

オイカワ, *Zacco platypus* (Temminck and Schlegel) の繁殖—II. 卵の生産

水 口 憲 哉

(1970年4月18日受領)

Reproduction of the Oikawa, *Zacco platypus* (Temminck and Schlegel), a Cyprinid—II. Production of Eggs

Kenya Mizuguchi

Ovarian development and fecundity of the Oikawa, *Zacco platypus*, were studied based on 1,562 specimens collected during one year from September 1965 in the water of the River Aki, Tokyo-to. The results of the study may be summarized as follows. 1) Ovarian development was noted significant from April to June, accompanied by marked increase in body weight. 2) The fecundity, number of large eggs counted in ovary, increased proportionally to the approximate third power of the total length. 3) Estimated potential egg deposition (Hartman and Concle, 1960) per 100 females was about 38,000 eggs for *Zacco platypus* cast-netted in June 1966. 4) The reproductive potential gradually decreased during the spawning season; about 24,000 eggs in July and about 9,000 eggs in August.

(Fisheries Department, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan)

近年オイカワについてその増殖の重要性が唱えられ、人工ふ化の試みすら行なわれている(船坂, 1967)。しかし、オイカワの個体群動態を知り、さらにその増殖を考慮する際にも必要とされるであろう卵の生産についての知見は少ない。孕卵数についてさえ、中村(1952)が千曲川の19個体について体重と卵数との関係を示す曲線式を求めた報告以外にはほとんど明らかにされていない。

また、オイカワの産卵期は一般に6月から8月の3カ月にわたるが、その間個体群の卵生産がどのような量的変化をしながら行なわれるのかも知る必要がある。水口・檜山(1969)においては、臀鰭にあらわれる性徴を中心にその成熟過程を検討した。本報では、まず成熟にともなう生殖巣、体重などの変化を調べ、ついで、5月から8月にかけての孕卵数の変化を観察し、卵生産過程の推定を試みた。

材料および方法

本研究では、水口・檜山(1969)で調査した標本(1965年11月から1966年9月までの毎月、秋川の東秋留で

投網によって採集した1472個体)および、1965年9月に採集した90個体を材料とした。これらの個体について、全長、体重、消化管内容物重量および生殖巣重量を測定し、さらに10%ホルマリン溶液で固定保存しておいた卵巣はピンセットでほぐした後大形卵(結果を参照)を全数計数した。なお、孕卵数についてはこれらの他に五日市、伊奈で採集した個体の調査結果も一部使用した。卵径は雨宮・田村(1944)の方法と同様に分離した卵をシャーレ中に配列し端より順次投影器(100倍)で計測した。また、環境条件の一部として五日市養魚場で観測した河川水の水温と沢戸橋の水位観測所による水位の資料(東京都首都整備局計画部, 1966)を週ごとにまとめたものを参考にした。

結 果

生殖巣重量、体重などの季節変化

卵巣重量、消化管内容物重量および生殖巣重量を除いた体重などと、全長との間にはどの季節にもすべて曲線関係が見られた。これらの季節変化を知るために、例えば卵巣については個体ごとにそれぞれの卵巣重量の指数

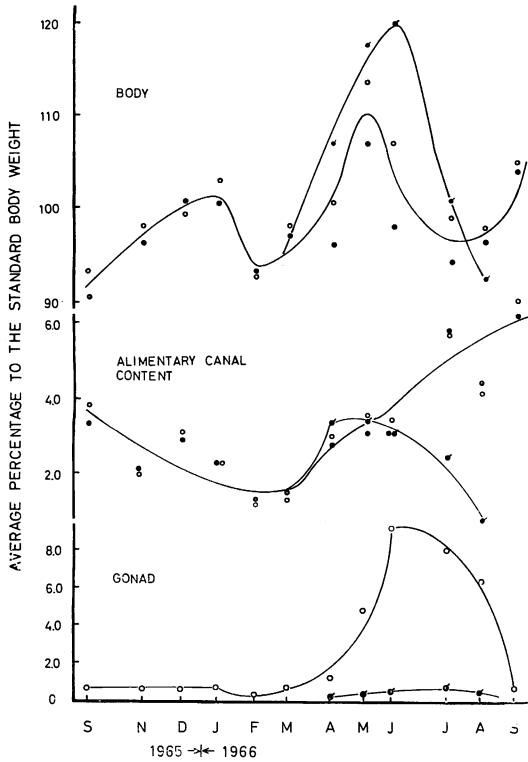


Fig. 1. Monthly changes in the weight of body (eliminating gonad), alimentary canal contents and gonad expressed in percent of the standard body weight (calculated from the weight-length regression formula of 1,562 specimens) in *Zacco platypus* collected in the River Aki, 1965~1966. Circles indicate females, dots "non-mature" males and dots-with-dash mature males.

