

广东北江马口鱼个体生殖力研究

李强¹, 蓝昭军², 赵俊², 陈龙秀², 钟良明³, 易祖盛¹, 舒琰¹, 李海燕¹

(1. 广州大学生命科学学院, 广州 510006; 2. 华南师范大学生命科学学院, 广州 510631;

3. 韶关市水产研究所, 广东韶关 512000)

摘要: 于 2009 年 3、4 月, 从北江中随机采集成熟度为 IV 期的马口鱼雌性个体 55 尾, 测量体长 (L)、体重 (W)、净体重 (W_n) 和性腺重 (W_o) 等形态学指标, 并用鳞片鉴定年龄, 用重量法计数绝对生殖力 (F), 计算出体长相对生殖力 (F_L)、体重相对生殖力 (F_W)、成熟系数 (GSI) 和丰满度 (K), 并用 5 种数学模型及多元逐步回归方程拟合了马口鱼绝对生殖力与生物学指标的关系。结果表明, 用于统计生殖力的马口鱼样本由 1⁺ ~ 3⁺ 龄 3 个龄组组成; 绝对生殖力在 1486.29 ~ 12 025.78 粒之间, 平均为 4842.42 粒; 体长相对生殖力在 163.33 ~ 856.27 粒/cm 之间, 平均为 437.30 粒/cm; 体重相对生殖力在 99.77 ~ 470.27 粒/g 之间, 平均为 207.29 粒/g。绝对生殖力与体长、体重、净体重、性腺重、年龄呈抛物线相关, 与成熟系数呈幂函数相关, 与丰满度的关系不显著。多元逐步回归分析表明, 绝对生殖力与体重和成熟系数密切相关, 相关式为: $F = -312.129 + 137.765W + 108.715GSI$ ($R^2 = 0.719, n = 55, F = 57.089, P < 0.001$)。

关键词: 马口鱼; 个体生殖力; 生物学指标; 北江

中国分类号: Q959.4; Q492 文献标识码: A 文章编号: 1000-7083(2010)03-0440-06

Study on Individual Fecundity of *Opsariichthys bidens* of the Beijiang River in Guangdong Province

LI Qiang¹, LAN Zhao-jun², ZHAO Jun², CHEN Long-xiu², ZHONG Liang-ming³,

YI Zu-sheng¹, SHU Hu¹, LI Hai-yan¹

(1. School of Life Sciences, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China; 2. School of Life Sciences, South China Normal University, Guangzhou 510631, China; 3. Shaoguan Fisheries Research Institute, Shaoguan, Guangdong Province 512000, China)

Abstract: The individual fecundity of *Opsariichthys bidens*, which were collected in March and April 2009 in the Beijiang River, were studied. The results are summarized as follows. The absolute fecundity of *Opsariichthys bidens*, varies from 1486.29 to 12 025.78 (average 4842.42) eggs. The relative fecundity of body length ranges from 163.33 to 856.27 (average 437.30) eggs/cm. The fecundity of body weight ranges from 99.77 to 470.27 (average 207.29) eggs/g. The relationship between the absolute fecundity and body length (L), body weight (W), net body weight (W_n), ovary weight (W_o), and age (t) could be described by a quadratic equation, and the relationship between the absolute fecundity and gonadosomatic indices (GSI), can be regressed by an exponential equation. The absolute fecundity has no obvious relationship with fullness (K). Multi-stepwise regressive analyses show that the absolute fecundity is significantly related with both body weight (W) and gonadosomatic indices (GSI), and the regression equation is $F = -312.129 + 137.765W + 108.715GSI$ ($R^2 = 0.719, n = 55, F = 57.089, P < 0.001$).

