

高付加価値卵の生産技術について

岸井 誠 男

神奈川県畜産研究所, 神奈川県海老名市本郷 3750

キーワード: 付加価値卵, ビタミン, ω -3系高度不飽和脂肪酸, 保存, 調理加工

はじめに

鶏卵消費量は頭打ちの状況であり, 価格低迷が続き, 養鶏農家の経営は苦しい状況に置かれている。一方, 消費者のニーズの多様化に伴い, 消費者の好みに合った商品はそれなりの価格での販売も可能となっている。

このため, 養鶏農家では種々の付加価値卵(特殊卵)が開発販売されている。インターネットのたまご博物館のホームページに掲載されている特殊卵コーナーでは現在 585 種類が登録されている。この中には有精卵や放し飼い卵の様な飼育方法の違いによるものや, ヨード卵の様に飼料から特殊な成分を強化した卵やアロウカナのように特種な鶏種の鶏卵等種々の付加価値卵が観られる。

一方, 到来する高齢化社会において健全な生活を営むために, 日常の食生活により成人病を防止し, 健康保持・増進を図ることが重要な課題となっており, 食品の第3次機能としての生理活性作用が種々検討されている。

鶏卵は日常的に食する優良な栄養源に富んだ食品であり, これに生体調節機能が付与できれば, 万人が利用できる新食品となると思われる。このため, 鶏卵に新たな付加価値を付与して消費者のニーズにあった新食品を開発することにより, 新たな需要が創出されると考えられる。

そこで, 本研究所では家禽卵を対象として, “栄養成分評価に関する研究”, “鶏卵素材の付加価値向上に関する研究”, “調理加工に関する研究”の3部として, 栄養評価では品種や飼養形態の違いによる卵中の成分含量の違いを明らかにするとともに, 卵黄の各画分の培養細胞に及ぼす影響を検討した。素材の付加価値性向上では, 飼料から卵中への成分の移行として, ビタミン A, D, E, C, β -カロテン, エイコサペンタエン酸(以下「EPA」という。), ドコサヘキサエン酸(以下「DHA」という。)等を検討した。更に, 調理加工による影響として EPA, DHA

高含有鶏卵の保存性及び調理による成分の変動を検討した。

1. 栄養成分評価に関する研究

(1) 品種の違いによる卵中成分の差異の検討

白色レグホン, ロード・アイランド・レッド, 名古屋, 烏骨鶏, ホロホロ鳥の品種的に離れている5品種について卵中の成分の違いを検討した。

卵黄中の一般成分の水分, タンパク質, 脂肪は品種間による差はほとんど観られなかった。また, 一般成分の灰分, 炭水化物については, 含量そのものが2%以下と少なかったが, 名古屋がやや低い値を示した。脂肪酸については, 烏骨鶏でパルミチン酸(C₁₆), オレイン酸(C₁₈), リノール酸(C₁₈₋₁), アラキドン酸(C₂₀₋₄)が多い傾向を示し, ロードもリノール酸(C₁₈₋₁)が多い傾向が見られた。 α -リノレン酸(C₁₈₋₃)は名古屋ではほとんど観られなかった。DHAはホロホロ鳥で少ない傾向を示した。コレステロールは名古屋がやや多く, リン脂質は烏骨鶏, ホロホロ鳥がやや少なくなった。ミネラル類では烏骨鶏, ホロホロ鳥でカリウムが多い傾向を示し, 卵殻が非常に硬いホロホロ鳥はカルシウム及びリンも多い傾向を示した。

(2) 飼養形態の違いによる卵中成分の差異の検討

採卵養鶏の飼養形態は種々あるが, 通常多く見られる開放ケージ(以下「ケージ」という。飼育密度3.3m²当たり25羽), ウインドレスケージ(以下「ウインドレス」という。飼育密度3.3m²当たり25羽), 開放平飼い(以下「平飼い」という。飼育密度3.3m²当たり6羽), 平地放し飼い(以下「野外」という。飼育密度3.3m²当たり1羽)の4方式の飼養形態の違いと卵中成分の差異を検討した。

