

土佐湾におけるイサキ仔魚の分布生態

布部淳一^{1†}, 木下 泉¹, 指田 穰¹, 村田 修²

Distribution of larvae of *Parapristipoma trilineatum* (Haemulidae) in Tosa Bay, Japan

Jun-ichi NUNOBE^{1†}, Izumi KINOSHITA¹, Minoru SASHIDA¹ and Osamu MURATA²

The distribution of *Parapristipoma trilineatum* larvae was examined using a larva net (mesh aperture=0.5 mm, mouth diameter=1.3 m) and shirasu trawl (mesh size of bag-net=2 mm) collections between January and December 2002. A total of 244 (primarily preflexion stage of 1.7–5.7 mm in body length and 2–14 days old) and 1,285 larvae (primarily postflexion stage of 4.1–10.1 mm BL and 10–22 days old) occurred near the coast and offshore from May to August and from May to July with peaks in June and July, respectively. Monthly occurrence of larvae and their hatching dates estimated from daily rings of otoliths revealed that *P. trilineatum* spawn from early May to late July with a peak in June. This spawning period corresponds approximately with that of neighboring prefectures where water temperatures are relatively warmer. Considering horizontal dispersal in the early stages (preflexion to flexion), the larvae tended to immigrate to shallow waters such as shirasu fishery grounds just after attaining to the postflexion stage.

Key words: *Parapristipoma trilineatum*, larva, horizontal distribution, morphology, daily age, spawning season, early migration

はじめに

イサキ *Parapristipoma trilineatum* は、主に関東および島根県以南、東シナ海および南シナ海の黒潮ならびにその分派の影響のある大陸棚上に分布する魚種である (山田ほか, 2007)。近年、漁獲量の減少傾向にある地域では、資源管理のための生態に関する調査・研究が行われている。本種では資源培養のための種苗生産がほぼ確立し (北島ほか, 1982)、さらに、人工魚礁への強い蟄集性 (高知県, 1984) にともない、各地で放流が実施されている (水産庁ほか, 2006)。

資源管理を適切に行うためには、資源量の変動要因を解明することが重要である。本種は、日本全体でヒラメに匹敵する 5,000 t 前後が漁獲されている [農林水産省: <http://www.maff.go.jp/www/info/bunrui/bun06.html> (2007年

11月16日アクセス)] 中級魚で、重要な水産資源であるにもかかわらず、資源変動に関係深いと考えられる初期生活史の研究は極めて少ない。初期生態に関しては、川口ほか (1995) および河野 (1997) による水平分布の報告以外はほとんどみられない。さらに、イサキ科魚類は、世界中で17属145種以上を擁する (Nelson, 2006) にもかかわらず、イサキ以外の初期生態に関する研究が皆無に近いのは特筆すべきである。

本研究では、本種の仔魚が比較的多く出現することが明らかにされている土佐湾沿岸域の中央部、仁淀川河口沖 (鐘, 2006) において、仔稚魚の採集を行い、現存量および分布の季節変化を把握することで、幼期における接岸回遊の実態について明らかにし、耳石日周輪の観察により産卵期について検討した。また、本種の個体発生に関する報告 (神谷, 1922; 内田, 1929; 水戸, 1963; 木村・有瀧, 1985; 木下, 1988; 川口ほか, 1995) はあるが、それらの中で飼育個体を用いた木村・有瀧 (1985) の報告以外は断片的なものであった。そこで本報告では、天然仔魚を用いた詳細な個体発生の記載を行った。

材料と方法

調査は、高知県仁淀川河口沖 (Fig. 1) において、2002年1

2007年9月11日受付, 2007年12月10日受理

¹ 高知大学海洋生物研究教育施設

Usa Institute of Marine Biology, Kochi University, Usa, Tosa, Kochi 781-1164, Japan

² 近畿大学水産研究所白浜実験場

Fisheries Laboratory, Kinki University, Shirahama, Wakayama 649-2211, Japan

† jun55829@yahoo.co.jp

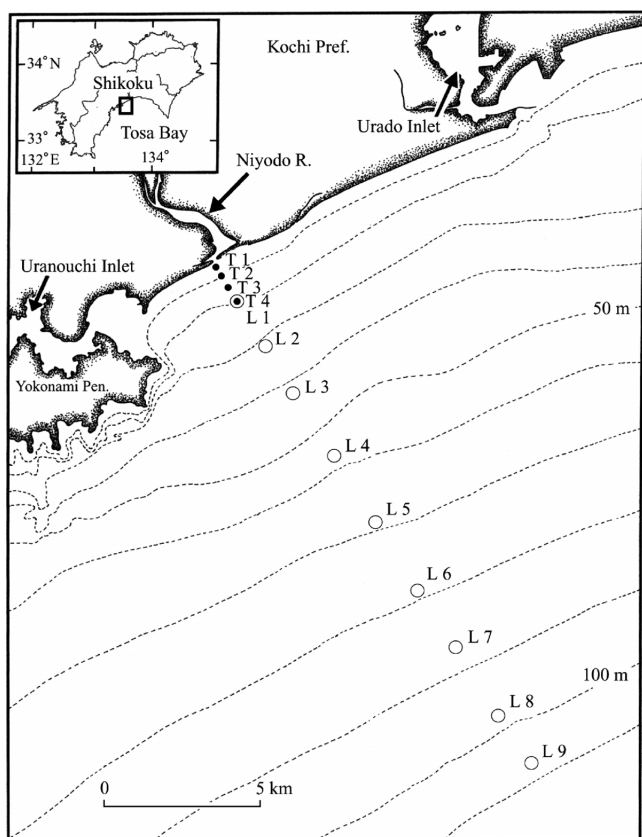


Figure 1. Chart of Tosa Bay showing stations where ichthyoplankton were collected with a larva net (1.3 m mouth-diameter, 0.5 mm mesh aperture) and shirasu trawl (mesh size of bag-net: 2 mm) in 2002. Open (L1–L9) and solid circles (T1–T4) indicate stations of the larva net and shirasu trawl, respectively, and the latter were arranged by different depths (5, 10, 15 and 20 m).

