

各種甘味料の調理への応用

富吉靖子 太刀川涼子

Application of New Sweetening Materials to Cooking

SEIKO TOMIYOSHI and RYOKO TACHIKAWA

The properties of the products using new sweetenings and sugar have been compared in this paper. As for the rate of the expansion, the steamed bread with granule sweetening was higher than that with sugar, and the former was more elastic. A regression expression has been shown between the rate of the expansion and the quantity of the sweetening. The bread sweetened with *sutebia* was not so sweet as the others. The bread sweetened with *palsweet* lost sweetness according to the length of heating. *Erisutole* sweetening influenced the taste of the product. (New sweetenings took 1.6~2 times as long as to dissolve and energy was decreased by 10%~29%). Agar jelly got harder according to the quantity of newsweetenings, and syneresis was less, too. A regression expression has been shown between the hardness of the agar jelly and the quantity of newsweetenings.

近年成人病や肥満の増加に伴い、食の改善意識の向上、若い世代の低甘味嗜好の増加、肥満感の思い込みや瘦身願望などに乗じ、既に開発された各種甘味料を砂糖同様の使用感や、一般家庭で使用しやすい使用量に調整された商品として、店頭で多く見られるようになった。

各種甘味料（糖アルコール系、非糖質天然甘味料系、合成甘味料系）商品には使用特性は記載されているが、実際の使用方法としては「コーヒー、紅茶に入れる」「果物に振りかける」程度で、その他の記述はほとんど見受けられない。

これら甘味料についての調理科学的研究事例¹⁻⁵⁾は少なく、実用的な部分の追究もあまり

見られない。そこで身近に入手できる甘味料を選び、『砂糖と代替え使用した製品』と通常の『砂糖（上白糖）使用製品』との性状等について比較検討を試みたので報告する。

実験方法

1. 材料

甘味料—砂糖（上白糖・日新製糖株式会社）、パルスweet（味の素株式会社）、マービー（顆粒）（顆粒状620・林原生物科学研究所）、ラカント（サラヤ株式会社）、Lsweet（オールジャパンドラッグ株式会社）、エリスリム（株式会社浅田飴）、マービー（液）（液状700・㈱エイチプラスビィ・ライフサイエンス）、オリゴのおかげEX（塩水港製糖株式

key words: steamed bread, agar-agar jelly, PAL SWEET®, MARVie®(powder), MARVie®(liquid), LAKANTO®, L-SWEET, ELISLIM®, OLIGO-NO-OKAGE®, SUGAR-CUT

会社)、シュガーカット (株式会社浅田飴)。
小麦粉—(フラワー・日清製粉株式会社)。
膨化剤…B・P—(ベーキングパウダー・
愛国産業株式会社)。
牛乳—(雪印3.6 牛乳・雪印乳業株式会社)。
鶏卵—(市販品)。

寒天—(粉末状・伊那食品工業株式会社)。
水—(脱イオン水)。

2. 試料の調製

材料の配合は一般料理書を参考に、予備実験の結果から決定した。甘味料の使用量については表1の甘味度にしたいがい、甘味が等し

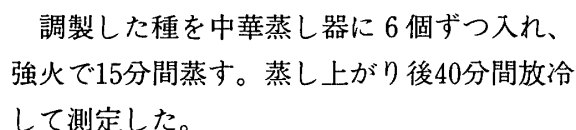
表 1 市販各種甘味料の性質と使用特性

| No. 試料 | 性状 | 表示成分 | 表示甘味度 (ショ糖を1とする) | 表示エネルギー (100g当り) | 使用特性 |
|--------------|-----|-----------------------------|--------------------------|------------------------|---|
| 1. 砂糖 | 顆粒状 | ショ糖 (上白糖) | 1 | 384kcal | |
| 2. パルスweet | 顆粒状 | アスパルテーム 粉末還元麦芽糖 乳糖 | 1.7% 84.9% 13.4% | 砂糖の4倍の甘さに調整 80kcal | 1. 乾燥状態では安定しているが、水分があると加熱によって甘味が減少することがある。 2. 煮物・焼き物などの加熱料理への使用の際は、火を止めてから加える。 3. オープンなどで焼く料理、菓子(スポンジケーキ・スフレ・クッキーなど)への使用はひかえる。 4. 冷たい料理によい。酢・味噌・しょうゆ・塩とよく合う。 |
| 3. マービー (顆粒) | 顆粒状 | 還元麦芽糖水飴 ステビア | 砂糖の約2倍の甘さ | 140kcal | 1. 熱や酢にも安定。加熱しても苦味が出ない。素材の風味をそこなうことはない。 2. 使い方は砂糖と同じである。 3. 一度に多量(体重1kgにつき0.5g・50kgで25g)に摂ると体質によりおなかやゆるくなることがあるが、一過性なので心配はない。 |
| 4. ラカント | 顆粒状 | エリスリトール ラカンカエキス | 99.5% 0.5% | 砂糖の80%の甘さ 0 kcal | 1. 熱に強いので加熱が必要な煮炊きものに最適である。 2. 甘味が低下することはない。 |
| 5. Lsweet | 顆粒状 | D-ソルビトール ステビア エリスリトール | 43.3% 1.7% 55.0% | 砂糖の3.3倍の甘さ 128kcal | 1. 熱に強いので料理にも使える。 |
| 6. エリスリム | 顆粒状 | エリスリトール ステビア 香料 | 98.44% 1.52% 0.04% | 砂糖の約3倍の甘さに調整 0 kcal | 1. 耐熱性を持ち、加熱料理に用いても甘さは変わらない。 2. さわやかな冷感がある。苦味・後味をひくくせがある。 |
| 7. マービー (液) | 液状 | 還元麦芽糖水飴 (主成分はマルチトール100%) | 砂糖の80%の甘さ | 180kcal | マービー (顆粒) に同じ |
| 8. オリゴのおかげ | 液状 | ラクトスクロース乳糖果糖オリゴ糖 | 砂糖の50%の甘さ | 225kcal | 1. 砂糖と同様に使用できる。 2. 耐熱性・耐酸性ともに砂糖と変わらない。 |
| 9. シュガーカット | 液状 | 還元麦芽糖水飴 サッカリン | 99.45% 0.55% | 砂糖の約2倍の甘さ 140kcal | 1. 水・酢酸によく溶ける。 2. 温度変化には安定。 |

