

卵液ゲルの品質に及ぼす調製法の影響 (第1報)

—— カスタード・プディングの場合 ——

古賀 範子

(平成6年9月29日受理)

Effects of the Preparation Method on the Quality of Diluted Eggs Gel (Part 1)

—— In the case of Custard Pudding ——

Noriko KOGA

(Received September 30, 1994)

緒言

鶏卵を用いた調理の種類は多い。これは卵が他の食品に見られない多様な調理性をもつためである。その中でも卵の熱凝固は、卵の調理において最もよく利用される重要な性質の一つである¹⁾。しかし、卵の熱凝固には、加熱条件、希釈液の種類や割合、添加物などが影響し、調理の場合には、これらが複雑に関与してくる。中でも卵液の過熱は、すだちの誘因の一つである²⁾ことが知られている。

卵液加熱調理のすだちの原因について「卵液を加熱すると、90℃以上でゲル化したタンパク質が結合水を放出し、これが蒸発してすだちができる³⁾」とされている。また、すだちが起こると同時に、タンパク質のスポンジ構造が密になるため、機械的に液が押し出され、離漿が起こる⁴⁾。その結果、卵液ゲルは硬くなり、舌ざわりが悪く食味が非常に低下する。

卵の熱凝固性を利用した調理の代表的なものにカスタードプディングが挙げられる。

カスタードプディングのおいしさは、程よい硬さを保持したなめらかな舌ざわりにある。一般に加熱は、すだちを防ぐために卵液を60℃程度に予備加熱し、85~90℃の加熱温度で蒸すことが要点とされている。しかし、このような場合は、温度管理に細心の注意を払わなければならない。最終加熱温度を調製する必要があり、これは、かなり技術を要する調理操作である。

そこで著者は、もっと手軽に、短時間にできるカスタードプディングの加熱要領について、検討したので報告する。

実験方法

1. 試料調製

(1) 実験材料

試料とした卵は市販新鮮卵、牛乳は雪印乳業製を毎回購入し、砂糖は上白糖を用いた。

卵液の調製は、卵液ゾルからゲルへの変化については卵：水を1：2の割合で合わせ、はしを用いて180回/minの速度で15秒間攪拌後、万能濾器でこして卵液を均質化し、試験管に10ml注入した。(以下A卵液とする)卵液の予備加熱および調理器具の違いがゲルの特性に及ぼす影響については、卵：牛乳の割合を1：2、砂糖は卵液の15%とし卵、牛乳、砂糖を合わせ、はしを用いて180回/minの速度で30秒間攪拌後、万能濾器でこして卵液を均質化し、プリン型(アルミニウム製100cc容)に80ml注入した。(以下B卵液とする)

(2) 加熱方法

卵液ゾルからゲルへの変化については、ビーカー(300cc容)に水を300cc入れ、水温が40℃になったところへ卵液ゾルを10cc入れ、温度計をさしこんだ試験管を入れて、卵液の温度上昇を測定した。火力の設定は中火は7.5℃/min、弱火は2.8℃/minとした。卵液の予備加熱および調理器具の違いによるゲル特性をみた実験では、B卵液をプリン型(100cc容)に80ml入れ、アルマイト製角型蒸し器(以下蒸し器とする)、蒸籠、湯せんの3種類の方法で、プリン型1コを入れて加熱した。火力は、リンナイガスRcc-303K-1を用いて内火全開(2000kcal/br)で行った。(以下中火とする)

2. 測定方法

(1) ゲルの硬さの測定

予備実験でプリン型から卵液ゲルをだして測定したところ、値にばらつきがみられたので、プリン型に入れたまま卵液ゲルを冷まし、飯尾電気株式会社のM-301, AR, カードメーターを用いて硬さを測定した。測定条件は、速さ0.36cm/sec, 重錘100g, 直径1φとした。

(2) 温度測定

熱電対を用いて卵液の中心部と蒸し器内の中心部について、飯尾電気株式会社製、温度計測システムMPU-7を用いて温度測定し、EPSON, HC-40, HI-80を用いて記録した。

