

## 小型シオミズツボウムシを用いたシロギスの種苗生産

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者	塚島, 康生
巻/号	30巻4号
掲載ページ	p. 202-210
発行年月	1983年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 小型シオミズツボムシを用いたシロギスの種苗生産

塚島康生・吉田範秋・北島 力・松村靖治  
(長崎県水産試験場増養殖研究所)

Clayton L. BESCH III  
(長崎大学水産学部)

Mass-rearing of the fry of Japanese whiting, *Sillago japonica*  
initially fed with smaller size rotifer, *Brachionus plicatilis*,  
filtered with a fine mesh net

TSUKASHIMA, Y., N. YOSHIDA, C. KITAJIMA,  
S. MATSUMURA and C. L. BESCH III

### Abstract

The Japanese whiting *Sillago Japonica* (T.et S.) is a valuable coastal resource, however, for mass-rearing of this fish the rotifer, *Brachionus plicatilis* used generally is too large for the initial feeding of this particularly small larvae and some trials using oyster larvae have been conducted with only limited success because of difficulties in supplying the necessary amount.

In this paper the use of rotifer of relatively smaller size, separated from the cultured population by filtration through a  $71\mu$  mesh net, was examined.

Fertilized eggs were collected from adults spawning naturally in a 6 ton concrete tank. In the preliminary trial, survival and growth of the larvae resulting from 3 different feeding programs (A: small rotifer at a density of 20 ind./ml, B: unfiltered rotifer at a density 20 ind./ml, C: unfiltered rotifer at a density of 100 ind./ml) in three 1 ton clear plastic tanks were compared with each other. The results were good for tank A with an 83% survival rate after 8 days, while tank B and C showed only 18.7% and 2.4%, respectively. The growth rate also showed the same trend (A > B > C).

The mass-rearing experiment was conducted based on the results of the preliminary trial with 300,000 eggs stocked in a 10 ton concrete tank. From the 2nd to 5th day after hatching, filtered rotifer at a density of about 20 ind./ml were given. Seven days old larvae were given unfiltered rotifer collected in a  $37\mu$  mesh net for 9 days, then rotifer collected in a  $100\mu$  mesh net were introduced until day 29. Afterward live ade frozen *Tigriopus japonicus*, *Artemia* enriched with the essential fatty acids by adding emulsioinized "Ester 85" to its culture medium, and finally minced sand eel

were offered.

The approximate survival rate and total length after about 40 days were 50% (150,000 ind.) and 30 mm, respectively. Three and a half months old fish reached an average length of  $7.2 \pm 0.85$  cm and a weight of  $2.9 \pm 1.15$  g.

シロギス *Sillago japonica* T. et S. は、わが国の沿岸や内湾の砂泥底に広く生息し、釣、底曳網、刺網等で漁獲される重要沿岸資源のひとつである。今後、本種の資源培養を図るには、種苗の量産技術を確立する必要がある。しかし、これまで本種の初期生活史<sup>1-7)</sup>、水槽内自然産卵<sup>8-15)</sup> および仔稚魚の飼育<sup>10-16)</sup> に関して、多数の研究者により多くの知見が集積されているにもかかわらず、種苗を量産できるまでには至っていない。

本種は、卵やふ化仔魚が海産魚の中でも最小の部類に属するため、従来から初期餌料としてシオミズツボムシ *Brachionus plicatilis* (以下ワムシという) はやや過大とされ、そのためワムシの前にマガキ *Crassostrea gigas* の幼生が給餌されていた<sup>15-17)</sup>。しかし、実験的飼育はともかくとして、量産用餌料として十分量のマガキ受精卵を安定確保することは困難であり、このことが現在まで本種の種苗量産を阻んできた一因と考えられる。そこで筆者らは、初期餌料としてマガキ幼生の代りに、いわゆるS型ワムシ<sup>18)</sup>を更に選別した小型個体を給餌することにより、ふ化仔魚からの生残率約50%で、30 mm大の種苗15万尾を生産したので、その経過の概要を報告する。

