

昆明裂腹鱼繁殖生物学研究

詹会祥^{1,2}, 郑永华¹, 晏宏³, 周礼敬²

(1. 西南大学动物科技学院, 重庆北碚 400716; 2. 毕节市水产技术推广站, 贵州毕节 551700;
3. 贵州省水产技术推广站, 贵州贵阳 550001)

摘要:研究昆明裂腹鱼繁殖生物学周年变化, 为开展昆明裂腹鱼人工繁殖、养殖以及对自然水域鱼类资源的增殖和保护提供理论基础。2014年7月-2015年5月, 每月定期采集雌、雄昆明裂腹鱼各10尾。样品鱼为2008年子一代, 均为6龄。雌鱼体长26~48 cm, 体重380~1 600 g; 雄鱼体长29~46 cm, 体重425~1 250 g。结果显示: 昆明裂腹鱼成熟系数雌鱼为 $(7.07 \pm 0.04)\%$, 雄鱼为 $(3.72 \pm 0.01)\%$; 属一次性产卵类型, 繁殖期为2~4月, 盛期为3~4月; IV期卵巢卵径1.6~1.8 mm占35%。绝对繁殖力为 (9263 ± 5241) 粒, 与体长呈曲线相关 $(F = 2E - 11L^{7.427}, R^2 = 0.912)$, 与体重呈线性相关 $(F = 0.017W - 10.19, R^2 = 0.958)$; 相对繁殖力为 (9.5 ± 3.9) 粒/g, 与体长、体重均呈曲线正相关 $(F_w = 0.05e^{0.156L}, R^2 = 0.846, F_w = 14.37 \ln W - 90.57, R^2 = 0.871)$ 。

关键词:昆明裂腹鱼; 繁殖生物学; 繁殖力

中图分类号: S917, Q959.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2017)05-0092-05

昆明裂腹鱼(*Schizothorax grahami*)隶属于鲤形目(Cypriniformes)鲤科(Cyprinidae)裂腹鱼亚科(Schizothoracinae)裂腹鱼属(*Schizothorax*), 是鲤形目中较为原始的种类(周礼敬和詹会祥, 2013), 主要分布在乌江上游及金沙江下游干支流(殷名称, 1995), 是贵州省重点保护鱼类之一。其肉质细嫩, 营养丰富, 近年人工驯养繁殖发展迅速。本文对昆明裂腹鱼繁殖生物学进行周年变化研究, 为开展昆明裂腹鱼人工繁殖和养殖以及对自然水域鱼类资源的增殖和保护提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 样本采集

2014年7月-2015年5月, 每月定期采集雌、雄昆明裂腹鱼各10尾。试验所用样品采自贵州省毕节市水产站养殖基地, 为2008年子一代, 所有样品均为6龄。雌鱼体长26~48 cm, 体重380~1 600 g; 雄鱼体长29~46 cm, 体重425~1 250 g。

1.2 样本处理

对采集样品的外部形态特征进行观察, 鉴定雌

雄。然后测量全部个体的全长、体长、体重等生物学数据。系统解剖全部样本, 取出性腺, 测量空壳重、性腺重, 将取出的性腺用10%福尔马林进行固定备用。取具有沉积卵黄卵粒的雌鱼卵巢, 固定标本, 每尾随机取100粒卵在体视显微镜下测量卵径。石蜡切片厚度6 mm, 苏木精-伊红染色。

