

インカートクッキングシステムにおける 咀嚼困難者用介護食の開発

樽井 雅彦^{*}・大村 彩英里^{*}・松山 美里^{*}・山下 麻菜美^{*}・伊佐 公男^{*}
下村 昭夫^{**}・中村 薫^{***}

^{*} 仁愛大学人間生活学部・^{**} 下村漆器店・^{***} 神戸大学サイエンスショップ

Development of In-Cart System Care Food for Persons Experiencing Chewing Difficulties

^{*}Masahiko TARUI, ^{*}Saeri OHMURA, ^{*}Misato MATSUYAMA, ^{*}Asami YAMASHITA,
^{*}Kimio ISA, ^{**}Akio SHIMOMURA and ^{***}Kaoru NAKAMURA

^{*}Faculty of Human Life, Jin-ai University, ^{**} Shimomura lacquerware shop ^{***} Science shop, Kobe University

わが国は今後未曾有の高齢化社会を迎えようとしており、そのため、高齢者の嚥下困難者も増加の一途を辿ると予想され、喫食者の咀嚼・嚥下機能に合わせた介護食の需要や必要性も高まると考えられる。我々は咀嚼が容易な介護食の開発を目指し、調理の前処理に食品酵素を利用し、調理法としてはインカートクッキングシステムを用いて、食品の形態を変えずに食品を柔らかくする調理法の開発を行った。評価としては、硬さの物性評価と人による官能評価を行った。その結果、鶏ムネ肉やレンコンは、酵素を使用することにより軟らかく介護食に適用できる形となった。官能評価では、噛みやすさでは評価が高かったが、味に関しては低い評価となった。

キーワード：インカートクッキングシステム、咀嚼困難者用介護食、酵素

1. 緒言

1.1 高齢化社会

わが国はこれから未曾有の高齢化社会を迎えようとしている。その度合いは、これまでの高齢化社会とは比べ物にならない超高齢化社会といっても過言ではない。

我が国の人口については、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成24年1月推計）」における出生中位（死亡中位）推計を基に見てみると、高齢化率（高齢人口の総人口に対する割合）は2010年（平成22年）の23.0%から、2013年（平成25年）には25.1%で4人に1人を上回り、50年後の2060年（平成72年）には39.9%、すなわち2.5人に1人が65歳以上となることが見込まれている⁽¹⁾。このように高齢化社会の深刻化が進む中、嚥下困難者も増加の一途を辿ると予想され、喫食者の咀嚼・嚥下機能

に合わせた介護食の需要や必要性も高まると考えられる。平成26年11月11日に農林水産省より新しい介護食品として提案された「スマイルケア食」⁽²⁾の在宅療養患者の高齢者の摂食・嚥下機能に関するデータ⁽³⁾では約3割が噛むことに問題を抱えているとされている。そのため、咀嚼・嚥下困難者も容易に食事が出来るように介護食をさらに柔らかくすることが必須となっている。

1.2 高齢者のための食事とインカートクッキングシステム

近年では、地域に密着した、高齢者のための介護サービスを提供する小規模入所施設が全国的に整備されつつある。このような小規模入居施設の給食運営の負担軽減の打開策として、インカートクッキングシステム（以下「インカート方式」と記す）が開発された。

インカート方式は専用の食器およびトレイと専用

IH フードカートを組み合わせ、レシピソフトと加熱プログラムをパッケージした食事提供システムで、トレイに食材を盛り付けた主食・主菜・汁物のIH専用食器をのせ、そのトレイをIHフードカートに差し込み、3点同時に自動加熱調理する方法である。蓋をしたままの食器ごと100℃近くで加熱するため、食中毒菌、ノロウイルスまで死滅させることが可能となる。細菌繁殖のリスクが低減されるのが特徴であり、病院や福祉施設の食事に向いていると考えられる。

このシステムを用いることで、作業時間の短縮や衛生面で安全な食事を提供することが可能となる。現在の給食産業の大量調理システムにおいて、大部分の施設がクックサーブシステムを採用している。この方法では、下処理→加熱調理→温蔵保管→盛り付け→提供となり、加熱調理してから提供するまでの間に二次汚染（異物混入や食中毒等）の可能性がある、食中毒等の危険を避けるために、かなりの注意が必要である。これに比べて、食中毒の予防と作業工程の効率化を目的に開発された新しい給食システムであるインカート方式では、下処理→盛り付け（蓋する）→加熱調理→提供となり、蓋をしたまま加熱調理し、そのまま提供するので、食中毒菌が混入するリスクがほとんどないメリットがある。

1.3 介護食について

介護食とは、主に咀嚼・嚥下機能の障害を持った人に対して、適切な栄養管理を行うために、二次的な調理で食物を摂取しやすくした食事のことで“形態調整食”ともいう。加齢に伴う咀嚼・嚥下機能の低下や、歯や口・顎などの疾患により、通常の食べ物が食べにくい・飲み込みにくい、といった人のために考えられた介護食の規格として、日本介護食品協議会が制定したユニバーサルデザインフード(UDF)区分がある⁽⁴⁾。

