

DOI: 10.3724/SP.J.1035.2010.00473

江西青岚湖圆顶珠蚌的种群结构与繁殖特征研究

陈堂华^{1,2} 欧阳珊¹ 熊六凤^{1,3} 祁涛¹ 吴小平¹

(1. 南昌大学生命科学与食品工程学院, 南昌 330031; 2. 鄱阳湖环境与资源利用教育部重点实验室, 南昌 330031;
3. 江西农业大学动物科技学院, 南昌 330031)

摘要: 2008年7月至2009年7月研究了江西青岚湖圆顶珠蚌(*Unio douglasiae*)的种群结构与繁殖特征。从其种群结构的周年变动情况来看, 该种群趋于稳定状态, 壳长40—65 mm的个体占大多数。在采集的标本中, 最大个体壳长为83.6 mm, 最小个体壳长为20.3 mm。圆顶珠蚌自然种群性比为1:1.20, 性成熟最小雌体壳长为27.6 mm, 体重为2.62 g; 最小雄体壳长为27.9 mm, 体重为2.21 g; 5至6月间繁殖盛期, 检测到最小妊娠个体壳长为29.8 mm, 体重为2.98 g, 推断一周年的圆顶珠蚌可能达到性成熟。根据圆顶珠蚌生殖细胞的发育规律和滤泡的变化特点, 性腺发育分为生长期和成熟期、排放期、恢复期; 属多次产卵类型。育儿囊属外鳃型, 胚胎在胶质索中发育, 钩介幼虫成熟后, 胶质索消失成黏液状, 成熟钩介幼虫附在新形成的黏液丝上排出体外。妊娠母蚌在受到刺激后, 易发生流产, 提前排出胶质索。繁殖期为2至7月, 4、5、6月为繁殖高峰期, 妊娠率分别为80.43%、84.21%和78.05%。平均繁殖力为(183.72±6.43)千粒/个, 最大繁殖力为344.64千粒/个, 壳长为54.5 mm; 最小繁殖力为49.95千粒/个, 壳长为29.8 mm。繁殖力与壳长和体重显著相关。这些结果不仅可以丰富淡水蚌的生物学内容, 也能为淡水蚌保护和湖泊与河流的规范管理提供理论依据。

关键词: 圆顶珠蚌; 种群结构; 繁殖力

中图分类号: Q145⁺.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2010)03-0473-08

淡水蚌类是淡水生物类群中分布最广、最易受到威胁的类群之一^[1]。淡水蚌类作为滤食者, 是食物链上的重要环节, 由于其生物量往往在底栖动物中占优势, 它们在淡水生态系统中起着重要作用。近几十年来, 水利工程、过度捕捞和水质污染等人类活动对蚌类的生存和繁衍造成了严重威胁。

淡水蚌类具有复杂且独特的生活史。蚌类一般为雌雄异体, 性成熟季节, 雄性个体将精子排入水中, 随水流进入雌性个体的鳃水管, 使聚集于鳃水管(育儿囊)的成熟卵子受精。受精卵在由鳃水管特化形成的育儿囊中发育成钩介幼虫, 幼虫成熟后必须寄生在鱼或其他动物寄主的体表, 经变态后脱离寄主成为幼蚌在水底营独立生活^[2, 3]。不同蚌类对环境有各自的适应性特点, 包括繁殖习性、生殖力、

生境选择、寿命及各种生理适应^[4, 5]。圆顶珠蚌 *Unio douglasiae* (Gray, 1884) 隶属于瓣鳃纲(Lamellibranchia) 蚌科(Unionidae), 广泛分布于我国的湖泊、河流及池塘等水体^[6], 为鄱阳湖^[7]、赣江^[8]、湘江^[9]等水域的优势种。有关淡水蚌生活史特征等生物学方面的研究不多^[10, 11]。作者对江西青岚湖圆顶珠蚌种群结构和繁殖特征进行研究, 不仅可以丰富淡水蚌的生物学内容, 也能为淡水蚌保护和湖泊与河流的规范管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 湖泊特征及野外采集

青岚湖为鄱阳湖南部湖汊, 面积36 km²。接抚河之水入鄱阳湖。平均水深3.5 m, 最大水深9 m, 系

收稿日期: 2009-09-15; 修订日期: 2010-01-19

基金项目: 国家自然科学基金(No. 30860045); 江西省学科带头人和鄱阳湖环境与资源利用教育部重点实验室项目资助

作者简介: 陈堂华(1984—), 男, 江西万载人; 在读硕士研究生; 主要从事动物资源学研究。E-mail: echo_1105@163.com

通讯作者: 吴小平, E-mail: xiaoping91@hotmail.com

平原过水湖泊。采样期间青岚湖周年水温为 10—30℃, 透明度为 23—170 cm, pH 为 7.1—7.2, 4 月水位开始上涨, 6—9 月份为高水位, 9 月以后水位开始下降。青岚湖水生植物以细果野菱(*Trapa maximowiczii*)、苦草(*Vallisneria natans*)和轮叶黑藻(*Hydrilla verticillata*)为主。

