

浙江南部近海春季鱼类多样性分析*

张洪亮¹ 宋之琦² 潘国良¹ 陈峰¹ 周永东^{1①}

(1. 浙江省海洋水产研究所 农业部重点渔场渔业资源科学观测实验站 浙江省海洋渔业资源可持续利用技术研究重点实验室 舟山 316100; 2. 平湖市水产技术推广站 平湖 314200)

摘要 根据 2011 年春季(4 月、5 月与 6 月)对浙江南部近海进行的共 3 个航次的底拖网渔业资源调查资料, 对该海域的鱼类多样性进行了分析。结果表明: 所捕获的 90 种鱼分别隶属于 2 纲 15 目 51 科 75 属; 暖水性鱼类无论在种类数量还是生物量与尾数密度方面均居主导地位; 所有优势种均为暖水性鱼类, 其中矛尾鰕虎鱼为春季三个月的共同优势种; 生物量、尾数密度与丰富度指数(D)5 月与 6 月的差异均极显著($P < 0.01$); 多样性指数(H')与水深、底温与底盐三者之间均为线性正相关($P < 0.05$), 而与生物量呈线性负相关($P < 0.05$), 这表明浙江南部近海春季鱼类的多样性(H')随水深、底温与底盐的增加而增高, 但同时却随生物量的增加而降低。

关键词 浙江南部近海, 春季, 鱼类, 多样性

中图分类号 Q953

浙江南部近海主要是指浙江中北部沿岸产卵场(周永东等, 2011)以南、机轮拖网禁渔区线以西水深大于 15m 的浙江南部沿岸海域。该海域由于处在浙江沿岸水和台湾暖流这两股低、高盐水系的交汇区(宋海棠等, 1995), 其水文条件适宜, 磷虾(*Euphausia pacifica*)、中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)等饵料生物繁盛(陈亚瞿等, 1984), 因而成为大黄鱼(*Larimichthys crocea*)、小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)、带鱼(*Trichiurus japonicus*)、银鲳(*Pampus argenteus*)、日本鲭(*Scomber japonicus*)与蓝圆鲹(*Decapterus maruadsi*)等经济鱼类的主要产卵场之一(陈亚瞿等, 1984; 宋海棠等, 1995; 林龙山等, 2008)。虽然浙江南部近海在东海区乃至我国海洋渔业资源保护方面具有重要的地位, 但长期以来, 有关其鱼类群落多样性方面的专门研究未见公开报道, 仅在相关文章中对资源、种类等有所涉及(宋海棠等, 1995; 沈盎绿等, 2008; 徐兆礼, 2008; 蔡萌等, 2009)。因此, 在渔业资源保护及鱼类群落多样性日益被世界各国所重视(Leveque, 1995;

Wolter, 2001; Pombo *et al.*, 2007)的今天, 有必要对浙江南部近海的鱼类多样性进行研究, 为今后开展浙江沿岸渔业生态功能区及渔业水域区划的选划等提供基础资料和数据。

1 材料与方法

1.1 数据来源

数据来源于浙江省海洋水产研究所 2011 年春季(4 月、5 月、6 月)对浙江南部近海进行的共 3 个航次的底拖网渔业资源与温盐调查资料。调查站位共 15 个, 设置情况如图 1 所示。底拖网网口拉紧周长 50m, 网身拉紧长度 48m, 囊网网目尺寸 2.5cm, 上纲长 30m, 下纲长 37m。各站位每航次分别拖曳 1h, 平均拖速 5.50 km/h。温度与盐度数据用温盐深测定仪(CTD)采集, 每航次每站位各 1 次。每航次底拖网样品冰鲜保存后带回实验室进行种类鉴定与体重、体长等常规生物学测定, 其精度分别为 0.1g 与 1mm。

调查船为“浙普渔 34256 号”, 全长 28.0m、型

* 国家科技支撑计划项目, 2007BAD43B01 号, 2007BAD43B02 号; 浙江省海洋与渔业局项目, 浙海渔计(2010)205 号; 浙江省科技计划项目, 2011F10001 号。张洪亮, 高级工程师, E-mail: hidalgo310@163.com

通讯作者: 周永东, 教授级高级工程师, E-mail: zyd511@sina.com

收稿日期: 2012-03-22, 收修改稿日期: 2012-04-29

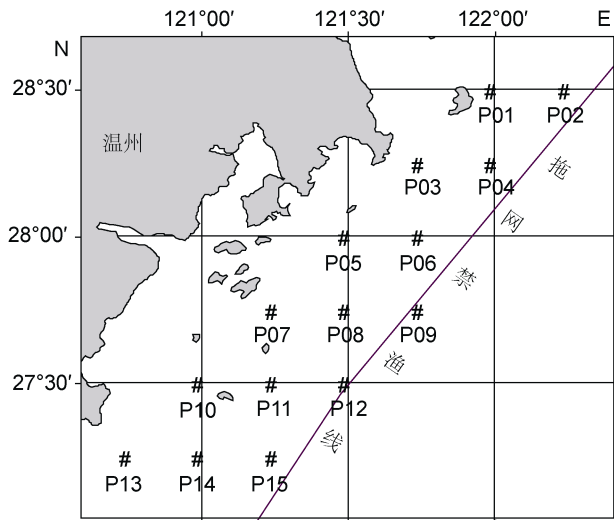


图1 调查站位

Fig.1 The survey positions

宽 6.2m、型深 2.6m, 总吨位 123t, 主机功率 183.8kW。

1.2 数据处理方法

显著性检验与相关性分析分别采用 SPSS1.5 的方差分析法(ANOVA)和曲线回归分析法(CURVE ESTIMATION); 底拖网各站位调查数据用扫海面积法(徐兆礼, 2010)进行标准化处理, 其计算式为:

