

アリアケシラウオはどこで産卵するのか?

東島昌太郎*・木下 泉・広田祐一

Where do the salangid, *Salanx ariakensis* endemic to Ariake Bay in Japan spawn?

Shotaro TOJIMA*, Izumi KINOSHITA and Yuichi HIROTA

Abstract: Little is known about the early life history of critically endangered salangid, *Salanx ariakensis*, being one of the largest species in salangids, endemic to Ariake Bay in Japan. When surveying fish larvae and juveniles by a larva net and a beam trawl in Ariake Bay during spring tide period of December 2017, the larva net could yield a total of 10 yolk-sac, 10 preflexion, seven flexion and four postflexion larvae. No larvae occurred in any stations of rivers, and particularly the yolk-sac and preflexion larvae had been aggregated in waters around the mouth of each river. After starting the notochord flexion, they had tended to disperse westward along coasts with growth by the residual current, and to be nursed in shallow coasts with relatively polyhaline and less turbid waters for Ariake Bay. These phenomena could be found also in autumn of 2014, 2015 and 2016. Considering these information, it is likely that *S. ariakensis* spawn in the vicinity littorals of estuaries rather than the upper reach of rivers, as well as common salangid, *Salangichthys microdon*.

Keywords: *Salanx ariakensis*, larva, spawning ground, Ariake Bay

1. 緒言

有明海産のシラウオ科 Salangidae 魚類 3 種 (アリアケヒメシラウオ *Neosalanx reganius* Wakiya

and Takahashi, 1937, アリアケシラウオ *Salanx ariakensis* Kishinouye, 1902 およびシラウオ *Salangichthys microdon* (Bleeker, 1860)) (WAKIYA and TAKAHASHI, 1937; 日比野ほか, 2002b; 細谷, 2013) の内, 前二者は日本において有明海にのみ分布し (WAKIYA and TAKAHASHI, 1937), 環境省レッドリストにおいて絶滅危惧 IA 類に選定されている (小早川, 2015)。特に, アリアケシラウオは本邦に分布するシラウオ科中, 最大となり, 沿岸域から河川感潮域まで分布し, その資源量は著しく減少しているが (小早川, 2015), 本種の生活史, 特に再生産に関する情報は断片的または不十分なものしかない。その中で, 本種の産卵場につ

高知大学海洋生物研究教育施設

〒781-1164 高知県土佐市宇佐町井尻 194

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

* 連絡著者: 東島昌太郎

〒781-1164 高知県土佐市宇佐町井尻 194 高知大学海洋生物研究教育施設

Tel: 088-856-0633

Fax: 088-856-0425

E-mail: b17d6c04@s.kochi-u.ac.jp

Table 1. Collection records of *Salanx ariakensis* larvae by a larva net in Ariake Bay in November 2014 and 2015, and December 2016 and 2017. A, yolk-sac larva; B, preflexion larva; C, flexion larva; D, postflexion larva.

Date	Year	Stn. in Fig. 1	Collected number	Parameters at surface		Developmental stage	BL (mm)
				Salinity	Turbidity		
23, 24 Nov.	2014	37, 38, 54	3	27.0-29.7	4.1-13.2	B, C	6.3-12.2
25, 26 Nov.	2015	37, 52-54	7	23.2-28.3	12.2-49.6	B, C	9.8-14.7
13, 15, 17 Dec.	2016	6-8, 37, 66	14	24.9-29.6	6.4-51.0	A-D	6.2-20.6
3-5 Dec.	2017	8, 9, 30, 37, 38, 53, 65	31	24.2-29.6	7.9-40.6	A-D	5.2-18.4
Total		6-9, 30, 37, 38, 52-54, 65, 66	55	23.2-29.7	4.1-51.0	A-D	5.2-20.6

いては、成熟雌・雄個体および卵黄囊期仔魚の採集によって、河川感潮域上端で産卵すると推測されているに過ぎない（水谷ほか，2000；日比野ほか，2002a；水谷・松井，2006）。

本科他種をみると、アリアケヒメシラウオは淡水性が強い感潮域上部に（田北，1966），シラウオは汽水域に（千田，1973a, b），有明海には分布しないイシカワシラウオ *Salangichthys ishikawae* Wakiya and Takahashi, 1913（細谷，2013）は外海に面する沿岸に（SENTA *et al.*, 1986；宮内・千田，1989），それぞれ主に分布し、通し回遊は行わない。松井・水谷（2001）で示唆されているように、アリアケシラウオが遡河回遊魚ならば、本種のみが特異な生活史をもつことになる。

近年、明らかに激減した絶滅危惧種であるアリアケシラウオの保全は緊急の課題であり、その解決には再生産の過程を明らかにすることが極めて重要である。本報告では、採集時の詳細な物理環境と共に、本種の産卵場について再検討した。

