

西藏色季拉山高山倭蛙的产卵地选择

范丽卿 潘刚

西藏农牧学院高原生态研究所 林芝 860000

摘要: 高山倭蛙 (*Nanorana parkeri*) 是青藏高原的特有种和广布种。2011 ~ 2012 年,在西藏色季拉山高山倭蛙的繁殖期内对其产卵地选择进行了调查。测量分析了产卵地及对照样方的 10 个环境变量后,发现高山倭蛙的产卵地与对照样方在底质、pH、水温、水深、植被盖度和有无鱼方面有显著差异,回归分析表明底质特点和 pH 是影响高山倭蛙产卵地选择的最主要因素。今后在该物种的保护工作中,应加强对湿地中底质为泥、pH 偏中性水体的保护。

关键词: 高山倭蛙; 产卵地选择; 色季拉山

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2013) 02-182-06

Oviposition Sites Selection by *Nanorana parkeri* in Sejila Mountain, Tibet

FAN Li-Qing PAN Gang

Institute of Plateau Ecology of Tibet, Tibet Agricultural and Animal Husbandry College, Linzhi 860000, China

Abstract: *Nanorana parkeri* is endemic and widespread in the Qinghai-Tibet Plateau. Oviposition sites selection by *N. parkeri* was studied in four marshlands in Sejila Mountain, Tibet, during the breeding period in 2011 and 2012. Habitats were surveyed with respect to oviposition ($n = 37$) and random ($n = 37$) sites by measuring 10 factors that might influence the choice of an oviposition site. There were significant differences in the substrate, pH value, water temperature, water depth, vegetation coverage, and fish present between oviposition sites and random sites. Logistic regression analysis indicated that substrate and water pH were the most important factors influencing the choice of female *N. parkeri*. It is suggested that protecting water bodies with mud substrate and water pH value close to 7 in the marshes is important to the conservation of *N. parkeri*.

Key words: *Nanorana parkeri*; Oviposition site selection; Sejila Mountain

产卵地选择是生活史进化的一个重要内容 (Resetarits 1996),其通过影响后代的发育、表型和存活率,对动物的繁殖能否成功有重要的意义 (Resetarits 1996, Skelly 2001, Refsnider et al. 2010)。许多两栖类能够主动地对产卵地进行选择 (Crump 1991, Skelly 2001, Blaustein et al. 2004, Hagman et al. 2006),而不是将卵随机地产在环境中。环境中的水域大小 (Seale 1982)、水深 (Altig et al. 1989, Crump 1991)、温度 (Dvořák et al. 2009)、水质 (Bruno 1999, Ortiz-Santaliestra et al. 2007)、植被 (Laurila

1998, Hagman et al. 2006)、天敌 (Resetarits et al. 1989, Holomuzki 1995)、竞争 (Resetarits et al. 1989, Dillon et al. 2000) 等生物和非生物因素都可能影响两栖类的产卵地选择。研究表

基金项目 环境保护部南京环境科学研究所野生动物多样性示范监测项目,西藏林芝森林生态系统定位观测研究 (No. 2012-LYPT-DW-016);

第一作者介绍 范丽卿,女,讲师;研究方向:鱼类和两栖类生态学; E-mail: flqpig@yahoo.com.cn。

收稿日期:2012-10-17,修回日期:2013-01-04

明,产卵地的质量可影响两栖类的种群动态和种群分布(Pearman et al. 1990, Skelly 2001),进而改变种群结构和群落结构(Morris 2003),对于物种的保护十分重要。

