

天ぷら衣への食酢添加効果

—— 天ぷら衣を「さくさく」させるために食酢の添加は有効か？ ——

原 知 子

キー・ワード：天ぷら衣、食酢添加、官能評価

1 はじめに

天ぷらの調理において、衣をさくさくとした食感にしあげることは、評価の中で重要な要素である。近年は、手軽に失敗なく調理するための「天ぷら粉」も市販されているが、家庭料理においては、常備している薄力小麦粉を用いた天ぷらが一般的である。その際、天ぷら衣を、軽く、時間が経過しても食感を保つ方法として、重曹を添加するとよいといわれている^{1,2,3)}。また、しょうが汁を添加すると、衣作成から時間がたっても歯もろさがよい⁴⁾、という報告もある。重曹は有効であるが、天ぷら衣自体が硬くなりやすく、ビタミンB₁の損失も起こりやすい。家庭で簡単に、衣を軽く仕上げるための工夫として「食酢を添加するとよい」という口コミ情報がある(出典不詳)。食酢も家庭において常備している調味料で、使用するには手軽で実用的である。ところが、食酢の添加効果についてのデータは、調理関係の教科書、報告には見当たらない。そこで、実際に食酢添加によって天ぷら衣の官能的な評価が改善されるかについて本学ゼミ生の協力を得て検討したので、ここに報告する。

2 実験方法

(1) 揚げ実験

衣の作成：ボールに温度調整した水を入れ、添加物、粉を加え、菜ばしを用いて20回攪拌する。衣のみの場合はこのまま一定直径のロートからすみやかに適下して揚げ、種(ちくわ、さつまいも)を用いる場合は、揚げ種をいれててばやく衣をつけて揚げる。基準の揚げ玉は水37.5mlに粉25gとしたが、ちくわ(25g+27ml)、さつまいも(25g+23ml)の天ぷらでは一般的に揚げだねに適しているという配合量を用いた^{5,6)}。

揚げだね：ちくわは市販のものを購入し、1cm輪切りとした。サツマイモは1cmの角切りにし水にさらした後クッキングペーパーにて水分をふき取り使用した。揚げ実験における1回の投入量は種重量で50gずつとした。

揚げ操作：電気フライヤー(ナショナル、NF-F150)を用い、市販日清サラダ油(大豆油・菜

種油の調合油) 500mlにて、170℃で揚げる。油は毎回新鮮油を用いた。揚げ時間は揚げ種に火が通る時間としてちくわの場合2分を、さつまいもの場合4分をめやすとした。比較する揚げ物を同時に揚げスタートし、揚げ操作終了後約10分で官能評価を開始した。

(2) 官能評価

揚げあがり後10分から30分までの時間内に試食し(揚げ物は室温にさめた状態)、下記の評価項目について評点法により記入した。すなわち、さくさく度(5=とてもさくさく、4=ややさくさく、3=普通、2=あまりさくさくしていない、1=全然さくさくしていない)、軽さ(5=とても軽い、4=やや軽い、3=普通、2=やや重い、1=大変重い)、かたさ(1=全くかたくない、2=かたくない、3=普通、2=ややかたい、1=大変かたい)、好ましさ・外観のよさ・衣の味・種の味(5=とても良い、4=やや良い、3=普通、2=やや悪い、1=大変悪い)、色(5=大変白い、4=やや白い、3=普通、2=やや黄色い、1=大変黄色い)を標準評価項目とした。パネルは本学生生活学ゼミナール(原ゼミ)および調理学実験の履修者により構成した。検定は試料とパネルを要因とした二元配置の分散分析⁷⁾によった。

(3) 衣の流れやすさ：作成直後の衣(混ぜ回数など実際に揚げ物に使用する衣と同様な調整方法の衣)については、同一のガラス製ロート(受け口φ=66mm、受け口長さ=53mm、脚部φ=5mm、脚部長さ=75mm)から全量が自然落下するのに要する時間にて、均一衣については水、粉の順にはかり入れたものについて、1秒間に1回の割合で1分間(60回)攪拌調整し、ただちに同一ロート(前掲)からの滴下速度を記録した。

