

由良川河口域周辺におけるカマキリ *Cottus kazika* 仔稚魚の分布および移動

原田慈雄¹・木下 泉²・大美博昭³・田中 克¹

¹ 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 京都大学農学研究科応用生物科学専攻

² 〒625-0086 舞鶴市長浜無番地 京都大学農学研究科附属水産実験所

³ 〒599-0311 大阪府泉南郡岬町多奈川谷川2926-1 大阪府立水産試験場

(1998年11月27日受付；1999年3月8日改訂；1999年5月6日受理)

キーワード：カマキリ，仔稚魚，分布，成長，食性

魚類学雑誌
Japanese Journal of
Ichthyology

© The Ichthyological Society of Japan 1999

Shigeo Harada*, Izumi Kinoshita, Hiroaki Omi and Masaru Tanaka. 1999. Distribution and migration of a catadromous sculpin, *Cottus kazika*, larvae and juveniles in the Yura estuary and neighboring waters, facing Wakasa Bay. Japan. J. Ichthyol., 46(2): 91-99.

Abstract To clarify the early life history of *Cottus kazika* (Cottidae), we examined the distribution, migration, growth and food habit of larvae and juveniles collected by various methods from the Yura estuary and neighboring waters in western Wakasa Bay from November 1993 to May 1994, and from January to June 1995. Collections using an aqualamp in the rocky shore yielded mostly yolk-sac larvae, which tended to occur synchronously with the spring tide. This tendency was supported also by the back calculation of the hatching date estimated from otolith microstructural increments. Most of the larvae and juveniles were collected in the 5 m depth areas (mean salinity about 34 ppt) with a beam trawl (from 3.5 to 30 m depth). We collected no *C. kazika* larvae and juveniles by oblique tows of a larva net in coastal areas of 10 to 50 m depth. In wading areas of the surf zone, many larvae and juveniles were collected, particularly at the lowest salinity (mean about 26 ppt) station nearest to a river mouth. Mean size of larvae and juveniles were greater in the surf zone than in the 5 m depth areas. Food habits changed with growth, and differed between habitats. Pelagic larvae fed on copepods in 5 m depth areas. Settled larvae and juveniles chiefly fed on mysids in 5 m depth areas, and gammarids in the wading areas of the surf zone. Thereafter, juveniles fed on tanaidaceans and trichopteran larvae in the estuary.

*Corresponding author: Division of Applied Bioscience, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawaoiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502, Japan (e-mail: harada@kais.kais.kyoto-u.ac.jp)

日本に生息するカジカ亜科魚類には2属7種が認められており、降河回遊型、両側回遊型、河川陸封型、湖沼型と多様な生活史型（後藤，1989；田北，1989）が知られている。カマキリ *Cottus kazika* については、長らくその産卵場が謎とされていたが、近年、長良川河口沖（建設省河川局・水資源開発公団，1992）や江川河口の東に位置する江津漁港（竹下ほか，1996）で卵塊が確認

され、ヤマノカミ *Trachidermus fasciatus* と同様に降河回遊型（塚原，1952；竹下・木村，1994；田北・近本，1994）であることが明らかになった。カマキリの生態に関する研究はこれまで比較的多くなされてきた（佐々木，1936；黒田，1947；Watanabe，1958；名越ほか，1962；Kurawaka，1976；高木・谷口，1992）が、海域を含めたカマキリの初期生活史に関する知見はほとんど得られていな

い。最近、Kinoshita et al. (1999) は土佐湾において本種の初期生活史をかなりの部分まで明らかにしたが、孵化から碎波帯に集積するまでの沿岸域での生活は不明のままであった。本研究は、京都府由良川の河口域から沖合水深50m域にかけてカマキリ仔稚魚の分布を調査し、前期仔魚から稚魚期初期までの分布、移動、成長、食性を明らかにすることができたので報告する。

材料と方法

由良川河口周辺における調査

京都府北部を流れ、若狭湾西部に注ぐ由良川の河口域およびその周辺沿岸域 (Fig. 1) において調査を行った。由良川河口内から沿岸域の水深20m付近にかけては砂底が続き、それ以深は砂泥底へと変化する。また河口外側では、砂浜海岸が東西に各々約1.7km広がり、その両側では岩礁域が発達している。

1993年12月–1994年5月および1995年3、4月の昼間に、月に平均約2回の頻度で、由良海岸および神崎海岸の各々5、10、20m底深帯 (1994年4、5月および1995年3月では30m底深帯を含む) を、桁網 (0.3×1.8m, 目合0.9mm; Kuipers (1975) を改変) を用いて、緑洋丸 (京都大学水産実験所) により2ktで2分間の採集を行った。

1993年11月–1994年3月には月に平均約2回の頻度で、10、20、30、40、50m底深帯で、稚魚ネット (口径1.3m, 目合0.4mm) を用いて、ほぼ海底からの傾斜曳による採集を行った。

1994年1–5月および1995年1–4月の昼間には、月に平均約3回の頻度で、由良海岸の碎波帯において、小型曳網 (1×4m, 目合1mm; Kinoshita, 1986) を用いて、また1995年1–5月には月に平均約2回の頻度で、小型押網 (0.3×1.5m, 目合2mm; Amarullah and Senta, 1989) も併用して採集を行った。なお基本的に、1地点につき約25m曳とした。

