

秋季黄海底层鱼类群落结构的变化

徐宾铎^{1,2}, 金显仕¹, 梁振林²

(1. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室, 山东 青岛 266071; 2. 中国海洋大学 水产学院, 山东 青岛 266003)

摘要:根据1985年和2000年秋季渔业生物资源底拖网调查资料,分析了黄海底层鱼类群落结构的时空变化。结果表明,渔业资源优势种的组成随区域和时间不同有着较大的差异。黄海北部和中部渔获种类组成相似性较高,北部与南部、中部与南部的相似性较低;黄海渔获生物种类组成年间相似性较高,为65。进一步的单因子ANOSIM分析表明黄海底层鱼类群落不同区域和年间种类组成没有显著性差异。黄海渔业生物多样性由北向南递减。与1985年相比,2000年鱼类群落长度谱表现出小型种类和小个体增多,大个体减少,且长度范围变小;主要优势种的长度组成也呈现小型化趋势。长度谱区域变化则是从北部向南部小个体数量增多,大个体数量减少。

关键词:黄海;底层鱼类;群落结构;种类多样性;长度谱
中图分类号:S931.5 **文献标识码:**A

文章编号:1005-8737-(2003)02-0148-07

黄海作为全球50个大海洋生态系之一,是我国重要的渔业水域^[1]。历史上已进行过多次重要的渔业生物资源调查,关于渔获种类组成、区系分布、资源数量变动和群落结构等已有较多研究^[1-5]。从20世纪50年代末至80年代中期,黄海鱼类群落结构和种类组成发生了较大的变化,其种类多样性年间变化也较大,这主要是由过度捕捞和种间相互作用致使种类组成变化而引起的^[5]。渔业资源的衰退、鱼类群落结构的变化,以及生态多样性的变化等都严重制约了黄海渔业的可持续发展。

本研究选取1985年和2000年秋季底拖网调查资料,对20世纪80年代中期以来黄海鱼类群落结构的时空变化,以及鱼类群落长度谱与资源量指数的关系作进一步研究,以期对海洋渔业资源的可持续利用及科学管理提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料来源及处理

收稿日期:2002-06-03.

基金项目:国家重点基础研究发展规划项目资助(G19990437);国家自然科学基金国际合作项目资助(IJASA).

作者简介:徐宾铎(1976-),男,博士生,从事渔业资源学研究.

通讯作者:金显仕. E-mail: jin@ysfri.ac.cn

所用资料取自1985年和2000年黄海秋季底拖网调查。调查海域为33°00' - 39°30'N, 121°00' - 125°45'E。“北斗”号调查船网具参数:1985年的网口周长450目×17cm,囊网网目10/2.0cm;2000年的网口周长836目×12cm,囊网10/2.4cm,拖速都为3kn。根据网口实测数据,2000年网口面积是1985年所用网具的1.5倍,两年间数据进行了标准化,拖网时间均标准化成1h;两年间衬网网目4mm的差异在选择性方面的影响忽略不计。调查站位年间稍有变动,但基本上包括了相同的海域。根据刘效舜^[2]、金显仕^[4]的论述,同时考虑到资源调查南部界限为33°N,以及该时期黄海冷水团的主要分布范围^[2,11],文中黄海3个区域划分与刘效舜^[2]的划分稍有不同,3个区域为:黄海南部≥37.5°N, 35°N ≤黄海南部<37.5°N, 33°N ≤黄海南部<35°N,以研究黄海不同区域种类多样性、种类组成以及鱼类群落长度谱的差异。

1.2 生物多样性分析

采用Margalef的种类丰度指数(R)、Shannon多样性指数(H')以及Pielou均匀度(J')来研究黄海鱼类群落生物多样性^[6]。由于不同种类及同种类个体间差异很大,William^[7]提出用生物量表示的多样性更接近种类间能量的分布,因此文中根据生物

