

文章编号: 1674-5566(2017)05-0733-10

DOI:10.12024/jsou.20170301964

长江口及其邻近海域仔鱼的生态学研究

王小谷^{1,2}, 孙 栋^{1,2}, 林施泉^{1,2}

(1. 国家海洋局 海洋生态系统与生物地球化学重点实验室, 浙江 杭州 310012; 2. 国家海洋局第二海洋研究所, 浙江 杭州 310012)

摘 要: 根据 2006—2007 年长江口春、夏、秋、冬 4 个航次共 504 个站位的调查资料, 对该海域仔鱼种类组成、数量分布、季节变化以及与环境因子的关系进行了分析。结果表明: 四个季节采集到的仔稚幼鱼样品共 82 种, 隶属 16 目 48 科, 其中鲈形目种类最多, 有 21 科 34 种, 其次是鲱形目和鲉形目, 分别有 3 科 10 种和 5 科 8 种。仔鱼种类数及丰度有明显的季节和空间变化, 仔鱼种类数呈现: 夏季(39 种) > 春季(38 种) > 秋季(25 种) > 冬季(16 种); 仔鱼丰度大小按季节依次为夏季(185 尾/100m³) > 春季(37 尾/100m³) > 秋季(6 尾/100m³) > 冬季(1 尾/100m³)。仔鱼优势种有明显的季节变化, 春、夏、秋三季优势种分别为鳀鱼、凤鲚、长鳍底灯鱼, 冬季优势种不明显。多元统计方法分析结果显示: 春季仔鱼群落中的绝大部分物种均受到水深和表层盐度两个环境因子的控制; 夏季大部分物种则更偏好于高叶绿素和表层水温相对较低的河口近岸水域。

关键词: 长江口; 仔鱼; 群落结构; 季节变化

中图分类号: Q 178 **文献标志码:** A

长江口是太平洋西海岸最大的河口, 它通达海, 具有独特的水文和水环境特征。巨量的淡水和随之而来的陆源物质为长江口及其邻近海域的生态系统输送了大量的营养物质, 为其中生活的各类海洋生物提供了良好的生存环境, 特别是为生活在这里的海洋浮游生物和鱼类提供了充足的食物, 并使这一海区成为了许多重要经济鱼类的产卵场、索饵场、育幼场及洄游通道^[1], 长江的沿江经济带和长三角地区是我国人口密度最大和最具经济活力的地区, 随着工农业的发展、人口的增加和城市的扩张, 人类对长江流域水资源的利用和破坏也在加剧, 而长江口海域的生态系统作为海陆交汇的中枢地带更是受到了愈来愈大的压力。仔鱼是河口和近海生态系统的重要组成部分, 它们不仅仅是次级生产力的重要消费者, 也是鱼类等大中型游泳动物群落的补充资源。因此仔鱼调查不但是海洋生态系统基础调查研究的一部分, 也是渔业资源可持续利用

研究中必不可少的基础性工作。自 20 世纪八十年代以来, 国内学者对长江口及其临近海域仔鱼群落的时空变化及其与环境因子的关系进行了研究^[2-6]。但上述研究往往将杭州湾水域排除在外, 而只关注长江口及其外海区域。由于长江冲淡水的季节性转向及杭州湾湾内环流的存在, 杭州湾与长江口及其外海的水文关系密切^[7]。从生态系统的观点而言, 长江口、长江口外海和杭州湾三者应视为一个整体来研究。此外, 近年来的调查还发现长江口及其邻近海域的底层水体会发生季节性的低氧现象^[8], 而这一现象对鱼类浮游生物群落的影响尚未见研究。本研究基于 2006 年 7 月至 2007 年 12 月长江口及其邻近海域(包括杭州湾)的四季调查资料, 揭示当前这一海区仔鱼的群落组成、数量分布特征, 并探讨其与环境因子的关系, 以期为这一海区的渔业资源管理提供科学依据并为生态系统长期监测研究积累基础数据。

收稿日期: 2017-03-02 修回日期: 2017-06-15

基金项目: 环境基线与环境影响评价体系研究(2016YFC0304105-01); 全球变化与海气相互作用专项(GASI-03-01-03-01)

作者简介: 王小谷(1968—), 男, 研究方向为大洋生态学。E-mail: wangxiaogu1968@126.com

1 材料与方法

1.1 调查区域和采样方法

在长江口及其邻近海域 121.0°E-123.5°E、30.0°N-32.5°N 区域范围内设置采样站位 126 个(图 1)。调查工作于 2006 年 7 月(夏季)、2006 年 12 月(冬季)、2007 年 5 月(春季)和 2007 年 10 月(秋季)利用“海监 49 号”科学调查船,按照《海洋调查规范》(GB12763.6)采用装有机械式流量计(HYDRO-BIOS)的浅水 I 型浮游生物网(网口内径 50 cm,网长 145 cm,网目 505 μm)由近底层到表层进行垂直拖网。拖网速度一般控制在 1.0 m/s。所得到的样品保存于 5% 的福尔马林海水溶液中,待实验室镜检分析。各站位同步调查表层水温(T)、表层盐度(S)、叶绿素浓度(*Chl. a*)和水深(DEP)等水环境参数。环境参数的获取均按照《海洋调查规范》(GB12763)进行。