1995年1–4月の日没後には、週に平均約1回の頻度で、由良海岸西端の岩礁域で、水中灯 (タングステンランプ: 250W) を用いて集まった仔稚魚を1時間タモ網 (目合0.5mm) で採集した。

1995年5月2、9日、6月1日には、昼間に、河口内の浅所で潜水観察およびタモ網による採集を行った。なお5月9日には船外機付きボートにより河口域中央部で小型桁網 (0.3×1.2m, 目合0.5mm) を用いて採集した。

船を用いた調査では、曳網後に各地点において

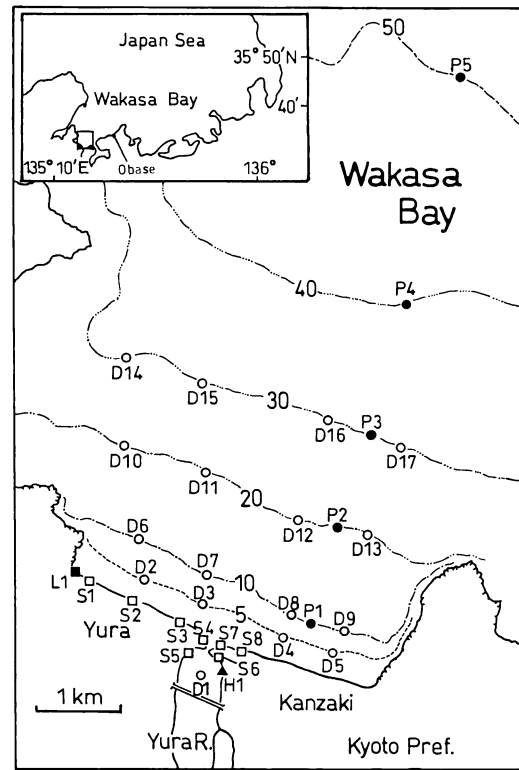


Fig. 1. Map showing stations where larvae and juveniles were collected in the Yura estuary and neighboring waters facing Wakasa Bay from November 1993 to June 1995. Solid (Stns. P1–P5) and open (Stns. D1–D17) circles represent sampling stations by a larva net (1.3 m mouth diameter, 0.4 mm mesh) from November 1993 to March 1994 and a beam trawl net (Stn. D1: 0.3×1.2 m mouth, 0.5 mm mesh, Stns. D2–D17: 0.3×1.8 m mouth, 0.9 mm mesh) from December 1993 to April 1995, respectively. Open squares (Stns. S1–S8) represent collection sites in the wading depth of the surf zone and the estuary sampled with a small seine (1×4 m, 1 mm mesh) and/or a push net (0.3×1.5 m mouth, 2 mm mesh) from January 1994 to May 1995. Solid square (Stn. L1) shows night-time collection site using a hand net and an aqualamp (250 W) from January to April 1995. The solid triangle (Stn. H1) indicates sampling site by diving from May to June 1995.

STDで表層から底層までの水温と塩分を測定し、それ以外の調査では、各採集地点毎に採水して塩分と水温を測定した。採集されたものをその場で10%海水ホルマリンを用いて固定し、研究室に戻ってソーティングした後、80%エタノール中に保存した。

カマキリ仔稚魚を小島 (1988) およびKinoshita et al. (1999) によって同定し、前期仔魚から屈曲中仔

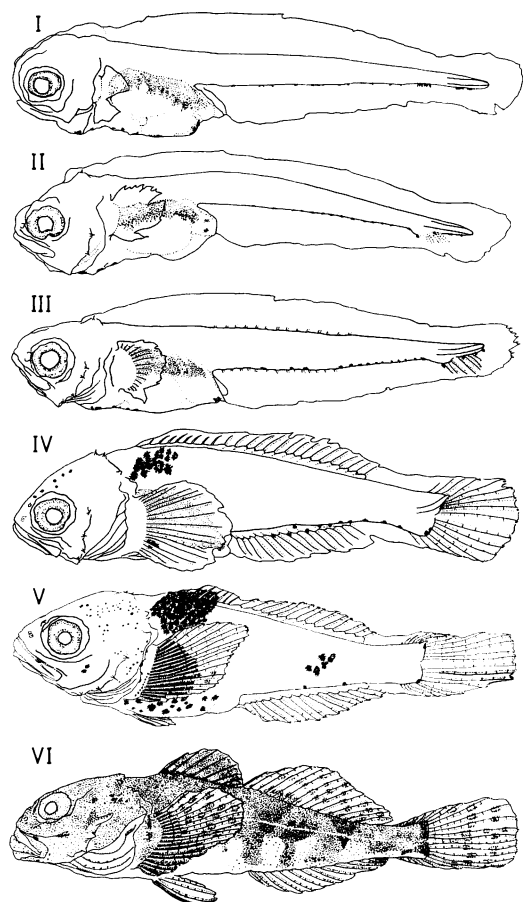


Fig. 2. Morphological staging for *Cottus kazika* larvae and juveniles collected in the Yura estuary and neighboring waters from February to May 1995. Stage I-yolksac larva (4.8 mm NL); stage II-preflexion larva (6.0 mm NL); stage III-flexion larva without the pelvic bud (8.1 mm NL); stage IV-flexion larva with the pelvic bud (11.1 mm NL); stage V-postflexion larva (11.9 mm SL); stage VI-juvenile (23.0 mm SL).

