

## 四川山鹧鸪繁殖期的鸣声行为特征

廖文波<sup>1,2</sup>, 李操<sup>1,\*</sup>, 胡锦涛<sup>1,\*</sup>, 卢欣<sup>2</sup>

(1. 西华师范大学 珍稀动植物研究所, 四川南充 637002; 2. 武汉大学 生命科学学院, 湖北武汉 430072)

**摘要:** 2005年4—12月在四川老君山自然保护区, 通过计算机声谱分析技术, 对四川山鹧鸪 (*Arborophila rufipectus*) 雄性的鸣声行为特征进行了研究, 其结果表明, 雄性单音节鸣声出现在啼叫、保护领域和求偶中, 这些鸣声持续时间差异明显, 主峰值差异不明显; 雄性双音节鸣声出现在啼叫、保护领域、竞争雌体和求偶中, 这些鸣声第一音节时间、第二音节时间、音节间隔时间和主峰值差异极显著, 全句时间差异不明显; 雄性多音节鸣声出现在保护领域、警戒和惊吓中。雄性亚成体多音节鸣声出现在惊吓和警戒中; 雄性成体和亚成体警戒鸣叫的音节持续时间、音节间隔时间和主峰值差异均不明显, 全句持续时间差异明显; 雄性亚成体和雄性成体的惊吓鸣叫音节持续时间、音节间隔时间、全句持续时间和主峰值差异均不明显。四川山鹧鸪表现出的各种鸣声行为是为了保护配偶和防止天敌, 使该种群更好地繁衍。

**关键词:** 四川山鹧鸪; 老君山自然保护区; 声谱分析; 鸣声

**中图分类号:** Q959.739; Q62 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254–5853 (2007) 01–0056–07

## Vocal Behaviour of Sichuan Hill Partridge (*Arborophila rufipectus*) in Breeding Season

LIAO Wen-bo<sup>1,2</sup>, LI Cao<sup>1,\*</sup>, HU Jin-chu<sup>1,\*</sup>, LU Xin<sup>2</sup>

(1. Institute of Rare Animals and Plants, China West Normal University, Nanchong 637002, China;

2. Department of Biology, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** Endemic to the mountains of south-west mainland China, the Sichuan hill partridge (*Arborophila rufipectus*) is a Galliform bird with high conservation concern. Up until now, little is known about the vocal behaviour of the Sichuan hill partridge. We studied the vocal behaviour of the Sichuan hill partridge in Pingshan, Sichuan Laojunshan Nature Reserve with spectrographic analysis from April to December 2005. Based on observation in the wild and playback experiments, the behaviours and characteristics of vocalization of the Sichuan hill partridge were analysed. The results showed that males had three types of one-syllable call, which were crowing call, courtship call and preserving territory call. The syllable duration was significantly different between calls, but the difference of main peak frequency was not significantly different. The males also had five types of two-syllable call, which were crowing call, courtship call, competing call and two types of preserving territory call. The duration of the first syllable, duration of the second syllable, the interval time between the first and the second syllables and the main peak frequency was positively significant between the five types, but the duration of the whole sentence was not significantly different. In addition, they had three types of several-syllable call, which were alarm call, screaming call and preserving territory call. Sub-adult males had two types of several-syllable calls, which included alarm call and escape call. The syllable duration, interval time and main peak frequency of alarm calls was not significantly different between sub-adult males and adult males, but the duration of the whole sentence was significantly different. The syllable duration, interval time, main peak frequency of screaming call and the duration of the whole sentence was not significantly different between sub-adult males and adult males. The findings suggest that vocal behaviour of hill partridge will benefit to preserve mates and avoid the predator pressure so that the population may exist forever.

**Key words:** Sichuan hill partridge (*Arborophila rufipectus*); Laojunshan nature reserve; Spectrographic analysis; Vocalization

收稿日期: 2006–07–24; 接受日期: 2006–11–22

基金项目: 关键合作生态系统基金 (CEPF); 四川省重点学科重点资助项目 (SZD 0402)

\* 通讯作者 (Corresponding authors), E-mail: Hujinchu@163.net; licao233@126.com

鸟类学家研究证实, 鸟类的确能通过“语言”相互交流, 彼此了解对方的意图 (Gorissen & Eens, 2005; Lei et al, 2004; Martess & Kessler, 2000)。鸣声作为鸟类重要的生物学特征, 是鸟类行为学与声学相互交叉、相互渗透的新边缘学科 (Mathevon & Thierry, 2001; Bethanne et al, 2001)。鸟类产生不同鸣声与各种行为活动相关, 在繁殖期表现得更加明显。目前国内外对鸟类鸣声行为有较多研究, 已有绿尾虹雉 (*Lophophorus huysii*) (Lu et al, 1986)、白腹锦鸡 (*Chrysolophus ambersiae*) (Han et al, 1988)、红腹锦鸡 (*Chrysolophus pictus*) (Jiang et al, 1996)、血雉 (*Ithaginis cruentus*) (Jia et al, 1998)、大山雀 (*Parus major*) (Gompertz, 1961)、比利时灰山雀 (*Parus c. caeruleus*) (Bijnen & Dhondt, 1984)、鹪鹩 (*Maurus cyaneus*) (Langmore & Mulder, 1992)、珠颈斑鸠 (*Streptopelia chinensis*) (Zhou et al, 2004) 等。

