

长江徐六泾河段渔业群落结构(2005-2006年)及多样性初探*

徐东坡, 范立民, 刘凯, 张敏莹, 段金荣, 施炜纲**

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心内陆渔业生态环境和资源重点开放实验室, 无锡 214081)

摘要:根据2005-2006年间徐六泾河段进行的渔业资源调查,初步研究了徐六泾河段渔业群落结构和多样性。调查到鱼类48种、虾类3种、蟹类2种,分别隶属于12目20科44属,其中江湖半洄游性渔业生物(青鱼、草鱼等)6种、江海洄游性渔业生物(刀鲚、鳊鲃等)7种、近海河口类渔业生物(斑尾复鰕虎、六带鲈等)9种,淡水定居性渔业生物31种。相对重要指数(IRI)大于1000的种类定为优势种,共有3种:日本沼虾、斑尾复鰕虎、鳊。多样性特征值为:Wilhm改进指数(H')为3, Margalef指数(R'')为4.66, Piloni指数(E'')为0.76, McNaughton指数(D'')为0.22。利用生态类型、个体生物学特征、多样性指数、相对重要指数等分析了徐六泾河段的渔业群落结构及多样性现状,表明徐六泾河段渔业群落属于河口渔业群落与淡水渔业群落交叉的类型,相比长江其他江段,多样性处于中等水平,但群落结构不稳定,有小型化趋势。

关键词:长江徐六泾河段;群落结构;渔业多样性;优势种

Preliminary study on the community structure and biodiversity of fishery resources in Xuliujing reach of Yangtze River, 2005-2006

XU Dongpo, FAN Limin, LIU Kai, ZHANG Mingying, DUAN Jinrong & SHI Weigang

(Key Open Laboratory of Ecological Environment and Resources of Inland Fisheries, Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, P. R. China)

Abstract: Based on the fishery resources surveys in the Xuliujing reach of the Yangtze River from December, 2005 to March, 2006, and July - September, 2006, the community structure and biodiversity of fishery resources was preliminarily analyzed. The results indicated that, in this area, there were 48 species of fishes, 3 species of shrimps, and 2 species of crabs collected, which belonged to 12 orders, 20 families, 44 genera. The index of relative importance (IRI) was used in measuring ecological dominance of species to decide the role each species played in the community. The index of relative importance (IRI) above 1000 was defined as the dominant species. Only three dominant species, *Macrobrachium nipponense*, *Synechogobius ommaturus*, *Parabramis pekinensis*, accounted for 32.09% of the total catch in weight. Four diversity indexes, Wilhm's index (H'), Margalef's index (R''), Piloni's index (E''), McNaughton's index (D''), which were calculated by weight to analyze the characteristics of species diversity of fishery communities. The value of H' was 3, R'' was 4.66, E'' was 0.76 and D'' was 0.22. The fishery community type in Xuliujing reach of the Yangtze River is the overlapping type of estuary fishery community and the fresh water fishery community. Compared with other sections of Yangtze River, the diversity of fishery community in Xuliujing reach of the Yangtze River is in the medium level, while the community structure is unstable, and the community has the miniaturized tendency.

Keywords: Xuliujing reach of the Yangtze River; community structure; fishery diversity; dominant species

在《长江流域综合利用规划》1990年修订本中,确定鄱阳湖口至徐六泾为下游,长725 km。徐六泾以下

* 长江水生生物资源保护与管理小额基金(C-2005-04)、国家科技基础条件平台项目(2005DKA30470-003)联合资助。2006-10-13收稿;2007-01-23收修改稿。徐东坡,男,1982年生,研究实习员;E-mail: xudp@ffrc.cn.

