

牛肉，豚肉の硬さおよび官能評価におよぼす 重曹浸漬の影響

高橋 智子，齋藤あゆみ，川野 亜紀，朝賀 一美*，
和田 佳子*，大越 ひろ

(日本女子大学家政学部，* 伊藤ハム(株))

原稿受付平成 13 年 5 月 1 日；原稿受理平成 14 年 1 月 15 日

Influence of Tenderizing by Sodium Hydrogen Carbonate Soaking on the Hardness and Sensory Evaluation of Beef and Pork

Tomoko TAKAHASHI, Ayumi SAITOH, Aki KAWANO, Kazumi ASAGA,*
Keiko WADA* and Hiro OGOSHI

Faculty of Home Economics, Japan Women's University, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8681

** Itoham Foods Inc, Kitasouma, Ibaraki 302-0104*

The necessity of tenderizing meat for the elderly and complete denture wearers was apparent after evaluating the influence of the hardness of the meat samples on the ease of feeding persons with different chewing capability. Meat samples were tenderized by soaking in a sodium hydrogen carbonate solution and then heat treated by vacuum cooking. The hardness of the meat samples decreased with increasing concentration of sodium hydrogen carbonate in the soaking solution. A sensory test showed that the ease of feeding of persons increased with decreasing hardness of the meat samples, while hydration of the meat protein was increased. The apparent hardness of the meat samples increased with decreasing compression speed, so that the chewing rhythm of complete denture wearers and of the elderly was slower than that of dentate subjects. The results indicate that meat was not sufficiently masticatable as a food for the elderly and the complete denture wearer as compared with the dentate subjects since the compression speed depended on the apparent hardness of the meat samples in this study. The overall results reveal that tenderizing meat by sodium hydrogen carbonate soaking made it easier to feed the elderly and the complete denture wearers.

(Received May 1, 2001; Accepted in revised form January 15, 2002)

Keywords: meat 食肉, tenderness やわらかさ, texture テクスチャー, sodium hydrogen carbonate soaking 重曹浸漬, sensory test 官能検査, compression speed dependence 圧縮速度依存性.

1. 緒 言

「たんぱく質・エネルギー低栄養状態 (PEM; Protein Energy Malnutrition)」は、人間が生存するのに重要な栄養素であるたんぱく質と、活動するために必要なエネルギーが不足した状態であり、ことに、高齢者にとっては重要な健康問題として位置づけられるのである¹⁾。そこで、良質なたんぱく質の給源である食肉加工品が、高齢者の食事に多く利用されることが望まれる。しかし、加熱した食肉は、硬く、咀嚼しにくいテクスチャーであることが知られており、ことに、高齢者において、食べにくい食品のひとつとなってい

る。そこで、おいしくしかも軟らかいテクスチャーをもつ食肉の加工方法の検討が必要である。

これまで、食肉の物性 (軟らかさ)、成分、嗜好性へおよぼす、切り方をはじめ調理加工方法の影響については、多くの研究がなされている^{2)~5)}。食肉の軟化操作としては、プロテアーゼによる酵素処理があげられる⁶⁾。また、酒や醤油などの醸造食品や酸や食塩を加えることにより、肉が軟らかくなることも報告されている⁷⁾⁸⁾。さらに、中華料理では、ベーキングパウダーを水に溶解したものに肉を浸漬することにより、肉質を軟らかくする手法がしばしば用いられている⁹⁾。

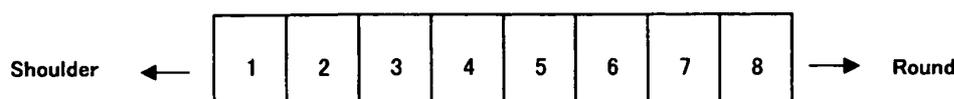
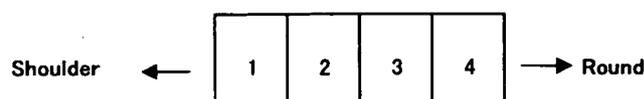
(A) Beef (Sirloin)**(B) Pork (Loin)**

Fig. 1. Beef and pork cuts used as samples

これは、ベーキングパウダーに含まれる重曹が水に溶解することでアルカリ性を示すことより、たんぱく質の水和が増加し、肉が軟化するためと考えられる¹⁰⁾。

本研究では、加熱処理した食肉の硬さと咀嚼時の硬さおよび咀嚼後の肉食塊の飲み込み易さとの関係について検討を行った。異なる硬さの試料肉を得るために、4段階に濃度を変化させた重曹（炭酸水素ナトリウム）溶液に生肉を浸漬し、軟化処理を施した。軟化処理方法として重曹溶液に浸漬する方法を用いた理由は、重曹を含むベーキングパウダーが家庭で入手し易く、使用方法が簡便であるため、高齢者のいる家庭や高齢者福祉施設などでも、確実に軟化操作が行えると考えたためである。近年、多くの病院や高齢者福祉施設等の調理の合理化の手段として、均一な加熱調理が可能である真空調理が用いられている。そこで、生肉を重曹により軟化処理を行った後の加熱処理方法として、真空調理法を採用した。

