



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

平成31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	3
2. 鶏肉の食味性の特徴	5
(1) 鶏肉の味	5
(2) 鶏肉の香り	5
(3) 鶏肉の食感	7
(4) 鶏肉の脂肪酸化と食味性	7
3. 鶏肉の機能性の特徴	8
4. 鶏肉の肉質制御に関わる要因	9
5. 鶏肉のおいしさと調理	10
6. 平成30年度の本プロジェクトの目的	11
(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	11
(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	12
第1章 国産チキンの優位性を示すための訴求ポイントの確立	13
【目的】	13
【実験方法】	13
1. 分析試料の調製方法	13
2. 一般組成	13
3. 脂肪酸分析	14
4. 官能評価	14
5. 生並びに加熱調理した鶏肉の香気成分の解析	14
6. アミノ酸分析（アミノ酸自動分析計によるグルタミン酸の測定）	14
7. イミダゾールジペプチドの測定	15
【実験結果と考察】	15
1. 調理方法の違いによる香りの違い	15
2. 調理方法の違いによる一般組成並びに、脂肪酸組成の違い	16
3. 調理方法の違いが香気成分に及ぼす影響	21
4. 産地での違いが鶏肉の加熱に伴う香気成分の違いに及ぼす影響	25
5. 部位の違いが、茹でた鶏肉の加熱香気成分に及ぼす影響	26
6. 異なる方法で調理された鶏肉中のグルタミン酸含量の違い	26
7. 「保健機能」に関するポイント	27
【まとめ】	28
第2章 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	29
【目的】	29
【実験方法】	29
1. 一般組成	29
2. 脂肪酸分析	29
3. 香気成分の分析	29
【結果及び考察】	30
1. 鶏かまぼこ（株式会社 オヤマ）	30
2. 地鶏丹波黒どり鶏するめ（株式会社 ヤマモト）	33
3. 鶏肉ソーセージ（貞光食糧工業株式会社）	36
【まとめ】	39



# 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

女子栄養大学 栄養学部

教授 西村敏英

## 【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、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。最近では、サラダチキン、唐揚げ等の加工品が注目され、鶏肉の消費量が伸びている。農畜産業振興機構のホームページの統計資料によると、2017年度の鶏肉推定出回り量は、214万トンで、前年度の209万トンを2.3%上回り、2005年度から12年間連続で順調に伸びている。国産鶏肉も、2017年度は158万トンで、前年度の155万トンと比べて2.3%上回り、2011年度から7年間連続で伸びている。一方、2017年度の海外からの鶏肉輸入量は56万トンで、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、少なからず食鳥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、国産チキンが輸入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、平成32年の輸出額1兆円達成する目標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る。特に、香港には、国内での需要の低いモミジ（鶏足）を中心として国産チキンの輸出量が増えていると書かれている。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、国産チキンが海外の鶏肉と、品質において、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るとは言えない。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。

そこで、国産チキンの優位性を示すために、調理方法に着目し、調理方法での違いが鶏肉の香りに及ぼす影響を調べることとした。重要な香気成分が見いだされると、それを指標として、国産チキンの優位性を簡便に調べることが可能になると考えられる。本年度は、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すること、また、鶏肉の機能性成分であるイミダゾールジペプチドの加熱による変化を調べ、国産チキンの優位性を調べることを目的とした。

以下に、加熱した鶏肉の栄養素、食味性や機能性の特長、並びにそれぞれの変動要因を概説し、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

私たちの体を構成するタンパク質は、1万種類以上あると言われており、それらは一定期間で、生合成により、新しいタンパク質につくり替えられている(タンパク質の代謝)。この時に原料となるアミノ酸の一部は、食べ物のタンパク質が消化・吸収されたアミノ酸である。そのため、タンパク質は毎日摂取することが推奨されており、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。

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)<sup>1)</sup>。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。

さらに、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 2015 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りに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<sup>2)</sup>。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 (retronasal aroma) 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、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。

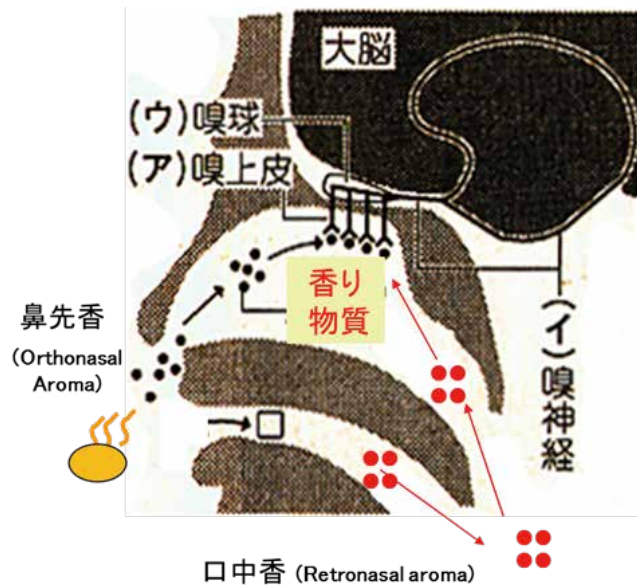


図1 食べ物の口中香を感じるメカニズム

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。あまり研究が進んでおらず、これまでに知られているのは、和牛と鶏肉の特徴的な香りを分析したものがあ

る。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、 $\beta$ -ionone、 $\gamma$ -decalactone、 $\gamma$ -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いると示されており、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<sup>3-6)</sup>。

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。

### (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<sup>7)</sup>。

### (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。

鶏肉の特徴的な香り成分である 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、3.5 時間加熱し、タンパク質を抽出した。これを微生物プロテアーゼで処理し、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。これは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<sup>8)</sup>。

#### 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<sup>9)</sup>。

#### ③抗酸化作用

筋肉には、 $\beta$ -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、 $\beta$ -アラニンとヒスチジンが結合したカルノシンと、 $\beta$ -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、著しく多

く含まれている。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<sup>10)</sup>。

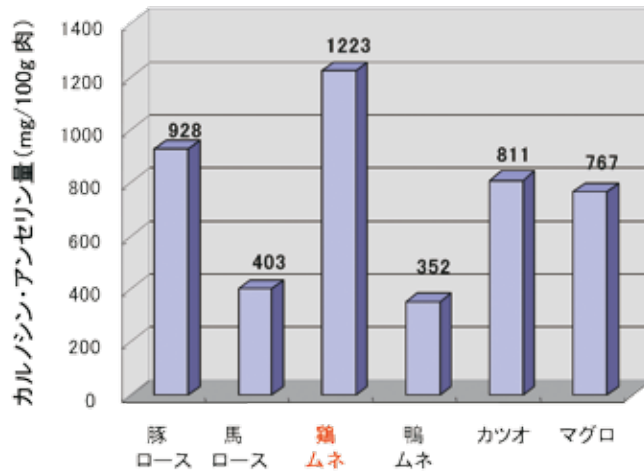


図1 各種動物の肉のイミダゾールジペプチド含量

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。ヒトに

800メートル走に相当する高強度の運動をさせた時に、カルノシンとアンセリンを含む飲料を摂取すると、摂取した方のヒトの運動パフォーマンスが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。

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、注目されている食材と言える。

#### 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られ思考えられるので、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。

食肉を調理する場合、焼く、蒸す、茹でるなど様々な方法で調理され、それぞれの調理方法で加熱香気が変化することはよく知られている。食肉の加熱香気に関する研究も多くあるが、牛肉の場合が多く、鶏肉に関しては十分な研究がなされているとは言えない。

## 6. 平成 30 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、国産チキンが輸入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 年度には、凍結期間を揃えた国産チキンと輸入鶏肉を用いて、「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。しかし、他の香気成分の寄与も考えられ、加熱調理時の変化も含めて、今後の課題とされた。

そこで、本年度は、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すること、また、鶏肉の機能性成分であるイミダゾールジペプチドの加熱による変化を調べ、国産チキンの優位性を調べることを目的とした。

## **(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。

本年度は、「魚の代替品となる加工品の開発」をテーマとして公募した。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、香りに着目し、香気成分の分析を行った。

## 第 1 章 国産チキンの優位性を示すための訴求ポイントの確立

### 【目的】

本年度は、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すること、また、鶏肉の機能性成分であるイミダゾールジペプチドの加熱による変化を調べ、国産チキンの優位性を調べることを目的とした。

### 【実験方法】

#### 1. 分析試料の調製方法

スーパーで購入した国産鶏ムネ肉とモモ肉（香味鶏の皮無し）およびタイから輸入された冷凍の鶏ムネ肉とモモ肉を使用した。国産の鶏肉の場合には、購入直後と 2 日間保存（熟成）したものを試料とした。また、冷凍されたタイ産輸入鶏肉に関しては、冷蔵庫で一晩保存し、解凍したものを試料として用いた。