** 通讯作者:施炜纲;E-mail: shiwg@ffrc.cn.

为河口段,长 145 km. 自上世纪 70 年代徐六泾节点形成以后,研究长江口有关问题,常以徐六泾作为起点^①. 徐六泾节点整治工程、长江口深水航道的建设、苏通长江大桥的建设、南水北调工程等都将对该水域的渔业群落多样性造成影响^[1]. 目前对长江河口口门、口外的渔业群落结构及多样性研究较多,而对长江口内徐六泾河段的渔业群落的研究尚未见报道. 本文根据 2005 年 12 月-2006 年 9 月(春禁期除外)长江徐六泾河段渔业资源监测数据,从群落结构及生物多样性变化等方面对该江段鱼类群落进行描述,为日后客观地评价这些水利工程对徐六泾河段渔业资源造成的影响,为整个长江口生物多样性的保护规划积累基础资料.

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地点概况

长江徐六泾河段(图 1)地处长江下游江苏段,属北亚热带南部湿润季风气候区,气候温和,四季分明,雨水充沛. 年平均气温 14.6-15.1℃,最高月平均气温 29.6℃,最低月平均气温为零下 0.2℃,年平均水温 17.6℃,平均日照 2100-2200 h,年总辐射量为 110-117kJ/cm²,年均降水量 1000-1076 mm,年相对湿度为 80%、雾日 31 d 左右、无霜期 212-235 d,年蒸发量在 1350-1450 mm 之间,年均风速 3.1 m/s,春夏以东南风居多,冬季以西北风为主. 徐六泾河段为感潮河段,潮型属不规则半日潮. 年均最高潮位 5.5 m,年均最低潮位 0.68 m,平均潮差 1.96 m. 涨潮时表面最大流速 0.99 m/s,最小流速 0.77 m/s.

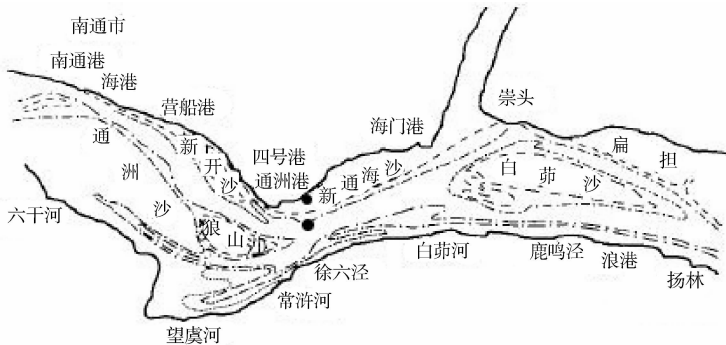


图 1 采样点示意图(●采样点)

Fig. 1 Sketch of sampling station(●sampling station)

1.2 研究方法

1.2.1 调查方法 2005 年 12 月-2006 年 3 月(共监测 7 船次),2006 年 7 月-2006 年 9 月(共监测 5 船次),在长江徐六泾河段北岸、新通海沙南侧(图 1)各设置张网 1 顶(网宽 100 m,网高 3m,网目 3 cm)、虾笼 1 个,截捕过往的渔业生物. 每 15-20 d 监测一次,每次放网 24 h. 所有渔业生物分种统计数量和生物量. 各品种每次测量体长体重 30 尾,不足 30 尾的全部测量.

1.2.2 统计方法 (1)物种多样性分析:采用以下多样性特征指数^[2-4]. Shannon-Wiener 多样性指数 $H' = -\sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i)$; Margalef 丰富度指数 $R = (S - 1) / \ln X$; Pielou 均匀性指数 $E = H' / \ln S$; McNaughton 优势度指数: $D = (X^1 + X^2) / X$; 式中, S 为种类数,为第 i 种渔业生物占渔获数量或生物量的比例, X 为总渔获数量或生物量, X^1 、 X^2 群落中居第一、二位物种的数量或生物量.

(2)渔业群落优势种的分析:采用相对重要性指数(IRI)^[5]: $IRI = (N + W)F$,式中, N 为渔获物中各种类数量分数, W 为渔获物中各种类生物量分数, F 为各种类在所有采样次数中出现的频率.

(3)数据处理:应用 EXCEL 以及 SPSS11.5 软件进行数据统计分析.

① 陈吉余,陈沈良. 长江口生态环境变化和对河口治理的意见. 中国水利学会 2002 学术年会特邀报告专辑.