を下記の式によって求め、各月ごとにこれらの指数の平均値をとって卵巣重量の月平均指数とした。

$$\text{卵巣重量の指数} = \frac{\text{個体ごとの卵巣重量}}{\text{個体ごとの標準体重}} \times 100$$

ここで用いた標準体重は、1年を通じて採集した 1562 個体について Wald (1940) の方法により全長と体重 (生殖巣重量を除く) の関係式

$$W = 6.72 \times 10^{-6} L^{3.06}$$

(W: 体重 (g), L: 全長 (mm))

を求め、個体ごとにその全長から算出した。このような指数を消化管内容物重量、体重などについて求め、それらの季節変化を Fig. 1 に示した。これを水温の変化 (Fig. 2) と比較しながら検討すると、消化管内容物重量は水温の上昇と平行して増加する。体重は最低水温期に入る前の 12~1 月と、水温の上昇する 4~6 月に、特に後者において急激な増加を示した。雌と雄 (4~8 月の期間は、“非成熟” 雄を対象とする) とを比較した場合、5~6 月にかけて雌がやや大きな値を示すだけで、周年ほとんど差がみられない。これに対して、成熟雄では体重、消化管内容物重量ともに、5 月、6 月と急激に増加したあと、雌や“非成熟” 雄とは異なって著しく減少するのが特徴的であった。この傾向は特に体重において顕著であった。

卵巣重量は 4~6 月にかけて急激に増加し、6 月から 8 月にかけてゆるやかに減少した。この変化を卵巣の長さ

$$O_w = a O_L^b$$

(O_w : 卵巣重量 (g), O_L : 卵巣の長さ (mm), a および b: 定数)

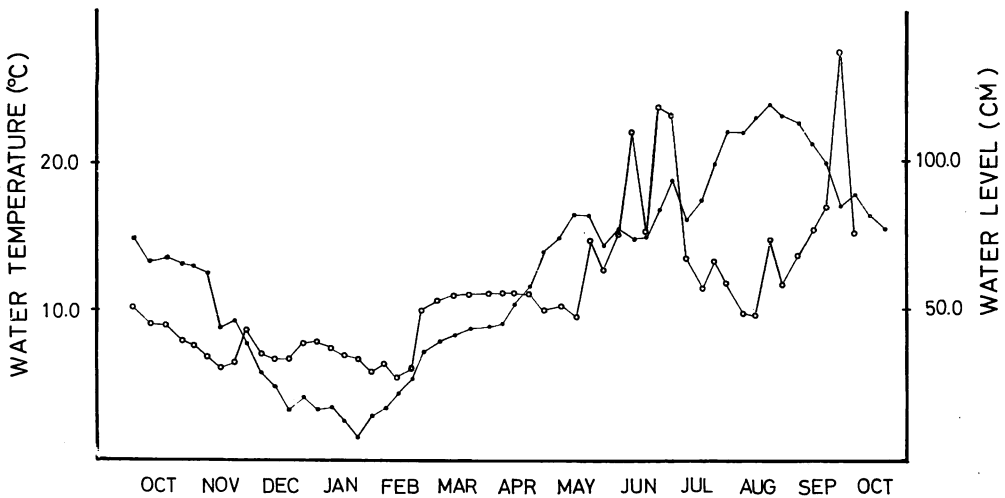


Fig. 2. Fluctuation in temperature and level of the water of the River Aki measured at Itsukaichi Town by Itsukaich Fishpond and Sawatobashi Observatory. Circles indicate level and dots temperature.

