

オリーブオイルの加熱調理特性

—天ぷらへの活用—

井野 睦美 大富 あき子 加藤 理津子

The consumption of olive oil has increased due to its promising health benefits. We experimentally used olive oil for cooking tempura to determine the cooking characteristics of olive oil and demonstrate how to use it for cooking Japanese food (Washoku).

Tempura bits and sweet potato tempura prepared using the following four different oils were tested: Taihaku sesame oil, sesame oil, olive oil, and canola oil as a reference.

Tempura bits prepared with different oils differed in weight; however, their water content did not differ significantly. Tempura bits prepared with sesame oil had a dark red color, and those prepared with olive oil had a yellow color. The selective use of an oil to enhance an ingredient's color after cooking may enhance the palatability. The levels of TPM (Total Polar Material) of olive oil measured before and after heating were lower than those of other oils, suggesting that olive oil is highly heat-stable. No differences attributable to the oil used were observed in the physical properties of sweet potato tempura preparations.

Moving forward, we plan to conduct sensory assessments and evaluate olive oil comprehensively to explore ways of using it.

Keywords : Olive oil, Tempura, Japanese food, Washoku, Cooking characteristic

1. 緒言

日本の家庭用食用油市場は2015年に300億円以上拡大して1430億円を超えるまでに成長し、2020年には1600億円を突破した^{1,2)}。中でもオリーブオイルの金額市場規模は、2018年には405億円に拡大し、キャノーラ油を超えてカテゴリートップに成長した³⁾。

オリーブオイルを構成する脂肪酸の多くはオレイン酸であり、また抗酸化活性を有するポリフェノールなどの微量成分を含有しており、循環器疾患、高血圧、がんなどに対する様々な健康効果が報告されている⁴⁾。また近年では特有のポリフェ

ノールによる脂質代謝及び蛋白代謝促進のメカニズム⁵⁾も明らかになり、肥満や糖尿病などへの一定の効果が見出された。消費拡大はこれらの健康効果への期待が後押ししており、日清オイリオグループ(株)の調査ではオリーブオイルを使い始めた/購入したきっかけについて、「健康に良さそう」という回答が60.8%を占めていた⁶⁾。International Olive Council (IOC)の調査においても、日本人がオリーブオイルを食べる理由の1位は「健康のため」であった。

一方で健康効果への期待の高さに反し、オリーブオイルの特性などについては十分な理解がなされていないという現状がある。IOCの同調査において、オリーブオイルの性質などの質問には誤答

も多く、また食べない理由の1位は「使い方がよくわからない」であった。さらに、食べない理由の3位は和食中心の生活をしているためであり、ここからオリーブオイルは洋食のみに使用するもので、和食には使用しないという認識であることも示唆された⁷⁾。

海外ではオリーブオイルについての調理学的研究がいくつか報告されているが⁸⁻¹⁰⁾、オリーブオイルの研究は熱安定性の高さ¹¹⁾や含有成分等の健康効果に関するもの¹²⁾が主であり、和食に取り入れた際の研究はない。

そこで本研究では、実際にオリーブオイルを調理に用いた場合の食品への効果を調べ、オリーブオイルの調理学的特性を明らかにすることで和食への活用方法を示すことを目的とした。なかでもオリーブオイルの熱安定性の高さを活かすことのできる、和食の揚げ調理の代表的な調理品として天ぶらを試料として選択した。

2. 方法

2-1 試料調製

1) 使用油脂の選択

使用した油は次の通りである。オリーブオイル(デルモンテ エキストラバージンオリーブオイル; キッコーマン食品(株))、キャノーラ油(日清キャノーラ油; 日清オイリオグループ(株))、ごま油(かどやの純正ごま油; かどや製油(株))、太白ごま油(マルホン太白胡麻油; 竹本油脂(株))。

本研究では一般的家庭で取り入れることを考慮して油を選択し、キャノーラ油をコントロールとして用いた。また一般家庭で多く使用されており、なおかつ天ぶらの専門店などでも使われているごま油と、ごま油の中でも色味や香りの主張が穏やかな太白ごま油の4種を試料とした。

油は開封前後ともに暗所、室温で保管し、開封後は必ず当日または翌日中に使用した。

2) 揚げ玉の調製

鶏卵(M玉)を溶きザルで濾した後に50.0 g計量し、ペットボトルの水(サントリー南アルプスの天然水; サントリーフーズ(株))140.0 gを加えて卵水を調製した。薄力小麦粉(日清フラワー

薄力小麦粉; 日清フーズ(株))20.0 g計量し、卵水及び薄力粉はラップをして使用する直前まで冷蔵庫で保管した。

油を300 g鍋(Φ20 cm)に入れ、IH調理器(EZ-HG26-TA; 象印マホービン(株))で180℃まで加熱した。この際、油の温度は中心温度計と表面温度計で確認した。

