

三大食物アレルギーを除去したハンバーグの品質特性

松 森 慎 悟*

Quality Characteristics of Hamburgers Devoid of Three Major Food Allergens

Shingo MATSUMORI*

Abstract

We examined different ingredients for making hamburgers devoid of three major food allergens but of equal quality to regular hamburgers. Aside from replacing the chicken eggs and milk with mountain potato flour and soymilk, respectively, 3 alternatives for bread crumbs (viz., rice crackers (arare), corn flakes, and *tremella fuciformis*) were used to produce 3 kinds of allergy-friendly hamburgers. The quality parameters measured were shape measurement, moisture content, surface color measurement, and hardness measurement, and a sensory evaluation.

All the samples produced exhibited significant differences among one another in terms of their weight and percentage weight loss measurements, with corn flakes providing the best prevention of moisture (meat juice) and fat efflux among the allergen removal hamburger. The hamburger containing *tremella fuciformis* had the highest water content, and its grilled color was slightly lighter than that of the other hamburgers. With regard to the hardness measurements, the *tremella fuciformis*-containing hamburger had the lowest hardness both externally and internally, and it was also rated the softest in the sensory evaluation. Moreover, in the sensory evaluation, because there were variations in the individual responses by the panelists, the differences were not significant except for the “preferred texture ranking”.

These results indicated that although there were differences in shape and hardness between the control and allergen removal hamburgers, there was no significant difference in the “overall preference ranking” in the sensory evaluation, suggesting that hamburgers produced using regular or alternative ingredients are of similar quality.

Key words : ハンバーグ (hamburgers)、食物アレルギー (food allergens)、色調測定 (color measurement)、破断測定 (hardness measurement)、官能評価 (sensory evaluation)

*人間健康学部 健康栄養学科

1. 諸言

食物アレルギーの罹患者は、近年も増加傾向にあり、年齢別にみると0歳が34.1%で最も多く、以降加齢とともに漸減と言われている^{1)~4)}。また、5歳以下で80.3%、10歳以下で90.1%を占めるため¹⁾、乳幼児期に多いことがわかる。主な原因食物としては、鶏卵、牛乳、小麦があげられ、全体の約72.5%を占めており¹⁾、三大食物アレルギーと呼ばれている。これらに加えてえび、かに、そば、落花生を含めた7品目が特定原材料に指定され、容器包装された加工食品では表示が義務づけられており、保育所給食や学校給食等各施設において対策が講じられている。

食物アレルギーの対応としては、アレルギーとなる食物を除去することやその代替となる食品を使用して作製することなどがあげられる。三大食物アレルギーを使用する一般的な家庭料理としては、鶏の唐揚げ、餃子、クリームシチュー、ハンバーグなどがあげられ、それらの代替食品として、豆腐等の大豆製品、小麦を除く穀類や澱粉類、芋類等が使用されている。なかでもハンバーグは、三大食物アレルギーを全て使用することが多く、一般的にもよく食される料理であるが、三大食物アレルギーを除去したハンバーグ(以下アレルギー除去ハンバーグ)に関する報告^{5) 6)}も少ないことから、アレルギー除去ハンバーグを作製する際の代替食品の検討を試みた。

ハンバーグにおける各三大食物アレルギーの役割は複合的であるが、鶏卵は主につなぎの役割として、牛乳は主に肉臭の除去やパン粉を湿らすために添加し、パン粉は主に肉汁の吸収やハンバーグを軟らかくするために添加する^{7) 8)}。そこで本研究では、三大食物アレルギーを使用した一般的なハンバーグ(以下コントロールハンバーグ)と品質に差異のないアレルギー除去

