

## サバ油と抗酸化資材の併用添加が鶏卵の DHA 含量に及ぼす影響

小林直樹・田辺 勉・松谷隆広・伊達 毅

### Effects of Combined Use of Mackerel Oil and Antioxidants on DHA Content of Chicken Eggs

Naoki KOBAYASHI, Tsutomu TANABE, Takahiro MATSUTANI and Tsuyoshi DATE

#### 要 約

DHA 含量の高い鶏卵の生産技術を確立するために、採卵鶏用飼料へのサバ油と抗酸化資材（茶葉、ビタミン E およびハーブ）の併用添加が鶏卵の卵黄中脂肪酸組成特に DHA 含量に及ぼす影響について検討した。

市販配合飼料にサバ油を 3% 添加し、さらに茶葉 1%、ビタミン E100IU、ハーブ抽出物 0.02% をそれぞれ併用添加して給与した結果、卵黄中の DHA 含量は、サバ油無添加に比べ、約 2~4 倍に増加した。また、サバ油 3% に抗酸化資材を併用添加すると、サバ油 3% のみの添加より DHA 含量がやや増加する傾向がみられたが、有意差は認められなかった。また、n-6 系列脂肪酸のアラキドン酸がサバ油の添加により減少し、その結果 n-6/n-3 比は 1 前後に低下した。次に、サバ油 1% およびサバ油 3% に茶葉をそれぞれ 1% 併用添加して給与した結果、サバ油 1% 添加でも、卵黄中の DHA 含量は無添加より、約 2 倍に増加したがアラキドン酸があまり減少せず、n-6/n-3 比は 3 前後となった。

#### I 緒 言

サバ油に多く含まれる n-3 系列脂肪酸の DHA は、生活習慣病や免疫性疾患の予防または改善効果があるとされ<sup>1)、2)、3)</sup>、この脂肪酸を食品中に高めることにより、n-3 系列脂肪酸に対する n-6 系列脂肪酸の比率 (n-6/n-3 比) を下げ、機能的食品としての価値を高めることが期待される。

当场では、平成 18 年度より、県内の水産加工工場で鯖缶詰の製造過程から発生するサバ油を利用して、DHA 含量の高い鶏卵の生産技術について試験を行っており、採卵鶏用市販配合飼料に重量比でサバ油を 3%、5%、7% 添加給与した試験<sup>4)</sup>では、いずれのサバ油添加割合でも、卵黄中の DHA 含量が無添加より約 3 倍に増加し、n-6/n-3 比が 1 以下に低下することや、サバ油を 5% 以上添加すると、卵重や飼料要求率などの産

卵成績が低下することを確認した。

また、サバ油などの魚油は酸化しやすい特徴があり、実際の利用にあたっては酸化防止対策が必要であることや<sup>5)</sup>、川村らは、抗酸化資材として用いられるビタミン E 製剤 ( $\alpha$ -トコフェロールとして) には、DHA の移行を促進させる効果があるとしている<sup>6)</sup>。

そこで、サバ油の酸化防止や鶏卵への DHA 移行率を高めるため、市販配合飼料にサバ油を 7% 添加した上で、抗酸化資材である茶葉<sup>7)、8)</sup> やビタミン E を併用添加した試験<sup>4)</sup>では、抗酸化資材添加の有無による、卵黄中の DHA 含量に明確な差は認められなかった。

そこで、前回の試験結果<sup>4)</sup>から、産卵成績やサバ油の添加割合を考慮し、本試験では、サバ油の添加割合を 3% とし、各抗酸化資材の併用添加試験、並びにサバ油 1% および 3% と茶葉 1% 併用添加試験を実施検討した。

## II 試験方法

### 1. 試験 I : サバ油 3% と各抗酸化資材併用添加試験

#### 1) 供試鶏及び試験期間

供試鶏はボリスブラウン種 280 羽を用いた。試験期間は、平成 19 年 7 月 11 日 (471 日齢) から 8 月 1 日 (492 日齢) の 21 日間とした。