2 结果与分析

2.1 渔业群落结构组成

2.1.1 群落种类组成 调查期内徐六泾河段出现的渔业生物共 53 种, 分别隶属于 12 目, 20 科, 44 属. 鲤形目、十足目、鲈形目三目优势明显, 数量占总数的 95.77%, 生物量占总渔获量的 81.08% (表 1).

表 1 徐六泾河段渔业群落结构

Tab. 1 Community Structure of Fishery Resources in Xuliujing reach of Yangtze River

	科	属	种	<i>N</i> (%)	<i>W</i> (%)
鲤形目	1	21	25	28.36	52.91
十足目	3	4	5	48.95	15.80
鲈形目	7	8	8	18.46	12.37
鲻形目	1	2	3	0.82	10.67
鲱形目	1	1	1	1.65	2.87
鲱形目	1	1	2	1.12	2.30
鲶形目	1	2	4	0.41	1.74
鳊形目	1	1	1	0.05	0.82
鲟形目	1	1	1	0.02	0.27
鲑形目	1	1	1	0.09	0.15
鲴形目	1	1	1	0.02	0.07
鲃形目	1	1	1	0.05	0.02

2.1.2 群落生态类型 按生活习性该群落可分为江湖半洄游性渔业生物(青鱼、草鱼等)、江海洄游性渔业生物(刀鲚、鳊鲌等)、近海河口类渔业生物(斑尾复鰕虎、六带鲈等)和淡水定居性渔业生物(鲤、鲫等). 按食性可分为以摄食水生高等植物为主(如草鱼)、以摄食浮游藻类为主(如鲢)、以摄食鱼虾类等游泳生物为主(如鲈)、以摄食底栖的无脊椎动物为主(如青鱼)、以摄食浮游动物为主(如鳊)、腐屑食性(如黄尾鲌)和杂食性(如鲤). 按栖息水层可分为上层渔业生物(如银飘鱼)、中上层渔业生物(如刀鲚)、中下层渔业生物(如鳊)和底层渔业生物(如窄体舌鳎).

2.1.3 群落体长组成和体重组 12 次调查中共计测量渔业生物 1537 尾. 以 100 mm 为一个体长组, 统计得出 0-100 mm, 101-200 mm 的体长组中, 种类较多, 个体数量优势明显, 分别占总测量数的 53.87%、40.40%, 个体生物量分别占总测量生物量的 16.79%、35.34% (表 2).

将测量的渔业生物个体生物量按 0-10 g, 10-50 g, 50-250 g, 250-500 g, 大于 500 g 分为 5 个区间, 统计其中的个体数量及生物量所占比例(表 3).

表 2 徐六泾河段渔获个体体长分布

Tab. 2 Length distribution of fishery community in Xuliujing reach of the Yangtze River

体长范围	0-100 mm	101-200 mm	201-300 mm	301-400 mm	401-500 mm
种类数量	36	35	12	5	5
个体数量比例(%)	53.87	40.40	4.49	0.72	0.52
个体生物量比例(%)	16.79	35.34	14.28	11.44	22.14

表 3 徐六泾河段渔获物生物量分布

Tab. 3 Biomass distribution of fishery community in Xuliujing reach of the Yangtze River

体重范围	0-10g	11-50g	51-250g	251-500g	大于 500g
种类数量	27	35	21	4	7
个体数量比例(%)	37.87	51.46	9.24	0.52	0.91
个体生物量比例(%)	6.01	32.33	23.53	5.08	33.04

2.2 优势种

根据各种渔业生物相对重要指数(*IRI*)的大小, 作为其生态优势度的度量指标, 以确定渔业生物在群落内的重要性^[6,7]. *IRI* 值大于 1000 的定为优势种, 共有 3 种: 日本沼虾、斑尾复鰕虎鱼、鳊, 其生物量占总渔获生物量的 32.09%; 100-1000 的为重要种, 共有 13 种, 如鲫、圆吻鲂等, 其生物量占总渔获生物量的

