

亜麻仁配合飼料飼育鶏肉の脂肪酸組成とその調理変化

三田有紀子*・續 順子*・丹羽真清**

Fatty Acid Composition and Cooking Changes of Chicken
Grown on Feeds Including Flaxseed

Yukiko MITA, Junko TSUDZUKI and Masumi NIWA

1. はじめに

脂質は効率のよいエネルギー源であり、その生理機能は構成する脂肪酸の種類によって異なる。 α -リノレン酸やイコサペンタエン酸 (IPA)、ドコサヘキサエン酸 (DHA) に代表される n-3 系多価不飽和脂肪酸 (以下、n-3 系) は、血中中性脂肪値の低下、血管内皮細胞の機能改善、血栓生成防止作用などの生活習慣病予防効果やアレルギー疾患の抑制効果などの様々な生理機能を有することが近年明らかになってきている¹⁻⁴⁾。一方で、n-6 系多価不飽和脂肪酸 (以下、n-6 系) の一つであるリノール酸は、炎症を惹起するプロスタグランジンやロイコトリエンを生成することが知られている⁵⁾ ことから、大量摂取による危険性が示唆されている。また、n-3 系と n-6 系は、体内での代謝経路は異なるものの相互に競合しており、リノール酸の多量摂取が α -リノレン酸からの IPA や DHA の生成を抑制する可能性も指摘されている。「第五次改定日本人の栄養所要量」および「第六次改定日本人の栄養所要量」では、n-6 系および n-3 系の摂取比率 (以下、n-6/n-3 比) を 4 程度とすることが目安として示され^{6,7)}、「日本人の食事摂取基準 2005 年版」では、n-6 系および n-3 系ともに目安量と目標量が設定された⁸⁾。特に n-3 系の摂取量を増加させることが望まれている。

現在、日本人の食生活は欧米化が進み、n-6 系の摂取量が過多となる傾向がある。その一因として、動物性食品すなわち肉類の摂取量の増加が挙げられる。肉類は、成長期の学童期や思春期において、エネルギー源やタンパク源として重要な食品であるが、その n-6 系含量は魚類の約 3 倍、n-3 系は魚類の約 1/8 であること¹⁰⁾ から、肉類の過剰摂取は n-6 系の過剰摂取に繋がる可能性が高い。また、近年、動脈硬化性疾患などの生活習慣病が低年齢化していることから、「日本人の食事摂取基準 2005 年版」では 1 ~ 17 歳までの成長期においても n-6 および n-3 系多価不飽和脂肪酸の目安量が示されている⁸⁾。成長期である学童期における学校給食の実態調査を行った先行研究では、学校給食の n-6/n-3 比が 6 ~

* 生活科学部 管理栄養学科

** デザイナーフーズ(株)

10 と高値を示し、その原因の一つに肉類そのものの n-6/n-3 比が高いことが挙げられている¹¹⁾。

肉類に代表される畜産物の n-3 系の比率を高める方策として n-3 系を多く含む油脂を飼料に添加する方法が試みられ、n-3 系を多く含む魚油、亜麻仁油、シソ油などを飼料に添加した採卵鶏^{12,13)}、ブタ¹⁴⁾、乳牛¹⁵⁾ を用いた研究で一定の効果が得られている。本研究では、食材レベルでの n-3 系の摂取量向上と n-6/n-3 比の低減を目的とし、n-3 系を多く含む食材である亜麻仁を飼料の素材として用い、学校給食や特定給食で使用頻度の高い鶏肉の脂肪酸組成に及ぼす影響について検討した。また、この食材が有用であるか確認するために、鶏肉を「焼く」「蒸す」「茹でる」の3つの手法で加熱調理し、調理肉の脂質量の変化と脂肪酸組成の変動を調査した。さらに、この鶏肉の特性を生かした調理方法を検討するため、加熱処理による鶏肉の食味、嗜好を官能評価法により調査した。