食肉の物性として、比較的簡便に測定および解析が可能なテクスチャー特性の硬さを用いた。山本¹¹⁾によれば、義歯装着者や中高齢者は、若年の健常有歯顎者に比べ、咀嚼能率の低下が認められ、ことに咀嚼周期が長くなる傾向にあると報告されている。このことより、咀嚼速度とテクスチャー特性の関連性をみるため、テクスチャー特性の測定条件の一つである圧縮速度を変化させ、圧縮速度とテクスチャー特性の関係についても併せて検討した。

ここに、若干の研究結果が得られたので報告する。

2. 実験方法**(1) 試料および調製方法**

実験に用いた肉の部位は、牛肉サーロインおよび豚肉ロース（㈱伊藤ハム）のロース芯部分である。そ

れぞれの食肉は、Fig. 1に示すように、牛肉はサーロイン部分を8等分、豚肉はロース部分を4等分に分割したものを -18°C の冷凍庫内で約2週間保存した。その後、冷凍肉を 5°C の冷蔵庫内で4時間、解凍を行った。半解凍の状態で肉の脂肪分を取り除いた後、肉の線維と平行になるように1 cm厚に切断し、さらに 5°C で約16時間、解凍を行った。続いて、 20°C 恒温器中に肉の中心温度が 20°C に達するまで保存後、重曹溶液により軟化操作を行った。肉を浸漬する重曹すなわち炭酸水素ナトリウム（関東化学社製）の溶液濃度は、0（蒸留水）、0.1、0.2および 0.4 mol/l の4段階とし、ステンレスボールを用い、重曹溶液1 lに生肉1切れが十分に浸るよう浸漬した。また、ここには示していないが、生肉の浸漬時間を0、10、20、40分と変化させた予備実験において、浸漬時間40分で安定した硬さが得られたので、浸漬時間はいずれも40分とした。

浸漬液より取り出した肉は、ナイロン/特殊PE製（厚さ $112\mu\text{m}$ 、 $220\times 180\text{ mm}$ ）の真空調理専用袋に封入後、AUTO VACUUM PACKER（TOSEI DENKI：TOSPACK V-221）を用い、真空度600 mmHgで真空包装した。 80°C 恒温水槽中（水量6 l）に真空包装した肉を浸漬し、肉の中心温度が 80°C に達するまで加熱後、氷水中で中心温度が 20°C になるまで急冷した。冷却した肉を縦 $20\times$ 横 $30\times$ 厚10 mmに成形してテクスチャー測定用試料肉とした。

また、官能評価にはテクスチャー測定試料肉と同様に処理した肉を、予備実験から得られた至適一口量である縦 $20\times$ 横 $20\times$ 厚10 mmに成形したものをを用いた。

(2) テクスチャー特性の硬さの測定

テクスチャー特性の硬さの測定は、レオロメーター・マックス（RX-1700；アイテクノ製）を用い、圧縮速

牛肉、豚肉の硬さおよび官能評価におよぼす重曹浸漬の影響



Fig. 2. Wedge-shaped plunger used for the hardness evaluation

度を 600, 300, 100, 10 mm/min の 4 段階に変化させ、測定を行った。試料肉の厚さは 10 mm, クリアランスは 2 mm (圧縮率 80%) に設定した。プランジャーはくさび型 (圧縮面積 0.24 cm²) プランジャー (Fig. 2) を用い、プランジャーが試料肉の線維方向に対し直角に貫入するように測定を行った。硬さは、得られたテクスチャー記録曲線より、大越の方法¹²⁾に従い、測定に用いたプランジャーの圧縮面積を考慮し、応力単位で算出した。ただし、圧縮速度により得られる硬さが変化することが予測されるので、以下は見かけの硬さと呼ぶことにする。いずれも測定温度は 20 ± 2℃である。

(3) 官能評価

シェッフエの一対比較法の原法により、官能評価を行った。パネリストは、訓練された本学食物学科学生のべ 72 名とし、試料肉の提示温度は 20℃とした。評価項目および順序は、試料肉の咀嚼時の硬さ (-3: 非常にやわらかい ↔ +3: 非常にかたい)、咀嚼後の試料肉食塊の飲み込み易さ (-3: 非常に飲み込みにくい ↔ +3: 非常に飲み込み易い) および口中の残留物の多さ (-3: 非常に少ない ↔ +3: 非常に多い) の 3 項目である。なお、口中の残留物の多さの項目では、口中のどの部位に残留物が多くあったかについても併せて評価してもらった。評価方法としては、口中を 9 分割した図 (Fig. 3) をパネリストに提示し、残留物が多くあった部分の数字を記入し、残っている状

