

# 加熱によるアスパルテームの甘味変化の抑制

藤田昌子

岐阜女子大学家政学部健康栄養学科

(2014年1月15日受理)

## Suppression of Changes in the Sweetness of Aspartame caused by Heating

FUJITA Masako

Department of Health and Nutrition, Faculty of Home Economics,

Gifu Women's University, 80 Taromaru Gifu Japan (〒501-2592)

(Received January 15, 2014)

### 1 緒言

近年我が国では糖尿病患者が急速に増加している。糖尿病はエネルギーを必要としている細胞にブドウ糖が供給されず、血糖値が過上昇する疾患である。血糖値が過上昇し続けることにより合併症を起こしやすくなるため、血糖値過上昇の予防を目的に単純糖質を制限する必要がある。単純糖質の中でも砂糖はほとんどの料理に使用され、1人1日当たり約46.6gも摂取していると推測されている<sup>1)</sup>。日本糖尿病協会は、糖尿病患者が1日に摂取する砂糖の量は4g程度<sup>2)</sup>を目安としており、これは非常に少ない量である。

砂糖を摂取すると脳の中枢神経が刺激されエンドルフィンが分泌される。エンドルフィンはモルヒネに似た効果があり、鎮痛効果や多幸感をもたらすため、高い「癒しの効果」

がある<sup>3)</sup>とされている。この効果はアスパルテームのようなペプチド系甘味料でも同様に観察されることから「砂糖効果」というよりも「甘味効果」ではないか<sup>4)</sup>という説もある。

アスパルテームはアスパラギン酸とフェニルアラニンのメチルエステルであり、体内ではアミノ酸代謝経路に従って代謝されるため血糖値への影響も少なく、甘味度は砂糖に換算すると約200倍である。しかしアミノ酸であるがゆえに高温で変性して甘味が減少するため、加熱を伴う調理に不向きである。山田の報告によるとアスパルテーム水溶液を、pH2~5に下げることで高温でもアスパルテームの残存率が高かった<sup>5)</sup>ことから、加熱調理をする際は、pHを下げる工夫により甘味変化が起こりにくくなると考える。一方血糖値過上昇を抑制しなければならない糖尿病患者にとって、甘味を感じることができる料

理は、「癒しの効果」を得て、生活の質（QOL）を損なわず栄養食事療法を継続するために必要不可欠である。そのため、血糖値過上昇を心配することなく甘味類を摂取できる工夫は、糖尿病患者が望んでいるものとする。

## 2 目的

砂糖をアスパルテーム含有甘味料に置換しても十分な甘味を感じることができ、糖代謝への影響も少ないため、無理なく食事療法を続けられることから、QOL維持・向上につながるのではないかと考えた。しかし、加熱によりアスパルテームの甘味は減少してしまうため、pHを下げる工夫が必要である。具体的に食品を用いてpHを下げてアスパルテームの甘味変化を抑制し、料理に応用させた報告が見られないことから、食品中に含まれているクエン酸に着目し、アスパルテーム含有甘味料を用いて作製したシフォンケーキとアスパルテーム含有甘味料にクエン酸を添加したシフォンケーキを官能評価により比較し、クエン酸添加により甘さを得ることができるのか、さらにそれが砂糖を用いたシフォンケーキに匹敵するかを検討することを目的とした。

した。

## 3 方法

薄力粉（日清フーズ株式会社製）、食用調合油（日清オイリオグループ株式会社製）、鶏卵、砂糖と同じ甘さに調整されたアスパルテーム含有甘味料パルスイート®カロリーゼロ（味の素株式会社製、以下「パルスイート®カロリーゼロ」と記す）でシフォンケーキを作製した（以下「クエン酸無添加」と記す）。さらに食品添加物であるクエン酸（和光純薬工業株式会社製）をレモン1/10個分（以下「クエン酸0.8g添加」と記す）及び1/8個分（以下「クエン酸1.0g添加」と記す）のレモン汁に換算して加えたシフォンケーキを作製し、官能評価を行った。そしてそれらが砂糖で作製したシフォンケーキに匹敵するかを評価するために、上白糖（伊藤忠製糖株式会社製）を用いてシフォンケーキを作製し、評価に用いた。シフォンケーキの分量を表1に示す。

