

嚥下調整食調理におけるデリソフター（電気圧力鍋）の有効性評価を目的とした調理済み市販食品の物性測定

橋 関 下 濱 羽 吉
口 山 田 深 川
美智留 道 亜 明 太 秀
留 子 美 美 郎 樹

キーワード：嚥下調整食，硬さ，デリソフター

要旨：嚥下調整食調理を簡便化するために開発された電気圧力鍋「デリソフター」が食品の物性に及ぼす影響を検証するためにデリソフター調理前後の食品の「硬さ」，「付着性」，「凝集性」を測定した。また，物性測定の結果から，調理後の食品が嚥下調整食品として提供可能か否かを「えん下困難者用食品の許可基準」および「UDF区分」に基づいて判定した。その結果，多くの食品で「硬さ」が著しく減少し，「歯ぐきでつぶせる」または「舌でつぶせる」程度に食品をやわらかくすることが出来た。その一方で，「付着性」や「凝集性」には大きな変化はなかった。デリソフター調理によって，どの程度食材がやわらかくなるのかは，使用する食品の種類によって異なるが，えん下調整食の提供に活用可能であることが示唆された。

I. 緒 言

我が国の総人口は1億2512万人であり，2010年以降，減少の一途をたどっている。65歳以上の者を対象とする高齢者人口は3640万人で，高齢者人口が総人口に占める割合は29.1%と共に過去最高の数値であった¹⁾。高齢者人口割合は，1950年以降一貫して上昇が続いている¹⁾。また，高齢者人口の増加に伴い，誤嚥を起こす高齢者が増加している。2020年の人口動態統計の概況によると，この年に誤嚥性肺炎で亡くなった者は4万人ほどであり，呼吸器系の疾患で死亡した者の24.7%を占めている²⁾。誤嚥性肺炎は，嚥下機能に障害があることが原因で唾液や食べ物と共に

細菌が誤嚥され，気管支や肺に入ることによって発症する。加齢や疾患，怪我等の影響で嚥む力や飲み込む力が低下することが誤嚥の原因になる。誤嚥を防ぐには一人一人の摂食嚥下機能に応じた食事（嚥下調整食）を提供することが重要である。嚥下調整食を提供する際には，「硬さ」，「付着性」，「凝集性（まとまりやすさ）」の3項目について考慮する必要があるとされている³⁾が，咀嚼・嚥下機能も含めて高齢者の身体機能は個々の差が大きく，適切な物性の食事を毎食提供することは，介護者の負担となることも少なくない。こうした負担を軽減する目的で，様々な調理済み嚥下調整食品が販売されるようになったが，常食と比較するとそのレパートリーはまだ多くはない。

近年，こうした現状を改善するためにギフモ株式会社より電気圧力鍋「デリソフター®」が開発された。デリソフター公式サイトによると，「デリソフターとは，普段の家庭料理，市販のお惣菜，冷凍食品等を，加齢や障害によって食べることに悩みを抱える方々が食べやすいと感じる料理に見た目や味を変えることなくやわらかくする調理家電である」と説明されている⁴⁾。しかしながら，商品化されて間もない調理器具であるために，デリソフター調理によって，食品の物性がどのように変化するのかを示したデータは未だ乏しく，「硬さ」についてのデータは比較的多く示されているものの，「付着性」や「凝集性」についてどのような影響を及ぼすのかについては不明な点が多い。デリソフターを活用することで，介護者の調理負担を軽減するためには，より多くの食品について調理前後の物性比較を行う必要がある。そこで本研究では，市販の常食総菜等を使用してデリソフター調理前後の物

性比較を行った。さらに、測定結果についてえん下困難者用食品の規格基準とユニバーサルデザインフード規格基準に基づいて、対象者の咀嚼・嚥下機能がどの程度残存している場合に提供可能であるかを評価した。

II. 実験方法

1. 試料

試料は主菜となる料理のうち食材が異なるもの4品目、副菜となる野菜を使用した料理2品目、間食になる菓子類1品目の計7品目とした。これらは全て京都市内のスーパーマーケットで入手可能なものである。各試料の詳細は、表1に示した。以下、試料の名称は表1に記載した試料名で表記する。

