

養成クロダイの成長と外部形態について*

高井 徹・溝上 昭男・松井 魁

Study on the Growth and External Characters of the Cultured
Black Bream, *Mylio macrocephalus* (BASILEWSKY)

By

Tōru TAKAI, Akio MIZOKAMI and Isao MATSUI

We believe it to be indispensably necessary to aquiculture and the development of fishery resources to investigate the growth and morphological variation of fishes to be caused by the differences in their ecological environment and nutrition.

From this point of view the authors have pursued investigations of the cultured black bream, *Mylio macrocephalus* (BASILEWSKY) concerning the effect of the amount of food given to the fish upon its growth rate, weight-multiplication rate, decreasing rate and food quotient. We have also compared the natural black bream with the cultured one in their respective external morphological characters. The results obtained from the present investigation may be briefly summarized as follows:

- 1) The growth-rate, weight-multiplication rate and food quotient are directly proportional to the amount of food given to the fish.
- 2) The decreasing rate is inversely proportional to the amount of food given to the fish.
- 3) As to external morphological variations, a well-grown cultured black bream exceeds an ill-grown one in trunk length, caudal length, body height, fin-ray length and distance from the tip of the snout to the origin of the dorsal or anal fin, but the reverse is the case with the eye diameter, head length and distance from the tip of the snout to the origin of the pectoral fins of the fish.
- 4) Morphological differences between the natural and the cultured black bream can be recognized in the following eight external characteristics, viz., trunk length; distance from the tip of the snout to the origin of either dorsal or pectoral fin; respective length of the pectoral, the anal and the ventral fin; length of the dorsal fin base; body weight.

The cultured black bream exceeds the natural one in the coefficient mean value, so far as the eight above-mentioned characteristics are concerned.

* 水産講習所研究業績 第277号, 1959年7月21日 受理

ま え が き

クロダイの稚魚・未成魚に関し、妹尾 (1912)、神谷 (1915)、岸上 (1916)、梶山と西岡 (1930) 等が形態について、木下 (1936) は性について、大島 (1942) は成長についてそれぞれ報告しているが、異なった生息環境によって生ずる成長度の相違や、形態の変異についての業績は見ない。

そこで著者らは夏期内湾に現われる稚魚を異なった投餌量で養成したばあいの成長度、増重倍率、餌料係数および減耗率などを求め、そしてこれらの養成群と自然環境のなかで成長した天然群とのそれぞれの間における外部形態の差異および変異の傾向などについて追求した。

採集と飼育に協力していただいた田名臨海実験実習場吉岡俊夫氏に深謝する。

実験材料および方法

養成に用いた稚魚は1958年7月14日に山口県熊毛郡沿岸で採捕した全長1.3~1.8 cmのもので、これを長さ65 cm、幅50 cm および深さ45 cm のコンクリート製水槽 2面にそれぞれ30尾放養し、これをAおよびB群とした。水槽の底部には厚さおよそ、5 cm に砂を敷き、中央部には大小の石をおいて隠れ場を与えた。また水槽には毎分およそ 6 l の海水を海から導入して循環させた。

養成期間および投餌量は、7月14日から27日までの14日間は餌付けおよび日間捕食量を知るための予備期間として、A群には総放養魚体重の30%、B群には20%に相当する重量の餌を与え、そして7月28日から10月10日までA群に20%、B群に10%をそれぞれ与え、15日毎に取りあげて全長および体重を記録し、再び放養した。なお、15日間を1期間とし第1期より第6期までとした。

餌料は餌付け期間にはゴカイ *Nereis japonica* を小さくきざんで金網の上におき、これを水槽の中層に懸垂した。以後はマアヂ *Trachurus japonicus*、マイワシ *Sardinia melanosticta* およびホンサバ *Pneumatophorus japonicus japonicus* などの生鮮肉を小さく切って投与した。

増重倍率 (W)、餌料係数 (F)、減耗率 (N) はそれぞれ次式によって求めた。

$$W = \frac{w_1 - w_0}{w_0}, \quad F = \frac{w_1 - w_0}{f}, \quad N = \frac{n_0 - n_1}{n_0} \times 100$$

