

## 肇庆南草蜥形态、食性及运动表现的两性差异

徐大德<sup>1\*</sup>, 罗斯特<sup>2</sup>, 刘文华<sup>1</sup>, 姚秀梅<sup>3</sup>, 吴恒鑫<sup>1</sup>(1. 肇庆学院生命科学院, 广东肇庆 526062; 2. 厦门大学生命科学院, 福建厦门 361102;  
3. 广东郁南县西江中学, 广东郁南 527100)

**摘要:** 通过测量头、尾、体和胃检, 研究肇庆南草蜥 *Takydromus sexlineatus* 个体发育过程中两性异形和食性差异。南草蜥成体个体两性大小无显著差异, 雄性头部显著大于雌性, 两性头部大小异形可能是受到性选择压力的结果。雌雄个体食物生态位重叠度较高, 两性生态位差异微弱, 食性差异与两性头部异形无明显相关性。通过设计 13 种不同的环境温度, 研究体温变化对南草蜥两性个体运动能力表现的影响。结果显示环境温度通过影响体温而影响南草蜥的运动表现, 两性个体疾跑速均具有在低体温范围内随体温升高而加快、在高体温范围内随体温升高而降低的模式。在多数测试温度下, 雄体的疾跑速均略大于雌体, 但两者平均值在统计上无显著差异。体温对南草蜥的最大持续运动距离和停顿次数的影响显著, 两性个体的疾跑速和最大持续运动距离呈显著正相关。雄性和雌性分别在 26℃ 和 30℃ 具有最佳的运动表现。

**关键词:** 南草蜥; 两性异形; 食性差异; 性选择压力; 运动能力

中图分类号: Q959.6 文献标志码: A 文章编号: 1000-7083(2014)06-0808-07

## The Intersexual Differences of Sexual Dimorphism, Feeding Habits and Locomotor Performance at Different Temperatures of Southern Grass Lizard (*Takydromus sexlineatus*) in Zhaoqing, China

XU Dade<sup>1\*</sup>, LUO Site<sup>2</sup>, LIU Wenhua<sup>1</sup>, YAO Xiumei<sup>3</sup>, WU Hengxin<sup>1</sup>

(1. Department of Biology, Zhaoqing University, Zhaoqing, Guangdong Province 526062, China; 2. Key Laboratory of Ministry of Education for Coast and Wetland Ecosystems, School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen, Fujian Province 361102, China; 3. West River High School of Yunan County, Yunan, Guangdong Province 527100, China)

**Abstract:** Southern grass lizard (*Takydromus sexlineatus*) was collected from Zhaoqing, Guangdong province to determine the sexual dimorphism and dietary habits by measuring the lengths of head, tail and body, and examining the items in the stomach. The results showed that there was no significant difference in body size. However, male individuals had significantly larger head size than females, which might be due to the divergent sexual selection pressure. A relatively high food niche overlap was observed between the sexes. There was little relationship between food habits and head dimorphism. By designing 13 different ambient temperatures, we determined the relationship between body temperature and locomotor performance of the adults. Ambient temperature affected locomotor performance by influencing the body temperature. Sprint speed increased with increasing body temperature at lower body temperature, while decreasing with increasing body temperatures at higher body temperatures, which was similar between the sexes. However, males ran slightly faster than females in most cases, but intersexual difference of sprint speed was not statistically significant. Body temperature also influenced the maximal move distance and pause times. Sprint speed was positively correlated with the maximal move distance. The optimal temperatures of locomotor performance differed between the sexes: about 26℃ for males and 30℃ for females, respectively.

**Key words:** *Takydromus sexlineatus*; sexual dimorphism; feeding habits; sexual selection pressure; locomotor performance

在自然界动物中, 两性异形现象普遍存在于脊椎动物中, 主要表现为体型大小、局部形态特征和体色的两性差异。两性异形被认为主要是性选择压力

和非性选择压力共同作用的结果。两性个体寻求最大化的繁殖利益差异是两性异形产生的主要原因 (Anderson & Vitt, 1990)。但性选择以外的生育力

收稿日期: 2014-05-15 接受日期: 2014-07-24

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31271124); 广东省自然科学基金(06300177); 广东省高等教育教学改革项目(粤财教[2012]361号); 大学生创新性实验计划项目(DC201316) 共同资助

\* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: zqxdd@163.com

选择、两性寿命或死亡率、两性的食性分离和生长物质分配模式等方面的差异也能导致动物的两性异形 (Lande, 1980; Slatkin, 1984; Shine, 1989; Anderson & Vitt, 1990; Preest, 1994)。

已有研究表明,食性对个体发育及两性形态特征差异具有重要的影响 (Shine, 1989; Shine *et al.*, 1998)。在动物的个体发育过程中,由于食物大小、取食频率、捕获数量及食物种类组成的差异直接影响个体大小的发育及两性异形形成 (Shine, 2005)。而由于食性分化导致雌雄个体采取不同的生长物质分配模式,则进一步影响了运动能力的表现,促使雌雄个体在野外活动时间和选择行为策略方面产生分化 (Bonduriansky & Chenoweth, 2009)。因此,食性差异导致了同种生物雌雄个体间产生了生态位的分化,降低了种内竞争的压力,有利于种群的生存与繁衍 (Shine, 1991; Perry, 1996; Blanckenhorn, 2005)。

