

論 文

保温鍋を用いた希釈卵液のゲル化について(第1報)

— 茶碗蒸しの場合 —

Gelation of diluted eggs in a heat insulation pot

和田 治子・人見 哲子

緒 言

内鍋を用いて短時間加熱した食品を、内鍋に入れたまま真空二重構造の外鍋に入れ、一定時間保温して調理する調理器具が断熱調理鍋とか保温調理鍋等と称して市販されている。

筆者は、この鍋は保温効果が大きく、加熱軟化に時間がかかる豆の加熱に利用することにより、沸騰継続時間を短くすることが可能であることを報告した¹⁾。

希釈卵液を加熱して凝固させる茶碗蒸し、卵豆腐、プディング等は、蒸し器内の温度を85~90℃に保って加熱するのが良いとされ²⁾、温度管理が難しい調理法であり、時に“すだち”の現象がみられる。

前述の保温鍋は、料理を火から下ろして、保温した状態で調理することから、加熱しすぎることがないため、茶碗蒸しやプディングの調理に適する器具であると考えられる。

今回は茶碗蒸しをとりあげ、保温鍋として真空断熱調理鍋を用いて調理する条件を検討した。

実験方法

1. 試料卵液

卵は市販Mサイズの鶏卵を使用した。煮出し汁は、市販風味調味料0.4%液(塩分濃度0.06%)に、食塩0.8%を加えたものとした。

卵にその重量の3倍量の煮だし汁を加えて軽く攪拌し、網(目開き1.5mm)を通したものを試料卵液(以

下卵液と記す。)とした。

茶碗に入れる卵液量は150gとし、茶碗に入れた深さは4.2cmであった。また、実験は具なし茶碗蒸しを基本とした。

2. 実験方法

調理器具 保温鍋として日本酸素株式会社製真空断熱調理鍋(シャトルシェフ)PKA-3000を使用した。

比較対照としては一般的に茶碗蒸しの調理に用いられる蒸し器を使用した。今回使用した蒸し器はアルミ製二段式蒸し器で、大きさは、内径27.2cm、上鍋の深さ12.5cm、下鍋の深さ11.3cm、容量6.4ℓである。

蒸し器の蒸し水は1,000ml(水深1.8cm)とした。

蒸し茶碗は以下のとおりである。

上部 外径 8.1cm 内径 7.6cm

内部深さ 6.6cm

内容量 250ml

糸底 外径 4.9cm 内径 4.1cm 高さ 0.6cm

重量 150g

熱源 保温鍋での加熱には電磁調理器(東芝製MR101,消費電力1.2KW)を使用し、蒸し器での加熱には、都市ガスを使用した。

加熱方法 保温鍋による方法は、真空断熱調理鍋の内鍋(ステンレス製、直径18cm、内容量3.0ℓ、以下内鍋と記す。)に水を入れ(以下これを蒸し煮水とする。)沸騰させる。この蒸し煮水は、茶碗を入れた状態で器の高さの約半分を基準とし、茶碗1個の場合は

1,000ml, 茶碗3個の場合は750mlとした。これは蒸し煮水の量がそれ以上になると、加熱中に蒸し煮水が茶碗に入る場合があるからである。茶碗1個の場合は蒸し煮水を半量の500mlとしたものについても実験した。

蒸し煮水が沸騰した後茶碗を入れ、内鍋の蓋をして一定時間加熱した。加熱終了後直ちに内鍋に入れたまま真空断熱調理鍋の外鍋（以下外鍋と記す。）に移し、所定の時間保温した。

蒸し器による方法では、蒸し水を1,000mlとし、蒸し器内の温度が90℃になったら茶碗3個を入れ、再び90℃になってから90±2℃で12分間加熱した。

温度測定 熱電対温度計（安立計器データコレクタAM7002）を用い、センサは直径0.5mmのシース形とした。

卵液の温度測定については、卵液の表面から2cm下の中央部の温度を測定した。

保温鍋の蒸し煮水についても水深の中央部にセンサの先端がいくようにセットして測定した。

対照とした蒸し器では、蒸し板上2cmで鍋の中央部の温度を測定し、蒸し器内温度とした。

いずれも測定間隔は10秒毎とした。

ゲルの硬さの測定 卵液ゲルの温度が常温になってから、株式会社山電製クリープメータRE3305を用いて、器に入れたまま測定した。測定条件は下記のとおりとした。

ロードセル：2kg

測定スピード：0.5mm/秒

プランジャー：直径0.8cm円筒状

クリアランス：試料の高さの75%

分離液の測定 蒸し上がった試料が常温になってから、十文字にナイフを入れ、ゲルの全量を漏斗に移し、滴下する液量を5分毎に20分まで測定し、もとの重量に対する割合で示した。

