

琵琶湖におけるイサザ仔稚魚の分布の特徴

酒井明久・遠藤 誠・井出充彦

Distribution of Larvae, Juveniles and Young of Isaza, *Gymnogobius isaza*
in Lake Biwa

Akihisa Sakai, Makoto Endo, Atsuhiko Ide

The distribution of planktonic larvae, benthic juveniles and young of isaza *Gymnogobius isaza* was investigated by samplings using ring-nets and small-scale danish seine in the north basin of Lake Biwa from May to October 1996. Planktonic larvae of isaza occurred in the thermocline laid between 8 - 12 m depth in early June. Juveniles and young of isaza were distributed in off-shore areas deeper than 10 m depth, the density was highest at the bottom 10 - 20 m depth crossed by the thermocline in July. The horizontal distribution of juveniles and young of isaza was almost over the whole area 10 - 40 m depth of the north basin. The largest number of individuals of isaza collected were observed at a station 20 m depth offshore of Nagahama city, distant from the spawning grounds of isaza.

キーワード：イサザ、仔稚魚、分布、水温躍層

琵琶湖固有のハゼ科魚類であるイサザ *Gymnogobius isaza* は、漁獲対象魚種として重要であるが、近年は資源量が著しく変動している。すなわち、イサザの資源量指標と考えられる漁獲量は、1986年には500トンを上回っていたが、その後急激に減少し、1993年から3年間は1トンにも満たない。¹⁾

その後、漁獲量は増加したものの200トンを上回ることはなく、1986年以前の水準には達していない。このようなイサザの著しい資源変動の要因を明らかにするには、その生態について詳しく調べる必要があり、特に減耗が大きいと考えられる初期生活史の解明は重要である。

イサザに関する資源学的な研究は、Miura²⁾ や Nagoshi^{3,4)} によってなされており、イサザとアユの資源量の年変動には明瞭な負の相関関係が認められることや、イサザ資源量の変動がイサザ自体の成長速度に影響することが報告されている。イサザの著しい資源変動の要因について、名越⁵⁾ によるいくつかの指摘があるものの、それが明らかになったとは言えない。

一方、イサザの生態的な知見は、成熟のメカニズム^{6,7,8,9)} や産卵生態^{10, 11, 12,13)} に関する数多くの報告

があるが、仔稚魚に関する知見は非常に少なく、いくつかの断片的な報告があるのみである。^{10,11,14,15)}

本研究では、イサザの資源変動要因を解明する上で重要な仔稚魚期の生態的な知見を得るため、仔稚魚の分布を調査した。この結果、浮遊生活期と底生生活初期の仔稚魚の分布が、水温躍層と密接に結びついた特徴を持つことが明らかとなったので報告する。

方 法

仔魚調査 浮遊生活期の仔魚の採集には直径57cm、長さ200cm、目合い300 μ mのネットを2つ水平に連結したものを用いた (Fig. 1 A)。ネットを固定している枠には自記深度計 (MDS-D, アレック電子株式会社) を取り付け、毎分の曳網水深を記録した。採集調査は、琵琶湖北部の塩津湾において1996年6月4日の10時~14時に行った。調査地点は塩津湾の東岸から沖へ180m、湾中央、西岸から沖へ50~80mの3地点で、表層および中層を毎秒約0.7mの速度で水平に200m曳網した。また、この3地点では深度別自記水温計 (ABT-1, アレック電子株式会社) を用いて、表層か

ら底層まで1 m間隔で水温の鉛直分布を調べた。採集物は直ちに5%ホルマリン溶液で固定し、水産試験場に持ち帰った後、仔魚を選別した。これらの中からTakahashi and Hidaka、¹⁴⁾ 道津¹⁶⁾ に従いイサザに同定された仔魚を計数した。

稚魚調査 底生生活に入った稚魚の採集にはFig. 1 Bに示す小型底曳網を用いた。この網を湖底に投入し、アンカーで固定した調査船から水深5 m以浅の地点では100mのロープで、水深10m以深の地点では300mのロープで巻き上げることによって稚魚を採集した。このとき、携帯用測深器 (HONDEX PS-7, 本多電子株式会社) により網を投入した地点と調査船を固定した地点の水深を測定した。なお、ロープを巻き上げる速度は毎秒約0.3mとした。採集調査は、琵琶湖北湖の7水域 (塩津湾、長浜沖、沖島沖、真野浜沖、菟の浜沖および今津沖) で行った (Fig. 2)。各水域における採集日と採集地点の水深をTable 1に示した。各採集地点では、深度別自記水温計を用いて、表層から底層まで2 m間隔で水温の鉛直分布を調べた。

