

ドジョウの生態に関する研究—Ⅲ.

生殖腺について*

久保田善二郎

Ecology of the Japanese Loach, *Misgurnus
anguillicaudatus* (CANTOR)—Ⅲ.
Development of the Gonad during the Maturation*

By

Zenziro KUBOTA

The development of the gonad of the loach, either induced artificially or naturally, were studied minutely from either pure scientific interest or practical one by many workers. But the author studied the development of many characters of the gonad with the seasons passing such as the outlook, the number of the ovarian eggs, etc. from ecological interest or as the foundation of the culturing technique. And the following results are obtained :

1) Length of ovary (ol) in mm, width of the same (ow) in mm and weight of it (OW) in g change depending on the body length (L) in mm keeping the following relations :

$$ol = 0.500L - 15.00$$

$$ow = 0.127L - 6.16$$

$$OW = 3.383L^{5.1329} \times 10^{-11}$$

2) Gonad begins to be observable without aid of any magnifier, when the loach grows into the stage as long as 49 mm in body length.

3) About 51 mm is the shortest body length that will enable us to distinguish the sex by the appearance of the gonad.

4) The ovary is clearly separated into two lobes in the loach measuring 51 mm in body length, extending posteriorly from the portion more or less behind the base of the pelvic fins and lies above the dorsal side of the intestine. But when the fish attains to 77—82 mm in body length the lobes fused together into a cluster developed both anteriorly and ventro-laterally. In the spawning season, moreover, the anterior end of the ovary covers a part of the duodenum and the ventro-lateral part perfectly

※ 水産講習所研究業績 第335号, 1961年6月26日 受理.
Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 335.
Received June 26, 1961.

envelopes the rectum.

5) The right and left lobes of the testis are asymmetry, the right lobe is longer, narrower and lighter than the left lobe.

6) The changes in length of the right lobe of the testis (tl) in mm, width of left lobe (tw) in mm and total weight of both lobes (TW) in mg due to the increase in body length in mm can be represented by the following experimental equations :

$$tl = 0.333L - 5.65$$

$$tw = 0.028L - 0.620$$

$$TW = 1.166L^{4.9071} \times 10^{-8}$$

7) Most of the ovarian eggs begin to develop from late August to early September, but the period by no means so short.

8) Among the ovarian eggs those in both posterior and dorsal parts are larger than those in both anterior and ventral parts.

9) The proportion of the ovarian weight to total body weight is minimum in September and is 1.6%, while it is the maximum in June and is as large as 13.2%.

10) It requires about 10 months from the beginning of development to the spawning of the eggs.

11) The unspawned matured eggs remained in the ovary are by no means spawned in the next year but are absorbed.

12) The gonad develops even in the duration of the hibernation.

13) The number of the ovarian eggs (N) at respective body length (L in mm) is represented by the following experimental equation :

$$N = 3.08L^{4.4867} \times 10^{-6}$$

14) The testis develops earlier than the ovary. It is thought to be one of the reasons why the sexual difference in growth rate occurs.

15) As many as 610,540,000 is estimated to be the average number of the spermatozoon in the testis of an individual of loach as long as 94—115 (average=101) mm in body length.

ま え が き

ドジョウの生殖腺については、川村 (1944) がトノサマガエルの脳下垂体前葉を注射することにより人工排卵に成功して以来、主として成熟および排卵の促進について行なわれ、それについて、藤田ら (1948)、田中 (1948 a・b)、渡辺 (1948, '50)、久保田 (1953 a・b) および小林と山林 (1957) などの業績があり、藤田ら (1948) はトノサマガエルの脳下垂体を注射して後の卵巣の成熟過程を追求し、川村と本永 (1950) はシマドジョウの腹腔内にトノサマガエルの脳下垂体前葉の懸濁液を注射し、卵巣に起こる変化を主として組織的に観察した。中村 (1935)、内田 (1939)、大島 (1940)、川村 (1944)、山口県水産指導所 (1947) および岡田と中村 (1950) は産卵期について、また小林 (1922)、河部 (1935)、内田 (1939) および藤田ら (1948) は抱卵数または排卵数についてそれぞれ記述している。西川と久保田 (1959) は精巣における生殖細胞の季節的变化を組織的に観察し、皆森 (1950) はシマドジョウの生理的隔離についての実験で、雄の雑種はすべて不妊で、雑種の精巣の大きさは、対照の精巣とほぼ同じか、または若干小さく、純粋な種族の精巣は産卵期間において白いが、雑種では半透明で、この両者間の差異は、精虫の有無と関係していることを

報告した。さらに鈴木 (1955) はシマドジョウの雌雄同体について、また西川と久保田 (1957) はドジョウに見られた精巣卵についてそれぞれ記載した。

著者は1949年2月から山口県に産するドジョウにより、生殖腺の形態、各季節における成熟度、抱卵数および精子数などについて生態学および増殖学上の見地からしらべた。

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勉博士に感謝の意を表す。

実験の材料および方法

供試魚は山口県熊毛郡平生町附近および下関市吉見町永田川下流附近で、釜または掬網を使用して採捕し、10%ホルマリン溶液に固定した標本977尾である。卵径の測定は1949年2月から1950年10月にわたって平生町附近で採集したドジョウで行なった。まず卵巣を摘出し、それを前部、中部、後部に3等分し、さらに中部を背部と腹部とに2等分した。次に各部分別に、少量の水を入れた小型シャーレ内で卵粒を分離し、それらをスポイドでスライドガラス上に滴下後、針で一列に無作為にならべ、マイクロメーターでその一端から卵の最大径を各部200~300μmあて測定した。しかし卵径が230μm以下のものは、以上のようにして処理することが困難だから、9月にのみ測定し、その他の月では除外した。供試卵数は14,740粒である。

抱卵数は重量法で、また精子数は体長94~115 mm、体重9.6~10.5 gの個体11尾から精巣を摘出し、GPC-5液 (久保田, 1961c) 中で十分搾出して精子含有液を作り、トーマス血球計算器を使用して、それぞれ算定した。

