

文章编号:1000-0615(2004)01-0029-06

## 黄、东海冬季底层鱼类群落结构及多样性变化

程济生<sup>1,2</sup>, 俞连福<sup>3</sup>

1. 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. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 山东 青岛 266071;
2. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

**摘要:**根据1991年和2000年冬季在黄海中南部和东海中北部海域进行的底拖网调查资料,对黄、东海底层鱼类群落的资源状况、重要种类的生态优势度与结构、多样性及其空间分布格局等方面的动态变化进行了分析。结果表明,生物量指数明显下降,个体小型化使生物资源密度显著上升;重要种类成分发生演替,优势度有较大变化;物种丰富度指数(D)下降极其显著,Shannon-Wiener多样性指数(H')也有所下降,但不显著。

**关键词:**底层鱼类;群落结构;多样性;黄东海

中图分类号:S931.5 文献标识码:A

## The change of structure and diversity of demersal fish communities in the Yellow Sea and East China Sea in winter

CHENG Ji-sheng<sup>1,2</sup>, YU Lian-fu<sup>3</sup>

1. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fishery Resource, Ministry of Agriculture, Qingdao 266071, China;
2. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;
3. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** Based on the bottom trawl surveys in the Yellow Sea and East China Sea in winter 1991 and 2000, the yearly variations of demersal fish's abundance, community structure and dominance of important species, diversity and its distribution were analyzed. The results indicate that the number of fish species caught varied between both surveys, 185 species were found in 1991, and 178 species in 2000. The abundance decreased apparently by 46.7% in 2000 ( $39.188 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ) than 1991 ( $73.539 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ). The major species of those are *Navodon septentrionalis*, *Trichiurus haumala*, *Pampus argenteus*, *Scomberomorus niphonius*, *Argyrosomus argentatus*, *Muraenesox cinereus* and *Ilisha elongata*, among them *Navodon septentrionalis* declined most significantly at the magnitude of 99.6% in abundance. The mean weight of all caught individuals in 2000 ( $7.4 \text{ g} \cdot \text{ind}^{-1}$ ) decreased by 89.0% in contrast to 1991 ( $67.4 \text{ g} \cdot \text{ind}^{-1}$ ). In general, the higher trophic level of fish is, the more significantly the mean weight of bodies declines. The size became smaller, which caused the density to increase dramatically up 3.9 times in 2000 ( $5322 \text{ ind} \cdot \text{h}^{-1}$ ) than 1991 ( $1091 \text{ ind} \cdot \text{h}^{-1}$ ). The species of fish having index of relative importance (IRI) abundance more than 1000 is defined as a dominant species in the community. Both *Trichiurus haumala* and *Engraulis japonicus* are dominant in 2000 and 1991, *Trichiurus haumala* was first in

收稿日期:2003-08-26

资助项目:国家重点基础研究项目(G1999043712)

作者简介:程济生(1943-),男,北京人,研究员,主要从事海洋渔业资源与生态研究。E-mail:chengjs@ysfri.ac.cn

1991, but *Engraulis japonicus* became first in 2000. The fish with IRI values of 100 to 1000 is considered as major species, a total of 12 species in 1991, which were *Trachurus japonicus*, *Navodon septentrionalis*, *Pampus argenteus*, *Pseudosciaena polyactis*, *Lepidotrigla microptera*, *Priacanthus macracanthus*, *Collichthys niveatus*, *Lophius litulon*, *Lagocephalus gloveri*, *Setipinna taty*, *Argyrosomus argentatus* and *Thamnaconus hypargyreus* in order of IRI, but a total of 11 species in 2000, which are *Acropoma japonicum*, *Pseudosciaena polyactis*, *Champsodon snyderi*, *Apogonichthys lineatus*, *Trachurus japonicus*, *Pampus argenteus*, *Benthoosema pterotum*, *Synagrops japonicus*, *Collichthys niveatus*, *Setipinna taty* and *Pneumatophorus japonicus*. During 9 years, there was the succession on important components of fish community, its dominance greatly changed, the species richness index(D)declines obviously( $P < 0.001$ ) at the magnitude of 33.6%, the Shannon - Wiener index( $H'$ ) as well 8.9%, but not obviously( $P > 0.05$ ), and the species evenness index( $J'$ ) varies less. Through two surveys, the distribution pattern of three diversity indexes, which are species richness index(D), Shannon - Wiener index( $H'$ ), species evenness index( $J'$ ), are generally lower in the north, higher in the south, smaller in the west and larger in the east in the Yellow Sea and the East China Sea.

