

# 鶏もも肉照り焼き及び豚ロース肉ソテーに対する市販肉用調味料の効果

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-02-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 川端, 康之, 野原, 綾, 稲垣, 秀一郎 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://osaka-shoin.repo.nii.ac.jp/records/4439">https://osaka-shoin.repo.nii.ac.jp/records/4439</a>

# 鶏もも肉照り焼き及び豚ロース肉ソテーに対する市販肉用調味料の効果

健康栄養学部 健康栄養学科 川端 康之  
健康栄養学部 健康栄養学科 野原 綾  
健康栄養学部 健康栄養学科 稲垣秀一郎

**要旨：**一般消費者向けに開発されたプロテアーゼを含む肉用調味料 A を用いて、鶏もも肉照り焼きと豚ロース肉ソテーへの効果について検討した。肉用調味料 A を、肉 100 g に対して 2.5 g 使用し、鶏もも肉または豚ロース肉をいくつかの条件で処理後、調理した。20℃で 24 時間経過後、肉の破断応力をレオメーターで測定した。その結果、鶏もも肉では、肉用調味料 A を添加し 50℃、4 時間処理したとき、豚ロース肉では肉用調味料 A を添加し 4℃、5 分間処理したときが最もやわらかくなった。一方、肉用調味料 A に含まれるプロテアーゼ活性を、ミルクカゼインを基質として測定した。そのプロテアーゼ活性は、14 units/g と測定され、プロメライン 1 mg/g 相当であると見積もられた。これらの結果から、この肉用調味料 A にはプロテアーゼは 0.1% (W/W) 程度しか含まれておらず、食肉を軟化させることへの寄与は小さいと考えられた。

**キーワード：**食肉軟化、プロテアーゼ、酵素処理

## 1. はじめに

食肉は、優れた栄養供給源として、健康を維持するために重要な食品の一つである。食肉の調理方法については安全に美味しく調理する方法について様々な検討が行われ、確立しているといわれている<sup>1)</sup>。しかし、現在でも安価な食肉原料の有効利用を目的としてプロテアーゼなどを利用した食肉軟化剤の開発が行われたり<sup>2)</sup>、高齢者の低栄養や嚥下障害の克服を目指した柔らかい食品の開発を目的とした食肉品質改良法が開発されたりしている<sup>3)</sup>。

このような食肉軟化に関するニーズは、大きく二つに分かれるようである。一つは、健常人の「よりおいしく」のニーズのもとに求められるもので、一例として、調理から喫食までの時間が長い弁当商材のような食肉調理品に必要とされている。もう一つは、高齢者に代表される嚥下困難を伴うヒトに対して食べやすく、かつ食欲を減退させないような食肉調理品に求められているものである。特に後者の目的では食材を崩したキザミ食やペースト食等が提供されているが、これらの食事では視覚的に食欲を掻き立てるとは言い難く、形状を損なわずに軟化させた商品開発が盛んに行われ

ている<sup>4,5)</sup>。すでにいくつかの商品が上市され様々なバリエーションの提案がなされているが、多くが冷凍食品として提供され、施設内での調理に適したものとしては改良の余地があると考えられる。

2016 年 2 月 1 日に味の素株式会社より肉用調味料 (商品名：お肉やわらかの素) が発売された。同製品は、肉を柔らかくする酵素とでんぷん等の特殊配合技術により、調理前にふりかけて 5 分置くだけで肉汁を閉じ込め、肉を柔らかくする調味料で、パサつきがちな肉も、しっとりふっくら仕上がり、冷めても温めなおしてもおいしく食べられるというものである。一般家庭向けに販売されている酵素剤としては、はじめての製品だった。

ちょうど同時期に、ある弁当製造会社から鶏もも肉照り焼きやとんかつについて、肉の硬さが問題となっており解決策がないかとの相談を受けていた。そこで入手の容易になった上記の肉用調味料を用いた食肉軟化条件について検討し、これまで得られていた研究室内の知見と比較検討することで、本調味料の効果について検討することとした。