1.3 数据处理

成熟系数:用于计算性体指数样本采用开始沉积卵黄的III期及成熟个体。

$$\text{成熟系数} = W_G / (W - W_V) \times 100\%$$

式中: W_G 为性腺重, W 为全体重, W_V 为内脏重(殷名称, 1995; 何德奎等, 2006)。

卵径:选取具有沉积卵黄卵粒的雌鱼卵巢进行卵径测量, 每尾随机抽取100粒卵在体视显微镜下测量其卵径(张金平等, 2015)。

繁殖力:将采集的已发育到IV期的昆明裂腹鱼雌鱼样本, 解剖取出卵巢称重(精确到0.01 g), 用10%的福尔马林固定, 再固定卵巢的前、中、后段, 各剪取1~5 g, 按照以下公式计算繁殖力:

$$\text{绝对繁殖力} = 1 \text{ 克卵数} \times \text{卵巢重}$$

$$\text{相对繁殖力} = \text{绝对怀卵量} / \text{空壳重}$$

所有数据均用Excel 2010和Spss 19.0进行计算和相关、回归分析。

2 结果与分析

2.1 形态特征及副性征

繁殖季节, 成熟雄鱼吻端有白色“珠星”, 轻压

收稿日期: 2016-09-10

基金项目: 毕科合[2013]36号; 黔农育专字[2013]006号; 黔科合NY[2013]3065号。

作者简介: 詹会祥, 1964年生, 男, 高级水产工程师, 主要从事长江上游珍稀特有鱼类驯养繁殖研究。E-mail: zhx64516@126.com

通信作者: 郑永华。E-mail: zhyh3000@163.com

腹部有乳白色精液流出,精液流出入水即散。成熟雌鱼腹部膨大、柔软、具弹性,生殖孔微红,尾柄下部手摸有明显粗糙感。雄性 3 龄成熟,雌性 4 龄成熟,产沉性、微粘性卵,卵圆球形,金黄色或灰白色,雌雄差异明显,易于鉴定。

非繁殖季节,成熟的昆明裂腹鱼雌雄鱼在形态特征上无明显差异,雄鱼在非繁殖季节吻端“珠星”会逐步退化,最终留有灰白色圆点印记,表面光滑微凸,且一直存在,直到下一个繁殖期重新发育成白色膨大的“珠星”,表面粗糙且凸出明显,这一变化可作为非繁殖季节成熟雌雄鱼鉴定的方法。

2.2 成熟系数周年变化

昆明裂腹鱼成熟系数的周年变化规律,雌鱼和雄鱼略有不同。雌鱼成熟系数从 12 月份开始持续增加,由 6.60% 增加到 4 月份的 16.08%,并在 4 月

份时达到最大,随后在 5 月份大幅下降,并一直保持较低水平直到 11 月份。雄鱼的成熟系数有 2 个不太突出的峰值,第 1 个在 2-4 月,与雌鱼的峰值相吻合;同样在 5 月份时大幅下降;9-11 月出现第 2 个峰值,随后一直保持较低水平直到次年 2 月(图 1)。通过周年成熟精巢组织切片观察,处在 2 个峰值的精巢中成熟精子较多,尤以第 1 峰值(4 月)的精子最多,且运动最剧烈;处在峰值以外的其他月份精巢中也有不少精子细胞和精子,这可能是昆明裂腹鱼雄鱼成熟系数周年变化中峰值不显著的原因(杨家云,1994)(图 2)。

从图 1 可以看出,成熟系数周年变化规律与成熟度周年分布是一致的,可以推断昆明裂腹鱼在人工养殖条件下生殖季节为 2-4 月份,产卵旺季为 4 月份且生殖时间很短,到 5 月繁殖期基本结束。

