

侧条光唇鱼两邻近种群繁殖生物学特征的差异

蓝昭军^{①②} 徐嘉良^③ 李强^④ 赵俊^{①*} 钟良明^②

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 韶关市水产研究所 韶关 512006; ③ 北京工商大学食品学院 北京 100048; ④ 广州大学生命科学学院 广州 510006

摘要: 2007年7月至2009年6月间,作者分别于北江中上游及流溪河上游支流采集到侧条光唇鱼(*Acrossocheilus parallens*)样本358尾及522尾,并对两种群的繁殖生物学特征进行了研究。两种群雌鱼及雄鱼的最小性成熟年龄均为1⁺龄,北江种群雌性由1⁺~5⁺龄组成,雄性由1⁺~4⁺组成,性比为雌性:雄性=1:1.73;而流溪河种群雌性由1⁺~4⁺龄组成,雄性由1⁺~3⁺组成,性比为雌性:雄性=1:1.40。北江种群繁殖群体的各年龄组体长及体重均显著大于流溪河种群。北江种群的繁殖期约为2~10月份,高峰期为3~7月份;而流溪河种群繁殖期为2~8月份,高峰期约为每年的5~7月份;繁殖期内,北江种群雌性及雄性的成熟系数均高于流溪河种群。北江种群各年龄组或体长组的绝对繁殖力、体长相对繁殖力与体重相对繁殖力均极显著大于流溪河种群。除冬季的个别月份外,北江种群雌鱼及雄鱼的肥满度均略高于流溪河种群。本文结合北江和流溪河在营养状况、捕捞压力及溪流级别上的差异对研究结果进行了分析和讨论。

关键词: 侧条光唇鱼;繁殖生物学;北江;流溪河

中图分类号: Q958.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2015)05-735-09

A Comparative Study on Reproductive Biology of Two Neighboring Populations of *Acrossocheilus parallens*

LAN Zhao-Jun^{①②} XU Jia-Liang^③ LI Qiang^④ ZHAO Jun^{①*} ZHONG Liang-Ming^②

① Key Laboratory of Ecology and Environment Science in Guangdong Higher Education, Guangdong Provincial Key Laboratory for Healthy and

Safe Aquaculture, College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631; ② Shaoguan Fisheries Research Institute,

Shaoguan 512006; ③ School of Food and Chemical engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048;

④ College of Life science, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China

Abstract: 358 and 522 specimens of *Acrossocheilus parallens* were collected from July 2007 to June 2009 in

基金项目 广东省海洋渔业科技专项 (No. A201001E04), 公益性行业 (农业) 科研专项经费 (No. 201303048); 国家自然科学基金项目 (No. 31372178);

* 通讯作者, E-mail: zhaojun@scnu.edu.cn;

第一作者介绍 蓝昭军, 男, 硕士; 研究方向: 鱼类分类学及生态学; E-mail: lanzhj@163.com。

收稿日期: 2014-12-02, 修回日期: 2015-05-19 DOI: 10.13859/j.cjz.201505009

the middle and upper reaches of Beijiang River, and the upstream area of Liuxihe River (Fig. 1). These specimens were used for the comparative study on reproductive characteristics. The scales were collected and used for age determination. The standard length, body weight, net body weight and ovary weight were measured. The gonadosomatic index and the fullness were calculated. The results showed that the age of reproductive population is from 1⁺ to 5⁺ for females, and 1⁺ to 4⁺ for male in Beijiang River population, and the sex ratio of females to males in the reproductive population is 1 : 1.73. The corresponding number was 1⁺ to 4⁺ for females, and 1⁺ to 3⁺ for males in Liuxihe River population, with the sex ratio of females to males in the reproductive population is 1 : 1.40. For different age groups, both standard length and body weight of the reproductive population of Beijiang River were significantly larger than Liuxihe River population (Table 1). The Beijiang River population have longer spawning period than the Liuxihe Population: the spawning period of *A. parallens* in the Beijiang River population was from January to October, mainly in March to July, while the population of Liuxihe River population was from January to August, mainly in May to July (Table 2, Fig. 2). In the spawning period, for both of females and males of Beijiang River population, the gonadosomatic indices were higher than the Liuxihe population. For both of different ages and different standard length groups, all of the individual absolute fecundity (F , eggs), the individual relative fecundity of standard length (F_L , eggs/cm) and the individual relative fecundity of body weight (F_W , eggs/g) of the Beijiang River population, were significantly higher than that of the Liuxihe population (Table 3, 4). For the Beijiang River population, the F varied from 578 to 12 621 (average 3 303) eggs, and the F_L ranged from 73 to 908 (average 282) eggs/cm, while the F_W ranged from 42 to 203 (average 87) eggs/g. On the other hand, the F of Liuxihe River population ranged from 120 to 648 (average 443) eggs, the F_L ranged from 32 to 54 (average 43) eggs/cm, and the F_W ranged from 12 to 36 (average 20) eggs/g. Except for some months in winter, the fullness of females and males in the Beijiang River population were higher than that of the Liuxihe population (Fig. 3). All the distinction between the populations of Beijiang River and Liuxihe River were analyzed with the nutrient status, fishing intensity, and the differences of river morphology and habitat.

