

クックサーブならびにクックフリーズで調製した天ぷらの品質評価

メタデータ	言語: ja 出版者: 公開日: 2021-01-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 菊田, 千景, 大谷, 優希菜 メールアドレス: 所属:
URL	https://osaka-shoin.repo.nii.ac.jp/records/4505

クックサーブならびにクックフリーズで調製した天ぷらの品質評価

健康栄養学部 健康栄養学科 菊田 千景
健康栄養学部 健康栄養学科 大谷 優希菜

要旨: クックサーブとクックフリーズで調製した天ぷら (かぼちゃ、さつまいも、えび) の品質を評価、比較した。天ぷらの物性測定 (破断荷重、かたさ荷重、もろさ荷重) と官能評価 (特性; 色、形状、食感、咀嚼音、かたさ、油っぽさ、嗜好; 外観、香り、食感、総合評価)、衣の水分測定を行った。その結果、クックフリーズで調製した天ぷらは、かぼちゃとさつまいもの破断荷重とかたさ荷重が低く、えびのかたさ荷重が高かった。さらにえびは衣の水分量が多かった。官能評価では、かぼちゃとえびは衣の食感と咀嚼音の評価がクックサーブより低かった。食材から衣への水分移行が原因と考えられる。さつまいもも咀嚼音はクックサーブより評価が低かったが、香りならびに総合評価は好ましいと評価された。

以上より、さつまいもの天ぷら調理におけるクックフリーズの有用性を見出した。

キーワード: クックフリーズ、物性、官能評価

1. 緒言

集団給食施設やレストラン、ホテルなどの調理・食品製造施設では、おいしい料理を衛生的に、安定した品質を保った上で大量に調製し、さらに労働力を削減することが重要な課題となっており、その課題を解決するために、「新調理システム」が考案された。

新調理システムとは、従来の調理方式 (クックサーブシステム) に加え、真空調理、クックチルシステム、クックフリーズシステム、および外部加工調理品の活用を組み合わせることでシステム化した集中生産方式である¹⁾。このシステムでは、おいしさと衛生面の安全性を高めるため、適切な T-T (時間と温度) 管理が必要である。新調理システムの始まりは、1968年にスウェーデンの国立病院で大量調理食品の保存方法として開発されたクックチルシステムで、1970年代初めにはフランスの病院や老人ホームで活用されるようになったとされている。アメリカでは1970年以前から大量調理施設でクックチル、クックフリーズなどのシステムが導入されていたが、起源は明確ではない²⁾。国内では、1994年1月に東京の(株)日野フードセンターで社員食堂用のセントラルキッチンに国内初のクックチルシステムが導入され本格的稼働が始まった。その後、院外調理に対する規制が緩和されたことから病院給食のクックチルシステム化は急速に促進され、2005年には学校給食のクックチル方式の導入と条件が明確化され

た²⁾。

新調理システムのメリットとして、①生産性の向上、②人件費などのコストダウン、③在庫管理の効率化、④衛生管理の徹底、安全性の向上、⑤製品の均一化と品質向上、⑥キッチンの省スペース化、⑦必要な分だけ調製することができるので廃棄を最小限に抑えられる³⁾などが挙げられている。一方、デメリットとして、①長期冷凍保存の場合は品質や味に影響を及ぼす、②食材に向き、不向きがある、③再加熱機器による光熱費の発生などが挙げられている³⁾。

ところで、天ぷらは和食の代表的な献立で、各種給食施設の喫食者からの需要が高い献立である。天ぷらのおいしさは、衣の食感に大いに影響を受ける。揚げたての天ぷらの衣はサクサクと軽いのが、調理後時間が経過すると食感が悪くなりおいしさに悪影響を及ぼす。そのため大量調理の現場では、一斉に揚げたてを提供することが困難であることや調理従事者への負担が大きいことから、敬遠されがちな献立でもある。給食施設における揚げ物の提供頻度について、インターネット上で献立表が公開されている介護老人ホームと小学校を調べたところ、介護老人ホームでは1年間(1日3食、合計1095回の食事)のうち天ぷらは10回、小学校では1年間(186回の給食)のうち3回と、提供回数が少なかった。これは、前述の通り、給食という多数人への食事提供は、出来上がりから喫食までに