## 2. 実験方法

### 2-1. 鶏もも肉照り焼きの調製

近隣のスーパーマーケットにて購入した鶏もも肉（ブラジル産、冷凍解凍品、1枚あたり250g前後）を使用した。鶏もも肉の片面（皮面）をフォークで24回均等に刺して穴を開け（片面のみ）、6.3gの酵素入り肉用調味料（味の素㈱、以下、肉用調味料Aとする）を両面にまぶし、均等に広げた。（肉100gあたり2.5gを標準とするとの商品の使用例に従った）。漬込み液（表1）を入れたチャック付きの袋に、肉用調味料Aをまぶした肉を加え、空気を追い出すようにチャックを閉め、次の条件にて漬込みを行った。

実験区①：肉用調味料Aを加えず、4℃で4時間保温。

実験区②：4℃で、4時間保温

実験区③：50℃水浴中で、1時間保温

実験区④：50℃水浴中で、4時間保温

各温度条件での漬込みは、焼成が同時にできるよう漬込み開始時間を調整した。また、焼成前の鶏もも肉の温度条件を一定にするため、実験区①、②は50℃の水浴中で5分間予備加熱した。焼成は、160℃に設定したホットプレートに皮面を下にして並べて、蓋をして片面5分、裏返して更に蓋をして5分焼成し、中心温度が75℃を超えていることを確認した。焼成後は皿に移し、表面が乾くことを防ぐためラップをかけて、20℃の恒温庫で24時間保存した。

24時間保存後の試料の重量を、調理前の生肉重量で除して百分率としたものを歩留り（%）とした。

### 2-2. 豚ロース肉ソテーの調製

近隣のスーパーマーケットにて購入した豚ロース肉（アメリカ産、冷蔵品、厚み1cm前後、1枚あたり100g前後）を使用した。脂身側を4箇所筋切りし、中央部を包丁の先端で均等に12箇所突き刺し、肉1枚につき2.5gの肉用調味料Aを両面にまぶした。チャック付きの袋に肉を入れ、空気を追い出すようにチャックを閉め、次の条件にて保持した。

実験区①：肉用調味料Aを使わず、塩コショウのみ

実験区②：4℃で、5分間保温

実験区③：4℃で、1時間保温

実験区④：50℃水浴中で、1時間保温

焼成以降の条件は、鶏もも肉照り焼きと同様とした。

### 2-3. 破断応力の測定

20℃で24時間保存した鶏もも肉照り焼きまたは豚

表1 漬込み液の組成

調味料	(g)
水	135
濃口しょうゆ	43
みりん風調味料	34
料理酒	20
砂糖	18
おろし生姜	2
液体塩麴	5

この組成で調製後、4等分して実験に供した。

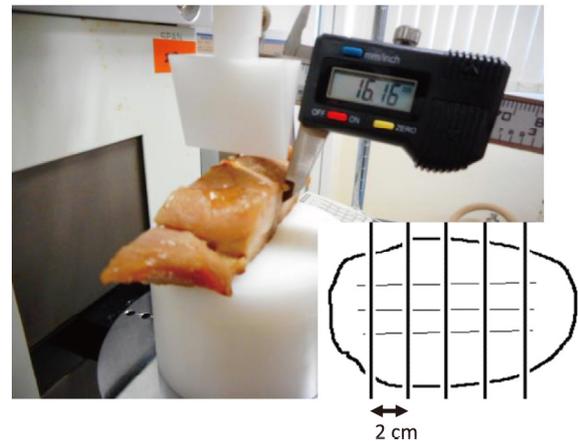


図1 クリープメーターによる破断応力の測定

ロース肉ソテーを包丁で2cm幅に切り、クリープメーターによる破断応力解析を行った。なお、破断応力は、応力曲線の最高値とし、測定面の幅をノギスで測定することで接触面積の補正を行い、単位面積あたりの応力（ $N/m^2$ ）=圧力（Pa）として求めた（図1）。1枚の肉について、肉の層が均質な箇所を6カ所程度選び、破断応力を測定した。

破断応力測定条件

- ・クリープメーター：山電製 RHEONER II RE2-33005S
- ・ロードセル：200 N
- ・治具：底面1×30 mm くさび型プランジャー
- ・圧縮速度：1.0 mm/sec
- ・測定歪率：99.00%

