

# 山地麻蜥个体发育过程中头部两性异形和食性的变化\*

许雪峰 计翔\*\*

(杭州师范学院生命科学院生物学系, 杭州 310036)

**【摘要】** 研究了山地麻蜥 (*Eremias brenchleyi*) 个体发育过程中头部两性异形和食性的变化。成体个体大小 (SVL) 无显著的两性差异, 但雄性具有较大的头部 (头长和头宽)。头部两性异形在孵出幼体就已存在, 成体头部两性异形比幼体 (包括孵出幼体) 更为显著, 雄性较大的头部与其头部随 SVL 的增长速率大于雌性有关。两性头部总体上随 SVL 呈异速增长, 表现为个体发育过程中头长和头宽与 SVL 的线性回归方程斜率有显著的变化。孵出幼体有相对较大的头部, 这种形态特征是胚胎优先保证生态学意义更为显著的头部生长的结果, 有利于孵出幼体的早期生存和生长。相对头部大小在个体发育过程中有显著的变化。不同性别和大小山地麻蜥摄入食物的种类及各种食物在摄入食物中所占的比例有一定程度的差别, 食物生态位宽度和重叠度因此有一定的差别。然而, 没有直接的证据表明头部两性异形能导致两性食物生态位的明显分离, 并有利于减缓两性个体对食物资源的竞争。

**关键词** 蜥蜴科 山地麻蜥 两性异形 食性 食物 生态位宽度 生态位重叠度  
**文章编号** 1001-9332(2003)04-0557-05 **中图分类号** Q968.1 **文献标识码** A

**Ontogenetic shifts in sexual dimorphism in head size and food habits of *Eremias brenchleyi*.** XU Xuefeng, JI Xiang (Department of Biology, School of Life Sciences, Hangzhou Normal College, Hangzhou 310036, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2003, 14(4): 557 ~ 561.

Studies on the ontogenetic shifts in sexual dimorphism in head size (head length and width) and food habits of *Eremias brenchleyi* were studied. The results showed that adult *E. brenchleyi* had no obvious sexual dimorphism in body size (SVL). Both sexes differed in head size since hatching, with males having larger heads than females. This sexual dimorphism was much more pronounced between adults than between juveniles (including hatchlings), largely because the increase velocity of head size of males with SVL was faster than that of females. Hatchlings had relatively larger heads to SVL than juveniles and adults, presumably because *E. brenchleyi* embryos allocated relatively more resources for early survival and growth of hatchlings. Head size of both sexes over all showed an allometric growth pattern with SVL increase ontogeny. Lizards of different sizes and sexes differed, in certain degrees, in food niche breadth and niche overlap. However, no direct evidence showed a noticeable contribution of the divergence in head size to the segregation of food niche between males and females, thereby mitigating the competition between both sexes.

**Key words** Lacertidae, *Eremias brenchleyi*, Sexual dimorphism, Food habit, Food, Niche breadth, Niche overlap.

## 1 引言

由于蜥蜴摄食、格斗和征服配偶等重要活动与其头部大小有密切的关系, 头部两性异形受到人们的普遍关注。雄性头部一般大于雌性, 并见于许多已被研究的蜥蜴, 如中国石龙子<sup>[6, 12]</sup>、蜓<sup>[8]</sup>、北草蜥<sup>[10, 22]</sup>和地中海岩蜥 (*Podarcis muralis*)<sup>[2, 3]</sup>。蜥蜴头部两性异形的发生多少是与强化两性繁殖成功率的选择压力有关的, 但头部大小两性异形发生的阶段和途径有一定程度的种间差异<sup>[5]</sup>。

山地麻蜥是年产多窝卵的小型昼行性蜥蜴, 主要分布在华北地区, 华东地区为该种分布南界, 见于安徽和江苏的北部<sup>[23]</sup>。迄今为止, 国内学者对山地

麻蜥的研究仅限于形态、分类和动物地理学方面, 零星有些关于该种繁殖生物学的描述性报道<sup>[23, 24]</sup>。本文报道山地麻蜥个体发育过程中形态、两性异形和食性的变化, 并讨论这些变化的生态学意义。

