

文章编号:1000-0615(2002)04-0321-010

东海北部和黄海南部鳀鱼卵和 仔稚幼鱼数量、分布及其与环境条件的关系

万瑞景¹, 黄大吉², 张 经³

(1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 山东 青岛 266071;
2. 国家海洋局第二海洋研究所, 浙江 杭州 310012; 3. 华东师范大学河口海岸国家重点实验室, 上海 200062)

摘要:1999 年夏季鳀鱼卵和仔稚幼鱼主要分布于黄海南部, 122°00' ~ 123°45'E、34°00' ~ 35°15'N 与 122°15'E 以西海域分别为鳀鱼卵与鳀鱼仔稚幼鱼的密集分布中心, 其表层水温和盐度分别为 25.5 ~ 26.9℃ 和 27.11 ~ 31.81 与 26.4 ~ 27.0℃ 和 31.31 ~ 32.05。鳀鱼卵和仔稚幼鱼分布的最适表层水温分别为 25.5 ~ 26.4℃ 和 25.9 ~ 27.0℃; 全长为 20mm 以上的鳀鱼稚鱼已初步形成广盐性分布的习性, 鳀鱼卵和仔稚幼鱼的分布对盐度的要求并不非常严格, 水温是影响鱼卵和仔稚幼鱼分布的主要原因之一。鳀鱼卵和仔稚幼鱼的分布与叶绿素 a 的分布也有密切的关系, 鳀鱼卵和仔稚幼鱼的密集分布中心正是叶绿素 a 的高值区。随着季节的变化, 黄海南部鳀鱼产卵场由青岛外海逐渐向深水区转移。黄海南部鳀鱼活卵所占的比例为 45.76%, 胚胎发育状况良好。

关键词:鳀; 鱼卵; 仔稚幼鱼; 胚胎发育; 环境条件; 东海北部; 黄海南部

中图分类号: S931.1

文献标识码: A

Abundance and distribution of eggs and larvae of *Engraulis japonicus* in the Northern part of East China Sea and the Southern part of Yellow Sea and its relationship with environmental conditions

WAN Rui-jing¹, HUANG Da-ji², ZHANG Jing³

(1. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;
2. Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou 310012, China;
3. State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: The eggs and larvae of *Engraulis japonicus* were mainly distributed in the Southern part of the Yellow Sea in summer, 1999. The center of dense egg concentration was located in the area 122°00' - 123°45' E and 34°00' - 35°15' N, while dense larvae aggregation was found in the waters west of 122°15' E; its surface water temperature and salinity were 25.5 - 26.9℃, 27.11 - 31.81, and 26.4 - 27.0℃, 31.31 - 32.05, respectively. The optimum surface water temperature for egg distribution ranged from 25.5 to 26.4℃, while that for larva ranged from 25.9 to 27.0℃; *E. japonicus* larvae larger than 20mm total length was already euryhaline. The water salinity was not so critical to the distribution of *E. japonicus* eggs and larvae, while water temperature was an important influential factor. Close correlation was also found between the egg and larval densities and the

收稿日期: 2001-06-11

资助项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G1999043700)、国家自然科学基金(39970580)和华东师范大学河口海岸国家重点实验室 2001 年度开放基金

作者简介: 万瑞景(1955-), 男, 福建泉州人, 副研究员, 主要从事海洋鱼类早期生态的研究。E-mail: wanrj@ysfri.ac.cn

chlorophyll-a content of the surface water, and the area of dense egg and larval concentration coincided with that of high chlorophyll-a content. As the season progressed, the spawning ground of *E. japonicus* in the Southern part of Yellow Sea gradually shifted from the waters off Qingdao to deeper waters. In the Southern of Yellow Sea, 45.76% of *E. japonicus* eggs were found alive, and their embryos were in good development condition.

Key words: *Engraulis japonicus*; egg; larva; embryo development; environmental conditions; the Northern of East China Sea; the Southern of Yellow Sea

鱼类资源的变动取决于世代的强弱,而世代的强弱很大程度上取决于它们早期阶段的补充状况^[1]。70年代以来,国际上对鱼类早期补充机制的研究多集中在鱼卵、仔稚幼鱼自然和捕食死亡、种群补充和环境因素对仔鱼存活和种群补充过程影响的研究^[2]。由于鳀鱼早期生活阶段营浮游生活,早期生长过程的细微差别以及一系列外界环境因素的影响对其存活以及整个早期生活史阶段的生长直至种群的补充,有着重大的影响,而早期生活阶段的死亡又与卵子的质量、鱼卵和仔稚幼鱼的被捕食、仔稚幼鱼食物的可获得性、饵料竞争以及物理、化学等非生物环境密切相关^[3]。因此,从鱼卵到幼鱼的整个发育过程,实际上是与海洋生物过程、物理过程和化学过程等的有机偶合,这就在鳀鱼早期补充机制和补充过程的研究产生了多学科交叉。鳀鱼早期生活史的研究,近几年来日本学者对日本沿海产卵场的鳀鱼卵、仔稚鱼分布、摄食与生长等方面进行了研究^[4-7],韩国学者报道了 Kwangyang 湾鳀鱼后期仔鱼的饵料生物^[8],台湾学者对台湾东北海域鱼仔鱼的日生长与体长分布也作过报道^[9]。国内学者对黄海鳀鱼卵和仔稚幼鱼数量、分布和季节变化作过调查和研究^[10-12]。从鳀鱼早期补充机制和补充过程的角度进行多学科交叉和综合研究的未见报道。本文报道东海北部和黄海南部鳀鱼卵和仔稚幼鱼数量与分布并详细讨论了鳀鱼卵和仔稚幼鱼的分布与表层水温、盐度和叶绿素 a 等环境条件的关系,为鳀鱼早期补充机制与补充过程研究积累基础资料。