2. 材料と方法

仔稚魚調査は2014年から2017年の4年間（Table 1），秋季（11もしくは12月）の大潮前後に、有明海湾奥部に設けた32定点（2017年）から35定点（2015年）（Fig. 1）で行った。浮遊個体を採集するために稚魚ネット（口径1.3 m，網目0.5 mm）による近底層から表層までの傾斜曳を行ったが、その中で、懸濁物の多い河川感潮域（Stns. 0-5, 33-36, 50-53）では目詰まりを軽減するため

網目を1 mmとした。仔稚魚の密度（ $n \cdot 100 \text{ m}^{-2}$ ）は、網口に装着した濾水計（General Oceanics, 2030R）の回転数から求めた濾水量（ V, m^3 ）とメモリー深度計（Alec Electronics, Mark5）による最大水深（ d, m ）から $[n \cdot d \cdot V^{-1} \cdot 100]$ の式によって求めた。底生個体は、桁網 [KUIPERS (1975) を改変: 網口幅（1.5 m），高さ（0.25 m），網目（2 mm）] によって採集した。その仔稚魚の密度（ $n \cdot 100 \text{ m}^{-2}$ ）はGPS（Garmin, Colorado 300）で計測した曳網距離（ m ）に網口幅を乗じた曳網面積（ A, m^2 ）を算出して、 $[n \cdot A^{-1} \cdot 100]$ によって求めた。

各採集物は船上にて10%ホルマリン溶液で固定し、直ちに実験室に持ち帰り、選別後80%エタノール液で保存した。試料は、発育段階（KENDALL *et al.*, 1984）毎に、体長（BL）[屈曲期以前で脊索長（NL），後屈曲期以降で標準体長（SL）]，体高（胸鰭基底，BD）および最大卵黄高（ ymh ）（Fig. 3を見よ）を計測した。

物理環境は全ての定点において、水温（ $^{\circ}\text{C}$ ），塩分，濁度（NTU）をCompact-STD（JFEアレック，ASTD687）で表層から，流向・流速（ kt ）をADCP（RD Instruments, WHSZ-1200-I-UG12）で水深1 mから，それぞれ水底までを0.5 m間隔で，各定点で停船して計測した。観測線（Axis）をStn. 63を起点として，それぞれ諫早湾（Axis-1），塩田川（Axis-2），六角川（Axis-3），早津江川（Axis-4）および沖端川（Axis-5）まで設けた（Fig. 1）。

