

文章编号: 1674 - 5566(2011)05 - 0688 - 09

长江口南支和杭州湾北岸碎波带水域仔稚鱼群聚的比较

陈渊戈^{1,2}, 张宇¹, 钟俊生¹, 葛珂珂³, 毛成贵¹, 方永清¹

(1. 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306; 2. 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; 3. 江苏省海洋水产研究所, 江苏 南通 226007)

摘要: 2009年8月至2010年8月, 按月用小型拖网(1 m × 4 m, 网目1 mm)在长江口南支和杭州湾北岸碎波带水域采集仔稚鱼。在长江口南支碎波带拖曳267网次, 采集到仔稚鱼11 066尾, 隶属于11科40种, 数量最多的为刀鲚(*Coilia nasus*), 占渔获物的64.44%; 在杭州湾北岸拖曳195网次, 采集到仔稚鱼3 841尾, 隶属于23科59种, 普氏细棘虾虎鱼(*Acentrogobius pflaumii*)和多鳞四指马鲛(*Eleutheronema rhadinum*)共占渔获物的61.73%。两水域虽然存在25个共有种, 但地形和水环境的差异影响了鱼类组成, 相异性指数高达0.925。发育阶段的组成也存在差异, 杭州湾碎波带的仔稚鱼以后弯曲期仔鱼和稚鱼为主, 而长江口仔稚鱼各发育阶段的比例差异相对较小。杭州湾北岸碎波带水域的仔稚鱼多样性高于长江口南支碎波带水域, 其Margalef种丰富度指数、Shannon-Wiener指数和Pielou均匀度指数均较高。K优势度曲线图也显示杭州湾北岸碎波带水域具有较高的仔稚鱼种类丰度。

研究亮点: 本研究首次对杭州湾的鱼类早期资源进行了调查, 为杭州湾渔业资源的保护和合理利用提供科学材料。同时调查了毗邻的长江口南支水域的仔稚鱼资源, 通过比较两水域的仔稚鱼群落, 探讨了地貌和水文对鱼类分布的影响。

关键词: 长江口; 杭州湾; 碎波带; 仔稚鱼群聚

中图分类号: S 932.4

文献标志码: A

河口区海陆作用明显, 咸淡水混合, 生产力极高, 是许多经济价值较高的鱼类、甲壳类生物发育过程中的重要水域, 也是洄游性鱼类重要的洄游通道^[1]。碎波带受潮汐、径流、风力和人类活动等各种因素综合影响, 是一个复杂多样的环境复合体, 其范围虽然随着涨退潮有变动, 但环境相对稳定, 且拥有丰富的饵料动物, 同时碎波带的浅水、浑浊度和波动为仔稚鱼提供了躲避捕食者的良好环境^[2], 是仔稚鱼重要的保育场, 甚至是一些鱼类的产卵场^[3]。因此, 河口区碎波带对许多鱼类而言是不可或缺的重要生境。

长江口和杭州湾渔业资源丰富, 在生产和科学研究中都极具价值。长江口是多级分叉的三角洲河口, 水量丰沛, 径流和潮流相互消长, 并存在盐水入侵现象, 北支盐水入侵可达中上段, 南支只达口门的拦门沙附近; 杭州湾以海洋动力作

用为主, 径流影响微弱^[4]。长江口淡水在口外扩散, 影响到毗邻的杭州湾的盐度分布, 北岸盐度明显低于南岸^[5]。钟俊生等研究了长江口沿岸碎波带仔稚鱼种类组成和季节性变化, 在长江口沿岸碎波带既生活着洄游性鱼类和河口性鱼类仔稚鱼, 还生活着近岸海水鱼类和淡水鱼类仔稚鱼, 其种类和平均密度具有季节性变化趋势^[6]。蒋日进等对长江口碎波带仔稚鱼深入调查, 探明了长江口沿岸碎波带仔稚鱼的种类组成和多样性特征^[7]。而杭州湾碎波带的仔稚鱼研究至今仍然空白。本研究以长江口南支和杭州湾北岸的碎波带水域为调查水域, 通过全年的调查, 在探明杭州湾北岸碎波带水域仔稚鱼种类组成的基础上, 与长江口南支碎波带水域进行比较, 旨在为两水域渔业资源的保护和合理利用提供基础科学依据。

收稿日期: 2011-01-22 修回日期: 2011-03-04

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

作者简介: 陈渊戈(1986—), 男, 硕士研究生, 研究方向为鱼类生态学。E-mail: yg.chan.shou@gmail.com

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

1 材料与方法

1.1 调查方法

在长江口南支(St. 1 ~ St. 7)和杭州湾北岸(St. 8 ~ St. 12)碎波带共设置 12 个站点点(图 1),2009 年 8 月-2010 年 8 月,每月大潮前后,在水深 0.5 ~ 1.5 m 处,两人沿与岸平行方向步行拖曳小型拖网(1 m × 4 m,网目 1 mm),拖曳距离约 50 m,每个站点点重复拖曳 3 次。在现场用 5% 的甲醛溶液固定标本,测量水温和盐度。