表1のようにUDFは「噛む力」や「飲み込む力」の状態に合わせた、商品の選択が簡単にできるように、粘度や具材の硬さに応じて「区分1:容易にかめる」「区分2:歯茎でつぶせる」「区分3:舌でつぶせる」「区分4:かまなくてもよい」といった4段階の目安が表示されている。

表1.『ユニバーサルデザインフード区分表』

区分	UDF 区分1 容易にかめる	UDF 区分2 歯茎でつぶせる	UDF 区分3 舌でつぶせる	UDF 区分4 かまなくてもよい
かむ力の目安	かたいものや大きいものは やや食べづらい	かたいものや大きいものは 食べづらい	細かくてやわらかければ 食べられる	歯肉が弱くても 食べやすい
飲み込む力の目安	普通に進められる	ものによっては 飲み込みづらいことがある	飲み込みづらいことがある	水やお茶が 飲み込みやすい
かたさの目安	ごはん	ごはん・やわらかごはん	金かゆ	ペーストかゆ
	さかな	焼き魚	煮魚	魚のほくし(とろみあんかけ)
	たまご	厚焼き卵	たじろき卵	スクランブルエッグ
※食品の メニュー で商品名で はありませ ん。	調理例 (ごはん)			
物性規格	かたさ上限 N/m ²	5x10 ³	5x10 ⁴	ソル: 1x10 ⁴ ゲル: 2x10 ⁴
	粘度下限値 mPa・s			ソル: 1500 ゲル: 1500

※「ソル」とは、液体、もしくは固形物が液体中に分散しており、流動性を有する状態をいう。
「ゲル」とは、ソルが流動性を失いゼリー状に固まった状態をいう。

今回の研究では、機器で調理後の硬さを測定し、UDF区分1～4の市販品をも測定して、今回の結果と合わせて物性基準を決定した。本研究では、「区分1:容易にかめる」を目標に、先行研究で実証されたメリットの大きいインカート方式⁽⁵⁾を利用して、咀嚼困難者のための介護食の開発を行った。

1.4 本研究の目的：高齢者のための食事と酵素を用いる調理法

通常、食品を柔らかくするためには、食品をミキサー等で細かくしたり、ゼリー状にする方法が使われているが、本研究では、食品の形態を変えずに食品を柔らかくする方法として食品酵素を利用した⁽⁶⁾⁽⁷⁾。

酵素は、生物が作り出すたんぱく質で、生体内で消化、吸収、物質変換、排泄などの化学反応を助け、触媒として機能する分子である。酵素の特徴は①常温で作用する。②基質特異性があり、例えば、プロテアーゼはタンパク質だけに作用し、アミラーゼはデンプンだけに作用する。③加熱により失活して活性がなくなる。これは酵素処理の後で加熱調理することにより酵素の作用を停止させ過剰反応を防ぐことができる。＞であり、食品酵素は安全性が保障されているので、安心して調理に使うことが出来る。酵素を使うメリットの一つは、酵素が常温で作用するので、長時間加熱による形状の変化を防ぐことができることである。長時間加熱やミキサーによる細分化等で食品を柔らかくすると、形状が変化し、見た目が悪くなり、食欲を抑制することが考えられるが、酵素を使うと、形をそのまま食品を柔らかくすることが出来る。

今回の研究では、酵素としてプロテアーゼとセル

ラーゼを使用した。プロテアーゼに関しては予備の実験ではブロメラインを使ったが、調理後に苦味が生じたので、食品としてブロメラインを多く含有しているパイナップルの破碎液を酵素として利用した。

インカート方式ではすべての食品を食器にいて、蓋をしてから加熱するので、酵素利用と組み合わせることにより、見た目も美しく衛生面でも安全な介護食を提供することが出来ると考えられる。

2. 材料と方法

2.1.1 常食と介護食

研究対象の食品として、“筑前煮”および“イカとキャベツの蒸し物”を選択し、酵素処理をしないインカート調理の“常食”と酵素処理—インカート調理の“介護食”を検討した。“筑前煮”は介護食に不向きな繊維質の多いゴボウやレンコンを使用した献立で実験を行うことを目的とし、“イカとキャベツの蒸し物”は魚介類を使用した献立で行うことを目的としたので弾力のあるイカを使った。

2.1.2 使用した酵素類

2.1.2.1 ブロメライン

肉類や魚介類等のタンパク質性食材の酵素処理には、生のパイナップルに含まれるブロメラインを用いた。

パイナップル 100g をミキサーで破碎し、食材を浸漬するパイナップル破碎液とした。

2.1.2.2 セルラーゼ

野菜や根菜等の植物性食材の酵素処理には、食品添加物酵素製剤「セルラーゼ A 「アマノ」 3」(天野エンザイム株式会社)を用いた。この酵素製剤は、コウジカビ *Aspergillus niger* 由来のセルラーゼを 28% 含有している。この酵素製剤を水で希釈し、食材を浸漬する 0.5% セルラーゼ液とした。