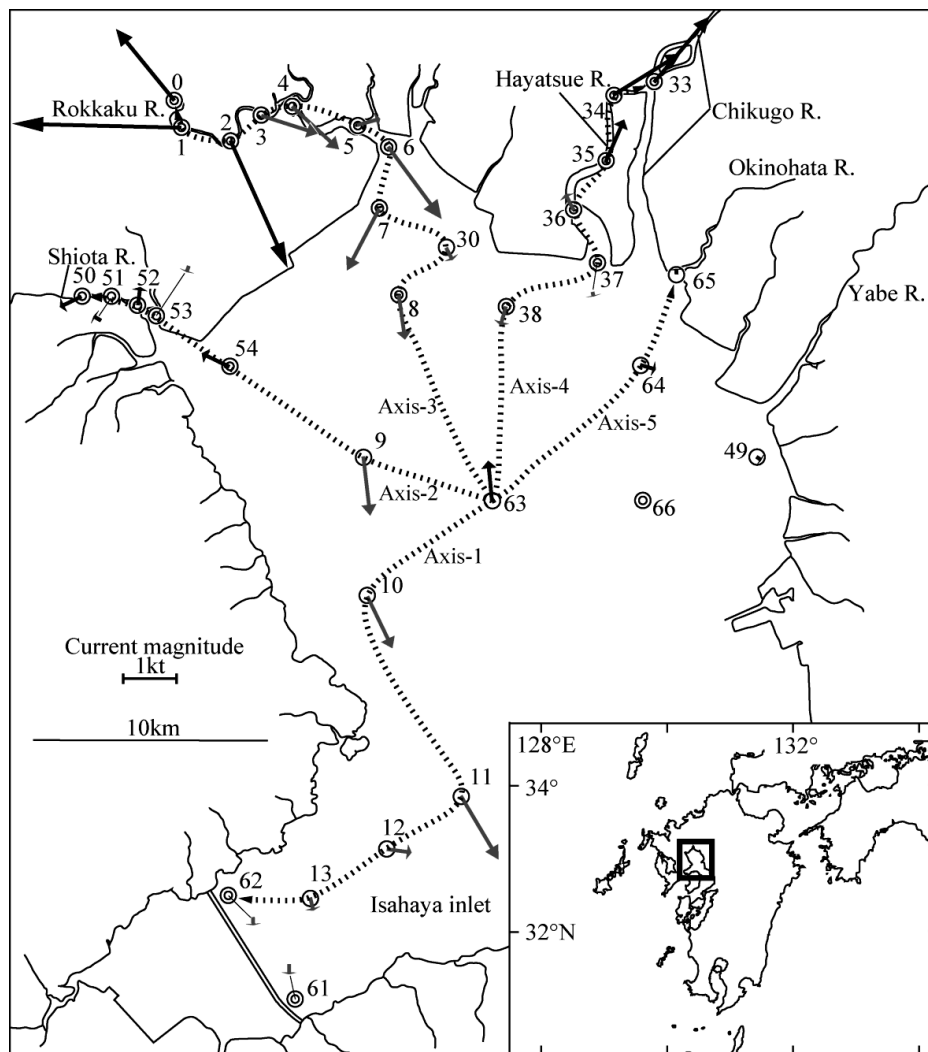


Fig. 1 Chart of Ariake Bay showing the stations where fish larvae and juveniles were surveyed in November 2014 and 2015, and December 2016 and 2017. Pelagic fishes were collected by oblique tows from near the bottom to surface with a larva net at all *circle* stations, of which, *double circles* were the stations at which demersal fishes were collected also by a beam trawl. *Solid* (flood tide) and *shade* (ebb tide) *arrows* show tidal direction and magnitude (kt) at 1 m depth of each station, when larvae and juveniles were collected in 2017. Five dotted axes extended from a core station (Stn. 63) to each area are to observe profiles of water parameters.

2014 から 2017 年の 4 年間で、アリアケシラウオの卵黄嚢期仔魚から後屈曲期仔魚、合計 55 尾 (5.2-20.6 mm BL) が採集された (Table 1)。本報告は、最も多く採集された主に 2017 年の試料に

基づいて記述した。

本研究で用いた仔魚は、筋節数が 70 以上、尾柄部背面に黒色素胞がなく、臀鰭基底起部は背鰭第 6 軟条直下であったことからアリアケシラウオと

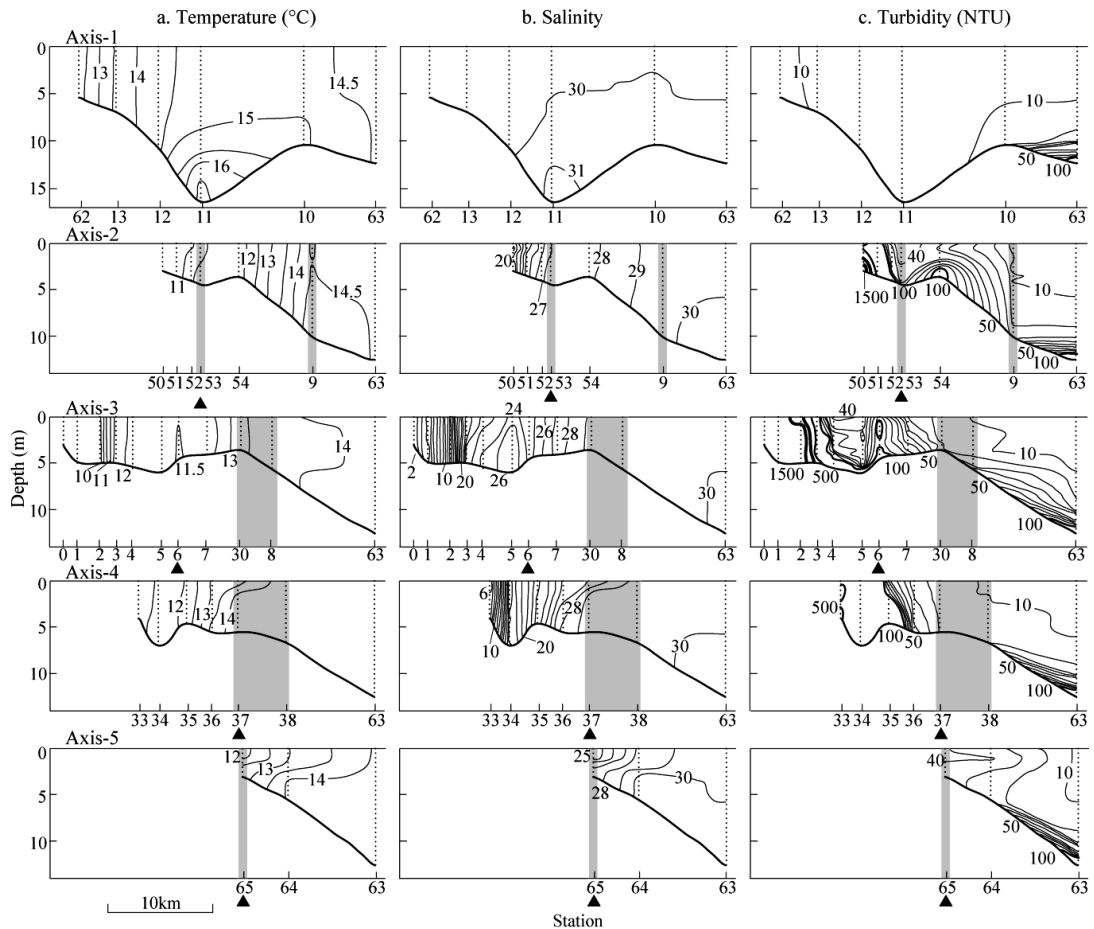


Fig. 2 Vertical and horizontal profiles of water parameters along each axis (see Fig. 1) in December 2017. Triangles under horizontal axes indicate river mouths. Shade areas indicate waters in which *Salanx ariakensis* larvae were collected with a larva net.