Key words: *Acrossocheilus parallens*; Reproductive biology; Beijiang River; Liuxihe River

北江是珠江流域的第二大水系，主要位于广东省中北部，约在北纬 23°10' ~ 25°31'，东经 111°55' ~ 114°50' 之间，发源于南岭山地，长约 468 km，三水以上的流域面积共约 46 480 km²（潘炯华 1987，曾昭璇等 2001）。流溪河位于广州市的西北部，发源于从化市桂峰山，流入流溪河水库后始称流溪河，又称吕田河，从北到南纵贯从化市，于广州白鹅潭注入珠江，全长约 174 km（赵俊等 2010）。

侧条光唇鱼 (*Acrossocheilus parallens*) 属鲤形目 (Cypriniformes) 鲤科 (Cyprinidae) 鲃亚科 (Barbinae)，俗称石斑鱼、石花鱼等（潘炯华等 1991，乐佩琦 2000），为急流水中下

层鱼类。其在北江流域主要分布于干流中上游及浈江、武江、连江和潯江绥江等支流（李桂峰等 2013），在流溪河则主要分布于其上游的一些源头性支流（赵俊等 2010）。因其脂肪含量高，味鲜美，深受民众欢迎，为珠江流域山区及丘陵地区常见的小型经济鱼类。2007 年 4 月至 2009 年 6 月间，我们分别对侧条光唇鱼北江和流溪河种群的生物学进行了研究，结果显示，两种群的繁殖生物学特征存在较大差异，本文旨在对两者的差异大小进行比较，并对造成差异的原因进行分析，以期了解该鱼生境适应性进化提供基础资料和科学依据。

1 材料与方法

1.1 样本采集

对于北江种群，于 2007 年 4 月至 2009 年 6 月在北江流域的韶关市、桂头镇、仁化县、始兴县及英德市江段，即北江中上游及其支流的中下游，逐月采集侧条光唇鱼样本共 358 尾；而对于流溪河种群，于 2007 年 9 月至 2009 年 2 月在广州流溪河上游的支流，即从化市吕田镇及良口镇等地，为流溪河的源头性支流，逐月采集样本共 522 尾，本研究中，有关侧条光唇鱼流溪河种群繁殖生物学的数据主要源于徐嘉良的硕士学位论文（2010）。各采样点见图 1。

1.2 繁殖生物学特征的分析

全部样本均在新鲜状态下测量其体长 (L , cm)、体重 (W , g)、净体重 (W_n , g) 和性腺重 (W_o , g)（上海恒平科学仪器有限公司 MP3002 电子天平，精确至 0.01 g）。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和张建东（2002）的方法，目测分期，将侧条光唇鱼的性腺发育划分为 6 个时期。将两种群在繁殖季节内性腺发育期为 III 期及以上的个体归为繁殖群体。

对于北江种群 73 尾及流溪河 33 尾性腺成熟度为 IV 期的雌性个体，取卵巢前、中、后各约 0.1 g，然后在解剖镜下对有卵黄沉积的卵进行计数，以重量法计算个体绝对繁殖力。繁殖力 (F) 的计算公式为 $F = (\text{样品卵粒数}/\text{样品质量}) \times \text{卵巢质量}$ ；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 $I_{GS} = (W_o/W_n) \times 100\%$ 。肥满度 $K = (W_n/L^3) \times 100\%$ 。

