

集団給食における加熱調理の研究

第2報 煮ものについて

(液体の対流を主な熱の移動形式とする調理について)

土 元 喜 美 子
高 橋 貴 美 子

I はじめに

加熱調理は熱の移動状態によって分類すると焼もの、蒸もの、煮もの、揚ものに分けることができるが、そのいずれの方法も加熱によって食品の成分や組織に、膨脹、収縮、凝固、変性、分解、溶解などの変化をあたえ、消化吸収しやすい形にして可食しやすくし、食品の味のおいしさを増すものである。

加熱調理のうち、最も古くから人類が利用した方法は文献¹⁾によれば焼く調理法であり、次いで蒸す方法がおこなわれたと考えられている。

煮ものはそのあとに行なわれるようになったもので、揚ものはもっとおそく植物油の搾出後に利用された調理法と考えられる。

煮ものは原実氏²⁾によれば、汁を多くして汁の味付に重点をおく汁ものと、汁を少なくして食品そのものの味付に重きをおく煮付、例えば煮染、含煮、炒め煮、照煮など到大別できるとあり、栄養食品事典³⁾には、水、煮出汁などで材料を煮て調味料を加えて味をつけたものを煮ものといい、水で煮て調味しない場合はゆでるといって説明している。

また料理書⁴⁾⁵⁾には、煮ものとは材料を水、煮出汁、調味料などと一緒に加熱し、その成分や組織を変化させ持味のうまさをいかす最も一般的な加熱調理であるとし、松元ら⁶⁾も煮もの

は加熱中に調味料を食品に吸収させることが特徴の一つであるとして煮ものを狭義に説明している。

先にものべたように私共は、加熱調理をその伝熱形式によって分類し、水または煮出汁の対流を主とする熱の移動による加熱調理をすべて煮ものとし、狭い意味での汁もの、ゆでものを含めた調理を煮ものとして考えたいと思う。

煮ものの調理目的は

- (1) 単に加熱による材料の変化を目的とする。
- (2) 水により材料から呈味成分を取り出す(だしとり)
- (3) 水により材料から不味成分を取り除く(あくぬき)

などが考えられる。

このような意味での煮ものは現在おこなわれている調理法の中では最もしばしば用いられ、広く利用されているものである。

煮ものが広く普及した原因としては、

- (1) 煮もの際に熱源としてどんな燃料でも用いることができること。
- (2) 水を熱の媒体としているので、加熱温度が安定しており、加熱の際の温度に特別な考慮がいらぬこと。
- (3) 加熱中に各種の調味料を食品に吸収させることができ、調味がかんたんで自由である

こと。

(4) 煮ものにはほとんどすべての食品を材料として用いることができること。

(5) 加熱を除々におこなうことができるので水溶性の成分を浸出させることができ、また堅い食品も長時間加熱することと水的作用により柔らかく調理することができること。

などの利点が考えられる。

煮ものにおける熱の移動は対流によるものが主であるから、煮ものの条件は煮汁の対流が充分におこなわれなければならない。家庭調理のような小規模の場合には、比較的容易な調理法なのであるが、集団給食施設でおこなう大量の煮もののさいには、調理器具の関係もあって煮汁が少なく、粘度がある時などは対流が充分になされず、煮くずれやこげつきなどがおこり加熱が困難となるなどの欠点があり、煮ものは、かなりむづかしい調理法となるのである。

しかし集団給食の現状では、他の調理法に適したよい調理器具の考案が不十分であることなどの原因もあって、家庭料理以上にしばしば煮る調理法をおこなっているのである。

私共は先に集団給食における加熱調理のうち、炊飯について型ガス炊飯器を用いて、水加減、加熱時間、蓋の効果、炊飯量などについて炊飯実験をおこない、二、三の資料を発表⁷⁾したが今回は集団調理の煮ものをおこなうときの参考資料を得る目的でおこなった実験のうち、対流の状態をしらべるために鍋の内部温度分布についての資料を得たので報告する。

II 実験方法

(1) 容器および熱源

小規模の実験は直径20cm、アルマイト製市販の両手鍋を使用し、1.2kwの4点切替付電熱器

を熱源として使用した。

大量調理の実験には内径81cm、深さ30cm、鉄製（堀田厨房KK）のガス2重回転釜を使用し、熱源は都市ガスを使用した。

(2) 温度測定

6点切替付熱電対（池田製作所）を使用し鍋の内部に図1、図2のように配置して温度変化を測定した。なおこの実験は春季及び夏季におこなったので外気温は25℃～31℃を示した。

図1. 小鍋 熱電対 配置図

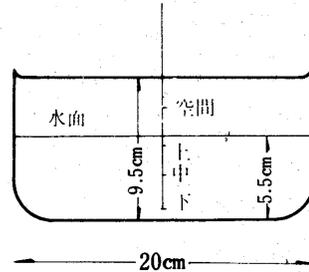
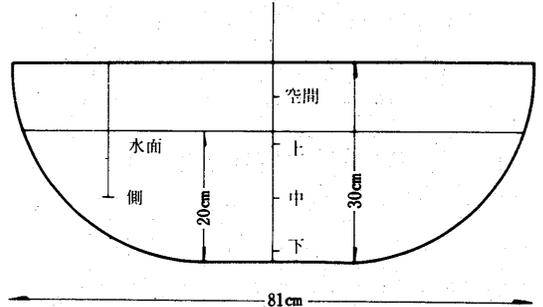


図2. ガス2重回転釜 熱電対配置図



(3) 粘度のある場合の対流の測定

煮汁の濃度には市販の上質片栗粉の1%、3%、5%溶液を用いた。粘度測定はBM型粘度計（KK東京計器製造所）を用いた。

(4) 食品のある場合の対流の測定

食品から成分が水中に溶出しない方がよくま

た比重が食品と同じ程度のものが好ましいと考えて、小規模のさいにはこんにやくを一辺 2.5 cm の方形に切って使用し、水 1 : 材料 1 から 1 : 3 までの測定をおこなった。

