鶏の各組織におけるコレステロール及び $n-3$ と $n-6$ 多価不飽和脂肪酸の濃度に及ぼす魚油とコーン油投与の影響

滝 田 聖 親^{*1}, 奥 恒 行^{*2}, 和 田 政 裕^{*1}, 印 南 敏^{*1}

^{*1}東京農業大学農学部栄養学科, ^{*2}東京大学医学部健康科学・看護学科

Effects of Dietary Corn Oil and Fish Oil on Concentrations of Total Cholesterol and $n-3$ or $n-6$ Polyenoic Acids in Tissues of Laying Hens

Toshichika Takita^{*1}, Tsuneyuki Oku^{*2}, Masahiro Wada^{*1} and Satoshi Innami^{*1}

^{*1}Department of Nutrition, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture ;

^{*2}Department of Nutrition, Faculty of Medicine, University of Tokyo

The present study was conducted to examine and compare the effects of dietary corn oil (CO) and fish oil (FO) on the concentrations of cholesterol and $n-3$ or $n-6$ polyenoic acids in egg yolk and other tissues of laying hens. France Isabrown hens were fed the diets containing 10% each of CO and FO for 50 days. The concentrations of total lipids and total cholesterol in the egg yolks and the tissues were not different between the two dietary oil groups. The $n-6$ PUFA concentration did not reflect the fatty acid composition of dietary oil, but that of $n-3$ PUFA in all tissues except $C_{20:5}n-3$ of LMB reflected the composition of dietary oil. The $C_{22:6}n-3$ concentration was the highest in the egg yolks among the tissues of both groups and was significantly higher in the FO group than in the CO group. The $C_{20:4}n-6/C_{18:2}n-6$ ratio of each tissue was significantly lower in the FO group than in the CO group, suggesting that the metabolic conversion of $C_{18:2}n-6$ to $C_{20:4}n-6$ was inhibited by $n-3$ PUFA. The $n-3/n-6$ ratios of the egg yolks and other tissues in the FO group increased significantly compared to those in the CO group. These results suggest that the egg yolks and the tissues of laying hens fed the FO diet may be considered as $n-3$ PUFA sources.

Jpn. J. Nutr., **53** (4) 255~262 (1995)

は じ め に

Bangら¹⁾のエスキモーについての疫学調査以来, $n-3$ 系多価不飽和脂肪酸 (PUFA) の生体内での役割が注目され, 精力的に研究が行われてきた。その結果, $n-3$ と $n-6$ 系列PUFAの生理学的役割には共通する点もあるが, 大部分においては異なることが認められている^{2,3)}。このため, 摂取脂質の $n-3$ 系と $n-6$ 系PUFAの適正な摂取バランスを求めることが, 脂質栄養を考える上で, 解決すべき重要な課題となっている³⁻⁵⁾。ところで, $n-3$ 系PUFAの生理学的役割が明らかになるまでは, 主に動脈硬化性疾患の予防の観点から, 血漿コレステロールの低下に有効な食事性因子の1つとして, $n-6$ PUFAのリノール酸に焦点が当てられてきた。そのような背景を受けて, 飽和脂肪酸量の多い獣鳥肉脂質の脂肪酸組成の改変も試みられ, 豚⁶⁾に菜種油, 鶏^{7,8)}に大豆油などを投与して, 豚組織及び鶏の卵黄脂質への $n-6$ PUFAの取り込みについての検討が行われた。しかし, $n-3$

Key words : fish oil, corn oil, hen's tissues, $n-3$ fatty acid, cholesterol, $n-3/n-6$ ratio

魚油, コーン油, 産卵鶏組織, $n-3$ 多価不飽和脂肪酸, コレステロール, $n-3/n-6$ 比

PUFAの重要性が認められてからは、採卵鶏に魚油、亜麻仁油（種子）や菜種油（種子）を与えて卵への n -3PUFAの取り込みを検討した報告が発表されている⁹⁻¹³⁾。

しかし、卵以外の鶏各組織への n -3と n -6系PUFAの取り込みを始めとして、脂肪酸組成への影響を検討した報告は見当たらない。そこで著者らは、採卵鶏に n -6源としてのコーン油（CO）と n -3源としての魚油（FO）をそれぞれ投与した場合の、鶏各組織におけるコレステロール（Chol）及び n -3と n -6系PUFA濃度への影響を中心に比較検討したので報告する。