かかる時間が長く、一斉に揚げたての天ぷらを提供することが困難であるためと考えられる。そこで我々は、大量調理の現場で天ぷらの提供を容易にするために、新調理システムとしてクックフリーズシステム（以下、クックフリーズ）を活用できないかと考えた。

クックフリーズとは、加熱調理した食品を短時間に-18℃まで急速冷凍し、提供時に最終加熱（再加熱）をする調理システムである。加熱には適切な温度と時間の管理が行えるスチームコンベクションオーブンの利用が一般的であり、必要時に再加熱し提供することが可能である。この方法を用いれば、急速冷凍した天ぷらを大量にスチームコンベクションオーブンで再加熱し、大量調理の現場でも天ぷらを一斉に喫食者へ提供できるのではないかと考えた。

天ぷらに関する研究としては、天ぷらをサクサクに仕上げるための添加物について⁴⁶⁾、揚げ油の温度や揚げ時間について⁷⁾、天ぷら粉や揚げ油の種類について^{8, 9)}、天ぷら粉に加える水の温度について¹⁰⁾など様々な研究が行われているが、天ぷらのクックフリーズに関する研究報告は見られない。

そこで本研究では、天ぷらをクックサーブシステム（以下、クックサーブ）とクックフリーズで調製し、食感、食味特性、物性を比較して、天ぷらのクックフリーズの適性を検討した。

2. 研究方法

2-1. 材料

天ぷらには、一般的な盛り合わせに使用されることが多いかぼちゃ、さつまいも、えび、大葉、れんこん、しいたけを候補として考えた。しかし、予備実験において、大葉とれんこんは形状が独特で温度管理や形状の保持が難しく、しいたけは水分量が多いため再加熱に適さなかったため使用しないこととした。以上のことから、本研究ではかぼちゃ、さつまいも、えびを用いることとした。

かぼちゃは北海道産（市販品）、さつまいも（鳴門金時）は徳島県産（市販品）、えびはインドネシア産（市販品）を使用した。衣の調製には、コツのいらぬ天ぷら粉（日清製粉株式会社、東京）と水道水（常温）を1:1.6（w/w）で混ぜ合わせたものを使用した。揚げ油にはサラダ油（日清オイリオ株式会社、東京）を用いた。

2-2. 調理方法

2-2-1. クックサーブの調理工程

(1) 下処理

かぼちゃは1/8に切りわたと種を除いて水洗いし、厚さ0.5cmの扇型（長さ9.0±1.0cm）に切り揃えた。

さつまいもは皮付きのまま水洗いし、厚さ1.0cm、直径5.0cmの輪切りにし、水に浸してアク抜きを行い揚げる直前に水分を拭き取った。

えびは無頭の状態です長さ11.0±2.0cm（尾を除く長さ7.0±2.0cm）のものをういた。水洗いし、殻と背わたを取り除き剣先を切り落として尻尾の水分を除き、腹部に3カ所切込みを入れた。揚げる直前に水分を拭き取った。

衣は食材ごとに用意した。天ぷら粉：水=1:1.6（w/w）を泡立て器で30~35秒の間に35~40回攪拌した衣を30秒以内に食材につけて揚げた。衣の付着量が均一になるよう、かぼちゃとさつまいもはトンゴで、えびは尾を手で持ち衣をつけて油に投入した。

(2) 加熱調理

揚げ操作には、卓上電気フライヤー（PRO-6FLWT、安吉株式会社、岐阜県）を用いた。予備実験の結果より、加熱温度と加熱時間は、かぼちゃ170℃で2分間、さつまいも170℃で3分30秒間、えび180℃で2分間とし、油の量は約4kg（油槽部分に注ぐ）とした。操作中は、あげもの用温度計（株式会社タニタ、東京）を用いて温度管理を行った。