ハンバーグを作製することを目的として、3種類のハンバーグを作製し比較検討した。鶏卵の代替食品として山芋粉、牛乳の代替食品として豆乳を使用し、肉汁を吸収する役割があるパン粉については、ハンバーグにおける副材料の役割として必要性が高いことから、3種類検討した。すなわち、あられ(もち米)を加えたもの(以下あられハンバーグ)、コーンフレークを加えたもの(以下コーンフレークハンバーグ)、白キクラゲを加えたもの(以下白キクラゲハンバーグ)を作製し、各ハンバーグにおける形状測定、水分測定、表面色の色調測定、破断測定、官能評価を行ったので、それらの品質特性について比較検討した結果を報告する。

2. 実験方法

(1) 試料

1) 標準試料

材料は、合い挽き肉(牛:豚=7:3、オーストラリア産)、玉ねぎ(北海道産)、有塩バター(雪印メグミルク株式会社)、パン粉(ソフトパン粉、イオン株式会社)、牛乳(株式会社明治)、鶏卵(アイ・ティー・エスファーム(株)関東事業所)、食塩(公益財団法人塩事業センター)、こしょう(エスビー食品株式会社)を使用した。

2) 三大食物アレルギー除去試料

材料は、三大食物アレルギーとなる食品以外についてはコントロールと同様に使用し、代替食品として、玉ねぎを炒める際に使用する有塩バターについてはサラダ油(日清オイリオグループ株式会社)を使用した。パン粉の代替食品として、あられ(もち米、株式会社富澤商店)、コーンフレーク(日本ケロッグ合同会社)、白キクラゲ(乾物、株式会社富澤商店)を使用した。なお、あられ及びコーンフレークはそのまま使用し、白キクラゲは5mm幅に刻んで使用した。

牛乳の代替食品としては、豆乳（キッコーマン飲料株式会社）、つなぎとして使用される鶏卵の代替食品としては、粘りが生じやすく、生の山芋をすりおろすよりも、水と混合するだけで簡便に作製できる山芋粉（株式会社富澤商店）を使用した。

(2) 調整製法

1) 材料の配合

各ハンバーグの材料の配合表を表1に示した。材料の配合割合や調理工程については、専門書等^{8) 9)}を参考にして予備実験を行い、出来上がりの性状や作製のしやすさ等から決定した。

2) 試料の調整

玉ねぎは、みじん切りにしIHヒーター（National KZ-321MS）を使用して、フライパンにバターもしくはサラダ油を入れて、火力5（700W）で3分炒め、室温で30分冷却してから

使用した。鶏卵は、割卵混合して使用し、鶏卵の代替として使用する山芋粉は、3倍量の水を加えてよく混合してから使用した。

調整した各材料をフードプロセッサー（Panasonic MK-K80P）に投入し、低速で5秒間攪拌した。攪拌後のハンバーグ生地を1個70gに分割し、内径70mmのセルクル型を用いて、厚さが20mmになるよう成形した。

焼成は、IHヒーターを使用して、ハンバーグ生地をフライパンに入れ、最初に火力8（2000W）で20秒焼成した後、火力4（500W）で3分焼成した。裏返して、再び火力8（2000W）で20秒焼成し、火力4（500W）にして水50gを加えて蓋をし、3分間蒸し焼きにした。この焼成条件は、予備実験により、食品衛生上安全とされている中心温度75℃以上になるよう検討した上で決定した。

表1. 各ハンバーグの材料配合表

	コントロール	あられ	コーンフレーク	白キクラゲ	備考
ひき肉	130	150	150	150	
玉ねぎ	39	45	45	45	ひき肉の30%
バター	3.1	—	—	—	玉ねぎの8%
サラダ油	—	3.6	3.6	3.6	
パン粉	19.5	—	—	—	ひき肉の15%
あられ	—	15.0	—	—	ひき肉の10%
コーンフレーク	—	—	10.1	—	ひき肉の6.7%
白キクラゲ	—	—	—	15.0	ひき肉の10%
牛乳	19.5	—	—	—	ひき肉の15%
豆乳	—	7.5	7.5	7.5	ひき肉の5%
鶏卵	21	—	—	—	ひき肉等の10%
山芋粉	—	5.0	5.0	5.0	ひき肉の3.3%
水	—	15.0	15.0	15.0	山芋粉の3倍量
食塩	2.1	2.1	2.1	2.1	ひき肉等の1%
こしょう	0.05	0.05	0.05	0.05	

