

養魚餌料の研究第V報*

1964年度の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——その1

古川 厚・梅津武司・塚原宏子・船江克美・岩田 勇

STUDIES ON FEED FOR FISH-V

RESULTS OF THE SMALL FLOATING NET CULTURE
TEST TO ESTABLISH THE ARTIFICIAL DIET AS
COMPLETE YELLOW-TAIL FOODS (1964)

Part 1

Atsushi FURUKAWA, Takeshi UMEZU, Hiroko TSUKAHARA
Katsumi FUNAE and Isamu IWATA**

In the culture of yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* TEMMINCK et SCHLEGEL, sand eel, *Ammodytes personatus* GIRARD, anchovy, *Engraulis japonica* (HOULTUYN), and jack mackerel, *Trachurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL), are usually used as available diets and have been considered to have various merits for the fish culture. But these fresh fish diets are perishable and cause the dietary disease. In order to avoid such defect of the fresh food fishes, it may be desirable to accomplish the artificial diets as complete yellow-tail foods.

As a preliminary study for the exploitation of artificial feed mixture, two artificial feed mixtures were tested against sand eel diet, one of which was a modified formulation of the Oregon pellet and the other was a reformed type of the Halver's trout culture diet.

The experiment was carried out during from August 11 to October 26 (1964) in the experimental small floating net (3 × 3 × 3 m), set in the offshore of the laboratory located at Ono near Hiroshima. The water temperature, salinity and the other environmental conditions there varied with the season. The net was exchanged to keep the foulings away from it at times. The food supply was adjusted the amount to, in dry basis, equivalence of sand eel, which was restricted to 80 percent of sufficient feeding. The yellow-tails were fed twice or three times each day. Body length and weight of fish were measured weekly and according to these values, feeding level for the following interval was adjusted.

Results obtained are summarized as follows.

1) Three diets used in this experiment were the frozen sand eel, the mixed diet (fresh fish meat-meal mixture diet) and the synthetic diet (Tables 1, 2, 5).

2) There were differences in the rate of growth in weight and length (Figs. 1, 2). The sand eel diet was the most efficient, and the synthetic diet the worst.

* 本報告の一部は昭和40年度日本水産学会年会で発表した 内海区水産研究所業績第116号

** 日本農産工業中央研究所

3) The difference of fatness among three diets was also observed, and both the sand eel diet and the mixed diet were more efficient than the synthetic diet (Fig. 3)..

4) It may be considered that there are some correlations between the fatness and the growth of gonad, therefore, the composition and the size of diet fed at each stage of fish condition must be sufficiently studied in the future.

5) On the relative growth of the body weight and liver weight (liver weight/body weight \times 100), the fish fed with the sand eel diet gave higher value than that with the artificial diets (Fig. 6). On the contrary, in the case of pyloric caeca weight, the fish fed with synthetic diet showed the highest value (Fig. 8).

6) The observed conversions of food into flesh were most efficient after feeding the sand eel diet, followed in order by the mixed diet and the synthetic diet.

7) There were also differences in the protein required per kilogram of fish produced, and both the sand eel diet and the mixed diet were more efficient than the synthetic diet.

8) Chromic oxide was used as an indicator of the digestibility. Gross estimation of protein digestibility showed that the synthetic diet has considerably lower value than the sand eel and also the mixed diet.

9) None of these artificial diets may be considered as food suitable for raising the yellow-tail at this time.

緒 言

ハマチ養殖が海面養魚の中心であること、またその養魚経営の中で餌料費の占める割合がきわめて高いことが本事業の大きな問題であることは多くの人々によって指摘されているところである。

現在使用されている餌料はイカナゴ、カタクチイワシ、アジなどのいわゆる鮮魚餌料であり、これらはいずれもそれなりの特長をもっていることは否定出来ないが、その反面多くの欠点を有することも見のがすことのできないところである。

企業体規模の拡大は地先鮮魚餌料依存の枠をこえ、冷凍魚の使用を必要とし、そのための不利もあながち見のがすことの出来ないものがある。特に投餌までの間におこる餌料魚の質的变化は餌料性疾患の原因ともなりかねない現状にある(古川・梅津, 1965)。

われわれは、比較的保存性に富んだ、品質の均一化を期待しうる人工配合餌料の作製が、今後の海面養魚事業の安定と近代化に役だつものと考え、そのための研究に着手した。

鮮魚餌料にしろ人工配合餌料にしろ、その改善あるいは餌料を含む養魚技術全体の改良をはかるためには、栄養化学的、生理生態学的基礎を明らかにしなければならない。このためにはまず一定品質の基本餌料の作製が必要となるのは明らかなことであり、人工配合餌料の研究はこのような研究段階の問題としてもきわめて重要な意義をもっている。

いままでにも人工配合餌料によるハマチの飼育試験がなかったわけではないが、これらは必ずしも成功の域に達したものは考えられない。それには未解決の多くの問題を含んでいることは事実であり、早急に何らかの打開の道をこうじなければならない。このためにわれわれは未完成ながらも貴重な内容をもつ従来の試験結果を参照しながら今後の研究を積み重ねて行かなければならないであろう。

第V報においては主として1964年に実施した小割飼育試験のなかで試験魚の餌料別成長、内臓の増重状態、あるいは供試餌料の効率など生物学的計測資料を中心に考察した。

本試験実施にあたっては生産部、資源部各位に多大の援助を受けた。また共同研究者である日本農産工業株式会社からは研究費、研究用餌料ならびに研究員の派遣を受けた。これらのご厚意に対して感謝の意を表す。また東京大学橋本芳郎教授、香川大学岡市友利助教授には常に適切な助言をいただきかつまた文献その他で色々ご援助をいただいた。ここに深く謝意を表す。

試 験 方 法

試 験 魚

宮崎県地先沖合で採捕したモジャコを栽培漁業協会上浦事業所で飼育した。この種苗を1964年7月25日事業所々属活魚船で大野分屋前に設置したモジ網小割に移し、1日3回ミンチしたイカナゴを給餌し予備飼育した。

