

# 養魚餌料の研究 第Ⅶ報\*

添加油のハマチにおよぼす影響について

塚原 宏子・古川 厚・船江 克美

## STUDIES ON FEED FOR FISH-VII

### THE EFFECTS OF DIETARY FAT ON THE GROWTH OF YELLOW-TAIL (*SERIOLA QUINQUERADIATA* TEMMINCK ET SCHLEGEL)

Hiroko TSUKAHARA, Atsushi FURUKAWA\*\* and Katsumi FUNAE

Recently, complete combined diets for yellow-tails are strongly desired and the nutritional requirement on yellow-tails should be clarified. In order to get the information on the effects of dietary fat in combined diet on yellow-tails, the feeding experiments were carried out in the concrete ponds. The yellow-tails were fed sufficiently each diet twice a day. The components of the diets used in this experiment are shown in Table 1.

On the fish, changes of growth rate, liver weight, blood property and availability of food were examined, and liver and muscle were analysed on the contents of water, crude protein, crude fat and ash by usual method, and on fatty acid composition by gas-liquid chromatography.

The following results are obtained :

- (1) Between the fish fed corn oil supplied diets and those fed cod liver oil diets, there were differences on the growth in weight and length. Thus, it is established that cod liver oil performs effectively rapid growth on yellow-tails as same as trouts' case.
- (2) The results of blood examinations on red cell counting, hematocrit value and hemoglobin content showed that the cod liver oil was more suitable for the healthy physiological conditions.
- (3) Yellow-tails preferred much more the diet supplied with cod liver oil than that with corn oil, and it may be supposed that the differences of growth rate and blood property already observed are resulted from the difference of total protein intake.
- (4) Food conversion and protein efficiency showed that the diet supplied with 5% cod liver oil was the most efficient among all combined diets used in this experiment.
- (5) It was proved that the hepatosomatic value altered with the influence of ratio of dietary ingredients.
- (6) Fat deposition in liver and flesh increased with the increase of supplied fat in the diet.
- (7) The availability of fat was lower in the case of excess fat content in the diet.
- (8) The fatty acid compositions of flesh and liver of yellow-tails were depended on characteristics, especially on the amount of supplied fat and combination of dietary ingredients. The oleic acid was remarkably deposited more with combined diet feeding in comparison with raw sand eel. The pattern of fatty acid composition of liver lipid changed more rapidly and

\* 内海区水産研究所業績 第120号.

\*\* 東北区水産研究所.

remarkably than that of flesh lipid.

In this experiment, notable differences were found between the fish fed the diets supplied with corn oil and with cod liver oil, and between the fish fed the combined diets and raw sand eel. It could be supposed that the combination of diet ingredients influences greatly on the metabolism, especially on lipogenesis.

近年、ハマチの人工餌料に関する研究が発展して、種々の問題点が明らかにされつつある。ハマチは高蛋白食性魚として知られているが、ハマチ養殖の餌料として一般に使用されている鮮魚には多量の油が含まれており、新陳代謝に大きな役割を果たしているのではないかと考えられる。

淡水魚のコイ、ニジマス、ウナギなどについて脂質の餌料価値を報告した例は多いが、海産魚、とくにハマチについては皆無といってよい。NICOLAIDES ら (1962) はニジマスの栄養に linoleic acid が必須脂肪酸であることを認めているが、他の魚種については明らかでない。また、油の質的な問題ばかりでなく、最近、東ら (1964) および PHILLIPS ら (1965) はニジマスについてカロリー源として魚体に利用される脂質に注目し、その役割を明らかにする試みを行なっている。

ハマチの人工餌料作製にあたり、油の含量、性状の差がハマチの成長、健康にいかなる影響を与えるかを明らかにするために、この実験を行なった。

PHILLIPS (1949, 1950) は、タラ肝油はコーン油に比べてマス類の成長を促進する効果があると述べているし、GUTSELL (1938), DAVIS (1927) も同じような記載をしているらしい。また、昭和39年度のハマチ人工餌料実験で、用いたコーン油が低成長率の原因の一つであろうと推測されたので、本実験では動物油としてタラ肝油、植物油としてコーン油を取り上げた。

なお、本実験を行なうにあたり、餌料その他のご協力をいただいた日本農産工業株式会社、脂肪酸の分析にあたってご教示いただいた日本水産中央研究所の大倉俊一氏、森幹男氏、本原稿の御校閲をいただいた金田尚志博士、岡市友利博士に心から感謝いたします。

## 材 料 と 方 法

供試ハマチは、愛媛県沖で採捕された幼魚を1965年7月26日船で広島県大野町 内海区水産研究所、大野分室へ運び、同所の沿岸に設置した網生簀に收容し、細切イカナゴを与えて予備飼育した。魚を陸上コンクリート池1面に20尾ずつ收容した試験区8面を設け、同8月1日から9月14日まで約6週間、栄養試験を行なった。海水は大野瀬戸の水をポンプで上げたものを用い、池は円型で内径1.8m、高さ60cm、流水量は約22ℓ/min、水温23~28°C、海水の比重は1.013~1.022であった。

Table 1. Compositions of diets applied for this experiment.

Diet number	Dry meal (fish meal : casein = 1 : 1)	Vitamin mixture	$\alpha$ -starch	Gluten	Corn oil	Cod liver oil	Sand eel
1	81.8	4.55	4.55	9.1	—	—	—
2	77.7	4.3	4.3	8.6	5	—	—
3	69.5	3.9	3.9	7.7	15	—	—
4	57.3	3.2	3.2	6.4	30	—	—
5	77.7	4.3	4.3	8.6	—	5	—
6	69.5	3.9	3.9	7.7	—	15	—
7	57.3	3.2	3.2	6.4	—	30	—
8	—	—	—	—	—	—	100

Each diet was fed to the fish in each lot as shown with same number.

試験区と餌料組成は Table 1. に示した。以下、試験区 1 を油無添加区、2~4 をコーン油区、5~7 をタラ肝油区、8 をイカナゴ区と呼ぶことにする。フィッシュミールは脱脂したものをを用いたが、ミルクカゼインは市販のものをそのまま用いた。タラ肝油は分子蒸溜など行なわれない原油であり、コーン油はサラダ油として市販されているものである。ビタミンミックスは前報(1966)と同一組成である。投餌の際には各餌料に応じた一定量の水でよく練り合わせたのちミンチし飽食するまで投餌した。

魚体測定は 1 週間ごとに M. S. 222, 1/10,000 溶液で麻酔した後、体長、体重の測定を行ない、その他血液検査、筋肉、肝臓の脂肪酸定量は数回、一般化学成分組成分析を試験開始時および終了時に測定した。消化率測定は試験終了後 1 カ月を経て、イカナゴで飼育していたハマチについて行なった。

赤血球数は Gower's solution を用いトーマ・ツァイスの血球算定板により、血色素量は SAHLI 氏法、球量値は常法により、血漿蛋白は屈折計によって測定した。

消化率は sack method にて採糞し、間接法(酸化クロム法)によって測定した。

一般化学成分分析のうち蛋白質はマイクロケルダール法によって求めた総窒素量に 6.25 を乗じて求め、炭水化物量はフェノール硫酸法により、灰分は常法によった。なお脂肪はソックスレーで抽出したが、試料の乾燥処理が悪く完全には求められなかったので他の一般化学成分組成との差によって算出した。

一般化学成分分析と脂肪酸分析の試料は各餌料区について、筋肉、肝臓をそれぞれ 3~5 尾ずつホモゲナイザーで混合したものについて測定した。

脂肪酸は Folch らの方法(1957)によって抽出した油について、溶剤を窒素気流下で減圧除去した後、エーテル可溶成分について測定した。抽出油はアルコール性苛性カリでケン化した後、METCALF らの方法(1961)によってメチルエステルを作製し、これを gas-liquid chromatograph にかけて測定した。gas-liquid chromatograph の操作条件は次のとおりである。column は polyethylenglycol succinate を担体 shimalite に 5% 吸着させた mesh 60~80 のものを内径 3 mm、長さ 3 m の tube につめたものである。column の温度は 170°C、detector は水素炎イオン化 detector を用い 240°C、注入孔温度は 260°C であった。carrier gas はヘリウム 25 ml/min、3 kg/cm<sup>2</sup>、水素は 45 ml/min、air flow は、0.9 kg/cm<sup>2</sup> であった。

脂肪酸の同定は ACASMAN ら(1963)および MIWA(1963)の述べている graph analysis によった。

## 実験結果

### (1) 体重変化

平均体重についての成長を Table 2, Fig. 1 に示した。明らかにタラ肝油投与区とコーン油投与区では

Table 2. Average growth with different diets in weight (g).

Top: average body weight. Middle: coefficient of variety. Bottom: mortality of fish.