$$\rho_{ij} = C_{ij} / D(1-E) V_{ij} T_{ij}$$

式中, ρ_{ij} 为 i 月 j 站位的资源密度(kg/km^2 或 $10^3 \text{ ind.}/\text{km}^2$), C_{ij} 为 i 月 j 站位的网次渔获量(kg)或尾数(ind.), D 为网口水平扩张宽度(km)(拖速 5.50km/h 时本网具为 $9.90 \times 10^{-3} \text{ km}$), V_{ij} 为 i 月 j 站位的平均拖速(km/h), T_{ij} 为 i 月 j 站位的作业时间(h), E 为逃逸率[取 0.5(张洪亮等, 2012a)]。

Pinkas 物种优势度指数(IRI, Index of Relative Importance)(Pinkas *et al.*, 1971)的计算式为:

$$IRI = (W_i + P_i) F$$

式中, W_i 为某种渔获物的重量占总渔获重量的百分数(%), P_i 为某种渔获物的尾数占总渔获尾数的百分数(%), F 为某种渔获物在各航次拖网总次数中出现的频率, 即出现次数与总拖网次数之百分比(%)。

Margalef 丰富度指数(D)(Margalef, 1958)、Shannon-Wiener 多样性指数(H')(Shannon *et al.*, 1963)、Pielou 均匀度指数(J')(Pielou, 1969)和种类数更替率(R)(俞存根等, 2011a)的计算式分别为:

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

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

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

$$R = (a+b-2c)/(a+b-c) \times 100\%$$

式中, S 为种类数, N 为总尾数, P_i 为第 i 种占总尾数的比例; a 、 b 为相邻两个月的种类数, c 为其相同种类数。

2 结果

2.1 种类组成与月间变化

春季调查共捕获鱼类(成庆泰等, 1987; 俞存根等, 2009, 2011b; 郑德锋等, 2011; 赵进等, 2012; 徐善良等, 2012; 梁振林等, 2012) 90 种(表 1), 它们分别隶属于 2 纲 15 目 51 科 75 属。其中, 4 月 48 种, 分别隶属于 2 纲 11 目 28 科 40 属; 5 月 57 种, 分别隶属于 2 纲 13 目 36 科 51 属; 6 月 56 种, 分别隶属于 2 纲 12 目 38 科 51 属。如以目为最小分类单位, 则春季以鲈形目鱼类为最多, 达 39 种, 其余依次为鲹形目 11 种, 鲱形目 10 种, 鳗鲡目 6 种, 鲉形目与鲀形目各 5 种, 灯笼鱼目与鲛鳗目各 3 种, 鲻形目 2 种, 鳊形目、鳙形目、仙鱼目、鲤形目、颌针鱼目与海龙目各 1 种。其中, 鲈形目鱼类在 3 个月中均为最多。另外, 从种类数更替情况看, 5 月与 4 月的种类数更替率和 6 月与 5 月相近, 分别为 58.11% 和 53.25%。

2.2 资源量指数的变化

春季各月鱼类的平均资源量指数如图 2 所示。由图 2 可知, 平均生物量与尾数密度的最大值均出现在 6 月, 而两者的最小值都出现在 5 月。其中, 生物量的最大值为最小值的 3.11 倍, 而尾数密度的最大值达最小值的 9.01 倍。显著性检验结果表明, 生物量 5 月与 6 月的差异极显著($P=0.004 < 0.01$); 尾数密度 4 月与 6 月的差异显著($P=0.029 < 0.05$), 而 5 月与 6 月的差异极显著($P=0.007 < 0.01$)。

2.3 相对优势种的月间变化

取各月累计生物量占该月总生物量 95%(张洪亮等, 2012a, b, c)的渔获种类, 计算其相对重要性指数结果如表 2 所示。如定义 $IRI \geq 1000$ 的渔获种类为优势种, 则由表可知, 4 月的优势种为赤鼻棱鲷(*Thrissa kammalensis*)、龙头鱼(*Harpodon nehereus*)和矛尾鰕虎鱼(*Chaeturichthys stigmatias*); 5 月为白姑鱼(*Pennahia argentata*)、龙头鱼和矛尾鰕虎鱼; 6 月为白姑鱼、带鱼与矛尾鰕虎鱼。其中, 矛尾鰕虎鱼为春季三个月的共同优势种; 龙头鱼为 4 月与 5 月的共同优势种; 白姑鱼为 5 月与 6 月的共同优势种。

