

鶏の肝，筋および脂肪組織の脂質とその脂肪酸組成におよぼす飼料脂肪酸組成の影響

渡辺泰邦・村井秀夫

信州大学農学部 家畜衛生学研究室

緒 言

鶏の体組織脂質の脂肪酸組成は，魚油を鶏に給与すると魚油中に多く含まれている多不飽和脂肪酸が増加することが報告されている。EDWARDS ら¹⁾，また MARION ら²⁾ は魚油を給与すると鶏の筋組織に，魚油に多く含まれる高級多不飽和脂肪酸が増加することを報告している。一般に鶏の体組織の脂肪酸組成は給与飼料によって影響されることが認められている。MILLER ら⁵⁾ の報告によると，ニシン油を鶏に給与すると，高級多不飽和脂肪酸が鶏の筋の脂質に給与量に比例して増加することを認めている。魚油中に特に多い多不飽和脂肪酸はアイコサペンタエン酸，ドコサヘキサエン酸などであり，これらは MEAD³⁾ の報告によると，リノール酸，オレイン酸とその代謝過程において高度に競合することを認めている。

前報において魚油によって高級多不飽和脂肪酸を産卵鶏に多給すると，その産卵した卵の卵黄総脂質のオレイン酸，リノール酸が低下して高級多不飽和脂肪酸が増加することを報告した。^{9,10)}。また卵黄の脂質各分画含量とその脂肪酸組成におよぼす高級多不飽和脂肪酸多給の結果は，卵黄のコレステロールおよび遊離脂肪酸含量が増加し，また特にリン脂質分画の脂肪酸組成に，魚油中に多い多不飽和脂肪酸が増加してリノール酸の減少することを認めた¹⁰⁾。本報告では魚油および豚脂を給与した産卵鶏の体組織すなわち肝，頸長筋，深胸筋および腹腔内蓄積脂肪の脂質各分画含量と，その脂肪酸組成におよぼす給与脂肪酸組成の影響について検討を加えた。

実験材料および方法

1 実験動物および飼料

実験鶏は前報¹⁰⁾において産卵の実験に用いたものを使用した。前報¹⁰⁾の飼料すなわち基礎飼料，魚油10%添加飼料，豚脂10%添加飼料をそれぞれ3群に給与した。生後179日齢より60ないし65日間実験飼料を給与した。各群より4羽について放血屠殺し，ただちに肝，頸長筋 (*M. longus colli*)，深胸筋 (*M. pectoralis profundus*)，および腹腔内蓄積脂肪をとり，それぞれを脂質抽出の材料とした。

2 脂質および脂肪酸の分析方法

総脂質の抽出方法は前報¹⁰⁾と同様に FOLCH らの方法によった。抽出した脂質はシリカゲ

ルカラムクロマトグラフィー法によってコレステリルエステル, トリグリセリド, コレステロール, 遊離脂肪酸, リン脂質にそれぞれ分画し定量した。

分画抽出した脂質をメチルエステル化し, ガスクロマトグラフィー法によって脂肪酸組成の定量を行なった。以上の分析方法は前報¹⁰⁾に記した方法と同様である。

実 験 結 果

総脂質と脂質各分画の含有量

肝における脂質各分画と総脂質の含有量は第1表に示すとおりである。肝の総脂質は基礎飼料区と魚油区で7.2%と豚脂区の5.4%と比較して高い値を示した。基礎飼料区と魚油区では, 肝は著明に肥大しまた明らかに脂肪肝の様相を呈し, 組織中の総脂質の含有量はこの観察結果と一致する。豚脂区の肝の肉眼的観察結果は正常であった。このような基礎飼料区と魚油区での脂質の蓄積は特にトリグリセリドの蓄積であることが結果より明らかである。これに対しリン脂質の肝組織中含有量は各飼料区間にトリグリセリドほど差はなく, 魚油区にやや低いことが認められた。魚油区に肝のコレステロールが特に高いことが注目される。特にコレステリルエステルが魚油区では他の区の5倍量存在している。またコレステロールも他の2区の約2倍量の存在が認められた。遊離脂肪酸も魚油区に他の2区の約2倍量に増加している。

腹腔内蓄積脂肪は低脂質給与の基礎飼料区ではその総蓄積量は他の高脂質給与区と比較して著しく少なかった。組織中の総脂質含量は基礎飼料区では魚油区, 豚脂区と比較して著しく少ない。腹腔内蓄積脂肪は各区とも総脂質中97%以上がトリグリセリドであり, 各脂質分画の割合は各飼料区間にほとんど差がなく, わずかに肝と同様にコレステリルエステルが魚油区に多いようである。

頸長筋および深胸筋の組織内総脂質と脂質各分画の含有量は第2表に示すとおりである。組織内総脂質の含有量は運動量が多いと考えられる頸長筋に, 比較的運動量の少ないと考えられる深胸筋よりも3ないし4倍量存在している。また両筋ともに脂質の多給区にほぼ同様に総脂質の含有量が多く, 基礎飼料区に少ない。トリグリセリドは深胸筋よりも頸長筋に多

