

切尾拟鲮的个体生殖力

邹远超 岳兴建 王永明 覃川杰 齐泽民 谢碧文* 王 涓

内江师范学院生命科学学院 长江上游鱼类资源保护与利用四川省重点实验室 四川 内江 641112

摘要: 于2013年4~5月在长江上游岷江河口区域采集63尾性腺发育至Ⅳ期的切尾拟鲮(*Pseudobagrus truncatus*)雌性个体,所有样本均测量其体长(L)、体重(M)、净体重(W)和性腺重(W_a)等生物学指标。取耳石鉴定年龄,测量卵径,用重量法计数个体绝对生殖力(F),并对体长相对生殖力(F_L)、体重相对生殖力(F_W)进行计算,用5种数学模型及多元逐步回归方程拟合个体生殖力与生物学指标的关系。结果显示,调查样本由2⁺~5⁺龄组成,个体绝对生殖力(F)为566~6758粒,平均为3056粒;体长相对生殖力(F_L)68~469粒/cm,平均为234粒/cm;体重相对生殖力(F_W)为45~349粒/g,平均为145粒/g。个体绝对生殖力(F)和体长相对生殖力(F_L)与体长(L)、体重(M)和成熟系数(GSI)均呈幂函数相关;而体重相对生殖力(F_W)仅与成熟系数(GSI)呈幂函数相关,和其他形态指标的相关性不显著。多元逐步回归分析结果表明,长江上游切尾拟鲮个体绝对生殖力(F)与体重(M)和成熟系数(GSI)密切相关,相关式为: $F = 16\,370.714 + 3\,284.028\,GSI + 58.361M$ ($n=63$, $R^2 = 0.973$, $P < 0.01$);体长相对生殖力(F_L)与体重(M)、净体重(W)和成熟系数(GSI)密切相关,相关式为: $F_L = 251.749 + 18.961\,M + 684.273\,W + 3\,268.421\,GSI$ ($n=63$, $R^2 = 0.852$, $P < 0.01$);而体重相对生殖力(F_W)仅与成熟系数(GSI)相关: $F_W = 138.590 + 837.641\,GSI$ ($n=63$, $R^2 = 0.539$, $P < 0.01$)。依据卵径频数分布结果推测,切尾拟鲮属于一次性产卵鱼类。

关键词: 切尾拟鲮; 个体生殖力; 岷江

中图分类号: Q492 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2014)04-570-09

Fecundity of Individual Fish *Pseudobagrus truncatus*

ZOU Yuan-Chao YUE Xing-Jian WANG Yong-Ming QIN Chuan-Jie

QI Ze-Min XIE Bi-Wen* WANG Yu

College of Life Sciences, Neijiang Normal University; Key Laboratory of Sichuan Province for Fishes Conservation and Utilization in the Upper Reaches of the Yangtze River, Neijiang, Sichuan Province 641112, China

Abstract: Total of 63 female *Pseudobagrus truncatus* whose ovaries at stage Ⅳ were collected from the Yangtze River's tributaries-Minjiang river from April to May in 2013. The body length (L), body weight (M), net body weight (W), ovary weight (W_a) of the sampled fish were measured. The age of sampled fish was determined by lapilli, egg diameters were measured by vernier caliper. The individual absolute fecundity (F) was obtained by gravimetric method, then it was used to calculate the relative fecundity per centimeter (F_L), relative fecundity per gram (F_W), coefficient of maturing (GSI), fullness (K), and other indices. Based on these measurements and calculations, the relationship between the individual fecundity and the morphological

基金项目 四川省教育厅科技创新科研团队基金项目(No. KYTD201009),四川省教育厅项目(No. 12ZB072);

* 通讯作者, E-mail: xiebw6873@163.com;

第一作者介绍 邹远超,女,副教授;研究方向:鱼类种质资源保护;E-mail: zou3891@163.com。

收稿日期: 2013-10-28, 修回日期: 2014-02-10

indices of 63 female specimens of *P. truncatus* was studied. The results showed that the age of the specimens ranged from 2⁺ to 5⁺ years old (Table 1). The individual absolute fecundity (F) ranged from 566 to 6 758 eggs (average 3 056 eggs). The individual relative fecundity per centimeter (F_L) ranged from 68 to 469 eggs (average 234 eggs) and the individual relative fecundity per gram (F_w), ranged from 45 to 349 eggs (average 145 eggs) (Fig. 3). The absolute fecundity and length relatively fecundity was power correlated with body length, body weight and maturing coefficient (GSI), respectively. While weight relative fecundity was only power correlated with the maturing coefficient (GSI), but not correlated with other morphological indices. Multi-regressive analysis showed that the individual absolute fecundity was significantly correlated with body weight and maturing coefficient (GSI), the relative fecundity per centimeter was significantly correlated with body weight, net weight and maturing coefficient (GSI) while the relative fecundity per gram was only correlated with maturing coefficient (GSI). The multiple stepwise regression equation were as follow: $F = 16\,370.714 + 3\,284.028\,GSI + 58.361\,M$ ($n=63$, $R^2 = 0.973$, $P < 0.01$); $F_L = 251.749 + 18.961\,M + 684.273\,W + 3\,268.421\,GSI$ ($n=63$, $R^2 = 0.852$, $P < 0.01$); $F_w = 138.590 + 837.641\,GSI$ ($n=63$, $R^2 = 0.539$, $P < 0.01$). Based on the distribution of egg diameter, this species of fish spawns once a year.

