

スポンジケーキの組織学的検討

野 口 道 子

長崎大学教育学部家政科教室

(昭和46年10月30日受理)

A Histological Study of Sponge Cake

Michiko NOGUCHI

Department of Home Economics, Faculty of Education
Nagasaki University.

(Received oct. 30 1971)

Abstract

The difference in quality of the sponge cakes made under the different conditions of foaming eggs and of adding oils and fats was studied from the histological aspect.

Carbowax pieces of the cakes were dyed respectively with Sudan III, Amido black IOB, and Ingol, and then the distribution conditions of fat, albumen, and starch were studied.

As a result of it there was found some differentiation in the distribution of fat due to the conditions of the addition of oils and fats. In case that fat was dispersed satisfactorily, it was observed, the cake was raised well, and that it felt soft in the mouth.

緒 言

スポンジケーキの製作に乳化起泡剤を用いると、泡立て時間が短縮され、生地が安定で、製品のきめが細かく柔らかで容積が大きいなどの利点があるので業界ではよく用いられている。糖エステル類添加のスポンジケーキの組織構造は、無添加のものに比し特に脂肪が微細な小球となって分散していることが報告されている。¹⁾ 筆者は先に油脂を用いないスポンジケーキについて、卵白だけでなく卵黄も泡立てて用いると、柔らかい風味をもつ製品が得られることを報告した。²⁾ 油脂を用いる場合は卵黄の乳化力を利用すれば、乳化起泡剤を添加したものに近い製品が得られることが考えられる。そこで製法の違いによるスポンジケーキの品質の差を、その

組織構造の点から検討するために実験を行なったので報告する。

実 験

1. 試 料

鶏卵は卵黄係数0.4程度の市販卵，水は水道水，砂糖はグラニュー糖，小麦粉は日清製粉K.K.のバイオレット，ベーキング・パウダーは大宮糧食工業K.K.のアイコク，油脂はバターが風味がよいが，今回はその分布状態をみることを主にしたので味の素K.K.のサラダ油を用いた。

2. スポンジケーキの調整

油脂を用いないもの1・2と，油脂を用いたもの3・4を作った。1・2の材料配合は卵白60，卵黄30，水40，砂糖115，小麦粉100とした。3・4は水を30に減じサラダ油を30，ベーキング・パウダー1を加えた。調整は1・3は卵黄に水と砂糖の½量，3はさらにサラダ油を加え，SunbeamのMixmaster No.10で（以下も攪拌の器具および速度は同じ）7分間攪拌，これに小麦粉と卵白泡（1分間泡立て，砂糖の½量を加えて30秒間攪拌したもの）を加え木しゃくしで約60回攪拌した。2・4は卵白を1分間泡立て砂糖を加えて30秒間攪拌，これに水で溶いた卵黄を加えて30秒間攪拌，小麦粉を加え，4はさらにサラダ油を加えて木しゃくしで約60回攪拌した。ベーキング・パウダーを用いるときは，予め小麦粉に加えて2回ふるっておいだ。次に batter 250 g を直径15cmの焼型に入れ約160°Cに調製したがスオープン（袴田金属工業K.K.）で40分間焼いた。材料の温度・室温とも約20°Cとした。

3. 測 定 法

(1) 膨化率：ケーキの体積を業種法により測定し batter の重量で除して算出した。

(2) 形均整率：ケーキの中央部をとる切断面の中央部の高さ h と末端部の高さ h' を測り，次式により算出した。
$$\frac{h-h'}{h} \times 100$$

(3) ひずみ：ケーキの中央部より2cm(1)角のブロック4個を切りとり，カードメーターで200gのおもり，直径8mmの感圧軸を用いて変形値(l')を測り，次式により算出した。

$$\frac{l-l'}{l}$$

(4) 肉眼による観察：表皮や内部の形状を観察した。

(5) 顕微鏡による観察

batter：batterをスライドガラスに塗り約100°Cで30分間乾燥後，60%アルコールに約2秒間浸し，シャーレーに入れスダンⅢを加え，ふたをして37°Cのパラフィン熔融器（中嶋理化学器械工業K.K. P-3型）中で1時間染色，60%アルコールで洗い，水でアルコールを除去して検鏡した。