(4) 衣のpH測定：流れやすさ測定と同様に調整した均一な衣について、pHメーターにて測定した。

(5) 揚げ玉の状態：揚げ玉を超音波サンプルカッター(山電製)にて切断し、揚げ玉の断面をスキャナーにて撮影した。

3 結果および考察

1) 衣作成時の水温の影響

天ぷら衣を作成する際に、粉や卵をよく冷やして用いる、ということは料理書に頻繁に書かれている。適性温度で衣作成を実施する必要があるため、その温度を設定すべく、0、8、15、22、30℃の水温の水で衣を作成し、適性温度を設定した。実験は種を入れた場合の実験を考慮して、ちくわ天ぷら(2分揚げ)とした。適性温度に関しては「5℃が適正で15℃は限界」²⁾、「15～20℃位が適切」⁵⁾、「15℃が最適」⁸⁾などの文献があるが、本実験では図1に示したように、今回注目している評価項目の「さくさく度」において $P < 0.01$ で15℃の場合が有意に評価が高いという結果を得たので、以後の実験では衣作成には15℃の水を用いた。

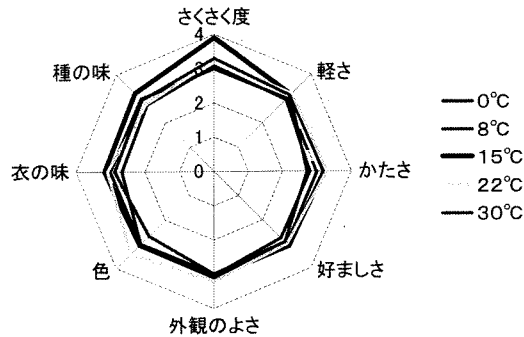


図1 衣調整温度による揚げ衣の評価の違い

2) 添加物の違いによる衣の官能評価

i) ちくわ天ぷらの衣への食酢・重曹添加の影響

ちくわを揚げだねとした天ぷらで、食酢、重曹を添加した場合について衣の評価をおこなった結果を図2に示した(揚げ時間1分30秒)。分散分析の結果、全ての評価項目において、試料間に $P < 0.01$ で有意差が認められた。また、それぞれの衣サンプル相互間の有意差を表1に示した。

無添加に比べ食酢、重曹添加で、すべての項目について評価が高く改善効果が認められたが、重曹0.25%添加では効果がやや小さい。また、重曹0.5%ではアルカリ味が感知された。さくさく度は、歯もろくくずれやすい感触としており、天ぷらでは大事な評価項目である。食酢(0.46%、0.91%)、重曹(0.5%)添加で評点が高く、添加が有効であると考えられる。軽さは、衣のみでなく、あっさり・淡白な油の味も含む。かたさについては、破壊するのにかかる力として評価しているが、組織結合力だけでなく、衣の仕上がりが重い状態もかたさに影響していると考えられる。かたさの評点は高い方がやわらかく、無添加のものがかたいという結果となった。揚げ時間がやや短めで、揚げ直後に比較しているため、この結果では重曹によるかたさの増加は認められなかった。色については、pHが小麦粉のフラボノイドに影響するため、重曹ではやや黄色っぽくなり、食酢では白くなる傾向が認められた。衣の味、種の味に関しては食酢添加で評価がよく、これはpH調整的に働いたとも考えられる。パネル間の評価には有意差は全くみられなかった。