3. 官能検査

テストパネルは本学食食物学科教員、3,4年学生24名

とし、二点嗜好試験法により行った。

結果と考察

1. 保温鍋を使用した場合の卵液凝固条件の検討

加熱時間を0, 1, 2分とし、保温時間を6, 8, 10, 12分として卵液の凝固状態を観察した結果を表1に示した。

茶碗1個の場合、器の高さの約半分となる蒸し煮水量1,000mlでは、加熱0分で10分保温、または加熱1分、8分保温で卵液は凝固した。蒸し煮水量を半量の500mlとした場合は、加熱0分では凝固しなかった。鍋に茶碗を入れることで、蒸し煮水の温度が下がり、また鍋中の水量が少ないと保温効果が悪くなり、卵液の温度を凝固温度まで上げることができなかった。しかし、1分加熱してから保温したものは、室温30℃は8分、室温20℃では10分保温で凝固した。

表1 保温鍋による卵液（具なし）の凝固状態

器の数 (個)	蒸し煮 水 量 (ml)	加熱時間 (分)	30℃保温 (分)				20℃保温 (分)			
			6	8	10	12	6	8	10	12
1	1,000	0	×	×	○	○	×	×	○	○
		1	×	○	○	○	×	○	○	○
3	500	0	×	×	×	×	×	×	×	×
		1	×	○	○	○	×	×	○	○
3	750	1	×	×	×	×	×	×	×	×
		2	×	×	○	○	×	×	○	○

○：凝固 ×：凝固せず

茶碗3個の場合は、蒸し煮水を器の高さの約半分とすると750mlとなり、茶碗1個の場合より水量が少なくなることに加えて、3個入ること蒸し煮水の温度の下がり方が大きく、1分加熱では凝固しなかった。2分加熱したものは、10分保温で凝固した。

室温の差による凝固状態は、蒸し煮水が少ない500mlの場合には熱容量が小さいのでやや影響がみられるが、保温時間を長くすることで凝固させることが可能であった。

希釈卵液を凝固させるには、良い製品が得られることと、調理操作が簡単であることはもちろんであるが、

調理に要する時間は短い方がよいと考えられる。そこで凝固したもので最初に凝固した製品が得られた点を加熱終了点とし、この時の試料を物性の測定や官能検査に供する試料とした。即ち、茶碗1個の場合、蒸し煮水量1,000mlでは、加熱0分で10分保温したもの、加熱1分、8分保温したもの、蒸し煮水量500ml

