

昆明地区滇蛙与昭觉林蛙同域分布种群的生境利用比较

周伟*, 李明会, 麦紫, 李伟

(西南林学院 保护生物学学院, 云南昆明 650224)

摘要: 现有两栖类生境研究报道多局限于定性描述, 缺乏定量数据和统计分析支撑。以蛙的发现点为圆心, 作半径 1 m 的样圆, 测量 12 个生态因子。调查共记录滇蛙 (*Rana pleuraden*) 133 只和昭觉林蛙 (*Rana chaochiaoensis*) 62 只。采用两独立样本 *t*-检验和非参数 Mann-Whitney *U*-检验比较两种蛙对同一生境的利用, 结果表明, 在干燥草地生境仅最高植物高度差异显著; 湿润草地生境至水源距离和水百分比差异极显著, 水草百分比和湿泥百分比差异显著; 水体生境各种生态因子的差异均不显著。主成分分析结果显示, 在不同生境中滇蛙和昭觉林蛙所选择的因子往往相同或者顺序颠倒, 但这些因子的值几乎均是反向分离的, 即小生境不相同。两种蛙的生境利用各有偏好。滇蛙日间活动主要在水体, 而昭觉林蛙则在湿润草地和干燥草地。两种蛙对泥地生境利用都少。不同体长的滇蛙对水体生境利用度均较高。昭觉林蛙随着体长增加, 对隐蔽条件好的湿润草地和干燥草地生境利用度增加, 对水体的利用度减少。

关键词: 滇蛙; 昭觉林蛙; 同域分布种群; 生境利用; 昆明

中图分类号: Q959.53; Q958.12 文献标识码: A 文章编号: 0254–5853 (2006) 04–0389–07

Comparison of Habitat Utilization Between Sympatric Populations of *Rana pleuraden* and *R. chaochiaoensis* in the Kunming Area

ZHOU Wei*, LI Ming-hui, MAI Zi, LI Wei

(Faculty of Conservation Biology, Southwest Forestry College, Kunming 650224, China)

Abstract: Previous studies of the habitat utilization of amphibians in China have lacked robust descriptive and qualitative data. The authors measured 12 ecological factors in a one meter radius of each frog found in order to describe habitat utilization. One hundred and thirty-three individuals of *Rana pleuraden* and 62 of *R. chaochiaoensis* were found and recorded. Two independent sample *T* tests and nonparametric Mann-Whitney *U* tests were used for comparison of habitat utilization between the two frog species. The results indicate that in dry grass niches, only the highest plant height is significantly. In moist grass niches, the distance to water and percentage of water in the habitat is highly significantly different; percentage of float grass and wet mud is also significantly different. In water bodies, various ecological factors are significantly different. The results of a principal components analysis show that in different niches, the main ecological factors selected by *R. pleuraden* and *R. chaochiaoensis* are usually the same or their order is reversed. However, the importance of these factors is almost opposite, which means that their niches are different. Habitat utilization is therefore different and is actively selected by the two frog species. *R. pleuraden* chooses to live mainly in water bodies while *R. chaochiaoensis* lives in moist grass and dry grass niches. Both species of frog utilize muddy niches less than other niches. The body size of *R. pleuraden* does not affect their use of water habitats. However, larger *R. chaochiaoensis* utilize moist grass and dry grass niches more often than smaller individuals due to the ability of these habitats to conceal larger animals. They also utilize water bodies less than smaller individuals.

Key words: *Rana pleuraden*; *R. chaochiaoensis*; Sympatric population; Habitat utilization; Kunming

* 收稿日期: 2006–02–12; 接受日期: 2006–05–08

基金项目: 国家重点基础研究发展计划 (“973” 计划) 资助项目 (2003CB415100); 云南省环境科学与工程创新人才联合培养基地资助

* 通讯作者 (Corresponding author), 男, 教授, 博士, 主要从事生物多样性保护、动物生态学、脊椎动物区系、分类和系统进化等领域的科研和教学。E-mail: weizhou@public.km.yn.cn

生境选择 (habitat selection) 指野生动物确定和选择适宜生存、繁殖的营养和环境结构因子, 是动物长期进化适应的结果。几个主要关键因子如果存在, 就可基本满足动物生活的需要。野生动物对环境因子的要求往往比营养因子重要, 并多半是由其内在进化机制所决定 (Wei et al, 1998; Yan & Chen, 1998)。

