

文章编号: 1674 - 5566(2012)04 - 0598 - 05

## 田岙沙滩碎波带仔稚鱼群落结构的昼夜变化

方永清<sup>1</sup>, 钟俊生<sup>1</sup>, 毛成贵<sup>1</sup>, 葛成冈<sup>1</sup>, 杨平海<sup>2</sup>, 陈渊戈<sup>3</sup>

(1. 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306; 2. 浙江省嵊泗县科技协会, 浙江 嵊泗 202450; 3. 中国水产科学院东海水产研究所 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090)

**摘要:** 为了探明田岙沙滩碎波带仔稚鱼群落结构的昼夜变化规律, 2010年10月-2011年9月每月用小型拖网(1 m × 4 m, 网目1 mm)在田岙沙滩进行昼夜调查。全年共采集到仔稚、幼鱼484尾, 隶属于22科33种, 其中海洋鱼类14种, 河口鱼类11种, 洄游鱼类6种, 淡水鱼类2种。鲚(*Liza haematocheila*)为最优优势种, 占仔稚鱼总个体数的29.5%。仔稚鱼白天的CPUE和种类数显著高于夜间( $P < 0.01$ )。仔稚鱼丰度在6:00-8:00和14:00-18:00两个时间段较高, 种类数在6:00-8:00和12:00-18:00两个时间段较多。研究表明: 仔稚鱼白天倾向于在碎波带浅水区活动, 夜间选择碎波带浅水区生活的可能性不大。

沿岸碎波带饵料生物丰富、溶氧高、浑浊度高, 为仔稚鱼的生长发育提供了良好的环境<sup>[1]</sup>。近年来, 很多学者在沿海碎波带开展了仔稚鱼种类组成和时空分布的研究, 证实了许多经济鱼类仔稚鱼利用碎波带作为其保育场<sup>[2-5]</sup>。并有研究表明仔稚鱼昼夜的垂直运动反映了其行为与光照、温度和饵料生物丰度等物理和生物因子的联系<sup>[4]</sup>。但对碎波带仔稚鱼群落结构的昼夜变化和移动机制还知之甚少。本研究以嵊泗田岙沙滩碎波带为调查水域, 通过周年调查, 旨在探明沙滩碎波带仔稚鱼群落结构的昼夜变化规律和移动模式, 为鱼类早期发育阶段的行为学研究和渔业早期资源的利用提供基础科学依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 采样地点及方法

2010年10月至2011年9月, 每月大潮期间于田岙沙滩碎波带(图1)用小型拖网(1 m × 4 m, 网目1 mm)进行昼夜调查采样。采样时间从

**研究亮点:** 本研究首次对沙滩碎波带浅水区的鱼类早期资源进行了昼夜调查, 得出了该水域仔稚鱼群落结构的昼夜变化规律和移动模式, 为鱼类早期发育阶段的行为学研究和渔业早期资源的利用提供基础科学依据。

**关键词:** 仔稚鱼; 碎波带; 群落结构; 昼夜变化

**中图分类号:** S 931.1

**文献标志码:** A

16:00到次日14:00, 每2 h拖曳2网, 拖曳距离约50 m。所得样本在现场用5%甲醛水溶液固定, 并测定现场水温和盐度。

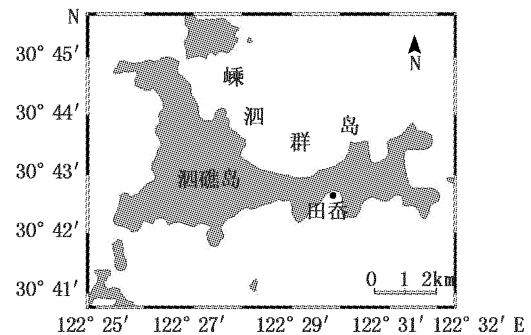


图1 田岙沙滩碎波带采样站点  
Fig.1 Sampling station in surf zone of sandy beach in Tian'ao

#### 1.2 分类鉴定

将筛选出的仔稚幼鱼参照相关文献<sup>[6-7]</sup>, 尽量鉴定到种, 划分生态类型, 用带有目测微尺的

收稿日期: 2012-01-26

修回日期: 2012-05-24

基金项目: 上海市科学技术委员会重点攻关项目(0839190200); 上海市教育委员会重点学科建设项目(S30701)