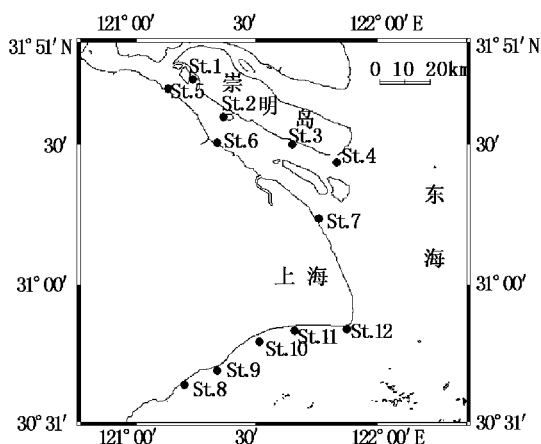


图 1 站点点图

Fig. 1 Location of sampling sites

将采集到的仔稚鱼鉴定到科、属、种,计数并计算密度(尾数/拖网数)。按 KENDALL 等^[8]的仔稚鱼发育分期标准划分发育阶段,并用带有目测微尺的 Olympus SZX7 解剖镜或数显游标卡尺测取仔稚鱼的体长。科名按 NELSON^[9],学名按照伍汉霖等^[10],同属种名按英文字母进行排序。

1.2 数据分析

使用 Wilcoxon 秩检验分析两个水域间的环境因子、种类丰度、仔稚鱼密度的差异显著性,使用 Kruskal-Wallis 秩检验分析每一水域内各月间和各站点间的环境因子、物种丰度和仔稚鱼密度的差异显著性。用逐步线性回归分析仔稚鱼密度和种类数与环境因子的相关性。数据分析均在 R 2.11.1^[11]中进行。使用 VEGAN 程序包^[12]计算两个水域中仔稚鱼群聚的 Margalef 种丰富度指数(D_{Mg})、Shannon-Wiener 信息指数(H')、Pielou 均匀度指数(J)以及 Bray-Curtis 相异性指数(B_C)。

2 结果

2.1 环境因子

2.1.1 温度

长江口南支碎波带水温范围为 4.5 ~ 34 °C,2010 年 1 月最低,2010 年 8 月最高。杭州湾碎波带温度范围为 5 ~ 33 °C,最低值出现在 2010 年 2 月,最高值也出现在 2010 年 8 月。两个水域的水温无显著差异($P > 0.05$) (图 2)。

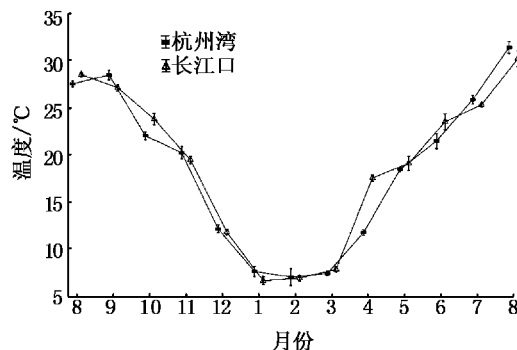


图 2 2009 年 8 月-2010 年 8 月平均温度变化趋势图

Fig. 2 Mean temperatures between August 2009 and August 2010

2.1.2 盐度

长江口南支碎波带水域周年盐度变化幅度小,仅为 0 ~ 3。2009 年 11 月 St. 4 测得最大值,因该站点位于易受潮汐影响的近口门处,在径流量小的季节海水可能侵入。杭州湾北岸碎波带水域周年盐度变化幅度大,为 0 ~ 26,最高值于 2009 年 11 月在 St. 12 测得,最低值分别于 2010 年 3 月和 8 月出现在 St. 11。St. 11 附近有淡水间歇性泻入,对临近水域盐度影响较大,导致部分月份的平均盐度有较大的标准差(图 3)。两水域间和各月间差异均极显著($P < 0.01$)。

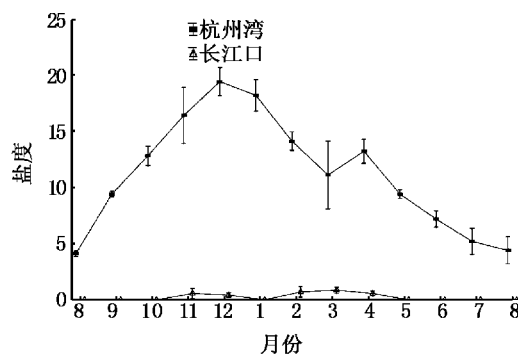


图 3 2009 年 8 月-2010 年 8 月平均盐度变化趋势图

Fig. 3 Mean salinity between August 2009 and August 2010

2.2 渔获物组成

2.2.1 仔稚鱼种类、生态类型组成

长江口南支共拖网267网次(2009年9月和10月未能在St. 6进行调查),采集到仔稚鱼11 066尾,隶属于11科40种;杭州湾北岸共拖网195网次,采集到仔稚鱼3 841尾,隶属于23科59种。两水域的种类组成差异大。长江口南支碎波带数量最多的为刀鲚(*Coilia nasus*),占总个体数的64.44%。杭州湾北岸碎波带数量最多的为普氏细棘虾虎鱼(*Acentrogobius pflaumii*),占总个体数的39.91%,其次为多鳞四指马鲛(*Eleutheronema rhadinum*),占总个体数的21.82%(表1)。长江口南支碎波带采集到的淡水性和河口性鱼类仔稚鱼种类最多,分别为18种和17种,洄游性鱼类仔稚鱼个体数最多,占总渔获量的64.88%;杭州湾北岸碎波带采集到的仔稚鱼中河口性种类数和个体数都最多,河口性种类和海洋性种类数都多于长江口南支碎波带(表2)。