**Key words:** bottom fish; community structure; diversity; the Yellow Sea and East China Sea

黄海中南部和东海中北部深水区是渤、黄、东海洄游性鱼类的越冬场。冬季,这里鱼类的种类繁多、多样性比较丰富<sup>[1]</sup>。在该海域的底层水域,既有底层鱼类,也有中上层鱼类栖息。本文对黄、东海越冬场鱼类的资源状况,重要种类的成分、结构与优势度,多样性指数及其分布特征等方面的动态变化进行了分析研究,为渔业资源的管理和可持续发展进行科学地决策提供了基础资料。

## 1 材料和方法

资料来自黄、东海两次生物资源底拖网定点试捕调查,选取了其中的 53 个相似站位(图 1)。

1991 年 1 月 14 日至 2 月 6 日进行的调查,调查船为“海邦”丸,单拖、1176kW,每站拖网 1h,平均拖速为 3.5knt,平均网口高度 4.5m,平均袖网间距 19.8m,网目(大档网)为 66mm。1999 年 12 月 14 日 - 2000 年 3 月 10 日进行的调查,调查船为“北斗”号,单拖、1654kW,每站拖网 1h,平均拖速为 3.2knt,平均网口高度 7.2m,平均袖网间距 25.2m,网目为 120mm,囊网网目为 24mm。

为了消除两次调查因网口宽度与拖速不同对相对资源量指数( $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 和  $\text{ind} \cdot \text{h}^{-1}$ )所产生的系统误差,以 2000 年调查的网次扫海面积为标准,对 1991 年调查的数据进行标准化。

标准化数据 = 调查的数据  $\times$  (2000 年网次扫海面积/1991 年网次扫海面积)

文中鱼类群落多样性的研究运用以下公式:

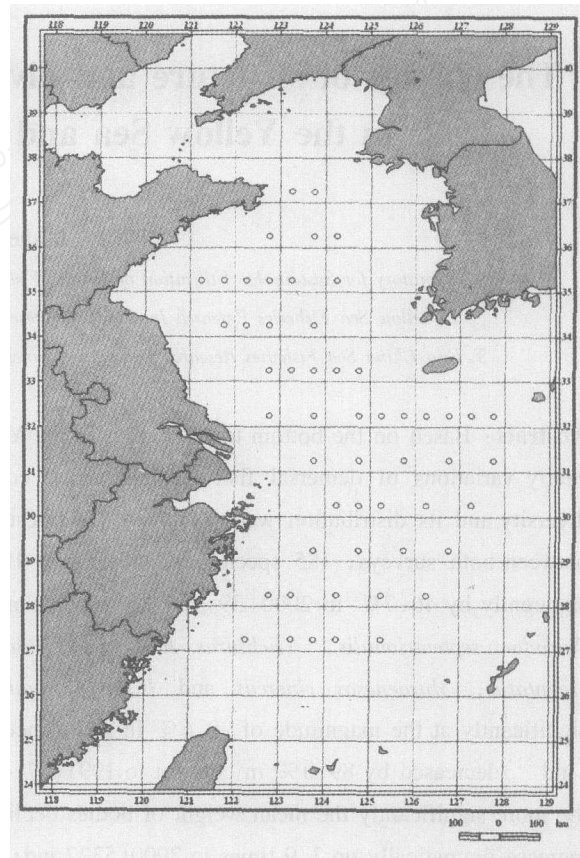


图 1 两次试捕调查的相似站位分布

Fig.1 Similar stations of twice survey by bottom trawl

种类丰富度指数  $D$  (Margalef, 1958):

$$D = (S - 1) / \ln N$$

种类多样性 (Shannon - Wiener) 指数  $H'$ :