Table 1. Composition of lipids in liver and adipose tissue of laying hens receiving basal diet and basal diet plus 10% of fish oil and pork fat

Lipid fraction	Liver			Adipose tissue		
	Basal diet	Fish oil diet	Pork fat diet	Basal diet	Fish oil diet	Pork fat diet
Triglyceride	3.30	2.58	1.49	62.34	83.45	85.86
Phospholipids	3.20	2.93	3.35	0.03	0.01	0.01
Free fatty acids	0.17	0.32	0.15	0.89	1.20	1.14
Cholesterol	0.36	0.60	0.30	0.00	0.00	0.00
Cholesteryl ester	0.16	0.77	0.11	0.32	0.68	0.53
Total lipid	7.19	7.20	5.40	63.58	85.34	87.54

*Percent of wet tissue.

く、またトリグリセリドの組織内含有量は、脂質多給区に基礎飼料区と比較して多く、その差は深胸筋よりも頸長筋に大である。トリグリセリドは頸長筋では魚油区にやや多く、深胸筋では豚脂区にやや多く存在した。リン脂質は頸長筋では各飼料区間の差は少なく、やや豚脂区に多く、一方深胸筋では魚油区にやや多いことが認められた。遊離脂肪酸は頸長筋、深胸筋ともに脂質多給区に多く、特に魚油区に多量に存在することは肝と同様の傾向である。またコレステロールは遊離、エステル型とも頸長筋では肝と同様に魚油区にやや多く存在したが、深胸筋ではその含量も少なく、大差はないことが認められた。

Table 2. Composition of lipids in cervic and breast muscle of laying hens receiving basal diet and basal diet plus 10% of fish oil and pork fat

Lipid fraction	Cervic muscle			Breast muscle		
	Basal diet	Fish oil diet	Pork fat diet	Basal diet	Fish oil diet	Pork fat diet
Triglyceride	2.53	4.38	4.00	0.48	0.60	0.67
Phospholipids	1.07	0.97	1.20	0.54	0.73	0.59
Free fatty acids	0.11	0.22	0.15	0.08	0.11	0.10
Cholesterol	0.15	0.24	0.20	0.05	0.05	0.07
Cholesteryl ester	0.04	0.08	0.05	0.05	0.02	0.07
Total lipid	3.90	5.89	5.60	1.20	1.51	1.50

*Percent of wet tissue.

脂質各分画の脂肪酸組成

肝の脂質各分画の脂肪酸組成は第3表に示すとおりである。肝の脂質各分画とも給与脂質の相違によって影響のあることが認められる。トリグリセリド、リン脂質には魚油区にオレイン酸、リノール酸およびアラキドン酸が少なく、高級多不飽和酸が蓄積することが認められた。このような脂質給与の脂肪酸組成におよぼす影響はトリグリセリド、リン脂質ともにほぼ同程度に存在するようである。遊離脂肪酸には特にリノール酸含量が豚脂区に26%存在するのに対し、魚油区では9.8%と給与量と比例して著明に差が存在した。また魚油中に多量に存在する多不飽和脂肪酸が、特に肝の遊離脂肪酸に多量に蓄積する傾向が認められた。またコレステリルエステルにも魚油区での多不飽和脂肪酸の蓄積が著明である。魚油中に多量に存在するアイコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸は特に肝のリン脂質およびコレステリルエステルに多量に存在することが認められた。飽和脂肪酸に関しては各分画とも各飼料給与区間に比較的差は少なかったが、コレステリルエステルのステアリン酸が豚脂区に多く、魚油区に少ないことが認められた。

腹腔内蓄積脂肪はその97%以上がトリグリセリドであり、その脂肪酸組成は肝のトリグリセリドと比較すると各脂質給与区ともオレイン酸がやや少なく、リノール酸がやや多いが大差はなかった。また各脂質給与区間の脂肪酸組成の差は、肝のトリグリセリドにおいての相違とほぼ同様の傾向を示した。腹腔内蓄積脂肪組織のその他の分画についても、肝の脂質各分画とほぼ同様の傾向を持つようである。

頸長筋および深胸筋の各脂質分画の脂肪酸組成は、それぞれ第5表および第6表に示すと

Table 3. Fatty acid compositions of the liver lipids of laying hens receiving basal diet and basal diet plus 10% fish oil and pork fat