採集物は直ちに10%ホルマリン溶液で固定し、水産試験場に持ち帰った。この中から道津¹⁶⁾ に従いイサザの稚魚を選別し、1 曳網当たりの採集尾数を求めた。

なお、水深が深い地点ほど網が湖底を曳く距離は短くなることが予想されたので、網に自記深度計を取り付け、投入から引き上げまでの毎秒の水深を測定した。この値と巻き上げ速度から300mのロープで曳網したときの湖底曳網距離を推定すると、水深10m地点では約280mであったが、水深40m地点では約230mと水深10mのそれに比べて約20%短いと考えられた。しかし、本調査ではこの湖底曳網距離の差が地点間の採集尾数の比較に著しい影響を与えないと判断し、補正は行わなかった。また、水深5 m以浅の地点における採集尾

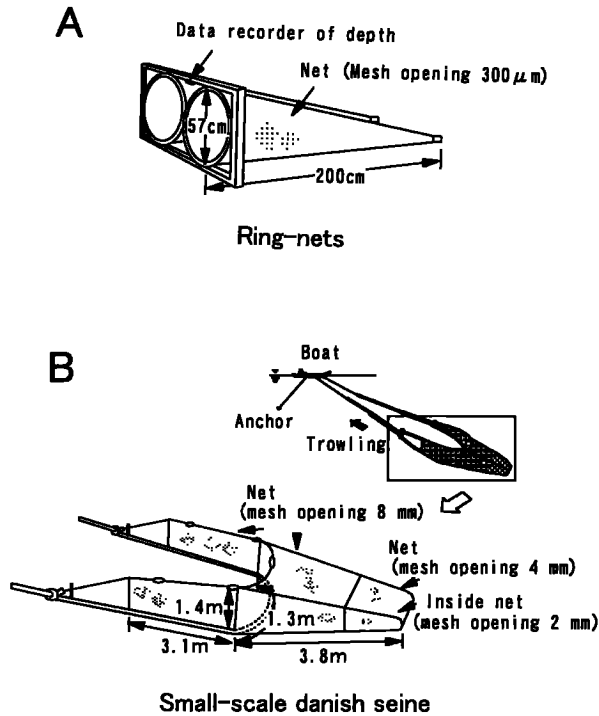


Fig.1. Schematic diagram of sampling gears for larvae(A), juveniles and young(B) of *Gymnogobius isaza*.

Table 1. Sampling areas, date, and depth of sampling stations for benthic juveniles and young of *Gymnogobius isaza* by small-scale danish seine in 1996

Sampling areas	Date	Depth of sampling stations (m)
Off Hikone	June 12	2, 5, 10, 20, 30
	July 1	2, 5, 10, 20, 30, 40
	July 25, Aug. 1	2, 10, 20, 30, 40
	Oct 24, 25	10, 20, 30, 40
Shiotsu Bay	July 8	2, 8-15, 20, 30, 40
Off Nagahama	July 16	5, 10, 20, 30, 40
Off Okishima Is.	July 18	2, 10, 20, 30, 40
Off Manohama	July 25, 29	1, 10, 20, 30, 40
Off Haginohama	Aug. 8	10, 25
Off Imazu	Aug. 8	10, 18-42

