

模拟生境中胎生蜥蜴的交配行为 及其与环境因子的关系

李殿伟^{①②} 刘鹏^① 赵文阁^{①*}

① 哈尔滨师范大学生命科学与技术学院 哈尔滨 150025;

② 牡丹江师范学院生命科学与技术学院 牡丹江 157012

摘要: 2007年和2008年的5月,采用瞬时扫描取样法和全事件观察法,对模拟生境中胎生蜥蜴(*Lacerta vivipara*)的交配行为进行了详细的研究。结果表明,胎生蜥蜴交配行为的基本模式为:①追逐;②咬腹;③环抱;④交媾;⑤分离。其中各交配行为持续时间占总交配时间的百分比分别为:追逐占2.35%,咬腹占0.51%,环抱占8.44%,交媾占88.70%。交配活动主要发生在8:00时以后,其中9:00~13:00时比较集中,此间光照强度平均为 $(1\ 009.90 \pm 77.06) \times 10^2$ lx [$(307.00 \times 10^2) \sim (1\ 999.00 \times 10^2)$ lx],气温平均为 $(31.53 \pm 0.36)^\circ\text{C}$ ($25.10 \sim 39.20^\circ\text{C}$),地表温度平均为 $(41.03 \pm 0.60)^\circ\text{C}$ ($28.30 \sim 56.30^\circ\text{C}$),湿度平均为 $27.54\% \pm 0.58\%$ ($20.00\% \sim 43.50\%$)。经检验,交配活动受地表温度($r=0.829, P<0.01$)、光照强度($r=0.664, P<0.05$)与气温($r=0.606, P<0.05$)的影响显著。

关键词: 胎生蜥蜴;交配行为;环境因子

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2011)05-41-07

Mating Behavior of the Common Lizard *Lacerta vivipara* and the Relationship with Environment Factors

LI Dian-Wei^{①②} LIU Peng^① ZHAO Wen-Ge^{①*}

① College of Life Sciences and Technology, Harbin Normal University, Harbin 150025;

② College of Life Sciences and Technology, Mudanjiang Normal University, Mudanjiang 157012, China

Abstract: The mating behaviors of *Lacerta vivipara* were studied in the May of 2007 and 2008 by the methods of instantaneous and scan sampling and of all-occurrence recording. The results show that the basic patterns of mating behavior of *L. vivipara* are chasing; biting abdomen; encircling; sexual intercourse and separating. Chasing accounts for 2.35% of total time; biting abdomen for 0.51%; encircling for 8.44% and sexual intercourse for 88.70%. The mating activities begin at 8 a. m. and focus from 9 a. m. to 1 p. m. During the period, the average illumination intensity is $(1\ 009.90 \pm 77.06) \times 10^2$ lx [$(307.00 \times 10^2) \sim (1\ 999.00 \times 10^2)$ lx]; the average air temperature is $(31.53 \pm 0.36)^\circ\text{C}$ ($25.10 \sim 39.20^\circ\text{C}$); the average ground temperature is $(41.03 \pm 0.60)^\circ\text{C}$ ($28.30 \sim 56.30^\circ\text{C}$); and the average humidity is $27.54\% \pm 0.58\%$ ($20.00\% \sim 43.50\%$). Environment factors, such as ground temperature, illumination and air temperature, mainly affected the mating behaviors of *L. vivipara*.

基金项目 黑龙江省青年科学基金项目(No. QC2010035),黑龙江省教育厅科学技术研究项目(No. 12511162)和哈尔滨师范大学科技发展预研项目(No. 09XKYY08);

* 通讯作者, E-mail: zhaowenge311@126.com;

第一作者介绍 李殿伟,男,硕士,讲师,研究方向:动物生态学; E-mail: lidianwei1979@163.com。

收稿日期:2011-03-08,修回日期:2011-05-12

Key words: *Lacerta vivipara*; Mating behavior; Environment factor

交配行为是动物的本能,是动物在进化过程中形成的基本特征之一,是繁殖对策的重要组成部分,关系到动物种群的发展延续及多样性的保持。具有主动择偶能力的雌性动物,会选择适合度最大的雄性作配偶,而适合度大小的惟一外在表现就是雄性动物的求偶行为。因此,对交配行为的深入研究是开展繁殖行为进化和生态学研究的基础,可以更好地了解动物交配行为多样性的适应意义^[1-3]。