## 材料および方法

**親魚と採卵** 用いた親魚は、1982年7月1日に長崎県南高来郡南有家町堂崎沖(有明海灣口)で、一本釣によって漁獲された成魚(第2表参照)78尾を、増養殖研究所まで約3.5時間を要してトラック輸送した。これを直ちに屋内6tコンクリート水槽に収容し、イカナゴを給餌して飼育した。

毎日の産出卵は排水口からのオーバーフローにより集卵ネット中に集め、翌朝9時に浮上卵と沈下卵に分けて秤量した。飼育に供した卵は、少量の注水と通気を行ったゴース布地製ネット(径60 cm, 深60 cm)中でふ化直前まで管理した後、飼育槽に収容した。

**予備飼育試験** まず、小型ワムシがシロギスの初期餌料として有効かどうかをみるために、小規模な予備飼育を試みた。7月29日に1tポリカーボネイト水槽3面に、受精卵約20,000粒を収容し、それぞれA, B, C区とした。各区には第1表に示した方法で採取したワムシを、各規定密度を目標に、ふ化後3日から7日までの5日間給餌し、5日目夜にビニールパイプによる柱状サンプリングで仔魚密度を推定し、8日目の試験終了時に生残個体数を算定した。同時に各20尾について全長を測定した。また、各区飼育槽中のワムシの被甲長

第1表 予備飼育試験における各区ワムシの採取方法と給餌密度

Table 1. Rotifer collection method and density maintained in each tank during the preliminary rearing trials

区 Tank	採 取 方 法 Collection method	給餌密度 Density
A	71 $\mu$ ネットで抜けたワムシを 37 $\mu$ ネットで採取 Rotifer strained through a 71 $\mu$ mesh net and collected in a 37 $\mu$ mesh net	20/ml
B	37 $\mu$ ネットで採取 Rotifer collected in a 37 $\mu$ mesh net	20
C	同上 do.	100

を、毎日30~50個体について計測した。

飼育期間中約12l/時の注水を行い、更にクロレラ海水(1~1.5×10<sup>7</sup>細胞/ml)を毎日50~60l添加した。各槽には約200ml/分の通気を行った。

仔稚魚の大量飼育 仔魚の飼育には、当初屋内10tコンクリート水槽(4×3×0.8m, No.1とする)1面を用いた。これに8月10日と11日の採集卵をそれぞれ13.3万と17.5万、計30.8万粒を收容した。通気は円柱型エアストーン6個を用い、各ストーンの通気量をふ化直後の約200ml/分から、成長に伴って約1,000ml/分まで徐々に増加した。飼育水は当初止水にし、ふ化後3日目\*より0.3回/日の換水率にしてその後注水量を漸増し、ふ化後20日には約5回/日の換水率にした。またふ化後10日まで、毎日クロレラ海水(1~1.5×10<sup>7</sup>細胞/ml)約400lを添加した。

この水槽でふ化後20日、全長9.4mmに達するまで飼育したが、過密状態になったため、8月31日に隣接の同規格の水槽(No.2)に35mmのホース2本によるサイフォン作用で、約1/3の仔魚(約5万尾)を分槽した。

更に、水槽No.1から9月7日(ふ化後27日、全長約20mm)に、またNo.2から9月17日(同37日、24mm)に、地先海面に設置したもじ網生簀計3面(280径、3×3×2m又は2×2×2m)に移し、稚魚期以降の飼育を海上で行った。沖出しに当たっては、水槽から生簀まで約100mを32mmホースによるサイフォンで、水とともに移送した。

