

オイカワ, *Zacco platypus* (Temminck and Schlegel) の繁殖—I. 臀鰭における性徴と成熟

水口憲哉・檜山義夫

Reproduction of the Oikawa, *Zacco platypus* (Temminck and Schlegel), a Cyprinid—I. Sexual Characters in the Anal Fin and Maturation

Kenya Mizuguchi and Yoshio Hiyama

魚類の性徴の1つとして、繁殖期における雄魚の臀鰭の変形は *Catostomus commersoni* など多くの魚類で観察されている (Reighard, 1920; Breder and Rosen, 1966). また、*Salmo trutta* では臀鰭の形態の違いによって雌雄の判別が可能であるとされている (Gruchy and Vladkyov, 1968). 日本産魚類でも、臀鰭の変形が顕著なオイカワについて、鈴木 (1950) は臀鰭の長さが季節変化することを報告し、中村 (1952) が千曲川でその繁殖生態を明らかにしている。しかし、成長・成熟に伴なう臀鰭の変形の過程、成長はしても成熟しないものの臀鰭の状態などに関する観察は少ない。

筆者等は、東京都下秋川において 1965 年より行なっているオイカワの繁殖生態の調査の一環としてこれらの点を明確し、二、三の知見を得たのでここに報告する。

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る。

材料および方法

秋川は東京都の西奥に位置し、拝島地先で多摩川に注ぐ全長 35.9 km の川である。本研究の材料として、この合流点より 3.5 km 上流の東秋留 (ひがしあきる) で 1965 年 11 月より 1966 年 9 月までの毎月と 1967 年 5 月に投網 (網目の大きさは 18 節) で採集した 1472 個体および 1966 年 8 月に釣りにより採集した 156 個体のオイカワ (*Zacco platypus*) を用いた。材料は 10% ホルマリン溶液で固定保存した。全長、臀鰭長 (最も後方に伸長した鰭条の基部より先端までの距離 (Fig. 1 参照)) を測定し、第 13~15 側線鱗の上方の 2 列の鱗 6 枚を採鱗した。鱗については、投影器 (100 倍) を用いて被覆部にある年輪数、隆起線数および各年輪間の距離を測定した (Fig. 6 参照)。また、二次性徴の出現状態、

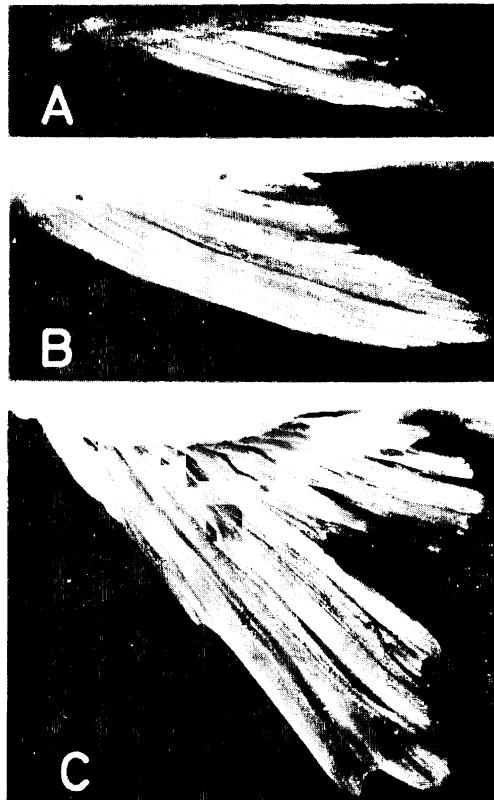


Fig. 1. Sexual dimorphism shown in the anal fin of *Zacco platypus* collected in the River Aki, Tokyo, collected on July 18, 1966. A, "non-mature" male 89 mm in total length with the longest fin-ray 17 mm measured from the base to the distal end; B, mature female, 88 mm and 20 mm; C, normal mature male 88 mm and 29 mm.