卵黄中の水分, 蛋白, 灰分含有量は飼養形態による大きな差は見られなかったが, 脂肪は野外がやや多い傾向となった。カルシウムは日齢の経過によって低下が見られ, 産卵後期のウインドウレスが最も低くなった。カリウムは産卵後期にウインドウレスと野外でやや低くなっ

た。鉄は野外でやゝ多い傾向が見られ、他の方式は産卵が進むにつれて鉄含量が減少する傾向を示したが、野外は逆に産卵後期の方が鉄含量が多くなった。

卵白 100 g 中の水分、蛋白含有量での飼養形態別の差は見られなかった。ミネラルのうちカルシウムが産卵中期のウインドウレスでやや多かった以外、マグネシウム、ナトリウム及びカリウムでは飼養形態間ではほとんど差はなかった。鉄の含有量は低い値であったが、産卵前期の開放、平飼で高くなった。

産卵率は平均でウインドレス鶏舎が最も高く、野外は特に、冬期での寒さによる低下が著しかった。

(3) 卵黄中の生理機能物質の検索

卵黄中の生理機能物質を検索するため、超遠心分離法により卵黄各成分を分画して細胞増殖効果を検討した。

卵黄に等量の 1% NaCl 溶液を加えて、超遠心機を用いて 4°C で遠心し、比重の異なる画分、YLP (Yolk Lipo Protein), LDL (低密度リポタンパク質), α , β -livetinin の細胞増殖機能について、動物培養細胞 (HL-60K) を用いて検定を行った。

YLP: 血清無添加では YLP 10% 濃度の添加によりやゝ増殖効果が見られた。また、培養開始時の細胞濃度を変えても、その傾向は同一であった。しかし、血清添加時では、YLP 10% 濃度添加により増殖阻害が見られた。

LDL, α , β -livetinin: 血清無添加では LDL は 1.25% 濃度、 α , β -livetinin は 10% 濃度の添加で増殖効果が見られた。LDL については 1.25% 以下の濃度も検討したが、効果は見られなかった。また、血清添加時では、LDL, α , β -livetinin とともに、添加効果は見られなかった。

烏骨鶏卵の細胞増殖活性と抗体産生増殖能についてロード交雑鶏卵と比較して東京都畜産試験場で行われた研究で、YLP の添加で細胞増殖促進効果が見られ、その効果は烏骨鶏の方がロード交雑鶏卵より高い傾向を示している。

このように、一般的な成分比較では品種や飼養管理での差はほとんど観られなかったが、別の角度から検討すると生理活性物質等の差が検討できることが示唆され、品種の特徴を活かした付加価値卵は大いに検討に値すると思われる。

2. 鶏卵素材の付加価値向上に関する研究

(1) ビタミン A, D 及び E の移行の検討

飼料から有用成分を卵中へ移行させて作成する付加価値卵について検討した。

成鶏飼料に複合ビタミン剤 (製品 1 kg あたりビタミン A 400 万 IU, ビタミン D₃ 80 万 ICU, ビタミン E アセテート 1 g 含有) を 0% (対照), 0.1%, 0.5%, 1.0% 及

び 2.0% 添加してビタミン A, D, E の同時移行について検討した。添加量はそれぞれ対照区を 1 として 2, 5, 10, 20 倍になり、飼料 1 kg 当たりの添加実量はビタミン A で 0, 4,000, 20,000, 40,000, 80,000 IU となり、ビタミン D₃ で 0, 800, 4,000, 8,000, 16,000 ICU で、ビタミン E は 0, 1, 5, 10, 20 mg となった。

給与開始後 12 週目ではビタミン剤の添加量が増すにつれ卵黄中のビタミン A, ビタミン D 含量は多くなり、相関係数 0.9 以上の直線回帰 (ビタミン A $Y=1861.7X+1660$ $R=0.995$, ビタミン D $Y=1135.2X+117$ $R=0.997$, ここで Y は卵黄 100 g 中のビタミン含量, X は飼料中への複合ビタミン剤の添加量を示す。) となった。この結果、ビタミン剤を 2% 添加 (ビタミン A 8,000 IU/100 g, ビタミン D₃ 1,600 ICU/100 g, ビタミン E 2 mg/100 g) した卵黄 100 g 中のビタミン A 濃度は対照の 1,630 IU に対し 5,300 IU と約 3.3 倍に、ビタミン D が対照の 150 IU に対し 2,450 IU と 16 倍になった。この卵 1 個分のビタミン D 含量はビタミン D 剤 1 錠分に相当し、このビタミン強化卵で薬剤の代替えとすることが可能である。また、2% 添加時の移行率はビタミン A で約 10%, ビタミン D で 20% となっているが、添加量が低いほど移行率は良くなり、0.1% 添加では 50% 程度の移行率となる。しかし、この複合ビタミン剤 2% 添加で 9.6 円/kg 飼料代が上昇するので卵 1 個当たりの飼料費は約 25% 高くなる。

