

ノート

梅花酵母の米粉パン適性

土佐 典照*・野津 智子**・秋吉 渚月*

1. 目 的

現在地産地消の動きに合わせて、各地域の特色を出すために地域の産物や土壌などから独自の酵母を分離して、パンや清酒などを製造する動きが活発に行われている^{1)~3)}。

鳥根県大田市の世界遺産石見銀山では、江戸時代後期にかけて採掘作業者に防塵や保湿性など健康上の安全性を確保する目的で梅肉をマスク（福面と呼ばれていた）に塗りつける風習があったので、現在でも大田市では「市の木」として梅をととても大切にしている。このような歴史的経緯があるため梅を利用した特産品作り、特に伝統文化を踏まえつつ、テイクアウトや喫茶用として提供する形態にも対応可能な新規性のある食品素材が、鳥根県の食品関係業界から強く要望されている。

そこで著者らは、石見銀山地区の梅花から酵母の分離を行った。この分離された酵母は、*Saccharomyces cerevisiae* であること、パン、酒造用の既知酵母とは栄養要求性など

が異なること、パン製造試験を行った結果既製酵母のパンとは異なる風味があること、及び醸造発酵能力も現在広く使用されている酒造用酵母に匹敵し清酒製造にも使用できることを確認した⁴⁾。なおこれらの試験結果から、新規に発見した酵母として特許⁵⁾が認められ、また「梅花酵母」⁶⁾「石見銀山梅花酵母」⁷⁾の商標も登録された（以下、梅花酵母と表記する）。

ところで近年米の消費拡大を目的として米粉利用の研究⁸⁾、特に米粉パンに関する研究が数多く報告されている^{9), 10)}。これらの研究では、米粉パンに利用するための原料米の検討¹¹⁾、製粉方法による米粉品質の違い^{12), 13)}、米粉の性質に応じた適切な加水量の検討^{14), 15)}など、様々な分野で報告が行われている。このように米粉パンの研究は、原料の米、米粉に着目したものであるが、パン製造に関して重要な要素である酵母について検討したものはほとんどない。そこで本報では、鳥根県産米で製造された米粉を用いて、梅花酵母の米粉パン適性について検討したので報告する。

表1 梅花酵母による製パン試験の条件

(配合の単位：パーカース%)

	小麦粉-低糖生地				米粉-低糖生地			
	ストレート法		中種法		ストレート法		中種法	
	梅花酵母	No.1酵母	梅花酵母	No.1酵母	梅花酵母	No.1酵母	梅花酵母	No.1酵母
(仕込み配合)								
小麦粉	100	100	70	70	-	-	-	-
米粉	-	-	-	-	80	80	56	56
グルテン	-	-	-	-	20	20	14	14
酵母	4	2	4	2	4	2	4	2
グラニュー糖	5	5	0	0	5	5	0	0
食塩	2	2	0	0	2	2	0	0
ショートニング	5	5	0	0	5	5	0	0
ビタミンC	0,003	0,003	0,001	0,001	0,003	0,003	0,001	0,001
水	66	67	42	42	75	76	52	52
(本捏配合)								
小麦粉	-	-	30	30	-	-	-	-
米粉	-	-	-	-	-	-	24	24
グルテン	-	-	-	-	-	-	6	6
グラニュー糖	-	-	5	5	-	-	5	5
食塩	-	-	2	2	-	-	2	2
ショートニング	-	-	5	5	-	-	5	5
水	-	-	24	25	-	-	23	24
(製造条件)								
中種 捏上げ温度	-	-	25℃	-	-	-	25℃	-
発酵	-	-	27℃, 2時間	-	-	-	27℃, 2時間	-
本捏 捏上げ温度	28℃	28℃	28℃	28℃	28℃	28℃	28℃	28℃
一次発酵	30℃, 50分+30分	-	27℃, 20分	-	-	-	-	-
分割	420g	420g	420g	420g	420g	420g	420g	420g
ベンチ	30℃, 15分	-	27℃, 15分	-	27℃, 20分	-	27℃, 15分	-
成形	ワンローフ				ワンローフ			
二次発酵	38℃, 85% RH 生地の高さが型の高さと一致				38℃, 85% RH 生地の高さが型の高さと一致			
焼成	上火200℃, 下火200℃ 25分				上火190℃, 下火210℃ 35分			