天ぷら衣への食酢添加効果

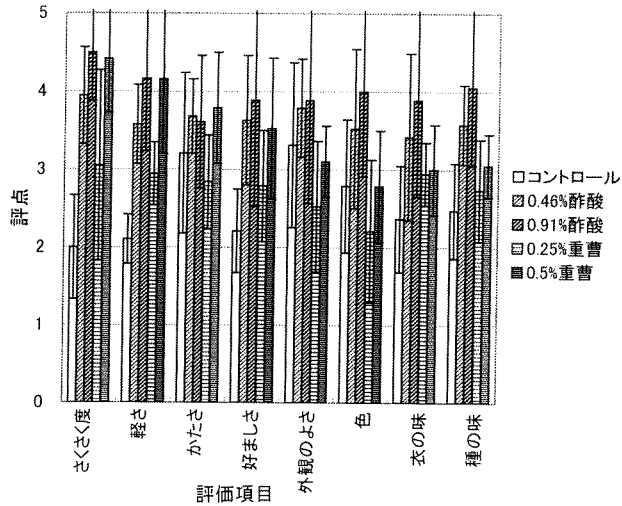


図2 ちくわの天ぷらにおける衣の評価

表1 ちくわの天ぷらにおける衣の評価 試料間の有意差一覧

	コントロール	0.46%食酢	0.91%食酢	0.25%重曹	0.5%重曹
さくさく度	コントロール	—	*	*	*
	0.46%食酢	—	—	*(一)	*
	0.91%食酢	—	—	*(一)	なし
	0.25%重曹	—	—	—	*
	0.5%重曹	—	—	—	—
	コントロール	—	*	*	*
軽さ	コントロール	—	*	*	*
	0.46%食酢	—	—	*	*(一)
	0.91%食酢	—	—	なし	*(一)
	0.25%重曹	—	—	—	*(一)
	0.5%重曹	—	—	—	—
	コントロール	—	*	なし	*(一)
かたさ	コントロール	—	なし	なし	*
	0.46%食酢	—	なし	なし	*
	0.91%食酢	—	—	なし	*
	0.25%重曹	—	—	—	*
	0.5%重曹	—	—	—	*
	コントロール	—	*	*	*
好ましさ	コントロール	—	なし	なし	*(一)
	0.46%食酢	—	—	*(一)	*(一)
	0.91%食酢	—	—	—	*(一)
	0.25%重曹	—	—	—	*(一)
	0.5%重曹	—	—	—	—
	コントロール	—	*	*	*
外観	コントロール	—	なし	なし	*(一)
	0.46%食酢	—	なし	*(一)	*(一)
	0.91%食酢	—	—	*(一)	*(一)
	0.25%重曹	—	—	—	*(一)
	0.5%重曹	—	—	—	—
	コントロール	—	*	*	*
色	コントロール	—	なし	なし	*(黄色)
	0.46%食酢	—	—	*(黄色)	*(黄色)
	0.91%食酢	—	—	*(黄色)	*(黄色)
	0.25%重曹	—	—	—	*(黄色)
	0.5%重曹	—	—	—	—
	コントロール	—	*	*	*
衣の味	コントロール	—	—	*(一)	*(一)
	0.46%食酢	—	—	*(一)	*(一)
	0.91%食酢	—	—	—	なし
	0.25%重曹	—	—	—	—
	0.5%重曹	—	—	—	—
	コントロール	—	*	*	*
種の味	コントロール	—	—	*(一)	*(一)
	0.46%食酢	—	—	*(一)	*(一)
	0.91%食酢	—	—	—	*(一)
	0.25%重曹	—	—	—	*(一)
	0.5%重曹	—	—	—	—

*印はn=18、P<0.05において、各添加物のサンプル間で評点に有意差があることを示して、(一)は評点が低いことを、色については特徴を示した。

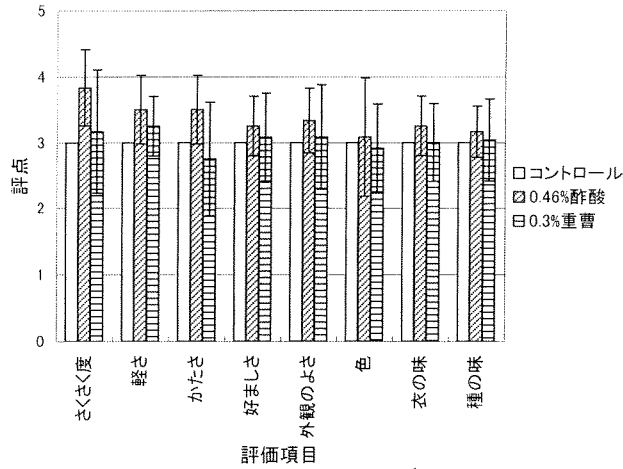


図3 ちくわ天ぷらにおける酢酸・重曹添加衣の評価

ii) ちくわ天ぷらへの酢酸・重曹添加の影響

官能評価では絶対評価よりも基準に対する相対評価のほうが判断は容易であるので相対評価で確認し、また食酢でなく主成分の酢酸を添加したもので確認しておく、という意味で、コントロール、0.46%酢酸添加(加える水が0.46%酢酸となる状態)、0.3%重曹添加(粉に対して0.3%重量の重曹)について i) と同様に官能評価を実施した。実験条件は $n=12$ 、粉25gに水24ml、揚げ操作は i) に全く同じであるが、揚げ時間は2分10秒で実施した。結果を図3に示した。