以後、クックサーブで調製した天ぷら試料をCSと示す。

2-2-2. クックフリーズの調理工程

(1) 下処理

クックサーブと同様に行った。

(2) 加熱調理

かぼちゃとさつまいもの一次加熱は、クックサーブと同様の加熱温度、時間で行った。えびは、クックサーブと同様の揚げ時間で一次加熱すると、再加熱による過加熱でかたくなり衣に焦げ目が付いてしまうため、一次加熱の時間を短く設定し、180℃で1分30秒間の加熱とした。

(3) 急速冷凍・保存

一次加熱後、30分以内に網を敷いたバットに試料を並べ、ブラストチラー（NBC-10RE II、ニチワ電気株式会社、東京・兵庫）を用いて急速冷凍を行った。急速冷凍は、真空調理用芯温度計セット（hi9063、ハンナインスツルメンツ・ジャパン株式会社、千葉県）と

熱電対温度計 (AD-5605C、株式会社エー・アンド・デイ、東京) で、90 分以内に中心温度が 5℃ 以下、さらに 120 分以内に -18℃ 以下になったことを確認し、-20℃ 以下の冷凍庫で 1 週間冷凍保存した。

(4) 再加熱調理

1 週間冷凍保存した試料を、網を敷いたホテルパンに並べ、スチームコンベクションオーブン (FSCC WE 101、株式会社フジマック、東京) を用いて再加熱した。スチームコンベクションオーブンは、ホットエアモードで 190℃ に設定し、食材の中心温度が 75℃ に達してから 1 分間以上の加熱とした。1 回に再加熱する量は、天板の数や試料の個数が増加しても再加熱時間の差がわずかである¹¹⁾ ことより、試料が重ならないようにホテルパンに並べ、測定のと都度、必要な個数を再加熱した。

以後、クックフリーズで調製した天ぷら試料 (再加熱後) を CF と示す。

2-3. 実験方法

2-3-1. 物性測定 (破断荷重、かたさ荷重、もろさ荷重)

卓上型物性測定器 (TPU-2CL、株式会社山電、東京) を用いて、破断荷重、かたさ荷重、もろさ荷重の測定を行った。測定用プランジャーは、円柱形、直径 3 mm (No.4) を用い、圧縮速度 1 mm/sec、クリアランス 1.0 mm の条件で測定した。得られた値は、CS と CF 間で Student の t 検定により有意差を検定した ($p < 0.05$)。

2-3-2. 水分量測定

定温乾燥器 (FS-605、株式会社東洋製作所、東京) を用いて、衣の水分量測定を行った。衣を食材ごとに 2 g 剥ぎ取り、105℃ の乾燥器で 24 時間乾燥させた。その後、乾燥器から取り出しデシケーターで 2 時間冷却後、重量を測定した。水分量は、乾燥前重量から乾燥後重量を差し引いて算出した¹²⁾。得られた値は、CS と CF 間で Student の t 検定により有意差を検定した ($p < 0.05$)。

2-3-3. 官能評価

大阪樟蔭女子大学健康栄養学部健康栄養学科 4 年生 (女性、21~22 歳) 23 名をパネリストとし、2016 年 10 月に実施した。パネリストに対して、かぼちゃ、さつまいも、えびの食材ごとに CS と CF をセットにして提供 (加熱ならびに再加熱後すぐに提供) し、食味を評価してもらった。評価は、特性評価として色 (薄い

~濃い)、形状 (悪い~良い)、食感 (べちゃべちゃしている~サクサクしている)、咀嚼音 (悪い~良い)、かたさ (やわらかい~かたい)、油っぽさ (さっぱりしている~油っぽい) の 6 項目について -2~2 点の 5 段階、嗜好評価として外観、香り、食感、総合評価の 4 項目について、好ましくない~好ましい (-2~2 点) の 5 段階評点法で行った。天ぷらのように食感がおいしさに影響を及ぼす可能性が高いもの場合は、1 口目に受けた印象とその後では評価が変わると考えられるため、本研究では特性評価、嗜好評価ともに「食感」については「1 口目に食べた際の印象」を評価してもらった。得られた評価値は、Excel アドインソフト Statcal3 を用いて一元配置の分散分析と Student の t 検定により CS と CF 間の有意差検定を行った。