Key words: *Pseudobagrus truncatus*; Individual fecundity; Minjiang River

切尾拟鲢 (*Pseudobagrus truncatus*), 隶属鲇形目 (Siluriformes) 鲿科 (Bagridae) 拟鲿属, 是东亚特有鲿科鱼类, 地方名黄腊丁。在我国主要分布于金沙江、大渡河、青衣江、岷江等水系 (丁瑞华 1994, 褚新洛等 1999)。因其肉质细嫩, 味道鲜美, 是继乌苏里拟鲿 (*P. ussuriensis*)、黄颡鱼 (*Pelteobagrus fulvidraco*)、长吻鲿 (*Leiocassis longirostris*) 等鲿科鱼类之后又一种具有开发潜力的名特优鱼类。鱼类的生殖力是指雌鱼产出的具有受精和发育能力的卵子数, 它是物种或种群对环境的适应特征。研究鱼类的生殖力是正确估测种群数量变动的基础 (殷名称 1995)。通过对鱼类生殖力的研究, 能够为更好地保护、增殖鱼类资源提供依据。根据个体生殖力与鱼体各形态指标的关系, 可快速计算出个体生殖力, 这对预测种群的繁殖能力、指导渔业生产具有重要作用 (苏锦祥 1993)。关于鱼类生殖力的研究, 已有文献 (李红敬等 2008, 陈玉龙等 2009, 黄燕等 2011) 报道。有关切尾拟鲿的研究主要集中于其形态特征 (张耀光等 1995)、分类 (程建丽等 2012)、系统发育 (彭作刚等 2002)、核型 (邹远超等 2013) 等方面。而对于其基础生物学研究较少。本文通过对切尾拟鲿个体生殖力及其与形态指标的关系进行研究, 旨在了解其生殖特

性, 为种质资源保护和人工繁殖研究提供参考。

1 材料与方法

2013 年 4~5 月从长江上游岷江河口区域采集切尾拟鲿 385 尾, 其中性腺发育至 IV 期的雌性标本 63 尾。所有样本均在新鲜状态下对其体长 (L , cm)、体重 (M , g)、净体重 (去内脏及性腺后的体重, 即空壳重) (W , g)、性腺重 (W_a , g) 等常规生物学性状进行测量, 长度使用直尺测量, 精确至 0.1 cm, 重量使用电子天平测量, 精确至 0.01 g。以 8% 甲醛溶液固定保存卵巢。取耳石鉴定年龄, 游标卡尺 (SM201-1, 成都成量工具集团有限公司, 精确至 0.02 mm) 测定 IV 期卵巢内卵的直径。卵巢分期参考叶富良等 (2002) 的方法。用重量法计数个体绝对生殖力 (单位: 粒) $F = (\text{样品卵粒数} / \text{样品重}) \times \text{卵巢重量}$ (殷名称 1995); 体长相对生殖力 (单位: 粒/cm) $F_L = F/L$; 体重相对生殖力 (单位: 粒/g) $F_w = F/W$; 成熟系数 (%) $GSI = (W_a/W) \times 100\%$; 肥满度 (单位: g/cm³) $K = 100 \times (W/L^3)$ 。其他使用的符号及单位: 年龄 (A , 龄), 标本数 (n , 尾)。

所有数据利用 Microsoft excel 2003 和 SPSS 17.0 软件进行统计分析, 个体生殖力和各形态

学指标的关系以 5 种函数模型(线性函数、幂函数、指数函数、对数函数和二次函数方程)进行拟合,相关系数(R^2)最大者作为选取型式,并以多元逐步回归方程描述个体生殖力与生物学指标间的多元参数关系。

2 结 果

2.1 雌性繁殖群体的组成 切尾拟鲿雌性繁殖群体主要由 2^+ ~ 5^+ 龄鱼组成,其中 2^+ 龄个体占 23.81%, 3^+ 龄个体占 57.14%, 4^+ 龄个体占 12.71%, 5^+ 龄个体占 6.34%(表 1)。体长(10.21 ± 2.17)cm(变幅为 8.3 ~ 12.3 cm, $n = 63$);体重(13.46 ± 3.50)g(变幅为 9.80 ~ 29.80 g, $n = 63$);净体重(11.28 ± 1.50)g(变幅为 7.80 ~ 23.22 g, $n = 63$);优势体长组为 9.4 ~ 11.3 cm ($n = 45$),占总数的 71.4%;优势体重组为 9.80 ~ 17.80 g ($n = 43$),占总数的 68.30% (图 1);卵巢重(0.93 ± 0.37)g(变幅为 0.21 ~ 2.92 g, $n = 63$);成熟系数 $11.63\% \pm 7.49\%$ (变幅为 2.54% ~ 26.71%, $n = 63$)。最小产卵个体 2 龄,体长 8.3 cm,体重 10.26 g,净体重 8.34 g,成熟系数 8.47%。

2.2 卵径分布与产卵类型 本研究所用切尾拟鲿卵巢均处于 IV 期,其卵呈球形或椭球形;

其卵径变化范围在 0.90 ~ 1.79 mm 之间,平均为 (1.48 ± 0.20) mm ($n = 800$)。切尾拟鲿卵径分布比例只出现了 1 个峰值,且该峰值卵径所占比例较大(图 2),推测切尾拟鲿为一次性产卵鱼类。