作者简介: 方永清(1986—), 男, 硕士研究生, 研究方向为鱼类生态学。E-mail: xiaofang5555123@163.com

通讯作者: 钟俊生, E-mail: jszhong@shou.edu.cn

Olympus SZ 解剖镜和游标卡尺测取所有标本的体长(BL)并计数。按 KENDALL 等将仔稚鱼划分为前弯曲期仔鱼、弯曲期仔鱼、后弯曲期仔鱼、稚鱼和幼鱼<sup>[8]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 温度和盐度

调查期间泗礁田岙沙滩碎波带 1 月水温最低,仅为 4℃,日平均水温 4.8℃(图 2a)。7 月水温最高为 29.5℃,日平均水温 27.5℃。从 2010 年 10 月开始水温逐渐下降,至 2011 年 1 月降到最低,随后开始回升。2 月的水温反常,与采样当天出现 16℃ 高温,直接影响沙滩碎波带水温有关。从总体上看水温变化规律与季节更替一致。

2011 年 2 - 5 月的平均盐度相对较高,以 2011 年 3 月盐度最高,2010 年 12 月最低。各月中盐度的差值在 5 以内,但 5 月和 7 月盐度的差值最小,仅为 1(图 2b)。

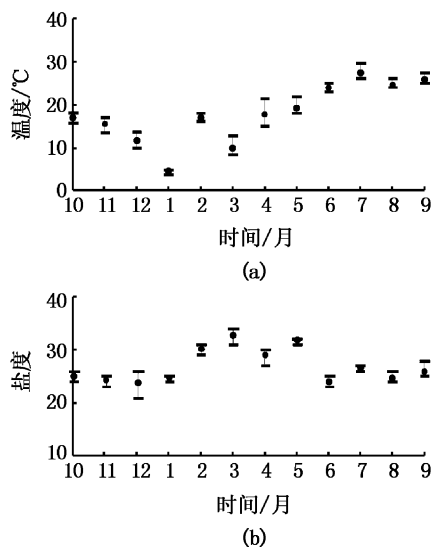


图 2 田岙沙滩碎波带温度和盐度的月变化  
Fig.2 Monthly water temperature and salinity in surf zone of sandy beach in Tian'ao.

### 2.2 种类组成

本研究共采集到仔稚幼鱼 484 尾,隶属于 22 科 33 种(表 1)。其中海洋鱼类 14 种,河口鱼类 11 种,洄游鱼类 6 种,淡水鱼类 2 种<sup>[7]</sup>。鲃(*Liza haematocheila*)为最优势种(29.5%),其后依次为中华侧带小公鱼(*Stolephorus chinensis*)(17.1%)、中国花鲈(*Lateolabrax maculatus*)(12.2%)、细鳞

表 1 2010 年 10 月 - 2011 年 9 月田岙沙滩碎波带仔稚鱼的种类组成

Tab.1 Species composition of fish larvae and juveniles collected in surf zone of sandy beach in Tian'ao from October 2010 to September 2011

