

北部湾春、秋季渔业生物群落结构的变化

乔延龙^{1,2}, 陈作志^{1,2}, 林昭进¹

(1. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东广州 510300; 2. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 200090)

摘要: 根据 1993 年春季、1992 年秋季和 2006 年春季、秋季在北部湾进行的底拖网调查资料, 对北部湾渔业生物的资源状况、渔获种类的组成结构、优势度及其动态变化特征进行了分析。结果表明, 渔业生物资源量指数的季节差异存在明显的年际变化, 但年均值变化不大。重要种类组成的年际变化比较明显, 1993 年春季和 1992 年秋季的优势种均为发光鲷 (*Acropoma japonicum*), 2006 年春季为发光鲷和二长棘鲷 (*Parargyrops edita*), 秋季为发光鲷、黄斑鲷 (*Leiognathus bindus*) 和竹筴鱼 (*Trachurus japonicus*); 与 1992–1993 年相比, 2006 年主要种的种数明显减少, 种类也发生变化。与 1992–1993 年相比, 2006 年春季和秋季的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和均匀度指数 (J') 均出现明显下降, 而种类丰富度变化不大。重要种类呈现低质化和小型化趋势。文中讨论了北部湾渔业生物量的历史变化、种类更替特征及多样性指数变化的原因。[中国水产科学, 2008, 15(5): 816–821]

关键词: 北部湾; 渔业生物; 群落结构; 多样性

中图分类号: S932.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2008)05-0816-06

北部湾是一个地处热带、亚热带的半封闭海湾, 海域面积 12.8 万 km², 沿岸有 200 多条河流向湾内输入大量营养物质, 南海暖流和黑潮南海分支及北部湾水团相互交错形成错综复杂的海洋生态环境, 为海洋生物提供了索饵、产卵、育肥的栖息场所^[1]。

从 20 世纪 50 年代开始渔业生产至今, 由于过度捕捞和海洋环境变化的影响, 引起北部湾渔业生物群落 (鱼类、头足类和甲壳类等游泳动物) 结构和种类组成发生了较大变化, 渔业资源严重衰退, 种类更替明显。本研究利用 2 个不同时期共 4 个航次北部湾的调查数据, 探讨其群落结构的动态变化特征, 旨在为该海域渔业资源的可持续利用和生物多样性保护提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 数据来源及处理

数据取自 1993 年春季 (5 月), 1992 年秋季 (9 月) 和 2006 年春季 (4 月)、秋季 (10 月) 在北部湾进行的 2 个不同时期共 4 个航次渔业资源底拖网定点调查, 1992–1993 年共设调查站位 25 个, 2006 年共设调查站位 52 个, 调查区域分布见图 1。调查

船为广西北海渔业生产公司“北渔 412/60010”单拖渔轮, 主机功率 441 kW; 调查网具浮纲长度为 37.7 m, 网衣全长为 60.5 m, 网口网目 200 mm, 囊网网目为 39 mm; 每站拖网 1 h, 平均拖速为 3.7 kn。

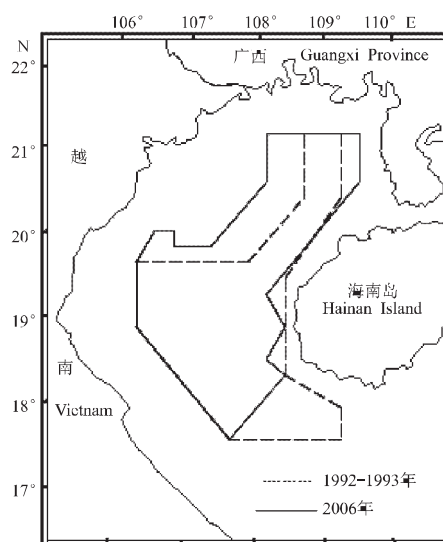


图 1 北部湾调查站位分布区域图

Fig.1 Distribution of survey stations in Beibu Gulf

收稿日期: 2008-01-08; 修订日期: 2008-03-21.

