

クロソイ仔稚魚について

星合 愿一

Larvae and Juveniles of the Scorpaenid Fish, *Sebastes schlegeli*

Gen-ichi Hoshiai*

(Received November 30, 1976)

Sebastes schlegeli Hilgendorf is a viviparous scorpaenid fish distributed around Japan. The larvae and juveniles of this fish were reared for 80 days to clarify their development, relative growth, and mouth size in relation to feeding capability and changes in behavior.

The development of this fish can be divided into eight stages as shown in Fig. 2. The just spawned larvae were 6.89 mm on average in total length. Individuals of 9.5~11.7 mm are regarded to have attained to the juvenile stage, when all the fin rays were brought to completion. The fish reached 30 mm in total length in about 50~70 days.

The growth of seven body parts (post-anal length, ante-anal length, head length, trunk length, eye diameter, auditory vesicle diameter, and mouth size) was examined against changes of total length. The growth inflection of each body part occurred at the size of 9.1~12.9 mm in total length, and coincides with the shift period from the larva to juvenile stage or just after this period (Figs. 4 and 5). The mouth size and trunk length demonstrated common change showing tachyauxesis before growth inflection and isauxesis after it.

The size of food taken is determined by the mouth size. As the results, it is estimated that the mouth size of newborn larvae is 836μ , and the food less than $423\sim629 \mu$ can be taken easily by these larvae. The mouth size can be roughly estimated by the measurement of the trunk length.

(Miyagi Prefectural Kesennuma Fisheries Experiment Station, 119 Hajikami, Kesennuma, Miyagi Prefecture 988-02, Japan)

クロソイ *Sebastes schlegeli* Hilgendorf は北海道以南本邦各地沿岸に見られるカサゴ科 (Scorpaenidae) の魚で卵胎性である。本種はメバル等に比較し成長が早く、東北沿岸海域に適した養殖用魚種として有望と思われる。筆者は、1976年5月5日~15日に宮城県石巻市小竹浜の小型定置網で漁獲された、腹部の膨満した雌親魚4尾を宮城県気仙沼水産試験場のコンクリート水槽に運搬し、流水で飼育した。これらの親魚のうち、1尾が5月27日に正常に仔魚を産出したので、これを用いて種苗生産試験を行ない、仔稚魚の発育経過、相対成長、口径と初期餌料との関係等の若干の観察を行なったので、その結果を報告する。

材料および方法

表層を活発に遊泳している正常と思われる仔魚を、30Lパンライト水槽6ヶにそれぞれ約500尾を収容し、止水

で通気を行ない飼育した。

毎日1回午前に、約1/2の飼育水を換水し、排泄物、斃死魚等を除いたが、魚肉を与えた場合には、水質悪化防止のため、投与1~2時間後に同様の換水を行なった。飼育期間中の水温の変化はFig. 3に示した通り15.3~23.2°Cであった。飼育餌料としては、シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis*, *Artemia salina* のノウブリウス幼生、*Tigriopus japonicus* およびヤバカ *Aedes* sp. の幼虫、並びにサバを主体とした魚肉を与えた。これらの餌料はFig. 1に示した餌料系列に従って原則として午後2回投与した。なおワムシ、*Artemia* は概ねそれぞれ5個/cc/日、1個/cc/日の密度になるように与えた。

仔稚魚は各回15~30尾を計25回採取し、MS 222で

* 現住所：986-21 宮城県石巻市長浜町 11-6
宮城県水産試験場

麻酔後、実体顕微鏡で発育経過を観察するとともに、測定計を用いて体長および体各部の計測を行なった。

結果

産出仔魚数 1974年4~5月宮城県石巻市小竹浜で漁獲された親魚34尾は、平均全長39.9(24.5~44.5)cm、重1.42(0.34~2.16)kgで、耳石を観察した結果3~5年魚と推定された。

親魚の卵巣重量は平均406(248~878)g、卵巣膜重量は平均63.6(27~485)gであった。仔魚は1gあたり平均497(360~532)尾であり、これから親魚1尾あたりの仔魚数は平均約17万尾と推定された。

実験に用いた親魚については計測は行なわなかったが、上述した1974年の親魚と同様の値と考えてさしつ

かえないものと思われる。

発育経過、成長および生残率 仔魚は産出後50~70日で全長30mmに達し、この間の発育はFig. 2に示すように概ね8段階に分けられる。

発育段階A(全長6.5~7.2mm, Fig. 2, A)：産出直後の仔魚は全長平均 6.89 ± 0.14 mmであり、淡黄色の卵黄はほとんど吸収されて小さく、胸鰓原基々底部の下に油球(0.23~0.34mm)が認められる程度である。筋肉節数は8+20=28(成魚の脊椎骨数26)である。樹枝状ないしは放射状の黒色素胞が、頭頂部、腸管部に10数個、筋肉節13~23番目の背、腹正中線上に1列に5~7個、鼻孔辺縁に数個認められるが、まれに、体側に数個の黒色素胞の散在する個体も見られる。点状の橙黄色胞は、頭部、鰓蓋部、腸管部にわずかに散在する。尾下骨が形

