

シュー生地のお混合時の攪拌程度が膨化に及ぼす影響

The Relation Between Mixing Conditions of
Cream Puff Paste and Puffing Development大喜多祥子*
(Sachiko Ohkita)山田 光江*
(Mitsue Yamada)

Mixing conditions of eggs in cream puff paste were studied in connection with heating degrees of flour in the paste.

The results obtained were as follows:

1) In case of properly heating the paste, specific gravity of the paste was decreased, and increment of number of air bubbles and homogeneity of the paste were observed with microscope when mixing was adequate.

2) The larger puff-crust was obtained when the specific gravity of the paste was smaller. Accordingly the air bubbles in the paste became one of the factors of puffing development.

3) Over-mixing caused decreasing the number of air bubbles by the rising of the temperature.

From these results, in mixing the cream puff paste, not only homogeneous dispersion of ingredients but also inclusion of air bubbles was found to be required. And it was suggested that the amount of the air bubble was related with the combination of ingredients, degree of gelatinization of starch, consistency of the paste and the temperature of during mixing.

シューの膨化には、生地成分の均質分散が重要との報告¹⁾や、生地含気量関与の示唆報告²⁾もある。また筆者らは、シュー生地保存で低下した膨化力が再攪拌により回復した³⁾ことから、生地調製時の攪拌操作の影響について検討の必要を感じた。一方、生地成分の混ざり易さは、第一加熱終了時のルーの粘り、かたさ、均一さ等に影響される。そこで、本報では、卵混入時の攪拌程度が生地の含気や油脂の状態ならびに膨化に及ぼす影響を、生地の第一加熱の程度と関連づけて検討した。

実験方法

1. 生地の調製

① 材料と配合割合

既報⁴⁾に準じ、配合は水 100g、バター 50g、薄力粉(日清製粉フラワー、湿麸量 23%) 50g、卵液 100g とした。ただし、加熱不足の条件{T1}(後述)に限り、ドーム形に絞り出し可能にする為に、水、バター、粉、

卵液共に 75g ずつとした。(1個分生地 25.0g, 3個×3回分+α)

第一加熱前の材料の温度規制は既報⁴⁾に準じて、各定量の、水とバターを入れた鍋、溶き卵、粉を1時間前から 20°C 恒温器に入れた。(第一加熱開始時の温度は図2に示した通りで、 $22.3 \pm 0.9^\circ\text{C}$ (n=36) に統一されていた。)

② 調製方法(一定条件)

図1に示す手順に従い、冷却温度と、特に今回は攪拌方法に留意し、木杓子(長さ 20cm)での攪拌速度を各時点において図中に示す通りに統一した。なお、放冷、急冷中は攪拌しないよう留意し、数回上下を返すのみにした。電熱器は 1200W で、3分間予備通電後鍋(直径 20cm)を置いた。尚、既報³⁾では水添加による重量調整をしたが、今回は攪拌条件重視の為調整なしとした。

生地の保管方法は既報³⁾に基づき、調製後直ちに全量一括して絞り出し袋へ入れ、20°C で 30分~3時間以内(常法生地では 20°C で 24時間以内は膨化力維持可能³⁾をもとに設定)に焙焼に供した。

* 大谷女子短期大学

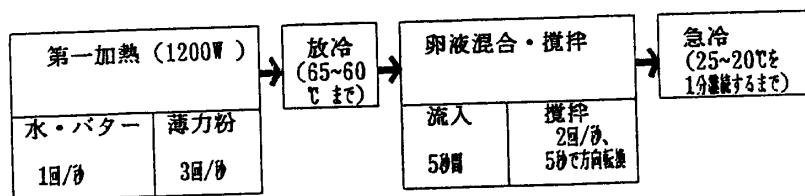


図 1. 生地調製方法 (一定条件)

