

上海农田泽蛙年龄组划分方法的初步研究

王晶琳, 薛文杰, 李乃兵, 王晓黎

(华东师范大学生命科学学院, 上海 200062)

摘要:对 2005 年 4 ~ 10 月在上海农田随机捕获的 369 只泽蛙的体长、体重指标进行测量, 通过聚类分析将其划分为 4 个年龄组。在此基础上结合不同月份的年龄结构特征, 以及以往的研究作对照, 推断出泽蛙 4 个年龄组对应的个体年龄以及相应的生长指标特征。结果为体长 15 ~ 31 mm 可鉴定为 1 龄个体和小于 8 月龄的 2 龄个体, 32 ~ 39 mm 个体可鉴定为 2 龄个体, 40 ~ 45 mm 为 3 龄个体, 48 ~ 51 mm 为 4 龄个体, 认为该方法可用于泽蛙的年龄鉴别。

关键词: 泽蛙; 年龄组; 年龄结构; 聚类分析

中图分类号: Q959.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 - 7083 (2009) 05 - 0707 - 03

Primary Research on the Age Structure of *Rana limnocharis* in Farms of Shanghai

WANG Jing-lin, XUE Wen-jie, LI Nai-bing, WANG Xiao-li

(School of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: A total of 369 rice frogs (*Rana limnocharis*) were collected from the farms of Shanghai suburbs from April to October 2005. Based on their body length and weight, cluster analysis was used to identify the age class of rice frogs. As well as comparing with previous studies, 4 classes of the age characters and structure were identified. Individuals with body lengths ranging from 15 to 31 mm were identified as one year or less than eight months old, 32 ~ 39 mm as two year olds, 40 ~ 45 mm as three year olds, and 48 ~ 51 mm as four year olds. The method was discussed and could be used as a harmless age identification method for the rice frog.

Key words: *Rana limnocharis*; age classes; age structure; cluster analysis

动物的年龄结构是种群生态学研究很重要的参数, 对分析种群动态、数量具有重要的生态学意义。然而, 直接确定动物的年龄是困难的, 多数采用间接的方法, 如体重/体长、牙齿、骨骼等包含动物个体周期性生长信息的特征进行年龄推断。

泽蛙 *Rana limnocharis* 是上海郊区分布最为广泛、数量最多的两栖类, 主要分布于农田生态系统的水生环境中(谢一民等, 2004)。泽蛙作为一种两栖类, 也是环境健康的指示物种(Collins *et al.*, 2003)。本文对上海郊区农田泽蛙种群随机采取样本, 以体长、体重为指标, 聚类分析其种群年龄组的构成, 并在此基础上对泽蛙年龄组与个体年龄的对应关系, 以及年龄结构特征进行了分析。

1 材料与方法

2005 年 4 ~ 10 月泽蛙非蛰眠期的种群监测过程中, 每月在上海郊区农田生态系统中, 采用样线法随机捕获泽蛙共计 369 只, 对其体重和体长(SVL)

进行测量后予以原地放生。利用 369 组体长和体重资料, 按照统计学的分组归类原则(李春喜, 2001), 对泽蛙的体长数据进行整数化归类、体重数据平均化处理, 即体长以 0.1 cm 为组距, 然后将每组的个体体重数据取其平均, 将所有泽蛙分作 32 组。用重心法聚类(张炎, 1999)划分泽蛙种群样本的年龄组。聚类分析在统计软件 Statistica 6.0 上处理。

2 结果

2.1 体重、体长的频次分布和关系

从图 1 和图 2 中可以看出, 泽蛙的体长和体重都是连续增长的, 因此只能判断出某体长段和相应平均体重个体数的多少, 即泽蛙种群样本个体在哪些体长和体重范围内分布较多, 但是无法明确地划分出年龄组。体长与体重关系的回归方程(图 3)说明, 泽蛙低龄阶段体长相对于体重前者增长为快, 高龄阶段体长相对于体重后者增长为快, 但体长和体重呈幂函数连续增长, 也无法直接划分年龄组。