同定した (WAKIYA and TAKAHASHI, 1937; 水谷ほか, 2000; 日比野ほか, 2002a)。形態記載に用いた個体は、高知大学海洋生物研究教育施設に UKU 161000-161003 として登録した。

3. 結果

3.1 物理環境

2017年12月、主に上げ潮時での河川内では、六角川での最速3.2 kt、早津江川での最速1.6 ktの比較的速い潮流が、塩田川では0.5 kt以下と比較的遅い潮流がそれぞれ観測された。一方、主に下げ潮時の河口から沿岸域では、六角川沖の

Axis-3からAxis-1のものが0.8-1.6 ktと卓越し、諫早湾では著しく遅い潮流であった (Fig. 1)。水温および塩分でみると、塩田川、六角川および早津江川では河口から上流にかけての水塊は強混合状の高濁度水塊であった (Fig. 2 (a, b))。河川内では、著しく変化した塩分は、河口から湾奥部にかけては、緩やかに30前後まで増加した (Fig. 2 (b))。濁度 (NTU) は、六角川および塩田川の1900以上、早津江川の500以上と著しく高かったが、河口から沖合もしくは諫早湾にかけて徐々に減退し、10以下になっていた (Fig. 2 (c))。

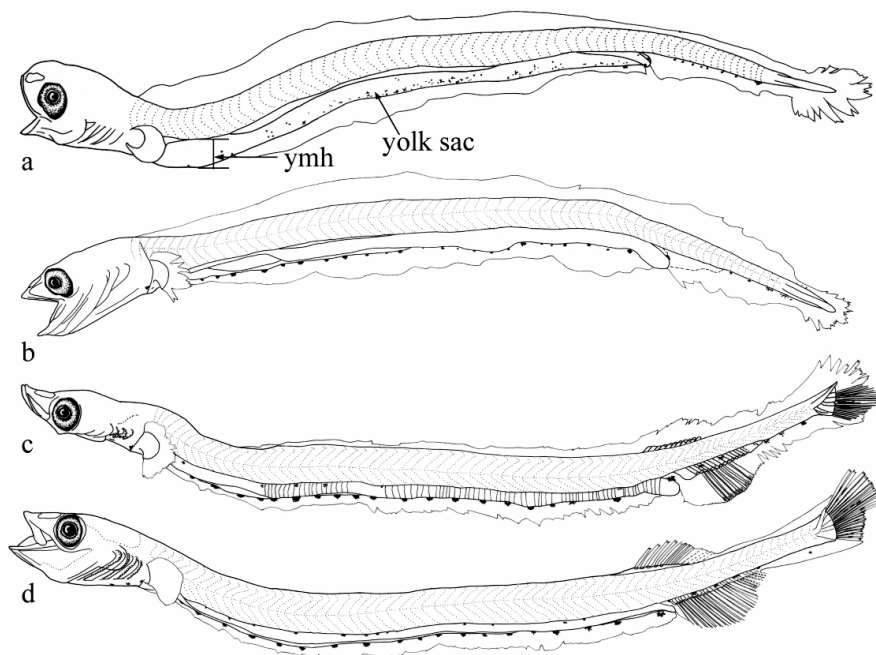


Fig. 3 Developmental stages of *Salanx ariakensis* collected in the present study. a, 5.3 mm yolk-sac larva (UKU-161000); b, 8.3 mm preflexion larva (UKU-161001); c, 14.0 mm flexion larva (UKU-161002); d, 18.4 mm postflexion larva (UKU-161003). ymh = yolk sac maximum height.

3.2 仔魚の形態 (Figs. 3, 4)

2017年12月に採集された仔魚は、体長（以下略）5.2–18.4 mmの卵黄囊期仔魚から後屈曲期仔魚であり（Table 1, Fig. 3），その中でも，卵黄囊期と前屈曲期（5.2–12.8 mm）の仔魚が，全体のおよそ2/3を占めた（Fig. 4）。

日比野ほか（2002a）は，本種の天然仔魚に関して詳細な形態記載を行っているが，卵黄に関してほとんど触れていなかった。そこで本報告では卵黄の推移を中心に個体発生を記載する。筋節数は，各发育段階を通して $52-55 + 16-21 = 70-74$ であった（Fig. 3）。6 mm 未満の個体では，眼は黒化，口および肛門は開口していた。卵黄は直腸まで達しており，約6 mmで完全に消滅するまで，最後まで体軸とは垂直の方向に吸収され，卵黄囊の高さは低くなっていった（Fig. 3 (a)）。最大卵黄高/体高は，約5 mmで約50%であったが，約6 mmで0%になっていた。卵黄吸収後，