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

种类均匀度指数  $J'$  (Pielou, 1966):

$$J' = H' / \ln S$$

以上式中:  $S$  为种类数;  $N$  为总尾数;  $P_i$  为  $i$  种鱼所占的比例。

Pinkas 的相对重要性指数 (IRI) 被用来研究鱼类群落种类优势度的指标:  $IRI = (N + W) F$ , 式中:  $N$  为某一种类的尾数占总尾数的百分比;  $W$  为某一种类的重量占总重量的百分比;  $F$  为某一种类出现的站数占调查总站数的百分比。

为了对调查海域鱼类群落多样性指数的空间分布差异进行分析, 将调查海域分为两个区域: 黄海水域 (37°15'N ~ 黄海与东海海域分界线); 东海水域 (黄海与东海海域分界线 ~ 27°00'N)。

## 2 结果

### 2.1 资源量指数的变化

前后两次调查间隔了 9 年, 黄、东海底层—水域鱼类资源发生了很大的变化: 2000 年鱼类的平均相对生物量指数 ( $39.188 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ) 比 1991 年 ( $73.539 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ) 下降了 46.7%, 资源衰退十分显著; 个体平均重量 ( $7.4 \text{ g} \cdot \text{ind}^{-1}$ ) 比 1991 年 ( $67.4 \text{ g} \cdot \text{ind}^{-1}$ ) 减小了 89.0%, 平均相对密度指数 ( $5322 \text{ ind} \cdot \text{h}^{-1}$ ) 比 1991 年 ( $1091 \text{ ind} \cdot \text{h}^{-1}$ ) 增加了 3.9 倍, 个体的小型化非常明显。

表 1 列出了两次调查的黄、东海主要渔业种类的平均相对资源量指数。其中, 平均相对生物量指数下降的种类有绿鳍马面鲀、带鱼、银鲳、蓝点马鲛、白姑鱼、海鳗和鳓鱼等, 以绿鳍马面鲀下降的幅度最大, 高达 99.6%; 上升的种类有鲢、小黄鱼和鲈等。

### 2.2 重要种类生态优势度与结构的变化

生态优势度的变化 1991 年捕获鱼类 185 种, 到 2000 年减为 178 种。根据计算的各种鱼类相对重要性指数 (IRI) 大小, 来确定其在群落中的重要性。IRI 值大于 1000 的被定为优势种: 1991 年和 2000 年的优势种均为带鱼和鲢两种, 1991 年带鱼位居第一, 其优势度略高于鲢, 它们占总渔获量的 11.9%; 到了 2000 年, 鲢跃居第一位, 其优势度明显大于带鱼, 它们占总量的 24.1%。IRI 值在 1000 ~ 100 的鱼类被定为主要种: 1991 年有 12 种, 依次是竹筴鱼、绿鳍马面鲀、银鲳、小黄鱼、短鳍红娘鱼、短尾大眼鲷、黑鳃梅童鱼、黄鲛鲷、暗鳍腹刺鲀、黄鲫、白姑鱼和黄鳍马面鲀, 它们占总渔获量的 47.8%; 至 2000 年减为 11 种, 依次是发光鲷、小黄鱼、短鳍齿鱼、细条天竺鲷、竹筴鱼、银鲳、七星底灯鱼、尖牙鲈、黑鳃梅童鱼、黄鲫和鲈, 它们占总量的 45.7%。