2.2 調理法

筑前煮の材料のうち、鶏ムネ肉はパイナップル破碎液で、レンコン、ゴボウ、シイタケおよびコンニャクはセルラーゼで前処理して、調理し、介護食とした。

また、ニンジンはこちらの食でも下茹でのみで調理した。

イカとキャベツの蒸し物の材料では、イカはパイナップル破碎液で前処理した後で調理し、介護食とした。キャベツは前処理しないでそのまま調理した。また、どちらの料理についても酵素処理しない材料を使って調理したものを常食として、比較に用いた。

2-2-1 [筑前煮の調理手順]

＜鶏ムネ肉＞（酵素：パイナップル破碎液（ブロメラインを含む））

① 1cm 幅に切った鶏ムネ肉 50 g に剣山で穴をあけ、パイナップル破碎液 100 g に 30 分間漬けた。

② 30 分後に流水でパイナップルを洗い流し、水気を拭き取りさらに 30 分放置した。

＜ニンジン＞（酵素：無）

① 30 分間下茹した。

＜レンコン＞（酵素：セルラーゼ）

① 2mm の厚さに薄切した蓮根を 1 時間下茹でした。

② 下茹でした蓮根を 0.5% セルラーゼ液に 1 時間漬け込み、流水で洗い流した。

＜ゴボウ＞（酵素：セルラーゼ）

① 2mm の厚さに輪切したゴボウを 30 分下茹でした。

② 下茹でした蓮根を 0.5% セルラーゼ液に 1 時間漬け込み、流水で洗い流した。

＜シイタケ＞（酵素：セルラーゼ）

① 2mm の厚さに薄切した椎茸を 0.5% セルラーゼ液に 1 時間漬け込み、流水で洗い流した。

＜コンニャク＞（酵素：セルラーゼ）

① 沸騰した湯にさっとくぐらせ臭みを取り、数回剣山で突き刺し、スプーンで 2cm 角に切った。

② 切ったコンニャクを 0.5% セルラーゼ液に 1 時間漬け込み、流水で洗い流した。

上記の酵素処理終了後にそれぞれの食材を盛り付けし、調味液（濃口醤油、本だし、みりん、酒、砂糖）とともに専用食器にセットし、インカートの火力設定「やや強」で 40 分間加熱した（図 1）。



図1 インカート食器内の筑前煮



図2 インカート食器内のイカとキャベツの蒸し物

2-2-2 〔イカとキャベツの蒸し物の介護食の材料〕

＜イカ＞（酵素：パイナップル破碎液（ブロメラインを含む））

- ①イカの表面の皮をとり、1 cmに輪切りしたイカをさっと湯通した。
- ②①を剣山で突き刺し、パイナップル破碎液に30分間漬けた。
- ③30分後に流水でパイナップルを洗い流し、水気を拭き取りさらに1時間放置した。

＜キャベツ＞（酵素：無）5分間下茹でした。

上記の酵素処理終了後にそれぞれの食材を盛り付けし、調味液（ポン酢、水）とともに専用食器にセットし、インカートの火力設定「中火」で 40 分間加熱した（図 2）。

2.3 官能評価

官能検査の評価項目は、介護食の形態に関する「軟らかさ」「舌触り」「まとまりやすさ」「飲み込みやすさ」

の4項目とし、それぞれ、「良い」「普通」「悪い」の3段階で評価した。今回は、おいしさ等、味に関する項目は評価しなかった。また、意見および感想も記載してもらった。官能検査に用いた官能評価シートを図3に示す。官能検査の結果から、「良い」および「普通」と回答した被験者の割合(%)を算出した。

福井県越前市内にある各福祉施設・病院の管理栄養士を始め、栄養士、調理師、介護職員の方々（15名）に協力を依頼し、インカート調理の常食と介護食（酵素食）を食べ比べてもらい、官能評価を行った。

実施日 : 平成27年10月30日(金), 11月3日(火),
11月6日(金)

実施場所：笠原病院，中村病院，林病院，和上苑，第
2 和上苑，第 3 和上苑

実験試料：筑前煮，イカとキャベツの蒸し物

喫食者が実際に食べる提供温度を想定して、出来立ての温度で評価してもらう工夫をした。具体的には配送の際は発砲スチロールに入れ、できるだけ料理が冷めないように迅速に運んだ。評価項目は、介護食の形態（軟らかさ・舌触り・まとまりやすさ・飲み込みやすさ）について、官能評価シートを用いて評価した（図3）。また、意見および感想も記載してもらった。