种名	生态类型	丰度	百分比/%	发育阶段
大海鲢科 Megalopidae				
大海鲢 <i>Megalops cyprinoides</i>	Ma	2	0.4	D
鲱科 Clupeidae				
斑鲱 <i>Konosirus punctatus</i>	Ma	1	0.2	E
寿南小沙丁鱼 <i>Sardinella zunasi</i>	Ma	17	3.5	D
鲹科 Engraulidae				
凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	Mi	2	0.4	A, E
日本鲹 <i>Engraulis japonicus</i>	Mi	9	1.8	E
中华侧带小公鱼 <i>Stolephorus chinensis</i>	Ma	83	17.1	C - E
印度侧带小公鱼 <i>Stolephorus indicus</i>	Ma	5	1.0	C - D
中颌棱鲹 <i>Thryssa mystax</i>	Ma	7	1.4	D - E
银鱼科 Osmeridae				
有明银鱼 <i>Salanx acuticeps</i>	Es	2	0.4	B - C
鲤科 Cyprinidae				
鲤科 sp. Cyprinidae sp.	Fr	1	0.2	E
青鳞科 Adrianichthyidae				
青鳞 <i>Oryzias latipes</i>	Fr	1	0.2	B
鲷科 Hemiramphidae				
间下鲷 <i>Hyporhamphus intermedius</i>	Es	6	1.2	E
鲷科 Mugilidae				
鲷 <i>Mugil cephalus</i>	Es	12	2.5	D - E
鲈 <i>Liza haematocheila</i>	Es	143	29.5	B - E
马鲛科 Polynemidae				
多鳞四指马鲛 <i>Eleutheronema rhadinum</i>	Mi	6	1.2	C - D
鲷科 Serranidae				
中国花鲈 <i>Lateolabrax maculatus</i>	Mi	59	12.2	B - E
鲷科 Sillaginidae				
少鳞鲷 <i>Sillago japonica</i>	Ma	2	0.4	C
石首鱼科 Sciaenidae				
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	Es	2	0.4	E
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	Mi	1	0.2	C
鲷科 Sparidae				
真赤鲷 <i>Pagrosomus major</i>	Mi	1	0.2	C
金线鱼科 Nemipteridae				
金线鱼 <i>Nemipterus virgatus</i>	Ma	5	1.0	D
鲷科 Terapontidae				
细鳞鲷 <i>Terapon jarbua</i>	Es	46	9.5	C
鲷 <i>Terapon theraps</i>	Ma	10	2.0	C - D
石鲷科 Oplegnathidae				
条石鲷 <i>Oplegnathus fasciatus</i>	Ma	19	2.7	D
虾虎鱼科 Gobiidae				
普氏细棘虾虎鱼 <i>Acentrogobius pflaumii</i>	Es	20	4.1	C
长体刺虾虎鱼 <i>Acanthogobius elongata</i>	Es	15	3.1	B - C
矛尾虾虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	Es	1	0.2	D
红狼牙虾虎鱼 <i>Odontamblyopus lacepedii</i>	Es	1	0.2	D
篮子鱼科 Siganidae				
褐篮子鱼 <i>Siganus fuscescens</i>	Ma	1	0.2	D
鲷科 Scorpaenidae				
鲷科 sp. Scorpaenidae sp.	Ma	4	0.8	C - D
牙鲆科 Bothidae				
牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	Ma	1	0.2	D
舌鲷科 Cynoglossidae				
日本须鲷 <i>Paraplagusia japonica</i>	Ma	4	0.8	E
鲷科 Tetraodontidae				
星点东方鲀 <i>Takifugu niphobles</i>	Es	1	0.2	E

注:生态类型中 Ma 表示海洋鱼类,Es 表示河口鱼类,Fr 表示淡水鱼类,Mi 表示洄游鱼类;发育阶段中 A 表示前弯曲期仔鱼,B 表示弯曲期仔鱼,C 表示后弯曲期仔鱼,D 表示稚鱼,E 表示幼鱼。

鲮 (*Terapon jarbua*) (9.5%)、普氏细棘虾虎鱼 (*Acentrogobius pflaumi*) (4.1%)、寿南小沙丁鱼 (*Sardinella zunasi*) (3.5%)、长体刺虾虎鱼 (*Acanthogobius elongate*) (3.1%)、条石鲷 (*Oplegnathus fasciatus*) (2.7%)、鲮 (*Mugil cephalus*) (2.5%)、鲮 (*Terapon theraps*) (2.0%)，占总丰度的 86.2%。2011 年 4 月到 9 月仔稚鱼的丰度占优势 (图 3)，田岙沙滩碎波带仔稚鱼的数量分布呈现明显的季节性特征：初春仔稚鱼的数量开始急剧上升后稳定保持到夏末，随后急剧下降，冬季和秋季仔稚鱼在碎波带很少见。弯曲期仔鱼仅见于有明银鱼 (*Salanx acuticeps*)、青鲮 (*Oryzias latipes*)、鲛、中国花鲈和长体刺虾虎鱼，后弯曲期仔鱼、稚鱼和幼鱼占总数的 95.7%，调查中未采集到前弯曲期仔鱼。

