

---

## 研究報文

---

### ブラマンジェのテクスチャーおよび嗜好性におよぼす低カロリー甘味料の影響

米浪直子, 福島史乃, 後藤文字, 松澤ちひろ, 乗原万悠子, 吉野世美子

#### Effects of low calorie sweeteners on texture and palatability of blanc mange

Naoko Komenami, Shino Fukushima, Ayako Goto,  
Chihiro Matsuzawa, Mayuko Kuwabara, Yomiko Yoshino

#### Abstract

The effects of adding 2-10% (w/w) low calorie sweeteners such as *erythritol* and *hydrogenated maltose* instead of sugars on texture and palatability of blanc mange were examined. The results obtained were as follows 1) The hardness of blanc mange with 8-10% sugars increased 1.6-1.8 times with no addition (0%), however with the addition of sweeteners, it increased 1.3-1.5 times. 2) Hardness and adhesiveness of blanc mange with sweetener was lower than that with sugars, while there was no difference in cohesiveness. 3) Evaluation for texture of blanc mange with *erythritol* was better than that with sugars using a sensory test. These results suggest that *erythritol* effects texture and palatability of blanc mange not only in sweetness but also softness.

## I. 緒言

平成 19 年の国民健康・栄養調査結果によると、「糖尿病が強く疑われる人」および「糖尿病の可能性が否定できない人」の数は約 2210 万人と推定され<sup>1)</sup>、糖尿病をはじめとする生活習慣病の増加にともなって、「低エネルギー性」、「インスリン分泌非刺激性」、「低う蝕性」などの機能性を持つ新しい低カロリー甘味料が注目されている<sup>2)3)</sup>。これまで、糖尿病、肥満症などのカロリー摂取制限を必要とする場合に、還元麦芽糖を主成分とする低カロリー甘味料が主に使用されてきたが、最近ではエリスリトールを主成分とする甘味料の利用が増えている。これらの低カロリー甘味料は、清涼飲料水、レトルト食品、漬物、惣菜、飴、ガム、アイスクリーム、ジャム、

小豆餡、スポンジケーキ、ブラマンジェなどに添加されており、その利用範囲は広い<sup>4)~9)</sup>。砂糖の代替としてエリスリトールを同量添加したカスタードブディングでは、エネルギー値は半減され、さらに血糖値の上昇を抑える効果が見られたが<sup>8)</sup>、かたさ、なめらかさ、色、光沢において砂糖を使用したものより評価が低かったことが報告されている<sup>10)</sup>。

そこで、本研究では菓子類のなかでも、比較的テクスチャーの測定<sup>11)</sup>や官能検査が行いやすく実験モデルに利用されることが多いブラマンジェを調製し、市販の低カロリー甘味料の添加によるテクスチャーや嗜好性への影響について検討した。

## II. 方法

### 1. 試料の調製

#### 1) 材料

砂糖類としてスクロース（和光純薬工業(株)製）と

上白糖(三井製糖(株)製)の2種類,低カロリー甘味料としてエリスリトールを主成分とするパルスweet(味の素(株)製,「パルスweetカロリーゼロ」)およびエリスリム(㈱浅田製菓,「エリスリム」),還元麦芽糖を主成分とするマービー(㈱エイチプラスビー・ライフサイエンス製,「マービー」粉末)の3種類を用いた。試料のブラマンジェは出来上がり重量を100g,コーンスターチ(和光純薬工業(株)製)8%(w/w),砂糖類または甘味料0,2,4,6,8,10%(w/w)になるように,普通牛乳(日本ミルクコミュニティ(株)製,常温保存可能「MEGMILK」)を加えて調製した。

## 2) 糊化度の確認

ステンレス製のビーカー(500ml)にコーンスターチ,砂糖類または甘味料,普通牛乳を計100g入れ,ゴムベラで混和し,20℃±2℃で10分間膨潤させた。IH調理器(パナソニック(株)製,National KZ-PH30,100V)を用いて,ゴムベラで攪拌しながら,150W(弱火)で10分間加熱した。30秒毎にビーカー内の試料温度を記録し,試料を0.5mlずつ採取した。試料を蒸留水で約10倍に希釈後,位相差顕微鏡(オリンパスBX50-33PHD)を用いて400(10×40)倍ででんぷん粒を偏光観察し,偏光十字消失率を測定して糊化度の判定を行った。