1 材料和方法

鳀鱼卵和仔稚幼鱼数量分布调查与其他观测项目同步进行。调查范围:120°30' ~ 127°30'E, 27°30' ~ 36°00'N(图1)。调查时间:1999年8月20-31日,调查分主断面调查(8月20-25日)和辅助断面调查(8月26-31日)两阶段。调查站位:主断面调查和辅助断面调查分别设置34和23调查站,辅助断面调查中有2站与主断面调查重复观测取样。按海区划分,黄海南部:主断面调查和辅助断面调查共设置24调查站;东海北部共设置33调查站。鳀鱼卵和仔稚幼鱼样品采集用口径80cm、长270cm、孔径为0.50mm(38GG)筛绢制成的大型浮游生物网,逐站表层水平拖网10min,拖网速度为3.0n mile·h⁻¹,采集的样品用5%甲醛海水溶液固定保存。室内进行定量分析。由于拖网速度难以严格控制,样品定量分析时,以每站的实际数量(粒、尾)为指标进行比较。环境要素(温度和盐度)调查采用美国海鸟(SeaBird)公司的SBE19 CTD逐站进行。叶绿素a浓度的测定:取CTD采上的表层海水,经0.45μm孔径的醋酸纤维滤膜(滤膜上加1%的饱和MgCO₃溶液)过滤,过滤后,滤膜避光冷藏。测定时用90%的丙酮在暗处低温提取12~24h。离心后取上清液用日立公司生产的850型荧光光度计测定,激发波长430μm左右,发射波长670μm左右。叶绿素a标样为Sigma公司提供。

鳀鱼卵和仔稚幼鱼、表层水温和盐度的调查数据采用Systat统计软件整理,所得的曲线为LOWESS平滑线^[13]。

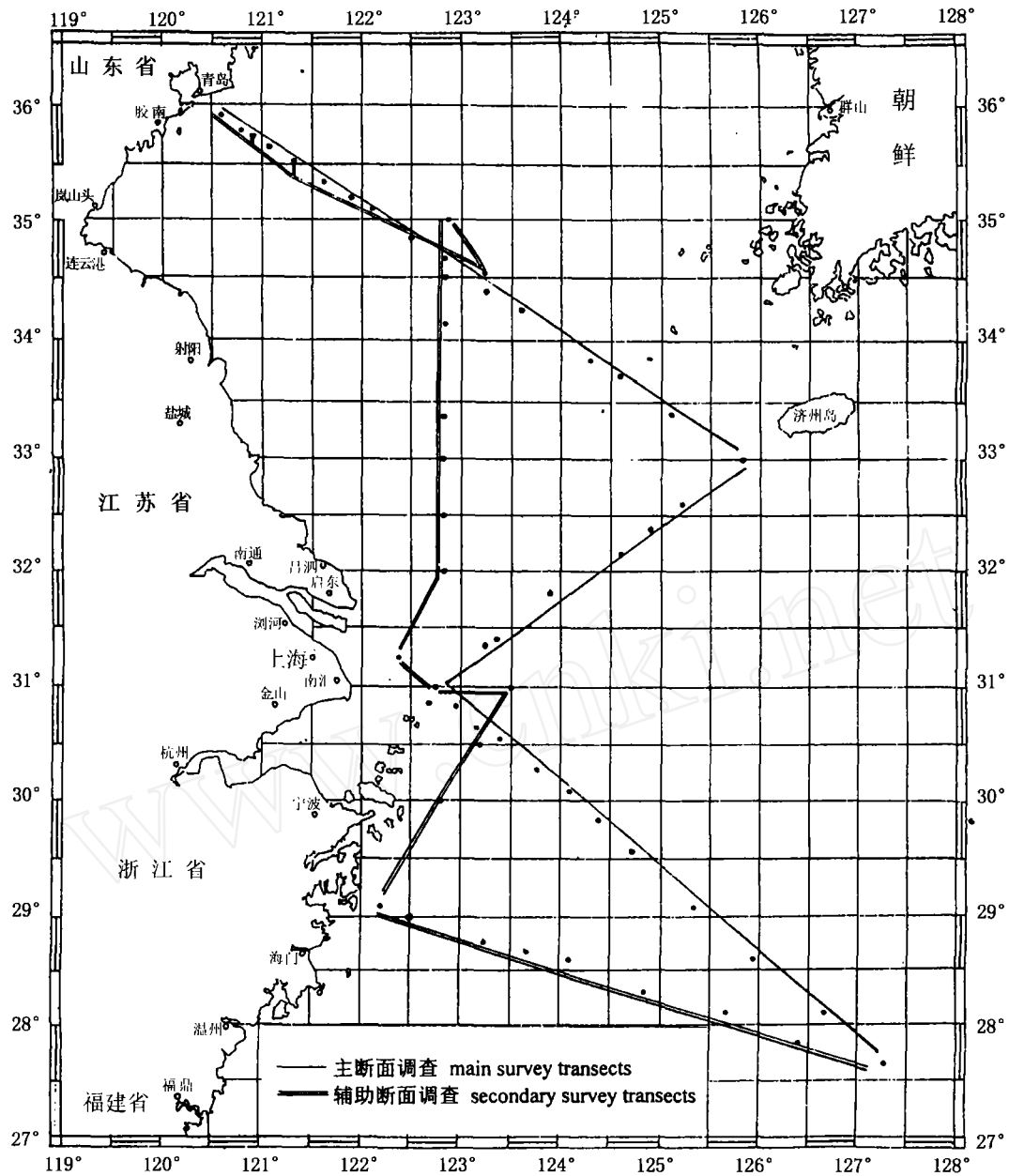


图 1 1999 年 8 月 20 - 31 日东海北部和黄海南部
鳀鱼卵和仔稚幼鱼调查站位图

Fig. 1 Sampling stations of *E. japonicus* egg and larva in the Northern part of East China Sea and the Southern part of Yellow Sea, 20 - 31 August 1999

