

长江口近海鱼类多样性的年际变化

李建生, 李圣法, 丁峰元, 程家骅

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

摘要:以1960年和2004年各3个季节长江口近海的渔业资源调查资料为基础,通过网具标准化之后对该水域的鱼类优势种组成和多样性的长周期年际变化进行分析。结果表明,该水域2004年的鱼类种类数和资源密度指数与1960年相比均出现了较大幅度的下降;虽然仍以底层鱼类的生物量占绝对的优势,但鱼类群落中的优势种种类组成却发生了较大的更替,由1960年以底层优质鱼类为主变为2004年以中上层种类和小型低值杂鱼为主,群落的多样性趋于简单化,稳定性更加脆弱。高强度的捕捞和近海环境污染是引起鱼类多样性降低的主要原因,因此,从提高长江口近海鱼类群落结构的多样性和恢复海洋生态系统的稳定性方面考虑,当前最主要的措施应该是降低该水域的捕捞强度以减小对鱼类的捕捞压力,同时还需要减少近海的水环境污染。[中国水产科学,2007,14(4):637-643]

关键词:长江口;鱼类;多样性;年际变化

中图分类号:S931

文献标识码:A

文章编号:1005-8737-(2007)04-0637-07

长江口近海是指位于长江口、杭州湾的外侧海域,有长江口和舟山2大著名渔场。该水域受长江冲淡水、台湾暖流、苏北沿岸水和黄海冷水团等海流水系的综合影响,饵料生物较为丰富,是多种鱼类的产卵场和索饵场^[1-2]。长江口近海渔业资源在东海渔业上具有举足轻重的地位,该水域的主要经济鱼类资源主要有带鱼、大黄鱼、小黄鱼、银鲳、梅童鱼、鳎、叫姑鱼、黄鲫、龙头鱼和海鳗等,带鱼仅冬汛最高年产量就达30万吨以上,大黄鱼最高年产量曾达20万吨,而小黄鱼由于产卵场位于河口的南北侧,以吕泗洋为盛名^[3]。20世纪60年代初期,由于近海的捕捞力量较低,长江口近海的鱼类资源基本上处于原始的状态。但是,近半个世纪以来,随着长江三角洲人类工业化活动的加剧和持续的高强度捕捞,长江口近海的鱼类资源结构发生了较大的变化^[3];个别种类如大黄鱼已经基本上处于绝迹的状态,其他经济鱼类虽然还能保持一定的产量,但它们在生物学上的低龄化、小型化趋势却非常明显,基本上以1龄鱼或当龄鱼为主;在渔获物组成中,主要传统经济种类的比重日益减少,而一些非经济种类和不可食的幼体比重增加,渔获质量下降。对于长江口水域的这种渔业现状,国内的一些学者已经进行

了关注并提出了各自的建议^[4-6]。近年来,对于长江口近海水域的渔业生物以及鱼类的多样性现状虽然已经有了一些初步研究^[7-10],但是对该水域鱼类物种数量、优势种和多样性的长周期年际变化尚未见诸报道。1960年冬季无调查,但考虑到长江口近海主要为鱼类的产卵场和索饵场,而非鱼类的越冬场,故春、夏、秋3个季节基本能够代表该水域所出现的鱼类多样性特征。因此,本研究以1960年和2004年春、夏、秋各3个季节的渔业资源定点调查资料为基础,对该水域鱼类资源的多样性年际变化进行分析,并探讨其变化的原因,以期为今后该水域以及东黄海渔业资源的修复提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 材料来源及调查方法

利用在长江口近海(30°00'~32°00'N、125°00'E以西,禁渔区线外的水域,如图1所示)1960年春季(4月)、夏季(6月)、秋季(9月),2004年春季(4月)、夏季(6月)、秋季(9月)的调查资料,对该水域的鱼类多样性的年际变化进行分析。实际调查站位数各季节略有变化,其中1960年3季的调查站位数分别为19、13、15个,2004年3季的调查站位数分

收稿日期:2006-10-09; 修订日期:2006-12-05.