試験飼育期間および飼育方法の概要*

前記予備飼育魚を3群(1群300尾)に分け、3種の試験餌料をもって8月11日より10月26日まで飼育試験をした。試験小割設定場所の概要は第IV報に示したごとく(古川・他, 1965)、大野分室前約200m沖、水深は満潮時約8mで底質は泥である。周囲には他の構築物は全くなく、潮流は東西方向で最高時約3ノットであり、小割設置場所としては必ずしも良好な条件ではない。

使用した小割は $3 \times 3 \times 3$ m網生簀である。

試験にさきだち、各群は10日間の各餌料に対する馴致飼育をした。試験飼育にあたっては給餌量はイカナゴを基準に、魚体重が100g以下の場合には1日に魚体重の30~35%、300g以上に成長したものについては10~15%を目安とし、1日の給餌回数は前者で3回、後者で2回ずつ行なった。

飼育試験中網に附着物が多くついた時は随時網がえを行なったが、寄生虫の駆除は特にしなかった。

* 飼育方法などの詳細基準は水産庁調査研究第二課：昭和39年度はまち餌料研究報告。昭和40年5月に記載されたものに準じた。

餌料はできるだけ調餌後の変質をふせぐことに留意した。

餌料の種類と組成

今回試験に使用した餌料は3種類である。すなわちイカナゴ餌料, 混合餌料および人工配合餌料である*。なお混合餌料の組成内容はいわゆる Oregon pellet の改変型であり (FUBLou, 1963), 人工配合餌料の組成は Halver 型の改良である。

3種の餌料の混合比, 使用した魚粉のアミノ酸組成および調製後の餌料の一般分析値については, 第1表, 第2表に一括表示した。

Table 1. Composition in percent of concentrates tested as three types of yellow-tail foods.

Diet fed	Sand eel	White fish meal	Fish soluble	α -corn starch	Vitamin mixture	Corn oil	Choline chloride	Anti-oxidant	Minerals	C-salts of polyphosphoric acid	Chromium oxide	CMC
Sand eel	100											
Mixed diet	40	40	6	10	1.5	1.8	0.6	0.1		1.5 ^x	0.2 ^x	
Synthetic diet		44	8	25.4	3	10	0.6	0.1 ^x	4		0.2 ^x	5

Vitamin mixture as follows

Minerals as follows

Vitamin	Purity	Potency/pound	U. S. P XII Salt mixture	
Ascorbic acid	>98%	24,000.0mg	NaCl	4.35 %
Biotin	>98%	16.3	MgSO ₄	13.70
B ₁₂	132mg/kg	11,551.5	Na ₂ HPO ₄	8.72
d- α -Tocopheryl acetate	250I. U. /g	40,000.0	K ₃ PO ₄	23.98
α -Calcium pantothenate	>98%	3,061.2	CaHPO ₄	13.58
Folic acid	>98%	204.1	Ferric citrate	2.97
Menadione	>94%	170.2	Calcium lactate	32.70
Niacin	>98%	5,102.0	TOTAL	100.00
p-Aminobenzoic acid	>98%	8,163.2		
Pyridoxine hydrochloride	>98%	510.2	USP XII Salt mixture	100,000mg
Riboflavin	>92%	1,521.7	Aluminum chloride	18
Thiamine hydrochloride	>98%	612.2	Zinc sulfate	375
Inositol	>97%	50,515.4	Cuprous chloride	11
			Manganous sulfate	80
Wheat flour(base)		304,972.0	Cobaltous chloride	17
TOTAL		454,000.0	Potassium iodide	105

Table 2. Proximate analysis and content of amino acids in used white fish meal.**

Proximate analysis of the white fish meal (in percent).

Crude protein	Crude fat	Crude ash	Moisture	Ca	P	A. V.	P. O. V.	NH ₃ -N
76.4	3.41	15.5	4.4	4.71	2.79	44.5	17.4	mg% 0.076

* これら餌料は水産庁指定研究餌料であり, この場合はイカナゴ餌料を指定餌料No. 1, 混合餌料をNo. 2, 人工配合餌料を指定餌料のNo. 4と呼ぶことにしているが, 本報告では本文のごとく呼称した。

Content of amino acids

Amino acid	Content (g/100g)
Arginine	4.97
Aspartic acid	7.25
Cystine	0.18
Glutamic acid	10.73
Glycine	4.06
Histidine	1.63
Isoleucine	3.54
Leucine	5.97
Lysine	3.36
Methionine	2.09
Phenylalanine	3.22
Proline	3.11
Serine	3.26
Threonine	3.34
Tyrosine	2.63
Valine	3.75

** By Nippon Nosan Kogyo Co. Ltd. Central Laboratory.

試験魚の測定

魚体測定は予備飼育開始時、本飼育試験開始時ならびに1週間ごとに50尾を無作為に取りあげ、M. S. 222の1/10,000溶液で麻酔した後、体重、尾又長および体長を測定した。また必要に応じ3群のそれぞれの尾数をかぞえ、給餌量の計算に資した。

内臓重量(肝臓、脾臓、幽門垂、胃、腸)は8月11日、9月15日ならびに10月27日に測定した。

試験結果および考察

成長

平均体重、平均体長でみた成長状態は第1図および第2図に示した通りである。いずれの場合にも、イカナゴ餌料区、混合餌料区、人工配合餌料区の順に成長が悪くなっている。特に人工配合餌料区の成長は

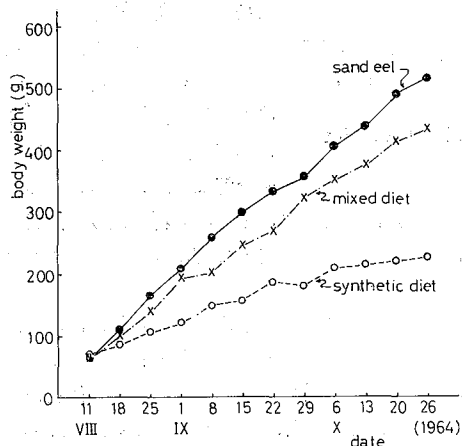


Fig. 1. Growth rates in body weight of yellow-tail.