大量の場合には庭球のボールに水を注入して使用した。容積は 143cc、重さは 135g~145g、平均比重は 0.98 であった。

実験は次に示す各条件で、各 2 回づつおこない平均値をとった。

A. 小鍋による小規模調理実験

内容物	全量
№.1 水道水	1600ml
№.2 片栗粉 1% 溶液	1600ml
№.3 片栗粉 3% 溶液	1600ml
№.4 片栗粉 5% 溶液	1600ml
№.5 こんにやく 1 : 水 1	1600ml
№.6 こんにやく 2 : 水 1	1600ml
№.7 こんにやく 3 : 水 1	1600ml

B. ガス二重回転釜による大量調理の場合の実験

№.8 水道水	47 l
№.9 片栗粉 1% 溶液	47 l
№.10 片栗粉 3% 溶液	47 l
№.11 片栗粉 5% 溶液	47 l
№.12 庭球の球 1 : 水 2	30 l
№.13 庭球の球 1 : 水 1	28 l
№.14 庭球の球 2 : 水 1	28 l

III 実験結果ならびに考察

A 小鍋による小規模煮ものの調理実験

大量調理についての実験の予備実験としておこなったもので、あわせて家庭調理にさいしての資料を得ることを目的とした。

(1) 水道水を用いた場合の鍋内部の温度分布
煮ものの熱の移動は対流が主であるので、煮ものをうまくおこなうためには煮汁の対流がそ

の煮ものの目的にそう適当な早さで充分におこなわれることが大切な条件である。

水の温度が上昇する速さは、調理器具及び熱源によって異なるが、特にゆでものや汁ものなどの汁の多い煮ものをおこなうさいには、所要調理時間にも影響するので煮ものの目的にそうように調節が出来なければならない。また、煮ものは対流によって食品に熱が伝わるのが本来の姿であるから食品は水中に没している筈であるが、日本料理の煮ものでは材料が煮汁より露出しておこなう場合も多く、この場合は煮かたと蒸しかたとの同時操作と考えるべきであるが実際にはこれも煮ものと呼んでいる。この場合材料が煮汁の面より出た部分は熱は材料の下面より伝導によって伝わることもあろうが、一般に材料の熱伝導率は低いものであるからこの部分の加熱は主として煮汁から発生した蒸気がおこなうことになる。それで熱伝対をふたの下の空間に設置して煮もののさいの煮汁に浸っていない空間の部分の温度をも合せて測定した。図 1 に示した鍋に 1600ml、深さ 5.5cm の水を入れ共のアルマイト製の蓋をして 1.2kw の電熱器で加熱した。測定によって得られた内部温度の分布は図 3 に示した。

鍋内の温度上昇は、図 3 のように水の上層が常に他の部分に比し最も高い温度を示し、中層は上層とほとんど差がなく、下層はかなり低い温度を示し、またその温度上昇も直線的でなく上昇率に差ができる。この現像は何らかの理由により、他層から対流により低い温度の水が運ばれてくるためと思われる。

各層間の温度差は表 1 に示した如く、終りに近い頃には 4℃ に達することがある。空間部の温度は予想以上に高く、十分に食品を加熱し得る温度である。しかしこの実験が夏季におこな

われたためとも考えられ、冬季にはもつと低い 温度を示したと思われる。

図3 小鍋対流

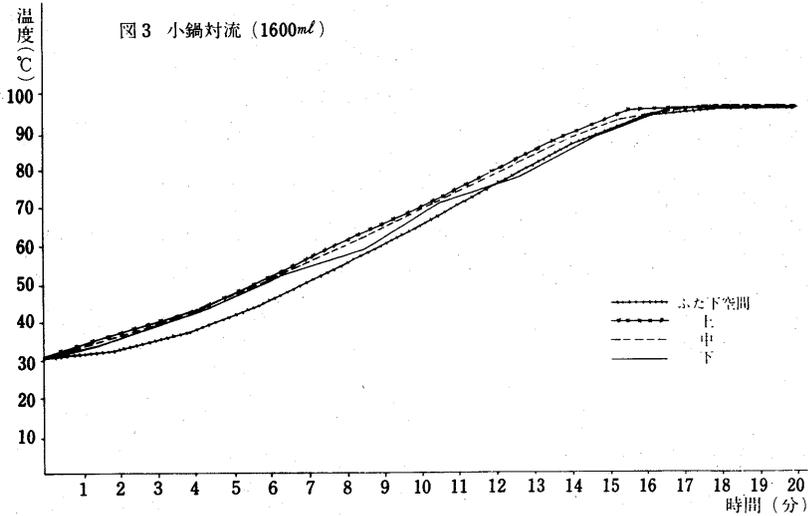


表1

	下	中	上	空間	下との差		空間	
					中	下	下との差	上との差
5分	46.5	47.5	47.5	42.0	+ 1.0	+ 1.0	- 4.5	- 5.5
10分	68.5	70.0	71.0	66.0	+ 1.5	+ 2.5	- 2.5	- 5.0
15分	90.5	93.0	94.5	90.5	+ 2.5	+ 4.0	0	- 4.0
平均温度 上昇率	3.95	4.13	4.24	3.97				

