

## 宍道湖および中海において春季に 灯火トラップで採集された仔稚魚

横尾俊博<sup>1</sup>・堀之内正博<sup>1</sup>・荒西太士<sup>1</sup>

### Larvae and juvenile fishes collected by light trap sampling in Lake Shinji and Nakaumi Lagoon

Toshihiro Yokoo, Masahiro Horinouchi and Futoshi Aranishi

**Abstract:** Fishes were sampled using an overnight light trap at Ronden and Teratsu in Lake Shinji and Eshima in Nakaumi Lagoon from March through June 2009, with an aim to reveal the spatial and temporal variation of larval and juvenile fish fauna in these lakes. A total of 7416 individuals of 6 species, 52 individuals of 6 species and 1466 individuals of 10 species were collected in the respective sampling sites. In Lake Shinji, *Gymnogobius taranetzi* (49.6% of total individuals) and *Salangichthys microdon* (48.6%) were almost entirely dominated at Ronden, and *Gymnogobius taranetzi* (40.4%), *Hypomeus nipponensis* (26.9%) and *Salangichthys microdon* (21.2%) were also dominated at Teratsu. At Eshima in Nakaumi Lagoon, *Chaenogobius* spp. (67.7%), *Tridentiger* spp. (16.6%), *Acanthogobius flavimanus* (7.3%) and *Gymnogobius breunigii* (5.7%) were determined to be the dominant species. Both larvae and juveniles of “amphidromous species” and “estuarine species” mainly occurred in Lake Shinji, while those of “estuarine species” and “marine species” occurred in Nakaumi Lagoon. Results of this study indicate that the difference of larval and juvenile fish fauna reflect the diverse reproductive mechanisms of amphidromous, estuarine and marine fishes in Lake Shinji and adjacent Nakaumi Lagoon along the estuarine salinity gradient between these lakes.

### はじめに

一般に汽水域では、植物プランクトンや河川から供給される豊富な有機物により大量の動物プランクトンが発生するため、魚類に好適な餌料環境が形成されている(國井ら, 1993; 猿渡ら, 2006)。一方、全生活史を汽水域で完結させる魚類は少なく、汽水域の利用様式は、産卵場や仔稚魚の成育場、摂

餌場、通し回遊の経路など種毎に異なっている(猿渡ら, 2006)。宍道湖と中海は、斐伊川の河口部に形成される面積 86.2 km<sup>2</sup> と 79.1km<sup>2</sup> の国内最大規模の汽水湖であり、両者は大橋川によって連絡し、さらに中海の北東部に位置する境水道により日本海に連絡している(Fig. 1)。両湖における魚類の初期生活史については、宍道湖では島根県水産技術センターがシラウオ *Salangichthys microdon* やワカサギ

<sup>1</sup> 島根大学汽水域研究センター Coastal Lagoon Research Center, Shimane University, Matsue, Shimane 690-8504, Japan

*Hypomesus nipponensis* の卵や稚魚の分布状況を調査しているが (中村ら, 1981; 川島ら, 1987; 藤川, 2005a, 2005b など), 水産有用種である両種以外の知見は著しく乏しい。また, 中海では鳥取県栽培漁業センターが近年精力的に仔稚魚を調査しているが (氏ら, 2007; 太田・福本, 2009), 採集された標本の発育段階や個体数に関する情報が開示されておらず, 各魚種の生活史における中海の利用様式は未だ不明である。本研究では, 宍道湖と中海における魚類の初期生活史の解明の一環として, 夜間に灯火トラップを用いて網羅的に仔稚魚を採集し, その種組成や発育段階を検討した。なお, 木下 (1993) や小路 (1998), 大美ら (2007) は, 春季から夏季にかけ