スポンジケーキ：文献¹⁾により次の過程で標本を作って検鏡した。

A 滲透と包埋：ケーキを5×5×10mmの大きさにブロックし，分子量600，1,000，1,500のカーボワックスを順次滲透させた。滲透は真空ポンプ（中嶋理化学器械K.K.，SN-30型）により減圧して行なった。吸引中はデシケーターごと電気定温湯せん器（中嶋理化学器械K.K.）につけ，その後はパラフィン熔融器に入れて約54°Cを保った。滲透を終った組織片は分子量1,500のカーボワックスで包埋した。

B 薄切り：包埋した組織片を回転式ミクロトームで5μの厚さに切った。

C 染色：薄切りした組織片をグリセリンを塗布したスライドグラスにはりつけ、水でカーボワックスを洗い落とし室温下に一晚放置した。この切片をスダンⅢ、アミドブラック10B、ルゴールを用いて三重染色を行なった。すなわち、60%アルコールに約2秒間浸し、シャーレに入れスダンⅢ染色液を加え、37°Cのパラフィン熔融器中で1時間染色、60%アルコールで約2秒間洗い、アミドブラック10B染色液を滴下、8秒間染色、酢酸アルコールに10秒間つけて余分の染色液を除いた。これにルゴールを滴下、6秒間染色、蒸留水につけて余分の染色液を除き、アパチーのゴムシロップで封入し、検鏡した。

(6) 官能検査：家政科教官学生12名により2点嗜好試験法を行なった。

結果および考察

スポンジケーキの膨化率、形均整率、ひずみを第1表に、断面の写真を第1図に示した。

第1表 スポンジケーキの品質

試料番号	膨化率	形均整率	ひずみ
1	4.1	91	0.60
2	3.3	76	0.44
3	3.5	83	0.55
4	3.0	85	0.45

1と2、3と4は材料配合はそれぞれ同じであるが、1と2では1、3と4では3の方が膨化率、ひずみが大きく、きめも細かく均一であった。形均整率は1と2ではかなり差がみられたが、3と4はほとんど変わらなかった。

第2図は batter, 第3図はケーキの顕微鏡写真である。batter では大小のでんぶん粒の中に、脂肪がスダンⅢで赤く染まり、球状になって分散しているのがみられた。ケーキでは脂肪が同じく染まり、たんぱく質はアミドブラック10Bにより青く染まって網目状構造をなし、でんぶんはルゴールによって紫に染まり膨化してソーセージ状をなしていた。1と2では batter の脂肪球は1の方がやや細かいようであったが、ケーキでは明確な差はみられなかった。この場合の脂肪はほとんど卵黄に含まれているものであって、もともと卵黄中の脂肪は第2図の5にみられるように細かい脂肪球となって分散しているため両者にあまり差がなかったものであろう。たんぱく質とでんぶんにおいても差がみられなかった。1の方がよく膨化したのは卵黄泡によるものと思われる。

3と4もたんぱく質とでんぶんの分布の差は判然としなかったが、脂肪の分布には batter においてもケーキにおいても明らかに差が認められた。3は4より脂肪が細かく分散し、また、ケーキでは4の脂肪が空気と内質との境に分布する傾向がみられるのに対して、3の脂肪は比較的内質に分散し、乳化起泡剤を添加したケーキの組織構造に近かった。油脂が卵白に加えられると、泡を形成する膜に吸着されて泡を不安定なものにするのでケーキの膨化率が小さくなるが、卵黄、水、砂糖、油脂をよく攪拌すれば、卵黄が乳化剤となって水中油滴型のエマルジョンになり、泡の安定性を阻害することが少ないために3の方が4より膨化率が大きくきめの細かいものになったと思われる。

第2表 官能検査

試料番号	1・2	3・4
より好ましいと答えた人数	8 4	6 6

1と2, 3と4の官能テストの結果は第2表のとおりであった。いずれにも有意差は認められなかったが, 1・3が好まれる理由は口当たりが柔らかいということであり, 好まれない理由は腰がないということであった。乳化起泡剤を用いたケーキも, 口当たりが柔らかい反面, 腰が弱く風味の上では必ずしもよくはないといわれるが, 1・3特に3がこれに類似する点があることは組織構造上からもうなづけることである。嗜好にもよるが, 乳化起泡剤の入手が困難な一般の家庭で, 柔らかい膨化率の大きな製品を得るには, 卵黄を泡立てる, あるいは卵黄・水・砂糖・油脂を十分攪拌することはよい方法であると思われる。