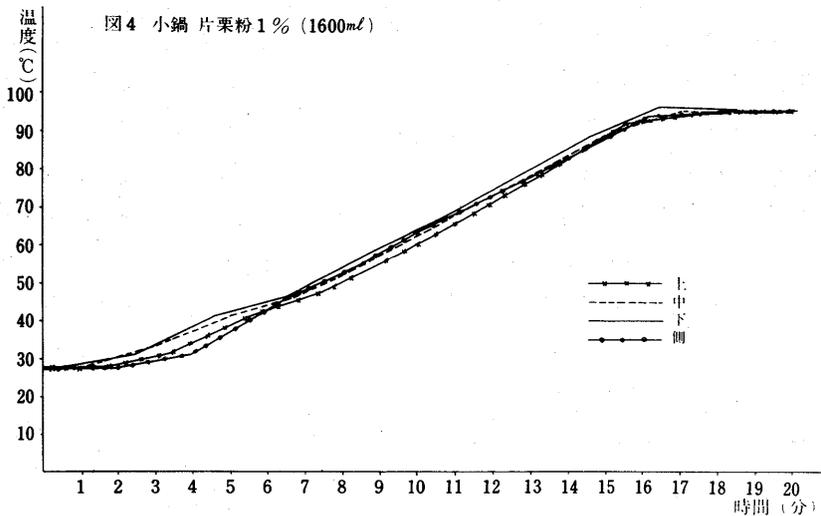
(2) 煮汁の粘度がその対流に及ぼす影響

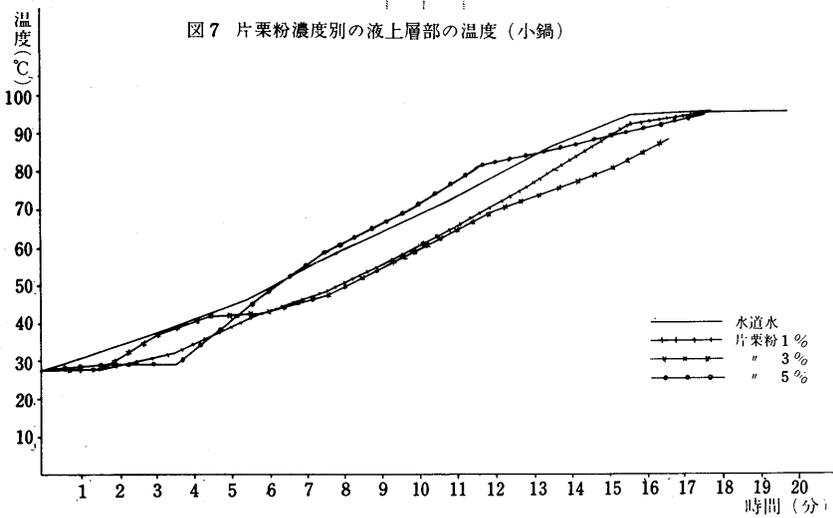
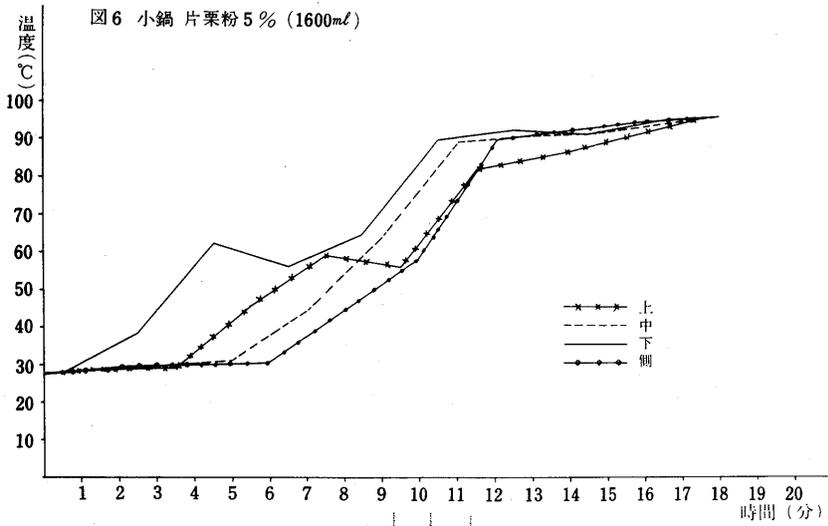
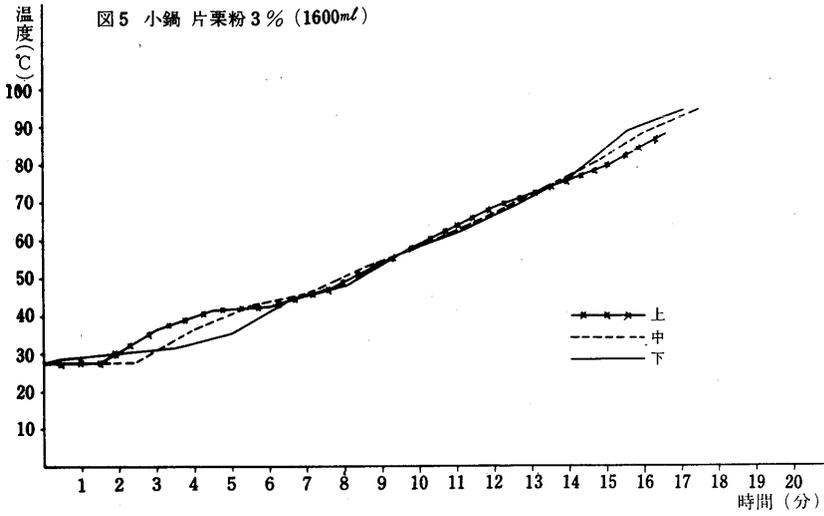
片栗粉の1%、3%、5%溶液を調製し室温

まで放冷した後に(1)と同様、内部温度上昇を測

定したのが図4～図6である。通常くず汁は0.5

図4 小鍋 片栗粉1% (1600ml)





～1.5%の濃度にするので、片栗粉の1%液は大体それに相当する。粘度は30℃の時7cp、95℃で5cpであった。片栗粉5%溶液は30℃の時に粘度1140cpとなり、95℃で450cpであり、この濃度の料理は松元氏⁸⁾によれば吉野煮(4～6%)、豆腐あんかけ、野菜甘酢あんかけ、くず湯(4～5%)などに相当すると考えられる。

各条件における温度上昇の状況を比較するため図7に水、片栗粉1%、3%、5%の各条件の場合の液体上層部の温度の上昇状況を表わした。図を作図するに当っては各条件の比較に使うため、加熱初期の温度を同一温度に補正しておこなった。

図7にわかるように水道水の場合が最も温度上昇がすみやかで片栗粉の濃度が増加するにしたがって温度上昇はゆるやかになる。ただ濃度

表2

	1 %			3 %			5 %			下との温度差					
	下	中	上	下	中	上	下	中	上	1 %		3 %		5 %	
										中	上	中	上	中	上
5分	43.0	41.5	39.0	35.5	40.5	42.0	60.5	31.0	41.0	-1.5	-4.0	+5.0	+6.5	-29.5	-19.5
10分	64.5	63.0	60.5	59.0	58.5	59.0	83.5	76.0	62.0	-1.5	-4.0	-0.5	0	-7.5	-21.5
15分	91.0	90.0	89.5	84.5	83.0	80.0	91.5	91.0	89.0	-1.0	-1.5	-1.5	-4.5	-0.5	-2.5
平均上昇	4.23	4.17	4.13	3.80	3.70	3.50	4.27	4.23	4.10						

