

Original Article

加圧・加熱食肉ゲルの物理的特性と嚥下動態からみた嚥下食への適応性

時藤亜衣,¹ 松嶋康之,² 蜂須賀研二,² 吉岡慶子³¹ 中村学園大学大学院栄養科学研究科² 産業医科大学リハビリテーション医学講座³ 中村学園大学栄養科学部

要旨

Tokifuji A, Matsushima Y, Hachisuka K, Yoshioka K. Physical properties of pressurized and heat-treated meat gels and their suitability as dysphagia diet based on swallowing dynamics. Jpn J Compr Rehabil Sci 2012; 3:18-25.

【目的】加圧・加熱処理食肉ゲルの嚥下障害患者における嚥下動態から嚥下食としての適応性を調べた。

【方法】豚挽肉：水＝1：0.5および1：1の割合で、食品加圧試験装置を用い400MPa 20分間加圧し、80°Cになるまで過熱水蒸気で加熱して加圧・加熱ゲル（PHゲル）を調製した。また、加熱パティ、加熱ペーストを調製して、テクスチャー測定、官能評価および嚥下造影検査（VF）を行った。

【結果】PHゲルのテクスチャー値は加熱パティと比較して軟らかく、加熱ペーストより付着性が低く、官能評価では弾力性に富み、飲み込みやすく、残留感がないとされた。VFでは1：1PHゲルの咀嚼回数、嚥下回数は14.6回、3.1回であり、口腔・咽頭通過時間は12.33秒で、1：0.5PHゲルや加熱パティよりも短かった。

【結論】1：1PHゲルは食塊が形成されやすく、嚥下が容易であり、嚥下障害者に適した食肉製品であることが示唆された。

キーワード：加圧・加熱食肉ゲル、物理的特性、嚥下食、嚥下障害者、嚥下造影検査

はじめに

わが国の65歳以上の老年人口は総人口の22.7% [1]であり、多くの高齢者が摂食・嚥下機能の低下に伴って、食事の摂取困難を生じている。一方、脳卒中患者では急性期には30～50%の頻度で嚥下障害を併発し、そのうち約10%は慢性期まで存在することが

報告されている[2]。摂取困難は低栄養状態を引き起こし、ひいては疾病の治癒力の低下をもたらし、患者のQOLを低下させる[3]。このような背景から、咀嚼・嚥下が容易にできる高齢者や嚥下障害者のための食事の開発が望まれるようになり、食品の物理的特性と咀嚼・嚥下機能を検討した報告がみられるようになってきた。例えば、高橋らが食肉の物理的特性と咀嚼動作について報告している[4-6]。さらに、畑江らは高齢者の食物のテクスチャーに対する嗜好と食肉の調理法について検討した[7,8]。

一方、タンパク質は加圧処理によって三次元構造を形成している非共有結合が圧力変性し、凝固やゲルを形成することが明らかにされている。高圧処理は加熱処理とは異なる機構で食品の特性に変化を起こすことから、新加工法として、食肉加工への高圧利用も試みられている[9]。先行研究[10,11]において、高圧力処理魚肉や魚肉すり身ゲルはなめらかで適度な弾力があるとされ、魚肉タンパク質ミオシンの圧力変性に伴うゲル形成の改質に起因することが明らかにされている。牛肉や豚肉は良質なタンパク質給源であるが、嚥下障害者にとっては咀嚼しにくく、食塊として飲み込みにくい。しかし、挽肉に加水し、高圧力処理を行うことで嚥下障害者に適したゲルが形成されると考えられる。

本研究では高齢者や嚥下障害者における新しい食肉製品の開発として、豚挽肉：水の混合割合が1：1になるように加水し、加圧処理後、加熱処理を行い、舌と硬口蓋で押し潰せる程度の軟らかい1：1加圧・加熱（PH：pressurized and heat-treated）ゲルを調製した。また、咀嚼性のあるやや硬めのゲルとして混合割合1：0.5のPHゲルを調製した。さらに、施設で提供されている嚥下食[12,13]の例として、加熱パティおよび加熱ペーストについて調製し、1：1PHゲルの比較試料とした。これらの食肉製品のテクスチャー特性を測定し、食味評価および嚥下造影検査を行い、1：1PHゲルの嚥下食への適応性を検証することを目的とした。