生殖巣による性の判定、および生殖巣重量などもあわせて調査し、成熟の度合の判定の参考にした。

結 果

二次性徵 オイカワの雄魚は、鈴木（1950）も報告しているように、その産卵期に顕著な二次性徵を示す。吻、頬、胸鰭および臀鰭上に発達する白い角質突起（追い星）、体側に現われる赤色および青緑色よりなるまだら模様、そして異常に伸長、発達した臀鰭などである（Fig. 1-C）。雌魚にも同様な変化が体色、臀鰭などに、起るがその程度は雄魚に比べ小さい（Fig. 1-B）。一方、これらとは別に臀鰭の変化をほとんど示さない雄のオイカワが、6～8月の産卵期中、二次性徵を示す雄や雌とともに同じ場所に見られた（Fig. 1-A）。このように臀鰭に変化を示すものと示さないものが存在するのは5月から8月にかけてで、他の季節には、雌の臀鰭が雄よりも長い傾向があるだけで、顕著な違いは見られなかった（Fig. 2）。

成熟と年令 年令査定を中村（1952）および水野（1968）にならって鱗の被覆部における隆起線の密な部分から疎な部分への移行域を年輪とみなして行なった。この年輪

は1966年の東秋留での観察では4月初めから5月初めにかけて1年に1本形成され明確に読みとることが出来た。そこで産卵期中期の7月に1輪あるものをI+才（少なくとも生後1ヶ年を経過していることを示す）とする方法で、4月より9月にかけての材料についてその輪数组成を調査した（Fig. 3）。この図を参考に4月にI+、II+才のものの成長、成熟の過程を追うと、雄においてII+才魚は4月にその一部が第3輪を形成し、二次性徵を示し始め、5～6月と大型化しつつ産卵に参加するが個体数は減少してゆく。そして満III+才になったばかりの8月までに姿を消してしまう。

4～5月と成長し、採集物中に現われたI+才の雄は、5月頃より一部が二次性徵を示し始め、8月には産卵に参加する雄の大部分を占める。9月にこれら二次性徵顕著な雄が姿を消すのは、産卵後間もなく死するためだと思われる。産卵場近くで死亡したこれらの個体が数十採集された。II+才雄の半数は8月においても二次性徵を示さなかつたが、これらは翌年の産卵に参加する。