表 2 蒸しパンの試料配合

| No. 試料 | 小麦粉(g) | B.P(g) | 卵白(g) | 牛乳(g) | 甘味料(g) |
|--------------|--------|--------|-------|-------|--------|
| 1. 砂糖 | 200 | 8 | 90 | 100 | 80 |
| 2. パルスweet | 200 | 8 | 90 | 100 | 20 |
| 3. マービー (顆粒) | 200 | 8 | 90 | 100 | 40 |
| 4. ラカント | 200 | 8 | 90 | 100 | 100 |
| 5. Lsweet | 200 | 8 | 90 | 100 | 24 |
| 6. エリスリム | 200 | 8 | 90 | 100 | 27 |
| 7. マービー (液) | 200 | 8 | 90 | 100 | 136 |
| 8. オリゴのおかげ | 200 | 8 | 90 | 100 | 160 |
| 9. シュガーカット | 200 | 8 | 90 | 100 | 40 |

(1) 蒸しパンの場合



脱イオン水に粉末寒天を入れ加熱溶解させ、甘味料を加えて300gに重量を調整する。ステンレス製流し箱（12cm×7.5cm×4.7cm）に入れて、荒熱を取り冷蔵庫（8℃）内で凝固させて測定した。試料配合は表3に示す。

溶解の所用時間は脱イオン水50mℓに顆粒甘味料10gを入れ120回/分の速度で攪拌し測定した。溶解後の体積は脱イオン水10mℓに顆粒甘味料10gを溶かし測定した。

ナタネ置換法で体積を測定し、次式により算出した。『膨化率＝(製品の体積cm／製品の重量g) ×100』

レオロメータ物性解析IPCシステム（飯尾電機株式会社IPC-134 A型）で、蒸しパンは蒸し上がり40分後、硬さ・凝集性・そしゃく性・弾力性を測定した。試料の中心を縦・横・厚さを2 cm×2 cm×2 cmに成形し、直径40mmのデスク型プランジャーを用いて、運動回数2回、サイクルスピード6 サイクル/分、クリアランス50mm、ロードレンジ20.0kgで測定した。寒天ゼリーは直径2.8cm、高さ2 cmに成形し、直径40mmのデスク型プランジャーを用いて、運動回数1回、サイクルスピード6 サイクル/分、クリアランス2.0mm、ロードレンジ50.0kgで測定した。測定結果は分散分析により有意差検定を行った。

| No. | 試料 | 甘味料 (g) | 寒天 (g) | | | 脱イオン (g) | | |
|-----|-----------|------------|--------|------|-----|----------|-------|-------|
| | | | 0.5% | 0.8% | 1% | 0.5% | 0.8% | 1% |
| 1. | 砂糖 | 60 | 1.5 | 2.4 | 3.0 | 238.5 | 237.6 | 237.0 |
| 2. | パルスweet | 15 | 1.5 | 2.4 | 3.0 | 283.5 | 282.6 | 282.0 |
| 3. | マービー (顆粒) | 30 | 1.5 | 2.4 | 3.0 | 268.5 | 269.6 | 267.0 |
| 4. | ラカント | 75 | 1.5 | 2.4 | 3.0 | 223.5 | 222.6 | 222.0 |
| 5. | Lsweet | 18 | 1.5 | 2.4 | 3.0 | 280.5 | 275.6 | 279.0 |
| 6. | エリスリム | 20 | 1.5 | 2.4 | 3.0 | 278.5 | 277.6 | 277.0 |
| 7. | マービー (液) | 75 | 1.5 | 2.4 | 3.0 | 223.5 | 222.6 | 222.0 |
| 8. | オリゴのおかげ | 120 | 1.5 | 2.4 | 3.0 | 178.5 | 177.6 | 177.0 |
| 9. | シュガーカット | 30 | 1.5 | 2.4 | 3.0 | 268.5 | 269.6 | 267.0 |

図 1 官能検査用紙

| No. | 実施日 | 氏名 |
|---|--|--------|
| <p>Aを基準にBを比較し、各項目ごとに直線上の該当箇所に○印をつけて下さい。</p> | | |
| | 非常に かなり やや 差なし やや かなり 非常に | |
| 甘味が弱い | <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> | 甘味が強い |
| 清涼感がない | <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> | 清涼感がある |
| 苦味がない | <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> | 苦味がある |
| 渋味がない | <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> | 渋味がある |
| 後味がない | <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> | 後味がある |
| 皮が薄い | <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> | 皮が厚い |
| すだちが細かい | <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> | すだちが荒い |
| つやがない | <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> | つやがある |
| <p>気付いたことを書いて下さい。</p> | | |

図 2 官能検査用紙

| No. | 実施日 | 氏名 |
|--|--|-------|
| <p>Aを基準にB及びCを比較し、直線上の該当箇所に○印をつけて下さい。</p> | | |
| <p>Bについて</p> | | |
| | 非常に かなり やや 差なし やや かなり 非常に | |
| 甘味が弱い | <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> | 甘味が強い |
| <p>Cについて</p> | | |
| | 非常に かなり やや 差なし やや かなり 非常に | |
| 甘味が弱い | <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="width: 14.28%; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> | 甘味が強い |
| <p>気付いたことを書いて下さい。</p> | | |

6. 離ショウの測定

寒天ゼリーの縦・横・厚さを1cm×1cm×2cmに成形し、ロート(直径75mm)に口紙(直

径110mm)を敷いた中に入れ、10分・30分・60分・90分・120分ごとに円錐液量計で測定した。

7. 官能検定

評定尺度法による官能検査を行った。パネルは検査のための基礎教育を行った本学学生20名である。検査項目は蒸しパンの場合…甘味、苦味、渋味、清涼感、後味、皮の厚さ、つや、すだちの良否の8項目について。寒天ゼリーの場合は甘味差について行った。結果は分散分析により有意差検定を行った。検査表は図1、2に示す。

結果および考察

1. 蒸しパンの膨化度

甘味を一定に調整した9種類の蒸しパン生地

の膨化率は特に大きく、約1.3倍と優れている。マービー(液)、オリゴのおかげ製品は有意差は認められず、砂糖製品との間に差がない。

表4 蒸しパンの膨化率 (標準偏差)

| No. 試料 | 膨化率 (%) |
|--------------|-------------|
| 1. 砂糖 | 153.8(5.7) |
| 2. パルスweet | 175.8(11.9) |
| 3. マービー (顆粒) | 168.5(10.3) |
| 4. ラカント | 165.1(9.8) |
| 5. Lsweet | 191.2(13.5) |
| 6. エリスリム | 198.8(16.4) |
| 7. マービー (液) | 148.3(17.7) |
| 8. オリゴのおかげ | 149.3(18.0) |
| 9. シュガーカット | 196.9(19.1) |

