

糖アルコールの特性とそれを活用した おいしい焼き菓子の開発

門田 吉弘, 栃尾 巧, 中村 圭伸

Yoshihiro Kadota, Takumi Tochio, Yoshinobu Nakamura

物産フードサイエンス株式会社

糖アルコールやオリゴ糖、高甘味度甘味料などいわゆる新素材甘味料の中でも、糖アルコールは最も多く使用されている。糖アルコールの日本国内での使用量は年間約21万tといわれており、食品以外にも医薬品や化成品などに幅広く使用されている。そのため、1日一度は糖アルコールの配合された商品に接しているといっても過言ではないのかもしれない。

本稿では、糖アルコールの使用に関し、特に用途が多様化している焼き菓子への利用例に関し紹介する。

1. 糖アルコールとは

糖アルコールとは、カルボニル基が還元され、ヒドロキシ基を有する糖類・糖質の総称

であり、単糖糖アルコール（エリスリトール、キシリトール、ソルビトール、マンニトール）および二糖糖アルコール（還元麦芽糖水飴、ラクチトール）、水飴を還元した還元水飴などがある。当社にて取り扱っている糖アルコールを表1に示した。

2. 糖アルコールの基本特性¹⁾

糖アルコールは従来の糖類・糖質に比べさまざまな機能を発揮する。下記に、糖アルコールの機能の一部を紹介する。

1) 甘味特性

糖アルコールの甘味度、エネルギー値を表1に示した。キシリトールを除き、いずれもスクロースに比べ低甘味である。また、甘味質は糖

表1 糖アルコールの種類

分類	種類 (製品名)	甘味度 (砂糖=100)	エネルギー値 (kcal/g)	
単糖糖アルコール	ソルビトール	60	3.0	
	マンニトール	60	2.0	
	キシリトール	97	3.0	
	エリスリトール	75	0.0	
二糖糖アルコール	還元麦芽糖水飴 (マルビット)	75	2.0	
	ラクチトール	34	2.0	
還元水飴	直鎖	高糖化還元水飴 (エスイー 600)	65	2.6
		高糖化還元水飴 (スイートP EM)	65	3.6
		マルチトールシラップ (スイートG2)	65~75	2.2
		マルチトールシラップ (エスイー 20)	60~70	2.4
		中糖化還元水飴 (エスイー 57)	40	2.6
		中糖化還元水飴 (スイートOL)	40~50	2.3
		低糖化還元水飴 (エスイー 30)	30	3.4
		低糖化還元水飴 (エスイー 100)	10	3.6
		低糖化還元水飴 (スイートNT)	20~30	3.3
	分岐	高糖化還元水飴 (エスイー 500)	50	3.3

特集1 焼き菓子のおいしさ探究

アルコールの種類によって異なり、キシリトールおよびエリスリトールは、吸熱反応による独特な冷涼感のある甘味質を示すことから、各種清涼菓子などに利用されることが多い。還元麦芽糖水飴（マルビット）は、スクロースに似た甘味質を示すことから、スクロース代替として食品全般で幅広く利用されている。また、エリスリトールはタチが早くキレがよい甘味特性を有しており、高甘味度甘味料の後味をマスキングする効果があることが判明している。

2) 高い安定性

糖アルコールは、150℃でもほとんど分解、着色せず、熱に対する安定性を有している。これは、反応性の高いカルボニル基が、水素添加（還元反応）によってアルコール性ヒドロキシ基に変化しているため、タンパク質やアミノ酸が共存する場合に起こる褐変、いわゆるメイラード反応を起こさないためである。また酸、アルカリに対する安定性も有しており、分解、着色は極めて少ない（図1）。

3) 水分活性の低下

食品における水分は、食品中を自由に運動・移動できる自由水と食品成分と結合している結合水に分類される。水分活性値は、食品中の自由水の割合を指し、水分活性値が低いほど微生物の利用できる自由水の量が減少するため、その繁殖が抑制される。食品の保存性向上を目的とした伝統的な手法として、食品中の糖の含有量を増やし自由水の量を減少させる「糖蔵」が知られている。しかし、糖蔵には、糖を多量に使用することで甘味が