雌は雄と異なりI+才魚（7月以後II+才）はほとんどすべてが成熟し産卵に参加する。そして翌年二度目の

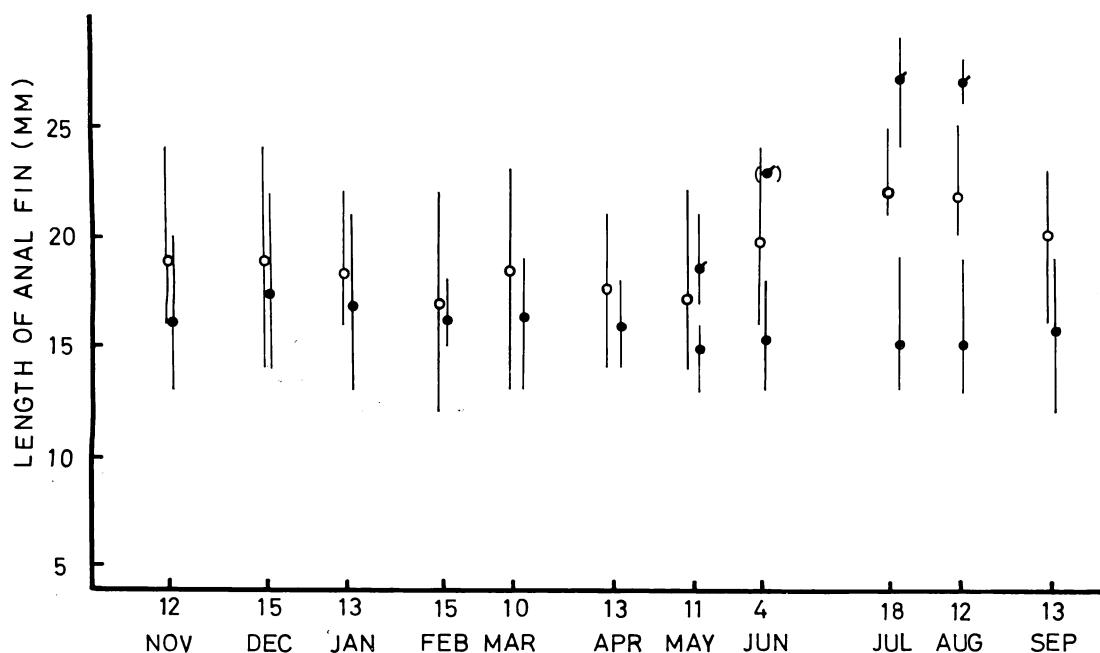


Fig. 2. Monthly change in the length of anal fin in the two sexes of *Zacco platypus* collected in the River Aki, Tokyo, 1965-1966: measurements were made on the selected specimens ranged 81 to 90 mm in total length. Circles indicate females, dots "non-mature" males, and dots-with-notch mature males: the range of the length is shown by vertical line for each lot of specimens (4 to 33, except a single mature male taken on June 4), and the mean by the markings as designated.

産卵期を迎えると考えられる。このことは、1966年6月および1967年5月のII₊才魚でその卵巣中に他の新生卵より大きく硬く褐色に変化した状態で古い卵が埋没または付着している個体が多く見られたことからも推察される。

なお、4月に0₊才のものは、その年の産卵期中には雄、雌ともにほとんど成熟しなかった。

臀鰭長と成熟 1966年8月に投網および釣りにより採集した材料により、全長と臀鰭長との関係をみると

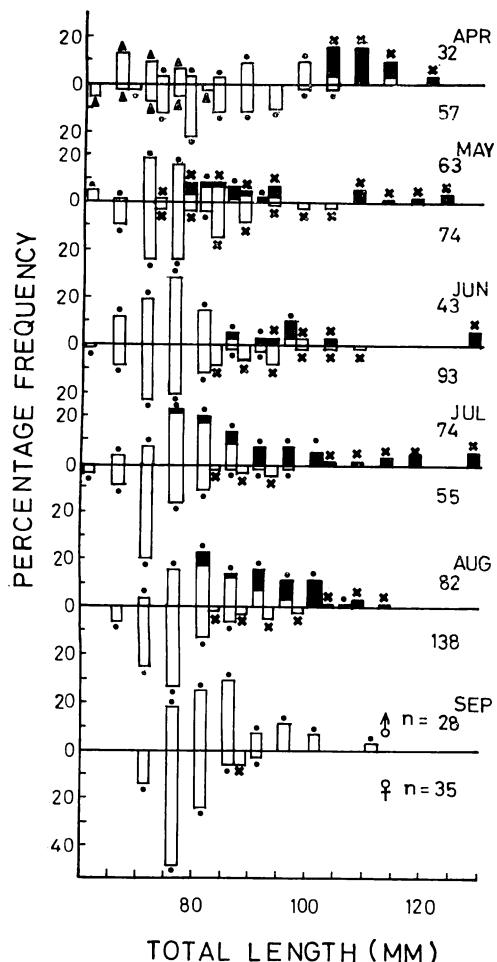


Fig. 3. Length frequency in two sexes of *Zacco platypus* collected by cast-net at Higashiakiru, the River Aki, Tokyo in April to September 1966. Symbols on top and bottom the bars are: triangles, fishes with one age ring on scales; dots, two rings; crosses, three rings; dark area in bars, mature males with developed sexual characters as well as fully grown testis.