の場合は、1分加熱してから8分保温（室温30℃）したものである。

茶碗3個の場合は、蒸し煮水750ml、2分加熱した後10分保温したものである。

凝固したものは、外観、凝固状態とも好ましいものであった。ただ、加熱時間が長いものでは、出来上が

りの表面に筋がはいったものがあった。これは加熱中に表面が凝固し始め、これを外鍋に移す時激しく動かすと表面に亀裂が出来るためと考えられる。

保温時間を長くしても、時間が経つと鍋内温度が降下するために“すだち”の現象がみられたものはなかった。

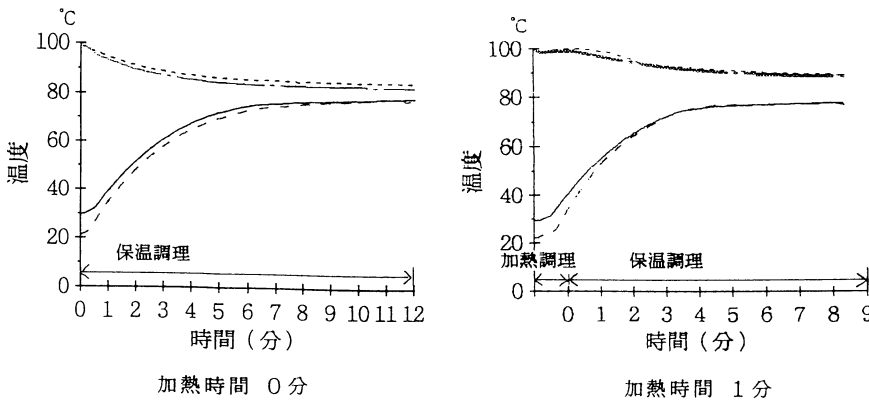


図1-1 保温鍋による卵液及び蒸し煮水温度の経時的変化
茶碗1個 蒸し煮水1,000mlの場合

—— 室温30℃時の卵液
 - - - 室温30℃時の蒸し煮水
 - · - 室温20℃時の卵液
 · · · 室温20℃時の蒸し煮水

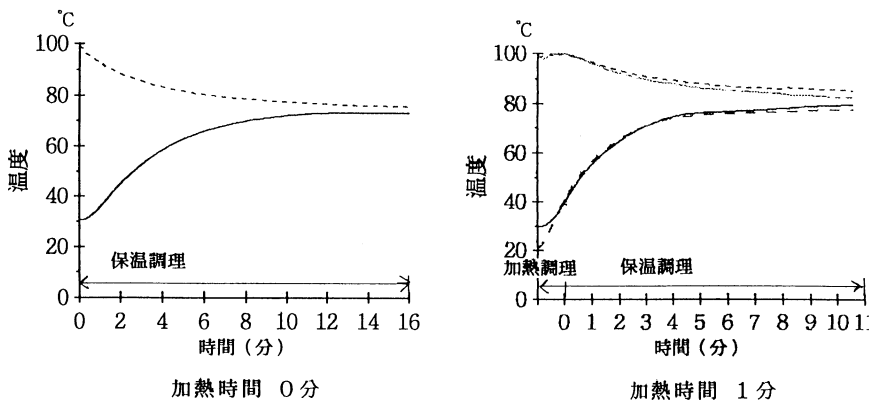


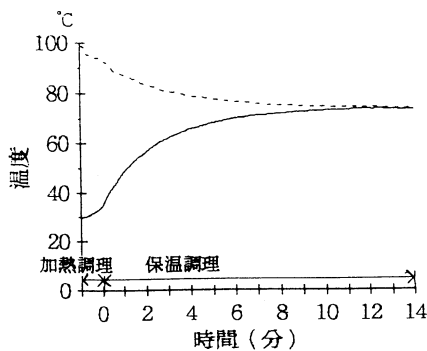
図1-2 保温鍋による卵液及び蒸し煮水温度の経時的変化
茶碗1個 蒸し煮水500mlの場合

—— 室温30℃時の卵液
 - - - 室温30℃時の蒸し煮水
 - · - 室温20℃時の卵液
 · · · 室温20℃時の蒸し煮水

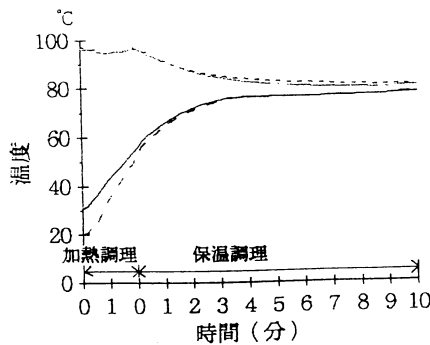
2. 卵液の温度の経時的変化

保温鍋による卵液及び蒸し煮水の経時的温度変化を図1-1から図1-3に、蒸し器による卵液と蒸し器内の温度変化を図2に示した。

加熱終了点の温度は、茶碗1個蒸し煮水1,000mlの場合、加熱0分、10分保温で、室温30℃の場合77.6℃、20℃では77.5℃、1分加熱、8分保温の場合は、室温30℃で78.2℃、20℃で78.0℃であった。蒸し煮水500mlでは、室温30℃の場合は、1分加



加熱時間 1分



加熱時間 2分

図1-3 保温鍋による卵液及び蒸し煮水温度の経時的変化
茶碗3個 蒸し煮水750mlの場合

- 室温30℃時の卵液
- 室温30℃時の蒸し煮水
- - - 室温20℃時の卵液
- 室温20℃時の蒸し煮水

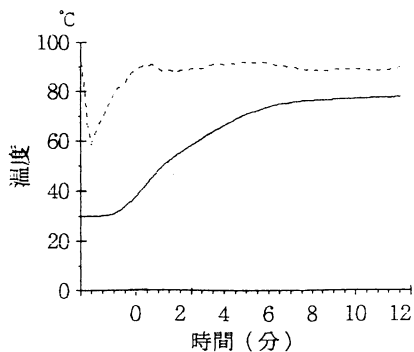


図2 蒸し器による卵液及び蒸し器内温度の経時的変化

- 卵液
- 蒸し器内温度

熱、8分保温の78.1℃、20℃では1分加熱、10分保温の77.5℃であった。また、茶碗3個の場合、2分加熱、10分保温は、室温30℃、20℃のいずれも77.7℃であった。すなわち、凝固した卵液の加熱終了温度は、77.5℃から78.2℃の間であった。

