

米粉スポンジケーキの物性に及ぼすキシリトール添加の影響

Effect of Adding Xylitol on Physical Properties of Rice Flour Sponge Cake

食物学科
Dept. of Food and Nutrition

小崎 智恵
Chie Kozaki

濱中 真理子
Mariko Hamanaka

藤井 恵子
Keiko Fujii

抄 録 アレルギー代替食として、米粉と豆乳泡沫を使用したスポンジケーキに注目し、非う蝕性、エネルギー低減効果のあるキシリトールの添加がケーキの品質に与える影響を検討した。バターの粘度は、糖濃度 35%ではグラニュー糖を添加した試料が高くなったが、糖濃度 45~65%ではグラニュー糖とキシリトールの混合系を添加した試料が高値となった。グラニュー糖を添加した場合、ケーキの比容積は糖濃度の影響をあまり受けないのに対し、キシリトールを添加したケーキは糖濃度 55%までは添加量が増えるにつれ比容積は増大した。また、キシリトールを添加したケーキはグラニュー糖を添加したケーキに比べ、破断特性のみかけの弾性率、圧縮時応力が低下し、軟らかいケーキとなった。官能評価では、分析型、嗜好型ともにキシリトールを添加したケーキはグラニュー糖を添加したケーキと同等の評価を得た。

キーワード：米粉、スポンジケーキ、グルテンフリー、キシリトール、力学特性

Abstract We focused on sponge cake made with rice flour and soymilk foam as an allergy substitute, and investigated the effect of adding xylitol, which is non-cariogenic and energy-reducing, on the quality of the cake. The viscosity of the 35% sugar concentration batter was higher in the sample with sugar than in the other samples, while the viscosity of the 45-65% sugar concentration batters was higher in the sample with the sugar and xylitol mixture than in the other samples. The specific volume of the cake with sugar was not affected by the sugar concentration, whereas the specific volume of the cake with xylitol increased the sugar concentration up to 55%. In addition, the cake with xylitol had lower apparent elasticity and lower stress at compression than the cake with sugar, resulting in a softer cake. Sensory evaluation showed that the xylitol-added cake was similar to the sugar-added cake in both analytical and preference types.

Keywords: rice-flour, sponge cake, gluten-free, xylitol, physical properties

1. 緒言

食物アレルギー患者の増加に伴い、アレルギー対応食の需要が高まっており、三大アレルゲンの一つである小麦粉の代わりに米粉を使用した食品が注目されている¹⁾。また、国内で生産可能な米を活用することで、日本の食料自給率の向上にも貢献することができる。しかし、米粉を使用した含泡食品は小麦を使用した従来品と比べて品質や保存性に劣る点が課題であり、その改良が必要である。米粉を使用した含泡食品の一つに米粉パンが挙げられるが、その品質改善のために米粉の粉体特性を検討した研究²⁾

や、増粘多糖類を添加した研究³⁾が行われている。

一方、近年の食生活の動向として健康志向が高まっており、大豆を用いた食品開発にも関心が集まっている⁴⁾。大豆は古来より「畑の肉」と称され、植物性たんぱく質、イソフラボン、食物繊維など機能性成分を多く含んでいることから、伝統食品である味噌や醤油のみならず、大豆粉を用いた商品や大豆ミート、大豆麺など様々な形で活用されている⁵⁾。その1つである豆乳は、アレルギー対応のため牛乳の代替食品としての利用のみならず⁶⁻⁸⁾、起泡性を有することから卵白に代わる泡沫材料としての利用も可能である⁹⁻¹¹⁾。

さらに、生活習慣病予防のために低糖質甘味料である糖アルコールが注目されている¹²⁻¹⁴⁾。キシリトールは1997年に日本において食品添加物として使用することを許可された糖アルコールであり、非う蝕性を期待してチューインガム等に利用されている。キシリトールは溶解度が高く、甘味度はショ糖とほぼ同程度でくせのない味質を持つ点で、糖濃度の高い菓子用素材として優れている。しかしスポンジケーキに用いた場合は膨化度が小さくなり、キシリトール単独での使用では望ましい評価が得られないことが報告されている¹⁵⁾。先行研究ではスポンジケーキ中のショ糖を他の糖類に代替することで最終的なケーキの比容積に影響を及ぼすことが報告されており、糖を組み合わせることでバターの熱変性温度を適度に調節することによって、ケーキの膨化改善が可能であることが報告されている¹⁶⁾。しかし、これらは、小麦粉・卵白を用いた調製方法であり、これまでにアレルギー対応食品として米粉と豆乳泡沫で調製したスポンジケーキにおいてキシリトールを代替した研究は行われていない。そこで本研究では、アレルギー対応食品として米粉と豆乳泡沫を用いたスポンジケーキを調製し、非う蝕性、エネルギー低減効果のあるキシリトールの添加がその品質に与える影響を検討した。

2. 実験方法

2-1. 試料

米粉は栃木県産「朝日の夢」を用いた。副材料として、豆乳（おいしい無調整豆乳：キッコーマン株式会社）、グラニュー糖（スプーン印グラニュー糖：DM 三井製糖株式会社）、キシリトール（キシリトールC：ダニスコジャパン株式会社）を用いた。