Table 1. Number expressed in percent of females of *Zacco platypus* by four stages of sexual maturity during the spawning season in 1966. Specimens collected by cast-net at Higashiakuru, the River Aki.

Date	No. of fish	Immature	Premature, mature, and resting	Shedding	Spent
May 11	85	38	62	0	0
Jun. 3	97	13	87	0	0
Jul. 18	54	6	82	6	6
Aug. 12	142	1	25	14	60

における相対成長係数 b の月別変化によってみると、1～4月は2.1前後の値を示すが、5～6月に急に増大し始め、6月には5.0にまで達し、7月に入ると3.8と減少した。このことはそれまでの卵巣の伸長成長が5～6月に肥大成長へと移行すること、および7月に入ると一度肥大した卵巣が産卵により長さは変わらずに細くなったことを示している。

精巣は、“非成熟”雄では、細い糸状で、0.005 g以下と産卵期中変化しないので、成熟雄の精巣重量の変化のみを検討した。しかし、Fig. 1にもみられるように完全な二次性徴を示しているこれらの個体でも卵巣に比べてその重量は小さく、変化も少なかった。

卵巣重量の変化からは、この年は、6月中旬から8月末にかけて産卵が行なわれたことがうかがわれるが、その間卵巣の熟度や放卵状態はTable 1に示すような変化をした。全長66 mm以上の個体について卵巣重量0.1 g以下のものを未熟 (immature)、体腔内で分離卵が流動的になっているものを放卵中 (shedding)、そして卵巣が後に述べる小形卵や極小のみよりなり、扁平で全体に白色化し膜がかかっているような状態にあるものを産卵完了 (spent) とみなした。なお、さらに、中熟 (premature)、完熟 (mature) の卵巣、そして大形卵があるが卵巣が不正形でかっちりしており、すでに放卵は行なわれたが現在休止中 (resting) とされる卵巣などがあるがこれらはまとめて扱った。ここで、産卵盛期の7月、8月においても現在放卵中の個体の出現率が小さい点が注目される。

以上の結果および産卵場での観察から、1966年の秋川、東秋留では、一度増加した水位が減少し、水温が高かった6月から8月にかけて産卵が行なわれ、それともなって体重なども大きく変化していることが明らかになった。

孕卵数の定義およびその全長との関係

産卵期のオイカワの卵巣内には卵径 1.3 mm 前後の

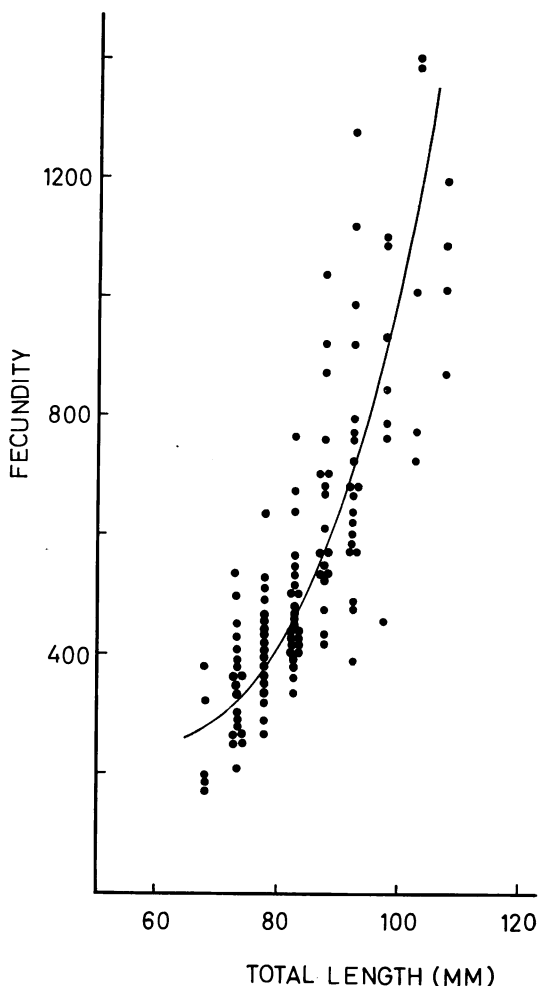


Fig. 3. Scatter diagram to show the relation between fecundity (number of large eggs counted in ovary) and total length in *Zacco platypus* in the River Aki, in June 1966.