Key words: *Opsariichthys bidens*; individual fecundity; biological indices; Beijiang River

北江是珠江流域的第二大水系, 位于广东省的中北部, 流域面积约 46 480 km², 流域内淡水鱼类资源十分丰富 (潘炯华, 1987)。马口鱼 *Opsariichthys bidens* 属鲤形目鲤科鲮亚科 (陈宜瑜, 1998), 广泛分布于我国从黑龙江至海南岛、元江的东部各河流干、

支流。马口鱼属小型凶猛鱼类, 多生活于山涧溪流中, 尤其是在水流较急的浅滩、底质为砂石的小溪或江河支流中。北江中上游及其支流多急流, 极适合马口鱼的生长繁殖, 因此马口鱼是北江中上游丘陵、山区的主要经济鱼类。有关马口鱼研究近年来主要

收稿日期: 2009-08-05 接受日期: 2009-10-13 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); 广州大学创新团队项目 (1001-1012)

作者简介: 李强 (1983 ~), 男, 硕士, 助理实验师, E-mail: lq512328@163.com

集中于系统分类、亲缘地理、细胞遗传、人工繁殖和养殖等方面(陈宜瑜,1982;李渝成等,1987;Perdices *et al.*,2005;Frank,2006;Frank *et al.*,2006;Wang *et al.*,2007;姜景田,2009),生物学方面也曾有一些报道(金柏等,1985;苏家勋等,1993;姜志强等,1995;李强等,2007),但有关其个体生殖力报道主要集中于水库种群(金柏等,1985;苏家勋等,1993;姜志强等,1995),而对江河种群有关研究未见报道。北江的马口鱼对维持江河鱼类的生态平衡有着重要的意义。本文对北江马口鱼的个体生殖力及其与各生物学指标的关系进行了系统地研究,以期为合理利用和保护马口鱼的渔业资源提供一些基础的资料。

1 材料与方法

1.1 样本的采集

2009年3、4月,从北江流域的韶关、黎市等地随机采集马口鱼样本188尾。从中选取卵巢成熟度为IV期的雌性个体55尾,作为个体生殖力的统计样本。用鳞片鉴定年龄(李强,2007)。

1.2 观察和测量

测量样本的体长(L)、体重(W)、净体重(W_n)和性腺重(W_o)等形态学指标。以重量法计算绝对生殖力(F =样品卵粒数/样品重 \times 卵巢重)(殷名称,1995),体长相对生殖力(F_L)=绝对生殖力(F)/体长(L),体重相对生殖力(F_w)=绝对生殖力(F)/净体重(W_n)。卵径的测量在Olympus BX51显微镜

和Olympus DP70摄像头下进行,精确到0.01 mm。

使用的符号及单位:体长(L ,cm),体重(W ,g),净体重(W_n ,g);体长相对生殖力($F_L = F/L$,粒/cm);体重相对生殖力($F_w = F/W_n$,粒/g);成熟系数($GSI = \text{性腺重 } W_o/W_n \times 100$);年龄($t/\text{龄}$);标本数($n/\text{尾}$);丰满度[$K = (W_n/L^3) \times 100$,g/cm⁻³]。

1.3 数据处理

对实测数据运用Microsoft Excel、SPSS 11.5和Statistica 6.0软件处理,个体生殖力和各形态学指标的关系用5种数学模型(直线、幂、指数、对数、抛物线)和多元逐步回归方程进行拟合。以5种数学模型拟合时,以决定系数(R^2)最大者作为选取型式。

2 结果

2.1 马口鱼生物学指标和个体生殖力

在实测的188尾标本中,马口鱼雌性最小性成熟年龄为1⁺龄,雌鱼体长8.0~10.9 cm,平均为9.61 cm,体重11.98~31.62 g,平均为20.68 g;雄鱼体长9.8~10.7 cm,平均为10.4 cm,体重21.80~29.95 g,平均为26.32 g,雄鱼大于雌鱼。用于测定生殖力的55尾样本由3个年龄组组成,主要为1⁺、2⁺龄组,各龄组的生物学指标见表1。个体绝对生殖力(F)在1486.29~12025.78粒之间,平均为4842.42粒,体长相对生殖力(F_L)在163.33~856.27粒/cm,平均为437.30粒/cm,体重相对生殖力(F_w)99.77~470.27粒/g之间,平均为207.29

