

莱州湾鱼卵、仔稚鱼数量分布及其 与环境因子相关关系研究*

宋秀凯 刘爱英 杨艳艳 杨建敏 任利华
刘丽娟 孙国华 刘小静

(山东省海洋水产研究所 烟台 264006)

摘要 于 2007 年和 2008 年 6 月、8 月, 用大型浮游生物网对莱州湾鱼卵、仔稚鱼种类组成与数量分布进行了 4 个航次调查。结果表明, 采集到 11271 粒鱼卵, 隶属于 4 目、15 科、22 种(不包括 2 个未定名物种); 仔稚鱼 2942 尾, 隶属于 4 目、9 科、12 种(不包括 2 个未定名物种)。6 月份是莱州湾大部分鱼类主要产卵期, 鱼卵、仔稚鱼种类达 25 种, 鱼卵优势种以斑鲹(*Clupanodon punctatus*)和凤鲚(*Coilia mystus*)为主; 仔稚鱼优势种以凤鲚、梭鱼(*Mugil soiuy*)和斑鲹为主。8 月份产卵的鱼类较少, 仅采集到 15 种鱼卵、仔稚鱼, 优势种均以凤鲚和鲈鱼(*Lateolabrax japonicus*)为主。鱼卵、仔稚鱼平面分布极不均匀, 黄河、广利河和老弥河口附近海域数量较多, 莱州湾中部海域数量较少。通过 SPSS 软件分析发现, 鱼卵数量与仔稚鱼、表层铵盐含量呈显著正相关($r = 0.438, 0.604, P < 0.01$), 与盐度、透明度呈负相关($r = -0.343, -0.329, P < 0.05$); 仔稚鱼数量仅与鱼卵数量和表层铵盐含量呈显著正相关($r = 0.438, 0.536, P < 0.01$), 与其它环境因子没有明显相关关系($P > 0.05$)。

关键词 莱州湾, 鱼卵, 仔稚鱼, 分布, 环境因子

中图分类号 S931

鱼卵、仔稚鱼调查是研究鱼类种群动态的基础, 鱼类资源的动态变化取决于其世代的强弱, 而其世代的强弱很大程度上取决于它们早期生活史阶段的补充状态(Hvjort, 1914)。鱼卵和仔稚鱼的存活数量是鱼类资源补充和渔业资源持续利用的基础, 研究鱼卵和仔稚鱼存活机制和数量是渔业资源可持续利用研究中必不可少的工作之一(万瑞景等, 2006; 黄凤鹏等, 2007)。在海洋生态系统中, 鱼卵、仔稚鱼是重要的被捕食者, 同时仔稚鱼也是捕食者, 二者同是海洋食物链中的重要环节之一(万瑞景等, 1998, 2008; Akihiko *et al*, 1983; Kazumasa *et al*, 1997)。因此, 鱼卵、仔稚鱼数量变动、平面分布及与环境因子相关性研究在海洋生态系统中显得越来越重要。

本文根据 2007 年和 2008 年 6 月、8 月连续四个航次在莱州湾 14 个站点调查所得的拖网资料, 对莱州湾鱼卵、仔稚鱼的数量变动和分布进行了分析和研究, 并与以往历史资料进行对比, 分析了鱼卵、仔稚鱼种类、数量和优势种群变化, 为莱州湾渔业资源评估和可持续利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 调查站位和样品分析与处理

2007 年 6 月、8 月和 2008 年 6 月、8 月连续四个航次在莱州湾 14 个站点(图 1), 用口径 80cm、长 280cm、38GG 筛绢制成的大型浮游生物网, 表层水平拖网 10min, 拖速为 2nmile/h, 网口系流量计以计算

* 国家海洋公益性行业科研专项重点项目, 200805031 号; 908 专项经费项目, SD908-02-09 号。宋秀凯, E-mail: xiukaisong@163.com

通讯作者: 杨建敏, 博士, 研究员, E-mail: ladderup@126.com

收稿日期: 2009-05-06, 收修改稿日期: 2009-07-26

滤水量。样品用 5% 福尔马林溶液固定。室内进行定性、定量分析, 根据鱼卵、仔稚鱼的形态特征(万瑞景等, 2000; 张仁斋等, 1985), 分类鉴定、计数。样品的采集和分析均按照《海洋调查规范》(第 6 部分: 海洋生物调查)(张玉生等, 2007)进行, 用 Surfer8.0 软件绘制鱼卵和仔稚鱼数量平面分布图, 并用 SPSS 软件分析了鱼卵、仔稚鱼数量与环境因子相关关系。