## 2 材料与方法

用于产卵和交配的山地麻蜥于 1999 ~ 2000 年的 5 月上旬捕自安徽宿州乾山。捕获的蜥蜴带回杭州实验室, 经性别鉴定、称重、测量和剪趾标记后, 饲养在 0.9m × 0.5m × 0.4m (长 × 宽 × 高) 玻璃缸内。用水皿、石棉瓦、草皮和石砾等将

\* 浙江省自然科学基金青年人才专项基金和安徽省教育厅基金资助项目。

\*\* 通讯联系人。E-mail: xji@mail.hz.zj.cn

2001-02-09 收稿, 2001-10-26 接受。

缸内环境复杂化,以模拟该种的野外生境.缸一端悬挂 2 只 60-W 白炽灯,白天气温低于 28 时开启.蜥蜴在缸内接受自然光照,光照期间可自主进行体温调节.提供蜥蜴足量的黄粉虫幼虫(larvae of *Tenebrio molitor*),在饮水中添加复合维生素和儿童钙粉,确保动物能获得充足、全面的营养.定期触摸雌体的怀卵情况,怀输卵管卵的雌体被单个关养在底覆潮湿沙土的产卵缸(0.15m × 0.1m × 0.2m)内.卵产后数分钟即被收集、测量和称重,随后在 24~32 恒温或波动温度中孵化.有关产卵雌体繁殖特征、卵重和卵孵化的详细数据另文报道.

用于食性分析的山地麻蜥于 2000 年 5~9 月捕自宿州同一蜥蜴种群.用 10%福尔马林立即处死野外捕获的蜥蜴,一天后将动物保存在 5%福尔马林中.这些蜥蜴以后被测量、鉴定性别、解剖、取出整胃.用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<sup>[13]</sup>

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

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 Levens ( $O_{jk}$  或  $O_{kj}$ ) 指数表示<sup>[15]</sup>.

$$O_{jk} \text{ 或 } O_{kj} = P_{ij}P_{ik} / (P_{ij}^2 P_{ik}^2)^{1/2}$$

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.

测量数据包括:体长(SVL, snout-vent length),为吻端到泄殖腔的间距;头长,为吻端至外耳道前缘间距;头宽,为左右颌关节间距.测量工具为 Mitutoyo 数码游标卡尺.孵出幼体性别能通过挤压尾基部两侧鉴定,有半阴茎的幼体判定为雄体<sup>[7,9,11]</sup>.SVL 大于 50.2 mm 的雌体能够产卵,据此判定大于 50.2 mm 的个体为成体.本研究共用 395 条蜥蜴,按性别和 SVL 大小将其分成 6 组:两性孵出幼体组,均为当天孵出的幼体;两性幼体组,为野外捕获的 SVL 小于 50.2 mm 的幼体;两性成体组,为野外捕获的 SVL 大于 50.2 mm 的成体.

数据在作进一步统计检验前,用 Kolmogorov-Smirnov 和 F-max(Statistica 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 Arc-sine 转换才符合参数统计分析的条件.用线性回归、协方差分析(ANCOVA)和方差分析(ANOVA)等处理相应数据.SVL 为所有 ANCOVA 的协变量,比较矫正平均值前,检验斜率的均一性.描述性统计值用平均值 ±标准误表示,显著水平设置为  $\alpha = 0.05$ .

### 3 结果与讨论

#### 3.1 两性异形的个体发育

成体 SVL 无显著的两性差异(ANOVA,  $F_{1,159} = 3.41, P = 0.067$ ).头长(ANCOVA,  $F_{1,166} = 15.53, P < 0.001$ )和头宽(ANCOVA,  $F_{1,166} = 4.38, P = 0.038$ )的两性差异在孵出幼体就已经存在,成