52.96%; 10-100 的为常见种,共有 10 种,如赤眼鳟、鲈等,其生物量占总渔获生物量 12.09%; IRI 值小于 10 的为少见种,共 27 种,如赤眼梭鲂、沙塘鳢等,它们的生物量占总渔获生物量的 2.86% (表 4)。

表 4 徐六泾河段渔业生物群落种类特征值*

Tab. 4 Eigenvalue of all species of fishery community in Xuliujing reach of Yangtze River

种类	平均体长 (cm)	体长范围 (cm)	尾均重 (g)	体重范围 (g)	F (%)	N (%)	W (%)	IRI
日本沼虾 <i>Macrobrachium nipponense</i>	5.92	2.5-8	4.5	1-10	100.00	46.00	11.74	5774.42
斑尾复鰕虎鱼 <i>Synechogobius ommaturus</i>	10.53	6.8-20	17.66	4-91	58.33	17.89	10.43	1652.28
鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	11.91	7-22.1	32.3	5-174	75.00	6.10	9.92	1201.61
鲫 <i>Carassius auratus</i>	9.98	5.6-22.5	45.34	4-490	100.00	2.38	6.72	909.78
圆吻鲴 <i>Distocheodon tumirostris</i>	9.92	7-12.3	16.6	6-30	58.33	6.95	5.00	696.94
长蛇鲃 <i>Saurogobio dumerili</i>	12.73	7.2-19.7	16.74	5-52	91.67	3.04	3.17	569.48
鲂 <i>Mugil cephalus</i>	22.39	8.8-45.5	338.69	11-1560	58.33	0.37	7.72	471.94
中华绒螯蟹 <i>Eriocheir sinensis</i>	4.95	3.3-6.2	51.02	28-91	100.00	1.12	3.56	468.35
窄体舌鲷 <i>Cynoglossus gracilis</i>	18	13.2-25.8	27.92	8-79	66.67	1.65	2.87	300.71
鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	26.17	9.6-41.3	405.58	15-1044	41.67	0.27	6.94	300.50
翘嘴红鲌 <i>Erythroculter ilishaefomes</i>	16.24	9.2-25.5	49.51	8-160	50.00	1.30	4.02	266.27
鳊 <i>Hemiculter leucisculus</i>	9.42	5.5-12.5	10.45	1-26	50.00	3.20	2.07	263.67
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	27.05	10.7-47.5	1271.75	32-4100	33.33	0.09	7.25	244.76
秀丽白虾 <i>Exopalaemon modestus</i>	4.13	2.4-6.3	2.13	1-5	83.33	1.74	0.23	163.97
刀鲚 <i>Coilia ectenes</i>	21.37	12.5-32.9	33.35	4-119	50.00	1.05	2.19	161.89
银鲈鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	9.44	6-12	10.59	2-22	41.67	2.24	1.22	144.27
赤眼鳟 <i>Squaliobarbus curriculus</i>	19.37	11.1-26.8	123.69	16-265	33.33	0.30	2.29	86.31
鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i>	16.82	9.1-23.5	129	13-596	41.67	0.21	1.66	77.53
油鲈 <i>Hemiculter bleekeri</i>	9.83	6-14.6	13.05	2-50	33.33	0.89	0.73	53.89
梭鱼 <i>Mugil so-iuy</i>	27.3	18-45.9	579	68-1600	16.67	0.07	2.48	42.41
青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	8.18	5.6-11.5	11.59	5-28	33.33	0.50	0.36	28.87
长吻鲢 <i>Leiocassis longirostris</i>	25.33	19-38	315	90-765	16.67	0.07	1.35	23.59
黄颡鱼 <i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	10.58	8.9-12.2	17.36	11-26	33.33	0.25	0.27	17.45
银鲴 <i>Xenocypris argentea</i>	10.32	9.5-12.3	17.5	12-23	16.67	0.46	0.50	15.93
鳗鲡 <i>Anguilla japonica</i>	46.55	41-52.1	287	256-318	16.67	0.05	0.82	14.40
鳊 <i>Aristichthys nobilis</i>	39	39	1145	1145	8.33	0.02	1.63	13.79
赤眼鳟 <i>Liza haematochila</i>	10.82	8.5-13.5	19.41	11-33	8.33	0.39	0.47	7.17
沙塘鳢 <i>Odontobutis obscura</i>	7.14	6-8.8	10.44	7-17	16.67	0.21	0.13	5.67
克氏原螯虾 <i>Procambarus clarkii</i>	10.37	10-11	60.33	57-66	16.67	0.07	0.26	5.50
寡鳞鲈鱼 <i>Pseudolaubuca engraulis</i>	10.16	6.2-12.1	13.15	4-22	8.33	0.3	0.24	4.50
鳊 <i>Elopichthys bambusa</i>	19.15	18.5-19.5	74.5	74-75	16.67	0.05	0.21	4.33
大银鱼 <i>Protosalanx hyalocranius</i>	16.75	15.8-17.2	26.25	20-30	16.67	0.09	0.15	4.00
江黄颡鱼 <i>Pseudobagrus vachelli</i>	11.1	10.3-12	23.67	18-29	16.67	0.07	0.1	2.83
黄尾鲴 <i>Xenocypris davidi</i>	14.47	9.4-20	59.67	30-102	8.33	0.07	0.26	2.75
中华鲟 <i>Acipenser sinensis</i>	30	30	190	190	8.33	0.02	0.27	2.42
乌鳢 <i>Channa argus</i>	11.75	8.5-15	27	8-46	16.67	0.05	0.08	2.17

