

イシガレイの卵発生, ふ化仔魚の飼育 および陸上池内における産卵*

水戸 敏・鶴川 正雄・樋口 正毅

ON THE EGG DEVELOPMENT AND REARING OF THE LARVAE OF
A FLOUNDER, *KAREIUS BICOLORATUS* (BASILEWSKY) WITH
REFERENCE TO ITS SPAWNING IN THE CULTURING POND

Satoshi MITO, Masao UKAWA** and Masaki HIGUCHI**

Kareius bicoloratus (BASILEWSKY) is one of the commonly found flatfishes, and widely distributed in the coastal waters of all over Japan. The authors carried out an experiment to obtain a large number of fertilized egg from captive adult fishes caught shortly before the spawning season. On 17, December, 1967, about 50 matured fishes caught with the small trawlers were transferred from the fishing ground near Hakatashima Fish Farming Station, Ehime Prefecture, to a rectangular concrete pond 10×12×3.5 m holding 420 tons of seawater in the Station.

Although some shock spawning were observed within several days after the fish were put in the pond, ordinary spawning was started on middle of January and ceased on middle of March of the next year. The spawning period observed in the pond can be divided into 3 periods having 22 days interval. In the first period, the amount of eggs spawned is comparatively small and its daily fluctuation is wide, the second period is a height of the spawning and the amount of eggs spawned is large and its daily fluctuation is narrow, final period is much the same as that of the first. The fertilization rate did not show such a remarkable trend observed in the amount of eggs spawned. The spawning observed in the pond was seemed to be confined mostly within the night.

At the same time the authors carried out rearing experiment of the eggs and larvae to clarify the egg and larval developments of this species. The egg is pelagic, spherical in shape, measuring 1.03-1.10 mm in diameter. The yolk as well as the egg capsule are colorless, transparent, without conspicuous structure and containing no oil globules.

During the egg development, many melanophores appeared on the embryonal body and some ones appeared also on the yolk surface near the embryonal body, on the other hand, xanthophores appeared only on the embryonal body. The hatching took place in 80-85 hours after the fertilization at the water temperature 14.2-15.0°C.

The newly hatched larva is 3.05-3.25 mm in total length, with the anus situated in a little before the middle of body. The marginal fin without pigment cells and the myotome number is 13+27=40. Within 5 days after hatching, the yolk was consumed entirely, and the larva attained 4.55-4.72 mm in total length with the anus situated nearly 1/3 anteriorly the body, and several melano-

*南西海区水産研究所業績 第7号。

**瀬戸内海栽培漁業協会伯方島事業場。

phores become to appear in the middle of ventral marginal fin.

The larva attained 5.32–5.53 mm in total length within 10 days after hatching and 5.45–6.68 mm within 14 days, when the size differences among the individuals reared under the same conditions are becoming prominent. Within 29 days after, the larva attained 7.20–10.22 mm in total length and the largest one being in the end of post-larval stage, but the eyes are still symmetrical. The metamorphosis characterized by the eye migration from left to right side of the body begins at the stage of 13 mm in total length and completes after 20mm when the larva has been passed 78 days after hatching. The membranous part of the pectoral fins dropped down during the stages of 16–18mm in total length.

Concerning the growth and survival, ecology, abnormality of pigmentation and the deformity of the larvae observed under the rearing conditions are also discussed briefly.

海産魚の人工種苗生産技術は、最近急速に開発されてきて、量産化の試みがいろんな種類について行なわれている。しかし、受精卵の採取を天然産の親魚に依存しているため、計画的に大量の卵を得ることに困難を感じる場合が多い。そこで、健全な受精卵を大量に得ることを目的とした産卵親魚の養成が緊急な問題として取りあげられ、多くの機関で研究され始めてきた。

瀬戸内海栽培漁業センター伯方島事業場でも、この問題を解決するために、昭和42年12月に親魚養成池を建設し、研究に着手した。まず始めに、12月から産卵が始まるインガレイの親魚を養成池に収容し、池内での産卵について実験してみることにした。幸い、親魚収容直後から約3カ月にわたり、断続的ではあるがかなり大量の受精卵を得ることができ、親魚養成による大量採卵について一応の見通しが得られた。同時にインガレイの卵発生、ふ化仔魚の飼育による変態経過の観察なども行なうことができたので、それらについて報告する。

なお、本研究の一部は、文部省科学研究費特定研究「生物圏の動態」研究によってなされた。

1. 親魚養成池内での産卵

カレイ類の成熟親魚を飼育池内に収容し、受精卵を得る試みは今世紀初めから成功していた (HERDMAN, 1904 (BOWERS, 1966 による))。今回の実験に用いた親魚は、1967年12月17日に燧灘の四阪島周辺において、小型底びき網 (マンガ) によって漁獲された全長約30~45cmの成熟親魚約50尾である。これらの親魚は操業中の漁船から直接建造直後の親魚養成池へ搬入された。放養の際にすでにかなり衰弱し、池内でへい死することが予想される個体もあったが、池の構造上池内でのへい死魚の確認ができなかった。したがって、実験に用いた親魚の正確な尾数は不明である。親魚の性比は、外見によって調べた限りでは、ほぼ1:1であった。雌雄とも完熟状態にまで達していた個体は少なく、大部分のものは腹部を圧しても卵や精を放出しなかった。

親魚養成池は10×12×深さ3.5mの角型池で、容量は420トンである。注水口は池の底近くの壁面にあり、排水溝は注水口とは反対側の角の水面に設置されている。この池には、インガレイのほか約100尾のキジハタ、約100尾のカサゴ、各数尾のマダイ、スズキ、クロダイが収容されていた。インガレイを収容した翌日から、毎日生きている小型エビ、イカナゴを餌として与えた。実験期間中の水温は Fig. 4. に示した。

親魚養成池内における産卵は、親魚の収容直後に若干認められたが、約1カ月後の1968年1月14日まではほとんど行なわれなかった。産卵の確認および産卵量の調査は、排水溝から流出する卵をプランクトンネットで集めて行ない、とくに本格的な産卵が始まった1月14日以降は、午前9時から午前0まで、2~3時間おきに集められた卵をとり出し、計量した。排水溝から流れ出す水量はかなり多く、しかも約1.5mの落差

で下の排水溜めに落ちるので、そのままネットで受けると卵に大きな衝撃を与えることになる。そこで排水溝のすぐ下に別の容器で排水の一部を受け、そこにネットで沪しとられた卵を誘導するようにした。集められた卵は、海水で洗い、ごみを除いた後にメスシリンダーに移し、浮上した卵（受精卵）と沈下した卵（未受精卵、死卵）とに分けて計量し、産卵量および受精率の経時変化を検討した。こうした計量結果から産卵量および受精率の経時変化を考察する場合には、2、3の問題点がある。すなわち、池の構造から考えて、池内で産卵された卵が短時間のうちに全部流出しないこと、とくに海水よりも比重の大きくなった未受精卵や死