Fatty acid*	Basal diet					Basal diet +10% fish oil					Basal diet +10% pork fat				
	Total lipid	Phospho-lipids	FFA (%)	Triglyc-eride	Chol. ester	Total lipid	Phospho-lipids	FFA (%)	Triglyc-eride	Chol. ester	Total lipid	Phospho-lipids	FFA (%)	Triglyc-eride	Chol. ester
10 : 0	—	—	0.1	Tr.	—	—	—	1.1	—	—	—	—	0.1	—	—
12 : 0	0.3	—	1.7	Tr.	0.5	0.2	Tr.	0.8	0.2	1.0	0.1	Tr.	0.9	Tr.	0.7
14 : 0	0.8	0.3	0.8	0.7	4.4	1.1	0.5	1.1	0.6	2.3	0.5	0.2	0.8	0.7	3.5
14 : 1	—	—	0.1	0.1	—	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	Tr.	—	Tr.	Tr.	—
16 : 0	27.9	25.1	22.2	26.1	21.4	25.5	28.1	22.0	23.8	20.8	24.8	28.5	19.0	26.2	23.7
16 : 1	4.5	1.7	4.6	5.8	3.3	2.5	1.4	3.8	3.1	1.6	2.2	1.1	2.2	3.9	2.4
18 : 0	16.0	23.7	12.9	7.5	17.7	15.1	21.2	12.4	9.3	12.4	15.8	20.7	14.8	5.3	21.0
18 : 1	36.7	24.2	28.4	52.3	30.5	31.7	21.7	30.6	48.1	31.5	35.9	25.6	26.3	50.9	27.5
18 : 2	5.6	5.8	16.4	5.2	7.0	5.1	4.4	9.8	5.6	5.1	10.4	7.1	26.0	8.9	6.3
20 : 0	0.1	0.1	Tr.	0.1	—	—	—	—	Tr.	—	—	Tr.	0.1	0.3	—
18 : 3	0.3	0.1	0.3	0.4	0.5	0.4	0.2	0.7	2.1	1.0	0.4	0.2	0.9	0.7	0.7
20 : 1	0.4	0.2	0.1	0.1	1.4	0.6	0.4	0.2	0.2	—	0.5	0.2	—	0.1	1.6
20 : 2	0.3	0.7	0.4	Tr.	0.1	0.3	Tr.	2.4	—	—	0.3	0.3	1.0	0.2	0.2
20 : 3	0.4	0.8	0.7	—	0.5	0.2	0.3	0.2	0.2	0.5	0.5	0.8	0.4	0.2	Tr.
20 : 4	4.2	11.1	6.8	1.1	7.4	3.1	4.7	1.1	0.6	3.3	6.0	9.9	4.2	0.5	5.9
22 : 2	Tr.	Tr.	—	—	0.6	Tr.	Tr.	2.8	—	3.6	Tr.	Tr.	—	—	1.7
20 : 5	0.2	0.2	0.9	0.2	1.1	2.0	2.6	2.6	0.9	1.7	0.1	0.1	0.4	0.7	1.2
22 : 3	0.4	0.8	0.7	—	1.4	0.3	0.4	1.8	1.1	3.8	0.3	0.6	0.2	0.3	Tr.
22 : 4	0.7	1.6	1.0	—	0.6	1.1	1.0	4.7	0.5	3.4	0.6	1.2	0.7	—	1.5
22 : 5	Tr.	Tr.	0.9	—	—	1.4	0.9	1.4	0.5	1.3	Tr.	Tr.	0.8	—	0.2
22 : 6	1.1	3.4	1.1	0.4	1.8	8.8	11.8	1.6	1.9	6.7	1.6	3.4	1.2	1.1	1.7
Total saturated	45	49	38	34	44	42	50	36	35	37	41	49	36	32	49
Total monoene	42	26	33	58	35	35	24	35	51	33	39	27	29	55	32
Total diene	6	7	17	5	8	5	4	15	6	9	11	7	27	9	8
Total polyene	7	18	12	2	13	17	22	14	8	22	9	16	9	4	11

*Carbon chain length : number of double bonds

Tr. (Trace)

Table 4. Fatty acid compositions of the abdominal adipose tissue lipids of laying hens receiving basal diet and basal diet plus 10% fish oil and pork fat

