

春秋季台州湾海域鱼类资源的时空分布特征研究

齐海明, 徐兆礼*, 陈佳杰

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

摘要: 为研究浙江近岸河口海域鱼类资源分布的时空变化特征, 利用 2010 年 4 月(春季)和 10 月(秋季)鱼山渔场台州湾海域底拖网游泳动物资源调查资料, 分析了台州湾鱼类资源量的时空分布特征和优势种、温度、盐度、水深等因素对鱼类资源量和分布的影响。结果发现, 鱼类尾数密度和质量密度变化趋势一致, 秋季鱼类质量密度和尾数密度均远远高于春季; 春季调查海域鱼类密度北部高于南部, 秋季截然相反。回归分析显示, 两季优势种对鱼类资源量变化均有密切关系, 其中, 龙头鱼对鱼类资源量的贡献率明显高于其他物种, 两季均为第一优势种。调查海域底层温度与鱼类质量密度和尾数密度均呈显著的正相关关系 ($P_w = 0.001, P_N = 0.009$), 水深与资源量相关关系不显著 ($P_w = 0.067, P_N = 0.051$), 春季 20 m 以内水深鱼类资源量较高, 而秋季密度高值区水深均大于 20 m。研究表明, 台州湾海域春秋季鱼类资源密度季节变化明显, 空间差异显著, 底层水温是主要影响因素。

关键词: 鱼类; 密度; 优势种; 环境因子; 台州湾

中图分类号: S 931.1

文献标志码: A

台州湾位于浙江中部近海, 地处椒江河口外侧, 东至大陈岛, 包括椒江河口的口外海域和黄琅以南的浅海海域^[1], 台州湾海域是中国鱼山渔场的近海海域部分, 东海区许多经济鱼类在这一海域产卵、繁殖和索饵。

关于台州湾椒江口生物的研究, 多倾向于浮游生物、底栖生物以及虾类生态学的研究。孙鲁峰等^[2]、杜萍等^[3]分别对这一海域浮游植物、浮游动物与环境的关系进行了探讨, 田伟等^[4]对该海域大型底栖动物群落结构和多样性有较为全面的研究, 游泳动物方面仅齐海明等^[5-6]对该海域虾类资源分布、群落特征与环境因子的关系进行了研究。迄今为止, 还没有对浙江省台州湾椒江口海域鱼类生态学分析的研究报道。目前, 国外对沿海河口、海湾鱼类生态学的研究非常活跃, 如: Azevedo 等^[7]研究了巴西东南部热带海湾水深和盐度对鱼类群聚空间格局的影响; Hossain 等^[8]对孟加拉 Bangladesh 河口鱼类多样性与环

境变量的关系进行了评估; Henderson 等^[9]研究了英国 Severn 河口鱼类群落及其动态变化。

鱼类的数量变化与环境有密切的关系^[10-11]。研究台州湾海域鱼类资源分布与环境的关系, 对认识中国沿海鱼类资源动态变化有一定的科学意义。同时可以丰富中国近海鱼类地理区系的基础资料, 为今后海洋资源管理、环境保护、政策和措施的制定提供一定依据。

1 材料与方 法

1.1 调查地点和采样方法

2010 年 4 月和 10 月在台州湾海域设置了 12 个拖网站点进行渔业资源调查, 站位布设参见图 1。采样用网具规格为 280 目, 底拖网, 规格为 27.60 m × 28.79 m (20.44 m), 水下网口参数为约 15 m (宽) × 5 m (高), 网囊网目 2.5 cm, 每网拖曳约 1.0 h, 平均拖速 5.6 km/h, 调查方法按《海洋水产资源调查手册》^[12]进行, 调查船为浙路

收稿日期: 2014-04-03 修回日期: 2014-05-30

资助项目: 国家“九七三”重点基础研究发展计划(2010CB428705); 海洋公益性行业科研专项(201305027-8)

通信作者: 徐兆礼, E-mail: xu_zhaoli@126.com

渔8801号。记录每网渔捞资料和调查站位的温度、盐度等测定,对渔获物中的鱼类进行分类鉴定,并进行分品种渔获物质量测定和尾数统计及鱼类生物学测定。

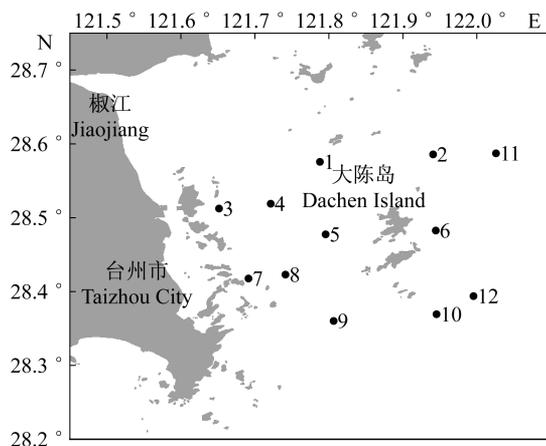


图1 调查站位分布
Fig.1 Sampling stations

1.2 数据处理方法

运用扫海面积法^[13]估算鱼类密度。在拖网统计结果基础上,计算各站位质量密度和尾数密度,公式如下:

