

# 沿岸碎波带仔稚鱼分布的季节性变动

吴美琴<sup>1</sup> 钟俊生<sup>1\*</sup> 葛珂珂<sup>1</sup> 练青平<sup>2</sup> 蒋日进<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

(<sup>2</sup>浙江省淡水水产研究所, 湖州 313001)

(<sup>3</sup>浙江省海洋水产研究所, 舟山 316100)

**摘要** 为进一步探明长江口沿岸碎波带仔稚鱼种类组成和数量分布的季节性变化特征, 2006年11月至2007年10月, 在长江口沿岸碎波带的13个站位用小型拖网(1 m × 4 m, 网目1 mm)共采集到仔稚鱼77种, 隶属于13目27科63属。各季节出现仔稚鱼种数分别为37、20、13和7种。仔稚鱼是以暖温性种类占绝对优势, 按生态类型划分, 河口性和淡水性种类为主, 其次为海洋性种类, 洄游性种类最少。根据优势度曲线可看出: 夏季优势种最突出, 秋季优势种最不明显。夏季与秋季的共有种最多, 均为27种; 冬季与春季, 冬季与秋季间的共有种最少, 均为11种。从数量分布来看, 冬季仔稚鱼数量最少, 且分布较分散, 春季数量有明显增加, 夏季数量达最大值, 且分布趋于集中, 在低盐和淡水的站位 St.4, St.5, St.7 和 St.10, 形成了以刀鲚为主要种类的仔稚鱼密集区, 平均密度高达2729尾/站。

**关键词** 仔稚鱼 种类组成 数量分布 季节性变动 长江口 碎波带

**中图分类号**

## Seasonal fluctuation of fish larvae and juveniles distribution in the surf zone

WU Mei-qin<sup>1</sup> ZHONG Jun-sheng<sup>1\*</sup> GE Ke-ke<sup>1</sup> LIAN Qing-ping<sup>2</sup> JIANG Ri-jin<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> College of Fisheries and Life, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306)

(<sup>2</sup> Zhejiang Institute of Freshwater Fisheries, Huzhou 313001)

(<sup>3</sup> Zhejiang Marine Fisheries Research Institute, Zhoushan 316100)

**ABSTRACT** To make a further clarification of the seasonal dynamics of species composition and abundance distribution of fish larvae and juveniles in the surf zone of Yangtze River estuary, fish larvae and juveniles were

农业部东海区渔政渔港监督管理局项目(6660106237);上海市水生生物重点学科建设项目(S30701)资助

\* 通讯作者。E-mail: [jszhong@shou.edu.cn](mailto:jszhong@shou.edu.cn), Tel: (021)61900286

作者简介: 吴美琴(1983-), 女, 硕士研究生, 主要从事仔稚鱼生态学研究。E-mail: [mqwu316@163.com](mailto:mqw316@163.com),

Tel: (021)61900462

collected at 13 stations by a seine net (1 m ×4 m, 1 mm mesh-aperture) monthly from November 2006 to October 2007. There were 77 species of fish larvae and juveniles belonging to 63 genera in 27 families of 13 orders, in which Perciformes and Cypriniformes were the dominant families. The number of species occurring seasonally was 37, 20, 13 and 7, respectively. In all seasons, the warm-temperate species were absolutely dominant. In terms of the ecological types, the number of estuarine species was as much as that of freshwater species, followed by marine fish, and diadromous species was the least in ecological types. By analyzing the dominance curve of fish larvae and juveniles, we found that the dominance of species was the most prominent in summer, while not obvious in autumn. The shared species in different seasons showed more conformity between summer and autumn, but more difference between winter and other seasons. Catches varied significantly among seasons, peaking in summer with a mean of 1,132 ind. /station. The abundance of fish larvae and juveniles was the least and the distribution was the most dispersive in winter, and increased dramatically in spring, then became more abundant and more concentrated in summer. The average density reached 2,729 ind. /station, mainly composed of *Coilia nasus*, at the freshwater or low salinity area of St.4, St.5, St.7 and St.10.