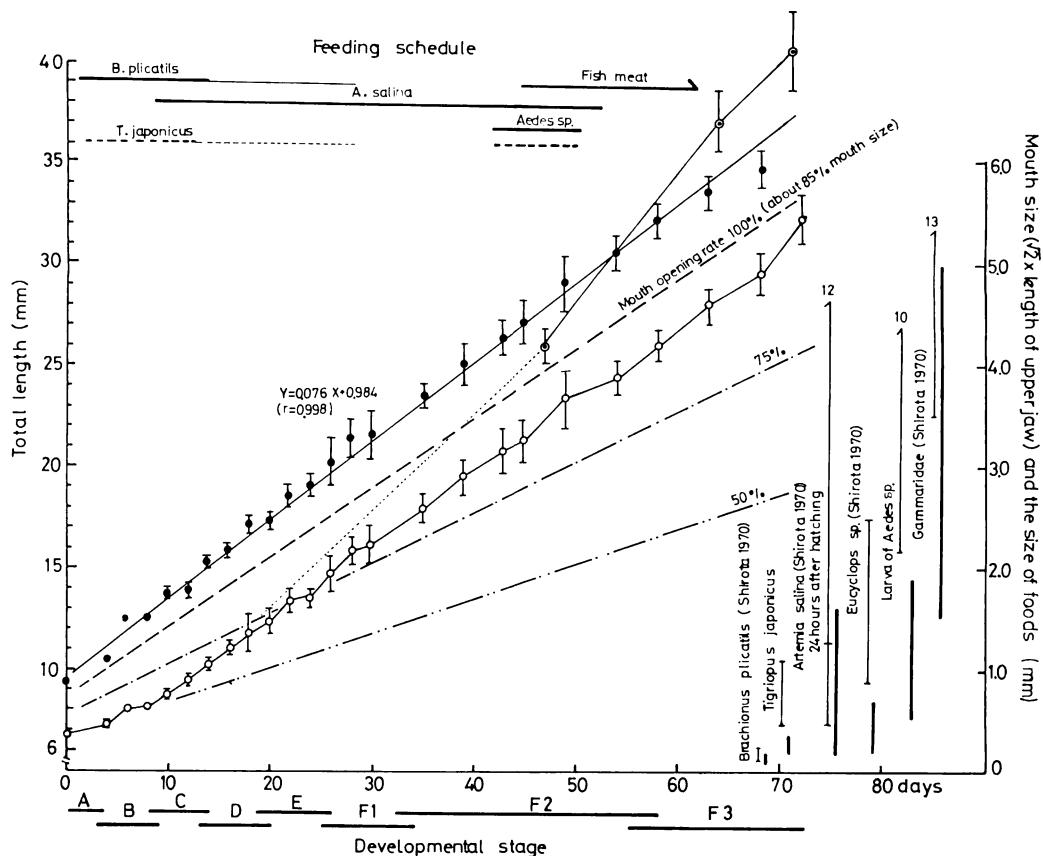


Fig. 1. Growth, mouth size of *S. schlegeli*, size of foods (Eucyclops sp. and Gammaridae were not used in this experiment) and feeding schedule. ○, growth; ●, the better growth; ▲, mouth size; —, body width of food; - - -, body length of food. On feeding schedule, each line is as follows: —, main food; —, subsidiary food; - - -, mixing food in *Brachionus* or *Aedes*. Vertical bars of growth and mouth size represent 95% confidence intervals of the mean.