收稿日期: 2008-09-01 修回日期: 2008-10-14

作者简介: 王晶琳(1980 ~), 女, 博士研究生, 研究方向: 动物生态学, E-mail: jlwang_1980@163.com

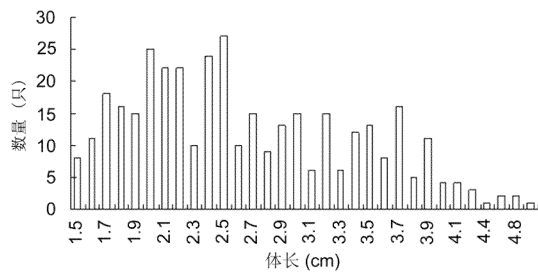


图1 泽蛙种群体长分布频次图
Fig.1 Frequency of the length distribution of the sampled rice frog

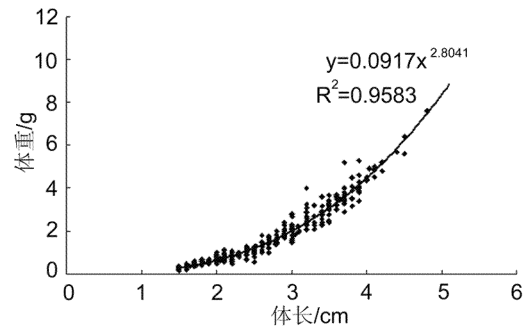


图3 泽蛙体长与体重的关系 (y = 体重, x = 体长)
Fig.3 The correlation of the weight and length of the sampled rice frog (y = weight, x = length)

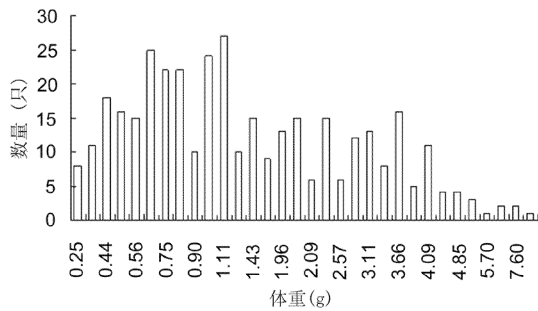


图2 泽蛙种群体重分布频次图
Fig.2 Frequency of the weight distribution of the sampled rice frog

其中 1 ~ 17 组为 I 年龄组, 18 ~ 25 组为 II 年龄组, 26 ~ 28 组为 III 年龄组, 28 ~ 30 组为 IV 年龄组, 31、32 单组分别为 V、VI 年龄组。然后将各年龄组之间的体长体长样本进行 *t* 检验, 结果 III、IV 组之间差异不显著, 其他各组之间差异显著, 将 III、IV 组合为 III 组后继续检验发现, 新的 III、IV 组之间差异也不显著, 将新的 IV、V 组合并, 即将年龄划分为 4 组, 之后检验发现各组之间差异极其显著, 因此可将泽蛙种群划分为 4 个年龄组别。对各年龄组显著性差异检验结果为, 各组之间拟合度很好, $F = 494.456, P < 0.01$ 。各年龄组划分结果见表 1。

2.2 泽蛙年龄组聚类的结果

用聚类分析方法处理 32 组泽蛙体长、体重数据, 结果如图 4。取联合矩阵 0.48 可划分为 6 组。

表 1 泽蛙种群样本年龄组划分以及体长、体重的对应关系
Table 1 The age group of the sampled population and the length and weight characters

| 年龄组 Age group | 个体数 (只) Number | 个体所占 Percent (%) | 体长范围 Length range (mm) | 体长平均 Average length (mm) | 体重范围 Weight range (g) | 体重平均 Average weight (g) |
|------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| I | 266 | 72.09 | 15 ~ 31 | 22.6 | 0.16 ~ 2.70 | 0.99 |
| II | 86 | 23.30 | 32 ~ 39 | 35.4 | 2.1 ~ 5.4 | 3.28 |
| III | 14 | 3.80 | 40 ~ 45 | 41.7 | 4.5 ~ 6.4 | 5.04 |
| IV | 3 | 0.81 | 48 ~ 51 | 49.5 | 4.8 ~ 5.1 | 8.98 |

