

# 鶏卵の調理学的研究

## 第1報 プディングの性状について

内 島 幸 江・赤 池 節 代

### Studies on the Cookery of Eggs (Part 1) On the Cooking Properties of Custards

by

Yukie UCHIJIMA and Setsuyo AKAIKE

#### 緒 言

卵タン白質の熱凝固に関する基礎的研究は、相当古くからなされ<sup>1)</sup>、また最近加工卵についての研究<sup>2)</sup>も多いが、実際の調理面での実験的報告は比較的少ない。

メレンゲについての Lowe<sup>3)</sup> の報告はよく知られ、最近卵豆腐<sup>4)</sup> や卵焼き<sup>5)</sup> について報告され、調理条件によってそれらの性状がいちじるしく相違することが認められている。

カスタードプディングは、卵の熱凝固性を利用した代表的な調理品で、その凝固状態については、卵の品質と加熱条件によって、影響されやすいといわれ、また pH、糖、電解質の影響も知られている。

カスタードの加熱条件については山脇<sup>6) 7)</sup> らの詳細な報告がある。最近調理したカップ入りプディングが多く市販されるようになり、冷菓としても利用されているが、カスタードの性状に影響する因子は非常に多い。

本報では家庭でやりやすい加熱方法を用いたプディングの性状について、材料の配合方法、配合割合、試料温度、卵の鮮度などの影響を検討したので報告する。

#### 実 験 方 法

##### 1. 試 料

鶏 卵	デカルプ種の産卵翌日卵および特定の貯蔵卵
牛 乳	市乳（明治乳業KK）
砂 糖	市販上白糖
スキムミルク	雪印粉乳
エバミルク	雪印缶詰

##### 2. 配 合

配合割合による比較では、全卵 10, 15, 20, 25, 30%とし上白糖 10, 15, 20, 25を組み合わせ、それに牛乳を加えて 100 として用いた。さらに配合方法、加熱時間についての実験は、山脇ら<sup>6)</sup> の報告にしたがい、卵20%および30%、砂糖15%を、その他は卵20%、砂糖15%の配合を基準とした。

### 3. 試料の混合と加熱方法

卵は割りほぐしうらごしにかけたものを用いた。

上記配合割合の試料 300 g をとり、小型攪拌器で30秒間、約 800rpm で攪拌し、金属製プディング型に各50 g ずつとり、湯煎にして試料温度を60℃に予備加熱をし、60℃の角型蒸器中へ移す。以後5分程度で、蒸器内の蒸板直上附近の温度を80℃に、さらに5分で90℃とし、蒸器のふたをずらし、火力の調節とによりその後10分ないし20分間90℃を保つ。ただし卵10%の場合の試料は30分加熱した。

また牛乳の温度についての検討は、牛乳を70℃に加熱したものを用い、混合時間の検討では、試料混合時間を 0.5分、1分、2分、3分とした。

### 4. プディングの性状

硬度：カードメーター（飯尾電機製）を用い、試料の加熱終了後中心温度70℃にして、カップのまま測定した。ただし一部は冷水中で約10分間冷却し、冷蔵庫内にて中心温度20℃まで冷却して測定した。

測定条件はヨーグルト用感圧軸、200 g の重錘を用い、感圧軸のナイフが、ゲルを破断した時の重さを記録し、相対的な比較のためそのままの数値で表示した。

分離液量：硬度を測定した試料にカップの壁にそってペティナイフを入れ、さらに表面から十字に切り、漏斗上に移して5分、10分、20分、30分経過後の分離液をそれぞれ測定した。

色差：卵濃度10%、20%、30%、砂糖15%濃度のそれぞれについて、日本電色製色差計を用い反射色の測定を行なった。

その他ゲルの外観、舌ざわりなどを観察した。

## 実験結果と考察

一定条件で加熱したプディングの試料配合割合による硬度変化を表1に示した。

表1 試料の配合割合による硬度の比較 測定温度70℃

砂糖濃度 %	全 卵 濃 度				
	10%	15%	20%	25%	30%
10	6.5	13.8	19.9	36.5	50.5
15	3.4	9.5	19.2	33.3	43.8
20	2.7	7.2	17.5	30.6	37.3
25	0.6	5.8	12.9	27.4	—