2.3 切尾拟鲿的个体生殖力 对 63 尾性成熟切尾拟鲿雌鱼标本的测量表明,该群体个体绝对生殖力(F)为 566 ~ 6 758 粒,平均为 $(3\,056 \pm 762)$ 粒;体长相对生殖力(F_L) 68 ~ 469 粒/cm,平均为 (234 ± 73) 粒/cm;体重相对生殖力(F_W)为 45 ~ 349 粒/g,平均为 (145 ± 63) 粒/g。个体生殖力分布频率见图 3,其中 F 为 2 100 ~ 4 000 粒的个体 44 尾,占总数的 69.8%, F_L 为 110 ~ 300 粒/cm 的个体 42 尾,占总数的 66.7%, F_W 为 80 ~ 200 粒/g 的个体 44 尾,占总数的 69.8%。

2.4 个体生殖力与年龄的关系 不同年龄组切尾拟鲿的个体生殖力见表 1。 F 及 F_L 的平均值均随年龄的增大呈增长的趋势, F_W 的平均值随年龄的增大呈先增长后下降的趋势,对切尾拟鲿 4 个年龄组的生殖力进行单因素方差分析表明,各龄之间的 F_W 均无显著性差异($F_{3,12} = 1.26, P = 0.125 > 0.05$),说明其与年龄相关性不显著;而各龄之间的 $F(F_{3,12} = 98.650,$

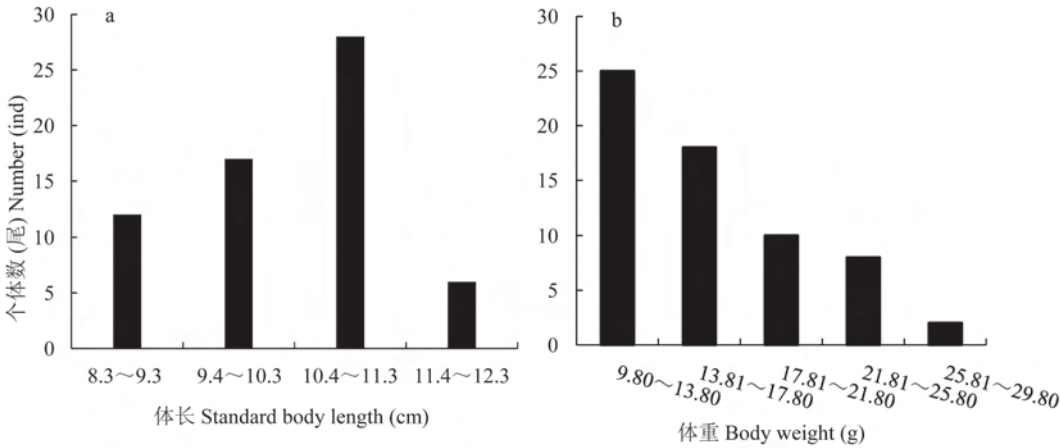


图 1 切尾拟鲿雌性繁殖群体体长(a)及体重(b)组成

Fig. 1 The distribution of body length (a) and body weight (b) of female *Pseudobagrus truncatus* sampled