四川山鹧鸪 (*Arborophila rufipectus*) 是中国特产珍稀鸟类, 在中国被列为国家 I 级重点保护动物, 同时, 国际自然保护联盟 (IUCN “2003”) 也将其列为濒危等级, 国际鸟盟—亚洲鸟类红皮书将其列为极易危的物种 (Andreev et al, 2001)。四川山鹧鸪主要产于四川省, 分布范围较狭窄。目前对四川山鹧鸪的分布、生境状况有部分报道 (Dai et al, 1998; Dowell et al, 2000; Li et al, 2003), 鸣声研究略有叙述 (Li & Zhang, 1992)。笔者于 2005 年 4—12 月对四川山鹧鸪雄体在繁殖期的鸣声进行了研究, 初步探讨其鸣声的生物学意义, 为了解其声学特征, 更好地保护该珍稀鸟类提供基础资料。

## 1 方法

### 1.1 研究区域概况

四川老君山自然保护区位于四川盆地南缘——宜宾市屏山县境中部至北部的老君山, 与乐山市马边县和沐川县接壤。地理位置介于东经 103°48′—104°05′, 北纬 28°38′—28°51′, 全区总面积为 10 213.3 hm<sup>2</sup>。保护区大部分海拔在 1 100—2 000 m。该区属亚热带湿润气候区, 气候温和, 垂直差异明显, 四季分明, 雨量充沛, 水热同季。春季气温回升较快; 夏季时间短, 日照时间长, 光热充足, 降水集中, 占全年降水量的 60% 以上, 常有洪涝灾害发生; 秋季降温快, 光照剧减, 阴雨多;

冬季时间长, 阴天多, 干冷少雨, 日照短, 间有寒冷发生。年平均气温 12—14.7℃, 极端高温 29℃, 极端低温为 -10℃, 无霜期 28 天左右, 年均降雨量 1 500 mm 以上, 年日照时数为 875 h。保护区以天然阔叶林为主, 植被类型复杂多样, 常见植物、珍稀植物有峨眉栲 (*Castanopsis omeiensis*)、鹅耳枥 (*Carpinus fargesii*)、大叶楠 (*Machangensis ichangensis*)、方竹 (*Cnimonobambusa quadrangu*)、四照花 (*Cornus kousa* var. *chinensis*)、珙桐 (*Davida involucrata*)、光叶珙桐 (*Involucrata* var. *vic-moriniana*)、水杉 (*Cunning hamia*)、红豆杉 (*Taxus chinensis*)、银杏树 (*Ginkgo biloba*)、水青树 (*Tetracentron sinense*)、厚朴 (*Magnolia officinalis*)、红豆树 (*Ormosia hosiei*)、连香树 (*Cercidiphyllum japonicum*)、油樟 (*Cinnamomum inunctum*)、润楠 (*Machangensis micricarpa*)、楠木 (*Machangensis ichangensis*) 等。

### 1.2 研究方法

2005 年 4—12 月, 用焦点取样法 (在领域内进行 60 min 的跟踪、记录和观察四川山鹧鸪各种鸣声行为) 对四川山鹧鸪进行研究。观察从清晨 6: 00 开始, 首先通过四川山鹧鸪的鸣声遁声跟踪, 然后用 PANDA 望远镜观察鸣声行为。每日在鸣叫高峰期 (早晨 6: 30—9: 30 和下午 17: 30—19: 30) 记录鸣声。繁殖期雄鸟在领域中鸣叫, 雌体不发出鸣声, 当遇险时, 雌雄均会发出警戒鸣叫。通过观察各种行为确定鸣声类型。

用 SONY 公司的 ICD-MS515 录音机 (频响 300—16 000 Hz) 和 SY-322 强指向变焦电容式外接话筒 (频响 50—15 000 Hz) 和 Memory Stick 录音卡 (128 M, 频响 80—14 000 Hz) 记录野外鸣声。室内用计算机 (单声道、16 位和 44.1 kHz) 对录音卡记录鸣声采样, 把数字化后的鸣声资料以 “WAV” 格式文件贮存; 再通过北京阳宸公司的 VS-99 语音工作站声谱分析软件 (延迟时间小于 0.1 s) 进行分析, 人为归纳、比较, 选出较清晰的鸣声做出声图。录音效果较好的采用宽带声图, 较差的采用窄带声图。应用表述声学参数的基本音 (basic sound, BS) 和主峰频率 (main peak frequency, MPF) 对其鸣声进行描述。调查期间, 共录制了雄性个体在不同行为情况下的 15—20 个鸣声样本, 对每个样本数的统计时间均为 30 min, 根据鸣声效果选取样本数。鸣叫频次是四川山鹧鸪在 30 min 内的单音节