揚げる直前に薄力粉と卵液38.0 gを箸で50回混ぜてバター液を調製、これをシリンジに5 mLとり、油面から15 cmの高さから30秒間かけて滴下した。滴下終了後から30秒間加熱し、キッチンペーパーを敷いたバットにあげた。再び180℃になったことを確認後、バター液5 mLをシリンジにとり、同様に揚げ玉を調製した。

2回分の揚げ玉をあわせのち1分間室温で放冷し、計量後にすり鉢ですり潰して各測定に供した。

なおバター液の重量はバター液が入ったシリンジと、滴下後のシリンジの重量を測定し、その重量差から求めた。

3) 天ぶらの調製

卵水は揚げ玉と同様に2倍量調整した。薄力粉は40.0 gずつ計量し、卵水と共に、ラップをして使用する直前まで冷蔵庫で保管した。

さつま芋(紅あずま; 千葉県産)は厚さ約8 mmに切りΦ38 mmの丸型で中心部をくり抜き、重さ10.0 ~ 11.0 gに調整後、15分以上水に浸漬した。

油を500 g鍋(Φ20 cm)に量り取り、IH調理器で180℃まで加熱した。この際、油の温度は中心温度計と表面温度計で確認した。

揚げる直前に薄力粉と卵液76.0 gを箸で20回混ぜてバター液を調製した。キッチンペーパーで水気をふき取ったさつま芋をバター液の入ったボウルに入れて箸で引き揚げ、2回振って衣を落としてからクッキングシートに並べて付着した衣と芋の重量を計量した。直ちにシートごと鍋に入れて4分間揚げ、キッチンペーパーを敷いたバットにあげた。1分間室温で放冷後重量を計量し、10分以内に貫入試験に供した。

2-2 測定方法

1) 明度及び色度

天ぷらの色は使用する油に左右されることが想定されるため、分光測色計 (CM-5; コニカミノルタ (株)) を用い、試験に用いる前の各食用油の色調と、揚げ玉 (衣) の色を測定した。

またすり潰した揚げ玉をシャーレ (Φ41 mm) に入れて測定した。シャーレへの詰め方による測定値のばらつきを無くすため、振ってから測定をもう2度繰り返し、計3回の測定の平均値を採用した。

キャノーラ油に対する色差 ΔE^* 値は以下の式を用いて算出した。

$$\Delta E^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$$

2) 水分含有率

衣の水分は食感に大きな影響を与えるため、赤外線水分計 (FD-720; (株) ケット科学研究所) を用いて水分含有率を測定した。

すり潰した揚げ玉約 3g を水分計に計り入れ 100℃ で 30 秒ごとの水分変化量率が 0.01% 未満になるまで加熱した。

なお水分含有率は湿量基準水分とした。

3) TPM (Total Polar Materials: 極性化合物)

油の劣化指標の1つである TPM を、食用オイルテスター (testo270; (株) テストー) を用いて測定した。この食用オイルテスターはセンサーにより誘電率を感知し、極性化合物量に換算して表示する機器である¹³⁾。

天ぷら調製の際、油が 50℃ になった段階で測定し、使用前の値とした。使用後の値としては、さつま芋のみでなく、水分が多いタンパク質の食材であるささみの天ぷらも調製した後の値とした。ささみは 10.0 ~ 11.0 g に切り、ラップをして揚げる直前まで冷蔵庫に保管した。重量の約 2% の薄力粉をまぶしたのちさつま芋に使用した衣をつけ、さつま芋を取り出した後の油温度が再度 180℃ になったことを確認後、2 分間揚げ、キッチンペーパーを敷いたバットにあげた。なお加熱開始から加熱終了時までの時間はおよそ 30 分間であった。

4) 貫入試験

天ぷら衣の食感の特徴を推察するため、卓上物性測定器 (TPU-2S; (株) 山電) を用い、さつま芋天ぷらの貫入試験を行った。

測定条件は Φ3 mm のプランジャーを用い、速度 2.5 mm/sec、クリアランス 3 mm、中間点は歪み率 20% とした。測定時に 5 mm 厚に切った魚肉ソーセージの上にさつま芋天ぷらを置くことで、下の衣まで貫通させた。なお測定点は中心付近かつ衣が比較的平らな点とした。貫入試験は 5 連で行い、外れ値を除いた平均値を用いた。