- ①焼きサンプルの調製：アルミホイルを約 40cm の長さに切り、国産チキンのムネ肉とモモ肉 1 枚を中心においてから、左右のアルミホイルの両端が重ならない程度に中心に折り返した。次に、上下の両端が 1~2cm 程度重なるようにして留めた。200℃に設定したホットプレート上に、アルミホイルで包んだ鶏肉を並べて置き、約 20 分間加熱した。温度計で肉の中心温度が 80℃になったことを確認した後、加熱を終了した。
- ②茹でサンプルの調製：沸騰した湯に 10 分間入れて加熱した。温度計で肉の中心温度が 80℃になったことを確認した。
- ③蒸しサンプルの調製：水が沸騰した後、サランラップごと蒸し器に入れ、10 分間加熱した。温度計で肉の中心温度が 80℃になったことを確認した。

#### 2. 一般組成

試料を日本分析センターに送付し、一般組成分析を依頼した。一般組成の分析は、定法に従い、実施された。



### 3. 脂肪酸分析

各群のムネ肉あるいはモモ肉を約 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。

### 4. 官能評価

①鶏らしい香りの強さ並びに、②不快臭（酸化臭・なまぐささ）の強さの 2 項目を以下の 5 段階で評価した。5 段階は、1（非常に弱い）、2（弱い）、3（どちらともいえない）、4（強い）、5（非常に強い）とした。

### 5. 生並びに加熱調理した鶏肉の香気成分の解析

各加熱肉から 5g を取り、30ml のバイアル瓶に入れたものを、80℃で 20 分間加熱した。この間に揮発したヘッドスペース香気成分を Mono trap（シリカモノリス捕集剤：ジーエルサイエンス）で捕集した。1ml のジエチルエーテルによる抽出後、GC/MS（Agilent 5977A GC/MSD：アジレント）で 40° C から 240° C まで 10° C/min の昇温条件で分析した。

### 6. アミノ酸分析（アミノ酸自動分析計によるグルタミン酸の測定）

調理済みの肉を 1~2cm 角に切り、ミンサーでミンチにした。それを 6g 計量し、50ml プラスチック遠沈管に入れて、冷凍庫へ保存した。冷凍庫で保存したサンプルを、常温で解凍した後、24ml の超純水を加えホモジナイザー（Janke & Kunkel Labortechnik. 社製 IKA-ULTRA-TURRAX. T-25）で 1 分間ホモジネート（8000 回転 /min を 15 秒→ 20500 回転 /min を 45 秒）を行った。ホモジナイズしたサンプルを、18g 計量し、50ml プラスチック遠沈管に入れた。そこに 50% TCA 溶液をニチペットで 2ml 入れ、転倒混和した。冷蔵庫で一晩置いた。オーバーナイト後、遠心分離機に 4℃・10000rpm・10 分かけた。上清を 15ml プラスチック遠沈管に移し入れ、DICMIC-25cs（ADVANTEC 社製）とテルモシリンジ 5ml を使用し、ろ過したものをマイクロチューブへ移した。サンプルは冷凍庫で保存した。JLC-500/V（日本電子製）を用いて、試料の遊離アミノ酸を測定した。

## 7. イミダゾールジペプチドの測定

6. と同じ条件で、分析した。

### 【実験結果と考察】

#### 1. 調理方法の違いによる香りの違い

鶏肉を加熱調理すると、その方法の違いにより香りが異なることはよく知られている。本事業のこれまでの成果から、チルド国産チキンのうま味の強さや鶏らしい香りは、外国産鶏肉のものより有意に強く、不快臭も有意に弱いことが明らかとなった。また、鶏肉らしい香りは、香気成分のヘキサナールによると、また、外国産鶏肉での不快臭の強い要因は、2,4-デカジエナールが多いことに起因すると推定されている。しかし、その違いがどのような成分に起因するかに関する詳細な研究は行われていない。そこで、まず、予備実験として、市販の国産チキン（ムネ肉とモモ肉）を「茹で」と「焼き」で調理し、鶏らしい香りの強さと不快臭（酸化臭など）を5段階で評価した（図1, 2）。

ムネ肉及びモモ肉ともに、いずれの調理法でも、鶏らしい香り（口中香）が感じられることが判明した。また、ムネ肉では、焼いたものよりも茹でたものが、鶏らしい香りが強いことが明らかとなった（図1）。モモ肉では、焼いたものが、茹でたものより、鶏らしい香りが強いことが判明した。このことから、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

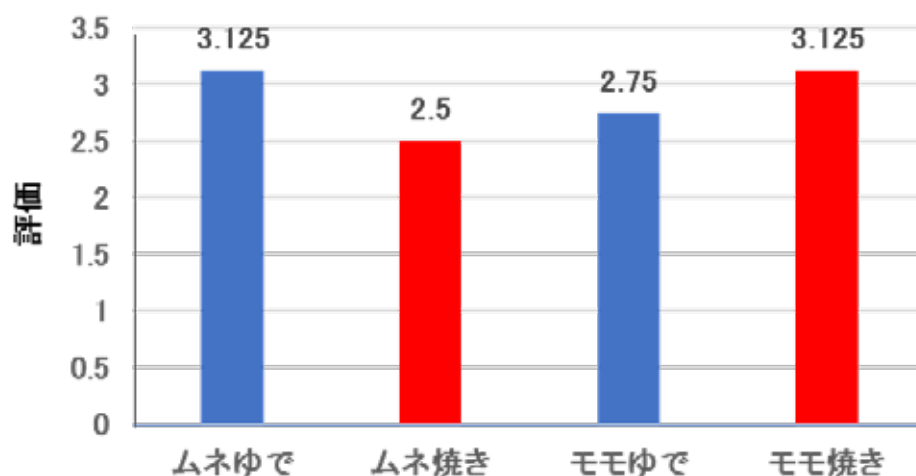


図1 調理方法の異なる鶏肉に関する口中香による「鶏らしさの香り」の評価

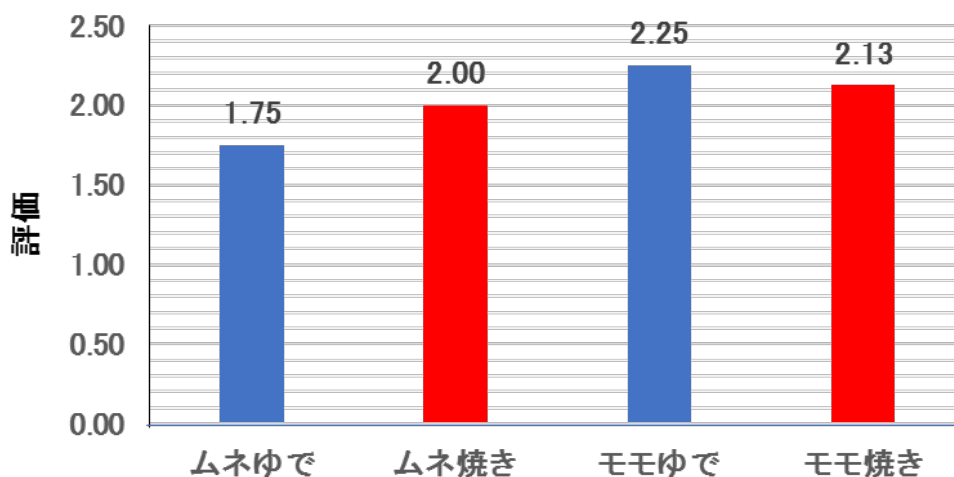


図2 調理方法の異なる鶏肉に関する口中香による「不快臭」の評価

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。不快臭に関しては、ムネ肉、モモ肉ともに、評価は2点、あるいはそれよりも低く、焼いても、茹でても不快臭が弱いことが判明した。

## 2. 調理方法の違いによる一般組成並びに、脂肪酸組成の違い

市販の国産チキン（ムネ肉とモモ肉）ならびにタイ産鶏肉（ムネ肉とモモ肉）を調理した後、それぞれの一般組成と、脂肪の脂肪酸組成を測定した。

国産チキンのムネ肉を加熱調理すると、水分が著しく減少した（表3）。茹で、蒸し、焼きでは、それぞれ、14.2, 11.5, 12.3%減少した。これらは、クッキングロスに相当する。水分が減少した分、タンパク質が増加した。脂質や灰分の減少は認められなかった。脂肪酸組成では、オレイン酸、パルミチン酸、リノール酸の割合が高かった。また、アラキドン酸やDHAが高い割合を示すのが特徴であった。これは、飼料として魚類関連物質が使用されている可能性が示唆された。