$$\rho_i = C_i/a_i(1 - E)$$

式中, ρ_i 为第*i*站的资源量(质量:kg/km²;尾数:10³个/km²); C_i 为第*i*站的每小时拖网渔获量(质量:kg/h;尾数:个/h); a_i 为第*i*站网具的实际扫海面积(km²)(网口水平扩张宽度(km)×拖曳距离(km)),拖曳距离为拖网速度(km/h)和实际拖网时间(h)的乘积; E 为逃逸率,本次调查捕获鱼类基本为中小型鱼类,依据本拖网网具以及鱼类的体长,逃逸率取0.4~0.6不等^[14]。

用Pinkas^[15]的相对重要性指数IRI来研究鱼类优势种的优势度,计算公式如下:

$$IRI = (N + W) \times F,$$

式中, N 为某一鱼类尾数占总尾数的百分比, W 为该鱼类质量占总质量的百分比, F 为该鱼类出现的站数占调查总站数的百分比。

依据参考文献[16-17]方法,利用DPS软件对鱼类资源量与优势种、温度、盐度等因子进行回归分析。第一,以鱼类资源量为因变量,各个优势种资源量为自变量,分析不同优势种对鱼类资源量变化影响;第二,以鱼类资源量为因变量,表层温度(t_0)、底层温度(t_b)、表层盐度(S_0)和底层盐度(S_b)为自变

量,分析环境因子对鱼类资源量变化的影响。

2 结果与分析

2.1 鱼类资源量的季节变化

本次调查,秋季鱼类资源量明显高于春季。春季和秋季的总质量密度分别为1 219.29 kg/km²和4 294.14 kg/km²,总尾数密度分别为211.42 × 10³个/km²和499.33 × 10³个/km²。

2.2 鱼类密度平面分布

本调查海域鱼类密度分布极不均匀,春季和秋季平均质量密度分别为101.61 kg/km²(34.20~258.28 kg/km²)和357.85 kg/km²(62.58~822.49 kg/km²),尾数密度为17.62 × 10³个/km²(4.89 × 10³~36.43 × 10³个/km²)和41.61 × 10³个/km²(9.14 × 10³~89.81 × 10³个/km²)。

春季,鱼类质量密度较高海域位于东北部的11号站和2号站(图2),其中最高质量密度出现在2号站,主要物种为龙头鱼(*Harpodon nehereus*)成鱼,在2号站和11号站龙头鱼质量密度均达到最大值,其次为孔鲃虎鱼(*Trypauchen vagina*)和矛尾鲃虎鱼(*Chaeturichthys stigmatias*)。中部的5号站也有较多的数量,主要由龙头鱼和矛尾鲃虎鱼构成。调查海域北部数量多于南部,其中大陈岛东南侧的10号站鱼类质量密度最低。秋季,调查海域南部数量多于北部,其中最高密度出现在大陈岛东南侧的10号站,并且10号站的质量密度明显高于其他站,主要物种有龙头鱼、白姑鱼(*Pennahia argentatus*)和棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*),同时大陈岛东南侧的12号站也有较高的质量密度,该站质量密度仅次于最高密度的10号站,在4月有相对较高质量密度的5号站在10月其质量密度也较高,但大部分海域质量密度显著高于4月。

春季,最高鱼类尾数密度出现在2号站(图3),并且远高于其他站位的尾数密度,主要物种为龙头鱼和孔鲃虎鱼,其中龙头鱼的尾数密度明显高于其他物种。尾数密度较高的还有11号站,主要是龙头鱼有较高的尾数密度。秋季,大部分海域的尾数密度都高于4月,其中最高尾数密度高值区出现在大陈岛东南侧的10号站,主要由龙头鱼和矛尾鲃虎鱼构成。同时5号站也有相对较高的尾数密度。