デリソフターによる加熱・加圧調理の前処理として、菓子1品を除く試料については、表1に記載した方法で加熱調理を行った。その後、後述する方法でデリソフターによる調理を行った後、試料の硬さや付着性などの物性測定を行った。また、それぞれの試料の対照として、デリソフターによる加熱・加圧調理を行わないものについても物性測定を実施した。

2. デリソフターによる加熱・加圧調理方法

デリソフターとは、ギフモ株式会社が販売している電気圧力鍋の1種である。加齢や病気によって噛む力や飲み込む力が低下して、通常の食事を摂取することが困難な人に対して、常食と同様の味や見た目を維持したままやわらかく、食べやすい食事を提供することを目的として開発された。一般的な圧力鍋よりも高い圧力で食材を調理することが可能な点と、独自設計のデリカッターを使用することで食材の形を崩さずに筋切りと穴あけ加工が可能な点が大きな特徴である⁴⁾。

本研究では、デリソフター DS-1（ギフモ株式会社 京都府）を使用した。ギフモ株式会社が推奨しているガイドを参考に、試料ごとに調理時間の設定、デリカッターの使用を検討した。加熱・加圧時間を選択する調理モードの種類や対応メニューに関しては表2、試料の調理に使用したモードやデリカッター使用の有無については表3に示した。

3. クリープメータによる物性測定方法

えん下困難者用食品の基準測定方法⁵⁾及びユニバーサルデザインフードの硬さの測定方法⁶⁾に準拠し、物性測定を実施した。測定機器はクリープメータ RE2-3305C（株式会社山電 東京都）を用いた。

測定手順、条件を以下に示す。直径 40 mm の容器

表 1 試料の概要

区分	試料名	商品名	販売者	内容量 (g) / 1袋当たり	栄養価 ^{※1}					調理方法
					エネルギー (kcal)	たんぱく質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)	食塩相当量 (mg)	
総菜（冷蔵保存）	大根	鶏肉と大根の煮物 ^{※2}	イオン株式会社	170	158	13.1	4.3	17.5	2.3	沸騰した湯で3分加熱
	かぼちゃ	かぼちゃ煮つけ	イオン株式会社	95	113	1.5	0.6	26.8	0.6	沸騰した湯で3分加熱
	豚角煮	じっくり煮込んだ豚角煮	イオン株式会社	130	342	17.2	23.8	14.7	2.2	電子レンジ(600W) 1分20秒加熱
	鯖の味噌煮	3種類の味噌を使用したさばの味噌煮	イオン株式会社	105	264	15.0	18.1	10.4	1.3	沸騰した湯で3分加熱
冷凍食品	唐揚げ	やわらか若鶏から揚げ	味の素冷凍食品株式会社	300	175	13.0	8.8	11.0	1.5	電子レンジ(600W) 3分50秒加熱
加熱調理済み総菜	コロッケ	お肉屋さんのコロッケ	イオンリテール株式会社	275	159	2.6	9.2	16.4	0.4	電子レンジ(600W)1分30秒加熱
洋菓子	カステラ	カステラ	八昇製菓株式会社	260	299	6.5	3.8	59.8	0.15	—

※1唐揚げ、コロッケは1個あたり、カステラは100gあたり、その他の総菜は商品1袋あたりの値である。
唐揚げは1個約30g、コロッケは1個約55g、カステラは1切れ約30gであった。

※2実験には大根のみを使用した。

表 2 「デリソフターカンタンガイド」記載の食材による推奨調理モード例

調理モード	調理時間（分）	メニュー／食材	調理後のやわらかさ目安
1	12	おやつ	舌でつぶせる
2	15	野菜	舌でつぶせる
3	19	魚	歯茎でつぶせる
4	24	挽肉料理	つくね；舌でつぶせる ハンバーグ；歯茎でつぶせる
5	29	肉	歯茎でつぶせる

表 3 各試料のデリソフター調理の方法

試料名	デリカッターの使用	調理モード	加熱・加圧時間（分）
大根	あり	3	19
かぼちゃ	なし	3	19
豚角煮	あり	5	29
鯖の味噌煮	なし	3	19
唐揚げ	あり	5	29
コロケ	なし	1	12
カステラ	なし	2	15

