

澱粉置換率の異なるスポンジケーキの性質

井川佳子, 白土弘子*

(広島大学教育学部, * 広島県河内高等学校)

平成7年3月6日受理

Properties of Cakes of Different Starch Content

Yoshiko IKAWA and Hiroko SHIRATUTI *

Faculty of Education, Hiroshima University, Higashihiroshima 724

* Kouchi High School, Kamo-gun, Hiroshima 729-11

Effects of five levels of substitution (0, 30, 50, 70, 100%) of wheat starch or corn starch for wheat flour on the properties of the sponge cakes and batters were investigated.

The results were as follows: 1) Increase in starch ratio caused the decrease of batter viscosity and the increase of cake layer expansion during baking. While, replacement to corn starch induced greater shrinkage after maximum expansion according to increase of starch ratio, and consequently, there were no differences in their cake volume (cm³/g). 2) Deformation including brittleness and recovery from deformation of cake layers by repeated compressing test increased as the increase of starch ratio. Tendency appeared more clearly for corn starch-substituted cakes. 3) Differential Scanning Calorimetry (DSC) data showed that the transition peak of cake batters containing 100% flour or starches appeared at the 30°C higher position than those of flour or starches measured with enough water. 4) The DSC data for batters substituting 30 to 70% corn starch showed two transition peaks at about 90 and 100°C corresponding to gelatinization peaks of wheat starch and corn starch, respectively. 5) Existence of ungelatinized starch in defatted 50%, 70% and 100% corn starch-substituted cakes was showed by small transition peaks at about 80°C in the DSC thermogram of each sample.

These data indicated that shrinkage during baking and brittleness of cake layer for the corn starch substituted cakes caused by insufficient gelatinization of corn starch in the layers.

(Received March 6, 1995)

Keywords: sponge cake スポンジケーキ, starch substitution 澱粉置換, batter viscosity バッター粘度, cake expansion ケーキの膨化, rheological property 物性, differential scanning calorimetry DSC 測定.

1. 緒言

一般的なスポンジケーキ batter では、卵泡と小麦粉を混合する時点で、小麦粉に含まれる吸水性蛋白質やペントザンの影響¹⁾によって粘度が上昇しやすく、結果としてケーキ体積の減少をもたらす場合のあることが知られている。このような点を改善する方法の一つとして、粉の一部あるいは全部を澱粉に置き換えることが試みられている。小麦粉全部を澱粉に置換したケーキは体積も大きくなり、内層の組織のきめも均一で細くなるという評価が得られている^{2)~4)}。またフランス菓子にコーンスターチ混合⁵⁾、あるいはコーン

スターチのみ使用のケーキ⁶⁾⁷⁾があり、軽くて口どけが良いと言われている。

このように置換澱粉として実用上小麦澱粉とコーンスターチが利用されているが、小麦澱粉の混合系ケーキについてはいくつかの報告⁸⁾⁹⁾が見られるものの、コーンスターチ混合系についての研究報告は少なく、両混合系の違いを明確に捉えた研究は見当たらない。

そこで、小麦粉の澱粉置換がケーキの諸性質に与える影響を、コーンスターチと小麦澱粉の2系統を比較しつつ検討したところ、ケーキ焼成途上、ならびにケーキの物性に特徴的な違いが見られた。この違いの原因

を採るため、さらにケーキバターの熱的挙動を調べ、いくつかの知見を得たのでここに報告する。

2. 実験方法

(1) ケーキバターの調製

1) 材料と配合割合

粉材料として、小麦粉（水分含量 13.6%，日清製粉（株）製「バイオレット」）、コーンスターチ（水分含量 14.5%，日本食品化工（株）製）、小麦澱粉（水分含量 10.3%，三和澱粉（株）製）を用いた。砂糖はグラニュー糖を用い、市販鶏卵（産卵後 1 週間以内）を使用した。材料は越智ら¹⁰⁾の方法を参考にして、標準的配合割合を小麦粉 82.5 g、グラニュー糖 97.5 g、卵白 67.5 g、卵黄 37.5 g、水 15 g とした。小麦粉はコーンスターチあるいは小麦澱粉に、30～100%の比率で置換した。

2) 調製方法

グラニュー糖、卵白、卵黄、水をガラス製ボールに入れ、内容物を 17℃に調整した後、電気ハンドミキサー（松下電器（株）製、MK-200）の目盛 No. 8 で 7～10 分間攪拌した。出来上がった卵泡の比容積を測定し、この値が 4 ± 0.25 の範囲内であることを確認した。