高山倭蛙(*Nanorana parkeri*)属两栖纲(Amphibia)无尾目(Anura)蛙科(Ranidae)倭蛙属,是青藏高原的特有种和广布种,分布在 $N 28^{\circ} \sim 31^{\circ}$, $E 84^{\circ} \sim 97^{\circ}$ 之间,主要生活于青藏高原中部的高寒草甸生境中,在青藏高原东部的高山峡谷及喜马拉雅山脉南坡也有分布(胡淑琴等 1987)。目前,国内学者已对高山倭蛙的生活史进化进行了较为详细的研究(Ma et al. 2009a, b, 马小艳 2009)。据马小艳(2009)的研究,高山倭蛙为延长式繁殖,其繁殖季节在拉萨地区 3 900 m 海拔处为 4 月早期至 7 月晚期,4 000 m 海拔处为 4 月中旬至 7 月中旬,4 300 m 海拔处为 4 月末、5 月初至 7 月初;高山倭蛙产分散的卵,高海拔个体所产的卵比低海拔的更为分散,4 300 m 种群的平均窝卵数为 189 ± 64 (平均值 \pm 标准差, $n = 29$),平均卵直径为 (2.22 ± 0.16) mm(平均值 \pm 标准差, $n = 46$)。

但有关高山倭蛙的产卵地选择方面,目前仅见少量的研究。如巴桑(2005)对拉萨地区高山倭蛙产卵的环境进行了描述,认为高山倭蛙多在水面较小、水层较浅的缓流水或静水边的环境中产卵,卵产于水草或卵石上,一般水深为 3 ~ 20 cm,以 10 cm 左右为最多。马小艳(2009)使用 Mann-Whitney *U* 检验比较了当雄的高山倭蛙产卵地与冬眠地在面积、雨季水深、旱季水深、pH 和植被盖度 5 个方面的差异,并对 2 个产卵地和 2 个冬眠点的水温进行比较,

发现产卵地与冬眠地在水深、水温、植被盖度和有无鱼方面存在差异,但该研究选择的变量较少,且缺乏对数据的进一步分析。因此,本文对生活于西藏林芝色季拉山地区的高山倭蛙的产卵地进行调查,分析影响其产卵地选择的主要因素,以期为该物种的保护提供资料。

1 材料与方法

1.1 研究地点

研究地点为西藏色季拉山区域的 4 个湿地(表 1)。色季拉山位于藏东南雅鲁藏布江大峡谷西北侧,念青唐古拉山与喜马拉雅山脉接合处的工布自然保护区林芝县境内, $N 29^{\circ}10' \sim 30^{\circ}15'$, $E 93^{\circ}12' \sim 95^{\circ}35'$ 之间。地处藏东南湿润气候区与半湿润气候区的分界面上,受印度洋季风的影响,气候特点为冬温夏凉、干湿季分明(郭其强等 2010)。据西藏林芝色季拉山生态站(海拔 3 850 m)多年观测资料,该区域年平均气温 -0.73°C , 年均日照时数 1 150.6 h, 年均相对湿度 78.83%, 年均降水量 1 134.1 mm, 蒸发量 544.0 mm, 6 ~ 9 月份为雨季, 降水占全年的 75% ~ 82%, 其中 8 月份降雨最多, 占全年降水的 30%, 土壤 pH 值在 4 ~ 6 之间(郭其强等 2010)。

该区植被从低海拔到高海拔主要分布有山地温带针阔混交林、落叶阔叶林、松林、亚高山寒温带暗针叶林、高山寒带灌丛、草地和草甸(中国科学院青藏高原综合科学考察队 1985)。主要植物有急尖长苞冷杉(*Abies georgei* var. *smithii*)、林芝云杉(*Picea likiangensis* var. *linzhiensis*)、方枝柏(*Sabina saltuaria*)、高山松(*Pinus densata*)、川滇高山栎(*Quercus aquifolioides*)、雪层杜鹃(*Rhododendron nivale*)、