魚については脊索長 (NL) を，屈曲後仔魚および稚魚については標準体長 (SL) を体長 (BL) とし，それぞれ0.1 mmの精度で測定した。頭部棘の名称は小島 (1988) に従った。

1995年の出現盛期に由良海岸で採集された体長4.7-28.1 mmの仔稚魚38尾から扁平石 (仔魚) および礫石 (稚魚) を実体顕微鏡下で取り出し，エポキシに包埋した後，サンドペーパーで研磨し，0.1 N エチレンジアミン四酢酸二ナトリウムで腐食処理した。そして，半径38-42 μmにおいて観察される比較的明瞭な輪紋を孵化輪と仮定し，そこから縁辺部に向かって輪紋を計数した。また，耳石微細輪紋を日周輪と仮定して，これらの中から，3

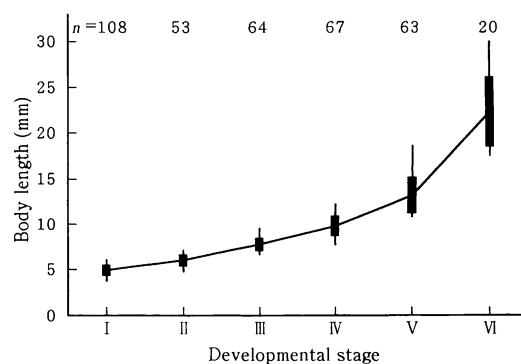


Fig. 3. Body length at each developmental stage (see Fig. 2) of *Cottus kazika* larvae and juveniles collected in the Yura estuary and neighboring waters from January to May 1995. Vertical lines and thick bars indicate ranges and means \pm SD of body lengths, respectively.

月9, 23日に5 m底深帯で，3月3, 10日に碎波帯で各々採集された仔魚合計20尾について，孵化日を逆算した。

カマキリ仔稚魚の食性を知るために，1995年1-5月において由良海岸の5 m底深帯，碎波帯および河口内浅所で採集されたカマキリ仔稚魚の胃および腸を実体顕微鏡下で取り出し，その内容物の種類と個体数を調べた。

小橋海岸における調査

1993年3月26日の昼間に，小橋 (Fig. 1) の砂浜海岸碎波帯において，桁網 (0.3×1.5 m, 目合2 mm) を用いて，約80 m 曳の採集を行った。採集されたものをその場で10%海水ホルマリンを用いて固定し，保存した。カマキリ仔稚魚の同定および測定は前記と同様に行った。

結 果

仔稚魚の発育段階区分

各ステージの形態的特徴をFig. 2に，体長をFig. 3に示す。I期は前期仔魚で，眼は既に黒化しており，消化管背面に顕著な黒色素胞が存在する。頭部棘はまだ認められない。II期は脊索屈曲前仔魚で，鼻孔，頭頂棘，前鰓蓋棘が認められる。III期は脊索屈曲中仔魚で，腹鰭を除く各鰭の鰭条が出現し始め，前鰓蓋棘は定数の4本に達する。IV期は腹鰭原基が出現した脊索屈曲中仔魚で，鼻孔は2つに分かれ，頸棘および後側頭棘が認められ，

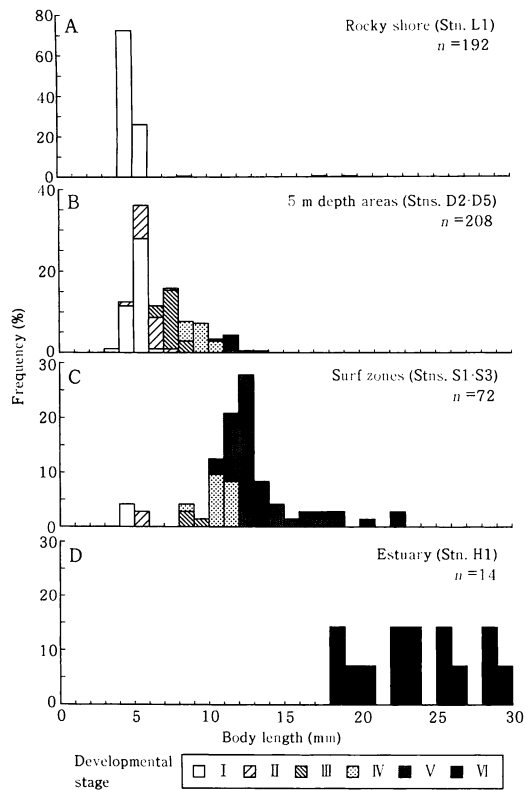


Fig. 4. Size distributions with developmental stage compositions of *Cottus kazika* larvae and juveniles collected in various habitats of the Yura estuary and neighboring waters from January to April 1995. See Figure 2 for developmental stages (I–VI).

