

瓯江口海域夏秋季鱼类多样性

徐兆礼

(中国水产科学研究院东海水产研究所 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090)

摘要: 利用 2007 年 6 月和 9 月瓯江口海域渔业资源调查资料, 研究瓯江口海域鱼类种类组成和多样性的时空分布, 探索地形地貌、海流和水文等因素对鱼类多样性的影响。结果表明, 在两次拖网调查中, 共鉴定鱼类 64 种, 其中 16 种是暖温种, 其余 48 种为暖水种。银姑鱼(白姑鱼)(*Pennahia argentatus*)是 6 月份的关键种, 龙头鱼(*Harpodon nehereus*)是 9 月份的关键种。瓯江口北部岛屿密集的区域, 也是鱼类种类密集的水域。多样性指数(H')值平面分布格局显示: 岛群之间水域 H' 值较高, 岛群外部水域 H' 值远远低于岛群之间和岛群内侧水域。岛屿周围与岛屿之间鱼类物种丰富, 物种分布与海底地形多样化、底质多样化和水流环境多样化有关。单一优势种出现是导致外侧水域鱼类 H' 值较低的主要原因, 种数较少仅仅是次要原因。瓯江径流的季节变化, 瓯江南口和北口冲淡水势力差异, 台湾暖流势力的季节变化是影响瓯江口海域鱼类种类和多样性分布的主要水文因素。暖流势力减弱, 一些物种开始向外海深水做越冬洄游, 这是 9 月份鱼类种数少于 6 月份的主要原因。

关键词: 瓯江口; 鱼类; 种类组成; 多样性

文章编号: 1000-0933(2008)12-5948-09 中图分类号: Q142, Q958 文献标识码: A

Analysis of fish diversity in the waters off the Oujiang estuary in summer and autumn

XU Zhao-Li

Key and Open Laboratory of Marine and Estuary Fisheries, Ministry of Agriculture of China, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Shanghai 200090, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(12): 5948 ~ 5956.

Abstract: Fish composition and diversity in the Oujiang estuary was studied here based on the data from two oceanographic surveys in June and September of 2007. The spatial-temporal distribution of fish richness and diversity (H'), which was influenced by factors such as topography and geomorphy, water masses, and hydrological features, was also discussed here. Results showed that among 64 species that were identified, 16 species were temperate warm water species, and the rest 48 species were warm water species. *Pennahia argentatus* was the key species in June, and *Harpodon nehereus* was the key species in September. More species inhabited in the water passage between islands than in other waters. The distribution pattern of diversity (H') showed that high values lay in the water passages around islands. On the other hand, the diversity (H') in the east area was clearly lower than that in the west, which was due to the diversified marine topography, geomorphy, deposit and hydrological factors near the islands. The dominant species, *Pennahia argentatus* in June and

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40776047); 上海市 908 专项资助项目(JP1-1); 国家自然科学基金重大研究计划资助项目(90511005)

收稿日期: 2008-06-07; **修订日期:** 2008-09-28

作者简介: 徐兆礼(1958~), 女, 浙江温岭人, 研究员, 从事海洋生物学和海洋生态学研究. E-mail: xiaomin@public4.sta.net.cn

致谢: 沈益绿、高倩、陈华、陈佳杰和顾孝连等同志参加海上样品采集; 陈华和陈佳杰协助整理数据和绘图; 倪勇先生帮助鱼类鉴定; 沈晓民先生在论文写作中给予很大的帮助, 谨致谢忱。

Foundation item: The project was financially supported by NSFC(No. 40776047), Shanghai 908-Project(JP1-1) and Major Research Plan of NSFC(No. 90511005)

Received date: 2008-06-07; **Accepted date:** 2008-09-28

Biography: XU Zhao-Li, Professor, mainly engaged in marine biology and marine ecology. E-mail: xiaomin@public4.sta.net.cn

Harpodon nehereus in September, mostly distributed in the outer area of islands, was the main reason for the low fish diversity (H') there. Low richness was the subordinate factor. Seasonal and regional Oujiang freshwater and Taiwan current were critical factors that affected the fish diversity in this area. The species richness was higher in September than that in June because some species migrate to wintering ground in offshore waters off the estuary.

Key Words: Oujiang estuary; fish; species composition; diversity

瓯江口渔场地处西太平洋亚热带北部^[1],期间散落着诸多岛屿和海湾,加上瓯江径流带来丰富的营养盐,形成了当地水域丰富的饵料环境,引来诸多鱼类,本地的和洄游的,暖温带的,在这一水域栖息,瓯江口的鱼类群落代表了我国亚热带北部河口海湾的鱼类群落特征。