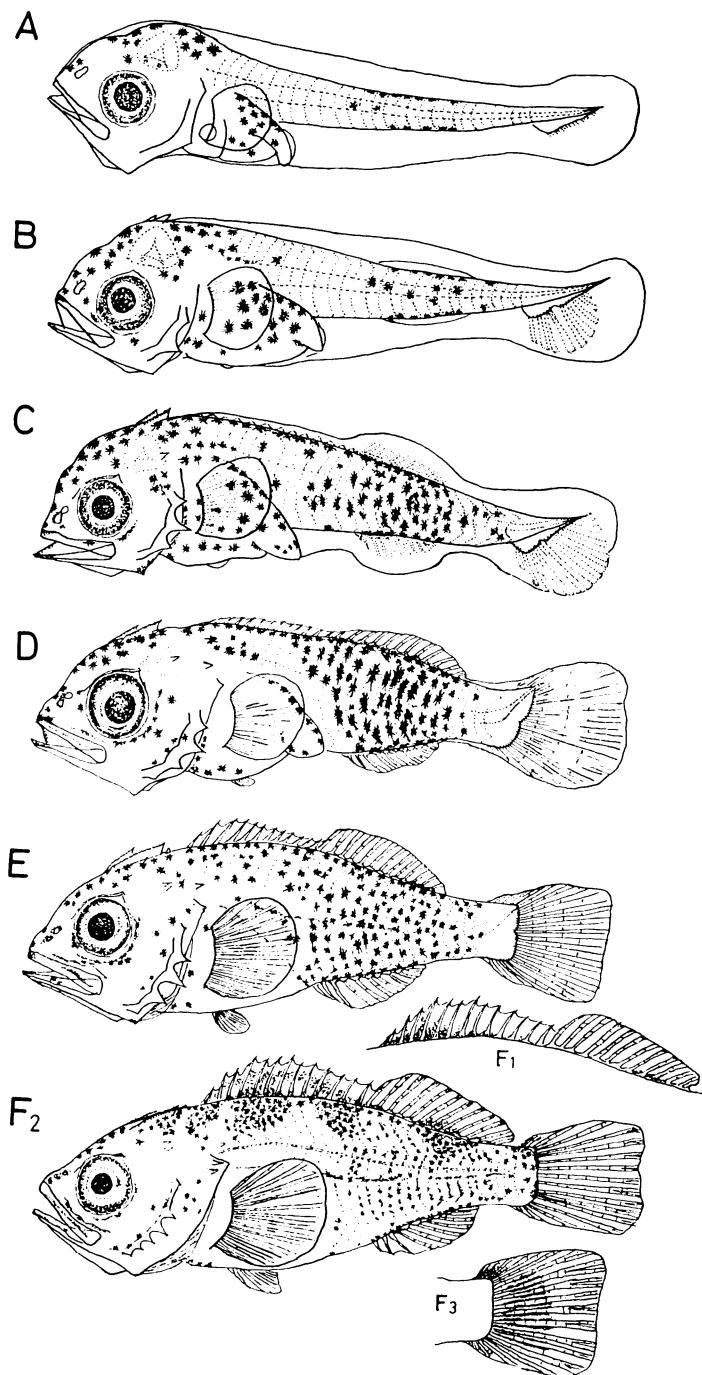


Fig. 2. Developmental stages of larvae and juveniles of *S. schlegeli*. A, just spawned larva, 6.72 mm in total length; B, larva, 7.24 mm; C, ditto, 8.54 mm; D, juvenile, 10.21 mm; E, ditto, 12.75 mm; F₁, ditto, 14.05 mm; F₂, ditto, 21.25 mm; F₃, ditto, 25.80 mm.

成され、個体によっては尾鰭々条原基がわずかに認められる。仔魚は趨光性を示し、水槽の表層を遊泳して、攝餌行動が見られる。

発育段階 B (全長 7.0 ~ 8.2 mm, Fig. 2, B) : 棘原基が後頭部に 1 対、鰓蓋前骨後縁に 2 本現われる。黑色素胞が増加し吻部から耳胞底、腹腔背部に散在するようになる。仔魚膜鰭上に背・尻鰭の基底原基が現われ、尾索後端は上方に屈している。

発育段階 C (全長 8.0 ~ 9.7 mm, Fig. 2, C) : 鰓蓋前骨後縁の棘が 3 本に分化し、背・尻鰭の基底が隆起して、それぞれ 10 ~ 12, 7 ~ 8 鰭条の分化が始まる。背鰭棘原基も 10 ~ 12 棘が分化し、後頭部の棘の外縁に鋸歯縁が現われる。尾鰭鰭条原基は発達し、仔魚膜鰭後端に接するようになる。黒色素胞が、背・尻鰭の間の体側部に更に発達する。西洋梨型であった鼻孔は中央部が内側に湾曲していく。また、上顎に小歯が現われる。

発育段階 D (全長 9.5 ~ 11.7 mm, Fig. 2, D) : 背鰭は 12 ~ 13 棘 12 軟条、尻鰭は 2 ~ 3 棘 7 ~ 8 軟条、腹鰭は 1 棘 2 ~ 3 軟条が数えられ、ほぼ成魚の定数に達し、稚魚期への移行が始まる。上下両顎に小歯が現われ、鼻孔には中隔膜が出現し分離直前の状態にある。

発育段階 E (全長 11.0 ~ 14.5 mm, Fig. 2, E) : 各々の鰭の発達が顕著となり、後頭部の棘の後に小さな棘が現われ、尾鰭は正尾型に近くなり、鼻孔が 2 対に分離する。

