

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 18 日現在

機関番号：23102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500984

研究課題名(和文)真空調理法を活用した災害時高齢者用食品の開発

研究課題名(英文)Development of emergency foods for the elderly utilizing the vacuum packaged pouch cooking method

研究代表者

田村 朝子(TAMURA, ASAKO)

新潟県立大学・人間生活学部・教授

研究者番号：60240991

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：真空調理法で嚥下障害高齢者が災害時にも摂取できる食品開発を目的とした。まず給食施設の食糧備蓄は概ね3日分で、主食・主菜・副菜に組合せていたが、高齢者用食糧は十分でなかった。そこで必要性の高い食糧の特性を把握するため、嚥下調整食のかたさ、嚥下機能との関連を調べた結果、嚥下機能が高い人程、食事が固く付着性が大きく、認知機能と舌圧が高かった。また、真空包装した豚肉を低温(60度)で加熱すると、加熱時間5hr以降13時間で軟らかく消化しやすい状態に変化した。したがって、舌圧に応じて提供する嚥下調整食の目安が判定でき、真空低温加熱の加熱時間により軟らかさを調整した食品が作成できることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to develop emergency foods for the elderly with dysphagia by employing the vacuum cooking method. Food service facilities were found to store roughly a 3-day supply of food, but the storage of emergency foods for the elderly with dysphagia was inadequate. To ascertain the features of dysphagia diets required by the elderly, the relationship between the texture of the diets and swallowing function was investigated. It was found that swallowing function in the elderly with dysphagia was associated with the hardness and adhesiveness of the dysphagia diets, as well as their tongue pressure. Low temperature (60 ) treatment for 5-13 h of a vacuum-packed piece of pork softened the meat to provide an easy-to-digest texture. These results suggest that tongue pressure in the elderly with dysphagia can be used to determine suitable textures for dysphagia diets and that diets of different softness can be prepared by changing the heating time of vacuum-packed foods.

研究分野：食生活

キーワード：真空調理 嚥下調整食 摂食嚥下機能 高齢者 災害 舌圧

## 1. 研究開始当初の背景

東日本大震災で、被災された方の摂取栄養量が、相対的に非常に低く、炭水化物中心でたんぱく質やビタミン不足が顕著で、提供する食事に疾患や咀嚼・嚥下機能等を考慮する余裕のない深刻な状態であったことが報告されている。しかし、災害支援にあたった管理栄養士は、提供物資や備蓄食品の中から離乳食やソフト食を利用し、咀嚼・嚥下機能の低下した高齢者に摂取できる形状に調理して料理を提供したと報告されている。

新調理システムの「真空調理法」は、栄養損失が少なく、煮くずれせずやわらかく仕上がりが、衛生的で保存性の良い調理法とされている。また、素材を真空包装する際、調味液が食材に浸透することから、通常の調理法と比較して調味料を節約でき、真空包装のまま湯せんなどの低温で加熱できる。

したがって、災害時用の備蓄食の中に、咀嚼・嚥下機能低下に対応した「きざみ食・ミキサー食・流動食」などの料理が真空包装状態で備蓄されていれば、お湯で温めて袋のまま食事として提供できると考えた。電気やガスなどのライフラインが停止しても、お湯は自衛隊や焚き火で手に入れることができることが報告されている。

以上から本研究課題の着想に至った。

## 2. 研究の目的

### (1) 災害時食糧の備蓄状況の実態調査

病院や高齢者施設などの給食施設で実施されている食糧備蓄の実態を調査し、嚥下調整食や疾患対応食品の備蓄状況を把握する。

### (2) 嚥下調整食と嚥下機能評価との関連解析

病院や高齢者施設で提供されている嚥下調整食のテクスチャーを測定し、それを喫食する高齢者の嚥下機能との関連を解析し、食事テクスチャーと関連の深い嚥下機能評価指標を明らかにする。