到目前为止,对东海鱼类群落结构的研究,几乎都在 50 m 等深线以外海域。如,李建生等^[2]对长江口渔场鱼类多样性及其年际变化的研究,丁峰元^[3]和李圣法等^[4]对东海大陆架鱼类群落空间结构的研究。而对东海沿海各河口海湾的海洋生物调查,有浮游动物的^[5],底栖动物的^[6]研究,却鲜有鱼类多样性研究报告。邱永生^[7]和李永振等^[8,9]分别报道了广东近海和南沙群岛鱼类的组成和多样性。在这方面,国内其它海湾与河口的研究文献却较少。在国际上,对沿海河口鱼类群落生态学的研究非常活跃。例如,Walsh^[10]讨论了珊瑚礁鱼类群落结构的稳定性问题,Cyrus 等^[11]讨论了河口浑浊带水环境对鱼类群落的影响,Pombo 等^[12]研究了荷兰河口和环礁湖鱼类群落多样性。河口和海湾往往是鱼类的产卵场^[13]和索饵场^[14],也是受海洋工程等人为活动影响显著的水域。因此,对瓯江口鱼类群落多样性变化规律的研究具有重要的科学价值。

1 材料与方法

1.1 调查地点和采样方法

渔业资源调查分别在 2007 年 6 月和 9 月各进行一次,这一时期正是外海鱼群进入瓯江口水域产卵,孵化出仔稚鱼和幼鱼肥育的时期。研究用的调查船为浙洞渔 2206#,每次共设 26 个拖网站位,其中 6 月份的 9、12 号和 16 号站,9 月份的 3、10、11、12、14 号和 15 号站因故无法作业,站位布设参见图 1。采样用网具规格为 280 目,拖网,规格 27.60m×28.79m(20.44m)。水下网口面积约为 7.5m(宽)×3.5m(高),网目范围 2.5 ~

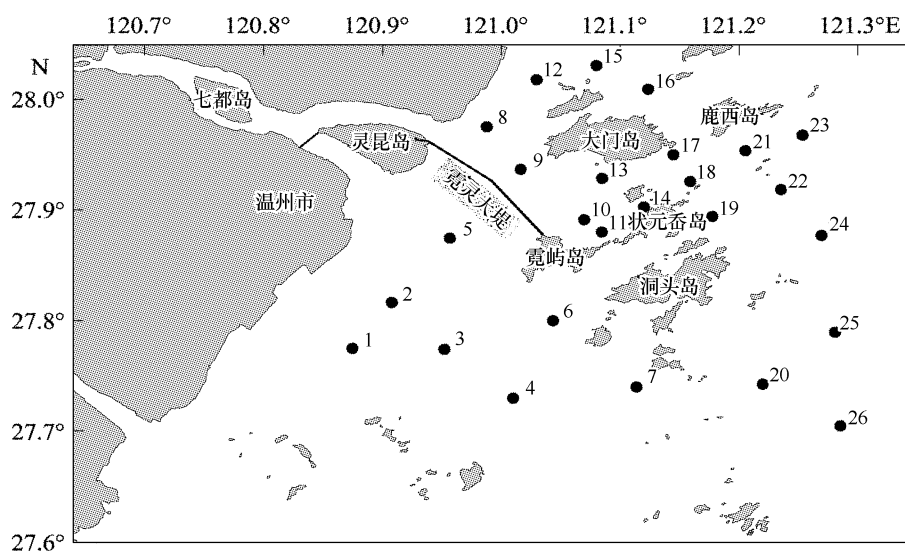


图1 调查站位分布

Fig. 1 Sampling station

温州市 Wenzhou, 灵昆岛 Linkun island, 大门岛 Damen island, 霓屿岛 Niyu island, 洞头岛 Dongtou island, 鹿西岛 Luxi island, 灵昆大堤 Niling bank

12cm, 每网拖曳 0.5 h, 平均拖速 4.6km/h。起网后参照《海洋水产资源调查手册》^[15], 对渔获物中鱼类进行分品种渔获重量和尾数统计, 记录网产量, 并对每个品种进行生物学测定, 记录体长、体重、成幼体等数据。

为了便于叙述, 将瓯江口霓灵大堤和洞头群岛南侧的 1~7 号站称为南部水域, 北侧的 8~19 号站为北部水域, 群岛外侧 20~26 号站为外部水域。

1.2 数据处理方法

鱼类多样性分析, 采用 Shannon 多样性指数 (H') (简称 H' 值), 在鱼类生态研究中, 重量多样性和尾数多样性具有不同的生物学含义^[16], 因此本研究不同站位鱼类多样性指数 (H') 值分别采用重量密度 (kg/km^2) 和尾数密度 (10^3 个/ km^2 , 简记为 10^3 ind./ km^2) 计算。密度的估算采用扫海面积法^[15]。

对鱼类丰富度 (种类数) 和多样性变化与水深的关系采用回归方法^[17]。在计算中用同步观测的水深数据作自变量, 以鱼类多样性指数 (H') 为因变量。上述分析具体计算方法还可以参考文献^[18]。