基金项目: 农业部近海渔业资源调查项目 (070404); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目 (2007YD02); 上海水产大学研究生基金项目 (科 07-271-81).

作者简介: 乔延龙 (1981-), 男, 硕士研究生, 从事海洋渔业资源与生态学研究. E-mail: hhao06809@126.com

通讯作者: 林昭进 (1965-), 研究员. E-mail: scslzj@vip.tom.com

运用相对生物资源量指数研究春、秋季各渔业生物资源的变动幅度,公式如下:

相对生物量指数 RBI(Relative biomass index)=某种渔业生物的总质量(kg)/拖网时间(h)

相对生物密度指数 RDI(Relative density index)=某种渔业生物的总尾数(ind)/拖网时间(h)

运用 Pinkas 等^[2]提出的相对重要性指数 IRI(Index of relative important)来研究渔业生物群落优势种结构的组成:

$$IRI=10^4(N+W)F$$

式中: $N(\%)$ 为某一种类的尾数占总尾数的比例; $W(\%)$ 为某一种类的质量占总质量的比例; $F(\%)$ 为某一种类的出现频率。

渔业生物群落多样性的分析用以下公式^[3-4]计算:

Margalef 种类丰富度指数 $D = (S-1)/\ln N$,

Shannon-Wiener 多样性指数 H'

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

Pielou 均匀度指数 $J' = H' / \ln S$,

式中: S 为种类数; N 为总尾数; P_i 为第 i 种鱼质量占总渔获质量的比例。

营养等级的划分以张月平^[5]的研究成果作为主要标准,此外还参考了张其永等^[6]的研究成果。

2 结果与分析

2.1 生物资源量指数的变动

2006 年春季渔业生物的平均相对生物量指数(109.390 kg/h)比 1993 年春季(75.435 kg/h)上升

45.0%,2006 年秋季渔业生物的平均相对生物量指数(121.984 kg/h)比 1992 年秋季(169.851 kg/h)下降 28.2%,2006 年春、秋季的平均相对生物量指数比 1992 1993 年下降 5.8%。

主要渔业种类的平均相对资源量指数见表 1。与 1992 1993 年调查结果相比,2006 年同期的平均相对生物量指数有所下降,下降的主要种类有黄鳍马面鲀、中国枪乌贼、红鳍笛鲷等,其中,春季以黄鳍马面鲀下降的幅度最大,达到 99.2%;秋季以中国枪乌贼下降的幅度最大,达 99.4%。上升的种类有带鱼、竹筴鱼、二长棘鲷等,其中春、秋季均以竹筴鱼上升幅度最大,分别为 97.3% 和 93.3%。斑点马鲛在春季有所上升,上升幅度为 77.7%;秋季有所下降,达 55.8%。

相对生物密度指数与相对生物量指数的变化相似。春季白姑鱼的相对生物密度指数明显下降,从 1993 年的 1259.67 kg/h 下降到 2006 年的 3.58 kg/h,下降幅度为 99.72%,而中上层鱼类二长棘鲷相对生物密度指数却显著上升,上升幅度为 99.1%;秋季以长尾大眼鲷相对生物密度指数下降幅度最大,下降了 90.0%,而竹筴鱼上升幅度最大,达 94.9%,斑点马鲛相对生物密度指数变化不明显(表 1)。

从总的相对生物量指数来看,不同年份相对生物量指数的季节差异明显不同。如果将春、秋两季的生物量指数平均,则两个年份的调查结果相差很小,说明年均生物密度指数比较稳定。但是,主要种类的相对生物密度指数年际间出现很大的变化,说明种类更替现象十分明显。

表 1 北部湾主要渔业生物种类的平均相对资源量指数年间变化

Tab.1 Variation in mean index of relative abundance of main fishery species in Beibu Gulf