数は、網を曳くロープの長さに応じて3倍したものをデータとして用いた。

結 果

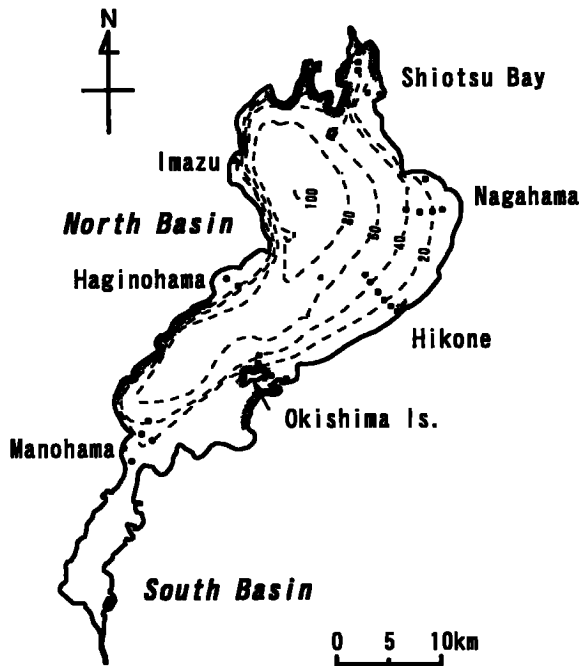


Fig.2. Sampling stations in the north basin of Lake Biwa. Broken lines and shady areas shows isopleth of depth (m) and spawning grounds of *Gymnogobius isaza*, respectively.

仔魚調査 調査を行った6月4日には水深8 mから12 m付近に水温躍層が認められた (Fig. 3)。8回の曳網で計14尾のイサザ仔魚が採集され、このうち1尾のみが前期仔魚、ほかは後期仔魚であった。仔魚が採集されたのは、水温躍層付近を曳網した3地点と、湾中央で水温躍層より若干深い水深13 mを中心に曳網した1地点で、表層には出現しなかった (Fig. 3)。

稚魚調査 彦根沖におけるイサザ稚魚の分布を Fig. 4 に示した。6月12日には水深10 m～16 mの間に弱い水温躍層が認められた。稚魚は水深20 mと30 m地点であわせて3尾採集されたのみであった。7月1日には水深6 m～15 mの間に明瞭な水温躍層が認められた。稚魚は水深10 m地点で3,576尾と多数採集されたが、20 m～40 m地点ではいずれも30尾以下であった。7月25日 (水深40 m地点のみ) および8月1日には、表面水温が30℃に達し、水深6 m～20 m付近に強い水温躍層が形成された。稚魚は水深20 m～40 m地点で採集されたが、20 m地点で629尾と最も多かった。10月24日、25日には、水温躍層は水深18 m～25 m付近に形成されていた。稚魚は水深30 mと40 m地点でそれぞれ6尾と11尾採集されたのみであった。以上のように、彦根沖におけるイサザ稚魚の分布は、水温躍層を境界域としてこれより深所に限られていた。この分布の傾向は、7月～8月に他水域で行った調査においても、

