

斑背大尾莺繁殖期鸣声行为分析

曲文慧, 李 枫*, 沙剑斌, 张玉铭

(东北林业大学 野生动物资源学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要: 2009年5—7月, 在辽宁双台河口保护区录制了20只繁殖期斑背大尾莺雄性个体的鸣声。根据行为特征, 该鸟鸣声定义为3种鸣声类型: 求偶炫耀鸣唱、报警声和联络声。利用Wavesurfer软件对20只斑背大尾莺雄性个体543个鸣声的句子持续时间、句子音节个数、音节持续时间、音节间隔时间等4个参数进行分析测量, 发现求偶炫耀鸣唱由节奏逐渐加快的前部句子和音节组成复杂的主体部两个句子组成; 报警声和联络声的句子均由单音节组成。音节类型总数为38种, 其中包括前部句子的音节类型6种。采用单因素方差分析(one-way ANOVA)对求偶炫耀鸣唱的4个参数进行差异性检验发现, 不同个体的各个参数均呈极显著差异($P < 0.01$)。

关键词: 鸣声行为; 斑背大尾莺; 节奏

中图分类号: Q959.739; Q62

文献标志码: A

文章编号: 0254-5853-(2011)02-0141-09

Analyzing Japanese marsh warbler (*Megalurus pryeri*) song behavior in the breeding season

QU Wen-Hui, LI Feng*, SHA Jian-Bin, ZHANG Yu-Ming

(College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

Abstract: The songs of Japanese marsh warblers (*Megalurus pryeri*) were recorded during May to July in 2009 at Shuangtaihekou Nature Reserve, Liaoning, China. Based on song characteristics, songs were divided into three types: courtship songs, alarm calls or contact calls. We analyzed and measured four parameters from 543 verses recorded from 20 males. The parameters were: duration of verse, number of syllables, duration of syllable, and interval of syllable. Verses of courtship song are formed of two verses, the first part's rhythm is more and more quick with time; the main body part is formed with complex syllables. Alarm calls and contact calls are simple, and formed with simple and repeat syllables. All songs contained 38 syllable types (six syllable types of the first part included). Acoustic features of the courtship song were statistically different, as was the calls of each individual.

Key words: Song behavior; Japanese marsh warbler; *Megalurus pryeri*; Rhythm

鸟类的鸣声包括鸣叫和鸣唱(Catchpole & Slater, 2008), 通常被认为是一种积极的信号(McDonald, 1989; Searcy & Beecher, 2009), 可以促进占据领域的个体成功地获得和享用资源(Eriksson & Wallin, 1986)、吸引配偶(Mountjoy & Lemon, 1991)、保卫领域等(Catchpole & Slater, 2008)。繁殖期鸟类的鸣声复杂多样, 同时与各种行为活动相关(Lei et al, 2003; Catchpole & Slater, 2008), 求偶炫耀和领域保护的鸣声是鸟类鸣声中最常见的类型(Kunc et al, 2005)。通过鸟类鸣声和相应行为的研究,

可以了解鸟类不同鸣声的生物学意义, 以及鸣声与行为的相互关系(Guo et al, 2007)。鸣声研究还可应用到分类学等领域, 为鸟类分类地位的确定提供佐证(Lei & Wang, 2002; Zhang et al, 2006)。

斑背大尾莺(*Megalurus pryeri*)是东亚特有鸟类, 有两个亚种——亚种 *pryeri* 和 *sinensi*, 它们分别繁殖于日本本州岛北部和中国东北。2009年, IUCN世界濒危物种红皮书将斑背大尾莺列为近危物种(NT)。迄今对斑背大尾莺的研究主要有数量、分布、栖息地调查(Nagata, 1997; Lu & Li, 1997; Gan et al,

收稿日期: 2010-09-13; 接受日期: 2011-02-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(30770309)

