

黄海中南部细纹狮子鱼繁殖生物学特征的年际变化

单秀娟¹ 陈云龙^{1,2} 周志鹏¹ 戴芳群¹ 金显仕^{1*}
(¹农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 山东省渔业资源与生态环境重点实验室
中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)
(²中国海洋大学水产学院, 青岛 266071)

摘要 基于1985-1986年和2011-2012年“北斗”号渔业调查船在黄海中南部的底拖网数据,对细纹狮子鱼的绝对繁殖力、相对繁殖力、卵径、性腺成熟度等繁殖生物学特征的年代际变化进行了研究。结果表明,黄海中南部细纹狮子鱼卵径分布由1985-1986年的多峰型转变为2011-2012年的双峰型,但平均卵径由 (1.1 ± 0.2) mm增加至 (1.2 ± 0.1) mm。2011年1月细纹狮子鱼性成熟系数和肥满度比1986年1月有所下降,均与绝对繁殖力无显著相关($P > 0.05$)。1985-1986年细纹狮子鱼个体绝对繁殖力 F 为9407-84209粒,平均为 (37677 ± 3625) 粒,体长相对繁殖力 F_L 为446-1981粒/cm,体重相对繁殖力 F_W 为18-157粒/g,均高于2011-2012年细纹狮子鱼个体绝对繁殖力 $[2984-81614$ 粒,平均为 (24728 ± 2822) 粒]和相对繁殖力(F_L 为114-1690粒/cm, F_W 为15-106粒/g),但协方差检验两个年代间繁殖力参数发现无显著差异。1985-1986年和2011-2012年细纹狮子鱼 F 与体长均呈正相关,与体重呈线性正相关;体长与 F_L 呈线性正相关,与 F_W 呈线性负相关,体重与 F_L 、 F_W 不存在明显相关性。

关键词 细纹狮子鱼;黄海中南部;繁殖力;肥满度;性成熟系数

中图分类号 S932.4 文献标志码 A 文章编号 1000-7075(2014)03-0001-08

Inter-annual variations in propagational biological characteristics of *Liparis tanakae* in central and southern Yellow Sea

SHAN Xiu-juan¹ CHEN Yun-long^{1,2} ZHOU Zhi-peng¹
DAI Fang-qun¹ JIN Xian-shi^{1*}

(¹ Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture; Shandong Provincial Key Laboratory of Fishery Resources and Ecological Environment, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

(² College of Fisheries, Ocean University of China, Qingdao 266003)

ABSTRACT Due to the increasing effects of anthropic activities and the climate change, there appears to be a rapid shift in the dominant species of fish in the Yellow Sea. Since the 1980s, *Liparis tanakae* has become the dominant species and now plays an important role in the dynamics of fishery resources in the Yellow Sea. In order to clarify the recruitment and the dynamics of *L. tanakae* popula-

国家国际科技合作专项项目(2013DFA31410)、公益性行业(农业)科研专项(200903005)和山东省泰山学者专项基金共同资助

* 通讯作者。E-mail: jin@ysfri.ac.cn

收稿日期:2013-04-22;接受日期:2013-07-13

作者简介:单秀娟(1980-),女,副研究员,主要从事渔业资源和鱼类生态学研究。E-mail: shanxj@ysfri.ac.cn, Tel: (0532)85836344

tion, we analyzed the inter-annual variations in the absolute fecundity, relative fecundity, egg diameter and gonadosomatic index of *L. tanakae*, based on the bottom trawl data collected by R/V “Beidou” in the central and southern Yellow Sea during 1985 – 1986 and 2011 – 2012. We found that the distribution of *L. tanakae*'s egg diameter changed from multi-peak in 1985 – 1986 to double-peak in 2011 – 2012, with an increase in the average value from (1.1 ± 0.2) mm to (1.2 ± 0.1) mm. The gonadosomatic index and condition factors measured in Jan, 2011 were lower than those measured in Jan, 1986, and there were no significant differences ($P > 0.05$) between these two parameters and the absolute fecundity. The absolute fecundity (F) of *L. tanakae* was 9407 – 84209 eggs (37677 ± 3625 eggs in average) found in 1985 – 1986, and the relative fecundity estimated with the body length (F_L) and the body weight (F_w) was 446 – 1981 eggs/cm and 18 – 157 eggs/g, respectively. All the values of the fecundity measured in 2011 – 2012 were lower than those measured in 1985 – 1986; the absolute fecundity was 2984 – 81614 eggs (24728 ± 2822 eggs in average), F_L was 114 – 1690 eggs/cm, and F_w was 15 – 106 eggs/g. No significant differences ($P > 0.05$) were detected in fecundity parameters between the two periods according to the covariance analysis. There was a positive power index correlation between F and the body length, and a positive linear correlation between F and the body weight. There was also a positive linear correlation between F_L and the body length. In contrast, a negative linear correlation was found between F_w and the body length. However, there was no significant correlation between F_L , F_w and the body weight. These results suggested that the *L. tanakae* population was relatively stable under the influence of multi-stressors in the Yellow Sea.