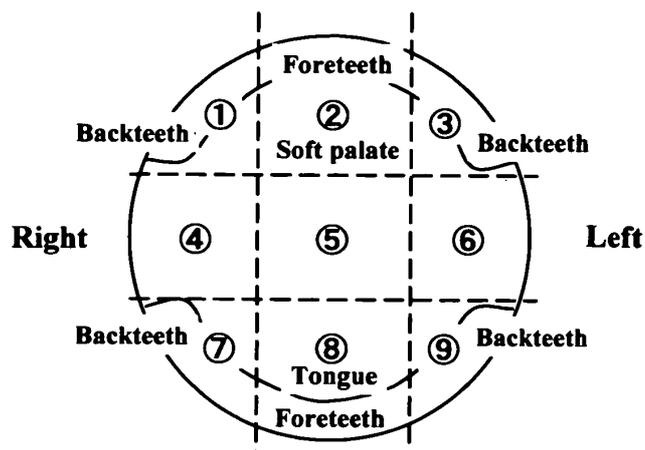


Fig. 3. A figure of the oral sections used for the evaluation of remaining in the mouth of the sensory test

態についても自由に書いてもらった。

3. 結果および考察

(1) 加熱による重量および外観の変化

生肉、重曹溶液浸漬後および加熱処理後の肉重量変化を、Table 1 に示した。また、生肉に対して、加熱処理により減少した重量の比率を高井等の方法⁴⁾に従い重量減少率として求め、Table 1 に示した。牛肉および豚肉ともに、浸漬する重曹溶液濃度が高くなるに従い、加熱処理による重量減少率が小さくなっていることが認められた。また、重曹濃度 0.4 mol/l 試料肉の重量減少率は 0 mol/l 濃度試料肉に比べ、牛肉、豚肉ともに約 1/2 程度であることがわかる。このことは、重曹溶液濃度が高くなるに従い、肉のたんぱく質の水和すなわち保水性が増加していることを示唆している。

また、Fig. 4 に、4 段階の濃度の重曹溶液に浸漬後、加熱処理後の試料肉を示した。この図より、重曹濃度が高くなるに従い、牛肉、豚肉ともに加熱処理肉の色が暗くなっており、ことに、牛肉において、その傾向が顕著であることがわかる。

(2) 浸漬重曹濃度と見かけの硬さ

圧縮速度 600 mm/min における試料肉の見かけの硬さと浸漬重曹濃度の関係を、試料間の有意差とともに Fig. 5 に示した。牛肉および豚肉の見かけの硬さはともに、重曹濃度が高くなるに従い、軟らかくなる傾向を示し、ことに 0.2 mol/l 濃度以上の重曹溶液に浸漬した試料肉が 0 mol/l 濃度試料肉すなわち蒸留水浸漬肉に比べ、有意に軟らかいという結果が得られた ($p < 0.01$)。浸漬重曹濃度による試料肉の見かけの硬

Table 1. Change in weight of the meat samples by the heat treatment

Beef					Pork				
NaHCO ₃ concentration in soaking soln.	Raw (g)	After heat treatment (g)	Weight reduction (%)	Significance	NaHCO ₃ concentration in soaking soln.	Raw (g)	After heat treatment (g)	Weight reduction (%)	Significance
0 mol/l	39.5±2.2	24.7±1.4	38.1±3.0	* **	0 mol/l	74.9±4.2	48.5±2.8	35.2±2.6	* **
0.1 mol/l	43.9±3.0	29.5±2.0	33.2±2.6		0.1 mol/l	70.8±4.8	48.7±2.5	31.2±2.6	
0.2 mol/l	41.4±2.0	29.4±1.5	28.6±2.5		0.2 mol/l	70.5±3.4	51.8±2.6	26.5±2.3	
0.4 mol/l	42.6±2.1	35.7±3.1	16.8±3.1		0.4 mol/l	72.0±4.0	59.5±3.3	17.3±0.2	

0 mol/l represents distilled water without any sodium hydrogen carbonate. *Significant at $p < 0.05$, ** significant at $p < 0.01$, n.s., not significant ($n = 8$).

