カスタードプディングへのブドウ糖使用とその加熱方法について

安藤　昭代・西堀すき江・間瀬　智子

Application of Glucose to Custard Pudding and Heating Method

Akiyo Ando, Sukie Nishibori and Tomoko Mase

緒　　言

家庭用に使用される甘味料はショ糖が最も多く使われるが，最近食品工業界において芋類・とうもろこしを原料とする澱粉から各種の澱粉糖が生産されている[1]。なかでもブドウ糖は清涼飲料・菓子類の製造にショ糖と併用して使用される例が多い[1]。

著者らは家庭の調理にブドウ糖を使用することを試み，すでに紅茶[2]，ホイップクリーム[3]，ゼリー[4]などに使用しその適否を検討してきた。今回は加熱調理としてカスタードプディングに使用し，卵の凝固に及ぼす影響並びに製品としての良否をショ糖使用の場合と比較し，併せてその加熱方法についても検討を行なったので報告する。

実験方法

1. 試料

1) 実験材料

- ○鶏　卵　品種「バブコック」（愛知県みやず養鶏場，実験前日産卵のもの）
- ○牛　乳　市乳（森永乳業K.K.製，実験前日製造のもの）
  乳脂肪分 3.2%以上，無脂乳固形分 8.0%以上
- ○ブドウ糖　無水結晶ブドウ糖：含水結晶ブドウ糖＝1：1(w/w)（昭和産業 K.K. 製）
- ○ショ糖　上白糖（フジ製糖 K.K. 製）

2) 実験試料

実験試料として次の A，B，C の三種類を作成した。

A　ショ糖添加

卵　液	20%（卵黄：卵白＝36：64，w/w）[5]
牛　乳	65%
ショ糖	15%

B　ブドウ糖添加

卵　液	20%
牛　乳	58%
ブドウ糖*	22%

C　ショ糖・ブドウ糖混合添加

卵　液	20%
牛　乳	61.5%
ショ糖	7.5%
ブドウ糖	11%

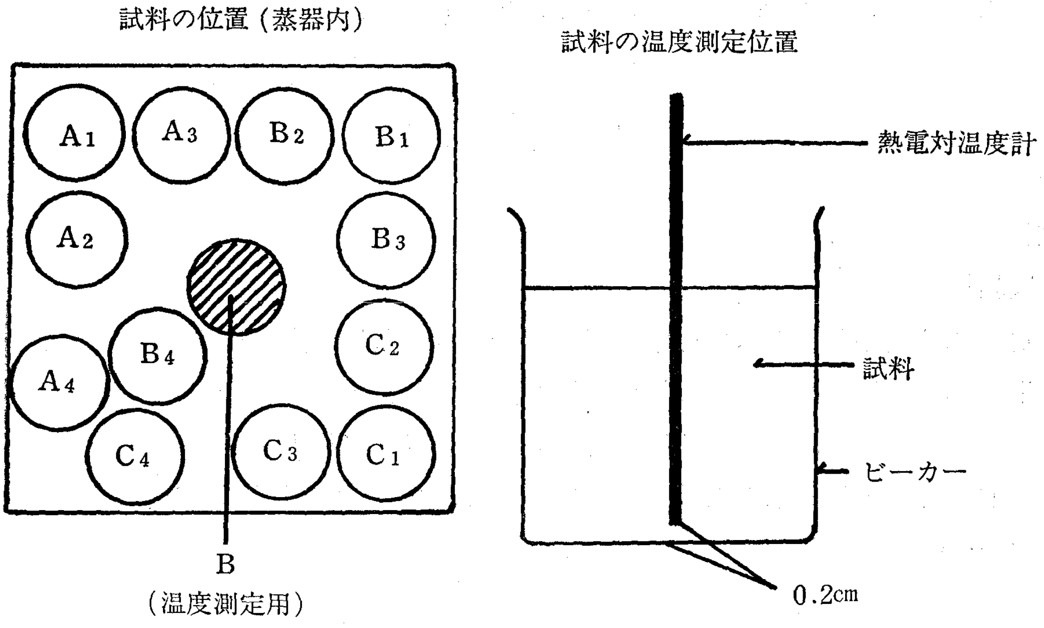
*ショ糖15%の甘味に相当するブドウ糖濃度は，ショ糖15%溶液とブドウ糖 21，22，23，24%各溶液を対比較法により官能検査を行ない，22%に決定した。

3）実験試料の作成

(1)　卵液は卵を卵黄と卵白に分け，それぞれ裏ごしし，36：64（w/w）の比率に調整する。50°Cに加温した牛乳にそれぞれの糖を加え溶解した後，卵液を加え混合し，50 ml 容ビーカーに 60 g ずつ分注する。

(2)　予備加熱[5]