续表 4

青梢红鲌 <i>Erythroculter dabryi</i>	23	23	137	137	8.33	0.02	0.2	1.83
短颌鲚 <i>Coilia barchygnathus</i>	15.43	8.8 - 26.5	27	3 - 72	8.33	0.07	0.12	1.58
鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>	9.25	7.5 - 11	17	8 - 26	8.33	0.05	0.05	0.83
黑尾鲈 <i>Hemiculter nigromarginis</i>	17.7	17.7	46	46	8.33	0.02	0.07	0.75
松江鲈 <i>Trachidermus fasciatus</i>	12.5	12.5	47	47	8.33	0.02	0.07	0.75
草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	9.1	8.5 - 9.7	14	11 - 17	8.33	0.05	0.04	0.75
暗纹东方鲀 <i>Fugu obscurus</i>	5.9	5.2 - 5.6	8	5 - 11	8.33	0.05	0.02	0.58
红鳍鲌 <i>Culter erythropterus</i>	12	12	19	19	8.33	0.02	0.03	0.42
光泽黄颡鱼 <i>Pelteobagrus nitidus</i>	10.5	10.5	16	16	8.33	0.02	0.02	0.33
六带鲈 <i>Caranx sexfasciatus</i>	8.8	8.8	15	15	8.33	0.02	0.02	0.33
棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	5.5	5.5	6	6	8.33	0.02	0.01	0.25
高体鳊 <i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i>	6.2	6.2	8	8	8.33	0.02	0.01	0.25
麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	6.2	6.2	8	8	8.33	0.02	0.01	0.25
狭颡绒螯蟹 <i>Eriochier leptognathus</i>	2	2	5	5	8.33	0.02	0.01	0.25
兴凯刺鲃 <i>Acanthorhodeus chankaensis</i>	6	6	4	4	8.33	0.02	0.01	0.25
香鲻 <i>Repomucenus olidus</i>	4.6	4.6	1	1	8.33	0.02	0	0.17
圆尾斗鱼 <i>Macropodus chinensis</i>	2.2	2.2	2	2	8.33	0.02	0	0.17

* 香鲻, 圆尾斗鱼因其生物量分数经四舍五入后仍不足 0.01%, 故在表格中列为 0.