月から12月にかけて、月1回の頻度で昼間に行った。仔稚魚の採集には、広範囲な発育段階を得るために稚魚ネット（口径1.3 m、網目0.5 mm）およびシラスパッチ網（網口幅約16 m、高さ約6 m、袋網の目合2 mm）を用いた。稚魚ネットによる採集は、高知大学海洋生物研究教育施設所属のR.V.豊旗丸（19 t）を運用し、仁淀川河口から等深線に対し、ほぼ鉛直に伸ばした測線上に設けた9定点（Stns. L1–L9, Fig. 1）において行った。各定点にて、近底層から表層までの傾斜曳を約2 ktの船速で、約10分間行った。濾水量は、網口中央に取り付けた濾水計（General Oceanics, 2030R）から計算し、仔魚の密度の算出に用いた。シラスパッチ網による採集は、仁淀川河口沖に水深（5, 10, 15, 20 m）で分けた4定点（Stns. T1–T4, Fig. 1）で、漁船を備して行った。曳網は、概ね中層以深であり、約2 ktで15分間（約1,000 m）行った。採集物は、船上にて容積を計量し、2 lを基本として持ち帰った。

両方法による採集物は、船上で直ちに10%海水ホルマリ

ン溶液で固定後、研究室にてイサキ仔魚を選別し、80%エタノールで保存した。仔魚は、Kendall *et al.* (1984) に従い、発育段階（前屈曲期・屈曲期・後屈曲期）毎に分け、体長 [BL: 前屈曲期では脊索長 (NL), 屈曲期以降では標準体長 (SL)] を0.1 mm単位で計測した。

水温・塩分の観測は、全定点においてSTD（アレック電子, AST500-P）を用い、海底から表層までを行った。

イサキの耳石輪紋形成の日周性を検証するために、2004年6月、近畿大学水産研究所白浜実験場にて養成親魚からの自然卵を500 lパンライト水槽で孵化、育成させた。孵化後2日目からシオミズボウムシを毎日投餌した。飼育は、自然光の入る屋内において、9時から17時まで照明を点灯した水槽で自然水温下（23.7–29.8°C）にて行なわれた。仔魚は、孵化後6日目までは毎日、その後、10, 20, 30日目に各20尾ずつ抽出し、80%エタノールで固定した。一對の扁平石を実体顕微鏡下で摘出後、カナダバルサムでスライドガラス上に包埋し、乾燥させた。輪紋の計数は、光学顕微鏡下（400倍）で左右の耳石の内、輪紋がより鮮明な方を用いて、核の外側より縁辺に向けて行った。

天然の仔魚は、2002年5月から7月において、稚魚ネットとシラスパッチ網で採集された個体を用いて、各月の定点毎に20尾を上限として、無作為に抽出した仔魚の一對の耳石（扁平石と礫石）を摘出した。その後の処置は、飼育仔魚と同様であった。

結果

仔魚の形態的記載 (Fig. 2)

筋節数は、11+15–16=26–27であった。頭長の体長比は、体長（以下略）約2 mmでの0.27 (Fig. 2A) から約10 mmでの0.35 (Fig. 2H) へと徐々に増大した。体高の体長比は、約2 mmでの0.27 (Fig. 2A) から約10 mmでの0.26 (Fig. 2H) へと発育にともなってほとんど変化しなかった。前肛門長の体長比は、前屈曲期で0.54 (Fig. 2A–C), 屈曲期で0.52 (Fig. 2D, E), 後屈曲期で0.55 (Fig. 2F–H) とほとんど変化しなかったが、脊索屈曲前の仔魚では、直腸が顕著に消化管から離れていた (Fig. 2A–C)。

約4 mmで下尾骨が形成され始め、脊索末端が屈曲し始め (Fig. 2D), 約6 mmでほぼ上屈した (Fig. 2F)。背・臀鰭原基は、約5 mmで出現し (Fig. 2E), 約6 mmで背鰭軟条がみられた (Fig. 2F)。背・臀鰭の棘、腹鰭原基および胸鰭鰭条は、約8.5 mmでそれぞれ出現し (Fig. 2G), 約10 mmで腹鰭を除いた鰭の鰭条が定数に達した (Fig. 2H)。

前鰓蓋骨の内・外縁には約3 mmで各縁2棘が認められ (Fig. 2B), その棘数は発育にともなって増加し、約6 mmで各縁5棘となり (Fig. 2F), 約10 mmでは内縁で2棘に減少し、外縁で9棘に増加した (Fig. 2H)。間鰓蓋骨には約5 mmで (Fig. 2E), 上擬鎖骨には約6 mmで (Fig. 2F), 下鰓蓋骨と後側頭骨には約8.5 mmでそれぞれ1棘が出現した

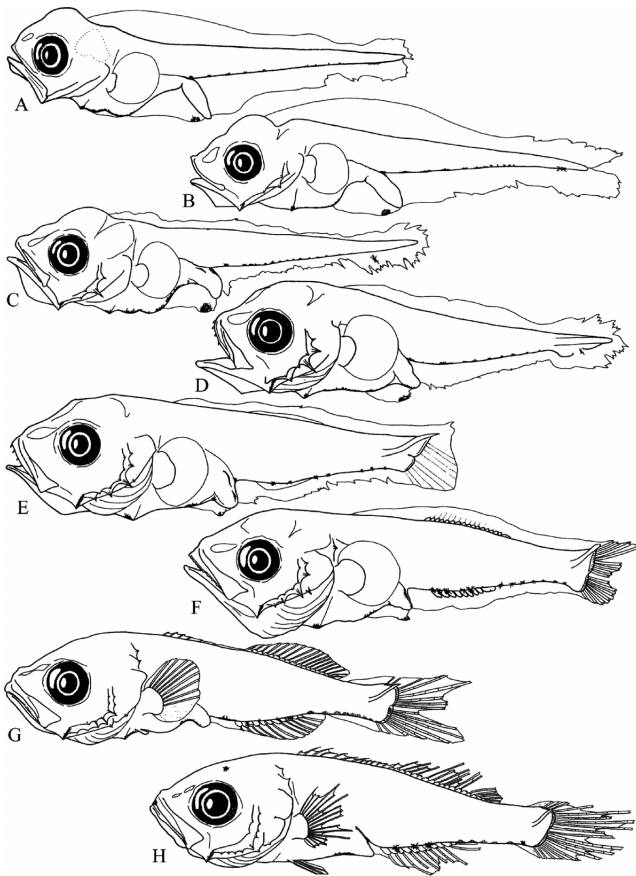


Figure 2. Developmental stages of *Parapristipoma trilineatum* collected in the present study. A, 2.2 mm NL preflexion larva; B, 2.8 mm NL preflexion larva; C, 3.1 mm NL preflexion larva; D, 4.0 mm SL flexion larva; E, 5.3 mm SL flexion larva; F, 6.2 mm SL postflexion larva; G, 8.5 mm SL postflexion larva; H, 10.1 mm SL postflexion larva.