种类 Species	相对生物量指数/(kg·h ⁻¹) Relative biomass index				相对生物密度指数/(ind·h ⁻¹) Relative density index			
	春季 Spring		秋季 Autumn		春季 Spring		秋季 Autumn	
	1993	2006	1992	2006	1993	2006	1992	2006
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	29.68	3.58	29.14	2.33	1259.67	3.58	211.78	104.25
长尾大眼鲷 <i>Priacanthus tayenus</i>	5.08	0.71	8.41	0.27	30.85	1.67	159.08	1.67
红鳍笛鲷 <i>Lutjanus erythropterus</i>	4.50	0.96	1.21	0.39	3.25	1.38	0.95	1.45
中国枪乌贼 <i>Loligo chinensis</i> Gray	3.62	1.13	265.55	1.62	100.90	47.67	158.55	25.55
黄鳍马面鲀 <i>Navodon xanthopterus</i>	3.58	0.03	5.87	0.29	101.33	9.25	271.78	37.33
花斑蛇鲻 <i>Saurida undosquamis</i>	3.14	2.10	25.90	0.77	40.45	46.64	90.89	19.76
带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>	2.38	4.77	6.46	6.69	34.70	112.05	60.73	30.83
二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i>	0.73	10.42	4.53	4.93	9.80	1081.54	62.56	99.02
竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>	0.33	12.35	2.16	31.95	7.83	629.20	43.81	854.85
斑点马鲛 <i>Scomberomorus guttatus</i>	0.67	3.00	3.9	1.72	2.00	3.33	3.17	3.15

2.2 种类优势度的变动

依据相对重要性指数 (IRI) 数值大小来确定渔业生物在群落中的重要性, $IRI > 1\ 000$ 为优势种, $200 < IRI < 1\ 000$ 为主要种。表 2 列出了重要渔业生物的相对重要性指数 (IRI)。

2.2.1 优势种 优势种作为组成群落结构的重要种类, 在不同年份和不同季节存在更替现象, 优势度也有不同程度的变化。1992–1993 年春、秋季的优势种均为发光鲷, 在总渔获量中所占比例分别为 6.4% 和 18.7%。2006 年春季的优势种为发光鲷和二长棘鲷, 秋季为发光鲷、黄斑鲷和竹筴鱼, 2 个季节第一优势种也均为发光鲷。2006 年春季发光鲷的 IRI 值 (3 619) 显著大于 1993 年同期的 IRI 值 (1 566), 占当年总渔获量的比例为 38.2%, 大大高于 1993 年春季的 6.4%; 2006 年秋季, 发光鲷 IRI 值 (3 266) 小于 1992 年秋季同期的 IRI 值 (4 550), 但占当年总渔获量的比例为 23.6%, 比 1992 年增加 21.2%。2006 年春季, 第二优势种为二长棘鲷 (IRI 值为 1 184), 占总渔获量比例为 8.4%; 2 个优势种合计占当年总渔获量的比例为 46.6%。2006 年秋季, 第二优势种为黄斑鲷 (IRI 值为 3 010), 第三优势种为竹筴鱼 (IRI 值为 1 864), 3 个优势种占当年总渔获量的比例合计为 50.9%。

2.2.2 主要种 程济生等^[7] 将 IRI 值在 1 000~100 的种类定义为主要种, 由于北部湾的渔业资源具有种类多、优势度不明显的特点, IRI 值在 1 000~100 之间的种类数较多。为把主要种的范围缩小, 本研究将主要种 IRI 值范围调整为 1 000~200。根据这个标准, 1993 年春季北部湾的主要种有 13 种, 依次为中国枪乌贼、印度白姑鱼、花斑蛇鲷、鲐鱼、长尾大眼鲷、条尾鲱鲤、带鱼、皮氏叫姑鱼、金线鱼、脂眼鲱、鲷鱼、黄斑鲷和二长棘鲷, 占总渔获量的 50.5%。2006 年春季减少为 4 种, 依次为剑尖枪乌贼、带鱼、竹筴鱼和蓝圆鲹, 占总渔获量的 20.1%。1992 年秋季有 10 种, 依次为中国枪乌贼、长尾大眼鲷、花斑蛇鲷、杜氏枪乌贼、带鱼、印度白姑鱼、条尾鲱鲤、黄斑鲷、蓝圆鲹和二长棘鲷, 占总渔获量的 27.1%。2006 年秋季减少为 3 种, 为鹿斑鲷、带鱼和二长棘鲷, 占总渔获量的 10.7%。

