

杂色山雀指名亚种繁殖期的鸣声行为

李 剑 万冬梅 李东来 李 静 常 鹏 殷江霞*

辽宁大学生命科学学院 辽宁省动物资源与疫病防治重点实验室 沈阳 110036

摘要: 2012年3~7月,对辽宁仙人洞自然保护区9巢18只杂色山雀(*Parus varius varius*)个体及其雏鸟的鸣声进行了录音,共获取了9种类型鸣叫(呼唤、警戒、报警、恫吓、驱逐、惊叫、喂食、雏鸟乞食、集群)和5种类型鸣唱。通过语图分析得出音节类型18种,频率范围为800~18900 Hz。对杂色山雀不同个体鸣声特征参数的比较发现,鸣声的句子和音节时长在不同个体之间存在显著性差异,而最高频率、最低频率在不同个体间均无显著性差异。本研究实现了对杂色山雀繁殖期鸣声参数的量化,有助于进一步研究其繁殖行为。

关键词: 杂色山雀;鸣声;声谱分析;繁殖期

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2013)04-513-08

Vocal Behavior of *Parus varius varius* during Breeding Season

LI Jian WAN Dong-Mei LI Dong-Lai LI Jing CHANG Peng YIN Jiang-Xia*

Department of Life Science, Liaoning University, Key Laboratory of Animal Resource and Epidemic Disease Prevention, Liaoning Province, Shenyang 110036, China

Abstract: The vocal data of *Parus varius varius* were collected between March and July 2012 in Xianrendong Nature Reserve, Liaoning Province. All the data came from nine pairs of adult individuals and their chicks. In all, we got nine kinds of call types, including searching partner call, warning call, alarming call, threatening call, expelling call, thrilling call, feeding call, begging for food call, and assembling call. At the same time, five kinds of song type were recorded. Totally 18 kinds of syllable type were identified and their acoustic characteristics were measured and analyzed with Avisoft-SASLab Pro software (Germany). The vocal parameters of nine male individuals were tested using Kruskal-Wallis ANOVA. The durations of verse and syllable between the nine individuals were statistically different, whereas the maximum and minimum frequencies were not statistically different. This study quantified the characteristics of songs from *Parus varius*, and thus would help improve our understanding of its behavior during breeding season.

Key words: *Parus varius varius*; Vocalization; Spectral analysis; Breeding season

鸟类的鸣声包括鸣叫与鸣唱两种类型(Catchpole et al. 2008)。作为鸟类的“语言”,其不同的鸣声具有不同的行为学意义(Kroodsma et al. 1991)。鸣声结构的复杂性和多样性既具有种属特征,也存在普遍的个体差异(李金林等 2008,夏灿玮等 2009),并且在鸟类的整个生活史过程中发挥着重要作用。繁殖期鸟类鸣声的多样性与个体的适合度和繁殖成

效具有直接的相关关系(Kroodsma et al. 1991)。鸣声除具有个体间识别作用外,还具

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 31100271, 31071927);

* 通讯作者, E-mail: xia0615@126.com;

第一作者介绍 李剑,男,硕士研究生;研究方向:鸟类学; E-mail: lijianbirdsong@yahoo.cn

收稿日期:2013-03-06,修回日期:2013-05-17

有报警、驱赶入侵者、吸引配偶、保卫领域等作用 (Catchpole et al. 2008, 丁平等 2005, 李金林等 2008, 肖华等 2008, 夏灿玮等 2009)。通过录制不同行为特征下鸟类的鸣声, 分析其鸣声结构和音节类型, 可以反映其鸣声的多样性以及不同鸣声类型的生态学、行为学意义。这对于珍稀鸟种的保护 (Bardeli et al. 2010)、鸟类分类学研究 (Cardoso et al. 2012)、甚至人类语言学习 (Doupe et al. 1999, Bolhuis et al. 2010) 的研究都具有重要价值。

杂色山雀 (*Parus varius*) 为小型森林洞巢鸟类, 是一种典型的狭域分布鸟 (黄沐朋 1986)。现全球有 8 个亚种, 分布于中国、日本和朝鲜半岛南部。我国有指名亚种 (*P. varius varius*) 和台湾亚种 (*P. varius castaneiventris*)。台湾亚种仅分布于我国台湾地区, 指名亚种主要分布于辽宁东部山区 (赵正阶 2001)。近年来国外对杂色山雀的研究包括不同亚种的繁殖 (Yamaguchi et al. 2005)、形态特征 (Yamaguchi 2005) 和性选择 (Yamaguchi et al. 2004)。国内辽宁大学鸟类生态课题近年来对杂色山雀的繁殖生物学特性 (金春日等 2007)、繁殖行为生态 (李静等 2012)、栖息地选择 (李乐等 2011)、种间关系和婚外配制度 (李乐等 2013) 等方面开展了大量研究。纵观这些杂色山雀的相关研究, 对其鸣声的研究还未见详尽报道。杂色山雀为典型的雀形目鸣禽, 其鸣声结构复杂多样。本研究目的为通过录制繁殖期杂色山雀鸣声, 分析其鸣声结构类型多样性及其行为和生态学意义。同时, 通过比较不同个体间鸣声特征差异性, 探讨鸣声结构多样性的可塑性及其适应性。