表3 異なる方法で調理した国産鶏ムネ肉の一般組成と脂肪酸組成

国産ムネ肉					
化合物		生	茹で	蒸し	焼き
水分(g/100g)		75.1	64.4	66.5	65.9
タンパク質(g/100g)		23.3	33.9	30.9	32.4
脂質(g/100g)		2	2	2.9	1.6
灰分(g/100g)		1.1	0.9	1.1	1.1
炭水化物(g/100g)		0	0.0	0	0
エネルギー(kcal)		111	154	150	144
脂肪酸組成 (mg/100g)	ミリスチン酸	0.5	0.8	0.6	0.6
	ミristolレイン酸	0.1	0.2	0.1	0.1
	パルミチン酸	20	20.8	21.2	20
	パルミトレイン酸	3.2	4.5	4.2	4.3
	ヘプタデカン酸	0.2	0.2	0.2	0.2
	ステアリン酸	9	6	7.6	7.8
	オレイン酸	37.5	34.8	38.1	36.2
	リノール酸	15.7	19.7	17.2	17.5
	$\alpha$ -リノレン酸	0.8	1.2	1	1
	イコセン酸	0.4	0.2	0.3	0.3
	イコサジエン酸	0.3	0.3	0.3	0.3
	イコサトリエン酸	0.6	0.5	0.6	0.6
	アラキドン酸	4.6	4.9	3.5	4.7
	ドコサテトラエン酸	1.1	0.9	0.9	1.1
ドコサペンタエン酸	1.2	1.1	0.9	1.1	
ドコサヘキサエン酸	1.2	1	0.7	0.9	

国産鶏モモ肉を加熱調理した場合にも水分が著しく減少した（表4）。茹で、蒸し、焼きでは、それぞれ、10.8, 9.4, 9.0% 減少した。これらは、クッキングロスに相当する。これらの値は、ムネ肉よりも小さかった。これは、モモ肉の筋線維の長さが、ムネ肉のものより短いので、加熱による収縮が小さいため、水分ロスが小さいと推察された。

表4 異なる方法で調理した国産鶏モモ肉の一般組成と脂肪酸組成

国産モモ肉					
化合物		生	茹で	蒸し	焼き
水分(g/100g)		74.2	66.2	67.2	67.5
タンパク質(g/100g)		18.4	27.9	26.3	26.4
脂質(g/100g)		7.2	6.4	6.6	6
灰分(g/100g)		1	0.8	1	1
炭水化物(g/100g)		0	0.0	0	0
エネルギー(kcal)		138	169	165	160
脂肪酸組成 (mg/100g)	ミリスチン酸	0.6	0.6	0.7	0.6
	ミristolレイン酸	0.2	0.2	0.1	0.2
	パルミチン酸	20.7	20.2	20.1	20.6
	パルミトレイン酸	5.5	4.7	4	4.7
	ヘプタデカン酸	0.2	0.2	0.2	0.2
	ステアリン酸	6.5	7	8	7
	オレイン酸	41.9	39.7	39.3	40.6
	リノール酸	18	18.8	19.8	18.4
	α-リノレン酸	1.1	1.1	1.2	1.1
	イコセン酸	0.4	0.3	0.4	0.5
	イコサジエン酸	0.2	0.2	0.2	0.2
	イコサトリエン酸	0.3	0.4	0.4	0.3
	アラキドン酸	1.7	2.8	2.3	2.2
	ドコサテトラエン酸	0.3	0.6	0.5	0.5
	ドコサペンタエン酸	0.3	0.6	0.5	0.4
ドコサヘキサエン酸	0.3	0.5	0.3	0.4	

水分が減少した分、タンパク質が増加した。脂質の若干の減少が認められた。しかし、灰分の減少は認められなかった。脂肪酸組成では、ムネ肉同様、オレイン酸、パルミチン酸、リノール酸の割合が高かった。加熱処理による脂肪酸組成の変化は認められなかった。

タイ産鶏肉のムネ肉を加熱調理すると、水分が減少した（表5）。茹で、蒸し、焼きでは、それぞれ、9.4, 9.5, 7.1% 減少した。これらは、クッキングロスに相

表5 異なる方法で調理したタイ産鶏ムネ肉の一般組成と脂肪酸組成

タイ産ムネ肉					
化合物	生	茹で	蒸し	焼き	
水分(g/100g)	73.7	66.8	66.7	68.5	
タンパク質(g/100g)	20.8	30.6	30.5	29.1	
脂質(g/100g)	5.1	2.7	2.9	2.7	
灰分(g/100g)	1	0.9	1.1	1	
炭水化物(g/100g)	0	0.0	0	0	
エネルギー(kcal)	129	147	148	141	
脂肪酸組成 (mg/100g)	ミリスチン酸	0.9	0.9	0.8	0.9
	ミリストレイン酸	0.2	0.2	0.1	0.2
	パルミチン酸	24.9	24.8	24.4	24.5
	パルミトレイン酸	6.4	4.2	4	4.3
	ヘプタデカン酸	0	0.1	0.1	0.1
	ステアリン酸	5.1	7	7.2	6.7
	オレイン酸	42.9	38.1	39.5	38.9
	リノール酸	15.1	15.4	14.7	15.2
	$\alpha$ -リノレン酸	0.7	0.6	0.6	0.6
	イコセン酸	0.4	0.4	0.4	0.4
	イコサジエン酸	0.2	0.4	0.4	0.4
	イコサトリエン酸	0.3	0.8	0.7	0.8
	アラキドン酸	1	2.7	2.6	2.7
	ドコサテトラエン酸	0.2	0.7	0.7	0.7
ドコサペンタエン酸	0.1	0.4	0.5	0.5	
ドコサヘキサエン酸	0	2.3	2.2	0.3	

当する。水分が減少した分、タンパク質が増加した。脂質の減少も認められたが、灰分の減少は認められなかった。脂肪酸組成では、オレイン酸、パルミチン酸、リノール酸の割合が高かった。また、アラキドン酸やDHAが含まれていることも特徴であった。

タイ産鶏肉のモモ肉を加熱調理した場合は、ムネ肉の場合と違って、水分の変動はあまり大きくなかった（表6）。茹でた肉では、4.6% 減少した。また、

表6 異なる方法で調理したタイ産鶏モモ肉の一般組成と脂肪酸組成

タイ産モモ肉					
化合物		生	茹で	蒸し	焼き
水分(g/100g)		71.5	68.2	71.9	71.3
タンパク質(g/100g)		16.9	25.6	24	24.6
脂質(g/100g)		11.1	6.3	4.1	4.4
灰分(g/100g)		0.9	0.8	1	1
炭水化物(g/100g)		0	0.0	0	0
エネルギー(kcal)		168	159	133	138
脂肪酸組成 (mg/100g)	ミリスチン酸	0.4	0.4	0.4	0.4
	ミリストレイン酸	0.1	0.1	0.1	0.1
	パルミチン酸	20.3	20.6	19.9	19.5
	パルミトレイン酸	4.1	3.9	3.7	3.8
	ヘプタデカン酸	0.1	0.1	0.1	0.1
	ステアリン酸	5.8	6.8	6.9	6.5
	オレイン酸	37.2	33.8	33.7	33.1
	リノール酸	26.5	26.4	26.4	27.4
	$\alpha$ -リノレン酸	2.4	2.1	2.1	2.2
	イコセン酸	0.3	0.3	0.3	0.3
	イコサジエン酸	0.2	0.3	0.3	0.3
	イコサトリエン酸	0.3	0.4	0.4	0.5
	アラキドン酸	1	2.2	2.6	2.7
	ドコサテトラエン酸	0.2	0.5	0.7	0.7
ドコサペンタエン酸	0.2	0.4	0.6	0.6	
ドコサヘキサエン酸	0.1	0.2	0.3	0.3	

脂質の減少が大きかった。これらは、クッキングロスに相当する。水分や脂質が減少した分、タンパク質が増加した。灰分の減少は認められなかった。脂肪酸組成では、オレイン酸、リノール酸、パルミチン酸の割合が高かった。また、アラキドン酸やDHAが含まれていることも特徴であった。

過去の報告書で示した飼料の脂肪酸組成の違いでは、国産飼料では、オレイン酸、 $\alpha$ リノレン酸、アラキドン酸含量が高かった。一方、タイ産飼料では、パルミチン酸、リノール酸含量が高かった。タイ産モモ肉から多く検出されたリノール酸は、餌に含まれるこれら脂肪酸量と相関していた。また、飼料中のオレイン酸は鶏肉中のオレイン酸含量に反映していないと推察された。

### 3. 調理方法の違いが香気成分に及ぼす影響

既に述べたように、調理方法の違いで、鶏らしさや不快臭に違いがあることが明らかとなった。しかし、その違いにどのような成分が関わっているかについては不明である。そこで、鶏肉を茹でたもの、蒸したもの、焼いたものを調製し、GC/MS並びにGC-Oでそれぞれの調理で得られた鶏肉から放出される