量计算种类多样性。

$$\text{Margalef 种类丰度指数: } R = \frac{S-1}{\ln N}$$

Shannon-Wiener 多样性指数:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

$$\text{Pielou 均匀度指数: } J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

其中, S 为种类数, N 为尾数, P_i 为 i 种鱼占总渔获重量的比例。

1.3 多元分析

计算不同区域及不同年间 Bray-Curtis^[8] 相似性

$$\text{系数矩阵: } B = 100 \times \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^S |x_{ij} - x_{im}|}{\sum_{i=1}^S |x_{ij} + x_{im}|} \right]$$

式中 x_{ij} 和 x_{im} 分别表示第 i 个种类在第 j 个区域(或年份)和第 m 个区域(或年份)的平均单位网次渔获量(经过 2 次平方根转换)。根据该矩阵以类平均法进行聚类分析, 研究种类生物量及其组成的差异和分析黄海鱼类资源的时空变化特征^[9]。

采用 PRIMER 软件包中的 SIMPER 来找出造成不同区域或年份差异的种类, 用单因子 ANOSIM 方法进行不同区域间或年份间差异显著性检验^[9]。

1.4 长度谱分析

根据每种鱼类的总重量和总尾数, 计算平均个体重量, 将个体平均重量(假设 $W = 0.01L^3$)转换成平均长度, 然后将该种类的网获尾数分配到相应的长度组中^[10]。以长度组平均每网每小时渔获总尾数的自然对数作纵坐标, 长度组中值作横坐标, 作两者的关系图, 选取曲线下降部分 5~65 cm 长度范围作回归分析, 并求算斜率和截距的变化。

2 结果

2.1 优势种组成的变化

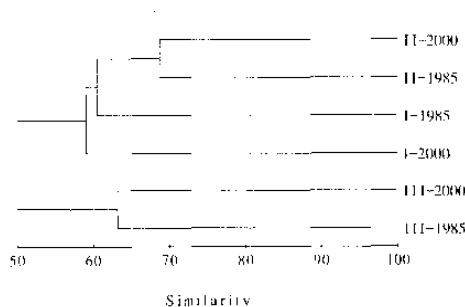
渔获物中优势种组成在不同年份和不同区域存在较大变化。表 1 为其渔获量占各个区域总渔获量百分比前 5 位的优势种。蓝点马鲛(*Scomberomorus niphonius*) 在 1985 年黄海北部、中部和整个黄海都占有一定的比例, 而在 2000 年不是优势种。细纹狮子鱼(*Liparis tanakae*) 占总渔获量的百分比除 2000 年南部为 4.5% 外, 其他均高于 12%。鲢(*Engraulis japonicus*) 优势度在黄海北部和中部较高, 南部较低。竹荚鱼(*Trachurus japonicus*) 和鲈鱼(*Scomber japonicus*) 在南部的优势度较高, 且两者所占比例由

1985 年 44% 增至 2000 年的 83%。在 2000 年小黄鱼(*Pseudosciaena polyactis*) 成为优势种, 但所占比例较低。对于整个黄海, 2 年间优势种类组成未发生较大变化, 但竹荚鱼与鲈鱼优势度增加, 细纹狮子鱼和鲢优势度下降。与 1985 年相比较, 2000 年 3 个区域及整个黄海的前 2 位优势种的优势度更加明显, 两者占总渔获量的比例之和为 60%~83%。

2.2 渔获种类组成变化

表 2 列出了黄海不同区域和年间渔获种类组成的相似性系数矩阵。除 1985 年黄海北部和中部与 2000 年南部、1985 年南部与 2000 年北部、2000 年北部与南部、1985 年黄海与 2000 年黄海北部和南部外, 不同区域间的相似性较高, 达到 50 以上。黄海北部与中部相似性相对较高; 而北部与南部, 中部与南部的种类组成的相似性相对较低。1985 年和 2000 年黄海鱼类种类组成相似性系数为 65。

根据表 2 中数据进行的 2 年间 3 个区域的聚类分析表明, 黄海北部和黄海中部首先聚在一起, 在 50% 的相似水平上, 可以分为黄海北、中部和黄海南部两部分(图 1)。表 3 列出了对区域间两两比较相异性贡献最大的 10 个种类及对相异性的贡献之和; 而在整个黄海, 对两年间相异性贡献最大的 10 个种类为竹荚鱼、青鳞沙丁鱼、蓝点马鲛、鲈鱼、美鲷(*Raja pulchra*)、大头鳕、斑鰈(*Konosirus punctatus*)、太平洋鲱、黄鲫(*Setipinna taty*)、绿鳍鱼, 相异性之和为 24.8%。进一步的单因子 ANOSIM 分析表明, 黄海鱼类群落不同区域间和年间没有显著性差异。