表 1 四个研究湿地的特征

Table 1 Description of the four marshlands

| 湿地 Marshland | 湿地类型 Marsh type | 经度 Longitude | 纬度 Latitude | 海拔(m) Elevation | 场所 Location | 样本量(n) Sample size |
|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------|-----------------------|
| 布久 Bujiu | 沼泽草地 | $N 29^{\circ}28'$ | $E 94^{\circ}24'$ | 2 938 | 村庄柳树林林缘 | 3 |
| 觉木沟 Juemugou | 沼泽草地 | $N 29^{\circ}40'$ | $E 94^{\circ}19'$ | 3 008 | 村庄高山栎林缘 | 6 |
| 色季拉 Sejila | 高山草甸 | $N 29^{\circ}37'$ | $E 94^{\circ}37'$ | 4 275 ~ 4 315 | 杜鹃灌丛林林缘 | 16 |
| 鲁朗 Lulang | 沼泽草地 | $N 29^{\circ}42'$ | $E 94^{\circ}43'$ | 3 448 ~ 3 473 | 林芝云杉林林缘 | 12 |

林芝杜鹃 (*R. nyingchiense*)、褐背柳 (*Salix daltoniana*)、毛小叶垫柳 (*S. pilosomicrophylla*)、高山嵩草 (*Kobresia pygmaea*)、大花嵩草 (*K. macrantha*) 和红嘴苔草 (*Carex haematostoma*) (林玲等 2008, 郭其强等 2010)。

研究区内共有两栖类 3 种,包括西藏齿突蟾 (*Scutigera boulengeri*)、林芝齿突蟾 (*S. nyingchiensis*) 和高山倭蛙,高山倭蛙的蝌蚪可与齿突蟾的蝌蚪生活于同一水域(李丕鹏等 2010)。

1.2 调查方法 2011、2012 年每年的 3 月中旬至 6 月底,对产卵地相关的栖息地变量进行了测量(表 2),其中水温、pH、溶解氧、电导率和盐度参数使用德国 SmartTester 公司生产的便携式多参数水质检测仪 cx-401 测定。本次调查共测量了 37 个产卵地,所有产卵地均为地下水渗透或是降雨形成的静水坑、池。部分湿地中,卵分布在沼泽中几十个临近的极小水坑(面积小于 0.01 m²)内,则将整个有卵的沼泽当作一个产卵地。由于产卵地的面积大小不一(面积为 0.04 ~ 42.00 m²),部分较大水体中并非所有区域都有卵,测量时将有卵的水域范围作为产卵地。每测量完一个产卵地,则选取一个对照样方,测量同样的环境参数,对照样方的

产生方式为:使用随机数字表产生随机点(王彦平等 2007),将随机点所在水域作为对照样方,若产生的随机点不在水中,则将距离随机点最近的水域作为对照样方。

1.3 数据分析 由于单个湿地的样本量有限(表 1),且几个湿地的产卵地环境相似,分析时将几个湿地的数据合并。使用非参数 Mann-Whitney U 检验对产卵地和对照样方的变量进行比较,对差异显著的变量进行 Pearson 相关分析,若某两个变量有显著相关性,则剔除其中一个影响较小的变量,将剩下的变量进行 logistic 回归处理。分析之前,通过单样本 K-S 检验分析数据的正态性。以上分析使用 SPSS 17.0 统计软件进行,显著水平设为 0.05(双尾检验)(王彦平等 2007)。

2 结果

2.1 产卵地选择 在林芝地区,高山倭蛙的繁殖季节由 3 月初延续至 7 月初,其卵或分散为 1 枚、或成 2 ~ 66 枚($n = 179$)的卵团,卵沉在水底、漂浮在水里或粘附在水中的草茎上。高山倭蛙对产卵地具有较高的忠诚度,环境条件变化不大的情况下,每年都至往年的产卵地进行繁殖。