卓上物性測定器では食品の物性に関わる複数の項目 (かたさ・歯ごたえ・ねばり・弾力性・ゲル強度等) を測定、これらが数値される。本研究では食品貫入時の荷重を縦軸、力をかけた際の食品の歪み率を横軸にとった荷重-歪み曲線を示し、この波形における食感に関わる項目として、上部の天ぷら衣を歯が突き破る際の力を表す破断荷重、天ぷらの歯もろい食感に関係するもろさ荷重、おおよそ上部の衣に相当する、中間点 (歪み率 20%) までの総運動エネルギーを示す中間点エネルギーの 3 項目を比較した。また、荷重-歪み曲線において微分値がマイナスになるということは、気孔の存在により荷重が下がったことを示し、この数がサクサクとした食感に関与することから、微分波形を作図し、気孔の数の比較を行った。

2-3 統計処理

全ての試験は独立した 5 回または 7 回実施した。

試験結果は Excel 統計ソフト (4Step エクセル統計 第 4 版; オームエス出版) を使用し、各データについて一元配置分散分析及び Tukey-Kramer 検定により統計処理を行った。

3. 結果

3-1 揚げ玉の重量

2 回の合計のバター液重量と揚げ玉の重量、並びに重量の変化率は Fig. 1 の通りであった。バター重量及び揚げ玉重量には揚げ油の違いによる有意差は見られなかったが、重量の変化を比較すると、ごま油で調製した揚げ玉はキャノーラ油で調製した揚げ玉に比べ、有意に重かった。

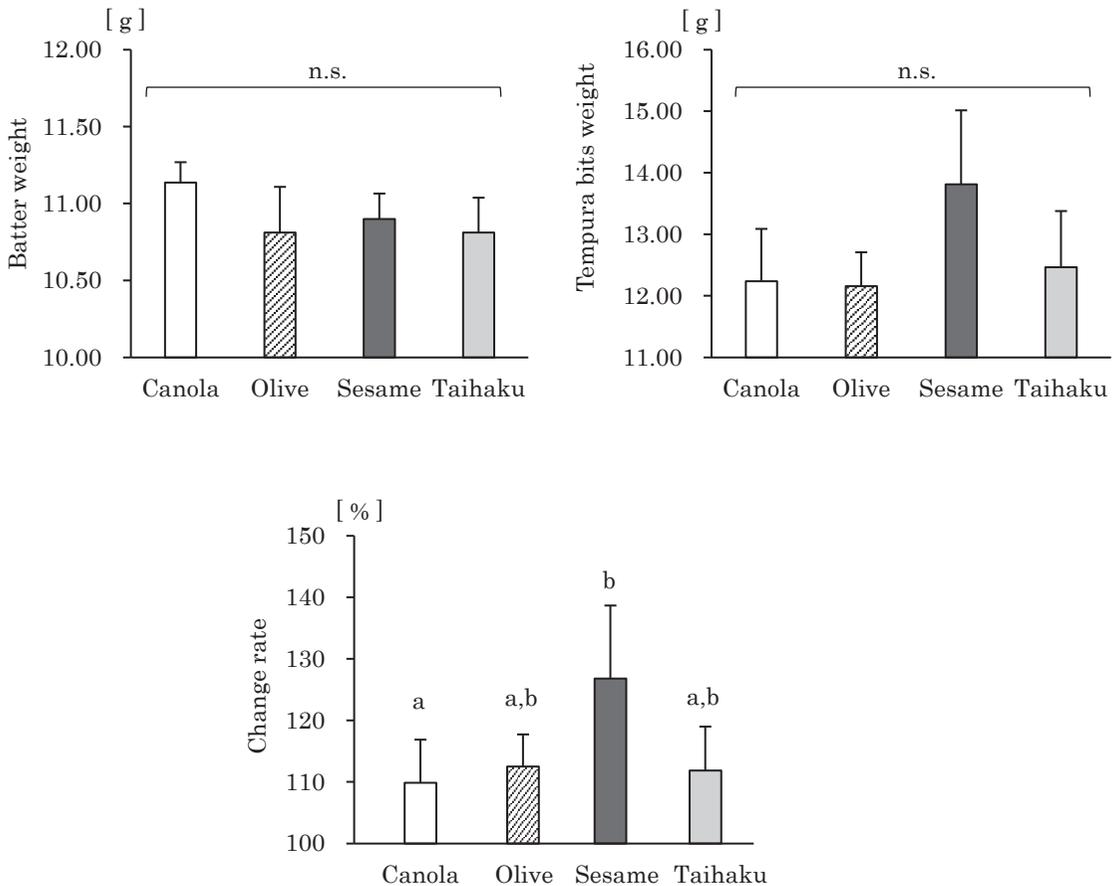


Fig. 1 Weight and change rate of batters and tempura bits

Put the batter in a syringe and dropped into oil at 180°C with repeated twice to prepare Tempura bits.

Data are presented as mean \pm standard deviation (n=5). Tukey-Kramer test, $p < 0.05$.