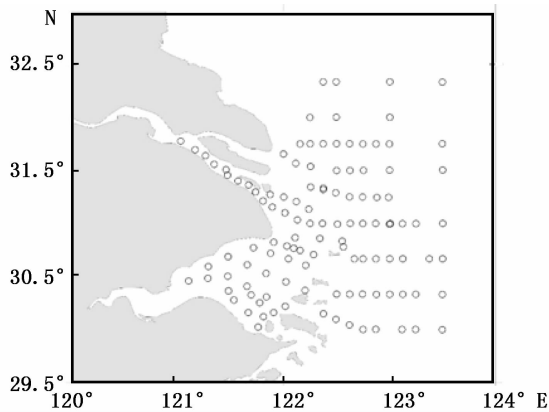


图 1 调查海区与站位分布

Fig. 1 The distribution of stations in surveyed area

1.2 室内样品分析

在实验室内使用 Leica M165 体视显微镜对仔鱼样品进行物种鉴定和个体计数工作,物种鉴定主要参考《中国近海鱼卵与仔鱼》^[9]、《长江口鱼类》^[1]、《日本产稚鱼图鉴》^[10]、《中国鱼类系统检索》^[11]、《拉汉世界鱼类系统名典》^[12]、《中国海洋生物名录》^[13]等。

1.3 数据分析与统计方法

采用相对重要性指数(index of relative importance, *IRI*)^[14]对仔鱼的群落结构(丰度)进

行分析,以确定优势种和主要物种,其中以 *IRI* 值大于 100 的物种定为优势种,*IRI* 值在 10 到 100 之间的定为主要物种^[15-16]:

$$IRI = N \times F \times 10^4 \quad (1)$$

式中:*N* 为某物种的丰度占总丰度的比例;*F* 为发现某物种的站位数占总调查站位数的比例。

对环境因子与仔鱼群落的关系,采用多元统计方法进行分析。为了满足多元统计分析的要求,本研究将出现站位数小于 2 的偶见物种从每个季节的丰度矩阵中剔除。为了降低极少数优势种对统计结果的影响和提高数据分布的正态性,对丰度矩阵和环境矩阵进行 $\ln(X + 1)$ 转换。由于秋季和冬季的调查结果发现这两个季节中调查海域的仔鱼丰度很低,剔除偶见种后的丰度矩阵代表性很低,因此本研究仅对春季和夏季调查结果进行多元统计分析。首先对丰度矩阵进行去趋势对应分析(Detrended Correspondence Analysis, DCA),检验变量的梯度长度(Lengths of gradient)。经检验,春夏两个季节丰度矩阵的 DCA 结果中梯度长度均大于 4,因此选取典范对应分析(Canonical Correlation Analysis, CCA)进行约束性排序。

平面分布图使用 Surfer 8.0 软件绘制,数据的多元统计分析使用 CANOCO 4.5 软件进行。

2 结果与分析

2.1 种类组成

本次调查春、夏、秋、冬季四个航次样品经鉴定分析,共有仔鱼种类 82 种,隶属 16 目 48 科 69 种。其中鲈形目种类最多,有 21 科 34 种,占调查海域仔鱼种类数的 49.28%;其次是鲱形目和鲷形目,分别有 3 科 10 种和 5 科 8 种。仔鱼种类数呈现:夏季(37 种) > 春季(33 种) > 秋季(25 种) > 冬季(16 种),四季共同种仅鳀鱼(*Engraulia japonicus*)、龙头鱼(*Harpadon nehereus*)和长鳍底灯鱼(*Benthosema pterotum*) 3 种,显示仔鱼种类有明显的季节性变化(表 1、表 3)。

表 1 调查海区仔鱼科、种数
Tab. 1 The family and species of fish larvae in surveyed area

目 Order	科数 The number of family	种数 The number of species	占总种类数百分比/% Percentage of total species
鳗鲡目 Anguilliformes	5	7	10.14
鲱形目 Clupeiformes	3	10	14.49
鼠鱗目 Gonorhynchiformes	1	1	1.45
胡瓜鱼目 Osmeriformes	1	2	2.89
鲤形目 Cypriniformes	1	2	2.89
仙女鱼目 Aulopiformes	2	3	4.35
灯笼鱼目 Myctophiformes	1	1	1.45
鳕形目 Gadiformes	1	1	1.45
鮫鱈目 Lophiiformes	1	1	1.45
鲱形目 Mugiliformes	1	2	2.89
银汉鱼目 Atheriniformes	1	1	1.45
颌针鱼目 Beloniformes	1	1	1.45
刺鱼目 Gasterosteiformes	1	2	2.89
鲉形目 Scorpaeniformes	5	8	11.59
鲈形目 Perciformes	21	34	49.28
鲽形目 Pleuronectiformes	2	6	8.69
总数	48	69	100

2.2 仔鱼丰度的水平分布和季节变化

春季全区仔鱼平均丰度为 37 尾/100m³, 密集区在 122.0°E ~ 123.5°E 的近海区域。

夏季全区仔鱼平均丰度为 185 尾/100m³, 密集区在 121.0°E ~ 124.0°E 的长江口内、杭州湾以及近海区域。很明显, 夏季和春季相比, 仔鱼平均丰度增加且分布区域向长江口和杭州湾内移动。