結果および考察

1. 卵液ゾルからゲルへの変化に及ぼす加熱時間と火力の影響

火力による加熱時間に伴う卵液の温度変化の違いをみたものが図1である。

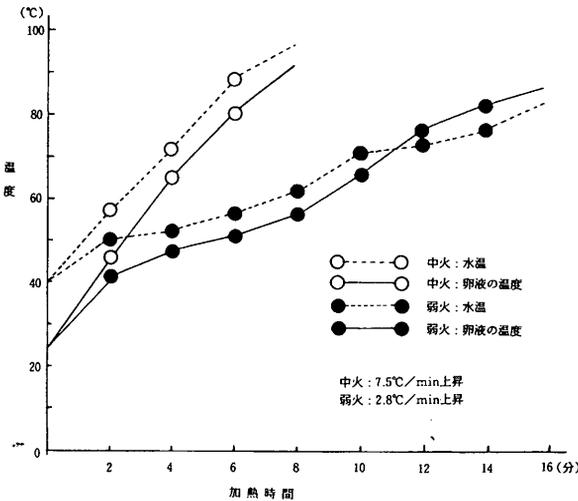


図1. 加熱時間による卵液ゾルの温度変化

図1より、火力により加熱時間に伴う卵液の温度上昇傾向が異なることがわかった。中火では、加熱時間に伴い、卵液温度は急激に上昇し、8分近くですでにすだちが表われるのに対し、弱火では、卵液の温度上昇は緩慢で16分近くですだちが表われ、すだちが表われるまでに中火の場合の2倍の時間を経ている。

この加熱途中における卵液温度と加熱時間とその卵液の状態をみたものが表1である。

表1. 火力による卵液ゾルのゲル化の違い

時間・ 温度 状態	弱火		中火	
	時間	温度(°C)	時間	温度(°C)
凝固開始	9' 21"	68	4' 47"	71
完全凝固	13' 44"	80	6' 39"	84
すだち開始	15' 26"	87	7' 53"	91

表1より、凝固開始は、弱火で68°C(9' 21")中火では71°C(4' 47")であり、完全凝固は、弱火で80°C(13' 44")中火では84°C(6' 39")である。このことより、中火では短時間で卵液が凝固するが、温度上昇速度が速いのですだちを起こしやすい。また弱火では、卵液温度が徐々に上昇し、時間はかかるが凝固が低い温度で終了するのですだちを起こすことなく、失敗も少ないと思われる。しかし弱火では時間がかかるので、より短時間加熱での質のよいプディングの加熱要領を検討するために以後の実験は中火で行った。

2. 卵液の予備加熱がゲルの特性に及ぼす影響

卵液の予備加熱は、プディングの蒸し時間の短縮につながり、予備加熱した方が外観のよいゲルが得られるという報告⁵⁾がある。そこで卵液を蒸す前に、予備加熱(湯せん80°C)して温めてから蒸し器に入れ、卵液の予備加熱がゲル形成にどのような影響を及ぼすのか、予備加熱の温度をかえてプディングを作った場合の硬さをみたのが図2である。