南草蜥 *Takydromus sexlineatus* 隶属于蜥蜴科 Lacertidae 草蜥属 *Takydromus*, 在我国主要分布于福建、湖南、贵州、云南、广东、海南、广西。目前对于南草蜥的研究主要关于形态学、生态学、细胞学等方面,如南草蜥的繁殖生态习性、染色体组型、核型和 G 带带型等方面的研究,但对其两性异形和食性的研究则未见报道 (胡启平, 接燕荣, 1999; 孙爱群等, 1999; 许雪峰, 计翔, 2000; 胡启平, 2001; 张秋金, 2001; 徐大德等, 2007)。因此本文以分布于广东省肇庆市北岭山地区的南草蜥为对象,初步分析其两性异形、食性和运动能力表现。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

研究所用的南草蜥样本于 2010 年 3~6 月采集于广东省肇庆北岭山 (23°6'59.13"N, 112°28'38.07"E) 共 148 条。捕获后的南草蜥经过性别鉴定、称重、测量和剪趾标记后,饲养在长×宽×高为 200 cm×120 cm×100 cm 的玻璃网箱内,地点位于肇庆学院生命科学院实验楼。箱体内置假山、碎沙石块、草皮和小型灌木以模拟其野外生境。并提供足量黄粉虫幼虫,在饮水中添加复合微量元素和儿童钙粉,以确保南草蜥能够获得充足、全面的营养。网箱内随机放置若干含潮湿土壤和蛭石 (vermiculite) 的塑料盒,作为其产卵巢址。箱体正中悬挂 1 只 40 W 灯泡,当环境温度低于 23℃ 时灯泡自动开启;当气温

高于 30℃ 时,室内空调自动开启。蜥蜴在笼内能接受自然光照,白天可自主进行体温调节。

用于食性分析的南草蜥用 10% 福尔马林处死,并将其保存在 5% 福尔马林中,用于大小测量、性别鉴定、胃部解剖镜检等分析。

### 1.2 个体发育的形态数据测量

总计测量了 71 条南草蜥 ( $n = 71$ , ♀♀:♂♂ = 32:39) 的形态特征,用广陆 111N-401 数码游标卡尺测量下述数据:①体长 (snout-vent length, SVL), ②尾长 (TAL, tail length), ③头长 (HL, head length), ④头宽 (HW, head width) 和 ⑤头高 (HH, head height)。断尾个体的尾长数据不用于统计分析。

### 1.3 食性鉴定

总计胃检分析了 77 条南草蜥 ( $n = 77$ , ♀♀:♂♂ = 39:38) 显微镜和解剖镜鉴别胃内容物中的食物种类,统计各种食物的数量。食物生态位宽度用 Simpson 多样性指数 (B) 表示 (MacArthur, 1984):

$$B = 1 / \sum p_i^2$$

其中  $p_i$  为实际利用的第  $i$  种食物在所有被利用的食物中所占的比例;

食物生态位重叠度用 Levins ( $O_{jk}$  或  $O_{kj}$ ) 指数表示 (Pianka, 1972, 1973):

$$O_{jk} = O_{kj} = \sum p_{ij} p_{ik} / (\sum p_{ij}^2 \sum p_{ik}^2)$$

其中  $p_{ij}$  和  $p_{ik}$  分别为被  $j$  和  $k$  种类或性别组动物利用的第  $i$  种食物在所有被利用的食物中所占的比例。

### 1.4 体温影响运动表现实验

实验在 6 月下旬进行,实验所用南草蜥 ( $n = 60$ , ♀♀:♂♂ = 30:30) 尾部完整,选择雌体的标准为未怀卵个体。实验前记录南草蜥的 SVL。按 13 (体温) × 2 (性别) 因子进行实验设计,检测体温、性别及体温与性别相互作用对南草蜥运动表现的影响。用随机数字表随机编排实验温度顺序,实验前 1 h 将南草蜥放置在温度预先设定好的恒温孵化箱内以控制其体温。每隔一天完成一个温度实验,动物单次运动表现测定完成后均用 WMZ-3 型电子点温计 (上海医疗仪器厂) 确认其体温,然后放回饲养网箱中。在跑道上表现不佳个体 (中途折返或拒绝跑动等) 的对应数据不用于统计分析。

所有设计的运动表现实验均在长×宽×高为 200 cm×20 cm×25 cm 的专用跑道中测定。跑道上每间距 5 cm 设置一个刻度,测定时将待测南草蜥放入跑道一端,用毛刷驱赶使之奔跑至跑道另一端,每

条南草蜥测定一个来回。运动全过程用 SONY HDR-XR260E 数码摄像机记录,记录所得数据用 MGI Video Wave III 软件(MGI Software Co.,Canada) 读出。疾跑速用跑过 25 cm 的最大速度表示,最大持续跑动距离用不间断跑动的最大距离表示,停顿次数用全过程记录到的暂停运动次数表示。