秋季全区仔鱼平均丰度为 6 尾/100m³, 无明显密集区。

冬季全区仔鱼平均丰度为 1 尾/100m³, 杭州湾内和长江口内均未定量采集到仔鱼样品, 在舟山群岛以东海域出现一个较小明显的密集区。

东海四季仔鱼丰度水平分布见图 2。

2.3 仔鱼群落的优势种及季节变化

调查结果显示: 鳀鱼 (*Engraulis japonicus*)、凤鲚 (*Coilia mystus*)、长鳍底灯鱼 (*Benthosema pterotum*) 为调查海区的优势种群 (表 2)。

2.3.1 鳀鱼

鳀鱼仔鱼四季均有出现, 主要集中在春、夏两季。春季平均丰度为 9 尾/100m³, 密集区域为舟山群岛以东海域, 最高丰度的站丰度达 176 尾/100m³。夏季平均丰度为 21 尾/100m³, 密集区域是长江口内, 丰度最高的站出现丰度为 593 尾/100m³ (图 3)。很明显, 夏季和春季相比, 鳀鱼仔鱼平均丰度增加且分布区域向西移动。

2.3.2 凤鲚

凤鲚是长江口的主要经济鱼类, 生活于近海, 繁殖期进入杭州湾、长江口等咸淡水区产卵。本次调查凤鲚仔鱼仅在夏季获得, 平均丰度为 36.8 尾/100m³, 分布于杭州湾和长江口, 丰度最高的站是在杭州湾内, 丰度为 2 561 尾/100m³ (图 4)

2.3.3 长鳍底灯鱼

长鳍底灯鱼是秋季的优势种, 平均丰度为 1 尾/100m³, 密集区在舟山群岛以东海域, 最高丰度站位丰度为 30 尾/100m³ (图 5)。

2.4 春季和夏季仔鱼群落结构与环境因子的关系

CCA 分析表明, 春季这一海域仔鱼群落结构主要受到表层水温、表层盐度和水深三类环境因子的影响。就环境因子而言, 水深和表层盐度成显著的正相关, 而表层水温与这两者的相关性不明显。就仔鱼群落与环境因子的关系而言, 群落中的绝大部分物种均受到水深和表层盐度两个环境因子的控制, 其中舌鳎属 *Cynoglossus* sp.、石首鱼科未定种 *Sciaenidae* gen. sp. 主要分布于水深较浅、表层盐度较低的区域; 而黄鮫鱈 *Lophius litulon*、鳀鱼 *Engraulis japonicus* 则主要分布于水深较深、表层盐度相对较高的区域。此外, 斑鱈 *Chupanodon punctatus* 的分布于水深和表层盐度关系不大, 其分布主要受表层水温的控制, 其分布

中心位于表层水温较低的海域。

对这一海区夏季仔鱼群落与环境因子关系的分析表明这一季节生物群落主要受到 4 类环境因子的影响。其中,蛇鳗科未定种 *Ophichthidae* gen. sp.、鳗鲡目未定种 *Anguilliformes* spp.、七星底灯鱼 *Benthosema*

pterotum、吕氏眶灯鱼 *Diaphus luetkeni* 和黄姑鱼 *Nibea albiflora* 的分布中心更倾向于深水区和 高盐水体,而以舌鳎科 *Cynoglossidae* 为代表的大部 分物种则更偏好于高叶绿素和表层水温相对较 低的近岸水域(图 6)。