ワムシの給餌はふ化翌日の夕方から開始した。用いたワムシは、パン酵母とクロレラを併用して40t水槽で培養したワムシ(80%以上がS型)を目合71μのネットで濾し取り、クロレラ海水を満たした1tポリカーボネイト水槽に300~500個体/mlの密度で收容し、6~16時間二次培養を行った。ふ化後4日目までは、これを目合71μと37μ又は71μと25μのネットを2重にして濾し取り、71μを抜けて25又は37μに留まった小型個体だけを給餌した。飼育槽中のワムシ密度が20個体/

mlになるように毎朝添加調整したが、ふ化後5日と6日目は、密度が20個体/mlよりも多かったので給餌しなかった。7日~16日は37μネット1重で、またその後29日までは100μネットで濾し取ったワムシを給餌した。ふ化後10日までの給餌直後および翌朝給餌直前の飼育槽中のワムシの被甲長を、各100回個体以上について測定した。

ふ化後15~26日はワムシ培養槽で増殖した*Tigriopus japonicus*の生体を、また22~33日はその凍結品を給餌した。21~38日は産出されたシロギスの受精卵100~200gも補助的に与えた。更に24~43日は乳化エステル85で6~16時間必須脂肪酸を強化した*Artemia*幼生\*(天津産)を主として与え、28日頃からこれに併せてイカナゴミンチ肉を手網で撒布し、餌付いた後はミンチ肉のみを給餌した(第5図参照)。

## 結果と考察

親魚と産卵 7月1日に産卵槽に收容した78尾の親魚は、漁獲と輸送時のすれによって同月11日

第2表 産卵親魚の測定結果

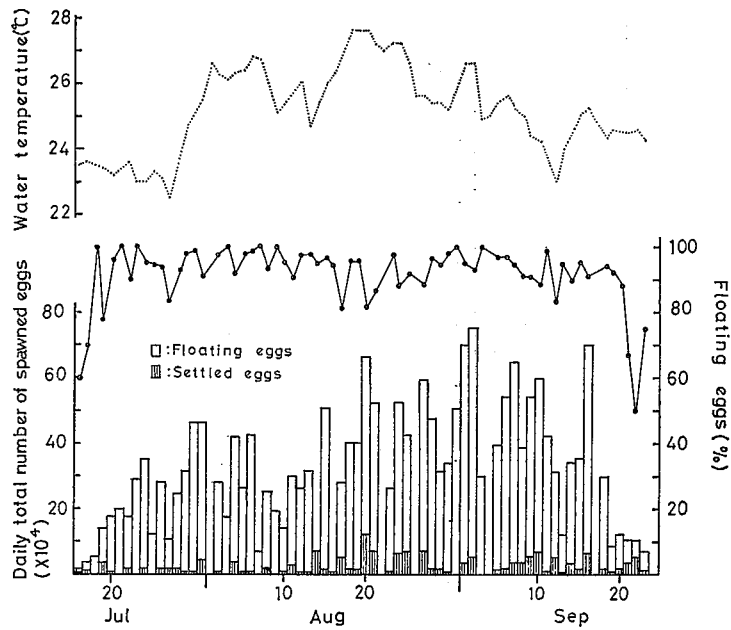
Table 2. Measurements of the spawning adults

尾数	Number of individuals	18
雌	Female	13
雄	Male	5
性比	Sex ratio	0.28
全長	Total length	21.7±2.6 cm
体長	Body length	19.3±2.3 cm
体重	Body weight (BW)	82.7±29.8 g
生殖腺重量	Gonadal weight (GW)	
雌	Female	4.4±1.7 g
雄	Male	1.6±0.5 g
生殖腺重量比*	Gonadal index	
雌	Female	5.8±1.7
雄	Male	2.1±0.9

$$* \frac{BW - GW}{GW} \times 100$$

\* 乳化エステル 85 (オリエンタル酵母工業 KK, ω3 高度不飽和酸85%含有)を海水1tに50g添加し、これに*Artemia*幼生1~2kgを收容して必須脂肪酸強化<sup>19)</sup>を行った。

\* 8月11日をふ化後1日とした。



第1図 シロギス親魚の水槽内自然産卵経過

Fig. 1 The daily result of the natural spawning by *Sillago japonica* in a tank.