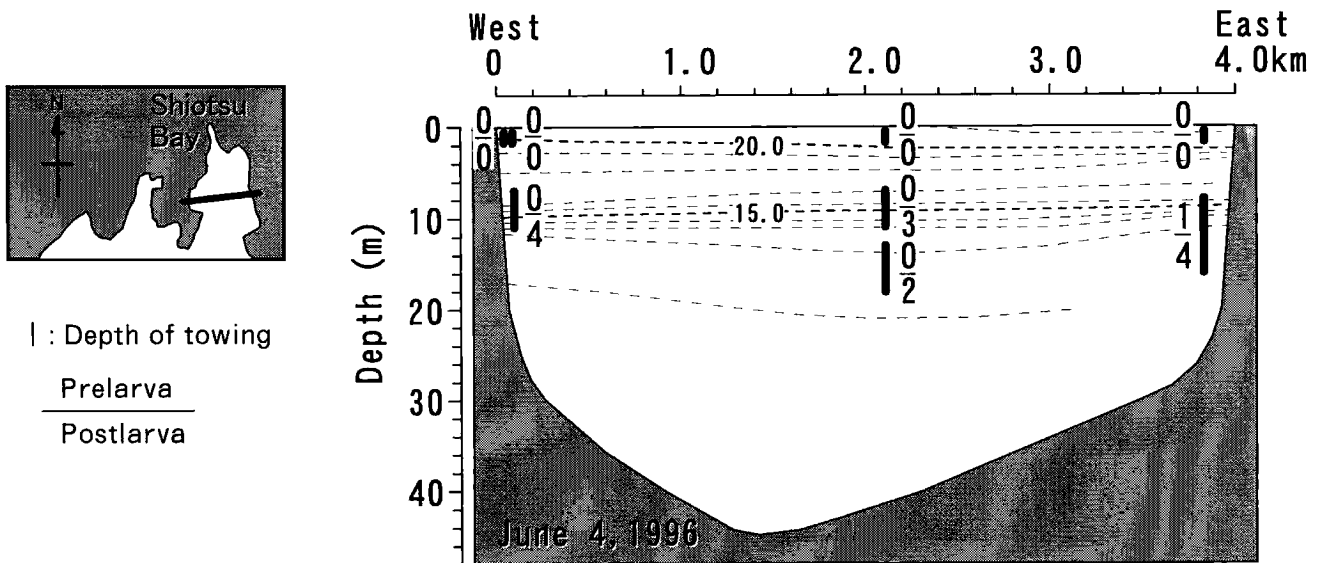


Fig.3. Number of larvae of *Gymnogobius isaza* caught by towsing ring-nets in Shiotzu Bay on June 4, 1996. Broken lines shows isopleth of water temperature (°C).