実験結果

A. 生殖腺の形態および重量

成熟した卵巣は、川村と本永 (1950) がシマドジョウで認めたように1個の紡錘形の器管で、体腔内に位置し、懸着膜によって背側壁にかかり、その前端部は十二指腸部またはその後端からはじまり急に太くなって後方に走り、直腸を完全に囲繞し、腹嚢基部附近から次第に細くなり、最後に短い輸卵管を経て生殖孔を以って外部に開く。卵巣背部正中線はわずかに凹む (第1図)。

輸卵管は卵巣皮膜の延長したもので、卵巣の後部は漏斗状を呈し、その皮膜下部は直腸に密着し腸管の背部からその正中線にそって肉質の比較的厚い膜が上方に延び、背部の卵巣皮膜に接着している。したがって輸卵管はこの膜で左右2つにせきられるが、これより後方では合して1管となる。この仕切り膜は弾力性に富み、側面からみると、その中軸部は上部および下部より短い (第2図)。川村と本永 (1944) は、卵が生殖孔から1・2列をなして流れ出ることを観察しているが、それはこの仕切り膜によるものと思われる。

体長 (L mm) と卵巣の長さ (ol mm) および巾 (ow mm) との関係は

$$ol = 0.500L - 15.00$$

$$ow = 0.127L - 6.16$$

の実験式で表わされる (第3図)。

次に体長 (L mm) と卵巣重量 (OW g) との関係は

$$OW = 3.383L^{5.1329} \times 10^{-11}$$

の式で表わされる (第4図)。

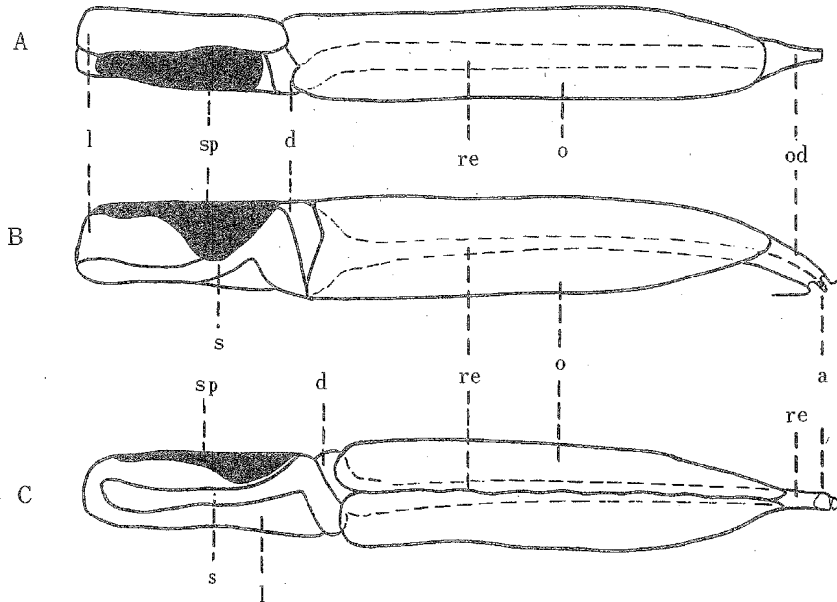


Fig. 1. Ovary in matured stage.

Notes : A, dorsal view ; B, side view ; C, ventral view ; a, anus ; d, duodenum ; l, liver ; o, ovary ; od, oviduct ; re, rectum ; s, stomach ; sp, spleen.

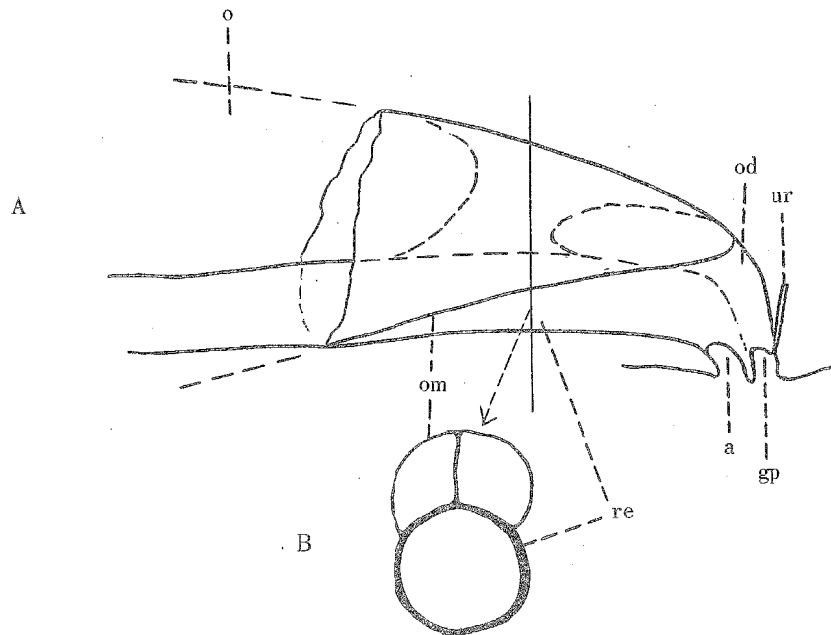


Fig. 2. Side view and cross section of the oviduct.

Notes : A, side view ; B, cross section ; a, anus ; gp, genital pore ; o, ovary ; od, oviduct ; om, ovarian membrane ; re, rectum ; ur, ureter.

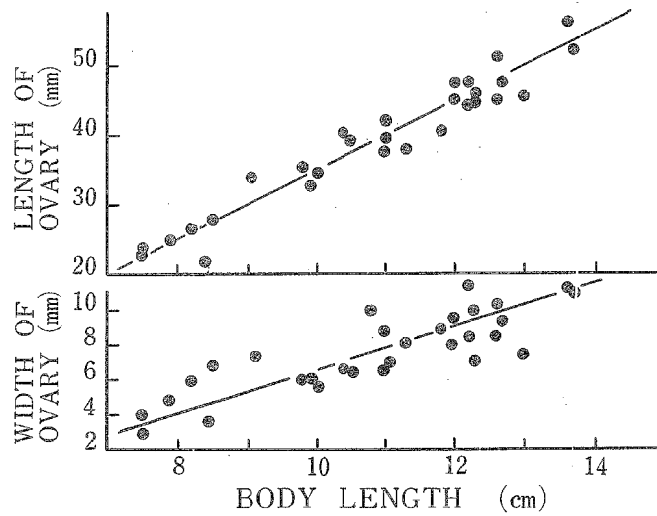


Fig. 3. Regressive relation of width and length of ovary in relation to body length.