Periods (days)	Lot							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	123.9 ± 13.1 (10.6)	125.4 ± 15.2 (12.1)	129.6 ± 16.3 (12.6)	123.1 ± 11.0 (8.9)	122.0 ± 14.3 (11.7)	119.6 ± 13.4 (11.2)	132.7 ± 13.8 (10.4)	120.6 ± 5.6 (4.6)
7	139.4 ± 16.1 (11.5)	144.2 ± 16.5 (11.4)	145.8 ± 18.6 (12.8)	135.7 ± 12.2 (9.0)	142.9 ± 14.2 (9.9)	140.5 ± 14.7 (10.5)	146.5 ± 14.0 (9.6)	147.8 ± 17.1 (11.6)
21	195.7 ± 20.0 (10.2)	177.4 ± 18.8 (10.6)	193.5 ± 25.1 (13.0)	150.5 ± 15.1 (10.0)	199.0 ± 18.0 (9.0)	185.3 ± 28.9 (15.6)	191.1 ± 20.6 (10.8)	190.2 ± 28.9 (15.2)
35	248.5 ± 21.0 (8.5)	180.8 ± 32.2 (17.8)	201.4 ± 28.9 (14.3)	187.6 ± 16.1 (8.6)	264.7 ± 28.6 (10.8)	227.8 ± 27.7 (12.2)	243.1 ± 29.6 (12.2)	236.3 ± 25.9 (11.0)
43	268.4 ± 24.5 (9.1)	206.4 ± 35.5 (17.2)	205.1 ± 30.8 (15.0)	199.4 ± 11.5 (5.8)	282.6 ± 31.5 (11.1)	245.5 ± 27.3 (11.1)	267.2 ± 34.1 (12.8)	268.7 ± 21.5 (8.0)

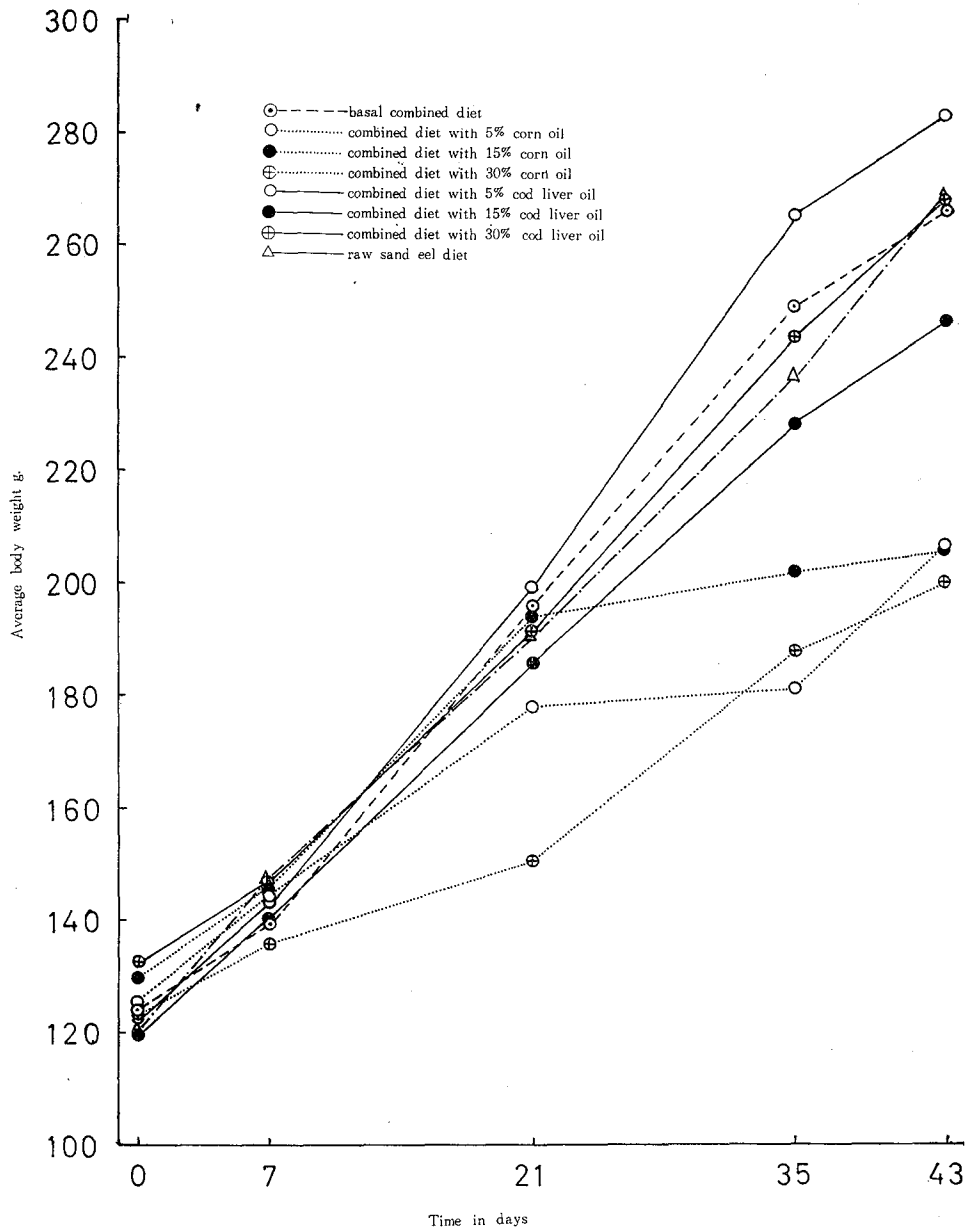


Fig. 1. Average growth with differnt diets in weight on fish.

差があり、コーン油投与区はいずれも低い値を示しており、イカナゴ投与区、油無添加区、タラ肝油区がほぼ同一である。また、変動係数はタラ肝油区では9.0~15.6の範囲内にあるのにコーン油区では5.8~17.8の広い範囲内に分布している。このことはコーン油区の成長が劣る以外に魚の成長がタラ肝油区のものほど均一ではないことを示している。

(2) 肥 満 度

平均肥満度を Table 3. に示した。この表から明らかなことは、油の種類の違いにかかわらず、油添加

区のもは経時的肥満度の変化が油無添加区に比べていずれも大きい。しかし、油の添加量の多少が肥満度におよぼす影響はほとんど認められなかった。

Table 3. Showing the condition factors of fish fed with different diets.  
(Body weight/Body length<sup>3</sup> × 1000)

Period (days)	Lot	1	2	3	4	5	6	7	8
	1		19.9	19.8	20.5	19.4	19.8	19.6	19.6
7		19.1	18.6	19.1	18.6	19.3	19.2	18.6	19.3
21		19.4	18.6	19.7	17.5	18.7	17.9	18.7	18.1
35		19.6	17.7	18.4	19.1	19.6	18.7	18.3	19.2
43		19.4	18.4	18.2	19.0	19.1	18.2	18.4	19.2

### (3) 肝量係数

実験終了時の肝量係数を Table 4 に示した。コーン油区・タラ肝油区それぞれについて分散分析を行なうと、それぞれの3区間には有意差があった。コーン油区とタラ肝油区の同一油量添加区を比較すると有意差は認められないが、平均値では常にコーン油区の値が大きい。添加油量ごとに比べると表からも明らかのように、油の質の相違にもかかわらず、15%油添加区(3および6)で減少し30%添加区(5および7)では急激に増加している。

Table 4. Showing the difference of hepatosomatic value.  
(Liver weight/Body weight × 100)

Lot	1	2	3	4	5	6	7	8
	1.603	1.580	1.474	1.791	1.459	1.379	1.657	1.119
	±0.501	±0.250	±0.332	±0.440	±0.171	±0.197	±0.227	±0.134

### (4) 血液性状

血液検査の結果は Fig. 2~5 に示した。測定魚体数が少なかったので(2-14尾)単に傾向をみるにとどまったが、タラ肝油投与区および油無添加区、イカナゴ区は、赤血球数、血色素量、球量値について高く、コーン油区は低い傾向を示した。しかし、血漿屈折率については他の血液性状のような差は認められなかった。

### (5) 増肉係数

飼育期間中、投餌は注意深く行ない、魚が摂餌をやめ餌料が池底に落ちはじめるときを飽食としたが、その総摂餌量や増肉係数などを Table 5 に示した。イカナゴ区は成長についてタラ肝油区、油無添加区と差がなかったにもかかわらず、乾物基準での増肉係数は最も良い値を示した。また、コーン油区、タラ肝油区共に油添加量が多いほど増肉係数は高くなり、コーン油区とタラ肝油区ではいずれもコーン油区の方が高くなっていた。

各期間ごとの増肉係数は Table 6 に示した。この表から明らかのように、タラ肝油区に比べてコーン油区の方が変化が大きく不規則である。特にコーン油の15%、30%添加区はへい死魚を出す時期があり、これが著しく変則値となって示されている。へい死魚は体色黒く生存中は体側に黒いシマ模様が認められた。肝臓は黄褐色を呈し、脾臓は褪色してわずかに黒みがかった。腸管には終端部がわずかにふくらみ少量の黄色粘液を含んでいる他には特に異常は認められなかった。へい死直前の魚をとり上げ血液検査を行なった結果は、赤血球数 262万/mm<sup>3</sup>、球量値 27%、血色素量 8.0g/dlであった。魚体重は平均体重よりわずかに

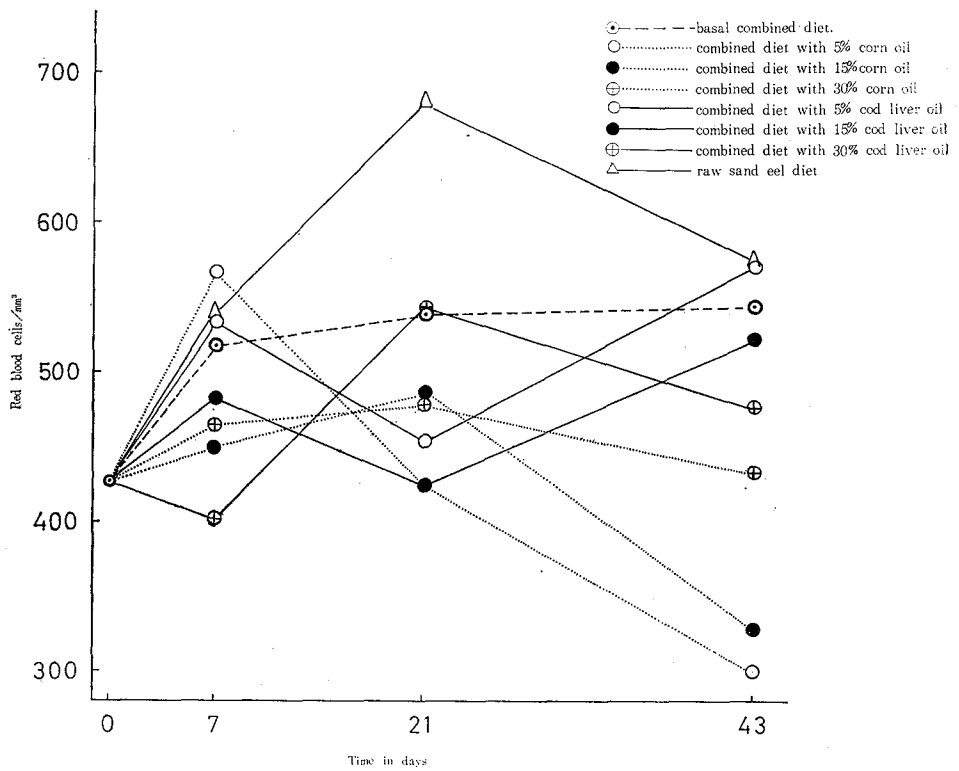


Fig. 2. Showing the fluctuation of erythrocyte on fish fed different diets.