2. 方 法

1) 供試試料

供試鶏は、徳島県内の養鶏場で飼育し、解体後 S 食料工業有限公司より提供を受けた。鶏種は、ホワイトコーニッシュ（雄）とホワイトプリマスロック（雌）を交配させた鶏を使用した。飼育条件は温度を 20～30℃、湿度を生後5日まで65～75%、生後6日から出荷日まで35～40%とした。

飼育期間は、成鶏までの約57日間とし、全飼育期間普通飼料を与えた鶏を対照区、亜麻仁配合飼料を仕上期に与えた鶏を亜麻仁配合飼料給餌区とした。亜麻仁配合飼料は、普通飼料に亜麻仁種を10%配合した亜麻仁種配合飼料と亜麻仁油を3%配合した亜麻仁油配合飼料を用いた。亜麻仁種配合飼料は、仕上期の16日間与えた群（S-16）と31日間与えた群（S-31）を設定し、また、亜麻仁油配合飼料は、仕上期の14日間与えた群（O-14）、31日間与えた群（O-31）を設けた。実験区毎に入雛羽数4,700～10,100羽の中から60～70羽を抽出解体し、対照区の平均体重に近い6～10羽のモモ肉とムネ肉を試料とした。

2) 脂質抽出と脂質量測定

供試試料の鶏モモ肉とムネ肉は、それぞれミキサーと電動スタンプミルで播潰し、均一化した。加熱操作した鶏モモ肉とムネ肉は、それぞれフードプロセッサーで均一化した。均一化した試料は、総脂質量を1,000～2,000mgを含むよう秤取し、クロロホルム・メタノール改良法により脂質を抽出した。総脂質量は重量法で定量、測定した。

3) 脂肪酸分析

クロロホルム・メタノール改良法により抽出した脂質約0.1gを精秤し、内部標準物質マーガリン酸を加えた。それぞれに1N水酸化ナトリウム/80%メタノール溶液を加え、窒素充填後100℃湯浴中で1時間加熱けん化した。その後、三フッ化ホウ素/メタノール試薬を加えてメチルエステル化し、n-ヘキサンを添加して脂肪酸メチルエステルを回収し、これを試験液とした。

ガスクロマトグラフィーは島津製作所製 GC-17A を用い、以下の条件で測定した。

カラム：FAMEWAX (RESTEK Co. PA, USA), 0.25mm ID, 30m。注入量：1 μ L。カラム流速：60cm/sec。温度：120 $^{\circ}$ C。注入口温度：220 $^{\circ}$ C。検出器：FID。

n-3系は α -リノレン酸, IPA および DHA, n-6系はリノール酸, アラキドン酸の各含量を積算した。

4) 加熱調理および官能評価

加熱調理には、対照区と O-14 のモモ肉、ムネ肉を用いて、「焼く」「蒸す」「茹でる」の操作を行った。「焼く」は、オープンレンジを用いて、200 $^{\circ}$ C で加熱し、網上で 24 分間処理した。「蒸す」は、蒸し器の蒸し板上が 95 \pm 2 $^{\circ}$ C の時に投入し、中火で 20 分間加熱処理した。「茹でる」は、2L の沸騰水中に投入し、15 分間加熱処理した。各加熱調理後、この調理肉は上記と同様の方法で脂質抽出し、脂質量の測定および脂肪酸分析を行った。

官能評価は、20～21 歳の健常若年女子大学生約 20 名を評価者として、対照区と O-14 のムネ肉を用い、「焼く」「蒸す」「茹でる」のそれぞれの調理肉について 2 点嗜好試験法により実施した。測定項目は、『つや』『色』『香り』『硬さ』『弾力性』『粘り』『パサツキ』『ジューシーさ』『うまみ』『フレーバー（風味）』『油っぽさ』『総合評価』の計 12 項目とし、2 点比較法の検定表で評価した。

5) 統計処理

本研究で得られたデータは平均値 \pm 標準偏差で示した。統計処理は、Student's *t*-test を用いて有意差検定を行い、各部位の対照区と比較した。なお、 $p < 0.05$ を統計学的に有意と判定した。