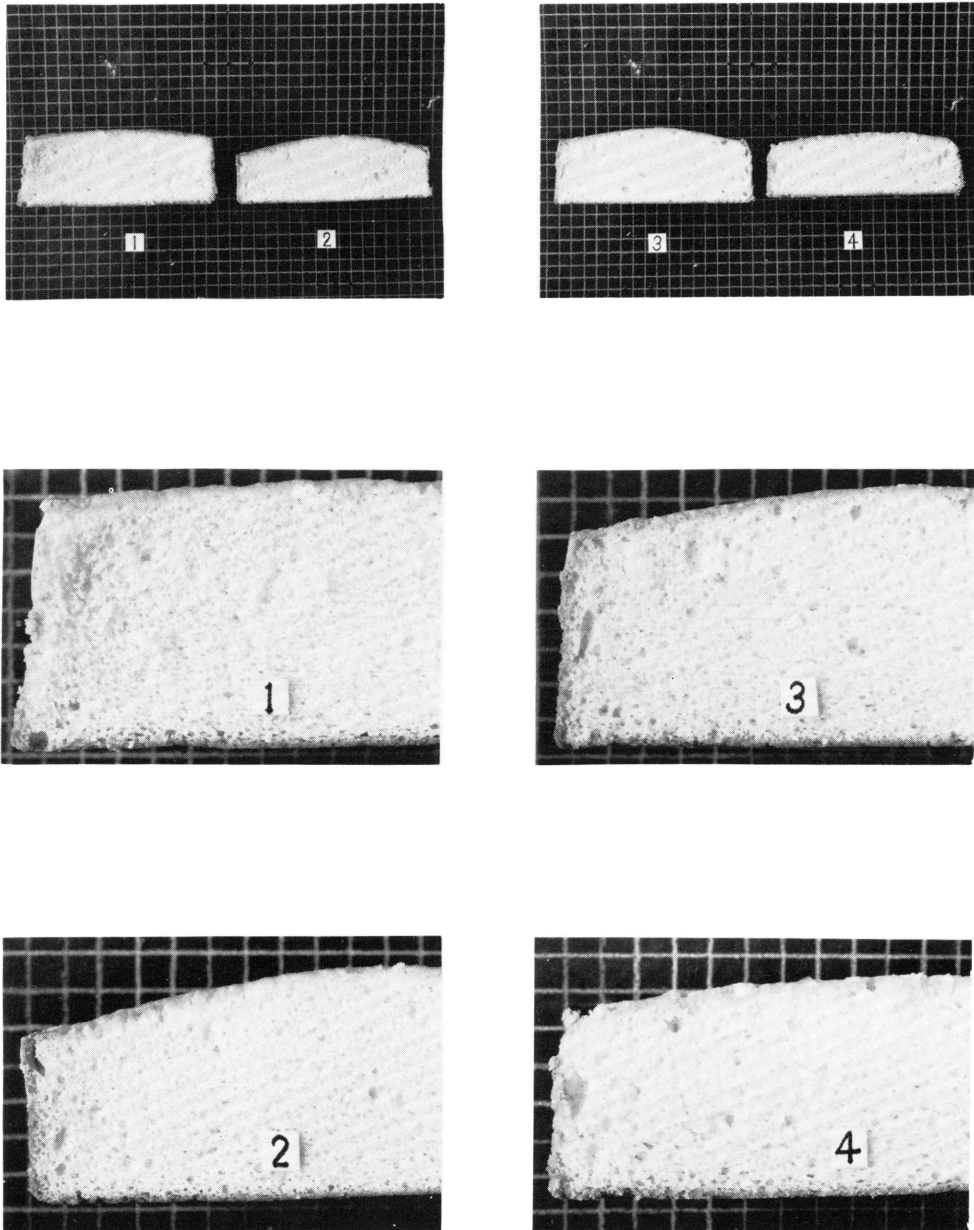
要 約

1. スポンジケーキの製法の差による品質の相違を組織構造の上から検討した。
2. batter をスダンⅢで染色し, ケーキのカーボワックス切片をスダンⅢ, アミドブラク10B, ルゴールで三重染色した。
3. 油脂を用いない場合は卵白泡と卵黄泡を併用したものが, 卵白泡だけを用いたものより, きめが細かくよく膨化したが, 検鏡ではあまり差は認められなかった。油脂を用いた場合は, 油脂を最後に batter に加えたものより卵黄・水・砂糖・油脂を十分攪拌して batter を作ったものの方がよく膨化して柔らかく, 組織構造は脂肪が細かく分散していることが認められた。
4. 官能検査の結果は1と2, 3と4の間に有意差は認められなかった。