Change rate (%) = Tempura bits weight (g) / Total batter weight (g) \times 100

3-2 揚げ玉の水分含有率

本研究において、揚げ玉の水分含有率に揚げ油の違いによる有意差は見られなかった。

3-3 揚げ油と揚げ玉の色調

試験に用いる前の油の色調と揚げ玉の色調を $L^*a^*b^*$ 色空間で表すとそれぞれ Table. 1 の通りであった。 L^* は明度を、 a^*b^* は色度を示し、 ΔE^* 値はキャノーラ油に対する色差である。

油の色調比較では、キャノーラ油と太白ごま油の b^* 値を除く、全ての値に有意差が見られた。色差を表す ΔE^* 値は、オリーブオイルが最も高

かった。

揚げ玉の色調比較では、ごま油で調製した揚げ玉の L^* 値が有意に低く、 a^* 値が高値であった。オリーブオイルで調製した揚げ玉は、 b^* 値が有意に高値であった。

3-4 天ぷら油の TPM の変化

天ぷら調製の前後の TPM は Fig. 2 の通りであった。使用前の油の比較では、キャノーラ油の TPM に対し、ごま油及び太白ごま油の値は有意に高く、オリーブオイルの値は有意に低かった。また使用後の油の比較では、キャノーラ油の

Table 1 Brightness, chromaticity, and color difference of each oil and tempura bits

	Oil	L*	a*	b*	ΔE^*
Oil	Canola	99.94 ± 0.05 a	-1.28 ± 0.07 a	4.11 ± 0.20 a	—
	Olive	89.46 ± 0.23 b	0.29 ± 0.19 b	104.48 ± 1.04 b	100.93
	Sesame	73.13 ± 1.16 c	6.40 ± 0.94 c	84.14 ± 0.72 c	86.23
	Taihaku	99.70 ± 0.07 d	-0.99 ± 0.08 d	4.54 ± 0.39 a	0.57
Tempura bits	Canola	68.65 ± 2.99 a	4.36 ± 1.03 a	34.36 ± 1.69 a	—
	Olive	65.81 ± 2.62 a	4.95 ± 0.91 a	41.73 ± 1.63 b	7.92
	Sesame	50.63 ± 3.08 b	9.95 ± 0.90 b	35.18 ± 1.51 a	18.89
	Taihaku	68.32 ± 2.03 a	4.69 ± 0.37 a	33.13 ± 0.67 a	1.31

The color tone of each oil before being used in the test and mashed tempura bits that were put in each petri dish were measured with a spectrophotometer.

Data are presented as mean ± standard deviation (n=7). Tukey-Kramer test, $p < 0.01$, n.s. not significant.

$$\Delta E^* = \{ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \}^{1/2}$$

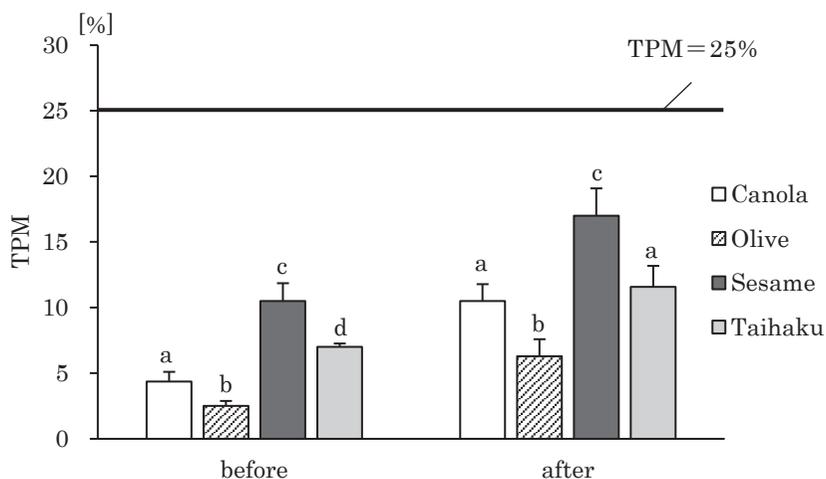


Fig. 2 TPM in oil before and after the test

Each oil was heated to 50°C and the TPM were measured. After that, the sweet potato was cooked for 4 minutes and the chicken tender were cooked for 2 minutes at 180°C, and the TPM were measured again.

Data are presented as mean ± standard deviation (n=7). Tukey-Kramer test, $p < 0.01$.

