

文章编号: 1674-5566(2009)04-0453-07

# 黄海南部和东海小黄鱼产卵亲体 分布特征与繁殖力的研究

林龙山<sup>1,2</sup>, 姜亚洲<sup>1</sup>, 严利平<sup>1</sup>, 高天翔<sup>2</sup>, 王金辉<sup>3</sup>

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090

2. 中国海洋大学, 山东 青岛 266003

3. 国家海洋局东海环境监测中心, 上海 200090)

**摘要:** 根据 2007 年 4 月在黄海南部和东海进行的底拖网调查资料, 分析了小黄鱼产卵亲体空间分布和分布海域的环境特征, 以及小黄鱼个体繁殖力及其与体长、体重的关系等。结果表明, 目前在近海海域和外海海域均有小黄鱼产卵亲体分布; 产卵亲体分布海域的水温分布范围为  $9.77 \sim 18.85^{\circ}\text{C}$ , 平均  $13.46^{\circ}\text{C}$ ; 盐度分布范围为  $31.59 \sim 34.65$  平均为  $33.46$  分布水深范围为  $13.21 \sim 104.67 \text{ m}$  平均为  $57.56 \text{ m}$  小黄鱼绝对繁殖力范围为  $2.753 \sim 46.657$  粒/尾, 平均为  $15.676$  粒/尾, 体长相对繁殖力 ( $F_L$ ) 范围为  $21 \sim 323$  粒/ $\text{mm}^3$  平均为  $113$  粒/ $\text{mm}^3$  体重相对繁殖力 ( $F_W$ ) 范围为  $85 \sim 1.307$  粒/ $\text{g}$  平均为  $360$  粒/ $\text{g}$  卵径大小范围为  $0.48 \sim 1.15 \text{ mm}$  平均  $0.809 \text{ mm}$ 。与历史资料相比较, 小黄鱼产卵亲体分布范围已经扩大, 产卵亲体分布海域的环境特征已经改变, 相对繁殖力也显著提高, 卵径变小。这些变化是小黄鱼本身对环境压力产生的一种适应性反映, 也是小黄鱼为延续种群所采取的一种生存策略。

**关键词:** 小黄鱼; 产卵亲体; 繁殖力; 黄海南部; 东海

中图分类号: S931 文献标识码: A

## Study on the distribution characteristics and fecundity of spawning stock of *Larimichthys polyactis* in the southern Yellow Sea and the East China Sea

LIN Longshan<sup>2</sup>, JIANG Yaohou<sup>1</sup>, YAN Liping<sup>1</sup>, GAO Tianxiang<sup>2</sup>, WANG Jinhui<sup>3</sup>

(1. East China Sea Fisheries Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China

2. Ocean University of China, Qingdao 266003, China

3. East China Sea Environmental Monitoring Center, SOA, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** Based on the data collected from bottom trawl survey conducted in the southern Yellow Sea and the East China Sea in April 2007, the paper analyzed regional distribution of the spawning stock of small yellow croaker, environmental characteristics of the spawning ground and the relationship between the absolute individual fecundity and body size (weight and length). The results indicated that the spawning stock of small yellow croaker inhabited in both shallow sea area and deep sea area. The ranges of temperature, salinity and

收稿日期: 2008-12-31

基金项目: 国家科技部公益性研究项目 (2003-2007); 国家 908 专项 (908-01-S105); 973 计划课题 (2005CB422306)

作者简介: 林龙山 (1974-), 男, 福建龙海人, 副研究员, 在职博士研究生, 主要从事渔业资源与渔业生态学。E-mail: linsl@sina.com

depth of the spawning ground were  $9.77-18.85$  °C,  $31.59-34.65$  and  $13.21-104.67$  m, respectively. And the mean of temperature, salinity and depth of the spawning ground were  $13.46$  °C,  $33.46$  and  $57.56$  m, respectively. The mean of absolute individual fecundity of small yellow croaker was  $15\,676$  eggs/ind, with a range of  $2\,753-46\,657$  eggs/ind; the mean of relative individual fecundity ( $F_L$ ) was  $113$  eggs/mm, with a range of  $21-323$  eggs/mm; the mean of relative fecundity ( $F_w$ ) was  $360$  eggs/g, with a range of  $85-1\,307$  eggs/g. The mean of egg diameter was  $0.809$  mm, with a range of  $0.48-1.15$  mm. Through comparing the present results with the historical data, the following changes were detected: the distribution area of the spawning stock of small yellow croaker extended; the environmental characteristics of the spawning ground changed obviously; the relative individual fecundity increased significantly and the egg diameter decreased. All of these changes were due to the adaptability reflection of small yellow croaker to the environmental pressure, and they are helpful for small yellow croaker to promote its population.