## 2. テクスチャー測定

糊化度の確認と同様の方法で,5分間試料を加熱し,蒸発した水分を補正してブラマンジェを調製した。出来上がったブラマンジェは,プラスチックシャーレ(内径35mm,高さ10mm)6個に間隙がないように充填し,ラップをかけて放冷した。ブラマンジェは,シャーレから出さずに,6個のうち1個を温度測定,5個をテクスチャー測定に用いた。山電クリープメータ(㈱山電製RE2-3305S)を用いて,プランジャー円筒形(直径16mm,厚さ25mm),圧縮速度10mm/sec,クリアランス3.33mm,試料温度20±2℃の測定条件で,破断応力,かたさ応力,凝集性,付着性をそれぞれ15個測定した。

## 3. 官能検査

コーンスターチ(㈱前原製粉製),普通牛乳,上白糖(コントロール)または3種類の甘味料を用いて,前述のテクスチャー測定と同様にブラマンジェを調製した。コントロールの上白糖はテクスチャーの官能評価に影響しないように出来上がり重量の8%(w/w)とし,甘味料の添加量はコントロールと同等の甘味度となるようにパルスweet2.7%(w/w),エリスリム3.5%(w/w),マービー10.5%

(w/w)とした。コントロールまたは3種類の甘味料を用いたブラマンジェを6個ずつ調製し,出来上りの品質(温度,テクスチャー)確認のために温度測定に1個,テクスチャー測定に1個,残りの4個は官能検査に使用した。官能検査では,本学食物栄養学科の学生を毎回4人ずつ延べ44人をパネルとした。コントロールのブラマンジェを試食後,3種類の甘味料をそれぞれ添加したブラマンジェ3個をランダムに1個ずつ試食した。7点評点法(-3点,-2点,-1点,0点,+1点,+2点,+3点)によりコントロールの値を0点として比較評価した。質問項目(プラス側-マイナス側)は,かたさ(やわらかい-かたい),なめらかさ(強い-弱い),付着性(強い-弱い),食べやすさ(食べやすい-食べにくい),総合評価としてのおいしさ(おいしい-おいしくない)の5項目とした。

## 4. 統計処理

SPSS(15.0J)を用いて一元配置分散分析(one-way ANOVA)およびSchefféの検定を行った。官能検査では,ウィルコクソン順位和検定を行った。

## Ⅲ. 結果

### 1. 糊化度の確認

スクロースおよび上白糖の2種類の砂糖類またはパルスweet,エリスリム,マービーの3種類の甘味料をそれぞれ2~10%添加したブラマンジェと無添加(0%)のブラマンジェについてでんぷん粒の糊化度を偏光十字消失率で測定した。いずれも70℃付近で糊化の開始が確認され,でんぷん粒の偏光十字消失率が100%を示す糊化完了温度は,砂糖類では85.0±0.5℃,甘味料および無添加では83.0±0.5℃であった。糊化の完了に要した加熱時間はそれぞれ4分30秒および4分00秒であった。

### 2. テクスチャー

砂糖類または甘味料の添加量にともなうブラマンジェの破断応力の変化を図1に示した。無添加の値は $1.22 \pm 0.02 \times 10^4$  (N/m<sup>2</sup>)であったが,スクロースと上白糖では,6%までは添加量の増加にともなって破断応力がゆるやかに増加した。一方,添加量8%になると急激に破断応力が増加し,上白糖では無添加の1.8倍,スクロースでは1.6倍となり,有意に高値を示した(p<0.05)。添加量10%ではスクロースも上白糖と同値の1.8倍を示した。甘味料を10%添加したブラマンジェでは,破断応力がパルスweetで無添加の1.3倍,エリスリムで1.4倍といずれも無添加との有意差はなかった。マービーでは添

加量 10% で急激に破断応力が増加して無添加の 1.5 倍となり、有意差が見られた ( $p < 0.05$ )。上白糖を添加したプラマンジェの破断応力は、甘味料を添加したもの比べて高値を示した。

砂糖類または甘味料の添加量にともなうプラマンジェのかたさ応力の変化を図 2 に示した。かたさ応力は、破断応力の結果と同様の傾向を示し、無添加の値は  $1.16 \pm 0.01 \times 10^4$  ( $\text{N}/\text{m}^2$ )、砂糖類の添加にともなうかたさ応力は増加し、上白糖、スクロースいずれも 4% 以上で無添加に比べて有意に高値を示した ( $p < 0.05$ )。しかし、甘味料の添加では、かたさ応力はマービーを除いて無添加との有意差はなかった。砂糖類に比べて甘味料の添加によるかたさ応力の変化は少なく、特にエリスリムやパルスイトでは、かたさ応力は低値を示した。