2008 年 7 月至 2009 年 7 月, 每月中旬到青岚湖用自制蚌耙(耙宽为 65 cm, 网目为 2 cm)采集圆顶珠蚌样本(图 1)。

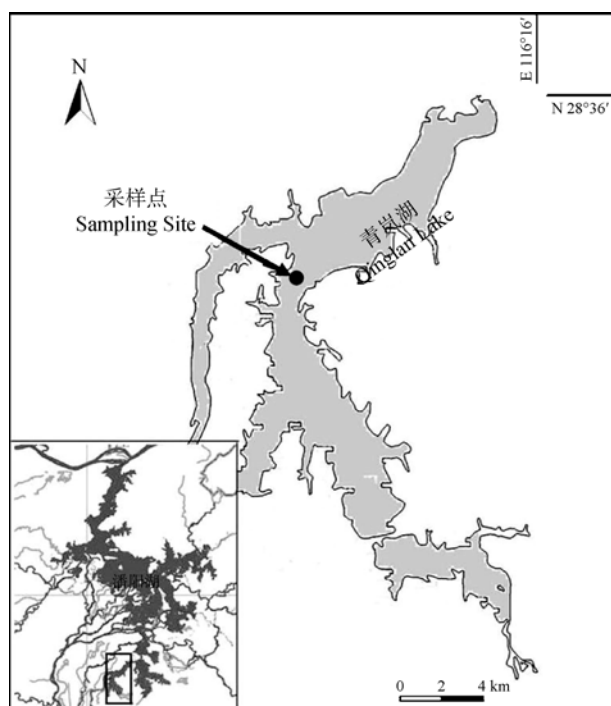


图 1 青岚湖采样点位置示意图

Fig. 1 Location of the sampling site in Qinglan Lake

1.2 室内分析

种群结构 标本在室内测量其壳长(精确到 0.1 mm)和体重(带壳湿重, 精确到 0.01 g)。

繁殖特征 用开口器轻轻打开贝壳, 性腺涂抹法^[12]确定性别, 同时检查雌蚌育儿囊中胚胎发育情况, 并计算妊娠率(妊娠率=妊娠雌体占抽样个体总数的百分比); 取性腺组织于波恩氏液中固定, 石蜡包埋, 切片厚 5—7 μm , 常规 H.E 染色, 在尼康显微镜下观察并拍照。

取妊娠母蚌鳃于烧杯中, 撕开鳃组织, 加入适量水用吸管冲洗出育儿囊中幼虫, 内容物稀释至 1000 mL, 摇匀, 迅速用移液管取 1 mL 于培养皿内, 在解剖镜下计数胚胎和钩介幼虫数, 重复 10 次, 计

算蚌的繁殖力(蚌的繁殖力=每毫升悬浮液中所含胚胎或幼虫数 $\times 1\,000$)。

1.3 数据处理

壳长分布频率和妊娠率的周年变化、繁殖力与壳长和体重的回归关系均用统计软件 Statistica 13.0 进行统计分析, 并用 Adobe Photoshop CS 进行处理。性比使用 χ^2 连续性矫正检验。性腺切片用 Adobe Photoshop CS 进行处理。

2 结 果

2.1 种群结构

根据作者对青岚湖淡水蚌周年采样调查, 在采到的淡水蚌类中, 优势种为圆顶珠蚌、洞穴丽蚌(*Lamprotula caveata*)和中国尖嵴蚌(*Acuticosta chinensis*), 其中圆顶珠蚌数量特别多, 是数量最大的优势种。图 2 是根据不同壳长组(间隔为 5 mm)的个体数得到的圆顶珠蚌种群结构的周年变动情况。可以看出, 在青岚湖圆顶珠蚌种群中, 40—65 mm 个体所占的比例较多, 40 mm 以下和 65 mm 以上个体出现频率较少。采集的标本中, 最大个体壳长为 83.6 mm, 最小个体壳长为 20.3 mm。

2.2 繁殖特征

性比和性成熟个体大小 圆顶珠蚌雌雄异体, 雌雄性比为 1:1.20, 经 χ^2 连续性矫正检验, 符合 1:1 的规律(表 1)。性腺涂抹观察 1774 个标本发现, 性成熟最小雌体壳长为 27.6 mm, 体重为 2.62 g; 最小雄体壳长为 27.9 mm, 体重为 2.21 g; 5 至 6 月间繁殖盛期, 检测到最小妊娠个体壳长为 29.8 mm, 体重为 2.98 g, 因此推断一周年的圆顶珠蚌可能达到性成熟。

周年性腺发育 根据圆顶珠蚌生殖细胞的发育规律和滤泡的变化特点, 周年性腺发育可分为 3 个时期:

(1) 生长期和成熟期。滤泡膨胀, 体积增大, 滤泡间结缔组织减少, 并逐渐消失。雌性滤泡数目多, 卵原细胞减少, 卵母细胞逐渐增多。成熟的卵母细胞离开滤泡壁进入滤泡腔中。腔内充满了圆形成熟的卵原细胞(图版 I-1)。雄性滤泡壁生殖上皮增生大量精原细胞, 并迅速发育为初、次级精母细胞、成熟精子。滤泡腔内营养颗粒减少, 大量成熟的精子呈辐射状排列在滤泡中央, 精子被染成深蓝色。本期发育时间为 10 月至翌年 1 月(图版 I-2)。

