

泽陆蛙种群年龄结构及其季节性变化

柯焯华 邓卉 郭卫斌 黄金秋 刘志权

王小芳 谢根明 刘庭庭

井冈山大学生命科学学院 江西省生物多样性与生态工程重点实验室 吉安 343009

摘要: 泽陆蛙 (*Fejervarya limnocharis*) 地理分布非常广, 目前针对该物种的种群生态学研究还相对较少。2010年10月至2013年10月, 我们研究了吉安市郊区稻田及其周边环境中的泽陆蛙种群生态。非冬眠期, 每月均采集一次泽陆蛙样本, 测量其体长、体重数据。研究期间共捕获泽陆蛙样本3349个。采用体长、体重指标重心聚类法, 结合泽陆蛙的生活史特征, 将研究种群年龄结构划分为3个年龄组。其中, 1龄为体长29 mm以下当年幼体, 约占62.02%; 2龄个体相对比例较高(体长30~39 mm, 占34.61%), 而3龄个体数量极少(体长40~50 mm, 占3.37%)。通过种群平均年龄以及各年龄组相对百分比的逐月变化趋势分析及年间比较发现, 泽陆蛙种群平均年龄的逐月变化曲线呈“M”型; 1龄个体和2龄个体所占百分比的逐月变化曲线波动非常大; 种群年龄结构季节性变化的年间比较也差异明显。这表明该种群可能面临高的生存压力, 但种群更新较快。

关键词: 泽陆蛙; 年龄结构; 季节性变化; 种群生态学; 吉安

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2014)03-366-10

Age Structure and Its Seasonal Variation in a Population of Rice Frog *Fejervarya limnocharis* in South China

KE Dian-Hua DENG Hui GUO Wei-Bin HUANG Jin-Qiu LIU Zhi-Quan

WANG Xiao-Fang XIE Gen-Ming LIU Ting-Ting

School of Life Sciences, Jinggangshan University, Key Laboratory for Biodiversity Science and Ecological Engineering of Jiangxi Province, Ji'an 343009, China

Abstract: Rice frog (*Fejervarya limnocharis*) is a widespread species whose population ecology has currently been little concerned. We studied age structure of the population of rice frogs in suburb of Ji'an, Jiangxi Province, China by collecting 3349 samples in each month during non-hibernating period from Oct, 2010 to Oct, 2013. We measured the snout-vent lengths (SVL) and body weights of each individual. Based on the life history traits of the rice frog we divided the age structure of the studied population into three age-groups by using the hierarchical clustering method. The 1 year old group is defined as those have just been metamorphosing with SVL less than 29 mm, they are consisted of 62.02% of the samples; the 3 year group is recognized as individuals with SVL larger than 40 mm, they form 3.37% of the samples; the rest individuals between 29 – 40 mm in SVL make up 34.61% of the samples as 2 year-olds. The monthly average age curve is a shape of

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 31160423), 江西省自然科学基金项目(No. 2010GZ0119), 江西省科技支撑计划指导性项目(No. 2009ZDN10500), 江西省教育厅科技项目(No. GJJ13547), 江西省教育厅重点实验室招标项目(No. GJJ12726), 江西省生物学高水平学科, 井冈山大学博士科研启动基金项目, 井冈山大学生命科学学院大学生创新性实验计划项目;

第一作者介绍 柯焯华, 男, 博士; 研究方向: 鸟类学, 动物行为、生态与保护; E-mail: ssk002whu@163.com。

收稿日期: 2013-09-25, 修回日期: 2013-11-13

“M”, and the proportion of 1 and 2 year group in the sample size varies greatly between successive months and years. Our finding indicates that this population may suffer a high survival pressure and results in a fast recruitment.

Key words: *Fejervarya limnocharis*; Age structure; Seasonal variation; Population ecology; Ji'an

种群动态问题关注种群在时空上的数量变动,这包括出生率和死亡率、迁入和迁出、群聚和扩散等方面内容,是种群生态学中的核心问题。两栖动物具有冬眠习性,同时生活繁殖离不开水,它们的分布具有明显的区域性,生活和繁殖习性变化具有季节性特点。因此,在特定区域内的两栖动物种群年龄结构必然会表现出一定的季节性变化规律。目前,对两栖动物种群动态方面的研究,大多是在研究生活习性和繁殖习性时所涉及的种群的性比及年龄结构研究。

泽陆蛙(*Fejervarya limnocharis*)主要生活于平原、丘陵和海拔 2 000 m 以下的山区稻田、沼泽、水塘、水沟等静水域及其附近的旱地草丛,在维持农业生态系统平衡方面起着积极的作用(费梁等 2012)。该物种在我国分布较广,学者对泽陆蛙也开展了多方面的研究(周亚平 2001,熊洪林等 2010)。然而对其种群动态及年龄结构研究还相对较少(邓学建 1990,邓学建等 1992,王晓黎 2007,王晶琳等 2009)。早期邓学建等(1992)通过野外标记重捕、放养观察与体重、体长测量数据相结合,划定其年龄结构;近年来,有的采用体长、体重指标聚类分析法(王晶琳等 2009),有的采用骨龄学石蜡切片法(Liao et al. 2011)研究其年龄结构。研究该物种的种群动态及年龄结构,揭示其野外生存状态,对相应的保护决策制定具有重要意义。特别是泽陆蛙是一个分类地位尚存争议的复合种(Kotaki et al. 2008),对其不同地理种群的深入研究依然十分必要。