実 験 方 法

1. 採卵鶏の飼育

試験には、フランスイサブラン種、60週齢の採卵鶏 12羽を用い、1群6羽ずつの2群とし、それぞれ個別ケージ（30cm×40cm）で各試験飼料を与えて飼育した。飼料の投与は昼間とし、水は不断給水とし、平成3年6月から7週間飼育を行った。

飼料は平田ら⁷⁾の組成に準拠し、ひき割りコーン 34.55%、大豆粕 45%、油脂 10%、炭酸カルシウム 6%、二リン酸カルシウム 3.2%、NaCl 0.5%、DL-メチオニン 0.25%、ビタミン混合 0.3%、及びミネラル混合 0.2%とした。油脂源としては、魚油（FO、日本油脂株）またはコーン油（CO、味の素㈱）を用いた。飼料油脂の脂肪酸組成、P/S比及び n -3/ n -6比はTable 1に示した。

2. 脂質の分析

鶏卵と各組織からの脂質抽出は、クロロホルム：メタノール（2：1）混液で行った。脂肪酸組成の測定は、脂質抽出液からクロロホルム：メタノール混液を溜去後、三フッ化ホウ素メタノールを用いてメチルエステル化して、ガスクロマトグラフィー（島津 GC-12A型）で測定した。分析は、SILAR-5CP液相ステンレス製キャピラリーカラム（35m×0.25mm、㈱クロマトテック）を用い、カラム温度 200℃、注入温度 250℃、キャリアガスには窒素ガスを用いて行った。

内部標準物質としては、アラキジン酸を用いて脂肪酸定量を行った。ピークの同定は、標品との保持時間の比較、同族体炭素数と保持時間の直線関係の利用により行った。

総脂質（TL）濃度は、クロロホルム：メタノール（2：1）抽出法、Chol濃度はZak-Henly法により測定した。実験結果は、平均値と標準誤差で表した。CO群とFO群の有意差検定は、Student's t -testを用いて行った。

結 果

1. 各組織における総脂質とChol濃度

採卵鶏にCOとFOを投与した場合の各組織の総脂質（TL）とChol濃度は、Table 2に示した。

Table 1 Fatty acid compositions of experimental diets (%)

Fatty acids	Groups	
	Corn oil	Fish oil
C14:0	0.1	7.6
C16:0	11.7	18.1
C16:1	0.2	7.5
C18:0	2.1	3.7
C18:1	30.0	17.6
C18:2 n -6	53.6	12.2
C18:3 n -3	1.7	1.8
C20:1	0.3	1.8
C20:4 n -6		0.8
C20:5 n -3		16.4
C22:5 n -3		2.1
C22:6 n -3		9.0
Others	0.3	1.4
P/S ratios	3.98	1.44
n -3/ n -6 ratios	0.03	2.25

TL濃度は、各組織において両群間に有意差を認めなかったが、皮、卵黄、手羽先及び肝臓で高く、その他の組織では低値を示した。Chol濃度は、各組織において、CO群とFO群間に有意差を認めなかった。また、両群とも最も高い値を示したのが卵黄で、約1,200mg/100gであった。

2. 総脂肪酸と各脂肪酸の濃度

各組織可食部100g当たりの総脂肪酸（TFA）濃度と各脂肪酸濃度をTable 3、4に示した。TFA濃度は、各組織においてCOとFO群間に有意差を認めなかったが、皮、卵黄、手羽先及び肝臓の順で高

く、その他の組織では低値を示した。特に、むね肉とささ身のTFA量は、他の組織に比してCOとFO群のいずれの群でも低かった。両群の各組織において高濃度を示した脂肪酸は、 $C_{16:0}$ 、 $C_{18:0}$ 、 $C_{18:1}$ 及び $C_{18:2n-6}$ であったが、これ以降は各組織における主要なPUFAの両群間の動静を中心に述べる。

(1) 卵黄

$C_{18:2}$ 濃度及び $C_{18:3n-3}$ 濃度は、両群間に有意差を認めなかった。 $C_{18:2}$ 濃度は、皮に次いで高い値を示した。 $C_{20:4n-6}$ 濃度は、CO群に比してFO群で有意に低値を示し、約1/6の値であった。 $C_{20:5n-3}$ と $C_{22:6n-3}$ 濃度は、CO群に比してFO群で有意に高い値を示した。 $C_{22:6}$ は、FO群はCO群の2倍で、 $C_{20:5}$ はCO群では微量であったが、FO群では最も高い値を示し、 $C_{22:6}$ 含量の1/8程度含まれていた。