イサザ稚魚の採集尾数が多かった塩津湾、長浜沖、沖島沖で同様に認められた (Fig. 5)。

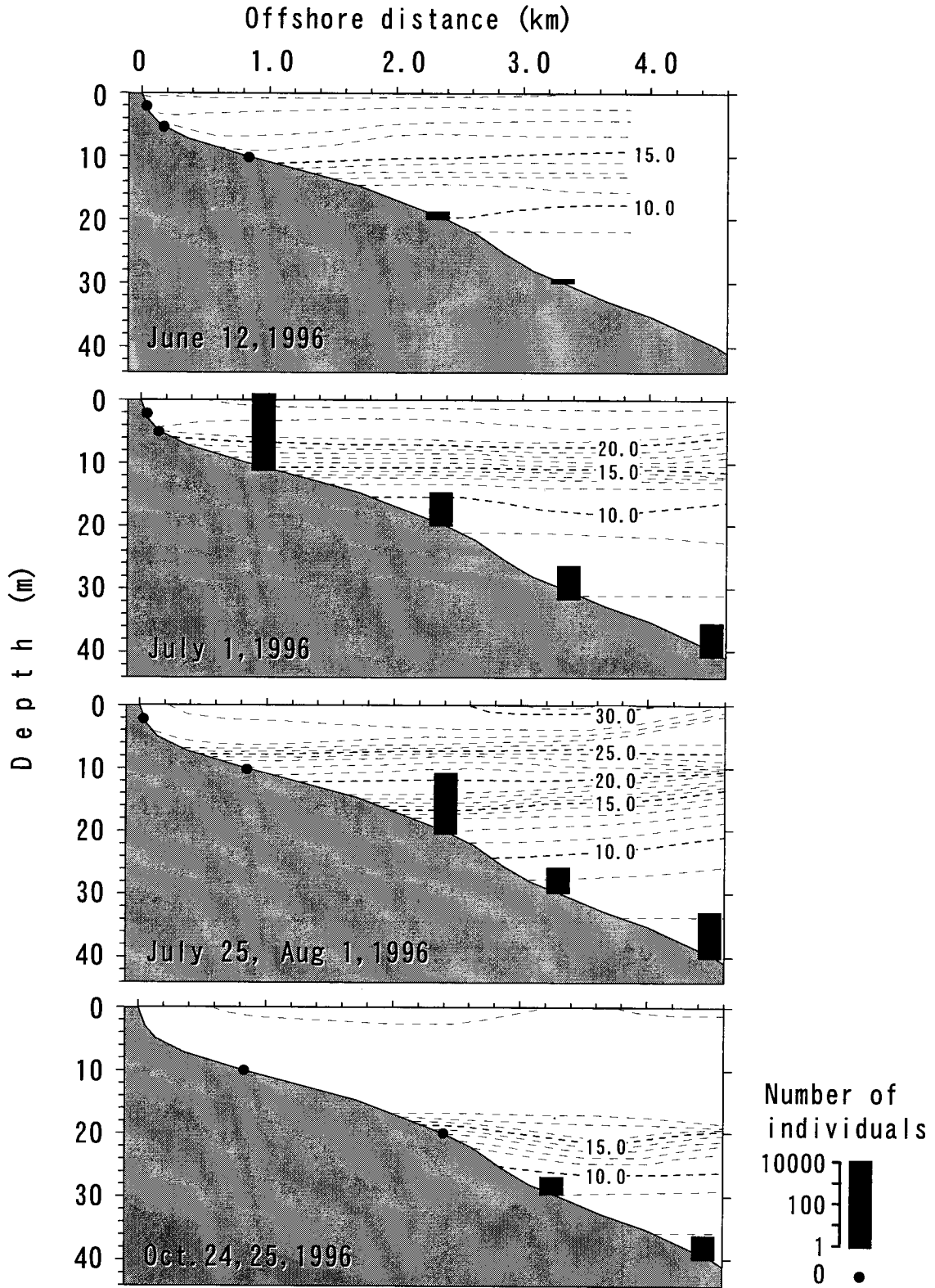


Fig.4. Number of juveniles and young of *Gymnogobius isaza* caught by small-scale danish seine at off Hikone from mid June to late October 1996. Broken lines shows isopleth of water temperature (°C).