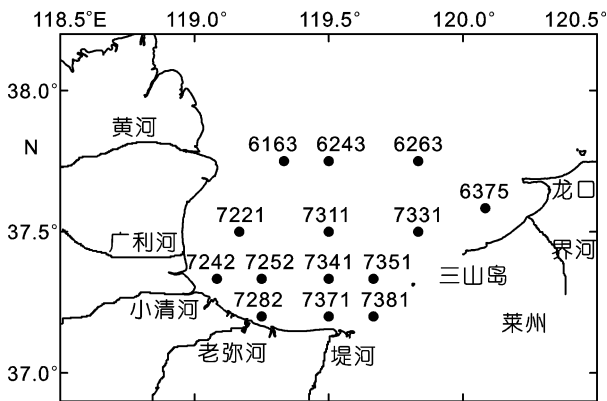


图 1 采样调查站位

Fig.1 Sampling stations in Laizhou Bay

1.2 鱼卵、仔稚鱼群落结构指数的计算方法

Shannon-weaver 多样性指数(H')计算公式如下(Shannon *et al.*, 1949):

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i, \quad H'_{\max} = \log_2 S$$

式中, $P_i = n_i/N$, 为第 i 种在样品中的细胞丰度概率; S 为总种数。

Pielou 均匀度指数(J)计算公式如下(Pielou, 1969):

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

优势度(Y)计算公式如下(孙军等, 2004):

$$Y = \frac{n_i}{N} \times f_i$$

式中, n_i 为第 i 种的总个数; f_i 为该种在各样品中出现的频率; N 为全部样品中的总个体数。

2 结果与讨论

2.1 莱州湾常见鱼卵、仔稚鱼种类组成

4 个航次共采集到鱼卵 11271 粒, 隶属于 4 目, 15 科 22 种(不包括 2 个未定名物种), 仔稚鱼 2942 尾, 隶属于 4 目、9 科、12 种(不包括 2 个未定名物种)、见表 1。

采集到的鱼卵、仔稚鱼按其生态习性和分布特点(蒋玫等, 2006a, 2007), 可划分为 3 种生态类型。

半咸水型(包括河口类): 如凤鲚(*Coilia mystus*)、牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)、焦氏舌鳎(*Cynoglossus joyneri*)和鰕虎鱼科(Gobiidae)等鱼类。

沿岸型: 如斑鲹(*Clupanodon punctatus*)、叫姑鱼(*Johnius belengerii*)、黄姑鱼(*Nibea albiflora*)、油鲹(*Sphyrna pinguis*)、梭鱼(*Mugil soiyu*)和棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)等, 其多为洄游到沿岸浅水进行索饵、繁殖生长。

近海型: 多在离岸较远, 大于 30m 水深的海区索饵、繁殖发育, 如小黄鱼(*Pseudosciaena polyactis*)、带鱼(*Trichiurus haumela*)和小带鱼(*Trichiurus muticus*)等。

2.2 优势种和优势度

结果见表 2。6 月份莱州湾海域的鱼卵优势种以斑鲹和凤鲚为主, 其中 2007 年斑鲹鱼卵平均数量 34.96 粒/100m³, 优势度 24.415%, 2008 年斑鲹鱼卵数量较 2007 年增加了 47.01%, 达到 51.39 粒/100m³, 优势度达 62.102%; 2007 年凤鲚鱼卵数量为 27.56 粒/100m³, 优势度为 19.243%, 2008 年该鱼卵数量和优势度较 2007 年分别下降 83.85% 和 76.86%。8 月份莱州湾海域的鱼卵优势种以凤鲚和鲈鱼(*Lateolabrax japonicus*)为主, 其中 2007 年凤鲚和鲈鱼鱼卵数量分别为 1.22 粒/100m³ 和 0.96 粒/100m³, 优势度分别为 24.161% 和 21.551%; 2008 年凤鲚和鲈鱼鱼卵平均数量分别为 2.42 粒/100m³ 和 0.93 粒/100m³, 凤鲚鱼卵数量较 2007 年增加, 鲈鱼鱼卵数量基本不变。

2007 年 6 月份莱州湾海域仔稚鱼优势种以凤鲚和斑鲹为主, 平均数量分别为 3.53 尾/100m³ 和 1.16 尾/100m³, 优势度分别为 22.27% 和 2.92%; 8 月份仔稚鱼优势种为凤鲚和鲈鱼, 平均数量分别为 0.68 尾/100m³ 和 0.16 尾/100m³, 优势度分别为 25.98% 和 2.73%。2008 年 6 月份仔稚鱼优势种以凤鲚和梭鱼为主, 凤鲚仔稚鱼数量较 2007 年大幅增加, 平均 21.17 尾/m³, 优势度达 43.236%, 梭鱼则取代了 2007 年的斑鲹而成为第二优势种, 平均 13.61 尾/100m³, 优势度为 25.012%; 8 月优势种同 2007 年 8 月一样, 仍为凤鲚和鲈鱼, 但数量较 2007 年有所降低, 分别为 0.32 尾/100m³ 和 0.05 尾/100m³, 优势度分别为 19.623% 和 2.453%。

2.3 莱州湾鱼卵、仔稚鱼年际分布

结果见表 3。6 月份莱州湾鱼卵、仔稚鱼数量较高, 2007 年鱼卵平均 81.82 粒/100m³, 仔稚鱼平均 5.66 尾/100m³; 2008 年鱼卵较 2007 年稍微降低, 平均