2.2.2 共有种及群聚相异性

长江口南支和杭州湾北岸共有的种类有25种,分别为乔氏新银鱼(*Neosalanx jordani*)、陈氏新银鱼(*Neosalanx tangkahkeii*)、鲫(*Carassius auratus*)、麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)、中华鲮(*Rhodeus sinensis*)、蟹属 sp. (*Hemiculter* sp.)、飘鱼属 sp. (*Pseudolaubuca* sp.)、食蚊鱼(*Gambusia affinis*)、间下鲈(*Hyporhamphus intermedius*)、梭鱼(*Liza haematocheilus*)、中国花鲈(*Lateolabrax maculatus*)、香鲮(*Callionymus olidus*)、斑尾刺虾虎鱼(*Acanthogobius ommaturus*)、普氏细棘虾虎鱼(*Acentrogobius pflaumii*)、睛尾蝌蚪虾虎鱼(*Lophiogobius ocellicauda*)、拟矛尾虾虎鱼(*Parachaeturichthys polynema*)、褐吻虾虎鱼(*Rhinogobius brunneus*)、子陵吻虾虎鱼(*Rhinogobius giurinus*)、髯缟虾虎鱼(*Tridentiger barbatus*)、纹缟虾虎鱼(*Tridentiger trigonocephalus*)、大弹涂鱼(*Boleophthalmus pectinirostris*)、弹涂鱼(*Periophthalmus modestus*)、拉氏狼牙虾虎鱼(*Odontamblyopus lacepedii*)、短吻舌鳎(*Cynoglossus abbreviatus*)和半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis*),且这些种类在两个水域出现的月份相吻合(表1)。两水域的 Bray-Curtis

相异性指数 $B_c = 0.925$ 。

2.2.3 发育阶段

后弯曲期仔鱼在杭州湾北岸碎波带水域全年采集到的仔稚鱼中占63.93%,远高于其他发育阶段在渔获中所占比例,其次是稚鱼。长江口南支碎波带水域全年捕获的仔稚鱼各发育阶段比例较杭州湾均匀,弯曲期仔鱼数量稍多,为33.32%(图4)。

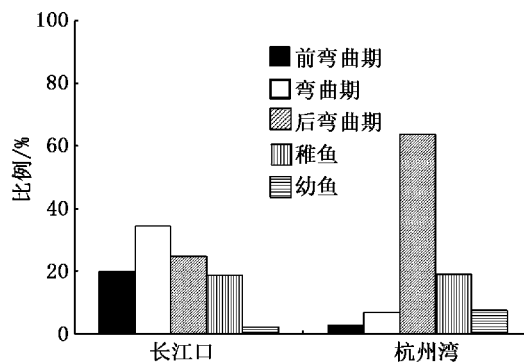


图4 发育阶段组成

Fig. 4 Development stage distribution of catches

2.3 密度、种类丰度变化趋势及其与环境因子的关系

从总体上看,密度和物种丰度在两个水域间和水域内各站点间无显著差异($P > 0.05$),但月份间差异极显著($P < 0.01$)。从2009年9月-2010年2月,仔稚鱼的密度和种类数的月变化呈降低趋势,2010年2月至8月则呈增长趋势(图5)。杭州湾2009年9月密度最高,每网达112.8尾,2010年1、2月没有渔获;长江口2010年8月密度最高,每网达203.6尾,2010年2、3月最低,每网仅1.6尾。

逐步线性回归分析结果显示,长江口南支碎波带水域仔稚鱼密度与温度呈极显著正相关($P < 0.01$),与盐度无显著相关($P > 0.05$),出现的种类数与温度极显著正相关($P < 0.01$),与盐度无显著相关($P > 0.05$);杭州湾北岸碎波带水域仔稚鱼密度与温度显著正相关($P < 0.05$),与盐度无显著相关($P > 0.1$),出现的种类数与温度极显著正相关($P < 0.001$),与盐度无显著相关($P > 0.1$)。

表 1 长江口南支和杭州湾北岸碎波带仔稚鱼种类组成
 Tab.1 Species composition of fish larvae and juveniles collected between the surf zones
 of south branch of Yangtze River estuary and north coast of Hangzhou Bay

