

かるかん製造法の検討－I

—— 表面の割れを防止したかるかんの物性について ——

A Study of “Karukan” Making－I

—— Prevention of Crack Formation in Surface
Layer of “Karukan” , and Properties of “Karukan” ——

大山重信・立山冬子

Shigenobu Ooyama and Fuyuko Tachiyama

(Received April 10, 1994)

Many methods to prevent the surface layer of “karukan” from crack formation were tried, and it was found out that the elongation of time of its ingredients mixing was effective to prevent the crack formation.

View of external appearance and cross section of “karukan” made by the methods A and B (Table 1) is shown in Fig. 6・1 and 6・2. Crack can be seen in the surface layer of product A, but there is no crack formation in the case of product B. Properties of A and B are shown in Table 2~4. These data show B is softer than A in its properties.

Distribution of particle size and viscosity of “karukan-ko” used in this experiment were examined by the same method tried in a previous paper³⁾, and obtained values were compared with the average values of six “karukan-ko” samples in the previous paper³⁾. Order of dominant particle size range was the same, but the distribution pattern was somewhat different with each other (Table 5). Generally, viscosity of the sample used in this experiment was lower than that of the six samples (Table 6).

Keywords: “karukan” かるかん, prevention of crack formation ひび割れ防止
properties 物性

これまで筆者らは市販のかるかんでなく、自作のかるかんをも用いてその物性等を測定してきた^{1, 2)}。自作のものは業者の製造法を参考にして製造したが、殆どの場合、製品の表面に割れを生じ、実験に支障をきたすことが多かった。そこで、この表面の割れを防止するため、種々の方法を試みてみたが、いずれの方法も効果がみられず割れを防止できなかった。しかし、今回、

かるかん生地作製時の混和時間を延長することにより割れを防止でき、しかも、製品は従来よりもソフトな感じのものとなることが分かった。よって、本報では、自作の際に行ってきた従来の製造方法と、今回表面の割れを防止できた方法とを対比して示すとともに、これらの方法で製造したかるかんの外観およびその物性を調べた結果について述べる。また、本実験で用いたかるかん粉の性状と前報³⁾におけるかるかん粉6試料の性状とを比較すると異なる点があったので、それらについても述べることとする。

実験方法

1 かるかん材料

(1) かるかん粉

かわの製粉（鹿児島市谷山港二丁目2番5号）製の特上、荒目を用いた。

(2) やまいも

小城製粉（鹿児島県川内市隈之城町1892）販売のもので、すりおろした自然薯^{じねんじょ}にグラニュー糖を等量混合したものをを用いた。

(3) 糖

大日本製糖^(株)発売のグラニュー糖を使用した。

2 かるかん製造法

表1に示す工程でかるかんを製造した。用いたミキサーはKenwood製chefで、ステンレス製ボールや特長のある形をしている金属製攪拌子などとともにその外観を図1に示した。そして、表1の方法Aで製造したものを製品A、方法Bで製造したものを製品Bとした。製造したかるかんは室温まで冷却してサランラップに包み、一夜20℃に保存後、後述のように物性を測定した。

