

文章编号: 1000-5692(2006)03-0311-05

多疣狭口蛙繁殖生态初步观察

贺佳飞, 周伟, 李明会

(西南林学院 保护生物学学院, 云南 昆明 650224)

摘要: 多疣狭口蛙 *Kaloula verrucosa* 于雨季前出蛰, 雨季结束后即入眠, 生活习性较其他无尾类特殊。为探寻该蛙的繁殖习性, 以野外定点观察和实验室剖检相结合, 研究其繁殖生态。结果表明, 多疣狭口蛙繁殖时间与雨季来临迟早、雨季持续时间及降水时间间隔等因子相关。其抱对产卵行为多发生于夜间至翌日上午。繁殖前、繁殖期和繁殖后的雌雄性比分别为 1:4, 1:7 和 3:2。繁殖期的产卵量与雌性个体体长呈极显著关系。体长大于 47 mm 的雌性个体每年产卵 2 次, 而小于 47 mm 的个体产卵 1 次。卵分批产出, 每批约 30 粒左右, 产卵持续时间长短受人类活动影响。作者认为, 繁殖过程中雌雄性比的变化与雄蛙多次进入繁殖场和入眠时间较早有关。少量多次产卵是为避免水塘干涸造成卵与蝌蚪大批量死亡的一种适应。卵呈漂浮状, 有利于孵化和加速发育, 避免临时水塘干涸对其种群生存的威胁。多疣狭口蛙与北方狭口蛙 *Kaloula borealis*, 四川狭口蛙 *Kaloula rugifera* 的繁殖习性相似, 但由于各物种的生态行为的分离和抗干扰能力的差异, 也表现出北方狭口蛙产卵不受人为干扰的影响。表 4 参 15

关键词: 动物学; 生态学; 多疣狭口蛙; 繁殖生态; 出蛰; 入眠

中图分类号: S718.6; Q958.1 **文献标识码:** A

国外两栖类繁殖生态研究集中于幼期生活史特征比较、产卵场选择、繁殖类型与方式、繁殖与气候变化等^[1-5], 繁殖资料对种群恢复计划具指导作用^[6]。国内较早以中华蟾蜍 *Bufo gargarizans* 为研究对象, 选取不同类型的典型样区, 比较各样区的理化因子与蟾蜍产卵习性的关系、卵群分布与水生植物的关系等; 同时采用雌体剪指标记法和产卵后剖腹法研究其产卵次数^[7]。此后, 两栖类繁殖研究的内容基本相同, 采用的方法亦基本相同, 研究对象包括黑斑侧褶蛙 *Pelophylax nigromaculata*, 四川狭口蛙 *Kaloula rugifera*, 东方铃蟾 *Bombina orientalis*, 中华蟾蜍, 虎纹蛙 *Hoplobatrachus rugulosus*, 金线侧褶蛙 *Pelophylax plancyi*, 北方狭口蛙 *Kaloula borealis* 等^[8-14]。研究结果为物种保护提供了大量繁殖资料。多疣狭口蛙 *Kaloula verrucosa* 的活动习性非常特殊。在云南昆明, 每年雨季开始前多疣狭口蛙出蛰, 雨季结束不久即入眠。所以, 对该蛙的繁殖研究, 不仅可增加了解生活习性特殊的物种怎样解决生殖问题, 且可为生物多样性保护研究提供依据。

收稿日期: 2005-09-24; 修回日期: 2005-12-18

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)资助项目(2003CB415100); 云南省教育厅自然科学基金资助项目(04Y425B)

作者简介: 贺佳飞, 硕士研究生, 从事两栖类生态学研究。E-mail: jiafeihe@126.com。通讯作者: 周伟, 教授, 博士生导师, 从事野生动物保护、脊椎动物分类及系统进化研究。E-mail: weizhou@public.km.yn.cn

1 材料与方 法

该项工作观察时间为 2003 年和 2004 年 4~10 月, 地点为西南林学院校园及其附近地区。以每年第一场大雨的时间(积水持续 3~5 d)为雨季的开始, 当秋末降水很少时(不能积水)则为雨季结束。观察时分别记录降水时间和产卵时间。