2.3 各船次渔业群落多样性特征

以渔获数量计算的多样性指数分别表示为多样性指数 H' 、丰富度指数 R' 、均匀度指数 E' 、优势度指数 D' ; 以渔获生物量计算的多样性指数分别表示为 Wilhm 改进指数 H'' 、丰富度指数 R'' 、均匀度指数 E'' 、优势度指数 D'' . 研究期内, 徐六泾河段各船次渔业群落多样性特征值为: 多样性指数 H' 为 1.03 - 2.14, H'' 为 1.51 - 2.70; 丰富度指数 R' 为 1.57 - 4.23, R'' 为 1.10 - 2.99; 均匀度指数 E' 为 0.38 - 0.89, E'' 为 0.61 - 0.88; 优势度指数 D' 为 0.41 - 0.83, D'' 为 0.23 - 0.72. 各指数中均匀度指数 E'' 变化程度最小, 丰富度指数 R'' 变化程度最大(表 5).

许多学者提出: 由于不同渔业生物个体大小不同, 即使是同种渔业生物, 由于年龄、生长速度等不同个体大小也会有所不同, 因此用生物量代替个体数计算的 H'' 值比用个体数计算的 H' 值更为合理^[8-10]. 本研究对各船次渔业群落多样性特征值 H' 与 H'' 、 R' 与 R'' 、 E' 与 E'' 、 D' 与 D'' 分别进行相关分析, H' 与 H'' 不显著相关($r=0.104, P>0.05$), 这与郁尧山等^[11] 研究的浙江北部岛礁周围海域鱼类群落多样性计算结果类似, 与费鸿年等^[8] 对南海北部大陆架底栖鱼类的多样性计算结果、凌去非等^[12] 对长江天鹅洲故道鱼类群落多样性计算结果不同. 丰富度指数 R' 与 R'' 显著正相关($r=0.958, P<0.01$); 均匀度指数 E' 与 E'' 不呈显著相关($r=-0.12, P>0.05$); 优势度指数 D' 与 D'' 不呈显著相关($r=-0.264, P>0.05$). 由于三对指数不显著相关, 本文以下分析均针对以生物量计算的各多样性指标, 以符合不同种类的能量分布^[10].

图 2 徐六泾河段渔业群落多样性特征值变动
Fig. 2 Variation of diversity characters of fishery community in Xuliujing reach of the Yangtze River

H'' 指数在 1-8 船次变动范围较小, 在第 9 船次骤然上升达到最高点, 之后又有少许回落, 但仍然高于 1-8 船次; R'' 指数与 H'' 趋势相似; E'' 指数变动程度较小; 而 D'' 指数在 1-8 船次一直上下波动, 第 9 船次渔获物品种最多, R'' 指数最高, 且渔获物生物量分布较均匀, 致使 D'' 指数很低, 之后仍然上下变动, 但和 1-8 船次相比, 呈下降态势(图 2).

表5 徐六泾河段渔业群落多样性特征值

Tab. 5 Characters of biodiversity of fishery community in Xuliujing reach of the Yangtze River

船次	H'	H''	R'	R''	E'	E''	D'	D''
1	2.07	1.90	2.98	1.74	0.78	0.72	0.47	0.59
2	1.80	1.51	2.00	1.10	0.82	0.69	0.55	0.72
3	2.14	1.90	2.90	1.69	0.81	0.72	0.43	0.58
4	2.13	1.79	2.28	1.35	0.89	0.75	0.41	0.57
5	1.53	1.83	2.00	1.15	0.73	0.88	0.67	0.48
6	1.42	1.68	1.82	1.22	0.62	0.73	0.74	0.61
7	1.06	1.99	1.57	1.13	0.46	0.87	0.83	0.49
8	1.03	1.64	2.34	1.73	0.38	0.61	0.82	0.65
9	1.94	2.70	4.23	2.99	0.57	0.80	0.62	0.23
10	1.60	2.28	3.37	2.49	0.50	0.72	0.76	0.47
11	1.48	2.51	3.09	2.15	0.48	0.81	0.80	0.34
12	1.66	2.26	3.42	2.29	0.53	0.72	0.67	0.44
均值	1.65	2.00	2.67	1.75	0.63	0.75	0.65	0.51
标准差	0.38	0.37	0.79	0.61	0.17	0.08	0.15	0.14
$Cv(\%)$	22.98	18.26	29.73	35.05	26.76	10.28	23.50	26.23