1.5 数据处理与统计

所有数据在作进一步统计检验前,用 Kolmogorov-Smirnov 和 Fmax( SPSS 19.0 统计软件包) 分别检验正态性和方差同质性。经检验,部分数据需经过 Arcsine 和 Loge 转换才符合参数统计的条件。用线性回归、方差分析( ANOVA)、协方差分析( ANCOVA) 和偏相关分析处理相应的数据。SVL 为文中两性异形分析 ANCOVA 的协变量,描述性统计值用平

均值 ± 标准误表示,显著性水平设置为  $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 个体与头部大小的两性差异

南草蜥两性个体的体长、尾长无显著差异( ANOVA SVL:  $F_{1,69} = 1.756, P = 0.90$ ; TL:  $F_{1,69} = 3.846, P = 0.053$ ),而头长、头宽、头高均存在显著的两性差异( HL:  $F_{1,69} = 16.572, P < 0.01$ ; HW:  $F_{1,69} = 11.048, P < 0.01$ ; HH:  $F_{1,69} = 9.477, P < 0.01$ )。以体长为因子进行 ANCOVA 分析结果显示雌性个体在尾长(  $F_{1,68} = 5.901, P = 0.018$ ) 和头长(  $F_{1,68} = 9.267, P = 0.003$ ) 存在显著的两性差异,雄性个体的尾长和头长均大于雌性个体( 图 1)。

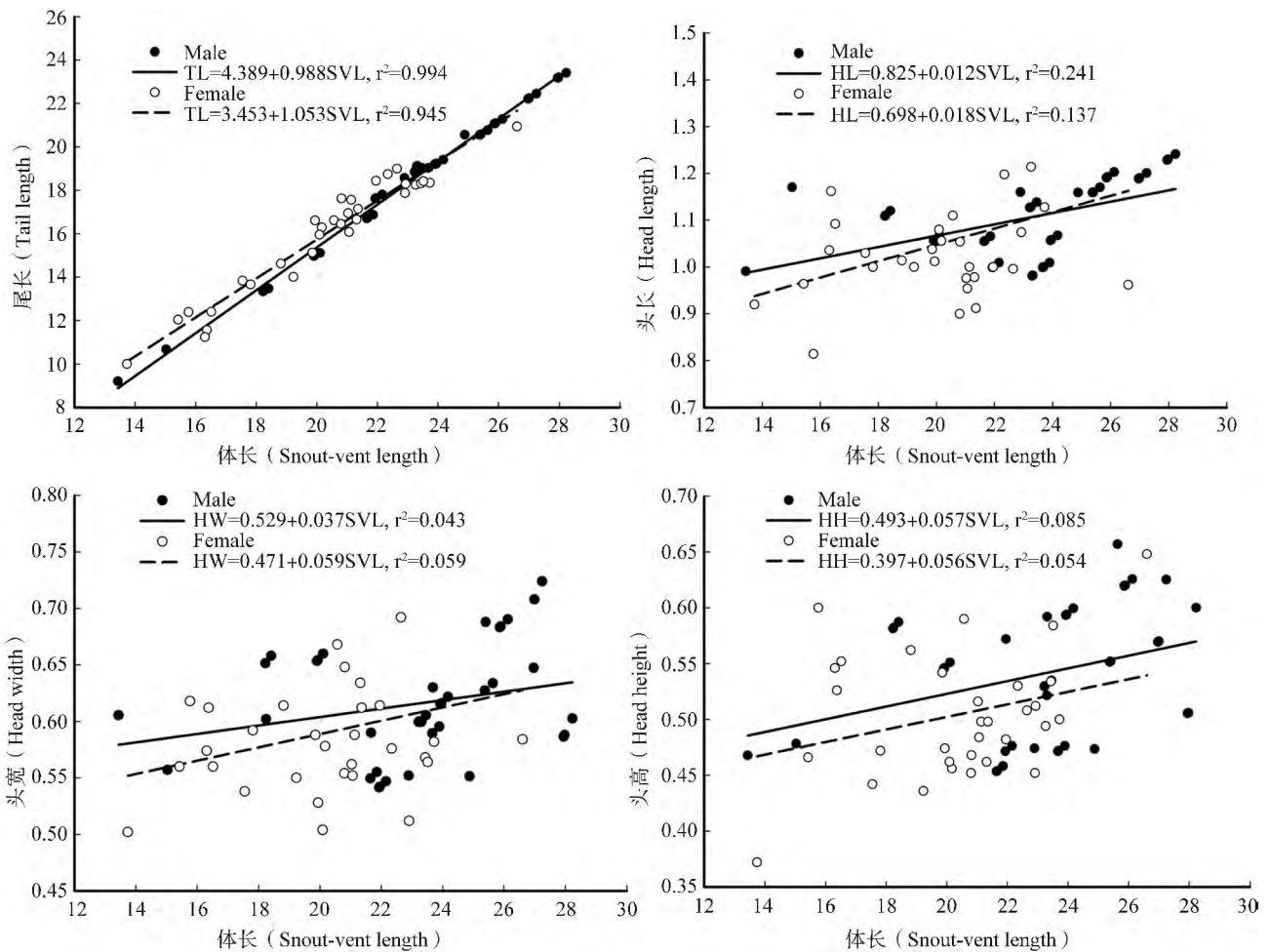


图 1 南草蜥两性个体发育过程中尾长、头长、头宽、头高与体长的回归关系图(单位:厘米)