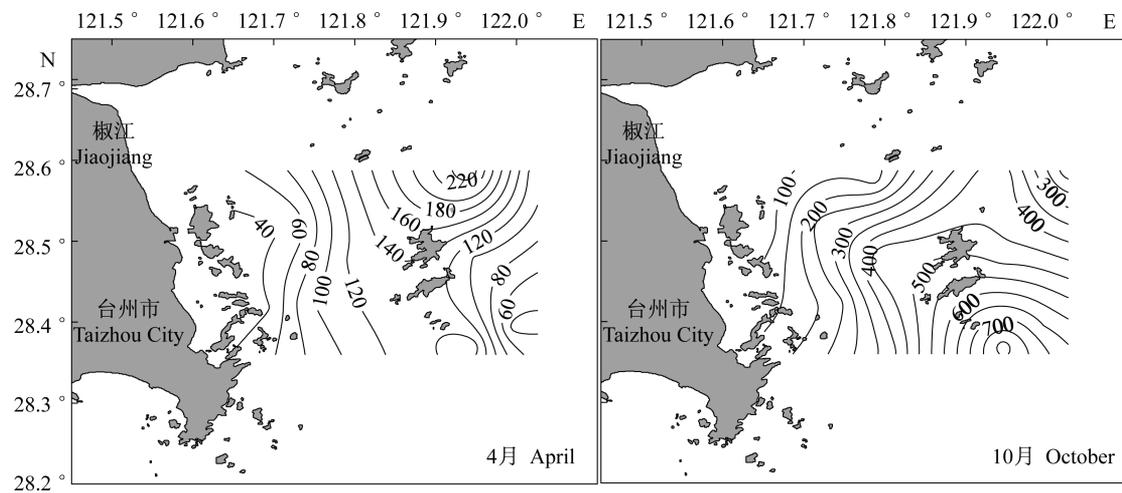
图 2 台州湾鱼类质量密度平面分布 (kg/km^2)

Fig. 2 Horizontal distribution of fish in weight density in the Taizhou bay

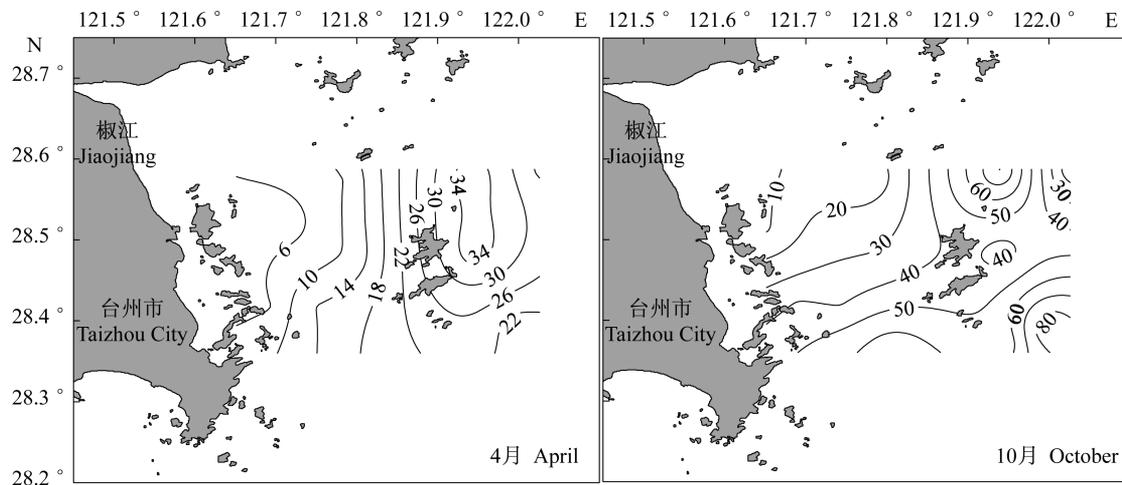
图 3 台州湾鱼类尾数密度平面分布 (10^3 个/ km^2)

Fig. 3 Horizontal distribution of fish in individual density in the Taizhou bay

2.3 鱼类主要种类相对重要性指数及平面分布

春季重要的鱼类物种为龙头鱼、孔鲷虎鱼、矛尾鲷虎鱼、黄鲫和棘头梅童鱼等(表 1)。龙头鱼的平均质量和尾数密度分别为 $34.93 \text{ kg}/\text{km}^2$ 和 75.98×10^3 个/ km^2 , 占鱼类总资源量的 34.38% 和 35.94%, 有最高的质量和尾数密度, 龙头鱼占有最高的资源量且平面分布与鱼类资源量基本一致。秋季, 主要优势种数有所减少, 龙头鱼因其 100% 的出现率和占鱼类总质量的 72.54% 以及总尾数的 73.42% 成为最重要的优势种, 该种广泛分布于调查海域(图 4, 图 5), 分布不均匀, 趋势与鱼类总质量和尾数密度基本一致, 其次是矛尾鲷虎鱼和白姑鱼。

2.4 鱼类优势种密度对鱼类总密度的贡献

春季, 优势种龙头鱼、孔鲷虎鱼、矛尾鲷虎鱼对

鱼类尾数密度变化均有密切关系(表 2), 仅龙头鱼与质量密度变化有密切关系, 其中龙头鱼对鱼类总尾数密度和总质量密度贡献率均最大, 并且其贡献率远远超过其他物种; 秋季, 除优势种对鱼类数量变化均有密切关系外, 常见种白姑鱼对鱼类总尾数密度变化也有密切关系, 与春季相同龙头鱼仍是质量和尾数贡献率均最大的物种, 质量贡献率为 1.00, 尾数贡献率为 0.99, 龙头鱼无论是质量贡献率还是尾数贡献率都远远高于其他物种。