表1 马口鱼生物学指标和个体生殖力
Table 1 The biological indices and individual fecundity of *Opsariichthys bidens*

		年龄/Age (n)		
		1 ⁺ (21)	2 ⁺ (22)	3 ⁺ (12)
体长(L)/(cm)	均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)	9.61 \pm 0.90	10.86 \pm 1.24	12.59 \pm 0.98
	范围(Range)	8.0~10.9	8.5~12.6	11.5~14.9
体重(W)/(g)	均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)	20.68 \pm 5.415	30.06 \pm 9.194	44.06 \pm 13.581
	范围(Range)	11.98~31.62	16.11~48.47	32.73~72.52
净体重(W_n)/(g)	均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)	17.02 \pm 4.50	23.86 \pm 6.68	36.14 \pm 10.72
	范围(Range)	10.00~26.86	12.78~35.83	26.46~61.09
性腺重(W_o)/(g)	均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)	1.39 \pm 0.79	2.77 \pm 1.56	3.90 \pm 1.97
	范围(Range)	0.44~3.08	0.69~6.16	1.30~7.28
成熟系数(GSI)	均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)	8.07 \pm 3.83	11.38 \pm 4.72	10.79 \pm 4.84
	范围(Range)	2.87~16.13	3.20~20.01	4.91~22.45
丰满度(K)	均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)	1.88 \pm 0.18	1.83 \pm 0.17	1.77 \pm 0.13
	范围(Range)	1.65~2.29	1.51~2.21	1.59~2.09
绝对生殖力(F)/粒	均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)	3688.14 \pm 1520.36	4856.08 \pm 2065.72	6837.38 \pm 2599.31
	范围(Range)	1486.29~7777.00	1967.17~10789.06	2893.39~12025.78
体长相对生殖力(F_L)/(粒/cm)	均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)	381.45 \pm 148.54	437.09 \pm 147.20	535.45 \pm 171.93
	范围(Range)	163.33~740.67	213.82~856.27	239.12~807.10
体重相对生殖力(F_w)/(粒/g)	均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)	224.44 \pm 95.94	201.17 \pm 44.84	188.49 \pm 46.29
	范围(Range)	99.77~470.27	123.34~301.12	100.997~280.60

粒/g。将 3 个年龄组的个体生殖力进行单因素方差分析,结果表明:马口鱼各龄组之间的绝对生殖力 (F) 和体长相对生殖力 (F_L) 差异显著 ($F = 9.370, P < 0.001; F = 3.85, P < 0.05$), 随着年龄的增加而升高;各龄组之间的体重相对生殖力 (F_W) 差异不显著 ($F = 1.169, P > 0.05$)。

2.2 个体绝对生殖力与各生物学指标的关系

为了分析绝对生殖力与各生物学指标的关系,

将 55 尾样本的绝对生殖力 (F) 与体长 (L)、体重 (W)、净体重 (W_n)、年龄 (t)、性腺重 (W_o)、成熟系数 (GSI)、肥满度 (K) 等 7 个生物学指标分别用 5 种数学模型进行拟合,选取拟合度最好的函数关系 ($P < 0.01$) 作为绝对生殖力与该生物学指标的回归方程。各相关回归方程见表 2, 绝对生殖力与各指标的回归图见图 1。

表 2 绝对生殖力与各单一生物学指标的回归方程
Table 2 Regressive equation between absolute fecundity and signal biological index