第3表 予備飼育試験の結果

Table 3 Results of the preliminary rearing trials

区 Tank	尾数 Number of larvae		生残率 Survival rate	全長 Total length ( $m \pm SD$ )	5日目酸素飽和度 Percent of O <sub>2</sub> saturation on day 5 after hatching	
	開始時 Initial	終了時 Final			9 : 30	21 : 00
A	18,000	15,000	83.3%	3.50 ± 0.31 mm	87.0%	99.5%
B	20,000	3,750	18.7	3.37 ± 0.19	82.0	86.5
C	17,000	410	2.4	3.01 ± 0.17	72.5	67.0

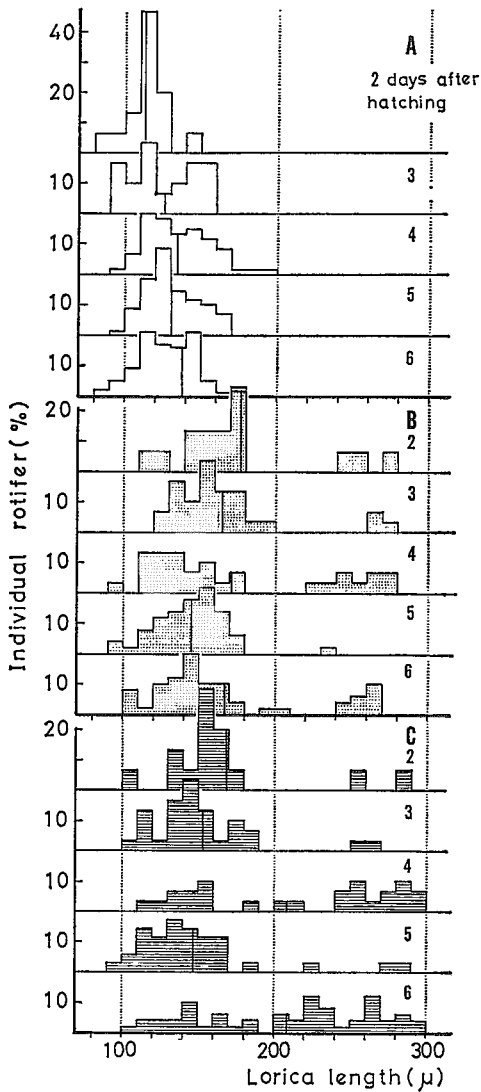
までに33尾(42%)がへい死したが、その後はほとんどへい死もなく、5日目には大多数の個体が餌付きした。

7月2日と3日のへい死魚18尾の測定結果を第2表に示した。雌雄比は13:5(性比0.28)と雌が多いが、生残った個体についても同様かどうかは明らかでない。

産卵は第1図に示したように、収容後15日目の7月16日から始まり、9月23日に終了するまでの69日間ほとんど毎日継続した。33尾による総産卵数は2,083万、1日最高75万、平均30万粒であっ

た。また浮上卵数は1,930万で、平均浮上卵率は92.7%を示した。なお、受精卵の径は $0.68 \pm 0.013$  mm、1gの卵数は約3,500粒であった。

現在までに報告された多くの水槽内自然産卵例<sup>8-15)</sup>では、産卵期は6月から9月までの4か月にも及ぶ。このことから、7月に親魚を漁獲した本研究での産卵は、産卵期途中からのものと考えられる。それにもかかわらず、順調な産卵が行われ、得られた浮上卵率は今までの報告例よりもむしろ高かった。これらのことから、本種はマダイ<sup>20)</sup>などとは異り、産卵親魚を前もって長期間飼

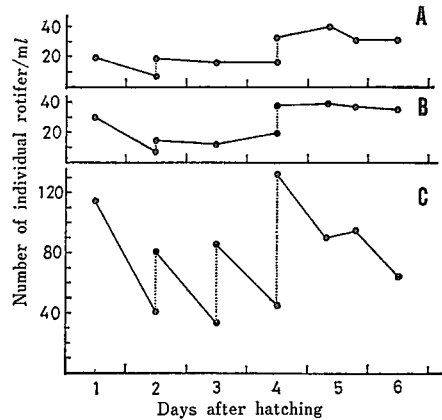


第2図 予備飼育試験における各区のワムシ被甲長組成の推移

Fig. 2 The change in the lorica length of rotifer in each tank during the preliminary trials.

