

霞ヶ浦の湖岸と周辺の堤脚水路におけるフナ仔稚魚の出現

荒山 和則・富永 敦

Occurrences of Japanese crucian carp larvae and juveniles in littoral zones of Lake Kasumigaura and the canal system around the lake

Kazunori ARAYAMA and Atsushi TOMINAGA

Abstract : To examine the distributions of the nursery ground of Japanese crucian carp, *Carassius auratus langsdorffii* and *C. auratus* subsp. 2 in Lake Kasumigaura, Ibaraki prefecture, the occurrences of *Carassius* larvae/juveniles were surveyed. From April to June 2007, sampling was conducted at three stations. Station C was located in an irrigation canal connected to the lake, whereas the concrete bank (St. A) and poorly vegetated areas (St. B) were common environments in the littoral zone of Lake Kasumigaura. Fish were collected using a small seine net (1-mm mesh) at Sts. A and B, and the seine in combination with a push net (2-mm mesh) was used in the canal. In total, 502 *Carassius* were caught, of which almost all ($n = 501$) were collected in the canal. The numbers of individuals and SL size ranges (developmental stage) for each *Carassius* species collected from the canal were as follows: *C. a. langsdorffii*, 357 individuals, SL range = 11.0-55.7 (larvae/juveniles) and 102.4-245.0 mm (young/adults); *C. a. subsp. 2*, 144 individuals, SL range = 10.2-41.6 mm (larvae/juveniles), respectively. The 10-20 mm SL sizes for larvae/juveniles of both species were found in May and June; samples tended to have larger SL later in the season. Additionally, *Carassius* eggs were observed in the canal. These results show that the canal habitat is used as the spawning and nursery grounds by two *Carassius* species. The Lake Kasumigaura *Carassius* population may be recovered by the canal's population being around the lake.

Key Words : *Carassius* larvae/juveniles, irrigation canal, Lake Kasumigaura, nursery ground

はじめに

霞ヶ浦では、様々な漁業が営まれている。湖岸付近では張網漁業が営まれ、漁獲対象種のひとつとしてフナが漁獲されている。フナの漁業生産量は、霞ヶ浦で漁獲統計が集計される約20種の中でも常に5番目か6番目に多く*1、主要な水産資源に位置づけることができる。また、様々な釣りガイドブックが出版されるほど、霞ヶ浦周辺のフナ釣りは人気がある。フナは、漁業者に限らず、様々な人に親しまれる魚類といっても過言ではない。

霞ヶ浦に生息するフナは、ギンプナ、*Carassius auratus langsdorffii*とキンブナ、*C. auratus* subsp. 2およびゲンゴロウブナ、*C. cuvieri*である(鈴木・青柳, 1998)。このうち、1970年代から現在まで主に漁獲されてきたのはギンプナで、その割合は1972年には約60~70%、1995年には84%、2004~2006年には67.0~81.3%となってい

る(野口ほか, 2002; 富永, 未発表)。しかし、これらフナ類の漁業生産量は、1,430トン記録した1976年から漸減し、1990年以降は約100トンで推移している*1。

フナの漁業生産量の減少要因には、湖岸の垂直コンクリート護岸化による水生植物帯の減少が指摘されている(浜田, 2000; 野口ほか, 2002)。これは、治水と利水を担う霞ヶ浦開発事業に関連したものであるが、護岸化が産卵適地の植物帯や浅場を減少させ、産卵や仔稚魚の生残に影響を及ぼしたという指摘である。また、ブルーギルやオオクチバスなどの国外外来魚の侵入による捕食圧の増加が資源の減少に追い打ちをかけたという考えも提唱されている(浜田, 2000; 野口ほか, 2002)。そのようななか霞ヶ浦では、ブルーギルなどの国外外来魚の駆除や、湖岸の自然環境の保全や改善を目指した水生植物帯の造成、自然に配慮した湖岸への改修といった取り組みが進んでいる*2, 3。