方法

1. 食肉製品の試料調製

1：0.5, 1：1加圧・加熱（PH）ゲル、加熱パティおよび加熱ペーストの調製方法を図1に示す。

1：0.5, 1：1PHゲルの調製：豚肉を挽肉にして、

著者連絡先：時藤亜衣

中村学園大学大学院栄養科学研究科

〒814-0198 福岡市城南区別府5丁目7番1号

E-mail: toki1015@nakamura-u.ac.jp

2012年1月26日受理

本研究において一切の利益相反や研究資金の提供はありません。

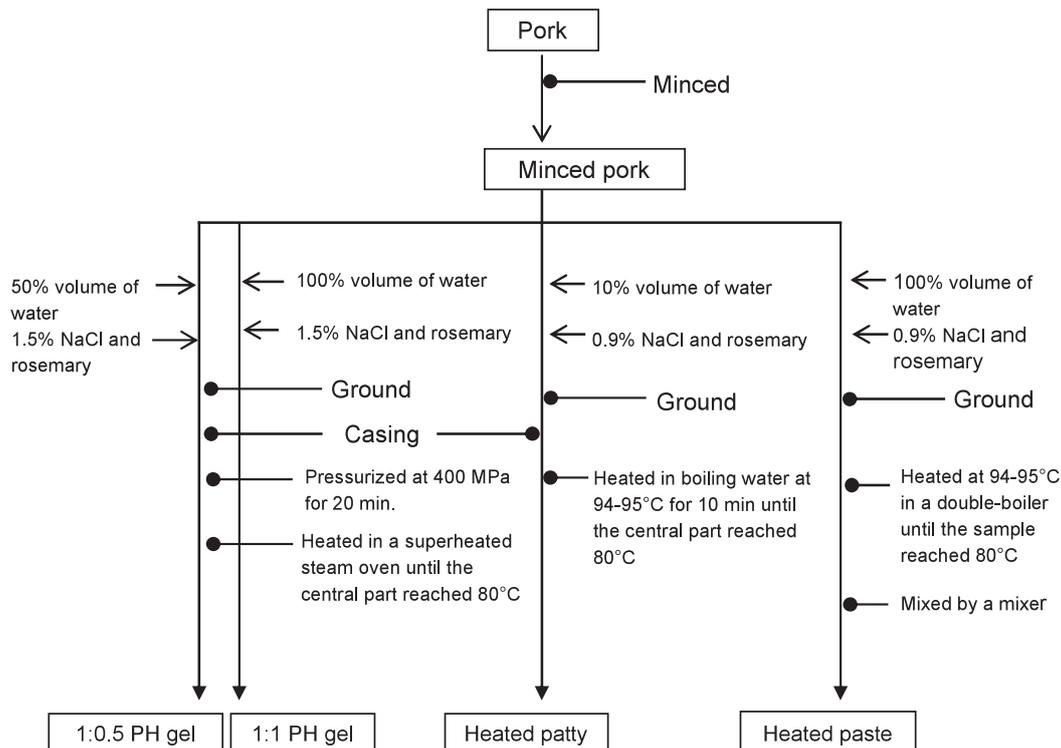


図1. 1 : 0.5, 1 : 1 PH ゲル, 加熱パティおよび加熱ペーストの調製
PH gel : 加圧・加熱ゲル.

1.5%NaClとローズマリー（乾燥粉末）を添加し、豚肉：水＝1 : 0.5および1 : 1で調製した。食品加圧試験装置（MFP-7000, 三菱重工業）で400MPa, 20分間加圧し、過熱水蒸気オーブン（AX-HC1, SHARP）で80°Cになるまで過熱水蒸気加熱を行い、これを加圧・加熱（PH）ゲルとした。

加熱パティの調製：豚挽肉に10%水, 0.9%NaClとローズマリーを添加し, 94-95°Cの沸騰水浴中で中心温度が80°Cに達するまでの10分間加熱処理を行い, 加熱パティとした。

加熱ペーストの調製：豚肉と水の混合割合を1 : 1とし, 0.9%NaClとローズマリーを添加し, 攪拌後, 94-95°Cの湯煎で品温が80°Cに達するまで加熱した。さらに, ミキサーで再攪拌し, 豚肉ペーストとした。

2. PHゲル, 加熱パティおよび加熱ペーストのテクスチャー特性

4つの食肉製品（1 : 0.5PHゲル, 1 : 1PHゲル, 加熱パティおよび加熱ペースト）の物理的特性としてクリープメーター（RE2-33005S, 山電）でテクスチャー特性（かたさ, 凝集性および付着性）を測定した。測定条件はプランジャー直径20 mm, 円板状, 加熱ペーストは直径40 mm, 高さ15 mmのステンレスシャーレに充填した。測定スピードは1 mm/秒, 測定歪率は70% [14, 15]とした。テクスチャー測定の内容は厚生労働省による特別用途食品えん下困難者用食品許可基準[16]の測定方法に準じたが, 測定に使用のクリープメーターの荷重は20 Nであり, 荷重オーバーを避けるために加熱パティのみ直径10 mmプランジャー, 変形率80%で測定した。