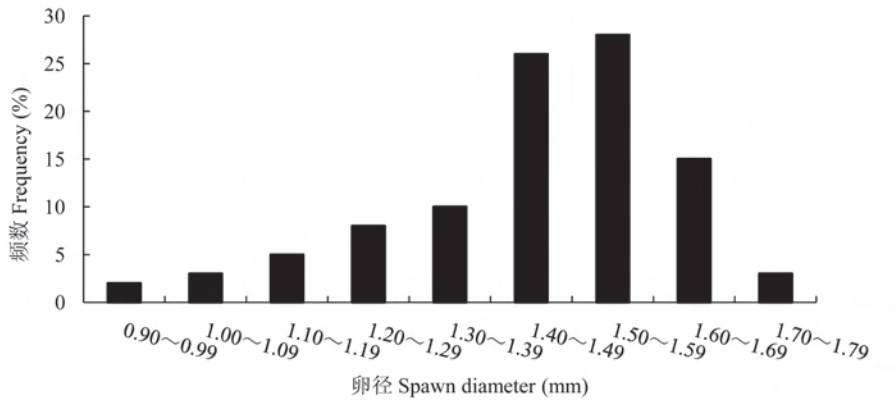


图 2 切尾拟鲮IV期卵巢的卵径分布频数图

Fig. 2 Frequency chart of *Pseudobagrus truncatus* spawn diameter in IV period

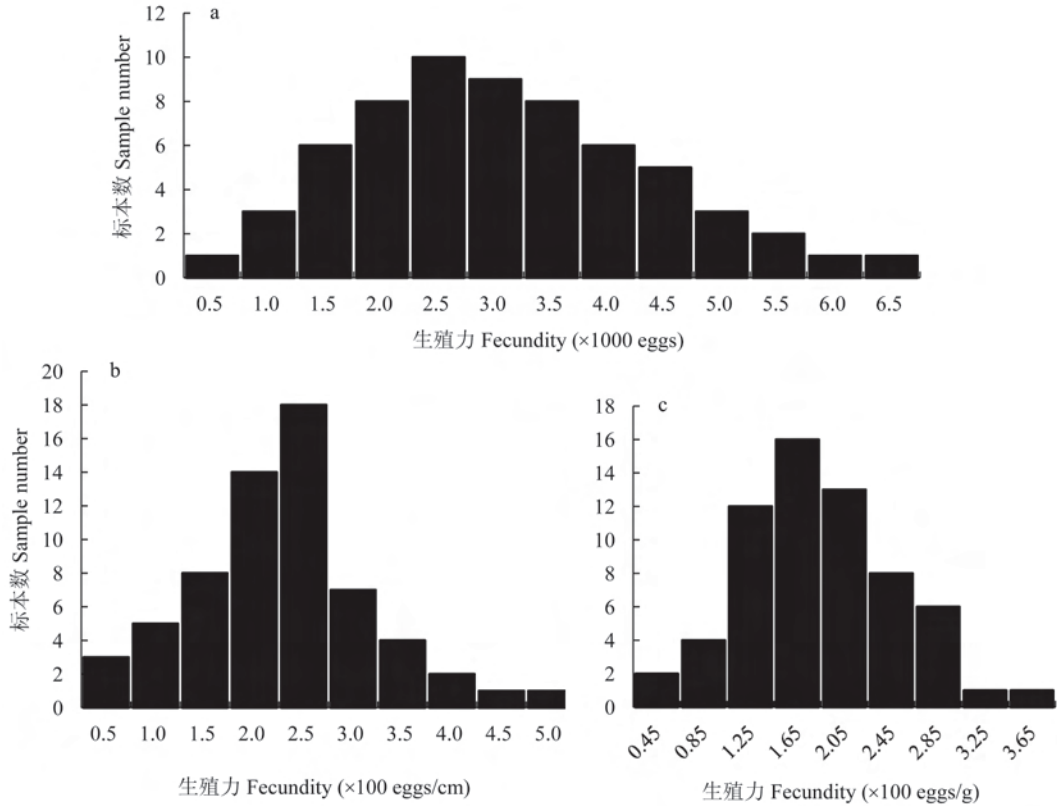


图 3 切尾拟鲮个体生殖力的分布频率

Fig. 3 Frequency distribution of individual fecundity *Pseudobagrus truncatus*

a. 绝对生殖力; b. 体长相对生殖力; c. 体重相对生殖力。

a. Individual absolute fecundity; b. Relative fecundity of body length; c. Relative fecundity of body mass.

$P < 0.01$) 和 $F_L (F_{3,12} = 54.813, P < 0.01)$ 则存在显著差异。

2.5 个体生殖力与各单一形态指标的关系
切尾拟鲮不同体长、体重、净体重、成熟系数和

表 1 不同年龄组切尾拟鲿的个体生殖力

Table 1 Individual fecundity related with age of *Pseudobagrus truncatus*

年龄 <i>A</i> (龄) Age	尾数 Sample number	绝对生殖力 <i>F</i> (粒) Absolute fecundity (granule)		体长相对生殖力 <i>F_L</i> (粒/cm) Length relative (granule/cm)		体重相对生殖力 <i>F_w</i> (粒/g) Weight relative fecundity (granule/g)	
		范围 Range	平均 Mean±SD	范围 Range	平均 Mean±SD	范围 Range	平均 Mean±SD
2 ⁺	15	566~3 671	1 652±506	68~274	175±46	45~174	106±34
3 ⁺	36	960~6 549	3 148±785	175~452	258±68	145~328	115±57
4 ⁺	8	1 082~6 750	3 812±994	261~469	282±84	198~349	206±72
5 ⁺	4	3 864~6 758	4 301±1 247	250~454	307±108	157~331	178±69

年龄组的个体生殖力见表 2。个体生殖力与各单一形态指标的最佳回归方程及 *t* 检验 *P* 值见表 3。由表 2 可知, *F* 与 *F_L* 随体长增加而逐渐增加, 体长 11.4 ~ 12.3 cm 时最大; *F_w* 与体长关系不明显。 *F* 及 *F_L* 均随体重增加而逐渐增加, 体重 25.90 ~ 29.80 g 时最大; *F_w* 随体重增加而逐渐增加, 体重 17.90 ~ 21.80 g 时最大, 随后减少。 *F* 及 *F_L* 随净体重增加而逐渐增加, 20.87 ~ 23.22 g 时最大; *F_w* 随净体重增加而逐渐增加, 16.87 ~ 20.86g 时最大, 随后

表 2 切尾拟鲿不同体长、体重、净体重和成熟系数组的个体生殖力

Table 2 Individual fecundity related with different body length, body weight, net body weight and coefficient of maturing groups of *Pseudobagrus truncatus*