1 研究区域概况

本研究在辽宁仙人洞国家级自然保护区开展。保护区地理坐标为 N 39°54'00" ~ 40°03'00", E 122°53'24" ~ 123°03'30", 海拔 200 ~ 680 m, 面积 3 575 hm²。属暖温带湿润季风气候区, 夏季受海洋季风影响, 多为东南风, 冬季多为西北风。年平均气温 8.7℃, 历年极端最

高气温 36.0℃, 极端最低气温 -25.2℃; 无霜期 182 d; 年平均日照时数 2 324 h; 年均相对湿度 69%; 平均风速 2.9 m/s。主要保护对象为赤松 (*Pinus densiflora*)、蒙古栎 (*Quercus mongolica*) 及自然景观。常见鸟类有大山雀 (*Parus major*)、沼泽山雀 (*Poecile palustris*)、灰喜鹊 (*Cyanopica cyana*)、白鹡鸰 (*Motacilla alba*)、白眉姬鹀 (*Ficedula zanthopygia*)、北红尾鸲 (*Phoenicurus auroreus*) 等 (王鹏等 2002)。杂色山雀为当地留鸟, 社会性单配制鸟类, 繁殖期为 3 ~ 7 月份, 筑巢地包括树洞、墙缝、石缝及电柱孔洞等处, 也利用人工悬挂巢箱。

2 研究方法

2.1 数据的采集 鸣声采集时间为 2012 年 3 月至 7 月, 录音器材为泰斯康姆高保真录音机 (TASCAM HD-P2, 日本) 和森海塞尔强指向话筒 (Sennheiser MKH416 P48, 德国)。录音时的采样率 (sampling rate) 为 44.1 kHz, 采样大小为 (sample size) 16 Bit。录音前期我们对研究区内的杂色山雀个体进行彩环标记。使用 Panda 8 × 42 双筒望远镜确认鸟类个体, 在不影响鸟类活动的前提下对 9 对利用巢箱的成年个体鸣声 (一般距离 5 ~ 10 m 之间) 进行录音, 同时记录其行为。成鸟的育雏和雏鸟乞食声音在人工巢箱中录制, 把话筒放入育雏期的巢中, 同时架设针孔摄像头, 记录和辨别鸣声的发出者。

2.2 鸣声术语 本文所采用的术语参照文献定义 (郑光美 2012), 包括音素、音节、句子等。杂色山雀鸣声语图见图 1。

音素 (element): 构成音节的最小单位或最小的语音片段。

音节 (syllable): 一个或几个音素按一定规律组合而成, 是代表语义的最小单位。

句子 (verse): 鸣唱中包含音素或音节的连续片段, 句子和句子之间有明显的时间间隔。

鸣叫 (call): 鸟类本能的鸣声, 一般指短促、简单的鸣声, 并且该鸣声与某一具体行为有关, 比如沟通、警戒、驱逐、喂食等行为。鸟类

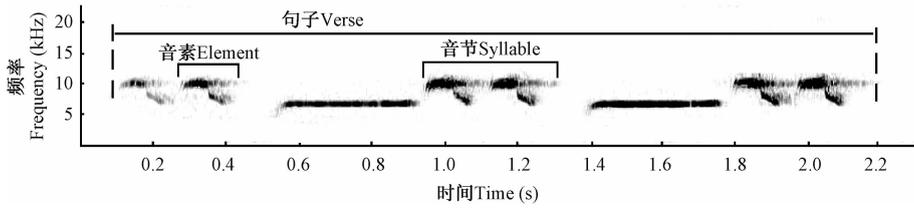


图 1 杂色山雀鸣声语图

Fig. 1 Vocalization spectrum of *Parus varius*

在全年都会鸣叫。

鸣唱(song):鸟类后天习得的鸣声,一般由雄鸟发出,鸣声组成大多比较复杂,且鸣声具有一定的节奏。鸟类鸣唱多发生于繁殖期。

2.3 鸣声参数的测量与处理 利用 Avisoft-SAS Lab Pro 声谱分析软件(德国)测量各项鸣声参数。对 9 只雄性个体每种鸣声类型随机选取 10 个语句进行测量,所测定参数包括句子时长(duration of verse)、最高频率(maximum frequency)、最低频率(minimum frequency)和音节时长(duration of syllable)(图 2)。首先使用 Kolmogorov-Smirnov 检验对鸣声参数数据进行正态性检验,如果数据符合正态性分布,则使用单因素方差分析(One-way ANOVA)进行多组间比较,否则,使用非参数 Kruskal-Wallis ANOVA 检验,对个体间的鸣声特征进行检验。9 只雄性杂色山雀鸣声参数数据呈非正态分布,故使用 Kruskal-Wallis ANOVA 分别对雄性个体所有鸣声类型的句子时长(D_v)、音节时长(D_s)、句子最高频率(F_{max})、句子最低频率(F_{min})进行检验。数据分析在 SPSS 17.0 软件完成,统计性显著水平设为 0.05。

