

真空断熱調理鍋による調理について

— 煮豆の場合 —

和田 治子

1. 緒言

真空断熱調理鍋と称して、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て一定時間保温調理する調理器具¹⁾が市販されている。

豆類は加熱軟化に時間がかかる食品である。そこでこの真空断熱調理鍋を利用することができないかと考えて以下の実験を行った。

2. 実験方法

1) 試料

平成2年、北海道産、市販うずら豆（以下豆と記す）を使用した。

2) 実験方法

i) 調理器具

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。

ii) 熱源

東芝製電磁調理器MR101, 消費電力1.2kwを使用した。

iii) 加熱方法

豆200gに水800mlを加え、5℃で16時間浸漬した。真空断熱調理鍋の内鍋（ステンレス製、φ18cm, 内容量3.0ℓ, 以下内鍋と記す）に予備浸漬した豆と水を入れ次のように加熱した。なお実験時の室温は、19.5~24.5℃の範囲内であった。

a) 一般的調理方法

電磁調理器にかけ、沸騰までは電磁調理器の目

盛りを「強」に合わせて加熱、沸騰後は沸騰を続ける程度に電磁調理器の目盛りを調節して加熱した。沸騰までの時間は約5分であった。沸騰始めてからの加熱時間を沸騰継続時間と表した。加熱終了後、直ちに豆と煮汁を分け、実験に供した。

b) 真空断熱調理鍋による方法

一般的調理方法による場合と同様にして所定の時間加熱、直ちに真空断熱調理鍋の外鍋（以下外鍋と記す）に入れ、所定の時間保温した。保温時間終了後は、一般的調理方法の場合と同様に豆と煮汁を分けて実験に供した。

iv) 真空断熱調理鍋の保温効果の測定

内鍋に、水1.0ℓ, 2.0ℓを入れて加熱、沸騰後直ちに外鍋に入れて保温し、所定の時間経過後の湯の温度を測定した。

v) 豆の大きさの測定

無作為に抽出した豆20粒の重量を測定し、長径、短径、厚さをノギスを用いて一粒ずつ測定した。

vi) 豆の硬さの測定

a) クリープメーターによる測定

加熱豆から無作為に20粒を抽出し、種皮を除き、子葉で2つに分け、株式会社山電製クリープメーターRE-3305を用いて破断荷重、破断歪を測定した。測定条件は次のとおりとした。破断歪は、

測定開始点から破断点までの距離

試料の高さ

である。

ロードセル：2 kg（ただし、予備浸漬のみの豆および沸騰継続時間 0 分の豆の測定には、25kgのロードセルを使用した。）

測定スピード：0.5mm/秒

プランジャー：φ 0.3cm円筒型

クリアランス：試料の高さの $\frac{2}{3}$

b) Kiya式硬度計による測定

加熱豆から無作為に20粒抽出し、5 kgの Kiya式硬度計を用い、試料の圧縮に要した重量を示した。

vii) 官能検査

テストパネルは、本学学生（18～22才女子）35名とし、豆の硬さを5段階の評点法により評価した。

3. 結果と考察

1) 真空断熱調理鍋の保温効果

内鍋の容量は3.0 lであるが、3.0 lの水を入れると鍋いっぱいになり実際の調理では使い難い。そこで 1.0 l、2.0 lの水を入れた場合の保温時間の経過に伴う湯の温度変化を室温20℃で測定し、結果を図1に示した。