測定温度20℃

砂糖濃度 %	全 卵 濃 度				
	10%	15%	20%	25%	30%
10	9.0	27.4	36.8	56.8	95.2
15	7.6	23.7	30.5	45.6	62.3
20	6.7	14.8	29.2	42.7	46.3
25	2.8	10.0	28.8	39.9	—

全卵10%のものは加熱時間30分以上を要し、30%では11分程度で凝固するが、これまでの報告どおり卵の濃度が増すにつれ凝固温度は降下し硬度が高くなる。砂糖の濃度の影響については一般にゲルの硬度を低くすることが知られているが、本実験では全卵濃度が低い場合と、高い場合に顕著にその効果がみられた。

いずれの配合においても冷却によってゲルは安定化し、全卵15%、砂糖15~20%のもの20℃冷却試料は、全卵20%の70℃のものと同程度の硬度を示した。すなわち20℃に冷却したブディングは70℃の場合の、卵濃度が5%高いものに近いゲル安定性を示すといえる。

Lowe<sup>3)</sup>は卵15%、砂糖約8%のものをよいカスカードとしており、山脇<sup>7)</sup>らは全卵20%、砂糖15%のものが味覚テストの結果良好であったと報告しているが、キャラメルソースを用いる場合は15%以下の砂糖濃度が適する。

試料温度を70℃とした場合、全卵20%以上のものが型から出しやすいが、20℃に冷やした場合はむしろ全卵15%のものが良好であった。全卵10%のものは型から出すことは無理で、カップのまま冷却して供卓する場合はなめらかでよいが、表3に示すように色がうすく嗜好性が低い。

表2 試料の配合割合による分離液量の比較 測定温度70℃ (cc)

砂糖濃度 %	全 卵 濃 度														
	10%			15%			20%			25%			30%		
	経過時間			経過時間			経過時間			経過時間			経過時間		
	10分	20分	30分	10分	20分	30分	10分	20分	30分	10分	20分	30分	10分	20分	30分
10	1.2	1.6	3.5	0.8	2.0	2.9	0.9	2.0	3.0	0	0.5	1.1	0	0.3	0.7
15	1.4	2.1	3.6	0.7	1.9	2.7	0	1.0	1.7	0	0.4	0.8	0	0	0.3
20	0.6	1.7	2.6	0.5	1.6	2.3	0	0.7	1.3	0	0.2	0.8	0	0	0
25	0	0.4	0.7	0.2	0.8	1.3	0	0.2	0.8	0	0	0	—	—	—

測定温度20℃ (cc)

砂糖濃度 %	全 卵 濃 度														
	10%			15%			20%			25%			30%		
	経過時間			経過時間			経過時間			経過時間			経過時間		
	10分	20分	30分	10分	20分	30分	10分	20分	30分	10分	20分	30分	10分	20分	30分
10	0.9	2.0	3.0	0.5	1.6	2.7	0.2	1.4	2.3	0	0.3	1.0	0	0	0.3
15	1.0	1.8	2.8	0.8	1.5	2.1	0.4	1.0	1.8	0	0.2	0.7	0	0	0.3
20	0.5	1.6	2.6	0.3	0.6	1.8	0	0.2	0.8	0	0.1	0.5	0	0	0
25	0	0.4	0.7	0	0.4	1.0	0	0	0.6	0	0	0	—	—	—

表2は試料配合の差による分離液量を示したが、全卵濃度の高い安定ゲルほど分離液量が少なく、また砂糖含量の高いほどゲルが安定しているため分離液が少ない。

試料温度を20℃にしたものは、70℃のものに比べやや減少しているが、硬度の変化ほど明か

な差はみられず、プディングの場合は離漿についてはとくに問題にする必要はないといえる。

試料配合による色差を表3に示したが、卵の濃度10~20%では明度L値はあまり差がない。30%卵では砂糖25%のものは牛乳が45%で低いいため他に比べL値が低く、bL値が最も高い。