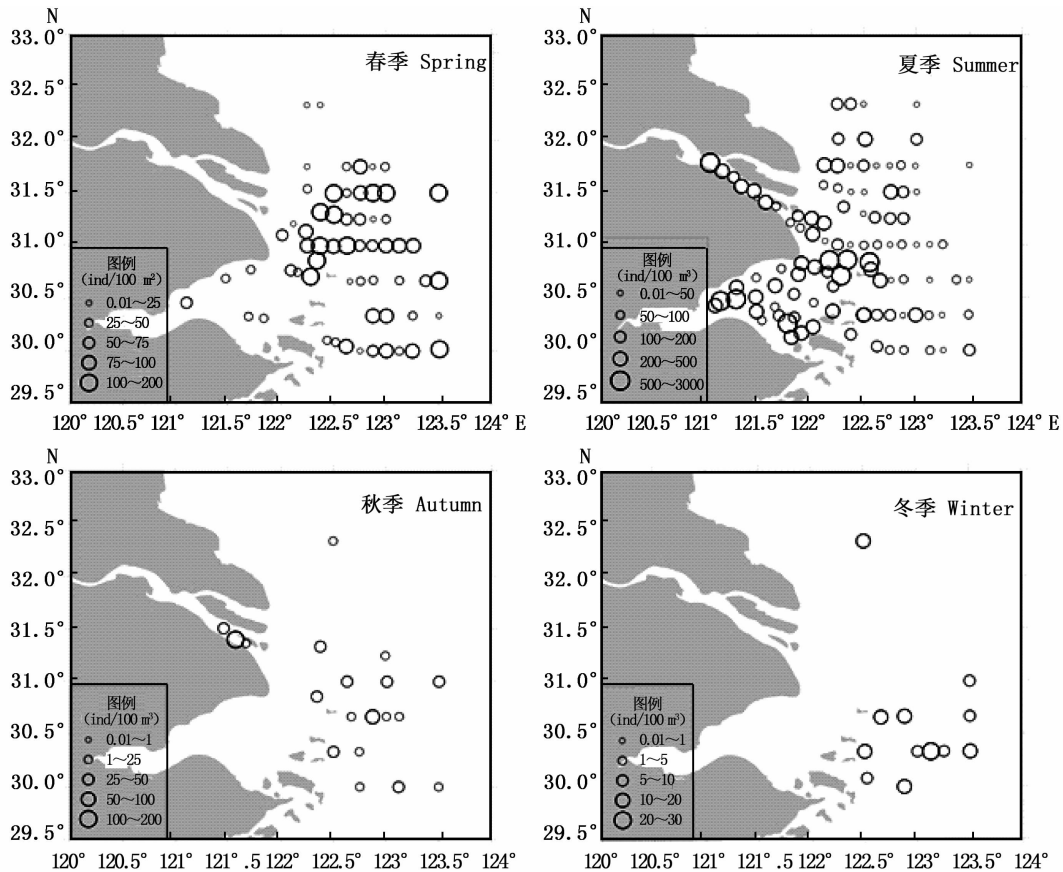


图 2 调查海区四季仔鱼的丰度分布
Fig. 2 Distribution of fish larval abundance in surveyed area

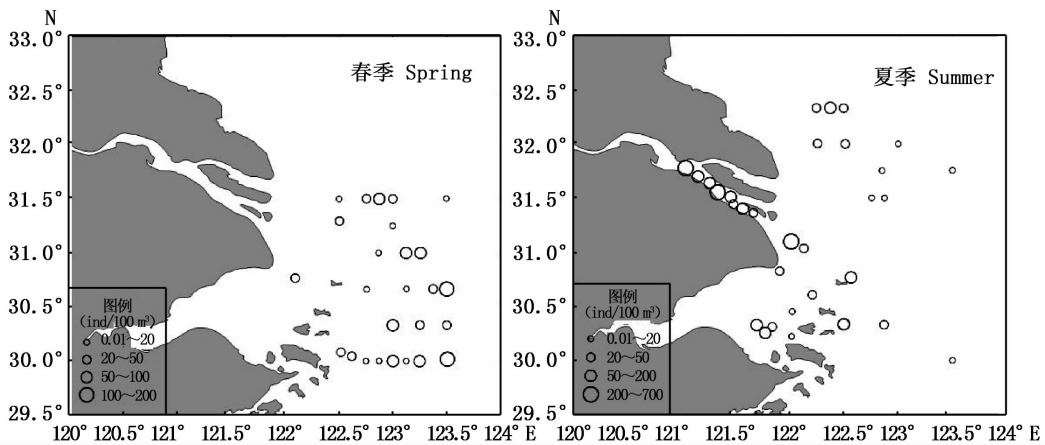


图 3 春季、夏季鳀鱼仔鱼丰度平面分布
Fig. 3 The abundance of *Engraulis japonicus* in spring and summer

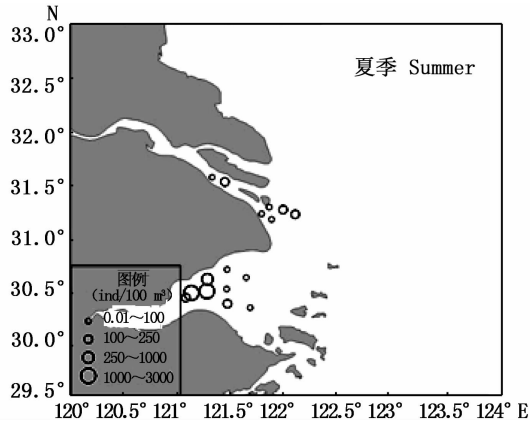


图 4 夏季凤鲚仔鱼丰度平面分布

Fig. 4 The abundance of *Coilia mystus* in summer

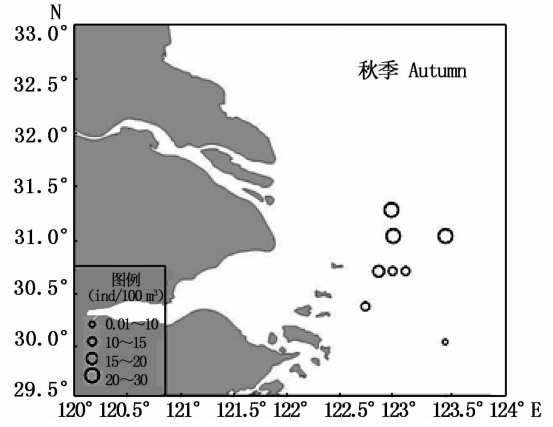


图 5 秋季长鳍底灯鱼仔鱼丰度平面分布

Fig. 5 The abundance of *Benthosema pterotum* in autumn

表 2 调查海区仔鱼优势种的季节变化

Tab. 2 Composition of dominant fish larval in different seasons in surveyed area

优势种 Dominant species	春季 Spring		夏季 Summer		秋季 Autumn		冬季 Winter	
	IRI	相对丰度/% Relative abundance	IRI	相对丰度/% Relative abundance	IRI	相对丰度/% Relative abundance	IRI	相对丰度/% Relative abundance
鲢鱼 <i>Engraulis japonicus</i>	614.93	26.49	305.37	11.55				
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	206.52	15.42						
短吻三线舌鲷 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>	32.33	5.17						
凤鲚 <i>Coilia mystus</i>			327.94	24.80				
长鳍底灯鱼 <i>Benthosema pterotum</i>			22.54	1.82	131.76	19.27		
康氏小公鱼 <i>Anchoviella commersonii</i>			20.74	2.28				
短吻红舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i>			12.66	1.39				
有明银鱼 <i>Salanx ariakensis</i>					91.71	35.77		
花斑蛇鲻 <i>Saurida undospuamis</i>					29.20	11.39		
红娘鱼属 <i>Lepidotrigla</i> sp.							38.91	15.44

