

# 炒め物の品質に關与する要因について

## —鍋の種類の影響—

河村 フジ子

(昭和54年9月11日 受理)

## Factors Affecting the Quality of Fries

### —Effects of Kinds of Pans—

Fujiko KAWAMURA

(Received September 11, 1979)

### 緒 言

炒め物は揚げ物と同様に高温短時間加熱を行う調理法であるが、材料に対する油量が少量であるため、温度変化が大きく、かつ、温度分布が不均一であり、空気との接触面積が大であるなど、揚げ物とは異なった一面もあると思う。また、材料が器具そのものに接触する割合も大きいのでこれらの要因には鍋の材質の影響が關与すると思われる。しかるに、炒め物に関する報文は極めて少ない。そこで今回は、材質の異なったフライパンを用いて玉ねぎを炒め、鍋底と中部の温度変化、こげ色、油の変化、付着金属量について検討し、炒め物の要領の一部を明らかにしたので報告する。

### 研究 方法

#### 1. 鍋の種類

実験に用いた鍋は表1に示した鍋とフライパン5種で、以下、ステンレス、鉄、テフロン、アルミニウム—厚、アルミニウム—薄と記す。

#### 2. 試料

各種の鍋に油(日清サラダ油)10gを加えてガス火(都市ガス、強火:5l/minまたは中火:3l/min)にかけ熱電対温度計(飯尾電機製KK, 3ペンコーダー)を用いて鍋底の温度が200°Cになった時点で1.5cmの角切りまたはみじん切りの玉ねぎ100gを投入し、菜箸で12回/10secの速度で攪拌し1分または2分間炒めたもの、およびこれをエーテルで洗い油を分離したものを試料とした。

表1 鍋の種類

フライパンの種類	重量 (g)	底の直径 (cm)	底の厚さ (mm)
ステンレスフライパン	596.5	17.0	1.0
鉄 フ ラ イ パ ン	680.5	17.0	1.0
テフロンフライパン	651.5	21.0	2.9
アルミニウム厚手鍋	580.8	17.5	2.3
アルミニウム薄手鍋	259.5	18.0	0.7

#### 3. 温度変化の測定

熱電対温度計を用いて鍋底より0.5cm上部(以下中部と記す)の温度を測定した。鍋底の温度は円形熱電対を炒め時間1分の場合は5秒間隔で、2分の場合は10秒間隔で移動、静止をくり返して測定し、中部の温度は針形熱電対を菜箸に固定して測定した。

#### 4. 水分発散速度の測定

赤外線水分計(ケット科学研究所製)を用いて、ランブの高さ8cmとし試料5gについて発散する水分量を測定した。

#### 5. 表面色の測定

カラースタジオ(日本電色工業KK製)を用いて、UCS系L, a, b値で表面色を測定した。角切り玉ねぎは、無差別に抽出した10個の試料について直径10mm用の試料台にのせて測定し、みじん切り玉ねぎは円筒セルに空間のないようにつめて測定した。

#### 6. 金属量の定量

試料を550°Cで灰化させて塩酸で溶解させ鉄はオルトフェナントロリン比色法<sup>7)</sup>で定量した。アルミニウムは、灰化溶解させた液について原子吸光分析器(日立製作所製170型)を用いて波長309.2nm, N<sub>2</sub>O-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>炎により測定し、検量線よりアルミニウム量を算出した。なお、

光源は日立 HLA-4 型ホーローカソードランプを 15 mA で点灯して測定した。

7. 油の特性の測定

(1) 酸 価

試料油 5 g を精秤して中性のベンゼン-アルコール混液 (1 : 1) 50 ml で完全に溶解させ、チモールフタレイン (1%アルコール溶液) を指示薬として、N/10 水酸化カリウム-エタノール溶液で滴定し、薄青色が 30 秒間消えない点を終点とし、次式により算出した。

$$\text{酸価 (A. V.)} = \frac{56.11 \times A \times B \times F}{C}$$

- A : 水酸化カリウム溶液使用量 (ml)
- B : 水酸化カリウムの規定度 (0.1)
- F : 水酸化カリウムの力価係数
- C : 試料採取量 (g)

