

# 魚油, vitamin E 添加飼料の鶏卵品質への影響

## II 卵黄脂質の脂肪酸組成について

渡 辺 泰 邦・村 井 秀 夫

信州大学農学部 家畜衛生学研究室

## I 緒 論

動物の体脂質の脂肪酸組成は、給与する飼料中の脂質の脂肪酸組成によつて変化することが知られている<sup>1,2)</sup>。同様にニワトリの卵黄脂質の脂肪酸組成中、特に不飽和脂肪酸が給与飼料の脂質の量および質によつて異なることが、Feigenbaum ら<sup>3)</sup>、Donaldson<sup>4)</sup>、Summers ら<sup>5)</sup>によつて報告されている。これらの多くはC鎖数20以下の不飽和脂肪酸を多く含有する植物油脂、あるいは動物油脂などを給与して、卵黄脂質脂肪酸への飼料脂肪酸の影響を見たものが多い。また Chung ら<sup>6)</sup>は卵黄脂質各分画の脂肪酸組成を、飼料脂肪酸組成が異なることによる変化を検討している。

我国のニワトリの飼料には、魚粉を多く使用している。魚油中にはC鎖数20以上の多不飽和脂肪酸を多く含有している。本報告はこのような高級多不飽和脂肪酸を多く含有している魚油を飼料に添加した場合、鶏卵の卵黄脂質の脂肪酸組成に対する影響を検討することを目的とした。

前報において産卵鶏の飼料に魚油を添加すると、卵黄に魚油臭をあたえ、また卵黄色が黄褐色化することについて報告した<sup>7)</sup>。これら卵黄総脂質と給与飼料との脂肪酸組成の関係と魚油に vitamin E を添加した場合の、卵黄総脂質の脂肪酸組成におよぼす影響を、脂肪酸のガスクロマトグラフィーによる分析によつて検討した。

## II 実験材料および方法

### 1 実験材料

実験に使用した鶏卵は、前報<sup>7)</sup>で報告した飼料給与をうけたニワトリの生産した卵を供用した。すなわち基礎飼料区、基礎飼料に魚油を添加した区、さらに魚油ならびに vitamin E 剤を 0.2 g 添加した区の 3 群について、実験飼料給与後90日以後の卵それぞれ10個を使用した。

### 2 総脂質の抽出法

鶏卵より卵黄をとり出し、無水 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> を加え、減圧デシケーター内で乾燥した。総脂質の抽出法は Folch らの方法<sup>8)</sup>によつた。すなわち乾燥卵黄 5 g をクロロフォルム：メタノール (2 : 1) 200 ml に溶解し振盪、12時間以上放置後、0.2容の純水を加え上層をとり、

N<sub>2</sub> 気流下で濃縮後減圧乾燥した。

### 3 脂肪酸のメチルエステル化

抽出した総脂質に50倍量の0.5%硫酸メタノールを加え、気相をN<sub>2</sub>で置換した封管内で80°C、5時間以上加熱し、エステル変換法によりメチルエステル化を行なった。メチルエステル化終了後、2mlの石油エーテルおよび純水を加え、攪拌して石油エーテル層に抽出しガスクロマトグラフィー注入の試料とした。

### 4 脂肪酸メチルエステルのガスクロマトグラフィー(以下GLC)

GLC装置は島津製作所GC-1C型を使用した。GLCの条件は次の通りである。カラム：内径3mm、長さ187.5cmステンレス製、充填剤：Diethylene Glycole SuccinateをCelite 545(60~80メッシュ)に20%混合(島津製作所製)、検出器：水素炎イオン化検出器、キャリアーガス：He、キャリアーガス流速：40ml/min、カラム温度：190~195°C、試料室温度：300°C、検出器温度：250°C、チャートスピード：10mm/min。

### 5 GLCのピークの同定、定量

市販の飽和脂肪酸メチルエステルを標準物質として使用し、不飽和脂肪酸については炭素数と相対保持時間および文献によつた<sup>9),10)</sup>。脂肪酸の定量はピーク高の1/2の横幅とピーク高を乗じた半値幅法により、脂肪酸の重量パーセントを算出、定量した。

## III 実験結果

魚油給与区卵黄総脂質中の脂肪酸メチルエステルのGLCによる分析結果例は、第1図に示す通りである。魚油に多く含有されるアラキドン酸(20:4)、エイコサペンタエン酸(20:5)、ドコサヘキサエン酸(22:6)については魚油脂肪酸メチルエステルより同定した。

