

スポンジケーキの性状におよぼす新甘味料の影響

大 出 京 子

Effects of New Sweeteners on the Properties of Sponge Cake

Kyoko Ohide

レジュメ

近年の食生活の変化、健康志向の向上から「抗う蝕性」「低カロリー」「ノンカロリー」「低甘味度」などを目標に様々な機能を持った新甘味料が開発されている。新甘味料の利用範囲の拡大は著しく、食品表示の中に多く目にするようになった。しかし、膨化を必要とするスポンジケーキのような焼き菓子への利用は、配合比の適否、膨化性、焼き上がりの表皮の焦げ色等が製品の品質を大きく左右すると考えられることから検討課題が多く、あまり普及していない。本研究では新甘味料をスポンジケーキに利用した場合、どれだけ砂糖の代替になるかを検討した。今回用いた新甘味料はいずれも砂糖の完全な代替になるものはなかったが、使用量の限界はあるものの膨化を必要とするスポンジケーキへの利用は十分に可能であった。特にP甘味料に関しては鶏卵の気泡性を促進かつ安定にし、膨化性が高く、砂糖使用に近似したきれいな焼き色がつき、形状も良いものであった。さらに砂糖の甘味質とは異なる「さっぱりとした甘味」を求めることができ、甘味に対する志向の多様性にも十分対応できると考える。また、砂糖との併用によって砂糖のおいしさを残しつつ低カロリーという機能性を有する用法が、カロリー摂取制限を必要とする人々だけでなく、健康志向の高まりの中で更なる改良・研究が進められ普及していくことを期待したい。

キーワード：スポンジケーキ sponge cake；新甘味料 new sweeteners；性状 quality
テクスチャー texture；官能評価 sensory evaluation

緒 言

人間がもっとも好む甘味料の代表的なものは砂糖であるが、近年の食生活の変化、健康志向の向上から「抗う蝕性」「低カロリー」「ノンカロリー」「低甘味度」などを目標に様々な機能を持った新甘味料が開発されている¹⁻³⁾。古くから用いられてきた甘味料を酵素で処理した甘味料も開発された。肥満者や糖尿病療法においてエネルギーをコントロールすることを余儀なくされている人も多く、三次機能を有する甘味料の需要が着実に定着している⁴⁾。新甘味料は漬物、清涼飲料、冷菓、缶詰、ガム、ダイエット甘味料など最近の利用範囲の拡大は著しい。すでにそれらの

商品化は定着し食品表示の中に多く目にするようになった。さらに、日常の家庭料理やデザート、菓子類への利用性の研究報告⁵⁻⁷⁾や各企業の普及活動も見られるようになった。しかし、膨化を必要とするスポンジケーキのような焼き菓子への利用は、配合比の適否、膨化性、焼き上がりの表皮の焦げ色等が製品の品質を大きく左右すると考えられることから検討課題が多く、あまり普及していない。そこで本研究では各種新甘味料をスポンジケーキに利用した場合、どれだけ砂糖の代替になるのかを調べることにした。また、どの新甘味料がより砂糖の性質に近いかを比較し、その適用性について検討した。

実験方法

1. 実験材料

本試験に用いた新甘味料は予備実験及び官能検査の結果よりA社製1種、M社製2種を選んだ。新甘味料の成分と特性は表1に示した。また、ケーキ調整には小麦粉は薄力粉

表一 新甘味料の成分と特性

新甘味料名	成分	特性	甘味度
P	エリスリトール 98.95% アスパルテーム・フェニルアラニン化合物 0.95% 香料 0.2%	・さわやかで自然の甘さ ・カロリーゼロ	蔗糖の2.8倍
R-ACK	ステビア抽出物 35.0% アセスルファムカリウム 65.00%	・甘味の立ち上がりが早い ・甘味のキレが良い ・非う蝕性	蔗糖の190~240倍
R-GRA	酵素処理ステビア 100%	・天然の低カロリー甘味料 ・甘味質が砂糖に近い ・後切れの良い甘さ	蔗糖の200~230倍