脊索尾端の上屈は約13 mmで始まり，約16 mmで完了し，尾鳍主鳍条もほぼ完成していた。臀・背鳍の基底は，前屈曲期中・屈曲期中にそれぞれ分化し始め，鳍条は，臀鳍では屈曲期中に分化し始めたが，背鳍では全く分化しておらず，背・臀鳍の発達は非同時的であった。その後，後屈曲期においても，両鳍の鳍条は後半部を残し未完成であった。

顕著な黒色素胞について述べると，卵黄には，その腹縁正中線を中心に微小な黒色素胞が散在していた。卵黄吸収に伴い，これらの色素は消失していったが，腹縁膜鳍に20–25個の比較的大きな点状の色素が胸部から直腸に渡って一列をなしていた。この色素列は，发育に伴う膜鳍の退縮によって腸下縁へと移動していた。尾柄部背縁の黒色素胞は，全发育段階を通して出現していなかった（Fig. 3 (a-d)）。

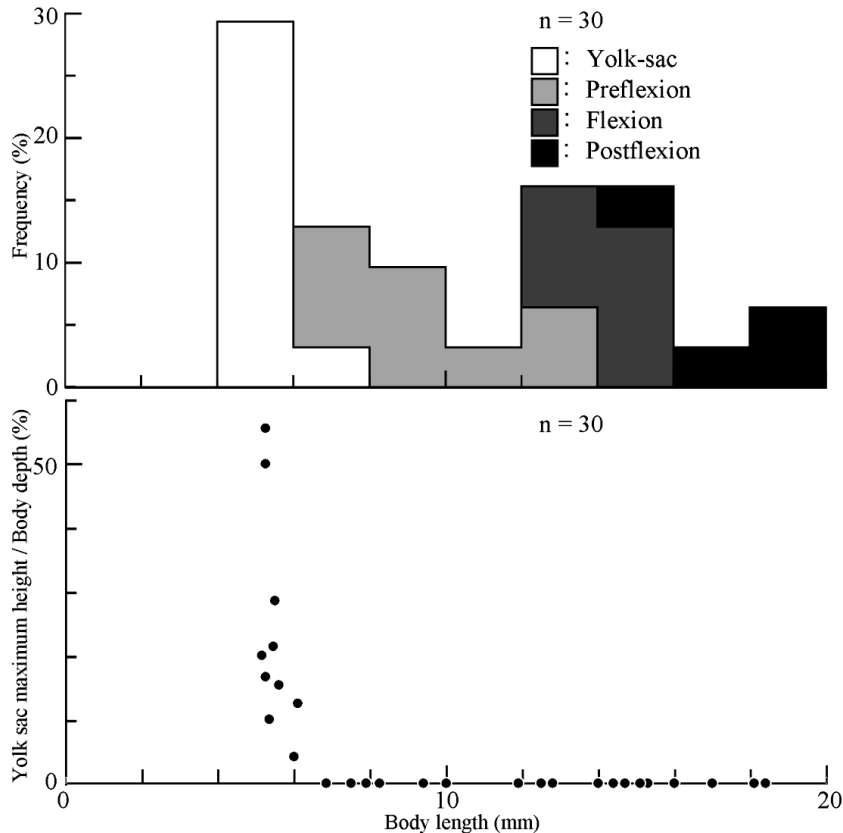


Fig. 4 Size frequency distribution for developmental stages (top) and absorption process of yolk with growth (bottom) in *Salanx ariakensis* larvae (yolk sac maximum height: see Fig. 3).

3.3 仔魚の分布

2017年12月の調査では、仔魚は、稚魚ネットによってのみ採集され、桁網ではいずれの定点でも全く採集されなかった。仔魚は河口付近 (Stns. 30, 37, 53, 65) および湾奥部 (Stns. 8, 9, 38) で出現し、河川内 (Stns. 0-7, 33-36, 50-52) および諫早湾 (Stns. 11-13, 61, 62) では、出現しなかった (Fig. 5)。发育段階別にみると、卵黄囊期仔魚 (5.2-6.1 mm) は、早津江川と沖端川の河口周辺 (Stns. 30, 37, 65) および早津江川の滯筋 (Stn. 38) で出現した一方、後屈曲期仔魚 (16.0-18.4 mm) は、湾奥部 (Stn. 9)、早津江川の滯筋 (Stn. 38) および塩田川河口 (Stn. 53) で出現した (Fig. 5)。これらを各観測線 (Axis) の物理環境の水平分布

と照らし合わせると、仔魚は、おおよそ水温 11-14°C、塩分 24-30、濁度 8-60 の範囲で出現し、有明海湾奥部には比較的高鹹で低濁度の水塊に分布していた (Fig. 2)。