本研究以江西省吉安市郊区稻田及其周边环境的泽陆蛙种群为研究对象,采集个体样本,测量其体长、体重参数,通过体长、体重指标重心聚类法,综合考虑泽陆蛙的生物学习性以及其生活史特征,划分该种群的年龄结构,

并研究种群年龄结构的季节性变化规律。

1 材料与方法

研究地点在江西省吉安市(27°2.4' ~ 27°8.6'N, 114°57.2' ~ 115°4.8'E),其东面为天玉山、青原山,平均海拔约 300 m;赣江穿过吉安市城区,在赣江与山脉之间有山地丘陵与农田,平均海拔约 75 m。研究区为典型的亚热带季风气候,年平均气温为 18.96℃,月平均温度最低为 6.5℃(1月),最高为 30.5℃(7月);年降水量为 1 504 mm,其中 80% 发生在 2 ~ 8 月。

2010 年 10 月至 2013 年 10 月(2011 年 7 月份数据空缺,每年 11 月至次年 3 月泽陆蛙冬眠期除外),我们每月对吉安市郊区稻田及其周边环境中的泽陆蛙种群进行随机抓捕采样,用游标卡尺测量个体的体长(snout-vent length),精确到 0.02 mm,用电子秤测量体重(body weight),精确到 0.1 g。观察测量后在野外原地放生。

本研究参照王晶琳等(2009)的方法,首先采用体长、体重指标重心聚类分析法划分泽陆蛙种群的年龄结构。依据泽陆蛙个体体长数据,以 1 mm 为组距,对样本进行分组,并计算各组样本的平均体重值。再依据各体长组的平均体重数据,采用重心聚类法处理获取 40 组数据的体长组聚类关系图。在此聚类关系的基础上,依据数据不同的合并程度,得到可能的年龄组划分方案。然后,以邓学建(1992)对泽陆蛙的种群生态研究以及 Liao 等(2011)通过骨龄学切片法获得的泽陆蛙年龄结构为参考,结合本研究种群的野外实际情况,划分种群的年龄结构。最后,分析不同年份种群平均年龄和各年龄组个体数量比例的逐月动态变化,分析泽陆蛙种群年龄结构的季节性变化规律。相

关统计分析使用 SPSS 20.0 软件处理。数据统计量表示为平均值 \pm 标准差 (Mean \pm SD)。

2 结果

2.1 泽陆蛙的体长、体重及其相互关系 2010 年 10 月至 2013 年 10 月,我们在吉安市郊区稻田环境的泽陆蛙种群中共捕获 3 349 只个体,其体重、体长频次分布图(图 1),研究种群的平均体重和体长逐月变化见图 2。通过相关性分析表明,泽蛙的体长与体重之间具有极显著的相关性 (Pearson 相关系数 $R^2 = 0.932$, $P < 0.001$),二者的幂函数回归曲线见图 3。

2.2 泽陆蛙种群年龄结构的划分 依据泽陆蛙个体体长数据,以 1 mm 为组距,对样本进行分组,得到 40 组数据,并计算各体长组样本的平均体重值。然后,根据各组的平均体重,采用重心聚类法处理得到 40 组数据的聚类关系图(图 4)。通过该聚类关系图可以看出,泽陆蛙种群 40 组数据在初次合并聚类后分为 6 组,各组体长范围依次为: 11 ~ 29 mm、30 ~ 36 mm、37 ~ 39 mm、40 ~ 43 mm、44 ~ 46 mm 以及 47 ~ 50 mm。据此体长范围把所有泽陆蛙样本分成 6 组,用单因素方差分析 (ANOVA) 对各组间体重差异显著性进行检验。组间体重差

异极显著 ($F_5 = 2 714.59$, $P < 0.001$),两两比较也为各组间的体重差异极显著 (均 $P < 0.001$)。因此,采用初次聚类结果,可以直接将研究种群所有样本分为 6 个年龄组。根据体长聚类关系(图 4),如果进一步聚类,可以分成 4 个组,其体重数据进行组间以及两两比较,均差异显著 ($P < 0.001$)。或者更进一步合并组,最终可得到 2 个年龄组,体长范围分别为 11 ~ 39 mm 和 40 ~ 50 mm,组间体重差异显著 ($P < 0.001$)。由此可见,通过体长、体重聚类过程的不同阶段的组间合并关系,可以得到 3 种年龄组划分方案。虽然 3 个方案得到的年龄组,组间体长、体重指标均差异显著,但这种显著性可能是由于统计样本量非常大造成的。泽陆蛙长沙种群中,25 mm 以下个体为当年变态个体(邓学建等 1992)。通过参考聚类关系图可以看出,体长 29 mm 及以下个体为同一类群。因此,本研究综合考虑,把体长 29 mm 以下个体单独列出,作为年龄最小的当年出生幼体,从而把泽陆蛙吉安种群分成 3 个年龄组 (1 ~ 3 龄; 对应于表 1 中的 I、II、III 龄)。各年龄组划分及体长、体重数据统计见表 2。