③ 比較条件

i) 第一加熱の程度

加熱時間で規定したので [T] と表示し、小麦粉の糊化程度の観点から次の 4 条件を設定した。

{T1; 非常に不足}……水とバターを 2.5 分+鍋を火から下ろして、粉 1 分加熱。

{T2; やや不足}…… " 3.0 分+同上。

{T3; 適度=常法}…… " 3.0 分+鍋を火にかけたまま、粉 1 分加熱。

{T4; やや過剰}…… " 3.0 分+同上で 2 分加熱。

{T1} は材料配合を調節したので {T3} と同程度の固さ、{T4} は加熱過剰でバターが少し流出し、水分過蒸散でかなりかたい状態であった。

ii) 卵液混合時の攪拌の程度

Mixing の [M] と表示し、成分分散の観点から次の 4 条件を設定した。

{M1; 不足}……卵液全量を一括流入し、45 秒間攪拌。

{M2; 適度=常法}…卵液 1/3 量流入後 55 秒間攪拌。これを 3 回繰り返す (計 3 分)、{T2~T4} はさらに 60 秒間攪拌。

{M3; やや過剰}……{M2} を急冷後、ミキサーで 2 分間攪拌。

{M4; 過剰}……{M3} をさらに 8 分間継続。

ミキサーは Sunbeam MIXMASTER, 回転数 1020 rpm, 付属ボール小を用いた。

{T} 4 条件それぞれに、{M} 3 条件を組み合わせた 12 条件と、{T3} についてのみ {M4} も採り上げ、計 13 条件について検討した。

④ 調製中の測定

第一加熱中の温度履歴をとらえた報告は少なく、また卵液混入中の温度も明確にするため、既報³⁾の様に熱電対を木杓子に固定して、調製中終始温度を記録した。ただし熱電対はより確実に固定可能なソース線にし、木杓子先端から 5 mm 控えた点で測定した。重量は急冷直後に測定した。

⑤ 生地調製中の測定

保管期間内に、水分量 (赤外線水分計, Kett FD-100), 比重 (約 5g を用いて, 水中浮力より算出), 色 (丸型ペールに約 10g 絞り入れ, 電子色差計 (東京電色

TC-55 D) で測定) の 3 項目を測定した。

⑥ 生地調製後の観察

保管期間内に生物顕微鏡で、油脂 (スダンⅢ染色), 澱粉 (ヨ-素・ヨ-化カリ染色), 気泡の状態を写真撮影し、成分の分散状態を比較した。

油脂と気泡は、気温や顕微鏡光源の熱により状態が刻々変化したので、特に敏速に行った。気泡は押しつぶさぬように厚さ 0.15 mm 程度に塗りカバーガラス無しとした。澱粉と油脂とは同時染色した。

2. 焙焼

① 天板上への設置

既報³⁾に準じて、生地は 1 個当たり 25 ± 0.005 g に電子天秤 (最小目盛 0.001 g) で精秤し、天板中央部に横一列に 3 個並べた。生地の高さの統一はせず、突起のみを整え、かたさの目安として底径と高さを測った。

② 焙焼方法

既報³⁾同様ガス高速レンジ (大阪ガス, (4)21-300 E) にて、200°C セット, ファン弱, 予備加熱なしで焙焼開始し 24 分を焼き上がりとし、余熱なしとした。なお本報では焙焼途中の経過も見るために、焙焼時間を表 1 の様に割り付けた。

表 1. 焙焼時間と測定項目

生地 1 度 目	焙焼時間		測定項目		
	1回	24分	鉄板上の位置	左	中
1 度 目	1回	24分	○	●	○
	2 "	18 "	◎	●	◎
	3 "	6 "	◎	∅	◎
2 度 目	1回	24	○	●	○
	2 "	12	◎	●	◎
	3 "	9	◎	∅	◎
3 度 目	1回	24	○	●	○
	2 "	24	○	●	○
	3 "	15	◎	∅	◎