著しく向上し、従来の食品の味質を損なう可能性がある。

糖アルコールは、スクロースと比較して甘味度が低く、多く使用した際の味質への影響も小さい。そのため、食品の味質を損なうことなく水分活性値を低下させ、食品の保存性を向上させることができる。

4) 食感の変化³⁾

ガラス転移とは、液体を冷却し続けた際に、結晶化することなく非晶質（ガラス）となる現象を指し、ガラス化が起きる温度をガラス転移温度という。固体食品の大部分は非晶質であり、温度や水分の変化によってガラス転移する。近年、ガラス転移温度の違いが食品の食感や加工性に非常に大きな影響を与えることが明らかとなっている。例えば、食品中のガラス転移温度が低い場合、ソフトで柔らかな食感を与え、また高い場合はハードでパリッとした食感を与えることが可能となる。

糖アルコールは一般的に、砂糖などの糖質と比較し、ガラス転移温度が低いため、スクロースなどのほかの糖質と比較して、同一水分量下において、ソフトでしっとりした食感を与えることができる。糖アルコールのガラス転移温度を指標とした食感の変化については、後述する。

5) 低カロリー

糖アルコールは、ヒトの消化酵素による分解を受けにくく、腸管での吸収率も低いために糖類と比較して低カロリーである（表1）。その結果、摂取による血糖値の急激な上昇がなく、インスリンの分泌も促進しないことから糖類やカロリーを制限したい方も安心して使用できる。糖アルコールの中でも、エリスリトールは、厚生省が平成8年5月に施行した「食品の栄養表示基準制度」において、難消化性糖類の中で唯一0 kcal/gに設定されている²⁾。この機能は、卓上甘味料や低カロリーを訴求する飲料、チョコレート菓子などの菓子で利用される。

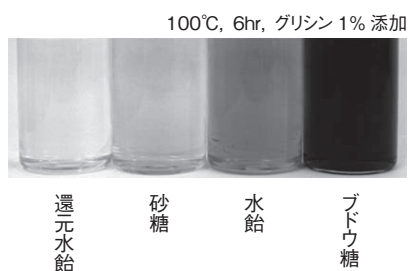


図1 糖類・糖アルコールのメイラード反応性

また、近年、「低糖質」というワードが広く市場に浸透している。現在、低糖質に関する法律上の定義は定められていないが、社団法人食・楽・健康協会によると、低糖質とは「人間が直接的にエネルギーとして利用できる糖質が少ない食品」とされている。エリスリトールは、糖類で唯一低糖質としての訴求が可能な素材であり、今後の低糖質市場の拡大に伴いエリスリトールの需要も大きくなることが予想される。

6) その他

上述した特性のほかにも、糖アルコールは「非う蝕性」および「難発酵性」、「血糖値を上昇させない」、「肥満防止」、「緩下作用」などの特性も有している。また、一部の糖アルコールは「カルシウムやビタミンBの吸収促進作用」および「ビフィズス菌増殖作用」を示すことが報告されている。

3. 焼き菓子への応用例

焼き菓子とは、クッキーやケーキ、どら焼きなど焼くことで香りや味が一層よくなる菓子のことを指す。従来より、糖アルコールは、上述した機能性を利用しさまざまな用途開発が行われている。本稿では、上述の「水分活性の低下」および「食感の変化」、「低エネルギー性」を基盤に焼き菓子の例として、スポンジケーキおよびクッキー、チョコブラウニーを紹介する。

1) スポンジケーキ

糖アルコールによる「水分活性の低下」を焼き菓子に応用した一例として、スポンジケーキへの利用を紹介する。表2に、ソルビトールを使用したスポンジケーキの処方例を

表2 スポンジケーキの配合例 (g)

原材料	基本処方	ソルビトール処方
薄力粉	100	100
卵	200	200
砂糖	100	50
ソルビトール	—	71
糖質重量 (100g)	25	28.7