3. 結果と考察

1) 飼育日数による体重変化

成鶏の平均出荷時体重は、対照区で 3.15kg、亜麻仁配合飼料給餌区で 2.86～3.03kg となった。成鶏体重は亜麻仁配合飼料の摂取により減少傾向であったが、各区間で有意な差は認められなかった。また、飼料摂取量は、1 羽当たり 5.72～6.75kg、体重 1kg 当たり 1.99～2.23kg となり、各区間に有意な差はみられなかった。以上のことから、鶏の体重には飼料への亜麻仁配合の影響は少ないと判断された。

2) 亜麻仁配合飼料給餌と脂質量

亜麻仁配合飼料給餌区および対照区の鶏モモ、ムネ肉中の総脂質量を表 1 に示した。亜麻仁種を配合した S-16 では、モモ肉で対象区に比べて有意 ($p < 0.01$) な総脂肪量の低下が認められたが、給餌期間を延長した S-31 では対照区のものとの差はなかった。ムネ肉でも S-16 においてやや低下傾向 ($p < 0.1$) となったが、S-31 では差はなかった。一方、亜麻仁油を配合した給餌区では、O-14、O-31 とも対照区との差は見られなかった。しかし、S-16 の総脂肪量低下は体重低下に結びつくほどではなく、亜麻仁種配合餌への食いつきが一時的に低下したものと考えられる。また、亜麻仁油配合給餌では、このような現象は生じなかったと判断できる。従って、亜麻仁配合給餌は、鶏の生育に影響を与えるものと

表1 生肉 (100g) 中の総脂質量 (g)

給餌区	モモ肉 (g/100g)	ムネ肉 (g/100g)
対照	13.3 ± 1.1	6.4 ± 0.9
S-16	11.5 ± 0.5**	5.3 ± 0.4
S-31	12.9 ± 0.3	6.4 ± 0.2
O-14	12.4 ± 1.2	6.1 ± 0.4
O-31	13.1 ± 0.1	5.6 ± 0.1

(** $p < 0.01$, vs 対照)

は考えられず、亜麻仁配合においては、亜麻仁油の利用がより適切と判断される。

3) 亜麻仁配合給餌による鶏肉中多価不飽和脂肪酸量への影響

鶏モモ肉について、亜麻仁給餌による多価不飽和脂肪酸組成の変化を測定した結果を図1にまとめた。n-6系では、亜麻仁種配合の場合、亜麻仁油配合の場合ともに、短期間(S-16, O-14)では、リノール酸(C18:2)、アラキドン酸(C20:4)とも対照区との差は無く、給餌期間の延長(S-31, O-31)により、リノール酸含量が対照区に対して有意に($p < 0.05$)減少したが、アラキドン酸量の減少は認められなかった。一方、n-3系では、亜麻仁種および亜麻仁油の短期間の給餌によっても、 α -リノレン酸(C18:3)およびIPA(C20:5)含量に対照区と比べて著明な増加が認められた。亜麻仁種配合飼料の飼育期間延長(S-31)では、 α -リノレン酸含量の増加は頭打ちとなったが、IPA含量は短期間給餌(S-16)の二倍を超えるレベルにまで増加が見られた。亜麻仁油配合飼料を用いた場合は、給餌期間延長(O-31)によって α -リノレン酸含量の増加がさらに亢進したが、IPA含量は短期給餌のレベルとほぼ同程度であった。DHA(C22:6)については、給餌期間の長短に関わらず、対照区との含量の有意変化は認められなかった。n-6系、n-3系のどちらも、多価不飽和脂肪酸代謝の上流に位置するC18のリノール酸、 α -リノレン酸量がそれぞれの成分量の大半を占めており、n-6/n-3比は、減少するリノール酸と増加する α -リノレン酸量の量比で決定される。より長鎖の多価不飽和脂肪酸の含量がこれらの代謝上流化合物の変動に追従する形で変動することも期待される結果といえ、亜麻仁油添加精製飼料給餌による鶏大腿筋中のn-3系多価不飽和脂肪酸変動を追跡した先行研究¹⁶⁾の結果とも整合性がある。亜麻仁種配合の場合と亜麻仁油配合の場合で多価不飽和脂肪酸代謝回転に差があることが見られ、前節で指摘した亜麻仁種配合飼料への食いつきの悪さなどがこれに影響している可能性が考えられるが、詳細な機序は不明である。