(2) TBA 値

試料油 200 mg を 50 ml の遠沈管にとり、5 ml のトリクロル酢酸リン酸溶液 (20 g のトリクロル酢酸を 6 N のリン酸溶液 100 ml にとかす) および 10 ml の TBA

液 (0.01モル濃度の水溶液) を加え、時々振とうしつつ湯煎上で30分加熱する。その後水中につけ急冷し、イソアミルアルコール-ピリジン (2 : 1) 混合溶液を 15 ml 加え 2 分間激しく振とうする。ついで 2400 rpm で15分間遠心分離を行ない溶媒抽出部をキュベットに移し、540 nm で比色計により吸光度を測定し、試料油 200 mg 当たりの値で示した。

実験結果および考察

(1) 鍋の種類による炒め加熱中の温度変化

鍋に新油 10 g を入れ、強火 (5 l/min) で加熱し、鍋底の温度が200°Cに達した時、角切り玉ねぎ 100 g を投入して定速で1分間搅拌した場合の鍋底と中部の温度変化を図1に示した。

図1より鍋底の温度変化は、ステンレスは材料投入直後も一時温度上昇を続け、その後急速に低下しはじめるが、炒め時間40秒位までは、他より高温となる。他の鍋の場合は、材料投入により速やかに温度は下降しはじめ、テフロンが最も低温で次いでアルミニウム-厚の順とな