(Fig. 2G).

黒色素胞は、約2 mmで顎隅角部、直腸下膜鰭および尾端下膜鰭にそれぞれ1点、腹部下面と尾部腹縁にそれぞれ数点1列に並んでいた (Fig. 2A) が、尾端下膜鰭のものは、約5 mmで消失し (Fig. 2E)、直腸下膜鰭のものは、膜鰭が直腸と融着することによって、直腸下の顕著なものとなった (Fig. 2G)。顎隅角部のものと臀鰭基底を含む尾部腹縁の1列のものは、発育にともないそれぞれ顕著になった (Fig. 2D-H)。約10 mmで頭頂と吻端に1点出現した (Fig. 2H)。なお、2-3 mmでは、躯幹部背縁に淡い1-3点が認められる個体も見られたが、3 mm以上になると全ての個体で皆無になった (Fig. 2C-H)。

耳石輪紋の日周性の検証

耳石の核は、孵化後の個体で顕著に見られ、その半径は、 5.27 ± 0.05 (SE) μm ($n=10$) であった。第1輪は孵化した翌日に形成された。その後、ほぼ1日1輪形成され、孵化後6日の個体までについて計数することができた。しかしな

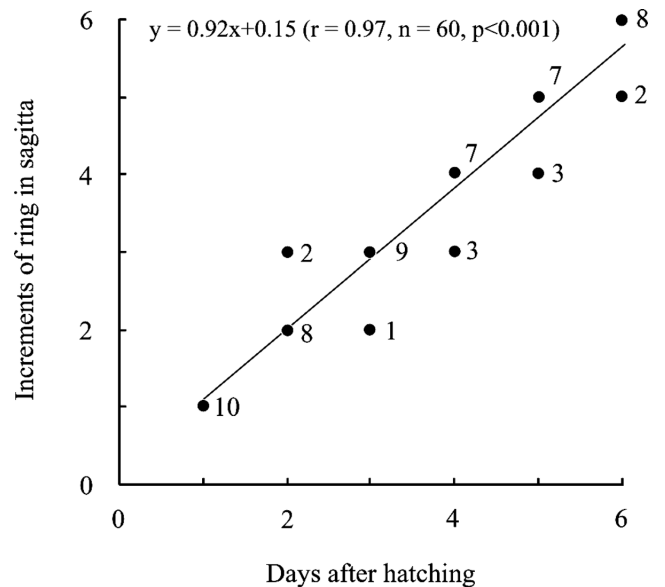


Figure 3. Relationship between days after hatching and ring counts of sagittae in artificially hatched and reared larvae of *Parapristipoma trilineatum*. Numeral beside each dot indicates number of specimens.

がら、孵化後10日以上個体では、輪紋が不明瞭で計測不能であった。よって、孵化後1-6日齢の個体を解析すると、輪紋数は、孵化後日数にともなって直線的に増加した (Fig. 3)。なお、式の傾きは1.0と有意な差は認められず ($p > 0.1$, t 検定)、本種の扁平石には、輪紋が1日に1本ずつ形成されることが確認された。

稚魚ネットおよびシラスパッチ網で採集された仔魚の扁平石の輪紋は、体長約5 mmまでは比較的明瞭に観察できたが、それ以上になると、耳石中央部の透明度が落ち、核近くの肥厚部分の輪紋が計数できない耳石が多くなった。そこで、2.7-7.6 mmの個体で、礫石と扁平石のそれぞれの輪紋数の関係を調べたところ、両者はほぼ一致していると判断された (Fig. 4)。従って、扁平石の輪紋計数が困難な個体では、礫石の輪紋数を用いた。

水温・塩分環境 (Fig. 5)

イサキの早期仔魚は、主に中層 (水深20-30 m) に分布する (河野, 1997; 鐘, 2006) ことが断片的に報告されていることから、ここでは水温と塩分の鉛直分布の季節変化を示す。水温は、4月から8月にかけて徐々に上昇し、表層と底層の差は次第に大きくなった。一方、塩分は、いずれの月も水平的にはStn. T1からStn. L4まで、鉛直的には水深10 m以浅に34未満の層がみられ、陸水の影響が認められた。その影響は、特に4, 7月で顕著であったが、6月ではほとんどみられなかった。

仔魚の体長と発育段階 (Fig. 6)

稚魚ネットで採集された仔魚の体長および発育段階は、

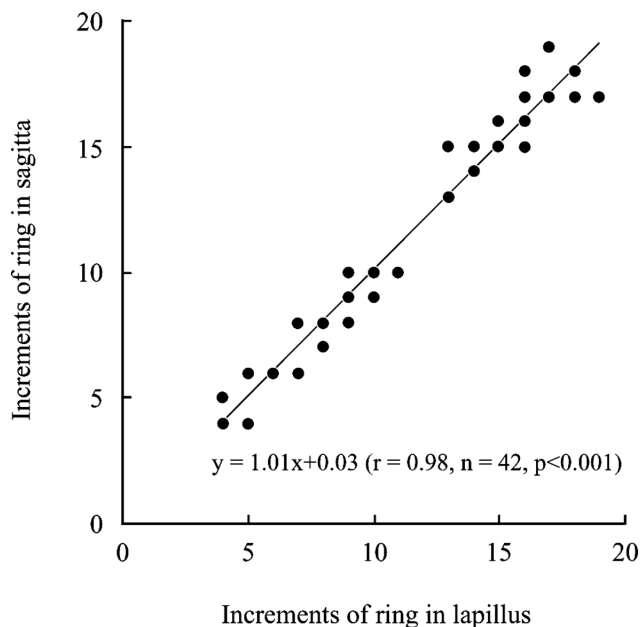


Figure 4. Relationship between ring counts of lapilli and sagittae of *Parapristipoma trilineatum* larvae collected in Tosa Bay.

