

黑斑侧褶蛙的两性异形和雌性繁殖特征

郑荣泉^① 杜卫国^{②*} 寿鹿^②

(①浙江师范大学生命和环境科学学院 金华 321004; ②杭州师范学院生命科学学院 杭州 310036)

摘要: 测定了黑斑侧褶蛙成体的体长、体重、头长、头宽、眼径、鼓膜径、前肢长、后肢长等形态指标以及雌体的怀卵数量。黑斑侧褶蛙雌体的体长和体重显著大于雄体。其它局部形态特征指标与体长呈正相关,协方差分析表明,雄体的鼓膜径大于雌体,其余形态指标不存在明显的两性差异。黑斑侧褶蛙雌体怀卵数量与体长和体重皆成正相关关系,表明黑斑侧褶蛙通过增加个体大小增加繁殖输出。

关键词: 黑斑侧褶蛙;两性异形;窝卵数

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2002)04-14-05

Sexual Dimorphism and Female Reproductive Characteristics in the Black-spotted Pond Frog, *Pelophylax nigromaculata*

ZHENG Rong-Quan^① DU Wei-Guo^{②*} SHOU Lu^②

(① College of Life and Environment Sciences, Zhejiang Normal University Jinhua 321004;

② School of Life Sciences, Hangzhou Normal College Hangzhou 310036, China)

Abstract: We measured some morphological traits, including the snout-urostyle length, body mass, head length and width, diameter of eye, diameter of tympanum, arm length and leg length, and clutch size in a population of black spotted pond frog, *Pelophylax nigromaculata*, from Jinhua, Zhejiang Province. Our results showed that the snout-urostyle length and body mass of adult females were significantly larger than those of adult males. All other morphological traits involved were positively correlated with the snout-urostyle length; and the ANCOVA was thus used to compare the between-sex difference of these characteristics. The analysis indicated that there were no sexual dimorphism in most of characteristics except for the diameter of tympanum. In *P. nigromaculata*, clutch size was closely correlated with the snout-urostyle length and body mass, by indicating that the female frogs could increase reproductive outputs increasing body sizes.

Key words: *Pelophylax nigromaculata*; Sexual dimorphism; Clutch size

脊椎动物普遍存在个体大小、体色和局部特征的两性异形^[1~5]。性选择和自然选择是动物两性异形进化的主要动力。性选择假设认为两性异形有利于雌性或雄性个体提高繁殖成功率,如雄体获得配偶、雌体增加繁殖输出;而自然选择假设认为两性异形可能是自然选择的结果,如两性个体利用不同的资源^[4,6]。

两栖动物两性异形存在多种类型,受多种选择压力的作用^[1]。检测特定种类的两性异形,探讨两性异形与动物繁殖特征、食性等之间

* 通讯作者, duweiguo@mail.hz.zj.cn;

第一作者介绍 郑荣泉,男,33岁,学士,讲师;研究方向:生理生态学。

收稿日期:2001-08-10,修回日期:2002-04-15

的关系,有助于深入理解导致特定种类两性异形进化的选择压力。国内有关两栖动物两性异形的定量研究尚未见报道,本文测定了黑斑侧褶蛙(*Pelophylax nigromaculata*)的两性异形和繁殖特征。

1 材料与方 法

实验动物于 2001 年 6 ~ 7 月采自浙江金华,冰冻处死并保存,待后续测量解剖。用数显游标卡尺测定动物的体长(吻端至泄殖腔孔的距离)、头长(吻端至上下颌关节后缘的距离)、头宽(头部最宽处的距离)、眼径(与体轴平行的眼睛直径)、鼓膜径(鼓膜最大直径)、前肢长(肩关节至第三指末端的长度)、后肢长(体后端正中部位至第四趾端的长度)等形态指标(± 0.01 mm),用 Mettler 电子天平称体重(± 0.01 g)。

雌体怀卵数量的测定:取出雌体卵巢称重(M),随即取一部分卵巢称重($M1$),计数其中卵数量($N1$),怀卵雌体的卵总数量(N)通过下列公式计算而得: $N = N1 \times M/M1$ 。每个卵巢重复测定三次取平均值作为雌体怀卵数。

所有数据的统计分析用 Statistica 统计软件

包完成。用线性回归分析局部形态特征与体长的关系以及预测雌体大小与怀卵数量的关系, t -检验检测两性个体的体长和体重,协方差分析比较其它形态指标的两性差异。描述性统计值用平均值 \pm 标准误(范围)表示,显著性水平设置为 $\alpha = 0.05$ 。

