

ドジョウの生態に関する研究—V.

性比について*

久保田善二郎

Ecology of the Japanese Loach, *Misgurnus
 anguillicaudatus* (CANTOR)—V.
 Sex Ratio—its Geographical Variation and the
 Environmental Control over it*

By

Zenziro KUBOTA

The knowledge of the sex ratio has high practical value for gathering the spawners of the artificial fertilization or for selecting the fry paying attention to the fact that the growth rates differ considerably with sex. But there is scarcely any report on this problem, except those by MATSUI (1934) and by KOBAYASHI (1935). Examining many samples collected from all over Japan, the author found that the sex ratio varied considerably having close relation to the environmental conditions, the details of which are shown in the below.

1) The sex ratio (the proportion of female to total) of respective groups of loach living in the natural environment varies conspicuously station by station from 51 to 98%, *i. e.*, female is more abundant than male.

2) The sex ratio is thought to vary depending on the difference in both environmental and nutritious conditions.

3) It is suspected that the phenotype of sex does not solely depend on the genotype but varies more or less by the environmental conditions, *i. e.*, the better the environmental conditions are, the more there are chances to develop as female, and *vice versa*.

まえがき

魚の性比についての知識は、人工受精とか雌雄により成長度が相違することを考慮に入れた増殖の面からみて重要である。ところで、ドジョウの性比については、松井(1934)および小林(1935)の記載があるだ

* 水産講習所研究業績 第337号, 1961年6月26日 受理.

Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 337.

Received June 26, 1961.

けで、全く不明といっても過言ではない。著者はわが国の各地から採集したドジョウの性比をしらべ、環境の相違が性比と重大な関連があることを知った。

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。

天然魚の性比

A. 実験の材料および方法

供試魚の採集場所は第1表および第1図に示すように、北は北海道岩見沢市から南は鹿児島県川辺郡笠沙町におよぶ20ヵ所である。採集期間は、山口県防府市では1946年10月下旬から翌年3月上旬まで、山口県熊毛郡平生町では1948年12月、山口県下関市吉見町では1954年12月から翌年2月初旬まで、福岡、岡山、新潟および岩手では1950年4月から5月まで、残りの各地区では1955年4月から7月までの期間である。採集は山口県の3ヵ所では、いずれも冬期に、魚の生息地の一区画における水や氷を排除後、手または鍬で泥を掘りおこし、その区画内に生息する魚のすべてを採捕する方法で、またその他の各地区では、春季および夏季に、網や笠による方法で行なった。供試魚の大きさは、雌雄の判別誤差を完全になくするために、山口県の3地区では体長60mm以上、その他の各地区では80mm以上とした。供試魚の尾数は総計4,451尾である。雌雄の鑑別は、主に胸鱗の形状で行ない、疑わしい個体は解剖した。

B. 実験結果

Table 1. Geographical variation of sex ratio in loach.

Station	Number of individuals examined			Sex ratio $\left(\frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}} \times 100\right)$
	♀	♂	Total	
Kasasa, Kagoshima	14	12	26	53.8
Yanagawa, Fukuoka	102	89	191	53.5
Shimonoseki, Yamaguchi	247	222	469	52.7
Hōfu, Yamaguchi	766	685	1451	52.8
Hirao, Yamaguchi	636	492	1128	56.4
Tamashima, Okayama	47	43	90	52.2
Shido, Kagawa	51	2	53	96.2
Tanabe, Wakayama	10	8	18	55.1
Muko, Kyōto	36	33	69	52.1
Hikone, Shiga	82	15	97	84.5
Gamagōri, Aichi	32	1	33	96.9
Chiba, Chiba	91	15	106	85.8
Nozawa, Nagano	77	37	114	67.5
Ueda, Nagano	60	57	117	51.3
Mizuhara, Niigata	77	46	123	62.6
Watanoha, Miyagi	42	16	58	72.4
Yumoto, Iwate	62	15	77	80.5
Oka, Akita	54	35	89	60.6
Hakodate, Hokkaido	60	27	87	68.9
Iwamizawa, Hokkaido	54	1	55	98.1

実験結果は第1表および第1図に示す通りである。雌の尾数の総数に対する割合は、北海道（岩見沢市）、愛知および香川では90%以上、滋賀、千葉および岩手では80~86%、長野（野沢町）、新潟、秋田および北海道（函館市）では60~69%、鹿児島、福岡、岡山、山口（下関市、防府市、平生町）、京都、和歌山および長野（上田市）では51~56%で、地理的に著しく大きい変異があり、50%以下、つまり雌よりも雄の方が多い場所は皆無である。