Fig. 1 The relationships between tail length, head length, head width, head height and snout-vent length of southern grass lizards (unit: cm)

2.2 食性

南草蜥摄入的食物对象主要为节肢动物。雄性个体捕食最多的是叶蝉科(9.2%)、摇蚊科(6.7%)、

蝗科(5.9%)、园蛛科(5.9%)、蚜总科(5.9%)、跳蛛科(3.4%)、狼蛛科(3.4%)、光盗蛛科(3.4%)、逍遥蛛科(3.4%)、栉足蛛科(3.4%)、地蛛科(3.4%);雌

性个体则为跳蛛科(6.6%)、卷甲虫科(5.7%)、叶蝉科(5.3%)、摇蚊科(5.3%)、蝗科(4.8%)、园蛛科(4.4%)、蟹蛛科(3.9%)、飞虱科(3.5%)、球蛛科(3.5%)、狼蛛科(3.1%)、光盗蛛科(3.1%) (图2)。雄性较雌性的生态位宽度窄,雄性个体、雌性个体的食物生态位宽度分别为26.346、32.912。两性个体的食物生态位重叠度为0.788。在科水平的数量组成上,雌雄两性差异显著( $F_{1,122} = 11.131, P < 0.01$ );在

目和纲水平的数量组成上,雌雄食性差异不显著(目: $F_{1,32} = 1.682, P = 0.382$ ;纲: $F_{1,10} = 6.972, P = 0.334$ )。从图2可以看出,对于南草蜥两性而言,其主要的食物种类均为蛛形目昆虫(雄:42.9%,雌:50%),在去除蛛形目昆虫的数据后,对两性食物组成进行ANOVA分析,结果显示无显著差异( $F_{1,78} = 3.036, P = 0.085$ ),因而可以推测蛛形目昆虫在南草蜥的食性选择中具有重要的地位。

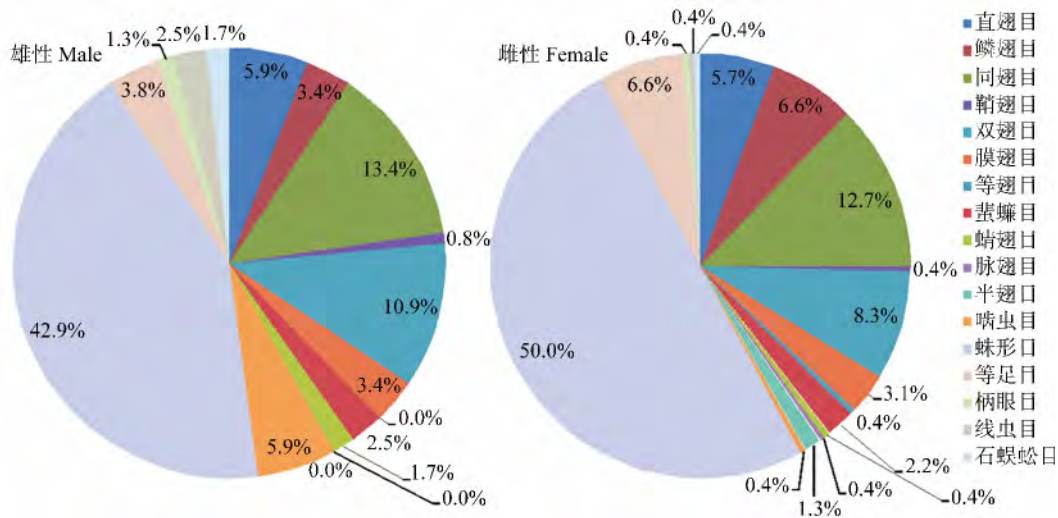


图2 南草蜥两性食物组成差异百分比图  
Fig. 2 The prey composition of southern grass lizards

### 2.3 体温、性别对运动能力的影响分析

体温对南草蜥运动能力表现影响显著,两性个体的疾跑速均表现为在低体温范围内随体温的升高而增加,在高体温范围内随体温升高而降低的规律(图3)。在大部分体温下(除20℃、22℃、30℃、34℃和40℃),雄体疾跑速平均值略大于雌体,但在统计上差异不显著(表1)。当雄体体温为24℃、雌体体温为30℃时,平均疾跑速达到最大值(图3)。在13个设定的体温范围内,体温变化显著影响两性最大持续运动距离的表现(表1)。两性个体的最大持续运动距离均表现为在低体温范围内(<30℃)随体温的升高而增加,在高体温范围内(>30℃)随体温升高而降低的规律(图3)。多数测试温度下,雄体的最大持续运动距离大于雌体,但两性个体间差异不显著(表1)。雄体对体温变化更为敏感,雄体在26℃获得最大持续运动距离,而雌体的最大持续运动距离体温则为30℃(图3)。南草蜥的停顿次数受体温的影响显著,但两性个体间差异不显著(表1)。停顿次数表现为低温范围内(<28℃)先随体温的升高而减少,而在高温范围内(>28℃)随着体温的