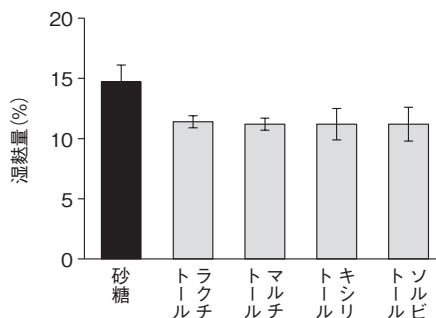


図2 糖アルコールのグルテン形成抑制効果

示した。砂糖を半分に減らし、ソルビトールにて甘味度をそろえた際の固形分量は、砂糖のみの処方と比較して約1.2倍となり、水分活性を低下させる。

また、糖アルコールには、スポンジケーキ生地におけるグルテンの形成を抑制する作用があることが明らかとなっている(図2)。スポンジケーキにおいては、グルテンの形成を抑制することで、より膨らみやすくなると考えられており、糖アルコールを使用することで、柔らかく、ふわっとした食感のスポンジをつくることできる⁴⁾。

2) ソフトクッキー

糖アルコールによる「食感の変化」を焼き菓子に応用した一例として、ソフトクッキーへの利用を紹介する。

砂糖およびソルビトール、キシリトールのガラス転移温度を表3に示した³⁾。砂糖と比較してガラス転移温度の低いソルビトールやキシリトールを使用することで、クッキーのガラス転移温度が低下し、同一水分含量下においても、ラバー状態(粘弾性状態)を維持できる。上述の通り、食品がラバー状態にある場合、柔らかくしっとりとした食感を与えることが報告されている。結果、糖アル

表3 糖アルコールのガラス転移温度

種類	ガラス転移温度 Tg (°C)
スクロース	67
ソルビトール	-4
キシリトール	-23

特集1 焼き菓子のおいしさ探究

表4 チョコブラウニーの配合例 (g)

	基本処方	エリスリトール処方
グラニュー糖	160	104
エリスリトール	—	56
全卵	110	110
カカオマス	50	50
無塩バター	90	90
薄力粉	60	60
ココアバター	5	5
合計	475	475
エネルギー値 (kcal/100 g)	460	411
全糖質量 (g/100 g)	49	37

コールを使用することで、ソフトクッキーの柔らかさやしっとり感をより向上させることができる。

3) 低糖質チョコブラウニー

先にも述べたように、近年、「低糖質」という概念への注目が高まっている。当社では、糖類・糖質で唯一0 kcalに設定されており、「低糖質」としての訴求が可能な素材であるエリスリトールを使用した「低糖質」焼き菓子の開発を行っており、その一例として、チョコブラウニーへ使用した際の処方例を紹介する(表4)。この処方を使用することで、約25%の糖質制限が可能となる。

4. おわりに

本稿では、糖アルコールの機能性を示すとともに、その機能性を焼き菓子に応用した一例を紹介した。糖アルコールの持つ多様な機能を利用することで、おいしさと健康の両面にこだわった商品設計が可能となる。今後の社会において、「食品」がもっとも課題と

すべきは、「予防的観点(≒予防医療)」と「おいしさの追求」であろう。糖アルコールはそれらを両立することができる素材であり、よりその用途を多様化させ、今後の食品科学の発展に寄与していきたい。

参考文献

- 1) 早川幸男:『糖アルコールの新知識』, (食品化学新聞社, 2006)
- 2) 平成27年3月30日, 消費者庁通知消食表第139号
- 3) 村勢則郎ら:『食品とガラス化・結晶化技術』, (サイエンスフォーラム, 2000)
- 4) 和田淑子: 調理科学, 27, 204-213 (1999)



かどた・よしひろ

物産フードサイエンス株式会社

研究開発センター

名古屋大学大学院生命農学研究科 博士課程(後期課程)修了, 博士(農学)。

とちお・たくみ

物産フードサイエンス株式会社

研究開発センター(副センター長)

広島大学大学院理学研究科 博士課程後期修了, 博士(理学)。

なかむら・よしのぶ

物産フードサイエンス株式会社

研究開発センター(センター長)

岐阜大学大学院農学研究科 修士課程修了。