

云南柳莺鸣声特点及地理差异的初步分析

李金林^{①②} 孙悦华^{①*} Jochen MARTENS^③ 毕中霖^①

(①中国科学院动物研究所 北京 100101; ②甘肃农业大学林学院 兰州 730030;

③美因茨大学 德国)

摘要: 1997、2002 和 2005 年 5~ 7 月, 在陕西省、四川省和甘肃省内共 7 个地区采集云南柳莺 (*Phylloscopus yunnanensis*) 的鸣声样本, 并分析采自不同地区的共 40 个个体的鸣声。发现云南柳莺的鸣唱 (song) 和鸣叫 (calls) 在同一地区存在一定的差异。比较 99 段云南柳莺的鸣唱声, 发现持续时间与间隔时间之间存在显著的负相关 (Pearson, $r = -0.276$, $P = 0.006$, $n = 99$)。单因素方差分析表明, 不同地区云南柳莺鸣唱的最高频率、最低频率和持续时间没有显著差异, 而音节的间隔时间及音素数量均存在显著差异 ($P = 0.006$; $P = 0.000$)。结果表明, 不同海拔、地区之间个体鸣唱音节间隔时间与海拔成正相关 (Pearson, $r = 0.425$, $P = 0.03$, $n = 26$)。

关键词: 云南柳莺; 鸣声分析; 地域差异; 海拔

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2008)03-126-05

Preliminary Analysis of the Vocalization and its Geographical Variation of Chinese Leaf Warbler

LI Jin-Lin^{①②} SUN Yue-Hua^{①*} Jochen MARTENS^③ BI Zhong-Lin^①

(① Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101;

② College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730030, China;

③ University of Mainz, Germany)

Abstract: In the spring-summer of 1997, 2002 and 2005, the vocalization of 40 birds of Chinese Leaf Warbler (*Phylloscopus yunnanensis*) was collected in Shaanxi, Sichuan and Gansu Provinces and analyzed. We found that both songs and calls varied between individuals in the same area. We failed to find any significant difference in the highest and lowest frequencies among the characteristics of the songs collected at Lianhuashan (Gansu), Taibaishan (Shaanxi) and Longxihongkou (Sichuan), however, the duration between syllables and number of notes showed significant differences. Birds living in forest at higher altitude presented territory songs with lower frequency.

Key words: Chinese Leaf Warbler (*Phylloscopus yunnanensis*); Vocalization analysis; Geographical variation; Altitude

鸟类鸣声对于鸟类的占区、求偶、领域标记等繁殖行为以及个体之间的联络有重要的作用^[1]。雀形目鸣禽类的鸣唱具有高度的复杂性和多样性, 不同物种在鸣唱型、音节等方面有着很大的差异^[2]。中国柳莺属鸟类物种丰富、形态相似、鸣声复杂多样, 但国内关于柳莺属鸟类的鸣声分析研究较为薄弱。

名为四川柳莺 (*P. sichuanensis*)^[3], 主要分布于我国中部及东部, 繁殖期在 5~ 7 月。关于云南柳莺的鸣声, Alström 等给出了其主要特征^[4],

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 30620130110) 资助;

* 通讯作者, E-mail: sunyh@iz.ac.cn;

第一作者介绍 李金林, 男; 研究方向: 雀形目鸟类生态学和行为学; E-mail: lijnlin@iz.sina.com.

收稿日期: 2007-10-06, 修回日期: 2008-03-05

云南柳莺 (*Phylloscopus yunnanensis*) 曾被定

Martens 等发现不同地域的鸣唱存在差异, 但未作具体分析^[9]。本文分析了云南柳莺的鸣唱和鸣叫特征, 并初步探讨了其鸣声的个体差异和地域差异。

1 研究地区与方法

1997、2002 和 2005 年 5~7 月, 在陕西省老县城自然保护区、长青自然保护区, 四川省龙溪-虹口自然保护区、唐家河自然保护区、宝兴县及甘肃省莲花山自然保护区采集了云南柳莺的鸣声样本。

