

doi: 10.7541/2013.85

浙江南部沿岸产卵场春季虾类群落结构特征分析

张洪亮 王忠明 朱增军 贺舟挺 周永东

(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)

摘要: 根据 2011 年春季(4—6 月)对浙江南部沿岸产卵场进行的共 3 个航次的底拖网调查数据, 分析了该海域虾类的群落结构特征。结果表明: 春季共发现虾类 22 种, 隶属于 1 目 9 科 16 属; 虾类生物量与尾数密度的最小值与最大值均分别出现在 5 月与 6 月; 细巧仿对虾、葛氏长臂虾与周氏新对虾为各月的共同优势种; 5 月与 6 月的多样性指数(H')存在显著差异($P < 0.05$); 多样性指数(H')和水深、底盐与生物量均呈线性负相关($P < 0.05$)。浙江南部沿岸产卵场春季虾类群落以广温广盐种为主、结构简单, 其多样性(H')随水深、底盐与生物量的增加而降低, 各月共同优势种对生物量与尾数密度的贡献率均超过四成。

关键词: 浙江南部沿岸产卵场; 虾类; 春季; 优势种; 物种多样性; 群落结构

中图分类号: Q145⁺.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2013)04-0712-10

浙江南部沿岸产卵场是指浙江中北部沿岸产卵场^[1]以南、机轮拖网禁渔区线以西水深大于 15 m 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^[2], 其水文条件适宜、饵料生物丰富, 磷虾(*Euphausia pacifica*)、中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)等饵料生物繁盛^[3], 因而成为多种重要的经济鱼、虾、蟹类的繁殖生长场所^[4]。虾类是东海区渔业资源的重要组成部分之一^[5], 国内对其研究较多, 除资源评估与利用^[5-8]、种类组成与数量分布^[9-11]外, 群落结构与多样性也是其重要研究内容之一, 如陈小庆等^[12]对东海中南部外海虾类的群落结构特征进行了分析, 俞存根等^[13]对东海虾类的群落结构及其多样性进行了研究, 王彝豪^[14]对舟山沿海经济虾类的区系特点进行了探讨, 但有关浙江南部沿岸产卵场虾类群落结构方面的专门研究未见公开报道, 仅在相关文章^[2, 5, 11, 13, 15]中有所涉及。因此, 在生物多样性日益被世界各国所重视^[16-19]的今天, 有必要对浙江南部沿岸产卵场虾类的群落结构与多样性进行研究, 为今后开展浙江

沿岸渔业生态功能区及重要渔业水域的选划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—6 月)对浙江南部沿岸产卵场进行的共 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(其中, 4 月的 P07、P10、P13 站位与 5 月的 P13 站位因附近流刺网作业太多而未进行调查), 设置情况如图 1 所示。底拖网网口拉紧周长 50 m, 网身拉紧长度 48 m, 囊网网目尺寸 2.5 cm, 上纲长 30 m, 下纲长 37 m。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 0.1 g 与 1 mm。

调查船为“浙普渔 34256 号”, 该船全长 28.0 m、型宽 6.2 m、型深 2.6 m, 总吨位 123 t, 主机功率 183.8 kW。

收稿日期: 2012-09-25; 修订日期: 2013-03-17

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAD43B01、2007BAD43B02); 浙江省海洋与渔业项目(浙海渔计[2010]205 号); 浙江省科技计划项目(2011F10001、2012F30015)资助

作者简介: 张洪亮(1968—), 男, 浙江嵊州人; 高级工程师; 主要从事渔业资源及生物多样性研究。E-mail: hidalgo310@163.com

通信作者: 周永东(1969—), 男, 教授级高级工程师; 主要从事渔业资源和生态学研究。E-mail: zyd511@sina.com

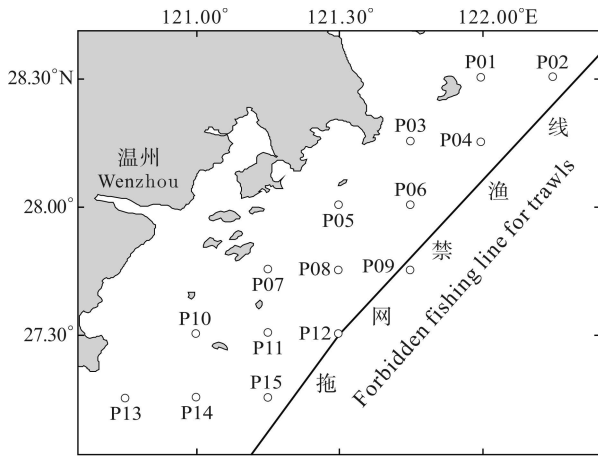


图 1 调查站位

Fig. 1 The survey positions

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 (ANOVA) 与线性相关分析 (BIVARIATE CORRELATIONS); 底拖网各站位调查数据用扫海面积法^[20]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) (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^[21]), 另将 i 月各站位的资源密度相加后除以实际调查站位数即可求得该月的平均资源密度; Pinkas 物种优势度指数 (IRI)^[22] 的计算式为 $IRI = (W_i + P_i)F$, 式中: W_i 为某种鱼的渔获重量占总渔获重量的百分数 (%), P_i 为某种鱼的渔获尾数占总渔获尾数的百分数 (%), F 为某种鱼在各月底拖网总次数中出现的频率, 即出现次数与总底拖网次数之百分比 (%); Margalef 丰富度指数 (D)、Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J') 的计算式分别为: $D = (S-1)/\ln N$, $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$, $J' = H'/\ln S$, 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; 种类数更替率 (R) 的计算式^[23]为: $R = (a+b-2c)/(a+b-c) \times 100\%$, 式中, a 、 b 为相邻两个月的种类数, c 为其相同种类数; 群落结构相似性分析采用 PRIMER 5.0 的等级聚类 (UPGAMA) 和非度量多维标度 (MDS) 方法, 即生物量数据经过四次方根标准化后, 在计算 Bray-Curtis 相似性系数的基础上, 进行等级聚类与二维非线性

