

浮桥河水库鲂繁殖生物学的研究*

黄道明 林永泰 万成炎 刘元军

(水利部
中科院 水库渔业研究所 武汉 430073)

提 要

研究结果表明,浮桥河水库鲂雌性三年性成熟,雄性二年,生殖季节可凭“追星”等副性征辨别雌雄。性成熟后,性腺具有周年变化规律,卵子发育为非同步分批成熟型,水库中为一次产卵,产卵期一般在5—6月,水温18—28℃,产卵场一般位于主河道入库洄水区,卵粘性。多元回归结果:绝对生殖力与成熟系数、体长、体重正相关,而与体高、卵径负相关,相对生殖力除受成熟系数影响较大外,则相对稳定。卵重、卵径主要受成熟系数的影响,与母体生物学指标关系不密切。

关键词 浮桥河水库, 鲂, 繁殖生物学

鲂(*Megalobrama skolkovii* Dybowsky)隶属于鲤科、鮈亚科、鲂属。俗称三角鳊、平胸鳊,曾用名三角鲂^[1]。自1872年Dybowsky对鲂命名以来,易伯鲁、曹文宣、钱江峰^[2—4]等对鲂生物学进行了研究。浮桥河水库位于湖北省麻城市境内,属大型丘陵水库,养鱼面积1500hm²,鲂为该库主要天然经济鱼类之一,约占渔获量的1—4%。为了对鲂人工繁殖及养殖技术进行研究,探讨鲂在水库中的繁殖及种群资源状况,1989—1991年对浮桥河水库鲂的繁殖生物学进行了研究。

1 材料与方法

从浮桥河水库共收集标本鱼437尾,均进行常规的生物学指标测定,记录捕捞时间、地点、网具及气候状况。繁殖季节专门进行产卵场调查,并逐日记录水库水文情况。

卵巢发育分期按MEINEH^[5]的标准。用来计算生殖力的材料取IV期卵巢,按前、中、后部位各取卵粒1g左右,固定于5—10%福尔马林液中,计数开始沉积卵黄的卵粒,用三个部位的平均数计算其绝对生殖力。相对生殖力即单位纯体重(g)具有的卵粒数。

1.1 卵子质量测定 取固定的卵巢中部卵粒,用0.6%生理盐水浸泡10h左右,随机测出100—200粒充满卵黄的卵粒直径,并对13尾不同时期卵巢所取卵粒测量全部开始沉

* 本文为水利部基金课题的部分内容。承蒙陈宏溪、曹文宣研究员的审阅,工作中得到了浮桥河水库管理处的大力协助,逐步多元回归计算机分析得到了华中农业大学水产学院黄峰同志的帮助,在此一并致谢。

1995年1月9日收到;1996年6月13日修回。

积卵黄卵的卵径,绘成卵径分布图。卵重是挑取300—400粒饱满的大型卵,用80%酒精脱水48h以上,在105℃烘箱中烤干,用电光天平称取重量,得每100粒卵干重。

1.2 数理分析 参数间简单的两两相关采用f(x)—3600p型函数计算器运算。多元回归分析采用常用软件在计算机上运算¹⁾。

2 结果与分析

2.1 副性征

鲂在非生殖季节性别差异不明显,很难据外形判别雌雄。生殖季节则具有明显的副性征。雄性个体在生殖季节几乎全身都出现白色颗粒状“追星”,其中以胸鳍前几根鳍条、臀鳍鳍条、头部吻端、鳃盖、体侧背部、尾柄部鳞片“追星”多而密,胸鳍第一根鳍条明显增厚,手摸鱼体有较强的粗糙感。雌性也在头部、胸鳍、臀鳍等处有少量“追星”,但胸鳍第一根鳍条不增厚,手摸鱼体较光滑,其腹部膨大,柔软而富有弹性,泄殖孔微突。

2.2 性成熟年龄及成熟最小型

在437标本鱼中,最小成熟个体,雌性体重280g,体长240mm,年龄三龄;雄性体重250g、体长235mm,为二龄鱼。二龄雌性个体,即使体长达到320mm,体重730g左右,性腺发育仍为Ⅱ期。