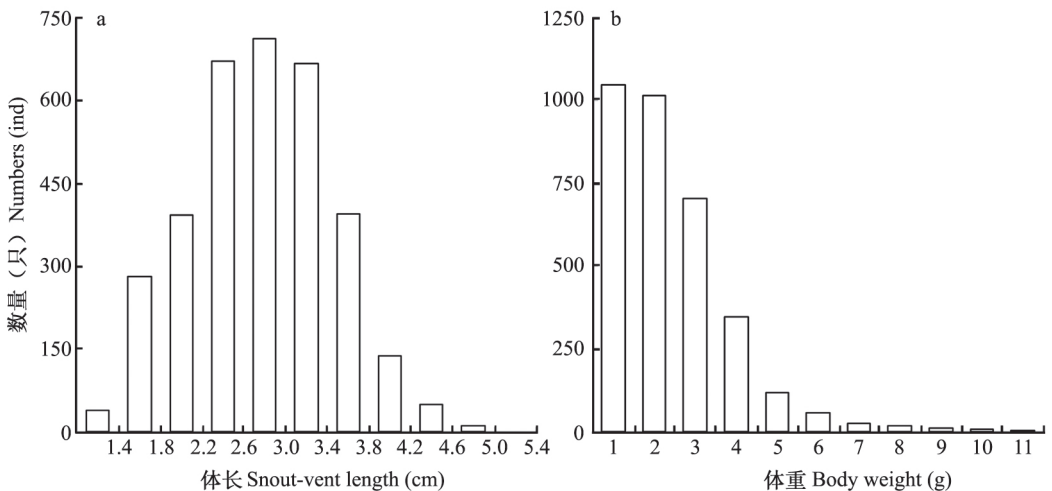


图 1 泽陆蛙研究种群体长 (a) 和体重 (b) 频次分布图

Fig. 1 Age group frequency of *Fejervarya limnocharis* by snout-vent length (a) and body weight (b)

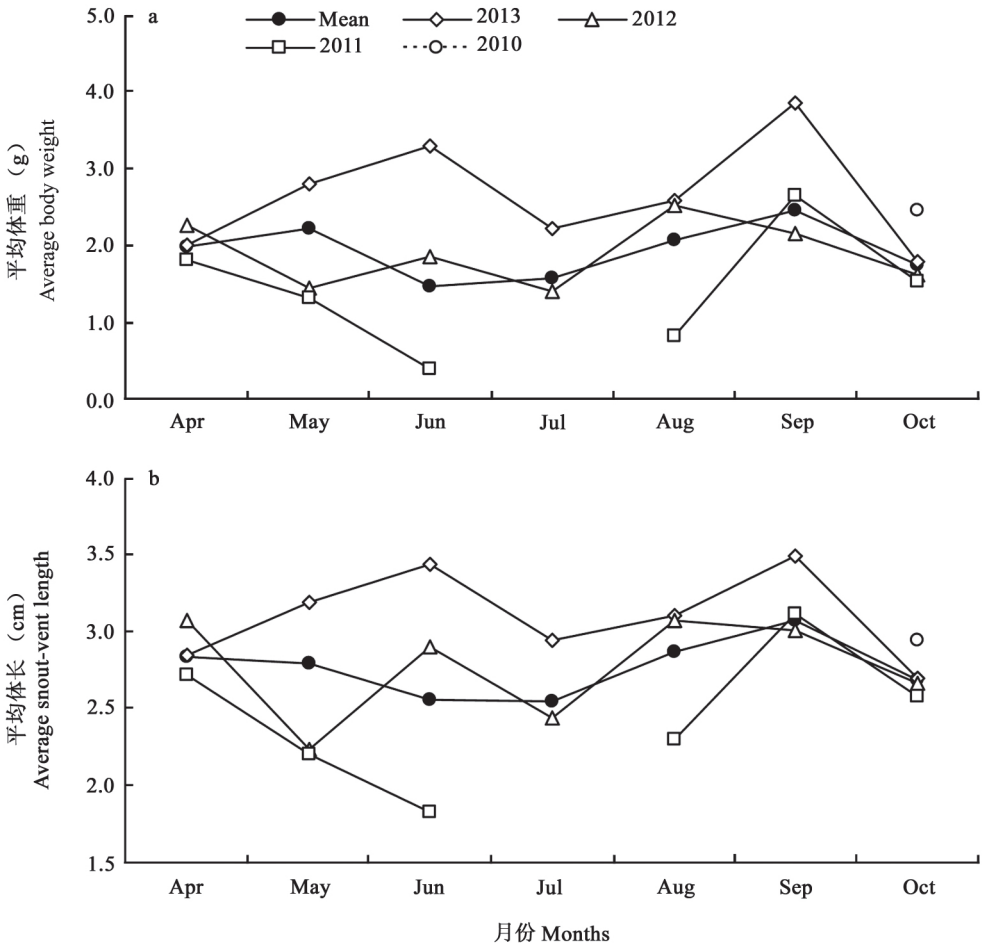


图 2 泽陆蛙研究种群平均体重 (a) 与平均体长 (b) 逐月变化

Fig. 2 Monthly variation of average body weight (a) and snout-vent length (b) of *Fejervarya limnocharis*