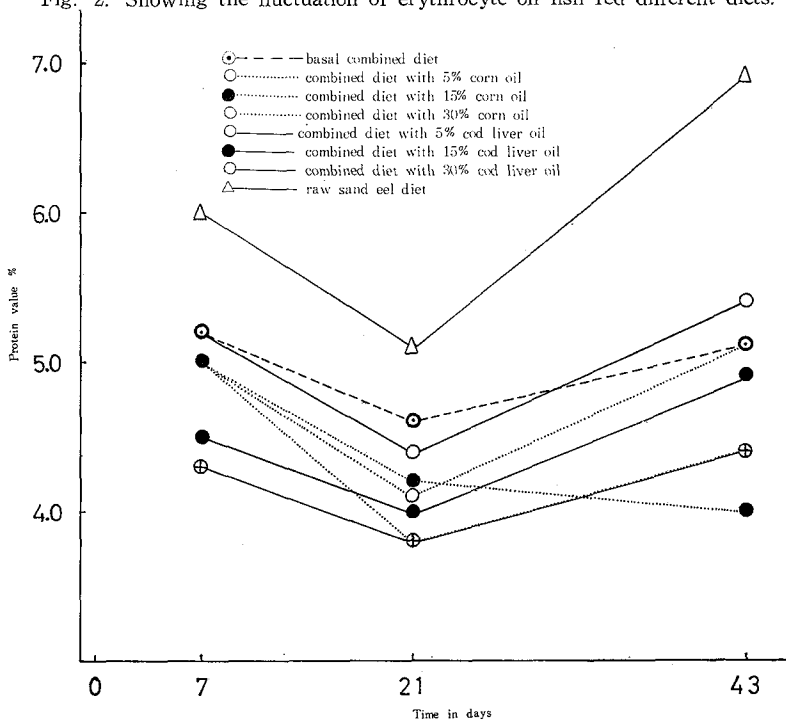


Fig. 3. Showing the difference of protein values of plasma with different diets.

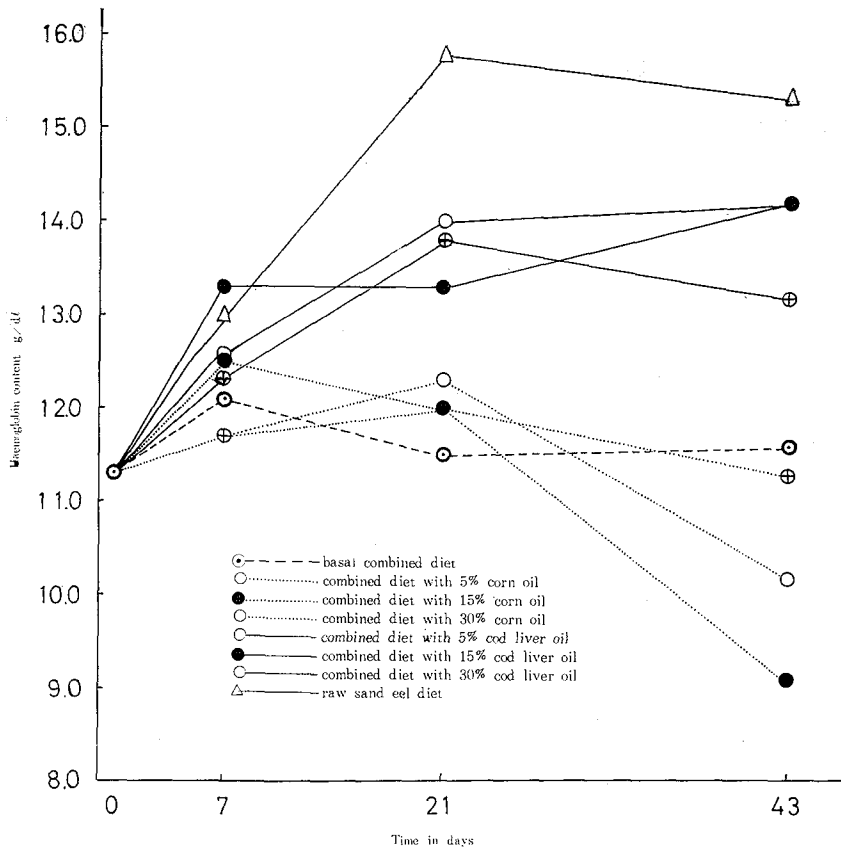


Fig. 4. Showing the difference of hemoglobin contents with different diets.

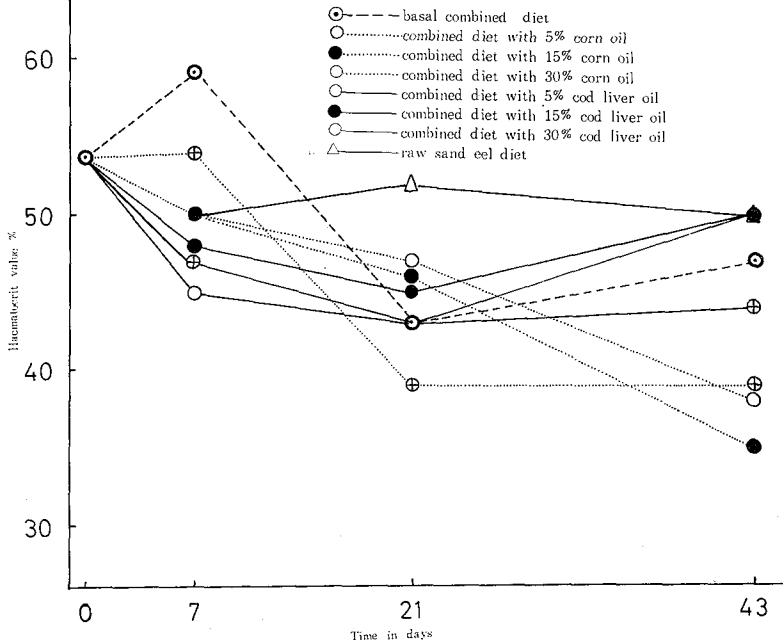


Fig. 5. Showing the difference of hematocrit value with different diets.

Table 5. Total conversion of the diets.

Lot	Average weight of fish (g)		Total gain (g)	Food intake (g)		Food conversion	
	at start	at end		(wet)	(dry)	(wet)	(dry)
1	123.9	268.4	2,167.7	5,583	3,009	2.58	1.39
2	125.4	206.4	1,054.4	3,663	2,004	3.47	1.89
3	129.7	205.2	1,057.5	4,436	2,775	4.20	2.57
4	123.1	199.4	1,144.8	4,480	3,016	3.91	2.63
5	122.0	282.6	2,409.2	5,968	3,294	2.48	1.37
6	119.6	245.5	1,888.1	5,623	3,278	2.98	1.74
7	132.7	267.2	2,018.8	6,541	4,513	3.24	2.23
8	120.6	268.7	2,147.2	11,107	2,677	5.17	1.25

少ないくらいであったので、餌料への適応ができずに、へい死したものとは思われない。この原因が何によるものか明らかでない。

Table 6. Periodical conversion of the diets.

Days	1	2	3	4	5	6	7	8
0—7	1.13	1.15	1.55	2.55	1.12	1.28	2.73	1.01
7—21	1.15	1.70	1.55	4.28	1.20	1.52	1.85	1.59
21—35	1.54	11.42	8.23	2.01	1.41	2.04	2.34	1.18
35—43	2.65	1.30	9.74	3.58	2.92	2.92	3.36	1.50

#### (6) 消化率

消化率は Table 7 に示した。採糞方法などの検討も十分でなかったため、全面的にこの値を利用することはできないが、30%油添加区の油消化率が低い値を示したことが特徴的であった。

#### (7) 筋肉と肝臓の一般化学成分組成

試験終了時の魚体筋肉、肝臓の一般化学成分組成変化を Table 8, 9 に示した。

肝臓についての最も大きな変動は水分、油、炭水化物量に認められ、餌料中の添加油は量が多いほど肝臓に多く蓄積される傾向にある。また、炭水化物量は、各油添加区ごとにみるとわずかであるがいずれもタラ肝油区の蓄積量が多い。肝臓の大きさや化学成分組成の間には特に相関は認められないが、コーン油区とタラ肝油区の間一般化学成分組成、肝量係数に差がある傾向が認められることから、それぞれの油の特徴が肝臓の貯蔵機能の上に表われているといえよう。

蛋白質含量は比較的一定しており、含油量の増大は水分の減少という形で表わされている。

筋肉の一般成分分析結果は Table 9 に示すように肝臓に比べて変化は少ない。

#### (8) 脂肪酸組成

餌料の脂肪酸組成を Table 10 に示した。油無添加餌料にも比較的多くの油が含まれており、そのほとんどはミルクカゼインとフィッシュミールに由来するものと思われるが、かなりの高度不飽和脂肪酸が含まれ

Table 7. Availability of main components in diets (%).

Lot	Protein	Carbo- hydrate	Fat
2	87.7	67.1	95.5
3	92.4	66.9	98.0
4	82.2	72.8	86.5
5	90.2	75.6	97.3
6	91.5	74.1	97.2
7	90.7	82.5	82.2



Table 8. Chemical composition of liver (%).