KEY WORDS *Liparis tanakae*; Central and southern Yellow Sea; Fecundity; Condition factor; Gonadosomatic index

繁殖策略是生物在长期进化过程中适应环境、提高生殖适合度的一种生活史对策,对种群调节起着重要作用,是物种进化的一个重要方面(殷名称 1995)。细纹狮子鱼 *Liparis tanakae* 是冷温性底层鱼类,经济价值不高,一直是底拖网的兼捕对象(赵传纲 1990),20 世纪 80 年代初成为黄海鱼类群落的优势种(Jin *et al.* 1996),并且是黄海渔业生态系统的顶级捕食者(张波等 2009),在整个黄海渔业生态系统中发挥重要的作用。国内外学者对细纹狮子鱼的研究较少,主要集中在其早期发育(小島纯一等 1988;青山恒雄 1959;Plaza-Pasten *et al.* 2002)、摄食习性(张波等 2011)、生物学特征及其分布的季节变化等(周志鹏等 2012),对繁殖生物学的研究仅见于 Kawasaki 等(1983)和陈大刚(1991)。鱼类的繁殖力直接影响着其群体结构的变化和资源量的补充,是估算种群补充量和资源评估的重要参数。本研究基于 1985 – 1986 年和 2011 – 2012 年黄海中南部渔业底拖网调查中细纹狮子鱼的资料,对其繁殖力、卵径、性腺成熟度等繁殖生物学特征的年代际变化进行了初步分析,以为探讨黄海细纹狮子鱼种群变动规律及黄海渔业资源合理开发利用提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 数据来源

数据来源于 1985 年 3 月、1986 年 1 月、11 月和 2011 年 1 月、11 月、2012 年 2 月“北斗”号调查船在黄海中南部($33^\circ - 37^\circ\text{N}$, $121.5^\circ - 124.5^\circ\text{E}$)的渔业底拖网调查,其中细纹狮子鱼的取样站位见图 1。“北斗”号调查船的网具参数为:网具网目 836 目 \times 20 cm,网口周长 167.2 m,网具总长度 83.2 m,囊网网目 2.4 cm,网口高度变动在 6.1 – 8.3 m 之间。每站拖网 0.5 – 1 h,拖速为 3 kn/h。细纹狮子鱼样品冷冻保存,带回实验室进行生物学测定,包括体长、体重、纯重、性腺重、性腺成熟度等,生物学测定中的长度和重量分别精确到 1 mm 和 0.1 g,

性腺按照 I - VI 期参照海洋调查规范 GB12763.4-2007 划分,并规定 IV 期以上(即 IV - VI 期)为性成熟。1985 - 1986 年生物学测定的个体数为 271 尾,性成熟个体数为 79 尾,性腺样品测定 31 尾;2011 - 2012 年生物学测定 147 尾,性成熟个体数为 39 尾,性腺样品测定 34 尾(表 1)。