TPM に対し、ごま油の値は有意に高く、オリーブオイルの値は有意に低かった。

3-5 天ぷら衣の物性

天ぷらの物性値のうち、破断荷重、もろさ荷重、中間点エネルギーを比較したが、油間による有意差は見られなかった (Fig. 3)。

荷重-歪み曲線と、その微分値の代表波形を Fig. 4 に示した。各回の代表データの微分値におけるマイナス値の数から気孔の数を比較したが、こちらも有意差は見られなかった。(Fig. 5)

4. 考察

天ぷらの衣の嗜好性には色、食感、香が大きく寄与している。色に関しては、衣は焦げ色がつか

ず、淡黄色であるものが良しとされる。また食感に関しては表面がからりと乾き、口に入れると歯もろく、歯触りが良いことなどが求められる^{14,15)}。

揚げ調理では食品の表面から水分が蒸発し、油が吸収されて、食品表面で水と油の交換が起きる。ごま油で調製した揚げ玉は他の揚げ玉に比べ重量が重くなっていたことから、他の油より水分が多く残っている、または多くの油が吸収されたことが推測された。しかし、水分含有率には有意差は見られなかった。このことから、ごま油の重量は吸油率の高さが起因していると考えられるため、今後は衣に含まれる油量の検討が必要である。また、水分は少ないほうが良いが、少なすぎても良くなく、今回の結果は美味しい天ぷら衣の水分とされる 10~15%^{14,15)} より低い値であったことか

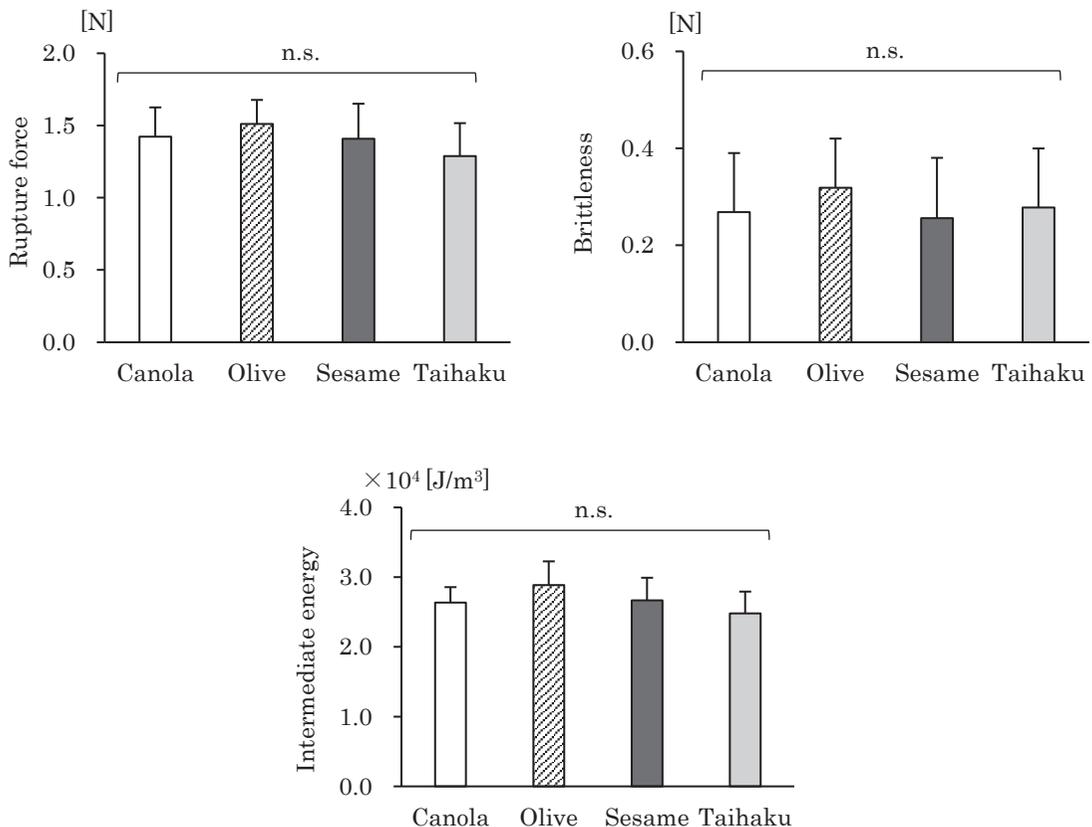


Fig. 3 Texture properties of sweet potato tempura prepared with each oil
Sweet potato tempura was prepared with four kinds of oils, and their textures were compared.
Data are presented as mean \pm standard deviation (n=5). Tukey-Kramer test, n.s. not significant.