表 1 黄、东海冬季主要渔业种类平均相对资源量指数年间变化

Tab.1 Yearly variations in mean index of relative abundance of main fishery species in the Yellow Sea and East China Sea in winter

种 类 species	相对生物量指数 ( $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ) relative biomass index		相对生物密度指数 ( $\text{ind} \cdot \text{h}^{-1}$ ) relative density index	
	1991 年	2000 年	1991 年	2000 年
绿鳍马面鲀 <i>Navodon septentrionalis</i>	11.461	0.051	97	0.2
带鱼 <i>Trichiurus haumala</i>	7.277	4.240	68	206
银鲳 <i>Pampus argenteus</i>	2.915	1.766	56	30
小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i>	2.709	3.630	90	192
鲢 <i>Engraulis japonicus</i>	1.447	5.226	265	1498
蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i>	1.166	0.449	0.8	0.7
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	0.834	0.138	19	4.3
鲈 <i>Pneumatophorus japonicus</i>	0.294	1.519	1.7	15
海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	0.076	0.003	0.09	0.002
鳓 <i>Ilisha elongata</i>	0.042		0.2	

表 2 列出了这两次调查中, 由优势种和主要种所组成的重要种类成分的优势度。前后 20 种重要种类中, 共有种只有 7 种, 为带鱼、鲢、竹筴鱼、银鲳、小黄鱼、黑鳃梅童鱼和黄鲫, 其他的种类

均发生了更替。

结构的变化 从鱼类群落重要种类的组成看, 其结构也发生了变化。从 1991 - 2000 年, 在区系组成方面: 暖温性鱼类由 9 种减

少到6种,其在鱼类总渔获量中所占的比例增加了4.8%;暖水性鱼类由5种增至7种,所占比例增加了5.3%。在栖息水层方面:底层鱼类由10种减到8种,其在鱼类总渔获量中所占的比例减少了9.3%;中上层鱼类从4种增至5种,所占比例增加了19.4%。重要种类中底层鱼类生物量的比例在减少,而中上层鱼类生物量的比例在增加。在营养结构方面:浮游生物食性鱼类由6种增至11种,其在鱼类总渔获量中所占比例增加了33.3%;底栖生物食性鱼类由5种减为1种,所占比例减少了15.7%;游泳动物食性鱼类由3种减至1种,所占比例也减少了7.5%。重要种类成分的营养层次在降低。

个体重量的变化 表2列出了重要种类成分的个体平均重量。从1991-2000年,黄、东海多数重要种类成分的个体平均重量都呈减小趋势,其中以营养层次比较高、游泳动物食性的底层鱼类带鱼(营养级3.5)<sup>[2,3]</sup>减小幅度最大,达80.8%;另外,底层鱼类发光鲷(营养级2.4)、黑鳃梅童鱼(营养级2.5)、短鰐齿鱼、小黄鱼(营养级2.7)、黄鲛鲷(营养级3.5)和白姑鱼(营养级2.9)的减幅也在30.8%~63.9%;中上层鱼类黄鲫(营养级2.2)、鲈(营养级3.2)和鲢(营养级2.6)的减幅为36.4%~

62.7%;底层鱼类细条天竺鲷(营养级2.2)和黄鳍马面鲀减小了8.7%~9.8%。在重要种类中,只有少数几种个体的平均重量有所增加,短鳍红娘鱼(营养级2.3)、银鲳(营养级2.2)、竹筴鱼(营养级2.7)和绿鳍马面鲀(营养级2.4)的增幅在1.9%~1.3倍之间。

