

doi: 10.7541/2013.103

塔里木河叶尔羌高原鳅繁殖生物学研究

陈生熬^{1,2} 马春晖¹ 丁慧萍² 周贤君^{2,3} 谢从新²

(1. 塔里木大学动物科学学院, 阿拉尔 843300; 2. 华中农业大学水产学院, 武汉 430070;
3. 贵州大学动物科学学院, 贵阳 550025)

摘要: 2010年7月至2011年12月, 在塔里木河阿拉尔段采集叶尔羌高原鳅 *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day) 940尾(除性别未辨个体外)用于繁殖生物学研究。种群雌雄比为0.85:1, 最小性成熟, 雌性个体体长为8.2 cm, 体重为7.4 g, 年龄为3龄; 雄性个体体长为6.5 cm, 体重为3.4 g, 年龄为2龄。叶尔羌高原鳅卵径分布呈单峰形, 推测应属于同步产卵类型。计算了88尾 - 期雌鱼的怀卵量, 其体长范围30—195 mm, 体重范围3.59—114.04 g, 绝对繁殖力为1101—56320 (9944±5487)粒, 相对繁殖力为824—1140 (982±158); 塔里木河阿拉尔段叶尔羌高原鳅种群繁殖力(F_p)为403.46万粒。

关键词: 塔里木河; 叶尔羌高原鳅; 繁殖生物学; 性腺发育; 生殖群体

中图分类号: S917.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2013)05-0810-07

繁殖是鱼类种群得以存在和发展的物质基础, 种群内个体的自然死亡、捕捞死亡、迁出等因素造成种群个体数量持续减少, 必须通过繁殖来维持种群的个体补充。鱼类所繁殖后代的质和量, 主要取决于繁殖群体的丰度、结构和素质, 其中包括性腺发育程度、繁殖周期、繁殖力等; 鱼类繁殖的成功在很大程度上还取决于繁殖策略, 即繁殖时间和地点的选择以及鱼体能量资源分配给繁殖的百分数和合理性^[1, 2]。因此, 鱼类繁殖生物学不仅是种群动力学研究的基础, 对自然水域鱼类资源的增殖和保护, 以及开展鱼类人工繁殖和养殖都有重要的意义。

叶尔羌高原鳅 *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day) 地方名为狗头鱼(图1), 隶属鲤形目(Cypriniformes)、鳅科(Cobitidae)、条鳅亚科(Nemachilinae)、高原鳅属(*Triplophysa*)、鼓鳔亚属(*Hedinichthys*), 广泛分布于塔里木河水系, 是塔里木河水系鳅类中生长较快、个体较大的特有种, 分布海拔最高的鱼类之一, 其体外色泽随栖息环境有所不同^[3-7], 迄今发现最大个体为30 cm、305 g(保

存于新疆维吾尔自治区水产科学研究所)。本课题组自2005年调查以来, 资源衰竭严重, 塔里木河阿拉尔段150 g以上个体日趋减少, 200 g以上个体极少, 塔里木河枯水期捕捞的渔获物重量大多集中在20—60 g, 种群数量中游较上游丰富^[5-7]。



图1 塔里木河的叶尔羌高原鳅
Fig. 1 *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day) in Tarim River

叶尔羌高原鳅与高原鳅类有相似的繁殖特性, 也有其独特之处^[8-12], 迄今还未见系统阐述此种繁殖生物学特征报道。本文通过对叶尔羌高原鳅的

收稿日期: 2012-04-15; 修订日期: 2013-01-05

基金项目: 国家科技基础性工作专项(2012FY112700-8); 塔里木畜牧科技兵团重点实验室(HS201213); 塔里木大学校长基金青年项目(TDZKQN1001); 新疆生产建设兵团农一师科技局项目资助

作者简介: 陈生熬(1980—), 男, 青海西宁人; 研究生; 主要从事鱼类生态学方面的研究。E-mail: chenshengao@163.com

通信作者: 谢从新, E-mail: xiecongxin@mail.hzau.edu.cn

副性征、性比、初次性成熟体长、繁殖期、产卵类型、繁殖力和产卵场调查等研究,旨在探讨叶尔羌高原鳅适应内陆河流环境的繁殖策略,为叶尔羌高原鳅的人工繁殖和种群资源的可持续提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 样本采集