表5 蒸しパン膨化率の分散分析表

| 要因 | s・s | d・f | m・s | Fo |
|-------|----------|-----|----------|----------|
| ブロック間 | 16.02 | 5 | 3.204 | 0.095 |
| 処理間 | 19113.21 | 8 | 2389.151 | 70.910** |
| 誤差 | 1347.7 | 40 | 33.693 | |
| | 20476.93 | 53 | | |

F (8,40;0.01)=2.99

表6 蒸しパン膨化率の水準間の差の検定

| $ \bar{X}_i - \bar{X}_{i'} $ | 砂糖 | パルスweet | マービー (顆粒) | ラカント | LSweet | エリスリム | マービー (液) | オリゴのおかげ | シュガーカット |
|------------------------------|----|---------|-----------|------|--------|-------|----------|---------|---------|
| i砂糖 | 0 | 22.0 | 14.7 | 11.3 | 37.4 | 45.0 | 5.5 | 4.5 | 43.1 |
| | | ** | ** | * | ** | ** | | | ** |
| パルスweet | | 0 | 7.3 | 10.7 | 15.4 | 23.0 | 27.5 | 26.5 | 21.1 |
| | | | | * | ** | ** | ** | ** | ** |
| マービー(顆粒) | | | 0 | 3.4 | 22.7 | 30.3 | 20.2 | 19.2 | 28.4 |
| | | | | | ** | ** | ** | ** | ** |
| ラカント | | | | 0 | 26.1 | 33.7 | 16.8 | 15.8 | 31.8 |
| | | | | | ** | ** | ** | ** | ** |
| LSweet | | | | | 0 | 7.6 | 42.9 | 41.9 | 5.7 |
| | | | | | | | ** | ** | |
| エリスリム | | | | | | 0 | 50.5 | 49.5 | 1.9 |
| | | | | | | | ** | ** | |
| マービー(液) | | | | | | | 0 | 1.0 | 48.6 |
| | | | | | | | | | ** |
| オリゴのおかげ | | | | | | | | 0 | 47.6 |
| | | | | | | | | | ** |
| シュガーカット | | | | | | | | | 0 |

$q(9,40;0.05)=10.7$, $q(9,40;0.01)=14.0$

表 7 顆粒状甘味料溶解後の体積

(標準偏差)

| No. 試料 | 甘味料 (g) | 脱イオン水 (ml) | 溶解体積 | |
|--------------|------------|---------------|----------|-----|
| | | | (ml) | (%) |
| 1. 砂糖 | 10 | 10 | 16.0 (0) | 60 |
| 2. パルスweet | 10 | 10 | 16.0 (0) | 60 |
| 3. マービー (顆粒) | 10 | 10 | 16.5 (0) | 65 |
| 4. ラカント | 10 | 10 | 17.0 (0) | 70 |
| 5. Lスウィート | 10 | 10 | 17.0 (0) | 70 |
| 6. エリスリム | 10 | 10 | 17.5 (0) | 75 |

(室温28℃、水温27.5℃)

パルスweet、マービー(顆粒)、Lスウィート、エリスリム、シュガーカット製品は危険率1%で、またラカント製品は危険率5%で有意差が認められた。水準間の差の検定では液状甘味料であるマービー(液)及びオリゴのおかげ製品は、パルスweet、マービー(顆粒)、ラカント、Lスウィート、エリスリム、シュガーカット製品との間で危険率1%で有意に劣るという結果が得られた。次に粉に対する水の重量比を求める。各種甘味料の重量に対する容量比は、「表7 顆粒状甘味料溶解後の体積」及び「表8 液状甘味料の重量と体積」を基に算出すると、1倍…パルスweet、1.1

倍…マービー(顆粒)、Lスウィート、エリスリム、シュガーカット、1.3倍…ラカント、1.5倍…マービー(液)、1.6倍…オリゴのおかげとなる。蒲生等⁹⁾によると「生地 hardness (粉:水の重量比)と膨化率との関係は $1:0.5 < 1:0.75 > 1:1 > 1:2$ という結果になる。」と述べている。膨化率と粉に対する水の重量比とを比較すると、 $1:1 < 1:1.1 > 1:1.3 > 1:1.5 > 1:1.6$ となりほぼ一致する。

又蒸しパン膨化率(Y_1)と各甘味料使用量の(X)との間には $Y_1 = -0.316X + 193.982$, $r = -0.825$ (危険率5%)の回帰式が得られた。

2. 蒸しパンのテクスチャー特性

各試料のテクスチャー測定値を表9に、分散分析は表10~16に示す。硬さは砂糖使用のパンを対照としたとき、ラカント、マービー(液)、オリゴのおかげパンは危険率1%で有意に軟らかいという結果を示した。水準間の差においてはマービー(液)、オリゴのおかげ

表 8 液状甘味料の重量と体積 (標準偏差)

| No. 試料 | 重量 (g) | 体積 (ml) |
|-------------|-----------|-------------|
| 7. マービー (液) | 10 | 13.2 (0.14) |
| 8. オリゴのおかげ | 10 | 13.8 (0.23) |
| 9. シュガーカット | 10 | 13.4 (0.10) |

表 9 蒸しパン・テクスチャーの測定値

(標準偏差)

| No. 試料 | 測定項目 | | | |
|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| | 硬 さ | 凝 集 性 | そ しゃ く 性 | 弾 力 性 |
| 1. 砂糖 | 9.160(1.266) | 0.105(0.017) | 0.4444(0.1519) | 0.4476(0.0559) |
| 2. パルスweet | 9.576(0.941) | 0.146(0.004) | 0.8490(0.0956) | 0.6088(0.0228) |
| 3. マービー (顆粒) | 9.332(0.540) | 0.144(0.010) | 0.7566(0.1071) | 0.5608(0.0401) |
| 4. ラカント | 6.016(0.613) | 0.084(0.052) | 0.2424(0.2035) | 0.3004(0.0130) |
| 5. Lスウィート | 9.169(0.875) | 0.156(0.005) | 0.8452(0.1060) | 0.5896(0.0242) |
| 6. エリスリム | 9.160(0.985) | 0.158(0.008) | 0.8590(0.1493) | 0.5898(0.0601) |
| 7. マービー (液) | 6.972(0.241) | 0.125(0.009) | 0.3880(0.0485) | 0.4436(0.0180) |
| 8. オリゴのおかげ | 7.140(0.247) | 0.123(0.010) | 0.3920(0.0471) | 0.4454(0.0315) |
| 9. シュガーカット | 9.544(0.479) | 0.130(0.010) | 0.6566(0.1469) | 0.5246(0.0490) |