ビタミン A 及び D の経時変化は、給与開始後 2 週目にはプラトー状態のほぼ 85% となり、8 週目にはプラトーに達するので、添加開始後 2 週目から商品としての販売は可能と考えられる。

ビタミン E は対照の 3.0 mg に対し 2.0% 添加で 2.1 mg と低くなったが、抗酸化能力が高い α -トコフェロールの含量は無添加と 2% 添加と変わらない値で、添加による増加は認められなかった。しかし、他県のビタミン E 単独添加試験では添加量の増加に従い卵黄中の含量も増加する結果が報告されている。今回の複合添加との条件の違いは、複合ビタミン中のビタミン E 含量が単独添加より 1 オーダー低かったことと、複合による拮抗作用が影響したためと思われる。このため、この成績を応用してビタミン A, D, E の豊富な鶏卵を生産している養鶏農場では、添加ビタミン E 量を 1 ランク上げるによりビタミン A, D, E 同時強化の付加価値鶏卵生産を行っている。

なお、飼料にビタミン剤を過剰に添加したことによる産卵への影響は認められなかった。

(2) 卵中への β -カロチンの移行の検討

β -カロチンの移行について、まず、飼料中のビタミン

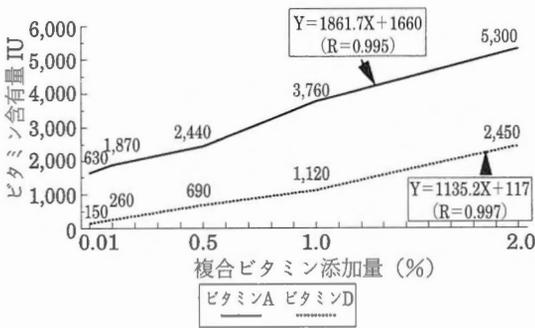


図 1. 飼料への複合ビタミン添加量の違いと卵黄中ビタミン A, ビタミン D 含量

A 含量を一定にしてβ-カロチンを 0, 100, 500, 1,000 ppm/kg 添加して検討した。合わせて自然の素材でβ-カロチンがリッチであると言われていた桑葉及びドナリエラを市販成鶏飼料に添加して卵中への移行量を検討した。

β-カロチンの添加量の増加に従って、卵黄中のβ-カロチンも増加し、添加 2 週目の 100 ppm 添加で無添加の約 10 倍となった。その後、卵黄中含量は緩やかに増加し、8 週目で約 15 倍となった。500~1,000 ppm 添加は、2 週目で無添加の 12~15 倍、8 週目で 15~20 倍となった。また、桑葉及びドナリエラはそれぞれ無添加の 2 及び 15 倍となった。しかし、β-カロチンはビタミン A やビタミン D の様に添加量を 100 PPM より増加しても卵黄中の含有量の増加は大きくはなかった。

また、卵黄中のビタミン A もβ-カロチンの添加量に応じて増加し、無添加の 1.5~2.5 倍となり、β-カロチンは鶏体内で迅速にビタミン A に変換されていると考えられる。

ドナリエラはβ-カロチン 100~500ppm 添加量程度のβ-カロチン及びビタミン A 移行が認められ、天然素材利用による付加価値卵生産への応用が考えられる。

次に、ビタミン A との関係を見るためβ-カロチン添加を 1,000 ppm/kg 一定にし、ビタミン A 量をそれぞれ、0, 4,000, 12,000 ppm/kg として検討した。