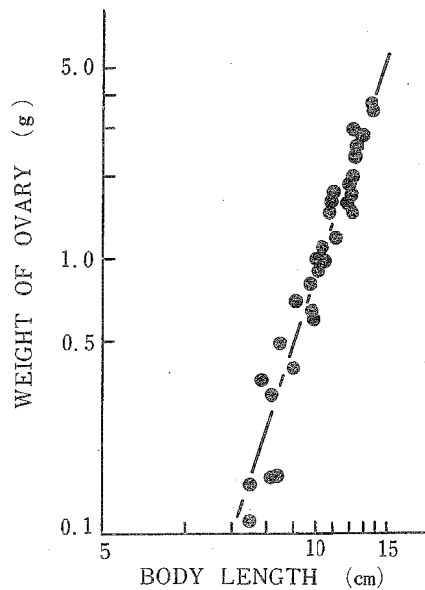


Fig. 4. Logarithmic representation of the regressive relation of the weight of ovary in relation to body length.

成長に伴う卵巣の形態の変化を第5図に示した。すなわち、生殖腺が肉眼的に観察される最小体長は49 mm (9月1日固定) で、性徴のうち最も早期に発現する形質、つまり胸鱗の骨質薄板 lamina circularis の出現よりもわずかに早い(久保田, 1961 a)。この生殖腺は直腸後部の背側に位置し、乳白色、糸状で、性は区別できない。体長が51 mm (9月1日固定) になると、生殖腺は腹鱗前基部よりもやや後方からはじまり、腸管の背部に位置し、鮭色のひも状で検鏡によって核を有する直径およそ 50 μ の透明卵がみられ、精

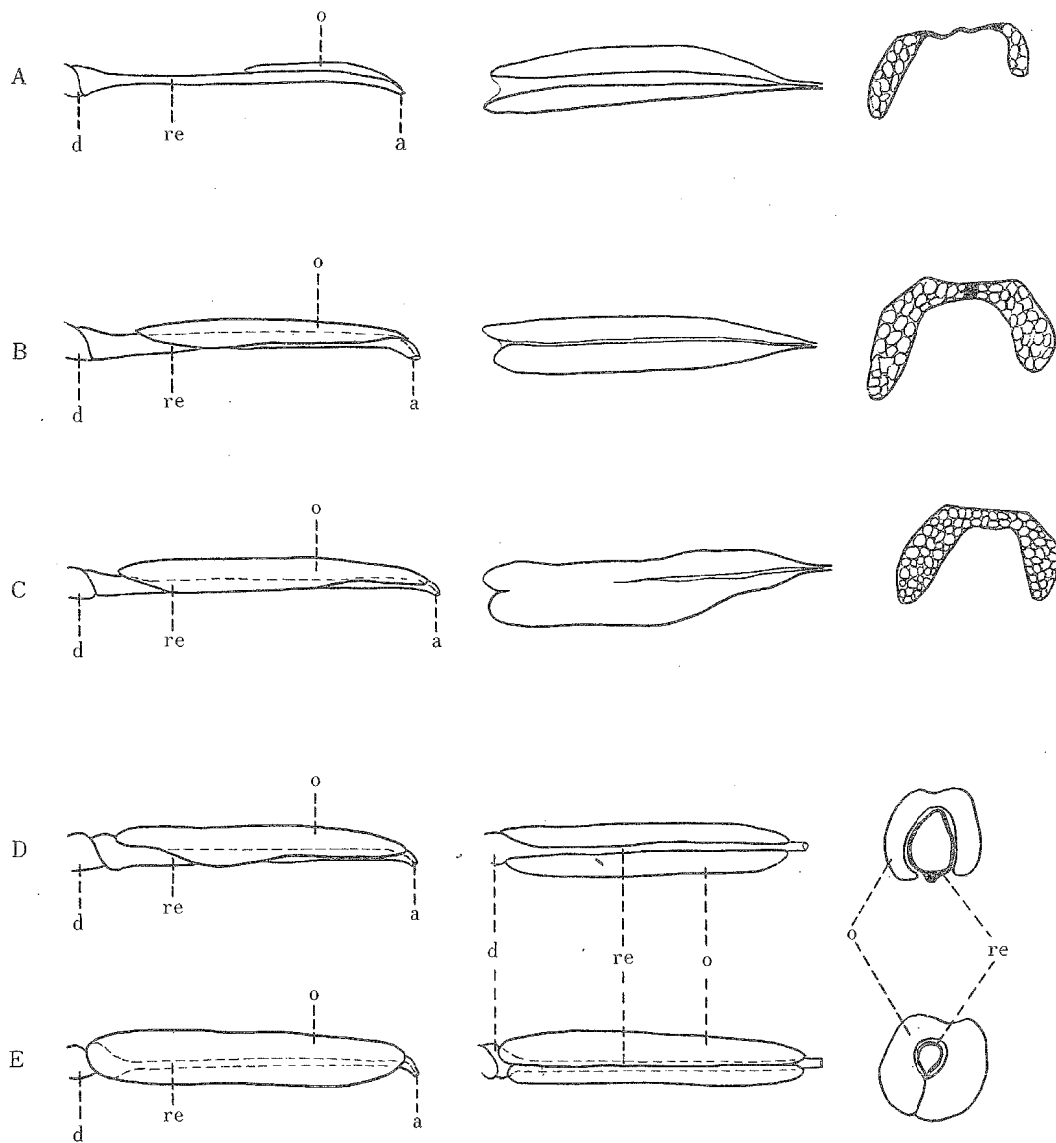


Fig. 5. Development of the ovary with growth of the fish.

Notes : A, 51mm in body length ; B, 61 mm ; C, 77 mm ; D, 82 mm ; E, 114 mm. left, side view ; middle, ventral view ; right, cross section at the anterior part. a, anus ; d, ductenium ; o, ovary ; re, rectum.

