

ドジョウの形態学的研究—Ⅳ.

環境の相違に基づく形態的差異について※

久保田善二郎

Morphology of the Japanese Loach, *Misgurnus
anguillicaudatus* (CANTOR)—Ⅳ.Relation between the Variation of Morphological Characters
and the Environmental Conditions※

By

Zenziro KUBOTA

It is serious that the catch of the wild loach is thought to be decreasing considerably year by year perhaps due to the increase in the use of the chemicals as fertilizer or as insecticide and due to the destruction of its comfortable habitat. Therefore, it is highly probable that the importance of the pond culturing of this fish may grow near in feature for the purpose of sustaining the yield. On the other hand, as the eel and the ayu (*Plecoglossus altivelis*) are developed in its pond culturing, there are great differences in the market price between the cultured ones and the wild ones. Therefore the former is made effort to bear an external morphological resemblance to the latter. These facts suggest the necessity of the same improvement in the culturing technique of this fish as the above-mentioned ones. And as the primary step to it, the relation between the variation of the morphological characters and the environmental conditions were studied, and the results are shown in the below.

1) The differences in environmental conditions cause the morphological variation in the following characters:

Female : head length, body depth, positions of pectoral fin, anal fin and anus and length of pectoral fin.

Male : head length, snout length, body width, positions of pectoral fin and anal fin and depth of caudal peduncle.

2) Snout of the male loach sampled from natural environment is longer than that of cultured ones, while the body of the female loach sampled from natural envi-

※ 水産講習所研究業績 第332号, 1961年6月26日 受理.
Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 332.
Received June 26, 1961.

ronment is lower than that of cultured one. And the anus in the natural female is situated in position more posterior of the body than that in cultured one.

3) The differences in nutritious conditions of environment cause morphological differences in the following characters:

Female: body height, body width and caudal peduncle.

Male: head length, position of pectoral fin and the form of pectoral fin (width and length).

4) The number of characters showing sexual dimorphism varies depending environmental conditions, and natural loach has more numerous sexual characters than cultured one. Among the groups of cultured loach, the group of loach with many sexual characters is found in that cultured in the environment resembling the natural one.

5) Through advance in culturing technique it is possible to bring less morphological difference in cultured loach from the natural one.

まえがき

近年、水田において農薬および化学肥料が盛んに使用され、またコンクリート製の水路が造られるなどによって、天然産ドジョウの生産量は減少しているように思われる。それゆえ本魚の資源量を維持するためには、将来池中養殖を主とした増殖を行なうことが望まれる。ウナギおよびアユでは、その養成が発達するにおよび、市場における商品価額は、天然産魚と養成魚とでは、相当の隔りがあり、その結果天然産魚に、より類似させるように努めている現状で、本魚の場合も同様なことが考えられる。

次に前報告(1961)において既述したように、ドジョウの形態は地理的に相当の変異がみられるが、これは主として環境の相違に基づくのではないかという疑問を生じた。これらの立場から、本研究は、実験1では天然産魚と飼育魚との形態上の比較を行なうとともに、異なった生息環境下において飼育することにより形態を変異させることができるかどうかを、実験2では投餌量の多少が形態にどのような影響を及ぼすかを知るために、それぞれ実験を行ない検討した。

本文に入るに先立ち、御校閲を賜った京都大学教授松原喜代松博士ならびに終始御指導を仰いだ本所教授松井魁博士に感謝の意を表する。

実験の材料および方法

A. 実験 1

実験材料は、天然産魚としては1955年7月上旬に山口県下関市吉見町の永田川に附帯する溝で採捕した体長80mm以上の個体、雌雄ともそれぞれ20尾を選んで、また飼育魚としては1954年7月下旬に永田川で採捕した体長20~40mmの稚魚および同年6月下旬に永田川産のドジョウを親魚として人工採苗した仔魚をそれぞれ種苗として、下記に述べる2つの異なった環境条件下で飼育したものを、1955年6月23日から7月18日の間に取り揚げてそれぞれ供試した。使用した飼育池は2面である。これらの池は同形のコンクリート製で、面積は92.0×190.5cm、底部は一方が他方よりも4cm低くてやや傾斜しており、排水口の近くに直径35cm、深さ6cmの魚溜りがあり、水深は約20cmに保った。これらの飼育池のうち、1面はその底部に永田川のドジョウの生息地域の泥土を運搬し、厚さ5~10cmにしき、できるかぎり天然魚の生息環

境に近似させて天然魚との比較に、また他の1面の池は、泥土をしかずにコンクリートのままにして用いた。飼育尾数は前者では雌11尾、雄14尾、後者では雌11尾、雄6尾である。これらの魚は、供試時にはいずれも体長が80 mm以上であって、したがって各部分長の体長に対する百分率(係数值)は体長の如何にかかわらず一定とみなされる(久保田・松井, 1955)。飼育魚の餌料は蚕蛹粉と米糠とを重量比2対1の割合で混合し煮沸したもので、1日当り魚体総重量の1/10~1/20を投餌量とした。測定は他の実験目的のために、すべて生魚のまま実施した。魚体測定の方法およびその方法ならびに測定値の比較方法は前報告(1961)の場合と同じである。ただし本実験では口鬚長は測定しなかった。

B. 実験 2

供試魚は1959年4月中旬に永田川附近で採捕した体長40~65 mmの0才魚を、底部に厚さ2~5 cmの泥土をしいた前記の飼育池4面に、おのおの29.8~30.0 gあてを放養し、実験1と同じ種類の餌料を2面の池には各放養魚体重量の10%量を、残りの2面には同じく2%量を毎日投餌して、4月18日から7月22日にわたる96日間飼育した魚のうちから体長70 mm以上の個体を選んで用いた。供試尾数は10%投餌量群では雌7尾、雄16尾、また2%投餌量群では雌12尾、雄10尾である。測定はホルマリン溶液で固定後行なった。魚体測定の方法、その方法および測定値の比較方法などは、実験1の場合と同じである。ただし本実験では、さらに胸鱗の巾をも合わせて測定した。