ビタミン A の添加量を増加すると、β-カロチンの移行量は添加量に応じて増加する傾向を示し、β-カロチンの移行を増すには十分なビタミン A 含量が必要と考えられる。ビタミン A も 4,000 IU までは添加量に応じて増加したが、12,000 IU 添加の卵黄中のビタミン A 含量は 4,000 IU 添加よりやや低い含量となり、ビタミン A, D, E の同時移行とは異なった動きを示し、拮抗作用が考えられる。

(3) ビタミン C の移行の検討

表 1. β-カロチン添加量と卵黄 100 g 中のβ-カロチン及びビタミン A 含量 (ビタミン A 含量 4,000 ppm 一定)

β-カロチン 添加量	β-カロチン (μg)			ビタミン A (IU)		
	2 週	4 週	8 週	2 週	4 週	8 週
0 ppm	40	46	40	536	600	438
100	369	454	652	821	976	964
500	657	672	587	1,225	1,150	1,194
1,000	542	876	846	1,309	1,333	1,193
桑葉	71	68	87	507	491	651
ドナリエラ	566	489	321	1,109	1,163	916

表 2. ビタミン A 添加量と卵黄 100 g 中のβ-カロチン及びビタミン A 含量 (β-カロチン添加量 1,000 ppm 一定)

ビタミン A 添加量	β-カロチン (μg)			ビタミン A (IU)		
	2 週	4 週	8 週	2 週	4 週	8 週
0 ppm	495	601	702	1,045	944	1,012
4,000	542	876	846	1,309	1,333	1,193
12,000	742	662	874	1,163	1,158	1,084

成鶏用飼料を対照とし、これにビタミン C の Ascorbyl Phosphate Mg (APM) を 30, 100, 1,000, 10,000 ppm/kg 及び Ascorbic Acid Ca (VC-Ca) 10,000 ppm/kg を添加してビタミン C の移行の難易及び可能性を検討した。

血清中のビタミン C 含量は添加日数の経過とともに上昇を示し、添加濃度が高いほど上昇カーブは強くなった。APM 及び VC-Ca の 10,000 ppm 添加区は、添加 1 週後に血清中の濃度は添加前の約 2 倍の含量を示した。

しかし、各ビタミン C の添加区とも添加 8 週目の卵黄及び卵白中にビタミン C は検出されなかったが、血清中のビタミン C 含量は添加量に応じて増加を示した。

AMP 添加による臓器中のビタミン C 含量は添加量による従属性は見られず、卵巣での含量は肝臓、脳の 1/10 の含量となった。これ以外にもエステルタイプのビタミン C についても卵中への移行を試みたが、移行させることは不可能で、ビタミン C を飼料や飲水添加で卵中へ移行させることは難しいと考えられる。

(4) 卵中への ω-3 系高度不飽和脂肪酸移行方法の検討

成鶏用飼料を対照とし、油脂としては粉状のマリンオイルパウダー (EPA 18%, DHA 12% 含) または液状の EPA オイル (EPA 27%, DHA 18% 含) を用い、これを

成鶏用飼料にそれぞれ 5 及び 10% を添加して検討した。EPA 及び DHA の実添加量は 5% マリンオイルパウダー添加で EPA 0.9% DHA 0.6% となり、EPA オイル 5% 添加で EPA 1.35% DHA 0.9% の添加となった。また、それぞれにレシチンの 3% を添加した区も設定し、添加オイルの違いと移行促進剤の検討を行った。

給与後 8 週目の卵黄中の EPA 量は、無添加が 25 mg/100 g 前後で、EPA 量の高い油脂を添加することにより 200~1,600 mg/100 g となり、通常の鶏卵の 10~700 倍の含有量となった。DHA 量は無添加も 400~700 mg/100 g 認められたが、添加することにより 1,000~2,300 mg/100 g まで上昇し、対照区の 2.5~6 倍程度の含量となり、添加 EPA 及び DHA 量に比例し、粉状及び液状の形態の違いによる移行含量の差は認められなかった。卵黄中のそれぞれの含量は、添加油脂の含有濃度と添加濃度に比例し、移行率は 10~25% となった。

一方、 ω -6 系の脂肪酸は、これらの油脂を添加することにより、減少する傾向を示し、特に、アラキドン酸の減少が顕著となった。アラキドン酸は対照で 300~500 mg/100 g の含量が認められたが、EPA, DHA 高濃度含有油脂添加により、1/3~1/6 に含量が減少した。この EPA オイルを 5% 添加すると 25 円飼料費が上昇するため卵 1 個当たりの飼料費は約 65% 高くなり、10% 添加では 130% 上昇するため、販売価格は卵中含有量を加味しながら設定を考える必要がある。