基金项目:科技部公益性项目-东海区渔业资源动态监测网(2005-2006).

作者简介:李建生(1976-),男,助理研究员,从事渔业资源与生态研究.

通讯作者:程家骅. E-mail: zjyuan@public9.sta.net.cn

别为20、17、22个。调查船只均采用220 kW双拖渔船;海上调查时,原则上每站拖网1 h,拖网速度为3海里/h,超过1 h时,换算成1 h的单位渔获量。所捕获样品随机取样1箱,样品不满1箱时则全部取样,然后带回实验室进行分类鉴定,记录每种的重量和尾数。

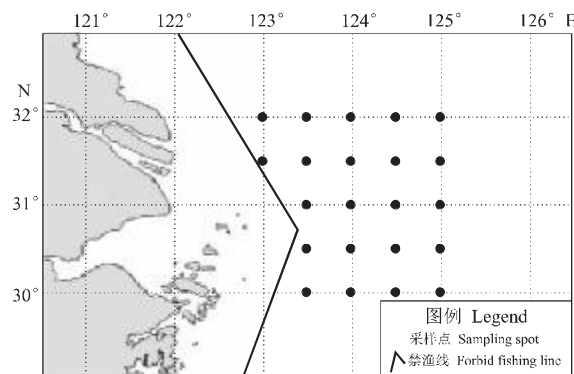


图1 1960年、2004年长江口近海调查站位示意图

Fig.1 Survey stations in Yangtze River estuary offshore water area in each of 1960 and 2004

1.2 调查网具的标准化

1960年调查使用的网具规格为20 cm×756目,网口周长152 m,网囊网目54 mm;2004年调查使用的网具规格为400 cm×100目,网口周长400 m,网囊网目25 mm。网具标准化^[11]过程为:考虑到2个年份所使用网具的网囊网目大小不同,鱼类的逃逸率有差别,因此1960年的逃逸率取0.5,2004年的逃逸率取0.3;对于2个年份调查网具的扫海面积,因拖网速度基本一致,主要从扫海宽度方面考虑,而扫海宽度与网口周长成正比关系,故本研究用网口周长来代替扫海宽度进行标准化。最后,以2004年的网具为基准,综合考虑网具的扫海面积和鱼类的逃逸率等^[11]因素,对1960年的资源密度值进行标准化。

1.3 生物多样性分析

主要采用Margalef的种类丰富度指数(D)、Shannon多样性指数(H')及Pielou均匀度指数(J')来研究不同年代该水域鱼类多样性^[12]。由于不同种类及同种类个体差异很大,Wilham提出^[13]用生物量表示的多样性更接近种类间能量的分布,因此本研究用生物量代替尾数计算生物多样性。所有数据输入Access数据库进行统计,对于各项多样性指数的计算利用Prime 5.0软件进行。

2 结果与分析

2.1 种类数和资源密度指数的变化

1960年和2004年春、夏、秋3季长江口近海的鱼类种类数和资源密度指数都发生了较大的变化(表1)。种类数方面,除夏季外的2个季节以及年出现种类总数和季节平均种类数都有较大幅度的下降:2004年与1960年相比,春季减少11种,秋季减少32种,3季出现种类总数共减少36种,季节平均种类数减少14种。经过标准化的资源密度指数相比较,2004年比1960年3季均有较大幅度的下降:其中绝对数量以夏季下降最多,春季次之,秋季最少;春夏季的下降幅度都达到了97%以上,秋季也高达66.32%;3季总资源密度和平均资源密度下降幅度也分别高达88.44%和89.10%。