2 调查结果

2.1 鲢鱼卵和仔稚幼鱼的数量与分布

本次调查获得的鲢鱼卵和仔稚幼鱼数量和出现的站次如表 1 所示。调查期间鲢鱼卵主要分布于黄海南部海域(图 2),24 调查站中 13 站出现鱼卵分布。 $122^{\circ}00' \sim 123^{\circ}45'E, 34^{\circ}00' \sim 35^{\circ}15'N$ 海域为鱼卵的密集分布中心,数量最高的一站达 2 600 粒,较高的两站分别为 805 粒和 320 粒,另有 6 站为 1~85 粒。 $122^{\circ}00'E$ 以西海域仅 3 站出现鱼卵分布,其数量也较小,仅 1~7 粒; $124^{\circ}20'E, 33^{\circ}51'N$ 站上出现 16 粒鱼卵分布。东海北部的鱼卵分布范围较小,33 调查站中仅 4 站出现鱼卵分布;鲢鱼卵的数量也较少, $124^{\circ}55' \sim 125^{\circ}14'E, 32^{\circ}24' \sim 32^{\circ}36'N$ 和 $123^{\circ}14' \sim 123^{\circ}30'E, 28^{\circ}40' \sim 29^{\circ}00'N$ 海域分别出现 1 粒、3 粒和 18 粒、24 粒鱼卵分布。

表 1 鲢鱼卵和仔稚幼鱼数量和出现站次

Tab.1 Frequency of appearance and abundance of *E. japonicus* egg and larva

调查海区 survey area	调查阶段 leg	调查站位 stations	鱼卵 egg		仔稚幼鱼 larva	
			出现站次(站) frequency	数量(粒) ind	出现站次(站) frequency	数量(尾) ind
东海北部 Northern part of East China Sea	主断面调查 main survey transects	20	2	4	7	297
	辅助断面调查 secondary survey transects	13	2	42	2	32
	合计 total	33	4	46	9	329
黄海南部 Southern part of Yellow Sea	主断面调查 main survey transects	14	8	923	11	16 649
	辅助断面调查 secondary survey transects	10	5	3 072	7	466
	合计 total	24	13	3 995	18	17 115
东海北部和黄海南部 Northern part of East China Sea and Southern part of Yellow Sea	主断面调查 main survey transects	34	10	927	18	16 946
	辅助断面调查 secondary survey transects	23	7	3 114	9	498
	合计 total	57	17	4 041	27	17 444

仔稚幼鱼分布范围不论是黄海南部还是东海北部都比鱼卵的分布范围广(图 3)。黄海南部为仔稚幼鱼的主要分布区,24 个调查站中 18 站共出现 17 115 尾仔稚幼鱼。 $122^{\circ}20'E$ 以西海域为仔稚幼鱼的密集分布中心,数量最高的一站达 13 502 尾,另 4 站的数量为 115~1 500 尾。 $122^{\circ}30' \sim 124^{\circ}40'E, 33^{\circ}00' \sim 35^{\circ}00'N$ 海域出现 12 站、1~72 尾仔稚幼鱼。东海北部的 33 调查站中仅 9 站出现稚幼鱼分布。 $124^{\circ}55' \sim 125^{\circ}50'E, 32^{\circ}24' \sim 33^{\circ}00'N$ (东海北部外海)海域出现 3 站、3~230 尾和 $122^{\circ}25' \sim 123^{\circ}25'E, 30^{\circ}40' \sim 31^{\circ}25'N$ (东海北部近岸)海域出现 5 站、2~30 尾仔稚幼鱼。 $30^{\circ}30'N$ 以南调查海域没有出现仔稚幼鱼分布。

2.2 黄海南部鲢鱼产卵场的迁移

8 月 20~22 日在黄海南部 $122^{\circ}20'E$ 以西海域的仔稚幼鱼密集分布中心采集了 16 917 尾仔稚幼鱼,其中 90.2% 的个体为全长 10~12mm、估计孵化后 20~25 天的稚鱼。根据稚鱼的数量,同时考虑到鱼卵的成活率、仔鱼的孵化率和仔稚鱼的成活率等因素,可以认为 7 月下旬,这一带海域也是鱼卵的密集分布中心;而 8 月 21~30 日调查期间, $122^{\circ}00' \sim 123^{\circ}45'E, 34^{\circ}00' \sim 35^{\circ}15'N$ 海域为鱼卵的密集分布中心。由此可见:1999 年夏季黄海南部鱼产卵场随着季节的变化由青岛外海逐渐向深水区转移。

