

# 稀有𬶋鲫的繁殖生物学\*

王 剑 伟

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

## 提 要

根据野外调查与室内养殖的结果, 稀有𬶋鲫的繁殖季节为3—11月, 在人工控制条件下可周年繁殖。在适宜的水温和充足的饵料条件下孵出后4个月左右即可性成熟并产卵。对7对鱼共136批次产卵进行了观察统计, 平均每尾雌鱼5.4d产卵一次, 平均每次产卵300.3粒。根据卵母细胞发育进程、卵径分布、产卵频次以及年产卵量大于怀卵量、含卵量等特征, 建议将稀有𬶋鲫的特殊产卵类型命名为连续产卵类型, 并与生态学上常用的“多次产卵”、“分批产卵”加以区别。最后就稀有𬶋鲫作为一种新的实验鱼等应用前景作了展望。

关键词 稀有𬶋鲫, 繁殖, 连续产卵类型

稀有𬶋鲫 (*Gobiocypris rarus*) 是我国特有的一种小型鲤科鱼类, 迄今仅有一篇关于其分类学的研究报道<sup>[2]</sup>。我们从1990年3月开始, 对其生物学进行了初步研究, 发现它不但在形态特征、地理分布、繁殖生物学、胚胎发育等方面具有一些特殊性, 而且它具有生命力强、饲养简便、性成熟快等优点, 是培育实验鱼、灭蚊鱼、饵料鱼等的理想对象。本文对稀有𬶋鲫的繁殖规律进行了探讨, 并对鱼类产卵类型划分的问题进行了讨论。

## 材 料 和 方 法

材料采自四川省汉源县流沙河。1990年3月至8月共获得标本2000多尾, 8月至12月和1991年4月委托当地群众捕捞了部分标本。

对随机抽取的461号野外标本进行解剖、测量, 用于性腺发育、性比、卵巢中卵子数量统计等研究。卵巢中卵子数量统计还补充了5尾1991年4月的野外标本。怀卵量定义为成熟卵巢中已开始沉积和已沉积卵黄的卵子数量, 含卵量定义为成熟卵巢中包括未沉积卵黄卵粒在内的所有卵子数量, 其统计方法是在40倍解剖镜下计数一侧卵巢相应卵子数量, 然后乘以2得出。

性腺分期、卵母细胞时相划分基本上按 Мейен (1939) 划分原则<sup>[18]</sup>。组织切片的材料用 Bouin's 液或 7% 福尔马林固定, 石蜡包埋, 切片厚度 8 μm, Delafield's 苏木精-伊红染色。

\* 本文承曹文宣研究员、邓中舜副研究员指导, 蔡明俊、张国华同志绘图, 何舜平、汪亚平、常剑波等同志参加有关稀有𬶋鲫生物学的研究工作, 特此致谢。

1991年8月24日收到。

1990年3月上旬将采集的300余尾活鱼运回武汉进行养殖试验。从9月到翌年4月先后配对养殖了7对鱼，观察统计其产卵频次与产卵量。饲养成鱼和鱼苗的部分水族箱在冬季进行了加温(18—28℃)。

## 结 果

### (一) 雌雄外形区别和第二性征

成体稀有𬶋鲫，其雌雄在外形上有一些差异。一般雌鱼腹部饱满，个体明显大于雄鱼。雌雄鱼在胸鳍、腹鳍相对长度上的差异是区分雌雄最重要的特征之一。雌鱼胸、腹鳍短，胸鳍末端距腹鳍起点距离大，一般为3—5个鳞片距离；腹鳍末端距泄殖孔远，一般为1—3个鳞片距离。雄鱼胸、腹鳍长，胸鳍末端距腹鳍起点仅差1—2枚鳞片；腹鳍末端可达(1/2枚鳞片)或达到泄殖孔。

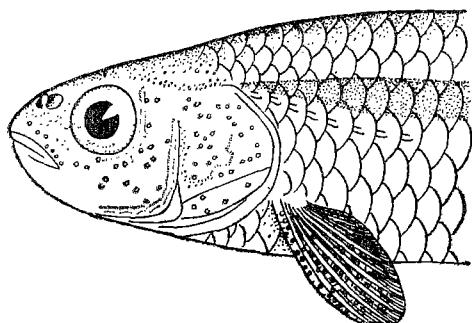


图1 雄性稀有𬶋鲫鳃盖和胸鳍上的珠星

Fig. 1 Nuptial tubercles on the gill cover and the pectoral fin of male rare minnow

在繁殖季节中，雌雄鱼体侧金黄色纵带鲜艳；雄鱼鳃盖、胸鳍上分布有细小的棘状珠星(图1)，而雌鱼一般体表光滑、无珠星。

### (二) 性腺和性腺发育

稀有𬶋鲫性腺为大小相等的两叶。在发育过程中，精巢和卵巢的形态、大小和色泽都发生一系列变化。

性腺发育可划分为六个时期。在繁殖期内，产卵后的卵巢中同时存在2、3、4时相卵母细胞，其中4时相卵母细胞在体积(切片面积)上所占的比例最大(图版I:6,8)，而且能在短期内发育成熟并产出。因此，在整个繁殖季节中卵巢处于V→VI-IV→V循环之中，直到秋末VI-IV卵巢中4时相、3时相卵母细胞退化吸收，卵巢转至II期。VI-IV性腺与IV期性腺在形态上是难以区分的，肉眼判断均视为IV期。II、III、IV期卵巢组织学特征见图版I:1—5,7。

稀有𬶋鲫性腺发育的周年变化是明显的(表1)。3月份，除一些个体性腺已发育成熟并开始繁殖外，尚有部分个体性腺处于II期或III期。4—6月，几乎所有个体都已发育成熟，繁殖进入盛期。在6—7月，由于当年出生个体的加入，使群体中成熟个体的比例有所下降，但只要是性成熟个体在繁殖季节中其性腺仍保持成熟状态。9月以后，II期性腺个体比例逐渐上升，到12月，所有个体，其中包括个体较大，已参加本年度繁殖的成鱼都是II期性腺。

### (三) 生殖群体的组成

**1. 性成熟最小个体和性成熟年龄** 在解剖的461尾野外标本中，雌鱼最小成熟个体体长18.5mm，体重0.14g，含卵量2124粒，1990年4月8日捕获。雄鱼最小性成熟个

表1 稀有鮈性腺发育各期组成的周年变化

Tab. 1 Seasonal changes in the percentages of gonads at various stages of development in the rare minnow

月份 Month	雄 鱼 Male				月份 Month	雌 鱼 Female			
	标本数 Sample	II (%)	III (%)	IV, V (%)		标本数 Sample	II (%)	III (%)	IV, V (%)
1990年3月	29	6.9	34.5	58.6	90年3月	37	2.7	56.8	40.5
4月	24	0	8.3	91.7	4月	28	0	0	100.0
5月	20	0	0	100.0	5月	36	0	0	100.0
6月	18	0	0	100.0	6月	38	2.6	0	97.4
7月	20	20.0	20.0	60.0	7月	31	25.8	38.7	35.5
8月	22	36.4	18.2	45.5	8月	27	56.6	29.6	14.8
9月	9	22.2	33.3	44.4	9月	17	52.9	23.5	23.5
10月	9	88.9	11.1	0	10月	5	100.0	0	0
11月	7	57.1	42.9	0	11月	13	100.0	0	0
12月	11	90.9	9.1	0	12月	14	100.0	0	0
1991年4月	17	0	17.6	82.4	91年4月	24	4.2	16.7	79.2

注: 1990年7月的标本中有5尾I期性腺的个体,未列入表内。

体体长19.0mm, 体重0.13g, 1990年3月7日捕获。稀有鮈性成熟很快, 在适宜的水温及充足的饵料条件下, 出生后4个月左右即可达性成熟(表2)。出生较晚, 在自然水温下当年未达性成熟的个体, 在翌年的繁殖季节内都能达性成熟。

表2 人工养殖条件下稀有鮈的性成熟年龄和个体大小

Tab. 2 Age and body size at first sexual maturity in cultured rare minnow

出生日期 Date of hatching	养殖条件(温度、饵料) Culture conditions (temperature, food)	性成熟日期 Date of first sexual maturity	年龄 Age	个体大小 Body size	
				体长 (mm) Body length	体重 (g) Body weight
1990.5.16	自然水温、饵料较充足	1990.9.13 产卵	120天	♀37.0 ♂32.0	♀1.49 ♂0.66
1990.6	自然水温、饵料较充足	1990.10.14 产卵	4个月	♀34.5 ♂27.5	♀0.85 ♂0.34
1990.9.29	12.2 前自然水温, 饵料一般; 12.2 后加温(18—24℃) 饵料充足	1991.3.4 IV期	156天	♀33.0	♀0.65
1991.1.20	加温(20—28℃), 饵料早期较充足, 后期充足	1991.5.18 IV期	118天	♀33.5	♀0.85
1991.1.20	加温(20—28℃), 饵料早期较充足, 后期充足	1991.5.30 产卵	130天	♀35.0	♀0.90
1991.1.23	加温(20—28℃), 饵料早期较充足, 后期充足	1991.5.28 产卵	125天	未测量	未测量

2. 性比和生殖群体组成 稀有鮈群体中雌鱼多于雄鱼。据1990年3—12月及1991年4月共456尾野外标本的统计结果, 性比为1.45:1。统计繁殖期内成熟性腺个体271尾生殖群, 体性比为1.36:1, 与种群性比无显著性差异 ( $\chi^2 = 0.3054$ ,  $V = 1$ ,  $0.750 >$

$P > 0.500$ )。稀有𬶋鲫繁殖期长,性成熟快,3—6月出生的鱼可能加入当年的繁殖群体,群体的世代组成十分复杂。由于不同时期孵出的鱼生长差别大,仅从个体大小难以区分其世代,有关问题尚待进一步研究。

#### (四) 繁殖习性和繁殖力

**1. 产卵条件** 稀有𬶋鲫的卵为球形,产出后吸水膨胀,透明,具粘性,卵膜径1.25—1.70mm,比重大于水。随着胚胎发育,卵膜粘性减弱、消失。在自然环境中,亲鱼多活动在水流畅通、多石块和水草的沟渠及水洼中,一般在下雨前后活动尤为频繁。室内养殖的稀有𬶋鲫产卵时对悬挂石块有偏好,但并不需石块、水草等基质,也不需流水刺激,其产卵条件要求很低。稀有𬶋鲫的温度耐受性范围不小于1—35℃,产卵下限温度(共观测了200次左右)为14℃,在29.6℃也见产卵。

**2. 繁殖季节** 根据1990年3—8月的野外调查,稀有𬶋鲫繁殖始于3月,到8月尚未结束,这与性腺发育逐月分析是一致的。从汉源县流沙河水温情况看,3—11月上旬平均水温均在14℃以上,最高水温28.8℃,为稀有𬶋鲫的繁殖期。由于9—11月标本较少,尤其是秋季水稻收割后个体较大的标本难以捕得,在10—11月的渔获物中没有成熟性腺个体,这并不意味着繁殖活动已经结束。室内养殖结果表明,稀有𬶋鲫的繁殖季节为3—11月,平均水温高于14℃。1990年产卵活动持续到11月中旬,1991年自然水温下产卵始于3月19日。从1990年3月至1991年5月的养殖情况看,繁殖盛期为4—10月。

稀有𬶋鲫具有周年繁殖的潜力。已参加本年度繁殖的成鱼,在升高水温至14℃以上并保证鲜活饵料供应的养殖条件下,其产卵可持续整个冬季,与翌年自然繁殖季节相衔接。这显示出无论对于群体还是同一成熟个体,稀有𬶋鲫具有周年繁殖的潜力。

**3. 产卵时间与产卵行为** 养殖的稀有𬶋鲫,产卵活动一般在傍晚至午夜之间进行。产卵多发生在18:00—24:00,产卵持续2—4h。夏季产卵时间较晚,而初春、秋末(及冬季)产卵时间较早。在阴雨天也偶见中午、下午产卵。产卵前数小时雌雄鱼就聚在一起活动,到黄昏时开始追逐。追逐时一般雌鱼靠近缸壁,雄鱼稍后,并不断用吻及身体各部位撞击、挤靠雌鱼。追逐激烈时雌雄鱼升到水面并突然向下急转,尾鳍有力地摆动,发出响亮的击水声。当急转弯和尾鳍剧烈摆动的一刹那雌鱼产卵。卵粒随尾鳍有力的一击并由此形成的水波而粘附在水面附近缸壁或悬挂的石块上,有时卵竟被抛出水面;没粘上的卵则沉入水底,粘于缸底。雌鱼每次高潮仅产卵几粒至几十粒,因而要多次高潮才能完成产卵。经几次高潮后亲鱼稍事休息,然后继续追逐。观察还发现,长期配对的亲鱼追逐时间长,达到高潮次数多;多尾亲鱼产卵时追逐不紧密,常更换对象;雌多雄少时可见雌鱼主动引诱雄鱼追逐。

**4. 产卵频次与产卵量** 1990年9月至1991年4月先后配对养殖了7对鱼,对每尾雌鱼的产卵情况都作了观察与产卵量计数,并根据自然水温条件下产卵、加温养殖条件下产卵等不同情况分段统计其产卵频次与产卵量(表3)。共观察了这7对鱼136批次产卵,产卵间隔变化于3—20d,平均5.4d,平均批次产卵量300.3粒。其中,产卵批次较多,具有代表性的第I和第II对鱼的逐次产卵情况见图2。

观察和统计结果还表明,两次产卵间隔时间多为3—6d,其众数为4d,出现了39次,

表 3 饲养条件下 7 对稀有𬶋鲫的产卵情况  
Tab. 3 Spawnings by seven pairs of rare minnows

编号①	观察日期、水温变幅②	观察的第一次产卵期与最后一次产卵期及相隔天数③	产卵批数④	产卵间隔隔⑤(d)		平均批产卵量⑧	平均批产卵量⑩	总产卵量⑪
				变幅⑥	平均⑦			
I	1990.9.17—11.15 27.2—14.3℃	9.18—11.15 58d	9	6—10	7.2	9—458	276.0	2484
	1990.11.16—12.16 17.6—7.9℃	未产卵		4—9	5.7	54—595	323.6	7119
	1990.12.17—1991.4.24 加温 18.0—26.5℃	12.24—4.23 120d	22	3—8	4.9	150—768	387.9	4655
	1990.9.14—11.13 27.2—14.0℃	9.20—11.13 54d	12	3—7	4.1	89—318	202.1	3234
II	1990.11.14—12.1 17.2—11.0℃	未产卵		3—6	4.2	2—606	332.8	11317
	1990.12.2—1991.4.24 加温 15.5—26.0℃	12.3—4.21 139d	34	16	4.1	451—574	512.5	1025
	1990.9.14—11.18 27.2—14.0℃	9.17—11.18 62d	16	2	/	47—230	144.0	576
	1990.11.19—1991.1.12 17.2—6.0℃	未产卵		5—20	11.3	11—228	160.7	1125
III	1991.1.13—1.31 加温 10.0—16.0℃	1.15—1.31 16d	2	/	/	/	/	/
	1991.2.1—3.18 9.0—13.0℃	未产卵		7	4—12	6.0	538	538
	1991.3.19—4.24 9.5—18.5℃	3.19—4.22 34d	4	1.17	/	385—576	480.5	961
	1990.9.4—10.19 29.6—18.5℃	9.13—10.19 36d	1	/	/	161—382	282.2	1411
IV	1990.10.20—1991.1.12 19.9—6.0℃	未产卵		20	6.8	15—481	188.7	3208
	1991.1.13—1.31 加温 10.0—16.0℃	1.17	1	/	/	453—768	637.2	3186
	1991.2.1—3.19 9.0—13.0℃	未产卵		5	5—15	5.4	2—768	300.3
	1991.3.20—4.10 9.5—18.5℃	3.20—4.9 20d	5	6—8	4.1	1—2768	40839	
V	1990.9.21—10.24 27.2—18.7℃	9.27—10.24 27d	17	3—7	4.1	1—2768	40839	
	1990.10.25—1991.2.28 20.0—7.0℃	未产卵		5	5—15	4.1	1—2768	40839
VI	1990.12.8—1991.3.7 加温 20℃ 左右	12.31—3.7 66d	17	1.26—3.3 36d	5	1.26—3.3 36d	1.26—3.3 36d	1.26—3.3 36d
	1991.1.21—3.3 加温 20℃ 左右	未产卵		5	5—15	9.0	5.4	3186
VII	总计		668d	136	3—20	5.4	300.3	40839

① Fish No.; ② Observation period and the range of water temperature; ③ Dates of 1st and last spawning; ④ Number of spawnings; ⑤ Spawning interval (days); ⑥ Range; ⑦ Average; ⑧ Number of eggs spawned; ⑨ Egg production per spawning; ⑩ Mean egg production per spawning; ⑪ Total egg production.

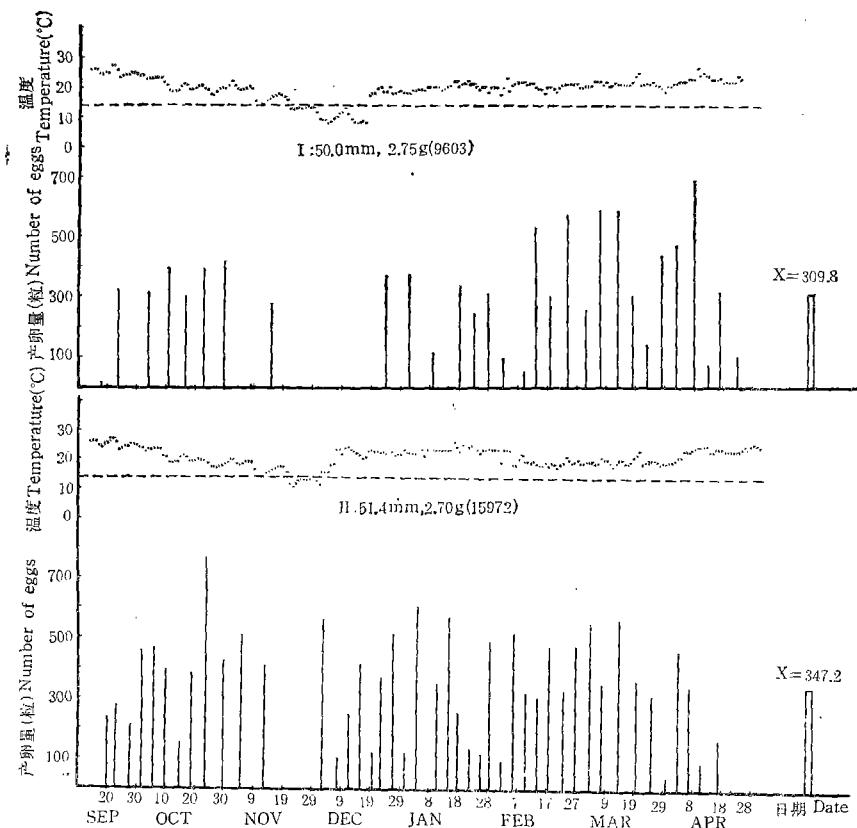


图 2 室养稀有𬶋鲫的产卵情况。实验结束时雌鱼的体长 (mm)、体重 (g) 和总产量 (括号内) 列于雌鱼编号之后。温度为逐日平均水温。平均批产卵量用 X 表示。

Fig. 2 Number of eggs spawned by rare minnows in an experiment from September 1990 to April 1991. Body lengths (mm) and body weights (g) of the females at the end of the experiment, and the total number of eggs spawned (in parentheses) are shown after the number for each female. Temperatures are daily means. X denotes the mean number of eggs per spawning.

占总计 123 个产卵间隔的 31.7%。批产卵量变化于 2—768 粒，其中 100—399 粒之间的共 79 批，占总批数的 58.1%。初达性成熟的稀有𬶋鲫，其首批产卵量较小。例如第 IV 对鱼，1990 年 9 月 13 日初次性成熟时仅产卵 11 粒。对 1990 年 10 月和 1991 年 5 月初次性成熟的鱼观察也得到类似结果，首次产卵 26—119 粒。对于已产卵多批的鱼，产卵间隔时间长短和批产卵量大小与雌鱼体长没有明显的关系，而与水温、饵料和个体生理状况不同有关。产卵间隔长，多发生在水温较低或饵料不足时；批产卵量小则多发生在饵料不足或连续多次大量产卵之后。

**5. 繁殖力** 估算鱼类个体繁殖力的方法主要有产卵量统计、卵巢中卵子数量统计等，其中最常用的是怀卵量统计。对于一般的鱼类而言，实际产卵量往往接近或低于怀卵量，但对于稀有𬶋鲫，年产卵量不仅远大于繁殖季节初始时的怀卵量，而且还大于包括未沉积卵黄卵母细胞在内的含卵量。根据 27 尾标本统计（1990 年 3—4 月，1991 年 4 月采到，体长 18.5—49.6 mm，体重 0.14—3.10 g），个体绝对怀卵量变化于 86—1928 粒之间，平均

748.8( $\pm 556.1$ )粒。个体绝对含卵量变化于2 124—9 490粒之间，平均5 224.4( $\pm 2240.1$ )粒。个体绝对含卵量( $R'$ , 粒)与体长( $L$ , mm)的关系式经计算机回归计算，其优化模型<sup>①</sup>为： $1/R' = -0.000117 + 0.011189/L$  ( $r = 0.8676$ ,  $p < 0.0005$ )

稀有鮈的繁殖季节为3—11月，约240d。假定3—9月的平均产卵间隔和产卵量与9—11月相同，应用表3中第I至第V号雌鱼1990年9—11月间产卵间隔与批产卵量的统计值推算其年产卵量为6 428.0—18 999.2粒。这显然远大于怀卵量。将这5尾雌鱼的体长分别代入含卵量与体长的优化模型，求得其含卵量为5 393.6—11 086.0粒(表4)。从表4可以看出；除第V号雌鱼外，其余4尾鱼的年产卵量均大于其含卵量；这5尾鱼的平均年产卵量11 706.7粒也大于其平均含卵量8 123.0粒。因此，无论怀卵量还是含卵量都不能作为衡量稀有鮈繁殖力的依据。

**6. 产卵类型** 稀有鮈的卵母细胞发育是不同步的，在繁殖期内任何时候的成熟卵巢中都同时存在2、3、4时相卵母细胞，而且IV期卵巢卵径分布没有明显的峰值(图3)，其卵子补充是连续的。年产卵量大于怀卵量、含卵量也表明，2时相卵母细胞在当年的繁殖季节中可沉积卵黄、发育成熟并产出，而且在繁殖期中有新的2时相卵母细胞形成，即1、2、3、4时相卵母细胞可渐次发育成熟并产出。稀有鮈卵子连续补充，与一年中产卵次数多、产卵间隔短和批产卵量小是对应的。建议将这种在一个繁殖期内卵子连续分批成熟，连续分批产出的产卵类型命名为连

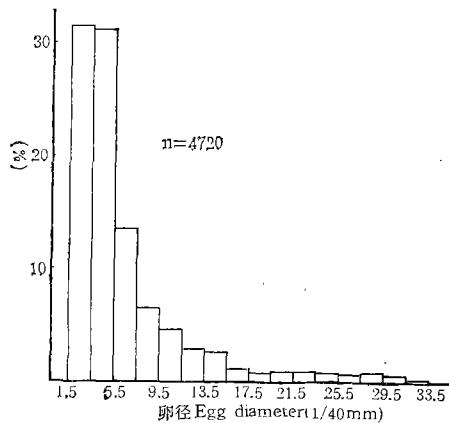


图3 稀有鮈IV期卵巢的卵径分布(1990年3月11日捕于汉源县，体长35.0mm，体重1.02g)

Fig. 3 Egg size distribution in a female rare minnow (35.0 mm in body length and 1.02g in body weight, with ovary at Stage IV; caught in Hanyuan County, on 11 March 1990)

表4 5尾雌鱼含卵量与年产卵量推算值的比较

Tab. 4 Total number of oocytes in the ovaries and the estimated annual egg production in five female rare minnows

编号 Fish No.	体长 (mm) Body length	含卵量①(粒) Oocyte count	年产卵次数② Number of spawnings	年产卵量③ Estimated annual egg production
I	45.5	7757.2	33.3	9200.0
II	48.3	8721.7	49.0	18999.2
III	48.0	8613.0	58.5	11830.2
IV	37.0	5393.6	40.0	6428.0
V	54.0	11086.0	35.3	9960.0
平均	46.6	8123.0	44.4	11706.7

① Total number of oocytes in the ovary; ② Number of spawnings in a year; ③ Total number of eggs spawned in a year.

1) 优化模型为相关系数最高的方程，供选择的理论公式有： $y = a + bx$ ;  $y = ax^b$ ;  $y = ae^{bx}$ ;  $y = a + b/x$ ;  $y = a + b\ln x$ ;  $1/y = a + b/x_0$ 。

续产卵类型 (Continuous batch spawner)。

## 讨 论

### (一) 关于鱼类产卵类型划分的意见

Мейен (1939)<sup>[18]</sup> 将鱼类产卵类型划分为“一次产卵类型”和“分批产卵类型”。我国学者一般沿用这一划分方法，将鱼类产卵类型描述为“一次产卵”<sup>[13, 7]</sup>、“分批产卵”<sup>[6, 9, 10]</sup>、“多次产卵”<sup>[1, 4, 5]</sup>等。国外学者使用的术语比较多，如“Single spawner”<sup>[16, 17]</sup>，“Multiple spawner”<sup>[11, 12, 16]</sup>，“Fractional spawner”<sup>[14, 15, 17]</sup>等，但由于这些术语没有明确地给出定义，实际上是根据卵母细胞发育是否同步推测或实际观察一年产卵一次或多次而区分为“一次产卵”与“多次产卵”(或“分批产卵”)。运用这种简单的划分方法来描述众多鱼类的产卵类型是不够准确的。从产卵次数看，一年多次产卵的鱼类有象香鱼<sup>[9, 10]</sup>那样一年产卵两次或三次的，也有象软口鲦 (*Pimephales*)<sup>[14, 15]</sup> 那样一年可产卵十几次或更多的。从卵子补充看，稀有𬶋鲫与通常说的“分批产卵”或“多次产卵”的鱼类是迥然不同的。

分批产卵的鱼类，其卵母细胞发育是不同步的。除卵巢中最大卵径组的卵可在当前一次产卵时产出外，代表贮备繁殖力的卵子贮备库中的卵母细胞，也可在当年繁殖季节中分批成熟和产出<sup>[12]</sup>。一般认为，贮备卵的贮备库可能在繁殖季节前已大部分形成，也即进入繁殖季节前没有沉积卵黄的卵不会随着繁殖季节的推进而沉积卵黄<sup>1)</sup>，即卵子补充不是连续的。这也是一些作者用怀卵量来衡量分批产卵鱼类的繁殖力时<sup>[6, 9]</sup> 必需默认的前提。

刘筠等(1983)<sup>[4]</sup> 在研究湖南地区尼罗罗非鱼性腺发育时指出，尼罗罗非鱼第3时相卵母细胞不象草鱼、青鱼那样只能在冬季形成，只要是性成熟个体的卵巢，可以在一年任何季节找到。Gale and Deutsch (1985)<sup>[19]</sup>发现 *Etheostoma olmstedi* 已产卵6批的卵巢与产卵前卵子组成没有差别，因而认为卵子补充是连续的。Heins and Rabito (1986)<sup>[16]</sup>认为 *Notropis leedsi* 的卵原细胞在繁殖季节中能分裂成初级卵母细胞并沉积卵黄，形成连续的补充卵群。Deniel et al.(1989)<sup>[13]</sup>发现 *Solea lascaris* 和 *S. impar* 未沉积卵黄的卵母细胞在繁殖季节中任何时候可沉积卵黄。作者对稀有𬶋鲫的研究也发现，卵子补充是连续的，在繁殖季节中1、2、3、4时相卵母细胞都可渐次发育成熟并产出。因此，卵子连续补充、连续分批成熟和产出在一些鱼类是客观存在的，与通常所说的“分批产卵”或“多次产卵”的鱼类明显不同，在划分产卵类型时应予以考虑。

基于以上分析和总结，试将鱼类基本的产卵类型区分如下：

1. 单批产卵 卵巢中卵母细胞发育基本上是同步的。在一个繁殖季节里，卵子一批(Batch：同步发育的卵母细胞群)发育成熟和产出后，包括残存的少量4时相卵母细胞在内的卵子不能在该季节里再次发育成熟和产出，也称一次产卵类型。
2. 分批产卵 卵母细胞发育不同步，成熟卵巢中存在发育程度不同的卵母细胞，但只有3、4时相卵母细胞才可能在该繁殖季节中发育成熟和产出。卵子分批成熟，分批产出，一年可产卵几次。

1) 陈卫星, 1990。黄鳍分批产卵繁殖模式的研究。华中农业大学硕士论文。

3. 连续产卵 卵母细胞发育不同步，在一个繁殖期内1、2、3、4时相卵母细胞均可渐次发育成熟并产出，卵子补充是连续的。卵子连续分批成熟，连续分批产出。如稀有𬶋鲫。

由于许多鱼类的繁殖生物学资料不够完整，目前尚难以肯定更多的鱼类属连续产卵类型。从现有资料看，*Notropis* spp., *Pimephales* spp. 和一些热带鱼类是连续产卵的。对鱼类产卵类型进行描述时，还应考虑鱼类一生中性周期的多少（单周期或多周期）、性周期的长短、成熟卵是否同时排出等。如鲫鱼可描述为“年周期分批产卵类型”，大银鱼可描述为“单周期分批产卵类型”等。对于象青海湖裸鲤那样卵子同时成熟，但要产卵多次的特例，胡安等（1975）<sup>[8]</sup> 的描述是恰当的。

需要说明的是，鱼类产卵类型既有一定的稳定性，又具有因环境条件不同或同一种群中不同个体生理状况不同而不同的可变性。例如草鱼既有一年一次产卵，又有一年多次产卵<sup>[1,3,7]</sup>。作者认为，在讨论鱼类产卵类型时不应忽视环境条件的作用，因为有的鱼类可能具有分批产卵或连续产卵的潜力。

## （二）稀有𬶋鲫的应用前景

稀有𬶋鲫是一种小型鱼类，长期以来未被人们所重视。直到1990年我所开始对它进行生物学研究，并掌握了大量背景资料后，稀有𬶋鲫的研究价值和应用前景才越来越引起人们的关注。

稀有𬶋鲫在繁殖生物学上具有繁殖季节长，人工控制条件下可周年产卵；性成熟快，一年可望繁衍3—4代；连续产卵类型等三大特点。此外，它还具有单型种、生命力强、温度适应范围广、饲养简便、不易染病、卵膜透明、对蚊幼虫主动选择性捕食等优点，是培育实验鱼、灭蚊鱼、饵料鱼和观赏鱼的理想对象。尤其是在作为一种实验材料鱼方面，稀有𬶋鲫不但优于目前国内习见的其他鱼类，而且可能还优于或至少不亚于黑头软口鱥（*Pimephales promelas*）等国际标准化组织推荐的实验鱼。因此，深入进行生物学背景研究后，可使稀有𬶋鲫在作为实验材料鱼等方面得以综合利用，同时也保护了这种分布区很窄的物种。

## 参 考 文 献

- [1] 中山大学生物系动物教研室等，1978。草鱼人工繁殖中一年多次产卵的生物学基础。水生生物学集刊，6(3): 261—272。
- [2] 叶妙荣、傅天佑，1983。𬶋亚科鱼类一新属新种记述（鲤形目：鲤科）。动物分类学报，8(4): 434—437。
- [3] 刘筠等，1978。草鱼产卵类型的研究。水生生物学集刊，6(3): 247—260。
- [4] 刘筠等，1983。尼罗非鱼性腺发育的研究。水生生物学集刊，8(1): 17—23。
- [5] 孙帼英，1985。大银鱼卵巢的成熟期和产卵类型。水产学报，9(4): 363—368。
- [6] 张国华，1991。洪湖鲫鱼种群的研究。洪湖水体生物生产力综合开发及湖泊生态环境优化研究。162—171页，海洋出版社。
- [7] 林光华等，1985。性成熟草鱼卵巢发育的年周期变化。水生生物学报，9(2): 186—195。
- [8] 胡安、唐诗生、龚兴生，1985。青海湖裸鲤 [*Gymnocypris przewalskii przewalskii* (Kessler)] 繁殖生物学的研究。青海湖地区鱼类区系和青海湖裸鲤的生物学。49—64页。科学出版社。
- [9] 曹克驹、李明云，1982。洮溪香鱼繁殖生物学的研究。水产学报，6(2): 107—118。
- [10] 龚启祥、曹克驹、曾增，1982。香鱼卵巢发育的组织学研究。水产学报，6(3): 221—234。
- [11] Bagenal, T. B. and Braum, E., 1978. Eggs and early life history. In: Methods for Assessment of Fish Pro-

- duction in Fresh Waters. 3rd ed. pp. 165—201. Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- [12] Conver D. C., 1985. Field and laboratory assessment of patterns in fecundity of a multiple spawning fish: the Atlantic silverside *Menidia menidia*. *Fish. Bull.*, 83(3): 331—341.
- [13] Deniel, C., Blanc, C. L. and Rodriguez, A., 1989. Comparative study of sexual cycle, oogenesis and spawning of two Dolcidae, *Solea lascaris* (Risso, 1810) and *Solea impar* (Bennet, 1831), on the western coast of Brittany. *J. Fish Biol.*, 35: 49—58.
- [14] Gale, W. F., 1983. Fecundity and spawning frequency of caged bluntnose minnow-fractional spawners. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112: 398—402.
- [15] Gale, W. F. and Deutsch, W. G., 1985. Fecundity and spawning frequency of the fathead minnow—a fractional spawner. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 111: 35—40.
- [16] Heins, D. C. and Rabito, F. G., 1986. Spawning performance in north America minnow: direct evidence of the occurrence of multiple clutches in the genus *Notropis*. *J. Fish Biol.*, 28(3): 343—357.
- [17] Nikolsky, G. V., 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press, London.
- [18] Мейен, Б. А., 1939. К вопросу о годовом цикле изменений яичников костицы рыб. Изв. АН СССР. Сер. биол., (3):389—420.

## REPRODUCTIVE BIOLOGY OF GOBIOCYPRIS RARUS

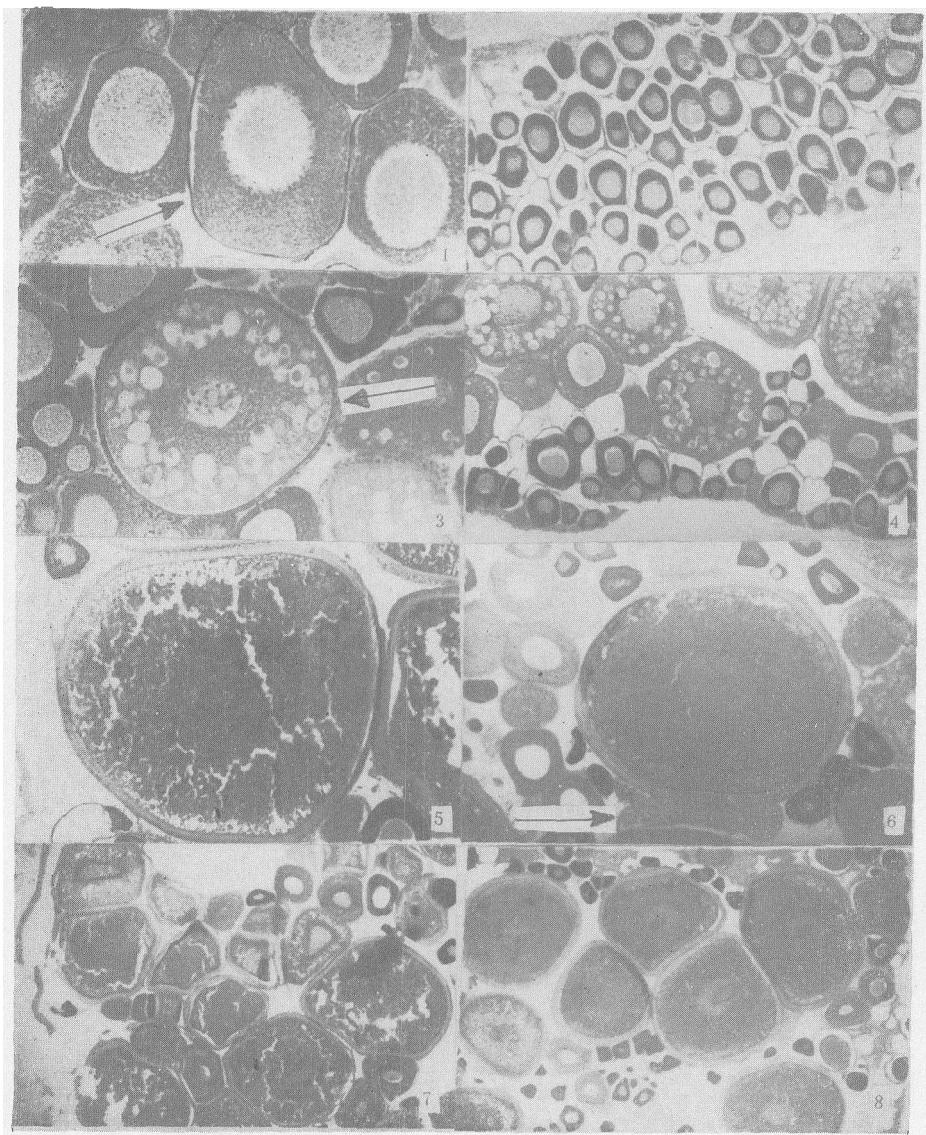
Wang Jianwei

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan 430072)

### Abstract

Reproductive biology of the rare minnow, *Gobiocypris rarus*, was studied both in the field (Liusha River, Hanyuan County, Sichuan Province) and in laboratory experiments from March 1990 to May 1991. Spawnings may occur throughout the year in the aquarium under controlled conditions (temperature, food etc.), though the breeding season in the field lasts from March to November only, when the water temperature is above 14 °C. Fingerlings attain sexual maturity when they are 4 months old under favorable cultured conditions. The eggs are adherent, with transparent membrances. The diameter of the egg membrance is between 1.25 and 1.70 mm. Spawning often begins at dusk and usually finishes before midnight. Observations on 136 spawnings by 7 pairs of rare minnows showed that the interval between successive spawnings ranged from 3 to 20 days, (usually 3 to 6 days); the mean spawning interval was 5.4 days and the mode was 4 days. The number of eggs produced per spawning ranged from 2 to 768 (average 300.3). Based on the unsynchronous development of oocytes, distribution of egg diameters, frequency of spawnings, and continuous recruitment of oocytes, the rare minnow is regarded as a continuous batch spawner. A discussion was made on the classification of spawning patterns in fish and the potential uses of the rare minnow.

**Key words** *Gobiocypris rarus*, Reproduction, Continuous batch spawner



1.第2时相卵母细胞(箭头所指); 2.II期卵巢; 3.第3时相卵母细胞(箭头所指); 4.III期卵巢; 5.已充满卵黄的第4时相卵母细胞; 6.产卵12h后的卵巢,示第4时相卵母细胞和残存的滤泡(箭头所指); 7.IV期卵巢,除第4时相卵母细胞外,尚有第3时相和第2时相卵母细胞; 8.产卵12h后的卵巢中,主要卵母细胞群(所占面积最大)为第4时相卵母细胞

1. Oocyte at Phase 2(arrow); 2. Ovary at Stage II; 3. Oocyte at Phase 3(arrow); 4.Ovary at Stage III; 5. Oocyte at Phase; 6. A section of ovary 12 hours after spawning, indicating the oocyte at Phase 4 and the degeneration of vesicles (arrow); 7. A section of ovary at Stage IV, with oocytes at Phase 2, Phase 3 and Phase 4; 8. A section of ovary 12 hours after spawning, with oocytes at Phase 4 occupying the most of area