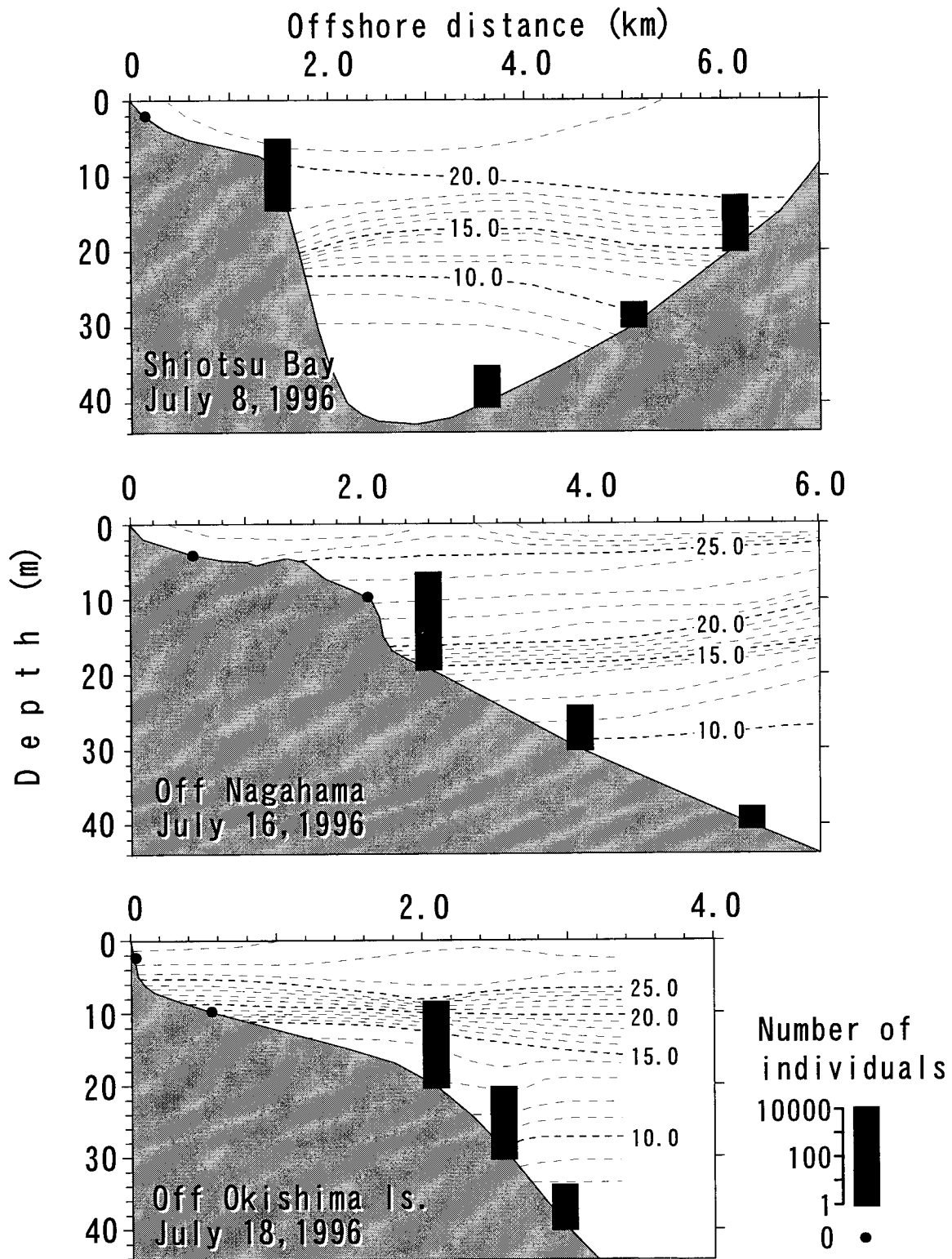


Fig.5. Number of juveniles and young of *Gymnogobius isaza* caught by small-scale danish seine in Shiotzu Bay, at off Nagahama and off Okishima Is. in July 1996. Broken lines shows isopleth of water temperature (°C).

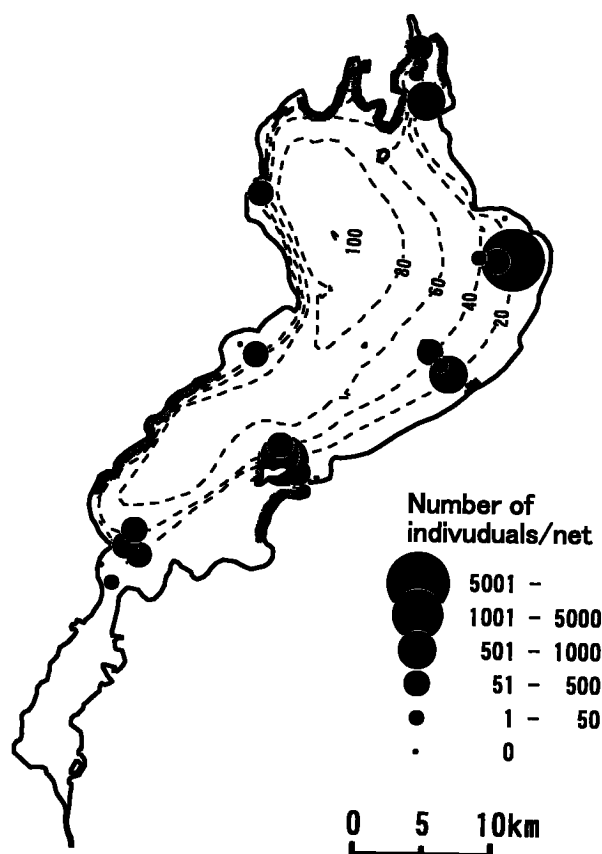


Fig.6. Horizontal distribution of juveniles and young of *Gymnogobius isaza* in the north basin of Lake Biwa during the period between July and August 1996.

7月～8月に行った琵琶湖北湖7水域における調査では、イサザ稚魚はすべての水域において水深10m以深の地点で出現した(Fig. 6)。イサザの大規模な産卵場に近接した塩津湾や沖島沖だけでなく、産卵場があっても非常に小規模な彦根沖や、これまでに産卵場の知られていない長浜沖においても多数の稚魚が採集された。特に長浜沖の水深20m地点では、今回の調査で最も多い1曳網あたり7,963尾の稚魚が採集された。

考 察

イサザの仔魚はふ化後産卵場からすみやかに沖合へ分散し、浮遊生活をするをTakahashi and Hidaka¹⁴⁾が報告している。Takahashi and Hidakaは、6月上旬に琵琶湖北部、海津大崎と葛籠尾崎の沖合で昼夜にかけて調査を行い、浮遊生活期のイサザ仔

魚を6尾採集しているが、それらが採集されたのはいずれも夜間で、表面から水深約10mまでの範囲であった。今回の調査は昼間に行ったものであるが、全部で14尾のイサザ仔魚が採集された。そのすべてが水深10m前後に形成された水温躍層付近で採集されており、表面には出現しなかった。イサザの成魚や稚魚は昼は湖底におり、夜間に浮上する日周上下移動をすることが知られているが、^{17,18)} Takahashi and Hidaka¹⁴⁾はイサザ仔魚が夜間でのみ採集されたことについて、浮遊生活期の仔魚もすでに日周上下移動を開始しているためと考察している。本調査で昼間にはイサザ仔魚が水温躍層付近でのみ採集されたことは、イサザ仔魚の日周上下移動が、表面から水温躍層までの間で行われていることを示唆する。