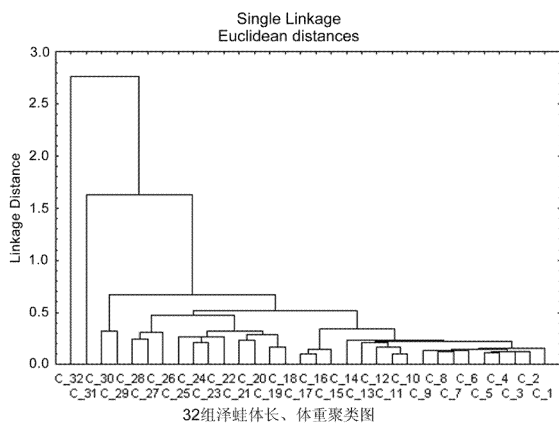


图 4 32 组泽蛙体长、体重聚类图
Fig.4 The clustering figure of the length and weight of sampled rice frog

依照本文的年龄组划分方法, 上海农田泽蛙种群不同月份年龄特征如表 2。其中 4 月 I 年龄组占主要优势, 5、6 月 II 年龄组比例上升, I 年龄组相应下降。7、8 月 I 年龄组又占绝对优势, 尤其是 8 月这一比例高达 98%。9、10 月, 仍以 I 年龄组为主, 但 II 年龄组比例有所上升。而 IV 年龄组仅在 5、6、7 三个月份的调查中有样本发现, 且数量很少, 月份间基本保持稳定。

3 讨论

体长和体重是动物年龄鉴定的重要指标之一。这一指标的使用前提是各年龄组的体长和体重都存在相关性。通过相关分析, 本文验证了泽蛙体长和

2.3 泽蛙种群不同月份年龄组的特征

体重存在着显著的幂指数相关,因此体长和体重是可以用来划分泽蛙的年龄的。

邓学建等(1992)认为泽蛙生命期望值为 5 龄,以体长为划分依据:25 mm 以下为 1 龄个体,26~39 mm 为 2 龄个体,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。与本研究结果既有重合又有一定的差异:I 年龄组和 II 年龄

组的整合与邓学建的 1 龄和 2 龄整合结果吻合,但本研究的 I 年龄组包括了邓学建等研究的 1 龄和部分 2 龄个体,本研究的 II 年龄组只是邓学建等的 2 龄个体的一部分,III、IV 年龄组的划分两个结果之间差异不大,而邓学建等的 5 龄个体在整个调查过程中没有发现任何个体。

表 2 不同月份泽蛙年龄结构特征
Table 2 The age group characters of the rice frog of different month

| 月份 Month | I 年龄组个体数 (只)Number of I group | 个体所占 Percent % | II 年龄组个体数 (只)Number of II group | 个体所占 percent % | III 年龄组个体数 (只)Number of III group | 个体所占 Percent% | IV 年龄组个体数 (只)Number of IV group | 个体所占 Percent % |
|-------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|---|------------------|---------------------------------------|-------------------|
| 4 | 23 | 77 | 6 | 20 | 1 | 3 | 0 | 0 |
| 5 | 13 | 30 | 26 | 59 | 4 | 9 | 1 | 2 |
| 6 | 13 | 42 | 16 | 52 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| 7 | 39 | 73 | 10 | 19 | 1 | 6 | 1 | 2 |
| 8 | 42 | 98 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 9 | 21 | 70 | 8 | 27 | 1 | 3 | 0 | 0 |
| 10 | 47 | 73 | 14 | 22 | 3 | 5 | 0 | 0 |

年龄组的划分不是年龄的划分,即同一年龄组中往往会包含不同年龄的个体。泽蛙是一年多次繁殖的物种,上海农田生态系统泽蛙的繁殖期分别集中在 6 月和 8 月。泽蛙又是生长快速的物种,较小个体的年生长率最高可达 148.1% (邓学建等, 1991),截至蛰眼前期同为 1 龄个体的 6 月出生的个体平均体长比 8 月出生的平均体长要长。因此产生了 2.6~3.1 cm 个体的分组差异。此外邓学建等的方法采用的是动、静态生命表的结合,其动态生命表的构建依据的是捕获后放生于大学空地和花园内的泽蛙,即其捕捉前期个体经历的环境是不同的,而捕捉后不同个体经历的环境都是一致的,且小生境稳定,无干扰。而本研究是在完全自然的野外进行的,每年的水稻田多要经过机械播种、农药管理、机械收割等较大的人为干扰。而外界生态因子的干扰作用是引起种群生活史特征发生改变的重要因素 (Barkalow *et al.*, 1975; Johansson *et al.*, 2005),这可能是本文的调查中几乎没有发现邓学建研究中的 5 龄个体的原因所在。