コントロールの評価を3点と定めることにより評価の範囲が狭まったと考えられるが、3種の衣でさくさく度 ($p<0.01$)、軽さ ($p<0.05$)、かたさ ($p<0.01$) に有意差が認められた。すなわち食酢の成分のうちの酢酸添加による効果が認められた。個々の試料間の有意差は、コントロール群に対する酢酸添加衣で同じく、さくさく度、軽さ、かたさにおいて $p<0.01$ で有意差が認められた。その他、揚げ時間が正確には2分10秒とやや長めのため、脱水が進行して、重曹添加のものでは、かたさが感じられている。パネル間においては、軽さの項目について有意差が認められたが、他の項目では全くパネルにおける有意差はなかった。

さらに、データは省略しているが、揚げ玉(小麦粉25g+水37.5ml)の実験においても、ii) と同様に酢酸添加によって、さくさく度の評価が高くなった。

iii) 卵入り衣への添加効果

一般家庭での天ぷら衣には卵が入る。そこで、卵入りの衣でも食酢の添加効果が認められるかについて検討した ($n=18$ 、粉30g+45ml、卵は全卵15mlを水30mlに加えた。揚げ時間は衣全量が多くなっているため6分、食酢は酢酸濃度0.46%の水として添加)。図4に示したように、卵なしにおいても、卵が入った場合でも食酢を添加すると評点は、さくさく度、軽さ、かたさ、

天ぷら衣への食酢添加効果

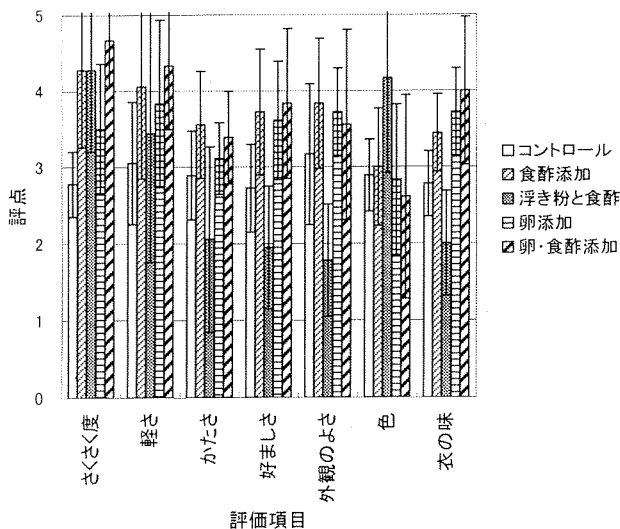


図4 食酢・卵添加の揚げ玉の評価

表2 食酢・卵添加の揚げ玉の評価 試料間の有意差一覧

	コントロール	食酢添加	浮き粉と食酢	卵添加	卵・食酢添加
さくさく度	コントロール	—	*	*	*
	食酢添加	—	—	*	なし
	浮き粉と食酢	—	—	—	なし
	卵添加	—	—	—	*
	卵・食酢添加	—	—	—	—
軽さ	コントロール	—	*	*	*
	食酢添加	—	—	*	なし
	浮き粉と食酢	—	—	—	*
	卵添加	—	—	—	*
	卵・食酢添加	—	—	—	—
かたさ	コントロール	—	*	*	*
	食酢添加	—	—	*	なし
	浮き粉と食酢	—	—	—	*
	卵添加	—	—	—	なし
	卵・食酢添加	—	—	—	—
好ましさ	コントロール	—	*	*	*
	食酢添加	—	—	*	なし
	浮き粉と食酢	—	—	—	*
	卵添加	—	—	—	なし
	卵・食酢添加	—	—	—	—
外観	コントロール	—	*	*	*
	食酢添加	—	—	*	なし
	浮き粉と食酢	—	—	—	*
	卵添加	—	—	—	なし
	卵・食酢添加	—	—	—	—
色	コントロール	—	なし	*	なし
	食酢添加	—	—	*	なし
	浮き粉と食酢	—	—	—	*
	卵添加	—	—	—	なし
	卵・食酢添加	—	—	—	—
衣の味	コントロール	—	*	*	*
	食酢添加	—	—	*	*
	浮き粉と食酢	—	—	—	*
	卵添加	—	—	—	なし
	卵・食酢添加	—	—	—	—

