

製パンに活用可能な酒粕素材の開発

Development of the Available Sake lees Materials for Baking Bread

山川三穂*、本多美恵*、矢富満寿美**

Miho Yamakawa, Mie Honda, Masumi Yatomi

*食品開発研究所 発酵・機能性食品グループ、**食品開発研究所 食品加工グループ

酒造副産物として大量に排出される酒粕において、食品へのより有益な活用法が望まれている。そこで、酒粕の素材化と加工助剤としての観点から検討を行った。

素材化では、酒粕を過熱蒸煎機、またはマイクロ波乾燥装置及び真空定温乾燥機により酒粕を乾燥させ、粉末化を行った。それらを食パン作製時に強力粉と一部置換した所、マイクロ波乾燥及び真空定温乾燥による酒粕粉末において膨張効果と老化抑制傾向が確認され、マイクロ波乾燥酒粕粉末の加工助剤としての可能性が見いだされた。フリーズドライ加工と比較してより安価な乾燥方法であると考えられ、食品残渣のアップサイクルも行えることから、酒粕の食品への活用が期待される。

1. はじめに

酒粕は、日本酒製造の副産物として大量に排出されている。県内では産業廃棄物の処理費用の問題から無償譲渡もしくは安価に取引される場合があり、より有効な酒粕活用法が望まれている。

酒粕が食品製造業において広く活用されるためには、加工助剤としての機能を保持する利便性の高い形態である必要がある。酒粕の添加は食パンの膨張率を増加させたり、軟らかくさせたりする効果があることが既に明らかとなっている¹⁾が、加熱処理を行った酒粕や、粉末素材化したものにおいてもこのような効果や、さらには時間経過によりパンが硬くなることを抑制させる効果があるかどうかを検討したので、報告する。

2. 実験方法

2.1 酒粕の素材化

酒粕は、千代むすび酒造株式会社のものを使用した。加熱処理した際の製パンへの影響を検討するために、酒粕を蒸し器で 45 分間蒸し、使用するまで -18°C 以下で保管した。また、未処理の酒粕においても入手後同様の条件で保管した。

過熱蒸煎機（ASTRA FOOD PLAN(株)）は $300\sim 500^{\circ}\text{C}$ の過熱水蒸気により 5～10 秒で乾燥を行うものであり、熱風乾燥に比べ風味や栄養価の低下を抑えることが可能である。投入された原料に空中で過熱水蒸気を当てて乾燥させるため、乾燥原料はおからのようなバラバラとした固体状である必要がある。通常の状態の酒粕では当該機での乾燥が行えないため、加水して液体状態にした酒粕に、賦形剤として酒米の中糠（酒米を精製する工程で、精米歩合 90 %から 80 %の間でとれた粉末、千代むすび酒造(株)）を混合した。

まず、酒粕 12 kg に対し水 36.4 kg を加え、ミクロナットマシン（Stephan MC12、マルチバック・ジャパン(株)）により均質化することで酒粕の液状化処理を行った。

続いて、ASTRA FOOD PLAN(株)に委託し、液状化原料 1.32 kg に対し、水 2.68 kg、中糠 6 kg を混合し、ウイングミルでさらに均質化を行い、乾燥・粉末化を行った。成果物を AFP 乾燥酒粕粉末と称し、製パンに使用した。

マイクロ波乾燥装置（兼松エンジニアリング(株)）による酒粕の乾燥（一次乾燥）では、兼松エンジニアリ

ング(株)において、ある程度細かくしたバラ状の酒粕にマイクロ波を照射し、乾燥温度設定 40℃、原料温度上限設定 60℃で乾燥を行った。その後、フードプロセッサーとブレンダーで粗粉碎された成果物（含水率 17.7%）を、さらに当センターの真空定温乾燥機（DP-610、ヤマト科学(株)）により 30℃設定で 24 時間乾燥させた。二次乾燥物（含水率 1.1%）をブレンダーで破碎し、篩にかけたものを兼松乾燥酒粕粉末と称し、製パンに使用した。

2.2 食パンの作製

製パンの材料として、強力粉（日清カメリヤ強力小麦粉、(株)日清製粉ウェルナ）、砂糖（上白糖、(株)パールエース）、スキムミルク（北海道スキムミルク、雪印メグミルク(株)）、食塩（(財)塩事業センター）、バター（雪印北海道バター食塩不使用、雪印メグミルク(株)）、ドライイースト（スーパーカメリヤドライイーストホームベーカリー用、(株)日清製粉ウェルナ）、を使用した。製パンにはホームベーカリー（BB-ST10-WA、象印マホービン(株)）を使用した。