ムネ肉では、多価不飽和脂肪酸の代謝回転がモモ肉よりも高い傾向が見られ、O-14給餌区でより顕著なリノール酸含量の低下だけでなく、アラキドン酸量の低下も認められた。ムネ肉では総脂質量がモモ肉の約50%であることが、このような急速な反応の原因の一つと考えられる。しかし、代謝回転の速さを除けば、各多価不飽和脂肪酸量の変動傾向はモモ肉のものと異なる点はないと判断される。

亜麻仁配合飼料飼育鶏肉の脂肪酸組成とその調理変化

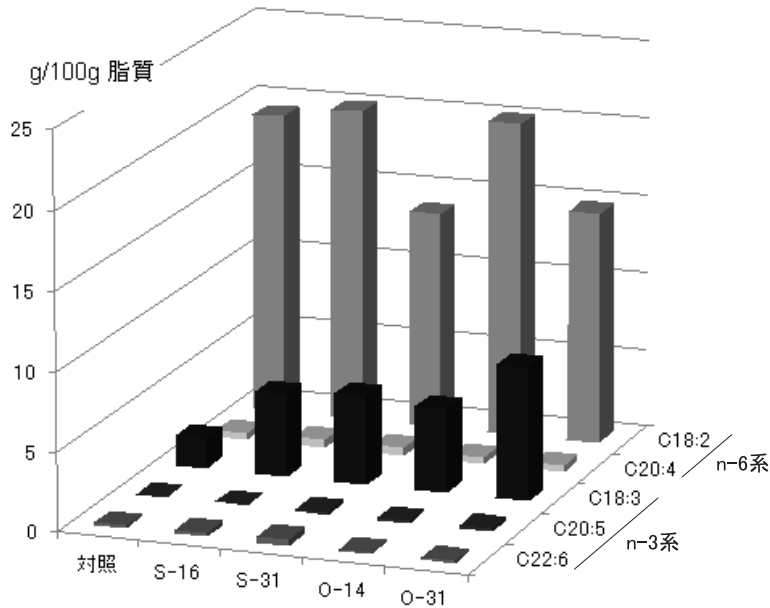


図1 亜麻仁配合飼料飼育鶏肉（モモ肉）中の多価不飽和脂肪酸組成

亜麻仁配合飼料飼育による不飽和脂肪酸組成（g/100 g 脂質）の変化を示す。飼育条件の表記とその内容については、本文参照。脂肪酸の表記は次のとおり。
 n-6系, C18:2: リノール酸, C20:4: アラキドン酸。
 n-3系, C18:3: α -リノレン酸, C20:5: イコサペンタエン酸, C22:6: ドコサヘキサエン酸。

4) 亜麻仁配合給餌による鶏肉中多価不飽和脂肪酸バランス

亜麻仁配合給餌区ごとのモモ肉とムネ肉の n-6 系および n-3 系の含量測定結果を表 2 にまとめた。前節に述べたように、これらは主にリノール酸量と α -リノレン酸量を反映したものであるが、n-6 系ではモモ肉で S-31, O-31 で、ムネ肉では S-31, O-14, O-31 で対照区に対して著明な減少となり、n-3 系では、全亜麻仁配合給餌区で対照区に対して明らかな増加が見られた。この結果を、図 2 に示した。

図では、各給餌区での n-6 系含量を対数化した縦軸に、n-3 系の含量を対数化した横軸にとって、斜点線によって n-6/n-3 比を表示してあり、n-6, n-3 両系の含量と n-6/n-3 比の変化を読み取れる。モモ肉（黒塗り）およびムネ肉（中抜き）対照区の n-6/n-3 比は、8 前後であるが、亜麻仁配合飼料の給餌によって 4 あるいはそれ以下（モモ肉、ムネ肉とも S-16, O-14）、更には 2 前後（モモ肉、ムネ肉とも S-31, O-31）にまで低下が見られ、亜麻仁配合飼料の給餌により鶏モモ肉、ムネ肉ともその n-6/n-3 比を脂質栄養上好ましいレベルに到達させ得ることが確かめられた。