て仔稚魚の種数や個体数が最大になることを報告しており, 本調査も同時期に実施した。

## 材料と方法

2009年3月から6月までの4カ月間に亘って, 宍道湖の論田と寺津および中海の江島において毎月1回灯火トラップを用いて網羅的に仔稚魚を夜間採集した (Fig. 1)。なお, 各定点の調査日は異なっていたが, 各月とも1週間以内に全定点を調査した。灯火トラップは Nakamura et al. (2009) に従い National 社製乾電池式水中集魚灯 BF-8951 を光源として作製したが (Fig. 2), 灯火トラップによる採集では調査場所間の水流の速度の相違が種毎の個体数密度等の比較に際してバイアスとなる可能性が指摘されている (Doherty, 1987)。そこで, 灯火トラップは水流の影響を受けにくい湖港部に日没から日の出まで設置し, 内部に罅集した生物を採集した。得られた試料は氷蔵して研究室に持ち帰り, 魚類のみを選別して5%ホルマリンで固定した。沖山 (編) (1988) や Nakabo [ed.] (2002) などに基づいて種を同定した後, 種毎に個体数を計数してマイクロメーターとノギスを用いて最大体長および最小体長を計測し, Kendall et al. (1984) に基づいて発育段階を決定した。また, 得られた種の生活史型は, 加納ら (2000) に従い海水魚, 汽水魚, 淡水魚および両側回遊魚の4型に区分した。なお, シラウオとワカサギはそれぞれ猿渡 (1994) と Katayama et al. (2007) に従い汽水魚とした。灯火トラップ設置時には, HORIBA 社製マルチ水質チェッカ U-52G を用いて水深1m層における水温, 塩分および溶存酸素量を測定した。

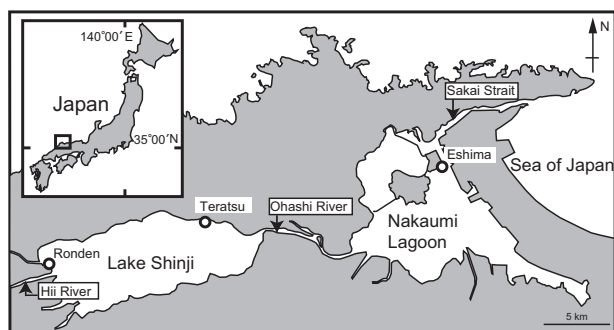


Fig. 1. Map showing the sampling sites (○) in Lake Shinji and Nakaumi Lagoon, western Japan.

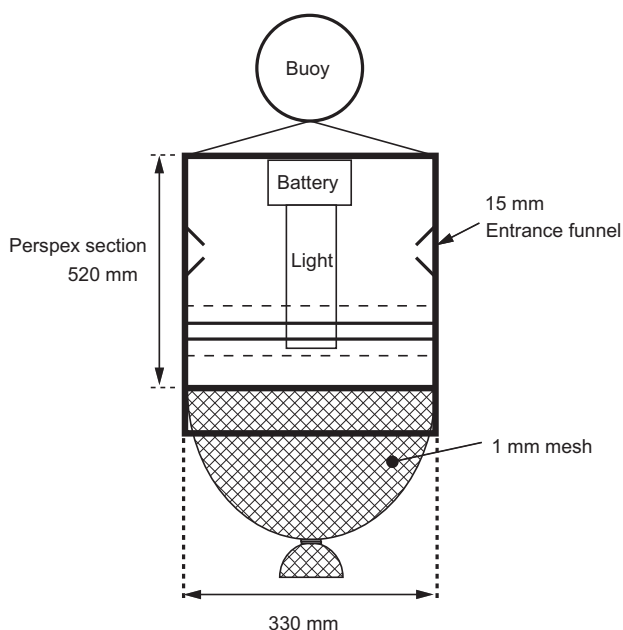


Fig. 2. Diagram of light trap. Fish larvae entered the perspex section via 4 entrance funnels, being attracted by a 6 W twin fluorescent lamp worked on 4 alkaline D batteries as a light source.