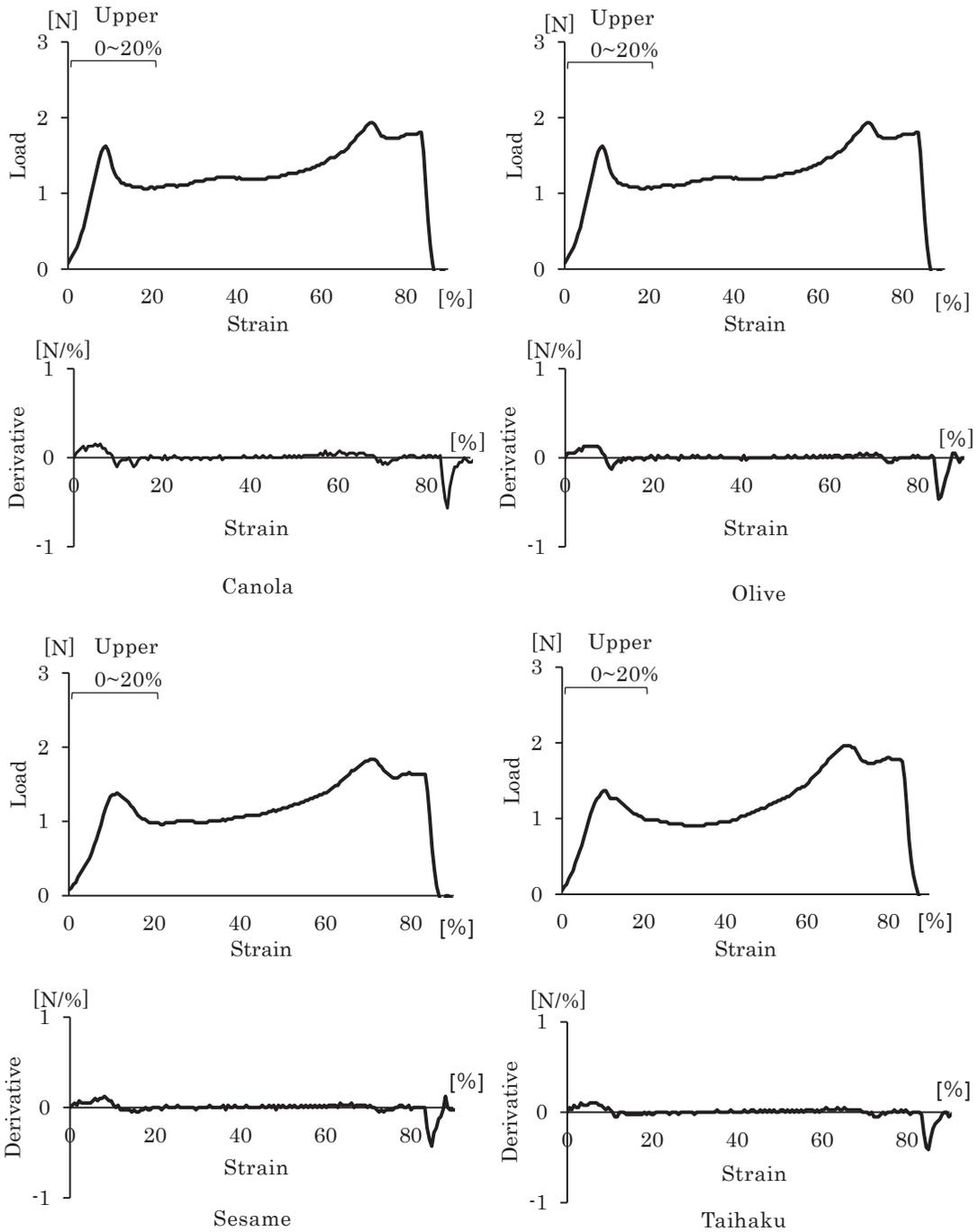


Fig.4 Force-strain curves and its derivative value of tempura prepared with each oil

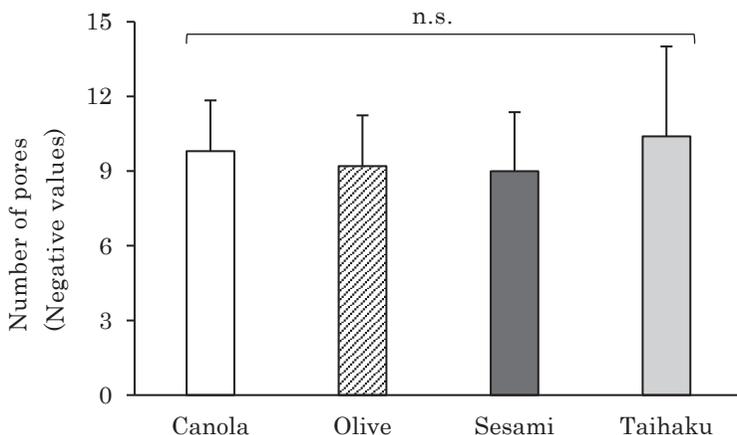


Fig. 5 The number of pores of tempura

The number of pores were inferred from the number of negative values in the derivative value of the force-strain curve.