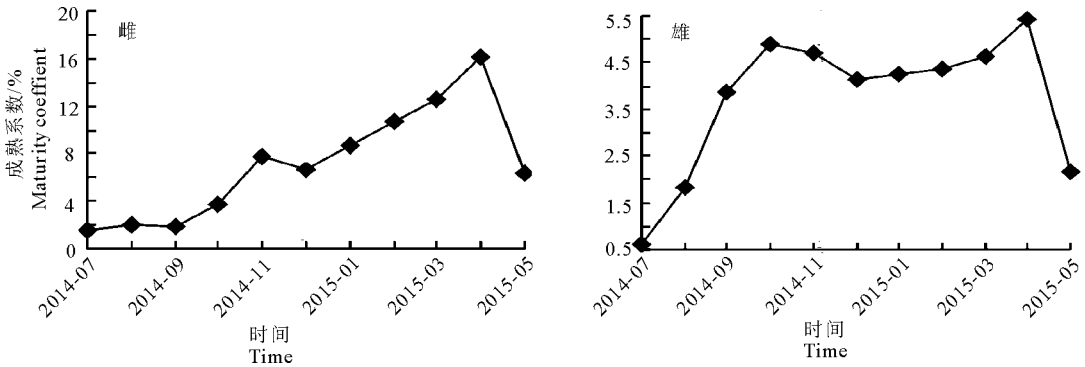
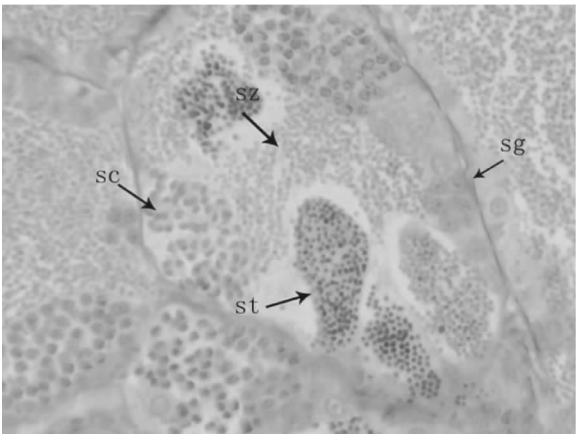


图 1 昆明裂腹鱼成熟系数周年变化情况
Fig.1 Annual change of the maturity coefficient of Schizothorax graham



sg:精原细胞;sc:精母细胞;st:精子细胞;sz:精子

图 2 昆明裂腹鱼精巢发育(4 月)

sg: spermatogonia; sc: spermatocyte; st: sperm cells; sz: sperms

Fig.2 Testes development in Schizothorax graham (April)

2.3 卵径

昆明裂腹鱼卵巢中卵径的分布如图 3。昆明裂腹鱼卵径在 1.1~2.4 mm,平均(1.82±0.27) mm。

其中,直径 1.6~1.8mm 的约占 35.0%,1.4~2.0 mm 的约占 76.3%,其他区间比例不到 23.7%。从其卵径分布看,仅有 1 个峰值,即 1.6~1.8 mm,推测其产卵类型应为一次性产卵。

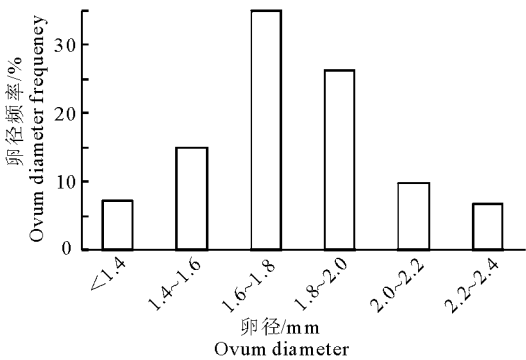


图 3 昆明裂腹鱼 IV 期卵巢中卵径的分布
Fig.3 Distribution of ovum diameter for Schizothorax graham with ovary at stage IV

2.4 繁殖力

2.4.1 绝对繁殖力与相对繁殖力 统计 50 尾昆明

裂腹鱼雌鱼,体长 32 ~ 42 cm,体重 725 ~ 1 600 g。绝对怀卵量最大值为 22 188 粒,平均 9 263 粒;相对怀卵量最大值 19.8 粒/g,平均 10 粒/g。结果见表 1。