2.4 群落多样性的月间变化

各站位 D 值、 H' 值与 J' 值的月间变化情况如表 3 所示。由表 3 可知, 三类多样性指数均值的最大值都

表 1 拖网所捕获的鱼类种类
Tab.1 Catalog of fish species caught by bottom trawl

科	种	捕获月份		
		4 月	5 月	6 月
鳐科 Rajidae	孔鳐 <i>Raja porosa</i>	*	*	*
鲱科 Clupeidae	斑鲚 <i>Konosirus punctatus</i>	*		
	金色小沙丁鱼 <i>Sardinella aurita</i>	*		
	鳊鱼 <i>Ilisha elongate</i>	*		*
	加罗利侧带小公鱼 <i>Stolephorus multibranchus</i>			*
鳀科 Engraulidae	鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	*	*	*
	黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	*	*	*
	赤鼻棱鳀 <i>Thrissa kammalensis</i>	*	*	
	中颌棱鳀 <i>Thrissa mystax</i>	*	*	
	刀鲚 <i>Coilia ectenes</i>	*		
	凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	*	*	*
狗母鱼科 Synodidae	龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	*	*	*
	叉斑狗母鱼 <i>Synodus macrops</i>		*	*
	长蛇鲻 <i>Saurida elongata</i>			*
灯笼鱼科 Myctophidae	七星底灯鱼 <i>Benthoosema pterotum</i>	*	*	*
海鲇科 Ariidae	海鲇 <i>Arius felis</i>	*	*	
康吉鳗科 Congridae	短尾吻鳗 <i>Rhynchocymba sivicola</i>			*
海鳗科 Muraenesocidae	海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	*	*	*
蛇鳗科 Ophichthyidae	豆齿鳗 <i>Pisodonophis cancrivorus</i>		*	*
	尖吻蛇鳗 <i>Ophichthus apicalis</i>		*	
蚓鳗科 Moringuidae	小蚓鳗 <i>Moringua microchir</i>			*
前肛鳗科 Dysommidae	前肛鳗 <i>Dysomma anguillaris</i>		*	*
颌针鱼科 Belonidae	尖嘴圆颌针鱼 <i>Ablennes anastomella</i>			*
长尾鳕科 Macrouridae	多棘腔吻鳕 <i>Coelorinchus multispinulosus</i>		*	
海龙科 Syngnathidae	舒氏海龙 <i>Syngnathus schlegeli</i>	*	*	*
鲈科 Serranidae	花鲈 <i>Lateolabrax maculatus</i>	*		
鲆科 Sphyaenidae	油鲆 <i>Sphyaena pinguis</i>		*	*
鲻科 Mugilidae	鲻 <i>Mugil cephalus</i>			*
银汉鱼科 Atherinidae	布氏银汉鱼 <i>Allanetta bleekeri</i>		*	
发光鲷科 Acropomidae	发光鲷 <i>Acropoma japonicum</i>	*	*	*
天竺鲷科 Apogonidae	细条天竺鲷 <i>Pseudolabrus gracilis</i>		*	*
鲷科 Sillaginidae	少鳞鲷 <i>Sillago japonica</i>		*	
	多鳞鲷 <i>Sillago sihama</i>	*	*	
鲹科 Carangidae	蓝圆鲹 <i>Decapterus maruadi</i>			*
	竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>			*
石首鱼科 Sciaenidae	大黄鱼 <i>Larimichthys crocea</i>	*	*	*
	小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	*	*	*
	鮟 <i>Miichthys miuy</i>	*	*	*
	黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i>	*	*	*
	白姑鱼 <i>Pennahia argentata</i>		*	*
	皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i>	*	*	*
	棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	*	*	*
	尖头黄鳍牙鲷 <i>Chrysochir aureus</i>		*	