Fig. 4-B に示した投網採集による材料では、臀鰭のよく伸びた上方の雄はすべて追星、婚姻色などが完全に発現し、精巣も太くなっている成熟雄である。それに対し、下のほうの雄はすべてなんらの二次性徴をも示さず、産卵期の終期においても精巣は細い糸状でからうじてその存在が認められるような“非成熟”的な状態であった。雌においては中位に位置するものはすべて成熟しており、最小の全長 68 mm の個体でも卵が体腔内で流动的であって現在産卵中と思われるものであった。これ

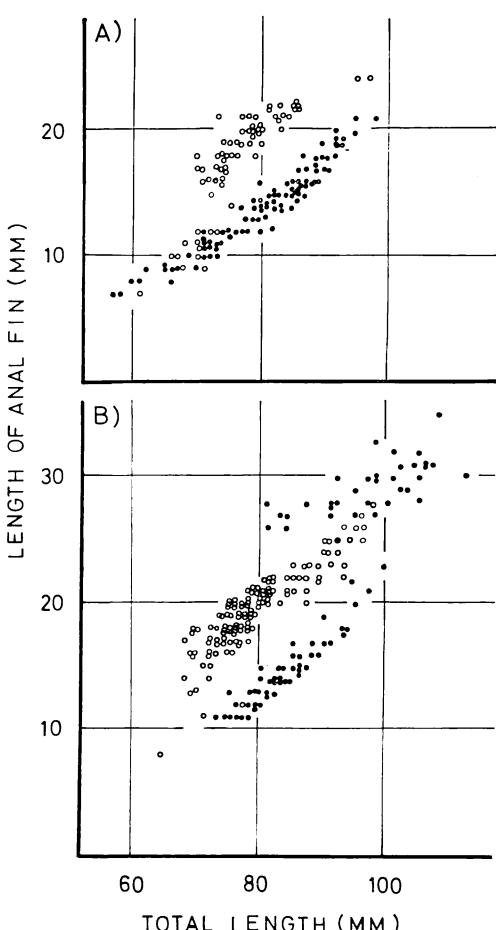


Fig. 4. Relation between the length of the anal fin (the longest ray) and the total length of fish in the two sexes of *Zacco platypus* collected at Higashiakiru, 1966, and gear selectivity effecting on the fishes. A, fishes taken by angling, August 14; B, fishes cast-netted, August 12. Males shown by dots, and females by circles.

に対し下方の雌3個体は卵径および卵巣重量が小さく未成熟であった。なお、雄の場合に、“非成熟” (“non-mature”) という語を使用したのは、未成熟から成熟に至る卵巣の変化が連続的である雌とは異なり、雄においては成熟したものとしているものの差が二次性徴、精巣重量などで明確であり、後に述べるように成熟していないものが成熟するという変化が産卵期に入るとあまり見られなかつたためである。Fig. 4において二つの採集法で获られたオイカワの体長組成が異なるのは、網目や産卵に参加する魚の摂餌生態（水口・檜山, 1969）と関係した漁具の選択性によるもので、両採集法とともに

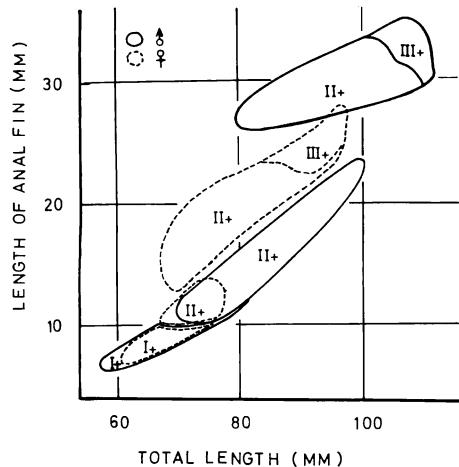


Fig. 5. Relation between the length of the anal fin (the longest ray) and the total length in *Zacco platypus* analysed into sexes (solid and broken lines) and ages (Roman numerals). Schematized from Fig. 4, and other original data.

Table 1. Counts of ridges and measurements of the scales of male *Zacco platypus* falling on “2 rings class” collected in August 1966. F, focus; I, first age ring; II, second age ring; SM, scale margin. For the details of ring formation, see Fig. 6.