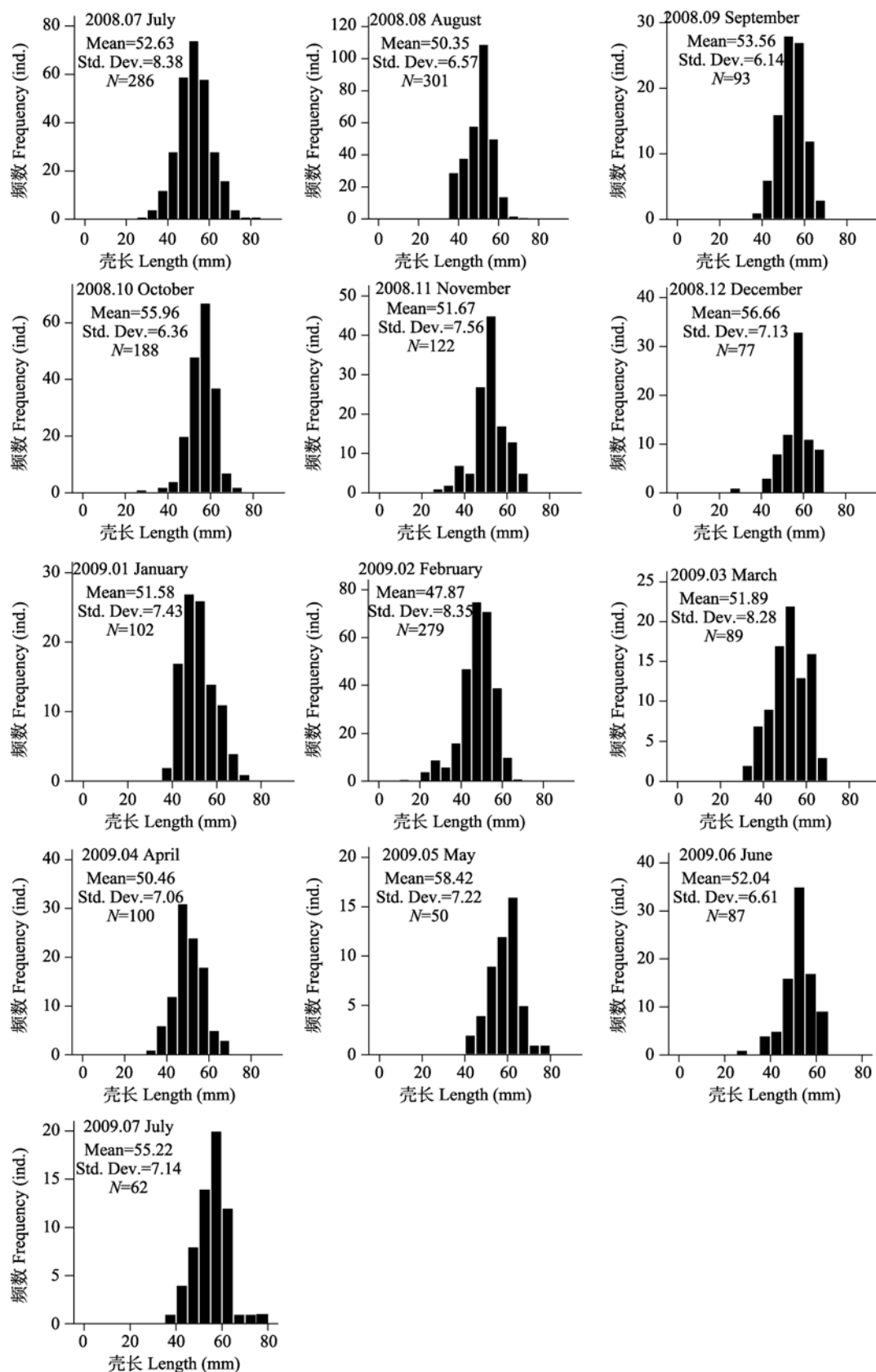


图2 圆顶珠蚌壳长分布频率的周年变化

Fig. 2 Annual variations in the frequency distributions of the shell length of *Unio douglasiae*

Mean 为平均值; Std. Dev 为标准差; N 为抽样个体数

Mean is mean value; Std.Dev is standard deviation; N is sampling number.

表 1 不同月份圆顶珠蚌的性比
Tab. 1 The sex ratio of *Unio douglasiae* in different months

月份 Month	2008 年 7 月 Jul, 2008	8 月 Aug	9 月 Sep	10 月 Oct	11 月 Nov	12 月 Dec	2009 年 1 月 Jan, 2009	2 月 Feb	3 月 Mar	4 月 Apr	5 月 May	6 月 Jun	7 月 Jul
个体数 Number													
雌性 Female	137	148	45	69	56	34	53	121	37	46	19	41	30
雄性 Male	149	153	48	119	66	43	49	158	52	54	31	46	32
性比 Sex ratio	0.92	0.97	0.94	0.58	0.85	0.79	1.08	0.77	0.71	0.85	0.61	0.89	0.94

Note: $\chi^2=12.07 < \chi^2_{(11)0.99}=24.7$, $df=11$, $P > 0.01$

(2) 排放期。本期滤泡壁薄, 滤泡间结缔组织开始增多。雌性滤泡内卵母细胞开始减少, 且发生形变。滤泡壁出现萎缩, 有的滤泡因卵细胞的排出而破裂。随着卵母细胞的排空, 滤泡开始出现网状空腔, 或残留细胞壁(图版 I-3)。成熟的精子排入生殖导管, 雄性滤泡中央空隙逐渐增大, 滤泡缩小并逐渐减少, 滤泡之间结缔组织增生(图版 I-4)。本期发育时间为 2 至 7 月。