3. PHゲル, 加熱パティおよび加熱ペーストの官能評価

1 : 0.5, 1 : 1 PHゲル, 加熱パティおよび加熱ペーストの4試料について, 健康な21~24歳女子13名の検査員に, 試料が何であるか知らせない状態で5段階評点尺度法[14, 15]を用いた官能評価を行った。検査項目は風味（-2 : 非常に悪い→+2 : 非常に良い）, 軟らかさ（-2 : 非常に硬い→+2 : 非常に軟らかい）, 弾力（-2 : 非常に弾力がない→+2 : 非常に弾力がある）, なめらかさ（-2 : 非常にざらつく→+2 : 非常になめらかである）, 舌での押し潰し易さ（-2 : 非常に舌で押し潰しにくい→+2 : 非常に舌で押し潰し易い）, 飲み込み易さ（-2 : 非常に飲み込みにくい→+2 : 非常に飲み込み易い）, 残留感（-2 : 非常に残留感がある→+2 : 非常に残留感がない）および総合評価（-2 : 非常に悪い→+2 : 非常に良い）の8項目とした。

4. 嚥下造影検査

1 : 0.5, 1 : 1 PHゲル, 加熱パティおよび加熱ペーストを検査試料とし, X線造影剤として硫酸バリウム（バリブライドP, 堺化学工業）を20%添加して混合した。また, 検査試料の予備試験では, 4試料において硫酸バリウム添加前後のテクスチャー試験を行い, 有意な違いの無いことを確認した。

嚥下造影検査における健康者は健康な女子5名（対照群）, 嚥下障害患者は5名（男性1名, 女性4名; 患者群）を対象とした。嚥下障害患者は産業医科大学病院リハビリテーション科で入院, 治療中の筋萎縮性側索硬化症1名, 皮膚筋炎2名および多系統萎縮症2名の神経・筋疾患を原疾患とする患者であった。

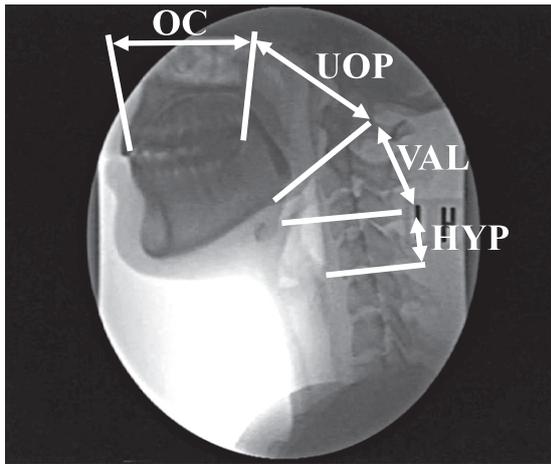


図2. 口腔・咽頭領域における4区分

OC：Oral cavity area (口腔内), UOP：Upper oropharynx (口腔咽頭上部領域；硬口蓋と軟口蓋の領域を越え下顎下縁の線に達するまで), VAL：Valleculae area (喉頭蓋谷領域；下顎下縁を越え喉頭蓋谷底に達するまで), HYP：Hypopharynx area (下咽頭領域；喉頭蓋谷を越え食道入口部に達するまで)。

嚥下造影検査試料の量は5gとし、スプーンで被験者の口元へ運び、咀嚼は開始の合図により行われ、自由嚥下とした。第1回目の嚥下における咀嚼回数(咀嚼回数)、1回の摂食で嚥下を要する回数(嚥下回数)および咀嚼開始から食道入口部に至るまでの時間(口腔・咽頭通過時間)を計測し、著者の一人(Y.M.)が嚥下造影検査後、一連の嚥下状況を評価した。口腔・咽頭領域は図2に示すように、PalmerらのProcess Model [17-19]に準じて口腔内(OC：Oral Cavity)、中咽頭上部(UOP：Upper Oropharynx)、喉頭蓋谷部(VALL：Valleculae)、下咽頭部(HYP：Hypopharynx)の各領域に4区分した。各領域における食塊の通過時間の計測は、画像解析ソフト(Premire Pro CS3, Adobe)を用い、VF側面像(30フレーム/秒)に基づいて行った。

5. 倫理規定

本研究はヘルシンキ宣言の精神に基づき、被験者には予め研究の意義を十分に説明し、ヒトを対象とした研究に関する倫理審査規定に基づく倫理審査委員会の承認を得て実施した。

6. 統計解析

統計解析はSPSS16.0J(16.0J, SPSS Inc., Chicago, USA)を使用し、テクスチャー値の有意差は一元配置分散分析後Tukeyの多重比較法で検定した。官能評価値についても一元配置分散分析後、Tukeyの多重比較法で検定した。嚥下造影検査はStudent's-t検定および一元配置分散分析後Tukeyの多重比較法を使用して検定した。テクスチャー特性と食塊移送時間との相関関係はPearsonの係数を用いて調べた。有意水準はいずれも $p < 0.05$ とした。