表 4 えん下困難者用食品の規格基準

規格 ^{※1}	硬さ（一定速度で圧縮したときの抵抗）(N/m ²)	付着性 (J/m ²)	凝集性
許可基準Ⅰ ^{※2}	$2.5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^4$	4×10^2 以下	0.2～0.6
許可基準Ⅱ ^{※3}	$1 \times 10^3 \sim 1.5 \times 10^4$	1×10^3 以下	0.2～0.9
許可基準Ⅲ ^{※4}	$3 \times 10^2 \sim 2 \times 10^4$	1.5×10^3 以下	-

※1 常温及び喫食の目安となる温度のいずれの条件であっても規格基準の範囲内であること。

※2 均質なもの（例えば、ゼリー状の食品）

※3 均質なもの（例えば、ゼリー状又はムース状等の食品）。ただし、許可基準Ⅰを満たすものを除く。

※4 不均質なものも含む（例えば、まとまりのよいおかゆ、やわらかいペースト状又はゼリー寄せ等の食品）。ただし、許可基準Ⅰ又は許可基準Ⅱを満たすものを除く

を使用し、試料を高さ 15 mm になるよう充填し、直径 20 mm のプランジャーで 2 回圧縮した。圧縮速度は 1 mm/sec、クリアランス 5 mm で測定した。測定時、試料の温度は $45^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ になるよう調整した。測定によって得られたテクスチャプロフィールに基づいて、各試料の硬さ、付着性、凝集性の値を算出した。テクスチャプロフィールによる測定値の算出には、クリープメータ RE2-3305C 用自動解析装置ソフトウェアを使用した。測定は、1 試料につき 5 回ずつ行い、測定値の最小値と最大値を除いた値の平均値を算出した。

4. 評価方法

クリープメータを用いた物性測定結果を基に、試料が嚙下調整食品の基準を満たすか否かについて、以下の 2 種類の規格基準を参考に評価した。

1) えん下困難者用食品の表示許可基準

えん下困難者用食品とは特別用途食品のひとつで、消費者庁によって許可基準が設定されている。食品の硬さ、付着性、凝集性の 3 項目を指標として許可基準Ⅰ～Ⅲの 3 段階に区分している（表 4）⁵⁾。

2) ユニバーサルデザインフード

ユニバーサルデザインフード（以下、UDF と表記する）は日本介護食品協議会が設定した規格である。食品の「かたさ」や「粘度」の基準によって 4 つの区分に分類している。硬さや飲み込みやすさに配慮した市販食品は近年増加しており、2021 年度 5 月末現在、UDF 区分登録数は 2214 品目である⁶⁾。ギフモ株式会社によると、デリソフターによって調理された食品のやわらかさの仕上がりは、「歯ぐきでつぶせる」あるいは「舌でつぶせる」程度を想定して調理時間を設定している³⁾。「歯ぐきでつぶせる」硬さは、UDF 区分では区分 2、「舌でつぶせる」硬さは、区分 3 に該当する（表 5）。

Ⅲ. 実験結果および考察

1. デリソフター調理が食材の硬さに与える影響

各試料の硬さ測定値の結果を図 1 に示した。カステラを除く全ての試料でデリソフター調理によって硬さの値が減少した。特に大根、かぼちゃの野菜類で硬さの値が著しく減少した。

表5 ユニバーサルデザインフードの区分

区分	区分形状	物性規格	
		かたさ上限値 N/m ²	粘土下限値 mPa・s
1	容易にかめる	5×10^5	-
2	歯ぐきでつぶせる	5×10^5	-
3	舌でつぶせる	ゾル： 5×10^4	ゾル：1500
		ゲル： 2×10^4 ※1	
4	かまなくてよい	ゾル： 3×10^3	ゾル：1500
		ゲル： 5×10^3 ※2	

※1 ゲルについては著しい離水がないこと。固形物を含む場合はその固形物は下でつぶせる程度にやわらかいこと。

※2 ゲルについては著しい離水がないこと。固形物を含まない均質な状態であること。
(日本介護食品協議会、UDF 区分策定の経緯より⁵⁾)