2.2 优势种的变化

1960年和2004年相比较,各季节的鱼类组成优势度曲线(图2)和优势种的组成^[14-15](表2)均有较大的变化。由各季节鱼类优势度曲线变化可见,3个季节以及3季合计的优势度曲线均以2004年的上升速度较快,1960年的上升速度较慢。春季,2004年前6种鱼类的累积生物量百分比超过90%,而1960年前11种鱼类的累积生物量百分比才超过90%;夏季,2004年前3种鱼类的累积生物量百分比超过90%,而1960年前10种鱼类的累积生物量百分比才超过90%;秋季,2004年前4种鱼类的累积生物量百分比超过90%,而1960年前18种鱼类的累积生物量百分比才超过90%;3季合计,2004年前5种鱼类的累积生物量百分比超过90%,而1960年前21种鱼类的累积生物量百分比才超过90%。

2004年与1960年相比各季节的优势种类组成也发生了较明显的变化。取各季节资源密度指数前10位的鱼类作为优势种类(表2),1960年,3季共出现优势种类16种和2属,其中3个季节均为优势种的有4种鱼类,分别为小黄鱼、少鳞舌鲷、鳊鱼、海鲢;2个季节出现为优势种的有3种鱼类,分别为带鱼、鲢鱼、少鳞;仅出现在1个季节为优势种类的有11种和1大类。2004年,3季共出现优势种类16种,其中3个季节均为优势种的有2种鱼类,分别为带鱼、小黄鱼;2个季节出现为优势种的有10种鱼类,分别为黄鲫、银鲳、黄鲈、叫姑鱼、绿鳍鱼、龙头鱼、刺鲃、白姑鱼、细跳天竺鲷;仅出现在1个季节为优势种

类的有 4 种。综合考虑各种类的资源密度指数、占总生物量百分比和出现频率,1960 年的主要优势种主要有大黄鱼、黄鱼、中国鲷、小黄鱼、中国团扇鲷、少鳞舌鲷、鳎、海鳗、带鱼、鲢、少鳞鲷 共 11 种;2004 年的主要优势种有带鱼、小黄鱼、黄鲫、银鲳、鲳、刺鲳共 6 种。春季,仅有小黄鱼 1 种为 2 个年代均出现的优势种类,其余 9 种优势种类均发生了变化;夏季,2 个年代均出现在优势种之列的为带鱼、小黄鱼、白姑鱼、海鳗 4 种鱼类;秋季,2 个年代均出现在优势种之列的仅有带鱼和小黄鱼 2 种鱼类。

表 1 1960 年和 2004 年各季(除冬季)长江口近海鱼类种类数和资源密度指数的变化

Tab.1 Variations in fish numbers and indices of fishery resource density in Yangtze River estuary offshore water area in each season of 1960 and 2004 (except winter)

年份 Year	季节 Season	种类数 Species number	资源密度指数/(kg·h ⁻¹) CPUE
1960	春季 Spring	45	636.26
	夏季 Summer	28	1 130.55
	秋季 Autumn	68	659.26
	总计 Total	90	829.09
	3 季平均 Mean of three seasons	47	808.69
2004	春季 Spring	34	16.26
	夏季 Summer	30	26.23
	秋季 Autumn	36	222.01
	总计 Total	54	95.85
	3 季平均 Mean of three seasons	33	88.17
2004 年和 1960 年相比 Compared 2004 with 1960	春季 Spring	-11 (-24.44%)	-620 (-97.44%)
	夏季 Summer	+2 (+7.14%)	-1 104.32 (-97.68%)
	秋季 Autumn	-32 (-47.06%)	-437.25 (-66.32%)
	总计 Total	-36 (-40.00%)	-733.24 (-88.44%)
	3 季平均 Mean of three seasons	-14 (-29.15%)	-720.52 (-89.10%)