実験結果

A. 実験 1 生息環境と形態との関係

a. 平均値の比較: 測定結果は第1・第2表、また各群における係数平均値間の差の信頼度は第3・第4表の通りである。天然産魚をN群、泥土およびコンクリートの底質で飼育した魚をR群およびC群、そしてそれらの平均値を M_N , M_R , M_C , 標準誤差を Np_E , Rp_E , Cp_E でそれぞれ表わす。これらの表からN群とR群とを係数平均値について比較すると、雄においては吻長で、また雌において体高と肛門の位置でそれぞれ相違が認められ、さらに雄の臀鱗基底長、尾柄高、雌の背鱗および腹鱗の各位置では信頼度の値が3~4で、差異の傾向が認められる。

次にN群とC群とを比較すると、雄においてはさきの場合と同様に吻長で、そしてそれ以外に頭長、体巾、胸鱗の位置および尾柄高で、また雌においては臀鱗の位置で顕著に、頭長と胸鱗の長さでわずかにそれぞれ相違が認められ、さらに雄の臀鱗および肛門の各位置、雌の腹鱗の位置、背鱗の長さおよび臀鱗基底長においては差異の傾向が認められる。

どちらも飼育魚であるR群とC群とを比較すると、雄においては体巾と臀鱗の位置で、また雌においては体高および胸鱗、腹鱗、臀鱗、肛門の各位置でそれぞれ差異が認められ、そのうち雌の臀鱗の位置は信頼度の値が15.6で、差異が顕著である。信頼度の値が3~4を示す形質は、雄における背鱗基底長、雌における吻長、体巾、背鱗の位置、胸鱗の長さおよび臀鱗基底長などである。

各環境別に平均値の大きさの順位を第5表に、さらにこの表から環境別の順位に該当する形態因子を第6表にそれぞれ示した。これらの表からして、3群間における一定の法則を見出すことは困難であるが、互に関連性のある形質間において、同一順位がみられることは注目し得る。つまり雌においては胸鱗、腹鱗、臀鱗および肛門の各位置が $R > N > C$ 、尾鱗を除く各鱗の長さが $N > R > C$ であり、雄においては背鱗および胸鱗の各位置が $N > R > C$ である。また雌雄ともに同一順位を示す形質としては頭長、全長および体巾を指摘することができる。

以上の結果を総合すると、環境による形態的差異は次の通りである: N群とR群の差よりもN群とC群と

Table 1. Biometrical constants of bodily parts in male loach collected from field and those cultured in the experimental ponds, as raw materials of the consideration upon the problem whether the difference in the environmental conditions causes the significant morphological differences or not.

Character	N			Mean
	Mean	Standard deviation	Coefficient of variation	
T L / L × 100	116.55±0.17	1.12±0.12	0.96±0.10	116.86±0.62
H L / L × 100	17.10±0.12	0.76±0.08	4.46±0.48	16.68±0.22
S / H L × 100	43.60±0.16	1.05±0.11	2.41±0.26	40.79±0.51
B H / L × 100	13.85±0.09	0.60±0.07	4.36±0.47	13.89±0.18
B W / L × 100	10.10±0.06	0.42±0.05	4.17±0.44	10.32±0.10
D F / L × 100	58.00±0.21	1.41±0.15	2.43±0.26	57.79±0.21
P F / L × 100	18.43±0.12	0.81±0.09	4.40±0.47	18.21±0.30
V F / L × 100	59.95±0.23	1.50±0.16	2.51±0.27	59.50±0.38
A F / L × 100	73.73±0.19	1.27±0.14	1.72±0.18	73.86±0.17
A / L × 100	70.80±0.17	1.16±0.12	2.20±0.24	71.21±0.19
D L / L × 100	9.20±0.14	0.91±0.10	9.86±1.05	9.57±0.26
P L / L × 100	15.15±0.14	0.93±0.10	6.14±0.66	15.21±0.25
V L / L × 100	9.83±0.12	0.81±0.09	8.25±0.88	10.00±0.18
A L / L × 100	8.33±0.09	0.60±0.06	7.18±0.77	8.64±0.21
D B / L × 100	8.30±0.10	0.68±0.07	8.20±0.87	8.00±0.12
A B / L × 100	8.83±0.09	0.58±0.06	6.54±0.70	8.18±0.17
C P / L × 100	10.33±0.06	0.43±0.05	4.14±0.44	9.86±0.14

R		C		
Standard deviation	Coefficient of variation	Mean	Standard deviation	Coefficient of variation
3.42±0.44	2.93±0.37	115.83±0.31	1.11±0.22	0.95±0.19
1.19±0.15	7.15±0.91	16.00±0.15	0.56±0.11	3.49±0.68
2.85±0.36	6.99±0.89	40.58±0.66	2.41±0.47	5.93±1.16
1.01±0.13	7.25±0.92	13.25±0.25	0.91±0.18	6.89±1.34
0.53±0.07	5.13±0.65	9.42±0.15	0.55±0.11	5.86±1.14
1.14±0.15	1.98±0.25	57.17±0.45	1.62±0.32	2.83±0.55
1.67±0.21	9.15±1.17	17.25±0.14	0.50±0.10	2.90±0.57
2.11±0.27	3.54±0.45	59.83±0.26	0.94±0.18	1.58±0.31
0.93±0.12	1.26±0.16	72.58±0.22	0.80±0.16	1.10±0.21
1.03±0.13	1.44±0.18	71.58±0.17	0.63±0.12	0.87±0.17
1.44±0.18	14.99±1.19	8.58±0.22	0.80±0.16	9.32±1.82
1.41±0.18	9.26±1.18	14.67±0.24	0.89±0.17	6.04±1.18
1.00±0.13	9.95±1.27	10.08±0.17	0.63±0.12	6.20±1.21
1.17±0.15	13.51±1.72	8.33±0.12	0.45±0.09	5.39±1.05
0.65±0.08	8.10±1.03	8.75±0.17	0.61±0.12	7.01±1.37
0.92±0.12	11.30±1.44	8.50±0.19	0.69±0.14	8.15±1.59
0.78±0.10	7.93±1.01	9.33±0.12	0.45±0.09	4.80±0.96

Notes : For the positions measured and their abbreviations, see Fig. 2 in p. 86 of this volume. N, loach collected from the field; R, loach cultured in the muddy pond; C, loach cultured in the cemented pond.