1.3 数据处理

运用 Microsoft excel 2007 软件对实测数据

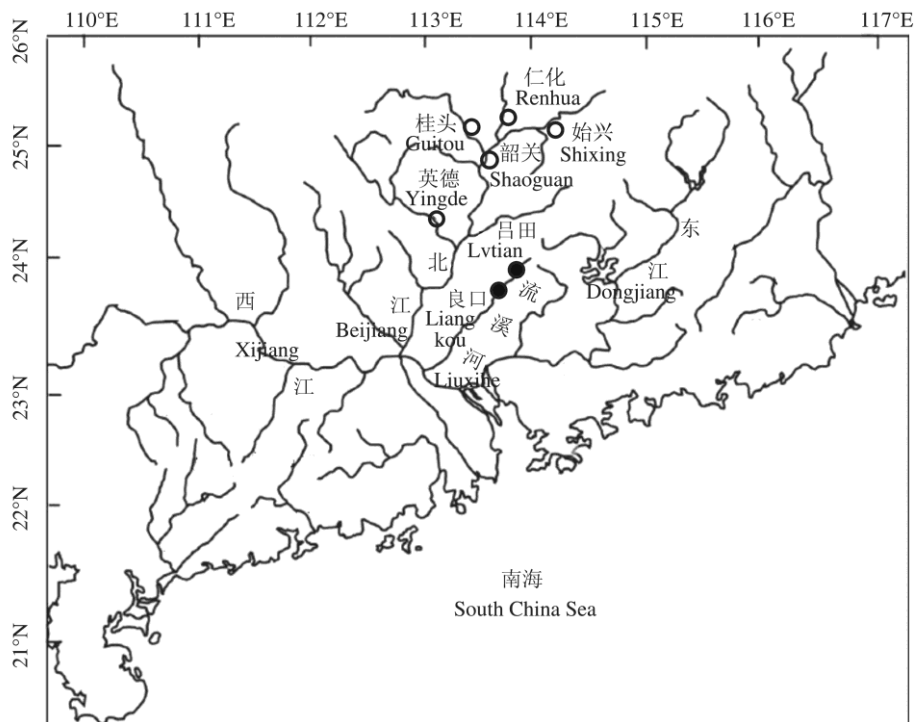


图 1 侧条光唇鱼北江与流溪河种群的采样点示意图

Fig. 1 The sampling sites of Beijiang and Liuxihe populations of *Acrossocheilus parallens*

○ 表示北江种群的采样点：仁化、始兴、桂头、韶关、英德；● 表示流溪河种群的采样点：吕田、良口。

○ for sampling localities of Beijiang River population: Renhua, Shixing, Guitou, Shaoguan, Yingde; ● for sampling localities of Liuxihe River population: Lvtian, Liangkou.

进行处理。利用 SPSS 11.5 软件进行单因子方差分析 (ANOVA) 检验不同体长组及年龄组繁殖力的差异是否显著。

2 结果与分析

2.1 繁殖群体年龄、体长和体重的组成比较

两种群雌鱼及雄鱼的最小性成熟年龄均为 1⁺ 龄, 北江种群雌性由 1⁺ ~ 5⁺ 龄组成, 雄性由 1⁺ ~ 4⁺ 组成, 性比为雌性: 雄性 = 1: 1.73; 而流溪河种群雌性由 1⁺ ~ 4⁺ 龄组成, 雄性由 1⁺ ~ 3⁺ 组成, 雌雄性比 1: 1.40。

在繁殖季节内, 北江种群性腺发育期为 III 期及以上的个体共 257 尾, 流溪河种群共 185 尾。在北江种群的繁殖群体中, 最小性成熟个体为: 雌性为 1⁺ 龄, 体长 7.0 cm, 体重 9.6 g; 雄性为 1⁺ 龄, 体长 5.7 cm, 体重 4.4 g。流溪河种群则为: 雌性为 1⁺ 龄, 体长 5.8 cm, 体重

4.3 g; 雄性为 1⁺ 龄, 体长 4.2 cm, 体重 2.3 g。这表明, 北江种群最小性成熟个体略大于流溪河种群。

表 1 显示了侧条光唇鱼北江与流溪河种群繁殖群体各年龄组的体长和体重组成。无论是雌鱼还是雄鱼, 北江种群各年龄组的体长及体重均大于流溪河种群。

2.2 繁殖季节及成熟系数的差异

表 2 显示了各月份侧条光唇鱼两种群的性腺发育情况以及各期性腺个体在当月渔获物中的比例。侧条光唇鱼两种群性腺为 IV 期的个体均在每年 2 月份开始出现。北江种群直至 10 月中上旬, 雌、雄均仍存在性腺处于 IV 期及 V 期的个体, 至 11 月份才消失, 这表明北江种群的繁殖期约为 2 ~ 10 月份, 但在 9 ~ 10 月份仍进行繁殖的个体较少。而对于流溪河种群, 在我们于 9 ~ 10 月份采集的 202 尾样本中, 仅发

表 1 侧条光唇鱼北江与流溪河种群繁殖群体各年龄组体长和体重

Table 1 Comparison of the distribution of standard length and body weight in different ages between Beijiang and Liuxihe populations of *Acrossocheilus parallens*