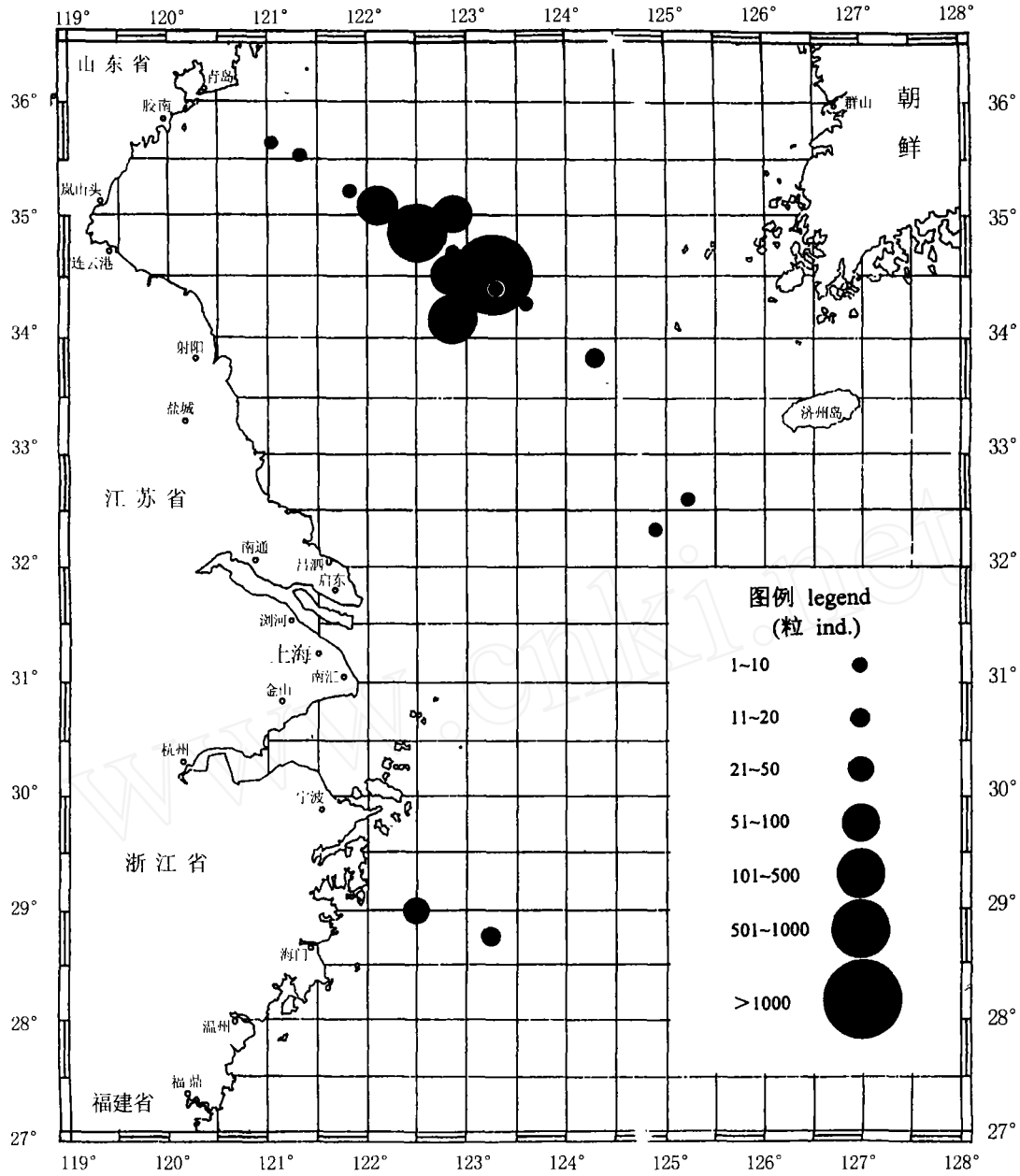


图 2 1999 年 8 月 20 - 31 日东海北部和黄海南部鲢鱼卵数量分布图
 Fig.2 The egg abundance distribution of *E. japonicus* in the Northern part of East China Sea and the Southern part of Yellow Sea, 20 - 31 August 1999