1.7–5.7 mmの前屈曲期—後屈曲期であり，その中で2–4 mmの前屈曲期が大半を占めた．シラスパッチ網での仔魚は，4.1–10.1 mmの前屈曲期—後屈曲期であり，その中で6–7 mmの後屈曲期が大半を占めた．このように仔魚の体長および発育段階は，採集方法間で顕著な違いがみられた．

仔魚の出現の季節変化 (Fig. 7)

イサキ仔魚は，稚魚ネットでは5月から8月に，シラスパッチ網では5月から7月にそれぞれ採集された．出現の盛期は，稚魚ネットでは6月に，シラスパッチ網では7月にそれぞれみられた．

体長は，稚魚ネットでは平均3.1 mm (6月) から3.5 mm (7月) と経月変化は小さかった．一方，シラスパッチ網では5月と6月にほぼ同じ体長範囲のものが出現したが，7月では8 mm以上のより大きな個体が出現した．

仔魚の水平分布

稚魚ネットによる採集の結果，仔魚は，5月では距岸約7 km (Stn. L4) から沖合までに，6月では距岸約3 km (Stn. L2) から沖合に広く分布していた (Fig. 8)．7月では距岸約7 km以沖 (Stns. L4–L9) の調査ができなかったが，それ以浅の海域 (Stns. L1–L3) では広く分布していた (Fig. 8)．発育段階別にみると，前屈曲期仔魚および屈曲期仔魚は，ごく沿岸から沖合にかけて分布し，特に明瞭な偏りはみられなかった．一方，後屈曲期仔魚は，7月にStn. L3で少数出現した (Fig. 8)．

一方，シラスパッチ網をみると (Fig. 9)，仔魚は，岸か

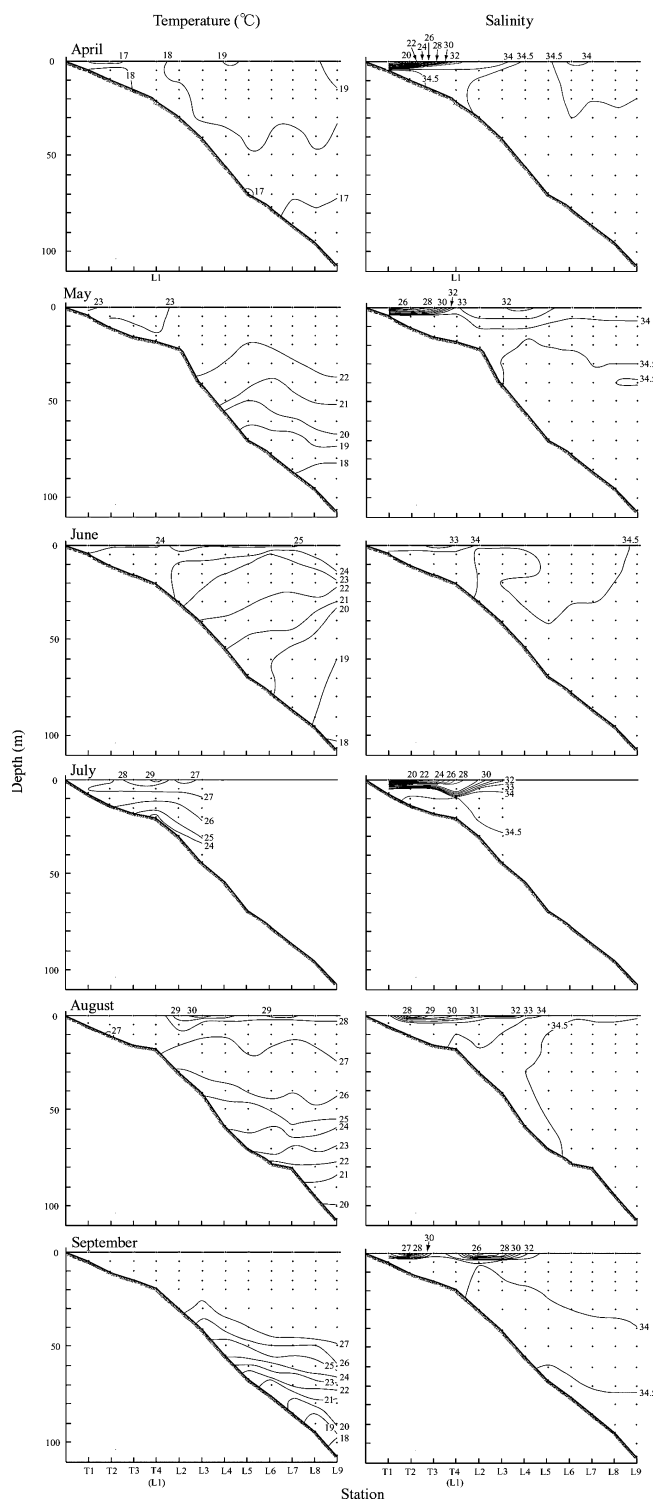


Figure 5. Monthly changes of vertical profiles of water temperature and salinity off the Niyodo River mouth in 2002.

ら沖合にかけて分布していたが，水深5 m地点 (Stn. T1) では，いずれの月でもほとんどもしくは全く分布していなかった．発育段階別にみると，屈曲期仔魚および後屈曲期

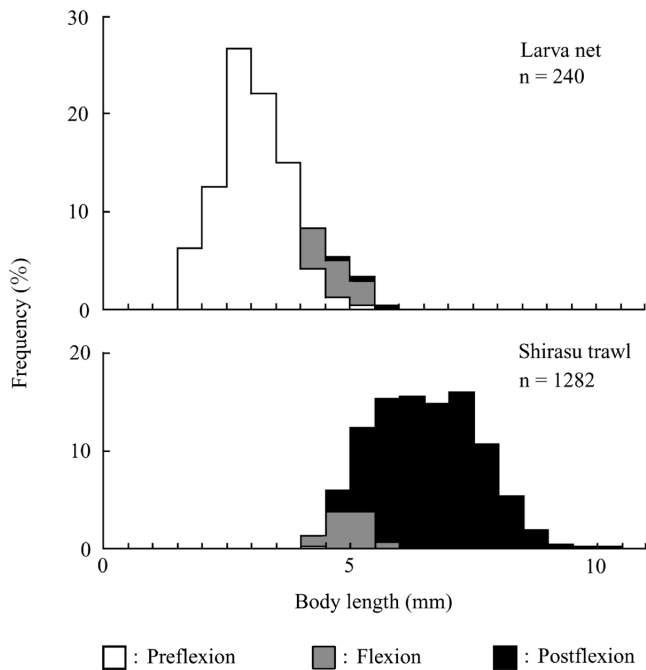


Figure 6. Body length and developmental stage frequencies of *Parapristipoma trilineatum* larvae collected by two collection methods in Tosa Bay, 2002.