40～43°Cの恒温水槽に試料を静置し約10分間保持し，試料内部温度が 40°Cになる



第1図　蒸器内の試料の位置並びに試料温度測定位置

ようにする。

(3) 試料の加熱（急速蒸し加熱）[5)]

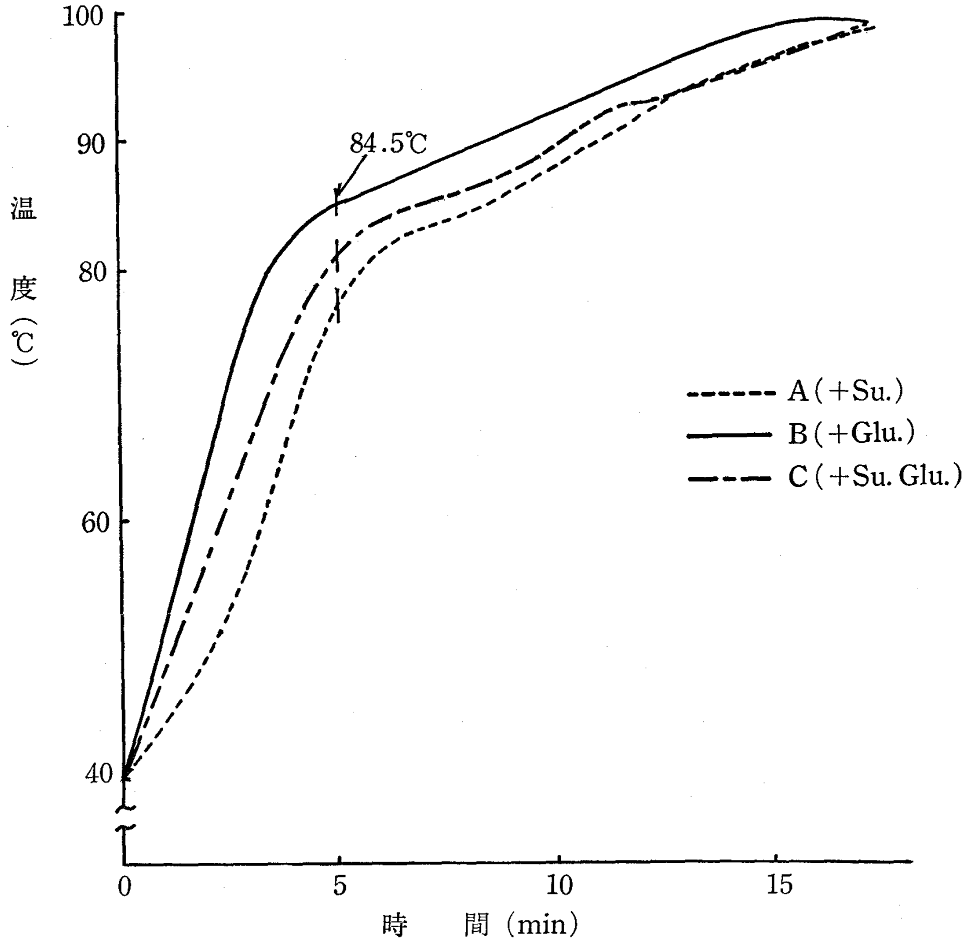
あらかじめ保温した蒸器（24×24 cm，角型，アルミ製）に沸騰水 2 ℓを入れ，ヒーター（1.2 kw）にかける。予備加熱した試料 A，B，C を第1図のように蒸器内の同条件の位置に置く。中央に温度測定用として試料B 1個を置き，図の位置に熱電対温度計（飯尾電機 K.K. 製，M-54）を設定する。

加熱して試料温度が 84.5 °C* になったところ（加熱時間5～6分）でヒーターより蒸器をおろし，そのまま10分間蒸らす。別に試料Bについては，86°C** まで加熱し，その後10分間蒸らしたもの（以後，試料B' とする）も作製した。

