



令和元年度
国産チキンの優位性を示すための
訴求ポイントの科学的検証
報告書

令和2年3月
一般社団法人 日本食鳥協会

目 次

【背景】	1
1. 生及び加熱調理した鶏肉の栄養素の特徴	2
2. 鶏肉の食味性の特徴	4
(1) 鶏肉の味	4
(2) 鶏肉の香り	4
(3) 鶏肉の食感	6
(4) 鶏肉の脂肪酸化と食味性	6
3. 鶏肉の機能性の特徴	6
4. 鶏肉の肉質制御に関わる要因	8
5. 鶏肉のおいしさと調理	8
6. 令和元年度の本プロジェクトの目的	9
【課題1】 国産チキンの優位性を示すための訴求ポイントの確立	
第1章 鶏ムネ肉の厚さの違いによる温度上昇速度と重量減少率	11
【実験方法】	11
【結果と考察】	11
1. 鶏ムネ肉の温度上昇変化	11
2. 鶏ムネ肉を真空低温調理した時の重量減少率	12
3. 真空低温調理が栄養成分や機能性成分量に及ぼす影響	13
【実験方法】	13
1. 試料	13
2. 試料の調整と真空低温調理の条件	13
3. アミノ酸分析試料の調製	13
4. アミノ酸自動分析計	13
5. 脂肪酸組成の測定	14
【結果と考察】	14
1. 遊離アミノ酸量への影響	14
2. グルタミン酸量への影響	15
3. 脂肪酸組成への影響	16
4. イミダゾールジペプチド量への影響	17
第2章 真空低温調理した鶏ムネ肉の食味性	21
1. 真空低温調理した鶏ムネ肉の香りの官能評価	21
【実験方法】	21
【結果と考察】	21
2. 真空加熱調理が食感に及ぼす影響	25
【実験方法】	25
【結果と考察】	25

第3章 真空低温調理した鶏ムネ肉の香気成分の分析	27
【実験方法】	27
【結果と考察】	28
第4章 国産鶏ムネ肉とブラジル産鶏ムネ肉の真空調理による食味性と香気成分の違い	30
【実験方法】	30
【結果と考察】	31
1. 国産鶏ムネ肉とブラジル産鶏ムネ肉の食味性の比較	31
2. 国産鶏ムネ肉とブラジル産鶏ムネ肉の香気成分の比較	31
【まとめ】	33
【課題2】 低需要部位を用いた加工品の訴求ポイント	34
1. 「青森シャモロック冷燻」と製品中イミダゾールジペプチドの定量 ((株)グローバルフィールドからご提供された。)	34
【実験方法】	34
【結果】	35
1. 青森県産鶏肉(シャモロック)とその加工品の食味性	35
2. シャモロックのムネ肉とササミのイミダゾールジペプチド含有量	35
3. シャモロックの生肉とその加工品のイミダゾールジペプチド含有量	36
2. 「ほろほろむね肉の角煮」等のレトルト加工品製造における香気成分の変化 (長崎県養鶏農業協同組合からご提供された。)	37
【実験方法】	37
【結果と考察】	38
1. 国産鶏ムネ肉生とその加工品の食味性	38
2. 国産鶏ムネ肉のレトルト処理前後での香気成分の分析	38
3. 「本格地鶏中華まん」の香気成分の特徴 ((株)ヤマモトからご提供された。)	41
【実験方法】	41
【結果と考察】	41
1. 黒どり中華まんと市販中華まんの具材の食味性の比較	41
2. 黒どり中華まんの具材と原料肉の香気成分の分析	41
3. 黒どり中華まんと市販中華まんの具材の香気成分の比較	42
【まとめ】	45
【参考文献】	45

2019年度 国産チキンの訴求ポイントの科学的検証等検討会報告書 －異なる条件で調理した時の鶏ムネ肉の肉質の解析－

西村敏英（女子栄養大学 栄養学部）

【背景】

日本では、平均寿命の延伸に伴う超高齢社会の到来により、タンパク質摂取不足から生じるサルコペニアで要介護となるロコモティブシンドロームの患者が増えており、その対策が急務となっている。サルコペニアの予防には、日頃の運動に加えて、食生活での良質タンパク質摂取の重要性が指摘されている。

食肉は、良質タンパク質が豊富な食材であり、タンパク質の供給源として極めて優れた食品であることから、近年、その消費量が増えている。中でも、鶏肉は、牛肉や豚肉と比べて、脂肪含量が低く、よりヘルシーな食材として注目されている。また、鶏肉には抗酸化作用を有するアンセリンやカルノシンといったイミダゾールジペプチドが多く含まれていることから、発がんや老化の予防に役立つ可能性も期待されている。鶏肉は、うま味成分であるグルタミン酸やイノシン酸が多く含まれており、精肉としてだけでなく、スープやだしを取るための素材としても多く利用されている。農畜産業振興機構のホームページの統計資料によると、2018年度の鶏肉推定出回り量は、217万トンで、前年度の214万トンを1.5%上回り、2005年度から13年間連続で順調に伸びている。国産鶏肉も、2018年度は160万トンで、前年度の158万トンと比べて1.3%上回り、2011年度から8年間連続で伸びている。一方、2018年度の海外からの鶏肉輸入量は57万トンで、過去最高を示している。このように、ブラジル、タイ、中国から、安価な鶏肉が入っており、少なからず養鶏産業も影響を受けている。特に、日本の経済成長が必ずしも良いとは言えず、日本人の購買意欲に影響を与えている。一般消費者は、鶏肉を購入する場合に、できるだけ安価なものを選ぶことも明らかとなっており、国産チキン消費が今後拡大するか否かは、楽観視できない状況でもある。この問題を解決するためには、鶏肉の多くの特長に関して、国産チキンが外国産鶏肉よりも優れていることを示し、国産チキンの国内消費を増やすと同時に、海外への輸出を増やすことも得策であると考えられている。

農林水産省は、「農林水産業の輸出力強化戦略」を打ち立て、2020年の輸出額1兆円目標の前倒し達成をホームページで公表している。それによると、国産チキンは、海外において「日本ブランド」を評価する者からは一定の需要があり、2018年には19.8億円、2019年（速報値）には19.4億円の輸出実績が得られている。食鳥協会も海外への輸出を後押ししており、今後海外への鶏肉輸出は重要な課題である。

しかし、国産チキンの品質が、外国産鶏肉のものと、どのような違いがあるかに関しては、必ずしも十分な科学的根拠は出されていない。従って、科学的な解析に基づき国産チキンの品質を外国産鶏肉と差別化することは、国内での鶏肉消費の増大並びに

海外への輸出増加に繋がることが期待される。本事業は、国産チキンの優位性を示すための訴求ポイントを明確にするために実施されているものである。平成26年度からスタートした本事業において、国産チキンが官能的に優れていることが見いだされ、その要因として鮮度並びに香りによることが推定された。また、平成27、28、29年度の本事業では、国産チキンの特長である「鮮度」と「香り」に関して、詳細な解析を実施した結果、飼料の違いが肉質に影響を及ぼしていることや凍結期間中の肉質の変化に違いが認められ、国産チキンの品質が外国産鶏肉より優れていることが示唆された。さらに、平成30年度では、調理方法での違いが鶏肉の香りに及ぼす影響を調べ、鶏ムネ肉の鶏らしい香りは、焼くより茹でた場合に強いことが、またモモ肉の鶏らしい香りは焼いた場合により強くなることがわかった。また、国産チキンとタイ産鶏肉を加熱した時の香りの違いに、Hexanal や Decanoic acid, ethyl ester が関連していることを示した。

今年度は、一般消費者に国産チキンの優位性をわかりやすく説明できる調理方法を示すことを目的とし、近年、注目されている低温調理方法に着目し、厚さの異なる鶏肉の調理条件を検討し、最適なものを見出すこととした。また、外国産鶏肉として、ブラジル産鶏肉を用いて、その肉質における違いを検討した。

以下に、鶏肉の栄養素、食味性や機能性の特長、並びにそれぞれの加熱による変動要因を概説し、本報告書の考察に資することとする。

1. 生及び加熱調理した鶏肉の栄養素の特徴

私たちの健康維持には、毎日のタンパク質摂取は不可欠であり、成人男性および女性が1日に摂取すべきタンパク質は、それぞれ60グラムおよび50グラムであると厚生労働省が発表している。また、近年の高齢者の「やせ」もロコモティブシンドロームの罹患と密接に関連しており、タンパク質摂取不足がその要因と考えられている。

タンパク質を効率よく摂取するためには、どのような食材が適しているであろうか。それは、食肉である。その中でも、鶏肉は、牛肉や豚肉と比べて、脂肪含量が低く、よりヘルシーな食材である。食品成分表によると、皮の付いていない生の若鶏ムネ肉並びにモモ肉100gには、タンパク質が23.3グラム並びに19.0グラム含まれている(表1)¹⁾。また、これらの肉を焼くと、肉100gのタンパク質量は、それぞれ、38.8g並びに25.5gに増える。これは、焼くことにより、肉の水分が減るからである。モモ肉を茹でた場合も水分が減少するため、タンパク質含量は25.1gまで増加する。このように、鶏肉を調理すると、100グラム当たりのタンパク質が増えるので、少量でもタンパク質の供給に優れた食材といえる。さらに、鶏肉のタンパク質を構成するアミノ酸には、必須アミノ酸がバランスよく含まれているので、鶏肉は、良質のタンパク質を摂取するために、極めて優れた食品と言える。

鶏肉から摂取されたタンパク質は、消化され、遊離アミノ酸として供給される。食肉タンパク質に多く含まれているトリプトファンは、脳の正常な働きに重要なセロトニンの前

駆体であることから、精神の安定にはトリプトファンが不足しないように、鶏肉を含む食肉タンパク質を摂取することが大切である。同様に、食肉タンパク質の構成アミノ酸として多く含まれているロイシンは、筋肉の分解抑制作用並びに合成促進作用があることから、食肉の摂取と運動は、要介護を必要とするロコモティブシンドロームの予防に効果があることもわかってきた。

表 1 若鶏の肉可食部 100 グラムに含まれる栄養素の含量

食 品	エネルギー	水分	タンパク質	脂質	炭水化物	灰分	ビタミンA
	kcal						(..... g)
若鶏むね (皮付、生)	145	72.6	21.3	5.9	0.1	1.0	18
若鶏むね (皮付、焼き)	233	55.1	34.7	9.1	0.1	1.6	27
若鶏むね (皮無、生)	116	74.6	23.3	1.9	0.1	1.1	9
若鶏むね (皮無、焼き)	195	57.6	38.8	3.3	0.1	1.7	14
若鶏もも (皮付、生)	204	68.5	16.6	14.2	0	0.9	40
若鶏もも (皮付、焼き)	241	58.4	26.3	13.9	0	1.2	25
若鶏もも (皮付、ゆで)	237	62.9	22.3	15.2	0	0.8	47
若鶏もも (皮無、生)	127	76.1	19	5.0	0	1.0	16
若鶏もも (皮無、焼き)	161	68.1	25.5	5.7	0	1.2	13
若鶏もも (皮無、ゆで)	155	69.1	25.1	5.2	0	0.9	14

(食品成分表七訂 2019 より)

鶏肉は、牛肉や豚肉と比べて脂質含量が少なく、皮なしのムネ肉とモモ肉で、それぞれ 1.9 および 5.0% である。脂肪の摂取を控えめにしたい場合の食肉としては、鶏肉が最も良い。また、脂肪の脂肪酸比率でも、表 2 に示すように、牛肉や豚肉と比べて、多価不飽和脂肪酸の占める割合が高く、ヒトが脂肪の摂取で理想とされている脂肪酸比率に近いものとなっている。

脂肪を構成する脂肪酸の中で、多価不飽和脂肪酸のリノール酸やリノレン酸は、生理活性物質として知られているイコサノイドの前駆体となることが知られている。イコサノイドは、ロイコトリエン、トロンボキサン、プロスタグランジンといった物質の総称である

が、血圧の上昇作用と降下作用、血液の凝固作用と抗凝固作用、免疫力の向上と抑制によって生体機能の恒常性を維持するために不可欠な生理活性物質である。従って、多価不飽和脂肪酸の摂取が不足すると、生体の健康維持に支障をきたすことになる。

表2 各種肉の脂肪における脂肪酸の比率

脂肪酸の種類 理想的比率	飽和脂肪酸 : 一価不飽和脂肪酸 : 多価不飽和脂肪酸		
	3	:	4 : 3
鶏肉	3.0	:	4.4 : 1.6
牛肉	3.0	:	3.8 : 0.4
豚肉	3.0	:	3.8 : 1.1

飽和脂肪酸の含量を3.0に合わせて、比率を算出した。

鶏肉に含まれる特徴的な栄養素としては、ビタミンAがある。ビタミンAは、皮膚や粘膜、眼の健康を保つ作用や抗酸化作用を有することが知られている。特に、鶏肉の皮の部分に含まれている。

2. 鶏肉の食味性の特徴

おいしさを決める要因として、味、香り並びに食感などが重要である。

(1) 鶏肉の味

味では、うま味が食肉の美味しさに重要な役割を果たしている²⁾。特に、うま味物質が多くなると、肉の味わいを強める効果が強くなり、肉の特徴的な味わいをより強く感じることができる。鶏肉は、牛肉や豚肉と比べてうま味成分であるグルタミン酸とイノシン酸を多く含んでいる。また、うま味物質の含量は、鶏肉の部位によって異なっていることもわかっている。と鳥後、4℃で2日間貯蔵した肉のイノシン酸量を調べると、ムネ肉の含量がモモ肉のものより多い。また、グルタミン酸量は、モモ肉の含量がムネ肉のものより多いことが分かっている。このように、鶏肉には、うま味物質が多いことから、ラーメンなどの出汁の調製にも利用されている。

(2) 鶏肉の香り

香りは、食べ物のおいしさの決定に最も重要な役割をしている。香りには、食べ物を口の中へ入れる前に、鼻孔からの香気成分で感じている鼻先香 (orthonasal aroma) と、口の中に入れた食べ物から揮発した香気成分で感じる口中香 (retronasalaroma) がある。鶏肉を食べた時に、おいしさを左右するのは、後者の口中香である。風邪をひいて鼻が詰まっていたり、食べ物が美味しくないのは、食べ物の香り (口中香) が感じられないからである。

食肉の加熱香気には、赤身部分を加熱した時に生成される香りと、脂肪由来の香りがある。前者は、肉の種類によってあまり変わらない香りであり、赤身に含まれるアミノ酸や糖の水溶性成分同士が加熱によりメイラード反応を起こし、生成されるものである。代表的な香気成分として、含硫化合物、フラン化合物、ピラジン化合物、アルデヒド化合物が知られている。一方、後者の香りは、食肉を食べた時に動物種を識別できる動物種に特異的なものである。これについては、あまり研究が進んでいない。

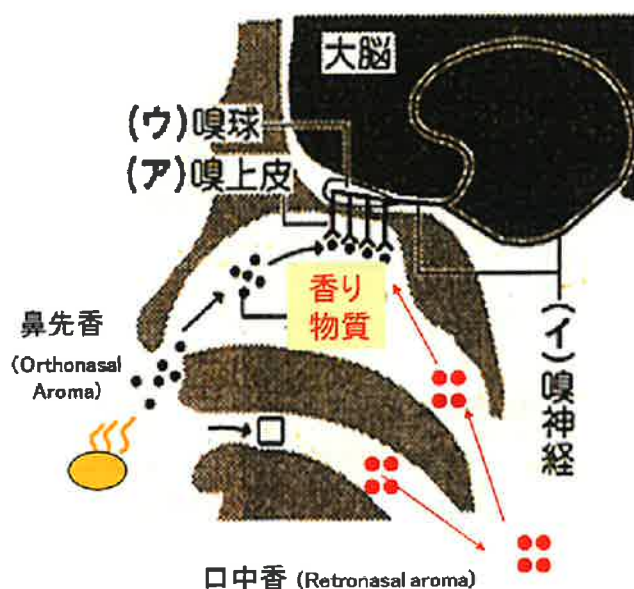


図1 食べ物の口中香を感じるメカニズム

例えば、鶏肉を蒸す、あるいはゆでた場合には、2-methyl-3-furanthiol、2-furfurylthiol、3-(methylthio)propanal、methanethiol、2,4,5-trimethylthiazole、nonanal、2(E)-nonenal、2-formyl-5-methylthiophene、*p*-crezol、(E,E)-2,4-nonadienal、(E,E)-2,4-decadienal、2-undecenal、 β -ionone、 γ -decalactone、 γ -dodecalactone、hexanal、octanal、acetaldehyde が寄与成分として重要であることが示されている。さらに、最近、鶏だしの主要香気成分として methylpyradine、2-ethyl-4-methylthiazole、3-(Methylthio)propanal、(E,E)-2,4-decadienal が同定されている。Methylpyradine と 2-ethyl-4-methylthiazole はロースト香に、3-(Methylthio)propanal と (E,E)-2,4-decadienal は煮肉香に寄与することが報告されている。(E,E)-2,4-decadienal は油脂感や動物臭にも寄与しており、鶏肉の特徴的な香りとして重要であると考えられている³⁻⁶⁾。

また、最近の我々の研究より、骨つき鶏肉から生成される不快臭成分の候補物質として 2-butanal、hexanal、acetic acid、2-nonanal、2,4-decadienal、2-octanal、decanal の7成分をリストアップした。これらの生成機構は、まだ解明されていないが、脂肪酸の酸化物質であると考えられる。また、これらの生成量から、それぞれの鶏肉の香りの特徴や貯蔵による品質の低下や産地の違いによる品質の違いを推定できると考えている。しかし、これらの香気成分と嗜好性との関係は十分に解明されていないのが、現状であり、さらなる研究が必要である。