测量繁殖场内多疣狭口蛙的体长, 并以体长作为标准, 了解其种群结构。性比观察以每 5 d 为 1 个周期, 统计繁殖场的雌雄个体数, 共观察 27 次。为避免统计量过低, 在临近产卵的晚上也作统计, 最后计算出繁殖前、繁殖期和繁殖后的雌雄性比。野外产卵量的统计采用样方估计法^[13]。

2 结 果

2.1 繁殖时间与繁殖期

雄蛙蹼发达, 成圆扇状, 除第 1 趾和第 5 趾外, 蹼的缘膜均达趾端, 而雌蛙约 1/3 蹼。雄蛙咽部布满紫灰和绿黄色斑点, 雌蛙咽腹部为灰白色。雄蛙腹部有油状黄色腺体, 有 2 条明显的雄性线, 而雌蛙怀卵时腹部呈透明状, 可见卵。

2003 年多疣狭口蛙的繁殖期有 2 次繁殖高峰(表 1), 分别在 6 月 2 日与 7 月 23 日, 这 2 日的产卵量分别占总产卵量的 58.3% 和 30.5%。在 2 次繁殖高峰期间有一些零星产卵, 占总产卵量的 11.16%。2004 年也有 2 个繁殖高峰, 分别在 5 月 24 日和 6 月 26 日, 这 2 次产卵量分别占总产卵量的 53.2% 和 34.1%。

表 1 2003—2004 年多疣狭口蛙繁殖日期和降水日期比较

Table 1 Comparisons of frog reproductive phase and rain day in 2003—2004

年份	开始日期		结束日期		繁殖高峰日期		繁殖期/d
	降水	产卵	降水	产卵	第 1 次	第 2 次	
2003	05-18	06-02	09-10	09-01	06-02	07-23	90
2004	04-01	05-23	08-15	08-10	05-24	06-26	70

2.2 降水与产卵

多疣狭口蛙产卵与降水有关。持续降水量大于 50 mm, 积水时间为 3~5 d 时, 降水时间与产卵时间相隔 1~3 d; 持续降水量小于 50 mm, 积水时间为 1~2 d 时, 降水时间与产卵时间几乎在同一天(表 2)。

2.3 雌雄性比

不同活动时期雌雄性比也不同(表 3)。2004 年 4 月 10 日是该蛙的出蛰时间, 雌蛙和不能区分性别的幼蛙先出蛰活动, 个体数量少, 雌蛙所占比例较高或几乎全是雌蛙。雌蛙出蛰活动 10 d 左右, 开始有雄蛙活动。繁殖前(04-10~05-23)平均雄蛙比雌蛙多。繁殖期(05-23~08-10)大量雄蛙进入繁殖场, 雌蛙所占比例降低, 一般雄多雌少, 有时整个繁殖场都是雄蛙。繁殖后(08-10~09-10)雄蛙先冬眠, 雌蛙所占的比例相应增大, 一般雌多雄少。而 2003 年, 雌雄蛙出蛰时间相差不大, 雌蛙是 5 月 17 日, 雄蛙是 5 月 19 日, 雌蛙较雄蛙提前 2 d。

2.4 产卵

2.4.1 产卵与排卵频次 多疣狭口蛙抱对产卵多于夜间至翌日上午。产卵时抱对蛙不鸣叫, 雄蛙前臂抱住雌蛙上背部, 靠雄性腺稳稳粘牢于雌蛙背部。雄蛙先闭上双眼, 接着后肢缩回挤压雌蛙的泄殖腔, 用头部下压使雌蛙没入水面, 使雌蛙臀部高出水面后排卵; 雄蛙用后肢将卵拥至自己泄殖腔处受

表 2 2003—2004 年降水与多疣狭口蛙产卵日期的关系

Table 2 The relationship between rainday and frog spawning-time in 2003—2004

2003		2004	
降水日期	产卵日期	降水日期	产卵日期
06-01	06-02	05-23	05-23
06-07	06-07	05-24	05-24
06-12	06-12	06-10	06-10
06-12	06-15	06-11	06-14
07-06	07-08	06-21	06-22
07-09	07-09	06-25	06-26
07-22	07-23	08-09	08-10
07-27	07-29		
08-31	09-01		