2.3 性腺发育状况

2.3.1 卵巢的发育分期 鲂卵巢左右对称,两袋形包卵膜在前端愈合为产卵管,多数左右卵巢分开,也有少数前端愈合,只有一侧卵巢的现象属个别生理畸形。卵巢发育可分为连续的六个时期。

I期卵巢 当年鱼和一冬龄鱼,性腺难以称重,呈透明线状,难见血管分布,肉眼不能辨别雌雄。

II期卵巢 未曾产卵的二、三夏龄鱼,薄带状,肉红色,略透明,有清晰血管分布,成熟系数0.16—1.01,平均0.64;曾产卵个体,产后一段时间到10月份,卵巢长袋形,淡红绿色,有少量灰白色或灰黄色残余卵粒,分布有较丰富的血管,成熟系数1.00—1.88。

III期卵巢 也谓冬季卵巢,卵巢似膨大的袋状,灰绿色,有较粗且丰富的血管分布,肉眼可见卵粒,但不能分离,卵径0.30—0.60mm。后期鱼卵开始沉积卵黄,呈淡黄绿色。第一次性成熟个体在11月至翌年3月份,成熟系数0.90—2.87,平均1.45;曾产卵的个体在10月至翌年3月份,成熟系数0.90—3.46,平均1.87。

IV期卵巢 卵巢体积增大很快,逐渐占据整个腹腔,卵粒分离,淡黄绿色,最大卵径0.91—1.36mm,平均1.23mm,成熟系数2.81—31.32,平均16.28。IV期卵巢主要是4月份至产卵前个体。部分曾产卵个体,三月份已到IV期。产卵前个体性腺发育较同步,处于IV期末,等待产卵时机成熟。

V期卵巢 卵已离巢,排入包卵膜内,轻压腹部即有卵粒流出。输卵管附近的卵巢血管粗大,密布,呈红紫色,卵为黄绿色,遇水即产生粘性。卵径1.10—1.40mm,成熟系数

1) 郭瑞莲, 1990. 团头鲂雌亲体生物学指标与个体生殖力、卵子质量的关系初探。华中农业大学水产系硕士论文。

20.83—31.85, 平均 28.41。

VI期卵巢 即产后卵巢。卵巢膜松弛、萎缩, 充血较为严重, 呈紫红色, 可见少量灰白色或灰黄色的退化卵粒, 直径约 0.8—1.2mm, 此外, 还有大量直径约 0.35—0.60mm 的卵粒。产后卵巢经退化、吸收, 逐渐恢复到Ⅱ期, 成熟系数 1.65—11.41, 平均 5.29。退化吸收卵巢主要出现在 6—7 月份, 8 月份有部分卵巢成熟系数较高, 9 月份恢复到Ⅱ期。

2.3.2 成熟系数 成熟系数是反映性腺发育的重要指标, 图 1 反映的是浮桥河水库鲂周年成熟系数变化情况。4 月份, 随着气温上升, 卵黄物质大量积累, 成熟系数迅速升高, 大部分个体为Ⅳ期卵巢; 5 月份成熟系数最高, 发育好的个体成熟系数可达 28 以上; 6 月份由于一部分个体已经完成产卵活动, 成熟系数开始下降; 7—8 月份为产后退化吸收阶段, 成熟系数迅速降到较低水平; 9 月份卵巢退化吸收基本结束, 恢复到Ⅱ期卵巢, 成熟系数最低; 10 月到翌年 3 月, 为冬季卵巢。处于缓慢发育阶段, 成熟系数变化不大。

雄性成熟系数的周年变化与雌性基本同步, 其变化幅度较小, 没有非常突出的高峰, 成熟期持续时间长。

2.4 个体生殖力

浮桥河水库鲂在体长 300—500mm 范围内, 绝对生殖力变化在 4.8—59.0 万粒之间, 平均 17.8 万粒; 相对生殖力变化在 96—382 粒 / g, 平均 233 粒 / g。

2.4.1 年龄与个体生殖力 表 1 是该库各年龄组生殖力情况, 其绝对生殖力随年龄增大而增大, 相对生殖力则随年龄呈波动式增长趋势。

2.4.2 母体生物学指标与生殖力 对可能与生殖力有关的母体生物学指标(体长 L (mm)、体高 H (mm)、体重 W (g)、体长体重乘积 L · W 及肥满系数 K), 采用直线、幂、指数、对数四种方程分别进行相关拟合发现。相对生殖力