Fatty acid*	Basal diet					Basal diet + 10% fish oil					Basal diet + 10% pork fat				
	Total lipid	Phospho-lipids	FFA (%)	Triglyc-erides	Chol. ester	Total lipid	Phospho-lipids	FFA (%)	Triglyc-erides	Chol. ester	Total lipid	Phospho-lipids	FFA (%)	Triglyc-erides	Chol. ester
10:0	—	0.3	Tr.	—	—	—	0.3	—	Tr.	—	—	0.7	—	0.1	—
12:0	Tr.	0.9	3.1	Tr.	8.4	—	0.7	1.2	0.1	2.2	—	1.0	0.9	0.1	—
14:0	0.9	1.9	2.3	0.7	15.1	1.8	2.7	3.1	1.8	3.1	1.0	2.7	1.7	0.9	6.7
14:1	0.1	1.3	Tr.	0.2	—	0.2	1.5	0.2	0.5	—	Tr.	0.6	0.4	Tr.	—
16:0	25.1	23.5	28.9	26.1	18.9	24.7	27.6	27.4	25.1	26.6	25.2	23.9	25.4	25.0	27.5
16:1	6.3	6.7	7.4	5.9	4.5	6.8	6.1	7.4	6.0	6.1	3.6	5.7	5.3	3.3	5.4
18:0	6.8	12.1	9.4	6.5	6.9	6.8	12.1	7.7	6.0	7.0	8.0	11.7	10.0	7.4	8.7
18:1	49.6	32.1	36.0	50.0	38.3	44.9	26.9	39.5	45.2	48.5	46.7	31.1	43.4	50.4	43.6
18:2	9.5	7.0	4.8	9.0	6.5	7.4	6.7	7.5	8.0	4.8	13.2	9.8	5.4	10.4	8.0
20:0	—	—	0.3	—	—	Tr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18:3	0.6	0.6	0.9	0.2	1.4	0.8	1.1	0.1	0.1	1.7	0.8	1.6	1.0	0.2	—
20:1	0.7	1.3	0.6	1.1	—	2.7	1.2	2.9	3.5	—	0.9	0.7	1.1	1.3	—
20:2	0.1	0.1	—	—	—	0.5	Tr.	0.2	Tr.	—	0.3	0.1	—	0.1	—
20:3	Tr.	Tr.	—	—	—	0.2	—	0.2	—	—	Tr.	—	Tr.	—	—
20:4	0.1	2.2	Tr.	Tr.	—	0.9	1.3	0.8	1.6	—	Tr.	1.2	Tr.	0.2	—
22:2	—	3.8	2.6	—	—	—	2.8	0.7	—	—	—	2.6	1.4	0.1	—
20:5	Tr.	5.1	3.8	—	—	1.1	4.8	0.2	0.7	—	Tr.	4.8	3.3	Tr.	—
22:3	Tr.	1.1	—	—	—	Tr.	0.6	—	—	—	—	—	0.1	—	—
22:4	—	—	—	—	—	Tr.	Tr.	—	0.2	—	—	—	0.2	Tr.	—
22:5	—	—	—	—	—	0.2	Tr.	—	0.3	—	0.1	—	0.1	Tr.	—
22:6	0.2	—	—	0.3	—	1.0	3.7	0.7	0.9	—	0.2	1.9	0.2	0.5	—
Total saturated	33	39	44	33	49	33	43	39	33	39	34	40	38	33	43
Total monoene	57	41	44	57	43	55	36	50	55	55	51	38	49	55	49
Total diene	10	11	7	9	7	8	9	8	8	5	14	13	7	11	8
Total polyene	1	9	5	1	1	4	12	2	4	2	1	9	5	1	0

*Carbon chain length : number of double bonds.

Tr. (Trace)

Table 5. Fatty acid compositions of cervic muscle lipids of laying hens receiving basal diet and basal diet plus 10% fish oil and pork fat

Fatty acid*	Basal diet					Basal diet + 10% fish oil					Basal diet + 10% pork fat				
	Total lipid	Phospho-lipids	FFA (%)	Triglycerides	Chol. ester	Total lipid	Phospho-lipids	FFA (%)	Triglycerides	Chol. ester	Total lipid	Phospho-lipids	FFA (%)	Triglycerides	Chol. ester
10 : 0	—	—	0.2	Tr.	—	—	—	Tr.	—	—	—	—	Tr.	—	—
12 : 0	0.2	2.1	1.0	Tr.	4.7	0.2	1.5	0.7	0.1	—	0.2	1.3	2.7	0.1	—
14 : 0	0.1	2.1	1.3	1.2	9.4	1.8	2.0	2.2	1.8	21.2	2.0	1.4	1.4	1.1	60.0
14 : 1	0.1	0.3	0.3	0.1	—	0.2	0.4	0.7	0.3	—	0.1	0.5	0.8	Tr.	—
16 : 0	29.8	22.0	28.9	30.9	20.3	31.8	25.7	31.2	32.8	26.1	27.2	14.2	24.5	29.1	10.4
16 : 1	5.0	1.5	5.5	4.9	2.3	5.0	1.5	4.8	5.2	4.1	3.4	0.9	3.1	3.6	2.3
18 : 0	12.6	28.6	17.1	7.6	26.8	12.0	25.6	12.5	7.0	22.3	12.8	34.0	10.3	8.3	7.8
18 : 1	41.8	26.9	33.9	44.6	25.0	40.2	25.2	33.1	41.8	22.0	44.9	31.7	37.0	44.5	15.5
18 : 2	7.3	7.6	6.8	9.6	11.0	5.1	5.7	8.2	8.0	3.0	6.9	8.1	16.7	10.5	4.0
20 : 0	—	—	0.1	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	0.1	0.2	—
18 : 3	0.6	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4	0.7	1.2	1.2	1.3	0.5	0.6	0.7	1.4	—
20 : 1	0.6	0.4	0.6	—	—	1.0	0.6	0.6	Tr.	—	0.7	0.3	0.1	—	—
20 : 2	0.5	0.5	0.5	—	—	0.5	0.1	0.1	0.1	—	0.3	0.2	0.1	0.2	—
20 : 3	Tr.	0.2	Tr.	Tr.	—	Tr.	0.2	0.3	0.2	—	Tr.	0.2	0.2	Tr.	—
20 : 4	0.6	4.6	0.3	Tr.	—	0.4	4.1	1.1	0.4	—	0.2	3.6	0.4	0.2	—
22 : 2	Tr.	0.1	0.5	—	—	0.2	1.5	0.4	0.4	—	Tr.	0.5	0.5	Tr.	—
20 : 5	0.1	0.3	0.8	—	—	0.2	1.0	1.1	—	—	0.2	0.8	0.3	Tr.	—
22 : 3	0.1	1.2	0.1	—	—	Tr.	0.1	0.2	—	—	Tr.	0.4	—	Tr.	—
22 : 4	0.2	0.7	0.6	—	—	0.4	0.8	0.3	0.2	—	0.1	0.5	—	0.1	—
22 : 5	0.2	Tr.	0.2	—	—	Tr.	0.2	0.2	0.1	—	Tr.	0.2	—	—	—
22 : 6	0.2	Tr.	0.4	0.6	—	0.5	3.0	0.4	0.3	—	0.5	0.4	0.9	0.6	—
Total saturated	43	55	49	40	61	46	55	46	42	70	42	51	39	39	78
Total monoene	47	29	40	50	27	46	28	39	47	26	49	33	41	48	18
Total diene	8	8	8	10	11	6	7	9	8	3	7	9	17	11	4
Total polyene	2	8	3	1	1	2	10	5	2	1	2	7	3	2	0

