

春夏季闽江口和兴化湾鱼类数量特征的研究

徐兆礼*

(中国水产科学研究院东海水产研究所,农业部海洋与河口渔业重点开放实验室,上海 200090)

摘要: 为了考察春夏季闽江口和兴化湾鱼类数量特征,利用2008年4月(春季)和9月(夏季)这两个海域渔业资源调查资料,研究这两个不同生态类型海域鱼类密度的时空分布,分析优势种特征、以及地形地貌、海流和水文等因素对鱼类分布的影响。结果表明,春季闽江口鱼类重量密度(165.31 kg/km^2)和尾数密度($15.89 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$)都低于兴化湾重量密度(638.4 kg/km^2)和尾数密度($19.73 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$),夏季相反,闽江口鱼类重量密度(1728.83 kg/km^2)和尾数密度($158.81 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$)远远大于兴化湾重量密度(1378.20 kg/km^2)和尾数密度($58.15 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$)。这些与闽江口和兴化湾鱼类资源生态特征有一定的关系:依据优势性分析,在兴化湾,优势种以地方种为主,除了六指马鲛,其它主要优势种优势性不明显,对总密度变化的贡献不大。而闽江口,优势种大多是洄游性经济鱼类,其中凤鲚重量密度和尾数密度明显高于其它优势种。春季洄游性鱼类尚未游到闽江口海域产卵,这是闽江口鱼类资源重量密度远远小于兴化湾的原因。夏季有较多鱼类洄游到闽江口,是这一海域鱼类数量激增的主要原因。春季,鱼类重量密度高值出现在闽江口南部,主要是南部出现了前鳞鲢、凤鲚、龙头鱼等洄游性经济鱼类。在兴化湾,洄游性鱼种六指马鲛和竹筴鱼,地方性鱼种皮氏叫姑鱼和鳙科,鲢科鱼类大量出现湾口,这是该水域鱼类数量较高的原因。

关键词: 鱼类; 优势种; 密度; 闽江口; 兴化湾

中图分类号: S 932.4

文献标识码: A

闽江口海域属于典型的亚热带河口海域。兴化湾及邻近海域(以下简称“兴化湾”)位于闽江口海域附近,属于典型的亚热带海湾。近年来,徐兆礼^[1-2]利用2007年的调查资料,分别研究了甌江口海域鱼类数量的平面分布和季节变化规律、鱼类群落种类的组成和多样性变化。此外,蔡萌等^[3]研究了浙江三门湾冬夏季鱼类种类组成和数量变化,陈华等^[4]研究了春夏季舟山渔场衢山岛海域,对鱼类数量变化。这些研究为了解东海沿岸河口和港湾鱼类生态学提供了基础知识。然而,对典型亚热带河口海湾鱼类数量变化的研究报道较少。在国际上,河口和海湾鱼类现场生态学的研究非常活跃。Robert等^[5]调查了澳大利亚北昆士兰凯恩斯港产卵的鱼类和虾类的群落。

Barletta等^[6]分析了盐度梯度在形成河口鱼类群落结构中的作用。Clark等^[7]对南非False湾海域鱼类群落季节变化进行的调查。河口和海湾往往是鱼类的产卵场^[8-9]和索饵场^[10]。因此,无论对河口还是对海湾鱼类数量变化规律的研究都具有重要的意义。

海湾与河口是两个差别明显的海洋生态系统。在纬度和气候条件接近的条件下,比较河口与海湾鱼类数量变化差异,深入探讨这些差异形成与环境之间的因果关系,有助于从科学上对河口与海湾鱼类生态学有更多的认识。本文在对兴化湾和闽江口鱼类数量变化和分布特征研究的基础上,进一步比较它们鱼类数量变化与海洋生态特征之间的联系,可以作为我国海洋鱼类生态学研究基础的重要

收稿日期:2010-03-28 修回日期:2010-06-30

资助项目:我国近海海洋综合评价项目(908-02-01-03);国家自然科学基金重大研究计划(90511005)

通讯作者:徐兆礼, E-mail: xiaomin@sh163.net

补充,也为海洋工程建设中渔业资源保护和生态修复措施方案的制定等提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 调查地点和采样方法

2008年4月14-16日(春季)、9月3-6日(夏季)在兴化湾水域布设16个站(图1-a);于2008年4月17-19日(春季)、9月7-9日(夏

季)在闽江口水域布设12个站位(图1-b)进行鱼类学调查;调查采用单拖网(7.5 m×3.5 m),网目范围2.5~12 cm,其中囊网网目2.5 cm,上部网衣12 cm,中部网衣8 cm。每网拖曳0.5 h,平均拖速4.63 km/h(即2.5节),采样按《海洋水产资源调查手册》^[14]进行。对渔获物中鱼类进行物种的重量和尾数统计。