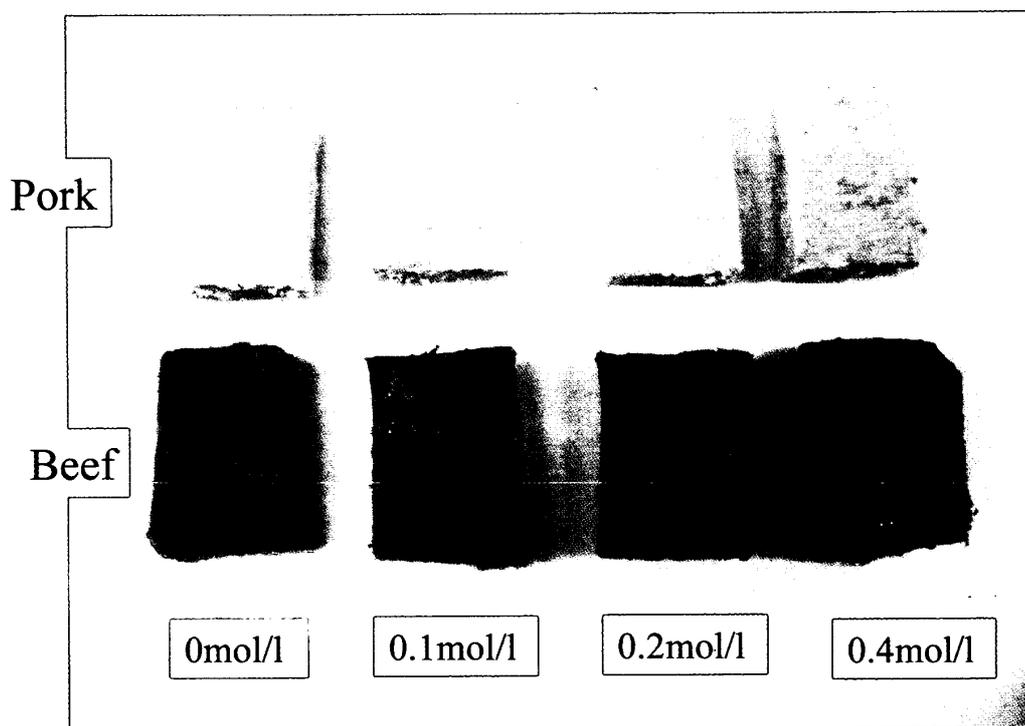


Fig. 4. Appearance of heat-treated beef and pork samples that had been soaked in 0 mol, 0.1 mol, 0.2 mol and 0.4 mol/l of a sodium hydrogen carbonate solution

さと重量減少率の結果を併せて考えると、生肉を浸漬する重曹濃度が高くなるに従い水和による保水性が増加することによって、試料肉の見かけの硬さも軟らかくなったものと推測される。

(3) 官能評価

浸漬する重曹濃度が異なる試料肉の、各評価項目で得られた評点の平均推定値、および分散分析により得られたF値と主効果の検定結果を、Table 2に示した。試料肉の咀嚼時の硬さ、飲み込み易さの評価項目については、牛肉、豚肉ともに、1%の危険率で主効果に有意差が認められた。また、口中の残留物の多さについても、牛肉では5%の危険率、豚肉では1%の危険

率で主効果に有意差が認められた。

Fig. 6に、各評価項目における試料肉の評点の平均推定値と試料間の差の検定結果を示した。なお、Fig. 6には、重曹濃度0 mol/l試料肉すなわち蒸留水浸漬肉をA、0.1 mol/l試料肉をB、0.2 mol/l試料肉をCおよび0.4 mol/l試料肉をDとして示した。咀嚼時の硬さは牛肉、豚肉ともに、生肉を浸漬する重曹濃度が高い試料肉であるほど、軟らかいと評価された。0 mol/l試料肉(A)に対し、牛肉では重曹濃度0.1 mol/l試料肉(B)、0.2 mol/l試料肉(C)および0.4 mol/l試料肉(D)との間に有意差が認められた。また、豚肉では0 mol/l試料肉(A)に対し、重曹濃度0.2

牛肉、豚肉の硬さおよび官能評価におよぼす重曹浸漬の影響

mol/l 試料肉 (C) と 0.4 mol/l 試料肉 (D) との間に有意差が認められた。

試料肉を咀嚼後形成された食塊の飲み込み易さは、牛肉および豚肉ともに、生肉を浸漬する重曹濃度が高い試料肉であるほど、飲み込み易いと評価された。ことに、牛肉では、0 mol/l 試料肉 (A) が重曹浸漬試料肉に比べ、有意に飲み込みにくいと評価され、豚肉では、重曹濃度 0.4 mol/l の試料肉 (D) が他の試料肉に比べ、有意に飲み込み易いと評価された。

口中の残留物の量は、牛肉および豚肉ともに、重曹濃度 0.4 mol/l の試料肉 (D) が 0 mol/l 試料肉 (A) に比べ有意に口中の残留物を少なく感じると評価された。しかし、パネリスト 72 名中 59 名がいずれの試料肉についても口中に残留物、すなわち肉の線維を認めている。牛肉では 38 名、豚肉では 33 名が前歯、奥歯ともに歯と歯の間と回答し、続いて、牛肉では 17 名、豚肉では 21 名が歯と歯茎の間と回答した。さらに、牛肉で 9 名、豚肉で 5 名が舌の上に多く線維が残ったと回答している。この結果より、多くの健康有歯顎者

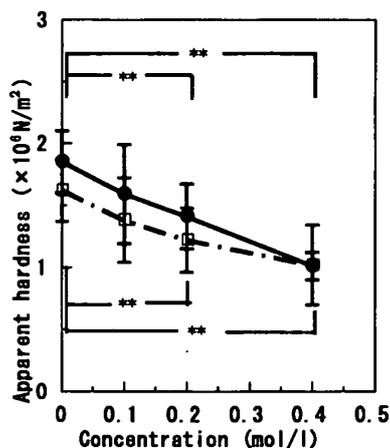


Fig. 5. Relationship between the apparent hardness of a sample at a compression speed of 600 mm/min and the concentration of sodium hydrogen carbonate in the soaking solution

● pork samples, □ beef samples. ** Significant at $p < 0.01$.