从上面可以看出,一般来说,营养级比较高的鱼类,个体平均重量减小的幅度要大一些。

### 2.3 群落多样性指数的变化

多样性指数的变化特征 黄、东海底层鱼类群落的多样性也发生了一定的变化。经过9年的时间,物种丰富度指数 $D$ 和物种多样性指数 $H'$ 都有不同程度的下降,样方指数 $D$ 的平均数下降幅度较大,为33.6%,样方指数 $H'$ 的平均数下降幅度较小,为8.9%。通过均数差异显著性检验( $t$ 检验)对两次调查样方这两种指数对应的平均数分别进行了检验,结果发现:就指数 $D$ 而言,1991年与2000年之间有着及其显著的差异( $t = 4.932, df = 104, t > t_{0.001}, P < 0.001$ );对指数 $H'$ 来说,1991年与2000年之间的差异不显著( $t = 1.464, df = 104, t < t_{0.05}, P > 0.05$ )。这两次调查,只有样方物种均匀度指数 $J'$ 的平均数变化很小(表3)。

表2 黄、东海冬季底层鱼类群落重要种类成分年间变化

Tab.2 Yearly variations of important components of bottom fish community in the Yellow Sea and East China Sea in winter

种 类 species	W (%)		N (%)		w/n (g·ind <sup>-1</sup> )		F		IRI	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000
带鱼 <i>Trichiurus haumala</i>	9.9	10.8	6.2	3.9	107.0	20.5	46	38	1400	1054
鲷 <i>Engraulis japonicus</i>	2.0	13.3	24.3	28.1	5.5	3.5	22	24	1089	1878
竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>	6.1	9.0	10.2	1.4	40.9	48.8	31	17	958	331
绿鳍马面鲀 <i>Navodon septentrionalis</i>	15.6	0.1	8.9	0.004	118.3	270.2	18	9	831	2
银鲳 <i>Pampus argenteus</i>	4.0	4.5	5.2	0.6	51.8	59.3	37	32	637	306
小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i>	3.7	9.3	8.2	3.6	30.1	18.9	28	25	630	607
短鳍红娘鱼 <i>Lepidotrigla microptera</i>	1.8	0.9	3.3	0.2	36.7	37.4	20	1	190	2
短尾大眼鲷 <i>Priacanthus macracanthus</i>	2.7	0.3	1.5	0.01	123.4	253.5	23	8	179	5
黑鳃梅童鱼 <i>Collichthys niveatus</i>	0.9	3.1	3.7	3.6	16.1	6.5	20	13	174	164
黄鲛鲷 <i>Lophius litulon</i>	2.9	2.0	0.2	0.02	918.4	597.0	27	15	157	57
暗鳍腹刺鲀 <i>Lagocephalus gloveri</i>	5.5		0.7		536.9		11		129	
黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	0.8	1.6	1.6	1.0	33.0	12.3	26	22	115	109
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	1.2	0.4	1.7	0.08	46.8	32.4	20	12	111	10
黄鳍马面鲀 <i>Thamnaconus hypargyreus</i>	2.6	0.9	3.4	0.1	50.4	46.0	9	9	101	17
发光鲷 <i>Acropoma japonicum</i>	0.2	7.2	1.7	20.3	7.2	2.6	9	19	31	985
鲈 <i>Pneumatophorus japonicus</i>	0.4	3.9	0.2	0.3	174.0	102.7	22	15	23	103
细条天竺鲷 <i>Apogonichthys lineatus</i>	0.04	3.4	0.6	6.8	4.1	3.7	16	21	19	405
短鰐齿鱼 <i>Champsodon snyderi</i>	0.002	1.7	0.05	7.8	3.2	1.6	5	29	1	521
七星底灯鱼 <i>Benthosema pterotum</i>		0.5		8.4		0.5		16		270
尖牙鲈 <i>Synagrops japonicus</i>		1.5		5.6		2.0		16		215

注:W.重量占的百分比;N.尾数占的百分比;W/n.每尾平均重;F.出现站位数

Notes:W. percentage weight;N. percentage number of individuals;W/n. weight of one fish;F. frequency in stations

表 3 黄、东海冬季底层鱼类群落多样性指数年间变化  
Tab.3 Yearly variations of diversity indexes of bottom fish community  
in the Yellow Sea and East China Sea in winter