(3) 実験方法

1) 形状測定

重量は、デジタルスケール（型式 KS-245 DRETEC）を用いて測定した。重量減少量は、焼成前重量と焼成5分後重量の差とし、さらに重量減少率を求めた。実験には、焼成後1時間経過したものをを用いた。

外径及び厚さは、デジタルノギス150mm（シンワ測定・株）を用いて、各試料共に9個を3点計測し、その平均値及び標準偏差を算出した。

2) 水分測定

水分測定は、加熱乾燥式水分計（A & D・株 MF-50）を用いて、測定条件を加熱乾燥式水分計の測定方法に従い測定した。測定温度を110度、試料重量を5gとし、1分間前との水分変化率が0.20%以下になるまで加熱し、その時の値を水分量とした。試料の形状は、みじん切りにしたハンバーグ5gを重ならないよう試料皿に載せ、その上に試料表面の炭化を防ぐためのガラス繊維シートを載せて測定した。各試料共に3個を3点計測し、その平均値及び標準偏差を算出した。

3) 表面の色調測定

色調測定は、色差計（日本電色工業・株 SE6000）を用いて、L*値「明度」、a*値「彩度」、b*値「色相」を1つの試料につき3か所の表面を任意に測定した。各試料共に9個を測定し、その平均値及び標準偏差を算出した。

4) 破断測定

破断測定は、クリープメータ（株・山電製 RE 2-3305B）を使用して測定した。測定試料は、ハンバーグの中央部分から20mm×30mmにカットしたものをを用いて、表層上部から圧縮したときの応力を測定した。測定条件は、歪み率90%、プランジャは横幅20mm 先端幅1mmの平面くさび形、ロードセルは20N、測定速度は1mm/secとし、応力-歪曲線を得た。応力

-歪曲線で、最初に応力が減少した点をハンバーグの外部の硬さとした。また、応力-歪曲線の変化が比較的小さい範囲の歪率であった60%時の応力をハンバーグの内部の硬さとした。

5) 官能評価

官能評価は、順位法¹⁰⁾（ISO 8587:2006, Sensory analysis Methodology—Ranking）を用い、個室法で行った。提供するハンバーグは、コントロールを含めた4試料とした。評価項目は、分析型試験として「食感が硬い順位」、「肉臭さが強い順位」、「ジューシー（肉汁）感が強い順位」、嗜好型試験として「食感が好ましい順位」、「香りが好ましい順位」、「総合的に好ましい順位」の計6項目とした。パネルは、本学部の学生58名（性別：女、年齢構成：18～20歳）とした。なお、本調査は、駒沢女子大学・駒沢女子大学短期大学研究倫理委員会（承認番号：2018-024）の承認を得て行った。

6) 統計解析方法

解析は、エクセル統計（（株）社会情報サービス製）により行った。試料間の差を確認するために、各試料の平均値について Tukey-Kramer 法による多重比較検定にて試料間の差の推定を行った。また、官能評価の検定は、エクセル統計の手法に従い、フリードマン検定及びシェッフェの多重比較を用いて比較検討を行った。

3. 実験結果及び考察

(1) 形状測定

形状測定の結果を表2に示した。焼成後の重量は、コントロールハンバーグが63.60g、あられハンバーグが59.72g、コーンフレークハンバーグが62.43g、白キクラゲハンバーグが60.90gであり、全ての試料間において有意差が認められ、コントロールハンバーグが最も高値を示した。また、焼成前後の重量減少に関して

