

# 泽蛙和大树蛙的野外生长观察及种群密度估计

邓 学 建

(湖南师范大学生物系)

**摘要** 1987年8月至1989年8月间,用标记重捕法调查了长沙市郊的泽蛙和大树蛙,发现这两种蛙的体、头和吻的长度与相应的生长率呈很强的负相关( $p < 0.01$ ),两者的关系可用公式

$$Y = \frac{K}{1 + e^{-X}}$$

来表示。

泽蛙在长沙市郊的密度为4148.41只/公顷。大树蛙在岳麓山的密度为0.22只/公顷。95%的置信区间为0—0.41只/公顷。

泽蛙 (*Rana limnocharis*) 是一种小形蛙类,广泛分布于我国南方的稻田、池沼内。其产卵期长,繁殖率高<sup>[1]</sup>,种群数量大,有益系数高达63.86%<sup>[2]</sup>,是农田、菜地害虫的主要天敌之一。大树蛙 (*Rhacophorus dennys*) 是生活于山林的稀少蛙类,主要分布于我国长江以南地区,它的繁殖习性特殊<sup>[3]</sup>是重要的实验材料之一,它在降低森林害虫中起着一定作用。过去对它们的个体生长规律、尤其在数学定量的描述上未曾有过报道。本研究结果能对这两种蛙的种群生物量进行预测,在生物防治的预测预报中无疑起着一定作用。

## 一、材料与方 法

1987年8月至1988年8月对湖南长沙市

郊的2.21公顷沼泽地(水稻田、芋池和菘田等)、旱地(水沟和池塘旁的菜地、桔园等)中的764只泽蛙进行了标记流放。在同一时期对岳麓山整个山林的大树蛙进行了调查<sup>[4]</sup>。岳麓山位于东经112°44'—48',北纬28°20'—27',海拔295.4米,面积约为553.3公顷。1987年4月标记流放大树蛙46只,1988年4月又标记流放25只。标记采用断指(趾)方法(见图1)。

当标记数量超过99号后,断左后肢的1、2号趾为100;1、3号趾为200;1、4号趾为300、以此类推。(标记号并不等于标记数,因为当断1、2号趾时没有101、102;111、112;121、122……)在标记的同时用游标卡尺进行测量,并详细记录每只个体的特殊色斑(如泽蛙脊线的有无及形状、鼓膜色彩;大树蛙背部褐斑的数

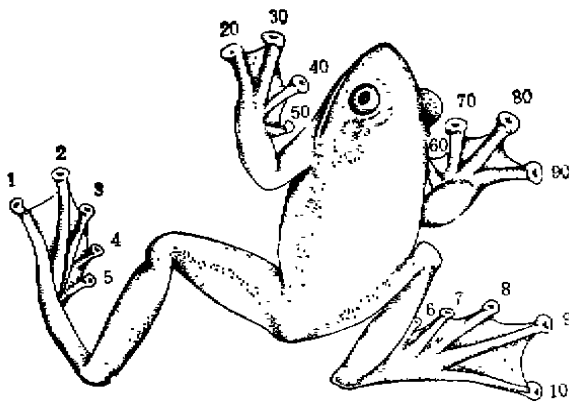


图1 断指(趾)标记示意图

量及分布等)。

## 二、结果与分析

(一) 泽蛙的生长 1988年重捕1987年标记个体16只,经一年的生长,无论那个“年龄”组(以体长为准),其体长、吻长和头长均有增加,但随“年龄”的增加各器官的增长率逐渐降

低(见表1)。

通过一年的野外生长观察,泽蛙的生长明显( $P < 0.01$ ),而其中体长的绝对增长值和生长率最大,头长其次,吻长最小。

原来的测量长度与一年后的增长率进行相关回归分析,发现长度( $X$ )与相应的增长率( $Y$ )呈极强的负相关(见表1的 $r$ 值)。体、头和吻的长度与增长率的变化系数各不相同(见表1的 $b$ 值)。设 $Y = \ln \frac{K-N}{N}$ ;  $X = -t$ , 求出 $X$ 与 $Y$ 的 $a$ 值和 $b$ 值,似合公式

$$Y = \frac{K}{1 + e^{t-b}}$$

绘出不同长度泽蛙的标准增长曲线(见图2)。

泽蛙的体、头、吻长度与各自增长率的关系曲线呈“2”形降低。最初降低较慢,后来进入对数降低期,  $K/2$  后进入负降低期,最后几乎停止。三项中吻长降低最快(-1.36),头长其次(-0.56),体长最慢(-0.195)。这种现象是由泽蛙的种群遗传因素所决定,与外界