(4) 20±1°C の恒温水槽に試料を入れ，約30分間冷却し，試料内部温度を 21～22°C にする。

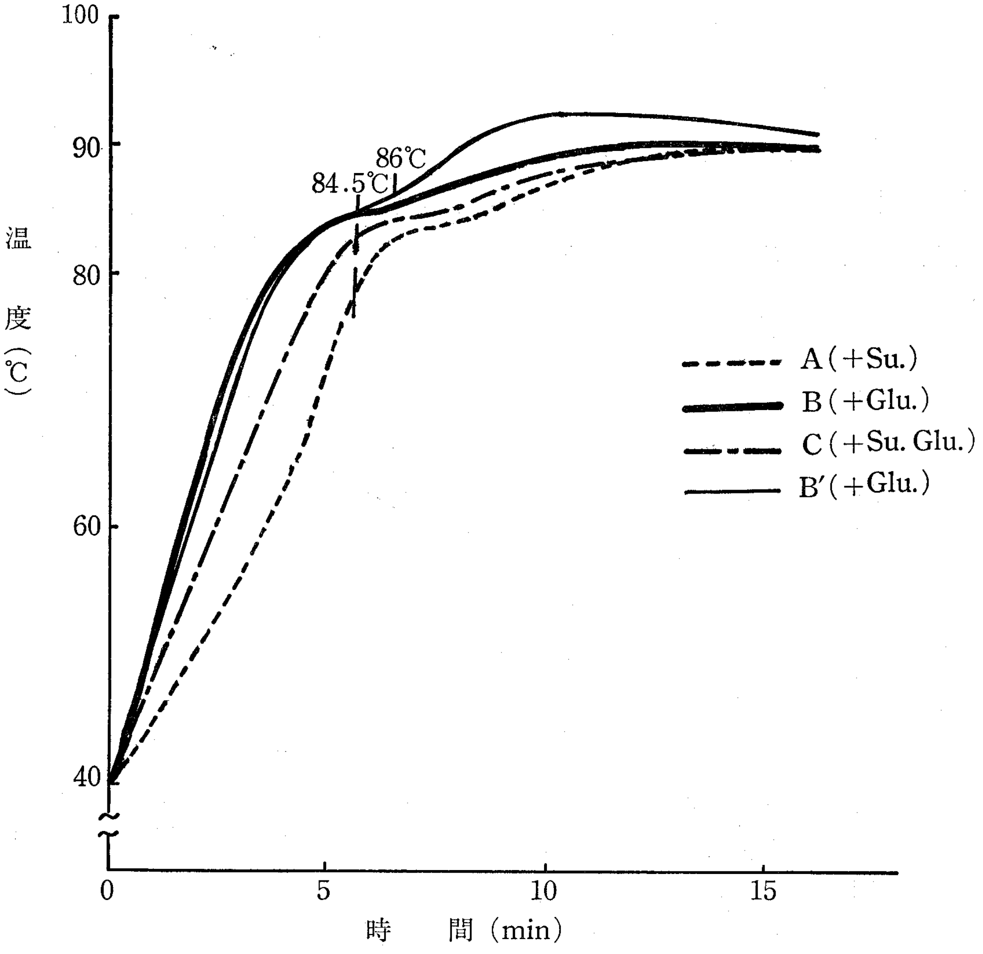
これを以下の各測定試料とした。

* 試料の加熱方法について予備実験を行なった。材料の配合割合の異なるA，B，Cを同時に同条件で加熱すると，例えばAが丁度良好な仕上りの場合はBが加熱しすぎてスダチがひどい。第2図はA，B，C 各試料を同条件で 40～100°C まで加熱した場合の温度上昇



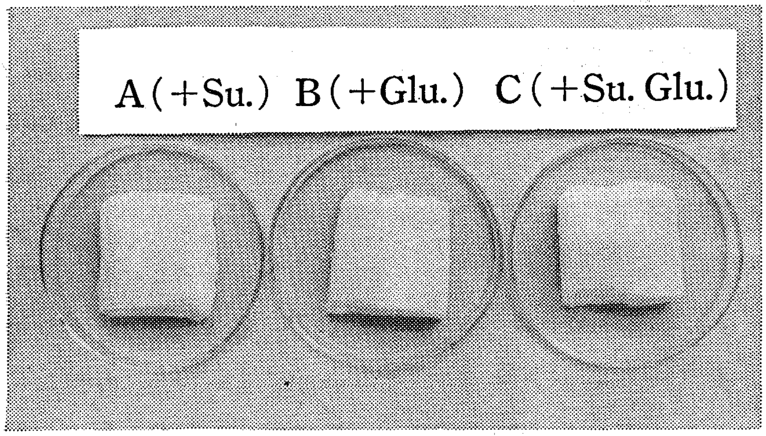
第2図 試料の加熱温度上昇 (40～100°C)

図である。ブドウ糖添加Bの温度上昇が早く，ショ糖添加Aが比較的おそい。混合添加Cはそれらの中間にある。砂糖濃度が高くなると温度上昇速度は大となり，凝固温度も高くなると，村田ら[6]や山脇ら[7]が述べている。従って本実験における試料温度の測定はBで行なうのが妥当と判断した。予備実験を繰り返し行ない 84.5°C で加熱停止し，その後 10 分間蒸らす方法が A，B，C ともに良好に仕上り，再現性も良いことを確かめた。第2，3図によれば，Bが 84.5°C の時Aは 78～79°C，Cは 82～83°C である。その後10分間蒸らす間に，A，B，C ともに試料温度は約 90°C まで上昇する。製品の外観はともにビーカー壁面部にわずかにスダチが見られ，試料内部にはスダチが無い。