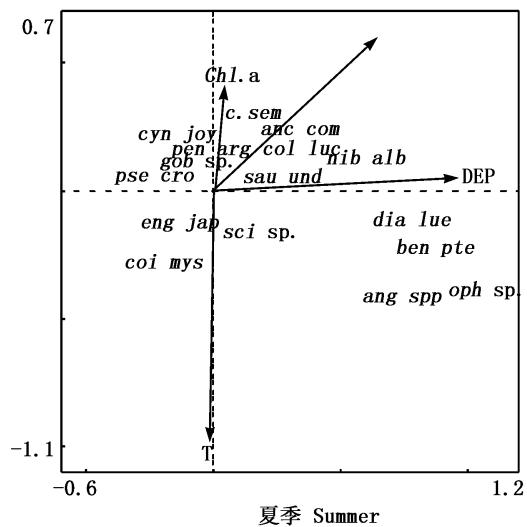
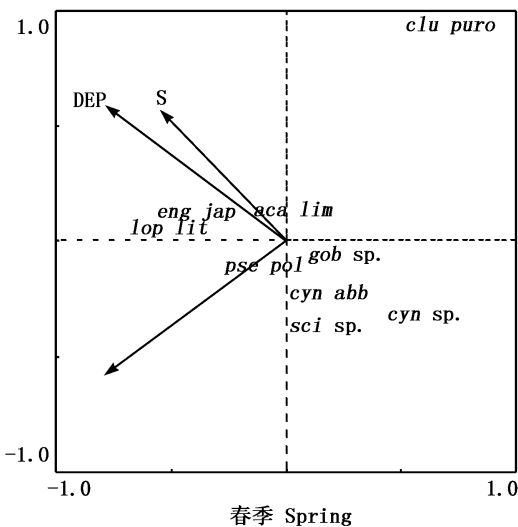


图 6 调查海区仔鱼群落与环境因子的关系

Fig. 6 The relationship between fish larvae community and environmental factors in surveyed area

3 讨论

本次调查结果显示:长江口及邻近海域的仔鱼种类共有 82 种,隶属 16 目 48 科,仔鱼种类数呈现:夏季 > 春季 > 秋季 > 冬季。四季共同种仅 3 种,显示仔鱼的种类有明显的季节性。

本次调查结果与以往的调查相比不尽相同。仅就仔鱼种类数量而言,本次调查仔鱼种类数高于 1982—1983 年上海市海岸带和海涂资源综合调查结果^[17],与刘瑞玉(1985 年)的调查结果基本相同^[18],但少于郑元甲(1997—2000 年)关于东海的调查结果^[19]。

调查海域四季均有鱼类繁殖,夏季为产卵盛期,主要集中于 124°E 以西的长江口附近海域,秋、冬季显著减少,冬季产卵区集中在调查区域

的南部。这与以往调查结果基本相同^[18,20]。

调查海域仔鱼数量最多的种类是鳀鱼,这与 1985 年吴光宗^[20]、1987 年刘瑞玉^[18]、2000 年郑元甲^[19]、1999 年蒋玫^[21]的调查结果相同。鳀鱼仔鱼四季均有出现,主要集中在春、夏两季,且由春到夏,鳀鱼仔鱼平均丰度增加且分布区域由东向西移动。鳀鱼作为优势种群出现表明该海区的水域生产力基础虽然雄厚,但重要的经济种类资源破坏相当严重,应采取有力措施,减少污染排放,严禁仔幼鱼的捕捞。

多元统计方法分析结果显示:春季仔鱼群落中的绝大部分物种均受到水深和表层盐度两个环境因子的控制;夏季大部分物种则更偏好于高叶绿素和表层水温相对较低的河口近岸水域。

表 3 调查海域仔鱼种名录

Tab. 3 Species list of fish larvae in surveyed area

种名 Name	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter
鳀科 Anguillidae				
鳀属 <i>Anguilla</i> sp.		+		
日本鳀 <i>Anguilla japonica</i> Temminck & Schlegel, 1846				+
海鳀科 Muraenesocidae				
海鳀 <i>Muraenesox cinereus</i> (Forsskål, 1775)	+	+	+	
蛇鳀科 Ophichthyidae				
中华须鳀 <i>Cirrhimuraena chinensis</i> Kaup, 1856				+
鲱科 Clupeidae				
青鳞小沙丁鱼 <i>Sardinella zunasi</i> (Bleeker, 1854)			+	
斑鲹 <i>Konosirus punctatus</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	+			
鳀科 Engraulidae				
凤鲚 <i>Coilia mystus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	
鳀鱼 <i>Engraulis japonicus</i> Temminck & Schlegel, 1846	+	+	+	+
康氏小公鱼 <i>Stolephorus commersonii</i> Lacepède, 1803		+	+	
中华小公鱼 <i>Stolephorus chinensis</i> (Günther, 1880)	+	+	+	
赤鼻棱鳀 <i>Thryssa kammalensis</i> (Bleeker, 1849)	+		+	+
黄吻棱鳀 <i>Thryssa vitrirostris</i> (Gilchrist & Thompson, 1908)	+			
黄鲫 <i>Setipinna taty</i> (Valenciennes, 1848)		+	+	+
宝刀鱼科 Chirocentridae				
短颌宝刀鱼 <i>Chirocentrus dorab</i> (Forsskål, 1775)				+
鼠鳀科 Gonorhynchidae				
鼠鳀 <i>Gonorhynchus abbreviatus</i> Temminck & Schlegel, 1846			+	
银鱼科 Salangidae				
大银鱼 <i>Salanx chinensis</i> (Osbeck, 1765)			+	
有明银鱼 <i>Salanx ariakensis</i> Kishinouye, 1902		+	+	
鲤科 Cyprinidae				
银飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i> Bleeker, 1864		+		
寡鳞飘鱼 <i>Pseudolaubuca engraulis</i> (Nichols, 1925)		+	+	
狗母鱼科 Synodontidae				
花斑蛇鲻 <i>Saurida undosquamis</i> (Richardson, 1848)		+	+	
鳄蛇鲻 <i>Saurida wanieso</i> Shindo & Yamada, 1972			+	