Key words: *Larimichthys polyactis*; spawning stock; fecundity; southern Yellow Sea; East China Sea

小黄鱼 (*Larimichthys polyactis*) 属于近海底层鱼类, 主要分布在渤海、黄海和东海海域, 在中日韩三国的渔业中占有重要地位<sup>[1-3]</sup>。近几十年来, 由于海域过度捕捞问题愈发严重, 近岸生态环境所受污染程度不断加剧, 各海洋生物种群所面临的生存压力日益增加, 渔业生物学特征已发生较大变化。有研究表明, 近几十年来小黄鱼的生物学特征发生了明显变化, 渔获物个体小型化、低龄化和性成熟提早等现象已十分突出<sup>[4-6]</sup>。由此也引起了小黄鱼生物学特征的诸多变化, 包括摄食习性、繁殖习性和繁殖力等方面的变化, 而研究在强大的外界干扰压力下小黄鱼群体的繁殖习性和繁殖力的变化趋势, 是制定合理渔业管理政策的必要理论基础, 鉴于目前此类研究相对较少, 本文利用近期调查资料, 对黄海南部和东海小黄鱼产卵亲体空间分布及其环境特征和个体繁殖力状况进行分析, 以期全面认识小黄鱼繁殖习性的变化趋势及探讨其变化原因, 为今后小黄鱼渔业生物学研究和渔业管理提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查取样

数据取自 2007 年春季黄海南部和东海底拖网调查, 调查站位如图 1。用于繁殖力分析的小黄鱼产卵亲体取样站位如图 2。获取小黄鱼产卵亲体样品数量为 121 个, 其体长范围为  $110-172$  mm, 纯体重范围为  $23-88$  g。

调查船功率为 205.07 kW, 网具规格为  $96\text{ m}\times 4\text{ m}$  的底拖网, 为及时掌握小黄鱼产卵亲体分布的生态环境特征, 调查方式采用 6 对底拖网船同步进行, 调查日期为 2007 年 4 月 17 日~4 月 23 日, 拖网时间均为 1 h, 资源密度指数以单位时间渔获尾数 (ind/h) 来表示。

### 1.2 调查和分析方法

海上调查以及生物学测定根据海洋调查规范 (GB/T 12763.2-1991) 操作<sup>[7]</sup>, 小黄鱼性腺成熟度划分采用目测等级法分为 6 级, 以 IV 期、V 期和 VI 期作为小黄鱼产卵亲体, 产卵亲体分布的环境特征包括水温、盐度和水深, 调查中采用 Seabird 37 型 CTD 获取这些数据。

绝对繁殖力和相对繁殖力计算: 选取小黄鱼性腺成熟度达到 VA 期的性腺样品用于生殖力的研究。用无水乙醇溶液固定保存性腺, 用质量比例法随机从各性腺左、右卵巢的前、中、后部分取样, 计录有卵黄沉积的卵子数, 即小黄鱼的个体绝对生殖力, 用  $F$  表示, 分别以  $F_L$  和  $F_w$  表示单位体长和单位纯体重的相对生殖力, 对于每个性腺样品, 随机取样 100 个左右的卵子, 用目微尺测量其卵径。