表 1 昆明裂腹鱼的个体繁殖力

Tab. 1 Individual fecundity of <i>Schizothorax graham</i>						
平均体长/cm	平均体重/g	标本数/尾	绝对怀卵量/粒 相对怀卵量/粒·g ⁻¹			
			最大	平均	最大	平均
32	725	1	2 933	2 933	4.7	4.7
35	800	2	3874	3021	5.4	4.1
36	925	1	5052	5052	6.3	6.3
37	950	3	6470	5450	8.5	6.4
38	1046.67	10	12875	9219	19.8	10.5
39	1196.25	9	13791	12114	17.3	12.6
40	1055	10	13748	10542	17.6	11.5
41	1600	8	22188	18310	18.4	16.4
42	1550	6	17589	16295	17.2	12.8

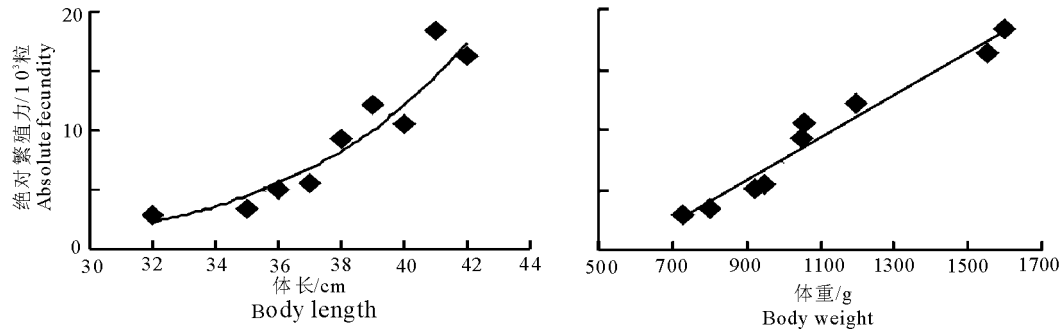


图 4 绝对繁殖力与体长、体重的关系
Fig. 4 Relationship between absolute fecundity and body length, body weight of *Schizothorax graham*

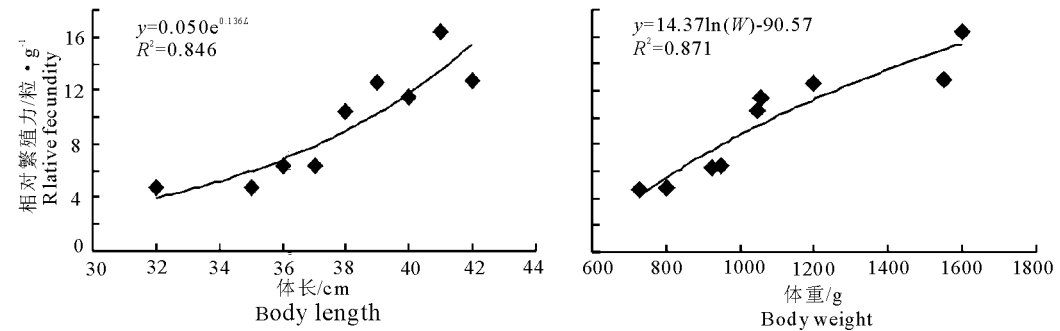


图 5 相对繁殖力与体长、体重的关系
Fig. 5 Relationship between relative fecundity and body length, body weight of *Schizothorax graham*

3 讨论

3.1 性成熟系数的周年变化特征及产卵类型

昆明裂腹鱼的性腺发育呈现出明显的周期性。12 月起性成熟系数逐渐升高,4 月份时达到最大值,随后迅速下降。但雌、雄鱼的变化特征不同:雌鱼仅在 4 月有一个峰值,而雄鱼除了 2-4 月有一个峰值之外,在 9-11 月时还有一个峰值。这种现象在瓦氏黄颡鱼中也有出现(段中华和孙建贻,1999)。杨

2.4.2 绝对繁殖力与体长、体重的关系 昆明裂腹鱼绝对繁殖力随体长的增加呈增大趋势(图 4),且随着体长的增加绝对繁殖力增加趋势更加明显。体长与绝对繁殖力的曲线关系可用公式 $F = 2 \times 10^{-11} L^{7.427}$ ($R^2 = 0.912$) 表示。体重与绝对繁殖力呈直线关系(图 4),绝对繁殖力随着体重的增加而增加。体重与绝对繁殖力的直线关系可用公式 $F = 0.017W - 10.19$ ($R^2 = 0.958$) 表示。