鸣声次数。在进行回放实验时,将录音笔的音量调到最大进行回放,尽管没有带功放的音箱回放理想,但取得了一定效果。数据用 SPSS11.0 统计软件分析处理,用非参数 *K-S* 检验数据是否符合正态分布,然后用单因素方差分析 (ANOVA-way) 和 *t*-test 进行检验;当数据不符合正态分布时,使用 Mann-Whitney 检验。显著性显著和极显著水平分别为  $\alpha = 0.05$  和  $0.01$ ;文中数据均用 Mean  $\pm$  SD 表示。

## 2 结果

### 2.1 单音节鸣声

**2.1.1 啼叫声** 这种鸣声响亮,以早晨和黄昏为多,持续时间 1.0—2.5 min,鸣声类似于“woo”的口哨声(图 1a)。啼叫时,雄性站立于夜栖树枝条上,扇动翅膀,昂首缩颈,啼叫声频次为  $(12.17 \pm 0.31)$  次/min ( $n = 15$ )。鸣声音节持续时间为  $(957.4 \pm 28.5)$  ms,主峰值为  $(1\ 270.6 \pm 116.4)$  Hz,基本音为  $(825—1\ 778)$  Hz。

**2.1.2 保护领域鸣声** 雄体发出单音节的保护领域鸣声主要出现在占区和雌体孵卵时期,常在领域周缘取食活动,一旦取食结束就开始鸣叫,鸣声不如啼叫声响亮,鸣声类似于“wow”,持续时间 20—55 min,有时在领域内边巡逻边鸣叫,发现天敌掉头就逃,保护领域鸣声的频次为  $(12.41 \pm 0.58)$  次/min ( $n = 15$ ) (图 1b)。鸣声音节持续时间为  $(943.8 \pm 14.5)$  ms,主峰值为  $(1\ 189.4 \pm 142.3)$  Hz,基本音为  $(910—1\ 860)$  Hz。

**2.1.3 求偶鸣声** 这是在配对前发出最多的一种声音,雄体在领域内来回跑动并产生炫耀动作,发出类似于“wo”鸣声,鸣声急促,频次快(图 1c),为  $(15.01 \pm 0.61)$  次/min ( $n = 15$ )。鸣声音节持续时间为  $(653.4 \pm 26.6)$  ms,主峰值为  $(1\ 268.2 \pm 236.7)$  Hz,基本音为  $748—1\ 756$  Hz。经 *t*-检验,啼叫声与保护领域鸣声的频次差异不显著 ( $t = 0.798 < t_{0.05}, P > 0.05$ ),与求偶鸣叫的频次差异极显著 ( $t = 5.234 > t_{0.01}, P < 0.01$ ),保护领域鸣声与求偶鸣叫的频次差异极显著 ( $t = 4.125 > t_{0.01}, P < 0.01$ )。用单因素方差分析对以上 3 种鸣声音节持续时间和主峰值进行检验,时间差异极明显 ( $F_{2,42} = 10.265, df = 42, P < 0.01$ ),主峰值差异不明显 ( $F_{2,42} = 1.644, df = 42, P < 0.01$ )。

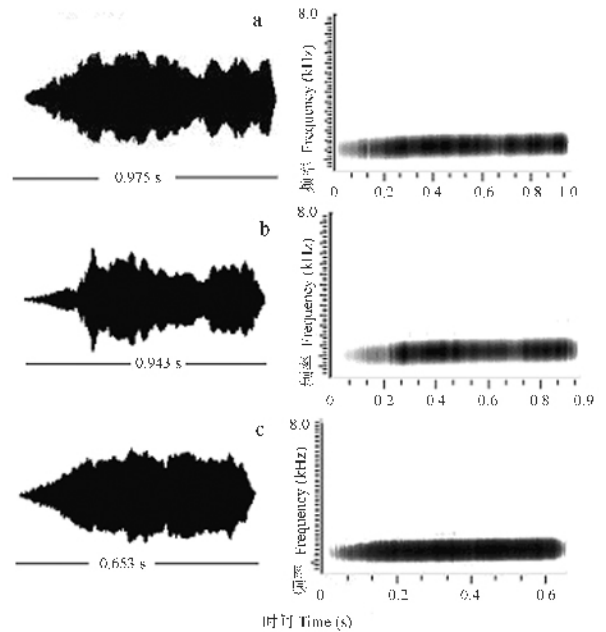


图 1 雄性夜栖树 (a)、保护领域 (b)、求偶 (c) 单音节鸣声的示波图和语图

Fig. 1 The oscillogram and spectrum of a one-syllable call of a male in a tree (a), preserving territory (b) and courtship call (c)

### 2.2 双音节鸣声

**2.2.1 啼叫声** 这种鸣声响亮,以早晨和黄昏为多,持续时间 20—65 s,鸣声类似于“wo-wo”(图 2a),单音节啼叫结束后立刻双音节啼叫,鸣声行为与单音节相同,鸣声第一音节持续时间为  $(366.5 \pm 10.2)$  ms,第二音节持续时间为  $(421.3 \pm 16.4)$  ms,音节间隔时间为  $(121.4 \pm 11.3)$  ms,全句时间为  $(898.5 \pm 24.6)$  ms,主峰值为  $(1\ 587.4 \pm 96.3)$  Hz,基本音为  $1\ 079—1\ 908$  Hz。