水道水の場合には、中上層はつねに下層よりも温度が高かったが片栗粉溶液の場合には3%溶液の5分の時を除いて常に中上層は下層よりも温度が低く、対流が著しく阻害されていることがわかる。しかし、1%、3%の場合には各層の温度はゆるやかに上昇していくことが見られるが、5%の場合には各層の温度の上昇は突沸によって行なわれることが明らかで、図6によれば下層部の温度が急激に上昇した後、少し遅れて上層部の温度が急に上昇していることがわかる。中層部はこれに反してゆるやかに温度が上昇している。

このような対流の阻害は3%溶液にはみられ

が5%のときは、温度上昇がかなりはげしく、水道水の場合とかわりがないように見えるが、これは恐らく突沸が起ったためと思われる。

比熱について考えてみれば片栗粉の比熱の方が水の比熱より小さい筈であるから、同重量の溶液を加熱した場合には片栗粉の濃度が増加するに従って、すみやかに温度が上昇する筈である。しかしこの実験では同容積の溶液を加熱したものであるから濃度が増加するにしたがって熱容量も増加したのではないかと考える。この問題は実験の当初には予知しなかったことであるので更に詳細な実験によってたしかめる必要のある問題と考える。

表2に各片栗粉濃度における上中下各層の温度差を示した。

それで粘度が400cp程度になると、対流は阻害され、従って人工的に攪拌を行なわなければ直火の煮かたによる加熱は不可能になってくるのではないと思われる。

(3) 煮もの材料の量が煮汁の対流に及ぼす影響

煮ものは熱源からの熱の移動が間接的であるために加熱に長時間を要する。材料の多い煮もの場合には煮汁の量は食品が可食状態になるのに必要な水の量と食品全体に均等に味付するために必要な汁量とを合わせ考えて決めなければならない。しかし通常、この2つの意味での水の量は一致しない場合が多く、出来あがった

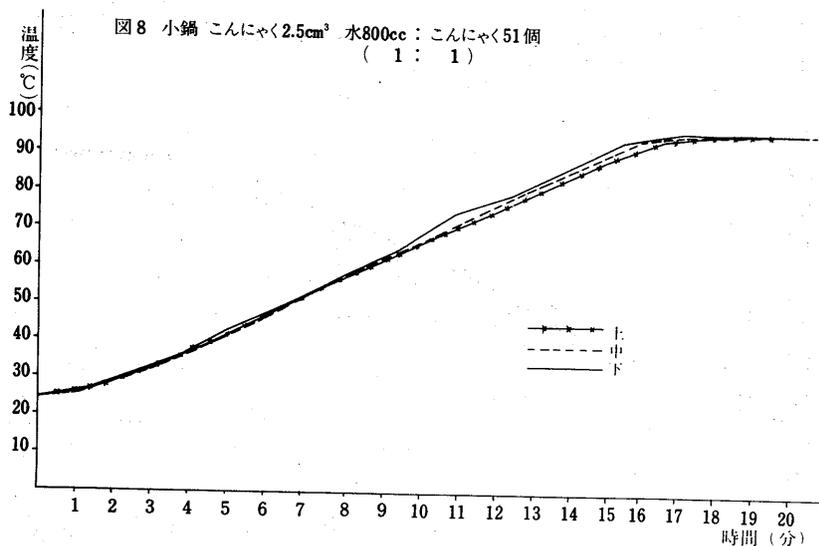
時に汁の少ない方が好まれる場合もあるので、日常の煮ものでは食品が煮えるのに必要な計量を用い、食品をかきまわすことによって味をなるべく平均につける方法を採用することが多い。大量の煮ものではこのような時には煮くずれやこげつきなどが起こることが多く、集団調理の煮ものの困難な一つの原因ともなっている。従来から用いられているおとしふたや紙蓋は、このような煮もののさいに用いられ、材料をかきまぜることなく調味料の滲透の上下の差を少なくすることができる。形に重点をおく煮ものでは汁の量を十分に多くして含め煮にしたり、みょうばんなどを用いることがある。

食品を煮る状況を再現するために、こんにゃくを用いたがこれがはたして食品を煮た場合の状況を示すかどうかは、次の実験を行なった後に明らかになろう。今回の実験はただ基礎資料という意味で、比重が1に近く、煮くずれない材料として、こんにゃくを選んだものである。ただ恐れることはこんにゃくに含まれる水分が外部の水とどの程度の速さで交換するかということであるがこれらのことについては次の実験にゆずることにする。