续表 1

科	种	捕获月份		
		4 月	5 月	6 月
	丁氏鲷 <i>Wak tingi</i>		*	
	日本鲭 <i>Scomber japonicus</i>		*	*
鳊科 Leionathidae	鹿斑仰口鳊 <i>Secutor ruconius</i>		*	*
鲷科 Sparidae	二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i>		*	*
	黑鲷 <i>Sparus macrocephalus</i>	*		*
	黄鳍鲷 <i>Sparus latus</i>	*		
大眼鲷科 Priacanthidae	短尾大眼鲷 <i>Priacanthus macracanthus</i>			*
羊鱼科 Mullidae	条尾鲱鲤 <i>Upeneus bensasi</i>			*
石鲈科 Pomadasyidae	纵带髭鲷 <i>Hapalogenyx kishinouyei</i>	*		
雀鲷科 Pomacentridae	六带豆娘鱼 <i>Abudefduf sexfascia</i>		*	
鲷科 Uranoscopidae	青鲷 <i>Gnathagnus elongatus</i>	*		
鲷科 Uranoscopidae	日本鲷 <i>Uranoscopus japonicus</i>		*	
鰐齿鱼科 Champsodontidae	南非鰐齿鱼 <i>Champsodon capensis</i>		*	
带鱼科 Trichiuridae	带鱼 <i>Trichiurus japonicus</i>	*	*	*
	小带鱼 <i>Eupleurogrammus muticus</i>	*		
鲳科 Stromateidae	银鲳 <i>Pampus argenteus</i>	*	*	*
	灰鲳 <i>Stromateoides cinereus</i>			*
长鲳科 Centrolophidae	刺鲳 <i>Psenopsis anomala</i>			*
鰕虎鱼科 Gobiidae	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	*	*	*
鰕虎鱼科 Taenioididae	中华栉孔鰕虎鱼 <i>Ctenotrypauchen chinensis</i>	*	*	*
	狼牙鰕虎鱼 <i>Taenioides rubicundus</i>	*	*	*
鲷科 Scorpaenidae	褐菖鲷 <i>Sebastes marmoratus</i>	*		*
绒皮鲷科 Aploactidae	蜂鲷 <i>Vespicula sinensis</i>		*	
	虹鲷 <i>Erisphex potti</i>	*	*	*
毒鲷科 Synanceidae	虎鲷 <i>Minous monodactylus</i>	*	*	*
鲂鲷科 Triglidae	绿鲂鱼 <i>Chelidonichthys kumu</i>	*	*	*
	红娘鱼 <i>Lepidotrigla alata</i>	*		
鲷科 Platycephalidae	鲷 <i>Platycephalus indicus</i>	*	*	*
鲆科 Bothidae	牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>		*	
	北原左鲆 <i>Laeops kitaharae</i>		*	
	青纓鲆 <i>Crossorhombus azureus</i>		*	
	五眼斑鲆 <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>		*	*
	褐牙鲆 <i>Platessa percocephalus</i>	*		
鲽科 Pleuronectidae	角木叶鲽 <i>Pleuronichthys cornutus</i>			*
舌鲷科 Cynoglossidae	长吻红舌鲷 <i>Cynoglossus lighti</i>	*	*	*
	半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>	*		*
	宽体舌鲷 <i>Cynoglossus robustus</i>	*	*	*
	黑鳃舌鲷 <i>Cynoglossus roulei</i>			*
	紫斑舌鲷 <i>Cynoglossus purpureomaculatus</i>		*	
鲉科 Tetrodontidae	假睛东方鲉 <i>Takifugu pseudommus</i>	*		
	横纹东方鲉 <i>Takifugu oblongus</i>	*		
	双斑东方鲉 <i>Takifugu bimaculatus</i>	*		
单角鲉科 Monacanthidae	日本副单角鲉 <i>Paramonacanthus nipponensis</i>		*	
刺鲉科 Diodontidae	六斑刺鲉 <i>Diodon holacanthus</i>		*	
鲛鲛科 Lophiidae	黄鲛鲛 <i>Lophius litulon</i>	*	*	
	黑鲛鲛 <i>Lophius setigerus</i>			*
躄鱼科 Antennariidae	斑条躄鱼 <i>Antennarius striatus</i>			*

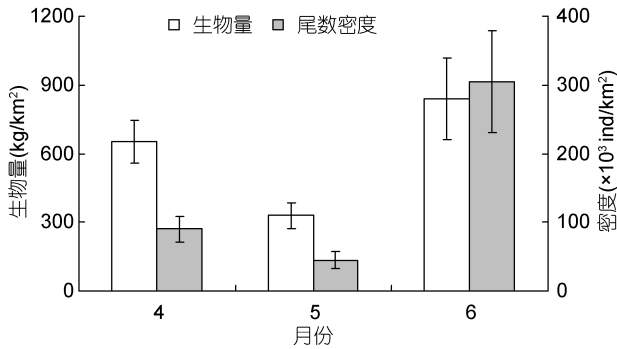


图2 鱼类资源量指数的月间变化

Fig.2 Monthly variations of the abundance density of fish

表2 鱼类相对重要性指数的月间变化

Tab.2 Monthly variations of the *IRI* of fish species

名称	4月	5月	6月
白姑鱼		1184*	1790*
斑鲈	49		
叉斑狗母鱼		113	
长蛇鲻			90
长吻红舌鲷		84	41
赤鼻棱	1948*		
刺鲳			29
带鱼		79	1420*
二长棘鲷		65	36
凤鲚	22	42	
海鳗		161	123
狼牙鰕虎鱼	490	426	51
黄鲫	198	186	
棘头梅童鱼	697	322	
孔鳐	22	28	
宽体舌鳎	23	191	
龙头鱼	6279*	3871*	679
绿鳍鱼		172	424
矛尾鰕虎鱼	3186*	5312*	5106*
鲮	108		
鲢	194	169	
皮氏叫姑鱼	43	606	406
七星底灯鱼	208	216	79
鳀	577		937
舒氏海龙	79	63	
五眼斑鲆		63	
小黄鱼	491	30	212
牙鲆		73	
银鲳	82		778
鲻		39	
中华栉孔鰕虎鱼	154	783	

注: *表示优势种

出现在5月,这表明该月鱼类群落的丰富度、多样性与均匀性都较高。显著性检验结果表明,三类多样性指数均值中仅 D 值存在显著性差异: 5月与4月的差异显著 ($P=0.014<0.05$), 5月与6月的差异极显著 ($P=0.004<0.01$)。

