

加熱調理に於ける条件の簡単な 近似について

(第一報)

中 峠 哲 朗 津 崎 和 美 木 村 美 和 子*

1. は じ め に

加熱を利用した調理法としては種々の方法があるが、実際に加熱法が問題となるのは特に試料の大きさがかなり大きい場合についてであつて、これは調理のみならず、他の工学的な場合についても同様である。他方、一様な物体内の温度変化については今迄多くの研究が行われ、その非常に多くの成果が我々に与える利益ははかり知れないものがある。

調理に於ける加熱の取扱いは、しかし別の意味に於て取り残されて来た。そこでは既に熱の移動の本質的な面が重要であるのではなくて、どの様にして一般の人達が使うことの出来る法則（科学的な意味ではない）を作り上げると云うことである。しかし調理に於ける熱の移動は、加熱条件、材料の性質、状態、其他非常に複雑であるために、これをどの様にして統一された形に現出するかと云うことは、使用する人の知識、又使用する状況、其他によつても影響されるので簡単ではない。

この報告ではもつぱら、一般調理に使用し得る様な、それでいて出来るだけ簡単に近似を見出すことに主眼をおきたい。従つて実験学としては、種々の条件による影響をどの様な形に近似させるかと云うことになる。

2. 近 似 に つ い て

加熱調理に於ける近似を実際に求め様とする前に、その近似の仕方について考える必要がある。これから求めようとする近似とは、勿論、複雑な現象を理解するための補助的な手段として、その現象に関与した原因の如何に拘らず、或る条件のときは、どの様な結果が現われるかを予知するための技法である。

従つて、調理のように条件が複雑であると同時に、一回づつ、その条件を明らかにしながら行動するという事のない場合については、それだけ面倒ではあるが、しかし近似の結果が實際との間に生ずる誤差は大きくてもよいと云う点からは簡単な結論が得られることもある。

この様な意味で、現実の状態をそれぞれ検討して、その中から基本的な、或いは統計的な事柄を引出す事によつて、近似の第一歩が始められる。以下に種々の条件について考えてみよう。

* 清心女子高等学校

3. 加熱条件について

調理に利用される加熱法は種々のものがあるが、大別して「煮る」「揚げる」「焼く」の3つに分けて考えよう。この3つの方法の特徴として第一表に記したようなものをとることが出来るよう。

	煮る	揚げる	焼く
熱源温度	100°	200°~300°	高温
通常表面温度	100°	200°	200°
加熱面	周囲全面	周囲全面	一面づつ

ここで熱源温度は、材料を直接加熱する熱源の温度で、それぞれ水、油、炭火（又はガス）の温度に相当する。通常表面温度とは、加熱調理の時に於て通常適当と云われている材料の表面温度である。

第一表

この表の条件を一層簡単化するために物理

的な現象として考えると、加熱面の2種類は、これ以上簡単化することは出来ない。通常表面温度は材料内に非常に多く含まれている水の沸騰点が100°であることを考慮に入れると、表面温度が100°である場合と、それ以上の場合とを区別する必要があるので、これも2種類に区別する必要がある。

熱源温度の項は物理的には表現を多少変える必要がある。即ち、煮る、揚げるの場合には材料表面は直接或る温度の液体に接しているので、大体加熱の始めから終りまで表面が一定の温度に保たれている場合に相当する。これを一定温度による加熱と呼ぶ。焼く場合には材料表面は直接には熱源によつて暖められた空気に接しているが、熱源からの熱輻射によつて表面が加熱される度合の方が大きい。従つて後者のみを考えると、材料に供給される熱量は熱源と材料との温度差に比例するが、熱源温度は数百度であるのに対して、材料温度はたかだか200°に止めるので、簡単に考えるとこの場合は加熱の始めから終りまでに、一定の熱量が供給される場合に相当する。これを一定熱量による加熱と呼ぶ。

以上によつて加熱条件は形式的には $2 \times 2 \times 2 = 8$ 種類に分類されることとなる。しかし加熱のみで8種類の場合に区別するとすれば、非常に厄介になることは明らかであつて、これを更に少数の場合に集約することが出来ないかを検討することが望ましい。この問題は後に取り扱う。