种类	长江口南支				杭州湾北岸				生态类型
	百分比/%	体长范围/mm	发育阶段	出现月份	百分比/%	体长范围/mm	发育阶段	出现月份	
海鲢科 Elopidae									
海鲢 <i>Elops saurus</i>	-	-	-	-	0.03	23.05	Le	8	Ma
大海鲢科 Megalopidae									
大海鲢 <i>Megalops cyprinoides</i>	-	-	-	-	0.42	21.08~35.38	Le	8~9,11,8*	Ma
鲱科 Clupeidae									
斑鲚 <i>Konosirus punctatus</i>	-	-	-	-	0.05	17.68,17.8	j	7	Es
寿南小沙丁鱼 <i>Sardinella zanasi</i>	-	-	-	-	0.03	21.89	j	8*	Di
鲢科 Engraulidae									
凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	-	-	-	-	5.99	5.1~21.51	prf~j	8,7~8*	Di
刀鲚 <i>Coilia nasus</i>	64.44	4.3~49.78	prf~j	8~11,6~8*	-	-	-	-	Di
中颌棱鲢 <i>Thryssa mystax</i>	-	-	-	-	0.03	14.63	j	7	Ma
鳗鲡科 Anguilliformes									
日本鳗鲡 <i>Anguilla japonica</i>	-	-	-	-	0.03	61.33	el	9	Di
银鱼科 Salangidae									
乔氏新银鱼 <i>Neosalanx jordani</i>	1.69	10.78~71.83	prf~y	8~12,1~6,8*	0.05	20.2,21.32	j	7~8*	Fr
陈氏新银鱼 <i>Neosalanx tangkahkeii</i>	1.17	9.3~251.03	pof~y	8~9,12,6~8*	0.03	21.98	j	7	Fr
大银鱼 <i>Protosalanx chinensis</i>	1.94	5~33.99	frf~j	5	-	-	-	-	Fr
有明银鱼 <i>Salanx ariakensis</i>	3.56	4.3~113.05	prf~pof,a	9~12	-	-	-	-	Es
鲤科 Cyprinidae									
鲫 <i>Carassius auratus</i>	0.01	14.79	j	6	0.21	13.16~82.44	j~y	3,5,7,8*	Fr
福建小鳊鲂 <i>Microphysogobio fukiensis</i>	0.03	16.21~19.52	j	6	-	-	-	-	Fr
鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	0.03	22.97~24.61	j	8,8*	-	-	-	-	Fr
麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	0.07	22.31~45.72	y	11,1~4,7~8*	0.31	10.17~46.42	pof~j	8~9,11,3,7~8*	Fr
方氏鲂 <i>Rhodeus fangi</i>	0.01	34.62	a	2	-	-	-	-	Fr
中华鲂 <i>Rhodeus sinensis</i>	0.01	23.72	y	4	0.34	8.2~21.09	pof~y	7~8*	Fr
银鲂 <i>Squalidus argentatus</i>	0.01	45.47	y	11	-	-	-	-	Fr
蛇鲂 <i>Saurogobio dabryi</i>	0.01	29.07	j	9	-	-	-	-	Fr
鲮属 sp. <i>Hemiculter</i> sp.	11.00	4~97.64	prf~y	8,11~12,1~8*	3.72	6.0~88.72	prf~a	8~9,7~8*	Fr
鲮鱼属 sp. <i>Pseudolaubuca</i> sp.	8.30	4~67.44	prf~y	8~10,1~2,5~8*	0.49	8.3~21.61	f~j	8,6~8*	Fr
鲮亚科 sp. <i>Acheilognathinae</i> sp.	-	-	-	-	0.03	6.4	f	9	Fr
鲤科 sp. <i>Cyprinidae</i> sp.	0.05	7.5~9.7	prf~f	6	-	-	-	-	Fr
鲮科 Bagridae									
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	-	-	-	-	0.03	33.68	y	8	Fr
鲇科 Siluridae									
鲇 <i>Silurus asotus</i>	0.04	10.2~12.2	f	6~8*	-	-	-	-	Fr
花鲢科 Poeciliidae									
食蚊鱼 <i>Gambusia affinis</i>	0.09	6.4~27.05	pof~a	10,12,1,4	0.81	6.3~25.4	j~y	8~9,7~8*	Fr
鱮科 Hemiramphidae									
间下鱮 <i>Hyporhamphus intermedius</i>	0.43	9.5~131.37	f~a	8,12,1,6~8*	0.03	8.0	pof	8*	Es
鲻科 Mugilidae									
梭梭 <i>Liza carinatus</i>	0.01	33.53	y	8	-	-	-	-	Es
梭鱼 <i>Liza haematocheilus</i>	0.01	6.3	pof	6	1.02	11.37~34.47	j~y	8,4~7	Es