砂糖類または甘味料の添加量にともなうプラマンジェの凝集性の変化を図 3 に示した。プラマンジェの凝集性は、無添加の値が最も高く  $0.72 \pm 0.01$  であった。砂糖類または甘味料を 2~10% 添加したときの凝集性は  $0.60 \sim 0.72 \pm 0.01$  で、いずれも無添加との有意差は認められなかった。

砂糖類または甘味料の添加量にともなうプラマンジェの付着性の変化を図 4 に示した。付着性は、無添加で  $3.7 \pm 0.1 \times 10^2$  ( $\text{J}/\text{m}^2$ ) であったが、パルスイト、エリスリムは 6% 以上の添加で無添加と比較して有意な低下が見られた。エリスリム 8%、パルスイト 10% 添加のときに  $2.2 \pm 0.1 \times 10^2$  ( $\text{J}/\text{m}^2$ ) と

最も低値を示した。

### 3. 官能検査

3 種類の甘味料を添加したプラマンジェの官能検査の結果を示した (図 5 A ~ C)。いずれも上白糖 8% 添加のコントロールを 0 点として比較した値を示している。パルスイトとエリスリムを添加したプラマンジェは、「付着性」を除き、コントロールよりも有意に高い評価が得られた ( $p < 0.05$ )。マービーを添加したプラマンジェの評価では、コントロールとの有意差は見られなかった ( $p < 0.05$ )。パルスイトとエリスリムを添加したプラマンジェでは、「やわらかさ」の項目でのみ有意差が見られ、パルスイトの方がエリスリムを添加したプラマンジェよりやわらかいという評価であった ( $p < 0.05$ )。

## IV. 考察

コーンスターチ、牛乳、砂糖類を材料としてプラマンジェを調製し、砂糖の代替として低カロリー甘味料を添加したときのテクスチャーおよび嗜好性への影響について検討した。

プラマンジェを調製する際の加熱時間にともなう温度上昇は、砂糖類と甘味料では大きな違いは見られず、いずれも 70℃ 付近で糊化開始が認められた。この結果は、コーンスターチの糊化開始温度が 65~76℃ であるという報告<sup>12)13)</sup>と一致している。偏光十字消失率 100% すなわち完全糊化が、砂糖類で 4 分 30 秒、無添加および甘味料では 4 分で確認さ

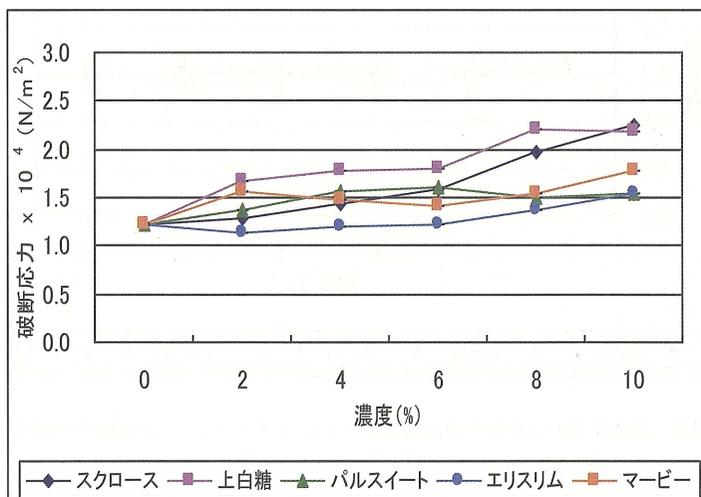


図 1 砂糖類または甘味料の添加量にともなうプラマンジェの破断応力の変化  
 平均値  $\pm$  SD ( $n = 15$ )