2.4 多样性特征值与水温的关系

根据徐六泾河段2005-2006年各船次渔获群落多样性特征值与各次采样时测的表层水温,计算得出它们之间的相关系数(表6)。

表6 徐六泾河段各船次渔业群落多样性特征值与水温的相关系数(r)

Tab. 6 Correlative coefficients between biodiversity eigenvalues of fishery community and water temperature in Xuliujing reach of the Yangtze River

	H''	R''	E''	D''	N	W
水温	0.717, $P < 0.01$	0.823, $P < 0.01$	-0.151, $P > 0.05$	-0.596, $P < 0.05$	0.871, $P < 0.01$	0.882, $P < 0.01$

3 讨论

3.1 群落类型

徐六泾河段渔业群落中,淡水定居性种类为优势种类,其生物量占总渔获的56.73%,数量占总渔获的76.01%;其次为近海河口种类,其生物量占总渔获的25.65%,数量占总渔获的20.64%。而崇明北滩以近海河口种类为主,未见淡水定居性种类^[13],安庆江段则以淡水定居性种类为主,而近海河口种类很少^[14],徐六泾河段渔业群落类型介于两者之间,更接近于安庆江段的渔业群落类型。

3.2 群落结构及多样性特征

徐六泾河段渔获物中,尾均重小于50g的渔获种类数占种类总数的71.70%,其中尾均重小于10g的渔获种类数占种类总数的22.64%,这与刘凯等研究的崇明北滩鱼类群落接近^[13]。徐六泾河段渔业生物优势种中日本沼虾及斑尾复鰕虎为小型渔业生物;而鳊的渔获规格较小,平均体长11.91cm,尾均重32.3g。徐六泾河段渔获物中小型个体优势明显,渔业群落有小型化趋势。

洄游是渔业生物生命活动的重要现象。按照渔业生物洄游的不同目的划分为越冬洄游、索饵洄游、产卵洄游三种类型。而温度对渔业生物洄游的影响很大,由于冬季水文环境的变化,尤其是水温下降,鱼类的活动能力将减低,为了保证在寒冷的季节有适宜的栖息条件,鱼类朝着水温逐步升高的方向,往往由浅水环境向深水环境,或由水域的北部向南部移动,方向稳定;而温度的变化同样导致饵料生物的变动。因此,水温是

导致徐六泾河段 2005 年 12 月 - 2006 年 3 月各船次渔业群落的 H' 、 R' 、 N 和生物量 (W) 明显小于 2006 年 7 月 - 2006 年 9 月各船次渔业群落的相应指数的重要原因。各船次渔获 H' 、 R' 、 N 和 W 与各船次现场水温有较好的相关性验证了这一点。

研究期内,徐六泾河段总渔获群落多样性特征值为: H' 为 3.00, R' 为 4.66, E' 为 0.76, D' 为 0.22。与长江安庆段及崇明北滩渔业群落相比,徐六泾河段渔业群落 H' 、 R' 、 E' 均高于前两者;与长江天鹅洲故道^[14]及老江河故道^[15]相比徐六泾河段渔业生物群落均匀度稍高,Willm 改进指数较低,说明徐六泾河段渔业群落多样性处于中等水平。

3.3 多样性特征值之间的关系

物种丰富度是生物群落物种多样性测度的重要指标之一,它和群落生物量都是描述群落结构、功能和动态最基本的量化特征。在各船次的渔获群落中, H' 、 R' 和品种数(N)与生物量(W)显著正相关($r = 0.854, P < 0.01; r = 0.784, P < 0.01; r = 0.860, P < 0.01$), D' 与生物量(W)显著负相关($r = -0.736, P < 0.01$), E' 与生物量(W)不呈显著相关($r = 0.118, P > 0.05$)。这与李圣法等^[16]研究东海中部鱼类群落多样性和生物量关系不同,该群落中某些种类生物量比例很高,造成它们的优势度增加,从而导致较低的生物多样性指数,Willm 改进指数与生物量变动相反。而徐六泾河段均匀度高于东海中部鱼类群落,缺乏对生物量起支配作用的优势种类,Willm 改进指数与生物量变动基本一致。