ニワトリに給与した基礎飼料および魚油の抽出総脂質中の脂肪酸の分析結果は、第1表に示すとおりである。

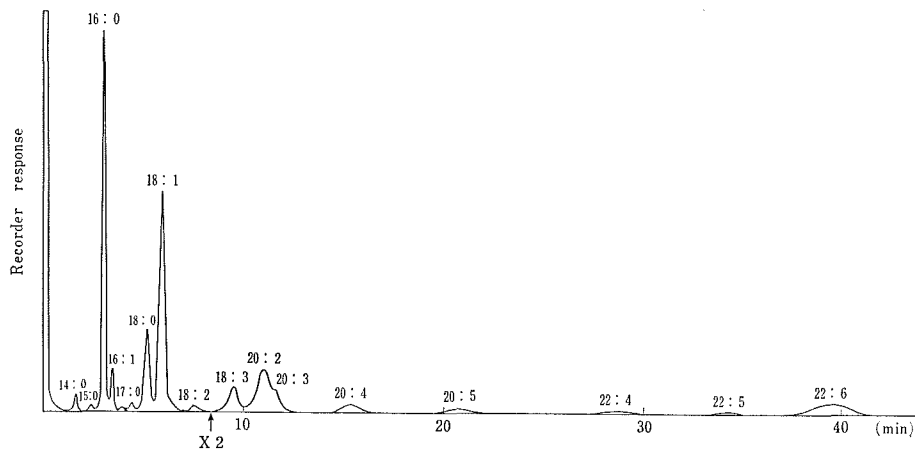


Fig. 1. Gas liquid chromatographic separation pattern of fatty acid methyl esters from fish oil fed hens' egg yolk fat.

Table 1. Fatty acid composition of lipids extracted from the diets and egg yolk

Fatty acid <sup>1</sup>	Diet		Egg yolk		
	Basal diet	Fish oil	Basal diet	Fish oil	Fish oil+V. E
12 : 0	0	Tr. (%)	0	0	0
14 : 0	1.3	7.5	0.4	1.3	0.7
14 : 1	Tr.	0.7	Tr.	0	0
15 : 0	0	0.4	0	0.4	Tr.
16 : 0	18.9	10.9	23.2	33.4	28.8
16 : 1	1.6	9.5	4.0	5.0	4.9
17 : 0	0	1.4	0	0.7	0
18 : 0	4.0	3.2	9.4	11.5	10.4
18 : 1	31.9	20.1	48.0	34.7	44.5
18 : 2	35.6	1.2	10.8	0.6	5.8
18 : 3	2.5	11.6	0.6	3.2	0.6
20 : 0	Tr.	0.6	0	0	0
20 : 1	1.6	Tr.	0	0	0
20 : 2	Tr.	1.7	Tr.	6.0	Tr.
20 : 3	0	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.
20 : 4	0.8	9.5	1.8	0.4	0.4
22 : 2	0	Tr.	0	0	0
20 : 5	0.4	11.2	Tr.	0.3	0.6
22 : 4	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.
22 : 5	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.
22 : 6	0.6	9.2	1.6	2.3	2.8
% saturated	24.2	24.0	33.0	47.3	39.9
% monounsat.	35.1	30.3	52.0	39.7	49.4
% polyunsat.	39.9	44.4	14.8	12.8	10.2

<sup>1</sup>Carbon chain length : number of double bonds.

Tr. (Trace; below 0.3%)

魚油は基礎飼料と比較して飽和脂肪酸ではミリスチン酸が多いが、パルミチン酸が少ない。ステアリン酸，アラキジン酸に関してはほとんど差がない。総飽和脂肪酸の含量はこのためほとんど同量となっている。モノ不飽和脂肪酸では，パルミトレイン酸が多く，オレイン酸が少ない。オレイン酸含量の少ないことより，総モノ不飽和脂肪酸は基礎飼料より魚油では約5%その含量が少ない。多不飽和脂肪酸はリノール酸が基礎飼料に35.6%含有されるのに対し，魚油にはわずかに1.2%存在するのみである。一方リノレイン酸は魚油には，11.6%含有されている。さらにアイコサペンタエン酸，ドコサヘキサエン酸をそれぞれ10%前後含有している。基礎飼料にはオレイン酸，リノール酸を多く含有しているので，大部分は植物性の脂質と考えられるが，わずかながらアラキドン酸など高級多不飽和脂肪酸を含んでいる