小黄鱼繁殖力与体长和纯体重相关分析等数据处理过程均采用 Statistica 统计软件进行。小黄鱼产卵亲体空间分布图采用 Arcview 软件进行绘制。

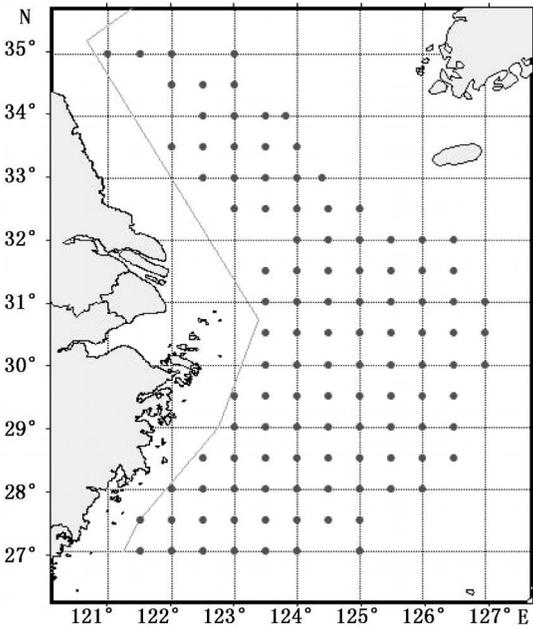


图 1 调查站位图

Fig 1 Sampling stations

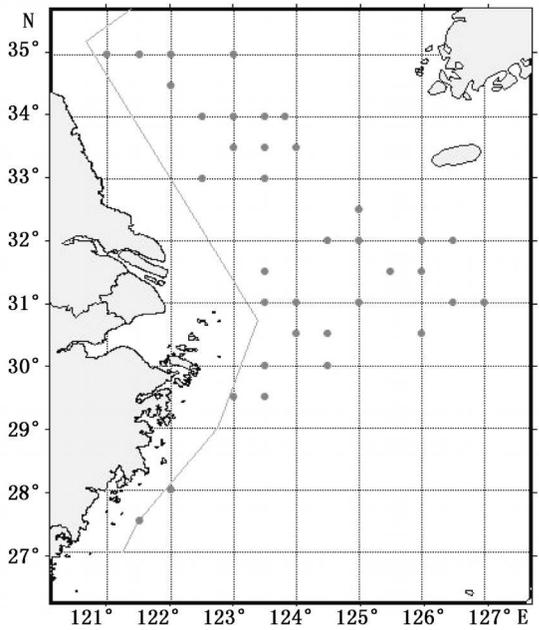


图 2 产卵亲体的取样站点

Fig 2 Location of sampling site of the spawning stock

## 2 结果

### 2.1 小黄鱼产卵亲体空间分布

过去国内学者研究认为, 黄海南部小黄鱼产卵场主要位于吕泗沿岸一带, 东海产卵场主要位于嵎泗与台州列岛一带和长江口海域, 部分到达福建三都澳沿岸一带<sup>[1,8]</sup>。本研究利用 2007 年小黄鱼主要产卵期(4月 17 日~4月 23 日)在东海区实施的大面定点调查数据, 分析得出小黄鱼产卵群体的资源分布状况(图 3)。小黄鱼的产卵群体主要分布在 3 个海域, 分别为  $30^{\circ}00' \sim 31^{\circ}00' N$   $124^{\circ}30' \sim 125^{\circ}30' E$  海域、 $30^{\circ}30' \sim 31^{\circ}30' N$  以西的长江口海域和  $32^{\circ}30' \sim 34^{\circ}00' N$   $124^{\circ}30' \sim 125^{\circ}30' E$  靠近韩国专属经济区的海域。调查发现, 在近海和外海海域均有性腺成熟度达到 IV 期、V 期和 VI 期的小黄鱼个体, 若把性腺成熟个体分布海域作为产卵场分布区域, 则调查结果表明目前小黄鱼产卵场不仅分布在过去认为的沿岸海域, 外海海域也有其产卵场存在。

### 2.2 产卵亲体分布海域的环境因子特征

调查期间, 调查海域底层水温分布范围为  $9.77 \sim 21.27^{\circ}C$ , 平均为  $15.33^{\circ}C$ , 底层盐度分布范围为  $31.12 \sim 35.14$  平均为  $33.83$ 。其中, 有小黄鱼产卵亲体分布海域底层水温分布范围为  $9.77 \sim 18.85$