また、3% のレシチンを添加した場合もレシチン無添加と同様の傾向を示したが、レシチン添加による移行量の向上は認められなかった。これは比較的不飽和の低い脂肪酸がホスファジルコリンに取り込まれる傾向があるとの報告があり、 ω -6 系の脂肪酸が多く取り込まれ移行率の向上が図れ無かったものと考えられる。

(5) 卵中への ω -3 系高度不飽和脂肪酸の移行限度の検討

EPA や DHA を多く移行させるために多量の油脂を飼料に添加すると飼料中の ME が上昇するため飼料摂取量が減少する等の問題が起こるため、純度 95% 以上のエステル型の EPA 及び DHA を用いて少量の油脂添加量で多量の EPA や DHA を飼料に添加し、卵中への移行を検討した。初めに成鶏用飼料にエステル型 EPA を 0, 1, 2, 3 及び 5% (EPA 実量で 0, 0.96, 1.92, 2.87 及び 4.79%) 添加して飼料中の ME が 3.05 kcal/g 以内で EPA の移行量を検討した。

卵黄中の EPA は EPA の添加により無添加の 1 オーダー上の値を示し、EPA の添加量が増えるにしたがって卵黄中の EPA 含量も増加の傾向を示した。しかし、回帰分析では $Y = 3.686 + 536.36X - 165.356X^2 + 15.763X^3$ $R^2 = 0.986$ が成立し、EPA 添加量 2.56% を最大値とした上に凸の曲線となり、2.5% 以上の添加では卵黄中の含量はわずかではあるが減少する傾向を示した。また、EPA の添加により DHA の卵黄中含量も増加し、2% 添加で無添加の 2 倍程度の値を示した。更に、EPA の添加によりドコサペンタエン酸 (DPA (C₂₂₋₅)) の脂肪酸が検出され、卵黄中の含量は EPA 量の 1/2 の含量となり、EPA が肝臓で速やかに DPA を経由して DHA へ変換されていることが示唆される。また、 ω -6 高度不飽和脂肪酸であるアラキドン酸は EPA 添加により急激に低下し、その後添加量の増加に伴い徐々に低下した。この EPA の卵中含量は前回のマリンパウダーや EPA オイル添加と同等の値を示した。

次に、純度 95% 以上のエステル型の DHA を成鶏用飼料に 0, 1, 2, 3 及び 5% 添加してやはり ME を 3.05 kcal/g 以下で DHA の移行量を検討した。

DHA の添加により卵黄中の DHA 含量が増加し、添加 2 週後で対照の 3 倍程度の値となった。しかし、1% 以上に添加量を増加しても卵黄中の増加は、認められなかった。また、EPA の含量も増加しており、飼料からの移行も考えられるが、飼料中の含有量と卵黄中の含量から考えると鶏体内で DHA から EPA の逆変換が進んでいると考えられる。

更に、純度 95% 以上のエステル型の EPA 及び DHA を各々成鶏用飼料に 1 及び 2% 添加した区と EPA と DHA を 1 及び 2% を混合して添加した区で検討した。

EPA と DHA を複合添加した場合、EPA 1% + DHA 2% では EPA 1% の添加に比べて EPA は添加 2 週後では混合添加の方がやや多くなる傾向を示した。しかし、DHA は EPA と混合添加すると単独添加よりやや低い値となった。

産卵率は EPA 及び DHA の 3% 以上の添加と EPA

産卵率は EPA 及び DHA の 3% 以上の添加と EPA

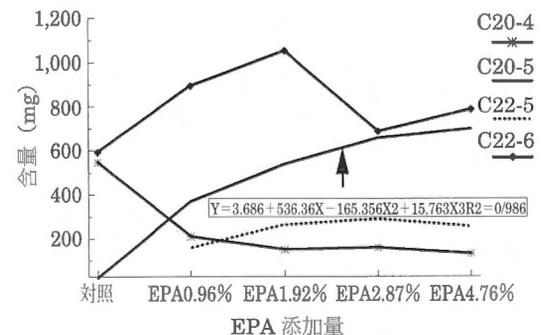


図 2. EPA 添加による卵黄 100 g 中の脂肪酸含量 (2 週目)