(日清フーズ株式会社製フラワー)、砂糖は上白糖(台糖株式会社スプーン印)、鶏卵は市販新鮮鶏卵(卵黄係数0.37~0.43)、油脂はバター(雪印乳業株式会社製)を用いた。

2. 試料の調整

試料とする材料の配合は市川、三ツ村らの方法⁶⁾をもとにさらに調整を加え、鶏卵120g(卵黄40g、卵白80g)、薄力粉70g、砂糖70g、バター20g、水20mlとした。この砂糖の一部あるいは全量を新甘味料で代替した。室内環境は気温18℃~20℃で行った。

生地調整方法は共立法で行い、新甘味料は砂糖と同様に扱った。鶏卵はあらかじめ卵黄(温度17~20℃)と卵白(温度16℃~18℃)に分け、各々裏ごしし、一定量を計量した後あわせ、砂糖あるいは新甘味料と水を加え、45℃に設定した恒温槽(タイテック株式会社 THERMO MINDER50)内で加温し、試料温度が20℃になった時点でハンドミキサー(ナショナルMK-H3)の回転数950回/分で4分、820回/分で40秒攪拌した。攪拌中の温度は2分、4分の時点で測定し、34℃~37℃であった。次に薄力粉を加

えゴムベラで50回混合し、さらに溶かしバターを加え15回混合してケーキバターとした。溶かしバターの添加時の温度については、前田ら⁸⁾は75℃で加えることによりバター比重が小さくなり、生地中でのバターの分散がよく、気泡の消失を抑制し、官能評価においても良い成績を示したと報告している。このことからバターの添加時の温度を75~80℃とした。調整後5分以内にバター230gを直径15cmの型に入れ、170℃に設定した電気オーブン(日立TO-A12E)の中段で20分焼成した。ただし、新甘味料代替試料の場合は薄力粉添加時の混合回数とバター添加時の混合回数を、各々60回と20回にした。この条件は薄力粉、バターともに生地によくなじむ回数であることを予備実験で確認している。

砂糖に対する各新甘味料の代替率は0%、25%、50%、75%、100%の5段階とした。代替により加えられる新甘味料の添加量は各々の砂糖に対する甘味度から算出し、スポンジケーキの甘さが同一となるように調整した。なお、本実験では新甘味料の甘味度をP甘味料は2.8倍、R-ACK甘味料、R-GRA甘味料は200倍として用いた。これら各々の新甘味料の代替量は表2に示す通りである。

表二 新甘味料の代替量

新甘味料	配合割合 (g)				
	0%	25%	50%	75%	100%
P	0	6.3	12.6	18.9	25.2
R-ACK	0	0.088	0.175	0.263	0.35
R-GRA	0	0.088	0.175	0.263	0.35

焼成後室温(18℃~20℃)で1時間放冷し試料に供した。

3. バター及びスポンジケーキの諸測定

1) バターの比重

バター比重測定法は常法⁹⁾により、調整直後のバターを内径53mm、高さ17mmの小型シャーレに満たし、重量を測定し、同容器中に入る水の重さで除し比重とした。

2) ケーキの膨化率

バター重量を A (230 g) とし、ケーキ体積 B (ml) を菜種置換法¹⁰⁾ により測定した。 $B/A \times 100$ を算出し膨化率とした。

3) ケーキのテクスチャー

ケーキのテクスチャー特性値をレオロメーター (RMT-1300) で測定した。ケーキ中央部より $30\text{mm} \times 30\text{mm}$ を7個切り取り、高さは表面から 20mm とし、試料片とした。測定条件は 18mm φ アクリル樹脂製プランジャーを用いて、クリアランス 2mm 、運動速度 12 サイクル/分、感度電圧 $1.4 \sim 2.5\text{V}$ にて測定した。これより硬さ、凝集性、弾力性、咀嚼性を求め、7個の平均値で示した。