3 讨论

3.1 多样性指数与环境因子的关系

三类多样性指数与各站位水深、底温与底盐的关系(图3)中: (1) D 值、 H' 值与水深呈线性正相关, 即浙江南部近海春季鱼类的丰富度与多样性随水深的增加而增加, 其线性相关性分析结果为: 对于 D 值, $r=0.426^{**}$ (在 SPSS 检验中, 相关系数 r 的肩标*与**分别表示差异显著与极显著, 下同), $P=0.000<0.01$, 差异极显著; 对于 H' 值, $r=0.283^*$, $P=0.010<0.05$, 差异显著。(2) H' 值、 J' 值与底温也呈线性正相关, 即浙江南部近海春季鱼类的多样性与均匀性随底温的增加而增高, 其线性相关性分析结果为: H' 值与 J' 值差异均极显著 ($r=0.664^{**}$, $P=0.000<0.01$ 与 $r=0.736^{**}$, $P=0.000<0.01$); (3) D 值、 H' 值与底盐同样也呈线性正相关, 即浙江南部近海春季鱼类的丰富度与多样性随底温的增加而增大, 其线性相关性分析结果为: 对于 D 值, $r=0.378^{**}$, $P=0.001<0.01$, 差异极显著; 对于 H' 值, $r=0.233^*$, $P=0.036<0.05$, 差异显著。综上所述, 三类多样性指数中, H' 值与水深、底温与底盐三者之间的关系均较密切, D 值与水深、底盐相关性较高, 而 J' 值受底温的影响较明显。

3.2 多样性与生物量的关系

浙江南部近海春季鱼类的多样性指数 D 值 ($r=-0.289^*$, $P=0.049<0.05$)、 H' 值 ($r=-0.510^{**}$, $P=0.000<0.01$)、 J' 值 ($r=-0.591^{**}$, $P=0.000<0.01$) 和种类数 S ($r=-0.431^{**}$, $P=0.000<0.01$) 与生物量均呈线性负相关(图4), 即多样性指数和种类数随生物量的增加而呈下降的趋势, 这与单秀娟等(2011)对长江口近海春季鱼类群落结构的多样性研究结果相一致。单秀娟等(2011)认为, 产生这种现象的原因主要是非经济种群数量的相对增加。本文中生物量高的站位往往是种类数较少且各种类之间的尾数密度相差悬殊的站位[如 P13 站位 6 月的种类数为 11 种, 其生物量达到 $2200\text{kg}/\text{km}^2$, 而尾数密度位列前 3 位的鳀(*Engraulis japonicus*)、银鲳与带鱼占总尾数密度之比分别为 61.66%、36.52%与 0.99%], 而生物量低的站位通常是种类数较多且各种类之间的尾数密度相差不大的站

表 3 鱼类多样性指数的月间变化
Tab.3 Monthly variations of the diversity indices of fish species

月份	D				H'				J'			
	最小值	最大值	平均值	标准误	最小值	最大值	平均值	标准误	最小值	最大值	平均值	标准误
4	0.58	3.05	2.08	0.17	0.43	2.00	1.30	0.12	0.24	0.69	0.47	0.04
5	1.62	3.54	2.57	0.12	0.66	1.95	1.57	0.09	0.24	0.69	0.54	0.03
6	0.99	2.78	1.90	0.13	0.48	1.87	1.29	0.11	0.17	0.70	0.47	0.04