Table 2. Biometrical constants of the bodily parts in female loach collected from field and those cultured in the experimental ponds, as raw materials of the consideration upon the problem whether the difference in the environmental conditions causes the significant morphological differences or not.

Character	N			Mean
	Mean	Standard deviation	Coefficient of variation	
T L / L × 100	115.00 ± 0.18	1.16 ± 0.12	1.01 ± 0.11	115.14 ± 0.37
H L / L × 100	17.00 ± 0.13	0.88 ± 0.09	5.15 ± 0.55	16.96 ± 0.24
S / H L × 100	40.73 ± 0.42	2.77 ± 0.30	6.80 ± 0.73	41.71 ± 0.32
B H / L × 100	12.70 ± 0.13	0.87 ± 0.09	6.82 ± 0.73	14.39 ± 0.20
B W / L × 100	10.05 ± 0.11	0.74 ± 0.08	7.40 ± 0.79	10.80 ± 0.31
D F / L × 100	57.13 ± 0.18	1.22 ± 0.13	2.13 ± 0.23	58.52 ± 0.34
P F / L × 100	17.83 ± 0.13	0.87 ± 0.09	4.89 ± 0.52	18.39 ± 0.19
V F / L × 100	60.03 ± 0.22	1.47 ± 0.16	2.45 ± 0.26	61.41 ± 0.38
A F / L × 100	74.90 ± 0.21	1.41 ± 0.15	1.89 ± 0.20	75.39 ± 0.13
A / L × 100	71.23 ± 0.25	1.68 ± 0.18	2.36 ± 0.25	73.20 ± 0.16
D L / L × 100	8.08 ± 0.13	0.89 ± 0.09	10.97 ± 1.17	7.61 ± 0.18
P L / L × 100	10.30 ± 0.11	0.73 ± 0.08	7.04 ± 0.75	10.02 ± 0.20
V L / L × 100	7.60 ± 0.10	0.67 ± 0.07	7.43 ± 0.79	7.46 ± 0.13
A L / L × 100	7.38 ± 0.07	0.46 ± 0.05	6.20 ± 0.66	7.30 ± 0.14
D B / L × 100	7.98 ± 0.08	0.53 ± 0.06	6.58 ± 0.70	8.07 ± 0.11
A B / L × 100	7.68 ± 0.08	0.56 ± 0.06	7.26 ± 0.77	7.43 ± 0.16
C P / L × 100	9.55 ± 0.10	0.67 ± 0.07	7.05 ± 0.75	9.84 ± 0.18

R		C		
Standard deviation	Coefficient of variation	Mean	Standard deviation	Coefficient of variation
1.83 ± 0.26	1.58 ± 0.23	114.77 ± 0.39	1.91 ± 0.28	1.66 ± 0.24
1.17 ± 0.16	6.91 ± 0.99	16.16 ± 0.15	0.73 ± 0.11	4.54 ± 0.65
1.60 ± 0.23	3.83 ± 0.55	39.84 ± 0.45	2.19 ± 0.32	5.50 ± 0.79
1.00 ± 0.14	6.97 ± 1.00	12.93 ± 0.15	0.75 ± 0.11	5.77 ± 0.83
1.50 ± 0.22	13.91 ± 2.00	9.71 ± 0.14	0.69 ± 0.10	7.10 ± 1.02
1.63 ± 0.24	2.87 ± 0.41	57.16 ± 0.26	1.29 ± 0.19	2.26 ± 0.33
0.93 ± 0.13	5.06 ± 0.73	17.25 ± 0.14	0.71 ± 0.10	4.10 ± 0.59
1.83 ± 0.26	2.99 ± 0.43	58.68 ± 0.38	1.85 ± 0.27	3.15 ± 0.45
0.64 ± 0.09	0.85 ± 0.12	71.52 ± 0.21	1.03 ± 0.15	1.44 ± 0.21
0.73 ± 0.11	1.07 ± 0.15	71.20 ± 0.18	0.89 ± 0.13	1.25 ± 0.18
0.91 ± 0.13	11.91 ± 1.71	7.20 ± 0.21	1.03 ± 0.15	14.34 ± 2.06
0.93 ± 0.14	9.77 ± 1.41	9.16 ± 0.16	0.79 ± 0.11	8.65 ± 1.24
0.65 ± 0.09	8.72 ± 1.25	7.34 ± 0.14	0.70 ± 0.10	9.56 ± 1.38
0.69 ± 0.10	9.45 ± 1.36	6.97 ± 0.13	0.65 ± 0.09	9.35 ± 1.35
0.53 ± 0.08	6.62 ± 0.95	8.20 ± 0.11	0.54 ± 0.08	6.59 ± 0.95
0.73 ± 0.11	10.44 ± 1.50	8.21 ± 0.14	0.69 ± 0.10	8.40 ± 1.21
0.90 ± 0.13	9.15 ± 1.32	9.21 ± 0.15	0.72 ± 0.10	7.83 ± 1.13

Notes are the same as in Table 1.

Table 3. Examinations of the significance on the differences in respective characters found among the three groups of male loaches, one of which is collected from field, others are cultured in muddy pond and cemented pond respectively.