## 結 果

### 環 境

水温は定点間で明瞭な相違はなく, 各月の平均水温は3月10.6°C, 4月17.5°C, 5月20.1°C, 6月24.3°Cと上昇した (Fig. 3a)。一方, 塩分は宍道湖と中海で明瞭に異なった (Fig. 3b)。宍道湖では調査期間を通じて0.6–6.1の範囲にあり, 各月の平均は3月1.3, 4月2.9, 5月3.7, 6月5.5であったが, 中海では17.7–22.6の範囲にあり, 3月17.7, 4月18.1, 5月22.0, 6月22.6であった。溶存酸素量は定点間で明瞭な相違はなかった (Fig. 3c)。3月には宍道湖・論田33.1mg/L, 宍道湖・寺津23.6mg/L

L, 中海・江島 18.1mg/L であり, 3 定点間で大きくばらついたが, 以降の各月の平均溶存酸素量は 4 月 15.7mg/L, 5 月 14.1mg/L, 6 月 7.1mg/L と徐々に低下する傾向が認められた。

魚 類

宍道湖・論田では 6 種 7416 個体が得られた。シンジコハゼ *Gymnogobius taranetzi* が 3680 個体 (全採集個体数の 49.6%) で最も多く, 次いでシラウオが 3604 個体 (同 48.6%) であった。出現種数は 4 月と 5 月に 4 種で最も多く, 出現個体数は 5 月に 4869 個体で最も多かった。発育段階では, カジカ *Cottus pollux* は屈曲前仔魚から稚魚, シンジコハゼは屈曲仔魚から稚魚, シラウオとウキゴリ *G. urotaenia* は屈曲後仔魚から稚魚であり, コイ科複数種 *Cyprinidae spp.* とスズキ *Lateolabrax japonicus* は屈曲後仔魚の単一の発育段階のみであった。なお, スズキ以外の種は複数月に亘って出現していた。各

生活史型の出現種数および出現個体数は, 淡水魚 1 種 33 個体, 両側回遊魚 2 種 58 個体, 汽水魚 2 種 7284 個体, 海水魚 1 種 1 個体であった。

宍道湖・寺津では 6 種 52 個体が得られた。シンジコハゼが 21 個体 (同 40.4%) で最も多く, 次いでワカサギが 14 個体 (同 26.9%), シラウオが 11 個体 (同 21.2%) の順で多かった。出現種数および出現個体数はともに 4 月に 5 種 48 個体で最も多かったが, 3 月と 6 月には魚類は採集されなかった。また, 出現した全ての種が単一の発育段階のみであり, ビリンゴ *Gymnogobius breunigii* は屈曲前仔魚, シラウオは屈曲後仔魚, ワカサギ, ウキゴリ, シンジコハゼおよびハゼ科不明種 1 *Gobiidae sp. 1* は稚魚であった。なお, ワカサギ, ウキゴリおよびシンジコハゼは複数月に亘って出現していた。各生活史型の出現種数および出現個体数は, 両側回遊魚 1 種 3 個体, 汽水魚 4 種 48 個体, 不明 1 個体であった。

中海・江島では 10 種 1466 個体が得られた。アゴハゼ属複数種 *Chaenogobius spp.* が 993 個体 (同 67.7%) で最も多く, 次いでチチブ属複数種 *Tridentiger spp.* が 243 個体 (同 16.6%), マハゼ *Acanthogobius flavimanus* が 108 個体 (同 7.3%), ビリンゴが 84 個体 (同 5.7%) の順で多かった。出現種数は 5 月に 7 種で最も多く, 出現個体数は 4 月に 1051 個体で最も多かった。発育段階では, ムスジガジ *Ernogrammus hexagrammus*, マハゼ, ビリンゴ, アゴハゼ属複数種およびニクハゼ *Gymnogobius heptacanthus* は屈曲前仔魚から稚魚, チチブ属複数種は屈曲前仔魚から屈曲後仔魚であり, 屈曲前仔魚のギンポ亜目不明種 1 *Blennioidei sp. 1* とギンポ亜目不明種 2 *Blennioidei sp. 2* および稚魚のフグ科不明種 *Tetraodontidae sp.* は単一の発育段階のみであった。なお, マハゼ, アゴハゼ属複数種, ビリンゴおよびハゼ科複数種 *Gobiidae spp.* は複数月に亘って出現していた。各生活史型の出現種数および出現個体数は, 汽水魚 4 種 439 個体, 海水魚 2 種 1011 個体, 不明 4 種 16 個体であった。