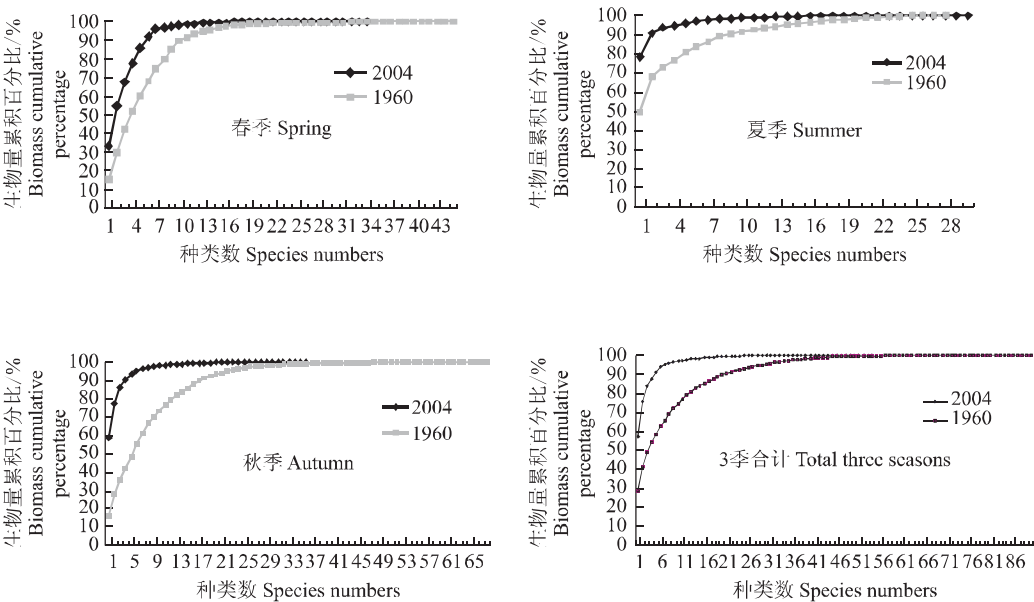


图 2 1960 年和 2004 年各季(除冬季)长江口近海鱼类生物量优势度曲线

Fig.2 K-dominance by weight of fishes in Yangtze estuary offshore water area in each season of 1960 and 2004 (except winter)

表2 1960年和2004年各季(除冬季)长江口近海前10位鱼类优势种组成
 Tab.2 Compositon of top 10 dominant fish in Yangtze River estuary offshore water area
 in each season of 1960 and 2004(except winter)

优势种类 Dominant species	春季 Spring			夏季 Summer			秋季 Autumn		
	CPUE	P	O	CPUE	P	O	CPUE	P	O
1960									
大黄鱼 <i>Larimichthys crocea</i>	96.78	15.21	100.00						
黄鰺 <i>Dasystis bennetti</i>	95.27	14.97	75.00						
中国黄鰺 <i>Dasystis sinensis</i>	78.42	12.32	25.00						
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	59.07	9.28	91.67	212.99	23.55	53.33	23.71	3.90	61.54
中国团扇鲷 <i>Platyrrhina sinensis</i>	55.00	8.64	66.67						
少鳞舌鲷 <i>Cynoglossus oligolepis</i>	48.95	7.69	66.67	47.92	5.30	73.33	106.07	17.43	84.62
鳓鱼 <i>Ilisha elongata</i>	42.11	6.62	33.33	34.02	3.76	46.67	44.64	7.34	46.15
海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	32.49	5.11	41.67	42.72	4.72	100.00	41.84	6.88	100.00
鲢 <i>Müchthys müuy</i>	32.27	5.07	50.00				40.17	6.60	61.54
孔鲷 <i>Raja porosa</i>	28.51	4.48	83.33						
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>				47.93	5.30	53.33			
真鲨属 <i>Carcharhinus</i> sp.				30.11	3.33	33.33			
少鳞魴 <i>Sillago japonica</i>				15.68	1.73	6.67	35.76	5.88	23.08
日本魴 <i>Uranoscopus japonicus</i>				39.78	4.39	20.00			
带鱼 <i>Trichiurus japonicus</i>				562.95	62.24	93.33	74.00	12.16	69.23
黑姑鱼 <i>Atrobucca nibe</i>							53.85	8.85	30.77
柠檬斑鲆 <i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>							43.87	7.21	46.15
蛇鲻属 <i>Saurida</i> sp.							22.20	3.65	30.77
2004									
黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	6.40	39.33	70.59				4.05	1.82	27.27
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	4.00	24.60	100.00	2.69	10.27	80.00	46.32	20.86	90.91
带鱼 <i>Trichiurus japonicus</i>	2.49	15.31	41.18	17.57	66.98	80.00	143.39	64.59	100.00
银鲳 <i>Pampus argenteus</i>	1.93	11.85	82.35				21.38	9.63	86.36
魴 <i>Engraulis japonicus</i>	1.56	9.62	76.47	0.28	1.05	45.00			
蛇鲻 <i>Erisphex pottii</i>	1.27	7.84	70.59						
黄鲛 <i>Lophius litulon</i>	0.71	4.39	58.82	0.11	0.41	30.00			
叫姑鱼 <i>Johnius grypotus</i>	0.15	0.95	23.53	0.14	0.54	45.00			
绿鳍鱼 <i>Chelidonichthys spinosus</i>	0.12	0.76	35.29	0.07	0.25	25.00			
龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i>	0.12	0.74	52.94				9.20	4.14	59.09
刺鲳 <i>Psenopsis anomala</i>				0.65	2.48	65.00	9.49	4.27	100.00
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>				0.25	0.94	25.00	1.50	0.67	45.45
海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>				0.17	0.66	30.00			
细条天竺鲷 <i>Apogon lineatus</i>				0.06	0.23	40.00	2.12	0.95	63.64
竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>							1.23	0.55	59.09
发光鲷 <i>Acropoma japonicum</i>							1.08	0.49	72.73