○焙焼中、高さ (最高点) 読取り
焙焼後、製品の諸測定
●焙焼中、内温測定
◎焙焼途中打ち切り、重量・表面の色測定
∅測定には供さず

③ 焙焼中の諸測定

表 1 の通り焙焼中の生地内温, 重量, 色等測定したが、詳細は続報に報告。

シュー生地の卵混合時の攪拌程度が膨化に及ぼす影響

3. 製品の諸測定および統計処理

表1の通り、生地は各条件につき3度調製し3個ずつ計9回焙焼したが、製品としては24分焙焼した内の8個(○)につき、既報³⁾に準じて体積(菜種法)等を測定、統計処理した。ただし重量測定は焼き上がり直後とした。

4. 実物の記録

既報³⁾に準じて外観の写真撮影と、内部の空洞状態を記録する為の縦切り口の断面コピーとを撮った。

5. 実験環境

気温 27±4°C, 湿度 55±7% であった。

結果および考察

1. 生地調製中の温度履歴

図2に生地調製中の温度履歴を加熱程度別に示したが、粉投入(←)から卵液流入(↓)までの履歴をみると、

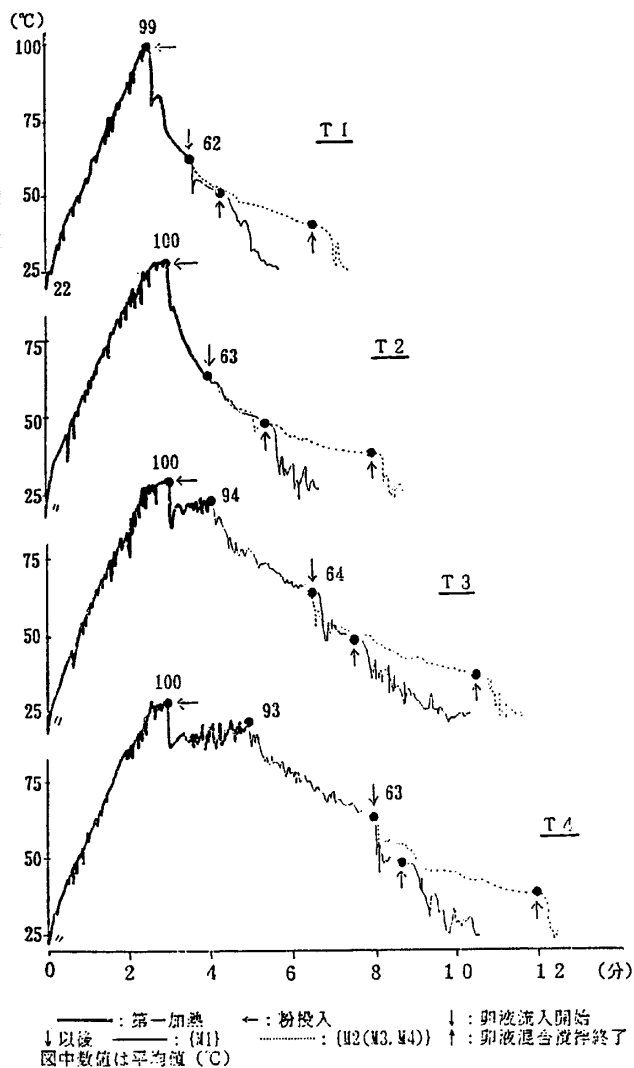


図2. 生地調製中の温度履歴

粉の加熱程度は条件設定通り{T1}~{T4}へと十分であった。第一加熱終了時の最適温度については77°C⁶⁾, 78°C⁷⁾, 84°C⁸⁾との報告もあるが、今回適度と判断した{T3}でも94°Cであったことから、従来の棒温度計による一時点のみの測定は見直しの余地があると思われた。