官能評価の結果は協力していただいた被験者の中で結果が「よい」と「ふつう」と回答した数を合わせた割合を%単位で算出、比較した。

[illegible]

図3 官能評価シート

2.4 物性測定

福井県農業試験場食品加工研究所にて、官能評価と同じ献立内容でインカートの常食と介護食（酵素食）の物性測定を行い、比較検討した。

実施日：平成27年6月2日(火)、9月10日(木)、

10月9日（金）、11月24日（火）

実施場所：福井県農業試験場食品加工研究所

試料：筑前煮、イカとキャベツの蒸し物

UDF 区分 1.2.3.4 の市販品

使用器具：IH フードカート（株式会社 下村漆器店）

IH 加熱フードカート用食器（株式会社 下村漆器店）

RHEOMETER NRM-2010J-CW（株式会社 レオテック）

〈測定方法〉

咀嚼試験 2 回圧縮により行った。ブランジャーの種類は粘弾性用 15 Φ（15mm）半透明樹脂製、円筒状を使用した。咀嚼試験モードは試料：内径 40 mm、高さ 15mm のステンレス、シャーレ（金属製容器）に試料を詰め、測定した。

メーター感度は、基本は最大荷重を 1kg で行い、1 kg で測れなければ、最大荷重 10kg にした。測定に用いた解析ソフトは RHEOwin Ver 2.04（株）レオテックであり、クリアランス 7.5mm（圧縮率 50%）、圧縮速度（T.SPEED）6cm /mim、温度：20℃± 2℃である。

3 結果

3.1 官能評価の結果

筑前煮では鶏ムネ肉、ゴボウ、コンニャク、シイタケおよびレンコン、また、イカとキャベツの蒸し物ではイカ及びキャベツについてそれぞれの官能評価を行った。

結果を表 3 に、評価グラフを図 4 および図 5 に示す。

3.1.1

表 3 官能評価（%）

筑前煮

	良い	普通	悪い	良い + 普通
鶏ムネ肉				
軟らかさ	40	33.3	26.7	73
舌触り	6.7	20	73.3	27
まとまりやすさ	13.3	46.7	40	60
飲み込みやすさ	26.7	26.7	46.6	53

結論 鶏ムネ肉の評価は筑前煮の中で最も低く、特に舌触りの評価が低かった

コンニャク	良い	普通	悪い	良い + 普通
軟らかさ	73.3	20	6.7	93
舌触り	33.3	40	26.7	73
まとまりやすさ	40	46.7	13.3	87
飲み込みやすさ	60	33.3	6.7	93

結論 コンニャクは舌触り以外の項目で評価が高かった

レンコン	良い	普通	悪い	良い + 普通
軟らかさ	40	26.7	33.3	66.7
舌触り	33.3	46.7	20	80
まとまりやすさ	20	46.7	33.3	67
飲み込みやすさ	20	53.3	26.7	73

結論 レンコンは舌触りの評価が比較的高かったが、全体の評価は低かった

ニンジン	良い	普通	悪い	良い + 普通
軟らかさ	53.3	46.7	0	100
舌触り	46.7	53.3	0	100
まとまりやすさ	33.3	60	6.7	93
飲み込みやすさ	40	60	0	100

結論 ニンジンはすべての項目で“良い”が多く、最も評価が高かった

ゴボウ	良い	普通	悪い	良い + 普通
軟らかさ	40	40	20	80
舌触り	20	73.3	6.7	93
まとまりやすさ	20	60	20	80
飲み込みやすさ	33.3	46.7	20	80

結論 ゴボウは舌触りの評価が高かった

シイタケ	良い	普通	悪い	良い+普通
軟らかさ	20	73.3	6.7	93
舌触り	26.7	66.7	6.7	93
まとまりやすさ	13.4	73.3	13.3	87
飲み込みやすさ	20	80	0	100

結論 シイタケは軟らかさと舌触りの評価が高かった

イカとキャベツの蒸し物

イカ	良い	普通	悪い	良い+普通
軟らかさ	33.3	20	46.7	53
舌触り	13.3	40	46.7	53
まとまりやすさ	26.7	26.7	46.7	53
飲み込みやすさ	33.3	26.7	40	60

結論 イカは“悪い”が多く、評価が低かった

キャベツ	良い	普通	悪い	良い+普通
軟らかさ	40	53.3	6.7	93
舌触り	26.7	60	13.3	87
まとまりやすさ	26.7	60	13.3	87
飲み込みやすさ	33.3	60	6.7	93