湯量の多い方が湯温の低下が少なく、2.0 lの場合は1時間後で91.7℃、2時間後で85.6℃、

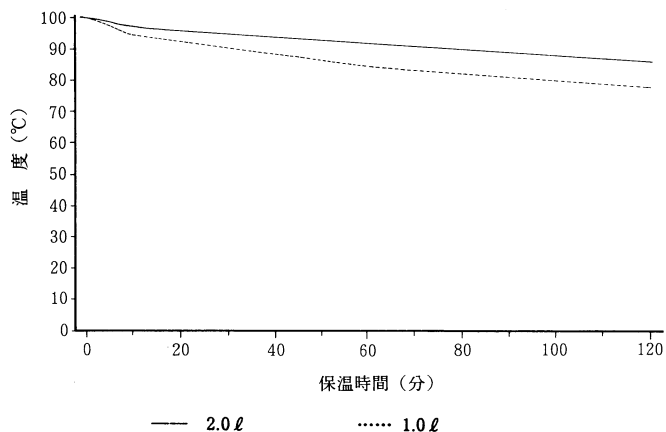
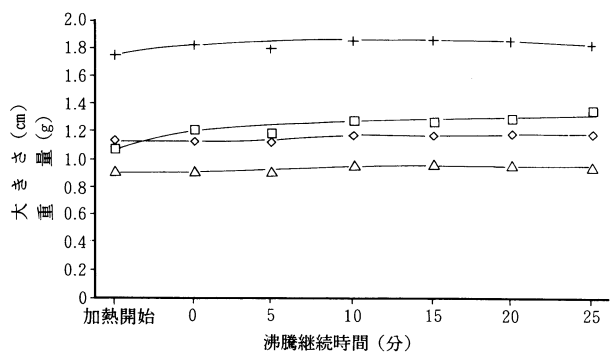
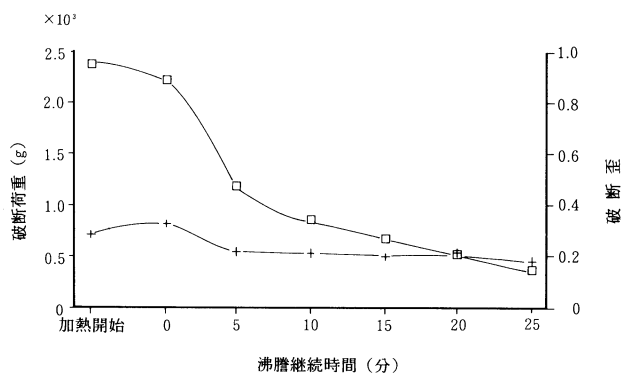


図1. 真空断熱調理鍋で保温中の湯の温度変化



—□— 重量 —+— 長径 —◇— 短径 —△— 厚さ

図2. 一般的調理法による加熱豆の重量、大きさ



—□— 破断荷重 —+— 破断歪

図3. 一般的調理法による加熱豆の破断荷重、破断歪

1.0 lでは1時間後84.2℃、2時間後77.7℃を保っていた。このことから保温中に豆の軟化、でんぷんの糊化が十分行われることが予測される。

2) 一般的調理方法による豆の変化

内鍋を用いて一般的調理法で加熱した豆の重量、大きさの変化を図2、破断荷重、破断歪を図3に示した。加熱の終点は、予備実験として官能検査を行った結果により、沸騰加熱25分後とした。

なお乾物時の豆の重量は、 0.63 ± 0.09 g ($M \pm S D$), 大きさは、長径 $1.49 \pm$

0.11cm, 短径 0.91 ± 0.06 cm, 厚さ 0.77 ± 0.07 cmであった。

豆の重量は、沸騰までは増加し、沸騰後はわずかに増加していたが、沸騰継続10分以降は変化がみられなかった。加熱の初期に豆の吸水は完了していることを示している。

豆の大きさも重量と同様の傾向を示していた。

破断荷重は、加熱時間の経過に伴って小さくなり、豆が軟らかくなっていることが分かる。特に加熱初期の減少率が大きかった。沸騰継続時間25分の豆の破断荷重は、372.4gであった。

破断歪は、沸騰継続5分までは小さくなっていったが、その後は変化なく、0.2程度であった。

3) 真空断熱調理鍋による加熱中の豆の変化

内鍋を用いて0, 5, 10, 15分間沸騰継続加熱した豆を外鍋に入れて保温した。この鍋を利用して手間や燃料の節約をはかることを目的とするならば、沸騰継続時間はできるだけ短時間の方がよいと考えられる。そこで沸騰継続時間の設定は15分までとした。保温時間は予備実験として行った官能検査により、沸騰継続時間0および5分の場合は90分までとし、10, 15分の場合は40分までとした。