表 1 鱼卵、仔稚鱼种类名录
Tab.1 The species of fish eggs and larvae

种名	种名
鲱形目 Clupeiformes	石首鱼科 Sciaenidae
鲱科 Clupeidae	棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>
脂眼鲱 <i>Etrumeus teres</i>	叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i>
斑鲹 <i>Clupanodon punctatus</i>	黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i>
鲷鱼 <i>Ilisha elongata</i>	小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i>
鳀科 Engraulidae	带鱼科 Trichiuridae
鳀鱼 <i>Engraulis japonicus</i>	小带鱼 <i>Trichiurus muticus</i>
凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>
鲱形目 Mugiliformes	鲭科 Scombridae
鲟科 Sphyraenidae	鲈鱼 <i>Pneumatophorus japonicus</i>
油鲟 <i>Sphyraena pinguis</i>	鰕虎鱼科 Gobiidae
鲮科 Mugilidae	鰕虎鱼 <i>Acanthogobius flavimanus</i>
梭鱼 <i>Mugil soiyu</i>	鲚科 Cybiidae
鲈形目 Perciformes	蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i>
鲈科 Serranidae	鲈形目 Pleuronectiformes
鲈鱼 <i>Lateolabrax japonicus</i>	鲆科 Bothidae
鲆科 Coryphaenidae	牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>
鲆鱼 <i>Coryphaena hippurus</i>	鲷科 Soleoidae
鲷科 Sillaginidae	焦氏舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i>
多鳞鲷 <i>Sillago sihama</i>	海龙目 Syngnathiformes
鲷科 Carangidae	海龙科 Syngnathidae
竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>	尖海龙 <i>Syngnathus acus</i>
鲷科 Sparidae	冠海马 <i>Hippocampus coronatus</i>
黑鲷 <i>Sparus macrocephalus</i>	未定名 ND

注: 没有标志为鱼卵, 为鱼卵、仔稚鱼共有, 仅为仔稚鱼

70.93 粒/100m³, 仔稚鱼增加 5.18 倍, 平均 34.97 尾/100m³。8 月份鱼卵、仔稚鱼数量偏低, 2007 年鱼卵平均 2.89 粒/100m³, 仔稚鱼平均 0.94 尾/100m³; 2008 年鱼卵平均 5.36 粒/100m³, 仔稚鱼平均 0.47 尾/100m³。6 月份采集到的鱼卵、仔稚鱼种类达 25 种, 8 月份仅采集到 15 种鱼卵、仔稚鱼(包括未定名的物种)。

鱼卵生物多样性指数变化范围为 1.693—2.426, 最大值出现在 2008 年 8 月, 数值为 2.426, 这与各个站位采集的鱼卵、仔稚鱼数量相差不大, 分布较均匀有关, 均匀度达到 0.656, 为四次监测最大值; 2007 年 6 月和 8 月, 鱼卵生物多样性指数相当, 但均小于 2008 年 8 月, 这与 6 月鱼卵分布不均和 8 月数量少有很大关系; 2008 年 6 月多样性指数最低, 仅为 1.693, 这与斑鲹占绝大多数有关, 优势度高达 62.102%。鱼卵均匀度变化范围为 0.482—0.656, 整体上 6 月份数值偏低, 与斑鲹和凤鲚等优势鱼类大量产卵有很大关系; 8 月份数值较高, 与产卵量普遍少, 数量比较平

均有关。

仔稚鱼生物多样性指数变化范围为 0.995—1.772, 最大值出现在 2007 年 6 月, 2007 年 8 月份次之, 数值为 1.290, 最低值出现在 2008 年 8 月; 均匀度变化范围为 0.297—0.512, 2007 年均匀度在 0.5 附近, 2008 年则有所降低, 均在 0.4 以下。

2.4 莱州湾鱼卵、仔稚鱼总数平面分布

由图 2 可以看出, 鱼卵、仔稚鱼平面分布极不均匀, 沿岸海域数量大于远海。其中, 黄河、广利河和老弥河附近数量较多, 莱州湾中部海域数量较少。2007 年 6 月, 黄河入海口 6163 站位和广利河附近 7221 站位数值较高, 数量均在 100 粒(尾)/100m³ 以上, 小清河附近 7242 和界河附近 6375 站位次之, 数量在 5—10 粒(尾)/100m³ 之间, 7331、7311 和 7341 站位数量较低, 均小于 1 粒(尾)/100m³; 2007 年 8 月, 鱼卵、仔稚鱼数量均在 50 粒(尾)/100m³ 以下, 6163 站位最高, 数量在 10—50 粒(尾)/100m³ 之间, 7221、7242、7282

表 2 莱州湾鱼卵、仔稚鱼数量及优势度统计表
Tab.2 Statistics of quantity and dominance of fish eggs and larvae in Laizhou Bay