3. 結果

3-1. 物性

物性の測定結果を図 1 に示す。破断荷重は、かぼちゃならびにさつまいもで有意差が認められ ($p < 0.05$)、共に CS の方が高値を示した。かたさ荷重は、全ての試料で有意差が認められ ($p < 0.05$)、かぼちゃならびにさつまいもは CS、えびは CF が高値を示した。もろさ荷重はいずれも有意差は認められなかった。

破断荷重ともろさ荷重の関係を図 2 に示す。食材ごとの差をみると、かぼちゃとさつまいもの CF は CS と比べてもろさ荷重が高値に、破断荷重が低値になった。一方えびは、もろさ荷重、破断荷重ともに CF が高値になった。

3-2. 水分量

衣の水分含量を図 3 に示す。かぼちゃならびにさつまいもの CS と CF 間に有意差は認められなかった。えびの CF は、有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

3-3. 官能評価

官能評価の結果を図 4 に示す。特性評価では、かぼちゃは食感と咀嚼音、さつまいもは咀嚼音とかたさ、えびは色、食感ならびに咀嚼音の項目で差が認められ ($p < 0.05$)、かぼちゃは CF よりも CS の方が食感がサクサクで咀嚼音が良く、さつまいもは CF よりも CS の方が咀嚼音が良くてかたい、えびは CS より CF の方が色が濃く、CF よりも CS のほうが食感がサクサクで咀嚼音が良いと評価された。形状ならびに油っぽさは差が認められなかった。

嗜好評価では、かぼちゃは食感と総合評価、さつま

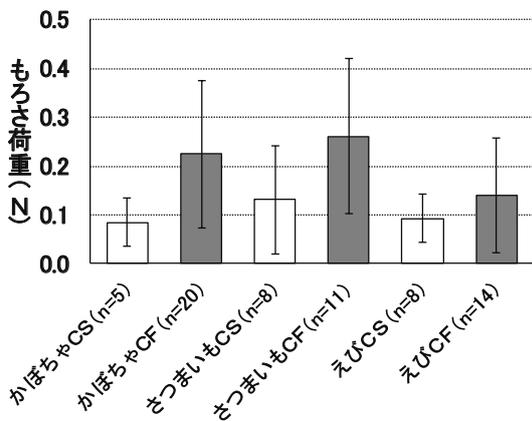
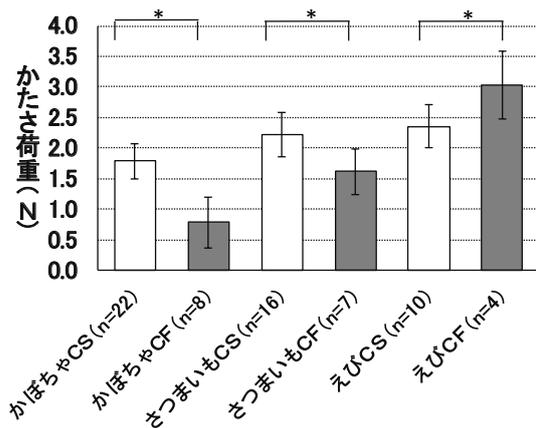
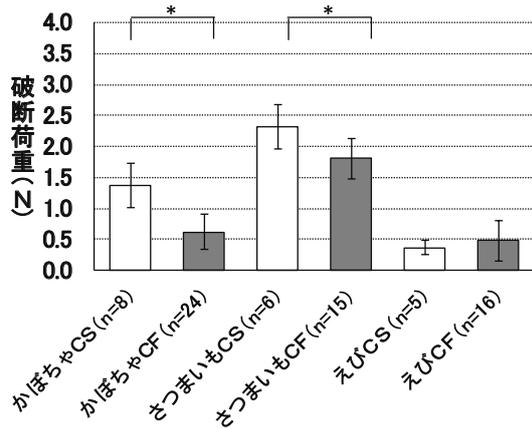