**KEY WORDS** Fish larvae and juveniles Species composition Abundance distribution Seasonal fluctuation Yangtze River estuary Surf zone

鱼类生活史早期阶段的补充状态在很大程度上决定了其世代的强弱 (Hjort 1914), 而世代的强弱又影响着鱼类资源的变化。仔稚鱼数量是鱼类资源补充和渔业资源持续利用的基础。长江口历来是传统的捕捞渔场, 长江带来的大量有机质和营养盐, 使该水域饵料生物极为丰富, 为多种经济鱼类的产卵提供了条件, 也成为多种仔稚鱼索饵育肥的良好场所。虽有许多研究涉及了该水域成鱼渔业资源状况 (王幼槐等 1983; 张国祥等 1985; 陈渊泉等 1999; 郑元甲等 2003), 也有调查涉及到仔稚鱼的分布 (杨东莱等 1990; 徐兆礼等 1999; 朱鑫华等 2002; 单秀娟等 2004), 而关于沿岸碎波带仔稚鱼的月变化虽已有报道 (钟俊生等 2005; 钟俊生等 2007; 蒋日进等 2008), 对于以季节为单位的研究还未有报道。本研究根据2006年11月至2007年10月在长江口沿岸碎波带设置的13个采样点对仔稚鱼进行调查的结果, 在探明该水域种类组成的基础上, 按春、夏、秋、冬4个季节研究和分析了长江口沿岸碎波带仔稚鱼的种类组成和数量分布及其动态变化, 为深入研究鱼类早期补充过程和渔业资源的可持续利用提供基础的科学依据。

## 1 材料和方法

2006年11月至2007年10月, 每月一次在长江口沿岸碎波带的13个站位 (Sts.1-13) 进行

仔稚鱼调查(图1)。采样时,在水深0.5~1.5 m处,2人沿海岸平行方向,步行拖曳小型拖网(1 m×4 m,网目1 mm),拖曳时间约2 min,每站位拖曳3次。采集的样品在现场用5%海水福尔马林溶液固定保存,在实验室进行分类鉴定和计数。样品分析时,划分为:冬季(2006.12-2007.2),春季(2007.3-2007.5),夏季(2007.6-2007.8)和秋季(2006.11,2007.9-2007.10),以每个站位的采集的尾数为指标进行统计比较。

