

平成21年6月29日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18500607

研究課題名（和文） 高齢者の咀嚼機能を考慮した食物の食べやすさの評価

研究課題名（英文） Evaluation of easiness to eat in consideration of elderly people's chewing

研究代表者

大越 ひろ （OGOSHI HIRO）

日本女子大学・家政学部・教授

研究者番号：80060698

研究成果の概要：

高齢者にとって硬く、食べにくい食材であるゴボウや食肉の食べやすさについて検討した。ゴボウは酵素処理により、軟らかく、咀嚼時間も少なく、食べやすくなった。ミンチ食肉の一部をマッシュポテトなどで置換すると、軟らかくなり、しかも食塩添加により唾液分泌量が増加し、咀嚼時間なども減少した。この食塩添加したものは、高齢者では好ましいと評価され、高齢者向け食肉加工品への食塩添加効果は食べやすさの点から有効な手段といえる。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	2,400,000	0	2,400,000
2007年度	700,000	210,000	910,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	360,000	3,960,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：咀嚼・食べ易さ・テクスチャー・高齢者・筋活動量

## 1. 研究開始当初の背景

高齢者は義歯を装着している比率が高く咀嚼機能が低下している上、口腔機能も低下しているため、繊維（線）維の多い食肉、ゴボウなどの根菜類は食べにくい食物といえる。そのため、高齢者施設では、繊維（線）維が多く、硬い食物は「きざみ食」にする場合が多い。しかしこの「きざみ食」は、口腔中でばらばらになりやすく、しかも残

渣が口中に残っていることがしばしば認められている。また、高齢者の死亡の主要な要因として挙げられている肺炎も口中の残渣や、食事時の誤嚥が要因といわれている。

## 2. 研究の目的

本研究では、線（繊維）維の多く、しかも硬い食材である食肉やゴボウなどは高齢

者施設では「きざみ食」にすることが多いので、刻まずに、軟らかくする工夫を試みる。また、軟らかく調理された食べ物は、歯によって咀嚼されるが、その過程において、食物の破砕物と唾液は混合されて、食塊が形成される。この食塊の性状は飲み込みやすさに影響を与えるので、食塊の物性にも注目し、検討を行うことを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 試料調製

##### ① ゴボウ試料

ゴボウは、表面積を大とするように、乱切りの手法を用い、斜めに切碎（体積約  $21.8\text{cm}^3$ ）し、水に浸漬後、 $121^\circ\text{C}$ で加圧・加熱したゴボウをコントロールCとした。0.5%セルラーゼT溶液に含浸したものをT、0.5%ペクチナーゼG溶液に含浸したものをG、0.5%セルラーゼT・ペクチナーゼG混合溶液に含浸したものをGTとして、それぞれ加圧加熱により、軟化処理を行い、試料とした。

##### ② 食肉試料

豚肉をミンチしたものをコントロールCとし、Cに0.5%の食塩を添加したものをCSとした。さらには、Cの18%をマッシュポテト+デンプンに置換したものをM、食塩を添加したものをMSとした。また、食塩の代替としてコントロールのミンチ肉に酵豆粉を3%添加したものをCKとした。

#### (2) 力学的特性の測定

##### ① テクスチャー特性の測定

測定はレオナー（高分解能型レオナー：RE-3305（株）山電）を用い、8mmの円柱プランジャーを用い、圧縮量10mm、圧縮速度10mm/secでテクスチャー特性の測定を行った。テクスチャー特性の硬さ、付着性および凝集性は、テクスチャー記録曲線より、算出した。試料の温度は $20^\circ\text{C}$ とした。

##### ② 破断特性の測定

8mmの円柱プランジャーを用い、圧縮量10mm、圧縮速度10mm/secで、ひずみ90%まで圧縮を行った。ただし、ゴボウの測定に際しては、直径3mm円柱プランジャーを用いたので、プランジャーの圧縮面積が試料面積よりも小さいため、プランジャーの試料への接触面積を圧縮面積とし、みかけの応力として示した。測定温度は $20\pm 2^\circ\text{C}$ である。