ただし、放養時の重量を w_0 、尾数を n_0 、収納時の重量を w_1 、尾数を n_1 、養成期間の総投餌量を f とする。

なお、養成期間における5日間毎の平均水温の変化は第1図の通りである。

形態の変異についてしらべた材料は養成実験の終了日(1958年10月10日)に平生湾で採捕した天然産 (N) のものと、養成した A および B 群で (第1表)、体形の測定部位は第2図に示すように18形質で、これらの形質をそれぞれ全長 (TL) で除して100倍した係数の群別平均値を求めて比較した。各群の間の有意差の限界は

$$4 \leq \frac{|M_A - M_B|}{\sqrt{A(p\epsilon)^2 + B(p\epsilon)^2}}$$

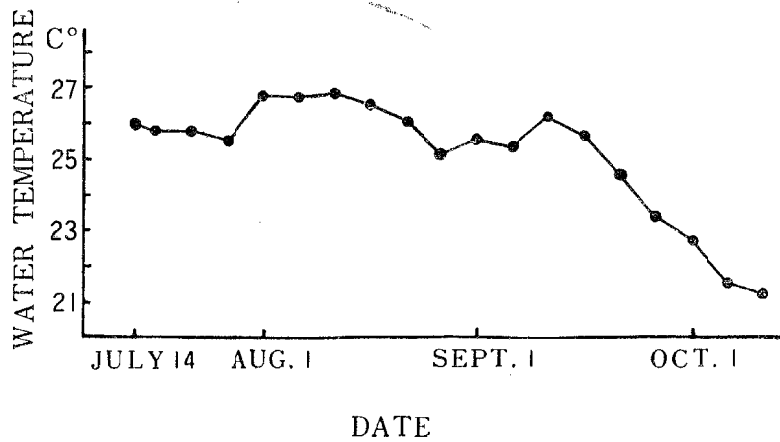


Fig. 1. Variations of the mean water temperature every fifth day during the culture of black bream, *M. macrocephalus*.

Table 1. Comparison of total length and body weight of black bream, *M. macrocephalus* cultured under the differentiated conditions. Well-grown fish was cultured by the amount of food equivalent to 20 percent total body weights, and 10 percent for ill-grown one respectively.

Condition	No.	Total length (cm)		Body weight (g)	
		Range	Mean value	Range	Mean value
Natural fish (N)	10	8.10~9.30	8.65±0.09	8.80~12.20	10.68±0.33
Well-grown cultured (WG)	10	5.90~9.40	7.59±0.22	3.40~13.50	7.47±0.63
Ill-grown cultured (IG)	10	4.75~6.80	5.70±0.16	1.80~ 5.30	3.02±0.26

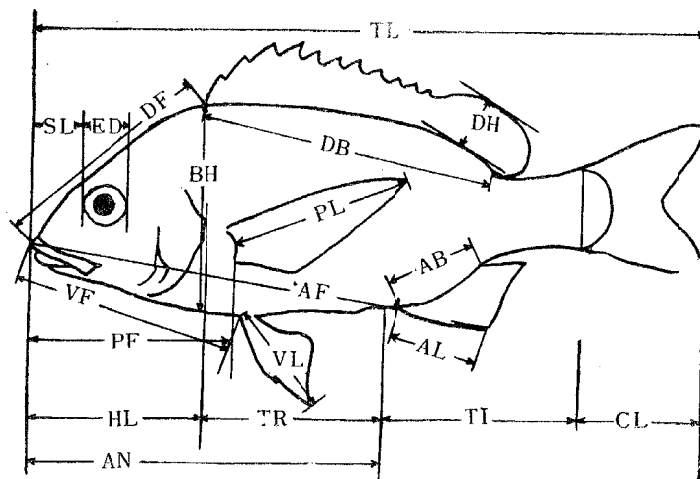


Fig. 2. Topography of the external measurements of the immature black bream, *M. macrocephalus*. AN, Anal length; AL, anal fin length; BH, body height; CL, caudal fin length; DB, dorsal fin base length; DF, distance from tip of snout to origin of dorsal fin; DH, dorsal fin depth; ED, eye diameter; HL, head length; PF, distance from tip of snout to origin of pectoral fin; PL, pectoral fin length; SL, snout length; TI, tail length; TR, trunk length; VF, distance from tip of snout to origin of ventral fin; VL, ventral fin length.