4) ケーキの色調及び色差

測色色差計 (日本電色工業株式会社製 ND-1001 DP 型) を用いて測定した。ケーキ中央部より $30\text{mm} \times 30\text{mm}$ を7個切り取り試料片とし、表皮の L^* 、 a^* 、 b^* 、色差を求め、7個の平均値で示した。

5) 官能評価

官能評価は諸測定と同一の試料について行った。識別可能な学生及び教員合計7名をパネルとし、ケーキの表皮と内相の色、気泡のきめ、しっとりさ、やわらかさ、スポンジ性、甘さ、総合評価について評点法 (5段階評価) でおこなった。評価成績の分散分析を行い、有意性を検定した。

実験結果及び考察

1. スポンジケーキの性状について

新甘味料を使用したスポンジケーキの膨化率とバター比重を図1に示した。

P甘味料使用スポンジケーキ (以下Pとする) のバター比重は代替量の増加に伴わずに値は高くなっているものの、代替100%でも砂糖使用スポンジケーキ (以下基準とする) と大差はなかった。P甘味料は鶏卵の起泡性を促進し、きめ細かい気泡を安定

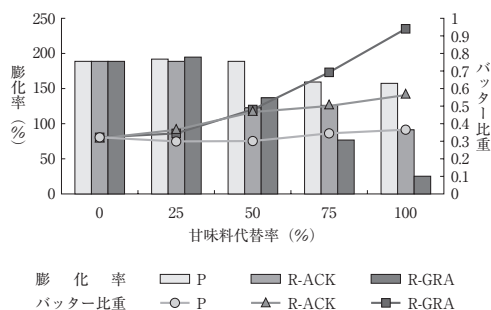


図1 スポンジケーキの膨化率とバター比重

に保持する甘味料と考えられる。R-ACK甘味料使用スポンジケーキ (以下R-ACKとする) のバター比重は代替量の増加に伴い値が徐々に高くなり、鶏卵の起泡性をやや抑制する甘味料ということが言える。R-GRA甘味料使用スポンジケーキ (以下R-GRAとする) では代替量の増加に伴いバター比重の値の上昇が著しく、代替50%以上になると基準の値とは大きく異なる値となることから鶏卵の起泡性を抑制する甘味料と考えられる。

ケーキの膨化率ではPにおいては代替50%までは基準とほぼ同じになり、75%、100%でも著しい低下は見られず、膨化性があると考えられる。R-ACK、R-GRAでは、ともに代替25%が基準とほぼ同じ値となったが、それ以上代替率が増すと値は低下した。特にR-GRAの値の低下は著しく、スポンジケーキとしての膨化の性状を保つことは不可能であった。

ケーキの形均整 (ケーキ中央を縦2つに切り観察、撮影し、渡辺らの方法¹¹⁾ により周囲部高さを最高部高さで除し形均整率を求めた。) は、Pでは代替75%まで均整のとれたきれいな膨化の形を示し、代替100%でケーキ周辺部の膨化がやや低下した中高の形となった。R-ACK、R-GRAでは代替25%まではケーキ周辺部、中央部ともに均整のとれたきれいな膨化の形を示したが、代替50%以上になると周辺部の膨化が低下し中高の形