体头部两性异形比幼体(包括孵出幼体)更显著(图 1、2,表 1).孵出幼体就已出现头部大小的两性差异还见于地中海岩蜥<sup>[2]</sup>、北草蜥<sup>[22]</sup>以及作者另文报道的变色树蜥(*Calotes versicolor*).不同种类蜥蜴头部大小两性异形发生在个体发育的不同阶段,中国石龙子<sup>[6,12]</sup>和 蜓<sup>[8]</sup>等接近性成熟时才出现显著的头部大小两性异形.山地麻蜥两性孵出幼体的头长(ANCOVA,  $F_{1,165} = 1.07, P = 0.302$ )和头宽(ANCOVA,  $F_{1,165} = 0.01, P = 0.908$ )与 SVL 的线性回归具有共同的斜率(图 1、2).两性幼体的头长与 SVL 的线性回归无共同斜率,雄性幼体头长随 SVL 的增长速率大于雌性幼体(ANCOVA,  $F_{1,61} = 6.49, P = 0.013$ )(图 1).两性幼体头宽与 SVL 的线

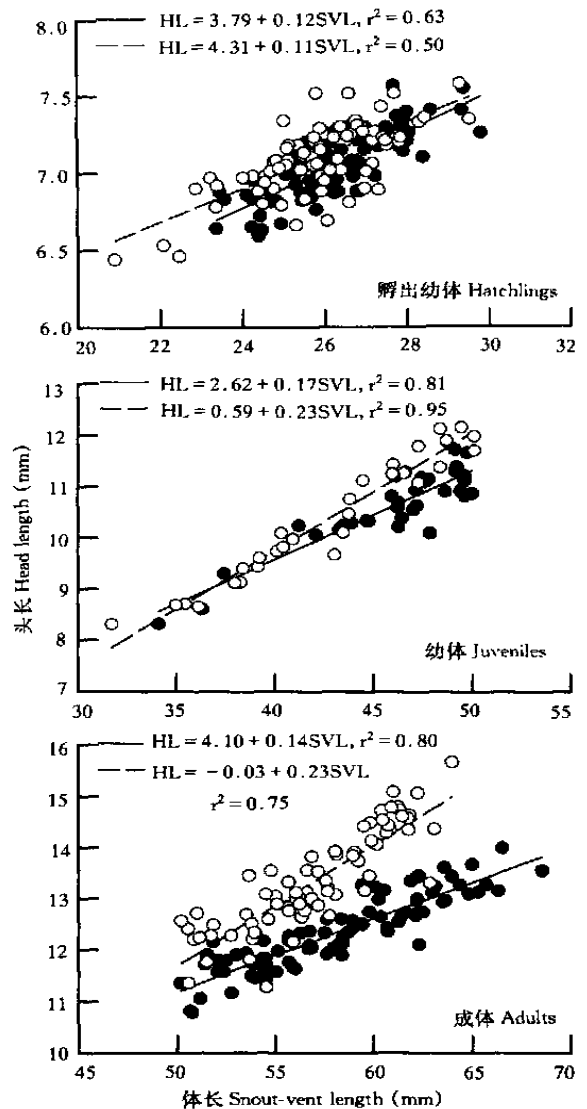


图 1 山地麻蜥头长与体长之间的回归  
Fig. 1 Linear regressions of head length on SVL of *Eremias brenchleyi* at different ontogenetic stages. 实点和实线表示雌体,空点和虚线表示雄体. The solid dots and lines for females, and open dots and dash lines for males. 下同 The same below.

表 1 山地麻蜥成体和幼体头、体大小的测量  
Table 1 Measurements of body and head sizes for adult and juvenile lizards, *Eremias brenchleyi*