我国动物生境选择研究起步较晚, 研究多集中于鸟类及兽类 (Shi & Zheng, 1997; Zhang & Ma, 2000; Yang et al, 2000; Zhang et al, 2003; Cui et al, 2005)。两栖类种群生态学研究报道不少, 但生境选择的研究报道不多 (Pan et al, 2002)。Zhou et al (1998) 对 5 种两栖类的生境调查发现, 不同种类的生境选择与形态相适应, 其生态分布受生境的植被状况及湿度等因素影响。Wang & Li (2000) 对中国林蛙 (*Rana chensinensis*) 的栖息生境及分布研究表明, 在海拔 400—800 m, 密度较高; 它们喜居于落叶阔叶林内, 或以落叶阔叶林为主的针阔混交林中, 以及与其相关的林缘灌丛、林间小溪、林间沼泽中。Yu (2000) 对赣东北山区越冬后的棘胸蛙 (*Rana spinosa*) 蝌蚪栖息地生物因子调查发现, 越冬后的 1 龄棘胸蛙蝌蚪主要栖息在山溪主流的分支、水流缓慢、流量较小的水坑中, 坑中水质瘦、清澈、稍偏酸。

现有两栖类生境研究多局限于定性描述, 缺乏定量数据和统计分析支撑 (Zhou et al, 2000; He et al, 2002)。若选择一些量化指标 (如地类、地表植被覆盖程度、植物种类等), 将栖息地小生境量化反映, 经统计分析和比较, 则能更准确反映一物种栖息地选择喜好。选择同域分布物种滇蛙 (*Rana pleuraden*) 和昭觉林蛙 (*R. chaochiaoensis*), 探讨它们的生境选择偏好, 可了解两栖类的生态分化途径, 丰富两栖类种群和群落研究内容, 为两栖类栖境条件的有效保护提供依据。

1 研究地概况与方法

1.1 研究地概况

观察地点位于昆明市东北郊西南林学院后山的白沙河靶场水塘 (东经 102°46'86"—102°46'90", 北纬 25°04'26"—25°04'31"), 海拔 1 962 m。水塘东西向宽 21—40 m, 南北方向长 63—82 m, 面积约 2 000 m²。四周高而中间低, 雨季时最深处超过 2

m, 旱季时平均水深约为 1.5 m。水源主要来源于降雨, 由附近山谷汇集流进水塘。塘内水草丰盛, 主要为禾本科的双穗雀稗 (*Paspalum paspalodes*) 和苋科的空心莲子草 (*Atrianthera philoxeroides*), 常年不败。水塘东西北三面环山, 山上树木茂盛, 树种为蓝桉 (*Eucalyptus globulus*) 与云南松 (*Pinus yunnanensis*) 的常绿混交林; 南面临谷, 有一拦水坝和一水沟。水沟供菜地灌溉之用, 平时常封堵。水塘西北岸主要为双穗雀稗构成的草地和高山灌丛草甸, 灌丛主要是悬钩子 (*Rubus corchorifolius*)、杨梅 (*Myrica rubra*) 等 (Li et al, 2005)。

1.2 方法

调查时间为 2004 年 10 月 30 日—2005 年 5 月 3 日, 蛙类越冬期间 (2004 年 12 月 19 日—2005 年 3 月 10 日) 未做调查。2004 年 10 月 30 日—12 月 19 日预观察, 检验方法的可行性及预操作。2005 年 3 月 11 日—5 月 3 日正式实地调查和数据采集, 每周 2 天, 共 16 天。每天观察 3 次 (9: 00—12: 00、12: 00—17: 00、17: 00—19: 00)。调查样线为沿水塘一周的闭合线路, 长约 300 m, 以线路两侧能够看到蛙的距离为宽度, 以约 0.3 km/h 的速度行走。因遇见蛙就要采集各类数据, 所以每次绕水塘一周约需 1 h。

1.2.1 数据采集 蛙的静栖点包含以下 5 种生境类型: 干燥草地、湿润草地、无植被干燥泥地、湿润泥地、水体。发现蛙后, 捕捉, 确定种类, 测其体长 (自吻端至体后端的直线距离), 然后释放。随后以发现点为圆心, 作半径为 1 m 的样圆, 测量和记录以下数据:

(1) 最高植物高度。用卷尺测量静栖点 0.20 m 范围内最高植物的高度 (精度 0.01 m)。

(2) 生境基质组成。将样圆 8 等分的半径作为测定线, 沿测定线每 0.20 m 设 1 个测点, 每条测定线有 5 个测点, 共计 40 个测点。记录每一测点上的生境基质类型 (水、水草、干草、湿泥、干泥、土壁), 计算样圆中各类型基质所占的百分比。