4. 材料の内部的性質について

調理材料によつては勿論、熱伝動率、比熱、含水率其他の性質にかなり差違がある。又加熱によつてそれ等の性質が変化する事も考えられる。しかし現在材料内部の温度変化に係る範囲での変化を考えればよい。熱伝導率は「あじ」についての測定例では加熱前 1.1×10^{-3} C.G.S., 70°C に加熱後 1.2×10^{-3} C.G.S. でこの程度の変化は今の近似では無視して差支えない。又種類によつては「さば」での実験例は、加熱前後について 1.55×10^{-3} 、および 1.4×10^{-3}

C. G. S. の様な値が得られている。其他牛肉類では脂肪分の存在でかなり差のあることも知られている。測定データーが充分でないので、はつきり結論を出すことが出来ないが、一応熱伝導率の値は関係要素として考慮せねばならないと思われる。

含水量は加熱前後で著しく変化するが、それが熱的性質に及ぼす影響は熱伝導率の例でも知られる様に小さい。又比熱と密度とは一般に相反関係にあり、熱的には相互に影響を打消す様になるので、これ等の差違も無視して差支えないと思われる。

5. 形状について

普通用いられる材料の形状は、球形、円筒形、平板形及び魚の切断面の形の4種に大別することが出来る。しかしこれを更に簡単にするために実際の調理法を考慮に入れて、球形と平板形との2つに統一して、それぞれ次の様に考える。球形では円筒形を含めて、中心に関して対称であつて、温度分布は中心からの距離だけで決められると考えてよいとする。実際に球形と円筒形では加熱の過程もよく似て居り、このような形の材料は片面のみから加熱することは殆んどなく、煮る、揚げるなどの方法によつて、周囲全面から熱せられることが多いので、このような温度分布を仮定しても実用上差支えないと思われる。

平板形は魚の断面の形を含めて、温度は表面からの深さによつて決まると考えてよい場合とする。このとき魚の断面形を平板形で近似したとき、どの程度の誤差が生ずるかについては、理論的に求められないので実験と比較してゆく必要がある。この他平板形の温度分布に最も大きな影響を及ぼす性質として、材料の加熱による変形がある。これは直火焼きの場合には問題とならないが、例えば厚いテキ肉を焼く場合は、最初は一様に加熱されるが、加熱によつて材料が変形すると加熱は一様ではなく、非常に局部的に行われるようになる。このときは理論的には勿論のこと、実験的にも整理が出来ないので一応除外して考える方がよい。

6. 温度分布と加熱法との関係

第3節に記したように加熱条件は非常に多くの場合に分類されて面倒であるから、これを更に簡単化することが出来るかどうかについて検討する。

水は100°Cで沸騰するという性質をもっているために、材料の内部温度が100°Cを越えるためにはその中に含まれている水分を全部気化させる必要がある。水の蒸発熱は非常に大きいためこの熱量も非常に大きくなり、従つて加熱の強さが大きい場合についても内部を加熱するに役立つ熱量はその中の極めて僅かでしかないことが考えられる。このことに関しては更に詳しい検討を要するが、表面近くの温度分布の測定が困難であるために実験的な検証はむづかしいと思われる。

内部温度を測定した光藤の実験によれば、直火で調理するとき内部温度が100°Cを越す部分は表面から2～3mm程度までである。数値的な計算を省略するが、この場合に表面から材料

に与えられる熱量に比して表面から深い部分の加熱に關与する熱量は数分の1程度となる。即ち外部条件の如何に拘らず、内部を加熱する役割は100°Cの熱源によつて果たされると近似することが出来ると思われる。

勿論この場合に熱源の位置が時間と共に多少内部まで侵入すること、および一旦蒸発した水が内部に拡散して冷たい場所で再び液化し、蒸発熱を放出することによつて、加熱が促進されることも考えられるので、この近似の程度については実験的な裏付けを必要とする。

7. む す び

以上の検討によつて加熱調理のとき考える要素としては、近似的に次のものをとればよい。

加 熱 法	{	一面よりの加熱
		周围全体よりの加熱
内 部 的 性 質—熱 伝 導 率		
形 状	{	球 形
		平 板 形

このような近似が実用に供し得ることが知られるならば、上に挙げた5つの条件は簡単な関係の表式が得られることが分つているので大体初期の目的を達することが出来ると思われるが、近似の程度について尚実験データが充分でないので今後も検討を続けた後報告する予定である。