### 1) シフォンケーキの作製方法

ボウルに卵黄と甘味料20g、クエン酸を入

表1 シフォンケーキの分量

材料		作製シフォンケーキの実験区			
		クエン酸 無添加	クエン酸 0.8g 添加	クエン酸 1.0g 添加	上白糖
卵黄生地	卵黄	3個			
	パルスイート®カロリーゼロ	20g			—
	上白糖	—			20g
	食用調合油	24g			
	水	40g			
	クエン酸	—	0.8g	1.0g	—
	薄力粉	75g			
メレンゲ	卵白	4個			
	パルスイート®カロリーゼロ	20g			—
	上白糖	—			20g

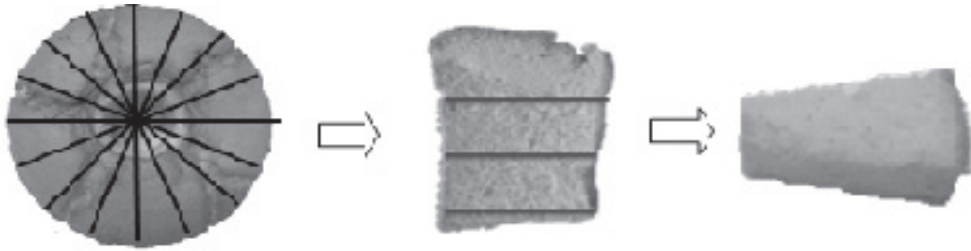


図1 資料の切り分け方法

れて白っぽくなるまで泡立て器で2分攪拌し、食用調合油を糸状に加えて更に2分攪拌した。そこへ水を3回に分けて加え、その都度混ぜ合わせた。そこにふるった薄力粉をさらにふるいながら加え、均一になるように泡立て器で混ぜ、卵黄生地とした。次に別のボウルに卵白と甘味料20gを加え、ハンドミキサーの低速で甘味料と卵白をなじませるように30秒混ぜ、高速にして1分間円を描きながら混ぜた。キメを細かくするように泡立て器で「の」の字を書くように描き、泡が安定したらこれをメレンゲとした。そして卵黄生地にメレンゲの1/3を加えて10回円を描くように混ぜたあと、20回すくいあげるように混ぜ合わせた。残りのメレンゲの半量を加え20回すくうように混ぜ、最後に残りのメレンゲを全て加え、20回すくい混ぜたあと、ゴムベラに持ち替えてボウルの底から生地を持ち上げるように10回程さっくりと混ぜた。その後生地を少しずつ型に入れて左右に回して表面を平らにし、10cm程度の高さから5回、型を調理台に落として空気を抜いた。そして170℃に予熱しておいた高速ガスオーブンに入れ160℃で焼成した。40分後、竹串を刺して焼き具合を確認し、逆さにして1時間30分放冷した。放冷後、パレットナイフと竹串を用いてゆっくりと型から外した。

官能評価に用いた試料は、それを放射線状に16等分し、焼き色がついた上部と下部を

切り落とし、中央の部分で二等分にしたものを用いた。試料の切り分け方法を図1に示す。

## 2) 官能評価方法

パルスイート<sup>®</sup>カロリーゼロにクエン酸を添加したシフォンケーキが一般に好まれるか、甘味度として適切であるかそしてパルスイート<sup>®</sup>カロリーゼロにクエン酸を添加したシフォンケーキは上白糖を用いたシフォンケーキに匹敵するかを検討するために、20歳から22歳の栄養学を学ぶ女子学生42人を対象に、順位法及び甘味の適宜評価法により官能評価を行った。そしてそれぞれのシフォンケーキの感想を自由記入とした。官能評価で得られた結果は、SPSS13.0J for windowsを用い、Tukeyの検定を行った。

## 4 結果及び考察

### 1) クエン酸による甘味変化の抑制

パルスイート<sup>®</sup>カロリーゼロ及びパルスイート<sup>®</sup>カロリーゼロにクエン酸を添加したシフォンケーキの順位法の結果を図2、甘味の適宜評価の結果を図3に示す。順位法の結果より、クエン酸無添加のシフォンケーキが一番好ましいと答えた者は6人、クエン酸0.8g添加は25人、クエン酸1.0g添加は11人であった。検定の結果、クエン酸無添加とクエン酸1.0g添加では差がみられなかったが、