表 10 蒸しパン硬さの分散分析表

| 要 因 | s · s | d · f | m · s | Fo |
|-----------------------|---------|-------|-------|----------|
| ブロック間 | 3.0727 | 4 | 0.768 | 1.376 |
| 処理間 | 72.9563 | 8 | 9.119 | 16.342** |
| 誤 差 | 17.8848 | 32 | 0.558 | |
| | 93.9138 | 44 | | |
| F (8,32;0.01) = 3.127 | | | | |

表 11 蒸しパン硬さの水準間の差の検定

| $ \bar{X}_i - \bar{X}_{i'} $ | 砂糖 | パルスweet | マービー (顆粒) | ラカント | Lスウィート | エリスリム | マービー (液) | オリゴの おかげ | シュガーカット |
|------------------------------|----|---------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| i'砂糖 | 0 | 0.416 | 0.173 | 3.144 ** | 0.009 | 0 | 2.188 ** | 2.020 ** | 0.384 |
| パルスweet | | 0 | 0.243 | 3.560 ** | 0.407 | 0.416 | 2.604 ** | 2.436 ** | 0.032 |
| マービー(顆粒) | | | 0 | 3.317 ** | 0.164 | 0.173 | 2.361 | 2.193 | 0.211 |
| ラカント | | | | 0 | 3.153 ** | 3.144 ** | 0.956 | 1.124 | 3.528 ** |
| Lスウィート | | | | | 0 | 0.009 | 2.197 ** | 2.029 ** | 0.375 |
| エリスリム | | | | | | 0 | 2.188 ** | 2.020 ** | 0.384 |
| マービー(液) | | | | | | | 0 | 0.168 ** | 2.572 ** |
| オリゴのおかげ | | | | | | | | 0 | 2.404 ** |
| シュガーカット | | | | | | | | | 0 |

$$q(9,32;0.05) = 1.536, q(9,32;0.01) = 1.850$$

表 12 蒸しパン凝集性の分散分析表

| 要 因 | s · s | d · f | m · s | Fo |
|-------|--------|-------|---------|--------|
| ブロック間 | 0.0007 | 4 | 0.00018 | 0.0978 |
| 処理間 | 0.0246 | 8 | 0.00308 | 1.6739 |
| 誤 差 | 0.0589 | 32 | 0.00184 | |
| | 0.0842 | 44 | | |

$$F(4,32;0.05) = 2.668$$

パンはパルスweet、マービー(顆粒)、Lスウィート、エリスリムパンの間において1%の有意差で軟らかさが認められた。凝集性は危険率5%で有意差は認められなかった。そして、弾力性ではパルスweet、マービー(顆粒)、Lスウィート及びエリスリムパンは危険率1%で有意であり、対照より硬かった。マービー(液)、オリゴのおかげパンと対照の差は些少であった。水準間の差においてはパルスイ

ート、マービー(顆粒)、Lスウィート、エリスリムパンはラカント、マービー(液)、オリゴのおかげパンより危険率1%で有意に硬いことを示した。弾力性ではパルスweet、マービー(顆粒)、Lスウィート、エリスリムパンは危険率1%で有意に対照より弾力性が強い。ラカントパンは有意に弾力性が弱いことを示した。水準間の差においてラカントパンは他の水準の製品との間において危険率1%で有意

表 13 蒸しパンそしゃく性の分散分析表

| 要 因 | s・s | d・f | m・s | Fo |
|-------|--------|-----|--------|----------|
| ブロック間 | 0.0806 | 4 | 0.0202 | 1.292 |
| 処理間 | 2.2855 | 8 | 0.2857 | 18.325** |
| 誤 差 | 0.4989 | 32 | 0.0156 | |
| | 2.8650 | 44 | | |

$$F(8,32;0.01)=3.127$$

表 14 蒸しパンそしゃく性の水準間の差の検定

| $ \bar{X}_i - \bar{X}_{i'} $ | i 砂糖 | パルスweet | マービー (顆粒) | ラカント | Lスウィート | エリスリム | マービー (液) | オリゴの おかげ | シュガーカット |
|------------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| i 砂糖 | 0 | 0.4046 ** | 0.3122 ** | 0.2020 | 0.4008 ** | 0.4146 ** | 0.0564 | 0.0524 | 0.2122 |
| パルスweet | | 0 | 0.0924 | 0.6066 ** | 0.0038 | 0.0100 | 0.4610 ** | 0.4570 ** | 0.1924 |
| マービー(顆粒) | | | 0 | 0.5142 ** | 0.0886 | 0.1024 | 0.3686 ** | 0.3646 ** | 0.1000 |
| ラカント | | | | 0 | 0.6028 ** | 0.6166 ** | 0.1640 | 0.1496 | 0.4142 ** |
| Lスウィート | | | | | 0 | 0.0138 | 0.4572 ** | 0.4532 ** | 0.1886 |
| エリスリム | | | | | | 0 | 0.4710 ** | 0.4670 ** | 0.2024 |
| マービー(液) | | | | | | | 0 | 0.0040 | 0.2686 * |
| オリゴのおかげ | | | | | | | | 0 | 0.2640 * |
| シュガーカット | | | | | | | | | 0 |

$$q(9,32;0.05)=0.2568, q(9,32;0.01)=0.3093$$

表 15 蒸しパン弾力性の分散分析表

| 要 因 | s・s | d・f | m・s | Fo |
|-------|----------|-----|----------|----------|
| ブロック間 | 0.010217 | 4 | 0.002554 | 0.943 |
| 処理間 | 0.404827 | 8 | 0.050603 | 18.686** |
| 誤 差 | 0.086659 | 32 | 0.002708 | |
| | 0.501703 | 44 | | |