注: CPUE—资源密度指数, kg/h; P—占总生物量的百分比, %; O—出现频率, %.

Note: CPUE—index of fish density, kg/h; P—the percentage of total biomass, %; O—Frequency of occurrence, %.

2.3 多样性指数的变化

1960年和2004年各季节长江口近海鱼类的多样性指数变化如表3所示。对于不同年份的各项年总指数都是1960年显著高于2004年。1960年3

个季节, 丰富度指数变化范围为4.868~13.380, 以秋季最高, 夏季最低; 多样性指数变化范围为1.893~2.891, 季节间变化趋势和丰度指数一致; 均匀度指数变化范围为0.5680~0.7065, 季节间的变化

趋势和丰度、多样性指数相一致。2004 年 3 个季节,丰富度指数变化范围为 3.497~4.367,从春季到秋季呈现逐渐降低的趋势;多样性指数变化范围为 0.870~1.922,以春季最高,夏季最低;均匀度指数变化范围为 0.255 7~0.545 1,季节间的变化趋势和均匀度指数相一致。比较 2 个年份的季节间多样性指数的变化量,种类数和丰富度指数变化均以秋季最大,春季次之,夏季最小,其中 2004 年的出现种类数反而比 1960 年多 2 种;多样性指数和均匀度指数变化量以秋季最大,夏季次之,春季最小。

表 3 1960 年和 2004 年各季(除冬季)长江口近海鱼类的多样性指数变化
Tab.3 Variations of fish diversity indices in Yangtze River estuary offshore water area in each season of 1960 and 2004 (except winter)

年份 Year	季节 Season	S	丰富度指数 D	多样性指数 H'	均匀度指数 J'
1960	春季 Spring	45	8.850	2.589	0.680 0
	夏季 Summer	28	4.868	1.893	0.568 0
	秋季 Autumn	68	13.380	2.891	0.706 5
	总指数 Total index	90	9.972	2.862	0.636 0
2004	春季 Spring	34	4.367	1.922	0.545 1
	夏季 Summer	30	3.762	0.870	0.255 7
	秋季 Autumn	36	3.497	1.403	0.391 5
	总指数 Total index	54	4.621	1.494	0.374 4
2004 年比 1960 年减少值 Decrease value compared 2004 with 1960	春季 Spring	11	4.483	0.667	0.134 9
	夏季 Summer	-2	1.106	1.023	0.312 3
	秋季 Autumn	32	9.883	1.488	0.315 0
	总指数 Total index	36	5.351	1.368	0.261 6