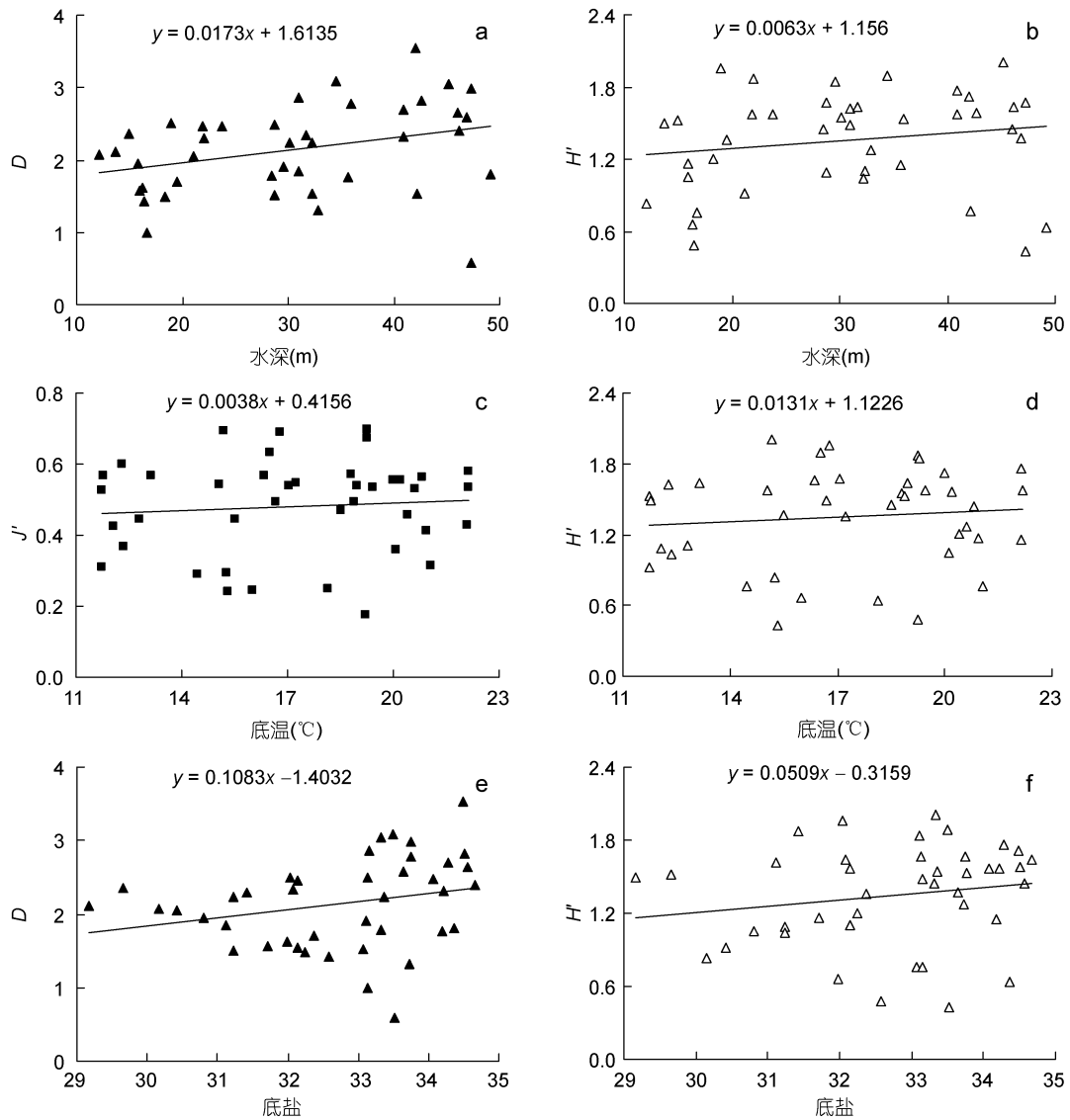


图 3 鱼类多样性指数与环境因子的关系

Fig.3 Relationship between the diversity indices of fish species and the environmental factors

位(如 P07 站位 5 月的种类数为 30 种, 其生物量仅为 127kg/km², 而尾数密度最高的矛尾鰕虎鱼占总尾数密度之比仅为 6.58%), 从而导致生物量与三类多样性指数均呈线性负相关。

3.3 资源量指数差异分析

由分析结果可知, 5 月与 6 月的生物量、尾数密度之间均存在极显著的差异, 这主要由石首鱼科(白姑鱼、银鲳与带鱼)、鲷科(鲷)与鰕虎鱼科(矛尾鰕虎鱼)

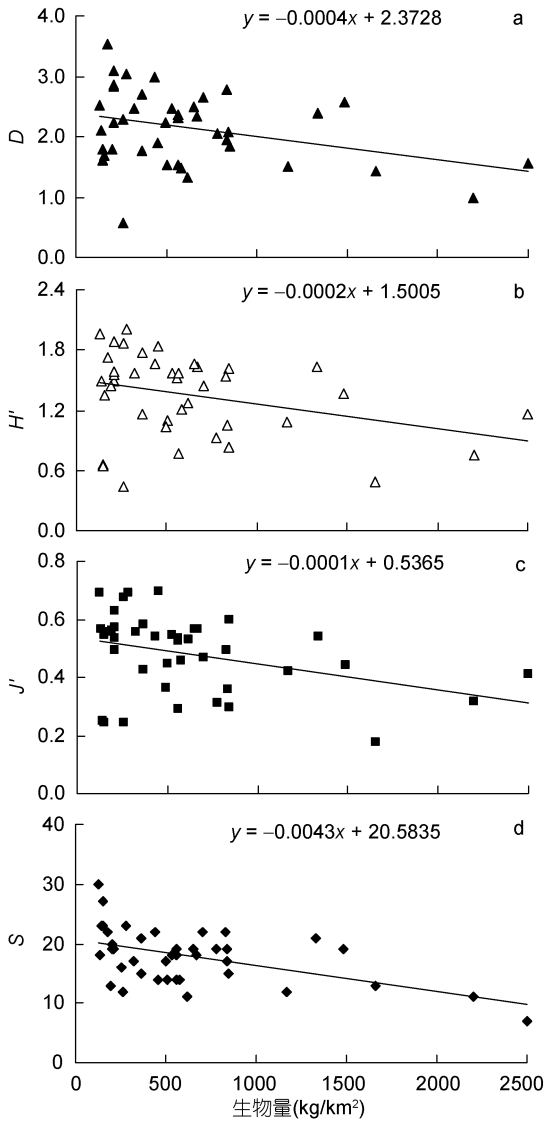


图4 鱼类多样性指数与生物量的关系

Fig.4 Relationship between the diversity indices and the biomass of fish species

鱼类大量幼鱼在6月成为补充群体所致(表4)。

3.4 与瓯江口海域的优势种、多样性指数(H')比较

瓯江口海域处于本调查海域的近岸一侧,据文献(徐兆礼,2008),该海域6月有鱼类50种,优势种为白姑鱼。与其同期相比,虽然本调查海域的种类数(56种)与之相差不多,但优势种(白姑鱼、带鱼与矛尾鰕虎鱼)却相差很大,这主要是由于该月白姑鱼在瓯江口及其外部水域形成了巨大的洄游群(徐兆礼,2008)而成为两者的共同优势种;温台渔场的幼带鱼主要在温州湾外侧海区索饵(吴常文,1991)而使瓯江口海域只能少量捕获;矛尾鰕虎鱼作为鱼类重要的饵料生物之一,在瓯江口海域的IRI仅为4.35(重量与尾数百分数分别为0.11与0.14,出现频率为17.39),这可能与河口通常以小型鱼类与幼鱼(幼鱼主要摄食浮游动物,而小型鱼类也难以捕食体型相对较大的矛尾鰕虎鱼)为主(徐兆礼,2008)的水生生物群落结构相适应的结果。