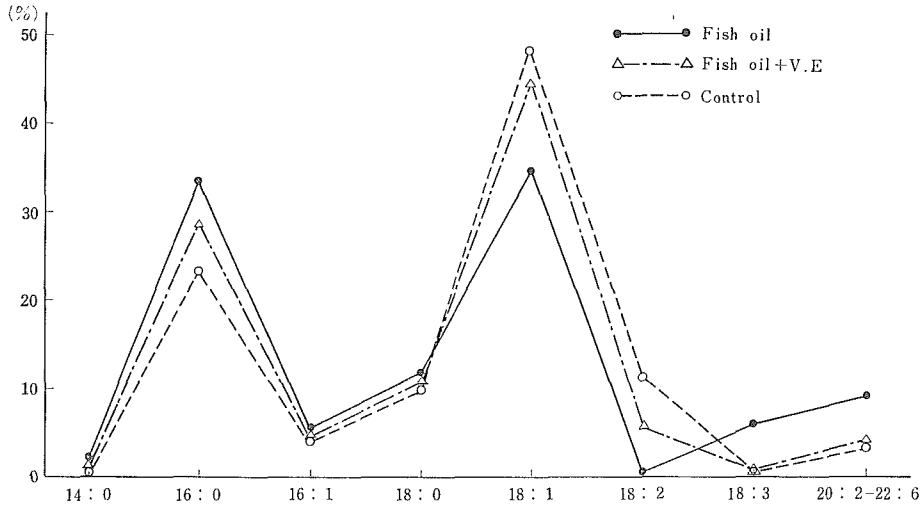


Fig. 2. Influence of cuttle fish oil and vitamin E on fatty acid composition of egg yolk fat.

ので、魚粉の添加が推定される。

これらの飼料を給与した産卵鶏の卵黄総脂質の脂肪酸含有率は第1表および第2図に示すとおりである。

基礎飼料給与区に対して魚油添加区では、飽和脂肪酸ではパルミチン酸が著しく増加している。またミリスチン酸、ステアリン酸もやや増加を見せている。これらの結果より、総飽和脂肪酸の含量は基礎飼料区33.0%に対し、魚油区では47.3%と増大している。モノ不飽和脂肪酸は、魚油区においてオレイン酸が少なくなっている。魚油を飼料に加えた結果、オレイン酸の減少が著しい。パルミトレイン酸はほとんど差はなかつた。魚油の添加によつて多不飽和脂肪酸では、リノール酸が減少している。すなわち対照区に10.8%存在するものが、魚油区では0.6%となつている。これに対し魚油中に比較的多量に存在するリノレイン酸は対照区より魚油区において著しく多く存在している。また対照区にほとんど存在しなかつたアイコサディエン酸が6%検出された。魚油中に多量に存在したアラキドン酸、アイコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸などの多不飽和脂肪酸は、対照区にもやや存在するが、魚油の添加によつてアラキドン酸以外はやや増加を見せた程度である。

魚油給与に vitamin E を添加すると、卵黄総脂質の脂肪酸組成は次のような結果をえた。すなわち飽和脂肪酸ではミリスチン酸、パルミチン酸が減少した。またモノ不飽和脂肪酸では、オレイン酸が魚油の添加によつて著しく低下したものが、vitamin E の添加によつて増加した。また多不飽和脂肪酸では、魚油の添加によつて著しく減少したリノール酸が vitamin E の添加によつて増大した。リノレイン酸、アイコサディエン酸は対照区と同量の値を示した。すなわち vitamin E の魚油への添加によつて、総飽和脂肪酸はパルミチン酸の減少により、魚油添加による増加を抑制した。またモノ不飽和脂肪酸総量はオレイン酸含量の著しい

低下を抑制し、ほぼ対照区と同レベルとなつた。リノール酸を除いた多不飽和脂肪酸は、対照区、魚油区、vitamin E 区はそれぞれ4.0, 12.2, 4.4%となり、魚油区がもつとも多く対照区、vitamin E 区はほぼ同レベルとなつた。

対照区卵黄の脂肪酸組成中、オレイン酸、パルミチン酸、リノール酸、ステアリン酸、パルミトレイン酸で全体の95.4%をしめている。しかし魚油を添加することによつて、オレイン酸、リノール酸が著しく減少し、パルミチン酸が増加しているにもかかわらず、これら主要脂肪酸で84.6%をしめるのみである。すなわち多不飽和脂肪酸全体で約10%の増加となつた。しかし vitamin E 剤の魚油への添加によつて、これら主要脂肪酸で94.4%をしめ、相当程度対照区卵に近い脂肪酸組成をえた。

#### IV 考 察

以上の実験結果より、卵黄総脂質中の脂肪酸組成は飼料に魚油を添加することによつて、基礎飼料区と比較して相当の差が認められた。総体的に見て卵黄の脂肪酸組成が、魚油の脂肪酸組成に近づくとはいえる。