F / W (粒 / g) 与母体生物学的各项指标相关均不显著, 绝对生殖力 F (万粒) 除与肥满系数相关不显著外, 与其余各项指标均显著相关, 可用四种关系式表述, 其中均以直线方程相关系数最大。相关关系式为:

$$F = 0.2414L - 65.5575 \quad r = 0.9513$$

$$F = 0.4728H - 57.7000 \quad r = 0.9180$$

$$F = 0.0292W - 3.6562 \quad r = 0.9503$$

$$F = 5.3869 \times 10^{-5} L \cdot W + 3.0094 \quad r = 0.9520$$

从回归结果看, 绝对生殖力随着个体的生长, 个体增大而呈直线式增加, 个体肥满度对生殖力的影响不明显。相对生殖力虽也有随个体的生长而增大的趋势, 但总的来说比较稳定, 受母体生物学指标影响不显著。

2.4.3 成熟系数与生殖力 仍采用四种方程对成熟系数 M 与绝对生殖力和相对生殖力进行相关分析, 绝对生殖力与成熟系数以指数相关系数最大, 相对生殖力与成熟系数则以

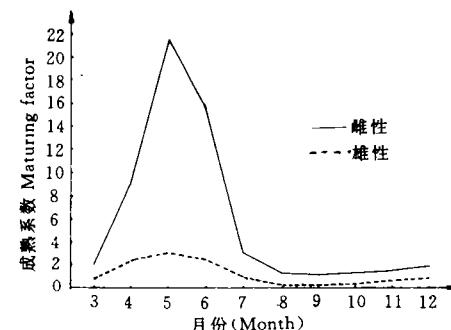


图 1 浮桥河水库鲂成熟系数的周年变化

Fig.1 Seasonal changes in gonadosomatic index of *M. skolkovii* in Fuqiaohe reservoir

幂函数相关拟合最好。可见随着性腺的发育,成熟系数的增大,其绝对生殖力、相对生殖力均随之增大,而又以相对生殖力受影响更明显。相关关系式为:

$$F = 4.7282e^{0.0518}M \quad r = 0.6713$$

$$F / W = 40.3187M^{0.5675} \quad r = 0.8589$$

表1 浮桥河水库鲂不同年龄组的生殖力

Tab.1 Reproduction capacity of different years-old *M. skolko viti* in Fuqiaoh reservoir

年龄 Age	绝对生殖力(万粒)		相对生殖力(粒)	
	范 围	平 均	范 围	平 均
3 龄	4.799—13.299	9.577	95.98—285.24	19.23
4 龄	10.258—24.799	16.033	170.97—381.52	255.51
5 龄	16.660—22.536	20.065	185.11—336.36	215.59
6 龄	30.480—36.922	33.701	249.84—307.68	275.76
7 龄	56.539—58.995	57.767	262.97—287.78	275.38
总 计	4.799—58.995	17.803	95.98—381.52	232.883

2.4.4 各种指标与生殖力的复合关系 生殖力的影响是多方面的,简单的两两相关分析难以详尽反映各因素的影响程度和复合效应。因此,我们采用逐步多元回归的方法。对可能影响生殖力的体长、体高、体重、成熟系数、卵重 G(mg) 及卵径 D(mm) 各因子,用对数、指数、幂函数及直线方程进行分析,四种方程拟合程度均很高,其中直线方程回归的因子最多,相关系数最大,其方程为:

$$F = 0.1966L - 0.3986H + 0.0267W - 23.4315D + 0.80621M + 4.3506 \quad r = 0.9865$$

$$r_L = 0.4666 \quad r_H = -0.6091 \quad r_W = 0.7128 \quad r_D = -0.4728 \quad r_M = 0.7871$$

据回归结果,浮桥河水库鲂绝对生殖力主要受体长、体高、体重、成熟系数及卵径的影响,而与卵重的关系不密切,其中绝对生殖力与成熟系数、体长、体重正相关,与体高和卵径负相关。可以认为,绝对生殖力在所取标本范围内,随鱼体的生长,性腺的发育而增大,而卵径的增大,卵巢相对容积变小,因此绝对生殖力减小。值得说明的是,绝对生殖力与体高的简单两两回归呈明显的正相关,而在复合关系中呈负相关,说明体高随体长与体重的增长而增长,在同时考虑了体长、体重增长因素时,排除了体长、体重通过影响体高从而影响绝对生殖力的现象。可以理解为:在体长、体重一定时,体高增大,鱼体体厚变小,相应体腔容积变小,怀卵量也减少。就各因子的相关程度而言,成熟系数和体重与绝对生殖力的相关程度最高,而简单两两相关关系中,相关程度很高的体长,在复合方程中相关系数最小,说明绝对生殖力随鱼体的生长而增长,而这种影响主要通过鱼体体重的生长体现。同样,随着成熟系数的增大,性腺的不断发育,不仅表现在鱼卵卵径和体重的增大,而且由于卵子发育的非同步性,不断分生发育新的成熟卵子,母体绝对生殖力也相应增大。

2.5 卵子质量

鲂卵子质量以每 100 粒卵子重 G(mg) 和最大卵径 D(mm) 表示。在体长 300—500mm 内,卵重 13.01—44.14mg, 平均 31.63mg; 最大卵径 0.99—1.36mm, 平均 1.23mm。

2.5.1 年龄与鱼卵质量 表2是浮桥河水库鮈各年龄组鱼卵质量的情况。卵径、卵重随年龄增大而呈增大趋势,但出现了5龄个体鱼卵质量最低的现象,可能与取样有关。第一次性成熟的3龄个体,卵重和卵径的变化差异很大,最大和最小值均出现在该年龄组。在性腺解剖时也发现这种现象,一些初次成熟个体,生长情况很差,个体也不大,但性腺发育很好,怀卵量较大,卵子质量好,相反,一些生长好的个体,性腺发育却较差。为什么会产生这种现象,有待探讨。

表2 浮桥河水库鮈不同年龄组卵的质量

Tab.2 The egg quality of different year-old *M. skolkovii* in Fuqiaohe reservoir

年龄	卵重(mg / 100粒)		卵径(mm)	
	范 围	平 均	范 围	平 均
3龄	13.01—44.14	29.08	0.9874—1.3574	1.1806
4龄	21.44—39.76	33.70	1.1022—1.3325	1.2652
5龄	19.95—31.86	27.26	1.0398—1.2741	1.1735
6龄	34.50—40.60	37.55	1.2778—1.3381	1.3080
7龄	33.67—38.01	35.84	1.2810—1.3197	1.3004
总计	13.01—44.14	31.63	0.9874—1.3574	1.2298

2.5.2 母体生物学指标与卵子质量 根据相关分析,发现鮈卵重和卵径虽有随体长、体高、体重增长而增大的趋势,但这种影响不明显,达不到显著相关。而卵重和卵径与肥满度呈负相关迹象,同样,相关不显著。

2.5.3 成熟系数与卵子质量 成熟系数是反映性腺发育的重要指标,无疑对卵子质量影响较大。据相关分析可以看出,卵重与成熟系数以指数函数正相关,卵径与成熟系数则呈直线性正相关,相关关系式为:

$$G = 16.4318e^{0.0280M} \quad r = 0.7628$$

$$D = 0.9545 + 0.0124M \quad r = 0.8437$$

2.5.4 生殖力与卵子质量 对生殖力与卵子质量的简单两两相关分析显示,卵重、卵径与绝对生殖力和相对生殖力均以对数函数相关。其中,卵重、卵径与绝对生殖力达显著相关,与相对生殖力则相关极显著,相关关系式分别为:

$$G = 18.4146 + 4.8991 \ln F \quad r = 0.3871$$

$$D = 1.0115 + 0.0811 \ln F \quad r = 0.4218$$

$$G = -27.6379 + 10.9598 \ln F / W \quad r = 0.4683$$

$$D = 0.1607 + 0.1978 \ln F / W \quad r = 0.5565$$

2.5.5 卵子质量与各种指标的复合关系 对可能影响卵子质量的体长、体重、体高、绝对生殖力及成熟系数,用四种函数逐步多元回归。其卵径主要受卵重和成熟系数的影响,回归方程为:

$$D = M^{0.07742} \cdot G^{0.23789} \cdot e^{0.84639} \quad r = 0.9032 \quad r_M = 0.5632 \quad r_G = 0.8086$$

从偏相关系数看,卵径与卵重的关系最密切。而卵重与诸因素回归结果,仅与卵径相关。前述的简单相关分析中,成熟系数与卵重相关极显著,逐步回归分析中却没能进入方

程,说明成熟系数主要影响卵子直径,从而影响卵子的重量。可见,卵子质量主要受成熟系数的影响,尽管鱼体个体生物学指标对卵子质量变化有一定的影响,但这种影响程度很小,性腺成熟的好坏,成熟系数的大小,足以减弱甚至抵消这种影响。

2.6 繁殖习性

2.6.1 生殖群体组成 解剖 437 尾鲂,不能分辨性别 47 尾,雌性 226 尾,雄性 164 尾,雌:雄 = 1:0.73。渔获物中不同年龄组性比不同(表 3),雄性低龄比例高,年龄越大,雄性愈少,雌性比例越高。此外,产卵前后的性比也发生明显变化(表 4)。繁殖季节前,渔获物中雌性比例明显高于雄性;繁殖期间,雄性群体比雌性群体略大,接近 1:1;产卵繁殖后,大量繁殖后的雌性亲鱼进入深水河道,较难捕获,雄性数量明显多于雌性。

表 3 浮桥河水库鲂雌雄个体年龄组成及性比

Tab.3 Age composition and sex ratio of male to female *M. skolkovii* in Fuqiaohe reservoir

		2 龄	3 龄	4 龄	5 龄	6 龄	7 龄	合计
雌性	标本数	23	59	108	30	4	2	226
	百分比	10.2	26.1	7.8	13.3	1.8	0.9	100
雄性	标本数	58	49	49	8			164
	百分比	35.3	29.9	29.9	4.9			100
性比(雌:雄)		1:2.52	1:0.38	1:0.45		1:0.22		1:0.73

可见,鲂雌性以 3⁺龄为主,2⁺和 4⁺龄次之,体长 28—36mm,占雌体总数的 75.1%,体重 0.5—1.0kg,占 73.2%;雄性以 1⁺、2⁺和 3⁺龄较多,高龄少,体长 24—32cm,占 84%,体重 0.5—1.0kg,占 73.2%。

生殖群体的年龄、体长、体重组如图 2、3、4。

表 4 浮桥河水库鲂繁殖前后性比变化情况

Tab.4 Changes of sex ratio before and after the reproduction of *M. skolkovii* in Fuqiaohe reservoir

	雌性	雄性	性比 (雌:雄)
繁殖前群体(5 月份)	34	15	1:0.44
繁殖群体(6 月 8~10 日)	61	66	1:1.08
繁殖后群体(6 月 10~26 日)	15	31	1:2.07

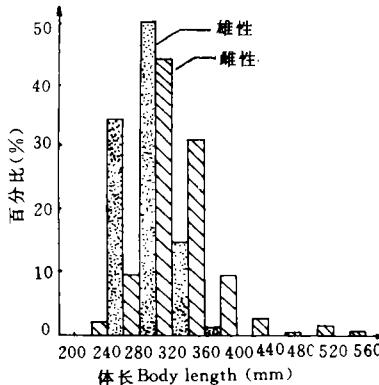


图 2 浮桥河水库鲂生殖群体年龄组成

Fig.2 Age distribution of reproductive population of *M. skolkovii* in Fuqiaohe reservoir

2.6.2 产卵类型 分析 13 尾鲂 IV 至 VI 期卵巢样品卵径分布(图 5),可以发现卵径分布具有明显的两个峰值,即卵巢中有两个类型的卵子。第一类群卵径主要在 0.8—1.4mm,占 78.1%,其卵粒饱满;黄绿色,成熟很好。第二群卵径在 0.35—0.8mm,占 21.9%,卵粒刚开始沉积或半充满卵黄,卵粒略透明或淡黄绿色。产卵后的 VI 期卵巢,第一类群卵子占

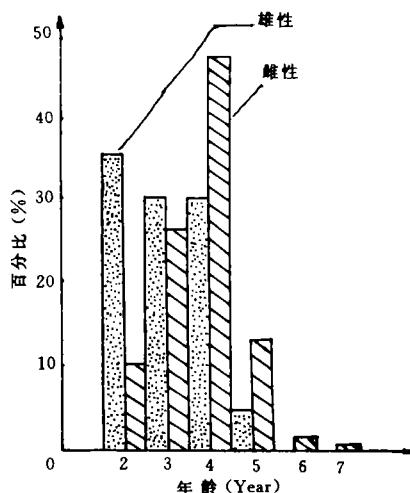


图3 浮桥河水库鲂生殖群体体长组成

Fig.3 Body length distribution of reproductive population of *M. skolkovii* in Fuqiaohe reservoir

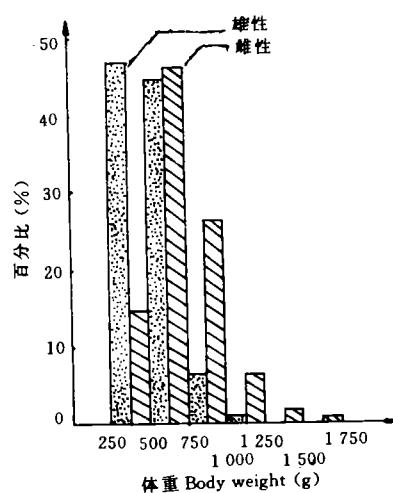


图4 浮桥河水库鲂生殖群体体重组成

Fig.4 Body weight distribution of reproductive population of *M. skolkovii* in Fuqiaohe reservoir

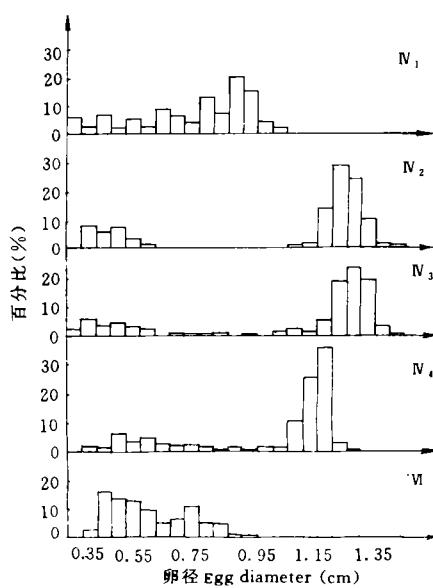


图5 浮桥河水库鲂卵径分布频率

Fig.5 Egg diameter distribution of *Megalobrama skolkovii* in Fuqiaohe reservoir

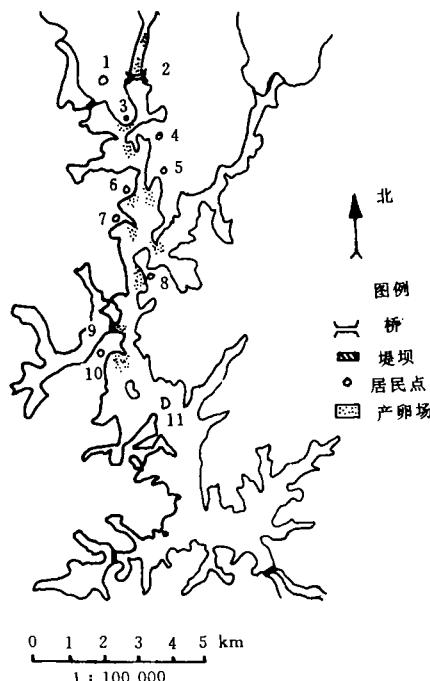


图6 浮桥河水库平面图

Fig.6 The map of Fuqiaohe reservoir

1.林店; 2.林店桥; 3.三义河; 4.上张家湾; 5.张家湾;
6.天埠湾; 7.邓家山; 8.刘寿八; 9.后河库湾; 10.南岗; 11.叶家畈

10%左右，并开始退化吸收，为灰白色或灰黄色，第二类群卵子占80%。IV期早期，卵径分布峰值不明显，两类群卵子没有多大的分化。

从卵径分布特点看，浮桥河水库鲂卵子发育为非同步的分批成熟型，但繁殖季节调查结果为一次产卵型。产卵繁殖后，第二类群卵子虽仍能继续发育，但终因环境条件不适宜而退化吸收。如果在池养条件下，加强产后亲鱼培育，再次催产繁殖应该是可能的。

2.6.3 产卵场及产卵条件 据调查，浮桥河水库鲂产卵场主要分布在南岗以上的河道（图6），经常发现的产卵场有后河口、刘寿八、邓家山、张家湾及天埠湾等。由于各年水文条件的变化，鲂产卵场也不是固定的。1991年，繁殖季节雨量充沛，水位很高，其产卵场主要分布在张家湾以上河段，甚至上溯到林店桥以上。若水量少，水位低，可下移到前河口和叶家畈产卵。鲂产卵场一般在主河道入库洞水区的浅滩，水深2m以内，水底有大量被淹的农作物、陆生高等植物或石砾等。渔民介绍鲂能在静水区网箱附近产卵，这有待证实。鲂的产卵繁殖一般是大雨后1—3d，天气转晴，无风或有较小的南风，河道内有一定来水，水位上涨，水温18—28℃，最适20—26℃。

2.6.4 产卵季节和产卵时间 浮桥河水库鲂4月底绝大部分个体性腺基本发育成熟，遇合适条件即可产卵繁殖。调查中，几次规模较大的产卵繁殖均在5、6月，可见，鲂繁殖季节主要为5—6月。但因鲂个体发育的差异和环境条件的制约，繁殖季节较长，可从4月底延续到7月中旬。鲂产卵主要在傍晚至黎明前后，白天产卵的情况较少。

2.6.5 繁殖习性 3—4月份鲂到浅水区索饵肥育，性腺迅速发育成熟，当环境条件合适时即沿河道上溯集群到产卵场繁殖。产卵时，大量亲鱼集聚在一起，雄鱼急速追逐雌鱼，并不时用头顶撞摩擦雌鱼腹部，追逐激烈时，可见长长的背鳍、尾鳍甚至背部露出水面。排卵时，雄鱼将雌鱼顶翻，侧向产卵受精，经常见到尾鳍甚至身体翻出水面，搅起较大的水花，发出“噼啪”的响声。其卵粘性，受精后随水流分散粘附在水中植物、漂浮物及水底石砾上孵化。

参 考 文 献

- [1] 罗云林. 鲂属鱼类的分类整理. 水生生物学报, 1990, 14(2): 160—165.
- [2] 易伯鲁. 关于鲂(平胸鲂)种类的新资料. 水生生物学集刊, 1955, (2): 15—122.
- [3] 曹文宜. 梁子湖的团头鲂和三角鲂. 水生生物学集刊, 1960(1): 57—82.
- [4] 钱江峰等. 长寿湖水库三角鲂的生物学. 四川水产, 1982, (1): 18—22.
- [5] Мейен В. А. Н вопросу о годовом цикле костистых рыб. изв АН СССР. биол., 1939, (3): 389—420.

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF THE FISH, *MEGALOBRAMA SKOLKOVII*, IN FUQIAOHE RESERVOIR

Huang Daoming, Lin Yongtai, Wan Chengyan and Liu Yuanjun

(Institute of Reservoir Fisheries, Ministry of Water conservancy and The Academy of Sciences, Wuhan 430073)

Abstract

The fish, *Megalobrama skolkovii* reaches its sexual maturity at 3 years old for females and 2 years for males in Fuqiaohe reservoir. In a spawning season the sex can be identified by examining certain secondary sexual characters such as nuptial tubercles of males. The egg development is of an unsynchronous type and eggs when spawned are adherent. The spawning takes places from May to June when water temperature ranges from 18 to 28°C in areas of whirling water in the main river course of the reservoir, and is characteristic of single batch type. A multi-parameter regression analysis shows that the absolute reproduction capacity is positively correlated with body length and body weight, but negatively correlated with egg diameter and body depth. Relative reproduction capacity is only influenced by maturing factor. Egg weight and egg diameters are mainly influenced by maturing factor, and are not correlated to biological indexes of brood fish.

Key words *Megalobrama skolkovii*, Reproductive biology, Spawning.