表2 生肉脂質（100g）中の多価不飽和脂質酸量（g）

	給餌区	モモ肉 (g/100g)	ムネ肉 (g/100g)
n-6系	対照	19.7 ± 1.13	18.4 ± 2.04
	S-16	20.6 ± 1.41	16.0 ± 0.93
	S-31	14.4 ± 0.70***	14.6 ± 1.27***
	O-14	20.5 ± 2.17	9.90 ± 0.70***
	O-31	15.2 ± 2.68***	15.2 ± 0.74***
	n-3系	対照	2.10 ± 0.03
S-16		5.59 ± 0.84***	3.92 ± 0.30***
S-31		6.21 ± 0.35***	6.13 ± 0.36***
O-14		5.64 ± 0.79***	2.83 ± 0.48**
O-31		8.82 ± 1.64***	8.68 ± 0.94***

(** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, vs 対照)

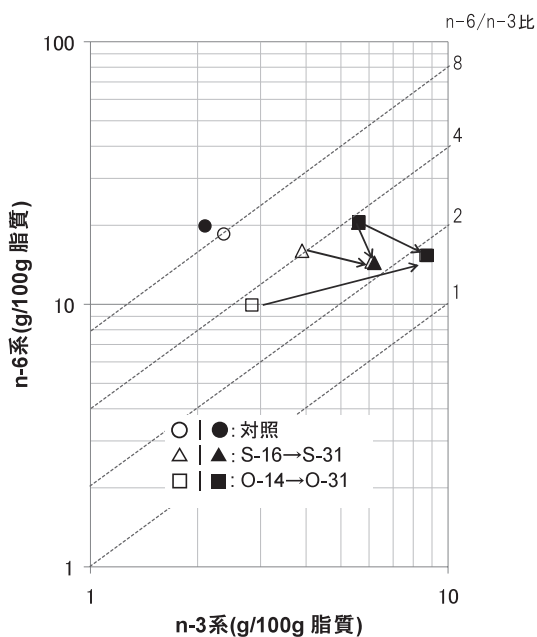


図2 亜麻仁配合飼料飼育鶏肉の多価不飽和脂肪酸量比の変化

モモ肉（黒塗り）およびムネ肉（中抜き）について、各種飼育条件でのn-6系、n-3系含量（g/100g脂質）を両対数グラフで示す。

対照を丸（○）、亜麻仁種を配合した系列を三角（△）、亜麻仁油を配合した系列を四角（□）で示している。

5) 加熱調理による脂質量の変化

亜麻仁配合飼料飼育鶏肉（O-14）を用いて、その脂質量が「焼く」「蒸す」「茹でる」の加熱調理によってどのように変動するかを検討した。加熱調理肉の重量は、「焼く」「蒸す」「茹でる」のどの加熱調理においても、加熱前と比べて減少した。加熱調理後のモモ肉と

亜麻仁配合飼料飼育鶏肉の脂肪酸組成とその調理変化

ムネ肉の重量は、処理前の約64%、約71%となり、ムネ肉よりもモモ肉で有意に重量減少が大きかった ($p < 0.05$)。なお、亜麻仁配合飼料給餌の有無による加熱調理後の重量減少には、有意差は認められなかった。

加熱調理肉の脂質量を生肉と比較した結果を表3にまとめた。モモ肉、ムネ肉ともいずれの加熱調理方法においても生肉より有意な重量減少があったが、ムネ肉では同じ加熱調理を行った対照と比べた場合に減少の程度に有意差は見られず、モモ肉では、「焼く」で有意に多く ($p < 0.01$)、「蒸す」「茹でる」で有意に少なくなった ($p < 0.01$)。

これを反映して、対照モモ肉で「焼く」での脂質量低下が他に比べて多かったのに比べ、亜麻仁配合飼料給餌鶏肉ではむしろ「焼く」での脂質量低下が他と比べて少なかった。ムネ肉ではこのような変化は見られなかった。加熱調理後の脂質量変化のこうした変動に脂質組成の変化がどのように寄与しているかについては、なお詳細を調査する必要があるものと思われる。

