

かるかんの物性について

Physical Properties of “Karukan”

大山重信・花園冬子

Shigenobu OYAMA and Fuyuko HANAZONO

(Received September 1, 1988)

“Karukan” is one of the typical Japanese style confections. It is produced and sold by many companies in Kagoshima district. But, every product seems to be somewhat different in its taste and texture. So, the authors planned to test consumer’s preference as well as its physical properties.

In this paper, some physical properties of six “Karukan” samples are given. Moisture, sweetness, propousness, and whiteness were measured. Texture of the samples was also investigated with rheometer, extension meter, and texturometer.

Difference in obtained values was considered to have relations directly with the difference in the taste and palatability of the samples. But, on the whole, there was no sample which got good remark all round.

筆者らはさきに鹿児島に伝わる食品のうち、鹿児島に独特と思われるカツオセンジの呈味成分について報告¹⁾し、ついで鹿児島の代表的和菓子的一种であるかるかんをとりあげ、その起源に関して種々な文献から知ったことをとりまとめた²⁾。また、薩摩藩の重要な文書であった「列朝制度」をも調べ、往時におけるかるかんなどの価格³⁾や、「列朝制度」の中に記載されている菓子類など⁴⁾についても報告した。

現在のかるかん製造技術は、昔と比べるとかなり進歩し、その品質は非常によくなっていると考えられるが、鹿児島市内で販売されている製品を食べ較べてみると、メーカーにより幾分味や食感が異なるようである。よって、筆者らはパネルによる嗜好調査を計画したが、同時にかるかんの物性についても測定してみる必要を感じ、幾つかの項目について測定を行った。同様な実験としては田之上の報告⁵⁾がある。田之上は職員10人によって行ったかるかんの食味評価と、かるかんの物性値との相関関係を検討し、あわせて、加工適性のあるヤマノイモの選抜を行うため、自然薯、ヤマト芋、南方系のヤマノイモ KAU-09 などを用い、かるかんを試作して、製品の物性を比較している。筆者らは、このような報告を参考にしながら測定を行った結

果、測定項目によっては、製品ごとの測定値にかなり差があり、そして、このことは味や食感が異なることと直接関連するものと考えられたので、これらのことについて述べることにする。

実験方法

1. 試料

鹿児島市内の主として大手製造元6店舗の直販店で棹物かるかんを購入して用いた。製品は次の略号A, B, E, F, H, Nであらわした。

2. 水分の定量

常圧加熱乾燥法により求めた。すなわち、試料約2gを秤量ビンに採取し精秤後、105~110℃で乾燥させて水分量を求めた。

3. 糖度の測定

ホモジナイザー用ガラスコップに試料5gと水15mlとを入れ、ホモジナイザー（佐久間製作所製）の目盛2で3分間ホモジナイズした後、遠沈管へ移し、冷却遠心機で10,000 rpm, 10分間、温度20℃以下で遠沈した。そして、この上澄液についてアタゴ手持屈折計（0~32%）を用いて測定し、温度による補正をした。

4. 気孔率の測定

かるかんを3×3×3cmに切断したものの体積を重量で除して100を乗じ、これを気孔率⁶⁾とした。

5. 白色度

かるかんを2×2×2cmに切断し、東京電色製MODEL TC-1カラーエースにより測定した。

6. レオナーによるクリープ試験

(1) 装置

山電製RE-3305型レオナーに横川北辰電機製YEW Type 3057ポータブルレコーダーを接続した。レオナーのプランジャーで試料を圧縮する部分が露出していると、測定温度および試料温度が変動するので、圧縮装置部分を透明なプラスチック板で囲み、試料出し入れ用の小さいドアをつけ、マグネットでドアが密閉されるようにした。そして、プラスチックの囲みの中には小型の発熱体を入れ、内部の温度を25℃に保てるようにした。