(2) 肝臓

$C_{18:2}$ と $C_{20:4}$ 濃度は、FO群に比してCO群で高値を認め、 $C_{20:4}$ 濃度はFO群の2倍であった。 $C_{18:3}$ 、 $C_{20:5}$ 及び $C_{22:6}$ 濃度は、CO群に比してFO群で有意に高い値を示し、特にFO群の $C_{22:6}$ 濃度はCO群の約2倍であった。飼料油脂の脂肪酸組成を反映して、FO群では $n-3$ PUFA含量が高いことを認めた。

(3) むね肉とささ身

各脂肪酸量は少ないが、 $C_{18:2}$ 、 $C_{18:3}$ 、 $C_{20:4}$ 及び $C_{22:6}$ 濃度はCO群に比してFO群で、 $C_{20:4}$ 濃度はFO群よりCO群で有意に高い値を示した。 $C_{20:5}$ 濃度は、ささ身ではFO群が有意に高い値を認めたが、むね肉では両群で微量であり、 $C_{22:6}$ 量も少なかった。

(4) もも肉

$C_{18:2}$ 、 $C_{18:3}$ 、 $C_{20:4}$ 及び $C_{22:6}$ 濃度はCO群に比してFO群で、 $C_{20:4}$ 濃度はFO群よりCO群でそれぞれ高値を示し

Table 2 Total lipids and total cholesterol concentrations in egg yolks and each tissue of laying hens fed the diets containing 10% of corn oil or fish oil

Tissues	Groups	Total lipids (g/100g)	Total cholesterol (mg/100g)
Egg yolks (boiled)	CO	31.2±0.2	1,145±19
	FO	30.5±0.8	1,186±41
Liver	CO	13.4±1.8	383±17
	FO	8.9±1.4	441±26
Breast (flesh only)	CO	2.1±0.1	122±15
	FO	2.0±0.2	94±8
LMB	CO	2.3±0.2	76±5
	FO	2.2±0.2	85±8
Thigh (flesh only)	CO	4.0±0.4	75±8
	FO	4.3±0.3	81±9
Wing	CO	16.8±0.9	86±4
	FO	18.8±1.0	60±5
Skin (breast)	CO	45.0±3.0	87±9
	FO	47.3±4.5	113±17

CO : Corn oil, FO : Fish oil, LMB : Leaflet muscle in breast (sasami).

Values are mean±SE.

Table 3 Fatty acid concentrations and polyenoic acid ratios of lipids in egg yolks, liver, breast and leaflet muscle in breast of laying hens fed the diets containing 10% of corn oil or fish oil (per 100g)

Fatty acids		Egg yolks		Liver		Breast (flesh only)		LMB	
		CO	FO	CO	FO	CO	FO	CO	FO
TFA	(g)	25.4±2.2	24.8±0.5	9.3±1.7	5.9±1.5	1.3±0.1	1.5±0.1	1.5±0.7	1.4±0.2
C _{16:0}	(mg)	6,820±158	6,366±75	2,143±39	1,594±37*	294±2	339±5	348±3	334±3
C _{16:1}	(mg)	1,122±135	1,209±25	361±45	180±17	44±2	52±1	56±2	44±2*
C _{18:0}	(mg)	2,475±181	1,856±42*	986±39	748±22*	126±3	136±2	145±2	133±4
C _{18:1}	(mg)	9,802±147	9,998±127	4,313±106	2,047±149*	461±9	546±9	537±10	489±12
C _{18:2 n-6}	(mg)	3,808±148	3,485±104	999±29	803±22*	172±5	257±6*	205±6	250±7*
C _{18:3 n-3}	(mg)	66±15	132±25	5±2	14±1*	1±1	5±2*	2±1	7±1*
C _{20:4 n-6}	(mg)	509±48	89±7*	222±38	102±15*	67±1	50±2*	71±5	42±11
C _{20:5 n-3}	(mg)	Tr	117±12	Tr	19±7	Tr	Tr	Tr	4±2
C _{22:6 n-3}	(mg)	513±53	989±64*	143±20	316±28*	23±2	44±2*	28±2	51±5*
Others	(mg)	323±45	601±26	110±9	77±11	72±4	81±5	69±4	86±7
P/S ratios		0.53±0.02	0.59±0.02*	0.44±0.03	0.54±0.05*	0.63±0.01	0.75±0.02*	0.62±0.01	0.76±0.01*
n-3 PUFA	(mg)	579±34	1,238±30*	148±11	349±12*	24±2	49±2*	30±2	62±4*
n-6 PUFA	(mg)	4,317±98	3,574±56*	1,221±34	905±19*	239±3	307±4*	276±6	292±9
C _{20:4} /C _{18:2} ratios		0.13±0.01	0.02±0.00*	0.22±0.01	0.12±0.01*	0.38±0.02	0.19±0.01*	0.34±0.01	0.16±0.02*
n-3/n-6 ratios		0.13±0.01	0.35±0.06*	0.12±0.01	0.37±0.05*	0.10±0.01	0.16±0.01*	0.10±0.01	0.21±0.02*