种群 Population	性别 Sex	年龄 Age	个体数 Number	体长 Standard length (cm)		体重 Body weight (g)	
				范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD
北江 Beijiang River	雌 Female	1 ⁺	24	7 ~ 11.4	8.90 ± 0.92	9.6 ~ 41.49	18.99 ± 6.43
		2 ⁺	36	8.1 ~ 12.0	10.20 ± 1.05	13.98 ~ 46.90	29.21 ± 7.56
		3 ⁺	22	10.1 ~ 13.1	11.80 ± 0.85	29.51 ~ 73.60	48.41 ± 10.89
		4 ⁺	8	11.3 ~ 13.9	12.89 ± 0.81	37.75 ~ 108.40	73.24 ± 19.63
		5 ⁺	4	12.7 ~ 14.0	13.40 ± 0.61	64.95 ~ 85.5	74.85 ± 8.47
	雄 Male	1 ⁺	71	5.7 ~ 9.8	7.73 ± 1.01	3.70 ~ 20.80	11.99 ± 4.16
		2 ⁺	76	6.9 ~ 12.5	9.13 ± 1.17	9.30 ~ 45.80	19.56 ± 8.07
		3 ⁺	11	9.7 ~ 12.0	10.95 ± 0.69	21.20 ~ 52.21	34.84 ± 9.39
		4 ⁺	5	11.3 ~ 12.6	11.80 ± 0.50	33.2 ~ 74.92	54.91 ± 15.26
		1 ⁺	8	5.8 ~ 8.9	7.61 ± 1.17	4.3 ~ 17.3	10.35 ± 4.28
流溪河 Liuxihe River	雌 Female	2 ⁺	31	7.2 ~ 10.7	8.90 ± 0.99	7.2 ~ 31.2	17.48 ± 6.54
		3 ⁺	19	8.7 ~ 12.3	10.61 ± 0.96	15.1 ~ 44.1	29.11 ± 7.68
		4 ⁺	19	8.9 ~ 14.3	10.75 ± 1.93	23.7 ~ 77.9	33.73 ± 18.33
		1 ⁺	51	4.2 ~ 6.8	6.20 ± 0.74	2.34 ~ 8.23	5.83 ± 1.88
	雄 Male	2 ⁺	31	6.5 ~ 8.2	7.50 ± 0.41	8.05 ~ 13.61	9.66 ± 1.36
		3 ⁺	26	7.8 ~ 10.1	8.63 ± 0.64	7.4 ~ 21.80	14.83 ± 3.17

表 2 侧条光唇鱼北江与流溪河种群各性腺期个体占当月渔获物的比例 (%)

Table 2 Percentage of individuals at different stages to monthly fish catching of Beijiang and Liuxihe populations of *Acrossocheilus parallens*

种群 Population	性腺期 Gonad Stage	月份 Month											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
北江 Beijiang	I	6.45	0	0	0	0	0	0	6.52	14.63	17.07	19.35	16.67
	II	51.61	29.63	11.76	18.37	12.80	11.43	23.68	21.74	14.63	14.63	80.65	83.33
	III	41.94	37.04	23.53	18.37	14.02	17.14	7.89	23.91	12.20	7.32	0	0
	IV	0	33.33	64.71	34.69	60.98	37.14	51.32	28.26	24.39	12.20	0	0
	V	0	0	0	28.57	12.20	34.29	17.11	13.04	7.32	9.76	0	0
	VI	0	0	0	0	0	0	0	6.52	26.83	39.02	0	0
流溪河 Liuxihe	I	0	9.52	39.29	14.29	55.56	22.41	35.19	17.78	50.34	80.00	0	3.23
	II	81.25	0	14.29	9.52	0	17.24	18.52	26.67	39.46	8.00	82.00	74.19
	III	18.75	19.05	35.71	33.33	0	10.34	9.26	17.78	6.12	8.00	18.00	22.58
	IV	0	71.43	10.71	33.33	44.44	10.34	18.52	26.67	0	4.00	0	0
	V	0	0	0	4.76	0	17.24	7.41	2.22	0	0	0	0
	VI	0	0	0	4.76	0	22.41	11.11	8.89	4.08	0	0	0