海区 area	年份 year	D				H'				J'			
		Max	Min	$\bar{x}$	Sx	Max	Min	$\bar{x}$	Sx	Max	Min	$\bar{x}$	Sx
黄 海	1991	4.370	1.121	2.959	0.772	2.643	0.586	1.629	0.529	0.735	0.203	0.560	0.149
the Yellow Sea	2000	4.310	0.593	1.882	0.863	2.335	0.403	1.583	0.534	0.814	0.207	0.594	0.177
东 海	1991	6.411	1.354	3.798	1.218	2.896	0.713	2.030	0.557	0.793	0.224	0.623	0.137
the East China Sea	2000	6.958	0.694	2.578	1.445	3.145	0.310	1.785	0.620	0.808	0.282	0.608	0.154
黄东海	1991	6.411	1.121	3.465	1.136	2.896	0.586	1.871	0.575	0.793	0.203	0.598	0.144
the Yellow Sea and East China Sea	2000	6.958	0.593	2.302	1.288	3.145	0.310	1.705	0.592	0.814	0.207	0.602	0.162

注:Sx.标准差;Notes:Sx means standard deviation

多样性指数的空间分布格局 从两次调查结果来看,黄、东海多样性指数的空间分布格局基本呈现:北面低、南面高,西部小、东部大的分布趋势(图2、图3)。这种趋势与整个调查海域自西北向东南,水深逐渐加深,水温逐渐升高,盐度逐渐变大的走势基本是一致的。

从区域来看,2000年与1991年相比,在黄海,指数D的下降幅度略大于东海,黄海减小了36.4%,而东海减小了32.1%;在东海,指数H'的下降幅度明显高于黄海,黄海仅减小了2.8%,而东海减小了12.1%;在黄海,指数J'有所上升,东海略有下降,黄海升了6.1%,东海降了2.4%。

2000年黄海和东海各自的样方,其指数D及指数H'的平均数均比1991年有所下降,但相反的是,它们的标准差却均有所增大。据此分析:2000年在黄、东海越冬的各种鱼类,其分布都不如1991年来得均匀。

### 3 讨论

#### 3.1 资源变化原因分析

黄、东海周边国家有中国、朝鲜、韩国和日本,该海域渔业资源长期以来为这些国家渔民所共同开发利用。在黄、东海,由于长期存在掠夺式捕捞,生产活动的干扰对渔业资源数量的变动、重要种类成分的演替、多样性指数的变化等均产生重要的影响。黄、东海过高的捕捞强度给渔业生物生存带来巨大压力,导致了渔业资源的严重衰退。20世纪90年代期间,这种状况仍未得到缓解,主要表现在生物量指数下降、个体小型化明显、营养结构层次降低、多样性指数变小。

黄、东海的捕捞渔业生产结构以底拖网为主,因此,底层鱼类资源的衰退更加严重,经过9年,绿鳍马面鲀生物量指数下降了99.6%,海鳗下降了96.1%,白姑鱼下降了84.4%,带鱼下降了41.7%。此外,过高的捕捞强度也使某些主要中上层经济鱼类的生物

量指数降低,鳎仅少有捕获,蓝点马鲛降低了61.5%,银鲳降低了39.4%。

#### 3.2 重要种类成分演替解析

在黄、东海由优势种和主要种所构成的重要种类,9年间,其成分的演替有如下的特点:1991年曾是重要种类,到2000年退出的有绿鳍马面鲀、短鳍红娘鱼、短尾大眼鲷、黄鲛鲷、暗鳍腹刺鲀、白姑鱼和黄鳍马面鲀,这些种类多属于底栖动物食性的底层鱼类,在黄、东海生态系食物网中所处的营养层次相对比较高,渔业经济价值也比较高;1991年还不是重要种类,到2000年加入的有发光鲷、鲈、细条天竺鲷、短鳍齿鱼、七星底灯鱼和尖牙鲈,这些种类基本属于浮游动物食性,在食物网中所处营养级相对比较低,经济价值相对也比较低。这一变化特点也与捕捞作业结构有关。