3 结果与分析

本研究对 9 对成年杂色山雀成年个体以及对应的巢内雏鸟鸣声进行了录音,总录音时长 100 h,其中有效录音时长 40 h。通过对繁殖期杂色山雀鸣声的分析和行为观察,将杂色山雀繁殖期鸣声分为呼唤鸣叫、警戒鸣叫、报警鸣叫、恫吓鸣叫、驱逐鸣叫、惊叫声、雏鸟乞食鸣叫、喂食鸣叫、集群鸣叫 9 种类型,以及领地宣示、炫耀、求偶、晨鸣、领地驱逐 5 种鸣唱。杂色山雀鸣声多为单音节重复,除领地鸣唱、炫耀鸣唱为双音节重复外,其余鸣声皆为单音节重复。驱逐鸣叫有 2 种。从 14 种不同类型的鸣声中得到 18 种音节类型。

3.1 杂色山雀鸣叫特点

呼唤鸣叫:该鸣声为杂色山雀呼唤同伴的鸣声(图 3a)。尖细的“pit”鸣叫是杂色山雀的标志性鸣声之一,为单音节重复鸣声。繁殖期由雌性杂色山雀单独孵卵,雄鸟负责警戒,期间雄性个体常用该鸣叫来呼唤雌性出巢觅食。雄性杂色山雀会发出尖细的“pit”的叫声,声音由远及近。雄鸟快飞到巢箱附近时,常停于巢穴