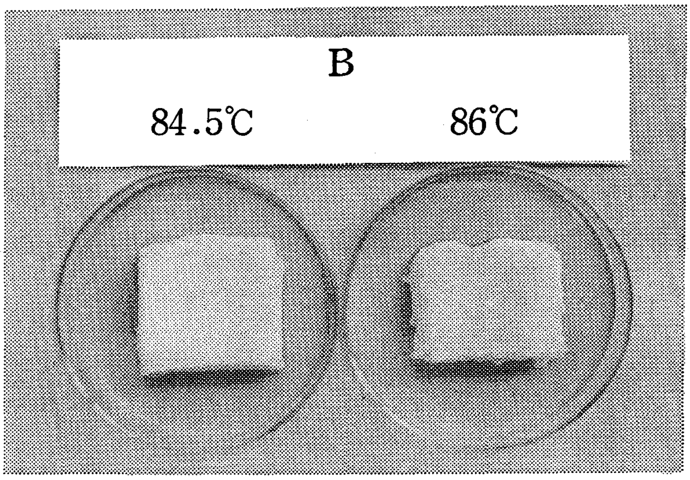


第3図 試料の加熱及び10分間蒸らしの温度上昇
（A・B・C：84.5°C 加熱停止，B'：86°C 加熱停止）

** 84.5°C 加熱停止の場合の試料Bの製品は，A，Cに比較して軟らかく，官能検査の結果は後述するように思わしくない。予備実験で検討した結果，86°C 加熱停止のものを別に作製することにした。第3図に示すように，84.5°C の場合より 1～2分ほど加熱時間は長くなる。また10分間蒸らす間に内部温度は約 92°C まで上昇し，84.5°C の場合より 2～3°C 高くなる。製品を 84.5°C の場合に比較すると，第4図に示すように外観はスダチがやや多く，試料内部にもわずかにスダチがあるが，製品としてはそれほど悪くない



(1) 84.5°C 加熱停止，10分間蒸らしの場合



(2) 試料Bにおける 84.5°C 加熱停止，86°C 加熱停止，10分間蒸らしの比較

第4図 試料ゲルの内部縦断面図

と判断した。

2. 官能検査

試料A，B，CまたはA，B'，C を組み合わせて官能検査試料とした。色，口触り，硬さ，味に関して，二点識別試験法並びに嗜好順位法により行なった。パネルは本学栄養士クラスから選出した18名である。

3. 粘度

A，B，Cそれぞれの試料溶液 30°C における粘度を，オストワルド粘度計 No.2 を用いて測定した。

4. 破断力

ビーカーより抜き出した直後のA，B，C，B' 各試料ゲルをカードメーター（飯尾電機K.K.製，M-301 AR型）により測定した。条件は感圧軸の径 20 mm，重錘 200 g，試料台上昇速度 0.36/sec. である。

5. レオメーター測定による特性値

各試料ゲルをビーカーよりシャーレに抜き出し，直ちに高さ 2 cm に切って測定試料とした。レオメーター（不動工業K.K.製，NRM-2002J型）の測定条件は，アダプター径 20 mm の圧縮用円板型，荷重 200 g，試料台速度 20 cm/min，移動距離 2 cm，クリアランス 2 mm，チャート速度 120 mm/min，感度 0.005 V，瞬間自動反転による 2回咀しゃくとした。各試料の自動記録線より，硬さ，付着性，凝集性，弾力性を算出[8]した。

6. 離漿量

ロート台に No. 2 沪紙を敷いたヌッチェ（径 7.5 cm）と 20 ml 容シリンダーをセットする。ビーカーより抜き出した直後の各試料ゲルをヌッチェに移し，十文字に切り込みを入れ，試料の乾燥を防ぐためにヌッチェ上面をラップで覆った。これを室内（室温最低 14°C，最高 25°C）に24時間放置し，離漿量を測定した。

実験結果並びに考察

1. 官能検査

84.5°C 加熱停止試料の官能検査の結果を第1表に示す。ショ糖添加 Aに対してブドウ糖添加B，混合添加Cともに，色，口触り，硬さ，味の識別試験においてすべて有意差が認められる。嗜好順位において，色，口触りはA，B，C間に有意差は認められない。しかし硬さ，味

第1表 84.5°C 加熱停止の場合の官能検査

	識別				嗜好順位		
	試料	同じ(人)	違う(人)	判定	試料	順位合計	判定
色	A と B	4.5	13.5	*	A	37.5	n.s.
	A と C	4.5	13.5	*	B	31.0	
					C	37.5	
口触り	A と B	1.5	16.5	**	A	35.0	n.s.
	A と C	0.5	17.5	***	B	40.5	
					C	32.5	
硬さ	A と B	0.5	17.5	***	A	33.0	n.s.
	A と C	1.0	17.0	***	B	44.5	*
					C	31.0	n.s.
味	A と B	0	18.0	***	A	32.5	n.s.
	A と C	2.0	16.0	**	B	46.5	*
					C	29.0	n.s.