となった。さらにR-G R Aは代替100%でケーキ周辺部、中央部ともに膨化せず、中央部の脱気収縮により中くぼみ型となった。

2. スポンジケーキのテクスチャーについて
スポンジケーキのテクスチャーを図2、図

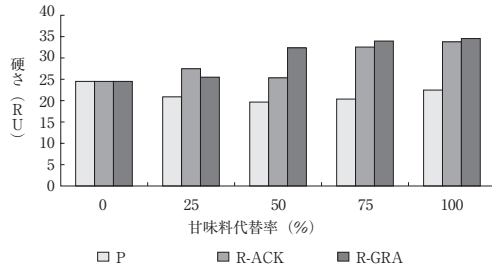


図2 スポンジケーキの硬さ

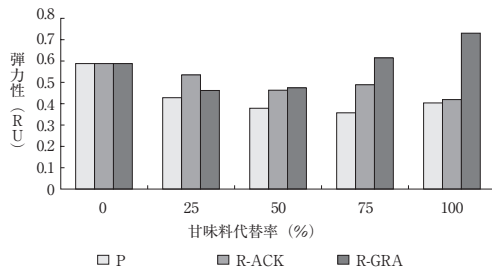


図3 スポンジケーキの弾力性

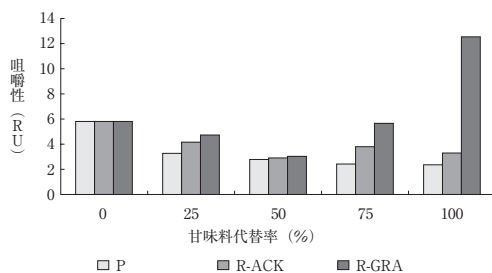


図4 スポンジケーキの咀嚼性

3、図4に示した。硬さ(図2)はPではすべて基準より低い値を示し、基準に比べてやややわらかいスポンジケーキとなった。代替率の増加に対して硬さに大きな影響は現れず、比較的砂糖の性質に近い性状を保持した。これに対し、R-A C Kでは代替率50%まで

は基準に近い値が保持されたが、代替率の増加に伴い、値は高くなった。R-G R Aは25%までは基準に近い値を示したが、代替率50%を超えると値が高くなり硬い性状を示した。弾力性(図3)はPでは代替率の増加に伴いゆるやかに値が低下し、R-A C Kも同様の傾向が見られた。R-G R Aでは50%まではP、R-A C Kと同様の傾向を示したが、50%を超えると値が著しく高くなった。咀嚼性(図4)についても弾力性と同様の傾向を示し、中でもR-G R A 100%は著しく高い値を示した。いずれの甘味料も代替率25%まではほぼ基準のスポンジケーキのテクスチャーに近い性状を示したが、代替率が50%を超えると膨化性が低下して硬くなり、ケーキの品質は低下した。

3. スポンジケーキの色調および色差について
スポンジケーキ表皮の色調および色差の結

表3-1 P甘味料使用スポンジケーキの色調および色差

甘味料代替割合 (%)	L*	a*	b*	ΔE
0	39.7	18.1	23.9	0
25	47.9	17.5	33.0	12.1
50	50.9	16.5	34.6	15.5
75	55.9	16.0	36.0	20.3
100	59.8	15.3	36.4	23.8

表3-2 R-ACK甘味料使用スポンジケーキの色調および色差

甘味料代替割合 (%)	L*	a*	b*	ΔE
0	37.6	15.6	24.3	0
25	51.5	17.0	36.6	32.7
50	62.9	6.2	38.4	43.6
75	60.5	8.1	37.6	40.8
100	62.4	1.8	30.3	40.4

表3-3 R-GRA甘味料使用スポンジケーキの色調および色差

甘味料代替割合 (%)	L*	a*	b*	ΔE
0	41.9	15.1	22.1	0
25	58.2	14.1	35.0	20.7
50	59.1	12.9	37.8	23.4
75	69.5	5.7	44.8	36.9
100	75.5	1.7	41.5	41.0

果を表3に示した。Pでは甘味料の代替率が増すと表皮のこげ色がわずかに薄くなった。明度(L*)は代替量が増すごとに値が高くなっていることから基準に比べ明るくなる事が確認された。赤味の度合い(a*)は代替量が増すごとにわずかに値が低くなり、黄味の度合い(b*)

