

276-282

5691(9)

第16卷第3期
1996年6月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 16, No. 3
Jun., 1996

荒漠沙蜥繁殖生态研究

刘迺发 陈 强

解雪梅

(兰州大学生物系, 兰州, 730000) (青海师范大学生物系, 西宁, 810008)

A

摘要 荒漠沙蜥(*Phrynocephalus przewalskii*) 1年繁殖1次, 有明显的季节性周期。4月初出蛰时雄性精巢已相当发育, 5月其重量和体积最大, 6月变小, 进入精子发生的晚期, 7月降到最小, 8月开始回升, 10月中旬入蛰时已接近春季出蛰时水平, 1年内仅7月精巢中有精子。雌性出蛰后卵细胞开始发育, 4月下旬进入成熟期, 6月达高峰, 7月下降, 8月进入休止期。每雌年产卵1~3枚或1~4枚, 平均1.83($n=48$, 1987)和2.17($n=48$, 1993)。特定体长组的生殖率是影响种群年平均生殖率的主要因素。生殖周期与光周期相符, 光周期是影响荒漠沙蜥生殖周期的主要气候因子。

关键词: 荒漠沙蜥, 繁殖生态, 精巢, 卵细胞, 生殖率, 生殖周期, 光周期。

蜥蜴

REPRODUCTIVE ECOLOGY OF
PHRYNOCEPHALUS PRZEWALSKII

Liu Naifa Chen Qiang

(Department of Biology, Lanzhou University, Lanzhou, China, 730000)

Xie Xuemei

(Department of Biology, Qinghai Normal University, Xining, China, 810008)

Abstract The reproductive ecology of *Phrynocephalus przewalskii* was studied in Shapotou of Ningxia. Male and female *P. przewalskii* were examined monthly in 1987 and 1993. Seasonal changes in the histological morphology of the testes and developments in ovum cells were observed. The reproduction of *P. przewalskii* occurs from spring to summer every year, showing significant seasonal circle. When adult males concluded hibernation their testes have fairly developed. The weight and the volume of the tests were upto greatest in May. Both weight and volume regularly decreased in June. From April to June the proportion of lizards with testes histologically in full breeding condition(stage 6) increased month by month. Both weight and volume of testes changed into smallest and there were not sperms in seminiferous tubules in July. The weight and the volume of testes gradually rised in August. In mid-October before lizards began to hiber nate their testes were close to that in April. There were spermatogenesis in seminiferous tubules from August to October. After females ended hibernation in April their

* 国家自然科学基金资助项目, 编号 3880115。

收稿日期: 1994 07 29, 修改稿收到日期: 1995 04 10。

ovum cells started to develop. The development in ovum was up to mature stage in the end of April. The proportion of females with mature ovum reached a peak in June. The proportion of lizards with mature ovums decreased in July. The development of ovums got into rest stage in August.

The breeding rate of population was 1~3 or 1~4 eggs/♀·a, averaging 1.83($n=48$, 1987) and 2.17($n=48$, 1993). It was affected by breeding rate in specified SVL series. Ecological factor that affects productive circle of lizard population was illumination time. The reproductive circle corresponded with illumination cycle.

Key words: *Phrynocephalus przewalskii*, reproductive ecology, teste, ovum cell, breeding rate, illumination, reproductive circle.

荒漠沙蜥(*Phrynocephalus przewalskii*)主要分布于甘肃、宁夏和内蒙古的腾格里沙漠,是我国特有蜥蜴种类。其繁殖生物学的某些内容已有报道^[1],但不同年份种群生殖率是否有差异,种群年龄结构对生殖率是否有影响,雄性精巢周期发育的组织学特征及气候对生殖周期的影响等都有待进一步研究。

1987年和1993年4~10月,作者在宁夏中卫沙坡头研究了荒漠沙蜥种繁殖生态。该地位于北纬37°36'15"~37°37'30",东经105°0'55"~105°11'15"。海拔高度1200~1500 m。自然地理环境已有介绍^[1,2],本文不再赘述。