育する必要はなく、漁獲直後の親魚が十分使用できると考えられる。

**予備飼育試験** 予備飼育試験における各区仔魚の成長と生残率を第3表に、各区に給餌したワムシの被甲長組成およびワムシ密度の推移を第2図と第3図に示した。生残率は、B、C区の20%以下に対して、A区は83%を示し、成長もA区が他

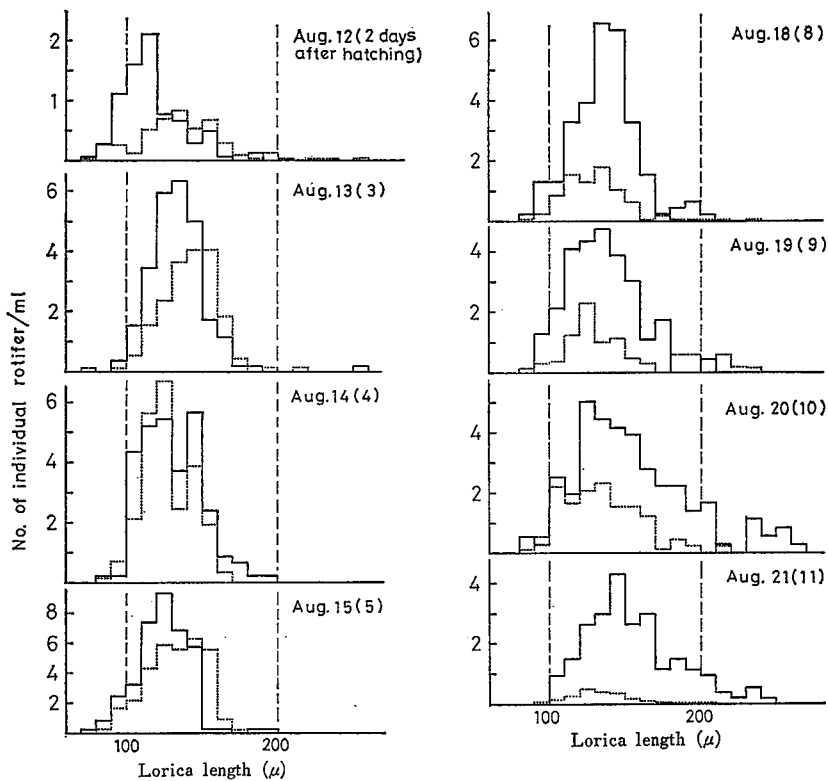


第3図 予備飼育試験における各区のワムシ密度の推移

Fig. 3 The change in density of rotifer in each tank during the preliminary rearing trials.

に比べて優れていた。一方、A区に給餌したワムシの被甲長が  $113 \pm 14 \mu \sim 135 \pm 22 \mu$  であったのに対し、B区は  $145 \pm 23 \mu \sim 177 \pm 45 \mu$ 、またC区は  $147 \pm 41 \mu \sim 209 \pm 55 \mu$  とA区に比べて明らかに大きかった。とくに第2図で明らかなように、給餌開始時のA区とB、C区のワムシの大きさに顕著な差が認められる。

最初にシロギス仔魚が摂餌可能なワムシの最大被甲長を仮に  $130 \mu$  とすれば、摂餌可能なワムシの割合は、第2図からA区が50~70%であるのに対し、B、C区は僅かに数%~20%に過ぎない。一方、給餌密度は、A、B区が20個体/ml、C区は100個体/mlを目標にしたが、実際には第3図のように大きく変動した。A区の飼育前期は、ワムシ密度が10~20個体/mlで推移したが、前述したようにその過半数が摂餌可能な大きさにあったと考えられるので、仔魚は十分量を摂餌できたと推測される。それに対して、ほぼ同じ密度で与えたB区は、摂餌可能な大きさのワムシは明らかに不足したと考えられる。一方、高密度で給餌したC区は、その中に摂餌可能な小型ワムシは十分量存在したと推測されるにもかかわらず、成長、生残率は著しく劣った。その原因として、ワムシの高密度給餌による飼育水の悪化が考えられる。その1例として、ふ化後5日目に測定した溶存酸素飽



第4図 仔魚飼育槽におけるワムシ被甲長組成

□: 給餌直後, ▨: 翌朝給餌前

Fig. 4 The variation in lorica length of rotifer from larval rearing tank.