(3) 恢复期。本期滤泡数目增多, 滤泡壁厚, 滤泡内充满大量被染成鲜红色的营养颗粒滤泡壁伸展, 极少见皱缩现象。滤泡腔内充满营养颗粒, 滤泡之间有结缔组织。雌性滤泡在恢复期大小不均, 滤泡壁上可见游离的卵原细胞, 其细胞核大, 被苏木精染成淡紫色(图版 I-5)。雄性滤泡在增生营养颗粒的同时, 增生少量的精原细胞。部分精原细胞发育为初级精母细胞, 散布在滤泡腔营养颗粒中(图版 I-6)。本期发育时间为 8 至 9 月。

妊娠方式与妊娠率周年变化 圆顶珠蚌雌蚌两片外鳃特化为育儿囊, 外鳃腔充满胚胎时, 鳃瓣向外鼓胀, 腹缘较钝, 外表光滑。胚胎发育过程中, 育儿囊由乳白色逐渐变成浅红色, 至幼虫成熟时变成深红色。早期胚胎在育儿囊内“米粒”状的胶质索中发育, 幼虫成熟后, 卵膜破裂, 此时胶质索消失成黏液状, 成熟钩介幼虫附在新形成的黏液丝上排出体外。妊娠母蚌在受到刺激后, 易发生流产, 提前排出胶质索。显微镜下可见胶质索中有大量的受精卵、胚胎和未成熟的钩介幼虫。

图 3 是圆顶珠蚌妊娠率周年变化, 圆顶珠蚌的繁殖期为 2 至 7 月。期间可见圆顶珠蚌妊娠个体, 其中 4、5 和 6 月的妊娠率较高, 分别为 80.43%、84.21%和 78.05%。

繁殖力 对 13 个圆顶珠蚌的繁殖力进行了测算, 结果为 50—240 千粒/个, 平均值为(183.72±6.43)

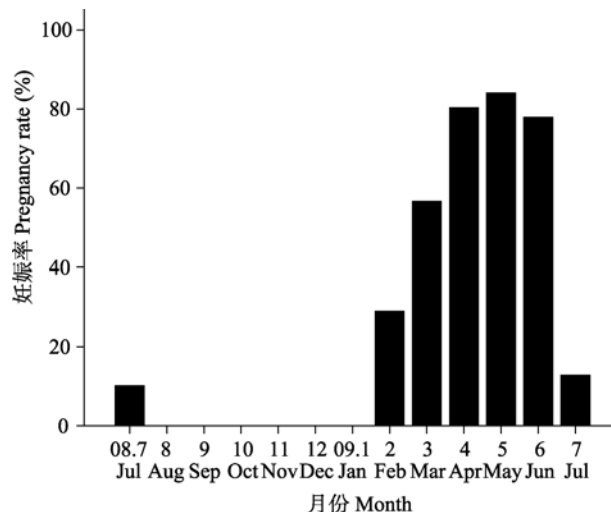


图 3 圆顶珠蚌妊娠率周年变化

Fig. 3 The annual variations in the pregnancy rates of *Unio douglasiae*

千粒/个, 妊娠母蚌最小壳长为 29.8 mm, 最大壳长为 64.1 mm。最大繁殖力为 344.64 千粒/个, 此时壳长为 54.5 mm; 最小繁殖力为 49.95 千粒/个, 此时壳长为 29.8 mm。圆顶珠蚌的繁殖力与壳长 ($R^2=0.637$, $df=12$, $P=0.001$)和体重 ($R^2=0.668$, $df=12$, $P=0.001$)都显著相关, 呈幂函数关系(图 4), 总体趋势为个体越大, 绝对繁殖力越大。

3 讨论

3.1 种群结构

由于蚌耙拖网的网目为 20 mm, 壳长 40 mm 以下的个体壳宽一般在 15 mm 以下, 小型个体不易采到, 但从每月的种群结构中可知, 翌年 2 月份, 20 mm 左右的个体明显增多, 可以推测, 上一年补充的新生个体生长半年后壳长可达 20 mm。而 65 mm 以上个体很少, 可能与过度捕捞或死亡率增加有关。从壳长的总体变动趋势来看, 青岚湖区圆顶珠蚌的种群趋于稳定状态。

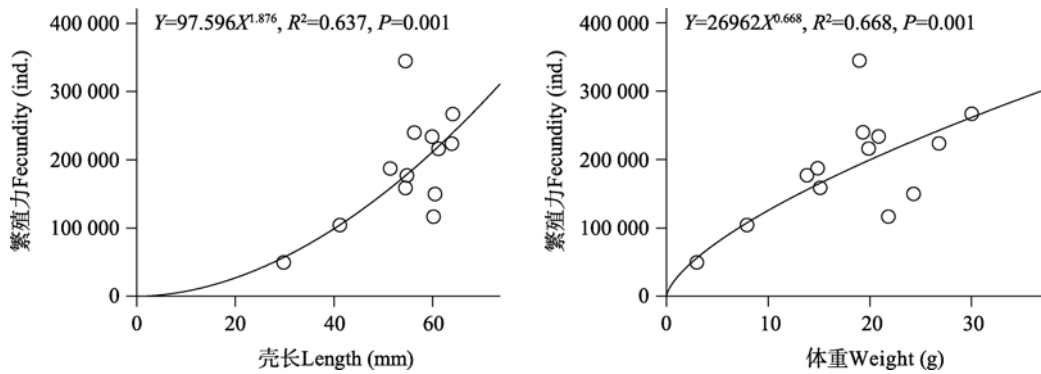


图 4 圆顶珠蚌繁殖力与壳长和体重的回归关系
Fig. 4 Length- and weight-fecundity relationships of *Unio douglasiae*