#### (3) 唾液分泌量

食塊の水分量および試料中の水分量を算出し、唾液分泌量を算出した。

#### (4) 官能評価

##### ① 食肉試料（若年者対象）

官能評価は順位法を用いた。若年者パネルは20~24歳の健常な成人女性33

名である。評価方法は順位法を用いた。分析型評価は、かたさ（かたいものを1位）、飲み込みやすさ（飲み込みやすいものを1位）、残留感（口の中に食べかすの多いものを1位）の3項目とした。一方、嗜好型評価は、風味（好ましいもの1位）、かたさ（かたさが好ましいもの1位）、おいしさ（おいしいもの1位）の3項目とした。

肉試料は、15mmの立方体に成形したものを（品温 $20^\circ\text{C}$ ）を白色小皿に載せ、1個ずつ口中に取り込み、自由に咀嚼・嚥下した後、評価してもらった。評価項目ごとに各試料の順位合計を得、順位法の検定はフリーマンの検定を行い、試料間の順位合計の差については、正規分布による近似を用いて検定を行った。

##### ② 食肉試料（高齢者対象）

高齢者対象の官能評価は若年者に準じ、順位法によって行った。パネルは65~82歳の健常な男性16名、女性15名である。評価項目は若年者に準じた。

#### (5) 咀嚼中の咬筋活動の測定

筋電位の測定はパワーラプシステム4/25T (ADInstruments.com)を用いた。左右の咬筋に双局表面銀電極を粘付し、嚥下開始までの咀嚼中の筋電位を得た。

被験者は、顎口腔系の形態および機能に異常の認められない正常咬合を有する22~25歳までの健常な女性のべ9名とした。

肉試料は、15mmの立方体に成形したものを一個ずつ口中に取り込み、咀嚼開始から嚥下開始までの咀嚼回数、咀嚼時間を咬筋の筋電図より読み取った。被験者には、この研究の目的や意義を十分に説明し、インフォームドコンセントを得ると共に、データの取り扱いについては、個人のプライバシーの保護に充分留意した。

## 4. 研究成果

### (1) ゴボウ

#### ① 破断曲線

酵素処理を行ったゴボウについて、破断特性の測定を行い、みかけの応力とひずみの関係をFig.1およびFig.2に示した。

Fig.1にはコントロールである酵素未処理ゴボウ試料Cの結果を示してある。みかけの応力ひずみ曲線をみると、第1の破断点がひずみ20%で認められ、その後ひずみ60%および85%で2つの変曲点が観察された。

一方、Fig.2に示した酵素処理を行ったゴボウ試料では、セルラーゼ溶液に浸漬したゴボウ試料が最もみかけの応力が高く、むしろコントロールよりも高値を示した。ペクチナーゼおよび混合酵素溶液に浸漬したゴボウ試料には明確な破断点は認め

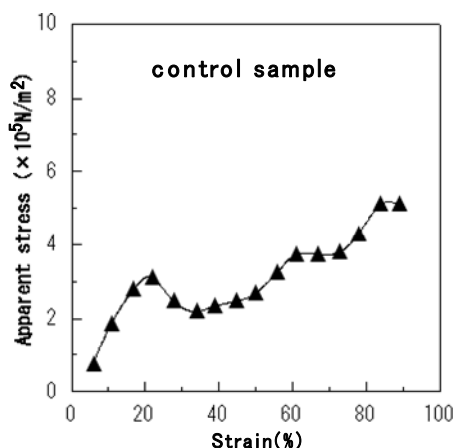


Fig.1 Relationship strain and apparent stress of burdock samples  
▲ : Control(C)

られなかったが、変曲点は存在した。また、コントロールに比較し、有意にみかけの応力が低下していた。

② 食べ易さおよび咀嚼しやすさ

4種の試料について、食べ易さを検討したところ、食べ易さの評価では、コントロールに比べ、混合酵素溶液に浸漬したゴボウ試料が明らかに軟らかいと評価された。

咀嚼試験を行ったところ、みかけの破断応力が大きいコントロールに比べ、混合酵素溶液処理を行ったゴボウ試料の咀嚼時間は有意に少ないことが認められた。また、最大振幅、筋活動量について検討したところ、混合酵素溶液処理を行ったゴボウ試料が有意に小さいことが認められ、酵素(セルラーゼ・ペクチナーゼ混合)処理を行うことにより、軟らかく、咀嚼しやすいこと