(3) 鶏肉の食感

食感もおいしさを決める重要な要因である。一般的には、軟らかくてジューシーな食肉が好まれる。鶏肉も軟らかい肉がおいしいと感じるヒトもいるが、地鶏などの肉で感じる少し歯ごたえがある硬いものを好むヒトもいる。ブロイラーは、7～8週間の飼育後に、出荷されるため、肉質が軟らかいのが特徴である。地鶏や銘柄鶏は、75日以上飼育が必要であることから、組織がブロイラーのものより丈夫になるので、歯ごたえが感じられる肉質となる⁷⁾。

(4) 鶏肉の脂肪酸化と食味性

鶏肉の食味性に香りの影響が重要であることは、既に既述した。その中で、鶏肉の不愉快臭の発生は、脂質酸化と関わっていることはよく知られている。特に、リノール酸、リノレン酸、EPA、DHAなどの脂肪酸が酸化して、多種の香気成分が生成される。

食肉の脂肪も保存中に酸化が進むが、脂肪酸化のスピードは加熱、光、金属などの影響を大きく受ける。従って、脂肪酸化を防ぐためには、低い温度で遮光して保存することが大切である。また、凍結などの水分活性が低い状態でも、脂肪酸化は進みやすいことがわかっている。さらに、脂質酸化の進行は、初期段階では誘導期と呼ばれ、あまり進まないが、しばらく経過すると、急激に進行するのが特徴である。脂肪の多い鶏肉を保存する場合には、このような点にも注意が必要である。

鶏肉の特徴的な香気成分である2,4-decadienalやhexanalは、脂肪から遊離するリノール酸から生成されることが知られている。

3. 鶏肉の機能性の特徴

鶏肉は、中国で薬膳の食材として知られており、体調が悪い時などにスープの具材に利用されている。この点に着目し、著者らは、鶏肉に含まれるタンパク質の消化産物であるペプチドの病気の予防効果に関する研究を実施してきた。以下に、鶏肉タンパク質由来のペプチドの血圧上昇抑制作用、骨粗鬆症予防に期待できるカルシウム促進作用を紹介する。また、鶏肉に多く含まれる機能性ペプチドであるイミダゾールペプチド（アンセリンとカルノシン）の保健機能を解説する。

1) 血圧上昇抑制作用

鶏ムネ肉をpH4の水溶液に浸漬した後、3.5時間加熱し、抽出したタンパク質に微生物プロテアーゼを働かせ、タンパク質分解物を調製した。これを高血圧ラットに、毎日、一匹当たり0.9グラムあるいは1.8グラムを4週間摂取させた結果、摂取していないラットと比べて、有意に血圧が低いことが明らかとなった。さらに、鶏肉タンパク質由来のペプチドに血圧上昇を抑制する作用があることが明らかとなった⁸⁾。

2) カルシウム吸収促進作用

鶏心臓のタンパク質を消化酵素で分解したペプチドにカルシウム吸収を促進させるペプチドが存在することが明らかとなった。このタンパク質を骨粗鬆症のモデルラットに摂取させると、摂取していないラットの骨の骨密度と比べて、高くなることが明らかとなった⁹⁾。

3) 抗酸化作用

筋肉には、 β -アラニンとヒスチジンあるいはその誘導体が結合したイミダゾールジペプチドが豊富に存在している。イミダゾールペプチドには、 β -アラニンとヒスチジンが結合したカルノシンと、 β -アラニンと1-メチルヒスチジンが結合したアンセリンがある。表5に示すように、鶏肉のイミダゾールペプチド（アンセリンとカルノシン）の含量は、牛肉や豚肉に比べて、著しく高い。また、牛肉や豚肉では、カルノシンが多く、アンセリンは少ないが、鶏肉では、ウサギや魚類の筋肉と同様に、アンセリン含量が多いのが特徴である¹⁰⁾。

アンセリンとカルノシンには、緩衝作用や抗疲労効果が知られている。カルノシンとアンセリン含有飲料を摂取させたヒトに高強度の運動をさせると、摂取したヒトの運動パフォーマンスが非摂取と比べて有意に高くなることが分かった。この作用を強化したサプリメントが開発されている。鶏肉には、約50グラムの摂取で十分に抗疲労効果が期待されることも明らかとなっている。

これらのペプチドには、抗酸化作用があることもわかってきた。抗酸化作用は、生体などで生じる水酸化ラジカルや次亜塩素酸ラジカルなどの酸化物質がタンパク質やDNAの分解あるいは細胞損傷を引き起こす作用を打ち消す役割を持っている。これらの抗酸化作用は、生体の老化を遅くすることやガン化を抑えることが可能であると期待されている。

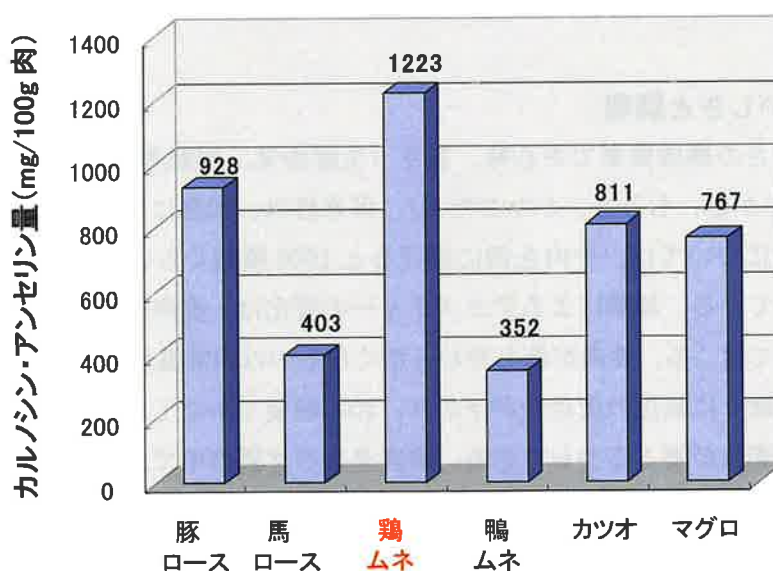


図1 各種動物の肉のイミダゾールジペプチド含量

最近、イミダゾールジペプチドに、高齢者の認知症予防効果があることがわかってきており、博多地どりが機能性表示食品として申請された。

以上のように、鶏肉にはうま味成分を多く含み、「だし」を取るために使用されることに加えて、近年、病気を予防する効果が含まれていることが明らかとなっており、今後の高齢化社会に注目される食材と言える。

4. 鶏肉の肉質制御に関わる要因

鶏肉の肉質に関わる要因として、品種、日齢、飼料による栄養など、鶏の生体の違いに起因するものと、と鳥後に取り出した筋肉の保存期間、保存条件など死後に起因するものがある。

品種では、若鶏（ブロイラー）と地鶏では全く肉質が異なってくる。本プロジェクトで使用している鶏肉はブロイラーである。しかし、同じブロイラーでも、日齢によって生体内の成分や機能性成分に違いがあることがわかっている。日齢が短い鶏の肉の方が、熟成した時の遊離アミノ酸が多いことが明らかとなっている。また、抗酸化物質であるイミダゾールペプチドが少ないことも明らかとなっている。

摂取している飼料の成分の違いが、鶏の肉質に影響を及ぼすこともわかっている。魚粉を飼料として使用すると、鶏肉の脂肪の構成脂肪酸に多価不飽和脂肪酸が多くなることはよく知られている。また、試料米を摂取すると、オレイン酸が多くなることも明らかにされており、飼料は肉質を制御できる1つの要因である。

一方、と鳥後に取り出した筋肉の保存も肉質に大きな影響を与える。熟成期間が長くなると、肉は軟らかくなるが、脂質の酸化が進み、必ずしも良い肉質が得られるとは限らないこともわかってきた。しかし、これらのメカニズムに関して、十分に解明されていない点が多い。飼育時の条件よりも、と鳥後の保存方法や料理の条件は、鶏肉の食味性に大きな利用を与えると考えられるので、今後の取り組みが重要である。

5. 鶏肉のおいしさと調理

食肉のおいしさの構成要素である味、香り（生鮮香気、加熱香気）、色、テクスチャー（かたさ、やわらかさ、もろさ、かみごたえ）、保水性は、加熱によって変化する。加熱による香りの変化については、牛肉を例に挙げると1000種類くらいの化合物が関与していることがわかっている。加熱によるテクスチャーの変化は、食肉の主成分であるたんぱく質の変性によって起こる。食肉が最もやわらかくなるのは内部温度が45～50℃ぐらいで、これを過ぎると徐々に軟化の度合いが下がり、70℃前後でかたくなる。これは、加熱によるタンパク質の変性が起こるからである。筋肉タンパク質の中で、筋原線維を構成するミオシンは60℃付近で加熱変性を起こす。また、筋肉の様々な膜を構成するコラーゲンは、70℃付近で加熱変性する。これらのタンパク質の加熱変性が、食肉の硬くなる原因となるのである。その後、長時間加熱をする、あるいは圧力鍋などで加熱を続けると、再び軟化

することが知られている。

最近、鶏ムネ肉を使用した加工品として、「サラダチキン」が爆発的に売れ、現在も色々なフレーバーのものが製造されている。この商品は、軟らかくて、ジューシーであることから、食べやすく人気が高い。これは、低温調理方法によると考えられる。低温の真空調理方法は、専用の袋を用いて食品を真空包装し、湯煎やスチームコンベクションオーブンで低温・長時間加熱する調理法である。食肉を低温で長時間加熱することで、タンパク質の熱凝固が抑えられ、より軟らかい肉質となる。また、真空包装した食肉は水分や水溶性物質の溶失が少ないことも特徴である⁶⁾。しかし、低温の真空調理方法で調理した時の肉質の解析は十分に明らかにされているとは言えない。

6. 令和元年度の本プロジェクトの目的

1) 国産チキンの優位性を示すための訴求ポイントの確立

これまで解説したように、鶏肉は、今後の日本の超高齢社会で極めて重要な食材として注目されており、消費の拡大も期待されている。しかし、現在、安価な鶏肉の輸入が増えており、国産チキンの需要拡大は解決すべき重要な課題である。この問題を解決するためには、鶏肉の特長に関して、国産チキンが外国産鶏肉よりも優れていることを示す必要がある。

本プロジェクトは、鶏肉の特長である「おいしさ」と「保健機能」に関して、国産チキンの優位性を示すための訴求ポイントを探索し、その科学的証拠を見出すことを目的として、平成26年度にスタートした。平成26年度には、フレッシュ国産チキン並びに冷凍国産チキンが、冷凍外国産鶏肉（タイ産）よりも官能的に優れていることを見出した。また、核酸関連物質の測定結果から、国産チキンの官能的な優位性が、鮮度並びに鮮度の違いから生ずる香りの差によると推察された。平成27、28、29年度¹¹⁻¹³⁾には、凍結期間を揃えた国産チキンと外国産鶏肉（タイ産）を用いて、「鮮度」と「香り」に関する詳細な解析を実施し、国産チキンの訴求ポイントとなる科学的証拠を定量的に解析した。その結果、国産チキンは、冷凍保存した場合に、鮮度の低下がタイ産鶏肉より遅く、冷凍における保存性もタイ産鶏肉より優れていることが明らかとなった。また、官能評価より、国産チキンの食味性はタイ産鶏肉のものより優れていることが示された。特に、香りでは有意差が認められ、国産チキンの訴求ポイントとして、鶏らしさが強いことと不快臭が弱いことによることが判明し、その指標として、ヘキサールと2-4-デカジエナールが適していることがわかった。さらに、平成30年度¹⁴⁾には、国産チキンとタイ産鶏肉を用いて、調理方法の違いによる香気成分の違い、部位の違いによる香気成分の違いを解析した結果、鶏肉の口中香は調理方法で異なっており、ムネ肉の鶏らしい香りは、焼くより茹でた場合に強いことが、またモモ肉の鶏らしい香りは焼いた場合により強くなることがわかった。鶏肉を加熱した時に検出されるHexanalは、国産鶏ムネ肉並びにモモ肉のいずれの調理方法でも、検出されており、その含量が鶏肉らしさを形成することが示唆された。タイ産のムネ

肉からは、Decanoic acid, ethyl ester の放出量が増えることが明らかとなり、産地の違いを判別する指標として使える可能性が示唆された。抗酸化作用並びに抗疲労効果を有するアンセリン含量は、ムネ肉並びにモモ肉ともに、国産チキンの方が高い値を示した。ムネ肉のカルノシン含量も国産チキンの方が高いことが明らかとなった。このように、大きさの異なる鶏肉に対する適切な調理法が以前とは変わっている可能性がある。また、鶏肉は調理法によって味や香りが大きく異なる。茹で、蒸し、焼きなどの調理法での食味性の検討はいくつかなされていることが分かったが、低温調理された鶏肉を分析したものは少ない。

そこで、今年度は、一般消費者に国産チキンの優位性をわかりやすく説明できる調理方法を示すことを目的とし、近年、注目されている低温調理方法に着目し、厚さの異なる鶏肉の調理条件を検討し、最適なものを見出すこととした。また、外国産鶏肉として、ブラジル産鶏肉を用いて、その肉質における違いを検討した。

2) 低需要部位を使った加工品の試作と訴求ポイントとなる科学的根拠の解明

鶏肉生産では、必ず、需要が低い部位が生じ、廃棄されるものもあることから、本事業のもう一つの目的として、鶏の低需要部位を原料とした鶏肉加工品を開発し、鶏肉加工品の香りの特徴を解析し、訴求ポイントを解析することが行われてきた。

平成 27～29 年度には、オイル焼きチキン（チキンロール）（トリゼンフーズ（株）、鶏ムネ肉の削り節由来のだしパック（粉末）（株）丸本）、骨なしフライドチキン（株）ニチレイフレッシュ）、はかた地どりのテール味付け（農事組合法人 福栄組合）、くびガラの唐揚げ（トリゼン食鳥肉協同組合）、野菜入れるだけ骨付き阿波尾鶏鍋（株）丸本）、東京しゃもの冷凍胸肉を使った生ハム（東京しゃも生産組合）、阿波尾鶏の鶏肝調味料（株）丸本）、地鶏丹波黒どりを原料とした「すき焼き鍋出汁スープ」（株式会社ヤマモト）、はかた地どりの「凍眠コラーゲンスープ」（農事組合法人 福栄組合）、鶏もつ燻（株式会社 鳥梅）を提供していただき、それぞれの商品の特徴を解析してきた。また、平成 30 年度には、「魚の代替品となる加工品の開発」をテーマとして、「鶏かまぼこ」（株式会社 オヤマ）、丹波黒どりのするめ（株式会社 ヤマモト）、鶏肉ソーセージ（貞光食糧工業株式会社）を提供していただき、それぞれの特長を確立するため、香りに着目し、香気成分の分析を行った。

今年度も加工品の公募を実施し、応募された加工品から、3つの新規加工品を選定し、それぞれの特長を確立するため、機能性成分の分析並びに香気成分の分析を行った。

第 1 章 鶏ムネ肉の厚さの違いによる温度上昇速度と重量減少率

肉の厚さの異なる肉を真空低温調理した時の加熱条件を検討すると同時に、加熱前後の重量変化を調べた。

【実験方法】

スーパーマーケットで購入した鶏ムネ肉（香味どり）の皮を取り除き、肉の厚さを 1cm のものと 2cm のものに整形した。重量はどちらも 85g 前後に揃えた。1 つずつ真空袋（日本ゼネラルアプライアンス製 FLAEM NUOVA 真空パック器用カット袋）に入れ、真空包装機（TOUSEI 製 卓上型トスパックホットシリーズ HVP-382N）で真空包装した。そのうち 1 つは中心温度測定用として、真空調理温度測定用ムース（ハンナインストルメンツ・ジャパン製）を貼り中心温度計（佐藤計量器製作所製 防水型デジタル温度計）を刺して、温度の上昇をチェックした。

これらの肉を、家庭用低温調理器（貝印製 Kai House 低温調理器）で加熱した。加熱最終温度を 60℃あるいは、80℃と設定し、中心温度が加熱温度に達するまでの温度変化を 1 分ごとに記録した。また、中心温度が加熱温度に達してから 2 時間加熱し、氷水中で急冷後重量測定を行い、重量減少率を算出し比較した。

【結果と考察】

1. 鶏ムネ肉の温度上昇変化

1 cm あるいは 2 cm の厚さの鶏ムネ肉を、中心温度 60℃を目標として真空低温調理した時の中心温度の変化を調べ、その結果を図 1 に示した。

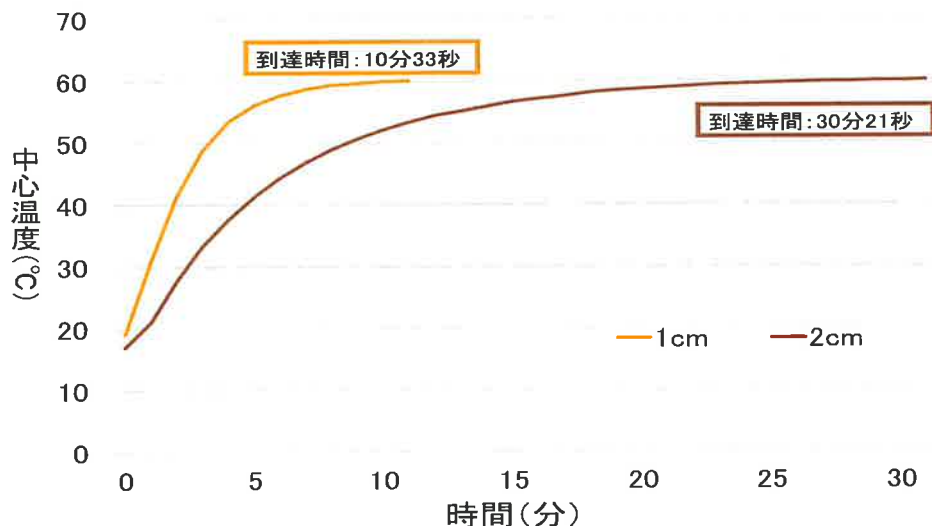


図 1 鶏ムネ肉の中心温度 60℃を目標とし真空低温調理した時の中心温度の変化と到達時間

厚さ 1 cm のムネ肉の温度上昇は早く、10 分 33 秒で 60℃ に達した。一方、厚さ 2 cm のムネ肉の温度上昇は、厚さ 1 cm のものより遅く、60℃ に到達するまでに 30 分 21 秒を要した。この後、さらに 2 時間加熱した。