2.3 泽陆蛙种群年龄结构的季节性变化 吉安研究种群逐月采集的样本中, 不同年龄个体所占的比例表现出季节性变化(图 5)。从 3 年汇总数据看, 3 龄个体数量少, 比例变化相对不大, 但 1 龄和 2 龄个体所占比例出现比较明显的季节性相对波动(图 5)。

在划分泽陆蛙种群为 3 个年龄组的基础上, 以个体所在的年龄组数值为其相对年龄值(组龄 1~3)。然后, 再计算不同月份的平均组龄, 从而得到种群年龄结构的季节性变化规律(图 6)。吉安泽陆蛙种群不同年份的平均组龄不同, 年间比较差异显著 ($F_2 = 98.27, P < 0.001$); 且逐月平均组龄变化曲线, 大体上每

年均表现出一种“M”型波动。每年的 4 月、7 月、10 月的平均组龄比较小。

3 讨论

3.1 泽陆蛙种群的年龄结构划分 骨龄学石蜡切片法 (skeletalochonology) 是鉴定两栖动物年龄的有效方法 (Castanet et al. 1990), 主要通过观察股 (肱) 骨、椎骨或指 (趾) 骨的骨龄年轮来判断个体年龄 (Khonsue et al. 2000, Matthews et al. 2007, 陈贵英等 2008, Guarino et al. 2008)。此外, 还有通过个体的生殖腺发育情况来划分年龄组的 (邹寿昌 1966)。此类方法需要杀死或伤害两栖动物, 且实际操作比

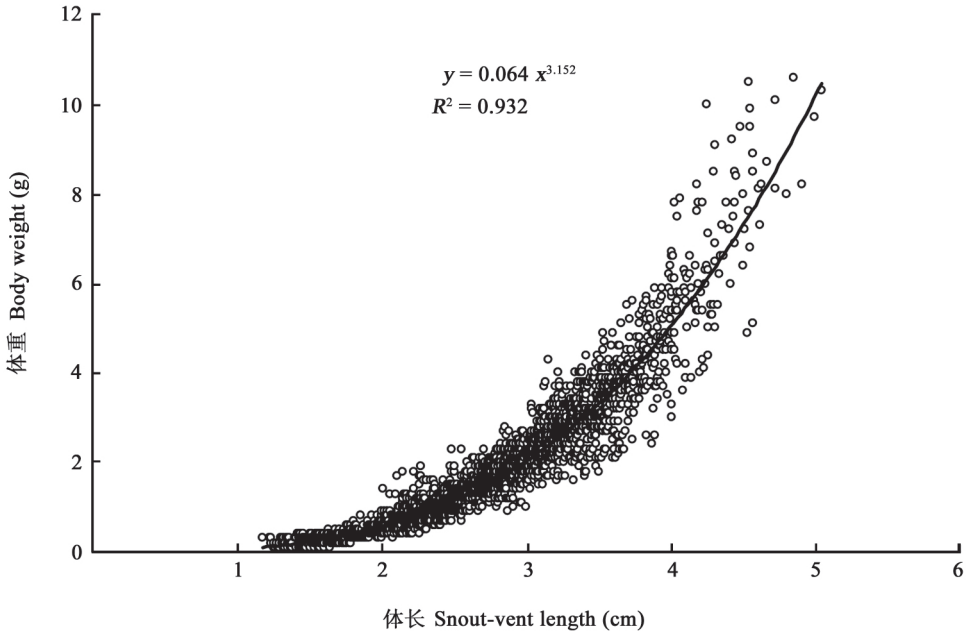


图3 泽陆蛙种群的体长、体重回归曲线

Fig. 3 The correlation of the body weight (y) and snout-vent length (x) of *Fejervarya limnocharis*