*通讯作者(Corresponding author), E-mail: lifeng604@163.com

第一作者简介: 曲文慧, 女, 硕士研究生, 方向鸟类学, E-mail: qwhbetter@163.com

2006)、繁殖生态学研究(Li & Wang, 2006)、分类地位和遗传多样性研究(Drovetski et al, 2004; Zhang, 2007; Zhang et al, 2010); 而关于其鸣声方面仅见简单的描述(Chang et al, 1995; Mackinnon et al, 2000)。本文对斑背大尾莺鸣声进行了研究, 初步分析了其鸣声特点和相应的行为特征, 为基于鸣声方面更加深入地研究提供启示和线索。

1 研究地区概况

双台河口保护区位于辽宁省盘锦市境内, 地处辽东湾顶端, 双台子河入海处, 地理坐标介于东经 121°30'~122°00', 北纬 40°45'~41°10', 总面积 8 万 hm^2 , 其中芦苇有 2.7 万 hm^2 , 是世界上面积较大的芦苇沼泽湿地。地势北高南低, 最高海拔仅 5.7 m。处于北温带半湿润季风区, 四季分明。年均气温 8.4℃, 年均降水量为 623.2 mm, 植物区系特征属华北植物区, 区内木本植物较少, 植物种类比较单一。主要的植被类型为: 滨海碱蓬盐生草地、獐茅盐生草甸、沼泽植被和水生植被。其中, 植被组成分布最广的是沼泽植被。主要有 3 种形式, 第一种为生长有茂密的芦苇, 杂有少量的水烛(*Typha angustifolia*)、萤蔺(*Scirpus juncoides*)等; 第二种以芦苇为主, 明显分布有香蒲(*Typha latifolia*)、水烛等; 第三种植被稀疏但物种繁多, 主要植物有香蒲、泽泻(*Alisma orientale*)、灯心草(*Juncus effusus*)和菖蒲(*Acorus calamus*)(Qiu, 1998; Yang et al, 1998)。

2 方法

2.1 鸣声采集

2009 年 5—7 月, 利用 lotoo L-200 录音机(北京世纪乐图数字技术有限责任公司, 北京; 录音范围为 20~2 万 Hz; 16 bit/48 kHz), SGM 1X 强定向话筒(AZDEN, 阿兹丹; 日本; 响应频率范围为 80~1.8 万 Hz), 在双台河口保护区录制繁殖期斑背大尾莺 20 只雄性个体的鸣声, 并用 Sony HDR-SR11E (日本)数码摄录机录制行为。选择晴天无风日子, 上午 4: 30 到 11: 00, 下午 14: 00 到 17: 00 进行鸣声录制。录音时, 录音者手持定向话筒, 隐蔽好后, 每个个体鸣声录制的时间至少为 1 min。

2.2 个体领域标记

斑背大尾莺进入繁殖期后, 领域非常固定, 几乎整个繁殖期都停在固定的一根非常显著的枯芦苇枝或小树枝上。两只个体常停留的枯芦苇枝或小

树枝之间直线距离最短约为 20 m。根据这个特点, 在其停留的枯芦苇枝或小树枝附近突出的芦苇或草上打结作标记。另外, 在打结处的芦苇或草上系塑料绳。塑料绳颜色为红色, 便于与周围环境区分。绳宽约 1 cm, 标记时绳长自定。绳上用黑色记号笔标有标记日期, 个体编号与 GPS 坐标。标记方法已进行预实验, 证明这种标记法对斑背大尾莺的活动没有影响。在两个月的研究时间内, 绳上的标记没有褪色。

2.3 鸣声术语定义

鸣叫(call): 鸟类发出的短的、简单的鸣声, 雌雄个体全年都会鸣叫, 包括飞行叫声、报警声、乞食声和集群声等(Baker, 2001)。鸣唱(song): 雄性个体在繁殖期发出的长时间的、复杂的鸣声(Catchpole & Slater, 2008)。音素(note/element): 声谱图上一段连续的曲线痕迹, 是鸣声的最基本结构(Päckert et al, 2004)。音节(syllable/element-group): 一个或多个独立的音素固定组合在一起构成音节, 通常在句子中重复多次(Tracy & Baker, 1999; Päckert et al, 2004)。音节型(syllable type): 音节的形态特征, 主要包括音素的组成和排列顺序(Xiao et al, 2008)。句子(verse/phrase/motif): 一个或多个音节的重复集合构成句子(Leonardo & Konishi, 1999)。句式(syntax): 音素或音节在句子中的排列顺序(Päckert et al, 2004)。节奏(rhythm): 音节的持续时间和间隔时间, 代表了句子的节奏特征(Thorpe & Hinde, 1969)。