### (3) 低温スチーミングによる食材の軟化

真空包装した食材を低温加熱することによる食材の軟化の度合いと消化性の変化を明らかにする。

## 3. 研究の方法

### (1) 災害時食糧の備蓄状況の実態調査

2013(平成25)年5月~6月、新潟県内の給食施設395施設(病院128、高齢者施設267)を対象に調査を依頼し、FAXで調査用紙を回収した。調査項目は、施設概要、災害時マニュアルおよび非常食・備蓄食の有無、

非常食・備蓄食：選定理由、保存量、保存期間、主食・主菜・副菜の内訳、特殊食品・水の備蓄、管理方法：保管場所、更新方法  
食材料以外の備え：厨房設備の熱源、食材料以外の備蓄

### (2) 嚥下調整食と嚥下機能評価との関連解析

### 嚥下調整食のテクスチャー

研究協力の承諾を得た3施設で提供されている嚥下調整食を、厚生労働省の特別用途食品えん下困難者用食品許可基準の試験方法に従い、クリープメーターRE 3305(山電)でテクスチャーを測定し、嚥下調整食分類2013のコードを用いて分類比較した。

### 嚥下機能評価

研究協力の承諾を得た3施設の高齢者のうち、嚥下調整食又は常食を喫食し、研究協力の同意を得た44名(男9、女35名、 $88.5 \pm 6.3$ 歳、要介護度 $3.8 \pm 0.7$ )を対象者とし、喫食する食事形態で身体状況及び嚥下機能を比較した。

テクスチャーと嚥下機能評価の関連解析とで得られた結果を関連解析した。

### (3) 低温スチーミングによる食材の軟化

豚肉を厚さ10mmにスライス後、中心部を $50\text{mm} \times 70\text{mm}$ 、約40gに切り揃え、加熱後、破断強度、官能評価、消化性評価の実験に用い、比較した。加熱は、スチームコンベクションオープン(コンビモード50:50)を用い、通常加熱群(通常加熱 真空加熱)と低温加熱群(低温62 スチーミング 低温70 スチーミング)の2群4種類に分けた。通常加熱群は90で30分、低温群は62と70に温度設定し、13時間加熱した。なお、通常加熱群は、真空包装したものを真空とし、それ以外を通常とした。低温加熱群については、全て真空包装し、加熱温度によって、低温62及び低温70とした。加熱後、プラスチックで中心温度が-30になるまで冷却し、各実験当日まで冷凍保存した。各実験に用いる場合には、再加熱、すなわち試料の中心温度が75に上昇後、15分間加熱した。

## 4. 研究成果

### (1) 災害時食糧の備蓄状況の実態調査

回答を得た病院・高齢者施設の53.7%は、地域防災計画に沿った3日分の食糧が準備されていることが明らかになり、さらに2.5%の施設では4~5日分、あるいは1週間分であったことから、東日本大震災後すぐに見直しを図った可能性が高いことが推測された。また、危機管理マニュアルの見直しを検討している施設が8.3%あり、東日本大震災後すぐに見直しを図っている防災意識の高い施設があることがわかった。

備蓄食糧は、「主食+主菜+副菜」の組合せの施設が166施設(82.6%)と最も多くなった。震災時はビタミンやミネラルが不足しやすいとの知見を基に野菜や果物などの副菜も備蓄し、1食分の献立として食品を組合せ、備蓄計画を立てている施設が82.6%と多くなっていたと推察された。

特殊食品の備蓄については、経管栄養剤などの「濃厚流動食」、嚥下障害者用のゼリーやとろみ剤、栄養補助食品など「病態用食品」

「粉ミルク」があった。濃厚流動食、病態用食品はともに、高齢者施設での備蓄が多くなっていた。しかし、特殊食品の「備蓄なし」と回答した施設が25.3%あり、備蓄が十分であるとは言い難いことがわかった。また、水の備蓄量は飲料水として平均 $2.4 \pm 1.6$ 日分、1人1日 $1.8 \pm 1.2$ となり、調理用の備蓄を計画していない施設もあった。災害時の防災計画やガイドラインなどでは飲料用として1人1日2~3日、3日分を目安に水の備蓄が推奨されていることから、水の備蓄量は十分であるとは言い難い。フリーズドライ食品や粉ミルク等の水や湯を加えることを前提としている食品備蓄が多かったことから備蓄水量を見直す必要があるといえる。