*Carbon chain length : number of double bonds Tr. (Trace)

Table 6. Fatty acid compositions of the breast muscle lipids of laying hens receiving basal diet and basal diet plus 10% fish oil and pork fat

Fatty acid*	Basal diet					Basal diet + 10% fish oil					Basal diet + 10% pork fat				
	Total lipid	Phospho-lipids	FFA (%)	Triglyc-erides	Chol. ester	Total lipid	Phospho-lipids	FFA (%)	Triglyc-erides	Chol. ester	Total lipid	Phospho-lipids	FFA (%)	Triglyc-erides	Chol. ester
10 : 0	—	—	Tr.	0.2	—	—	—	Tr.	0.1	—	—	Tr.	—	0.1	—
12 : 0	1.4	2.1	2.6	0.3	10.7	0.9	2.2	1.5	0.1	10.5	0.8	2.7	1.7	0.1	1.9
14 : 0	1.8	2.2	2.0	1.1	5.2	2.6	2.6	2.6	1.7	49.0	2.2	3.1	2.5	1.3	10.7
14 : 1	0.3	0.4	3.1	0.1	—	1.2	0.7	3.0	0.1	—	0.3	0.6	2.3	0.2	1.4
16 : 0	35.6	33.6	30.9	31.2	29.5	38.1	37.1	31.9	31.5	17.6	29.4	35.2	26.7	30.9	35.0
16 : 1	4.3	1.8	4.3	4.6	1.6	3.1	1.4	4.5	4.9	1.4	2.8	0.8	3.3	3.4	1.7
18 : 0	13.6	18.6	18.2	8.0	19.2	12.0	16.0	15.6	8.4	8.2	14.4	17.1	17.0	6.3	18.3
18 : 1	33.7	25.8	27.1	43.7	25.4	32.3	26.4	32.0	42.4	9.8	37.0	24.6	30.1	45.8	21.4
18 : 2	6.1	8.6	6.1	8.9	8.0	4.5	4.9	4.4	8.0	1.8	7.9	8.9	9.1	9.6	5.9
20 : 0	—	—	0.2	0.2	—	—	—	0.3	0.1	—	—	—	0.4	0.2	—
18 : 3	0.6	0.4	0.5	0.6	0.4	1.1	0.4	0.8	1.1	0.2	1.0	0.3	1.0	1.0	3.3
20 : 1	0.5	0.2	0.5	—	—	1.3	0.5	0.7	0.1	—	1.0	0.3	0.6	0.1	0.3
20 : 2	0.4	0.3	0.4	—	—	1.6	0.6	0.1	0.1	—	0.7	0.7	0.4	0.1	0.1
20 : 3	Tr.	0.3	Tr.	—	—	0.2	0.3	0.1	0.1	—	0.3	0.3	0.9	—	Tr.
20 : 4	0.5	3.8	1.0	—	—	0.4	2.9	0.7	0.4	—	1.0	3.4	1.0	0.5	—
22 : 2	0.1	0.1	0.6	—	—	—	—	0.2	—	—	Tr.	Tr.	0.3	—	—
20 : 5	0.2	0.2	0.7	0.7	—	0.1	0.5	0.6	0.3	—	0.3	0.3	1.0	0.2	—
22 : 3	0.1	0.8	0.3	0.1	—	Tr.	0.4	Tr.	—	—	0.2	0.6	0.2	—	—
22 : 4	0.1	0.3	0.3	—	—	Tr.	0.5	0.4	—	—	0.2	0.3	1.0	—	—
22 : 5	0.2	0.1	0.4	—	—	Tr.	0.3	0.1	Tr.	—	Tr.	0.3	0.3	—	—
22 : 6	0.4	0.3	0.5	0.3	—	0.5	2.3	0.4	0.5	1.5	0.4	0.4	0.2	0.2	—
Total saturated	52	57	54	41	65	54	58	52	42	85	47	58	48	39	66
Total monoene	39	28	35	48	27	38	29	40	48	11	41	26	36	49	25
Total diene	7	9	7	9	8	6	6	5	8	2	9	10	10	10	6
Total polyene	2	6	4	2	0	2	8	3	2	2	3	6	6	2	3