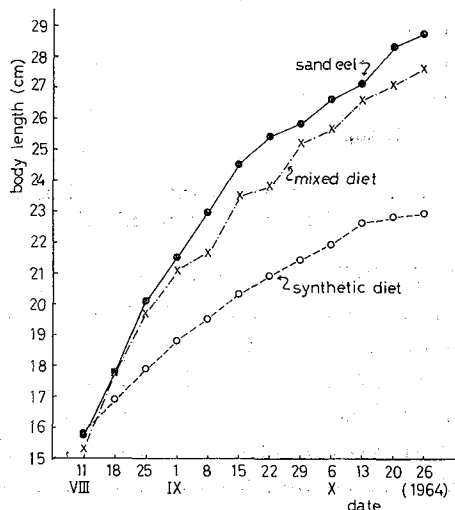


Fig. 2. Growth rates in body length.

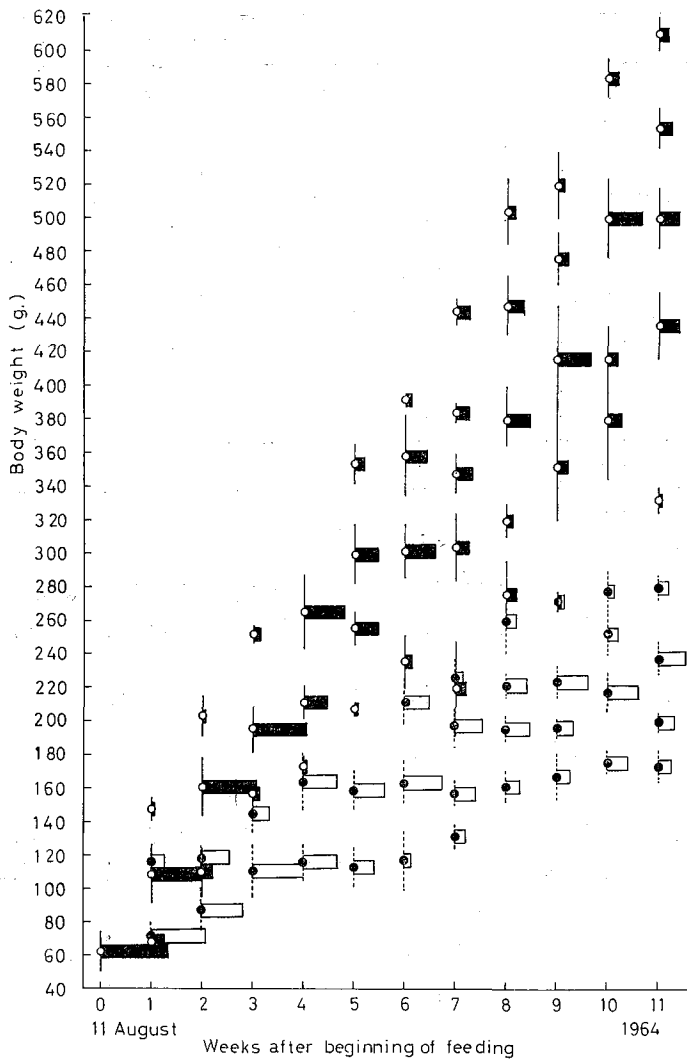


Fig. 3. Separation patterns observed in the sand eel diet lot (—○□) and the synthetic diet lot (—●□)

示す。イカナゴ餌料区においては試験当初1群とみなせるものが、1週間後にすでに3群となり5週目で4群を作り、7週目には5群を形成している。一方人工配合餌料区においても群の分解は成長とともに進み7週目には4群となっている。

以上のような群形成が、いかなる理由によるものかは今回の試験結果のみでうんぬんするわけにはいかないが、給餌方法、制限給餌などにもその原因があると考えられる。いずれにしても養魚の目的からは群形成が今の段階では不可避なことであるとしても、大型魚体群の割合を大きくすることが望ましい。餌料研究もこの方向に進むことが考えられるべきであり、早急に養魚技術上に活用出来る法則をは握する必要がある。

イカナゴ餌料区の最小群と人工配合餌料区の最大群との間に前者の餌料区内にみられる群差とあまりかわ

はなはだしく劣っていることが今回の試験結果の特長である。このことのみをもってしても今試験に使用した人工配合餌料に多くの欠陥があることは明らかである。

多くの場合成長にともない標準偏差も大きくなるが、今回の試験においても各餌料区ともに上記傾向がみられた。また変異係数の大小はある程度それぞれの特徴を裏書きするものと考えられる場合があるが、本試験には3者の間に特記するほどの特長はみられなかった。

平均体重に関する事項はすでに述べた通りであるが、このような増重過程を示したイカナゴ餌料区と人工配合餌料区ではいかなる体重群が形成されたのであろうか。成長過程における群形成の姿こそ小割養魚の技術的内容の具体的反映であるし、比較的放養密度の高い小割養魚における群生態の実体を解析し、より効果的な養魚技術の開拓の手がかりを提供する。第3図はイカナゴ餌料区、人工配合餌料区から得た資料を使い、HARDING (1949) の図表分析を用いて求めた体重群の変化の推移である。詳細は別報にゆずるとしても、成長過程における群の分解はきわめて複雑な様相を

らぬ差しか認められないとは、今回の人工配合飼料の有効性が否定されるとしても、今後の改良によりある程度の希望はもちうることを示していると考ええる。なお第4図はイカナゴ餌料区の第4週目より第5週目への移行に際して生じた群の分解を示した模式図である。図中矢印をもって大方の移行を示したが、実際には個々の個体をとると必ずしもこのような移行ではないかも知れない。ある一時期に同一群に属する魚であっても、必ずしも成長 potential が同一である保証はないし、むしろそれぞれの potential は異なっている