表2. 各ハンバーグの形状特性値

	焼成後の 重量 (g)	重量 減少量 (g)	重量 減少率 (%)	外径 (mm)	厚さ (mm)
コントロール	63.60±0.99 ^a	6.54±0.97 ^d	9.33±1.38 ^d	60.06±0.82 ^a	25.03±0.69 ^a
あられ	59.72±0.62 ^d	10.56±0.68 ^a	15.03±0.95 ^a	59.71±0.70 ^a	23.15±1.09 ^b
コーンフレーク	62.43±0.71 ^b	7.73±0.73 ^c	11.02±1.04 ^c	60.26±1.99 ^a	23.36±1.08 ^b
白キクラゲ	60.90±0.73 ^c	9.23±0.76 ^b	13.16±1.08 ^b	61.76±2.43 ^a	21.18±1.05 ^c

mean±S.D. (n=9)、a,b,c,d: 異符号間がP<0.05で有意

も全ての試料間において有意差が認められ、コントロールハンバーグが最も低値を示した。一般的にハンバーグは焼成すると、挽き肉中のタンパク質が熱変性し、肉の収縮がおきて保持していた水分(肉汁)や脂肪が流出するため、ハンバーグの重量は水分蒸発も伴って減少する⁶⁾。その流出を防ぐ目的でパン粉を副材料として加えている。本実験においても、全ての試料において重量減少がみられたが、アレルゲン除去ハンバーグの中では、コーンフレークが最も水分(肉汁)や脂肪の流出を防ぐことが示された。

外径は、全ての試料間において有意な差がなく60mm前後であり、成形時の70mmと比較して、いずれも加熱により収縮していることが示された。厚さは、コントロールハンバーグが25.03mm、あられハンバーグが23.15mm、コーンフレークハンバーグが23.36mm、白キクラゲハンバーグが21.18mmであり、あられハンバーグとコーンフレークハンバーグ間においてのみ有意差が認められず、コントロールハンバーグが最も高値を示した。厚さはハンバーグ生地 の体積膨張や発生する気体に押し上げられて大きくなると考えられており、厚さが大きいほど外径が小さくなる傾向があると報告されている¹¹⁾が、本実験では認められなかった。また、三田らの報告¹²⁾では、パン粉が肉汁や脂肪を吸収して膨張することで厚さが増大するとしており、柴田らの報告⁶⁾では、パン粉の代替として使

用したおからや豆腐は、厚みを増大させる効果は低いと報告している。本実験においても、あられ等の副材料では、パン粉ほどの増量効果が認められず、厚みを増大させる効果は低いことが示唆された。

(2) 水分含量

水分測定の結果を表3に示した。コントロールハンバーグが58.05%、あられハンバーグが57.33%、コーンフレークハンバーグが60.14%、白キクラゲハンバーグが63.83%であり、コントロールハンバーグとあられハンバーグ間においてのみ有意差が認められず、白キクラゲハンバーグが最も高値を示した。このことから、コーンフレークハンバーグ及び白キクラゲハンバーグは、重量減少率がコントロールハンバーグに比べて高値を示しているため、重量減少の要因が水分(肉汁)より脂肪分が多く流出していると考えられた。また、あられハンバーグは、重量減少率が最も高く、水分含量が低いことから、水分(肉汁)及び脂肪共に流出していると考えられた。しかし、今回の実験では、焼成前後で減少した成分については明確にしていなかったため、今後詳細に分析する必要がある。さらに、白キクラゲは、食物繊維を豊富に含んでおり、日本食品成分表(2021)八訂¹³⁾では、各食物繊維総量はパン粉(半生)が4.0g、あられが0.8g(推定値)、コーンフレークが2.4g、白キクラゲ(乾)