表7 異なる方法で調理した国産鶏ムネ肉で検出された香気成分

保持時間	化合物名	茹で	蒸し	焼き
6.175	Hexanal	○	○	○
7.392	Cyclopentasiloxane, decamethyl-			○
8.583	Heptanal	○	○	○
9.892	1-Pentanol	○	○	○
10.658	Octanal	○	○	○
10.592	Cyclopentasiloxane, dodecamethyl-	○		
11.300	diethyl disulfide	○	○	○
11.725	1-Butanol or 1-Hexanol	○	○	○
12.450	Nonanal	○	○	○
13.258	1-Octen-3-ol	○	○	○
13.333	1-Hexene		○	
13.483	Acetic acid	○	○	○
13.850	Propanoic acid, 2,2-dimethyl-		○	○
14.392	Benzaldehyde	○	○	○
14.658	Formic acid			○
14.800	2-Butenal, 2-methyl-		○	
15.975	Undecanoic acid, 2-methyl-, methyl ester		○	○
18.533	Pentanoic acid or Butanoic acid, 3-methyl-		○	○
21.442	Pentanal			○
22.000	Propanal, 2-methyl-			○



香気成分を分析すると同時に、それぞれの肉で感じられる香気成分を調べた。

国産鶏ムネ肉を茹でる、蒸す、焼いた場合に、それぞれから共通して感じられる香気成分は、Hexanal, Heptanal, 1-Pentanol, Octanal, Diethyl disulfide, 1-Butanal, Nonanal, 1-Octen-3-ol, Acetic acid 及びBenzaldehyde の10成分であった。Cyclopentasiloxane, decamethyl, Formic acid, Pentanal 及び Propanal, 2-methyl は、焼いた国産鶏ムネ肉からのみ、認められた。Cyclopentasiloxane, dodecamethyl は、茹でたムネ肉からのみ認められた。また、2-Butenal, 2-methyl は、蒸したムネ肉からのみ認められた。

国産鶏モモ肉を茹でる、蒸す、焼いた場合に、それぞれから共通して感じられる香気成分は、Hexanal, Heptanal, 1-Pentanol, 2,3-Butanedione, 1-Butanal, 1-Hepten, 1-Octen-3-ol, Acetic acid 及び Benzaldehyde の9成分であった。Propanoic acid, anhydride, Oxirane, 2,3-dimethyl-, cis-, Octanal, Eyhane, 1-chloro-1-fluoro, Formic acid, Acetyl isovaleryl, 4-Penten-2-one, Pentanal は、焼いた国産鶏モモ肉からのみ、認められた。また、3-Buten-1-ol, 1,5-Hexadien-

表8 異なる方法で調理した国産鶏モモ肉で検出された香気成分

保持時間	化合物名	茹で	蒸し	焼き
6.175	Hexanal	○	○	○
7.658	3-Buten-1-ol		○	
8.017	Propanoic acid, anhydride			○
8.025	1,5-Hexadien-3-ol		○	
8.592	Heptanal	○	○	○
9.892	1-Pentanol	○	○	○
10.533	Oxirane, 2,3-dimethyl-, cis-			○
10.658	Octanal			○
11.300	2,3-Butanedione	○	○	○
11.725	1-Butanol or 1-Hexanol	○	○	○
11.858	Eyhane, 1-chloro-1-fluoro			○
12.450	1-Hepten	○	○	○
13.258	1-Octen-3-ol	○	○	○
13.475	Acetic acid	○	○	○
13.842	Acetyl isovaleryl			○
14.100	4-Penten-2-one			○
14.383	Benzaldehyde	○	○	○
14.908	3-Butyn-1-ol			○
15.242	2-Hexanol, (S)-		○	
19.967	4-Penten-2-ol	○	○	
21.442	Pentanal			○

3-ol, 2-Hexanol, (S)- は、蒸したモモ肉からのみ認められた。

このように、調理方法が変わると、肉中で生成される香気成分が変わってくる。これらが、加熱調理の違いで生成される香気成分の違いを反映している可能性が示唆された。また、異なる調理方法で加熱しても、同じ香気成分が検出されているものもあるが、放出される成分の量が異なる可能性が考えられる。

次に、検出された香気成分の内、重要なものを絞り込むため、GCで分離した香気成分の臭いの特徴をGC/Oで調べた。

表9 異なる方法で調理した国産鶏ムネ肉で検出された香気成分

保持時間 (分)	化合物	ムネ肉		
		茹で	蒸し	焼き
6.3	Hexanal	あさがお	草、茎	草、茎
8.1	1-Penten-3-ol			ガス
8.7	Heptanal	蒸れたにおい	蒸れたにおい	ガス
9.6	Fran, 2-Pentyl			
9.8	1-Pentanol	抹茶?	人工的?	プラスチック
10.8	Octanal	柑橘系	キノコ類	すっきり
11.4	n-Caprylic acid vinyl ester, 2,5-Octanedione			焼いているにおい? 肉?
11.8	1-Hexanol		ガス	人工的?
13.3	1-Octen-3-ol		落ち着いた香り	バナナの皮
13.5	1-Heptanol			カプトムシ
14.6	Benzaldehyde	チョコ	チョコ?	鰹節
14.8	1-Octanol	不快臭		果物
15.4	Ethanol, 2-(2-methoxyethoxy)-			砂糖菓子
16	Decanoic acid, ethyl ester	鉛筆の残りかす	不快臭	

表10 異なる方法で調理した国産鶏モモ肉で検出された香気成分

保持時間 (分)	化合物	モモ肉		
		茹で	蒸し	焼き
6.3	Hexanal	花、茎	青臭い、草刈り	花、茎
8.1	1-Penten-3-ol	たんず(樟脳)		
8.7	Heptanal	生臭い	金属	
10.8	Octanal	生臭い		すっきり、レモン
11.4	3-Octanone, 2-methyl- 2,3-Octanedione	フルーティー		不快臭
11.9	Hexanol			?
12.8	Nonanal			不快臭
13.4	1-Octen-3-ol		不快臭	埃っぽい
14.5	Benzaldehyde		?	
14.8	1,5-Pentanediol, 3-methyl-			土
15.4	Ethanol, 2-(2-methoxyethoxy)-			コルク?
16.2	Decanoic acid, ethyl ester	?	ストーブ	
17.1	1,2-Hydrazinrdicarboxamide			ローストナッツ
18.7	Hexanoic acid			

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、検出されていた。これまでの研究から、外国産鶏肉より、国産チキンに多く認められることが知られており、その含量が鶏肉らしさを形成することが示唆されている。

いずれの調理方法のムネ肉でも検出された Heptanal, 1-Pentanol, Octanal, Benzaldehyde の臭いの感じ方が、加熱調理の方法で異なるのは、各肉で生成されている香気成分量の違いによると推定された。

昨年度の事業で、不快臭の候補成分として挙げられた 2,4-decadienal が本研究で得られなかった理由に関しては、今後検討する必要がある。

同じ肉でも、調理方法により香気成分量が異なることが明らかとなった。国産チキンモモ肉を異なる調理方法で加熱した肉から放出された香気成分を GC/MS で分析した結果を図 3 に示した。

予備的な官能評価で、国産チキンのモモ肉では、焼いたものが、鶏らしい香りが強いと評価された。これは、茹でたものや蒸したものよりも、Acetic acid が少なかったことによると推定された。これにより、Hexanal による鶏ら