(3) 水温和气温。用酒精温度计测量水体或非水体生境中静栖点的水温和气温。

(4) 水深。测量水体生境中静栖点的水深 (精度 0.01 m)。

(5) 至水源或岸边的直线距离。测量非水体生境中蛙的静栖点距水源的直线距离, 或水体生境中

静栖点距岸的直线距离(精度 0.01 m)。

1.2.2 数据处理 数据处理应用 Excel 2000 和 SPSS11.0 for Windows 统计软件。为了比较两种蛙对同一种生境中的各种生态环境因子选择上的差异,采用两独立样本 t -检验,在检验之前采用单样本 Kolmogorov Smirnov Z 检验,发现这些变量均符合正态分布 ($P > 0.05$),而对水、水草、干草、干泥、湿泥和土壁等生境基质组成百分比型数据采用非参数 Mann-Whitney U -检验;对干燥草地、湿润草地和水体三类生境中的生态因子进一步做主成分分析,提取对两种蛙栖地利用起主导作用的关键因子(Yu & He, 2003)。由于两种蛙在干燥泥地和湿润泥地上的生境样本数少或无,未用于上述统计分析。

2 结果与分析

本次调查共记录 195 只蛙,其中滇蛙 133 只,

昭觉林蛙 62 只。

2.1 不同时段生境的利用

两种蛙对各类型生境的利用率差异较大,滇蛙日间活动主要生境为水体,而昭觉林蛙为陆地生境(湿润草地和干燥草地)(图 1)。

从早至晚,滇蛙和昭觉林蛙对水体的利用不断增加。在水体中发现滇蛙的频率均高于其他生境;而昭觉林蛙在 9:00—12:00、12:00—17:00 这两个时间段倾向在隐蔽物较多的陆地生境(干燥草地和湿润草地)中活动,而在 17:00—19:00 则倾向于在水体中活动(图 1)。

2.2 不同个体的生境利用

不同个体大小的滇蛙对水体生境的利用度均较大;而昭觉林蛙随着体长的增加,对隐蔽物较多的湿润草地和干燥草地生境利用度增加,对水体的利用度减少(图 2)。

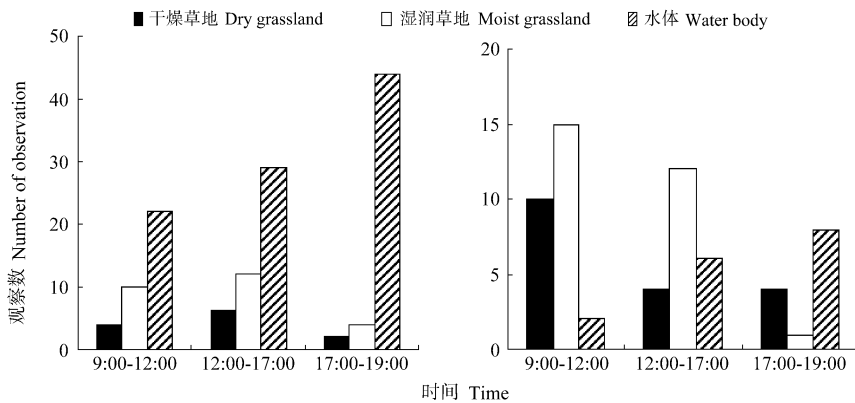


图 1 滇蛙(左)和昭觉林蛙(右)一天不同时间段的生境利用变化

Fig. 1 Changes in habitat utilization of *Rana pleuraden* (left) and *R. chaochiaoensis* (right) at different times during the day