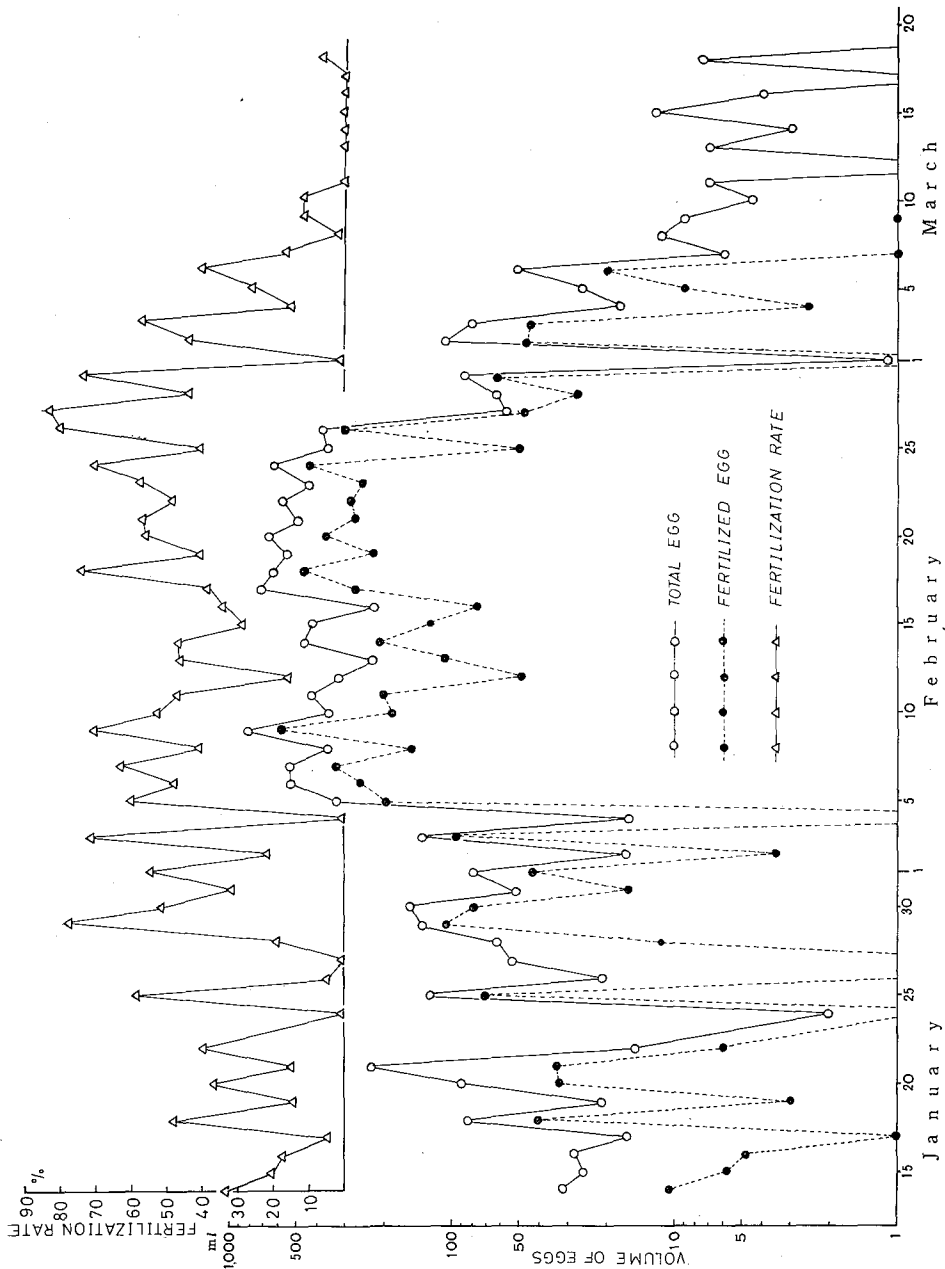


Fig. 1. Daily amount of eggs spawned in the pond and their fertilization rate.

卵の流出は、浮性の受精卵に比べて時間的にずれがあり、また場合によっては池底に沈降してしまって流出しないことも考えられる。また、今回の実験では、ネットに集められた卵のうち、海水に浮ぶものを受精卵、沈むものを未受精卵として処理したが、浮上している卵の中にも未受精卵があり、反対に受精卵が何らかの原因で死んだ場合は沈んでしまうこともある。しかし、実験の目的が人工種苗生産の材料となりうる健全な卵を簡便な方法で大量に得ることにあるので、ここでは、こうした方法で集められた卵のうち発生を続けてゆく可能性のあるもの（浮上している卵の大部分）を一応受精卵とし、浮上卵と沈降卵の流出時間のずれも考慮せずに受精率を検討した。

1968年1月14日から3月19日までの日別産卵量、受精卵量および受精率をFig. 1.に示した。図では卵量を容積で示したが、1ml中にはおよそ700個の受精卵が含まれている。未受精卵の場合は、異物の混入が避けられないので、単位容積あたりの卵数は受精卵の場合よりいくらか少ないが、補正は行なっていない。

図からもわかるように、この期間は3期に大別される。すなわち、1月14日から2月4日までの産卵量は2—230ml、平均約65mlであるが、2月5—26日には220—280ml、平均約500mlと急増し、2月27日—3月19日には0—110ml、平均約25mlに激減した。したがって、親魚養成池内での産卵は、前期、盛期、後期から構成されており、各々の期間の長さはいずれも22日であった。

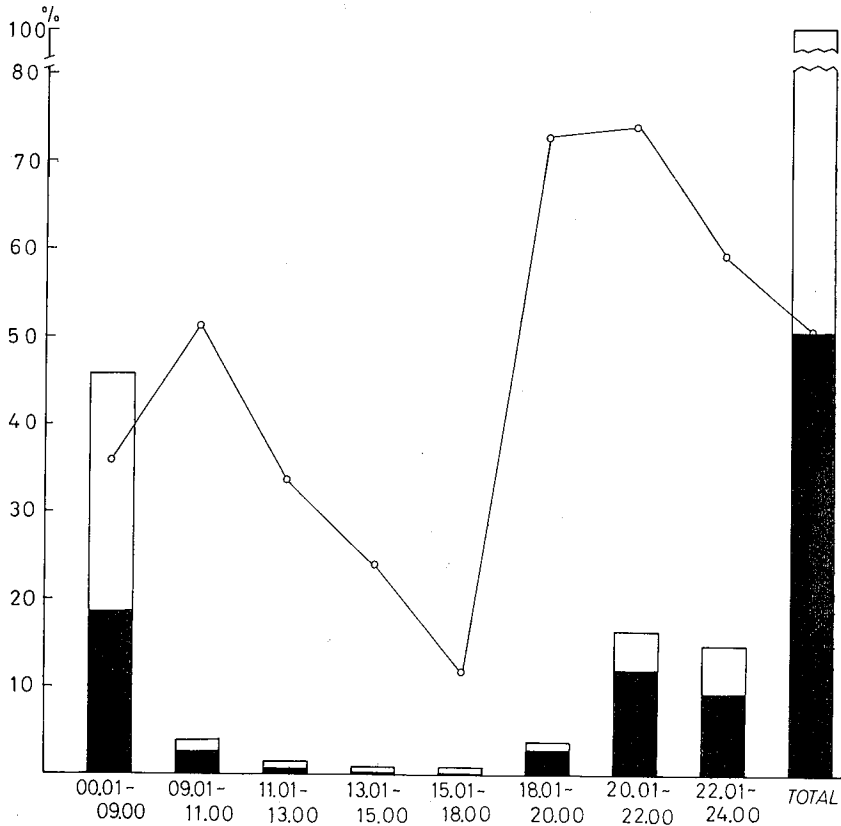


Fig. 2. Hourly change of amount of eggs and their fertilization rate spawned in the pond from 14, January to 5, March, 1968. The black and white poles indicate fertilized and unfertilized eggs respectively. Solid line with open circles indicates fertilization rate.

受精率の日別変化には、産卵量に示された前、盛、後期に対応するような傾向は認められなかったが、ごく一般的に言えば、産卵量の多いときに受精率も高いといえよう。

1日内の産卵量と受精率の時間的変動を示したのが Fig. 2. である。この図は1月14日から3月5日までの期間に、時間別に計量された卵量を集計し、百分率で示したものである。図に示されたように、昼間の産卵はきわめて少なく、日没後に多くなっていく。午前0時以降の産卵状態には不明な点が多いが、前夜半よりも後夜半の方が産卵は盛んなようである。ただ後夜半に産卵されたものの方が受精率が低い結果が得られているが、このことは、前にも述べたように、沈下卵の流出に時間的なずれがあることとネットに集められた卵が長時間排水の衝撃を受け、死卵を生じたことも影響しているらしい。午前9～11時にも少量の卵が得られていることは、朝にも産卵が行なわれたことを示している。

天然の海における本種の産卵時刻については、まだ十分な知見はない。1967年12月10～12日に燧灘で行なった調査によって採集された天然卵の発生過程から逆算して、午後2～7時には確実に産卵が行なわれていることとそれ以外の時間でも産卵が行なわれているらしいことがわかった。しかし、この調査に関する限りでは、夜間に産卵が集中する傾向は認められなかった。

本種の産卵期は、北海道高島で11～12月(倉上, 1914), 余市沖合で2～4月(北水研・ほか, 1954), 東京湾で12～2月(倉上, 1914), 瀬戸内海中部海域では12～1月, 盛期は12月下旬(岡山県水試, 1964)とされている。今回観察された親魚飼育池内での産卵盛期2月であった。このことは、産卵盛期直前に漁獲された成魚を池に収容したため、1.5カ月の遅れを生じたものと考えられる。

2. 卵内発生 (Fig. 3. A—T)