根据每种仔稚鱼数量占总样品数量的比例由大到小排列,累积百分数为种类占总样品百分比的累加值进行种类排序,绘制优势度曲线(Ellis *et al.* 2000)。

采用 Arcview 软件绘制仔稚鱼数量分布图。

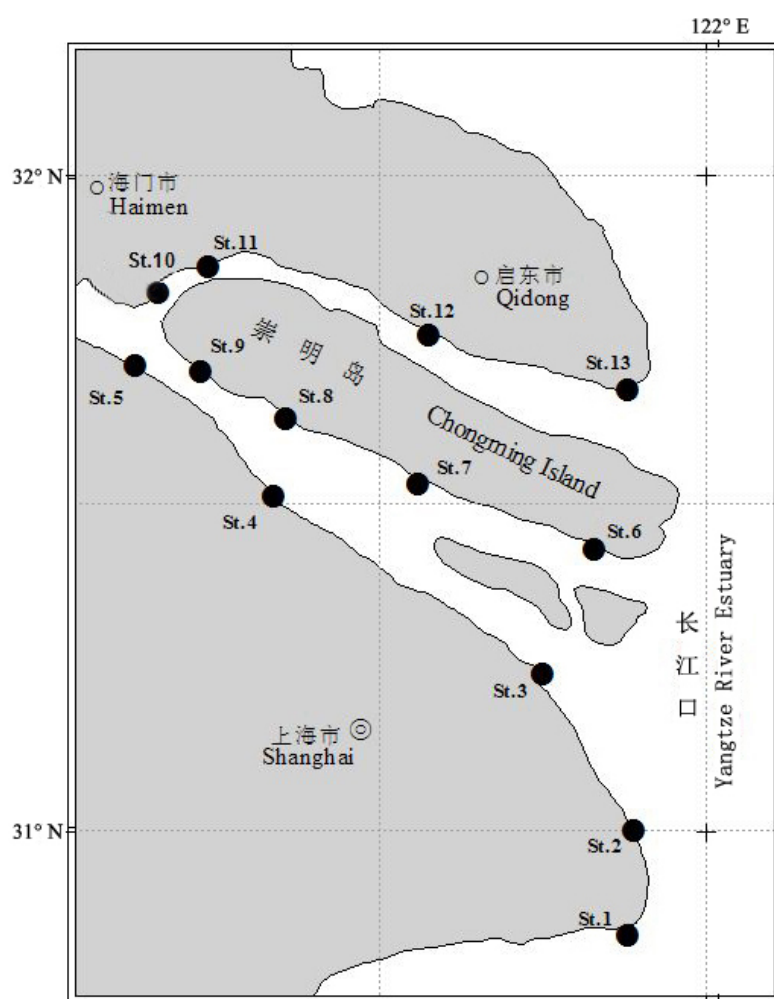


图1 调查站位图

Fig. 1 Map of sampling stations

## 2 结果

### 2.1 种类组成

周年 4 个季节共捕获仔稚鱼 77 种,隶属于 13 目,27 科,63 属。其中以鲈形目(Perciformes)最多,9 科,25 属,32 种;其次为鲤形目(Cypriniformes),2 科,16 属,20 种;再次为鲱形目(Clupeiformes)2 科,4 属,4 种;鲑形目(Salmoniformes),1 科,2 属,4 种。以下各目种类较少,依次为:鲮形目(Mugiliformes)、海鲢目(Elopiformes)、鲇形目(Siluriformes)、鲿形目(Cyprinodontiformes)、颌针鱼目(Beloniformes)、刺鱼目(Gasterosteiformes)、鲾形目(Pleuronectiformes)、鲉形目(Scorpaeniformes)、鲉形目(Tetraodontiformes)。

各季节居前 5 位的优势种变化较大,没有出现 4 个季节的共有优势种,仅有寡鳞瓢鱼属于 3 个季节的共有优势种(表 1)。

表 1 各季节仔稚鱼尾数百分比前五位组成

Table 1 Composition of top five fish larvae and juveniles by individual percentage in each season (%)

优势种 Dominant species	冬季 Winter	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn
餐 <i>Hemiculter leucisculus</i>	25.30	5.18		
太湖新银鱼 <i>Neosalanx taihuensis</i>	14.46	37.68		
寡齿新银鱼 <i>Neosalanx oligodontis</i>	11.45			
鲮 <i>Liza haematocheila</i>	9.64			
寡鳞瓢鱼 <i>Pseudolaubuca engraulis</i>	8.43		7.53	16.66
鲫 <i>Carassius auratus</i>		14.44		
香(鱼衔) <i>Callionymus olidus</i>		9.26		
食蚊鱼 <i>Gambusia affinis</i>		6.59		10.43
刀鲚 <i>Coilia nasus</i>			62.52	11.70
纹缟虾虎鱼 <i>Tridentiger trignocephalus</i>			6.57	
银瓢鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>			4.19	12.34
似鲮 <i>Toxabramis swinhonis</i>			3.88	
瓜哇拟虾虎鱼 <i>Pseudogobius javanicus</i>				6.17

季节出现仔稚鱼种数分别为 37, 20, 13, 7 种。4 个季节均出现的仔稚鱼仅占全年总种数的 9.09%,除常见的经济种类如红鳍鲌 *Culter erythropterus*、鲮、太湖新银鱼外,还有小型的中上层鱼类麦穗鱼 *Pseudorasbora parva* 和餐,近海底层小型鱼类棕刺虾虎鱼 *Acanthogobius luridus*,淡水小型鱼类食蚊鱼。

## 2.2 区系特征

按种的适温性划分,所采集到的仔稚鱼暖温性种类占绝对优势,为 71 种,占 92.21%,主要有刀鲚、寡鳞瓢鱼、食蚊鱼等;暖水性种类仅 6 种,占 7.79%,如海鲢 *Elops saurus*、大海鲢 *Megalops cyprinides*、四指马鲛 *Eleutheronema tetradactylum* 等。

按种的生态类型划分，河口性和淡水性种类相当，均为 28 种，各占 36.36%，其次为海洋性种类，为 18 种，占 23.38%，洄游性种类最少，仅有 3 种，占 3.90%。

### 2.3 各季节种类优势度

春季和冬季的优势度曲线比较接近，夏季和秋季的优势度曲线存在显著差异（图 2）。夏季的优势度曲线明显高于其它季节，前 4 位种类的累积百分比超过了 80%，分别为刀鲚、寡鳞飘鱼、纹缟虾虎鱼、银飘鱼，其中仅刀鲚所占的百分比就占 62%。春季和冬季都是前 7 种的尾数百分比累积超过 80%。秋季则前 11 种鱼类的尾数累积百分比超过 80%。由此表明，在全年的 4 个季节中，夏季的优势种的优势度最强，秋季的优势种的优势度最弱。