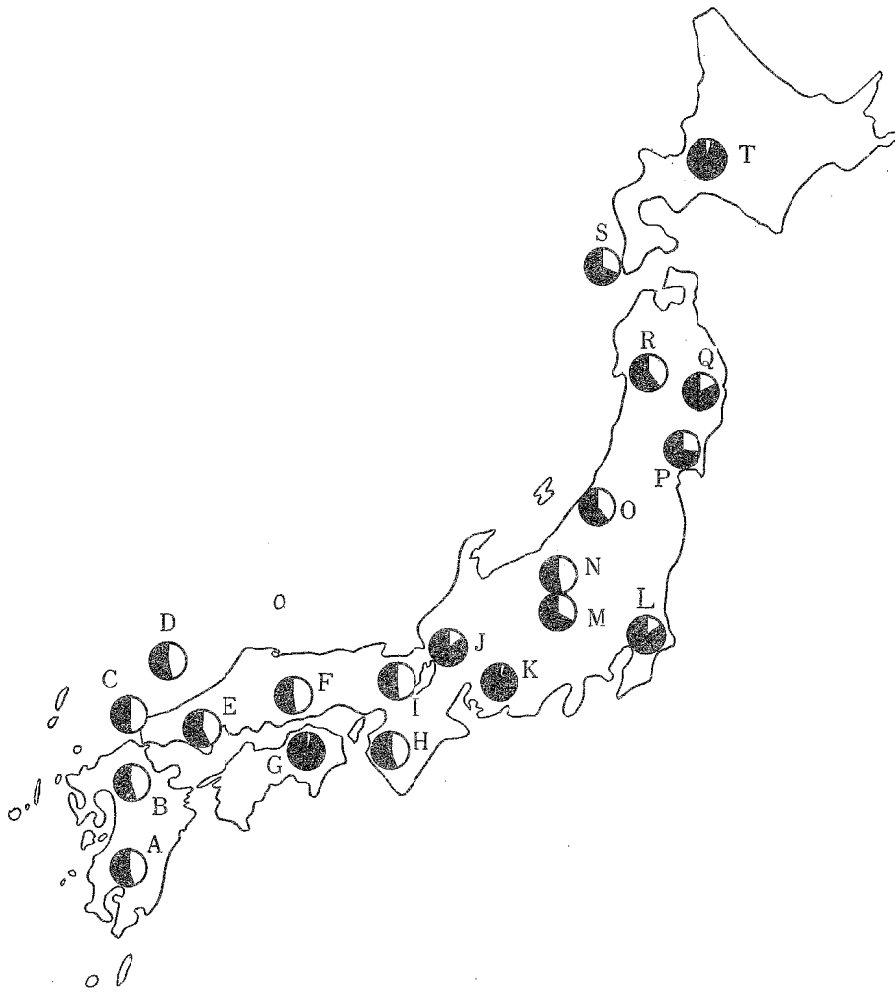


Fig. 1. Geographical variation of sex ratio.

Notes: The black part in each circle represents the ratio of female at each station, while the white one means the ratio of male.

A, Kasasa, Kagoshima; B, Yanagawa, Fukuoka; C, Shimonoseki, Yamaguchi; D, Hōfu, Yamaguchi; E, Hirao, Yamaguchi; F, Tamashima, Okayama; G, Shido, Kagawa; H, Tanabe, Wakayama; I, Miko, Kyōto; J, Hikone, Shiga; K, Gamagōri, Aichi; L, Chiba, Chiba; M, Nozawa, Nagano; N, Ueda, Nagano; O, Mizuhara, Niigata; P, Watanoha, Miyagi; Q, Yumoto, Iwate; R, Oka, Akita; S, Hakodate, Hokkaido; T, Iwamizawa, Hokkaido.

地域別に性比を検討すると、雌の尾数の割合は、本州の瀬戸内海に臨む各地区および九州の2地区では52～56%で比較的小さいが、香川では96%、滋賀および愛知ではそれぞれ85%と97%できわめて大きい。また河川が日本海にそそぐ長野(野沢町および上田市)、新潟および秋田では51～68%であるが、太平洋に臨む千葉、宮城および岩手では72～86%で、後者の諸地方の方が前者よりも大である。北海道の函館市は69%で中位であるが、石狩平野に位置する岩見沢市では、98%を示し、調査した地区中で最大である。

環境の相異が性比に及ぼす影響

A. 実験の材料および方法

第1実験は1956年4月18日から7月25日までの99日間、第2実験は1959年4月21日から7月21日までの91日間、縦190.5cm、横92.0cmの水産講習所の試験池で実施した。