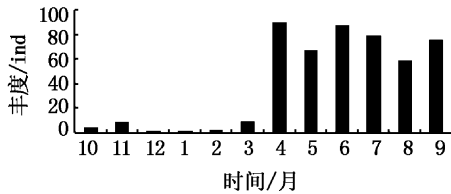


图 3 田岙沙滩碎波带仔稚鱼丰度周年变化

Fig.3 Monthly changes of larval and juvenile fishes abundance in surf zone of sandy beach in Tian'ao

### 2.3 CPUE 和种类组成的昼夜变化

本调查根据田岙沙滩碎波带日出和日落时间划分白天和夜间，春夏季 5:30 - 19:30 为白天，而冬春季白天为 6:30 - 17:30。除 2011 年 1 月，其余各月白天仔稚鱼的 CPUE (Catch Per Unit Effort, 尾/网) 显著高于夜间 ( $P < 0.01$ , 图 4a)。除 2010 年 10 月和 2011 年 1、2、4 月，其余各月白天仔稚鱼种类数显著多于夜间 ( $P < 0.01$ , 图 4b)。

周年调查的各时间点仔稚鱼 CPUE 和种类数变化趋势大致吻合。仔稚鱼 CPUE 在 6:00 - 8:00 和 14:00 - 18:00 时间段相对较高，种类数在 6:00 - 8:00 和 12:00 - 18:00 时间段较多，而 20:00 - 4:00 仔稚鱼的 CPUE 和种类数均较低 (图 4c)。

### 3 讨论

本研究结果显示田岙沙滩碎波带春、夏季仔稚鱼的丰度较高。HILDBRAND 和 CABLE<sup>[9]</sup> 研

究了北卡罗莱纳州的 14 种经济鱼类发现：这些鱼类在夏季栖息在河口，冬季则迁徙到近海温暖海域产卵。蒋日进等<sup>[10]</sup> 在长江口的调查显示仔稚鱼种类数和丰度在冬季最低，夏季最高。SENTA 和 KINOSHITA<sup>[11]</sup> 在日本西部碎波带的调查也表明了夏季出现的仔稚鱼种类数多于秋冬季。这说明仔稚鱼在近岸水域的分布具有显著的季节性特征，且在不同地区之间有所差别。本调查和其他学者的研究结果不完全吻合，是鱼类种类的差异和水域环境的差异共同引起的。

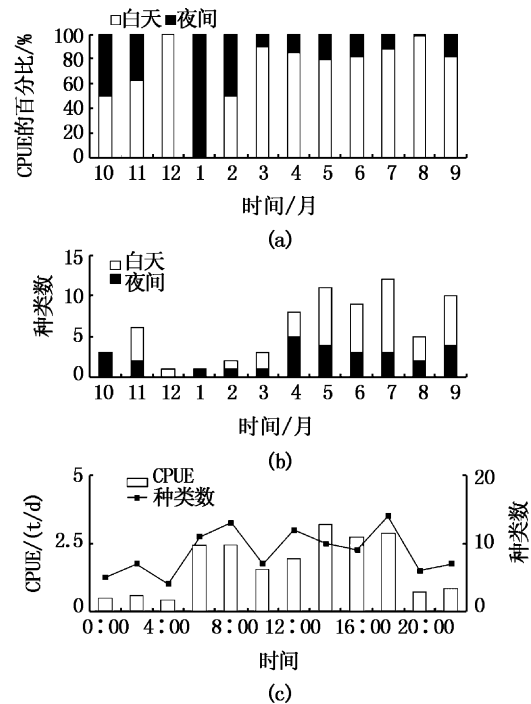


图 4 田岙沙滩碎波带仔稚鱼 CPUE 和种类数的昼夜变化

Fig.4 Diurnal CPUE and species number of larval and juvenile fishes in surf zone of sandy beach in Tian'ao

