

魚肉の調理温度について

第四報 (油で揚げる実験)

光藤 静子 板野 弘子
枝松 幸子 後藤 英子

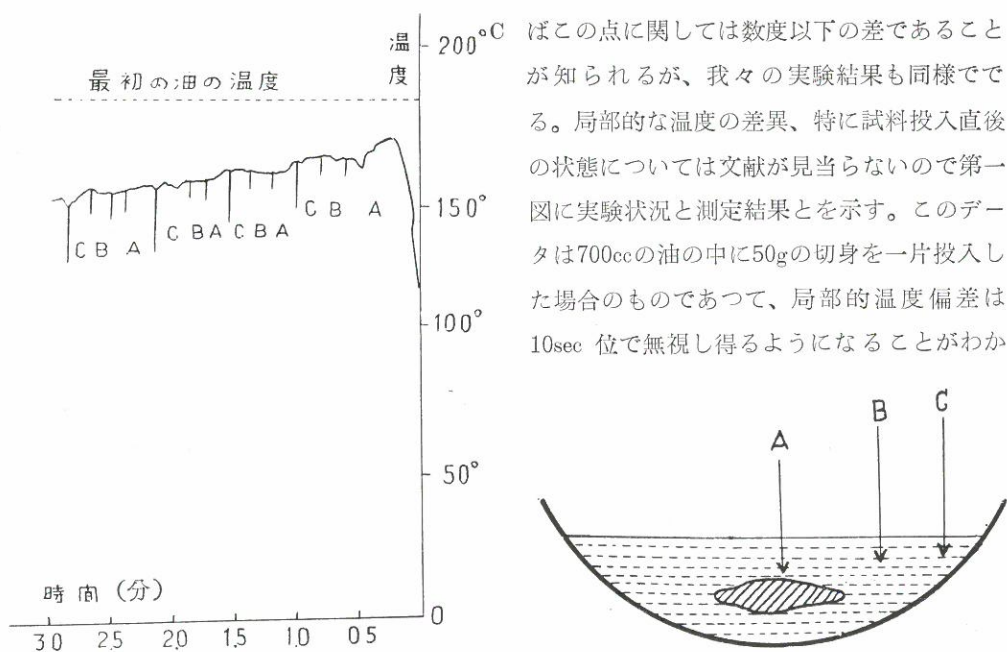
1. 緒 言

油で揚げる場合の物理条件について実験し、調理の際に考慮すべき問題について多少の結果が得られたのでここに報告する。実験の要素については更に多くのものがあるが、ここでは調理操作を簡単化するために直接役立つと思われる一部分のみに限った。

実験はシナ鍋 (直径31cm) に700ccの実験用油を入れて行う。このとき油の表面は直径20.8cmの円となつた。これをガスコンロによつて温度180°Cに加熱したものを標準の状態として使用する。温度測定には熱電対を使用する点は従来通りである。

2. 油内部の温度分布

調理の際に油の内部で局所的な温度差があれば、その点を考慮する必要がある。文献によれば



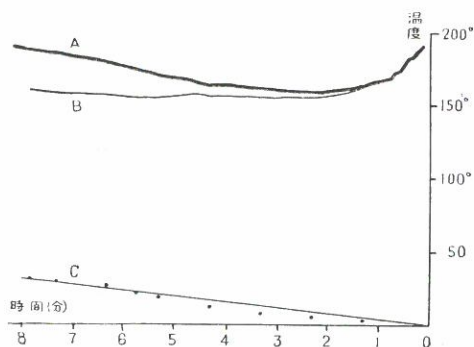
第1図 油の内部の温度分布

る。そしてこの時間は油の温度が高いほど短くなるが、試料の量には、それが極端に多くない限り、あまり関係しない。結局油の内部の温度分布は一樣であると考えて差支えないことが認められた。尚油の種類および新旧に関しても差異が認められないが、これは試料から出るあわ（水蒸気泡と考えられる）によつてはげしくかくはんされるためである。