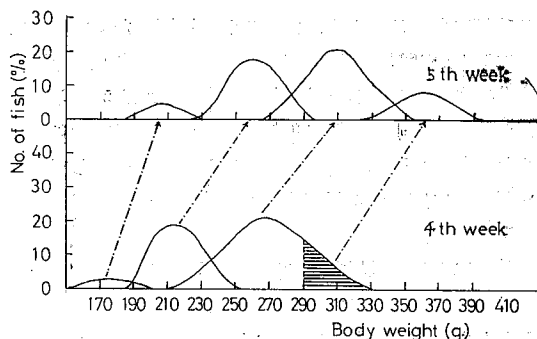


Fig. 4. A diagram of group separation (the sand eel diet lot)

るとみた方がよいかも知れない。同一体重であっても血液性状などがきわめて異なっている場合などが特に養殖魚にみられるが、このような事実も上記事例を立証するものであろう。個体別移行の姿は今後標識試験により明らかにされるであろう。

肥 満 度

3 飼料区の試験当初と最終期の平均肥満度は第3表に示した。試験魚の最初の区割りつけは注意したが予

Table 3. Summary of feeding experiments with yellow-tail throughout experimental period (Aug 11. to Oct. 26)

Diet fed	Initial				Final				Amount of supplied food (kg)	Total conversion	
	Average body length (cm)	Average body weight (g)	Average fatness	Number of fish	Average body length (cm)	Average body weight (g)	Average fatness	Number of fish			
Sand eel...	5.76	66.15	16.91	293	28.75	514.0	21.63	210	670	6.21	...wet
Mixed diet...	15.30	66.17	18.48	294	27.58	434.2	20.60	266	196	1.74	...dry
									216	2.10	...dry
Synthetic diet...	15.85	69.39	17.43	294	22.87	225.3	18.84	165	284	7.93	...wet
									125	3.49	...dry

備馴化飼育中の影響もあって均一化はかなりみだれていた。しかしながら、いずれの区においても最終期の平均肥満度は大きくなっている。肥満度でも成長の項でみたと同様の結果であり、増大率はイカナゴ餌料区が最大で人工配合飼料区が最小となっている。

第5図は週別飼料別肥満度の変化推移を示したものである。各飼料区ともかなりの変化を示しているが、その中で最小の変化を示すのはイカナゴ餌料区である。一応このような週ごとの変化を認めた上で全体的傾向をみると、肥満度の増大は4週目までが顕著でそれ以後は比較的緩慢となっている。これに対し混合飼料区、人工配合飼料区の変化推移は大きく特に後者はきわめて周期性に富んだ変化が推定される。かくのごとき変化の原因を明らかにすることはきわめて困難なことであるが、変化が大きくなる4週目ごろから、生殖腺の存在が肉眼的にも明瞭となり、成長段階が変

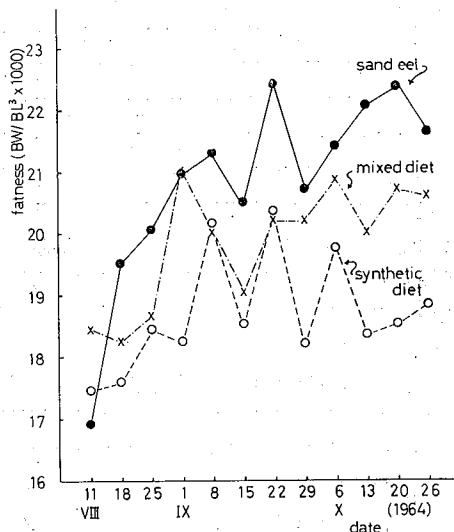


Fig. 5. Changes of average fatness.

わる時期にあたることも、なんらかの原因となっているであろう。このような生理的にも変化が予想される時期に適した餌料は特別な組成をもつ必要があり、今回使用した人工配合餌料が、このような点できわめて不十分であったことが試験の結果に現われたと考える。

なお同時期は飼育水温に顕著な変化がみられないにもかかわらず、人工餌料区では全般的に食欲の低下がみられ、体色も著しく褪色しはじめることと一致している。

成長段階に応じた餌料組成については今後に課せられた大きな問題であろう。

内臓諸器官重量

餌料差による内臓諸器官の重量差がいかに現われるかを若干検討した。この検討結果が、直接生理的にいかなる意味をもつものであるかは、現在のわれわれのもつ知識のみでは説明できない。

しかしながら餌料研究において、単に成長のみを指標とする餌料効果の優劣判定では、そこに生じた現象発現の機構にさかのぼり解析することは困難でもあるし、多くの実験を必要とする。したがって餌料改善を一つの目的とするような研究にあたっては必ずしも満足すべきものではない。内臓諸器官の重量変化の計測は、魚体成長現象の内にある機構の一端を知るための試みとして考えている。またこのことは使用餌料による餌料性疾患の存在を知る手段ともなればと考案採用した。

いずれにしても、内臓諸器官重量の問題は、組織学的諸見、生化学的知見の蓄積などとあいまって今後十分に検討しなければならない。今回はそこに行くまでの初歩的考察である。

測定結果は一括して第4表に示した通りである。すべて各餌料区から無作為抽出して得た魚について行なった。

魚の健康状態などを比較的顕著に反映するものとして肝臓は血液とともによくとりあげられる。しかし上記のように、ハマチについて肝臓の状態がその時の魚の常異状とどのように対応するかについての知識はきわめて少なく、むしろ皆無の状態であるといっても過言ではあるまい。したがって今回も単に現象的考察にとどまらざるをえなかった。

第6図は各餌料ごとの体重と肝臓重量の相対成長を示したものであり、第7図は各測定期ごとの餌料別の結果である。これらはいわゆる肝重比(肝重量/体重×100)に相当するものである。