JONATHAN 和 JOHN<sup>[12]</sup> 对海滨潮沟的昼夜调查发现，夜间出现的仔稚鱼要多于白天。许多学者在近海大陆架、珊瑚礁水域和泻湖进行的研究也显示了相同的结果<sup>[13-15]</sup>，但在田岙沙滩碎波带白天采集的仔稚鱼丰度和种类数却大于夜间，这可能是调查水域的不同而引起的差异。田岙沙滩碎波带水深 1.0 ~ 1.5 m，水体搅动剧烈水文环境不稳定，而国外学者研究的水域大多是水深从十多米到几百米不等的近海大陆架或者珊瑚礁海域，海水搅动较弱，水文状态相对稳定，适

于游泳能力不强的仔稚鱼在夜晚栖息。有报道指出在南半球冲淡水丰沛的河口,仔稚鱼倾向于在水文条件相对稳定的地方栖息<sup>[16]</sup>。也可能是采样方式的差异,国外学者使用的是大型浮游生物网和定置网<sup>[12-15]</sup>,而本研究是小型拖网调查。结合本调查结果,我们推测:仔稚鱼趋向于白天随潮流向沙滩碎波带移动,夜间选择碎波带浅水区生活的可能性较低。有报道指出仔稚鱼在水体中具有垂直方向的昼夜移动机制,并以鲽形目中一些种类的仔稚鱼最为明显,白天一般在水体底层活动,夜间向水体上层移动<sup>[17-19]</sup>。对于沙滩碎波带的仔稚鱼是否也存在昼夜垂直移动的趋势,有待于进一步探讨。

本研究发现仔稚鱼 CPUE 在 06:00 - 08:00 和 14:00 - 18:00 时间段较集中,种类数在 6:00 - 8:00 和 12:00 - 18:00 时间段较集中,而在其余时间段仔稚鱼的 CPUE 和种类数均较小,而这些时间段内的光照强度皆较适宜,既不太弱也不太强,说明仔稚鱼摄食习性与光照强度有关系,太强或太弱的光照条件均不利于其活动和觅食<sup>[17]</sup>。并且,有学者研究发现仔稚鱼及其饵料生物的活动还具有相同的光照节律<sup>[19-20]</sup>,因此,仔稚鱼在沙滩碎波带的分布具有一定的水域选择性,且这种选择性还受光照条件影响。