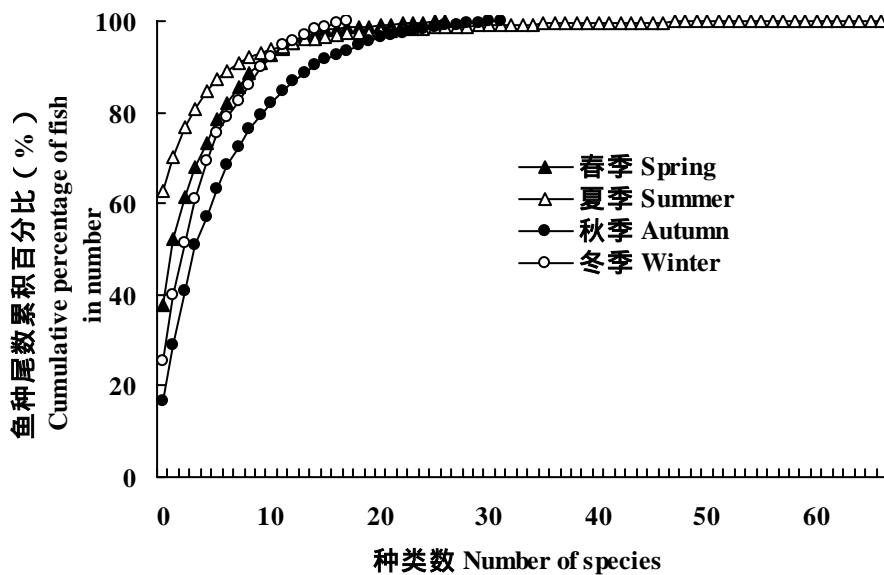


图 2 长江口沿岸碎波带各季节仔稚鱼优势度曲线

Fig. 2 The dominance curve of fish larvae and juveniles in the surf zone of Yangtze River estuary

### 2.4 仔稚鱼组成季节间相似性

各季节间仔稚鱼的共有种类数以夏季与秋季的共有种最多，为 27 种；冬季与春季，冬季与秋季间的共有种最少，均为 11 种（表 2）；夏季与其它季节间的共有种均高于其它季节间的共有种。

表 2 各季节间仔稚鱼共有种

Table 2 The shared species of fish larvae and juveniles in four seasons

冬季 Winter	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn
-----------	-----------	-----------	-----------

冬季 Winter	/			
春季 Spring	11	/		
夏季 Summer	16	22	/	
秋季 Autumn	11	14	27	/

## 2.5 数量分布

夏季仔稚鱼的平均密度最高，为 1132 尾/站，远远高于春季（49 尾/站），秋季（36 尾/站）和冬季（13 尾/站）（图 3）。

冬季，仔稚鱼的分布较分散，13 个站位仅采集到 166 尾，且绝大多数为稚鱼，平均密度不到 13 尾/站，St.1，St.12-13 未采集到仔稚鱼。

春季，除 St.12 仍未采集到仔稚鱼外，各站位仔稚鱼的数量均有所增加。长江口内湾的 St.9 和 St.11 分别采集到仔稚鱼 208 和 191 尾，形成两个小范围的密集中心，主要种类为太湖新银鱼（占两站位仔稚鱼数量的 34.59%）。

夏季 St.4，St.5，St.7 和 St.10 分别出现 2904 尾，2312 尾，3144 尾和 2557 尾仔稚鱼，形成了分布范围较集中、平均密度高达 2729 尾/站、以刀鲚为主要种类的仔稚鱼密集区，所采集到的 10917 尾仔稚鱼中，刀鲚 8318 尾，占该季采集仔稚鱼总数量的 76.19%。St.11 和 St.12 均出现了 28 种仔稚鱼，为调查期间出现种类数最多的站位。

秋季，水温降低，仔稚鱼数量急剧减少，且分布分散。St.2 出现了 13 种、134 尾仔稚鱼，此站为该季节种类和数量分布最多的站位，以食蚊鱼、寡鳞飘鱼为主。除 St.8 外其余站位也分散地出现了仔稚鱼。