升高而增加的趋势(图4)。雄性南草蜥在24℃停顿次数最少,而雌性则在30℃。以性别为因子的ANCOVA分析显示,性别和体温的相互作用对南草蜥停顿次数作用不显著,而对最大持续运动距离和疾跑速作用显著(表1)。

偏相关分析显示:疾跑速与最大持续运动距离呈显著正相关( $r = 0.491, df = 778, t = 15.700, P < 0.01$ )(图5);停顿次数与最大持续运动距离呈负相关( $r = -0.480, df = 778, t = -15.233, P < 0.01$ );停顿次数与疾跑速也呈负相关( $r = -0.323, df = 778, t = -9.497, P < 0.01$ )。

### 3 讨论

在自然界中,由于雌雄两性用于生长和繁殖的资源分配方式可能存在差异,因而导致了两性之间在个体大小和局部特征上存在分化。目前认为蜥蜴的两性异形可分为3种类型:①成年雄性体形大于成年雌性;②成年雌性体形大于成年雄性;③成年两性个体体形无显著差异(Trivers & Campbell, 1972; Trivers, 1976; Powell & Russel, 1985; Anderson &

表 1 南草蜥体温对运动表现的影响

项目	疾跑速	最大持续运动距离	停顿次数
Item	Sprint speed	The maximal distance	Pause times
性别	$F_{1,779} = 0.550$	$F_{1,779} = 6.440$	$F_{1,779} = 3.463$
Sex	$P = 0.458$	$P = 0.011$	$P = 0.063$
体温	$F_{12,779} = 30.314$	$F_{12,779} = 31.646$	$F_{12,779} = 39.722$
Body temperature	$P < 0.01$	$P < 0.01$	$P < 0.01$
性别 × 体温相互作用	$F_{12,779} = 1.997$	$F_{12,779} = 3.452$	$F_{12,779} = 1.615$
Interaction of Sex × Body temperature	$P = 0.022$	$P < 0.01$	$P = 0.082$

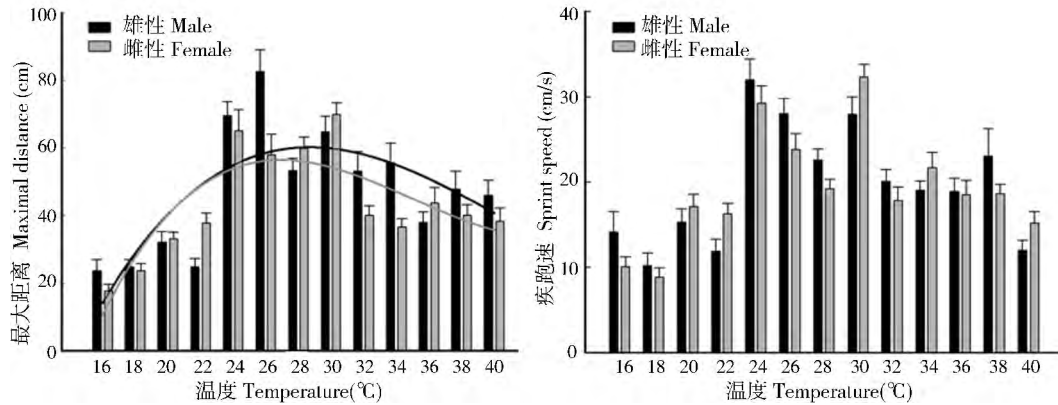


图 3 南草蜥在不同体温下最大持续运动距离和疾跑速的平均值 (±标准误)

Fig. 3 Mean values (±SE) of the maximal distance and sprint speed of southern grass lizards at different body temperatures

曲线由对原始数据进行最小平方拟合获得

The curves were generated from a fit of least squares on the original data

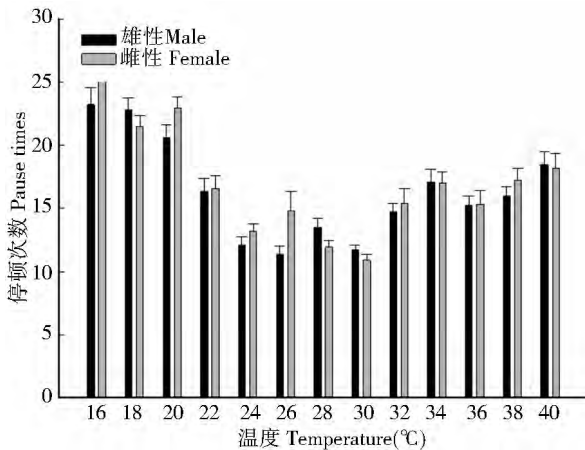


图 4 南草蜥在不同体温下停顿次数的平均值 (±标准误)

Fig. 4 Mean values (±SE) of the pause times of southern grass lizards at different body temperatures

