

平成 30 年 6 月 5 日現在

機関番号：33910

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16196

研究課題名(和文)天ぷらのおいしさの評価について

研究課題名(英文)Evaluation methodology for palatability of tempura

研究代表者

小林 由実 (KOBAYASHI, Yumi)

中部大学・応用生物学部・助手

研究者番号：40512108

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：天ぷらの油面の様子と水分挙動が出来上がりに及ぼす影響を調べ、油面の様子から天ぷらの出来上がりを評価する方法を澱粉性食品のさつまいもを使って検討した。油面の様子は水分蒸発量と一致し、揚げ直後の水分蒸発は衣から、その後は素材から蒸発してると考えられた。素材の水分が保持されている時間が長いと澱粉が糊化され、おいしい天ぷらができると考えられ、これは衣から素材への水分移動の影響も大きいことが分かった。衣の出来上がりは揚げ直後の油面の様子から、素材の出来上がりは揚げ直後以降の油面の様子から評価できること示唆された。

研究成果の概要(英文)：The influence of moisture movement on the surface of oil was clarified and the method of evaluating the finish of tempura from the surface of oil was studied using sweet potato. The state of the oil surface coincided with the evaporation amount of water, it was thought that moisture evaporation immediately after deep-frying was evaporated from the clothing and then from the material. It was considered that starch was gelatinized when the moisture content of the material was retained and it was considered that delicious tempura could be produced, which showed that the effect of moisture transfer from batter to the material was also great. It was suggested that the finished batter can be evaluated from the state of the oil surface immediately after frying and the finish of the material can be evaluated from the state of the oil surface several seconds after the frying.

研究分野：調理科学

キーワード：天ぷら 揚げ調理 品質評価 画像処理 水分

### 1. 研究開始当初の背景

天ぷらをおいしく揚げるために、家庭では油面の様子で油の温度を管理したり、出来上がりを判断したりする。油の温度は菜ばしを入れたときの泡の様子や衣の浮く速さを目安とするが、天ぷらを揚げているときの適切な様子や出来上がりを判断する目安は確立されていない。そこで、天ぷらをおいしく揚げるために「調理過程中の油面の様子からおいしさを評価する方法」を検討することとした。

### 2. 研究の目的

天ぷらのおいしさは衣と素材から評価される。衣は水分蒸発により得られるサクサク感、素材は天ぷら中の水分によって蒸されて得られる食感や旨みから評価される。このことから、天ぷらのおいしさは調理過程中の水分の動きが重要になると考える。また、これまでおいしい天ぷらを作るための調理過程での適切な状態(様子)や出来上がりを判断する目安は明確化されていない。

そこで、油面の様子と水分の動きの関係を調べ、それが出来上がりに及ぼす影響を明らかにし、「調理過程中の油面の様子からおいしさを評価する方法」を検討することとした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 天ぷらの作成方法

天ぷらの素材はさつまいも(澱粉性食品)を用いた。さつまいもは直径40mm、厚さ8mmに調整した。衣は卵水50g(卵:水=1:3)に薄力粉30gを加え、40回攪拌(1回/秒)して作製した。さつまいもを衣につけ、160、180、200に調整した油1300gで4分間揚げた。

水分挙動を調べるための試料(研究方法(3)- )は、衣とさつまいもの水分と区別するために衣の水分を重水( $H_2^{18}O$ )に置き換えて実験を行った。さつまいもは10mm×10mm×8mmに切断し、衣は重水( $H_2^{18}O$ )1.8gに薄力粉1gを加え、15回攪拌(1回/秒)して作製した。さつまいもを衣につけ、160、180、200に調整した油1300gで3分間揚げた。

#### (2) 調理過程における油面の様子

調理過程中の油面の様子を高速度カメラで撮影し、画像解析した。油面に泡や波が出現すると色の濃淡ができることから、コントラスト値が大きいほど泡や波が出現していると評価した。

#### (3) 調理過程における水分の移動

##### 水分蒸発量

揚げ鍋を秤の上に置き、水分減少量を水分蒸発量として算出した。

##### 水分の挙動

調理過程中の天ぷらを衣とさつまいもに分離し、GCMS(Agilent technologies製,5973)

で測定した。水( $H_2^{16}O$ )と重水( $H_2^{18}O$ )のピークの面積から、試料に含まれる水と重水の割合を算出した。

##### 素材(さつまいも)と衣の水分量

調理過程中の天ぷらを衣とさつまいもに分離し、それぞれの試料1gを秤量缶にいれ、恒量になるまで105で加熱した。加熱前と加熱後の重量の差から水分量を算出した。

#### (4) 素材(さつまいも)の品質

##### 硬さ

クリープメーター(山電製, REONER-33005S)で破断応力を測定した。試料の大きさは10mm×10mm×8mmにし、測定条件はプランジャー40mm円形型、測定速度0.5mm/sec、圧縮率99%とした。