獲られている体長範囲で比較した場合、雄、雌の各々でその全長と臀鰭長との関係に差が見られない。そこでこの2つの資料をまとめ、更に年令査定の資料を考慮して模式図化した (Fig. 5)。雌が雄に比べ成長が劣り、臀鰭の伸びも雄ほどでないため雌雄でその位置は異なるが、ともに II_+ , III_+ 才の産卵に参加している個体を示す点

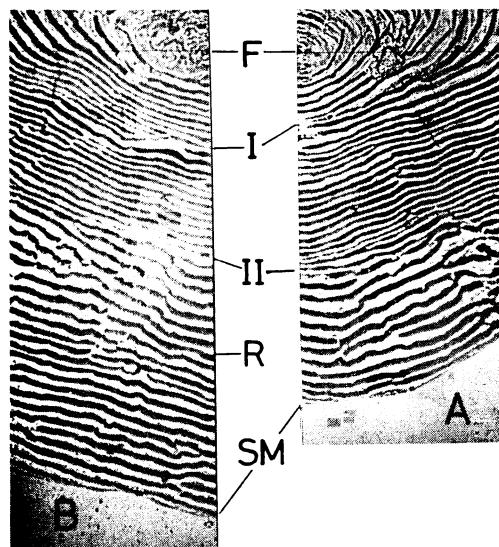


Fig. 6. Microphotographs of the scales of *Zacco platypus* taken in August 1966 to show the two growth rings appeared in a mature male 92 mm in total length (A), and a “non-mature” male 93 mm (B). F, focus; I, first age ring; II, second age ring; R, ridge; SM, scale margin. See Fig. 7 for the counts of ridges and the measurements on spaces.

Maturity	T. L. in mm (mean)	Number of specimens examined	Mean number of ridges and (range)			Mean value of distance in mm at 100×		
			between F and I	between I and II	between II and SM	between F and I	between I and II	between II and SM
Mature	>100 (104.1)	10	11.8 (9-17)	15.7 (11-23)	16.7 (11-21)	23.8	29.2	43.0
	81-100 (91.7)	20	9.5 (4-13)	15.9 (11-20)	13.1 (9-18)	19.3	29.3	34.8
“Non-mature”	81-100 (87.4)	31	8.0 (3-12)	12.5 (9-16)	20.8 (18-25)	18.3	21.8	51.6
	<81 (77.5)	16	5.7 (4-9)	11.4 (9-15)	20.3 (17-25)	14.1	19.3	48.2

の集りがそれぞれ他の未成熟，“非成熟” のものとは別個に存在している。このように産卵に参加したのは雄、雌とともに II₊、III₊ 才魚が中心であったが、雄 II₊ 才魚の半数が“非成熟”的状態で産卵期を終ろうとしていることがこの図からも明らかである。特に全長 80~100 mm の範囲の II₊ 才雄は全長が同じにもかかわらず成熟と“非成熟” とにわかれてしまっている。

成熟雄と“非成熟”雄との鱗の差異 5月に第2輪が形成され7月に満II₊才となる雄魚の鱗における成熟、“非成熟”的の違いを検討してみる。Table 1 に明らかなように、焦点(Focus)より第2輪までの距離および隆起線数はともに大型魚ほど、また、成熟しているものほど大きな値を示した。しかし、第2輪以後最外縁まででは、これらの値は“非成熟”個体のほうが大きな値を示す(Fig. 6 参照)。隆起線間隔は、新しく形成されつつある第2年輪以後がそれ以前の区域より大きいという傾向は見られるが両区域において成熟、“非成熟”および全長による顕著な違いは見られない。