一方、凝固しなかった茶碗1個、蒸し煮水500ml、加熱0分のもは、保温12分10秒で73.4℃となり、その後は卵液の温度は保温時間16分まで変化はみられなかった。保温12分10秒時の蒸し煮水の温度は、76.8℃であり、その後も徐々に低下した。

茶碗3個、蒸し煮水750ml、加熱1分では、保温11分10秒で最高温度73.0℃を示し、その後は少しずつ低下した。この時の蒸し煮水の温度は、73.9℃であった。

山脇らは²⁾茶碗蒸しの加熱の終点は中央部の温度が78℃になった時であり、それより低温では凝固しないとしている。また、加熱終了時内部温度78、80℃のもの性状は極めて良好であるとしている。

また、卵液の凝固温度は加熱速度、調味料等の影響を受けるとされる³⁾。山脇らの報告²⁾と本実験の卵液の調製方法は少し異なっているが、加熱終了時の卵液ゲルの温度はほぼ一致していた。

蒸し器によるものでは、加熱終了時に卵液ゲルの温度は、77.7℃(室温30℃)であり、保温鍋による方法の加熱終了時のゲル温度とほぼ一致していた。

加熱速度については、加熱開始から凝固までの温度上昇速度を均一と仮定して求めてみると、保温鍋では3.9℃/分から6.2℃/分であった。また蒸し器によるものは、3.4℃/分であった。加熱速度が大きくなると凝固温度は高くなるとされる³⁾。しかし、本実験では加熱速度と加熱終了時の温度との間に相関を見いだすことはできなかった。これは加熱終了時の温度差は0.7℃と小さく、また卵液の温度は必ずしも直線的に上昇しているものではないことや、調理法の違いの影響があると考えられる。

室温の差では、卵液については、保温後2~3分で20℃と30℃の差はなくなる。蒸し煮水については、室温の低い方がやや低い傾向を示した。

3. ゲルの硬さ

クリープメーターで測定した破断応力、もろさ応力を表2に示した。ゲルの硬さの測定に供した試料は、前述のように保温鍋によるものは各調理法で最短時間で凝固したものとし、蒸し器によるものと比較して有意差を検定した。破断応力については、904から1043N/m²で、いずれも蒸し器によるものと有意差は認められなかった。

もろさの応力についても蒸し器によるものとの間に有意差は認められず、保温鍋による茶碗蒸しと蒸し器による茶碗蒸しとの物性の相違はないものと考えられる。

4. 分離液の測定

茶碗蒸しは、表面及び内面に“すだち”がなく、くずした時、分離液量なるべく少なく、口に入れた時舌になめらかに溶けこむ感じのあるものがよい²⁾とされる。

そこで、分離液量を測定し、ゲルの重量に対する割

表2 卵液ゲルの硬さ

	保温鍋				蒸し器
	1	1	1	3	3
器の数	1	1	1	3	3
蒸し煮水量 (ml)	1,000	1,000	500	750	
加熱時間 (分)	0	1	1	2	12
保温時間 (分)	10	8	8	10	
破断応力 (N/m ²)	904±183	1043±106	950±98	957±153	904±322
もろさ応力 (N/m ²)	70±47	58±47	117±68	70±35	78±29

測定時室温 30℃

表3 分離液の割合

(%)

調理器具	器の数 (個)	蒸し煮 水量 (ml)	加熱時間 (分)	保温時間 (分)	放置時間 (分)			
					5	10	15	20
保温鍋	1	1,000	0	10	8.4±0.6	12.7±1.8	14.9±1.5	17.4±2.1
		1,000	1	8	8.2±0.6	11.9±1.0	14.6±1.5	16.8±1.6
		500	1	8	8.1±0.9	11.7±1.4	14.3±1.7	16.7±2.1
蒸し器	3	750	2	10	7.4±1.0	10.9±1.3	13.5±1.7	15.4±1.4
			12		7.7±0.3	11.5±0.4	14.5±0.8	16.8±1.0