表1 泽蛙一年的生长情况

编号	1987年体长 (mm)	一年后的增长 数 (mm)	增长率 (%)	1987年头长 (mm)	一年后的增 长数 (mm)	增长率 (%)	1987年吻长 (mm)	一年后的 增长数 (mm)	增长率 (%)
476	15.6	23.1	148.1	6.7	9.1	135.8	3.8	2.4	63.2
472	18.8	19.7	104.7	6.5	6.5	100.0	3.3	2.4	72.7
34	25.9	12.1	46.7	10.5	3.4	32.4	4.6	3.2	50.0
438	26.1	12.3	47.1	9.5	4.2	44.2	4.0	1.8	45.0
436	26.2	11.0	42.0	9.5	5.2	54.7	4.0	2.8	70.0
224	29.8	9.9	33.2	13.2	2.3	17.4	5.4	0.9	16.7
69	31.6	6.4	20.3	13.9	1.1	7.9	5.2	0.8	15.4
477	34.9	3.3	9.5	12.8	1.7	13.3	6.5	0.2	3.1
549	36.1	3.5	9.7	13.8	0.9	6.5	5.0	0.8	16.0
468	38.6	2.1	5.5	12.4	1.4	11.3	6.1	0.9	14.8
479	39.2	1.03	2.6	14.2	0.2	4.4	6.5	0.1	1.5
437	39.5	3.9	9.9	15.1	0.5	3.3	6.2	0.4	6.5
377	39.6	1.2	3.0	15.4	0.8	5.2	5.9	0.3	5.1
522	39.6	0.4	1.0	14.3	0.1	0.7	5.9	0.1	1.7
125	40.7	1.6	3.9	15.3	0.9	5.9	6.7	0.5	7.5
169	42.1	0.99	2.4	16.5	0.6	3.6	7.9	0.1	1.3
$\bar{X} \pm S_X$	$32.8 \pm 2.1$	$7.6 \pm 1.7$	$31.9 \pm 10.2$	$12.5 \pm 0.8$	$2.4 \pm 0.6$	$27.7 \pm 9.1$	$5.4 \pm 0.3$	$1.1 \pm 0.2$	$24.4 \pm 6.6$
$r$	-0.807**			-0.829**			-0.783**		
$b$	-0.195			-0.562			-1.36		

$r$ : 长度与增长率的相关系数;  $b$ : 变化系数; \*\*:  $p < 0.01$ 。

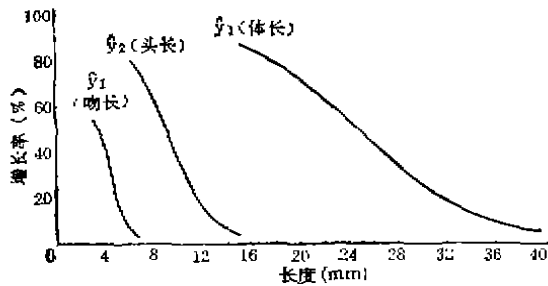


图2 泽蛙体长、头长及吻长与相应增长率的标准曲线

$$\hat{y}_1 = \frac{100}{1 + e^{-4.8111 + 0.193x}} \quad \hat{y}_2 = \frac{93}{1 + e^{-5.711 + 0.362x}}$$

$$\hat{y} = \frac{63}{1 + e^{-6.1254 + 0.36x}}$$

环境的影响关系不大,因此可作为种的特征。

(二) 泽蛙的数量估计 1987年8月在2.210公顷的沼泽、旱地内标记泽蛙764只,1988年8月捕到204只,其中有16只系1987年的标记个体。设此范围内泽蛙总数为 $N$ ,标记数 $M = 764$ ,重捕个体数 $n = 204$ ,重捕有标记个体数 $m = 16$ 。根据 $N = \frac{Mn}{m}$ ,  $N = 9168$ 只。平均每公顷有泽蛙4148.4只。

(三) 大树蛙的生长 1988年捕捉到1987年标记的大树蛙14只,1989年捕捉到1988年标记的17只,经过一年的生长,各外部器官情况不一(见表2)。

与泽蛙一样,经一年的生长,大树蛙的体表器官生长明显( $p < 0.05$ )。增长率随着个体的生长而降低,即幼体生长较快,到成体生长逐渐减慢。类似的研究结果还有麦穗鱼(杨竹舫,