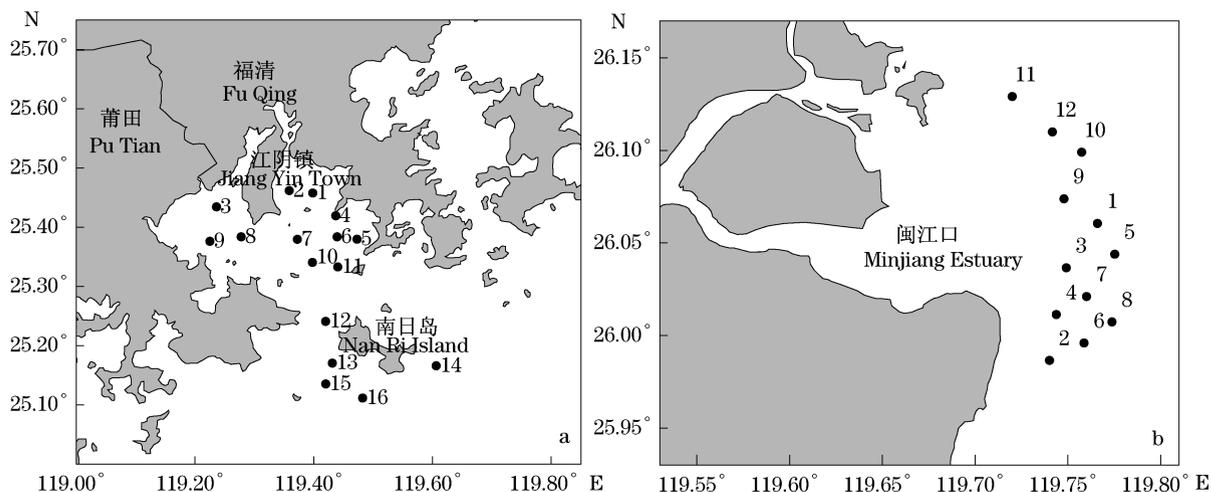


图1 调查站位分布

a. 兴化湾; b. 闽江口。

Fig. 1 Sampling stations

a. Xinghua Bay; b. Minjiang Estuary.

1.2 数据处理方法

鱼类资源密度的估算采用扫海面积法^[12]。在拖网统计结果基础上,计算各站位重量密度和尾数密度,公式如下:

$$\rho_i = C_i/a_iq$$

式中, ρ_i 为第*i*站的鱼类资源密度(重量:kg/km²;尾数:10³ ind/km²); C_i 为第*i*站的每小时拖网渔获物中鱼类数量(重量:kg/h;尾数:ind/h); a_i 为第*i*站的网具每小时扫海面积(km²/h)[网口水平扩张宽度(km)(本网具为0.007 5 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; q 为网具捕获率(可捕系数=1-逃逸率),依据本拖网网具,重量逃逸率取0.5,尾数逃逸率取0.5^[13]。

用Pinkas等^[14]的相对重要性指数IRI来研究鱼类某一优势种的优势度,计算公式如下:

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

式中, $N\%$ 为某一优势种尾数占总尾数的百分比;

$W\%$ 为该物种重量占总重量的百分比; $F\%$ 为某一物种出现的站数占调查总站数的百分比。

分析优势种对总重量(或总尾数)变化的影响,先以总重量(或总尾数)为因变量,各优势种重量(或尾数)为自变量,根据逐步回归中*t*值和相应的置信度 $P(P < 0.05)$ 值筛选出对总重量(或总尾数)回归方差贡献显著的优势种,然后计算标准回归系数(β)。标准回归系数作为优势种对总重量(或总尾数)贡献指数值,用于研究对总丰度变化的影响,具体计算方法参考Christensen^[15]。

2 结果

2.1 闽江口和兴化湾鱼类平均密度

春季和夏季兴化湾鱼类重量密度分别为638.4和1 378.20 kg/km²,尾数密度为19.73×10³和58.15×10³ ind/km²。

春季和夏季闽江口鱼类重量密度分别为

165.31 和 1 728.83 kg/km²,尾数密度为 15.89 × 10³和 158.81 × 10³ ind/km²。

2.2 闽江口外海域鱼类密度的分布特征

在春季,闽江口鱼类重量密度较高水域位于调查区北部的 12 号站(26.06°N,119.76°E)。最高重量密度为 481.40 kg/km²(图 2)。主要品种为梭鱼(*Mugil soiuy*)这一规格较大的经济鱼类。

此外,中部海域的 9 号站位,1 号和北部水域的 11 号站位也有较高的重量密度(图 2),分别为 272.70,222.88 和 216.89 kg/km²。分别主要由中国花鲈(*Lateolabrax maculatus*)、龙头鱼(*Harpodon nehereus*)、棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)和凤鲚(*Coilia mystus*)构成。