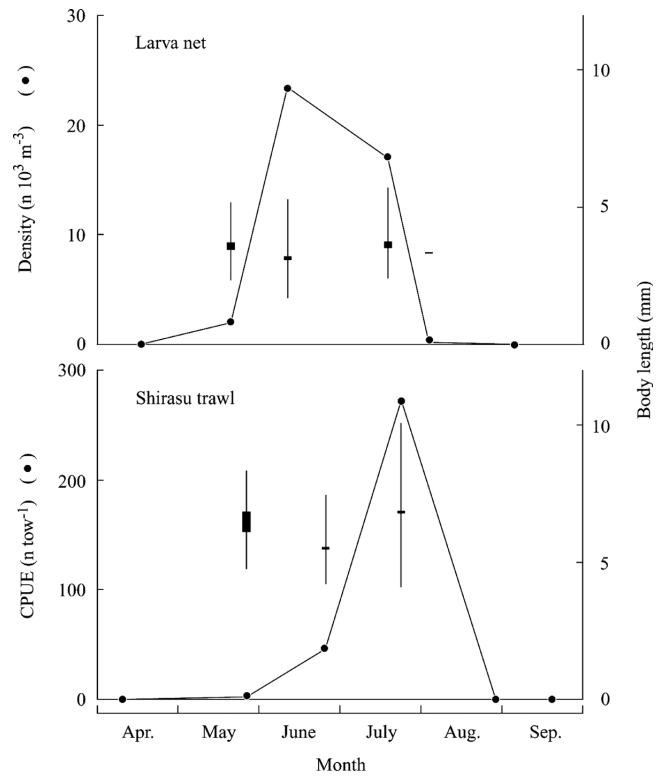


Figure 7. Monthly occurrence of *Parapristipoma trilineatum* larvae collected by two collection methods in Tosa Bay, 2002. Vertical lines and thick bars denote ranges and means (\pm SE) of body length, respectively.

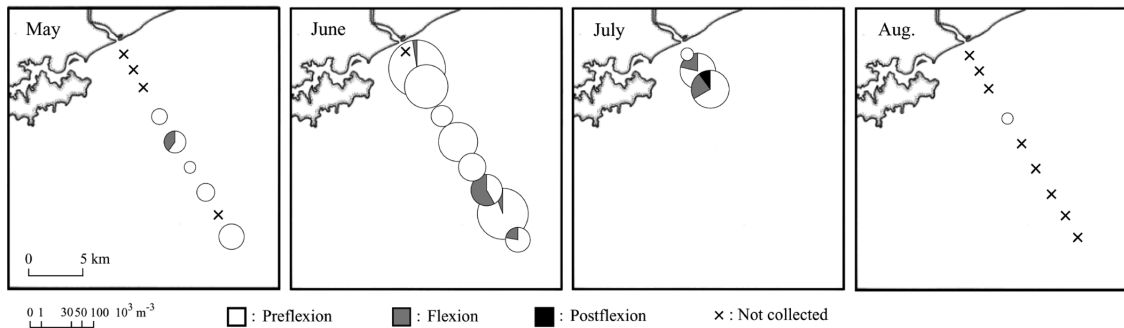


Figure 8. Monthly horizontal distributions of *Parapristipoma trilineatum* larvae collected by a larva net in Tosa Bay, 2002. The diameter of each circle is drawn in proportion to the cube root of density (no. 10^3 m^{-3}), of which the largest was 68 at Stn. L2 in June.

仔魚は、いずれも分散していた。

仔魚の日齢と孵化日の季節変化 (Fig. 10)

稚魚ネットでは孵化後2-14日齢 (1.8-5.7 mm) およびシラスパッチ網では孵化後10-22日齢 (4.4-8.9 mm) の仔魚がそれぞれ採集された。このように採集方法間で日齢範囲は多少重複するものの、大きく異なっていた。しかしながら、それぞれの採集方法ともほとんど季節変化はみられなかった。孵化日 (採集日から日齢を差し引いたもの) は、各月

間で全く重ならず、各採集月の個体は、それぞれほぼ同月に孵化したもので占められていた。

考察

日本産イサキ科魚類は、5属18種が知られている (赤崎, 2004)。イサキ属の本種仔魚と他属仔魚との識別は、コロダイ属 *Diagramma* (Leis and Rennis, 1983; 川原・堀家, 1989) およびコショウダイ属 *Plectorhinchus* (小林・岩本,

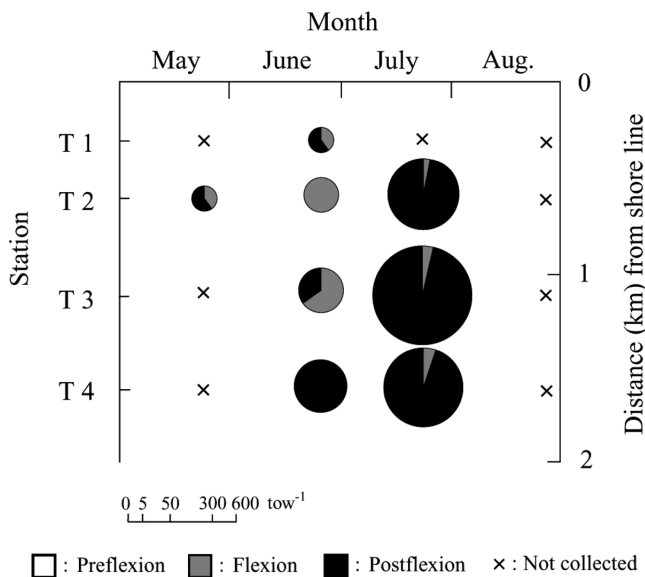


Figure 9. Monthly horizontal distribution of *Parapristipoma tri-lineatum* larvae collected by a shirasu trawl in Tosa Bay, 2002. The diameter of each circle is drawn in proportion to the cube root of CPUE [no. tow⁻¹ (15 min.)], of which largest was 591 at Stn. T3 in July.