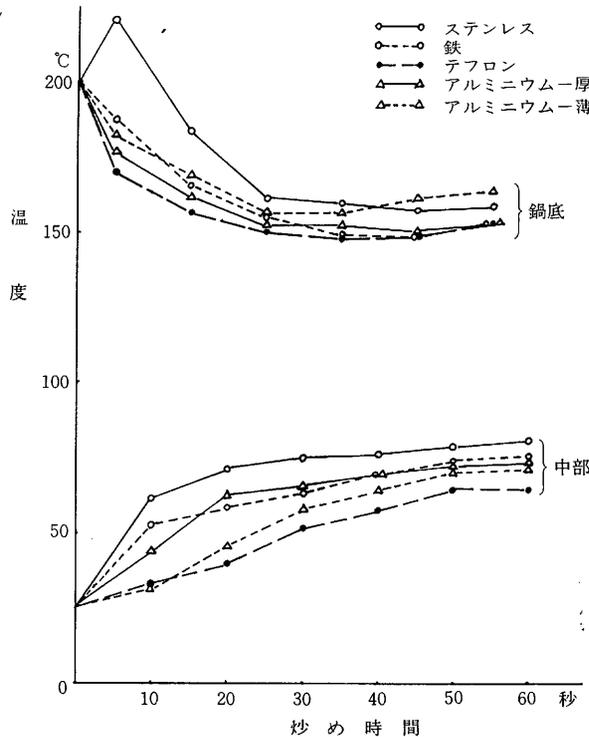


図1 角切り玉ねぎを強火で炒めた場合の温度変化

炒め物の品質に関する要因について

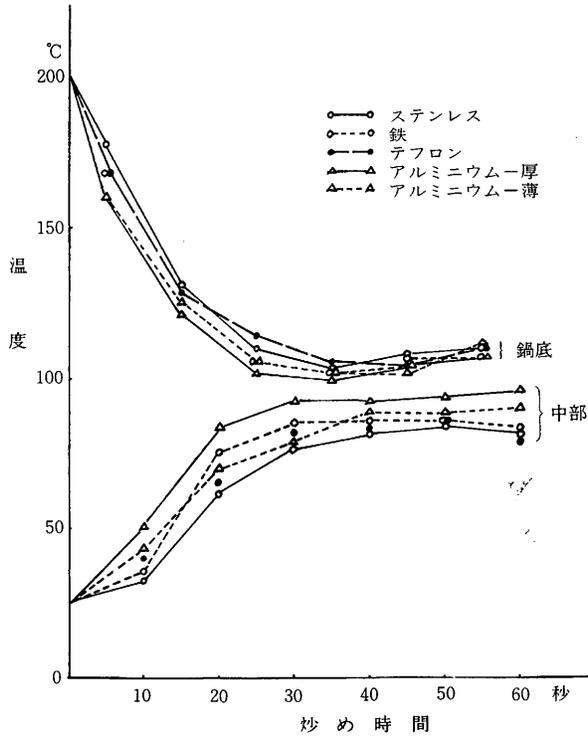


図2 みじん切玉ねぎを強火で炒めた場合の温度変化

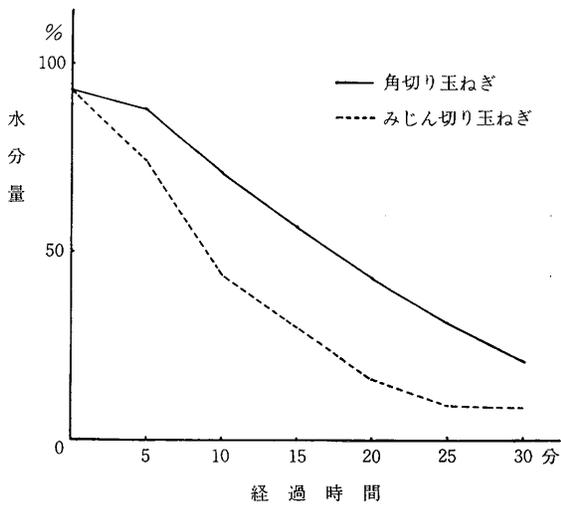


図3 切り方の違いによる水分発散速度の比較

りアルミニウム一薄は35秒以降上昇が顕著となる。中部の温度をみると、ステンレスは最も高く、テフロンは低く、その差は15~25℃とかなり大きい。アルミニウムは鍋底の場合とは逆に厚手の方が薄手より高温を保ち、鍋底との温度差が小さいことがわかる。いずれにしても、角切り玉ねぎを炒めた場合の鍋底と中部との温度差は大きく、攪拌によりその差を少なくする必要がある。

図2は、みじん切り玉ねぎを同様にして炒めた場合の温度変化を示したものである。

図2より、鍋底の温度変化は、材料投入により急速に低下し、鍋の種類による差は、角切り玉ねぎの場合より些少となる。中部の温度変化をみると、炒めはじめに急速に上昇し30秒以後ほぼ平衡状態となるが、鍋の種類による差はかなり顕著で、アルミニウム一厚が最も高く、ステンレスが最も低い。いずれもみじん切り玉ねぎの場合は、角切り玉ねぎに比べて鍋底と中部との温度差が少なく、均質な製品が得られやすいと思われる。これは、切り方の違いにより表面積が異なり、材料表面から発散する水分量の違いによると思われるので図3に、角切りおよびみじん切りの玉ねぎの水分散速度の比較をした。

図3より玉ねぎをみじん切りにすると、急速に水分が発散し、その際に鍋底の熱を奪い温度を低下させると思われる。従って、炒め材料の水分含量、附着水分量、切り方、分量等により、鍋の種類による影響の現れ方に差が生ずると思われる。

図4は火力を中火(3 l/min)にして角切り玉ねぎを2分間炒めた場合の温度変化を示したものである。

図4より、鍋の種類による鍋底の温度差はかなり大きく強火の場合と同様にステンレスが最も高く、アルミニウム厚、テフロンは低い。中部の温度をみると、アルミニウム一厚が最も高く、テフロンが低くその差は10~15℃となっている。しかし、強火で炒めた場合より、鍋の種類による温度差は小さい。いずれも、鍋底と中部の温度差は、はじめの1分間では漸次小さくなるが、その後両者とも上昇しはじめその差は60℃前後で平衡状態となる。

次に、以上のような温度変化が炒め玉ねぎの色におよぼす影響をみた。表2は、角切り玉ねぎを強火で炒めた場合の試料10個の表面色の平均値とその標準偏差を示したものである。