## (2) 嚥下調整食と嚥下機能評価との関連解析

### 嚥下調整食のテクスチャー

研究協力施設の嚥下調整食の種類及び名称が全て異なっていたことから、嚥下調整食分類2013のコードで分類し、テクスチャーを比較することとした(表1)。3施設の嚥下調整食35種類のうち、コード2-2に分類されるものが10種類と最も多くなった。

表1 コード別テクスチャーの比較

	かたさ [N/m <sup>2</sup> ]	凝集性	付着性 [J/m <sup>2</sup> ]
嚥下訓練食0j	5766.12±0.00	0.59±0.00	62.01±0.00
嚥下訓練食0t	302.19±26.29	0.79±0.03	55.21±8.50
嚥下調整食1j	3645.84±488.24	0.53±0.02	87.90±20.89
嚥下調整食2-1	445.16±215.87	0.80±0.09	95.25±42.63
嚥下調整食2-2	1687.01±388.34	0.69±0.04	93.03±14.91
嚥下調整食3	880.10±77.80	0.81±0.02	148.55±16.95
嚥下調整食4	—	—	—

その結果、かたさは0j、1jのゼリーやプリン状に固めた食事が最もかたくなった。また、2-2は料理をミキサー又はカッターにかけた後、とろみ剤でとろみをつける嚥下調整食の他、ゲル化剤で固めるものが含まれていたため、2-1や3と比較してかたくなった。

凝集性は、0j、1jのゼリーやプリン状に固めた食事と比較して0t、2-1や3のジュースやスープにとろみをつけたり、料理をミキサー又はカッターにかけた後、とろみをつけたものが、高くなっていた。したがって、0t、2-1、3は、口の中でとろけたり、崩れたりする0j、1jと比較して、口の中でまとまりやすい形態に調整されていたといえる。しかし、2-1および3の嚥下調整食は、完全に均一な状態ではないため、必ずしも、0j、1jより食べやすいとはいえない状態であったとも推察される。

付着性は、嚥下機能の高い方に提供される形態の食事が最も高くなった。すなわち、0jから3へと段階が進むにつれて付着性が大きくなり、べたつきやすくなっていた。これは、段階の低い嚥下調整食ほど、口腔内でべたつかないよう、とろみ剤やゲル化剤を添加し、調整されていたためだといえる。

## 嚥下機能評価

対象者を喫食する嚥下調整食のコード又は常食に群分けし、身体状況及び摂食嚥下機能を比較した。

その結果、対象者の年齢と身長、BMI、要介護度において有意差は認められなかった。0t群が他の群に比較して、上腕三頭筋皮下脂肪厚(TSF)が有意に高くなったが食事形態別の対象者の身体状況に大きな違いは認められなかった。

生活自立度は、FIMが嚥下調整食のレベルが高い群、すなわち摂食嚥下機能の高い対象者ほど高得点になった。また、認知機能についても、嚥下調整食4の喫食者群のMMSEの獲得点数は、他の嚥下調整食の喫食者群に比較して有意に高くなった。自立度が高く、認知機能が正常であるほど、食べる意欲があり、レベルの高い嚥下調整食を摂ることが可能になるといえる。したがって、FIMやMMSE獲得点数が高くなるほど、常食に近い食事の提供が可能になることが推察された。

栄養状態についての指標とされるMNAは嚥下調整食2-2、3および4の喫食者群の点数が、低栄養と判定された0tおよび1j群と比較して有意に高くなった。また、常食群が最も高得点で、栄養状態は良好であると判定された。したがって、栄養状態が良好であるほど、常食に近い食事が提供できると推察された。

摂食嚥下機能では、藤島グレードにおいて0t群が、他の嚥下調整食の喫食者群に比較して有意に判定が低くなった。また、DSSにおいても、4群が、他の嚥下調整食の群に比較して有意に判定が高くなった。よって、嚥下調整食のレベルが高い群ほど、嚥下障害の程度が軽くなっていることがわかる。誤嚥リスクは、4群が他の嚥下調整食の群に比べて有意に低くなった。そのため、誤嚥リスクが低いほど、喫食する嚥下調整食のレベルも高くなることが推察された。最大舌圧は、喫食する嚥下調整食の段階が上がるほど高くなり、常食群で最も高くなった。そのため、最大舌圧が高い喫食者ほど、常食に近い食事を提供できると推察された。