卵液流入(↓)はいずれも62~64°C, 混合終了時(↑)は{M1}約50°C, {M2}約40°Cであった。

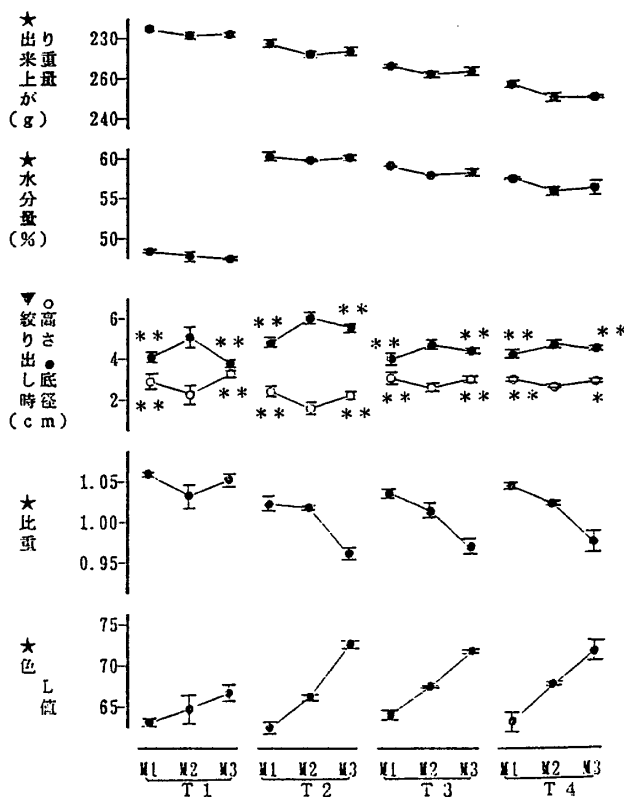
{M3}は、図は省略したが{M2}と同経過の後、攪拌中も20~25°Cを保った。しかし{M4}では攪拌時間が長いので気温や摩擦熱のためか30°C付近まで上昇した。

2. 生地の諸測定値

生地の諸測定値を、第一加熱の程度別に攪拌程度により比較して図3に示した。

出来上がり重量は加熱十分な{T4}程当然軽く、水分量も少ない。ただし{T1}の水分量が少ないのは、絞り出し時の形を他と同程度に保ち得るべく調節した為である。

絞り出し時の形はいずれも{M2}が最も底径大、高さ小で、柔らかい生地である事が示された。{M1}はなめらかでない為、{M3}は締まりがある為、共にだれにくい生地となったと思われた。



★は3度の、▼は8個の平均値
各(M2)との差のt検定で*-----5%有意、**-----1%有意

図3. 生地の諸測定値

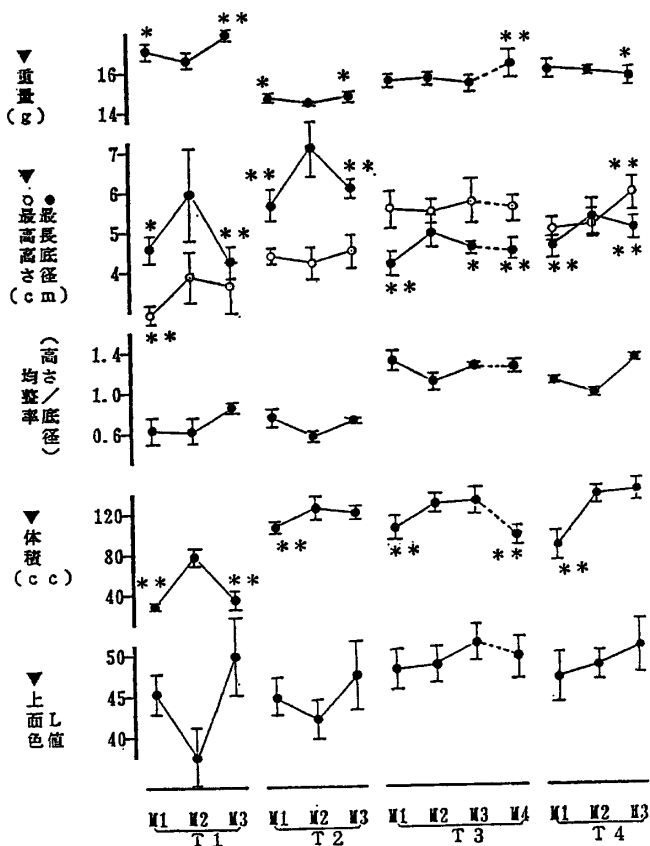
最も注目したい比重は、{T2}以上の加熱では{M1}～{M3}へと撈拌が増す程低下し、水に浮く様になった。色も撈拌が増す程L値が上昇、つまり白くなった事から撈拌操作は含気を伴うと判断した。