2010年8月、11月和2011年3月、5月四次在塔里木河上游阿拉尔段(图2),使用流刺网和定置刺网(2a=2 cm)、地笼(2a=2 cm)、小抬网(2a=2 cm)等渔具采集叶尔羌高原鳅 940 尾,体长范围 30—195 mm,体重范围 3.4—114.04 g。现场测量标准体长(Standard length, SL)、体重(Weight, W)、性腺重(Gonad weight, W_G)、内脏重(Visceral weight, W_V)和空壳重(Net weight, W_N)等,长度精确到 1 mm,重量精确到 0.01 g;解剖鱼类及性腺(用 10%福尔马林固定取出的卵巢),待后面实验所用。

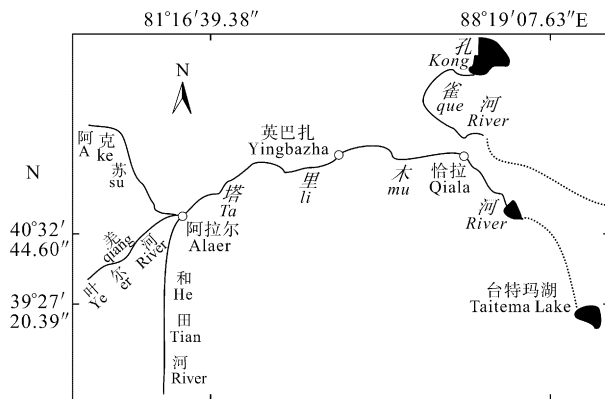


图2 2010年7月至2011年12月塔里木河采样点

Fig. 2 Sampling locations in the Tarim River from July 2010 to December 2011

1.2 数据采集方法

性腺发育分期和繁殖季节 按照鱼类性腺发育期划分标准,对性腺发育分期进行目测,按照来划分发育分期和标识^[13, 14]。

依照鱼类性腺组织切片^[15, 16],按照以下流程进行:将 10%福尔马林固定过的卵巢取出,先脱水→透明→浸蜡包埋→石蜡切片→染色→封片。

采用性腺的发育分期和走访调查两种方式分析叶尔羌高原鳅的繁殖季节和成熟个体生活场所。观察性腺组织,当卵子中的大部分卵子发育到、期时,即可确定季节。

性比 根据渔获物的测量和统计,依据体长正态分布曲线,按 3、6、9...分组,计算和研究叶尔羌高原鳅在不同生长阶段的性比,采用 χ^2 检验来判断雌雄比例是否符合 1:1。分析渔获物中最小性成熟年龄及其个体数量和大小。

性体指数(Gonadosomatic index, GSI) 用于计算性体指数样本采用开始沉积卵黄的期及成熟个体^[13, 14],描述叶尔羌高原鳅的繁殖周期。 $GSI = W_G / (W - W_V) \times 100\%$,其中 W_G 为性腺重, W 为全体重, W_V 为内脏重。

卵径和产卵类型 分别剪取前、中、后段部分卵巢,选用期(少数为)期卵子在 Leica EZ4D 解剖镜下观察并拍照,用 Image-Pro Plus6.0 软件测量卵径,每个卵巢测量 100 粒以上,得到卵径分布图,与 GSI 周年变化曲线图进行对比分析,判断产卵类型。

繁殖力 将采集的叶尔羌高原鳅样本按照不同体长组中随机抽取 3 尾的期雌鱼,解剖取出卵巢称重(精确到 0.01 g),用 10%的福尔马林固定,在固定卵巢的前、中、后段各剪取 1—5 g,按以下公式计算繁殖力:

绝对繁殖力 = 1 克卵数 × 卵巢重;

相对繁殖力 = 绝对怀卵量 / 去内脏重。

鱼类种群繁殖力采用股名称(1995) $Fp = \sum N_x F_x$,其中 N_x 为 X 龄雌体的数量; F_x 为每尾 X 龄雌体的平均绝对繁殖力。

1.3 数据处理

用 Spss 16.0 和 Origin 8.0 软件处理。

2 结果

2.1 叶尔羌高原鳅不同年龄组个数及体长

按照年龄(未测定年龄)、雌性、雄性和未辨别性别等列出了其均值、标准差和幅度大小对年龄组个体数量和其他测量结果进行对比分析。叶尔羌高原鳅,裸露无鳞,年龄鉴定中选择脊椎骨、鳃盖骨、耳石等三种不同的材料,以微耳石为主,脊椎骨和鳃盖骨为辅,判断年龄鉴定结果^[6, 13, 17]。