結論 “普通”が多かったが、“良い”もそこそこあり、“悪い”が少なかった。評価は高かった

官能評価の結果は、「よい」と「ふつう」と回答した数を合わせた割合%で算出した。以上の表にまとめた。また、

食材毎の評価をグラフに示した（図4および図5）。

図4 筑前煮（鶏ムネ肉、コンニャク、レンコン、ニンジン、ゴボウ、シイタケ）の評価グラフ

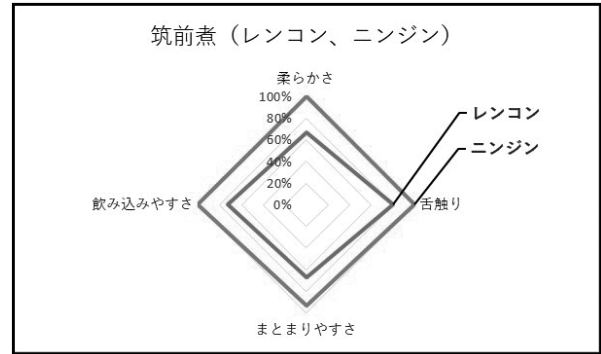
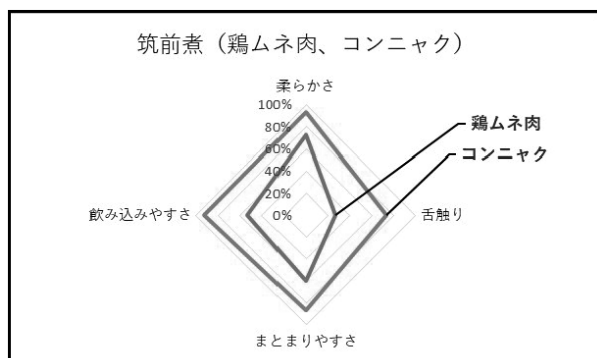
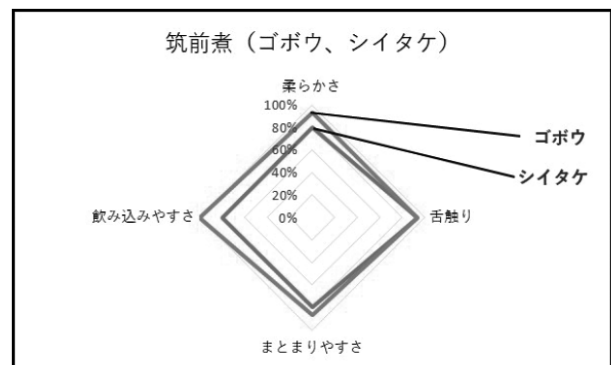


図5 イカとキャベツの蒸し物の評価グラフ



意見および感想の原文抜粋を下に示す。

【筑前煮】

- ・まとまりやすさが常食と変わらなく感じた。
- ・味は特に変化はない。
- ・汁の濁りは少し見た目を損ねた。
- ・酵素の方が、味がばやける気がする。
- ・パイナップルの汁を使うと味が変わってしまうので残念だった。

＜鶏ムネ肉＞

- ・歯触りは良いが、硬さは同じように感じた。
- ・肉が粉っぽく感じる。
- ・おいしくない。

（舌触り）何か噛んだ時に違和感がある

<レンコン>

- ・食べにくさを感じた。
- ・やはり硬い。

(軟らかさ) 常食とあまり変わらないように感じる

<ゴボウ>

- ・さほど違いは見られなかった。
- ・軟らかく、味も馴染んでいておいしかった。

<シイタケ>

- ・食べにくさを感じた。
- ・違いがよく分からなかった。

<コンニャク>

- ・常食より軟らかく、なめらかに感じた。
- ・常食と比べて一番食べやすいと思いました。
- ・弾力がないので、高齢者には食べやすいと思う。

<ニンジン>

- ・特に軟らかく感じた。
- ・さほど違いは見られなかった。

【イカとキャベツの蒸し物】

- ・味がかなりしっかりついていた。
- ・味がまいちに感じた。
- ・おいしさを見ると、野菜は下茹でしない方が美味いと思う。

<イカ>

- ・介護食の方が軟らかく、なめらかで食べやすいように思った。
- ・イカの足の部分はとても軟らかく食べやすいと思いました。
- ・部位によって軟らかいところとそうでないところがある。

(味) 本来のイカの味とは違ってきている

(見た目) パツと見は良いが、お箸でつまんでみるとモロモロがついていて見た目の印象が下がる

(舌触り) ゼラゼラした感じがして、あまり好きではない。

<キャベツ>

- ・硬さの違いがあまり分からなかった。

3.2 物性測定の結果

硬さ、凝集性、弾力性、粘着性、および付着性について測定を行った。

UDF の物性基準の測定状態を同じにするため UDF 区分 1.2.3.4 の市販品を測定し物性基準を決定した。測定した UDF 食品は QP (キューピー) やさしい献立の“Y4-3 なめらか野菜コーン”, “Y3-2 やわらかおかず肉じゃが”, “Y2-3 おじや親子丼”, および“Y1-4 鶏だんごの野菜煮込み”で、2 回測定して平均値を出した。ユニバーサルデザインフードの測定結果を表 2 に示す。