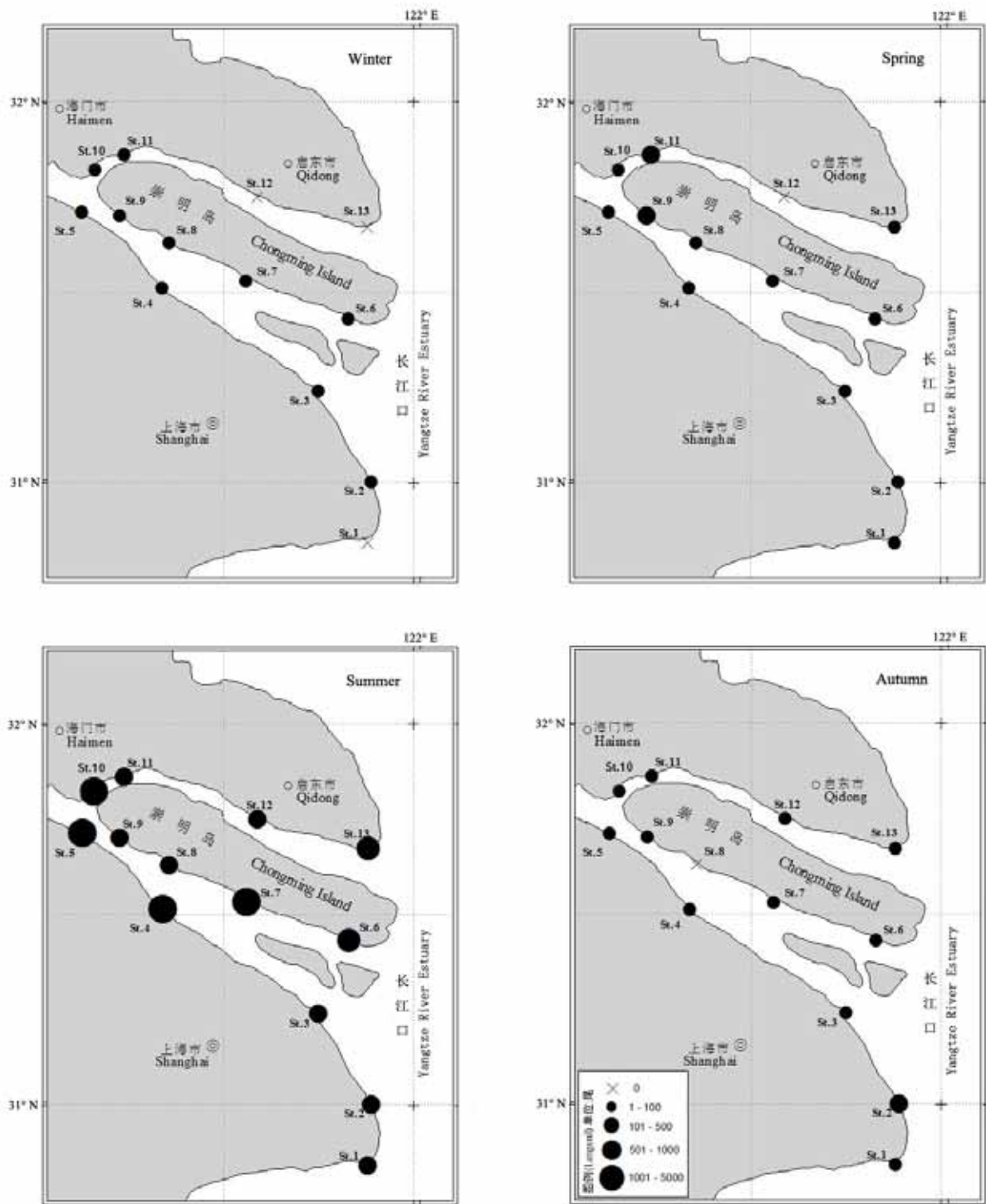


图 3 长江口沿岸碎波带仔稚鱼数量分布图

Fig.3 Abundance distribution of fish larvae and juveniles in the surf zone of Yangtze River estuary

## 2.6 站位间变化

从各站位盐度变化可以看出, St.13 的盐度全年维持在 20‰ 以上, 为盐度最高的站位, St.3-10

平均盐度较低 (图 4)。

全年在 St.11 采到的种类数最多 (35 种), St.5 最少 (18 种); 而平均密度最大的是 St.7 (88 尾/网), 最小的则是 St.2, 仅为 8 尾/网 (图 5)。