また体側前部に大きな黒色素胞群が認められる。V期は脊索屈曲後仔魚で、腹鰭鰭条が形成され始め、胸鰭基部および背鰭前基部に黒色素胞が認められ、躯幹部体側の黒色素胞が増加する。膜鰭はまだ残り、背鰭は2基に分かれていない。VI期は、全ての膜鰭が消失した稚魚で、鼻棘および上擬鎖棘が認められ、前鰓蓋棘の最上部が上方に曲がる。

由良川河口周辺における分布および季節変化

集魚灯 1995年1月21日から4月24日にかけて、採集された合計770尾の個体はほとんど体長3.8–5.6 mmのI期の仔魚で、その中でも5 mm以下のものが70%以上を占めた (Fig. 4A)。出現尾数の盛期は2月14、25日および3月21日の3回みられ、ほぼ大潮時に対応していた (Fig. 5)。水温および塩分はそれぞれ平均11.2°Cおよび28.3 pptであった。

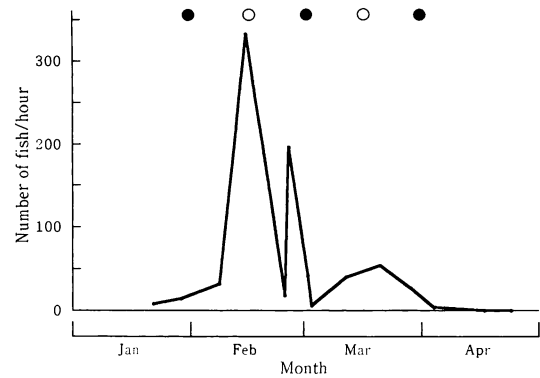


Fig. 5. Seasonal occurrence of *Cottus kazika* stage I larvae sampled with an aqualamp (250 W) at Stn. L1 from January to April 1995. Solid and open circles represent new and full moons, respectively.

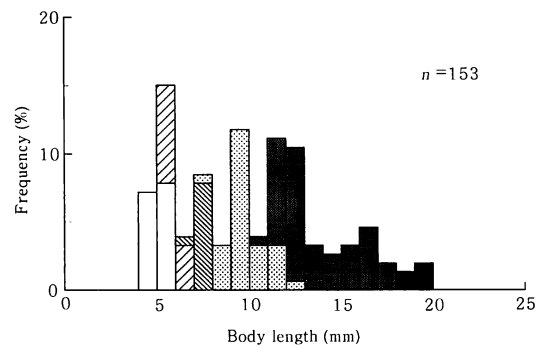


Fig. 6. Size distribution with developmental stage composition of *Cottus kazika* larvae and juveniles collected at the 5 m depth areas (Stns. D2–D5) of the Yura coast from December 1993 to April 1994. See Figure 4 for patterns of developmental stage.

桁網 1994 (1993年12月を含む)、1995年を通してカマキリ仔稚魚は、20 m底深帯では採集されず、10 m底深帯では1尾採集されただけで、ほとんど全て5 m底深帯で採集された。なお1995年3月17日にも実施した3.5 m底深帯の曳網で、7尾の仔魚が採集されたが、5 m底深帯の記録に含めて扱った。5 m底深帯ではI–VI期まで全ステージの仔稚魚が採集されているが、両年で各ステージの出現頻度には差がみられた (Figs. 4B, 6)。5–6 mmの仔魚が最も多く出現したのは両年で共通していたが、1994年においては、1995年よりも発育の進んだ個体が多く出現した。すなわち、1995年には約10 mmのIV期までの仔魚がほとんどであったが、1994年には約13 mmのV期までの仔魚が比

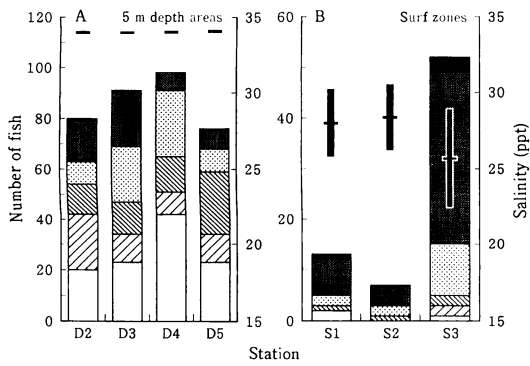


Fig. 7. Comparison of total occurrence and developmental stage composition of *Cottus kazika* larvae and juveniles between the 5 m depth areas (A) and the wading areas of the surf zone (B) of the Yura coast from January to April 1995. Horizontal short and vertical thick bars indicate salinity means and standard errors, respectively. See Figure 4 for patterns in the figure.