$$F(8,32;0.01)=3.127$$

表 16 蒸しパン弾力性の水準間の差の検定

| $ \bar{X}_i - \bar{X}_{i'} $ | i 砂糖 | パルスweet | マービー (顆粒) | ラカント | Lスウィート | エリスリム | マービー (液) | オリゴの おかげ | シュガーカット |
|------------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| i 砂糖 | 0 | 0.1612 ** | 0.1132 * | 0.1472 ** | 0.1420 ** | 0.1422 ** | 0.0040 | 0.0022 | 0.0770 |
| パルスweet | | 0 | 0.0480 | 0.3084 ** | 0.0192 | 0.0190 | 0.1652 ** | 0.1634 ** | 0.0842 |
| マービー(顆粒) | | | 0 | 0.2604 ** | 0.0288 | 0.0290 | 0.1172 * | 0.1154 * | 0.0362 |
| ラカント | | | | 0 | 0.2892 ** | 0.2894 ** | 0.1432 ** | 0.1450 ** | 0.2242 ** |
| Lスウィート | | | | | 0 | 0.0002 | 0.1460 ** | 0.1442 ** | 0.0650 |
| エリスリム | | | | | | 0 | 0.1462 ** | 0.1444 ** | 0.0650 |
| マービー(液) | | | | | | | 0 | 0.0018 | 0.0810 |
| オリゴのおかげ | | | | | | | | 0 | 0.0792 |
| シュガーカット | | | | | | | | | 0 |

$$q(9,32;0.05)=0.1072, q(9,32;0.01)=0.1291$$

に弾力性が弱いことを示した。

3. 蒸しパンの官能検査

蒸しパンの官能検査結果は図3に示す。砂糖製品と比較すると甘味、清涼感、皮の厚さ、すだちは危険率1%で、苦味は危険率5%で有意差が認められた。甘味ではパルスweet、マービー（顆粒）製品はかなり弱く、Lsweet、エリスリム、マービー（液）、オリゴのおかげ製品はや、弱いという結果が示された。パルスweetは使用特性^{7),12)}に「水分があると加熱によって甘味が減少することがある」と表示されたとおりである。パネルによると「甘くない」「ほとんど甘味を感じられない」と評価している。杉田等¹⁾はステビオサイド併用甘味料製品の甘味が砂糖製品より弱いという結果を得ている。マービー（顆粒）、Lsweet（1.7%配合）、エリスリム（1.52%配合）はステビアを配合して甘味調整されており、同じ結果が得られたものと思われる。他の甘味水準の評価は甘味調整成分の配合の割合か、味質の違いが影響しているものと考えられる。清涼感については、「重曹のような感じ」、「すーっ

とした涼感」と評価されている。エリスリトールの性質¹¹⁾が影響していることを示している。苦味ではエリスリム、ラカント製品は後味として苦味を感じると評価された。エリスリトールの欠点として「苦味、後味を引く癖があるが、併用することで改善される」と特性表示されており、エリスリトールの欠点が見れたことを示している。皮の厚さについては、シュガーカット、マービー（液）製品はやや皮が厚く、オリゴのおかげ製品はやや薄い。すだちについてはパルスweet、Lsweet、エリスリム、シュガーカット製品は荒く、膨化率や図4の蒸しパンの断面の状態と一致する。

4. 甘味料の溶ける速さ

溶解度について「アスパルテーム100mgの水に対して20℃で約1g、40℃で約2gと溶解度は低い。甘味度が200倍あることから実用上は問題がない」又「エリスリトール難吸質性であり100gに対し20℃で50g溶解する。」と表示されている。しかし試料製作中白濁が消えにくい。甘味料の溶解状態（静置して）を観