豆の重量, 長径, 短径, 厚さ, 煮汁の温度の変化を図4, 破断荷重の変化を図5, 破断歪の変化を表1に示した。

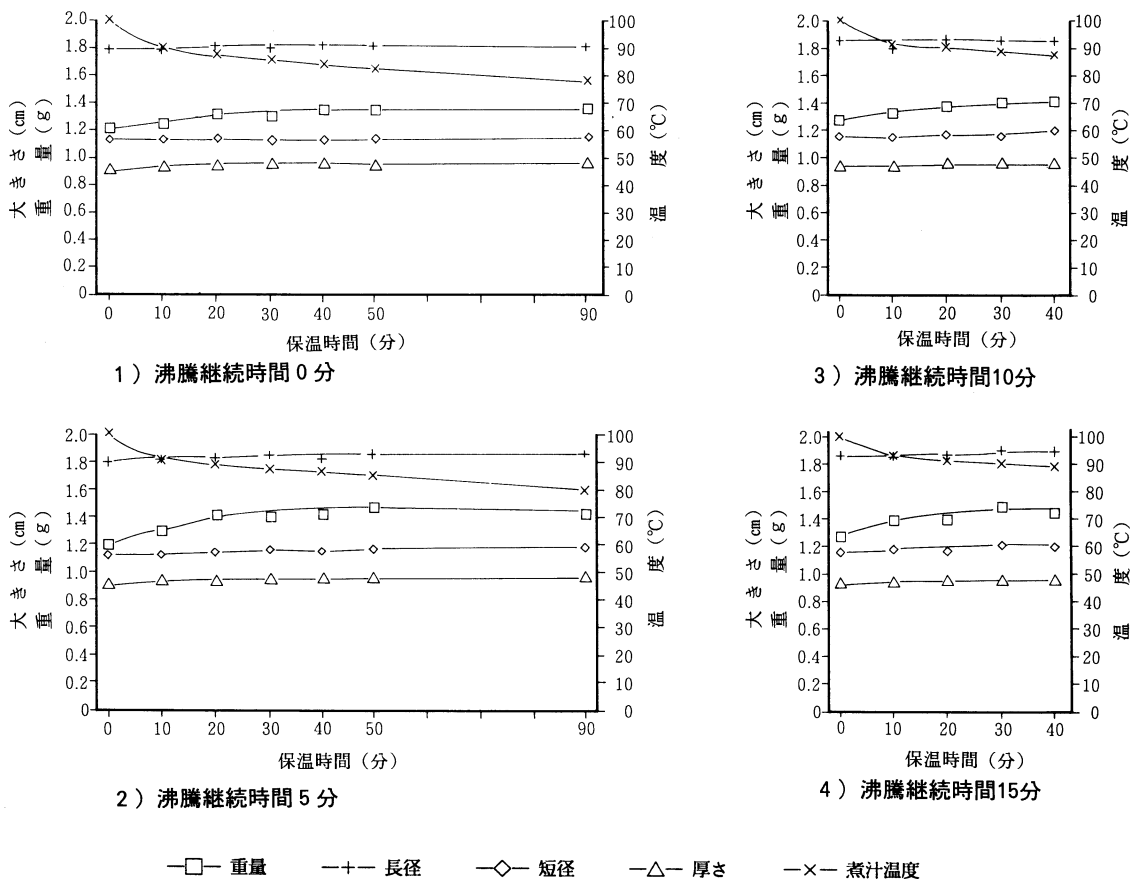


図4. 真空断熱調理鍋による加熱豆の重量, 大きさと煮汁の温度

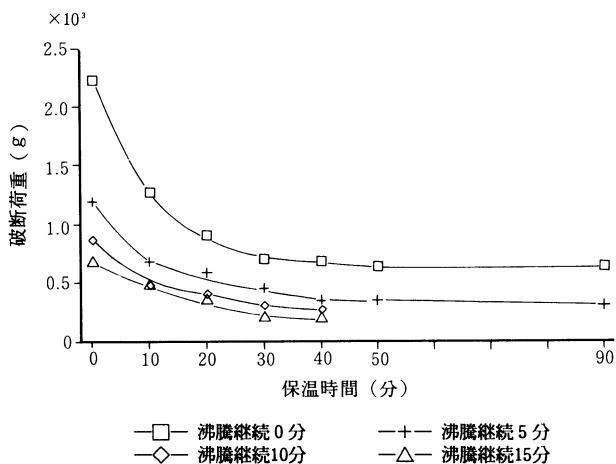


図5. 真空断熱調理鍋による加熱熟豆の破断荷重

表1. 真空断熱調理鍋による加熱豆の破断歪

沸騰継続時間 (分)	保 温 時 間 (分)						
	0	10	20	30	40	50	90
0	0.383	0.262	0.203	0.209	0.193	0.194	0.196
5	0.232	0.228	0.216	0.207	0.180	0.189	0.180
10	0.225	0.220	0.182	0.188	0.191		
15	0.232	0.206	0.232	0.193	0.202		