研究结果表明, 与 1992–1993 年相比, 2006 年春、秋季优势种的种数有所增加, 春季第一优势种的优势度明显上升; 秋季第一优势种的优势度虽然比 1992 年秋季略有下降, 但占当年总渔获量的

比例还是上升。在主要种方面, 2006 年春、秋季主要种的种数显著下降, 占总渔获量的比例也明显下降。由此可以看出, 最近十几年来, 北部湾渔业资源的种类组成发生了明显变化, 种类优势度明显提高, 优势种类 (包括优势种和主要种) 的种数明显减少。

2.3 群落多样性的变化

多样性指数均采用生物量来计算^[8–9]。如表 3 所示, 与 1992–1993 年同期相比, 2006 年春季种类丰富度指数 (D) 基本没有变化; 秋季略有下降, 由 20.89 下降到 18.92。与 1992–1993 年同期相比, 2006 年 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和均匀度指数 (J') 均呈现较明显的下降趋势, 春季多样性指数由 3.87 下降为 2.94, 均匀度指数由 0.72 下降为 0.53; 秋季多样性指数由 3.10 下降为 2.21, 均匀度指数由 0.55 下降为 0.40。

2.4 群落结构的变化

2.4.1 生态类型的变化 优势种和主要种是组成群落的重要种类, 其组分及生态优势度处于不断变化之中, 以维护群落的稳定性。在栖息水域方面, 2 个时期的调查结果表明, 优质底层、近底层鱼类的渔获比例减小, 近底层非经济鱼类和中上层鱼类渔获比例增加。1992–1993 年出现的印度白姑鱼、长尾大眼鲷、皮氏叫姑鱼、金线鱼和鲷鱼等优质底层鱼类在 2006 年已不再成为重要种类, 而小型非经济鱼类发光鲷的渔获比例却由 6.4% 上升到 38.2% (春季), 18.7% 上升到 23.7% (秋季); 黄斑鲷由 0.5% 上升到 2.0% (春季), 0.3% 上升到 7.5% (秋季)。中上层鱼类竹筴鱼由 0.3% 上升到 6.5% (春季), 0.9% 上升到 19.6% (秋季)。

2.4.2 营养结构的变化 通过 2 个时期的调查结果可以发现, 北部湾生态系统的营养结构也发生了明显的变化。浮游生物食性鱼类从 1992–1993 年的 1 种增至 2006 年的 4 种, 所占总渔获量的比例增加 98.4%。底栖生物食性鱼类由 4 种减为 1 种, 所占总渔获量的比例减少 56.7%。游泳动物食性鱼类由 3 种减为 1 种, 所占总渔获量的比例减少 67.4%。头足类属于湾内广泛分布、暖水型、游泳动物食性的渔业生物, 2 个年份均存在 1 种, 只是由中国枪乌贼更替为剑尖枪乌贼, 中国枪乌贼的渔获量减少 86.8%, 而剑尖枪乌贼的渔获量增加 99.3% (表 2)。

表 2 北部湾渔业生物群落重要种类的年间变化
Tab.2 Variation of important components of fish community in Beibu gulf in different years