2.4.3 相对繁殖力与体长、体重的关系 以单位体重计数的相对繁殖力与体长、体重均呈正相关且均为曲线相关(图 5)。相对繁殖力与体长呈指数函数关系,公式为 $F_w = 0.05e^{0.156L}$ ($R^2 = 0.846$)。相对繁殖力与体重呈对数函数关系,公式为 $F_w = 14.37\ln W - 90.57$ ($R^2 = 0.871$)。

家云(1994)认为,雄鱼在越冬前有排精现象,以减少能量消耗,也有学者认为与水体环境因子的影响有关(Ghosh S et al,2009)。通过实际解剖及副性征观察,昆明裂腹鱼在 9 月后精巢开始逐步发育,吻端“珠星”有灰白色圆点印记逐渐凸起,直到第 2 年 2 月发展为白色膨大“珠星”,期间并未发现有排精现象;并且在养殖条件下,水体环境因子变化相对单一,就现有研究资料尚不能给出合理解释,出现这一现象的具体原因需进一步研究。

许多学者依据卵径分布、成熟系数的周年变化是否同步以确定鱼类的产卵类型(曹克驹和李明云,1982;刘筠等,1962;陈生熬等,2013;叶富良,2002;施琅芳,1991)。综合本研究性腺成熟系数周年变化和卵径分布特点,昆明裂腹鱼具有单峰型特征,属一次性产卵类型。

3.2 繁殖力

繁殖力体现了物种或种群对环境的适应性特征。昆明裂腹鱼绝对繁殖力为($9\ 263 \pm 5\ 241$)粒,与其他裂腹鱼类相比,略高于四川裂腹鱼的 8 681 粒(陈永祥和罗泉生,1995),低于齐口裂腹鱼的 16 031 粒(周波等,2013)。相对繁殖力(9.5 ± 3.9)粒/g,比齐口裂腹鱼、四川裂腹鱼略高。

据研究报道,鱼类的繁殖力通常与鱼的体长、体重等指标密切相关,一般随着体长、体重的增加而增加(杨明生和丁夏,2010;黄道明等,1997;程汉良等,2003)。本次实验结果也符合这个规律,绝对繁殖力与体长呈曲线相关,与体重呈直线相关。相对繁殖力与体长、体重的关系呈曲线关系,但相关性低于绝对繁殖力与体长、体重的相关性。

参考文献

曹克驹,李明云,1982. 鳊溪香鱼繁殖生物学的研究[J]. 水产学报,6(2):107-118.

陈生熬,马春晖,丁慧萍,等,2013. 塔里木河叶尔羌高原鳅繁殖生物学研究[J]. 水生生物学报,37(5):810-816.

陈永祥,罗泉生,1995. 乌江上游裂腹鱼繁殖力的研究[J]. 动物学研究,16(4):342-348.

程汉良,韩雪峰,张全成,等,2003. 辽河水系大银鱼繁殖生物学初探[J]. 中国水产科学,10(5):437-439.

段中华,孙建贻,1999. 瓦氏黄颡鱼的繁殖生物学研究[J]. 水生生物学报,23(6):610-615.

何德奎,陈咏霞,陈毅锋,2006. 高原鳅属 *Triplophysa* 鱼类分子系统发育和生物地理学研究[J]. 自然科学进展,16(11):1395-1404.

黄道明,林永泰,万成炎,等,1997. 浮桥水库鲢繁殖生物学研究[J]. 水生生物学报,21(1):15-23.

刘筠等,1962. 草鱼性腺发育的研究[J]. 湖南师范学院学报,(4):1-35.

施琅芳,1991. 鱼类生理学[M]. 北京:农业出版社:1-125.