最後に顕微鏡標本の作成について御懇切な御助言をいただいた西南女学院短期大学大里克夫助教授, 本学陣野信孝氏に厚くお礼申し上げます。また実験に協力された田中道子嬢に感謝します。

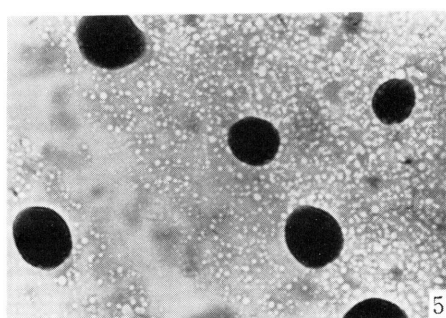
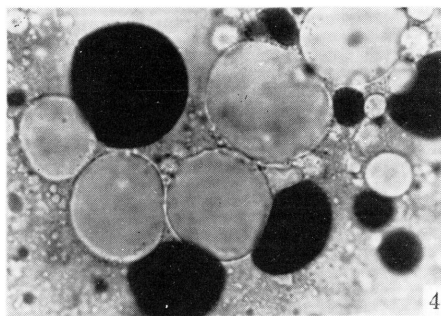
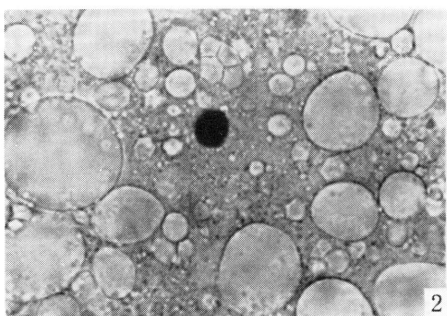
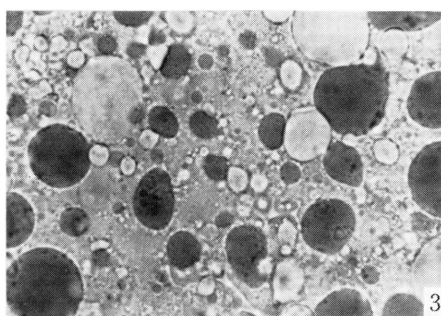
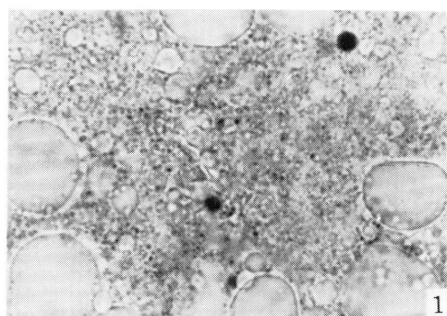
引 用 文 献

- 1) 高野・大里・村上・井上: 西南女学院短大紀要, 15, 161~167 (1968)
- 2) 重口道子: 家政誌, 21, 166~171 (1970)