大形卵, 0.6 mm 前後の小形卵および 0.1 mm 前後の極小卵の 3 種類の卵が混在している。そのうちの大形卵は完熟の状態にあり個体によっては卵巢内で分離して流動的になっており放卵中のももある。こういう大形卵は産卵場より採集した産着卵とほぼ同じ大きさであった。産卵開始 1ヶ月前の 5月の卵巢内卵は上に示したものより卵径が小さく、形も完全な球形ではないがやはり大形卵と小形卵、極小卵の区別は可能である。中村(1952)は産卵間近の雌親魚の卵巢中には大形(卵径 1.5 mm)と小形(0.5 mm)の 2種類の卵が混在しており小形の卵はおそらく産卵されずに吸収されるのではないかと考え大形卵の数を孕卵数としている。本研究でも卵巢内の大形卵のみを全部計数し孕卵数とした。

Fig. 3 に 1966 年 6 月秋川において採集した 126 個体のオイカワの、全長と孕卵数との関係を示した。ここで全長が大きくなるにつれて孕卵数の増加するのが見られ、しかもその関係は曲線的である。なお、本報告で扱った資料中で放卵中と考えられる卵をもっていた個体の中での最小形は全長 69 mm であった。

孕卵数の変化

1966 年東秋留において産卵開始直前の 6 月 4 日およびその約 1 か月前の 5 月 11 日に採集したオイカワについて孕卵数、全長ともに対数変換した値をプロットしたものを Fig. 4 に示した。5 月および 6 月についてそれぞれ

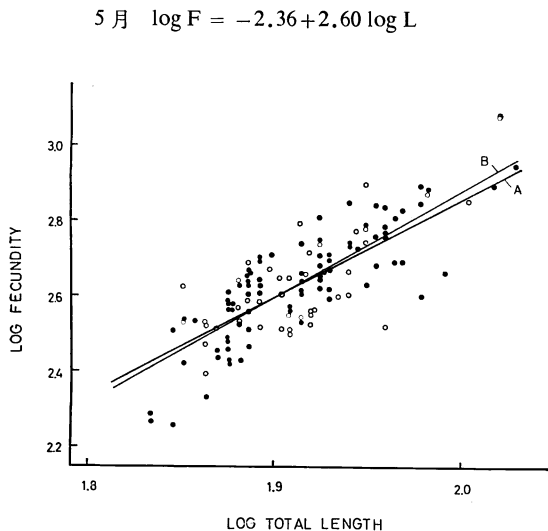


Fig. 4. Relation between log fecundity and log total length of *Zacco platypus* collected at Higashiakuru, the River Aki during May and June, 1966. Dots and line A showing May, and circles and B June.

6 月 $\log F = -2.80 + 2.84 \log L$

(F: 孕卵数, L: 全長 (mm))

なる直線式が得られた。この二つの孕卵数と全長との関係の間に統計的には差がみられない。このように産卵開始の前約 1ヶ月間は、その孕卵数と全長との関係は変化しないが、産卵期に入ると Fig. 5 に示すように変化していった。これは各月全長 5 mm ごとに孕卵数の平均値を求めたもので、6 月に最大であったものが産卵開始とともに、孕卵数が次第に減少してゆき、8 月の末までにはほとんど放卵されてしまう。しかし、8 月 12 日の卵巢中に放卵されるべき充分の大きさの大形卵でありながら黄色から褐色に変色し形もやや不正形になった卵が小形卵、極小卵とともに正常な大形卵中に混在していた。このような産み出されずに吸収されてしまうと考えられる卵はごくわずかで、1 個体平均 12 粒であった。