*Carbon chain length : number of double bonds

Tr. (Trace)

おりである。頸長筋および深胸筋の各脂質分画中トリグリセリドの脂肪酸組成は両筋ともにほぼ同様の組成を示している。また給与脂肪酸の影響は両筋ともに肝のトリグリセリドと比較して少なく、各飼料区ともにほぼ同様の脂肪酸組成を示しているが、多少頸長筋に給与脂肪酸の相違による脂肪酸組成の差が深胸筋より存在するようである。リン脂質の脂肪酸組成は頸長筋および深胸筋ともにトリグリセリドと比較してステアリン酸と多不飽和酸が多く、オレイン酸が少ない。これらの脂肪酸組成は肝とほぼ同様であるが、肝と比較して多不飽和酸は肝より低い。頸長筋および深胸筋のリン脂質の脂肪酸組成を比較すると、頸長筋にパルミチン酸が少なく、ステアリン酸の多いことが特徴的である。各脂質給与区のリン脂質について両筋を比較すると、頸長筋に給与脂質の相違による脂肪酸組成の差が深胸筋よりも著明である。頸長筋では魚油の供給によってパルミチン酸と多不飽和脂肪酸が増加し、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸が減少している。豚脂給与区ではこれらが逆の結果を示している。一方深胸筋のリン脂質では給与脂肪酸の影響は頸長筋と比較して各脂肪酸の供給脂質による変化の傾向はほぼ同様であるが、その程度はリノール酸をのぞいてその差ははるかに少ない。リン脂質と同様に遊離脂肪酸においても、給与脂肪酸の影響は頸長筋において深胸筋よりも著明に存在している。全飼料区を通じて遊離脂肪酸分画のリノール酸、オレイン酸が頸長筋に深胸筋よりも多いことが認められる。

筋のコレステルエステル脂肪酸組成については前報¹⁰⁾に記したように、微量の存在のために定量結果の正確さは他の脂質分画と比較して劣る。豚脂区の頸長筋と魚油区の深胸筋に多量のミリスチン酸を検出しているが、その理由は明らかでない。

考 察

前報¹⁰⁾において産卵鶏に魚油を給与すると、卵黄にコレステロールと遊離脂肪酸が増加することを報告した。しかしながら脂肪酸の組成とその供給量が異なっても、卵黄のトリグリセリドおよびリン脂質含量には大差を示さないことを認めた。本実験において鶏の体脂質各分画の含量は、前報¹⁰⁾の実験と同一飼料供給によって、肝、筋および腹腔内蓄積脂肪にそれぞれ特徴的な影響をあたえることが認められた。

肝において低脂質供給の基礎飼料区と魚油給与区にほぼ同量の総脂質の増加があり、肉眼的にも明らかに脂肪肝の様相を呈した。このような肝への脂質の蓄積は基礎飼料区では豚脂区と比較してトリグリセリドの蓄積であり、魚油区ではトリグリセリドも増加しているがコレステロールの蓄積の著明であることが注目される。基礎飼料区では脂質供給が制限されていることによって、Lipogenesis が肝において促進されていることが考えられる。また魚油給与区では体組織の構成脂肪酸と極端に異なった脂肪酸組成の脂質を多給した結果、肝での脂肪酸代謝の昂進が考えられる。魚油区の肝に遊離脂肪酸の含量が多いことも、この推定をうらづけるものと考えられる。また魚油区の肝に特にコレステテルエステルの増加が著明であることは、多不飽和脂肪酸の肝へのコレステロールの蓄積効果であることが、その脂肪酸組成からも推察される。この場合でも肝のリン脂質含量は豚脂区でやや多いが大差はない。肝のリン脂質の含量は給与脂質の影響をうけにくいことが認められた。