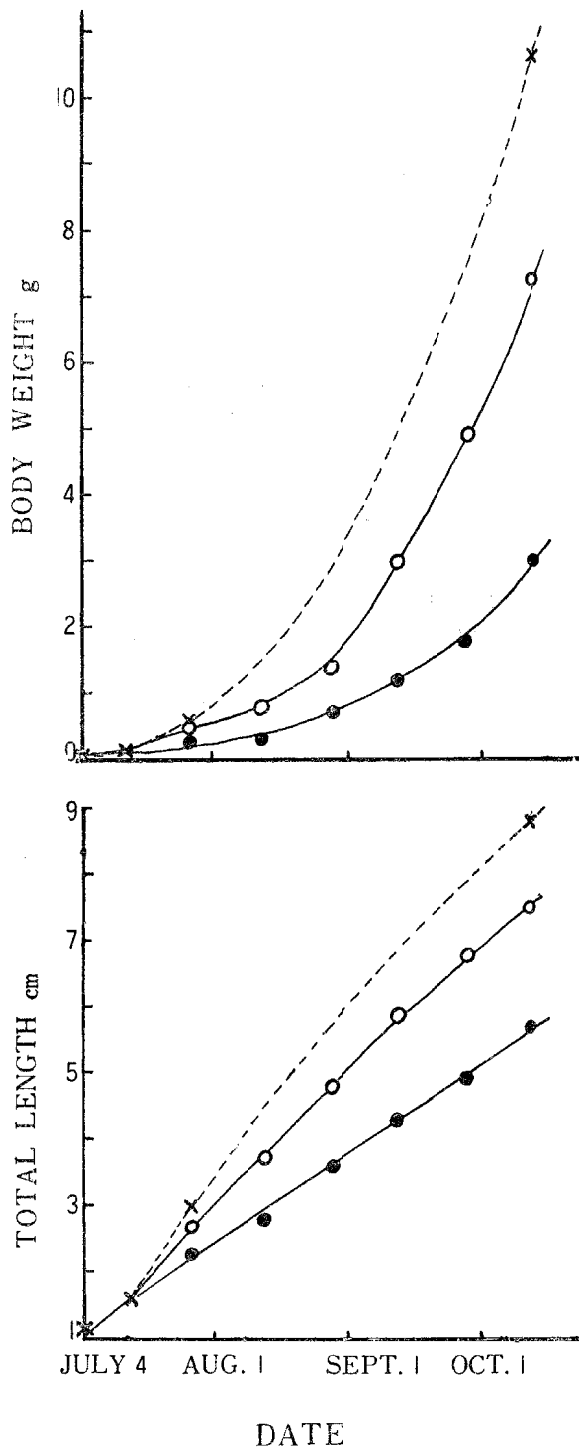


Fig. 3. The growth curves of the cultured immature black bream, *M. macrocephalus*. Fishes were cultured by amount of food equivalent to 20 (○) and 10 percent (●) total body weights respectively; (×) natural fish as the control.

全養成期間を通じて増重倍率をもっとも大きく、餌料係数が小さい期間はA群では第1期、B群では第6期で、前者における増重倍率は1017、餌料係数は3.69、後者ではそれぞれ0.69、2.18を示した。

で規定した。ただし、 M は形質の全長に対する割合の平均値、 $p\sigma$ はその標準誤差。

結 果

1) 全長および体重の増加傾向

投餌量の相違する2群の全長の伸びは、第3図のようにいずれもほぼ直線的、また体重は拋物線的増加傾向を示すが、いずれも養成日数の増加とともに両群の間に成長度の開きが大きくなる。