3 気孔率の測定

かるかんを3×3×3 cmに切断したものの体積を重量で除し、100を乗じてこれを気孔率⁴⁾とした。

4 レオナーによるクリープ試験

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。

かるかんは2×2×2 cmに切断し、これをレオナーの圧縮台上にのせ、100 gの定荷重下での変形量を記録した。プランジャーは、3.5 cmφ平板、圧縮スピードは

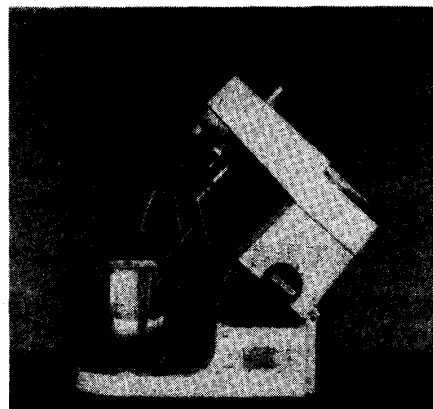


図1. 使用したミキサー

表1 かるかん製造工程表

順序	操 作	ミキサー* ¹ による 混和時間 min	
		方 法* ²	
		A	B
1	やまいも（糖入り）180gをミキサーボール* ³ にとり ミキサーで攪拌* ⁴	1	2
	水100mlを3～4回に分けて添加しながら混和	3	6
2	グラニュー糖90gを添加 ミキサーで混和	2	4
	水80mlを2～3回に分けて添加しながら混和	3	6
3	かるかん粉180gを添加 ゴムヘラで軽く混和		
	ミキサーで混和	1	2
	ゴムヘラで軽く混和		
4	ミキサーで混和	2	4
	ステンレス製型枠* ⁵ 2個に濡布巾をしき、その中へ生地を分けて入れる 15分以上放置		
5	せいろ* ⁶ に入れ、40分間蒸す		

* 1 : 図1（写真）参照

* 2 : 方法Aで製造したものを製品A、方法Bで製造したものを製品Bとした。

* 3 : 口径 20.2cm, 深さ 16.7cm

* 4 : ミキサーによる混和は回転速度目盛2で行った。以下混和のときの回転速度は同じである。

* 5 : 21.2×6.2×4.7cm

* 6 : 径35.5cmφ, 深さ18cm [丸セイロ 10キロ (8号)]

5 mm/sec とした。定荷重下での圧縮時間は5 min で、そのうち最初の1 minはチャートスピードを20cm/min, 2～5 minまでの4 minは2 cm/minとした。レコーダーの感度は通常500 mVとし、試料が軟らかいときは1 Vとした。

記録されたクリープ曲線は弾性変形、遅延変形および粘性変形に分けて解析した（図2）。

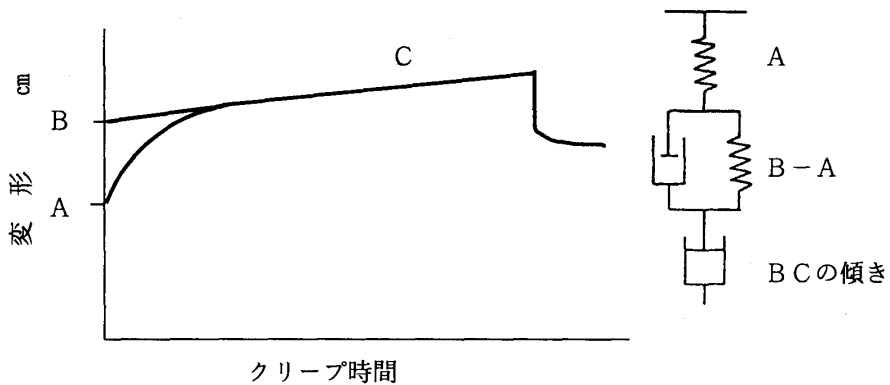


図2. レオナーによるクリープ曲線

A : 弾性変形 B - A : 遅延変形
B Cの傾き : 粘性変形

5 レオナーによる付着性試験

レオナーによるクリープ試験を行った後、引き続いて付着性試験を行った。すなわち、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分経過したとき、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/sec, レコーダーの感度を200mV, チャートスピードを60cm/min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(図3の斜線部分)をポーラグラメーターで測定し、これを付着性とした。

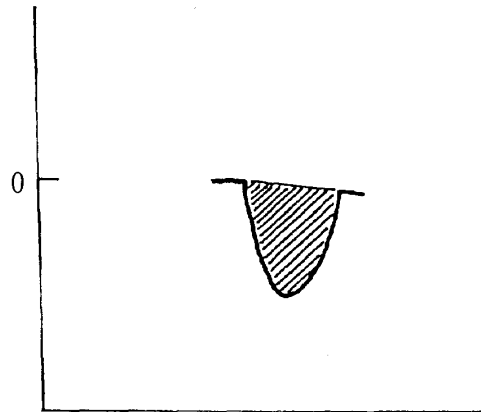


図3. レオナーによる付着性試験

6 引っ張り試験

東洋ボールドウィン社製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。レコーダーの感度は、250UNIT/400gとした。かるかんは0.9×2×4cmに切断した。このかるかん試料をたて長の方に装着し、下端は固定し、上端をたて方向の上向きに10mm/minの速度で引っ張って、記録用紙に特性曲線を記録した。チャートスピードは100mm/minとした。