較的多く出現した。また、5 m 底深帯の採集定点 (Stns. D2–D5) 間では、採集数およびステージ組成はほとんど変わらず、平均塩分にもほとんど差はみられなかった (Fig. 7A)。季節変化をみると、1994年 (1993年12月を含む) には12月中旬から4月上旬にかけて出現しており、特に2月28日および3月11日に多く採集された (Fig. 8)。1995年では3、4月しか採集を行っていないが、3月9、17、23日において多く採集されており、4月中旬になると出現しなくなった (Fig. 8)。両年とも、出現盛期における平均体長は、季節的にはほとんど増加しなかった。

稚魚ネット カマキリ仔稚魚は調査期間中、全定点において1個体も採集されなかった。

小型曳網および小型押網 1995年の碎波帯においては、全ステージの仔稚魚が採集され、12–13 mm (V期) の仔魚にモードを持ち、両裾が広がる分布型を示した。出現数は10–11 mm (IV期) の仔魚から増加し始め、約13 mm (V期) を越えると減少した (Fig. 4B, C)。また採集定点 (Stns. S1–S3) ごとに見ると、河口に近いStn. S3で突出して多く採集された。塩分は3地点とも5 m 底深帯よりも平均値は低く、変動も大きかったが、その傾向はStn. S3において最も顕著であった (Fig. 7A, B)。季節変化をみると (Fig. 9)、1994年 (1993年12月を含む) は2–4月、1995年は1–4月にかけて出現し、1995年では3月上旬に明瞭な盛期がみられた。

小型桁網およびタモ網 1995年5月9日に河口

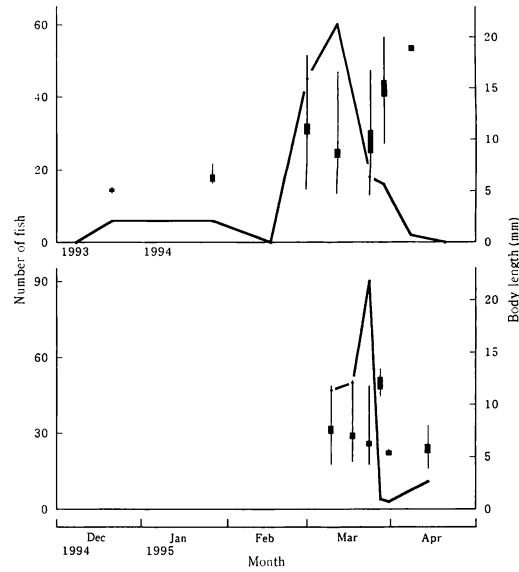


Fig. 8. Seasonal occurrence of *Cottus kazika* larvae and juveniles collected with a beam trawl in the 5 m depth areas (Stns. D2–D5) along the Yura coast from December 1993 to April 1994 and from March to April 1995. Vertical lines and thick bars indicate body lengths ranges and means \pm SE, respectively.

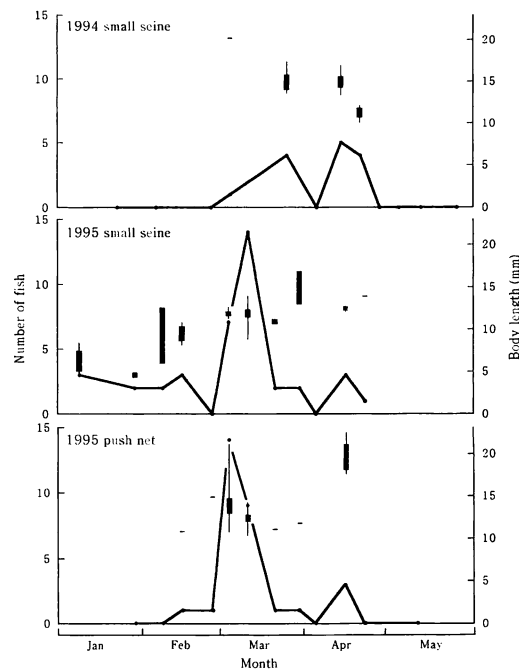


Fig. 9. Seasonal occurrence of larvae and juveniles collected with a small seine or a push net in the wading areas of the surf zone and the estuary. Otherwise, the same as in Figure 8.

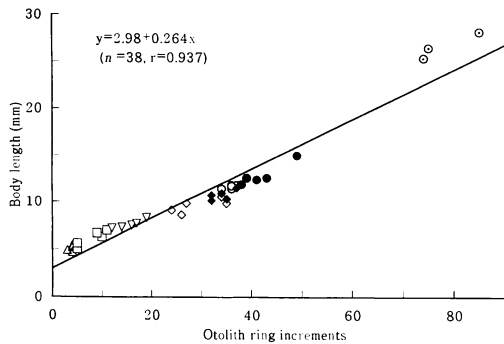


Fig. 10. Relationship between increments of otolith rings and body length in *Cottus kazika* larvae and juveniles collected in the Yura estuary and neighboring waters from January to May 1995. Open triangles, squares, inverse triangles, diamonds and circles indicate stages I, II, III, IV and V in the 5 m depth areas, respectively. Solid diamonds and circles indicate stages IV and V in the surf zone, respectively. Circles with dots indicate stage VI in the estuary.