表3. 各ハンバーグの水分含量及び色調測定値

	水分含量 (%)	L*	a*	b*
コントロール	58.05±1.03 ^c	34.61±6.10 ^{ab}	9.06±1.82 ^{ab}	15.21±4.37 ^a
あられ	57.33±1.30 ^c	34.37±1.82 ^b	8.43±1.20 ^{ab}	15.41±1.25 ^a
コーンフレーク	60.14±1.49 ^b	31.31±7.01 ^b	11.39±5.92 ^a	16.01±3.61 ^a
白キクラゲ [*]	63.83±0.91 ^a	41.03±3.44 ^a	7.09±1.75 ^b	16.67±0.57 ^a

mean±S.D. (n=3~9)、L*:明度, a*:彩度, b*:色相、a,b,c:異符号間がP<0.05で有意

が68.7gで白キクラゲが顕著に多く含んでいる。一般的に食物繊維は、便通や腸内環境の改善に効果があるとされており¹⁴⁾、それらは食物繊維の保水性や粘性、吸着性に基づく作用と考えられている¹⁵⁾。また、食品中における食物繊維の保水性に関する報告¹⁶⁾もされており、このことから、白キクラゲには保水性の高い食物繊維が多く含まれているため、水分含量が高値を示す要因であると考えられた。

(3) 表面の色調測定

表面色の色調測定の結果を表3に併記した。明度を示すL*値は、白キクラゲハンバーグとあられハンバーグ及びコーンフレークハンバーグの間において有意差が認められた。赤みを示すa*値は、コーンフレークハンバーグと白キクラゲハンバーグの間においてのみ有意差があり、黄色みを示すb*値は、全ての試料間において有意差が認められなかった。このことから、

白キクラゲハンバーグの焼き色は、他のハンバーグに比べてやや薄いことが認められ、パン粉の代替として使用した白キクラゲ自体の色が反映していると考えられた。

(4) 破断測定

破断測定の結果を表4に示した。ハンバーグ外部の硬さは、白キクラゲハンバーグとその他のハンバーグとの間において有意差が認められ、歪率は、コントロールハンバーグと白キクラゲハンバーグ間においてのみ有意差が認められた。一方、歪率60%の応力をハンバーグ内部の硬さとして解析した結果においても、白キクラゲハンバーグとその他のハンバーグとの間において有意差が認められ、白キクラゲハンバーグは、その他のハンバーグと比較して破断特性値が低値を示していることから、全体的に軟らかいことが示された。一般的に食肉の硬さは、保水性が高いと軟らかくなると考えられており¹⁷⁾、ま

表4. 各ハンバーグの破断特性値

	外部		内部の 硬さ ×10 ⁵ (N/m ²)
	硬さ ×10 ⁵ (N/m ²)	歪率 (%)	
コントロール	2.61±0.54 ^a	43.56±6.55 ^a	2.33±0.52 ^a
あられ	2.18±0.45 ^a	39.81±7.66 ^{ab}	1.41±0.40 ^b
コーンフレーク	2.15±0.64 ^a	40.68±4.99 ^{ab}	1.30±0.57 ^b
白キクラゲ [*]	1.18±0.30 ^b	35.81±5.68 ^b	0.79±0.41 ^c

mean±S.D. (n≥3)、a,b,c:異符号間がP<0.05で有意

た、加熱後においても含有水分が高いと軟らかくなり、食べやすくなるとの報告¹⁸⁾もある。このことから、白キクラゲハンバーグは、水分含量が他のハンバーグに比べて最も高値を示しているため、硬さが最も低値を示したと考えられた。また、ハンバーグ内部の硬さにおいては、アレルギー除去ハンバーグと比較して、コントロールハンバーグが最も高値を示したが、これはつなぎとして添加している卵と山芋粉の違いによるものと考えられた。卵は、熱変性して凝固することで他の材料と接着する役目がある¹²⁾が、山芋粉は、つなぎとしての役目は果たしているが、卵程は硬く凝固しないため、ハンバーグを柔らかく仕上げる効果があると考えられた。

(5) 官能評価

フリードマン検定及び試料間の有意差検定を行い、分析型試験及び嗜好型試験の各評価項目について順位平均及び χ^2 値、p 値、ケンドールの一致係数 W を表5に示した。また、フリードマン検定で有意差が認められた項目について、試料間の有意差検定をシェッフェの多重比較で行い、併せて表5に示した。