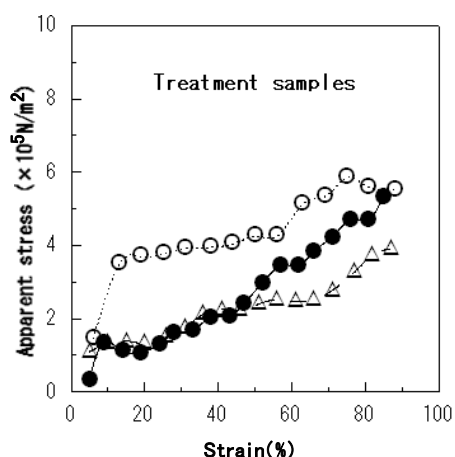


Fig.2 Relationship between strain and apparent stress of burdock samples  
○ : CellulaseT, ● : pectinaseG,  
△ : Mixture G+T

が明らかとなった。

(2) 豚肉試料

① テクスチャー特性と唾液分泌量

試料としてミンチ肉 C, 一部をマッシュポテトとデンプン置換した M, それぞれに食塩を添加した CS および MS の4種の試料肉について、テクスチャー特性を求めたところ、硬さ, 凝集性, 付着性ともに食塩の添加の影響は認められなかった。しかし、マッシュポテトで置換したミンチ肉は食塩の添加にかかわらず、有意に軟らかくなっていた。

また、同程度の硬さを示す C と CS および M と MS はいずれの組み合わせにおいても、食塩添加試料の方が、食塊の硬さが軟らかく、唾液分泌量も多くなっていた。このことは、試料の硬さよりも、食塩添加が唾液の量に影響を与える要因であるといえる。

② 官能評価

次に、順位法による官能評価を行ったところ、分析型評価のかたさ, 飲み込み易さおよび残留感のいずれの項目においても、マッシュポテトで置換した MS と M は, C S と C に比べ, やわらかく, 飲み込みやすく, 残留感が少ないと評価された。しかし、食塩添加の影響は認められなかった。このことから、若年者では食塩の有無はかたさ, 飲み込みやすさおよび残留感に影響を与えないことが示唆された。

一方、嗜好型評価の風味についてみると、食塩添加の影響が認められ、CS は C よりも, MS は M より有意に風味が強いと評価され, 塩の有無が風味に影響を与えると考えられる。また, かたさおよびおいしさについても塩を添加した試料肉 CS と MS は, 添加していない C と M より, 有意に好まれていた。しかも, 食塩を添加しても差が認められなかった分析型のかたさに対して, 嗜好型のかたさで有意な差が認められたことは, 食塩添加が, 唾液を誘発するため, 好ましいかたさに影響を与えたと推察できる。すなわち, 唾液量が多くなることで, 軟らかい食塊が形成されやすいので, 好ましいかたさと判断した可能性が示唆される。

③ 咀嚼試験

各試料の嚥下直前の咀嚼回数, 咀嚼時間および筋活動量について、4種の試料を比較したところ、マッシュポテトで置換した M および MS の方が C, CS よりも咀嚼時間が短く、咀嚼回数が少ない傾向が見られた。また、テクスチャー特性の硬さが軟らかかった MS と M は, CS と C より有意に筋活動量が少なかった。また, 塩を添加した CS と MS は, 塩を添加していない C と M より咀嚼時間が短く、咀嚼回数と筋活動

量が少ない傾向が見られた。咀嚼試験においても塩を添加することは食べ物を短時間で軟らかくし、咀嚼を円滑に行うことができる調理方法であることが確認できた。

以上より、試料肉への食塩添加は、咀嚼時に多く唾液を分泌して、咀嚼しやすい食塊を形成するといえ、さらには咀嚼に要するエネルギーが低くなるといえる。しかし、今回の試験では、個人差が大きく影響したため、試料間に有意差は認められなかったが、今後この点に注目し、個人差を考慮した解析方法の検討が必要といえる。

#### ④ 咀嚼回数と官能評価の関係

次に、咀嚼回数と分析型官能評価の関係を求めたところ、Fig.3に示すように、咀嚼回数と「飲み込みやすさ」の間に正の相関 ( $p<0.05$ ) が認められた。同様に、「残留感」との間においても、負の相関 ( $p<0.05$ ) が認められた。すなわち、飲み込みにくく、残留感が多いと評価された試料ほど、食塊を形成するために咀嚼回数が多くなることが示唆された。