*** 危険率 0.1%で有意差あり
** 〃 1 % 〃
* 〃 5 % 〃

において，BはA，Cに比較して有意に劣る。理由は硬さにおいて“軟らかすぎる”，味において“少し甘すぎる”である。

86°C 加熱停止にしたB’と84.5°C加熱停止の A，Cとを比較した場合の官能検査の結果を第2表に示す。84.5°C加熱停止の場合と同じく，識別試験においてAに対し B’，Cともに色，口触り，硬さ，味のいずれも有意差が認められる。嗜好順位において，色は84.5°C

第2表 A・B’・C の場合の官能検査
（A・C：84.5°C 加熱停止，B’：86°C 加熱停止）

	識別				嗜好順位		
	試料	同じ（人）	違う（人）	判定	試料	順位合計	判定
色	AとB’	0	18.0	＊＊＊	A	39.5	n. s.
	AとC	4.0	14.0	＊	B’	36.0	
					C	29.5	
口触り	AとB’	1.5	16.5	＊＊	A	28.5	＊
	AとC	1.0	17.0	＊＊＊	B’	43.0	n. s.
					C	36.0	n. s.
硬さ	AとB’	0.5	17.5	＊＊＊	A	32.5	n. s.
	AとC	1.5	16.5	＊＊	B’	41.0	
					C	34.0	
味	AとB’	0.5	17.5	＊＊＊	A	29.0	n. s.
	AとC	2.5	15.5	＊＊	B’	44.0	＊
					C	34.5	n. s.

＊＊＊ 危険率 0.1%で有意差あり
＊＊ 〃 1% 〃
＊ 〃 5% 〃

の場合と同様にA，B’，C間に有意差はない。口触りはAが有意に良好で，B’，C間に有意差はない。硬さは84.5°Cの場合と違いA，B’，C間に有意差は認められず，86°Cまで加熱したB’はBよりも少し硬めになった。味は84.5°Cの場合に同じくB’はA，Cに比較して依然として好ましくない。しかし順位合計の数値が84.5°Cの場合よりもやや向上した。84.5°C，86°Cのいずれの場合も，B，B’の味は“やや甘すぎる”と評価された。前報[9]に述べたように加熱によるブドウ糖の甘味度の低下は少ないものと思われるから，B，B’ともに口触り，硬さがA，Cよりもやや軟らかいため，甘さを強く感じるのであろうか。

2. 粘度

試料液の粘度測定の結果を第3表に示す。

第3表　試料ゾルの粘度

試　　　料	粘　度 (cP)
A　(+Su.)	3.16
B　(+Glu.)	3.74
C　(+Su. Glu.)	3.46

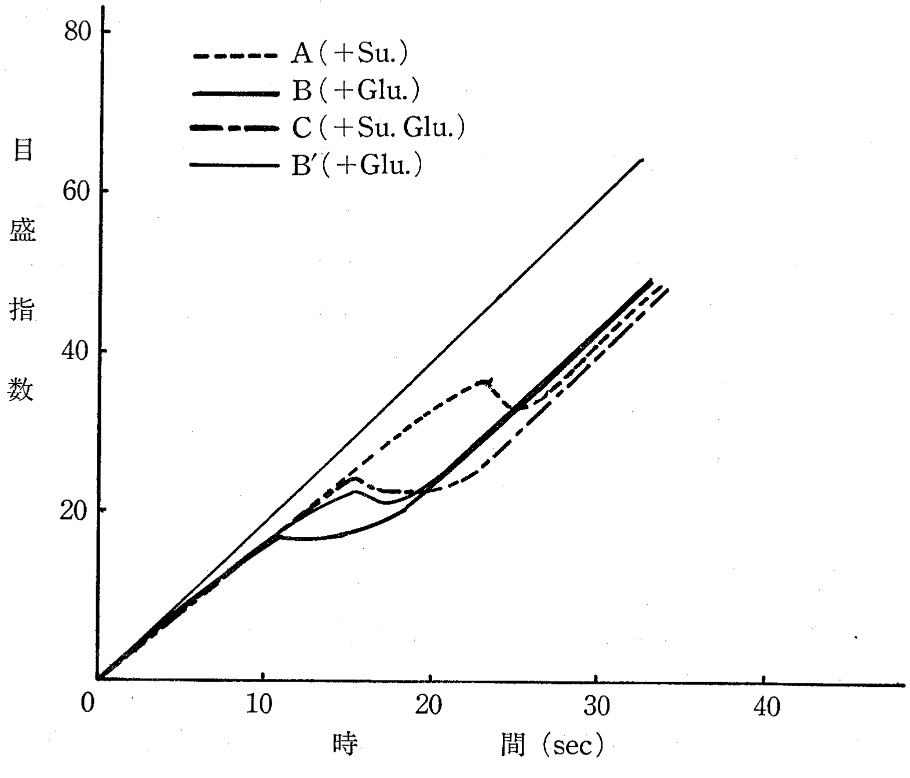
ブドウ糖添加 B が高く，つづいて混合添加C，ショ糖添加Aの順である。試料液の牛乳量はA＞C＞Bの順で，糖量はB＞C＞Aの順である。Bの粘度が高いのは，糖量の差によるものであろう。