記録された特性曲線から、抗力が現われ始めやがて試料が切断され抗力が0となるまでの伸

びの距離（伸びの全距離）（ L_T ），抗力が最高値に達したときの伸びの距離（ L_1 ），抗力の最高値（ H ），曲線の初めの傾きの角度（ α ）などを測定して解析した（図4）。

7 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

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58C-1で，蓋（58C-4）とを組み合わせ使用した。かるかんは， $3 \times 3 \times 2$ cmに切断して試料とした。装置のプランジャーは円柱状，外径13mm（58P-C-1）を用い，カップの上に試料をのせ，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として装置に咀嚼運動を行わせた。そして，記録されたテクスチャープロファイル曲線（図5）から次の各項目について解析した。

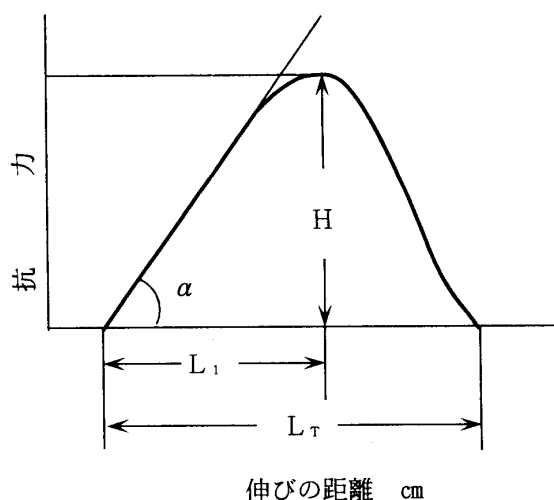


図4. 万能引張試験機による特性曲線

H : 抗力の最高値 L_T : 伸びの全距離
 L_1 : 伸びの部分距離
 α : 特性曲線の始めの傾きの角度

(1) 硬さ

図5のテクスチャープロファイル曲線からピーク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，硬さとした。

(2) 付着力

図5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，付着力とした。

(3) 付着性

図5の基準線の下に現われた負のピーク1-2の面積をポーラプランイメーターで測定し，この面積を付着性とした。

(4) 圧縮と復元のための仕事量

図5のピーク1，2，3のそれぞれの面積をポーラプランイメーターで測定し，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。

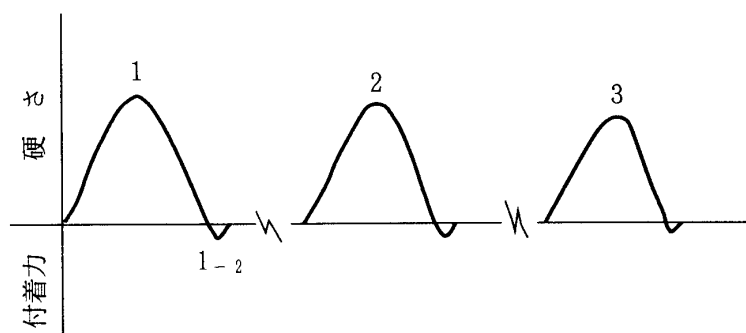


図5. テクスチュロメーターによるテクスチャープロファイル曲線

(5) 凝集性

図5のピーク2の面積をピーク1の面積で割った値を凝集性とした。

(6) ガム性

硬さと凝集性との積に100を乗じて求めた。

8 水分量

常圧加熱乾燥法によって求めた。すなわち、かるかん粉またはかるかん約2gを秤量ビンに精秤し、電気乾燥器で105~110℃に加熱して恒量を求め、水分量を計算した。

9 かるかん粉の粒度分布

飯田製作所製標準ふるい(実用新案型, ステンレス製, 標準ふるい試験成績書付, 200φ×45mmH), 30, 42, 60, 100の各メッシュのものを用いた。これらのふるいを下から受器, 100, 60, 42, 30メッシュの順に重ね, かるかん粉100gを最上部のふるいにとり, 蓋をして10分間手で振盪した。その後, 各々のふるいおよび受器に入っているかるかん粉をそれぞれ集めて秤量した。