食肉は咀嚼することによって、繊維が破碎され、唾液と混合され、テクスチャーが変化していく。咀嚼によるテクスチャーの変化は、食肉そのものの硬さの影響もあるが、今回示した同程度の硬さを有する肉試料のように、食べたときの好ましかたさには食塩添加の影響が認められた。このことは、食塩を添加することで、風味やおいしさが増加し、そのために唾液を多く含む食塊が形成され、少ない咀嚼力で飲み込みやすくなる可能性を示唆したものである。

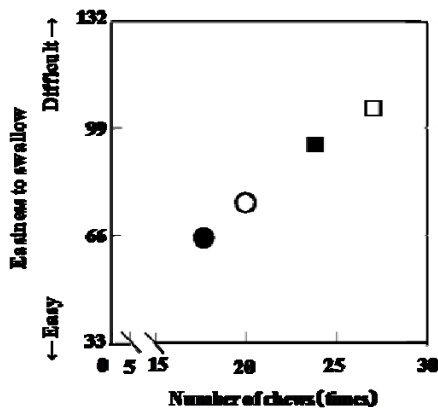


Fig.3 Relationship between the number of chews and easiness to swallow

□: minced meat(control), ■: minced meat with salt, ○: except that mashed potatoes, ●: except that mashed potatoes with salt

#### ⑤ 高齢者の官能評価

高齢者 31 名を対象に、コントロールのミンチ肉 C および食塩添加試料 CS および酵豆粉添加試料 CK の 3 種の試料を用いて

順位法による官能評価を行った。この 3 種はテクスチャー特性の硬さがほぼ等しく調製してある。分析型評価の硬さ、飲み込みやすさおよび残留感に試料間に有意な差は認められなかった。しかし、嗜好型の風味については、他の 2 種の試料に対して食塩を添加した試料が有意に好まれた。しかも、若年者の結果と同様、食塩添加の CS が有意に好ましかたさと評価された。風味が好ましく、しかも好ましい硬さである CS はおいしさの点でも有意においしいと評価された。

#### (3) まとめ

以上のことより、唾液の分泌が低下し、咀嚼・嚥下機能が低下した高齢者にとって、唾液分泌が増加することは咀嚼・嚥下を円滑に行なう上で望ましいと考えられる。しかも、咀嚼・嚥下機能が低下した高齢者にとって咀嚼回数や食事時間の短縮は身体的負担の軽減となる。さらに、食塩添加試料の方が嗜好面においても高い評価を得ている。高齢者にとって食事は楽しみの一つであり、おいしさは食欲増進、さらには生きる活力につながる。食塩の過剰摂取は問題ではあるが、適度に食塩を添加することは精神的にも身体的にも有効であると考えられる。そのため、高齢者向けの食べ易い食肉加工品を作る上で食塩添加することは、有効な手段であると考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

① 高橋智子, 大越ひろ: 酵素により軟化処理を施したごぼうの力学的特性と筋活動, 山梨県立大学人間福祉学部紀要, 査読無し, 第 3 号, 2008, 1-7

[学会発表] (計 5 件)

① 金娟廷, 岩崎裕子, 宮下博紀, 高橋智子, 大越ひろ: 高齢者向けの食べ易い食肉の開発—酵豆粉の影響—その 2: 平成 20 年度日本調理科学会大会, 2008.8.29, 椋山女子大学

② 金娟廷, 宮下博紀, 高橋智子, 大越ひろ: 高齢者向けの食べ易い食肉の開発—酵豆粉の影響—, 日本家政学会大 60 回大会, 2008.5.31, 日本女子大学

③ 金娟廷, 中山奈保子, 吉田英美, 川野亜紀, 高橋智子, 大越ひろ: 高齢者向けの食べ易い食肉の開発—食塩の影響—, 日本家政学会第 59 回大会, 2007.5.13, 長良川国際会議場

④ 高橋智子, 川野亜紀, 大越ひろ: 酵素処理を施したごぼうの食べやすさの評価, 日

本家政学会第 59 回大会，2007.5.13，長良川国際会議場

⑤高橋智子，川野亜紀，大越ひろ：根菜類の食べやすい調理法の工夫，平成 18 年度日本調理科学会大会，2006.9.8，岡山県立大学

6. 研究組織

(1)研究代表者

大越ひろ (OGOSHI HIRO)

日本女子大学・家政学部・教授

研究者番号：80060698

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

高橋智子 (TAKAHASHI TOMOKO)

山梨県立大学・人間福祉学部・准教授

研究者番号：10364861