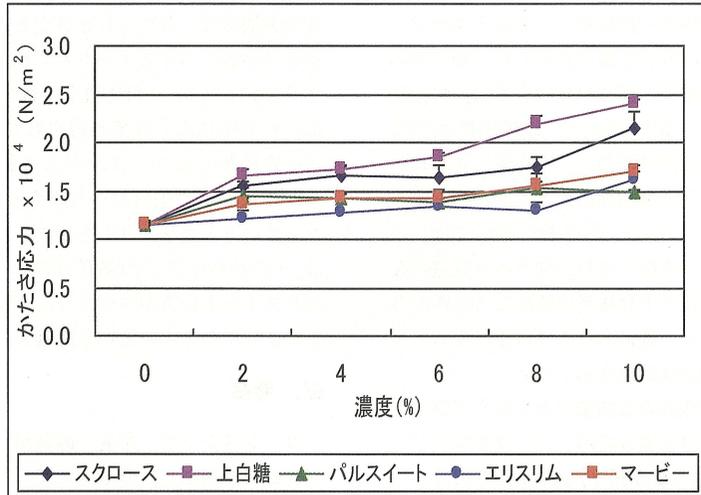


図2 砂糖類または甘味料の添加量にともなうブラマンジェのかたさ応力の変化  
 平均値 ± SD (n = 15)

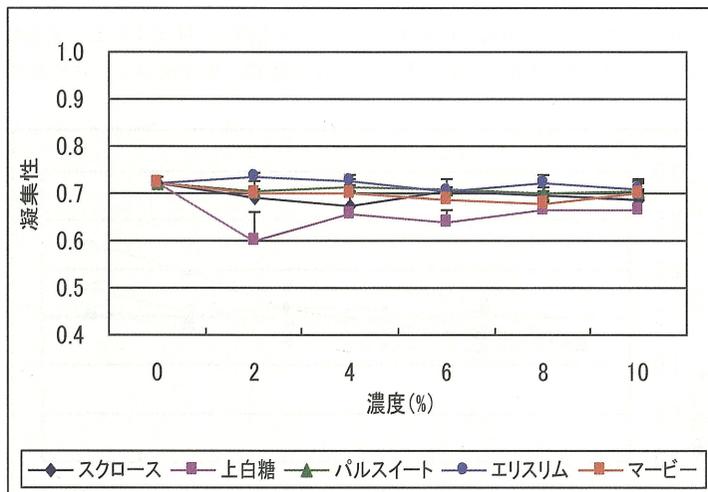


図3 砂糖類または甘味料の添加量にともなうブラマンジェの凝集性の変化  
 平均値 ± SD (n = 15)

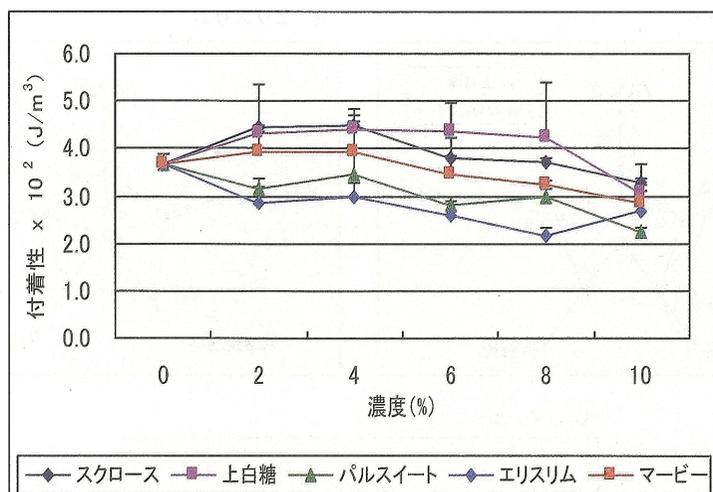


図4 砂糖類または甘味料の添加量にともなうブラマンジェの付着性の変化  
 平均値 ± SD (n = 15)

れたため加熱時間を5分間とした。糊化完了時の温度は、砂糖類  $85.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、無添加および甘味料  $83.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$  で差はなかった。

ブラマンジェのテクスチャー測定の結果、破断応力はスクロースや上白糖の添加量にともなって増加し、これらの添加量が8%以上のとき無添加の1.6～1.8倍に増加した。甘味料の添加では、無添加の1.3～1.5倍となり、スクロースや上白糖に比べて低値を示した。なかでもパルスweetやエリスリムを添加したブラマンジェが最も低値となり、添加量にともなう破断応力の変化も少なかった。かたさの値を示す破断応力とかたさ応力の値は同様の傾向を示した。