3.2 蚌的繁殖期和产卵类型

蚌类不同物种的繁殖习性对环境有各自的适应性特点。根据繁殖季节的差异，蚌科种类可分为夏季繁殖类群和冬季繁殖类群^[13]；根据排卵次数可分为一次产卵类型和多次产卵类型^[14]。淡水蚌的繁殖期和产卵类型随不同的种类而有差异(表 2)。

表 2 不同蚌繁殖期和产卵类型比较
Tab. 2 The comparison of the breeding season and the spawning type of different mussels

种名 Species	繁殖期类型 Type of the breeding season	产卵类型 Type of the spawning
三角帆蚌 <i>Hyriopsis cumingii</i> ^[15]	夏季	多次
圆背角无齿蚌 <i>Anodonta woodiana pacifica</i> ^[16]	夏季	—
刻裂丽蚌 <i>Lamprotula scripta</i> ^[17]	夏季	多次
洞穴丽蚌 <i>L. caveata</i> ^[18]	夏季	多次
背瘤丽蚌 <i>L. leai</i> ^[19]	夏季	—
绢丝丽蚌 <i>L. fibrosa</i> ^[20]	冬季	1 次
朝鲜丽蚌 <i>L. coreana</i> ^[21]	冬季	多次
褶纹冠蚌 <i>Cristaria plicata</i> ^[22]	—	多次
圆顶珠蚌 <i>Unio douglasiae</i>	春夏季	多次

圆顶珠蚌繁殖季节为春夏季(2 至 7 月)，繁殖高峰为 4 至 6 月，相对其他淡水蚌，繁殖期长；从性腺发育看，从同一个体的生殖腺中可见到从卵原细胞到成熟卵子的一系列类型，表明圆顶珠蚌生殖细胞发育属多次产卵类型。这种繁殖期长、多次产卵的繁殖特征有利于种群的增殖。

3.3 胶质索和钩介幼虫关系

许多北美淡水蚌类成熟钩介幼虫的释放方式是以胶质索的形式排出体外，Kat^[23]和 Watters^[24]认为胶质索模拟成鱼类饵料的形状释放出来，能够吸引宿主鱼，从而提高钩介幼虫寄生的成功率。本实验

中，青岚湖的圆顶珠蚌的胚胎在胶质索中按一定的方式排列，发育至幼虫成熟后，胶质索消失成黏液状，成熟钩介幼虫附在新形成的黏液丝上排出体外，这意味着圆顶珠蚌胶质索的作用与吸引宿主鱼来提高钩介幼虫寄生的成功率无关，我们认为胶质索在胚胎发育过程中可能有保护胚胎的作用。同时我们也发现，圆顶珠蚌在离水后，或受到短暂干旱再放回水体中等改变环境的刺激后，胶质索及包含的胚胎会排出体外。Aldridge 发现在缺氧条件下，妊娠母蚌会流产，且认为这种流产现象可能是个体在低氧条件下缓解缺氧压力的一种生存策略。妊娠母蚌在离水后，或受到短暂干旱时，由于鳃内充满了胚胎或幼虫，母蚌会将其排出以增加鳃的表面积，从而能够摄取足够的氧气，使母蚌得以生存，直到下一个繁殖周期的到来。同时推测，当湖泊与河流溶解氧水平低到一定的阈值时，圆顶珠蚌会过早地排出胚胎，导致其资源得不到恢复^[25]。

3.4 蚌的繁殖力

繁殖力与壳长和年龄密切相关，其中壳长是预测淡水蚌繁殖力最常用的因子^[4]。圆顶珠蚌和其他淡水蚌一样，壳长与繁殖力呈幂函数关系，繁殖力随着壳长增加而增大^[4]。不同种蚌类繁殖力大小存在着差异，淡水珍珠贝(*Margaritifera margaritifera*)^[26]平均繁殖力高达 1 600 千粒/个，多脉珠蚌(*Megalonaias nervosa*)^[27]为 740.38 千粒/个，圆背角无齿蚌^[13]为 680 千粒/个，背瘤丽蚌^[19]为 328.09 千粒/个。本实验中，圆顶珠蚌平均繁殖为 183.72 千粒/个，圆顶珠蚌个体较小，妊娠母蚌平均壳长仅为 54.8 mm，但育儿囊膨胀度很大，钩介幼虫个体较小，相对怀卵量高，这可能是圆顶珠蚌在各种水体中均为蚌类优势种的原因。一些文献表明，淡水蚌

繁殖力受栖息地环境影响较大。美国肯塔基州的肯塔基河, 由于修建大坝, 在大坝附近, 水流较急, 食物较少, *Actinonaias ligamentina*^[5]的繁殖力仅 80.62 千粒/个, 而在大坝下游较远河段, 水流较缓, 繁殖力高达 1561 千粒/个。英国东部, *Pseudanodonta complanata*^[28]的繁殖力为 5—50 千粒/个, 而在德国为 8—16 千粒/个。由此可以看出, 不同水流、食物、栖息地等都会明显影响蚌类的繁殖力。因此, 了解蚌的繁殖力及影响因素, 对淡水蚌的保护和管理有重要意义。