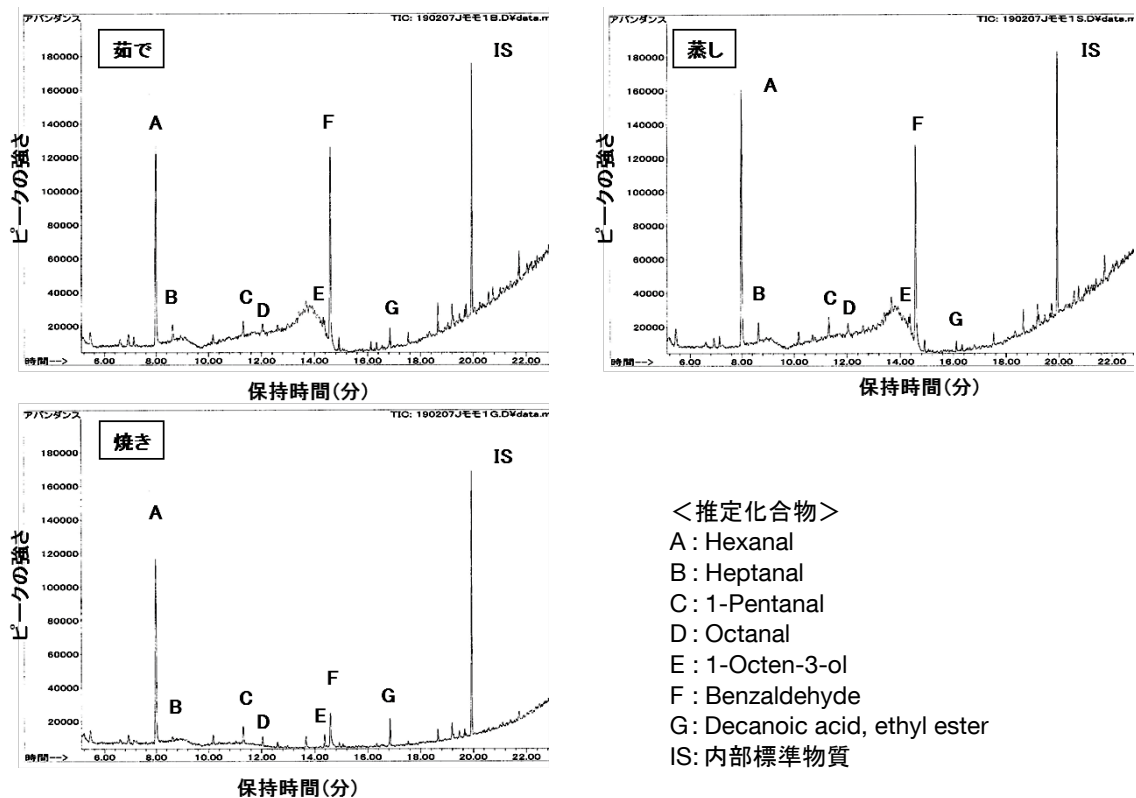


図 3 異なる方法で調理した国産鶏モモ肉から放出される香気成分のクロマトグラム

しさが増強されたと推察された。また、これまでの分析で検出できなかった Decanoic acid, ethyl ester の含量が増えてことも鶏らしさの香りの増強に起因しているかもしれない。

平成 29 年度の事業で、国産チキンの食味性を特徴づける香気成分の指標として、Hexanal、2,4-decadienal 並びに含硫化合物 (Methyl ethyl disulfide, Diethyl disulfide) が適している可能性が示唆された。本年度の解析では、2,4-decadienal や一部の含硫化合物が検出できなかった。その原因を解明する必要がある。

#### 4. 産地での違いが鶏肉の加熱に伴う香気成分の違いに及ぼす影響

国産ムネ肉とタイ産ムネ肉を茹でた時、それぞれの肉から放出される香気成分を調べた。類似したパターンを示したが、タイ産のムネ肉からは、Hexanal(A) の放出が少なく、Decanoic acid, ethyl ester の放出量が増えることが明らかとなった。これらの結果は、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。

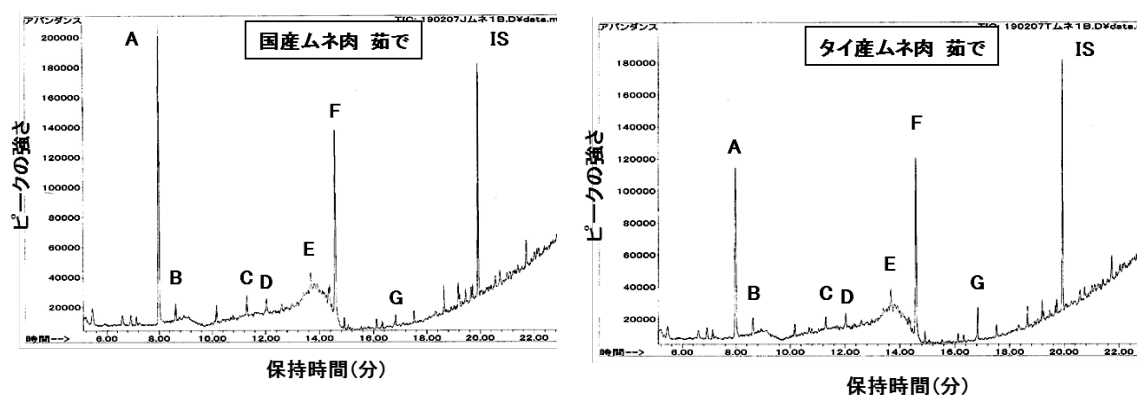


図4 産地での違いが鶏肉の加熱に伴う香気成分の違いに及ぼす影響

## 5. 部位の違いが、茹でた鶏肉の加熱香り成分に及ぼす影響

国産チキンのムネ肉とモモ肉を茹でた後、それぞれの肉から放出される香り成分をGC/MSで解析した。

茹でたムネ肉の放出香り成分は、モモ肉よりも多かった。特に、Hexanal放出量は、多かった。逆に、Decanoic acid, ethyl esterの放出量は、モモ肉よりも少なかった。