所定の粉材料を 4 回ふるったもの 17.6 g と卵泡 46.3 g を手早く合わせ、62 g を直径 9 cm のセルクル型に流し入れた。強制対流式ターンテーブル型オープン（シャープ（株）製、RE-520）を用い、170℃、15 分間焼成の条件で、セルクル型 4 個分を同時に焼き上げた。焼成条件は予備実験を行って決定したが、バターの小分けにより、適度な出来上がりまでの時間が短くなった。ケーキは一夜密閉保存し、(3) 以下の実験に用いた。

(2) バターの粘度測定

調製したバター約 200 ml を直径 6 cm のツールビーカに移し、恒温槽中で品温 19℃に保つよう調整した。B 型粘度計（東京計器製）のロータ No. 4 を用い、30 rpm で回転開始 30 秒後の値を読み取り粘度に換算した。

(3) 焼成中の見かけの体積変化

セルクルの内側に 1 mm 方眼紙を張り付け、焼成中のケーキの高さを 30 秒ごとに読み取った。

(4) 焼成後の比容積

焼き上がったケーキの上部を約 1 cm 厚みで除いた内層部の体積を、菜種置換法によって測定し、重量で除してケーキの比容積とした。

(5) ケーキの物性測定

物性測定は川染らの方法¹¹⁾を参考にし、レオロメータ・マックス（飯尾電機（株）、RX-1600）を用いて連続圧縮を行った。測定条件は、試料の厚みを 20 mm とし、直径 30 mm の円形平型プランジャーを用い、クリアランス 6 mm、圧縮速度 100 mm/分、圧縮回数 9 回、チャート速度 20 mm/分で行った。1 個のケーキの中心部から試料片（40×40×20 mm）を切り出し、1 種類につき 20 個分測定してその平均値を求めた。データ解析は、川染らの数式モデル¹¹⁾に当てはめで行った。

(6) DSC 測定用試料の調製

1) バターとその主要成分

小麦粉、コーンスターチ、小麦澱粉は約 15 mg（乾物量）を DSC 用セルに計り込み、乾物量の 2 倍に相当する水を含むように蒸留水を加えた。

鶏卵は卵黄と卵白に分け、バターの場合と同比率（卵白：卵黄：水 = 9：5：2）に合わせてよく混合し、篩を通して卵液とした。

卵液を調製後、卵液と砂糖の比率がバター中と同じになるように砂糖を加え、砂糖が溶解するまで攪拌して篩を通し、DSC 試料とした。また卵液あるいは砂糖を含む卵液に、粉材料をバターと同比率になるよう混合し、よく攪拌後一定量を計り取った。

2) ケーキの内層

焼成したケーキの内層を約 2 g 取り出し、細かく切り分けた後、ソックスレーの装置により、クロロホルム：メタノール = 1：2 (v/v) の溶媒を用いて 10 時間環流し脱脂処理を行った。この処理により、50～60%の重量減少が見られた。処理後の試料は室温で風乾した。この試料を軽く砕いた後、約 18 mg をセルに計り取り、2 倍量の水を加えて測定を行った。

(7) 示差走査熱量測定 (DSC 測定)

セイコー電子工業（株）製 SSC 5000 と DSC 100 を用いた。セルは 70 μ l のアルミニウム製とし、水中でオートクレーブ処理（120℃、60分）を行ったものを用いた。

試料は所定量を封入し、約 30 分後に測定を開始した。昇温速度は 1℃/分とした。なお対照として、測定試料中の水相当量をセルに封入したものを用いた。

得られた熱吸収曲線から、熱転移のピーク温度 (T_p) を求め、基準線と熱吸収曲線に囲まれた部分の面積から、エンタルピー変化量 (ΔH) を算出した。

3. 結果および考察

(1) バッターの粘度

Fig. 1 に示したように、コーンスターチ混合系、小麦澱粉混合系ともに、澱粉の割合が増えるとバター
の粘度が低下した。これは澱粉置換率の上昇によって
バターに含まれる小麦粉の量が減り、グルテンの形
成量やペントザン等の粘性物質が相対的に減少するこ
とによると考えられる。バター
の粘度低下の様子は、コーンスターチと小麦澱粉の間でほとんど差が見られ
ず、両澱粉はバター
の粘度に関してほぼ同じ効果を持つことが示された。