表3 加熱調理肉 (100g) 中の総脂質量 (g)

加熱調理方法	モモ肉 (g/100g)		ムネ肉 (g/100g)	
	対照	O-14	対照	O-14
調理前	13.3 ± 1.1	12.4 ± 1.2	6.4 ± 0.9	6.1 ± 0.4
焼く	6.4 ± 0.3	7.6 ± 0.7**	3.8 ± 0.4	3.5 ± 0.4
蒸す	7.6 ± 1.0	6.0 ± 0.7**	4.3 ± 0.9	3.8 ± 0.3
茹でる	7.3 ± 0.6	5.6 ± 0.9**	3.5 ± 0.2	4.0 ± 1.1

(** $p < 0.01$, vs 対照)

6) 加熱調理による不飽和脂肪酸量の変化

「焼く」「蒸す」「茹でる」での加熱調理による多価不飽和脂肪酸量比の変化を、モモ肉 (図3-1) とムネ肉 (図3-2) にそれぞれまとめた。普通飼料給餌鶏 (中抜き) では、モモ肉、ムネ肉とも加熱調理前8前後のn-6/n-3比が、加熱調理によってn-3系量がほぼ半減することによりn-6/n-3比がこれを反映して2倍の16前後に上昇し、ムネ肉では、n-3系量は「焼く」、「蒸す」、「茹でる」の順で減少量が増大していたが、モモ肉では加熱調理法による差はほとんどみられなかった。これに対して、亜麻仁配合飼料飼育鶏 (黒塗り) では、調理前後での多価不飽和脂肪酸量の変化はわずかで、n-6/n-3比は4を下回るレベルで安定していた。亜麻仁飼育鶏のこの加熱調理特性は、脂肪酸バランスの改善の観点から評価されるべきものである。

加熱調理による多価不飽和脂肪酸量変動の内容を個別の脂肪酸について見てみると、普通飼料給餌鶏では加熱調理により α -リノレン酸量が調理前の約50%にまでに減少していた ($p < 0.01$)。また、ムネ肉においても若干低下が認められた。亜麻仁給餌鶏では、IPA量やDHA量が調理前よりも、IPAで約1.2~1.7倍、DHAで約1.7~2.5倍にまで上昇したが、n-3系量全体への寄与は小さく、上に述べたとおりn-6/n-3比の変動には反映されなかった。

n-3系含量が低い普通飼料給餌鶏で加熱調理によってその主成分である α -リノレン酸

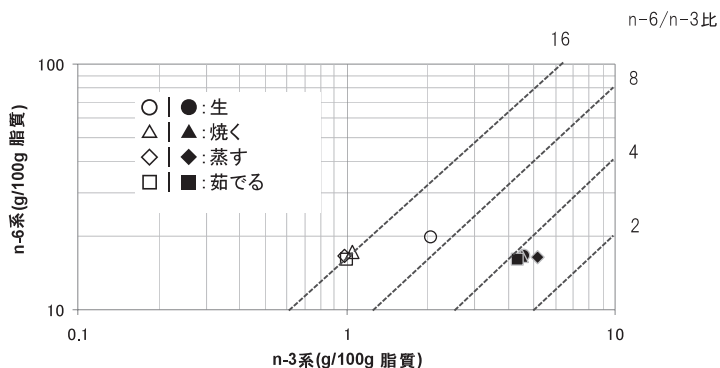


図 3-1 加熱調理によるモモ肉の不飽和脂肪量比の変化

亜麻仁飼料給餌鶏（黒塗り）および普通飼料給餌鶏（中抜き）のモモ肉について、加熱調理法による n-6 系，n-3 系（g/100 g 脂質）の変化を両対数グラフで示す。加熱調理法および生の記号による区分を，図中に示した。n-6/n-3 比の表示は図 2 と同様。