续表 1

种类	长江口南支				杭州湾北岸				生态类型
	百分比/%	体长范围/mm	发育阶段	出现月份	百分比/%	体长范围/mm	发育阶段	出现月份	
马鲛科 Polynemidae									
多鳞四指马鲛 <i>Eleutheronema rhadinum</i>	-	-	-	-	21.82	5.1~77.81	f~y	8~11,7~8*	Es
鲈科 Serranidae									
中国花鲈 <i>Lateolabrax maculatus</i>	0.44	17.58~58.37	j~y	3~7	2.27	16.4~36.47	j	5~6	Di
鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>	1.01	4~9.6	prf~f	8~9,6~8*	-	-	-	-	Fr
鱈科 Sillaginidae									
多鳞鱈 <i>Sillago sihama</i>	-	-	-	-	0.21	12.88~20.28	pof~j	8~10,8*	Ma
石首鱼科 Sciaenidae									
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	-	-	-	-	0.21	9.8~30.74	j	8,8*	Ma
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	-	-	-	-	0.03	10.1	pof	8*	Ma
大黄鱼 <i>Larimichthys crocea</i>	-	-	-	-	0.03	26.84	j	6	Ma
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	-	-	-	-	0.05	11.09,11.38	pof	8	Ma
黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i>	-	-	-	-	0.39	6.6~55.94	f~y	8~10	Ma
金钱鱼科 Scatophagidae									
金钱鱼 <i>Scatophagus argus</i>	-	-	-	-	0.13	9.9~11.91	j	8	Es
鲷科 Blenniidae									
美肩鳃鲷 <i>Omobranchus elegans</i>	-	-	-	-	0.03	19.49	j	11	Ma
鲻科 Callionymidae									
香鲻 <i>Callionymus olidus</i>	1.3	6.9~43.95	j~y	8~10,12, 2,6~8*	0.13	7.4~9.1	pof~j	9~10,6	Es
虾虎鱼科 Gobiidae									
虾虎鱼亚科 Gobiinae									
斑尾刺虾虎鱼 <i>Acanthogobius ommaturus</i>	0.06	12.15~14.26	j	6	2.27	7.1~17.7	f~j	9,6	Es
普氏细棘虾虎鱼 <i>Acentrogobius pflaumi</i>	1.74	4.4~39.56	prf,pof~y	9~11	39.91	5.5~8.1	pof	8~11,7~8*	Es
矛尾虾虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	-	-	-	-	0.08	26.09~21.73	y	7	Es
舌虾虎鱼 <i>Glossogobius giuris</i>	-	-	-	-	0.57	6.9~11.2	pof~j	8~11	Es
斑纹舌虾虎鱼 <i>Glossogobius olivaceus</i>	-	-	-	-	3.25	4.2~8.4	pof~j	9~10	Es
睛尾蝌蚪虾虎鱼 <i>Lophiogobius ocellicauda</i>	0.01	46.37	y	11	0.08	18.87~51.2	y	9,7	Es
竿虾虎鱼 <i>Luciogobius guttatus</i>	-	-	-	-	0.03	27.77	y	4	Es
拟矛尾虾虎鱼 <i>Parachaeturichthys polynema</i>	0.01	11.32	j	8	0.05	5.9,9.8	pof~j	8,11	Es
爪哇拟虾虎鱼 <i>Pseudogobius javanicus</i>	-	-	-	-	0.05	5.7,6.6	pof	9	Es
褐吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius brunneus</i>	0.98	3.7~14.2	prf~pof	9,7~8*	0.03	6.8	f	8*	Es
子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	1.03	5.1~50.61	f~a	8~9,11~ 12,1,6,8*	1.85	5.9~34.73	j~y	8~10,4, 6~8*	Fr
髯须虾虎鱼 <i>Tridentiger barbatus</i>	0.05	11.52~22.69	y~j	8,9,8*	0.78	12.01~38.91	pof~y	8,9,8*	Es
纹须虾虎鱼 <i>Tridentiger trigonocephalus</i>	0.21	7.1~16.57	pof~y	9,6~8*	2	4.9~14.35	f~j	9,6~8*	Es
虾虎鱼科 sp.1 Gobiidae sp.1	-	-	-	-	0.03	9.7	pof	8	Es
虾虎鱼科 sp.2 Gobiidae sp.2	-	-	-	-	0.18	5.8~7.7	pof~j	9	Es
虾虎鱼科 sp.3 Gobiidae sp.3	0.02	8.7,9.6	y	8	-	-	-	-	Es
虾虎鱼科 sp.4 Gobiidae sp.4	0.01	10.4	y	8	-	-	-	-	Es

续表 1

种类	长江口南支				杭州湾北岸				生态类型
	百分比/%	体长范围/mm	发育阶段	出现月份	百分比/%	体长范围/mm	发育阶段	出现月份	
背眼虾虎鱼亚科 Oxudercinae									
大弹涂鱼 <i>Boleophthalmus pectinirostris</i>	0.05	12.78~41.74	j~y	8~9,11	0.31	12.6~17.5	pof~j	8~9,11,8*	Es
弹涂鱼 <i>Periophthalmus modestus</i>	0.05	10.21~12.73	pof~j	8~9	2.53	9.5~12.88	pof~j	8~10,7~8*	Es
青弹涂鱼 <i>Scartelaos histophorus</i>	-	-	-	-	0.34	19.75~3.81	j~y	9,11~12	Es
近盲虾虎鱼亚科 Amblyopinae									
小头栉孔虾虎鱼 <i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>	-	-	-	-	0.03	31.36	y	10	Es
拉氏狼牙虾虎鱼 <i>Odontamblyopus lacepedii</i>	0.01	34.31	y	10	0.29	18.8~167	j~a	8,10~12	Es
孔虾虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>	-	-	-	-	0.81	9.5~28.99	pof~j	8~9,8*	Es
斗鱼科 Osphronemidae									
圆尾斗鱼 <i>Macropodus chinensis</i>	-	-	-	-	0.03	22.34	y	8	Fr
鲂鲱科 Triglidae									
深水红娘鱼 <i>Lepidotrigla abyssalis</i>	-	-	-	-	0.03	13.45	y	5	Ma
舌鳎科 Cynoglossidae									
短吻舌鳎 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>	0.03	13.73~83.27	y	9,6	0.05	19.95~109.34	j~y	8,6	Ma
窄体舌鳎 <i>Cynoglossus gracilis</i>	0.05	70.57~153.51	y	11,8*	-	-	-	-	Ma
日本须鳎 <i>Paraplusia japonica</i>	-	-	-	-	5.15	12.04~78.08	j~y	8~9,8*	Ma
焦氏舌鳎 <i>Cynoglossus joyneri</i>	-	-	-	-	0.05	39.61,77.76	y	10~11	Ma
半滑舌鳎 <i>Cynoglossus semilaevis</i>	0.01	35.96	y	7	0.03	57.06	y	7	Ma
鲀科 Tetraodontidae									
双斑东方鲀 <i>Takifugu bimaculatus</i>	-	-	-	-	0.18	30.97~39.98	y	8~10	Es
弓斑东方鲀 <i>Takifugu ocellatus</i>	-	-	-	-	0.13	30.97~39.98	y	8,11,8*	Es