2-2. 試料調製

米粉に対して、ベーカーズ%で豆乳を170%、グラニュー糖又はキシリトールを35, 45, 55, 65%の4段階の濃度で使用した。また、グラニュー糖とキシリトールを混合した混合系のケーキも調製した。混合系においては、グラニュー糖濃度を25%に固定し、キシリトールを10%, 20%, 30%, 40%添加した4段階の糖濃度とした。豆乳泡沫の調製はボウルに豆乳102gを量り入れ、25℃の恒温槽を用いて湯煎を行い、試料が25℃になったことを確認してから攪拌を開始した。攪拌は攪拌器（ハンドミキサー

HTM-5J：株式会社クイジナートサンエイ）と攪拌翼（バルーンウィスク）を用い、攪拌速度は650rpm（ダイヤル1）とした。攪拌時間は攪拌開始3分後に糖を添加して更に7分間攪拌し、合計10分間とした。ケーキの調製は泡沫に米粉60gを2回に分けてふるい入れ、ゴムベラで50回かき混ぜものをバターとし、これを直径13cmのシフォン型容器に流し入れ、あらかじめ150℃に予熱したオーブン（AX-GX2：シャープ株式会社）で30分間焼成した。ケーキは焼成後25℃の恒温器で1時間放冷し、測定に用いた。

3. 測定方法

3-1. 泡沫特性

3-1-1. 起泡力

2-2の方法で調製した豆乳泡沫を、予め質量を測定したサンプルケース（直径55mm×高さ19mm）に充填し、その質量を測定した。起泡力としてオーバーラン（%）＝（一定容積の豆乳の重量）－（同容積の豆乳泡沫の重量）／（同容積の豆乳泡沫の重量）×100を算出した。

3-1-2. 泡沫安定性

直径8.5cmの漏斗の先端を200メッシュの紙テープで固定し、メスシリンダーの上に置き、これに10gの泡沫をのせ、乾燥を防ぐためにラップで覆った。これを25℃の恒温機中で180分間静置し、経時的に離水率（%）を算出した。

3-2. バターの特性

2-2の方法で調製したバターについて、E型回転粘度計（TV-20型粘度計コーンプレートタイプTVE-20H：東機産業株式会社）を使用して、見かけの粘度を測定した。測定レンジはH,R,Uを用い、回転数は3, 6, 12, 20, 30, 60rpmとし、各回転数における2分後の値を測定した。コーンローターは05（3°×R12）、07（3°×R7.7）を使用し、試料の量は0.4mlとし、測定温度は25℃とした。

3-3. ケーキの特性

3-3-1. 比容積

焼成後のケーキを、放冷し、ケーキの重量[g]と容積[cm³]を菜種置換法により測定し、試料の容積を重量で除して比容積を算出した¹⁷⁾。

3-3-2. 破断特性

ケーキは外相を除去して内相から $20 \times 20 \times 20$ mm 角の立方体を切り出し、測定用試料とした。クリープメーター（レオナー RE-3305S：株式会社山電）を用いて、応力-ひずみ曲線を得た。この曲線から、AACC 法にならって、25%圧縮時応力、40%圧縮時応力、70%圧縮時応力、みかけの弾性率を算出した。測定には直径 40 mm のアクリル樹脂製円盤形プランジャーを用い、圧縮速度は 1 mm/sec、測定ひずみ率は 99%、測定温度は 25℃とした。

3-3-3. テクスチャー特性

ケーキは外相を除去して内相から $30 \times 30 \times 20$ mm 角の立方体を切り出し、測定用試料とした。クリープメーター（レオナー RE-3305S：株式会社山電）を用いて、定速圧縮試験を 2 回行い、テクスチャー記録曲線を得た。この曲線から、硬さ、凝集性、付着性、ガム性を算出した。測定には直径 8 mm のアクリル樹脂製円柱形プランジャーを用い、圧縮速度は 1 mm/sec、測定ひずみ率は 80%、測定温度は 25℃とした。

3-3-4. 官能評価

米粉および豆乳泡沫を使用したスポンジケーキの食味特性を調べるため、米粉の代わりに小麦粉、豆乳の代わりに卵白泡沫、グラニュー糖を使用したケーキを基準のケーキとして官能評価を行った。試料は 2-2 の方法で調製したバターをマフィン型に入れ、150℃に予熱したオーブン（AX-GX2：シャープ株式会社）で 30 分間焼成した後、常温で 1 時間放冷し、1 個を 6 等分したものを 1 種類につき 2 切ずつ用いた。グラニュー糖を添加した米粉ケーキと、グラニュー糖とキシリトールの混合系を添加した米粉ケーキの 2 種類を基準のケーキと比較した。

官能評価の方法は 7 段階採点法を用い、パネルは本学食科学科学生 30 名とした。官能評価を行うのにあたり日本女子大学ヒトを対象とした実験研究に関する倫理審査委員会の承認を得て（第 279 号）、事前に調査内容、調査を行うことの必要性、プライバシーの保護、調査結果により得られた成果の発表、疑問があるときの問い合わせ、調査協力の任意性や同意撤回の自由について評価者に説明をし、同意書への署名をもって同意を得ることで、倫理的配慮を行った。