著者らは、霞ヶ浦のフナ資源の増加策を探る一環として、

*1 茨城県漁業の動向。関東農政局。

*2 茨城県水産業振興計画`06-`10。茨城県。66 pp。

*3 霞ヶ浦湖岸植生帯保全の取り組み(パンフレット)。国土交通省霞ヶ浦河川事務所。
http://www.kasumigaura.go.jp/topic_top/041215/pam.pdf。2007年8月28日アクセス。

フナ仔稚魚の成育場の状況を確認するために、霞ヶ浦の湖岸と湖岸堤防の内側に位置する堤脚水路で仔稚魚の出現を調べた。本報告では、調査地点が少ないために深い議論はできないことを踏まえつつも、調査結果から導かれる一つの資源回復策を述べる。なお、本報でいうフナはギンブナとキンブナを指すものとし、国内外来種であるゲンゴロウブナは含めないこととする。また、堤脚水路とは、堤防が設けられるような地盤が低い場所で排水するために、堤防法尻付近に、堤防と平行に設けられた水路のことである。

方 法

霞ヶ浦におけるフナの産卵は、主に4月から6月とされている(川前, 1991)。そこで本研究では、2007年4月から6月の各月後半に調査を実施した。また、調査は日中に行った。

調査地点

調査地点には、行方市高須地先の霞ヶ浦の沿岸帯に設け

た2地点(Sts. A, B)とその近隣の堤脚水路(St. C)を選択した(Fig. 1)。沿岸帯の調査地点には、現在の霞ヶ浦の代表的湖岸環境といえるコンクリート製垂直護岸沿い(以下、護岸域, St. A)と、水中から抽水植物が生えているところの幅(植物帯の奥行き)が0~50 cm程の植物帯沿い(以下、植物帯, St. B)を選定した(Fig. 1)。これら2地点は、沖合約50 mに配置された“じゃかご製離岸堤”によって風浪の影響をあまり受けない場所であった。

以下に各地点の環境条件を示す。まず、St. Aの護岸域は、水深が約80~100 cmで、底質は、リター(落葉、落枝などの植物遺体)が堆積していない泥分の多い砂泥であった。水生植物は全く生育していなかった。透視度は約30 cmであった。

St. Bの植物帯は、水深が約50~70 cmで、底質はリターがわずかに堆積した箇所もみられる細砂であった。生育していた水生植物は、ヨシ *Phragmites australis* やマコモ *Zizania latifolia* などの抽水植物が主体であった。浮葉植物はヒシ属 *Trapa* sp. が抽水植物の近隣にわずかにみ

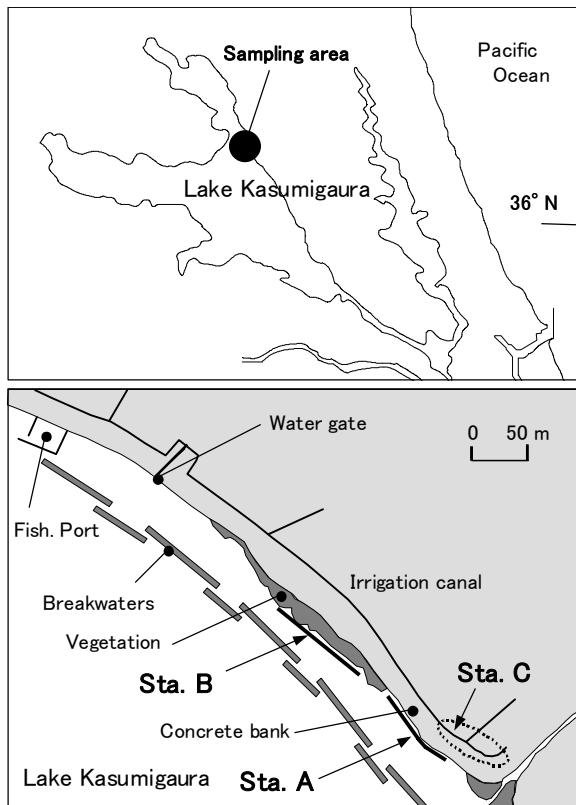
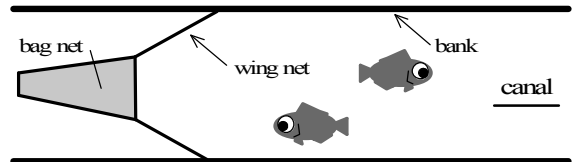