豆の重量は、保温時間の経過にもなってやや増加の傾向を示していたが、増加量は僅かであり、一般的調理方法による加熱の場合と同様に豆の吸水は加熱の初期にほぼ完了することがわかる。沸騰継続時間の差で比較してみると、沸騰継続時間0分の豆の重量は他の豆より若干小さくなっていた。

豆の大きさについては、長径、短径は沸騰継続時間、保温時間が長くなっても差はみられず、厚さは、沸騰継続時間の短い0分、5分のは保温中僅かに増加していた。

煮汁の温度降下については、外鍋に熱を奪われるため保温の初期に大きかった。また、沸騰継続時間の短い場合の方が大きかった。これは短時間の沸騰加熱では豆の温度が十分上昇していないので豆に熱をとられるためと考えられる。

破断荷重は、保温時間の経過に伴って小さくなり、豆が軟化していることを示している。特に保温の初期に破断荷重の減少率が大きかった。沸騰継続時間0分の場合、保温時間10分の豆の破断荷重は1272.2gで、予備浸漬のみの豆の破断荷重の54%、保温時間0分すなわち沸騰直後の豆の破断荷重の57%となっており、保温時間20分の豆の破断荷重は906.9gで沸騰継続時間0分、保温時間0分の豆の破断荷重の41%となっていた。しかし、沸騰継続時間0分のは、保温時間30分以降は破断荷重の大きな変化はみられなかった。これは、一般的調理法による場合でも加熱の初期の軟化が大きいことと同様の

結果を示していることと、保温加熱の場合は時間の経過に伴って鍋内の温度が低下することによって考えられる。沸騰継続時間0分、保温時間10分の豆の破断荷重は、沸騰継続時間5分、保温時間0分の豆の破断荷重1187.6gより84.6g大きい。

これは内鍋を外鍋に入れることにより外鍋に熱を奪われ鍋内の温度が低下することが原因と考えられる。

沸騰継続時間5分の場合も保温初期の豆の軟化が大きく、保温時間20分の豆の破断荷重は、保温時間0分の豆の破断荷重の約50%になっていた。保温時間40分以降は大きい変化をしていなかった。

沸騰継続時間10分、15分の場合も保温時間の経過に伴い破断荷重は減少しているが、その減少率は沸騰継続時間の短いものに比べて小さい。沸騰継続時間10分、15分では沸騰加熱中に豆の軟化が進んでいるためと考えられる。

破断歪についても、保温時間の経過に伴って小さくなっていた。特に沸騰継続時間0分の豆では保温開始後10分間に大きく低下していた。このことから保温中に豆が軟化していることが分かる。

表2. 加熱豆の官能検査

沸騰継続時間 (分)	保 温 時 間 (分)						有意差
	0	10	20	30	40	90	
0	1.86	1.56 *	1.24 *	0.63	0.56	0.44	**
5	1.77 **	0.97	0.52 **	0.52	0.18	0.17	**
10	1.52	1.00 **	0.29	0.10	-0.33		**
15	0.87	0.56 **	-0.45				**
20	0.33						
25	-0.13						

** 1%危険率で有意差あり

* 5%危険率で有意差あり

4) 官能検査

加熱豆が常温になってから豆の硬さについて官能検査を行った。評価は、「硬い」を+2点、「やや硬い」を+1点、「ちょうどよい」を0点、「やや軟らかすぎる」を-1点、「軟らかすぎる」を-2点とする五段階評価とし、得点の平均を求めた。結果は分散分析により有意差の検定を行い、また各試料間の有意差検定もあわせて行った。結果を表2に示した。

いずれの場合も沸騰継続時間、保温時間が長くなるにしたがって軟らかくなり、危険率1%で有意差が認められた。

一般的調理法による加熱では、加熱時間が長くなるにしたがって軟らかくなっているのは当然である。沸騰継続時間25分の豆の評価が-0.13であることから、沸騰継続時間25分までで好まれる硬さになるといえる。