(2) 焼成中の見かけの体積変化

ケーキ焼成中の高さの変化を Fig. 2 に示した。い
ずれのケーキも部位による高さの差がほとんど見られ
なかつたので、高さの変化を見かけの体積変化とした。

焼成開始後 4 分までは粉の種類や置換率に関係なく、
高さの変化を表すグラフの傾きに大きな差は見られな
かつた。4 分を越えると小麦粉 100% ケーキの体積増
加は次第に少なくなり、7 分 30 秒で最大値となつた
後減少し始めた。澱粉を置換したケーキでは、置換率
の増加に伴ってより大きく膨化し、最大膨化到達時間
が遅延した。コーンスターチ混合系は小麦澱粉混合系

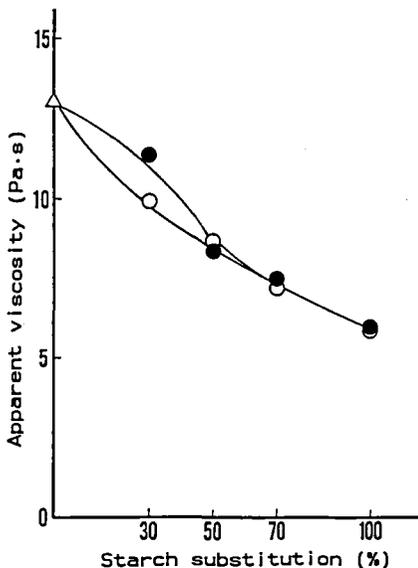


Fig. 1. Apparent viscosity for cake batters with various levels of starch substitution

△, wheat flour 100%; ●, corn starch; ○, wheat starch.

に比べ、最大に膨化した後の縮みが大きかつた。

バター
の最大膨化点附近では、澱粉の糊化終了と蛋白質の熱凝固に伴うケーキ構造の形成が行われ、最大膨化点以前のバターは、主に粘性に支配されていると考えられている¹²⁾。したがって Fig. 1 に示した澱粉置換による粘度低下が、バター
の熱膨張に対する抵抗を減少させる結果、より大きく膨化したと考えられる。

(3) ケーキの外観と比容積

コーンスターチ混合系ケーキでは、コーンスターチの割合が多くなるほど焼き上がった時の高さが高くなり、同時にケーキ側面のくぼみが大きくなつた。

小麦澱粉混合系では、小麦澱粉 50% のケーキの高さが最大となり、30% と 70% のケーキが続く、0% と 100% のケーキはより低くなつた。しかし小麦澱粉

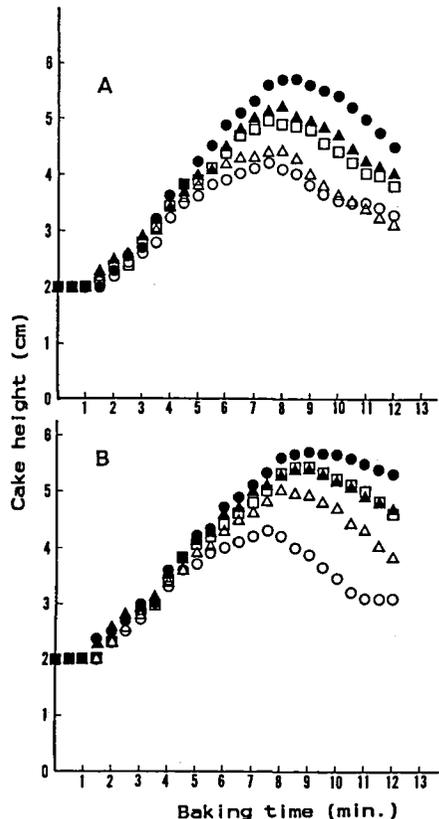


Fig. 2. Cake height for batters with various levels of starch substitution during baking

A: Corn starch substitution. B: Wheat starch substitution. Levels of starch substitution were: ○, 0%; △, 30%; □, 50%; ▲, 70%; ●, 100% .