結果

1. PHゲル、加熱パティおよび加熱ペーストのテクスチャー特性

1：0.5, 1：1 PHゲル、加熱パティおよび加熱ペーストのテクスチャー特性の結果を図3に示す。1：0.5 PHゲル [4.98 N/m^2] と1：1 PHゲル [1.53 N/m^2] は加熱パティ [18.92 N/m^2] より軟らかく、付着性や凝集性は加熱ペーストよりも低値を示した。1：1 PHゲルは1：0.5 PHゲルよりも軟らかく、凝集性が高い値を示した。

2. PHゲル、加熱パティおよび加熱ペーストの官能評価

4つの食肉製品の官能評価を図4に示した。PHゲル

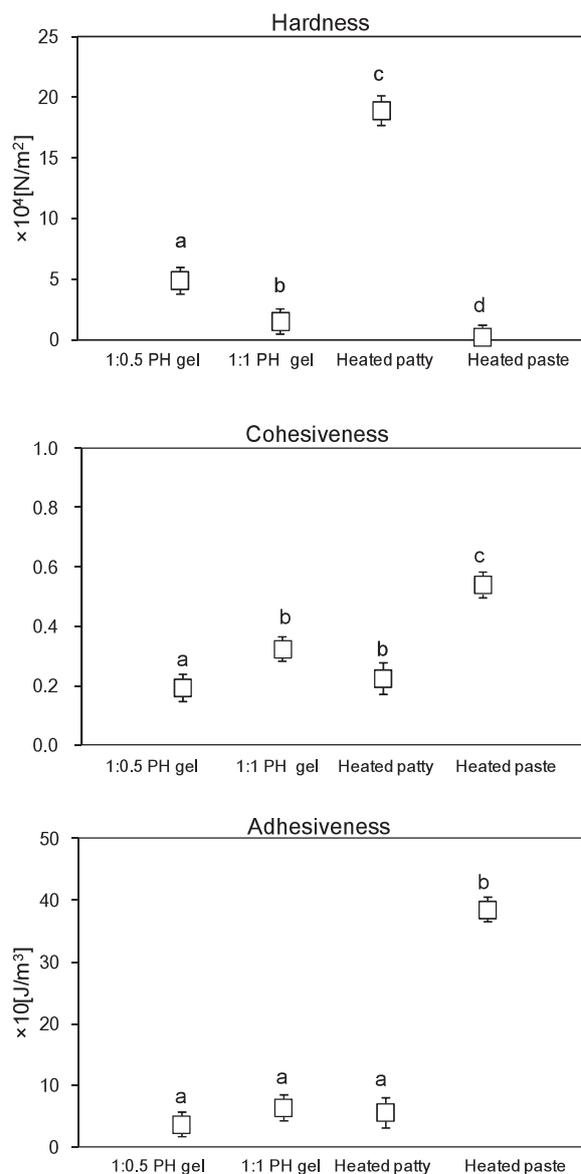


図3. 1：0.5, 1：1 PHゲル、加熱パティおよび加熱ペーストのテクスチャー特性

PH gel：加圧・加熱ゲル, \square ：平均値±標準偏差, $n = 6$, Tukey's多重比較検定により異なるアルファベット(a, b, c, d)間に有意差あり。

ルは弾力があり、きめが細かく、なめらかで、飲み込みやすく、残留感がないと評価された。特に1:1 PHゲルにおいてはその特徴が顕著であった。加熱パティでは風味は良いが、硬く、飲み込みにくいとされ、口腔内に残留感があると評価された。一方、加熱ペーストは軟らかく、舌で押し潰しやすいが風味が悪く、嚥下終了後に残留感があるとされた。PHゲルの総合評価は有意に加熱ペーストより高く、1:1 PHゲルは各試料間で特に高い評価を得た。

3. 嚥下造影検査

健常者および嚥下障害患者における4つの食肉製品の咀嚼回数、嚥下回数および口腔・咽頭通過時間の結果を表1-1に示した。

健常者における1:0.5および1:1 PHゲルの咀嚼回数は加熱ペーストよりも多く、1:1 PHゲルの嚥下回数は加熱ペーストよりも少なかった。また、1:1 PHゲルの口腔・咽頭通過時間は加熱パティや1:0.5 PHゲルよりも短かった。健常者の口腔・咽頭通過時間は加熱ペースト、1:1 PHゲル、1:0.5 PHゲル、加熱パティの順に短かった。嚥下障害患者の咀嚼回数、嚥下回数および口腔・咽頭通過時間においては健常者と同様の傾向を示したが、各試料間の嚥下回数に有意な違いはみられなかった。