杨家云,1994. 嘉陵江瓦氏黄颡鱼的繁殖生物学[J]. 西南师范大学学报,19(6):639-645.

杨明生,丁夏,2010. 中华沙鳅繁殖生物学研究[J]. 水生生态学杂志,3(2):38-41.

殷名称,1995. 鱼类生态学[M]. 北京:中国农业出版社:105-130.

叶富良,2002. 鱼类生态学[M]. 广州:广东高等教育出版社:80-95.

张金平,刘远高,冯德品,2015. 神农架齐口裂腹鱼繁殖生物学特征与人工繁殖技术[J]. 淡水渔业,45(3):52-56.

周礼敬,詹会祥,2013. 昆明裂腹鱼人工养殖技术[J]. 家畜生态学报,34(6):81-84.

周波,龙治海,何斌,2013. 齐口裂腹鱼繁殖生物学研究[J]. 西南农业学报,26(2):811-813.

Ghosh S, Mohanraj G, Asokan P K, et al, 2009. Trophodynamics and reproductive biology of *Otolithoides biauritus* (Cantor) landed by trawlers at Vanakbara, Diu along the west coast of india [J]. Indian Journal of Fisheries, 56(4):261-265.

(责任编辑 张俊友)

Study on Reproductive Biology of *Schizothorax graham*

ZHAN Hui-xiang^{1,2}, ZHENG Yong-hua¹, YAN Hong³, ZHOU Li-jing²

(1. College of Animal Science and Technology, Southwest University, Beibei 400716, P. R. China;

2. Fisheries Technical Extension State of Bijie, Bijie 551700, P. R. China;

3. Fisheries Technical Extension State of Guiyang, Guiyang 550001, P. R. China)

Abstract: *Schizothorax grahami* is primarily distributed in the upper Wujiang River and the stem and tributaries of lower Jinsha River, and is a key protected fish species in Guizhou Province. Recently, artificial breeding and culturing of *Schizothorax grahami* has developed rapidly because it tastes good and is highly nutritious. In this study, the annual variation in reproductive characteristics of *Schizothorax grahami* was investigated, based on data collected from July 2014 to May 2015. The objective was to provide a theoretical basis for artificial breeding and culturing of *Schizothorax grahami* and to conserve and enhance wild populations. From July 2014 to May 2015, ten female and male *Schizothorax grahami* specimens were collected each month at a fixed time and a total of 220 specimens were collected for study. All specimens were first filial generation, bred in 2008, with female body length of 26 – 48 cm and body weight of 380 – 1 600 g and male body length of 29 – 46 cm and body weight of 425 – 1 250 g. The gonad weight of each specimen and diameter of eggs from mature females were determined. Results indicate that male *Schizothorax graham* reach maturity at age three, with a gonadosomatic index of $(3.72 \pm 0.01)\%$, and females reach maturity at age four, with a gonadosomatic index of $(7.07 \pm 0.04)\%$. The spawning season of *Schizothorax graham* is from February to April, peaking in March and April. Eggs are demersal and adhesive, spherical in shape and golden yellow and gray white in color. The egg diameter of *Schizothorax graham* with ovaries at stage IV ranged from 1.6 mm to 1.8 mm. The absolute fecundity of female *Schizothorax graham* (F) was $(9\,263 \pm 5\,241)$ granules and exhibited a curvilinear correlation with body length ($F = 2E - 11L^{7.427}$, $R^2 = 0.912$) and a linear correlation with body weight ($F = 0.017W - 10.19$, $R^2 = 0.958$). The relative fecundity of female *Schizothorax graham* (F_w) was (9.5 ± 3.9) eggs/g, presenting curvilinear correlation with body length and weight, expressed as $F_w = 0.05e^{0.156L}$ ($R^2 = 0.846$) and $F_w = 14.37 \ln W - 90.57$ ($R^2 = 0.871$).

Key word: *Schizothorax graham*; reproductive biology; fecundity