3.5 青岚湖蚌资源的保护

在青岚湖, 蚌类资源丰富, 每年的3至6月大量的捕蚌船在捕捞河蚌(*Corbicula fluminea*), 据调查统计, 在青岚湖捕捞河蚌的渔船有近百艘。该季节为多数蚌的繁殖期, 捕蚌作业导致大量妊娠母蚌流产, 影响种群补充, 长此下去, 将导致青岚湖蚌资源的枯竭。因此, 根据蚌繁殖期的特点, 建议3至6月为禁捕期, 或限制捕捞。

参考文献:

- [1] Bogan A E. Freshwater molluscan conservation in North America: problems and practices [J]. *Journal of Conchology Special Publication*, 1998, 2: 223—230
- [2] Zhang X, Li S C, Liu Y Y. Bivalves (Mollusca) of Dongting Lake and its surrounding waters, Hunan Province, China [J]. *Acta Zoologica Sinica*, 1965, 17(2): 197—293 [张玺, 李世成, 刘月英. 洞庭湖及周围水域的双壳类软体动物. 动物学报, 1965, 17(2): 197—293]
- [3] Zhang X, Qi Z Y. General Malacology [M]. Beijing: Science Press. 1961, 205—207 [张玺, 齐钟彦. 贝类学纲要. 北京: 科学出版社. 1961, 205—207]
- [4] Haag W R, Staton J L. Variation in fecundity and other reproductive traits in freshwater mussels [J]. *Freshwater Biology*, 2003, 48: 2118—2130
- [5] Moles K R, Layzer J B. Reproductive ecology of *Actinonaias ligamentina* (Bivalvia: Unionidae) in a regulated river [J]. *Journal of the North American Benthological Society*, 2008, 27(1): 212—222
- [6] Liu Y Y, Zhang W Z, Wang Y X, et al. Economic Fauna of China-Freshwater Mollusk [M]. Beijing: Science Press. 1979, 74—75 [刘月英, 张文珍, 王耀先, 等. 中国经济动物志—淡水软件动物. 北京: 科学出版社. 1979, 74—75]
- [7] Liu Y J, Ouyang S, Wu X P. Distribution and status of freshwater bivalves in the Poyang Lake [J]. *Jiangxi Science*. 2008, 26(2): 280—283 [刘勇江, 欧阳珊, 吴小平. 鄱阳湖双壳类分布及现状. 江西科学, 2008, 26(2): 280—283]
- [8] Shu F Y, Wu X P. Investigation of bivalves resources in main branch lake inlet of the Gan River [J]. *Territory & Natural Resources Study*, 2004, 3: 80—81 [舒凤月, 吴小平. 赣江主支入口湖口双壳类资源调查. 国土与自然资源研究, 2004, 3: 80—81]
- [9] Hu Z Q, Liu J, Fu X Q, et al. Study on mollusca of Xiang River trunk stream [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2007, 31(4): 524—531 [胡自强, 刘俊, 傅秀芹, 等. 湘江干流软体动物的研究. 水生生物学报, 2007, 31(4): 524—531]
- [10] Wu X P, Liang Y L, Wang H Z. A comparative study on glochidial morphology of Unionidae (Bivalvia) II. *Lanceolaria*, *Lamprotula*, *Hyriopsis* and *Cristaria* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1996, 23(2): 141—145 [吴小平, 梁彦岭, 王洪铸. 蚌科钩介幼虫比较形态学研究 I. 四个种幼虫的形态. 水生生物学报, 1996, 23(2): 141—145]
- [11] Wei Q S, Fu C H. Comparative studies on morphology of the glochidia of six mussel species (Mollusca: Unionidae) [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1994, 18(4): 303—308 [魏青山, 傅彩红. 珠蚌科六种蚌钩介幼虫形态的比较研究. 水生生物学报, 1994, 18(4): 303—308]
- [12] Shu F Y, Wu X P. Study on the biology of *Lamprotula rochechouarti* [J]. *Journal of Qufu Normal University (Natural Science)*, 2005, 31(1): 85—87 [舒凤月, 吴小平. 猪耳丽蚌的生物学研究. 曲阜师范大学学报(自然科学版), 2005, 31(1): 85—87]
- [13] Sterki V. Some notes on the genital organs of Unionidae with reference to systematics [J]. *Nautilus*, 1895, 9: 91—94
- [14] Holopainen I J. and Hanski I. Life history variation in *Pisidium* (Bivalvia: Pisidiidae) [J]. *Holarctic Ecology*, 1986, 9: 85—98
- [15] Wang H, Bai Z Y, Li J L, et al. A primary study on the morphological changes of embryo of *Hyriopsis cumingii* in nurturing pouch of outer gill [J]. *Journal of Shanghai Fisheries University*, 2007, 16(3): 219—223 [王宏, 白志毅, 李家乐, 等. 三角帆蚌胚胎在外鳃育儿囊内形态变化初步研究. 上海水产大学学报, 2007, 16(3): 219—223]
- [16] Zheng G M, Wei Q S. Studies on the reproductive characteristics of female *Anodonta woodiana pacifica* (Heude) in South Lake, Wuhan [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2000, 19(5): 490—493
- [17] Wang Y F, Wei Q S. On reproductive biology of *Lamprotula Scripta* Heude [J]. *Journal Huazhong (Central China) Agricultural University*, 1994, 13(2): 170—174 [王玉凤, 魏青山. 刻裂丽蚌的繁殖生物学. 华中农业大学学报, 1994, 13(2): 170—174]
- [18] Wang Y F, Wei Q S. On reproductive biology of *Lamprotula caveata* [A]. Proceedings of the Sixtieth Anniversary of the Founding of China Zoological Society [C]. Beijing: Science and Technology Press of China. 1994, 492—495 [王玉凤, 魏青山. 洞穴丽蚌的繁殖生物学. 中国动物学会成立 60 周年纪念论文集. 北京: 中国科学技术出版社. 1994, 492—495]
- [19] Ling G. Primary studies on conservation biology of *Lampro-*