精, 雌蛙头部露出水面, 至此完成 1 次受精。抱对产卵的蛙, 受到人为干扰后会发出“ge ge ge”的鸣声。产卵后不立即分开, 抱对继续 5~20 h。刚抱对产卵的雄蛙, 分开后再 1 次发出招引性鸣唱吸引雌蛙, 遇到雌蛙后又 1 次抱对。多疣狭口蛙为分批产卵, 曾观察 3 只雌蛙每一批产卵约 30 粒左右, 分 80 多批产出, 产卵持续时间约为 1 h 左右。如果受人为干扰, 产卵时间将延长, 有 1 对蛙产卵时间达 2 h。

2.4.2 产卵次数与产卵量 经野外和室内解剖观察, 1 个繁殖期内, 大于 47 mm 的雌蛙产卵次数至少为 2 次 $\cdot a^{-1}$, 小于 47 mm 的雌蛙产卵次数为 1 次 $\cdot a^{-1}$ 。在第 1 次产卵高峰期, 一般参加产卵的个体较大, 解剖刚产完卵的

雌蛙, 可见腹内仍含近成熟卵; 第 2 次产卵高峰期, 既有大个体参加, 也有小个体参加, 解剖刚产卵后个体, 不再有卵。1 只雌蛙一般 1 次产卵数量为 1 500~3 500 粒。野外观察, 个体大于 47 mm 的雌性产卵数量多, 小于 47 mm 的蛙产卵数量相对较少。经 t 检验, 2 组产卵蛙的体长和产卵量差异极显著(表 4)。观察和统计室内产卵的 2 只雌蛙的数据也表明, 体长为 47.5 mm 的雌蛙产卵量为 2 890 粒, 体长为 44.2 mm 的雌蛙产卵量为 1 601 粒。

表 3 2004 年多疣狭口蛙不同活动时期雌雄比

Table 3 Sex ratio comparisons of frogs for different active periods in 2004

项目	观察/次	雌蛙(♀)/只	雄蛙(♂)/只	雌(♀):雄(♂)
繁殖前	9	8	32	1:4
繁殖期	11	40	280	1:7
繁殖后	7	12	8	3:2

表 4 不同大小个体产卵量比较

Table 4 Comparison of spawning quantity between different sizes of female frog

个体数/只	雌蛙体长/mm	产卵量/粒
5	52.4±3.5 (47.1~57.5)	3 000±359.46 (2 603~3 500)
4	44.5±3.2 (42.1~46.1)	1 662±230.23 (1 500~2 000)
t 值	3.600 **	6.418 **

说明: 自由度=7; ** $P<0.01$ 。

2.4.3 卵的排列方式 多疣狭口蛙刚产出的卵植物极朝上, 动物极朝下, 大约 20 min 后, 则动物极朝上, 植物极朝下。卵呈单枚分解浮于水面, 卵外层胶膜的上端扁平。

3 分析与讨论

因临时水塘干涸的可能性很大, 多疣狭口蛙采用分批排卵, 多次受精, 且是在有限时间内完成繁殖, 以实现种群的延续。

3.1 繁殖期变化

2003—2004 年为期 2 a 的观察表明, 多疣狭口蛙繁殖期的长短与雨季的长短有关。利用降水后形成的临时水塘繁殖产卵, 水塘的持续时间是限制该蛙成功繁殖的关键因子。持续降水量小于 50 mm 时, 产卵与降水在同一天有助于在短期内顺利完成卵的发育和蝌蚪的变态; 持续降水量大于 50 mm 时, 卵易于被冲走和损坏, 不利于产卵受精, 因此延后产卵。

3.2 性比差异

繁殖前期与中期, 繁殖场中雌性少于雄性。可能由以下原因造成: ①未成熟雌蛙不参与繁殖; ②雌蛙生殖活动不同步, 前后时间的差异造成雌蛙在产卵场出现的频率较雄蛙为小; ③雄蛙频繁出入产卵场, 多次参与抱对。