Character	Between N and R			Between N and C	
	$ M_N - M_R $	$\sqrt{(Np\varepsilon)^2 + (Rp\varepsilon)^2}$	$\frac{ M_N - M_R }{\sqrt{(Np\varepsilon)^2 + (Rp\varepsilon)^2}}$	$ M_N - M_C $	$\sqrt{(Np\varepsilon)^2 + (Cp\varepsilon)^2}$
T L / L × 100	0.31	0.64	0.48	0.72	0.35
H L / L × 100	0.42	0.24	1.73	1.10	0.19
S / H L × 100	2.82	0.54	5.23	3.02	0.63
B H / L × 100	0.04	0.20	0.21	0.60	0.27
B W / L × 100	0.22	0.11	1.94	0.68	0.15
D F / L × 100	0.22	0.30	0.73	0.83	0.50
P F / L × 100	0.21	0.32	0.65	1.18	0.13
V F / L × 100	0.45	0.44	1.02	0.12	0.35
A F / L × 100	0.13	0.26	0.52	1.14	0.29
A / L × 100	0.41	0.25	1.64	0.78	0.25
D L / L × 100	0.37	0.29	1.27	0.62	0.25
P L / L × 100	0.06	0.29	0.22	0.48	0.28
V L / L × 100	0.18	0.22	0.81	0.26	0.21
A L / L × 100	0.32	0.23	1.40	0.01	0.15
D B / L × 100	0.30	0.16	1.89	0.45	0.20
A B / L × 100	0.65	0.19	3.40	0.33	0.21
C P / L × 100	0.47	0.16	3.02	0.99	0.14

Between R and C			
$\frac{ M_N - M_C }{\sqrt{(Np\varepsilon)^2 + (Cp\varepsilon)^2}}$	$ M_R - M_C $	$\sqrt{(Rp\varepsilon)^2 + (Cp\varepsilon)^2}$	$\frac{ M_R - M_C }{\sqrt{(Rp\varepsilon)^2 + (Cp\varepsilon)^2}}$
2.05	1.02	0.69	1.49
5.73	0.68	0.27	2.56
4.42	0.20	0.84	0.24
2.26	0.64	0.31	2.07
4.17	0.91	0.18	5.06
1.68	0.62	0.49	1.26
6.38	0.96	0.33	2.92
0.34	0.33	0.46	0.72
3.91	1.27	0.28	4.61
3.20	0.37	0.25	1.46
2.36	0.99	0.40	2.48
1.72	0.55	0.35	1.55
1.22	0.08	0.25	0.34
0.01	0.31	0.24	1.28
2.26	0.75	0.21	3.62
1.55	0.32	0.25	1.27
7.19	0.52	0.19	2.80

Notes : For the bodily parts measured, see Fig. 2 in p. 86 of this volume. M , mean ; $p\varepsilon$, probable error. For N, R and C, see Table 1.

Table 4. Examinations of the significance on the differences in respective characters found among the three groups of female loaches, one of which is collected from field, others are cultured in muddy pond and cemented pond respectively.

Character	Between N and R			Between N and C	
	$ M_N - M_R $	$\sqrt{(Np\varepsilon)^2 + (Rp\varepsilon)^2}$	$\frac{ M_N - M_R }{\sqrt{(Np\varepsilon)^2 + (Rp\varepsilon)^2}}$	$ M_N - M_C $	$\sqrt{(Np\varepsilon)^2 + (Cp\varepsilon)^2}$
T L / L × 100	0.14	0.41	0.33	0.23	0.43
H L / L × 100	0.02	0.27	0.09	0.84	0.20
S / H L × 100	0.98	0.53	1.85	0.88	0.61
B H / L × 100	1.69	0.24	6.94	0.23	0.20
B W / L × 100	0.75	0.33	2.28	0.35	0.18
D F / L × 100	1.40	0.39	3.62	0.03	0.32
P F / L × 100	0.56	0.23	2.44	0.58	0.20
V F / L × 100	1.39	0.44	3.13	1.34	0.44
A F / L × 100	0.49	0.25	1.96	3.38	0.30
A / L × 100	1.98	0.30	6.60	0.02	0.31
D L / L × 100	0.46	0.23	2.03	0.87	0.25
P L / L × 100	0.28	0.23	1.23	1.14	0.20
V L / L × 100	0.12	0.17	0.74	0.26	0.17
A L / L × 100	0.08	0.15	0.55	0.40	0.14
D B / L × 100	0.09	0.13	0.69	0.23	0.13
A B / L × 100	0.24	0.18	1.36	0.53	0.16
C P / L × 100	0.29	0.21	1.41	0.35	0.18

Between R and C			
$\frac{ M_N - M_C }{\sqrt{(Np\varepsilon)^2 + (Cp\varepsilon)^2}}$	$ M_R - M_C $	$\sqrt{(Rp\varepsilon)^2 + (Cp\varepsilon)^2}$	$\frac{ M_R - M_C }{\sqrt{(Rp\varepsilon)^2 + (Cp\varepsilon)^2}}$
0.53	0.36	0.54	0.68
4.27	0.82	0.28	2.91
1.44	1.86	0.55	3.38
1.16	1.45	0.26	5.70
1.90	1.09	0.34	3.23
0.11	1.36	0.43	3.17
2.95	1.14	0.24	4.75
3.08	2.73	0.54	5.08
11.33	3.86	0.25	15.65
0.07	2.00	0.24	8.26
3.45	0.41	0.28	1.47
5.85	0.86	0.26	3.38
1.50	0.14	0.20	0.70
2.92	0.32	0.20	1.66
1.72	0.14	0.16	0.88
3.23	0.77	0.21	3.64
1.96	0.64	0.23	2.74

Notes are the same as in Table 3.

Table 5. Apparent orders of the coefficients of respective characters in the above-mentioned three groups of loaches.