表 2 高山倭蛙产卵地相关变量及测量方法

Table 2 Habitat variable measured on both oviposition sites and random sites

| 变量 Variable | 测量方法 Measuring methods |
|--|--|
| 底质 Substrate | 目测,分为 3 级,1: 泥; 2: 沙; 3: 石头。若底质即有泥又有沙,则按两者占有的比例计算底质值 |
| 水温 Water temperature | 实测,在水面表层 2 cm 处进行测量(精度 0.1℃)(王彦平等 2007) |
| 水深 Water depth | 实测,用卷尺(精度 1 mm)随机测量 5 ~ 15 个数据,取平均值 |
| pH | 实测(精度 0.1) |
| 溶解氧 Dissolved oxygen | 实测(精度 0.1 mg/L) |
| 电导率 Conductivity | 实测(精度 0.1 us) |
| 盐度 Salinity | 实测(精度 0.1 mg/L) |
| 植被盖度 Vegetation coverage | 估测,分为 5 个等级,1: 0% ~ 20% 2: 21% ~ 40% 3: 41% ~ 60% 4: 61% ~ 80% 5: 81% ~ 100% (王彦平等 2007) |
| 鱼有无 Fish present | 实测,采用观察法和网抄法来确定样方内及样方所在的大生境是否有鱼类的出现(王彦平等 2007) 0: 无鱼; 1: 有鱼 |
| 距最近道路的距离 Distance to the nearest road | 实测值,用 GPS 测量产卵地或对照样方到最近道路的距离(精度 1 m)(王彦平等 2007) |

Mann-Whitney U 检验结果表明,高山倭蛙产卵地与对照样方的环境变量中,除了溶解氧、电导率、盐度和距最近道路的距离无显著差异外,其他 6 个变量都有显著差异(表 3)。Pearson 相关分析显示,底质与水温($r = -0.378, P = 0.001, n = 74$)、水深($r = 0.407, P = 0.000, n = 74$)、鱼有无($r = 0.629, P = 0.000, n = 74$)显著相关,水深与水温($r = -0.346, P =$

$0.003, n = 74$)、鱼有无($r = 0.393, P = 0.001, n = 74$)显著相关。因此,选择底质、pH、植被盖度 3 个变量进行 logistic 回归分析。其中,底质和 pH 两个变量进入了 logistic 回归模型(表 4),模型对高山倭蛙产卵地的预测正确率为 83.8%,对对照样方的预测正确率为 75.7%,总的预测正确率为 79.7%。

表 3 高山倭蛙产卵地和对照样方环境变量的 Mann-Whitney U 检验结果

Table 3 Characteristics and comparison of variables in *Nanorana parkeri* oviposition sites and random sites

| 变量 Variable | 产卵地 ($n = 37$) Oviposition sites | | 随机样方 ($n = 37$) Random sites | | Z | P |
|---|---------------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|-------|-------|
| | 平均值 \pm 标准误 Mean \pm SE | 范围 Range | 平均值 \pm 标准误 Mean \pm SE | 范围 Range | | |
| 底质 Substrate | 1.04 \pm 0.02 | 1.0 ~ 1.5 | 1.87 \pm 0.12 | 1.0 ~ 3.0 | -5.67 | 0.000 |
| 水温 Water temperature ($^{\circ}\text{C}$) | 20.52 \pm 0.85 | 10.5 ~ 30.3 | 14.76 \pm 1.23 | 3.2 ~ 26.8 | -3.25 | 0.001 |
| 水深 Water depth (cm) | 7.11 \pm 0.95 | 2.5 ~ 28.3 | 10.47 \pm 1.24 | 2.5 ~ 30.1 | -2.10 | 0.036 |
| pH | 7.16 \pm 0.14 | 6.2 ~ 9.5 | 7.90 \pm 0.16 | 6.3 ~ 10.6 | -3.58 | 0.000 |
| 溶解氧 Dissolved oxygen (mg/L) | 5.40 \pm 0.26 | 2.8 ~ 9.8 | 4.80 \pm 0.21 | 1.8 ~ 8.6 | -1.08 | 0.282 |
| 电导率 Conductivity (us) | 6.22 \pm 0.89 | 1.4 ~ 28.1 | 7.24 \pm 1.41 | 0.8 ~ 33.3 | -0.71 | 0.475 |
| 盐度 Salinity (mg/L) | 2.90 \pm 0.41 | 0.6 ~ 13.1 | 3.37 \pm 0.66 | 0.4 ~ 15.5 | -0.65 | 0.513 |
| 植被盖度 Cover of vegetation | 1.62 \pm 0.17 | 1 ~ 5 | 1.30 \pm 0.17 | 1 ~ 5 | -2.33 | 0.020 |
| 鱼有无 Fish present | 0 \pm 0 | 0 | 0.24 \pm 0.07 | 0 ~ 1 | -3.18 | 0.001 |
| 距最近道路的距离 Distance to the nearest road (m) | 23.41 \pm 5.06 | 2 ~ 154 | 28.15 \pm 8.25 | 1 ~ 196 | -0.62 | 0.537 |