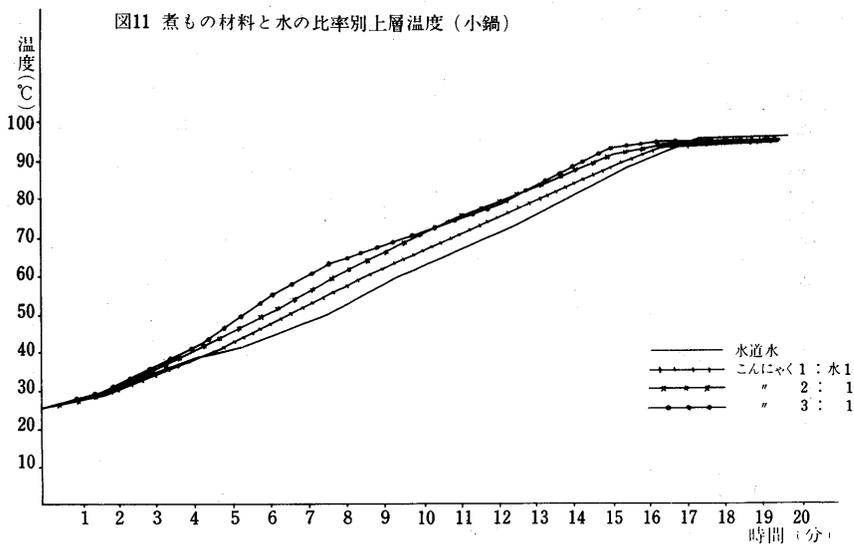
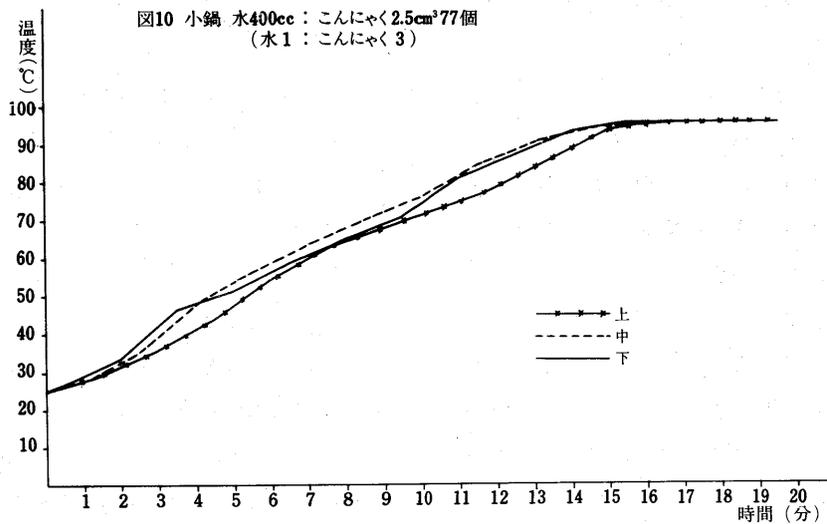
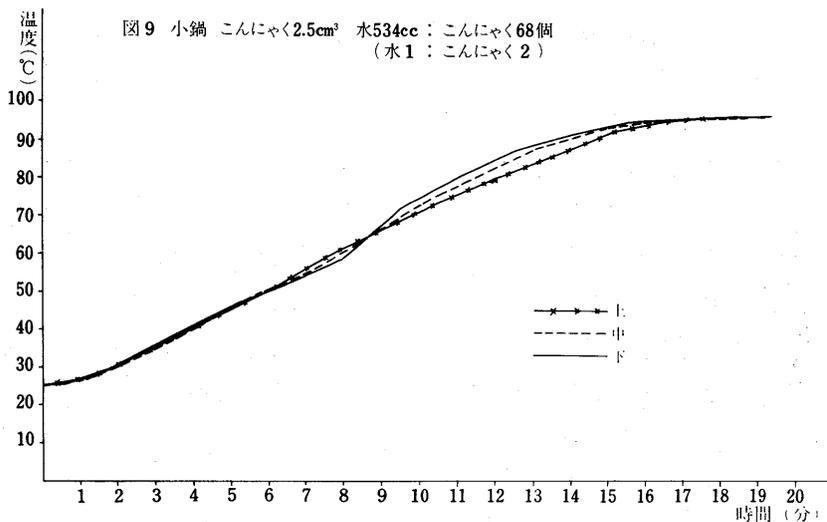
汁の量と材料との比が対流に及ぼす影響をしらべるために、こんにゃくを一辺2.5cmの立方体に切り、容量比でこんにゃく1：水1、こんにゃく2：水1、こんにゃく3：水1にし、内部温度を測定した。それが図8～10である。1：1の場合は内部温度に殆んど開きはないが材料が増すに従って鍋の部位に温度差が増すが、余り大きな変化はみられなかった。煮もの材料と水との割合は河野ら⁹⁾によると煮えにくい野菜などで煮あがりに汁気の多い場合の煮ものでは材料1：水1、材料を大きく切った場合には、材料2：水1、普通の煮ものでは材料3：水1とのべているので、図8～10はこれらの煮ものの割合に相当するわけである。またおでんのように十分にやわらかく煮て残った汁に含ませておくような煮ものでは、材料1：煮汁2とのべている。

上層部の温度の上昇の状況を図11に示す。

この図でわかるように入れるこんにゃくの量が多い程、上層部の温度上昇はすみやかでありまた片栗粉の場合に見られたような突沸による温度の急上昇も見られない。このことは水の対流はそれに入れられた材料間のすき間をとおし



集団給食における加熱調理の研究



て、かなり自由に行なわれ得るということである。そのため、材料の量が多く、従って水量が少なくなれば、温度の上昇が速かになるわけである。

表3と図11に示したように、上下層の温度差はいちじるしいものはないが、多くの場合上層ほど下層との温度差が多くなっているため、対流が阻害されていることは明らかである。しかし、こんにゃくの容量が水量の3倍に達した場合にも、片栗粉のときに見られたような突沸の現象は起らず、図10に見られるように僅かに下層にときどき軽度の熱の蓄積が見られるに過ぎない。材料を多量に入れた場合にこのようになりにめらかに対流がおこなわれるということは意外であったが、この現象がこんにゃくを用い

た為に見られる現象かどうかは実験によってたしかめる必要がある。

B ガス二重回転釜による大量調理の場合の実験

前述のように、小鍋による実験によって煮もの調理の場合の煮汁、材料の条件と煮汁の温度上昇についての大体の状況を知り得たので大量調理の実験に移った。

(1) 水道水を用いた場合の大鍋内部の温度分布

図12および表4のように小鍋の実験と全く同様の温度分布が得られた。即ち水道水を用いた場合は上層部の温度は、下層部の温度よりつねに高く、鍋の蓋の下の温度も比較的すみやかに上昇する。

表4

	下	中	上	空間	下との差		空間	
					中	上	下との差	上との差
10分	47.0	50.0	49.5	49.5	+3.0	+2.5	+2.5	0
20分	69.5	75.5	75.5	72.0	+6.0	+6.0	+2.5	-3.5
30分	94.5	95.5	95.5	95.5	+1.0	+1.0	+1.0	0
平均上昇温度	2.28	2.32	2.32	2.32				