発育段階 F1 (全長 13.8 ~ 17.0 mm, Fig. 2, F1) : 背鰭棘条部の前部に黒色素胞が散在するようになり背部に横帯の斑紋の形成が認められる。表皮を剥離し Alizarin Red S で染色すると、尻鰭後端と尾鰭前端の間の側線付近に初鱗の出現が認められ、以後次第に前方に発達し、

発育段階 F3 で体側全面に鱗が分布するようになる。

発育段階 F2 (全長 16.5 ~ 26.0 mm, Fig. 2, F2) : 背鰭の黒色素胞が発達して顕著となり、側線孔が明瞭に 38 ~ 45 個認められる。この段階になると、稚魚は水槽の中、底層に位置する個体が多くなる。

発育段階 F3 (全長 24.0 ~ 30.0 mm, Fig. 2, F3) : 尾鰭軟条に沿って黒色素胞が散在し、各々の鰭軟条の先端の分枝が顕著になる。

仔稚魚の成長経過は全長で表わすと Fig. 1 に示す通りである。仔魚は約 2 ~ 3 週間で発育段階 D ~ E に達して稚魚期へ移行し、およそ 70 日前後で 30 mm に達する。一方産出後 48 日目に別のコンクリート水槽で飼育した群のなかから成長の良いもの 30 尾を選び、30l バンライト水槽に移して同条件で飼育したところ約 50 日で 30 mm に達した。

生残率は Fig. 3 に示す通りである。なお生残率は毎日の死魚数と飼育終了時の生残尾数から求めた。各水槽により生残率は異なるが、いずれの水槽においても発育段階 A ~ C の減耗が著しく、稚魚期までの平均生残率は 19.4% でその最高は 29.5% に達した。その後は比較的減耗が少なかったが、飼育後 30 日および 50 ~ 60 日頃に斃死する稚魚が多くなり、これらの稚魚は、外見上は顕著な病変が認められなかったが、ムラソイの原虫類が寄生した症状に類似していた(大上, 1973)。そこでホルマリン 30 ppm, 24 時間の薬浴を試みた結果、治療効果が認められた。このような経過を経て、飼育終了時の 70 日目の平均生残率は 5.4%、最高で 11.2% であった。

相対成長 一般に成長系の 2 つの部分の計測値を x, y とすればそれらの関係は $\log y = k \log x + \log b$ で表現

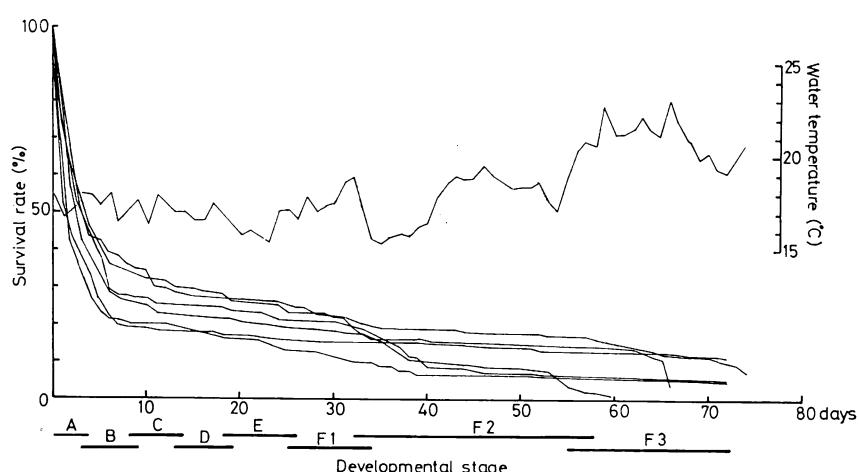


Fig. 3. Survival rates of *S. schlegeli* and water temperature in six 30 l round plastic tanks.