砂糖類を添加したブラマンジェのかたさの値が甘味料に比べて有意に高くなったのは、コーンスターチゲルの保型性が砂糖類の添加により強められたためではないかと考えられる<sup>14)</sup>。これは、上白糖やスクロースの分子が水和してでんぷんの膨潤に必要な自由水を減少させるため、テクスチャーに影響したものと推察した。コーンスターチ濃度3%のでんぷん糊でも砂糖の添加が20%以下のとき、粘度が増加したという報告がある<sup>15)</sup>。

凝集性については砂糖類および甘味料による影響はなかったが、付着性では甘味料のパルスweetやエリスリムで添加量にともない値が減少する傾向が見られた。これは、パルスweetやエリスリムの主成分であるエリスリトールに乳脂肪の分散を向上さ

せる作用があり<sup>16)17)</sup>、ブラマンジェのかたさや付着性の低下に効果を示したものと考えられる。

ブラマンジェの官能検査からは、パルスweet、エリスリムを添加したものはコントロールである上白糖に比べて「やわらかさ」、「なめらかさ」、「食べやすさ」、「おいしさ」の項目で評価が高く、テクスチャーの測定結果と一致していた。パルスweetとエリスリムを比較すると、ほとんどの項目でブラマンジェの評価に有意差は見られなかったが、パルスweetはエリスリムよりもやわらかいと評価された。これは、パルスweetがエリスリトール98.98%、アスパルテーム・L-フェニルアラニン化合物0.58%、アセスルファムK 0.25%を含み、エリスリムはエリスリトールを99.68%、スクラロース0.32%含んでいるため、甘味度を合わせるとパルスweetはエリスリムよりも添加量がわずかに少なかったためであると考えられる。マービーではすべての項目でコントロールとの差は見られなかった。

以上のように、ブラマンジェにエリスリトールを主成分とするパルスweetやエリスリムを添加することで砂糖類を添加したブラマンジェよりもやわらかく、なめらかになり、嗜好性を向上できることが示された。

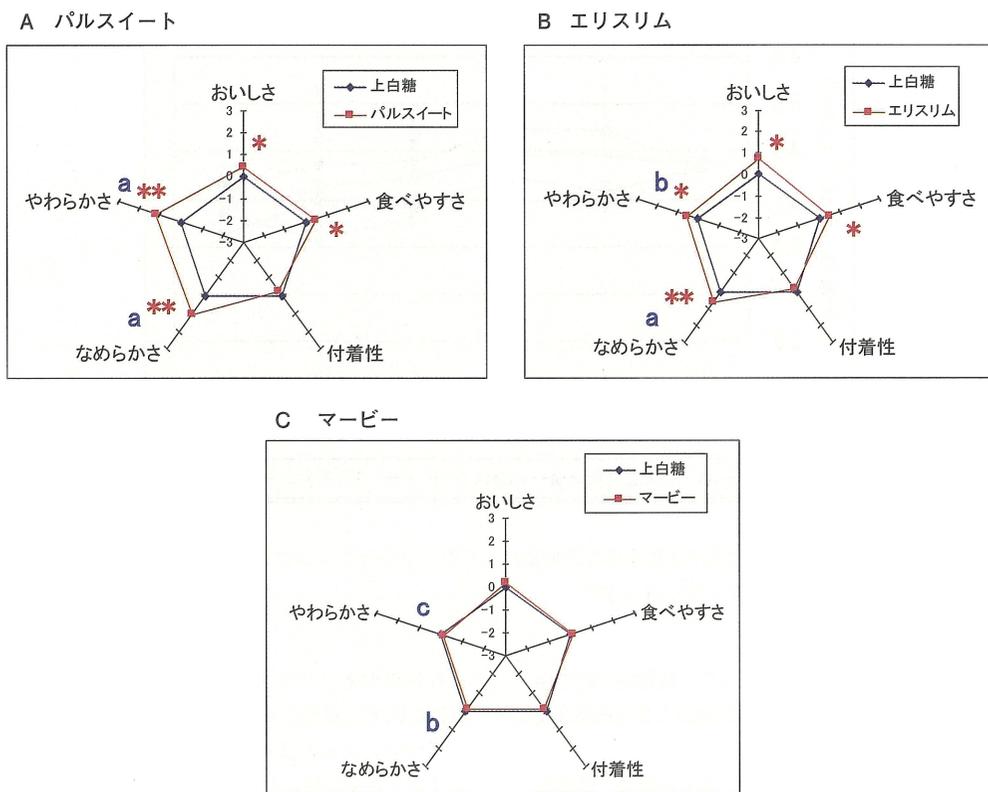


図5 甘味料を添加したブラマンジェの官能評価  
 コントロール(上白糖)を0点として比較評価した平均値 (n=44)  
 \* コントロールとの有意差があることを示す (p<0.05), \*\* (p<0.01)  
 アルファベット a, b, c の記号が異なれば甘味料間の有意差があることを示す (p<0.05)