筋組織においても頸長筋、深胸筋ともに脂質を多給した場合にトリグリセリド含量が増加

するが、特に頸長筋にその傾向が著明である。筋のリン脂質含量に関しては、肝と同様に脂質供給の差異による影響は少ないようである。筋のリン脂質含量は運動量の多いと考えられる頸長筋に、深胸筋の約2倍量が存在している。中西ら⁶⁾は牛で運動量の多い咬筋に、他の運動量の比較的少ない筋と比較して、リン脂質含量の多いことを報告している。鶏においてもほぼ同様の傾向が認められた。肝と同様に頸長筋においても魚油の供給によってコレステロールが増加しているが、深胸筋にはその含量も少なくほとんど変化はない。遊離脂肪酸が肝および筋に魚油の供給によって増加していることは、卵黄と同様の傾向である。遊離脂肪酸はトリグリセリドあるいはリン脂質の中間代謝物質としての存在が考えられる。NEUDOE-RFFERら⁸⁾は七面鳥の胸筋および脚部の筋において、2.5%の各種脂質の給与によってトリグリセリド含量は変化するが、その他の脂質分画含量は変化しないことを報告している。本実験では10%と比較的多量の脂質を供給しており、遊離脂肪酸、コレステロールにも、肝はもとより筋組織にも影響のあらわれたことが考えられる。

筋のコレステロール含量におよぼす給与脂肪酸の影響は、MICKELBERRYら⁴⁾によって報告されており、8週齢の鶏の肝および筋にCorn oilの給与によってややコレステロールが増加することを認めている。前報¹⁰⁾において多不飽和脂肪酸の多給によって卵黄コレステロールの増加を認めたが、本実験において特に肝および筋にも多不飽和脂肪酸の多給によるコレステロールの蓄積の現象が認められた。

前報に¹⁰⁾おいて卵黄脂質各分画の脂肪酸組成におよぼす給与脂肪酸の影響は、トリグリセリドには比較的少なく、リン脂質および遊離脂肪酸に比較的強くその影響が存在することを報告した。トリグリセリドの各体組織においての脂肪酸組成を比較すると、肝と蓄積脂肪組織の脂肪酸組成はほぼ同様の傾向を示し、給与脂肪酸の影響を多少うけている。これらと比較して筋組織では頸長筋、深胸筋ともに肝と比較してパルミチン酸が多く、オレイン酸が少ない。頸長筋と深胸筋はそのトリグリセリドの脂肪酸組成はほとんど同様であるが、多少頸長筋の方が給与脂肪酸の影響をうけているようである。

リン脂質分画の脂肪酸組成を各組織について比較すると、特に肝のリン脂質に高級多不飽和脂肪酸の多いことが認められ、また肝のリン脂質はトリグリセリドと比較して供給脂肪酸の影響を強くうけている。頸長筋と深胸筋のリン脂質の脂肪酸組成は、特に頸長筋に深胸筋よりもパルミチン酸が少なく、ステアリン酸の多いことが認められた。また給与脂肪酸の影響は深胸筋には比較的少なく、頸長筋のパルミチン酸、ステアリン酸、オレイン酸に著明に相違が存在した。頸長筋と深胸筋のリン脂質の脂肪酸組成の相違は、飽和脂肪酸については、肥育牛の脂肪酸組成とほぼ同様の傾向を持つようである。⁶⁾特に頸長筋のリン脂質は供給脂肪酸の影響が大きく、その運動量の多いこととしたがってその代謝活性の高いこととの関係が推定される。

遊離脂肪酸もリン脂質と同様に供給脂肪酸の影響が強く、特にリノール酸など多不飽和脂肪酸が著明に肝および頸長筋で給与脂肪酸によって異なっている。これらの事実より、吸収脂肪酸の直接的な体組織へのとりこみと、またこれらが脂質の合成あるいは分解過程の中間物質としての存在が推定される。

MICKELBERRYら⁴⁾は8週齢の鶏で給与脂肪酸の影響は、肝脂質よりも腹腔内蓄積脂肪の総脂質の脂肪酸組成に強く影響することを認めている。またリノール酸含量が腹腔内蓄積脂肪

肪で10ないし49%の範囲内であることを報告している。本実験において肝と蓄積脂肪のトリグリセリドには、ほぼ同程度に給与脂肪酸の影響が存在し特に差は認められなかった。またこれら組織での脂肪酸組成が相当に異なっていることは、実験鶏が8週齢の雛と産卵鶏との相違であることが原因であると考えられる。また NEUDOERFFER ら⁷⁾は七面鳥の胸筋と脚部の筋の脂質各分画の脂肪酸組成におよぼす、魚油と牛脂の影響について報告している。この報告によると牛脂は比較的影響が少ないが、特に魚油に多い多不飽和脂肪酸がリノール酸と置換される傾向を筋の各脂質分画に認めている。本実験において産卵鶏にもほぼ同様の脂質各分画の脂肪酸組成の変化の傾向が認められたが、その変化の程度は彼等の観察結果よりも各脂質分画とも少ないようである。このような相違は動物の種の違いによる脂質代謝の相違と、若齢の産卵鶏であることなどの条件が推察される。