第1実験の供試魚は1955年7月に下関市永田川およびそれに附帯する溝で採捕するか、または同地域で捕獲した親魚から川村の方法で人工採苗するかして得られた稚魚を実験開始日まで養魚池で飼育した86尾、第2実験は実験開始日の数日前に永田川で採集した193尾である。実験方法は、第1実験では、種苗を無作為に40g、28～29尾あての3群にわけ、各1個の池に放養し、A群には放養魚体重量の10%、B群には5%、C群には2.5%の量を毎日投餌した。餌料の種類は蚕蛹と米糠とを乾燥重量比2:1の割合に混じて煮沸したものである。なお魚体重量は20日ごとに測定し、投餌絶対量を補正した。次に第2実験は、種苗の大きさをa群0.29g、b群0.71g、c群0.88g、d群0.62g、e群0.88gとし、a、b、cの各群にはさきの餌料を魚体重量の10%、dおよびe群には同じく2%の量を毎日投餌した。投餌絶対量の補正は5月26日に1回だけ行なった。このように各群の種苗の大きさに差異を区別したのは、性がもしも環境によって決定されるのであれば、魚を河川から飼育池に移した場合、小さい種苗ほど性の未分化の期間が長いわけで、池の環境により大きく影響され、そこで各群間に性比の差異を生じるだろうし、また性決定が環境に支配されないのであれば、各群の性比は近似すると想定したからである。

B. 実験結果

第1実験：結果を第2表に示した。雌の尾数の総数に対する割合は、A群58.3%、B群44.0%、C群33.3%で、投餌量の多い群ほど大きい値を示した。これらのうち、とくに注意を要する点は、BおよびC群において、雌よりも雄の方が多く出現したことで、このような現象は自然環境では存在しないか、またあってもごく稀である(前実験結果参照)。

Table 2. Relation between amounts of food given and sex ratio in three groups of loach cultured from the stage of fry after hatched out.

Group	Beginning of culture			Amounts of food given (%)	End of culture			$\frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}} \times 100$
	Number of individuals	Total weight (g)	Average body weight (g)		♀	♂	Total	
A	29	40	1.33	10.0	14	10	24	58.3
B	28	40	1.43	5.0	10	14	25	44.0
C	29	40	1.33	2.5	9	18	27	33.3

第2実験：結果は第3表に示す通りである。雌の割合は、10%投餌量群では、a群38.4%、b群40.6%、c群52.0%、また2%投餌量群では、d群46.1%、e群50.0%で種苗の大きさが小さい群ほど、雄の出

Table 3. Relation between sex ratio of loach culturing and amounts of food given and also between the former and size of fry captured from natural environment.

Group	Beginning of culture			Amounts of food given (%)	End of culture			$\frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}} \times 100$
	Number of individuals	Total weight (g)	Average body weight (g)		♀	♂	Total	
a	35	10.3	0.29	10	10	16	26	38.4
b	42	30.0	0.71	10	13	19	32	40.6
c	34	29.8	0.88	10	13	12	25	52.0
d	48	29.9	0.62	2	18	21	39	46.1
e	34	29.8	0.88	2	13	13	26	50.0

現率が大きい傾向を示し、a, b, dの各群では前実験のBおよびC群と同様に、雌よりも雄の方が多く出現した。投餌量と性比との関係は、前実験の場合と異なって、相関を認めることができない。

以上の両実験結果から、ドジョウの性決定が環境に対して無関係でないということが言えるであろう。

考 察

生物の性決定についての学説は大別して2つある。その1つは、決定因子が染色体に基づくとするもので、H. HENKING (1891) が半翅類の1種ホシカメムシ *Pyrrhocoris apterus* の精母細胞のうち、1個の特別な行動をする染色粒を発見し、さらに C. E. MCCLUNG (1902) が直翅類のツユムシの一種 *Xiphidium* の精母細胞のうちから H. HENKING と同様なものを見出し、それを特殊染色体と名付け、性の決定に直接的な関係をもつと報告して以来、染色体説として発展した。他の1つは、雄性および雌性の両種の配偶子を形成し得る能力を有する個体が外部または内部的因子に基づいて、いずれか一方のみの性を現わすとするもので、GOLDSCHMIDT が1911年以来マイマイ蛾 *Lymantria dispar* を材料として間性説をとって以来 HARTMANN, KUHN および MOEWUS らによって開拓されてきた。

ところで、ドジョウの性決定の機構は次の理由から、遺伝子によるよりも主として環境によって支配される、いわゆる現象型に属することが考えられる。1) 性比が地理的に著しく相違し、しかも雄よりも雌の方が多く、2) 性が未分化の魚は、ホルモン添加餌料によって性の転換が行なわれ(久保田ら, 1961)、性比は栄養環境または生息環境の相違によって変化し、4) 雌雄同体の個体があることなどである。