Lot	Water	Protein	Fat	Carbo- hydrate	Ash
1	62.9	11.9	16.5	7.6	1.1
2	62.2	11.4	17.6	7.3	1.2
3	64.8	13.2	17.5	3.0	1.5
4	49.4	9.9	36.7	3.0	1.0
5	63.1	12.7	14.5	8.5	1.1
6	58.0	10.9	24.1	5.8	1.2
7	58.1	10.1	24.0	6.6	1.2
8	60.4	12.4	20.5	5.8	1.1

Table 9. Chemical composition of flesh (%).

Lot	Water	Protein	Fat	Carbo- hydrate	Ash
1	73.9	21.2	3.2	0.4	1.4
2	73.8	20.2	4.3	0.3	1.4
3	72.7	20.0	5.3	0.2	1.7
4	72.2	20.1	6.1	0.2	1.4
5	72.7	20.6	4.8	0.3	1.7
6	71.9	20.7	5.6	0.3	1.5
7	71.2	20.7	5.9	0.3	1.4
8	69.9	21.3	6.5	0.4	1.4

Table 10. Fatty acid composition of diets (%).

Fatty acids \ Lot	1	2	3	4	5	6	7	8
C 12:0	2.6	1.1	0.3	0.3	0.7	0.3	0.2	0.6
C 12:1	1.2	0.4	0.1	0.2	0.4	0.2	0.1	0.4
C 13:0	1.4	0.3	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.4
C 14:0	4.8	1.7	0.4	0.4	4.0	4.0	3.6	5.1
C 14:1	1.1	0.2	0.1	0.1	0.5	0.4	0.4	0.8
C 15:0	0.9	0.3	0.1	0.1	0.5	0.3	0.3	1.1
C 16:0	16.1	14.1	13.4	13.1	14.3	13.2	13.6	17.8
C 16:1	4.7	2.5	0.9	0.7	8.0	10.2	11.4	10.0
C 18:0	4.3	2.6	2.2	2.4	3.0	3.0	2.9	2.8
C 18:1	15.5	26.9	33.0	33.0	23.4	23.6	23.8	9.4
C 18:2	9.9	32.3	41.9	41.6	10.4	2.1	1.4	1.1
C 18:3(?)	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	t	0.1	t
C 18:4(?)								
C 20:0(?)								
C 20:1	4.8	1.6	0.9	0.7	6.9	9.6	9.6	4.9
C 20:4	0.5	0.2	t	0.2	0.4	0.4	0.3	0.8
C 20:5	7.1	1.6	0.3	0.4	8.8	12.3	12.1	13.9
C 22:1	0.7	0.9	0.7	0.1	4.6	6.8	6.6	1.3
C 22:5	0.8	0.9	t	t	1.1	1.2	1.6	1.2
C 22:6	6.5	2.3	0.6	0.4	4.4	5.4	4.9	17.3

t : trace

ている。

Lot 1, 油無添加餌料区

Table 11 に示したような脂肪酸組成変化が認められた。肝臓についての 特徴として、脂肪酸組成は明らかに 変化するが必ずしも 餌料の脂肪酸組成に 近似するような 変化をするわけではない。C<sub>18</sub> 酸, 特に stearic acid, oleic acid の増加が著しく, その内でも oleic acid は60%の値にまでなった。これに反して eicosaenoic acid, eicosapentaenoic acid, docosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid などの高度不飽和酸の含量は著しく減少する傾向にあった。

筋肉の脂肪酸組成は肝臓と異なり, 試験開始後 1 週間では大きく変化することなく, 徐々に肝臓の組成に 近づくようである。なお, 表からも明らかのように試験開始時には筋肉も肝臓も類似した脂肪酸組成を示している。

Table 11. Fatty acid composition of flesh and liver on yellow-tails fed the basal diet (lot 1).

(%)

Fatty acids	Days	Liver				Flesh			
		1	8	21	43	1	8	21	43
C 12:0		0.01	—	0.01	0.09	0.18	0.06	0.23	0.24
C 12:1									
C 13:0		0.02	—	0.00	t	0.07	0.05	0.08	0.23
C 14:0		2.67	—	0.27	1.01	3.71	2.35	3.95	2.51
C 14:1		0.41	—	0.02	0.06	0.74	0.45	0.46	0.26
C 15:0		0.60	—	0.01	0.03	0.89	0.67	0.60	0.27
C 16:0		18.79	—	22.46	13.41	18.77	17.82	20.95	18.24
C 16:1		7.05	—	6.32	3.90	9.34	8.80	9.08	6.97
C 18:0		5.47	—	10.63	8.27	4.68	5.25	5.56	7.61
C 18:1		18.27	—	58.25	60.58	14.46	12.99	18.30	29.07
C 18:2		1.52	—	0.14	2.93	1.54	1.59	2.16	3.56
C 18:3(?)		0.22	—	0.05	0.21	0.21	0.26	0.24	0.23
C 18:4(?)									
C 20:0(?)									
C 20:1		3.67	—	0.33	1.14	4.37	3.97	3.72	2.78
C 20:5		9.96	—	0.03	0.63	10.52	10.27	8.29	5.63
C 22:5		5.04	—	0.09	0.28	1.25	1.43	1.78	1.65
C 22:6		13.50	—	0.36	1.44	18.09	22.26	15.87	11.52

t : trace

Lot 2, コーン油 5%添加区

Table 12 に示すような変化が認められた。肝臓では, stearic acid, oleic acid, linoleic acid の増加傾向とその他の脂肪酸の減少傾向が認められるが, 特に著しいのは oleic acid の増加と eicosapentaenoic acid, docosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid の減少であり, 他の脂肪酸はおだやかな変化を示していた。餌料油の脂肪酸組成にくらべて palmitic acid, linoleic acid が少なく, stearic acid, oleic acid が著しく多く蓄積されていた。

筋肉では肝臓におけると同じように oleic acid, linoleic acid が著しく増加する傾向を示し, 他の脂肪酸は減少傾向を示しているが, 特に oleic acid の増加と docosahexaenoic acid の減少が著しい。また, 肝臓とは異なって餌料投与後 3 週間目以後に脂肪酸組成に大きな変化が認められている。

Table 12. Fatty acid composition of liver and flesh on yellow-tails fed the combined diet with 5% supplemental of corn oil (Lot 2). (%)

Fatty acids	Days	Liver				Flesh			
		1	8	21	43	1	8	21	43
C 12:0		0.01	0.07	0.03	0.07	0.18	0.09	0.06	0.10
C 12:1									
C 13:0		0.02	0.11	0.01	0.02	0.07	0.05	0.04	0.37
C 14:0		2.67	1.43	1.65	0.65	3.71	3.39	3.80	1.48
C 14:1		0.41	0.23	0.07	0.07	0.74	0.55	0.16	0.18
C 15:0		0.60	0.60	0.11	0.03	0.89	0.70	0.63	0.26
C 16:0		18.79	17.22	11.17	11.77	18.77	18.25	15.57	11.68
C 16:1		7.05	4.83	4.55	2.65	9.34	7.95	7.93	3.84
C 18:0		5.47	5.80	9.14	8.55	4.68	5.23	3.20	3.72
C 18:1		18.27	26.83	50.24	56.20	14.46	14.01	13.76	48.54
C 18:2		1.52	15.34	13.20	9.29	1.54	3.55	6.71	6.23
C 18:3(?)		0.22	0.40	0.06	0.13	0.21	0.14	0.20	0.14
C 18:4(?)									
C 20:0(?)									
C 20:1		3.67	2.04	1.89	1.93	4.37	3.84	3.71	1.89
C 20:5		9.96	3.90	0.85	0.53	10.52	9.91	9.18	4.13
C 22:5		5.04	2.10	0.62	0.57	1.25	1.47	1.15	0.99
C 22:6		13.50	9.47	2.51	1.11	18.09	20.00	20.29	9.44

Lot 3, コーン油15%添加区

Table 13 に示したような結果が見られた。5%コーン油添加区と類似した変化を示すが、餌料油の影響はより大きい。すなわち oleic acid, linoleic acid の増加が著しく、他の高度不飽和脂肪酸は減少している。筋肉についても同様であるが、その変化はゆるやかである。Lot 2 の場合とは異なって、筋肉の脂肪酸組成は餌料投与後21日までに大きく変化している。

Table 13. Fatty acid composition of liver and flesh on yellow-tails fed the combined diet with 15% supplemental of corn oil (Lot 3). (%)

Fatty acids	Days	Liver				Flesh			
		1	8	21	43	1	8	21	43
C 12:0		0.01	0.09	0.06	0.15	0.18	0.06	0.22	0.05
C 12:1									
C 13:0		0.02	0.05	0.02	0.08	0.07	0.08	0.04	0.07
C 14:0		2.67	1.10	0.67	0.66	3.71	3.25	2.16	1.32
C 14:1		0.41	0.17	0.03	0.11	0.74	0.54	0.26	0.27
C 15:0		0.60	0.28	0.07	0.13	0.89	0.71	0.41	0.31
C 16:0		18.79	13.12	13.14	12.39	18.77	17.46	15.51	14.96
C 16:1		7.05	3.74	2.45	3.04	9.34	8.31	6.18	6.49
C 18:0		5.47	4.41	7.40	6.26	4.68	4.29	4.00	3.76
C 18:1		18.27	29.30	38.64	33.74	14.46	14.95	20.22	23.19
C 18:2		1.52	26.84	26.61	27.52	1.54	6.48	16.66	19.94
C 18:3(?)		0.22	0.22	0.19	0.43	0.21	0.19	0.52	t
C 18:4(?)									
C 20:0(?)									
C 20:1		3.67	1.63	1.48	1.50	4.37	4.04	0.67	2.04
C 20:5		9.96	2.85	0.43	0.67	10.52	9.74	4.69	2.46
C 22:5		5.04	1.71	0.48	0.73	1.25	1.47	0.70	1.06
C 22:6		13.50	6.32	1.03	2.27	18.09	19.35	10.57	10.28

t : trace

Lot 4, コーン油30%添加区

Table 14 に示したような変化が認められた。ここで明らかなことは餌料油の影響が大きく脂肪酸組成に現われ、oleic acid, linoleic acid が増加し docosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid, eicosapentaenoic acid の著しい減少が認められる。筋肉についても肝臓と同様な変化が見られる。しかし肝臓での脂肪酸組成変化が餌料投与後一週間で大きな変化を示すのに反して筋肉では8日以後21日までの間で大きな変化が認められるが肝臓ほど著しい高度不飽和脂肪酸の減少が認められない点は他区と同様である。