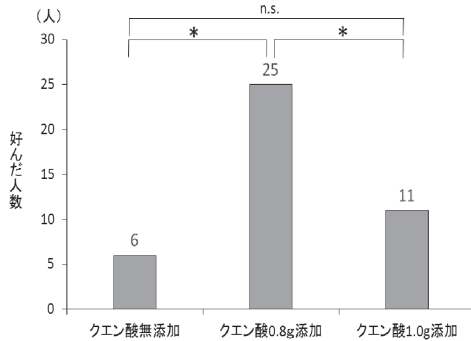


図2 順位法で好まれたシフォンケーキ  
(クエン酸無添加, クエン酸添加)  
n=42, n. s. : 有意差なし, \* :  $p < 0.01$

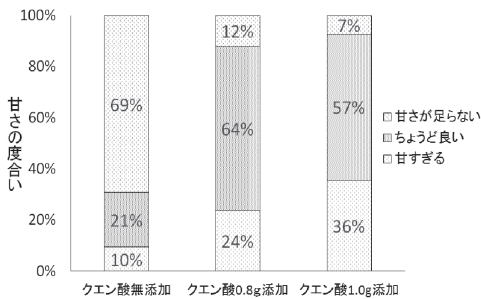


図3 甘味の適宜評価  
(クエン酸無添加, クエン酸添加)  
n=42

クエン酸0.8g添加は、クエン酸無添加やクエン酸1.0g添加より好まれた ( $p < 0.01$ )。

甘味の適宜評価ではクエン酸無添加は約7割が「甘さが足りない」と回答しているのに対し、クエン酸0.8g添加は64%が「ちょうど良い」、24%が「甘すぎる」と回答しており、クエン酸1.0g添加は57%が「ちょうど良い」、36%が「甘すぎる」と回答した。この結果よりクエン酸0.8g添加とクエン酸1.0g添加では差がみられなかったが、クエン酸無添加とクエン酸0.8g添加及びクエン酸1.0g添加では甘さの感じ方に違いがみられ、クエン酸を添加したシフォンケーキの方が甘い ( $p < 0.01$ ) という結果が得られた。

官能評価の自由記入では、クエン酸無添加

は「甘くない」という意見が多く、「柔らかい」や「ふわふわしている」などの感想もみられた。クエン酸0.8g添加は「美味しい」、「ちょうど良い甘さ」、「しっとりしている」などの感想が多く、クエン酸1.0g添加は「一番甘い」、「癖がある」、「後味が気になる」などの感想が多かった。食べた感想からもクエン酸添加のシフォンケーキが有意に甘かったことがうかがえる。

これらの結果よりクエン酸を加えたことにより、加熱によるアスパルテームの甘味変化を抑制することができ、クエン酸を加えなかったシフォンケーキより有意に甘味は増したが、クエン酸の酸味を多少感じるため順位法ではクエン酸1.0g添加のシフォンケーキより、0.8g添加のシフォンケーキが倍以上に好まれたのではないかと考えられる。またクエン酸1.0g添加は甘みも強かったため、クエン酸0.8g添加が好ましいという結果になったと考えられる。

アミノ酸系甘味料であるアスパルテームは加熱調理には不向きであるが、水溶液のpHを下げることにより高温下でも残存する<sup>5)</sup>ことから、クエン酸を添加したことでシフォンケーキの甘味変化を抑制でき、クエン酸を添加しなかったシフォンケーキよりも甘味度が高くなったと考えられる。

## 2) クエン酸添加と上白糖の比較

上白糖で作製したシフォンケーキ(以下「上白糖使用」と記す)と上述「i. クエン酸による甘味変化の抑制」で好まれたクエン酸0.8g添加のシフォンケーキの2種類で官能評価を行った。調査項目は順位法と甘味の適宜評価と甘さの感じ方のアンケートである。