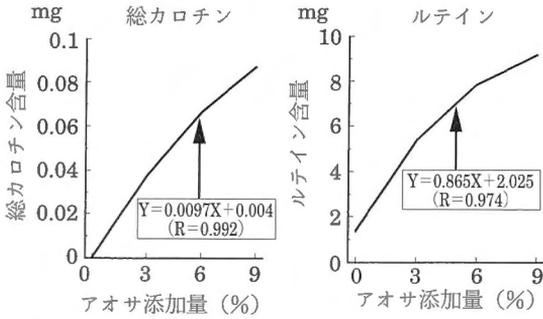


図 3. アオサ添加と卵黄 100 g 中の総カロチン、ルテイン含量

2%+DHA 2%の添加により低下する傾向を示した。また、DHA 添加の方が産卵の低下は激しかった。

(6) アオサを利用した付加価値卵の検討

未利用資源の有効利用の一つとして、海岸の美化を妨げるため廃棄処分される緑藻類の 1 種であるアオサを飼料に添加して鶏卵の付加価値化を検討した。アオサを市販成鶏飼料に 3, 6, 9% 添加して 6 週間の給与試験を実施した。

卵黄中の総カロチンは添加量に依り増加し、ルテイン含量も増加した。カロテノイドは発ガン抑制作用を有しており、この一つであるβ-カロチンは良く知られている。ここに示したルテインもカロテノイドの仲間、発ガンプロモーション抑制効果があり、その効力はβ-カロチンよりも強力と言われている。

カロテノイドの仲間であるゼアキサンチン、クリプトキサンチンは 9% 添加でもほとんど差がなかった。アオサも海藻の 1 種のため 9% 添加はヨウ素含量が対照の 3 倍量となっているが、卵 1 個中のヨウ素量は約 30 μg で、人間が 1 日に必要な量を摂取するには約 4 個を食べる必要がある。

また、アオサの添加量増加に伴い 6 週目の卵黄色も濃くなる傾向を示し、産卵成績には大きな影響はなかった。

このように、未利用な資源を利用しての付加価値鶏卵生産は飼料費上昇は少なく、付加される成分によっては大きな生理活性効果が期待でき、一石二鳥の方法と推奨される。

3. 調理加工に関する研究

(1) ω-3 系高度不飽和脂肪酸高含有鶏卵の保存性及び調理の影響

EPA, DHA 高含有鶏卵を供試し、新鮮卵（午後鶏舎で採卵後、18℃で翌日まで保存したもの）を対照とし、4, 18, 30℃で 2 週間保存した保存卵の EPA, DHA 量の変

表 3. 保存温度と卵黄（乾物）100 g 中の EPA 及び DHA 含量の推移

保存温度	EPA (mg)			DHA (mg)		
	1 週	2 週	3 週	1 週	2 週	3 週
新鮮	224			2,721		
4℃	225	246	278	3,069	2,823	2,994
18℃	226	239	228	2,773	2,997	2,618
30℃	240	225	218	3,240	2,747	2,755

表 4. 調理方法と卵黄 100 g 中の α-リノレン酸、EPA 及び DHA 含量

調理法	α-リノレン酸	EPA	DHA
無処理	121 mg	254 mg	1,068 mg
ゆで卵	123	249	1,067
半熟卵	149	261	1,013
目玉焼き	151	253	1,028
卵焼き	144	247	992

動を比較した。

各温度とも保存日数の経過と共に卵重が減少し、減少率は保存温度が多いほど高くなった。各試験区とも保存期間の経過に伴い卵黄中の水分含量は高くなり、相対的に粗脂肪含量は低くなった。この傾向は保存温度が高いほど強い傾向となった。このように、卵重、水分、粗脂肪含量には高温保存による変化が大きく現れたが、乾燥卵黄中の EPA 含量は 30℃の高温で 3 週間保存しても低下は殆ど見られなかった。また、DHA についても EPA と同様の傾向を示した。