标序, 并用胁强系数 (Stress) 判断 MDS 分析结果的好坏: $\text{Stress} < 0.2$ 表示图形具有一定的解释意义, $\text{Stress} < 0.1$ 表示可认可其是一个好的排序, $\text{Stress} < 0.05$ 表示其具有很好的代表性^[24]; 虾类种类的鉴定参照有关文献^[5-15, 25, 26]; 生态类型分为广温低盐类型 (Eurythermal and hyposaline type)、广温广盐类型 (Eurythermal and euryhaline type) 与高温高盐类型^[12-15, 27], 分别用 A、B 与 C 表示; 4 月与 5 月未调查站位的缺失数据分别用该月平均数中的众数进行填补^[28]后, 用前述方法检验其对群落结构特征分析结果的影响。

2 结果

2.1 种类组成

春季共捕获虾类 22 种 (表 1), 它们分别隶属于 1 目 9 科 16 属。其中, 4 月 16 种, 分别隶属于 8 科 12 属; 5 月 17 种, 分别隶属于 7 科 13 属; 6 月 17 种, 分别隶属于 8 科 13 属。另外, 从生态类型看, 春季所有种类中广温广盐种 12 种, 广温低盐种 8 种, 高温高盐种 2 种。其中, 4 月广温广盐种 10 种, 广温低盐种 5 种, 高温高盐种 1 种; 5 月广温广盐种 10 种, 广温低盐种 5 种, 高温高盐种 2 种; 6 月广温广盐种 10 种, 广温低盐种 6 种, 高温高盐种 1 种。从种类更替情况看, 5 月与 4 月的种类数更替率为 35.00%, 6 月与 5 月为 21.05%。

2.2 资源丰度

春季虾类的平均生物量与尾数密度分别为 $89.49 \text{ kg}/\text{km}^2$ 和 $37.65 \times 10^3 \text{ ind.}/\text{km}^2$, 其各月资源丰度的变化情况如图 2 所示。由图可看出, 虾类生物量与尾数密度的月间变化趋势相同, 即其最大值均出现在 6 月, 而最小值都出现在 5 月。虾类生物量与尾数密度的最大值分别是最小值的 1.75 倍与 1.97 倍。显著性检验结果表明, 虾类生物量与尾数密度各月间的差异均不显著; 未调查站位对上述结果不产生显著影响 ($P \geq 0.113 > 0.05$)。另外, 从图 3 可知, 4 月、5 月与 6 月这 3 个月中, 5 月各站位生物量、尾数密度值的变化幅度都较小, 这表明该月各站位虾类的生物量、尾数密度的分布较均匀。

2.3 相对优势种

虾类的相对重要性指数 (IRI) 计算结果如表 2 所示。如定义 $IRI \geq 1000$ 的种类为优势种, 则由表可知, 春季优势种共 4 种, 分别为周氏新对虾 (*Metapenaeus joyneri*)、细巧仿对虾 (*Parapenaeopsis tenella*)、葛氏

表 1 渔获种类及其生态类型
Tab. 1 Fished species and their ecological types

科 Family	种 Species	生态类型 Ecological type			捕获月份 Caught month		
		A	B	C	4月 April	5月 May	6月 June
管鞭虾科 Solenoceridae	中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>		*		*	*	*
	大管鞭虾 <i>Solenocera melantho</i>			*		*	
对虾科 Penaeidae	周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i>		*		*	*	*
	哈氏仿对虾 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i>		*		*	*	*
	细巧仿对虾 <i>Parapenaeopsis tenella</i>		*		*	*	*
	长毛明对虾 <i>Fenneropenaeus penicillatus</i>	*				*	*
	中国明对虾 <i>Fenneropenaeus chinensis</i>	*					*
	日本囊对虾 <i>Marsupenaeus japonicus</i>		*			*	*
	鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>		*		*	*	*
	须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i>			*	*	*	*
	戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>	*			*	*	*
长臂虾科 Palaemonidae	安氏白虾 <i>Exopalaemon annandalei</i>	*			*		
	脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>	*			*	*	
	葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>		*		*	*	*
樱虾科 Sergestidae	中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>		*		*	*	*
长额虾科 Pandalidae	东海红虾 <i>Plesionika izumiae</i>		*			*	*
鼓虾科 Alpheidae	日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>		*		*	*	*
	鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>	*			*	*	*
玻璃虾科 Pasiphaeidae	细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	*			*	*	*
藻虾科 Hippolytidae	鞭腕虾 <i>Lysmata vittata</i>	*					*
	脊额外鞭腕虾 <i>Exhippolytina ensirostri</i>		*		*		
褐虾科 Crangonidae	脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>		*		*		

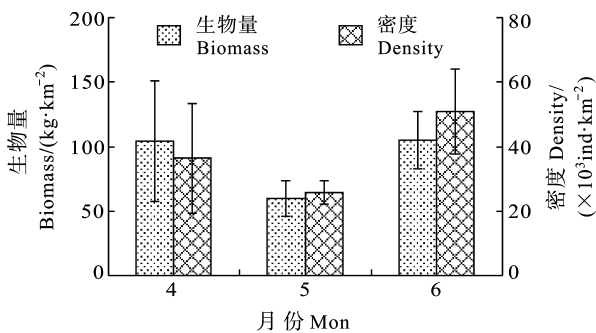


图 2 虾类资源丰度的月间分布

Fig. 2 Monthly distributions of the resource abundance of shrimps

长臂虾(*Palaemon gravieri*)与鹰爪虾(*Trachypenaeus curvirostris*)。而分月份中, 4、5与6月的优势种分别为4、4与5种。其中, 细巧仿对虾、葛氏长臂虾与周氏新对虾为各月的共同优势种, 戴氏赤虾(*Metapenaeopsis dalei*)、日本鼓虾(*Alpheus japonicus*)、鹰爪虾(*Trachypenaeus curvirostris*)与中国毛虾(*Acetes chinensis*)为某一月份的优势种。

2.4 物种多样性

春季及各月虾类的多样性指数如表 3 所示。由表可知, 3类多样性指数均值的最大值都出现在5月, 这表明该月虾类群落的物种丰富度、多样性与均匀性都较高。显著性检验结果表明, 3类多样性指数均值中, 仅5月与6月的 H' 值存在显著差异($P = 0.018 < 0.05$); 未调查站位对上述结果不产生显著影响($P \geq 0.135 > 0.05$)。另外, 从图 4 可以看出, 4、5与6月这3个月中, 5月各站位的 D 值、 H' 值与 J' 值变化幅度均较小, 这表明该月各站位虾类群落的物种丰富度、多样性与均匀性都比较一致。