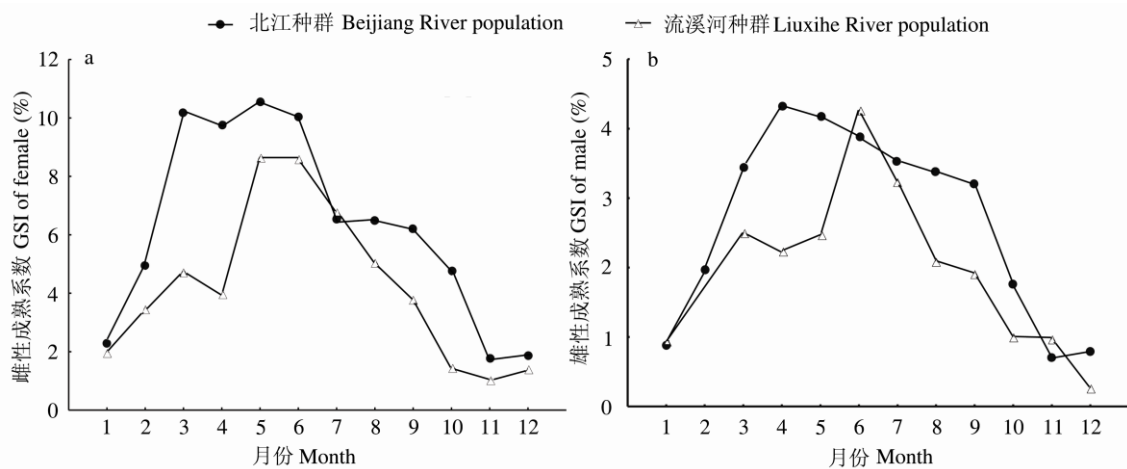


图 2 侧条光唇鱼北江与流溪河种群雌 (a)、雄鱼 (b) 性成熟系数的周年变化

Fig. 2 Annual changes of gonadosomatic indices (GSI) of Beijiang and Liuxihe populations of female (a) and male (b) of *Acrossocheilus parallens*

现 1 尾性腺为 IV 期的个体, 为雌性。因此, 我们推测流溪河种群在 9 月份已停止产卵活动, 其繁殖期应为 2~8 月份。这表明, 北江种群的繁殖期较流溪河种群长 2 个月左右。

图 2 显示了侧条光唇鱼北江与流溪河种群雌、雄鱼性成熟系数的周年变化, 北江种群多数月份的成熟系数均比流溪河种群高。北江种

群在繁殖期的成熟系数的波动较小, 繁殖高峰期大约在每年的 3~7 月份, 而流溪河种群繁殖期的雌鱼和雄鱼的成熟系数波动均较大, 且其繁殖高峰期比北江种群迟而短, 约为每年的 5~7 月份。

2.3 繁殖力大小差异

侧条光唇鱼北江种群个体绝对繁殖力 (F)

578 ~ 12 621 粒, 平均为 3 303 粒; 体长相对繁殖力 (F_L) 73 ~ 908 粒/cm, 平均为 282 粒/cm; 体重相对繁殖力 (F_W) 42 ~ 203 粒/g, 平均为 87 粒/g。流溪河种群绝对繁殖力 (F) 120 ~ 648 粒, 平均为 443 粒; 体长相对繁殖力 (F_L) 32 ~ 54 粒/cm, 平均为 43 粒/cm; 体重相对繁殖力 (F_W) 12 ~ 36 粒/g, 平均为 20 粒/g。北江种群个体繁殖力均值均显著大于流溪河种群。而且, 无论按年龄分组, 还是按体长分组, 北江种群各组别的绝对繁殖力、体长相对繁殖力与体重相对繁殖力, 均极显著地大于流溪河种群 (表 3, 表 4)。

2.4 肥满度的差异

肥满度是鱼类体长、体重关系的另一种表达方式, 常用作衡量鱼体丰满程度和水域饵料保障季节变化的指标 (殷名称 1995)。图 3

显示了侧条光唇鱼北江与流溪河种群雌、雄鱼肥满度的周年变化。由图 3 可知, 除冬季的个别月份外, 且无论是雌鱼还是雄鱼, 北江种群的肥满度均略高于流溪河种群。

3 讨论

研究显示, 侧条光唇鱼两种群的繁殖生物学特征有着显著的差异: 同龄性成熟个体北江种群的较流溪河种群的大, 北江种群繁殖期较流溪河种群长 2 个月左右, 且繁殖高峰期亦相应较长, 绝对繁殖力、体长相对繁殖力及体重相对繁殖力均极显著地大于流溪河种群。这说明, 两种群表现出了不同的繁殖策略。

影响鱼类繁殖策略的因素, 既有遗传特征的影响, 亦受到外界因素的影响, 而这些外界因素主要有营养条件 (Wootton 1979, 1990,

表 3 侧条光唇鱼北江与流溪河种群各龄个体繁殖力的比较
Table 3 The comparison of fecundity in different ages between Beijiang and Liuxihe population of *Acrossocheilus parallens*