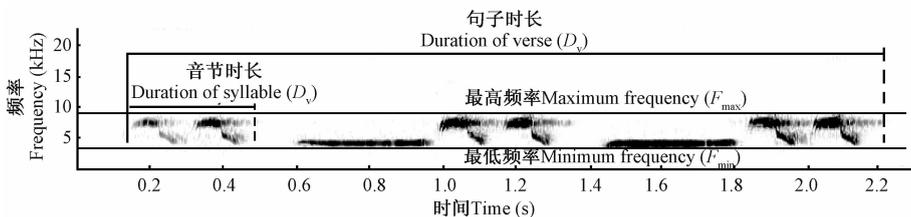


图 2 参数测量示意图

Fig. 2 Method of measuring the parameters

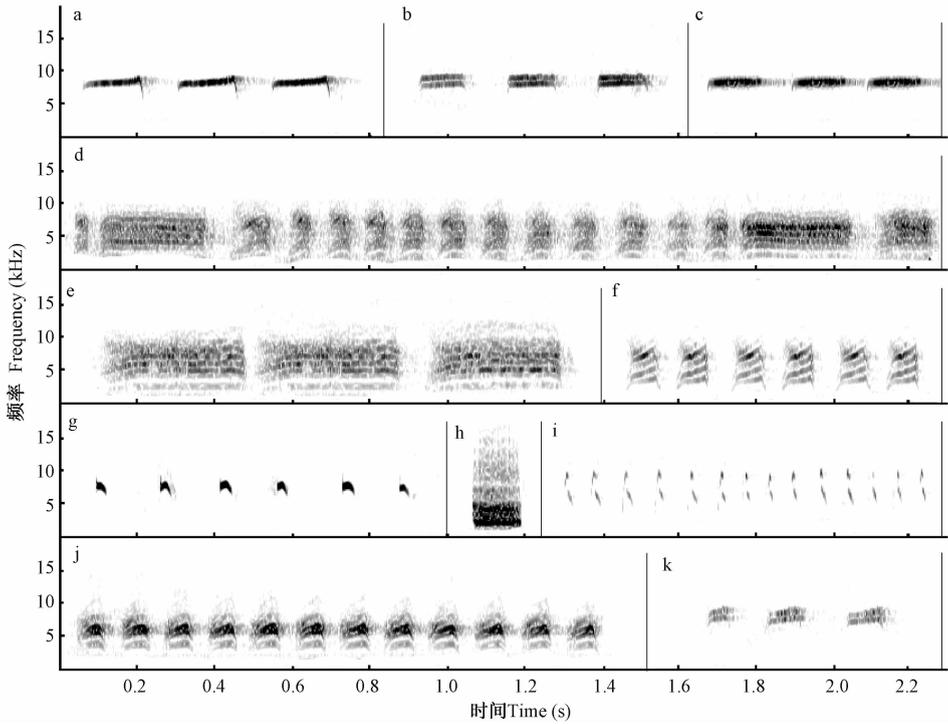


图3 杂色山雀9种鸣叫类型语图

Fig.3 Nine kinds of call spectra of *Parus varius*

a. 呼唤鸣叫; b. 警戒鸣叫; c. 报警鸣叫; d. 惊叫声; e. 驱赶鸣叫 1; f. 驱赶鸣叫 2; g. 雏鸟乞食鸣叫; h. 成鸟喂食鸣叫; i. 恫吓鸣叫; j. 集群鸣叫; k. 多只幼鸟连续的警戒鸣叫。
 a. Call for searching partner; b. Warning call; c. Alarming call; d. Thrilling call; e. Repelling call 1; f. Repelling call 2; g. Begging call of the chick; h. Feeding call of the adult; i. Threatening call; j. Colony call; k. Warning call of the chick.

前方高处树枝上,发出轻声的连续“pit”声,雌鸟则径直从巢箱中飞出,飞到高空的树枝上,发出响亮的连续“pit”应答,随后同雄鸟一同飞离巢箱。呼唤鸣叫频率为 6 800 ~ 8 600 Hz。方差分析结果表明,该鸣声在不同个体间句子时长和音节时长存在显著差异,而最高频率和最低频率无显著性差异,数据如下: $D_v(\chi^2 = 31.520, df = 8, P < 0.05)$, $D_s(\chi^2 = 28.329, df = 8, P < 0.05)$, $F_{max}(\chi^2 = 5.264, df = 8, P = 0.095)$, $F_{min}(\chi^2 = 4.290, df = 8, P = 0.821)$ 。

警戒鸣叫:该鸣声为杂色山雀警戒时发出的连续鸣叫(图 3b),为单音节重复鸣声。杂色山雀为社会性一夫一妻制鸟类,在繁殖季节初期,雌雄鸟共同担负选巢与筑巢的责任,筑巢任务主要由雌鸟执行,雄鸟负责警戒协助任务。在筑巢初期雌雄鸟共同选择巢址,其中一只鸟

会在巢箱附近查看,而另一只鸟则在一旁不断发出高音“spit-spit-see-see”鸣叫。鸣声频率为 7 400 ~ 9 600 Hz。个体差异分析数据为: $D_v(\chi^2 = 25.680, df = 8, P < 0.05)$, $D_s(\chi^2 = 26.375, df = 8, P < 0.05)$, $F_{max}(\chi^2 = 3.128, df = 8, P = 0.926)$, $F_{min}(\chi^2 = 2.145, df = 8, P = 0.976)$ 。

报警鸣叫:该鸣声为杂色山雀报警鸣叫,该鸣声与警戒鸣声的不同在于其只叫几声就会停止鸣叫(图 3c)。比如杂色山雀发现有雀鹰(*Accipiter nisus*)在空中时会发出快速纯哨音“pee”的报警鸣叫,告知同伴提高戒备。句子频率为 6 200 ~ 8 900 Hz。个体差异分析: $D_v(\chi^2 = 56.231, df = 8, P < 0.05)$, $D_s(\chi^2 = 33.679, df = 8, P < 0.05)$, $F_{max}(\chi^2 = 12.092, df = 8, P = 0.523)$, $F_{min}(\chi^2 = 13.299, df = 8, P =$

0.788)。

惊叫声:杂色山雀在受到惊吓时常会发出刺耳、快速、节奏错乱的“gagaga”的鸣叫(图3d)。频率为1 700~9 600 Hz。个体差异分析: $D_v(\chi^2 = 35.998, df = 8, P < 0.05)$, $D_s(\chi^2 = 33.741, df = 8, P < 0.05)$, $F_{\max}(\chi^2 = 10.423, df = 8, P = 0.149)$, $F_{\min}(\chi^2 = 4.532, df = 8, P = 0.445)$ 。

驱赶鸣叫:该鸣叫为杂色山雀驱赶其他个体的鸣声,为单音节重复鸣声。杂色山雀发现其领域内出现其他陌生个体并感觉受到威胁时,会飞到枝头上进行侦察并对着入侵个体发出连续的“gagaga”的叫声以示驱赶(图3e)。鸣声频率2 400~8 000 Hz。杂色山雀还具有另外一种句子时长较短的“gegege”的驱逐叫声(图3f),该鸟会从入侵个体上方高空掠过,并发出“gegege”的叫声。鸣声频率2 000~8 900 Hz。个体差异分析: $D_v(\chi^2 = 19.394, df = 8, P < 0.05)$, $D_s(\chi^2 = 55.767, df = 8, P < 0.05)$, $F_{\max}(\chi^2 = 24.276, df = 8, P = 0.235)$, $F_{\min}(\chi^2 = 29.178, df = 8, P = 0.210)$ 。