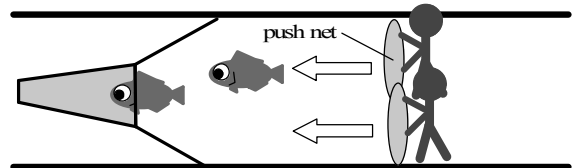
Fig. 1. Map showing the sampling stations in Lake Kasumigaura water system. St. A: concrete bank area, St. B: vegetated area, St. C: irrigation canal.

図1. 霞ヶ浦水系における調査地点. St. A: 護岸域, St. B: 植物帯, St. C: 堤脚水路.

1. Set the seine net in the irrigation canal, St. C.



2. Operate the push nets 10 m toward the seine net.



3. Operate the seine net 5 m and catch fishes.

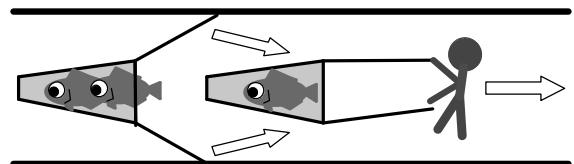


Fig. 2. Method of fish collection using the small seine and push nets in the irrigation canal, St. C.

図2. 堤脚水路での仔稚魚の採集方法.

られたが、沈水植物は生育していなかった。透視度は護岸域同様、約 30 cm であった。

St. C の堤脚水路は、幅約 1.3 m、水深約 30~60 cm で、両岸はコンクリート製ブロックが積まれて出来ていた。水底はコンクリート製のようなだったが、泥や砂泥、リターが約 20~40 cm 堆積しており露出してはいなかった。底泥からは、ヘドロ臭を伴う顕著なガスの発生や、粘性が極度に高い状態は観察されなかった。水生植物としては、オオアカウキクサ *Azolla japonica* とマコモがみられたが、調査地点の水路全面を覆うほど繁茂することはなかった。透視度は約 20 cm であった。また、この水路は近隣の水田地帯の水路と複数か所につながっているほか、霞ヶ浦本湖とも調査地点から約 350 m と 600 m のところで接続しており、小型魚類の往来は比較的自由と思われた。水の流れは、調査地点が堤脚水路の末端であったためか、目視ではほとんど認められなかった。

調査方法

仔稚魚の採集には Kinoshita (1986) を参考に作成した、目合 1 mm の小型曳き網（袖網：長さ 2 m、網丈 1 m、袋網：長さ 2.5 m）を用いた。

護岸域と植物帯では、網の開口幅が約 2.5 m になるように、二人で湖岸線に沿って曳網した。堤脚水路では、曳き網の網口を広げての曳網が困難であったため、曳き網を水路に設置し、さで網（幅 80 cm、目合 2 mm）を持って調査員 2 名が水路に入り、曳き網開口部に向けて押し歩いた直後、曳き網を 5 m 曳網することで採集した（Fig. 2）。

各地点では、1 回の曳網距離を 10 m とした採集を 4 回繰り返した。ただし、一度曳網した場所は避けた。採集物は、現場において 10% ホルマリン水溶液で固定し、研究室に持ち帰った。

各調査地点では中層の水温と溶存酸素（DO）を測定した。測定には YSI ナノテック社製ハンディ DO メーター、モデル 55 を用いた。透視度は直径 2 cm の透視度計で測定した。

研究室での解析

研究室では、採集物から魚類を選別した後、種を同定し、個体数の計数と体長の測定を行った。種の同定は、中村（1969）や沖山編（1988）、鈴木・青柳（1998）、中坊編（2000）、川那部ほか（2001）、Arai et al.（2007）に従った。フナ仔稚魚の種名は、背びれ鰭条数および尾びれ基底の黒斑の出現状況などから判断したが（中村，1969；中坊編，2000；川那部ほか，2001）、未発達の個体はフナ属仔魚として扱った。体長は、脊索の上屈完了前は脊索長で、上屈完了後は標準体長で測定した。仔魚と稚魚の区別は鰭条の定数化を基準とし、全ての鰭条数が定数に達したものを稚魚とした（Kendall et al., 1984）。