繁殖后, 雌蛙比例升高的原因可能是雌蛙大量产卵, 能量消耗过多, 必须花更多时间补充消耗并积蓄越冬的能量, 才能安全越冬。而雄蛙在繁殖中只提供精子, 与雌蛙相比, 消耗的能量不多, 在繁殖后很快就能补充消耗的能量和蓄积好越冬的能量。因此, 当天气不利的情况下, 雄蛙先雌蛙冬眠,

造成雌蛙比例上升的现象。

3.3 产卵、受精与孵化

多疣狭口蛙分批排卵有利于提高受精率和存活率。该蛙的产卵场多为雨后的临时水塘,若水域持续时间短于该蛙卵或蝌蚪的发育时间,一次性排卵后则可能导致卵不能完成发育,或蝌蚪不能完全变态就干涸致死。多次排卵可减少这种威胁,同时也是对间歇性降水的适应性对策。

雌蛙产卵量随体长的增大而增多,且保证了较高的受精率和孵化率。理论上,种群应有较大增长,但实际上则维持稳定,表明从卵受精到发育为成蛙的整个过程中,每一步均有损失,而较高的产卵量和分次排卵保证了种群的稳定性。

卵呈分散排列于水面,是在长期进化发展过程中形成的产卵习性,是一种与胚胎迅速发育相适应的特征。卵分散可以吸收更多热量,使卵迅速发育;且浮状卵可随水流移动,受水域面积变化的影响较小。

3.4 与近缘种的比较

比较多疣狭口蛙与北方狭口蛙和四川狭口蛙的繁殖生态,相似之处表现在繁殖期与雨季来临迟早相关;繁殖期雄蛙较雌蛙多;卵分多次排出,其排列方式相同,均为分散排列于水面;总产卵数量与产卵频次、产卵持续时间相关等^[9~14]。相异之处表现在多疣狭口蛙受人干扰,产卵时间将延长;而北方狭口蛙的研究结果表明,人在产卵蛙周围走动,未发现对其产卵有影响^[14]。这表明近缘种由于进化时间的关系,在繁殖习性上表现很大的相似性,但同时由于物种的生态行为的分离和抗干扰能力的差异,也表现出一些差异性。

参考文献:

- [1] CRUMP M L. Choice of oviposition site and egg load assessment by a treefrog [J]. *Herpetologica*, 1991, 47 (3): 308—315.
- [2] BEEBEE T J C. Amphibian breeding and climate [J]. *Nature*, 1995, 374: 219—220.
- [3] PTACEK M B. Interspecific similarity in life-history traits in sympatric populations of gray treefrogs *Hyla chrysoscelis* and *Hyla versicolor* [J]. *Herpetologica*, 1996, 52 (3): 323—332.
- [4] CRICK H Q P, SPARKS T H. Climate change related to egg laying trends [J]. *Nature*, 1999, 399: 423—424.
- [5] ANDREW R B, LISA K B, DEANNA H O, et al. Amphibian breeding and climate change [J]. *Conserv Biol*, 2001, 15 (6): 1 804—1 809.
- [6] RAYMOND D S. Critical elements for biologically based recovery plans of aquatic-breeding amphibians [J]. *Conserv Biol*, 2002, 16 (3): 619—629.
- [7] 林光华, 孟庆芬. 南昌近郊蟾蜍产卵习性的调查 [J]. 动物学报, 1965, 6 (1): 147—156.
- [8] 王鉴泽. 太原近郊青蛙产卵习性的初步观察 [J]. 动物学杂志, 1965, 7 (6): 264—265.
- [9] 费梁, 叶昌媛. 四川狭口蛙繁殖习性的观察 [J]. 动物学杂志, 1983, 18 (5): 4—8.
- [10] 晏安厚. 中华蟾蜍繁殖习性的初步观察 [J]. 两栖爬行动物学报, 1987, 6 (4): 76—78.
- [11] 黎道洪. 贵阳近郊中华大蟾蜍繁殖的初步观察 [J]. 动物学杂志, 1988, 23 (3): 17—20.
- [12] 邹寿昌, 冯照军, 李宗芸. 东方蟾蜍繁殖期生态及形态生理研究 [J]. 动物学杂志, 1991, 26 (1): 22—24.
- [13] 耿宝荣, 蔡明章. 虎纹蛙的食性与繁殖习性的研究 [J]. 福建师范大学学报, 1994, 10 (3): 92—96.
- [14] 孙建梅, 胡斌, 李宗芸, 等. 北方狭口蛙繁殖生态的研究 [J]. 四川动物, 2000, 19 (2): 77—78.
- [15] 盛和林, 徐宏发. 哺乳动物野外研究方法 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1992.