2.5 聚类分析与排序结果

图 5 与图 6 分别为各站位虾类生物量的 UPGAMA 聚类与 MDS 标序分析结果图, 其中图 5 中各图的纵轴为百分比相似系数(Similarity%)。由图 6 可以看出, 春季及其各月的胁迫系数均小于 0.2 (即 $Stress < 0.2$), 这表明图 6 所示的 MDS 标序分析结果具有一定的可信度。在 40%的相似度上, 春

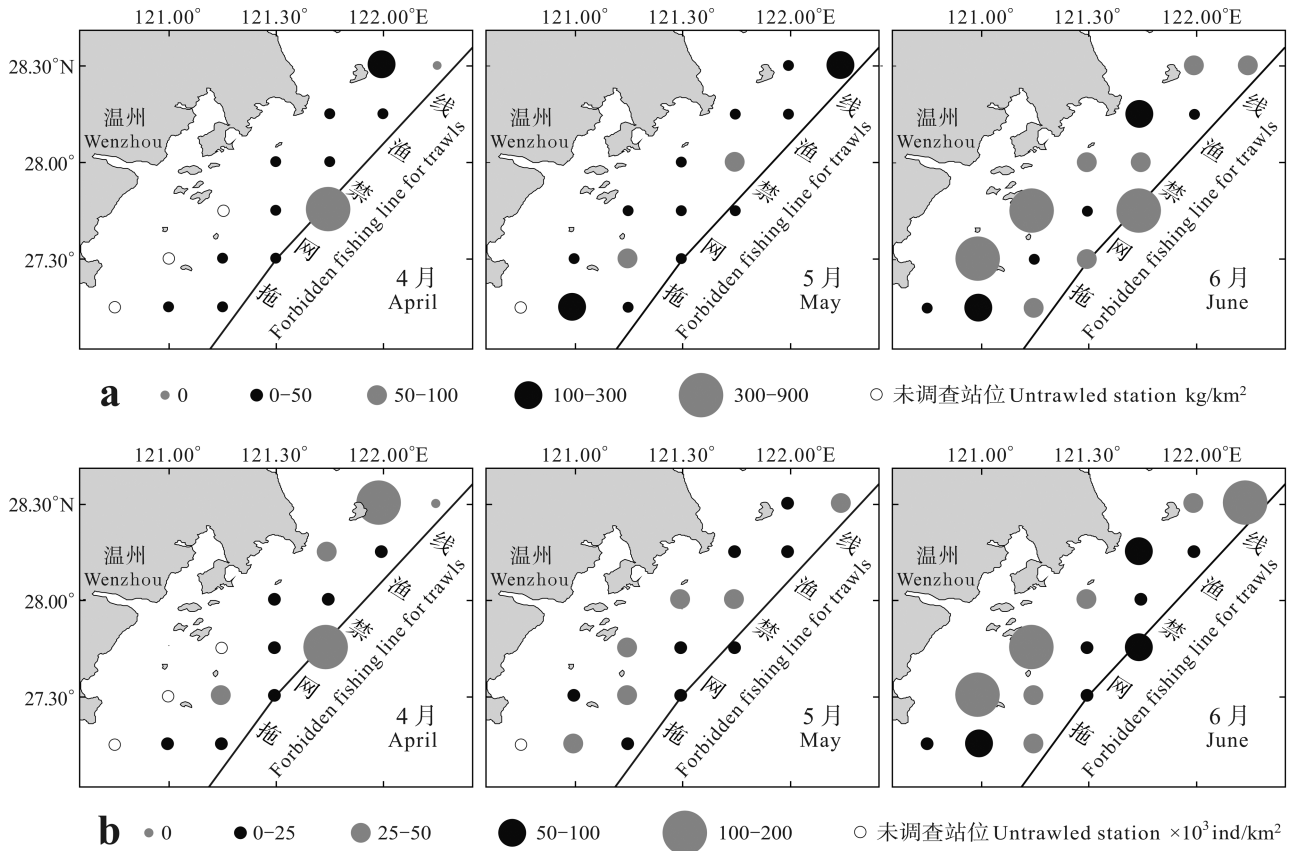


图 3 虾类资源丰度的空间分布

Fig. 3 Spatial distributions of the resource abundance of shrimps
a. 生物量 Biomass; b. 密度 Density

季及其各月份均可分成 I 型和 II 型共两大群聚类型: I 型各站位的种类数较少(≤ 5)且最高生物量种的生物量占总生物量的比例较高($\geq 70\%$), II 型各站位的种类数较多(≥ 5)且最高生物量种的生物量占总生物量的比例较低($\leq 60\%$)。其中, 春季 P13 站点为 I 型, 其余 14 个站点为 II 型; 4 月 P02 站点为 I 型, 其余 11 个站点为 II 型; 5 月 P02 站点为 I 型, 其余 13 个站点为 II 型; 6 月 P12、P02、P09、P04 与 P15 共 5 个站点为 I 型, 其余 10 个站点为 II 型(图 5)。这表明浙江南部沿岸产卵场春季及其各月虾类的绝大多数站点属同一群聚类型。显著性检验结果表明, 未调查站位对上述聚类分析与排序结果影响不显著($P \geq 0.121 > 0.05$)。

2.6 多样性指数与环境因子、生物量的关系

多样性指数(H')与环境因子的关系 多样性指数 H' 与各站位水深、底温与底盐的关系如图 7 所示。相关性分析结果表明, 多样性指数 H' 和水深、底盐均呈线性负相关[分别为 $r = -0.333^*$, $P = 0.036 < 0.05$ (在 SPSS 检验中, 相关系数 r 的上标“*”与“**”)]

分别表示差异显著与极显著, 下同)与 $r = -0.315^*$, $P = 0.048 < 0.05$], 这表明浙江南部沿岸产卵场春季虾类的多样性随水深与底盐的增加而降低。