*農林水産素材加工科, **現 食料安全推進課

2. 試料および方法

2.1 パン酵母

梅花酵母は、微生物の識別の表示を「石見銀山梅花酵母-1」として、独立行政法人製品評価技術基盤機構 特許微生物寄託センターに、2011年2月8日に「受託番号：NITE P-1056」として寄託したものである。梅花酵母は2トン委託生造し、生イーストのバルク形態で3kgずつポリ袋に包装した。本酵母は、5℃および-20℃で保存して適時試験に供した。対照とした市販パン酵母は、レギュラー生イースト（キリン協和フーズ株式会社製、以下No.1酵母と表記）、冷凍生イースト（株式会社サラ秋田白神製、以下No.2酵母と表記）および低糖用インスタントドライイースト赤（フランス ル・サッフル社製、以下No.3酵母と表記）を用いた。

2.2 原料

試験に供した米粉は平成24年度島根県産「きぬむすめ」¹⁶⁾を、委託加工したもの（熊本製粉株式会社製）を用いた。なお、この米粉の損傷デンプンの割合は2.1%、平均粒径41μm、食パン比容積最大値の加水量は77%であった。米粉にはグルテン（Fx-75、熊本製粉株式会社製）を混合して使用した。比較対象とする小麦粉は、市販強力粉（レッドキューブ、旭製粉株式会社製）を用いた。

2.3 パン生地における各酵母発酵力の測定

日本イースト工業会の定めたパン用酵母試験法¹⁷⁾を参考にして、低糖生地についての生地膨張力試験（ストレート・ドウ法）を行った。なお酵母の使用量は、No.1酵母が2パーカース%、No.3酵母が1パーカース%とした。また梅花酵母、No.2酵母については、予備試験でNo.1酵母およびNo.3酵母とほぼ同等の発酵力を示したと判断された量が3パーカース%であったので、使用量は3パーカース%とした。試験に供した原料は2.2項に示したものを、米粉とグルテンは混合（米粉：グルテン=80：20）して使用した。小麦粉、米粉、蒸留水などの原材料は、30℃に設定したインキュベータに1時間静置してから用いた。生酵母は40℃の蒸留水に溶かして30℃に調整して直ちに添加し、ドライイーストは30℃で20分間静置してから添加した。ミキシングは、捏ね上げ温度が30℃になるようにミキサー（PK1201、日本ニーダー株式会社製）を30℃設定のインキュベータ内に設置し、5分間、480回転/分で行った。捏ね上げが終わった生地は、速やかに30g採取しファームグラフ（IIW、アトー株式会社製）に供して、5分毎のガス発生量を12時間測定した。また捏ね上げが終わった直後の生地について、水分は定法¹⁸⁾で、水分活性は水分活性測定装置（CX-2、アイネクス社製）で測定した。

2.4 梅花酵母による製パン試験

梅花酵母について米粉および小麦粉によりストレート法と中種法で、低糖生地の製パン試験を行った。比較対象と

してNo.1酵母を用い、この試験における仕込み配合および製造工程を表1に示した。なお梅花酵母の使用量は、2.3項より増やして4パーカース%とした。その理由は、予備試験で焼成して出来上がった小麦粉パンの容積が2パーカース%のNo.1酵母と同等となる量を検討した結果であり、また2.3項の生地試験よりも増量となった原因としては、焼成工程でパン体積が膨張する「窯伸び」が、梅花酵母のパンは少なかったことが挙げられる。

原料はミキサー（マイティ15、株式会社愛工舎製作所製）でミキシングして生地を完成させた。生地完成の判断は、生地を指で伸ばしてちぎれず薄膜となって指が透けて見える状態とした。ワンローフ型に成形後、これを一斤パン型（内寸L180×W80×H90mm）に入れ、ホイロ（MH-T、株式会社ワールド精機製）で発酵を行った。発酵終点は、生地上端がパン型の高さと一致した時点として、ホイロに要した時間を記録した。発酵終了後、直ちに電気オーブン（WEE-12T、株式会社ワールド精機製）で焼成した。

2.5 パン比容積の測定

焼成後のパンを室温で一晩放冷した後、菜種法で比容積を求めた。

3. 結果および考察

3.1 梅花酵母の米粉パン生地の発酵特性

前報で、梅花酵母のパン生地の発酵力について試験した結果、米粉を原料とした試験区の方が小麦粉を原料とした試験区よりも発酵力が大きくなる傾向があることを報告した⁴⁾。この現象について確認するため、市販流通している3種類の酵母と比較して発酵特性を調べた。図1に4種類の酵母を添加して小麦粉および米粉で作成した低糖生地について、ファームグラフによる3時間の総ガス発生量の測定値を示した。小麦粉生地でのガス発生量は、No.1酵母とNo.3酵母に比べ、No.2酵母と梅花酵母は若干低い値となった。米粉生地では梅花酵母は、No.1酵母、No.2酵母よりも高く、No.3酵母と同等の値を示した。次に同一酵母について小麦粉生地と米粉生地を比較したところ、梅花酵母は米粉生地の方が小麦粉生地よりもガス発生量が約1.2倍大き