	分组 Group	尾数 Sample number	绝对生殖力 <i>F</i> (粒) Absolute fecundity (granule)		体长相对生殖力 <i>F_L</i> (粒/cm) Length relative fecundity (granule/cm)		体重相对生殖力 <i>F_w</i> (粒/g) Weight relative fecundity (granule/g)	
			范围 Range	平均 Mean ± SD	范围 Range	平均 Mean ± SD	范围 Range	平均 Mean ± SD
体长(cm) Body length	8.3~9.3	12	566~1 907	1 024 ± 337	68~285	108 ± 37	45~172	80 ± 13
	9.4~10.3	17	598~3 622	2 862 ± 594	57~369	184 ± 59	54~218	175 ± 45
	10.4~11.3	28	738~3 758	3 981 ± 627	71~361	275 ± 78	78~349	188 ± 52
	11.4~12.3	6	922~6 758	4 382 ± 894	79~469	289 ± 86	68~179	167 ± 34
体重(g) Body weight	9.80~13.80	25	566~1 622	1 035 ± 276	68~269	142 ± 28	45~148	107 ± 28
	13.90~17.80	18	582~3 292	1 875 ± 294	76~396	184 ± 36	53~186	164 ± 75
	17.90~21.80	10	966~3 758	2 312 ± 734	102~361	258 ± 98	64~349	214 ± 64
	21.90~25.80	8	922~5 592	3 327 ± 779	95~469	287 ± 81	47~285	187 ± 57
	25.90~29.80	2	1 505~6 758	4 610 ± 849	106~341	294 ± 73	62~239	171 ± 40
净体重(g) Net body weight	7.80~12.86	24	566~1 622	1 810 ± 264	68~169	185 ± 37	48~188	109 ± 24
	12.87~16.86	20	608~3 564	2 079 ± 308	61~338	207 ± 45	45~296	117 ± 73
	16.87~20.86	14	922~4 758	3 367 ± 791	79~469	321 ± 76	47~349	254 ± 59
	≥20.87	5	1 505~6 758	4 719 ± 814	126~441	234 ± 91	68~279	231 ± 52
成熟系数 <i>GSI</i> Coefficient of maturing (%)	≤10	22	566~1 592	878 ± 257	68~138	186 ± 36	45~168	129 ± 33
	10.1~15	28	577~2 758	1 182 ± 427	84~261	209 ± 64	48~187	153 ± 46
	15.1~20	12	686~4 622	3 226 ± 825	80~369	296 ± 81	68~241	192 ± 70
	≥20	1	6 758	6 758 ± 0.0	469	469 ± 0.0	349	349 ± 0.0

减少。个体生殖力 F 、 F_L 随年龄增加而逐渐增加, 5 龄时最大; F_W 随年龄增加而逐渐增加, 4 龄时最大, 随后减少。

将研究区的 63 尾切尾拟鲮的个体生殖力 (F 、 F_L 、 F_W) 与体长、体重等 6 个形态指标分别用 5 种数学模型进行拟合, 筛选出拟合度极显著的函数关系 ($P < 0.01$)。由表 3 可以看出, 切尾拟鲮 F 和 F_L 与成熟系数的拟合度最高, 其次是体重, 而 F_W 只与成熟系数相关, 且复相关系数仅为 0.507 3。

2.6 个体生殖力与各形态指标的多元回归分析 将研究区的 63 尾切尾拟鲮的个体生殖力 (F 、 F_L 和 F_W) 与分别与体长、体重、净体重、成熟系数、肥满度和年龄共 6 个指标进行多元逐步回归分析。个体绝对生殖力 (F) 与筛选出有统计显著性的指标所得标准化回归方程为: $F = 16\,370.714 + 3\,284.028\,GSI + 58.361\,M$ ($R^2 = 0.973$, $P < 0.01$); 成熟系数 (GSI) 和体重 (M) 与 F 均呈正相关, 其偏相关系数分别为 0.630 和 0.357。切尾拟鲮个体相对生殖力 (F_L) 与筛选出有统计显著性的指标所得标准化回归方程为: $F_L = 251.749 + 18.961\,M + 684.273\,W + 3\,268.421\,GSI$ ($R^2 = 0.852$, $P <$

0.01)。体重 (M)、净体重 (W) 和成熟系数 (GSI) 与 F_L 均呈正相关, 其偏相关系数分别为 0.378、0.280 和 0.841。切尾拟鲮个体相对生殖力 (F_W) 与与筛选出有统计显著性的指标所得标准化回归方程为: $F_W = 138.590 + 837.641\,GSI$ ($R^2 = 0.539$, $P < 0.01$), GSI 与 F_W 呈正相关, 其偏相关系数为 0.862。

3 讨 论

3.1 切尾拟鲮的产卵类型 许多学者依据卵径分布、成熟系数的周年变化和卵巢中卵母细胞的发育是否同步以确定鱼类的产卵类型(张耀光等 1996, 王晓清等 2005, 陈伟兴等 2006)。作者沿用这一方法, 根据卵径分布特征证实, 切尾拟鲮不存在分批产卵类型中的多峰型的特征, 为一次性产卵类型, 这与同科的长吻鲮(王晓清等 2005)、乌苏里拟鲮(潘伟志等 2006)、黄颡鱼(刘世平 1997, 张乐等 2012)和瓦氏黄颡鱼(杨家云 1994, 段中华等 1999)的研究结果一致, 也与长期野外观察结果一致。

3.2 切尾拟鲮个体生殖力特性及繁殖策略 鱼类个体生殖力的大小是遗传因素与环境因素

表 3 个体生殖力与各单一指标的回归方程

Table 3 Regressive equation between individual fecundity and single index of *Pseudobagrus truncatus*