CO, FO and LMB : See footnote to Table 2. TFA : Total fatty acid, Tr : Trace. * FO group is significantly different from CO group (*p* < 0.05). Values are mean ± SE (*n* = 6).

Table 4 Fatty acid concentration and polyenoic acid ratios of lipids in thigh, wing and skin of laying hens fed the diets containing 10% of corn oil or fish oil (per 100g)

Fatty acids		Thigh (flesh only)		Wing		Skin (breast)	
		CO	FO	CO	FO	CO	FO
TFA	(g)	3.6±0.5	3.9±0.7	14.2±0.7	15.9±1.4	41.1±5.8	43.2±4.9
C _{16:0}	(mg)	849±10	837±8	3,290±35	3,501±39*	9,499±108	9,144±83
C _{16:1}	(mg)	155±2	163±7	595±14	641±20	2,266±79	2,109±87
C _{18:0}	(mg)	355±9	320±7*	1,370±21	1,341±26	2,930±54	2,574±65
C _{18:1}	(mg)	1,452±22	1,488±27	5,551±91	6,017±150	19,484±232	19,684±232
C _{18:2 n-6}	(mg)	596±14	743±13*	2,074±42	2,871±72*	6,216±170	8,536±142*
C _{18:3 n-3}	(mg)	11±3	28±2*	49±7	105±7*	162±8	316±15*
C _{20:4 n-6}	(mg)	82±9	48±5*	482±35	366±46	25±12	25±7
C _{20:5 n-3}	(mg)	Tr	19±2	Tr	72±7	Tr	87±18
C _{22:6 n-3}	(mg)	25±3	65±9*	216±14	366±13*	Tr	Tr
Others	(mg)	114±6	139±9	564±28	621±46	710±36	778±44
P/S ratios		0.59±0.01	0.78±0.01*	0.61±0.01	0.78±0.01*	0.52±0.02	0.76±0.01*
n-3 PUFA	(mg)	36±3	112±4*	264±11	543±9*	162±8	403±17*
n-6 PUFA	(mg)	678±12	791±9*	2,556±39	3,237±59*	6,241±90	8,561±75*
C _{20:4} /C _{18:2} ratios		0.13±0.01	0.06±0.01*	0.23±0.01	0.12±0.01*	—	—
n-3/n-6 ratios		0.05±0.01	0.14±0.01*	0.10±0.01	0.18±0.01*	0.03±0.01	0.05±0.01*

CO, FO, TFA and Tr : See footnote to Table 2 and 3. * FO group is significantly different from CO group (*p* < 0.05). Values are mean ± SE (*n* = 6).

た。 $C_{20:5}$ 及び $C_{22:6}$ 濃度が増加するといっても絶対量が少ないので、全体に占める比率は小さい。

(5) 手羽先

$C_{18:2}$ 、 $C_{18:3}$ 、 $C_{20:5}$ 及び $C_{22:6}$ 濃度は、CO群に比してFO群で高値を示した。 $C_{20:4}$ 濃度は、両群間に有意差を認めなかったが、他の組織に比して高い値を示した。一方、CO群では検出できなかった $C_{20:5}$ が、FO群では明らかに存在が認められた。 $C_{22:6}$ 濃度はCO群に比してFO群で高値を認め、含有量は肝臓と同程度であった。