2.5 环境因子对鱼类资源量的影响

表、底层水温和盐度 4 个自变量分别对鱼类的尾数密度和质量密度做逐步回归分析表明, 底温与鱼类尾数密度和质量密度均存在显著的正相关关系, 回归方程分别为 $N = -13.37 + 2.36t_b$,

($R_N = 0.52, P_N = 0.009$) 和 $W = -233.16 + 25.40t_b$ ($R_W = 0.63, P_W = 0.001$)。

2.6 水深对鱼类资源量的影响

回归分析表明,水深对春、秋季鱼类尾数密度和质量密度无显著相关关系 ($R_w = 0.38, P_w =$

$0.067; R_N = 0.40, P_N = 0.051$)。春季和秋季鱼类资源量随水深变化并不相同。春季,小于 20 m 水深海域尾数密度较高,小于 15 m 水深海域质量密度较高;秋季,25 ~ 30 m 海域尾数密度和质量密度均较高。

表 1 鱼类主要种类生态特征

Tab.1 Ecological characters of main dominant species of fish

季节 season	种名 species	F	N	W	IRI
春季 spring	龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	100.00	35.94	34.38	7 032
	孔鰕虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>	91.67	17.35	19.29	3 359
	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	100.00	15.41	10.31	2 572
	黄鲫 <i>Setipinna tenuifilis</i>	66.67	6.99	5.12	807
	棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	75.00	3.67	2.15	437
	拉氏狼牙鰕虎鱼 <i>Odontamblyopus lacepedii</i>	75.00	3.44	2.30	430
	日本红娘鱼 <i>Lepidotrigla japonice</i>	41.67	8.55	0.42	374
	焦氏舌鳎 <i>Cynoglossus joyneri</i>	66.67	1.27	1.19	163
	刀鲚 <i>Coilia nasus</i>	25.00	1.83	2.82	116
	凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	41.67	1.24	1.16	100
	秋季 autumn	龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	100.00	73.42	72.54
矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>		100.00	6.76	4.20	1 097
白姑鱼 <i>Pennahia argentatus</i>		91.67	3.81	5.31	837
六指马鲛 <i>Polydactylus sextarius</i>		91.67	3.29	2.25	508
叫姑鱼 <i>Johnius belangerii</i>		75.00	3.16	1.98	386
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>		91.67	1.06	1.79	262
孔鰕虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>		66.67	1.76	1.43	213
尖头黄鳍牙鲷 <i>Chrysochir aureus</i>		66.67	1.48	1.12	173
黄鲫 <i>Setipinna tenuifilis</i>		50.00	1.14	1.58	136
赤鼻棱鲷 <i>Thrissa. Kammalensis</i>		66.67	1.09	0.86	130
海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>		50.00	0.16	1.88	102

注: F 为出现频率; N 为尾数百分比; W 为体质量百分比

Notes: F means concurrence frequency; N means individual percentage; W means weight percentage

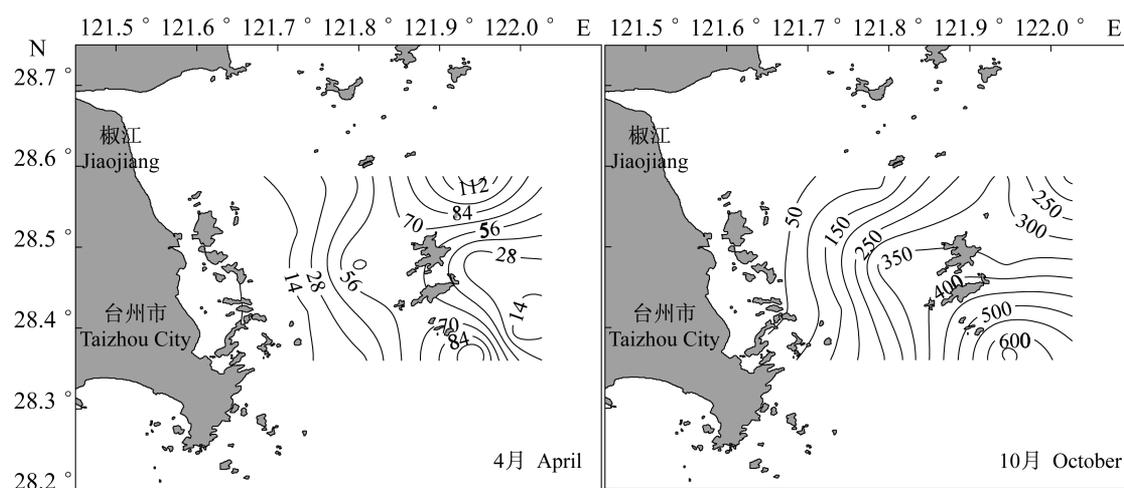


图 4 台州湾龙头鱼质量密度分布 (kg/km^2)

Fig.4 Horizontal distribution of *H. nehereus* in weight density in the Taizhou bay