10 かるかん粉の粘度

ブラベンダー社製ブラベンダーType800301を用いて10%濃度で測定した。すなわち, かるかん粉の水分量を測定した後, 無水物として45g秤量し, 水を加えて全量を450mlとした。pHの調整は行わなかった。これをよく混和してから装置の外筒に入れ, 1.5℃/minの速度で25℃から95℃まで昇温し, 95℃で10分間保持した。その後, 昇温の時と同じ速度で30℃まで冷却してアミログラムを得た。チャートスピードは5mm/minであった。アミログラムの解析は前報³⁾と同様にし, 粘度上昇開始温度, 最高粘度, 最高粘度に達したときの温度, 温度が95℃に達したときの粘度, 95℃に10分間保持後の粘度, 冷却して30℃に達したときの粘度などを求めた。

実験結果および考察

1 かるかん製造法および製品の状態

筆者らはかるかんを製造する際, 製造法としては業者の方法を参考にして表1に示す方法Aに従ってきた。しかし, 殆どの場合, 製品の表面に割れを生じた。そのため, 製品から物性測定用の試料片を切り出すとき, 思うように所定の寸法に切り出すことができず, 実験に支障をきたすことが多かった。業者は製品の表面に割れを生じたときには, 少量残しておいた生地を用いて割れ目をふさぎ, 再度蒸して割れ目を手直ししている。しかし, 実験では均一な試料を必要とするため, このような方法をとるわけにはいかないので, 割れを防止するため種々の方

法を試みた。すなわち、かるかん粉の粒度を荒目のものにかえてみたり、卵白を添加してみたり、南方系のやまいもKaU-09を用いてみたり、蒸すときの火力を加減したり、あるいは材料の混和時間を多少変更してみたりしたが、いずれの方法も効果がみられず割れを防止できなかった。しかし、表1に示す方法Bのように混和時間を2倍に延長することにより割れを防止でき、しかも製品は従来よりもソフトな感じとなったので、以後この方法でかるかんを製造することとした。

図6・1および6・2の写真は方法Aと方法Bで製造した製品の状態を示す。かるかんの外観(図6・1)をみると、製品Aは製品の長軸方向にそって表面に割れを生じ、その深さは1cm程度であるが、しばしば1cm以上にもなった。製品Bは割れていない。また、横断面(図6・2)をみると、製品Aの表面は盛り上がってかまぼこ状となっているのに対し、Bの表面は盛り上がりに乏しく、横断面は四角な感じとなっている。手で割ってみると、その割面はAに比べBの方が粗であって、材料の混和時に十分に空気が巻き込まれて、内部構造が粗となっていることが分かる。このことは気孔率の値にもよく現れ、Aの気孔率は129、Bは144であった。なお、かるかんの水分量はA、Bともに44.1%であった。