1989)、黄缘闭壳龟(张慧,1986)、大鲵(宋鸣涛,1989)等。

大树蛙体表器官的生长情况与泽蛙不全相同,绝对生长量按大小排序为:足长、前臂及手长、体长、头长、吻长、眼睑宽,最小的是眼径。而增长率的排序为:眼睑宽、眼径、吻长、前臂及手长、头长、足长,增长率最低的是体长。与前面的排序几乎相反。两种蛙在这方面的差异可能是种间差异。

用同样的数据统计方法,将大树蛙各器官长度与相应的生长率进行回归分析,得出表2的 $r$ 值和 $b$ 值,再拟合公式

$$Y = \frac{K}{1 + e^{a-bx}}$$

绘出大树蛙体表各器官的增长率随长度而变化的标准曲线,(见图3)。

不难看出,各器官的增长率随长度的增加而降低,而且呈不同程度的“2”形。这种现象与泽蛙相似,即“年龄小的小个体生长速度快,而随着年龄的增加,个体的长大,生长速度逐渐减慢。变化最明显的是眼睑宽(-1.45)、吻长(-1.21)和眼径(-0.96)。足长和前臂及手长的变化接近。相对变化最小的是体长(-0.16)。这是由于眼睛在生长发育早期生长较快,很快就达到一定量,以后生长速度减慢,而体长则是逐渐生长的,没有明显的变速生长现象。

(四) 大树蛙的数量估计 1987年标记46只,1988年捕获39只,其中14只系1987年标记个体。1988年重新标记25只,1989年捕获

表2 大树蛙的生长情况

项目	体长	头长	吻长	眼睑宽	眼径	前臂及手长	足长
原长度(mm) $\bar{x} \pm S\bar{x}$	84.9 ± 1.32	27.98 ± 0.39	13.9 ± 0.17	6.9 ± 0.09	7.5 ± 0.13	42.4 ± 0.56	50.3 ± 0.98
增长数(mm) $\bar{x} \pm S\bar{x}$	3.9 ± 0.67	1.5 ± 0.24	0.77 ± 0.11	0.68 ± 0.08	0.67 ± 0.10	24.2 ± 0.29	24.7 ± 0.43
增长率(mm) $\bar{x} \pm S\bar{x}$	4.8 ± 0.88	5.4 ± 0.87	7.2 ± 1.96	10.3 ± 1.28	9.2 ± 1.48	5.8 ± 0.73	5.2 ± 0.96
增长率与长度的 关系系数( $r$ )	-0.453*	-0.654**	-0.702**	-0.536*	-0.512*	-0.686**	-0.839**
增长率随长度的 变化系数( $b$ )	-0.155	-0.53	-1.21	-1.445	-0.957	-0.418	-0.363

\*: 显著性测验  $p < 0.05$ ; \*\*: 显著性测验  $p < 0.01$ 。

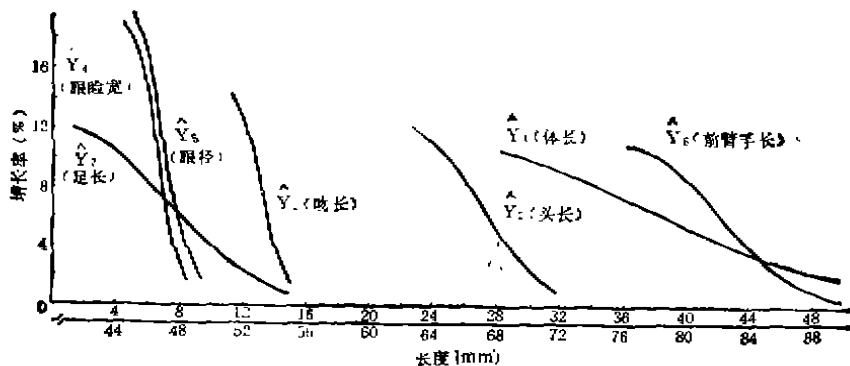


图3 大树蛙体表器官长度与相应增长率的关系

$$\begin{aligned} \hat{y}_1 &= \frac{12.7}{1 + e^{-12.743 + 0.119x}}; \hat{y}_2 = \frac{12.9}{1 + e^{-17.317 + 0.252x}}; \hat{y}_3 = \frac{15.3}{1 + e^{-15.899 + 0.121x}}; \\ \hat{y}_4 &= \frac{19.6}{1 + e^{-0.788 + 0.443x}}; \hat{y}_5 = \frac{24.1}{1 + e^{-0.462 + 0.322x}}; \hat{y}_6 = \frac{11.7}{1 + e^{-17.713 + 0.418x}} \\ \hat{y}_7 &= \frac{13.1}{1 + e^{-17.38 + 0.563x}} \end{aligned}$$