生物量与多样性指数的关系 相关性分析结果表明, 生物量与多样性指数(H')、均匀度指数(J')均呈线性负相关(分别为 $r = -0.381^*$, $P = 0.015 < 0.05$ 与 $r = -0.501^{**}$, $P = 0.001 < 0.01$)(图 8), 这表明浙江南部沿岸产卵场春季虾类的多样性和均匀度随生物量的增加而呈下降的趋势。

3 讨论

3.1 多样性指数与环境因子、生物量的关系

浙江南部沿岸产卵场春季虾类的多样性指数 H' 和底盐呈线性负相关, 这主要因春季浙江南部沿岸产卵场低盐种占总种类数的 36.36%, 而高盐种仅占总种类数的 9.09%, 低盐种的比例显著高于高盐种所致。而在沿岸海域, 水深的增加通常意味着底盐的增高, 因此, 多样性指数 H' 和水深也呈线性负相关。多样性指数 H' 和底盐、水深的这种相关关系, 在

表 2 虾类的 IRI 指数
Tab. 2 The IRI of shrimps

名称 Species	春季 Spring	4 月 April	5 月 May	6 月 June
安氏白虾 <i>Exopalaemon annandalei</i>	0.09	0.27		
鞭腕虾 <i>Lysmata vittata</i>	0.02			0.05
长毛明对虾 <i>Fenneropenaeus penicillatus</i>	1.46		3.82	1.35
大管鞭虾 <i>Solenocera melantho</i>	0.20		0.88	
戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>	560.43	1327.88*	634.66	45.87
东海红虾 <i>Plesionika izumiae</i>	2.68		10.27	0.64
葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	1964.92*	2167.65*	2949.57*	1360.54*
哈氏仿对虾 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	103.68	7.16	67.76	197.38
脊额外鞭腕虾 <i>Exhippolysmata ensirostri</i>	6.68	23.01		
脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>	0.30	0.98		
脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>	5.00	4.14	16.08	
日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>	599.64	412.23	1325.39*	372.80
日本囊对虾 <i>Marsupenaeus japonicus</i>	0.55		1.73	0.35
细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	6.18	5.74	5.02	7.14
细巧仿对虾 <i>Parapenaeopsis tenella</i>	3254.49*	2282.78*	3173.86*	4018.31*
鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>	454.16	622.43	465.29	345.94
须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	120.62	1.89	516.33	2.25
鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	1836.46*	38.96	400.36	3799.72*
中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>	526.37	0.64	65.21	1070.26*
中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>	53.08	1.17	48.64	90.53
周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i>	4655.38*	9417.02*	4506.93*	1328.53*
中国明对虾 <i>Fenneropenaeus chinensis</i>	1.99			4.59

注: “*”表示优势种

Note: “*” denotes dominant species

表 3 虾类的多样性指数
Tab. 3 The diversity indices of shrimps

时间 Time	<i>D</i>				<i>H'</i>				<i>J'</i>			
	Min	Max	Mean	Std. Error	Min	Max	Mean	Std. Error	Min	Max	Mean	Std. Error
4 月 April	0.00	0.92	0.51	0.07	0.00	1.73	1.01	0.15	0.00	0.89	0.56	0.08
5 月 May	0.44	0.78	0.60	0.03	0.98	1.57	1.29	0.05	0.48	0.80	0.67	0.02
6 月 June	0.12	0.88	0.51	0.06	0.14	1.54	0.97	0.10	0.10	0.93	0.57	0.05
春季 Spring	0.00	0.92	0.54	0.05	0.00	1.73	1.09	0.10	0.00	0.93	0.60	0.05

本文中得到了相互印证。另外, 由于春季该海域以广温种虾类(广温广盐种与广温低盐种之和)为主(约占总种类数的 90.91%), 底温对虾类分布的影响较小, 从而导致多样性指数 H' 与底温的相关性较差。

而虾类的多样性和均匀度随生物量的增加而下降, 主要由于生物量高的站位往往种类数并不很多但各种类之间的尾数密度相差悬殊, 如 4 月 P09 站位的种类数为 6 种, 其生物量达到 867.38 kg/km², 而尾数密度位列前 3 位的周氏新对虾、戴氏赤虾与

细巧仿对虾占总尾数密度之比分别为 94.68%、3.94%与 0.69%; 而生物量低的站位通常种类数并不少但各种类之间的尾数密度相差不大, 如 4 月 P14 站位的种类数也为 6 种, 其生物量仅为 13.79 kg/km², 而尾数密度位列前 3 位的戴氏赤虾、周氏新对虾与细巧仿对虾占总尾数密度之比分别为 25.13%、18.33%与 13.12%。