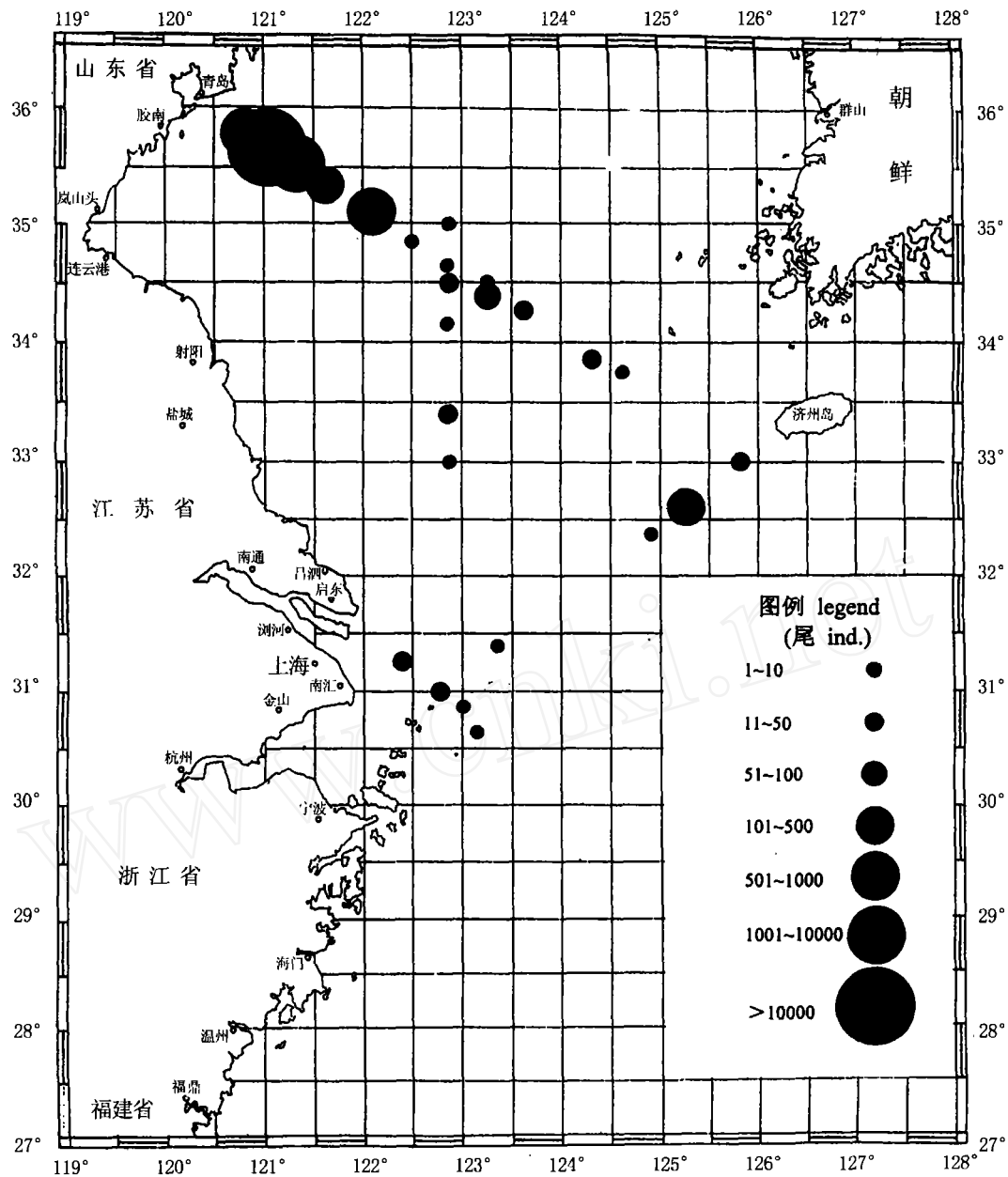


图3 1999年8月20-31日东海北部和黄海南部鳀鱼仔稚鱼数量分布图

Fig.3 The larvae abundance distribution of *E. japonicus* in the Northern part of East China Sea and the Southern part of Yellow Sea, 20-31 August 1999

2.3 鳀鱼卵和仔稚幼鱼的发育状况及产卵期

调查期间获得的4041粒鳀鱼卵中9粒原肠期卵和1829粒胚胎期卵,活卵所占的比例为45.48%,其中东海北部采集到的46粒鱼卵中36粒死卵、10粒胚胎期卵,活卵仅为21.74%;黄海南部采集到的3995粒鱼卵中9粒原肠期卵和1819粒胚胎期卵,活卵所占的比例为45.76%(表2)。

表 2 鳀鱼卵和仔稚幼鱼发育状况

Tab.2 The development stages of eggs and larvae of *E. japonicus*

调查海区 survey area	调查阶段 leg	鱼卵(粒)egg				仔稚幼鱼(尾) larval			
		死卵 deal egg	原肠期 gastrula stage	胚胎期 embryonic stage	合计 total	后期仔鱼 postlarva	稚鱼 juvenile	幼鱼 young	合计 total
东海北部 Northern part of East China Sea	主断面调查 main survey transects	4			4		272	25	297
	辅助断面调查 secondary survey transects	32		10	32		31	1	32
	合计 total	36		10	46		303	26	329
黄海南部 Southern part of Yellow Sea	主断面调查 main survey transects	324		599	923	1 625	15 020	4	16 649
	辅助断面调查 secondary survey transects	1 843	9	1 220	3 072	36	430		466
	合计 total	2 167	9	1 819	3 995	1 661	15 450	4	17 115
东海北部和 黄海南部 Northern part of East China Sea and Southern part of Yellow Sea	主断面调查 main survey transects	328		599	927	1 625	15 020	29	16 946
	辅助断面调查 secondary survey transects	1 875	9	1 230	3 114	36	31	1	23
	合计 total	2 203	9	1 829	4 041	1 661	15 753	30	17 444

黄海南部主断面调查期间,8站共采集了923粒鱼卵,活卵为64.90%;辅助断面调查期间,5站共采集了3072粒鱼卵,活卵所占的比例比较小,为40.0%,其中鱼卵数量最高的一站,活卵为46.2%;另3站活卵所占的比例仅为3.6%~9.7%;还有一站(121°18'E,35°32'N)全为死卵。辅助断面调查期间,鱼卵的胚胎发育状况较主断面调查差。东海北部和黄海南部的仔稚幼鱼的发育状况截然不同。黄海南部所采集的17115尾仔稚幼鱼个体中,后期仔鱼占9.7%,其全长为6~10mm(估计为孵化后15~20d的个体);稚鱼占90.3%,基本上为刚进入稚鱼发育阶段、全长为10~12mm的个体(孵化后20~25d);幼鱼仅4尾。东海北部外海分布区的仔稚幼鱼个体较大,所获样品中255尾为全长20~25mm的稚鱼(孵化后35~45d)和14尾刚进入幼鱼期、全长为25~30mm的个体(孵化后45~50d);东海北部近岸分布区所获得的稚幼鱼个体最大,最大幼鱼的全长达35mm,估计为孵化后55d的个体(表2)。

由于鳀的卵细胞在卵巢内的发育是系列式的,而不是同步、成批的,卵细胞边发育成熟边产卵,属多峰连续排卵型^[14]。一般地,鳀鱼进入产卵末期,卵细胞发育状况越差,所产的卵中死卵的比例越高。因此,根据上述的鳀鱼卵和仔稚幼鱼的数量和发育状况可以认为:8月下旬东海北部的鱼进入产卵末期,产卵季节基本结束;黄海南部的产卵群体中大部分个体进入产卵末期,产卵季节要比东海北部延迟20~30d时间。