順位法の結果では、好ましさにおいての違いはみられえなかったが、甘味の適宜評価ではクエン酸0.8g添加が甘い ( $p < 0.005$ ) とい

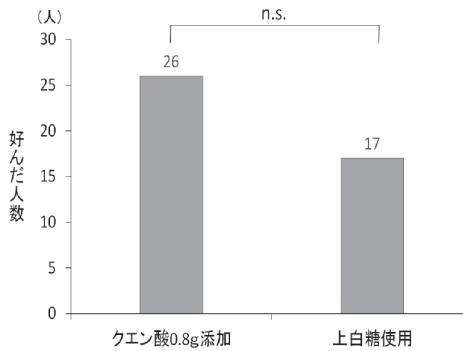


図4 順位法で好まれたシフォンケーキ  
(クエン酸0.8g添加, 上白糖使用)  
n=42, n.s.: 有意差なし

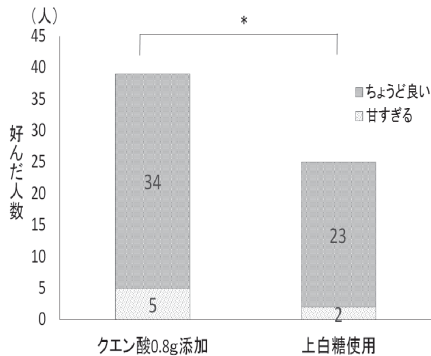


図5 クエン酸0.8g添加と上白糖使用の甘味の適宜評価  
(クエン酸0.8g添加, 上白糖使用)  
n=42, \*:  $p < 0.005$

う結果が得られた(図4, 5)。以上よりパルスイト®カロリーゼロにクエン酸0.8gを加えたことによってアスパルテムの甘味変化を抑制することができ、上白糖で作製したシフォンケーキより甘みは増したが、好ましさには差がなかったことから、上白糖を使用したシフォンケーキの甘さに匹敵するシフォンケーキを作製できたものとする。この結果は、糖質制限を必要とする糖尿病もしくはその予備軍で栄養食事療法を遵守している患者が、少しでも甘味を味わう工夫ができ、「癒しの効果」によりQOLを損なうことなく治療の継続に大いに貢献できるものとする。

しかし、アンケートにごく僅かではあるが「後味が残る」という回答があったため、糖尿病患者の栄養食事療法において、上白糖使用の「美味しさ」に近づけるよう、さらなる研究を必要とする。

## 5 要約

血糖値の過上昇を抑えることができ、かつ嗜好性の高いシフォンケーキを作製することにより砂糖の摂取を制限されている糖尿病患者のQOLを良好に保つことができると考え、アスパルテム含有甘味料パルスイト®カロリーゼロを使用したシフォンケーキの検討を行った。パルスイト®カロリーゼロは、アミノ酸系甘味料であるアスパルテムを含むため熱に弱く、加熱を伴う調理により甘味が減少してしまうことが欠点である。この加熱によるアスパルテムの変化は、pHを下げる工夫により抑制できる<sup>5)</sup>と報告されているが、実際の料理に応用した報告が見られないことから、パルスイト®カロリーゼロにクエン酸を添加しなかったシフォンケーキとクエン酸を「0.8g」、「1.0g」を添加したシフォンケーキ(以下それぞれ「クエン酸0.8g添加」、「クエン酸1.0g添加」と記す)で順位法と甘味の適宜評価の2項目で官能評価を行い、検討した。その後上白糖で作製したシフォンケーキ(以下「上白糖使用」と記す)と比較した。

その結果、クエン酸0.8g添加が最も好まれた( $p < 0.01$ )。それぞれ甘さの感じ方に違いがみられたものの、クエン酸を加えたシフォンケーキの方が甘い( $p < 0.01$ )という結果が得られた。クエン酸を添加したシフォンケーキは添加しなかったシフォンケーキより甘味は増したが、クエン酸を加えたことによる酸味を感じるため、クエン酸1.0g添加

よりもクエン酸0.8g添加が好まれたのではないかと考える。さらに上白糖使用とクエン酸0.8g添加のシフォンケーキの2種類で再度同様の官能評価を行った結果、好ましさにおいては違いがみられなかったが、クエン酸0.8g添加の方が甘い ( $p<0.005$ ) という結果が得られた。アンケートにごく僅かではあるが「後味が残る」という回答があった。

以上より、クエン酸を加えたことによってpHが下がり、アスパルテームの甘味変化を抑制することができ、上白糖使用より甘みは増すことがわかった。しかし上白糖の「美味しさ」とは異なる結果もみられたため、さらなる工夫を必要とする。

この結果は糖質制限を必要とする糖尿病及び糖尿病予備軍の患者にとってはQOL維持・向上に大いに貢献できる一歩になったと考える。

## 6 謝辞

本研究を行うにあたり、官能評価にご協力いただきました被検者の皆様、研究にご協力いただきました佐藤由佳氏、岐阜女子大学助教笠井恵里先生に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 日高秀昌, 岸原士朗, 斉藤祥治: 砂糖の辞典, 東京堂出版, P30~31, 2009
- 2) 日本糖尿病協会: 糖尿病食事療法のための食品交換表 第6版, 文光堂, P80, 2002
- 3) 日高秀昌, 岸原士朗, 斉藤祥治: 砂糖の辞典, 東京堂出版, P221~222, 2009
- 4) 高田明和, 橋本仁, 伊藤汎: 砂糖百科, 社団法人糖業協会, P89~90, 2003
- 5) 山田 貢: アスパルテーム, 日本調理科学学会, P28~33, 1985