3.2 与外侧海域多样性指数(H')比较

5 月浙江南部沿岸产卵场虾类多样性指数 H' 的均值为 1.29 (表 3), 高于同期禁渔区线外侧东海海域

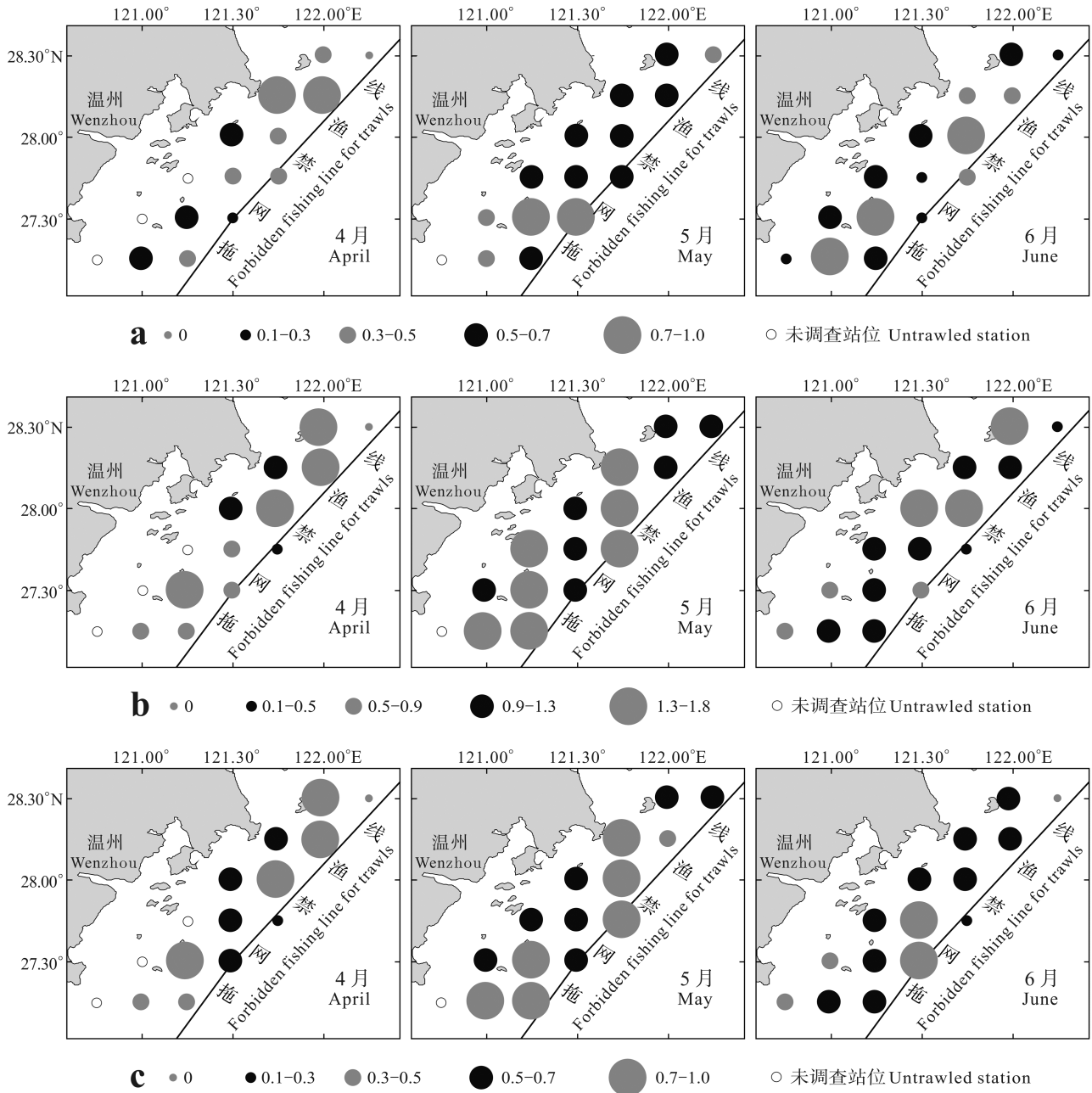


图 4 虾类多样性指数的空间分布

Fig. 4 Spatial distributions of the diversity indices of shrimps

a. 丰度指数(D)Richness index; b. 多样性指数(H')Diversity index; c. 均匀度指数(J)Evenness index

虾类的 1.18^[13], 这进一步证实了前述多样性指数 H' 总体上呈随水深的增加而降低的趋势这一结论。

3.3 种类数、优势种、资源丰度与生态类型之间的关系

浙江南部沿岸产卵场春季虾类的种类组成中, 广温广盐种占总种类数的 54.55%, 其中, 4 月、5 月与 6 月分别占该月总数的 62.50%、58.82%与 58.82%。春季所有优势种均为广温广盐种, 而各月中除 4 月的戴氏赤虾为广温低盐种外, 其余也均为

广温广盐种。在春季资源丰度构成中, 广温广盐种分别占总生物量与总尾数密度的 93.99%与 93.19%, 其中, 广温广盐优势种分别占 86.22%与 83.76%; 各月中广温广盐种也分别占该月总生物量与总尾数密度的 89.32%与 84.25%以上, 其中, 广温广盐优势种分别占 75.68%与 69.35%以上。因此, 春季浙江南部沿岸产卵场以广温广盐种虾类占主导地位, 这也与虞存根等^[13]对春季东海海域虾类群落结构及其多样性的调查结论相一致。