2.4 鳀鱼卵和仔稚幼鱼分布与环境条件的关系

海洋环境是海洋生物赖以生存的基础。水温和盐度是海洋水文的两大基本要素,海洋生物的活动、分布、繁殖和生长都与海洋水文环境的分布和变化有着密切的关系。

调查期间,东海北部和黄海南部的表层水温分别为24.88~29.35℃和25.18~26.95℃,东海北部的表层水温波动范围较大;黄海南部比较稳定。由于受长江径流的影响,东海北部表层盐度变化也比较大,长江口渔场西部和舟山渔场北部即30°45'~31°30'N,123°00'E以西海域的表层盐度最低,为7.67~17.06,济州岛西南部的沙外渔场西南部即124°50'~126°00'E,32°20'~33°10'N海域和鱼山渔场西北部即28°45'~29°20'N,123°30'E以西海域分别出现低盐区,其表层盐度分别为26.85~30.52和25.29~27.10,其他调查海域的表层盐度为27.15~33.99之间;黄海南部的表层盐度分布比较均匀,122°20'

E以西的青岛外海的表层盐度为 31.31 ~ 32.05; 122°20' ~ 123°45'E, 34°00' ~ 35°15'N 深水区的表层盐度为 27.11 ~ 31.81。

黄海南部 122°00' ~ 123°45'E, 34°00' ~ 35°15'N 海域的鱼卵密集分布中心, 表层水温和盐度分别为 25.53 ~ 26.93℃ (波动幅度为 1.4℃) 和 27.11 ~ 31.81 (波动幅度为 4.7), 为黄海南部表层温、盐度较低的区域, 这区域中还有 8 站出现仔稚幼鱼 (1 ~ 72 尾) 分布; 122°20'E 以西海域的仔稚幼鱼密集分布中心, 其表层水温和盐度分别为 26.36 ~ 26.95℃ (波动幅度为 0.59℃) 和 31.31 ~ 32.05 (波动幅度为 0.74), 表层水温和盐度比较高、波动幅度小, 环境条件比较稳定, 这有利于仔稚幼鱼的生长发育。

东海北部济州岛西南部的沙外渔场西南部的低盐区 (表层盐度为 26.85 ~ 30.52), 出现 2 站共 4 粒鱼卵和 3 站共 269 尾稚幼鱼分布, 表层水温为 24.88 ~ 25.88℃; 鱼山渔场西北部的低盐区 (表层盐度为 25.29 ~ 27.10), 也出现 2 站共 42 粒鱼卵分布, 表层水温 27.37 ~ 27.45℃; 表层盐度最低的长江口渔场西部和舟山渔场北部海域 (表层盐度为 7.67 ~ 17.06) 出现 5 站共 60 尾稚幼鱼分布, 表层水温为 26.41 ~ 27.74℃, 该分布区的稚幼鱼个体最大。

黄海南部鲷鱼产卵场由表层水温较高 (26.36 ~ 26.95℃) 的 122°20'E 以西海域逐渐向表层水温较低 (25.53 ~ 26.93℃) 的 122°00' ~ 123°45'E, 34°00' ~ 35°15'N 深水区转移, 其中鱼卵数量最多的一站 (2 600 粒, 123°12'E, 34°32'N) 的表层水温为 25.53℃, 周围鱼卵数量较多的 3 站 (320、83 和 62 粒) 的表层水温分别为 25.77℃、25.89℃ 和 25.98℃。

利用 Systat 统计软件对鲷鱼卵和仔稚幼鱼数量与表层水温和盐度进行整理、分析, 分别得到鲷鱼卵和仔稚幼鱼数量与表层水温和盐度之间的 LOWESS 平滑线^[13] (图 4、图 5)。

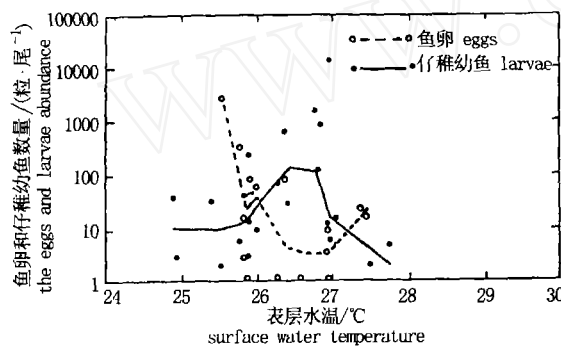


图 4 鲷鱼卵和仔稚幼鱼数量与表层水温的关系

Fig.4 The relationship between the abundance of *E. japonicus* eggs and larvae and the temperature of surface water

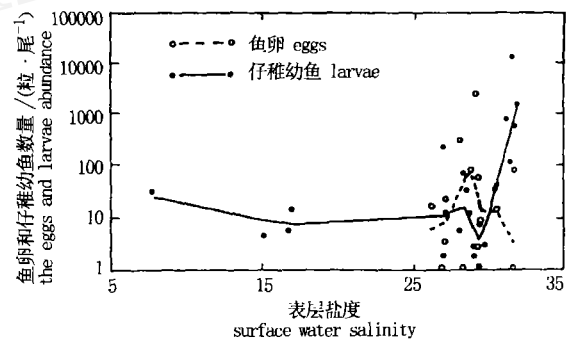


图 5 鲷鱼卵和仔稚幼鱼数量与表层盐度的关系

Fig.5 The relationship between the abundance of *E. japonicus* eggs and larvae and the salinity of surface water