*印はn=18、P<0.05において、各添加物のサンプル間で評価に有意差があることを示している。

(-)は評点が低いことを示す

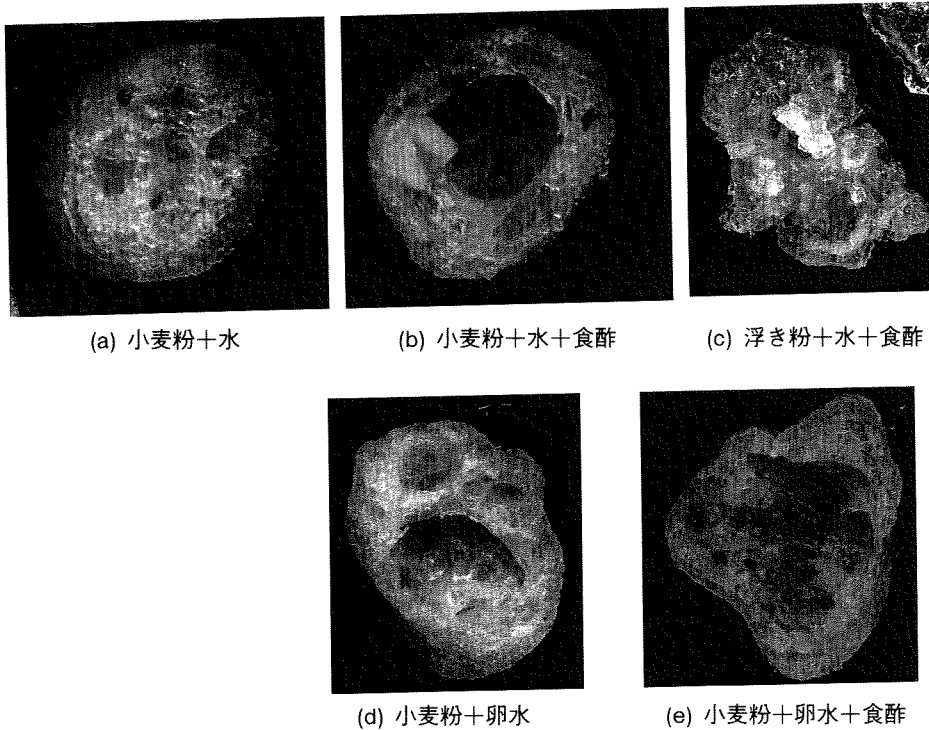


図5 揚げ玉の断面

好ましさ、衣の味の項目で高くなり、効果があると考えられた。デンプンに対する影響をみるため小麦粉を浮き粉にかえたものを作成したが、小麦粉のものとは全く別の性状で、結晶状であった。各項目について、試料間に $p < 0.01$ で有意差が認められた。軽さの項目ではパネリストにも有意差が認められたがこれは浮き粉のカリカリとしながらも脆いことや、油っぽさのない状態を軽いと評価するパネリストがいたことに起因していると考えられる。色については、卵入りでは卵の色が直接反映していた。各試料間の有意差については表2に示した。食酢は卵添加の揚げ玉においても、さくさく度、軽さの項目で有意に食感を向上させている。揚げ玉の断面を見ると図5に示すように、食酢添加のもので、気孔が発達して気孔壁がうすい。すなわち、食酢添加の場合に揚げ玉内部では膨化が進行していると考えられる。グルテンは70℃以上で変性し始め、高温になるほど変性しやすいといわれている⁹⁾。揚げ操作では170℃の油中で加熱するため表面部は極めて短時間に高温となる。しかし、内部では、温度上昇による膨圧のために気孔が発達し、その気孔をとりかこむデンプンやグルテンなどの凝固の程度により形や組織が形成される。すなわち、内部の生地 of 伸展性や流動性が膨化に影響するはずである。