58只,其中12只为1988年的标记个体。根据  $N = \frac{M_n}{m}$ ,  $N_{88} = 128$ 只,  $N_{89} = 120$ 只,平均为124只。95%的置信区间( $= \bar{X} \pm t_{0.05}$ ,  $d \cdot fS_x$ )为20—228只。岳麓山553.3公顷山林中,平均每公顷有大树蛙0.22只,95%的置信区间为每公顷0—0.41只。

### 三、讨论

在调查中发现蛙的体重受多种因素影响。将调查结果进行显著性测验,  $p > 0.05$ ,这是由于蛙生殖腺的大小与蛙体大小呈正相关<sup>[6]</sup>,这和生长率与个体大小呈负相关形成复杂的关系。加之蛙在一年中的体重是异速生长<sup>[6]</sup>,在不同季节增重速度不同。因此只有在某一个特定季节对结束繁殖的个体进行标记,来年在同一时期(也必须是结束了繁殖)进行称重,才能得

出较正确的结论。在二年的重捕中由于这样的个体重捕数量很少,无法进行统计,还待今后进一步的调查。

### 参考文献

- [1] 邓学建等 1988 大树蛙繁殖生态的数据分析 湖南师范大学学报(自) 11(2): 159—162.
- [2] 沈猷慧等 1985 泽蛙食性的初步研究 湖南师范大学学报(自) 8(1): 36—40.
- [3] ——等 1986 大树蛙繁殖生态的研究 生态学报 4(2): 178—185.
- [4] 宋鸣涛等 1989 大貌野外生长观察 动物学研究 10(1): 64, 70, 78.
- [5] 杨竹舫等 1989 天津地区麦穗鱼的生物学 动物学杂志 24(1): 11—14.
- [6] 张健等 1985 泽蛙卵巢季节性变异及生殖频率的研究 两栖爬行动物学报 4(4): 267—275.
- [7] 张慧 1986 黄缘闭壳龟养殖的研究 动物学杂志 21(1): 11—13.
- [8] 盛和林等 1983 上海沿海农田生境泽蛙和中华大蟾蜍的种群生长率和生物量 两栖爬行动物学报 2(1): 33—39.

(上接第59页)

历史生物地理学新趋势——分衍生物地理学 (Vicariance Biogeography)……张荣祖 (5): 43  
 生物地理学(一)……宋大祥译 (5): 46  
 生物地理学(二)……宋大祥译 (6): 40

### 研究快讯

变色纵眼果蝇作为结膜吸吮线虫中间宿主在我国发现……王增贤等 (2): 55  
 鸭肝脏活体快速取材方法……陈佩兰 (1): 58  
 褐马鸡羽虱的调查……曹天文等 (5): 55

昆明小鼠卵子的体外受精及发育的研究……  
 ……………虎也非 (2): 55

### 新书评介

《无脊椎动物学教学参考图谱》评介……宋大祥 (1): 59  
 《血吸虫学》评介……关国 (1): 60  
 《无脊椎动物学》评介……朱明生等 (6): 50  
 评介《两栖动物生物学》……李树深 (2): 56  
 新书——《中国两栖动物检索》内容介绍……  
 ……………本刊 (4): 61

(下转第13页)

(上接第 20 页)

《中国动物志·兽纲, 第 8 卷食肉目》一书评 介.....	陈瑞田 (2):	57
《浙江动物志, 兽类》评介.....	张 洁 (3):	60
《青海经济动物志》评介.....	钱燕文 (4):	59

一本动物学的百科全书——《动物学大全》

(上下册)内容评介.....	关 国 (4):	60
《安徽兽类志》评介.....	张 洁 (5):	55
《动物行为学》简介.....	钱燕文 (5):	56
《脊椎动物学实验指导》简介.....	钱燕文 (5):	42