在叶尔羌高原鳅渔获物中,多数个体体长大小范围 3^+ 至 5^+ ,其中雌性个体多数 3^+ 至 5^+ ,雌性个体多数 3^+ 至 7^+ (表 1)。

2.2 副性征及性比

在生殖季节,叶尔羌高原鳅雌体的吻端、眼眶周围有副性征突起,但主要表现为胸鳍呈圆形,吻

表 1 叶尔羌高原鳅不同年龄组的样本数和平均体长

Tab. 1 Number of specimens and mean \pm SD and range of standard length at age of *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day)

年龄 Age	雄鱼 Male (n=485)			雌鱼 Female (n=412)			性别未辨 Undetermined (n=43)		
	均值 \pm 标准差		幅度	均值 \pm 标准差		幅度	均值 \pm 标准差		幅度
	n	Mean \pm SD (cm)	Range (cm)	n	Mean \pm SD (cm)	Range (cm)	n	Mean \pm SD (cm)	Range (cm)
未测				6	10.75 \pm 1.43	7.9—13.2	43	10.47 \pm 1.66	6.8—15.5
1+	2	7.45 \pm 0.05	7.4—7.5						
2+	53	9.28 \pm 1.17	6.5—13.1	15	8.77 \pm 1.93	3.0—13.6			
3+	124	8.98 \pm 1.02	6.5—13.2	77	10.01 \pm 1.68	6.8—19.5			
4+	176	9.35 \pm 1.22	6.7—13.9	84	8.59 \pm 1.05	6.7—15.0			
5+	109	9.38 \pm 1.41	6.8—16.2	91	9.38 \pm 1.44	6.4—19.5			
6+	15	8.49 \pm 0.74	7.6—10.2	79	10.24 \pm 2.30	6.7—19.4			
7+	4	8.30 \pm 0.70	7.2—9.5	42	11.45 \pm 3.13	7.2—19.5			
8+	1	7.9	10.8—18.2	16	13.46 \pm 1.64	7.2—13.2			
9+	1	12.4							
10+				2	13.3 \pm 5.50	7.8—18.8			

端较钝锐,生殖孔红润外突,轻压腹部有卵流出;成熟雄体吻端没有乳状突起,但表现出胸鳍呈尖锐,吻端较尖,生殖孔内凹,轻压腹部有乳白色精液流出。成熟卵子呈游离状,淡黄色或乳黄色,未成熟卵子为白色或微黄色。

对采集的 940 尾叶尔羌高原鳅渔获物样本进行雌雄性比的统计分析,除去性别未辨个体 43 尾,叶尔羌高原鳅种群的雌雄比 0.85 : 1 (图 3),与 1 : 1 不存在显著性差异(χ^2 检验, $P < 0.05$)。

从叶尔羌高原鳅的渔获物统计分析中可知(表 1),最小性成熟雌雄个体年龄分别是 3 龄和 2 龄,最小体长分别为 8.2 cm 和 6.5 cm,最小体重分别为 7.4 g 和 3.4 g。

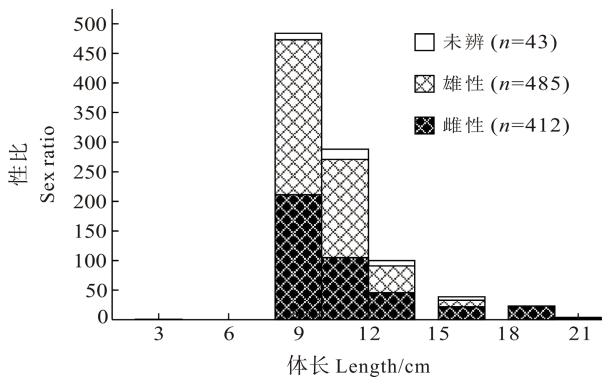


图 3 叶尔羌高原鳅不同体长组的雌雄比例

Fig. 3 Variations in the ratio of male and female *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day) according to length groups

2.3 繁殖期确定

非参数单样本检验表明叶尔羌高原鳅雌雄间的性体指数差异不显著($P > 0.05$),非参数配对样本检验表明叶尔羌高原鳅雌雄个体不同月份的性体指数都不存在显著性差异($P > 0.05$)。

叶尔羌高原鳅雌鱼的性体指数(GSI)曲线中发现,从 2—6 月都处在较稳定状态,3 月出现高峰;6 月随着叶尔羌高原鳅产卵活动结束,性体指数(GSI)曲线回落,到 10 月开始有所上升。雄鱼的性体指数(GSI)曲线随季节处于平缓状态,在 3—9 月有一个持续稳定的状态,8 月出现上升(图 4)。从 5 月份卵子发育分期切片图(图 5)也可以看出,成熟期细胞个体较多;由此可见,叶尔羌高原鳅的繁殖时间为 3—6 月,3—5 月为繁殖盛期。