これらの養成群の収納時(10月10日)における全長および体重と、同じ日に平生湾で採捕した天然の個体群のそれらをそれぞれ比較してみると、天然群ではすでに平均全長 8.65 ± 0.09 cm, 平均体重 10.68 ± 0.33 g に成長しており、これに対し成長の良かったA群は、平均全長 7.59 ± 0.22 cm, 平均体重 7.47 ± 0.63 g, 成長の劣ったB群ではそれぞれ 5.70 ± 0.16 cm, 3.02 ± 0.26 g で、とくに天然産の群と養成B群の間では全長および体重ともに著しい差がみられる。

2) 増重倍率, 餌料係数および減耗率

第2表の結果から養成した2群の増重倍率, 餌料係数および減耗率をそれぞれ各期間毎, および全養成期間について求めると第3表となる。この表でわかるように増重倍率は餌料係数と逆比例の関係が認められ、とりわけ増重倍率の大きい期間においては餌料係数が小さく、摂取された餌料が増肉のために有効に消費されているようである。

減耗率は両群とも養成初期に比較的高率を示した養成期間の経過とともにしだいに小さくなり A 群では 5 期以後、B 群では 4 期以後認められなかった。

Table 2. Weight-multiplication rate, decreasing rate and food quotient of the cultured black bream, *M. macrocephalus*. Fishes were cultured by the amount of food equivalent to 20 (A) and 10 percent (B) total body weights.

Group of fish	Date (Period)	At time of fishing		Average		Increase of body weight (g)	Number of decrease	Amount of food(g) (day for feeding)
		Weight (g)	No.	total length (cm)	body weight (g)			
A	July 28 (I)	9.8	20	2.70	0.49	5.3	10	19.6 (14)
	Aug. 12 (II)	13.2	16	3.70	0.83	3.4	4	22.5 (15)
	Aug. 27 (III)	18.5	13	4.81	1.43	5.3	3	39.0 (15)
	Sept. 11 (IV)	33.1	11	5.88	3.01	14.6	2	55.5 (15)
	Sept. 26 (V)	54.4	11	6.82	4.94	21.3	0	99.0 (15)
	Oct. 10 (VI)	82.7	11	7.51	7.27	28.3	0	163.0 (15)
	Total	82.7	11	—	—	78.2	19	399.1 (89)
B	July 28 (I)	5.4	19	2.30	0.28	0.9	11	12.6 (14)
	Aug. 12 (II)	4.5	14	2.79	0.32	-0.9	5	9.0 (15)
	Aug. 27 (III)	7.2	10	3.57	0.72	2.7	4	7.5 (15)
	Sept. 11 (IV)	11.6	10	4.28	1.16	4.4	0	10.5 (15)
	Sept. 26 (V)	17.8	10	4.88	1.78	6.2	0	18.0 (15)
	Oct. 10 (VI)	30.2	10	5.70	3.02	12.4	0	2.70 (15)
	Total	20.2	10	—	—	25.7	20	34.6 (89)

Table 3. Weight-multiplication rate, decreasing rate and food quotient of the cultured black bream, *M. macrocephalus*. (Abbreviations are as in Table 2)

Date(Period)	Items	Weight-multiplication rate		Food quotient		Decreasing rate	
		Group		Group		Group	
		A	B	A	B	A	B
July 28 (I)		1.17	0.20	3.69	14.00	33.3	36.6
Aug. 12 (II)		0.35	-0.20	6.61	—	20.0	26.3
Aug. 27 (III)		0.40	0.60	7.35	2.77	18.7	28.5
Sept. 11 (IV)		0.78	0.61	3.80	2.38	16.1	0.0
Sept. 26 (V)		0.64	0.53	4.64	2.90	0.0	0.0
Oct. 10 (VI)		0.52	0.69	6.09	2.18	0.0	0.0
From July 14 to Oct. 10 (89 days)		17.37	5.71	5.10	3.29	63.3	66.7

3) 外部形態の差異と変異の傾向

養成した A および B 群, および天然群の外部諸形質 (第 2 図) を測定し, 各形質の全長に対する割合の群別平均値を求めると第 4 表となる。そして第 4 表から各群間における各形質の差