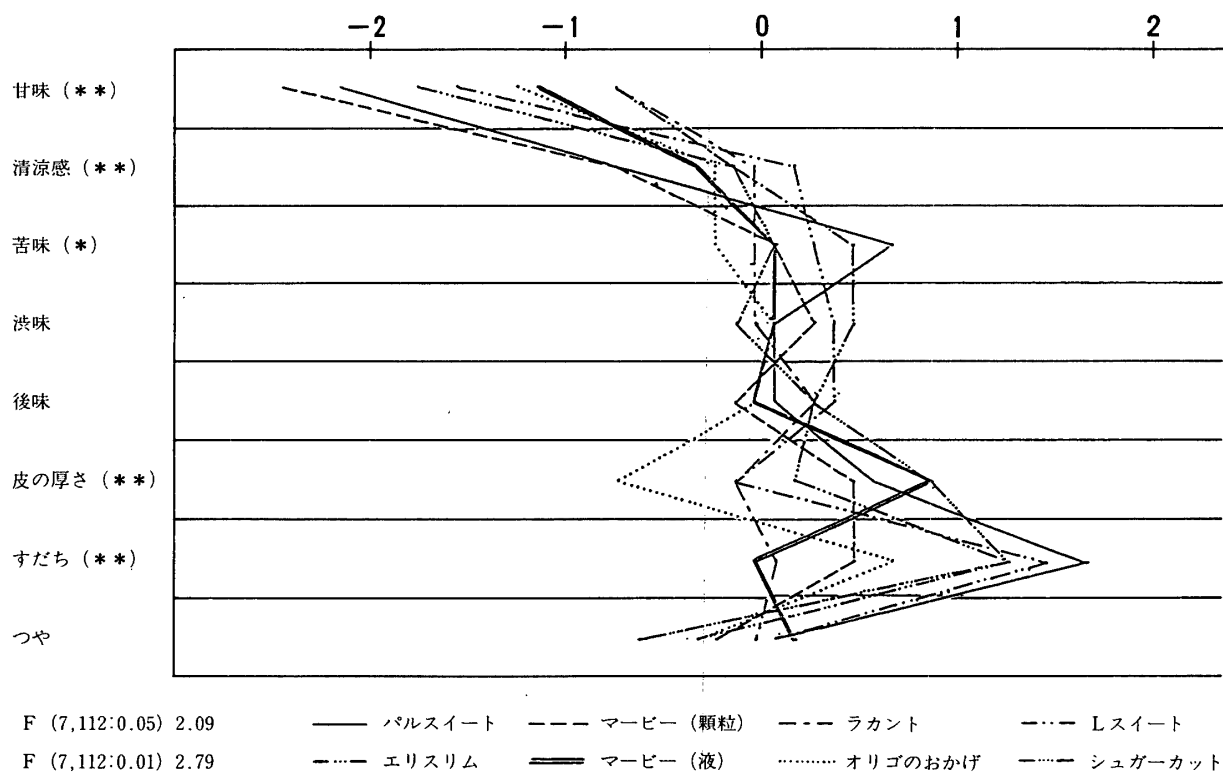


図3 蒸しパンの官能評価結果

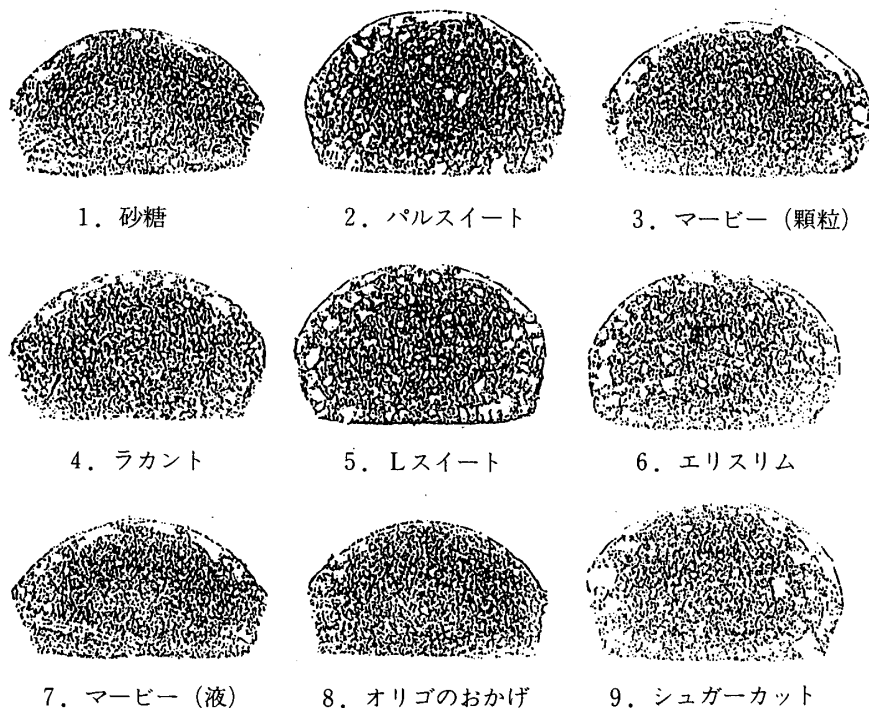


図 4 各種甘味料を使用した蒸しパンの断面比較

表 17 甘味料の溶解所要時間

| No. 試料 | 甘味料 (g) | 脱イオン水 (g) | 溶解所要時間 | No. 試料 | 甘味料 (g) | 脱イオン水 (g) | 溶解所要時間 |
|--------------|---------|-----------|--------|-------------|---------|-----------|--------|
| 1. 砂糖 | 10 | 50 | 1分15秒 | 6. エリスリム | 10 | 50 | 2分00秒 |
| 2. パルスweet | 10 | 50 | 2分06秒 | 7. マービー (液) | 10 | 50 | 45秒 |
| 3. マービー (顆粒) | 10 | 50 | 1分47秒 | 8. オリゴのおかげ | 10 | 50 | 45秒 |
| 4. ラカント | 10 | 50 | 2分20秒 | 9. シュガーカット | 10 | 50 | 47秒 |
| 5. Lsweet | 10 | 50 | 2分30秒 | | | | |

(室温24.3~25.0℃、水温26.0~26.5℃)

察したが、物によっては24時間経過しても溶けたのは極わずかであった。そこで攪拌による溶解時間を測定した。表17に示す。エリスリール配合の甘味料の場合は、砂糖の1.6倍~2倍の時間を要した。

5. 蒸しパンのエネルギー値

図5は蒸しパン1個のエネルギー値の比較、甘味使用量の比較、甘味使用量に対するエネルギー値の比較である。各種甘味料使用の蒸しパンのエネルギー値は対照と比較すると、10%~29%エネルギー値が削減された。削減量の最も多かったものはラカント製品で29%エネルギーが削減された。最も少かったのはオリゴのおかげ製品の10%であった。

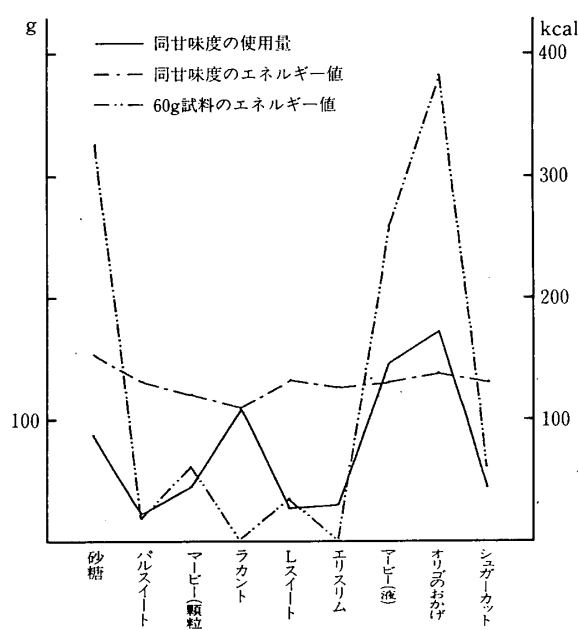


図 5 蒸しパン 同甘味度の使用量とエネルギー値・60g試料のエネルギー値

6. 寒天ゼリーの硬さ

甘味度と寒天濃度を一定に調整した寒天ゼリー硬さ測定値を表18に分散分析は表19～20に示す。砂糖製品と比較すると危険率1%で有意差が認められた。パルスweet、Lsweet、エリスリム製品は軟らかく、オリゴのおかげは硬かった。水準間の差の検定ではオリゴのおかげ製品は他の水準より最も硬く、次いでマービー(液)、ラカント製品の順である。オリゴのおかげ製品の甘味使用量は40%と最も多く、成分はラクトスクロース乳糖果糖オリゴ糖⁶⁾で粘度はショ糖に近い。最も甘味使用量の少ないのはパルスweet製品の5%である。成分はアスパルテーム1.7%、粉末還元麦芽糖水飴84.9%で、粉末還元麦芽糖水飴の粘度は砂糖と同じであると表示されている。味質や粘度が異なっているにもかかわらず甘味料の添加量が多いものほど硬い傾向を示した。

又、寒天ゼリーの硬さ (Y_2) と各甘味料使用量の (X) との間には $Y_2 = 0.014X + 2.019$, $r = 0.953$ (危険率1%) で有意差が得られた。