個体数データの解析では、堤脚水路と沿岸帯とで採集条件が異なるため厳密な比較はできないが、各地点の種組成

や分布密度の概要は把握できると判断し、データ補正は行わなかった。

結 果

水温と溶存酸素

水温は、17.5~26.6°C の範囲であり、4 月と 5 月では堤脚水路の方が護岸域や植物帯よりも約 1.5~3.0°C 高く、6 月では逆に堤脚水路の方が約 1°C 低かった（Table 1）。護岸域と植物帯では同程度であった。溶存酸素は、3.9~13.2 mg/l であった。ただし、護岸域や植物帯では 6.4~13.2 mg/l、水路では 3.9~5.6 mg/l であり、水路の方が霞ヶ浦の 2 地点よりも常に低かった（Table 1）。

採集された魚類

調査の結果、8 科 17 属 22 種（不明種除く、以下同様）、3,933 個体が採集された（Table 2）。地点ごとにみると、護岸域では 14 種 1,478 個体が、植物帯では 15 種 1,423 個体が、堤脚水路では 9 種 1,032 個体が採集され、種数、個体数ともに堤脚水路が最も少なかった。

各地点の優占種上位 3 種は、沿岸帯と堤脚水路とで明確に異なった。護岸域と植物帯ではウキゴリ *Gymnogobius urotaenia*（ともに 1 位）やワカサギ *Hypomesus nipponensis*（同 2 位）、タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus*（植物帯で 3 位）、ヨシノボリ属不明種 *Rhinogobius* spp.（護岸域で 3 位）が優占したのに対し、堤脚水路ではモツゴ *Pseudorasbora parva* とギンブナおよびキンブナが優占した（Table 2）。

堤脚水路におけるフナ仔稚魚の出現

採集されたフナ属魚類は、ギンブナとキンブナおよびフナ属仔魚であったが（Table 2）、そのほとんどは堤脚水路から採集され、霞ヶ浦の沿岸帯からはわずか 1 個体のギンブナ（11.1 mm、仔魚）が護岸域で採集されたのみであった。また、堤脚水路では 4 月にフナの産着卵が認められた。

Table 1. Water temperature (°C) and dissolved oxygen (mg/l) in middle layer of water column at sampling stations from April to June 2007

表 1. 2007 年 4 月から 6 月にかけての各調査地点の中層における水温 (°C) と溶存酸素 (DO, mg/l)

sampling site		April	May	June
Concrete bank area	WT	17.5	21.1	26.6
	DO	12.7	6.4	8.9
Vegetation area	WT	17.5	22.5	26.6
	DO	13.2	8.7	8.9
Irrigation canal	WT	20.6	24.1	25.4
	DO	4.7	5.6	3.9

堤脚水路におけるギンブナとキンブナの各月の採集個体数は、ギンブナでは4月が64個体、5月が215個体、6月が80個体で、キンブナでは4月が54個体、5月が53個体、6月が36個体であった。両種の体長範囲と発育段階は、ギンブナが11.0~55.7 mmの仔魚と稚魚および102.4~245.0 mmの若魚と成魚(5個体)で、キンブナが10.2~41.6 mmの仔魚と稚魚であった(Table 2)。

Fig. 3に両種の体長組成の経月変化を示す。ただし、100 mm以上の個体はギンブナの5個体のみであったことから、100 mm未満に限って図示した。

4月の体長組成は、ギンブナでは双峰型、キンブナでは単峰型であったが、両種ともに約20 mm以上の個体が出現した(ギンブナ:23.9~55.5 mm, キンブナ:21.2~41.6 mm)。

5月には両種ともに大小2群が認められた(11.0~18.2 mmと31.4~55.7 mm, 10.2~14.8 mmと27.1~41.5 mm)。4月と比べると、体長組成の変化は成長傾向を示した。