种类 Species	春季 Spring								秋季 Autumn							
	<i>W</i> /%		$\bar{W}$ /g		<i>F</i> /%		IRI		<i>W</i> /%		$\bar{W}$ /g		<i>F</i> /%		IRI	
	1993	2006	1993	2006	1993	2006	1993	2006	1992	2006	1992	2006	1992	2006	1992	2006
发光鲷 <i>Acropoma japonicum</i>	6.4	38.2	7.0	6.88	44	52	1566	3619	18.7	23.69	7.2	6.4	60	54	4550	3266
中国枪乌贼 <i>Loligo chinensis</i> Gray	4.4	0.4	35.9	23.81	92	40	769	21	5.1	0.84	72.8	63.4	92	63	613	62
印度白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	9.4	1.2	23.6	9.59	24	37	535	70	4.5	0.74	91.7	27.7	48	38	267	38
花斑蛇鲻 <i>Saurida undosquamis</i>	3.7	1.6	77.7	45.06	88	85	456	155	3.0	0.46	71.2	38.8	96	73	376	42
鲈鱼 <i>Pneumatophorus japonicus</i>	6.0	0.0	32.9	151.25	36	4	426	0.04	0.2	0.01	111.1	39.8	28	4	5.3	0.02
长尾大眼鲷 <i>Priacanthus tayenus</i>	4.9	0.1	164.8	428.70	72	12	417	1	3.9	0.02	52.8	266.0	96	10	528	0.21
条尾鲱鲤 <i>Upeneus bensasi</i>	3.3	0.1	22.1	43.03	48	27	382	3	1.7	0.10	15.9	27.6	64	21	266	2.8
带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>	2.8	3.5	68.5	42.60	88	81	358	323	3.0	5.06	116.1	217.0	88	92	313	489
皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belengeri</i>	5.5	0.4	45.1	13.51	24	0	227	19	0.9	0.27	88.1	30.8	20	25	21	8.9
金线鱼 <i>Nemipterus virgatus</i>	2.5	—	53.7	—	56	—	223	26	0.2	0.51	79.3	60.8	16	38	3.1	23
脂眼鲱 <i>Etruncus micropus</i>	2.7	—	15.2	—	24	—	205	—	—	—	—	—	—	—	—	—
黄斑鲷 <i>Leiognathus bindus</i>	0.5	2.0	6.4	7.28	44	46	129	161	0.3	7.52	0.6	2.9	24	90	238	3010
二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i>	0.9	8.4	74.6	9.64	92	88	117	1184	1.0	3.34	44.2	49.8	72	83	103	331
剑尖枪乌贼 <i>Loligo edulis</i> Hoyle	0.0	2.7	26.1	16.04	64	100	1	364	—	1.57	—	33.2		88		180
竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>	0.3	6.5	42.6	19.63	64	58	43	484	0.9	19.64	60.1	37.4	72	75	90	1864
蓝圆鲹 <i>Decapterus maruadsi</i>	0.5	7.4	90.4	21.07	44	40	31	378	0.6	1.33	206.8	57.5	12	71	7.6	111
鹿斑蝠 <i>Leiognathus ruconius</i>	0.7	1.8	7.6	5.77	16	37	70	133	0.005	2.25	5.3	2.3	16	48	0.4	565

注: *W*—质量百分比; $\bar{W}$ —个体平均质量; *F*—出现频率; IRI—相对重要性指数。

Note: *W*—weight percentage; $\bar{W}$ —average weight of species individual; *F*—occurring frequency; IRI—index of relative importance.

表 3 北部湾春、秋季渔业生物群落多样性指数的变化
Tab.3 Variation of biodiversity indices of fish community in Beibu gulf in spring and autumn

多样性指数 Biodiversity index	春季 Spring		秋季 Autumn	
	1992	2006	1993	2006
种类丰富度 Species richness (<i>D</i>)	18.62	18.82	20.89	18.92
多样性 Diversity (<i>H'</i>)	3.87	2.94	3.10	2.21
均匀度 Evenness (<i>J'</i>)	0.72	0.53	0.55	0.40

2.4.3 个体平均质量的变化 从1992~1993年到2006年,北部湾重要种类个体平均质量变化见表2。其中以营养层次较低、温水型、底栖生物食性的近底层鱼类二长棘鲷(营养级2.3)减幅最大,达87.1%;此外,底层和近底层鱼类发光鲷(营养级2.4)、白姑鱼(营养级2.9)、花斑蛇鲻(营养级3.7)、皮氏叫姑鱼和鹿斑鲷的减幅也在67.7%~6.2%;中上层鱼类蓝圆鲹(营养级2.5)和竹筴鱼(营养级2.6)的减幅为73.6%~44.5%。以营养层次较低、暖水型、底栖生物食性的近底层鱼类长尾白眼鲷(营养级2.6)上升幅度最大,达68.7%;此外,带鱼(营养级3.6)、鲈鱼(营养级2.4)、金线鱼(营养级2.7)、黄斑鲷和条尾鲱鲤(营养级2.5)的增幅在50.0%~3.1%;头足类的种类更替变化较为明显,中国枪乌贼所占总渔获量的比例减少86.8%,剑尖枪乌贼所占总渔获量的比例增加99.2%,1992年秋季没有剑尖枪乌贼捕获记录。