内中央部 (Stn. D1) で行った小型桁網調査では、カマキリ稚魚は採集されなかった。浅所における潜水調査およびタモ網採集では5月2,9日にそれぞれ8,7尾が採集され、それらは全てVI期であった (Fig. 4D)。この時の塩分および水温はそれぞれ3.5, 5 pptおよび17.5, 19.9°Cであった。6月1日には採集されなかった。

耳石を用いた解析

成長 体長, ステージと輪紋数の関係を Fig. 10 に示す。 輪紋数は5 m底深帯と碎波帯の両地点に出現する10 mm前後の個体で30–50輪、河口内浅所で採集された25–30 mmの稚魚で70–90輪であった。

仔魚の孵化日 出現盛期の1995年3月3, 10日に碎波帯で採集されたIV期およびV期の仔魚の孵化日は1月15日–2月8日であり、1月下旬の新月付近にその盛期が認められた。3月9, 23日に5 m底深帯で採集された個体の孵化日は1月26日–2月19日であり、2月中旬の満月付近に盛期を持っていた (Fig. 11)。

消化管内容物

消化管内容物組成を Fig. 12 に示す。5 m底深帯において、I–III期はほぼ同じ食性を示しており、かいあし類を主食として、二枚貝幼生、腹足類幼

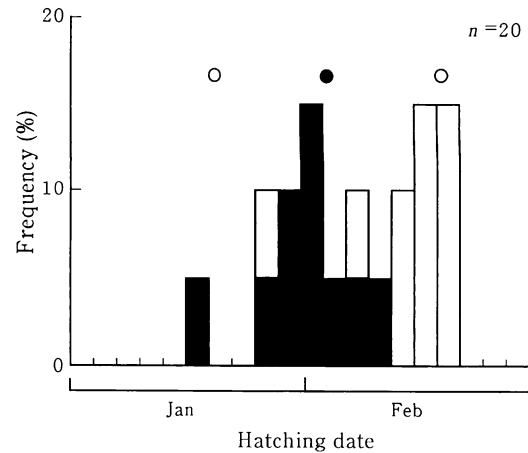


Fig. 11. Distribution of hatching date as estimated from otolith ring counts of stages IV and V specimens of *Cottus kazika* collected in the 5 m depth areas (open bars) and the wading areas of the surf zone (solid bars) in March 1995. Open and solid circles represent full and new moons, respectively.

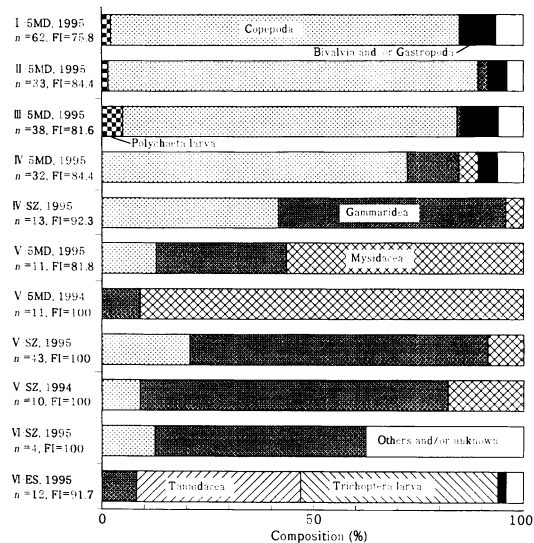


Fig. 12. Gut contents of *Cottus kazika* larvae and juveniles in different developmental stages, sites and years collected in the Yura estuary and neighboring waters. SMD=5 m depth areas; SZ=surf zones; ES=estuary; FI=feeding incidence (number of fish with foods/number of fish examined, %).

生、多毛類幼生、枝角類およびヨコエビ類も摂餌していた。ここでのかいあし類には、ノープリウス期とコペポダイト期を含めているが、いずれのステージにおいても、摂餌されていたかいあし類の内、ノープリウス幼生の占める割合は10%未満

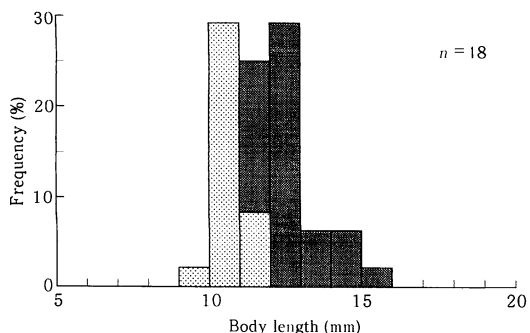


Fig. 13. Size distribution with developmental stage composition of *Cottus kazika* larvae collected in the wading areas of the surf zone of the Obase coast on 26 March 1993. See Figure 4 for patterns of developmental stages.