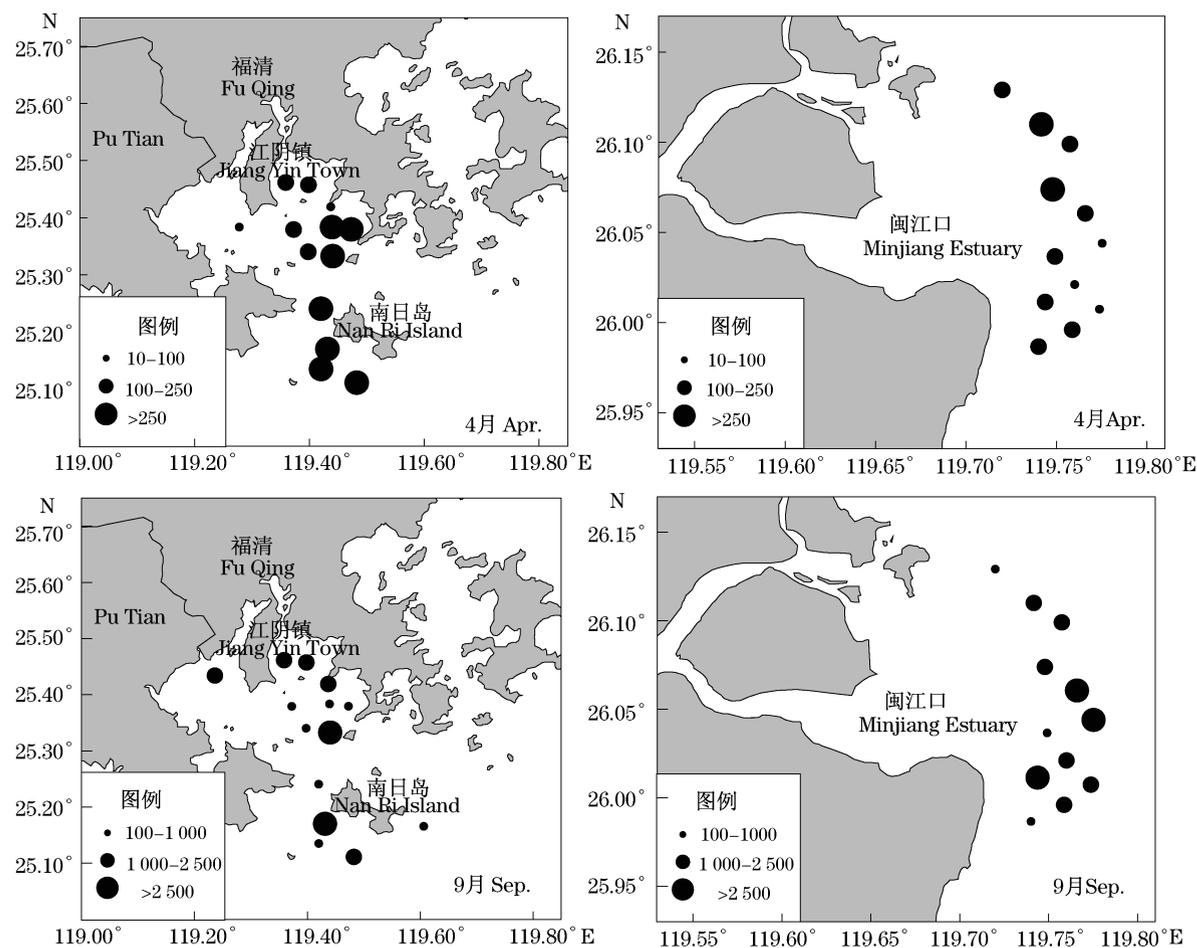


图 2 闽江口和兴化湾鱼类重量密度分布(kg/km²)

Fig.2 Distribution of fish in weight in the Minjiang Estuary and Xinghua Bay

春季,闽江口鱼类尾数密度较高水域在南部的 4 号和 5 号站位(图 2),鱼类密度分别为 28.88 × 10³和 27.61 × 10³ ind/km²。主要是由小眼绿鳍鱼(*Chelidonichthys spinosus*)组成。此外在北部的 10 号和 11 号站位也有一个尾数密度较高水域,鱼类密度分别为 22.22 × 10³和 22.30 × 10³ ind/km²(图 2),主要是由凤鲚和棘头梅童鱼组成。

夏季闽江口鱼类重量密度较高水域位于调查区南部的 1,4,5 和 8 号站位,鱼类重量密度分别

为 2 954.19,3 337.50,2 548.14 和 2 321.77 kg/km²。1 和 5 号站位主要种类是凤鲚,4 和 8 号站位主要是前鳞鲷(*Sardinella zunasi*)。

夏季闽江口鱼类尾数密度较高水域也是南部的 1,4,5 和 8 号站位,密度分别是 330.18 × 10³, 217.75 × 10³, 335.04 × 10³ 和 204.84 × 10³ ind/km²。主要种类和站位相同,也是凤鲚和前鳞鲷。

2.3 兴化湾海域鱼类密度的分布特征

春季,兴化湾鱼类重量最高密度出现在中部近湾口的 5 号站位(图 2),密度为 1 806.29 kg/

km²。主要由规格较大的奈氏魮 (*Dasyatis navarrae*) 构成。其次是南日岛以南的 15 和 16 号站位,密度分别为 1 359.09 kg/km²和 1 250.34 kg/km²。主要都是由许氏犁头鳐 (*Rhinobatos schlegelii*) 组成。

春季,兴化湾南日岛以南的 13,15 和 6 号站位是鱼类尾数密度最高的水域(图 2),鱼类尾数密度分别为 102.59×10^3 , 38.88×10^3 和 39.27×10^3 ind/km²。主要都是因为出现了大量的竹筴鱼 (*Trachurus japonicus*) 的缘故。