しかし{T1}は他と異なり{M3}で比重が大となり、その生地は強い弾力性を持っていた事から、加熱不足で失活せず残留したグルテンの形成により、空気が押し出されたと考えられた。

3. 製品

① 諸測定値

製品の諸測定値を図4に示したが、体積値はいずれの



▼は3個の平均値
各(M2)との差のt検定で*-----5%有意、**-----1%有意

図4. 製品の諸測定値

加熱程度の場合も{M2}は{M1}より1%有意で大きく、図3と照合すると、撈拌により生地中に取り込まれた空気が膨化の一要因となった事が確認された。

さらに入念に撈拌した{M3}は、{T1}ではグルテンの為か膨化せず、{T2}では比重小にも拘らず体積は減小傾向で、これは糊化不十分な為か焙焼中生地内の空気を保有し得なかつたとも推察された。

しかし{T3}{T4}では撈拌する程体積は増加傾向({M4}は後述)で、底径と高さにおいても{M3}は均

整が良いことが示された。生地の膨化倍率(=製品体積/生地25gの体積)を求めると、{T3}では{M2}が5.22倍、{T4}でも{M2}が5.47倍でそれぞれ最大値となり、{M3}は僅かに下回った。{M3}の製品体積が大きいのは生地25g当たりの体積が大きい(比重小・含気量大)ことに起因すると考えられる。

焦げ色は撈拌充分な場合に薄くなり、これは生地色のみに起因するのか検討の余地があった。

② 外観と内部の状態

図5に実物写真を各条件3個ずつ示した。{T3}{M3}{T4}{M2}{T4}{M3}の外観では生地の伸びが良く、内部の空洞も大きいことが確認できる。しかしいずれも{M1}はかたくて混ぜ難い為空洞化が不十分で、特に{T4}{M1}は不十分であった。

{T2}は生地が柔らかく卵液が混ざり易いので{M1}でも空洞化がみられたが、加熱不足のためか焦げ色が濃く、偏平な形状となり、{T1}はシューの範疇外であった。

以上より、加熱を充分に行い、少々混ぜ難くても充分撈拌するのが良いと言えた。

しかし、加熱充分の場合に撈拌過剰は有り得ないかと考え、以下の検討を加えた。

4. 加熱適度で撈拌過剰の場合

加熱適度の{T3}の撈拌適切な{M3}をさらに撈拌した{M4}について、その製品測定値を図4に、実物写真を図5に併記した。図4から、{M4}は{M2}より1%有意で重く小さく、やや焦げ色が濃く、図5でも空洞化は劣り、明らかに撈拌過剰であると言えた。

5. 生地の検鏡

{T3}の撈拌4条件につき、気泡の状態や材料成分の分散具合を図6に示した。{M1}は表面がなめらかでない為、影があり不鮮明だが、径約0.1mm 六の気泡が存在した。しかし{M2}～{M3}ではしだいに小粒化して数が増加し、これらは生地比重の測定結果(図3)と一致した。

油脂も{M1}では連続し分散が悪く、塊状の部分もあったが、{M2}～{M3}へと粒子が細かく明瞭になり、材料の均質化が確認できた。しかし{M4}では油脂の分散が進行するにも拘らず気泡はかなり減少(特にM3で見られた細かい気泡が消滅)し、これが生地の膨化力低下の原因であると考えられた。また{M4}では前述の様に、他では20～25℃に保ち得た生地温度が30℃近辺まで上昇していたことから、含気には温度も関与することが示唆された。