参数 Parameter	绝对生殖力 F (粒) Absolute fecundity (granule)	体长相对生殖力 F_L (粒/cm) Length relative fecundity (granule/cm)	体重相对生殖力 F_W (粒/g) Weight relative fecundity (granule/g)
体长 L (cm) Body length	$F=0.163\,2L^{1.416}$ $R^2=0.199\,2$, $n=63$, $P<0.01$	$F_L=0.162\,7L^{1.021}$ $R^2=0.187\,6$, $n=63$, $P<0.01$	$F_W=2.228\,2L^{1.976}$ $R^2=0.037\,1$, $n=63$, $P>0.05$
体重 M (g) Body weight	$F=5.375\,2M^{3.593}$ $R^2=0.548\,4$, $n=63$, $P<0.01$	$F_L=3.311\,9M^{3.389}$ $R^2=0.332\,1$, $n=63$, $P<0.01$	$F_W=2.552\,M^{1.274}$ $R^2=0.074\,6$, $n=63$, $P>0.05$
净体重 W (g) Net body weight	$F=69.504\,W^{1.168}$ $R^2=0.419\,0$, $n=63$, $P<0.01$	$F_L=43.081\,W^{1.879}$ $R^2=0.207\,7$, $n=63$, $P<0.01$	$F_W=40.330\,W^{0.971}$ $R^2=0.067\,1$, $n=63$, $P>0.05$
成熟系数 GSI (%) Coefficient of maturing	$F=353.01\,GSI^{1.835}$ $R^2=0.923\,9$, $n=63$, $P<0.01$	$F_L=300.59\,GSI^{1.512}$ $R^2=0.839\,6$, $n=63$, $P<0.01$	$F_W=172.58\,GSI^{1.258}$ $R^2=0.507\,3$, $n=63$, $P<0.01$
肥满度 K (g/cm ³) Fullness	$F=-1\,205.28K+1\,063.1$ $R^2=0.026\,4$, $n=63$, $P>0.05$	$F_L=-1\,026.534K+685.02$ $R^2=0.012\,4$, $n=63$, $P>0.05$	$F_W=-160.769K+96.26$ $R^2=0.030\,1$, $n=63$, $P>0.05$
年龄 A (龄) Age	$F=1\,280.38A+547.085$ $R^2=0.032\,6$, $n=63$, $P>0.05$	$F_L=655.82A+141.125$ $R^2=0.076\,4$, $n=63$, $P>0.05$	$F_W=2.2274A+83.295$ $R^2=0.075\,1$, $n=63$, $P>0.05$

共同作用的结果,具有种的特异性(Alvarez-Lajonchere 1982, 苏锦祥 1995)。迄今,关于拟鲢属鱼类生殖力方面的报道很少,已有个体生殖力报道的鲢科鱼类见表 4。本文研究的切尾拟鲢个体绝对生殖力与长江中游嘉鱼至新滩口江段、嘉陵江的瓦氏黄颡鱼以及洞庭湖、鄱阳湖及东江水系的黄颡鱼的平均绝对生殖力相比均偏低,而与铜仁市锦江河的黄颡鱼的平均绝对生殖力相比偏高。这表明鲢科鱼类不同的属、不同物种间的生殖力存在较大差异。导致这种差异可能与岷江水系切尾拟鲢繁殖群体个体较小有关;还可能与不同地区气温、光照和饵料的丰度有关,具体的原因还有待于进一步的研究。

个体生殖力是种群生殖力的重要指标,个体相对生殖力可以用来比较不同种或不同种群鱼的生殖力,它体现了鱼的繁殖策略(殷名称 1995)。由表 4 可见,切尾拟鲢体重相对生殖力远远大于其他水系同科的瓦氏黄颡鱼和黄颡鱼种群,体长相对生殖力也较大,但其卵巢中卵子的直径相对较小。推测其繁殖策略是是通

过产下较多的小型卵,提高种群数量,稳定种群结构,从而抵御外界环境的压力。这与西藏高原鳅(*Triplophysa tibetana*) (刘鸿艳等 2009) 和宽体沙鳅(*Botia reevesae*) (黄燕等 2011) 等有相似之处。

3.3 切尾拟鲢个体生殖力与各项生物学指标的关系 鱼类个体生殖力不仅与外界环境条件、营养状况、鱼的本质特性有关,还与体征指标存在显著性相关(殷名称 1995, Anibeze 2000)。此外,鱼类个体生殖力与生物学指标之间的关系往往随着鱼类种类的不同而有所不同。有的鱼类个体绝对生殖力与体长呈幂函数关系,而与体重呈直线关系,如小黄鱼(*Pseudosciaenz polyactis*) (水柏年 2000)、太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis*) (龚世园等 1999)、乌鲢(*Channa argus*) (曹克驹等 1996) 等;有些与体长、体重均呈直线相关,如中华乌塘鳢(*Bostriethys sinensis*) (张健东等 2002)、黑尾近红鮃(*Anoherythroculter nigrocauda*) (薛正楷等 2001)、白缘鳅(*Liobagrus marginatus*) (刘小红等 2007) 等;

表 4 不同地区鲢科鱼类个体生殖力的比较
Table 4 Comparison of the individual fecundity of fish species in Bagridae in different area

物种 Species	来源 Origin	绝对生殖力 F_L (粒) Absolute fecundity (granule)		体长相对生殖力 F_L (粒/cm) Length relative fecundity (granule/cm)		体重相对生殖力 F_W (粒/g) Weight relative fecundity (granule/g)		参考文献 Reference
		范围 Range	均值 Mean	范围 Range	均值 Mean	范围 Range	均值 Mean	
切尾拟鲢 <i>Pseudobagrus truncatus</i>	岷江	566~6 758	3 056	68~469	234	45~349	145	本研究
	嘉陵江	1 248~12 417	3 883	—	284	—	80.1	杨家云 1994
瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>	长江中游嘉鱼至新滩口江段	1 088~19 765	7 728	—	—	23~88	55	段中华等 1999
	洞庭湖	576~8 346	3 355	—	—	46.5~92.1	61.6	肖调义等 2002
	鄱阳湖	1 134~12 412	4 321	—	—	54~80.7	67.51	刘世平 1997
黄颡鱼 <i>P. fulvidraco</i>	铜仁市锦江河	1 800~3 849	2 757	—	—	66.3~87.9	74.38	李敏等 2009
	东江水系	864~19 967	4 748	81~1 202	386	38~284	147	张乐等 2012

表中“—”表示无数据。The “—” means no data in the table.