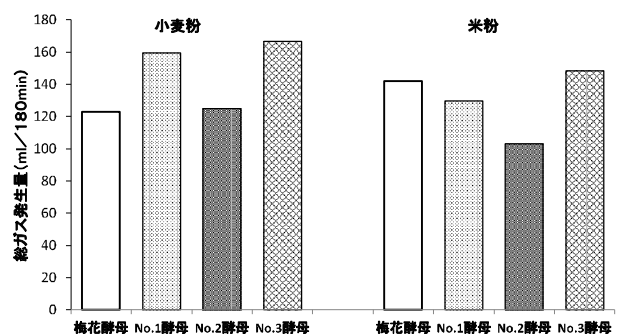


図1 小麦粉および米粉生地における各種酵母の180分間における総ガス発生量

く、逆に他の酵母は米粉生地では小麦粉生地の0.8~0.9倍となり、前述したような梅花酵母の米粉に対する特徴が示された。

そこで、この梅花酵母の特性の原因について検討した。小麦粉生地と米粉生地の大きな差異の一つが、仕込み配合における加水量である。図1における加水量は、小麦粉生地ではパン用酵母試験法に従って62パーケース%, 米粉生地では食パン比容積最大値の77パーケース%とした。このように加水量が大きく異なることから、各酵母に対して、小麦粉生地、米粉生地における加水量を任意に変えてガス発生量を測定した。試験開始から3時間の5分毎ガス発生量について、No.1酵母の小麦粉生地についての結果を図2に、米粉生地の結果を図3に示した。また梅花酵母について小麦粉生地の結果を図4に、米粉生地の結果を図5に示した。なおこれら4つの図において、加水量は55, 62, 70, 77, 85パーケース%の5試験区とし、各生地水分と水分活性の値を合わせて記載した。No.1酵母については図2, 図3のとおり、小麦粉生地、米粉生地とも加水量を変えても、ガス発生量はどの試験区もほぼ同じ値の経過となった。このことについては特に結果を示していないが、No.2酵母、No.3酵母も同じ傾向であった。梅花酵母の小麦粉生地については、図4のとおり加水量55の試験区が低い値で経過したが、加水量62以上はNo.1酵母と同様に、加水量を増加してもガス発生量への影響は見られなかった。しかし梅花酵母の米粉生地については、図5のように加水量が多くなるとガス発生量も多くなり、特に加水量77, 85の試験区で顕著であった。ここでは結果を示していないが、梅花酵母で清酒製造試験を行った場合、汲水歩合が130以下になるとポーメの切れやアルコール生成が鈍くなり、酸度が高くなるなど培養基の濃度が影響した。

以上のことから加水量が、梅花酵母の発酵に影響することが示唆された。しかし、本試験において、小麦粉試験区と米粉試験区での各加水量における水分、水分活性の値に差はほとんどなかったため、小麦粉生地と米粉生地の差異の原因については今後の検討課題である。しかしこの梅花酵母の様に、米粉パン製造の適正条件で発酵が旺盛になる特性のある酵母が見いだされたことは、今後米粉パン製造に特化した酵母の可能性のあるものと考えられる。

3.2 梅花酵母による製パン試験

梅花酵母、No.1酵母を用いて表1により製パン試験を行い、小麦粉と米粉のそれぞれの組み合わせで作成したパンの比容積およびホイロ時間の結果を表2に示した。2.4項で述べた様に小麦粉で予備試験を行い、梅花酵母とNo.1酵母で焼成後のパン容積が同等になるよう酵母量を決定したので、小麦粉を使用した試験結果は、比容積、ホイロ時間も、ほぼ同じ値となった。一方米粉試験のホイロ時間は、梅花酵母では小麦粉試験の値と大きな差は無かったが、No.1酵母については小麦粉よりも約15分長くなった。パンの比容