健常者および嚥下障害患者のProcess modelに準じて口腔・咽頭領域を4区分した各領域の食塊の通過時間を表1-2に示した。

健常者および嚥下障害患者における各試料のテクスチャー値と口腔・咽頭領域を4区分した各通過時間の

関係を表2に、嚥下障害患者の試料摂食後の嚥下造影像を図5に示した。加熱パティは摂食後も喉頭蓋谷および食道入口部付近に残留が多くみられた。1:0.5および1:1 PHゲルでは、まとまった食塊でスムーズな嚥下で、摂食後の残留がほとんどみられなかった。加熱ペーストでは喉頭蓋谷から食道入口部にかけての付着が認められた。

考察

1. テクスチャー特性

PHゲル、加熱パティおよび加熱ペーストのかたさ、凝集性、付着性の値は1:1 PHゲルではえん下困難者用食品の許可基準Ⅱの範囲内であり、規格に準拠していた。加熱ペーストは粘稠なゾル状であるため4試料間で最も軟らかく、許可基準Ⅰの規格に該当した。PHゲルは加熱ペーストよりも付着性や凝集性は低く、加熱パティより軟らかかった。テクスチャー特性と嚥下機能の関連については、軟らかく、付着性が小さく、凝集性が大きい食品はべたつかずなめらかで喉越しがよいと報告されている[20,21]。また、咽頭期障害では食塊が均一で変形性が大きいものが有効とされている[22]。これらのことから、特に、1:1 PHゲルのテクスチャー特性は口腔や咽頭に付着しにくい食塊としてまとまりやすく、また、軟らかいため変形性が大きく、咽頭を通過しやすいことが考えられた。

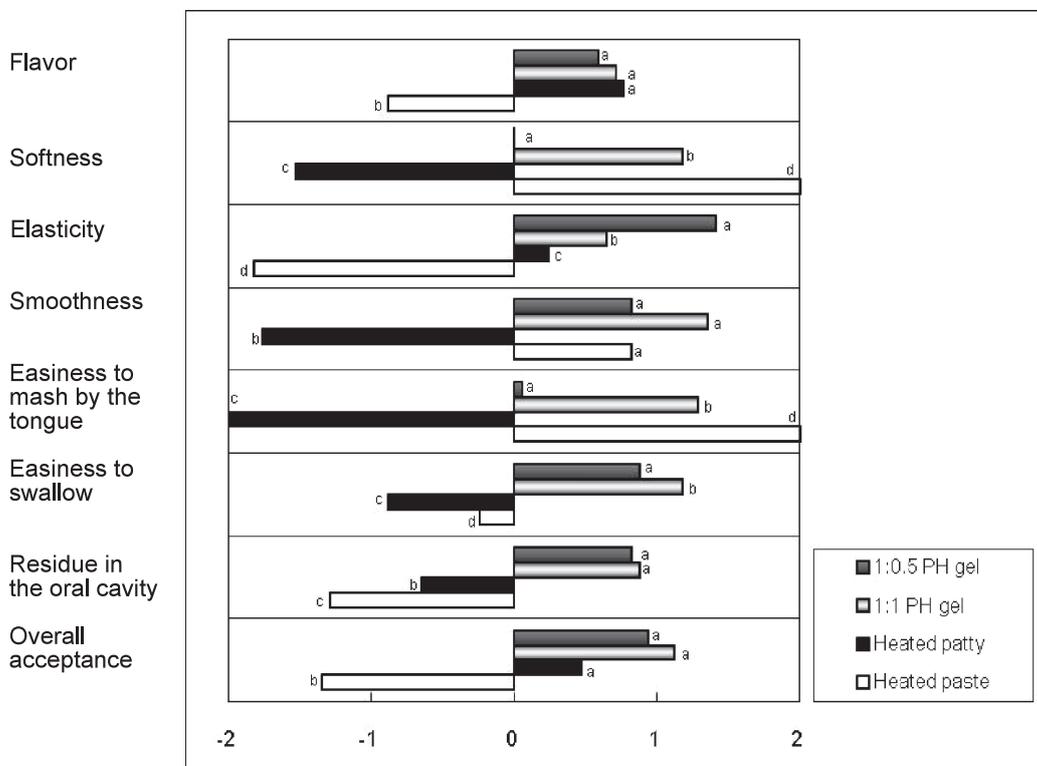


図4. 1:0.5, 1:1 PHゲル, 加熱パティおよび加熱ペーストの官能評価

PH gel: 加圧・加熱ゲル, 平均値±標準偏差; n = 6; Tukey's 多重比較検定により異なるアルファベット (a, b, c, d) 間に有意差あり。