从图 4 和图 5 可以看出: 1. 鲷鱼卵的分布对表层水温和盐度的要求比较严格, 出现鱼卵分布的海域, 表层水温和盐度的分布范围分别为 25.5 ~ 27.5℃ 和 26.21 ~ 31.83, 其波动幅度分别为 2.0℃ 和 5.62, 鲷鱼亲体产卵活动的适温和适盐范围较小, 鲷鱼卵数量较多 (62 ~ 2 600 粒) 的海区, 表层水温为鲷鱼卵适温范围中的低温范围, 为 25.5 ~ 26.4℃, 波动幅度仅 0.9℃; 而表层盐度为鲷鱼卵适盐范围中的高盐范围, 为 27.95 ~ 31.81, 波动幅度为 3.86。从表层水温和盐度的波动幅度可看出, 鲷鱼卵的分布对盐度的要求相对比水温宽松。2. 鲷鱼仔稚幼鱼的分布对表层水温和盐度的要求相对鱼卵要宽松, 出现鲷鱼仔稚幼鱼分布的海域, 表层水温和盐度的分布范围分别为 24.9 ~ 27.7℃ 和 7.67 ~ 32.05, 表层水温的波动幅度略大于鱼卵的波动幅度, 为 2.8℃, 而表层盐度的波动幅度高达 31.38, 说明鲷鱼仔稚幼鱼的分布对表层盐度的要求更为宽松。鲷鱼仔稚幼鱼数量较多 (72 ~ 13 502 尾) 的海区, 表层水温为 25.9 ~ 27.0℃, 波动幅度也仅 1.1℃; 表层盐度为 26.85 ~ 32.05, 波动幅度为 5.20。可见, 鲷鱼卵和仔稚

幼鱼的分布对盐度的要求并不非常严格,水温是影响鱼卵和仔稚幼鱼分布的主要原因之一。分布在表层盐度为 7.67~17.06 海区的稚幼鱼中稚鱼(全长 20~25mm)占 80%,幼鱼(全长 30~35 mm)占 20%,说明全长为 20mm 以上的鳀鱼稚鱼已初步形成广盐性分布的习性。

鳀鱼卵和仔稚幼鱼的分布与叶绿素 a 的分布也有密切的关系。调查资料表明:鱼卵和仔稚幼鱼的密集分布中心正是叶绿素 a 的高值区。122°20'E 以西的仔稚幼鱼密集分布中心,其表层叶绿素 a 的浓度为 0.72~2.55 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$;122°00'~123°45'E,34°00'~35°15'N 的鱼卵密集分布中心,其表层叶绿素 a 的浓度为 0.80~4.46 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$;济州岛西南部的沙外渔场西南部的鱼卵和稚幼鱼分布区,表层叶绿素 a 浓度为 3.20~10.53 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$;长江口渔场西部和舟山渔场北部海域的鱼卵和稚幼鱼分布区,表层叶绿素 a 浓度为 1.84~11.17 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$;东海北部近岸 123°14'~123°30'E,28°40'~29°00'N 海域的鱼卵分布区,表层叶绿素 a 浓度为 11.00 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。叶绿素 a 浓度越高的海区,其基础饵料越丰富,仔稚幼鱼发育、生长所必需的物资基础越雄厚,提高了仔稚幼鱼获得食物的成功率和存活率,从营养动力学的角度,丰富的叶绿素 a 将为鳀鱼种群的早期补充过程提供了较好的物资保证。

调查结果表明:黄海南部 122°00'~123°45'E,34°00'~35°15'N 海域鳀鱼卵的密集分布中心,也正是中华哲水蚤 *Calanus sinicus* 的密集分布中心。由于中华哲水蚤是鳀鱼成鱼的主要饵料之一^[15],8 月中旬黄海鳀鱼进入产卵末期,其群体中约 20% 的个体将继续产卵^[14],这部分产卵个体随着绝大多数的索饵个体追索中华哲水蚤群体至 122°00'~123°45'E,34°00'~35°15'N 海域进行产卵活动,从而形成了鳀鱼卵密集分布中心与中华哲水蚤的密集分布中心相重叠的现象。

3 讨论

鱼类胚胎发育的研究是鱼类早期补充过程研究的首要环节,其成活率的高低将是决定未来资源丰度的因素之一。本次调查结果表明:黄海南部鳀鱼活卵所占的比例为 45.8%,与 1988 年 5 月 22 日-6 月 14 日和 1987 年 5 月 11-16 日鳀鱼产卵盛期的黄海南部近岸调查的结果基本相似;比 1985 年 7 月 20 日-8 月 1 日黄海南部调查、1998 年 8 月 5-13 日和 1992 年 8 月 8-18 日渤海调查的结果高了一倍以上,调查结果说明本次调查期间黄海南部海域鳀鱼胚胎发育状况良好(表 3)。

表 3 黄海南部和渤海鳀鱼胚胎发育状况比较

Tab.3 The embryonic development of *E. japonicus* in the Southern part of Yellow Sea and Bohai Sea

调查海区 survey area	调查时间 survey time	调查站位 stations	死卵(粒) deal egg	分裂期(粒) cleavage stage	原肠期(粒) gastrula stage	胚胎期(粒) embryonic stage	孵化期(粒) hatching stage	合计(粒) total
黄海南部 southern of Yellow Sea	1999-08-20-31	24	2 167		9	1 819		3 995
黄海南部近岸 inshore of southern of Yellow Sea	1988-05-22- 06-14	28	142 658	3 200	111 076	25 166	131	282 231
黄海南部近岸 inshore of southern part of Yellow Sea	1987-05- 11-16	17	7 440		4 117	2 755		14 312
黄海南部 southern of Yellow Sea	1985-07-20- 08-01	77	8 647	277	846	335	220	10 325
渤海 Bohai Sea	1998-08-05-13 1992-08-08-18	51 55	4 16630	1	2 998	1 167		4 20 796

122°50'E,31°00'N 站分别采集了 10 尾稚鱼、5 幼鱼和 1 尾稚鱼、1 尾幼鱼,数量较少;121°18'E,35°32'N 站于 8 月 21 日 0227~0237 时的主断面调查仅采集了 1 500 尾稚鱼,时隔 10 天后,于 8 月 31 日 04:00