わが国に産するカレイ類の卵内発生については、すでに多くの種類について明らかにされており、水戸(1963)によってその概要が整理されている。その後もメイタガレイ(田北・藤田, 1964), ムシガレイとヤナギムシガレイ(藤田, 1965), ホシガレイ(田北・藤田・道津, 1967)についての報告がある。イシガレイについては、倉上および北水研・ほかの報告があり、すでに判明しているので、この報告では簡単に述べる。

卵内発生の観察およびふ化仔魚の飼育実験は、主として人工授精によって得られた卵によった。人工授精は1967年12月17日午後5時30分に、親魚養成池へ収容する成熟魚のうちから雌雄2尾ずつ(雌全長320, 400mm, 雄全長300mm)を選び、乾導法によって行なった。受精時の海水温は14.8°C, 受精卵は約30,000粒が得られ、それらは室内の木製水槽内に吊した径70cm, 深さ40cmのテロン網に入れ、網の周囲には濾過海水を流して換水を図った。受精後18時30分後に、網の中の卵のうち1,000粒を40ℓの容積を持つペンライト円形水槽2個に500粒ずつ収容し、水槽の周囲に海水を流して水温を一定に保ちながら止水で飼育し、卵、仔稚魚期における歩減りの状態などを調べた。

本種の卵は径1.03—1.10mm(モード1.05—1.08mm, 40個測定)の球形分離浮性卵で、油球はない。卵黄および卵膜は無色透明で特殊な構造はなく、卵膜腔は狭い。実験中の水温はFig. 4. に示した通りである。

受精して1時間30分後には胚盤の形成が十分に進み、2時間後に第1分裂が起こった (Fig. 3. A)。その後30～60分の間隔で分裂が起こり (B, C), 6時間30分後には morula 初期に達した (D)。12時間30分後に blastula 期 (E), 20時間30分後に gastrula 期 (F, G) に達し、28時間後には胚体の形成 (I), 31時間30分後には脊索の分化が始まった (J, K)。36時間30分後には眼胞と3, 4個の筋肉節が分化し、胚孔が閉じようとしてきた (L, M)。40時間30分後には胚孔は完全に閉じ、7—9個の筋肉節が分化し、KUPFFER 氏胞も出現し、胚体の主として背側に黒色素胞の原基が現われた (N)。45時間30分後には15筋節期に達し、胚体上の黒色素胞は数を増すとともに、胚体に接した卵黄上にも黒色素胞が出現してきた (O, P)。49時間後には18—19筋節期に達し、レンズの分化が始まった。53時間後には22—23筋節期に達し、レンズと耳嚢が分化し、胚体の尾端は卵黄から遊離したが、KUPFFER 氏胞はなお大きい。胚体上の黒色素胞は数を増すが、卵黄上のは個体によってその数が著しく異なり、数個のものから30個ぐらいまで認められたが、それらはいずれも卵黄の胚体側半球面上だけに分布していた (Q, R)。61時間30分後には胚体は卵内の $\frac{3}{8}$ を回り、

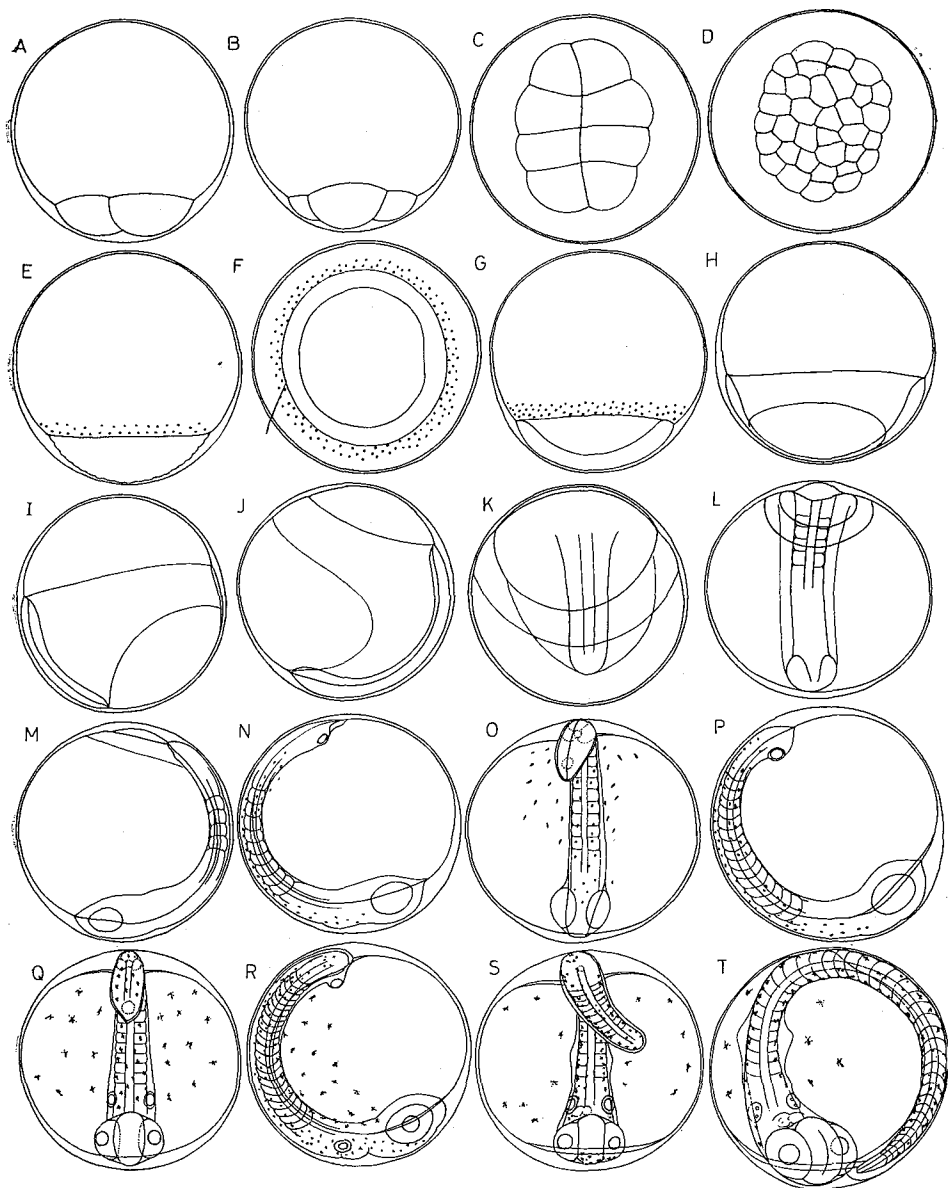


Fig. 3. Developing eggs of *K. bicoloratus*. A. 2-cell stage, 2 hr 5 min after fertilization. B. 4-cell stage, 2 hr 30 min after. C. 8-cell stage, 3 hr 30 min. D. Early morula stage, 6 hr 30 min. E. Blastula stage, 12hr 30 min. F, G. Gastrula stage, 20hr 30 min. H. Late gastrula stage, 24hr. I. Formation of embryo, 28hr. J, K. Appearance of notochord, 31hr 30 min. L, M. 4-myotome stage, just before the closure of the blastopore, 36hr 30min. N. 9-myotome stage, appearance of melanophores on the embryo, 40hr 30 min. O, P. 15-myotome stage, appearance of melanophores on the yolk surface, 45hr 30 min. Q, R. 22-myotome stage, formation of lenses and ear vesicles, 53hr. S. 35-myotome stage, appearance of xanthophores on the embryonal body, 61hr 30 min. T. 75hr 30 min after, 4 hr before hatching.

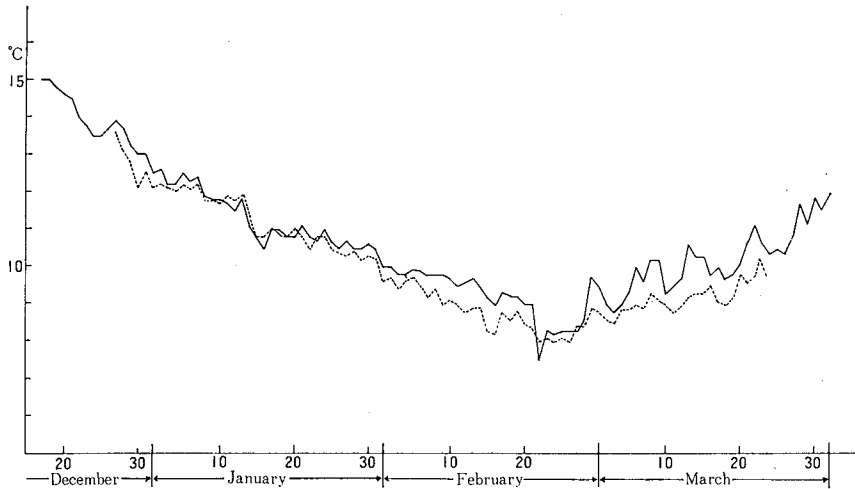


Fig. 4. Pond (broken line) and larvae rearing tank (solid line) water temperatures.