(6) 皮

$C_{18:2}$ 、 $C_{18:3}$ 及び $C_{20:5}$ 含量は、CO群に比してFO群で高値を示した。COとFO群のいずれにおいても、 $C_{18:2}$ と $C_{18:3}$ の両脂肪酸とも他の組織に比して高い値を示した。 $C_{20:4}$ 濃度は両群間に有意差を認めず、また、25mg/100gと低値を示した。 $C_{22:6}$ は、両群とも微量であった。

3. $n-3$ と $n-6$ PUFA濃度、P/S比、 $C_{20:4}/C_{18:2}$ 比及び $n-3/n-6$ 比

$C_{18:3}$ 、 $C_{20:5}$ 及び $C_{22:6}$ 量の合計を $n-3$ PUFA濃度、 $C_{18:2}$ と $C_{20:4}$ 量の合計を $n-6$ PUFA濃度とした。各組織の $n-3$ PUFAと $n-6$ PUFAの濃度、P/S比、 $C_{20:4}/C_{18:2}$ 比及び $n-3/n-6$ 比をTable 3, 4に示した。

(1) $n-3$ と $n-6$ PUFA濃度

FO投与により、各組織とも $n-3$ PUFA濃度が上昇し、いずれの組織でもFO群がCO群の2倍以上であった。特に、卵黄、手羽先、皮及び肝臓のFO群で高値を示した。 $n-6$ PUFA濃度は卵黄、肝臓ではFO群よりCO群で、むね肉、もも肉、手羽先及び皮ではCO群よりFO群で高値を示した。ささ身では両群間に有意差がなく、組織により異なることが認められた。中でも、皮及び卵黄では著しく高値を示し、次に手羽先と肝臓であった。

(2) P/S比

各組織において、CO群に対してFO群で高値を示した。CO群ではむね肉で、FO群では手羽先で最高値を認めた。 $C_{20:4}/C_{18:2}$ 比は、各組織ともFO群に比較してCO群で有意に高値を認めた。特に、むね肉とささ身のCO群では高値を示した。これに対して、皮ではCO群とFO群の両群とも最低値を示した。

(3) $n-3/n-6$ 比

各組織とも、CO群に比較してFO群で有意に高いことを認めた。特に、卵黄と肝臓のFO群では、0.35～0.37と高い値を示した。これに対して、皮ではCO群 0.03、FO群 0.05と両群とも最低値を示した。他の組織では、0.14～0.21の範囲であった。

考 察

獣鳥肉脂質の脂肪酸組成改変の一環として、今回、比較的需給量の多い鶏と鶏卵に着目し、採卵鶏にCOとFOを投与して $n-3$ 、 $n-6$ PUFAの取り込みを比較検討したところ、FO群の卵黄では約1,238mg/100gの $n-3$ PUFAを含み、CO群の2倍の値を示し、そのうち90%は $C_{20:5}$ と $C_{22:6}$ の長鎖の $n-3$ PUFAであった。しかし、このように $n-3$ PUFAの取り込みは高まるが、卵黄のChol量は減少せず、かつChol濃度は両群間に有意差が認められず、PUFAの系列の違いによる影響はみられなかった。この結果は、飼料中の $n-3$ PUFA含量レベルを上昇させても、卵黄中Chol量は低下しないという報告¹³⁾があるので、必ずしも矛盾したものとはいえない。また、飼料組成は明確ではないが、日本食品脂溶性成分表値（以下、脂溶性成分表）¹⁴⁾と比較した場合、値が近似しており、卵黄Chol濃度は投与油脂の違いによる影響を受けにくいことが認められた。

ところで、 $n-3$ PUFAを多量に含む鶏卵の投与は、ラットの血漿Cholのみでなく、肝臓Chol濃度も低下することが知られている¹¹⁾。更に興味のあることは、高 $n-6$ PUFA 卵黄食では、ラットの血漿Chol濃度は低下す

るが、多くのCholが肝臓組織に蓄積することである¹¹⁾。肝臓組織におけるCholの蓄積は、 $n-6$ PUFAの豊富な植物油をラットに与えた実験においても観察されている¹⁵⁻¹⁷⁾。それ故、高 $n-3$ PUFA鶏卵は、体Cholプールの低下において、高 $n-6$ PUFA鶏卵よりもより強力であると考えられている。この差異は、ラットのChol代謝に対する食事性 $n-3$ PUFAと $n-6$ PUFAの作用の違いに起因しているものと推測される。