Character	Sex	
	Female	Male
TL/L	R>N>C	R>N>C
HL/L	N>R>C	N>R>C
S/HL	R>N>C	N>R>C
BH/L	R>C>N	R>N>C
BW/L	R>N>C	R>N>C
DF/L	R>C>N	N>R>C
PF/L	R>N>C	N^R>C
VF/L	R>N>C	N>C>R
AF/L	R>N>C	R>N>C
A/L	R>N>C	C>R>N
DL/L	N>R>C	R>N>C
PL/L	N>R>C	R>N>C
VL/L	N>R>C	C>R>N
AL/L	N>R>C	R>C>N
DB/L	R>C>N	C>N>R
AB/L	C>N>R	N>C>R
CP/L	R>N>C	N>R>C

Note: The same abbreviations as in Table 1 are also adopted.

の差の方が大きく、またN群とR群の差よりも、いずれも飼育魚であるR群とC群との差の方がそれぞれ大きい。天然魚と飼育魚(R群)とでは前者は後者よりも雄において吻長が長く、雌において体高が低く、肛門が前方に位置することである。そして雄では臀鰭基底長および尾柄高がそれぞれ大きく、雌では尾鰭を除く各鰭が前方に位置する傾向がある。次にコンクリートの底質で飼育した魚(C群)と泥の底質のそれ(R群)とを比較すると、前者は後者よりも、雄においては体巾が狭く、臀鰭の位置が前方にあり、また雌においては体高が低く、胸鰭、腹鰭、臀鰭および肛門の各

Table 6. Classifications of the biometrical characters based on the apparent orders among the coefficients observed in the three groups of loaches grown in respective environments mentioned in Table 1.

Apparent order		Female	Male
Natural>Cultured	N>R>C	HL/L, PL/L, VL/L, AL/L, DL/L	HL/L, S/HL, DF/L, PF/L, CP/L
	N>C>R		VF/L, AB/L
Cultured>Natural	R>C>N	BH/L, DF/L	A/L, AL/L
	C>R>N	DB/L	VL/L
	R>N>C	TL/L, S/HL, BW/L, PF/L, VF/L, AF/L, A/L, CP/L	TL/L, BH/L, BW/L, AF/L, PL/L, DL/L
	C>N>R	AB/L	DB/L

Note: The bodily parts measured are defined in Fig. 2 in p. 86 of this volume.

位置が前方にある。そして頭長および尾柄高は、雌雄ともにR群の方が大きい傾向がある。

b. 性徴の発現形質の比較: 前項におけると同様な方法によって、各環境別に雌雄の形態的差異を検討した。すなわち第7表に示すように、性徴の発現形質は、C群では胸鰭、腹鰭、臀鰭および背鰭の各長さの4部、R群では前記の4部に臀鰭および肛門の各位置を加えた6部、そしてN群ではR群の発現形質のうち、肛門の位置を除いた各部位に、全長、吻長、体高、臀鰭基底長および尾柄高を加えた10部であって、それら

Table 7. Examinations of the significance on the differences in respective characters found between sexes of three groups of loaches, one of which is collected from field, others are cultured in muddy pond and cemented pond respectively.

Character	N			R	
	$ M_{\varphi} - M_{\delta} $	$\sqrt{(\varphi p\varepsilon)^2 + (\delta p\varepsilon)^2}$	$\frac{ M_{\varphi} - M_{\delta} }{\sqrt{(\varphi p\varepsilon)^2 + (\delta p\varepsilon)^2}}$	$ M_{\varphi} - M_{\delta} $	$\sqrt{(\varphi p\varepsilon)^2 + (\delta p\varepsilon)^2}$
T L / L × 100	1.50	0.25	6.12	1.72	0.72
H L / L × 100	0.10	0.14	0.71	0.30	0.32
S / H L × 100	2.88	0.45	6.43	0.92	0.61
B H / L × 100	1.15	0.16	7.28	0.49	0.27
B W / L × 100	0.05	0.13	0.39	0.47	0.32
D F / L × 100	0.88	0.28	3.14	0.74	0.40
P F / L × 100	0.60	0.18	3.35	0.17	0.36
V F / L × 100	0.08	0.32	0.24	1.91	0.54
A F / L × 100	1.18	0.29	4.11	1.51	0.21
A / L × 100	0.43	0.31	1.38	1.99	0.24
D L / L × 100	1.13	0.19	5.86	1.96	0.32
P L / L × 100	4.85	0.18	27.10	5.19	0.32
V L / L × 100	2.23	0.16	14.08	2.52	0.22
A L / L × 100	0.95	0.03	31.67	1.35	0.25
D B / L × 100	0.32	0.13	2.49	0.07	0.16
A B / L × 100	1.15	0.12	9.43	0.75	0.23
C P / L × 100	0.78	0.12	6.57	0.02	0.23

C

$\frac{ M_{\varphi} - M_{\delta} }{\sqrt{(\varphi p\varepsilon)^2 + (\delta p\varepsilon)^2}}$	$ M_{\varphi} - M_{\delta} $	$\sqrt{(\varphi p\varepsilon)^2 + (\delta p\varepsilon)^2}$	$\frac{ M_{\varphi} - M_{\delta} }{\sqrt{(\varphi p\varepsilon)^2 + (\delta p\varepsilon)^2}}$
2.40	1.06	0.49	2.15
0.93	0.16	0.21	0.73
1.52	0.74	0.80	0.93
1.80	0.32	0.29	1.09
1.48	0.29	0.21	1.40
1.86	0.01	0.52	0.02
0.49	0.00	0.20	0.00
3.54	1.15	0.46	2.52
7.13	1.06	0.30	3.50
8.19	0.38	0.25	1.51
6.16	1.38	0.31	4.52
16.12	5.51	0.29	18.86
11.31	2.74	0.22	12.25
5.33	1.36	0.18	7.48
0.42	0.55	0.20	2.70
3.25	0.30	0.24	1.25
0.70	0.13	0.19	0.67

Notes are the same as in Table 3.