3. 油の温度の時間的变化

油は最初高温に加熱されているが、揚げるときは投入した試料に熱を奪われるので、油の温度は降下する。この過程は火力によつて多少曲線の形は変化し、標準状態（第1節参照）で火力の強いとき、および弱いときの温度変化例を第2図にAおよびBとして示してある。このときB曲線は何も油中に入れないとき数分間はほとんど油の温度変化がない程度の弱い火力の場合であつて、これとAとの差を求めると同図Cに示したようにほとんど直線となる。またAと同じ火力で油中に何も入らないときの油の温度の時間的な上昇はCと一致するから、このことから油の温度の時間的变化として次のような2つの部分に別けて考える。すなわち外部から熱量の供給が無い場合に起る温度変化B曲線を第一成分とし、これに外部からの熱量供給による温度上昇C曲線を第二成分として、この和が実際に油の温度の時間的变化として現われる。

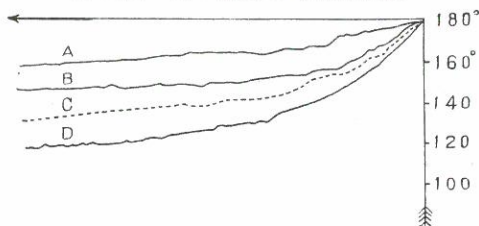
第2図



この中C曲線は外部から供給される熱量によつて支配されるので火力のみに依存すると考えてよい。B曲線は油の量、投入する試料の量等に関係するのでこれについて今後検討していこう。

実際の測定例を第3図に示すが図中 ABD はほぼ同形同大の試料をそれぞれ 1, 2 および 3 個、標準状態の油中に投入したときの記録例である。これらの曲線は一見すると直ちにわかるように全く同様に時間の初めに急激に温度が下がるが段々とそれが少なくなり、遂にほとんど変化しないようになる。これらの特性を区別するために、油の温度が最初の温度よりも何度だけ低くなつて一定値に達するかを求めて、それを「全温度降下」と名付けよう。そうすると曲線は全温度降下を指定すれば一つの定まつたものとなる。図において、A、B および C 曲線の全温度降下はそれぞれ 21deg、34deg および 63deg となつてその割合は 1 : 1.6 : 3.0 となつている。これは更に多くのデータを併せて考えると、かなりむらがあるが、大体 1 : 2 : 3 の割合になるものとみなすことができ

第3図 油の温度の時間的变化



る。すなわち、同形同大の試料を n 個揚げるとき、全温度降下は、その数 n に比例すると言うことができる。

以上述べた結果について、試料の数を n 個とすると同形同大であるために、その質量、表面積ともに n に比例するから、全温度降下は①主として質量に比例するか、②主として表面積に比例するか、③質量と表面積との双方によつて同程度に影響を受けるか、という問に対して答えることができない。この点を調べるためのデータの一部を同図Cに記してある。B曲線とC曲線とは同質量であつて、試料の数は2および3となつているために、表面積の比はほぼ1:1.4となつているものと同じ状態で比較した場合の実測例である。このときの全温度降下はそれぞれ34degおよび48degであつて、その比はほぼ1:1.4となる。全温度降下が①主として質量によつて定まるものであれば、その比はこの場合1:1となるはずであり、②主として表面積に比例するならば1:1.4となるべきで、③質量と表面積との双方に依存すれば、比は1:1.2程度の値をとることが予想される。このことから以上の実験結果は「全温度降下は主として試料の表面積によつて決定される」ということを示していると考えてよい。

尚、このことは重要な意味をもっている。すなわち第一に同形であれば質量は大きさの3乗に比例するが、表面積は大きさの2乗に比例するので、試料の大きさが異なる場合には、このいずれによつて全温度降下が定まるかということは、かなり大きな差となる場合も生ずる。第二に全温度降下は表面現象のみに依存するものであつて、深い内部の構造および性質にはほとんど関係しないことを指示する。第三に同質量の試料については細かく分割して数を増すほど全体の表面積は増すので全温度降下は大きくなり、従つて小さい試料だから数多く入れても差支えないだろうと簡単に考える誤に行かないことである。