要 約

産卵鶏に低脂質の基礎飼料、魚油10%添加飼料、豚脂10%添加飼料を60ないし65日間、3群にそれぞれ給与した。実験飼料給与期間後、各群より4羽ずつについてその肝、頸長筋、深胸筋および腹腔内蓄積脂肪の総脂質を抽出した。総脂質はカラムクロマトグラフ法によって分画し、定量した。脂質各分画の構成脂肪酸組成をガスクロマトグラフ法によって分析定量した。えられた結果は次のようである。

1 トリグリセリドが基礎飼料区と魚油区の肝に多量に存在し、コレステロールと遊離脂肪酸が魚油区の肝に著しく蓄積した。頸長筋と深胸筋では頸長筋に各脂質分画とも多く、両筋ともに脂質多給によってトリグリセリドが多くなった。リン脂質の含量については、各組織とも供給脂肪酸の差による相違は少なかった。

2 肝のトリグリセリド、リン脂質には魚油区にオレイン酸、リノール酸、アラキドン酸が少なく、多不飽和脂肪酸の蓄積があった。飽和脂肪酸は各脂質給与区間に比較的差は少なかった。肝の遊離脂肪酸中リノール酸が給与量に応じて差が大であった。腹腔内蓄積脂肪の脂肪酸組成は肝のトリグリセリドとほぼ同様の傾向を示した。

3 頸長筋および深胸筋のトリグリセリドの脂肪酸組成は、ほとんど同様の傾向を示した。リン脂質では頸長筋に深胸筋よりもパルミチン酸が少なく、ステアリン酸、オレイン酸が多く存在した。給与脂質による脂肪酸組成の差は、頸長筋のリン脂質が深胸筋よりも著明であった。

文 献

1. Edwards, H. M. Jr. and J. E. Marion (1963) *J. Nutr.*, 81 : 123-130.
2. Marions, D. C. and H. K. Mangold (1963) *Poultry Sci.*, 42 : 1202-1207.
3. Mead, J.F. and J. G. Woodroof (1963) *Federation Proc.*, 20 : 952-955.
4. Mickelberry, W. C., J. C. Rogler. and W.J. Stadelman (1966) *Poultry Sci.*, 45 : 313-321.
5. Miller, D., E.H. Gruger Jr., K. C. Leong and G. M. Knobl Jr. (1967) *Poultry Sci.*, 46 : 438-444.
6. 中西武雄, 須山享三 (1966) *日畜会報*, 37 : 375-380.
7. Neudoerffer, T. S. and C.H. Lea (1967) *Br. J. Nutr.*, 21 : 691-714.
8. Neudoerffer, T. S. and C.H. Lea (1968) *Br. J. Nutr.*, 22 : 115-128.
9. 渡辺泰邦, 村井秀夫 (1967) *信大農紀要*, 4 : 173-180.
10. 渡辺泰邦, 村井秀夫 (1968) *信大農紀要*, 5 : 33-42

The Effects of Dietary Fatty Acids on the Lipids and Fatty Acid Composition of Liver, Muscle and Adipose Tissue of Laying Hen

By Yasukuni WATANABE and Hideo MURAI
Laboratory of Animal Hygiene, Fac. Agric., Shinshu Univ.

Summary

Hens were fed basal diet, fish oil supplemented diet and pork fat supplemented diet from 179 day old for 60 days. The experiments were determined on the effects of fish oil and pork fat supplements for the lipids and the fatty acid composition of individual lipids of liver, cervic and breast muscle and abdominal adipose tissue of laying hens by the method of column and gas liquid chromatography. The results obtained were as follows.

1. The triglyceride contents in the liver lipids increased in the basal diet and the addition of fish oil to the diet. Inclusion of fish oil in the diet increased the cholesterol and free fatty acids contents in the liver lipids. The cervic muscle contained about three to four times as much total lipid as breast muscle, the differences being due to slightly higher phospholipid and much higher triglyceride levels in the cervic muscle. The addition of fish oil or pork fat to the basal diet had no effect on the amount of phospholipid contents in the liver and muscle lipids.

2. The addition of fish oil to the basal diet caused the appearance of the fish oil polyunsaturated fatty acids in the triglyceride and phospholipid fraction, mainly at the expense of linoleic, oleic and arachidonic acids. The total sum of the saturated fatty acids slightly influenced with the fish oil and pork fat feeding. The linoleic acid in the free fatty acid fraction of the liver lipid affected even when fish oil or pork fat was given. The fatty acid composition of abdominal adipose tissue was similar with that of liver triglyceride fraction.

3. The fatty acid composition of the triglyceride fractions of muscle lipids from cervic and breast were very similar. The more stearic and oleic acid and less palmitic acid were present in phospholipid fraction of cervic muscle lipid than that of breast muscle lipid. Dietary fish oil and pork fat had more effect on the fatty acid composition of phospholipid fraction of the cervic muscle than the breast muscle.