胎生蜥蜴(*Lacerta vivipara*)隶属于蜥蜴科(Lacertidae)蜥蜴属,是古北界的代表种类,适应高纬度地区的生活。胎生蜥蜴为卵胎生繁殖模式,目前国内对胎生蜥蜴的研究包括形态学、繁殖策略、栖息生境、活动节律等方面^[4-14],关于其交配行为方面的研究未见报道。本文报道对胎生蜥蜴交配行为的研究,进一步了解其行为模式及与环境因子之间的关系,并为深入开展胎生蜥蜴野外种群的保护生物学研究提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 研究地点 黑龙江省呼玛县位于黑龙江省北部,大兴安岭北麓东坡,黑龙江上游右岸,平均海拔 350 m,属温带大陆性季风气候。冬季严寒干燥,最低气温 -48.2℃;春季多风少雨干燥;夏季炎热多雨,最高气温 38℃;秋季气温降低,降雨集中。年平均气温 -2℃ 以上,积温 1 600 ~ 2 100℃,无霜期 80 ~ 110 d,年平均降水量 460 mm 左右。植被类型主要为温带针阔混交林,代表树种为兴安落叶松(*Larix gmellini*)、白桦(*Betula platyphylla*)、樟子松(*Pinus sylvestris*)、蒙古栎(*Quercus mongolica*)、黑桦(*B. dahurica*)、青杨(*Populus cathayana*)、榆树(*Ulmus pumila*)等。灌木以兴安胡枝子(*Lespedeza davurica*)、兴安杜鹃(*Rhododendron dauricum*)、榛子(*Corylus heterophylla*)为主,草本以小叶章(*Deyeuxia angustifolia*)、苔草(*Carex*

tristachya)、白花地榆(*Sanguisorba stipulata*)、羊草(*Leymus chinensis*)、大叶章(*D. langsdorffii*)等居多。

1.2 研究方法 在该地区三卡乡老道店村附近(51°16'03.6"N, 126°41'51.6"E,海拔 209 m)模拟胎生蜥蜴的栖息环境修建一个“模拟生境”。模拟生境的长宽高为 9.0 m × 1.5 m × 1.0 m,南北走向,中部稍高,向两侧的坡度小于 15°。以木板搭成槽体,覆盖塑料薄膜,底部打孔防止积水,最下层铺黄沙以防止鼠类筑穴,上面铺土,然后放入从自然生境取回的草皮、苔草、灌木植株、枯枝落叶和石块等。捕捉昆虫、蜘蛛和蚂蚁卵等投放入模拟生境内,供胎生蜥蜴取食,并保证充足的饮水。

2007 年和 2008 年 5 月,共观察胎生蜥蜴 71 只,其中雄性 48 只,雌性 23 只(表 1)。采用剪指(趾)与蓝色油漆辅助的方法进行标记,便于快速识别。投放的胎生蜥蜴适应 1 周后,在晴好天气时,于每天 6:00 ~ 17:00 时采用瞬时扫描取样法及全事件观察法对模拟生境中胎生蜥蜴的交配行为进行观察和研究,共观察 10 d。每隔 1 h 利用照度计、点式测温计、湿度计等,测定光照强度、气温、地表温度和湿度等环境因子。统计交配次数,并记录交配过程胎生蜥蜴的行为表现及持续时间,用数码相机辅助记录。

1.3 数据统计 所有数据利用 Excel 2003 和 SPSS 13.0 for Windows 软件进行统计处理与检验分析。数据统计分析前,分别用 Kolmogorov-Smirnov 和 Homogeneity-of-variance 检验数据的正态性(normal)及方差齐性(test for homogeneity of variances)。经检验符合正态性和方差齐性的数据用参数方法检验(parametric test),不符合的用非参数方法检验(nonparametric test)。描述性统计值用平均值 ± 标准误(Mean ± SE)表示,显著性水平设置为 $\alpha = 0.05$,极显著水平设置为 $\alpha = 0.01$ 。