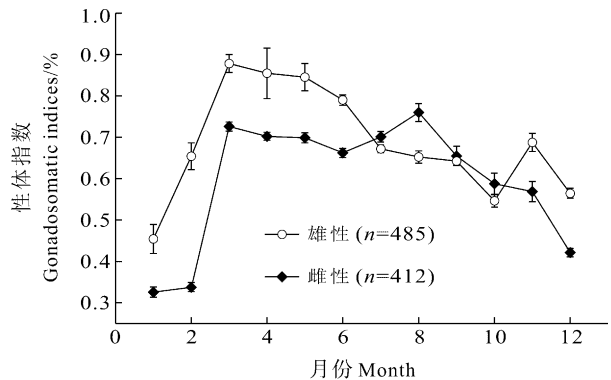


图 4 叶尔羌高原鳅的性体指数的季节变化

Fig. 4 Seasonal changes of gonadosomatic indices (GSI) for *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day)

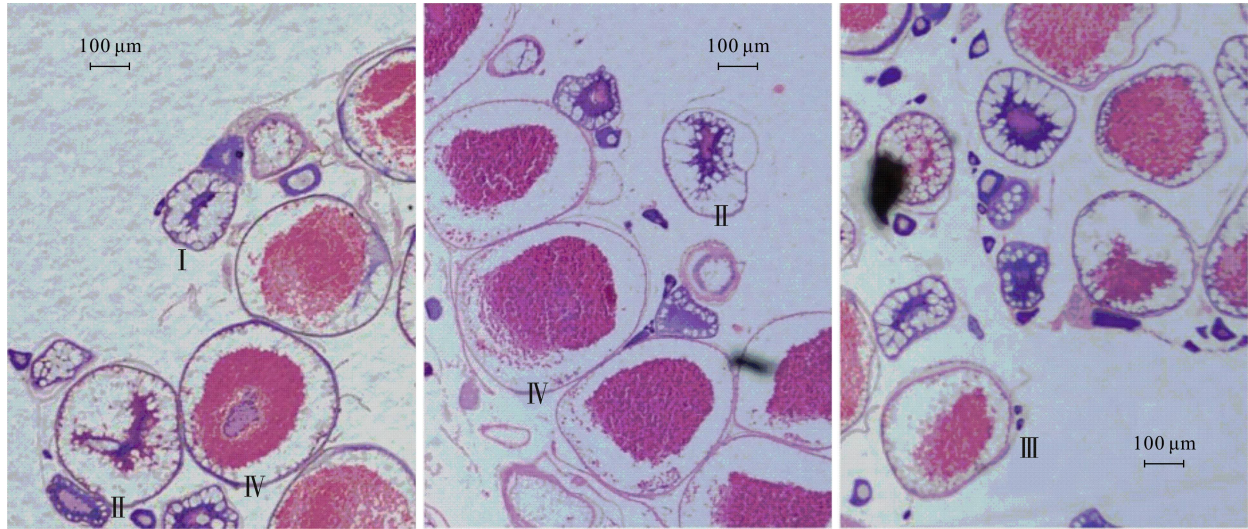


图 5 叶尔羌高原鳅卵子发育分期图

Fig. 5 Development stages to eggs for *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day)

图中可知, 在 3—6 月, 群体中雌性个体 GSI 处于最大值; 雄性个体在 3—9 月, 出现峰值, 持续时间较长^[17], 在 8 月达到高峰, 推测叶尔羌高原鳅繁殖策略中能量投入比明显不同。

2.4 卵径及繁殖力

从 940 尾样本中成功采集到卵巢样本 342 尾(70 尾未取出性腺没有计入)。图 6 显示, 卵巢从 4 月开始发育, 伴随着卵黄的沉积持续上升。6—8 月, 卵径均值 0.60 mm, 占绝对优势。9 月至翌年 3 月, 卵径均值 0.30 mm, 显示卵径分布曲线为单峰形, 推测叶尔羌高原鳅属于同步产卵类型。卵径(0.38 ± 0.15) mm, 卵具黏性。