表3 試料配合割合と色差

反 射 光	10%卵		20%卵		30%卵	
	砂	糖	砂	糖	砂	糖
	15%	25%	15%	25%	15%	25%
L	81.6	82.3	82.9	80.1	82.4	78.3
aL	- 4.9	- 4.7	- 4.3	- 4.8	- 4.4	- 4.6
bL	+13.5	+14.1	+18.0	+19.0	+19.6	+21.4

卵20%に比べ10%の bL 値の減少が大きく、視覚的にもいちじるしく黄色がなくなりプディングとしては10%以上の全卵濃度が、硬度および色の点から好ましいといえる。

表4 卵の鮮度による影響

貯蔵日数	硬 度		pH	
	室温貯蔵	冷蔵庫貯蔵	室温貯蔵	冷蔵庫貯蔵
1	19.1	18.4	7.27	7.27
10	12.5	17.4	7.69	7.37
15	10.3	16.5	7.76	7.40
20	10.4	14.4	8.05	7.44
25	10.1	13.4	8.02	7.40

室温貯蔵：26°C~31°C      冷蔵庫貯蔵：5°C~10°C

卵白の熱凝固性は卵の品質によって変化するが<sup>1) 3)</sup>、表4は卵の鮮度による差を示したものである。Lowe<sup>3)</sup>はソフトカスタードの粘性が、貯蔵卵では低下することを報告しているが、室温貯蔵卵では表4のごとく1日卵と10日卵でいちじるしい差がみられ、極めてなめらかなゲルとなり、表示しなかったが分離液量も1日卵の1/2~1/3量に減少した。

27°Cに卵を放置すると3日で卵黄係数が0.3に低下するが、25日卵を用いても全卵の pH は表4のごとく、卵白の pH の変化のため上昇はするが、カスタードの pH は他の配合試料の影響で新鮮卵とほとんど変わらない。

プディングの外観は、貯蔵卵を用いるとすだちがなくなめらかであるが、新鮮卵でのゲルのなめらかさとは舌ざわりを異にする。

表5はプディングの加熱時間について比較したもので、20%卵では20分でのよい性状を示し、30分加熱はやや過熱で硬度を増す。30%卵では15分加熱もややすだちがみられ、加熱時間が長くなるほどいちじるしく硬く外観も悪い。30%卵はプディングの型から出しやすいが、家庭での加熱条件として加熱温度の多少の上下巾をみた場合、20%卵のプディングが扱いやすいといえる。

表5 加熱時間の影響

加熱時間	20%卵			30%卵		
	硬 度	分 離 液 cc		硬 度	分 離 液 cc	
		20分	30分		20分	30分
15分	凝固せず	—	—	37.7 <sup>a</sup>	0	0
20	18.7 <sup>a*</sup>	0.1	0.7	43.8 <sup>b</sup>	0.1	0.4
30	21.4 <sup>b</sup>	0.2	0.8	53.4 <sup>c</sup>	0.2	0.7

\* a, b, c は有意差 (P<0.5%) を示す

表6 卵の鮮度と試料混合時間の影響

混合時間	1日卵 <sup>1)</sup>			25日卵 <sup>2)</sup>		
	硬 度	分 離 液 cc		硬 度	分 離 液 cc	
		20分	30分		20分	30分
0.5分	16.6 <sup>a*</sup>	0.4	0.9	11.1 <sup>a</sup>	0	0.4
1	15.4 <sup>a,b</sup>	0.7	1.3	9.2 <sup>b</sup>	0	0.3
2	15.3 <sup>a,b</sup>	0.5	0.9	8.4 <sup>c</sup>	0	0.1
3	14.5 <sup>b</sup>	0.6	1.1	8.3 <sup>c</sup>	0	0.1

1) 夏季室温で1日放置 2) 夏季室温で25日放置

\* 同記号は有意差 (P<5%) のないことを示す。ただし25日卵の a と c は P<1% で有意差あり。

表6に試料の混合時間の差による性状を示した。1日卵の場合は0.5分攪拌と3分攪拌の間に5%レベルで硬さに有意差がみられるが、分離液量は同程度で、25日卵は0.5分と1分攪拌が1%レベルで差があった。先にも卵の品質がプディングの性状に関係することは述べたが、1日卵に比べ品質低下した卵は凝固性が攪拌操作によって影響されやすい。