3) 天ぷら衣の流れやすさ

流動性が異なるかどうかを確認するため、実際に揚げ実験に用いた食酢添加衣のみかけの流

れやすさを測定した。天ぷら衣はまだ粉がそのまま白く残っているくらいがよいといわれるほど、不均一な状態で用いられる。作成直後のその不均一性、衣自体の内部結合力および壁面への付着性の違いゆえに、正確な流動性ではないが、衣全量を同一ロートに注入し、ロート溜りに衣がなくなるまでの時間を見ると、表3のようにA→B、D→Eへと卵なし、卵入りの両方の衣において、食酢を添加したもので明らかに流れやすくなっている。

次に、均一に攪拌した衣の流下速度を測定した。図6に示すように、酢酸濃度によって、流れやすさが異なる。濃度が高くなりすぎても流れ難くなる。ちなみに、1.12%、0.56%、0.28%、0.11%酢酸添加の衣のpHは順に3.8、4.2、4.4、4.8であった。図6-2は0.056～0.28%の食酢添加について拡大したものである。流れはじめと終わりは付着性等の影響があるので、直線の傾きで判断するのが妥当だと考えている。指標としてグリセリンを用いた。0.11%酢酸では重曹添加衣よりも流れやすかった。酢酸の添加については、多すぎても少なすぎても効果が小さくなる可能性が大きい。

表3 天ぷら衣の流れやすさ

衣の種類	衣の組成				時間(分)
	小麦粉	水	4.2%酢酸	卵	
A	30g	45ml	—	—	21.28
B	30g	40ml	5ml	—	7.37
C	浮き粉30g	40ml	5ml	—	水状に流れて測定不可
D	30g	30ml	—	15ml	32.67
E	30g	25ml	5ml	15ml	9.47

衣全量が同一のロートから流れ落ちる時間、ただし壁面に付着したものは除く

ロートの足の部分の内径5.0mm

揚げ衣の調整：ゼ操作は20回、室温・品温 21℃

実際の揚げ衣と同じ調整方法につき、不均一状態のまま測定

これらの酢酸添加衣のpHと流れやすさを対応させた所、図7に示したとおりpH4あたりを境に急激に流れにくくなる。したがって、添加する食酢の量によっては効果が出ない場合もあると考えられる。なお、均一な衣とそうでないものでは有効濃度が異なることも考えられる。揚げだねへの衣のつき方、油中における気泡の膨化や気孔壁の形成においても流れやすさは重要な要素で、食酢がこの流れやすさを変化させることが食感の向上のひとつの原因であると考えられる。

4) 揚げだねの異なる天ぷらの場合

揚げだねのある天ぷら衣の実験で、これまではちくわを用いたが、種を変えた場合にも効果があるかどうかについて、さつまいも天ぷらで調べた。官能評価の結果を図8に示す。軽さの項目以外は $p < 0.01$ で3種の試料間に有意差が認められた。パネル間の有意差は認められなかった。各試料間の差については表4に示したように、さくさく度において食酢・重曹添加の効果

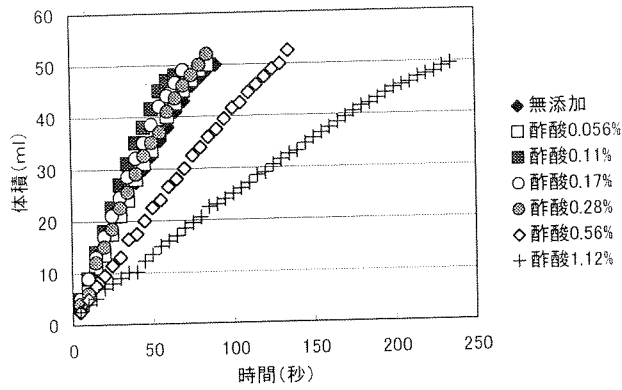


図6-1 酢酸添加量による均一衣の流れやすさの変化—その1 (29℃にて測定)