次に、1 cm あるいは 2 cm の厚さの鶏ムネ肉を、中心温度 80℃ を目標として真空低温調理した時の中心温度の変化を調べ、その結果を図 2 に示した。

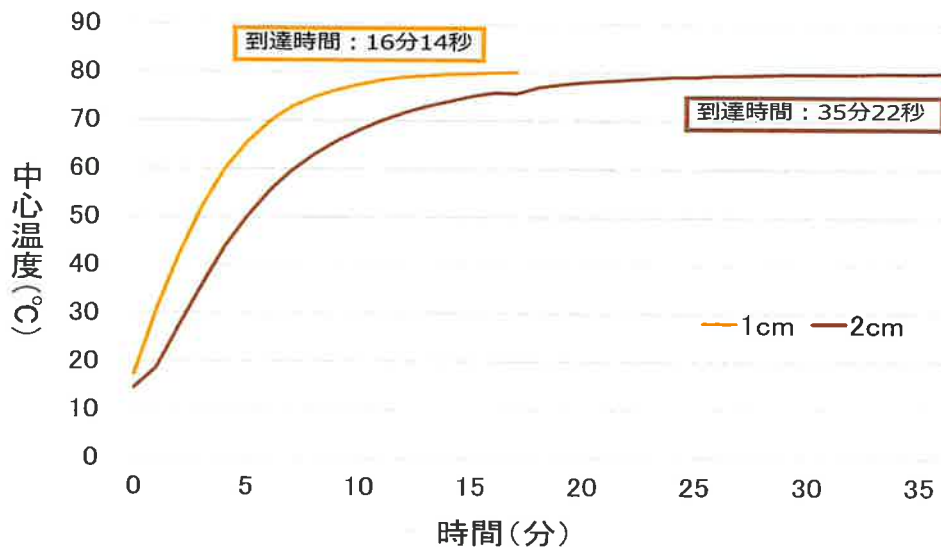


図 2 鶏ムネ肉の中心温度 80℃ を目標とし真空低温調理した時の中心温度の変化と到達時間

厚さ 1 cm のムネ肉の温度上昇は早く、16 分 14 秒で 80℃ に達した。一方、厚さ 2 cm のムネ肉の温度上昇は、厚さ 1 cm のものより遅く、80℃ に到達するまでに 35 分 22 秒を要した。この後、さらに 2 時間加熱した。

鶏ムネ肉の中心温度を 60℃ 及び 80℃ に目標とした場合に、真空低温調理では、いずれの場合も 2 cm 厚さの肉は 1 cm 厚さの肉の 2 ～ 3 倍の加熱時間を要することが分かった。

2. 鶏ムネ肉を真空低温調理した時の重量減少率

1 cm あるいは 2 cm の厚さの鶏ムネ肉を、中心温度 60℃ あるいは、80℃ を目標として真空低温調理した時の重量変化を調べ、加熱前後の重量減少率を表 1 に示した。

表 1 には、加熱前重量、加熱後重量、重量減少率を示した。重量減少率は、60℃ 加熱では 1 cm 厚さで 15.6%、2 cm 厚さで 12.6%、80℃ 加熱では 1 cm 厚さで 30.1%、2 cm 厚さで 31.3% であった。重量減少率は、60℃ 加熱および 80℃ 加熱ともに、肉の厚さの違いで大きな差は見られなかったことから、肉の厚さは重量減少や保水性に大きく影響しないと推定された。

表 1 加熱前後重量および重量減少率

		加熱前重量 (g)	加熱後重量 (g)	重量減少率 (%)
60℃	1cm	85.8	72.4	15.6
	2cm	85.6	74.8	12.6
80℃	1cm	84.5	59.1	30.1
	2cm	84.9	53.8	31.3

3. 真空低温調理が栄養成分や機能性成分量に及ぼす影響

鶏ムネ肉を、中心温度 60℃あるいは、80℃を目標とし、2 時間もしくは 4 時間、真空低温調理した場合に、栄養成分として遊離アミノ酸、うま味物質であるグルタミン酸、並びに機能性物質であるイミダゾールジペプチドの含量に及ぼす影響を調べた。

【実験方法】

1. 試料

鶏ムネ肉は市販されているもの（香味どり）を使用した。

2. 試料の調整と真空低温調理の条件

鶏ムネ肉の皮や筋を取り除き、重さ 85g、厚さ 2 cm になるように成形して 1 試料毎に真空袋（日本ゼネラルアプライアンス製 FLAME NUOVA 真空パック器用カット袋）に入れ、真空包装機（TOUSEI HVP-382N）で真空包装した。真空包装した試料を家庭用低温調理器（貝印 KaiHouse 低温調理器）で加熱した。中心温度が 60℃および 80℃に達してから 2 時間および 4 時間加熱した。加熱終了後、試料を氷水中で急冷した。急冷後、冷凍（-80℃）で保存した。

3. アミノ酸分析試料の調製

冷凍試料を冷蔵庫（4℃）で一晩解凍し、筋などを取り除きながら細かく刻んだ。50ml 容ポリ遠沈管に 4g 計量し、超純水 16ml を加えてホモジナイザー（IKA ULTRA-TURRAX T-25）でホモジネート（8,000 回転/min・15 秒→20,500 回転/min・45 秒 計 1 分）した。これを 15ml 容ポリ遠沈管に 9g 計量し、50%TCA 溶液 1ml を添加してよく攪拌し、冷蔵庫にて一晩静置し除タンパクを行なった。除タンパク後の試料を遠心分離（10,000G、4℃、20 分）し、上清をシリンジフィルター（ADVANTEC DISMIC-25cs Cellulose Acetate0.45μm）で濾過したものをアミノ酸分析試料とした。

4. アミノ酸自動分析計

3. で調製した試料溶液の pH を 2 付近にするために、試料 1ml 当たり 70 μl の 0.5MNaCl を添加した後、日立アミノ酸自動分析計 L-8900 の生体成分分析法で分析した。

5. 脂肪酸組成の測定

2で真空調理した鶏ムネ肉約100グラムを測り取り、日本分析センターに分析を依頼した。分析方法は、各試料から脂質画分を調製した後、けん化処理で遊離した脂肪酸を誘導体化し、ガスクロマトグラフィーで分析した。

【結果と考察】

1. 遊離アミノ酸量への影響

60℃で2時間あるいは4時間加熱した2つのムネ肉と、80℃で2時間あるいは4時間加熱した2つのムネ肉について、加熱による変化を調べた。

いずれの肉でも、最も多いアミノ酸は、アラニンとグリシンであった。これらの加熱による大きな変化は認められなかった。

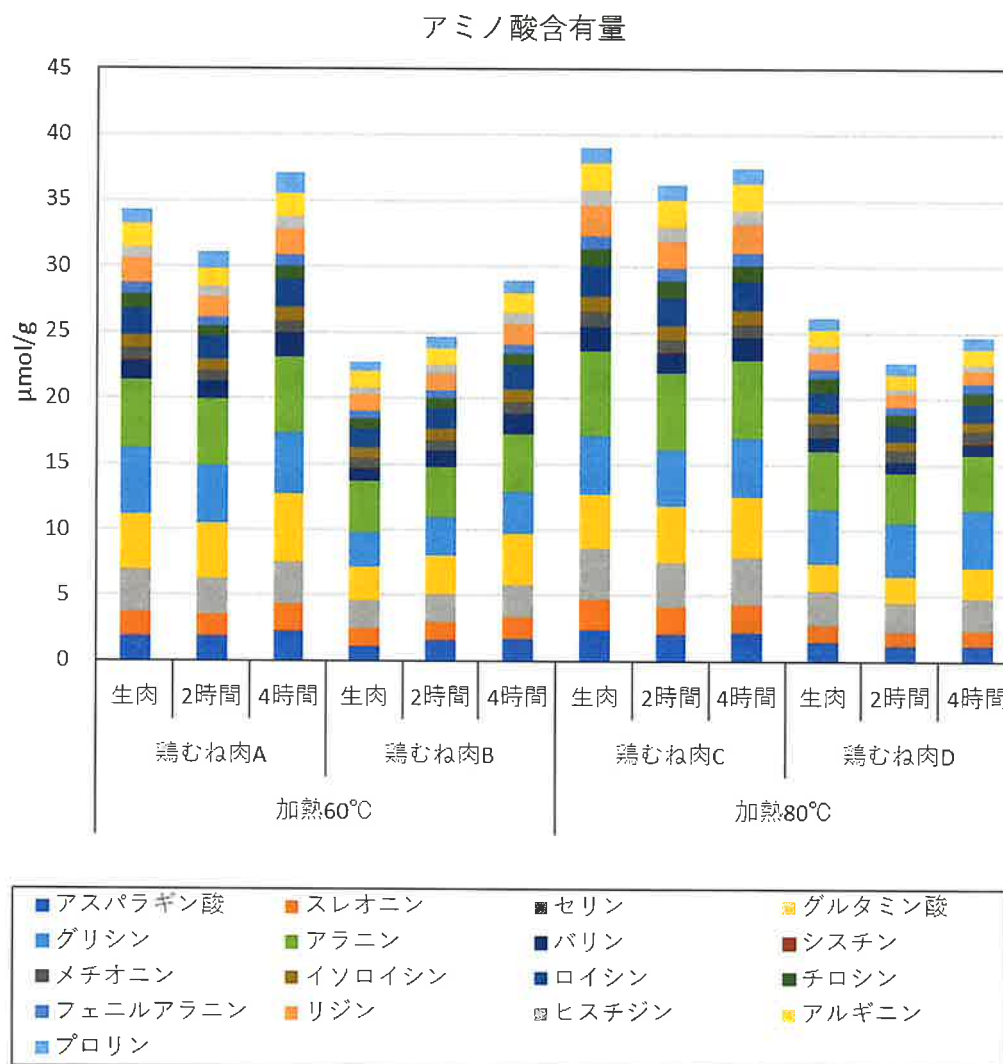


図3 鶏ムネ肉の60℃あるいは80℃での真空低温調理が遊離アミノ酸量に及ぼす影響

また、加熱温度の違いが遊離アミノ酸量に及ぼす影響では、60℃で加熱した場合、加熱時間の増加により増える傾向がみられた。これは、60℃ではアミノペプチダーゼが作用し、加熱中に遊離アミノ酸が増加したと推察された。一方、80℃での加熱では、加熱時間の違いによる大きな差は認められなかった。これは、アミノペプチダーゼが80℃では、加熱変性による失活が認められ、遊離アミノ酸が増加しなかったと推察された。

2. グルタミン酸量への影響

うま味物質であるグルタミン酸の加熱調理条件による影響を調べた。その結果を図4に示した。

肉による違いは認められたが、80℃で真空加熱調理をすると、グルタミン酸の増加はそれほど大きくなかった。一方、60℃で真空加熱調理をすると、グルタミン酸の増加は80℃での加熱に比べて大きかった。この違いは、アミノペプチダーゼ活性が、80℃よりも60℃でより強いことによりもたらされると推察された。また、ムネ肉AとB間あるいは、ムネ肉C/D間でグルタミン酸量に違いが認められたが、この理由に関しては、不明であり、今後解明されるべき重要な課題である。

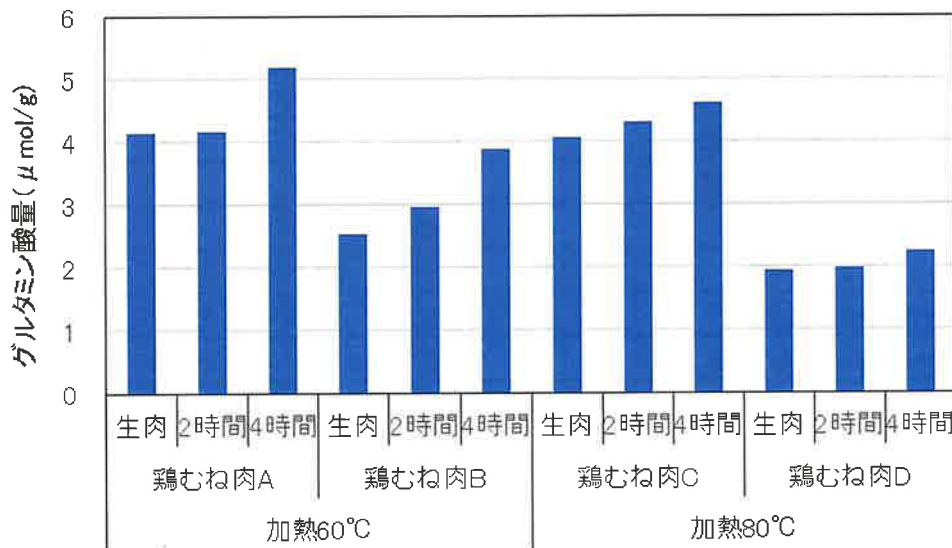


図4 鶏ムネ肉の60℃あるいは80℃での真空低温調理がグルタミン酸量に及ぼす影響

3. 脂肪酸組成への影響

真空調理温度が、鶏肉の美味しさに大きな影響を及ぼす脂肪酸組成に及ぼす影響を調べた。その結果を表2に示した。

国産鶏肉（香味どり）の中性脂肪を構成する脂肪酸は、オレイン酸、パルミチン酸、リノール酸、が主要なものであった。その他に、ステアリン酸、エイコサテトラエン酸、パルミトレイン酸であった。エイコサペンタエン酸（EPA）やドコサヘキサエン酸（DHA）の組成比は大きくなかった。このことから、飼料の中には魚粉は入っていないと推定された。これらの組成比は、牛肉と大きく異なっていた。

60℃や80℃で4時間真空調理加熱された鶏ムネ肉の脂肪酸組成は、若干増加するが、ほとんど差が認められないことが明らかとなった。

表2 鶏ムネ肉の60℃あるいは80℃での真空低温調理が脂肪酸組成に及ぼす影響

脂肪酸組成(%)		60℃・4時間 平均(n=2)		80℃・4時間 平均(n=2)	
		control (生肉)	加熱処理	control (生肉)	加熱処理
14:0	ミリスチン酸	0.7	0.7	0.7	0.7
14:1	ミリストレイン酸	0.2	0.2	0.1	0.1
15:0	ペンタデカン酸	0.1	0.1	0.1	0.1
16:0	パルミチン酸	20.5	20.8	20.6	20.8
16:1	パルミトレイン酸	3.8	3.7	3.2	3.3
17:0	ヘプタデカン酸	0.2	0.2	0.2	0.2
17:1	ヘプタデセン酸	0.2	0.2	0.1	0.2
18:0	ステアリン酸	7.0	7.3	8.2	8.3
18:1	オレイン酸	37.9	39.1	34.6	35.9
18:2n-6	リノール酸	18.6	18.7	18.0	18.0
18:3n-3	α -リノレン酸	1.2	1.2	1.0	1.1
20:1	エイコセン酸	0.3	0.4	0.3	0.4
20:2n-6	エイコサジエン酸	0.3	0.3	0.5	0.5
20:3n-6	エイコサトリエン酸	0.6	0.4	0.9	0.8
20:4n-6	エイコサテトラエン酸	3.4	2.7	4.6	4.1
20:5n-3	エイコサペンタエン酸	0.2	0.2	0.3	0.2
22:4n-6	ドコサテトラエン酸	0.9	0.7	1.3	1.1
22:5n-6	ドコサペンタエン酸 n-6	0.2	0.2	0.3	0.3
22:5n-3	ドコサペンタエン酸 n-3	0.6	0.5	0.8	0.7
22:6n-3	ドコサヘキサエン酸	0.7	0.6	1.0	0.8
未同定	—	2.7	2.3	3.3	2.9

4. イミダゾールジペプチド量への影響

最近、機能性表示食品として届けられている博多地どりには、イミダゾールジペプチドが多く含まれており、これらが60歳以上の高齢者の認知症予防に効果があると報告されている。そこで、鶏肉に含まれているイミダゾールジペプチド含量の加熱による影響を調べた。

1) 生肉の含量と60℃あるいは80℃で真空調理加熱したものの含量の比較

国産鶏ムネ肉における生肉と各加熱条件の異なる肉に含まれるイミダゾールジペプチド量に関しては、すべてのサンプルにおいて、アンセリンが最も多く含まれ、次いでカルノシン、バレニンの順に多く含まれていた(図5)。アンセリンカルノシンなどのイミダゾールジペプチドの含有量の分布は、畜種によって異なることが報告されており、鶏においては、アンセリンがカルノシンよりも多く含まれるとされる報告と一致した結果となった。

アンセリン含量は、60℃で加熱した場合に少し減少し、80℃で加熱した場合に、より大きく減少した。一方、カルノシンは、60℃で加熱した場合に少し増加し、80℃で加熱した場合に、減少した。また、バレニンは、いずれの温度でも少し減少することがわかった。イミダゾールジペプチドの種類により、加熱による変化が異なる理由については、不明である。