样本 Sample (n)	体长 Snout-vent length (mm)	头大小 Head size (mm)		相对头大小 Relative head size (%)	
		头长 Head length	头宽 Head width	头长/体长 Head length/ SVL	头宽/体长 Head width/ SVL
雌性初生幼体 Female hatchlings	87 26.3 ± 0.1 23.4~29.8	7.1 ± 0.02 6.6~7.6	4.9 ± 0.02 4.5~5.2	26.9 ± 0.1 24.3~29.3	18.5 ± 0.1 16.4~20.0
雄性初生幼体 Male hatchlings	82 25.9 ± 0.2 20.9~29.6	7.1 ± 0.03 6.4~7.6	4.9 ± 0.02 4.5~5.3	27.5 ± 0.1 24.9~30.8	18.9 ± 0.1 17.2~21.7
雌性幼体 Female juveniles	34 45.9 ± 0.7 34.1~50.0	10.6 ± 0.1 8.3~11.7	7.1 ± 0.1 5.6~7.8	23.2 ± 0.1 21.1~24.9	15.5 ± 0.2 12.9~16.8
雄性幼体 Male juveniles	31 43.0 ± 0.9 31.7~50.1	10.5 ± 0.2 8.3~12.2	6.9 ± 0.1 5.6~8.4	24.3 ± 0.1 22.5~26.2	16.2 ± 0.1 13.8~17.7
雌性成体 Female adults	86 58.3 ± 0.5 50.2~68.5	12.4 ± 0.1 10.8~14.0	8.2 ± 0.1 6.5~9.7	21.2 ± 0.1 19.4~23.4	14.1 ± 0.1 12.5~16.4
雄性成体 Male adults	75 57.0 ± 0.4 50.2~64.0	13.3 ± 0.1 11.3~15.6	8.8 ± 0.1 7.2~11.1	23.4 ± 0.1 20.1~25.1	15.4 ± 0.2 12.9~18.1

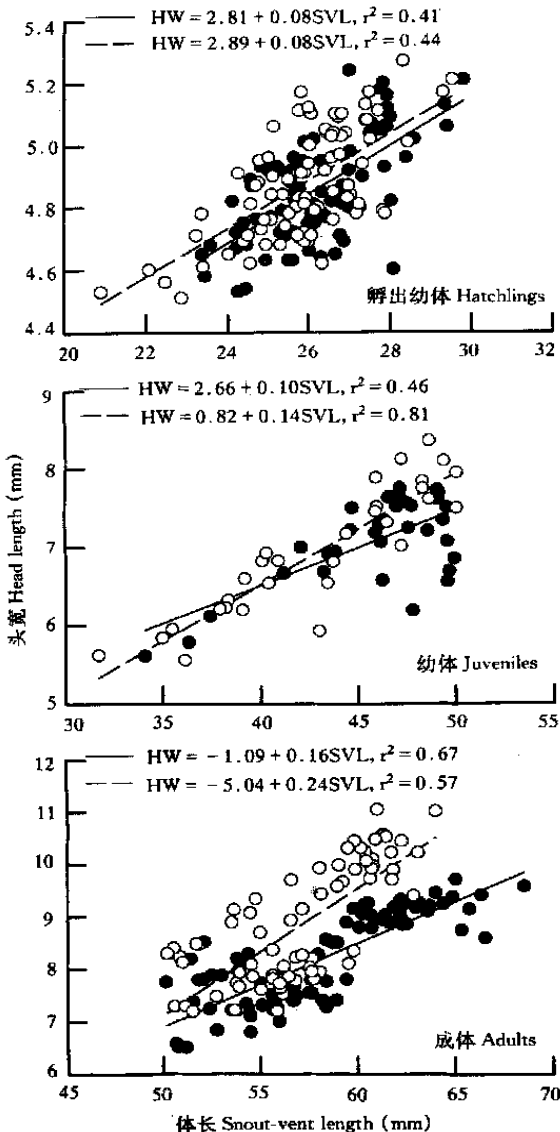


图 2 山地麻蜥头宽与体长之间的回归  
Fig. 2 Linear regressions of head width on SVL for *Eremias brenchleyi* at different ontogenetic stages.

性回归具有共同的斜率 (ANCOVA,  $F_{1,61} = 2.88, P = 0.095$ ) (图 2). 成体的头长和头宽与 SVL 的线性回归无共同斜率, 雄性成体头长 (ANCOVA,  $F_{1,157} = 18.68, P < 0.0001$ ) 和头宽 (ANCOVA,  $F_{1,157} = 4.59, P = 0.034$ ) 随 SVL 的增长速率大于雌性成体 (图 1、2). 这些结果表明, 头部随 SVL 增长速率的两性差异是导致山地麻蜥个体发育过程中头部两性异形变得更为显著的主要原因. 蜥蜴雌体相对较为缓慢的头部生长速率, 有利于将有限的资源优先保证躯体生长并相应增加腹腔容纳量, 也有利于输出后代; 蜥蜴雄性相对较快的头部生长速率则有利于增强其同性格斗或强行征服配偶的能力<sup>[6,12,19,20]</sup>.