夏季,兴化湾鱼类重量密度较高水域主要是

位于湾口的 11 号站位,鱼类重量密度远远高于其它站位,为 5 118.62 kg/km²,主要由规格较大的尖嘴魮 (*Dasyatis zugei*) 和奈氏魮构成。其次是位于南日岛以南的 13 号站位,重量密度为 2 901.63 kg/km²,主要由尖嘴魮构成。另外,江阴半岛以西的 3 号站位,也有较高的重量密度,为 2131.10 kg/km²,主要由六指马鲛 (*Polynemus sextarius*) 构成。尾数密度较高的则是湾口的 11 号和 4 号站位,前者 153.06×10^3 ind/km²,后者 128.24×10^3 ind/km²。六指马鲛和皮氏叫姑鱼均为这两个站位的主要鱼种。

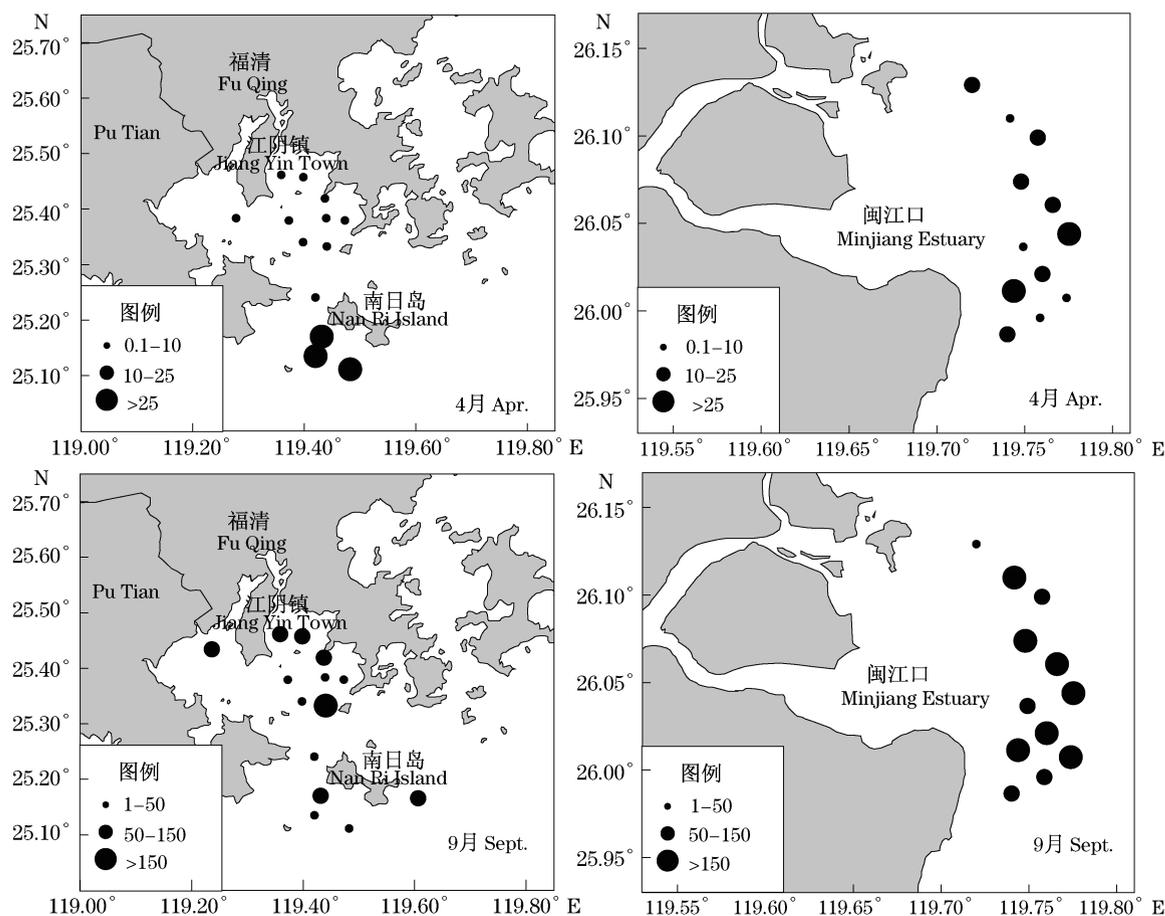


图 3 闽江口和兴化湾鱼类尾数密度分布 (10^3 ind/km²)

Fig. 3 Distribution of fish ind density in the Minjiang Estuary and Xinghua Bay (10^3 ind/km²)

2.4 主要优势种相对重要性指数

从优势种的数量特征可见,春季小眼绿鳍鱼是闽江口最重要的鱼类,主要是其尾数密度和出现率最高。尽管重量密度并不高,但相对重要性指数 *IRI* 明显高于其它物种。而兴化湾最重要的种类是竹筴鱼,依据个体生物学特征测定的结果,