1 材料和方法

荒漠沙蜥4月初出蛰,个别个体3月底出蛰,成体10月中冬眠,幼体10月底冬眠,自由活动时间6.5个月,在这期间完成其1年1度的繁殖。为保证样本可比性,本文所用标本均采自每月中、下旬。

1.1 雄性生殖周期

实验用的蜥蜴采自于1987年4~10月,测量从吻端到泄殖孔前缘的标准体长(SVL)和体重,编号后保存于7%的中性甲醛固定液中。室内割取固定了标本的左侧精巢,取出体脂肪,分别称重,以精确度0.05 mm的卡尺测精巢的长径 a 和短径 b 。以 $V=0.52 a \cdot b^2$ 计算精巢体积。

割取的精巢编号,置于新配制的7%的甲醛液中浸泡24 h,取出以流水冲洗48 h,脱去甲醛。余以常规组织学方法处理,制片,染色。石蜡切片厚度7 μ 。每只蜥蜴作一张封片。在显微镜下每张片选取0~15个精小管的正截面,以测微尺测量精小管的直径和生精上皮的厚度。

依照精小管内缘细胞变化特征,参照Mayhew^[3]分期方法,将精子发生分为7期。(1)精小管无管腔,生精上皮仅由支持细胞和精原细胞组成;(2)精小管具管腔,初级精母细胞出现在管腔内缘,生精上皮由初级精母细胞,精原细胞和支持细胞组成;(3)精小管具管腔,次级精母细胞出现在管腔内缘,但初级精母细胞是生精上皮的主要成分;(4)精小管具管腔,未分化的精子细胞出现在管腔内缘,初级和次级精母细胞是主要成分;(5)精小管具管腔,正在变态的精子细胞出现在管腔内缘,具有(4)期各类细胞和少量成熟精子;(6)精小管具管腔,大量成熟精子出现在管腔内缘,并且进入管腔中央;(7)精小管具管

腔, 生精上皮仅由支持细胞和精原细胞组成, 管腔内充以脱落的生精上皮。

1.2 雌性生殖周期

逐月解剖标本, 测量其 SVL, 以其生殖细胞的大小、颜色和在生殖器官中的位置分为 3 期。(1) 休止期 卵胞在卵巢中, 透明, 呈球形, 直径 $1.29 \pm 0.32 (0.46 \sim 2.32)$ mm ($n=1141$)。(2) 发育期 卵胞在卵巢中, 呈棕黄色, 半透明, 球形, 直径 $3.69 \pm 0.26 (2.38 \sim 6.61)$ mm ($n=72$)。(3) 成熟期 卵进入输卵管, 呈亮卵黄色, 在输卵管前部呈球形, 运行到中部和后部呈椭圆形, 长径 $12.16 \pm 0.47 (6.42 \sim 17.56)$ mm ($n=86$), 短径 $7.64 \pm 0.16 (6.30 \sim 9.82)$ mm ($n=86$)。

怀成熟卵数记作当年产卵数, 产卵数/♀ 定义为生殖率。

1.3 性成熟的标准体长 (SVL)

精小管内有精子细胞或精子的最小 SVL 定为雄性成熟的体长。卵巢中有处于发育期的卵胞或输卵管内有成熟卵的最小 SVL 定为雌性成熟的体长。

2 结果

2.1 性成熟的 SVL 及其分布格局

雄性性成熟的 SVL 45 mm 以上, 最大 SVL 80.70 mm (1987) 和 71.44 mm (1993)。雄性 1987 年 60~65 mm SVL 组比例最高, 1993 年 50~55 mm SVL 组比例最高。两年间 SVL 组组成有显著差异 ($t=4.827 > t_{0.05}=4.785$, $P < 0.002$)。雌性性成熟的 SVL 43 mm 以上, 最大 SVL 71.88 mm (1987) 和 71.66 mm (1993)。1987 年 50~55 mm SVL 组比例最高, 1993 年 60~65 mm SVL 组最高, 两年 SVL 分布无显著差异 ($t=1.444 < t_{0.05}=1.895$, $P > 0.1$), 见图 1。