が高くなった。色差 (ΔE) は代替量の増加に伴い値が高くなり基準との差が現れたが、他の新甘味料使用に比べると色差の値が著しく大きくはなく、比較的基準に近いこげ色が保持され、観察上では代替75%の試料でも充分基準の成績に近い状態であった。R-ACKでは表皮のこげ色が代替25%において基準とわずかに違いがわかる程度に薄くなり、75%代替になるとほとんどこげ色はつかなかった。代替量の増加に伴い明度の値が高くなり、赤味度が低下して黄味度が増加し、色差の値は大きくなった。R-GRAもR-ACKと同様の傾向を示した。特に明度、黄味度の値がR-ACKよりも高く、こげ色がつきにくいことが確認された。いずれの新甘味料の場合も、基準と比較すると、代替量が増加するにつれてこげ色が減少していった。これは砂糖の使用割合が低くなることにより、メイラード反応が作用しにくくなり、スポンジケーキにこんがりとしたきれいな焼き色がつかなくなるものと考えられる。

4. スポンジケーキの官能検査

スポンジケーキの官能検査結果を図5、図6、図7に示した。P(図5)については基準試料と比較して、きめ、しっとりさ、スポンジ性

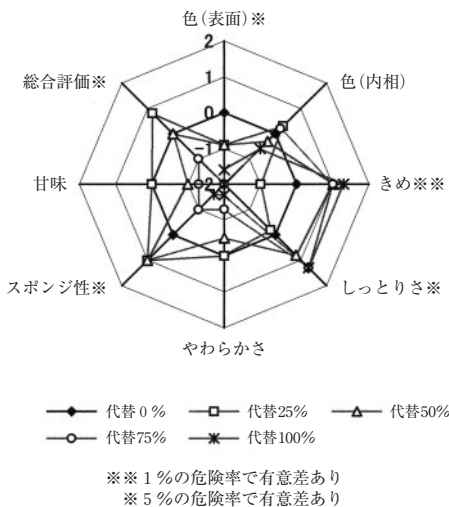


図5 P甘味料使用スポンジケーキの官能検査

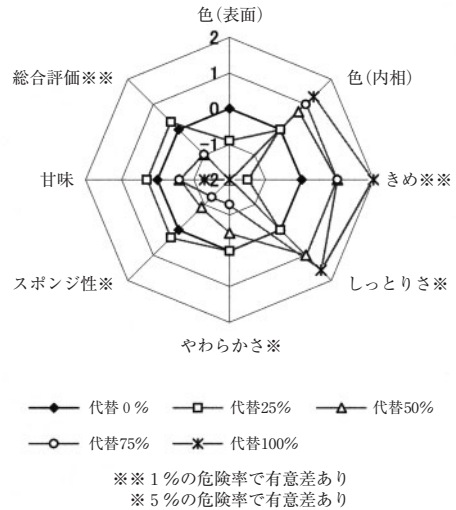


図6 R-ACK甘味料使用スポンジケーキの官能検査

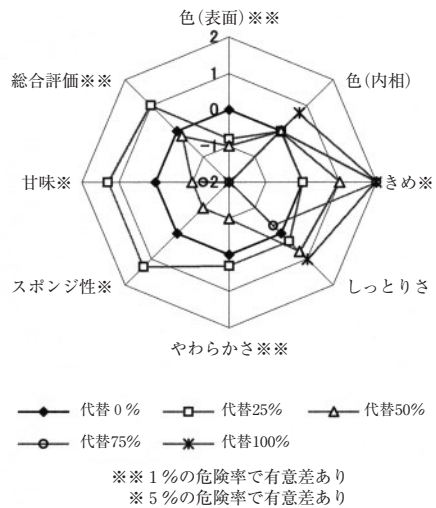


図7 R-GRA甘味料使用スポンジケーキの官能検査

ンジ性、総合評価の項目に有意差が認められた。代替25%のスポンジケーキはスポンジ性、総合評価において基準より有意に成績が良好であった。しかし、代替量が増加すると、きめが細かく目の詰んだ生地となり、ふんわりとしたスポンジ性が低下し、ぼそぼそとした硬い食感となった。R-ACK(図6)では、代替量の増加に伴い、有意に目の詰んだ生地となり湿っぽいスポンジケーキとなっ