の割合が多いものでは、側面がややくぼんでいた。

Fig. 2では高さの変化で膨化と収縮の様子を見たが、ケーキ全体の状態と合わせると、コーンスターチ混合系では最大膨化後の収縮が側面にも及び、澱粉の混合割合が増すほど容積の減少率が大きいと考えられる。この点はFig. 3に示したコーンスターチ混合系の比容積のデータが、澱粉の混合率によって結果的にほとんど変化しないことと対応している。

一方、小麦澱粉混合系ケーキでは、30~70%の澱粉配合率の時に、より大きな比容積を示した。これは小麦澱粉の方がコーンスターチに比べ、硬化後の気泡を収縮させにくいことを表している。

(4) ケーキの物性

Fig. 4に、ケーキ内層部分の連続圧縮時の最大応力値を結んだ曲線を示した。コーンスターチ混合系の場合、澱粉置換率が増すにつれ、圧縮回数1~3回の間の応力低下が大きくなった。小麦澱粉混合系の場合も、澱粉の置換率に関わらず応力曲線はよく似た傾きを示した。この曲線の傾きが大きいことは、連続圧縮による変形が生じやすいことを示している。

物性測定の解析は川染らの関係式 $y = An^C e^{Bn}$ (y : 最大応力, n : 圧縮回数, $A > 0$, $B > 0$) の対数を取り、 $\log_e y = \log_e A + C \log_e n + Bn$ とし、パラメータ $\log_e A$, B , C を各応力曲線の重回帰係数として求めた。 $\log_e A$ はいずれの試料も 1.1~1.5 の値を示し、ほとんど差が見られなかったので省略した。

Fig. 5に示すように、パラメータ B は澱粉の置換率

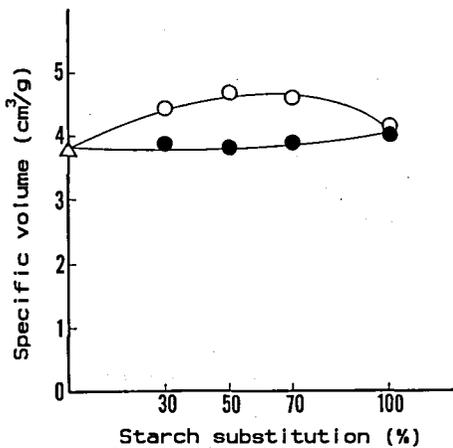


Fig. 3. Specific volume for cakes with various levels of starch substitution

△, wheat flour 100%; ●, corn starch; ○, wheat starch.

が増加するにつれて大となった。この傾向はコーンスターチ混合系の方に明確に表れた。データは省略するが官能検査の結果は、コーンスターチ混合系における澱粉比率の増加と食べた時の砕けやすさが対応することを示した。またFig. 4に示したように、初期の応力低下曲線の傾きとコーンスターチ置換率とがほぼ対応し、澱粉混合に伴うもろさや砕けやすさの増加が、この曲線にも表れていた。以上のことならびに川染らの研究¹¹⁾から、この場合のパラメータ B は、もろさや砕けやすさの指標であると解釈でき、コーンスターチ置換に伴うケーキ物性上の特徴の一つは、もろさや砕けやすさの増加であることが示された。

Fig. 6のように C は 0 より小となり、全体的に澱粉の比率が増加するほど小さい値を示した。この傾向はコーンスターチ混合系に、より顕著に表れた。 $|C|$ の値が大きいことは変形回復力が大きいことと考えられている¹¹⁾ので、コーンスターチは小麦澱粉に比べ、変形

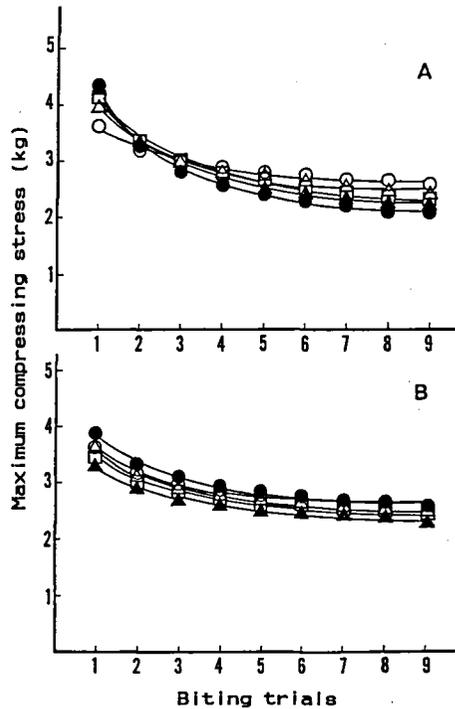


Fig. 4. Changes in maximum compressing stress of cakes with various levels of starch substitution

A: Corn starch substitution. B: Wheat starch substitution. Levels of starch substitution were: ○, 0%; △, 30%; □, 50%; ▲, 70%; ●, 100%.