6. 生地比重と製品体積の関連

撈拌が混合のみならず含気機能もあることから、生地

シュー生地の卵混合時の攪拌程度が膨化に及ぼす影響

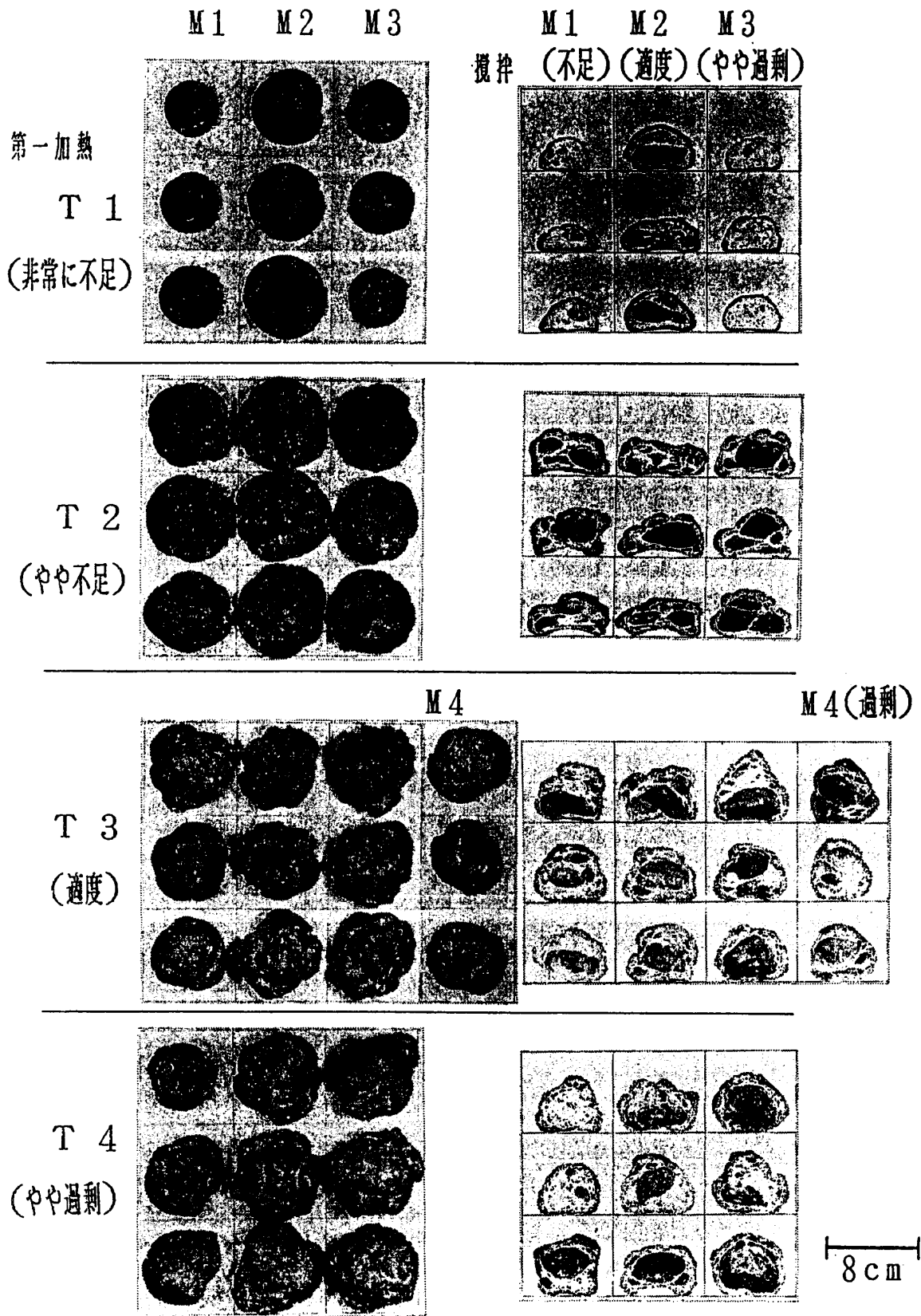
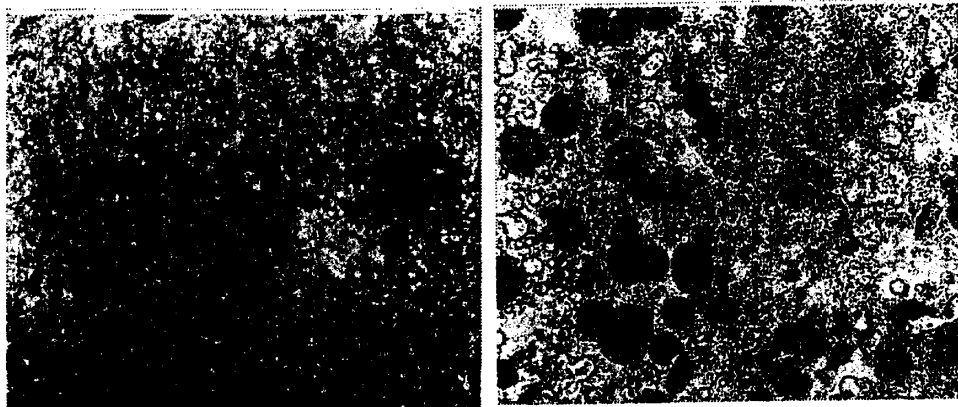
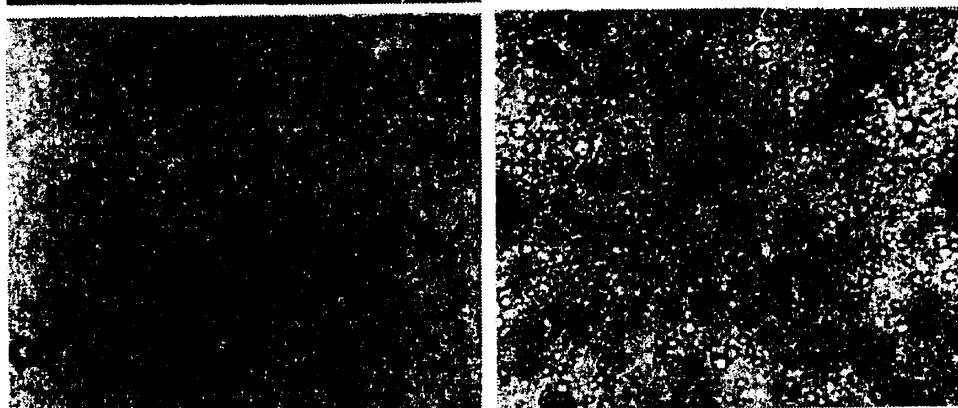