Table 14. Fatty acid composition of liver and flesh on yellow-tails fed the combined diet with 30% supplemental of corn oil (Lot 4). (%)

Fatty acids	Days	Liver				Flesh			
		1	8	21	43	1	8	21	43
C 12:0		0.01	t	0.09	0.12	0.18	t	0.19	0.18
C 12:1					t				
C 13:0		0.02	0.02	0.03	t	0.07	0.04	0.10	0.12
C 14:0		2.67	0.72	0.61	0.31	3.71	2.76	2.38	1.14
C 14:1		0.41	0.09	0.10	0.09	0.74	0.40	0.34	0.20
C 15:0		0.60	0.21	0.14	0.08	0.89	0.63	0.46	0.24
C 16:0		18.79	12.44	11.29	8.38	18.77	16.59	15.59	15.08
C 16:1		7.05	2.82	2.73	1.63	9.34	6.66	5.27	3.29
C 18:0		5.47	3.39	5.04	5.14	4.68	4.42	3.86	4.20
C 18:1		18.27	31.94	33.05	38.21	14.46	16.85	22.76	27.52
C 18:2		1.52	34.95	36.45	36.94	1.54	11.44	22.45	28.95
C 18:3(?)		0.22	0.18	0.42	t	0.21	0.28	0.37	t
C 18:4(?)									
C 20:0(?)									
C 20:1		3.67	1.05	1.23	1.21	4.37	3.47	2.59	2.00
C 20:5		9.96	1.60	0.79	0.31	10.52	8.25	5.46	3.15
C 22:5		5.04	1.06	0.23	0.26	1.25	1.35	1.01	0.71
C 22:6		13.50	3.44	1.23	0.53	18.09	16.86	10.00	7.55

t : trace

Lot 5, 5%タラ肝油添加区

Table 15 は5%タラ肝油添加餌料によって飼育したハマチの肝臓と筋肉の脂肪酸組成である。餌料の影響をうけて脂肪酸組成は変化しているが、添加油の影響をそのまま受けて変化しているとはいえない。著しいのは oleic acid の増加と docosahexaenoic acid の減少であり、タラ肝油に比較的多く含まれている高度不飽和脂肪酸の蓄積は特に認められない。大きな変化は1週間以後3週間までの間に起こっている。

筋肉についても肝臓と同様に oleic acid の増加傾向、eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid の減少傾向があるが、肝臓に比べて変化は少ない。

Lot 6, 15%タラ肝油添加区

Table 16 に脂肪酸組成変化を示した。肝臓では stearic acid, oleic acid, eicosaenoic acid は増加の傾向にあり eicosapentaenoic acid, docosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid は減少傾向にある。筋肉では肝臓より脂肪酸組成変化は遅いが、oleic acid, eicosaenoic acid は増加傾向を docosahexaenoic acid は減少傾向を示す。

Table 15. Fatty acid composition of liver and flesh on yellow-tails fed the combined diet with 5% supplemental of cod liver oil (Lot 5). (%)

Fatty acids	Days	Liver				Flesh			
		1	8	21	43	1	8	21	43
C 12:0		0.01	0.62	0.04	0.10	0.18	0.11	0.27	t
C 12:1									
C 13:0		0.02	0.94	0.02	0.05	0.07	0.09	0.14	0.15
C 14:0		2.67	2.38	0.93	1.24	3.71	3.01	3.76	2.76
C 14:1		0.41	0.71	0.06	0.08	0.74	0.61	0.47	0.30
C 15:0		0.60	0.75	0.07	0.09	0.89	0.67	0.55	0.36
C 16:0		18.79	13.83	27.73	19.25	18.77	16.64	17.67	16.82
C 16:1		7.05	9.18	3.47	4.92	9.34	8.05	8.68	6.87
C 18:0		5.47	2.69	5.03	7.64	4.68	4.64	4.73	5.35
C 18:1		18.27	21.87	48.47	49.67	14.46	14.33	19.64	24.75
C 18:2		1.52	11.27	4.14	5.89	1.54	3.39	6.26	8.30
C 18:3(?)		0.22	0.19	0.15	0.20	0.21	0.26	0.38	0.23
C 18:4(?)									
C 20:0(?)									
C 20:1		3.67	2.52	2.04	3.31	4.37	4.22	4.57	4.67
C 20:5		9.96	4.50	0.93	1.09	10.52	9.88	8.67	6.27
C 22:5		5.04	2.61	0.37	0.89	1.25	1.40	1.61	2.42
C 22:6		13.50	6.09	1.04	1.66	18.09	21.31	13.58	11.09

t : trace

Table 16. Fatty acid composition of liver and flesh on yellow-tails fed the combined diet with 15% supplemental of cod liver oil (Lot 6). (%)

Fatty acids	Days	Liver				Flesh			
		1	8	21	43	1	8	21	43
C 12:0		0.01	0.09	0.09	0.05	0.18	0.10	0.17	0.07
C 12:1									
C 13:0		0.02	0.03	0.06	0.02	0.07	0.09	0.11	0.06
C 14:0		2.67	1.49	2.94	1.34	3.71	3.05	4.07	2.74
C 14:1		0.41	0.20	0.22	0.12	0.74	0.59	t	0.30
C 15:0		0.60	0.33	0.26	0.15	0.89	0.64	0.38	0.38
C 16:0		18.79	18.35	19.34	15.74	18.77	17.90	17.21	15.16
C 16:1		7.05	7.28	10.00	7.23	9.34	8.39	9.94	8.18
C 18:0		5.47	5.83	6.10	7.38	4.68	4.29	4.31	4.57
C 18:1		18.27	33.95	36.23	40.26	14.46	14.49	20.71	21.76
C 18:2		1.52	4.23	4.06	3.41	1.54	3.40	4.03	3.97
C 18:3(?)		0.22	0.17	0.26	0.19	0.21	0.22	0.17	0.12
C 18:4(?)									
C 20:0(?)									
C 20:1		3.67	5.01	5.12	7.28	4.37	4.62	5.51	7.22
C 20:5		9.96	0.75	3.28	2.43	10.52	10.61	9.97	10.41
C 22:5		5.04	4.01	2.12	3.84	1.25	1.74	1.50	2.10
C 22:6		13.50	8.53	2.76	3.33	18.09	19.92	12.14	6.11

Lot 7, タラ肝油30%添加区

Table 17に示したような変化が認められる。タラ肝油5%添加区と同様な変化を示し oleic acid, linoleic acid, eicosaenoic acid は増加し eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid などの高度不飽和脂肪酸は減少する傾向にある。

Table 17. Fatty acid composition of liver and flesh on yellow-tails fed the combined diet with 30% supplement of cod liver oil (Lot 7). (%)

Fatty acids	Days	Liver				Flesh			
		1	8	21	43	1	8	21	43
C 12:0		0.01	0.08	0.10	0.05	0.18	0.10	0.34	0.06
C 12:1									
C 13:0		0.02	0.04	0.06	0.04	0.07	0.05	0.09	0.03
C 14:0		2.67	1.99	1.59	1.21	3.71	3.27	3.37	2.69
C 14:1		0.41	0.26	0.20	0.10	0.74	0.50	0.34	0.23
C 15:0		0.60	0.42	0.25	0.15	0.89	0.62	0.55	0.35
C 16:0		18.79	15.13	15.24	16.15	18.77	16.67	16.65	13.98
C 16:1		7.05	12.76	9.50	7.24	9.34	9.13	9.68	9.33
C 18:0		5.47	3.84	5.12	7.08	4.68	4.81	4.54	4.25
C 18:1		18.27	24.26	34.90	36.75	14.46	15.17	18.35	22.05
C 18:2		1.52	1.61	2.09	2.09	1.54	1.60	1.82	2.01
C 18:3(?)		0.22	0.25	0.19	0.24	0.21	0.45	0.13	0.26
C 18:4(?)									
C 20:0(?)									
C 20:1		3.67	4.73	6.93	7.45	4.37	4.77	5.93	6.58
C 20:5		9.96	8.62	5.94	3.74	10.52	10.66	11.51	9.49
C 22:5		5.04	3.59	3.65	4.30	1.25	1.74	1.50	2.13
C 22:6		13.50	11.91	4.60	4.10	18.09	19.48	13.43	12.25

Lot 8, イカナゴ区

Table 18 に示したような変化が認められた。この区で最も顕著な点は各種脂肪酸の含量が全期間を通じてあまり変動がなく、筋肉・肝臓の各脂肪酸含量の差が小さいことである。配合餌料区にみられた oleic acid の多量蓄積現象は全く認められない。

Table 18. Fatty acid composition of liver and flesh on yellow-tails fed raw sand eel (Lot 8). (%)