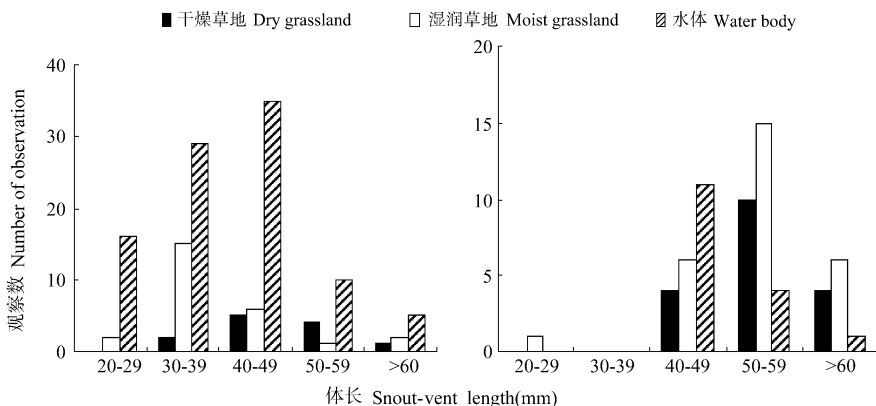


图 2 不同体长滇蛙(左)和昭觉林蛙(右)的生境利用变化

Fig. 2 Changes in habitat utilization of *Rana pleuraden* (left) and *R. chaochiaoensis* (right) at different snout-vent length

2.3 同一生境利用比较

比较同一生境2种蛙对相同生态因子利用情况, 检验结果表明, 干燥草地生境仅有最高植物高度差异显著, 其他生态因子差异不显著; 湿润草地生境到水源距离和水百分比差异极显著, 水草和湿泥百分比差异显著, 其他因子差异不显著; 水体生境各种生态因子的差异均不显著(表1)。

2.4 主成分分析结果

滇蛙在干燥草地生境中, 前3个主成分特征值均大于1, 累计贡献率达91.849%; 湿润草地中, 前两个主成分特征值均大于1, 累计贡献率达61.856%; 水体生境中, 前两个主成分特征值均大于1, 累计贡献率达55.771%(表2)。它们包含了栖息地变量的大部分信息, 因此提取这些因子并计算它们与原始变量的因子负荷。

昭觉林蛙在干燥草地中, 前4个主成分特征值均大于1, 累计贡献率达76.263%; 湿润草地中, 前4个主成分特征值均大于1, 累计贡献率达74.707%; 水体生境中, 前3个主成分特征值均大于1, 累计贡献率达86.751%(表2)。它们包含了栖息地变量的大部分信息, 因此提取这些因子并计算它们与原始变量的因子负荷。

3 讨论

3.1 时间与体长对生境利用的影响

从早至晚, 滇蛙和昭觉林蛙对水体的利用均不断增加(图1)。蛙为变温动物, 热量主要由外界环境获得, 太阳辐射是其维持体温的热源。上午水温偏低, 需利用光照使身体升温, 故部分蛙的静栖点在陆上。下午阳光强烈、气温高, 皮肤水分蒸发快, 为避免水分过多蒸发, 保持皮肤湿润以利呼吸, 所以, 蛙多在水体中活动。傍晚时分气温下降, 水的比热大, 水温下降缓慢, 可作为热源, 有助于保持体温, 所以, 蛙在水体中活动频繁。在9:00—12:00、12:00—17:00时段中, 昭觉林蛙陆栖比例高于水栖, 表明其耐旱能力较滇蛙强, 对水的依赖性比滇蛙弱, 可以在离水源稍远的地方活动。

昭觉林蛙随着体长增加, 对隐蔽物较多的湿润草地和干燥草地生境利用度增加, 对水的依赖性则减少(图2)。幼蛙变态时间不长, 表皮角质化程度没有成体的完善, 保水能力较弱(Wang et al, 1997), 且其陆地活动能力弱, 离水源近, 受惊时

易于逃入水中, 所以对水的依赖性强, 只限于岸边活动。随个体发育, 体长增加, 其保水能力与跳跃能力均得到加强, 对水的依赖性减小。而不同体长的滇蛙对水的依赖性都强(图2), 这除了与它的习性有关外, 还与滇蛙角质化程度较昭觉林蛙低, 以及保水能力较弱和对水的需求大有关。

3.2 环境因子对生境利用的影响

t 检验结果表明, 在陆地生境中, 两种蛙对最高植物高度要求差异显著, 水面积大小和至水源距离两个因子差异极显著。反映了昭觉林蛙喜欢静栖点周围隐蔽物较高、水面积较小、离水源较滇蛙远的地方活动。在水体生境中, 两种蛙对各种生态因子的要求均无显著差异, 说明两者的水体生境类似, 对水体中的各种生境基质的要求程度相近。干燥草地生境中, 滇蛙与昭觉林蛙第一主成分的重要因子均为干草和水草百分比, 其中滇蛙的水草百分比为负, 意为水草盖度高, 干草百分比为正值, 意为干草盖度低, 至水源直线距离值大, 意为离水源较近; 而昭觉林蛙则相反。滇蛙第二主成分重要因子为水百分比, 而该因子为昭觉林蛙第三主成分的重要因子, 说明了水对滇蛙比对昭觉林蛙更重要。滇蛙静栖点虽在干燥草地中, 但不能远离水源, 表明滇蛙对水的需求比昭觉林蛙大。