胚体の運動が認められた。筋節数は33—35、心臓が形成されたが、まだ鼓動していない。KUPFFER 氏胞は消失しかけてきた (S)。65時間30分後には胚体は卵内の $\frac{3}{4}$ を回り、胚体上に黄色素胞が出現した。75時間30分後には胚体は卵内をほぼ1周し、黄色素胞は発達して胚体の全側面をおおう。卵黄上には黄色素胞は出現しない。筋節数は約40 (T)。79時間30分後に最初のふ化がみられ、その後4—5時間のうちにほとんどの仔魚がふ出した。

倉上は、北海道産のインガレイでは卵内発生中に卵黄上にも黄褐色素胞が出現すると述べているが、今回の観察では卵黄上に出現する色素胞は黒だけであった。なお、北水研・ほかの報告ではこの点は明らかではない。

3. 仔 魚 期 (Fig. 5. A—F)

ふ化直後の仔魚は全長2.95—3.14mm、5時間後の仔魚 (Fig. 5. A) は尾部が多少伸長して全長は3.05—3.25mm、胸鰭はすでに現われている。肛門は卵黄の直後、体の中央よりやや前に開く。樹枝状の黒色素胞は体の背面に多く、前頭部から尾端近くまでに約30個が分布し、体の腹面には直腸部から尾部中央のやや後方まで、背面のものよりは小型のものが約10個並ぶ。体側中央には少ない。卵黄上の黒色素胞の数は個体によって異なり10—20個。黄色素胞も樹枝状で、頭部では全面に散在するが、腹、尾部では背腹に分れて分布し、体側正中線上には少なく、卵黄上には分布しない。膜鱗には顆粒構造が認められるが、あまり著しくない。膜鱗には色素胞はない。筋肉節数は $13+27=40$ (本種の脊椎骨数は38—39)。

ふ化後1日の仔魚は全長 3.68—3.81mm、尾部の伸長が著しく、肛門の位置は体の中央よりかなり前に移る。色素胞は黒、黄とも数と大きさを増し、頭部から尾部後方までの体側全面をおおう。卵黄上には黒色素胞だけが分布、膜鱗には色素胞はない。筋肉節数は $12+27=39$ 。

ふ化後2日の仔魚は全長 4.10—4.27mm、胸鰭は大きく発達し、卵黄はかなり吸収され、肛門は体の前方から $\frac{3}{8}$ の辺に位置する。眼に黒色素胞が出現してきたが、口はまだ開かない。黄色素胞は褪色し、黒色素胞は再び体の背腹面に分れてくる。消化管背面には密に分布した黒色素胞がみられる。筋肉節数は $11+(27-28)=38-39$ 。

ふ化後3日の仔魚 (Fig. 5. B) は全長4.21—4.51mm、卵黄の大部分を吸収し、口が開く。肛門の位置、色素胞の分布状態、筋肉節数などは前の発育期と変わらない。

ふ化後4日の仔魚は全長 4.55—4.81mm、卵黄をほとんど吸収し、消化管前方にくびれを生じてくる。体

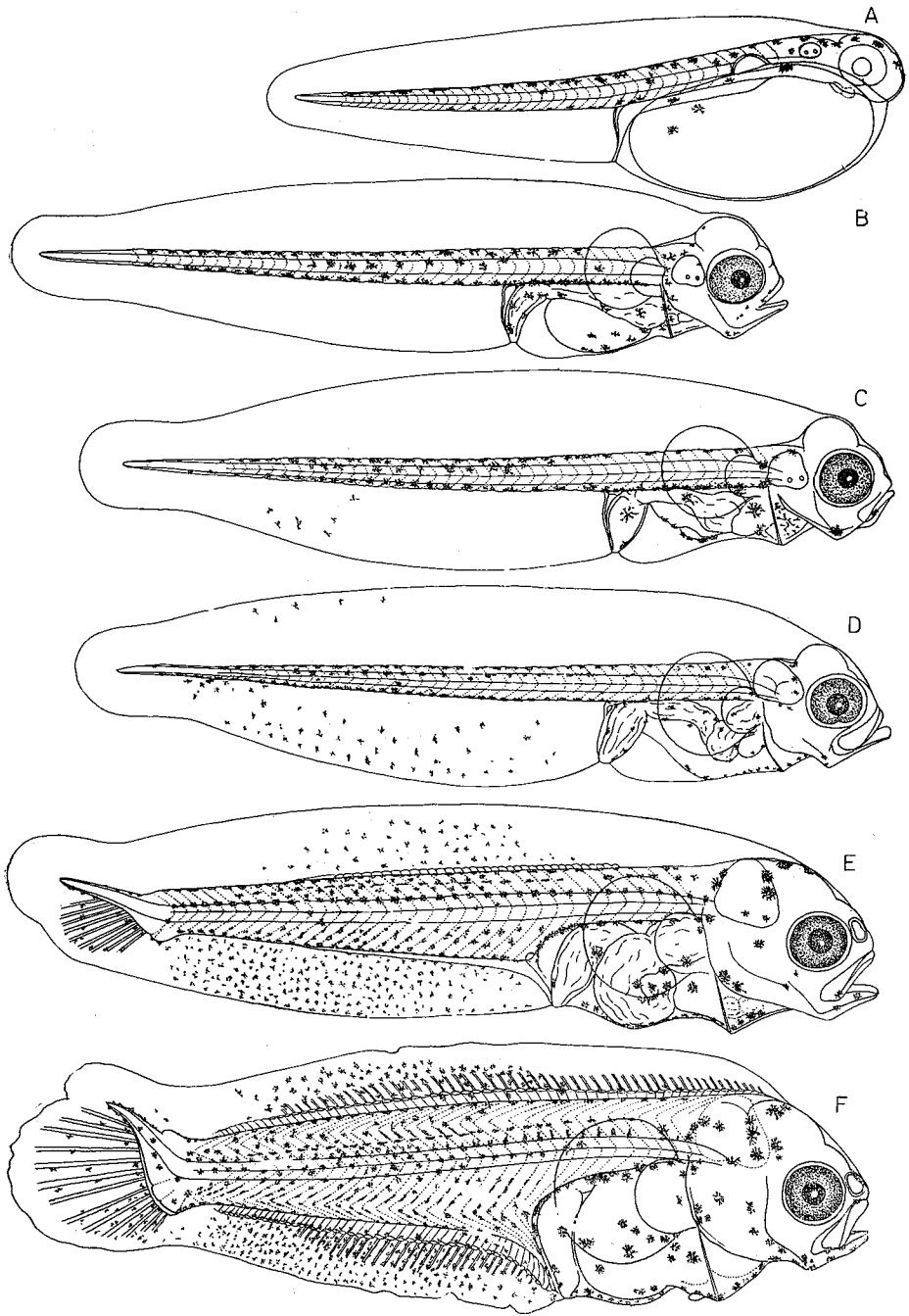


Fig. 5. Pre and post larval stages of *K. bicoloratus*. A. Larva 5 hours after hatching, 3.17mm in total length. B. Larva 3 days old, 4.51mm. C. Larva 5 days old, 4.72mm. D. Larva 10 days old, 5.53 mm. E. Larva 29 days old, 8.27mm. F. Larva 29 days old, 10.22mm.