**2.2.2 保护领域鸣声** 这种鸣声和单音节的领域鸣声交替出现,单音节的领域鸣声变音而成类似于“k-woo”鸣声,领域鸣叫的第一音节持续时间为  $(262.8 \pm 10.5)$  ms,第二音节持续时间为  $(678.6 \pm 24.2)$  ms,音节间隔时间为  $(15.5 \pm 2.6)$  ms,全句时间为  $(955.6 \pm 26.4)$  ms,主峰值为  $(1\ 276.0 \pm 106.3)$  Hz,基本音为  $(698—1\ 841)$  Hz (图 2b)。常见双音节保护领域鸣声类似于“wo-woo”(图 2c),领域鸣叫的第一音节持续时间为  $(366.7 \pm 21.3)$  ms,第二音节持续时间为  $(421.2 \pm 27.6)$  ms,音节间隔时间为  $(310.6 \pm 21.3)$  ms,全句时间为  $(1\ 086.8 \pm 126.4)$  ms,主峰值为  $(1\ 397.0 \pm 124.3)$  Hz,基本音为  $889—1\ 905$  Hz。

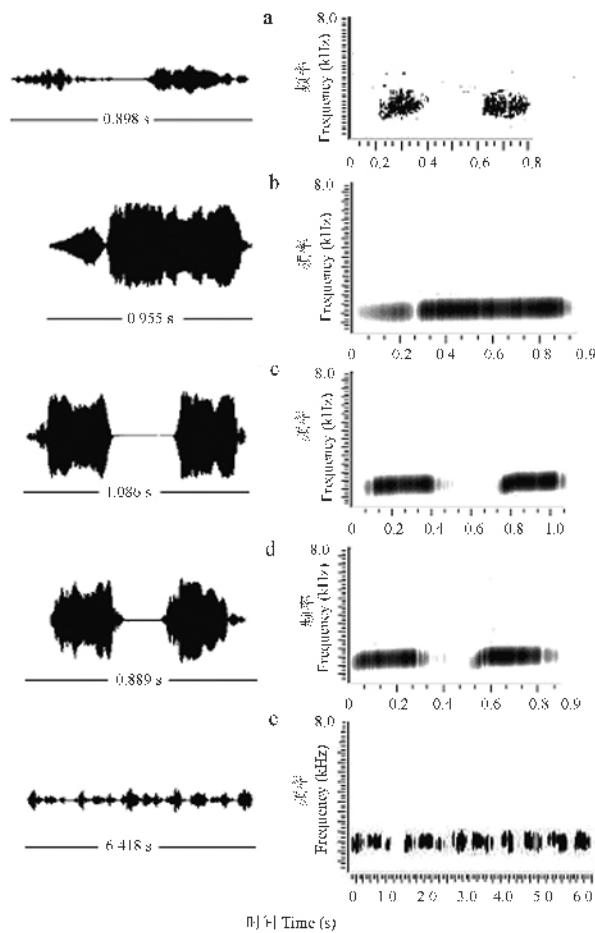


图 2 雄性夜栖树 (a)、保护领域 (b 和 c)、求偶 (d)、竞争 (e) 双音节鸣声的示波图和语图

Fig. 2 The oscillogram and spectrum of a two-syllable call of a male call in a tree (a), preserving territory (b and c), courtship call (d) and competing for females (e)

**2.2.2.3 求偶鸣声** 双音节求偶鸣声是在急促的单音节求偶鸣声后发出的。笔者曾见一雄体求偶时, 雄体双脚交叉, 在雌体周围来回跑动, 并发出类似“o-woo”的一种声音 (图 2d), 持续时间为 50—90 s。求偶鸣叫的第一音节持续时间为  $(340.5 \pm 15.4)$  ms, 第二音节持续时间为  $(384.4 \pm 17.2)$  ms, 音节间隔时间为  $(165.5 \pm 10.4)$  ms, 全句时间为  $(889.0 \pm 19.6)$  ms, 主峰值为  $(1714.0 \pm 234.2)$  Hz, 基本音为 1 015—2 095 Hz。

**2.2.2.4 竞争雌体鸣声** 该鸣声是两只雄体为争斗配偶的一种鸣叫。在调查期间, 笔者曾 3 次目睹竞争雌体的行为, 其中 5 月 12 日的观察最清楚: 首先两雄体在同一领域内同时鸣叫, 而雌体在一旁观看, 鸣叫 2—3 min 后, 一只雄体冲向另一雄体并开始打斗, 失败者离开了雌体。两只雄体同时发出双

音节鸣叫时, 经常会有一音节重复, 鸣声类似“wo-woo-wo” (图 2e)。竞争鸣叫的第一音节持续时间为  $(334.5 \pm 12.5)$  ms, 第二音节持续时间为  $(348.3 \pm 16.5)$  ms, 音节间隔时间为  $(59.4 \pm 8.6)$  ms, 全句时间为  $(741.3.0 \pm 12.6)$  ms, 主峰值为  $(1524.0 \pm 17.4)$  Hz, 基本音为 1 016—1 904 Hz。双音节鸣声第一音节持续时间差异显著 ( $F = 142.085$ ,  $df = 70$ ,  $P < 0.001$ ), 第二音节持续时间差异极显著 ( $F = 104.025$ ,  $df = 70$ ,  $P < 0.001$ ), 音节间隔差异极显著 ( $F = 98.345$ ,  $df = 70$ ,  $P < 0.001$ ), 全句时间差异不明显 ( $F = 1.187$ ,  $df = 70$ ,  $P > 0.05$ ), 主峰值差异极显著 ( $F = 42.634$ ,  $df = 70$ ,  $P < 0.01$ )。