2 结 果

黑斑侧褶蛙的局部形态特征皆与体长呈正相关(图 1)。统计分析表明:雌雄两性个体所有局部特征随体长的增长呈同速增长(头长: $F_{1,167} = 3.30, P = 0.07$;头宽: $F_{1,167} = 1.54, P = 2.22$;眼径: $F_{1,167} = 1.16, P = 2.28$;鼓膜径: $F_{1,167} = 2.67, P = 0.10$;前肢长: $F_{1,167} = 1.20, P = 0.27$;后肢长: $F_{1,167} = 0.23, P = 0.63$)。从回归方程的斜率可以看出,头长和头宽随体长的增长速率相似,而且其增长速率低于体长的增长速率;前肢和后肢与体长的增长速率存在显著差异,前肢的增长速率低于体长,而后肢的生长速率高于体长(图 1)。本研究中最小的黑斑侧褶蛙怀卵雌体为 65 mm,体长大于 65 mm 者被视为成体。成年雌性个体体长和体重明显大

表 1 成年黑斑侧褶蛙形态特征的两性差异

	雌体		雄体		差异显著性
	n	平均值 \pm 标准误 (范围)	n	平均值 \pm 标准误 (范围)	
体长(mm)	82	73.53 \pm 0.59 (65.49~90.03)	43	68.60 \pm 0.36 (65.12~74.42)	$t = 5.76^*$
体重(g)	82	40.88 \pm 1.19 (24.71~80.23)	43	32.87 \pm 0.88 (24.00~56.71)	$t = 4.51^*$
头长(mm)	82	25.49 \pm 0.20 (21.85~30.84)	43	24.07 \pm 0.29 (13.83~26.85)	ANCOVA $F_{1,122} = 0.09^{ns}$
头宽(mm)	82	24.35 \pm 0.20 (20.11~29.85)	43	23.06 \pm 0.16 (20.49~25.30)	ANCOVA $F_{1,122} = 0.06^{ns}$
眼径(mm)	82	7.07 \pm 0.06 (5.89~8.61)	43	6.90 \pm 0.06 (6.01~7.69)	ANCOVA $F_{1,122} = 0.32^{ns}$
鼓膜径(mm)	82	5.47 \pm 0.06 (4.42~6.72)	43	5.47 \pm 0.05 (4.72~6.44)	ANCOVA $F_{1,122} = 12.71^*$ 雄体 > 雌体
前肢长(mm)	82	36.35 \pm 0.31 (29.87~42.72)	43	34.31 \pm 0.25 (30.79~38.19)	ANCOVA $F_{1,122} = 0.03^{ns}$
后肢长(mm)	82	116.42 \pm 1.03 (99.90~146.26)	43	108.06 \pm 0.77 (99.58~118.34)	ANCOVA $F_{1,122} = 0.91^{ns}$