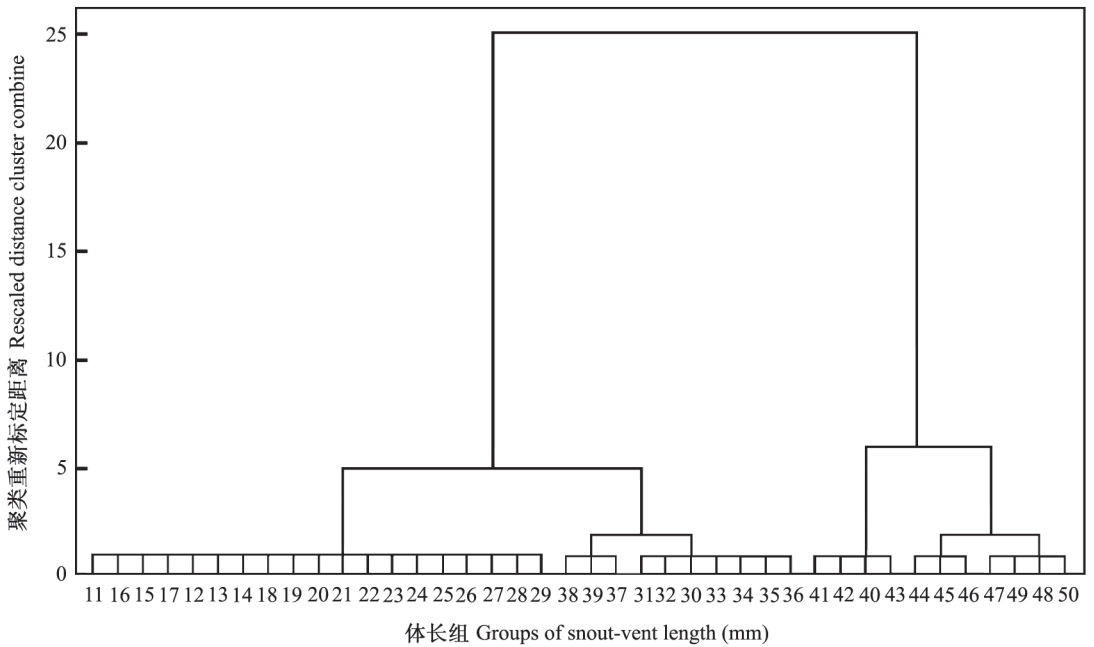


图4 泽陆蛙样本体长-体重重心聚类图

Fig. 4 A dendrogram using centroid linkage by snout-vent length and body weight of *Fejervarya limnocharis*

表 1 吉安、长沙、上海三个泽陆蛙种群的年龄结构划分对应比较

Table 1 The age structure comparison of *Fejervarya limnocharis* collected in Ji'an, Changsha and Shanghai

	体长范围(mm)	上海	长沙	吉安	
	Range of snout-vent length (mm)	Shanghai	Changsha	Ji'an	
年龄组对照 Contrast between Age-groups	11~25	I	I	I	
	26~29		II		II
	30~31				
	32~36	IV		IV	
	37~39		V		V
	40~43				
	44~45	II		II	
	46		III		III
	47~49				
	50	V		V	
51	I		I		
52~55					II
56		III		III	
参考文献 References	(王晶琳等 2009)		(邓学建等 1992)		

表 2 吉安泽陆蛙种群的年龄结构划分及体长、体重统计

Table 2 Summary of SVL and body weight of *Fejervarya limnocharis* sampled in Ji'an in reference to age-groups

年龄组 Age-groups	个体数(只) Numbers (ind)	个体所占 Percent (%)	体长 Snout-vent length (cm)		体重 Body weight (g)	
			平均值±标准差 Mean±SD	范围 Range	平均值±标准差 Mean±SD	范围 Range
			1 龄 I	2 077	62.02	2.34±0.44
2 龄 II	1 159	34.61	3.37±0.25	3.00~3.99	3.01±0.83	1.40~6.40
3 龄 III	113	3.37	4.27±0.24	4.00~5.04	6.52±1.70	3.00~10.60

较繁琐,不适宜野外作业时进行。此外,有的研究也采用体长、体重指标聚类法来划分两栖动物种群的年龄结构(王晶琳等 2009)。这种方法正是基于两栖动物的特殊生活史和生物学特征发展而来。一方面,个体的体长、体重等身体参数随着年龄增加而增长,这两个参数之间通常显著相关;另一方面,它们的繁殖却具

有明显的季节性和年间间隔。因此,非同生群个体之间的身体大小容易形成比较显著的差异,可以通过聚类分析的方法加以区别。近年来随着统计软件的开发应用,使得该方法更易于操作。