表 1. 1 : 0.5, 1 : 1 PH ゲル, 加熱パティおよび加熱ペーストの嚥下造影検査

1) 口腔・咽頭における 4 領域の食塊の通過時間

	Samples	Number of mastications	Number of gulps	Transit time through oropharynx (sec)
Healthy subjects	1:0.5 PH gel	22.00±2.07 ^a	2.95±0.67 ^a	18.46±3.08 ^a
	1:1 PH gel	19.00±2.28 ^a	2.15±0.10 ^b	13.33±3.24 ^a
	Heated patty	31.00±4.86 ^a	3.88±0.49 ^a	25.13±6.57 ^a
	Heated paste	4.40±1.02 ^b *	3.80±1.33 ^a *	5.10±1.09 ^b
Dysphagic patients	1:0.5 PH gel	23.60±8.19 ^a	2.80±0.40	18.19±4.56 ^a
	1:1 PH gel	14.57±2.54 ^a	3.06±0.64	12.33±2.32 ^a
	Heated patty	33.03±10.52 ^a	3.74±0.62	25.39±5.15 ^a
	Heated paste	3.94±1.33 ^b	3.00±0.63	6.60±1.70 ^b

2) 口腔・咽頭における 4 領域の食塊の通過時間

	Sample	OC (sec.)	UOP (sec.)	VAL (sec.)	HYP (sec.)	UOP+VAL (sec.)	UOP+VAL+HYP(sec.)
Healthy subjects	1:0.5 PH gel	17.04±3.07 ^a	0.54±0.46	0.26±0.36	0.15±0.05	0.81±0.77	0.96±0.75
	1:1 PH gel	12.49±3.03 ^a	0.63±0.48	0.17±0.13	0.15±0.06	0.80±0.61	0.95±0.58
	Heated patty	20.77±7.01 ^a	2.80±2.23	0.26±0.36	0.17±0.06	3.06±2.21	3.22±2.19
	Heated paste	3.64±1.28 ^b *	0.59±0.62	1.80±2.80	0.49±0.86	2.39±3.41	2.88±3.56
Dysphagic patients	1:0.5 PH gel	9.41±4.22	5.10±3.11 ^a *	2.25±2.34	0.16±0.04	7.36±4.39 ^a **	7.51±4.41 ^a **
	1:1 PH gel	6.44±3.73	3.50±2.92 ^a	1.37±1.31	0.15±0.01	4.87±3.64 ^a *	5.02±3.64 ^a
	Heated patty	9.84±3.68	10.41±5.55 ^b	3.41±1.61	0.16±0.03	13.82±5.97 ^b	13.98±5.95 ^b
	Heated paste	2.45±1.21	1.09±0.51 ^a	2.29±2.25	0.13±0.03	3.38±2.37 ^a	3.51±2.40 ^a

PH gel : 加圧・加熱ゲル。平均値±標準偏差 ; n = 5 ; Tukey's 多重比較検定により、健常者における 4 試料間および障害者における 4 試料間において、各領域の a, b 間に有意差あり。健常者と嚥下障害患者間には Student's-t 検定を行った。
* : p < 0.05, ** : p < 0.01.

表 2. 健常者および嚥下障害患者におけるテクスチャー値と各 4 領域における口腔・咽頭通過時間との関係

		OC	UOP	VAL	HYP	UOP+VAL	UOP+VAL+HYP
Healthy subjects	Hardness	0.853**	0.555*	-0.300	0.277	0.381	0.401
	Cohesiveness	-0.773**	-0.351	0.096	-0.164	-0.218	-0.204
	Adhesiveness	-0.623**	-0.129	0.139	-0.019	0.023	-0.005
Dysphagic patients	Hardness	0.449*	0.827**	0.347	0.372	0.813**	0.813**
	Cohesiveness	-0.238	-0.761**	-0.294	-0.252	-0.753**	-0.753**
	Adhesiveness	-0.199	-0.527*	-0.131	-0.359	-0.454*	-0.454*

テクスチャー値と各口腔・咽頭における食塊通過時間との関係は Pearson's の相関係数で示している。
* : p < 0.05, ** : p < 0.01.

2. 官能評価

4 つの食肉製品における官能評価から、1 : 1 PH ゲルは弾力があり、なめらかで、飲み込みやすく、残留感がないとされ、テクスチャー特性と対応した結果を得た。従って、PH ゲルは食感、食味が良いと評価され、これらの特徴は高圧力を利用した魚肉すり身ゲルの場合 [10, 11] と同様の傾向であった。

3. 嚥下造影検査

健常者および嚥下障害患者における加熱ペーストの口腔・咽頭通過時間が最も短かったことは、ほとんど咀嚼の必要がなく、口腔内 (OC) 時間が短いと考えられた。

口腔・咽頭領域における 4 領域の食塊通過時間から、1 : 0.5PH ゲルと 1 : 1 PH ゲルを比較すると、健常者では UOP+VAL 時間および UOP+VAL+HYP 時間が 2 試料共ほぼ同様の値であった。しかし、嚥下障害