Fatty acids	Days	Liver				Flesh			
		1	8	21	43	1	8	21	43
C 12:0		0.01	0.01	0.20	0.06	0.18	0.06	0.12	0.32
C 12:1									
C 13:0		0.02	0.02	0.04	0.06	0.07	0.06	0.11	0.30
C 14:0		2.67	1.69	2.79	1.68	3.71	3.29	3.88	4.49
C 14:1		0.41	0.55	0.36	0.27	0.74	0.52	0.51	0.64
C 15:0		0.60	0.57	0.68	0.46	0.89	0.77	0.71	0.84
C 16:0		18.79	13.30	18.81	16.47	18.77	15.58	15.75	17.63
C 16:1		7.05	9.29	7.82	8.59	9.34	8.41	8.32	9.73
C 18:0		5.47	4.19	4.09	5.03	4.68	5.03	3.99	4.17
C 18:1		18.27	14.05	12.27	19.73	14.46	12.61	11.13	11.13
C 18:2		1.52	1.66	1.65	1.51	1.54	2.37	1.44	1.49
C 18:3(?)		0.22	0.28	0.20	t	0.21	0.35	0.23	0.23
C 18:4(?)									
C 20:0(?)									
C 20:1		3.67	2.31	3.34	2.55	4.37	4.59	4.83	3.86
C 20:5		9.96	7.01	9.96	6.17	10.52	11.35	11.67	8.86
C 22:5		5.04	2.95	2.83	5.20	1.25	1.85	1.06	1.55
C 22:6		13.50	22.26	20.70	11.95	18.09	22.86	24.03	16.64

t : trace

## 考 察

本実験の結果、顕著な点は、コーン油区とタラ肝油区に差が認められることおよび配合餌料区とイカナゴ区の間にも差があることである。前者は体長、体重変化や血液検査結果に、後者は肝量係数、一般化学成分分析結果、脂肪酸組成変化によく表われている。

一般的に1ヵ月半の飼育結果が網生簀で行なわれた餌料試験結果（依藤ら 1964, 1965, 南沢ら 1964, 1965, 中井ら 1964, 1965）と比較して、体長・体重の値が小さいことや、血液性状に現われた差が大きいことなどは、小型コンクリート水槽で飼育したという条件が意味をもつものであろう。肥満度についても、著者らの行なった昭和39年度のハマチ餌料試験の結果では、イカナゴ投与区で体重 200 g 前後までの肥満度増加傾向は著しく、20以上の値を示していたのにひきかえ、今回の試験では経時的な肥満度の増加は認められない。餌料試験の場合の環境条件については今後十分な検討を行なってゆく必要がある。

血液検査の結果である赤血球数、血色素濃度、球量値を用いて、平均赤血球容積 (mean corpuscular volume) 平均赤血球血色素濃度 (mean corpuscular hemoglobin concentration) 平均赤血球血色素 (mean corpuscular hemoglobin) を算出した。計算は次式によった。

平均赤血球容積 (mean corpuscular volume =  $M.C.V.$ )

$$M.C.V. = 10Ht/R \quad (\mu^3) \quad \text{ただし } Ht: \text{球量値}(\%)$$

$R$ : 赤血球 (100万/mm<sup>3</sup>)

平均赤血球血色素濃度 (mean corpuscular hemoglobin concentration =  $M.C.H.C.$ )

$$M.C.H.C. = 100Hb/Ht \quad (\%) \quad \text{ただし } Hb: \text{血色素量} (g/dl)$$

平均赤血球血色素量 (mean corpuscular hemoglobin =  $M.C.H.$ )

$$M.C.H. = 10Hb/R \quad (\mu \ell)$$

この結果を Table 19 に示した。この数値間には特に差異は認められず、コーン油投与区もタラ肝油投与

Table 19. Analysed descriptions of blood conditions.  
A. Mean Corpuscular Volume ( $\mu^3$ )

Days	Lot	1	2	3	4	5	6	7	8
	1	(127.5)							
7		115.1	89.0	112.4	115.9	85.7	95.6	109.5	92.5
21		80.0	110.9	94.3	100.5	104.5	106.4	84.2	76.4
43		98.1	133.6	100.8	98.7	88.5	85.3	91.8	101.6

B. Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (%)

Days	Lot	1	2	3	4	5	6	7	8
	1	(21.1)							
7		20.4	23.5	27.6	22.0	28.3	28.1	26.5	26.3
21		26.7	26.1	26.6	26.1	29.1	29.8	31.3	30.3
43		27.1	26.7	28.0	30.0	28.9	28.0	32.0	27.1

C. Mean Corpuscular Hemoglobin ( $\mu \ell$ )

Days	Lot	1	2	3	4	5	6	7	8
	1	(26.9)							
7		23.5	20.8	31.3	25.7	24.1	26.4	28.9	24.4
21		21.9	29.0	24.9	25.5	32.7	31.4	26.2	23.2
43		26.5	35.6	28.0	29.4	25.7	24.0	29.0	27.6

区も特に不均衡な血液性状を示していないが、コーン油区の赤血球数、球量値、血色素量の値が低いのは、全体的な栄養不良状態を示しているものといえよう。佐藤ら(1965)はハマチの血液性状について、平均赤血球血色素量、平均赤血球血色素濃度は成長に伴ってシグモイドカーブ状の増加を示すと述べているが、この実験では約1カ月半の期間にこのような系統的变化は認められなかった。

成長や血液性状に認められたコーン油、タラ肝油の差は魚の摂餌量とどのような関係を持つだろうか？石渡(1963)は魚の餌に対する嗜好性が魚の飽食量を決定する一要因となることを述べているが、本実験の総摂餌量について同一油量添加区ごとに比較すると明らかにコーン油区の摂餌量は少ないので、ハマチの嗜好性はタラ肝油の方に大きいといえよう。コーン油区、タラ肝油区について油添加量が増大すると増肉係数が大きくなることはTable 5に示した。これについては、投与餌料が練餌であるため、添加油量が多いほど加える水量が少なくなり、また油溶出量も多いので、総乾物量が増加してしまうためとも考えられるが、一方、多量の油の代謝が魚体の成長、餌料効率になんらかの影響を持つという可能性を全く否定してしまうことはできない。

Table 5と餌料の化学成分分析結果(Table 20)から1gあたりの魚生産に消費された熱量と蛋白質量を算出したのがTable 21である。これから、コーン油区とタラ肝油区にみられる成長や血液性状の差は総蛋白摂取量の差から生じているのではないかと推測され、この蛋白摂取量は魚の餌に対する嗜好性によって規制されているのであろう。しかし、熱効率や蛋白効率をコーン油区とタラ肝油区で比較すると明らかにタラ肝油区の方が良い点からみて、PHILLIPSらがニジマスについて述べているようにハマチでもタラ肝油はコーン油よりも効率がよいといえる。

Table 20. Chemical composition of diets (%).

Lot	1	2	3	4	5	6	7	8
Water	46.1	45.6	39.9	32.4	44.8	41.7	31.0	75.9
Protein	75.7	71.5	63.4	52.9	69.1	63.4	53.7	61.4
Fat	8.8	12.4	21.8	34.9	14.8	22.1	32.9	27.9
Carbo.	8.7	8.2	7.7	6.2	8.4	7.4	7.6	t
Ash	6.8	7.9	7.1	6.0	7.7	7.1	5.8	9.8

t : trace

Table 21. Protein and calorie efficiency.

Lot	Total food intake (g)	Total protein intake (g)	Total calorie intake (g)	Cal. required per g. of fish produced (cal)	Protein required per g. of fish produced (g)
1	3,009	2,277.8	12,541.6	5.8	1.0508
2	2,004	1,432.9	8,625.3	8.2	1.3596
3	2,775	1,759.4	13,337.4	12.6	1.6637
4	3,016	1,595.5	16,603.4	14.5	1.3937
5	3,294	2,276.2	14,599.1	6.1	0.9448
6	3,278	2,078.3	15,803.2	8.4	1.1007
7	4,513	2,423.5	24,429.2	12.1	1.2005
8	2,677	1,643.7	13,296.9	6.2	0.7655

蛋白効率が添加油量によって変化するのは、餌料の適正な配合比が蛋白効率を高める上で重要な意味をもつことを示すが、本実験では5%のタラ肝油添加が最も効果的で、1kgのハマチ生産に約950gの蛋白量を必要としている。PHILLIPSら(1964)がbrown troutで1kgの魚生産に必要な蛋白量として800gの値を



出しているのに比べ、やや高い値となっている。

餌料の配合比の問題が特に魚の生理代謝のいかなる点と関係が深いのかは全くわからない。しかし熱効率については能勢(1962)が記しているように TUNISON and McCAY (1935) がカワマスについて餌料中の脂肪含有量が7%でも25%でも脂肪の吸収率に差がないと述べているのに対して、本実験の消化率では、餌料中の多量油脂(30%以上)の消化は悪いようであり、熱効率の良否が消化吸收という段階で部分的には規制されるものと推測される。

餌料の配合比の問題については今後十分に研究、検討してゆく必要がある。

成長や血液性状の差と餌料の関係を規定する魚の物質代謝がどのように行なわれるかを知るための一助として肝量係数測定や脂肪酸分析を行なった。これらの結果は、コーン油区とタラ油区の差を示しているが、一方、配合餌料区とイカナゴ区との差も顕著に示していた。

肝量係数については、イカナゴ投与区は配合餌料区より小さな値を示し、各配合餌料区間におけるより大きな差があることから、配合餌料には肝量係数を増加させるなんらかの原因が含まれているものと考えられる。配合餌料区間ではコーン油、タラ肝油という油の種類にかかわらず15%油添加区で最小の値が示されていることから、餌料成分の配合比が肝量係数を決める要因の一つとなっていることが推測された。

脂肪酸組成についても、配合餌料区とイカナゴ区の変化には差があり、特に配合餌料投与区では特徴的な変化が認められた。

魚における餌料油の影響については古くから多くの人が研究している。大島(1924)はウナギ、コイにイワシや蚕蛹を与えた場合、魚は餌料脂肪に似た体脂を持つと述べ、豊水ら(1963)もニジマスについて餌料添加油の魚体脂肪酸組成におよぼす影響が大きいことを認めている。KELLYら(1958)もボラ(Mullet)について餌料中の魚油はほとんど変化することなく体内に貯蔵されると述べている。今回、ハマチについては必ずしも餌料油の影響がそのまま体脂質に現われるわけではないことが明らかになった。単に餌料中の油だ