#### 参考文献:

- [1] GADOMSKI D M, CADDELL S M. Effects of temperature on early life history stages of California halibut *Paralichthys californicus*[J]. Fishery Bulletin, 1991, 89(4): 567 - 576.
- [2] FUJITA S, KINOSHITA I, TAKAHASHI I, et al. Species composition and seasonal occurrence of fish larvae and juveniles in the Shimanto Estuary, Japan [J]. Fisheries Science, 2002, 68(2): 364 - 370.
- [3] 钟俊生, 郁蔚文, 刘必林, 等. 长江口沿岸碎波带仔稚鱼种类组成和季节性变化[J]. 上海水产大学学报, 2005, 14(4): 375 - 382.
- [4] NEILSON J D, PERRY R I. Diel vertical migrations of marine fishes: an obligate or facultative process [J]. Advances in Marine Biology, 1990, 26(12): 115 - 168.
- [5] 陈渊戈, 张宇, 钟俊生, 等. 长江口南支和杭州湾北岸碎波带水域仔稚鱼群落的比较[J]. 上海海洋大学学报, 2011, 20(5): 688 - 696.
- [6] 冲山宗雄. 日本产仔稚鱼大图鉴[M]. 东京: 东海大学出版社, 1988.
- [7] 倪勇, 伍汉霖. 江苏鱼类志[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [8] KENDALL A W J, AHLSTROM E H, MOSER H G. Early life history stages of fishes and their characters [M]// Ontogeny and systematics of Fishes. Lawrence: The American Society of Ichthyologists Herpetologists, 1984.
- [9] HILDBRAND S F, CABLE L E. Development and life history of fourteen teleostean fishes at Beaufort [J]. United States Bureau of Fisheries, 1930, 46(4): 383 - 488.
- [10] 蒋日进, 钟俊生, 张冬良, 等. 长江口沿岸碎波带仔稚鱼的种类组成及其多样性特征[J]. 动物学研究, 2008, 29(3): 297 - 304.
- [11] SENTA T, KINOSHITA I. Larval and juvenile fishes occurring in surf zones of western Japan [J]. Transactions of the American Fisheries Society, 1985, 114(4): 609 - 618.
- [12] JONATHAN M S, JOHN M D. The utilization of an intertidal salt marsh creek by larval and juvenile fishes: abundance, diversity and temporal variation [J]. Estuaries and Coasts, 1979, 2(3): 154 - 163.
- [13] LEIS J M. Vertical distribution of fish larvae in the great barrier reef lagoon, Australia [J]. Marine Biology, 1991, 109(1): 157 - 166.
- [14] POTTRE I C, HYNDES G A. Composition of the fish fauna of a permanently open estuary on the southern coast of Australia, and comparisons with a nearby seasonally closed estuary [J]. Marine Biology, 1994, 121(2): 199 - 209.
- [15] LEIS J M, SWEATMAN H P A, READER S E. What the pelagic stages of coral reef fishes are doing out in blue water: daytime field observations of larval behavioural capabilities [J]. Marine and Freshwater Research, 1996, 47(2): 401 - 411.
- [16] WHITFIELD A K. Ichthyoplankton interchange in the mouth region of a southern African estuary [J]. Marine Ecology Progress Series, 1989, 54(1/2): 25 - 33.
- [17] JOHN S B, MASARU T, TADAHISA S. Influence of light and salinity on behaviour of larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) and implications for inshore migration [J]. Netherlands Journal of Sea Research, 1995, 34(1/3): 59 - 69.
- [18] RODRIGUEZ J M, HERNANDEZ L S, BARTON E D. Vertical distribution of fish larvae in the Canaries-African coastal transition zone in summer [J]. Marine Biology, 2006, 149(4): 885 - 897.
- [19] GRAY C A, MISKIEWICZ A G. Larval fish assemblages in south-east Australian coastal waters: seasonal and spatial structure [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2000, 50(4): 549 - 570.
- [20] MANABU H, TARO O, TAKANE I, et al. Diel and tidal changes in the distribution and feeding habits of Japanese temperate bass *Lateolabrax japonicus* juveniles in the surf zone of Ariake Bay [J]. Ichthyological Research, 2006, 53(2): 129 - 136.

## Diurnal variation of larval and juvenile fish species composition in surf zone of sandy beach in Tian'ao, Sijiao Island

FANG Yong-qing<sup>1</sup>, ZHONG Jun-sheng<sup>1</sup>, MAO Cheng-ze<sup>1</sup>, GE Cheng-gang<sup>1</sup>, YANG Ping-hai<sup>2</sup>, CHEN Yuan-ge<sup>3</sup>  
(1. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Science and Technology Association of Shengsi County, Shengsi 202450, Zhejiang, China; 3. Key and Open Laboratory of Marine and Estuary Fisheries Minister of Agriculture of China, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** The surf zone of sandy beach in Tian'ao lies in a typical island harbor in the south of the Sijiao Island. In order to find out if there is any diurnal variation of species composition of larval and juvenile fishes, samplings were taken in surf zone of Tian'ao during the spring tide each month from October 2010 to September 2011 (seine net 1 m × 4 m, 1 mm mesh-aperture). A total of 33 species, 22 families, 484 individuals were collected which could be divided into 4 ecological patterns (marine fish 14; estuarine fish 11; migration fish 6; freshwater fish 2). The most abundant species *Liza haematocheila* was 29.5% of total individuals. The CPUE and species number of larval and juvenile fishes in the daytime were significantly higher than those at night ( $P < 0.01$ ). We also find out that CPUE of larval and juvenile fishes shows special distribution during different time periods in 24 h especially in the day time. There were more individuals collected during 6:00-8:00 and 14:00-18:00 than the rest of the 24 h. And the species numbers were higher during 6:00-8:00 and 12:00-18:00 than the rest of the 24 h. The results showed that larval and juvenile fishes prefer staying in shallow waters of surf zone in the daytime, and they had no obvious selection for surf zone in the night.

**Key words:** larval and juvenile fishes; surf zone; species composition; diurnal variation