另外,本调查海域(水深12—49m,平均水深30.50m)的H'值为1.29,高于瓯江口海域水深20—30m的1.01,这进一步验证了前述H'值随水深的增加而增加的分析结果,也符合从大陆架到深水区物种多样性通常会随着水深的增加而增高(尚玉昌,2005)的结论。

3.5 优势种、资源量指数与生态类型之间的关系

如按适温性(郑元甲等,2003;徐兆礼,2008;张洪亮等,2012a)进行分类,则春季全部90种中除40种暖温性鱼种外,其余50种均为暖水性鱼种,暖水性鱼种占总数的55.56%;春季全部5种优势种均为暖水性鱼种,即其占总数的100%。在资源量指数方面,暖水性鱼种分别占春季总生物量与总尾数密度

表4 5—6月3科鱼类的主要参数比较

Tab.4 Comparison on main parameters of fishes belonged to three families between May and June

科	种	月份	主要参数				
			生物量(kg/km ²)	比例(%)	尾数密度(×10 ³ ind./km ²)	比例(%)	平均尾重(g/ind.)
石首鱼科	幼鱼	5	30.21	9.15	6.62	14.66	4.57
		6	369.23	44.07	121.70	39.97	3.03
鳀科	鳀	5	39.11	11.84	18.63	41.28	2.10
		6	125.88	15.02	120.83	39.68	1.04
鰕虎鱼科	矛尾鰕虎鱼	5	0.86	0.26	0.05	0.10	19.05
		6	92.60	11.05	37.67	12.37	2.46
合计		5	70.18	21.25	25.30	56.04	2.77
		6	587.71	70.15	280.20	92.02	2.10

的 78.07% 与 86.35%, 其中, 优势种分别占 52.25% 与 69.40%; 各月中暖水性鱼种也分别占该月总生物量与总尾数密度的 73.85% 与 83.59 以上(图 5), 其中, 优势种分别占 43.88% 与 63.20% 以上。因此, 浙江南部近海春季以暖水性鱼类占主导地位, 这也与徐兆礼(2008)对瓯江口海域的调查结果相一致。

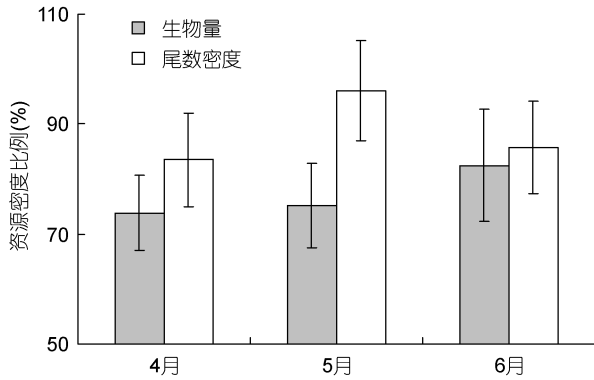


图 5 暖水性种资源密度占总资源密度比例的月间变化
Fig.5 Monthly variations of the abundance density percentage of warm water species compared with all the species