巢と明確に区別される。この卵巢は長さ、巾ともに相違する左右1対の房からなり、両巢は透明な卵巢膜で連結されている(第5図A)。卵巢は、体長が61mm(9月20日固定)では前方および下方へ拡大され、左右卵巢は発達し、ともに接近する。しかし両卵巢は膜によって明瞭に境されている(第5図B)。体長が77mm(10月5日固定)になると、卵巢の前端は十二指腸より尿管径の約3倍の距離ほど後方の位置からはじまり、両卵巢は後部では分かれているが、前部では完全に癒合する。卵巢の長さは23mm、卵径は最大260 μ 、普通130~160 μ である(第5図C)。体長82mm(4月15日固定)では、十二指腸よりわずかに後方の位置からはじまり、下側縁は直腸の下部に達するが、それをつつむまでには至らない(第5図D)。114mm(6月14日固定)では、前端は十二指腸の一部をおおい、下側部は充分発達して直腸を完全につつむ。卵巢卵は淡黄色で、卵巢膜の表面には星状の黒色素胞が散在する(第5図E)。

精巣は左右1対の帯状の器管で、体腔内に位置し、懸着膜によって背側壁にかかり、その前端部は臀鰭前基部から尾鰭基部までの距離ほど胸鰭基部より後方の位置にはじまり、先端部は鈍く尖る。背側縁は直線に近いが、下側縁は波状をなし、中央部に向かって高さを増す(第6図)。

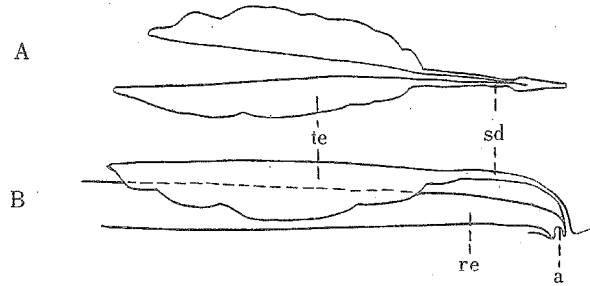


Fig. 6. Ventral and side views of the testis.

Notes: A, ventral view; B, side view. a, anus; re, rectum; te, testis; vd, vas deferens.

精巣の後端は腹鰭基部より、同鰭の長さの約 $\frac{1}{2}$ ほど前方に位置し、それより細い輸精管につらなる。この2つの管は、生殖孔の直前で下方へ向きを転ずるが、このあたりで癒合して1本となり、その部分の巾は他よりいくぶん広い。癒合部の内壁はひだに富み、孔の断面は「へ」の字型を呈する(第7図)。

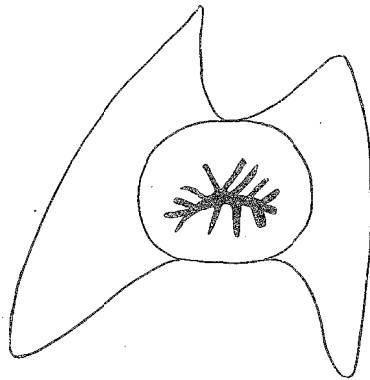


Fig. 7. Cross section of the vas deferens.

多くの個体では精巣と輸精管との境界は明確でないから、両者を合わせて精巣の長さとし、体長(L mm)と右精巣の長さ(tl mm)、左精巣の巾(tw mm)および精巣重量(TW mg)との関係を示すと第8図および第9図となる。

これらの関係は

$$tl = 0.333L - 5.65$$

$$tw = 0.028L - 0.620$$

$$TW = 1.166L^{4.9071} \times 10^{-8}$$

の実験式でそれぞれ表わされる。

左右の精巣は不相称で、右側は左側よりも長くて狭く、かつ軽い傾向がある(第10・第11・第12図)。

成長に伴う精巣の横断面の変化を第13図に示した。断面は体長73 mmの個体(10月17日固定)では三日

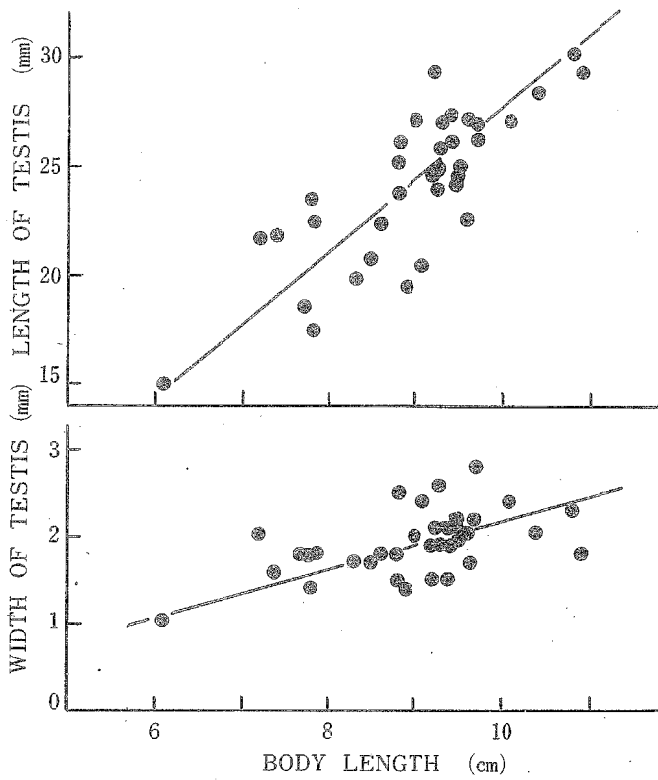


Fig. 8. Regressive relation of length and width of testis in relation to body length.

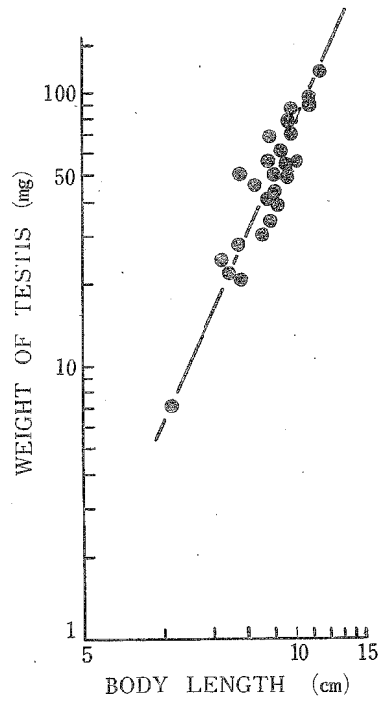


Fig. 9. Logarithmic representation of the regressive relation of weight of testis in relation to body length.