第6図から各餌料区ごとの体重(B)、肝臓重量(L)の成長推移には概略 $L = aB^b$ の関係が成立すると考えることができる。a, bは常数である。

詳細な解析は別にしても各餌料区の a, b 値には若干の差がみられる。一応 a は別として、b についてみるとイカナゴ餌料区と混合餌料区とでは大差なく、人工配合餌料区が他の二者と若干異なる。肝重比は魚体成長にもなって大きくなる傾向があるわけであるが、人工配合餌料区は比較的肝臓増重が体重増に比して小さい。このことは第7図からも考えられる。

また第7図から時期別餌料別の体重と肝臓重量との関係を見ると、8月ではほとんどなんらの差も認められない。これは10日間の餌料馴化期間中の変化であることを考えれば当然なことかも知れない。9月の事情はやや異なり、イカナゴ餌料区と人工配合餌料区とではかなりの差がみられる。前者の肝臓重量が相対的に大きい。混合餌料区は両者の中間とみることが出来る。10月になると3餌料区とも類似の傾向をもつようになるが、イカナゴ餌料区、混合餌料区ともに個体差が大きくなる。このような時期的傾向の差が、3餌料

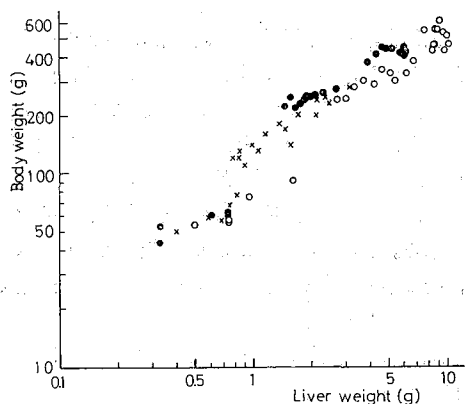


Fig. 6. Relation between body weight and liver weight.

-the sand eel diet lot
-the mixed diet lot
- ×.....the synthetic diet lot

Table 4. Summary of several organs wet weight (g)