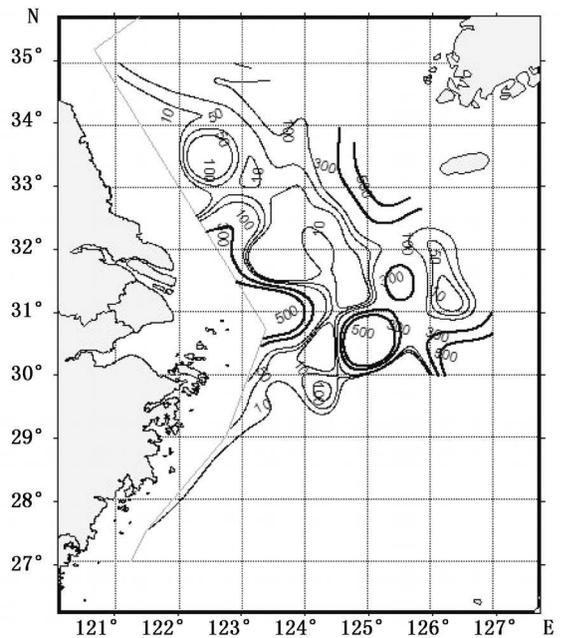


图 3 2007 年 4 月黄海南部和东海小黄鱼资源密度分布

Fig 3 Stock density distribution of Larval ichthyoplankton in the Southern Yellow Sea and the East China Sea in April 2007

℃, 平均为 13.46℃, 盐度分布范围为 31.59~34.63 平均为 33.46 水深分布范围为 13.21~104.67 平均为 57.56 从变异系数大小来看, 小黄鱼产卵亲体水深分布的离散程度较高, 盐度分布的离散程度最低(表 1)。与过去研究认为的小黄鱼产卵场环境特征为底层水温分布范围为 11~15℃, 盐度分布范围为 24~33 水深分布为 50 m 以浅海域相比, 目前, 小黄鱼产卵亲体的水温分布范围和水深分布范围已经大大扩大, 其中, 水温分布范围的下限降低了 1.23℃, 上限增加了 3.85℃, 最大水深分布范围甚至达到了 100 m 以上。

表 1 黄海南部和东海小黄鱼产卵亲体分布的底层水温、盐度及水深

Tab 1 Bottom temperature, salinity and depth in spawning ground of *Larimichthys polyactis* located in the Southern Yellow Sea and the East China Sea

项目	水温(℃)	盐度	水深(m)
分布范围	9.77~18.85	31.59~34.63	13.21~104.67
平均和标准差	13.46±2.27	33.46±0.73	57.56±17.28
变异系数	0.17	0.02	0.30

## 2.3 繁殖力和卵径大小

### 2.3.1 绝对繁殖力

绝对繁殖力一般是反映生物个体繁衍下一代的能力, 是指在一个生殖季节中可能排出卵子的绝对数量, 但不能代表物种的发生量, 小黄鱼产卵量约为怀卵量的 90%<sup>[9-10]</sup>。本研究表明, 目前黄海南部和东海小黄鱼绝对繁殖力范围为 2 753~46 657 粒/尾, 平均为 15 676 粒/尾, 各体长组和纯体重组的绝对繁殖力变化如表 2 所示, 由表 2 可以看出, 小黄鱼绝对繁殖力随体长和纯体重的增加而增加(表 2)。利用 Spearman 等级相关分析对小黄鱼的个体绝对繁殖力与其纯体重之间关系进行分析, 结果表明其间存在正相关关系(相关系数  $R=0.272$   $P=0.002$ )。

表 2 黄海南部和东海小黄鱼绝对繁殖力和体长及纯体重关系

Tab 2 The relationship between the absolute individual fecundity of *Larimichthys polyactis* and the body size (length and net weight) in the Southern Yellow Sea and the East China Sea

体长组(mm)	纯体重组(g)							平均绝对繁殖力(粒/尾)	样本数量
	20~30	30~39	40~49	350~59	60~69	70~79	80~89		
110~119	12 249.86	25 438.29						13 898.41	8
120~129	12 487.27	17 980.25	8 365.69					15 302.33	20
130~139		11 854.16	16 119.07					14 105.09	36
140~149		8 181.53	15 280.97	17 747.04	14 582.86			16 214.10	36
150~159			24 526.65	15 524.23	15 407.43	17 155.61		15 972.01	14
160~169					9 605.11	27 172.61		22 780.73	4
170~179						17 649.43	29 026.25	25 233.98	3
平均绝对繁殖力(粒/尾)	12 368.57	15 863.56	16 073.10	16 635.63	13 198.47	20 659.22	29 026.25		
样本数量	15	30	32	21	15	6	2		