2.2 雄性生殖周期

出蛰时精巢已相当发育, 5 月其体积和重量达最大, 6 月开始下降, 7 月最小, 8 月开始回升, 10 月冬眠前已接近 4 月出蛰时的水平 (表 1)。这说明冬眠期间精巢基本处于休眠状态。精小管直径, 生精上皮的厚度与精巢有相同的季节性周期 (表 1)。

4 月精子发生处于 2~6 期, 6 期个体占 50%。5 月精子发生处于 5~6 期, 6 期占 85.71%。6 月精子发生处于 6~7 期, 6 期占 94.12%。7 月精子发生处于 1 和 7 期, 精巢中无精子。自 8 月后精子发生进入另一周期, 6 期个体的比例逐月增加, 到入蛰前已接近春季出蛰时水平。这说明精子发生在冬眠 5.5 个月的时间里同精巢的发育一样基本处于休眠状态 (表 2)。

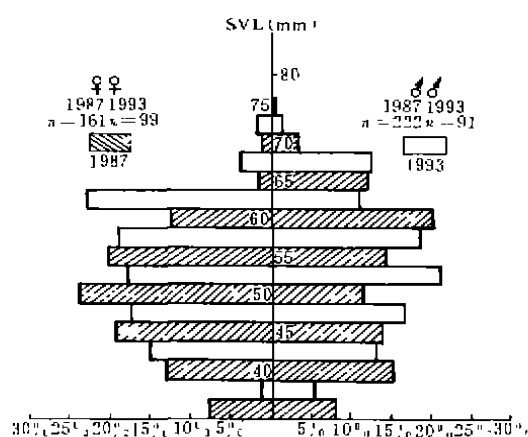


图 1 宁夏沙坡头荒漠沙蜥种群 SVL 结构 (1987, 1993)

Fig. 1 Population structures in SVL of *Phrynosoma phutun* Przewalski in 1987 and 1993 in Shapotou of Ningxia

表 1 荒漠沙蜥的体长和精巢发育情况

Table 1 Measurements of monthly samples of *Phrynocephalus przewalskii* and development of testes in season growing

月 份 Month	体长 SVL (mm)	样本 数 n	体 重 Weight (mg)	体 积 Volume (mm ³)	精小管直径 Seminiferous (精巢 Testes) tubule diameter(μ)	生精上皮厚度 Seminiferous epithelial height (μ)	体脂肪重 Fat weight (mg)
4	57.6±1.35 46~67	16	49.2±4.74 18~67	43.0±6.15 7.97~87.53	172.1±12.00 92~237	62.1±4.61 41~95	44.0±6.72 25~66
5	58.8±0.77 53~64	14	71.7±6.63 35~113	79.1±6.39 47.34~116.90	208.0±7.00 150~235	71.5±3.91 41~96	30.2±6.76 3~75
	59.0±1.14 50~68	17	54.8±4.67 27~95	64.0±5.53 35.69~121.31	187.4±6.64 151~217	64.5±4.39 38~92	32.2±4.39 3~123
7	53.9±1.33 46~65	15	4.2±0.55 1~7	6.0±1.24 2.11~13.10	71.9±4.54 45~95	18.9±1.27 11~27	6.3±1.45 1~20
8	51.7±1.50 46~63	14	22.9±4.00 3~56	36.9±7.36 2.92~86.74	129.3±9.60 75~173	51.8±3.50 34~73	15.4±4.34 1~10
9	57.7±1.37 48~64	13	23.8±3.45 15~50	37.8±16.57 20.94~64.48	139.5±8.55 101~186	54.9±3.65 41~79	39.2±6.92 10~75
10	53.7±2.24 50~65	8	34.8±6.18 11~60	40.0±7.86 6.18~69.37	168.6±9.12 140~211	60.6±2.33 53~71	44.9±5.64 20~65

2.3 雌性生殖周期

4 月出蛰后卵细胞开始发育,至 4 月底已有 35.71%(1987 年)和 47.62%(1993 年)个体进入成熟期,6 月卵细胞发育进入成熟期的高峰,7 月下降,8 月卵细胞发育进入休止期(表 3)。