## テクスチャーと嚥下機能評価の関連解析

テクスチャー測定値と嚥下機能評価及び栄養状態調査の各項目とを関連解析した結果、テクスチャー(かたさ、凝集性、付着性)全てとFIM、MMSE、最大舌圧との間に相関関係が認められた。したがって、FIM、MMSE、最大舌圧が、嚥下調整食を選択する際の有効な判定指標の1つとなりうる可能性が示唆されたといえる。また、摂食嚥下障害を臨床的に分類できる藤島グレードは、凝集性と付着性との間に相関関係が認められた。一方、DSSは、かたさ、凝集性、付着性の全てのテクスチャー間に相関関係が認められた。したがって、嚥下調整食の選択指標として、FIMや最大舌圧と組み合わせるならば、

藤島グレードより DSS を用いたほうがその効果が高いことが示唆された。

### (3) 低温スチーミングによる食材の軟化 かたさ(破断強度)

試料の破断強度を測定した結果、低温は、62、70 いずれも、破断応力及び破断エネルギーにおいて、加熱時間が長くなる程、低値になった。通常と低温を比較すると、62、70 いずれも 13 hr の加熱で、破断応力、破断歪率、破断エネルギー、全てにおいて、有意に低値を示した。さらに、同じ真空処理の真空と低温を比較しても、通常と比較した場合と同様、62、70 いずれも 13 hr 加熱で破断応力、破断歪率、破断エネルギー、全てにおいて、有意に低値を示した。したがって、13 時間低温スチーミングによって、肉の弾力性を残しつつ、肉質が軟らかく咀嚼しやすい状態に変化していることが明らかになった。

表 2 破断強度の比較

加熱時間	破断応力(10 <sup>4</sup> N/m <sup>2</sup> )		破断歪率(%)		破断エネルギー(10 <sup>4</sup> J/m <sup>2</sup> )	
通常	34.3±1.6		71.4±4.8		107.0±11.6**	
真空	26.6±2.4		60.0±2.3		65.8±5.5*	
低温スチーミング	62℃	70℃	62℃	70℃	62℃	70℃
0.5hr	26.1±1.4	27.6±2.3	61.9±2.4	62.7±3.6	74.1±4.2*	82.6±8.6
1hr	21.6±0.9*	23.4±2.5*	60.0±1.0	64.2±2.8	58.2±2.4*	69.6±7.1*
2hr	17.8±0.9***	23.7±1.7*	56.2±2.9	62.8±2.6	46.0±3.6*	70.5±6.9*
5hr	16.2±1.0***	23.3±0.8*	66.6±3.9	62.1±1.2	43.9±5.9*	73.8±3.2
7hr	12.4±0.8***	14.1±0.3***	43.7±3.4***	49.2±1.4*	28.3±3.4***	38.3±1.5*
10hr	14.1±0.7***	14.8±0.5***	52.1±5.3	54.3±3.0	40.3±5.5*	41.5±2.7*
13hr	11.2±0.8***	12.7±0.9***	50.8±2.9*	44.8±3.6***	33.2±4.1***	33.9±4.8***

\*:  $p < 0.05$  (vs 通常), \*\*:  $p < 0.05$  (vs 真空)

### 官能評価

色、味、軟らかさ、弾力、食感、総合評価の 6 項目について、それぞれ 5 段階評点法で評価してもらった結果、低温 62 及び 70 では、「軟らかさ」、「弾力」において、いずれも、通常と比較して、有意に軟らかく、弾力が小さいとの評価が得られた。また、真空と比較しても、有意に軟らかい評価となった。さらに、「総合」については、低温 62 13 hr において最も高い評価が得られた。以上のことから、低温 62 が最も軟らかく、総合的にも好ましい食味であることが明らかになった。