の前方の黒色素胞がいくらか減少し、黄色素胞は褪色してきた。肛門の位置や筋肉節数には変化はない。

ふ化後5日の仔魚 (Fig. 5. C) は全長4.55—4.72mm, 卵黄を吸収し尽し, 消化管前方に1回転部を生じてくる。腹膜鱗後方に黒色素胞が出現してきたが, 他の部分の色素胞には大きな変化はない。筋肉節数は変わらず $11+28=39$, 仔魚後期に入る。

ふ化後10日の仔魚 (Fig. 5. D) は体長 5.02—5.23mm, 全長 5.32—5.53mm, 体の各部比はふ化後5日の仔魚と大差ない。黒色素胞は数を増し, 体側では背側正中線上に1列, 脊索上縁に沿って1列, 腹側正中線を挟んで左右に各1列があり, 下顎から消化管回転部後方下までの体腹面には密に並んだ1列がある。腹膜鱗内の黒色素胞は数がふえ, 尾端を除く全域に分布し, 背膜鱗後方にも数個出現してくる。筋肉節数は $9+29=38$ 。

ふ化後14日の仔魚は体長 5.15—6.34mm, 全長 5.45—6.68mmとなり, 同一飼育条件下でも大きさに差がでてくる。体高がいくらか大きくなり, 黒色素胞の数が増してくるが, とくに膜鱗上のものの増加が著しい。

ふ化後19日の仔魚は体長 4.95—7.13mm, 全長 5.20—7.49mm, 体高を増し, 単一ではあるが, 鼻孔が形成された。脊索末端はまだ上屈していないが, 尾下骨の分化が始まってくる。膜鱗上の黒色素胞はさらに数を増すが, 腹膜鱗上に分布するものの方が著しく多い。

ふ化後24日の仔魚は体長 5.45—7.60mm, 全長 5.75—8.00mm, 尾下骨の形成が進み, 尾鱗の鱗条原基が現われてくる。黒色素胞の分布は前発育期のものと大差はない。膜鱗上の黒色素胞は, 腹膜鱗上に多く, しかもその分布にはほとんど個体差はない。背膜鱗上の黒色素胞の数は腹膜鱗上のものより少なく, しかもその数は個体によってかなり異なっている。

ふ化後29日の仔魚は体長 6.83—9.42mm, 全長 7.20—10.22mm, 成長には著しい差がみられ, 成長のよいものでは稚魚期に入ろうとしている。このように, 同一飼育期間でも成長差が著しく, こうした傾向は飼育期間が長くなるほど助長されてくるので, 以下に述べる仔・稚魚期の形態的記載は, 飼育期間には関係なく主要な発育期について行なった。

全長 8.74mm, 体長 8.37mm (Fig. 5. E), ふ化後29日。脊索末端は上屈し, 尾鱗の形成が進み, 背鱗基底が体の中央部に出現してくるが, 臀鱗基底はまだ出現しない。体高を増し, 体は著しく側扁してくる。樹枝状の黒色素胞が頭部背面, 鰓蓋部, 下顎に散在し, 体側では背中線を挟んで2列, 脊索上縁に沿って半ば筋肉中に埋もれた1列がそれぞれ尾端近くにまで分布し, 別にそれらの中間にもやや短い1列があり, 脊索より背方には3本の縦列が認められる。体の腹面の黒色素胞は, 下顎下方から肛門付近までの腹中線上には密な1列があり, 腹腔部にはやや大型のものが散在し, 腹腔の背面にも多い。尾部腹面には, 腹腔後端から尾下骨までの腹中線上に1列が並び, 脊索と腹中線の間には各筋肉節に沿って斜に並ぶ列がある。膜鱗上には多数の黒色素胞があり, 腹膜鱗ではほぼ全面, 背膜鱗では中央に分布し, 尾鱗内にも少数がある。

全長10.22mm, 体長9.29mm (Fig. 5. F), ふ化後29日。前発育期に比べてさらに体高を増し, 側偏の度合いも大きくなる。背・臀鱗とも担鱗骨帯が発達し, 背鱗には63, 臀鱗には46の担鱗骨が形成され, 両者とも定数に近い。また鱗条もそれぞれ 52および 31本が認められる。尾脊索の上屈も著しく, 尾鱗は完成に近づく。胸鱗は膜状, その下方腹面には腹鱗が小さく出現した。黒色素胞は数を増すが分布状態は前発育期と大差ない。体は全く左右相称, 仔魚後期の終わりと考えられる。

4. 稚 魚 期 (Fig. 6. A—E)

全長11mmを越えるころから稚魚期に入る。稚魚期の始めには体は外見上左右相称であるが, 詳しくみると体の左右で吻の長さが違う。すなわち, 左眼が右眼よりいく分前方に寄っているため, 右側の吻長が左側より長い。全長13mmに達すると左眼が右側へ移り始め, 体は相称性を失ってくるし, 色素胞も無眼側では少なくなってくる。全長 12—80mmの稚魚ないし幼魚32尾の計測によると, 背鱗条数は 66—75本 (モード 68—71本), 臀鱗条数は 46—52本 (49—50本), 腹鱗条数は完成後は6本であった。

全長 11.94mm, 体長 10.34mm (Fig. 6. A), ふ化後47日。体形は前発育期と大差ない。体の左右におけ

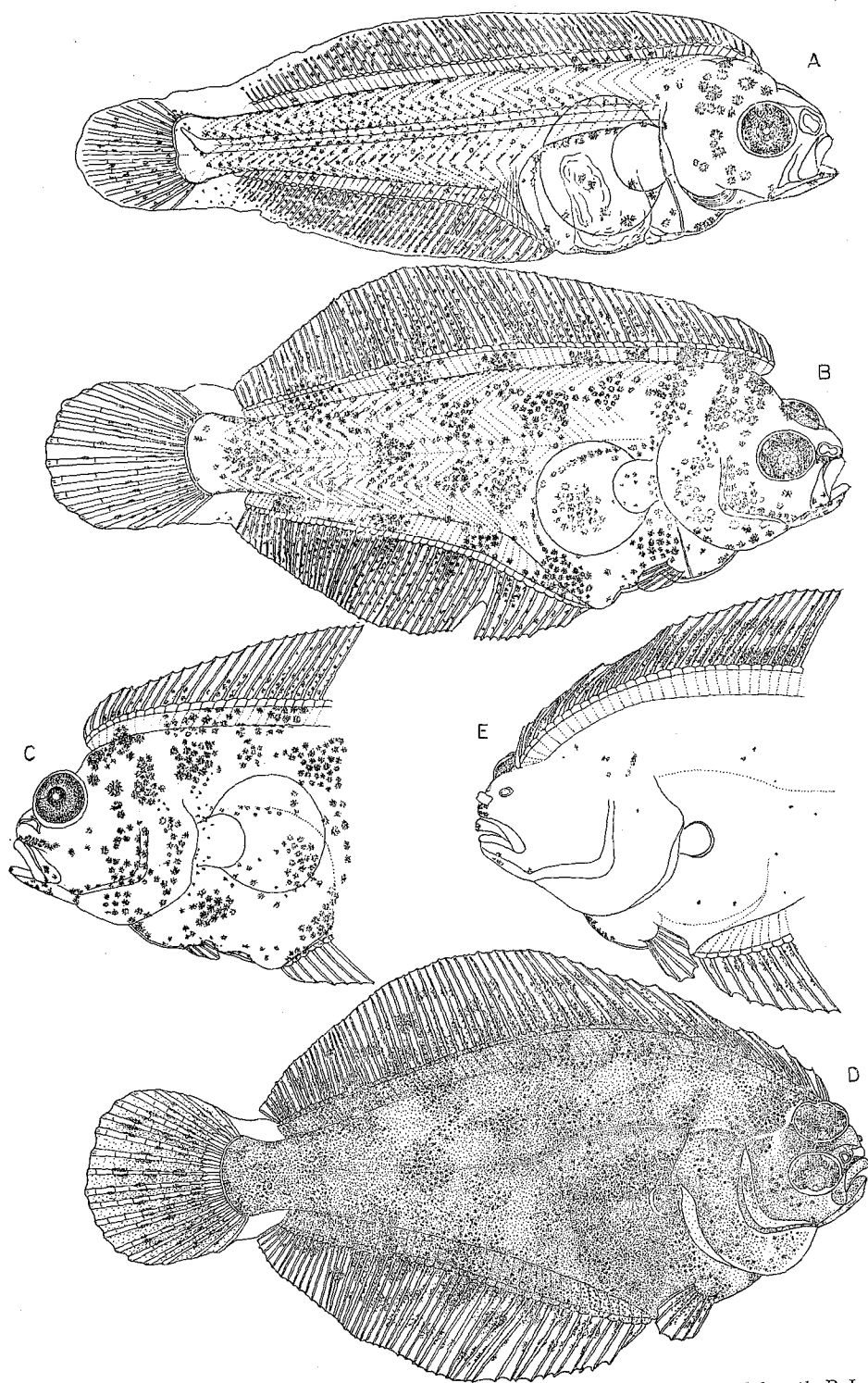


Fig. 6. Metamorphosis stages of *K. bicoloratus*. A. Larva 47 days old, 11.94mm in total length. B. Larva 47 days old, 14.40mm. C. Ditto, left side. D. Larva 78 days old, 19.48mm. E. Ditto, left side.