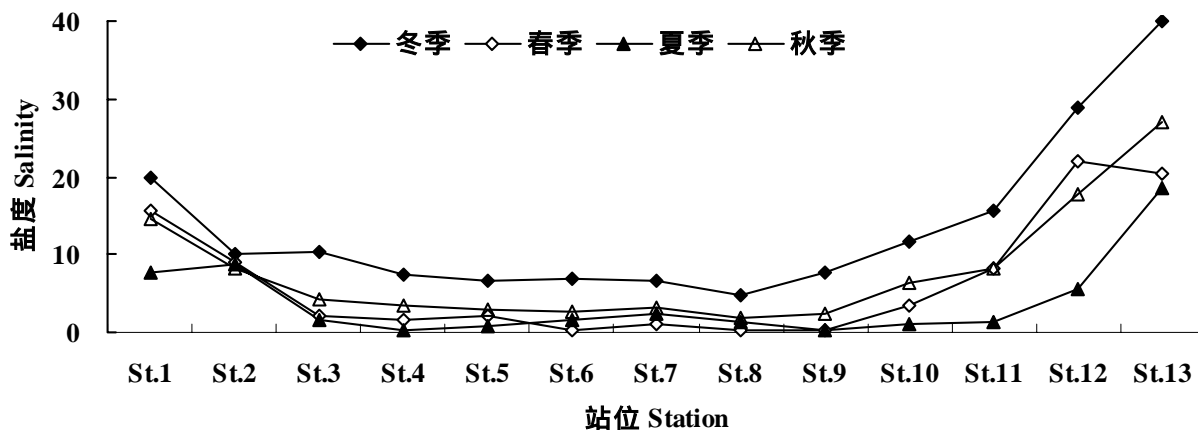


图 4 各站位季节盐度变化

Fig.4 Variations of average salinity in four seasons at each station

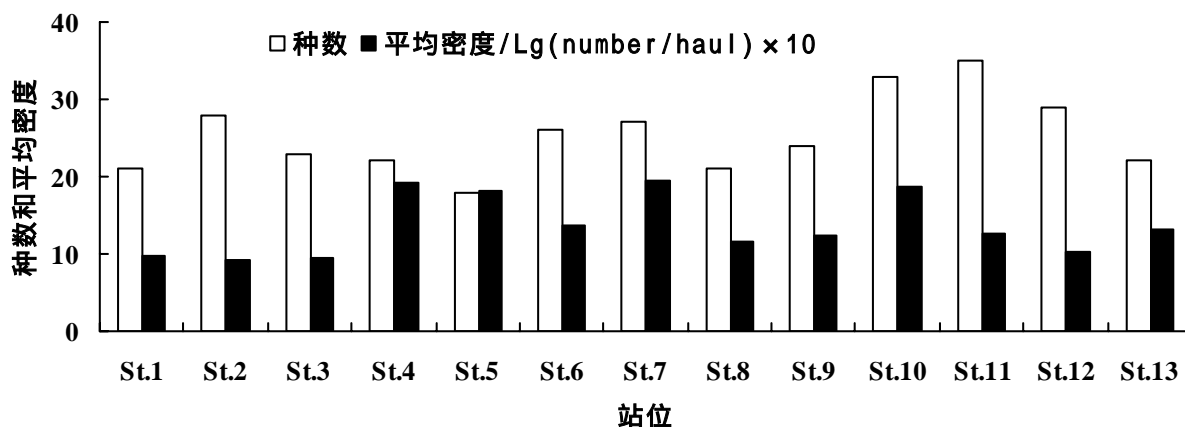


图 5 仔稚鱼种数和平均密度在各站位间的变化

Fig.5 Variations of species number and average density of fish larvae and juveniles at each station

从各站位主要优势种来看, 刀鲚在长江口南支的 St.4-8 和北支的 St.10-11 为最主要优势种; 纹缟虾虎鱼在 St.1、St.3 和 St.13 为最主要优势种; 而 St.2、St.9 和 St.12 的最主要优势种分别为四指马鲛、太湖新银鱼和弹涂鱼 *Periophthalmus cantonensis*。纵观本次调查所采集到的仔稚鱼,