卵生産量の推定

以上のような孕卵数と全長との関係をもとに、投網で漁獲された全長 66 mm 以上のオイカワについて放卵の

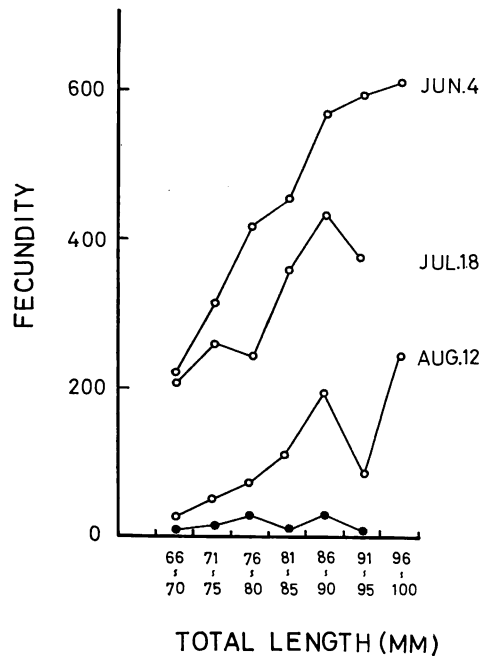


Fig. 5. Seasonal change of the relation between fecundity and total length of *Zacco platypus* collected in the River Aki, 1966. The fecundity was calculated for each lot of fish in each date of collection and in seven size-classes. Circles showing mature eggs to be shed during the season, and dots those in the fate of absorption.

時間的経過を検討してみる。まず、体長組成を考慮に入れて雌 100 個体当りの孕卵量を算出すると 6 月は 38,069 粒となり、またこの時の雌の出現率は 68% であるからオイカワ 100 個体当り 25,925 粒の孕卵量となる。以下同様の計算を行なうと雌 100 個体当りの孕卵量は 7 月 18 日に 23,805 粒、8 月 12 日に 8,539 粒と次第に減少してゆくと最後の月になっても放卵可能と考えられる卵がかなり存在することがわかる。そして、9 月になっても放卵されることなく吸収されてしまうと考えられる卵が 1,160 粒存在した。

考 察

本報告では、単に卵巣および精巣の重量の季節変化だけではなく、体重および消化管内容物重量の変化をも卵の生産に関与するものとしてとらえ検討した。その結果、生殖巣の重量増加にともない体重なども著しく増加していることが明らかになった。そして、産卵活動が行なわれたすと体重が急激に減少することもまた特徴的であった。この体重減少については、1) 6 月から 8 月にかけて摂餌量が減少すること、2) 高水温や産卵活動にともなうオイカワの活動の活発化によるエネルギー消費量の増加などがその原因として考えられる。なお、摂餌量の減少は成熟雄や放卵中の雌において顕著であった。その結果として、水口・檜山 (1969) の Fig. 4 に示されているような、これらがつりて採捕されないということが起こってくる。

体重などの増加をみると、雌、雄共に一度成熟を開始するとその変化は 1~2 ヶ月で急激に起こり、特に卵巣の重量は最大時には体重の 10% 近くに達する。一方、水野 (1968) は大阪府の石川におけるオイカワの成長曲線において、産卵魚の中心である 2 才魚が 4 月から 5 月にかけて急激な体長の増加を示し、その量はその年 1 年間の成長量の 1/2 に達するほどのものであることを明らかにしている。このように 1 年間の体の成長の多くの部分が産卵に向う時期に行なわれているが、産卵が開始されると、卵および精子の放出、体重の減少、そして成熟雄の死亡というかたちでそれらの生産物が体外に出されてしまう。LeCren (1963) は、魚類の生産を問題とする場合、このような産卵にともなうエネルギーの流れを充分組み入れて調査することが重要であることを指摘しているが、日本の河川における生物生産を研究する際にも、多くの河川の中流域ではオイカワが優占種となっていることを考慮すると、この指摘は無視出来ないものとなってくるであろう。

本研究で、オイカワの孕卵数を論じたが、これは産卵

数と同じ意味をもつものではなく、あくまでも孕卵数測定後その産卵期間中に放卵されると考えられる卵の数である。それゆえ、6 月から 7 月は 14,264 粒、7~8 月は 15,266 粒、8~9 月は 7,379 粒と変化する各月の間での雌 100 個体当りの孕卵量の差がそのままの間に産み出された卵数と考えることは不可能である。すなわち、孕卵数の定義で述べた小形卵の動向を明らかにしていないので 6 月の産卵開始時の大形卵しか、またその後の各月の大形卵しか放卵されないと考えることには問題がある。一方、この完熟の大形卵がそのまま全部産み出され最低限これだけは放卵されるであろうという断定も困難である。松井 (1957) が多回産卵を行なうコイにおいて第一次産卵のあと好ましくない条件下では残存卵巣卵は過熟卵となって体内に吸収されると報告しているが、オイカワでもそのようなことは起こりうる。秋川において、それまでの年と異なり、出水その他の影響で、1967 年は 8 月、1968 年は 7 月の後半から 8 月にかけてオイカワの産卵をほとんど観察することが出来なかった。