表6 デリソフター調理前後の区分判定比較

試料名	デリソフター使用	えん下困難者用食品の表示許可基準	UDF区分
大根	無	許可基準外	区分1
	有	許可基準外	区分2
かぼちゃ	無	許可基準外	区分1
	有	許可基準外	区分2
豚角煮	無	許可基準外	区分1,2 (部位による)
	有	許可基準外	区分2
鯖の味噌煮	無	許可基準外	区分1,2 (部位による)
	有	許可基準外	区分2,3 (部位による)
唐揚げ	無	許可基準外	区分2
	有	許可基準外	区分2,3 (部位による)
コロッケ	無	許可基準外	区分2
	有	許可基準外	区分2
カステラ	無	許可基準Ⅲ	区分3
	有	許可基準Ⅲ	区分3

2. デリソフター調理が食材の付着性に与える影響

各試料の付着性測定値の結果を図2に示した。デリソフター調理によって、付着性の値は上昇する傾向がみられる。しかしながら、後述するえん下困難者用食品の許可基準の判定に影響を与える程の変化ではなかった。したがって、デリソフターによる調理が食材の付着性に与える影響は大きくないと推察される。

3. デリソフター調理が食材の凝集性に与える影響

各試料の凝集性測定値の結果を図3に示した。デリソフター調理によって多くの食品で値が低下する結果になった。しかし、その変化は付着性と同様にえん下困難者用食品の許可基準判定に影響を与える程の変化ではなかった。

4. えん下困難者用食品の許可基準および UDF 区分の判定結果

各試料の物性測定値を用いて嚙下調整食品として適切な物性であるかを判定した結果を表6に示した。

えん下困難者用食品の許可基準はⅠ～Ⅲの3区分に分類される。今回測定した試料の中でえん下困難者用食品の「硬さ」基準を満たすものはカステラのみであった。そのため、カステラ以外の試料の中には「付着性」や「凝集性」の値は許可基準のⅠ～Ⅲを満たすものもあったが、「硬さ」の値が基準の上限を超えていたため、判定結果はカステラを除いて全て許可基準外となった。したがって、デリソフター調理によって多くの食材の硬さを低減させることは可能であるが、えん下困難者用食品の許可基準を満たす程やわらかくすることは難しいと推察される。えん下困難者用食品の許可基準の「硬さ」は最も上限値が大きい基準ⅢであってもUDF区分の区分3「舌でつぶせる」程度である。デリソフターは、「歯ぐきでつぶせる」あるいは「舌でつぶせる」硬さを想定して調理モードを設定している³⁾。また、ミキサー食相当の仕上がりには対応していないとも述べているため、この結果は妥当である。さらに、デリソフター調理前の食材の下処理の工夫、デリソフター調理時間の延長などを検討することで、「舌でつぶせる」硬さの範囲内でより硬さを低減出来る可能性はある。

次に、UDF区分の硬さ基準値を参考にして、各試料の物性を評価する。ただし、本研究では、温かい状

態で喫食する試料が多かったため、えん下困難者用食品の許可基準に基づき試料温度を $45^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ に調整して測定を行った。UDF区分判定の試料の測定条件は、 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ であるため、測定結果から判定した該当区分は、デリソフター調理前後で硬さがどの程度変化したのかを評価するための参考値としてのみ活用する。

大根は、デリソフター調理前では区分1の「容易にかめる」に該当していたものが、デリソフター調理後には区分2の「歯ぐきでつぶせる」に該当する結果になった。かぼちゃも大根と同様にデリソフター調理前後で区分1から2へ移行した。すなわち、野菜類においては、デリソフター調理によって、より噛む力が弱い方にも提供可能な硬さ基準を満たすことができた。

豚角煮は、デリソフター調理前は試料の測定部位によって該当区分1に該当するものもあったが、デリソフター調理後の区分は2となった。鯖の味噌煮は、区分1の「容易にかめる」と区分2の「歯ぐきでつぶせる」に該当していたものが、デリソフター調理後は区分2の「歯ぐきでつぶせる」、区分3の「舌でつぶせる」に該当する値になった。唐揚げも鯖の味噌煮と同様に、デリソフター調理後は区分2、3に該当する値になった。