3. 破断力

カードメーター測定結果より算出[10]した破断力並びに各試料の破断曲線図を，第4表と第5図に示す。84.5°C の場合の破断力はAが高く，B が低い。第5図の破断曲線を見ると感圧軸の

第4表　試料ゲルの破断力

試	料	破断力 ($dyne/cm^2$)
84.5°C 加熱停止	A　(+Su.)	1.88×10^4
	B　(+Glu.)	0.99×10^4
	C　(+Su. Glu.)	1.37×10^4
86°C 加熱停止	B'　(+Glu.)	1.34×10^4



第5図　試料ゲルの破断曲線

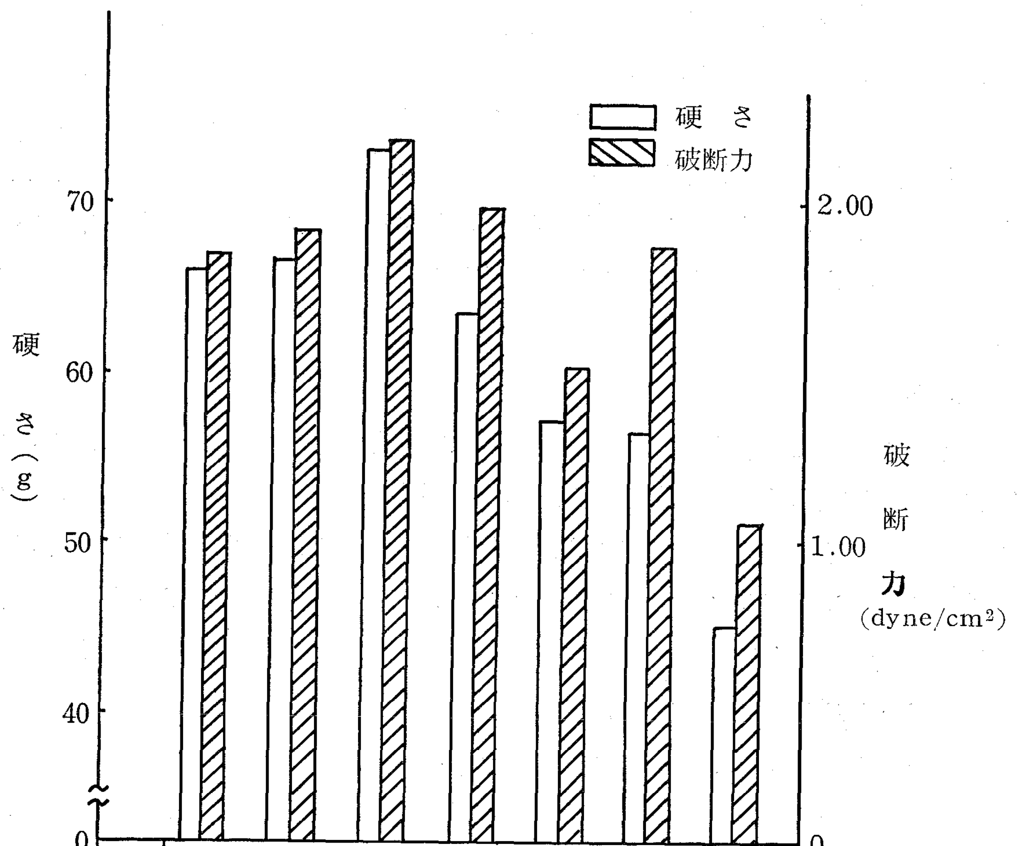
受ける抵抗はAが一番強く，つづいてCであり，Bは最も弱くて粘稠度のあるものに近い曲線を示している。官能検査の口触りにおいて，Aが好まれBが好まれないのは破断力の相違もその一要因であろう。86°Cまで加熱したB'は，Bより高くCに近い値を示した。破断曲線を見てもBより感圧軸は抵抗を受けている。Bより硬くなったことは官能検査の結果とも一致する。

4. レオメーター測定による特性値

レオメーターによる各試料の特性値を，第5表に示す。84.5°C の場合の硬さ，付着性，凝集性，弾力性はAが最も高く，次いでCであり，Bが最も低い。硬さはカードメーターの破断力と同じ傾向である。硬さにおいてAが高くBが低いのは，牛乳量の影響並びに糖の種類の相違が影響するのではなかろうか。ゲルの硬さに及ぼす牛乳量と糖の種類の影響を確かめるために追実験を行なった。すなわち，第6図の下段に示すように，ショ糖量を15%の同量として牛