##### 糊化度

糊化度の測定はグルコアミラーゼ法<sup>1)</sup>で行った。さつまいも1gとエタノール10mlを高速粉碎機(大阪ケミカル, Labo Milser LM-PLUS)で1分間攪拌して、試料を摩砕、脱水した後、ガラスフィルター(孔径20~30 $\mu$ m)でろ過、残渣を減圧乾燥して測定試料とした。

##### 組織構造

さつまいもの組織をグルタルアルデヒドで固定後、50~100%のエタノールで段階的に脱水した。その後、100%t-ブチルアルコールに置換し、乾燥したものを試料とした。観察は走査型電子顕微鏡(日本電子, JSM-6510LA)で行った。

#### (5) 衣の品質

##### 硬さ

クリープメーター(山電製, REONER-33005S)で破断応力を測定した。試料の大きさは30mm×30mmとした。測定条件はプランジャー3mm円柱型、測定速度0.5mm/sec、圧縮率99%とした。

##### サクサク感

の波形を微分波形に変換し、プランジャーにかかる応力がなくなる(空洞がある)とピークがマイナスに現れることからマイナスピークの数が多いほどサクサクしていると評価した。

### 4. 研究成果

#### (1) 調理過程における油面の様子

200は揚げ直後にコントラスト値が高く、その後コントラスト値が低下したが、180、160に比べてコントラスト値は常に高かった。180は揚げ直後に高く、揚げてから17秒後に再度コントラスト値が高くなった。160のコントラスト値は200、180に比べて低い結果となった(図1)。

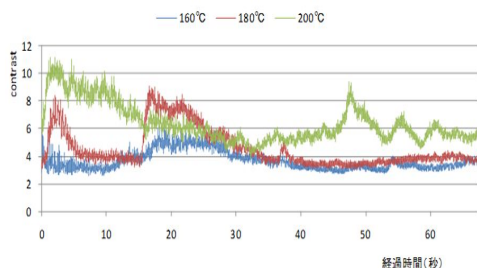


図1. コントラスト値の変化

## (2) 調理過程における水分の移動

### 水分蒸発量

200 は揚げ直後に水分蒸発量が多かった。180 は揚げ直後と揚げてから17秒後に水分蒸発量が多くなった。160 の水分蒸発量の変化は少なかった(図2)。

水分蒸発量の結果は油面の様子の結果とほぼ一致していたことより、油面の様子は水分蒸発量の影響を強く受けていると考えられた。

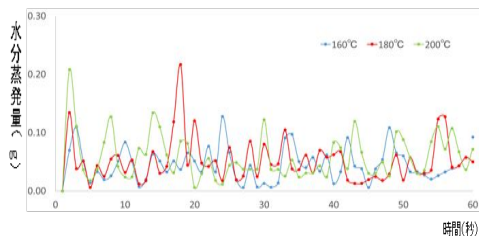


図2. 水分蒸発量の変化

### 水分の挙動

衣の水分は揚げ直後に多く減少し、減少量は200、180、160の順に多かった。また、衣の水分は揚げ直後にさつまいもへ移動し、200ではさつまいもへ移動した水分はすぐにさつまいもから蒸発したが、180、160はすぐには蒸発しなかった(図3)。

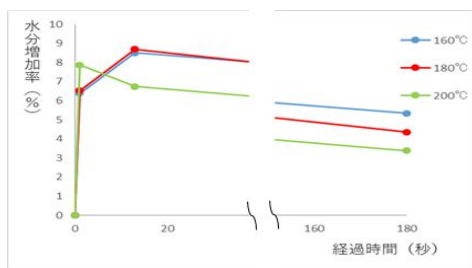


図3. さつまいも中の重水( $H_2^{18}O$ )の変化

### 素材(さつまいも)と衣の水分量

衣の揚げ直後の水分は、揚げる前の水分62%から160は53%、180は52%、200は49%と減少しており、揚げ直後の水分の減少量が最も高かった。出来上がりの衣の水分は200は22%、180は24%、160は28%となり200、180、160の順に多く減少していた。

さつまいもの水分は揚げる前は65%であり、揚げてから17秒後に160は66%、180も66%、200は65%となり、160、180では水分が若干増えていた。出来上がりのさつまいもの水分は200は60%、180は61%、160は62%となり、160、180、200の順に水分が多かった。

結果より、揚げ直後の水分蒸発は衣から、その後はさつまいもによると考えられた。また、油面の様子の変化が少ないほうがさつまいもの水分が保たれている時間が長いと判断できると考えられた。

## (3) 素材(さつまいも)の品質

### 硬さ

さつまいもの出来上がりの硬さは200は $1.188 \times 10^5 Pa$ 、180は $1.079 \times 10^5 Pa$ 、160は $0.765 \times 10^5 Pa$ となり、160、180、200の順に硬さが軟らかかった。