2 结果

2.1 鱼类种类组成

在两次拖网调查中共鉴定出鱼类 64 种, 依据文献^[1,19,20], 这些种有 16 种是暖温种, 其余 48 种为暖水种。从表 1 可见, 在 6 月份, 银姑鱼 (旧称白姑鱼) (*Pennahia argentatus*) 是关键种, 其尾数几乎占了鱼类总尾数的 75% 以上, 重量占了 30% 以上。小黄鱼 (*Larimichthys polyactis*)、刀鲚 (*Coilia nasus*)、拉氏狼牙虾虎鱼 (*Odontamblyopus lacepedii*)、镰鲷 (前称银鲷) (*Pampus echinogaster*) 和短吻舌鲷 (*Cynoglossus abbreviatus*) 数量较多, 出现率在 60% 以上, 是常见种。在 9 月份, 龙头鱼 (*Harpodon nehereus*) 是关键种, 其重量和尾数分别接近和超过鱼类总数的 50%, 远远高于其它鱼类物种。凤鲚 (*Coilia mystus*)、棘头梅童鱼 (*Collichthys lucida*)、皮氏叫姑鱼 (*Johnius belangerii*)、六指马鲛 (*Polynemus sextarius*) 和尖头黄鳍牙 (鲷) (*Chrysochir aureus*) 是常见种。

表 1 瓯江口鱼类种类组成与出现率 (%)

Table 1 Species composition and occurrence frequency (%) of fishes off the Oujiang Estuary

种名 Species	6 月 June			9 月 September			生态类群 Ecotype
	W%	N%	出现率 Occurrence frequency	W%	N%	出现率 Occurrence frequency	
龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	1.42	0.6	56.52	48.08	53.13	100	○
刀鲚 <i>Coilia nasus</i>	3.42	1.08	60.87	2.09	1.03	40	△
孔鰕虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>	0.7	0.52	60.87	0.45	1.27	45	○
拉氏狼牙鰕虎鱼 <i>Odontamblyopus lacepedii</i>	2.12	2.12	73.91	0.29	0.95	45	○
莱氏舌鲷 <i>Cynoglossus lachneri</i>	0.17	0.06	26.09	0.26	0.62	45	○
镰 (银) 鲷 <i>Pampus echinogaster</i>	2.33	1.02	65.22	1.68	0.26	15	○
银姑鱼 (旧称白姑鱼) <i>Argyrosomus argentatus</i>	30.63	77.75	95.65				○
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucida</i>	2.28	0.66	47.83	1.91	3.68	85	△
海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	3.66	0.22	39.13	7.93	0.5	60	○
双斑东方鲀 <i>Takifugu bimaculatus</i>	2.35	0.1	30.43	0.45	0.03	5	△
短吻舌鲷 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>	3.1	0.61	60.87	1.21	0.75	25	△
单指虎鲂 <i>Minous monodactylus</i>	0.01	0.02	8.7	0	0.03	5	○
斜带髭鲷 <i>Hapalogenys nitens</i>	0.03	0.07	13.04				△
斑条壁鱼 <i>Antennarius striatus</i>	0.05	0.07	13.04				○
中颌棱鲷 <i>Thrissa mystax</i>	1.1	0.71	30.43	0.08	0.24	10	○
赤鼻棱鲷 <i>Thrissa kammalensis</i>	2.54	2	13.04				○
横带髭鲷 <i>Hapalogenys mucronatus</i>	0.09	0.38	30.43	0.03	0.05	5	△
翼红娘鱼 <i>Lepidotrigla alata</i>	0	0.01	4.35				△
黄鳍东方鲀 <i>Takifugu xanthopterus</i>	0.04	0.12	8.7				○
横纹东方鲀 <i>Takifugu oblongus</i>	0.23	0.65	13.04	0.17	0.26	35	○