2.4 生殖率

休止期卵巢中卵胞数目较多,幼体 1987 年和 1993 年分别平均 5.24 枚($n=33$)和 4.56($n=16$)。成体分别为 7.84 枚($n=130$)和 7.82 枚($n=93$)。卵胞数随 SVL 的增加而增加,1987 年 SVL 每增加 10 mm,卵胞增加 1.6 枚,1993 年 SVL 每增加 10 mm,卵胞增加 2.0 枚。SVL 大于 70.7 mm 的个体进入老龄期,产卵数减少,潜在生殖力下降(表 4)。

在一个繁殖季节并不是卵巢中所有的卵胞都发育成熟,仅 1~3 枚,最多 4 枚发育成熟。1987 年生殖率为 1.83,1993 年为 2.17,两年间生殖率差异显著($t=3.2715>t_{0.02}=3.143$, $P<0.02$)。生殖率随体长的增加而增加,1987 年 SVL 每增加 10 mm,增加 0.6 枚卵,1993 年 SVL 每增加 10 mm,增加 0.5 枚卵。但是 SVL 60 mm 以上的,生殖率趋于稳定(表 5、表 6)。

表 2 荒漠沙蜥精子发生的季节性周期

Table 2 Cycles of spermatogenesis of *Phrynocephalus przewalskii* in season

月 份 Month	精子发生分期 Stages of spermatogenesis (%)						
	1	2	3	4	5	6	7
4		6.25	18.75	12.50	12.50	50.00	
5					14.29	85.71	
6						94.12	5.88
7	55.56						44.44
8	7.69		7.69	38.46	23.08	23.08	
9		16.67	33.33	8.33	8.33	33.36	
10			18.18	18.18	27.27	36.36	

表 3 1987 年和 1993 年荒漠沙蜥卵胞各月发育阶段

Table 3 Monthly developments of ovums of *Phrynocephalus przewalskii* in 1987 and 1993

月 份 Month	样 本 数 <i>n</i>	1987			<i>n</i>	1993		
		休止期	发育期	成熟期		休止期	发育期	成熟期
		Rest	Development	Mature		Rest	Development	Mature
		stage(%)	stage(%)	stage(%)		stage(%)	stage(%)	stage(%)
4	28	42.86	21.43	35.71	21	42.86	9.52	47.62
5	28	39.29	28.57	32.14	20	40.00	25.00	35.00
6	26	42.31	15.38	42.31	28	17.86	31.14	50.00
7	47	48.96	12.77	38.30	47	46.81	17.02	36.17
8	34	97.06	2.94	0.00	23	91.30	8.70	0.00

表 4 1987 和 1993 年荒漠沙蜥休止期卵巢中卵细胞数

Table 4 Ovum numbers in ovary of *Phrynocephalus przewalskii* during rest period in 1987 and 1993

1987					1993				
体长 SVL(mm)		样 本 数 <i>n</i>	卵胞 Ovums		体长 SVL(mm)		样 本 数 <i>n</i>	卵胞 Ovums	
平均	范围		平均	范围	平均	范围		平均	范围
Mean	Range		Mean	Range	Mean	Range		Mean	Range
38.4±0.50	34.2~39.8	12	4.45±0.42	3~7	39.9		1	4.00	
42.6±0.38	40.0~44.8	21	5.67±0.25	4~8	42.7±0.35	40.8~44.9	15	4.60±0.32	2~7
46.3±0.38	45.1~49.5	31	6.26±0.31	3~10	47.9±0.40	45.6~49.9	17	6.18±0.44	2~8
52.7±0.25	50.1~54.9	39	7.69±0.37	4~12	53.2±0.31	50.9~54.8	18	7.06±0.50	3~10
57.5±0.33	55.2~59.7	33	8.12±0.42	4~14	57.6±0.32	55.2~59.5	19	7.79±0.64	4~13
62.5±0.36	60.6~64.9	20	9.60±0.52	5~14	62.2±0.33	60.1~64.9	23	9.04±0.43	4~11
66.8±1.42	65.3~69.7	3	11.00±1.00	9~12	66.4±0.47	65.5~67.7	4	10.50±1.44	7~14
71.2±0.72	70.4~71.9	2	8.50±1.50	7~10	71.2±0.43	70.8~71.7	2	9.50±0.50	9~10
$Y=0.1622\text{ SVL}-1.2111$					$Y=0.2005\text{ SVL}-3.9189$				
$r=0.8991, P<0.001$					$r=0.9692, P<0.001$				