1984; 木下, 1988) とは, 体表の黒色素胞の分布状態および頭部棘形成, また, ヒゲダイ属 *Haploxygnathops* (沖山, 1982; 鈴木ほか, 1983) とは, 頭部棘形成や腹鰭の発達程度で, それぞれ明瞭に識別できる (木下, 1988, 2001). しかしながら, 2もしくは3種を擁するミゾイサキ属 *Pomadourys* 仔魚との識別は, 未だ明らかとなっていない. 同属の個体発生は, ホシミゾイサキ (*P. hasta*) で卵から前屈曲期仔魚まで (Zhang, 1985), オーストラリアのリザード島沖およびタウンズビル沖で採集された後屈曲期仔魚 (Leis and Rennis, 2000) について記載がある. それらとイサキを比較すると, 前屈曲期では, 腹部から尾部にかけて分布している黒色素胞がホシミゾイサキでは, 顕著な点状のものがほぼ等間隔で密に連続しているのに対して, イサキでは, 点が顕著でなく, 数も尾部下面では少なく密でない. また, イサキに見られる尾端下膜鱗の黒色素胞は, ホシミゾイサキには見られない. 後屈曲期では, 眼窩上の鋸歯状棘がミゾイサキ属には顕著にあるが, イサキにはない. イサキに見られる顎隅角部の黒色素胞は, ミゾイサキ属には見られない. これらの形態的相違により, 両者は, 明瞭に識別できると考えられる.

木下 (1988) の 2.8 mm NL と 木村・有瀧 (1985) の 2.9 mm TL の個体の背縁には, 顕著な2点の黒色素胞が描写されている. 本研究でも 2-3 mm の仔魚に 1-3 点出現している個体がわずかに数例確認された. よって, この黒色素胞の有無は, 個体および環境の状態に左右され, 不安定なものと思われる.

本報告での成長にともなう形態変化は, 同じく天然個体を用いた木下 (1988) とほぼ一致していたが, 飼育個体 (木村・有瀧, 1985) では, 黒色素胞は, より早い発育段階で出現する傾向があった. このような現象は, 他魚種でも確認されており, 飼育下でのストレスとの関係が推測されている (青海, 2001).

土佐湾における本種の産卵は, 仔魚の出現期 (Fig. 7) および耳石日周輪から推定された孵化日 (Fig. 10) より, 5月上旬から7月下旬 (盛期6月) にかけて行われることが明らかとなった. この産卵期は, 生殖腺観察に基づいた徳島県 (渡辺・岡崎, 2000) と和歌山県 (小久保・海老名, 2001) の結果とほぼ一致し, 長崎県 (山元ほか, 1984; 川口・山元, 1990), 三重県 (木村, 1981, 1987) および神奈川県 (増沢・松浦, 1968) と比べると1ヶ月ほど早い. そこで, 各県における2002-2004年の4, 5月の沿岸水温を比較すると, 高知, 徳島および和歌山県の方が, 長崎, 三重および神奈川県よりも平均1-2°C高かった [日本海洋データセンター: http://www.jodc.go.jp/data/coastal/obs_data_index.html (2007年11月16日アクセス)]. このことが前三県での本種の産卵期に影響していると思われる. なお, 土佐湾では, スジミゾイサキ *P. quadrilineatus* 成魚の分布が確認されたこと (平田ほか, 1996; 柳下, 2001), およびホシミゾイサキ *P. argenteus* は, 沖縄県中城湾において, 3-4月に産卵盛期を持つこと (地村・立原, 1998) を考慮して, ミゾイサキ属仔魚 (Zhang, 1985; Leis and Rennis, 2000) の混入を精査したが, 前述した形態的特徴を持つ個体は, 全く出現していなかった.

仔魚の分布 (Figs. 8, 9) と水温・塩分の季節変化 (Fig. 5) との関係を見ると, 仔魚が出現した5-8月の各定点における中層付近の水温は, 21 (5月)-28 (8月) °C の範囲で推移し, イサキ仔魚は比較的広い水温範囲で出現することがわかった. シラスパッチ網で多く採集されていた6, 7月の塩分環境をみると, 6月ではほとんど陸水の影響はみられないのに対して, 7月では水平的には Stn. L2 まで, 鉛直的には水深 10 m 付近まで陸水の影響が顕著であった. このことは, ごく沿岸の塩分環境がイサキ仔魚の集合に必ずしも影響していないことを示している.

シラスパッチ網による採集では, 稚魚ネットではほとんど採集されなかった後屈曲期仔魚が多く採集された (Fig. 6). これは, 比較的発育の進んだ仔魚に対する両ネット間の採集効率の違いであることは間違いない. さらに, シラスパッチ網の定点間では, 距岸による発育段階の差はほとんどみられなかった. よって, 今回の結果からは, シラス漁場のような浅海域が, イサキの仔魚から稚魚へと移行する成育場であることは明言できない. しかしながら, 水深 20 m 以浅のアマモ場や砂泥域において, 稚魚期の個体が発見すること (内田, 1929; 小池・西脇, 1977; 中坊, 1980; 木村ほか, 1983; 松宮・高橋, 1983; 森, 1995) を考える