续表

种名 Species	6 月 June			9 月 September			生态类群 Ecotype
	W%	N%	出现率 Occurrence frequency	W%	N%	出现率 Occurrence frequency	
须蓑鲉 <i>Apistus alatus</i>	0.03	0.17	13.04				○
鲢 <i>Milichthys miuy</i>	1.36	0.26	39.13	1.28	0.05	10	△
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	4.28	5.28	60.87	0.03	0.02	5	△
中国鲳 <i>Dasyatis sinensis</i>	23.7	0.22	30.43	2.01	0.23	15	△
赤鲳 <i>Dasyatis akajei</i>	1.55	0.02	4.35				△
皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i>	0.48	0.07	13.04	1.49	1.77	60	○
中国花鲈 <i>Lateolabrax maculatus</i>	1.22	0.36	17.39	8.65	0.18	5	○
凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	7.11	3.27	39.13	3.12	3.8	85	○
拟矛尾鰕虎鱼 <i>Parachaeturichthys polynema</i>	0.01	0.04	8.7				○
月兔头鲈 <i>Lagocephalus lunaris</i>	0.01	0.04	8.7				○
条尾绯鲤 <i>Upeneus bensasi</i>	0.01	0.08	17.39				○
中国鲷 <i>Pampus chinensis</i>	0.06	0.05	13.04	1.88	0.21	10	○
吉氏豹鲂鮄 <i>Dactyloptena gilberti</i>	0.01	0.01	4.35				○
带鱼 <i>Trichiurus lepturus</i>	0.46	0.18	21.74				○
黄姑鱼 <i>Nibea</i> sp.	0.44	0.02	8.7				○
斑尾刺鰕虎鱼 <i>Acanthogobius ommaturus</i>	0	0.01	4.35				○
矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	0.11	0.14	17.39	0.38	1.96	60	○
日本鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	0	0.01	4.35				△
黑鳃光兔鲈 <i>Laeviphysus inermis</i>	0.11	0.04	13.04				○
多齿蛇鲻 <i>Saurida tumbil</i>	0.23	0.05	4.35				○
二长棘犁齿鲷 <i>Erynnis cardinalis</i>	0.07	0.06	4.35				○
短尾大眼鲷 <i>Priacanthus macracanthus</i>	0.04	0.01	4.35				○
元鼎黄姑鱼 <i>Nibea chui</i>	0.18	0.01	4.35				○
六丝钝尾虾虎鱼 <i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	0.11	0.11	4.35				△
黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i>	0.31	0.01	4.35	0.46	0.3	20	△
斑鲈 <i>Konosirus punctatus</i>	0.15	0.02	8.7				○
刺鲷 <i>Psenopsis anomala</i>	0.01	0.01	4.35	0.1	0.06	5	○
鹿斑鲷 <i>Leiognathus ruconius</i>	0.04	0.01	4.35				○
大黄鱼 <i>Larimichthys crocea</i>	0.58	0.6	4.35	0.33	0.03	5	○
中华海鲇 <i>Arius sinensis</i>	1.04	0.04	8.7				○
尖头黄鳍牙(鱼或) <i>Chrysochir aureus</i>				4	6.82	100	△
六指马鲛 <i>Polynemus sextarius</i>				4.86	12.53	95	○
鳓 <i>Ilisha elongata</i>				3.19	6.62	55	○
黄鲫 <i>Setipinna taty</i>				0.31	1.31	35	○
鳞鳍叫姑鱼 <i>Johnius distinctus</i>				0.91	0.85	60	○
多鳞四指马鲛 <i>Eleutheronema rhadinum</i>				0.09	0.03	5	○
康氏小公鱼 <i>Stolephorus commersonii</i>				0.01	0.03	5	○
尖头斜齿鲨 <i>Scoliodon sorrakowah</i>				2.17	0.24	30	○
鲷 <i>Therapon theraps</i>				0.01	0.03	5	○
丽叶鲷 <i>Alepes kleinii</i>				0.03	0.05	5	○
髯鰕虎鱼 <i>Tridentiger barbatus</i>				0.01	0.03	5	△
短体银鲈 <i>Gerres abbreviatus</i>				0.01	0.03	5	○
尖嘴鲳 <i>Dasyatis zugei</i>				0.05	0.03	5	○
七星底灯鱼 <i>Benthosema pterotum</i>				0	0.03	5	○

“W%”是该种占总重量的百分比,“N%”是该种占总尾数的百分比,“○”暖水性,“△”暖温性 “W%” means weight percentage of species in the fish; “N%” means individual percentage of species in the fish; “○” warm water temperature species, “△” temperate warm water temperature species

2.2 鱼类丰富度的平面分布

鱼类的种类数即为丰富度。6 月份,南部平均每个站位出现鱼类 10 种,北部和外部水域 12 种,大门岛东南群岛之间 18 号站种数最多,出现 22 种。9 月份,南部平均每站位 12 种,北部平均 13 种,外部平均 11 种。近甌江口北口水域种类较少,口外岛屿周围水域种类较多(图 2)。

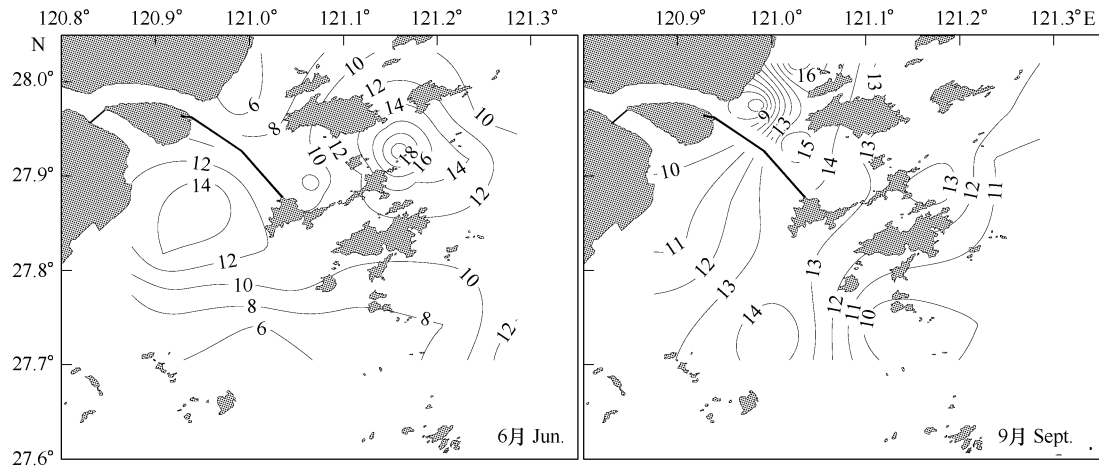


图2 甌江口鱼类丰富度的平面分布

Fig. 2 Distribution of fish richness off the Oujian estuary

2.3 鱼类多样性的平面分布

6 月份和 9 月份调查水域,重量多样性指数 (H') 值分别为 2.08 (0.67 ~ 2.89) 和 2.22 (0.53 ~ 3.33), 尾数 H' 值分别为 1.51 (0.29 ~ 2.59) 和 2.12 (0.58 ~ 3.36)。6 月份和 9 月份重量 H' 值平均为 2.15, 尾数 H' 值平均为 1.82。