表中数据为原始数据统计描述值, F 值后的符号代表显著性水平, ns 没有差异; * $P < 0.0001$

于成年雄性个体。以体长为协变量的协方差分析表明:若雌雄成年个体大小相似,则绝大多数所检测的指标不存在两性差异,只有雄蛙的鼓

膜显著大于雌蛙(表 1)。黑斑侧褶蛙怀卵数量与体长和体重皆成正相关关系(图 2)。表明雌性个体越大,产卵越多。

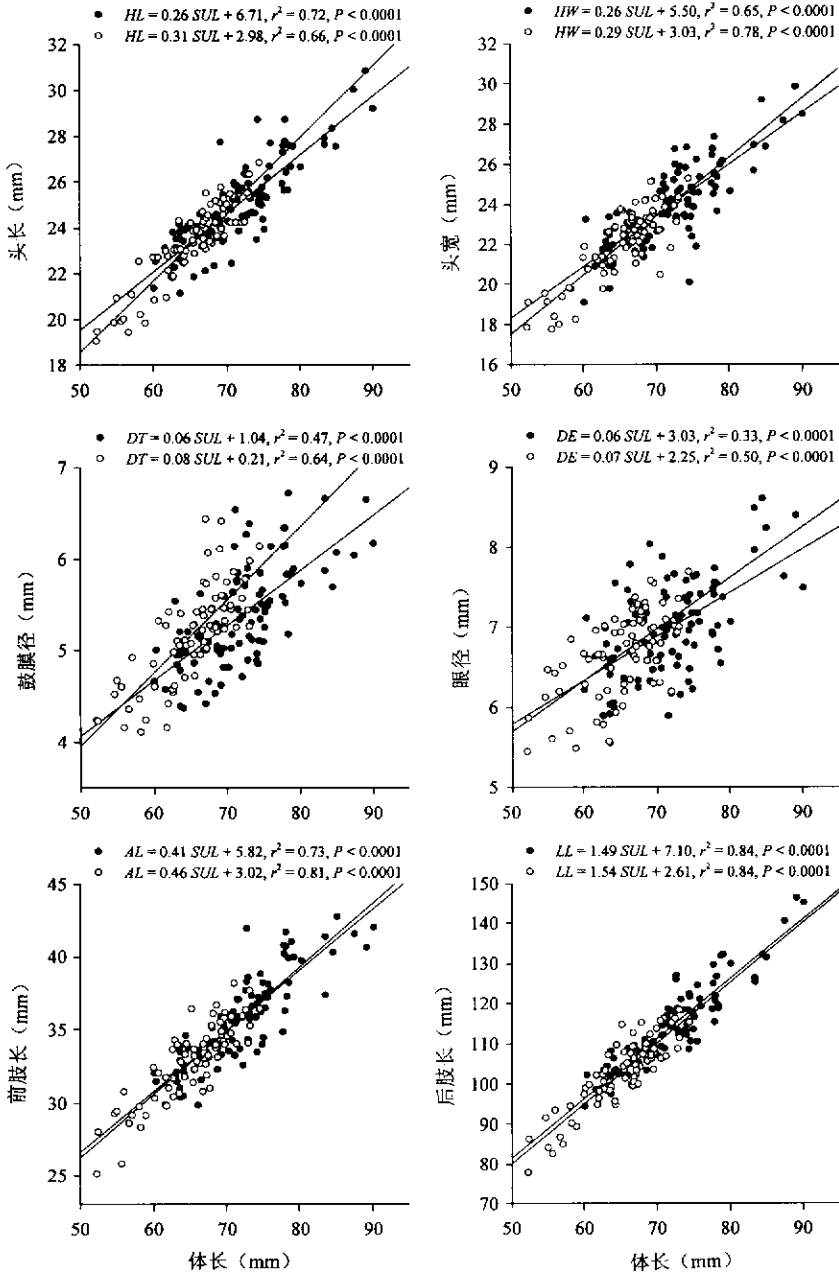


图 1 黑斑侧褶蛙局部形态指标与体长的关系

● 雄体; ○ 雌体; SUL. 体长; HL. 头长; HW. 头宽; DT. 鼓膜径; DE. 眼径; AL. 前肢长; LL. 后肢长

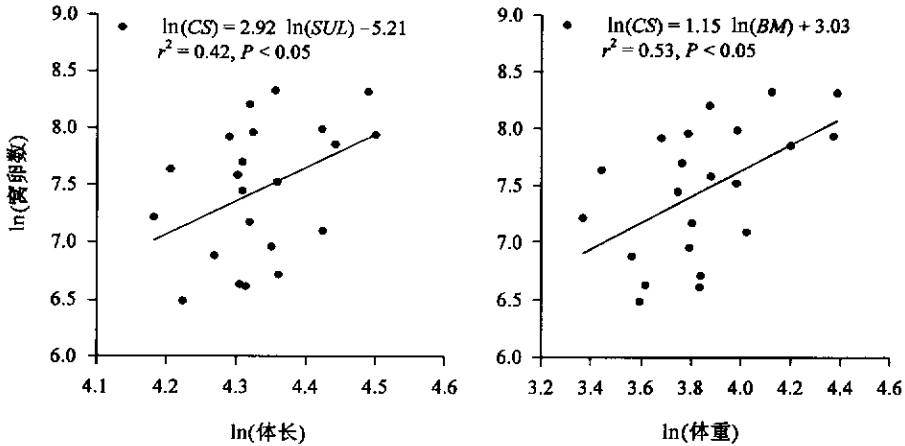


图2 黑斑侧褶蛙怀卵数量与雌体体长和体重的关系

3 讨论

一些研究表明,两栖动物的两性异形主要存在以下三种类型:(1)雌性成体大于雄性成体;(2)雄性成体大于雌性成体;(3)雄体的头显著大于雌性^[1,7,8]。第一种类型较为普遍,有利于雌体提高繁殖输出,黑斑侧褶蛙便属于这种类型。第二和第三种两性异形类型与雄体争夺配偶,提高繁殖成功率有关^[1]。在两栖动物中,大约只有 10% 种类的雄体大于雌体^[1]。较大雄体在争斗中存在明显优势,因而往往获得较多的交配机会,且常与较大雌体抱对^[8]。有些种类的雌雄个体下颔的肉质刺也存在两性差异,并被认为与雄体获得配偶有关。如犴齿幻蟾(*Adelotus brevis*)^[8]。头部特征的两性异形较为常见,具较大的头部至少在两方面具有优势:(1)头部较大的个体在种内竞争中可能处于优势,有利于雄体获得配偶^[8,9];(2)来自爬行动物的一些证据表明,头部较大的个体具有摄食较大食物的潜力,有利于动物获得较大的净能^[10,11];在两栖类中,尽管绝大多数蛙食性的两性分离与头大小无关,而与栖息环境中食物可得性有关^[12,13],但也有种类的食性分离与头部两性异形有关^[14]。黑斑侧褶蛙的头部大小不存在两性异形,但雄性鼓膜直径大于雌性。要明确解释这一结果,需要进一步的证据,包括雄性个体的头部大小与种内竞争优势和获得配偶

机率的关系、雌雄两性个体的食性差异等,获得这些数据将有助于揭示黑斑侧褶蛙的这种两性异形类型形成的进化选择压力。

性选择压力与雌体繁殖输出和雄体获得配偶的机率直接有关,导致许多动物的两性异形并显著影响繁殖成功率^[1,4,5,15~18]。本文结果表明黑斑侧褶蛙雌体大于雄体,且雌体的繁殖输出与个体大小呈正相关,这表明雌体可以通过增加个体大小来相应地增加腹腔容纳量,十分有利于雌体增加繁殖输出,提高繁殖适合度。

参 考 文 献

- [1] Shine R. Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. *Copeia*, 1979, 1979: 297 ~ 306.
- [2] Greenwood P J, Wheeler P. The evolution of sexual size dimorphism in bird and mammals: a 'hot blooded' hypothesis. In: Greenwood P J, Harvey P H, Slatkin M eds. *Evolution. Essays in Honour of John Maynard Smith*. Cambridge: Cambridge Univ Press, 1985. 287 ~ 299.
- [3] Parker G A. The evolution of sexual size dimorphism in fish. *J Fish Biol*, 1992, 41(suppl.): 1 ~ 20.
- [4] Andersson M. *Sexual Selection*. New Jersey: Princeton University Press, 1994.