表 1 胎生蜥蜴形态学特征

Table 1 Morphological feature of *Lacerta vivipara*

	雌性 Female (n = 23)		雄性 Male (n = 48)	
	平均 Mean ± SE	范围 Range	平均 Mean ± SE	范围 Range
头体长 Snout-vent length (mm)	58.71 ± 4.94	51.14 ~ 68.02	53.92 ± 3.22	46.70 ~ 59.57
尾长 Tail length (mm)	76.57 ± 10.64	52.78 ~ 90.05	86.89 ± 6.29	71.62 ~ 100.00
体重 Mass (g)	3.97 ± 0.94	2.61 ~ 6.05	3.73 ± 0.64	92.31 ~ 4.97

2 结果与分析

2.1 胎生蜥蜴的交配行为谱 研究中共记录交配 48 次,其中完整过程 6 次。雄性胎生蜥蜴是交配行为的主要发起者,交配行为的基本模式为:①追逐;②咬腹;③环抱;④交媾;⑤分离。

①追逐:发现雌蜥后,雄蜥迅速冲向雌蜥,此时多数雌蜥会快速逃避。一只雄蜥的追逐行为有时会吸引其他雄蜥参与追逐。

②咬腹:雄蜥追逐到雌蜥后,通常咬在雌蜥

后肢前的腹侧处(图 1:A),少数先咬在腋下或喉部,然后利用四肢辅助将位置调整到后肢前的腹侧处。

③环抱:雄蜥利用四肢抱持雌蜥使其安静,前肢环抱位置位于躯干中段,后肢位置位于尾基部(图 1:B)。此时,如果雌蜥接受雄性会停止挣扎并进行交配,如果不接受则会扭动身体剧烈挣扎,然后挣脱逃离。

④交媾:雄蜥环抱住雌蜥后,身体弯曲呈弓形,尾弯曲,使泄殖腔口相对,将一侧的半阴茎



图 1 胎生蜥蜴的交配行为

Fig. 1 The mating behavior of *Lacerta vivipara*

A. Biting abdomen; B. Emicling; C. Sexual intercourse; D. Separating

A. Biting abdomen; B. Emicling; C. Sexual intercourse; D. Separating

插入雌蜥泄殖腔内进行交配,交媾过程中姿势基本不变且身体保持不动(图1:C)。有些雌蜥扭动或挣扎,但多数不影响交配。交媾不受其他个体或人为因素干扰,曾用树枝拨动交媾中个体,交配并未中断。

⑤分离:交配结束雌雄胎生蜥蜴分开(图1:D)。一般由雄蜥主动结束交配行为,雄蜥先松开口和前肢,然后再抽出半阴茎,或者则直接抽出半阴茎同时松开口及前肢终止交配,少数交配行为由雌蜥剧烈挣扎而结束。

2.2 交配行为的持续时间 交配前雄性有搜寻行为,表现为大范围运动,并不断四处张望和嗅闻。整个交配过程中,追逐持续时间平均为(0.65 ± 0.27) min (0.05 ~ 1.50 min),占2.35% (n = 6);咬腹持续时间平均为(0.14 ± 0.05) min (0.08 ~ 0.23 min),占0.51% (n = 10);环抱持续时间平均为(2.33 ± 0.48) min (0.72 ~ 7.77 min),占8.44% (n = 14);交媾持续时间平均为(24.48 ± 1.67) min (8.80 ~ 46.00 min),占88.70% (n = 30)。交配结束后,雄蜥多数直接离开,偶有停留,时间则很短,平均为(0.32 ± 0.26) min (0 ~ 6.33 min);而雌蜥则常停留在原处,保持姿势不变,平均静止(1.05 ± 0.51) min (0 ~ 10.93 min)再离开。观察中未发现雄性个体之间有撕咬和打斗的现