### 糊化度

さつまいもの出来上がりの糊化度は、200は66.8%、180は67.3%、160は82.0%となり、160、180、200の順に糊化度が高かった。

### 組織構造

さつまいもの組織構造は、揚げ17秒後に200、180で縮んでいる細胞が観察された。出来上がりのさつまいもの構造も同様に180、200では縮んでいる細胞が多く観察された。

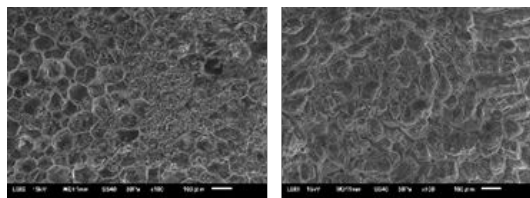


図4. 160 で揚げたときのさつまいも  
(左図: 揚げ17秒後、右図: 出来上がり)

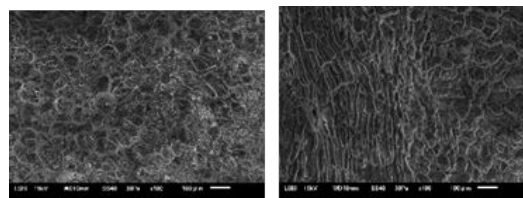


図5. 180 で揚げたときのさつまいも  
(左図: 揚げ17秒後、右図: 出来上がり)

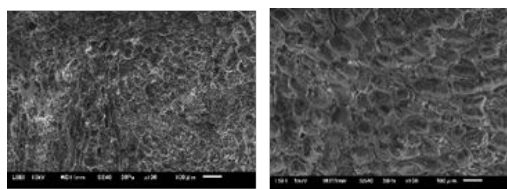


図6. 200 で揚げたときのさつまいも  
(左図: 揚げ17秒後、右図: 出来上がり)

結果より、160 のさつまいもは柔らかく、糊化度が高かったことから、さつまいもの水分が長く保たれていると澱粉が糊化し、やわらかくホクホクしたおいしい天ぷらができると示唆された。

#### (4)衣の品質

##### 硬さ

衣の硬さは 200 は  $26.9 \times 10^5 \text{Pa}$ 、180 は  $22.8 \times 10^5 \text{Pa}$ 、160 は  $22.2 \times 10^5 \text{Pa}$  となり、200、180、160 の順に硬かった。

##### サクサク感

マイナスピークの数 は 200 は 83 個、180 は 63 個、160 は 45 個となり、200、180、160 の順にマイナスピークの数が多かった (図 7)。

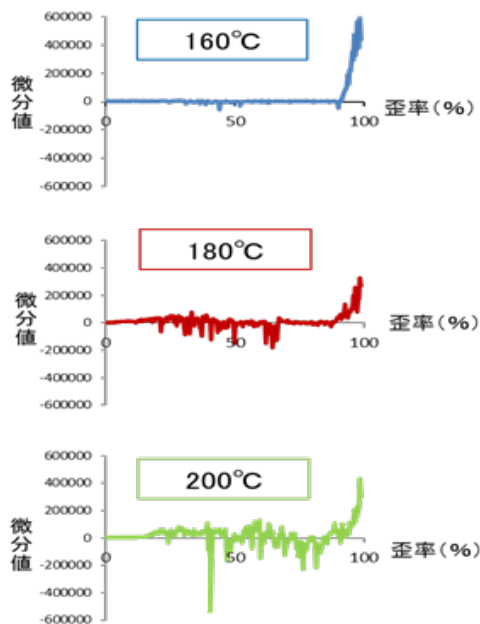


図 7. 出来上がりの衣の微分波形

結果より、温度の高いほうがサクサクしたおいしい天ぷらができると示唆された。

以上のことより、揚げ直後の油面の様子は衣のおいしさを、その後の油面の様子はさつまいものおいしさを評価できる可能性があることが示唆された。

#### <引用文献>

1) 小川宣子, 赤米の調理特性に関する研究 (第 2 報) 赤米の炊飯条件の検討, 家政誌, 46, 531-537, 1995

#### 5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 3 件)

小林由実, 上田善博, 加藤邦人, 石田康行, 小川宣子, 天ぷらのおいしさの評価について 水分挙動から、日本家政学会

第 69 回大会、2017 年

小林由実, 上田善博, 加藤邦人, 石田康行, 小川宣子, 天ぷらのおいしさの評価について 水分挙動から、日本調理科学会平成 28 年度大会、2016 年

小林由実, 上田善博, 加藤邦人, 小川宣子, 天ぷらのおいしさの評価について 水分挙動から、日本家政学会第 67 回大会、2015 年

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

小林 由実 (KOBAYASHI, Yumi)  
中部大学・応用生物学部・助手  
研究者番号: 40512108