Table 8. Results of biometry on the loach cultured with 10% of food on body weight, as raw materials of the consideration upon the problem whether the amount of food given causes the significant morphological differentiations or not.

Character	Female			Male		
	Mean	Standard deviation	Coefficient of variation	Mean	Standard deviation	Coefficient of variation
TL/L × 100	115.15±0.17	1.03±0.12	0.89±0.10	117.00±0.19	1.12±0.13	0.96±0.11
HL/L × 100	17.90±0.11	0.66±0.08	3.69±0.43	17.13±0.11	0.67±0.08	3.93±0.47
S/HL × 100	39.82±0.23	1.38±0.16	3.47±0.40	42.62±0.36	2.14±0.26	5.03±0.56
BH/L × 100	12.69±0.13	0.78±0.09	6.18±0.72	12.44±0.15	0.88±0.11	7.09±0.85
BW/L × 100	10.07±0.13	0.80±0.09	7.97±0.92	9.53±0.09	0.56±0.07	5.86±0.70
DF/L × 100	58.91±0.23	1.42±0.16	2.41±0.28	58.00±0.23	1.37±0.16	2.36±0.28
PF/L × 100	18.19±0.13	0.80±0.09	4.41±0.51	18.41±0.18	1.04±0.12	5.66±0.68
VF/L × 100	60.85±0.24	1.49±0.17	2.45±0.28	60.13±0.21	1.22±0.15	2.02±0.24
AF/L × 100	75.15±0.27	1.64±0.19	2.19±0.25	74.44±0.15	0.90±0.11	1.21±0.14
A/L × 100	71.74±0.24	1.48±0.17	2.06±0.24	71.50±0.16	0.94±0.11	1.31±0.14
DL/L × 100	9.31±0.14	0.86±0.10	9.20±1.06	11.00±0.18	1.05±0.13	9.52±1.14
PL/L × 100	10.10±0.10	0.61±0.07	6.07±0.70	15.81±0.18	1.07±0.13	6.79±0.80
VL/L × 100	7.57±0.07	0.45±0.05	5.97±0.69	9.88±0.15	0.88±0.11	8.86±1.06
AL/L × 100	8.28±0.12	0.72±0.08	8.67±1.00	10.22±0.14	0.86±0.10	8.38±1.00
DV/L × 100	7.96±0.12	0.71±0.08	8.91±1.03	8.38±0.12	0.72±0.09	8.57±1.02
AB/L × 100	7.25±0.08	0.49±0.06	6.69±0.77	7.75±0.12	0.69±0.08	8.85±1.12
CP/L × 100	10.19±0.11	0.66±0.08	6.50±0.75	10.38±0.02	0.14±0.02	1.38±0.16
PW/PL × 100				41.50±1.04	6.14±0.71	14.81±1.80

Notes: PW indicates the width of pectoral fin and for the other abbreviations, see Fig. 2 in p. 86 of this volume.

Table 9. Results of biometry on the loach cultured with 2% of food on body weight, as raw materials of the consideration upon the problem whether the amount of food given causes the significant morphological differentiations or not.

Character	Female			Male		
	Mean	Standard deviation	Coefficient of variation	Mean	Standard deviation	Coefficient of variation
TL/L × 100	114.96±0.20	1.08±0.14	0.94±0.13	116.50±0.19	0.89±0.14	0.77±0.16
HL/L × 100	17.13±0.19	1.02±0.14	5.97±0.79	15.75±0.18	0.84±0.13	5.32±1.13
S/HL × 100	39.31±1.06	5.65±0.74	14.36±1.94	40.40±0.51	2.37±0.36	5.36±1.25
BH/L × 100	11.52±0.15	0.82±0.11	7.15±0.95	11.90±0.11	0.50±0.08	4.23±0.90
BW/L × 100	9.33±0.13	0.70±0.09	7.55±1.00	9.60±0.11	0.50±0.08	5.24±1.12
DF/L × 100	58.35±0.22	1.17±0.15	2.00±0.26	57.30±0.23	1.08±0.16	1.38±0.40
PF/L × 100	18.02±0.15	0.78±0.10	4.30±0.57	18.45±0.23	1.08±0.16	5.34±1.25
VF/L × 100	61.65±0.37	1.95±0.26	3.17±0.42	58.90±0.22	1.03±0.16	1.75±0.37
AF/L × 100	75.58±0.41	2.20±0.29	2.91±0.39	73.30±0.25	1.17±0.18	1.59±0.34
A/L × 100	72.50±0.23	1.24±0.16	1.71±0.23	70.80±0.25	1.19±0.18	1.58±0.36
DL/L × 100	9.67±0.16	0.83±0.11	8.57±1.13	11.10±0.17	0.81±0.12	7.28±1.55
PL/L × 100	10.25±0.19	1.00±0.13	9.76±1.29	16.05±0.22	1.03±0.16	6.42±1.37
VL/L × 100	7.25±0.16	0.88±0.12	12.11±2.41	10.40±0.17	0.78±0.12	7.46±1.59
AL/L × 100	9.10±0.19	1.01±0.13	11.12±1.49	10.35±0.16	0.77±0.12	7.42±1.58
DB/L × 100	8.10±0.11	0.57±0.08	7.02±0.93	8.25±0.16	0.74±0.11	8.99±1.92
AB/L × 100	7.33±0.13	0.70±0.09	9.61±1.27	7.90±0.16	0.74±0.11	9.42±2.01
CP/L × 100	9.40±0.11	0.60±0.08	6.38±0.84	9.90±0.15	0.71±0.11	7.16±1.53
PW/PL × 100				29.17±1.67	12.12±1.18	41.54±4.11

Notes are the same as in Table 8.