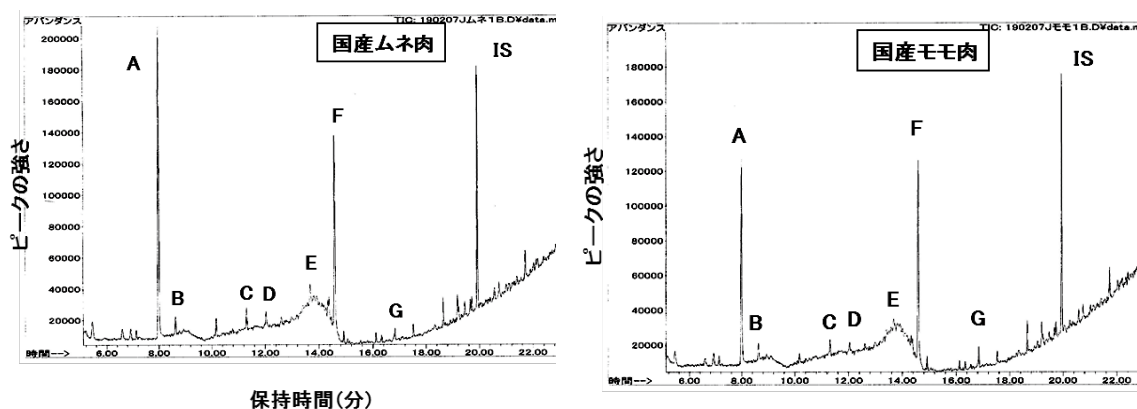


図5 部位での違いが鶏肉の加熱に伴う香り成分の違いに及ぼす影響

## 6. 異なる方法で調理された鶏肉中のグルタミン酸含量の違い

国産チキンとタイ産鶏肉を、異なる方法で調理した後の肉中のグルタミン酸含量を調べた。ムネ肉では、いずれの調理方法でも、鶏肉に含まれるグルタミ

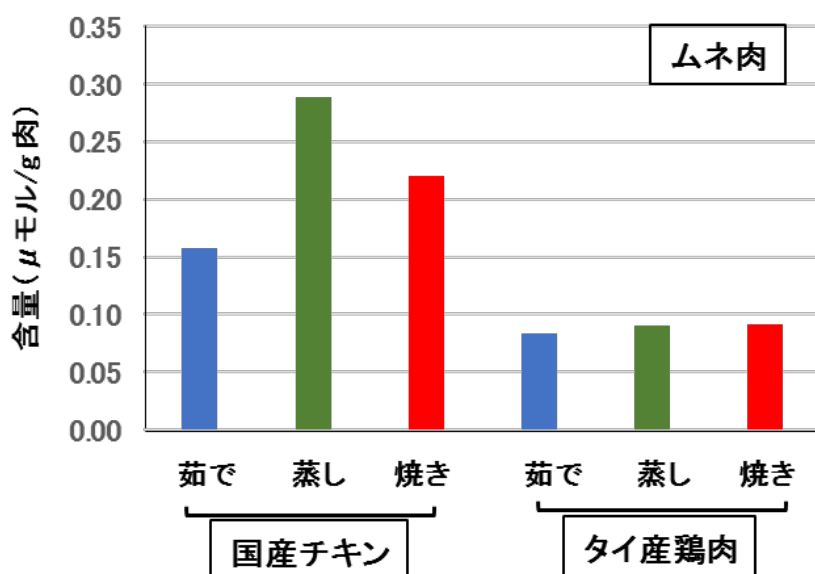


図6 異なる方法で調理された鶏ムネ肉のグルタミン酸量の違い

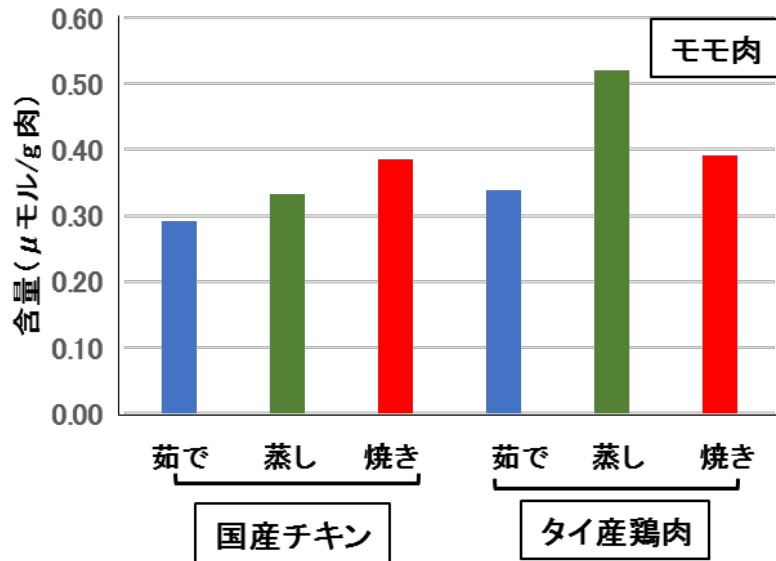


図7 異なる方法で調理された鶏モモ肉のグルタミン酸量の違い

ン酸量が多かった。

これは、タイ産の鶏ムネ肉のと鳥後の保存期間が短いことに起因すると推察された。一方モモ肉では、バラツキはあるものの、グルタミン酸量に差は認められなかった。

## 7. 「保健機能」に関するポイント

異なる方法で調理された鶏肉中のイミダゾールジペプチド（アンセリンとカルノシン）含量を測定した。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。

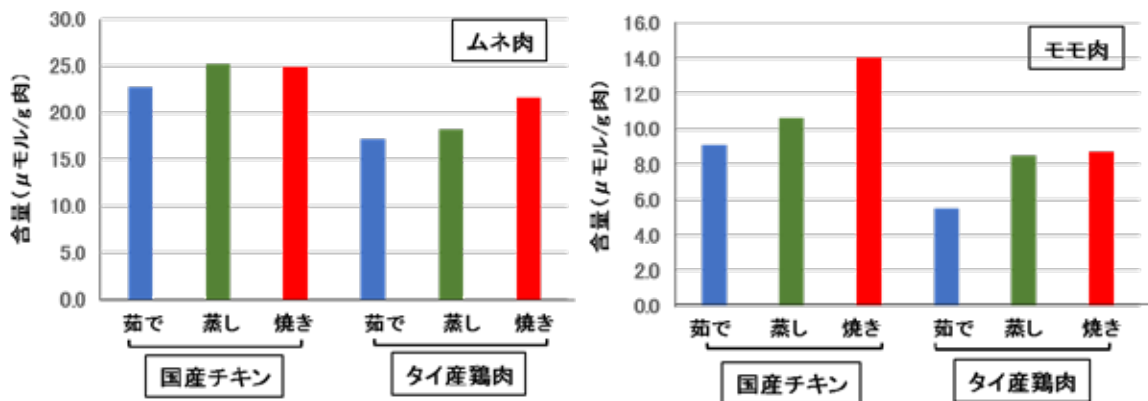


図8 異なる方法で調理された鶏ムネ肉とモモ肉中のアンセリン含量

また、カルノシン含量は、ムネ肉ではいずれの調理方法でも、国産チキンがタイ産鶏肉より高い値を示した。しかし、モモ肉では、バラツキがあるものの、総じて、国産チキンとタイ産鶏肉では、大きな違いは認められなかった。

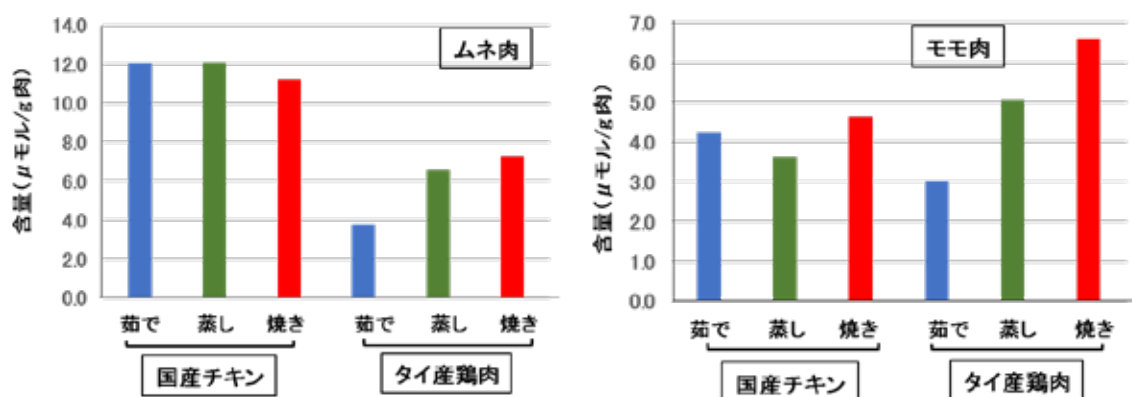


図9 異なる方法で調理された鶏ムネ肉とモモ肉中のカルノシン含量

#### 【まとめ】

1. 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。
2. 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、検出されていた。外国産鶏肉より、国産チキンに多く認められることが知られており、その含量が鶏肉らしさを形成することが示唆されている。
3. 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った。これらの結果は、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。
4. 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値を示した。

## 第2章 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

### 【目的】

近年、海産資源である魚類の漁獲高が減少し、今後の食生活に大きく影響することが懸念されている。特に、魚類を原料とした加工品である干物、節類、塩蔵品、練り物、水産物缶詰などの生産に大きな影響を与える可能性がある。

そこで、今年度は鶏の低需要部位を使った新規開発加工品として、「魚の代替品となる加工品の開発」をテーマとして公募した。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、科学的訴求ポイントを見出し、それぞれの加工品の訴求ポイントとすることとした。

今年度も、昨年同様、特に、香りや香気成分に着目し、訴求ポイントを解析した。

### 【実験方法】

#### 1. 一般組成

試料を日本分析センターに送付し、一般組成分析を依頼した。一般組成の分析は、定法に従い、実施された。

#### 2. 脂肪酸分析

脂肪酸組成は、香りの生成の違いに重要な役割を果たしていることから、測定項目に入れた。各サンプルの一定量を日本分析センターに送り、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。

#### 3. 香気成分の分析

冷凍保存されていた試料（鶏かまぼこ、鶏肉ソーセージ、丹波黒どり鶏するめ、プロイラーするめ）を、4℃の冷蔵庫で一晩放置して、解凍した。解凍後、包丁で細切し、それを乳鉢で5分間すりつぶした。各サンプルを5g量り取り、



30ml 香気抽出瓶に入れた後、瓶内に Mono trap (シリカモノリス捕集剤：ジールサイエンス) をセットし、60℃で2時間加熱し、この間に揮発したヘッドスペース香気成分を捕集した。Mono trap を取り出し、吸着された香気成分を 500  $\mu$ l のジクロロメタンで脱着した後、GC/MS (Agilent 5977A GC/MSD : アジレント) 並びに GC/O で分析した。

上記のサンプルを、GC/MS と GC/O で分析した。分析条件は、いずれも 40℃ (5min)  $\rightarrow$  (10℃ /min)  $\rightarrow$  240℃ (10min) の上昇温度プログラムを用いた。検出器には、F I D (250℃) を使用した。使用した機器は下記のとおりである。

- ・ GC/MS: Agilent (アジレント) 7890A GC-System (システム),  
Agilent (アジレント) 7693 Auto (オート) -sampler (サンプラー),  
Agilent (アジレント) Technologies (テクノロジー) 5975C Inert MSD with  
Triple (トリプル) -Axis (アクシス) Detector (ディテクター)  
GC (GC-2014, 株島図製作所)
- ・ カラム : CP-wax 52 CB (30 m  $\times$  0.25mm i.d., 膜厚 0.25  $\mu$ m,  
iso.250℃-prog.265℃ (GL サイエンス株))

## 【結果及び考察】

### 1. 鶏かまぼこ (株式会社 オヤマ)

この加工品は、魚肉練り製品である「かまぼこ」代替品を目指して、製造された加工品である。鶏かまぼこの一般組成、脂肪酸組成、香気成分を調べた。



### (1) 鶏かまぼこの官能評価 (図 10)

試作品の鶏かまぼこが、魚肉原料のかまぼことどれくらい似ているかを評価した。評価は4 (非常に似ている)、3 (似ている)、2 (似ていない)、1 (まったく似ていない) の4段階評価で行った。その結果、食感のかまぼこに似ていると評価された。一方、香りは似ていないとの評価であった。これは、鶏かまぼこに鶏肉の香りが認められたことによると推定された。今後、魚肉エキス等を添加すれば、魚肉練り製品の代替品として使用できる可能性が示唆された。