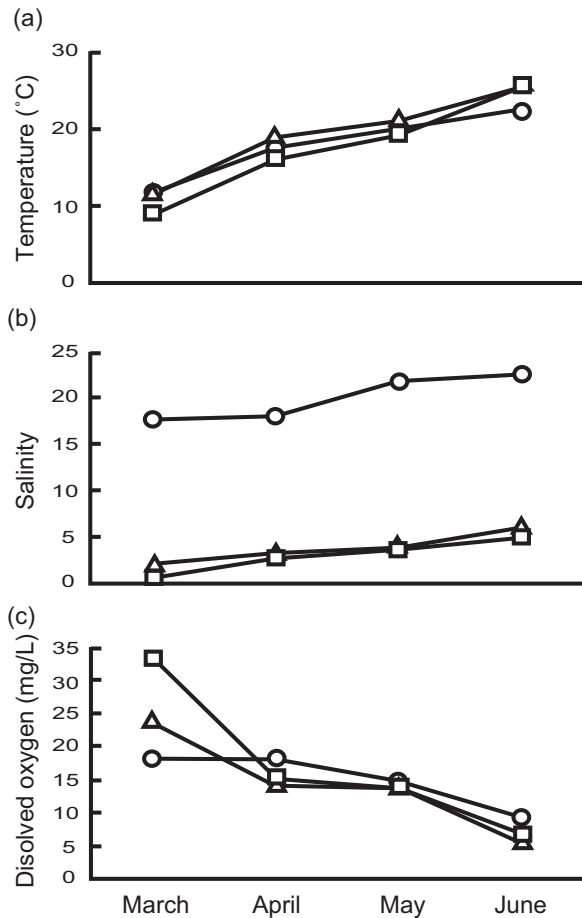


Fig. 3. Monthly changes of water temperature (a), salinity (b) and dissolved oxygen (c) from March through June 2009 at Ronden (△) and Teratsu (□) in Lake Shinji and Eshima (○) in Nakaumi Lagoon.

考 察

本調査水域における物理環境は, 水温や溶存酸素量には宍道湖と中海の間で明瞭な相違はなく同様の季節変化を示したが, 塩分は宍道湖が中海より明瞭に低かった。この両湖における塩分差は, 海水が境界水道を通じて直接流入するが流入河川の規模が小さい中海と, 海水は中海から大橋川を経由して流入するが流入河川の規模が大きい宍道湖という地勢的な

**Table 1.** Fishes collected at the Lake Shinji and Nakaumi Lagoon, western Japan from March through June 2009.

Species	Life cycle category	Ronden (Lake Shinji)				Teratsu (Lake Shinji)				Eshima (Nakaumi Lagoon)			
		Individuals/ size /developmental stage				Individuals/ size /developmental stage				Individuals/ size /developmental stage			
		March	April	May	June	March	April	May	June	March	April	May	June
Cyprinidae spp.	F			1 14.0 Po	72 8.2-9.5 Po								
<i>Hypomesus nipponensis</i>	E					13 16.0-20.3 J	1 16.9 J						
<i>Salangichthys microdon</i>	E		1624 15.4-21.0 Po	1740 12.7-22.7 Po	240 21.8-37.3 Po-J		11 13.6-14.7 Po						
<i>Ernogrammus hexagrammus</i>	M									18 7.2-14.1 Pr-J			
<i>Lateolabrax japonicus</i>	M	1 16.9 Po											
<i>Cottus pollux</i>	Am	26 7.1-10.1 Pr-Po	14 10.6-12.8 J										
Blennioidei sp. 1	-									1 5.6 Pr			
Blennioidei sp. 2	-										1 13.8 Po		
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	E									56 5.1-6.9 Pr	44 6.6-14.7 Pr-J	8 9.1-11.9 Po	
<i>Chaenogobius</i> spp.	M										937 6.3-10.0 Pr-Po	56 5.9-13.8 Pr-J	
<i>Gymnogobius breunigii</i>	E					2 Pr 6.8-7.6				21 6.0-13.3 Pr-Po	62 5.6-17.7 Pr-J	1 11.4 Po	
<i>G. heptacanthus</i>	E											4 10.1-12.0 Po-J	
<i>G. taranetzi</i>	E		396 11.5-14.9 Po-J	3116 7.5-18.0 F-J	168 10.8-19.9 Po-J	20 13.3-18.7 J	1 13.1 J						
<i>G. urotaenia</i>	Am		6 13.4-16.3 Po-J	12 18.7-31.5 J		2 18.4-22.0 J	1 21.5 J						
<i>Tridentiger</i> spp.	E												243 2.7-6.6 Pr-Po
Gobiidae sp. 1	-						1 12.8 J						
Gobiidae spp.	-										7 4.4-5.3 Pr	6 4.5-12.0 Pr-Po	
Tetraodontidae sp.	-											1 7.3 J	