性比が地理的および環境的に相違することは、HERMES (1880), SIEBOLDS (1882), FEDDERSEN (1893), SELIGO (1900), DRÖSCHER (1905), TRYBOM と SCHENEIDER (1904), BELLENI (1910), MARCUS (1919), EHRENBAUM (1928), TESCH (1928), FORNYOLD (1929), D'ANCONA (1935) などはヨーロッパ産ウナギでは雄は河口近くにとどまり、雌のみ河川の上流に遡上して生育し、雄の分布は河岸からの距離に反比例し、塩分の含有量に正比例することを明らかにした。それらの雄の割合は、HERMES (1880) によると0~86%, DRÖSCHER (1905) は0~90%, HORNYOLD (1929) は17~80%で、地理的変異がきわめて大である。松井 (1952) は日本産ウナギの雄100尾に対する雌の百分率は、天然魚では35.4~610.0%, 平均59.9%であるが、養殖魚では0.5~9.4%, 平均3.5%に過ぎないことを報告している。また、フナでは雌と雄の比率が著しく相違し、佐々木 (1926) は雌に対する雄の百分率は12.9%に過ぎないことを認めている。

本実験において雌の割合が高率を示した地区は、北海道(岩見沢市)、愛知、香川、滋賀および千葉、また比較的low率を示した地区は鹿児島、福岡、山口(下関市、防府市、平生町)、岡山、京都、和歌山および

長野(上田市)で、前者の各地区が平野または湖を有するのに対して、後者の多くが山地あるいは狭い平地からなっていることは、それらの性比が生息環境と関連性を有しているように思われる。

環境が性比に及ぼす影響についての実験で、雌の割合は種苗の大きさが小さい群ほど小さい値を示した。この結果は GRASSI (1919) および D'ANCONA (1924) のウナギにおける実験結果とよく一致している。すなわち、植物やプランクトンが豊富で、温度が季節的に大きく変化する容器中では、小さい幼魚は雄に、また大部分の中位および大型の幼魚は雌になり、次に大型の幼魚を植物がなく、一様に低温であるコンクリート製の小さなタンク中に移したところ、雌になると思われた幼魚が、実際にはその大部分が雄になったことを彼らは報告している。

ところで、このような結果をもたらした原因は、さきに述べたように、小さい魚は大きい魚よりも性決定までの期間が長く、飼育池の環境に、より大きく影響されたためと思われる。飼育池と河川との環境の差異は、前者は餌料が単一餌料、生息密度が大、遊泳面積が小、水質が悪変するのに対して、後者は前者と全く相反するような条件を有している。雌の出現率は、飼育魚を種苗とした第1実験では投餌量の多い群ほど大きい値を示したが、天然魚を種苗とした第2実験では投餌量にはかかわりなく、種苗の大きさとのみ密接な関係を示した。これは後者の場合では、餌料量の相違よりも天然河川から飼育池へ移されることによる生息環境および餌料の種類の変化の方が性決定により大きい要因として働いたためと思われる。

以上の諸結果を総合すると、GEDDES と THOMSON (1901) が雌は栄養物質その他を貯蔵すべき好適な条件の下に造り出された形成的の有機体であり、雄は補給よりも消費が勝るような条件の下に造り出された破壊的な有機体であるとしたように、ドジョウの性は良好な環境条件のもとでは雌、その反対の条件のもとでは雄に決定される機会が多いように思われる。

摘 要

1. 天然産ドジョウの性比(雌の総数に対する割合)は、51~98%で、地理的に著しく大きい変異があり、雄よりも雌の方が大きい。
2. 性比は栄養環境および生息環境によって変化する。
3. ドジョウの性の表現型は遺伝子型だけによらないで、多かれ少なかれ環境条件によって決定され、環境条件が良ければ良いほど、雌として発現する機会が多いように思われる。

文 献

- 1) BERTIN, L., 1956: Eels. A biological study. Cleaver-Hume Press Ltd., London.
- 2) HENKING, H., 1891: Über Spermatogenese und deren Beziehung zur Eientwicklung bei *Pyrrhocoris apterus*. Zeits. f. Wiss. Zool., 50.
- 3) 小林久雄, 1935: 日本淡水魚類並に其寄生虫. 養賢堂, 東京.
- 4) 久保田善二郎・松井 魁・西川昇平・関屋 正, 1961: ドジョウの増殖に関する研究—V. 卵胞ホルモンによる性転換について. 本報告, 11(1).
- 5) 松井 魁, 1934: 鱧の性別に依る外形の変異. 養会, 4(9).
- 6) ———, 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).
- 7) 岡田 要・木原 均, 1950: 性. 共立出版社.