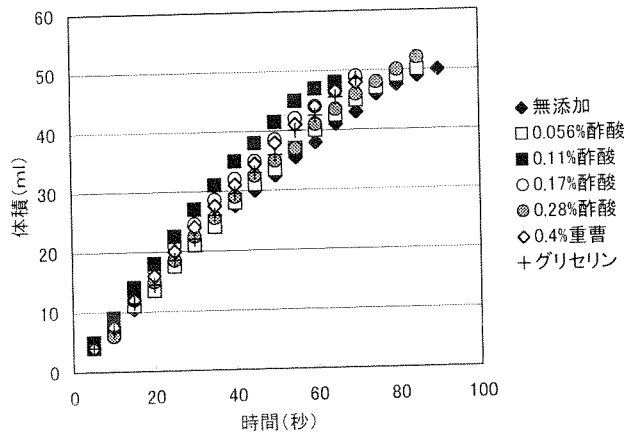


図6-2 酢酸添加量による均一衣の流れやすさの変化—その2 (29℃)にて測定

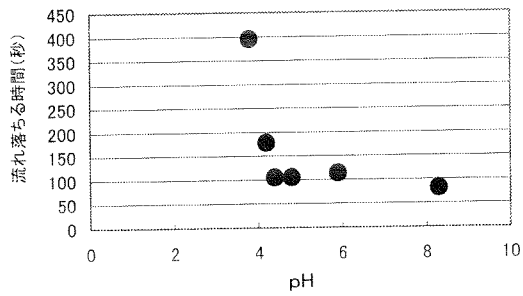


図 衣の流れやすさとpH (21℃)

天ぶら衣への食酢添加効果

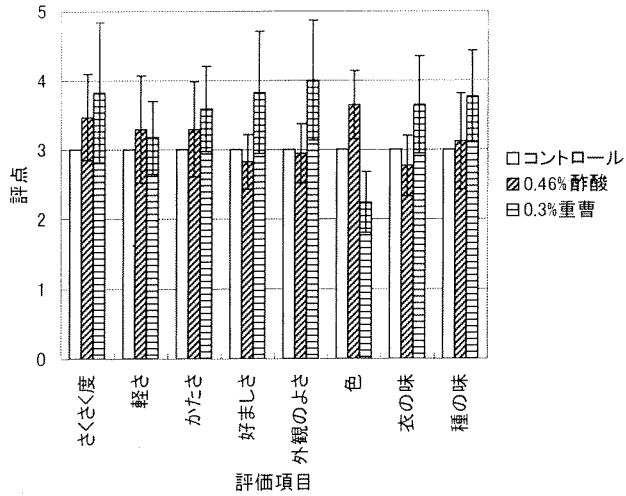


図8 さつまいも天ぶらの衣への添加効果

表4 さつまいも天ぶらの衣への食酢・重曹添加効果 試料間の有意差

評価項目	コントロール	0.46%酢酸	0.3%重曹
さくさく度	コントロール	—	*
	0.46%酢酸	—	なし
	0.3%重曹	—	—
	コントロール	0.46%酢酸	0.3%重曹
軽さ	コントロール	なし	なし
	0.46%酢酸	—	なし
	0.3%重曹	—	—
	コントロール	0.46%酢酸	0.3%重曹
かたさ	コントロール	なし	*
	0.46%酢酸	—	なし
	0.3%重曹	—	—
	コントロール	0.46%酢酸	0.3%重曹
好ましさ	コントロール	なし	*
	0.46%酢酸	—	*
	0.3%重曹	—	—
	コントロール	0.46%酢酸	0.3%重曹
外観	コントロール	なし	*
	0.46%酢酸	—	*
	0.3%重曹	—	—
	コントロール	0.46%酢酸	0.3%重曹
色	コントロール	*	*(黄色)
	0.46%酢酸	—	*(黄色)
	0.3%重曹	—	—
	コントロール	0.46%酢酸	0.3%重曹
衣の味	コントロール	なし	*
	0.46%酢酸	—	*
	0.3%重曹	—	—
	コントロール	0.46%酢酸	0.3%重曹
種の味	コントロール	なし	*
	0.46%酢酸	—	*
	0.3%重曹	—	—
	コントロール	0.46%酢酸	0.3%重曹