这些竹筴鱼几乎都是幼鱼构成,由此可见,3-4月是竹筴鱼的一个重要的产卵季节。

夏季凤鲚是闽江口海域最重要的鱼类物种,其次是短吻舌鳎 (*Cynoglossus addreivatus*)。其中凤鲚鱼类重量和尾数百分比远远超过其他种类,凤鲚每个站位均有出现,他们相对重要性指数 *IRI*

也明显大于其他优势种。在兴化湾,六指马鲛和皮氏叫姑鱼(*Johnius belengerii*)尾数密度远远大于其它鱼类,而且每个站位均有出现。是夏季兴化湾最重要的鱼类优势种。

2.5 优势种数量对鱼类总数量的贡献

在闽江口,春季总重量密度仅与龙头鱼(*Harpodon nehereus*)的相关,而与其他优势种的相关关系不明显。而同期总尾数密度与龙头鱼和凤鲚相关,且贡献率均为 0.71。夏季总重量密度变化与所有优势种不相关的,总尾数密度仅仅与

凤鲚数量变化有关。依据贡献率 β 值,凤鲚对总重量都有较大的贡献, β 值为 0.68。

在兴化湾,春季总重量密度仅与长吻红舌鲷(*Cynoglossus lachneri*)和许氏犁头鳎的相关。总尾数密度与所有优势种的相关关系都不明显。夏季总重量密度变化与海鳗(*Muraenesox cinereus*)、尖嘴鲷和六指马鲛相关,其中海鳗对总重量密度贡献最为明显, β 值为 0.73。总尾数密度仅仅与六指马鲛数量变化有关。 β 值为高达 1.06。

表 1 鱼类主要优势种生态特征
Tab.1 Ecological character of main fish dominant species

时间 time	地点 place	优势种 dominant species	重量密度 (kg/km ²) weight density	尾数密度 (ind/km ²) individual density	出现频率(%) occurrence frequency	W (%)	N (%)	IRI
4 月 Apr.	兴化湾 Xinghua Bay	竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>	9.94	7 932.15	23.08	2.21	56.6	13.57
		日本单鳍电鳐 <i>Narke japonica</i>	140.61	54.16	23.08	0.39	31.25	7.30
		紫斑舌鲷 <i>Cynoglossus purpureomaculatus</i>	27.47	664.65	30.77	4.74	6.1	3.34
		许氏犁头鳎 <i>Rhinobatos schlegelii</i>	59.02	177.94	23.08	1.27	13.12	3.32
		斑鲷 <i>Raja kenoei</i>	52.5	94.59	23.08	0.67	11.67	2.85
	闽江口 Minjiang Estuary	长吻红舌鲷 <i>Cynoglossus lachneri</i>	23.12	9	7.69	0.06	5.14	0.40
		小眼绿鳍鱼 <i>Chelidonichthys spinosus</i>	5.97	6 225.23	100	3.61	39.17	42.78
		凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	15.92	1 771.59	100	9.63	11.15	20.78
		龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	19.94	1 850.52	83.33	12.06	11.64	19.75
		紫斑舌鲷 <i>Cynoglossus purpureomaculatus</i>	13.2	378.86	50	7.99	2.38	5.19
9 月 Sep.	兴化湾 Xinghua Bay	中国花鲈 <i>Lateolabrax maculatus</i>	20.13	94.28	16.67	12.18	0.59	2.13
		梭鱼 <i>Mugil soiuy</i>	35.34	13.09	8.33	21.38	0.08	1.79
		六指马鲛 <i>Polynemus sextarius</i>	225.44	27 037.91	100	18.22	46.48	64.70
		皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i>	92.73	6 043.45	100	7.49	10.39	17.88
		尖嘴鲷 <i>Dasyatis zugei</i>	231.37	617.05	57.14	18.7	1.06	11.29
	闽江口 Minjiang Estuary	赤鲷 <i>Dasyatis akajei</i>	119.93	809.17	57.14	9.69	1.39	6.33
		鹿斑鲷 <i>Secutor ruconius</i>	8.35	4 833.96	50	0.67	8.31	4.49
		海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	72.62	579.89	57.14	5.87	1	3.93
		凤鲚 <i>Pseudorhombus oligolopis</i>	368.62	58 541.29	100	21.32	36.86	58.18
		短吻舌鲷 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>	197.06	19 292.91	91.67	11.4	12.15	21.59
闽江口 Minjiang Estuary	前鳞鲷 <i>Sardinella zunasi</i>	394.41	27 565.93	50	22.81	17.36	20.09	
	龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	181.31	2 311.54	91.67	10.49	1.46	10.95	
	鹿斑鲷 <i>Secutor ruconius</i>	30.51	16 907.46	83.33	1.76	10.65	10.34	
		横纹东方鲀 <i>Siganus oramin</i>	111.98	6 911.6	83.33	6.48	4.35	9.02

注:W%指优势种的重量百分比,N%指优势种的尾数百分比,IRI是相对重要性指数。

Notes:W% means weight percentage of dominant species in the fish; N% means individual percentage of dominant species in the fish; IRI means dominance.