不同个体发育阶段同性山地麻蜥的头长 (ANCOVA: 雌性-  $F_{2,201} = 9.52$ ; 雄性-  $F_{2,182} = 36.15$ ) 和头宽 (雌性-  $F_{2,201} = 18.61$ ; 雄性-  $F_{2,182} = 23.87$ ) 与 SVL 的线性回归方程总体缺乏共同的斜率 ( $P < 0.001$ ) (图 1~2). 同性成、幼体头长随 SVL 呈同速增长 (ANCOVA: 雌性-  $F_{1,116} = 1.64, P = 0.203$ ; 雄性-  $F_{1,102} = 0.49, P = 0.485$ ), 同性成、幼体特定 SVL 的头长无显著的差异 (ANCOVA: 雌性-  $F_{1,117} = 2.21, P = 0.139$ ; 雄性-  $F_{1,103} = 3.37, P = 0.069$ ) (图 1). 同性成、幼体头宽随 SVL 呈异速增长, 成体头宽随 SVL 的增长速率大于幼体 (ANCOVA: 雌性-  $F_{1,116} = 11.28, P < 0.001$ ; 雄性-  $F_{1,102} = 11.95, P < 0.001$ ).

不同种类蜥蜴头部两性异形发生的途径有一定程度的区别. 中国石龙子<sup>[6,12]</sup>和北草蜥<sup>[10,22]</sup>雌性成体头部随 SVL 的增长速率低于同性幼体, 通过减缓头部生长来确保躯体生长以提高繁殖输出能力; 两种蜥蜴雄性成体头部随 SVL 的增长速率大于同性幼体, 性成熟后头部生长速率更快. 中国石龙子和北草蜥雌性成体减缓头部生长, 雄性成体加速头部生长使性成熟个体呈现非常显著的头部两性异形<sup>[6,10,12,22]</sup>. 地中海岩蜥<sup>[2]</sup>和蠃蜥<sup>[8]</sup>头部两性异形主要与雌体相对减缓头部生长以优先确保躯体生长有关. 作者另文报道的变色树蜥代表另一种情况: 除雄性头宽在个体发育过程中随 SVL 的增长速率逐渐增大外, 两性头长和雌性头宽随 SVL 呈同速增长, 这种头部增长模式使得变色树蜥成、幼体头部的两性异形不如前述蜥蜴显著. 山地麻蜥头部两性异形个体发育与这些蜥蜴有一定程度的区别: 雌性成体头部随 SVL 的增长速率无明显的减缓过程; 同性成、幼体的头宽随 SVL 的增长速率无显著差异, 而同性成、幼体的头宽随 SVL 的增长速率有显著的

差异(图 1、2)。

### 3.2 头部相对大小在个体发育过程中的变化

孵出幼体具有相对较大的头部(表 1)。ANOVA 显示同性孵出幼体、幼体和成体的相对头长(Arc-sine 转换)有显著的差异(雌性- $F_{2,204} = 985.23, P < 0.0001$ ; 雄性- $F_{2,185} = 356.65, P < 0.0001$ ); Tukey 检验发现,同性孵出幼体相对头长大于幼体和成体,同性幼体相对头长大于成体( $P < 0.0001$ )。同性孵出幼体、幼体和成体的相对头宽(Arc-sine 转换)有显著的差异(雌性- $F_{2,204} = 601.88, P < 0.0001$ ; 雄性- $F_{2,185} = 200.99, P < 0.0001$ ); Tukey 检验发现,同性孵出幼体相对头宽大于幼体和成体,同性幼体相对头宽大于成体( $P < 0.006$ )。