本研究参考王晶琳等(2009)对上海泽陆蛙种群的研究,采用体长、体重重心聚类法研

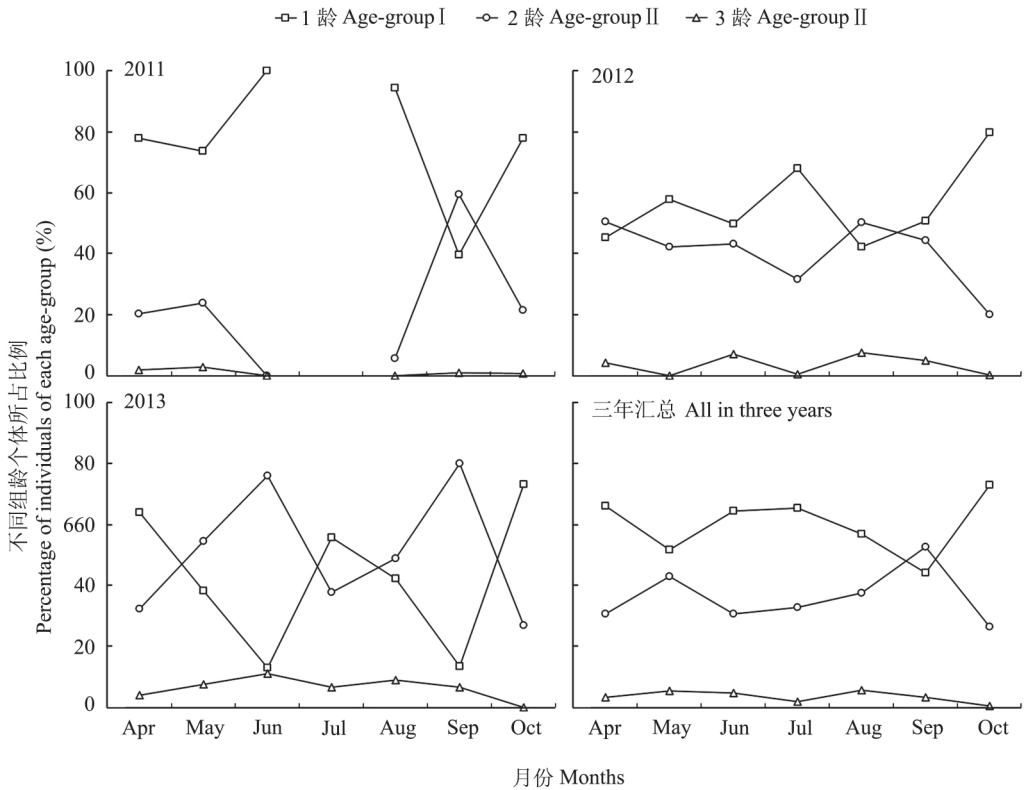


图 5 泽陆蛙种群不同年龄组个体所占比例的季节性变化

Fig. 5 Seasonally variation of the percentages of individuals according to age-groups in *Fejervarya limnocharis*

究了江西省吉安市郊区稻田环境泽陆蛙种群的年龄结构。依据数据处理得到的体长、体重重心聚类关系图(图4),在得到6个年龄组的划分方案后,继续按聚类图中的组间关系合并数据,可以进一步得到4个和2个年龄组的划分方案。虽然每个方案得到的年龄组,组间体长、体重指标均差异显著,但由于统计方法及其程序主要是针对数据本身的特征进行分析和判断,而其结果只有与研究的实际情况结合才有意义。究竟哪种分组方案更加合理,则需结合泽陆蛙种群的野外实际情况来判断。

邓学建等(1992)对湖南长沙西郊泽陆蛙的种群生态研究,将该种群划分成5个年龄组:25 mm以下个体为当年变态的1龄个体,26~39 mm之间为越冬后已达2龄的个体,40~49 mm为3龄个体,50~55 mm为4龄个体,56 mm以上为5龄个体(表2)。该研

究获得的样本量非常大,为3年的连续观察,结合标记重捕和稳定环境下的散养个体,其划分的年龄组结构可以说比较真实地反映了野外种群的实际年龄。相比之下,江西吉安泽陆蛙种群则相当于湖南长沙种群的1~3龄个体。如果除去当年变态个体,本研究中2个年龄组的划分方案与长沙种群的年龄结构比较接近。而本研究4个年龄组划分的方案中,I、II龄个体接近于长沙种群的1~2龄个体。因此,可以推断本研究种群中个体的年龄最大应该是3龄。经过骨龄学切片分析,四川的泽陆蛙种群实际年龄最大为4龄,其4龄的个体极少(Liao et al. 2011)。从长沙、四川两地泽陆蛙种群的体长范围与年龄关系,可以推断本研究种群最大个体应为3龄。因此,本研究种群参照最终的两组聚类方案,但把体长29 mm以下当年幼体单独列出,从而形成3个年龄组(1~

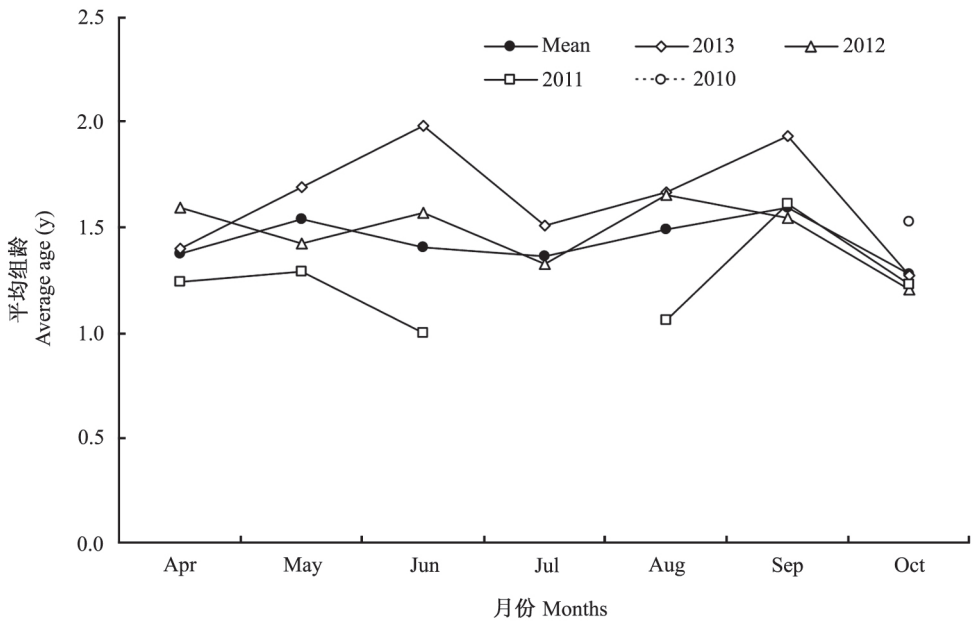


图 6 泽陆蛙种群平均年龄的季节性变化模式

Fig. 6 Seasonally variation of average age between years in *Fejervarya limnocharis*