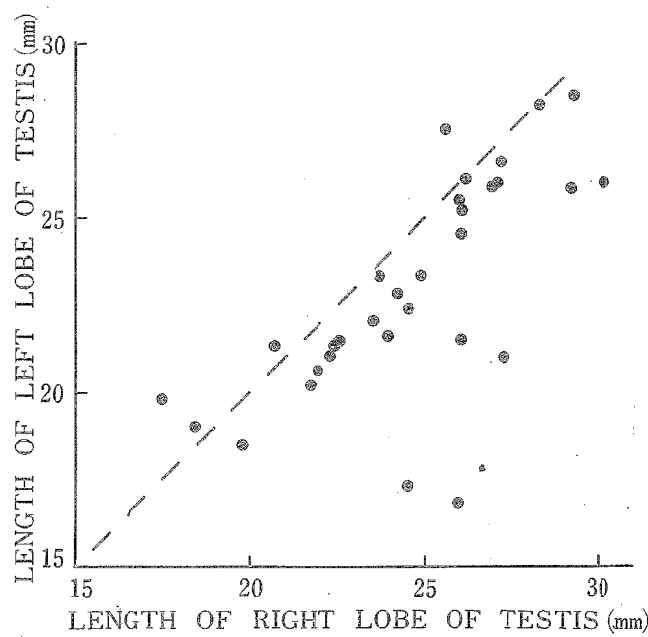


Fig. 10. Asymmetry observed in the lengths of the pair of testes.

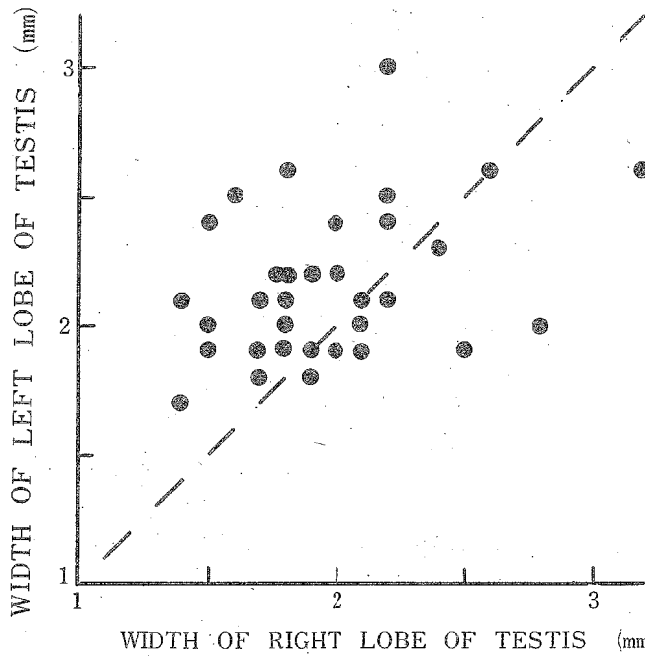


Fig. 11. Asymmetry observed in the widths of the pair of testes.

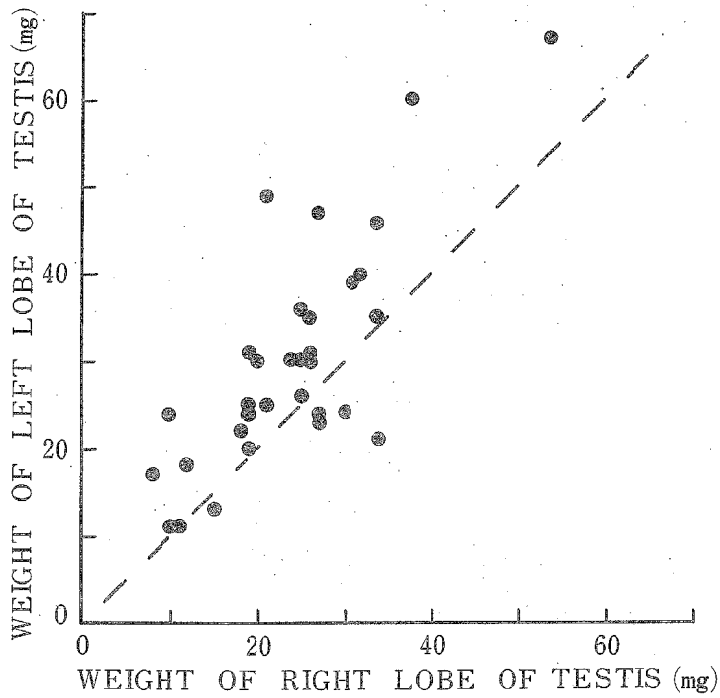


Fig. 12. Asymmetry observed in the weights of the pair of testes.

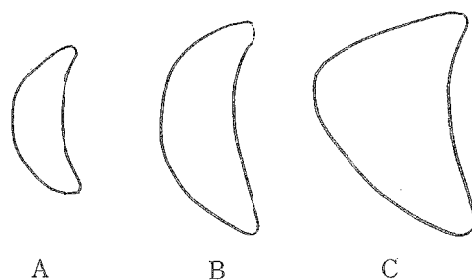


Fig. 13. Change in shape of the section of testis with growth of the fish.

Notes : A, 73 mm in body length (fixed on Oct. 17); B, 82 mm (fixed on Apr. 15); C, 98 mm (fixed on June 14).