山地麻蜥孵出幼体具有相对较大的头部与发育中的胚胎将相对较多的资源分配用于与孵出幼体早期生存和生长关系更为密切的头部生长有关。由于头部大小与爬行动物抵御天敌、摄食较大食物和个体间的格斗能力等有关<sup>[1,12,17,18,22]</sup>,这种分配模式有利于强化孵出幼体的适应性。蜥蜴个体发育过程中摄食大型食物的潜力逐步增强<sup>[4,12,14,22]</sup>,孵出幼体相对较大的头部有利于其摄食较大的食物,获得较大的摄食净能,最终有利于提高幼体的早期生存几率和生长速率<sup>[12,16,22]</sup>。孵出幼体具有相对较大的头部见已报道的所有蜥蜴,如 蜥<sup>[8]</sup>、中国石龙子<sup>[12]</sup>、地中海岩蜥<sup>[3,7]</sup>、北草蜥<sup>[22]</sup>、白条草蜥(*Takydromus wolteri*)<sup>[21]</sup>和变色树蜥等。

### 3.3 食性

总计有 153 条山地麻蜥被用于胃检分析食性(雌性成体 50、雄性成体 44、雌性幼体 32、雄性幼体 27)。宿州山地麻蜥摄入的食物主要是节肢动物(表 2)。成体摄取最多的食物为蝗科(雌体:48.5%; 雄体:52.5%)和蜻科(雌体:17.8%; 雄体:16.7%)成幼虫。幼体摄取最多的食物为蚊科(雌体:28.8%; 雄体:23.8%)、叶蝉科(雌体:18.8%; 雄体:36.3%)和蝗科(雌体:26.3%; 雄体:16.3%)成幼体。雌性成体、雄性成体、雌性幼体和雄性幼体食物生态位宽度分别为 3.53、3.27、4.77 和 4.44。山地麻蜥食物生态位宽度相对较窄,低于中国石龙子<sup>[12]</sup>、北草蜥<sup>[22]</sup>和作者另文报道的变色树蜥的对应数值。这种差异与山地麻蜥生活环境的异质化程度和摄入食物多样性较低有关。

成、幼体两性食物生态位的重叠度见表 3。幼体比成体有较宽的生态位宽度,这与幼体摄取的食物多样性相对较高有关。成体主要摄取蝗科和蜻科;幼

表 2 安徽宿州山地麻蜥成体( / = 50/44)和幼体( / = 32/27)胃内容物中的食饵类型及数量

Table 2 Prey items found in stomach contents of adult ( / = 50/44) and juvenile ( / = 32/27) *Eremias brenehleyi* from a population in Suzhou, Anhui Province

食饵类型 Prey type	食物数量及比例 Prey number and % of total				食饵类型 Prey type	食物数量及比例 Prey number and % of total			
	成体 Adults		幼体 Juveniles			成体 Adults		幼体 Juveniles	
环节动物门 Annelida					胡蜂科 Vespidae	1	0	0	0
综合纲 Symphyla	0	0	0	1	泥蜂科 Sphecidae	(0.99)	(-)	(-)	(-)
节肢动物 Arthropoda	(-)	(-)	(-)	(1.25)	门鳞翅目 Lepidoptera				
蝎目 Scorpiones	0	1	0	0	尺蠖科 Geometridae	0	0	0	1
蜘蛛目 Araneida	(-)	(1.52)	(-)	(-)	夜蛾科 Noctuidae	(-)	(-)	(-)	(1.25)
圆蛛科 Araneidae	0	4	0	0	蚕蛾科 Bombycidae	2	1	0	2
地蛛科 Atypidae	(-)	(6.06)	(-)	(-)	双翅目 Diptera	(1.98)	(1.52)	(-)	(2.50)
等足目 Isopoda	6	1	10	7	家蝇科 Muscidae	1	2	6	1
鼠妇虫科 Porcellionididae	(5.94)	(1.52)	(12.50)	(8.75)	蝉科 Cicadidae	(0.99)	(3.03)	(7.50)	(1.25)
直翅目 Orthoptera					叶蝉科 Cicadellidae				
蟋蟀科 Giantopidae	3	5	3	2	半翅目 Hemiptera	(8.91)	(-)	(18.75)	(36.25)
蝗科 Acrididae	(2.97)	(7.58)	(3.75)	(2.50)	猎蝽科 Reduviidae	0	1	0	0
蜻蜓科 Tetrigidae	49	34	21	13	蝽科 Pentatomidae	(4.95)	(1.52)	(-)	(-)
螽斯科 Tettigoniidae	(48.51)	(51.52)	(26.25)	(16.25)	鞘翅目 Coleoptera	18	11	1	2
膜翅目 Hymenoptera	0	0	0	1	步甲科 Carabidae	(17.82)	(16.67)	(1.25)	(2.50)
蚊科 Formicidae	(-)	(-)	(-)	(1.25)	叶甲科 Chrysomelidae				
	1	1	0	0					
	(0.99)	(1.52)	(-)	(-)					
	2	0	23	19					
	(1.98)	(-)	(28.75)	(23.75)					