雏鸟乞食鸣叫:雏鸟向亲鸟发出的乞食鸣叫(图3g)。当亲鸟发出喂食叫声或亲鸟飞近时,雏鸟会发出“jiejiejie”的乞食鸣叫。频率为6 800~9 100 Hz。

喂食鸣叫:单个音节组成的叫声,为成鸟喂食时发出的鸣声(图3h)。成年的杂色山雀给其雏鸟喂食的过程中,可以听到成鸟发出类似“ka”的叫声,雏鸟则张开嘴向亲鸟乞食。这种鸣声多发生在育雏的早期阶段。频率为800~18 900 Hz。

恫吓鸣叫:该鸣叫为杂色山雀恐吓入侵者的鸣声(图3i)。当有危险动物靠近杂色山雀巢穴周围时,杂色山雀会在入侵者上方枝头上抖动身体并发出连续“dadada”的叫声,来恐吓入侵者,另一只鸟会发出驱逐叫声。恫吓鸣声频率为4 900~9 900 Hz。个体差异分析: $D_v(\chi^2 = 15.476, df = 8, P < 0.05)$, $D_s(\chi^2 = 45.138, df = 8, P < 0.05)$, $F_{\max}(\chi^2 = 5.113, df =$

$8, P = 0.092)$, $F_{\min}(\chi^2 = 4.134, df = 8, P = 0.128)$ 。

集群鸣叫:杂色山雀幼鸟刚出飞的几天由亲鸟带领,在巢址周围活动。亲鸟发出连续“zhezhezhe”的集群叫声(图3j),同时多只幼鸟连续的警戒鸣叫(图3k),鸣声十分嘈杂。当周围出现异样响动时,亲鸟叫声停止,幼鸟叫声随即停止。周围环境趋于平静时,亲鸟叫声再次响起,幼鸟又跟着鸣叫。在此期间,幼鸟及亲鸟多停留于低矮的灌木枝上。集群鸣声频率2 000~9 000 Hz。个体差异分析: $D_v(\chi^2 = 34.768, df = 8, P < 0.05)$, $D_s(\chi^2 = 51.099, df = 8, P < 0.05)$, $F_{\max}(\chi^2 = 2.157, df = 8, P = 0.773)$, $F_{\min}(\chi^2 = 3.765, df = 8, P = 0.683)$ 。

3.2 杂色山雀鸣唱特点

领域宣示鸣唱:在繁殖期杂色山雀发出连续的“zi-zi-bu”鸣唱来宣示自己的领地(图4a),尤其在繁殖期开始时的筑巢时期,会在新筑好的巢穴周围发出该鸣唱。该领域鸣唱为双音节交替重复鸣唱。用该鸣唱在其他试验区域进行声音回放实验时,会引起其他杂色山雀连续“zi-zi-bu”的鸣唱,不久杂色山雀便会出现在声源处。自然情况下,如有其他个体进入自己的领域时,后者会使用“zi-zi-bu”的连续鸣唱来宣示领地。如入侵者不离开,领地所有者就会对入侵者进行追逐驱赶,直至入侵者离开自己的领地。另外,杂色山雀在配偶离开后会在领地周围发出此类鸣唱,它不时变换地点鸣唱,直至找到配偶。该行为会持续1~2 d,如果配偶依然不出现,杂色山雀则会放弃鸣唱。鸣声频率为2 000~9 000 Hz。个体差异分析: $D_v(\chi^2 = 35.621, df = 8, P < 0.05)$, $D_s(\chi^2 = 66.238, df = 8, P < 0.05)$, $F_{\max}(\chi^2 = 2.730, df = 8, P = 0.880)$, $F_{\min}(\chi^2 = 1.332, df = 8, P = 0.912)$ 。

晨鸣:另一种领域鸣唱,多见于早晨(图4b)。在清晨空旷的林地内,杂色山雀栖于高处树枝上,时不时整理羽毛,并发出“zi-ding”的连续鸣唱。在产卵期及孵化期多听见该鸣唱。