2.4 鸣声参数测量和统计

录制“*.wav”(16 bit/48 kHz)格式的各种鸣声导入笔记本电脑, 选择清晰的 543 个鸣声, 利用 Wavesurfer 软件进行分析。配置菜单(choose configuration)分析模式为标准, 得到语图, 语图参数设置为: sampling rate 22 kHz, sample size 16 bit; Analysis window length 64。斑背大尾莺雄性个体鸣唱的句子之间没有明显的时间间隔, 根据句式结构(syntax structures)划分句子(Päckert et al, 2004); 一直在同一个句子、不同的句子或不同个体间的句子中反复出现的一组音素视为一个音节(Tracy & Baker, 1999; Baker et al, 2000)。语图进一步展开得到功率频谱图, 分析选择 FFT(快速傅立叶变换); 窗口选择 Hamming; FFT Point 在预览时选择 512, 最终处理时 FFT Point 选择 1 024。通过语图统计数据: 每个句子的音节个数(number of syllables, NS), 每个音节的音素个数(number of notes, NN)。测量参

数包括: 句子持续时间(duration of verse, VD)、音节持续时间(duration of syllable, DS)、音节间隔时间(interval of syllable, SI)(图 1)。

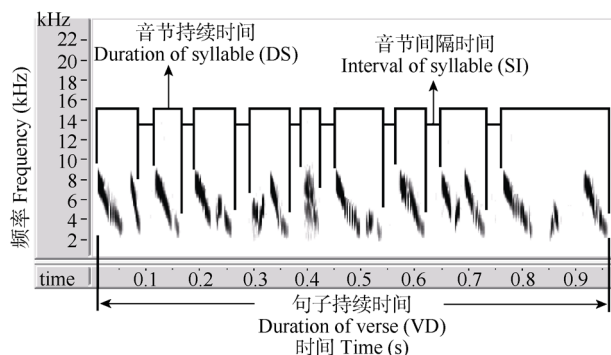


图 1 参数测量示意图

Fig. 1 Method of measuring the parameters

2.5 鸣声参数分析

利用 spss17.0 软件, 首先进行正态分布检验, 符合正态分布的采用单因素方差分析(one-way ANOVA)进行差异性检验。文中平均数以 $\text{Mean} \pm \text{SE}(\text{range})$ 的方式表示。

2.6 前部句子的节奏(rhythm)特征分析

A 句式的前部句子, 选取音节个数<16 的 18 个句子, 按照句子持续时间递进的顺序, 逐个测量每个句子相邻每两个音节的间隔时间, 根据音节个数分类, 求平均值, 做折线图; B 和 C 句式的前部句子, 选取音节个数为 16~25(包括 16 和 25)的 12 和 13 个句子, 测量每个句子前 5 个音节(FS5)的平均间隔时间, 整个句子持续时间中点 5 个音节(MS5)的平均间隔时间, 句子最后 5 个音节(LS5)的平均间隔时间, 做折线图; D 句式的前部句子不做测量。

3 结果

斑背大尾莺雄性个体的鸣声, 包括鸣叫和鸣唱。根据斑背大尾莺雄性个体行为特征, 定义为求偶炫耀鸣唱、报警声和联络声。分析和测量了 20 只斑背大尾莺雄性个体的鸣声, 得到 38 种音节型(图 2)。其中, 31 种音节至少被两只个体所共享, 占音节类型总数的 81.6%; 7 种音节仅为某一个体所特有, 占音节类型总数的 18.4%; 没有一种音节被所有个体共享。