如图 3 所示,霓灵大堤和群岛南侧 (1 ~ 7 站) 和北侧 (8 ~ 19 站) 水域比较:在霓灵大堤和群岛北侧,重量 H' 值较高的区域位于岛屿之间的相对狭小的水域,在南侧,6 月份则位于近甌江南口的 5 号站,9 月份位于远离南口的 6 号站。而尾数多样性 H' 值分布有所不同,6 月份 H' 值较高的区域在位于远离大堤的 1 和 3 号站,在 9 月份位于远离霓灵岛的 4 号站。

甌江口群岛水域和外侧水域 H' 值比较:岛群水域 H' 值较高,岛群外侧水域 H' 值较低值,外侧水域 H' 值较低的水域与鱼类密度高值区相互重叠。例如,6 月份,东北部的 23 号站尾数 H' 值 0.79,尾数密度为 31.59×10^3 ind./km²,而东南部的 20 和 26 号站尾数 H' 值分别是 0.29 和 0.54,但尾数密度分别高达 72.73×10^3 ind./km² 和 57.35×10^3 ind./km²。3 个站位尾数密度之所以较大,是因为绝大多数渔获物为优势种白姑鱼,3 个站位白姑鱼尾数密度分别是 27.63 ind./km²、70.10 ind./km² 和 53.64 ind./km²。同样,9 月,东北部的 23 号站尾数 H' 值近 1.18,尾数密度为 39.66×10^3 ind./km²,而东南部的 26 号站 H' 值是 0.58,但尾数密度也达 36.00×10^3 ind./km²。这 2 个站位尾数密度之所以较大,是因为绝大多数渔获为龙头鱼,尾数分别为 32.58 ind./km² 和 33.90 ind./km²。

尾数 H' 值与尾数密度,和重量 H' 值与重量密度均呈负相关关系,回归方程分别为 $H' = 2.25 - 0.00002N$ ($R = -0.60, p = 0.00$) 和 $H' = 2.39 - 0.00116W$ ($R = -0.32, p = 0.03$)。

2.4 水深对种数和多样性的影响

水深与种类数线性不相关 ($p > 0.05$),但是水深 11 ~ 20m 时出现的种类数最多(表 2)。但是水深与多样性似乎有相反变化的趋势,也就是,水深越浅,鱼类多样性越高。水深较深时多样性明显降低。

3 讨论

3.1 甌江口鱼类多样性特征

甌江口鱼类丰富度分布有一定的季节变化(图 2)。北部是种类较多水域,在北部,大多数种类分布 6 月

份偏外,而9月份分布偏内。但是南部水域相反,6月份分布偏内,近瓯江南口种类较多,9月份分布偏外。霓屿岛南侧种类较多。总的说来,瓯江口北部岛屿密集的区域,也是种类密集的水域。