湿润草地生境中, 两种蛙的第一主成分重要因子相同, 均为干草和水草百分比、至水源直线距离等三个因子。第二主成分中, 重要因子皆为干泥百分比, 但滇蛙喜好干泥比例较低的生境, 昭觉林蛙则相反。干燥泥土缺少植被覆盖, 地表温度高, 蒸发量大, 由此可看出昭觉林蛙的耐旱能力较滇蛙强, 对水的要求没有滇蛙高。

水体生境中, 滇蛙的第一主成分重要因子为水草百分比和水百分比, 第二主成分重要因子为水深和到岸距离, 而昭觉林蛙的第一、二主成分重要因子顺序恰好颠倒, 说明两者在水体生境因子的选择和利用上存在差异。

两种蛙对泥地生境的利用都少或者无, 一方面在光照下泥地的温度高, 不利于蛙保持皮肤湿润; 另一方面, 因没有隐蔽物, 易被天敌发现, 增加被捕食机率。

4 结语

滇蛙对水体环境利用大, 而昭觉林蛙对陆地植被利用大。蛙适宜的水体条件是水深小于蛙体长或

表 1 两种蛙不同栖境生态因子差异比较
 Tab. 1 Comparison of habitat factors between *Rana pleuraden* and *R. chaochiaoensis* in different habitat factors

生态因子 Ecological factors	Mean \pm SE											
	干燥草地 DGL				湿润草地 MGL				水体 WB			
	滇蛙 RP n = 12	昭觉林蛙 RC n = 18	滇蛙 RP n = 26	昭觉林蛙 RC n = 28	滇蛙 RP n = 26	昭觉林蛙 RC n = 28	滇蛙 RP n = 95	昭觉林蛙 RC n = 16	滇蛙 RP n = 26	昭觉林蛙 RC n = 28	滇蛙 RP n = 95	昭觉林蛙 RC n = 16
气(水)温 AT or WT(°C)	22.85 \pm 0.83	22.56 \pm 0.55	22.55 \pm 0.45	22.45 \pm 0.52	22.55 \pm 0.45	22.45 \pm 0.52	18.74 \pm 0.45	19.59 \pm 0.71	22.55 \pm 0.45	22.45 \pm 0.52	18.74 \pm 0.45	19.59 \pm 0.71
最高植物高度 HHP(mm)	150.83 \pm 24.10	290.44 \pm 57.94	132.31 \pm 23.60	169.79 \pm 13.09	132.31 \pm 23.60	169.79 \pm 13.09	162.63 \pm 8.33	166.88 \pm 19.62	132.31 \pm 23.60	169.79 \pm 13.09	162.63 \pm 8.33	166.88 \pm 19.62
至水源(岸)距离 DW or DS(mm)	1 632.50 \pm 631.67	1 427.78 \pm 321.62	348.08 \pm 52.85	628.57 \pm 81.87	348.08 \pm 52.85	628.57 \pm 81.87	1 192.13 \pm 110.50	973.75 \pm 131.97	348.08 \pm 52.85	628.57 \pm 81.87	1 192.13 \pm 110.50	973.75 \pm 131.97
水深 WD(mm)	—	—	—	—	—	—	147.47 \pm 8.64	161.56 \pm 18.38	—	—	147.47 \pm 8.64	161.56 \pm 18.38
水百分比 PWA(%)	8.96 \pm 3.02	4.86 \pm 1.84	20.29 \pm 3.34	11.07 \pm 2.67	20.29 \pm 3.34	11.07 \pm 2.67	22.87 \pm 1.66	29.22 \pm 3.56	20.29 \pm 3.34	11.07 \pm 2.67	22.87 \pm 1.66	29.22 \pm 3.56
水草百分比 PMCLA(%)	14.09 \pm 5.48	30.14 \pm 9.00	55.39 \pm 5.26	72.23 \pm 4.58	55.39 \pm 5.26	72.23 \pm 4.58	71.34 \pm 2.25	68.75 \pm 3.59	55.39 \pm 5.26	72.23 \pm 4.58	71.34 \pm 2.25	68.75 \pm 3.59
干草百分比 PDCLA(%)	68.33 \pm 9.91	60.00 \pm 10.23	20.48 \pm 4.57	12.50 \pm 4.40	20.48 \pm 4.57	12.50 \pm 4.40	3.66 \pm 1.17	2.03 \pm 1.87	20.48 \pm 4.57	12.50 \pm 4.40	3.66 \pm 1.17	2.03 \pm 1.87
干泥百分比 PDLA(%)	0.63 \pm 0.63	2.08 \pm 1.81	1.54 \pm 1.07	0	1.54 \pm 1.07	0	0	0	1.54 \pm 1.07	0	0	0
湿泥百分比 PMLA(%)	0	0.97 \pm 0.70	1.54 \pm 1.17	4.02 \pm 1.26	1.54 \pm 1.17	4.02 \pm 1.26	0.90 \pm 0.48	0	1.54 \pm 1.17	4.02 \pm 1.26	0.90 \pm 0.48	0
土壁百分比 PMWA(%)	9.17 \pm 4.22	1.94 \pm 1.67	0.77 \pm 0.53	0.18 \pm 0.18	0.77 \pm 0.53	0.18 \pm 0.18	1.24 \pm 0.53	0	0.77 \pm 0.53	0.18 \pm 0.18	1.24 \pm 0.53	0