3 龄, 即表 1 和表 2 中 I、II、III 龄)。这样划分吉安泽陆蛙种群的年龄结构, 应该说比较符合泽陆蛙的生物学习性及其生活史规律。

对比长沙与上海、吉安的泽陆蛙种群年龄结构(邓学建等 1992, 王晶琳等 2009), 可以发现, 唯有体长 40 mm 这个临界值在不同种群年龄划分方案中均是一致的(表 1), 而这是长沙种群 2 龄和 3 龄组的临界点。深入分析, 其原因可能是: 当综合分析时, 当年变态个体(1 龄)生长不足一个完整的生长年, 其与 2 龄个体间体重、体长参数差异不显著; 而 2 龄与 3 龄个体则在实际年龄上相差了 1 个完整的生长年, 导致体长、体重指标的组间差异明显; 由于本研究及上海种群均缺乏长沙种群的 4 龄及以上个体, 所以也没能通过聚类分析发现下一个共同的明显界限。另一方面, 聚类关系图中的其他不同组间临界值, 可能体现了相关种群在其特定年份和特定生境条件下, 存在多个繁殖高峰(邓学建等 1992, 王晓黎等 2007)。如, 本研究中, 经过初步聚类得到的 6 个年龄组, 可能是这些不同时期繁殖高峰的一种体现。因此, 体长、体重重心聚类法可以较好对两栖动

物的年龄进行划分, 但与真实年龄相近的组龄界定, 则需结合野外实际情况综合判断。

吉安和上海两个泽陆蛙种群均不具备长沙种群的高龄组个体, 这可能是由于该研究中人工控制条件提高了种群的存活率, 而吉安和上海两个种群均处于野外自然状态(邓学建等 1992, 王晶琳等 2009)。泽陆蛙种群是稻田环境中两栖动物的优势种群, 但其通常面临着天敌与人为干扰的双重影响。已有研究表明天敌的压力可以导致泽陆蛙种群总体上体型减小(Li et al. 2011)。虽然未对本研究种群的天敌压力进行研究, 但吉安市临近赣江, 周边水体密布, 鹭科鸟类分布较广, 野外研究中经常可以看见鹭科鸟类取食蛙类。稻田环境容易受到农田耕作的干扰, 其种群年龄结构也会受到相应的影响(武正军等 2004)。此外, 两栖动物野外种群的繁殖与生长速度受其特定分布区的气候地理条件影响(Lai et al. 2005, Liao et al. 2011)。年平均气温与年均降水量在吉安(18.96℃, 1 504 mm)、长沙(17.83℃, 1 368 mm)、上海(16.54℃, 1 158 mm)三地明显不同。吉安市的年平均气温高出约 1~2℃,

而年降水量多出 140 ~ 350 mm。这种气候环境条件的差异也可能导致不同地区泽陆蛙种群的身体大小与种群年龄结构细微差异,从而影响到对年龄组的划分和判定。

聚类分析法得到了两栖动物的年龄组但毕竟不是实际年龄,特别是具有雌雄二型性的物种,必然会导致真实年龄相同的雌雄个体被划入不同的年龄组。泽陆蛙个体存在雌雄二型性,同龄雌性个体身体大小一般比雄性个体大且重(邓学建等 1992, 费梁等 2012, Liao et al. 2011)。本研究中通过体长体重聚类法划分的年龄结构,也可能导致真实年龄相同的雄蛙会被划分进入低龄组。泽陆蛙的个体年龄与其身体大小密切相关(Liao et al. 2011)。在研究特定种群时,可以区分性别,建立一种个体真实年龄与年龄组之间的对应关系,从而在野外泽陆蛙种群真实年龄结构分析时,可以便利地利用体长体重聚类得出的年龄组结构数据作为参考值进行对应转换。本研究未依据性别对种群年龄结构进行数据分析,研究种群个体的真实年龄也尚需进一步的骨龄学方法来鉴定。