図 5. 製品の真上外観と縦断面コピー
25.0g 生地, 200°C, 24分焙焼

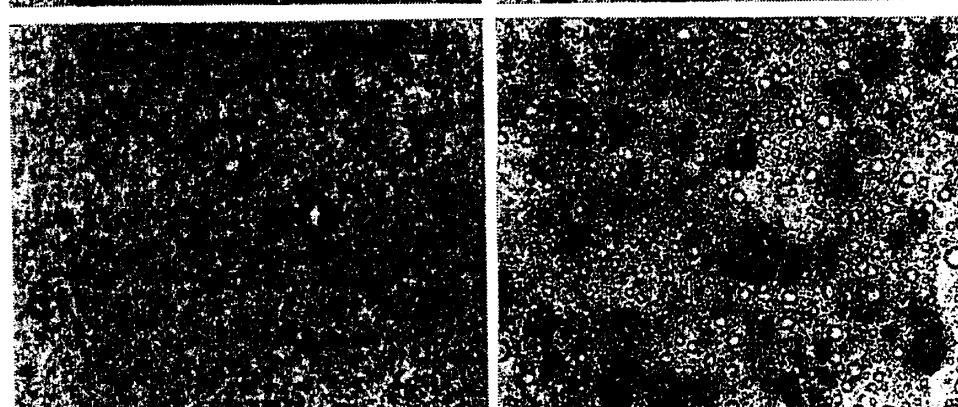
M1



M2



M3



M4



図6. 生地のも微鏡写真 [T3] の場合
左: 気泡 (対物レンズ4×) 右: 油脂・澱粉 (対物レンズ10×)