(2) 試料

かるかんを2×2×2cmに切断し、これをサランラップに包んでビーカーに入れ、ビーカーの

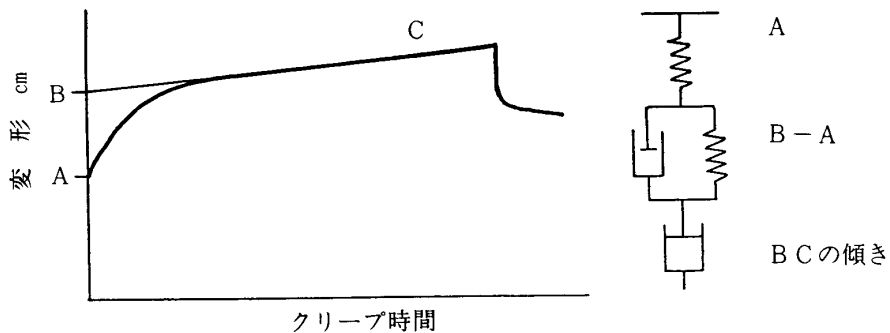


図1. レオナーによるクリープ曲線

上面をサランラップで覆った。そして、25℃の蓋付水浴中に入れて1時間保った後、測定に供した。

(3) 測定

立方形のかるかん試料を圧縮台上にのせ、100 gの定荷重下での変形量を記録した。そして、記録されたクリープ曲線を弾性変形、遅延変形および粘性変形に分けて解析した(図1)。

測定条件は次のようである。

プランジャー：3.5cm φ 平板 圧縮スピード：5 mm/s
 定荷重下での圧縮時間：5 min. 測定温度：25℃

7. レオナーによる付着性試験

(1) 装置・試料

クリープ試験に用いたものとまったく同一のものを用いた。

(2) 測定

クリープ試験において定荷重圧縮を5分間行い、除重後3分経過した時、装置のモードをテクスチャーに切り換え、圧縮スピードを0.5mm/sとして引っ張り試験を行った。そして、記録用紙の負領域に描かれたピーク面積を、ポラープランニメーターで測定し、これを付着性とした。

8. 引っ張り試験

(1) 装置

東洋ポールドウィン社製 UTM-III-100 型テンシロンメーター(万能引張試験機)にレコーダーを接続した。

(2) 試料

かるかんを、0.9×2×4 cmに切断した。そして、クリープ試験の場合と同様にこれをサランラップに包んでビーカーに入れ、ビーカーの上面をサランラップで覆って25℃の蓋付水浴中に入れ、1時間保った後、測定に用いた。

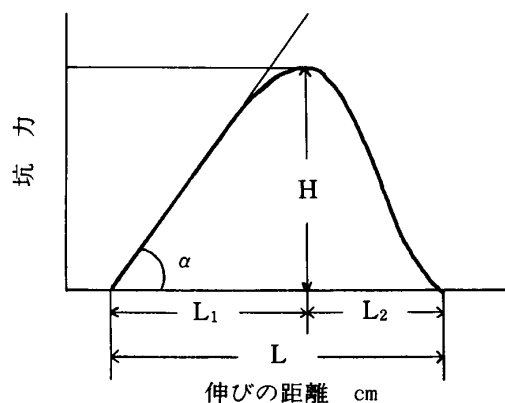


図2. 万能引張試験機による特性曲線

(3) 測定

装置にかかるかん試料をたて長の方向に装着し、10mm/min の速度で、たて方向に引っ張った。レコーダーの感度は250 UNIT /400 g とした。

記録用紙に描かれた特性曲線から、抵抗力が最高値に達した時の伸びの距離 (L_1)、抵抗力が現われ始め、やがて試料が破断され抵抗力が0 となるまでの伸びの距離 (伸びの全距離) (L)、抵抗力の最高値 (H)、および曲線の初めの傾きの角度 (α) などを測定して解析した (図2)。

9. テクスチュロメーターによる硬さ、付着力、付着性、圧縮と復元のための仕事量、凝集性、ガム性の測定

(1) 装置

全研製 GTX-2 型テクスチュロメーターを用いた。試料をのせるカップは、ふちのある皿(58C-1)を使用し、試料がプランジャーとともに持ち上がるのを防ぐため、中央に円い穴をあけてある蓋(58C-4)とを組み合わせて用いた。

(2) 試料

かるかんを $3 \times 3 \times 2$ cm に切断して用いた。

(3) 測定

プランジャーは円形状、外径13mm (58P-C-1) を用い、皿の上に試料をのせ、クリアランス6 mm、ボルテージ2.5V、バイトスピード6回/min、チャートスピード750mm/min として、機械に咀嚼運動を行わせ、記録されたテクスチャープロファイル曲線 (図3) から次のような項目について解析した。