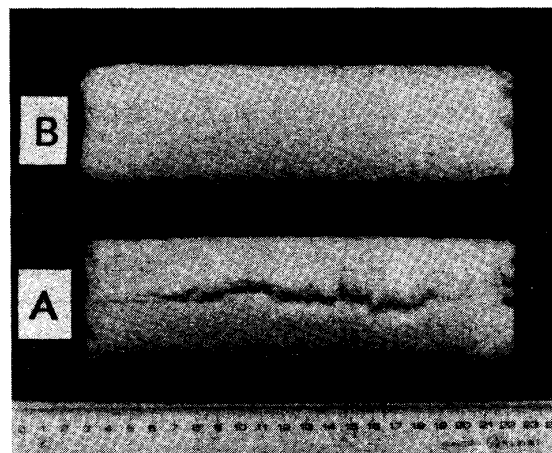


図6・1 かるかん製品AおよびBの外観

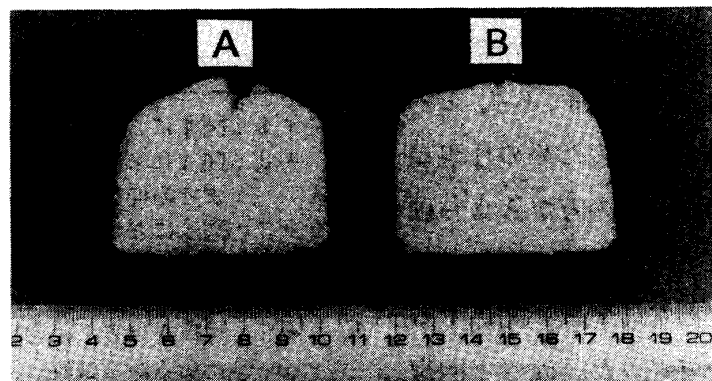


図6・2 かるかん製品AおよびBの横断面

本実験においては、方法Bの各工程でミキサーによる混和時間をすべてAの2倍とした。しかし、表面の割れを防止するために、どの工程におけるミキサー混和時間の延長が最も効果的であるのか本実験では明らかでないので、さらに今後の検討が必要と考える。

2 かるかんの物性

前述のような方法AおよびBで製造したかるかんAおよびBは室温まで冷やしてからサララップに包み、一夜20℃で保存後物性を測定した。

レオナーによって測定した弾性変形はBの方が大きかった。この弾性変形は食品を食べたとき、最初の感触として硬い、やわらかいの印象を与えるものであって、この値の大きいものがソフトな感じを与えるものである。遅延変形および粘性変形もBの方が大であって、どちらもBの方がソフトな感じを与えるのに寄与していると考えられた(表2)。

引張試験機によって測定したBの抗力はAの約1/2に過ぎなかった。伸びの全距離、部分距離ともにBの方が短かくて、角度もBの方が小であった。抗力/伸びの全距離の値はAが1.1、Bが0.6であり、特性曲線のピークの形は、Bの方がAより全体的に小であって高さも低く、引っ張りによって切断されやすいことを示していた(表3)。

テクスチュロメーターに円柱状プランジャーを装着して咀嚼運動を行わせた結果によれば、Bの硬さはAの約81%であり、ピーク1, 2, 3の圧縮と復元のための仕事量も81~82%程度であり、Bの方がAより硬くないことを示していた。物質の内部構造を破壊するために必要な仕事量に関する凝集性もBの方が小であった。硬さと回復力としての弾力性の2つの性質をもつとさ

表2 レオナーによって測定したかるかん試料の物性値

項 目	試 料 ^{*5}	
	A	B
弾 性 変 形 ^{*1}	4.5	5.5
遅 延 変 形 ^{*2}	1.2	1.4
粘 性 変 形 ^{*3}	1.2	1.6
付 着 性 ^{*4}	57.4	46.9

* 1 : 図2におけるA

* 2 : 図2におけるB-A

* 3 : 図2におけるBCの傾き(角度)

* 4 : 図3のポーラープランメーターで測定した面積

* 5 : 試料Aは表1における方法Aで製造したかるかん試料, 試料Bは方法Bで製造した試料

表3 万能引張試験機によって測定したかるかん試料の物性値

項 目	試 料 ^{*5}	
	A	B
抗 力 ^{*1}	9.1	4.6
伸 び の 全 距 離 ^{*2}	8.5	7.4
伸 び の 部 分 距 離 ^{*3}	5.1	4.8
角 度 ^{*4}	68.8	51.8
抗力/伸びの全距離	1.1	0.6

* 1 : 図4におけるH(抗力の最高値)

* 2 : 図4におけるL_T(試料が破断されるまでの伸びの全距離)

* 3 : 図4におけるL₁

* 4 : 図4における特性曲線の初めの傾きの角度

* 5 : 試料Aは表1における方法Aで製造したかるかん試料, 試料Bは方法Bで製造した試料

れるガム性はAが166、Bが131であり、明らかにBの方が小であった（表4）。

以上のようなAとBの物性は、前述の気孔率の値や断面の状態から、内部構造はBの方が粗とみられることとよく一致すると考えられ、全体的にAとBの物性を比較すると、Bの方がAよりもソフトであると考えられる結果となった。

3 用いたかるかん粉の性状

鹿児島市内のスーパー、菓子材料店で販売されているかるかん粉6試料の性状については前報³⁾で報告した。今回用いたかるかん粉は、市内の製粉業者の製品であるが、一般の小売店舗では販売されていない製品で、特上荒目のものである。水分量は14.66%であった。