I - 黄海北部 North Yellow Sea; II - 黄海中部 Central Yellow Sea;
III - 黄海南部 South Yellow Sea

图 1 黄海鱼类群落聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis dendrogram between samples for fish assemblage in the Yellow Sea

表1 黄海水域优势种组成的年间变化

Table 1 Annual variations of dominant species composition in the Yellow Sea				%
种类 Species	黄海北部 North Yellow Sea	黄海中部 Central Yellow Sea	黄海南部 South Yellow Sea	黄海 Yellow Sea
1985 年				
竹荚鱼 <i>Trachurus japonicus</i>			30.4	15.4
鲈鱼 <i>Scomber japonicus</i>			14.1	7.2
鲱 <i>Engraulis japonicus</i>	15.3	19.7	6.7	12.1
细纹狮子鱼 <i>Liparis tanakae</i>	19.1	23.9	18.5	20.1
蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i>	19.9	8.1		6.9
高眼鲱 <i>Cleisthenes herzensteini</i>		8.5		
青鳞沙丁鱼 <i>Sardinella zunasi</i>			9.3	
华鲮 <i>Raja chinensis</i>	9.4			
石鲈 <i>Platichthys bicoloratus</i>	5.6			
长绵鲬 <i>Enchelyopus elongatus</i>		8.9		
2000 年				
竹荚鱼 <i>Trachurus japonicus</i>			52.8	38.2
鲈鱼 <i>Scomber japonicus</i>			30.8	22.5
细纹狮子鱼 <i>Liparis tanakae</i>	39.0	33.7	4.5	12.9
鲱 <i>Engraulis japonicus</i>	28.0	36.6		9.6
小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i>	5.9	6.9	2.6	3.7
带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>			2.6	
银鲳 <i>Stromateoides argenteus</i>		4.9		
高眼鲱 <i>Cleisthenes herzensteini</i>		3.0		
绿鳍鱼 <i>Chelidonichthys kumu</i>	7.2			
大泷六线鱼 <i>Hexagrammus otakii</i>	6.4			

表2 黄海不同区域和不同年间鱼类组成的相似性系数矩阵

Table 2 Similarity matrix of species composition between different areas and years in the Yellow Sea

	I-1985	II-1985	III-1985	IV-1985	I-2000	II-2000	III-2000
II-1985	66.02						
III-1985	51.72	59.57					
IV-1985	71.35	68.84	74.02				
I-2000	56.38	55.84	45.37	41.29			
II-2000	54.80	68.59	55.40	50.49	64.81		
III-2000	38.09	44.58	63.18	49.10	45.95	59.54	
IV-2000	50.76	60.23	64.15	65.05	58.71	69.93	80.74

注: I—黄海北部; II—黄海中部; III—黄海南部; IV—黄海

Notes: I—North Yellow Sea; II—Central Yellow Sea; III—South Yellow Sea; IV—Yellow Sea

2.3 多样性指数的变化

与1985年同期相比,2000年的种类数(S)、丰度(R)、多样性指数(H')以及均匀度(J')都有所下降:在黄海,种类数从93降到73;丰度指数从7.81下降到5.62;多样性指数由2.8降至1.95;均匀度从0.62变为0.45。从空间变化来看,多样性指数(H')以及均匀度(J')从北向南呈下降趋势:1985年的多样性指数分别为2.63、2.47和2.21,2000年

表3 黄海不同区域相似性百分比分析结果

Table 3 Results of similarity of percentage analysis between areas in the Yellow Sea