であった。

IV期およびV期に関しては、5m底深帯と碎波帯の両水域で比較的多く採集されていたので、両水域を分けて示した。IV期からヨコエビ類やアミ類などの軟甲類を摂餌する割合が増加し、食性の変化がみられた。また両水域で食性に顕著な差がみられ、5m底深帯ではかいあし類(72%)を多く摂餌するが、碎波帯ではかいあし類(37%)は少なく、軟甲類(63%)が主食となっていた。V期においても、水域間で食性の違いがみられ、1994・1995年とも、5m底深帯ではアミ類が、碎波帯ではヨコエビ類が最も多く摂餌されていた。VI期においては、碎波帯ではV期と同じ食性を示したが、河口内ではタナイス類(39%)および毛翅類幼虫(47%)が多くを占め、ヨコエビ類は8%と減少した。

摂餌率は5m底深帯、碎波帯、河口域ともに高く(75.8–100%)、特に碎波帯で高い傾向(92.3–100%)がみられた。

小橋海岸における出現

9.9–15.2 mmのIV、V期の仔魚が48尾採集された(Fig. 13)。

考 察

産卵場所と産卵時期 岩礁域の汀線付近において集魚灯を用いて採集されたI期の仔魚の大きさは、5m底深帯において桁綱で採集されたI期の仔魚のものよりも明らかに小さかった(Fig. 4A, B)。また、前者のI期の仔魚は飼育による孵化仔魚(杉

田・山田, 1995)の形態的特徴にはほぼ一致することから、集魚灯を用いて採集されたI期の仔魚は孵化後間もないと考えられる。また、Kinoshita et al. (1999)は本調査と同様の地点の他に由良川河口内でも集魚灯採集を行っているが、塩分の低い河口内(塩分10.0、10.3 ppt)ではI期の仔魚は全く採集されておらず、産卵場は比較的塩分の高い離岸堤付近や由良西および神崎東の岩礁帯(Fig. 7)である可能性が高い。本種の産卵場に関しては、長良川(建設省河川局水資源開発公団, 1992)や江川(竹下ほか, 1996)においても報告されている。長良川では、河口から1–2 km沖合の底深約3 m(底層における塩化物イオン濃度16–18 g/l)における導流堤前部の転石の下で、また江川においては、河口に近接した漁港内の転石の下で、卵塊とそれを守る親魚が確認されている。

1995年の孵化時期は、集魚灯での採集尾数の季節変化から考えて(Fig. 5)、1月中旬より始まり、2月中旬と3月中旬の盛期を経て、4月中旬には終了したと推定される。一方、耳石微細輪紋から孵化日を逆算した結果(Fig. 11)では、5m底深帯のIV、V期の仔魚の孵化日の盛期は2月中旬であったが、碎波帯で得られた同ステージの仔魚の孵化日の盛期は1月下旬であり、集魚灯の結果とは一致しなかった。この理由は現在のところ不明であるが、いずれの場合にも孵化の盛期は新月と満月の両方に対応してみられた(Figs. 5, 11)。なお、土佐湾では本種の孵化の盛期は新月のみに対応している(Kinoshita et al., 1999)。この違いが生じた原因はよく解らないが、干満の差が2–3 mの土佐湾と20–30 cmの若狭湾との間の海域特性の差に起因しているのかもしれない。いずれにせよ、強い離岸流が発達する大潮時に孵化することによって、孵化仔魚は効率よく沖合方向へ分散していると推定される。

本種の受精から孵化までの日数は、自然水温(7.5–10.4°C)下での飼育では20–30日とされている(杉田・山田, 1995)。この日数と集魚灯の採集結果および耳石輪紋数から推定した孵化時期から産卵期を逆算すると、1995年の産卵期はおおむね12–3月、その盛期は1月下旬と考えられる。

仔稚魚の移動と食性変化 I期の仔魚は、集魚灯と5m底深帯の桁綱では多く採集されたのに対し、碎波帯での小型曳網、小型押網調査ではあまり採集されず、稚魚ネットでは全く採集されなかった。これは、岩礁域で孵化した仔魚が、I期の間に水深5 m付近まで分散し、少なくとも約

10 mmのIV期まではこの付近の近底層に滞留して、かいあし類を主食とした浮遊生活を送ることを示唆している。この様な極沿岸水域の近底層に分布していたことから、他海域への分散は比較的少ないと考えられる。しかし一方で、舞鶴湾湾口部の東に位置する小橋の碎波帯では、近傍にカマキリが生息する顕著な河川が無いにもかかわらず、仔稚魚は比較的多く出現し (Fig. 13)、カマキリ仔稚魚の一部は、かなり遠距離まで分散してしまう可能性を示している。

碎波帯に出現した10 mm以上で、推定約30日齢のIV期の仔魚は、より塩分の低い河口近くの碎波帯で多く出現した (Fig. 7B)。これは、遡上に備えて、水深5 m付近からしだいに河口近くに集合したことを示唆している。碎波帯でのIV期以上の仔稚魚は軟甲類を主食とするようになる。飼育下において、IV期は浮遊期から着底期への移行期であることが観察されており (杉田・山田, 1995)、この食性の変化は着底に伴うものと考えられる。

1994年では、1995年に比べはるかに大きい個体まで5 m底深帯に残留しており (Figs. 4B, 6)、碎波帯での採集数は比較的少ない傾向にあった。また、1995年に碎波帯に出現した個体は、1月下旬に孵化時期を持つ早生まれの一群であった。すなわち、5 m底深帯付近から碎波帯および河口内浅所へと移動する体長・発育ステージは、年や時期により異なっていた。これらの違いが何に起因するかは明らかでないが、V期の食性が5 m底深帯と碎波帯で異なること (Fig. 12) から、5 m底深帯から碎波帯への移動は、餌生物の季節変化およびその年変動と関連することが考えられる。また、碎波帯での滞在期間は、碎波帯へ移動してきた体長・発育ステージや、碎波帯と河口内がほぼ同水温になる時期 (Kinoshita et al., 1999) 等との関連で、変化すると考えられる。