(1) 粒度分布

前報³⁾と同様にしてふるいを用いて粒度分布を調べた結果を表5に示した。前報³⁾における6試料についての平均値もあわせて表示した。

分布の状態をみると、分布の順位は今回の試料も42メッシュのふるい上に残ったもの（30～42メッシュ）が最も多く、次いで42～60メッシュ、60～100メッシュ、30メッシュ以下となり、分布順位は前報³⁾と同じであった。しかし、その分布量は、30メッシュ以下の粗粒が前報³⁾よりも約8倍、60～100メッシュのものは2倍に増加し、反対に30～42メッシュと42～60メッシュのものはそれぞれ約4%減少していた。前報³⁾における分布量は30～42メッシュと42～60メッシュの区分に殆ど集中していたが、今回は30メッシュ以下と60～100メッシュの区分にも広がったような分布を示した。

(2) 粘度

粘度は前報³⁾とまったく同様にして測定したが、前報³⁾とは異なる特性値を得たので、表6

表4 テクスチュロメーターによって測定したかるかん試料の物性値

項 目	試 料 ^{*7}	
	A	B
硬 さ ^{*1}	3.04	2.47
付 着 力 ^{*2}	0.20	0.12
付 着 性 ^{*3}	3.4	2.0
圧縮と復元のための の仕事量 ^{*4}		
ピーク 1	128.6	106.0
ピーク 2	70.1	56.5
ピーク 3	58.8	48.2
凝 集 性 ^{*5}	0.55	0.53
ガ ム 性 ^{*6}	166	131

- * 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 : ピーク1-2の面積をポラープランニメーターで測定した値
- * 4 : ポラープランニメーターで測定したピーク面積
- * 5 : ピーク2の面積÷ピーク1の面積
- * 6 : 硬さ×凝集性×100
- * 7 : 試料Aは表1における方法Aで製造したかるかん試料、試料Bは方法Bで製造した試料

表5. かるかん粉の粒度分布

メッシュ	試 料	
	I ^{*1}	II ^{*2}
30 以下	2.5	0.3
30 ～ 42	51.9	55.8
42 ～ 60	28.9	32.6
60 ～ 100	12.0	6.0
100 以上	4.1	4.9
回 収 率	99.4	99.6

- * 1 : 本報の実験で使用したかるかん粉
- * 2 : 前報³⁾におけるかるかん粉6試料の平均値

にその特性値と前報³⁾における6試料についての平均値とをあわせて記載した。

本報で用いたかるかん粉の粘度上昇開始温度は、前報³⁾のどの試料よりも幾分高かった。また、最高粘度は前報³⁾におけるいずれの試料よりも低く、515BUにすぎなかった。さらに、冷却して30℃に達したときの粘度も低く、740BUであって、粘度は全体的に前報³⁾におけるどの試料よりも低かった。このように低い粘度を示したのは、粘度分布が前報³⁾の試料とは異なる状態を示すことだけでなく、恐らくは米の品種、新米と古米の混合割合なども影響しているものと思われる。

表6. かるかん粉について得られたアミログラムの特性値

項 目	特 性 値		
	I * ¹	II * ²	
粘度上昇開始温度	℃	80.5	76.3
最高粘度	BU	515	873
最高粘度に達したときの温度	℃	92.5	93.6
95℃に達したときの粘度	BU	450	847
95℃, 10分間保持後の粘度	BU	360	623
ブレークダウン	BU	160	250
30℃に達したときの粘度	BU	740	1131

* 1 : 本報の実験に使用したかるかん粉についての特性値

* 2 : 前報³⁾における6試料の特性値の平均値

かるかんの製造および物性の測定に関して、施設の利用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松原弘一郎氏およびご指導をいただいた同センター流通保蔵研究室長田之上隼雄氏に謝意を表します。

文 献

- 1) 大山重信, 花園冬子: かるかんの物性について, 鹿児島県立短大紀要, 自然科学篇, 39, 27~36 (1988)
- 2) 大山重信, 立山冬子: かるかんの凍結保存中における物性変化について, 鹿児島県立短大紀要, 自然科学篇, 42, 17~29 (1991)
- 3) 大山重信, 今市朋子: かるかん粉の性状について, 鹿児島県立短大紀要, 自然科学篇, 43, 1~9 (1992)
- 4) 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.