真空断熱調理鍋による方法の場合、沸騰継続時間0分では90分間保温の豆でも評価0.44であって、ちょうどよい硬さにすることができなかった。

沸騰継続時間5分では、40分間保温で0.18となり、ほぼちょうどよい硬さの豆が得られるものと考えられる。

沸騰継続時間10分では、30分間保温でほぼちょ

うどよい硬さになるといえる。しかし、保温時間40分では軟らかくなり過ぎる。

前述のように、この鍋を使用することによって手間や燃料の節約を目的にするなら、沸騰継続時間は短い方がよい。そこで官能検査の結果から考えると、5分間沸騰させ40分間保温する方法がよいと考えられる。

今回の実験では豆に調味をしていない。渋川²⁾は大豆を試料として実験し、普通鍋で加熱した豆を調味液中で加熱調味すると豆が調味前より硬くなることを報告している。大豆とうずら豆では成分が異なるのでこの結果をそのままあてはめることは早計であるが、うずら豆でも予測ができる。沸騰継続時間0分、すなわち沸騰したらすぐ外鍋に入れて保温し90分間おく方法は評価0.44で少し硬く、また調味中に硬くなることを考慮すると適当な硬さの豆を得る方法とはいえないが、保温加熱後再び火にかけて好みの硬さにすることができ、しかもその加熱時間は短時間と予測されるので実用的方法と思われる。

官能検査の結果、ちょうどよいの評価0に近い値(0.18, 0.10, -0.13)の得られた豆の破断荷重をみると310~375gの範囲にあった。

寺崎、押田³⁾はKiya式硬度計を用いて測定し、

市販煮豆の硬さの測定値は0.42~1.34kgの範囲にあり、大豆がほぼ煮えたと思われる時点での硬さは、官能検査の結果0.95kg以下であることが望ましいとしている。そこで本実験でちょうどよい評価0にちかい値の得られた3種の豆についてKiya式硬度計で測定した結果を表3に示した。

表3. 加熱豆のKiya式硬度計による硬度

加熱条件		官能検査 評価	硬 度 (kg)
沸騰継続時間(分)	保温時間(分)		
5	40	0.18	1.00±0.31
10	30	0.10	0.88±0.28
25	0	-0.13	0.71±0.31

うずら豆についても寺崎、押田の報告とほぼ同様の結果を得た。

今回の実験を行った時の室温は、19.5~24.5℃であった。室温が低くなれば保温中の鍋内温度の低下が大きくなることが予測される。また、内容量が少ない場合も保温中の温度低下が大きくなることから、豆量の多少により豆の硬さに差が生じるといえる。

4) 豆の吸水や煮え方は豆の新旧によっても異なる。これらの要件を考慮すると、先に述べた真空断熱調理鍋での豆の加熱条件は絶対的のものとはいえないが、沸騰継続時間を短時間にして外鍋で保温することにより、豆を軟らかくすることは十分可能といえる。

真空断熱調理鍋を利用することで調理時間を短縮することはできないが、保温加熱中は他の作業をしたり、熱源を他の調理に利用したりすることが可能となり、調理作業の簡略化につながると思われる。

消費電力については今回は測定していないが沸騰継続時間を短縮できることから燃料費の節約は可能といえる。

4. 要 約

真空断熱調理鍋を利用してうずら豆を加熱する方法を検討するために一般的調理方法と比較して実験し、次のような結果を得た。

- 1) 一般的調理方法で加熱すると、25分間沸騰継続加熱でちょうどよい硬さの豆が得られた。
- 2) 真空断熱調理鍋を用いる方法で豆の軟化は可能であった。
- 3) 200gの豆に水800ml を加えて予備浸漬した豆では、沸騰継続時間5分、真空断熱調理鍋での保温時間40分でちょうどよい硬さの豆が得られた。

5. 文 献

- 1) 日本酸素株式会社：真空断熱調理鍋 シャトルシェフ取扱説明書&クッキングブック、日本酸素株式会社、P3 (1889)
- 2) 渋川祥子：家政誌、30、594 (1979)
- 3) 寺崎敬子、押田洋子：市邨学園短期大学自然科学研究会会誌、7、3 (1971)
- 4) 畑井朝子：家政誌、33、579 (1982)