異の有無をみるため信頼度を求めたのが第5表である。

Table 4. Mean values in rate of each morphological characteristics to the total length of both the natural and the cultured black bream, *M. macrocephalus*. (Abbreviations are as in Fig. 2 and Table 2)

Group of fish Items	Natural (N)		Cultured			
	Mean value	Standard deviation	A		B	
			Mean value	Standard deviation	Mean value	Standard deviation
(AN/TL) × 100	52.510 ± 0.109	0.511 ± 0.077	52.062 ± 0.163	0.767 ± 0.115	52.313 ± 0.254	1.193 ± 0.179
(HL/TL) × 100	27.806 ± 0.082	0.388 ± 0.058	23.375 ± 0.100	0.471 ± 0.071	29.170 ± 0.233	1.092 ± 0.165
(TR/TL) × 100	24.558 ± 0.123	0.580 ± 0.087	23.913 ± 0.083	0.390 ± 0.059	23.362 ± 0.248	1.166 ± 0.175
(TI/TL) × 100	32.383 ± 0.115	0.542 ± 0.082	32.094 ± 0.147	0.692 ± 0.104	31.235 ± 0.189	0.887 ± 0.135
(SL/TL) × 100	9.749 ± 0.062	0.291 ± 0.044	9.371 ± 0.109	0.511 ± 0.077	9.291 ± 0.069	0.324 ± 0.047
(PL/TL) × 100	26.254 ± 0.143	0.671 ± 0.101	25.086 ± 0.208	0.976 ± 0.147	24.608 ± 0.097	0.457 ± 0.071
(AL/TL) × 100	13.838 ± 0.123	0.579 ± 0.087	12.312 ± 0.175	0.821 ± 0.123	12.133 ± 0.136	0.640 ± 0.094
(VL/TL) × 100	19.569 ± 0.127	0.597 ± 0.090	18.727 ± 0.161	0.753 ± 0.113	18.520 ± 0.121	0.567 ± 0.084
(CL/TL) × 100	19.223 ± 0.080	0.374 ± 0.056	18.666 ± 0.123	0.578 ± 0.087	18.562 ± 0.115	0.541 ± 0.082
(DF/TL) × 100	36.067 ± 0.070	0.331 ± 0.051	34.944 ± 0.121	0.566 ± 0.085	34.529 ± 0.111	0.521 ± 0.081
(AF/TL) × 100	56.492 ± 0.163	0.764 ± 0.115	55.553 ± 0.098	0.461 ± 0.071	55.419 ± 0.172	0.807 ± 0.121
(VF/TL) × 100	33.091 ± 0.142	0.665 ± 0.099	33.130 ± 0.187	0.876 ± 0.132	33.686 ± 0.237	1.113 ± 0.169
(PF/TL) × 100	29.025 ± 0.098	0.462 ± 0.071	29.100 ± 0.176	0.827 ± 0.124	30.298 ± 0.204	0.957 ± 0.144
(DB/TL) × 100	42.697 ± 0.092	0.436 ± 0.065	41.179 ± 0.266	1.247 ± 0.188	40.094 ± 0.103	0.482 ± 0.072
(AB/TL) × 100	13.358 ± 0.048	0.225 ± 0.034	13.322 ± 0.121	0.568 ± 0.087	13.010 ± 0.079	0.370 ± 0.056
(BH/TL) × 100	32.512 ± 0.084	0.398 ± 0.059	30.479 ± 0.123	0.578 ± 0.087	29.832 ± 0.224	1.051 ± 0.159
(DH/TL) × 100	10.584 ± 0.084	0.397 ± 0.059	10.366 ± 0.131	0.616 ± 0.092	9.728 ± 0.119	0.562 ± 0.086
(ED/TL) × 100	7.711 ± 0.045	0.011 ± 0.032	8.065 ± 0.149	0.698 ± 0.105	9.220 ± 0.181	0.864 ± 0.130