刀鲚、银飘鱼、鳊属 *Siniperca* sp. 等仔稚鱼出现在长江口南支除 St.1-3 外所有盐度偏低或淡水的站位。与此相反, 鲢、四指马鲛等仔稚鱼则出现在盐度较高的站位。由此可见, 仔稚鱼由于生态类型的不同, 在长江口沿岸碎波带的分布具有一定的差异。

### 3 讨论

河口水域初级生产力丰富、混浊度高 (Deegan 1990; Abookire *et al.* 2000), 为许多鱼类仔稚鱼提供了良好的栖息环境 (McErlean *et al.* 1973; Loneragan *et al.* 1989)。钟俊生等 (2005, 2007) 的研究结果已证明了长江口及其临近水域是仔稚鱼重要的保育场 (nursery ground), 河口水域仔稚鱼种类十分丰富。本次调查设置的站位范围更广, 在调查时间上也进行了调整, 因此采集到的仔稚鱼种类数要多于钟俊生等 (2005, 2007) 的调查结果, 但共有最主要优势种均为刀鲚。长江口作为长江刀鲚的唯一通道, 碎波带成为其保育场, 可见长江口沿岸碎波带的水质对于保证刀鲚补充量的重要性。洄游性刀鲚仔稚鱼主要集中出现于出现于低盐或淡水的 St.4、St.5、St.7 和 St.10 四个站位, 该四个站位直接受到生活排水、工业废水等环境压力的威胁, 尤其是长江口北支的 St.10, 位于北支的入口处, 且邻近入江口的小支流, 一旦生活排水、工业污水排入江河中, 将直接破坏刀鲚仔稚鱼保育场, 可能会影响到刀鲚的补充量。

研究发现: 仔稚鱼种类组成的季节变化大, 各季节均出现的种类极少, 仅占 9.09%, 这表明绝大多数仔稚鱼并非全年在长江口沿岸碎波带生活。有的研究表明仔稚鱼对温度和盐度的适应性, 成鱼的产卵、洄游等生活史习性都影响其种数的季节变动 (Robertson *et al.* 1987; Marcia *et al.* 2005), 本研究表明, 长江口沿岸碎波带仔稚鱼以夏季出现种类最多, 为 67 种, 冬季最少, 为 18 种。日本西部碎波带的调查 (Senta *et al.* 1985) 也证明了夏季出现的仔稚鱼种类数多于秋、冬季, Mustang 岛海滩 (Gunter *et al.* 1958) 和墨西哥湾北部碎波带的研究 (Modde *et al.* 1980) 也同样发现夏季仔稚鱼数量最多。

不同季节长江口沿岸碎波带仔稚鱼的数量分布变化显著, 研究显示夏季仔稚鱼平均密度最大, 且远远高于其它三个季节, 这主要是最优势种刀鲚在夏季集中出现所致。春季是多数鱼类的繁殖季节 (如大海鲢、太湖新银鱼、刀鲚等); 夏季, 由于水温逐渐上升至全年最高 (30.5 °C), 饵料丰富, 为仔稚鱼的索饵创造了良好的条件, 加上长江径流量和江浙沿岸水团不断扩展, 对仔稚鱼的“输送效应”也提供了方便, 使得春夏季仔稚鱼种数和数量均较多。秋季, 伴随着仔稚鱼的生长和碎波带水温的明显下降 (19.9 °C), 其数量大幅度下降。冬季, 水温进一步下降 (7.9 °C), 仔稚鱼数量降至最低。

本研究在处于亚热带且开放性的长江口采集到的仔稚鱼以河口性和淡水性种类为主; 而直

接面向海洋、受海潮影响极大的日本土佐湾沙滩海岸碎波带发现了 68 科 165 种仔稚鱼( Kinoshita 1993 ), 以海洋性种类为主; 南非 East Kleinemonde 河口碎波带是热带间歇性开放河口, 采集到的仔稚鱼则以广盐性的海洋种类为优势种类 ( Cowley *et al.* 2001 )。从而也说明河口或沿岸碎波带仔稚鱼的多样性将受不同气候条件、地理环境、调查年份以及季节的影响。

#### 谢辞:

本研究的野外标本采集得到了同实验室张冬良、刘磊、林楠、李黎的全力协助, 在数据整理过程中, 得到了上海复旦大学金斌松、李隽, 上海海洋大学 2005 级本科生易晓明等的大力帮助并提出宝贵意见, 在此特表谢意!