においても、肉を咀嚼する時に口中、ことに前歯、奥歯ともに歯と歯の間、そして歯と歯茎の間に残留物、すなわち肉の線維が残ると感じていることが示された。今回行った官能評価は、若年者のみをパネリストとしているが、歯の欠損がより多い高齢者では、残留物があるとする回答が増加すると推測される。

以上の官能評価結果より、生肉を浸漬する重曹濃度が高くなるに従い咀嚼時に軟らかく感じられ、また咀嚼後も飲み込み易い肉食塊を形成することが示唆された。ことに、重曹濃度 0.4 mol/l の試料肉 (D) は咀嚼時に軟らかく、さらに飲み込み易い肉食塊を形成し、口中の残留物も少ないと評価され、最も食べ易い試料肉であることが認められた。

次に、Fig. 7 に圧縮速度 600 mm/min における見かけの硬さと官能評価結果の関係を示した。牛肉および豚肉ともに、見かけの硬さが軟らかいほど、咀嚼時に軟らかく、咀嚼後に形成された肉食塊は飲み込み易く、また口中の残留物も少ない傾向を示している。

これらのことより、生肉を浸漬した重曹溶液濃度の上昇に伴い試料肉の保水性が増加することにより、試料肉の見かけの硬さは軟らかくなり、食べ易くなったと推測される。以上の結果からも、簡便な手法である重曹溶液浸漬による肉の軟化処理方法は、有効であると考えられる。

(4) 見かけの硬さの圧縮速度依存性

牛肉および豚肉の見かけの硬さと圧縮速度の関係を Table 3 に示した。重曹濃度 0.2 mol/l の牛試料肉の見かけの硬さは、10 mm/min よりも 100 mm/min 以上の速い圧縮速度の方が、有意に軟らかいことが認められた ($p < 0.01$)。また、重曹濃度 0.2 mol/l の豚試料肉においても、圧縮速度 10 mm/min よりも 300 mm/min 以上の速い圧縮速度の見かけの硬さの方が、有意に軟らかいことが認められた ($p < 0.01$)。重曹濃度 0.4 mol/l の豚試料肉では、圧縮速度 600 mm/min の見かけの硬さが 100 mm/min および 10 mm/min の見かけの硬さに比べ、有意に軟らかいことが認められ

Table 2. Average scores based on Scheffé's paired comparison, and F value for the analysis of variance in the sensory test

NaHCO ₃ conc. in soaking soln.	Beef						Pork					
	0.1 mol/l	0.2 mol/l	0.3 mol/l	0.4 mol/l	F	Significance	0.1 mol/l	0.2 mol/l	0.3 mol/l	0.4 mol/l	F	Significance
Firmness	1.08	0.13	-0.25	-0.96	18.55	**	1.04	0.44	-0.33	-1.15	30.03	**
Ease of swallowing	-0.56	0.06	0.15	0.35	5.64	**	-0.60	-0.27	0.13	0.75	14.53	**
Remaining in the mouth	0.35	0.04	-0.04	-0.35	3.75	*	0.19	0.38	-0.17	-0.40	6.72	**

0 mol/l represents distilled water without any sodium hydrogen carbonate. * Significant at $p < 0.05$, ** significant at $p < 0.01$.