月状で、中央部が厚く、上縁および下縁部はうすい。その厚さは 62μ 、巾は 127μ 、両者の比は 0.49 である。冬季の潜伏を終った体長 82 mm の個体（4月15日固定）では、厚さは 81μ で、さきの場合と大差が認められないが、巾は著しく増加して 195μ となり、したがって両者の比は 0.42 にとどまる。

次に産卵期に捕獲された 98 mm の個体（6月14日固定）では、上部が発達して下部よりも厚くなる。巾は 199μ で、さきの場合とほとんど変わらないが、厚さは 137μ で大きく増加し、後者の前者に対する比は 0.69 に達する。

B. 成熟過程

各時期別の卵径組成は第14図に示した通りである。卵巣卵は産卵直後から形成されるようで、7月中旬から8月上旬にかけて、卵径が約 750μ 以上の成熟未放出卵に混じって少数の $10\sim 20\mu$ の卵巣卵がみられる。9月3日（第14図A）では、これらの小卵が大半を占め、この時期が卵巣卵の最も多く形成される時期であることを表わしており、成熟未放出卵が、わずかに残る。10月3日（第14図B）では、いくぶん大きくなるが、すべて 500μ 以下で、9月にみられた大型の未放出卵は消失する。12月12日（第14図C）になると、重心は 400μ あたりにみられるが、大卵は 800μ にも達し、卵径の変異の巾は大きくなる。冬眠期にあたる2月18日（第14図D）では、卵径の範囲は12月と変わらないが、大卵の増加に伴って、重心の位置は不明確となる。3月20日（第14図E）以後では組成は著しく変化し、 800μ 以上の大卵の増加が顕著である（第14図F・G）。

次に卵巣の各部分の成熟過程を比較するために、時期別に卵巣の前部、背部、腹部および後部の卵の長径を測定し、その平均値を第15図に示した。

すなわち、卵巣の後部および背部の卵は、前部および腹部の卵よりも直径が大きく、したがって前者が後者より成熟が早いと推察される。このことは、脳下垂体溶液注射後におけるドジョウの卵巣卵の成熟が、卵巣の後部から背部、前部へと進み、腹部の消化器を圍繞する部分が最も遅れる結果（藤田ら、1948）と一致する。

卵巣重量の体重に対する割合を時期別に第16図に示した。すなわち、割合は曲線で示され、9月11日が最小で 1.6% 、冬眠開始前にあたる10月3日で 1.9% 、冬眠期間中の2月18日で 5.2% 、3月20日で 8.1% であるが、それ以後では急激に増加し、6月10日には最大で 13.2% となり、さらにその後では急減し、7月14日には 5.2% 、8月29日には 2.1% となる。これからして、産卵の盛期は6月であると推察される。ドジョウは10月から2月または3月まで泥中に潜伏し、体重は減少する（久保田、1961b）、が卵巣重量および卵

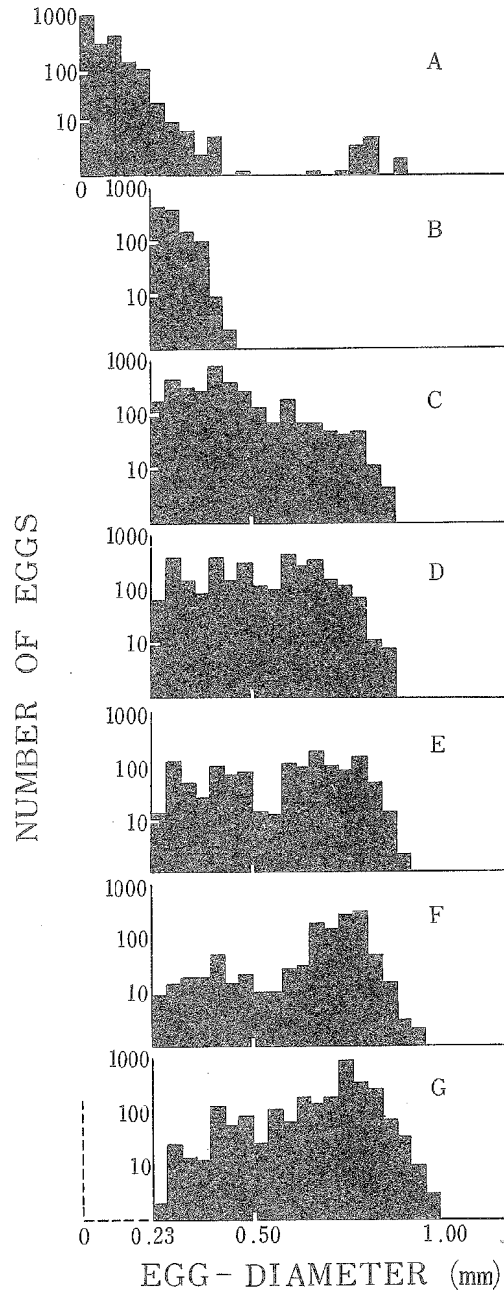


Fig. 14. Seasonal variation of frequency distribution of egg-diameter.
 Note : A, Sept. 11 ; B, Oct. 3 ; C, Dec. 16 ; D, Feb. 18 ;
 E, Mar. 20 ; F, Apr. 20 ; G, June 10.

径は増大する。

精巢における生殖細胞の季節的変化および精子の形については、すでに西川と久保田 (1959) が報告した。すなわち、生殖期直前の4月下旬より生殖期の終了する7月上旬の間に残留精原細胞の分裂によって新精原細胞が生じ、これらの細胞群は数回の分裂を経て後期の精原細胞となり、成長期に入る。精母細胞分裂は8～9月が最も旺盛で、この際に $2n=52$, $n=26$ の染色体がみられる。精子細胞は泥土に潜伏する前後、

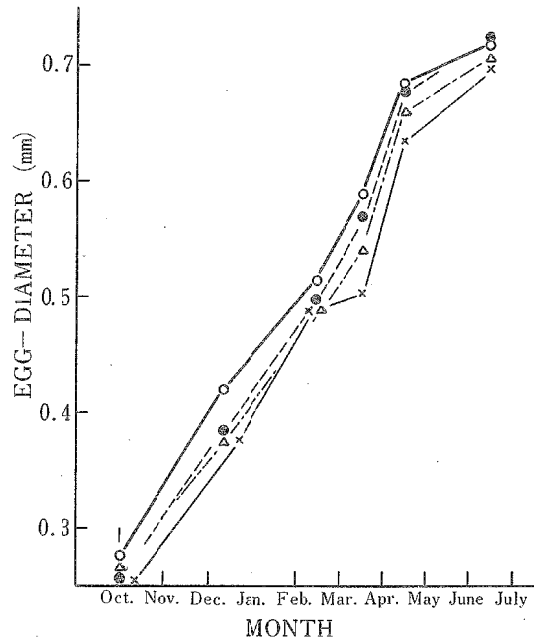


Fig. 15. Increase of mean diameter of egg sampled from the four parts of ovary with the season passing.
 Note : Δ , anterior part ; \bullet , dorsal part ; \times , abdominal part ; \circ , posterior part.