种类	类型	2007 年 6 月		2007 年 8 月		2008 年 6 月		2008 年 8 月	
		数量	优势度	数量	优势度	数量	优势度	数量	优势度
脂眼鲱	鱼卵	0.021	0.004%	—	—	0.095	0.019%	—	—
斑鲈	鱼卵	34.960	24.415%	—	—	51.393	62.102%	0.357	1.427%
鲮鱼	鱼卵	—	—	0.041	0.307%	0.027	0.003%	0.214	0.285%
鳊鱼	鱼卵	0.029	0.005%	0.335	2.486%	0.116	0.023%	0.054	0.143%
凤鲚	鱼卵	27.555	19.243%	1.221	24.161%	4.9107	4.451%	2.421	32.244%
油鲚	鱼卵	1.529	0.400%	—	—	4.277	1.723%	0.125	0.333%
梭鱼	鱼卵	0.060	0.010%	—	—	0.786	0.158%	—	—
鲈鱼	鱼卵	—	—	0.968	21.551%	—	—	0.925	8.622%
鲢鱼	鱼卵	—	—	0.037	0.276%	—	—	0.036	0.095%
多鳞鱈	鱼卵	0.089	0.008%	0.171	1.689%	2.295	0.924%	0.929	7.419%
竹荚鱼	鱼卵	0.132	0.012%	0.007	0.035%	0.104	0.021%	0.089	0.119%
棘头梅童鱼	鱼卵	0.030	0.003%	—	—	0.170	0.017%	0.018	0.024%
叫姑鱼	鱼卵	7.828	3.417%	—	—	0.357	0.108%	—	—
黄姑鱼	鱼卵	5.858	3.068%	—	—	1.634	0.987%	—	—
小黄鱼	鱼卵	0.782	0.137%	—	—	0.250	0.076%	—	—
黑鲷	鱼卵	2.301	1.205%	—	—	2.786	1.683%	—	—
带鱼	鱼卵	0.124	0.032%	—	—	0.116	0.023%	—	—
小带鱼	鱼卵	0.014	0.001%	0.089	0.663%	0.054	0.011%	0.125	0.832%
鲐鱼	鱼卵	0.125	0.011%	—	—	0.018	0.004%	—	—
蓝点马鲛	鱼卵	0.014	0.001%	—	—	1.170	0.353%	—	—
牙鲆	鱼卵	0.286	0.025%	—	—	—	—	—	—
焦氏舌鲷	鱼卵	0.057	0.005%	—	—	0.238	0.120%	0.054	0.143%
未知种 1	鱼卵	0.030	0.003%	0.018	0.044%	0.104	0.021%	0.018	0.024%
未知种 2	鱼卵	—	—	—	—	0.036	0.007%	—	—
斑鲈	仔稚鱼	1.159	2.924%	—	—	0.054	0.033%	—	—
凤鲚	仔稚鱼	3.529	22.265%	0.684	25.979%	21.170	43.236%	0.321	19.623%
梭鱼	仔稚鱼	0.033	0.082%	—	—	13.607	25.012%	—	—
鲈鱼	仔稚鱼	—	—	0.164	8.732%	0.018	0.004%	0.054	2.453%
叫姑鱼	仔稚鱼	0.356	1.799%	—	—	—	—	—	—
小黄鱼	仔稚鱼	0.166	0.210%	—	—	—	—	—	—
带鱼	仔稚鱼	0.029	0.074%	—	—	0.009	0.002%	—	—
小带鱼	仔稚鱼	—	—	0.019	0.293%	0.009	0.002%	0.004	0.055%
鲐鱼	仔稚鱼	0.024	0.030%	0.018	0.136%	0.018	0.007%	0.018	0.273%
鰕虎鱼	仔稚鱼	0.009	0.011%	—	—	0.018	0.007%	—	—
冠海马	仔稚鱼	—	—	—	—	0.018	0.004%	—	—
尖海龙	仔稚鱼	0.088	0.111%	—	—	0.018	0.007%	—	—
未知种 1	仔稚鱼	0.166	0.210%	0.018	0.271%	0.036	0.007%	0.054	1.635%
未知种 2	仔稚鱼	0.103	0.260%	0.037	0.282%	—	—	0.018	0.273%

注: 表中数量单位为粒(尾)/100m³, “—”表示未采集到任何鱼卵、仔稚鱼。下同

和 7351 站位次之, 数量在 5—10 粒/100m³ 之间, 6263、7341 和 7381 站位最低, 均小于 1 粒(尾)/100m³; 2008 年 6 月, 老弥河附近 7282、7252 站位和黄河入海口 6163

站位数量较高, 均在 100 粒(尾)/100m³ 以上, 小清河附近 7242 和 7311 站位次之, 数量在 5—10 粒(尾)/100m³ 之间, 6375 和 7331 站位最低, 均小于 1 粒(尾)/100m³;

表3 莱州湾鱼卵、仔稚鱼平面分布和生态学特征
Tab.3 Horizontal distribution and ecology character of fish eggs and larvae in Laizhou Bay