表 18 寒天ゼリーの硬さ

| (標準偏差) | |
|--------------|--------------|
| No. 試料 | 平均値 |
| 1. 砂糖 | 2.763(0.087) |
| 2. パルスweet | 2.256(0.084) |
| 3. マービー (顆粒) | 2.479(0.074) |
| 4. ラカント | 2.904(0.273) |
| 5. Lsweet | 2.361(0.096) |
| 6. エリスリム | 2.251(0.094) |
| 7. マービー (液) | 2.882(0.134) |
| 8. オリゴのおかげ | 3.999(0.002) |
| 9. シュガーカット | 2.650(0.348) |

表 19 寒天ゼリーの硬さの分散分析表

| 要因 | s・s | d・f | m・s | Fo |
|-------|--------|-----|-------|---------|
| ブロック間 | 0.132 | 4 | 0.033 | 1.22 |
| 処理間 | 11.617 | 8 | 1.452 | 53.78** |
| 誤差 | 0.876 | 32 | 0.027 | |
| | 12.625 | 44 | | |

$$F(8,32;0.01) = 3.17$$

表 20 寒天ゼリー硬さの水準間の差の検定

| $ \bar{X}_i - \bar{X}_{i'} $ | 砂糖 | パルスweet | マービー (顆粒) | ラカント | LSweet | エリスリム | マービー (液) | オリゴのおかげ | シュガーカット |
|------------------------------|----|---------|-----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
| i:砂糖 | 0 | 0.507** | 0.284 | 0.141 | 0.447** | 0.512** | 0.119 | 1.236** | 0.113 |
| パルスweet | | 0 | 0.223 | 0.648** | 0.060 | 0.005 | 0.626** | 1.743** | 0.394* |
| マービー(顆粒) | | | 0 | 0.425** | 0.163 | 0.228 | 0.403* | 1.520** | 0.171 |
| ラカント | | | | 0 | 0.588** | 0.653** | 0.022 | 1.095** | 0.254 |
| LSweet | | | | | 0 | 0.110 | 0.521** | 1.638** | 0.289 |
| エリスリム | | | | | | 0 | 0.631** | 1.748** | 0.399* |
| マービー(液) | | | | | | | 0 | 1.117** | 0.232 |
| オリゴのおかげ | | | | | | | | 0 | 1.349** |
| シュガーカット | | | | | | | | | 0 |