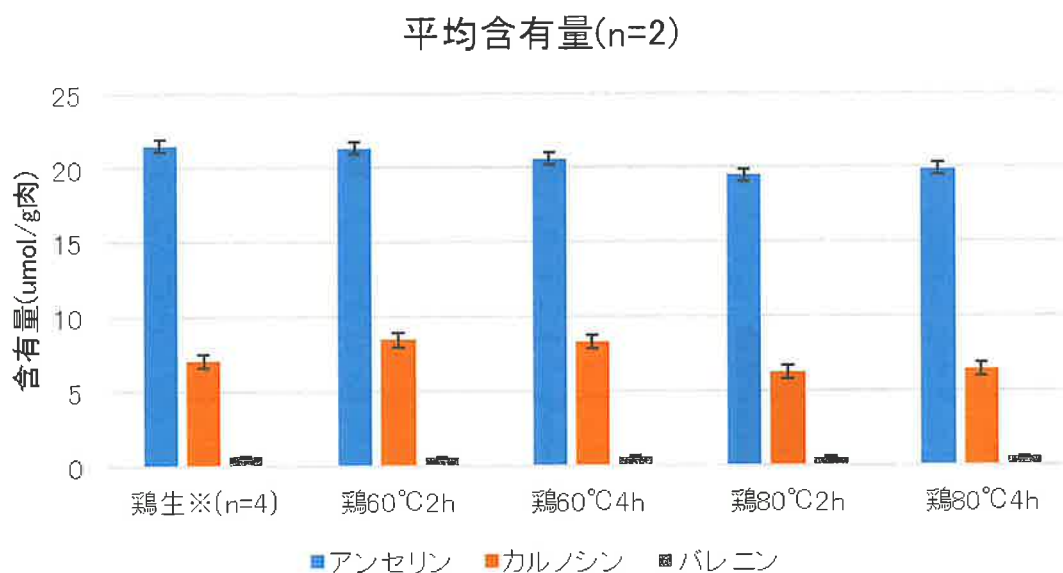


図5 60℃あるいは80℃で真空調理加熱した時のイミダゾールジペプチド量の変化

2) 鶏ムネ肉を真空調理加熱した時の加熱時間がイミダゾールジペプチド含量に及ぼす影響

鶏ムネ肉を60℃で加熱した場合の加熱時間2時間と4時間(図6)並びに、80℃で加熱した場合の加熱時間2時間と4時間(図7)のそれぞれのイミダゾールジペプチド含有量を比較した。60℃加熱では、有意差は見られないものの、アンセリン、カルノシン、バレニンすべてにおいて、加熱時間2時間よりも4時間加熱のほうで含有量が少なく、加熱時間が長くなることで、イミダゾールジペプチドの損失が多くなることが分かった。これは、加熱時間が長くなることで、生じる肉からの肉汁の放出が多くなり、水溶性であるアンセリン、カルノシン、バレニンもこれに応じて、多く放出されるためではないかと推察された。一方、80℃加熱では、アンセリン、カルノシン、バレニンすべてにおいて、それらの含有量は、加熱時間2時間よりも4時間加熱のほうが多く、加熱時間が長くなることで、60℃加熱の条件とは対照的に、イミダゾールジペプチドの含有量が増加することが分かった。なぜ、80℃加熱では、加熱時間が長いほうが、イミダゾールジペプチドの含有量が多くなったのか、理由を推察することは現時点では、できず、大変興味深い。ただし、他者の研究¹⁵⁾において、鶏肉を様々な調理法で中心温度80℃になるまで加熱したサンプルと、生肉のイミダゾールジペプチド含有量を比較した報告によると、揚げる、焼く、ローストの加熱法において、生肉よりもイミダゾールジペプチドの含有量が多かったという結果があり、これには、加熱調理中において、イミダゾールジペプチド以外の何らかの物質が減少することが、イミダゾールジペプチドの含有量増加に寄与しているのではないかと推察されている。

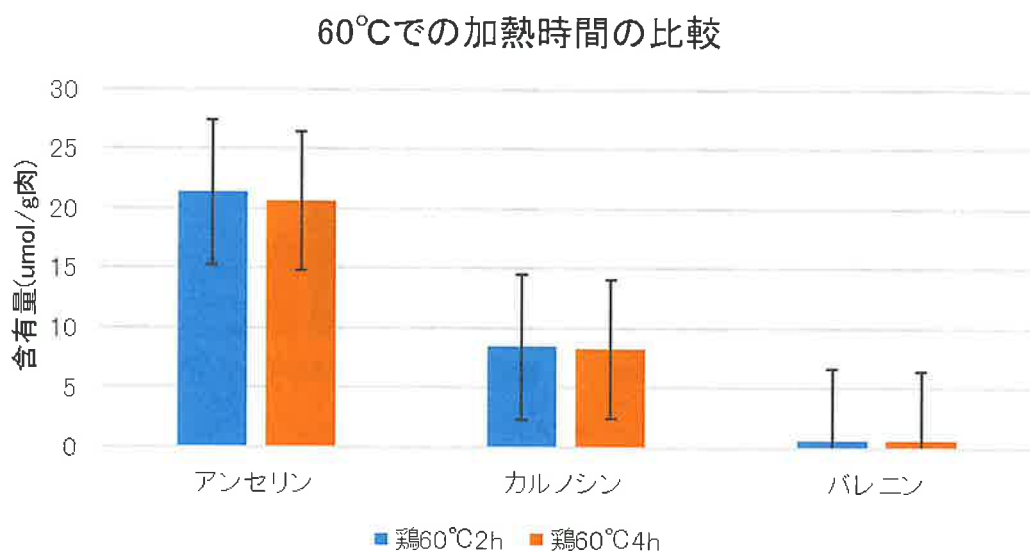


図6 60℃で真空調理加熱した時のイミダゾールジペプチド量の変化

80°Cでの加熱時間の比較

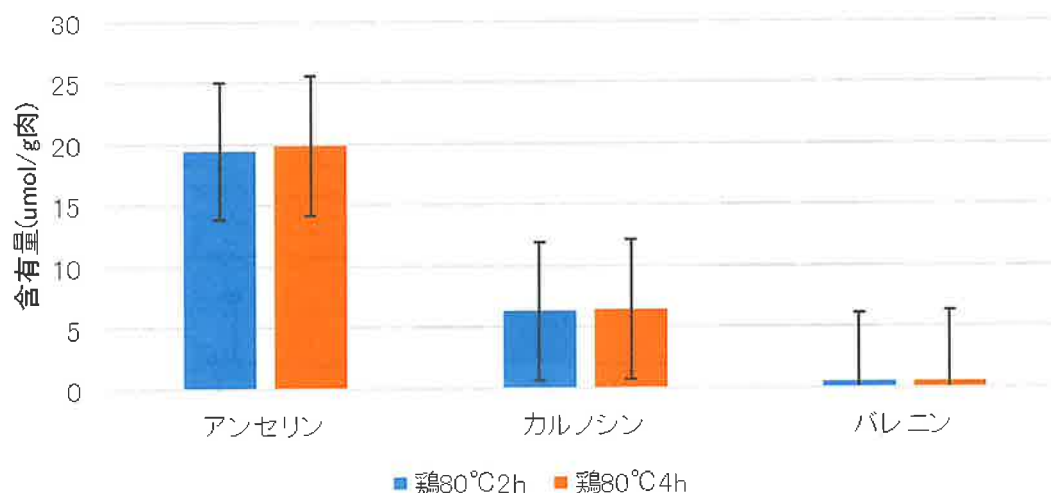


図7 80°Cで真空調理加熱した時のイミダゾールジペプチド量の変化

3) 鶏ムネ肉を真空調理加熱した時の加熱温度がイミダゾールジペプチド含量に及ぼす影響

鶏むね肉を60°Cと80°Cで2時間加熱したものと、60°Cと80°Cで4時間加熱したもののそれぞれのイミダゾールジペプチド含有量を比較した。60°Cと80°Cで2時間加熱した場合には、80°Cで加熱したほうが、アンセリン、カルノシン、バレニンすべてにおいて、含有量が少なく、加熱温度が高いほうがイミダゾールジペプチドの損失が多くなることが分かった(図8)。さらに、この結果においては、バレニンで有意差が認められた。

また、60°Cと80°Cで4時間加熱した場合(図9)においても、有意差は見られなかったものの、80°Cで加熱したほうが、アンセリン、カルノシン、バレニンすべてにおいて含有量が少なく、加熱温度が高いほうがイミダゾールジペプチドの損失が多くなることが分かった。これは、加熱温度が高いほうが、肉への熱の伝わりが急激になり、その結果肉汁の放出量も多くなり、これに比してイミダゾールジペプチドの損失量も多くなるのではないかと推定した。加熱温度の違いでは、2時間加熱と4時間加熱の双方で、加熱温度の高い条件でイミダゾールジペプチドの含有量の減少つまり、損失がみられたことから、食肉の加熱調理におけるイミダゾールジペプチドの損失に影響を及ぼす条件として、加熱時間よりも、加熱温度のほうが重要ではないかと推察された。

2時間加熱での温度の比較

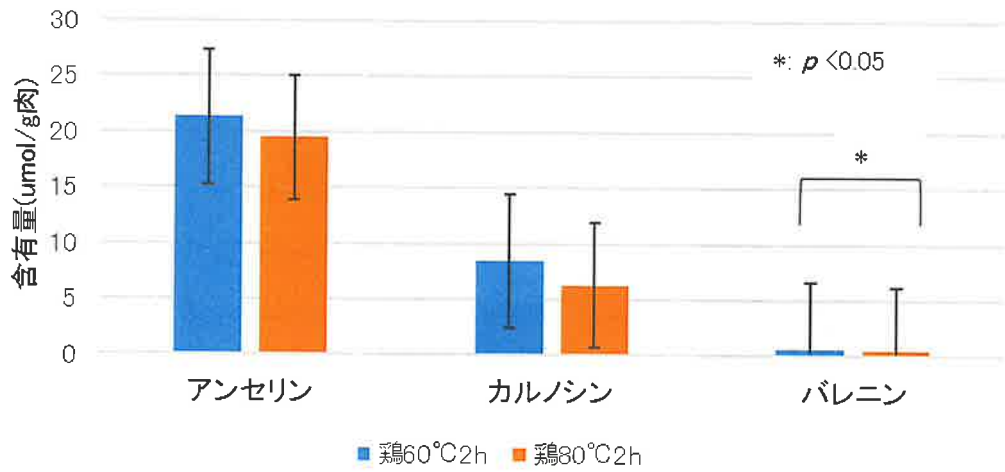


図8 鶏ムネ肉を異なる温度で2時間加熱した時のイミダゾールジペプチド含有量

4時間での加熱温度の比較

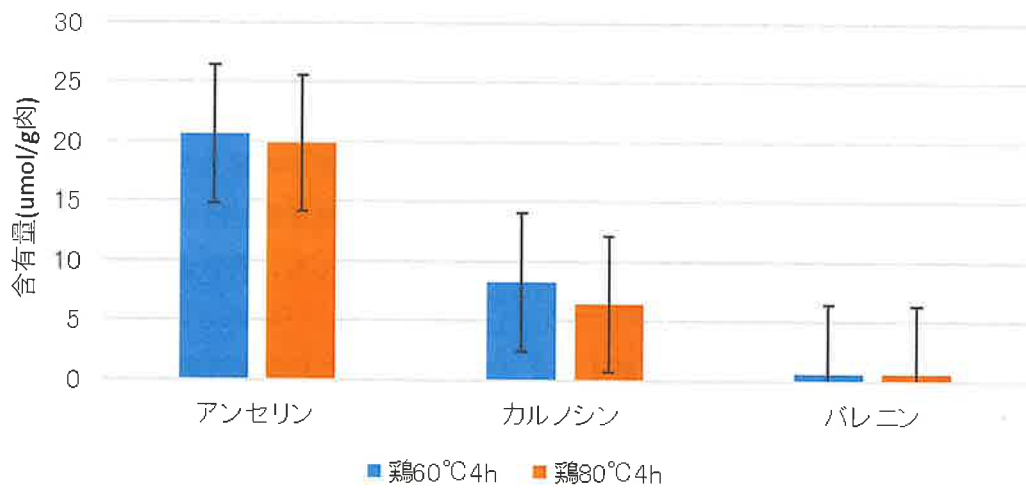


図9 鶏ムネ肉を異なる温度で4時間加熱した時のイミダゾールジペプチド含有量

第2章 真空低温調理した鶏ムネ肉の食味性

1. 真空低温調理した鶏ムネ肉の香りの官能評価

【実験方法】

1) サンプルの調製と調理条件

スーパーで購入した鶏ムネ肉（香味どり）の皮を取り除き、厚さ1cm、重量85g前後に成形した肉を1つずつ真空袋（日本ゼネラルアプライアンス製 FLAEM NUOVA 真空パッカー用カット袋）に入れ、真空包装機（TOUSEI 製 卓上型トスパックホットシリーズ HVP-382N）で真空包装した。そのうち1つは中心温度測定用として、真空調理温度測定用ムース（ハンナインスツルメンツ・ジャパン製）を貼り中心温度計（佐藤計量器製作所製 防水型デジタル温度計）を刺した。

家庭用低温調理器（貝印製 Kai House 低温調理器）を用いて加熱した。加熱温度は60℃・80℃とし、中心温度が加熱温度に達してからそれぞれ2時間・4時間加熱を行った。加熱終了後、氷水に入れ、急冷した。

2) 官能評価

1cm×1cm×1cmのサイコロ状に切ったものを試料とし、官能評価を行った。方法は2点識別法⁹⁾を用い、香りの官能評価訓練を行った学部生6名をパネリストとした。評価する項目は(1)鶏らしさ(2)生臭さとし、基準となる香りを嗅いだ後にそれぞれの試料を15回噛み、基準の香りが強い方を評価する方法で行った。

評価の組み合わせは、

60℃ 2時間 -60℃ 4時間、80℃ 2時間 -80℃ 4時間（加熱時間の比較）

60℃ 2時間 -80℃ 2時間、60℃ 4時間 -80℃ 4時間（加熱温度の比較）

60℃ 2時間 -80℃ 4時間、60℃ 4時間 -80℃ 2時間

の6通りとした。

【結果と考察】

1) 真空加熱調理が鶏らしい香りの生成に及ぼす影響

各比較において、鶏らしい香りが強いと評価した人数を図10～12に示した。60℃、4時間の鶏らしい香りの強さが、80℃、2時間と比べて、有意に強いと評価された。その他の組み合わせでは有意差は出なかったものの、加熱時間が長い鶏肉や加熱温度が高い鶏肉が、鶏らしい香りが強いと評価された傾向がみられた。このことから、加熱時間が長い、または加熱温度が高いほど鶏らしい香りが強く、加熱時間よりも加熱温度の方がその影響が大きいと推察された。

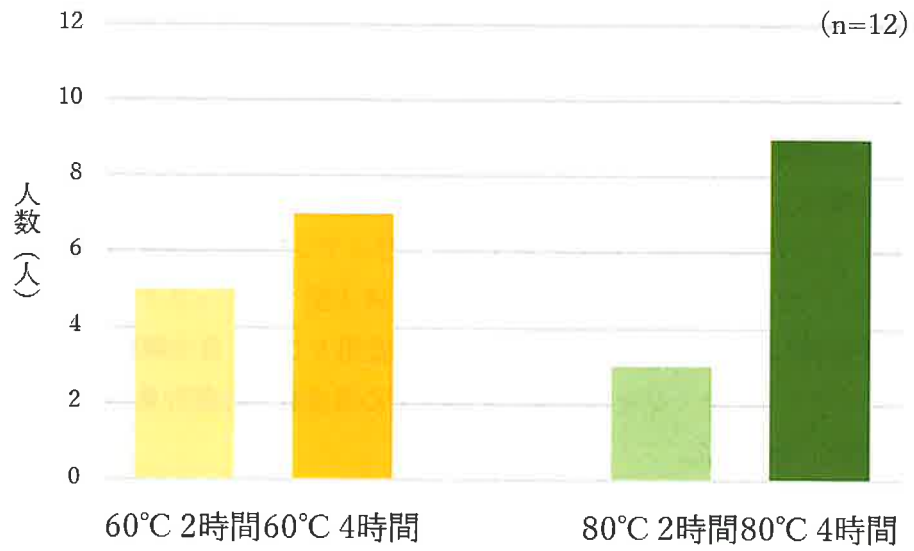


図 10 同温度で加熱した場合の、加熱時間が鶏らしい香りの強さに及ぼす影響

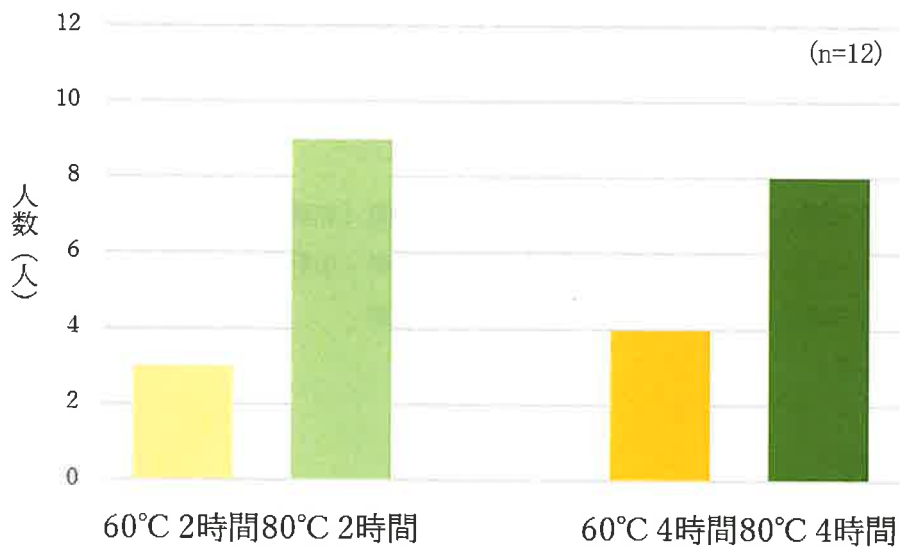


図 11 2時間あるいは4時間加熱した場合の、加熱温度が鶏らしい香りの強さに及ぼす影響

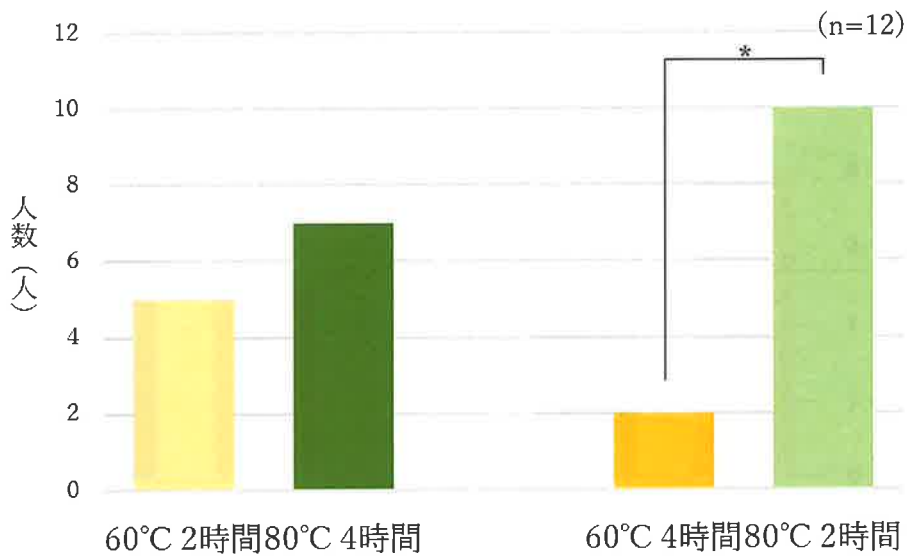


図 12 加熱時間と加熱温度が鶏らしい香りの強さに及ぼす影響

*…有意差あり ($p < 0.05$)