6月の採集個体の大きさは、ギンブナで16.3~55.0 mm, キンブナで15.3~39.8 mmであった。両種とも、5月に確認された10 mm台前半の個体は採集されなかった。5月に確認された大小2群は、それぞれ成長傾向を示した。

考 察

フナにとっての堤脚水路の役割

調査の結果、ほとんどのフナ仔稚魚は堤脚水路から採集され、その水路では、仔稚魚が成長する傾向が認められた。このことから本水路は、仔稚魚の成育場として機能したと考えられる。また、産着卵が本水路で確認されたことから、採集された仔稚魚は水路内でふ化したものと考えることができ、本水路が産卵場に利用されたことが示唆される。なお本水路は、溶存酸素が霞ヶ浦沿岸帯より低かったが、低い溶存酸素に耐えることのできるフナ仔稚魚(藤原ほか, 1997)にとっては、とくに問題なかったと考えられる。

水田地帯の水路が、フナの再生産の場のひとつであることはよく知られている(中村, 1969; 齊藤ほか, 1988; 片野, 1998; 谷口, 2001; 鈴木・小林, 2009)。本研究結果は、これまでの報告に合致しており、あらためてフナの再生産における水路の役割を確認できたといえる。ただし、本研究の調査地点は1か所に過ぎないため、全ての水路がフナの再生産の場であるとは限らない。今後、様々な環境条件下の水路で調査を行い、フナが利用できる水路の条件を明らかにするとともに、霞ヶ浦のフナ資源に対する“水路の貢献度”を評価する課題が残っている。

一方、フナ仔稚魚がほとんど採集されなかった霞ヶ浦の沿岸帯に関してであるが、琵琶湖では、水生植物帯がニゴ

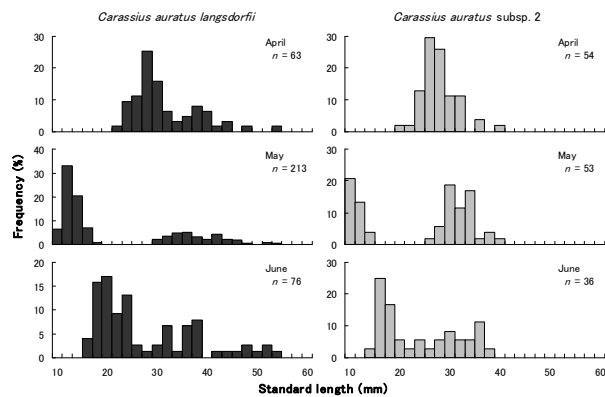


Fig. 3. Monthly changes in standard length distributions of two *Carassius* species collected at the irrigation canal from April to June 2007.

図3. 2007年4月から6月にかけて堤脚水路で採集されたフナ属2種の体長組成の経月変化。

ロブナ仔稚魚の成育場であり、なかでも植物帯の奥、つまり最も岸寄りの浅場に仔稚魚が集中的に分布することが指摘されている(平井, 1972; 藤原ほか, 1997; 山本・遊磨, 1999)。このことから、本研究の植物帯でフナ仔稚魚が採集されなかった理由は、調査手法の問題であると指摘されるかもしれない。しかし、その指摘に対しては、本研究の植物帯には、植物帯内部に湖水を満たす場所は少なく、そこで目視観察でもフナ仔稚魚は確認されなかったこと(荒山, 未発表)から反論できる。それどころか、本研究と同型の小型曳き網を用いて行った約2年にわたる湖岸浅所での仔稚魚調査(半澤ほか, 未発表*4; 荒山・富永, 未発表)や、本研究と同時期に実施した沿岸3か所での張網調査(富永, 未発表)でもフナ仔稚魚はほとんど採集されていない。調査を行った植物帯が現在の霞ヶ浦の植物帯を代表する状態であることを考慮すると、霞ヶ浦本湖では、フナ仔稚魚の成育場はかなり限定されるのかもしれない。

かつて、フナの漁業生産量が多かった1970年代において、霞ヶ浦の湖岸と霞ヶ浦とつながる水路のどちらがフナ資源の維持に寄与していたのかは不明である。しかし、現在の湖岸がその機能を低下させているならば、現在、再生産の場として機能している堤脚水路の存在意義は大きいといえよう。

*4 半澤浩美・荒山和則・富永 敦. 霞ヶ浦湖岸帯における仔稚魚を中心とした魚類相とその季節変化. 2009年日本魚類学会年会ポスター発表.