Life cycle category (Am, amphidromous; E, estuarine; F, freshwater; M, marine), developmental stage (Pr: Preflexion larva, F: Flexion larva, Po: Postflexion larva, J: Juvenile).

違いに拠る。また、本研究で得られた仔稚魚の種組成も宍道湖と中海では明瞭に異なり、両湖から出現した種はビリンゴ1種のみであった。生活史型による区分では、両側回遊魚および淡水魚は宍道湖のみであり、さらに海水魚は宍道湖・論田の1個体以外は中海のみの出現であった。これらの特徴的な種組成は、上述した両湖の地勢的な違いが原因であると推察される。一方、汽水魚は両湖で出現したが、宍道湖で出現した汽水魚のうち、シラウオとワカサギの産卵場は宍道湖およびその流入河川河口部に形成され(藤川, 2005b)、シンジコハゼの産卵場は宍道湖沿岸域の水深3-5m付近と考えられている(林・佐藤, 1996)。また、中海で出現した汽水魚のうち、マハゼ、ビリンゴ、ニクハゼおよびチチブ属魚類は何れも抱卵個体が中海で確認されている(越川, 2005)。本研究で得られた汽水魚のほとんどが屈曲前仔魚から屈曲後仔魚(チチブ属)、屈曲前仔魚から稚魚(マハゼ、ビリンゴ)、屈曲仔魚から稚魚(シンジコハゼ)、屈曲後仔魚から稚魚(シラウオ、ニクハゼ)などごく初期の発育段階であることから、宍道湖と中海における汽水魚の種組成は、各種の産卵場としての両湖の利用様式の違いを反映していると推察された。また、両湖に共通して出現した汽水魚がビリンゴのみであった結果は、生活史の初期において両湖ともに利用し成長している種がほとんどいないことを示唆している。なお、宍道湖において、論田ではシラウオ、ウキゴリおよびシンジコハゼの複数の発育段階の個体が多数出現したが、寺津ではいずれの種も単一発育段階の個体が少数出現したにすぎず、これらの種にとって仔稚魚の生息場としての価値が寺津では低くなっている可能性が推察された。一方、近年資源量が著しく減衰しているワカサギの稚魚は寺津のみで出現しているなど、両湖における水産資源の保全や増殖には、各調査水域における種毎のユニークな利用様式をより詳細に検討する必要がある。

本研究では、灯火トラップによる夜間採集という新たな調査手法の導入により、宍道湖と中海における仔稚魚の出現様式の一端を解明することができた。しかし、灯火採集の採集効率、種毎あるいは同種内でも発育段階毎に変化し、また透明度や月齢などの影響も受ける可能性があるため(Gregory and Powles, 1985)、従来の仔稚魚調査で用いられる稚魚ネットやサーフネットによる調査手法の併用もして、両湖における魚類の初期生活史の解明を進めていく計画である。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり、灯火トラップの仕様や作製方法をご教示頂いた高知大学大学院総合人間自然科学研究科黒潮圏総合科学専攻助教の中村洋平博士、本調査をご快諾下さった宍道湖漁業協同組合と中海漁業協同組合の皆様には厚く御礼申し上げます。本研究の一部は、建設技術研究開発費補助金「再生藻場における生物多様性モニタリング技術の開発」および島根大学重点プロジェクト「地域資源循環型社会の構築」により実施された。ここに記して深謝する。