年龄 Age	种群 Population	数量 Number	绝对繁殖力 F The absolute fecundity (eggs)		体长相对繁殖力 The relative fecundity of standard length (eggs/cm)		体重相对繁殖力 The relative fecundity of standard length (eggs/g)	
			范围 Range	平均值 \pm 标准差 Mean \pm SD	范围 Range	平均值 \pm 标准差 Mean \pm SD	范围 Range	平均值 \pm 标准差 Mean \pm SD
1 ⁺	BJ	14	578 ~ 4 378	1 542 \pm 1 066	73 ~ 447	172 \pm 113	42 ~ 203	89 \pm 47
	LXH	1	440	440	42	42	22	22
	P 值 P value		$P < 0.001$		$P < 0.001$		$P < 0.001$	
2 ⁺	BJ	24	913 ~ 6 844	2 552 \pm 1 219	126 ~ 590	240 \pm 101	46 ~ 188	91 \pm 34
	LXH	8	120 ~ 330	329 \pm 39	32 ~ 42	35 \pm 4	14 ~ 33	20 \pm 7
	P 值 P value		$P < 0.001$		$P < 0.001$		$P < 0.001$	
3 ⁺	BJ	20	1 772 ~ 8 056	3 603 \pm 1 542	160 ~ 644	301 \pm 117	55 ~ 147	84 \pm 24
	LXH	15	320 ~ 586	466 \pm 65	33 ~ 54	44 \pm 6	12 ~ 31	19 \pm 5
	P 值 P value		$P < 0.001$		$P < 0.001$		$P < 0.001$	
4 ⁺	BJ	12	2 712 ~ 12 621	5 674 \pm 2 760	207 ~ 908	425 \pm 201	46 ~ 139	85 \pm 30
	LXH	9	392 ~ 648	505 \pm 79	43 ~ 52	49 \pm 3	14 ~ 36	23 \pm 7
	P 值 P value		$P < 0.001$		$P < 0.001$		$P < 0.001$	
5 ⁺	BJ	3	3 698 ~ 7 702	6 035 \pm 2 085	250 ~ 579	432 \pm 167	51 ~ 125	88 \pm 37
	LXH	—						

BJ 表示北江; LXH 表示流溪河; — 表示未采集到该种群相关年龄组的个体, 无相关数据。

BJ for Beijiang River; LXH for Liuxihe River; — Represents without specimens in the ages groups, data deficiency.

表 4 侧条光唇鱼北江与流溪河种群各体长组个体繁殖力的比较

Table 4 The comparison of fecundity in different standard length groups between Beijiang and Liuxihe populations of *Acrossocheilus parallens*

体长 <i>L</i> (cm) Range of standard length	种群 Population	数量 Number	绝对繁殖力 The absolute fecundity <i>F</i> (eggs)		体长相对繁殖力 The relative fecundity of standard length (eggs/cm)		体重相对繁殖力 The relative fecundity of weight (eggs/g)	
			范围 Range	均值 ± 标准差 (Mean ±SD)	范围 Range	均值 ± 标准差 (Mean ±SD)	范围 Range	均值 ± 标准差 (Mean ±SD)
$L \leq 9$	BJ	10	578 ~ 3 405	1 411 ± 767	73 ~ 405	166 ± 90	44 ~ 174	91 ± 35
	LXH	6	257 ~ 468	366 ± 82	17 ~ 36	29 ± 8	36 ~ 54	43 ± 7
	<i>P</i> 值 <i>P</i> value		$P < 0.001$		$P < 0.001$		$P < 0.001$	
$9 < L \leq 11$	BJ	25	840 ~ 4 378	2 035 ± 841	98 ~ 447	202 ± 84	42 ~ 203	82 ± 37
	LXH	19	322 ~ 528	427 ± 70	14 ~ 25	20 ± 7	32 ~ 52	42 ± 4
	<i>P</i> 值 <i>P</i> value		$P < 0.001$		$P < 0.001$		$P < 0.001$	
$11 < L \leq 13$	BJ	27	2 473 ~ 8 644	4 266 ± 1 736	204 ~ 665	351 ± 134	55 ~ 188	94 ± 30
	LXH	8	455 ~ 648	538 ± 69	12 ~ 19	15 ± 5	37 ~ 51	45 ± 2
	<i>P</i> 值 <i>P</i> value		$P < 0.001$		$P < 0.001$		$P < 0.001$	
$L > 13$	BJ	11	2 712 ~ 12 621	5 539 ± 2 803	207 ~ 908	401 ± 202	47 ~ 139	80 ± 30
	LXH	—						

BJ 表示北江种群；LXH 表示流溪河种群；— 表示未采集到该种群相关体长组的个体，无相关数据。

BJ for Beijiang River; LXH for Liuxihe River; — Represents without specimens in the standard length groups, data deficiency.