一方、2014-2016年では、本種仔魚は2017年と同様に河口周辺の水域での稚魚ネットの傾斜曳によって採集され、河川感潮域および桁網では全く採取されなかった (Table 1)。特に、卵黄囊期仔魚および前屈曲期仔魚をみると、2014年では早津江川河口周辺で、2015年では塩田川河口域で、2016年では矢部川の河口沖で出現した。仔魚の出現した定点の表層の物理環境は、おおよそ塩分 23-30、濁度 4-51 の範囲であり、これら3ヶ年の傾向は2017年のものとほぼ一致した。

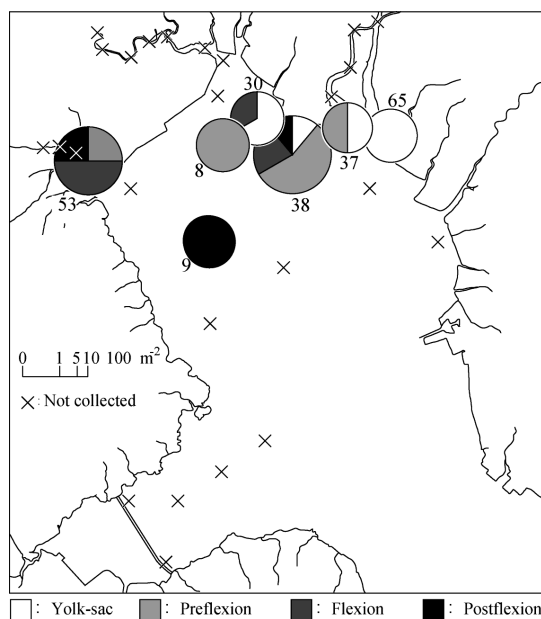


Fig. 5 Horizontal distribution of *Salanx ariakensis* larvae collected by a larva net in Ariake Bay, December 2017. The diameter of each circle is drawn in proportion to the square root of density ($n \cdot 100 \text{ m}^{-2}$), of which the largest was 24 at Stn. 38. Numeral beside each circle shows station number (see Fig. 1).

4. 考察

本種の肛門直前まで達する細長い卵黄は、本科他種の仔魚にもみられるが (OKADA and MORI, 1958; 田北, 1966), 本種と同じキュウリウオ亜目 Osmeroidei に属するキュウリウオ科 Osmeridae とアユ科 Plecoglossidae (NELSON *et al.*, 2016) の卵黄は、躯幹部前半部までの一般的なものであり (疋田, 1958; 内田, 1958; YAMADA, 1963; YANAGAWA, 1978; TACHIHARA and KAWAGUCHI, 2003), 本種の卵黄はキュウリウオ亜目中、シラウオ科特有の形質であると言える。ちなみに、長大な卵黄はコイ科 Cyprinidae では普遍的な形質である (宮地ほか, 1963; SAKAI, 1990)。

この特異な卵黄から、内部栄養期を長時間過ごすと思われすが、本種の卵黄は、体長 5–6 mm という狭い範囲で吸収され、極めて短期間の成長

で消費されていると推測される。飼育された個体では、孵化後遅くとも 2 日までは、この長大な卵黄は残っている (水谷ほか, 2000)。しかし、この孵化後 2 日目の個体では、腹縁の色素列は既に腸に移っており、我々の卵黄囊期仔魚 (Fig. 3 (a)) と比較して、明らかに色素の発達がより進んでおり、孵化直後の仔魚の色素分布などについては、今後、検討するべきである。この卵黄吸収の時間的経過は天然仔魚の耳石輪紋を用いて明らかにする必要がある。

本研究では、河川内からアリアケシラウオ仔魚は採集されず、仔魚が出現した定点の物理環境は比較的、高鹹かつ低濁度を示し、卵黄囊期仔魚は、早津江川と沖端川の河口周辺に集中していた (Figs. 2, 5)。水谷ほか (2000) および日比野ほか (2002a) は、本研究の筑後川での最上流の定点 (Stn. 33) から約 7 km 上流で、本種の一対の雌雄成熟個体および卵黄囊期個体をそれぞれ採取し、両者とも本種の産卵場は河川感潮域上端と推測している。日比野ほか (2002a) での早期仔魚を採取した定点と水谷ほか (2000) での親魚を採取した定点は、ほぼ同水域と考えられ、そこでの塩分は常に 0 ではなく、潮汐によっては 0.1–0.5 を示すこともある (日比野ほか, 1999; 平井, 2002)。また、我々の Stn. 33 の 2017 年 12 月における塩分は 6 以下であったが、潮汐によって、ほぼ 0 になることも珍しくない (SIMANJUNTAK, 2016)。すなわち、前・後者の調査点は、距離的には離れているが、同じ感潮域に含まれ、前者の感潮域最上端付近のみが産卵場であるとは考えがたい。

本研究では、稚魚ネットの傾斜曳によって、仔稚魚を近底層から表層まで把握した。仮に、河川外で本種の卵黄囊期仔魚が中層から近底層に分布するならば、稚魚ネットの表層曳によって調査した日比野ほか (2002a) は、これらを見逃していた可能性がある。日比野ほか (2002a) も、同河口付近で卵黄囊期仔魚を採取している。