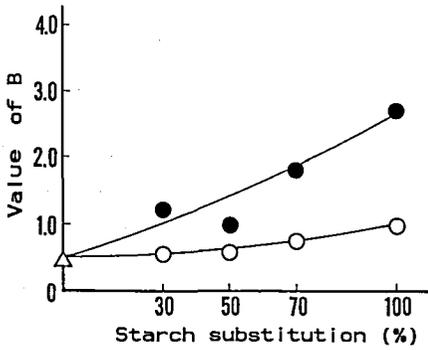


Fig. 5. Parameter values of *B* as a function of levels of starch substitution

△, wheat flour; ●, corn starch; ○, wheat starch.

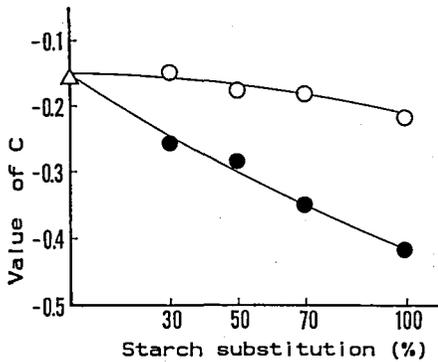


Fig. 6. Parameter values of *C* as a function of levels of starch substitution

△, wheat flour; ●, corn starch; ○, wheat starch.

回復力をより増加させることを示している。パラメータ *B* と $|C|$ のデータより、コーンスターチへの置換は砕けやすさを含む変形を生じやすくするが、残った組織の変形回復力を大きくすると考えられる。

ケーキ組織の変形しやすさとその回復性に関して、小麦澱粉よりコーンスターチの効果が大きく、このような効果は澱粉置換率にほぼ比例して表れる。したがってこの実験で示した二つの混合系ケーキの物性の違いは、澱粉の性質の差に由来すると考えられる。

(5) バッター主要成分の熱変化

Fig. 7 に小麦粉、卵液、小麦粉+卵液のそれぞれと、それらに砂糖を加えた場合の DSC 曲線を、また Table 1 に粉とそれらを用いたバッターの T_p と ΔH を示した。

小麦粉の吸熱ピーク温度は小麦澱粉より高かったが、その差はわずかであることと ΔH の値から考えて、小

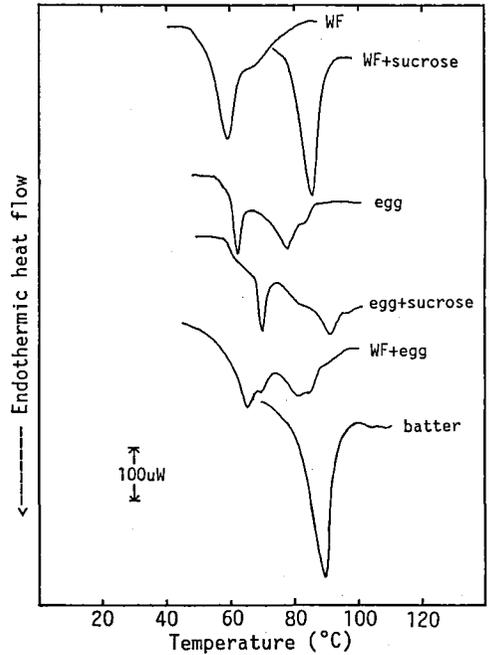


Fig. 7. DSC thermograms for ingredients of cake batter

WF: wheat flour-water ratio was 1 : 2; WF+sucrose: wheat flour-sucrose-water ratio was 0.89 : 1.05 : 1; egg: mixture of egg white, yolk and water (the ratio = 9 : 5 : 2); egg + sucrose: egg-sucrose ratio was 1 : 0.82; WF + egg: wheat flour-egg ratio was 0.69 : 1; batter: wheat flour-egg-sucrose ratio was 0.69 : 1 : 0.82. The heating rate was 1°C/min.

Table 1. Peak temperatures (T_p) and enthalpies (ΔH) of wheat flour, starches and batters

Samples	T_p (°C)	ΔH (J/g)*
Wheat flour (WF)	60.9	10.0
Wheat starch (WS)	59.5	11.0
Corn starch (CS)	69.1	14.8
WF batter	89.8	13.3
WS batter	89.9	14.7
CS batter	98.1	19.5

Data are the average of three determinations. * Based on dry weight of flour or starch.