- tula lei* (Gray) [D]. Thesis for Master of Science, Nanchang University. 2005 [凌高. 背瘤丽蚌保护生物学初步研究. 硕士学位论文, 南昌大学. 2005]
- [20] Zhu Z Y, Gong S Y, Zhang X P, et al. Reproductive habits of *Lamprotula fibrosa* (Heude) [J]. *Journal Huazhong (Central China) Agricultural University*, 1997, **16**(4): 374—379 [朱子义, 龚世园, 张训蒲, 等. 绢丝丽蚌的繁殖习性研究. 华中农业大学学报, 1997, **16**(4): 374—379]
- [21] Choick C. Ecological studies on the *Lamprotula coreana*: (1) on the breeding season and the larva, glochidia [J]. *The Korean Journal of Zoology*, 1965, **8**(2): 67—72
- [22] Tian J F, Wei Q S. On gonad development and reproductive cycle of the *Cristaria plicata* in the South Lake of Wuhan [J]. *Journal Huazhong (Central China) Agricultural University*, 1993, **12**(2): 190—196 [田津方, 魏青山. 武汉南湖褶纹冠蚌性腺发育与繁殖周期. 华中农业大学学报, 1993, **12**(2): 190—196]
- [23] Kat P W. Parasitism and the Unionacea (Bivalvia) [J]. *Biological Reviews*, 1984, **59**: 189—207
- [24] Watters G T. Morphology of the conglutinate of the kidney-shell freshwater mussel [J]. *Ptychobranthus fasciolaris*. *Invertebrate Biology*, 1999, **188**: 289—295
- [25] Aldridge D C, Mcivor A L. Gill evacuation and release of glochidia by *Unio pictorum* and *Unio tumidus* (Bivalvia: Unionidae) under thermal and hypoxic stress [J]. *Journal of Molluscan Studies*, 2003, **69**: 55—59
- [26] Yong M, Williams J. The reproductive biology of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. I. Field studies [J]. *Archiv für Hydrobiologie*, 1984, **99**: 405—422
- [27] Thomas M H, Jeffrey T G, Rebekah L R. Reproductive phenology in *Megaloniais nervosa* (Bivalvia: Unionidae) in Wheeler Reservoir, Tennessee River, Alabama, USA [J]. *Hydrobiologia*, 2005, **539**: 131—136
- [28] Mcivor A L, Aldridge D C. The reproductive biology of the depressed river mussel, *Pseudanodonta complanata* (Bivalvia: Unionidae), with implications for its conservation [J]. *Journal of Molluscan Studies*, 2007, **73**: 259—266

STUDIES ON THE POPULATION STRUCTURE AND REPRODUCTIVE TRAITS OF *UNIO DOUGLASIAE* IN QINGLAN LAKE, JIANGXI PROVINCE

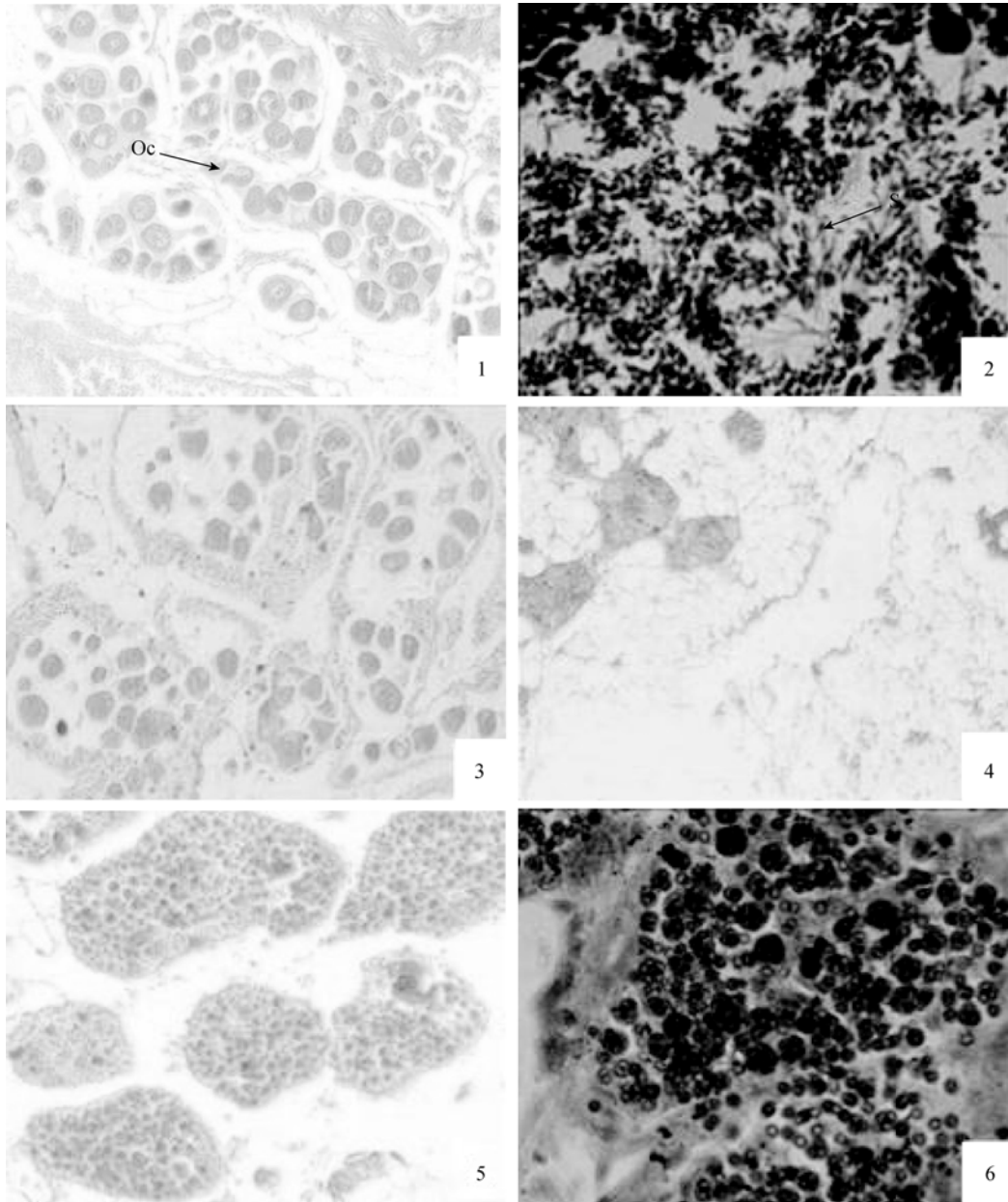
CHEN Tang-Hua^{1,2}, OUYANG Shan¹, XIONG Liu-Feng^{1,3}, QI Tao¹ and WU Xiao-Ping¹