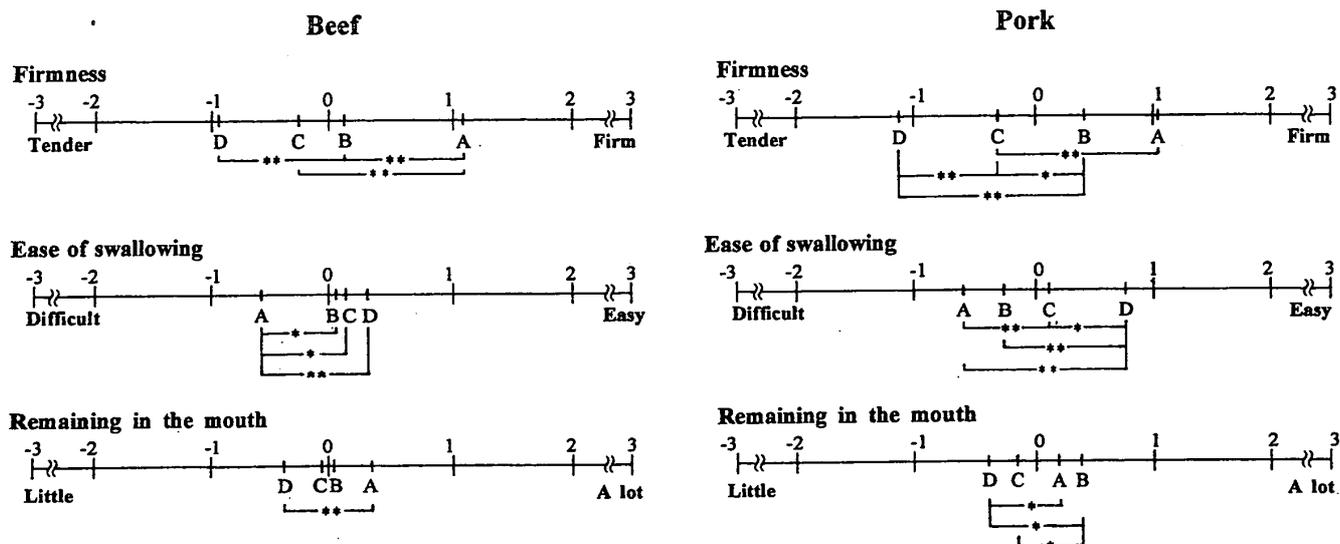


Fig. 6. Distance scale for the sensory evaluation of samples obtained from Scheffé's paired comparison. Sample A was soaked in distilled water without sodium hydrogen carbonate, sample B was soaked in 0.1 mol/l of sodium hydrogen carbonate, sample C was soaked in 0.2 mol/l of sodium hydrogen carbonate and sample D was soaked in 0.4 mol/l of sodium hydrogen carbonate. * Significant at $p < 0.05$, ** significant at $p < 0.01$.

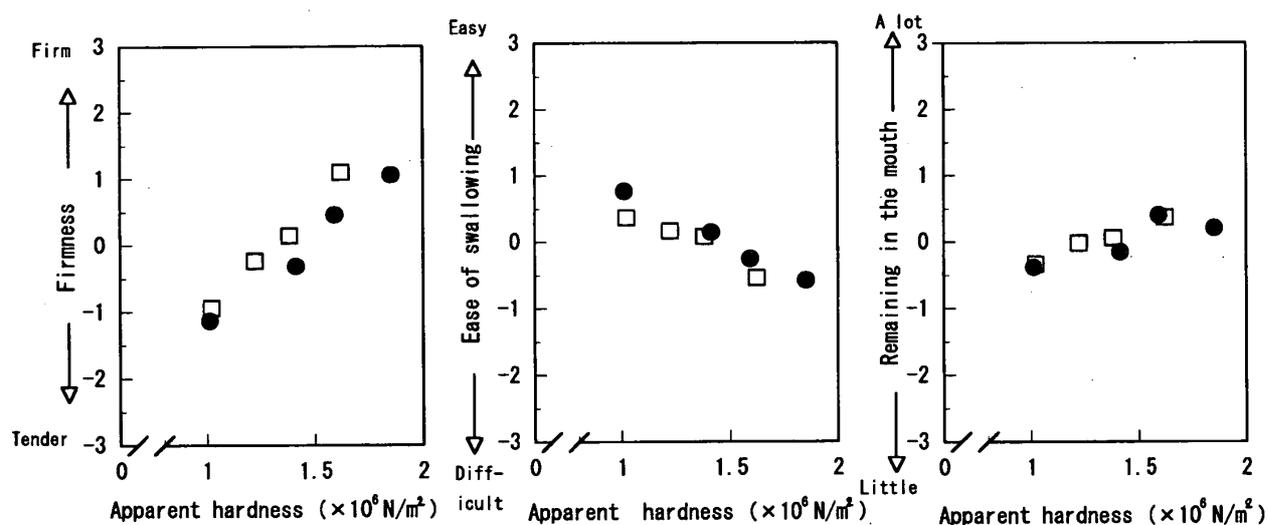


Fig. 7. Relationship between the apparent hardness of a sample at a compression speed of 600 mm/min and the sensory test

● pork samples, □ beef samples.

た ($p < 0.05$, $p < 0.01$).

以上の結果より、標準偏差が大きいものについては異なる傾向にあるが、見かけの硬さに有意差が生じた試料間では、いずれも圧縮速度が速くなるに従い、試料肉の見かけの硬さが軟らかくなっていることが認められた。また、いずれの圧縮速度においても、圧縮速度を一定にした場合の試料肉の見かけの硬さは、浸漬する重曹溶液の濃度が高いほど軟らかいことが認めら

れた。

赤羽と和田¹³⁾は、本研究でも用いたくさび型プランジャーにより、テクスチャー測定条件の一つである圧縮速度を 50 mm/min と 600 mm/min の 2 段階に変化させ、食品の見かけの硬さの測定を行った。その結果、焼いた肉切身の見かけの硬さは、圧縮速度 600 mm/min の方が 50 mm/min に比べ軟らかいことが認められた。この結果は、本研究における試料肉の見かけの