評価者のコメントとしては、「かまぼこより、さつま揚げに近い」、「弾力がかまぼこより弱い」、「かまぼことさつま揚げの中間的製品」などのコメントが挙げられた。

### (2) 一般組成及び脂肪酸組成 (表 11)

試作品のタンパク質は、11.4%で、脂質と炭水化物は、それぞれ2.9%と11.8%であった。

脂肪酸組成としては、オレイン酸が多く、リノール酸とパルミチン酸の占める割合も高かった。この試作品を魚肉練り製品に近づけるためには、魚油や魚由来のエキスを添加することで改善されると考えられた。

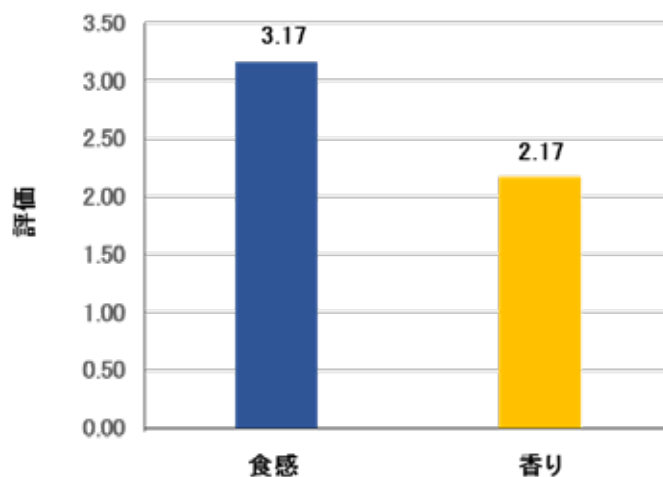


図 10 鶏かまぼこの食感並びに香りの評価

表 11 鶏かまぼこの一般組成と脂肪酸組成

鶏かまぼこ		
	水分 (g/100g)	71.5
	タンパク質 (g/100g)	11.4
	脂質 (g/100g)	2.9
	灰分 (g/100g)	2.4
	炭水化物 (g/100g)	11.8
	エネルギー (kcal)	119
脂肪酸組成 (mg/100g)	ミリスチン酸	0.7
	ミリストレイン酸	0.1
	パルミチン酸	19.2
	パルミトレイン酸	3.4
	ヘプタデカン酸	0.2
	ステアリン酸	5.7
	オレイン酸	45.1
	リノール酸	19.7
	$\alpha$ -リノレン酸	2
	イコセン酸	0.5
	イコサジエン酸	0.2
	イコサトリエン酸	0.2
	アラキドン酸	0.9
	ドコサテトラエン酸	0.2
ドコサペンタエン酸	0.2	
ドコサヘキサエン酸	0.1	

### (3) 香気成分の分析

鶏かまぼこを 60℃ で、2 時間加温して、香気成分を捕集し、GC/MS および GC/O を実施した結果、表 12 に示す 2 つの寄与成分が推定された。

表 12 鶏かまぼこの匂い嗅ぎにより検出された匂いと推定香気成分

鶏かまぼこ匂い嗅ぎ			
	時間 (min)	匂い	推定香気成分
⑦	10.62	薬品	<i>p</i> -Cymene
⑯	13.53	たんすっぱい匂い	1-Octen-3-ol

## 2. 地鶏丹波黒どり鶏するめ（株式会社 ヤマモト）

この製品は、するめの代替品として、地鶏である丹波黒どりを原料として、乾燥させ製造されたものである。

今回は、ブロイラーから製造されたするめと比較した。



### (1) 一般組成及び脂肪酸組成（表 13）

試作品の水分は、約 57%であった。タンパク質は、約 33%で、良質のタンパク質源として、今後の超高齢化社会に期待できる商品である。

脂肪酸組成としては、オレイン酸が多く、パルミチン酸やリノール酸の占める割合も高かった。アラキドン酸の占める割合が高いのも特徴であった。

試食した時に、製品を開封するとお酒の臭いが強く感じられた。この点に関しては、少し工夫が必要であると思われた。また、この試作品を魚肉練り製品に近づけるためには、魚油や魚由来のエキスを添加することで改善されると考えられた。

### (2) 香気成分の分析

丹波黒どりとブロイラーのムネ肉から製造されたするめの香気成分を GC/MS で行った結果、図 11 に示したクロマトグラムが得られた。香気成分のパターンはかなり類似していた。

表 13 黒どりあるいはブロイラーから製造されたすまめの一般成分と脂肪酸組成

すまめ			
化合物	黒鶏	ブロイラー	
水分(g/100g)	57.1	56.6	
タンパク質(g/100g)	32.6	33.1	
脂質(g/100g)	2	2.2	
灰分(g/100g)	4.6	4.7	
炭水化物(g/100g)	3.7	4.0	
エネルギー(kcal)	163	168	
脂肪酸組成 (mg/100g)	ミリスチン酸	0.4	0.6
	ミリストレイン酸	0	0.2
	パルミチン酸	19.6	20.9
	パルミトレイン酸	2.3	3.1
	ヘプタデカン酸	0.1	0.2
	ステアリン酸	7.4	7.8
	オレイン酸	41.1	39.2
	リノール酸	15.8	16
	$\alpha$ -リノレン酸	1.6	1.1
	イコセン酸	0.3	0.4
	イコサジエン酸	0.2	0.4
	イコサトリエン酸	0.5	0.7
	アラキドン酸	3.9	3.5
	ドコサテトラエン酸	0.8	0.8
	ドコサペンタエン酸	1	1
ドコサヘキサエン酸	1	0.8	

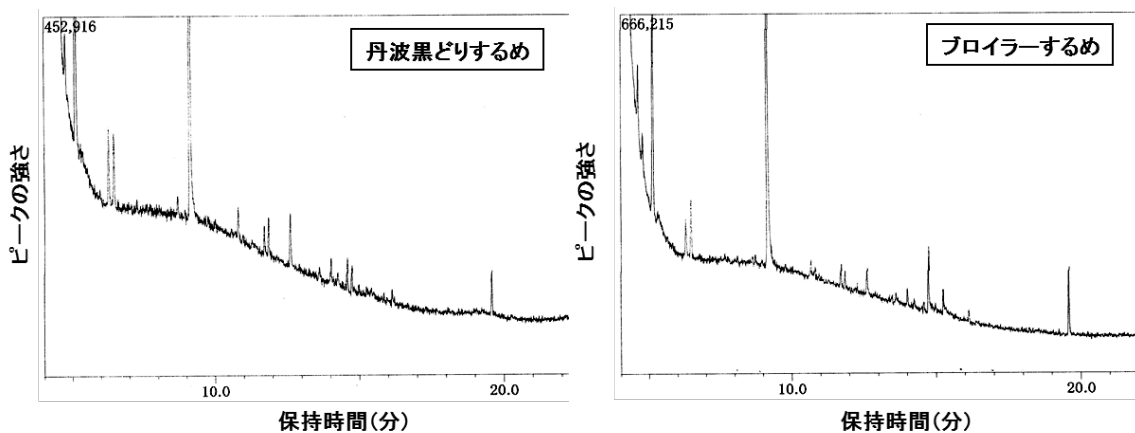


図 11 丹波黒どりとブロイラーのムネ肉から得られた香気成分の分析結果

表 14 に示したように、香気成分としては、Hexanal, 1-Butanol, 3-methyl-, Octanal, Propanoic acid, 2-hydroxy-ethyl ester, Acetic acid が、両者に共通の成分として検出された。丹波黒どりの方からは、Butyrolactone が検出された。ラク톤は甘い香りの成分であることから、さらなる解析が期待される。

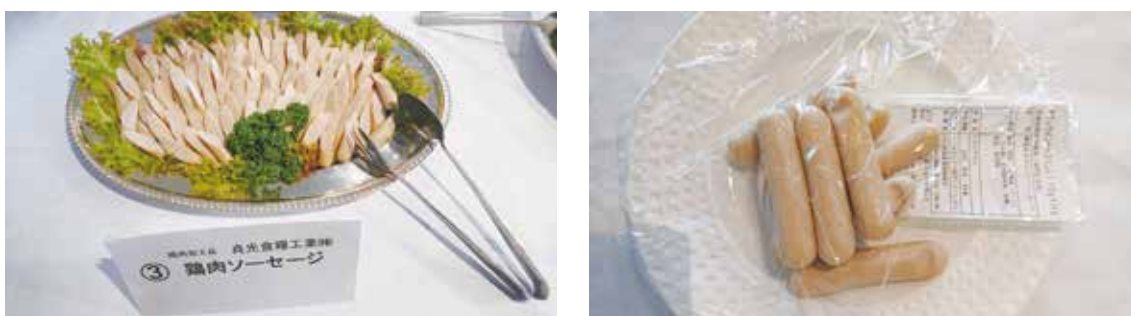
表 14 するめ製品により検出された匂いと推定香気成分

黒鶏するめの匂い嗅ぎ			
	時間 (min)	匂い	推定香気成分
①	6.31	すっきり	Hexanal
③	8.9	ガス	1-Butanol, 3-methyl-
⑤	10.79	柑橘類、シトラス系	Octanal
⑨	11.64	アンモニア	Propanoic acid, 2-hydroxy-,ethyl ester,(S)-
⑩	11.8	アンモニア	1-Hexanol
⑭	13.53	スルメ	Acetic acid
⑮	13.78	スルメ	2-Butanol, 3-chloro-,(R*R*)-
⑰	16.06	焼けた匂い	Butyrolactone