表 2 鱼类优势种密度对总密度的贡献
Tab. 2 Contribution of main dominant species to total weight and individual of fishes

时间 time	地点 place	优势种 dominant species	重量 weight			尾数 individual		
			β	t	P	β	t	P
4 月 Apr.	兴化湾 Xinghua Bay	竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>					0.00	1.034 0
		日本单鳍电鳐 <i>Narke japonica</i>					0.00	1.084 0
		长吻红舌鲷 <i>Cynoglossus lachneri</i>	1.12	19.59	0.003 1		0.00	1.080 0
		许氏犁头鳐 <i>Rhinobatos schlegelii</i>	0.81	13.60	0.005 8		0.00	1.058 0
		斑鲳 <i>Raja (Okamejei) kenojei</i>					0.00	1.040 0
		紫斑舌鲷						
		<i>Cynoglossus (Areliscus) purpureomaculatus</i>				-0.01	0.00	1.084 0
		小眼绿鳍鱼 <i>Chelidonichthys spinosus</i>		1.75	0.154 5		2.15	0.097 9
		凤鲚 <i>Coilia mystus</i>		1.17	0.307 1	0.71	2.81	0.048 4
		紫斑舌鲷						
		<i>Cynoglossus (Areliscus) purpureomaculatus</i>	-1.26	0.275 3		-0.52	0.630 4	
		龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	1.10	3.45	0.026	0.71	2.91	0.043 5
		中国花鲈 <i>Lateolabrax maculatus</i>		0.41	0.703 6		0.57	0.597 4
		梭鱼 <i>Mugil soiuy</i>		1.59	0.186 8		-0.20	0.851 6
9 月 Sep.	兴化湾 Xinghua Bay	赤鲷 <i>Dasyatis akajei</i>		0.88	0.457 3		1.67	0.160 7
		海鳗 <i>Muraenox cinereus</i>	0.73	8.63	0.000 1		1.19	0.307 8
		尖嘴鲷 <i>Dasyatis zugei</i>	0.33	2.91	0.031 1		0.66	0.570 1
		六指马鲛 <i>Polynemus sextarius</i>	0.31	3.72	0.010 4	1.06	6.24	0.000 8
		鹿斑鲷 <i>Leiognathus ruconius</i>	-0.30	3.57	0.012 6		0.69	0.537 2
		皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i>		2.08	0.091 6		1.66	0.175 6
		短吻舌鲷 <i>Cynoglossus (Areliscus) abbreviatus</i>		1.39	0.237 6		0.81	0.462 2
		凤鲚 <i>Coilia mystus</i>		2.38	0.076 4	0.68	3.69	0.021 0
		横纹东方鲀 <i>Takifugu oblongus</i>		1.58	0.189 6		2.04	0.110 8
		龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>		0.75	0.495 4		0.38	0.723 1
闽江口 Minjiang Estuary	鹿斑鲷 <i>Leiognathus ruconius</i>		0.39	0.718		1.80	0.145 5	
	前鳞鲷 <i>Mugil ophuyseni</i>		1.95	0.123 5		0.17	0.872 5	

注: β . 标准回归系数。

Note: β . standard regression coefficient.

3 讨论

3.1 闽江口和兴化湾鱼类资源数量的比较

比较闽江口和兴化湾鱼类资源密度,春季闽江口鱼类重量密度 (165.31 kg/km^2) 和尾数密度 ($15.89 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$) 都低于兴化湾重量密度 (638.4 kg/km^2) 和尾数密度 ($19.73 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$),夏季相反,闽江口鱼类重量密度 (1728.83 kg/km^2) 和尾数密度 ($158.81 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$) 远远大于兴化湾重量密度 (1378.20 kg/km^2) 和尾数密度 ($58.15 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$)。这一现象的产生,与闽江口和兴化湾鱼类资源种类的生态特征有一定的关系。

春季,兴化湾的种类大多为地方种类,而且均为体型规格较大的鱼类,例如日本单鳍电鳐 (*Narke japonica*),长吻红舌鲷和许氏犁头鳐等

(表1)。相反,闽江口海域优势种多为洄游性经济鱼类,例如梭鱼,龙头鱼和凤鲚(表1)。春季的4月还不是鱼类产卵旺季,大批洄游性鱼类还未游到闽江口产卵,这是闽江口鱼类资源重量密度远远小于兴化湾的原因。而兴化湾鱼类尾数密度较大,因为在其湾口发现了大量的竹筴鱼幼鱼,这是春季兴化湾鱼类尾数密度高于闽江口的原因。春季兴化湾竹筴鱼虽然也是洄游鱼类,其在这一海域较早出现,可能具有较早的产卵洄游习性有关。

夏季,从表1可见,在闽江口出现了大量的前鳞鲷,凤鲚和龙头鱼,且大多为幼体,这从闽江口和兴化湾之间鱼类重量密度差异远不如尾数密度差异的原因。其中重量密度闽江口是兴化湾的1.25倍。尾数密度是2.73倍。与春季相比,夏季有较多鱼类洄游到闽江口,是闽江口海域夏季

鱼类数量激增的主要原因。

由此可见,闽江口的渔业资源主要是洄游性经济鱼类,例如鲮鱼、凤鲚、棘头梅童鱼、龙头鱼和梭鱼等等。而兴化湾除了竹筴鱼和六指马鲛,其它大多是地方性鱼类。是否具有洄游习性鱼类数及其鱼类洄游季节上的差异,是导致这两个海域鱼类数量差异的主要原因。