### 2.3 多音节鸣声

**2.3.1 领域鸣声** 四川山鹧鸪多音节领域鸣声出现在双音节领域鸣声后, 其经常在领域边缘取食时发出, 为“werwerwerwer”, 类似于警报车的警报声 (图 3a), 其各音节持续时间为  $(168.75 \pm 5.09)$  ms ( $n = 20$ ), 变异系数为 3.02%, 音节间隔时间为  $(180.15 \pm 5.11)$  ms ( $n = 20$ ), 变异系数为 2.84%, 主峰值为 1 375 Hz, 基本音为 1 512—1 765 Hz。

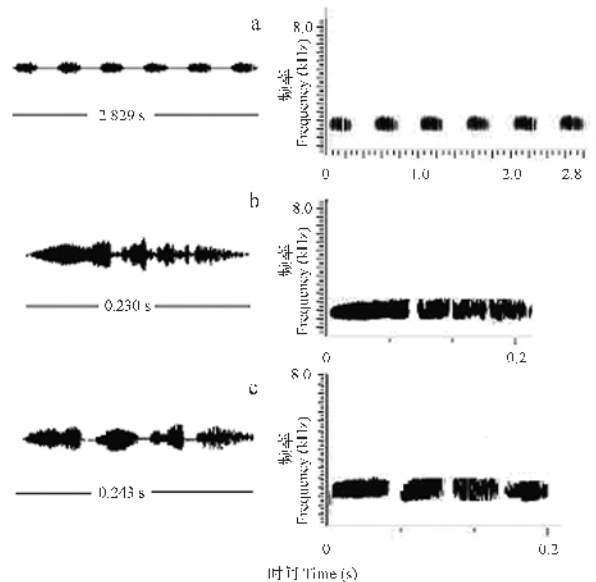


图 3 雄性夜栖树 (a)、保护幼雏 (b)、亚成体警戒 (c) 多音节鸣声的示波图和语图

Fig. 3 The oscillogram and spectrum of a several-syllable call of a male in a tree (a), a four-syllable alarm call of a male when protecting chicks (b) and a four-syllable call of a sub-adult male alarm call (c)

2.3.2 警戒鸣叫 雄体受到轻微惊扰后,表现出惊恐不安的神态,在林下一边跑,又环顾四周,一边发出类似于“kuekueke-e”的警戒鸣声,由4个不同音节重复而成(图3b和图3c)。共取20个样本比较,雄体成体和亚成体警戒鸣叫的音节间隔时

间差异不明显( $t = 1.211 < t_{0.05}$ ,  $P > 0.05$ ),音节持续时间差异不明显( $t = 1.452 < t_{0.05}$ ,  $P > 0.05$ ),主峰值差异不明显( $t = 0.894 < t_{0.05}$ ,  $P > 0.05$ ),全句持续时间差异显著( $t = 2.124 > t_{0.05}$ ,  $P < 0.05$ )(表1)。

表1 雄性警戒鸣声的声学特征

Tab. 1 Acoustic characteristics of the alarm call of male Sichuan hill partridges

性别 Characteristics	成体 Adult male	亚成体 Sub-adult male
第一音节持续时间 Duration of the first syllable (ms)	87	75
第二音节持续时间 Duration of the second syllable	24	32
第三音节持续时间 Duration of the third syllable (ms)	11	12
第四音节持续时间 Duration of the fourth syllable (ms)	57	64
第一、二音节时间间隔 Interval between the first and the second (ms)	18	22
第二、三音节时间间隔 Interval between the second and the third (ms)	5	9
第三、四音节时间间隔 Interval between the third and the fourth (ms)	28	19
全句持续时间 Duration of whole sentence (ms)	230	243
主峰值 Frequency of basic sounds (Hz)	1 529	1 582
基本音 Main peak frequency (Hz)	1 138—1 984	1 146—2 010

2.3.3 惊叫声 在野外近距离观察行为时,雄体会受到过度惊吓,表现出强烈惊恐,个体将向较低的方向飞离逃走,同时发出类似“ji-jiji”惊叫声,惊叫声由3个音节构成,每音节持续时间短(50—80 ms),间隔时间也短(15—60 ms),语图见图4a和图4b。四川山鹧鸪极少发出惊叫声,看见威胁和天敌一般发出警戒鸣叫。取20个样本,亚成体和雄性成体惊吓鸣叫的音节持续时间差异不明显( $t = 1.254 < t_{0.05}$ ,  $P > 0.05$ ),音节间隔时间差异不明显( $t = 0.745 < t_{0.05}$ ,  $P > 0.05$ ),全句持续时间