以上のような点を考慮した場合、今回調査した産卵期間中の各月の孕卵量はある時の potential egg deposition (Hartman and Conkle, 1960) といった性質をもつものと考えられる。1966 年、秋川の東秋留においては、投網による漁獲の対象となるオイカワ個体群は 6 月から 8 月にかけて、その量は雌 100 個体当り約 40,000 粒から 10,000 粒へと減少はするが、3 か月にわたり潜在的な産卵能力を維持していた。このことは、オイカワ個体群の再生産機構究明の一端として実際に放卵された卵の量を推定する際にも孕卵数、性比および個体群密度などを調査すると同時に数ヶ月にわたる産卵期間中どのように産卵が行なわれるかを調査することの重要性を示唆している。

摘 要

秋川におけるオイカワ (*Zacco platypus*) の卵の生産について以下の点を明らかにした。

1) 卵巣の重量および長さにおける増加は、4 月から 6 月にかけて急激におこり、重量はその後 7 月、8 月と徐々に減少し 9 月には 3 月の状態にもどる。これにともない、体重の増加およびその後の減少、消化管内容物重量の増加がみられた。

2) 1966 年 6 月、東秋留においては、孕卵数 (F) と全長 (L (mm)) との間には、

$$\log F = -2.80 + 2.84 \log L$$

なる関係がみられ、投網で採集されたオイカワの雌 100

個体当りの孕卵量は約 38,000 粒と推定された。

3) 雌 100 個体当りの孕卵量はその後、7 月約 24,000 粒、8 月約 9,000 粒と減少してゆき、潜在的な産卵能力を 3 ヶ月間にわたって維持していたと考えられる。

謝 辞

本研究を行なうに当り、支援、協力を頂いた東京都釣魚連合会と秋川漁業協同組合に謝意を表す。

引用文献

雨宮育作, 田村 修. 1944. 本邦産真鱈の研究, I. 成熟度 (その一), 水産学会報, 9 (2-4): 65-80.
 船坂義郎. 1967. 「草魚, 姫鱒他」養魚講座 2, 土屋 実他 4 名, 緑書房, 東京: 1-200.
 Hartman, W. L. and C. Y. Concle. 1960. Fecundity of red salmon at Brooks and Karluk Lakes, Alaska. Fishery Bulletin, U. S. Fish and Wildlife Service, 61 (180): 52-60, figs. 1-5.
 LeCren, E. D. 1962. The efficiency of reproduction and recruitment in freshwater fish, 283-296, figs.

1-4. in LeCren, E. D. and Holdgate, M. W. ed. The exploitation of natural animal populations. Blackwell Scientific Publication, Oxford.

松井 魁. 1957. 鯉の第一次産卵数と孕卵数の関係について, 水講研報, 7(1): 147-150, fig. 1.

水口憲哉, 檜山義夫. 1969. オイカワ, *Zacco platypus* (Temminck and Schlegel) の繁殖—I. 臀鰭における性徴と成熟, 魚雑, 16(1): 17-23, figs. 1-7.

水野信彦. 1968. 大阪府の川と魚の生態, 大阪府水産林務課. 大阪: 1-235, figs. 1-71.

中村一雄. 1952. 千曲川産オイカワ (*Zacco platypus*) の生活史 (環境, 食性, 産卵, 発生, 成長其他) 並にその漁業. 淡水研報, 1(1): 2-25, figs. 1-14, pl. 1.

東京都首都整備局計画部. 1966. 多摩川水系秋川気象および水位流量観測成果表. 東京: 1-67, figs. 1-3, および末発表資料.

Wald, A. 1940. The fitting of straight lines if both variables are subject to error. Ann. Math. Stat. 11: 284-300.

(東京都文京区 東京大学農学部水産学科)