表 2 ユニバーサルデザインフードの実測値に基づく物性規格

UDF の物性基準	実測値	
区分	硬さ g	硬さ (N/m ²)
1 容易にかめる	1462	8.1 x 10 ⁴
2 歯ぐきでつぶせる	165	9.2 x 10 ³
3 舌でつぶせる	68	3.8 x 10 ³
4 かまなくてよい	24	1.3 x 10 ³

測定結果を表 3 (筑前煮及びイカとキャベツの蒸し物) に示した。

表 3 筑前煮及びイカとキャベツの蒸し物測定結果

	硬さ(g)		凝集性(g)		弾力性(g)		粘着性(g)		付着性(erg)	
	常食	介護食	常食	介護食	常食	介護食	常食	介護食	常食	介護食
鶏ムネ肉	13401	3876	0.6440	0.4393	0.8137	0.6112	7.0	52.4	8581.0	7123.6
ゴボウ	1458.6	987.4	0.4572	0.4171	0.7048	0.6438	4.0	3.0	8562.0	8101.0
コンニャク	208.4	215.6	0.6121	0.5132	0.7941	0.7470	0.6	0.9	1270.5	764.5
ニンジン	208.4	203.6	0.1711	0.1549	0.3815	0.2732	8.8	7.8	514.9	571.8
シイタケ	144.1	117.6	0.5428	0.5534	0.6221	0.6500	2.0	4.8	825.2	1085.9
レンコン	1553.1	213.4	0.3470	0.3407	0.5689	0.5994	5.0	2.0	5997.0	8228.0
イカ	555.4	457.3	0.6456	0.6610	0.7874	0.7227	0.3	5.9	688.5	2082.0
キャベツ	305.7	457.7	0.3868	0.3329	0.5547	0.5291	4.7	4.2	680.0	360.4

今回の実験は硬さに注目したので、上記の硬さの結果を UDF の 4 つの区分の物性規格に合わせるため、以下の計算式で計算した。ブランジャーの種類は粘弾性用 15 Φ (15mm, 半径は 0.0075m) 半透明樹脂製、円筒状なので単位面積は 0.0075 (m) x 0.0075 x 3.14 = 0.0001766 (m²) となり、硬さ (N/m²) は計算式: 硬さ (N/m²) = {硬さ (g) / 1000} × 9.8 / {アダプタ面積 (m²)} = 硬さ (g) / 1000 × 9.8 / 0.0001766 (m²) = 硬さ (g) x 55.5 となる。

結果は以下ようになった。数値が大きいほうが硬いことを示している。

表4 硬さの計算結果

硬さ (N/m ²)	比率 (酵素食/常食)		
	常食	酵素食	
筑前煮			
鶏ムネ肉	7.4×10^4	2.2×10^4	0.30
ゴボウ	8.1×10^4	5.5×10^4	0.68
コンニャク	1.1×10^4	1.2×10^4	1.09
ニンジン	1.6×10^4	1.1×10^4	0.69
シイタケ	8.0×10^3	6.5×10^3	0.81
レンコン	8.6×10^0	1.2×10^1	0.14
イカとキャベツの蒸し物			
イカ	3.1×10^4	2.5×10^4	0.81
キャベツ	1.7×10^4	2.5×10^4	1.47

3.3 酵素別効果の結果

【プロメライン】

予備実験の結果、酵素製剤のプロメライン（パパイ
ン W-40 およびプロメライン F を用いると、食材の表
面のみが溶かされテクスチャーの低下、においと味が
喫食者の満足を得られるものではないとグループ内の
官能評価で判断した。プロメラインは青果のパイナッ
プルに含まれるので、パイナップル汁を用いて実験し
た結果、味の他に鼻に抜けるにおい、テクスチャーに
おいても食べやすいと評価したため、プロメラインと
しては青果のパイナップル汁を用いて実験した。

筑前煮の鶏ムネ肉は硬さが、（常食 $7.4 \times 10^4 \Rightarrow$ 酵
素食 2.2×10^4 (N/m²)) と大幅に低く、柔らかくな
ったが、イカとキャベツの蒸し物のイカは（常食 $3.1 \times$
 $10^4 \Rightarrow$ 酵素食 2.5×10^4 (N/m²)) とほとんど変わら
なかった。また硬さの他の凝集性・弾力性・粘着性・付
着性の項目においても、イカの凝集性・粘着性・付着
性を除いて酵素食は常食に比べて数値が低くなる結果
となった。物性測定の結果からは、少なくとも鶏肉に
おいては調整された製剤を用いなくても青果のもので
も UDF 規格基準の区分 1 (8.1×10^4 N/m²) より大幅
に柔らかくなった (2.2×10^4 N/m²)。