$$q(9,32;0.05) = 0.338. \quad q(9,32;0.01) = 0.407$$

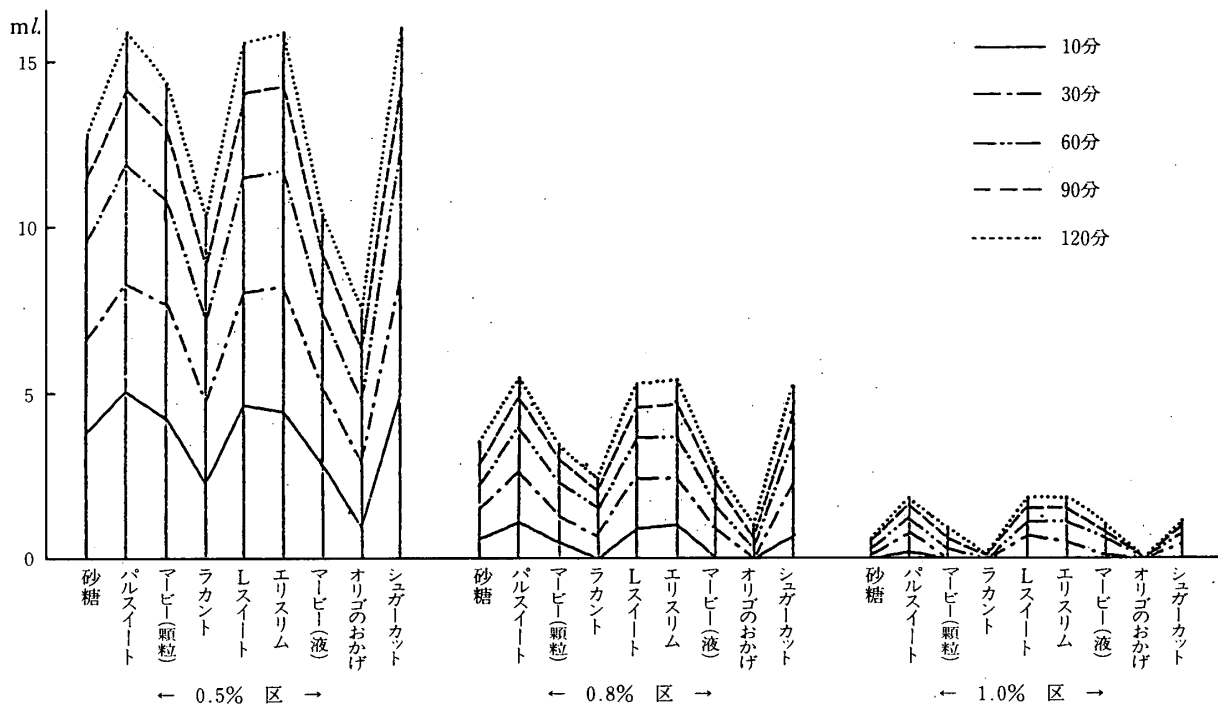


図 6 寒天ゼリーの離ショウの経時変化

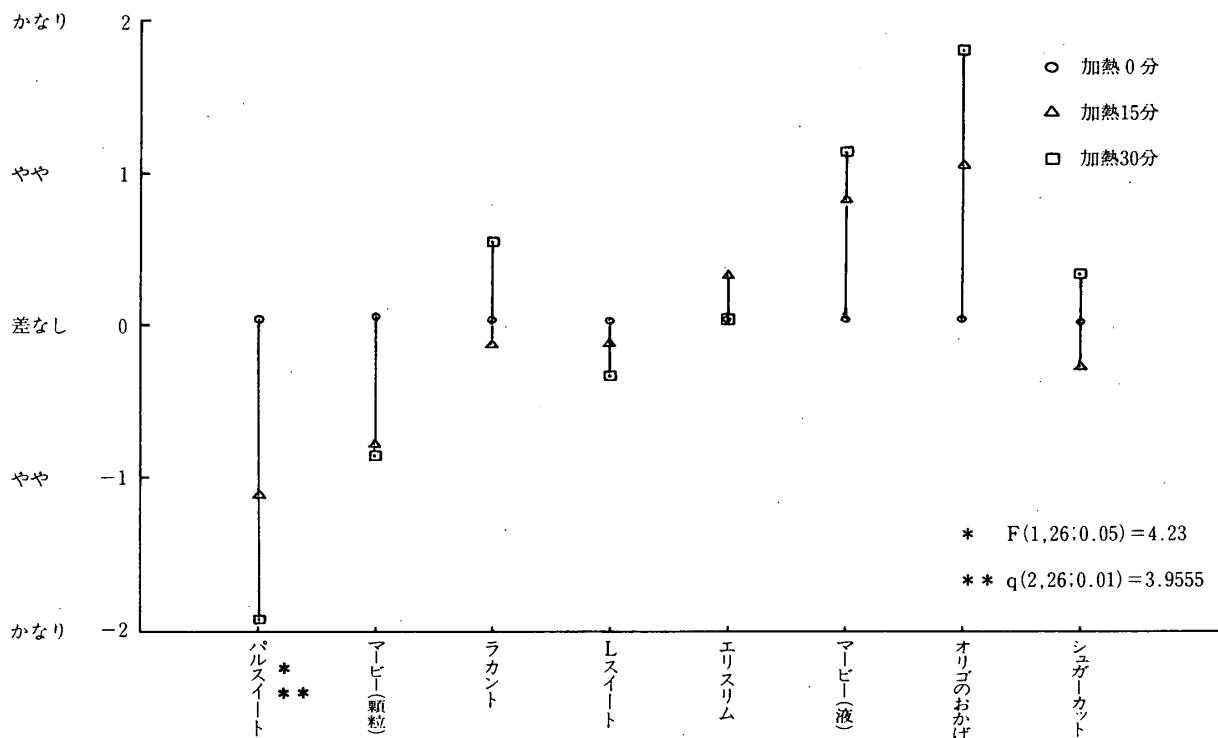


図 7 加熱時間のちがいによる甘味差

7. 寒天ゼリーの離ショウ

図 6 は離ショウの経時変化である。0.5% 区、0.8% 区、1% 区ともにラカント、オリゴのおかげ製品の離ショウ率は少ない。パルスィート、Lスィート、エリスリム、シュガーカットは多い。硬さと同様に甘味添加量が多いほど離ショウは少かった。甘味添加量10%

以下の場合、どの区においても多かった。寒天濃度が高いほど離ショウが少なかった。松本¹⁰⁾、広田⁵⁾等の報告と一致する。甘味料の味質による影響については、硬度ともに検討できなかった。

8. 加熱時間の違いによる甘味差

寒天濃度0.8%、甘味度20%の寒天ゼリーを

用い、加熱時間を0分、15分、30分に設定し、甘味差を官能検査によって検討した。図7に示す。パルスイートは危険率5%で有意差が認められた。パルスイートの特性が影響していることを示している。その他の水準における差は認められなかった。しかしわずかながら差がマービー（顆粒）、オリゴのおかげ[®]、マービー（液）に見られるが、甘味の特性による影響と考えられる。

要 約

各種甘味料8種類を用い砂糖と代替え使用した製品との性状等について比較検討した。

1. 蒸しパンの膨化は顆粒状甘味製品が優れ、エリスリム製品の膨化は最大となった。硬さ（粉：水の重量比）と膨化率との関係は $1:1 < 1:1.1 > 1:1.3 > 1:1.5 > 1:1.6$ であった。又蒸しパン膨化率 (Y_1) と各甘味料使用量の (X) との間には $Y_1 = -0.316X + 193.982$, $r = -0.825$ (危険率5%) の回帰式が得られた。
2. テクスチャー測定の結果を総合評価すると、パルスイート、マービー（顆粒）、Lスイート、エリスリム製品は強靱で弾力性が弱い。ラカント、マービー（液）、オリゴのおかげ製品は軟らかく、特にラカント製品は全ての測定値が低く軟らかかった。
3. 加熱調理において、ステビアで甘味調整されたマービー（顆粒）、Lスイート、エリスリム製品は甘味が弱く、パルスイート製品は加熱時間が長くなるほど甘味は低下する傾向を示した。清涼感、苦み、後味を引くなどの評価はエリスリトールの性質が影響しているものと思われる。
4. 各種甘味料の溶解速度は、液状甘味料は砂糖の約1/2の時間で溶解した。エリスリトール配合の甘味料は砂糖の1.6倍～2倍の時間を要した。
5. 蒸しパンのエネルギー値は各種甘味料を用いることにより、10%～29%削減された。

6. 寒天ゼリーの硬さは甘味料のもつ味質や粘度に関わりなく、甘味料の添加量の多いものほど硬い傾向を示し、離ショウも少なかった。又寒天ゼリーの硬さ (Y_2) と各甘味料使用量の (X) との間には $Y_2 = 0.014X + 2.019$, $r = 0.953$ (危険率1%) の回帰式が得られた。

この稿を終わるにあたりご協力を頂きました筒井知己教授、調理学研究室の皆様、ならびに本学2年生、卒業生の皆様に感謝いたします。

文 献

- 1) 杉田浩一, 山崎雅子: 昭和女子大学「学苑」, No.646, P63～73, (1993).
- 2) 山口務, 生亀真清, 足立広子: 上越教育大学研究紀要, 6, Sect.3, P363～372, (1987).
- 3) 鉄矢博子: 和洋女子大学紀要, 24-2, P47～65, (1983).
- 4) 池山令子, 岩崎真澄, 山田幸子: 聖母女学院研究紀要, 14, P15～20, (1985).
- 5) 広田直子, 古内幸雄, 三田コト: 長野県短期大学紀要, No.48, P17～24, (1993).
- 6) 白根洋一: New Food Industry, 34, No.9, P41～44, (1992).
- 7) 鎌田光雄, 堀川敏治: ジャパンフードサイエンス, 34, No.12, P43～50, (1995).
- 8) 原耕三: New Food Industry, 36, No.9, P43～59, (1994).
- 9) 蒲生春江, 板橋文代, 吉田レイ, 松元文子: 家政学雑誌, 12, No.1, P5～9, (1961).
- 10) 松元文子, 後藤芙美江: 家政学雑誌, 26, 106, (1975).
- 11) 高橋親法, 村山生雄, 山口克彦: ジャパンフードサイエンス, 30, No.9, P50～59, (1991).
- 12) 加藤俊夫: ジャパンフードサイエンス, 30, No.9, P39～49, (1991).