在 342 尾卵巢样本中统计了体长范围为 30—195 mm, 体重范围为 3.59—114.04 g 的 88 尾 - 期雌鱼的怀

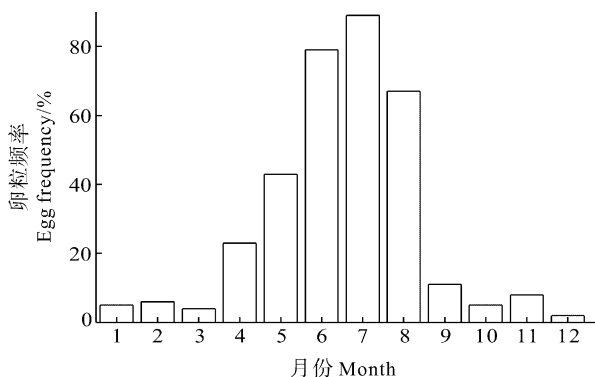


图 6 叶尔羌高原鳅不同月份间卵径分布图

Fig. 6 Monthly size-frequencies of oocytes for *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day)

卵量, 绝对繁殖力为 1101—56320 (9944 ± 5487)粒, 相对繁殖力为 824—1140 (982 ± 158)粒/g。

叶尔羌高原鳅种群繁殖力(Population fecundity): $Fp = 403.46$ 粒。

塔里木河阿拉尔段叶尔羌高原鳅绝对繁殖力随着体长的增加呈增大趋势, 其中叶尔羌高原鳅绝对繁殖力随着体重的增加先上升, 但上升趋势较为缓慢, 预测随着年龄的增长, 有下降趋势(图 7)。体长与繁殖力的线性关系式为 $Y = 88.83X^{2.0641}$ ($R^2 = 0.8666$), 体重与繁殖力的线性关系式为 $Y = 1370.675X^{0.7106}$ ($R^2 = 0.8160$)。

2.5 生活及繁殖场所

从塔里木河阿拉尔段采样点观察, 春、秋两季叶尔羌高原鳅喜生活在急流深水沙底水域, 尤其喜逆流。每年的 3—5 月随着“桃花汛”的来临(水位上涨, 水量增大)逆流而上寻找适宜产卵场(图 8), 即为繁殖洄游, 此时叶尔羌高原鳅成熟度较好。根据渔民反映, 水流较急处, 渔获物更多, 而随汛期的结束, 河床扩大, 水量减少, 叶尔羌高原鳅继而游入通向干流的排碱渠或是浅流处, 易捕捞, 滥捕加剧。8—9 月, 随着每年天山雪水“汛期”(一年中最大一次汛期), 饵料丰度增加, 繁殖后大批亲鱼和出膜的幼体回到干流中, 由于泥沙过大, 幼体死亡率较高, 随 9 月汛期的结束, 流量的减少, 叶尔羌高原鳅会寻找新的越冬场所, 部分个体回到水深约为 3—4 m 缓流区, 部分个体依然会在逐渐萎缩的干流中觅食并且进行越冬。

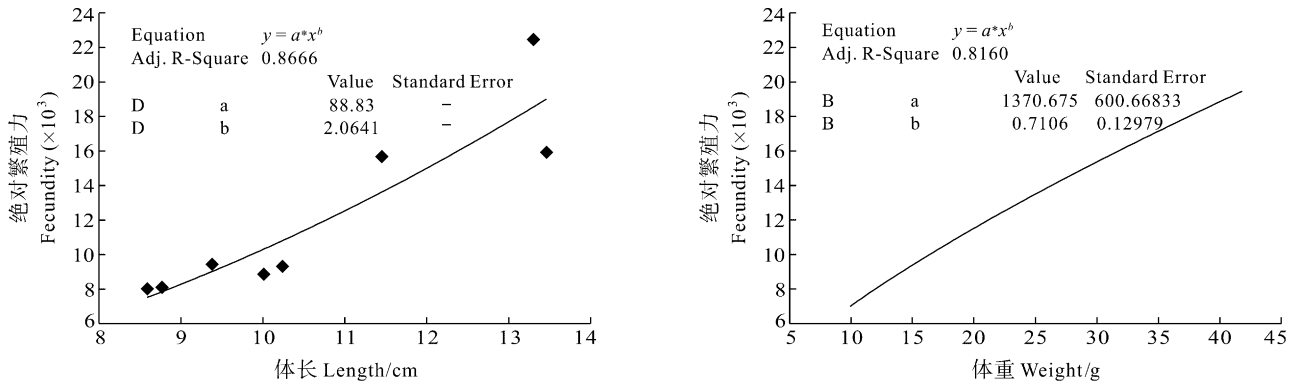


图 7 叶尔羌高原鳅绝对繁殖力与体长、体重的关系

Fig. 7 The relationship between fecundity and standard length, weight for *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day)