Data are presented as mean \pm standard deviation (n=5). Tukey-Kramer test, n.s. not significant.

ら、今後は揚げ玉の揚げ時間を短縮する、または温度を下げて、よりおいしい天ぶらの条件に合わせた実験が望ましい。

今回使用した油間には有意な色調の差が見られ、特にごま油のL*値及びa*値、オリーブオイルのb*値はキャノーラ油との色差が大きかった。この傾向は揚げ玉にも同様に見られた。つまり、キャノーラ油で揚げた天ぶらに比べ、ごま油で揚げた天ぶら衣は赤くて暗く、オリーブオイルで揚げた天ぶらは黄色くなることがわかった。一般に好まれる衣は淡黄色であるが、これは使用する食材との組み合わせによって変化する可能性がある。オリーブオイルの黄色との相性が良い食材を調査することにより、より嗜好性の高い活用方法を示すことができると考えられる。

油の熱安定性は揚げ油の選択をする上で、重要な項目である。以前は発煙点の低い油は高温調理に不向きであるとされていたが、近年の報告では、発煙点は加熱したときの性能や安定性とは相関しておらず、多価不飽和脂肪酸の割合が低く、精製度が低い油ほど安定であるという報告もなされている^{11, 16)}。今回油劣化の指標として用いた極性化合物とは油脂（トリアシルグリセロール）以外の

すべての極性化合物で、過酸化合物、その分解化合物、重合物、遊離脂肪酸などの劣化生成物をさしている¹⁷⁾。ヨーロッパ各国ではフライ油の指標として用いられ、それぞれの国ごとに廃棄の基準値が設けられているが、その値は25%前後である¹⁸⁾。オリーブオイルはさつま芋及びささみの天ぶら調理への使用前、使用後ともに、比較した全ての油より低い値であり、オリーブオイルの熱酸化安定性の高さが示された。油の劣化は加熱時間、食材の水分量など様々な要素によって変動するため、今後は一般家庭での天ぶら調理を想定した食材の種類、量、作業時間での検討が必要である。また、TPMに限らず、酸化や過酸化合物価など他の劣化指標とも合わせて調査したい。

天ぶらの物性については、破断荷重、もろさ荷重、中間点エネルギーの3項目を比較した。また、荷重—歪み曲線における微分値のマイナス値の数から、サクサク食感に関わる気孔の数の比較を行ったが、本研究ではどの項目においても4種の油間での違いは見られなかった。今後は椎茸の様な、水分量や食感に与える影響が異なる食材でも検討を行いたい。しかし、本実験において食感に差が見られなかったということは食感に関しては

揚げ油の代替が可能ということでもあるため、色や香り、風味といった面からの比較をより深めることも必要である。

今後の展望として、天ぶらの官能評価を行い、本実験で得た科学的な視点と合わせて総合的に検討を行い、オリーブオイルの天ぶら調理に及ぼす影響を評価し、嗜好性の高い活用方法を検討していきたい。

5. まとめ

オリーブオイルの調理学的特性を明らかにし、和食への活用方法を示すために、キャノーラ油を基準とし、オリーブオイル、ごま油、太白ごま油の4種の油を用いて揚げ玉及びさつま芋天ぶらを調製し、実験を行った。

天ぶら衣の食感に関して、揚げ玉の水分含有率及びさつま芋天ぶらの物性における有意差は見られなかった。

天ぶら衣の色は揚げ油に影響を受け、ごま油を使用した揚げ玉の色調は赤くて暗く、オリーブオイルを使用した揚げ玉は黄色かった。色味を活かせる食材を選択することで嗜好性が高まる可能性があると考えられる。

オリーブオイルのTPM（極性化合物）は加熱前後ともに他の油より値が低く、熱への安定性が高かった。

今後は天ぶらの官能評価を行い、総合的に評価して、オリーブオイルの和食、特に天ぶらへの揚げ油としての活用方法を検討したい。

謝辞

本研究は、令和2年度東京家政学院大学若手研究者研究助成を受けて遂行した。遂行にあたりご協力いただいた人間栄養学科の先生方および、教育・研究推進グループの方々に感謝申し上げます。