河口内浅所でのタモ網採集は5月から始めたため、本研究では河口内への移入サイズや時期に関する詳細な情報は得られなかった。しかし、5 m底深帯および碎波帯における出現状況から判断すると、仔魚は5 m底深帯および碎波帯で約13 mmのV期まで成長し、その後、河口内浅所へ進入し、毛翅類の幼虫やタナイス類を摂餌しながらある期間そこで生活すると思われる。その後、30 mm以上の稚魚は全く見られなかったことから、30 mm前後、日齢では80日前後に達するまでに稚魚は本格的に遡上を開始すると推定される。

謝 辞

京都大学大学院農学研究科助手の上野正博博士、同附属水産実験所助手の青海忠久博士および同技官の佐藤一夫氏には御助言ならびに調査における御協力を賜り、厚く御礼申し上げる。本調査を行うにあたり、栗田および舞鶴漁業協同組合の方々には御高配を戴き、深謝の意を表す。野外調査を手伝って頂いた京都大学農学研究科海洋生物増殖学研究室の中山耕至、前田経雄、内田喜隆、小路 淳、榎 隆人、田中庸介の各氏に深く感謝する。要約および図の説明の英文を校閲して頂いたNew Hampshire大学のNicholas King氏に心より御礼申しあげる。

引用文献

- Amarullah, M. H. and T. Senta. 1989. The R-H push-net, a gear for study of juvenile flatfishes along the beach. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 65: 9-14.
- 後藤 晃. 1989. カジカ科, カジカ属. 川那部浩哉・水野信彦 (編). pp. 658-668. 日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京.
- 建設省河川局・水資源開発公団. 1992. カジカ類等の回遊性魚類への影響について, pp. 49-100. 長良川河口堰に関する追加調査報告書.
- Kinoshita, I. 1986. Postlarvae and juveniles of silver sea bream, *Sparus sarba* occurring in the surf zones of Tosa Bay, Japan. Japan. J. Ichthyol., 33: 7-12.
- Kinoshita, I., K. Azuma, S. Fujita, I. Takahashi, K. Niimi and S. Harada. 1999. Early life history of a catadromous sculpin in western Japan. Env. Biol. Fishes, 54: 135-149.
- 小島純一. 1988. フサカサゴ科, カマキリ. 沖山宗雄 (編). pp. 777-810, 843-845. 日本産稚魚図鑑. 東海大学出版会, 東京.
- Kuipers, B. 1975. On the efficiency of two-metre beam trawl for juvenile plaice (*Pleuronectes platessa*). Neth. J. Sea Res., 9: 69-85.
- Kurawaka, K. 1976. Study of speciation in fish. Unpubl. Ph. D. Dissertation, Kyoto Univ., Kyoto. 54 pp.
- 黒田長禮. 1947. カマキリ (*Cottus kazika* Jordan & Starks) に関する調査. 動物学雑誌, 57: 101-103.
- 名越 誠・川那部浩哉・水野信彦・宮地傳三郎・森 圭一. 1962. 川の魚の生活III, オイカワの生活史を中心として. 生理生態, 82: 15-17.
- 佐々木忠次郎. 1936. アラレガコ. 動物学雑誌. 48: 29-30.
- 杉田顕浩・山田洋雄. 1995. 飼育したカマキリ仔稚魚の行動と形態の変化. 水産増殖, 43: 11-18.
- 鈴木康仁・山田洋雄. 1990. アラレガコ増殖技術開発試験. 昭和63年度福井県水産試験場事業報告書, (1): 143-153.
- 高木基祐・谷口順彦. 1992. 高知県におけるカマキリ, *Cottus kazika* の分布. 水産増殖, 40: 329-333.
- 竹下直彦・木村清朗. 1994. ヤマノカミの回遊と繁殖

- 生態. 後藤 晃・塚本勝巳・前川光司(編). pp. 59-71. 川と海を回遊する淡水魚-生活史と進化-. 東海大学出版会, 東京.
- 竹下直彦・鬼倉徳雄・松井誠一. 1996. 江川水系におけるカマキリの生活史. p. 57. 魚類学会講演要旨.
- 田北 徹. 1989. カジカ科, ヤマノカミ属. 川那部浩哉・水野信彦(編). pp. 654-657. 日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京.
- 田北 徹・近本宏樹. 1994. 有明海周辺河川におけるヤマノカミの分布と生活史. 魚類学雑誌, 41: 123-129.
- 塚原 博. 1952. ヤマノカミの生態・生活史. 九州大学農学部学芸誌, 12: 225-238.
- Watanabe, M. 1958. Studies on the sculpin of Japan, and its adjacent waters. Kadokawa Press, Tokyo. 461 pp.