【セルラーゼ】

筑前煮のゴボウ、コンニャク、ニンジン、シイタ
ケ、およびレンコンにおけるセルラーゼ添加の効果を
調べた。結果として、硬さでは、コンニャク（常食 1.1
 $\times 10^4 \Rightarrow$ 酵素食 1.2×10^4 (N/m²)) では効果がなかつ
たが、ゴボウ ((常食 $8.1 \times 10^4 \Rightarrow$ 酵素食 5.5×10^4 (N/

m²), ニンジン（常食 $1.6 \times 10^4 \Rightarrow$ 酵素食 1.1×10^4 (N/
m²)), およびシイタケ（常食 $8 \times 10^3 \Rightarrow$ 酵素食 $6.5 \times$
 10^3 (N/m²)) の食材では少し効果があり、レンコン（常
食 $8.6 \times 10^4 \Rightarrow$ 酵素食 1.2×10^4 (N/m²)) ではセルラー
ゼを食材の軟化のために用いることで常食よりも硬さ
の数値が大幅に低くなった。他の項目では凝集性では
シイタケ以外、弾力性ではシイタケとレンコン以外、
粘着性ではコンニャクとシイタケ以外、付着性ではシ
イタケとレンコン以外の食材で酵素食が常食に比べて
数値が低くなる結果となった。シイタケは硬さの項目
では酵素食のほうが低値であったが、他の項目では常
食よりも高値になるという結果となった。

4 考察

4-1 食材別の考察

4.1.1 鶏ムネ肉

物性測定の結果は常食と酵素食で硬さが大きく異な
り、常食では 7.4×10^4 (N/m²) であるのに対し、酵
素食では 2.2×10^4 (N/m²) と 1/3 になった。酵素食
は介護食として提供するための UDF 規格基準の区分
1 (8.1×10^4 N/m² (UDF の物性基準の実測値)) によ
り大幅に柔らかくなったが、区分 2 (0.92×10^3 (N/
m²)) には届かなかった。鶏肉においては、パイナッ
プル破砕液に含まれるプロメラインを食材の軟化のた
めに用いることで常食のものよりも硬さの項目の数値
が低くなったということが分かる。実際、鶏肉の官能
評価のやわらかさの項目で（良い+普通）の割合が
73%と高い結果となった。

また、粘着性は常食の 7.0 g から酵素食の 52.4 g ま
で大幅に上昇した。これは、酵素による加水分解でタ
ンパク質の分子量が小さくなって溶けだしたものと考
えられる。分解され遊離したタンパク質は、調味液に
濁りをもたらし、肉表面に留まったタンパク質はぬめ
り等のテクスチャーの低下をもたらした。これら全て
の要因が低評価の原因になったのではないかと考えら
れる。

改善策としては、酵素処理した肉の表面をきれいに
洗い流すことや、洗った後にしっかり調味液に漬け込
み、パイナップル特有の酸味や香りを抜くことが考え
られる。

<ゴボウ>

物性測定でゴボウの硬さは常食が 8.1×10^4 (N/m²) で、セルラーゼで前処理した酵素食では 5.5×10^4 (N/m²) で、約 2/3 となり、かなり柔らかくなっていることがわかる。また、官能評価でも、やわらかさの(良い)が40%、(良い+普通)の割合が73%であり、酵素処理により柔らかく感じた人が多かった。感想は、<さほど違いは見られなかった>と<軟らかく、味も馴染んでいておいしかった>があった。また、舌触りは(良い+普通)の割合は93%で高かったが、内容は(良い)が20%、(普通)が73%であり、あまり変わらないとの評価であった。さらに、飲み込みやすさでは、(良い+普通)の割合は80%と高いが、(良い)が33%、(普通)が47%で、常食とあまり変わらない結果となった。このようにゴボウにおいて、酵素処理(セルラーゼ)は食品の硬さに非常に良い影響を与えている。

<コンニャク>

コンニャクは舌触り以外の項目で評価が高かった。コンニャクは硬さ測定の結果では柔らかくなっていた((常食 $1.1 \times 10^4 \Rightarrow$ 酵素食 1.2×10^4 (N/m²))のにも関わらず柔らかさの官能評価が高かった((良い)が73%)。その理由は、酵素処理したコンニャクが、弾力がなく容易に歯で噛みつぶせるものであったためであると考えられる。感想でも、<常食より軟らかく、なめらかに感じた>等の良い印象を受けた人が多かった。

<レンコン>

物性測定でレンコンの硬さは常食が 8.6×10^4 (N/m²) で、セルラーゼで前処理した酵素食では 1.2×10^4 (N/m²) となり、約 1/8 と大幅に数値が下がった。また、官能評価でも、(良い)が40%で、(良い+普通)の割合が73%となった。セルラーゼ使用の効果が出たと思われる。しかしながら、感想では、常食とあまり変わらないように感じるというのもあり、物性測定と摂取した時の柔らかさに違いがみられた。