配合は、当該ホームベーカリー使用コースの製パンレシピに従って、水 210 mL、強力粉 290 g、砂糖 16 g、スキムミルク 6 g、塩 5 g、バター 15 g、ドライイースト 3 g とし、もちもちコース（調理時間 3 時間 40 分）で作製した。

酒粕（バラ粕及び蒸し酒粕）を使用する場合、酒粕の固形分量（質量%）をあらかじめ測定し、酒粕固形分量が強力粉と一部（2～10%）置換となるように酒粕を添

加した。その際、水の使用量は酒粕水分量を差し引いた値にした。酒粕粉末を使用する場合、酒粕粉末をそのまま強力粉と一部（2～10%）置換した（表 1）。

2.3 酒粕等の固形分量、及び水分量の測定

酒粕、及び蒸し酒粕の固形分量は、1 g 強のサンプルをアルミ皿に薄く伸ばし、ハロゲン水分計（HC103、METTLER TOLEDO 社）を使用して、乾燥温度 105℃、スイッチオフ基準 1 mg/50 s（50 秒間で 1 mg 単位の変化なし）の設定で行った。水分量（含水率）は、100 の値から固形分量を差し引いた値とした。また、食パンの水分量においては、同水分計を使用し、小さくちぎった食パン 1 g 強をアルミ皿に載せて、乾燥温度 135℃の設定で同様に測定した。

2.4 食パンの物性測定

食パンの焼成後、ホームベーカリーから取り出したパンローフは室温で 1 時間放冷し、スライサー（E-26、ritter 社）により厚さ約 20 mm にスライスした。6 枚切りスライスパンの内側 4 枚において、各スライスパンの上部から 30 mm にあたる部分を電動ナイフで切断し、切断面を一辺、スライスパン中心切断面を一辺とする横 30 mm、縦 30 mm、厚さ約 20 mm のパンクラムをスライスパン 1 枚あたり 2 個ずつ取り出し、一方は当日測定用、もう一方は翌日測定用とした（n=4）。パンクラムは、角型のプラスチック製秤量皿に回収し、三方袋に秤量皿ごと入れた後にシーラーで密封し、翌日測定用は 25℃で 24 時間保管した。物性の測定にはクリップメーター（RE-33005CX、(株)山電）を使用した。ロードセル 20 N、直径 20 mm の円板型プランジャーを用い、測定速度 10 mm/s、測定歪率 80 %の条件で測定し、最大荷重の平均値を求めた。

表 1 製パン配合例

	酒粕 0%置換	酒粕（バラ粕） 2%置換	酒粕（蒸し酒粕） 2%置換	酒粕粉末 2%置換
水	210 mL	205 mL	206 mL	210 mL
酒粕/酒粕粉末	0 g	11 g	10 g	6 g
強力粉	290 g	284 g	284 g	284 g
砂糖	16 g	16 g	16 g	16 g
スキムミルク	6 g	6 g	6 g	6 g
塩	5 g	5 g	5 g	5 g
無塩バター	15 g	15 g	15 g	15 g
ドライイースト	3 g	3 g	3 g	3 g
	酒粕固形分量 55.11 %		蒸し酒粕固形分量 57.05 %	

2.5 統計処理

統計処理は Microsoft Excel を使用し、Welch の t 検定を行った。危険率が 0.05 未満で有意であるとみなした。

3. 結果と考察

食パンの物性に影響する素材について、これまで複数検討されており¹⁻⁵⁾、酒粕については食パンを膨張させる効果や軟らかくさせる効果があることが既に明らかとなっている⁵⁾。また、パンは時間経過とともに硬くなるが、これは水分の蒸発やデンプンの結晶化(老化)が要因とされている。まず、既報と同様な加工助剂としての機能や、さらには老化抑制効果を確かめるために、未処理の酒粕を用いて検討を行った。

三浦らは強力粉に対して酒粕を添加している⁵⁾が、本研究では酒粕の固形分量を強力粉と置換しており、使用する水の量は酒粕の水分量を差し引いている。そのようにして強力粉の一部を酒粕に置換して食パンを

作製した所、2~4 %置換(固形分換算量)で顕著に膨張し、当日では 0 %置換に比べ 2 %置換で有意に軟らかくなり、翌日でも軟らかい状態を保っていた(図 1A、2A)。各パンクラムの当日と翌日の水分量を測定したところ、水分量の大きな変化は見られなかった(図 3)。