### 2-4. プロテアーゼ活性測定方法

カゼイン消化法<sup>6)</sup>を参考に、ミルクカゼインを基質として酵素反応前後のタンパク質濃度をCBB法で経時的に検出することで分解活性を算出した。プロテアーゼの力価1 unit（ユニット）は、反応時間10分で吸光度595 nmを1.0減少させる酵素量と定義した。

#### 2-4-1. 基質溶液（0.2%ミルクカゼイン溶液）の調製方法

蒸留水 180 mL にアンモニア水（特級、アンモニア濃度 28%、キシダ化学株式会社）1 滴を加えてホットスターラー上で加熱しながら攪拌し、ミルクカゼイン（富士フィルム和光純薬（株））0.4 g を加え溶解した。冷却後 200 mL にメスアップした。

#### 2-4-2. CBB 液

CBB 試薬（Bio-Rad Protein Assay Dye Reagent Concentrate, Bio-Rad 社）20 mL に脱イオン水を加え、100 mL とした。

#### 2-4-3. 粗酵素液の調製方法

##### a 肉用調味料 A

肉用調味料 A 0.25 g を緩衝液（マッキルベン緩衝液、pH 6.0）5 mL で懸濁後、12,000 回転／分の遠心分離を行い、上清を 1 mL 採取した。

##### b すりおろし生姜

チューブ入りすりおろし生姜（エスピー食品（株））0.3 g をエッペンドルフチューブにとり、0.3 mL のマッキルベン緩衝液を加え、よく混合後、12,000 回転／分の遠心分離を行い、上清を 0.1 mL 採取した。

##### c 液体塩麴

液体塩麴（ハナマルキ（株））1.88 g を 12,000 回転／分の遠心分離を行い、上清、1 mL 採取した。

#### 2-4-4. 測定方法

試験管 12 本に CBB 液を 5 mL ずつ入れた。別の試験管 3 本に基質溶液を 0.9 mL ずつ入れ、インキュベーターで 40℃ に保っておいた。また、この時、粗酵素液も同様に 40℃ に保温した。基質溶液を入れた試験管に粗酵素液 0.1 mL を加えて混ぜた。ただちに 0.1 mL をサンプリングして CBB 液を入れた試験管に加えて混ぜた。このサンプルを反応 0 分として、15、30 分後に酵素反応液から 0.1 mL をサンプリングし CBB 液に加えた。CBB 液の吸光度（595 nm）を測定した。20 秒間隔で 3 連の実験を行い、下記式からプロテアーゼ活性（units/mL）を算出した。

プロテアーゼ活性（units/mL）＝

$$\frac{(0 \text{ 分の吸光度平均値} - 15 \text{ 分の吸光度平均値}) / 15 \text{ min} \times 10 \text{ min} / 0.1 \text{ mL}}$$

#### 2-5. 統計解析

破断応力の測定結果は、一元配置分散分析で有意差検定を行い、有意差が確認された後、多重比較検定（Tukey）を行い、有意水準 5 % 未満をもって有意差ありと判定した。

### 3. 結果

#### 3-1. 鶏もも肉照り焼きにおける肉用調味料 A の効果について

弁当商材用の鶏もも肉照り焼きレシピをもとに、肉用調味料 A 処理による効果について検討した。処理条件は、①肉用調味料 A を加えず漬込み液に 4℃ で 4 時間浸漬、②肉用調味料 A をまぶした後、漬込み液を加え 4℃ で 4 時間浸漬、③肉用調味料 A をまぶした後、漬込み液を加え 50℃ で 1 時間浸漬、④肉用調味料 A をまぶした後、50℃ で 4 時間浸漬とした。浸漬終了が同じ時間となるようにし、ホットプレートで焼成後、20℃ で 24 時間保存後の破断応力を測定した（図 2）。

破断応力の比較では、④が最もやわらかかった。次に、③、②の順となり、酵素処理ありの鶏肉は酵素処理なしの鶏肉よりもやわらかくなったことがわかった。

また、生肉に対する調理 24 時間後の歩留り（重量変化）の結果は、②の歩留りが最も高く、④の歩留りが最も低くなった（表 2）。円卓法を用いた官能検査では、④より②のほうがジューシーで、味が良好であった。歩留りが高い方が保水性に富み、肉汁が噛んだ時に出てくることからやわらかく感じると考えられた。③④は硬さ測定の結果では①②よりもやわらかかったが、歩留まりが低くなった。これは、酵素反応の進行を期待し 50℃ で保温したことが、逆に肉から脱水を進行させたと考えられた。