イ. 硬さ 図3 のピーク1 の高さを測定し、それを入力電圧で除して1ボルト当たりの値を求めて硬さとした。

$$\text{硬さ} = \frac{\text{ピーク1の高さ}}{\text{入力電圧}}$$

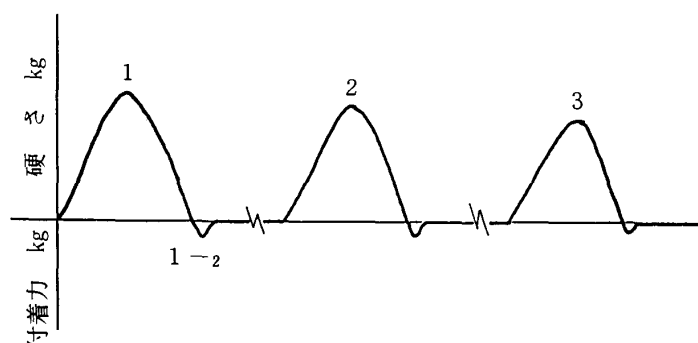


図3. テクスチュロメーターによる
テクスチャープロファイル曲線

ロ. 付着力 図3のピーク1-2の高さを測定し、それを入力電圧で除して1ボルト当たりの値を求めて付着力とした。

$$\text{付着力} = \frac{\text{ピーク1-2の高さ}}{\text{入力電圧}}$$

ハ. 付着性 プロファイル曲線図の基準線の下に現われた負のピーク1-2の面積をポラープランニメーターで測定し、この面積を付着性とした。

ニ. 圧縮と復元のための仕事量 図3のピーク1, 2, 3のそれぞれの面積をポラープランニメーターで測定し、得られたそれぞれの面積を咀嚼の間に行われた仕事量とした。

ホ. 凝集性 ピーク2の面積をピーク1の面積で割った値を凝集性とした。

ヘ. ガム性 硬さ(kg)と凝集性との積に100を乗じて求めた。

実験結果および考察

かるかんの主な材料は砂糖、米粉、やまいもである。これらの中、やまいもの品質の季節的変動は避け難く、品質管理上最も問題であるが、砂糖と米粉の品質はさほど変動しないものと思われる。現在におけるかるかんの製造技術は、昔と比べると恐らく格段に進歩しているであろうし、さらに、業者は材料を混合する際に、攪拌程度を季節によって変えたりして、品質の一定化に努力している。しかし、それでも季節によって製品の品質、ひいてはその物性も幾分変動するものと思われるが、このような点について詳しく調べた報告は見当たらない。かるかん用やまいもの種類としては、自然薯がヤマト芋およびKAU-09より秀れていることを田之上は明らかにしている⁵⁾。

筆者らは、かるかんの品質の季節的変動を考慮することなしに物性の相互比較ができるようにするため、やまいもの旬を考慮して試料は何れも2月中旬から3月下旬に入手して測定を行った。

原則として、レオナー、万能引張試験機、テクスチュロメーターによる測定は10回、白色度および気孔率は5回測定し、その平均値を各表に示した。次に測定した各項目についての結果と考察とを述べることにする。

1. 水分量と糖度について（表1）

水分量は約38～44%であった。手でさわった時の触感として、ベタベタする感じの強いものと、それ程でもないものがあるが、大体40%を境界として、それ以上の水分量のものにはベタベタする触感をもつようである。特にHはそのような感じが強かった。

糖度は39～43%程度であったが、Eのように43%位の製品になると、食べた時に甘味を強く感じた。Eは食べ終わる直前頃から甘味を強く感じ、しかも、甘味が後に残る傾向があった。HとNの糖度は約39%であり、食べた時、やゝ甘味をひかえてあるように感じられた。6試料の糖度の平均値は40.4%となった。味わった時に適当と感ずる糖度は、この平均値とほぼ同じ40%程度であろう。

2. 気孔率（表1）

この値が大であれば、スポンジ状で気孔の多いことを示す。

気孔率はFが最も高く138となり、BとHとは最も低く約120となった。かるかんを切断した時、気孔が小さく切断面の生地が最も均等で密なように見えるのはHであって、Hでは外観とよく一致する結果となった。

表1. 市販かるかんの成分と性質

試料 分析項目	A	B	E	F	H	N
水分 (%) ^{*1}	39.2	41.4	38.4	38.5	44.1	43.9
糖度 (%) ^{*2}	40.5	40.2	42.9	41.8	38.5	38.7
気孔率 ^{*3}	127	120	130	138	121	130
白色度 ^{*4}	44.1	40.5	43.0	41.5	44.7	45.0

*1：常圧加熱乾燥法による

*2：糖度計により測定

*3：体積(cm³)/重量(g)×100

*4：色差計により測定

3. 白色度（表1）

色は色差計で白色度だけでなく、X、Y、Zの各成分値も測定したが、単的に表現するため、白色度だけについて述べる。白色度は数値の高い方が色が白い。

製品の色を目で個々に見ると、その色の差はあまり無いようであるが、同時に並べて比較すると、白さに若干の差があり、B、Fなどはやゝ白さが乏しいように感じられた。色差計で測定してみると、E、A、H、Nの白色度は、43～45であり、B、Fの値は約41であって、目で見た感じを数的によく示すことができた。