表 5 1987 年和 1993 年荒漠沙蜥生殖率

Table 5 Reproduction rate(eggs/♀) of *Phrynocephalus przewalskii* in 1987 and 1993

1987				样 本 数 <i>n</i>	1993				样 本 数 <i>n</i>		
体长 SVL(mm)		生殖率 Reproduction			体长 SVL(mm)		生殖率 Reproduction				
平 均	范围	rate			平 均	范围	rate				
Mean	Range	平均 Mean	范围 Range		Mean	Range	平均 Mean	范围 Range			
44.3		1.00		1	43.7±0.31	43.4~44.0	1.50±0.50	1~2	2		
48.6±0.45	45.6~49.5	1.43±0.26	1~3	7	48.0±0.63	45.0~49.6	1.67±0.18**	1~2	6		
52.7±0.34	50.1~55.0	1.53±0.15	1~3	15	53.3±0.33	50.9~55.0	2.08±0.15**	1~3	12		
57.9±0.41	55.5~59.9	1.91±0.18	1~3	11	57.7±0.48	55.1~60.0	2.18±0.12**	2~3	11		
62.1±0.44	60.1~64.5	2.22±0.24	1~3	9	62.3±0.36	60.5~64.6	2.25±0.21	1~4	12		
66.8±1.42	65.3~69.7	2.67±0.33	2~3	3	66.5±0.64	65.5~67.7	2.67±0.88	1~4	3		
71.2±1.02	70.1~72.2	2.50±0.50	2~3	2	71.2±0.43	70.8~71.7	3.00±0.00	3~3	2		
$Y=0.0607\text{ SVL}-0.0607$					$Y=0.0519\text{ SVL}-0.7929$						
$r=0.9733, P<0.001$					$r=0.9819, P<0.001$						

** $P<0.01$ 1993 年与 1987 年差异显著。Significant difference between 1993 and 1987.

表 6 1987 和 1993 年荒漠沙蜥产卵数分布格局

Table 6 Pattern in laying of *Phrynocephalus przewalskii* 1987 and 1993

年份 Year	样本 数 <i>n</i>	产卵数 Number of laying				平均 Average
		1	2	3	4	
1987	48	19	18	11		
		39.58	37.50	22.92		1.83
1993	48	8	26	12	2	
		16.67	54.17	25.00	4.17	2.17

3 讨论

3.1 影响蜥蜴生殖周期的气候因子

热带地区蜥蜴有两种生殖周期类型,有周期变化类型和无周期变化^[4,5]。认为与栖息环境,尤其与降水量有关^[5]。

温带地区蜥蜴属有周期生殖类型,春天精巢体积最大,生精上皮最厚、精小管直径最大,夏季精巢体积最小,生精上皮厚度、精小管直径降到最低,精子发生与

之同步^[3,6~10]。实验室^[11]和野外^[8]研究认为这种周期与温度有关。本文利用沙坡头地区 1956~1986 年 30 a 气象资料^[12](表 7),以线性相关的方法检验,精巢的重量和体积与表 7 中的日照时数显著正相关($r=0.7104$, $P<0.05$; $r=0.7984$, $P<0.01$)。这一结果说明荒漠沙蜥雄性季节性生殖周期与光周期相一致,光周期是影响其生殖周期的主导因子。

表 7 宁夏沙坡头地区平均日照时间,月光照率,月平均气温,湿度和月均降水量

Table 7 Average sunshine time(h/d), sunshine velocity/month, air temperature(°C), air relative moisture and precipitation, in Shapotou of Ningxia, from 1955 to 1986