患者においては 1 : 1 PH ゲルよりも 1 : 0.5PH ゲルの方が UOP+VAL 時間および UOP+VAL+HYP 時間が長い傾向がみられ、ゲルのかたさが中咽頭上部～下咽頭部領域の食塊の通過時間に影響を与えていると推察された。

各試料のテクスチャー値と口腔・咽頭領域を 4 区分した各通過時間の関係は、健常者では試料のかたさと OC 通過時間との間に相関関係が認められた。一方、嚥下障害患者ではかたさと OC 時間およびかたさと UOP 通過時間との間に相関がみられた。特に、かたさと UOP 通過時間の相関係数は高く、かたさが高値を示すにつれて UOP 通過時間が延長した。

これらの咀嚼回数、嚥下回数および口腔・咽頭通過時間の計測から、健常者ではかたさが異なる試料においても咽頭での食塊の形成および通過が容易であることが示唆された。その機序の一つとして、咀嚼により食物を一定の物性値に調整し、咽頭へ移送しているこ

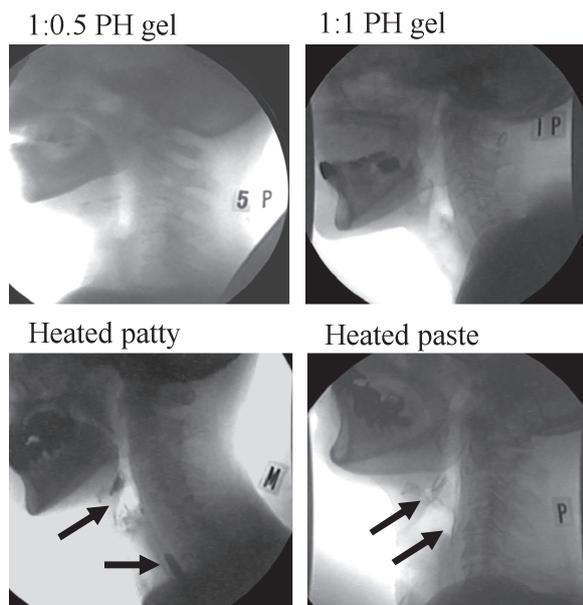


図5. 嚥下障害患者の嚥下造影検査における摂食後の嚥下造影像

PH gel：加圧・加熱ゲル。

PHゲルは咽頭残留物が加熱パティや加熱ペーストよりも少なかった。

とが考えられた。一方、嚥下障害患者は口腔内で食物が十分に唾液と混合されずに咽頭へ移送されるために、試料のかたさにより咽頭での食塊形成や嚥下反射の惹起の遅延が考えられた。

本研究の嚥下障害患者の原因疾患である筋萎縮性側索硬化症[23]、皮膚筋炎[24]および多系統萎縮症[25]では、神経、筋疾患により、舌の運動障害や咽頭収縮力の低下、喉頭挙上不良等[26]が報告されている。均一ではない食物は咀嚼中に形成されている食塊が嚥下反射前に咽頭内に進行し、誤嚥の危険性を高めるとされている[22]が、1：1 PHゲルでは嚥下障害患者においても、嚥下反射が起こるまでの間、ある程度の大きさになるまで食塊が咽頭内に保持され嚥下に至った。さらに、喉頭蓋谷通過時間が4試料の中で最も短いことから嚥下反射が惹起されやすいと考えられ、摂食後の嚥下造影像における残留もほとんど認められなかった。これらのことから、1：1 PHゲルは誤嚥のリスクが低いと評価され、PHゲル、なかでも1：1 PHゲルの嚥下食としての適応性が明らかとなった。

結語

4つの食肉製品の中で1：1 PHゲルのテクスチャー特性は、軟らかく、付着性が低く、えん下困難者用食品の許可基準Ⅱの規格に準拠していた。また、官能評価では1：1 PHゲルは弾力があり、なめらかで、飲み込みやすく、残留感が少ないと評価された。さらに嚥下障害患者における嚥下造影検査では1：1 PHゲルの喉頭蓋谷通過時間は最も短く、口腔・咽頭領域の残留もほとんど認められなかった。加圧処理による物性の改質が、嚥下障害者に適した加圧・加熱食