次に第2輪形成後、成熟雄と“非成熟”雄とで鱗形成に違いが生じてくる過程を追跡したところ Fig. 7 に示す結果を得た。ここで、成熟雄は隆起線および鱗長の増加が止り始め、“非成熟”雄はそれまでと同じ増加を示し続ける7月頃より両者の差が明らかになり始めることがわかる。9月に増加を停止した“非成熟”雄の隆起線数はその後翌年5月第3輪を形成し成熟を開始するまで変化しなかった。なお、9月の頻度分布中 14~17 本の隆起線をもつ数個体は雌より短い臀鰭をもつ全長 77~84 mm の II₊ 才雄中でも小型の個体で、成熟雄の生き残りと思われるものは見られなかった。

考 察

オイカワではその臀鰭の形を目安にして雌雄を判別することが出来ると報告されている(水野・名越, 1964)。しかし、その判別可能な季節、体長範囲および成熟状態などは明らかにされていない。今回の調査から、秋川では産卵期の6月から8月にかけて、全長 80 mm 以上の

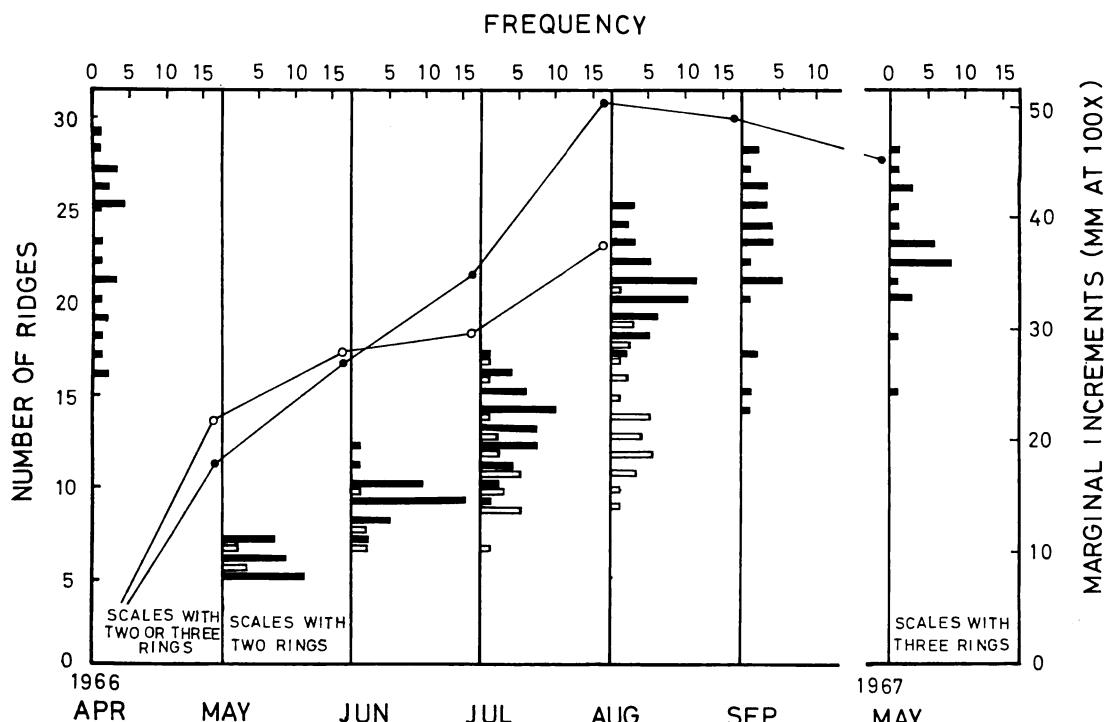


Fig. 7. Monthly change of the number of ridges on the scales with two or three rings in *Zacco platypus*. Bars showing the number of ridges, and curves to show the averaged increments of space between the second ring and scale margin (or between the second and the third). Fishes examined in April 1966 are judged to have been born in 1963, and all others falling on the year class of 1964. Circles and blank bars indicate mature males, and dots and solid bars “non-mature” males.