#### 2) 試験区分

試験区分は表 1 のとおりで、対照区は採卵鶏用市販配合飼料 (2,850kcal/kg、CP17.0%) のみ給与とし、試験区は市販飼料に重量比でサバ油 (日本缶詰株式会社) を 3% 添加した区、市販配合飼料にサバ油を 3% 添加した上で、茶葉 (株式会社鈴木茶業) を 1% 併用添加した区、ビタミン E 粉末 (Vitamin E 50 Powder、Vitamin Factory) を飼料 1 kg 当たり 100IU 併用添加した区、およびハーブ抽出物 (アロマックス K、コーキン化学株式会社) を 0.02% 併用添加した区の計 5 区を設定し、各区 28 羽の 2 反復とした。

表 1 試験 I の試験区分

区	供試羽数	添加割合 (%)		
		市販飼料	サバ油	抗酸化資材
対 照	28羽×2区	100	0	0
サバ油 3%	28羽×2区	100	3	0
茶 葉 1%	28羽×2区	100	3	1
V. E 100IU	28羽×2区	100	3	0.02
ハーブ 0.02%	28羽×2区	100	3	0.02

### 2. 試験 II : サバ油 1%、3% と茶葉の併用添加試験

#### 1) 供試鶏及び試験期間

供試鶏はボリスブラウン種 280 羽を用いた。試験期間は、平成 19 年 10 月 17 日 (570 日齢) から 11 月 7 日 (591 日齢) の 21 日間とした。

#### 2) 試験区分

試験区分は表 2 のとおりで、市販飼料のみの対照区と、試験区は市販飼料に重量比でサバ油を 1% 添加した区、サバ油を 3% 添加した区、サバ油を 1% 添加した上で茶葉を 1% 併用添加した区、サバ油 3% 添加した上で茶葉を 1% 併用添加した区の計 5 区を設定し、各区 28 羽の 2 反復とした。

表 2 試験 II の試験区分

区	供試羽数	添加割合 (%)		
		市販飼料	サバ油	抗酸化資材
対 照	28羽×2区	100	0	0
サバ油 1%	28羽×2区	100	1	0
サバ油1%+茶葉1%	28羽×2区	100	1	1
サバ油 3%	28羽×2区	100	3	0
サバ油3%+茶葉1%	28羽×2区	100	3	1

なお、試験 I、II とも作業性を改善するためにサバ油 5 に対して微粉末シリカ (マイクロイド ML386、株式会社東海化学工業所) 2 の割合 (重量比) で混合し粉末化处理をして用いた。

試験用飼料は、試験区毎にサバ油と抗酸化資材および市販飼料を混合調整し、50 リットル容器にて貯蔵・給与した。

### 3. 飼養管理

試験鶏は、開放鶏舎にて 1 羽ずつのケージ飼いとす。飼料は不断給餌とし 1 日 1 回午前 8 時 30 分に給与した。給水は自由飲水とし、その他の管理は当場の慣行とした。

### 4. 調査項目および方法

#### 1) 産卵成績

産卵率、平均卵重、産卵日量、飼料要求率を調査した。

産卵率、平均卵重、産卵日量は、毎日区ごとの産卵個数および全計卵重を測定して算出し、試験期間である 21 日間の平均値とした。飼料要求率は、区ごとに試験開始前にあらかじめ配合計量しておいた試験飼料総量から試験終了後の残飼量を差し引いたものを、試験期間中の飼料摂取量とし、飼料摂取量 / 全計卵重で算出した。

#### 2) 卵質成績

卵質は、試験 3 週目に生産された鶏卵のうち、各区 8 個 (1 区 8 個×2 反復) ずつを無作為に抽出し、卵殻強度、卵殻厚、卵黄色、ハウユニットを測定した。