#### 3-2. 豚ロース肉ソテーにおける肉用調味料 A の効果について

豚ロース肉ではとんかつを想定しソテー調理とした。漬込み液は用いず、肉用調味料 A をまぶすのみとした。肉用調味料 A は、加工デンプンを主剤とし食塩、酵母エキス、ホワイトペッパーなどを含むことから、コントロールは塩コショウのみとした。処理条件は、①肉用調味料 A を加えず塩コショウのみをふりかけ 4℃ で 5 分放置、②肉用調味料 A をまぶした後、4℃ で 5 分放置、③肉用調味料 A をまぶした後、チャック袋に入れ 4℃ で 1 時間放置、④肉用調味料 A をまぶした後、チャック袋に入れ湯浴 50℃ に 1 時間放置とした。処理終了が同じ時間となるようにし、ホットプレートで焼成後、20℃ で 24 時間保存後の破断応力を測定した（図 3）。

破断応力の比較では、①が最も硬く、②③④では①よりもやわらかいが処理温度や時間では大きな差がなかった。一般的にプロテアーゼの至適温度は 10℃ ～

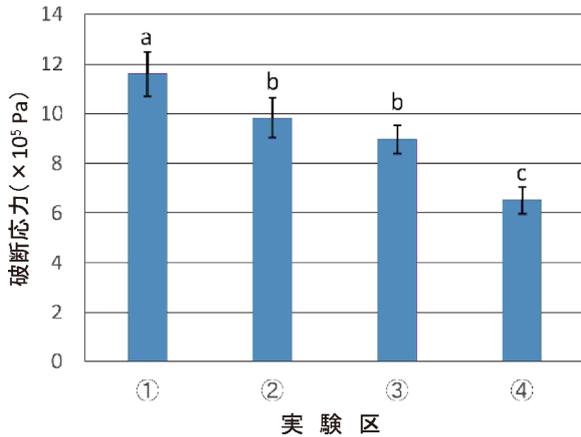


図2 各処理条件における鶏もも肉の破断応力 ( $n=4$ )  
 平均値±標準誤差  
 ① (-), 4°C, 4 hr, ② (+), 4°C, 4 hr  
 ③ (+), 50°C, 1 hr, ④ (+), 50°C, 4 hr  
 a, b, c: 異なる文字間で有意差があることを示す ( $p<0.05$ )

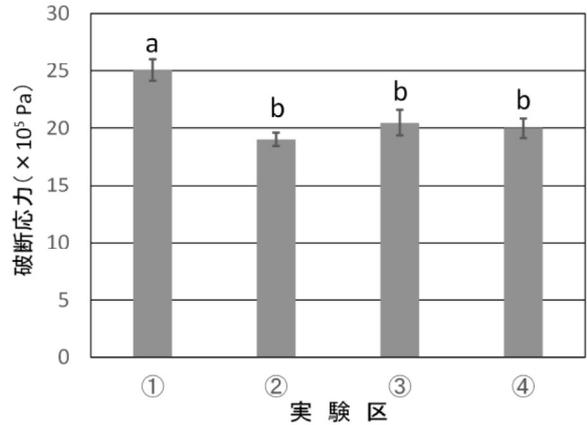


図3 各条件処理における豚ロース肉の破断応力 ( $n=4$ )  
 平均値±標準誤差  
 ① (-), 4°C, ② (+), 4°C, 5 min  
 ③ (+), 4°C, 1 hr, ④ (+), 50°C, 1 hr  
 a, b: 異なる文字間で有意差があることを示す ( $p<0.05$ )

表2 各処理条件における鶏もも肉の歩留り ( $n=4$ )