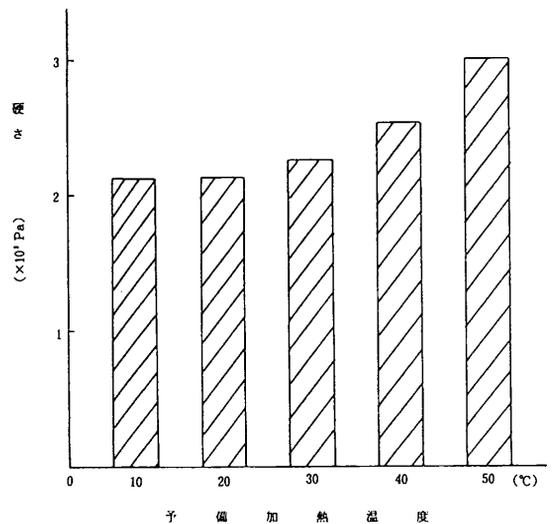


図2. 卵液の予備加熱の違いによる硬さの変化

図2より卵液の予備加熱する温度が高いほどゲルも固くなることがわかった。

次に、卵液を予備加熱する温度が高いほど、プディングの蒸し加熱時間が短縮できると考え、50℃に予備加熱した卵液を湯せんでゲル化させた。その結果を表2に示す。

表2. 予備加熱後、中火で加熱した場合の卵液の変化

余熱*	ゲル形成状態
1' 30"	ゲル形成がやや不完全
1' 40"	すだちが起り始める
1' 50"	細かいすだがたつ
2' 00"	すだちが大きくなる

* 消火後の保持時間
中火：1分保持

した。50℃に予備加熱した場合は、わずか数秒の差でプディングの性状の変化が激しいことがわかった。また、加温中にわずかではあるが、卵液の熱凝固が開始していて、適切な条件を見いだすことができなかつた。これは、加温中に容器底部が加熱されるためと考えられる。したがって卵液の予備加熱は、卵液の熱変性を考え、40℃で行うのが適しているようである。

そこで、以下の実験は、卵液を40℃に予備加熱してから行った。

3. 調理器具の違いがゲルの特性に及ぼす影響

(1) 蒸し器による加熱

プディングの作り方として「蒸し器内の温度を85～90℃に保ちながら15～18分蒸す⁴⁾」と記されている書物が多いが、この方法は火加減や蒸し器のふたのずらしかたで蒸し器内の温度は大きく左右され、テクニックを要する調理操作である。また、「蒸気の上がった弱火の蒸し器で40～50分蒸す⁵⁾」と記されているものもあり、時間もかかる。

そこで手軽で短時間に仕上げる加熱方法を見出すため蒸し器の蓋をしたまま、最初中火で蒸してから余熱を利用する方法で実験を行った。予備実験の結果、中火3分以上の加熱は、良い結果が得られなかつたので、中火2分で蒸し加熱をし、その後余熱を利用する方法を検討した。その結果を表3に示した。

表3より、中火2分でも卵液の過熱になるため、すぐにすだちが起り、実用的ではない。そこで中火1分と

表3. 予備加熱後、中火2分で加熱した場合のゲルの形成状態

余熱(分)	ゲル形成状態
3	かなりすだつ
2	細かいすだちがみられる
1	少しすだちがみられる

し、実験を行った。その結果を表4に示した。

表4. 予備加熱後、中火1分で加熱した場合のゲルの形成状態

余熱(分)	ゲル形成状態
4	細かいすだちがみられる
3	すだちもなく、きれいなプディングができた
2	ゲル形成が不完全

表4より、中火1分余熱3分で、すだちもなく、きれいなプディングができた。この場合の卵液温度変化を図3に示した。

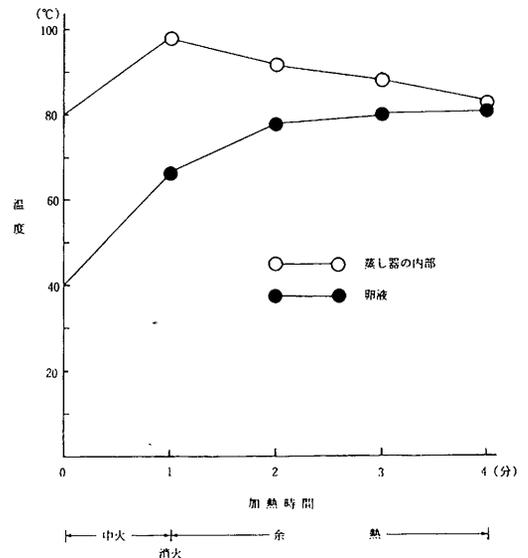


図3. 余熱を利用した場合の卵液と蒸し器内の温度変化

図3より、蒸し器の内部は、蓋をしたまま加熱するので1分で100℃近くまで上昇するが、消火後は徐々に温

度は下降し、余熱3分の時点で84.1℃になった。卵液の中心部は、加熱開始1分で40℃から67℃まで上昇し、消火後もゆるやかに温度は上昇をつづけ、余熱3分の時点で83.7℃になった。この加熱方法を用いると、時間は4分と短時間化され、ふたをずらして蒸し器内の温度を調節する必要もないので、短時間で手軽にきれいなプディングを作ることができ、実用面で大いに利用できる方法であると思われる。