星合：クロソイ仔稚魚について

出来ることが経験的に明らかにされている。

本研究において、全長(x)と肛門後長、肛門前長、眼径、耳胞径、頭長、体幹長および口徑の7形質(y)との間の相対成長を調べた(Fig. 4)。なお体幹長＝

肛門前長一頭長、肛門後長＝全長一肛門前長である。

これらの関係式の成長係数kおよび $\log b$ の値はFig. 5に示した通りである。

成長係数kについてみると、成長屈折(growth inflec-

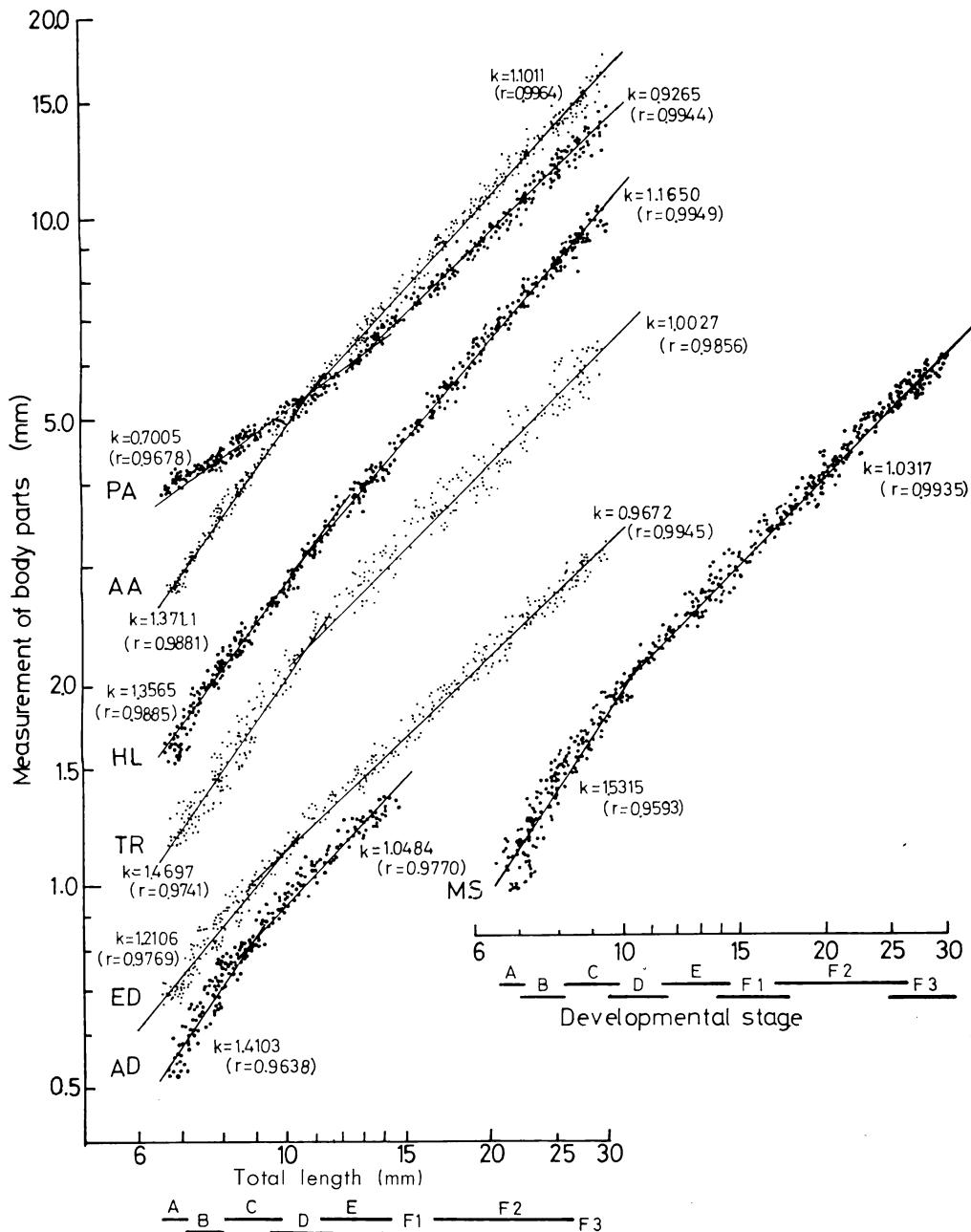


Fig. 4. Relative growth in seven body parts of *S. schlegeli*. PA, post-anal length; AA, ante-anal length; HL, head length; TR, trunk length; ED, eye diameter; AD, auditory vesicle diameter; MS, mouth size ($\sqrt{2} \times$ length of upper jaw); k, relative growth coefficient.