河口付近で産卵・孵化する特産種のはせクチ *Acanthogobius hasta* (内田, 1936) の卵黄囊期仔魚の一部は上げ潮によって塩分 0 に近い河川感潮域上部にまで達することを考慮すると (異儀田,

1986; 東島ほか, 未発表), 本種の卵黄囊期仔魚および成魚も, 1.5 kt を超える (Fig. 1) 上げ潮によって, 河川感潮域上部まで運ばれる可能性を否定できない。

成魚の詳細な知見は乏しい中, 成熟雌は, 河口周辺で頻繁に出現し (小早川みどり, 私信), 本種を対象とした漁業は, 筑後川や沖端川の河口域を中心に行われていた (松井, 1995)。一方, 採集状況など不明確ではあるが, 本種の卵および仔魚が河川感潮域で採取されている事例もある (水谷・松井, 2006)。

本科他種をみると, アリアケヒメシラウオは河川感潮域に留まり, シラウオは河口周辺の汽水域, およびイシカワシラウオは沿岸浅海域で, それぞれ産卵する (田北, 1966; 千田, 1973a, b; 宮内・千田, 1989)。したがって, このことから考えると, 本種のみを遡河回遊は特異と言える。

以上, これらの事実を鑑みて, 本種もシラウオと同様に河口周辺の汽水域で産卵する可能性が高い。また, 卵黄吸収後, 仔魚は発育に伴い西方面に反時計回りの恒流 (井上, 1980) によって分散し成育していることが窺え (Fig. 5), 湾奥部の沿岸域を成育場としていることが推測される。

底生魚の採集に用いた網目 2 mm の桁網には, アリアケシラウオ仔魚は 4 年間の全定点で皆無であった。この網目では, 仮に早期仔魚が底生であった場合, ほとんどの個体がそれを通過したことは否めない。しかし, 本桁網では, 体長 20 mm 以下のコイチ *Nibeal biflora*, ハゼクチ, ワラスボ *Odontamblyopus lacepedii*, ショウキハゼ *Tridentiger barbatus*, デンベエシタビラメ *Cynoglossus lighti*, 体長 25 mm 前後のエツ *Coilia nasus* などの着底間もない底生稚魚が採集されており (青山ほか, 2007; YAGI *et al.*, 2011; SIMANJUNTAK, 2016; 伊藤ほか, 2018), 本種の稚魚から成魚期にかけて全く採取されなかったことは, アリアケシラウオは少なくとも稚魚期以降は底生生活を送らないことを示している。

これらの推測が正しいならば, 絶滅危惧種である本種の保護にとって, 再生産の場である湾奥の河口周辺および浅海域の保全は重要であろう。

謝 辞

研究の基地となった佐賀県有明水産振興センターの歴代の所長および職員の方々に厚くお礼申し上げます。有益な論議をして頂いた愛知県水産試験場漁業生産研究所の日比野学博士に深く感謝する。貴重な情報を頂いた福岡市在住の小早川みどり博士に深く御礼申し上げます。匿名の校閲者 2 名の方々には, 本稿を改善するにあたり有益な御助言を賜り, 心より感謝する。複雑な地形を有する有明海において適切な船頭をして下さった片瀬久人氏にお礼申し上げます。

引用文献

- 青山大輔・木下 泉・藤田真二 (2007): 有明海湾奥部河口域の魚類成育場としての役割: 特産種と普通種の違い. 有明海生態系 かけがえのない内湾: その特徴と異変からの回復をめざして-2 (東幹夫・木下 泉編), 海洋と生物, 29, 16-25.
- 日比野 学・上田拓史・田中 克 (1999): 筑後川河口域におけるカイアシ類群集とスズキ仔稚魚の摂餌. 日本水産学会誌, 65, 1062-1068.
- 日比野 学・木下 泉・太田太郎・田中 克 (2002a): 筑後川河口で採集されたアリアケシラウオ仔魚の形態. 魚類学雑誌, 49, 103-108.
- 日比野 学・太田太郎・木下 泉・田中 克 (2002b): 有明海湾奥部の干潟汀線域に出現する仔稚魚. 魚類学雑誌, 49, 109-120.
- 疋田豊治 (1958): 柳葉魚 (シヤマモ) *Spirinchus lanceolatus* (Hikita) の発生について. 水産孵化場研究報告, 13, 39-49.
- 平井慈恵 (2002): 浸透圧調節整理. スズキと生物多様性: 水産資源生物学の新展開 (田中 克・木下 泉編), 恒星社厚生閣, 東京, p. 103-111.
- 細谷和海 (2013): シラウオ科. 日本産魚類検索 全種の同定 第三版 (中坊徹次編), 東海大学出版会, 秦野, p. 361.
- 異儀田和弘 (1986): 六角川感潮域における稚仔魚等の分布について. 佐賀県有明水産試験場研究報告, 10, 35-45.
- 井上尚文 (1980): 有明海の物理環境. 月刊海洋科学, 12, 116-126.
- 伊藤毅史・C. P. H. SIMANJUNTAK・木下 泉・藤田真二 (2018): 有明海六角川におけるエツ仔稚魚の分布. 水産増殖, 66, 17-23.