シュー生地のお卵混合時の攪拌程度が膨化に及ぼす影響

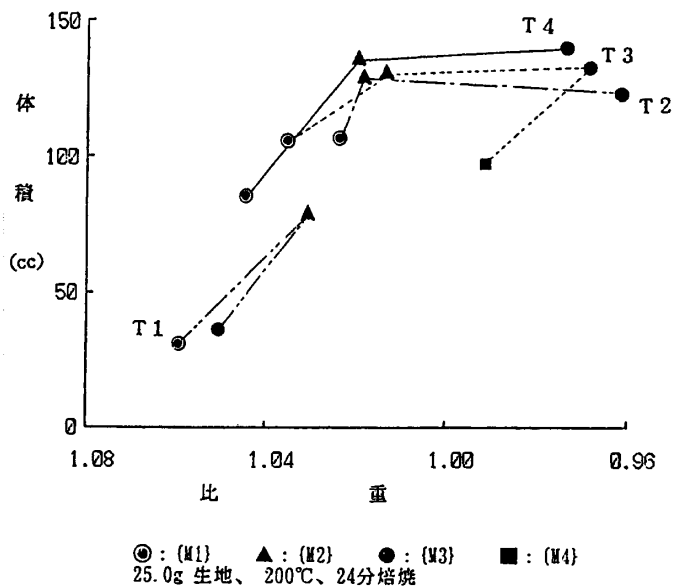


図 7. 生地比重と製品体積

の比重を含気量の指標とみなし製品の体積との関係を第一加熱段階別に図 7 に示した。検鏡で気泡が減少した [T3 M4] は確かに比重は大きく、全条件の傾向でも比重が小さい程体積は大きく、シューの膨化には含気量が大きいに関わることが再確認された。

また、図は略したが、生地的水分量測定時の蒸発速度は [T1] では [M3] が特に遅く、[T4] では [M3] が特に速かった。水分の蒸発し易さと膨化度との関連についても今後検討を加えたい。

要 約

シュー生地調製時の卵液混合の際の攪拌程度を、小麦粉の加熱程度と関連づけて検討した結果、

- 1) 加熱充分では固くて混ぜ難いが、攪拌が充分であ

れば、最も良い製品が得られた。

- 2) 攪拌により生地の比重は低下し、顕微鏡観察でも材料成分の分散と同時に気泡の増加が確認できた。

- 3) 含気量の多い生地ほど製品体積が大きく、取り込まれた気泡が空洞状膨化の一要因となると言えた。

- 4) しかし攪拌過剰で生地温度の上昇を伴う場合に、気泡は減少し膨化は抑制された。

以上よりシュー生地の攪拌では、材料の均質化のみならず、いかに空気を多く含ませ得るかが重要で、それには材料配合、澱粉の糊化度、生地のかたさ、攪拌時の温度などが関与する事が示唆された。

本研究には食品科学振興財団の助成を賜りました。なお、大要は H2.5.27 日本家政学会 42 回大会 (於中村学園大学) にて発表したことを附記します。

文 献

- 1) 浜田陽子, 橋場浩子, 松元文子: 調理科学, 22, 68 (1989)
- 2) 森悦子: 光華女短大紀要, 24, 11 (1986)
- 3) 大喜多祥子, 山田光江: 調理科学, 23, 73 (1990)
- 4) 大喜多祥子, 山田光江: 大谷女短大紀要, 31, 14 (1988)
- 5) 大喜多祥子, 山田光江: 調理科学, 21, 48 (1988)
- 6) 松元文子, 阿部ナホエ: 家政誌, 13, 240 (1962)
- 7) 高橋美保, 上部光子, 中村美晴, 千葉時子, 下村道子: 大妻女子大家政学部紀要, 23, 19 (1987)
- 8) 黒沢祝子: 同志社女子大学術研究年報, 22, 469 (1971)

(平成 2 年 11 月 27 日)