Table 10. Examination of the significance on the differences of respective characters found between two groups of loaches cultured with the different amount of food, in 2 and 10 % of food on body weight respectively.

Character	Female		
	$ M_{10\%}-M_{2\%} $	$\sqrt{(10\%p\varepsilon)^2+(2\%p\varepsilon)^2}$	$\frac{ M_{10\%}-M_{2\%} }{\sqrt{(10\%p\varepsilon)^2+(2\%p\varepsilon)^2}}$
T L / L × 100	0.19	0.26	0.70
H L / L × 100	0.76	0.22	3.45
S / H L × 100	0.52	1.09	0.48
B H / L × 100	1.17	0.20	5.86
B W / L × 100	0.75	0.18	4.06
D F / L × 100	0.57	0.32	1.77
P F / L × 100	0.17	0.20	0.88
V F / L × 100	0.80	0.44	1.82
A F / L × 100	0.43	0.49	0.88
A / L × 100	0.77	0.34	2.28
D L / L × 100	0.36	0.21	1.73
P L / L × 100	0.15	0.21	0.69
V L / L × 100	0.32	0.18	1.81
A L / L × 100	0.82	0.22	3.69
D B / L × 100	0.14	0.16	0.87
A B / L × 100	0.08	0.15	0.51
C P / L × 100	0.79	0.16	4.99

Male		
$ M_{10\%}-M_{2\%} $	$\sqrt{(10\%p\varepsilon)^2+(2\%p\varepsilon)^2}$	$\frac{ M_{10\%}-M_{2\%} }{\sqrt{(10\%p\varepsilon)^2+(2\%p\varepsilon)^2}}$
0.50	0.27	1.87
1.38	0.21	6.49
2.22	0.52	3.57
0.54	0.18	2.96
0.07	0.14	0.48
0.70	0.33	2.15
0.04	0.29	0.15
1.23	0.30	4.08
1.14	0.29	3.89
0.70	0.30	2.35
0.10	0.25	0.40
0.24	0.29	0.83
0.53	0.22	2.38
0.13	0.22	0.60
0.13	0.20	0.63
0.15	0.20	0.77
0.48	0.16	3.06

Note: For the bodily parts measured, see Fig. 2 in p. 86 of this volume.

Table 11. Examinations of the sexual differences in respective characters of loach cultured with 2 and 10% of food on body weight respectively.

Character	The group cultured with 10% of food on body weight		
	$ M_{\text{♀}} - M_{\text{♂}} $	$\sqrt{(\text{♀ } p\text{E})^2 + (\text{♂ } p\text{E})^2}$	$\frac{ M_{\text{♀}} - M_{\text{♂}} }{\sqrt{(\text{♀ } p\text{E})^2 + (\text{♂ } p\text{E})^2}}$
T L / L × 100	1.85	0.25	7.32
H L / L × 100	0.77	0.16	4.89
S / H L × 100	2.80	0.43	6.56
B H / L × 100	0.25	0.20	1.30
B W / L × 100	0.54	0.16	3.37
D F / L × 100	0.91	0.33	2.77
P F / L × 100	0.22	0.22	0.99
W F / L × 100	0.73	0.32	2.28
A F / L × 100	0.71	0.46	1.55
A / L × 100	0.24	0.29	0.82
D L / L × 100	1.69	0.23	7.48
P L / L × 100	5.71	0.21	27.58
V L / L × 100	2.30	0.16	14.03
A 丿 / L × 100	1.94	0.19	10.36
D B / L × 100	0.41	0.17	2.48
A B / L × 100	0.50	0.14	3.62
C P / L × 100	0.18	0.11	1.61

The group cultured with 2% of food on body weight		
$ M_{\text{♀}} - M_{\text{♂}} $	$\sqrt{(\text{♀ } p\text{E})^2 + (\text{♂ } p\text{E})^2}$	$\frac{ M_{\text{♀}} - M_{\text{♂}} }{\sqrt{(\text{♀ } p\text{E})^2 + (\text{♂ } p\text{E})^2}}$
1.54	0.27	5.61
1.38	0.26	5.26
1.09	1.18	0.93
0.38	0.19	2.04
0.27	0.17	1.63
1.05	0.32	3.29
0.43	0.27	1.58
2.75	0.43	6.45
2.28	0.68	3.35
1.70	0.34	4.94
1.43	0.23	6.15
5.80	0.29	20.14
3.15	0.23	13.58
1.25	0.25	5.04
0.15	0.19	0.81
0.57	0.21	2.80
0.50	0.19	2.62

Note : For the bodily parts measured, see Fig. 2 in p. 86 of this volume.

の形質数は天然魚において最も多く、また2群の飼育魚を比較すると、天然の条件に近い環境下のR群の方がC群におけるよりも多い。

B. 実験 2 栄養状態の良否と形態との関係

a. 平均値の比較：測定結果は第8と第9表に、また係数平均値の群間における差の信頼度は第10表にそれぞれ示した。これらの表から明らかなように、差異が認められる形質は雌では体高、体巾および尾柄高、雄では頭長と胸鱭の位置および胸鱭の形（鱭の巾／鱭の長さ）で、信頼度の値が3以上を示し差異の傾向が認められる形質は、雌では頭長と、臀鱭の長さ、雄では吻長と臀鱭の位置および尾柄高である。各形質の係数平均値を両群について比較すると、10%投餌量群の方が雌においては頭長、体巾および尾柄高において大きく、反対に臀鱭の長さにおいて小さく、また雄においては頭長、吻長、腹鱭の各位置、尾柄高と胸鱭の巾／胸鱭の長さなどにおいてそれぞれ大きい値を示す。