区域 Area	黄海北部 North Yellow Sea	黄海中部 Central Yellow Sea
黄海中部 Central Yellow Sea	蓝点马鲛 <i>S. niphonius</i>	
	带鱼 <i>T. haumela</i>	
	大头鲈 <i>G. macrocephalus</i>	
	石鲈 <i>P. bicoloratus</i>	
	华鲮 <i>R. chinensis</i>	
	高眼鲱 <i>C. herzensteini</i>	
	细条天竺鲷 <i>A. lineatus</i>	
	太平洋鲱 <i>C. pallasi</i>	
	假睛东方鲀 <i>T. pseudommus</i>	
	青鳞沙丁鱼 <i>S. zunasi</i> (27.43%)	
黄海南部 South Yellow Sea	竹荚鱼 <i>T. japonicus</i>	竹荚鱼 <i>T. japonicus</i>
	鲈鱼 <i>S. japonicus</i>	鲈鱼 <i>S. japonicus</i>
	黑鳃梅童 <i>C. niveatus</i>	黑鳃梅童 <i>C. niveatus</i>
	龙头鱼 <i>H. nehereus</i>	龙头鱼 <i>H. nehereus</i>
	带鱼 <i>T. haumela</i>	大头鲈 <i>G. macrocephalus</i>
	青鳞沙丁鱼 <i>S. zunasi</i>	青鳞沙丁鱼 <i>S. zunasi</i>
	蓝点马鲛 <i>S. niphonius</i>	鲱 <i>E. japonicus</i>
	大泷六线鱼 <i>H. otakii</i>	高眼鲱 <i>C. herzensteini</i>
	石鲈 <i>P. bicoloratus</i>	太平洋鲱 <i>C. pallasi</i>
	小黄鱼 <i>P. polyactis</i> (30.78%)	细条天竺鲷 <i>A. lineatus</i> (35.35%)

多样性指数分别是 1.87、1.83 及 1.38;1985 年均均匀度分别是 0.63、0.61 和 0.53,而 2000 年则为 0.50、0.47 和 0.35。丰度(R)1985 年北部最高,为 6.34,中部最低,为 5.38;而 2000 年从北向南呈上升趋势,分别是 3.82、4.06 和 4.22。种类数 S 的变化趋势与丰度(R)一致(表 4)。

表 4 黄海渔业生物多样性指数的变化

Table 4 Variations of biodiversity indices of fishery species in the Yellow Sea

指数 Index	黄海北部 North Yellow Sea		黄海中部 Central Yellow Sea		黄海南部 South Yellow Sea		黄海 Yellow Sea	
	1985	2000	1985	2000	1985	2000	1985	2000
种数 S Species numbers	64	41	58	48	63	53	93	73
种类丰度 R Richness	6.34	3.82	5.38	4.06	5.65	4.22	7.81	5.62
多样性 H' Diversity	2.63	1.87	2.47	1.83	2.21	1.38	2.80	1.95
均匀度 J' Evenness	0.63	0.50	0.61	0.47	0.53	0.35	0.62	0.45

1985 年、2000 年黄海 3 个区域的生物量优势度从北向南逐渐增加,与多样性指数的变化趋势相反;对于整个黄海,2000 年生物量优势度高于 1985 年,且曲线上升更快(图 2)。

2.4 长度谱的变化

从北部向南部,1985 年和 2000 年鱼类群落长度谱均表现出小型种类和小个体逐渐增多,大个体减少。年间变化方面,则是长度范围变小,小个体增多,大个体减少(图 3)。表 5 列出了 5~65 cm 范围内直线回归分析的截距和斜率。从北向南,1985 年和 2000 年表现出相同趋势:斜率逐渐减小,截距逐渐增加。同一区域 2 年间相比,2000 年的斜率变小,截距增大。图 4 为 2 年间 3 个不同区域的斜率和截距之间的关系,两者具有很高的相关性($R^2 = 0.9611$, $P < 0.001$);且黄海南部偏左上方,黄海北部偏右下方。简单相关分析表明,截距与平均网获尾数成极显著正相关($r = 0.9345$, $P < 0.01$),截距与平均网获量也成显著正相关($r = 0.8585$, $P < 0.05$)。