表 4 预测高山倭蛙产卵地的 logistic 回归模型参数

Table 4 Parameters of the logistic regression model that best separated *Nanorana parkeri* oviposition sites from random sites

| 变量 Variable | B | Wald | P |
|--------------|--------|--------|-------|
| 底质 Substrate | -3.763 | 11.827 | 0.001 |
| pH | -1.082 | 8.443 | 0.004 |
| 常量 Constant | 13.048 | 15.489 | 0.000 |

3 讨 论

本研究表明,色拉山的高山倭蛙对产卵地具有选择性,其产卵地与对照样方在底质、水温、水深、pH、植被盖度、有无鱼方面有显著差异,高山倭蛙偏好在泥质底质中产卵,避免在 pH 过高的水体中产卵。

高山倭蛙将卵产在泥质的底质上,避免沙

砾及石头。除了 3 处底质为半泥半沙的水域中有卵外,调查中未在底质为沙或石头的水域中发现高山倭蛙的卵。研究点内泥质的水域水较浅、水温较高,这可能有利于高山倭蛙胚胎和蝌蚪的生长及发育(Blouin et al. 2000)。目前,关于底质对水中繁殖的两栖类有何影响的研究比较少,如 Marangoni 等(2008)发现底质改变了强刃锄足蟾(*Pelobates cultripes*)和黄条背蟾蜍(*Bufo calamita*)的卵大小、繁殖投入和个体大小。

高山倭蛙选择在 pH 偏中性的水体中产卵,水体 pH 过高或过低都将影响两栖类卵和蝌蚪的发育及存活率(Saber et al. 1978, 杨富亿等 2004, 蔡凤坤等 2007)。本次调查在一处碱性较强(pH = 9.5)的水体中也发现了高山倭蛙的卵,且卵发育良好。另外,笔者在拉萨某个

湿地 pH 为 9.0 ~ 9.8 的多处水域中也发现高山倭蛙发育正常的卵(未发表数据)。虽然本次分析的结果显示 pH 是影响高山倭蛙产卵地选择的主要因素,但目前并不清楚强酸或强碱对于该物种的影响如何。

较高的植被盖度可为两栖类的后代提供优良的避难所(Resetarits et al. 1989),如王彦平等(2007)发现黑斑蛙(*Rana nigromaculata*)偏好在植被盖度较高的生境中产卵。在本研究中,尽管产卵地的植被盖度与对照样方有显著差异,但其并不影响高山倭蛙的产卵地选择,这可能与两者的植被盖度差异幅度不大或高山倭蛙卵及蝌蚪的被捕食压力不大有关,因为后续的调查发现不少无植被的产卵地中分布着许多发育良好的高山倭蛙蝌蚪(未发表数据)。

在溶解氧、电导率、盐度和距道路距离方面,产卵地与对照样方没有显著差异,这可能与研究区人为干扰较少、环境良好有关。两栖类胚胎的生长、发育需要一定的氧气(Seymour et al. 2000),而电导率(McKibbin et al. 2008)、盐度(杨富亿等 2004)等因素也将影响两栖类胚胎和蝌蚪的存活率,有关高山倭蛙的卵、蝌蚪对这些因素的耐受性及雌性的选择性还有待进一步的研究。

研究区内人口密度低,经济相对落后,环境破坏较少,而当地居民多信仰佛教,对野生动物的保护意识较强。然而,色季拉山为森林环境,适宜高山倭蛙栖息的沼泽草地相对较少、面积通常也不大,且基本都是当地农牧民的牧场。这些草地主要分布在森林间、村庄旁,草地旁多有溪流分布。今后,应当加强对色季拉山湿地环境的保护,尤其是保护湿地内底质为泥的小水域,避免水体酸化或碱化,以便更好地保护高山倭蛙的产卵地环境,促进其物种的保护。

致谢 本研究的野外工作得到西藏农牧学院郭其强讲师、刘合满讲师,葛立雯研究生及王英文本科生的帮助,在此表示诚挚谢意!