续表 3

种名 Name	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter
龙头鱼科 Harpadontidae				
龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i> (Hamilton, 1822)	+	+	+	+
灯笼鱼科 Scopelidae				
长鳍底灯鱼 <i>Benthosema pterotum</i> (Alcock, 1890)	+	+	+	+
长尾鳕科 Macrouridae				
突吻鳕属 <i>Coryphaenoides</i> sp.	+			
鮫鱈科 Lophiidae				
黄鮫鱈 <i>Lophius litulon</i> (Jordan, 1902)	+			
鲻科 Mugilidae				
鲻鱼 <i>Mugil soiuy</i> Basilewsky, 1855	+	+		
鲛鱼 <i>Liza carinata</i> (Valenciennes, 1836)	+	+		
银汉鱼科 Atherinidae				
布氏(白氏)银汉鱼 <i>Hypoatherina valenciennei</i> (Bleeker, 1854)			+	
鱻科 Hemirhamphidae				
间下鱻 <i>Hyporhamphus intermedius</i> (Cantor, 1842)				+
海龙科 Syngnathidae				
尖海龙 <i>Syngnathus acus</i> Linnaeus, 1758				+
舒氏海龙 <i>Synagnathus schlegeli</i> Kaup, 1856			+	
鲉科 Scorpaenidae				
平鲉属 <i>Sebastes</i> sp.	+			
褐菖鲉 <i>Sebastes marmoratus</i> (Cuvier, 1829)	+			+
鲂鲐科 Triglidae				
绿鳍鱼属 <i>Chelidonichthys</i> sp.	+			
红娘鱼属 <i>Lepidotrigla</i> sp.	+			+
绒皮(疣)鲉科 Aploactinidae				
虻鲉 <i>Erisphex pottii</i> (Steindachner, 1896)			+	
鲷科 Platycephalidae				
鲷 <i>Platycephalus indicus</i> (Linnaeus, 1758)	+			
杜父鱼科 Cottidae				
松江鲈鱼 <i>Trachidermus fasciatus</i> Heckel, 1837	+			
马鲛科 Polynemidae				
四指马鲛 <i>Eleutheronema tetradactylum</i> (Shaw, 1804)		+		
鲈科 Serranidae				
花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i> (Cuvier, 1828)	+			
大眼鲷科 Priacanthidae				
短尾大眼鲷 <i>Priacanthus macracanthus</i> Cuvier, 1829		+		
天竺鲷科 Apogonidae				
细条天竺鲷 <i>Apogon lineatus</i> Temminck & Schlegel, 1842		+	+	
鱈科 Sillaginidae				
少鳞鱈 <i>Sillago japonica</i> Temminck & Schlegel, 1843		+		
弱棘鱼科 Malacanthidae				
日本方头鱼 <i>Branchiostegus japonicus</i> (Houttuyn, 1782)		+		
鲹科 Carangidae				
鲹属 <i>Caranx</i> sp.	+			
蓝圆鲹 <i>Decapterus maruadsi</i> (Temminck & Schlegel, 1843)		+		
石首鱼科 Sciaenidae				
大黄鱼 <i>Larimichthys crocea</i> (Richardson, 1846)	+	+	+	
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i> (Bleeker, 1877)	+	+		
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i> (Richardson, 1844)		+		
黑鳃梅童鱼 <i>Collichthys niveatus</i> Jordan & Starks, 1906			+	
黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i> (Richardson, 1846)	+	+		
白(银)姑鱼 <i>Pennahia argentata</i> (Houttuyn, 1782)	+	+		
鲞鱼 <i>Miichthys miiuy</i> (Basilewsky, 1855)		+		