3.2 泽陆蛙种群年龄结构的季节性变化 动物的种群动态受个体的出生、死亡,迁入、迁出以及群聚与扩散等因素的影响。如果依据不同时期捕获的泽陆蛙样本测量数据直接进行综合分析,划分种群年龄结构,相同个体可能在不同时间被重复测量,其结果可能影响我们对自然种群年龄结构的判断和分析。然而,同一次随机捕获的样本,其年龄结构是明晰的。通过对种群年龄结构季节性变化进行分析更能真实反映泽陆蛙的种群结构动态。本研究种群中 3 龄个体比例非常小(3.37%),也反映出泽陆蛙野外种群面临非常大的生存压力;而 1 龄和 2 龄的比例较高,另一方面也说明其种群更新速度比较快。这种较大的生存压力与较快的更新速度说明泽陆蛙从生活史策略上采取了 r 对策,其野外种群也必然经历了强烈的动态变化。这一点可以从不同年龄组个体的比例关系以及平均年龄的季节性变动的年间差异上得到验证(图 5 和图 6)。

由于本研究不是对标记个体的跟踪研究,无法精准地反映种群动态的细节。但种群平均年龄的变化可以粗略反映出低龄个体的加入,以及高龄个体的消失。繁殖季节高峰期后由于大量幼龄个体加入,种群的平均年龄自然就会偏低。这种种群平均组龄的季节性波动,也可以从种群的平均体长、体重的逐月变化中得到反映(图 2 与图 6)。此外,每年秋季平均年龄的增加,一方面反映了泽陆蛙个体生长较快,另一方面可能也反映了幼蛙具有较高的死亡率。繁殖期成体通过扩散觅食进行能量补充,或求偶聚集,也会导致研究样方内的种群平均年龄发生波动(邓学建等 1992)。

致谢 参加野外调查的还有井冈山大学生命科学学院本科生田奥磊、陈鹏、林涛、彭真、姜桂华等同学,在此一并致谢。编辑和审稿人对本文提出了详细中肯的意见和建议,在此表示感谢。

参 考 文 献

- Castanet J, Smirina E. 1990. Introduction to the skeletochronological method in amphibians and reptiles. *Annales de Sciences Natureles Zoologie (Paris)*, 11(4): 191 - 196.
- Guarino F M, Erisimis U C. 2008. Age determination and growth by skeletochronology of *Rana holtzi*, an endemic frog from Turkey. *Italian Journal of Zoology*, 73(3): 237 - 242.
- Khonsue W, Matsui M, Misawa Y. 2000. Age determination by skeletochronology of *Ratza nigrovittata*, a frog from tropical forest of Thailand. *Zoological Science*, 17(2): 253 - 257.
- Kotaki M, Kurabayashi A, Matsui M, et al. 2008. Genetic divergences and phylogenetic relationships among the *Fejervarya limnocharis* complex in thailand and neighboring countries revealed by mitochondrial and nuclear genes. *Zoological Science*, 25(4): 381 - 390.
- Lai Y C, Lee T H, Kam Y C. 2005. A skeletochronological study on a subtropical, riparian Ranid (*Rana swinhoana*) from different altitude in Taiwan. *Zoological Science*, 22(6): 653 - 658.
- Li Y M, Xu F, Guo Z W, et al. 2011. Reduced predator species richness drives the body gigantism of a frog species on the Zhoushan Archipelago in China. *Journal of Animal Ecology*, 80(1): 171 - 182.
- Liao W B, Lu X, Hu J C, et al. 2011. Age structure and body

- size of two populations of the rice frog *Rana limnocharis* from different altitudes. *Italian Journal of Zoology*, 78(2): 215 - 221.
- Matthews K R, Miaud C. 2007. A skeletochronological study of the age structure, growth, and longevity of the mountain yellow-legged frog, *Rana muscosa*, in the Sierra Nevada, California. *Copeia*, (4): 986 - 993.
- 陈贵英, 李维, 刘炯宇, 等. 2008. 一种两栖动物年龄鉴定方法. *四川动物*, 27(2): 227 - 229.
- 邓学建. 1990. 泽蛙和大树蛙的野外生长观察及种群密度的估计. *动物学杂志*, 25(6): 17 - 20.
- 邓学建, 何社辉, 胡朝晖. 1992. 泽蛙(*Rana limnocharis*)种群生态的初步研究. *湖南师范大学自然科学学报*, 15(3): 285 - 288.
- 费梁, 叶昌媛, 江建平. 2012. 中国两栖动物及其分布彩色图鉴. 成都: 四川科学技术出版社.
- 王晶琳, 薛文杰, 李乃兵, 等. 2009. 上海农田泽蛙年龄组划分方法的初步研究. *四川动物*, 28(5): 707 - 709.
- 王晓黎, 王晶琳, 姜海瑞, 等. 2007. 上海郊区农田泽陆蛙种群动态和肥满度状况初探. *四川动物*, 26(2): 424 - 427.
- 武正军, 李义明. 2004. 两栖类种群数量下降原因及保护对策. *生态学杂志*, 23(1): 140 - 146.
- 熊洪林, 刘燕, 覃龙江, 等. 2010. 贵州茂兰泽陆蛙繁殖生态观察. *四川动物*, 29(5): 535 - 539.
- 周亚平. 2001. 抚州市泽蛙的食性. *动物学杂志*, 36(5): 43 - 45.
- 邹寿昌. 1966. 徐州市郊大蟾蜍生态的初步观察. *动物学杂志*, 8(2): 67 - 69.