象,偶尔会出现短暂的追逐,但通常不超过5 s。

2.3 环境因素对胎生蜥蜴交配行为的影响

胎生蜥蜴的交配行为均发生在每天的8:00 ~ 16:00时,且9:00 ~ 13:00时交配行为发生比较频繁,此期间光照强度达到每天的最高值后基本保持不变,平均为(1 009.90 ± 77.06) × 10² lx (307.00 × 10² ~ 1 999.00 × 10² lx) (图2);气温平均为(31.53 ± 0.36)°C (25.10 ~ 39.20°C),地表温度平均为(41.03 ± 0.60)°C (28.30 ~ 56.30°C),均达到每天的最高值后逐渐下降(图3);而湿度达到每天的最低值后逐渐上升,平均为27.54% ± 0.58% (20.00% ~ 43.50%) (图4)。

回归分析结果显示,胎生蜥蜴在各时间段出现的交配活动受地表温度影响极显著(r = 0.829, P < 0.01),受光照强度(r = 0.664, P < 0.05)与气温(r = 0.606, P < 0.05)影响显著,且最佳拟合方程均为 Linear 曲线(图5);交配活动受湿度(r = 0.542, P = 0.069)影响不显著。

3 讨论

3.1 求偶交配行为 为了吸引异性,获得繁殖机会,许多蜥蜴都具有明显的求偶行为,如绿安乐蜥(*Anolis carolinensis*)、变色树蜥(*Calotes*

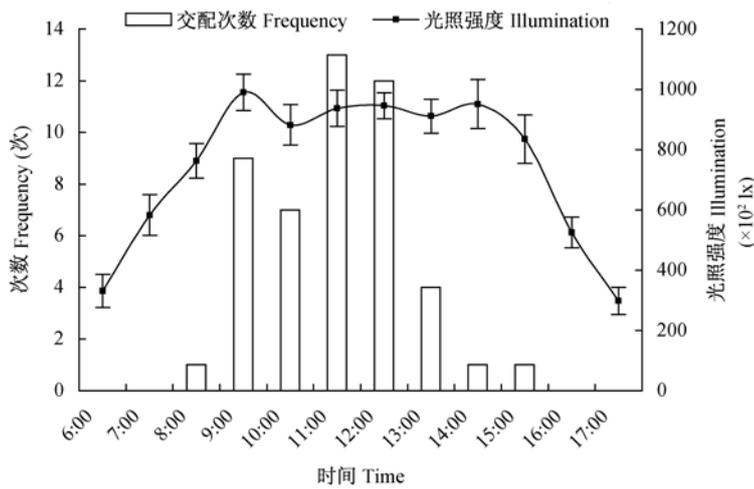


图2 胎生蜥蜴交配活动与光照强度的关系

Fig. 2 Interactions between illumination and mating behavior of *Lacerta vivipara*

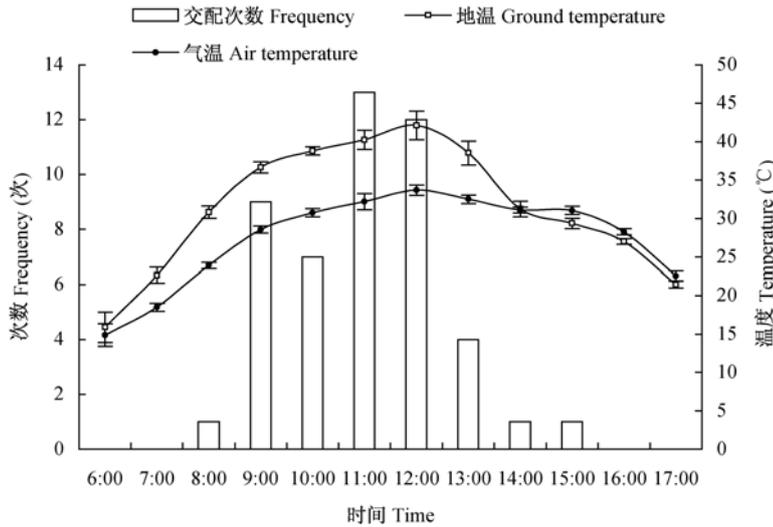


图 3 胎生蜥蜴交配活动与温度的关系

Fig. 3 Interactions between temperature and mating behavior of *Lacerta vivipara*