### V. 要約

砂糖の代替としてエリスリトールや還元麦芽糖を主成分とする低カロリー甘味料2~10%の添加がブラマンジェのテクスチャーおよび嗜好性におよぼす影響について検討した。

1) ブラマンジェのかたさは、砂糖類の添加量にもなって増加し、添加量8%以上のとき無添加の1.6~1.8倍に増加したが、甘味料の添加では1.3~1.5倍であった。

2) 甘味料を添加したブラマンジェは、砂糖類と比較して凝集性には差は見られなかったが、かたさおよび付着性の値が低値を示した。

3) コントロール(上白糖)と同等の甘味度に調製したブラマンジェの官能検査では、エリスリトールを主成分とした低カロリー甘味料を添加したものは、「やわらかさ」、「なめらかさ」、「食べやすさ」、「お

いしさ」の項目で、コントロールと比較して高い評価が得られた。また、還元麦芽糖を主成分とする低カロリー甘味料を添加したものでは、コントロールとの差は見られなかった。

以上のことから、エリスリトールは、ブラマンジェのカロリーを抑えて甘味を付与するだけでなく、成品をよりやわらかく、なめらかに仕上げ、嗜好性を向上させる可能性が示唆された。

### 参考文献

- 1) 厚生労働省：平成19年国民健康・栄養調査結果の概要について(2008)
- 2) 新家龍, 南浦能至, 北畑寿美雄, 大西正健：糖質の科学, 朝倉書店, 69-105 (1996)
- 3) 畑中研一, 西村紳一郎, 大内辰郎, 小林一清：糖質の科学と工学, 講談社, 152-155 (1997)
- 4) 大出京子：スポンジケーキの性状に及ぼす新甘

- 味料の影響, 尚絅学園紀要, **53**, 111-116 (2006)
- 5) 寺沢なお子, 松浦民恵: ジャムの性状に及ぼす新甘味料の影響, 日本家政学会誌, **50**, 137-145 (1999)
  - 6) 青山佐喜子, 高田修代, 藤原耕三: 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 (1992)
  - 7) 室田壽子, 中野輝子: プラマンジェの性状に及ぼすキシロオリゴ糖の影響, 日本家政学会誌, **47**, 869-875 (1996)
  - 8) 吉岡美沙, 山王丸靖子, 岩瀬靖彦: 甘味料の異なる小豆餡の物性及び嗜好性に関する官能評価, 日本調理科学会大会研究発表要旨集, 63 (2007)
  - 9) 石井克枝, 岩田亜貴子: 各種甘味料のカスタードプディングにおける使用量と卵濃度の検討, 千葉大学教育学部研究紀要, **53**, 381-387 (2005)
  - 10) 倉賀野妙子, 花崎憲子, 大喜多祥子, 田中明, 和田淑子: 機能性糖質甘味料エリスリトールを用いたプディングの性状・嗜好性と血糖値への影響, 栄養学雑誌, **64**, 229-235 (2006)
  - 11) 日本フードスペシャリスト: 新版食品の官能評価・鑑別演習, 建帛社 (1999)
  - 12) 高野美幸, 赤羽ひろ, 中浜信子: プラマンジェの力学的性状, 日本家政学会誌, **36**(11), 33-28 (1985)
  - 13) 長尾慶子, 藤井彩香: デンプン粒~水系の糊化にともなう状態変化の微視的および巨視的観察, 日本調理科学会誌, **38**(1), 45-50 (2005)
  - 14) 中濱信子, 大越ひろ, 森高初恵: おいしさのレオロジー, 99, 弘学出版 (1977)
  - 15) 平島円, 高橋亮, 西成勝好: 澱粉糊の諸特性に及ぼす呈味物質の影響(第2報)甘味調味料(ショ糖), 日本調理科学会誌, **36**, 371-381 (2003)
  - 16) 戸田吉紀: 糖アルコールの特性と利用法, ジャパンフードインダストリー, **47**(3), 32 (2005)
  - 17) 早川幸男: 糖アルコールの特性と利用, 月刊フードケミカル, **9**, 19-24 (1999)