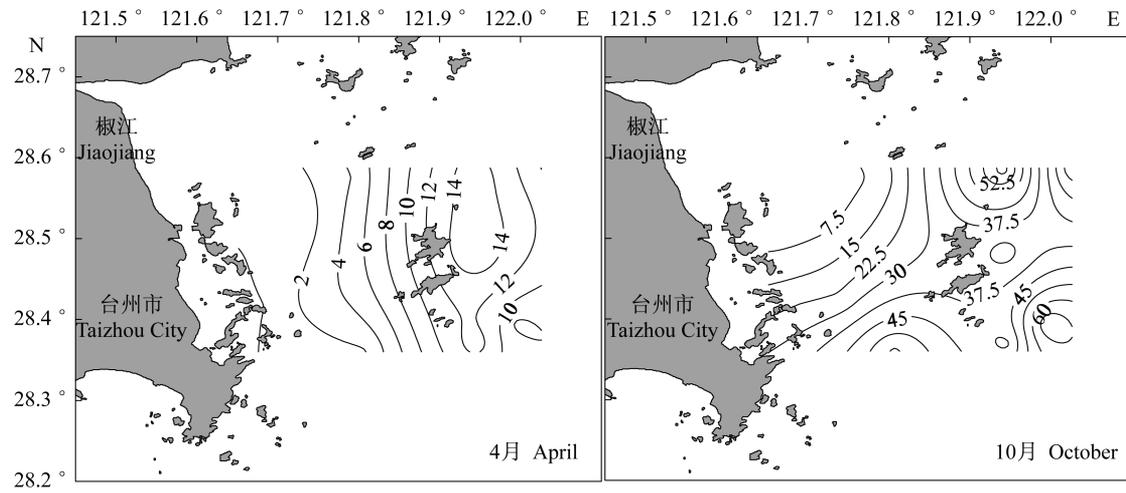


图 5 台州湾龙头鱼尾数密度分布 (10^3 个/ km^2)

Fig. 5 Horizontal distribution of *H. nehereus* in individual density in the Taizhou bay

表 2 鱼类优势种密度对总密度的贡献

Tab. 2 Contribution of dominant species to total weight and individual density of fish

季节 season	种名 species	尾数 individual			质量 weight		
		β	t	p	β	t	p
春季 spring	龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	0.60	3.94	0.007 7	0.76	5.02	0.002 4
	孔鰕虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>	0.39	2.69	0.035 8	0.35	2.15	0.074 6
	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	0.21	3.68	0.010 4	0.12	0.87	0.418 9
	黄鲫 <i>Setipinna tenuifilis</i>	0.25	2.27	0.063 9	0.03	0.13	0.898 2
	棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	0.19	3.05	0.022 5	-0.02	0.11	0.912 8
秋季 autumn	龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	0.99	29.48	0.000 1	1.00	21.86	0.000 1
	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	0.14	5.01	0.002 4	0.10	2.44	0.050 3
	白姑鱼 <i>Pennahia argentatus</i>	0.06	2.72	0.034 7	0.07	2.06	0.084 8
	叫姑鱼 <i>Johnius belangerii</i>	0.04	1.26	0.253 9	0.02	0.53	0.615 3
	六指马鲛 <i>Polydactylus sextarius</i>	0.06	2.23	0.067 4	0.00	0.08	0.939 7

注: β 为标准回归系数; t 为 t 检验值; P 为显著性

Notes: β —standard regression coefficient; t — t value; P —significant

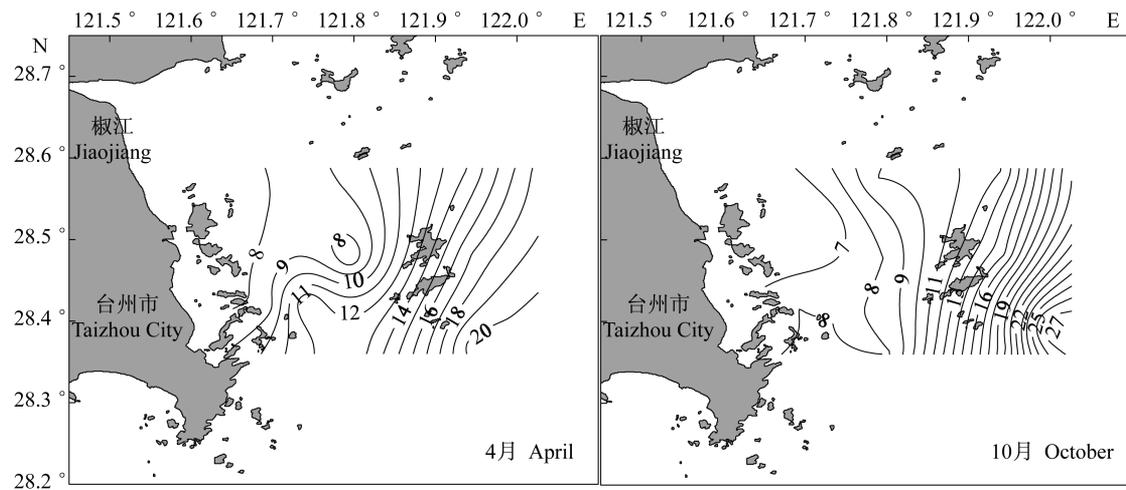


图 6 台州湾水深图 (m)