## 引用文献

- Doherty, P. J. (1987) Light-traps: selective but useful devices for quantifying the distributions and abundances of larval fishes. *Bull. Mar. Sci.* 41(2):423-431.
- 藤川裕司 (2005a) ワカサギ、シラウオ稚魚の出現状況および体長、成熟のモニタリング調査。平成17年度内水面水産試験場 事業報告書: 45-50.
- 藤川裕司 (2005b) 宍道湖におけるワカサギ、シラウオ卵の出現状況および斐伊川におけるワカサギ産卵数の平成15~18年の比較。平成17年度内水面水産試験場 事業報告書: 51-53.
- Gregory, R. S. and Powles, P. M. (1985) Chronology, distribution, and sizes of larval fish sampled by light traps in macrophytic Chemung Lake. *Can. J. Zool.* 63:2569-2577.
- 林 公義・佐藤仁志 (1996) シンジコハゼ. In (社)日本水産資源保護協会. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料(III): 222-227.
- 加納光樹・小池 哲・河野 博 (2000) 東京湾内湾の干潟域の魚類相とその多様性. *魚類学雑誌*, 47:115-129.
- Katayama, S., Saruwatari, T., Kimura K., Yamaguchi M., Sasaki T., Torao M., Fujioka T. and Okada, N. (2007) Variation in migration patterns of pond smelt, *Hypomesus nipponensis*, in Japan determined by otolith microchemical analysis. *Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr.* 71:175-182.
- 川島隆寿・山根恭道・鈴木博也 (1987) 宍道湖・中海におけるワカサギ・シラウオ資源生態調査. 島根県水産試験場 昭和62年度事業報告: 191-199.
- Kendall Jr., A. W., Ahlstrom, E. H. and Moser, H. G.

- (1984) Early life history stages of fishes and their characters. In Moser, H. G., Richards, W. J., Cohen, D. M., Fahay, M. P., Kendall, Jr., A. W. and Richardson, S. L. (eds.) *Ontogeny and Systematics of Fishes*, 11–22. Spec. Publ. No. 1, Am. Soc. Ichthyol. Herpetol.
- 木下 泉 (1993) 舞鶴湾において水中灯に蝟集した魚類. 京大水産実験所報告 2 : 38–40.
- 越川敏樹 (2005) 中海・宍道湖水域に生息するハゼ類の棲息状況. ホシザキグリーン財団研究報告 8 : 219–240.
- 國井秀伸・高安克己・橋谷 博・中村幹雄・中尾 繁 (1993) 汽水湖生態系の特性と日本における研究の現状. 日本生態学会誌 43 : 195–209.
- Nakabo T. (ed.) (2002) *Fishes of Japan with pictorial keys to the species*, English edition. Tokai University Press, Tokyo, 1749 pp.
- 中村幹雄・山本孝二・小川絹代 (1981) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査 ワカサギの成熟と産卵について. 島根県水産試験場昭和 56 年度事業報告 : 177–187.
- Nakamura, Y., Shibuno, T., Lecchini, D. and Watanabe, Y. (2009) Habitat selection by emperor fish larvae. *Aquatic Biology* 6:61–65.
- 大美博昭・有山啓之・日下部敬之・辻村浩隆 (2007) 大阪湾南部の石積傾斜護岸において灯火に蝟集した魚類幼稚仔. 大阪府立水産試験場研究報告 17 : 9–17.
- 沖山宗雄 (編) (1988) *日本産稚魚図鑑*. 東海大学出版会, 東京, 1154 pp.
- 太田武行・福本一彦 (2009) 中海の漁場環境の把握. 平成 20 年度鳥取県栽培漁業センター成果報告集 : 69–78.
- 猿渡敏郎 (1994) シラウオ : 汽水域のしたたかな放浪者. In 後藤晃・塚本勝巳・前川光司 (編) *川と海を回遊する淡水魚—生活史と進化—*, 74–85. 東海大学出版会, 東京.
- 猿渡敏郎・小藤一弥・田中宏典・金高卓二・斎藤伸輔 (2006) 魚類の棲息環境としての汽水湖—茨城県澗沼を例に—. In 猿渡敏郎 (編) *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*, 74–102. 東海大学出版会, 東京.
- 小路 淳 (1998) 瀬戸内海中央部の一漁港において灯火採集により得られた仔稚魚. 京大水産実験所報告 6 : 29–32.
- 氏 良介・渡辺秀洋・太田太郎 (2007) 中海の漁場環境調査. 平成 18 年度栽培漁業センター年報 : 81–94.