J. Lake Sci.(湖泊科学),2011,**23**(2):277-280
http://www.jlakes.org. E-mail:jlakes@niglas.ac.cn
© 2011 by *Journal of Lake Sciences*

羊卓雍错高原裸鲤(*Gymnocypris waddellii* Regan)繁殖生物学研究*

杨汉运,黄道明,池仕运,张晓敏,谢　山,张　庆,王文君,方艳红
(水利部、中国科学院水工程生态研究所,武汉 430079)

摘　要:2006 年 3 -7 月在的卡鲁雄曲、绒波藏布等主要支流收集了 225 尾高原裸鲤开展繁殖生物学研究. 结果表明,高原裸鲤有溯河产卵习性,繁殖期为 5 -8 月份,水温变化在 9.5 -18.5℃,流速以 0.3 -0.8m/s 为多,水深 15 -50cm 为主. 初次性成熟雌雄均为 5 龄,繁殖季节第二性征雌雄差别明显. 雄性最小性成熟个体体长 19.5cm,体重 80g,成熟系数4.6%;雌性最小性成熟个体体长 21cm,体重 95g,成熟系数 6.3%;成熟卵呈桔黄色,圆球形. 卵粒平均卵径 2.22mm,变动幅度在 1.92 -3.32mm,卵粒质量为 63 -214 粒/g,平均 115 粒/g. 繁殖群体绝对怀卵量 1086 -11400 粒,平均 4446 粒;相对怀卵量 6.2 -36.1 粒/g,平均 18.0 粒/g;成熟系数 5.7% -25.8%,平均 16.2%. 繁殖群体主要由 8、9、10 龄个体组成,雌雄性比为 1∶1.16,繁殖力与体长和体重都呈正相关.
关键词:羊卓雍错;高原裸鲤;繁殖;生物学

Reproductive biology of *Gymnocypris waddellii* Regan in Yanmdrok region

YANG Hanyun, HUANG Daoming, CHI Shiyun, ZHANG Xiaomin, XIE Shan, ZHANG Qing, WANG Wenjun & FANG Yanhong
(*Institute of Hydroecology*, *MWR AND CAS*, *Wuhan* 430079, *P. R. China*)

Abstract: In order to study the reproductive biology of *Gymnocypris waddellii* Regan, we collected 225 fishes in Karuxung River and Rongbuk Zangbo River which are located in Yanmdrok region from March to July in 2006. The results show that *G. waddellii* Regan has anadromous habit and reproduces from May to August with water temperature of 9.5 -18.5℃, flow rate of 0.3 -0.8m/s and depth of 15 -50cm. All female and male firstly start to reproduce at 5 ages and their secondary sexual features are significantly different between male and female. The smallest sex mature male with 80 g weight has mature coefficient of 4.6% with body length of 19.5cm. The smallest sex mature female with 95 g weight has mature coefficient of 6.3% with body length of 21cm. The mature eggs are orange and round balls with diameter ranging from 1.92 to 3.32mm, and the mean diameter of mature eggs is 2.22mm. The number of eggs within one gram varies from 63 to 214 eggs with mean of 115 eggs. The absolute fecundity of brood stocks varies from 1086 to 11400 eggs and the mean is 4446 eggs. The relative fecundity varies from 6.2 to 36.1 eggs/g with mean of 18.0 eggs/g. The mature coefficient varies from 5.7% to 25.8% with mean of 16.2%. The brood stocks are composed mainly of individuals aged 8, 9 and 10 with sex ratio of females to males of 1∶1.16. Fecundity was positively correlated with body length and weight, respectively.
Keywords: Yanmdrok; *G. waddellii* Regan; reproductivity; biology

高原裸鲤(*Gymnocypris waddellii* Regan)隶属于鲤科裂腹鱼亚科裸鲤属. 裸鲤属是随青藏高原隆起而逐渐特化的类群,适应于青藏高原多样的湖泊生态环境,个体相对较大,成为青藏高原湖泊主要的,甚至是唯一的经济鱼类,在湖泊生态系统中占有重要地位,也是湖泊渔业利用的主体. 为保护我国裸鲤资源,不少学者以青海湖裸鲤为代表,围绕其基础生物学、种群资源变动、种群遗传多样性分析、人工驯养繁殖、增殖放流技术开展了一系列的研究与实践,取得了相应的成果[1-6]. 但对高原裸鲤的生物学研究很少,目前除《青藏高原鱼类》、《西藏鱼类及其资源》等对高原裸鲤有相应论述外,未见有专门研究报道[7-8]. 高原裸鲤仅分布于羊