2.5 优势种长度组成的变化

不同年份间鱼类群落长度谱发生了较大的变化,小型种类和小型个体数量增多。现选取部分优势种,分析其长度组成的变化。

表 5 直线回归的斜率和截距

Table 5 Slope and intercept of linear regression of size spectra

区域 Area	斜率 Slope		截距 Intercept		相关系数 r	
	1985	2000	1985	2000	1985	2000
黄海北部 North Yellow Sea	-0.129	-0.180	6.800	7.733	0.913	0.892
黄海中部 Central Yellow Sea	-0.157	-0.196	7.422	8.441	0.935	0.947
黄海南部 South Yellow Sea	-0.181	-0.228	8.764	9.839	0.949	0.911
黄海 Yellow Sea	-0.155	-0.229	8.254	9.734	0.974	0.961

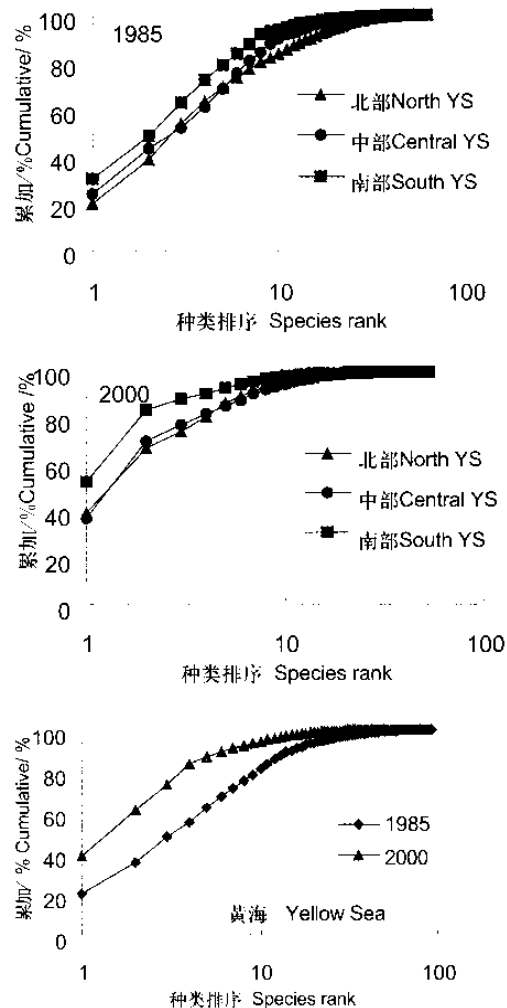


图 2 不同区域和年间的生物量优势度曲线比较

Fig. 2 Comparison of k -dominance curves by weight in the Yellow Sea

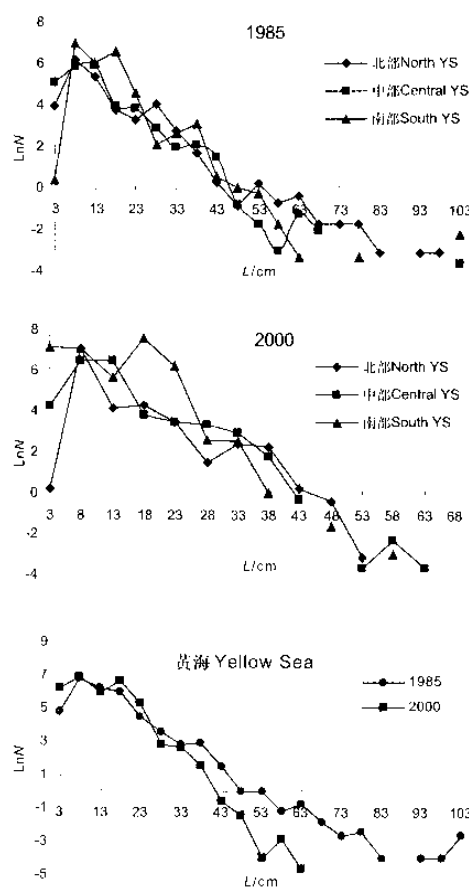
鲢优势叉长组 1985 年叉长为 100 ~ 120 mm, 占总渔获尾数的 81%; 2000 年为 90 ~ 110 mm, 占总渔获尾数的 57%, 同时 70 ~ 80 mm 组的个体增加。高眼鲱 1985 年有 2 个不甚明显的优势体长组 60 ~ 90 mm 组和 130 ~ 160 mm 组, 分别占 28% 和 30%, 170 ~ 270 mm 组也占相当的比例, 达到 27%; 2000 年高眼鲱体长主要集中在 80 ~ 180 mm, 优势体长组为 100 ~ 140 mm, 占 65.5%, 200 mm 以上的大个体比例较小。1985 年鲈鱼优势叉长组为 220 ~ 230 mm, 所占比例高达 81%, 210 mm 以下的小个体仅占 3.5%; 而 2000 年优势叉长组为 200 ~ 220 mm, 占 56.5%, 200 mm 以下的小个体占 25%。带鱼 1985 和 2000 年都主要集中在 170 ~ 210 mm, 但所占比例分别为 77%、71%。小黄鱼 1985 和 2000 年在体长组 90 ~ 110 mm 都具有较高的比例, 分别为 71%、53%; 但 2000 年 120 mm 以上的大个体偏多。对于银鲳, 1985 年优势叉长组为 100 ~ 130 mm, 占 81%; 2000 年为 100 ~ 150 mm, 占 71%。1985 年的竹荚鱼 98% 集中在 140 ~ 150 mm 叉长组, 而 2000 年的对应值为 71%, 130 mm 和 160 mm 组也有较高的比例, 分别是 12%、14%。