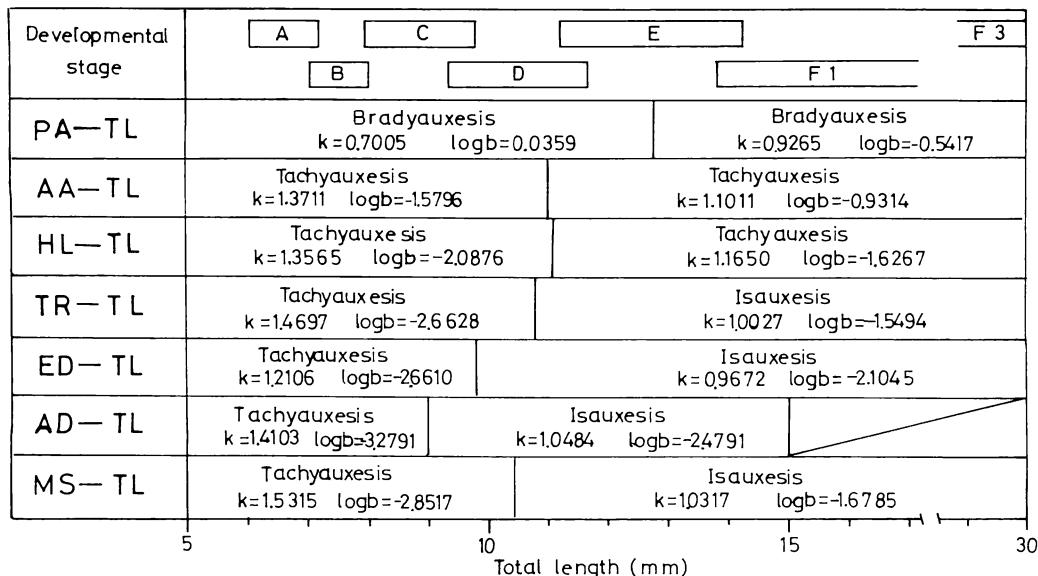


Fig. 5. Values of equilibrium constant k and $\log b$ in the allometric equation for seven body parts of *S. schlegeli*. See Fig. 4 for designation of each body part.

tion) 以前では口径→体幹長→耳胞径→肛門前長→頭長→眼径→肛門後長の順に漸次少なくなっていく。このうち肛門後長は $k < 1$ で劣成長 (bradyauxesis) を示し、残り 6 形質は総て $k > 1$ で優成長 (tachyauxesis) を示した。成長屈折後の成長係数 k は頭長→肛門前長→耳胞径→眼径→口径→体幹長→肛門後長の順であり、前二者は成長屈折前に引き続き優成長を、続く耳胞径～体幹長の 4 形質は $k=1$ に近くほぼ等成長 (isauxesis) を、肛門後長は成長屈折前と同様劣成長を示した。また、肛門前長：肛門後長は全長 11 mm 前後で同比となり、その後肛門前長の成長が同後長を上まわるようになる。体幹長と口径は比較的近似した相対成長を示した。いずれの成長屈折も発育段階 C～E の間に現われ、仔魚期から稚魚期への移行期ないしはその直後に一致している。

口径 口径は代田 (1970) に従い $\sqrt{2} \times$ 上顎長 から求めた。成長にともなう口径の変化は既に相対成長の項で述べた。口径と飼育日数との関係は Fig. 1 に示した通りで、その平均値は $y=0.076x+0.984$ の関係式で表わすことができる。

共喰が発育段階 E の後期から F1 にかけて、全長 15 mm を経過した頃より認められた。これらの魚は被捕食魚を完全に嚥下するまでには至らず、尾鰭ないしは肛門から後部が口外に出ているものが多く、これを吐出できずに斃死に至るものもある。この状態の捕食魚は最大の開口をしているものと考えられ、これらを発見次第採

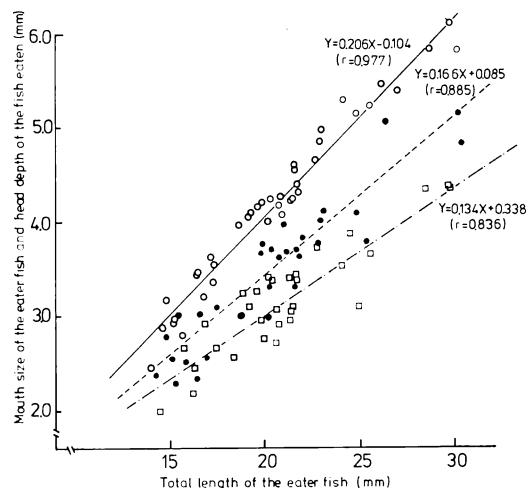


Fig. 6. Relationship of mouth size of the eater fish and head depth of the fish eaten to total length of the eater fish on cannibalism of *S. schlegeli*.

○—○, $\sqrt{2} \times$ length of upper jaw (= mouth size defined by Shirota, 1970); ●—●, mouth size; □—□, head depth of the fish eaten.

取し、代田に従った口径 (以下口径 a と略す)、実測した口径 (口径 b)、全長、被捕食魚の全長および最大の幅を示す頭高について計測した。また、病魚治療中に通気

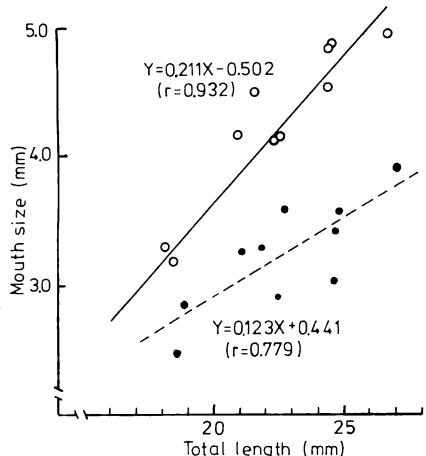


Fig. 7. Relationship between total length and mouth size of the fish died because of insufficient water oxygen contents during treatment of *S. schlegeli*.