た。代替25%のスポンジケーキが基準とほぼ同じ成績を示していた。R-G R A (図7)では、きめ、やわらかさ、スポンジ性、甘味、総合評価に有意差が認められ、R-A C Kと同様の傾向を示した。全ての甘味料において甘味の評価では代替25%が基準と同程度の成績を示したが、代替量が増すと甘味の感じ方は低くなった。

以上より、本研究で用いた新甘味料はいずれも砂糖の完全な代替になるものはなかったが、使用量の限界はあるものの膨化を必要とするスポンジケーキへの利用は十分可能であると考え。特にP甘味料に関しては鶏卵の起泡性を促進かつ安定にし膨化性が高く、砂糖使用に近似したきれいな焼き色がつき、形状も良いものであった。熱不安定から起こる甘味度の低下が軽減されれば十分スポンジケーキへ果たす役割は大きいと考える。さらに砂糖の甘味質とは異なる「さっぱりとした甘味」を求めることができ、甘味に対する志向の多様化にも十分対応できると考える。また砂糖との併用によって砂糖のおいしさを残しつつ低カロリーという機能性を有する用法が、カロリー摂取制限を必要とする人々だけではなく、健康志向の高まりの中で人々に受け入れられるようになれば生活習慣病の予防にもなると考える。今後、家庭用甘味料として食卓で用いる場合の使いやすさも考え、更なる研究・改良が必要である。

要 約

3種類の新甘味料を用いてスポンジケーキの性状、テクスチャー、色調及び色差を調べ、あわせて官能検査を行い、つぎの結果が得られた。

1. P甘味料は鶏卵の起泡性を促進かつ安定にし、スポンジケーキの膨化性が高く、

焼き色、形状ともに砂糖使用に近似していた。官能検査の総合評価では代替率25%のものが砂糖使用よりむしろ成績がよく、代替50%でも砂糖使用と等しい結果となった。

2. R-A C K甘味料は代替25%のものが膨化率、テクスチャー、官能検査において砂糖使用に近い、もしくは好ましいという結果となった。しかし、焼き色がつき難い傾向がある。

3. R-G R A甘味料は鶏卵の起泡性を抑制し、スポンジケーキの膨化性は低く、焼き色がつきにくい。代替25%までの利用が限度と思われる。

本実験で試料を提供いただきました味の素株式会社にお礼を申し上げます。

文 献

- 1) 山田貢 (1985)、アスパルテーム、日本調理科学会誌、**18**、28-33
- 2) 俣野和夫、大沼明、伴マリア (2000)、アセスルファムカリウム“サネット”の特性と食品への利用、食品と科学、**42**、5、1-12
- 3) 伊藤汎 (1989)、甘味料とその機能、香料、**162**、45-56
- 4) 早川幸男 (1995)、オリゴ糖・糖アルコール類の現状と最近の話題、食品工業、**5**、30、26-33
- 5) 青山佐喜子、高田修代、藤原耕三 (1992)、エリスリトールの甘味質と調理への利用、日本調理科学会誌、**25**、8-14
- 6) 市川朝子、三ツ村由香里、新糖質甘味料がスポンジケーキの性状に及ぼす影響、家政誌、**47**、445-452
- 7) 松田康子 (2005)、甘味料「パルスイート」カロリーゼロの調理適応性について、日本調理科学会誌、**38**、170-180
- 8) 前田智子、浅川具美、森田尚文 (1999)、スポンジケーキの性状におよぼすバター添加温度の影響、家政誌、**50**、571-579
- 9) 下村道子、和田淑子 (2004)、「調理実験書」光生館、5
- 10) 下村道子、和田淑子 (2004)、「調理実験書」光生館、4
- 11) 渡辺豊子、大喜多祥子、福本タミ子 (1997)、スポンジケーキ・パウンドケーキの焼成過程における生地温度履歴と製品への影響 (第4報)、日本調理科学会誌、**30**、308-314