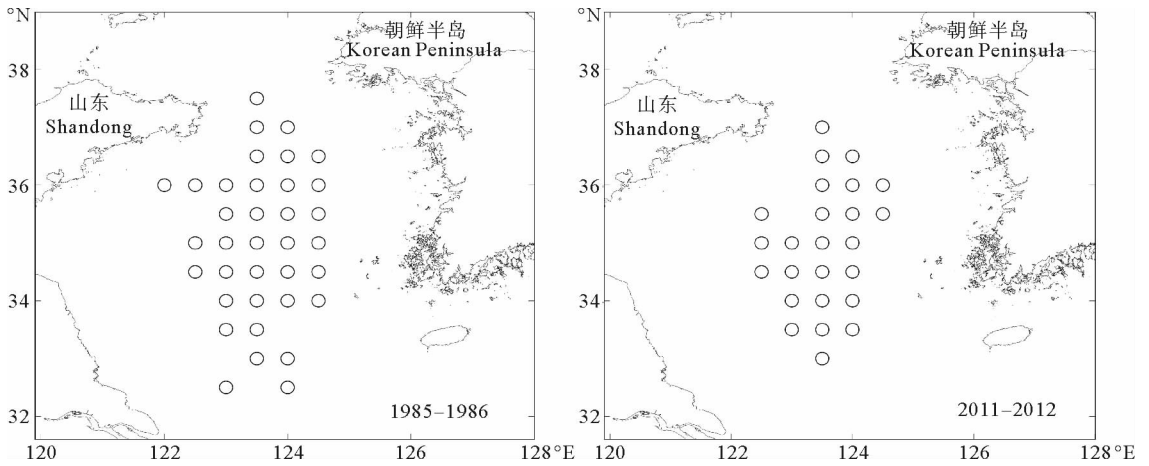


图 1 黄海中南部调查细纹狮子鱼的取样站位

Fig. 1 Sampling stations of *L. tanakae* in the central and southern Yellow Sea

表 1 黄海中南部细纹狮子鱼性成熟个体的分布

Table 1 Interannual variations of *L. tanakae* mature individuals in the central and southern Yellow Sea

性腺分期 Gonad development stage	1985 - 1986			2011 - 2012		
	个体数 Individual number	体长范围(cm) Body length	平均体长(cm) Average body length	个体数 Individual number	体长范围(cm) Body length	平均体长(cm) Average body length
IV	36	26.7 - 86.0	39.7	27	19.0 - 49.3	33.5
V	34	22.5 - 45.0	36.2	12	21.0 - 51.3	36.1
VI	9	35.0 - 48.5	41.0			

1.2 数据处理

1.2.1 繁殖力

卵粒计数和卵径测量在解剖镜下进行,按照重量比例法进行卵粒计数。从性腺的前、中、后部取样,每次取样 0.1 - 0.3 g,每个性腺取样 3 - 5 次,所得结果取平均值,计算细纹狮子鱼的个体绝对繁殖力,用 F (粒)表示。

$$F = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\text{样本卵粒数}}{\text{计数样本质量}} \times \text{卵巢质量}$$

相对繁殖力是单位体长(F_L , 粒/mm)和单位纯重(F_W , 粒/g)的繁殖力, n 是测定的尾数。对卵巢发育在 IV - V 期的个体进行卵粒计数,在卵粒计数完毕后,混匀,用滴管抽取约 20 粒卵,利用光学解剖镜目微尺测量卵径,精确到 0.1 mm,各个卵巢发育期的测定样品见表 1。利用 t -检验和协方差方法比较不同体长组个体繁殖力年际间的差异性。

1.2.2 性腺成熟系数

性腺成熟系数(Gonadosomatic index, GSI)的计算:

$$GSI = \frac{\text{性腺重量}(G)}{\text{去内脏后的体重}(W)} \times 100\%$$

1.2.3 肥满度

肥满度公式为 $C = W/L^3 \times 100$ 。式中, C 为肥满度, W 为纯重(g), L 为体长(cm)。

2 结果

2.1 性腺发育

通过解剖镜观察雌性性腺形态, II 期性腺为整体, 呈圆球状, 无法分离; III 期卵巢内部由片状粘合而成, 主要由卵径 0.2 - 0.3 mm 的卵粒构成; IV 期卵粒大小区分明显, 除部分卵径为 0.1 - 0.4 mm 的小卵粒外, 其他卵粒大小均匀, 卵径基本在 0.8 - 1.0 mm 之间; V 期卵粒明显增大, 卵径在 1.2 - 1.5 mm 之间, 而小卵径卵粒比例明显小于 IV 期。

为分析细纹狮子鱼的繁殖生物学特征, 选择 IV 期及以上(根据海洋调查规范, 性腺发育 IV 期及以上个体为性成熟个体)的个体测定其肥满度(图 2)。1985 - 1986 年个体肥满度为 1.35 - 1.84, 1 月最高, 其次为 11 月, 最低为 3 月。GSI 为 1.27% - 20.9%, 从 1 - 11 月逐渐降低。2011 - 2012 年 3 个月个体肥满度为 1.80 - 1.96, 11 月最高, 1 月和 2 月相差不大。GSI 为 8.4% - 16.4%, GSI 变化趋势与肥满度相反。Pearson 相关性检验显示, 个体绝对繁殖力与肥满度和 GSI 相关性不显著($P > 0.05$)。