不明显( $t = 1.126 < t_{0.05}$ ,  $P > 0.05$ ),主峰值差异不明显( $t = 1.254 < t_{0.05}$ ,  $P > 0.05$ )。

### 3 讨论

四川山鹧鸪在繁殖期发出各种鸣声可以为孵卵雌体提供领域中的线索,如:当前配对情况、竞争者和潜在的天敌,也可以保护雌体和幼雏的成活率。我们对四川山鹧鸪这些鸣声功能的推测与 Lind et al (1996) 和 Rehsteiner et al (1998) 对鸟类鸣声功能的研究结果基本接近。四川山鹧鸪在领域内发出各种鸣声主要是提高该物种的广义适合度,使该种群在竞争中处于优势地位并更好地繁衍。在繁殖期,领域内最常见为单音节鸣声,鸣声持续时间长,一般为15—50 min;其次是双音节鸣声,持续时间一般为2—3 min;最后是多音节鸣声,持续时间较短,但是警戒鸣声除外,因为警戒鸣声的持续时间长短与外界干扰和天敌压力有关。

自从 Kroodsma (1986) 利用录音回放技术研究鸟类鸣声以来,录音回放研究鸟类鸣声得到广泛应用 (Bethanne et al, 2001; Gardner, 1998; Lambrechts & Dhandt, 1995)。鸟类领域鸣声复杂多样,同一个体有多种鸣声 (Zhou et al, 2003, 2004; Jia et al, 1998; Morton, 1975)。我们利用录音回放实验验证四川山鹧鸪雄性领域鸣声复杂多样。笔者先在一个固定领域边缘不同点回放鸣声,领域内雄性

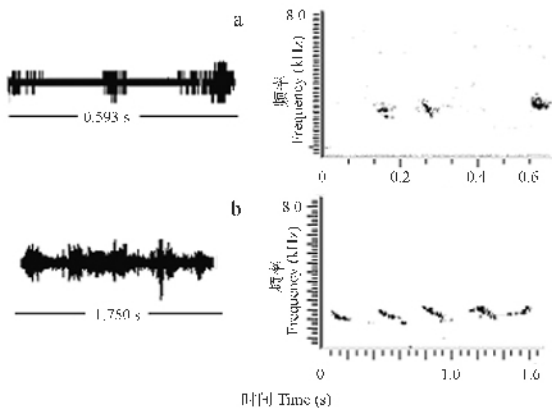


图4 雄性惊吓(a)和亚成体惊吓(b)多音节鸣声的示波图和语图

Fig. 4 The oscillogram and spectrum of a three-syllable call of a male screaming call (a) and a several-syllable sub-adult male screaming call (b)

个体靠近声源并发出单音节鸣叫, 用录音笔记录该种鸣叫, 然后在其他领域近距离回放, 领域内的雄体表现强烈驱赶反应, 推测该鸣声行为是为了保护领域。用同样的方法验证了双音节和多音节保护领域鸣声。由此可见不同音节的鸣声可以表现相同的鸣声行为。鸟类的领域鸣声具有吸引配偶和保卫领域的功能 (Kerb, 1977; Naguib et al, 2001; Catchpole & Salter, 1995), 是雄鸟之间竞争和吸引配偶的手段之一 (Beecher et al, 2000), 也是种内及种间个体识别的手段之一 (Ballentine et al, 2003)。四川山鹧鸪在繁殖期一旦领域确定, 雄性在领域内鸣叫, 用以警戒和保护领域不受干扰, 防御同种和在资源利用上有竞争的异种个体进入领域, 从而保证整个繁殖期内有足够的空间和食物资源, 这对于提高四川山鹧鸪繁殖成效具有重要作用。鸟类求偶鸣声可以使雌体容易定位雄体位置, 提高配对率 (Beecher et al, 2000; Gompertz, 1961; Miyazaki & Wass, 2003; Jia et al, 1998)。笔者记录了四川山鹧鸪的一种频次较快的求偶鸣声 (图 3), 在不同领域内回放, 发现均有雌体向鸣声方向靠近的现象。雄性上树前后, 下树前后均发出单音节和双音节啼叫声, 犹如雄性公鸡, 其是否为一种报时鸣声还有待于研究。四川山鹧鸪不同音节