体主要摄取蚊科、叶蝉科和蝗科,因而成体之间、幼体之间的生态位重叠度较高(表 3)。

不同性别和大小山地麻蜥的食性和摄入食物的数量和大小有不同程度的差别。然而,没有足够的证据表明头部大小的两性异形能导致两性食物生态位的分离,并缓减两性对共同食物资源的竞争。例如,山地麻蜥成体头部大小的两性差异大于幼体,但两性成体之间食物生态位重叠度(0.966)大于幼体之间的重叠度(0.866)(表 3)。两性成体和两性幼体

表 3 安徽宿州山地麻蜥食物生态位重叠度  
Table 3 Food niche overlap in lizards (*Eremias brenehleyi*) from a Suzhou population in Anhui Province

	成雄 Adult males	幼雌 Juvenile females	幼雄 Juvenile males
成雌 Adult females	0.966	0.662	0.503
成雄 Adult males		0.571	0.353
幼雌 Juvenile females			0.886

食物生态位重叠度大于成、幼体之间食物生态位重叠度,这主要与成、幼体摄入的体型大小不同的食物有关。例如,幼体较多地摄食蚁科和叶蝉科等小型昆虫,而成体则很少摄食这类小型昆虫(表 2)。幼体虽然具有相对较大的头部,但头部绝对大小小于成体。因此,幼体摄食较多的小型昆虫与其头部较小、摄食大型食物的能力较低有关。

## 4 结 论

4.1 山地麻蜥成体个体大小无显著的两性差异,但雄性具有较大的头部。头部大小的两性异形在孵出幼体就已经存在,并随个体发育变得更为显著。两性头部随 SVL 增长速率的差异是个体发育过程中头部两性异形变得更为显著的主要原因。

4.2 山地麻蜥孵出幼体具有相对较大的头部。由于头部大小与蜥蜴摄取食物的大小有关,孵出幼体相对较大的头部有利于其摄食相对较大的食物,最终有利于幼体的早期存活和生长。

4.3 不同大小和性别的山地麻蜥摄入食物的大小和种类有一定程度的差别。然而,没有直接证据表明两性显著的头部两性异形有利于两性食物生态位的明显分离。幼体摄入较高比例的小型昆虫,而成体则避免摄食小型食物。