参 考 文 献

- Altig R, Johnston G F. 1989. Guilds of anuran larvae: relationships among developmental modes, morphologies, and habitats. *Herpetological Monographs*, 3: 81 - 109.
- Blaustein L, Kiflawi M, Eitam A, et al. 2004. Oviposition habitat selection in response to risk of predation in temporary pools: mode of detection and consistency across experimental venue. *Oecologia*, 138(2): 300 - 305.
- Blouin M S, Brown S T. 2000. Effects of temperature-induced variation in anuran larval growth rate on head width and leg length at metamorphosis. *Oecologia*, 125(3): 358 - 361.
- Bruno V. 1999. Salt tolerance of *Rana temporaria*: spawning site selection and survival during embryonic development (Amphibia, Anura). *Amphibia-Reptilia*, 20(2): 161 - 171.
- Crump M L. 1991. Choice of oviposition site and egg load assessment by a treefrog. *Herpetologica*, 47(3): 308 - 315.
- Dillon M E, Fiaño J, Price A H. 2000. Oviposition site selection by the Túngara frog (*Physalaemus pustulosus*). *Copeia*, 2000(3): 883 - 885.
- Dvořák J, Gvoždík L. 2009. Oviposition preferences in newts: does temperature matter? *Ethology*, 115(6): 533 - 539.
- Hagman M, Shine R. 2006. Spawning site selection by feral cane toads (*Bufo marinus*) at an invasion front in tropical Australia. *Austral Ecology*, 31(5): 551 - 558.
- Holomuzki J R. 1995. Oviposition sites and fish-deterrent mechanisms of two stream Anurans. *Copeia*, 1995(3): 607 - 613.
- Laurila A. 1998. Breeding habitat selection and larval performance of two anurans in freshwater rock-pools. *Ecography*, 21(5): 484 - 494.
- Ma X Y, Lu X. 2009a. Sexual size dimorphism in relation to age and growth based on skeletochronological analysis in a Tibetan frog. *Amphibia-Reptilia*, 30(3): 351 - 359.
- Ma X Y, Lu X, Merilä J. 2009b. Altitudinal decline of body size in a Tibetan frog. *Journal of Zoology*, 279(4): 364 - 371.
- Marangoni F, Tejado M, Gomez-Mestre I. 2008. Extreme reduction in body size and reproductive output associated with sandy substrates in two anuran species. *Amphibia-Reptilia*, 29(4): 541 - 553.
- McKibbin R, Dushenko W T, van Aggelen G, et al. 2008. The influence of water quality on the embryonic survivorship of the Oregon spotted frog (*Rana pretiosa*) in British Columbia, Canada. *Science of the Total Environment*, 395(1): 28 - 40.
- Morris D W. 2003. Toward an ecological synthesis: a case for habitat selection. *Oecologia*, 136(1): 1 - 13.
- Ortiz-Santaliestra M E, Marco A, Fernández-Benítez M J, et al. 2007. Effects of ammonium nitrate exposure and water