泽蛙种群年龄结构月份间存在较大差异,5、6 月 I 年龄组的个体比例明显低于 4 月份,出眠后的 4、5 月份为泽蛙的进食生长期,泽蛙的生长较快,认为年前 8 月出生的个体被划分到更高年龄组别。6 月份和 8 月份为泽蛙的繁殖季节,因此 7、8 月的年龄结构发生了较大变化, I 年龄组的个体比例大幅

上升。而 8、9、10 月 IV 龄个体没有发现,分析其原因主要有二:一是可能存在繁殖后大龄个体的迁徙,邓学建等(1990)经过野外观察发现泽蛙在繁殖过后要经过营养补充期,其进食场所多为远离繁殖场的旱地;还有一个原因在于繁殖后成体死亡率上升,造成了大龄个体的比例下降,如草原沙蜥(郭砺等, 2004),而对冬季蛰眠种群的研究也未发现大龄个体(王晶琳等,2007)。

综上所述,在缺乏有关鉴定年龄指标的前提下,以体长和体重指标,用聚类分析划分泽蛙种群的年龄组为可参考的方法,该方法也在其他物种的年龄组划分中得以应用(郑合勋等,2004)。本文的研究结果可以为体重和体长指标判断泽蛙的年龄组或 1~4 龄的个体年龄提供参考依据。

由此,上海郊区农田泽蛙种群以体长体重可划分为 4 个年龄组,具体特征参照表 1,各年龄组对应的个体年龄如下: I 年龄组可分为两个亚组,包括了 1 龄个体和小于 8 月龄的 2 龄个体, II 年龄组为其余 2 龄个体, III 年龄组为 3 龄个体, IV 年龄组为 4 龄个体。由于泽蛙为一年多次繁殖的物种,聚类分析法在划分 I、II 年龄组的个体年龄上尚存在一定的缺陷,要提高划分结果的准确性还有待于进一步研究。另外,上海郊区几乎不能见到超过 4 龄的个体,也说明了上海郊区的生态环境质量已经影响到了泽蛙的正常生长。

(下转第 716 页)

3 分析与讨论

从实验结果可以看出黄脸油葫芦和短额负蝗的马氏管在外部形态和细胞结构上存在显著差异。(1)着生位置:黄脸油葫芦的马氏管着生在后肠前端(回肠)与后肠后端(结肠)交界处,短额负蝗的马氏管着生在中肠与后肠的交界处。(2)着生方式:黄脸油葫芦的马氏管通过一根无色透明的总尿柄管与肠道相连,短额负蝗的马氏管成丛分布,直接与肠道相连。(3)颜色:黄脸油葫芦的马氏管为黄色,而短额负蝗的为白色。(4)数目不同:黄脸油葫芦的马氏管只有一簇,短额负蝗的马氏管有 12 丛。(5)细胞结构:①组成管壁数量不同,黄脸油葫芦为 8 个,短额负蝗为 3~5 个;②黄脸油葫芦的管壁细胞集中在管壁中央,与管壁外有一定空腔,而短额负蝗的管壁细胞分散在管壁上,没有空腔;③短额负蝗有马氏管凸,Tittz(1923)称它为杯状凹,Hodge(1939)称它为马氏管凸(ampulla of Malpighian tubule)(图 2,B),黄脸油葫芦没有此种结构(图 2,A)。