鸣声表达同一鸣声行为, 如: 求偶、保护领域和啼叫与 Langmore (1998) 研究不同音节鸣声表达同一行为的结果基本一致。

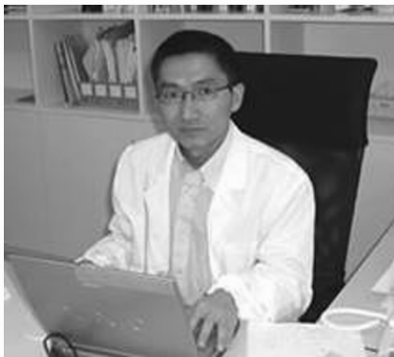
雄体竞争雌体的鸣声可以使强者有更多机会参与繁殖, 使该物种进化处于优势地位 (Catchpole, 1982)。由四川山鹧鸪雄体竞争雌体的鸣声行为可知, 如果个体间竞争的鸣声不能使对方放弃配偶, 那么只有通过斗争才能获得配偶并留在领域。对四川山鹧鸪的鸣声行为进行近距离观察, 会使四川山鹧鸪受到惊吓, 使其首先发出警戒鸣叫, 若继续跟踪, 则立刻逃跑并发出惊叫声。许多物种通过不同天敌压力来改变警戒鸣声结构 (Greene & Meagher, 1998; Gardner, 1998), 四川山鹧鸪在育雏期却以“群鸣”来避开天敌使捕食者不知道追捕哪个个体而丧失捕获幼雏良机, 这与 Marler (1955) 认为鸟类警戒鸣叫很容易被捕食者定位, 只有通过其他方式来降低危险的结果一致。2005 年 10 月 19 日笔者在余家山附近观察到一雌体和一雄性亚成体觅食, 靠近观察, 雌体和亚成体均发出多音节警戒鸣叫, 笔者紧跟其后, 它们向两个不同方向立刻逃跑, 亚成体发出逃跑惊叫声。人为干扰在保护区很常见, 雄体的警戒鸣声常常出现, 这与 Dai et al (1998); Dowell et al (2000) 的观察结果基本一致。

## 参考文献:

- Andreev AV, Chan S, Crosby NJ, Subramanya S, Tobias JA. 2001. Threatened Bird of Asia [A]. In: Collar NJ. The Birdlife International Red Data Book [M]. Cambridge: Birdlife International, 11: 836 - 843.
- Ballentine B, Badyaev A, Hill GE. 2003. Change in song complexity corresponds to periods of female fertility in Blue Grosbeaks [J]. *Ecology*, 109: 55 - 66.
- Beecher MD, Campbell SE, Nordby JC. 2000. Territory tenure in song sparrows is related to song sharing neighbors, but not to repertoire size [J]. *Anim Behav*, 59: 29 - 37.
- Bethanne Z, Keith AT, Stephen PJ. 2001. Singing in the face of danger: The anomalous type II vocalization of the Splendid Fairy-wren [J]. *Ethology*, 107: 201 - 216.
- Bijnens L, Dhondt AA. 1984. Vocalization in Belgian blue tit *Parus caeruleus* population [J]. *Le Gerfaut*, 74: 243 - 269.
- Catchpole CK, Slater PJB. 1995. Bird Song: Biological Themes and Variation [M]. London: Cambridge University Press, 132 - 143.
- Catchpole CK. 1982. The evolution of bird sounds in relation to mating and spacing behavior [A]. In: Kroodma DE, Miller. Acoustic Communication in Birds [M]. New York: Academic Press, 279 - 319.
- Dai B, Dowell SD, Martins RP, Williams SR. 1998. Conservation status of the Sichuan Hill-partridge [J]. *Bird Conservation International*, 8: 349 - 359.
- Dowell SD, Dai B. 2000. A brighter future for the Sichuan hill-partridge [J]. *World Pheasant Assoc News*, 62: 6 - 7.
- Gardner J. 1998. Experimental evidence for edge-related predation in fragmented agricultural landscape [J]. *Aust J Ecol*, 23: 311 - 321.
- Gompertz T. 1961. The vocabulary of the great tit [J]. *British Bird*, 54: 369 - 417.
- Gorissen L, Marcel E. 2005. Complex female vocal behavior of great and blue tits inside the nesting cavity [J]. *Behavior*, 142: 489 - 506.
- Han LX, Yang F, Zheng BL. 1988. The sound spectrographic analysis on the calls of lady Amherst's Pheasant (*Chrysolophus amherstiae*) [J]. *Zool Res*, 9: 127 - 132. [韩联宪, 杨 岚, 郑宝贻. 1988. 白腹锦鸡鸣声的声谱分析. *动物学研究*, 9: 127 - 132.]
- IUCN. 2003. IUCN Red List of Threatened Species, Gland, Switzerland [EB/OL]. <http://www.redlist.org>, accessed 2004 - 06 - 16.
- Jia CX, Zheng GM, Zhou XP, Zhang HM. 1998. The sonograph of Blood Pheasant [J]. *Chn J Zool*, 33: 22 - 25. [贾陈喜, 郑光美, 周小平, 张和民. 1998. 血雉的声谱分析. *动物学杂志*, 33: 22 - 25.]
- Jiang SR, Ding P, Li JH, Zhu GY. 1996. The sound spectrographic analysis on the call of golden Pheasant (*Chrysolophus pictus*) [J]. *Zool Res*, 17: 403 - 409. [姜仕仁, 丁 平, 李建华, 诸葛阳. 1996. 红腹锦鸡鸣声声谱分析. *动物学研究*, 17: 403 - 409.]
- Kerb JR. 1977. Song and territory in great tit *Parus major* in relation to light intensity [J]. *Anim Behav*, 27: 237 - 243.
- Kroodma DE. 1986. Design of vocalization playback experiments [J].