Fig. 6 Water depth in the Taizhou bay

表 3 不同水深鱼类平均资源量分布
Tab. 3 Fish density at different depths in the Taizhou bay

季节 season	密度 density	水深/m depth				
		5 ~ 10 m	10 ~ 15 m	15 ~ 20 m	20 ~ 25 m	25 ~ 30 m
春季 spring	尾数密度 ($\times 10^3$ 个/ km^2) individual	7.56	22.75	30.62	22.07	-
	质量密度 (kg/km^2) weight	73.34	153.99	101.72	93.57	-
秋季 autumn	尾数密度 ($\times 10^3$ 个/ km^2) individual	31.70	45.51	35.23	31.78	47.89
	质量密度 (kg/km^2) weight	267.38	287.86	471.92	494.67	652.88

注：“-”，未出现

Notes：“-”，no data

3 讨论

3.1 鱼类资源量季节变化特征

台州湾不同季节的鱼类尾数密度和质量密度变化趋势一致,秋季鱼类质量密度和尾数密度均远远高于春季,秋季鱼类尾数密度是春季的 2.4 倍,质量密度是春季的 3.5 倍,说明秋季个体的平均质量大于春季。这是因为,春季鱼类多为产卵群体,春季鱼类群体从外侧深水海域进入沿岸浅水海区产卵,到了夏季,幼鱼密集,秋季逐渐长大成为规格较大的鱼类群体^[18]。另外,夏季为休渔期^[19],鱼类群体数量有了一定的增长,这就是秋季资源量增加的原因之一。同时也说明,台州湾海域是鱼类产卵,索饵和成长的海域,台州湾海域作为鱼山渔场的一部分,在国内鱼类渔业占有重要的地位。

3.2 鱼类资源量平面分布与水团的关系

台州湾鱼类资源量高值区有两个位置,其一出现在调查海域北部的岛礁海域,其二处于调查海域外侧的南部海域。原因为调查海域受到椒江径流、长江冲淡水、浙闽沿岸水和台湾暖流高盐水等多个水团^[20]的影响,且不同季节各水团的影响程度不同。

春季,鱼类的高密度区位于北部岛礁海域。这一海域在春季主要受到长江径流和椒江径流形成浙江沿岸流的影响,冲淡水带来丰富的营养物质,此时,台湾暖流和浙江上升流还较弱,所以鱼类资源量高值区位于北部更容易受浙江沿岸流影响的近岸海域而不是南部的外海海域。

秋季与春季相反。秋季,鱼类质量密度和尾数密度均表现为调查海域南部外海高于北部海域。春季以后,台湾暖流和浙江上升流逐渐成为影响这一海域的主要水文因素。大陈岛及其以东海域存在着明显的上升流,导致海洋底部营养物

质被输送到表层。同时椒江径流较强。外侧海域同时受到椒江径流和台湾暖流的影响,两个水团交汇于调查区的东南部海域。这是秋季鱼类资源量分布的高值区主要位于调查海域东南部的原因。根据台州湾渔场位置特征,调查海域北部成为春季鱼类主要渔场,南部是秋季鱼类的主要渔场。

3.3 优势种的季节和平面分布特征

依据相对重要性指数 (*IRI*) 结果,春季和秋季优势种变化不大,种类较单一,龙头鱼均为两季第一优势种。龙头鱼为典型的广温广盐种,分布范围较大,从福建到山东沿岸近海都有分布,东海区沿岸近海龙头鱼资源具有一定的渔业地位,龙头鱼渔获量较高的月份主要出现在 1—4 月份和 10—12 月份,其产量比例均超过当月总渔获量的 10%^[21],所以本次调查中,龙头鱼无论是质量百分比还是尾数百分比均明显高于其他种类,两个季节优势度均最高。

优势种龙头鱼资源量分布与鱼类资源量分布基本一致。春季,呈现出北部高南部低的趋势,而秋季则相反,南部高北部低。鱼类各物种对鱼类密度回归的贡献分析结果显示(表 2),两季节龙头鱼的质量和尾数密度以及百分比都占了鱼类的绝大部分,*IRI* 值和 β 值具有明显的优势,可见,鱼类数量的变化动力与龙头鱼回归贡献有非常密切的关系。

3.4 鱼类资源量与水环境的关系

春季,最大水深小于 25 m,优势种龙头鱼主要集中在近 15 m 水深的海域,所以春季 10 ~ 15 m 水深海域质量密度相对较高(表 3),与龙头鱼所处的水深一致。而与尾数密度有密切关系的孔鲷虎鱼和矛尾鲷虎鱼主要分布在 15 ~ 20 m 海域,这就导致了该水深范围海域尾数密度最大,尾数密度分布特征与鱼类温度适应有一定的关系。