2.2 卵径变化

1985 - 1986 年细纹狮子鱼成熟卵粒卵径为 0.6 - 1.6 mm, 平均为 (1.1 ± 0.2) mm, 优势卵径为 0.7 - 0.8 mm、0.9 - 1.2 mm 和 1.3 - 1.5 mm, 分别占 12.9%、40.2% 和 23.7% (图 3), 为三峰排列。2011 - 2012 年的成熟卵径范围为 0.6 - 1.7 mm, 平均为 (1.2 ± 0.1) mm, 优势卵径为 0.8 - 1.0 mm 和 1.1 - 1.5 mm, 为双峰型, 分别占 32.1% 和 48.5% (图 3), 而在 0.9 - 1.1 mm 卵径分布有所下降。在同一个卵巢中卵径差别较小, 仅为 0.1 - 0.2 mm, 但少数也存在差别较大的卵粒, 1985 - 1986 年和 2011 - 2012 年各发现 1 尾, 除 0.8 - 0.9 mm 的主要卵粒之外, 性腺还存在极少数 1.5 mm 的卵粒。

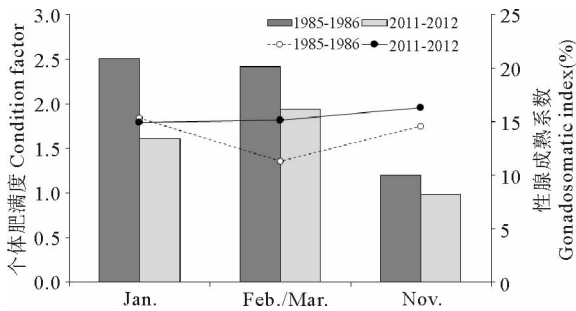


图 2 细纹狮子鱼性成熟个体肥满度和 GSI 变化

Fig. 2 Variations in condition factor and GSI of *L. tanakae* mature individuals

柱状图为 GSI, 折线图为个体肥满度
bar chart is gonadosomatic index;
broken line chart is condition factor

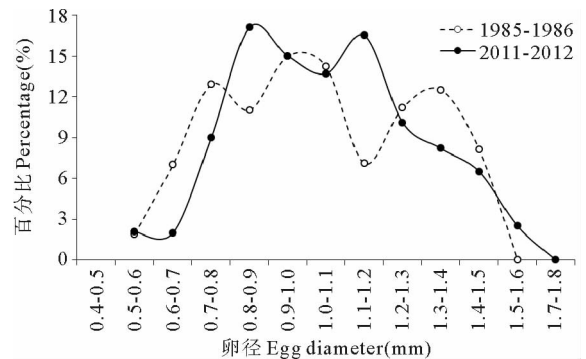


图 3 细纹狮子鱼卵径的际年变化

Fig. 3 Interannual variations of *L. tanakae* egg diameter

2.3 繁殖力及其与体长、纯重的关系

2.3.1 繁殖力变化

1985 - 1986 年细纹狮子鱼个体绝对繁殖力为 9407 - 84209 粒, 平均为 (37677 ± 3625) 粒 (平均值 \pm 标准误差, 下同); F_L 为 446 - 1981 粒/cm, 平均为 (1036 ± 80) 粒/cm; F_W 为 18 - 157 粒/g, 平均为 (65 ± 6) 粒/g。

2011-2012 个体绝对繁殖力为 2984-81614 粒,平均为 (24728 ± 2822) 粒; F_L 为 114-1690 粒/mm,平均为 (766 ± 58) 粒/cm; F_W 为 15-106 粒/g,平均为 (61 ± 4) 粒/g,不同体长组细纹狮子鱼的个体繁殖力见表 2。