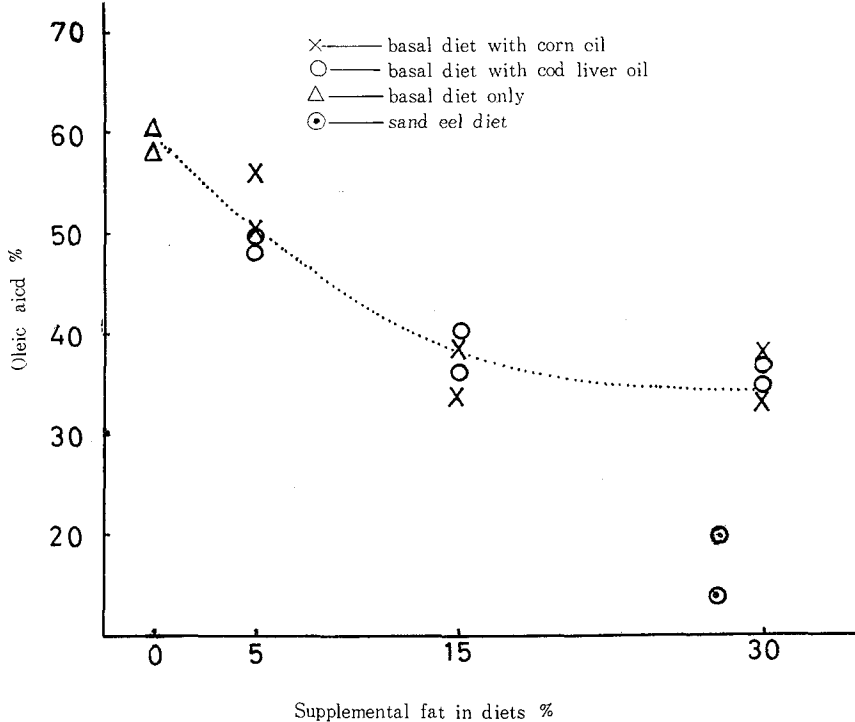


Fig. 6. Relation between the concentration of oleic acid in liver and supplemental fat in diets.

けではなく、他の成分の影響もあるのではないかと考えられる。得られた結果の中で最も著しいのは oleic acid の多量蓄積であり、他の脂肪酸組成変化もこの脂肪酸の影響を受けていると考えられる。oleic acid の変化を油添加量区ごとに図示したのが Fig. 6 である。これは 餌料投与後21日目と43日目における関係を示したものであり、この期間以前は比較的低い値が示されている。図から明らかのようにコーン油区もタラ肝油区も同じように5%添加区における oleic acid の蓄積が多いし、油無添加区はさらに大きな値を示す。MACDONALD (1962), MACDONALD ら (1964), CASEL ら (1965) は哺乳類について餌料中の炭水化物の種類によって、肝臓、脂肪組織、血清などの脂肪酸組成のパターンが変化し、特に starch は oleic acid の含有率を上昇させると述べている。ハマチの場合にも starch の影響によって oleic acid の蓄積が起こっているとも推測されるが、この場合、starch の影響は摂取される餌料油の影響と拮抗的に現われてくるようである。しかし、フェノール硫酸法で測定した肝臓炭水化物量と oleic acid の含量には特に相関は認められなかった。

豊水ら(1963)は淡水魚のニジマスでは成長に伴って餌料中に含まれている海産魚の高度不飽和脂肪酸がニジマス体脂質から次第に減少してゆくのの特徴的であると述べているが、この現象は本実験のような海産魚のハマチについても同様であった。ハマチについても本実験で使用した配合餌料の場合には oleic acid の増加とは逆に高度不飽和脂肪酸の減少が認められたが、筋肉ではタラ肝油を与えた場合にはコーン油にくらべて高度不飽和脂肪酸の減少はそれほど著しくない。高度不飽和脂肪酸は配合餌料区では減少するとはいえ、コーン油区よりタラ肝油区の方に多く検出されているので、餌料油の種類が魚体の脂肪酸組成に影響を与えるのは事実であろうが、この他に油の量や、他の餌料成分との比率、他の餌料成分の種類などが lipogenesis に大きな影響を与えていることが推測できる。なお、oleic acid と高度不飽和脂肪酸の中でも特に急激な減少傾向を示す docosaehaenoic acid との関係を図 7 に示した。

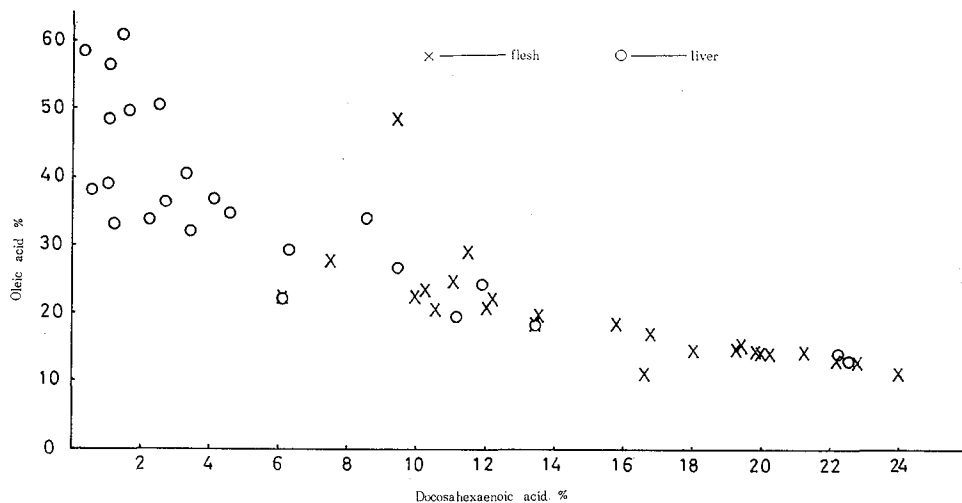


Fig. 7. Relation between the concentration of oleic and docosaehaenoic acid in flesh and liver.

stearic acid は oleic acid と同様にいずれも餌料中の stearic acid の含量以上に蓄積されている。stearic acid と oleic acid の関係を図示したのが Fig. 8 であるが、oleic acid の増加は stearic acid の増加と相関があるようである (相関係数  $r = 0.79$ )。しかし、筋肉についてはこの傾向は認められず比較的一定の値が維持される。oleic acid は stearic acid との間に相関があるとしても含量からいえば oleic acid が著しく多く、この脂肪酸は魚体内に蓄積されやすくかつ安定なものであろう。

linoleic acid はニジマスについて必須脂肪酸であるといわれているがハマチでは明らかでない。Fig. 9 に示されるように魚体の筋肉・肝臓に蓄積される linoleic acid は、コーン油区、タラ肝油区で明らかに異なる

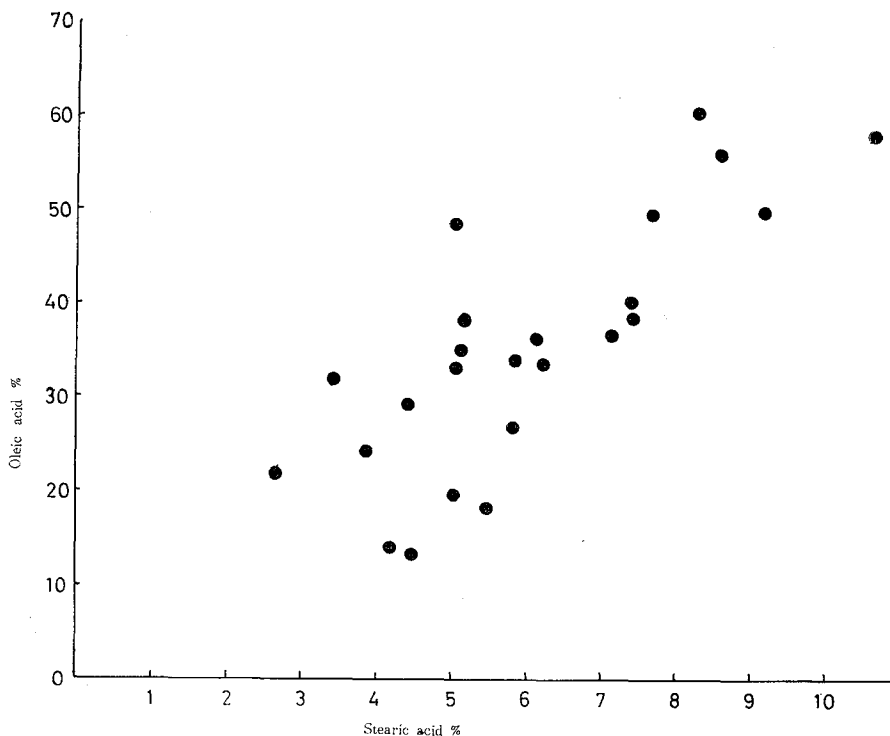


Fig. 8. Relation between the concentration of oleic acid and stearic acid in liver.