豚角煮や唐揚げ、鯖の味噌煮は、クリープメータによる物性測定を行う際、試料のどの部位を測定用容器に充填するかによって測定値にばらつきが生じやすく、かつ、UDF区分の境界付近の測定値になる試料が複数存在したため、判定区分が確実に、よりやわらかい物性の区分に移行するとは言い難い結果となったが、調理によって硬さの値が確実に低下することは確認できた。これらの総業は使用する食材の個体差やデリソフター調理前の通常の調理手順、食材の繊維を断ち切る目的で使用するデリカッターの使用回数等によっても測定値が変化することが推察される。同じメニューであっても、状況に応じて調理モードを変更することで仕上がりを調節する工夫が必要である。

一方で、コロッケにおいては、デリソフター調理による硬さの変化はほとんど見られず、デリソフター調理前後で該当区分に違いはなかった。コロッケは、加熱した後に潰したじゃがいもが主な材料であるため、デリソフター調理前から硬さが均一な食品であり、デリソフターによる更なる加熱・加圧調理によって変化が生じにくかったと考えられる。また、カステラは、

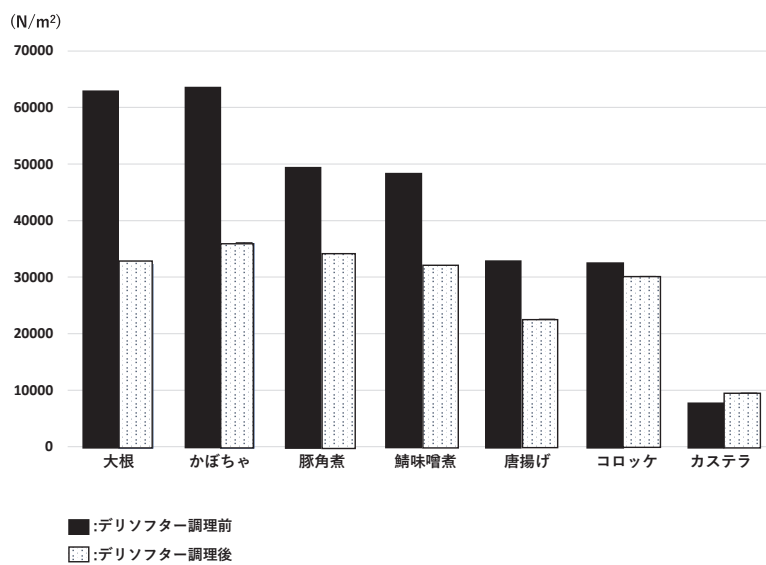


図1 デリソフター調理前後の硬さ測定値

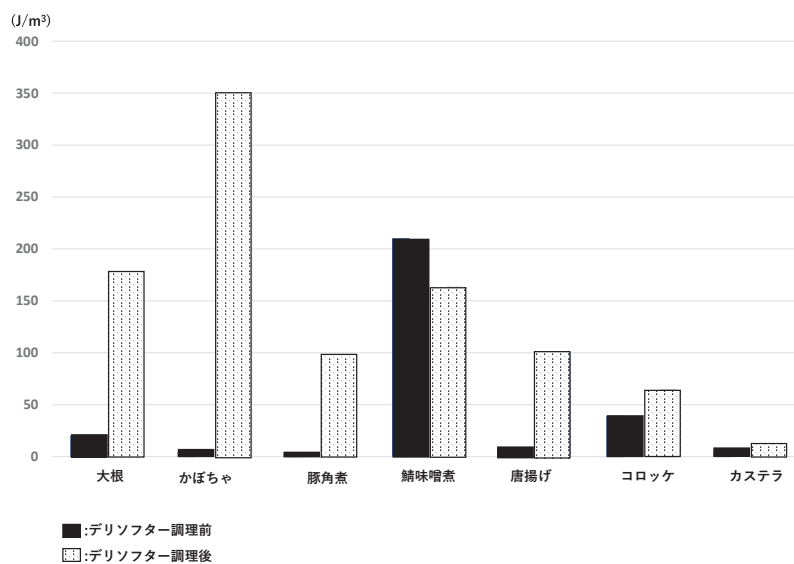


図2 デリソフター調理前後の付着性測定値

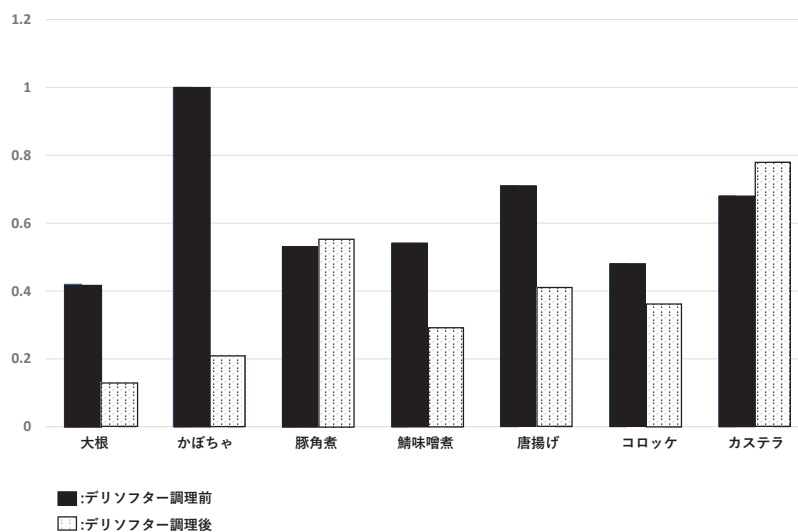


図3 デリソフター調理前後の凝集性測定値

コロケと同様にデリソフター調理の影響はほとんど見られず、デリソフター調理前、調理後共に UDF 区分 3 の「舌でつぶせる」に該当した。

Ⅳ. 結論

デリソフター調理によって食品の「硬さ」を減少させることが可能であることが明らかになった。しかしながら、どの程度やわらかくすることが可能であるかは食品によって大きく異なるだけでなく、デリソフターの調理モードやデリカッター使用の有無、使用の仕方によっても影響を受けることが推察される。