質問項目は、分析型としてきめ、軟らかさ、もちもち感、しっとり感、なめらかさ、ねっとり感、甘

さ、あっさり感、清涼感、後味の 10 項目、嗜好型として分析型の項目に総合評価を加えた 11 項目とした。

3-3-5. 老化特性

測定用試料は、グラニュー糖、キシリトール、グラニュー糖とキシリトールの混合系を 35%、55% の濃度で添加した米粉ケーキを、25℃の恒温器の中で相対湿度 65% に保ったデシケーター内で 2 日間保存したものを用いた。所定時間保存した各種ケーキの 3 倍量のエタノール（特級 C_2H_5OH 99.5%：関東化学株式会社）を加え、乳鉢で摩砕しながら脱水し、濾過した。この操作を 3 回繰り返し、アセトン（特級 CH_3COCH_3 99.5%：関東化学株式会社）で脱脂洗浄後風乾し、粉末試料を得た。

老化特性は、脱脂粉末試料を金属製ホルダー（ 50×35 mm）に一定量充填し、X 線回折装置（RINT-1500：理学電機株式会社）を用いて X 線回折曲線を得た。測定条件は、X 線ターゲットは Cu、走査速度は $2^\circ/\text{min}$ 、測定範囲は $2\theta = 4 \sim 40^\circ$ とした。

4. 結果および考察

4-1. 泡沫特性

4-1-1. 起泡力

豆乳泡沫の起泡力に及ぼす糖添加の影響の結果を図 1 に示す。グラニュー糖を添加した泡沫は、糖濃度が高くなるに従い起泡力は低下する傾向を示した。

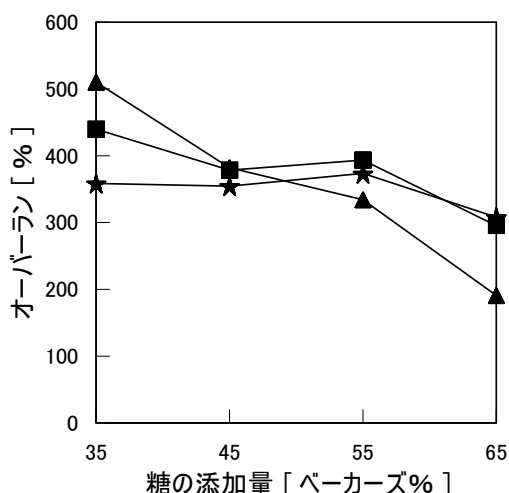


図 1 豆乳泡沫の起泡力に及ぼす糖添加の影響

■ グラニュー糖 ▲ キシリトール ★ グラニュー糖+キシリトール

キシリトール添加泡沫においても同様の傾向を示したが、キシリトールの添加量が増加するほど、起泡力の低下はグラニュー糖よりも顕著であった。一方、グラニュー糖とキシリトールの混合系を添加した泡沫では、糖の添加量に関わらず、起泡力はほとんど変わらないことが示された。

4-1-2. 泡沫安定性

豆乳泡沫の安定性に及ぼす糖添加の影響を図2に示す。糖濃度は65%である。グラニュー糖を添加した泡沫は離水率が低く最も安定した泡沫が得られたが、キシリトールを添加した泡沫はグラニュー糖を添加した泡沫に比べ離水率が高く、泡沫安定性は低下した。グラニュー糖とキシリトール混合泡沫はキシリトール添加泡沫とほぼ等しい結果となり、キシリトールの影響が大きいことが示された。

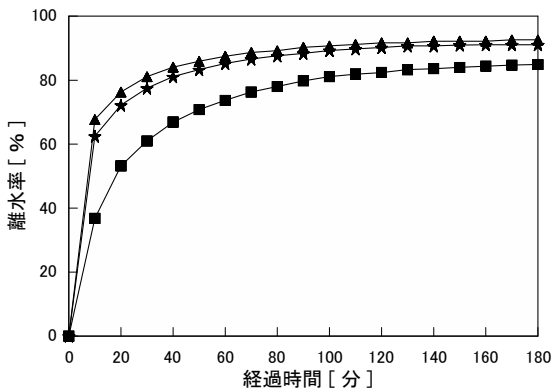


図2 豆乳泡沫の安定性に及ぼす糖添加の影響

■ グラニュー糖 ▲ キシリトール ★ グラニュー糖+キシリトール

4-2. バターの特性

米粉に豆乳泡沫を加えたバターの粘度に及ぼす糖添加の影響を図3に示す。グラニュー糖を添加したバターにおいては、糖濃度が35%のとき、最も見かけの粘度が高くなったが、糖濃度が45%ではバターの粘度は低下した。糖濃度が45%以上においては、バターの粘度の変化はほとんど見られなかった。一方、キシリトールを添加したバターにおいては、糖濃度の影響は顕著ではなかった。糖濃度が35%においてはグラニュー糖を添加したバターの方がキシリトールを添加したバターよりも粘度が高かったが、糖濃度45%, 55%においてはキシリトールを添加したバターの方が粘度は高くなった。グラニュー糖とキシリトールの混合系を添加したバターは、糖濃度35%においてはキシリトールの影響を受け、キシリトールを添加したバターの粘度とほぼ同値であったが、糖濃度が45%以上になると、3種のバターの中で最も粘度が高くなり、グラニュー糖とキシリトールの相互作用が推察された。