る吻長差は 0.3mm, 背鱗および臀鱗はほぼ完成し, 鱗条数はそれぞれ67, 48本, 背鱗前端は右眼の瞳孔後端の直上にまで前進している。脊索末端は突出せず, 尾鱗はほぼ完成された。体側および鱗上の黒色素胞は数を増すが, はん紋などは形成されないし, 体の左右で分布が違うようなこともない。

全長 14.40mm, 体長 11.88mm (Fig. 6. B, C), ふ化後47日。臀鱗起部における体高が著しく増すとともに背鱗および臀鱗が長くなり, 体の形は成魚に似てくる。左眼の右側への移動が進み, その上縁は右側から十分に認められるようになる。背鱗前端の位置は前発育期にほぼ等しいが, 前端は鉤状に曲がり, いく分前額部へ垂れ下がっている。また, 左眼の通路にあたる部分はくぼんでいる。背鱗は67条, 臀鱗は49条, 腹鱗は大きくなり, 4本の鱗条が形成されている。胸鱗は大きい, 依然として膜状である。鼻孔は中央にくびれを生じてくるが, まだ単一である。体側の黒色素胞は集まってはん紋を形成する。このはん紋は体の左右ではほぼ同じであるが, 無眼側になる方の発達が若干が劣っているようである。

全長 19.48mm, 体長 15.97mm (Fig. 6. D, E), ふ化後78日。前発育期よりさらに体高を増す。左眼は完全に右側へ移り, 前額部のくぼみも消失する。背鱗は前進し, その前端はいくらか無眼側へ偏し, 瞳孔前端に相当する場所に位置する。鼻孔は前後に分かれ, 前鼻孔は管状を呈する。側線が出現してくる。背鱗は68条, 臀鱗は49条, 腹鱗は6条である。胸鱗は基部を残して膜状部が全部脱落してしまい, 鱗条はまだ現われていない。胸鱗膜質部の脱落は全長 17.91mmの個体で初めて認められ, 一方膜質部を持っていた最大の個体は全長15.82mmであった。

5. 飼育結果からみた仔稚魚の成長, 歩減りおよび生態

今回の実験は, 親魚を陸上の飼育池内で養成して大量の受精卵を得ることができるかどうかおよび仔稚魚の形態的变化を飼育によって明らかにすることが主要な目的であった。したがって, ここでは今回の実験を

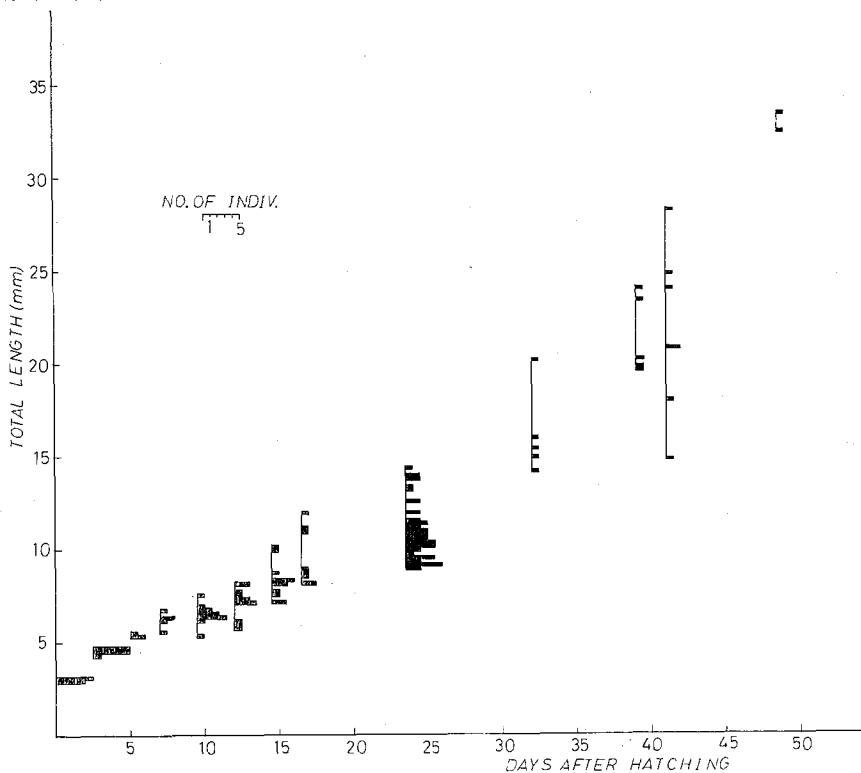


Fig. 7. Size frequency distribution of rearing larvae.

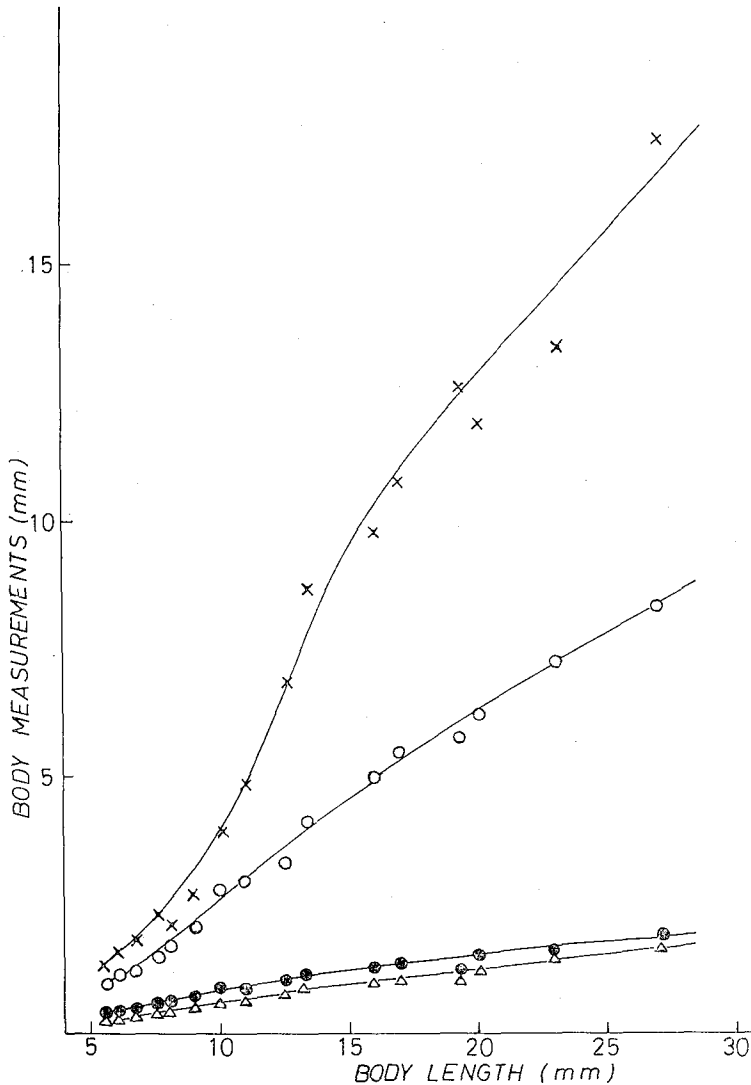


Fig. 8. Relation between body length and various body measurements.
 ×—× ; greatest body depth including dorsal and anal fins.
 ○—○ ; head length. ●—● ; eye diameter in right side.
 △—△ ; snout length in right side.