(2) 蒸籠による加熱

通常プディングは、卵液をプリン型に入れ、和式のアルミニウム製の蒸し器を用いて作るのが、一般的な方法として知られている。しかし、これらは金属同志なのですだちを起こしやすく、90℃以下で加熱する⁹⁾ことが要点とされている。

他に蒸すための調理器具として「蒸籠」(中華セイロ)がある。これは竹製であるため、器具同志の熱伝導が小さい。また、水分を吸収するので蓋から水滴が落ちないなどの利点がある。そこで蒸籠を使用した場合の卵液の加熱要領を検討した。予備実験の結果、中火4分以上は良い結果が得られなかったので、中火3分以下にして余熱を利用した。その結果を表5に示した。

表5. 蒸籠を利用した場合のゲルの形成状態

中火(分)	余熱(分)	ゲル形成状態
3	2	細かいすだちがみられる
2	3	すだちもなく、きれいなプディングができた
1	4	ゲル形成が不完全
1	5	すだちもなく、きれいなプディングができた

表5より、すだちもなくなめらかなプディングができたのは、中火2分余熱3分の場合と、中火1分余熱5分の場合であった。蒸籠の場合は、中火1分加熱後、余熱を5分以上放置しても、すだちが促進されることはなかった。これは蒸籠の蓋は、網代が編みである¹⁰⁾ので、熱が逃げやすいためと思われる。

以上の結果より、蒸籠で卵液の蒸し加熱をする場合は短時間できれいに仕上がった中火2分余熱3分が適当と思われる。この場合の卵液と蒸籠内の温度上昇をみたのが図4である。

図4より、蒸籠で蒸した場合は、蒸し器に比べ、内部の温度上昇が緩慢である。蒸籠の内部は2分で93.7℃に

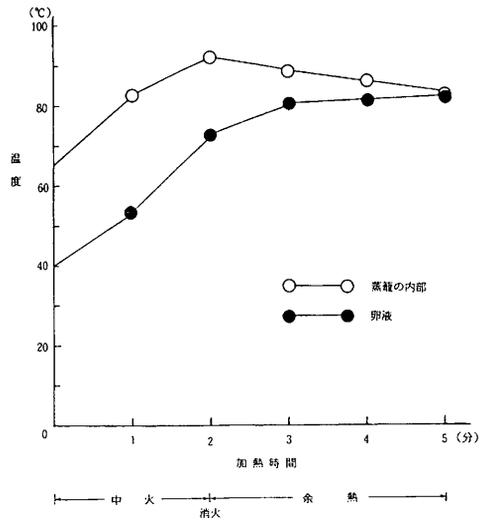


図4. 余熱を利用した場合の卵液と蒸籠内の温度変化

なるが、消火とともに温度は徐々に低くなり、余熱3分時には、82.7℃になる。卵液の中心部の温度は、2分で73.1℃になり、消火後もゆるやかに温度は上昇し、余熱3分時には、82.3℃となり、すだちもなく、なめらかなゲルになる。食感も蒸し器で作ったものより、舌ざわりがとてなめらかに感じられた。これは、蒸籠は、水蒸気の対流で熱が移動するので、温度をすみずみまで均一に保つことができ、卵液の中心部と底部の温度差が少ないためと考えられる。蒸籠で蒸す方法は、プリン型で蒸しても金属同志がふれあうことはなく、また急速に温度が上昇することもないので、蒸し器よりも失敗なくプディングを作ることができる。