生物学指标	回归方程	R^2	n	F	P
体长 (L)	$F = 170.911L^2 - 2606.8L + 12707.3$	0.612	55	41.03	<0.001
体重 (W)	$F = 0.4412W^2 + 117.482W + 918.998$	0.679	55	54.92	<0.001
净体重 (W_n)	$F = 0.5442W_n^2 + 148.07W_n + 934.512$	0.621	55	42.55	<0.001
年龄 (t)	$F = 406.6t^2 - 865.4t + 3792$	0.265	55	9.37	<0.001
性腺重 (W_o)	$F = -38.867W_o^2 + 1284.91W_o + 2000.16$	0.577	55	35.45	<0.001
成熟系数 (GSI)	$F = 1701.86GSI^{0.4038}$	0.224	55	15.32	<0.001
肥满度 (K)		0.07	55	3.98	>0.05

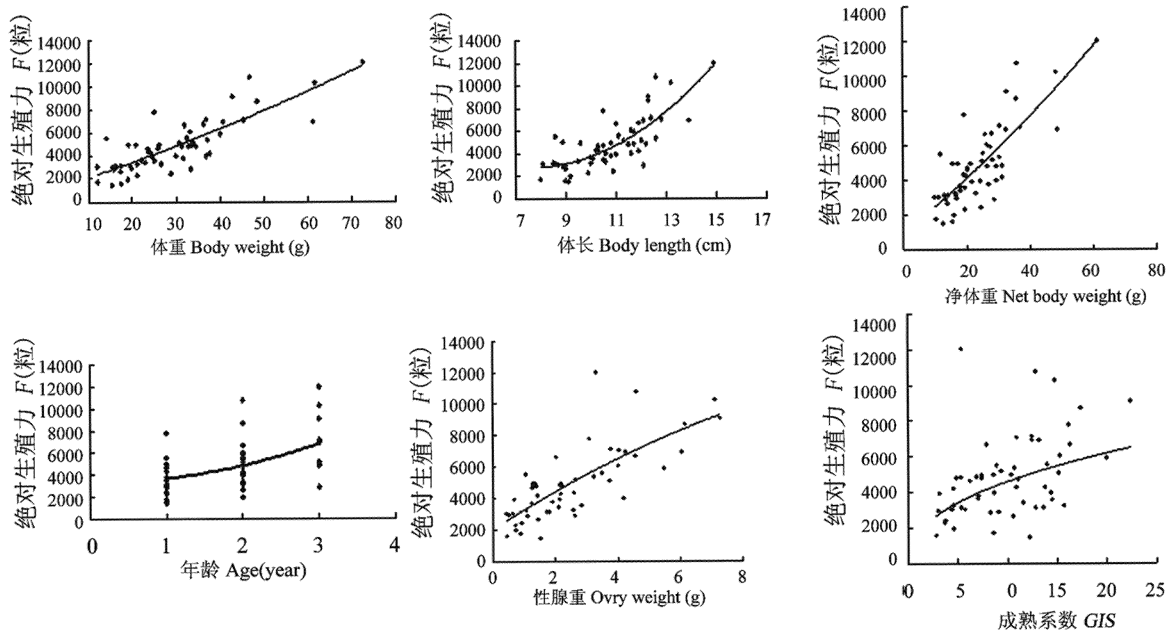


图 1 绝对生殖力与单一生物学指标的关系
Fig. 1 Relationship between absolute fecundity and signal biological index

2.3 个体绝对生殖力与生物学指标的多元回归分析

利用 SPSS11.5 软件对 55 尾样本的绝对生殖力 (F) 分别与体长 (L)、体重 (W)、净体重 (W_n)、年龄 (t)、性腺重 (W_o)、成熟系数 (GSI)、肥满度 (K) 等 7 个生物学指标进行多元逐步回归分析,以了解绝对生殖力 (F) 与生物学指标的多元参数关系,绝对生殖力 (F) 与各生物学指标的回归方程为:

$$F = 9858.769 - 775.517L + 218.805W + 22.111W_n + 7.182W_o + 92.363GSI - 2180.406K - 323.063t$$

$$(R^2 = 0.739, n = 55, F = 19.047, P < 0.001)$$

利用 SPSS 11.5 软件对绝对生殖力 (F) 与各生物学指标进行多元逐步回归分析,得最优逐步回归方程为:

$$F = -312.129 + 137.765W + 108.715 GSI$$

($R^2 = 0.719, n = 55, F = 57.089, P < 0.001$)