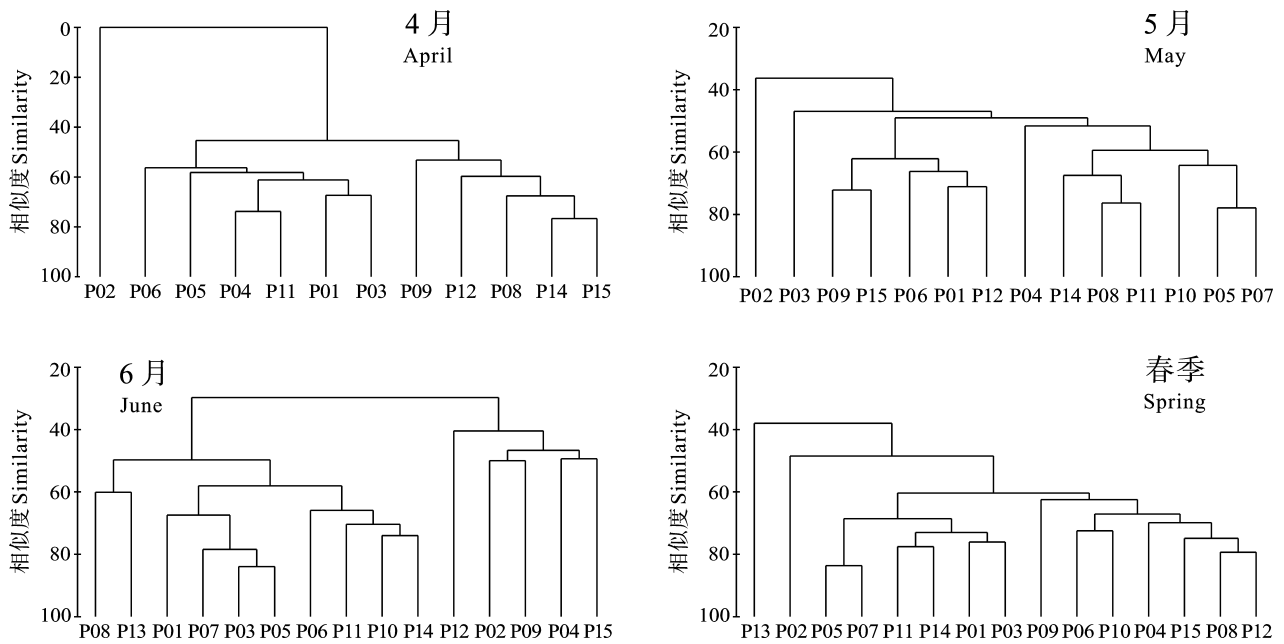


图5 虾类群落的聚类结果

Fig. 5 The cluster results of shrimp communities

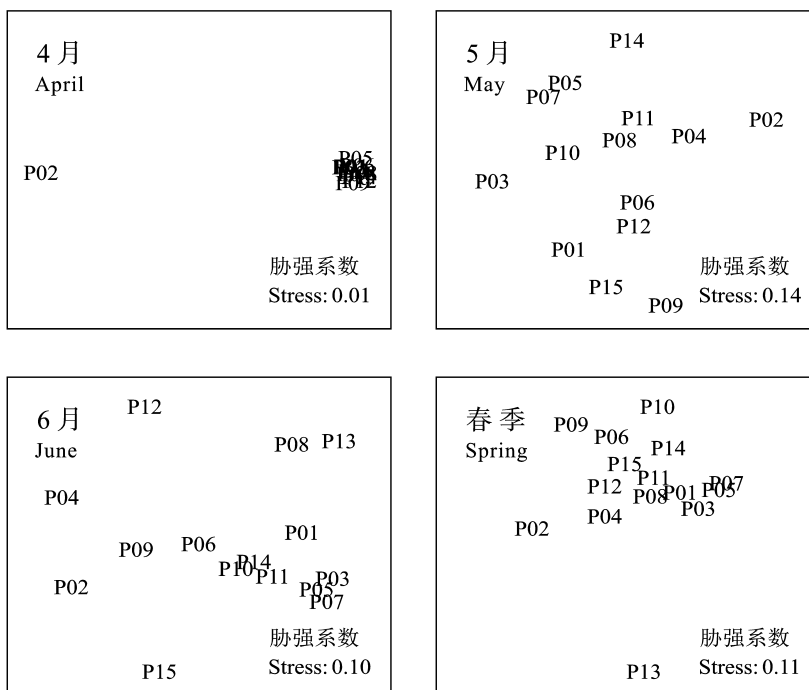


图6 虾类群落的MDS标序结果

Fig. 6 The results of MDS of shrimp communities

3.4 共有优势种对资源丰度的贡献率

如以各优势种生物量(尾数密度)占总生物量(尾数密度)的比值作为贡献率^[29],则3种共有优势种对各月生物量与尾数密度的总贡献率分别超过47.00%与43.19%(图9),而其占各月总种类数的比

例不超过18.75%,这表明3种共有优势种对春季浙江南部沿岸产卵场生物量与尾数密度的贡献显著。其中,葛氏长臂虾对各月生物量与尾数密度的贡献率均较稳定,其值分别在10.16%—15.52%与10.24%—16.24%;细巧仿对虾对各月生物量的贡献率变化较大,其值由4月的5.65%升至6月的24.38%,但对尾数密度的贡献率较稳定,其值在22.54%—30.42%;周氏新对虾对各月生物量与尾数密度的贡献率变化均较大,分别由4月的70.83%与31.90%降至6月的12.80%与2.53%。另外,上述葛氏长臂虾与周氏新对虾对资源丰度特别是对生物量贡献率的变化,从一个侧面反映了群落生物资源此消彼长的规律。

3.5 群落结构特征

由以上分析与讨论结果可知,浙江南部沿岸产卵场春季虾类以广温种生态类型为主、种类更替较少(更替率不超过35.00%)、月间优势种变化不大(各月共有优势种的种类数占其总种类数的比例不低于

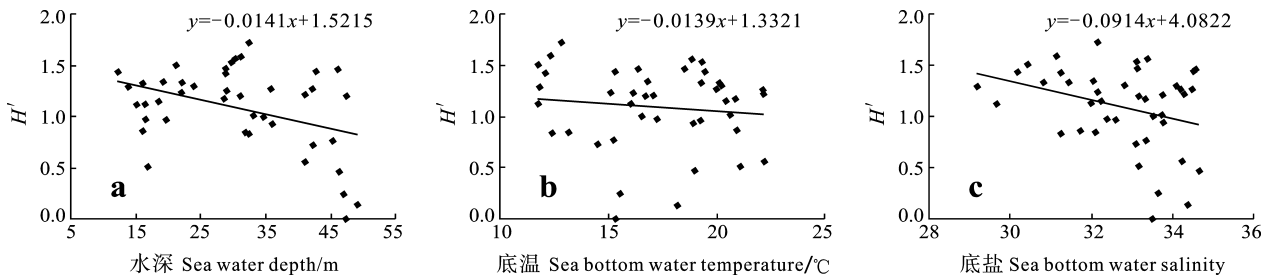
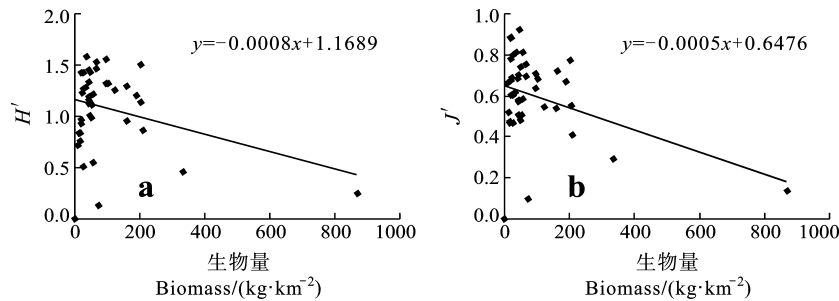
图 7 虾类多样性指数(H')与环境因子的关系Fig. 7 Relationship between the Shannon-Wiener diversity index (H') of shrimps and the environmental factors
a. 水深 Sea water depth; b. 底温 Sea bottom water temperature; c. 底盐 Sea bottom water salinity