3 讨论

3.1 种类数和生物量比较

本研究表明:经过近半个世纪的时间,长江口近海的鱼类种类数和资源密度指数均发生了较大幅度的减少。2004 年与 1960 年相比,鱼类出现种类数夏季变化不大(增加 2 种),可能是由于 1960 年夏季的取样站位较少导致的;其余 2 个季节的种类数减少幅度都在 20% 以上,而 3 季出现种类总数和平均出现种类数的减少幅度也都在 25% 以上。资源密度指数的减少除夏季相对较低(66.32%)外,其余各季节、季节平均密度指数和 3 季的密度总指数值的下降都在 88% 以上。通过 1960~1982 年历次东海大陆架水域的渔业资源调查统计^[1]表明,东海北部近海共出现鱼类 219 种;而 1997~2000 年对东海大陆架的调查^[2]表明,东海北部近海出现鱼类 154 种。对东黄海海洋渔业的单位捕捞力量渔获量的变化^[16]统计表明 20 世纪 50 年代(1951~1960 年)的

平均值为 2.13 t/kW,1960 年的值高达 2.75 t/kW;20 世纪 90 年代(1991~2000)的平均值为 1.01 t/kW,其中 2000 年为 1.13 t/kW。由此可以看出,20 世纪 90 年代比 50 年代的单位捕捞力量渔获量下降了 46.95%,其中 2000 年比 1960 年的单位捕捞力量渔获量下降了 58.91%。长江口近海属于东黄海大生态系统以及东海北部近海的范畴,该水域的鱼类种类数和生物量的变化与其所在的大海洋生态系统是相对应的。根据东海区渔业统计年鉴对捕捞力量的统计结果表明:东海区的捕捞力量从 1951 年开始至本世纪的 2002 年一直呈现逐年增加的趋势,其中主要从 20 世纪 80 年代初期开始呈急剧的增加,特别是近年来维持在 600 万千瓦的高强度捕捞;长江口近海为东海区传统的重要经济渔业水域,其所受到的捕捞压力在海区中所占的比重也是较高的;近年来的研究结果^[17-18]表明,长江口水域的水环境综合质量已经处于严重污染水平,且呈逐年恶化趋势。连续数十年的高强度捕捞和严重的水域污染对鱼类的产卵场

造成了严重的破坏,并且对经济鱼类亲体构成了过度的利用。这些因素对鱼类的影响长期积累下来就会造成种类数的减少和生物量急剧下降。

3.2 优势种发生了较大的更替现象

与1960年相比,2004年长江口近海的鱼类优势种组成和结构特征均发生了较大的变化。1960年,优势种的分布较为均匀,主要以底层优质鱼类为主,在2个以上季节出现在优势种之列的有7个种类,其余11个优势种类仅在1个季节出现在优势种之列。2004年,优势种生物量的分布非常不均匀,各季节少数几种所占的百分比比较高,它们在生物量上占有绝对的优势;除了带鱼、小黄鱼等少数绝对优势种外,鱼类群落中种类组成变为以中上层种类和小型低质杂鱼为主;即使在群落中占有绝对优势的带鱼、小黄鱼等传统经济鱼类,其种群结构和渔获质量也表现为个体小型化、生长速度加快、性成熟提早等种群衰退的明显生物学现象^[16-20];目前带鱼和小黄鱼的利用主体基本上为当龄或1龄鱼,2龄鱼仅有少部分(带鱼的最高年龄为7~8年,小黄鱼的最高年龄为20年);而与1960年相同的优势种仅有带鱼、小黄鱼、白姑鱼、海鳗等4个种类,其中白姑鱼和海鳗的资源密度指数均较低,且它们在出现季节占鱼类总生物量的百分比都不足1%。长江口近海地处东海、黄海交界的中部,鱼类优势种之所以发生了较大的更替现象,实际上就是东黄海鱼类优势种组成变化的一个缩影^[19]。由于近数年来持续高强度的捕捞和河口水域的污染影响,长江口近海原有的鱼类资源结构基本解体,而为新成长的次生物群落或食物链中的次级、初级消费者替代^[16],鱼类群落的种类组成也由20世纪60年代的以底层中型鱼类为主转变为以中上层小型鱼类为主的较为简单的群落结构生态类型。