酒粕置換による食パンの膨張は、酒粕に含まれる酵母や、ドライイーストや酒粕酵母の栄養源になる酒粕中の糖の存在によって二酸化炭素が多く発生したこと、また、酒粕に含まれるその他の成分が要因として考えられる。45 分の蒸し処理で酵母を死滅させた酒粕では、無処理の酒粕と比較し、4~10 %置換(固形分換算量)で膨張が確認でき、8 %置換では 0 %置換と比較し翌日でも有意に軟らかい状態となっていた(図 1B、2B)。無処理の酒粕よりもやや劣るが、加熱処理した酒粕においても食パンの膨張効果や老化抑制効果が得られたことから、これらの効果は生きた酵母や熱に弱い成分の他に、熱に強い成分にも起因すると考えられた。

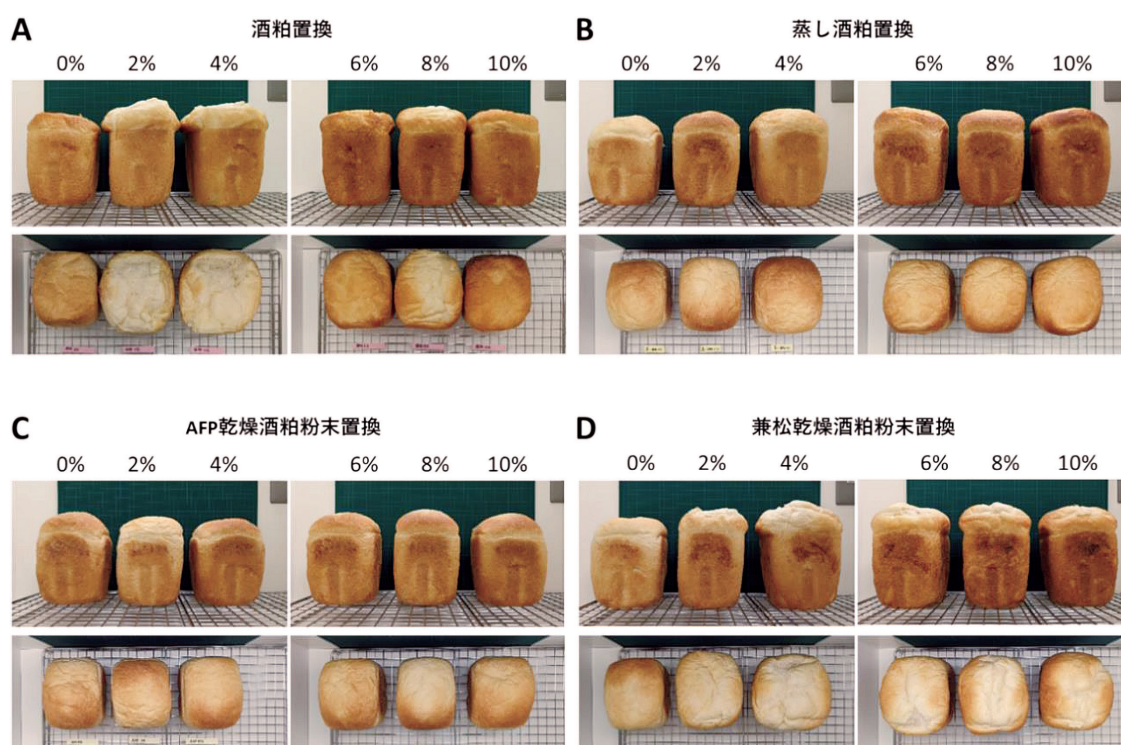


図 1 強力粉と一部置換した食パンの外観

酒粕 (A)、蒸し酒粕 (B) においては、固形分換算量で強力粉と置換。酒粕粉末 (C、D) においては、粉末をそのまま強力粉と置換。(A) 無処理の酒粕、(B) 45 分蒸し処理を行った酒粕、(C) ASTRA FOOD PLAN (株) の過熱蒸煎機による酒粕粉末 (中糠含有)、(D) 兼松エンジニアリング (株) によるマイクロ波乾燥後、さらに真空定温乾燥を行い粉末化した酒粕。