2) 真空加熱調理が生臭い香りの生成に及ぼす影響

各比較において、生臭い香りが強いと評価した人数を図 13 ~ 15 に示した。どの組み合わせも有意差が無く、傾向としても見られるものが無かった。

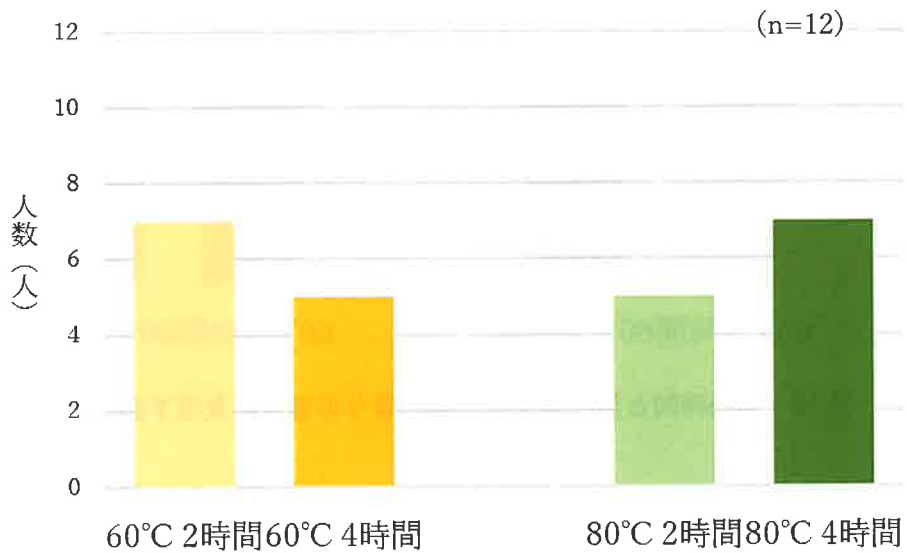


図 13 同温度で加熱した場合の、加熱時間が生臭い香りの強さに及ぼす影響

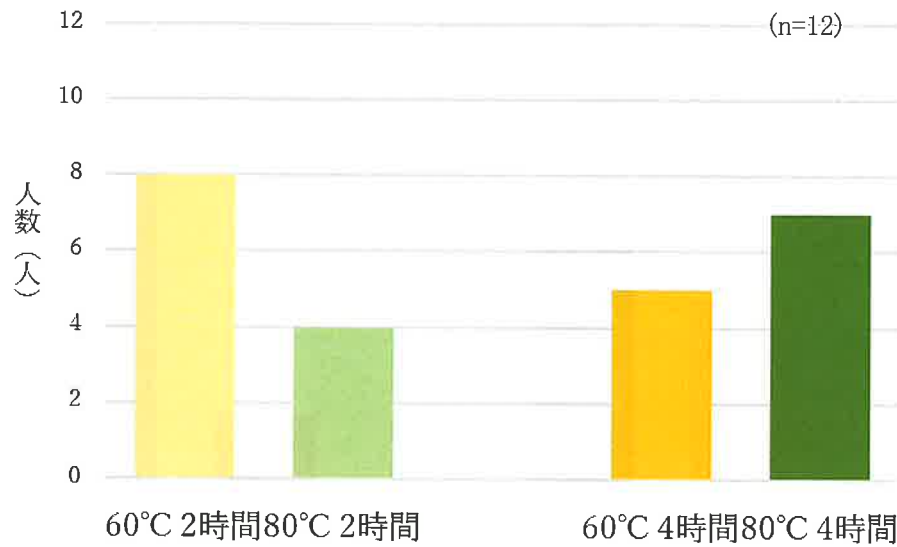


図 14 2 時間あるいは 4 時間加熱した場合の、加熱温度が生臭い香りの強さに及ぼす影響

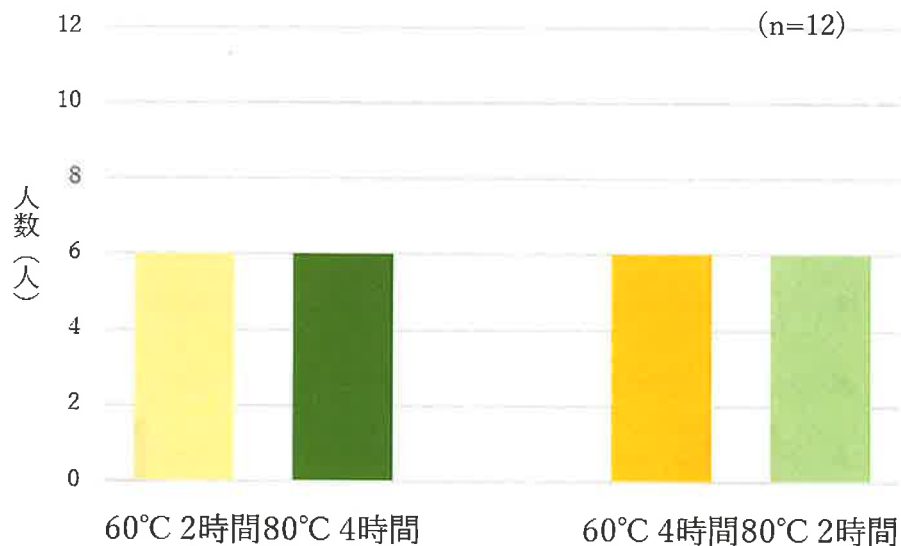


図 15 加熱時間と加熱温度が生臭い香りの強さに及ぼす影響

このようになった理由としては、「生臭い」という表現がわかりにくく、パネリスト全員が同じ香りについて評価していなかった可能性が考えられた。「生臭さ」という言葉は今回の評価項目として適していなかった可能性があり、改善策として言葉出しを行ってよりわかりやすく適切な表現とすることが挙げられた。

2. 真空加熱調理が食感に及ぼす影響

【実験方法】

1) サンプルの調製と調理条件

サンプル調製は、前項で述べた方法で行った。

2) 官能評価

方法は2点識別法を用い、パネリストは官能評価の訓練を行った学部生6名とした。評価する項目は(1)軟らかさ(2)ジューシーさとし、それぞれの試料を15回噛み、その項目について強く感じられる方を評価する方法で行った。

評価の組み合わせは、

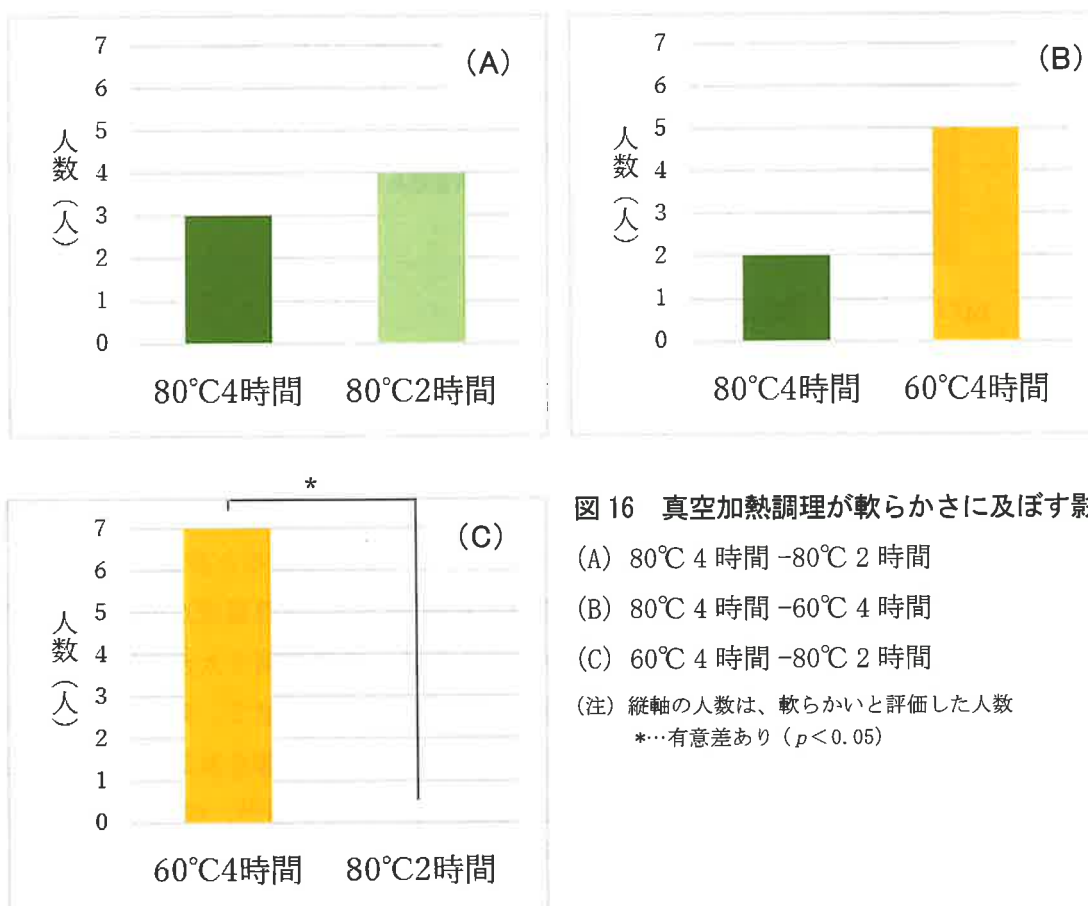
80℃ 4時間 - 80℃ 2時間 (加熱時間の比較)、80℃ 4時間 - 60℃ 4時間 (加熱温度の比較)、

60℃ 4時間 - 80℃ 2時間

の3通りとした。

【結果と考察】

1) 真空加熱調理が軟らかさに及ぼす影響



それぞれの比較の図 16 では、軟らかいと評価した人数を示した。加熱時間が短い、または加熱温度が低い方が軟らかいと評価される傾向にあった。また、80℃、2時間-60℃、4時間の比較では60℃ 4時間の方が有意に軟らかいと評価された。

2) 真空加熱調理がジューシーさに及ぼす影響

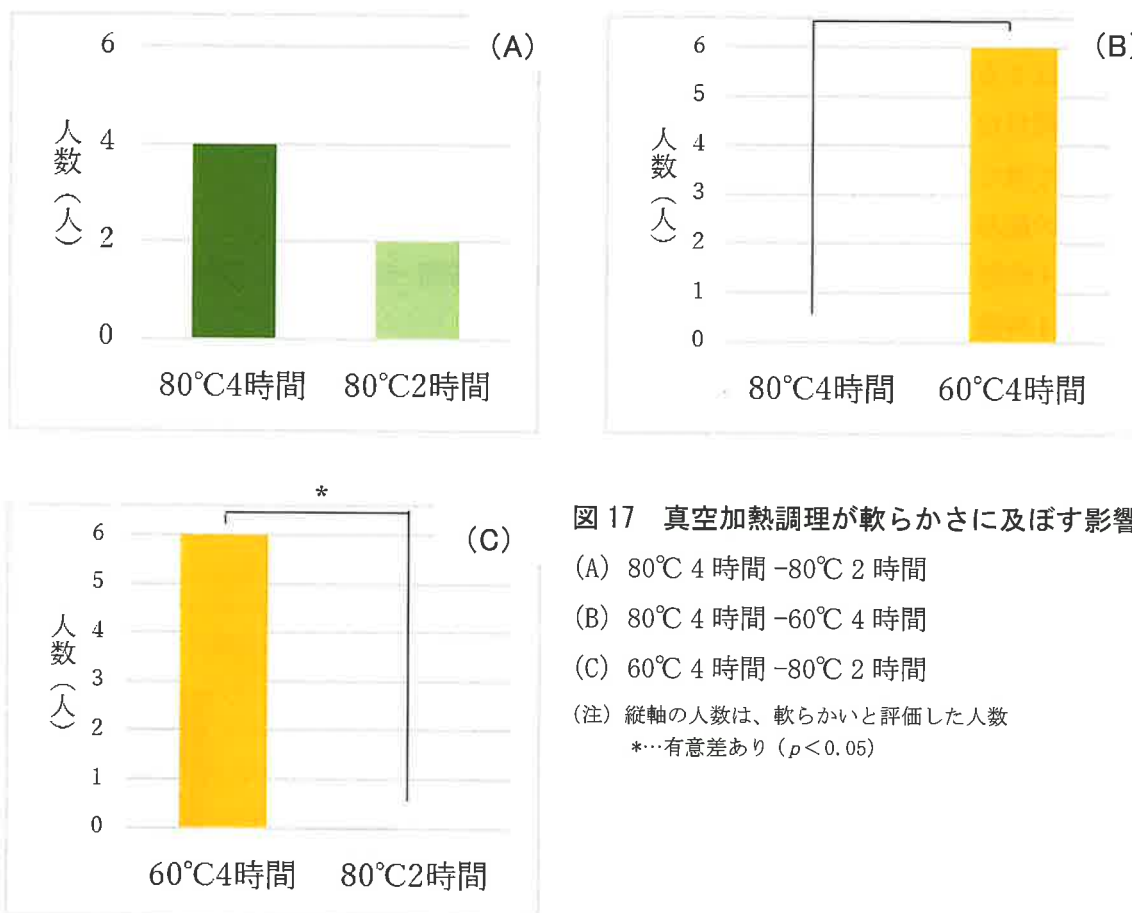


図 17 真空加熱調理が軟らかさに及ぼす影響

(A) 80℃ 4 時間 -80℃ 2 時間

(B) 80℃ 4 時間 -60℃ 4 時間

(C) 60℃ 4 時間 -80℃ 2 時間

(注) 縦軸の人数は、軟らかいと評価した人数

*…有意差あり ($p < 0.05$)

それぞれの比較の図 17 では、ジューシーであると評価した人数を示した。80℃ 4 時間-80℃ 2 時間では、有意差は認められなかったが、80℃ 4 時間の方がジューシーであると評価した人数が若干多い結果となった。また、80℃ 4 時間-60℃ 4 時間、及び 80℃ 2 時間-60℃ 4 時間では、どちらも 60℃ 4 時間の方が有意にジューシーであると評価された。

以上のことから、鶏ムネ肉を真空低温加熱調理する場合には、加熱温度が低いものが軟らかく、かつジューシーであった。また、4 時間であれば、加熱時間で大きく変化しないことも明らかとなった。第 1 章の真空調理条件の検討の結果と合わせて、肉の保水性と軟らかさ・ジューシーさは関連があり、加熱時間よりも加熱温度が影響を及ぼす大きな要因であると推察された。これは、筋肉や筋肉の膜を構成するタンパク質が、65～70℃間で凝固変性するために、筋肉内の水分の離水が生じ、ジューシー感の低下が生じ、肉が硬くなると推定された。従って、60℃での真空調理は、鶏ムネ肉の嗜好性を向上させるうえで、効果的な加熱方法であることが明らかとなった。

第3章 真空低温調理した鶏ムネ肉の香気成分の分析

第2章で、60℃、4時間の鶏らしい香りの強さが、80℃、2時間と比べて、有意に強いと評価された。本章では、まず、真空低温調理した鶏ムネ肉の香気成分の分析を行った。

【実験方法】

1) サンプル調製

サンプルは、第2章の実験方法1)で述べた方法で調製した。

2) ダイレクト抽出による香気成分の捕集

サンプル調製で得られた肉を細かくし乳鉢・乳棒ですり潰したものを25.10g、流出したドリップ12.43g(全量)を蓋付き広口共栓瓶に入れ、ジエチルエーテル100ml、内部標準(フタル酸ジメチル)1 μ lを加えて転倒混和したものを冷蔵庫で一晩以上放置し、その上澄みをパストゥールピペットで回収した(80ml)。

3) SAFE (Solvent Assisted Flavor Evaporator) 蒸留⁹⁾

回収した上澄み80mlをSAFE蒸留にかけ、77mlの香気成分捕集サンプルを回収した。

4) 窒素濃縮

蒸留したサンプルに窒素を噴きつけ、10倍に濃縮した。

5) GC-MS、GC-Oによる分析

濃縮したサンプルをGC-MSにかけ香気成分の分析を行った。また、GC-Oによる「におい嗅ぎ」によって、その同定を行った。

<分析条件>

カラム	TC-wax (長さ60 m×内径0.25mm、膜厚0.25 μ m、使用温度上限260℃) (GL Sciences 株)
昇温条件	40℃ (10分) → (20℃ / 分) → 240℃ (20分)、計70分
検出器	MS (250℃)
注入量	2 μ l (スプリットレス)

【結果と考察】

GC-MSによる香気成分の分析結果を図18と19に示した。

図18を見ると、6つのピークが認められた。それをさらに拡大した図19を見ると、複数の小さいピークが重なって大きな1つのピークのように見えたことがわかった。合計15箇所ピークが確認された。