- 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. MOSER, H. G., W. J. RICHARDS, D. M. COHEN, M. P. FAHAY, A. W. KENDALL Jr. and S. L. RICHARDSON (eds.), Am. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. Publ. 1, Lawrence, p. 11-22.
- 小早川みどり (2015): アリアケシラウオ, アリアケヒメシラウオ. レッドデータブック 2014 日本の絶滅のおそれのある野生動物 4 汽水・淡水魚類 (環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室編), ぎょうせい, 東京, p. 54-57.
- KUIPERS, B. (1975): On the efficiency of a two-metre beam trawl for juvenile plaice (*Pleuronectes platessa*). Neth. J. Sea Res., 9, 69-85.
- 松井誠一 (1995): アリアケシラウオ. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (II), 日本水産資源保護協会, 東京, p. 206-211.
- 松井誠一・水谷 宏 (2001): 日本産シラウオ類の幼型成熟と種分化. 月刊海洋, 33, 148-153.
- 宮地傳三郎・川那部浩哉・水野信彦 (1963): 原色日本淡水魚類図鑑. 保育社, 大阪, xii + 275 pp., pls. 1-44.
- 宮内康子・千田哲資 (1989): イシカワシラウオ. 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚 (川那部浩哉・水野信彦編), 山と溪谷社, 東京, p. 53, 82-83.
- 水谷 宏・松井誠一 (2006): 有明海に固有な絶滅危惧種, アリアケシラウオとアリアケヒメシラウオの生態. 魚類環境生態学入門: 溪流から深海まで, 魚と棲みかのインターアクション (猿渡敏郎編), 東海大学出版会, 秦野, p. 134-152.
- 水谷 宏・松井誠一・竹下直彦 (2000): アリアケシラウオの卵内発生と仔稚魚の形態変化. 水産増殖, 48, 497-502.
- NELSON, J. S., T. C. GRANDE and M. V. H. WILSON (2016): Fishes of the world, 5th ed. John Wiley & Sons, Hoboken, xli + 707 pp.
- OKADA, Y. and K. MORI (1958): Ecological study of *Salangichthys microdon* in breeding season: II. Development of the "white fish", *Salangichthys microdon*. Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie, 3, 26-28, pls. 1-2.
- SAKAI, H. (1990): Larval developmental intervals in *Tribolodon hakonensis* (Cyprinidae). Jpn. J. Ichthyol., 37, 17-28.
- 千田哲資 (1973a): 岡山県高梁川におけるシラウオの産卵場. 魚類学雑誌, 20, 25-28.
- 千田哲資 (1973b): 岡山県高梁川における産卵期のシラウオ. 魚類学雑誌, 20, 29-35.
- SENTA, T., I. KINOSHITA and T. KITAMURA (1986): Larval ishikawa icefish, *Salangichthys ishikawae* from surf zones of central Honshu, Japan. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 56, 29-34.
- SIMANJUNTAK, C. P. H. (2016): Early life history of the endemic engraulid, *Coilia nasus*, in Ariake Bay. Doctor Thesis, Kochi Univ., 153 pp.
- TACHIHIRA, K. and K. KAWAGUCHI (2003): Morphological development of eggs, larvae and juveniles of laboratory-reared Ryukyu-ayu *Plecoglossus altivelis ryukyuensis*. Fish. Sci., 69, 323-330.
- 田北 徹 (1966): アリアケヒメシラウオの生態, 生活史. 長崎大学水産学部研究報告, 20, 159-170.
- 内田恵太郎 (1936): ハゼクチの生活史. 動物学雑誌, 48, 182.
- 内田恵太郎 (1958): アユ *Plecoglossus altivelis* Temminck et Schlegel. 日本産魚類の稚魚期の研究第1集, 九州大学農学部水産学第二教室, 福岡, p. 18-20, pls. 18-20.
- WAKIYA, Y. and N. TAKAHASHI (1937): Study on fishes of the family Salangidae. J. Coll. Agr. Tokyo Imp. Univ., 14, 265-296.
- YAGI, Y., I. KINOSHITA S. FUJITA, D. AOYAMA and Y. KAWAMURA (2011): Importance of the upper estuary as a nursery ground for fishes in Ariake Bay, Japan. Environ. Biol. Fish., 91, 337-352.
- YAMADA, J. (1963): The normal developmental stages of the pond smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas). Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 14, 121-126.
- YANAGAWA, H. (1978): Embryonic development and fry of the kyûriuo, *Osmerus eperlanus mordax* (Mitchill). Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 29, 195-198.

受付: 2019年10月7日

受理: 2019年11月8日