4-3. ケーキの特性

4-3-1. 比容積

米粉ケーキの比容積に及ぼす糖添加の影響を図4に示す。グラニュー糖を添加したケーキは、糖濃度45%のとき比容積は最大となり、55%以上では糖濃度が増えるほど比容積は小さくなった。一方、キシリトールを添加したケーキは、キシリトールの添加量が増えると比容積は大きくなったが、濃度55%以

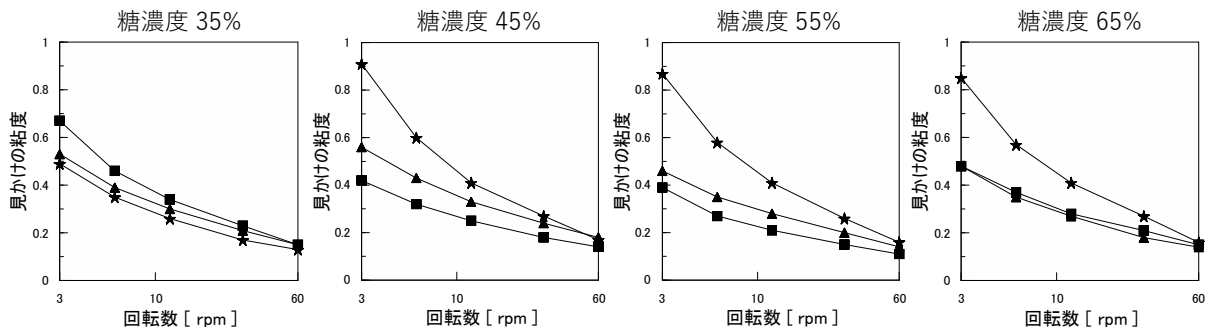


図3 米粉に豆乳泡沫を加えたバターの粘度に及ぼす糖添加の影響

■ グラニュー糖 ▲ キシリトール ★ グラニュー糖+キシリトール

上ではほとんど変わらなくなった。グラニュー糖とキシリトールの混合系を添加したケーキでは、すべての糖濃度で比容積は同程度となり、糖の添加量の影響を受けず、比容積の大きいケーキの調製が可能であることが示された。これはバターの粘度の影響が大きいと考えられ、見かけの粘度が高いとケーキの比容積は大きくなると推察された。

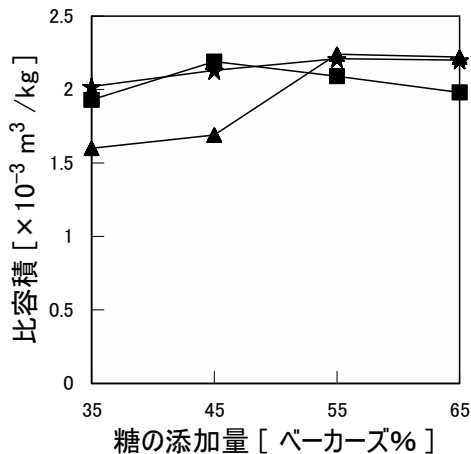


図4 米粉ケーキの比容積に及ぼす糖添加の影響

■ グラニュー糖 ▲ キシリトール ★ グラニュー糖+キシリトール

4-3-2. 破断特性

異なる糖を添加した米粉ケーキの破断特性に及ぼす保存の影響を図5に示す。焼成当日のみかけの弾性率は、糖濃度が45%、55%のときグラニュー糖を添加したケーキが最も高く、キシリトールを添加したケーキの値は低い傾向を示した。グラニュー糖とキシリトールの混合系を添加したケーキのみかけの弾性率は、糖の添加量が多いほど、キシリトールを添加したケーキに近づく傾向がみられた。また、糖濃度が55%のとき、キシリトールを添加したケーキとグラニュー糖とキシリトールの混合系を添加したケーキは保存1日目から2日目にかけてみかけの弾性率が高くなったが、グラニュー糖を添加したケーキは低くなった。糖濃度35%、45%、65%では、保存に伴うみかけの弾性率の変化はほとんど認められなかった。

米粉ケーキの25%、40%圧縮時応力も、同様の傾向となり、グラニュー糖を添加したケーキが最も硬く、キシリトールを添加したケーキが軟らかくなっ

た。混合系を添加したケーキは、グラニュー糖とキシリトールの中間の値となり、糖の添加量が多いほど、焼成当日の25%、40%圧縮時応力は低下し軟らかいケーキになることが示された。焼成当日の70%圧縮時応力は、全ての糖濃度においてキシリトールを添加したケーキの値が最も低くなった。また、焼成当日から保存2日目にかけて、70%圧縮時応力は糖濃度が35%、65%のとき、グラニュー糖を添加したケーキとグラニュー糖とキシリトールの混合系を添加したケーキでは大きな違いは認められなかったが、糖濃度45%、55%においては混合系を添加したケーキの方が低い値を示した。