(2) 煮汁の粘度がその対流に及ぼす影響

小鍋の実験と同じく片栗粉により煮汁に粘度

を与えて実験したのであるが図13に見られるように小鍋の場合と同様に上層部の温度の上昇を

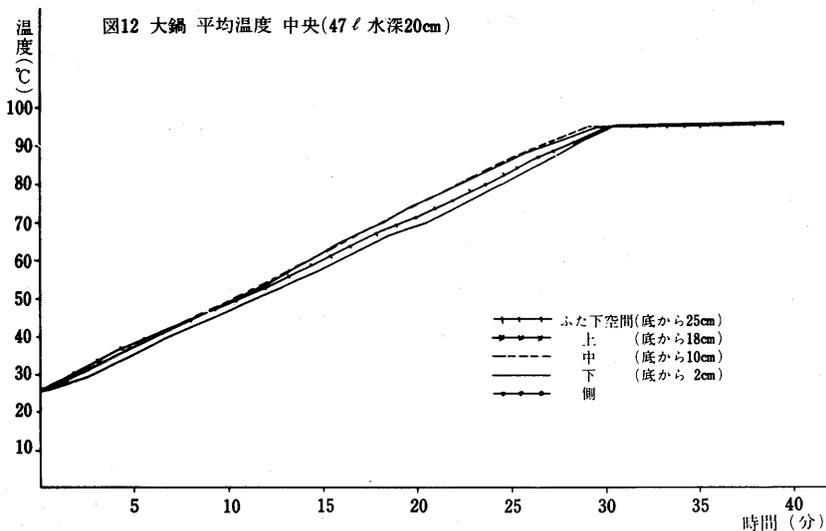


図13 片栗粉濃度別の液上層部の温度（大鍋）

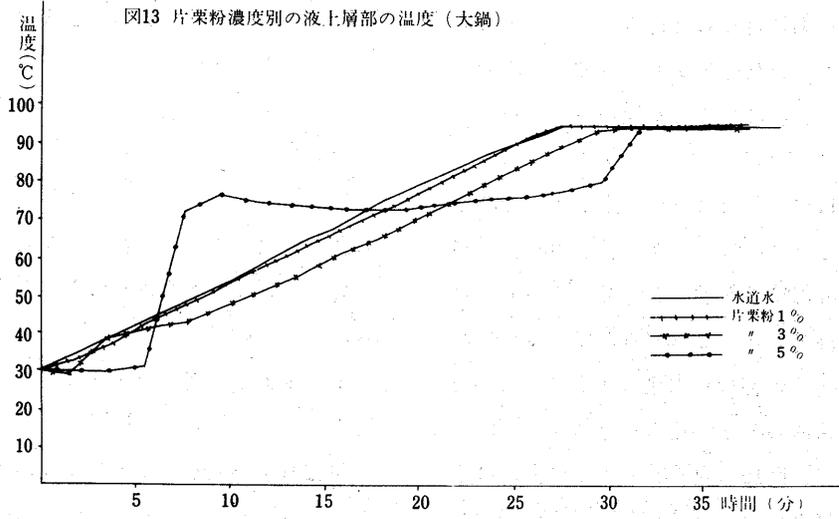


図14 大鍋1%でん粉液 中央

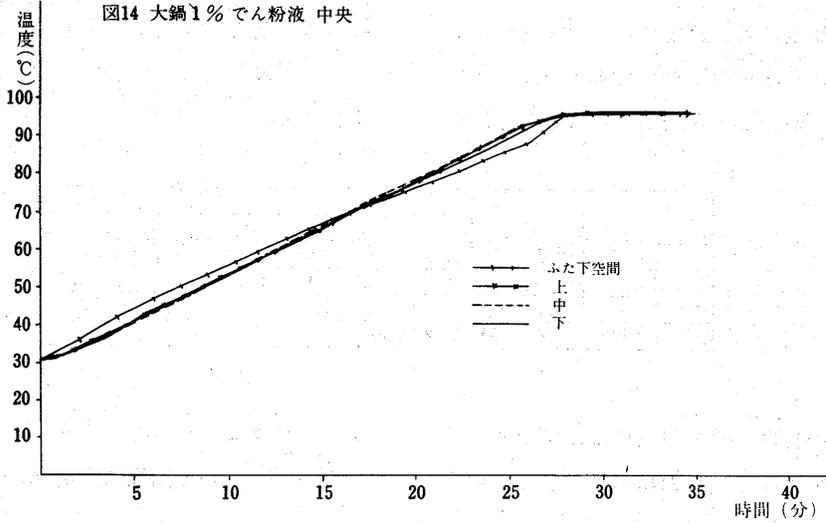
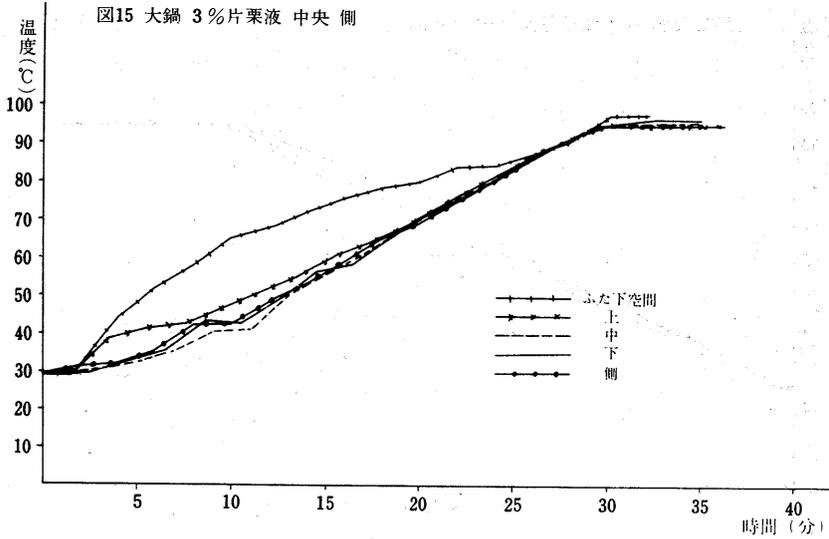


図15 大鍋 3%片栗液 中央 側



見ると、片栗粉の濃度が増加するに従って温度突沸現象が見られる。上昇は緩かになり、また5%の濃度のものでは

表5

	1 %			3 %			5 %			下との温度差					
	下	中	上	下	中	上	下	中	上	1 %		3 %		5 %	
										中	上	中	上	中	上
10分	53.0	53.0	53.0	43.0	41.0	47.5	32.5	30.5	75.5	0	0	-2.0	+4.5	-2.0	+45.0
20分	77.0	78.0	77.5	70.5	70.0	71.0	55.5	68.0	73.5	+1.0	+0.5	-0.5	+0.5	+12.5	+18.0
30分	96.0	96.0	96.0	95.0	95.5	95.0	90.5	82.0	84.0	0	0	+0.5	0	-8.5	-6.5
平均温度上昇	2.20	2.20	2.20	2.20	2.21	2.20	2.03	1.75	1.82						