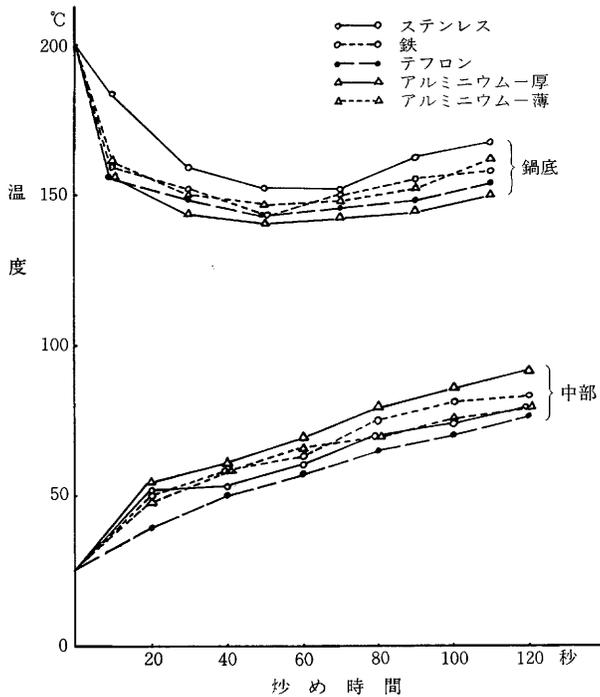


図4 角切り玉ねぎを中火で炒めた場合の温度変化

表2 角切り玉ねぎを強火で炒めた場合の表面色

		ステン レス	鉄	テ フ ロ ン	アルミ ニウム 厚	アルミ ニウム 薄
表 面 色 (10個の平均値)	L	28.2	35.6	48.3	38.3	36.5
	a	0.5	-1.4	-3.3	-2.9	-2.0
	b	10.1	8.1	5.1	5.0	6.6
標 準 偏 差	L	6.72	6.12	5.15	4.70	3.11
	a	1.92	1.12	0.62	0.55	0.54
	b	5.40	2.62	2.11	1.88	1.51

表3 分散分析表(角切り玉ねぎを強火で炒めた場合)

要 因		平方和	自由度	分散	F	F (0.01)
L	鍋の種類	2077.4	4	519.33	16.64**	3.78
	誤 差	1404.5	45	31.21		
	計	3481.8	49			
a	鍋の種類	87.0	4	21.75	17.13**	3.78
	誤 差	57.2	45	1.27		
	計	144.2	49			
b	鍋の種類	193.4	4	48.35	4.69**	3.78
	誤 差	463.8	45	10.31		
	計	657.2	49			

\*\* 危険率1%で有意

表2より、各試料のL, a, b値ともに標準偏差がかなり大きく、とりわけステンレスはL, a, b値とも他より大でばらつきが大きく、次いで鉄、テフロンとなりアルミニウムはばらつきが小さいことがわかる。そこで、分散分析を行った結果を表3に示した。

表3より、角切り玉ねぎを強火で炒めた場合、L, a

表4 みじん切り玉ねぎを強火で炒めた場合の表面色

		ステン レス	鉄	テ フ ロ ン	アルミ ニウム 厚	アルミ ニウム 薄
表 面 色	L	56.0	6.7	67.7	65.9	63.8
	a	1.4	-0.9	-2.1	-2.3	-2.3
	b	12.7	13.9	6.9	7.3	12.0

表5 角切り玉ねぎを中火で炒めた場合の表面色

		ステン レス	鉄	テ フ ロ ン	アルミ ニウム 厚	アルミ ニウム 薄
表 面 色 (10個の平均値)	L	30.2	36.6	39.7	39.0	38.2
	a	-1.8	-2.9	-3.1	-3.0	-3.0
	b	4.4	4.2	2.6	0.4	2.9
標 準 偏 差	L	4.47	4.03	4.24	3.90	1.92
	a	0.56	0.35	0.11	0.08	0.05
	b	1.90	2.06	1.44	1.98	1.36