□, rotifer sampled just following daily feeding; ▨, rotifer sampled just before daily feeding.

和度の値は、第3表のようにC区のみが60%台に低下し、これが仔魚の生残に悪影響を及ぼした可能性が考えられる。

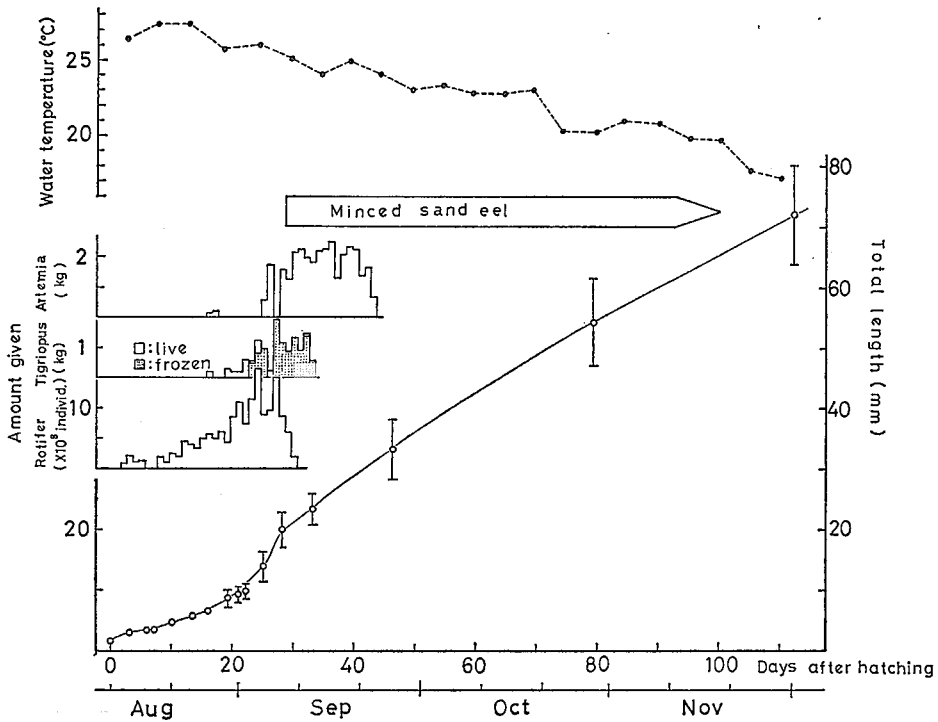
**仔稚魚の大量飼育** 以上述べた結果から、小型ワムシはシロギスの初期餌料として十分有効なことが明らかになったので、それをを用いた種苗生産試験を行った。

第4図に、仔稚魚の成長、餌料種類、量および給餌期間を併せて示した。ふ化直後の仔魚は全長  $1.31 \pm 0.04$  mm であったが、3日目には  $2.70 \pm 0.06$  mm に達し摂餌が始まる。この飼育初期の飼育槽中のワムシ被甲長組成を、給餌直後と翌朝給餌直前について第4図に示した。この図の被甲長組成の変化から、摂餌開始後2~3日間は、仔

魚は小型ワムシを選択的に摂餌することがうかがえる。しかし、成長とともにその選択性は無くなり、7日目以降になると逆に大型個体を好んで摂餌する傾向が認められる\*。これらのことから、小型ワムシは初期の3~4日間給餌すれば十分で、全長 3.3 mm 前後に達すると普通サイズのワムシの摂餌が可能になると考えられる。