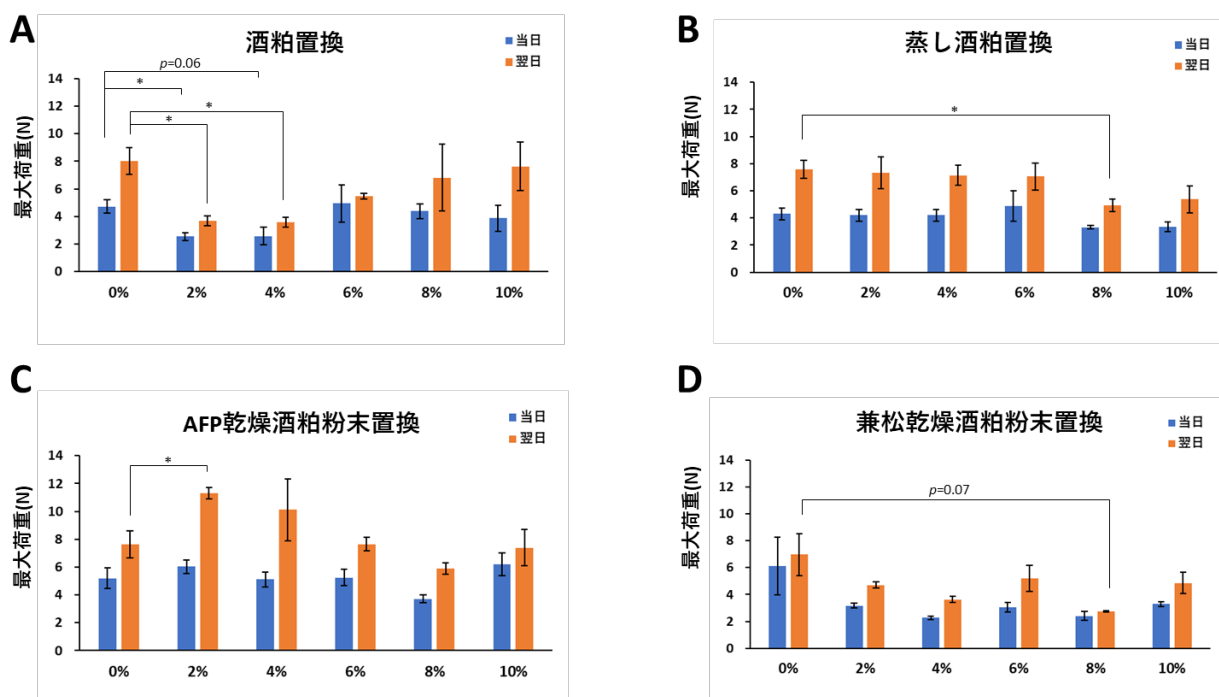


図2 強力粉と一部置換した食パンの当日及び翌日の物性

酒粕 (A)、蒸し酒粕 (B) においては、固形分換算量で強力粉と置換。酒粕粉末 (C、D) においては、粉末をそのまま強力粉と置換。(A) 無処理の酒粕、(B) 45 分蒸し処理を行った酒粕、(C) ASTRA FOOD PLAN (株) の過熱蒸煎機による酒粕粉末 (中糠含有)、(D) 兼松エンジニアリング (株) によるマイクロ波乾燥後、さらに真空定温乾燥を行い粉末化した酒粕。統計処理は各置換条件において、当日 0% 置換に対する当日各% の最大荷重の値について、もしくは、翌日 0% 置換に対する翌日各% の最大荷重の値について、Welch の t 検定で行った。n=3 (A、取り出したパンクラムの 1 つを水分量の測定に使用したため)、n=4 (B-D、ただし、B の当日 2% についてはパンクラムの変形が見られたため n=3)、*: $p < 0.05$ 。平均値 ± 標準誤差。

酒粕は、粉末状態にすると製パンや製菓において利便性が高くなる。フリーズドライ加工は凍結した原料を真空乾燥させるため栄養価などの低下が少なく、食品の品質を保つことが可能であるが、加工費用が高価になる。そのため、加工助剤としての機能を保持しつつ、より安価な酒粕の乾燥方法を検討するため、短時間の高温処理により乾燥を行う過熱蒸煎機や、マイクロ波を照射し減圧状態で低温乾燥を行うマイクロ波乾

燥装置を使用することで酒粕を乾燥粉末化し、それらの食パンへの加工助剤としての機能について検討した。

AFP 乾燥酒粕粉末を一部強力粉に置換したところ、食パンの膨張効果は確認できず、翌日には 0% 置換と比べて 2% 置換で有意に硬くなっていた (図 1C、2C)。AFP 乾燥酒粕粉末の酒粕固形分量は、計算上約 2.6% となっているため、また、中糠の割合が多いため、膨張効果と老化抑制効果が確認できなかったと考えられた。

兼松エンジニアリング (株) のマイクロ波抽出装置は、果物の果皮からの香気成分抽出や、リキュール製造などに使用されている。そこで、マイクロ波処理された酒粕を素材として活用できるのではないかと考えた。マイクロ波抽出装置と同様の加工原理であり、酒粕の乾燥に適しているとメーカーより推薦されたマイクロ波乾燥装置を用いて含水率 17.7% まで乾燥した酒粕を、さらに真空定温機で乾燥させて粉末化した兼松乾燥酒粕粉末を作製した。兼松乾燥酒粕粉末を一部強力粉に