站号	2007年6月		2007年8月		2008年6月		2008年8月	
	鱼卵数量	仔稚鱼数量	鱼卵数量	仔稚鱼数量	鱼卵数量	仔稚鱼数量	鱼卵数量	仔稚鱼数量
7331	0.10	0.29	1.75	3.00	0.13	0.25	1.25	—
6375	10.00	—	2.5	0.50	0.25	0.38	4.00	1.00
6263	3.50	—	—	—	2.75	—	1.50	—
6243	5.60	—	1.75	0.25	33.26	0.38	11.50	—
6163	130.78	12.30	3.95	6.50	132.06	3.75	16.35	2.50
7221	933.33	41.99	8.25	—	5.63	19.38	6.50	1.50
7242	28.04	21.05	6.74	0.50	69.63	27.25	3.00	—
7252	6.45	0.34	2.88	—	388.63	393.63	4.75	—
7282	7.67	1.67	4.96	1.20	279.50	32.00	8.50	1.00
7371	0.71	0.37	1.28	—	12.13	3.25	—	—
7381	3.00	—	—	—	0.75	0.75	0.75	—
7351	2.00	—	5.38	0.12	1.75	0.50	7.25	0.05
7341	0.89	—	0.64	0.02	1.38	0.13	1.00	—
7311	13.47	1.26	0.34	1.08	65.25	8.00	8.75	0.50
平均数量	81.82	5.66	2.89	0.94	70.93	34.97	5.36	0.47
种类数	20	11	9	6	25	11	13	6
多样性指数	2.083	1.772	2.046	1.290	1.693	1.027	2.426	0.995
均匀度指数	0.482	0.512	0.646	0.499	0.386	0.297	0.656	0.385

注: 表中鱼卵数量单位为粒/100m³; 仔稚鱼数量单位为尾/100m³

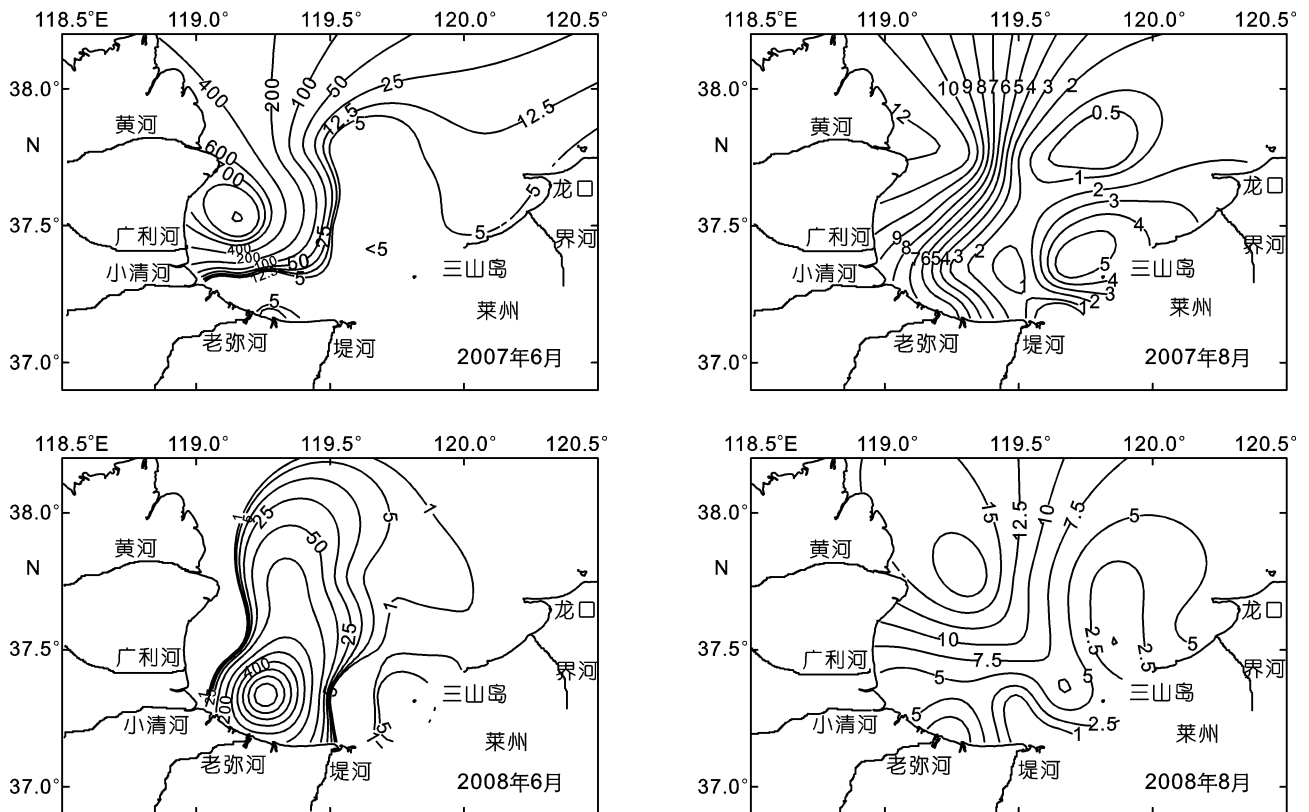


图2 莱州湾鱼卵、仔稚鱼平面分布

Fig.2 Horizontal distribution of ichthyoplankton in Laizhou Bay
注: 每个站位鱼卵、仔稚鱼数量加在一起统计, 数量单位为粒(尾)/100m³