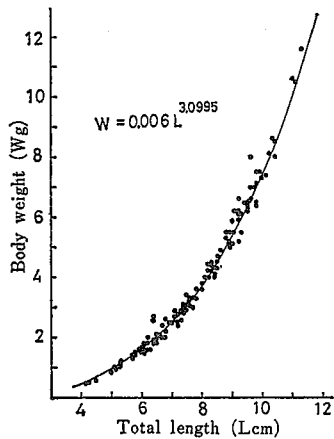
その後、仔魚は各生物餌料を活発に摂餌し、ふ化後25日で15 mm 前後に成長し、稚魚期に達した。特に第5図で明らかのように、ワムシに

\* このワムシの被甲長組成は、仔魚による摂餌選択による他に、ワムシの成長により変化する。この時のワムシの群成長量は、 $15 \sim 20 \mu$ /日程度と推測された。



第5図 シロギス仔稚魚の成長(全長±標準偏差)と餌料系列

Fig. 5 The mean total length ( $\pm$ standard deviation) and feeding program for *Sillago japonica*.



第6図 養成シロギスの全長—体重関係

Fig. 6 Relation between total length and body weight of cultured *Sillago japonica*.

*Tigriopus* や *Artemia* を併用したふ化後20日頃から、急速な成長を示した。

稚魚期以降は、冷蔵 *Tigriopus*, イカナゴミンチ

肉等の非生物餌料も活発に摂餌し、ふ化後30日で20 mm, 40日余で30 mmの種苗サイズに達した。

飼育期間中、目立った疾病や大量への死は認められず、沖出し時の100 mにも及ぶサイフォン移送に対しても全く異常はみられなかった。その結果、約30万尾のふ化仔魚から、全長30 mm前後の稚魚約15万尾(50%)が生残り、県内4か所に放流した。また、残った4,000尾については、網生簀での養成試験を実施中であるが、11月末現在まで第5図のように順調に成長し、平均全長  $7.2 \pm 0.85$  cm, 体重  $2.9 \pm 1.15$  gに達した。なお、第6図に示したように、養成シロギスの全長(L cm)と体重(W g)の関係は、

$$W = 0.006 L^{3.0995}$$

で示すことができる。

これらの結果から、本種は放流適種というだけでなく、小割養殖対象種としても有望と考えられる。



## 文 献

以上述べたように、本種は飼育環境によく適応し、生残率も高いことから、初期餌料さえ十分供給できれば100万尾単位の稚魚の生産も十分可能と考えられる。そのためには、S型ワムシを大量培養し、その中の小型個体の選別作業を自動化する必要がある。更にシロギス同様、従来初期餌料としてマガキ等の二枚貝幼生の給餌が必要とされたキジハタ<sup>21,22)</sup> *Epinephelus akaara* やハマフエフキ<sup>23,24)</sup> *Lethrinus choerorhynchus* 等についても、二枚貝幼生の代りに小型ワムシを使用した量産化の可能性について検討する必要がある。

## 要 約

1982年7月から9月まで、長崎県水産試験場増養殖研究所において、初期餌料として小型シオミズツボワムシを用いたシロギスの種苗生産を実施し、次の結果を得た。

1) 7月1日に有明海湾口で釣獲した親魚は、7月16日から9月23日まで、1日平均30万粒を産卵し、その平均浮上卵率は92.7%であった。

2) 初期餌料としての小型シオミズツボワムシの有効性をみるための予備飼育において、ネットで選別して被甲長100~150 $\mu$ に調整したワムシを20個体/mlの密度で与えたA区の生残率と成長は、無選別で100~300 $\mu$ のワムシを20および100個体/mlの密度で給餌したB、C区に比べて著しく良好であった。

3) 予備飼育の結果から、10t水槽に30万尾のふ化仔魚を収容して大量飼育試験を行った。仔魚は摂餌開始後2~3日間は小型ワムシを選択的に摂餌するが、7日目位からは逆に大型個体を好んで摂餌する傾向が認められる。