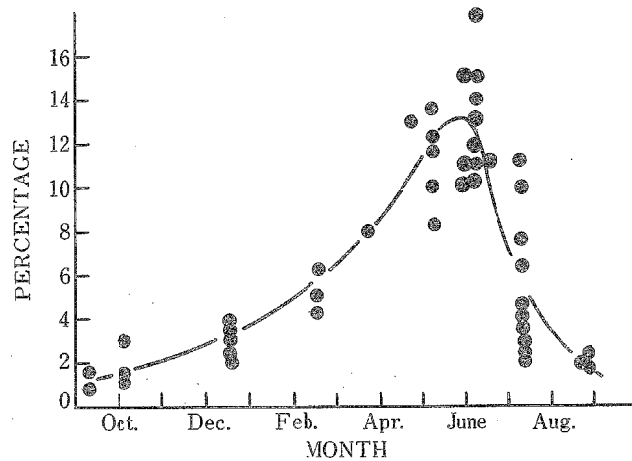


Fig. 16. Monthly deviation of the proportion of ovary to body weight.

つまり10月上旬頃に出現し、大部分の精子は潜伏の終る翌年の3月上旬頃までに徐々に形成される。残留精原細胞は細精管腔の内壁の一隅に cyst を形成して周年存在する。完成した精子の頭部は球形で、平均直径は 1.6μ 、中片および尾部の長さは、それぞれ 0.7μ と 18.0μ である。

C. 抱卵数および精子数

体長 (L mm) と抱卵数 (N) との関係は第17図に示した通りである。両者の関係は

$$N = 3.08L^{4.4887} \times 10^{-6}$$

の実験式で表わされる。

魚の年齢と抱卵数との関係を久保田 (1961 b) の結果から求めると、1才では体長が 102 mm で 2,800粒、2才では 118 mm で約 6,000粒、3才では 129 mm で約 9,000粒そして5才では 141 mm で 14,000粒である。

さて、著者がこれまでに採集したドジョウのうちで最も多数抱卵していた個体は、下関市吉見町永田附近の小溜池からのもので、体長 205 mm、体重 94 g、卵巣の長さ 100 mm、同巾 17 mm、同重量 20.6 g で、卵粒数は 64,800粒であった。

次に体長 94~115 mm、平均 101 mm の魚、11尾分の精子総数は 67億 1594万個体で、1尾当りの平均精子数は 6億 1054万個体を数えた。

考 察

卵巣卵は第14図の時期別卵径組成からみて主に8月下旬から9月上旬の間に発生し、また組成の変化傾向からみてその発生はこの期間だけではなくて、かなり長期間にわたるものと推察される。したがって卵巣の同一部分における卵成熟度の差異は、卵巣卵の発生する時期の遅速によると考えられる。卵巣卵が発生後産卵までに要する期間は、大部分の卵が8月下旬から9月上旬に生じ、翌年の6月に産卵されるから、約10ヵ月であると思われる。卵巣内の卵は後部および背部のものが前部および腹部のものよりも大きい結果を得た。これは卵巣が発達の初期の段階では、腹臍前基部より後方からはじまり、腸管の背部に位置し、成熟に伴って、前方および下方へ伸長し、腸管をつつみ、十二指腸に達すること、つまり卵発生の際的相違が1要因と思われる。

次に第14図において、大型の未放出卵が9月では少数みられ、10月では全く存在しない。この消失原因は成熟未放出卵が崩壊し、体内に吸収されたためで、9月における卵巣卵が 200 μ 以下の微細な卵で充満され、それらの中に大型未放出卵が卵巣の各部分に点在していたことから、大型卵のみが体外に排除されたとは考えられない。

第16図において、卵巣重量の体重に対する割合は、7月では 2~11% で、他の時期のそれに比べて範囲が著しく広く、産卵盛期の6月よりも小さく、9月よりも大きい値を示した。これは産卵が数回にわけて行なわれることおよび成熟未放出卵が消失する過程を示すものと考えられる。

卵巣卵は6月に成熟し、その時期においても脳下垂体を注射しなければ受精能力を持つものはきわめて少ない。しかし精子の完成は1~3月の冬季で、この時期に精巣を摘出し、水中で精子を搾り出すと、それらはかなり活潑に運動する (久保田, 1961 c)。したがって、成熟は雌よりも雄の方が早い。松井 (1941, '42) および久保田 (1953) は、生殖腺の成熟が成長を抑制することを指摘したことから、ドジョウの雌雄の成

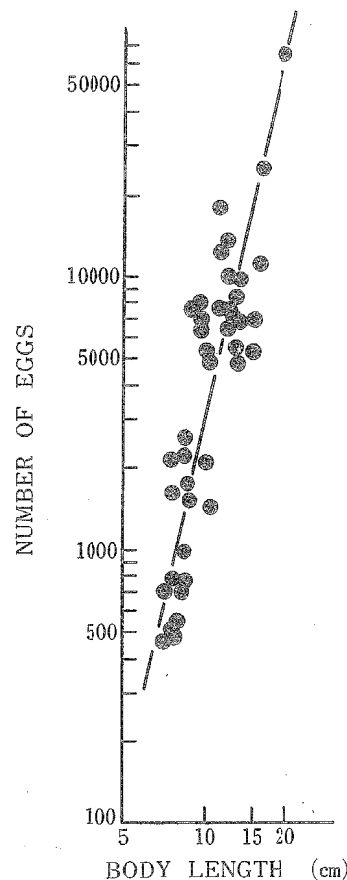


Fig. 17. Logarithmic representation of the regressive relation of number of eggs in relation to body length.