以上の結果より、米粉と豆乳泡沫を使用したケーキにおいては、グラニュー糖を添加するよりも、キシリトール糖を添加した方が、軟らかいケーキになることが示された。また、グラニュー糖とキシリトールの混合系を添加したケーキにおいては、両者の中間となった。

4-3-3. テクスチャー特性

異なる糖を添加した米粉ケーキのテクスチャー特性に及ぼす保存の影響を図6に示す。硬さについて、焼成当日は糖濃度45~65%ではグラニュー糖を添加したケーキが最も硬く、保存に伴いさらに硬くなる傾向を示したが、糖濃度35%、65%ではグラニュー糖とキシリトールの混合系を添加したケーキは保存に伴い軟らかくなった。

凝集性について、焼成当日は糖濃度45%ではグラニュー糖を添加したケーキの値が高く、糖濃度65%ではグラニュー糖とキシリトールの混合系を添加したケーキの値が高くなった。いずれのケーキも、保存に伴い凝集性は低下する傾向を示した。

付着性について、いずれの糖濃度もグラニュー糖を添加したケーキの値が高い傾向を示した。

ガム性は硬さと似たような傾向を示し、いずれの糖濃度においてもグラニュー糖を添加したケーキの値が高くかみごたえのあるケーキとなり、グラニュー糖とキシリトールの混合系を添加したケーキは経時的に値が低下する傾向を示した。

4-3-4. 官能評価

各種糖を添加した米粉ケーキの官能評価の結果を表1に示す。小麦粉に卵白泡沫、グラニュー糖を添加したケーキを基準として評価を行った結果、分析型では、グラニュー糖のみを添加した米粉ケーキは、基準のケーキと比較してきめが細かく、軟らかく、