生态因子 Ecological factors	干燥草地 DGL				湿润草地 MGL				水体 WB			
	t	df	P	t	df	P	t	df	t	df	P	P
气(水)温 AT or WT(°C)	0.309	28.0	0.759	0.143	52.0	0.887	-0.750	109.0	-0.750	109.0	0.455	0.455
最高植物高度 HHP(mm)	-2.288	22.4	0.032*	-1.415	52.0	0.163	-0.194	109.0	-0.194	109.0	0.846	0.846
至水源(岸)距离 DW or DS(mm)	0.317	28.0	0.754	-2.878	45.6	0.006**	1.269	40.2	1.269	40.2	0.212	0.212
水深 WD(mm)	—	—	—	—	—	—	-0.629	109.0	-0.629	109.0	0.530	0.530

Mann-Whitney Test												
生态因子 Ecological factors	干燥草地 DGL				湿润草地 MGL				水体 WB			
	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	P	
水百分比 PWA(%)	-0.951	0.342	-2.671	0.008**	-2.671	0.008**	-1.615	0.106	-1.615	0.106	0.106	0.106
水草百分比 PMCLA(%)	-0.717	0.473	-2.297	0.022*	-2.297	0.022*	-1.026	0.305	-1.026	0.305	0.305	0.305
干草百分比 PDCLA(%)	-0.671	0.502	-1.538	0.124	-1.538	0.124	-0.296	0.768	-0.296	0.768	0.768	0.768
干泥百分比 PDLA(%)	-0.244	0.807	-1.482	0.138	-1.482	0.138	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000
湿泥百分比 PMLA(%)	-1.464	0.143	-2.237	0.025*	-2.237	0.025*	-0.935	0.350	-0.935	0.350	0.350	0.350
土壁百分比 PMWA(%)	-1.577	0.115	-0.698	0.485	-0.698	0.485	-1.028	0.304	-1.028	0.304	0.304	0.304

Abbreviation: AT: Air temperature; DGL: Dry grassland; DS: Distance to shore; DW: Distance to water; HHP: Height of the highest plant; MGL: Moist grassland; PDCLA: Percentage of dried grassland area in plot; PDLA: Percentage of clay land area in plot; PMCLA: Percentage of moist grassland area in plot; PMWA: Percentage of mud wall area in plot; PMLA: Percentage of moist land area in plot; PWA: Percentage of water area in plot; RC: *Rana chaochiaoensis*; RP: *R. pleuraden*; WB: Water body; WD: Water depth; WT: Water temperature.

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

表 2 滇蛙和昭觉林蛙不同生境 11 种因子对前 2—4 个主成分的负荷量
 Tab. 2 Loads of 11 ecological factors by *Rana pleuraden* and *R. chaochiaensis* in different habitats for the first 2—4 principal component