実験区	①	②	③	④
歩留り (%)	79.5±1.1	82.3±3.8	76.7±4.3	74.8±2.3

実験区の記号は図2と同じ。平均値 (%) ±標準誤差

50°Cであり、50°Cで処理することでプロテアーゼの分解が進行し破断応力が最も小さくなると予想していたが、顕著な差は得られなかった。これは、③や④では処理時間を長く取ったことで食肉中の水分の脱水が進み、肉が硬くなったと考えられた。表3の歩留りの結果においても、②の歩留りが最も大きく、放置時間の長い④で最も小さい。②の断面や表面を観察したところ、肉用調味料Aに含まれるデンプンが皮膜のようになり、焼成後の肉汁の閉じ込めに役立っている様子が観察された（データ示さず）。これらのことから肉用調味料Aで処理した食肉がやわらかくなる原因には、プロテアーゼの寄与は小さく、加工デンプンによる離水抑制効果の寄与が大きいと考えられた。

### 3-3. 肉用調味料Aおよび実験材料に含まれていたプロテアーゼ活性

鶏もも肉照り焼きの漬込み液には、肉用調味料A以外におろし生姜（チューブ入り）や液体塩麴が含まれていた。そこで、各材料に含まれるプロテアーゼ活性について、カゼインを基質とする方法で定量を試みた。

おろし生姜と液体塩麴のプロテアーゼ活性は、おろし生姜1g当たり0.30 units、液体塩麴1g当たり1.61 unitsであった。また、肉用調味料Aは1g当

表3 各処理条件における豚ロース肉の歩留り ( $n=4$ )

実験区	①	②	③	④
歩留り (%)	73.5±3.0	82.1±3.4	81.8±6.7	77.6±2.4

実験区の記号は図3と同じ。平均値 (%) ±標準誤差

たり14 unitsと測定できた。商品紹介では「パイナップルに含まれるお肉やわか成分と同じ働きの酵素によってお肉の繊維がほぐされる」とあったため、当研究室における以前の研究論文<sup>7)</sup>を参照して、各酵素の力価と比較した。実験用試薬として購入したプロメライン（パイナップル由来プロテアーゼ）は、1mgあたり13.4~16.5 unitsであったことから、肉用調味料A 1gにはプロメラインが約1mg（重量比で0.1%）含まれていると見積もられた。

また、鶏もも肉照り焼きの漬込み液に含まれるおろし生姜と液体塩麴のプロテアーゼ活性は、鶏もも肉1枚当たりの漬込み液にそれぞれ0.14 unitsと2.0 unitsと見積もられ、使用した肉用調味料Aに含まれるプロテアーゼ活性（189.4 units, 6.25g）に比べかなり小さい。従って、おろし生姜と液体塩麴が肉軟化に与える影響はほとんどないと考えられた。

## 4. 考察

肉用調味料Aは粉末であったため、生肉の表面にふりかけて酵素反応を行った。一般的に酵素反応は、プロテアーゼ液に食肉を浸漬する方法で行われ、大量のプロテアーゼ液を必要とする。ポリエチレン袋に真空包装することで酵素液を効率的に食肉内部に浸透させる工夫が行われる。酵素均質浸透法や凍結含浸法で

も食肉を減圧条件下におき酵素液に浸した状態で常圧に戻すことで食肉内部への酵素液の浸透を促進している。パパインについてその浸透性と食肉組織変化について免疫組織化学的に検討が行われた報告では、パパインの浸透は2時間で食肉表面から0.3 mm程度しか進まず、4時間浸漬してもその進行はわずかであり、表層の食肉タンパク質の過度な加水分解による組織崩壊が観察されている<sup>8)</sup>。プロテアーゼによる食肉軟化を促進するには、食肉内部にまでプロテアーゼを浸透させるために工夫が必須であると考えられる。筋切り工程と真空包装の組合せにより、プロテアーゼの浸透を高められると考えられる。

また、目標とする硬さについても検討が必要である。日本介護食品協議会によるユニバーサルデザインフード区分表によると、物性規格として、区分「容易にかめる」 $5 \times 10^5$  Pa、区分「歯ぐきでつぶせる」 $5 \times 10^4$  Pa、区分「舌でつぶせる」 $2 \times 10^4$  Paをそれぞれのかたさ上限値としている<sup>9)</sup>。今回の実験結果では、鶏もも肉照り焼きの最もやわらかかった実験区④でも「容易にかめる」の基準を達成できておらず、「歯ぐきでつぶせる」のレベルを目指すには、かなり強い酵素反応が必要であることがわかった。