表 2 不同体长组细纹狮子鱼的个体繁殖力
Table 2 Fecundity of *L. tanakae* in each body length group

项目 Items	体长组 Body length group(cm)	1985-1986	2011-2012	t-检验 t-test
F (粒)	<20	19282	6888	
	20-30	16088 ± 2465	16110 ± 1273	$t = -0.009, P > 0.05$
	30-40	32242 ± 3477	27697 ± 3024	$t = 1.854, P > 0.05$
	>40	62892 ± 4024	65075 ± 10176	$t = -0.272, P > 0.05$
F_L (粒/cm)	<20	1071	362	
	20-30	609 ± 115	628 ± 45	$t = -0.009, P > 0.05$
	30-40	895 ± 94	821 ± 89	$t = 1.007, P > 0.05$
	>40	1458 ± 92	1239 ± 152	$t = -0.089, P > 0.05$
F_W (粒/g)	<20	157	72	
	20-30	88 ± 6	68 ± 6	$t = 1.691, P > 0.05$
	30-40	51 ± 11	53 ± 6	$t = -0.692, P > 0.05$
	>40	66 ± 7	62 ± 3	$t = 1.129, P > 0.05$

2.3.2 个体繁殖力与体长的关系

1985-1986 年细纹狮子鱼性成熟个体体长范围为 18.0-48.2 cm,平均体长为 (36.4 ± 2.1) cm,2011-2012 年细纹狮子鱼个体体长范围为 19.0-48.3 cm,平均体长为 (30.4 ± 4.5) cm。1985-1986 年和 2011-2012 年两个年代细纹狮子鱼个体绝对繁殖力随体长的增长而增加(图 4),呈显著正相关($P < 0.01$),而 F_W 与体长呈显著负相关($P < 0.01$)。关系式如下:

$$1985-1986 \text{ 年: } F = 36.772L^{1.913} \quad (R^2 = 0.584, n = 28, P < 0.01)$$

$$F_L = 30.742L - 72.42 \quad (R^2 = 0.283, n = 28, P < 0.01)$$

$$F_W = -2.013L + 137.19 \quad (R^2 = 0.246, n = 28, P < 0.01)$$

$$2011-2012 \text{ 年: } F = 10.605L^{2.232} \quad (R^2 = 0.573, n = 34, P < 0.01)$$

$$F_L = 34.326L - 278.91 \quad (R^2 = 0.456, n = 34, P < 0.01)$$

$$F_W = -1.489L + 106.49 \quad (R^2 = 0.193, n = 34, P < 0.01)$$

研究过程中也发现少数个体的绝对繁殖力与体长生长不匹配的情况,如 1985-1986 年调查中体长 30.4 cm 个体的绝对繁殖力为 47481 粒;而另一尾体长 40 cm 的个体的绝对繁殖力仅为 19961 粒,相差近一倍。协方差结果显示,2011-2012 年和 1985-1986 年之间的 3 个繁殖力指标均无显著差异($P > 0.05$)(表 1)。

2.3.3 个体繁殖力与纯重的关系

1985-1986 年细纹狮子鱼性成熟个体纯重为 144-1619 g,平均纯重为 (889.8 ± 37) g;2011-2012 年细纹

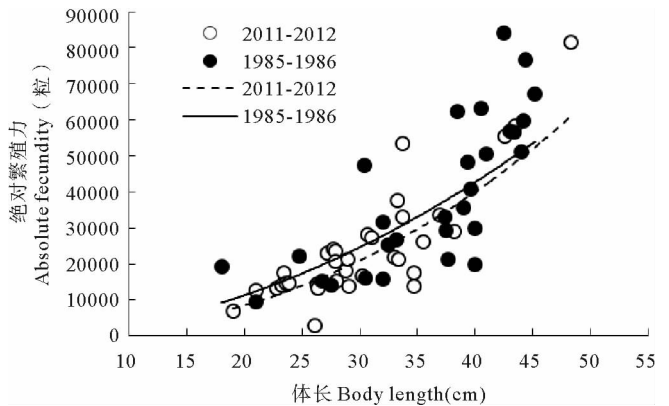


图 4 细纹狮子鱼的绝对繁殖力与体长的关系
Fig. 4 Correlations between absolute fecundity and body length of *L. tanakae*