### 参 考 文 献

- 王幼槐,倪勇. 1983. 上海市长江口区的渔业资源和渔业状况.水产科技情报, 2: 6~9
- 朱鑫华,刘栋,沙学绅. 2002. 长江口春季鱼类浮游生物群落结构与环境因子的关系. 海洋科学集刊, 44:169~178
- 张国祥,张雪生. 1985. 长江口定置网渔业调查. 水产学报, 9(2):185~198.
- 陈渊泉,龚群. 1999. 长江河口区渔业资源特点、渔业现状及其合理利用的研究. 中国水产科学, 6(5):48~51
- 杨东莱,吴光宗,孙继仁. 1990. 长江口及其邻近海区的浮性鱼卵和仔稚鱼的生态研究. 海洋与湖沼, 21(4):346~355
- 郑元甲,陈雪忠,程家骅. 2003. 东海大陆架生物资源与环境. 上海:上海科学技术出版社, 1~835
- 钟俊生,郁蔚文,刘必林,龚小玲,薄欢军,胡芬,丁峰元. 2005. 长江口沿岸碎波带仔稚鱼种类组成和季节性变化. 上海水产大学学报, 14:375~381
- 钟俊生,吴美琴,练青平. 2007. 春、夏季长江口沿岸碎波带仔稚鱼的种类组成. 中国水产科学, 14(3):436~443
- 蒋日进,钟俊生,张冬良,傅萃长. 2008. 长江口沿岸碎波带仔稚鱼的种类组成及其多样性特征. 动物学研究, 29(3):297~304
- 徐兆礼,袁骥. 1999. 长江口鱼卵和仔稚鱼的初步调查. 中国水产科学, 6(5):63~64
- 单秀娟,钱薇薇,武云飞. 2004. 长江河口生态系统鱼类浮游生物生态学研究进展. 海洋湖沼通报, 4:87~92
- Abookire, A. A., Piatt, J. F., and Robards, M. D. 2000. Nearshore fish distributions in an Alaskan

- estuary in relation to stratification, temperature and salinity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51: 45~59
- Cowley, P. D., Whitfield, A. K., and Bell, K. N. I. 2001. The surf zone Ichthyoplankton adjacent to an intermittently open estuary, with evidence of recruitment during marine overwash events. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52: 339~348
- Deegan, L. A. 1990. Effects of estuarine environmental conditions on population dynamics of young-of-the-year gulf menhaden. *Marine Ecology Progress Series*, 68: 195~205
- Ellis, J. R., Rogers, S. I., and Freeman, S. M. 2000. Demersal assemblages in the Irish Sea, St George's Channel and Bristol Channel. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51: 299~315
- Gunter, G. 1958. Population studies of the shallow water fishes of an outer beach in south Texas. *Publication Institute of Marine Sciences, University of Texas*, 5: 186~193
- Hjort, J. 1914. Fluctuation in the great fisheries of Northern Europe viewed in the light of biological research. *Procès-Verbaux des Réunions du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, 20: 1~228
- Kinoshita, I. 1993. Ecological study on larvae and juveniles of fishes occurring in surf zones of sandy beach. *Bulletin of Marine Sciences and Fisheries, Kochi University*, 13: 21~89
- Loneragan, N. R., Potter, I. C., and Lenanton, R. C. J. 1989. Influence of site, season and year on contributions made by marine, estuarine, diadromous and freshwater species to the fish fauna of a temperate Australian estuary. *Marine Biology*, 103: 461~479
- Marcia, S. dC., Bonecker, A. C. T., and Valentin, J. L. 2005. Seasonal variation in fish larvae at the entrance of Guanabara Bay, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(1): 121~128
- McErlean, A. J., O'Connor, S. G., and Mihursky, J. A. 1973. Abundance, diversity and seasonal patterns of estuarine fish populations. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1: 19~36
- Modde, T., and Ross, S. T. 1980. Seasonality of fishes occupying a surf zone habitat in the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*, 78 (4): 911~922
- Robertson, A. I., and Duke, N. C. 1987. Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. *Marine Biology*, 96: 193~205
- Senta, T., and Kinoshita, I. 1985. Larval and juvenile fishes occurring in surf zones of western Japan. *Transactions of the American Fisheries Society*, 114: 609~618