一方、「歯ぐきでつぶせる」の基準を満たすような食肉は、調理の方法も検討する必要があると考えられる。今回の実験では、生の食肉に酵素を作用させた後焼成したが、やわらかくなり過ぎることで調理が困難になることも考えられる。つまり、焼成を先に行い、酵素反応を真空包装内で行わせ、喫食直前に再加熱して提供するような手順が考えられる。しかし、工程が複雑になるなど、コストの増大が予想されるため、事業所内での実施には検討が必要である。

今後は、焼成後の酵素反応条件を工夫することより、どの程度まで食肉軟化を進めることができるか検討する予定である。

## 謝辞

本研究は、大阪樟蔭女子大学健康栄養学部健康栄養学科食品化学研究室の2018年度卒業研究として実施された。実験を実施した大西まりさん、黒井梨帆さん、高村くるみさん、寺坂萌さんのご協力に感謝いたします。

## 文献

- 1) Harold McGee, 香西みどり (監訳) (2008), 「マギー キッチンサイエンス」 第3章 肉類-生肉の調理, 共立出版, 東京, p 144-162
- 2) 石下真人, 鮫島邦彦 (1995), 酵素処理による食肉の軟化, 食肉の科学, 36(1), 5-10
- 3) フードケアホームページ,  
<https://www.food-care.co.jp/products/jelly/suberakaze.html>, (2019年9月4日アクセス確認)
- 4) 藤島一郎, 長尾奈緒, 大塚純子, 他 (2014), 酵素均質浸透法で作成した食品 (あいーと<sup>®</sup>) の官能評価による嚥下調整食としての利用の検討, 嚥下医学, 3, 110-117
- 5) 藤島一郎, 重松孝, 金沢英哲, 他 (2018), 凍結含浸法による形状保持軟化調理食品の嚥下移行食としての適応性, 日摂食嚥下リハ会誌, 22(2), 97-107
- 6) 草間さきく, 小野裕剛 (2009), 慶應義塾大学日吉紀要. 自然科学, 46, 57-70
- 7) 采女桃子, 藤原明莉, 水田絢子, 山本沙弥香 (2016), 食肉の軟化に適した酵素の比較・検討, 2015年度大阪樟蔭女子大学 食品化学研究室卒業論文
- 8) 西山一朗, 大田忠親 (2003), 食肉内へのパパインの浸透性に関する免疫組織化学的検討, 駒沢女子短期大学研究紀要, 36, 19-25
- 9) 日本介護食品協議会, ユニバーサルデザインフード区分表,  
<https://www.udf.jp/outline/udf.html>, (2019年9月5日アクセス確認)

## **Effectiveness of a Commercially Available Meat Tenderizer for Teriyaki Chicken and Sautéed Pork**

Faculty of Health and Nutrition, Department of Health and Nutrition

Yasuyuki KAWABATA

Aya NOHARA

Shyuichiro INAGAKI

### **Abstract**

The present study investigated the effectiveness of a commercially available meat tenderizer using samples of cooked teriyaki chicken and sautéed pork. The tested tenderizer has been developed for general consumers and contains proteolytic enzyme.

The meat tenderizer was applied to samples of chicken thigh and pork loin at a ratio of 2.5 g per 100 g of meat, and the samples were cooked under several conditions. The rupture stress of the meat after 24 hours at 20°C was measured using a rheometer.

The results demonstrated that for the teriyaki chicken, the meat pickled in the tenderizer at 50°C for 4 hr was the softest. For the sautéed pork, the meat pickled in the tenderizer at 4°C for 5 min was the softest. The protease activity of the meat tenderizer was measured using milk casein as a substrate and was found to be 14 units/g, which is equivalent to 1 mg/g bromelain.

These results indicate that this commercially available meat tenderizer contained only approximately 0.1% (W/W) of protease, and therefore had only a small softening effect on meat.

**Keywords:** meat tenderizer, protease, softening meat