第5表　試料ゲルのレオメーター測定による特性値

試	料	硬さ (g)	付着性 (㎟)	凝集性	弾力性 (%)
84.5°C　加熱停止	A　(+Su.)	72.9	210.3	0.419	47.7
	B　(+Glu.)	46.7	64.2	0.235	26.8
	C　(+Su. Glu.)	60.5	126.1	0.353	39.4
86°C　加熱停止	B'　(+Glu.)	49.5	53.8	0.267	35.4



試料No.	①	②	③A	④	⑤C	⑥	⑦B
Glu.(%)					11		22
Su. (%)	15	15	15	18.5	7.5	22	
牛乳(%)	58	61.5	65	61.5	61.5	58	58
水 (%)	7	3.5					
卵 (%)	20	20	20	20	20	20	20

第6図　牛乳量と糖の種類が及ぼす試料ゲルの硬さ，破断力への影響

乳量を変えた試料 ①，②，③ を同時に作製して牛乳量の影響を検討した。また試料 B，C の糖量を同量のショ糖に替えた試料 ⑥，④ と試料 A，B，C の5種類を同時に作製して，ショ糖とブドウ糖の性質の相違が硬さにおよぼす影響を検討した。レオメーターによる硬さ並びにカードメーターによる破断力を第6図に示した。

牛乳量の影響については，牛乳量の多い ③ が硬く，つづいて ②，① の順に軟らかくなった。牛乳中の塩類により卵たんぱく質の凝固を促進させる[11)]との報告と一致する。糖の種類による影響については，④ と ⑤，⑥ と ⑦ との比較においてブドウ糖を使用した ⑤ と ⑦ が軟らかい。すなわち糖量が同じであれば，ブドウ糖はショ糖使用の場合よりも軟らかくなる。また糖量に関して，糖は卵たんぱく質の凝固を妨げ[11)]，糖量の増すほど官能的には軟らかくなる[6)]と言われている。以上の結果から，試料Aが硬いのは牛乳量が多く糖量が少ないからであり，試料Bが軟らかいのは牛乳量が少ない上に糖量は多く，しかもブドウ糖使用による影響が更に加わったものと思われる。官能検査の硬さにおいて，Bが“軟らかすぎる”として好まれなかったのは，これらの要因によるものであろう。試料 Cは牛乳量も糖量も A と B の中間であるため，硬さもAとBの中間値を示したのであろう。

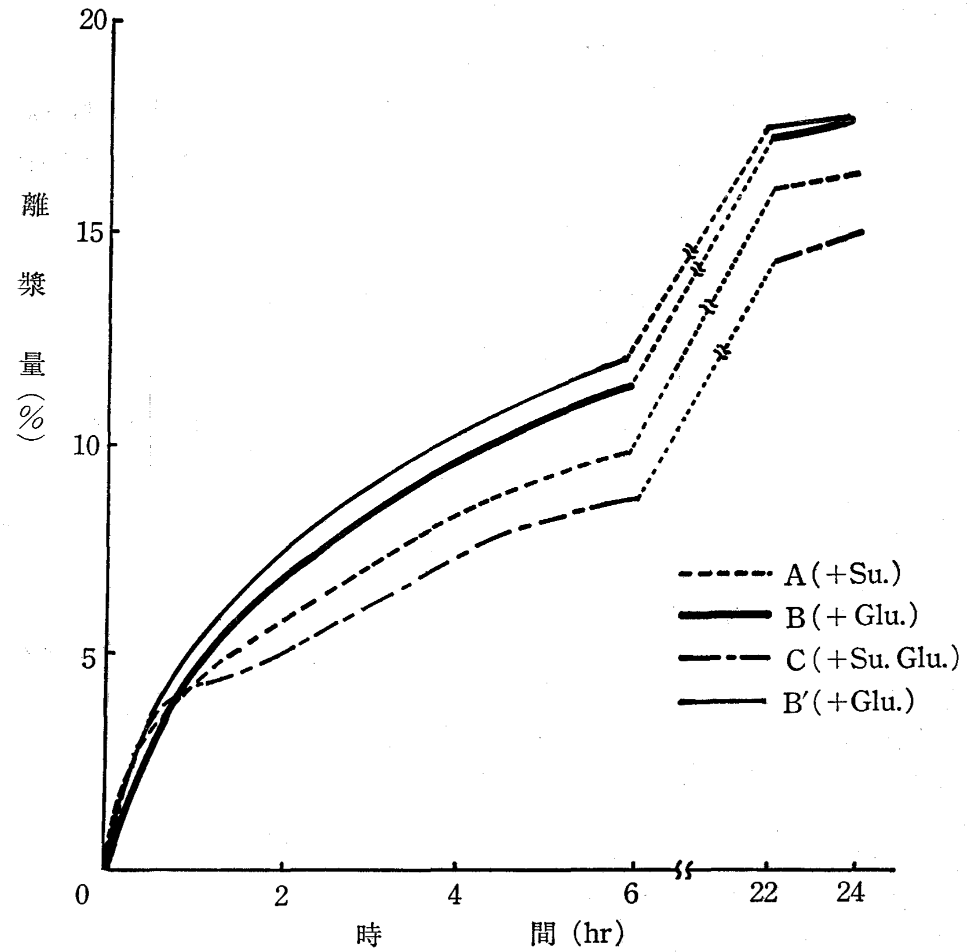
Bを86°C まで加熱した B'は，付着性はやや低下し，硬さ，凝集性，弾力性はともに高くなり，官能検査における口触り，硬さの向上と合致する。糖濃度の増加とともに凝固に至る時間は延び，その温度は高くなる傾向がみられるから，糖濃度が A，C よりやや高いBは加熱時間を少し延長する必要があろう。加熱時間，加熱温度ともにBよりもやや高い B'は，製品の外観はややスダチが多くみられるが，口触りと硬さが A や C に近くなり品質の改善がみられる。