	Sand eel						Mixed diet						Artificial diet																																																																													
	B		L		Sp		Pc		St		In		B		L		Sp		Pc		St		In																																																																			
	B	L	Sp	Pc	St	In	B	L	Sp	Pc	St	In	B	L	Sp	Pc	St	In	B	L	Sp	Pc	St	In																																																																		
August 11	91	1.59	0.04	1.04	1.66	1.13	63	0.74	0.09	1.55	1.44	0.75	69	0.76	0.08	1.31	1.36	0.92	59	0.59	0.09	1.49	1.48	0.82	77	0.82	0.10	1.41	1.88	1.19	57	0.75	0.04	0.85	1.62	0.80	44	0.43	0.02	0.81	0.77	0.58																																																
	54	0.50	0.02	0.90	1.22	0.42	53	0.33	0.03	0.96	0.78	0.65	59	0.59	0.09	1.49	1.48	0.82	77	0.82	0.10	1.41	1.88	1.19	57	0.75	0.04	0.85	1.62	0.80	44	0.43	0.02	0.81	0.77	0.58																																																						
	75	0.95	0.04	1.48	1.80	0.82	64	0.75	0.02	0.15	1.35	0.70	77	0.82	0.10	1.41	1.88	1.19	57	0.75	0.04	0.85	1.62	0.80	44	0.43	0.02	0.81	0.77	0.58	270	2.69	0.20	3.78	3.75	2.18	260	2.30	0.32	3.65	3.10	2.70	240	1.85	0.19	3.65	3.50	1.71	230	1.76	0.30	3.65	3.69	2.39	220	1.64	0.15	3.29	3.65	1.90	250	1.58	0.20	3.50	4.00	1.95	250	2.02	0.25	3.05	3.70	2.29	250	1.88	0.19	3.00	3.70	2.21	225	1.49	0.15	1.85	3.70	1.38	250	2.00	0.30	4.20	3.55	2.33
	57	0.75	0.04	0.85	1.62	0.80	61	0.61	0.49	1.19	0.93	0.70	57	0.68	0.05	1.65	1.45	0.96	50	0.40	0.04	0.90	1.30	0.82	180	1.35	0.12	3.50	2.99	1.50	130	1.05	0.15	2.12	1.80	1.29	110	0.90	0.15	1.49	1.68	1.20	140	1.58	0.15	2.53	2.30	1.60	170	1.45	0.20	3.76	3.05	2.10	130	0.85	0.05	1.91	2.12	1.50	140	0.98	0.11	3.11	1.80	1.40	120	0.78	0.08	1.93	1.62	1.15	160	1.15	0.09	3.68	2.18	1.59	120	0.83	0.05	2.25	1.45	1.10						
	56	0.75	0.02	1.20	1.48	0.72	44	0.43	0.02	0.81	0.77	0.58	270	2.69	0.20	3.78	3.75	2.18	260	2.30	0.32	3.65	3.10	2.70	240	1.85	0.19	3.65	3.50	1.71	230	1.76	0.30	3.65	3.69	2.39	220	1.64	0.15	3.29	3.65	1.90	250	1.58	0.20	3.50	4.00	1.95	250	2.02	0.25	3.05	3.70	2.29	250	1.88	0.19	3.00	3.70	2.21	225	1.49	0.15	1.85	3.70	1.38	250	2.00	0.30	4.20	3.55	2.33																		
	420	8.42	0.45	6.20	7.80	1.87	270	2.69	0.20	3.78	3.75	2.18	260	2.30	0.32	3.65	3.10	2.70	240	1.85	0.19	3.65	3.50	1.71	230	1.76	0.30	3.65	3.69	2.39	220	1.64	0.15	3.29	3.65	1.90	250	1.58	0.20	3.50	4.00	1.95	250	2.02	0.25	3.05	3.70	2.29	250	1.88	0.19	3.00	3.70	2.21	225	1.49	0.15	1.85	3.70	1.38	250	2.00	0.30	4.20	3.55	2.33																								
September 15	330	6.20	0.38	4.50	5.12	2.30	260	2.30	0.32	3.65	3.10	2.70	240	1.85	0.19	3.65	3.50	1.71	230	1.76	0.30	3.65	3.69	2.39	220	1.64	0.15	3.29	3.65	1.90	250	1.58	0.20	3.50	4.00	1.95	250	2.02	0.25	3.05	3.70	2.29	250	1.88	0.19	3.00	3.70	2.21	225	1.49	0.15	1.85	3.70	1.38	250	2.00	0.30	4.20	3.55	2.33																														
	290	4.20	0.56	3.52	3.59	1.45	240	1.85	0.19	3.65	3.50	1.71	230	1.76	0.30	3.65	3.69	2.39	220	1.64	0.15	3.29	3.65	1.90	250	1.58	0.20	3.50	4.00	1.95	250	2.02	0.25	3.05	3.70	2.29	250	1.88	0.19	3.00	3.70	2.21	225	1.49	0.15	1.85	3.70	1.38	250	2.00	0.30	4.20	3.55	2.33																																				
	240	2.68	0.38	2.20	3.20	1.65	230	1.76	0.30	3.65	3.69	2.39	220	1.64	0.15	3.29	3.65	1.90	250	1.58	0.20	3.50	4.00	1.95	250	2.02	0.25	3.05	3.70	2.29	250	1.88	0.19	3.00	3.70	2.21	225	1.49	0.15	1.85	3.70	1.38	250	2.00	0.30	4.20	3.55	2.33																																										
	245	3.00	0.38	2.54	2.73	1.95	220	1.64	0.15	3.29	3.65	1.90	250	1.58	0.20	3.50	4.00	1.95	250	2.02	0.25	3.05	3.70	2.29	250	1.88	0.19	3.00	3.70	2.21	225	1.49	0.15	1.85	3.70	1.38	250	2.00	0.30	4.20	3.55	2.33																																																
	345	4.60	0.42	4.42	4.90	2.15	250	1.58	0.20	3.50	4.00	1.95	250	2.02	0.25	3.05	3.70	2.29	250	1.88	0.19	3.00	3.70	2.21	225	1.49	0.15	1.85	3.70	1.38	250	2.00	0.30	4.20	3.55	2.33																																																						
	380	6.68	0.50	4.35	4.50	2.35	250	2.02	0.25	3.05	3.70	2.29	250	1.88	0.19	3.00	3.70	2.21	225	1.49	0.15	1.85	3.70	1.38	250	2.00	0.30	4.20	3.55	2.33																																																												
300	5.42	0.49	5.20	3.20	1.95	250	1.88	0.19	3.00	3.70	2.21	225	1.49	0.15	1.85	3.70	1.38	250	2.00	0.30	4.20	3.55	2.33																																																																			
280	3.32	0.38	3.75	3.60	1.52	225	1.49	0.15	1.85	3.70	1.38	250	2.00	0.30	4.20	3.55	2.33																																																																									
305	3.71	0.34	5.67	5.10	1.65	250	2.00	0.30	4.20	3.55	2.33																																																																															
October 27	535	9.50	0.75	16.05	5.75	2.32	440	4.80	0.50	8.82	6.42	3.49	420	7.09	0.52	7.85	5.04	3.95	440	5.25	0.48	9.11	4.92	3.45	400	6.02	0.31	6.29	4.80	3.31	380	3.95	0.29	5.69	4.90	2.89	460	8.70	0.39	9.50	4.61	3.94	450	5.98	0.70	10.65	5.81	4.80	420	5.65	0.45	6.48	3.84	3.65	450	4.62	0.69	9.30	5.20	4.62	410	4.30	0.38	5.98	5.30	3.49																								
	510	10.60	0.90	13.90	5.85	2.95	420	7.09	0.52	7.85	5.04	3.95	440	5.25	0.48	9.11	4.92	3.45	400	6.02	0.31	6.29	4.80	3.31	380	3.95	0.29	5.69	4.90	2.89	460	8.70	0.39	9.50	4.61	3.94	450	5.98	0.70	10.65	5.81	4.80	420	5.65	0.45	6.48	3.84	3.65	450	4.62	0.69	9.30	5.20	4.62	410	4.30	0.38	5.98	5.30	3.49																														
	545	7.65	0.60	10.80	9.85	2.70	440	5.25	0.48	9.11	4.92	3.45	400	6.02	0.31	6.29	4.80	3.31	380	3.95	0.29	5.69	4.90	2.89	460	8.70	0.39	9.50	4.61	3.94	450	5.98	0.70	10.65	5.81	4.80	420	5.65	0.45	6.48	3.84	3.65	450	4.62	0.69	9.30	5.20	4.62	410	4.30	0.38	5.98	5.30	3.49																																				
	460	10.55	0.55	9.38	5.65	3.70	400	6.02	0.31	6.29	4.80	3.31	380	3.95	0.29	5.69	4.90	2.89	460	8.70	0.39	9.50	4.61	3.94	450	5.98	0.70	10.65	5.81	4.80	420	5.65	0.45	6.48	3.84	3.65	450	4.62	0.69	9.30	5.20	4.62	410	4.30	0.38	5.98	5.30	3.49																																										
	330	5.05	0.35	5.20	3.55	1.90	380	3.95	0.29	5.69	4.90	2.89	460	8.70	0.39	9.50	4.61	3.94	450	5.98	0.70	10.65	5.81	4.80	420	5.65	0.45	6.48	3.84	3.65	450	4.62	0.69	9.30	5.20	4.62	410	4.30	0.38	5.98	5.30	3.49																																																
	460	8.50	0.38	8.00	9.00	2.59	460	8.70	0.39	9.50	4.61	3.94	450	5.98	0.70	10.65	5.81	4.80	420	5.65	0.45	6.48	3.84	3.65	450	4.62	0.69	9.30	5.20	4.62	410	4.30	0.38	5.98	5.30	3.49																																																						
	550	8.90	0.45	12.18	5.70	2.38	450	5.98	0.70	10.65	5.81	4.80	420	5.65	0.45	6.48	3.84	3.65	450	4.62	0.69	9.30	5.20	4.62	410	4.30	0.38	5.98	5.30	3.49																																																												
	550	8.70	0.50	11.18	5.30	2.42	420	5.65	0.45	6.48	3.84	3.65	450	4.62	0.69	9.30	5.20	4.62	410	4.30	0.38	5.98	5.30	3.49																																																																		
	430	9.70	0.40	11.62	7.10	2.08	450	4.62	0.69	9.30	5.20	4.62	410	4.30	0.38	5.98	5.30	3.49																																																																								
	610	9.20	0.40	11.78	6.50	2.90	410	4.30	0.38	5.98	5.30	3.49																																																																														