这也从另一个侧面得出,春季鱼类尾数密度和质量密度并不一定是线性正比关系,而回归分析显示,底层温度与鱼类数量分布有显著的线性回归关系,温度主要反映季节变化影响,在台州湾海域,春季4月的底层温度低于秋季10月的底层温度,这是底层温度与鱼类数量分布有显著的线性回归关系的原因(表3)。

秋季鱼类的高密度区位于水深较大的海域。例如,作为主要优势种,龙头鱼主要集中在25 m左右水深的10号和12号站,而且这两个站的质量密度远远高于其他站位,显示出秋季较深的水环境有利于鱼群的栖息,表3中也可见到25~30 m水深鱼类数量远远大于较浅的水体。

秋季,近岸水体较浅,尽管小于10 m水深海域与10~15 m水深海域质量密度相近,大于15 m水深海域资源量要高得多,这是由于秋季调查海域东南部受到台湾暖流的影响,水温相对较高,鱼群进入深海域索饵或越冬所致,例如东海区龙头鱼10月开始进入产卵后的索饵期^[21],说明秋季水深对鱼类尾数和质量密度均有极其重要的影响。秋季,在水深较大的海域尾数密度与质量密度比值越大,这是因为秋季鱼类多已经为成体,鱼类个体规格较大,准备成为越冬群体。

周进、倪勇等课题组同志参加海上样品采集及标本鉴定,沈晓民先生在论文的构思和写作过程中给予很大的帮助,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] Compilation Committee of Chinese Bay. Chinese Bay [M]. 6th Ed. Beijing: Ocean Press, 1993: 15 - 60. [中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志(第六分册). 北京:海洋出版社,1993:15-60.]
- [2] Sun L F, Xu Z L, Xing X L, *et al.* Relationship between Phytoplankton and Eutrophication in Jiaojiang Estuary [J]. China Journal of Applied Environment Biology, 2012, 18(2): 170 - 176. [孙鲁峰,徐兆礼,邢小丽,等. 椒江口海域浮游植物与富营养化的关系. 应用与环境生物学报, 2012, 18(2): 170 - 176.]
- [3] Du P, Xu X Q, Liu J J, *et al.* Distribution of Zooplankton in the Jiaojiang Estuary and its response to environment factors in spring and autumn [J]. China Journal of Applied Environment Biology, 2011, 17(4): 486 - 494. [杜萍,徐晓群,刘晶晶,等. 椒江口春、秋季浮游动物分布特征及与主要环境因子的关系. 应用与环境生物学报, 2011, 17(4): 486 - 494.]
- [4] Tian W, Xu Z L, Zhou J, *et al.* The study on macrobenthos community structure in Jiaojiang Estuary [J]. Journal of Fudan University: Natural Science, 2012, 52(2): 271 - 277. [田伟,徐兆礼,周进,等. 椒江口海域大型底栖动物群落结构的研究. 复旦学报:自然科学版, 2012, 52(2): 271 - 277.]
- [5] Qi H M, Xu Z L. Shrimp resource distribution and its relationships with environment in the Jiaojiang Estuary of East China in spring and autumn [J]. Chinese Journal of Ecology, 2013, 32(8): 2062 - 2069. [齐海明,徐兆礼. 椒江口海域春秋季节虾类资源分布与环境的关系. 生态学杂志, 2013, 32(8): 2062 - 2069.]
- [6] Qi H M, Sun Y, Xu Z L, *et al.* Shrimp community structure and its influential factors in the Jiaojiang River estuary during spring and autumn [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2013, 24(12): 3546 - 3552. [齐海明,孙岳,徐兆礼,等. 椒江口春秋季节虾类群落结构及其影响因素. 应用生态学报, 2013, 24(12): 3546 - 3552.]
- [7] Azevedo M C C, Araujo F G, Cruz-Filho A G, *et al.* Demersal fishes in a tropical bay in southeastern Brazil: Partitioning the spatial, temporal and environmental components of ecological variation [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2007, 75, 468 - 480.
- [8] Hossain M S, Das N G, Sarker S, *et al.* Fish diversity and habitat relationship with environmental variables at Meghna river estuary, Bangladesh [J]. Egyptian Journal of Aquatic Research, 2010, 38, 213 - 226.
- [9] Henderson P A, Bird D J. Fish and macro-crustacean communities and their dynamics in the Severn Estuary [J]. Marine Pollution Bulletin, 2010, 100 - 114.
- [10] Xu Z L. Comparison of fish density between the Minjiang Estuary and Xinhua Bay during spring and summer [J]. Journal of Fisheries of China, 2010, 34(9): 1395 - 1403. [徐兆礼. 春夏季闽江口和兴化湾鱼类数量特征的研究. 水产学报, 2010, 34(9): 1395 - 1403.]
- [11] Xu Z L. Spatial-temporal distribution of fish density in the Oujiang estuary during summer and autumn [J]. Acta Zoologica Sinica, 2008, 54(4): 981 - 987. [徐兆礼. 夏秋季瓯江口海域鱼类数量的时空分