Table 5. Confident coefficients in differences of morphological characteristics between the natural and the cultured black bream, *M. macrocephalus*. (Abbreviations are as in Fig. 2 and Tables 2 and 4)

Group of fish Items	N and A		N and B		A and B	
	N ~ A	$\frac{N \sim A}{\sqrt{N(\rho\epsilon)^2 + A(\rho\epsilon)^2}}$	N ~ B	$\frac{N \sim B}{\sqrt{N(\rho\epsilon)^2 + B(\rho\epsilon)^2}}$	A ~ B	$\frac{A \sim B}{\sqrt{A(\rho\epsilon)^2 + B(\rho\epsilon)^2}}$
A N	0.448	2.28	0.197	0.71	0.251	0.83
H R	0.569	4.41	1.364	5.52	0.795	3.10
T R	0.685	4.35	1.196	4.33	0.551	2.11
T I	0.289	1.55	1.148	5.19	0.859	3.59
S L	0.378	3.02	0.458	4.97	0.080	0.97
P L	1.168	4.63	1.646	9.56	0.478	3.41
A L	1.526	7.13	1.705	9.31	0.179	0.81
V L	0.842	4.11	1.049	5.99	0.207	1.36
C L	0.557	3.84	0.661	4.68	0.104	0.62
D E	1.123	8.07	1.558	11.89	0.415	2.53
A F	0.939	4.94	1.073	4.54	0.134	0.69
V F	0.039	0.18	0.595	2.16	0.556	1.84
P F	0.075	0.37	1.273	5.63	1.195	4.45
D B	1.518	5.40	2.603	18.86	1.085	3.81
A B	0.036	0.27	0.348	3.78	0.312	2.40
B H	2.033	12.94	2.680	11.21	0.647	2.53
D H	0.218	1.41	0.856	5.86	0.638	3.60
E D	0.354	2.28	1.509	7.98	1.155	4.89

すなわち、天然産と養成のA群との間では頭長、軀幹長、胸鰭長、臀鰭長、腹鰭長、吻端より背鰭および臀鰭までの距離、背鰭基底長および体高などに、また天然産と養成B群との間では臀鰭基底長、肛長および吻端から腹鰭起部までの距離などを除く他の形質にそれぞれ差異が認められる。さらに養成2群の間では眼径および吻端から胸鰭起部までの距離の2形質が認められた。

つまり、これらの結果は一括すると第6表のようになる。すなわち変異の傾向としては、吻長、尾部長、背鰭高、尾鰭長、軀幹長、吻端から背鰭起部までの距離、吻端から肛門までの距離、腹鰭長、背鰭基底長および体高の諸形質は成長のよい群が大きく、眼径、吻端から胸鰭起部までの距離および頭長などの形質は成長の悪い群が大きい傾向がみられる。

む す び

当才未成魚の成長について大島(1942)は10月中旬には天然産で体長9.5~13.8 cm、養魚池では6.0~12.2 cmに成長することを報告している。本実験によると平生湾産の天然群は10月上旬に全長8.10~9.30 cmに達し、養成群では4.75~9.40 cmやはり両者間にかなり開きがある。このような天然群と養成群との間の成長の相違は広い自然で、環境における順調な発育と狭小な水面におけるいろいろな不適条件にもとづく発育の遅滞によって生ずると思われるが、その

Table 6. Morphological differences and proportion between the natural and the cultured black bream, *M. macrocephalus*. (Abbreviations are as in Fig. 2 and Tables 1 and 2)

Apparent order	N > A > B			B < A > N		
Real order	N = A = B	N > B N = A A = B	N > A = B	A = A = N	B > N B = A A = N	B > A = N
Characteristics of body	AN AB	SL TI DH CL	TR CF AF PL AL VL DB BF	VF	PF ED	HL
Proportion	W _G = 1 G	W _G > 1 G		W _G = 1 G	W _G > 1 G	

要因の一つが餌料の豊度であることは本実験における3つの対象群の比較結果から知ることができる。つまり、養成における投餌量の適否は成長に著しい影響をおよぼし、とくに餌量の不足した水面での粗放的養成法は成長の遅滞にもとづく貧弱な養成効果をもたらすようである。