图 8 叶尔羌高原鳅的产卵场

Fig. 8 Spawning ground of *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day)

3 讨论

在鱼类繁殖中,性成熟大小影响繁殖持续的时间和繁殖群体的数量,是繁殖的关键,决定种群整体的繁殖潜力^[18]。有学者曾指出,水体环境因子也会对鱼类性成熟产生很大的影响^[2]。本研究发现,叶尔羌高原鳅性成熟较早,这与塔里木河水体本身的客观条件(如饵料丰度不足、含沙量较大、日照长且强等)密切相关。

鱼类生殖习性,是一种对生境的适应性,保证了仔鱼出膜和成活率,使得子一代有最大成活率^[2]。性激素、水温、光照、营养和水流等因子影响着性腺成熟度^[5, 13, 19]。叶尔羌高原鳅性腺发育时间为 4 月,此时塔里木河阿拉尔段水温逐渐上升至 20℃(塔里木河的常年水温在 19℃左右),流量增大,饵料丰度增加,河水流速加快等促使卵巢的发育^[20],进入繁殖盛期。

鱼类性体指数(GSI)的大小变化则反映了鱼类

繁殖生物学中对于能量分配比例的不同变化^[21]。塔里木河阿拉尔段 3—5 月水温上升,光照和饵料相对充足,对叶尔羌高原鳅胚胎发育以及仔鱼发育和后期生长非常有利,为最佳繁殖季节。叶尔羌高原鳅雄性个体繁殖时间为 3—8 月,这是在 7—8 月塔里木河阿拉尔段可捕捞到个体较大的较多数量雄性个体的原因。按照鱼类的产卵类型,可分为完全同步、分批同步和分批非同步等 3 类型,结合性腺组织切片、性腺发育的周期性和卵径频率等多种方法综合使用^[15, 16]。根据鱼类行为学的原则,通常选择适当的产卵时间和适当的产卵地点,保证下一代良好的生存环境,使破膜而出的仔鱼得以正常生长发育^[22, 23]。从卵径分布图结合卵巢组织切片可以看出,叶尔羌高原鳅是同步产卵类型。叶尔羌高原鳅的产卵类型与其他研究结果相同^[11, 24]。

叶尔羌高原鳅在繁殖洄游中雌雄个体表现出不同的抢食程度,其中雌性尤为突出,并有撑死迹象^[5],进而影响了叶尔羌高原鳅雌雄个体 GSI 值。有学者

研究发现: 草鱼和中华鲟等由于饵料营养等原因出现不同的怀卵量和繁殖力^[25—27]。所以饵料生物的丰度在鱼类繁殖行为中有着极为重要的作用, 这在一定范围内又决定了雌雄个体生殖能量投入的多少, 在繁殖行为中生殖能量投入一定的情况下, 鱼类提高个体繁殖力往往要以降低卵子质量, 而卵子质量的下降又直接影响到受精卵和后代的成活率, 进而影响种群补充量^[17, 21, 28, 29]。

综上所述, 叶尔羌高原鳅是性成熟较早、繁殖力较低和繁殖期较长的亚冷水性, 广盐性鱼类, 依据鱼类产卵群体属于一种(即 $P = K + D$, $K > D$, 由剩余群体和补充群体组成)类型^[13, 14], 这些是在生活环境迫使下, 选择性行为的表现^[30]。因此, 加强渔业管理措施势在必行, 保护鱼类资源, 须进行长期的资源监测。

参考文献:

- [1] Rao A C, Krishnan L. Studies on the reproductive biology of the female spiny cheek grouper, *Epinephelus diacanthus* (Valenciennes, 1828) [J]. *Indian Journal of Fisheries*, 2009, **56**(2): 87—94
- [2] Wootton R J. Ecology of Teleost Fishes. Fish and Fisheries Series [M]. University of Michigan, Chapman and Hall. 1990, 1—370
- [3] Liu F, Wu J M, Wang J W. Growth and reproductive characteristics of *Ancherythroculter kurematsui* Kimura [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2011, **35**(4): 586—595 [刘飞, 吴金明, 王剑伟. 高体近红鲃的生长与繁殖. 水生生物学报, 2011, **35**(4): 586—595]
- [4] Wu Y F, Wu C Z. The Fishes of the Qinghai-Xizang Plateau [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press. 1992, 256—259 [武云飞, 吴翠珍. 青藏高原鱼类. 成都: 四川科学技术出版社. 1992, 256—259]
- [5] He C C. Distribution of 2 kinds of fish living in the highest elevation [J]. *Sichuan Journal of Zoology*, 1996, **15**(1): 116—117 [何长才. 两种海拔最高的鱼类及其分布. 四川动物, 1996, **15**(1): 116—117]
- [6] Chen S A, Yao N. Research on biological characteristic of the *Triplophysa* (Hedinichthys) *yarkandensis* (Day) in Tarim River [J]. *Journal of Hydroecology*, 2008, **39**(4): 13—16 [陈生熬, 姚娜. 塔里木河流域叶尔羌高原鳅的生物学调查. 水生态学杂志, 2008, **39**(4): 13—16]
- [7] Chen S A, Wang Z C, Song Y, et al. Ecological research about *Triplophysa* (Hedinichthys) *yarkandensis* (Day) in Tarim River [J]. *Journal of Northeast Agricultural University*, 2010, **4**: 90—93 [陈生熬, 王智超, 宋勇, 等. 塔里木河流域叶尔羌高原鳅的生物学研究. 东北农业大学学报, 2010, **4**: 90—93]
- [8] Chen S A, Xie C X, Song Y, et al. Morphological biology of *Triplophysa* (Hedinichthys) *yarkandensis* (Day) in Shaya Section of Tarim River [J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2011, **48**: 1499—1504 [陈生熬, 谢从新, 宋勇, 等. 塔里木河沙雅段叶尔羌高原鳅形态生物学研究. 新疆农业科学, 2011, **48**: 1499—1504]
- [9] Yang M S, Ding X. Study on the reproductive biology of *Botia superciliaris* [J]. *Journal of Hydroecology*, 2010, **2**: 38—41 [杨明生, 丁夏. 中华沙鳅的繁殖生物学研究. 水生态学杂志, 2010, **2**: 38—41]
- [10] Guo Y, Cai L G, Tu E X, et al. The study on the biology of *T. strauchii* (Kessler) in the lake of sailimu [J]. *Chinese Journal of Fisheries*, 2002, **15**(2): 6—11 [郭焱, 蔡林钢, 吐尔逊, 等. 赛里木湖新疆高原鳅生物学研究. 水产学杂志, 2002, **15**(2): 6—11]
- [11] Liu H Y, Xie C X, Zheng Y P, et al. Study on the individual fecundity of *Triplophysa tibetana* [J]. *Freshwater Fisheries*, 2009, **1**(1): 100—102 [刘鸿艳, 谢从新, 郑跃平, 等. 西藏高原鳅个体繁殖力的研究. 淡水渔业, 2009, **1**(1): 100—102]
- [12] Zhu S Q. The Loaches of the Subfamily Nemacheilinae in China (Cypriniformes: Cobitidae) [M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press. 1989, 68—132 [朱松泉. 中国条鳅志. 南京: 江苏科学技术出版社. 1989, 68—132]
- [13] He D K, Chen Y X, Chen Y F. The study on the development of molecular phylogeny and biogeography of the *Triplophysa* [J]. *Progress in Natural Science*, 2006, **16**(11): 1395—1404 [何德奎, 陈咏霞, 陈毅峰. 高原鳅属 *Triplophysa* 鱼类分子系统发育和生物地理学研究. 自然科学进展, 2006, **16**(11): 1395—1404]
- [14] Yin M C. Fish Ecology [M]. Beijing: Chinese Agriculture Publishing House. 1995, 105—130 [殷名称. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社. 1995, 105—130]
- [15] Ye F L. Fish Ecology [M]. Guangdong: Guangdong High Education Press. 2002, 80—95 [叶富良. 鱼类生态学. 广东: 广东高等教育出版社. 2002, 80—95]
- [16] Shi L F. Fish Physiology [M]. Beijing: Chinese Agriculture Publishing House. 1991, 1—125 [施琅芳. 鱼类生理学. 北京: 农业出版社. 1991, 1—125]
- [17] Zou C P. Reproduce Biology of *Schizopygopsis malacanthus* Baoxingensis [D]. Thesis for Master of Science. Sichuan Agricultural University, Chengdu. 2007 [周翠萍. 宝兴裸裂尻鱼的繁殖生物学研究. 硕士学位论文. 四川农业大学, 成都. 2007]
- [18] Mohamed, Al-Absawy A E. The reproductive biology and the histological and ultrastructural characteristics in ovaries of the female gadidae fish *Merluccius merluccius* from the Egyptian Mediterranean water [J]. *African Journal of Biotechnology*, 2010, **9**(17): 2544—2559
- [19] Lashari P K, Narejo N T, Laghari M Y, et al. Studies on the gonadosomatic index and fecundity of a carp *cirrhinus reba* (Hamilton) from fishponds of district Jacobabad, Sindh, Pakistan [J]. *Pakistan Journal of Zoology*, 2007, **39**(2): 95—98