* 2010 -07 -02 收稿;2010 -10 -22 收修改稿. 杨汉运,男,1965 年生,学士,副研究员;E-mail:yhy@ihe.ac.cn.

卓雍错、多钦湖、哲古湖、克鲁昂成湖、莫特里湖、冲巴错及定日鲁曲等湖泊、河流,多见于湖区,以羊卓雍错资源量最为丰富.

2006 年 3 -7 月,我们在西藏山南地区浪卡子县开展羊卓雍错鱼类资源调查. 在此期间开展了高原裸鲤的繁殖试验,对羊卓雍错高原裸鲤进行了繁殖生物学研究.

1 材料与方法

用三层刺网在羊卓雍错的卡鲁雄曲、绒波藏布等支流采集繁殖亲体 225 尾,并对沿湖所有淡水支流的高原裸鲤繁殖情况进行实地考察. 材料在新鲜条件下进行常规方法解剖和测量,年龄鉴定材料以臀鳞为主,背鳍条为辅,年龄记录采用元月为年龄递增日期的方法. 体长为吻端至尾鳍基部最后一枚椎骨之间的长度,体长量度精确到 1mm. 体重精确到 0.1g,性腺重精确到 0.01g. 性腺观察按照《内陆水域渔业自然资源调查手册》进行. 成熟系数(%) = 性腺重/体重 ×100. 繁殖力采用重量法估算,用重量比例法测记Ⅳ期末卵巢已沉积卵黄的卵数,一般取其卵巢重的十分之一作样品统计卵粒数,进而推算出个体绝对怀卵量. 绝对繁殖力 = (卵等样的卵粒数/样品重) ×卵巢重. 卵径采取随机取样法,用目测微尺测定.

2 结果

2.1 雌雄外形区别及副性征

从臀鳍的形状很容易鉴别羊卓雍错裸鲤的雌、雄. 雌鱼臀鳍呈椭圆形,末端尖形,边缘光滑无缺刻;雄鱼臀鳍短宽而呈圆形,边缘有较深的缺刻,最后 2 枚分支鳍条具有明显的角质倒钩.

繁殖季节裸鲤亲鱼出现第二性特征,成熟雌、雄个体的臀鳍均增厚,雄鱼表现得更明显. 在生殖洄游期间,雄性个体臀鳍部位有大而明显的白色珠星,手摸起来非常粗糙. 成熟雄鱼除鱼体腹部外,“追星”几乎遍布全身,且较雌鱼数量多、个体大. 雌体也有珠星,但没有雄体明显. 成熟雌鱼的臀鳍增厚,鳍条显著变粗,尾鳍、尾柄和臀鳍遍布有少量的“追星”;雌、雄个体到了繁殖末期“追星”消失,产卵活动结束. 此外,雄鱼背鳍边缘有缺刻,而雌鱼缺刻不明显,但这种差别并不是很大,只能作为雌、雄鉴别的一种辅助手段.

2.2 初次性成熟大小

性腺发育达到Ⅳ期的个体中,雄性最小性成熟个体体长 19.5cm,全长 23cm,体重 80g,成熟系数 4.6%;雌性最小性成熟个体体长 21cm,全长 24.5cm,体重 95g,成熟系数 6.3%;雌雄性成熟年龄均为 5^+. 雄性初次成熟个体的体长、全长、体重、成熟系数均小于雌性.