○—○, $\sqrt{2} \times$ length of upper jaw (=mouth size defined by Shirota, 1970); ●---●, mouth size.

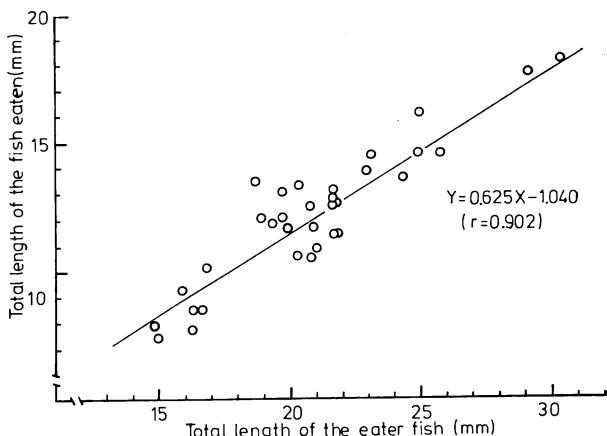


Fig. 8. Relationship between total length of the eater fish and that of the fish eaten on cannibalism of *S. schlegeli*.

約50日で全長30mmに達した。マダイでは、初期の餌料不足の影響が、発育の遅れとしてよりも、むしろ成長の遅れとして顕著に表われるとされている(福原, 1974)。クロソイ仔魚では、個体間の全長差が、発育段階Dまでは比較的小さく、初期の摂餌条件の良悪は、発育段階E以降の成長に影響を及ぼすものと推測される。

クロソイは、飼育後10日前後までの発育段階A~Cの仔魚期の初期減耗が大きい。減耗要因の解明には、今後飼育密度、餌料密度等の生物環境、無機的飼育環境等の検討が必要であるが、榎田・落合(1975)は、ブリの仔魚の摂餌の不良が消化器官の変化を誘引し、大量斃死の主因になると推定している。今回の飼育でも摂餌条件が満足されていたとは考えられないので、摂餌条件の不良が減耗要因となったことは否めない。

Figs. 4 and 5に示したように成長屈折が7形質とも発育段階C~Eの間に現われ、仔魚期から稚期への移行期ないしはその直後に起る。成長屈折は、生態あるいは生理上の転換期に相当する点で意義がある(落合, 1970)。発育段階C~Eの過程にみられる成長屈折は、成体としての形態機能の一応の完了を反映したものと解される。また、仔魚期の口径および体幹長の成長係数k値が、他形質に比べ大きく、体幹長が消化系諸器官の発達に対応した段階性を示しているものと考えると、稚魚期への移行前の摂餌要求の強さが顕在化したものと思われ、興味深い。

口径と体幹長の相対成長は類似した傾向を示し、また、酸素不足による開口した状態の斃死魚も、共喰の捕食魚の口径に近似している。従って、口径は、体幹長な

考 察

カサゴ科の仔稚魚に関しては、メバル *Sebastodes inermis*, ホシナシムラソイ, *Sebastodes pachycephalus nigricans*, タケノコメバル *Sebastodes oblongus* 等の報告がある(内田, 1943; 藤田, 1957, 1958; Sasaki, 1976)。クロソイの仔魚の発育はこれらと類似した経過をたどるが、クロソイ仔魚には、ホシナシムラソイに見られる胸鰓の黒色素胞がなく、タケノコメバルに見られる体側部の顕著な黒色素胞が無い点で、これら2者とは異なるほか、橙黄色胞の発達も少ない点に特長がある。