また鹿児島大学水産学部 大富潤教授、キッチン食品株式会社商品開発本部長 北倉芳久氏、日本デルモンテ株式会社執行役員 関根由喜夫氏には大変お世話になりました。心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 総合食品研究所：市場が歓迎、高付加価値商品へのシフト／オリーブオイルは近い将来最大カテゴリーへ／拡大一途の“生食”需要（“百花繚乱”活性化する家庭用食用油）. 総合食品 vol.41 No.10:16-19(2018)
- 2) 総合食品研究所：特集家庭用食用油 家庭用食用油市場は1600億超え 市場拡大するも原料相場は暴騰 製油各社の採算は急激に悪化（特集2 家庭用市場拡大 コロナ禍で家庭内調理機会増大 揚げ物調理も復権で汎用油も久々伸長 さらに進む食用油の多様な価値評価）. 総合食品 vol.44 No.10:41-43 (2021)
- 3) 総合食品研究所：広がる「あぶら」の健康価値：ネガティブからポジティブへ、消費者インサイト激変さらなる活性化に向け各社の次の一手に大きな期待（特集 家庭用食用油 家庭用食用油1500億円市場へオリーブオイルは500億円視野 アマニ油、えごま油もさらに拡大）. 総合食品 vol.43 No.10:40-43 (2020)
- 4) Stark A. H. and Madar Z. Olive oil as a functional food: Epidemiology and nutritional approaches. *Nutr Rev* 60: 170-176 (2002)
- 5) Oi-Kano Y, Iwasaki Y, Nakamura T, Watanabe T, Goto T, Watanabe K, Iwaki K. Oleuropein aglycone enhances UCP1 expression in brown adipose tissue in high-fat-diet-induced obese rats by activating b-adrenergic signaling. *J. Nutr. Biochem.* 40: 209-218 (2017)
- 6) 総合食品研究所：キッチンに“油”はなぜあるか？ その存在理由を探る 70%前後が揚げ物を食べることが「好き」健康に良さそうだから使い始めたアマニ油やオリーブオイル 日清オイリオグループ（株）調査. 総合食品 vol.42 No.12:54-59 (2019)
- 7) インターナショナル・オリーブ・カウンシル：インターナショナル・オリーブ・カウンシル（IOC）“料理をよく作る人”2,231名を対象にした、オリーブオイルに関する調査結果を発表：プレスリリース2015年7月23日
<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000002.000014245.html>（最終閲覧日2021年3月22日）
- 8) Ramírez-Anaya J.P., Samaniego-Sánchez C., Castañeda-Saucedo M.C., Villalón-Mir M., López-García de la Serrana H. Phenols and the antioxidant capacity of Mediterranean vegetables prepared

- with extra virgin olive oil using different domestic cooking techniques. *Food Chem.* 188:430–438 (2015)
- 9) Manuel Brenes, Aranzazu García, M. Carmen Dobarganes, Joaquín Velasco, and Concepción Romero. Influence of Thermal Treatments Simulating Cooking Processes on the Polyphenol Content in Virgin Olive Oil. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 21 (2002)
- 10) Rafaela Prata, José A. Pereira, Nuno Rodrigues, Luís G. Dias, Ana C. A. Veloso, Susana Casal and António M. Peres. Olive Oil Total Phenolic Contents and Sensory Sensations Trends during Oven and Microwave Heating Processes and Their Discrimination Using an Electronic Tongue. *Journal of Food Quality*, Volume 2018 (2018)
- 11) De Alzaa F., Guillaume C. and Ravetti L. Evaluation of Chemical and Physical Changes in Different Commercial Oils during Heating. *Acta Scientific Nutritional Health*, Volume 2 Issue 6 (2018)
- 12) María-Isabel Covas, Valentina Ruiz-Gutiérrez, Rafael de la Torre, Anthony Kafatos, Rosa M. Lamuela-Raventós, Jesús Osada, Robert W. Owen and Francesco Visioli. Minor Components of Olive Oil: Evidence to Date of Health Benefits in Humans. *Nutrition Reviews*, Volume 64, Issue suppl_4 (2006)
- 13) 野中通孝：静電容量式センサーによる劣化油の極性化合物の計測—フライ油の劣化度がわかるデジタル食用油テスター testo265—。月刊フードケミカル 21 巻 10 号：56-58 (2005)
- 14) 山崎清子, 島田キミエ, 渋谷祥子, 下村道子, 市川朝子, 杉山久仁子：NEW 調理と理論。第 1 章第 10 章 油脂を用いた調理 (同文書院, 東京, 2011)
- 15) 松本文子：てんぷらの衣。調理科学 1：4-7 (1968)
- 16) North American Olive Oil Association：Smoke Point Not a Reliable Indicator of Cooking Oil Stability.
<https://www.aboutoliveoil.org/evoo-most-stable-cooking-oil> (最終閲覧日 2021 年 3 月 22 日)
- 17) 日本油化学会：基準油脂分析試験法 2018 年増補・改訂版 2.5.5-2013
- 18) 市川和昭：食用油の加熱劣化の評価－PV/CV/AV 値と極性化合物量の相関。名古屋文理大学紀要 第 12 号：121-130 (2012)
-
- (受付 2021.3.25 受理 2021.7.6)