图 8 虾类多样性指数与生物量的关系

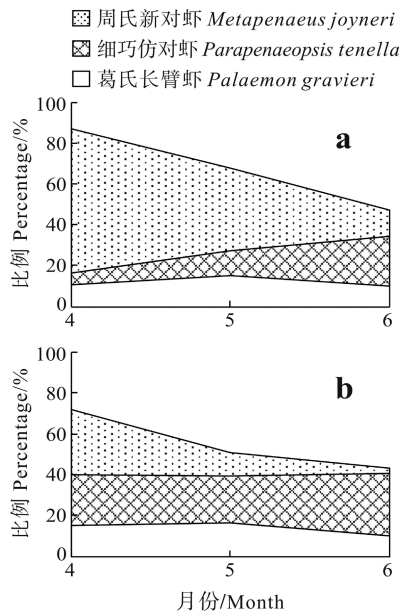
Fig. 8 Relationship between the diversity indices and the biomass of shrimps
a. 多样性指数(H') Diversity index; b. 均匀度指数(J') Evenness index

图 9 共有优势种对资源丰度的贡献率

Fig. 9 The contribution of common dominant species to resource abundance

a. 生物量 Biomass; b. 密度 Density

60%)、共有优势种对各月生物量与尾数密度的总贡献率高、群聚类型少(春季及各月均为 2 个)且极大多数站位属同一群聚类型,因此可以说,浙江南部沿岸产卵场春季虾类的群落结构特征较简单与稳定。

参考文献:

- [1] Zhou Y D, Jin H W, Jiang R J, *et al.* The category composition and abundance distributions of ichthyoplankton along the north-central coast of Zhejiang Province in spring and summer [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2011, **35**(6): 880—889 [周永东, 金海卫, 蒋日进, 等. 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*, 2011, **35**(6): 880—889]
- [2] Song H T, Ding T M. The composition and distribution of different colonies of *Scomber japonicus* & *Decapterus maruadsi* in Zhejiang fishing area [J]. *Journal of Zhejiang College of Fisheries*, 1995, **14**(1): 29—35 [宋海棠, 丁天明. 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*, 1995, **14**(1): 29—35]
- [3] Chen Y Q, Zhu Q Q. A study on the feeding habit of hairtail fish and the relationship between its food basis and fishing grounds in the Dong Hai (East China Sea) [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1984, **8**(2): 135—145 [陈亚瞿, 朱启琴. 东海带鱼摄食习性、饵料基础及与渔场的关系. *水产学报*, 1984, **8**(2): 135—145]
- [4] Tan S J, Gong X Z, Sun J, *et al.* The phytoplankton community in spawning ground of the East China Sea and its adjacent waters in spring [J]. *Marine Sciences*, 2009, **33**(8): 5—10 [谭书杰, 宫相忠, 孙军, 等. 春季东海产卵场及其邻近海域的浮游植物群落. *海洋科学*, 2009, **33**(8): 5—10]

- [5] Ling J Z, Cheng J H, Liu M. Discussion on the propagative periods, distribution areas and protection of the main economic shrimp in the East China Sea [J]. *Marine Fisheries*, 2004, **26**(1): 13—17 [凌建忠, 程家骅, 刘敏. 东海主要经济虾类繁殖期和分布区域及其资源保护的探讨. 海洋渔业, 2004, **26**(1): 13—17]
- [6] Lin J Z. Resource status of shrimps in the coastal ground of North Zhejiang [J]. *Marine Fisheries*, 1980, (6): 6—7 [林锦宗. 浙江北部近海虾类资源现状. 海洋渔业, 1980, (6): 6—7]
- [7] Song H T, Yu C G, Ding Y P, *et al.* On the reasonable utilization of offshore shrimp resources in Zhejiang [J]. *Journal of Zhejiang College of Fisheries*, 1991, **10**(2): 92—99 [宋海棠, 俞存根, 丁跃平, 等. 浙江近海虾类资源合理利用的研究. 浙江水产学院学报, 1991, **10**(2): 92—99]
- [8] Yao G D. Status of shrimp resources and its fisheries of the Changjiang estuary [J]. *Fisheries Science & Technology Information*, 1989, (6): 171—172 [姚根娣. 长江口的虾类资源和渔业现状. 水产科技情报, 1989, (6): 171—172]
- [9] Huang Q Y, Ling J Z, Li S F. Composition and distribution of shrimps in the coastal area of the Northern East China Sea in summer [J]. *Marine Fisheries*, 2009, **31**(3): 237—242 [黄庆洋, 凌建忠, 李圣法. 东海北部近海夏季虾类组成及其数量分布. 海洋渔业, 2009, **31**(3): 237—242]
- [10] Chen X Q, Yu C G, Yu C D, *et al.* Spatial distribution of shrimp assemblages in the offshore waters of the mid-southern East China Sea [J]. *Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science)*, 2010, **29**(4): 318—324 [陈小庆, 俞存根, 虞聪达, 等. 东海中南部外海虾类组成特征分析. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2010, **29**(4): 318—324]
- [11] Ye S Z, Zhang Z L, Hong M J, *et al.* Species composition and quantitative distribution of shrimps in the southern part of East China Sea [J]. *Marine Fisheries*, 2009, **31**(3): 231—236 [叶孙忠, 张壮丽, 洪明进, 等. 东海南部海域虾类种类组成及数量分布特点. 海洋渔业, 2009, **31**(3): 231—236]
- [12] Chen X Q, Yu C G, Yu C D. Community characteristics of shrimps in the offshore waters of the mid-southern East China Sea [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2009, **33**(4): 664—673 [陈小庆, 俞存根, 虞聪达. 东海中南部外海虾类群落结构特征分析. 水生生物学报, 2009, **33**(4): 664—673]
- [13] Yu C G, Chen X Q, Song H T. Analysis on community structure and diversity of shrimps in the East China Sea in spring [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, **29**(7): 3593—3604 [俞存根, 陈小庆, 宋海棠. 春季东海海域虾类群落结构及其多样性. 生态学报, 2009, **29**(7): 3593—3604]
- [14] Wang Y H. Notes on the shrimp and lobster fauna of the Zhoushan archipelago waters [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1987, **18**(1): 48—54 [王彝豪. 舟山沿海经济虾类及其区系特点. 海洋与湖沼, 1987, **18**(1): 48—54]
- [15] Song H T. The ecological colony and fauna characteristics of East China Sea shrimp [J]. *Studia Marina Sinica*, 2002, (44): 124—133 [宋海棠. 东海虾类的生态群落与区系特征. 海洋科学集刊, 2002, (44): 124—133]
- [16] Shi W G, Wang B, Wang L M. Preliminary studies on the trend of change in biodiversity of aquatic animal community in the lower reaches of the Changjiang River [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, **26**(6): 654—661 [施炜纲, 王博, 王利民. 长江下游水生动物群落生物多样性变动趋势初探. 水生生物学报, 2002, **26**(6): 654—661]
- [17] Leveque C. Role and consequences of fish diversity in the functioning of African freshwater ecosystems: A review [J]. *Aquatic Living Resources*, 1995, **8**(1): 59—78
- [18] Wolter C. Conservation of fish species diversity in navigable waterways [J]. *Landscape Urban Planning*, 2001, **53**(1): 59—78
- [19] Pombo L, Rebelo J E, Elliott M. The structure, diversity and somatic production of the fish community in an estuarine coastal lagoon, Ria de Aveiro (Portugal) [J]. *Hydrobiologia*, 2007, **587**: 253—268
- [20] Zhang H L, Liang J, He Z T, *et al.* Analysis on the species diversity of fishery animals in Daiquyang [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2012, **36**(5): 922—931 [张洪亮, 梁君, 贺舟挺, 等. 岱衢洋渔业动物多样性分析. 水生生物学报, 2012, **36**(5): 922—931]
- [21] Yu B C, Zhang H L, Zhu Z J, *et al.* Seasonal variations of diversity of shrimps in Daiquyang [J]. *Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science)*, 2012, **31**(1): 18—22 [虞宝存, 张洪亮, 朱增军, 等. 岱衢洋虾类多样性的季节变化. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2012, **31**(1): 18—22]
- [22] Pinkas L, Oliphant M S, Iverson I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters [J]. *California Department of Fish and Game, Fish Bulletin*, 1971, **152**: 1—105
- [23] Yu C G, Chen X Q, Hu H Y, *et al.* Species composition and community structure characteristics of zooplankton in the Zhoushan Fishing Ground and its adjacent area [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2011, **35**(1): 183—193 [俞存根, 陈小庆, 胡颖琰, 等. 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, 2011, **35**(1): 183—193]
- [24] Clarke K R, Warwick R M. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation [M]. Plymouth, UK: Natural Environmental Research Council, 1994, 143—145
- [25] Song H T, Yu C G, Xue L J, *et al.* Economic Shrimp and Crab Species in the East China Sea [M]. Beijing: Ocean Press, 2006, 19—138 [宋海棠, 俞存根, 薛利建, 等. 东海经济虾蟹类. 北京: 海洋出版社, 2006, 19—138]
- [26] Dong J M, Hu Y Y, Wang B Y. A report on shrimps of Zhejiang coastal III [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 1986, (5): 4—6 [董聿茂, 胡莫英, 汪宝永. 浙江沿海游泳虾类报告 III. 动物学杂志, 1986, (5): 4—6]
- [27] Liu R Y. Preliminary studies on the benthic fauna of the Yellow Sea and the East China Sea [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1963, **5**(3): 230—241 [刘瑞玉. 东、黄海虾类动物地理学研究. 海洋与湖沼, 1963, **5**(3): 230—241]
- [28] Cheng K M. The theory and methods of data preparation: An