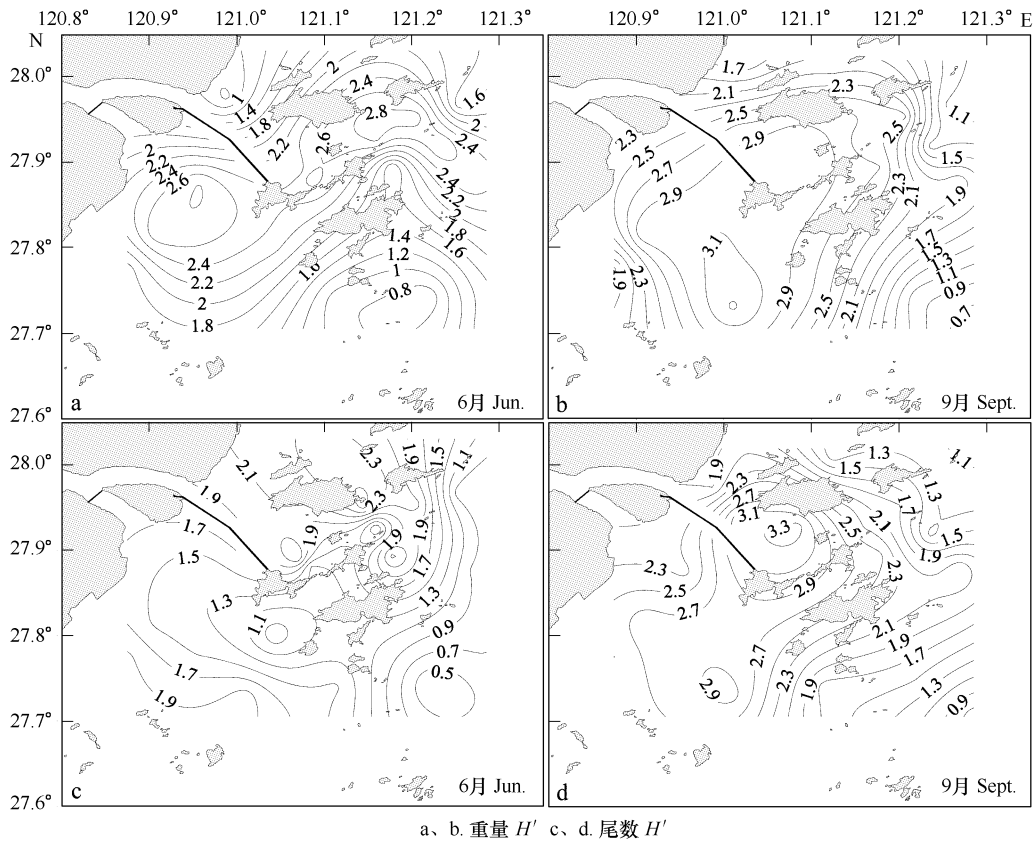


图3 瓯江口鱼类多样性指数(H')值分布
Fig. 3 Distribution of fish diversity (H') off the Oujiang estuary

表2 不同水深鱼类丰富度的变化

Table 2 Fish richness in different water depth off the Oujiang Estuary			
月份 Month	≤10m (depth)	11 ~ 20m (depth)	21 ~ 30m (depth)
6 月 June	29	39	23
9 月 September	30	30	11
总种数 Total species	41	63	34

表3 不同水深鱼类多样性指数(H')的变化

Table 3 Diversity of fishes in different water depth off the Oujiang Estuary						
月份 Month	≤10m (depth)		11 ~ 20m (depth)		21 ~ 30m (depth)	
	重量 (H')	尾数 (H')	重量 (H')	尾数 (H')	重量 (H')	尾数 (H')
6 月 June	2.13	1.56	2.05	1.55	2.07	1.01
9 月 September	2.52	2.47	2.19	2.05	0.53	0.58
平均值 Mean	2.33	2.02	2.12	1.8	1.3	0.8

重量(H') means weight (H'); 尾数(H') means individuals (H')

比较6月份和9月份鱼类的多样性分布特征,尽管9月份 H' 值普遍高于6月份,但平面分布格局显示两个相同的特征(图3):一是多样性较高的水域往往分布在岛群之间,即在洞头岛、霓屿岛、大门岛和鹿西岛之间及其附近水域;二是在瓯江口,岛群外水域的 H' 值远远低于岛群之间和岛群内侧水域。

瓯江口鱼类种类数和多样性特征与地形,水团等外部因素和优势种,种类组成和种类适应等内部因素有密切的联系。

3.2 瓯江口地形对鱼类多样性的影响

在瓯江口,水深 11~20m 之间出现了 63 种(表 2),而本调查种数一共才出现 64 种,11~20m 之间水域正是调查水域中群岛密集的水域,可以认为鱼类大量的种类生活在岛屿周围水域。岛屿之间海底地形多样化(浅滩,礁石,深槽等)、底质多样化(沙质,淤泥质等)和水流环境多样化(涡流,紊流,上升流等)迎合了不同鱼类的生活要求,使得大多数鱼类都有合适的栖息地。瓯江北口外水域岛屿密集(图 1),是北部水域平均种类数高于其它水域的原因之一。

瓯江口外部水域不但鱼类丰富度较低,多样性也较低。这两个“较低”的形成机制有所不同。一般地说来,狭小水域利于定居性鱼类分散活动,但洄游性的经济鱼类往往在宽阔的外海水域索饵^[21]。由表 1 可见,瓯江口海域主要优势种在 6 月份为白姑鱼,在 9 月份为龙头鱼,均是洄游性经济鱼类。在 H' 值较低的水域(图 2),6 月份为单一优势种白姑鱼(表 2),在 9 月份为龙头鱼。依据计算结果,9 月份,龙头鱼尾数在东北部的 23 号占总尾数的 82%,东南部的 26 号占 94% 以上。由于鱼类总数量在同一站位不同鱼类间分配不均匀,降低了鱼类多样性(H')值。由此可见,单一优势种出现是导致外侧水域鱼类多样性(H')值较低的主要原因,种类数较少仅仅是次要原因。

研究还显示,鱼类的重量密度与尾数密度与多样性(H')值呈负相关(表 3)。宽阔的水体有利于鱼类洄游前的集中。如,6 月份白姑鱼为第一优势种,然而 9 月份该种几乎没有出现。推测该种 6 月份在外部水域形成巨大洄游群体(表 1),9 月份以前离开瓯江口海域向较深水域开始实施越冬洄游,主要优势种洄游前在宽阔的外海集结形成该水域鱼类多样性较低。这一现象在长江口渔场也可以观察到。例如带鱼和小黄鱼秋季在越冬洄游以前的集结^[19]。此外宽阔的外海水体还有利于鱼类索饵,如,在东海北部,小黄鱼幼鱼群体在吕泗渔场外侧大沙水域索饵^[19]。瓯江口外侧水域经济鱼类密度较大,在 6 月份主要是由幼体构成,而幼体群体往往在岛群外宽阔海域索饵,这是瓯江口海域外侧水域鱼类尾数多样性较低(表 3 和图 3)的重要原因。在 9 月份主要由规格较大的龙头鱼构成,鱼类个体重量密度分布不均匀,导致瓯江口海域外侧水域鱼类重量多样性较低(表 3 和图 3)。