肉ゲルの開発を可能とし、嚥下食への適応性が検証された。

文献

1. Health and Welfare Statistics Association. J Health Welfare Stat 2010; 57: 37.
2. Smithard DG, O'Neill PA, England RE, Park CL, Wyatt R, Martin DF, et al. The natural history of dysphagia following a stroke. *Dysphagia* 1997; 12: 188-93.
3. Obara H, Matsubara H. Preventing effect diet for dysphagia on decline of nutritional status in patients undergoing esophagectomy. *JJDR* 2004; 8: 39.
4. Takahashi T, Saitoh A, Kawano A, Asaga K, Wada K, Ogoshi H. Influence of tenderizing by sodium hydrogen carbonate soaking on the hardness and sensory evaluation of beef and pork. *J Home Econ Jpn* 2002; 53: 347-54.
5. Takahashi T, Kawano A, Iida F, Suzuki M, Wada K, Ogoshi H. Physical properties and human chewing movements of meat. *J Home Econ Jpn* 2003; 54: 357-64.
6. Takahashi T, Nakagawa Y, Michiwaki Y, Kawano A, Suzuki M, Wada K, et al. Textural properties of meat and human chewing movement involved. *J Home Econ Jpn* 2004; 55: 3-12.
7. Hatae K. Relationship between occlusal condition of the elderly and preference for food texture. *J Jpn Soc Nutr Food Sci* 2005; 58: 157-60.
8. Toda S, Hayakawa F, Kasai M, Hatae K. Easy-to-eat cooked beef for the elderly. *J Home Econ Jpn* 2008; 59: 881-90.
9. Suzuki K, Tujita J. Processing of pork by pressurization. In: Hayashi R, editor. *Pressure-Processed Food*. San- Ei Publisher; 1993. p. 123-9.
10. Yoshioka K, Yamada A. Textural properties and sensory evaluation of soft surimi gel treated by high pressurization. *Trends High Pressure Biosci Biotechnol* 2002; 19: 475-80.
11. Yoshioka K, Fukuchi N, Kimura J, Chisaka H, Hachisuka K. Fish meat protein gel formed by high pressure treatment and the utility of the meal for the dysphagia. *JJDR* 2004; 8: 167.
12. Takahashi T, Masuda K, Sasaki M, Yoshinori H, Ogoshi H, Teshima T. Textual characteristics of the foods classified according to their eating effort: Comparison between food served at a nursing home for the elderly and commercial boil-in-the-bag food produced people in need of nursing care. *Jpn J Nutr* 2004; 62: 83-90.
13. Yamagata Y, Fujitani J, Shibamoto I, Kawahara K, Kayashita K. Evaluation of the proposed standard regulations for foods for people with difficulty in swallowing food for special dietary uses. *JJDR* 2010; 14: 17-26.
14. Yoshioka K, Fukuchi N, Kimura J, Chisaka H, Hachisuka K. High pressurized gel products of fish minced meat are suitable for a dysphagia diet. Thirteenth Annual Dysphagia Research Society Meeting. Montreal, Quebec, Canada. 2004. 10. 14-16; Abstract p. 192.
15. Tokifuji A, Fukuchi N, Yoshioka K, Ikeuchi Y. The effects of heating and pressurization on the physical

- properties, the fine structure and the tastes of pork minced gels. *Annu Meeting Jpn Soc Cookery Sci* 2005; 17: 67.
16. Ministry of Health, Labour and Welfare. Food with Health Claims, Food for Special Dietary Uses, and Nutrition Labeling. Available from: <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/fhc/index.html>. (cited 2009)
 17. Saitoh E, Shibata S, Matsuo K, Baba M, Fujii W, Palmer JB. Chewing and food consistency: effects on bolus transport and swallow initiation. *Dysphagia* 2007; 22: 100–7.
 18. Matsuo K, Saitoh E, Takeda S, Baba M, Fujii W, Onogi K, et al. Effect of gravity and chewing on bolus position at swallow onset. *JJDR* 2002; 6: 65–72.
 19. Takeda S, Saitoh E, Matuo K, Baba M, Fujii W, Palmer JB. Influence of chewing on food transport and swallowing. *Jpn J Rehabil Med* 2002; 39: 322–30.
 20. Iwasaki Y, Takahashi T, Ogoshi H. Effect of the gel size of mixed sol-gel samples as a model for easy-to-eat minced food. *Jpn J Nutr* 2009; 67: 310–7.
 21. Taguchi I, Ito H, Shiraogawa T, Masuda K, Ogoshi H, Takahashi T. Conditions for preparing easy-to-eat blender gruel. *Jpn J Nutr* 2010; 68: 201–7.
 22. Saitoh E. Dysphagia rehabilitation. *Clin Neurol* 2008; 48: 875–9.
 23. Tayama N. Dysphagia in amyotrophic lateral sclerosis —The mechanism and management—. *Clin Neurol* 1995; 35: 1557–9.
 24. Terry H, Kathlyn A, Tanya L, Kathryn A, Joseph A, Jeffrey R. Dysphagia in inflammatory myopathy: clinical characteristics, treatment strategies, and outcome in 62 patients. *Mayo Clin Proc* 2007; 82: 441–7.
 25. Kurihara K, Kita K, Hirayama K, Hara T. Dysphagia in multiple system atrophy —radiological and manometric study—. *Clin Neurol* 1993; 33: 271–7.
 26. Higo R. Swallowing dysfunction in patients with neuromuscular disease. *Stomatopharyngology* 2011; 24: 17–20.