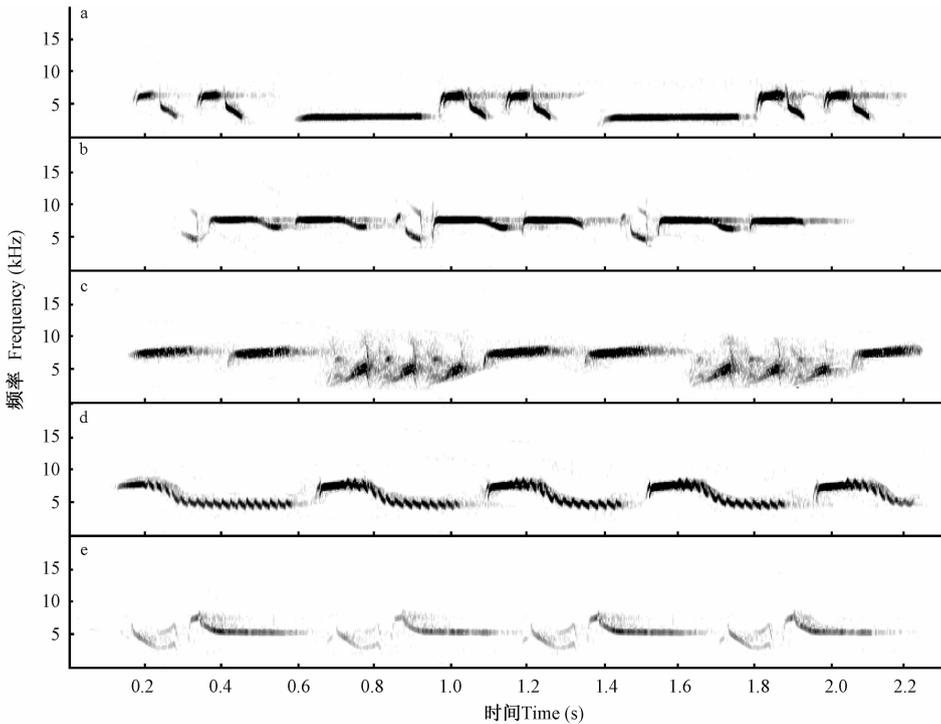


图4 杂色山雀5种鸣唱类型语图

Fig. 4 Five kinds of song spectra of *Parus varius*

a. 领域宣示鸣唱; b. 晨鸣; c. 求偶鸣唱; d. 炫耀鸣唱; e. 领地驱逐鸣唱。

a. Territorial song; b. Dawn song; c. Courtship song; d. Swanking song; e. Repelling song.

频率 4 900 ~ 7 500 Hz。个体差异分析： $D_v(\chi^2 = 29.560, df = 8, P < 0.05)$ ， $D_s(\chi^2 = 38.630, df = 8, P < 0.05)$ ， $F_{\max}(\chi^2 = 3.297, df = 8, P = 0.401)$ ， $F_{\min}(\chi^2 = 2.177, df = 8, P = 0.606)$ 。

求偶鸣唱：两只杂色山雀并立于枝头，其中雄鸟发出连续的婉转鸣唱，雌鸟在旁通常不发声，雄鸟鸣唱数分钟后，两只鸟相互追逐，飞至不远处继续鸣唱。稍候传来杂色山雀异常的鸣声。该鸣唱婉转动听，非繁殖期从未听到（图4c）。鸣声频率：2 500 ~ 8 500 Hz。个体差异分析： $D_v(\chi^2 = 22.905, df = 8, P < 0.05)$ ， $D_s(\chi^2 = 45.795, df = 8, P < 0.05)$ ， $F_{\max}(\chi^2 = 7.590, df = 8, P = 0.388)$ ， $F_{\min}(\chi^2 = 6.737, df = 8, P = 0.421)$ 。

炫耀鸣唱：单音节重复鸣唱（图4d），常见于天气晴朗阳光充足的上午。单音节重复，多

在领地鸣唱及求偶鸣唱后发出，连续重复鸣唱数十秒。鸣声频率：2 700 ~ 8 200 Hz。个体差异分析： $D_v(\chi^2 = 51.835, df = 8, P < 0.05)$ ， $D_s(\chi^2 = 28.613, df = 8, P < 0.05)$ ， $F_{\max}(\chi^2 = 7.023, df = 8, P = 0.163)$ ， $F_{\min}(\chi^2 = 6.207, df = 8, P = 0.313)$ 。

领地驱逐鸣唱：该鸣唱为双音节重复领地鸣唱，在领地内出现陌生个体后，杂色山雀除了会发出“zi-zi-bu”鸣唱外，有时还会发出“ding-ding”的鸣唱（图4e），直至入侵者离开为止。该鸣唱相对于其他领域鸣唱出现频次较少，且多发生在领域内出现其他入侵个体时。鸣声频率：2 000 ~ 8 200 Hz。个体差异分析： $D_v(\chi^2 = 43.267, df = 8, P < 0.05)$ ， $D_s(\chi^2 = 22.122, df = 8, P < 0.05)$ ， $F_{\max}(\chi^2 = 5.498, df = 8, P = 0.203)$ ， $F_{\min}(\chi^2 = 4.367, df = 8, P = 0.418)$ 。