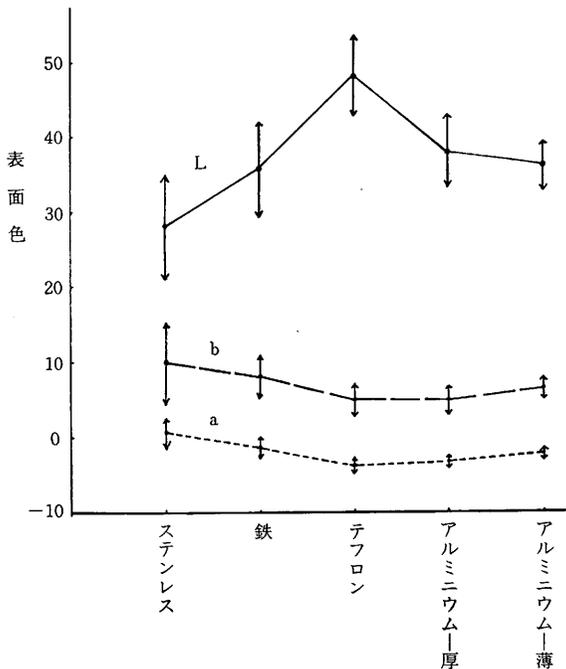


図5 角切り玉ねぎを強火で炒めた場合の表面色

b 値ともに鍋の種類による影響は、危険率 1% で有意差が認められた。そこで、各試料の表面色の区間推定を行って図 5 に示した。

図 5 より、ステンレスは、L 値が低くて黒ずんでおり、a、b 値が高くて赤、黄色の度が高く、いわゆるこげ色が強いのに反してテフロンは L 値が高く、a、b 値が低く、白っぽく次いでアルミニウム一厚、同一薄、鉄の順にこげ色が増すことがわかる。

表 4 は、みじん切り玉ねぎを強火で炒めた場合の表面色を示したものである。

表 4 より、ステンレスが最もこげ色が強いが、テフロン、アルミニウム一厚は同程度に白っぽく、アルミニウム薄一、鉄がこれに次いでおり、その差は角切りの場合より小さい。表 5 に、角切り玉ねぎを中火で炒めた場合の試料 10 個の表面色の平均値とその標準偏差を示した。

表 5 より、各試料の L、b 値とも、標準偏差はかなり大きい、その値は強火の場合より小さく、ばらつきは小さいといえる。強火の場合同様に分散分析を行った結果を表 6 に示した。

表 6 より、角切り玉ねぎを中火で炒めた場合の L、a、b 値は危険率 1% で鍋の種類により有意差が認められることがわかった。そこで、各試料の表面色について区間推定を行って図 6 に示した。

表 6 分散分析表(角切り玉ねぎを中火で炒めた場合)

要因	平方和	自由度	分散	F	F (0.01)
L	鍋の種類	4	147.00	9.05**	3.78
	誤差	45	16.24		
	計	49			
a	鍋の種類	4	5.95	59.5**	3.78
	誤差	45	0.10		
	計	49			
b	鍋の種類	4	25.55	7.32**	3.78
	誤差	45	3.49		
	計	49			

\*\* 危険率 1% で有意

図 6 より、中火で炒めた場合も、強火の場合および、みじん切りの場合と同じく、ステンレスがこげ色がつきテフロン、アルミニウム一厚が白っぽいといえるがそれらの差は些少といえる。