4. レオナーによるクリープ試験（表2）

かるかんを食べた時、最初の感触として硬いか軟かいかの印象づけを行うのが弾性変形であって、この値の大きいものがソフトな感じを受けて好まれる⁵⁾とされている。弾性変形の値を見ると、BとHの製品の値が他のものより高く、Fが最も低い値を示した。他の製品はこの両者の中間に位置していた。

5. レオナーによる付着性試験（表2）

付着性は、記録紙の負の領域に記録されたピークの面積で表わした。これは、ネバネバした性質を示すものであって、Hが211で他の試料よりはるかに高い値を示し、次いで、N、E、Bのものが90～125となった。FとAの製品は30前後の値であって最も小さかった。この値が大きいと歯にねばりつく感じを与えるようになり、あまりよくないと考えられる。また、この値が小さくてもパラパラしてよくないように思われた。

Fの製品は、数回咀嚼した時、ネバネバした感じを受けない代わりに粗でザラザラした感じを受けたが、今回の測定ではこのような感じを測定値として示すことはできなかった。

表2. レオナーによって測定したかるかんの物性値

試料 分析項目	A	B	E	F	H	N
弾性変形*1	5.7	7.5	5.7	4.9	6.6	5.1
遅延変形*2	1.1	2.0	1.8	1.1	1.8	1.6
粘性変形*4	1.8	1.4	1.0	1.1	0.8	1.0
付着性*4	29.2	89.3	111.8	34.7	211.4	124.9

* 1：図1におけるA

* 2：図1におけるB-A

* 3：図1におけるBCの傾き（角度）

* 4：ポラープランイメーターで測定した面積

6. 引っ張り試験（表3）

抗力（ピークの高さ）の大きいものはA、F、Nであり、高さは10に近い。高さ伸びの全距離がともに大きいのはNとFの製品であった。Aのピークは伸びの全距離が短い、高さが高い特長を持ち、高さを全距離で割った値は2.3となった。Bのピークは高さが低く、伸びの全距離も小さい方で、曲線の傾きの角度も小さい。

田之上がかかるかんの引っ張り試験における物性値と食味評価との関係を調べたところによれば、両者に相関のあるのは伸びの全距離だけであった⁵⁾。このような観点から見ると、伸びの全曲の大きいのは、H、N、E、Fの4つの製品であり、これらの製品の食味がよいことになる。

表3. 万能引張試験機によって測定したかんの物性値

試料 分析項目	A	B	E	F	H	N
抗力*1	9.9	5.5	7.0	9.7	6.6	9.5
伸びの全距離*2	4.4	5.2	5.9	5.7	6.1	5.9
伸びの部分距離*3	3.1	3.8	3.9	4.3	4.4	4.6
角度*4	75.6	61.2	66.4	70.7	61.8	70.5
抗力/伸びの全距離	2.3	1.1	1.2	1.7	1.1	1.6

*1：図2におけるHの距離（抗力の最高値）

*2：図2におけるL（試料が破断されるまでの伸びの全距離）

*3：図2におけるL₁

*4：図2における曲線の初めの傾き α （角度）

7. テクスチャーメーターによる測定（表4）

テクスチャーは歯ざわり、きめなどを示すものであり、消費者の嗜好に影響する重要な因子である。

(1) 硬さ

硬さは、テクスチャープロフィール曲線（図3）におけるピーク1の最高値として示したが、供試製品のうち、NとEのものが最も大きい硬さをもち、約1.3kgであった。Hは最も低く、N、Eの約65%程度で、0.8kgに過ぎなかった。Hの製品は、実際に食べて歯でかんだ時に、もっとも軟かく、たやすく歯でかめる感じをうけるので、測定値の低いことは十分に首肯できた。

(2) 付着力と付着性

付着力（kg）はピークの高さから求めたものであり、付着性はピーク1-₂の面積で示した。両者の関係をみると、付着力の大きいものは付着性も大きい傾向を示し、両者の値は相関していた。

(3) 圧縮と復元のための仕事量

プロファイル曲線（図3）の中，ピーク1，2，3の面積は，圧縮と復元のための仕事量を表すものであって，それぞれ第1回目，第2回目，第3回目の咀嚼のための仕事量に相当するものである。ピーク1についての仕事量は，NとEが最も大きく，次いでA，Fであり，最も少ない仕事量ですむものはBとHであった。このような仕事量の大きさと，前述の硬さの程度とは同じ傾向を示していた。ピーク3における仕事量が60を超えるものはA，F，Nであり，50以下となったのはHだけであった。食べた時，最も軟かく感ずるのはHであって，このことはピーク1，2，3とも仕事量が最も小さいこととよく一致していた。