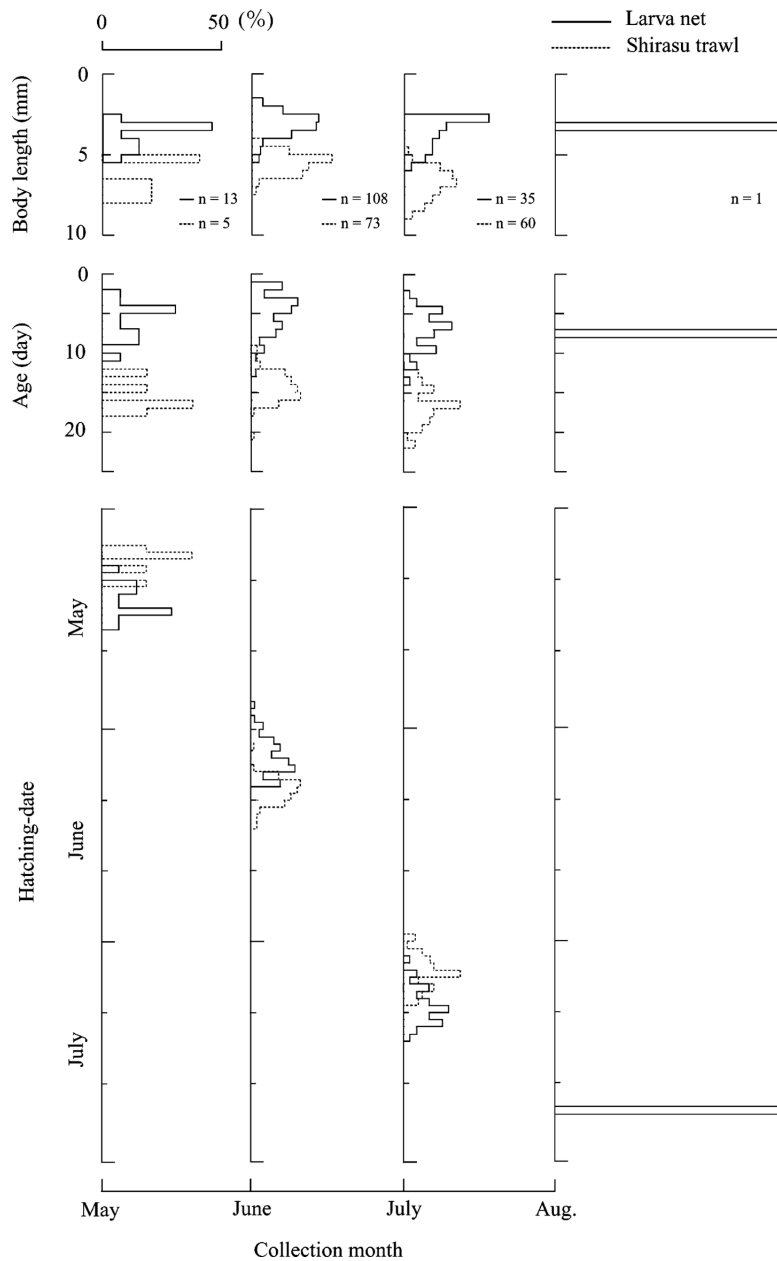


Figure 10. Monthly changes in body length, age and hatching-date distributions of *Parapristipoma trilineatum* larvae collected in Tosa Bay, 2002.

と、本種仔魚がシラス漁場のような浅海域（一般的に水深5–20 m）を成育場としていると思われる。逆に、本研究では、水深5 m付近で仔魚はほとんど出現しなかったこと (Fig. 9), 砂浜海岸碎波帯, 内湾および河口域では本種仔魚は皆無なこと (木下, 1993; Fujita *et al.*, 2002; 鐘ほか, 2003; 藤田, 2005) を考え合わせると、ごく沿岸域の中でも汀線付近のような水域は、成育場にはなっていないと言える。

前屈曲期から屈曲期までは、発育にともなう接岸傾向は

みられず (Fig. 8), シラス漁場では、ほとんどが後屈曲期であった (Fig. 9)。これらのことから、仔魚は、遅くとも屈曲期までは、広く沿岸域で分散し、後屈曲期になると一気にシラス漁場のような浅海域、すなわち成育場へ集合することが推測され、発育にともなう徐々に接岸するのではないと思われる。この現象は、カタクチイワシ *Engraulis japonicus*, ウルメイワシ *Etrumeus teres*, マイワシ *Sardinops melanostictus* (Djumanto *et al.*, 2004) およびヒラメ *Paralichthys olivaceus* (前田, 2002; 佐藤, 2007) でもみられている。

出現量の季節変化をみると、出現盛期は、早期仔魚とシラス漁場への加入仔魚間において、約1ヵ月のずれがみられた (Fig. 7)。さらに、両者の出現盛期における孵化日は、早期仔魚では6月上旬に、シラス漁場への加入仔魚では7月上旬に集中していた (Fig. 10)。このことは、早期での卓越コホート群がそのままシラス漁場でも卓越するとは必ずしも限らないことを暗示している。しかしながら、日齢組成 (Fig. 10) より判断すると、沖合からシラス漁場への移動には約10日間を要し、さらに、成育場では最長10日前後滞在していたことが推測される。6月の稚魚ネット調査は6月10日に、シラスパッチ網調査は6月24日にそれぞれ行ったため、両者間には2週間の隔たりがあった。これらのことを考慮すると、6月上旬にみられた早期仔魚の卓越コホート群によるシラス漁場への加入を見逃した可能性がある。従って、異なる環境間での仔魚の移動を明らかにするには、より頻度の高い調査が必要である。

謝 辞

高知大学の石田拓史博士および西日本科学技術研究所の岡慎一郎氏には有益な助言を頂き深く感謝する。調査には高知大学の矢野誠氏、井本善次氏および学生諸氏に協力をして頂き深謝する。耳石実験で協力して下さった近畿大学の宮下盛博士、山本眞司氏および石橋亮博士に御礼申し上げる。漁船を運用した高知県新居漁業協同組合の田村邦雄組合長および故森岡光秋氏などの組合員に御礼申し上げる。本論文英語の校閲を賜った愛媛大学のTodd Miller博士に感謝する。

引用文献

- 赤崎正人 (2004) イサキ科。日本の海水魚。岡村 収・尼岡邦夫編、山と溪谷社、東京、346-353。
- 地村佳純・立原一憲 (1998) 沖縄島中城湾におけるホシミヅイサキの成長・成熟および仔稚魚。日本水産学会秋季大会講演要旨集、41 p。
- Djumanto, I. Kinoshita, C. Bitto and J. Nunobe (2004) Partial stock transportation of three clupeoid, *Engraulis japonicus*, *Etrumeus teres* and *Sardinops melanostictus*, larvae into the shirasu fishery ground of Tosa Bay, Japan. *La mer*, **42**, 83-94。
- 藤田真二 (2005) 四万十川河口域におけるスズキ属、ヘダイ亜科仔稚魚の生態学的研究。高知大海洋研セ研報、**23**, 1-57。
- Fujita, S., I. Kinoshita, I. Takahashi and K. Azuma (2002) Species composition and seasonal occurrence of fish larvae and juveniles in the Shimanto Estuary, Japan. *Fish. Sci.*, **68**, 364-370。
- 平田智法・山川 武・岩田明久・真鍋三郎・平松 亘・大西信弘 (1996) 高知県柏島の魚類相。高知大海洋研セ研報、**16**, 1-177。
- 神谷尚志 (1922) 館山湾に於ける浮性魚卵並びに其稚仔、第2報。水講試報、**18**, 1-22。
- 川口和宏・久納洋一・田北 徹 (1995) 五島灘北部海域におけるイサキの卵と仔魚の分布。日本水誌、**61**, 832-837。
- 川口和宏・山元宣征 (1990) 五島列島北部海域におけるイサキの産卵期と性比。西海区ブロッコ魚類研報、**8**, 1-6。
- 川原 大・堀家 弘 (1989) コロダイ。海水魚の繁殖/育ててみよう海の生きもの。鈴木克美・高松史朗編、緑書房、東京、111-116。