- 布. 动物学报, 2008, 54(4): 981 - 987.]
- [12] Yellow Sea Fisheries Research Institute. Marine aquatic resources survey [M]. Second edition. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1981: 1 - 47. [黄海水产研究所. 海洋水产资源调查手册. 第二版. 上海: 上海科学技术出版社, 1981, 1 - 47.]
- [13] Zhan B Y. Fish stockassessment [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1995: 18 - 46, 124 - 130. [詹秉义. 渔业资源评估. 北京: 中国农业出版社, 1995: 18 - 46, 124 - 130.]
- [14] Huang H L, Wang M Y, Xu B S, *et al.* Study on selectivity of mesh size of cod-end of trawl in the East China Sea region [J]. Journal of Fisheries of China, 2005, 29(2): 325 - 333. [黄洪亮, 王明颜, 徐宝生, 等. 东海区拖网网囊网目选择性研究. 水产学报, 2005, 29(2): 325 - 333.]
- [15] Pinkas L M, Oliphant S, Iverson I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters [J]. California Department of Fish Game Fish Bulletin, 1971, 152: 1 - 105.
- [16] Xu Z L, Li C J. Abundance distribution of *Euphausiids* in the East China Sea [J]. Journal of Fisheries of China, 2005, 29(3): 373 - 378. [徐兆礼, 李春鞠. 东海浮游磷鱼类的数量分布. 水产学报, 2005, 29(3): 373 - 378.]
- [17] Christensen R. Analysis of variance, design and regression; Applied statistical methods [M]. New York: Chapman and Hall, 1996, 75 - 98.
- [18] Zheng Y J, Cheng X Z, Cheng J H, *et al.* Biology resource and environment in the East China Sea continental shelf [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Press, 2003. [郑元甲, 陈雪忠, 程家骅, 等. 东海大陆架生物资源与环境. 上海: 上海科学技术出版社, 2003.]
- [19] Lin L S, Chen J H. Effects of the prolonged summer closed fishing period on fisheries in East China Sea [J]. Journal of Dalian Fisheries University, 2009, 24(2): 12 - 16. [林龙山, 程家骅. 延长东海区伏季休渔期的渔业效果分析. 大连水产学院学报, 2009, 24(2): 12 - 16.]
- [20] Chen Q, Huang D J, Zhang B Z, *et al.* The research of the tidal features in the coastal zone of Zhejiang Province [J]. Donghai Marine Science, 2003, 21(2): 1 - 12. [陈倩, 黄大吉, 章本照, 等. 浙江近海潮汐的特征. 海洋学研究, 2003, 21(2): 1 - 12.]
- [21] Lin L S. Spatial distribution and environmental characteristics of *Harpodon nehereus* in the East China Sea region [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2009, 18(1): 66 - 71. [林龙山. 东海区龙头鱼数量分布及其环境特征. 上海海洋大学学报, 2009, 18(1): 66 - 71.]

Analysis of temporal-spatial distribution of fish resources in the Taizhou Bay in spring and autumn

QI Haiming, XU Zhaoli*, CHEN Jiajie

(East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: To identify temporal-spatial distribution of fish resources in Zhejiang coastal and estuary regions, based on the data from bottom trawl fishery resources in Taizhou Bay in April and October 2010, The temporal and spatial distribution and the influence of dominant species, temperature and salinity, water depth and other factors on the amount and distribution of fish resources were analyzed. The result showed that the change trends of individual densities and weight densities were consistent, In April, both of individual densities and weight densities were higher than those in October in terms of seasonal distribution. In the spatial distribution respect, the fish resources densities in the north studied area were obviously higher than those in the south in April, however, it was obviously opposite to October. According to stepwise regression analysis of fish resource density with dominant species and hydrological factors, in two seasons, the variation of resource density had significant correlation with all the dominant species, *Harpodon nehereus* is the most dominant species because of its highest contribution rate to the weight densities and Individual densities. Meanwhile, the fish resource density had significant correlation with surface temperature ($P_w = 0.001, P_N = 0.009$), and depth had insignificant correlations with resource density ($P_w = 0.067, P_N = 0.051$). The area whose depth was less than 20 m had higher amount of fish resources density in Spring, while the high values of density at greater than 20 m depth in Autumn. This research showed that the fish resources had a significant seasonal alteration and spatial variation. Bottom water temperature was the most important factor that affected variations in the fish resources in the Taizhou Bay.

Key words: fish; density; dominant species; environment factors; Taizhou Bay

Corresponding author: XU Zhaoli. E-mail: xu_zhaoli@126.com