実際に、デリソフターの説明書や公式ホームページでもデリソフター調理に向かない食材や料理について言及している。一方で、「付着性」や「凝集性」については、デリソフター調理によって、必ずしも、より「まとまりやすい」、「のみこみやすい」物性にすることが出来るわけではないことが示唆された。しかしながら、デリソフター調理が「付着性」や「凝集性」に与える影響は、「硬さ」のように大きくはないことが明らかになった。したがって、噛む力が低下した方を対象とした食事作りの際に有効活用できると推察される。

終わりに、本研究を行うにあたり、実験にご協力頂きました本学卒業生の三木彩優美さん、三原瑞稀さんに深謝いたします。

本研究は、本学基幹研究助成（研究課題；嚥下調整食および機能性食品の開発と普及活動）の一部として行われました。

なお、本研究に関して、開示すべき利益相反はありません。

参考文献

- 1) 統計局ホームページ；人口推計の結果概要
<https://www.stat.go.jp/data/jinsui/2.html>（2022 年 1 月最終閲覧）
- 2) 厚生労働省ホームページ；2017 年患者調査の概況
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/17/index.html>（2022 年 8 月最終閲覧）
- 3) 小城明子：摂食嚥下リハビリテーションを支える嚥下調整食とその物性評価，バイオメカニズム学

会誌, 40 (4), 241-247, (2016).

- 4) ギフモ株式会社ホームページ；Delisofter
<https://gifmo.co.jp/delisofter/>（2022 年 8 月最終閲覧）
- 5) 消費者庁ホームページ；特別用途食品の許可基準等
<https://www.mhlw.go.jp/shingi/2007/11/dl/s1121-13m.pdf>（2022 年 8 月最終閲覧）
- 6) 日本介護食品協議会ホームページ
<https://www.udf.jp/index.html>（2022 年 8 月最終閲覧）