- [20] Jobling M. Environmental Biology of Fishes [M]. Fish and Fisheries Series. Canada: Chapman & Hall, Springer. 1995, 1—354
- [21] Ghosh S, Mohanraj G, Asokan P K, *et al.* 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*, 2009, **56**(4): 261—265
- [22] Fouche P S O, Venter J A. The breeding biology of the southern barred minnow *Opsaridium peringueyi* (Gilchrist and Thompson 1913) in the Incomati and Luvuvhu river systems, South Africa [J]. *African Journal of Aquatic Science*, 2011, **36**(2): 129—137
- [23] Zhu S Q. Notes on the Scaleless Loaches (Nemachelinae, Cobitidae) from the Qinghai-Xizang Plateau and its Adjacent Territories in China. Proceedings of Symposium on Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau [M]. Beijing: Science Press. 1981, 1061—1070
- [24] Abujam S S, Biswas S P. Studies on the reproductive biology of spiny eel, *Macrogathus aral* from upper Assam [J]. *Journal of Environmental Biology*, 2011, **32**(5): 635—639
- [25] Liu F, Wu J M, Wang J W. Growth and reproductive characteristics *Ancherythroculter kurematsui* Kimura [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2011, **35**(4): 586—594 [刘飞, 吴金明, 王剑伟. 高体近红鲃的生长与繁殖. 水生生物学报, 2011, **35**(4): 586—594]
- [26] Naeem M, Salam A, Ali M, *et al.* Breeding performance of sustainable fish *Ctenopharyngodon idella* through single intramuscular injection of Ovaprim-C at Bahawalpur, Pakistan [J]. *African Journal of Biotechnology*, 2011, **10**(57): 12315—12318
- [27] Guo B F, Chang J B, Xiao H, *et al.* The reproductive biology of first filial generation of *Acipenser sinensis* growing up in the freshwater environment [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2011, **35**(6): 940—945 [郭柏福, 常剑波, 肖慧, 等. 中华鲟初次全人工繁殖的特性研究. 水生生物学报, 2011, **35**(6): 940—945]
- [28] Zeng L, Tang W Q. Age, body growth and reproduction characteristics of *Triplophysa yarkandensis* [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2010, (5): 29—38 [曾霖, 唐文乔. 叶尔羌高原鳅的年龄、生长与繁殖特征. 动物学杂志, 2010, (5): 29—38]
- [29] Vinod B H, Basavaraja N. Reproductive biology of the Indian sandwhiting, *Sillago sihama* (Forsskal) - maturity stages, fecundity, spermatozoa and histology of gonads [J]. *Indian Journal of Fisheries*, 2010, **57**(4): 21—29
- [30] Grossman G D, McDaniel K, Jr R R, *et al.* Demographic characteristics of female mottled sculpin, *Cottus bairdi*, in the Coweeta Creek drainage, North Carolina [J]. *Environmental Biology of Fishes*, 2002, **63**(3): 299—308

THE REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *TRIPLOPHYSA (HEDINICHTHYS) YARKANDENSIS* (DAY) IN TARIM RIVER

CHEN Sheng-Ao^{1,2}, MA Chun-Hui¹, DING Hui-Ping², ZHOU Xian-Jun^{2,3} and XIE Cong-Xin²

(1. College of Animal Science, Tarim University, Alar 843300, China; 2. College of Fisheries, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 3. College of Animal Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day) was collected in Alar Section of Tarim River from July 2010 to December 2011 and 940 breedings were used for reproductive biology research. The female and male ratio was 0.85 : 1. Standard length, weight and age of the females at a minimum maturity were 8.2 mm, 7.4 g and 3 years old, and those of the males were 6.5 mm, 3.4 g and 2 years old, respectively. Their egg diameters presented unimodal distribution, indicated that they belonged to one-time spawning. The fecundity of 88 females sangles at - Stage was calculated, including standard length (*L*) ranging from 30 to 195 mm, weight (*W*) ranging from 3.59 to 114.04 g, absolute fecundity ranging from 1101 to 56320 (9944±5487), the relative fecundity ranging from 824 to 1140 (982±158) and the fecundity population (*Fp*) of 4034600.

Key words: Tarim River; *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day); Reproductive biology; Gonadal development; Reproductive population