黄、东海重要种类个体平均重量的减小,与群落结构的演替和群体结构的低龄化密切相关:发光鲷、细条天竺鲷、短鳍齿鱼、七星底灯鱼和尖牙鲈等小型饵料鱼类替代了绿鳍马面鲀、短鳍红娘鱼、短尾大眼鲷、黄鲛鲷、暗鳍腹刺鲀、白姑鱼和黄鳍马面鲀等大中型鱼类,此外,资源过度捕捞导致高龄鱼比例的下降,幼鱼和低龄鱼比例的上升。

#### 3.3 渔业环境对生物多样性的影响

黄、东海底层鱼类群落由1991年捕获的185种减少到2000年的178种,经过9年时间,物种丰富度指数D显著地下降,下降幅度为33.6%。渔业生物多样性这种变化除受捕捞强度的影响外,还与近岸水域生态环境的恶化密切相关。

据不完全统计,70年代赤潮仅发生9次,80年代上升至74次,进入90年代赤潮频繁发生,到1999年为止,有记录的赤潮已达380多次(天津市环境保护局,1999)。赤潮的发生与近岸环境的污染给近岸产卵场带来严重的危害,可导致渔业生物大面积死亡,对渔业生物多样性也会带来负面的影响。

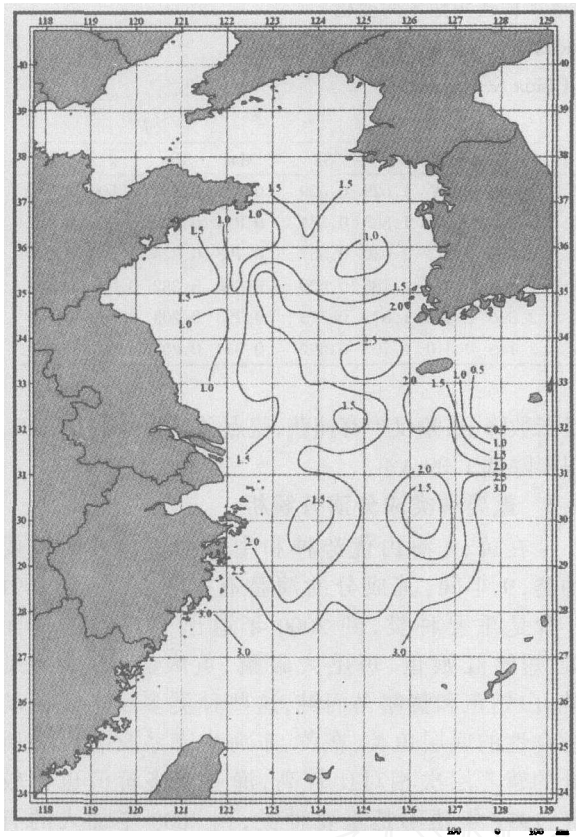


图2 1991年冬季黄、东海鱼类群落指数  $H'$  的分布  
Fig. 2 Patterns of distribution of index  $H'$   
in the Yellow Sea and the East China Sea in winter in 1991