老县城自然保护区位于陕西省周至县境内的秦岭南麓(107°40′~107°49′ E, 33°43′~33°50′ N), 总面积 12 611 hm²。鸟声采集地主要集中在该区海拔 1 700~3 100 m 的常绿阔叶混交林至针叶林带。长青自然保护区位于陕西省洋县境内(107°17′~107°55′ E, 33°19′~33°44′ N), 鸟声采集地主要集中在核心区海拔 2 500 m 以上的亚高山针叶林带。龙溪-虹口自然保护区位于四川省都江堰市西北部(103°32′~103°43′ E, 31°04′~31°22′ N), 为典型的高山峡谷地貌, 处于四川盆地向青藏高原的过渡带上, 地质构造复杂, 气候温暖湿润。鸟声采集集中在核心区海拔 2 000 m 以上巴山冷杉(*Abies fargesii*) 为主的亚高山针叶林带。唐家河自然保护区位于四川省青川县境内(32°32′~32°41′ N, 104°37′~104°53′ E), 总面积为 400 km²。鸟声采集集中在该区海拔 2 500 m 的原始针叶林带。莲花山自然保护区位于甘肃省康乐、卓尼、临潭三县交界处(34°56′~34°58′ N, 103°44′~103°48′ E)。区内最高海拔 3 578 m, 坡度在 20~40° 之间。鸟声采集在海拔 2 300~2 900 m 以上的针阔混交林和针叶林带。太白山样本的主要采集地于秦岭北麓、黑河上游的厚畛子, 最高海拔 2 800 m, 最低海拔 1 200 m。该区森林茂密, 气候温暖湿润。

声音的采集时间一般在鸟类鸣唱行为较为活跃的清晨。在野外通过 Sennheiser 定向话筒和 Sony WM-D6C 录音机进行声音采集, 录到的声音通过计算机以 16 位 44 100 Hz 频率进行 A/

D 数字化转换。用声音处理软件 BatSound 3.1 和统计软件 SPSS 13.0 分析鸣声的差异。

相关术语的定义: 音素为声谱图上一段连续深色区块; 音节指一组(一个或一个以上)在歌曲中会一起出现的音素; 音素数为每组音节中包含的音素数量; 持续时间为两个音节的持续时间; 间隔时间为两个音节的间隔时间^[6,7]。本文采用 Tracy 和 Baker 对音节的划分标准, 相邻音素间隔小于 0.02 s 视为一个音节, 相邻音素间隔 0.1 s 以上的视为不同音节^[8]。

2 结果

2.1 云南柳莺的鸣声类型

云南柳莺的鸣声易于识别, 根据其鸣声的发生时期及功能分为鸣唱和鸣叫两种类型。鸣唱一般是由雄鸟在繁殖期内发出的较长的、相对稳定复杂的鸣声; 而鸣叫一般是指鸟类发出的较短促、简单的鸣声^[7]。本研究共录到 40 只云南柳莺的鸣声, 包括 14 只个体的鸣叫和 26 只个体的鸣唱(表 1)。

据观察, 云南柳莺一般在树尖等显著的位置鸣唱, 声音响亮而持久, 且很有特点, 为相似音节的简单重复, 变化较小(图 1: A)。鸣唱的音节一般由 4~6 个音素组成, 音节的持续时间为(315.6±39.1) ms ($n=26$), 最高频率(7.57±0.20) kHz ($n=26$), 最低频率(2.29±0.29) kHz ($n=26$)。云南柳莺鸣叫时一般位于灌丛等不太明显的位置, 持续时间为(1.17~15.5) s ($n=14$)。根据对 14 只鸣叫个体的总结, 鸣叫共计有 4 种基本模式(图 1: B~E), 在同一个体中没有完整的 4 种鸣叫类型, 一般只出现 1~2 种。鸣叫的音节一般由声纹向右倾斜的斜线式音素或垂直于 X 轴的短线式音素组成, 最高频率为(7.12±0.39) kHz ($n=14$), 最低频率为(2.81±0.39) kHz ($n=14$), 间隔时间变化很大, 范围在 0.8~41.9 s 之间。

2.2 同一地区个体间的差异

总结莲花山云南柳莺个体的鸣唱, 发现存在 3 种类型, 音节都是由 6 个音素组成。从形态上看, 其前 4 个音素基本相同, 第 1 音素的声纹向右倾斜且频率较高, 第 2 音素的声纹向左倾斜且频率较低, 第