B : Body weight, L : Liver weight, Sp : Spleen weight, Pc : Pyloric caeca weight, St : Stomach weight, In : Intestine weight

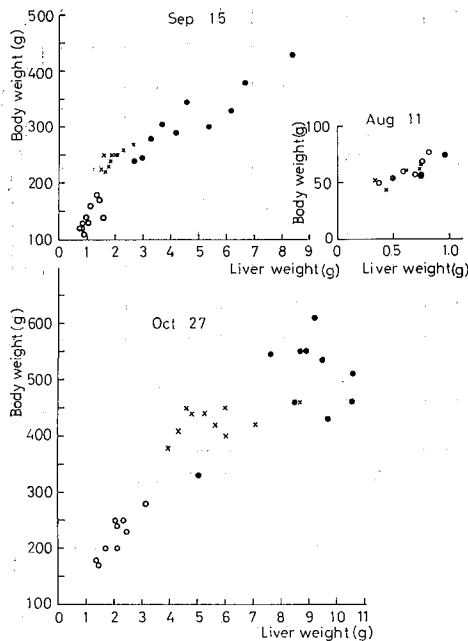


Fig. 7. Relation between body weight and liver weight.

-the sand eel diet lot
- ×.....the minced diet lot
-the synthetic diet lot

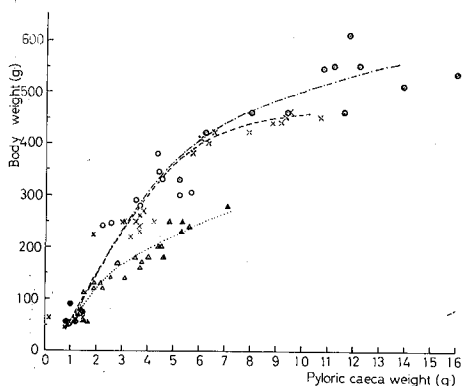


Fig. 8. Relation between body weight and pyloric caeca weight.

- October
- September
- August
- △October
- △September
- ▲August
- ×October
- ×September
- ×August

のいかなる特性によるものかは、にわかには判断することはできないが、人工配合飼料が他とは別の顕著な影響をもつことは成長の悪さとあわせ考えると明らかなことである。

次に幽門垂重量について考察する。ハマチの幽門垂がどのような機能をもつものであるかは今後の課題であるが、試験中の観察結果から、イカナゴ飼料投与の場合は幽門垂中に飼料の存在はほとんどみられないが、人工配合飼料の場合はきわめて多量の飼料が幽門垂中にみられる。このような差がなぜ生ずるかは今のところ不明であるが今後の人工配合飼料改善にあたっては見のがすことの出来ない現象である。

第8図は体重と幽門垂重量との関係を示したものである。各飼料区ともに成長するにつれて幽門垂重量が相対的に大きくなることは肝臓の場合と全く一致する。体重と幽門垂重量との間には、肝臓で成立した関係式が成立する。

3飼料区間ではイカナゴ飼料区が最も幽門垂重量の相対増重が小さく、人工配合飼料区が最大を示している。混合飼料区はその中間に存在する。人工配合飼料区の幽門垂重量が体重との相対値で最大となることは、上記のごとく飼料が幽門垂に入るための結果であろう。(ただし今回は幽門垂からは飼料を十分に取出しているため、器官自体の重量である。)

体重に対する肝重量比と幽門垂重量比の推移が人工配合飼料区で顕著な差を示すのは興味あることで、それぞれの臓器の増重には異なった機構のあることを示すものとして考えるべきであろう。蓄積脂肪の問題も当然配慮する必要がある。

いずれにしても肝臓、幽門垂の体重との相対成長には飼料差による変化がみられ、このことは魚の健康度との関連で今後の飼料改善の上で十分注意すべき事柄である。

胃、腸、脾臓などについてもいろいろ興味ある結果がみられるが、いずれも人工配合飼料区が特異な位置を占めることが明らかになる。この点では肝臓、幽門垂で得た結果と類似するので詳細な論議は省略し資料をあげるのみに止めた。

飼料効率

飼料効率を表わす方法はいろいろあるが、今回は増肉係数を中心に考察した。試験全期間にわたる増肉係数は第3表に示した通りである。

湿重量基準では人工配合飼料、イカナゴ飼料、混合

餌料区の順で小さくなるが、乾物基準では人工配合餌料、混合餌料、イカナゴ餌料区の順となる。増肉係数で表わされる効率から人工配合餌料が他の餌料に比して劣っていることが明らかに認められる。各週間の各餌料の増肉係数の変化は第9図に示した。イカナゴ餌料は試験後期に進むに従って大きくなる傾向がみられるが、全般的にきわめて変化の少ないことが特長である。これに対して混合餌料および人工配合餌料はかなり大きな変化を示す。特に後者ではその変化が大きい。

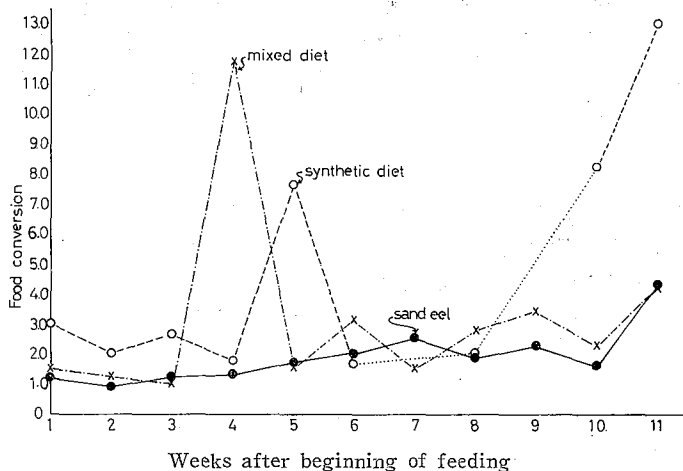


Fig. 9. Food conversions produced by test diets.