(4) 凝集性

凝集性を測定する場合，試料が付着性を示すときは，試料にタルカンパウダーをまぶし，記録曲線が付着性によって影響を受けるのを防ぐことが必要とされている⁷⁾。しかし，かるかんの場合，付着性はそれ程大きくなかったので，タルカンパウダーを用いずに測定したプロファイル曲線から近似的に凝集性を求めることにした。この値は，物質の内部結合を破壊するのに必要な仕事量と関係するとされている。ピーク2の面積をピーク1の面積で除して求めた凝集性の値は約0.5～0.6であり，Hの値が最も高く，次いでA，B，Fとなり，N，Eが最も低かった。

(5) ガム性

ガム性は硬さと回復力としての弾力性の2つの性質をもつものとされ，この値が大きいと，

表4. テクスチュロメーターによって測定したかるかんの物性値

試料 分析項目	A	B	E	F	H	N
硬 さ *1	1.22	1.08	1.27	1.18	0.83	1.32
付 着 力 *2	0.09	0.10	0.12	0.12	0.16	0.18
付 着 性 *3						
ピーク 1-2	3.2	5.2	4.5	5.3	9.7	8.4
圧縮と復元のための仕事量*3						
ピーク 1	133.6	118.9	140.8	133.2	91.2	148.6
ピーク 2	73.5	61.7	69.6	70.9	51.7	73.8
ピーク 3	63.0	53.8	58.6	60.9	46.4	60.4
凝 集 性 *4	0.55	0.52	0.49	0.53	0.57	0.50
ガ ム 性 *5	67.1	56.2	62.2	62.5	47.3	66.0

* 1：ピーク1の高さ÷入力電圧

* 2：ピーク1-2の高さ÷入力電圧

* 3：図3におけるピーク1-2の面積をポラープランメーターで測定した値

* 4：ピーク2の面積÷ピーク1の面積

* 5：硬さ×凝集性×100

圧縮された後の回復力が大きいことを示す。

ガム性の値を計算してみると、Hが47で最も低い値となった。しかし、テクスチュロメーターで咀嚼運動を行わせた時、プランジャーで圧縮した後の試料の回復状況を観察したところでは、Hは他試料よりも回復がはっきりとよく認められ、回復力がかなり大きいように見受けられた。Hの硬さは前述のように6試料中最低で他試料よりかなり低いいため、凝集性は大きいけれども、計算上ガム性の値は小さくなった。

本報では、かるかんの物性の測定結果を、筆者らなりの食味評価や観察などに関連させながら述べたが、品質評価上、ある測定項目でよいと思われる製品でも、他項目ではよい評価とならず、どの項目においても評価できるような製品は供試した試料中には存在しなかった。本報で述べた食味評価は筆者らの主観によるものである。よって、次報では客観性をもたせるため、本学学生をパネルとして食味評価した結果を述べることにしたい。

かるかんの物性の測定に関して、施設の使用を許可をいただいた鹿児島県農産物加工研究指導センター長穂原関雄氏および測定についてご指導をいただいた同センター主任研究員田之上隼雄氏に心から謝意を表します。

文 献

- 1) 大山重信, 古川房子: カツオセンジの呈味成分について, 栄養学雑誌, **29**, 141~144 (1971).
- 2) 大山重信, 花園冬子: かるかんの起源について, 鹿児島県立短大紀要 自然科学篇, **38**, 5~14 (1987)
- 3) 大山重信, 花園冬子: 天明5年(1785)における“かるかん”などの菓子の価格について, 鹿児島県立短大紀要 自然科学篇, **39**, 19~26 (1988).
- 4) 大山重信, 花園冬子: 薩摩藩「列朝制度」の「膳部定」にあらわれる菓子について, 鹿児島県立短大紀要 自然科学篇, **39**, 7~18 (1988).
- 5) 田之上隼雄: ヤマノイモの流通利用に関する研究 —カルカンの物性と物性に関する要因の把握—, 流通と利用に関する試験成績書 昭和60年度, 10~23, 鹿児島県農業試験場流通加工部, 昭和61年9月.
- 6) 食品鑑別・検査法研究会編集: 改訂食品鑑別・検査法ハンドブック, pp. 652, 建帛社, 昭和61. 2. 10.
- 7) General Foods Corporation: Texturometer, pp. 8.