フナ資源の回復に向けた堤脚水路の活用

フナの産卵場や成育場であった霞ヶ浦における抽水植物帯の面積は、フナの漁業生産量が多かった1970年代に比べると、現在は半分以下まで減少している(桜井, 1994; 松原ほか, 1995; 宮脇ら, 2004)。さらに、残存する植物帯も、単純な面積ではなく、仔稚魚の生息場になりうる水に浸かった面積でいえば(美濃部・桑村, 2001)、より狭くなると予想される。

抽水植物帯の減少には、湖岸の堤防築堤と波浪が影響していることが、近年になって明確にされた(宮脇ほか, 2004)。しかしながら、広域で失われた植物帯を回復させるには、要因が判明したにしても、現実として時間とコストを要することから速やかな解決はなかなか難しいと想定される(桜井, 1994)。

このような現状のなか、著者らが、フナ資源の回復に有効と考えたのは、産卵場や成育場の機能が認められた堤脚水路の活用である。方策の例には、現在、フナに利用されている水路であれば、より利用しやすくなるように霞ヶ浦本湖と水路の間でのフナの自由な往来を保障する“水域の連続性”を確保することや、フナが利用できない水路であれば、フナが利用できるように改善することがあげられる。

霞ヶ浦周辺の水路は農業用であることが多く、農業関係者がその維持管理を担っている。ここでもし、フナを利用する漁業者や一般の釣り人などが農業関係者と協働して水路の維持作業等を行うことができれば、水路を介して、両者に利点が生じると思われる。詳細な背景は異なるものの、琵琶湖周辺で実施されている「魚のゆりかご水田プロジェクト」(田中, 2006)のような協働も参考となろう。

その一方で水路では、圃場整備事業などに関連した工事が行われている。この事業には農業の効率化を目指す目的があるが(藤岡, 1998)、生物保全型工法を適用することや(藤岡, 1998; 片野, 1998)、“水域の連続性”を確保するような配慮がよりいっそう望まれる。

“漁業者に限らず多くの人に親しまれるフナ”には、水産資源のみならず、霞ヶ浦周辺の地域資源として、遊魚も含めた地域振興に利用できる価値があると著者らは考えている。今後の新たな展開を期待したい。

要 約

霞ヶ浦におけるフナの成育場の状況を検討するため、霞ヶ浦の代表的湖岸環境であるコンクリート製垂直護岸の湖岸と抽水植物からなる湖岸および霞ヶ浦と接続した堤脚水路で、フナ(ギンブナ, *Carassius auratus langsdorfii* とキンブナ, *C. auratus* subsp. 2)の仔稚魚の出現を調べた。調査の結果、計502個体のフナが採集されたが、501個体は堤脚水路で採集された。堤脚水路における両種の採集個体数は、ギンブナが357個体、キンブナが144個体であった。これらの体長範囲は、ギンブナが11.0~55.7 mm および102.4~245.0 mm で、キンブナが10.2~41.6

mmであった。体長10~20 mmの仔稚魚は両種とも5月と6月に採集され、成長する傾向を示した。さらに本水路ではフナの卵が確認された。本水路はフナの産卵場および成育場として機能しているといえ、堤脚水路のフナ資源を活用することは、霞ヶ浦のフナ資源の回復に寄与する可能性があると考えられた。

謝 辞

調査や標本処理、魚体測定では茨城県内水面水産試験場の羽生幸代さん、大塚久美子さんにご協力いただいた。文献収集では筑波大学大学院の丹羽晋太郎さん(現茨城県)の手を煩わせた。記して感謝の意を表す。