狮子鱼性成熟个体纯重为 95 - 1441 g, 平均(447 ± 25)g。1985 - 1986 年和 2011 - 2012 年两个年代细纹狮子鱼个体绝对繁殖力 F (粒) 与纯体重 W (g) 呈正相关, 即 F 随 W 的增加而增加, 而且 1985 - 1986 年增加幅度要大于 2011 - 2012 年(表 3)。关系式如下:

$$1985 - 1986 \text{ 年: } F = 38.77W + 12307 \quad (R^2 = 0.398, P < 0.01)$$

$$2011 - 2012 \text{ 年: } F = 45.39W + 4446 \quad (R^2 = 0.754, P < 0.01)$$

个体相对繁殖力(F_L 和 F_W)与纯重相关性不显著($P > 0.05$)。

表 3 狮子鱼科种类的繁殖力参数

Table 3 Fecundity parameters of Liparidae species

	体长 Body length (mm)	寿命 Life span (Year)	水深 Water depth (m)	繁殖力 Absolute fecundity	卵径 Egg size (mm)	繁殖期 Spawning time	参考文献 Reference
佃狮子鱼 <i>L. inquilinus</i>	<71	2	5-97	342	1.00-1.30	春季, 一次性	万瑞景等 2000; Able 1973
大西洋狮子鱼 <i>L. atlanticus</i>	<97	3	近岸	1400-3000	1.10	春、夏季, 时间长	Able et al. 1976
美狮子鱼 <i>L. pulchellus</i>	<170		2-15		1.48	春、冬季, 一次性	Detwyler 1963
狮子鱼 <i>L. Liparis</i>	<115	1	5	400-520	0.90-1.50	春、冬季, 时间长	Wootton 1998; Johnson 1969
光皮狮子鱼 <i>L. fucensis</i>	62-92		潮间带	1700-4800	0.60	春、冬季, 一次性	Badsha et al. 1978
蒙氏狮子鱼 <i>L. montagui</i>	47-66	3-5	浅水	287-696	1.10	春季, 两次	Able et al. 1985; DeMartini 1978
海湾狮子鱼 <i>L. coheni</i>	89		浅水		0.80-0.90	冬季, 时间长	Stein 1980
细尾狮子鱼 <i>L. gibbus</i>	180		浅水	12000	1.70	春、冬季, 一次性	Stein 1980; Fives 1970
蝌蚪狮子鱼 <i>L. fabricii</i>	90		浅水	300	0.85	春、夏季, 一次性, 时间长	Fives 1970
长身短吻狮子鱼 <i>Careproctus longifilis</i>	162		>1000	16	7.09	夏、秋季	Stein 1980
蓝体副狮子鱼 <i>Paraliparis rosaceus</i>	361		>1000	1277	3.65		Stein 1980

3 讨论

狮子鱼科鱼类繁殖多为季节性分批产卵或一次性产卵(Stein 1980), 也存在产卵时间较长的种类, 如蝌蚪狮子鱼 *L. fabricii* (Able et al. 1985; Fives 1970)。另外, 部分深海种类常年产卵, 如长身短吻狮子鱼 *Careproctus longifilis*、蓝体副狮子鱼 *Paraliparis rosaceus*, 这可能与深海环境季节性差异较小有关。本研究中黄海中海南部细纹狮子鱼 1985 - 1986 年 GSI 最高出现在 1 月, 为 17.6% - 20.8%, 高于 2011 年 1 月细纹狮子鱼的 GSI (13.9% - 16.3%), 但低于 1978 - 1980 年仙台湾细纹狮子鱼同期的 GSI (20% - 30%)(Kawasaki et al. 1983), 其中 1985 年 1 月以性成熟个体为主(51.1%), 而 2011 年 1 月 III 期个体占的比例极高(70%), 这可能与 2011 年 1 月平均水温较低引起细纹狮子鱼繁殖时间后延有关。另外, 细纹狮子鱼繁殖时间因海域不同而有所差异, 如黄海北部(邓景耀等 1991)、渤海(唐启升等 1990)和黄海南部(刘蝉馨等 1987)的产卵期分别为 10 - 12 月、11 月 - 翌年 2 月和 1 - 3 月。在多年的黄、渤海渔业资源调查中发现, 细纹狮子鱼的产卵盛期为 1 - 3 月, 但 7 - 8 月样品中均有产卵个体出现, 同属的狮子鱼也存在这种情况, 如蒙氏狮子鱼 *L. montagui* 在