麦粉の示すエンタルピー変化は、ほとんどが含まれる澱粉によることが分かる (Table 1)。

卵液の吸熱ピークは Fig. 7 のように 2 カ所に見られた。同じ卵の卵白と卵黄それぞれを加水せずに測定す

ると、卵白の吸熱ピークが65.5℃、73.6℃と82.8℃に、卵黄のそれは80.1℃に現れた。既存の報告¹³⁾¹⁴⁾を参照すると、卵白のピークは低温側からコンアルブミン、リゾチーム、オボアルブミンに対応している。したがって、卵液の低温側は主にコンアルブミンの、高温側は卵黄中の蛋白質とオボアルブミンの熱変性ピークに相当すると考えられる。

卵液と小麦粉を合わせると、吸熱ピークは全体にやや高温側に移動した。最も低温側には、小麦粉中の澱粉の糊化に対応すると考えられるピークが現れた。

小麦粉、卵液、小麦粉+卵液のそれぞれに砂糖を加えた試料では、いずれの吸熱ピークも高温側に移動した。その移動程度は小麦粉に砂糖を加えた試料で最も大きく、温度差は約24℃であった。小麦粉+卵液に砂糖を加えたもの、すなわちバターでは最も高いピーク温度を示した。また、小麦粉+卵液では小さな肩を含めて四つの変曲点が認められたが、バターでは一つのピークに収束することより、バター中の澱粉の糊化と卵蛋白質の凝固は同じ温度帯で一気に生じることが示された。この点はケーキ生地膨張停止と最終的なケーキ組織の形成がほぼ同時に起こることを示した水越の報告¹⁵⁾とよく一致している。

バターが単一のピークとなるのは、小麦澱粉やコーンスターチを粉材料とした場合も同様であった。

砂糖が澱粉や卵蛋白質の熱変性温度を上昇させることはいくつかの報告¹⁶⁾¹⁷⁾によって、また澱粉に対する砂糖の影響については膨潤の様子¹⁸⁾や粘度測定¹⁹⁾による報告で示されている。一方、その上昇効果はグルコースやフラクトースより大きく、水分活性や分子量との関連が指摘されている²⁰⁾。

Table 1に示すように、コーンスターチの糊化温度は小麦粉や小麦澱粉のそれより約10℃高く、この差はバターになった場合にも維持される。いずれの澱粉もバター中では約30℃高い温度域で熱変性を起こすので、コーンスターチはケーキ内層が焼成時に到達する最高温度付近で、ようやく糊化することになる。

粉重量あたりのエンタルピー変化量はコーンスターチが他より1.4倍程度大きい。またバターの ΔH は卵の変性等に要する熱量が加わるためか3~5 J/g増加した。

(6) 澱粉混合系バターの熱変化

Fig. 8に小麦粉をコーンスターチに置換したバターのDSC曲線を、Table 2には小麦澱粉あるいはコーンスターチに置換した場合のピーク温度を示した。

小麦粉中の澱粉とコーンスターチの糊化温度差が大きいために、両者を含む試料では明瞭な二つのピークが認められた。低温側のピークは小麦澱粉の、高温側のそれはコーンスターチの糊化に対応するが、両澱粉が混在する場合は、高温側のピーク温度が1~2℃高くなった(Table 2)。バター中での糊化は、元々水分の少ない条件で行われる上に、先に糊化する澱粉が系の中の水を奪うため、ピーク温度が高温側にずれると考えられる。

一方、小麦澱粉置換に伴う吸熱曲線やピーク温度の変化は観察されなかった。

以上の結果から、コーンスターチ混合系では小麦澱粉混合系に比し、より広い温度帯で主要成分の熱変性が生じること、コーンスターチ部分は100℃に近い高温になって、ようやく糊化することが示された。

(7) ケーキ内層の熱分析

Fig. 9に、ケーキ内層部分を脱脂処理した試料のDSC曲線を示した。コーンスターチ置換率50%以上の試料のみに、80℃附近の小さなピークが認められた。小麦澱粉混合系の試料にはこのようなピークは現れなかったもので、データは省略した。

今回のケーキ焼成条件下で、ケーキ中心部の温度をサーミスタ温度計(株)テクノ・セブン製D 613)で測定すると、焼成開始12分後に95℃に達し、15分後の加熱終了時にはほぼ100℃を示した。しかしDSC測定で示されたように、バター中のコーンスターチの糊化温度は、共存する砂糖等の影響で大幅に遅れ、100℃附近でも糊化の途上にある可能性が高い。結果として、コーンスターチ比率の高いケーキ中には糊化を免れた澱粉が存在し、それがFig. 9のピークとして検出されたと考えられる。