次に、各鍋を用いた場合の油の変化をみるために、新油 10g を鍋に広げて強火または中火で加熱した場合の発煙点、温度上昇速度、加熱油の特数を表 7 に示した。

表 7 より、ステンレスは発煙点が低く、アルミニウム一厚、テフロンは高い。温度上昇速度はアルミニウム一

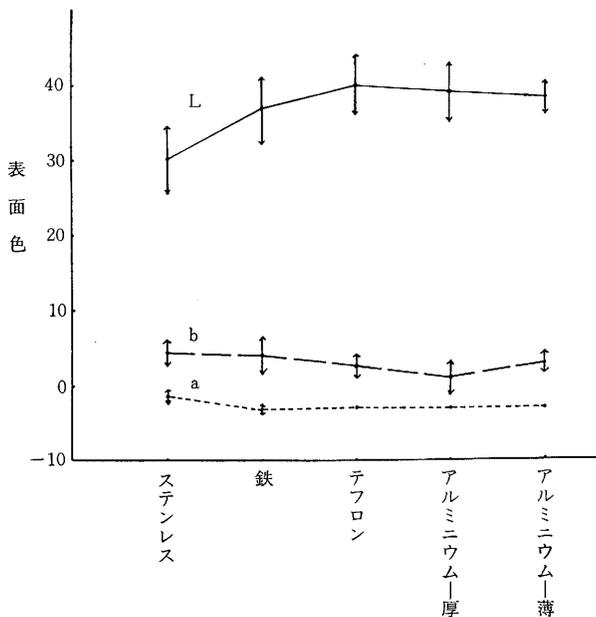


図 6 切り玉ねぎを中火で炒めた場合の表面色

炒め物の品質に関する要因について

表7 鍋の種類による発煙点, 温度上昇速度, 加熱油の特数の比較

		ステンレス	鉄	テフロン	アルミニウム厚	アルミニウム薄
発煙点 (°C)		99	147	235	250	197
200°C になるまでの時間 (秒)	5 l/min	62	49	73	70	12
	3 l/min	74	72	133	118	37
200°C 加熱油	酸価	0.296	0.230	0.239	0.226	0.235
	TBA 値*	0.092	0.065	0.059	0.051	0.057
250°C 加熱油	酸価	0.404	0.256	0.289	0.235	0.248
	TBA 値*	0.263	0.068	0.062	0.078	0.059

\* 油 200 mg 当りの吸光値

新油の TBA 値 0.026

新油の酸価 0.203

表8 各鍋より炒め玉ねぎ中に移行する金属量

鉄量 (mg%)			アルミニウム量 (mg%)			
鉄油	鉄み	鉄がく	鉄さびつき	アルミニウム薄 (古)	アルミニウム厚 (古)	アルミニウム腐食
0.02	0.16	0.64	0.14	0.25	0.73	

薄が最も速く、テフロンはおそい。このような現象が油の劣化におよぼす影響をみたところ、ステンレスは、酸価、TBA 値ともに他よりやや高い値を示している。鍋より移行する金属量は0に近いことを確かめた上で行った実験であるため、このような油の劣化現象は、材質自体の特性によるものと推定される。

次に油の変化は、購入直後の場合や使用後の処理如何によっては、鍋の金属が油中に移行することが考えられる。そこで鍋の材質としてよく用いられる鉄およびアルミニウム製の各鍋に新油をそれぞれ 10 g ずつ加えて、玉ねぎ 100 g を炒めて、製品に移行する金属量をみたものが表8である。

表8より、さびさせた鉄製フライパンや腐食したアルミニウム鍋 (いずれも使用可能な状態) からはかなり多量の金属が炒め玉ねぎ中に移行する事がわかった。そこで、鍋より移行する金属が炒め加熱中に油の劣化におよぼす影響をみるために、次に新油に塩化第二鉄および塩化アルミニウムの各液を 180°C で滴下して金属量が 0.8 mg% となるように調製した Fe 混合油および Al 混合油各 10 g を用いて玉ねぎ 100 g を炒めた場合の原料油、加熱油 (200°C)、炒め油の酸価を図7に、TBA値を図8