- [5] Bonnet X, Shine R, Naulleau G *et al.* Sexual dimorphism in snakes: different reproductive roles favour different body plans. *Proc R Soc Lond B*, 1998, 265: 179 ~ 183.
- [6] Slatkin M. Ecological causes of sexual dimorphism. *Evolution*, 1984, 38: 622 ~ 630.
- [7] Howard R D. Sexual dimorphism in bullfrog. *Ecology*, 1981, 62: 303 ~ 310.
- [8] Katsikaros K, Shine R. Sexual dimorphism in the tusked frog,

- Adelotus brevis: the roles of natural and sexual selection. *Biol J Linn Soc*, 1997, **60**: 39 ~ 51.
- [9] Via J L, Stewart J R. The manifestation and significance of sexual dimorphism in Anguid lizards: a case study of *Barisia monticola*. *Can J Zool*, 1989, **67**: 68 ~ 72.
- [10] Castilla A M, Bauwens D, Llorente G A. Diet composition of the lizard *Lacerta lepida* in central Spain. *J Herpetol*, 1991, **25**: 30 ~ 36.
- [11] Pérez-Mellado V, Bauwens D, Gil M *et al*. Diet composition and prey selection in the lizard *Lacerta monticola*. *Can J Zool*, 1991, **69**: 1728 ~ 1735.
- [12] Lamb T. The influence of sex and breeding condition on microhabitat selection and diet in the pig frog *Rana grylio*. *Am Midl Nat*, 1984, **111**: 311 ~ 318.
- [13] Duellman W L, Trueb L. *Biology of Amphibians*. New York: McGraw-Hill, 1986.
- [14] Emerson S F, Inger R F. The comparative ecology of voiced and voiceless Bornean frogs. *J Herpetol*, 1992, **26**: 482 ~ 490.
- [15] Shine R. Sexual size dimorphism in snakes revisited. *Copeia*, 1994, **1994**: 326 ~ 346.
- [16] Ji X, Xie Y Y, Sun P Y *et al*. Sexual dimorphism and female reproduction in a viviparous snake, *Elaphe rufodorsata*. *J Herpetol*, 1997, **31**: 420 ~ 422.
- [17] 计翔, 杜卫国. 蝮蛇头、体大小的两性异形和雌体繁殖. *动物学研究*, 2000, **21**: 349 ~ 354.
- [18] 杜卫国, 计翔. 蓝尾石龙子的生长、两性异形及雌体繁殖. *动物学研究*, 2001, **22**: 279 ~ 286.