3.2 闽江口鱼类数量分布特征和环境背景分析

在季节变化上,闽江口外海域鱼类数量的季节差异十分显著,夏季数量,无论是重量资源密度,还是尾数密度远远高于春季,其中,重量资源密度夏季是春季的 10 倍以上,而尾数密度接近 10 倍。

在空间分布上,春季,闽江口外海域鱼类的重量密度高值主要出现在北部,这主要是北部出现了个体规格较大的梭鱼所致。然而同期尾数密度高值主要出现在南部,这是因为北部出现了小眼绿鳍鱼,龙头鱼所致。到了夏季,重量密度高值转而都出现在南部,主要由前鳞鲮,凤鲚组成,同期尾数密度高值区分布基本相同。

闽江是福建省第一大河。水量丰富,年径流量 $6.21 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 。闽江径流在闽江口分为南北两支,从地形地貌上讲,北支口窄水急,是闽江的航运通道。而南支宽阔水浅,是径流下泄的主要通道。下泄的径流在柯氏力的作用下向南偏转。因此,闽江径流对邻近海域的影响主要是表现在闽江口的南部海域。由于海陆水团的交汇,水流复杂^[16]。使得闽江口南部是洄游鱼类理想的产卵场所。这就是南部海域鱼类尾数密度高于北部的海域的主要环境原因。春季,鱼类的重量密度是北部高于南部,是因为出了规格较大,且为暖温种的梭鱼,该种尾数不多,个体大,主要是成鱼。但是总体上南部渔场仍然应被认为是闽江口海域的主要渔场。而在该水域,夏季鱼类总重量密度明显大于春季,显示出夏季份是更好的渔汛。

3.3 兴化湾鱼类数量分布特征和环境背景分析

与闽江口类似,兴化湾鱼类重量密度是夏季 (1378.20 kg/km^2) 高于春季 (638.4 kg/km^2)。尾数密度也是夏季 ($58.15 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$) 高于春季 ($19.73 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$)。但与闽江口不同,兴化湾鱼类数量的季节变化远远小于闽江口,这种情况形成,与兴化湾鱼类地方性种类较多有一定

的关系,由于鱼类数量受洄游影响较少,相比闽江口而言,鱼类数量变化幅度较窄。

兴化湾是一个典型的海湾,湾内多浅滩和湿地,湾口多岛屿和礁石^[17]。湾口往往是地方性鱼类和洄游性鱼类共同栖息的场所。例如,洄游性鱼种六指马鲛和竹筴鱼,地方性鱼种皮氏叫姑鱼和鳙科,鲢科鱼类。这是兴化湾湾口鱼类数量较高的原因。上述栖息在湾口的洄游性鱼类六指马鲛和竹筴鱼均为幼鱼,由此可见,兴化湾湾口是兴化湾鱼类的主要产卵场和索饵场,从春季到夏季是这些鱼类的主要索饵肥育季节。

3.4 鱼类优势种数量特征的比较

闽江口主要优势种是经济鱼类凤鲚,依据相对重要性指数 (*IRI*) 的计算结果,凤鲚在春季是第二优势种,在夏季是最重要的优势种,在夏季,由该种于重量密度最大,且几乎每个站位出现,优势度远远大于其它优势种。闽江口次要优势种是龙头鱼,分别是春季的第 3 优势种和夏季第 4 优势种,在两个季节的大多数站位有广泛的出现(表 1)。不但如此,凤鲚和龙头鱼在不同的季节对总重量密度和总尾数密度提高有较大的贡献(表 2)。春季小眼绿鳍鱼,尾数密度虽高,但仅仅只有个别季节出现,而夏季前鳞鲮尾数密度也很高,但只有个别季节和个别站位出现鱼类优势种对鱼类密度回归的方差贡献分析结果显示:无论从重量密度,还是尾数密度都不明显。因而难以成为闽江口水域的主要优势种。

在兴化湾,春季,尽管竹筴鱼是优势种,但是出现率较低,仅在湾口 1~2 个站位有较高的尾数密度,因此,该种相对重要性指数 *IRI* 并不突出。除了竹筴鱼以外,其它相对重要性指数的种类多为地方性品种。而且所有的优势种出现率都较低,呈现局部水域栖息的种类特征。到了夏季,情况与春季类似,只是最大优势种由竹筴鱼变成为六指马鲛,而同期兴化湾大多数优势种仍为地方种。

总之,在兴化湾,优势种以地方种为主,除了六指马鲛,其它主要优势种优势性不明显,对总密度变化的贡献不大,是兴化湾优势种数量变化的重要特征。反观闽江口的优势种,往往是洄游经济鱼类,其中,凤鲚重量密度和尾数密度的百分比占了鱼类的较大部分,凤鲚和龙头鱼这具有较高的经济价值,闽江口鱼类数量的变化动力来自这

两个优势种的回归贡献。

陈佳杰,陈华,胡剑等同志参与海上样品采集,谨致谢忱。特别感谢倪勇研究员帮助鉴定样品、沈晓民先生在论文撰写中给予的帮助和支持。

参考文献:

- [1] 徐兆礼. 夏秋季瓯江口海域鱼类数量的时空分布[J]. 动物学报, 2008, 54(6): 981-987.
- [2] 徐兆礼. 瓯江口海域夏秋季鱼类多样性[J]. 生态学报, 2008, 28(12): 5948-5956.
- [3] 蔡萌, 徐兆礼. 浙江三门湾冬夏季鱼类组成和数量变化[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(2): 198-205.
- [4] 陈华, 徐兆礼. 舟山渔场衢山岛海域春夏季鱼类数量变化[J]. 海洋渔业, 2009, 31(2): 179-185.
- [5] Robert G C, Warren J, Lee L, *et al.* Derbyshire distribution of seagrasses, and their fish and penaeid prawn communities, in Cairns Harbour, a tropical estuary, Northern Queensland, Australia [J]. Australian Journal of Marine & Freshwater Research, 1993, 44: 193-210.
- [6] Barletta M, Barletta A, Saint U, *et al.* The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary[J]. Journal of Fish Biology, 2005, 66(1): 45-72.
- [7] Clark B M, Bennett B A, Lamberth S J. Temporal variations in surf zone fish assemblages from False Bay, South Africa [J]. Marine Ecology Progress Series, 1996, 131(1-3): 35-47.
- [8] McBride R S, Conover D O. Recruitment of young-of-the-year bluefish *Pomatomus saltatrix* to the New York Bight: Variation in abundance and growth of spring-and summer-spawned cohorts [J]. Marine Ecology Progress Series, 1991, 8: 205-216.
- [9] Velando A, Freire J. Intercolony and seasonal differences in the breeding diet of European shags on the Galician coast (NW Spain) [J]. Marine Ecology Progress Series, 1999, 188: 225-236.
- [10] Bradstock M, Gordon D. Coral-like bryozoan growths in Tasman Bay, and their protection to conserve commercial fish stocks [J]. N Z J Mar Freshw Res, 1983, 17: 159-163.
- [11] 黄海水产研究所. 海洋水产资源调查手册[M]. 2版. 上海: 上海科学技术出版社, 1981.
- [12] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [13] 杨吝, 张旭丰, 谭永光, 等. 南海区拖网网囊最小网目尺寸选择性研究[J]. 中国水产科学, 2003, 10(4): 325-333.
- [14] Pinkas L M, Oliphant S, Iverson I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters [J]. California Game & Fish Magazine, 1971, 152: 1-105.
- [15] Christensen R. Analysis of variance, design and regression: applied statistical methods [M]. New York: Chapman and Hall, 1996.
- [16] 周建军, 陈刚, 胡成, 等. 闽江河口地区河道演变及其影响因素分析[J]. 海岸工程, 2004, 23(1): 13-20.
- [17] 高劲松, 周良明. 兴化湾的潮流研究[J]. 海岸工程, 2009, 28(4): 1-10.

Comparison of fish density between the Minjiang Estuary and Xinghua Bay during spring and summer

XU Zhao-Li*

(Key and Open Laboratory of Marine and Estuary Fisheries, Ministry of Agriculture of China,
East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: To study ecological characteristics of the fish density, this paper compared the spatial-temporal distribution of fish density between the Minjiang Estuary and Xinghua Bay, involved in some impact factors such as dominant species, background of topography and geomorphy, as well as hydrological features, based on the data from four oceanographic censuses in the two kinds of waters during April (spring) and September (summer) 2008. Results showed that weight density (165.31 kg/km^2) and individual density ($15.89 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$) at the Minjiang Estuary, were higher than those (638.4 kg/km^2 and $19.73 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$) at the Xinghua Bay during spring, contrarily in summer, weight density (1728.83 kg/km^2) and individual density ($158.81 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$) at the Minjiang Estuary, were far higher than those (1378.20 kg/km^2 and $58.15 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$) at the Xinghua Bay, which are related to fish resources of the two waters. In the Xinghua Bay, the most dominant species were endemic species with low dominance and contribution to total density except *Polynemus sextarius*. But in the Minjiang Estuary, the most dominant species were economic migratory species among which *Coilia mystus* contribute the largest percentage both in weight and in individual densities. The weight density in the Minjiang Estuary was lower than that in the Xinghua Bay in spring because migratory fishes did not arrive at the Minjiang Estuary waters to spawn, but the case was opposite with the migratory fishes arriving at Minjiang Estuary in summer. High density located in southern waters of the Minjiang Estuary where a lot of migratory fishes such as *Mugil ophuyseni*, *Coilia mystus*, *Harpodon nehereus*, *Chelidonichthys spinosus* and *Mugil soiuy* while aggregation of migratory fishes (such as *Polynemus sextarius* and *Trachurus japonicus*) together with endemic fishes (such as *Dasyatis zugei* and *Johnius belengerii*) formed the higher density in head waters than other waters in the Xinghua Bay.

Key words: fish; dominant species; density; Minjiang Estuary; Xinghua Bay

Corresponding author: XU Zhao-li. E-mail: xiaomin@sh163.net