续表 3

种名 Name	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter
谐鱼科 Emmelichthyidae				
黄细谐鱼 <i>Emmelichthys struhsakeri</i> Heemstra & Randall, 1977			+	+
鲷科 Sparidae				
黑棘鲷 <i>Acanthopagrus schlegelii</i> (Bleeker, 1854)		+		
金线鱼科 Nemipteridae				
金线鱼 <i>Nemipterus virgatus</i> (Houttuyn, 1782)		+		
赤刀鱼科 Cepolidae				
克氏棘赤刀鱼 <i>Acanthoepola krusensternii</i> (Temminck & Schlegel, 1845)	+			
拟鲈科 Paraperidae				
六带拟鲈 <i>Paraperis sexfasciata</i> (Temminck & Schlegel, 1843)	+			
鳄齿鱼科 Champsodontidae				
鳄齿鱼 <i>Champsodon capensis</i> Regan, 1908			+	
鳎科 Blenniidae				
矶鳎 <i>Parablennius yatabei</i> (Jordan & Snyder, 1900)		+		
鲷科 Callionymidae				
丝鳍鲷 <i>Callionymus virgatus</i> Jordan & Fowler, 1903	+			
带鱼科 Trichiuridae				
小带鱼 <i>Eupleurogrammus muticus</i> (Gray, 1831)		+	+	
鲭科 Scombridae				
斑点马鲛 <i>Scomberomorus guttatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	+			
长鲳科 Centrolophidae				
刺鲳 <i>Psenopsis anomala</i> (Temminck & Schlegel, 1844)	+			
鲳科 Stromateidae				
银鲳 <i>Pampus argenteus</i> (Euphrasen, 1788)	+			
鰕虎鱼科 Gobiidae				
矛尾复鰕虎鱼 <i>Synechogobius hasta</i> (Temminck & Schlegel, 1845)	+	+		
睛尾蝌蚪鰕虎鱼 <i>Lophiogobius ocellicauda</i> Günther	+	+		
栉空鰕虎鱼属 <i>Ctenotry pauchen</i> sp.	+			
中华栉空鰕虎鱼 <i>Ctenotry pauchenchinensis</i> (Steindachner, 1867)	+	+		
缟纹鰕虎鱼属 <i>Tridentiger</i> sp.	+	+		
棕刺鰕虎鱼 <i>Acanthogobius luridus</i> Ni & Wu, 1985	+	+		
牙鲆科 Paralichthyidae				
褐牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	+			
大牙斑鲆 <i>Pseudorhombus arsius</i> (Hamilton, 1822)	+			
舌鳎科 Cynoglossidae				
短吻红舌鳎 <i>Cynoglossus joyneri</i> Günther, 1878		+		
半滑舌鳎 <i>Cynoglossus semilaevis</i> Günther, 1873		+		
短吻三线舌鳎 <i>Cynoglossus abbreviatus</i> (Gray, 1834)	+			
窄体舌鳎 <i>Cynoglossus gracilis</i> Günther, 1873	+			

参考文献:

- [1] 庄平, 王幼槐, 李圣法, 等. 长江口鱼类[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2006.
- ZHUANG P, WANG Y H, LI S F, et al. Fishes of the Yangtze Estuary [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2006.
- [2] 杨东莱, 吴光宗, 孙继仁. 长江口及其邻近海区的浮性鱼卵和仔稚鱼的生态研究[J]. 海洋与湖沼, 1990, 21(4): 346-355.
- YANG D L, WU G Z, SUN J R. The investigation of pelagic eggs, larvae and juveniles of fishes at the mouth of the Changjiang River and adjacent areas [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1990, 21(4): 346-355.
- [3] 朱鑫华, 刘栋, 沙学绅. 长江口春季鱼类浮游生物群落结构与环境因子的关系[J]. 海洋科学集刊, 2002, (44): 169-179.
- ZHU X H, LIU D, SHA X S. Relationship between community structure of ichthyoplankton and environmental factors in the estuary of Changjiang River in Spring [J]. Studia Marina Sinica, 2002, (44): 169-179.
- [4] 钟俊生, 吴美琴, 练青平. 春、夏季长江口沿岸碎波带仔稚鱼的种类组成[J]. 中国水产科学, 2007, 14(3): 436-