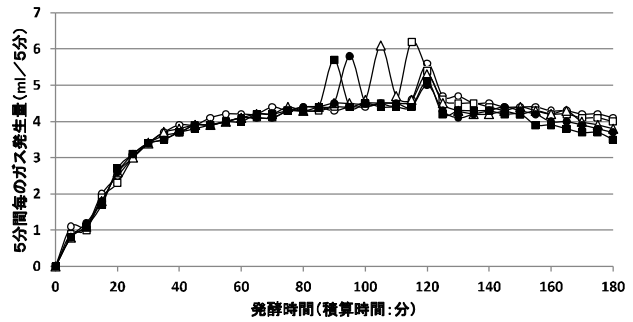


図2 No.1酵母の水分の違いによるガス発生量 (小麦粉・低糖生地)

○加水量55:水分43.1,水分活性0.970 □加水量62:水分46.0,水分活性0.972
△加水量70:水分47.6,水分活性0.974 ●加水量77:水分49.1,水分活性0.976
■加水量85:水分51.6,水分活性0.980

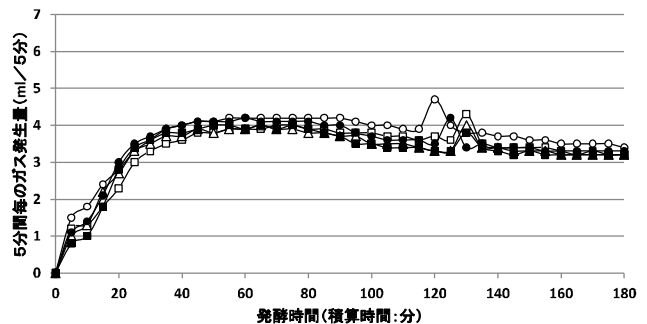


図3 No.1酵母の水分の違いによるガス発生量 (米粉・低糖生地)

○加水量55:水分39.9,水分活性0.967 □加水量62:水分42.9,水分活性0.973
△加水量70:水分45.5,水分活性0.976 ●加水量77:水分47.9,水分活性0.978
■加水量85:水分49.5,水分活性0.976

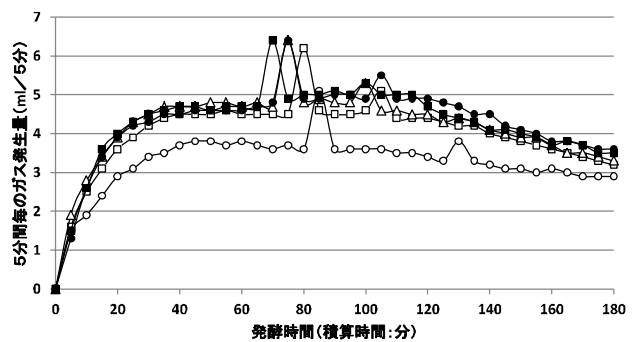


図4 梅花酵母の水分の違いによるガス発生量 (小麦粉・低糖生地)

○加水量55:水分41.4,水分活性0.968 □加水量62:水分42.0,水分活性0.970
△加水量70:水分45.3,水分活性0.973 ●加水量77:水分47.5,水分活性0.975
■加水量85:水分49.3,水分活性0.977

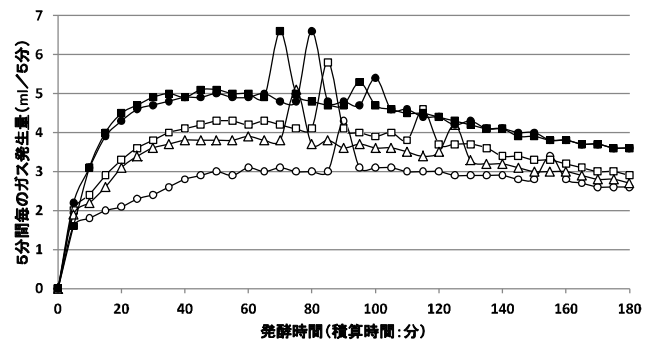


図5 梅花酵母の水分の違いによるガス発生量 (米粉・低糖生地)

○加水量55:水分40.6,水分活性0.961 □加水量62:水分42.6,水分活性0.963
△加水量70:水分43.5,水分活性0.968 ●加水量77:水分46.7,水分活性0.972
■加水量85:水分49.1,水分活性0.975

表2 梅花酵母による製パン試験結果

		ストレート法		中種法	
		梅花酵母	No.1酵母	梅花酵母	No.1酵母
小麦粉-低糖生地	ホイロ時間(分)	58	61	64	65
	比容積(ml/g)	4.78	4.79	4.82	4.83
米粉-低糖生地	ホイロ時間(分)	60	75	68	80
	比容積(ml/g)	4.10	4.34	4.06	4.38