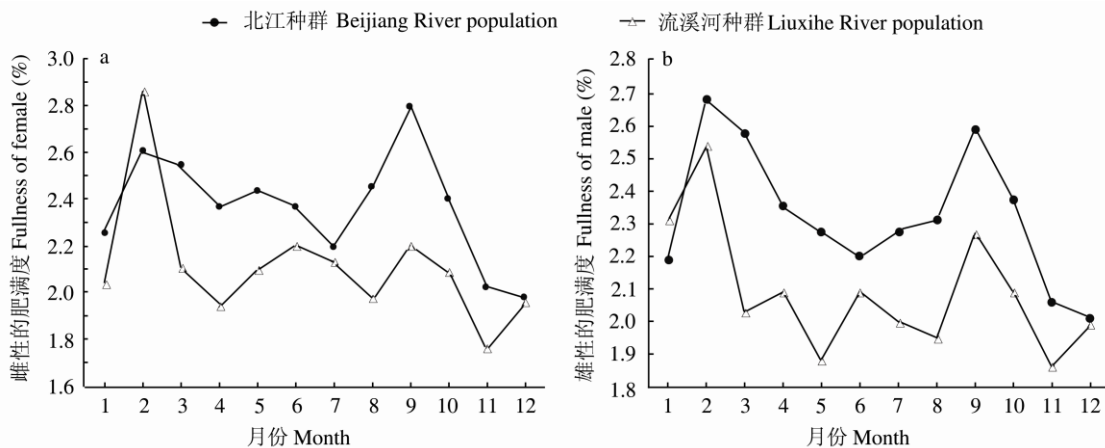


图 3 侧条光唇鱼北江与流溪河种群雌性 (a) 和雄性 (b) 肥满度的周年变化

Fig. 3 Annual changes of fullness of Beijiang and Liuxihe populations of female (a) and male (b) of *Acrossocheilus parallens*

严云志等 2007, 李鸿 2009)、水温(严云志等 2007, Yan et al. 2007, 2009)、捕捞压力(曾玲等 2005)、河流形态和生境差异(Jobling et al. 1998, Goto 1998, Winemiller 1992, 何珊 2011)等方面。

在本研究中, 由于两种群相距较近, 两地水温条件并无明显差异, 但北江种群的采样点大多位于北江 I 级支流的中下游, 而流溪河的采样点位于流溪河上游的小支流。一般情况下, 河流上游的栖息地结构相对简单及动荡, 而下游则相对复杂多样和稳定(Gross 1990), 从而对河流鱼类的群落、种群(包括生活史)具有重要影响(Schlosser 1990, Schlosser et al. 1991)。在稳定的环境下, 鱼类在繁殖前可以进行快速机体生长从而获得更大的成熟个体大小, 对于增加机体的繁殖投入是有利的, 这种繁殖投入增加可能是通过后代大小和后代数量之间的权衡来实现的(Winemiller 1992); 而在动荡的环境下, 鱼类的种群结构及其动态主要决定于栖息地的非生物环境因素, 在该环境下, 鱼类通过早熟和高繁殖投入等途径来实现种群的维系(Jobling et al. 1998)。何珊(2011)对光唇鱼(*Acrossocheilus fasciatus*)生活史的研究发现, 相对于清弋江源头性支流浦溪河的种群而言, 清弋江的 IV 级支流徽水河的种群表现出了初次性成熟延迟且繁殖投入降低的特点。本研究的结果则显示, 侧条光唇鱼北江种群不但具有比流溪河种群更大的成熟个体, 且其繁殖力极显著地大于流溪河种群, 这与何珊(2011)的研究结果略有不同。

所有影响鱼类繁殖力的环境因子中, 营养条件可能是最重要的环境因素(Wootton 1979), 食物不足会通过增加竞争来构成巨大压力, 并导致鱼体分泌活动出现变化而降低繁殖力(Wootton 1990)。本研究显示, 除冬季少数月份外, 无论是雌鱼还是雄鱼, 北江种群的饱满度均略高于流溪河种群, 表明北江中上游地区的营养条件略好于流溪河上游地区。