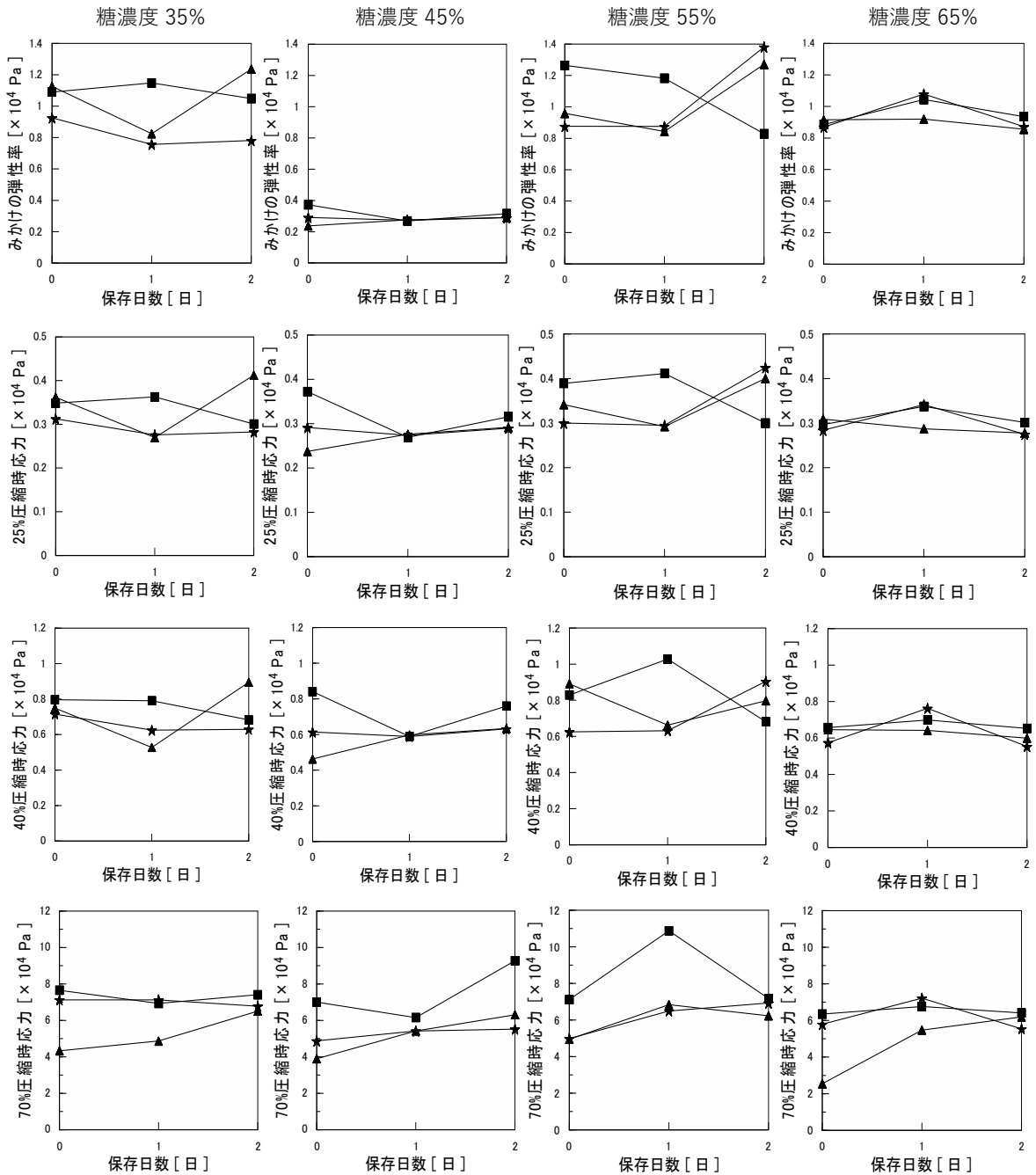


図5 異なる糖を添加した米粉ケーキの破断特性に及ぼす保存の影響

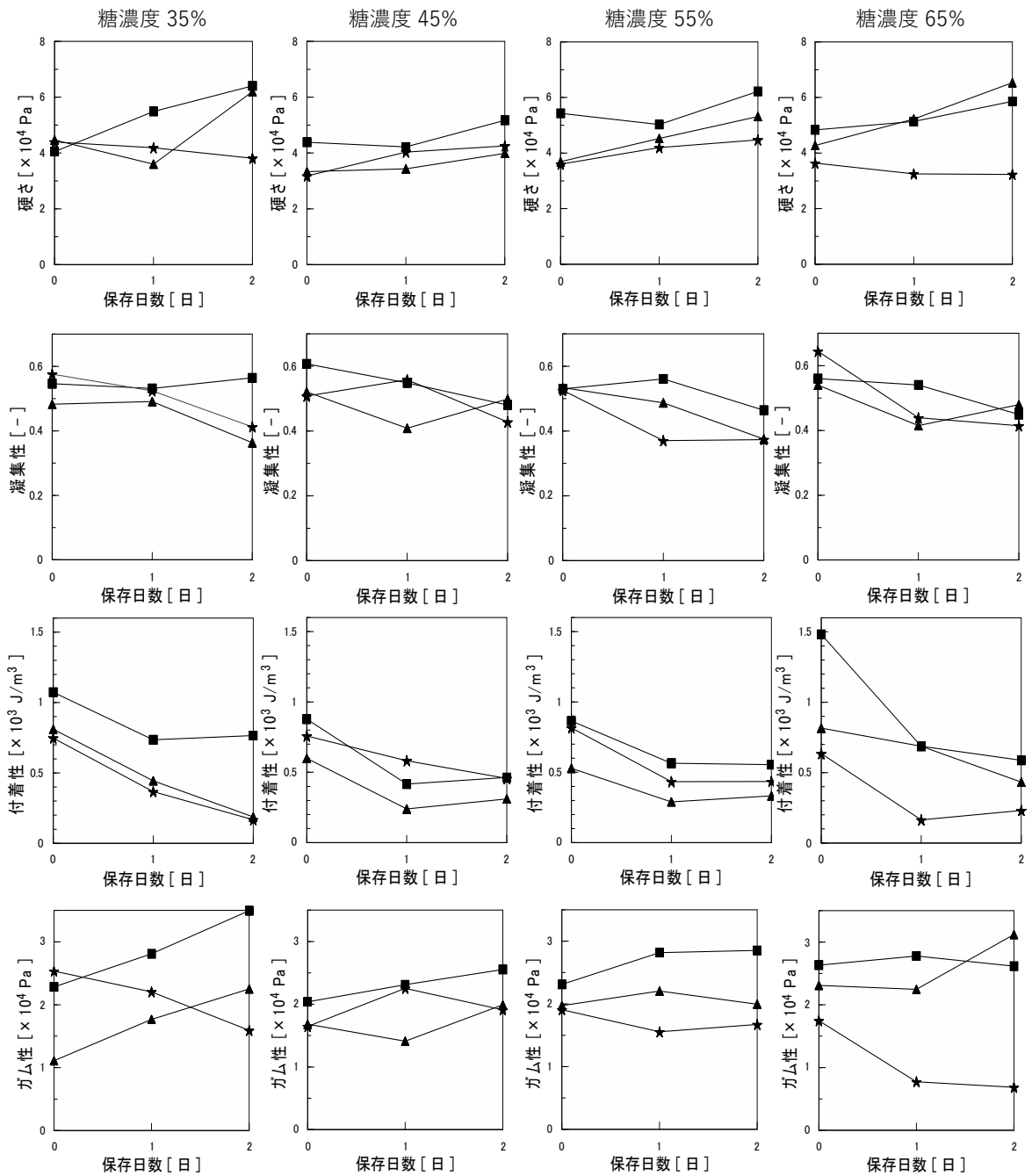


図6 異なる糖を添加した米粉ケーキのテクスチャー特性に及ぼす保存の影響

もちもち感、しっとり感、なめらかさ、ねっとり感について、高く評価された。グラニュー糖とキシリトールの混合系を添加したケーキでは、きめ、もちもち感、しっとり感、なめらかさ、ねっとり感について、基準のケーキよりも評価が高くなった。