绝对生殖力(F)与各生物学指标的逐步回归方程参选的指标中体重和成熟系数入选,说明绝对生殖力(F)与这两个指标密切相关,且均与绝对生殖力(F)呈正相关。

2.4 卵径分布及产卵类型

分析马口鱼的产卵类型,分别随机测量了Ⅲ期(293粒)和Ⅳ期卵巢(143粒)的卵径,并作卵径分布图(图2)。可以看出,在Ⅲ期卵巢只有一个卵径群,而在Ⅳ期卵巢则有两个卵径群。卵径分布频率表明,在卵巢中先有一部分卵子从第3时相发育到第4时相,其余卵子仍然停留在第3时相。由此可初步推测,马口鱼为分批产卵鱼类,一年约产卵2~3次。

3 讨论

3.1 生殖力及其繁殖策略

生殖力是物种或种群对环境的适应特征,研究鱼类的生殖力是正确估测种群数量变动的基础(殷名称,1995)。鱼类个体生殖力种间变异极大。生殖力最大的约3亿卵,如翻车鲀 *Mola mola*,而少的仅几粒或几十粒,如许多软骨鱼类。在本研究中马口鱼的绝对生殖力在1486.29粒~12025.78粒之间,平均为4842.42粒;体长相对生殖力 F_L 在163.33粒·cm⁻¹~856.27粒·cm⁻¹之间,平均为437.30粒·cm⁻¹;体重相对生殖力 F_w 在99.77粒·g⁻¹~470.27粒·g⁻¹之间,平均为207.29粒·g⁻¹。与同

为北江中的其他鱼类相比(表3),马口鱼的个体生殖力较高,这既是种的特性,也是与它生活的环境长期适应的结果,其繁殖策略是通过产下大量的卵来抵御多变的环境压力(如凶猛鱼类的捕食和生活环境的变迁等),以维持其种族在北江中的延续。

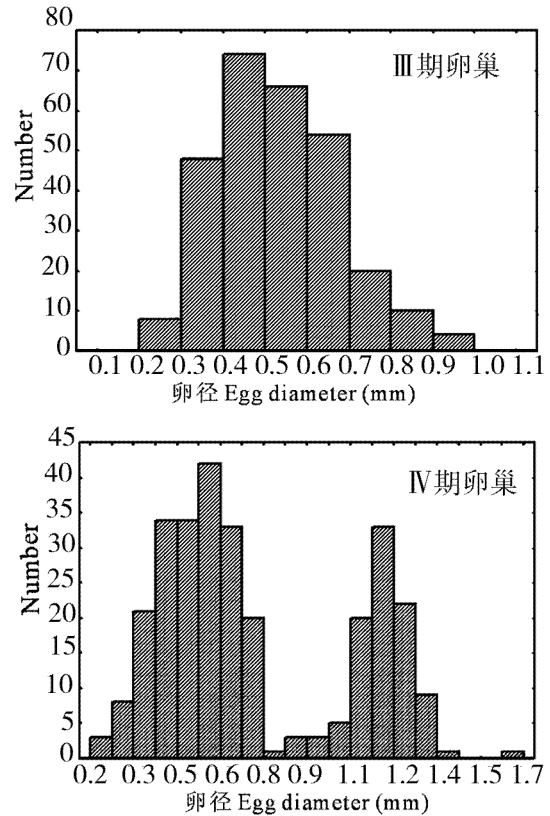


图2 Ⅲ期和Ⅳ期卵巢的卵径分布
Fig.2 The distribution of eggs diameter in Ⅲ and Ⅳ maturity stage ovaries