### 2.3.2 相对繁殖力

相对繁殖力一般反映鱼类个体单位长度或单位纯体重的怀卵量, 以绝对繁殖力与体长或纯体重的比值表示。研究表明, 目前黄海南部和东海小黄鱼体长相对繁殖力  $F_L$  范围为 21~323 粒/mm, 平均为 113 粒/mm, 各体长组和纯体重组的体长相对繁殖力变化如表 3 所示, 由表 3 可以看出, 小黄鱼最小的单位体长相对繁殖力落在体长组 150~159 mm(104.50 粒/mm)和纯体重组 60~69 g(86.06 粒/mm)中, 最大值落在最大体长组 170~179 mm(147.50 粒/mm)和最大体重组 80~89 g(169.64 粒/mm)中, 从总的趋势来看, 小黄鱼单位体长相对繁殖力随体长和纯体重的增加有增加趋势(表 3)。体重相对繁

殖力  $F_w$  范围为 85 ~ 1307 粒 / g 平均为 360 粒 / g 各体长组和纯体重组的体重相对繁殖力变化如表 4 所示, 从表 4 可以看出, 小黄鱼最小的单位体重相对繁殖力落在体长组 150 ~ 159 mm (267.09 g/mm) 和纯体重组 60 ~ 69 g (204.42 g/mm) 中, 最大值落在体长组 120 ~ 129 mm (497.88 g/mm) 和体重组 20 ~ 30 g (456.48 g/mm) 中, 从总的趋势来看, 小黄鱼单位体重相对繁殖力随体长和纯体重的增加有减少趋势 (表 4)。利用 Spearman 等级相关分析对小黄鱼的个体相对繁殖力 ( $F_w$ ) 与其纯体重之间关系进行分析, 结果表明其间无显著的相关关系 (相关系数  $R=0.075$   $P=0.413$ )。

表 3 黄海南部和东海小黄鱼单位体长相对繁殖力和体长及纯体重关系

Tab 3 The relationship between the relative individual fecundity of *Larimichthys polyactis* and the body size (length and net weight) in the Southern Yellow Sea and the East China Sea

体长组 (mm)	纯体重组 (g)							平均相对繁殖力 (粒 / mm)	样本数量
	20 ~ 30	30 ~ 39	40 ~ 49	50 ~ 59	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89		
110 ~ 119	105.33	219.3						019.58	8
120 ~ 129	103.09	143.16	66.93					123.32	20
130 ~ 139		89.43	118.98					105.03	36
140 ~ 149		56.42	106.43	122.05	98.53			112.01	36
150 ~ 159			160.30	101.88	101.08	109.36		104.50	14
160 ~ 169					58.57	166.81		139.75	4
170 ~ 179						103.21	169.64	147.50	3
平均相对繁殖力 (粒 / mm)	104.21	127.08	113.16	111.96	86.06	126.46	169.64		
样本数量	15		30	32	21		15	6	2

表 4 黄海南部和东海小黄鱼单位体重相对繁殖力和体长及纯体重关系

Tab 4 The relationship between the relative individual fecundity of *Larimichthys polyactis* and the body size (length and net weight) in the Southern Yellow Sea and the East China Sea

体长组 (mm)	纯体重组 (g)							平均相对繁殖力 (粒 / mm)	样本数量
	20 ~ 30	30 ~ 39	40 ~ 49	50 ~ 59	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89		
110 ~ 119	463.7	668.95						489.36	8
120 ~ 129	449.25	559.4	210.15					497.88	20
130 ~ 139		328.14	377.32					354.10	36
140 ~ 149		221.14	330.9	332.56	230.61			323.65	36
150 ~ 159			588.42	271.81	243.17	242.98		267.09	14
160 ~ 169					139.49	354.51		300.76	4
170 ~ 179						234.02	331.35	298.91	3
平均相对繁殖力 (粒 / g)	456.48	444.41	376.70	302.19	204.42	277.17	331.35		
样本数量	15	30	32	21	15	6	2		

### 2.3.3 卵径大小

研究共测量了 12 100 个小黄鱼卵径大小, 目前黄海南部和东海小黄鱼卵径 ( $r$ ) 分布范围为 0.48 ~ 1.15 mm, 主要分布范围为 0.5 ~ 1.0 mm (图 4), 平均卵径大小为  $(0.809 \pm 0.09)$  mm; 若把样品的取样地点划分为黄海南部和东海进行比较, 则黄海南部小黄鱼卵径分布范围为 0.59 ~ 0.92 mm, 平均卵径大小为  $(0.812 \pm 0.005)$  mm; 东海小黄鱼卵径分布范围为 0.48 ~ 1.15 mm, 平均卵径大小为  $(0.805 \pm 0.02)$  mm。黄海南部海域的小黄鱼卵径稍大于东海海域的小黄鱼卵径, 该结果符合多数鱼类