overview [J]. *Statistics & Information Forum*, 2007, **22**(6): 98—103 [程开明. 统计数据预处理的理论与方法述评. 统计信息与论坛, 2007, **22**(6): 98—103]

[29] Shen X Q, Shi Y R, Chao M, *et al.* Fish community structure

of the Yangtze River estuary in summer and autumn [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2011, **35**(5): 700—710 [沈新强, 史赞荣, 晁敏, 等. 夏、秋季长江口鱼类群落结构. 水产学报, 2011, **35**(5): 700—710]

ANALYSIS ON THE COMMUNITY CHARACTERISTICS OF SHRIMPS IN THE COASTAL SPAWNING GROUND OF SOUTH ZHEJIANG DURING SPRING

ZHANG Hong-Liang, WANG Zhong-Ming, ZHU Zeng-Jun, HE Zhou-Ting and ZHOU Yong-Dong

(*Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources for Key Fishing Grounds, Ministry of Agriculture, Key Research Station of Sustainable Utilization for Marine Fisheries Resources, Zhejiang Province, Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang Province, Zhoushan 316100, China*)

Abstract: On the basis of three surveys carried out by bottom trawl in spring (April, May and June) of 2011 on the coastal spawning ground of South Zhejiang, the community characteristics and its resource status were analyzed by five methods including sweep-area method, analysis of variance, linear correlation analysis, cluster analysis, and non-metric multidimensional scaling. The results showed that 22 species of shrimps were sampled in spring, belonging to sixteen families of nine orders in one class. Among them, sixteen shrimps were sampled in April, belonging to twelve families of eight orders; seventeen shrimps were sampled in May, belonging to thirteen families of seven orders; seventeen shrimps were sampled in June, belonging to thirteen families of eight orders. In the above-mentioned 22 shrimps, there were twelve eurythermal and euryhaline species, eight eurythermal and hyposaline species, and two hyperthermal and hysaline species in spring. There were ten eurythermal and euryhaline species, five eurythermal and hyposaline species, and one hyperthermal and hysaline species in April; ten eurythermal and euryhaline species, five eurythermal and hyposaline species, and two hyperthermal and hysaline species in May; ten eurythermal and euryhaline species, six eurythermal and hyposaline species, and one hyperthermal and hysaline species in June. Both the biomass and the number abundance density indices of shrimps were the highest in June, and the lowest in May. *Parapenaeopsis tenella*, *Palaeomon gravieri* and *Metapenaeus joyneri* were the common dominant species of April, May and June. The Shannon-Wiener indices (H') in May and June were significantly different ($P < 0.05$). There were negative liner correlation between the Shannon-Wiener (H') index and sea water depth, bottom water salinity and biomass ($P < 0.05$), respectively. In shrimp communities of spring in the study area, the community structure was simple. Its species diversity (H') decreased with the increase of the sea water depth, bottom water salinity and biomass, respectively. The eurythermal and euryhaline species occupied the dominant position. In addition, the biomass contribution of the common dominant species to all the three months was more than forty percentage, and same to the number abundance density.

Key words: Coastal spawning ground of South Zhejiang; Shrimps; Spring; Dominant species; Species diversity; Community structure