表3 北江6种鱼类繁殖力
Table 3 The individual fecundity of six species in the Beijiang river

个体生殖力	马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i> (本研究)	南方拟鲮 <i>Pseudohemiculter dispar</i> (待发表)	间鲮 <i>Hemibarbus medius</i> (待发表)	蛇鮈 <i>Saurogobio dabryi</i> (待发表)	侧条光唇鱼 <i>Acrossocheilus parallens</i> (待发表)	宽鳍鱲 <i>Zacco platypus</i> (待发表)
标本数(n)	55	32	64	40	73	50
平均(Average)	4 842.42	5 386.70	15 962.31	1 999.35	3 302.66	388.66
绝对生殖力 F (eggs)	范围(Range) 1 486.29 ~ 12 025.78	1 635.65 ~ 8 579.45	1 803.63 ~ 47 482.50	327 ~ 11 089.44	578.11 ~ 12 621.00	157 ~ 757
体重相对生殖力 F_w (eggs/g)	平均(Average) 207.29	180.37	96.49	145.99	87.47	46.46
范围(Range)	99.77 ~ 470.27	134.26 ~ 234.81	30.99 ~ 192.27	40.88 ~ 310.54	42.35 ~ 203.25	18.76 ~ 74.72

3.2 个体绝对生殖力与生物学指标的关系

鱼类个体生殖力与生物学指标之间的关系往往随着鱼类种类的不同而有所不同。有的鱼类绝对生殖力与体长、体重均呈直线相关,如黑尾近红鲃 *An-*

cherythroculter nigrocauda(薛正楷等,2001)、中华乌塘鳢 *Bostrichthys sinensis*(张健东等,2002)等;有的与体长呈幂函数相关,而与体重呈直线相关,如小黄鱼 *Pseudosciaena polyactis*(水柏年等,2000)、宽体舌

鲮 *Cynoglossus robustus* (倪海儿, 1995) 等; 还有的与鱼的体长、体重均呈幂函数相关, 如白斑狗鱼 *Esox lucius* (张桂蓉等, 2004)、鲮 *Hemiculter leucisculus* (李强等, 2008) 等。本文分析 5 种相关式拟合马口鱼的绝对生殖力和鱼体生物学指标的关系, 结果表明: 绝对生殖力 (F) 与体重的决定系数最高, 绝对生殖力 (F) 与体长、体重、净体重、性腺重和年龄呈抛物线相关, 与成熟系数呈幂函数相关, 与丰满度的关系不显著。这些与青梢鲌 *Culter dabryi* (王银东等, 2007) 特征相似。这是马口鱼在北江特定的环境条件和营养状况下形成的繁殖策略。

绝对生殖力的变化是诸多因素综合作用的结果。单因素分析无法说明各因素间相互作用对绝对生殖力的影响。因此本文还运用了多元分析方法中的逐步回归, 对马口鱼绝对生殖力与各生物学指标的综合关系进行研究, 将对绝对生殖力影响不显著的生物学指标逐步剔除, 最后得到最优的回归方程。例如, 从绝对生殖力 (F) 与各指标的逐步回归方程来看, 体重和成熟系数是反映马口鱼绝对生殖力的重要指标, 在快速估算个体生殖力并预测种群的繁殖能力方面可以优先考虑用这些指标。所以, 分析绝对生殖力与生物学指标的关系时, 除了考虑绝对生殖力与单一指标的关系外, 还应该运用多元分析