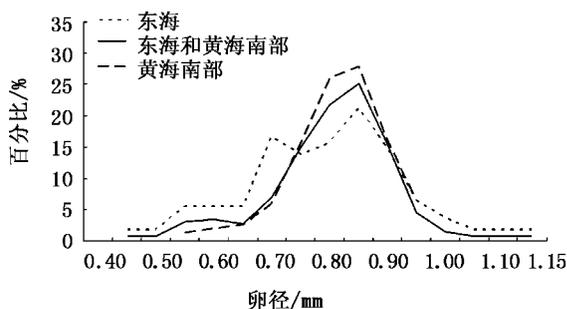


图 4 黄海南部和东海小黄鱼卵径大小

Fig 4 The egg diameter distribution of *Larimichthys polyactis* in the Southern Yellow Sea and the East China Sea

鱼卵大小随纬度气候(首先是水温)变化呈自南而北逐渐增大的规律<sup>[10]</sup>。但与过去邱望春等、赵传纲和水柏年等研究结果相比<sup>[9, 11-13]</sup>, 当前小黄鱼鱼卵卵径显然小很多, 这可能与近年来小黄鱼渔获物个体小型化以及性成熟提早等有关。

### 3 讨论

过去五十年来, 关于黄海南部和东海海域小黄鱼产卵场分布和繁殖力状况, 国内学者做了较多的研究工作<sup>[8-9, 11-14]</sup>。杨钧标<sup>[10]</sup>根据上海海洋渔业公司 1952~1962年的生产资料, 推断小黄鱼产卵场分布于吕泗洋至福建三都澳近海一带; 赵传纲等<sup>[8]</sup>依据 20世纪 80年代的产卵场调查资料总结出小黄鱼产卵场主要位于吕泗和长江口、舟山等地沿岸的近海海域, 产卵场海域的底温范围为 11~15℃, 盐度范围为 24~33, 分布海域水深一般不超过 50 m; 此后, 该观点一直为国内学者所沿用。邱望春等<sup>[9]</sup>根据 1959~1961年采集的黄海南部和东海小黄鱼繁殖亲体样品, 计算出小黄鱼个体绝对繁殖力在 2.44~35.41万粒/尾, 相对繁殖力  $F_w$  范围为 250~400粒/♀平均约 300粒/♀同时经其测定得出, IV期和 V期小黄鱼卵卵径分布范围在 0.025~1.625 mm; 其中IV期卵径大小主要分布在 0.650~1.030 mm范围内, V期卵径大小主要分布在 0.700~1.500 mm范围内。赵传纲<sup>[11]</sup>根据 1960年调查资料, 测定得出黄海南部小黄鱼卵径大小主要分布在 1.40~1.65 mm; 水柏年<sup>[12]</sup>根据 1993~1995年调查资料, 测定得出小黄鱼IV期和 V期卵径大小主要分布范围分别在 0.7~1.0 mm和 0.8~1.2 mm; 任一平等<sup>[13]</sup>于 2000年对黄海南部小黄鱼个体生殖力的研究结果表明, 小黄鱼产卵亲体的绝对繁殖力达到 2.686~34.702粒/尾, 平均达到 9.518粒/尾。

通过 2007年 4月黄海南部和东海底拖网调查获得的小黄鱼产卵群体分布情况的分析可以看出, 当前在外海海域确实存在小黄鱼产卵场, 并且分布范围相当广泛, 与此同时, 其产卵场生态习性也发生较大改变, 水温分布范围和水深分布范围较过去已经扩大, 水温范围下限降低 1.23℃, 上限增加接近 4℃, 最大水深分布范围达到 100 m以上。产生这些变化的主要原因是长期的海洋捕捞扰动和过度捕捞改变了小黄鱼生殖习性, 使得小黄鱼产卵亲体对环境的适应性提高, 这些变化的表现形式还包括性成熟提早、繁殖力提高和产卵场范围扩大等。另外, 通过分析认为目前小黄鱼产卵场的主要分布区往往处在冷水团与其他水团交汇的海域, 这与丁峰元等的研究结果基本一致<sup>[15]</sup>。