中里ら<sup>4)</sup>は1/2卵、1/3卵液ではミキサー処理でゲルの硬度が低下し食塩はこの硬度低下をおさえると報告しているが、本実験は牛乳中の塩の効果がみられず、材料間の相互作用のためか、NaとCaの差によるのかその原因は検討を要する。

表7 牛乳の温度差による硬度と分離液量の比較

牛乳温度	20%卵			30%卵		
	硬 度	分 離 液 量 cc		硬 度	分 離 液 量 cc	
		20分	30分		20分	30分
10°C	18.4 <sup>a*</sup>	0.7	1.3	26.8 <sup>c</sup>	0.3	0.5
70°C	24.0 <sup>b</sup>	0.8	1.2	38.9 <sup>d</sup>	0	0

\* a と b は P<0.5%, c と d は P<5% でそれぞれ有意差あり。

表8 ミルクの種類による影響

	ミルクの種類		
	エバ ミルク	スキム ミルク	牛乳
硬 度	21.7 <sup>a*</sup>	20.5 <sup>a</sup>	18.4 <sup>b</sup>
分離液量(cc)	1.5	0.5	1.3

\* a と b は P &lt; 5% で有意差あり

表9 食塩添加の影響

	食塩添加量%		
	0	0.1	0.3
硬 度	18.4 <sup>a*</sup>	25.3 <sup>b</sup>	26.6 <sup>b</sup>
分離液量(cc)	1.3	0.3	1.1

\* a と b は P &lt; 0.5% で有意差あり

混合試料中の牛乳温度を10°Cにした場合と70°Cの牛乳を少しずつ加えて攪拌したものの結果を表7に示した。

20%卵も30%卵もともに70°Cの場合が硬さを増す。70°Cの牛乳を他の材料に混合すると60°Cの予備加熱以上に試料温度は上昇しないが、徐々に予備加熱する場合に比べ、急激に60°C近くに上昇させる結果となることと牛乳タン白質の変化が影響していると考えられる。

また市乳のかわりにエバミルク、スキムミルクを用いた結果を表8に示したが牛乳とエバミルクの間に差がみられた。これは製造工程中のカゼインの変化が原因と思われるが、またエバミルクを用いるとミルク臭の強いプディングができる。

表9は食塩添加した場合の性状であるが、0.3%添加と0.1%は差がないが、無添加に比べて硬度が高く、すだちやすくなる。また0.3%、0.1%の添加は塩味が感じられない範囲であるが、プディングの甘味がやや強く感じられた。

## 要 約

プディングの性状について、材料の配合割合、卵の鮮度、試料の混合時間、牛乳の混合時の温度などについて検討し次のような結果を得た。

1. 試料の配合割合による差は、これまでに報告されているとおり卵の濃度が高いほど硬く、すだちやすい。また砂糖の濃度が高いほど硬度は低くなめらかであるが、卵20%、砂糖15%のプディングが味、色、扱いやすさの点で好ましく、冷やしプディングでは卵15%、砂糖20%が同じ理由で適当と思われる。
2. 新鮮卵を用いたプディングに比べ、鮮度の低下した卵を用いたものは、硬度が低くすだちが生じにくいので、過熱を防ぐ点からは扱いやすい。
3. 試料混合のための攪拌時間は、鮮度の低下した卵を用いる場合は短かい方がよく、混ぜすぎは一層硬度を低くする。
4. 牛乳を70°C加熱して混合すると低温で混合して60°Cに予備加熱したものより硬度が高くなりやすい。また食塩を0.1~0.3%添加してもプディングの硬さを増し、すだちやすくなる。

## 参 考 文 献

- 1) 野並慶宣：鶏卵の化学と利用法 (1960) 地球出版
- 2) 佐藤 泰：日畜会報 38, 405 (1967)
- 3) B. Low : Experimental Cookery, 338 (1955)
- 4) 中里, 松元：家政誌 18, 10 (1967)
- 5) 山崎, 手塚：家政誌 17, 153 (1966)
- 6) 山脇美子：お茶ノ水女大附高校紀要 7, 76 (1961)
- 7) 山脇, 松元：家政誌 14, 155 (1963)