長度が、孵化した翌年の4月頃から相違しはじめるのは、主として、雄の成熟が雌のそれよりも早いことによるものと推察される。

摘 要

1. 体長 (L mm) と卵巣の長さ (ol mm), 巾 (ow mm) および卵巣重量 (OW g) との関係は

$$ol = 0.500L - 15.00$$

$$ow = 0.127L - 6.16$$

$$OW = 3.383L^{5.1829} \times 10^{-11}$$

の実験式で表わされる。

2. 生殖腺が肉眼的に観察される最小体長は 49 mm である。
 3. 肉眼的に生殖腺によって雌雄が識別できる最小体長は約 51 mm である。
 4. 卵巣は体長 51 mm では左右 1 対で、腹鰭基部よりもやや後方から後に走り、腸管の背部に位置する。体長が 77~82 mm になると 2 つの卵巣は 1 つに癒合し、前方および下側方へ発達し、産卵期になると、前端は十二指腸の一部分をおおい、下側部は直腸を完全につつむ。
 5. 左右の精巣は不相称で、右側のものは左側のものよりも長くて狭く、かつ軽い傾向がある。
 6. 体長 (L mm) と右精巣の長さ (tl mm), 左精巣の巾 (tw mm) および精巣重量 (TW mg) との関係は

$$tl = 0.333L - 5.65$$

$$tw = 0.028L - 0.620$$

$$TW = 1.166L^{4.9071} \times 10^{-8}$$

の実験式で表わされる。

7. 卵巣卵の発生は、8月下旬から9月上旬までの期間に最も多く、長期間にわたる。
 8. 卵巣の後部および背部の卵は、前部および腹部の卵よりも大きい。
 9. 卵巣重量の体重に対する割合は、9月が最小で 1.6%, 6月が最大で 13.2% である。
 10. 卵巣卵が発生してから産出するまでに約 10 ヶ月を要する。
 11. 産卵後に卵巣内に残った成熟卵は、翌年に産卵されないで消失する。
 12. 生殖腺は冬眠期間中においても発達する。
 13. 体長 (L mm) と抱卵数 (N) との関係は

$$N = 3.08L^{4.4867} \times 10^{-6}$$

の実験式で表わされる。

14. 生殖腺の成熟は、雌よりも雄の方が早い。この時期の相違が雌雄の成長度の差異を生ずる 1 原因と考えられる。

15. 体長 94~115 mm, 平均 101 mm の魚の平均精子数は約 6 億個体である。

文 献

- 1) 阿部 圭, 1935: 鱸の養殖法. 大日本水産会, 東京.
 2) 藤田 正・宇野 寛・八柳健郎・久保田善二郎, 1948: 脳下垂体ホルモンに依るドジョウの採卵に就いて. 日水誌, 13(6).
 3) 川村智治郎, 1944 a: 鱸の採卵法と稻田放養.

- 4) ———, 1944 b : 鱈類放養の基礎的研究.
- 5) ———・本永妙子, 1944 c : 鱈の発生と飼育.
- 6) ———・———, 1950 : シマドジョウに於ける人工排卵について. 魚雑, **1** (1).
- 7) 小林彦四郎, 1922 : 台湾産鱈の発生に就いて. 水研誌, **17**(6).
- 8) 小林 弘・山林 勇, 1957 : ドジョウの排卵促進に及ぼす同種ドジョウの脳下垂体の影響. 魚雑, **6** (4, 5, 6).
- 9) 久保田善二郎, 1953 a : ドジョウ卵巣の成熟過程. 第2報, タンニン酸のホルモンに対する協働効果作用. 日水誌, **18**(11).
- 10) ———, 1953 b : ドジョウ卵巣の成熟過程. 第3報, ホルモン添加飼料による卵巣の成熟促進. 本報告, **3** (2).
- 11) ———, 1961 a : ドジョウの形態学的研究—Ⅲ. 雌雄による形態的差異 (2). 本報告, **11** (1).
- 12) ———, 1961 b : ドジョウの生態に関する研究—Ⅳ. 成長度および肥満度について. 本報告, **11**(1).
- 13) ———, 1961 c : ドジョウの増殖に関する研究—Ⅲ. 精子の保存について. 本報告, **11**(1).
- 14) 松井 魁, 1941 : 養殖生物の成長度の研究. 第2報, 鱈の成長に就いて. 水研誌, **36**(11).
- 15) ———, 1942 : 養殖魚類の成長度の研究. 第4報, 鯉及び鮎の年令と体長, 体重との関係. 水研誌, **37** (9).
- 16) MINAMORI, S., 1950 : Isolating mechanisms in the striated spinous loach, *Cobitis taenia striata*. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 1*, **11**(7).
- 17) 中村秀也, 1935 : 日本魚類の産卵期表. 水研誌, **30**(5).
- 18) 西川昇平・久保田善二郎, 1957 : ドジョウに見られた精巣卵. 採集と飼育, **19**(12).
- 19) ———・———, 1959 : ドジョウの精巣における生殖細胞の季節的变化. 染色体, **41**.
- 20) 岡田弥一郎・中村守純, 1950 : 日本の淡水魚類. 日本出版社, 大阪.
- 21) 大島正満, 1940 : 魚. 三省堂, 東京.
- 22) 鈴木 亮, 1955 : シマドジョウの雌雄同体とマドジョウとの交雑について. 動雑, **64**(7).
- 23) 田中小治郎, 1948 a : 食用蛙の脳下垂体ホルモンに依る鱈の排卵促進. 香川水誌報.
- 24) ———, 1948 b : 二種のホルモンの協働作用に依る鱈の排卵促進. 香川水誌報.
- 25) 内匠恵太郎, 1939 : 朝鮮魚類誌. 第一冊, 鱈類, 内鰾類.
- 26) 渡辺正雄・小堀伸治・松木章, 1948 : 各種脳下垂体前葉ホルモンに依る鱈の排卵促進効果1. 鮎及び食用蛙の脳下垂体並にヒポホリン. 資源研彙報, (11).
- 27) ———・山田曙美・松原又十郎, 1950 : 各種脳下垂体前葉ホルモンに依る魚類の排卵促進効果(2). 鮎. カナヘビ・青大将・プレホルモン. 日水誌, **15**(12).
- 28) 山口県水産指導所, 1947 : 鱈増産の実際. 山口水指特輯, **46**.