入ると1日に1回全量の約8%を換水した。変態を完了した個体は流水飼育に変えたが、ここでは止水飼育期間内に限って報告する。

仔魚にはふ化後3—4日後からシオミズツボムシ *Brachionus plicatilis* MÜLLER を与え、14日以降は *Artemia nauplius*, 16日以降は伯方島事業場の近海で採集した動物プランクトンを追加した。シオミズツボムシの投与はふ化後21日で止めた。したがって、ふ化後22日以降は *Artemia nauplius* と海産物プランクトンを混合したもので飼育したことになる。

供試個体数の関係もあって、発育途上の成長を詳しく追跡することができなかったが、その大要はFig. 7

通じて観察できた仔稚魚の成長、歩減りおよび生態については簡単に紹介する。

カレイ類の人工種苗生産に関しては、plaice (*Pleuronectes platessa* LINNE) について SH-ELBOURNE およびその共同研究者による一連の詳しい報告がある。筆者らも今後種苗の量産を目的とした研究を意図しており、仔稚魚の飼育技術に関してはその研究が終了した時点で報告したい。

以下に述べる結果は、1967年12月17日に人工授精を行なって得た卵と同日親魚養成池内で産卵された卵からふ出した仔魚の飼育によって得られたものである。飼育期間中の水温は Fig. 4. に示した。

ふ化仔魚は、容量40ℓのパンライト円形水槽に收容し、止水で適量の通気を行ないながら飼育した。ふ化後10日までは、飼育水の状態に応じて1日1回少量の換水を行ない、10日を過ぎると換水量を徐々に増し、変態期に

に示す通りであった。成長差はふ化後10日を過ぎると徐々に顕著になり、41日後には全長の最小は14.8mm, 最大は28.2mmとなった。47日後のものは、成長の良かったものだけを測定したので、図に示したような結果になっているが、成長差は41日後のものとは大差はなかった。

成長に伴う体の各部の長さの変化は Fig. 8. に示した通りである。OKIYAMA (1963) はヒレグロ *Glyptocephalus stelleri* (SCHMIDT) の変態期における体の各部の長さの変化を報告しているが、それとほぼ同じく、変態初期における体高の増加が著しい。他の部分の長さ、すなわち頭長、有眼側眼径および吻長は、体長の伸びにほぼ比例して大きくなり、図では直線に近い形で示されている。これらの直線の傾きは、体長65 mm ぐらいの幼魚期までほとんど変わらない。一方、体高(背鰭および臀鰭を含む)は変態期に入ってから急に大きくなり、変態終了後はほぼ体長の伸びに比例して大きくなる。異体類の発育初期における発育段階に関しては、SHELBOURNE (1957), RYLAND (1966) の plaice, および沖山 (1967) のヒラメ *Paralichthys olivaceus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) についての提示がある。インガレイに RYLAND の発育段階を適用してみると、Fig. 5 の A—D が 1 a—1 d に相当し、Fig. 5. の E が 3 a, F が 3 b, Fig. 6. の A が 4 a, B が 4 b, D が 5 となる。RYLAND の発育段階は、きわめて詳細に分けられたものであるが、沖山も述べているように、そのまま他の種類にあてはめるには、多少の混乱が生じてくる。とくに尾背索の彎曲角度を規準にした 3 a—3 c には紛らわしい部分があって、沖山が提示したように簡略にした方がよいように思う。しかも、発育段階は単に形態的な変化だけでなく生態的な変化や各段階を経過するに要する時間なども考えて検討すべきであろう。

ふ化後47日までの飼育期間中の歩減りの状態は Fig. 9. に示した。図に示した3例のうち、2例は人工授精卵、1例は親魚池内で産卵された卵の飼育結果である。いずれも500個の卵から飼育を始め、ふ化後10日からへい死魚の数を調べた。したがって、卵期から仔魚後期の始めまでのへい死は推定である。人工授精卵の場合と池内で産卵されたものとの間に推定値に大きな差があるのは、次のような理由からである。人工授精卵の場合は、発生観察のためこの実験とは別に小型容器で飼育したが、その時には、卵期および仔魚前期のへい死はきわめて少なかった。一方親魚池内で産卵された卵については、こうした観察を行っていない

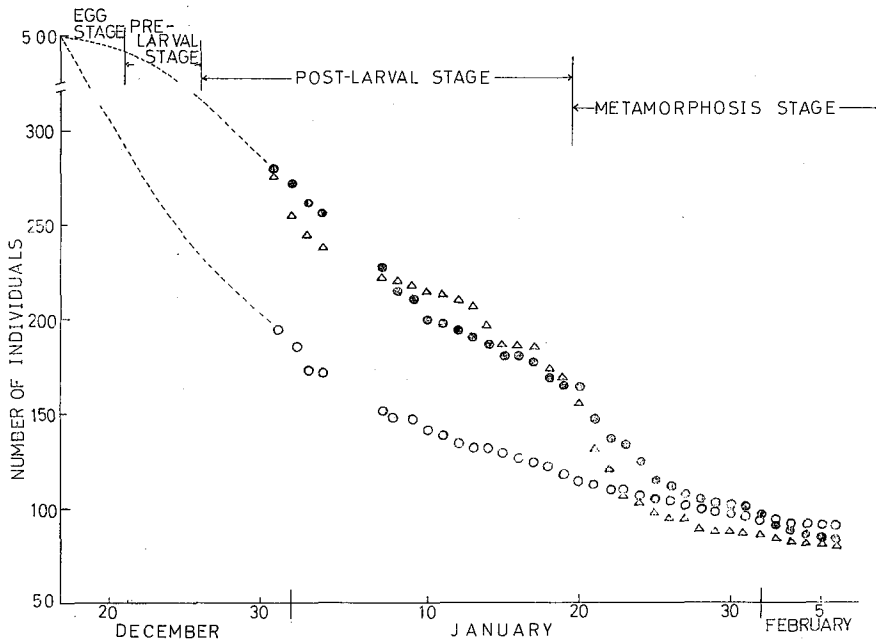


Fig. 9. Pattern of survival in early stages. ●, △; from artificially fertilized eggs. ○; from pond spawned eggs.

が、BOWERS (1966) によれば、漁獲後あまり時日を経ない池内で産卵した場合には、その卵の発生初期の死亡は45—50%もの高率に達したことを報告しているし、今回の実験に用いた卵は排水溝から流出したものをネットで集めたため、異常な衝撃を受けて発生やふ化に障害があったことも考えられる。こうしたことから池内で産卵されたものについては、卵期および仔魚前期の歩減りが大きいものとした。

ふ化後10日以降の仔稚魚のへい死状況も人工授精卵から由来したものと池内産卵のものとは異なっている。人工授精卵からふ出した仔魚には、仔魚後期の前半と変態期に入ってからすぐに著しい減耗がみられるが、池内産卵の場合には変態期に移る時期の大きな減耗はみられない。飼育容器の大きさ、餌料など飼育条件については3者の間に全く差異はなかったため、こうした差がなぜ生じたのかよくわからない。考えられる理由として、まず人工授精卵と池内で産卵された卵からふ出してきた仔魚には活性に違いがあること、つぎに池内産卵の卵からふ出した仔魚は人工授精卵からふ出したものに比べて少ない尾数から飼育が始められたらしいので、飼育密度の差が影響したことである。

卵の履歴がふ化仔魚の活性にどのように影響するかについては、BOWERS (1966) が池内産卵の場合について親魚の収容時期と仔魚の活性との関係を述べている。それによれば、産卵期直前に親魚を収容した場合には、産卵された卵からふ出した仔魚の活性は、産卵期のかなり前から収容されていた親魚から産卵されたものに比べて明らかに劣るといふ。今回の実験に用いた池内産卵の卵は、BOWER のいう活性において劣った卵である。一方人工授精卵の卵質については、現在判定の規準を持っていない。したがって、両者の間にみられる仔魚の歩減り状態の相違の原因を卵の履歴の相違に求めることは保留したい。

500粒の受精卵を飼育して、変態期の半ばに達した稚魚は80—92尾、16—18%の歩留りで、そのときの飼育密度は底面積に対してはほぼ1,000尾/m²であった。実験終了時に生残していた稚魚の尾数が人工授精卵からふ出したものも池内で産卵された卵からのものも大きな差異がなかったのは、前に述べた飼育密度の効果によったのかも知れない。

仔稚魚は変態が始まる全長12mmごろまでは飼育容器の中、下層を、体をいく分蛇行させながら活ばつに泳いでおり、夜間には表層に浮上する傾向が認められた。体は透明で黒色素胞のほか、橙黄色素胞や橙緑色素胞も分布していた。左眼の移動が始まり、体側に黒色はん紋が出現してくるようになると、水槽の中層を泳ぐ時間が徐々に短くなり、容器の底や器壁に体の左側を着けて静止するようになり、泳ぐ時も頭を水面に向けて、垂直に近い形か斜上方を向く姿勢をとることが多い。また左眼が右側へ移動する途上にある稚魚では、右側が上になるように、体の背腹を連ねる軸を斜にして泳ぐ場合もある。急速に移動する場合は、成魚と同様に体を水平にして泳ぐ。

全長16mmごろに胸鰭の膜質部が脱落してしまうことは、すでに述べたが、同様な現象はメイタガレイ *Pleuronichthys corvatus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) (内田, 1932)、ホンガレイ *Verasper Uariegatus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) (内田, 1933)、シタビラメ類 (落合, 1966) についても報告されている。これらの種類では胸鰭膜質部の萎縮ないし脱落は、いずれも変態期に起こっているが、その意義は不明である。