増肉係数変化の原因についての確定した説明は出来ないが、実際的にはこのような大きな変化を示すことは好ましくない結果をきたすわけで、餌料に多くの欠陥があることの反映と考える。この点から今回の人工配合餌料には多くの不十分さが存在することとなる。いずれにしても極言すれば今回の人工配合餌料は餌料効率の点では論外のものであるかも知れない。

餌料蛋白の利用率はどの程度であったか。今回使用した各餌料の一般分析結果は第5表に示した。この

Table 5. Typical proximate analysis of diets (in percent)

	Sand eel		Mixed diet		Synthetic diet	
	Wet basis	Dry basis	Wet basis	Dry basis	Wet basis	Dry basis
Moisture	72.5	—	35.1	—	52.8	—
Protein	14.5	52.9	39.7	61.1	20.0	42.5
Fat	7.6	27.6	4.9	7.5	5.2	11.0
Ash	2.4	8.6	9.2	14.2	4.6	9.9
Others	3.0	11.9	10.1	17.2	17.4	36.6

値および第3表にもとづき試験期間中に使用された餌料蛋白総量は乾物基準で、イカナゴ餌料区、混合餌料区、人工配合餌料区でそれぞれ104,000 g, 132,000 g, 53,000 gとなる。これらの数字と期間増重とから魚体1 kg生産するのに必要な蛋白量を求めると、それぞれ921 g, 1,280 g, 1,482 gとなる。PHILLIPSら(1964)がBrown trout (*Salmo trutta*)でおこなった人工配合餌料の試験では約800 gの値が得られている。これらの値に比較すると最高の効率を示したイカナゴ餌料区の場合でもかなり大きな値を示している。他の餌料区ではきわめて大きい。すなわち、今回使用した混合餌料、人工配合餌料の蛋白効率はきわめて低いものであることがわかる。蛋白効率の向上も今後の大きな課題である。

3種の餌料について蛋白消化率を乾式酸化クローム法により測定した数回の平均結果は、イカナゴ餌料で84%、混合餌料で90%、人工配合餌料では61%であった。これらの値は他の研究者(北御門・他, 1965; 佐藤・他, 1965)の得た結果と近似なものであり、人工配合餌料の消化率の低いことが目につく。以上のよう

に蛋白利用率の低いことが、今回の成長その他に大きな差を生じた一つの原因であることはまちがいない。魚粉自体に基本的な問題があるのか、餌料栄養比などにその原因があるのかはさらに今後の研究にまたざるをえないわけであるが、他の試験からみて澱粉の混在が大きな影響をしていることは見のがすことの出来ないところであろう。

要 約

1964年8月11日より10月26日までの間、3種の餌料を用いハマチの小割飼育試験を実施し、魚体成長、肥満度、内臓諸器官重量および餌料効率の点から考察して次のような結果を得た。

- 1) 使用した3種の餌料は、冷凍イカナゴ、混合餌料および人工配合餌料である。
- 2) 体重、体長からみた成長ではイカナゴ餌料区が最もよく、次いで混合餌料区、最も成長の悪いのは人工配合餌料区であった。
- 3) 3餌料区の中で最大の肥満度を示したのはイカナゴ餌料区であり、最小は人工配合餌料区であった。飼育期間中の週ごとの変化ではイカナゴ餌料区が最小であり、他の餌料区はかなり大きい。
- 4) 成長段階と肥満度との間には、なんらかの関係があると考えられ、今回の人工配合餌料がこのような関係に十分適合していたとは考えられず、今後成長段階に応じた餌料組成、形状などについて十分な研究が必要である。
- 5) 内臓諸器官重量については特に肝臓、幽門垂について考察し、飼育中体重と肝臓重量の相対成長ではイカナゴ餌料区が肝臓重量増が大きく、人工配合餌料区は小さい。幽門垂の場合は全くこの逆がみられた。
- 6) 餌料の増肉係数では乾物基準で人工配合餌料、混合餌料、イカナゴ餌料の順に小さくなり、この点でも人工配合餌料はよくなかった。
- 7) 蛋白効率の点でもイカナゴ餌料が最もよく、人工配合餌料が最も悪い結果を得た。
- 8) 蛋白消化率ではイカナゴ餌料、混合餌料はともに80%以上であるに対して、人工配合餌料は60%台の値を示し、今後改良すべき点を多く残している。

文 献

- 古川 厚・梅津武司. 1965: 養魚餌料の研究一Ⅱ. ビタミンE添加イカナゴによるハマチの飼育結果について. 内水研C輯, (4), 61—69.
- ・塚原宏子・岩田 勇. 1965: —————Ⅳ. 飼育試験における餌料効果の差、特に成長差を生ずる原因としての地方差について. 同誌, (4), 77—85.
- FUBLON, W. F. 1963: Oregon pellets. *Prog. Fish-Cult.*, 25(4), 175—180.
- HARDING, J. P. 1949: The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distribution. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 23, 141—153.
- 北御門学・高橋 喬・野田宏行・森下達雄・立野新光. 1965: ブリ若年魚における餌料成分の消化率. 日本水産誌, 34(2), 133—137.
- PHILLIPS, A. M., HAMMER, G. L., EDWARDS, J. P. & HOSKING, H. F. 1965: Dry concentrates as complete trout food for growth and egg production. *Prog. Fish-Cult.*, 27(4), 155—159.
- 佐藤正明・川西正衛・北島 力・荒川好満. 1965: 配合餌料によるハマチの養成試験一Ⅰ. 広島県水試報告, 25(1), 1—37. (なお、兵庫県、愛媛県、福井県、各水試事業報告1965. 参照)