卵黄において、大部分の長鎖の $n-3$ PUFAはリン脂質画分にあり、特にホスファチジルエタノールアミンに多く含まれる¹⁸⁾。食事性リン脂質は、Chol代謝に影響を与えることが報告されている^{19,20)}。そして、食事性リン脂質の不飽和度の程度は、直接血漿Cholレベルに影響することが知られている²⁰⁾。

事実、 $C_{20:5}$ や $C_{22:6}$ などの不飽和度の高い $n-3$ PUFAは、血漿Chol低下作用が強力である²¹⁻²³⁾。それ故、亜麻仁油を産卵鶏に投与して得た高 $C_{18:3}$ 鶏卵⁹⁻¹³⁾よりも、魚油投与によって得られた高 $C_{20:5}$ 、 $C_{22:6}$ 鶏卵のほうが血清脂質改善効果の点からは優れているものと考えられる。

また、高 $n-3$ PUFA卵黄の投与は、肝臓リン脂質の $C_{18:3}$ 、 $C_{20:5}$ 、 $C_{22:5}$ 及び $C_{22:6}$ を高め、 $C_{20:4}$ 含量を減少させる¹¹⁾。組織リン脂質の $n-3$ PUFA含量が高く、そして $C_{20:4}$ 含量が少ないことは、動脈硬化を予防する上で重要である²⁴⁾。各組織において、CO群に比してFO群では $n-3$ PUFA濃度が高く、 $C_{20:4}/C_{18:2}$ 比が有意に低いことは、 $n-3$ PUFAにより肝臓での $C_{18:2}$ からの $C_{20:4}$ 合成が阻害されたことに起因しているものと考えられる^{25,26)}。

各組織の $n-3$ PUFAと $n-6$ PUFA含量を脂溶性成分表値¹⁴⁾と比較すると、値が近似していたものは、CO群では卵黄の $n-3$ と $n-6$ PUFA、むね肉と皮の $n-6$ PUFA及び手羽先の $n-3$ PUFA、FO群では卵黄とむね肉の $n-6$ PUFA及びむね肉とももの $n-3$ PUFAであった。脂溶性成分表値より小さい値を示したものは、CO群で肝臓、むねと皮の $n-3$ PUFA及びももの $n-3$ と $n-6$ PUFA、FO群では皮の $n-3$ PUFAであった。両群のその他の値は、脂溶性成分表値より大であった。

一方、魚油²⁷⁾及び $n-3/n-6$ 比の高い油脂投与²³⁾は、肝臓での過酸化脂質の生成を促進し、 α -トコフェロールの含有量を減少させることが知られている。また、採卵鶏に $n-3$ PUFA投与した場合、卵黄中の $n-3$ PUFAは増加するが、それに伴って抗酸化作用を有する α -トコフェロール含量が著しく減少するという¹³⁾。従って、 $n-3$ PUFA含量の高い組織や鶏卵の摂取は、過酸化脂質含量とそれらの生体での生成に注意を払うと同時に、 α -トコフェロールの摂取量にも注意する必要がある。

$n-3/n-6$ 比は、各組織ともCO群に比較してFO群で有意に高いことを認めた。特に、FO群の肝臓では0.37、卵黄では0.35と高値を示した。これに対して、皮では0.05と最も低い値であり、他の組織では0.14~0.21である。高Chol食投与ラットにおいて、投与油脂のP/S比1の場合は $n-3/n-6$ 比 0.05~0.1で、血清Chol濃度が有意に低下²³⁾、また、血清トリグリセリド濃度はP/S比 1.2の場合、 $n-3/n-6$ 比 0.2以上で有意に低下することが認められている²⁸⁾。従って、FO飼料で飼育された採卵鶏の卵黄と肝臓の摂取は、血清脂質改善作用が十分に期待できるものと推測される。

我が国では、高度経済成長による食生活の欧米化に伴い、脂質の摂取量と飽和性脂質の占める割合が増加し、その結果として、心筋梗塞や狭心症などの虚血性心疾患の罹患率も高くなっている。更に、20歳代以下の若年層層では、むしろ日本人のほうがアメリカ人よりも血清総Chol濃度がやや高く、問題視されている²⁹⁾。従って、将来における成人病の予備軍を減らすためにも、若年の時から摂取脂質の量と質、特に脂肪酸構成を適正な状態に保つことが望まれる。我が国の若年層では、魚介類より獣鳥肉類嗜好型の食生活パターンが形成され、 $n-6$ PUFAの摂取量は十分であるが、飽和脂肪酸摂取量の増加と $n-3$ PUFA摂取量の減少が懸念されている。摂取脂肪酸を適正に改善する方法として、抗高脂血症効果及び抗動脈硬化作用のある $n-3$ PUFAの摂取割合