牛肉, 豚肉の硬さおよび官能評価におよぼす重曹浸漬の影響

Table 3. Compression speed dependence on the apparent hardness of a sample

Compression speed (mm/min)	Apparent hardness of beef ($\times 10^6 \text{N/m}^2$)				Apparent hardness of pork ($\times 10^6 \text{N/m}^2$)			
	0 mol/l	0.1 mol/l	0.2 mol/l	0.4 mol/l	0 mol/l	0.1 mol/l	0.2 mol/l	0.4 mol/l
600	1.62±0.31	1.38±0.34	1.22±0.26	1.02±0.32	1.85±0.32	1.59±0.40	1.31±0.26	1.01±0.11
300	1.82±0.47	1.43±0.38	1.38±0.14	1.20±0.41	1.67±0.40	1.57±0.32	1.33±0.28	1.13±0.12
100	1.88±0.50	1.64±0.36	1.36±0.18	1.22±0.17	1.84±0.41	1.57±0.29	1.43±0.34	1.24±0.14
10	1.91±0.48	1.67±0.30	1.70±0.16	1.26±0.13	1.83±0.24	1.83±0.45	1.64±0.26	1.39±0.11

0 mol/l represents distilled water without any sodium hydrogen carbonate for the soaking solution. *Significant at $p < 0.05$, **significant at $p < 0.01$ ($n=8$).

硬さの圧縮速度依存性と同傾向を示している。また、赤羽等の報告によると、焼いた魚切身の見かけの硬さも、焼いた肉切身同様に、圧縮速度が速い方が軟らかい傾向にあるとし、一方、魚肉を原料とした魚肉ソーセージの見かけの硬さは、魚切身とは逆に圧縮速度が速い方が硬い傾向にあることが示されている。

本研究の結果より、無添加および重曹浸漬処理をした肉は何れも、圧縮速度が速くなるに従い、見かけの硬さが軟らかくなっていることが示唆された。見かけの硬さの測定において、本研究ではプランジャーの圧縮面が肉の線維に直角に貫入するように設定したことより、プランジャーの貫入時に、試料肉の線維を切断していることが予測される。赤羽等の報告と併せて考えると、比較的組織が均一である魚肉ソーセージとは異なり、肉や魚の線維を切断するには、速い圧縮速度で切断した方が、より小さな力ですむことが推測される。食品の組織により、見かけの硬さの圧縮速度依存性が異なることは、非常に興味があることであり、現在、検討中である。

山本¹¹⁾は、臨床的にも良好な45~82歳の上下顎全部義歯装着者で、義歯を装着して3カ月~6年9カ月経過した被験者を義歯装着群とし、また、健康有歯顎者のうち22~28歳の被験者を低年齢群、50~57歳の被験者を中高年齢群とし、下顎運動における咀嚼周期について比較検討を行った。その結果、中高年齢群と義歯装着者群は低年齢群に比べ、下顎運動における咀嚼周期が長くなるとし、さらに下顎運動の開口相時間、閉口相時間および咬合相時間が延長する傾向にあることを指摘した。併せて、中高年齢群と義歯装着者群は低年齢群に比べ、咀嚼運動時における下顎の垂直的移動量も小さい傾向にあることを指摘した。これらのことから中高年齢群と義歯装着者群は低年齢群に比べ、咀嚼速度が遅くなる傾向にあることが示唆された。

本研究において、試料肉の見かけの硬さが、圧縮速度が遅くなるに従い、硬くなる傾向を示していることより、咀嚼速度が遅くなる傾向にある中高年齢群や義

歯装着者群は低年齢群に比べ、肉を噛み切り咀嚼する場合、より多くの力を要することが推測される。このことから、軟らかく、噛み切り易くそして咀嚼し易い肉の開発が重要であるといえよう。ただし、実際の咀嚼速度は、本研究で測定した最も速い圧縮速度である600 mm/minよりも速いことが報告されている¹⁴⁾。このことより、さらに速い圧縮速度における硬さの測定可能な機器の開発が望まれる。また、食肉の硬さと実際の咀嚼の関係については、現在、検討中である。

本研究より咀嚼時に軟らかく、食べ易い肉は、重曹などにより軟らかく処理した肉であることが示された。本研究は、基礎的研究であるため、高齢者や義歯装着者をパネリストとして官能評価を行っていないが、高齢者や義歯装着者においても、同様の評価が得られるものと推測され、肉の軟化処理の重要性が認められる。しかし、重曹すなわちアルカリによる肉軟化処理の欠点であるといわれる肉色の変化¹⁰⁾は、本実験においても認められた。この肉色の変化は、ある程度この後の調理操作によりカバーできると考えられる。また、軟化処理に用いる重曹の使用量が多すぎると、食品中のビタミンB1を損失することが知られている¹⁵⁾。しかしやわらかく、食べ易い肉を調製することは、高齢者のたんぱく質・エネルギー低栄養状態を回避するためには重要であると考えられるので、肉色の変化やビタミンB1の損失の問題は、献立を考慮することで解決することができるといえよう。

4. 要 約

本研究では、4段階の濃度の異なる重曹溶液(0 mol/l濃度として蒸留水, 0.1 mol/l, 0.2 mol/l, 0.4 mol/l)に浸漬することにより、軟化処理を施した食肉の硬さと食べ易さの関係について検討を行った。