3.3 多样性指数的变化

2004年长江口近海鱼类的各个季节多样性指数及其季节变化特征和近年来的长江口渔场^[9]、东海中部^[10]的鱼类多样性指数和季节变化是基本一致的。本研究中2004年的多样性指数以春季最高,秋季次之,夏季最低;而1960年的多样性指数则以秋季最高,春季次之,夏季最低。研究表明^[7,9],21世纪初的长江口近海渔业生物多样性以秋冬季较高,夏秋季较低,之所以出现这种情况,是和本海域当前生态系统中占有绝对优势地位的带鱼和小黄鱼的洄游活动相关的。本研究表明,1960年长江口近

海鱼类的各项多样性指数都明显高于2004年,其原因可能是由于在捕捞强度较低的情况下,鱼类群落基本上处于原始的状态,种类之间分布较为均匀,各优势种在群落中的优势度相差不大,并没有绝对优势种出现,因此该时期长江口近海鱼类群落的多样性较高,生态系统的稳定性较强。与1960年相比,2004年长江口近海鱼类群落的各项多样性均有较大幅度的下降且维持在较低的水平,除带鱼、小黄鱼、黄鲫少数几种绝对优势种所占比例较高外,其余种类的优势度均较低,这种群落特征不利于生态系统的稳定。外部的扰动特别是捕捞,在中等强度下会使鱼类多样性增加,但过高的捕捞强度又会使多样性下降^[21]。因此,从提高长江口近海鱼类群落结构的多样性和恢复海洋生态系统的稳定性方面考虑,当前最主要的措施应该是降低该水域的捕捞强度以减小对鱼类的捕捞压力,同时还需要减少近海的水环境污染。

致谢:本研究论文承蒙沈金鳌教授审阅并提出宝贵意见,特此谢忱!

参考文献:

- [1] 农牧渔业部水产局,农牧渔业部东海区渔业指挥部.东海区渔业资源调查和区划[M].上海:华东师范大学出版社,1986:216-261.
- [2] 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:上海科学技术出版社,2003.
- [3] 罗秉征.河口及近海的生态特点和渔业资源.长江流域资源和环境,1992,1(1):24-30.
- [4] 陈亚瞿,徐兆礼.长江河口生态渔业和资源利用的研究[J].中国水产科学,1999,6(5):83-86.
- [5] 陈渊泉,蒋枚,韩金娣.长江口鳗苗时空分布特征及资源利用现状研究[J].中国水产科学,1999,6(5):37-40.
- [6] 倪勇,陈亚瞿.长江口区渔业资源、生态环境和生产现状及渔业的定位和调整[J].水产科技情报,2006,33(3):121-123.
- [7] 李建生,李圣法,程家骅.长江口渔场渔业生物群落结构的季节变化[J].中国水产科学,2004,11(5):432-439.
- [8] 线薇薇,刘瑞玉,罗秉征.三峡水库蓄水前长江口生态与环境[J].长江流域资源与环境,2004,13(2):119-123.
- [9] 李建生,李圣法,程家骅.长江口渔场渔业鱼类组成和多样性[J].海洋渔业,2006,28(1):37-41.
- [10] 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[J].海洋渔业,2005,27(2):113-118.
- [11] 詹秉义.渔业资源评估[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [12] 马克平.生物多样性的测度方法[M].北京:中国科学技术出版社,1994.