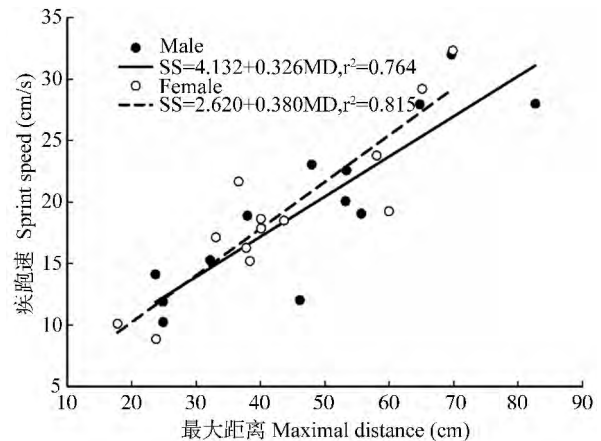


图 5 南草蜥疾跑速与最大持续运动距离之间的关系

Fig. 5 The relationship between sprint speed and the maximal distance of southern grass lizards

Vitt, 1990; Andersson, 1994; Zamudio, 1998)。在本研究中,南草蜥个体大小的两性差异属于第 3 种,两性个体大小无显著差异。两性异形主要表现在头部大小,本研究结果与已报道的北草蜥 *T. septentrionalis* 研究中观测到的结果一致,而与其他蜥蜴类研究结果不同(计翔,杜卫国,2000;张永普,计翔,2000;杜卫国,计翔,2001;马小梅,计翔,2001;刘洋等,2010)。与北草蜥研究结果相似,南草蜥头部大小的两性异形随着个体的发育变得更为显著,随着 SVL

的增长,雄性头部要明显大于雌性(图 1)。由于头部是蜥蜴重要的感觉和取食器官,较大的头部可扩大其对食物的利用谱,增强蜥蜴获得食物的能力。在与同类雄性的竞争中,体形和头部较大的个体有较强的格斗能力,从而拥有更多获得配偶的机会,进而提高其繁殖成功率(Stamps, 1983; Vitt & Copper, 1985)。而雌性个体则通过减缓头部生长来确保躯体生长,以进一步增加腹腔容纳量、增大繁殖输出,从而实现最大的繁殖利益(Madsen & Shine, 1996)。



虽然减缓头部的生长可能会在一定程度上降低雌体的适应性,但在寻求最大繁殖输出及相应繁殖利益的强大选择压力作用下,性成熟南草蜥雌体倾向于向较小的头部进化(Braña, 1996; Gvozdík & Damme, 2003)。显然,雌性较小的头部主要与性选择压力有关,这种现象在蓝尾石龙子 *Eumeces elegans*、中国石龙子 *E. chinensis*、海南变色树蜥 *Calotes versicolor*、蝮蛇 *Sphenomorphus indicus* 等蜥蜴类的两性异形研究中均有发现(计翔,杜卫国, 2000; 邱清波等, 2001; 马小梅,计翔, 2001; 刘洋等, 2010; 何摇南等, 2011)。因此本研究认为南草蜥的两性异形头部大小分化可能是受到性选择作用的结果(张永普,计翔, 2000; 计翔,杜卫国, 2000; 杜卫国,计翔, 2001; 刘洋等, 2010)。

食性研究结果显示,虽然南草蜥雌性个体生态位较雄性个体宽,食物组成在科水平上两性存在显著的差异,但两性个体的生态位重叠度较高(图 2)。而在排除两性共同的主要食物蛛形目昆虫数据后,ANOVA 显示两性在食物组成上不存在显著差异。这显示了头部两性异形并未显著影响两性食物生态位的重叠度。虽然南草蜥两性生态位上存在差异,但两性个体头部大小的差异并未导致明显的食物生态位分离。因此本研究结果认为南草蜥两性食物生态位差异与头部大小的两性异形无直接关系。

生理调温和行为调温是脊椎动物体温调节的两种主要方式,变温动物的生理调温能力有限,其体温的变化主要通过与环境进行热量交换来实现(Bennett, 1990; Verheyen, 1991)。对于爬行动物而言,温和至相对较高的体温通常有利于个体更好地实现生理功能的正常表达,从而获得更好的行为表现。野外活动的爬行动物通过选择性利用时间和空间上呈异质性分布的外热源进行体温调节,以便维持相对较高且稳定的体温水平(Warburg, 1965; Stevenson, 1985; Ji *et al.*, 1996)。在恒温实验室条件下,爬行动物的体温会随着环境温度的变化而变化,但受到自身生理调温能力的影响,爬行动物的体温往往与恒温室环境温度不完全一致(Bartholomew, 1982; Seebacher & Franklin, 2005)。目前已报道的研究均通过利用环境温度控制体温来研究动物运动表现的热依赖性(胡凌君,杜卫国, 2007; 徐大德等, 2009)。

在本研究中,南草蜥表现出显著的热依赖性。疾跑速和最大持续运动距离分别代表南草蜥瞬时运动速度和运动耐力,这两项指标直接与野外环境逃避天敌和获取食物的能力有关。在实验设计的三项