飼育後47日目に成長の良いものを選別して飼育した平均全長25.7mmの群は、他の群に比べ20日程早く、

いしは酸欠斃死魚からも、ある程度の把握が可能である。

代田(1970)は各種の仔稚魚の口径を調べ、口径aを100%の開口率とみなし、摂餌口角から、平均の摂餌開口率を50~75%と仮定し、口径と餌料の大きさの関係を検討している。クロソイ仔稚魚では、共喰の捕食魚の口径の結果から判断して、口径bを100%(口径aの約85%)の開口率と考えることが妥当と思われる。口径bを100%の開口率とした場合、共喰の被捕食魚の最大幅である頭高は口径bの85~90%にあたる。しかし共喰の捕食魚は被捕食魚が除去された後、しばらくは開口した状態が続き、斃死するものも認められる。よって摂餌の際の100%開口は、自然では極めて特殊な状態と思われる。今後開口率に関する吟味が必要であるが、ここでは一応代田に準じ、50~75%の開口率の範囲で、摂餌可能な餌料の大きさを検討する。産出時でクロソイ仔魚の口径は836 μ であり、既に423~629 μ の大きさの餌料を摂餌することが可能で、72×96~165×236 μ であるワムシは、当初より摂餌され得る。Fig. 1から、口径と餌料生物の体長との関係をみると、*Artemia*(但し孵化後24時間、開口率75%で求めた値)は12日全長95mm、*Tigriopus*(最大長、75%)は10日全長8.8mm、*Aedes*(最小、75%)は31日全長16.2mmから摂餌されると判断される。つぎに餌料生物の体幅についてみると、*Tigriopus*は、ワムシ同様に産出時の仔魚によって摂餌されることが可能であり、*Eucyclops*(最大幅、50%)は8日全長8.2mm、*Aedes*(最大、75%)は25日全長13.5mm、*Gammaidae*(最少、75%)は18日全長11.9mmから摂餌可能となる。水戸(1967)は、仔稚魚の捕食の際の餌料生物の大きさの選択性は、その体長だけでなく、体幅に対してより大きく働く傾向があることを報告している。実際に、クロソイ仔魚では、産出後2~3日で既に*Artemia*、*Tigriopus*を捕食することから考えて、摂餌可能な餌料の大きさは、体幅から判断する方がより現実的と思われる。よってクロソイ仔魚では、産出後1週間前後でワムシから、さらに大型の餌料へ換えることが、その有効利用という意味から適当と思われる。また、今回の飼育では、魚肉への切換を稚魚の全長が20mmを過ぎた44日目から行なったが、マダイの種苗生産におけると同様に(岡本、1969)、本種においても、共喰が始まり、魚肉切換時に有効であった*Aedes*も摂餌可能である。30日前後の全長15mmを過ぎた頃から、魚肉への転換を行うべきであろう。

本研究では、単に口径から餌料の判断をしたにすぎないが、この問題については、餌料サイズと消化管構造の物理的関係(安永、1972)、消化器系諸器官の構造と機能(田中、1975)、消化吸収能、栄養要求等を総合的に検討して、適切な餌料系列を見出すことが望まれる。

謝 詞

本研究を進めるにあたり、研究の機会を与えて下さった、宮城県気仙沼水産試験場 赤坂義民場長、親魚を快く提供して下さった、宮城県石巻市小竹浜漁業協同組合長 阿部国夫氏、並に種々御協力をいただいた、宮城県水産試験場 伊藤章氏に厚くお礼申しあげます。

また本稿の校閲をしていただき、有益な御助言をして下さった、東北大学農学部 佐藤隆平教授に心から感謝する。なお本研究は、栽培漁業事業(種苗量産技術開発事業)の一部として行なったものである。

引 用 文 献

- 藤田矢郎. 1957. ホシナシムラソイの仔魚期. 魚類学雑誌, 6(4/5/6) : 91~93, fig. 1.
- 藤田矢郎. 1958. 胎生魚タケノコメバルの卵発生と仔魚期. 日本水産学会誌, 24(6/7) : 475~479, fig. 1.
- 福原修. 1974. 初期の飢餓がマダイ仔魚の生残り、成長および発育に及ぼす影響について. 南西海区水産研究所報告, (7) : 19~29, figs. 1~5.
- 水戸敏. 1967. プランクトン期における仔稚魚の生態. 日本プランクトン研究連絡会報, 14 : 33~49, figs. 1~7.
- 落合明. 1970. 成長. 魚類生理(川本信之編), pp. 205~229. 恒星社厚生閣, 東京
- 大上晴久. 1973. ムラソイの仔魚に寄生した原虫類について. 静岡県水産試験場伊豆分場だより, (173) : 7~9, figs. 1~2.
- 岡本克. 1969. マダイの稚魚飼育. 日本水産学会誌, 36(4) : 353~368, figs. 1~10.
- Sasaki, T. 1976. The larvae of two scorpaenid fishes, *Sebastes wakiyai* and *S. iracundus*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 42:1353~1356, figs. 1~2.
- 代田昭彦. 1970. 魚類稚仔期の口径に関する研究. 日本水産学会誌, 36(4) : 353~368, figs. 1~10.
- 田中克. 1975. 消化器官. 稚魚の摂餌と発育(日本水産学会編), pp. 7~23. 恒星社厚生閣, 東京
- 内田恵太郎. 1943. 魚類の生活史概説. 海洋の科学, 3(10) : 427~436, figs. 1~7.
- 桝田晋・落合明. 1975. 摂餌または飢餓状態のブリ仔魚における消化器の組織学的構造と機能について. 魚類学雑誌, 21(4) : 213~219, figs. 1~2.
- 安永義暢. 1972. ヒラメ稚仔消化器官の発達について. 東海区水研報, (69) : 75~89, figs. 1~4, 7 pls.
- (988-02 宮城県気仙沼市波路上119 宮城県気仙沼水産試験場)