底生生活を始めたイサザ稚魚の分布については、小林ら¹⁹⁾が7月上旬に彦根沖で調査し、イサザ稚魚は水深20m付近に高密度に分布し、これ以深には成魚が多いことを報告している。これ以外にイサザ稚魚の分布を調べた研究はなく、琵琶湖における水平分布は明らかになっていない。

イサザ稚魚が小型底曳網で多数採集されるようになった時期、すなわち、底生生活を開始したと考えられる時期は、彦根沖における調査で7月1日であった。この年のイサザの産卵盛期は5月中旬であったことから、¹⁹⁾ふ化した仔魚は約1カ月の浮遊生活の後、6月下旬ごろ底生生活を始めたと考えられる。

底生生活を始めたイサザ稚魚の分布は水深10m以深の場所に限られ、その密度は7月には水温躍層が湖底と接する場所(以下、躍層底)である水深10～20mの地点で高かった。一方、10月下旬にはこの傾向は認められず、躍層底より深い場所でのみ稚魚が採集された。これらのことから、浮遊生活を終えたイサザは、躍層底付近で底生生活を開始し、時間の経過とともにこれより深所へ分布を拡大すると考えられる。

イサザ稚魚の北湖全域での水平分布をみると、高密度分布域が産卵場の周辺だけでなく、近くに産卵場の知られていない水域においても存在することが明らかとなった。このことは、イサザ仔魚が浮遊生活中に広範囲に分散することを示唆する。イサザ仔魚はふ化時の体長が約3mm^{10,11)}と小さく遊泳能力は弱いと考えられることから、広範囲に分散するためには水の流れによって輸送される必要がある。琵琶湖の湖流には成因や出現する水深の異なるいくつかの種類があ

る。¹⁹⁾ このうちイサザ仔魚の輸送に重要な働きをする湖流が何かは明らかでないが、琵琶湖北湖の湖流として代表的な環流は、5月から11月の成層期に水温躍層より浅い表水層に存在することが知られている。²⁰⁾ 仮に環流によってイサザ仔魚が輸送されると考えると、昼間は仔魚が水温躍層付近にいたので輸送の働きは期待できないが、夜間に表水層まで浮上することによって環流による広範囲の輸送が可能となる。琵琶湖のスジェビ幼生は、日周上下移動をしながらも水温躍層を中心に分布し、発育段階によって湖全体を立体的に移動することが明らかとなっており、²¹⁾ イサザについても同様の分散過程があるのかもしれない。

本研究により、イサザの初期生活史において、浮遊生活期および底生生活初期の仔稚魚の分布が、水温躍層と密接に結びついたものであることが明らかとなった。また、産卵場から離れた水域にも稚魚の高密度分布域が存在することから、浮遊生活期には仔魚が湖流によって受動的に分散することが示唆された。しかし、イサザ仔魚の分散過程はまだ不明な部分が多く、これを明らかにするには仔魚の分布を3次元的に明らかにし、発育段階との比較を行うことが必要であろう。

謝 辞

本研究を実施するに当たり、彦根市磯田漁業協同組合 疋田興一組合長には稚魚採集用の特別な調査漁具(小型底曳網)を作製していただき、その操作方法についてご指導いただいた。また、高橋さち子博士には原稿の校閲をしていただいた。おふたりに対して深く感謝の意を表します。

摘 要

1. 1996年6月から10月にかけて、琵琶湖北湖において、リングネットと小型底曳網を用いたイサザの浮遊生活期と底生生活期の仔稚魚を対象とした分布調査を行った。
2. 6月上旬に行った昼間の調査では、イサザの浮遊生活期の仔魚が水温躍層付近でのみ採集された。
3. 底生生活を始めた稚魚の分布は、7月には水温躍層が湖底と接する水深10~20mの場所を中心として、これより深所に限られていた。
4. イサザの稚魚は産卵場から遠く離れた水域にも