2008年8月, 鱼卵、仔稚鱼数量均在50粒(尾)/100m³以下, 6163站位最高, 数量在10—50粒(尾)/100m³之间, 7221、7242、7282和7351站位次之, 数量在5—10粒(尾)/100m³之间, 7371和7381站位最低, 均小于1粒(尾)/100m³。

2.5 鱼卵、仔稚鱼变化趋势

结果见表4。将本调查结果与1982年6—8月山东海岸带调查结果相比(山东省科学技术委员会, 1991), 可以发现莱州湾海域鱼卵和仔稚鱼资源数量和结构发生了明显变化。

首先, 采集到的鱼卵和仔稚鱼种类和数量较1982年同月份明显减少。1982年6月份海区采集到鱼卵平均数量为221.56粒/100m³, 而2007年仅为81.82粒/100m³, 较1982年减少了63.07%, 2008年与2007年基本持平, 为70.93粒/100m³; 8月份鱼卵数量较6月份均大幅减少, 1982年海区平均14.84粒/100m³, 2007年和2008年分别比1982年同期减少80.53%和63.88%。稚鱼数量变化不大, 1982年6月份为28.86尾/100m³, 2007年6月份较1982年同期减少80.39%, 但2008年6月较1982年同期增加了10.95%; 1982年8月份海区仔稚鱼平均6.44尾/100m³, 2007年和2008年平均不足1尾/100m³, 分别为1982年同期的14.69%和7.30%。

其次, 优势种群发生改变。1982年6月份鱼卵、仔稚鱼优势种均以鳀鱼(*Engraulis japonicus*)为主, 优势度分别为94.5%和66.7%, 2007年和2008年同期鱼卵优势种均变为斑鲆, 优势度分别为24.4%和62.1%, 仔稚鱼优势种均变为凤鲚, 优势度为22.3%和43.2%。1982年8月份鱼卵、仔稚鱼优势种均以半滑舌鲷(*Cynoglossus semilaevis*)为主, 优势度分别为78.8%和46.6%, 2007年和2008年同期鱼卵、仔稚鱼优势种均变为凤鲚, 鱼卵优势度分别为24.2%和32.3%, 仔稚

鱼优势度为25.6%和19.6%。

最后, 优势种的改变导致其它相关鱼类产卵索饵路线的改变, 特别是以鳀鱼为饵料的蓝点马鲛(*Scomberomorus niphonius*)和鲈鱼(*Pneumatophorus japonicus*)等鱼卵数量大幅减少。2007年和2008年6月份莱州湾海区所采鱼卵均不到总卵量的0.1%。其中2007年同期蓝点马鲛和鲈鱼海区鱼卵平均分别为0.014粒/100m³和0.024粒/100m³, 2008年同期分别为1.170粒/100m³和0.018粒/100m³, 均明显低于1982年同期的11.52粒/100m³和3.26粒/100m³。

2.6 鱼卵、仔稚鱼数量与环境因子相关关系

海洋环境是海洋生物赖以生存的基础, 海洋生物的活动分布、繁殖和生长都与海洋环境密不可分(Sherman *et al*, 1983)。通过SPSS软件, 分析了调查海区鱼卵、仔稚鱼数量同水深、表层水温、盐度、营养盐、浮游生物数量等各理化因子相关关系(表5), 发现鱼卵数量除与仔稚鱼数量有较强的相关关系外($r = 0.438$, $P < 0.01$), 还与铵盐(表层)含量呈明显正相关($r = 0.604$, $P < 0.01$)。此外, 与透明度和盐度呈负相关, 相关系数分别为-0.329、-0.343 ($P < 0.05$)。鱼卵数量与盐度呈负相关, 表明近海低盐水系对鱼卵的繁殖与孵化有着十分重要的影响作用, 这与蒋玫等(2006b)研究结果相吻合。由于调查区仔稚鱼多数为广盐性的种类, 盐度的变化对仔稚鱼影响不是很敏感($P > 0.05$), 但与铵盐(表层)含量呈明显正相关($r = 0.604$, $P < 0.01$), 此外没有发现与其它环境因子具有相关性。由于海洋学的复杂性和生物学机制的复杂性, 各种理化因子对鱼卵、仔稚鱼生理影响的原因有待今后大量数据的积累和深入研究。

3 结语

(1) 6月份是莱州湾大部分鱼类重要产卵期, 此

表4 莱州湾鱼卵、仔稚鱼种类和优势种年际变化

Tab.4 The interannual variability in type and in dominance of the fish eggs and larvae in Laizhou Bay

项目	1982年		2007年		2008年	
	6月	8月	6月	8月	6月	8月
鱼卵种类数	34	15	20	9	25	13
海区鱼卵平均数量(粒/100m ³)	212.56	14.84	81.82	2.89	70.93	5.36
优势种种名	鳀鱼	半滑舌鲷	斑鲆	凤鲚	斑鲆	凤鲚
优势种所占比例	94.5%	78.8%	24.4%	24.2%	62.1%	32.2%
仔稚鱼种类数	18	22	11	6	11	6
海区仔稚鱼平均数量(尾/100m ³)	28.86	6.44	5.66	0.94	34.97	0.47
优势种种名	鳀鱼	半滑舌鲷	凤鲚	凤鲚	凤鲚	凤鲚
优势种所占比例	66.7%	46.6%	22.3%	25.6%	43.2%	19.6%