図1 天ぶらの物性測定結果

クックサーブで調製した天ぶらをCS、クックフリーズで調製した天ぶらをCFと示す。
□はCS、■はCF、平均値±標準偏差で示す。
Studentのt検定によりCS、CF間の差を比較した(* $p < 0.05$)。

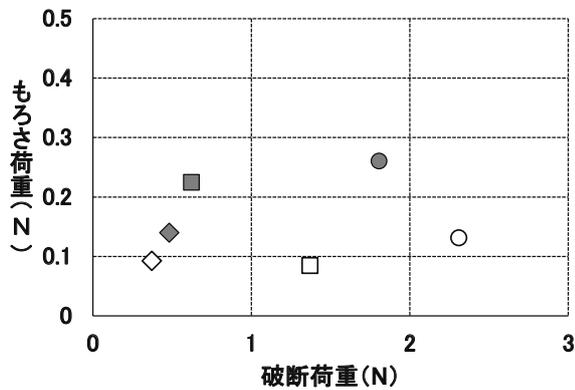


図2 天ぶらの破断荷重ともろさ荷重の関係

クックサーブで調製した天ぶらをCS、クックフリーズで調製した天ぶらをCFと示す。
□かぼちゃCS、■かぼちゃCF、○さつまいもCS、●さつまいもCF、◇えびCS、◆えびCF、平均値を示す。

いもは香りと総合評価、えびは香り、食感ならびに総合評価の項目で差が認められ ($p < 0.05$)、かぼちゃは食感、総合評価ともにCSが好まれ、さつまいもは香り、総合評価ともにCFが好まれ、えびは香り、食感ならびに総合評価のいずれもCSが好まれた。外観に