卵黄総脂質の脂肪酸組成は、飼料の脂肪酸組成によつて変化するものであることが知られている。各種の脂質給与によつても、卵黄脂質中の総飽和脂肪酸は30ないし35%と比較的一定の値をしめすことが報告されている<sup>3,10)</sup>。一方多不飽和脂肪酸は飼料中に多量に存在すると、卵黄中にも増加することが報告されている<sup>12,13)</sup>。しかしながらこれらの増加は、オレイン酸の減少ともなつてのリノール酸の増加を認めたものが多い。本実験において、リノール酸含量の少ない魚油を給与すると、卵黄中のリノール酸は著しく減少し、またオレイン酸も減少している。これに対しリノレイン酸が増加している。Donaldson<sup>4)</sup>によると各種の多不飽和脂肪酸を多く含む植物性脂質の給与によつて、卵黄のリノール酸は12ないし38%の値をえている。本実験においてリノール酸は対照区においても10.8%と比較的低いが、魚油の添加によつてさらに低下した。動物組織では不飽和脂肪酸の直接的な水素添加反応はなく、不飽和脂肪酸がいつたん低級脂肪酸に分解されて飽和脂肪酸に合成される<sup>14)</sup>。魚油によつてリノレイン酸は多く供給されているが、リノール酸の供給は少なく、直接的なリノレイン酸の水素添加は卵黄脂質の合成においても存在しないと考えられる。魚油給与区にパルミチン酸が増大しているが、分解された多不飽和脂肪酸がこれら飽和脂肪酸に再合成されたことが推定される。したがつてステアリン酸がやや増加しているのも、同様にこの経路をへたものと推定される。

前報において魚油の添加によつて産卵率の低下をはじめとして、動物の一般状態の不良化を認めた<sup>7)</sup>。魚油による多不飽和脂肪酸の動物への多給による影響についてはすでに報告されている。すなわち魚油製造中に産生する多不飽和脂肪酸の過酸化化物と、体内での体謝にもなう産生過酸化物が、結果的には多給されて毒性を示したものと考えられる<sup>15)</sup>。

飼料に魚油を添加しさらに vitamin E を加えた結果、体重維持産卵などに対する魚油の影響を抑制したが<sup>7)</sup>、vitamin E の抗酸化作用の結果、以上の結果をえたことが推定される。vitamin E の添加によつて、卵黄総脂質の脂肪酸組成はいずれも魚油区よりも対照区に近くなつた。魚油によつて多不飽和脂肪酸が多量に供給され、卵黄脂質は異常な脂肪酸組成を示

したが、vitamin E 剤の添加はこれらをいずれも対照区に近づける傾向を示した。vitamin E の脂質代謝に対する作用機序としては、第1に動物体の脂質の過酸化を防止することが知られている。また脂質代謝の酵素系の Co factor としての作用が推定されている<sup>16)</sup>。特に多不飽和脂肪酸を多く含む細胞およびミトコンドリア、ミクロゾーム等の膜を構成するリポ蛋白質は、vitamin E の不足によつて傷害を受けやすい。多不飽和脂肪酸の分解によつて産生された各種の Free の基が、特にこれら膜構造をおかすことが考えられる。魚油の供給によつて動物は皮脂漏 (Seborrhea) の様相を示したが、vitamin E の供給によつて相当この症状を抑制したのも、このような理由によるものと考えられる。

魚油の添加による卵黄脂肪酸組成の変動は、特に必須脂肪酸であるリノール酸、アラキドン酸の減少など、特に栄養的見地からも注目される点と考えられる。

## V 要 約

産卵鶏の飼料にイカより抽出した魚油を 9.5% 添加し、その生産卵の卵黄総脂質中の脂肪酸組成をガスクロマトグラフィーによつて基礎飼料給与区と比較定量した。また vitamin E 剤を魚油とともに飼料に添加して、その卵黄総脂質中の脂肪酸組成におよぼす影響を比較検討した。その結果は次のように要約される。

- 1 基礎飼料給与の場合の卵黄総脂質の脂肪酸組成は、オレイン酸がもつとも多く、パルミチン酸、リノール酸、ステアリン酸、パルミトレイン酸、アラキドン酸の順となつている。
- 2 基礎飼料に魚油を添加した場合の卵黄総脂質には、オレイン酸、リノール酸が著しく減少する。またパルミチン酸、ステアリン酸が増加した。さらに魚油に多く含まれるリノレイン酸と高級多不飽和脂肪酸が増加した。
- 3 基礎飼料に魚油と vitamin E とを添加した場合の卵黄総脂質中の脂肪酸組成は、魚油の添加による変動を抑制して、いずれも基礎飼料に近い値を示した。すなわちオレイン酸、リノール酸が増し、パルミチン酸、パルミトレイン酸、ステアリン酸が減少した。リノレイン酸など多不飽和脂肪酸は vitamin E 添加によつて基礎飼料区とほぼ同等のレベルまで低下した。