SHELBOURNE およびその共同研究者は plaice の飼育中に、変態を終えたころから共食による鰭（とくに尾鰭）の欠損個体が出てくることを報告している。今回の実験でも、変態期中の個体はかなり高い密度で飼育したにもかかわらず共食による鰭の損傷はみられなかったが、変態を終え、流水飼育に移した個体は、以前よりはるかに低い密度の飼育にもかかわらず非常に高率（80%に近い）で鰭の損傷個体が出現した。

6. 奇形および色彩はん紋の異常

カレイ類の仔魚を人工的に飼育した場合には、形態および色彩の異常個体がしばしば出現することは、SHELBOURNE およびその共同研究者によって報告されている。今回の実験でもかなり多くの異常体色個体が出現した。体色の異常は有眼側の色素胞が少ないものと、無眼側にも色素胞が発達しているものとの2通りがある。有眼側の色素胞の発現欠除は、全体的な場合と局所的な場合とがあり、無眼側における色素胞の発現も、同様に全面におよぶ場合と局所的な場合とがある。ごく一般的にいえば、有眼側の色素胞の欠除は体

の前半、とくに頭部に起こることが多く、無眼側の色素胞発現は体の後半、とくに尾柄部に多い。色素胞の発達が体の両側とも著しく劣るいわゆる“白子”は、変態を終えた約200個体中に3個体出現した。これらは眼は完全に黒かったが、体の他の部分にはほとんど色素胞がなく、わずかに背、臀、尾鰭内に少数の黒色素胞が分布していた。こうした体色の異常はすでに報告されている plaice の場合と変わらない。また、体色の異常個体の出現率は、成長するにつれて徐々に減ってゆくようである。

眼の移動が通常のものとは逆に、右眼が体の左側へ移るいわゆるヒラメ型の変態を行なった稚魚は4尾で出現率は2%であった。この内の2尾はいわゆる“白子”で他の2尾はほぼ正常な体色の個体であった。また、わい小化した個体の出現も認められたが、奇形も含めて正確な資料を得ていないので、詳しいことは別の機会に報告したい。

7. 摘 要

1967年12月17日に、瀬戸内海中部海域で漁獲されたインガレイの成熟親魚を用いて、陸上池内における産卵および受精卵の飼育による卵、稚仔期の形態変化の観察を行なった。

漁獲された親魚は産卵期の直前のものが多かったが、陸上池へ収容したために、産卵が約1.5月遅れた。池内での産卵には前、盛、後の3期が認められ、各々の期間は22日であった。産卵された卵のうち約半数は未受精卵ないし死卵であった。池内における産卵はほとんど夜間に限られていた。

卵は球形分離浮性卵で、径1.03—1.10mm、油球はない。14.2—15.0°Cの水温では受精後80—85時間でふ化した。ふ化直後の仔魚は全長2.95—3.14mm、体側には黒および黄色素胞、卵黄上には黒色素胞だけがあり膜鱗上には色素胞はない。筋肉節数は13+27=40。ふ化後5日で卵黄を吸収し尽し、全長4.55—4.72mm、消化管は中央部で1回転し、腹膜鱗後方に黒色素胞が出現する。

ふ化後2週間を経過すると同一飼育条件下でも成長に個体差が現われてくる。ふ化後約1月で全長約10mmに達し、背・臀鰭がほぼ完成するが、眼の移動はまだ起こらない。全長13mmに達すると左眼の右側への移動が始まり、全長20mmごろに眼の移動は完了し、変態を終える。変態を終えるまでの飼育期間は約30日。変態を完了する少し前に胸鰭の膜質部が脱落する。なお、飼育実験中に観察された仔稚魚の成長、歩減り、生態色彩はん紋の異常、奇形などについても若干検討した。

文 献

(*は直接参照せず)

BOWERS, A. B. 1966: Marine fish culture in Britain VI. The effect of the acclimatization of adult plaice to pond conditions on the viability of eggs and larvae. J. Cons. perm.int. Explor. Mer, 30 (2), 196—203.

藤田矢郎. 1965: ムシガレイとヤナギムシガレイの初期発生と仔魚飼育. 日水誌, 31(4), 253—262.

原田輝雄・榎田 晋・村田 修・熊井英水・水野兼八郎. 1966: ヒラメの人工ふ化仔魚の飼育とその成長について. 近大水研報告, (1), 289—303.

*HERDMAN, W. A. 1904: "Sea fish hatching and rearing." Rep. Lpool Mar. Biol. Comm., (18), 26—37.

北海道区水産研究所・ほか. 1954: 北海道区資源調査要報第9号 (以東底魚資源調査 No. 3), 122pp.

JAKÓBCZYK, J. 1965: Investigations on the metamorphosis of *Rhombus maximus* L. (Pleuronctiformes). Zool. Poloniae, 15 (3—4), 191—211, 3 pls.

倉上政幹. 1914: 北海道産4種のかれい類 (Pleuronectidae) の卵及仔魚に就て. 北水試水調報, (3), 33—46, 4 pls.

倉田 博. 1956: クロガレイ稚魚の実験室における飼育について. 北水研報告, (13), 20—29.

- 水戸 敏. 1963:日本近海に出現する浮游性魚卵—IX コバンザメ目およびカレイ目. 魚雑, 11 (3—6), 81—102, 13pls.
- 落合 明. 1966:日本産シタビラメ魚類の形態ならびに生態に関する研究. 京大みさき臨海研特別報告, (3), 1—97, 2 pls.
- 岡山県水産試験場. 1964:瀬戸内海中央部における魚卵・稚魚の出現とその生態. 幼稚魚生態調査報告書, 85pp.
- OKIYAMA, M. 1963:Larvae and young of the witch flounder, *Glyptocephalus stelleri* (SCHMIDT) at metamorphosis stage. Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (11), 101—108.
- 沖山宗雄. 1967:ヒラメの初期生活史に関する研究 I. 後期仔魚の形態. 日水研報告, (17), 1—12.
- RILEY, J. D. 1966: Marine fish culture in Britain VII. Plaice (*Pleuronectes platessa* L.) Post-larval feeding on *Artemia salina* L. nauplii and the effects of varying feeding levels. J. Cons. perm. int. Mer, 30 (2), 204—221.
- and THACKER, G. T. 1963: Marine fish culture in Britain III. Plaice (*Pleuronectes Platessa* (L.)) rearing in closed circulation at Lowestoft, 1961. Ibid., 28(1), 80—90.
- RYLAND, J. S. 1966: Observations on the development of larvae of the plaice, *Pleuronectes platessa* L., in aquaria. Ibid., 30(2), 177—195.
- SHELBOURNE, J. E. 1953: The feeding habits of plaice post-larvae in the Southern Bight. J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 32(1), 149—159.
- . 1957: The feeding and condition of plaice larvae in good and bad plankton patches. Ibid., 36(3), 539—552.
- . 1963: Marine fish culture in Britain II. A plaice rearing experiment at Port Erin, Isle of Man, during 1960, in open sea water circulation. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 28 (1), 70—79.
- . 1965: Rearing marine fish for commercial purposes. Calif. Coop. ocean. Fish. Invest. Rept., 10, 53—62.
- , RILEY, J. D. and THACKER, G. T. 1963: Marine fish culture in Britain I. Plaice rearing in closed circulation at Lowestoft, 1957—1960. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 28(1), 50—69.
- 田北 徹・藤田矢郎. 1964: メイタガレイの卵発生と仔魚前期. 日水誌, 30(8), 613—618.
- ・———・道津喜衛. 1967: ホシガレイの卵発生およびふ化仔魚について. 長大水研報, (23), 101—106.
- 内田恵太郎. 1932: 本邦産異体魚類の変態期前後 I. メイタガレヒ. 動雑, 44 (525), 234—241.
- . 1933: 本邦産異体魚類の変態期前後 II. ホシガレヒ. 同上誌, 45 (536), 268—277.
- WHITE, J. C. Jr. 1962: A reversed ambicolorate postlarval Gulf flounder, *Paralichthys albigutta*. Copeia, 1962, (4), 854.
- 遊佐多津雄・久保田清吾. 1961: イシガレイ *Kareius bicoloratus* (BASILEWSKY) の骨格化骨過程. 底魚情報, (30), 44—48.