高密度に出現したことから、浮遊生活期には湖流によって受動的に分散することが示唆された。

文 献

- 1) 近畿農政局滋賀統計情報事務所(1987-2000): 魚種別・漁業種類別漁獲量, 滋賀農林水産統計年報, 昭和61年次—平成11年次, 滋賀農林統計協会, 大津.
- 2) Miura T.(1966): Competitive influence of isaza, *Chaenogobius isaza*, on ayu, *Plecoglossus altivelis*, in Lake Biwa. *Res. Popul. Ecol.*, 8, 37-50.
- 3) Nagoshi M.(1966): Ecological studies on the population of isaza, *Chaenogobius isaza* Tanaka, in Lake Biwa, with special reference to the effects of population density upon its growth. *Res. Popul. Ecol.*, 8, 20-36.
- 4) Nagoshi M.(1969): Ecological studies on the population of isaza, *Chaenogobius isaza*, in Lake Biwa, with consideration on facts of annual fluctuation of population density. *Res. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie.*, 6, 129-133.
- 5) 名越 誠(1999): 琵琶湖におけるイサザの現状とその保全. 淡水生物の保全生態学—復元生態学に向けて—(森 誠一編著), 185-192, 信山社サイテック, 東京.
- 6) 高橋さち子(1974): イサザ(ハゼ科)の性成熟について, I. 生長と成熟の季節推移. 日本水産学会誌, 40, 233-242.
- 7) Takahashi(1981a): Sexual maturity of the isaza, *Chaenogobius isaza* II. Gross morphology and histology of the ovary. *Zool. Mag.*, 90, 54-61.
- 8) Takahashi(1981c): Sexual maturity of the isaza, *Chaenogobius isaza* III. Effects of water temperature on vitellogenesis. *Zool. Mag.*, 90, 145-151.
- 9) Takahashi(1982): Sexual maturity of the isaza, *Chaenogobius isaza* IV. Vitellogenesis and the subjective diel

- thermoperiod caused by vertical migration. *Zool. Mag.*, **91**, 29-38.
- 10) 小林茂雄・山中勇太郎・鳥居利七(1950) : 琵琶湖産イサザの産卵習性(予報). *日本水産学会誌*, **15**(12), 808-812.
- 11) 小林茂雄・山中勇太郎(1950) : イサザ *Chaenogobius isaza* Tanaka の増殖に関する研究(第1報)産卵習性と成長度について. *滋賀県水産試験場研究報告*, **2**, 2-9.
- 12) Hidaka T., and S. Takahashi(1987): Reproductive strategy and inter specific competition in the lake-living gobiid fish isaza, *Chaenogobius isaza*. *J. Ethol.*, **5**, 185-196.
- 13) 酒井明久・遠藤 誠(1998) : イサザの産卵場所の環境条件と産卵場間の産卵床数の比較. *滋賀県水産試験場研究報告*, **47**, 1-9 .
- 14) Takahashi S., and T. Hidaka(1984): The offshore life of isaza larvae *Chaenogobius isaza* in Lake Biwa. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **50**(11), 1803-1809.
- 15) 小林茂雄・山中勇太郎(1952) : イサザの増殖に関する研究 三報 イサザ *Chaenogobius isaza* Tanaka 生活史補遺. 昭和26年度滋賀県水産試験場研究概要報告, **3**(1), 1-5.
- 16) 道津喜衛(1987) : ウキゴリ・イサザ. 日本産稚魚図鑑(沖山宗雄編), 693-697. 東海大学出版会, 東京.
- 17) Takahashi S.(1981): Vertical distribution and diel migration of Isaza, *Chaenogobius isaza*, pisces in Lake Biwa. *Zool. Mag.*, **90**, 265-270.
- 18) Nagoshi, M.(1966): Diel vertical migration of zooplankters and fish larvae in Lake Biwa. *Bull. Fac. Fish. Mie Univ.*, **9**, 1-10.
- 19) 岡本 巖(1992) : 湖水の動態. 琵琶湖調査ノート, 79-111, 人文書院, 京都
- 20) 遠藤修一(1992) : びわ湖の環流. 琵琶湖を考える(滋賀大学湖沼実習施設編), 116-126, 新草出版, 東京.
- 21) 西野麻知子・原田英司(1991) : 湖沼におけるスジェビ浮遊幼生の分散、回帰過程. *月刊海洋*, **256**, 646-649.