4) 小型ワムシ、通常のワムシ、*Tigriopus* (生、冷蔵)、*Artemia*、魚肉ミンチを給餌した結果、ふ化後40日で全長30mmの稚魚15万尾(生残率50%)を生産した。

5) 一部は養成試験を実施中であるが、小割生簀で順調に生育するので、本種は放流適種というだけでなく、小割養殖対象種としても有望と考えられる。

- 1) 神谷尚志(1925): 館山湾ニ於ケル浮游性魚卵並ニ其稚仔 第三報. 水産試験報, 21(3), 71~85, 2 pls.
- 2) 中村秀也(1935): 小湊付近に現はれる磯魚の幼期(其九). 養殖会誌, 5(5,6), 84~89.
- 3) 上野雅正・藤田矢郎(1954): キス *Sillago sihama* (Forskål) の卵発生. 魚雑, 3(3~5), 118~120.
- 4) 内田恵太郎他8名(1958): 日本産魚類の稚魚期の研究. 第1集. 九大農水産第二教室, 89 pp., 86 pls.
- 5) 水戸 敏(1963): 日本近海に出現する浮遊性魚卵一Ⅲ. スズキ亜目. 魚雑, 11(1~2), 39~64, 18 pls.
- 6) 水戸 敏(1966): 日本海洋プランクトン図鑑 第7巻. 魚卵・稚魚. 74 pp., 蒼洋社, 東京.
- 7) 鈴木克美・日置勝三(1979): スズキ科魚類を中心とする孵化直後の仔魚の形質と類縁. 海洋科学, 11(2), 117~125.
- 8) 平本義春(1976): キスの種苗生産に関する研究一I. 水産増殖, 24(1), 14~20.
- 9) 熊井英水・中村元二(1977): キスの自然産卵について. 近大農学部紀要, 10, 39~43.
- 10) 古賀文洋・渡辺一民・大隈 迎(1978): キス種苗生産技術開発基礎研究. 昭51年度福岡水試研究業務報告, 140~150.
- 11) 古賀文洋・渡辺一民・大隈 迎(1979): 同上. 昭52年度同上報告, 91~98.
- 12) 古賀文洋・渡辺一民(1980): 同上. 昭53年度同上報告, 159~168.
- 13) 古賀文洋・長浜真一(1981): 同上. 昭54年度同上報告, 91~98.
- 14) 長浜真一・日高 健(1982): 同上. 昭55年度同上報告, 35~37.
- 15) 升間主計・慶徳尚寿(1981): シロギスの種苗生産について. 栽培技研, 10(2), 121~126.
- 16) 清野通康・平野礼次郎(1973): キス仔稚魚の人工飼育. 昭48年度日水学会秋季大会講演要旨集, 66.
- 17) 日本栽培漁業協会(1982): 日本栽培漁業協会事業年報, 昭56年度. 226 pp.
- 18) 大上皓久(1976): シオミズツボワムシの形態. 伊豆分場だより, 184, 2~5.
- 19) WATANABE, T., OHTA, M., KITAJIMA, G. and FUJITA, S. (1982): Improvement of dietary value of brine shrimp *Artemia salina* for fish larvae by feeding them on  $\omega$ 3 highly unsaturated fatty acids. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 48(12), 1775~1782.
- 20) 九州山口ブロック水試マダイ種苗生産研究会(1977): マダイ種苗生産技術の現状と問題点. 179 pp. 日本水産資源保護協会, 東京.
- 21) 水戸 敏・鶴川正雄・樋口正毅(1967): キジハタの幼期. 内水研研報, 25, 337~347.
- 22) 瀬戸内海栽培漁業協会(1978): 栽培漁業技術開発の歩み. pp. 178.

23) 沖縄県水産試験場(1979)：昭53年度指定調査研究，  
ハマフエフキ種苗生産技術研究報告書，20 pp.

24) 沖縄県水産試験場(1980)：昭54年度 同上報告書，  
11 pp.