3 讨论

50 多年来, 黄海鱼类种类组成和优势种已发生了较大的变化^[4-5]。20 世纪 50 ~ 60 年代, 渔业种类主要是优质底层、近底层鱼类, 70 年代初, 以中上层鱼类太平洋鲱为主, 随后有蓝点马鲛和鲈鱼, 至 80 ~ 90 年代主要为小型中上层种类鲢、黄鲫等, 而目前鲢资源生物量已出现下降迹象^[4]。黄海北部、中部的一些暖温、冷温性的传统优质底层鱼类, 其资源已过度利用甚至严重衰退^[2-3, 11]。而作为非经济种类的细纹狮子鱼不仅摄食许多经济鱼类的幼鱼, 而且与诸多鱼类的成鱼存在明显的食物竞争关系, 由于价值低, 分布广, 且没有专门的捕捞, 其已替代传统底层鱼类成为优势种^[5, 11]。细纹狮子鱼和鲢分布十分广泛, 在 3 个区域的优势度都很高; 而鲈鱼、竹荚鱼主要分布在黄海南部济州岛西南侧水域^[3]。文中优势种所占各区域总渔获量比例的变化并不能反映该种类生物量的变化趋势, 如某些种类优势度的增加可能不是由于其本身生物量的增加, 而是由于其他种类减少造成的。

不同区域间鱼类种类组成的相似性表明, 中部与北部相似性较高, 而南部与中、北部相似性较低,

这与把黄海中、北部视为一个鱼类亚群落, 而黄海南部是另一个亚群落^[4]的结论是一致的。相似性百分比分析表明, 种类组成相似性的南北差异与鱼类的适温类型组成有关, 黄海南部暖水性种类居多, 而黄海中北部暖温性、冷温性种类占优。ANOSIM 分析表明, 黄海底层鱼类群落年间没有显著性变化, 因为该变化不是由于种类交替引起, 而是由主要种类相对数量变化造成的(表 1)。



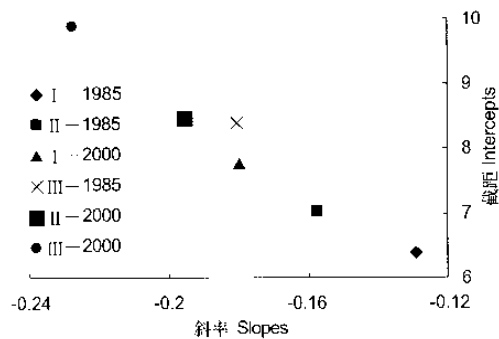
注 Notes: N —平均每网每小时渔获尾数 Numbers per haul per hour;
 L —长度组中值 Midpoint of length class