1-9月均能采集到仔稚鱼(王所安等 2001),这种繁殖策略可以有效避开自然风险,增加其种群的存活率,维护种群的延续性。

Kawasaki等(1983)研究发现,细纹狮子鱼的卵径呈现多峰,分为3部分:0-0.5、0.6-1.2、1.3-1.7 mm,其中以0-0.2、1.4-1.5 mm所占比例最大。陈大刚(1991)发现,黄海近岸细纹狮子鱼卵径为1.08-1.58 mm,主峰在1.25 mm附近。但青山恒雄(1959)发现细纹狮子鱼成熟卵粒卵径为1.7-1.8 mm,这说明细纹狮子鱼卵径大小可能因其所处海域不同而有所差异。本研究中,细纹狮子鱼卵径非常集中,并且2011年的卵径主峰比1985年有所增加,但差异不大。这与其他鱼种的研究结果有所不同,如鳀鱼 *Engraulis japonicus* (Wan et al. 2012)和小黄鱼 *Larimichthys polyactis* (林龙山等 2009)在高强度捕捞和环境变化的压力下,其卵径普遍变小。目前,细纹狮子鱼在黄海仅为兼捕鱼种,其卵径的这种变化可能与其他经济鱼类减少引起的饵料竞争减少有关,如孔鲷 *Raja porosa* (张波等 2009);细纹狮子鱼主要饵料生物脊腹褐虾 *Crangon affinis* 近年来在黄海的生物量有所增加,这样保证了细纹狮子鱼产卵群体有充足的饵料来源,对其卵的发育和营养储备起了积极作用,继而产生绝对繁殖力相对降低、卵径增大的适应性响应。另外,由于卵巢内发育到一定大小的卵子仍有被吸收的可能(邓景耀等 1991),本研究中的0.2-0.5 mm的小卵粒能否膨大成为繁殖卵粒还需要进一步证实。Stein(1980)认为,潮间带和浅水狮子鱼类,与其他深水狮子鱼类,生命周期短,怀卵量大,卵径较小(表2),同其他同属的种类比较,卵径和个体大小也有一定关系,体型较大的种类繁殖力较大、卵径较大,细纹狮子鱼属于这类。

细纹狮子鱼繁殖力在不同海域差异较大,日本仙台湾体长27.3-39.6 cm的细纹狮子鱼个体怀卵量为31158-81774粒(卵径为0.6-2.0 mm),均值为46938粒(Kawasaki et al. 1983),而黄海沿岸体长19.5-56.0 cm的细纹狮子鱼个体怀卵量为2.26-3.73万粒(陈大刚 1991),山东半岛南部细纹狮子鱼的怀卵量为5-10万粒(唐启升等 1991),渤海细纹狮子鱼的怀卵量为8.77-37.62万粒,均值为15.4万粒(邓景耀等 1991),而黄海中南部1985-1986年体长为27.5-40.0 cm的个体繁殖力为14172-62311粒,均值为(24796±2563)粒,2011-2012年体长27.7-38.2 cm的个体繁殖力为13870-53412粒,均值为(31112±3652)粒,明显小于日本仙台湾海域细纹狮子鱼的繁殖力,略高于陈大刚(1991)的研究结果。这种繁殖力差异可能由于细纹狮子鱼样品体长范围的不一致和计数方法的差异引起,或者是调查时间不同及该海域栖息环境演变造成。鱼类的繁殖力随体长的增大而增加,但协方差检验发现,2011-2012年与1985-1986年的繁殖力差异不显著($P>0.05$),且与同期仙台湾细纹狮子鱼个体的繁殖力(Kawasaki et al. 1983)相近。由于细纹狮子鱼在黄海广泛分布,且经济价值较低,仅作为兼捕鱼类,资源受捕捞压力相对其他鱼类小,这些因素可能使其繁殖力的年际差异不明显。