(8) バターの熱変化とケーキの性質

バター中の澱粉は卵泡上にあつて、卵蛋白質の熱凝固と共同した適度な温度で糊化することにより、ケーキ組織を形成する。その際卵泡上の澱粉は膨潤して広がり、蛋白質と共に泡の強度を増し、その形状を支える役割を果たしている。

先に(2)、(3)、(4)で示したように、小麦粉のコーンスターチ置換は置換率の上昇に伴う焼き縮みの増大、砕けやすさや変形回復力の増加といった現象をもたらした。バター中のコーンスターチの糊化は、水分が十分に存在する場合に比し、約30℃高温側で生じること、また混合系バターでは小麦澱粉の糊化が90℃前後で、そのさらに10℃高温側でコーンスターチ

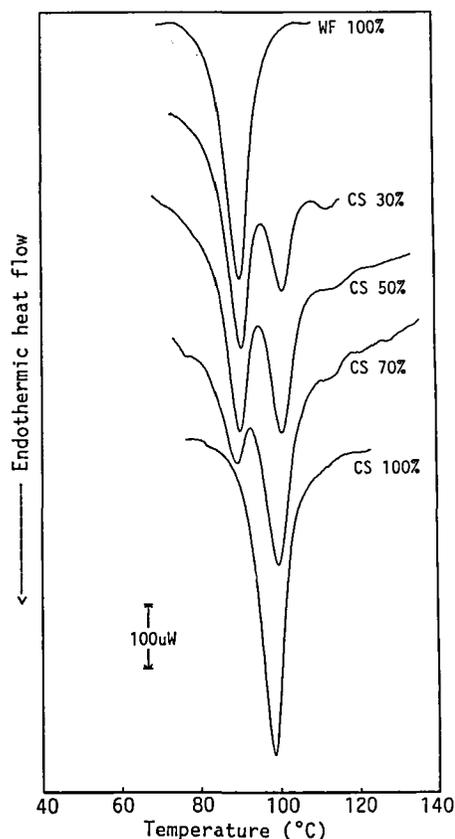


Fig. 8. DSC thermograms for cake batters with 100% wheat flour (WF 100%), and with corn starch substituted for wheat flour at the levels of 30% (CS 30%), 50% (CS 50%), 70% (CS 70%), and 100% (CS 100%)

The heating rate was 1°C/min.

が糊化していることがDSC曲線により示され、さらにコーンスターチ比率の高いケーキ組織には未糊化の澱粉を含むと推測されるデータが得られた。

ケーキバターのようないかなる砂糖含量の高い系における澱粉の膨潤や糊化は、利用可能な水分の少なさゆえにかなり制限されることが、小麦澱粉で報告されている²¹⁾。先の結果から、バター中でのコーンスターチの糊化は小麦澱粉以上に制限された状態であると判断できる。したがって、コーンスターチ部分は卵泡上で十分な膨潤や糊化が行われず、小麦澱粉の場合に比べ脆弱なケーキ組織になることが示唆され、このことがコーンスターチ比率が高いほど焼き縮みや砕けやすさが大なることを説明している。一方、変形回復力

Table 2. Peak temperatures (T_p) of cake batters with various levels of starch substitution for wheat flour

Starch	Percentage of substitution	T_p (°C)	
Wheat starch	0%	89.8	
	30%	89.7	
	50%	90.5	
	70%	89.5	
	100%	89.9	
Corn starch	0%	89.8	
	30%	90.5	101.7
	50%	90.6	101.1
	70%	90.3	99.2
	100%	98.1	

Data are the average of three determinations.

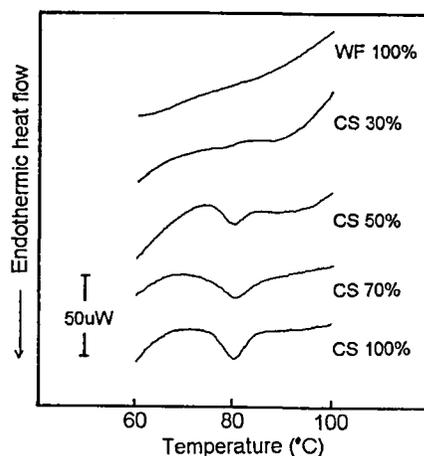


Fig. 9. DSC thermograms for defatted cake layers with 100% wheat flour (WF100%), and with corn starch substituted for wheat flour at the levels of 30% (CS 30%), 50% (CS 50%), 70% (CS 70%), and 100% (CS 100%)

The heating rate was 1°C/min.