嗜好型では、グラニュー糖のみを添加した米粉ケーキは、きめ、軟らかさ、もちもち感、しっとり感、なめらかさの項目について、基準のケーキよりも好ましいと評価された。一方、ねっとり感は基準

のケーキよりも好ましくないと評価された。グラニュー糖とキシリトールの混合系を添加した米粉ケーキは、きめ、軟らかさ、もちもち感、しっとり感、なめらかさの項目について、基準のケーキよりも好ましいと評価された。グラニュー糖のみを添加した米粉ケーキに対して、グラニュー糖とキシリトールの混合系を添加した米粉ケーキが好ましいと評価された項目は、きめ、しっとり感、なめらかさ、あっさり感であった。

表1 各種糖を添加した米粉ケーキの官能評価の結果

	分析型		嗜好型	
	グラニュー糖添加	グラニュー糖とキシリトール	グラニュー糖添加	グラニュー糖とキシリトール
	米粉ケーキ	混合系添加米粉ケーキ	米粉ケーキ	混合系添加米粉ケーキ
きめ	1.9 ± 1.3*	2.2 ± 0.8*	0.77 ± 1.28*	1.1 ± 1.1*
軟らかさ	0.67 ± 1.51*	0.57 ± 1.71	0.73 ± 1.14*	0.40 ± 1.30*
もちもち感	2.4 ± 0.6*	2.0 ± 0.9*	1.3 ± 1.2*	1.2 ± 1.1*
しっとり感	2.2 ± 0.7*	2.3 ± 0.9*	1.0 ± 1.3*	1.2 ± 1.3*
なめらかさ	1.7 ± 1.1*	2.0 ± 0.8*	1.0 ± 1.2*	1.1 ± 1.2*
ねっとり感	2.4 ± 0.7*	2.2 ± 0.7*	-0.067 ± 1.530*	-0.37 ± 1.38
甘さ	0.70 ± 1.47	0.50 ± 1.46	0.60 ± 1.22	0.17 ± 1.34
あっさり感	-0.93 ± 1.17*	-0.50 ± 1.61	-0.20 ± 1.13	-0.033 ± 1.426
清涼感	-0.12 ± 1.42	0.10 ± 1.47	-0.033 ± 0.964	-0.033 ± 1.159
後味	0.47 ± 1.43	0.033 ± 1.299	0.067 ± 1.285	-0.20 ± 1.27
総合評価	-	-	0.47 ± 1.43	0.10 ± 1.47

基準の試料と比較して、* : $p < 0.05$ で有意差あり

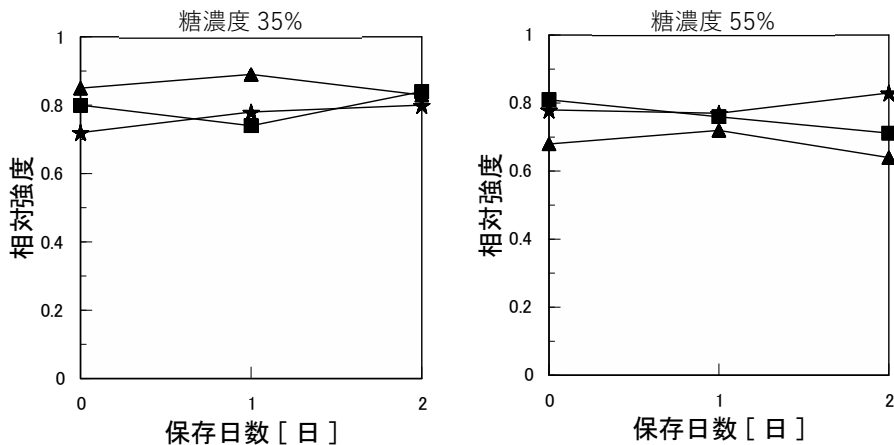


図7 米粉ケーキの老化特性に及ぼす糖添加の影響

■ グラニュー糖 ▲ キシリトール ★ グラニュー糖+キシリトール

4-3-5. 老化特性

各種糖を添加した米粉ケーキを2日間保存した際の老化特性の結果を図7に示す。グラニュー糖単独、キシリトール単独、混合系において、糖濃度35%と55%のケーキのX線回折測定を行った。老化特性はデンプンの老化指標である回折角 17°付近のピークを 20°付近の最大のピークで割った値を相対強度とし、評価した。いずれの糖濃度においても、デンプンの老化特性は保存日数によりほとんど変化しなかった。このことから保存に伴うケーキの硬化は、老化によるものではなく、乾燥などケーキの水分の減少によるものと考えられた。

5. まとめ

豆乳泡沫の起泡力は、グラニュー糖単独、キシリトール単独系では、糖の添加量が増えるにつれ低下したが、グラニュー糖とキシリトールの混合系では、糖の添加量に関わらず、起泡力はほとんど変わらないことが示された。泡沫安定性は、グラニュー糖単独で調製した泡沫が最も安定性が良く、キシリトールを添加することで悪くなった。

ケーキの比容積は、グラニュー糖を添加した場合、糖濃度の影響をあまり受けないのに対し、キシリトールを添加した場合、糖濃度55%までは添加量が増えると比容積は増大した。