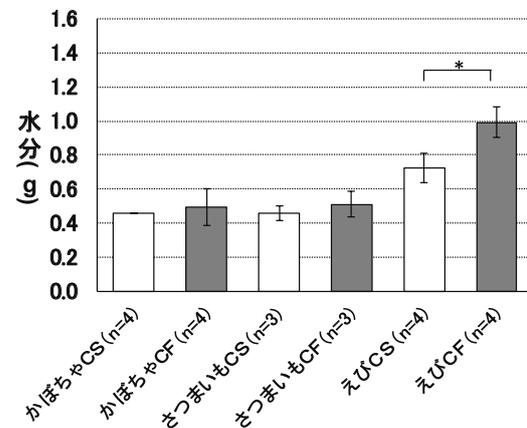


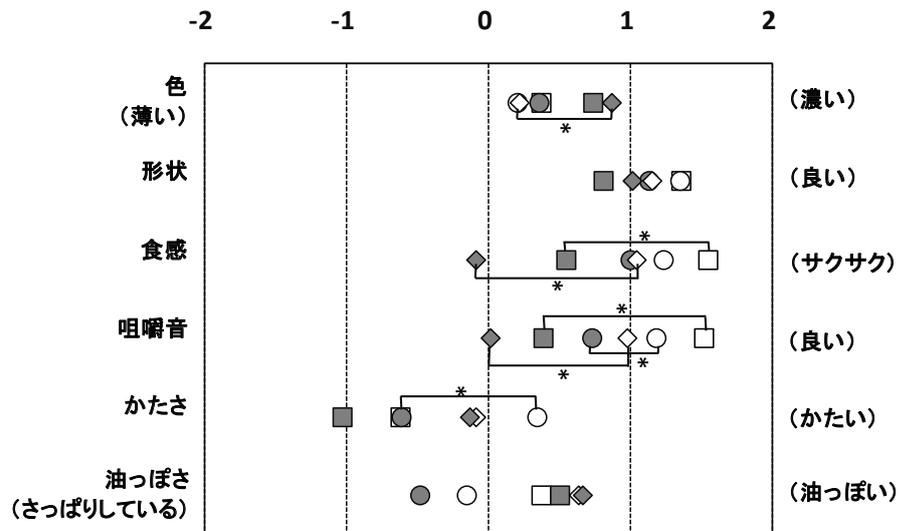
図3 天ぶらの衣の水分量

クックサーブで調製した天ぶらをCS、クックフリーズで調製した天ぶらをCFと示す。
□はCS、■はCFを表す。平均値±標準偏差で示す。
Studentのt検定によりCS、CF間の差を比較した(* $p < 0.05$)。

ついては、差が認められなかった。

なお、嗜好評価においては、全ての試料が「どちらでもない」以上の評価(好ましい傾向)であった。

(A)



(B)

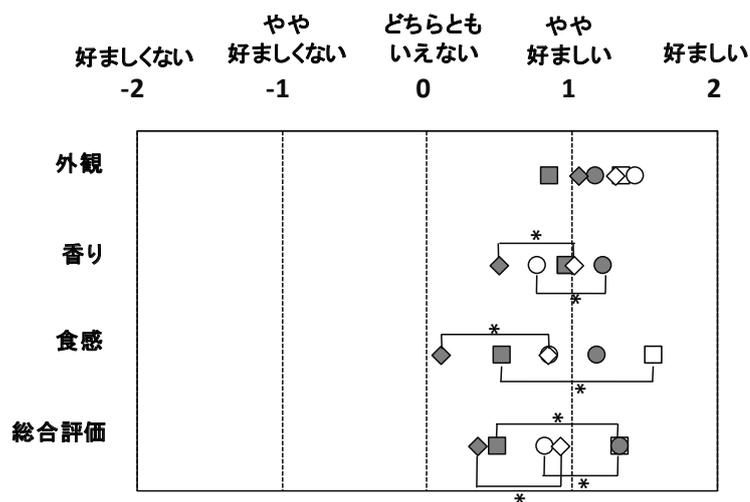


図4 天ぶらの官能評価結果

(A)は特性評価、(B)は嗜好評価の結果を表す。

クックサーブで調製した天ぶらをCS、クックフリーズで調製した天ぶらをCFと示す

□かぼちゃCS、■かぼちゃCF、○さつまいもCS、●さつまいもCF、◇えびCS、◆えびCFの評点の平均値 (n = 23) を示す。一元配置の分散分析、Studentのt検定によりCS、CF間の差を比較した (* $p < 0.05$)。

4. 考察

かぼちゃとさつまいものCFは、CSと比べて破断荷重が低下、もろさ荷重が上昇しやわらかくなった(図2)。これは、CFには一次加熱と再加熱があるため、CSよりも加熱時間が長くなることによると考えられる。加熱時間が長くなることで、かぼちゃとさつまいもは細胞壁の構成成分であるペクチン質の分解が進み、組織がより軟化したため破断荷重が低下したと考えられる。また、かぼちゃとさつまいもはでんぷん質であるため、加熱時間が長くなりでんぷんの糊化がより進

みホクホクした仕上がりとなり、もろさ荷重が上昇したと考えられる。一方えびのCFは、CSよりもかたくなった。これは、食材自体の水分含量が高いえびは、再加熱による水分減少で身が縮まりかたさ荷重が増加したと考えられる。また、えびのCFの衣は水分含量が高かったが、これに関しては豊島らのコロッケの研究¹²⁾で、コロッケを-10℃で11日間冷凍保存した場合、コロッケの衣中の水分含量は保存日数とともに増加、咀嚼圧力も同時に増加、官能評価は低下しサクサク感は失われていくと報告しているように、えびのCF