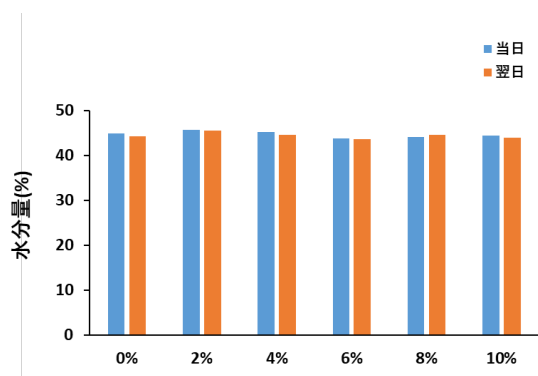


図3 酒粕置換食パンの水分量

置換したところ、無処理酒粕と同様に顕著な膨張が4%置換で確認された(図 1D)。翌日の老化抑制効果については有意差がなかったものの、特に8%置換で老化抑制の傾向が確認された(図 2D)。マイクロ波乾燥及び真空定温乾燥による方法は、食品加工機能性がより保持される素材化方法であることが明らかとなった。

4. おわりに

本研究では、食品へのより有益な酒粕活用を促すために、加工助剤としての機能を保持する酒粕素材化方法の検討を行った。

まず、酒粕を製パンに使用するメリットを明らかにするため、酒粕を強力粉に一部置換して食パンの膨張と物性を調べたところ、適正な置換量で、食パンの膨張と老化の抑制が確認された。加熱処理を行った酒粕においては、これらの効果は減少したが、より多い置換量で効果が確認されたことから、酵母や熱に弱い成分の他に、熱に強い成分にも起因する可能性が考えられた。酒粕が製パンで利用されにくい要因として、酒粕特有の風味があるが、蒸した酒粕による製パンではこれらの風味が低減していたため(データ不掲載)、無処理の酒粕よりも風味の点で利用がしやすいと考えられる。

菓子製造や製パンにおいて、粉末状態の素材である方が作業しやすい。そこで、食パンへの加工助剤として利便性の高い酒粕素材を検討するために、ASTRA FOOD PLAN(株)と兼松エンジニアリング(株)に酒粕の乾燥を委託し、一部は当センターでも追加の乾燥を行って酒粕を乾燥・粉末化した。それらの素材を使用し、強力粉の一部を酒粕粉末に置換して食パンを作製したところ、純粋な酒粕素材である兼松乾燥酒粕粉末では食パンの膨張効果が見られ、また、翌日の食パンの老化が抑制される傾向があった。AFP 乾燥酒粕粉末は、中糠の配合量が多く酒粕の割合が極端に少ないことから、酒粕の加工助剤としての機能が得られなかったと考えられた。今回、米の中心部より油脂分やタン

パク質量が多いとされる中糠を賦形剤として使用したが、米の中心により近い吟醸糠や米粉にした場合、また、賦形剤の配合量を少なくした場合に膨張効果などが得られる可能性は、加熱処理を行っている蒸し酒粕の結果から十分に考えられる。

酒粕を乾燥させるにあたって、フリーズドライ加工では加工費用が高価となり、熱風乾燥では酒粕が褐変する。現時点では兼松エンジニアリング(株)のマイクロ波乾燥装置による乾燥が、二次乾燥を必要とするものの比較的安価な素材化方法として適していると考えられた。マイクロ波乾燥装置では酒粕蒸留酒も得ることができるため、食品のアップサイクルという観点からもメリットがあり、酒粕素材化への活用が期待される。

謝 辞

本研究に酒粕を提供していただきました、千代むすび酒造(株)に深謝いたします。

文 献

- 1) 中野淳子ら; 食パンの物性および食味特性に及ぼす緑黄色野菜粉末添加の影響, 日本家政学会誌, 46(4), p.321-329(1995).
- 2) 大羽和子ら; 大豆素材添加食パンの製パン性, 物性および食味特性, 日本家政学会誌, 47(1), p.21-27(1996).
- 3) 鈴野弘子ら; サツマイモ葉凍結乾燥粉末配合パンの製パン性と品質, 日本食生活学会誌, 15(1), p.29-34(2004).
- 4) 高橋智子ら; α -アミラーゼ添加がパンの物理的特性と咀嚼性に及ぼす影響, 日本摂食嚥下リハビリテーション学会雑誌, 23(3), p.171-179(2019).
- 5) 三浦芳助ら; 酒かすを利用したパンの製造, 広島女学院大学論集, 57, p.69-78(2007).