注: 表中1982年数据参照《山东省海岸带和滩涂调查报告集, 烟台调查区综合调查报告》(山东省科学技术委员会, 1991)

表 5 莱州湾鱼卵、仔稚鱼数量与环境因子积矩 Pearson 相关关系

Tab.5 The Pearson correlation coefficient of the quantities of ichthyoplankton and environmental factors in Laizhou Bay

项目	鱼卵		仔稚鱼	
	Pearson	<i>t</i>	Pearson	<i>t</i>
鱼卵	1.000	0.000		
仔稚鱼	0.438**	0.008	1.000	0.000
水深	- 0.139	0.321	- 0.104	0.545
透明度	- 0.329*	0.016	- 0.200	0.242
表层水温	- 0.198	0.155	- 0.292	0.133
磷酸盐(表层)	- 0.099	0.493	- 0.033	0.850
亚硝酸盐(表层)	- 0.093	0.515	- 0.035	0.839
硝酸盐(表层)	0.007	0.961	0.140	0.416
铵盐(表层)	0.604**	0.001	0.536**	0.004
无机氮(表层)	0.000	0.997	0.165	0.337
盐度	- 0.343*	0.049	0.204	0.135
pH 值	0.055	0.698	0.074	0.667
溶解氧(表层)	0.027	0.848	- 0.017	0.920
化学需氧量(表层)	0.166	0.234	0.259	0.128
石油	- 0.020	0.886	0.036	0.833
叶绿素 <i>a</i>	- 0.074	0.628	0.091	0.609
浮游植物	- 0.089	0.587	- 0.091	0.632
浮游动物	0.105	0.455	0.008	0.965
磷酸盐(底层)	- 0.029	0.843	0.037	0.835
亚硝酸盐(底层)	- 0.096	0.508	- 0.026	0.879
硝酸盐(底层)	0.022	0.877	0.199	0.244
铵盐(底层)	- 0.006	0.974	- 0.136	0.518
无机氮(底层)	- 0.005	0.970	0.171	0.320
溶解氧(底层)	0.076	0.596	0.032	0.855
化学需氧量(底层)	0.183	0.194	0.260	0.126

注: Pearson 为 Pearson 相关系数, *t* 为双尾 *t* 检验, *n* 为 56, **表示相关置信度水平 < 0.01, *表示相关置信度水平 < 0.05, 其余没有明显相关关系

时鱼卵、仔稚鱼种类达 25 种, 鱼卵优势种均以斑鲈和凤鲚为主; 仔稚鱼优势种以凤鲚、梭鱼和斑鲈为主; 8 月份产卵的鱼类较少, 仅采集到 15 种鱼卵、仔稚鱼, 鱼卵和仔稚鱼均以凤鲚和鲈鱼为优势种。

(2) 鱼卵、仔稚鱼平面分布极不均匀, 沿海岸域数量大于远海, 黄河、广利河和老弥河口附近海域数量较多, 莱州湾中部海域数量较少。

(3) 与 1982 年监测数据相比, 2007 年和 2008 年鱼卵和仔稚鱼同期数量均大幅下降, 6 月优势种也由鳀鱼变为斑鲈和凤鲚为主, 8 月份则由半滑舌鳎变为凤鲚和鲈鱼为主。

(4) 鱼卵数量与仔稚鱼、铵盐(表层)含量呈显著正相关($r = 0.438, 0.604, P < 0.01$), 与盐度和透明度呈负相关($r = - 0.343, - 0.329, P < 0.05$), 与其它环境因

子没有明显相关关系($P > 0.05$); 仔稚鱼数量仅与鱼卵数量和铵盐(表层)含量呈显著正相关($r = 0.438, 0.536, P < 0.01$), 与其它环境因子没有明显相关关系($P > 0.05$)。

致谢 山东省海洋环境监测中心刘义豪、马元庆、秦华伟、靳洋、姜向阳、孙伟、张静等同志协助外业调查采样和挑取鱼卵, 中国海洋大学汝少国教授对论文写作给予指导, 谨致谢忱。

参 考 文 献

- 万瑞景, 孙 珊, 2006. 黄、东海生态系统中鱼卵、仔稚幼鱼种类组成与数量分布. 动物学报, 52(1): 22—44
 万瑞景, 姜言伟, 1998. 黄海硬骨鱼类鱼卵、仔稚鱼及其生态调查研究. 海洋水产研究, 19(1): 60—73
 万瑞景, 姜言伟, 2000. 渤、黄海硬骨鱼类鱼卵与仔稚鱼种类组成