从以上分析可以看出,底栖生物食性的近底层鱼类和营养层次较低的中上层鱼类个体平均体质量减小的幅度较大。

3 讨论

3.1 渔业生物资源量的变化分析

北部湾的渔业资源从20世纪50年代末即开始开发利用,至90年代资源已明显衰退,1992~1993年的资源密度比1962年下降了1.3倍^[1]。而1992~1993年至2006年,渔业资源密度却较为稳定,主要原因是北部湾地处热带、亚热带区域,湾内渔业生物具有明显的暖温带和亚热带特点^[10]:多数种类产卵期长,有的种类甚至全年均可繁殖;幼鱼生长快,性成熟早,生命周期短,种群分布范围广。因此,在资源密度下降到一定程度以后,就处于相对稳定的状态^[11]。但是,资源结构却发生了较为明显的变化,出现了种类更替的现象,以维持新的生态平衡。

3.2 渔业生物种类更替特征

在北部湾渔业资源开发初期,1962年的调查结果表明,在渔获组成中,经济价值高的优质种类占有很大的比例。但是,到了1992~1993年,许多优质种类的资源量下降非常显著。例如,红笛鲷的组成比例从9.5%下降到1.2%,黑印真鲨从1.9%下降为0,长棘银鲈从3.0%下降到0.05%,断斑石鲈

从0.6%下降为0。这些种类经济价值高,个体大,寿命长,可耐受的捕捞强度低。因此,在过度捕捞以后,这些种类资源呈现衰竭性的衰退^[12]。在优质种类衰退以后,发光鲷是一个非常明显的替代种类,其渔获量在1962年末列入统计,说明当时的组成比例很小。但是,在1992~1993年调查中,其组成比例高达12.6%,跃居第1位,比1962年组成比例居第1位的红笛鲷还高。然而,发光鲷是1种没有经济价值的小型鱼类,平均体质量只有7.0 g。说明个体小、生长快、生命周期短的非经济鱼类很容易成为大型优质种类的替代品种。

至2006年,发光鲷在渔获组成中仍居第1位,且优势度仍有所上升,春季尤为明显。说明发光鲷的种类更替作用仍在继续。此外,本研究2次调查均出现的重要种类只有4种,为发光鲷、带鱼、二长棘鲷和黄斑鲷,多数重要种类均出现了更替现象。1992~1993年出现的重要种类,到2006年退出的有中国枪乌贼、花斑蛇鲻、皮氏叫姑鱼、金线鱼、脂眼鲱、长尾白眼鲷、鲈鱼、白姑鱼和条尾鲱鲤等9种。2006年新出现的重要种类有剑尖枪乌贼、竹筴鱼、蓝圆鲹和鹿斑鲷等4种,减少了5种。新出现的重要种类主要是生长快、生命周期短的中上层种类。

由此可见,北部湾渔业资源在衰退以后出现的种类更替现象非常明显^[13-15],最主要的更替种类是小型底层鱼类发光鲷,发光鲷的种群呈现过度繁殖的趋势,在总渔获物中占据明显的主导地位。此外,竹筴鱼、蓝圆鲹、鲷科鱼类等中上层鱼类及头足类这些生命周期短的种类的数量也在上升,成为更替的种类。

3.3 多样性指数的变化

本研究结果表明,从1992~1993至2006年,北部湾渔业生物的多项多样性指数均出现明显下降,主要是前面所分析的渔业资源衰退后出现种类更替造成的^[12,16]。优质鱼类衰退后使小型底层鱼类发光鲷大量繁殖,中上层种类数量的比例也呈上升趋势。这些种类的营养层次低,生长快,容易形成大的群体,因此使渔获组成中主要种的优势度提高,多样性和均匀度下降。

(1) 袁蔚文,等. 北部湾渔业资源调查报告. 1994.