個体については成熟雄, “非成熟”雄, 成熟雌の臀鰭長による判定が可能と考えられる。しかし, 野外調査, 行動観察および飼育実験などの際は解剖することなしに雌雄を判定する必要が生ずる。この要求に対しては, Fig. 5 に示したような模式図も成長・成熟および死亡などの変動要因との関係で場所や季節により異なるので更に詳細な検討が必要であろう。

オイカワの鱗相と成長については, 水野 (1968) の報告中にも見られる同一年令の個体では大型のものほど第1年輪までの隆起線数が多いという現象, 別に筆者等が行なった飼育実験での, 非常に良い成長状態において広い間隔の太い隆起線は1本が約6日間で形成され, その間約2.2mmの全長の伸びを示すという観察(未発表)などがある。また, 魚類は一般に成長の速い個体ほど早く成熟するといわれている(Alm, 1959)。これらの点から, Table 1 にも見られるように II₊才の雄においては第2輪形成までに比較的よい成長をした個体が成熟したことは明らかである。そして, その後成熟雄は産卵期にあまり成長しないのに対して“非成熟”雄は7月, 8月とよい成長を続けたため, 第2輪形成時には成熟雄より小型であった現在“非成熟”的個体中にも, Fig. 5 に見られるように全長80~100mmにかけて, 成熟雄と同じかまたはそれより大型のものが生ずることになったのであろう。

次に第2輪形成時までにどの程度成長したものが成熟したのかということが問題になる。この点については, 焦点から第1輪までと異なり, 第1輪から第2輪までの隆起線数および鱗長において, 成熟雄および“非成熟”雄内でのそれぞれ全長の違いによる差よりも成熟と“非成熟”との差のほうが大きいことなどから, この段階ですでに両者に成長の違いが現われていることを考慮する必要があろう。すなわち, 産卵期に入ってからの“非成熟”から成熟への移行の可能性の少ないことなどからも, 成熟を開始する5月よりかなり以前に成熟するか否かがある程度決定されていることが考えられる。しかし, このII₊才雄の成熟に必要な条件は, 以下に述べるようなオイカワの繁殖生態を考慮した場合, 個体群密度との関連で更に検討する必要があると思われる。オイカワは産卵を雌雄対をなして行ない, 1尾の雄は多数の雌に産卵を行なわせる。また, 産卵場において成熟雄同士の激しい追い合いなどのなわばり行動を見せ, 成熟雄の密度が産卵の成功に影響することが観察されている(水口・檜山, 1968)。一方, 産卵群全体に対する成熟雄の割合は, 時期, 年度および流域によって異なっている。以上の点は, II₊才雄全体に対する成熟雄の割合により,

成熟に必要な成長条件が変り得ることをも示唆していると考える。

オイカワには, 年輪を形成せずに第一回目の年輪形成期を過してしまう非常に成長の悪い個体が存在するため, 年令査定にあたっては1年少なく推定されるものも生ずる可能性があると報告されている(内田, 1939; 中村, 1952; 水野, 1968)。秋川でも周年3~4cmの個体が観察された。しかし, 水野(1968)がそのような可能性のあるものとして扱っている第1輪までの隆起線が20本以上のもの(このような個体は中村(1952)の報告中にも見られる)は, Table 1 に明らかなように雄II₊才魚中には見られなかった。そこで今回の材料中にはそのような個体は存在しても非常に少ないとしてあまり留意しなかった。

摘要

東京都下秋川において行なった調査により, オイカワ *Zacco platypus* の成熟および臀鰭の性徵について以下の点を明らかにした。

1) 6月から8月の産卵期に, 雄はよく発達した追い星, 体側の赤および青緑色, そして異常に発達した臀鰭などによって特徴づけられた。III₊才魚およびII₊才雄の半数よりもこれらの成熟雄は産卵活動を行ない、9月までに死に絶えてしまった。

2) II₊才雄の残り半数は, 何ら二次性徵を示さず, 細い糸状の精巢をもつたままで産卵期を経過してしまったため, 上述の成熟雄に対し“非成熟”雄とされた。“非成熟”雄は, 夏期にも成長を続け翌年の産卵期にIII₊才魚として成熟した。