### 消化性

加熱による組成たんぱく質の変化を、電気泳動(SDS-PAGE)で検討した結果、低温 62 と生肉、通常、真空の比較では、生肉以外の加熱試料すべてに、140 kDa 及び 25 kDa 付近にバンドが出現し、低温試料では全ての加熱時間で、45 kDa 付近にバンドが出現した。さらに、低温 62 の加熱 5hr 及び 13hr では、上記のバンドよりも低分子の位置にバンドが、75 kDa 付近、35 kDa 付近、15 kDa 付近にそれぞれ出現していた。これらは、通常及び真空では観察されず、また、低温 62 内においても、加熱 5 hr 及び 13 hr のみに限定して

出現していた。低温 70 でも、低温 62 ほど顕著ではなかったものの、同様にバンドが出現した。これにより、長時間の低温スチーミングによって、組成たんぱく質が、低分子化された可能性が示唆された。

さらに肉の消化しやすさについて、人工胃液への浸漬により、その消化性を比較した。その結果、軟らかい低温試料ほど人工胃液の影響を大きく受け、肉表面がゲル状に変化し、消化作用を受けやすくなる傾向があることが認められた。さらに、人工胃液中へのたんぱく質総溶出量を測定したところ、たんぱく質総溶出量では、通常と比較して、同じ真空処理の真空及び低温 62、70 で、いずれも溶出たんぱく質量が、有意に多くなることが認められた。また、低温は、加熱時間が長くなる程、溶出量が増える傾向にあった。

以上の結果を総合すると、低温スチーミングにより肉質が軟らかくなり、消化されやすい構造になることが示唆された。

## 5. 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計 1 件)

田村朝子、阿部若奈、中野千寿子、辻友美、金胎芳子、新潟県の病院・高齢者施設における災害時用非常食・備蓄食の準備状況に関する調査、人間生活学研究、査読有、第 6 号、2015、1-12

### 〔学会発表〕(計 10 件)

中川拓哉：病院で提供されている嚥下調整食のテクスチャーについて、日本給食経営管理学会、2014 年 11 月 30 日、同志社女子大学(京都府・京都市)

牧田悠起子：病院・高齢者福祉施設における嚥下調整食と嚥下障害度に関する調査、日本給食経営管理学会、2014 年 11 月 30 日、同志社女子大学(京都府・京都市)

平野美奈：植物酵素による豚肉の軟化の検討、日本給食経営管理学会、2014 年 11 月 30 日、同志社女子大学(京都府・京都市)

下山綾子：低温スチーミングによる豚肉の軟化と消化性の検討、日本給食経営管理学会、2014 年 11 月 30 日、同志社女子大学(京都府・京都市)

三原法子：嚥下調整食と嚥下機能評価、舌圧、栄養評価指標との関連、日本摂食嚥下リハビリテーション学会、2014 年 9 月 6 日、京王プラザホテル(東京都・新宿区)

大貫由佳子：栄養アセスメントにおける供給エネルギー量算出法の実態調査、日本病態栄養学会、2014 年 1 月 12 日、大阪国際会議場(大阪府・大阪市)

阿部若奈：新潟県の病院・高齢者福祉施設における災害時用非常食・備蓄食の準備状況に関する調査、日本給食経営管理学会、2014 年 11 月 10 日、千葉県立保健医療大学(千葉県・千葉市)

中野千寿子：摂食・嚥下訓練食喫食高齢者



の舌圧と食事物性との関連について、日本給食経営管理学会、2014年11月10日、千葉県立保健医療大学（千葉県・千葉市）  
渡辺祐香：豚肉の低温スチーミングによる軟化と消化性の検討、日本給食経営管理学会、2014年11月10日、千葉県立保健医療大学（千葉県・千葉市）  
中曽根真未：真空調理法及び通常調理法を用いた根菜煮物のできばえの比較、日本給食経営管理学会、2014年11月10日、千葉県立保健医療大学（千葉県・千葉市）

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田村 朝子 (TAMURA Asako)

新潟県立大学・人間生活学部・教授

研究者番号： 60240991

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし