研究简报

DOI: 10.3724/SP.J.1035.2010.01037

北江间鲹的繁殖生物学

蓝昭军[1] 李 强[1,2] 赵 俊[1] 钟良明[3] 陈龙秀[1]

(1. 华南师范大学生命科学学院, 广东省水产健康安全养殖重点实验室, 广东省高等学校生态与环境科学重点实验室, 广州 510631; 2. 广州大学生命科学学院, 广州 510006; 3. 韶关水产研究所, 韶关 512006)

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *HEMIBARBUS MEDIUS* IN THE BEIJIANG RIVER

LAN Zhao-Jun[1], LI Qiang[1,2], ZHAO Jun[1], ZHONG Liang-Ming[3] and CHEN Long-Xiu[1]

(1. *Key Laboratory for Healthy and Safe Aquaculture of Guangdong Province*, *Key Laboratory of Ecology and Environmental Science in Guangdong Higher Education, School of Life science*, *South China Normal University*, *Guangzhou* 510631, *China*; 2. *College of Life science*, *Guangzhou University*, *Guangzhou* 510006, *China*; 3. *Shaoguan Fisheries Research Institute*, *Shaoguan* 512006, *China*)

关键词: 间鲹; 繁殖生物学; 个体繁殖力; 北江

Key words: *Hemibarbus medius*; Reproductive biology; Individual fecundity; Beijiang River

中图分类号: Q178.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2010)05-1037-06

间鲹(*Hemibarbus medius* Yue, 1995)属鲤形目, 鲤科, 鮈亚科, 鲹属, 为 1995 年报道的一个新种[1]。在此之前, 学者一直将其归为唇鲹[2−5]。间鲹广泛分布于华南及西南部分地区, 如珠江、南盘江、乌江和万泉河等水系[6]。其肉质鲜嫩、营养价值高、产量较大, 一直为产区的重要经济鱼类。北江是珠江流域的第二大水系, 主要位于广东省的中北部, 约在北纬 23°10′—25°31′, 东经 111°55′—114°50′之间, 发源于南岭山地, 全长 572 km(至海), 鱼类资源十分丰富[7]。近三十年来, 北江的渔业资源总体上呈下降趋势, 鱼类组成发生了显著的变化, 间鲹在北江的渔业地位也变得越来越重要。然而, 有关间鲹的繁殖生物学资料迄今未见报道。本文对北江间鲹种群的繁殖生物学进行了研究, 旨在为其资源的合理利用和保护提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样本采集与处理

2007 年 4 月至 2009 年 3 月, 在广东省北江韶关段及英德段等江段用刺网等渔具逐月采集间鲹样本共 640 尾, 测量其体长(L, cm)、体重(W, g)、净体重(W_n, g)和性腺重(W_o, g)等生物学指标。选取鱼体两侧背鳍前部下方、侧线上方的 10 枚左右正常鳞片作为年龄鉴定材料。性腺分期参考叶富良的方法[8], 目测分期, 将间鲹的性腺发育划分为 6 个时期。选取于 2009 年 2 月中旬至 2009 年 3 月初采集, 且卵巢成熟度为Ⅳ期的间鲹雌性个体 64 尾, 用于统计个体繁殖力。

1.2 卵径测量及繁殖力统计

采用卵径频率分布法初步推测间鲹的产卵类型, 随机对两个Ⅳ期卵巢的卵径进行测量, 卵径的测量在 OLYMPUS BX51 显微镜和 OLYMPUS DP70 摄像头下进行, 精确至 0.01 mm。对于性腺成熟度为Ⅳ期的雌性个体, 取卵巢前、中、后各约 0.2 g, 统计卵粒数量, 以重量法计算个体绝对繁殖力。繁殖力的计算公式为 F=样品卵粒数/样品质量×卵巢质量; 体长相对繁殖力 $F_L=F/L$ (粒/cm); 体重相对繁殖力 $F_W=F/W_n$ (粒/g)。成熟系数 $GSI=W_o/W_n\times100\%$。

1.3 数据处理

运用 Statistica 6.0 及 Microsoft excel 2007 软件处理和分析数据。用卡方检验分析性比是否偏离 1∶1。个体繁殖力和各形态学指标的关系以 5 种函数模型(直线、幂、指数、对数、抛物线)进行拟合, 选择 R^2 最大者作为选取型式。

收稿日期: 2009-08-07; 修订日期: 2010-04-25

基金项目: 广东省科技计划项目(2005A20105001, 2006B20701001, 2006B20201002); 广东重大科技兴海(渔)项目(B200601G02)资助

作者简介: 蓝昭军(1984—), 男, 广东阳春人; 硕士研究生; 主要从事淡水鱼类分类与生态学研究。E-mail: lanzhj@163.com

通讯作者: 赵俊(1964—), 男, 教授; E-mail: zhaojun@scnu.edu.cn

2 结 果

2.1 性成熟最小年龄与最小个体

性腺发育达到Ⅳ期的性成熟个体中, 雌、雄个体最小年龄均为 1^+龄, 雌、雄最小个体分别为: 雌鱼体长 13.0 cm, 体重 45.36 g, 成熟系数为 10.59%; 雄鱼体长 12.9 cm, 体重 44.27 g, 成熟系数为 0.62%。在初次性成熟个体中, 雌性(n=6)平均体长(13.47±0.40) cm, 体重(48.58±8.07) g; 雄性(n=3)平均体长(13.23±0.31) cm, 体重(40.70±3.23) g; 两者个体大小没有显著的差异。

2.2 繁殖群体的组成

性比 在 640 尾样本中, 雌鱼 344 尾, 雄鱼 266 尾, 肉眼未能分辨性别的个体 30 尾, 其性比(雌∶雄)为 1.29∶1 (x^2=9.47, P <0.01), 雌鱼数量显著多于雄鱼; 但在 168 尾性成熟个体中, 雌鱼 94 尾, 雄鱼 74 尾, 性比为 1.27∶1 (x^2=1.93, P > 0.05), 两者数量没有显著性差异。

繁殖群体的年龄、体长及体重分布 各龄组两性数量、体长和体重的均值(表 1)。由表 1 可知, 雌性的优势龄组为 4^+龄, 其次为 2^+及 3^+龄; 雄性的优势龄组为 2^+、3^+龄, 其次为 4^+龄。图 1 明示了繁殖群体个体大小的分布特征。由图 1 可知, 繁殖群体的体长主要在 15.0—23.0 cm 之间, 体重在 50.00—200.00 g 之间。

2.3 繁殖季节

图 2 表示了雌鱼(344 尾)和雄鱼(266 尾)成熟系数的月变化。由图 2 中可以看出, 雌性 *GSI* 从 12 月开始上升, 在翌年 2—4 月出现峰值区域, 之后下降, 6—10 月最低; 雄性 *GSI* 从 10 月份开始上升, 在翌年 1—4 月达到峰值区域, 之后下降。由此可知, 间鲹繁殖季节是 2 月初至 4 月底; 此外, 雄鱼比雌鱼提早成熟, 这可能是因为雄性的性腺发育比雌性需要的能量支持少。

表 1 间鲹繁殖群体各年龄组的实测体长与体重

Tab. 1 The situation of standard length and total of in different age groups of spawning population of *H. medius*

性别 Sex	年龄组 Age	样本数 Number	体长 Standard length (cm)		体重 Total weight (g)	
			幅度 Range	均值±标准差 Mean±SD	幅度 Range	均值±标准差 Mean±SD
雌 Female	1^+	6	13.0—14.0	13.47±0.40	35.26—58.11	48.58±8.07
	2^+	19	13.8—20.4	15.76±1.60	47.80—147.26	75.92±23.78
	3^+	16	15.3—21.0	18.32±1.83	62.03—178.65	123.68±37.59
	4^+	34	16.2—23.4	20.89±1.41	95.69—212.62	179.40±31.68
	5^+	11	17.8—23.0	20.97±1.42	118.49—234.87	180.60±42.16
	6^+	8	22.5—27.2	23.77±1.52	259.22—402.30	294.11±49.06
雄 Male	1^+	3	12.9—13.5	13.237±0.31	37.98—44.27	40.70±3.23
	2^+	25	13.8—17.0	15.03±1.06	41.35—95.91	61.96±12.74
	3^+	26	14.5—20.0	17.19±1.82	41.63—139.60	93.43±33.67
	4^+	18	16.4—21.4	19.57±1.29	100.94—194.97	144.82±23.65
	5^+	2	20.3—22.5	21.40±1.56	163.31—214.70	189.01±36.34

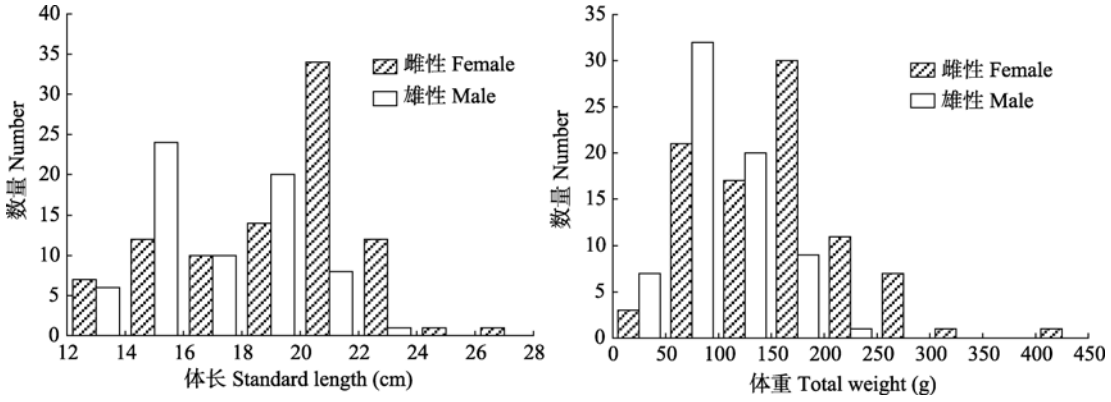


图 1 间鲹繁殖群体体长及体重的组成

Fig. 1 The standard length and total weight distribution of spawning population of *H. medius*

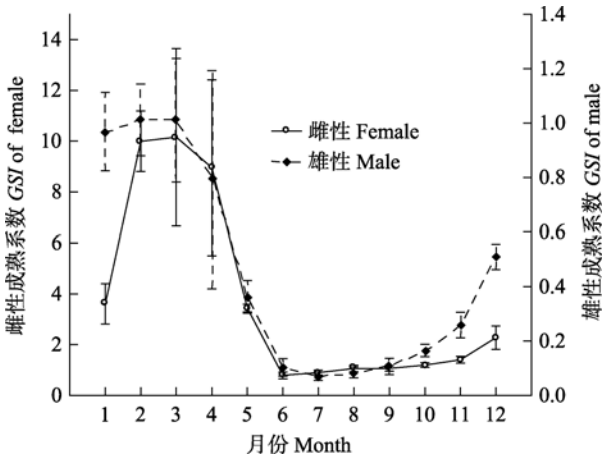


图 2　间鲹雌、雄鱼性成熟系数的周年变化

Fig. 2　Annual changes of gonadosomatic indices of *H. medius*

2.4　产卵类型

图 3 显示了两尾雌鱼(A 和 B)Ⅳ期卵巢的卵径频数分布。雌鱼 A 的卵径有两个峰值，第一个峰值区间约为 0.7—1.3 mm，主要为 3 时相的卵粒，已经沉积卵黄，占全部卵数的 50%以上；第二个峰值区间约为 1.6—1.8 mm，主要为 4 时相的卵粒，占全部卵数的 30%左右。雌鱼 B 的卵径有 3 个峰值，分别为 3 时相、4 时相和 5 时相的卵粒，其中主要为 3 时相和 5 时相的卵粒。卵径分布特征表明间鲹卵子的发育是非同步的，结合雌鱼成熟系数周年变化曲线的特征，可以推测间鲹属于一次分批产卵类型鱼类，即在为期不长的繁殖期内，完成不同批次的产卵[9]。

2.5　个体繁殖力

个体绝对繁殖力(F)在 1803—47482 粒之间，平均为 15962 粒 (n = 64)，体长相对繁殖力(F_L)在 118—2075 粒/cm 之间，平均为 769 粒/cm，体重相对繁殖力(F_W)在 30—192 粒/g 之间，平均为 96 粒/g。各龄组繁殖力的范围、均值及其对繁殖的贡献率(表 2)。由表 2 可知，3^+及 4^+龄鱼对种群繁殖的贡献较高。

个体繁殖力分别与体长、体重和年龄的回归关系(表 3)。个体绝对繁殖力及体长相对繁殖力均与体长、体重及年龄呈幂函数相关；体重相对繁殖力与体长、体重呈幂函数相关，与年龄的相关性不显著。

3　讨　论

3.1　间鲹的产卵类型及繁殖力统计样本的采集时间

卵径分布的特点及成熟系数变化的特征初步表明间鲹为一次分批产卵鱼类。顾若波等用池塘回养及卵径频率分布等方法，对太湖花鲹的产卵类型进行研究后表明，太

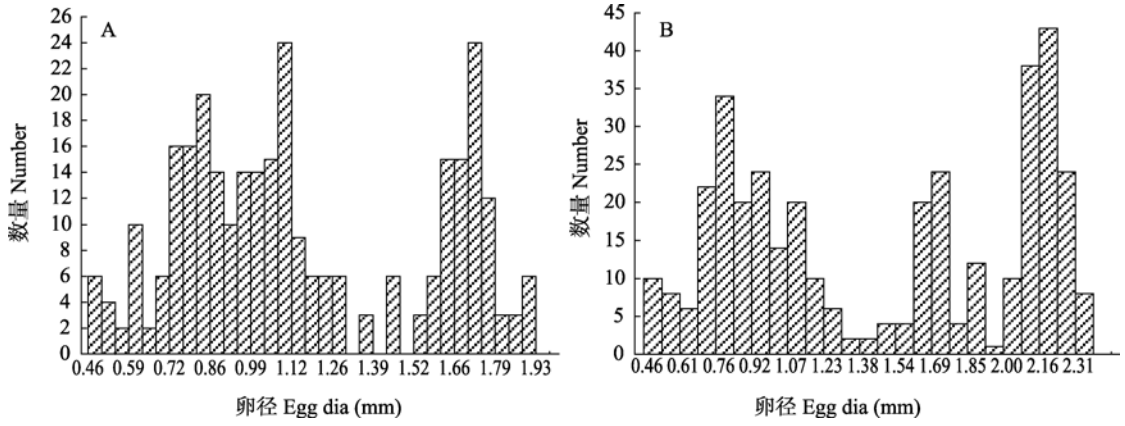


图 3　两尾间鲹Ⅳ期卵巢(A, B)的卵径分布

Fig. 3　The size distribution of eggs in two Ⅳ maturity stage ovaries (A, B) of *H. medius*

表 2　各龄组雌鱼绝对繁殖力及其对繁殖的贡献率

Tab. 2　The fecundity and contribution to the reproduction of diffident age groups

年龄/龄 Age	个体数/尾 Number	绝对繁殖力/粒 范围 Range	绝对繁殖力/粒 均值±标准差(Mean±SD)	总繁殖力 Total fecundity	贡献率 Proportion (%)
1^+	6	2 300—8 722	3 490±2 579	20 946	2.05
2^+	8	1 803—13 838	5 345±4 669	42 758	4.19
3^+	16	7 727—26 575	15 840±5 444	253 434	24.81
4^+	23	6 550—40 138	18 016±8 090	414 364	40.56
5^+	7	16 040—25 945	21 879±5 444	131 271	12.85
6^+	4	18 985—47 483	31 760±13 486	158 801	15.54
总计	64	1 803—47 483	15 962±10 029	1 021 574	100.00

表 3 个体繁殖力与体长、体重和年龄的关系

Tab. 3 Relationships between individual fecundity and standard length, total weight or age, respectively

指标 Index	个体繁殖力 Individual fecundity		
	F(粒)	F_L(粒/cm)	F_W(粒/g)
体长 Standard length (cm)	$F= 0.039L^{4.274}$ $R^2 = 0.742$, $P<0.001$	$F_L = 0.039\ L^{3.274}$ $R^2 = 0.628$, $P<0.001$	$F_W = 1.695\ L^{1.333}$ $R^2 = 0.244$, $P<0.01$
体重 Total weight (g)	$F = 10.030W^{1.439}$ $R^2 = 0.777$, $P<0.001$	$F_L = 2.509\ W^{1.120}$ $R^2 = 0.679$, $P<0.001$	$F_W = 10.030\ W^{0.439}$ $R^2 = 0.245$, $P<0.01$
年龄 Age (y)	$F = 2\ 561.000t^{1.362}$ $R^2 = 0.601$, $P<0.001$	$F_L = 190.800\ t^{1.057}$ $R^2 = 0.519$, $P<0.001$	$0.01<P<0.05$

湖的花鳙为一次分批产卵类型[9]。在为期不长的繁殖季节内，花鳙的卵分两批产出。在第一批成熟的卵排出后，卵巢重复进入Ⅱ期，约经几天迅速的发育就进入 IV 期末，并迅速发育到 V 期，进行第二批产卵。在这一点上，北江的间鳙与太湖的花鳙较为相似。

对于分批产卵的鱼类来说，在一个繁殖季节能够产出的卵，一般应该是生长期在 3 时相以上的[10]。因此，一般来说，计数卵巢中 3 时相以上卵粒的数量，也就是计算其单个繁殖季节的绝对繁殖力。由于鱼类性腺发育往往会受到气候、水质等条件的影响，所以种群中绝大多数雌性个体卵巢发育成熟的具体时间是会发生变化的。因此，对于分批产卵鱼类，如要计数其繁殖季节的繁殖力，应根据当年种群性腺发育的情况，选择在种群中绝大多数达性成熟年龄的雌性个体卵巢发育到 IV 期且尚未产卵的时间段采集样本。2008 年 4 月，在解剖的性成熟雌性个体中，发现某些Ⅲ期或者Ⅳ期的卵巢中同时有相当一部分 5 时相的卵粒，或发现某些较大的个体在解剖时的怀卵量甚少，推测这些为已经产过一批甚至几批卵的个体。因此，这些雌性个体不适合用于计算间鳙整个繁殖季节的繁殖力。根据 2008 年 5 月至 2009 年 4 月对北江间鳙性腺发育的观察，我们选取在 2009 年 2 月中旬至 3 月上旬随机采集的雌性性成熟样本，用于繁殖力的统计。

3.2 与花鳙繁殖特征的对比

繁殖特征的差异主要是由遗传特性决定的，也受到环境的影响。间鳙主要分布于我国南部及西南部，其繁殖生态特征受到环境及气候的影响，与同属的鱼类相比，发生了一定程度的分化(表 4)。间鳙最小的性成熟年龄为 1^+ 龄，而太湖的花鳙为 2^+龄；太湖花鳙的繁殖期为 4—5 月份，武昌南湖的花鳙为 4 月份，而间鳙的为 2—4 月份，比花鳙早且长；间鳙的绝对繁殖力与相对繁殖力均比武昌南湖的花鳙小，这表明间鳙的繁殖策略与花鳙有所不同。与花鳙繁殖特征上的差异，反映了间鳙对环境和气候的适应。

表 4 间鳙与花鳙繁殖生态特征的对比

Tab. 4 Aspects about reproductive ecology between *H.medius* and *H.maculates*

项目 Items		花鳙 *H. maculates*				间鳙 *H. medius*	
		太湖 Lake Taihu		武昌南湖 South lake Wuchang		北江 Beijiang River	
		♀	♂	♀	♂	♀	♂
初次性成熟年龄(龄)Age of first time mature		2^+	2^+	1^+	1^+	1^+	1^+
最小成熟体长 The minimum body-length of the matured (cm)		13.90	13.45	14.5	12.5	13.0	12.9
最小成熟体重 The minimum body-weight of the matured (g)		29.5	32.2	61	48	45.36	44.47
绝对繁殖力 The absolute fecundity F (eggs)	范围 Range	3802—27230		4985—102850		1803—47482	
	平均 Average	11653*		43844		15962	
体重相对繁殖力 The relative fecundity of standard length (eggs/g)	范围 Range	42.929—205.667		66—203		30—192	
	平均 Average	121.537*		136		96	
体长相对繁殖力 The relative fecundity of standard length (eggs/cm)	范围 Range	—		312—3 286		118—2 055	
	平均 Average	—		1 728		762	
繁殖群体性比(♀: ♂) Sex ratio of the reproductive population		1: 1.06(1964) 1: 1.76 (1982)		1: 2.56		1.27: 1	
繁殖季节 Spawning season (month)		4、5		4		2—4	
数据来源 Data resource		[11]		[12, 13]		本文 This paper	

注: * 根据文献[11]中数据计算而得

Note: * Calculated according to the data of literature [11]

3.3 个体繁殖力与生物学指标的关系

鱼体个体繁殖力不仅与外界环境条件、营养状况、鱼的本质特性有关，还与生物学指标存在显著性相关[14]。本研究也表明，间鲹的 F、F_L 和 F_W 均与体长、体重等密切相关。

鱼类个体绝对繁殖力与鱼体生物学指标的关系，在不同的鱼类中往往表现出不同的形式。有的鱼类个体绝对繁殖力与体长呈幂函数相关，而与体重呈直线相关，如大眼鳜(*Siniperca kneri*)[15]、香鱼(*P1ecoglossus dtivelis*)[16]和宽体舌鳎(*Cynoglossus robutus*)[17]等；或与体长、体重均呈直线相关，如厚颌鲂(*Megalobrama pellegrini*)[18]、鲶(*Silurus asotus*)[19]、鲂(*Megalobrama skolkovii*)[20]和 *squalus acanthias*[21]等；还有与鱼的体长、体重均呈幂函数相关，如白斑狗鱼(*Esox lucius*)[22]和 *Pomoxis nigro-maculatus*[23]等。本文用多种相关式探讨了间鲹个体繁殖力与各个生物学指标的关系，发现间鲹的 F、F_L 和 F_W 均与体长、体重等呈幂函数相关。

依据个体繁殖力与鱼体生物学指标的关系，可以快速地估算鱼类个体繁殖力并预测种群的繁殖能力，对指导渔业生产有重要的作用[14]。北江间鲹的 F 和 F_L 与体长和体重的相关度均高于年龄，F 与它们的关系又比 F_L 密切。因此，适宜用体长或体重估算间鲹的绝对繁殖力和预测种群繁殖力。

参考文献:

[1] Yue P Q. A revision of the cyprinid fishes of the genus *Hemibarbus* in China [J]. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 1995, **20**(1): 116—123 [乐佩琪. 鲹属鱼类的分类整理(鲤形目: 鲤科). 动物分类学报, 1995, **20**(1): 116—123]

[2] Luo Y L, Yue P Q, Chen Y Y. Gobioninae. [A]. In: Wu X W. The Crprinoid Fishes of China（Ⅱ) [M]. Shanghai: Shanghai People's Press. 1977, 439—537 [罗云林, 乐佩琦, 陈宜瑜. 鮈亚科. 见: 伍献文. 中国鲤科鱼类志(下卷). 上海: 上海人民出版社. 1977, 439—537]

[3] The Fishery Research Institute of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Institute of Zoology of Chinese Academy of Sciences. The Freshwater Fishes of Guangxi Zhuang Autonomous Region of China [M]. Naning: Guangxi People's Publishing House. 1981, 112—113 [广西壮族自治区水产研究所, 中国科学院动物研究所. 广西淡水鱼类志. 南宁: 广西人民出版社. 1981, 112—113]

[4] Pearl River Fishery Research Institute of Chinese Academy of Fishery Science, Shanghai Fisheries University, East China Sea Fishery Research Institute of Chinese Academy of Fishery Science, *et al*. The Freshwater and Estuary Fishes of Hainan Island [M]. Guangzhou: Guangdong Science Press. 1986, 93—94 [中国水产科学院珠江水产研究所, 上海水产大学, 中国水产科学院东海水产研究所, 等. 海南岛淡水及河口鱼类志. 广州: 广东科技出版社. 1986, 93—94]

[5] Pan J H, Zhong L, Zheng C Y, *et al*. The freshwater fishes of Guangdong province [M]. Guangzhou: Guangdong Science Press. 1991, 187—189 [潘炯华, 钟麟, 郑慈英, 等. 广东淡水鱼类志. 广州: 广东科技出版社. 1991, 187—189]

[6] Chen Y Y. Fauna Sinica Osteichthyes Cypriniformes Ⅱ[M]. Beijing: Science Press. 1998, 239—241 [陈宜瑜. 中国动物志 硬骨鱼纲 鲤形目(中卷). 北京: 科学出版社. 1998, 239—241]

[7] Pan J H. Fishes and Fishery Resources of the Beijiang River in Pearl River System [M]. Guangzhou: Guangdong Science Press. 1987, 1—2 [潘炯华. 珠江水系北江渔业资源. 广州: 广东科技出版社. 1987, 1—2]

[8] Ye F L, Zhang J D. Fish Ecology [M]. Guangdong: Guangdong Higher Education Press, 2002, 80—81 [叶富良, 张健东. 鱼类生态学. 广州: 广东高等教育出版社. 2002, 80—81]

[9] Gu R B, Xu G C,Wen H B. The Type of Spawning and Body Composition between Pre-and Post-spawning of *Hemibarbus maculates* in Taihu Lake [J]. *Journal of Yangtze University* (Nat Sci Edit), 2008, **5**(1): 35—38 [顾若波, 徐刚春, 闻海波. 太湖花鲹产卵类型的确定及繁殖前后鱼体成分的变化. 长江大学学报(自然科学版), 2008, **5**(1): 35—38]

[10] Yin M C. Fish Ecology [M]. Beijing: Chinese Agriculture Press. 1995, 123—127 [殷名称. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社. 1995, 123—127]

[11] Miao X Z, Yin M C. A study on the biology of spotted-carp (*Hemibarbus Maculatus* Bleeker) in Tai Hu [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1983, **7**(1): 31—44 [缪学祖, 殷名称. 太湖花鲹生物学研究. 水产学报, 1983, **7**(1): 31—44]

[12] Gong S Y, Li D X. Studies on the characters on the reproduction of the *Hemibarbus Maculatus* in the South Lake Wuchang [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 1988, **7**(2): 182—185 [龚世园, 李道霞. 武昌南湖花鲹繁殖特性的调查研究. 华中农业大学学报, 1988, **7**(2): 182—185]

[13] Gong S Y, Ku Y M, Liang K X. A Study of individual fecundity of the *Hemibarbus Maculatus* (Bleeker) in the South Lake Wuchang [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 1990, **9**(2): 204—208 [龚世园, 库夭梅, 梁开学. 武昌南湖花鲹个体繁殖力的研究. 华中农业大学学报, 1990, **9**(2): 204—208]

[14] Wang Y D, Xiong B X, Ma X F, *et al*. Fecundity of *Culter Dabryi* in Daoguanhe Reservoir, Wuhan, China [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2007, **38**(2): 180—186 [王银东, 熊邦喜, 马徐发, 等. 湖北道观河水库青梢鲌

(*Culter dabryi*)个体繁殖力. 海洋与湖沼, 2007, **38**(2): 180—186]

[15] Wang G J, Xie J, Pang S X, *et al*. Reproductive biology of *Siniperca kneri* in Pearl River water system [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2006, **30**(1): 50—55 [王广军, 谢骏, 庞世勋, 等. 珠江水系大眼鳜的繁殖生物学. 水产学报, 2006, **30**(1): 50—55]

[16] Cao K J, Li M Y. Studies on the reproductive biology of the A Yu in Fuxi Stream, Zhengjiang [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1982, **6**(2): 107—118 [曹克驹, 李明云. 凫溪香鱼繁殖生物学的研究. 水产学报, 1982, **6**(2): 107—118]

[17] Ni H E. Individual fecundity of *Cvnoglossus robustus* from the East China Sea [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2000, **24**(4): 319—323 [倪海儿. 东海宽体舌鳎的个体繁殖力. 水产学报, 2000, **24**(4): 319—323]

[18] Li W J, Wang J W, Xie C X, *et al*. Reproductive biology and spawning habitats of *Megalobrama pellegrini*,an endemic fish in upper-reaches of Yangtze River basin [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, **27**(5): 1917—1925 [李文静, 王剑伟, 谢从新, 等. 厚颌鲂(*Megalobrama pellegrini*)的繁殖生物学特征. 生态学报, 2007, **27**(5): 1917—1925]

[19] Wei G, Huang L. Studies on the Reproductive Biology of *Silurus asotus* [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1997, **21**(3): 225—232 [魏刚, 黄林. 鲶繁殖生物学的研究. 水产学报, 1997, **21**(3): 225—232]

[20] Huang D M, Lin Y T, Wan C Y, *et al*. Reproductive Biology of the Fish, *Megalobrama skolkovii*, in Fuqiaohe Reservoir [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1997, **21**(1): 15—22 [黄道明, 林永泰, 万成炎, 等. 浮桥河水库鲂繁殖生物学的研究. 水生生物学报, 1997, **21**(1): 15—22]

[21] Avsar D. Age, growth, reproduction and feeding of the spur-dog (*squalus acanthias* Linnaeus, 1758) in the south-eastern Black Sea [J]. *Estuar Coast Shelf Sci*, 2001, **52**(2): 269—278

[22] Zhang G R, Du J S, Yan A S, *et al*. Individual Fecundity of *Esox lucius* Linnaeus in the Ertixche River [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2004, **23**(6): 335—337 [张桂蓉, 杜劲松, 严安生, 等. 额尔齐斯河白斑狗鱼的个体繁殖力. 华中农业大学学报, 2004, **23**(6): 335—337]

[23] Steve C B, Roy C H. Individual and relative fecundity of Black Crappie (*Pomoxis nigromaculatus*) in Baldwin Cooling Pond [J]. *Transaction of the Illinois State Academy of Science*, 1994, **87**(3): 145—150