(3) 湯せんによる加熱

卵液ゲルは80℃で凝固、90℃前後ですだちを起こすことを考えれば、湯せんの方法も考えられる。そこでソトワール鍋(2.1ℓ容)に水800cc(プリン型中の卵液と同じ高さ)を入れ、沸騰させたところにプリン型を入れて蓋をし、加熱時間を変えて余熱利用を検討した。まず中火で1分、2分とし、余熱の時間をかえるとプディングのできばえに、どのような変化があらわれるのかを実験した。その結果を表6に示した。

表6より、中火2分の場合は、余熱1分でも卵液の過熱により、すだちが起こってしまう。中火2分では過熱のようである。中火1分の場合は余熱1分では加熱不足

表6. 湯せんを利用した場合のゲルの形成状態

中火(分)	余熱(分)	ゲル形成状態
1	1	形成不可
	2	中心まで火が通り、ゲル化しているがまわりに細かいすだちがみられる
	3	表面にすだちがおこり始める
	4	すだちが内部にまで至る
2	1	表面にすだちがおこり始める
	2	細かいすだちが内部にまで至る
	3	大きいすだちが内部にまで至る
	4	さらにすだちが大きくなる

でゲルは形成されなかったが、余熱2分でゲルは形成された。しかしまわりに細かいすだちが多少見られた。湯せんの場合は、中火1分でも卵液の過熱のようで、適切な条件を得ることができなかった。

そこで沸騰した湯(800cc)の中に、プリン型を入れて蓋をしてすぐ消火し、余熱のみで加熱をした。余熱7分までは、ゲル化が不完全で、やわらかいプディングであったが、余熱8分で完全にゲル化し、すだちもなく、なめらかなプディングができた。8分以上そのまま放置しても、すだちが促進されることはなかった。この方法は、沸騰した湯の中にプリン型を入れ、蓋をして火を止め、そのままにしておけばよいので、操作も簡単で、誰でも失敗なく作ることができ、実用として大いに利用できる方法であると思われる。

要 約

カスタード・プディングの加熱における予備加熱、調理器具について加熱要領を検討した。その結果を要約すると、次のようになる。

1. 火力によるゾルからゲルへの変化をみると、中火に比べて弱火は、凝固開始、完全凝固、すだち開始とも温度が低く、時間がかかる。

2. 卵液の予備加熱は、卵液の熱凝固を考え、40℃で行うのがよい。

3. 蒸し器でプディングを作る場合、蓋をしたまま1分間中火加熱したのち、3分間余熱利用したものが、最も良い状態であった。

4. 蒸籠でプディングを作る場合、2分間中火加熱したのち、3分間余熱利用したものが、最も良い状態であった。

5. 湯せん法加熱の場合は、沸騰湯にプリン型を入れ、なべの蓋をしてすぐ消火し、余熱8分が最も良い状態であった。

謝 辞

本稿作成にあたり、貴重な御助言を頂きました河村フジ子教授、松本睦子助教授、加藤和子助手の諸先生に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 粟津原宏子：調理科学，15，114(1983)
- 2) 富江ハス子，大久保一良：家政誌，33，419(1982)
- 3) 稲垣長典(監修)，福場博保(編)：食物学用語辞典，学文社(1971) P.206
- 4) 福場博保，関千恵子，島田淳子，寺元芳子，大沢はま子，伊東清枝，下村道子，吉松藤子：調理学，朝倉書店(1978) P.29
- 5) 村田安代，斉田由美子，松元文字：家政誌，27，412(1976)
- 6) 村上ハルヨ，細井愛子：西洋料理・中国料理，垣内出版(1981) P.101
- 7) 山崎清子，島田キミエ：調理と理論，同文書院(1983) P.294
- 8) 武内英昭：お菓子Book，雄鶏社(1991) P.75
- 9) 川端晶子，寺元芳子：調理学，地球社(1982) P.147
- 10) 河野友美，沢野 勉，杉田 浩：調理科学辞典，医歯薬出版(1975) P.550