~04:10时的辅助断面调查采集了7粒鱼卵及30尾后期仔鱼和370尾稚鱼,这说明主断面调查和辅助断面调查所采集的样品不是同一个分布区的个体,且说明海流等物理过程对鱼卵和仔稚幼鱼的分布也有一定的影响。

在调查样品分析、鉴定过程中,多次发现强壮箭虫(*Sagitta crassa*)捕食鳀鱼后期仔鱼或刚发育至稚鱼期的个体的现象(图6),甚至还发现一尾强壮箭虫咬住一尾体长要比强壮箭虫大的鳀鱼稚鱼(全长约20mm)的体侧,这个现象说明敌害生物对鳀鱼仔稚鱼的危害极大。在鳀鱼繁殖季节,敌害生物残食鳀鱼仔稚鱼(包括鱼卵)究竟有多少?敌害生物如何影响鳀鱼种群的早期补充过程值得深入调查与研究。

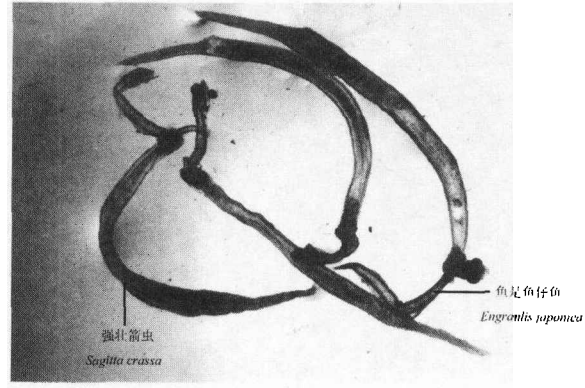


图6 强壮箭虫捕食鳀鱼仔鱼

Fig.6 Photograph showing *S. crassa* preying on *E. japonicus* larva

参考文献:

- [1] Hjort J. Fluctuations in the great fisheries of Northern Europe viewed in the light of biological research[J]. Rapp P-v Réun Cons perm int Explor Mer, 1914, 20: 1-228.
- [2] Lasker R, Sherman K. Overview physiological ecology[A]. The Early Life History of Fish: Recent Studies[M]. Rapp P-v Réun Cons Perm Int Explor Mer, 1981, 178: 297-298.
- [3] Yin M C. Advances and studies on early life history of fish[J]. Journal of Fisheries of China, 15(4): 348-358. [殷名称. 鱼类早期生活史研究与其进展[J]. 水产学报, 1991, 15(4): 348-358.]
- [4] Akihiko K, Shigeki S. Diurnal changes in vertical distribution of Anchovy eggs and larvae in the Western Wakasa Bay[J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1983, 50(8): 1285-1292.
- [5] Kazumasa H, Tsuneo G, Mitsuyuki H. Diet composition and prey size of larval Anchovy, *Engraulis japonicus*, in Toyama Bay, Southern Japan Sea[R]. Bull Jap Sea Natl Fish Res Inst, 1997, (47): 67-78.
- [6] Mitani I. The biological studies on the larvae of Japanese Anchovy, *Engraulis japonica* Houttuyn, in Sagami Bay[C]. Special Report of the Kanagawa Prefectural Fishery Experimental Station, 1990, (5): 1-140.
- [7] Sachiko T, Tseuneo A. Daily growth increments in otoliths of Japanese Anchovy larvae *Engraulis japonica*[J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1995, 50(7): 1105-1108.
- [8] Park K J, Cha S S. Food organisms of postlarvae Anchovy (*Engraulis japonica*) in Kwangyang Bay[J]. J Korean Fish Soc, 1995, 28(3): 247-252.
- [9] Huang J B, Chui T S. Daily growth and length distribution of larval Japanese Anchovy (*Engraulis japonica*) in the Neritic waters off Northeastern Taiwan[J]. Acta Zoologica Taiwanica, 1996, 7(2): 29-41.
- [10] Wan R J, Jiang Y W. Studies on the ecology of eggs and larvae of osteichthyes in the Yellow Sea[J]. Marine Fisheries Research, 1998, 19(1): 60-73. [万瑞景, 姜言伟. 黄海硬骨鱼类鱼卵、仔稚鱼及其生态调查研究[J]. 海洋水产研究, 1998, 19(1): 60-73.]
- [11] Wan R J, Jiang Y W. The species and biological characteristic of the eggs and larvae of osteichthyes in the Bohai Sea and Yellow Sea[J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2000, 9(4): 290-297. [万瑞景, 姜言伟. 渤、黄海硬骨鱼类鱼卵与仔稚鱼种类组成及其生物学特征[J]. 上海水产大学学报, 2000, 9(4): 290-297.]
- [12] Ruan H C. Studies on the eggs and larvae of *Engraulis japonica*[J]. Studia Marine Sinica, 1984, 22: 20-56. [阮洪超. 鳀鱼卵子和仔稚鱼的形态发育及其在黄海、渤海分布[J]. 海洋科学集刊, 1984, 22: 20-56.]
- [13] Systat Inc. SYSTAT For window: Statistics Version 5 edition[M]. Evanston IL: SYSTAT Inc, 1992. 636.
- [14] Li F G. Study on the behaviour of reproduction of the Anchovy (*Engraulis japonicus*) in the middle and southern part of the Yellow Sea[J]. Marine Fisheries Research, 1987, (8): 40-50. [李富国. 黄海中南部鳀鱼生殖习性的研究[J]. 海洋水产研究, 1987, (8): 40-50.]
- [15] Zhu D S, Svein A I. Anchovy and other fish resources in the Yellow Sea and East China Sea[J]. Marine Fisheries Research, 1990, (11): 1-143. [朱德山, Svein A Iversen. 黄、东海鳀鱼及其他经济鱼类资源声学评估的调查研究[J]. 海洋水产研究, 1990, (11): 1-143.]