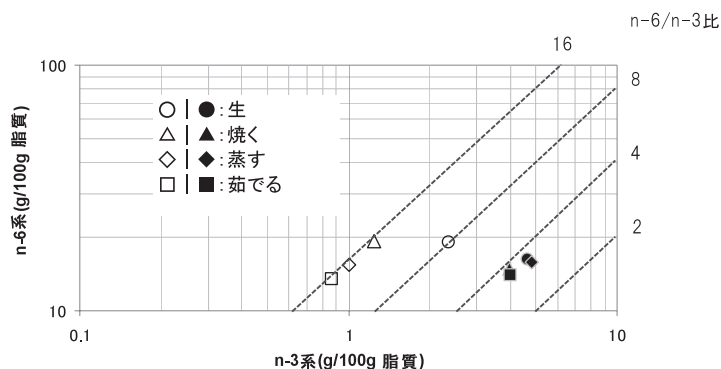


図 3-2 加熱調理によるムネ肉の不飽和脂肪量比の変化

亜麻仁飼料給餌鶏（黒塗り）および普通飼料給餌鶏（中抜き）のムネ肉について、加熱調理法による n-6 系，n-3 系（g/100g 脂質）の変化を両対数グラフで示す。他は，図 3-1 と同様。

量の酸化あるいは分解による減少があり，亜麻仁給餌鶏では n-3 系含量が増加しているだけでなくその安定性も向上していることは，亜麻仁給餌鶏による多価不飽和脂肪酸の摂取量を向上により積極的な効果を期待させるものであると言えよう。

7) 官能評価

普通飼料給餌鶏と亜麻仁油配合飼料給餌鶏を「焼く」「蒸す」「茹でる」によって加熱調理したものについて，その嗜好の差を官能評価によって検討した結果を表 4 にまとめた。亜麻仁油配合飼料給餌鶏の「焼く」では，普通飼料給餌鶏と比べて，『つや』『パサツキ』において有意に劣っていた ($p < 0.05$) が，『油っぽさ』において有意に好まれた ($p < 0.05$)。

亜麻仁配合飼料飼育鶏肉の脂肪酸組成とその調理変化

また、『香り』『うまみ』『フレーバー（風味）』では、普通飼料給餌鶏と比較して、亜麻仁油配合飼料給餌鶏が好まれる傾向が認められた ($p < 0.1$)。一方、「茹でる」では、亜麻仁油配合飼料給餌鶏と比べて、『色』『硬さ』『弾力性』『粘り』で普通飼料給餌鶏が有意に好まれ ($p < 0.05$)、『香り』『総合評価』で普通飼料給餌鶏が好まれる傾向にあった ($p < 0.1$)。また、「蒸す」においても「茹でる」と同様の傾向が認められた。したがって、亜麻仁油配合飼料給餌鶏は「焼く」の加熱調理が最も適していると考えられる。

表4 加熱調理によるムネ肉の2点嗜好試験法結果

調理法	「茹でる」		「蒸す」		「焼く」	
	対照	O-14	対照	O-14	対照	O-14
色	+	-	+	-	±	±
香り	+	-	+	-	-	+
硬さ	+	-	+	-	±	±
弾力性	+	-	+	-	±	±
粘り	+	-	+	-	+	-
ジューシーさ	±	±	+	-	+	-
うまみ	±	±	±	±	-	+
フレーバー(風味)	±	±	+	-	-	+
油っぽさ	-	+	±	±	-	+
総合評価	+	-	+	-	±	±

4. まとめ

食材レベルでの n-3 系の摂取量向上を目的として、n-3 系を豊富に含む亜麻仁を飼料として与えた鶏肉の脂質量、脂肪酸組成を検討した。

配合する亜麻仁の形態としては、亜麻仁油を用いることが食いつきの低下などの抑制的反応を誘引せず良好な飼育条件を保てるものと判断された。配合飼料飼育期間の延長で n-6/n-3 比は 2 を下回るレベルにまで低下させることが可能であったが、目安値である 4 を実現するには、14 日程度の給餌で十分であった。