* : n=17, P<0.05における各添加物の違いによる評価の有意差を表している
色については*(黄色)としてその特性の変化を示した

が認められる。重曹ではややかたくなり、色が黄色くなった。好ましさで重曹添加が有意に評価されているが、さつまいも場合はやや黄色いイメージのほうが芋らしく感じられ、また、種の味自体も甘く感じられたというパネリストのコメントもあり、これが評価に影響していると考えられた。また、さつまいもの衣は一般的に濃い目に作ることが多いので、重曹のように炭酸ガスを発生して気孔が多くできるほうが効果的とも考えられる。ちくわの場合は、ややpHを低めに調整する食酢が効果的であったが、種の味や食感によって、衣の方のpH、さくさく感やかたさをはじめとするテクスチャー、色などのバランスが変動すると考えられるので、食酢の効果が小さい場合もあると考えられる。さつまいも場合は重曹の効果が大きかった。

5) まとめ

天ぷら衣の仕上がりには、小麦粉の種類(グルテン量やでんぷんの崩壊状態など)、量、添加物、水との配合比、水温、衣の作成(攪拌等)、揚げ油の種類・量・温度、揚げ時間などさまざまな条件が影響を及ぼす。「さくさく感」や「軽さ」には、これらの要素が原因となって変化する「水と油の交換」が大きく影響している。添加物の効果については重曹の働きがよく知られているが食酢についてはほとんど知られていない。

本実験では小麦粉と水、小麦粉と卵水の基本の衣に、食酢添加で揚げ衣、揚げ玉にさくさく感がでるか、に焦点をあてて官能評価を実施した。その結果、ちくわ天ぷら、および揚げ玉、さらに卵入り衣の揚げ玉、さつまいもの天ぷらで、食酢添加によってさくさく感が改善され添加効果が認められた。本実験では、現象面での把握であり、どのように働くかのメカニズムについては言及できないが、一定濃度範囲の食酢添加によって、衣の流動性が低下することが確認された。食酢添加では当然、添加量が多すぎると酸味をはじめとする食酢独特の味が感知される。また、食酢は重曹に比べ、やわらかめにさくさくと仕上がる傾向にはあるが、揚げだね、添加量によっては効果の小さい場合もあると考えられる。

4 要約

天ぷら衣を歯もろさよく、軽くするための工夫として、食酢の添加効果について調べた。

小麦粉の天ぷら衣の官能評価において、少量の食酢を添加すると無添加に比べて「さくさく度」の評価が、改善された。これは、卵添加衣の場合にも同様であった。ただし、添加量や衣の組成、揚げだねとの相性により、効果の小さい場合もあると考えられた。

食酢の添加量により小麦粉ベースの天ぷら衣は流れやすさが変化し、添加生地のパHが4以上ではみかけの流れやすさが大きかった。これが、揚げた際に膨圧が高まるにつれ気孔の伸展性を助け、さくさく感のでやすい衣の生成につながると推察した。流れやすさの観点から均一に攪拌した衣が最も流れやすくなるのは、小麦粉対水が1:1.5の割合の衣では、0.1%から0.3%酢酸溶液であった。これは、衣全容積約50mlの場合食酢で1~2.5ml添加にあたる。

5 謝辞

加藤美香氏および2002年度原ゼミのメンバー (岩井七海・榎本裕香里・大塚香・大久保清香・岡田めぐみ・金戸由衣・川池千里・黒木真理・鈴木利沙・瀬良さやか・田中敦子・中戸利奈・廣野千絵・港志津香・村井麻弥・村上由香・森下千絵・門田理恵・山田智子・山本寛子・吉竹麻沙美、各氏) に実験操作ならびに官能評価にご協力いただきました。記して謝意を表します。

文献

- 1) 松元文子、調理科学、4、1号、1巻 (1968)
- 2) 豊島治男編、「調理科学」 産業図書株式会社、204、昭和49年発行
- 3) 瀬口正晴著 調理科学研究会編、「調理科学」 株式会社光生館、274、昭和59年発行
- 4) 青柿節子・黒沢和子・藤木澄子・吉松藤子、家政誌、451、33 (1982)
- 5) 木咲弘、同志社大学学術研究年報、346、10 (1959)
- 6) 清水桂一、「料理入門 和風料理の基礎と実際」 グラフ社、75、昭和54年発行
- 7) 日本フードスペシャリスト協会編、「新版食品の官能評価・鑑別演習」 建帛社、31、2004年発行
- 8) 比留間トシ・広島秀子・松元文子、家政誌、159、22 (1971)
- 9) 藤井淑子著 島田淳子・下村道子編、「調理科学講座 植物性食品Ⅰ」 朝倉書店、79、1994年発行