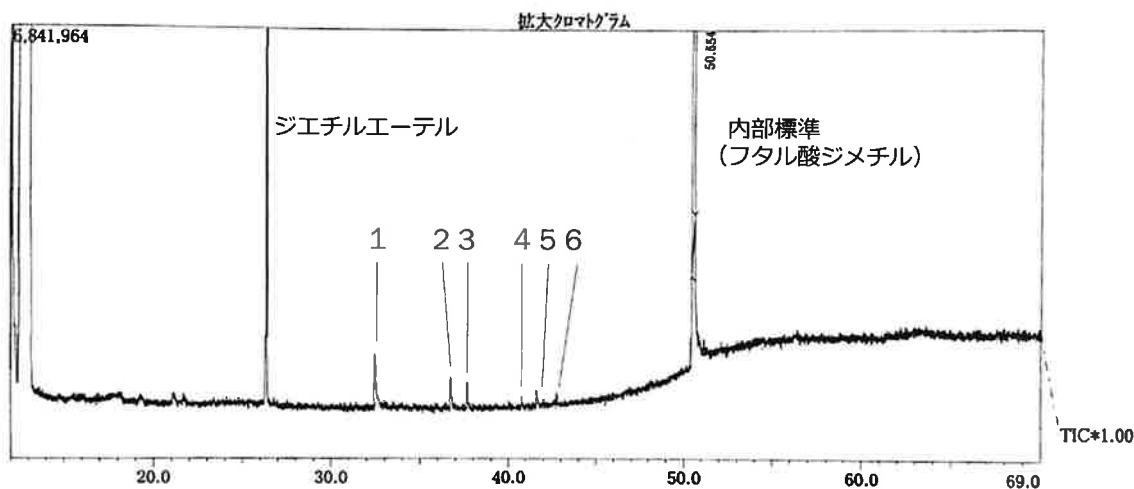


図18 60℃、2時間の真空低温調理した鶏ムネ肉の香気成分のガスクロマトグラム

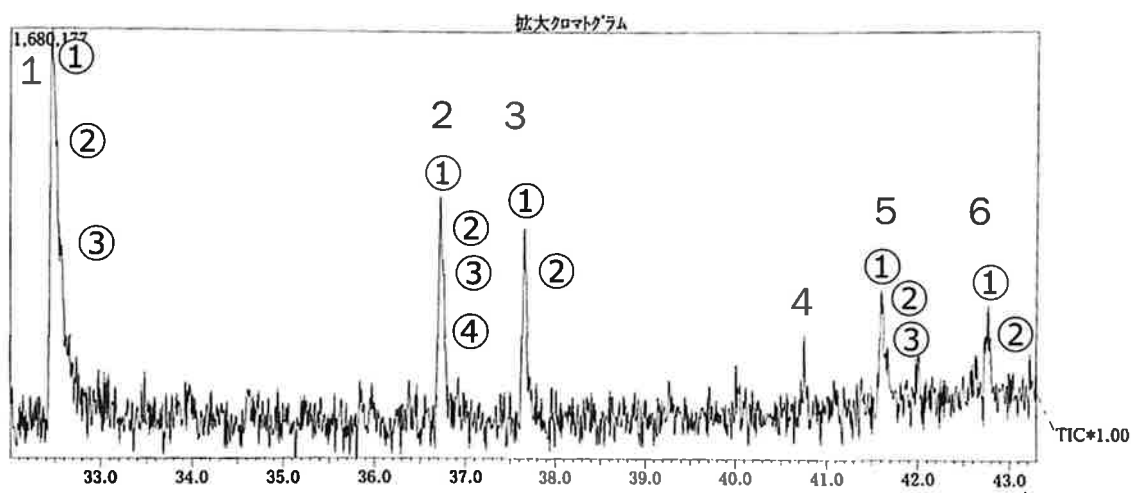


図19 60℃、2時間の真空低温調理した鶏ムネ肉の香気成分のガスクロマトグラム (拡大)

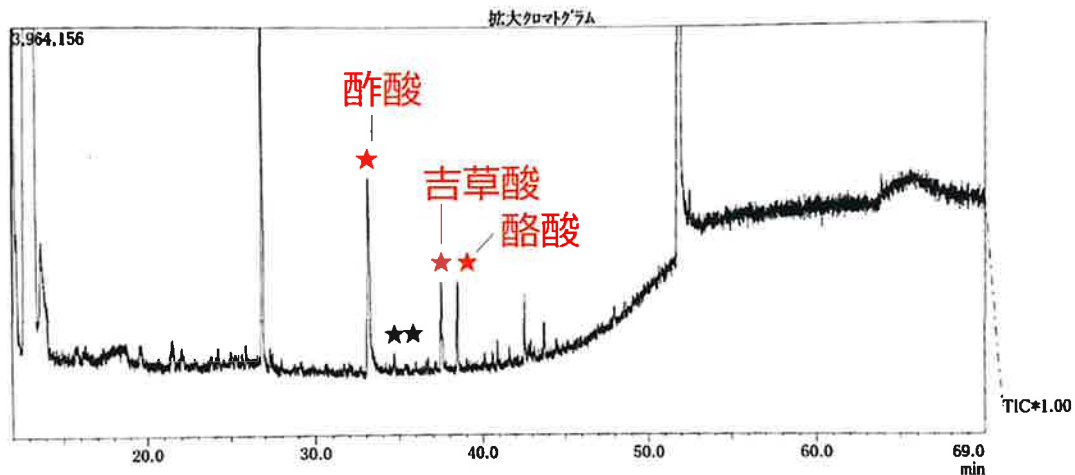


図 20 60℃で2時間、真空低温調理した鶏ムネ肉のGC-0によるにおい嗅ぎの結果

次に、GC-0によるにおい嗅ぎの結果を図20に示した。においが確認できた箇所が15箇所あり、そのうちピークがある場所においがしたものは5箇所あった(★+★★)。その中で、GC-MSの結果とピークが一致したものは3箇所であった(★)。これらはそれぞれ酢酸、吉草酸、酪酸と同定された。

今回香気成分を分析した60℃、2時間の加熱調理サンプルは、第2章で述べた鶏らしい香りの官能評価の結果では最も香りが弱いと評価できる条件であったことから、今後加熱時間が長い、または加熱温度が高い条件で調理したサンプルについても分析を行い、真空調理した鶏肉の香りとして重要な香気成分を同定していく必要があると考えられた。また、鶏ムネ肉では、60℃の低温で調理すれば、鶏肉そのものの香りや不快臭の発生を抑制できることが明確となった。

第4章 国産鶏ムネ肉とブラジル産鶏ムネ肉の真空調理による食味性と香気成分の違い

第2章と第3章で、鶏ムネ肉を60℃と80℃で真空調理した場合、60℃では鶏らしい香りや不快臭が非常に弱く、香気成分もあまり検出されないことが明らかとなった。そこで、この調理条件で鶏ムネ肉を調理すれば、国産チキンの優位性を見出すことができる可能性があると思い、本章では、国産鶏ムネ肉とブラジル産鶏ムネ肉を用い、低温調理した時の食味性の違いと香気成分を解析した。

【実験方法】

1) サンプル調製

ブラジル産鶏ムネ肉は、冷凍丸鶏を一晩冷蔵庫(4℃)で解凍したものを解体し採取した。国産鶏ムネ肉は市販されている香味どりのムネ肉を使用した。

2) 鶏ムネ肉の真空調理の条件

鶏ムネ肉試料を重さ85g、厚さ2cmになるように成形し、1試料毎に真空袋(日本ゼネラルアプライアンス製 FLAME NUOVA 真空パック器用カット袋)に入れ、真空包装機(TOUSEI HVP-382N)で真空包装した。真空包装した試料を家庭用低温調理器(貝印 KaiHouse 低温調理器)で加熱した。加熱温度は60℃および80℃とし、中心温度が加熱温度に達してから4時間加熱した。加熱終了後、試料を氷水中で急冷した。

3) 香気分析試料の調製

真空調理試料を乳鉢ですりつぶしたもの20gに、ジクロロメタン100mlと内部標準(フタル酸ジメチル)5 μ lを添加し転倒混和した。一晩冷蔵庫に静置し、ジクロロメタン層を回収した。回収したジクロロメタン層60mlを窒素ガスで10倍に濃縮したものを香気分析用試料とした。

4) GC-MS、GC-O 分析の条件

カラム: TC-WAX (60m \times 0.25mm、膜厚 0.25 μ m) ジーエルサイエンス社製

キャリアガス: 高純度 He ガス

昇温条件: 40℃ (10分) \rightarrow (20℃/分) \rightarrow 240℃ (20分)、計70分

検出器: MS (250℃)

サンプル注入量: 2 μ l

5) 官能評価

実験方法1)で調製したブラジル産鶏ムネ肉と国産鶏ムネ肉(香味どり)を使用した。

加熱温度は60℃および80℃とし、中心温度が加熱温度に達してから4時間加熱した。加熱終了後、試料を氷水中で急冷したものを試食した。評価は3名で行ない、自由記述で実施した。

【結果と考察】

1. 国産鶏ムネ肉とブラジル産鶏ムネ肉の食味性の比較

60℃と80℃で、4時間真空調理した国産鶏ムネ肉とブラジル産鶏ムネ肉の食味性を比較した。結果を表3に示した。

60℃で真空調理したものでは、国産鶏ムネ肉は味や香りが弱く、臭みも感じられなかった。一方、ブラジル産鶏ムネ肉では、古いフライドポテトを連想させる油の酸化臭が感じられ、明らかな食味性の違いが認められた。

80℃で真空調理したものでは、同様に、ブラジル産鶏ムネ肉には、渋みや油の酸化臭が感じられた。しかし、60℃で真空調理したものよりは、脂質の酸化臭が弱かった。これは、80℃で加熱することにより、加熱香気が増強され、油の酸化臭が弱く感じられたことによると推察された。

表3 国産鶏ムネ肉とブラジル産鶏ムネ肉の食味性の比較

温度	評価項目	国産(香味どり)	ブラジル産
60℃	味	・雑味がない	
	香り	・鶏らしい	・ふかした芋のようなおい
		・臭みがない	・油の酸化臭
			・古いフライドポテトのようなおい
	食感	・舌触りが滑らか	・ぼそぼそとした食感
			・個体によってぼそぼそ感が異なる
		・水っぽい	
80℃	味		・渋みがある
	香り	・ふかした芋	・栗のようなおい
			・60℃のものより臭みが少ない
			・60℃のものより油の酸化臭が少ない
食感		・個体によりパサパサしているものと、水っぽいものがある	

2. 国産鶏ムネ肉とブラジル産鶏ムネ肉の香気成分の比較

80℃で加熱すると、加熱香気が生成されるため、国産鶏肉とブラジル産鶏肉の解離の差が分かりにくくなると考え、ここでは、60℃で4時間、真空調理をした鶏ムネ肉の香気成分の違いを調べた。

1) 国産鶏ムネ肉とブラジル産鶏ムネ肉の GC-クロマトグラムの比較

60°Cで4時間、真空調理した国産鶏ムネ肉とブラジル産鶏ムネ肉から抽出した香り成分サンプルをGCで分析した。結果を図21と22に示した。

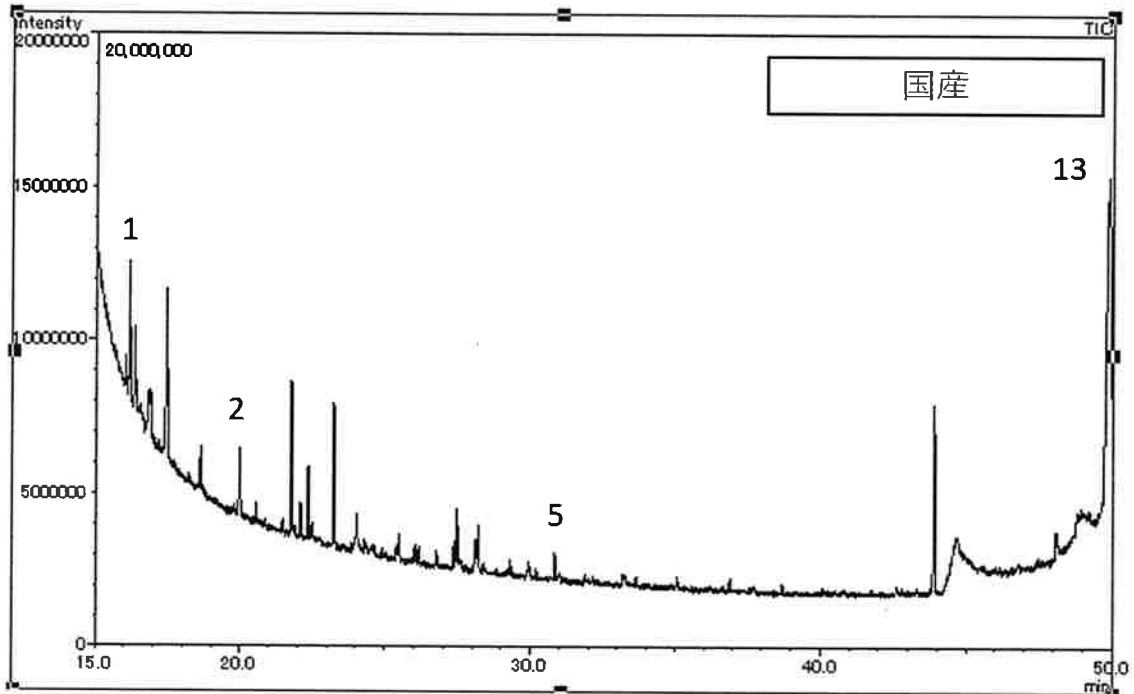


図21 60°Cで4時間、真空低温調理した国産鶏ムネ肉のGC/MS分析結果

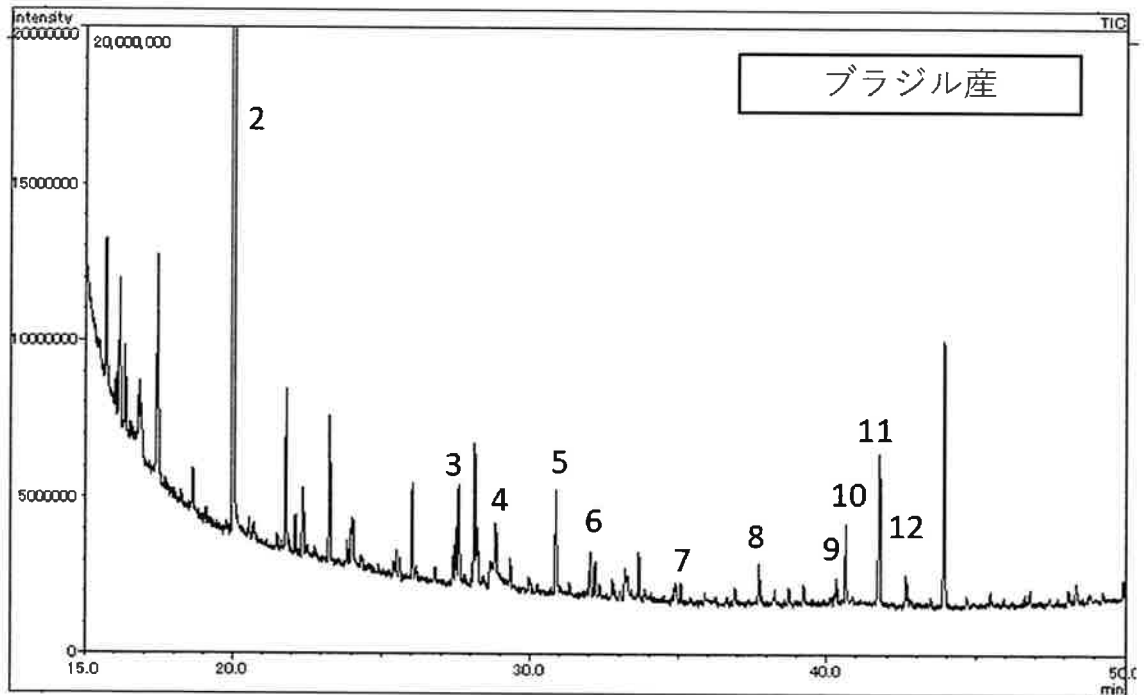


図22 60°Cで4時間、真空低温調理したブラジル産鶏ムネ肉のGC/MS分析結果

図に示されたように、ブラジル産鶏ムネ肉を加熱した時には、国産鶏ムネ肉のものより、多くの香気成分が検出された。この結果は、官能評価で得られた結果と相関していた。これらを GC-0 で解析した結果を表 4 に示した。

表 4 60℃、4 時間真空調理された国産鶏ムネ肉とブラジル産鶏ムネ肉の香気成分の比較

	国産鶏むね肉(香味どり) 60℃・4時間加熱			ブラジル産鶏むね肉 60℃・4時間加熱			
	R.T(min)	香気成分	GC-Oによる匂い	ピーク面積	香気成分	GC-Oによる匂い	ピーク面積
1	16.18	Pentanal,2-methyl-	アゲハチョウの幼虫	4,476,684			
2	20.00	Hexanal	青臭い、草刈り後の匂い	2,130,833	Hexanal	青臭い、草刈り後の匂い	50,932,177
3	27.60				Acetoin	レモンの香料	3,069,531
4	28.84				2-Heptenal,(Z)-	香ばしい、ポップコーン	1,666,178
5	30.87	Nonanal	ビーフシチュー	868,097	Nonanal	柑橘系の匂い	3,236,713
6	32.18				1-Octen-3-ol	玄米茶(茶葉)、香ばしい	1,097,152
7	35.09				1-Octanol	防虫剤、薬品臭	590,115
8	37.73				2-Decenal,(E)-	カメムシ	1,127,454
9	40.33				2-Undecenal	カメムシ	673,794
10	40.63				2,4-Decadienal	甘酒	2,387,879
11	41.76				2,4-Decadienal,(E,E)-	酸化した油	4,717,179
12	42.64				Hexanoic acid	生乾きの雑巾	862,840
13	49.91	3-Pyridinecarboxamid	ミルクのようなにおい	11,068,746			