另外, 根据调查, 北江流域内江河捕捞业

较发达, 至 2013 年, 仅韶关市及清远市渔民户数就有 3 062 户, 渔船数量达 2 247 艘, 总功率约 10 704 kW(李桂峰等 2013); 另一方面, 流溪河目前专业从事淡水捕捞的人员甚少, 渔船数量少且总功率甚低。由于捕捞强度可用渔船功率来反映(张国政等 2010), 因此这说明北江种群所承受的捕捞压力大于流溪河种群, 而较大的捕捞压力可能会对北江种群的繁殖策略产生影响。一方面, 在长期适应高强度捕捞等外部环境因素时, 可能会对其生存环境产生适应性响应, 通过增大繁殖投入来提高种群补充数量, 以维持种群的延续; 另一方面, 在捕捞强度较大时, 由于人为因素较大程度地降低其种群密度, 使得其饵料相对而言更为充足, 进而可能促使其增加繁殖投入。

综上所述, 造成两种群繁殖生物学特征差异较显著的重要原因可能为: (1) 北江中上游地区水域的营养条件好于流溪河; (2) 北江种群承受了更大的捕捞压力。

参 考 文 献

- Goto A. 1998. Life-history variations in the fluvial sculpin, *Cottus Nozawae* (Cottidae), along the course of a small mountain stream. *Environmental Biology of Fishes*, 52(1/3): 203–212.
- Gross M R. 1990. Alternative reproductive strategies and tactics: diversity within sexes. *Trends in Ecology and Evolution*, 11(2): 92–98.
- Jobling S, Nolan M, Tyler C R, et al. 1998. Widespread sexual disruption in wild fish. *Environmental Science & Technology*, 32(17): 2498–2506.
- Schlosser I J. 1990. Dispersal, boundary processes and trophic-level interactions in streams adjacent to beaver ponds. *Ecology*, 76(3): 908–925.
- Schlosser I J, Angermeier P L. 1991. Spatial variation in demographic processes of lotic fishes: conceptual models, empirical evidence and implications for conservation. *American Fisheries Society Symposium*, 17: 392–401.
- Winemiller K O. 1992. Life-history strategies and the effectiveness of sexual selection. *Oikos*, 63(2): 318–327.

- Wootton R J. 1979. Energy cost of egg production and environmental determination of fecundity in teleost fishes. *Symposium of the Zoological Society of London*, 44: 133–159.
- Wootton R J. 1990. *Ecology of Teleost Fishes*. London and New York: Chapman & Hall.
- Yan Y Z, Chen Y F. 2007. Changes in the life history of *Abbottina rivularis* in Lake Fuxian. *Journal of Fish Biology*, 70(3): 959–964.
- Yan Y Z, Chen Y F. 2009. Variations in reproductive strategies between one invasive population and two native populations of *Pseudorasbora parva*. *Current Zoology*, 55(1): 56–60.
- 何珊. 2011. 徽水河光唇鱼的生活史策略研究. 芜湖: 安徽师范大学硕士学位论文.
- 李桂峰, 赵俊, 朱新平, 等. 2013. 广东淡水鱼类资源调查与研究. 北京: 科学出版社, 53–87.
- 李鸿. 2009. 新疆乌伦古湖拟鲤的年龄、生长与繁殖. 武汉: 华中农业大学硕士学位论文.
- 潘炯华, 钟麟, 郑慈英, 等. 1991. 广东淡水鱼类志. 广州: 广东科技出版社, 145–146.
- 潘炯华. 1987. 珠江水系北江渔业资源. 广州: 广东科技出版社, 1–2.
- 徐嘉良. 2010. 广州从化侧条光唇鱼基础生物学的研究. 广州: 华南师范大学硕士学位论文.
- 严云志, 陈毅峰. 2007. 抚仙湖子陵吻鰕虎鱼繁殖策略的可塑性研究. *水生生物学报*, 31(3): 414–418.
- 叶富良, 张健东. 2002. 鱼类生态学. 广州: 广东高等教育出版社, 80–81.
- 殷名称. 1995. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社.
- 乐佩琦. 2000. 中国动物志硬骨鱼纲鲤形目 (下卷). 北京: 科学出版社, 99–100.
- 曾玲, 金显仕, 李富国, 等. 2005. 渤海小黄鱼生殖力及其变化. *海洋科学*, 29(5): 80–83.
- 曾昭璇, 黄伟峰. 2001. 广东自然地理. 广州: 广东人民出版社.
- 张国政, 李显森, 金显仕, 等. 2010. 黄海中南部小黄鱼生物学特征的变化. *生态学报*, 30(24): 6854–6861.
- 赵俊, 易祖盛, 周先叶, 等. 2010. 广州市水生动植物本底资源. 北京: 科学出版社, 12–27.