測定には富士平工業社製の卵質検査機器と、卵黄色はロッッシュ社製のカラーファン (1989 年版) を用いた。

#### 3) 卵黄中の脂肪酸組成

試験 3 週目に生産された鶏卵のうち、各区 3 個 (1 区 3 個×2 反復) ずつを無作為に抽出して卵黄を混合した後、クロロフォルム : メタノー

ル (2 : 1) 溶液で脂肪を抽出し、メチルエステル化してガスクロマトグラフィー (GC6890 Agilent Technologies) を用いて分析した。カラムは、SUPELCO SPTM-2560 キャピラリーカラム (100m×0.25mm×0.2μm) を用い、測定条件は注入口温度 250℃、カラム温度は 145℃~240℃まで 4℃/min の昇温プログラムにより行った。キャリアガスは窒素を 40mL/min の流量で用いた。1 検体当たりのランタイムは 40.75min とした。

また、n-6/n-3 比は、検出された n-6 系列脂肪酸 (リノール酸、アラキドン酸) および n-3 系列脂肪酸 (α-リノレン酸、EPA、DHA) 含量から算出した。

### 5. 統計処理

各測定値の統計処理は、一元配置分散分析の後、Tukey の多重比較検定法により平均値間の差の検定を行った。

## III 結果および考察

### 1. 試験 I

#### 1) 産卵成績

産卵成績を表 3 に示した。産卵率、平均卵重、産卵日量、飼料要求率に、各区間に差は認められなかった。

表3 試験1 産卵成績

区	産卵率 (%)	平均卵重 (g/羽)	産卵日量 (g/羽)	1日1羽当たり飼料摂取量 (g)	飼料要求率
対 照	85.9	62.9	54.3	111	2.52
サバ油 3%	83.6	63.1	52.2	110	2.62
茶 葉 1%	85.3	63.5	54.1	113	2.57
V. E 100IU	83.2	63.4	52.9	106	2.46
ハーブ0.02%	83.6	63.5	52.7	112	2.61

#### 2) 卵質成績

卵質成績を表 4 に示した。卵殻強度、卵殻厚、卵黄色、各区間に差は認められなかったが、ハウユニットは対照区より試験区の方が高くなる傾向がみられた。

表4 試験1 卵質検査

区	卵殻強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	卵黄色	卵殻厚 (mm)	ハウユニット
対 照	3.0	12.3	0.36	80.0
サバ油 3%	2.7	12.0	0.38	83.2
茶 葉 1%	2.5	12.0	0.35	84.9
V. E 100IU	3.1	11.9	0.35	82.9
ハーブ 0.02%	2.8	12.3	0.35	81.3

### 3) 卵黄中脂肪酸組成

卵黄中の DHA 含量は、図 1 に示すようにサバ油を 3% 添加することにより、対照区の 2.3% に対し、試験区で 5.8%~10.2% と約 2~4 倍に増加した。サバ油 3% に茶葉 1%、ビタミン E 100IU を併用添加した区では、サバ油 3% のみ添加区より DHA 含量がやや増加する傾向がみられたが、有意な差は認められなかった。また、n-6 系列脂肪酸であるアラキドン酸が、対照区より試験区で減少する傾向を示した。このことから、表 5 のとおり、n-6/n-3 比は対照区の 3.12 に対し、試験区は 1 前後に低下した。

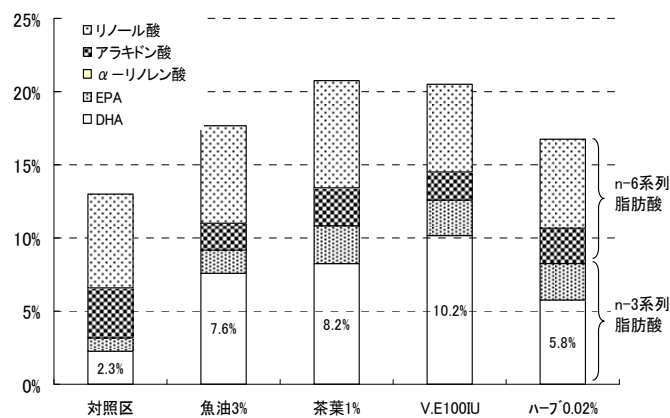


図1 試験 I 卵黄中脂肪酸組成

表5 n-6/n-3比の比較(試験 I)