分析型試験では、フリードマン検定の結果、全ての項目で有意差が認められたため、試料間の有意差検定を行ったところ、「食感が硬い順位」においては、白キクラゲハンバーグとその他のハンバーグとの間に有意な差が認められ、白キクラゲハンバーグが最も軟らかいと評価された。これは、破断特性値と一致する結果となり、官能評価においても軟らかいことが示された。「肉臭さが強い順位」では、コントロールハンバーグと白キクラゲハンバーグ間においてのみ有意差が認められ、「ジューシー（肉汁）感が強い順位」では、コントロールハンバーグとあられハンバーグ間、あられハンバーグと白キクラゲハンバーグ間において有意差が認められた。あられハンバーグは、重量減少率が高く水分含量が低いため、ジューシー感の評価が低値を示す結果となったと考えられる。また、コントロールハンバーグは、水分含量は低い重量減少率も低く、白キクラゲハンバーグは、水分含量が高かったことから、ジューシー感の評価が高値を示したと考えられる。ケンドールの一致係数については、全ての項目において低値となり、パネル間における一致度が低いことが

表5. 各ハンバーグの順位法による官能評価結果

	項目	コントロール	あられ	コンフレク	白キクラゲ*	χ^2 値	p値	W
分析型	硬さ (硬いものが1位)	2.31 ^b	2.05 ^b	2.40 ^b	3.24 ^a	27.74	0.000	0.16
	肉臭さ (肉臭いものが1位)	2.93 ^a	2.59 ^{ab}	2.38 ^{ab}	2.10 ^b	12.70	0.005	0.07
	ジューシーさ (肉汁感が強いものが1位)	2.10 ^b	3.00 ^a	2.74 ^{ab}	2.16 ^b	20.34	0.000	0.12
嗜好型	食感 (好ましいものが1位)	2.14 ^b	2.81 ^a	2.40 ^{ab}	2.66 ^{ab}	9.12	0.028	0.05
	香り (好ましいものが1位)	2.28 ^a	2.83 ^a	2.22 ^a	2.67 ^a	9.17	0.027	0.05
	総合評価 (好ましいものが1位)	2.28 ^a	2.84 ^a	2.21 ^a	2.67 ^a	9.91	0.019	0.06

表中の数値は順位平均 (n=58)、Wはケンドールの一致係数、a,b:異符号間がP<0.05で有意

分かった。

嗜好型試験におけるフリードマン検定の結果、全ての項目で有意差が認められたため、試料間の有意差検定を行ったが、「食感が好ましい順位」においてのみ有意差が認められた。ケンドールの一致係数が低いことから、嗜好型試験においては、個人の嗜好により評価しているため、値にばらつきが生じたと考えられる。このことから、ハンバーグの嗜好評価に関しては、試料間における大きな差はなく、パン粉の代替としてあられ等を使用しても、コントロールハンバーグと同程度の品質で作製できることが示された。

4. 要約

三大食物アレルギーを除去しても、通常のハンバーグの品質と差異のないアレルギー除去ハンバーグを作製することを目的として、3種類のハンバーグを作製し、形状測定、水分測定、表面色の色調測定、破断測定、官能評価を行い、以下の結果を得た。

- (1) 形状測定では、重量及び重量減少率について全ての試料間において有意差が認められ、アレルギー除去ハンバーグの中では、コーンフレークが最も水分（肉汁）や脂肪の流出を防ぐことが示された。また、外径については有意な差がなく、厚さはコントロールハンバーグが最も高値を示し、あられ等の副材料では、パン粉ほどの増量効果が認められず、厚みを増大させる効果は低いことが示唆された。
- (2) 水分含量は、白キクラゲハンバーグが最も高値を示したため、重量減少の要因は、水分よりも脂肪分の影響であると考えられた。
- (3) 表面色の色調測定では、白キクラゲハンバーグの焼き色が、他のハンバーグに比べてやや薄いことが認められた。

(4) 破断測定では、白キクラゲハンバーグがその他のハンバーグに比べて、外部及び内部の硬さにおいて共に最も低値を示し、その他のハンバーグと比較して全体的に軟らかいことが示された。