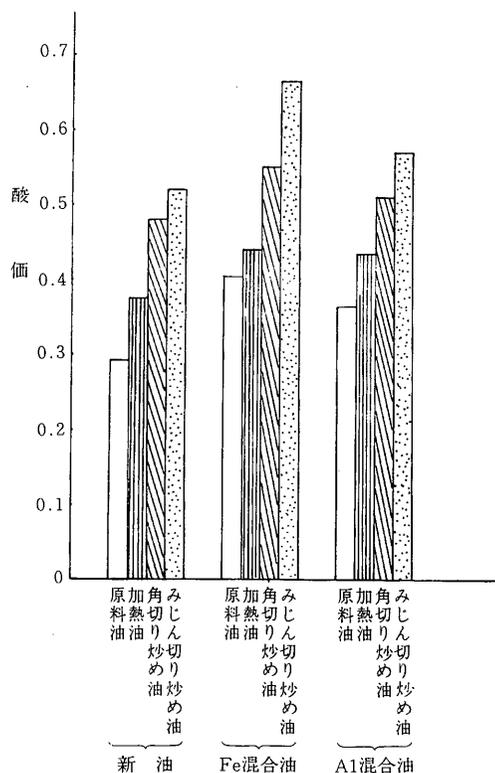


図7 金属混入炒め油の酸価

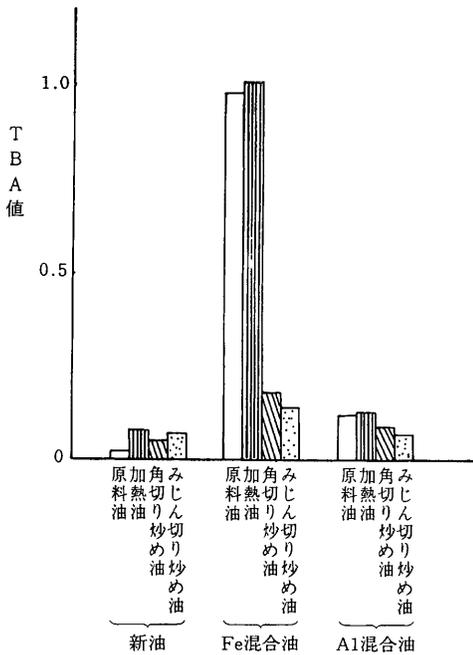


図8 金属混入炒め油のTBA値

表9 玉ねぎを金属混入油で炒めた場合の色の变化

	対 照	Fe 混合油	Al 混合油
L	63.9	61.5	66.7
a	-3.1	-1.4	-3.8
b	12.2	14.5	15.0

\* 炒め製品に対し原料の2倍の水を加えてホモジナイズしたもの

に示した。

7 図より、金属特に鉄が混入すると原料油、加熱油の酸価が高くなるが、いずれの場合も、原料油、加熱油、角切り炒め油、みじん切り炒め油の順にその値は上昇する。図8より各油のTBA値は、Fe混合油では原料油、加熱油は著しく高く、Al混合油は新油との差が些少である。いずれも、炒め油の値は、加熱油より低くなり、金属混入の影響は少なくなることがわかった。

次に金属の混入は、製品の色にも影響をおよぼすと思われるので、玉ねぎを同様に炒めた場合の表面色をみて表9に示した。

表9より、Fe混合油の場合は対照よりL値が低く、a、b値が高く、こげ色がつくのに対してAl混合油の場合は、L、b値が高く、a値が低く、明るい黄色味をおびることがわかった。

#### IV 要 約

炒め物の品質に関する要因の一つとして鍋の材質と厚さによる影響について検討した結果を要約すると次のようになる。

1) 角切り玉ねぎを強火で炒めた場合は、鍋の種類による鍋底および中部の温度差は顕著で、ステンレス製は最も高温で炒め製品にこげ色がつき、試料間のばらつきも大きい。一方、アルミニウム厚一やテフロン製は鍋底、中部ともに低温で、こげ色がつきにくい。

2) みじん切り玉ねぎを強火で炒めた場合や角切り玉ねぎを中火で炒めた場合は、鍋の種類による温度差、こげ色の差は、角切り玉ねぎを強火で炒めた場合より少ない。

3) ステンレス製鍋で少量の油を加熱すると発煙点が低く、TBA値は他の鍋（鉄、テフロン、アルミニウム製）より高くなり劣化しやすい。

4) 日常使用している鍋より、炒め食品中に混入する金属量は、0.8mg%以下である。

5) 玉ねぎを炒め操作中に鉄およびアルミニウムが混入した場合、酸価は、対照（新油）より高く、かつ、原料油、加熱油（材料投入直前の油）より高くなる。TBA値は対照より高いが、原料油、加熱油より低下する。

6) 玉ねぎを炒め操作中に鉄が混入すると、こげ色が強まり、アルミニウムが混入すると、明るい黄味をおびる。

#### 引用文献

1) 永原太郎, 岩尾裕之, 久保彰治: 全訂食品分析法, 柴田書店, 東京(1978) p. 163