参 考 文 献

- 成庆泰, 郑葆珊, 1987. 中国鱼类系统检索. 北京: 科学出版社, 114—315
- 吴常文, 1991. 浙江近海幼带鱼分布的研究. 浙江水产学院学报, 10(1): 21—29
- 沈盎绿, 徐兆礼, 2008. 瓯江口海域夏秋季鱼类初步调查. 海洋渔业, 30(3): 285—290
- 宋海棠, 丁天明, 1995. 浙江渔场鲈鱼 *Scomber japonicus*、蓝圆鲹 *Decapterus maruadsi* 不同群体的组成及分布. 浙江水产学院学报, 14(1): 29—35
- 张洪亮, 徐开达, 朱增军等, 2012a. 岱衢洋鱼类资源及其群落多样性的季节变化. 水产学报, 36(4): 601—607
- 张洪亮, 梁君, 贺舟挺等, 2012b. 岱衢洋渔业动物多样性分析. 水生生物学报, 36(5): 922—931
- 张洪亮, 潘国良, 王伟定等, 2012c. 岱衢洋拖网甲壳动物多样性的季节变化. 海洋与湖沼, 43(1): 95—99
- 陈亚瞿, 朱启琴, 1984. 东海带鱼摄食习性、饵料基础及与渔场的关系. 水产学报, 8(2): 135—145
- 林龙山, 程家骅, 姜亚洲等, 2008. 黄海南部和东海小黄鱼 (*Larimichthys polyactis*) 产卵场分布及其环境特征. 生态学报, 28(8): 3485—3493
- 尚玉昌, 2005. 普通生态学(第二版). 北京: 北京大学出版社, 148—175
- 周永东, 金海卫, 蒋日进等, 2011. 浙江中北部沿岸春、夏季鱼卵和仔稚鱼种类组成与数量分布. 水产学报, 35(6): 880—889
- 郑元甲, 陈雪忠, 程家骅等, 2003. 东海大陆架生物资源与环境. 上海: 上海科技出版社, 286—741
- 郑德锋, 赵金良, 周文玉等, 2011. 我国沿海棘头梅童鱼 (*Collichthys lucidus*) 群体遗传结构的 AFLP 分析. 海洋与湖沼, 42(3): 443—447
- 单秀娟, 金显仕, 2011. 长江口近海春季鱼类群落结构的多样性研究. 海洋与湖沼, 42(1): 32—40
- 赵进, 郭应建, 励建荣等, 2012. 大黄鱼 (*Pseudosciaena crocea*) *Cathepsin L* 基因 cDNA 片段的克隆与稳定性研究. 海洋与湖沼, 43(2): 330—334
- 俞存根, 陈小庆, 胡颢琰等, 2011a. 舟山渔场及邻近海域浮游动物种类组成及群落结构特征. 水生生物学报, 35(1): 183—193
- 俞存根, 陈全震, 陈小庆等, 2011b. 舟山渔场及邻近海域鱼类种类组成和数量分布. 海洋与湖沼, 41(3): 410—417
- 俞存根, 虞聪达, 章飞军等, 2009. 浙江南部外海鱼类种类组成和数量分布. 海洋与湖沼, 40(3): 353—360
- 徐兆礼, 2008. 瓯江口海域夏秋季鱼类多样性. 生态学报, 28(12): 5948—5956
- 徐兆礼, 2010. 春夏季闽江口和兴化湾鱼类数量特征的研究. 水产学报, 34(9): 1395—1403
- 徐善良, 王丹丽, 徐继林等, 2012. 东海银鲱 (*Pampus argenteus*)、灰鲱 (*P. cinereus*) 和中国鲱 (*P. sinensis*) 肌肉主要营养成分分析与评价. 海洋与湖沼, 43(4): 775—782
- 梁振林, 闫伟, 孙鹏等, 2012. 刺网选择性对鱼类典型性状的选择作用研究. 海洋与湖沼, 43(2): 330—334
- 蔡萌, 徐兆礼, 2009. 浙江三门湾冬夏季鱼类种类组成和数量变化. 上海海洋大学学报, 18(2): 198—205
- Leveque C, 1995. Role and consequences of fish diversity in the functioning of African freshwater ecosystems: A review. Aquat Living Resour, 8: 59—78
- Margalef R, 1958. Information theory in ecology. Gen Syst, 3(1): 36—71
- Pielou E C, 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. New York: Wiley-Interscience, 286
- Pinkas L, Oliphant M S, Iverson I L K, 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif Shrimp Game, Fish Bull, 152: 1—105
- Pombo L, Rebelo J E, Elliott M, 2007. The structure, diversity and somatic production of the fish community in an estuarine coastal lagoon. Ria de Aveiro (Portugal), 587: 253—268
- Shannon C E, Weaver W, 1963. The Mathematical Theory of Communication. Urbana, IL: University of Illinois Press, 125
- Wolter C, 2001. Conservation of fish species diversity in navigable water ways. Landscape Urban Planning, 5: 135—144

DIVERSITY ANALYSIS OF FISH IN THE COASTAL AREA OF ZHEJIANG DURING SPRING

ZHANG Hong-Liang¹, SONG Zhi-Qi², PAN Guo-Liang¹,
CHEN Feng¹, ZHOU Yong-Dong¹

(1. Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang Province; Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources for Key Fishing Grounds, Ministry of Agriculture, P R China; Key Laboratory for Technology Research on Sustainable Utilization of Marine Fishery Resource, Zhejiang Province, Zhoushan, 316100; 2. Pinghu Fishery Technical Extension Center, Pinghu, 314200)

Abstract The species diversity of fish in the Coastal area of South Zhejiang was analyzed based on the data collected during spring (from April, May to June) in 2011 by bottom trawl. There are four methods including sweep area method, biodiversity analysis, analysis of variance (ANOVA) and bivariate correlations were used. The results showed that: A total of 90 species of fish were caught by bottom trawl, which belonged to 75 genera, of 51 families, 15 orders and 2 classes. For percentage of number of species, biomass and number abundance density, warm water species all occupied the dominant position. All the dominant species were warm water species, among them, *Chaeturichthys stigmatias* was the dominant species in all the survey months. Both the biomass and the number abundance density in June were the highest, but opposite in May. The biomass, number abundance density and Margalef richness index (D) in June was especially different with those in May ($P < 0.01$), respectively. Significantly linear positive correlation existed between the Shannon-Wiener diversity index (H') and sea water depth ($P < 0.05$), and same to sea bottom water temperate and salinity ($P < 0.05$), otherwise, Significantly linear negative correlation existed between the Shannon-Wiener diversity index (H') and the biomass ($P < 0.05$), which indicated that the Shannon-Wiener diversity index (H') of fish in the Coastal area of South Zhejiang increased with the increasing of sea water depth, and same to sea bottom water temperate and salinity, but decreased with the increasing of the biomass.

Key words The coastal area of south Zhejiang, Spring, Fish, Diversity