ケーキの破断特性は、グラニュー糖のみを添加して調製したケーキに比べ、キシリトールを添加することによって、みかけの弾性率、圧縮時応力は低下し、軟らかいケーキとなった。これらのケーキを25°Cで2日間保存したところ、グラニュー糖のみを添加したケーキは、保存により硬くなり、かみごたえが増す傾向を示したが、グラニュー糖とキシリトールの混合系では、硬さの上昇が抑えられた。また、ガム性はグラニュー糖とキシリトール混合系において保存日数が増えるにつれ低下する傾向を示した。

官能評価の結果より、小麦粉、卵で作ったケーキを基準として、グラニュー糖を単独で添加した米粉ケーキと、グラニュー糖とキシリトールの混合系を添加した米粉ケーキについて評価した。分析型官能評価では米粉に豆乳泡沫を添加したケーキはいずれもきめが細かく、もちもち、しっとりしており、なめらかで、ねっとり感があると評価された。嗜好型官能評価では、きめ、やわらかさ、もちもち感、

しっとり感、なめらかさについて、基準のケーキと比較して有意に好ましいと評価された。したがって、米粉に豆乳泡沫を添加したケーキにキシリトールを添加してもグラニュー糖を添加したケーキと同等の品質および嗜好性が期待できることが示された。

以上の結果より、米粉スポンジケーキにキシリトールを添加すると、客観的评价においては軟らかくなり、主観的评价ではグラニュー糖を添加した場合と同程度の嗜好性を有することが明らかとなった。今後アレルギー対応ケーキにおいても、非う蝕性、エネルギー低減を目的としたキシリトールの活用が期待される。

6. 参考文献

- 1) 矢野裕之：増粘剤・グルテンを使用しない米粉パンの開発，化学，**76**(11)，28-29 (2021)
- 2) Keiko Fujii, Haruko Onodera, Chihiro Teraguchi, Akiko Ohsuga, Atsuko Takahashi：Optimal preparation for gluten-free rice bread, *Journal of Biorheology*, **35**(1), 18-28 (2021)
- 3) Keiko Fujii, Momomi Usui, Akiko Ohsuga, Michiko Tsuji：Effect of Thermoresponsive Xyloglucan on the Bread-Making Properties and Preservation of Gluten-Free Rice-Flour Bread, *Foods*, **12**(14), 2761 (2023)
- 4) 塚本知玄，田山一平：調理加工から見た大豆の健康機能性成分，日本調理科学会誌，**40**(3)，121-126 (2007)
- 5) 中野康行：粉状大豆たん白と大豆ミート，日本調理科学会誌，**54**(6)，259-265 (2021)
- 6) 下山田真：豆乳の構造と加工技術の進展，日本食品化学工学会誌，**67**(2)，45-57 (2020)
- 7) 阿相優香，山形純子，松本美鈴：植物性ミルクがカスタードプディングの物性と嗜好性に及ぼす影響，日本調理科学会誌，**54**(1)，6-13 (2021)
- 8) 新井映子：グルテンフリー米粉パンの膨化に対する豆乳の効果，日本調理科学会誌，**53**(4)，230-237 (2020)
- 9) 金親あつ美，高木稚佳子，大越ひろ，藤井恵子：食材料としての豆乳泡沫の特性，日本調理科学会誌，**42**(6)，378-385 (2009)
- 10) 柘植光代：マイクロバブル豆乳泡沫の特性，日本調理科学会誌，**45**(3)，171-180 (2012)

- 11) Sara Hedayati, Mostafa Mazaheri Tehrani : Effect of total replacement of egg by soymilk and lecithin on physical properties of batter and cake, *Food Science&Nutrition*, **6**(4), 1154-1161 (2018)
- 12) 井川佳子：糖アルコールを用いたハードメレンゲの調製と性質，応用糖質科学, **3**(1), 68-72 (2013)
- 13) 泉妃咲，富永晴郎，中島チ鹿子，内田淳一，渡辺雄一，塚本洋子，井上岳，山田洋子，山田善史，山田 悟：健常者における低糖質ケーキが糖脂質指標に与える影響，糖尿病, **55**(6), 380-385 (2012)
- 14) 金本郁男，金澤ひかる，内田万裕，中塚康雄，山本幸利，中西由季子，佐々木一，金子明里咲，村田勇，井上裕：低糖質パンの摂取がセカンドミール摂取後の血糖値に及ぼす影響，日本栄養・食糧学会誌, **73**(4), 133-140 (2020)
- 15) 行友圭子，井川佳子：キシリトールを含むスポンジケーキの焼成過程，日本調理科学会誌, **33**(1), 18-24 (2000)
- 16) 井川佳子：スポンジケーキの焼成過程に及ぼす糖代替の影響，日本食品科学工学会誌, **45**(6), 357-363 (1998)
- 17) 山田大樹，井上俊逸，吉野信次，坪井一将，小疇 浩，山内宏：湯種中の加熱グルテンが生地の製パン性に与える影響，日本食品科学工学会誌, **64**(2), 90-97 (2017)