区	対照区	サバ油 3%	茶葉 1%	V.E 100IU	ハーブ0.02%
n-6/n-3比	3.12	0.93	0.92	0.63	1.03

※推奨値 日本脂質栄養学会(1997) 2以下

### 2. 試験 II

#### 1) 産卵成績

産卵成績を表 6 に示した。産卵率は、対照区が 76.1%、サバ油 1% 添加区が 72.6%、サバ油 3%

添加区が 76.0%、サバ油 3%+茶葉 1%併用添加区が 72.9%であったが、サバ油 1%+茶葉 1%併用添加区では 67.5%と、対照区およびサバ油 3%添加区より有意 ( $P < 0.01$ ) に低くなった。また、サバ油 1%+茶葉 1%併用添加区の産卵成績は、有意差はなかったものの、他の項目についても対照区および他の試験区より低い値を示した。特に 1 日 1 羽当たりの飼料摂取量は、他区では 120g 以上であったが、サバ油 1%+茶葉 1%併用添加区は、111g と低い摂取量であった。小嶋らは、飼料への茶葉の添加割合が 1%以下であれば、産卵成績に悪影響はない<sup>8)</sup>と報告しており、また、サバ油 3%+茶葉 1%併用添加区の産卵成績が他区と差がなかったことから、サバ油 1%+茶葉 1%併用添加区の産卵成績の低下は、飼料摂取量が低かったことによるものと考えられた。

表6 試験Ⅱ 産卵成績

区	産卵率 (%)	平均卵重 (g/羽)	産卵日量 (g/羽)	1日1羽当たり飼料摂取量(g)	飼料要求率
対 照	76.1 <sup>a</sup>	65.8	60.4	121	1.79
サバ油 1%	72.6 <sup>ab</sup>	64.6	55.8	122	1.98
サバ油1%+茶葉1%	67.5 <sup>b</sup>	65.6	53.5	111	2.00
サバ油 3%	76.0 <sup>a</sup>	66.0	59.7	120	1.84
サバ油3%+茶葉1%	72.9 <sup>ab</sup>	66.5	58.7	123	1.78

異符号間に有意差あり ( $p < 0.01$ )

## 2) 卵質成績

卵質成績を表 7 に示した。卵殻強度、卵殻厚、卵黄色、対照区と試験区に差は認められなかった。

表7 試験Ⅱ 卵質成績

区	卵殻強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	卵黄色	卵殻厚 (mm)	ハウユニット
対 照	2.9	12.3	0.38	78.3
サバ油 1%	2.6	12.3	0.38	77.3
サバ油1%+茶葉1%	2.3	12.1	0.37	83.5
サバ油 3%	3.1	12.2	0.39	83.7
サバ油3%+茶葉1%	2.7	12.3	0.38	85.8

## 3) 卵黄中脂肪酸組成

卵黄中の脂肪酸組成を図 2 に示した。DHA 含量では、対照区が 2.1%であったが、サバ油 1%

区で 4.9%、サバ油 1%+茶葉 1%併用添加区で 4.8%と、サバ油 1%添加でも DHA 含量は対照区より 2 倍以上増加した。しかし、n-6 系列脂肪酸であるアラキドン酸が、対照区で 3%、サバ油 1%添加区で 2.5%、サバ油 1%+茶葉 1%併用添加区で 2.6%とあまり減少せず、表 8 のとおり n-6/n-3 比は 3 前後となった。

また、本試験では、サバ油 1%添加およびサバ油 3%に茶葉を 1%併用添加しても、DHA 含量はサバ油 1%添加区およびサバ油 3%添加区と差は認められなかった。