Preliminary observation on reproductive ecology of *Kaloula verrucosa*

HE Jia-fei, ZHOU Wei, LI Ming-hui

(Faculty of Conservation Biology, Southwest Forestry College, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: Frogs of *Kaloula verrucosa* annually are revival before rainy season beginning and hibernate after rainy

season ended. Their habit is especial compared with other species of anuran. In order to know the reproductive behaviour of *Kaloula verrucosa*, its reproductive ecology is studied by observation in field and dissection in lab. The results indicate that the reproductive period of *Kaloula verrucosa* is related to the beginning of rainy season, duration and interval of raining etc. They usually mate and spawn from the night to the morning of next day. The sexual ratio at pre-reproductive, reproductive and post-reproductive periods is 1:4 and 1:7 and 3:2. There is notable relation between the spawn quantity and the body length of female in reproductive periods. The females whose body length is larger than 47 mm annually spawn twice, then smaller than 47 mm only spawn once. Eggs are laid in batches and each batch only includes about 30 eggs. Spawn time can be influenced by the activities of human being. The authors consider that sexual ratio changes of *Kaloula verrucosa* are related to that males enter reproductive places several times during reproduction and that males hibernate earlier than females. That laying a small quantity of eggs each batch and laying eggs several times during reproduction is an adaptive behavior for avoiding death of a mass of eggs and tadpoles caused by seasonal pond drying up. Floating eggs are in favor of hatching and accelerate growth, which can avoid the menace of population survival caused by temporary pond drying up. The reproductive habits among *Kaloula verrucosa*, *K. borealis* and *K. nigifera* resemble. There is also dissimilarity of habits among three different species because separation of their ecological behavior and the discrepancy of the ability of interference rejection, such as frogs of *K. borealis* aren't affected by human activity during spawn. [Ch, 4 tab. 15 ref.]

Key words: zoology; ecology; *Kaloula verrucosa*; reproductive ecology; revival; hibernation

《东北林业大学学报》2007 年改为月刊

《东北林业大学学报》是中华人民共和国教育部主管、东北林业大学主办的我国林业系统重要的专业性学术理论期刊之一。自 1957 年创刊至今,已有近 50 年的发展历程。2007 年,《东北林业大学学报》由原来的双月刊改为月刊,16 开本,国内外公开发行,每月 25 日出版。

为了满足广大作者和读者的多年夙愿和迫切需求,该刊立足东北林业大学,面向国内外组稿。该刊主要发表以下学科和专业的原始实验研究学术论文:森林培育、森林经理、林木遗传育种、森林保护、森林生态、水土保持与荒漠化治理、木材科学与技术、林产工业、林产化工、林业经济、野生动植物保护与利用、森林工程等。为了将《东北林业大学学报》办成我国林业系统真正的行业性的学术理论期刊,继续扩大校外稿件刊发力度,每期校外稿件发表数量不受比例限制,校外稿件享有优先发表权。

为了使大型课题研究成果尽快走向市场和相同研究方向比较集中的论文同时发表,该刊可组织这类成果或论文进行集中报道、连续报道和专题报道,也可在同一期刊出,以满足广大读者和作者的迫切需求。

来稿请寄:150040 黑龙江省哈尔滨市动力区和兴路 26 号《东北林业大学学报》编辑部。电话:0451-82190717; 传真:0451-82191165; E-mail: dlxb@mail.nefu.edu.cn。同时寄初审费 50.00 元,并注明作者的详细通讯地址、邮政编码、联系电话和 E-mail 地址。