では、冷凍保存中に食材（えび）から衣への水分移行が生じ、衣の水分が増大したと考えられる。本研究で用いた試料のうち、えびは、かぼちゃやさつまいもとくらべて水分含量が多いため、衣への水分移行量も多かったと考えられる。衣の水分含量が増加すると、衣は噛み切り難くなり咀嚼圧力が増加する。このことがえびのかたさ荷重の上昇にも関与していると考えられる。本研究では冷凍保存期間を1週間としたが、保存期間を縮めることで食材から衣への水分移行量が抑えられ、食感を改善できるのではないかと考えられる。

官能評価において、かぼちゃの特性評価の食感と咀嚼音は、CSの方がサクサクで音が良いと評価された。破断荷重測定でもCSの方が高値であった。また、嗜好評価の食感ではCSの方が好まれ、総合評価でもCSの方が好まれたことから、かぼちゃの天ぷらは衣のサクサク感が重要であるといえる。本研究では、かぼちゃのCFは衣の改良が必要であると考えられる。

さつまいもの特性評価の咀嚼音は、CSの方が高評価であったが食感のサクサク感に差はなかった。かたさはCFの方がやわらかく、これは破断荷重とかたさ荷重の結果を支持するものであった。嗜好評価の食感の好ましさに差がなく、総合評価はCFが好まれた。食感の評価については、「1口目に食べた際の印象」を評価してもらっているが、実際には衣の食感に加えてさつまいも自体の食感を併せた評価がなされていると考えられる。したがって、天ぷらの衣のサクサク感が反映される咀嚼音の評価ではCSが優れていたが、さつまいもの天ぷらとしては、さつまいも自体がやわらかくてもろさがある方が好ましいと評価された結果、総合評価でCSよりもCFの方が好まれたのではないかと考えられる。さつまいもの天ぷらのおいしさには、衣のサクサク感だけでなく食材のやわらかさやもろさも関与していることが明らかとなった。

えびの特性評価の食感と咀嚼音は、かぼちゃと同様にCSの方がサクサクで音が良いと評価された。CFの食感と咀嚼音の評価が低かった理由は、冷凍保存中の食材から衣への水分移行によりサクサク感が失われテクスチャーが劣化したためと考えられる。えびのように高水分含量の食材のCFは保存期間の長さに影響を受けることに留意しなければならない。嗜好評価でも食感、総合評価がCFよりCSの方が好まれたことから、本研究では、えびのCFは保存期間の見直しが必要と考えられる。

本研究で検討したかぼちゃ、さつまいもならびにえびの天ぷらは、CSもCFもともに嗜好評価の総合評価

において好ましい傾向であったが、よりおいしいものという観点では、かぼちゃとえびには要改善点が見出され、さつまいもは天ぷら調理におけるクックフリーズの有用性を見出すことができた。

5. 要約

集団給食施設や調理・食品製造施設においては、料理をおいしく衛生的に、安定した品質を保った上で大量に調製し、さらに労働力を削減することが重要な課題となっており、この課題解決策の一つにクックフリーズの導入が挙げられる。本研究では、高需要な献立の一つである「天ぷら」について、クックサーブとクックフリーズで調製し、品質評価を行った。

かぼちゃとさつまいものCFは、CSと比べて破断荷重とかたさ荷重が低くやわらかかった。これは、CFでは一時加熱に加えて再加熱もされるため、CSよりも加熱時間が長くなることが要因と考えられる。えびのCFは、かたさ荷重が高くてかたく、衣は水分含量が高かった。えびは、食材そのものの水分含量が多いため、クックフリーズ後の冷凍保存中に食材から衣へ移行する水分が多く、そのため再加熱後の衣のサクサク感が減少したと考えられる。官能評価では、衣のサクサク感や食材のやわらかさが天ぷらの嗜好性に影響を及ぼすことが明らかとなった。

以上のことから、かぼちゃとえびのCFについては改善点、さつまいもについては天ぷら調理におけるクックフリーズの有用性を見出した。

謝辞

本研究は、大阪樟蔭女子大学 健康栄養学部健康栄養学科 給食経営管理学的研究室の2016年度卒業研究として実施された。実験を実施した高崎真弥さん、田中瑞希さん、廣谷有紀さん、今田絵理奈さんのご協力に感謝いたします。