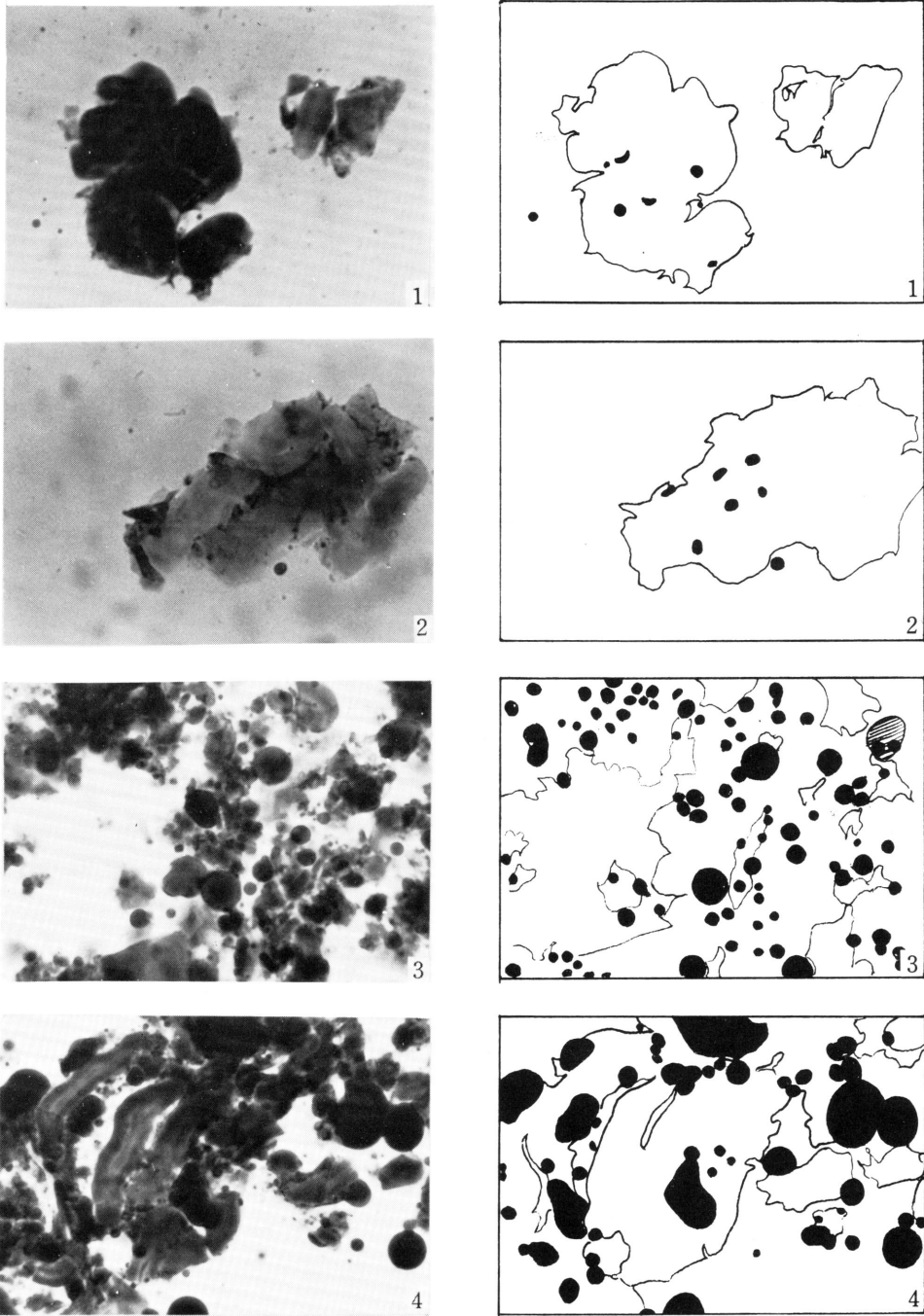
第1図 スポンジケーキ

- | | |
|----------------------|--------------|
| 1. 油脂無添加, 卵黄・卵白とも泡立て | 3. 油脂をはじめに添加 |
| 2. 油脂無添加, 卵白のみ泡立て | 4. 油脂を最後に添加 |



第2図 Batter (X 600)

脂肪がスダンⅢで赤く染まっている。番号はケーキに同じ。5は卵黄



第3図 スポンジケーキ (X 600)

脂肪がスタンIIIで赤く、たんぱく質がアミドブラック10Bで青く、でんぷんがルゴールで紫に染まっている。右図は左の写真中の脂肪の位置を示したもの。番号はケーキに同じ。