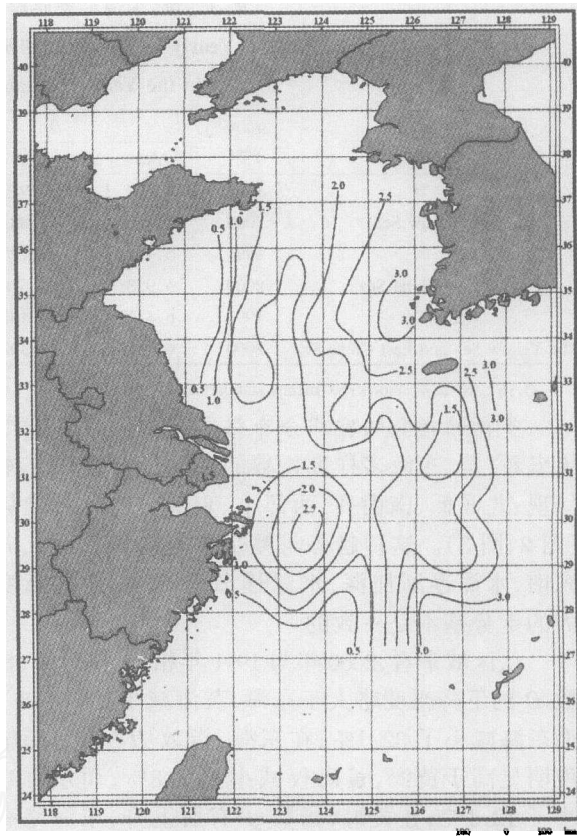


图3 2000年冬季黄、东海鱼类群落指数  $H'$  的分布  
Fig. 3 Patterns of distribution of index  $H'$   
in the Yellow Sea and the East China Sea in winter in 2000

### 3.4 资源保护与可持续利用

1996年以来,我国在黄、东海实施的伏季全面休渔制度,对阶段性地降低渔业生物资源的捕捞压力,保护幼鱼资源有着重要的意义。但在秋季开捕后,掠夺式的捕捞仍然难免使渔业生物资源面临灭顶之灾。因此,把过高的捕捞强度降下来是保护和恢复渔业生物资源的治本之举。此外,加强近岸环境的综合治理,修复产卵场的生态环境,从源头上保护渔业生物资源的发生量,也是对渔业生物资源进行养护的重要举措之一。

渤、黄、东海许多鱼类每年都要进行跨界洄游,随着黄、东海周边国家先后宣布实施200海里专属经济区制度,在海域划界后对越冬场渔业资源进行国际间的合作共同管理与养护,是保证黄、东海渔业可持续发展必不可少的重要对策。

#### 参考文献:

[1] Cheng J S. The structure and diversity of demersal fish communities in winter in the East China Sea and the Yellow Sea

[J]. Marine Fisheries Research, 2000, 21(3): 1-8. [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.]

[2] Wei S, Jiang W M. Study on food web of fishes in the Yellow Sea [J]. Oceanol et Limnol Sin, 1992, 23(2): 182-192. [韦晟, 姜卫民. 黄海鱼类食物网的研究[J]. 海洋与湖沼, 1992, 23(2): 182-192.]

[3] Zhang Q Y, Lin Q M, Lin Y T, et al. Food web of fishes in Minnan - Taiwanchientan fishing ground [J]. Acta Ocean Sin, 1981, 3(2): 275-290. [张其永, 林秋眠, 林允通, 等. 闽南-台湾浅滩渔场鱼类食物网研究[J]. 海洋学报, 1981, 3(2): 275-290.]

[4] Deng J Y, Meng T X, Ren S M. Food web of fishes in the Bohai Sea [J]. Marine Fisheries Research, 1988, 9: 151-172. [邓景耀, 孟田湘, 任胜民. 渤海鱼类的食物关系[J]. 海洋水产研究, 1988, 9: 151-171.]

[5] Tang Q S, Ye M Z, et al. Exploitation and protection of fishery stock in offshore of Shandong Province [M]. Beijing: Agriculture Press, 1990. [唐启升, 叶懋中, 等. 山东近海渔业资源开发与保护[M]. 北京: 农业出版社, 1990.]

[6] Cheng J S. Ecological environment and biocommunity of offshore area in the Yellow Sea and Bohai Sea [M]. Qingdao: Ocean University of China Press, 2003. [程济生. 黄渤海近岸生态环境与生物群落[M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2003.]