致谢:本研究在完成过程中得到中国水产科学研究院黄海水产研究所万瑞景研究员、孙珊老师的大力支持,在此深表感谢。

参 考 文 献

- 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
- 王所安,李国良,曹玉萍. 2001. 河北动物志: 鱼类. 石家庄: 河北科学技术出版社
- 邓景耀,赵传纲. 1991. 海洋渔业生物学. 北京: 农业出版社
- 刘蝉馨,秦克静. 1987. 辽宁动物志: 鱼类. 大连: 辽宁科学技术出版社
- 陈大刚. 1991. 黄渤海渔业生态学. 北京: 海洋出版社
- 张波,唐启升,金显仕. 2009. 黄海生态系统高营养层次生物群落功能群及其主要种类. 生态学报, 29(3): 1009-1111
- 张波,金显仕,戴芳群. 2011. 黄海中南部细纹狮子鱼的摄食习性及其变化. 水产学报, 35(8): 1199-1205
- 林龙山,姜亚洲,严利平,高天翔,王金辉. 2009. 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. 上海海洋大学学报, 18(4): 453-459
- 周志鹏,金显仕,单秀娟,李忠炉,戴芳群. 2012. 黄海中南部细纹狮子鱼的生物学特征及资源分布的季节变化. 生态学报, 32(17): 5550-5561
- 赵传纲. 1990. 中国海洋渔业资源. 杭州: 浙江科学技术出版社
- 唐启升,叶懋中. 1990. 山东近海渔业资源开发与保护. 北京: 农业出版社

- 殷名称. 1995. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社
- 小島純一. クサウオ. 1988. 日本産稚魚図鑑, 沖山宗雄編. 東京: 東海大学出版会, 885-887
- 青山恒雄. 1959. クサウオ *Liparis tanakae* (Gilbert et Burke) の卵と仔稚魚. 西海区水産研究所研究報告(18)
- Able KW. 1973. A new cyclopterid fish, *Liparis inquilinus*, associated with the sea scallop, *Placopecten magellanicus*, in the western North Atlantic, with notes on the *Liparis liparis* complex. *Copeia* 4:787-794
- Able KW, Musick J. 1976. Life history, ecology, and behavior of *Liparis inquilinus* (Pisces: Cyclopteridae) associated with the sea scallop, *Placopecten magellanicus*. *Fish Bull* 74(2):409-421
- Able KW, Irion W. 1985. Distribution and reproductive seasonality of snailfishes and lumpfishes in the St. Lawrence River estuary and the Gulf of St. Lawrence. *Can J Zool* 63(7):1622-1628
- Badsha K, Sainsbury M. 1978. Some aspects of the biology and heavy metal accumulation of the fish *Liparis liparis* in the Severn Estuary. *Estu. Coast Mar Sci* 7(4):381-391
- DeMartini EE. 1978. Apparent paternal care in *Liparis fucensis* (Pisces: Cyclopteridae). *Copeia* 3:537-539
- Detwyler R. 1963. Some aspects of the biology of the seasnail, *Liparis atlanticus* (Jordan and Evermann). Durham: University of New Hampshire
- Fives JM. 1970. Investigations of the plankton of the west coast of Ireland; IV. Larval and post-larval stages of fishes taken from the plankton of the west coast in surveys during the years 1958-1966. *JSTOR*, 70b:15-93
- Jin X, Tang Q. 1996. Changes in fish species diversity and dominant species composition in the Yellow Sea. *Fish Res* 26(3-4):337-352
- Johnson CR. 1969. Contributions to the Biology of the Showy Snailfish, *Liparis pulchellus* (Liparidae). *Copeia* (4):830-835
- Kawasaki T, Hashimoto H, Honda H. 1983. Selection of life histories and its adaptive significance in a snailfish *Liparis tanakai* from Sendai Bay. *Bull. Japan. Soc Sci Fish* 49(3):367-377
- Plaza-Pasten G, Katayama S, Nagashima H. 2002. Early life history of larvae of the snailfish *Liparis tanakai* (Gilbert et Burke) in Sendai Bay, Northern Japan *Bull Japan Soc Fish Oceanogr* 66(4):207-215
- Stein DL. 1980. Aspects of reproduction of liparid fishes from the continental slope and abyssal plain off Oregon, with notes on growth. *Copeia* 4: 687-699
- Wan RJ, Bian XD. 2012. Size variability and natural mortality dynamics of anchovy *Engraulis japonicus* eggs under high fishing pressure. *Mar Ecol Prog Ser* 465: 243-251

《渔业科学进展》动态

(1) DOI 注册 《渔业科学进展》已加入“中文 DOI”服务, 获得出版机构会员资格。本刊可为 2013 年第 6 期以来已出版的论文注册 DOI。

(2) 版式改动 《渔业科学进展》的版式从 2014 年第 4 期开始, 由现在的通栏改为双栏。

《渔业科学进展》编辑部

2014 年 6 月 20 日