3) 成熟雌においてもその程度は低いが臀鰭における形態的変化がおこった。雌はほとんどがII₊才で産卵を開始し III₊才で2回目の産卵を行なった後に姿を消した。

4) 5月から8月にかけては, 全長80mm以上のオイカワについて臀鰭長により雌雄の判定が可能であり, また, 特に雄においては性的成熟の度合を知ることができる。

5) 鰓に表われた過去の成長状態を参考にして, 雄が成熟または“非成熟”へと別れる過程およびII₊才雄全体に対する“非成熟”雄の割合などについて考察した。

引用文献

- Alm, G. 1959. Connection between maturity, size and age in fishes. Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm, (40): 5-145, figs.
内田恵太郎. 1939. 朝鮮魚類誌第1冊. 朝水試報, (6):

- 1-458, figs. 1-46, pls. 1-47.
Breder, C. M., Jr. and D. E. Rosen. 1966. Modes of reproduction in fishes. Academic Press, New York: i-xv, 1-941, figs.
Gruchy, C. G. and V. D. Vladkyov. 1968. Sexual dimorphism in anal fin of brown trout, *Salmo trutta*, and close relatives. J. Fish. Res. Bd. Canada, 25 (4): 813-815. figs. 1-3.
水口憲哉・檜山義夫. 1968. 秋川におけるオイカワの繁殖生態の研究-IV. 産卵行動および成熟雄の死亡について. 昭和 43 年度日本水産学会大会講演要旨: 21.
水口憲哉・檜山義夫. 1969. オイカワ *Zacco platypus* (Temminck and Schlegel) の繁殖. II-卵の生産. (印刷中).
水野信彦・名越 誠. 1964. 奈良県猿谷ダム湖の魚類, III. オイカワの生活・生理生態, 12 (1・2): 115-126, figs. 1-10.
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.
Reighard, J. 1920. The breeding behavior of the suckers and minnows. Biol. Bull., Woods Hole, 38 (1): 1-32, figs. 1-7.
鈴木昭男. 1950. オヒカワの二次性徴に就て. 生物科学雑誌, 10 (1): 8-11, figs. 1-2.

(東京大学農学部水産学科, 東京都文京区)

Summary The Oikawa, *Zacco platypus*, is the popular game fish which widely inhabits the rivers and ponds all through Japan except Hokkaido. Along with the study on the life-history, ecology and population of the species, which has been carried out since 1965 mainly in the water of the River Aki (a tributary of the River Tama flowing into To-

kyo Bay), the authors have studied the relationships between the maturity and sexual characters in the anal fin. Based on the inspection of 1628 specimens collected monthly by a cast-net from November 1965 to September 1966 and in May 1967, and by angling in August 1966, the following results were obtained. 1) The males during the spawning season (June to August) were characterized by well-developed pearl organs, red and bluish green color on the side and enormously grown anal fin. These mature males, dominated by age group III_+ and a half of males of age group II_+ , exhibited breeding reactions and died out no later than September after spawning. 2) On the other hand, another half of males of age group II_+ continued to grow in summer and became matured at III_+ year old in the following summer. These II_+ males were termed "non-mature" males against the above mentioned mature males. These males showed no secondary sexual characteristics and having only thin thread-like testis through out the spawning season. 3) The morphological change of anal fin was observed also in mature females, but to a lesser extent as compared with mature males. Mature females began to spawn at II_+ years and died out after the second spawning at III_+ years. 4) It is evident that *Zacco platypus* more than 80 mm in total length can be sexed during spawning season and the degree of the sexual maturation, particularly in the males, may be quantitatively measured by the length of anal fin. 5) The cause of the condition that males of age group II_+ are mature or "non-mature" in spawning season was suggested through reading the history on the scales examined. The appearance of "non-mature" males in age group II_+ was discussed in relation to the population density.

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