文 献

- Arai, R., Fujikawa, H. & Nagata, Y. (2007): Four new subspecies of *Acheilognathus* bitterlings (Cyprinidae: Acheilognathinae) from Japan. *Bulletin of the National Science Museum. Series A, Supplement 1*: 1-28.
- 藤岡正博 (1998): サギが警告する田んぼの危機. 水辺環境の保全—生物群集の視点から, 江崎保夫・田中哲夫編. 朝倉書店, 東京, pp. 34-52.
- 藤原公一・臼杵崇広・根本守仁 (1997): ニゴロブナ資源を育む場としてのヨシ群落の重要性とその管理のあり方. 琵琶湖研究所所報, 16, 86-93.
- 浜田篤信 (2000): 外来魚類による生態影響 霞ヶ浦はなぜ外来魚に占拠されたか. 生物科学, 52, 7-16.
- 平井賢一 (1972): びわ湖内湾の水生植物帯における仔稚魚の生態. III ニゴロブナ仔稚魚の食性と生息域の関係. 日本生態学会誌, 22, 69-93.
- 片野 修 (1998): 水田・農業水路の魚類群集. 水辺環境の保全—生物群集の視点から, 江崎保夫・田中哲夫編. 朝倉書店, 東京, pp. 67-79.
- 川前政幸 (1991): フナ, コイの産卵場としての水生植物帯の機能について. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 27, 135-166.
- 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編 (2001): 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚. 改訂版. 山と溪谷社, 東京.
- 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.), American Society of Ichthyologists and Herpetologists Sp. Publ. (1), pp. 11-22.
- Kinoshita, I. (1986): Postlarvae and juveniles of silver sea bream, *Sparus sarba* occurring in the surf zone of Tosa Bay, Japan. *Japanese Journal of*

Ichthyology, 33, 7-12.

松原尚人・外岡健夫・佐々木道也 (1995): 霞ヶ浦・北浦における水生植物帯の現状について. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 31, 36-48.

美濃部 博・桑村邦彦 (2001): 琵琶湖周辺の内湖における魚類相の変化と生息環境分析: 在来魚の繁殖・生息の場所としての生態的機能の復元について. 応用生態工学, 4, 27-38.

宮脇成生・西廣 淳・中村圭吾・藤原宣夫 (2004): 霞ヶ浦湖岸植生帯の衰退とその地点間変動要因. 保全生態学研究, 9, 45-55.

中坊徹次編 (2000): 日本産魚類検索 全種の同定. 第二版. 東海大学出版会.

中村守純 (1969): 日本のコイ科魚類. 資源科学研究所, 東京.

野口淳夫・浜田篤信・鈴木健二 (2002): 霞ヶ浦水資源開発事業の環境影響評価に関する研究 1 生態系への影響評価. 霞ヶ浦研究, 12, 57-91. 霞ヶ浦市民協会, 土浦.

沖山宗雄編 (1988): 日本産稚魚図鑑. 東海大学出版会.

斉藤憲治・片野 修・小泉顕雄 (1988): 淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入と産卵. 日本生態学会誌, 38, 35-47.

桜井善雄 (1994): 湖沼沿岸帯の環境変化と植生の保全. 用水と排水, 36, 28-32.

鈴木健二・青柳 克 (1998): 霞ヶ浦のフナの生態学的研究 - I 霞ヶ浦のフナの形態学的特徴について. 茨城県内水面水産試験場研究報告, 34, 22-28.

鈴木誉士・小林 徹 (2009): 護岸された農業水路での魚類の繁殖場所. 魚類学雑誌, 56, 182-184.

田中茂穂 (2006): 魚のゆりかご水田プロジェクト. 地域と環境が蘇る水田再生, 鷺谷いづみ編著. 家の光協会, 東京, pp. 104-124.

谷口順彦 (2001): フナ属. 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚. 改訂版, 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編. 山と溪谷社, 東京, pp. 339-353.

山本敏哉・遊磨正秀 (1999): 琵琶湖におけるコイ科仔魚の初期生態 - 水位調節に翻弄された生息環境. 淡水生物の保全生態学 - 復元生態学に向けて -, 森 誠一編著. 信山社サイテック, 東京, pp. 193-203.