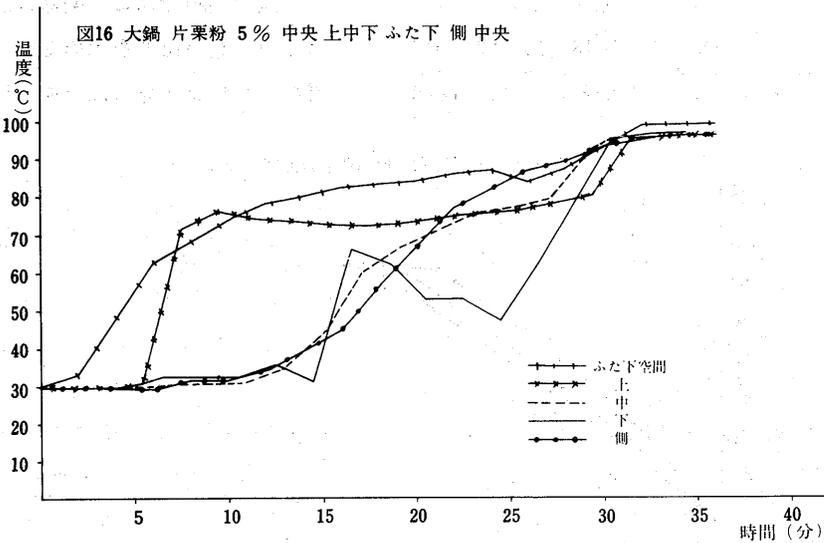


図16 大鍋 片栗粉 5% 中央上中下ふた下側中央

表5および図14、15、16に見られるように片栗粉1%溶液では突沸現象も見られず温度の上昇はゆるやかで、しかも上下の温度差はほとんど見られない。蓋と溶液面との空間の温度は、始めには液中よりも少し高く、液が最高温度に達する少し前にはむしろ液面より低くなり、液が最高温度に達すると同時に液と同じ温度になる。しかし3%溶液では加熱のはじめに突沸現象が見られ、上層部の温度が上り、その後にも下層部、側面中層部に小さな突沸現象が見られるがその後は、即ち20分後は静かな温度上昇をとり各部の温度がほぼ等しくなる。この現象は澱粉の粘度が温度により異なるためで、温度の低いうちは粘度が高くて対流がはばまれ、或る程度上昇してからは、粘度がおちて対流がおこ

なわれやすくなるためではないかと考える。この現象は小鍋の実験では明らかに見られなかった現象である。

しかし、5%溶液になるとこのような現象は見られず、溶液の各層が同温度に達するのは溶液が最高温度に達した後である。この間上層と下層の両部は常に急速な温度上昇とまた低下とを起している。しかし中層部にはこのようなことは見られない。

溶液と蓋との間の空間部の温度は1%溶液の場合にも加熱の中期までは溶液より高かったが片栗粉の濃度が増加するとこの差は著しくなりしかも溶液が最高温度に達する直前まで溶液より高い温度を維持している。

(3) 煮ものの材料の量が煮汁の対流に及ぼす

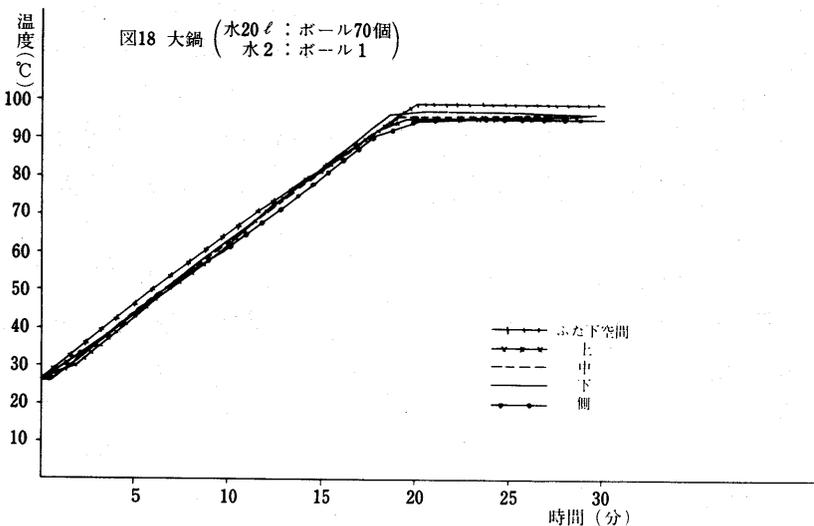
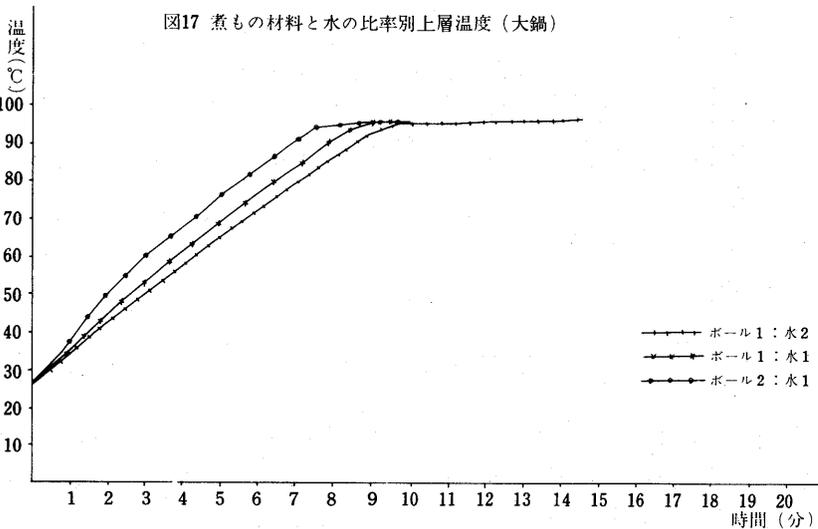
影響