方法, 了解众多指标之间的本质联系。

3.3 马口鱼不同种群个体生殖力的比较

个体生殖力是种群生殖力的重要指标, 个体相对生殖力可以用来比较不同种或不同种群鱼的生殖力, 它体现了鱼的繁殖策略。马口鱼分布广泛, 不同种群的个体生殖力也有所不同, 现在将不同作者的研究结果列表如下 (表 4)。可以看出, 分布于辽宁省铁甲水库的繁殖群体个体大于湖北省三道河水库和广东省北江繁殖群体, 平均绝对生殖力也相对较大, 这可能与铁甲水库繁殖群体个体较大有关; 而北江繁殖群体的性成熟个体最小, 可能是由于北江位于亚热带区域, 水温较高, 达到性成熟所需的有效积温比其他两个种群快的原因, 这与李思发等 (1989) 对黑龙江、长江、珠江家鱼的研究结果相似。北江繁殖群体体重相对生殖力远大于其他两个种群, 体长相对生殖力也较大, 这可能是因为北江种群为江河种群, 生存压力大于水库种群, 使其必须产出较多的卵, 提高在北江中的种群数量, 稳定种群结构, 以抵御多变的环境压力。此外, 还可能与所处的地理纬度有关, 三个种群的体重相对生殖力随纬度的变化而变化, 纬度越高体重相对生殖力越低。这可能与气温、光照和饵料的丰度有关, 具体的原因还有待于进一步的研究。

表 4 不同马口鱼种群个体某些繁殖特征的对比
Table 4 Comparison of some reproductive characteristics of three populations of *Opsariichthys bidens*

生物学指标		辽宁省铁甲水库 (金柏等, 1985)	湖北省三道河水库 (苏家勋等, 1993)	广东省北江 (本研究)
标本数 (n)		17	52	55
体长范围 (cm)		18.5 ~ 23.5	9.7 ~ 19.2	8.0 ~ 14.9
体重范围 (g)		136 ~ 298	12.5 ~ 95.8	11.98 ~ 72.52
绝对生殖力 F (eggs)	平均 (Average)	8207	5608	4842.42
	范围 (Range)	2282 ~ 14022	1870 ~ 20434	1486.29 ~ 12025.78
体重相对生殖力 F_w (eggs/g)	平均 (Average)	44	129	207.29
	范围 (Range)	12 ~ 67	69 ~ 249	99.77 ~ 470.27
体长相对生殖力 F_L (eggs/cm)	平均 (Average)	-	401	437.30
	范围 (Range)	-	193 ~ 1188	163.33 ~ 856.27
产卵类型 (Type of spawning)		分批产卵型	分批产卵型	分批产卵型

3.4 马口鱼的渔业地位及合理利用

马口鱼属凶猛鱼类, 且适应性强, 生殖力大, 为山地、丘陵地区主要的经济鱼类。在水库养殖中, 由于其性格凶猛, 适应性强而被作为重要的敌害, 成为被人们清除的对象 (洪加明, 1994; 柳长欣等, 2001)。而在北江, 由于凶猛鱼类众多, 马口鱼的种群可以得到控制, 因此成为维持生态平衡的重要物种。马口鱼为急流性鱼类, 喜生长于激流浅滩中。然而, 随着

水利工程的建设, 北江的急流浅滩由于大坝的建成而消失, 取而代之的是一个河道水库, 这使得马口鱼主要的分布范围不断缩小。而且, 由于捕捞压力加大, 北江的马口鱼有小型化的趋势, 即性成熟规格小, 渔获物平均体长体重小, 这对于马口鱼的开发和利用是不利的。因此, 研究对马口鱼合理的开发利用及保护是极其重要的。