月 份 Month	日照时间(h/d) Sunshine time	月光照率 Sunshine velocity/month	气温(°C) Air temperature	降水量(mm) Precipitation	空气湿度(%) Moisture
4	7.56	58	9.23	12.00	35.00
5	8.52	60	15.40	19.33	35.83
6	9.32	64	20.02	19.99	35.00
7	6.98	59	21.56	33.34	43.33
8	7.94	59	20.02	63.33	56.67
9	7.17	58	15.40	26.73	51.66
10	7.37	66	9.24	9.33	48.33

相关检验分析没有发现象热带那样^[4,5]降水影响生殖周期,也没有发现象暖温带那样^[8]温度决定雄性蜥蜴生殖周期。这说明在长期进化适应过程中,不同环境的蜥蜴选择不同的周期性环境因子决定其生殖周期。

3.2 影响种群生殖率的因素

影响种群生殖率的因素很多,因未作环境因子的测定,无法比较 1987 年和 1993 年两年间环境因子的作用,仅从种群内部因素讨论。种群结构,尤其种群年龄结构是影响种群生殖率的重要因素之一,但是荒漠沙蜥 1987 年和 1993 年以 SVL 表示的雌性年龄结构无显著差异(见图 1 和文字说明),这说明荒漠沙蜥种群生殖率与其年龄结构并不密切。影响种群生殖率的另一种群内部因素是特定年龄组的生殖率。表 5 中 45.6~49.5 mm SVL 组,50.1~55.0 mm SVL 组和 55.5~59.9 mm SVL 组的生殖率 1987 年与 1993 年间差异显著($P<0.01$)。1993 年这些体长组的生殖率明显高于 1987 年的,因而导致 1993 年荒漠沙蜥种群生殖率高于 1987 年的,两年生殖率差异显著。上述说明在雌性年龄结构无显著差异的情况下,种群特定年龄组的生殖率是影响荒漠沙蜥种群年平均生殖率的主要因素。

参 考 文 献

- 1 宋志明, 陈领, 陈强. 荒漠沙蜥繁殖的研究. 两栖爬行动物学报, 1987, **6**(1): 12~17
- 2 刘适发, 常城. 宁夏沙坡头繁殖鸟类群落及演替的研究. 兰州大学学报, 1990, **26**(4): 95~101
- 3 Mayhew W W and Wright S J. Seasonal changes in testicular histology of three species of the lizard genus *Uma*. *Journal of Morphology*, 1970, **130**(2): 163~173
- 4 Wilhoft D C. Gonadal histology and seasonal changes in the tropical Australian lizard, *Leiolopisma rhomboidalis*. *Journal of Morphology*, 1963, **113**: 185~208
- 5 Wilhoft D C and Reiter E O. Sexual cycle of the lizard, *Leiolopisma fuscum*, a tropical Australian Skink. *Journal of Morphology*, 1965, **116**: 379~388
- 6 Wilhoft D C and Quay W B. Testicular histology and seasonal change in the lizard, *Sceloporus occidentalis*. *Journal of Morphology*, 1961, **108**(1): 97~102
- 7 Hahn W E. Seasonal change in the testicular and epididymal histology and spermatogenic rate in the lizard *Uta stansburiana stejnegeri*. *Journal of Morphology*, 1964, **115**: 447~459
- 8 王培潮. 杭州四种蜥蜴的生态研究. Ⅱ 繁殖. 动物学报, 1966, **18**(2): 170~186
- 9 Jones S M and Ballinger R E. Comparative life histories of *Holbrookia maculata* and *Sceloporus undulatus*. in *Western Nebraska Ecology*, 1987, **68**(6): 1828~1838
- 10 陈强, 韩昭雪, 宋志明. 变色沙蜥繁殖的研究. 兰州大学学报, 1993, **29**(4): 199~203
- 11 Licht P and Basu S L. Influence of temperature on lizard testes. *Nature*, 1967, **213**: 672~674
- 12 李金贵. 沙坡头地区气候特征. 流沙治理研究, 1991, (2): 417~424