さらに異なった餌量環境で生活したクロダイの外部形質の係数値の変化傾向としては、成長の良好なものは成長の悪いものに比して鰭長、尾部長、背鰭高、尾鰭長、軀幹長、吻端から背鰭起部までの距離、吻端から臀鰭起部までの距離、および頭長などの形質はいずれも小さい傾向がみられた。MARTIN(1949)は頭部は発生初期に形態形成が進む部分で、その後、環境とくに食物の供給が悪ければ体に比較して頭部の大きい成体ができることを、また加福(1954)はフナ *Carasius auratus* で山間部の貧弱な環境に育ったものは体が細く、頭部の割合が大きいこと

を、高井と溝上(1957)はマアナゴ *Conger myriaster* で餌料の不足した環境で生活したものは軀幹および尾部が短く、頭部が長いことをそれぞれ認めたが、このような変異の傾向性についてはこのほか藤田(1926)が、ワカサギ *Hypomesus olidus* で、松井(1952)がアユ *Plecoglossus altivelis* で認めている。つまり、体形の変化は生態的環境とくに栄養による発育の遅滞または促進に関係するという HUBBS(1926)の所説や、外因としての環境は体形形成に各種の影響をおよぼすが、発育を促進する同化された栄養こそ第1義的に重要なものであるという徳田(1957)の考えと一致する。

摘 要

1. 成長度、増重倍率および餌料係数は投餌量に比例する。
2. 減耗率は投餌量に逆比例する。
3. 外部形態の変異の傾向としては、成長の良い群は悪い群に比較して眼径、吻端から胸鰭起部までの距離、頭長が短く、軀幹長、尾部長、体高、各鰭長、吻端から背鰭起部および臀鰭起部までのそれぞれの距離などが長い傾向がみられる。
4. 天然群と養成群の間で形態的差異の認められた形質は軀幹長、吻端から背鰭および臀鰭までの距離、胸鰭長、臀鰭長、および腹鰭長、背鰭基底長および体高の8形質でこれらの形質の係数平均値は前者が大きい。

文 献

- 1) 藤田 経信：1926. 移殖によるワカサギの体格に及ぼす変異. 動物学雑誌, **38**(453).
- 2) Hubbs, L. C. : 1926. The structural consequence of modification of the developmental rate in fishes, considered in reference to certain problems of evolution. *Amer. Nat.* **60**.
- 3) 梶山英二・西岡丑三：1930. 鯛(ラーバ)飼育完成に就いて(附黒鯛の飼育完成に就いて). 水産研究誌, **25**(2).
- 4) 加福竹一郎：1954. 日本産コイ科魚類にみられる定向変化について. 生物科学特集号, 進化.
- 5) 神谷 尚志：1915. 館山湾に於ける浮性魚卵並に其の稚魚(第一報). 水産講習所試験報告, **11**(5).
- 6) 岸上 鎌吉：1916. タヒ類の発生及成長. 水産学会報, **1**(3).
- 7) Martin, W. R. : 1949. The mechanism of environmental control of body form in fishes. *Pub. Ontario Fish Res. Lab.*, **58**.
- 8) 松井 魁：1950. 環境性別及び鱗層に依る鮎の形態的特徴の差異並びに天然鮎と養殖鮎の識別に就いて. 魚類学雑誌, **1**(1).
- 9) —————：1952. 日本産鰻の形態・生態並びに養成に関する研究. 本報告, **2**(2).
- 10) 大島泰雄：1942. クロダヒの生態に関する二・三に就いて. 日本水産学会誌, **10**(6).
- 11) 落合 明：1954. ハリゴチ科魚類の近似三種間にみられる性および成長段階の形態変異について. 日本産学会誌, **19**(4).
- 12) 徳田 御稔：1957. 進化論. 岩波書店 東京.
- 13) 高井 徹・溝上昭男：(未印刷). 環境の相違にもとづくマアナゴの形態変異について. 日本水産学会中国・四国支部大会発表(1957. 10).