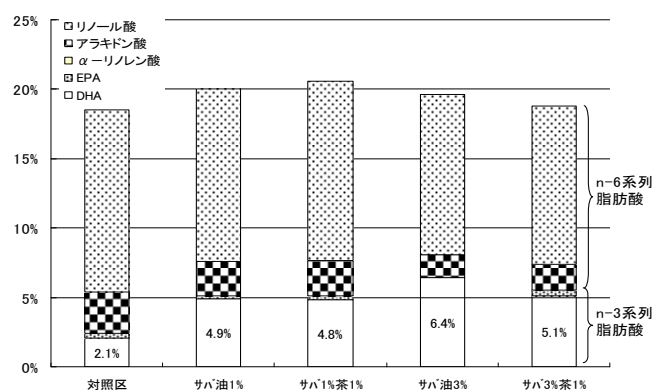


図2 試験Ⅱの脂肪酸組成

表8 n-6/n-3比の比較(試験Ⅱ)

区	対照区	サバ油 1%	サバ油 1% + 茶葉 1%	サバ油 3%	サバ油 3% + 茶葉 1%
n-6/n-3比	6.77	2.89	3.04	2.06	2.44

前回の試験<sup>4)</sup>および本試験の成績から、サバ油の添加割合と卵黄中 DHA 含量および n-6/n-3 比の関係を図 3 に示した。

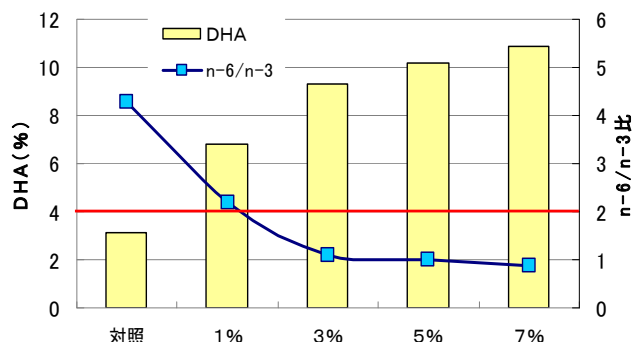


図3 サバ油添加割合とDHA含量・n-6/n-3比

サバ油の添加割合が高くなるにつれて卵黄中

の DHA 含量は高くなるが、3%以上の添加になると増加の程度が鈍化した。

久米ら<sup>8)</sup>は、採卵鶏用配合飼料に魚油脂肪酸カルシウムを添加給与した結果、魚油脂肪酸カルシウムの添加量の増加とともに、卵黄中の DHA 含量も増える傾向にあったが、卵黄への DHA 移行率は低くなり、卵黄への DHA 移行には限度があるとしている。

サバ油 3%以上の添加により DHA 含量は無添加に比べて 3 倍以上に増加し、n-6/n-3 比は、日本脂質栄養学会が推奨している値である 2 以下となった。

以上のことから、DHA の移行率や n-6/n-3 比からみた実用的なサバ油の添加割合は、3%が適当と考えられた。

また、サバ油の酸化防止と卵黄への DHA 移行率を高めるため、抗酸化資材である茶葉、ビタミン E およびハーブ抽出物をサバ油にそれぞれ併用添加したが、本試験で用いた市販配合飼料には、酸化防止剤である飼料添加物のエトキシキンが添加されており<sup>9)</sup>、また、液体の魚油を粉末化处理することにより酸化が抑制された可能性もあったため<sup>10)</sup>、抗酸化資材としての効果は確認出来なかった。サバ油 3%に茶葉 1%またはビタミン E 100IU の併用添加で、卵黄中の DHA 含量がサバ油 3%のみ添加より増加する傾向にあったが、明確な差は認められなかった。