(1) 牛肉, 豚肉ともに、浸漬する重曹溶液濃度が高くなるに従い、生肉に対する試料肉の重量減少率が小さくなった。このことより、食肉を浸漬する重曹溶液濃度が高くなるに従い、水和が増し保水性が増加する

と推測される。また、重曹濃度が高くなるに従い、牛肉、豚肉ともに加熱処理後の肉色が暗くなり、ことに、牛肉において、その傾向が顕著であった。

(2) 肉を浸漬する重曹濃度が高くなるに従い、軟らかくなり、ことに0.2 mol/l および0.4 mol/l 濃度の重曹溶液に浸漬した試料肉が0 mol/l 試料肉すなわち蒸留水浸漬肉に比べ、有意に軟らかいことが認められた。

(3) 重曹溶液濃度が高く、見かけの硬さが軟らかい試料肉は牛肉および豚肉ともに、咀嚼時に軟らかく、咀嚼後に形成された肉食塊は飲み込み易く、また口中の残留物も少ないことが認められ、食べ易い肉であることが示唆された。

(4) 試料肉の見かけの硬さは圧縮速度が遅くなるに従い、硬くなる傾向を示した。このことより、咀嚼速度が遅くなる傾向にある中高年齢者群や義歯装着者群は低年齢群に比べ、肉を咀嚼する場合、より多くの力を要することが推測される。このことから、軟らかく、噛み切り易く、咀嚼し易い肉の開発が重要であるといえる。

本研究は基礎的研究であるため高齢者や義歯装着者をパネリストとして官能評価を行っていない。しかし、高齢者や義歯装着者にとっても咀嚼時に軟らかく、食べ易い肉は、重曹などにより軟らかく処理した肉であることが推測され、肉の軟化操作の重要性が認められた。

引用文献

- 1) 畦元千恵子, 磯 博泰, 新開省二, 鈴木隆雄, 杉山みち子, 高本和彦, 西村秋生, 芳賀 博, 吉田勝美: 『ヘルスアセスメントマニュアル生活習慣病・要介護状態予防のために』, 厚生科学研究所, 東京, 164-179 (2000)
- 2) Janky, D. M., Koburger, J. A., and Oblinger, J. L.: A

Comparison of Brined and Unbrined Paired Broiler Carcass-Halves for Tenderness, *Poultry Sci.*, **61** (4), 716-718 (1982)

- 3) 奥田和子, 上田隆蔵: 醸造食品の肉の物性に対する調理効果, 日調科誌, **23** (4), 326-335 (1990)
- 4) 高井郁子, 柳沢幸江, 村田安代, 寺元芳子: 加熱方法の違いによる鶏肉の物性, 成分, 食味に及ぼす影響, 家政誌, **44** (4), 307-314 (1993)
- 5) 伊藤明子, 柳沢幸江, 安原安代: 豚の角煮について—物性・嗜好性の面からの加熱時間の検討—, 女子栄養大紀要, **25**, 89-96 (1994)
- 6) Fogle, D. R., Plimpton, R. F., Ockerman, H. W., Jarenback, L. J., and Persson, T.: Tenderization of Beef: Effect of Enzyme, Enzyme Level and Cooking Method, *J. Food Sci.*, **47** (4), 1113-1118 (1982)
- 7) 奥田和子, 上田隆蔵: 醸造食品の肉の物性に対する調理効果 (1) 酒類について, 日調科誌, **23** (4), 326-335 (1990)
- 8) 奥田和子, 上田隆蔵: 醸造食品の肉の物性に対する調理効果 (2) 醤油および食酢について, **24** (1), 43-53 (1991)
- 9) 楊 万里: 『秘密の中国料理—誰も言わなかった味の方法—』, (株) 経済会, 東京, 53, 166 (1979)
- 10) 中濱信子: 『調理の科学』, 三共出版社, 東京, 87-98 (1976)
- 11) 山本 誠: 全部床義歯装着者の咀嚼能率, 咀嚼筋活動および下顎運動による咀嚼機能評価, 阪大歯学雑誌, **38** (1), 303-331 (1993)
- 12) 大越ひろ: 『食物テクスチャーの測定法: サイコロロジーと咀嚼』 (川端晶子, 齋藤 滋編), 建帛社, 東京, 180-183 (1995)
- 13) 赤羽ひろ, 和田淑子: 食品のテクスチャーパターンに及ぼす測定条件の影響, 関東学院女短大論叢, **78**, 245-259 (1987)
- 14) 道脇幸博, 衣松令恵, 横山美加, 道 健一, 角 保徳, 大越ひろ, 高橋智子: ヒトの咀嚼運動速度からみた食物の物性の測定条件, 日撰食嚙下りハ会誌, **5** (1), 20-24 (2001)
- 15) 杉田浩一: 『こつの科学』, 柴田書店, 東京, 23 (1974)