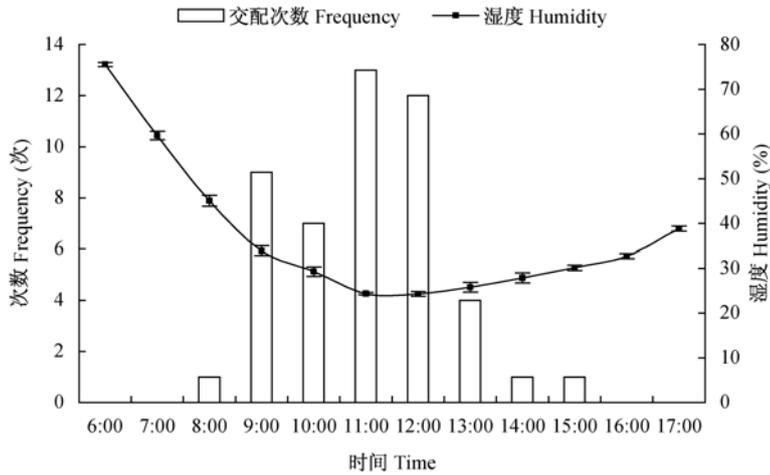


图 4 胎生蜥蜴交配活动与湿度的关系

Fig. 4 Interactions between humidity and mating behavior of *Lacerta vivipara*

versicolor) 与鬣蜥 (*Agama agama*) 分属于鬣蜥科 (Agamidae) 和美洲鬣蜥科 (Iguanidae), 其基本行为模式比较相似^[1-2], 但在表现形式和程度上略有差异^[15], 这种求偶行为的特异性只能引起同种异性个体的反应^[16]。本研究中胎生蜥蜴的求偶方式、交配过程和交媾姿势与同科的北草蜥 (*Takydromus septentrionalis*) 及捷蜥蜴 (*L. agilis*) 非常相似, 但与鬣蜥科、美洲鬣蜥科、壁虎科 (Gekkonidae) 及鳄蜥科 (Shiniaturidae) 种类的交配模式差别较大^[1-3]。胎生蜥蜴的交

配行为多发生在落叶枯草等遮盖物下, 可以避免被天敌发现。雌性胎生蜥蜴在交媾前常表现出剧烈的挣扎, 但交媾期间多数表现平静, 这可能是一种保护策略或是对雄性的一种选择过程。交配后的雌蜥腹侧被咬处常留有咬痕, 呈蓝色, 一般有 1~3 个, 可以在繁殖季节利用咬痕判断雌蜥的交配情况。