っており、その蓄積量は餌料中linoleic acid含量に大きく左右される(Fig. 10)。また、linoleic acidの蓄積は肝臓については餌料投与後1週間までの間に起こっており、それ以後はほぼ一定の値を維持する。筋肉中に蓄積される linoleic acid 量は肝臓に比べて徐々に餌料中のそれに影響される。

GRUGER ら (1964) も述べているように海産魚類には一般に linoleic acid 含量は少ないが、本実験の場合、全体の脂肪酸の1.5%以上を維持していた。linoleic acid はハマチの成長に必須であるか否かはわからないが、多量投与が成長に大きな影響を与えるとはいえない。

MEAD ら (1960) によると魚における高度不飽和脂肪酸の代謝は哺乳類におけるものと質的にはほとんど変わらず、linoleic acid が arachidonic acid に転換されると述べているが、このような代謝経路があるとしても linoleic acid が高度不飽和脂肪酸に転換されて蓄積されることはわからなかった。

これらの脂肪酸分析結果から、総合的にみると、餌料の質、配合比の影響が体脂肪酸組成に現われているといえる。従って餌料によって魚の物質代謝にそれぞれ差を生じているといえよう。

本実験では魚の各形質の一部について、単に一時期の変動をとらえたにすぎず、これら餌料に対する魚自体の一種の適応ともいふべき変化の意味付け、栄養物質の肝臓筋肉間の移行の問題、消化吸収の問題、物質代謝の速度などについては今後詳細な研究を行ない生物自体と餌料という環境がどのような機構によって相互関係を持つのかを明らかにしてゆく必要がある。

## 要 約

ハマチにおよぼす油の影響を知るために、陸上水槽で1か月半にわたり、ハマチの飼育試験を行なった。

餌料組成は Table 1 に示した。

1. コーン油とタラ肝油では成長において、タラ肝油が明らかに優れた効果を有することがわかった (Fig. 1, Table 2)。
2. 血液性状 (赤血球数, 球量値, 血色素濃度) ではタラ肝油摂取魚が正常に近いと思われる値を示した (Fig. 2—5)。
3. 摂餌量はコーン油添加餌料区の方が少なく、ハマチはタラ肝油に嗜好性を持つと考えられ、成長, 血液性状に現われる差は, 蛋白総摂取量と関連があると推測された。
4. 餌料転換効率, 蛋白効率からみると本実験範囲内でハマチに最も有効な配合餌料は, 5%タラ肝油添加餌料であった (Tables 5—21)。

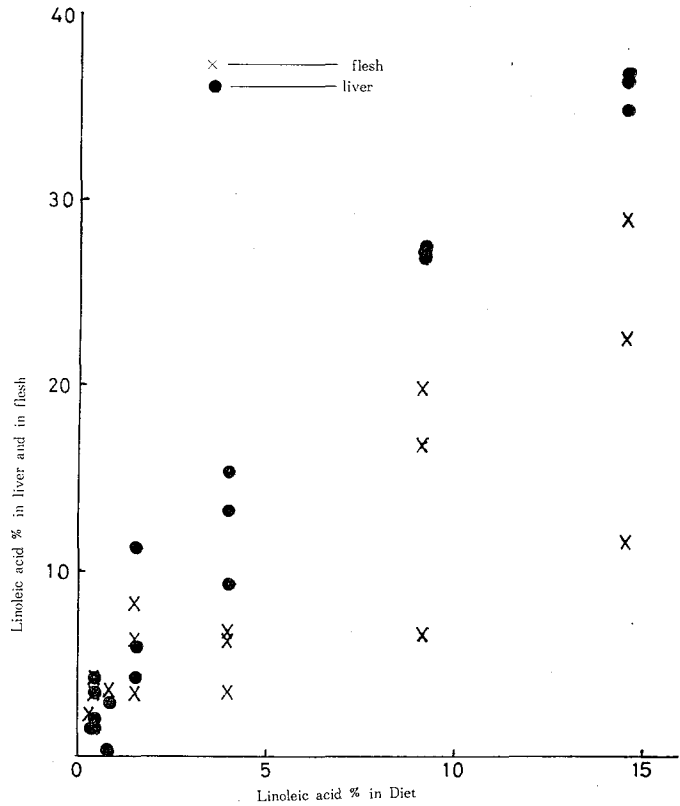


Fig. 9 Relation of linoleic acid concentrations between deposited fat in flesh and liver, and diets.

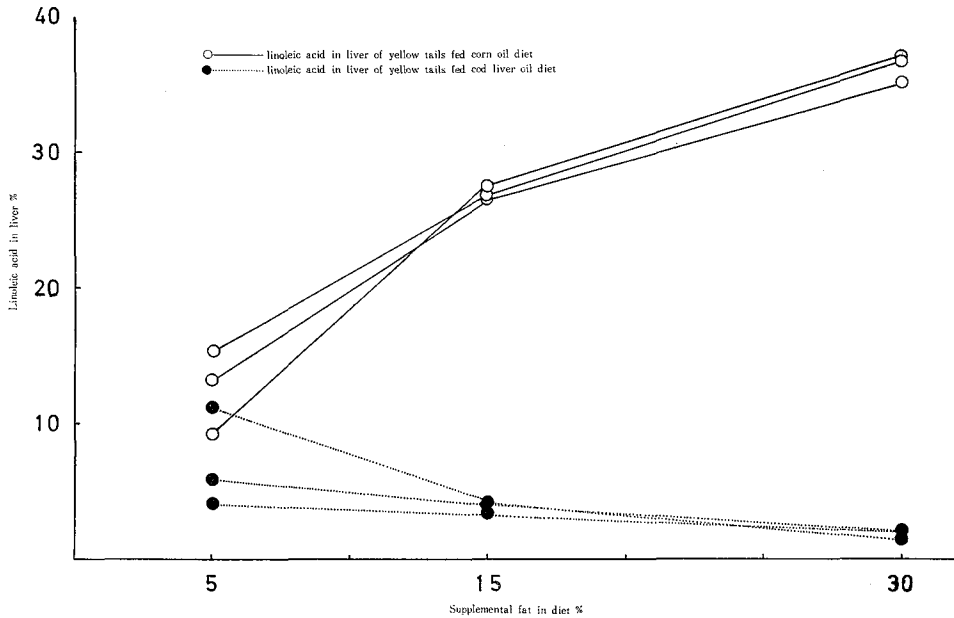


Fig. 10 Difference of linoleic acid deposit in liver with various concentrations of supplemental fat.

5. 肝量係数は配合餌料の場合、配合比の影響をうけるものと推測された。また鮮魚餌料を与えた魚の肝量係数は、配合餌料を与えたものにくらべて小さな値を示した (Table 4)。
6. 魚の肝臓筋肉の一般化学成分は餌料の油の影響をうけて変化し、特に油は餌料中の含油量が多いほど体内蓄積量も多くなっている。またコーン油の方が蓄積されやすいといえる (Tables 8, 9)。
7. 蛋白消化率は餌料中の油の含量が多くなってもあまり変わらないが、油の消化率は含油量が30%になると低下する傾向があった (Table 7)。
8. 脂肪酸組成は餌料の影響を大きくうける。餌料中の油の種類だけでなく、他の成分との比率の問題、他の成分の種類などが lipogenesis に影響を与えるものと推測された。また、肝臓の脂肪酸組成は餌料の影響を大きくかつ急激にうけるが、筋肉に起こる変化は小さく、また、かんまんであった (Tables 10—18)。

## 文 献

- ACKMAN R. G. and BURCHER R. D. 1963: A proposed basis for the systematic identification of unsaturated fatty acid esters through gas-liquid chromatography on polyester substrates. *J. Chromatography*, 11, 185-194.
- \_\_\_\_\_ 1963: Structural correlation of unsaturated fatty acid esters through graphical composition of gas-liquid chromatographic retention times on a polyester substrate. *J. Amer. Oil Chemists' Soc.*, 40 (10), 558-564.
- CASEL J. J. and HOLMAN R. T. 1965: The effect of kind of dietary carbohydrate upon the composition of liver fatty acids of rat. *J. Amer. Oil Chemists' Soc.*, 42, 1134-1141.
- FOLCH G., LEES M. and SLONESTANLEY G. H. 1957: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. B. C.*, 226, 497-
- 古川 厚・梅津 武司・塚原 宏子・船江 克美・岩田 勇 1966: 養魚餌料の研究 第V報. 1964年度的人工配合餌料によるハマチ小割飼育試験の結果について—1. 本誌, (23), 45—56.
- 東 秀雄・金子徳五郎・石井清之助・増田 績・杉橋 孝夫 1964: 養魚餌料における脂質の役割に関する研究—1. 日水誌30(9), 778—785.
- 石渡 直典. 1963: 魚の摂餌量に関する研究 (東京大学・学位論文).
- KELLY P. B., REISER R. and HOOD D. W. 1958: The origin and metabolism of marine fatty acids: The effect of diet on the depot fats of *Mugil cephalus* (the common mullet). *J. Amer. Oil Chemists' Soc.*, 135 (5), 189-192.
- MACDONALD I. 1962: Some influences of dietary carbohydrate on liver and depot lipids. *J. Physiol.* 162, 334-344.
- \_\_\_\_\_ and BRAITHWAIT D. M. 1964: The influence of dietary carbohydrate on the lipid pattern in serum and in adipose tissue. *Clin. Sci.*, 27 23-30.
- MEAD J. F., M. KAYAMA and REISER R. 1960: Biogenesis of polyunsaturated acid in fish. *J. Amer. Oil Chemists' Soc.*, 37 (9), 438-440.
- METCALF L. D. and SCHMITZ A. A. 1961: The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*, 33 (3), 363-364.
- MIWA T. K. 1963: Identification of peaks in gas-liquid chromatography. *J. Amer. Oil Chemists' Soc.*, 40 (7), 309-313.
- NICOLAIDES N. and WOODALL A. N. 1962: Impaired pigmentation in chinook salmon fed diets deficient in essential fatty acids. *J. Nutrition*, 78 431-437.
- 能勢 健嗣. 1962: 魚類における消化と吸収. 日水誌, 28(10), 1033—1042.

- 大島 信夫. 1924 : 養殖鯉鰻の体脂性状の変化について 水産試験場報告. (6), 223-228.
- PHILLIPS A. M. 1949 : The addition of cod liver oil to the diet of trout. Fisheries Research Bulletin, (12), 23-26.
- \_\_\_\_\_ 1950 : The effect of dietary fat upon the growth, mortality and chemical composition of brook trout. Fisheries Research Bulletin, (14), 5-8.
- \_\_\_\_\_ HAMMER G. L., EDWARDS J. P. and HOSKING H. F. 1965: Dry concentrates as complete trout food for growth and egg production. Prog. Fish-Cult., 25 (4), 155-159.
- 豊水 正道・川崎 賢治・富安 行雄・1963 : ニジマスの脂肪酸組成におよぼす餌料油の影響・日水誌, 29 (10), 957-961.