## 文 献

1. Leat, W.M.F., Cuthbertson, A., Howard, A.N. and Gresham C.A., (1964) *J. Agric. Sci.*, 63:311
2. Garton, G.A. and Duncan, W.R.H., (1954) *Biochem. J.*, 57:125
3. Feigenbaum, A.S. and Fisher, H., (1959) *Arch. Biochem. Biophys.*, 79:302
4. Donaldson, W.E. (1966) *Poultry Sci.*, 45:473
5. Summers, J.D., Slinger, S.J. and Anderson, W.J., (1966) *Brit. Poultry Sci.*, 7:127
6. Chung, R.A., Davis, E.Y., Munday, R.A., Tsao, Y.C. and Moore, A., (1967) *Poultry Sci.*, 46:133
7. 渡辺泰邦, 村井秀夫 (1967) 信州大農紀要, 4:165
8. Folch, J., Lees, M. and Sloane Stanley, G.H., (1957) *J. Biol. Chem.*, 226:497
9. 中西武雄, 須山享三 (1966) 日畜会報, 37:375
10. Hofstetter, H.H., Sen, N. and Holman, R.J., (1965) *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 42:537
11. Coppock, J.B.M., and Holman, R.J., (1962) *J. Sci. Fd. Agric.*, 13:459
12. Skellon, J.H. and Windsor, D.A., (1962) *J. Sci. Fd. Agric.*, 13:300
13. Fisher, H. and Leville, G.A., (1957) *J. Nutr.*, 63:119
14. 今井陽, 坂上利夫 (1966) 脂質の生化学, P.238. 朝倉, 東京.
15. 金田尚志, 酒井寿恵, 石井清之助, 荒井君枝 (1955) 東海区水研報, 12:1
16. Matsuo, N. (1962) *Lipids and Their Oxidation*, P.321. Schultz, H.W. AVI, Westport.

## The Effects of Cuttle Fish Oil and vitamin E Supplemented Feed on the Quality of Egg

### II On the Fatty Acid Composition of Egg Yolk Fat

By Yasukuni WATANABE and Hideo MURAI

Laboratory of Animal Hygiene, Fac. Agric., Shinshu Univ.

#### Summary

Hens were fed basal diets, cuttle fish oil supplemented diets and cuttle fish oil and vitamin E supplemented diets from 370 day old for 150 days. The experiments were determined on the effects of cuttle fish oil and vitamin E supplement for fatty acid composition of the total lipid of egg yolk by the method of gas liquid chromatography. The results obtained were as follows.

1) In the egg yolk fat of hens fed basal diets, oleic, palmitic, linoleic, stearic and palmitoleic acids accounted for 95.4% of the total fatty acids. The total per cent of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids were accounted for 33.0, 52.0 and 14.8% respectively in total fatty acids. The total polyunsaturated fatty acids without linoleic acid accounted for 4.0% of the total fatty acids.

2) In the egg yolk fed cuttle fish oil, oleic and linoleic acids were reduced and palmitic and stearic acids were increased. Linolenic and the other polyunsaturated fatty acids were increased to 12.2% in total fatty acids. These results suggest that the resynthesis of saturated fatty acids and the incorporation of higher polyunsaturated fatty acids into egg yolk fat from the cuttle fish oil fatty acids. The reduction of linoleic acid with the addition of cuttle fish oil suggests that the linoleic acid is essential fatty acid for the synthesis of egg yolk fat.

3) The increasing of oleic and linoleic acids and the decreasing of palmitic, palmitoleic and stearic acids were observed with the addition of vitamin E to the cuttle fish oil. Linolenic and the other polyunsaturated fatty acids were reduced to the level of basal diets with the addition of vitamin E. The excess feeding of polyunsaturated fatty acids by the addition of cuttle fish oil to the basal ration explained an abnormal fatty acid composition of egg yolk fat. Vitamin E is known to be the major antioxidant of the polyunsaturated fatty acids in vivo. These results suggest that the addition of vitamin E to the polyunsaturated fatty acids prevents the excess oxidation of polyunsaturated fatty acids and give a normal fatty acid composition to the egg yolk fat.