运动指标中,疾跑速和最大持续运动距离的生态学意义比停顿次数更为重要。疾跑速与最大持续运动距离呈显著的正相关,即南草蜥个体疾跑速越大,其持续运动距离亦较大,反之亦然。停顿次数与最大持续运动距离呈负相关、与疾跑速呈负相关,表明停顿次数越多,持续运动距离越短,而停顿次数较少的南草蜥可具有较大的瞬时运动速度。本研究结果显示,环境温度通过影响体温从而影响南草蜥的运动表现,具体表现为在低体温范围内疾跑速随体温升高而增加,在高体温范围内疾跑速随体温升高而下降。类似结果也见于其他蜥蜴种类的研究,如北草蜥 *Eremias brenchleyi*、山地麻蜥、中国石龙子和蓝尾石龙子(张永普,计翔, 2000; 马小梅,计翔, 2001; 许雪峰等, 2001; 杜卫国,计翔, 2001; 林植华等, 2010)。

南草蜥两性个体的疾跑速和最大持续运动距离随体温变化具有相似的规律,但各体温下的平均值和热敏感性稍有差异。雄性的疾跑速平均值略大于雌性(但该差异在统计上并不显著),体温对两性最大持续运动距离均有显著的影响。南草蜥雄性个体在 26℃ 运动表现最佳,具有最大的持续运动距离,而雌性的最佳表现体温则在 30℃,两性间差异可能与两性个体野外活动时间和选择行为策略存在差异有关。相对于雌性个体,雄性个体对于温度的变化更为敏感,在 26℃ 雄性个体的最大持续运动距离要明显大于雌性个体在 30℃ 时的表现,这可能反映了在野外环境中,雄性个体在躲避敌害和种内竞争方面承受更多的压力,因而需要更好的运动表现和更高的热敏感性以应对多变的环境条件。

#### 4 参考文献

- 杜卫国,计翔. 2001. 蓝尾石龙子的生长,两性异形及雌性繁殖[J]. 动物学研究, 22(4): 279-286.
- 何摇南,武正军,蔡凤金. 2011. 鳄蜥的两性异形[J]. 生态学杂志, 30(1): 7-11.
- 胡凌君,杜卫国. 2007. 多疣壁虎的体温调节及运动能力热依赖性[J]. 动物学报, 53(2): 227-232.
- 胡启平. 2001. 南草蜥的 Ag-NORs 和精巢染色体研究[J]. 广西医科大学学报, 18(2): 219-221.
- 胡启平,接燕荣. 1999. 南草蜥的核型和 G 带带型分析[J]. 广西医科大学学报, 16(2): 137-139.
- 计翔,杜卫国. 2000. 蝮蛇头,体大小的两性异形和雌性繁殖[J]. 动物学研究, 5: 349-354.
- 林植华,樊晓丽,陆洪良,等. 2010. 断尾对蓝尾石龙子能量储存和运动表现的影响[J]. 生态学报, 30(10): 2541-2548.
- 刘洋,宋玉成,李文蓉,等. 2010. 吐鲁番沙虎头,体大小的两性异形及其食性的季节性变化[J]. 生态学杂志, 29(2): 333-338.