多样性指数是反映均匀度和丰富度的综合指标。 H' 与 R' 或品种数(N)一致(相关系数 $r = 0.857, P < 0.01; r = 0.886, P < 0.01$)但与均匀度指数不一致($r = 0.404, P > 0.05$),这与尤平等研究的天津湿地蛾类群落相似^[17]。本研究认为由于徐六泾河段渔业群落多样性指数不受均匀度影响是由于徐六泾河段处在河口与长江下游的交界处,其水环境受潮汐作用影响,处于不断变化之中,致使徐六泾河段渔业群落结构年内变化较大,群落不稳定。目前长江口径流作用逐渐减弱,潮流作用逐渐增强,盐度、悬沙浓度等环境因子将随之改变^[18],徐六泾河段的渔业生物群落组成和诸多环境因子的关系,有待进一步研究。

4 参考文献

- [1] 陈沈良,陈吉余. 河流建坝对海岸的影响. 科学, 2002, **54**(1): 12 - 15.
- [2] Ludwig J A, Reynolds J F. Statistical Ecology. New York: John Wiley & Sons, 1988.
- [3] Wilhm J L. Use of biomass units in Shannon's formula. *Ecology*, 1968, **49**: 153 - 156.
- [4] McNaughton S J. Diversity and stability. *Nature*, 1988, **233**: 204 - 205.
- [5] Pinkas L, Oliphant M S, Iverson I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish Bull*, 1971, **152**: 105.
- [6] 朱鑫华,杨纪明,唐启升. 渤海鱼类群落结构特征的研究. 海洋与湖沼, 1996, **27**(1): 6 - 13.
- [7] 程济生,俞连福. 黄、东海冬季底层鱼类群落结构及其多样性变化. 水产学报, 2004, **28**(1): 29 - 34.
- [8] 费鸿年,何宝全,陈国铭. 南海北大陆架底栖鱼群聚的多样度以及优势种区域和季节变化. 水产学报, 1981, **5**(1): 1 - 20.
- [9] 程济生. 东、黄海冬季底层鱼类群落结构及其多样性. 海洋水产研究, 2000, **21**(3): 1 - 8.
- [10] Wilhm J L. Use of biomass units in Shanno's formula. *Ecology*, 1968, (49): 153 - 156.
- [11] 郁尧山,张庆生,陈卫民等. 浙江北部岛礁周围海域鱼类群聚特征值得初步研究. 1986, **10**(3): 305 - 313.
- [12] 凌去非,李思发. 长江天鹅洲故道鱼类群落种类多样性. 中国水产科学, 1998, **5**(2): 1 - 5.
- [13] 刘凯,徐东坡,张敏莹等. 崇明北滩鱼类群落生物多样性初探. 长江流域资源与环境, 2005, **14**(4): 418 - 421.
- [14] 张敏莹,徐东坡,刘凯等. 长江安庆江段鱼类调查及物种多样性初步研究. 湖泊科学, 2006, **18**(5): 656 - 662.
- [15] 张家波,樊启学. 老江河鱼类种类多样性和优势种的初步研究. 淡水渔业, 1998, **28**(6): 14 - 17.
- [16] 李圣法,程家骅,李长松等. 东海中部鱼类群落多样性的季节变化. 海洋渔业, 2005, **27**(2): 113 - 119.
- [17] 尤平,李后魂. 天津湿地蛾类丰富度和多样性及其环境评价. 生态学报, 2006, **26**(3): 629 - 637.
- [18] 陈沈良,张国安,杨世伦等. 长江口水域悬沙浓度时空变化与泥沙再悬浮. 地理学报, 2004, **59**(2): 260 - 266.