图3 黄海鱼类群落长度谱的区域及年间变化

Fig. 3 Regional and annual variations of size spectra of integrated community in the Yellow Sea

鱼类群落结构的变化可以通过种类多样性和鱼类群落长度谱的变化来衡量^[12]。在年间变化方面, 黄海鱼类群落的种类多样性呈下降趋势, 这主要是种类数减少, 尤其是底层鱼类种类数大幅度下降以

及优势种优势度明显增加所致。在区域变化方面,种类多样性也表现出较大的差异,从黄海北部、中部到南部种类多样性递减,主要原因可能是,在黄海中、北部暖温、冷温性种类且底层鱼类占有较大比例,但资源已过度利用甚至严重衰退^[2-3],优势种的优势度较低;相反,南部暖水性、暖温性种类的中上层鱼类较多,在过度捕捞的情况下,资源恢复比长生命周期的底层鱼类快^[3],鲈鱼、竹荚鱼等种类的优势度较高。而程济生^[13]根据1991年冬季调查资料研究了黄、东海的鱼类群落结构及其多样性,结果表明从北向南,多样性呈增加趋势,并且与水深、底层温度、底层盐度等环境因素成显著正相关。黄海鱼类群落生物多样性与季节和生境变化关系如何,有待进一步研究。



I - 黄海北部 North Yellow Sea; II - 黄海中部 Central Yellow Sea;
III - 黄海南部 South Yellow Sea

图4 不同区域间长度谱的斜率、截距的比较

Fig. 4 Comparison of slopes and intercepts of community size spectra among areas in 1985 and 2000

大部分种类的优势长度组范围变小或优势长度组的尾数占总渔获尾数的比例减小,即小个体增多,大个体减少,这主要是过度捕捞对鱼类种群结构造成的影响^[14]。Gobert^[15]在研究了热带多种类鱼类长度组成后,发现鱼类长度谱呈现指数下降,并指出这可能是鱼类群落的一种内在性质。Pope等^[16]认为北海与法罗群岛的鱼类群落每长度组尾数的对数值与鱼体长度成直线关系。随后在不同海域的研究证实了这种直线关系,并进一步指出直线的斜率与捕捞强度成负相关,其可视为资源开发程度的衡量指标^[17-19]。斜率变小的主要原因可能有:K型选择种类的大量减少和r型选择种类的增加,群体中中年龄组个体的减少和补充量的变化^[10]。黄海鱼类

群落长度谱在不同的年间和区域也存在较大的差异。在年间变化方面,回归直线斜率变小,表明捕捞强度增加。在区域变化方面,从北向南斜率逐渐变小,可能有2个原因:①在黄海秋季渔业种类主要为分布在黄海中、南部的中上层鱼类如鲈、鲈鱼、竹荚鱼以及带鱼、小黄鱼等少数近底层种类^[3],所以与秋汛捕捞相应的是南部的捕捞强度要高于中北部海域,这与目前渔场的分布是相关的;②在秋季10月份,随着水温的下降,大量当年生幼鱼向黄海中南部深水处移动,进入越冬场,补充到鱼类群落中^[11]。Rice和Gislason^[18]指出,1973~1993年北海鱼类群落长度谱的截距增加;Bianchi等^[10]比较了不同生态系统的鱼类群落长度谱的斜率与截距的关系,指出直线截距可能反映了系统生产力水平的高低。本文中2年间3个区域斜率与截距的关系进一步证实了这个结论,渔业资源量水平高的南部在图的左上部分,而资源量水平较低的北部则处于右下方。但能否以截距来衡量鱼类群落的生物资源水平,仍需进一步的研究。