を高めることが望まれる。実際には、 $n-3$ PUFAの多い魚介類や油脂の摂取を心掛けるように栄養指導するのが本来の姿である。しかし、最近の若年層における食習慣を考えると、一朝一夕に食生活を改善することは難しい状況にあるため、今回のように鶏肉脂質の脂肪酸組成を $n-3$ PUFAに富むように改変することも意義のあることと考えられる。

以上、鶏の卵と各組織への脂肪酸の取り込みを中心に検討し、FOを投与した場合、卵黄と肝臓の $n-3/n-6$ 比が上昇するとともに、脂質含量も高いことから、 $n-3$ PUFA源になり得るものと考えられた。

要 約

採卵鶏に $n-6$ 源としてのコーン油 (CO) と、 $n-3$ 源としての魚油 (FO) をそれぞれ投与した場合の、鶏各組織におけるコレステロール (Chol) 及び $n-3$ と $n-6$ 多価不飽和脂肪酸 (PUFA) 濃度への影響を中心に比較検討した。

卵黄及び鶏の各組織におけるCholと総脂質濃度は、CO群とFO群間に有意差を認めなかった。 $n-6$ 系は、必ずしも飼料油脂の性質を反映せず、卵黄と肝臓ではFO群に比べCO群で有意に多かったが、その他の組織では逆にCO群の濃度がFO群のそれに比べて有意に低いか、低い傾向を示した。 $n-3$ PUFA濃度は、各組織で飼料油脂の性質を反映し、むね肉の $C_{20:5}$ を除きどの組織でもFO群でCO群に比べて有意に増加した。 $C_{22:6}$ 濃度は両群とも卵黄で最も高かったが、FO群ではCO群に比べて有意に高値を示した。FO群における各組織の $C_{20:4}/C_{18:2}$ 比の低下は、 $C_{18:2}$ から $C_{20:4}$ への代謝転換が $n-3$ PUFAにより阻害されることを示している。FO群の卵黄及び各組織の $n-3/n-6$ 比は、CO群に比べて有意な増加が認められた。これは、 $n-3/n-6$ 比の高い卵黄と鶏の組織が有意な $n-3$ PUFA源となりうることを示唆するものである。

*

本研究の実施に当たり、試験鶏の飼育管理でご協力いただいた、イセ食品(株)養鶏場の社員の方々に深謝いたします。また、本研究を進めるに当たって、研究費の一部を同イセ食品(株)からご援助いただいたことを記して、感謝の意を表します。

文 献

- 1) Bang, H. O., Dyerberg, J. and Nielsen, A. B. : Plasma lipid and lipoprotein pattern in Greenlandic west coast Eskimos, *Lancet*, **i**, 1143~1146 (1971)
- 2) 菅野道廣, 池田郁男: 必須脂肪酸, 油化学, **40**, 831~837 (1991)
- 3) 菅野道廣: 食事脂肪と健康—脂肪酸のバランス—, 食料・栄養・健康, pp. 72~78 (1991) 医歯薬出版, 東京
- 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, 食栄誌, **30**, 1~7 (1989)
- 5) 印南 敏, 滝田聖親: 必須脂肪酸—その機能と摂取バランスをめぐって—, 栄養—評価と治療—, **9**, 43~50 (1990)
- 6) John, L. C. St., Young, C. R., Knabe, D. A., Thompson, L. D., Schelling, G. T., Grundy, S. M. and Smith, S. B. : Fatty acid profiles and sensory and carcass traits of tissues from steers and swine fed an elevated monounsaturated fat diet, *J. Anim. Sci.*, **64**, 1441 (1987)
- 7) 平田明弘, 西野松之, 木村貞司, 大武由之: 産卵鶏への投与油脂が卵黄脂質の脂肪酸組成ならびに鶏卵の機能特性に及ぼす影響, 日食工誌, **32**, 892~898 (1985)