- [13] Wilhm J L. Use of biomass units in Shannon's formula[J]. *Ecology*, 1968, (49): 153–156.
- [14] 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[J]. *生物多样性*, 2000, 8 (1): 65–72.
- [15] 詹海刚. 珠江口及其邻近水域鱼类群落结构研究[J]. *海洋学报*, 1998, 20 (3): 91–97.
- [16] 程家骅, 张秋华, 李圣法, 等. 东黄海渔业资源利用[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2006.
- [17] 沈新强, 晁敏, 全为民, 等. 长江口生态系现状与修复研究[J]. *中国水产科学*, 2006, 13 (4): 624–629.
- [18] 杨鸿山, 钟霞芸, 韩金娣, 等. 长江口水质污染及其对渔业的影响[J]. *中国水产科学*, 1999, 6 (5): 78–82.
- [19] 程济生, 俞连福, 黄. 东海冬季底层鱼类群落结构及多样性变化[J]. *水产学报*, 2004, 28 (1): 29–34.
- [20] 周永东, 徐汉祥, 刘子藩, 等. 东海带鱼群体结构变动的研究[J]. *浙江海洋学院学报(自然科学版)*, 2002, 21 (4): 314–320.
- [21] Washing H G. Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems[J]. *Water Res.*, 1984, 18 (6): 653–694.

Analysis on annual change of fish diversity in Yangtze estuary offshore water area

LI Jian-sheng, LI Sheng-fa, DING Feng-yuan, CHENG Jia-hua

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

Abstract: The paper analyzed the dominant fish composition and annual diversity change after standardized investigating fishing gear based on the data about fishery resource pooled from the investigations in 1960 and 2004 in Yangtze estuary offshore water area. The result indicated that in the water area, the number of species and index of fish resources density in 2004 have a great decline compared with 1960; the species numbers in spring and autumn decreased by above 20% except little change in summer, and that total occurrence and average species numbers of three seasons have above 25% decrease; the CPUE's decrease of spring and autumn and seasons average and total index of the three seasons are above 88% except summer with comparatively low value (66.32%) in 2004 compared with 1960. Although the demersal fish also had absolute dominance in biomass, the dominant species composition presented great subrogation in 2004 compared with 1960 that the main dominant fish had 11 species which were *Larimichthys crocea*, *Dasyatis bennetti*, *Dasyatis sinensis*, *Larimichthys polyactis*, *Platyrrhina sinensis*, *Ilisha elongata*, *Muraenesox cinereus*, *Trichiurus japonicus*, *Müchthys müuy* and *Sillago japonica* in 1960, but it had 6 species which were *Trichiurus japonicus*, *Larimichthys polyactis*, *Setipinna taty*, *Pampus argenteus*, *Engraulis japonicus* and *Psenopsis anomala* in 2004. The top 21 species' biomass cumulative percentage was above 90% in 1960, but the top 5 species' biomass cumulative percentage was above 90% in 2004. Each diversity index of 2004 had a great decline compared to 1960; the decreasing value of D was the most in autumn and the second in spring and the lest in summer; the decreasing value of index H' was the most in autumn and the second in summer and the lest in spring. The primary fish community composition was demersal and with high quantity in 1960, but it had shifted to give priority to pelagical and minitype and low value fish in 2004. Now the community diversity has tended to simplification and its stability has become much more friable. The high catching effort and environment pollution were the main reason which caused the decline of fish community diversity. In order to increase fish diversity and resume the marine ecosystem's stabilization, the main measure that we should take is reducing the fishing intensity so as to decrease the fishing pressure on fish, at the same time we should cut down the environment pollution caused by human activities. [Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14 (4): 637–643]

Key words: Yangtze estuary; fish; diversity; yearly change

Corresponding author: CHENG Jia-hua. E-mail: ziyuan@public9.sta.net.cn