用した低アルコール酒製造技術、日本農業新聞、11 月 16 日 (2024)

[講演]

- 1) 橋本直哉：乳酸菌 FLP3 を活用した低アルコール清酒製造技術
(日本醸造協会 第 112 回清酒製造技術セミナー、令和 6 年 4 月 19 日、東京都)
- 2) 藤田富子：食品加工の基礎
(福井県立大学創造農学科講義、令和 6 年 5 月 1 日、あわら市)
- 3) 藤田富子：食品加工の応用
(福井県立大学創造農学科講義、令和 6 年 6 月 19 日、あわら市)
- 4) 五十嵐めぐみ：熱中症対策について
(福井県高等学校野球連盟主催栄養講座、令和 6 年 6 月 29 日、福井市)
- 5) 藤田富子：官能評価について
(福井県立大学創造農学科講義、令和 6 年 7 月 3 日、坂井市)

- 6) 橋本直哉: 「さかほまれ」の魅力の紹介
(令和 6 年度全国知事会 in 福井、令和 6 年 7 月 31 日、福井市)
- 7) 橋本直哉: 「さかほまれ」地酒の説明
(福井美食フェア食材勉強会、令和 6 年 11 月 26 日、福井市)
- 8) 五十嵐めぐみ: 野球競技を行うための身体づくりや栄養管理について
(福井県高等学校野球連盟主催栄養講座、令和 6 年 12 月 8 日、21 日、福井市および敦賀市)
- 9) 橋本直哉: R6BY 酒のきき酒と課題について
(令和 6 酒造年度酒造技術研修会、令和 7 年 1 月 7 日、福井市)
- 10) 橋本直哉: 「さかほまれ」地酒の紹介
(令和 6 年度さかほまれセミナー、令和 7 年 1 月 21 日、福井市)
- 11) 橋本直哉: 福井県オリジナル清酒酵母について
(フランス日本酒輸入業者主催「OsakaTour in 福井」、令和 7 年 2 月 3 日、坂井市)
- 12) 北風智裕: 米粉の特徴や取り扱いについて
(米粉商品開発研修会、令和 7 年 2 月 4 日、坂井市)
- 13) 五十嵐めぐみ: 嘸下調整食リーフレットの活用について
(令和 6 年度在宅栄養管理指導研修センター運営委託事業研修会、令和 7 年 2 月 22 日、福井市)
- 14) 五十嵐めぐみ: 野球競技を行うための身体づくりや栄養管理について
(福井県高等学校野球連盟主催栄養講座、令和 7 年 2 月 23 日、福井市)

[その他]

- 1) 橋本直哉: 令和 6 事務年度全国市販酒類調査の品質評価
(金沢国税局、令和 6 年 10 月 1 日、金沢市)
- 2) 橋本直哉: 新酒きき酒研究会
(福井県酒造組合、令和 7 年 3 月 6 日、福井市)
- 3) 橋本直哉: 令和 6 酒造年度金沢国税局酒類鑑評会の品質評価
(金沢国税局、令和 7 年 3 月 18、19、21 日、金沢市)

9. 職員の研修

職員名: 研究員 松浦 知諒
研修内容: 酒類醸造に関する研修
研修先: 独立行政法人酒類総合研究所
研修期間: 令和 7 年 1 月 6 日～3 月 28 日

令和 6 年度 食品加工に関する試験成績

2025 年 11 月発行

編集・発行

福井県食品加工研究所

〒910-0343 福井県坂井市丸岡町坪ノ内 1 字大河原 1-1

Tel 0776-61-3539 Fax 0776-61-7034

<http://www.pref.fukui.jp/doc/021115/>