- 河野光久 (1997) 山口県沿岸海域におけるイサキの資源管理のための研究。山口外海水試研報、**26**, 41-53。
- Kendall, A. W., Jr., E. H. Ahlstrom and H. G. Moser (1984) Early life history stages of fishes and their characters. In: *Ontogeny and systematics of fishes*, eds. H. G. Moser, W. J. Richards, D. M. Cohen, M.P. Fahay, A. W. Kendall, Jr. and S. L. Richardson, *Am. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spe. Publ.*, **1**, 11-22。
- 木村清志 (1981) 熊野灘におけるイサキの成熟と産卵。日本水誌、**47**, 9-16。
- 木村清志 (1987) イサキの資源生物学的研究。三重大水研報、**14**, 113-235。
- 木村清志・有瀧真人 (1985) イサキの種苗生産と仔稚魚の形態形成に関する基礎的研究-II 卵内発生および仔稚魚の発育。三重大水研報、**12**, 193-205。
- 木村清志・中村行延・有瀧真人・木村文子・森浩一郎・鈴木 清 (1983) 英虞湾湾口部アマモ場の魚類に関する生態学的研究 魚類相とその季節的变化。三重大水研報、**10**, 71-93。
- 木下 泉 (1988) イサキ科。日本産稚魚図鑑。沖山宗雄編、東海大学出版会、東京、517-521。
- 木下 泉 (1993) 砂浜海岸砕波帯に出現するヘダイ亜科仔稚魚の生態学的研究。Bull. Mar. Sci. Fish., Kochi Univ., **13**, 21-99。
- 木下 泉 (2001) スズキ亜目の幼期形質にみられる平行現象と収斂。月刊海洋、**33**, 203-211。
- 北島 力・塚島康生・小倉敏義・北田哲夫・小川敏行 (1982) イサキの水槽内自然産卵と仔稚魚の大量飼育。長崎水試研報、**8**, 115-122。
- 小林知吉・岩本哲二 (1984) コショウダイの初期生活史。魚雑、**30**, 412-418。
- 高知県 (1984) イサキ。東部海域総合開発事業調査報告書 (昭和56-58年度)、201-269。
- 小池啓一・西脇三郎 (1977) 伊豆半島下田湾および鍋田湾アマモ場の魚類相の季節変化。魚雑、**24**, 182-192。
- 小久保友義・海老名要一 (2001) 複合的資源管理型漁業促進対策事業-Iイサキ。平成11年度和歌山農林水総合技術セ水試事報、153-165。
- Leis, J. M. and D. S. Rennis (1983) The larvae of Indo-Pacific coral reef fishes. New South Wales University Press, Kensington, iv+269 pp.
- Leis, J. M. and D. S. Rennis (2000) Haemulidae (Sweetlips, grunts). In: *The larvae of Indo-Pacific coastal fishes: An identification guide to marine fish larvae*, eds. J. M. Leis and B. M. Carson-Ewart, *Fauna Malesiana Handbook 2*, Brill, Leiden, 303-308。
- 前田経雄 (2002) 若狭湾西部海域におけるヒラメ仔稚魚の加入機構に関する研究。京都大博論、京都、58 pp.
- 増沢 寿・松浦秀喜 (1968) イサキ資源に関する研究-II 産卵期について。日本水誌、**34**, 655-659。
- 松宮義晴・高橋勝弘 (1983) 平戸島志々伎湾におけるイサキの食性。西水研報、**59**, 23-32。
- 水戸 敏 (1963) 日本近海に出現する浮遊性魚卵 スズキ亜目。魚雑、**11**, 39-64。
- 森慶一郎 (1995) 山口県油谷湾における魚類の生態学的研究。中央水研報、**7**, 277-388。
- 中坊徹次 (1980) 志々伎湾の底生魚類群集-I主要種の分布と群集の区分。西水研報、**54**, 209-229。
- Nelson, J. S. (2006) *Fishes of the world* (4th ed.). John Wiley & Sons, New Jersey, xix+601 pp.
- 沖山宗雄 (1982) 稚魚分類学入門9 スズキ亜目幼期と棘形成。海洋と生物、**19**, 92-99。
- 佐藤絵美 (2007) 土佐湾のヒラメ仔魚は変わり者? 高知大農卒論、南国、26 pp.
- 青海忠久 (2001) 稚魚を飼う。稚魚の自然史-千変万化の魚類学。千田哲資・南卓志・木下泉編、北海道大学図書刊行会、札幌、16-29。

- 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進会 (2006) 平成16年度栽培漁業種苗生産入手・放流実績(全国) - 資料編, 412 pp.
- 鈴木克美・日置勝三・田中洋一・北沢 博 (1983) 水槽内におけるセトダイ *Hapalogenys mucronatus* の産卵と初期生活史. 東海大紀要海, **16**, 183-191.
- 内田恵太郎 (1929) イサキの稚魚期 殊に斑紋の形成及び習性に就いて. 水学報, **5**, 220-233.
- 渡辺健一・岡崎孝博 (2000) 徳島県牟岐大島周辺におけるイサキの成熟および産卵期. 日本誌, **66**, 631-638.
- 柳下直己 (2001) イサキ科. 以布利 黒潮の魚. 中坊徹次・町田吉彦・山岡耕作・西田清徳編, 海遊館, 大阪, 212-214.
- 山田梅芳・時村宗春・堀川博史・中坊徹次 (2007) 東シナ海・黄海の魚類誌. 東海大学出版会, 秦野, 1xxiii+1262 pp.
- 山元宣征・立石 賢・池田義弘 (1984) 五島列島小値賀島におけるイサキの年令組成と産卵期. 西海区ブロック浅海開発会議魚類研報, **2**, 43-50.
- Zhang, Z. (1985) Pomadasyidae. In. Fish eggs and larvae in the offshore waters of China, Shanghai Sci. Technol. Press, Shanghai, 120-124. (In Chinese with English abstract)
- 鐘 俊生 (2006) 成育場となる内湾への仔魚の進入機構に関する研究. 高知大海洋研セ研報, **24**, 71-137.
- 鐘 俊生・木下 泉・久保美佳・杉山さやか (2003) 浦ノ内湾に出現する仔稚魚とその季節変化. 水産海洋研究, **67**, 9-22.