注:Le 表示柳叶体;el 表示幼鳎;pof 表示前弯曲期;f 表示弯曲期;pof 表示后弯曲期;j 表示稚鱼;y 表示幼鱼;a 表示成鱼;月份 8 表示 2009 年 8 月,月份 8* 表示 2010 年 8 月;Es 表示河口性鱼类;Di 表示洄游性鱼类;Fr 表示淡水性鱼类;Ma 表示海洋性鱼类;标记“-”表示无。

表 2 渔获物生态类型组成
Tab.2 Life-cycle guilds distribution of catches

生态类型	长江口南支碎波带		杭州湾北岸碎波带	
	种类数	个体数比例/%	种类数	个体数比例/%
河口性鱼类	17	8.51	28	77.09
洄游性鱼类	2	64.88	4	8.33
淡水性鱼类	18	26.50	12	7.86
海洋性鱼类	3	0.08	15	6.72

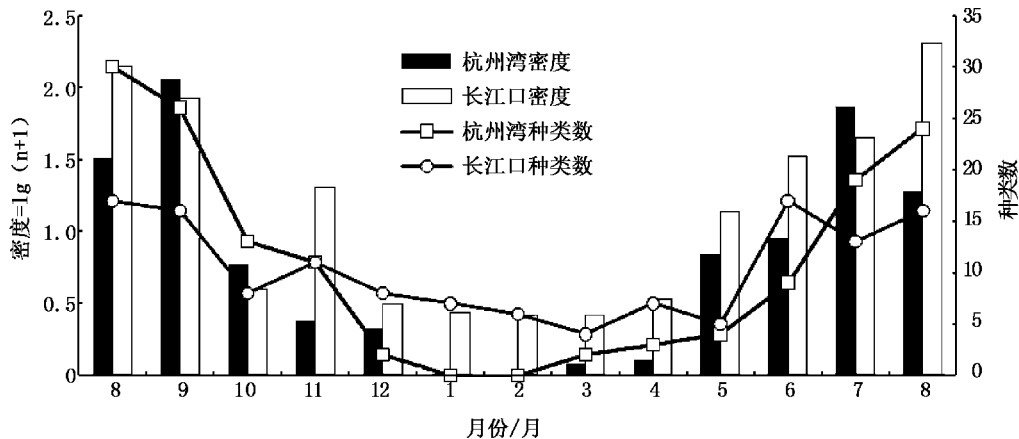


图 5 密度和种类丰度月变化图
Fig.5 Monthly change of density and species richness

2.4 多样性特征

杭州湾北岸碎波带水域的仔稚鱼群聚种丰富度、信息指数和均匀度均高于长江口南支碎波带水域(表3)。K 优势度曲线图也显示,杭州湾北岸碎波带水域仔稚鱼种类丰度较高(图6)。

表3 碎波带仔稚鱼多样性特征指数
Tab.3 Diversity index of larval and juvenile fish community in surf zone

多样性指数	长江口南支	杭州湾北岸
Margalef 种丰富度指数(D_{Mg})	4.40	7.39
Shannon-Wiener 指数(H')	1.80	2.19
Pielou 均匀度指数(J)	0.39	0.53