(1. College of Life Sciences and Food Engineering, Nanchang University, Nanchang 330031, China; 2. The Key Laboratory of Poyang Lake Environment and Resource Utilization, Ministry of Education, Nanchang 330031, China; 3. College of Animal Science and Technology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: Freshwater mussels are one of the most widespread and imperiled groups of animals in the world, which play a major part in the functioning of many freshwater ecosystems, however, their populations declined continually during the 20th century. *Unio douglasiae*, one important specie of Unionidae, is widespread in lakes, rivers and impoundments, but little is know about its population structure and reproductive traits. Investigations on the population structure and reproductive traits of *Unio douglasiae* were carried out in Qinglan Lake from July, 2008 to July, 2009. From the view of population structure, the population tended to be stable and shell length of individuals was mainly from 40 mm to 65 mm in the population. The maximum length and the minimum length of individuals were 83.6 mm and 20.3 mm in the specimens. The sex ratio of natural population was found 1 : 1.20, the sex ratio of each month was in close agreement with the expected value of 1 : 1 by χ^2 test. The minimum mature female with a shell length of 27.6 mm and weight of 2.62 g, and which of the male with a shell length of 27.9 mm and the weight of 2.21 g were found. The minimum pregnancy individual was found with a shell length of 29.8 mm and weight of 2.98 g in examined specimens. We concluded that the female and male individuals matured at the age of 1 year. Taking the developmental characteristics gametes in follicles and features of follicles into account, the annual cycle of maturation for both male and female could be divided into the following three periods: (1) growth and maturation period, October to January of next year, (2) spawning period, February to June, (3) recovery period, August to September. The female in maturation could spawn several rounds in one reproduction cycle. Two pieces of outer gills of the female were used as marsupium. Embryo developed in the conglutinates. In the development process of embryo, the colour of marsupium changed from ivory white to light red, then became cardinal red after matured. Mature glochidia on a mucous thread released from the water column. After stimulated by stressed condition, pregnancy mussels would release the superconglutinate. The breeding season lasted from February to July. The breeding peak period occurred from April to June, the pregnancy rates were 80.43%, 84.21% and

78.05% respectively. The average fecundity reached about $(183.72 \pm 6.43) \times 10^3$ embryo or glochidia. The maximum fecundity was 344.64×10^3 embryo or glochidia and the length of individual was 54.5 mm. The minimum fecundity was 49.95×10^3 embryo or glochidia and the length of individual was 29.8 mm. Fecundity was related significantly to both length and weight. This study may provide more information related to basic biology and guidance for conservation of freshwater mussels and science-based management of rivers and lakes.

Key words: *Unio douglasiae*; Population structure; Fecundity



图版 I 圆顶珠蚌性腺切片

Plate I Gonad sections of *Unio douglasiae*

1. 生长期和成熟期雌性性腺($\times 10$); 2. 排放期雌性性腺($\times 10$); 3. 恢复期雌性性腺($\times 20$); 4. 生长期和成熟期雄性性腺($\times 20$); 5. 排放期雄性性腺($\times 10$); 6. 恢复期雄性性腺($\times 100$)

1. Growth and maturation period of female ($\times 10$); 2. Spawning period of female ($\times 10$); 3. Recovery period of female ($\times 20$); 4. Growth and maturation period of male ($\times 20$); 5. Spawning period of male ($\times 10$); 6. Recovery period of male ($\times 100$)

Oc: 卵母细胞; S: 精子 Oc: Oocyte; S: Sperm