致谢 杭州师范学院生命科学学院孙希达教授帮助鉴定食性,谨表谢意。

## 参考文献

- Barden G, Shine R. 1994. Effects of sex and reproductive mode on dietary composition of the reproductive bimodal lizard, *Lerista bougainvillii*. *Austr Zool*, **29**:225 ~ 228
- Braña F. 1996. Sexual dimorphism in lacertid lizards: male head increase vs female abdomen increase. *Oikos*, **75**:511 ~ 523
- Braña F, Ji X(计翔). 2000. Influence of incubation temperature on morphology, locomotor performance, and early growth of hatchling wall lizards (*Podarcis muralis*). *J Exp Zool*, **286**:422 ~ 433
- Castilla AM, Bauwens D, Llorente GA. 1991. Diet composition of the lizard *Lacerta lepida* in central Spain. *J Herpetol*, **25**:30 ~ 36
- Dunham AE. 1981. Populations in a fluctuating environment: the comparative population ecology of the iguanid lizards *Sceloporus merriami* and *Urosaurus ornatus*. *Misc Publ Univ Mich Mus Zool*, **158**:1 ~ 62
- Ji X(计翔). 1994. Sexual dimorphism in head and body size in the skink *Eumeces chinensis*. *J Hangzhou Normal Coll*(杭州师范学院学报), **94**(3): 79 ~ 84(in Chinese)
- Ji X(计翔), Braña F. 1999. The influence of thermal and hydric environments on embryonic use of energy and nutrients, and hatchling traits, in the wall lizards (*Podarcis muralis*). *Comp Biochem Physiol*, **124A**: 205 ~ 213
- Ji X(计翔), Du W-G(杜卫国). 2000. Sexual dimorphism in body size and head size and female reproduction in a viviparous skink, *Sphenomorphus indicus*. *Zool Res*(动物学研究), **21**:349 ~ 354(in Chinese)
- Ji X(计翔), Xu X-F(许雪峰), Lin Z-H(林植华). 1999. Influence of incubation temperature on characteristics of *Dinodon rufozonatum* (Reptilia: Colubridae) hatchlings, with comments on the function of residual yolk. *Zool Res*(动物学研究), **20**:343 ~ 346(in Chinese)
- Ji X(计翔), Zhou W-H(周文辉), Zhang X-D(张晓东), Gu H-Q(顾辉清). 1998. Sexual dimorphism and reproduction in the grass lizard *Takydromus septentrionalis*. *Russ J Herpetol*, **5**:44 ~ 48
- Lin Z-H(林植华), Ji X(计翔). 1998. The effects of thermal and hydric environments on incubating eggs and hatchlings of the grass lizard, *Takydromus septentrionalis*. *Zool Res*(动物学研究), **19**:439 ~ 445(in Chinese)
- Lin Z-H(林植华), Ji X(计翔). 2000. Food habits, sexual dimorphism and female reproduction of the skink (*Eumeces chinensis*) from a Lishui population in Zhejiang. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **20**:304 ~ 310(in Chinese)
- MacArthur RH. 1972. Geographical ecology: patterns in the distribution of species. New York: Harper and Row. 1 ~ 269
- Pérez-Mellado V, Bauwens D, Gil M, et al. 1991. Diet composition and prey selection in the lizard *Lacerta monticola*. *Can J Zool*, **69**:1728 ~ 1735
- Pianka ER. 1973. The structure of lizard communities. *Ann Rev Ecol Syst*, **4**:53 ~ 74
- Schoener TW. 1971. Theory of feeding strategies. *Annu Rev Ecol Syst*, **2**:369 ~ 404
- Schoener TW, Slade JB, Stinson CH. 1982. Diet and sexual dimorphism in the very catholic lizard genus, *Leiocephalus* of the Bahamas. *Oecologia*, **53**:160 ~ 169
- Shine R. 1991. Why do larger snakes eat larger prey? *Func Ecol*, **5**:493 ~ 502
- Vitt LJ, Cooper WE. 1985. The evolution of sexual dimorphism in the skink *Eumeces laticeps*: an example of sexual selection. *Can J Zool*, **63**:995 ~ 1002
- Vitt LJ, Cooper WE. 1986. Skink reproduction: *Eumeces fasciatus* in the southeastern United States. *J Herpetol*, **20**:65 ~ 76
- Xu X-F(许雪峰), Ji X(计翔). 2000. A comparison of egg and hatchling characteristics of two lacertid lizards. *Chin J Zool*(动物学杂志), **35**(3): 15 ~ 18(in Chinese)
- Zhang Y-P(张永普), Ji X(计翔). 2000. Ontogenetic changes of sexual dimorphism in head size and food habit in grass lizard, *Takydromus septentrionalis*. *Zool Res*(动物学研究), **21**:181 ~ 186(in Chinese)
- Zhao E-M, Adler K. 1993. Herpetology in China. Oxford: Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- Zou S-C(邹寿昌), Wang J-M(王景明), Sun J-M(孙建梅). 2000. Studies of reproductive ecology of *Eremias brenchleyi*. *Chin J Zool*(动物学杂志), **35**(2):17 ~ 19(in Chinese)

作者简介 许雪峰,男,1966年生,副教授,研究方向为资源动物生态学。在国内外学术期刊上发表论文 16 篇。