小黄鱼属于短期分批产卵类型鱼类<sup>[16]</sup>, 因此观察其生殖力变化时取样非常重要, 最好是能够采集到已经性成熟但尚未开始产卵的繁殖个体样品进行研究, 本研究通过大量取样获得 121个 V A期性腺成熟度样品, 能较为客观反映目前小黄鱼繁殖力的实际情况。研究结果显示, 当前小黄鱼绝对繁殖力在 2.753~46.657粒/尾之间, 平均为 15.676粒/尾, 绝对繁殖力显然小于 20世纪 50年代和 60年代的水平<sup>[9]</sup>, 但相对体重繁殖力达 360粒/♀比 50年代末期 60年代初期增加了 20%。表明, 小黄鱼在其产卵亲体小型化, 个体绝对怀卵数量减少的情况下, 能够通过提高相对繁殖力繁衍后代并以此增加其种群数量, 这种相对繁殖力的提高可能也是 20世纪 90年代以来小黄鱼资源数量不断增加的重要原因之一。

目前, 发生的小黄鱼渔获物个体小型化、低龄化、性成熟提早、相对繁殖力提高、产卵场范围扩大和产卵场生态环境因子分布特征发生变化等原因相当复杂, 既可能是人为因素的捕捞扰动影响, 也可能是气候长期变化等影响所导致, 但总的来看, 可以归结为小黄鱼本身对环境压力产生的一种适应性反映, 也是小黄鱼为延续种群所采取的一种生存策略, 是“自然选择”的结果。

感谢参与海上调查、生物学测定、数据收集、录入等工作的所有同志。

### 参考文献:

- [1] 郑元甲, 陈雪忠, 程家骅等. 东海大陆架生物资源与环境[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2003.
- [2] 山田梅芳, 田川勝, 岸田周三, 等. 東シナ海. 黄海 のさかな[M]. 长崎: 日本纸工印刷, 1986: 2-491.
- [3] Hwang B N. Stock assessment of yellow croaker in the Yellow Sea and the East China Sea. J. Bull Fish Res. 1977. (17): 87-98.

- [ 4 ] 林龙山, 程家骅. 东海区小黄鱼渔业生物学现状的分析 [ J ]. 中国海洋大学学报, 2004 34(4): 565—570
- [ 5 ] 林龙山, 程家骅, 任一平等. 东海区小黄鱼种群生物学特性的分析 [ J ]. 中国水产科学, 2004 11(4): 333—338
- [ 6 ] 郭旭鹏, 金显仕, 戴芳群. 渤海小黄鱼生长特征的变化 [ J ]. 中国水产科学, 2006 13(2): 243—249.
- [ 7 ] 国家质量监督检验检疫总局. 国家标准化管理委员会. GB/T12763 2—1991 海洋调查规范—海洋生物调查 [ S ]. 北京: 中国标准出版社, 1991
- [ 8 ] 赵传缙, 张仁斋. 中国近海鱼卵仔鱼 [ M ]. 上海: 上海科学技术出版社, 1983: 96—98
- [ 9 ] 邱望春, 蒋定和. 黄海南部、东海小黄鱼繁殖习性的初步研究 [ Q ] // 海洋渔业资源论文选集. 北京: 农业出版社, 1965: 58—71
- [ 10 ] 陈大刚. 渔业资源生物学 [ M ]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 65—80
- [ 11 ] 赵传缙. 渤海小黄鱼鱼卵、幼鱼生态学几个问题的初步研究 [ Q ] // 海洋渔业资源论文选集. 北京: 农业出版社, 1965: 12—19.
- [ 12 ] 水柏年. 黄海南部、东海北部小黄鱼的年龄与生长研究 [ J ]. 浙江海洋学院学报, 2003 22(1): 17—20
- [ 13 ] 任一平, 高天翔, 刘群等. 黄海南部小黄鱼渔获群体结构与繁殖特征的初步研究 [ J ]. 海洋湖沼通报, 2001 (1): 41—46
- [ 14 ] 杨钧标. 小黄鱼洄游若干问题的探讨 [ Q ] // 海洋渔业资源论文选集. 北京: 农业出版社, 1965: 1—8
- [ 15 ] 丁峰元, 林龙山, 李建生等. 东海区北部小黄鱼生殖群体分布及与水团关系 [ J ]. 自然资源学报, 2007 22(6): 1013—1019
- [ 16 ] 吴佩秋. 小黄鱼不同产卵类型卵巢成熟期的组织学观察 [ J ]. 水产学报, 1981 5(2): 161—169