積については、米粉試験の値が小麦粉試験の値よりも低くなり、梅花酵母は約15%、No.1酵母は約10%低くなった。以上のように米粉を使用した場合、No.1酵母はホイロ時間を小麦粉に比べ長く取る必要があり、また焼成においてはいわゆる窯伸びが米粉は小さく、特に梅花酵母はこの傾向が大きくなるという問題点が示された。このことは、米粉パンの普及における課題と考えられるが、酵母以外の原料などについても合わせて検討すべきものと思われる。

島根県のパン製造業者で米粉パンについて状況調査を行ったが、その結果では小麦原料パンで設定した既存の製造条件では米粉パンの成形が想定どおりできないため、米粉パン用の新たな製造条件を作成しなければならないことが、米粉パンの普及が進まない原因の一つであった。このことは、前述した様に市販酵母を使用した場合、小麦粉と米粉でホイロ時間や焼成後の容積に差が生じたことから裏付けられた。しかし梅花酵母は、小麦粉と米粉の製造条件の差違が、比較的少ないことから、米粉パンの普及の一助となることが期待される。

文 献

- 小玉健吉, 高橋慶太郎. 酵母, 冷凍パン生地, 乾燥パン酵母, 発酵食品, 含塩発酵食品及び発酵食品製造方法. 特許第3995183号. 2007-08-10.
- 柏木亨, 山岡邦雄, 加藤美都子. 桜の花から分離した酵母及びその取得方法並びに該酵母を用いた清酒その他の飲食品の製造方法. 特許第3846623号. 2006-09-01.
- 小田有二, 山内宏昭, 田村雅彦. 産学官連携による製パン用「とち野酵母」の開発. 日本食品科学工学会誌. 2012, vol. 59, no. 1, p. 1-5.
- 土佐典照, 大渡康夫, 近重克幸, 野津智子, 生田千枝子, 吉野勝美, 房薇, 松場大吉, 石見銀山遺跡の梅花からの「梅花酵母」単離とその特性. マテリアルインテグレーション. 2012, vol. 25, no. 8-9, p. 64-70.
- 土佐典照, 房薇, 石見銀山梅花酵母, 及びそれを用いて製造される発酵食品または飼料. 特許第4899138号. 2012-01-13.
- 島根県, 石見銀山生活文化研究所. 商標登録第5497611号. 2012-06-01.
- 島根県, 石見銀山生活文化研究所. 商標登録第5515205号. 2012-08-17.
- 松木順子. 米粉利用のための特性評価の現状と課題. 応用糖質科学. 2012, vol. 1, no. 2, p. 7-11.
- 奥座宏一, 岡部繭子, 烏純. 米粉利用の現状と課題-米粉パンについて. 日本食品科学工学会誌. 2008, vol. 55, no. 10, p. 444-454.
- 吉井洋一, 本間紀之, 赤石隆一郎. 新潟県における米粉・米粉種への取り組み. 日本食品科学工学会誌. 2011, vol. 58, no. 5, p. 187-195.
- 高橋克嘉, 奥西智哉, 鈴木啓太郎, 柚木崎千鶴子. 米粉パンの加工適正評価と宮崎県産米粉間の比較. 日本食品科学工学会誌. 2011, vol. 58, no. 2, p. 55-61.
- 奥座宏一, 松木順子, 岡留博司, 岡部繭子, 鈴木啓太郎, 奥西智哉, 北村義明, 堀金彰, 山田純代, 松倉潮. 製粉方法の異なる米粉の特性と製パン性の関係. 食品総合研究所研究報告. 2010, no. 74, p. 37-44.
- 庄子真樹, 羽生幸弘, 毛利哲, 如中咲子, 池田正明, 富樫千之, 藤井智幸. 製粉方法の異なる米粉の粉体特性と吸水特性の評価. 日本食品科学工学会誌. 2012, vol. 59, no. 4, p. 192-198.
- 奥西智哉, 中村健治, 宮本守, 宮下香苗. 米粉パン製造の適正加水量決定方法. 日本食品科学工学会誌. 2012, vol. 59, no. 8, p. 409-413.
- 松木順子, 奥西智哉, 岡留博司. 米粉のパン加工適正評価のための吸水性簡易評価法. 平成24年度食品試験研究成果情報. 2013, no. 25, p. 50-51.
- 安達康弘. 水稲有望品種「きぬむすめ」の安定生産技術確立. 平成17年度島根県農業技術センター成績概要集. 2006, p. 34-37.
- 日本イースト工業会. パン用酵母試験法 1996.
- 科学技術庁資源調査会食品成分部会編. 五訂日本食品標準成分表分析マニュアル. 社団法人資源協会. 1997, p. 10.