或与鱼的体长、体重均呈幂函数相关,如白斑狗鱼(*Fox lucius*) (张桂蓉等 2004)、侧条光唇鱼(*Acrossocheilus parallelus*) (蓝昭军 2010)等;还有与体长、体重呈抛物线相关,如马口鱼(*Opsariichthys bidens*) (李强等 2010)等。本文用多种相关式拟合切尾拟鲮个体生殖力与各生物学指标间的关系,结果显示 F 、 F_L 与体长和体重拟合度最好的方程均为幂函数,个体生殖力 F 、 F_L 和 F_w 与成熟系数均呈幂函数显著相关, F 、 F_L 和 F_w 与肥满度、年龄相关性不明显。这与翘嘴鲇(*Culter alburnus*) (覃亮等 2009)、宽体沙鳅(黄燕等 2011)等鱼类生殖力随形态学指标变化的研究结论基本一致。

根据个体生殖力与鱼体各形态指标的关系,可快速计算出个体生殖力,这对预测种群的繁殖能力、指导渔业生产具有重要作用。切尾拟鲮的 F 和 F_L 与体重和成熟系数的相关程度均高于其他指标, F 与体重的相关性也比 F_L 密切,从多元回归分析中也发现个体生殖力与体重和成熟系数密切相关,因而适宜用个体生殖力与体重和成熟系数的关系对种群生殖力进行预测,以了解其种群动态。

3.4 切尾拟鲮的资源保护 切尾拟鲮是长江上游一种重要的小型经济鱼类。近年来,由于长江上游水利工程建设、水环境污染以及常年的过度捕捞导致其野生资源量急剧下降(张东亚 2011)。研究区切尾拟鲮渔获物主要由 2^+ 和 3^+ 龄组成,占 80.95% (表 1);优势体长组为 9.40 ~ 11.3 cm ($n=45$),占总数的 71.4%;优势体重组为 9.80 ~ 17.80 g ($n=43$),占总数的 68.30% (图 1),远远低于《四川鱼类志》(丁瑞华 1994)所载的常见体长 11.6 ~ 17.7 cm 和体重 50 ~ 100 g。这反应了岷江切尾拟鲮严重小型化的渔业现状,同时也表明在生殖群体中,低龄的个体较多,刚进入生殖高峰阶段的个体大量被捕捞,使种群繁殖能力大大减弱,数量得不到足够补充。针对岷江切尾拟鲮资源的现状,为了保护切尾拟鲮和补充群体数量,建议捕捞规格应限制在 2 龄(或体长为 10 cm)以上。

参 考 文 献

- Alvarez-Lajonchere L. 1982. The fecundity of mullet (Pisces, Mugilidae) from Cuban waters. *Journal of Fish Biology*, 21 (6): 607–613.
- Anibeze C I P, Inyang N M. 2000. Oocyte structure, fecundity and sex ratio of *Heterobranchius longifilis* Valenciennes 1840 in Idodo River basin (Nigeria) with comments on the breeding biology. *Journal of Aquatic Sciences*, 15(1): 59–62.
- 曹克驹, 冯俊荣, 李静. 1996. 金沙河水库乌鳢个体生殖力的研究. *水利渔业*, (1): 9–11, 14.
- 陈伟兴, 范兆廷, 杨洁. 2006. 黄颡鱼性腺的组织学观察. *东北农业大学学报*, 37(2): 194–198.
- 陈玉龙, 董建彬, 邓玉江, 等. 2009. 嘉陵江下游短体副鲃个体生殖力的研究. *安徽农业科学*, 37(10): 4525–4526, 4529.
- 程建丽, 张鄂. 2012. 拟鲮属鱼类分类学研究概况. *井冈山大学学报: 自然科学版*, 33(2): 94–98.
- 褚新洛, 郑保珊, 戴定远, 等. 1999. 中国动物志: 硬骨鱼纲: 鲇形目. 北京: 科学出版社.
- 丁瑞华. 1994. 四川鱼类志. 成都: 四川科学技术出版社.
- 段中华, 孙建貽. 1999. 瓦氏黄颡鱼的繁殖生物学研究. *水生生物学报*, 23(6): 610–616.
- 龚世园, 罗作兵, 刘军. 1999. 富水水库太湖新银鱼个体生殖力的研究. *水利渔业*, 19(2): 36–38.
- 黄燕, 岳兴建, 王芳, 等. 2011. 沱江宽体沙鳅个体生殖力的研究. *四川动物*, 30(6): 916–920.
- 蓝昭军, 赵俊, 李强, 等. 2010. 北江侧条光唇鱼的个体生殖力. *华南师范大学学报: 自然科学版*, (1): 92–97.
- 李红敬, 刘鸿艳, 樊启学, 等. 2008. 黑斑原鲮个体生殖力研究. *应用与环境生物学报*. 2008, 14(4): 499–502.
- 李敏, 胡从云, 姚俊杰, 等. 2009. 黄颡鱼繁殖期的生物学特性. *贵州农业科学*, 37(5): 119–120.
- 李强, 蓝昭军, 赵俊, 等. 2010. 广东北江马口鱼个体生殖力研究. *四川动物*, 29(3): 440–445.
- 刘鸿艳, 谢从新, 郑跃平, 等. 2009. 西藏高原鲃个体繁殖力的研究. *淡水渔业*, 39(4): 12–16.
- 刘世平. 1997. 鄱阳湖黄颡鱼生物学研究. *动物学杂志*, 32(4): 10–16.
- 刘小红, 郭宇辉, 王宝森, 等. 2007. 嘉陵江下游白缘鲃个体生殖力研究. *淡水渔业*, 37(2): 41–43.
- 潘伟志, 陈军, 王鹏, 等. 2006. 乌苏里拟鲮人工繁育技术研究. *水产学杂志*, 19(1): 31–35.
- 彭作刚, 何舜平, 张耀光. 2002. 细胞色素 *b* 基因序列变异与东亚鲃科鱼类系统发育. *自然科学进展*, 12(6): 596–600.
- 水柏年. 2000. 小黄鱼个体生殖力及其变化的研究. *浙江海洋*