しかし、県内の中小規模養鶏農家では自家配合を行っている農家も多い。酸化防止剤が入っている市販配合飼料とは違い、自家配合飼料にサバ油を添加する場合には、抗酸化資材の併用添加を考慮する必要があり、さらに抗酸化資材の添加割合の検討が必要と思われた。

とアレルギー。学会センター。11-12。1999

- 4) 一川ゆかり・田辺勉・松谷隆広・水口智越。サバ油の添加割合が鶏卵の DHA 含量に及ぼす影響。福井県畜産試験場研究報告。20: 27-34。2007
- 5) 山田未知・網中潤・佐藤茂次・石川雄治他。エゴマ (*Perilla frutescens*) 種実給与による豚肉の高品質化。福島県畜産試験場研究報告。10: 45-51。2003
- 6) 川村治朗・山口岑雄・岩田颯三。飼料への EPA・DHA および  $\alpha$ -トコフェロール添加が鶏肉の脂肪酸組成に及ぼす影響。千葉県畜産センター研究報告。21: 29-34。1997
- 7) 池谷守司・鳥居幸男・佐野満昭・小泉豊。鶏に対する茶葉の添加が生産性と卵質及び肉質に及ぼす影響。静岡中小家畜試験場研究報告。8: 19-23。1995
- 8) 小嶋禎夫・吉田優子。産卵後期における産卵鶏への緑茶葉粉末給与の影響。東京都農林総合研究センター研究報告。1: 27-34。2006
- 9) 久米啓子・武内徹郎・中西隆男。DHA を豊富に含む特殊卵作出試験 (第 2 報)。徳島県畜産試験場研究報告。36: 16-20。1995
- 10) 久保長政・山口良二。エゴマ油吸着飼料による豚肉の高品質化。福井県畜産試験場研究報告。18: 6-11。2004
- 11) 高橋由美・土岐静夫・高橋靖生。n-3 系多価不飽和脂肪酸を含む鶏卵・鶏肉の開発 (第 2 報)。愛媛県養鶏試験場研究報告。24: 21-25。1998

## 参考文献

- 1) 亀昌治。医薬品における魚油脂肪酸 (EPA・DHA) の利用。栄養補助食品。12: 61。1983
- 2) 岡久靖司・清水正明・中西隆男。油脂添加飼料が鶏卵中の脂肪酸組成に及ぼす影響並びに通年利用性。徳島県畜産試験場研究報告。33: 57-64。1992
- 3) 奥山治美・小林哲幸・浜崎智仁。油脂と油

## Effects of Combined Use of Mackerel Oil and Antioxidants on DHA Content of Chicken Eggs

Naoki KOBAYASHI, Tsutomu TANABE, Takahiro MATSUTANI and Tsuyoshi DATE

The present study has shown which antioxidants (tea leaves, vitamin E or herbs) should be added to hen feed with mackerel oil in order to produce chicken eggs rich in DHA.

It was examined the effects of these antioxidants by dividing hen feed into three groups. It was added mackerel oil that comprises 3% of the hen feed plus tea leaves that comprises 1 % of the feed (Group 1), it was added mackerel oil that comprises 3% of the hen feed plus 100 IU of vitamin E (Group 2), and it was added mackerel oil that comprises 3% of the hen feed plus herb extracts that comprises 0.02 % of the feed (Group 3). In each group the DHA content in an egg yolk was increased approximately 2 to 4-fold compared to control. In this result, the addition of antioxidants had not diminished the effect of mackerel oil.

Compared to the addition of 3% of mackerel oil only, the combined use of the antioxidants with mackerel oil increases DHA content, however, the increase was not significant.

In addition, by adding mackerel oil, the content of the Arachidonic acid (n-6 series fatty acid) decreased and the n-6/n-3 ratio fell to around 1.

Next, the effect of additional tea leaves (1%) to mackerel oil (1% or 3% each) was examined. In both cases DHA content in an egg yolk increased about twice, however, Arachidonic acid did not decrease so much and the n-6/n-3 ratio was around 3.