また、舌触り等の評価は(普通)が多く、格段に良くなるということではなかった。

<シイタケ>

物性測定でシイタケの硬さは常食が 1.4×10^2 (N/

m²) で、セルラーゼで前処理した酵素食では 1.2×10^2 と、あまり変わらなかった。シイタケはセルロースが少ないと考えられる。官能評価でもすべての項目で(普通)が非常に多く、感想でも、<変わらない>との評価が多くみられた。

4.1.2 イカとキャベツの蒸し物

<イカ>

物性測定でイカの硬さは常食が 5.6×10^2 (N/m²) で、パイナップル破砕液で前処理した酵素食では 4.6×10^2 とあまり変わらなかった。官能評価でも、すべての項目で(悪い)が多かった。酵素が中に入らずに、表面のタンパク質だけが分解され、ぬめりが生じたことが原因ではないかと考えられる。

<キャベツ>

物性測定でキャベツの硬さは常食が 3.1×10^2 (N/m²) で、セルラーゼで前処理した酵素食では 4.6×10^2 と却って大きい値となった。また、官能評価でも、(普通)が多かった。理由は不明であるが、酵素処理が全く効いてなかった。

4.2 全体の考察

官能評価、物性測定の結果を合わせて考えられることは、全ての食材の中で、鶏ムネ肉のパイナップル破砕液とレンコンのセルラーゼが、食材を大幅に柔らかくした。他の食材はあまり影響を受けなかった。味に関しては、あまり向上せず、イカ等のように、却って悪くなったものもあった。酵素が表面から作用して、ぬめりが生じたことが原因ではないかと考えられる。これを改善するには、酵素が食品の中に入りやすいように、凍結解凍や細かな穴をたくさん空けることが考えられる。

ほとんどの食材では官能評価と物性測定の結果は一致しているということを踏まえた上で、更に検証を深めることでインカート調理で、見た目は常食に近く介護食の基準に適する酵素食を作成することができると考えられる。

5 まとめ

肉や魚等のタンパク質の多い食材は、酵素を使用す

ることにより軟らかく介護食に適用できる形となった。

鶏ムネ肉に関しては、酵素処理により、硬さが1/3にまで減少し、官能評価も高いものであった。しかし、イカに関しては、酵素食/常食が0.8にとどまり、大幅な硬さの減少が見られなかった。これは酵素が内にしみこみにくかったものと考えられる。野菜に関しては、酵素処理によりレンコンが大幅に硬さが減少し、ゴボウやシイタケに関しても、ある程度は柔らかくなった。しかし、キャベツに関しては逆に硬くなった。酵素が効きづらく軟らかさに変化があまり見られなかった。従って、より酵素が作用しやすい条件を検証する必要がある。

インカートを用いたことにより、食材の形は保たれた。しかし酵素によるテクスチャー、味、においの変化についてはまだ課題が残るため、調理法や献立に工夫が必要である。

よってインカートと酵素を用いた介護食作成には、食材ごとで適切な軟らかさにするために必要な酵素の量及び、酵素の漬け込み時間などの更なる検討が必要であると考えられる。

謝 辞

ご協力を賜りました株式会社下村漆器店、株式会社AGP、天野エンザイム株式会社、福井県 農業試験場食品加工研究所の主任研究員杉本雅俊様、財団医療法人中村病院、医療法人林病院、医療法人笠原病院、社会福祉法人わかたけ共済部和上苑、社会福祉法人わかたけ共済部第2和上苑、社会福祉法人わかたけ共済部第3和上苑の職員の皆様に深謝いたします。

5 引用文献・参考資料

- (1) 総務省 平成24年版 情報通信白書 少子高齢化・人口減少社会
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h24/html/nc112120.html>
- (2) スマイルケア食の選び方 (出典：農林水産省)
<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/seizo/kaigo.html>
- (3) 在宅療養患者の高齢者の摂食・嚥下機能に関するデータ (出典：農林水産省)
<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/seizo/pdf/tori2.pdf>

- (4) ユニバーサルデザインフードとは
<http://www.udf.jp/outline/udf.html>
- (5) “調理システムの違いによる食品のにおいへの影響～インカートクッキングシステムとクックサーブの比較～”
樽井 雅彦, 窪田 翔一, 松田 衣里加, 吉田 芽生, 伊佐 公男, 下村 昭夫, 中村 薫 仁愛大学研究紀要2015, 2016, 6, 9-17.
- (6) 軟化食品の製造法
<http://www.google.com/patents/WO2014051162A1?cl=ja>
- (7) 酵素剤及び該酵素剤を用いた軟化食品の製造方法
<http://patent.newsln.jp/p/2015073484>
patent.newsln.jp/p/2015073484
特開2015-073484 (P2015-073484A)
公開日：2015/4/20. 出願人：舘山茂樹. 発明者：舘山茂樹
- (8) 食品用酵素—セルラーゼ
<http://www.amano-enzyme.co.jp/jp/enzyme/12.html>
- (9) 食品用酵素—プロメライン
<https://www.amano-enzyme.co.jp/jp/product/foodprocessing.html>