5. 離漿量

離漿量測定の結果を第7図に示す。84.5°C の場合は始めの30分間はBがA，Cより離漿量が少ないが，1時間以後24時間に至る間にBが最も多く，つづいてA，Cの順に少なくなる。前記の凝集性の低いBは離漿量が多く，凝集性の高いAは離漿量が少ない。牛乳の塩類の凝固力が離漿現象にも影響を与えているのであろう。しかし凝集性がAより低いCが離漿量ではAより少なく，最も安定している結果になった。ショ糖とブドウ糖を混合添加したことにより，複雑な要因を生じたのであろうか。

86°C 加熱の B' はBより離漿量がやや多い。凝集性はやや B' が高かったが，スダチがBより少し多い仕上り状態からみても，水分は離漿し易い状態にあったものと思われる。

以上の実験結果から，カスタードプディングにブドウ糖をショ糖の代わりに使用することは，硬さ，味，安定性の面でショ糖よりもやや劣る。ショ糖とブドウ糖を混合使用したものは味，口触り，硬さの点で比較的好まれ，また安定性においても良好であった。ブドウ糖単独で使用する場合は，ショ糖使用の場合よりも1〜2分間加熱時間を長くして，内部温度が 1.5〜



第7図　試料ゲルの離漿量

2°Cほど高くなるように作製すると，口触り，硬さの面で良好である。またブドウ糖の加熱による甘味度の低下は少ないようであるので，ブドウ糖量は22%よりも20%位にする方が嗜好面では良いようである。

要　　約

カスタードプディングにショ糖の代わりにブドウ糖を使用することの適否を検討した。

実験試料にショ糖添加（A），ブドウ糖添加（B），ショ糖・ブドウ糖混合添加（C）を用いた。

試料の加熱方法は，40°C の予備加熱の後，急速蒸し加熱法で行ない，試料内部温度をBで84.5°C としその後10分間蒸らした。別にBのみ 86°C まで加熱した試料（B'）も作製した。

1. 官能検査の結果は，色，口触り，硬さ，味に関してB，C，B' はAに対して有意差をもって識別される。また嗜好について色，口触りはA，B，C間に有意差はなく，硬さ，味はBが有意に好ましくない。A，B'，C 間において硬さは有意差がなくなり，味は B' が

有意に好ましくない。

2. 試料ゾルの粘度は，B＞C＞A の順である。

3. カードメーター測定による試料ゲルの破断力は，A＞C＞B'＞B の順である。

4. レオメーター測定による試料ゲルの硬さ，凝集性，弾力性は，A＞C＞B'＞B の順に低く，付着性は A＞C＞B＞B' の順である。

5. 試料ゲルの離漿量は，B'＞B＞A＞C の順に少ない。

本報は第31回日本家政学会総会において報告した。
本実験にあたり，終始協力していただいた伊藤加奈子さんに深謝いたします。

参 考 文 献

1) 菅野智栄：食の科学，**30**，57（1976）
2) 安藤昭代，高田よし子，松井澄子：調理科学，**6**，256（1973）
3) 安藤昭代，高田よし子，松井澄子，岸野すき江，清水恵子：調理科学，**7**，221（1974）
4) 安藤昭代，西堀すき江，間瀬智子：調理科学，**11**，126（1978）
5) 布施静子，富山アイ子，松元文子：家政誌，**28**，264（1977）
6) 斉田由美子，村田安代，松元文子：家政誌，**27**，403（1976）
7) 山脇芙美子：調理科学，**4**，81（1971）
8) 岡部　巍：New Food Industry，**20**，9号，51（1978）
9) 安藤昭代，西堀すき江，間瀬智子：調理科学，**13**，208（1980）
10) 飯尾尚子：調理科学，**2**，54（1969）
11) 松元文子：食の科学，**16**，67（1974）