表 1 云南柳莺鸣声采集信息

Table 1 Information of collected vocalizations of the *Phylloscopus yunnanensis*

采集地 Location	栖息地 Habitat	海拔 (m) Altitude	样本数 (n) Sample size		采集时间 Time (年-月 Month-Year)
			鸣叫 Call	鸣唱 Song	
陕西老县城 Laoxiancheng, Shaanxi	次生林 Secondary forest	1 700	2	2	2005-5
陕西长青 Changqing, Shaanxi	针叶林 Conifer forest	2 500	2	2	2005-5
四川龙溪虹口 Longxihongkou, Sichuan	针阔混交林 Conifer-deciduous mixing forest	2 000	2	5	2002-5
四川宝兴 Baoxing, Sichuan	针叶林 Conifer forest	2 700	1	2	2002-5
四川唐家河 Tangjiahe, Sichuan	次生林 Secondary forest	2 500	1	1	2005-5
陕西太白山 Taibaishan, Shaanxi	针叶林 Conifer forest	2 500~ 3 050	1	6	1997-5
甘肃莲花山 Lianhuashan, Gansu	针叶林 Conifer forest	2 300~ 2 900	5	8	2005-6~ 7

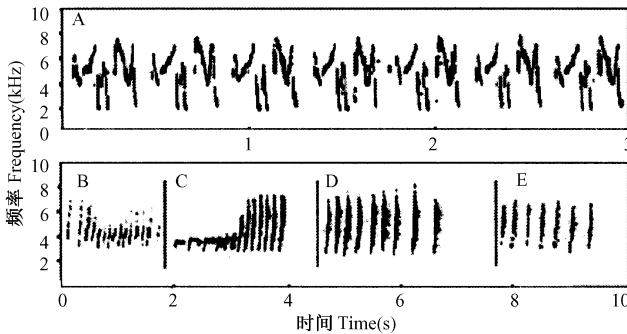


图 1 云南柳莺鸣声类型声谱图

Fig. 1 Vocalization patterns of the *Phylloscopus yunnanensis*

A. 鸣唱; B- E. 鸣叫。A. Songs; B- E. Calls.

3、4 音素的声纹呈点状并紧靠在一起, 第 5、6 音素的声纹变化程度较大(图 2: A~ C)。

太白山云南柳莺鸣唱个体中亦为 3 种类型, 不仅音节形状出现差异, 而且音素数也不同(4~ 6 个, 图 2: D~ F)。而龙溪虹口云南柳莺的鸣唱个体存在两种类型, 组成音节的音素形状、音素数、持续时间、间隔时间及频率等指标皆不相同(图 2: G、H)。为了便于说明云南柳莺同一地区内个体间的差异, 将声谱图上的音节分为 3 个基本单元(图 2: I)。甘肃莲花山和陕西太白山的个体, 单元 I 和单元 II 较为稳定, 差异主要表现在单元 III 的变化; 而四川龙溪虹口的个体则单元 II 相对稳定, 差异表现在其他两个单元上的变化。

3 个地区云南柳莺每只鸣唱个体一般只有一种音节类型。所记录的莲花山 8 个个体中 A

型有 3 个个体、B 型有 4 个个体、C 型有 2 个个体; 太白山共有 6 个个体, 其中 D 型有 2 个个体、E 型有 3 个个体、F 型有 1 个个体; 龙溪虹口共有 5 个个体, 其中 G 型有 2 个个体、H 型有 3 个个体。比较 99 段云南柳莺的鸣唱声, 发现持续时间和间隔时间之间存在显著的负相关 (Pearson, $r = -0.276$, $P = 0.006$, $n = 99$)。

2.3 不同地区鸣声的差异 各地区共记录 26 只云南柳莺个体的鸣唱, 在野外听起来鸣声很相似, 但经过声谱分析发现其间存在一定的差异。使用单因素方差分析方法 (One-way ANOVA) 分析了 7 个地区云南柳莺鸣唱的鸣声参数, 发现它们在最高频率、最低频率和持续时间上没有显著差异; 而音节的间隔时间和音素数上存在显著差异 ($F = 9.434$, $P = 0.006$; $F = 4.328$, $P = 0.000$)。