- 及其生物学特征. 上海水产大学学报, 9(4): 290—297
- 万瑞景, 魏皓, 孙珊等, 2008. 山东半岛南部产卵场鳀鱼的产卵生态. 鳀鱼鱼卵和仔稚幼鱼的数量与分布特征. 动物学报, 54(5): 785—797
- 山东省科学技术委员会, 1991. 山东省海岸带和滩涂调查报告集, 烟台调查区综合调查报告. 北京: 中国科学技术出版社, 64—134
- 孙军, 刘东艳, 王威等, 2004. 1998年秋季渤海中部及其临近海域网采浮游植物群落. 生态学报, 21(8): 1643—1655
- 张仁斋, 陆穗芬, 赵传继等, 1985. 中国近海鱼卵与仔鱼. 上海: 上海科学技术出版社, 1—206
- 张玉生, 杨清良, 陈瑞祥等, 2007. 海洋调查规范. 第6部分: 海洋生物调查. 北京: 中国标准出版社, 1—159
- 黄凤鹏, 黄景洲, 杨玉玲等, 2007. 胶州湾鱼卵、仔鱼和稚鱼的分布. 海洋科学进展, 25(4): 468—473
- 蒋玫, 王云龙, 袁骥等, 2007. 东海中尺度夏季鱼卵仔鱼种类组成特征. 生态学报, 27(1): 152—158
- 蒋玫, 沈新强, 2006a. 长江口及邻近水域夏季鱼卵、仔鱼数量分布特征. 海洋科学, 30(6): 92—97
- 蒋玫, 沈新强, 陈莲芳, 2006b. 长江口及邻近水域春季鱼卵仔鱼分布与环境因子的关系. 海洋环境科学, 25(2): 37—39
- Akihiko K, Shigeki S, 1983. Diurnal changes in vertical distribution of Anchovy eggs and larvae in the Western Wakasa Bay. Bull Jap Soc Sci Fish, 50(8): 1285—1292
- Hvjort J, 1914. Fluctuation in the great fisheries of Northern Europe viewed in the light of biological research. Rapp P-v Réun Cons perm int Explor Mer, 20: 1—228
- Kazumasa H, Tsuneo G, Mitsuyuki H, 1997. Diet composition and prey size of larval anchovy *Engraulis japonicus*, in Toyama Bay, southern Japan Sea. Aquatic Ecology, 47: 67—78
- Pielou E C, 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. New York: Wiley-Interscience, 1—294
- Shannon C E, Weaver W, 1949. The Mathematical Theory of Communication. Urbana IL: University of Illinois Press, 1—117
- Sherman K, Lasker R, Richards W *et al*, 1983. Ichthyoplankton and fish recruitment studies in large marine ecosystems. Marine Fisheries Review, 45(10—12): 1—25

DISTRIBUTING OF ICHTHYOPLANKTON AND THE CORRELATION WITH ENVIRONMENTAL FACTORS IN LAIZHOU BAY

SONG Xiu-Kai, LIU Ai-Ying, YANG Yan-Yan, YANG Jian-Min, REN Li-Hua,
LIU Li-Juan, SUN Guo-Hua, LIU Xiao-Jing
(Marine Fisheries Research Institute of Shandong, Yantai, 264006)

Abstract Composition and abundance of fish eggs and larvae were studied using 11271 eggs and 2942 larvae collected June 2007 to August 2008 in Laizhou Bay. The results showed that the eggs include 22 species from 15 families and four orders (including two unidentified species), and the larvae cover 12 species in nine families and four orders (two unidentified species). As June was an important spawning periods of most fishes in Laizhou Bay, 25 taxa of fish eggs and larvae were collected during this periods, of which the dominant fish eggs were *Clupanodon punctatus*, *Coilia mystus* and that of fish larvae were *C. mystus*, *Mugil soiuy*, and *C. punctatus*. During June of 2007, the average number of fish eggs and fish larvae was 81.82ind/100m³ and 5.66ind/100m³, respectively; both decreased to 63.07% and 80.39% of that in 1982. The average number of fish eggs in 2008 was approximate to that in 2007, while the number of fish larvae was 5.18 times than that of 2007, increased by 10.95% from that of 1982. During August, only 15 taxa of fish eggs and larvae were collected, in which the preponderant fish eggs and larvae were still *C. mystus* and *Lateolabrax japonicus*. During August 2007, the average number of eggs was 2.89 ind/100m³ and that number of fish larvae was 0.94ind/100m³, accounted for 14.60% and 14.69%, respectively, of that in 1982. The average quantity of fish eggs increased by 85.47% and that number of fish larvae declined slightly during August, 2008. The distribution of fish eggs and larvae in Laizhou Bay were very uneven, richer near the estuaries of Huanghe (Yellow) River, Guangli River and Laomi River, and poorer in the center of Laizhou Bay. Result of the Pearson Correlation between the amount of ichthyoplankton and same-time environmental factors shows that the fish eggs amount is positively correlated ($r = 0.438, 0.604, P < 0.01$) with that of fish larvae, and the concentration of the surface of ammonium is negatively correlated ($r = -0.343, -0.329, P < 0.05$) with salinity and transparency. Meantime, only the amount of fish larvae is positively correlated ($r = 0.536, P < 0.01$) with the surface concentration of ammonium, and other environmental factors had no remarkable relationship with the fish larvae amount.

Key words Laizhou Bay, Fish eggs, Fish larvae, Distributing, Environmental factors