3.2 环境因子的作用 作为适应高纬度、低温寒冷条件下生活的变温动物, 胎生蜥蜴的日活动行为具有明显的节律变化, 光照是控制胎生

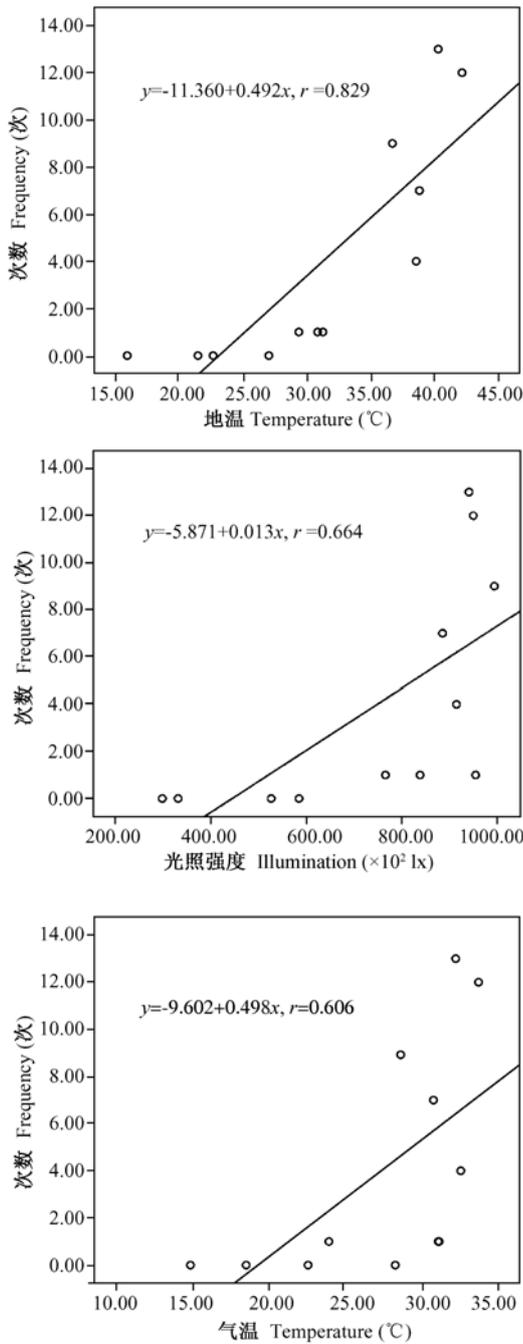


图5 胎生蜥蜴的交配活动与3种因子的回归分析
Fig. 5 Regression analysis between mating behavior of *Lacerta vivipara* and three factors

蜥蜴日活动节律的主要因素,而温度等其他因子决定胎生蜥蜴的活动数量及活动高峰的形成,地表温度与胎生蜥蜴活动的相关性尤为显

著^[10]。由于交配活动所需能量主要来自于阳光和食物,所以晴天时胎生蜥蜴的交配活动频繁;阴天时胎生蜥蜴活动时间明显减少,晒太阳的时间明显增加^[10],交配活动发生在11:30时之后^[14];雨天时未见交配活动。调整活动时间的分配模式,能够保证胎生蜥蜴获取足够的能量,是胎生蜥蜴对高纬度地区生活的一种适应^[10]。本研究表明,胎生蜥蜴的交配行为也受光照、温度和湿度的影响,其中,地表温度、光照强度、气温的影响都很显著,这与变温动物的能量获得方式及其活动规律有关。实验室条件下的研究显示,胎生蜥蜴交配行为的持续时间平均为34.60 min^[12],明显高于本研究模拟环境下的24.48 min。这说明当环境适宜和食物充足时,胎生蜥蜴可以通过增加交配时间来加大生殖投入,这是胎生蜥蜴在长期进化过程中形成的一种稳定对策,确保以最小的投资量获得更大的交配成功率。

参 考 文 献

[1] Pandav B N, Shanbhag B A, Saidapur S K. Ethogram of courtship and mating behaviour of garden lizard, *Calotes versicolor*. *Current Science*, 2007, 93(8): 1164 - 1167.

[2] 杜卫国,姚智娟. 北草蜥的交配行为. *动物学杂志*, 2007, 42(6): 7 - 12.

[3] 于仕,武正军,王振兴,等. 广东罗坑自然保护区饲养鳄蜥的求偶和交配行为. *动物学杂志*, 2009, 44(5): 38 - 44.

[4] 方俊九,汤秀荣. 胎生蜥蜴在我国的分布、形态及生活习性的观察. *两栖爬行动物学报*, 1983, 2(3): 51 - 55.

[5] 董丙君,赵文阁,刘志涛,等. 胎生蜥蜴 (*Lacerta vivipara*) 生殖行为及生殖策略的研究. *哈尔滨师范大学自然科学学报*, 2004, 20(1): 74 - 80.

[6] 董丙君,赵文阁,刘志涛,等. 胎生蜥蜴断尾及再生的研究. *四川动物*, 2007, 26(2): 428 - 429.

[7] 赵文阁,刘鹏,陈辉. 黑龙江省两栖爬行动物志. 北京: 科学出版社, 2008: 123 - 158.

[8] 赵文阁,董丙君,刘鹏,等. 胎生蜥蜴的捕食行为及其食性分析. *生态学杂志*, 2006, 25(12): 1520 - 1523.