4 讨 论

繁殖期鸟类鸣声复杂多变,包含着丰富的生物学信息,在吸引配偶、稳定配偶关系、保卫领域等方面有重要的作用(Catchpole et al. 2008)。鸣声的复杂性与多样性反映了鸟类行为的复杂性(雷富民等 2004)。这种多样性与鸟类的表型、遗传、成年鸟类大脑神经系统的可塑性密切相关(雷富民等 2004, van Hout et al. 2012),是物种不断分化与进化的动力(雷富民等 2004)。本研究发现杂色山雀繁殖期鸣声类型丰富,且同其他山雀类如大山雀(姜仕仁等 1998)、黄腹山雀(*P. venustus*)(肖华等 2008)类似,其鸣声多为单音节重复。通过研究,我们确定了 9 种鸣叫类型和 5 种鸣唱类型鸣声与行为的关系。每种鸣声均具有重要的生物学意义。以领地宣示鸣唱为例,领地宣示鸣唱对于鸟类的繁殖具有重要意义(de Kort et al. 2009, Searcy et al. 2009)。鸟类通过领地鸣唱来达到领地维护的目的,领地不仅可以为鸟类提供食物资源和栖息场所,领地的维护还能够降低婚外配的发生概率(Golabek et al. 2012)。野外观察发现,杂色山雀有明显的保护领地行为。在繁殖季节来临的 4~5 月份,杂色山雀的领地鸣唱相较之前月份明显变多,甚至在天气情况较差的阴雨天也可听到其连续不断的领域鸣唱。而且纵观整个繁殖季节,领地鸣唱是其出现次数最多的鸣唱,可见该鸣声在其繁殖期的重要性。

鸟类在繁殖期需要大量的能量来满足子代及自身能量需求。合理的鸣声行为对其自身能量的合理利用具有十分重要的意义(Catchpole et al. 2008)。本研究发现杂色山雀以下几种鸣声行为可能有利于其节省能量:(1)杂色山雀通常对伴侣发出较低音量的呼唤鸣声,这不仅可以避免其被天敌发现,而且可以有效地节省能量。(2)通过对鸣声语图的解析,发现其领域宣示鸣唱中具有一持续时间较长的较低频率的音节。已有研究表明较低频率可以保证鸣声在山林中更好地传播(Morton 1975)。杂色

山雀选择此叫声策略,有助于其利用较少的能量便可将鸣声传播得更远,从而起到宣示领域的作用。(3)杂色山雀喂食鸣声频率为 800~19 800 Hz。对于听觉器官未完全发育的雏鸟而言,较大频率范围的鸣声可能更容易被不同雏鸟个体所识别,从而迅速回应亲鸟的喂食鸣声,并从休息状态进入乞食状态,以减少亲鸟喂食时间。

对杂色山雀不同个体鸣声参数的比较发现,其鸣声句子时长和音节时长均存在显著性差异,而其鸣声的最高频率和最低频率则无显著性差异。个体鸣声差异对鸟类种内个体识别具有重要意义(Bard et al. 2002, Blumenrath et al. 2007)。鸟类可以通过对不同鸣声的辨别从而识别亲属、配偶、邻居以及陌生个体(Boeckle et al. 2012)。对邻居与陌生个体的识别有助于鸟类守卫领域,维持领域关系,鸟类倾向于拥有稳定的邻居,从而减少因不必要的攻击而产生的能量消耗(Catchpole et al. 2008)。相关研究显示,个体鸣声差异受到环境、遗传等因素的影响(王爱真等 2003),而且环境噪音对鸟类鸣声频率的影响十分显著(Cardoso et al. 2011, Potvin et al. 2011)。通过对杂色山雀个体的鸣声差异研究,我们认为杂色山雀可能主要是根据鸣声时长及音节时长来区分识别其他个体。关于杂色山雀个体间鸣声频率无显著性差异,我们认为该物种鸣声频率具有较强的稳定性。

参 考 文 献

- Bard S C, Hau M, Wikelski M, et al. 2002. Vocal distinctiveness and response to conspecific playback in the spotted antbird, *A. neotropicalis*. *The Condor*, 104(2): 387-394.
- Bardeli R, Wolff D, Kurth F, et al. 2010. Detecting bird sounds in a complex acoustic environment and application to bioacoustic monitoring. *Pattern Recognition Letters*, 31(12): 1524-1534.
- Blumenrath S H, Dabelsteen T, Pedersen S B. 2007. Vocal neighbour-mate discrimination in female great tits despite high song similarity. *Animal Behaviour*, 73(5): 789-796.
- Boeckle M, Bugnyar T. 2012. Long-term memory for affiliates in ravens. *Current Biology*, 22(9): 801-806.