ブロイラーするめの匂い嗅ぎ			
	時間 (min)	匂い	推定香気成分
①	6.28	すっきり	Hexanal
②	9.16	ガス	1-Butanol, 3-methyl-
⑥	10.83	ホワイトソース	Octanal
⑧	11.69	ホワイトソース	Propanoic acid, 2-hydroxy, ethyl ester, (S)-
⑨	13.58	大根おろし、調理後の鶏肉	Acetic acid
⑪	14.77	防虫剤?	Propane, 1-methoxy-2-methyl-
⑬	19.6	薬品	Phenylethyl alcohol

### 3. 鶏肉ソーセージ（貞光食糧工業株式会社）

魚肉ソーセージの代替品として、製造されたものである。



#### (1) 鶏肉のソーセージの官能評価（図 12）

試作品の鶏肉ソーセージが、豚肉ソーセージとどれくらい似ているかを評価した。評価は4（非常に似ている）、3（似ている）、2（似ていない）、1（まったく似ていない）の4段階評価で行った。その結果、食感は豚肉ソーセージと似ていると評価された。また、香りも似ていると評価された。これは、添加されたスパイスによると推定された。今後、魚肉製品の代替品と考えるのであれば、魚肉エキス等を添加すれば、魚肉練り製品の代替品として使用できる可能性が示唆された。

評価者のコメントとしては、「弾力が強いので、食感としてはソーセージよりかまぼこに近い」などのコメントが挙げられた。

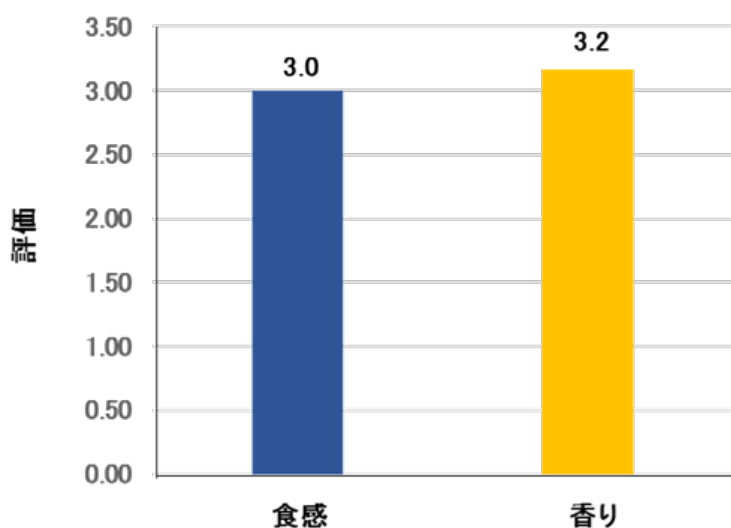


図 12 鶏肉ソーセージの食感並びに香りの評価

(2) 一般組成及び脂肪酸組成 (表 11)

試作品のタンパク質は、15.1%で、脂質と炭水化物は、それぞれ17.5%と1.8%であった。

脂肪酸組成としては、オレイン酸とリノール酸が高かった。パルミチン酸の占める割合も高かった。この試作品を魚肉練り製品に近づけるためには、魚油や魚由来のエキスを添加することで改善されると考えられた。

表 15 鶏肉ソーセージの一般組成並びに脂肪酸組成

鶏肉ソーセージ		
	水分(g/100g)	59.3
	タンパク質(g/100g)	15.1
	脂質(g/100g)	17.5
	灰分(g/100g)	1.8
	炭水化物(g/100g)	6.3
	エネルギー(kcal)	243
脂肪酸組成 (mg/100g)	ミリスチン酸	0.5
	ミリストレイン酸	0
	パルミチン酸	16.1
	パルミトレイン酸	1.7
	ヘプタデカン酸	0.2
	ステアリン酸	4.1
	オレイン酸	43.3
	リノール酸	31.3
	$\alpha$ -リノレン酸	1.1
	イコセン酸	0.3
	イコサジエン酸	0
	イコサトリエン酸	0
	アラキドン酸	0.8
	ドコサテトラエン酸	0
	ドコサペンタエン酸	0
ドコサヘキサエン酸	0	



### (3) 香気成分の分析

鶏ムネ肉から製造された鶏肉ソーセージの香気成分を GC/MS で行った結果、図 13 に示したクロマトグラムが得られた。鶏肉だけから捕集した香気成分よりもかなり多種の香気成分が検出された。これは、鶏肉ソーセージには、スパイスが添加されていると推定された。

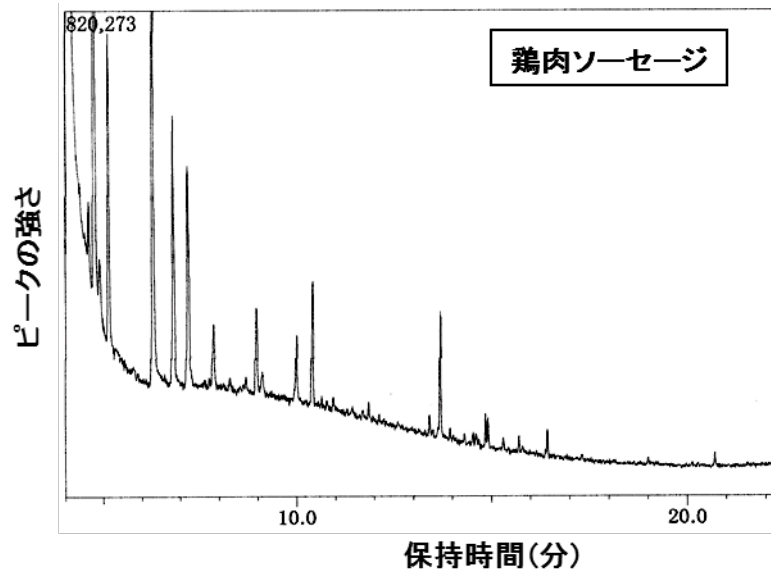


図 13 鶏肉ソーセージから得られた香気成分の分析結果

また、GC/MS と GC/O の分析より、鶏肉由来の Hexanal が検出された。それ以外にも、2-Butanol,2-methyl-, 1-Pentanol, p-Cymene, 1-Hexanol, 1-Octen-3-ol, Linalyl anthranilate, 2-Furanmethnol, Phenol 化合物が検出された。

表 16 鶏肉ソーセージにより検出された匂いと推定香気成分

鶏肉ソーセージの匂い嗅ぎ			
	時間 (min)	匂い	推定香気成分
①	5.12	鶏肉ソーセージの匂い	Toluene
②	6.28	甘い匂い	Hexanal
④	8.52	海苔のような磯の香り	2-Butanol, 2-methyl-
⑥	10.09	エビ	1-Pentanol
⑦	10.28	不快臭	<i>p</i> -Cymene
⑪	11.87	フローラル	1-Hexanol
⑭	13.58	車のオイル様	1-Octen-3-ol
⑮	14.43	?	1-Butanone, 1-(2-Furanyl)-
⑯	14.87	花のお茶系	Linalyl anthranilate
⑱	16.53	車のオイル様	2-Furan methanol
㉔	19	絆創膏 (薬品臭)	Phenol, 2-methoxy-
㉕	20.68	不快臭	Phenol

### 【まとめ】

1. 本年度は、鶏肉から魚肉製品の代替物を開発することをテーマとし、鶏かまぼこ、鶏するめ、並びに鶏肉ソーセージが試作された。いずれも、すぐに販売できる商品として、作られており、今後の販売が期待される。
2. 各試作品の香気成分を分析したが、魚肉由来のものは検出できなかった。試作品に、魚肉エキス、魚油や香料を添加することで、より魚肉製品を連想させるものができると思われる。

## 【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、「地鶏のおいしさと熟成」、*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)





平成 30 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 平成 31 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

---