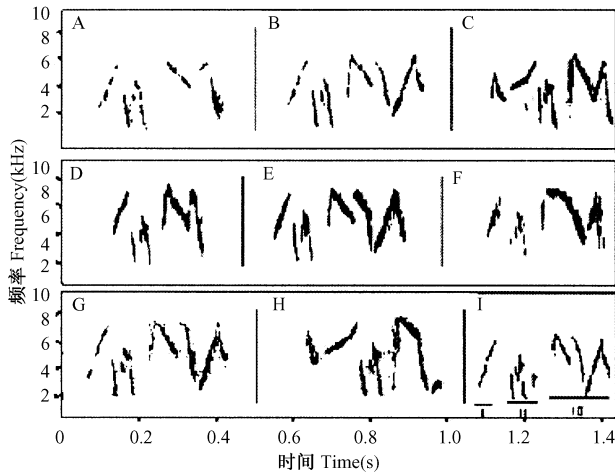


图 2 云南柳莺鸣唱声谱图的个体差异

Fig. 2 Individual vocalization difference of the songs of the *Phylloscopus yunnanensis*

A~ C. 莲花山; D~ F. 太白山; G, H. 龙溪虹口; I. 结构示意图。

A~ C. Lianhuashan; D~ F. Taibaishan; G, H. Longxi hongkou; I. Structure

比较分析海拔从 1 930~ 3 050 m 的 26 只云南柳莺个体的鸣唱, 发现在不同地区鸣唱的间隔时间与海拔呈正相关 (Pearson, $r = 0.425$, $P = 0.03$ $n = 26$), 即海拔较高, 鸣唱的间隔时间较长。

3 讨论

许多鸟类的声音都会随着地理分布的不同而出现变异^[7,9,10], 主要原因可以归纳为环境与基因的影响。对白头鹎 (*Pycnonotus sinensis*) 的研究发现, 6 个地区个体的主频差和音素数有明显差异, 认为白头鹎存在较为稳定的地方性方言^[11]。所谓“方言”, 至少应满足两个条件, 一是各方言区域在地理分布上截然分开, 具有明显边界; 二是各方言内部都具有一个共同的鸣唱类型或特征, 而在方言区之间鸣唱的差异是不连续或者分类别的^[12,13]。本文对 3 个地区云南柳莺的研究发现, 其鸣唱的最高频率、最低频率、音节的持续时间没有显著差异; 而音素数和音节的间隔时间具有显著的差异。说明云南柳莺可能尚未形成系统的方言, 只是处于开始形成方言的过程中。

音素是指声谱图上一段连续而没有中断的深色区块。对于同一音节, 由于声谱分析仪器

和软件的精确度不同, 或是录音仪器、录音质量不同, 可能给出不同的音素数。本研究中采用的鸣声质量较好, 划分标准基本一致, 从而保证了数据的准确性。

栖息地类型不同是造成鸟类鸣声频率出现差异的主要原因^[7,14,15]。本研究中莲花山、太白山和龙溪虹口 3 个地区云南柳莺鸣唱的最高频率及最低频率没有显著差异, 可能与 3 个地区栖息地类型较为相似有关。莲花山云南柳莺不同个体鸣唱的音素数较为稳定 (皆为 6 个), 而太白山和龙溪虹口云南柳莺的音素数一般为 4~ 6 个, 表现出一定的多样性。

云南柳莺鸣唱音节的间隔时间与海拔呈正相关关系, 推测可能与鸟类鸣声的能量学有一定的关系。云南柳莺鸣唱音节的持续时间与间隔时间呈负相关, 其机制需要进一步的深入研究进行解释。

参 考 文 献

- [1] 郑光美. 鸟类学. 北京: 北京师范大学出版社, 1995
- [2] 雷富民, 王钢, 尹祚华. 鸟类鸣唱的复杂性和多样性. 动物分类学报, 2003, 28(1): 163~ 171.
- [3] 孙悦华, 毕中霖. 四川柳莺实为云南柳莺的同物异名. 动物学杂志, 2003, 38(6): 109.
- [4] Alström P, Olsson U, Colston P R. A new species of