致谢:黄海水产研究所邓景耀研究员对本文提出了宝贵意见和修改建议,在此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 唐启升,苏纪兰.中国海洋生态系统动力学研究 I 关键科学问题与研究发展战略[M].北京:科学出版社,2000.4-8.
- [2] 刘效舜.黄渤海区渔业资源调查与区划[M].北京:海洋出版社,1990.57-69.
- [3] 赵传继.中国海洋渔业资源[M].杭州:浙江科学技术出版社,1990.4-23.
- [4] 金显仕.黄东海渔业资源群落结构与优势种交替[A].中国海洋生态系统动力学研究 I 关键科学问题与研究发展战略[M].北京:科学出版社,2000.62-66.
- [5] Jin Xianshi. Variations in fish community structure and ecology of major species in the Yellow/Bohai Sea[D]. Bergen: University of Bergen, 1996.
- [6] Ludwig J A, Reynolds J F. Statistical Ecology [M]. New York: John Wiley & Sons, 1988.
- [7] Wilhm J L. Use of biomass units in Shannon's formula[J]. Ecology, 1968, 49: 153-156.
- [8] Bray T R, Curtis J T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin [J]. Ecol Monogr, 1957, 27: 325-349.
- [9] Clarke K R, Warwick R M. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation [M]. 2nd edition. Plymouth: Primer-E Ltd, 2001.
- [10] Bianchi G, Gislason H, Jin X, et al. Impact of fishing on size

- composition and diversity of demersal fish community [J]. ICES J Mar Sci, 2000, 57: 558 – 571.
- [11] 唐启升, 叶懋中. 山东近海渔业资源开发与保护[M]. 北京: 农业出版社, 1990. 58 – 67, 115 – 119.
- [12] ICES. Report of the working group on ecosystem effects of fishing activities [Z]. ICES CM1994/Assess/Env: 1, 1994.
- [13] 程济生. 东、黄海冬季底层鱼类群落结构及其多样性[J]. 海洋水产研究, 2000, 21(3): 1 – 8.
- [14] 邓景耀, 赵传纲. 海洋渔业生物学[M]. 北京: 农业出版社, 1991.
- [15] Gobert B. Size structures of demersal catches in a multispecies multigear tropical fishery [J]. Fisheries Research, 1994, 19: 87 – 104.
- [16] Pope J G, Knights B J. Comparison of the length distribution of combined catches of all demersal fishes in surveys in the North Sea and at Faroe Bank [J]. Can Spec Publ Fish Aqu Sci, 1982, 59: 116 – 118.
- [17] Jin X. Changes in the community structure of the Laizhou Bay [J]. Asian Fish Sci, 2000, 13: 215 – 224.
- [18] Rice J, Gislason H. Patterns of change in the size spectra of numbers and diversity of the North Sea fish assemblage, as reflected in surveys and models [J]. ICES J Mar Sci, 1996, 53: 214 – 225.
- [19] Gislason H, Rice J. Modeling the response of size and diversity spectra of fish assemblages to changes in exploitation [J]. ICES J Mar Sci, 1998, 55: 362 – 370.

Changes of demersal fish community structure in the Yellow Sea during the autumn

XU Bin-duo^{1,2}, JIN Xian-shi¹, LIANG Zhen-lin²

(1. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resource, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;

2. Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: Based on the data collected from bottom trawl surveys conducted in the autumns of 1985 and 2000, the temporal and spatial changes in structure of demersal fish assemblage in the Yellow Sea were analyzed. The temporal and spatial variations in the composition of dominant species were examined. The similarity indices of species composition between northern and central areas of the Yellow Sea was relatively high, while the indices among southern, northern and central parts of the Yellow Sea were relatively low. The similarity between 1985 and 2000 was relatively high, which was 65. Further ANOSIM test indicated no significant inter-year changes and inter-area differences in the species composition of the fish assemblages in the Yellow Sea. There was a decreasing tendency in species diversity from the northern to the southern areas. Changes in the integrated community size spectra in the Yellow Sea indicated an increase in number of small-sized species or small size individuals and a declining tendency in number of large size individuals as well as a diminishing length range. The analysis on length distribution of some commercially important species, such as *Engraulis japonicus*, *Scomber japonicus*, *Cleisthenes herzensteini*, *Trichiurus haumela*, *Pseudosciaena polyactis* and so on, showed that there was a declining tendency in the dominant length class, as reflected in the increase of small individuals in number. The small-sized individuals increased and large ones decreased in number from the north to the south concerning the areas.

Key words: Yellow Sea; demersal fish; community structure; species diversity; size spectra of the integrated community