亜麻仁飼育鶏は普通飼育鶏に比べ、脂質量全体での加熱調理特性には大きな違いは見られなかったが、多価不飽和脂肪酸量比では、普通飼育鶏で α -リノレン酸を主とする n-3 系量の半減が生じて n-6/n-3 比がほぼ倍増するのに比べ、n-3 系量、n-6 系量とも変動が少なく、安定した n-6/n-3 比を保ち、脂肪酸バランスの改善を目的とした食材として優れた性質を持つことが認められた。

このような亜麻仁飼育鶏の加熱調理品を官能検査によって評価したところ、「蒸す」、「茹でる」では総合評価および幾つかの項目で普通飼育鶏に劣っていたが、「焼く」では『うまみ』や『フレーバー』が好感され、総合評価も互角であったので、「焼く」を主体とした調理法の適用で実用に供することができるものと考えられる。

文 献

- 1) 梅村詩子, 石森真子, 渡辺佐百合, 磯博康, 橋本喬, 小池和子, 小林敏生, 飯田稔. 食習慣と血中中性脂肪酸構成に関する地域比較研究. *日本栄養・食糧学会誌*. 53: 1-9, 2000.
- 2) 鬼頭誠. 高度不飽和脂肪酸の生理機能. *油科学*. 40: 838-844, 1991.
- 3) 平山愛山. 日本人におけるエイコサペンタエン酸 (EPA) の食事による摂取と血小板機能に関する免疫学的研究. *日本内科学会誌*. 74: 13-20, 1985.
- 4) 奥山治美, 坂井恵子, 森内敦子. 食品の必須脂肪酸バランスの変化と慢性疾患. *食品衛生学雑誌*. 30: 1-7, 1989.
- 5) Lewis RA, Austen KF. The biologically active leukotrienes. Biosynthesis, metabolism, receptors, functions, and pharmacology. *J Clin Invest*. 73: 889-897, 1984.
- 6) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編. 第五次改定日本人の栄養所要量. 第一出版, 東京. 1994.
- 7) 健康・栄養情報研究会編. 第六次改定日本人の栄養所要量. 第一出版, 東京. 1999.
- 8) 厚生労働省. 日本人の食事摂取基準 2005 年版, 2005.
- 9) 健康・栄養情報研究会編. 国民健康・栄養の現状——平成 18 年厚生労働省国民健康・栄養調査報告より——. 第一出版, 東京. 2009.
- 10) 篠原寿子, 室屋かおり, 二五田公俊. 肉類と魚介類における脂質, コレステロールおよび脂肪酸組成の比較. *東九州短期大学研究紀要*. 12: 1-10, 2008.
- 11) 續順子, 中島けい子, 近藤正夫. 小学校給食の n-6 系と n-3 系多価不飽和脂肪酸構成比の現状. *脂質栄養学*. 16: 63-73, 2007.
- 12) 鈴木和彦, 大森豊緑, 岡田利孝, 小栗広青, 川村悦春. 鶏卵脂肪酸組成と α -トコフェロール量に及ぼす飼料中亜麻仁油の影響. *日本栄養・食糧学会誌*. 47: 23-27, 1994.
- 13) 小島雄次, 小野晴美, 津留崎正信, 石田修三, 中村年宏. アマニ油を活用した採卵鶏用飼料の開発と産卵に及ぼす影響. *福岡県農業総合試験場研究報告*. 14: 186-189, 1995.
- 14) 石田修三, 早澤宏紀, 清水隆司, 玉城政信, 相井孝允. アマニ油脂肪酸 Ca の給与が豚の血液, 臓器および筋肉脂質の n-3 系脂肪酸含量に与える影響. *日畜会報*. 66: 889-897, 1995.
- 15) Aii T, Kurihara M, Ishida S. Increase in α -linolenic acid in milk by feeding the calcium soap of fatty acids prepared from oil. *Anim. Sci. Technol*. 62: 58-62, 1990.
- 16) 田中桂一. 飼料中脂肪の n-3/n-6 系不飽和脂肪酸比率が鶏肉中脂質成分および脂肪酸組成に及ぼす影響に関する研究. *食肉に関する助成研究調査成果報告書*. 15: 214-221, 1996.