- Phylloscopus* warbler from central China. *Ibis*, 1992, **134**: 329 ~ 334.
- [5] Martens J, Tietze T D, Eck S, et al. Radiation and species limits in the Asian Pallas' s warbler complex (*Phylloscopus proregulus*). *J Ornithol.*, 2004, **145**: 206~ 222
- [6] Martin D J. Song of the Fox Sparrow, I. Structure of songs and its comparison with other Emberizidae. *Condor*, 1977, **79**: 209 ~ 221.
- [7] Catchpole C K, Slater P J B. Bird Song: Biological Themes and Variations. Cambridge: Cambridge University Press, 1995
- [8] Tracy T T, Baker M C. Geographic variation in syllables of House Finch songs. *Auk*, 1999, **116**: 666~ 676.
- [9] 杜晓薇, 刘小如. 画眉 (*Garrulus canorus*) 鸣唱声的地理变异. 见: 颜重威编. 海峡两岸鸟类学术研讨会论文集. 台湾: 国立自然科学博物馆, 2003, 155~ 162.
- [10] Lemon R E, Chatfield C. Organization of song in cardinals. *Animal Behaviour*, 1971, **19**: 1~ 17.
- [11] 姜仕仁, 丁平, 施青松等. 白头鹎方言的初步研究. 动物学报, 1996, **42**(4): 361~ 367.
- [12] Mundinger P C. Microgeographic and macrogeographic variation in acquired vocalizations of birds. In: Kroodsma D E, Miller E H eds. Acoustic Communication in Birds, vol. 2 New York: Academic Press, 1982, 147 ~ 208.
- [13] Warren P S. Geographic variation and dialects in songs of the bronzed cowbird (*Molothrus aeneus*). *Auk*, 2002, **119**: 349~ 361.
- [14] Morton E S. Ecological source of selection on avian sounds. *The American Naturalist*, 1975, **109**: 17~ 34
- [15] Tubaro P L, Segura E T. Geographic, ecological and subspecific variation in the song of the Rufous-browed Peppershrike (*Cyclarhis gujanensis*). *Condor*, 1995, **97**: 792~ 803.

湖北沙湖发现黑鹳种群

黑鹳 (*Ciconia nigra*) 在全世界仅存 1 000 多个繁殖对 (郑光美, 2002), 在瑞典、丹麦、比利时、荷兰、芬兰等国已绝迹, 在德国、法国、朝鲜半岛也很难见到 (闫占山, 2005)。在我国, 1999 年 6 月报道仅存 2 000 只左右, 2006 年 6 月下降到 700~ 1 000 只, 属濒危物种 (汪松, 1988), 被列为国家重点保护 I 级野生动物 (国家重点保护野生动物名录, 1989)。胡鸿兴 (1995, 2001, 2005, 2006) 等人在湖北省记录黑鹳情况如下: 1986 年在沉湖自然保护区记录到 42 只; 1999 年在龙感湖记录黑鹳 54 只是迄今长江中下游最大的越冬种群; 2004 年在龙感湖和石首天鹅洲长江故道分别记录到 32 只和 12 只。

2007 年 1 月我们在湖北省仙桃市沙湖湿地自然保护区南武湖 (30°09.368'N, 113°47.507'E) 记录到 14 只黑鹳, 并拍摄照片 30 余张。调查期间黑鹳种群始终与观察者保持至少 400 m 的距离 (测距仪型号: Bushnell Pro 500), 否则惊飞一段距离后再降落。在 1 月 3~ 7 日 13:00~ 15:00 时连续进行观察, 14 只黑鹳栖息在南武湖西侧, 在水深 5~ 30 cm 的区域, 与大白鹭 (*Casmerodius albus*)、中白鹭 (*Mesophoyx intermedia*)、白鹭 (*Egretta gazetta*)、苍鹭 (*Ardea cinerea*) 和一些形目 (*Charadriiformes*) 的鸟类混群活动。南武湖周边向河中心依次是稀疏杂草带 (平均宽度约 100 m)、裸滩 (平均宽度约 120 m)、浅水区和深水区, 河床倾斜度平缓。调查期间发现南武湖四周布满围网, 南武湖 1/10 面积的杂草带兼裸滩被开垦成面积约 150 m × 250 m (GPS 型号: SN-A630) 的鱼塘, 东侧有人 (最多的一天共计 11 人) 挖泥或在鱼塘中撒药消毒。对此, 应该引起主管部门的重视, 采取措施予以制止, 保护黑鹳的越冬地。

罗祖奎^{①②} 吴法清^② 楼利高^② 吴少斌^③ 王天厚^①

(① 华东师范大学生命科学学院 上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室 上海 200062;

② 华中师范大学生命科学学院 武汉 430079; ③ 涪陵师范学院生命科学系 重庆 408003)