2.3 繁殖群体年龄组成

207 尾(雌 96 尾,雄 111 尾)高原裸鲤繁殖群体的年龄组成及对应的体长、体重分布表明,高原裸鲤的繁殖群体优势龄组为 9^+ 龄,体长分布于 29.5 -33.5cm,平均体重 433g,占繁殖群体 30.9%;其次为 8^+ 组,体长分布于 28.5 -33.0cm,平均体重 361g,占繁殖群体 25.3%;10^+ 龄组占繁殖群体 23.8%,体长分布于 30.5 -36.5cm,平均体重 467g(表 1). 上述 3 个年龄组的个体占繁殖群体 80%,是羊卓雍错高原裸鲤的主要繁殖群体.

高原裸鲤总雌雄性比例为 1∶1.16,高原裸鲤雄性多于雌性,足够的雄性参加产卵活动能保证卵子的充分授精.

表 1 高原裸鲤繁殖群体年龄组成

Tab. 1 The age composition of brood stock of *G. waddellii* Regan

年龄	年龄组成(%)	体长(cm)		体重(g)	
		范围	平均	范围	平均
$\leqslant 7^+$	13.2	21.3 -30.8	27.2	120 -315	283
8^+	25.3	28.5 -33.0	31.4	280 -440	361
9^+	30.9	29.5 -33.5	32.6	315 -485	433
10^+	23.8	30.5 -36.5	34.7	400 -540	467
$\geqslant 11^+$	6.8	35.8 -43.5	38.8	610 -930	681

2.4 繁殖力

高原裸鲤繁殖群体绝对怀卵量 1086 -11400 粒,平均 4446 粒;相对怀卵量 6.2 -36.1 粒/g,平均 18.0 粒/g;成熟系数 5.7% -25.8%,平均 16.2%. 繁殖群体个体体长、体重与繁殖力均呈直线相关,在调查样本中,随体长、体重的增长个体生殖力增大,其相关关系式分别为:个体繁殖力(F)与体长(L):$F = -11303 + 537.39L$($r = 0.7873$, $n = 78$);个体繁殖力(F)与体重(W):$F = -1142.9 + 18.182W$($r = 0.8636$, $n = 78$).

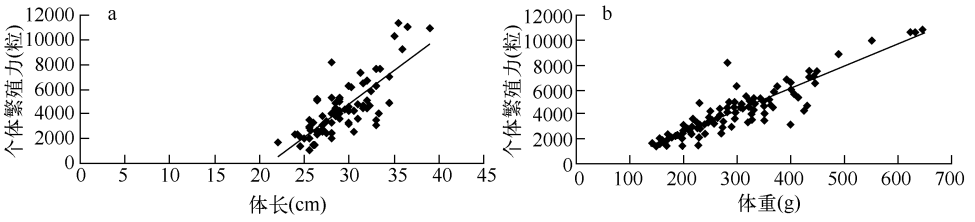


图 1 个体繁殖力与体长(a)和体重(b)的关系

Fig. 1 The relationship between individual fecundity and length(a), weight(b)

2.5 鱼卵特征

高原裸鲤成熟卵桔黄色,圆球形. 卵粒平均卵径 2.22mm,变动幅度在 1.92－3.32mm,卵粒质量为 63－214 粒/g,平均 115 粒/g,沉性,遇水受精后略具粘性并汲水膨大,平均卵径可达 3.34mm. 受精卵只有在水质清洁的情况下少量粘附水草和砾石上孵化,绝大多数沉入砾石、沙砾中在水流中孵化,在流速大的支流中可随水漂流.

3 讨论

3.1 繁殖习性

3.1.1 *溯河产卵* 高原裸鲤繁殖需要一定的流水条件. 高原裸鲤每年由羊卓雍错进入湖区各支流河道溯河产卵繁殖,随后亲鱼或鱼苗随洪水入湖. 溯河的时间与支流的来水量有密切关系. 羊卓雍错高原裸鲤繁殖期很长,从 5 月份开始,一直延续到 8 月份. 5－6 月份,水温达到 10℃左右,部分个体大、成熟好的个体开始繁殖. 由于此时气候变化频繁,温度变化大,繁殖活动受其影响时断时续. 7－8 月羊卓雍错流域进入丰水期,支流来水增大,高原裸鲤成群结队进入支流中繁殖,是羊卓雍错高原裸鲤的繁殖盛期,无论涨水期,还是退水期,只要水量能够满足繁殖群体进入产卵场,都能发现溯河而上的繁殖亲鱼,上溯 20－40km 的中上游产卵,不少个体甚至上溯至水深 10cm 以下的河段繁殖,露出长长的背鳍.

3.1.2 *产卵场条件* 产卵场底质多为砾石、沙砾,砾石粒径多在 10cm 以下;调查期间产卵场水温变化在 9.5－18.5℃间,流速以 0.3－0.8m/s 为多,水深 15－50cm 为主;产卵场透明度差异也很大,特别是嘎马林曲,透明度仅 15cm 左右,泥沙含量很高. 从羊卓雍错主要支流产卵场的分布看,卡洞加曲主要分布在绒博村以下 30km 河段,嘎马林曲为卓热上 2km 两支流汇合口以下 40km 河段,卡鲁雄曲为加桑桥以下 20km 左右河段.

3.2 繁殖力比较

与其他裸鲤属鱼类相比,羊卓雍错高原裸鲤的繁殖力存在一些差别. 青海湖裸鲤的绝对繁殖力为 6924 粒,相对繁殖力为 28.6 粒/g[9],西藏色林错裸鲤的绝对繁殖力 12607 粒,相对繁殖力 25.8 粒/g[10],羊卓雍错高原裸鲤生活地区的海拔远高于青海湖,但与色林错相近,而高原裸鲤的绝对繁殖力 4446 粒,相对繁殖力 18.0 粒/g,均远远低于青海湖裸鲤、色林错裸鲤.

3.3 裸鲤产卵场保护

羊湖高原裸鲤繁殖需要一定的流水条件. 5－6 月各支流来水量小,繁殖个体一般较大,往往在支流下游较深河道、河口及附近有水流漫滩的湖区产卵. 此外,一些有泉水流入的浅水湖区,也会集群在此产卵. 7－8 月高原裸鲤多进入大小支流中繁殖,如卡洞加曲、嘎马林曲及卡鲁雄曲等支流,高原裸鲤可上溯 20－40km 的中上游河段完成繁殖需要. 因此,每年的 5－8 月繁殖季节,尤其是 7－8 月,繁殖盛期进入支流繁殖的亲鱼密度非常高,很容易被捕捞,这一时期对高原裸鲤产卵场的保护尤为重要. 虽然西藏自治区政府自 2002 年开始对羊卓雍错的高原裸鲤进行封湖保护,但每年 7－8 月正值西藏旅游业的旺期,时常有人用抄网、刺网在各支流中捕捞产卵亲鱼销售给当地餐馆,对资源破坏较大.

4 参考文献

[1] 青海省生物研究所. 青海湖地区的鱼类区系和青海湖裸鲤的生物学. 北京:科学出版社,1975.

[2] 史建全,祁洪芳,杨建新等. 青海湖裸鲤资源评析. 淡水渔业,2000,**30**(11):38-40.
[3] 祁洪芳,史建全,杨建新等. 青海湖裸鲤繁育技术规程(GB/T19527-2004). 国家质量监督检验检疫总局,2004.
[4] 张 信,熊 飞,唐红玉等. 青海湖裸鲤繁殖生物学研究. 海洋水产研究,2005,**26**(3):61-67.
[5] 蒋 鹏,史建全,张 研等. 应用微卫星多态分析青海湖裸鲤(*Gymnocypris przewalski*(Kessler))六个野生群体的遗传多样性. 生态学报,2009,**29**(2):939-945.
[6] 祁洪芳,史建全. 青海湖裸鲤的人工繁殖及苗种的淡水培育技术. 水产科技情报,2009,**36**(3):149-151.
[7] 武云飞,吴翠珍. 青藏高原鱼类. 成都:四川科学技术出版社,1991:452-454.
[8] 西藏自治区水产局. 西藏鱼类及其资源. 北京:农业出版社,1996:107-108.
[9] 史建全,祁洪芳,杨建新等. 青海湖裸鲤繁殖生物学的研究. 青海科技,2000,**7**(2):12-15.
[10] 何德奎,陈毅峰,陈自明. 色林错裸鲤性腺发育的组织学研究. 水产学报, 2001,**25**(2):97-104.