[9] 赵文阁,夏玉国,刘琳琳,等. 黑龙江省产胎生蜥蜴的染色体组型研究. *四川动物*, 2006, 25(2): 234 - 237.

[10] 刘鹏,刘志涛,李殿伟,等. 模拟生境中胎生蜥蜴的日活动节律和活动时间分配. *生态学杂志*, 2008, 27

- (12): 2146-2152.
- [11] Liu P, Zhao W G, Liu Z T, et al. Sexual dimorphism and female reproduction in *Lacerta vivipara*, in Northeast China. *Asiatic Herpetological Research*, 2008, 11: 98-104.
- [12] 刘琳琳. 胎生蜥蜴的两性异型、求偶交配、断尾对体温选择和运动能力的影响及怀孕对雌性体温的影响. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学硕士学位论文, 2007: 1-25.
- [13] 夏玉国, 赵文阁, 刘鹏. 小兴安岭北部胎生蜥蜴春季的栖息生境. *动物学杂志*, 2009, 44(1): 118-121.
- [14] 夏玉国. 胎生蜥蜴的生境选择、求偶交配、胚胎发育及染色体组型的研究. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学硕士学位论文, 2006: 17-45.
- [15] 郭砾. 草原沙蜥繁殖的研究//李德俊. 两栖爬行动物学研究; 第3辑. 贵阳: 贵州科技出版社, 1994: 59-64.
- [16] 尚玉昌. 行为生态学. 北京: 北京大学出版社, 1998: 189-317.

《动物学杂志》投稿注意事项

1 稿件的投寄

稿件通过本刊的电子信箱投寄(E-mail: journal@ioz.ac.cn; Word文件作附件), 同时邮寄打印稿一份。打印稿小四号字1.5倍行距单面打印。作者在投稿的同时务必出具公函或作出承诺, 稿件不能一稿多投和侵权。

2 论文的格式要求

题目 应言简意赅。中文题目字数一般不超过20个字; 英文题目不超过10个实词, 实词首字母大写。

作者 署名人应是对论文的全部或部分内容做出主要贡献, 并能对文章内容负责的人。

单位 应写作者单位的标准全称及所在地和邮编。

摘要 中文摘要放在文首。内容包括: 研究目的、方法、结果(主要数据)和结论。用第三人称叙述。英文摘要放在中文摘要下面, 其内容应与中文摘要相对应或略详于中文摘要。

关键词 一般为3~5个, 中英文对应, 分别列在中英文摘要下面。

前言 结合文摘阐述国内外相关研究领域的发展状况及本研究的目的和意义。

正文 材料与方法对材料的来源及方法的出处应详细陈述; 结果的数据要完整, 微观形态的稿件应有实验照片作为依据; 文字叙述要简洁明了, 与图表内容相互呼应; 讨论应依据前言的内容、结果的数据、现象展开讨论, 以达到解决问题或得出结论的目的。

全文书写规格 文中请使用国家颁布的法定计量单位和符号及规范化的名词、术语。文中首次出现的英文缩写词, 应先写出中文名称后, 再在括号内写出英文全称和缩写词。物种名称在文中第一次出现时应附拉丁学名(种属名用斜体, 属名首字母大写)。名词术语的用法文中应前后一致。

①小标题: 应简短准确、层次清楚。各级标题一律采用阿拉伯数字连续编码, 左顶格编排, 如“1”(一级标)、“1.1”(二级标)、“1.1.1”(三级标)。

②图表: 力求精选, 反应同一数据的图与表不能重复。其序号一律采用阿拉伯数字编码, 在文中引用处注明。线条图应用计算机绘制; 照片图要求反差适中、层次清晰。显微及电镜照片, 应注明长度标尺和放大倍数。

参考文献 应列出与本文直接有关的中外文主要文献。本刊文献的著录格式采用顺序编码制, 即以文献在文中出现的先后顺序连续编码, 加方括号标注在文中引用处, 文后文献表的文献要与文中一致, 并按文中的顺序排列, 多名作者在列出前三名作者后加“等”。具体格式要求为:

(下转第54页)