表 4 では、共通して認められた香気成分は、Hexanal と Nonenal であった。このうち、ブラジル産鶏ムネ肉から検出された Hexanal 量は、国産鶏ムネ肉の 25 倍ほどであった。また、ブラジル産の肉では、国産鶏ムネ肉からは検出されていない 1-octen-3ol, 2-Decenal, 2-Undecenal, 2,4-Decadienal が検出された。これらは、多く存在すると不快臭の原因となることから、ブラジル産の不快臭は、これらの物質によると推定された。

以上の結果から、国産鶏ムネ肉の優位性は、これらの香気成分の生成量から判断できるといえよう。

【まとめ】

1. 60℃、4 時間での真空低温調理は、鶏ムネ肉をジューシーで不快臭の弱いものに仕上げることができ、国産鶏ムネ肉の嗜好性を向上させることができる。今後の有効利用が期待できる。
2. この調理方法は、国産鶏ムネ肉の良さを引き出すことができ、外国産鶏肉との差別化に利用できることが分かった。
3. 国産鶏ムネ肉の優位性は、Hexanal, Nonenal, 1-octen-3ol, 2-Decenal, 2-Undecenal, 2,4-Decadienal の生成量で評価できる可能性が示唆された。

1. 「青森シャモロック冷燻」と製品中イミダゾールジペプチドの定量

((株)グローバルフィールドからご提供された。)

「青森シャモロック冷燻」は、ソフトな食感を有することが特徴であるが、機能性成分であるイミダゾールジペプチドも含んでいる。特に、シャモロックは、抗酸化作用や抗疲労効果作用を有するイミダゾールジペプチドが多く含まれていると考えられる。そこで、シャモロックの肉を加工した時に、この機能性成分が変化するか否かを調べた。

【実験方法】

1) 試料の調製

シャモロックのムネ肉とササミ、並びにこれらをスモークした製品を材料として用いた。スモーク製品に関しては、これらを超純水の中に入れ、付着しているコショウを落とした後、キムタオルで水気をふき取った。その後、筋と膜を取り除き、ひき肉にしたものを4g採取した。また、無処理のムネ肉とササミについては、筋と膜を取り除き、ひき肉にしたものを4g採取した。

2) イミダゾールジペプチドの分析試料の調製

各試料4gに、4倍量の超純水を16ml加えて、ホモジナイザーで70秒間ホモジナイズした。ホモジネート9gに50%TCA溶液を1ml添加し、良く転倒混和したものを、一晚冷蔵庫にて放置し、除タンパク処理を行った。除タンパクした試料を、10000 x g, 4℃, 20分間で遠心分離させ、得られた上清を0.45μmのろ紙でろ過した。

3) HPLC 分析条件

分析試料のpHを上げるため、ツファーで2倍に希釈した後、0.5M NaOHを70μl加えて中和処理を行った。

<分析条件>

バッファー：50mM ギ酸 / 100mM ペンタンスルホン酸ナトリウム、波長：220nm、流速：0.8ml/分、

カラム：ODS、温度：40℃、流量：20ul、分析時間：45分

4) 官能評価

4名のパネリストで、各製品の食味性を自由記述で評価した。

【結果】

1. 青森県産鶏肉（シャモロック）とその加工品の食味性

シャモロック（ササミ）のスモーク製品の官能評価を行った。ノンスモーク製品は、臭みもなく、鶏らしい香りも感じられなかった。これは、鶏肉の鮮度が高く、低温で調理されていることに起因すると推定された。一方、スモークされた製品の食味性は、弾力があり、チータラに類似した食感であったと評価された。

2. シャモロックのムネ肉とササミのイミダゾールジペプチド含有量

生の状態の肉で、ムネ肉とササミの2つの部位におけるアンセリン、カルノシン、バレニンの平均含有量を比較した結果、アンセリンでは、ムネ肉のほうに多く含まれ、また、カルノシン、バレニンはササミのほうに多く含まれていた。しかし、いずれのイミダゾールジペプチド成分においても、含有量に有意差は認められなかった。これは、今回の分析で用いた3個体のムネ肉のサンプル、ササミ肉のサンプルの個体差が大きく影響し、含有量にばらつきが生じた事に起因すると推定された。

また、同じ畜種においても肉中に含まれるアンセリン、カルノシンの含有量は、肉の部位による筋肉の種類の違いによって異なるとの報告がある。具体的には、鶏肉において、アンセリンカルノシンの含有量は赤筋の割合が高いモモ肉よりも白筋の割合が高いムネ肉で多く含まれるとされている。これは、白筋におけるATP産生は主に嫌氣的代謝によって行われることから、代謝産物として生じた乳酸が蓄積し、pHが低下する。従って、pHの緩衝作用の持つアンセリン、カルノシンの需要が白筋において高まるからである。これらの報告を踏まえて、今回の結果を考察すると、カルノシンとバレニンの含有量が、ムネ肉よりもササミ肉で多く含まれていたのは、白筋の割合が、ムネ肉よりもササミ肉で高いことと関係している可能性があるのではないかと考えられた。

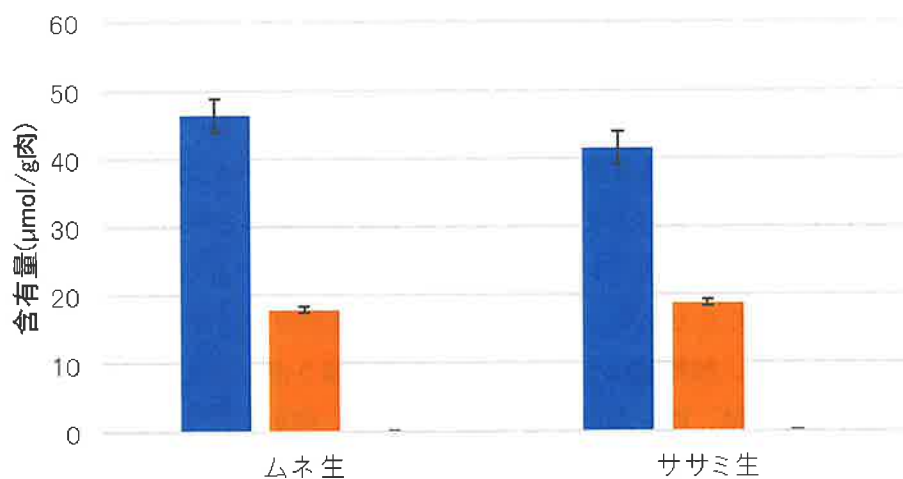


図 23 シャモロックのムネ肉とササミのイミダゾールジペプチド含有量

3. シャモロックの生肉とその加工品のイミダゾールジペプチド含有量

シャモロックのムネ肉およびササミ肉の生肉と、それらのスモーク製品のイミダゾールジペプチド含有量を測定した。その結果を図 24 と 25 に示した。

ムネ肉とササミ肉いずれも生肉よりも、加熱調理をしたスモークのアンセリン、カルノシン、バレニンの減少が認められた。ムネ肉における加熱調理サンプルのイミダゾールジペプチドの損失率はそれぞれ、アンセリンで 19.5%、カルノシンで 1.1%、バレニンで 37.5%であった。また、ササミ肉では、スモーク製品の方が、アンセリンで 18.5%、カルノシンで 11.1%、バレニンで 50%の損失が認められた。このように、アンセリンの損失率はムネ肉で高く、カルノシンとバレニンの損失率はササミ肉で高いことが分かった。これは、ムネ肉のアンセリン含有量がササミ肉よりも多く、また、ササミ肉のカルノシンとバレニンの含有量がムネ肉よりも多いという部位のイミダゾールジペプチド含有量の違いと一致していた。

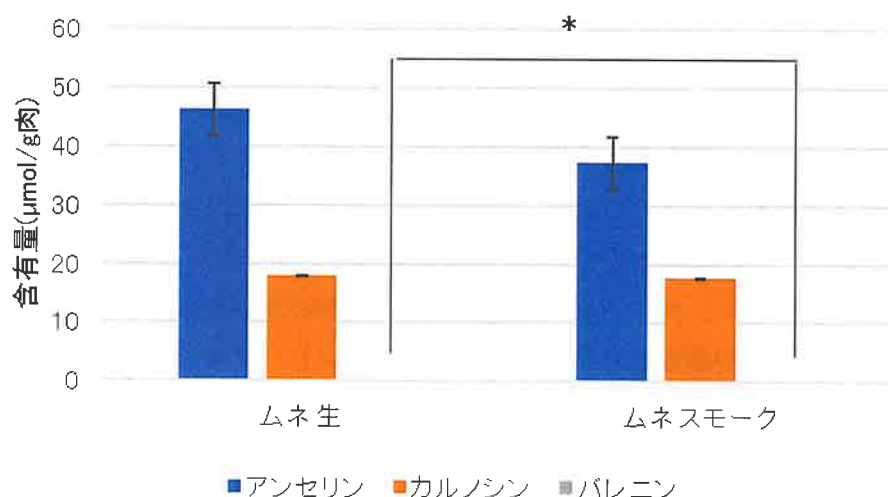


図 24 シャモロックの生ムネ肉とその加工品のイミダゾールジペプチド含有量

生肉と比較した際の加熱調理における、イミダゾールジペプチドの損失は、アンセリンは、ササミで有意差が認められ、バレニンでは、ムネとササミのいずれにおいても有意差が認められた。これは、畜肉を加熱調理した時における、生肉と比較したイミダゾールジペプチドの損失は、カルノシンよりもアンセリンで優位に観察されるとされる報告¹⁶⁾と一致している。また、バレニンはアンセリンと同じくカルノシンから合成されることや、アンセリンと分子量が同じことから、同様の傾向が見られたのではないかと考えられた。

また、生の肉よりも、加熱調理をしたスモーク肉のほうが、イミダゾールジペプチドの含有量が少なくなるのは、肉を加熱することによって、肉から肉汁が放出される際に、水溶性であるアンセリン、カルノシン、バレニンが肉汁の中に溶けて、一緒に放出されるからではないかと推察できた。さらに、この現象について、アンセリン、カルノシン、バレ

ニンが水溶性であることから、肉を加熱調理した際の、イミダゾールジペプチドの損失は、ゆで加熱で最も多くなるとの報告がある一方、揚げる、焼くなどの乾式加熱ではイミダゾールジペプチドの損失を最小限に抑制できるとの報告もされている。

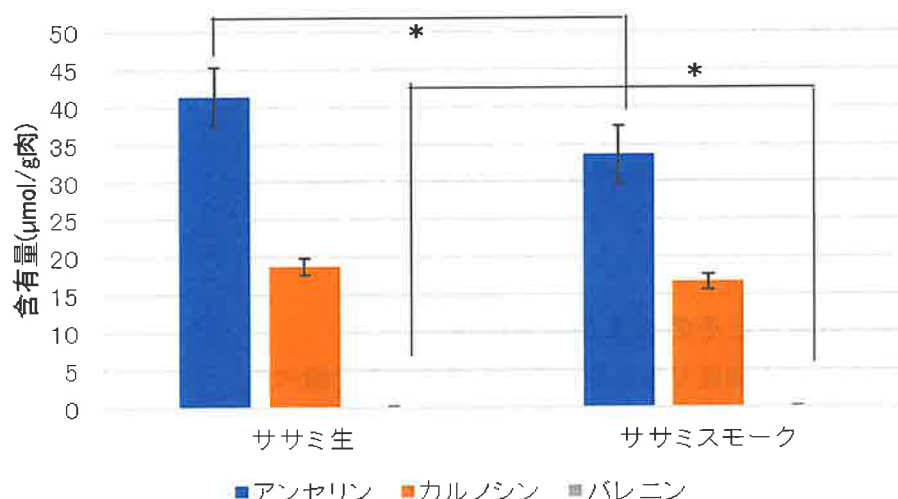


図 25 シャモロックのササミとその加工品のイミダゾールジペプチド含有量

2. 「ほろほろむね肉の角煮」等のレトルト加工品製造における香気成分の変化 (長崎県養鶏農業協同組合からご提供された。)

「ほろほろむね肉の角煮」は、低需要部位を様々な形でカットした後、角煮風調味液等でレトルト加工し、新たな食感と風味を際立たせた商品である。一般的に、食肉をレトルト処理すると、臭いに変化することがよくある。そこで、食味性にどのような変化が起こっているかを調べると同時に、香気成分の変化を解析した。

【実験方法】

1) 試料

長崎県養鶏農業協同組合から、国産鶏ムネ肉とそれをレトルト処理したものを提供してもらった。

2) 香気成分分析サンプルの調製

生肉もしくはレトルト処理肉を乳鉢ですりつぶしたもの 20g にジクロロメタン 100ml と内部標準 (フタル酸ジメチル) 5 μ l を添加し転倒混和した。一晩冷蔵庫に静置し、ジクロロメタン層を回収した。回収したジクロロメタン層 60ml を窒素ガスで 10 倍に濃縮したものを香気分析用試料とした。

3) GC-MS、GC-O 分析条件

カラム：TC-WAX(60m × 0.25mm、膜厚 0.25 μm) ジーエルサイエンス社製

キャリアガス：高純度 He ガス

昇温条件：40℃ (10min)-(20℃ /min)-240℃ (20min) ⇒計 70 分間

検出器：MS

サンプル注入量：2μl

4) 官能評価

4名のパネリストで、各製品の食味性を自由記述で評価した。

【結果と考察】

1. 国産鶏ムネ肉生とその加工品の食味性

国産鶏肉のレトルト前後で鼻先香の変化を官能評価で調べた。

レトルト前の肉の香り（鼻先香）を調べた結果、鶏らしい香り、酸化した鶏肉の油、あるいは大根おろしをすりおろした直後の臭いと評価された。一方、レトルトしたものは、金属臭や蒸れた臭いが感じられた。

2. 国産鶏ムネ肉のレトルト処理前後での香気成分の分析

国産鶏ムネ肉のレトルト処理前後の肉から、ジクロロメタンで直接抽出し、それらを分析した結果を図 26 に示した。

レトルト処理前の肉では、保持時間 40 分以降の時間で多くの香気成分が検出されたが、40 分より前の時間で無処理にはない複数の成分が認められた。

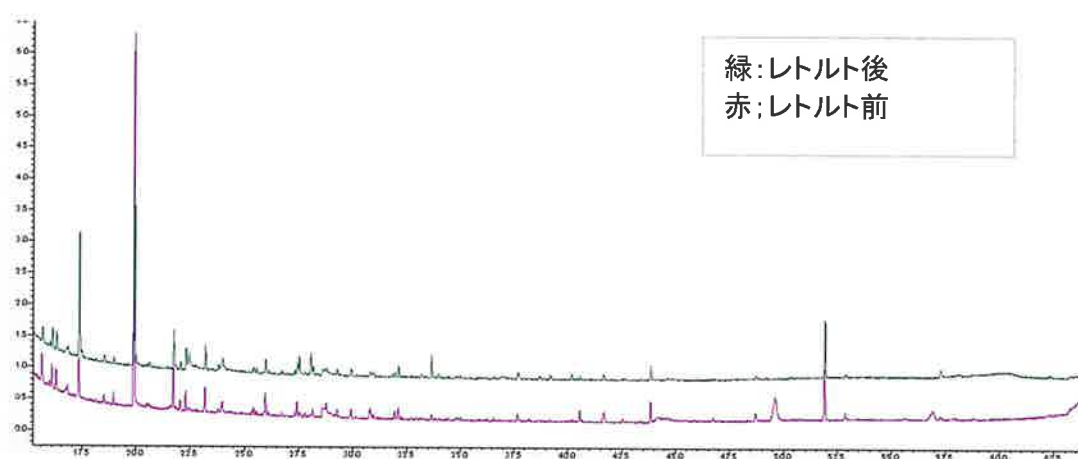


図 26 国産鶏ムネ肉のレトルト処理前後での香気成分の分析クロマトグラム

そこで、これらの成分を特定するために、GC/MS もしくは、GC-O でこれらの臭い成分の特徴を調べた。その結果を表 5 にまとめて示した。

表5 国産鶏ムネ肉のレトルト処理前後での香気成分の分析と同定された化合物

R.T	レトルト前		レトルト後	
	GC-Oによるにおい	化合物	GC-Oによるにおい	化合物
16.15	アゲハチョウの幼虫	N.D	アゲハチョウの幼虫	N.D
19.37		N.D	胃酸	N.D
19.90	青臭い、草のような	Hexanal	青臭い、草のような	Hexanal
22.45	レモンの香料	N.D	レモンの香料	3,5-Dimethyldihydropyran-2,6-dione / Aziridine, 1-(2-buten-2-yl) / Ethane, 1-chloro-2-isocyanato- / Cyclobutane, 1,2,3,4-tetramethyl-
27.48		N.D	?	N.D
27.94	シンナー	N.D	鉄錆	N.D
28.81		N.D	スパイシーな	Octane, 2-chloro- / Acetic acid, trichloro-, nonyl ester / Acetic acid, trichloro-, octyl ester / Octyl chloroformate / 2-Decenal, (E)-
30.00		N.D	プールの更衣室	N.D
30.41	ゼラニウム	N.D	?	N.D
30.76	石鹸	N.D	花のような	N.D
31.13	シンナー	N.D		N.D
32.12		N.D	玄米茶	1-Octen-3-ol / 1-Nonen-3-ol / 1-Hepten-3-ol
32.76	酸味のあるチーズ	N.D	酸味のあるヨーグルト、チーズ	N.D
34.77		N.D	?	N.D
34.89	衣類の防虫剤	N.D	古い図書館の本	N.D
35.80	しらす干し	N.D	しらす干し	N.D
36.26	爽やかな、グリーン	N.D	爽やかな、グリーン	N.D
36.59		N.D	便	2-Octen-1-ol, (Z)- / 2-Nonen-1-ol, (Z)- / Octanal
37.63	カメムシ	2-Decenal, (E)- / 2-Decenal, (Z)- / 2-Undecenal		N.D
37.95		N.D	香ばしい	N.D
39.15	油の酸化臭	N.D	油の酸化臭	N.D
39.33		N.D	香ばしい油	N.D
39.66		N.D	プラスチックのような	N.D
40.24	カメムシ	N.D	カメムシ	N.D
40.57	マーガリン	N.D	花のような	2,4-Decadienal, (E,E)- / 2,4-Decadienal
40.74		N.D	ポップコーン	N.D
41.67	油の酸化臭	2,4-Decadienal / 2,4-Decadienal, (E,E)-	油の酸化臭	Nona-3,5-dien-2-one / Cyclopentene, 5-hexyl-3,3-dimethyl- / 2-Nonyne / 3,5-Octadien-2-one / Cyclopentene, 1-isopropyl-4,5-dimethyl-