に関しては別の要素を考える必要があり、今後の課題としたい。

4. 要 約

小麦粉の澱粉置換がスポンジケーキ batter やケーキの性質に与える影響を、コーンスターチと小麦澱粉の2系列の混合系で実験し、次のような結果を得た。

(1) 両混合系ともに、澱粉の置換率が増加するとバターの粘度が低下した。

(2) 澱粉比率の増加は膨化増大と最大膨化点の遅延をもたらした。コーンスターチ混合系では最大膨化後の収縮が大きく、結果としてケーキの比容積に差は生じなかった。

(3) 澱粉比率の増加は、圧縮によるケーキ組織の碎けやすさを含む変形のしやすさと、変形回復力を増加させ、この傾向はコーンスターチ混合系に、より顕著に表れた。

(4) DSC 測定より、卵と澱粉の熱変性ピーク位置は異なるが、バターでは単一のピークに収束することが示された。このピークは水分が十分な澱粉のそれより約 30℃高温側に現れた。

(5) コーンスターチ混合系バターの熱変性ピークは、小麦澱粉とコーンスターチの糊化温度差を反映してそれぞれ 90℃と 100℃附近の 2 カ所に見られた。

(6) 置換率 50% 以上のコーンスターチ混合系ケーキには、未糊化の澱粉と推測される成分の存在が示された。

(7) コーンスターチ混合系ケーキに見られた焼き縮みや碎けやすさは、コーンスターチがバター中で十分に糊化出来ないことに起因すると推定された。

コーンスターチを御恵与いただきました日本食品化工株式会社、ならびに小麦澱粉を御恵与いただきました三和澱粉株式会社に深謝致します。

引用文献

- 1) Jelaca, S.L. and Hlynka, I.: *Cereal Chem.*, **49**, 489~495 (1972)
- 2) 白木まさ子, 貝沼やす子: 家政誌, **32**, 192~198 (1981)
- 3) 藤井淑子, 島田淳子: 家政誌, **34**, 616~623 (1983)
- 4) 藤井淑子, 団野源一: 日食工誌, **35**, 684~690 (1988).
- 5) 主婦と生活社(編): お菓子入門 別冊 主婦と生活 cook シリーズ No. 5, 主婦と生活社, 東京, 14, 22 (1988)
- 6) 飯田深雪: ケーキ, 婦人画報社, 東京, 107, 112 (1977)
- 7) 飯田深雪: アントルメ・メゾン ヨーロッパのデザート用菓子, 講談社, 東京, 40~41 (1980)
- 8) 武田紀久子: 家政誌, **39**, 109~117 (1988)
- 9) Gordon, J., Davis, E.A. and Timms, E.M.: *Cereal Chem.*, **56**, 50~56 (1979)
- 10) 越智知子, 吉川誠治: 家政誌, **20**, 151~157 (1969)
- 11) 川染節江, 石間紀男, 山野善正: 家政誌, **41**, 413~419 (1990)
- 12) 水越正彦: 調理科学, **25**, 153~158 (1992)
- 13) Donovan, J.W., Mapes, C.J., Davis, J.W. and Garibaldi, J.A.: *J. Sci. Food Agric.*, **26**, 73~83 (1975)
- 14) 小澤康弘: 日食工誌, **33**, 813~820 (1986)
- 15) 水越正彦: ニューフードインダストリー, **30**, 63~73 (1988)
- 16) Donovan, J.W.: *J. Sci. Food Agric.*, **28**, 571~578 (1977)
- 17) Mizukosi, M., Maeda, H. and Amano, H.: *Cereal Chem.*, **57**, 352~355 (1980)
- 18) Bean, M.M., Yamazaki, W.T. and Donelson, D.H.: *Cereal Chem.*, **55**, 945~951 (1978)
- 19) Bean, M.M. and Yamazaki, W.T.: *Cereal Chem.*, **55**, 936~944 (1978)
- 20) Spies, R.D. and Hosney, R.C.: *Cereal Chem.*, **59**, 128~131 (1982)
- 21) Derby, R.I., Miller, B.S., Miller, B.F. and Trimb, H.B.: *Cereal Chem.*, **52**, 702~713 (1975)