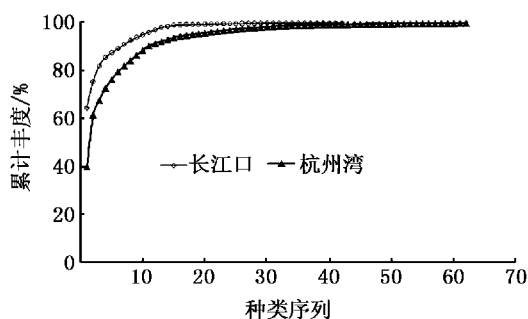


图6 碎波带仔稚鱼 K-优势曲线图
Fig.6 K-dominance curves for species-abundance of surf zones

3 讨论

河口、海岸碎波带仔稚鱼区系组成在大尺度上存在着极大差异,且依据冲淡水的存无与多寡有许多相异性。毛里求斯沿岸^[13]、美国东部海岸及海湾^[14-17]、西日本地区沿岸^[18]碎波带由于冲淡水贫乏,水域盐度较高,出现的鱼类仔稚鱼以海水鱼类为主。长江口由于淡水量充沛,全年盐度较低,出现的鱼类以洄游鱼类和淡水鱼类为主^[6-7]。但是在几十至数百公里的范围内,仔稚鱼区系的组成常具有相似性。毛里求斯3个相距几十公里的站点采集到仔稚鱼中,蓝美银汉鱼(*Atherinomorus lacunosus*)和圆吻凡鲻(*Valamugil seheli*)都是优势种^[12]。澳大利亚西南部5个河口的仔稚鱼群落的主要优势种都相同,其中长身竖银汉鱼(*Atherinosoma elongate*)在4个河口都为最优势种之一,在余下的1个河口为第二优势种^[19]。美国东海岸数次调查的仔稚鱼优势组成也显示出一定的相似性^[14-17]。长江口南支和杭

州湾北岸在地理上虽然紧密相接,但是由于径流和地形的差异,仔稚鱼群落组成呈现出较大差异($B_c = 0.925$)。长江口南支碎波带水域的盐度全年维持在很低的水平,仔稚鱼以洄游性和淡水性种类为主;杭州湾北岸碎波带水域盐度相对较高,全年变化幅度较大,仔稚鱼以河口性种类为主,并有较多的海洋性种类出现。以南汇嘴为分界,南北两侧碎波带的仔稚鱼区系呈现两种形态,适应高盐度的种类只在杭州湾出现,如石首鱼科种类;低盐度的种类则只在长江口出现,如鳊鱼。

本研究中存在25个共有种,主要是河口性种类(13种)和具有一定盐度耐受性的淡水性种类(9种),但是没有在两水域都具有较高优势度的种类。葡萄牙的利马河口内^[20]和河口外邻近的近岸浅水区域^[21]的仔稚鱼区系组成同样存在较大差别,但由于利马河口存在较为严重的盐水入侵现象,一些海洋性种类进入河口内,产生沙丁鱼(*Sardina pilchardus*)、鳞柄玉筋鱼(*Ammodytes tobianus*)和娇扁隆头鱼(*Symphodus melops*)在两个水域都是优势种的现象。日本东京湾外湾和内湾的沿岸仔稚鱼群落也呈现类似的状况^[22]。虽然在杭州湾 St. 11 捕获到鲫,但这是随附近的淡水进入碎波带,属一种偶然情况。

STRYDOM 和 D'HOTMAN 证明了南非河口碎波带与附近非河口碎波带仔稚鱼群聚的连续性^[23],本研究结果则表明河口碎波带和附近非河口碎波带仔稚鱼群聚存在着不连续性。比较 STRYDOM 和 D'HOTMAN 的调查,说明碎波带仔稚鱼群聚是否具有连续性是取决于海岸线的外貌和水文状况。

仔稚鱼进入碎波带的时间和在碎波带的滞留时间因种而异^[24],开放性的海岸通常以后弯曲期仔鱼至稚鱼为主^[25-28],河口和内湾里面会出现较多的早期仔鱼^[6-7,14-16],正好切合了长江口和杭州湾碎波带仔稚鱼的生物地理学特征。

本研究中,盐度影响着仔稚鱼种类的水平分布,温度影响着仔稚鱼种类和数量丰度。5-9月的种类数和密度明显高于10月-次年4月,与温度的变化显著相关。碎波带仔稚鱼的丰度变化还与鱼类的季节性繁殖有关系。如刀鲚的孵化期主要集中在5-8月^[29],很大程度上决定了长江口南支碎波带水域仔稚鱼密度的周年变化趋

势。杭州湾北岸碎波带水域的前 4 位种类普氏细棘虾虎鱼、多鳞四指马鲛、凤鲚、日本须鲷也同样显示出明显的季节性趋势。

参考文献:

- [1] KNOX G A. Estuarine Ecosystems: A systems approach[M]. Boca Raton Florida: CRC Press, 1986.
- [2] LASIAK T A. Juveniles, Food and the surf zone habitat: Implications for teleost nursery Areas [J]. South African Journal of Zoology, 1986, 21(1): 51-56.
- [3] 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.
- [4] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志[M]. 北京: 海洋出版社, 1998.
- [5] 陈吉余. 中国河口研究和实践[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [6] 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): 37-381.
- [7] 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): 279-304.
- [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] NELSON J S. Fishes of the World[M]. Hoboken, NJ: John Wiley, 2006.
- [10] 伍汉霖, 邵广昭, 赖春福. 拉汉世界鱼类名典[M]. 基隆: 水产出版社, 1999.
- [11] R Development Core Team. R: A language and Environment for Statistical Computing [EB/OL]. [2010-11-05]. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>.
- [12] OKSANEN J, BLANCHET F G, KINDT R, et al. Vegan: Community Ecology Package. R package version 1.17-4 [CP/OL]. [2010-06-05]. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- [13] SATO N, ASAHIDA T, TERASHIMA H, et al. Species composition and dynamics of larval and juvenile fishes in the surf zone of mauritius[J]. Environmental Biology of Fishes, 2008, 81(2): 229-238.
- [14] LAYMAN C A. Fish assemblage structure of the shallow ocean surf-zone on the eastern shore of Virginia Barrier Islands[J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2000, 51(2): 201-213.
- [15] RUPLE D L. Occurrence of larval fishes in the surf zone of a northern gulf of Mexico Barrier Island[J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 1984, 18(2): 191-208.
- [16] ROSS S T, ROBERT H M, DAVID L R. Seasonal and diel variation in the standing crop of fishes and macroinvertebrates from a gulf of Mexico surf zone[J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 1987, 25(4): 391-412.
- [17] WILBER D H, CLARKE D G, BURLAS M H, et al. Spatial and temporal variability in surf zone fish assemblages on the coast of northern New Jersey[J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2003, 56(2): 291-304.
- [18] 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.
- [19] HOEKSEMA S D, CHUWEN B M, POTTER I C. Comparisons between the characteristics of ichthyofaunas in nearshore waters of five estuaries with varying degrees of connectivity with the ocean[J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2009, 85(1): 22-35.
- [20] RAMOS S, COWEN R K, RÉ P, et al. Temporal and spatial distributions of larval fish assemblages in the Lima estuary (Portugal) [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2006, 66(1/2): 303-314.
- [21] AZEITEIRO U M, BACELAR-NICOLAU L, RESENDE P, et al. Larval fish distribution in shallow coastal waters off North Western Iberia (NE Atlantic)[J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2006, 69(3/4): 554-566.
- [22] ARAYAMA K, IMAI H, KANOU K, et al. Ichthyofauna of surf zones in the outer Tokyo Bay[J]. Mer, 2002, 40(2): 59-70.
- [23] STRYDOM N A, D'HOTMAN B D. Estuary-dependence of larval fishes in a non-estuary associated south African surf zone: evidence for continuity of surf assemblages [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2005, 63(1/2): 101-108.
- [24] FÉLIX F C, SPACH H L, MORO P S, et al. Utilization patterns of surf zone inhabiting fish from beaches in Southern Brazil[J]. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 2007, 2(1): 27-39.
- [25] ATSUSHI N, TAKAO E. Seasonal dynamics of fish assemblage structures in a surf zone on an exposed sandy beach in Japan [J]. Ichthyological Research, 2007, 54(3): 277-286.
- [26] SUDA Y, INOUE T, UCHIDA H. Fish Communities in the surf zone of a protected sandy beach at doigahama, yamaguchi prefecture, Japan [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2002, 55(1): 81-96.
- [27] STRYDOM N A. Occurrence of larval and early juvenile fishes in the surf zone adjacent to two intermittently open estuaries, South Africa[J]. Environmental Biology of Fishes, 2003, 66(4): 349-359.
- [28] 林楠, 沈长春, 钟俊生. 九龙江口仔稚鱼多样性及其漂流模式的探讨[J]. 海洋渔业, 2010, 32(1): 66-72.
- [29] 葛珂珂, 钟俊生. 长江口沿岸碎波带刀鲚仔稚鱼的日龄组成与生长[J]. 水生生物学报, 2010, 34(4): 716-721.

Comparison in fish larvae and juvenile assemblages between the surf zones of south branch of Yangtze River estuary and north coast of Hangzhou Bay

CHEN Yuan-ge^{1,2}, ZHANG Yu¹, ZHONG Jun-sheng¹, GE Ke-ke³, MAO Cheng-ze¹, FANG Yong-qing¹

(1. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. 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; 3. Marine Fisheries Research Institute of Jiangsu, Nantong 226007, Jiangsu, China)

Abstract: From August 2009 to August 2010, larval and juvenile fishes were monthly collected by a seine net (1m × 4m, 1 mm mesh-aperture) in the surf zones of south branch of Yangtze River estuary and north coast of Hangzhou Bay. 267 hauls were conducted in the Yangtze River estuary, and a total of 11 066 catches belonging to 43 species from 23 families were collected, the most dominant species was *Coilia nasus* which comprised 64.44% of the total catches. 195 hauls were conducted in Hangzhou Bay, a total of 3 841 catches belonging to 62 species from 23 families were collected, *Acentrogobius pflaumii* and *Eleutheronema rhadinum* comprised 61.73% of the total catches. The differences of geography and aquatic environment between two areas affected composition of fish assemblage, while 26 mutual species occurred, the dissimilarity index still rose to 0.927. Developmental stage of fish larvae and juveniles also showed some differences, post-flexion and juvenile fish dominated the total catches in Hangzhou Bay, whereas the variation in Yangtze River estuary was not in evidence. Community diversity of Hangzhou Bay is higher than that of the Yangtze River estuary, and the Margalef index, Shannon-Wiener index and Pielou evenness index were all higher. K-dominance curves revealed that the species richness was higher in Hangzhou Bay.

Key words: Yangtze River estuary; Hangzhou Bay; surf zone; fish larvae and juvenile assemblages