測定時室温 30℃

合を求め、結果を表3に示した。いずれの試料間にも有意差は認められなかった。

希釈卵液ゲルの分離液量については山脇²⁾や横田⁴⁾の報告がある。山脇は、試料を漏斗に移す時茶せん型泡たて器で押して試料を切っている。本実験は4等分にナイフを入れているだけなのでその差の影響があると思われるが本実験の分離液量は山脇の報告によって極めて好ましいとされるゲルの分離液量より少なかった。

蒸し器によるものの硬さとの間に有意差がないことと合わせて、分離液量の点からも保温鍋で作製した卵液ゲルは好ましいものであると考えられる。

5. 具を入れた場合の検討

基本的実験は“具”なし茶碗蒸しとしたが、実際の調理にあたっては“具”を入れる。そこで、具として、鶏ささ身のそぎ切り15g、ゆでたゆり根10g、かまぼこ5mm厚さのもの2枚(13g)、生しいたけ小1枚(8g)を入れ、卵液を120gとしたものについて真空断熱調理鍋を用いて調理を行った。その結果、室温30℃では基本的具なし実験の場合と比較してほとんど差はなく、具の加熱状態も良好なものが得られた。しかし、室温20℃では、基本的具なし実験で凝固した茶碗1個、蒸し煮水1000mlで、加熱時間0分、保温時間10分のもとの、加熱時間1分、

保温時間8分のもは中心部の卵液が十分に凝固せず、保温時間をそれぞれ、14分、10分とすることで凝固した。また、茶碗1個、蒸し煮水500mlのもは、具なしでは加熱時間1分、保温時間10分で凝固したが、具入りでは保温時間を14分にする必要があった。具が入ることにより、具の加熱に熱を奪われるため、室温が低くなれば保温時間を長くする必要があると考えられる。

6. 官能検査

保温鍋によるものは、茶碗3個、蒸し煮水750mlで2分加熱、10分保温したものを試料とし、蒸し器によるものとを、試料の温度50~65℃で官能検査を行った。結果は表3に示すようにいずれの項目においても有意差はみとめられなかった。

表4 官能検査

項目	好ましいと判定した人数		判定
	試料A	試料B	
外観	9	15	n. s.
硬さ	10	14	n. s.
なめらかさ	12	12	n. s.
味	13	11	n. s.
総合評価	12	12	n. s.

検査法：二点嗜好試験法 パネル数：24
 試料A：保温鍋によるもの
 試料B：蒸し器によるもの

以上の結果から、保温鍋を使用した茶碗蒸し作製は、短時間の加熱で出来、火加減に注意することもなく、また、“すだち”が起こることはなく、好ましい外観、口ざわりのものが得られるとってよい。蒸し煮水は多い方が熱容量が大きくなるので、室温の影響をうけにくくなる。しかし、器の高さの1/2以上では加熱中に器に水が入ることもあるので、1/2にとどめ、茶碗1個では1分、茶碗3個では2分間加熱した後保温すればよいといえる。

今回は室温30℃と20℃で実験を行った。極端に室温が低い場合は検討していないが加熱時間を少し延長することで可能と予測される。

要 約

保温鍋として真空断熱調理鍋を使用し、茶碗蒸しを作製する方法を検討するために、蒸し器による場合と比較検討した。結果を要約すると下記ようになる。

1. 基本的卵液の凝固実験では、茶碗1個の場合、蒸し煮水1000mlでは0分加熱10分保温、または1分加熱8分保温、蒸し煮水500mlでは1分加熱、8~10分保温で凝固した。茶碗3個の場合は、蒸し煮水750ml、2分加熱、10分保温で凝固した。
2. 具が入ったものは、保温時間を長くする必要があった。
3. 製品は物性の測定、官能検査とも保温鍋を使用したものと蒸し器を使用したもの間に差はなく、外観、口ざわりとも好ましいものが得られた。

文 献

- 1) 和田治子：美作女子大学紀要，25，64（1992）
- 2) 山脇美美子，松元文子：家政誌，15，248（1964）
- 3) 長谷川千鶴，梶田武俊，橋本慶子：調理学，朝倉書店，東京，p86（1989）
- 4) 横田貞子：美作女子大学紀要，15，48（1982）

（1995年12月1日 受理）