- 学院学报: 自然科学版, 19(1): 58–69.
- 苏锦祥. 1995. 鱼类学与海水鱼类养殖. 北京: 中国农业出版社.
- 覃亮, 熊邦喜, 吕光俊. 2009. 徐家河水库翘嘴鲌的个体生殖力. 应用生态学报, 20(8): 1952–1957.
- 王晓清, 莫艳秀, 钟蕾, 等. 2005. 长吻鮠性周期变化的组织学研究. 淡水渔业, 35(4): 18–20.
- 肖调义, 盛玲芝, 苏建明, 等. 2002. 洞庭湖瓦氏黄颡鱼的形态与生长及繁殖特性. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 28(4): 333–336.
- 薛正楷, 何学福. 2001. 黑尾近红鲌个体繁殖力的研究. 西南师范大学学报: 自然科学版, 26(1): 90–94.
- 杨家云. 1994. 嘉陵江瓦氏黄颡鱼的繁殖生物学. 西南师范大学学报: 自然科学版, 19(6): 639–645.
- 叶富良, 张健东. 2002. 鱼类生态学. 广州: 广东高等教育出版社.
- 殷名称. 1995. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社.
- 张东亚. 2011. 水利水电工程对鱼类的影响及保护措施. 水资源保护, 27(5): 75–77.
- 张桂蓉, 杜劲松, 严安生, 等. 2004. 额尔齐斯河白斑狗鱼的个体繁殖力. 华中农业大学学报, 23(3): 335–337.
- 张健东, 陈刚. 2002. 中华乌塘鳢个体生殖力的研究. 湛江海洋大学学报, 22(1): 7–12.
- 张乐, 李皎, 丁悦秀, 等. 2012. 黄颡鱼个体繁殖力的研究. 安徽农学通报, 18(11): 164–171.
- 张耀光, 王德寿, 蒲德永. 1995. 嘉陵江鲢科鱼类骨学研究(II)脊柱及附肢骨的比较. 西南师范大学学报: 自然科学版, 20(2): 167–175.
- 张耀光, 谢小军. 1996. 南方鲇的繁殖生物学研究: 性腺发育及周年变化. 水生生物学报, 20(1): 8–16.
- 邹远超, 林溪, 岳兴建, 等. 2013. 切尾拟鲿染色体核型分析. 安徽农业科学, 41(8): 3400–3402.

DOI: 10.13859/j. cjz. 201404026

山东济南发现长尾鸭

Long-tailed Duck (*Clangula hyemalis*) Was Found in Jinan, Shandong Province

长尾鸭(*Clangula hyemalis*)属雁形目(Anseriformes)鸭科(Anatidae), 分布于全北界, 在北极、阿拉斯加、加拿大北部、欧亚大陆北部等地的苔原地带营巢繁殖; 在中国为旅鸟、冬候鸟。该鸟种被世界自然保护联盟(IUCN)国际鸟类红色名录列为易危种(vulnerable, IUCN Red List 2013)。国内分布研究状况已有 Zhu 等(2012)、韩晓东等(1994)、万冬梅等(2002)、马鸣等(2007)、鲁长虎等(2010)进行过报道。

2013年11月30日、12月4日及7日, 在济南市黄河北岸的鹊山水库泥沙池(36°74′29.0″N, 116°98′41.3″E, 海拔19 m)先后发现1只、1只和3只长尾鸭雄性成体。

长尾鸭有时与小鸕鶿(*Tachybaptus ruficollis*)、绿翅鸭(*Anas crecca*)或凤头鸕鶿(*Podiceps cristatus*)、斑头秋沙鸭(*Mergellus albellus*)、普通秋沙鸭(*Mergus merganser*)等混群在一起活动, 或单独活动; 游泳潜水进行觅食活动, 潜水时间比鸕鶿和秋沙鸭要长。在近岸边潜水觅食活动时, 见到有人就会游向远方; 受惊时, 可从水面直接起飞, 与混群活动的秋沙鸭伴飞, 但起飞和飞行速度比秋沙鸭慢。

查阅《中国鸟类分类与分布名录》(郑光美 2011)和《山东鸟类分布名录》(赛道建 2013)等, 山东无分布记录。

张月侠^① 赛道建^{②*} 孙承凯^①

① 山东博物馆 济南 250014; ② 山东师范大学生命科学学院 济南 250014

* 通讯作者, E-mail: saidaojian@hotmail.com;

第一作者介绍 张月侠, 女, 硕士; 研究方向: 鸟类生态学; E-mail: zhyx1982@126.com。

收稿日期: 2014-03-21, 修回日期: 2014-06-11