- Auk, **103**: 640–642.
- Lambrechts MM, Dhandt AA. 1995. Individual voice discrimination birds [A]. In: Power DM. Current Ornithology Vol. 12 [M]. New York: Plenum Press, 115–139.
- Langmore NE, Mulder RA. 1992. A novel context for bird vocalization: Predator call prompt male singing in the kleptogamous superb fairy-wren (*Malurus cyaneus*) [J]. *Ethology*, **90**: 143–153.
- Langmore NE. 1998. Function of duet and solo songs of female birds [J]. *Trend Ecol Evol*, **13**: 136–140.
- Lei FM, Wang AZ, Wang G, Yin ZH. 2004. Complexity of calls and songs in the white-rumped snow finch *Onychostruthus taczanowskii* [J]. *Acta Zool Sin*, **50**: 348–356. [雷富民, 王爱真, 王刚, 尹祚华. 2004. 白腰雪雀鸣唱和鸣叫的复杂性. *动物学报*, **50**: 348–356.]
- Lei FM, Wang G, Yin ZH. 2003. On complexity and diversity of bird song [J]. *Acta Zootax Sin*, **28**: 163–171. [雷富民, 王刚, 尹祚华. 2003. 鸟类鸣唱的复杂性和多样性. *动物分类学报*, **28**: 163–171.]
- Li C, Yu ZW, Hu J. 2003. Distribution and habitat selection of Sichuan Hill-Partridge [J]. *Chn J Zool*, **38**: 46–51. [李操, 余志伟, 胡杰. 2003. 四川山鹧鸪的分布和生境选择. *动物学杂志*, **38**: 46–51.]
- Li GY, Zhang QM. 1992. The nest, eggs and calls of the Sichuan hill partridge (*Arborophila rufipectus*) [J]. *Acta Zool Sin*, **38**: 108. [李桂垣, 张青茂. 1992. 四川山鹧鸪的巢、卵和鸣声. *动物学报*, **38**: 108.]
- Lind H, Dabelsteen T, McGregor PK. 1996. Female great tits can identify mates by song [J]. *Anim Behav*, **52**: 667–671.
- Lu TC, He FQ, Lu CL. 1986. On the call of the Chinese moans (*Lophophorus lhyvisii*) [J]. *Acta Ecol Sin*, **6**: 87–88. [卢汰春, 何芬奇, 卢春雷. 1986. 绿尾虹雉叫声的声谱分析. *生态学报*, **6**: 87–88.]
- Marler P. 1995. The characteristics of some animal calls [J]. *Nature*, **176**: 6–7.
- Martens J, Kessler P. 2000. Territorial song and song neighborhoods in the scarlet rose finch *Carpodacus erythrinus* [J]. *J Avian Biol*, **31**: 399–411.
- Mathevon N, Thierry A. 2001. Sound-based species specific recognition in the black cap *Sylvia atricapilla* shows high tolerance to signal modification [J]. *Behavior*, **138**: 511–524.
- Miyazaki M, Wass JR. 2003. Acoustic properties of male advertisement and their impact on female responsiveness in little Penguins *Eudyptula minor* [J]. *J Avian Biol*, **34**: 229–232.
- Morton ES. 1975. Ecological source of selection avian sounds [J]. *Am Nat*, **109**: 17–34.
- Naguib M, Altenkamp R, Griessmann B. 2001. Nightingales in space: Song and extra-territorial forays of radio tagged song birds [J]. *Ornithology*, **142**: 306–312.
- Rehsteiner U, Geisser H, Reyer HU. 1998. Singing and mating success in Water Pipits: One specific song element neighbors, but not to repertoire size [J]. *Anim Behav*, **59**: 29–37.
- Zhou YB, Zhang JX, Li H, Zhang J, Hu JC. 2004. Behaviors and characteristics of occupying territorial song of spotted dove (*Streptopelia chinensis*) during breeding season [J]. *Zool Res*, **25**: 153–157. [周友兵, 张璟霞, 李红, 张君, 胡锦涛. 2004. 珠颈斑鸠繁殖期占据领域鸣声特征及行为. *动物学研究*, **25**: 153–157.]

## 本刊编委王文研究员简介



王文研究员

王文, 博士生导师, 现为中国科学院昆明动物所研究员, 副所长, 中德马普青年科学家进化基因组学小组组长, 细胞与分子进化重点实验室常务副主任。1989年毕业于武汉大学生物系, 获学士学位。1992年在已故动物遗传学家施立明院士指导下在中国科学院昆明动物研究所获得硕士学位。1995年10月—1996年6月在美国哥伦比亚大学作访问学者。1996年在施立明和吴鹤龄教授指导下在昆明动物研究所获得博士学位。1997年8月至2002年7月美国芝加哥大学生态与进化系博士后暨研究助理。2004年获得国家杰出青年基金。2004年“新世纪百千万人才工程国家级首批入选者”。

在分子进化和基因起源研究方面取得了一些重要结果。近些年的研究一直紧紧围绕新基因的进化和起源这一重要科学问题。目前已经

分别在 *Science*、*Nature Genetics*、*PNAS*、*Nature*、*Nature Review Genetics*、*Genome Research*、*Plant Cell*、*PLoS Genetics*、*Genetics*、*Mol Bio Evol*、《中国科学》、《科学通报》等一系列重要学术杂志上发表多篇论文。