参考文献:

- [1] 农牧渔业部水产局, 农牧渔业部南海区渔业指挥部. 南海区渔业资源调查和区划 [M]. 广东: 广东科技出版社, 1985.
- [2] Pinkas L, Oliphant M S, Iverson I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters [J]. Calif Dep Fish Game Fish Bull, 1971, 152: 1-105.
- [3] Ludwig J A, Reynolds J F. Statistical Ecology [M]. New York: John Wiley & Sons, 1988.
- [4] 马克平. 生物群落多样性的测定方法 [M] // 马克平. 多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 141-165.
- [5] 张月平. 南海北部湾主要鱼类食物网 [J]. 中国水产科学, 2005, 12(52): 621-631.
- [6] 张其永, 林秋眠, 林允通, 等. 闽南一台湾浅滩渔场鱼类食物网研究 [J]. 海洋学报, 1981, 3(2): 275-290.
- [7] 程济生, 俞连福. 黄、东海冬季底层鱼类群落结构及多样性 [J]. 水产学报, 2004, 28(1): 29-35.
- [8] Wilhm J L. Use of biomass units in shannon's formula [J]. Ecology, 1968, 49: 153-156.
- [9] 刘勇, 李圣法, 程家骅. 东海、黄海鱼类群落结构的季节变化研究 [J]. 海洋学报, 2006, 28(4): 108-114.
- [10] 陈再超, 刘继兴. 南海经济鱼类 [M]. 广东: 广东科技出版社, 1982.
- [11] 袁蔚文. 北部湾底层渔业资源的数量变动和种类更替 [J]. 中国水产科学, 1995, 2(2): 57-64.
- [12] 乔延龙, 林昭进, 邱永松. 北部湾秋、冬季渔业生物群落结构特征的变化 [J]. 广西师范大学学报, 2008, 26(1): 100-104.
- [13] 孙典荣, 林昭进. 北部湾主要经济鱼类资源变动分析及保护对策探讨 [J]. 热带海洋学报, 2004, 23(2): 62-68.
- [14] 费鸿年, 郑修信. 南海北部底层鱼类群聚的研究, I. 北部湾拖网渔轮渔获物组成的变化 [J]. 水产学报, 1965, 2(1): 1-17.
- [15] 贾晓平, 李纯厚, 林昭进, 等. 北部湾渔业生态环境与渔业资源 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [16] 李冠军, 邱永松. 自然环境变动对北部湾渔业资源的影响 [J]. 南方水产, 2007, 3(1): 7-13.

Changes of community structure of fishery species during spring and autumn in Beibu Gulf

QIAO Yan-long^{1,2}, CHEN Zuo-zhi^{1,2}, LIN Zhao-jin¹

(1. South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China; 2. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 200090, China)

Abstract: Based on the data of bottom trawl surveys in Beibu Gulf in autumn of 1992 and spring of 1993, as well as the data in spring and autumn of 2006, variation of fishery resources, structure and composition of catch species, dominance level and their dynamic changes were analyzed. The results show that seasonal difference of fishery resource indices varied in different years, but the annual mean value varied slightly. The important species composition also varied obviously in different years. The dominant species was *Acropoma japonicum* both in spring of 1993 and autumn of 1992, but there were 2 dominant species of *Acropoma japonicum* and *Parargyrops edita* in spring of 2006, and 3 species of *Acropoma japonicum*, *Leiognathus bindus* and *Trichiurus haumela* in autumn of 2006, respectively. The amount of main species in 2006 decreased and the species were different from 1992-1993. Compared with 1992-1993, Shannon-Wiener index H' and species evenness index J' reduced evidently in 2006, but species richness index D changed slightly. The important species were characterized low-quality and miniaturization. The historical changes of fishery resources, characteristics of species subrogation and changes of diversity indices in Beibu Gulf were also discussed. [Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15(5): 816-821]

Key words: Beibu Gulf; fishery species; community structure; diversity

Corresponding author: LIN Zhao-jin. E-mail: scslzj@vip.tom.com