4. 試料内部の温度変化および水の蒸発

油で揚げるときの試料内部の温度変化を実測した結果は、大体前報に記した直火焼きの場合と同様であることが知られたので詳細は省略する。実際には表面の極めて薄い部分においては当然両者の間に差異が認められるはずであるが、そのような点の温度測定は技術的に非常に困難であつて、現在その点を明らかにすることができない。従つてこの実験結果から得られる結論についても前報と同様である。

第三報に記したように表面付近で水の蒸発が起つているとすると、そのときの水の蒸発量は前節に述べた事と併せ考えて、油の全温度降下によつて供給されたと考えて大差ない。この仮定に基づいて熱量計算を行つてみよう。油の全温度降下により放出された熱量は油の容積700cc、比重0.8、比熱0.5、全温度降下21°Cとして5900calが得られる。内部へ流入する熱量は前報と同じ数値を用いて単位面積当り約0.2calであるから、調理時間5分間では試料の表面積50cm²に対して3000calとなる。この熱量の差が全部水の蒸発に使用されたとして蒸発量の最大値を求めると、100°Cにおける水の蒸発潜熱540cal/gを用いて5.4gが得られる。試料の表面において蒸発が起つた層の厚さは最大約1.1mmとして計算される。この結果も第三報で記した結論

と同様である。

このほか、時間による水の蒸発量を試料の質量の減少から求める方法によつて確かめる実験も行つたが、実験技術の点に多少問題があつて、使用し得る結果が得られなかつたことは残念であつた。

5. 油 の 種 類

新旧による差異について、揚げ物の味については従来よく知られているように油の種類、新旧によつて異なる。この点に関して十分な検討は行つていないが、物理的な立場から多少考慮してみよう。

第一に、油の条件は化学的成份の相違による部分がある。この点に関してはこゝでは取り扱わないが、味に関してこの影響が大きいことが最も重要であつて、他の条件は付随的なものと思われる。

第二に、油の熱的な諸性質に関して、各種の油についての文献はこの影響があまり大きくないことを示しているから、調理におけるこの問題は除外して考えてよいと思われる。

第三に、特に油の新旧で問題となる点であるが、粘性の変化がある。常温では油の新旧による粘性の差異は非常に著しいものがあつて、この差異は温度が高くなつた場合にも依然として残ることが予想される。測定装置がないためにこれに関しての実験を行うことができなかったが、この粘性の差異がどのような影響をおよぼすかについて考えてみよう。調理時間中においては、第2節にも記したように水蒸気泡の発生によつてかくはんが十分に行われるために、加熱条件としては油の粘性による差異を考慮する必要はないものとみなし得る。これに反して調理が終つて試料を油中から取り出した時、粘性の少ない油は大部分が滴下して試料への付着量は少ないが、粘性の高いものでは残存付着量が多くなる。この量の定量的な取扱いはこの部分の変化が少ないために失敗に終つたが、模型的な試みとして1/8に切つた洋半紙を油で揚げてその残存油量を測定した結果、古い油では残存油量が大きくなることが認められた。しかし、この場合も実験技術の点で尚問題点を残しておるので、実験結果として確認するまでには至らないが、定性的にはそのほか揚げる油の温度が低いほど残存付着量が多いことも認められている。従つてこの点のみに関しては古い油で高温度で調理する方がよいようである。

6. 結 論

この実験の最も大きな結果は、調理の際の試料内部の温度分布について本質的に直火焼きと油で揚げるのとのを区別する必要がないということであろう。そのほかに調理に関する熱移動の様子を明らかにするためには、定量的に取扱うことのできる要素を多く含んだこの実験を更に推進してゆくことが望ましいこと、および、油の損傷をできるだけ防ぐような方法でおいしく調理する方法への研究には、まだかなり困難が予想されるということである。

この実験に関して費用の一部は県委託研究費および本学後援会費によつて援助せられたことを感謝する。