文献

- 1) 吉田恵子、綾部園子、柴山斐呂子：栄養管理と生命科学シリーズ 調理の科学—記入式ノートつき一、理工図書株式会社、p94、(2012)
- 2) 廣瀬喜久子、桑野知章：新調理システム クックチルの実際 版第1版発行、株式会社幸書房、p4-10、(2006)
- 3) 殿塚婦美子、木村勝子：改訂新版大量調理 - 品質管理と調理の実際 - 株式会社 学建書院、p103-104、(2012)

- 4) 土屋京子、島村綾、成田亮子、加藤和子、峯木眞知子、長尾慶子：揚げ衣の食感に影響を及ぼす添加材料及び揚げ油の検討、日本調理学会誌 Vol.46 No. p275-280、(2013)
- 5) 原知子：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効果は有効か？ -、神戸山手短期大学紀要 47、B11-B22、(2004)
- 6) 青柿節子、黒沢和子、藤木澄子、吉松藤子：天ぷらの衣に関する研究 しょうが汁添加の影響、家政学雑誌 Vol.33 No.9 p451-456、(1982)
- 7) 小林由実、和田真、山田和、加藤邦人、上田善博、小川宣子、中部大、岐阜大、日清オイリオ株式会社：揚げ油の温度が天ぷらの衣の品質に及ぼす影響、日本調理学会大会発表要旨集 Vol.24 p164、(2013)
- 8) 松永幸太郎、武田靖史、川崎貞道：天ぷらの衣のフライ特性に及ぼす澱粉の影響、応用糖質科学 45 巻 3 号、p239-246、(1998)
- 9) 柴山真理子、植田志摩子：揚げ物の吸油量、脱水率、温度変化および重量変化について、帯広大谷短期大学紀要 第 27 号、p7-15、(1990)
- 10) 比留間トシ、広島秀子、松元文子：天ぷらの衣について、家政学雑誌、Vol.22 No.3、p159-163、(1971)
- 11) 殿塚婦美子、三好恵子、谷武子：クックチルシステムにおける揚げ物の再加熱条件の標準化について、日本食生活学会誌 Vol.11 No2、p150-158、(2000)
- 12) 豊島尊、土屋欣也、佐藤史明、橘秀樹：音響解析および咀嚼圧力解析によるフライ調理食品のテクスチャー評価、日本食品工業学会誌 Vol.51 No8、p388-394 (2004)

Quality Evaluation of *Tempura* by the Cook-serve and Cook-freeze Methods

Faculty of Health and Nutrition, Department of Health and Nutrition
Chikage KIKUTA
Yukina OHTANI

Abstract

We evaluated and compared the qualities of tempura (kabocha squash, sweet potato, and shrimp) prepared by the cook-serve and cook-freeze methods.

We examined the physical properties (fracture force, hardness force, and brittleness force) and sensory evaluations (characteristics; color, shape, texture, chewing sound, hardness, and oiliness, preference; appearance, aroma, texture, and overall evaluation) of tempuras and measured the water content of the batter. When prepared with the cook-freeze method, tempura had a lower fracture force and a lower hardness force for kabocha squash and sweet potato, and a higher hardness force for shrimp. Furthermore, the shrimp batter had a higher water content. In sensory evaluations, kabocha squash and shrimp prepared by the cook-freeze system had lower ratings for the batter texture and chewing sound than those prepared by the cook-serve system. Moisture transfer from the ingredients to the batter was thought to be the culprit. The sound of chewing of sweet potatoes cooked by the cook-freeze method was rated lower than that prepared by the cook-serve method, but the aroma and the overall evaluation were favorable.

The above results indicate the usefulness of the cook-freeze method in cooking sweet potato tempura.

Keywords: cook-freeze method, physical properties, sensory evaluation