3.3 鱼类多样性分布的水文背景

由于瓯江口灵昆岛以南的南口筑有浅坝,因此逐年淤积,南口不是瓯江径流下泻的主要通道,径流主要从灵昆岛以北的北口外泻^[22]。因此在北口外水域存在一个巨大的冲淡水水团,该水团位置与种类数最少,多样性较低的区域重叠。

在瓯江口海域,东南有来自台湾暖流的高温高盐水;东北有来自浙江沿海的东海沿岸水;西部有来自瓯江北口的淡水径流^[23]。近年来,温州地区降水量 6~8 月份明显的增加,9~11 月份有明显的减少^[24]。反映在瓯江径流上,6 月份瓯江径流远远大于 9 月份^[25]。6 月份,瓯江径流和台湾暖流势力都较强,在北部的岛群之间,由于有南面霓灵大堤阻挡,台湾暖流难以进入北部岛群,因此在瓯江北口外形成一个巨大冲淡水水团,这是该区域鱼类种类较少,多样性(H')值较低(图 2 和 3)的原因。在南部水域,台湾暖流可以直达瓯江南口外,形成近瓯江南口外鱼类种类较多,多样性(H')值较高的区域(图 2 和 3)。9 月份相反,瓯江冲淡水势力较弱,瓯江北口海域也受到了外海水影响,种类数和多样性(H')值比 6 月份有了明显增加(图 2 和 3)。在南部水域,种类数和多样性(H')值较高区域东移,则由台湾暖流势力有所减弱引起。

瓯江径流的季节变化,瓯江南口和北口冲淡水势力差异,台湾暖流势力的季节变化是影响瓯江口海域鱼类种类和多样性分布主要水文因素。

3.4 瓯江口鱼类环境适应特征

与长江口渔场和舟山渔场鱼类组成不同,瓯江口鱼类以亚热带暖水种为主,不但表现在种类组成上,如,暖水种 40 种,暖温种仅 21 种,二者比例 2:1。还表现在数量上,作为主要优势种,白姑鱼和龙头鱼都是典型的

暖水种(表 1)。而在长江口,尽管种类数以暖水种为主,但是数量上,主要经济鱼类却是暖温种占优^[19]。

从表 1 可见,6 月份出现了 50 种,9 月份出现了 39 种。其中 6 月份和 9 月份皆出现的有 25 种,从 6 月份到 9 月份季节更替率为 60.94%。进一步分析表 1,从 6 月份到 9 月份,9 月份的暖水种比 6 月份减少了 10 种,暖温种仅减少了 2 种。相比之下,暖水种减少的现象较为明显,这是前面提到台湾暖流在 9 月有所减落的缘故。暖流势力减弱,一些种类开始向外海深水做越冬洄游,这可能是 9 月份鱼类种类数少于 6 月份的主要原因。

References:

- [1] Fishery Bureau of Ministry of Agriculture. Investigation and division of fisheries resource of the East China Sea. Shanghai: East China Normal University Press, 1987. 450—637.
- [2] Li J S, Li S F, Ding F Y, *et al.* Analysis on annual change of fish diversity in Yangtze estuary offshore water area. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2007, 14(4): 637—643.
- [3] Ding F Y, Cheng J H. Relationships between the dynamics of water masses and the effects of the summer fishing moratorium in the East China and Yellow Sea. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 29(6): 2342—2348. 1.
- [4] Li S F, Cheng J H, Yan L P. Spatial structures of fish communities on the continental shelf of the East China Sea. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 29(11): 4337—4386.
- [5] Xu Z L, Gu X G; Wang Y L, *et al.* Ecological eigenvalue analyses of plankton of red tides occurred in Xiangshan sound, Zhejiang. *Marine Science Bulletin*, 1992, 11(5): 46—53.
- [6] Yang J Y, Gao A G, Ning X R, *et al.* Characteristics on macrofauna and the responses on aquaculture in Yueqing Bay. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(1): 34—41.
- [7] Qiu Y S. Ordinations of fish communities in the inshore waters of Guangdong Province. *Acta Ecologica Sinica*, 1996, 16(6): 576—583. .
- [8] Li Y Z, Chen G B, Sun D R. Analysis of the composition of fishes in the Pearl River estuarine waters. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2000, 24(4): 312—317.
- [9] Li Y Z, Chen P M. Quantitative distribution of fish resources in main coral reef waters of Nansha Islands. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2004, 28(6): 651—656.
- [10] Walsh W J. Stability of a coral reef fish community following a catastrophic storm. *Coral Reefs*, 1983, 2: 49—63.
- [11] Cyrus D P, Blaber S J M. The influence of turbidity on juvenile marine fishes in estuaries. Part 1. Field studies a Lake St. Lucia on the southeastern coast of Africa. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 1987, 109:53—70.
- [12] Pombo L, Rebelo J E, Elliott M. The structure, diversity and somatic production of the fish community in an estuarine coastal lagoon, Ria de Aveiro (Portugal). *Hydrobiologia*, 2007, 587: 253—268.
- [13] McBride R S, Conover D O. Recruitment of young-of-the-year bluefish *Pomatomus saltatrix* to the New York Bight: variation in abundance and growth of spring- and summer-spawned cohorts. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1991, 78: 205—216.
- [14] Bradstock M, Gordon D. Coral-like bryozoan growths in Tasman Bay, and their protection to conserve commercial fish stocks. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 1983, 17: 159—163.
- [15] Yellow Sea Fisheries Research Institute. Investigation handbook of marine fisheries resource. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1981.
- [16] Jin X S, Deng J Y. Variations in community structure of fishery resources and biodiversity in the Laizhou Bay, Shandong. *Biodiversity Science*, 2000, 8(1): 65—72.
- [17] Xu Z L, Lin M. Causal analysis on diversity medusa in the East China Sea. *Biodiversity Science*, 2006, 14(6): 508—516.
- [18] Christensen R. Analysis of variance, design and regression: applied statistical methods, New York: Chapman and Hall, 1996. 75—98.
- [19] Zheng Y J, Chen X Z, Chen J H, *et al.* The Biological Resources and Environment in Continental Shelf of the East China Sea. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2003. 286—741.
- [20] Ni Y, Wu H L. Fish of Jiangsu Province. Beijing: China Agriculture Press, 2006. 74—86
- [21] Blaber S J M, Blaber T G. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *J. Fish Biol.*, 1980, 17, 143—162.
- [22] hu Y K. Formation and filling up of Oujiang river estuary in Zhejiang Province. *Acta Geographica Sinica*, 1993, 48(3): 254—261.
- [23] Yao Y M, Chen J Y, Chen Y P. The relationship between current and topography in Wenzhou Bay. *Journal of East China Normal University (Natural Science)*, 1998, 23(2): 61—68.
- [24] Gu J Q, Shi N. Climatic variation of rainfall and wet days in Zhejiang. *Quarterly Journal of Applied Meteorology*, 2002, 13(3): 322—329.

- [25] Mao Z C, Shen H T. Comparative study of turbidity maximum in the Changjiang and Oujiang Estuaries. *Marine Science Bulletin*, 2001, 20(3): 8-14.

参考文献:

- [1] 农业部水产局. 东海区渔业资源调查和区划. 上海: 华东师范大学出版社, 1987. 450~637.
- [2] 李建生, 李圣法, 丁峰元, 等. 长江口近海鱼类多样性的年际变化. *中国水产科学*, 2007, 14(4): 637~643.
- [3] 丁峰元, 程家骅. 东, 黄海水团动态与夏季休渔效果间的关系. *生态学报*, 2007, 29(6): 2342~2348.
- [4] 李圣法, 程家骅, 严利平. 东海大陆架鱼类群落的空间结构. *生态学报*, 2007, 29(11): 4377~4386.
- [5] 徐兆礼, 顾新根, 王云龙, 等. 象山港赤潮期浮游生物生态特征的分析. *海洋通报*, 1992, 11(5): 46~53.
- [6] 杨俊毅, 高爱根, 宁修仁, 等. 乐清湾大型底栖生物群落特征及其对水产养殖的响应. *生态学报*, 2007, 27(1): 34~41.
- [7] 邱永松. 广东沿岸海域鱼类群落排序. *生态学报*, 1996, 16(6): 576~583.
- [8] 李永振, 陈国宝, 孙典荣. 珠江口鱼类组成分析. *水产学报*, 2000, 24(4): 312~317.
- [9] 李永振, 陈丕茂. 南沙群岛重要珊瑚礁水域鱼类资源数量分布. *水产学报*, 2004, 28(6): 651~656.
- [15] 黄海水产研究所. 海洋水产资源调查手册. 上海: 上海科技出版社, 1981.
- [16] 金显仕, 邓景耀. 莱州湾渔业资源群落结构和生物多样性的变化. *生物多样性*, 2000, 8(1): 65~72.
- [17] 徐兆礼, 林茂. 东海水母类多样性分布特征. *生物多样性*, 2006, 14(6): 508~516.
- [19] 郑元甲, 陈雪忠, 程家骅, 等. 东海大陆架生物资源与环境. 上海: 上海科技出版社, 2003. 286~741.
- [20] 倪勇, 武汉霖. 江苏鱼类志. 北京: 中国农业出版社, 2006. 74~86.
- [22] 祝永康. 甬江潮谷海湾充填成陆和河口湾的形成过程. *地理学报*, 1993, 48(3): 254~261.
- [23] 姚炎明, 陈吉余, 陈永平. 温州湾水流及其与地形的关系. *华东师范大学学报(自然科学版)*, 1998, 23(2): 61~68.
- [23] 顾骏强, 施能. 近40年浙江省降水量、雨日的气候变化. *应用气象学报*, 2002, 13(3): 322~329.
- [25] 茅志昌, 沈焕庭. 长江河口与甬江河口最大浑浊带的比较研究. *海洋通报*, 2001, 20(3): 8~14.