但是黄脸油葫芦和短额负蝗的马氏管存在一些共同的特征:马氏管的基段和端段没有分化,管壁由单层扁形细胞构成,管壁外面包围着一层含有很多微气管的围膜。

通过比较发现,黄脸油葫芦的马氏管结构比短额负蝗的复杂。例如通过一根公共管道与肠道相连,并且细胞数量多,细胞集中在管腔中央,与管壁和管腔分别形成空腔,带双膜的内陷系统,微绒毛多,具有类似于脊椎动物肾管中远曲小管(proximal loop)中的细胞一样的结构(Berkaloff, 1958)。昆虫

的马氏管通常标志着后肠的开始(James, 2008),但是也有例外,如黄脸油葫芦。这些都是为了更好的完成代谢物质的排泄,适应生活的需要。

4 参考文献

- 刘玉素,卢宝廉. 1955. 亚洲飞蝗 *Locusta migratoria manilensis* 消化系统的解剖和组织构造[J]. 昆虫学报, 5(3): 245~260.
- 南开大学,中山大学,北京大学,等. 1980. 昆虫学(下册)[M]. 北京:高等教育出版社:72~85.
- Beams HW, Tahmisian TN, Devine RL. 1955. Electron microscope studies on the cells of the Malpighian tubules of the grasshopper (Orthoptera, Acrididae)[J]. J Biophys Biochem Cytol, 1(3): 197~202.
- Berkaloff A. 1958. Granules secreted by the Malpighian tubes of *Gryllus domesticus* (Orthoptera, Gryllidae)[J]. Compt rend Acad sc, 246(19): 2807~2809.
- Eades DC, D Otte. Orthoptera Species File Online. Version 2.0/3.5[J/OL]. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>.
- Hodge C. 1936. The anatomy and histology of the alimentary tract of the grasshopper, *Melanoplus differentialis*[J]. Journal of morphology, 72: 203~211.
- James L Nation. 2008. Insect Physiology and Biochemistry[M]. Boca Raton: Taylor & Francis: 32.
- Margaret A, et al. 1988. Ultrastructure of the malpighian tubules of *Schistocerca gregaria*[J]. Journal of morphology, 195(3): 313~325.
- Stuart RR. 1935. The anatomy and histology of the Malpighian tubules and the adjacent alimentary canal in *Melanoplus differentialis*[J]. Journal of Morphology, 58(1): 173~188.
- Savage AA. 1956. The development of the Malpighian tubules of *Schistocerca gregaria* (Orthoptera)[J]. Quarterly Journal of Microscopical Science, 97(3): 599~615.
- Tietz HM. 1923. The anatomy of the digestive system of the *Carolina locust*[J]. Ann Ent Soc Am-er, 16: 256~273.

(上接第 709 页)

4 参考文献

- 邓学建,何社辉,胡朝晖. 1992. 泽蛙种群生态的初步研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 15(3): 285~288.
- 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[J]. 动物学杂志, 25(6): 17~20.
- 郭砾. 2004. 内蒙古土默特平原生境变化对草原沙蜥种群的影响[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 35(6): 658~662.
- 李春喜,王志和,王文林. 2001. 生物统计学(第二版)[M]. 北京:科学出版社.
- 王晶琳,薛文杰,李乃兵,等. 2006. 上海农田泽蛙蜇眠情况初步调查[J]. 生态学杂志, 25(10): 1289~1291.
- 谢一民,马积藩,徐宏发. 2004. 上海野生动植物资源[M]. 上海:上

海科学技术出版社.

- 张焱. 1999. 生物多元分析[M]. 重庆:西南师范大学出版社.
- 郑合勋,王小明. 2004. 卢氏县大鲵种群年龄结构和性比的初步研究[J]. 动物学杂志, 3(6): 50~53.
- Barkalow FS, Soots RF. 1975. Life span and reproductive longevity of the gray squirrel, *sciurus c. carolinensis gmelin*[J]. J Mammal, 56: 522~524.
- Collins JP, Storfer A. 2003. Global amphibian declines: Sorting the hypotheses[J]. Divers Distrib, 9: 89~98.
- Johansson M, Primmer CR, Sahlsten J, et al. 2005. The influence of landscape structure on occurrence, abundance and genetic diversity of the common frog, *Rana temporaria*[J]. Global Change Biol, 11: 1664~1679.