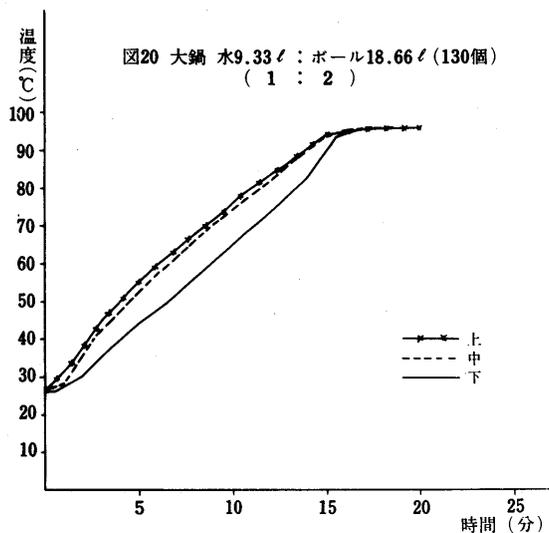
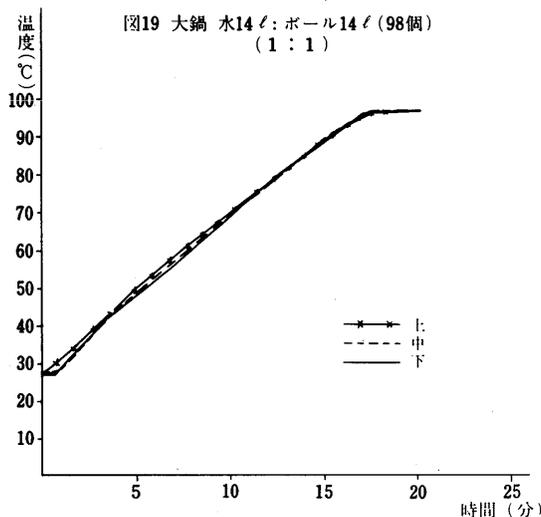
この実験は食品の代りに軟式庭球のボールを用いることにしたがこのため水の量を47ℓにすることができなかつた。それでこの一連の実験は28ℓまたは30ℓで行なつた。

図17に見る如く水に対する材料の割合が増加するに従つて、液の温度上昇はすみやかになってくる。このことは小鍋の実験に示されたものと全く等しい。表6 および図18、19、20に示したとおりである。これでわかることは、材料が

水の倍量に達した場合(図20)にはじめて上層と下層との温度差は5分、10分後には10℃を越えるものとなるがこの著しい温度差は液が最高温度に近づくにしがって減少していくことがわかる。この現象は小鍋の実験でも見られたが小鍋の実験では上層部の温度は下層部よりも低かつたのである。

大鍋の実験ではこの関係は逆で上層部の方がはるかに高い温度を示めた。このような全く異なつた現象が見られた原因は鍋内に投入した





材料の形が小鍋の実験では方形であったのに比し大鍋の実験では球形であったためとも思われる。

IV 総括ならびに結論

加熱調理のうち最も頻繁に行なわれている煮ものについて各種の条件における液の対流の状態をしらべようとして、小鍋による小規模調理の実験、ガス二重回転釜による大量調理の実験を行なった。液各層の温度を測定して対流の状態を知り、液の粘度、投入する材料の量などと

の影響などをしらべた。

実験の結果は次の如くである。

小鍋による小規模の調理の実験の結果として

1. 水道水を加熱する場合には

(1)上層部は常に下層部より高い温度にある。

(2)蓋と水面との間の空間の温度は予想以上に高く、夏季の実験では水の上層部と僅かに4～5℃の差を示めすぎない。

2. 煮汁の粘度がその対流に及ぼす影響

(1)片栗粉の濃度が増加すると溶液の温度上

昇は緩やかになる。

(2)片栗粉溶液の場合は、水道水の場合と反対に上層部の温度は下層部より一般に低く対流が阻害されていることがわかる。

(3)5%溶液では突沸現象が起りつつ、各層の温度が上昇している。

3. 煮ものの材料の量が煮汁の対流に及ぼす影響

(1)材料として方形に切ったこんにやくを用いたが、投入する材料の量が多くなるほど液の温度上昇はすみやかである。

(2)上層と下層との温度差は余り著しくはないが全然対流が阻害されないというのではない。

ガス二重回転釜による大量調理の実験結果として

1 水道水を加熱する場合

小鍋の実験により得られた結果に全く同様の結果が得られた。

2 煮汁の粘度がその対流に及ぼす影響

温度上昇の速さと片栗粉の濃度との関係は、5%の濃度のものに突沸現象が著しく見られたなど小鍋の実験と同様の結果が得られた。

ただ3%の濃度では加熱の初期に軽い突沸が見られたが、中期、後期にはこのようなことが見られなかった。小鍋の実験ではごく僅かにこの現象が見られたが大鍋の実験では、これがかなり明瞭に見られた。3%溶液では温度上昇に従って粘度が低くなり、対流が阻害されないようになることを示すものとする。蓋と液面との空間の温度は液上面よりむしろ高かった。

3 煮物の材料の量が煮汁の対流に及ぼす影響

大鍋の場合も投入される材料が多くなるに従って、温度上昇は速かになる。材料の投入量が水の2倍になった場合に上層と下層の温度差は著しくなり加熱の初期、中期にはその差は10℃

に達し、しかも上層部の方が下層部より高い、この現象は小鍋の実験の結果とは異なっておりこのような差は小鍋に投入したものは方形のこんにやくであり、大鍋の実験では球形のボールを用いたためと思われるが更に検討を要する問題である。

以上の結果を概要すれば、液の粘度の増加が液の対流を阻害することは著しいが、投入される材料の量は粘度ほどには影響を与えない。なお、大量調理では小規模調理には見逃されている現象が拡大して現われることがあるようである。

終りにこの研究をおこなうにあたり、終始御懇切な御指導をいただきました労働科学研究所の高木和男先生に深く感謝いたします。

文 献

- (1) 高木和男：全訂調理学、柴田書店(1967)
- (2) 原 実：調理の理論、第一出版 (1962)
- (3) 朝井勇宣他：栄養・食品事典 第一出版 (1963)
- (4) 河野貞子他：料理、光文社 (1958)
- (5) 主婦の友社編：料理全書 (1955)
- (6) 松元文子、板谷麗子、田部井恵美子：家政学雑誌 12 (5) 1 (1961)
- (7) 土元喜美子、高橋貴美子：立正学園女子短大研究紀要 10 (1966)
- (8) 松元文子：調理と水 家政教育社(1965) P128
- (9) 河野貞子他：料理 光文社