調理の影響としては、無処理のものを対照とし、調理方法としてはゆで卵（沸騰後 15 分煮沸）、半熟（沸騰後 5 分煮沸）、目玉焼き（高温のテフロン加工フライパンに割卵後、両面を堅焼き）及び卵焼き（高温のテフロン加工フライパンに卵黄を落とし、全体に広げて堅焼き）の 4 方法とした。

調理方法の違いでは、脂肪含量は半熟を除き無処理より調理の方がやや多くなったが、有意な差ではなかった。各脂肪酸とも卵焼きがやや低い値を示したが、有意な差は認められなかった。

このことより、高温保存や加熱調理によっても卵黄中の ω-3 系高度不飽和脂肪酸は安定である事が明確となり、卵黄は不安定な ω-3 系高度不飽和脂肪酸を安定的に保護できる優れた媒体と考えられる。

ま と め

品種及び飼養形態の違いによる各成分の差は小さいが、卵黄中の分画の中に培養細胞の増殖効果が示唆され、今後この切り口からの検討が必要と思われる。また、飼料から卵中への移行が比較的容易なもの（ビタミン A, D, E, β -カロテン, ビタミン B 群, EPA, DHA 等の脂肪酸）、困難なもの（ビタミン C, ミネラル）が明確になり、効果的な添加量, 方法等が示唆され、現在県内の各養鶏農家でこの結果を参考に付加価値卵の生産販売に乗り出している。更に、保存温度や調理方法を変えても EPA や DHA 等の酸化が著しい物質でも卵黄中では安定的なことが分かり、付加価値物質の移行媒体として優れていることが示唆された。

引 用 文 献

- 大島惟子・折原健太郎・岸井誠男・稗田敏治. 飼養形態の違いによる卵中の機能性物質の差違について. 神奈川県畜産試験場研究報告, 82: 92-98. 1992.
- 折原健太郎・稗田敏治・大島惟子・岸井誠男. 飼料添加ビタミン A, D, E の鶏卵への移行に関する検討. 神奈川県畜産試験場研究報告, 82: 111-115. 1992.
- 折原惟子・篠原和毅・小堀真珠子・鈴木道子. 卵黄中の生理機能物質の検索. 平成 4 年度養鶏試験成績書, 7-9. 1993.
- 折原惟子・矢後啓司・岸井誠男・佐藤静男. 飼料添加剤による鶏卵品質の向上に関する試験. 平成 7 年度養鶏試験成績書, 23-25. 1996.
- 折原惟子・岸井誠男・水宅清二. 飼料中 β -カロテンの鶏卵中への鶏卵中の移行について. 機能性食品に関する共同研究事業報告, 2. 103-105. 1996.
- 岸井誠男・折原惟子. 卵中への ω -3 系高度不飽和酸移行方法の検討. 神奈川県畜産試験場研究報告, 85: 16-20. 1995.
- 岸井誠男・折原惟子. EPA・DHA の単独または複合添加が卵黄中の EPA・DHA 含量に及ぼす影響. 神奈川県畜産試験場研究報告, 85: 21-26. 1995.
- 岸井誠男・折原惟子. 保存温度及び調理方法が ω -3 系高度不飽和脂肪酸高含有鶏卵に及ぼす影響. 神奈川県畜産試験場研究報告, 85: 27-31. 1995.
- 鈴木亜由美. 畜産物の機能性に関する試験. 東京都畜産試験場年報, 平成 7 年度. 7. 1997.
- 谷 孝之・中岡正吉・岸美智子・成松次郎・有賀 勲・岸井誠男. ルバーブ, 桑葉及び鶏卵中の機能性成分等について. 機能性食品に関する共同研究事業報告, 1. 29-33. 1992.
- 西野輔翼. 天然カロテノイドの特性と生体への作用. FRAGRANCE JOURNAL, 57-62. 1994.
- 稗田敏治・大島惟子・折原健太郎・岸井誠男. ビタミン C の移行の検討. 平成 3 年度養鶏試験成績書, 21-28. 1992.
- 福原絵里子・前田統幸・西尾祐介・水留崎正信. 飼料への α -トコフェロール添加が卵黄中 α -トコフェロール含量, 移行率, 産卵成績及びハウユニットに及ぼす影響. 福岡県農業試験場研究報告, 20. 93-96. 2001.