- Bolhuis J J, Okanoya K, Scharff C. 2010. Twitter evolution: converging mechanisms in birdsong and human speech. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(11): 747–759.
- Cardoso G C, Atwell J W. 2011. On the relation between loudness and the increased song frequency of urban birds. *Animal Behaviour*, 82(4): 831–836.
- Cardoso G C, Hu Y, Mota P G. 2012. Birdsong, sexual selection, and the flawed taxonomy of canaries, goldfinches and allies. *Animal Behaviour*, 84(1): 111–119.
- Catchpole C K, Slater P J B. 2008. *Bird Song: Biological Themes and Variations*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- de Kort S R, Eldermire E R B, Cramer E R A, et al. 2009. The deterrent effect of bird song in territory defense. *Behavioral Ecology*, 20(1): 200–206.
- Doupe A J, Kuhl P K. 1999. Birdsong and human speech: common themes and mechanisms. *Annual Review of Neuroscience*, 22(1): 567–631.
- Golabek K A, Ridley A R, Radford A N. 2012. Food availability affects strength of seasonal territorial behaviour in a cooperatively breeding bird. *Animal Behaviour*, 83(3): 613–619.
- Kroodsma D E, Byers B E. 1991. The functions of bird song. *American Zoologist*, 31(2): 318–328.
- Morton E S. 1975. Ecological sources of selection on avian sounds. *The American Naturalist*, 109(965): 17–34.
- Potvin D A, Parris K M, Mulder R A. 2011. Geographically pervasive effects of urban noise on frequency and syllable rate of songs and calls in silvereyes (*Zosterops lateralis*). *Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1717): 2464–2469.
- Searcy W A, Beecher M D. 2009. Song as an aggressive signal in songbirds. *Animal Behaviour*, 78(6): 1281–1292.
- van Hout A J M, Pinxten R, Darras V M, et al. 2012. Testosterone increases repertoire size in an open-ended learner: An experimental study using adult male European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Hormones and Behavior*, 62(5): 563–568.
- Yamaguchi N. 2005. Cheek-patch coloration varies greatly within a subspecies of the varied tit *Parus varius*. *Ibis*, 147(4): 836–840.
- Yamaguchi N, Kawano K K, Eguchi K, et al. 2004. Facultative sex ratio adjustment in response to male tarsus length in the varied tit *Parus varius*. *Ibis*, 146(1): 108–113.
- Yamaguchi N, Higuchi H. 2005. Extremely low nesting success and characteristics of life history traits in an insular population of *Parus varius namiyai*. *The Wikson Bulletin*, 117(2): 189–193.
- 丁平, 姜仕仁. 2005. 杭州市区白头鹎鸣声的微地理差异. *动物学研究*, 26(5): 453–459.
- 黄沐朋. 1986. 辽宁动物志: 鸟类. 沈阳: 辽宁科技出版社.
- 姜仕仁, 丁平, 诸葛阳. 1998. 大山雀领域鸣唱的声谱分析与比较研究. *杭州大学学报: 自然科学版*, 25(1): 69–73.
- 金春日, 王爽, 万冬梅, 等. 2007. 杂色山雀的繁殖生态. *生态学杂志*, 26(12): 1988–1995.
- 雷富民, 王爱真, 尹祚华, 等. 2004. 鸟类鸣唱曲目与复杂性. *动物分类学报*, 29(3): 406–414.
- 李金林, 孙悦华, Martens J, 等. 2008. 云南柳莺鸣声特点及地理差异的初步分析. *动物学杂志*, 43(3): 126–130.
- 李静, 殷江霞, 尹黎献, 等. 2012. 杂色山雀亲代喂食与子代乞食间的行. *动物学杂志*, 47(4): 19–27.
- 李乐, 万冬梅, 刘鹤, 等. 2011. 人工巢箱条件下杂色山雀的巢位选择及其对繁殖成功率的影响. *生态学报*, 31(24): 7492–7499.
- 李乐, 张雷, 殷江霞, 等. 2013. 人工巢箱条件下两种山雀鸟类的同域共存机制. *生态学报*, 33(1): 150–158.
- 王爱真, 雷富民, 贾志云. 2003. 雌性选择与雄鸟鸣唱的进化. *动物学研究*, 24(4): 305–310.
- 王鹏, 邱英杰. 2002. 辽宁仙人洞国家自然保护区科学考察集. 北京: 中国林业出版社.
- 夏灿玮, 张雁云. 2009. 鸟类鸣声地理变异的形成机制. *四川动物*, 28(5): 777–780.
- 肖华, 周智鑫, 王宁, 等. 2008. 黄腹山雀的鸣唱特征分析. *动物学研究*, 29(3): 277–284.
- 赵正阶. 2001. 中国鸟类志: 雀形目. 长春: 吉林科学出版社.
- 郑光美. 2012. 鸟类学. 2版. 北京: 北京师范大学出版社.