4 参考文献

- 陈宜瑜. 1982. 马口鱼类分类的重新整理[J]. 海洋与湖沼, 13(3): 293 ~ 299.
- 陈宜瑜. 1998. 中国动物志 硬骨鱼纲 鲤形目(中卷)[M]. 北京: 科学出版社.
- 洪加明. 1994. 汤河水库马口鱼群体倍增因素分析[J]. 水产科学, 13(1): 30 ~ 32.
- 姜景田. 2009. 鸭绿江马口鱼人工繁殖及养殖试验[J]. 水产科学, 28(6): 32 ~ 34.
- 姜志强, 王喜庆, 刘建, 等. 1995. 碧流河水库马口鱼的食性及渔业对策[J]. 水产科学, 14(3): 30 ~ 32.
- 金柏, 金克伟. 1985. 铁甲水库马口鱼生物学的初步研究[J]. 水产科学, 4(4): 8 ~ 12.
- 李强, 蓝昭军, 李伟靖, 等. 2008. 广东北江鲮个体生殖力的研究[J]. 广州大学学报(自然科学版), 7(4): 55 ~ 59.
- 李强, 李小芳, 蓝昭军, 等. 2007. 北江马口鱼的年龄、生长和生活史类型的研究[J]. 华南农业大学学报(自然科学版), 28(2 增): 78 ~ 88.
- 李思发, 吴力钊, 王强, 等. 1989. 长江、珠江、黑龙江鲢、鳙、草鱼种质资源研究[M]. 上海: 上海科学技术出版社.
- 李渝成, 李康. 1987. 马口鱼和泥鳅的核型研究, 论鱼类染色体数目多态与分类的关系[J]. 武汉大学学报(自然科学版), (1): 107 ~ 132.
- 柳长欣. 2001. 汤河水库马口鱼数量下降的原因探讨[J]. 水产科学, 20(4): 44.
- 倪海儿. 2000. 东海宽体舌鳎的个体生殖力[J]. 水产学报, 24(4): 319 ~ 323.
- 潘炯华. 1987. 珠江水系北江渔业资源[M]. 广州: 广东科技出版社.
- 水柏年. 2000. 小黄鱼个体繁殖力及其变化的研究[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 19(1): 58 ~ 69.
- 苏家勋, 邱发绪, 周维祥, 等. 1993. 三道河水库马口鱼的年龄与生长、繁殖和食性[J]. 水利渔业, (1): 15 ~ 18.
- 王银东, 熊邦喜, 马徐发, 等. 2007. 湖北道观河水库青梢鲌(*Culter dabryi*)的个体生殖力[J]. 海洋与湖沼, 38(2): 180 ~ 86.
- 薛正楷, 何学福. 2001. 黑尾近红鲌个体繁殖力的研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 26(1): 90 ~ 94.
- 殷名称. 1995. 鱼类生态学[M]. 北京: 中国农业出版社: 124 ~ 269.
- 张桂蓉, 杜劲松, 严安生, 等. 2004. 额尔齐斯河白斑狗鱼的个体生殖力[J]. 华中农业大学学报, 23(6): 335 ~ 337.
- 张健东, 陈刚. 2002. 中华乌塘鳢个体生殖力的研究[J]. 湛江海洋大学学报, 22(1): 7 ~ 12.
- Frank Johansson, Petra Radman, Jens Andersson. 2006. The relationship between ontogeny, morphology, and diet in the Chinese hook snout carp (*Opsariichthys bidens*) [J]. Ichthyol Res, 53: 63 ~ 69.
- Frank Johansson. 2006. Body shape differentiation among mitochondrial-DNA lineages of *Zacco platypus* and *Opsariichthys bidens* (Cyprinidae) from the Changjiang and Xijiang river drainage areas in southern China [J]. Acta Zoologica Sinica, 52(5): 948 ~ 953.
- Perdices A, Sayanda D, Coelho MM. 2005. Mitochondrial diversity of *Opsariichthys bidens* (Teleostei, Cyprinidae) in three Chinese drainages [J]. Molecular Phylogenetics and Evolution, 37: 920 ~ 927.
- Wang Xuzhen, Wang Jun, Wang Shunping, et al. 2007. The complete mitochondrial genome of the Chinese hook snout carp *Opsariichthys bidens* (Actinopterygii: Cypriniformes) and an alternative pattern of mitogenomic evolution in vertebrate [J]. Gene, 399: 11 ~ 19.