- 8) Hirata, A., Masuda, T., Kimura, T. and Ohtake, Y. : Effect of dietary fats on triacylglycerol composition and structure of egg yolk lipids, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **34**, 320~329 (1987)
- 9) Gregory, J. A., William, E. C., Julie, D. C. and Don, S. L. : Rapid modulation of the *n*-3 docosahexaenoic acid levels in the brain and retina of the newly hatched chick, *J. Lipid Res.*, **30**, 433~441 (1989)
- 10) Cherinan, G. and Sims, J. S. : Effect of feeding full fat flax and canola seed to laying hens on the fatty acid composition of egg, embryos, and newly hatched chicks, *Poultry Sci.*, **70**, 917~922 (1991)
- 11) Jiang, Z. and Sims, J. S. : Effect of dietary *n*-3 fatty acid-enriched chicken egg on plasma and tissue cholesterol and fatty acid composition of rats, *Lipids*, **27**, 279~284 (1992)
- 12) Cherinan, G. and Sims, J. S. : Omega-3 fatty acid and cholesterol content of newly hatched chicks from α -linolenic acid enriched egg, *Lipids*, **27**, 706~710 (1992)
- 13) 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, *栄食誌*, **47**, 23~27 (1994)
- 14) 科学技術庁資源調査会編 : 日本食品脂溶性成分表, pp. 102~105 (1989) 大蔵省印刷局, 東京
- 15) Garg, M. L., Sebokova, E., Wierzbicki, A., Thomson, A. B. R. and Clandinin, M. T. : Different effects of dietary linoleic and α -linolenic acid on lipid metabolism in rats tissues, *Lipids*, **23**, 847~852 (1988)
- 16) Bloomfield, D. K. : Cholesterol metabolism. III. Enhancement of cholesterol absorption and accumulation in safflower oil-fed rats, *J. Lab. Clin. Med.*, **64**, 613~623 (1964)
- 17) Kellogg, T. F. : Steroid balance and tissue cholesterol accumulation in germfree and conventional rats fed diets containing saturated and polyunsaturated fats, *J. Lipid Res.*, **15**, 574~579 (1974)
- 18) Jiang, Z., Ahn, D. U. and Sims, J. S. : Effect of feeding flax and two type of sunflower seeds on fatty acid composition of yolk lipid classes, *Poultry Sci.*, **70**, 2467~2475 (1991)
- 19) Jimenez, M. A., Scarino, M. L., Vignolini, F. and Menghert, E. : Evidence that polyunsaturated lecithine induces a reduction in plasma cholesterol level and favorable changes in lipoprotein composition in hypercholesterlemic rats, *J. Nutr.*, **120**, 659~667 (1990)
- 20) O'Brien, B. C. and Corrigan, S. M. : Influence of dietary soybean and egg lecithins on lipid responses in cholesterol-fed Guinea pigs, *Lipids*, **23**, 647~650 (1988)
- 21) Nestel, P. J. : Fish oil attenuates the cholesterol induced rise in lipoprotein cholesterol, *Am. J. Clin. Nutr.*, **43**, 752~757 (1986)
- 22) Herold, P. M. and Kinsella, J. E. : Fish oil consumption and decreased risk of cardiovascular disease : a comparison findings from animal and human feeding trials, *Am. J. Clin. Nutr.*, **43**, 566~598 (1986)
- 23) Takita, T., Nakamura, K. and Innami, S. : Effect of dietary oils with different *n*-3 fatty acid sources and *n*-3/*n*-6 ratios on lipid metabolism of rats fed on a high cholesterol diet, *Biosci. Biotech. Biochem.*, **58**, 695~698 (1994)
- 24) Kinsella, J. E., Lokesh, B. and Stone, R. A. : Dietary *n*-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease : possible mechanisms, *Am. J. Clin. Nutr.*, **52**, 1~28 (1990)
- 25) Kurata, N. and Privett, S. : Effect of dietary fatty acid composition on the biosynthesis of unsaturated fatty acids in rat liver microsomes, *Lipids*, **15**, 512~518 (1980)
- 26) Hwang, D. H., Boudreau, M. and Chanmugam, P. : Dietary linolenic acid and longer-chain *n*-3 fatty acid : Comparison of effect on arachidonic acid metabolism in rats, *J. Nutr.*, **118**, 427~437 (1988)

(受付 : 平成 6 年 9 月 14 日)