- 马小梅, 计翔. 2001. 中国石龙子个体发育过程中头部两性异型和食性的变化[J]. 生态学杂志, 20(3): 12-16.
- 邱清波, 马小梅, 计翔. 2001. 海南变色树蜥个体发育中形态和食性的变化[J]. 动物学研究, 22(5): 367-374.
- 孙爱群, 田应洲, 谷晓明. 1999. 南草蜥染色体组型的初步分析[J]. 毕节师范高等专科学校学报, 2: 1-4.
- 徐大德, 李方满, 叶志强, 等. 2007. 广东肇庆北岭山南草蜥生态习性初步观察[J]. 四川动物, 26(2): 412-414.
- 徐大德, 计翔, 陆洪良, 等. 2009. 体温, 摄食, 断尾和雌体繁殖状态对原尾蜥虎运动表现的影响[J]. 生态学报, 29(4): 1745-1755.
- 许雪峰, 计翔. 2000. 草蜥属两种蜥蜴卵和幼体特征的比较研究[J]. 动物学杂志, 35(3): 15-19.
- 许雪峰, 陈雪君, 计翔. 2001. 雄性山地麻蜥选择体温, 热耐受性及温度对食物同化和运动表现的影响[J]. 动物学研究, 22(6): 443-448.
- 张秋金. 2001. 南草蜥核型的初步研究[J]. 四川动物, 20(3): 157.
- 张永普, 计翔. 2000. 北草蜥个体发育过程中头部两性异形及食性的变化[J]. 动物学研究, 21(3): 181-186.
- Anderson Roger A, Vitt Laurie J. 1990. Sexual selection versus alternative causes of sexual dimorphism in teiid lizards[J]. Oecologia, 84(2): 145-157.
- Andersson Malte B. 1994. Sexual selection[M]. United States: Princeton University Press.
- Bartholomew George A. 1982. Body temperature and energy metabolism [M]// Grodon Malcolm S. Animal physiology: principles and adaptations, 4th ed. New York: Macmillan.
- Bennett ALBERT F. 1990. Thermal dependence of locomotor capacity [J]. Am J Physiol, 259(2): R253-R258.
- Blanckenhorn Wolf U. 2005. Behavioral causes and consequences of sexual size dimorphism[J]. Ethology, 111(11): 977-1016.
- Bonduriansky Russell, Chenoweth Stephen F. 2009. Intralocus sexual conflict[J]. Trends in Ecology & Evolution, 24(5): 280-288.
- Braña Florentino. 1996. Sexual dimorphism in lacertid lizards: male head increase vs female abdomen increase? [J]. Oikos, 75: 511-523.
- Gvozdík Lumír, Damme Raoul. 2003. Evolutionary maintenance of sexual dimorphism in head size in the lizard *Zootoca vivipara*: a test of two hypotheses[J]. Journal of Zoology, 259(1): 7-13.
- Ji Xiang, Du Weiguo, Sun Pingyue. 1996. Body temperature, thermal tolerance and influence of temperature on sprint speed and food assimilation in adult grass lizards, *Takydromus septentrionalis* [J]. Journal of Thermal Biology, 21(3): 155-161.
- Lande Russell. 1980. Sexual dimorphism, sexual selection, and adaptation in polygenic characters[J]. Evolution, 34(2): 292-305.
- MacArthur Robert H. 1984. Geographical Ecology: patterns in the distribution of species[M]. United States: Princeton University Press.
- Madsen Thomas, Shine Richard. 1996. Determinants of reproductive output in female water pythons (*Liasis fuscus*: Pythonidae) [J]. Herpetologica, 52(2): 146-159.
- Perry Gad. 1996. The evolution of sexual dimorphism in the lizard *Anolis polylepis* (Iguania): evidence from intraspecific variation in foraging behavior and diet [J]. Canadian Journal of Zoology, 74(7): 1238-1245.
- Pianka Eric R. 1972. Zoogeography and speciation of Australian desert lizards: an ecological perspective[J]. Copeia, 1972(1): 127-145.
- Pianka Eric R. 1973. The structure of lizard communities[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 4(1): 53-74.
- Powell G Lawrence, Russell Anthony P. 1985. Growth and sexual size dimorphism in Alberta populations of the eastern short-horned lizard, *Phrynosoma douglassi brevirostre* [J]. Canadian Journal of Zoology, 63(1): 139-154.
- Preest Marion R. 1994. Sexual size dimorphism and feeding energetics in *Anolis carolinensis*: why do females take smaller prey than males? [J]. Journal of Herpetology, 28(3): 292-298.
- Seebacher Frank, Franklin Craig E. 2005. Physiological mechanisms of thermoregulation in reptiles: a review [J]. Journal of Comparative Physiology B, 175(8): 533-541.
- Shine R, Harlow PS, Keogh JS. 1998. The influence of sex and body size on food habits of a giant tropical snake, *Python reticulatus* [J]. Functional Ecology, 12(2): 248-258.
- Shine Richard. 1989. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence[J]. Quarterly Review of Biology, 64(4): 419-461.
- Shine Richard. 1991. Intersexual dietary divergence and the evolution of sexual dimorphism in snakes[J]. American Naturalist, 138(1): 103-122.
- Shine Richard. 2005. Life-history evolution in reptiles[J]. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 36: 23-46.
- Slatkin Montgomery. 1984. Ecological causes of sexual dimorphism[J]. Evolution, 38(3): 622-630.
- Stamps JA. 1983. Sexual selection, sexual dimorphism, and territoriality [M]// Raymond B Huey, Eric R Pianka, Thomas W Schoener. Lizard ecology: studies of a model organism. Harvard University Press: 169-204.
- Stevenson RD. 1985. The relative importance of behavioral and physiological adjustments controlling body temperature in terrestrial ectotherms[J]. American Naturalist, 126(3): 362-386.
- Trivers Robert L. 1976. Sexual selection and resource-accruing abilities in *Anolis garmani* [J]. Evolution, 30(2): 253-269.
- Trivers Robert L. 1972. Sexual selection and the descent of man, 1871-1971 [M]// Bernard Campbell. Parental investment and sexual selection. Chicago, Aldine: 136-179.
- Verheyen RF. 1991. The thermal dependence of feeding behaviour, food consumption and gut-passage time in the lizard *Lacerta vivipara* Jacquin [J]. Functional Ecology, 5(4): 507-517.
- Vitt Laurie J, Cooper Jr William E. 1985. The evolution of sexual dimorphism in the skink *Eumeces laticeps*: an example of sexual selection [J]. Canadian Journal of Zoology, 63(5): 995-1002.
- Warburg MR. 1965. The influence of ambient temperature and humidity on the body temperature and water loss from two Australian lizards, *Tiliqua rugosa* (Gray) (Scincidae) and *Amphibolurus barbatus* Cuvier (Agamidae) [J]. Australian Journal of Zoology, 13(2): 331-350.
- Zamudio Kelly R. 1998. The evolution of female-biased sexual size dimorphism: a population-level comparative study in horned lizards (*Phrynosoma*) [J]. Evolution, 52(6): 1821-1833.