42.88		N.D	苦い薬品臭	N.D
43.21	きびだんご	N.D	片栗粉	N.D
44.62	花のような	N.D		N.D
45.38	食器乾燥機で乾燥させた食器	N.D	すずらん	N.D
45.85	?	N.D		N.D
45.96		N.D	食器乾燥機で乾燥させた食器	N.D
46.28	カaramel	N.D	べっこうあめ	N.D
46.83		N.D	?	N.D
47.39	ぬか漬	N.D	ぬか漬、口臭	N.D
48.99		N.D	?	N.D
50.05	バター	N.D	バター	N.D
51.09		N.D	湯気	N.D
51.32	水槽の水草	N.D		N.D
56.54	古いタンスの中	N.D	古いタンスの中	N.D
57.03	?	N.D	?	N.D
61.54	唾液	N.D	唾液	N.D
64.33	乾いた牛乳	N.D	チーズ	N.D

※N.D :ピーク検出せず

レトルト前後の両方のムネ肉で検出された香気成分には、Hexanal、2,4-decadienal が検出された。これらの香気成分は、鶏肉の特徴的な香りを連想させる香気成分としてよく知られており、今回の官能評価で認められた「鶏らしい香り」、「酸化した鶏肉の油」、あるいは「大根おろしをすりおろした直後の臭い」は、これらの香気成分によりもたらされたと推察された。

レトルト後のムネ肉では、これら以外に、3,5-Dimethyldihydropyran-2,6-dione、1-Octen-3-ol、Octanalなどが検出された。これらの香気成分を再構成しないと解明はできないが、レトルト後のムネ肉で評価された「金属臭」や「蒸れた臭い」はこれらの香気成分によりもたらされている可能性が示唆された。

3. 「本格地鶏中華まん」の香気成分の特徴（(株)ヤマモトからご提供された。）

黒どりを用いた肉まんを新規に開発された。コンビニでも売筋の中華まんを「鶏中華まん」として、「本格飲茶」を目指しており、具材は、地鶏丹波黒鶏のむね切身とささみミンチを黒胡椒炒めした、ちょっと大人の味に仕上げている。ので、これに使用されている具材の香りを、市販の肉まんの具材と比較した。

【実験方法】

1) 香気成分分析サンプルの調製

各肉まんの具材だけを取り出し、乳鉢ですりつぶしたものを20gにジクロロメタン100mlと内部標準（フタル酸ジメチル）5 μ lを添加し転倒混和した。一晚冷蔵庫に静置し、ジクロロメタン層を回収した。回収したジクロロメタン層60mlを窒素ガスで10倍に濃縮したものを香気分析用試料とした。また、具材の原料である黒どりムネ肉の香気成分試料を同様に調製した。

2) GC-MS、GC-O 分析条件

カラム：TC-WAX(60m×0.25mm、膜厚0.25 μ m) ジーエルサイエンス社製

キャリアガス：高純度 He ガス

昇温条件：40 $^{\circ}$ C (10min)-(20 $^{\circ}$ C/min)-240 $^{\circ}$ C (20min) \Rightarrow 計 70 分間

検出器：MS

サンプル注入量：2 μ l

3) 官能評価

4名のパネリストで、各製品の食味性を自由記述で評価した。

【結果と考察】

1. 黒どり中華まんと市販中華まんの具材の食味性の比較

黒どり中華まんと市販中華まん具材を官能評価で調べた。

黒どり中華まんの具材は、「具材の鶏肉の塊が軟らかい」、「味が濃くて、甘味が強い」、「醤油風味」、「香辛料がの風味が強い」、「山椒や生姜の風味が感じられる」など特徴的な食味性が感じられた。一方、市販の中華まんの具材は、「具材の肉以外の風味が強い」、「安っぽい味付け」、「甘味が強い」、「味噌風味がする」などの評価であった。これらの結果から、黒どり中華まんは、特徴的な味わいがあり、高級感も感じられ、評価が高かった。

2. 黒どり中華まんの具材と原料肉の香気成分の分析

黒どり中華まんの具材とその原料となる黒どりムネ肉から、ジクロロメタンで香気成分を直接抽出し、それらを分析した結果を図27に示した。

中華まんの具材となる黒どり生肉では、香気成分がほとんど検出できなかった。また、新鮮であることから、鶏肉に特徴的な香気成分である Hexanal や 2,4-Decadienal が検出されなかった。

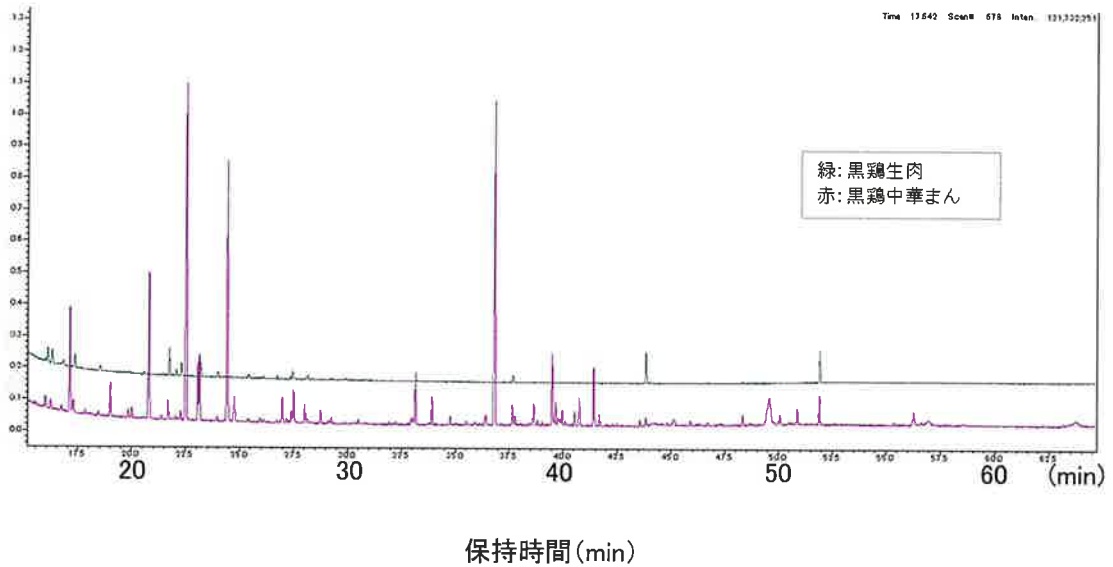


図 27 黒どり中華まんの具材と原料肉の香気成分の分析クロマトグラム

3. 黒どり中華まん和市販中華まんの具材の香気成分の比較

黒どり中華まんの市販中華まんの具材から、ジクロロメタンで香気成分を直接抽出し、それらを分析した結果を図 28 に示した。

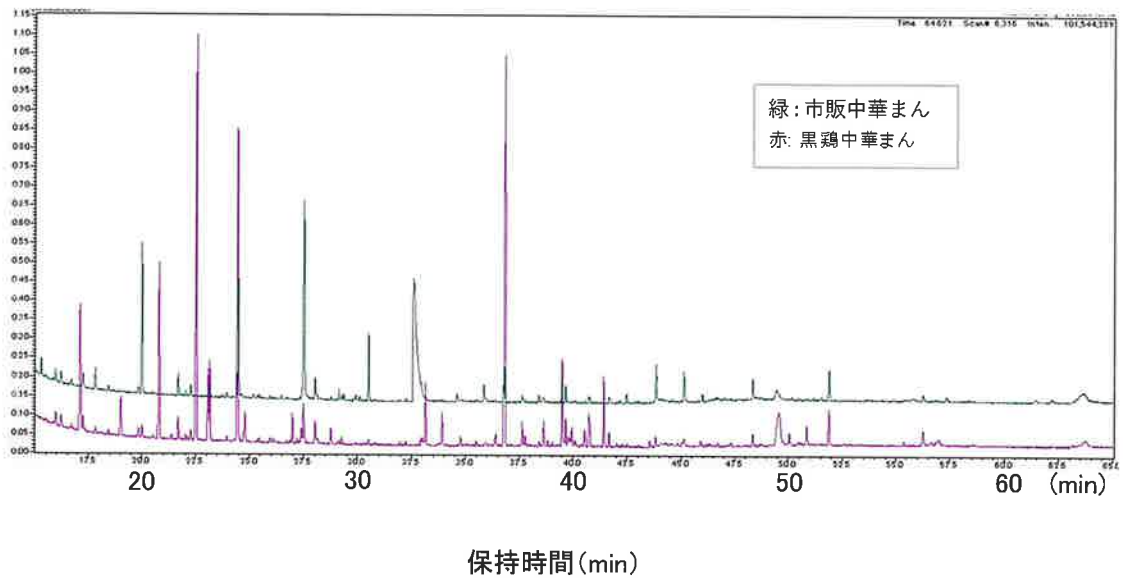


図 28 黒どり中華まん和市販中華まんの具材の香気成分の分析クロマトグラム

表6 黒どり中華まん和市販中華まんの具材の香気成分分析で同定された化合物

R.T	黒鶏使用の中華まん(具材のみ)		市販中華まん(具材のみ)	
	GC-Oによるにおい	化合物	GC-Oによるにおい	化合物
19.88	爽やかな	Hexanal		
24.53			蒸れたにおい	N.D
24.75	花のような	beta.-Phellandrene/Sabinene		
27.95	シンナー	N.D	シンナー、ペンキ	N.D
29.14	ポップコーン	Acetic acid,hydrazino-,ethyl ester / Propanoic acid,2-hydroxy-,ethyl ester,(S)- / (S)-2-Hydroxypropanoic acid	香ばしい	N.D
31.05	瞬間接着剤	N.D	ペンキ	N.D
32.10	コゲ	N.D	コゲ	N.D
32.69	酸味のあるチーズ	N.D	酢	Acetic acid
32.73			チーズ	N.D
32.78			プールの更衣室	N.D
34.89	防虫剤	N.D	防虫剤	N.D
35.00	ネギ	N.D		
35.86			アゲハチョウの幼虫	Propanoic acid,2-methyl-
36.24	爽やか、グリーン	N.D	カメムシ	N.D
37.43			香ばしいチーズ	Butanoic acid,4-Chloro- / Butanoic acid / Pentanoic acid
37.64	カメムシ	2-Decanal,(Z)- / 2-Dodecenal,(E)- / 2-Decenal,(E)-	カメムシ	2-Decanal,(Z)- / 2-Dodecenal,(E)- / 2-Decenal,(E)-
37.97	こげたキャラメル	N.D	コーヒー	N.D
38.40	蒸れた足	Hexanoic acid / Butanoic acid,3-methyl-	蒸れた足	Hexanoic acid / Butanoic acid,3-methyl-
38.61			タマネギ	1,3,7-Octatriene,3,7-dimethyl- / alpha.-Caryophyllene
39.50	しらす干し	Funebrene<alpha-> / 1,3-cyclohexadiene,5-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-2-methyl-,[S-(R*,S*)]- / Zingiberene<alpha->		
39.65			ごま油	2-Butanone,4-hydroxy- / Ethanol,1-(methylenecyclopropyl)- / 2-Butanone,4-hydroxy-3-methyl- / 1-Pentanol,5-chloro-,acetate
40.24	カメムシ	N.D	カメムシ	N.D
40.53	甘酒	Cadinene<delta-> / Naphthalene,1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-,(1S-sis)-	?	2,4-Decadienal,(E,E)- / Pentane,1-chloro-5-(methylenecyclopropyl) / 3-Oxatricyclo[4.2.0.0(2,4)]octan-7-one / 2,4-Decadienal

40.70	ポップコーン	N.D	香ばしい	Cyclohexene,3-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-6-methylene-,[S-(R*,S*)]-/ Sesquiphellandrene<beta->/ 1,6,10-Dodecatriene,7,11-dimethyl-3-methylene-,(E)-/ Bergamotene<beta-,trans->
41.50	肉まんの具	N.D	肉まんの具	N.D
41.63	肉を蒸した湯気	N.D	肉のゆで汁	N.D
41.99			シロップ	N.D
42.16	焦がし醤油	N.D		
42.52			酸味のある	N.D
42.78	甘い	N.D	正露丸	N.D
43.19			きびだんご	N.D
43.86			?	Phenylethyl Alcohol
44.28	高菜の漬物	N.D		
44.61	高菜の漬物	N.D		
45.14	べっこうあめ	N.D	べっこうあめ	Ammonium chloride/Hydrogen chloride/Maltol
45.84	?	N.D	食器乾燥機で乾燥した食器	N.D
46.22	べっこうあめ	N.D	べっこうあめ	N.D
46.68			キンモクセイ	N.D
47.05	生乾きの雑巾	N.D	生乾きの服	N.D
47.34	ぬか漬け	N.D	ぬか漬け	N.D
48.57	甘い	N.D		
49.16			ソース	N.D
49.71	コンソメ	N.D		
49.98			コンソメ	N.D
50.45			花	N.D
50.85	救急箱	Spathulenol/(-)-spathulenol		
51.50	ヒノキ	N.D		
51.58			スパイシー	N.D
53.63			?	N.D
54.19	?	N.D	?	N.D
56.40	ソース	N.D		
56.50			ビニールバッグ	N.D
57.03			プールの消毒	N.D
58.49	バニラ	N.D	カフェオレ	N.D
60.60	花束	N.D	花束	N.D
61.33	唾液	N.D	唾液	N.D
64.23	シチュー	N.D	?	N.D

* : ND not detected.

黒どりの中華まんの具材からは、一般的に鶏肉で検出される hexanal、2-decanal、hexanoic acid などが検出された。これらは、原料の生肉では検出されていなかったが、加工の段階で生じたと推察された。また、この表には、記載されていないが、黒どりの中華まんの具材からは、香辛料由来と思われる香気成分として limonene、2-carene、

copaene、caryophyllene、citralなどが、加熱で生じたと思われる香気成分としてfurfuralが検出された。これらの香気成分が、黒どり中華まんの食味性に反映していると推定された。

一方、市販の中華まんの具材からは、鶏肉由来の香気成分が検出されなかったことから、別の肉が使用されていると推定された。

【まとめ】

1. 青森シャモロックのスモーク製品は、ブロイラー肉よりも高いイミダゾールジペプチドが認められ、今後の機能性を有する食品として期待される。
2. レトルト食品に関しては、レトルトによる香りの変化とその寄与成分が推定された。実際の製品では、レトルトにより生じる香りをマスクすることが必要であることが明らかとなった。
3. 黒どり中華まんは、食味性が高く、高級感が感じられた。これは、鶏肉の食味性を活かし、香辛料の香りバランスも良いことがわかった。製品として、販売されることが期待される。

【参考文献】

- 1) 七訂 食品成分表 2017年版、(女子栄養大学出版部) pp.154-181 (2017)
- 2) 西村敏英、「食べ物のおいしさとうま味成分」、*月刊フードケミカル*、'08-1'、49-53 (2008)
- 3) Gasser U., Grosch W., *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 190, 3-8(1990)
- 4) Kerler J., Grosch W., *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A*, 205, 232-238 (1997)
- 5) Farkas P., Sadecka J., Kovac M., Siegmund B., Leitner E., Pfannhauser W., *Food Chem.*, 60, 617-621(1997)
- 6) Takakura, Y., Mizushima, M., Hayashi, K., Masuzawa, T. and Nishimura, T., *Food Science and Technology Research*, 20 (1), 109-113 (2014)
- 7) 西村敏英、「地鶏のおいしさとうま味成分」、*調理食品と技術* (日本調理食品研究会)、12, 101-107, (2006)
- 8) Saiga, A., Okumura, T., Makihara, T., Katsuta, S., Shimizu, T., Yamada, R., and Nishimura, T., *J. Agric. Food Chem.*, 51, 1741-1745(2003)
- 9) 西村敏英、「食肉・食肉製品のもつ生体調節機能」、*日本調理科学会誌*、41, 221-226(2008)
- 10) 西村敏英、「カルノシンとアンセリン」、*アミノ酸の科学と最新応用技術* (監修 門脇基二、鳥居邦夫、高橋迪雄)、pp.272-287(2008)
- 11) 西村敏英、平成27年度国産チキンの優位性を示すための訴求ポイントの科学的検証報告書 (2016)
- 12) 西村敏英、平成28年度国産チキンの優位性を示すための訴求ポイントの科学的検証報告書 (2017)

- 13) 西村敏英、平成 29 年度国産チキンの優位性を示すための訴求ポイントの科学的検証報告書 (2018)
- 14) 西村敏英、平成 30 年度国産チキンの優位性を示すための訴求ポイントの科学的検証報告書 (2019)
- 15) Dinesh D. J et al, *Poultry Science* 93, 1842-1849(2014)
- 16) Juniper, D. and Rymer, C., *Journal of Food, Nutrition and Agriculture*, 1 (1). pp. 3539(2018)



令和元年度国産食肉等新需要創出緊急対策事業

国産チキンの優位性を示すための訴求ポイントの科学的検証報告書

発行 令和2年3月

発行者 一般社団法人 日本食鳥協会

〒101-0032 東京都千代田区岩本町2-9-7

TEL 03-5833-1029 FAX 03-5833-1033



国産チキン

あんしんも、おいしさも。