生态因子 Ecological factors	滇蛙 <i>Rana pleuraden</i> components					
	干燥草地 DCL			湿润草地 MGL		
	1	2	3	1	2	3
气温 AT	0.214	-0.367	0.876	0.247	0.174	—
至水源(岸)直线距离 DW or DS	0.795	0.153	-0.497	0.862	-0.241	-0.035
水深 WD	—	—	—	—	—	0.731
水温 WT	—	—	—	—	—	0.794
最高植物高度 HHP	-0.205	0.890	0.281	0.686	0.189	0.438
水百分比 PWA	-0.287	0.901	0.090	-0.545	0.500	-0.313
水草百分比 PMGLA	-0.907	-0.194	-0.218	-0.610	-0.663	0.016
干草百分比 PDCLA	0.934	0.238	0.101	0.937	0.035	0.095
干泥百分比 PDLA	—	—	—	-0.159	0.818	—
湿泥百分比 PMLA	—	—	—	—	—	—
土壁百分比 PMWA	—	—	—	—	—	—
特征值 TE	2.497	1.855	1.159	2.846	1.484	1.884
贡献率 PVE(%)	41.611	30.923	19.315	40.657	21.194	31.394
累计贡献率 CP(%)	41.611	72.534	91.849	40.657	61.852	31.394
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771
						1.463
						24.377
						55.771

保持栖息地泥土的湿润 (Wang et al, 1997)。据观察, 滇蛙在水深超过其体长时, 喜欢趴在水草上; 而在水体和岸边的交接处, 半沉于水中, 只把眼睛和背部露出水面; 而昭觉林蛙则喜欢伏在干草丛中, 草丛植物高度较高, 可防止太阳直射, 使温度较外界低, 这样对昭觉林蛙保持皮肤湿润起到一定的作用。这样的栖境条件与它们的生活习性是相适应的。遇到干扰时, 滇蛙利用水体对天敌起到一定的屏障作用而逃遁, 而昭觉林蛙利用陆地隐蔽条件躲避敌害 (Zhou et al, 2003)。

滇蛙和昭觉林蛙呈同地域分布, 栖息地有部分重叠。虽然昭觉林蛙的短距离迁徙行为在一定程度

上避免了与滇蛙的种间竞争 (Zhou et al, 2003), 而真正使它们彼此之间相互适应, 长期共存的原因是生境选择和利用的差异。因为对生境选择的结果, 往往会限制动物自身的分布范围, 也容易形成生态位的隔离; 而生境分离是同地域分布的近缘种间生态位分离的最普遍的形式, 并能使同地域分布的物种之间达到共存 (Zhang et al, 2002)。

致谢: 西南林学院野生动物保护与自然保护区管理专业 2001 级的杨柄辉、王进和彭曙光参与了部分野外工作, 在此一并表示衷心感谢。

参考文献:

- Cui QH, Jiang ZG, Lian XM, Zhang TZ, Su JP. 2005. Factors influencing habitat selection of root voles (*Microtus oeconomus*) [J]. *Acta Theriol Sin*, **25** (1): 45–51. [崔庆虎, 蒋志刚, 连新明, 张同作, 苏建平. 2005. 根田鼠栖息地选择的影响因素. 兽类学报, **25** (1): 45–51.]
- He XR, Wang ZJ, Wu JL. 2002. Studies on biodiversity and conservation of amphibians in Kunming, Yunnan Province [J]. *Sichuan J Zool*, **21** (3): 177–180. [何晓瑞, 王紫江, 吴金亮. 2002. 昆明地区两栖动物多样性及保护研究. 四川动物, **21** (3): 177–180.]
- Li MH, Yang Y, Zhou W, Yu GQ, Zhang XY. 2005. Habitat selection and living habits about the natural tadpoles of bullfrog [J]. *J Southwest For Coll*, **25** (1): 47–50. [李明会, 杨颖, 周伟, 于桂清, 张兴宇. 2005. 野生牛蛙蝌蚪栖息与生活习性. 西南林学院学报, **25** (1): 47–50.]
- Pan XF, Zhou W, Zhou YW, Jiang GS. 2002. A summary of studies on amphibian population ecology in China [J]. *Zool Res*, **23** (5): 426–436. [潘晓斌, 周伟, 周用武, 江桂盛. 2002. 中国两栖类种群生态研究概述. 动物学研究, **23** (5): 426–436.]
- Shi JB, Zheng GM. 1997. The seasonal changes of habitats of Elliot's pheasant [J]. *Zool Res*, **18** (3): 275–283. [石建斌, 郑光美. 1997. 白颈长尾雉栖息地的季节变化. 动物学研究, **18** (3): 275–283.]
- Wang SB, Qu YF, Jing ZQ, Jiang CG, Wu QH. 1997. Research on the suitable living environment of the *Rana chensinensis* larva [J]. *Chin J Zool*, **32** (1): 38–41. [王寿兵, 屈云芳, 经佐琴, 蒋朝光, 吴千红. 1997. 中国林蛙幼体适宜生存环境的探讨. 动物学杂志, **32** (1): 38–41.]
- Wang XH, Li T. 2000. Study on the habitats of *Rana chensinensis* [J]. *Jilin For Sci Technol*, **29** (1): 9–12. [王晓红, 李彤. 2000. 中国林蛙栖息生境的研究. 吉林林业科技, **29** (1): 9–12.]
- Wei FW, Feng ZJ, Wang ZW. 1998. A general situation for habitat selection in wild life research [J]. *Chin J Zool*, **33** (4): 48–52. [魏辅文, 冯祚建, 王祖望. 1998. 野生动物对生境选择的研究概况. 动物学杂志, **33** (4): 48–52.]
- Yan ZC, Chen YL. 1998. Habitat selection in animals [J]. *Chin J Ecol*, **17** (2): 43–49. [颜忠诚, 陈永林. 1998. 动物的生境选择. 生态学杂志, **17** (2): 43–49.]
- Yang WK, Zhong WQ, Gao XY. 2000. A review of studies on avian habitat selection [J]. *Arid Zone Res*, **17** (3): 71–78. [杨维
- 康, 钟文勤, 高行宜. 2000. 鸟类栖息地选择研究进展. 干旱区研究, **17** (3): 71–78.]
- Yu JY, He XH. 2003. Statistics and Analysis for Data the Application of SPSS [M]. Beijing: Post & Telecommunications Press, 292–310. [余建英, 何旭宏. 2003. 数据统计与 SPSS 应用. 北京: 人民邮电出版社, 292–310.]
- Yu PC. 2000. Studies on biological factors of the habitat of *Rana spinosa* tadpoles in northeastern Jiangxi Province [J]. *Sichuan J Zool*, **19** (3): 163–164. [虞鹏程. 2000. 赣东北棘胸蛙蝌蚪栖息地生物因子研究. 四川动物, **19** (3): 163–164.]
- Zhang GG, Zhang ZW, Zheng GM, Li XQ, Li JF, Huang L. 2003. Spatial pattern and habitat selection of brown eared pheasant in Wulushan Nature Reserve, Shanxi Province [J]. *Chin Biodivers*, **11** (4): 303–308. [张国钢, 张正旺, 郑光美, 李晓强, 李俊峰, 黄雷. 2003. 山西五鹿山褐马鸡不同季节的空间分布与栖息地选择研究. 生物多样性, **11** (4): 303–308.]
- Zhang HH, Ma JZ. 2000. A preliminary study on the habitat selection of sable (*Martes zibellina*) in the autumn [J]. *Acta Ecol Sin*, **20** (1): 150–154. [张洪海, 马建章. 2000. 紫貂秋季生境选择的初步研究. 生态学报, **20** (1): 150–154.]
- Zhang ZJ, Hu JC, Wu H. 2002. Comparison of habitat selection of giant pandas and red pandas in the Qionglai Mountains [J]. *Acta Theriol Sin*, **22** (3): 161–168. [张泽钧, 胡锦矗, 胡华. 2002. 邛崃山系大熊猫和小熊猫生境选择的比较. 兽类学报, **22** (3): 161–168.]
- Zhou LZ, Song YJ, Tian Y. 1998. A preliminary study on habitat selection and trophic ecology of amphibians in Nanhu Park, Changchun City [J]. *J Huaibei Coal Mining Teach Coll*, **19** (1): 64–70. [周立志, 宋榆钧, 田蕴. 1998. 长春市南湖公园两栖类的生境选择和营养生态的初步研究. 淮北煤师院学报, **19** (1): 64–70.]
- Zhou W, Cai YS, Zhang CS. 2000. Relationship between distribution and habitat of amphibians in Kunming, Yunnan [J]. *Sichuan J Zool*, **19** (1): 9–12. [周伟, 蔡永寿, 张成生. 2000. 昆明两栖动物分布与栖息环境关系初探. 四川动物, **19** (1): 9–12.]
- Zhou W, Li MH, Pan XF. 2003. Morphological differentiation between *Rana pleuraden* and *Rana chaochiaoensis* with comments on their potential adaptive significance [J]. *Zool Res*, **24** (6): 445–451. [周伟, 李明会, 潘晓斌. 2003. 滇蛙昭觉林蛙的形态差异及其潜在适应意义. 动物学研究, **24** (6): 445–451.]