443.
ZHONG J S, WU M Q, LIAN Q P. Composition of fish larvae and juveniles in spring and summer in surf zone of Yangtze River Estuary [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2007, 14(3): 436-443.
- [5] 刘淑德, 钱薇薇, 刘栋. 春季长江口及其邻近海域鱼类浮游生物群落特征[J]. *应用生态学报*, 2008, 19(10): 2284-2292.
LIU S D, XIAN W W, LIU D. Characteristics of ichthyoplankton assemblages in Yangtze Estuary and adjacent waters in spring [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2008, 19(10): 2284-2292.
- [6] 王金辉, 孙亚伟, 刘材材, 等. 长江口鱼卵仔鱼资源现状的调查与分析[J]. *海洋学研究*, 2007, 25(4): 40-50.
WANG J H, SUN Y W, LIU C C, et al. The ichthyoplankton resource investigation in Changjiang estuary [J]. *Journal of Marine Sciences*, 2007, 25(4): 40-50.
- [7] 刘兴泉, 尹宝树, 侯一筠. 长江口及其邻近海区环流和温、盐结构动力学研究 II. 环流的基本特征[J]. *海洋与湖沼*, 2008, 39(4): 312-320.
LIU X Q, YIN B S, HOU Y J. The dynamic of circulation and temperature-salinity structure in the Changjiang mouth and its adjacent marine area II. Major characteristics of the circulation [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2008, 39(4): 312-320.
- [8] 韦钦胜, 王保栋, 陈建芳, 等. 长江口外缺氧区生消过程和机制的再认知[J]. *中国科学: 地球科学*, 2015, 45(2): 187-206.
WEI Q S, WANG B D, CHEN J F, et al. Recognition on the forming-vanishing process and underlying mechanisms of the hypoxia off the Yangtze River Estuary [J]. *Science China Earth Sciences*, 2015, 58(4): 628-648.
- [9] 张仁斋, 陆穗芬, 赵传因, 等. 中国近海鱼卵与仔鱼 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985.
ZHANG R Z, LU S F, ZHAO C Y, et al. Fish eggs and larvae in the offshore waters of China [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1985.
- [10] OKIYAMA M. An atlas of early stage fishes in Japan [M]. Tokyo: Tokai University press, 1988.
- [11] 成庆泰, 郑葆珊. 中国鱼类系统检索 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.
CHENG Q T, ZHENG B S. Systematic synopsis of Chinese fishes [M]. Beijing: Science Press, 1987.
- [12] 伍汉霖, 邵广昭, 赖春福, 等. 拉汉世界鱼类系统名典 [M]. 基隆: 水产出版社, 1999.
WU H L, SHAO G Z, LAI C F, et al. Latin-Chinese dictionary of fishes names by classification system [M]. Jilong: The Sueichan Press, 1999.
- [13] 刘瑞玉. 中国海洋生物名录 [M]. 北京: 科学出版社, 2008.
LIU R Y. Checklist of marine biota of China Seas [M]. Beijing: Science Press, 2008.
- [14] PINKAS L, OLIPHANT M S, IVERSON I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters [J]. *Fish Bulletin*, 1971, 152: 1-105.
- [15] 刘淑德, 钱薇薇. 长江口及其邻近水域鱼类浮游生物群落的时空格局 [J]. *生物多样性*, 2009, 17(2): 151-159.
LIU S D, XIAN W W. Temporal and spatial patterns of the ichthyoplankton community in the Yangtze Estuary and its adjacent waters [J]. *Biodiversity Science*, 2009, 17(2): 151-159.
- [16] 万瑞景, 曾定勇, 卞晓东, 等. 东海生态系统中鱼卵、仔稚鱼种类组成、数量分布及其与环境因素的关系 [J]. *水产学报*, 2014, 38(9): 1375-1398.
WANG R J, ZENG D Y, BIAN X D, et al. Species composition and abundance distribution pattern of ichthyoplankton and their relationship with environmental factors in the East China Sea ecosystem [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2014, 38(9): 1375-1398.
- [17] 陈祥禄, 陈吉余. 上海市海岸带和海涂资源综合调查报告 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1988.
CHEN X L, CHEN J Y. Shanghai coastal zones and tideland resources comprehensive survey report [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Association, 1988.
- [18] 刘瑞玉. 长江三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究论文集 [M]. 北京: 科学出版社, 1987: 403-446.
LIU R Y. Proceedings of research about the three gorges project's impact on ecology and environment and countermeasure [M]. Beijing: Science Press, 1987: 403-446.
- [19] 郑元甲, 陈雪忠, 程家骅, 等. 东海大陆架生物资源与环境 [M]. 上海: 上海科技出版社, 2003: 206-234.
ZHENG Y J, CHEN X Z, CHENG J H. Biological resources and environment of the continental shelf of the East China Sea [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2003: 206-234.
- [20] 吴光宗. 长江口海区鲷鱼和康氏小公鱼鱼卵和仔、稚鱼分布的生态特征 [J]. *海洋与湖沼*, 1989, 20(3): 217-229.
WU G Z. The ecological characteristics of distribution of eggs, larvae and juveniles of the *Engraulis japonicus* (Temminck & Schlegel) and *Anchoviella commersonii* (Lecépède) in the Changjiang River Estuary [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1989, 20(3): 217-229.
- [21] 蒋玫, 王云龙, 袁骥, 等. 东海中尺度夏季鱼卵仔鱼种类组成特征 [J]. *生态学报*, 2007, 27(1): 152-158.
JIANG M, WANG Y L, YUAN Q, et al. Characteristics of species composition of fish eggs and larvae in East China Sea in summer [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(1): 152-158.

The ecological study of fish larvae in the Yangtze River Estuary and adjacent waters

WANG Xiaogu^{1,2}, SUN Dong^{1,2}, LIN Shiquan^{1,2}

(1. The Second Institute of Oceanography, SOA, Hangzhou 310012, Zhejiang, China; 2. Laboratory of Marine Ecosystem and Biogeochemistry, SOA, Hangzhou 310012, Zhejiang, China)

Abstract: The categories composition and abundance distribution of fish larvae in the Yangtze River Estuary and vicinity waters were analyzed based on data from four seasonal surveys at 504 sampling stations during 2006 to 2007. Eighty-two species of fish larvae were collected, belonging to 16 orders, 48 families. Among them, Perciformes was the most diverse group, with 34 species from 21 families. Scorpaeniformes, including 3 families, 10 species, and Clupeiformes, including 5 families, 8 species, were the next diverse fauna. There was clearly seasonal and spatial variation of the abundance of fish larvae and the number of species of fish larvae. The seasonal abundance of fish larvae was listed as summer (185 ind/100m³) > spring (37 ind/100m³) > autumn (6 ind/100m³) > winter (1 ind/100m³), and they mainly centered in spring and summer. The average abundance of fish larvae was higher in summer than in spring and the distribution areas were more to the west in summer. The number of the fish larvae species was in the order of summer (39 species) > spring (38 species) > autumn (25 species) > winter (16 species). The dominant species were *Engraulis japonicas*, *Coiliamystus*, *Benthosemapterotum* in spring, summer and autumn respectively. Multivariate statistical analysis showed that in spring, the distribution of most species of ichthyoplankton was controlled by depth of water and surface salinity. While in summer, most species preferred the estuarine and coastal waters, which was characterized by higher chlorophyll a concentration and surface temperature.

Key words: Yangtze River Estuary and vicinity water; fish larvae; category composition; seasonal variation