(5) 分析型試験では、「食感が硬い順位」において、白キクラゲハンバーグとその他のハンバーグとの間に有意な差が認められ、白キクラゲハンバーグが最も軟らかいと評価された。また、嗜好型試験では、「食感が好ましい順位」では有意差が認められたが、「香りが好ましい順位」及び「総合的に好ましい順位」においては、有意な差が認められなかった。

以上の結果から、アレルギー除去ハンバーグは、コントロールハンバーグと比較して、厚さは出ないが、軟らかく仕上がる事が認められ、代替食品を使用しても同程度の品質でハンバーグを作製できることが示唆された。

5. 謝辞

本研究の遂行に際し、官能評価にご協力頂きました本学学生の皆様に深謝申し上げます。

6. 利益相反

本稿における利益相反に相当する事項はない。

7. 参考文献

- 1) 海老澤元宏、伊藤浩明、藤澤隆夫（2018）食物アレルギー診療ガイドライン2016《2018年改訂版》、p.35-37、協和企画、東京
- 2) 飯倉洋治、今井孝成、阿部祥英、他（2002）即時型食物アレルギーの疫学、日本小児アレルギー学会誌、16、139-143
- 3) 吉江明広、澤田歩実、澤崎円香、田邊公一、朝見祐也（2021）食物アレルギー検出キットを用いた大量調理機器の洗浄終了確認の試み、日本栄養士会雑誌、64、451-457

- 4) 土屋史子、高橋里美、留目宏美、増井晃 (2021) 学校給食における食物アレルギー対応に関する問題認識、上越教育大学研究紀要、40、527-536
- 5) 伴みずほ、指宿舞 (2010) アレルギー児のための代替ハンバーグの検討、京都短期大学紀要、38、55-66
- 6) 柴田 (石渡) 奈緒美、向後明里、松波 由奈 (2019) 鶏卵、パン粉および牛乳を使用しないハンバーグの検討、日本調理科学会誌、52、405-412
- 7) 今井悦子、吉田真美、香西みどり (2014) 食材と調理の科学、p.57、アイ・ケイ コーポレーション、東京
- 8) 山崎清子、島田キミエ、渋川祥子、下村道子、市川朝子、杉山久仁子、米田千恵、大石恭子 (2021) NEW 調理と理論《第二版》、p.249、同文書院、東京
- 9) 大羽和子、川端晶子 (2017) 調理科学実験、p.150-151、学建書院、東京
- 10) 市原茂 (2008) 官能評価法：順位法について、日本家政学会誌、59、643-645
- 11) 奥山孝子、石村哲代、片寄眞木子、阪上愛子、中山玲子、樋上純子、福本タミ子、細見和子、安田直子、山本悦子、米田泰子、渡辺豊子 (2011) 過熱水蒸気オープンを用いた時のハンバーグステーキ焼成温度の違いがジューシーさやおいしさに及ぼす影響、日本調理科学会誌、44、400-406
- 12) 三田コト (1991) ハンバーグステーキ、調理科学、24、350-353
- 13) 香川明夫監修 (2021) 八訂食品成分表2021、p.12、20、126、234 女子栄養大学出版部、東京
- 14) 高橋陽子 (2011) 繊維質と食物繊維、日本食品科学工学会誌、58、186
- 15) 池田倫子、山中なつみ、小川宣子 (2020) 加熱方法の違いがさつまいもの食物繊維量と物理的性質に及ぼす影響、日本家政学会誌、71、719-726
- 16) 高峯和則、安部淳一、岩屋あまね、間世田春作、檜作進 (2000) 甘藷澱粉粕から食物繊維の新しい製造方法とその物理的特性、応用糖質科学、47、67-72
- 17) 吉岡慶子、国府田佳弘 (1973) 組織状大豆タンパク質とブタ肉の各種条件下におけるテクスチャーの比較、日本食品工業学会誌、20、95-99
- 18) 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 (2002) 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、日本家政学会誌、53、347-354