著しい相違は、雄における胸鱭の形であって、10%投餌量群では鱭は巾広く、その後下縁は後方に円く突出し、第2から第9までの各鱭条は、その長さの約1/2が分枝し、さらにその約1/2は外方に向かって再分枝するが、2%投餌量群では細長く、長さの約1/4が分枝し、再分枝鱭条はみられない。この相違は両群の同一体長魚の間においても認められる。なお、永田川産の雄の胸鱭は10%投餌量群とは類似し、2%投餌量群とは著しく相違する。

b. 性徴発現形質の比較：性徴の発現形質は、10%投餌量群では全長、頭長、吻長そして背鱭、胸鱭、腹鱭、臀鱭の各長さの7部、また2%投餌量群では、全長、頭長、腹鱭および肛門の各位置、背鱭、胸鱭、腹鱭および臀鱭の各長さの8部である（第11表）。これらの各部分長のうちで両群に共通する性徴形質としては、雌の方が各鱭が短く、頭が大きいことであり、一方、各群に特異な形質は、10%投餌量群では雄の吻が長く、また2%投餌量群では、雌の腹鱭および肛門がそれぞれ後方に位置する諸点である。

考 察

以上の実験結果から、天然魚と飼育魚との形態的相違は、松井（1952）がウナギで指摘したように環境の差異によるもので、本実験における天然魚と飼育魚とは、いずれも永田川の同一地域から採集したドジョウであり、遺伝的形質の相違によるものとは考えられない。そして両者間で相違する形質は、変動する体形因子に起因し、これらの体形因子の変動は、環境要因や魚自体の生理的要因の差による相対成長率の差異によるものと思われる。相対成長率を変異せしめる環境条件には種々あろうが、その主要なものとしては餌料の種類と量であろう。また生理的要因としては魚自身の運動の質と量とが考えられる。すなわち天然魚と飼育魚（R群）との環境条件の差異は、前者においては餌料が天然餌料であって探索の必要があり、外敵が存在し、運動量が大きく、生息密度が小さく、水流があるのに対して、後者においては餌料が蚕蛹と米糠とを混合した単調餌料で、それが常に所定の位置におかれるので探索の必要がなく、外敵が少なく、運動量が小さく、生息密度が大きく、水流がないなどである。つぎに、いずれも飼育魚であるR群とC群とでは、餌料は同一であるが、底質が前者は泥土であるのに対して、後者はコンクリートで、そのために魚の運動様式が異なり、後者は前者に比較して、吻部および頭部の使用が少なく、したがってそれらの成長が劣り、また泥に潜入する際、最も大きい働きをする尾柄部は、遊泳にのみ使用される結果、発達しないことが考えられる。

天然魚と飼育魚（R群）間の形態的差異よりも、いずれも飼育魚であるR群とC群の間の差異の方が大きい事実は、飼育方法によって体形が変化することを示しており、養成技術要因（餌料の種類およびその量、底質、放養量、水質および水流など）の如何によって、天然魚と飼育魚との形態的差異をできるだけわずかにすることが必ずしも不可能ではないと思われる。

性徴の発現形質を実験1および2の結果から検討すると、すべての実験群に共通する形質は、胸鰭、背鰭、腹鰭および臀鰭の各長さの4形質、2または3群に共通する形質は、全長(10%および2%投餌量群ならびにN群)に出現。以下同様)、頭長(10%および2%投餌量群)、吻長(10%投餌量群およびN群)、臀鰭の位置(R群およびN群)、肛門の位置(R群および2%投餌量群)の5形質、単一群にだけ現われる形質は、体高(N群)腹鰭の位置(2%投餌量群)、臀鰭基底長(N群)および尾柄高(N群)の4形質である。これらのうち、天然魚にはなくて飼育魚にだけ現われる性徴形質は、頭長および肛門の位置、また飼育魚にはなくて天然魚だけに現われる形質は体高、臀鰭基底長および尾柄高などである。以上からして性徴の発現形質は、環境によって相違することが結論され、したがってそれは人為的に変異させることが可能と思われる。

実験1からすると性徴形質数は天然魚に最も多く、飼育魚では天然により近い環境下で飼育された群の方に多い結果を得たが、いずれも同一生息環境下で飼育されたと思われる実験1のR群、実験2の10%および2%投餌群におけるその数が、それぞれ6、7および8形質で、R群よりも実験2の2群の方が、また10%よりも2%投餌量群の方がそれぞれ多く、さきの結果と一見して矛盾を感じず。しかし、これらの原因が前者では放養時の魚体の大きさが、実験1において体長40mm以下、実験2においては40~65mm、すなわち実験2の方が、より長い期間にわたって天然の環境下におかれたこと、また後者では、2%投餌量群の方が10%投餌量群よりも、より多く天然餌料に依存したことに起因するとそれぞれ考えるならば、さきの推論には誤りがなからう。

摘 要

1. 生息環境の相違によって変異する形質は、雄では頭長、吻長、体巾、胸鰭および臀鰭の各位置と尾柄高、そして雌では頭長、体高、胸鰭、腹鰭、臀鰭、肛門の各位置および胸鰭の長さなどである。
2. 天然魚は飼育魚よりも、雄において吻が長く、雌において体高が低く、肛門が前方にある。
3. 栄養状態の相違によって変異が認められる形質は、雌では体高、体巾および尾柄高、また雄では頭長および胸鰭の位置ならびに胸鰭の形(鰭の巾/鰭の長さ)などである。
4. 性徴の発現形質数は環境によって相違し、天然魚が飼育魚よりも多く、また飼育魚間の比較では、天然の環境に近い方が多い。
5. 天然魚と飼育魚との形態的差異は、養成技術によって小さくすることができる。

文 献

- 1) 久保田善二郎・松井 魁, 1955: ドジョウの形態学的研究一Ⅱ. 成長に伴う体形の変化に就いて. 本報告, 5 (2).
- 2) —————, 1961: ドジョウの形態学的研究一Ⅲ. 雌雄による形態的差異 (2). 本報告, 11 (1).
- 3) 松井 魁, 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).