- acidification on the dwarf newt: The protective effect of oviposition behaviour on embryonic survival. *Aquatic Toxicology*, 85(4): 251–257.
- Pearman P B, Wilbur H M. 1990. Changes in population dynamics resulting from oviposition in a subdivided habitat. *The American Naturalist*, 135(5): 708–723.
- Refsnider J M, Janzen F J. 2010. Putting eggs in one basket: Ecological and evolutionary hypotheses for variation in oviposition-site choice. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 41: 39–57.
- Resetarits W J Jr, Wilbur H M. 1989. Choice of oviposition site by *Hyla Chrysoscelis*: role of predators and competitors. *Ecology*, 70(1): 220–228.
- Resetarits W J Jr. 1996. Oviposition site choice and life history evolution. *American Zoologist*, 36(2): 205–215.
- Saber P A, Dunson W A. 1978. Toxicity of bog water to embryonic and larval anuran amphibians. *Journal of Experimental Zoology*, 204(1): 33–42.
- Seale D B. 1982. Physical factors influencing oviposition by the Woodfrog, *Rana sylvatica*, in Pennsylvania. *Copeia*, (3): 627–635.
- Seymour R S, Roberts J D, Mitchell N J, et al. 2000. Influence of environmental oxygen on development and hatching of aquatic eggs of the Australian frog, *Crinia georgiana*. *Physiological and Biochemical Zoology*, 73(4): 501–507.
- Skelly D K. 2001. Distributions of pond-breeding Anurans: an overview of mechanisms. *Israel Journal of Zoology*, 47(4): 313–332.
- 巴桑. 2005. 高山蛙(*Altirana seeineger*) 在拉萨地区的繁殖生态. *西藏大学学报*, 20(4): 74–77.
- 蔡凤坤, 苏凤艳, 刘海斌, 等. 2007. pH 值对东北林蛙卵的孵化率及蝌蚪生长发育的影响. *经济动物学报*, 11(2): 100–104.
- 郭其强, 卢杰, 罗大庆, 等. 2010. 西藏色季拉山阳坡林线方枝柏种群结构特征研究. *西北林学院学报*, 25(2): 15–18.
- 胡淑琴, 赵尔宓, 江耀明, 等. 1987. 西藏两栖爬行动物. 北京: 科学出版社.
- 李丕鹏, 赵尔宓, 董丙君. 2010. 西藏两栖爬行动物多样性. 北京: 科学出版社.
- 林玲, 罗建, 郑维列. 2008. 色季拉山区高寒山地植物的生态特征. *西北植物学报*, 28(11): 2327–2331.
- 马小艳. 2009. 青藏高原高山倭蛙的生活史研究. 武汉: 武汉大学博士学位论文.
- 王彦平, 武正军, 陆萍, 等. 2007. 宁波地区黑斑蛙的繁殖生态和产卵地选择. *动物学研究*, 28(2): 186–192.
- 杨富亿, 邵庆春, 李景林, 等. 2004. 中国林蛙蝌蚪对盐度和 pH 的耐受性. *生态学杂志*, 23(2): 37–40.
- 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 1985. 西藏森林. 北京: 科学出版社, 14–22.

欢迎订阅《动物学杂志》

《动物学杂志》是中国科学院动物研究所、中国动物学会主办的科技期刊,亦是中國自然科学核心期刊。主要报道动物学领域的最新研究成果,介绍有创见的新思想、新学说、新技术、新方法。报道范围既有宏观生态研究,又有微观实验技术。报道层次既有科学前沿性、资料性的,也有技术性、知识性的。稿件内容涉及范围广,实用性强,主要栏目有:研究报告、珍稀濒危动物、技术与方法、研究简报和快讯、科技动态等等。读者对象为动物科学领域的研究、教学、技术、管理人员及广大业余爱好者。

《动物学杂志》双月刊,16开,112页,2013年每册定价60元,全年360元,国内外公开发行。国内邮发代号:2-422;国外发行代号(Code No.):BM58。全国各地邮局均可订阅。如未能在当地邮局订到,可与编辑部直接联系。本刊对在校学生及个人订户7折优惠(直接与编辑部联系订阅)。

地址:北京市朝阳区北辰西路1号院5号中国科学院动物研究所内《动物学杂志》编辑部

邮编:100101;电话:(010)64807162。

E-mail: journal@ioz.ac.cn。网址:dwzzz.ioz.ac.cn。

欢迎投稿、欢迎订阅、欢迎刊登广告。