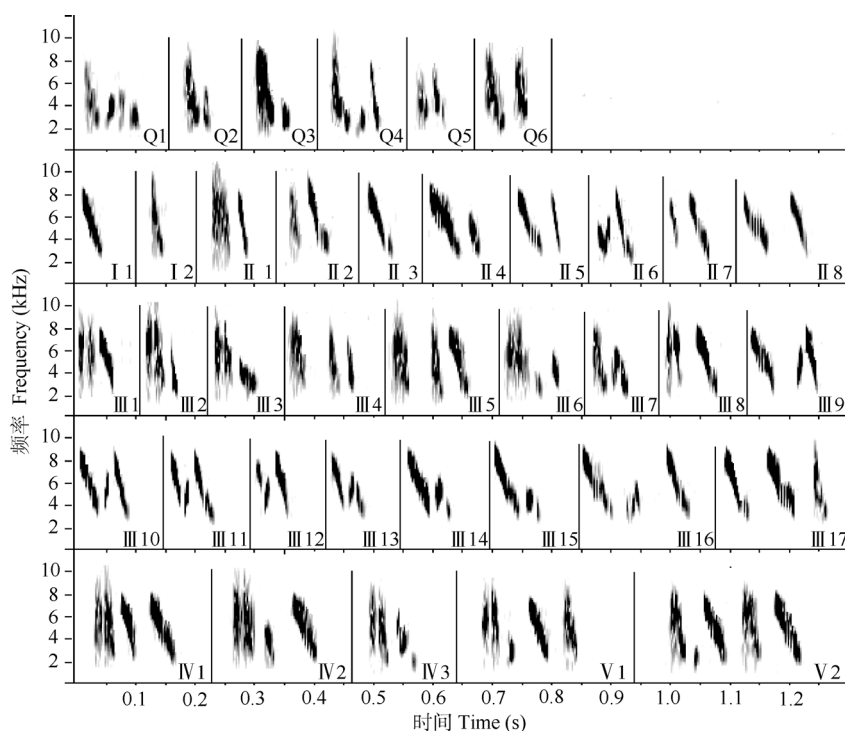


图 2 20 只斑背大尾莺雄性个体鸣声的 38 种音节型

Fig. 2 38 syllable types of Japanese marsh warbler

Q1~Q6 为前部句子的音节型, 其中“Q”为“前”的缩写; 其余为主体部句子的音节型, 其中罗马数字表示组成该音节的音素个数, 阿拉伯数字表示序号; Q2 也为报警声音节, I 2 也为联络声音节。

Q1 - Q6 are the syllables of the first part in the verses, “Q” is the abbr. of the Chinese word “qian”; The syllables of the main part have followed, Roman numerals show the number of notes in the syllables, Arabic numerals shows the ordinal; Q2 is also the syllable type of alarm call, I 2 is also the syllable type of contact call.

3.1 求偶炫耀鸣唱(courship song)

3.1.1 行为特征 斑背大尾莺在整个繁殖期都会发出求偶炫耀鸣唱。繁殖前期,雄鸟通常停在领域内非常显著的枯芦苇枝或小树枝上,然后飞向空中鸣唱,运动路线呈十分明显的弧线(抛物线状);鸣唱时,头部在空中不停地左右摆动,鸣唱持续的时间很短,在 10 s 以内;最后落回鸣唱前停留的枯芦苇枝或小树枝上。繁殖后期,飞向空中伴随鸣唱的行为明显减少,只是停在领域内枯芦苇枝或小树枝上鸣唱。鸣唱时,头部仍然不停地左右摆动,鸣唱持续时间仍然在 10 s 以内。

3.1.2 鸣唱特征 斑背大尾莺雄性个体的求偶炫

耀鸣唱可分为两类:第一类具有两部分组成,前一个句子由简单的音节(单音节或双音节)不断重复构成(文中简称前部),后一个句子由复杂的音节构成(文中简称主体部);第二类由复杂的音节构成一个句子(文中简称主体部)。所录音的 20 只个体中,12 只个体同时具有第一类和第二类鸣唱,8 只个体只具有第一类鸣唱。由于斑背大尾莺雄性个体求偶炫耀鸣唱的“前部”特点突出,所以本文将前部句子和主体部句子分开分析。

3.1.2.1 前部句子句式特征 斑背大尾莺雄性个体求偶炫耀鸣唱的前部句子,是相同音节的不断重复(图 3)。12 只个体 95 个鸣唱句子具有音节类型 6 种(图

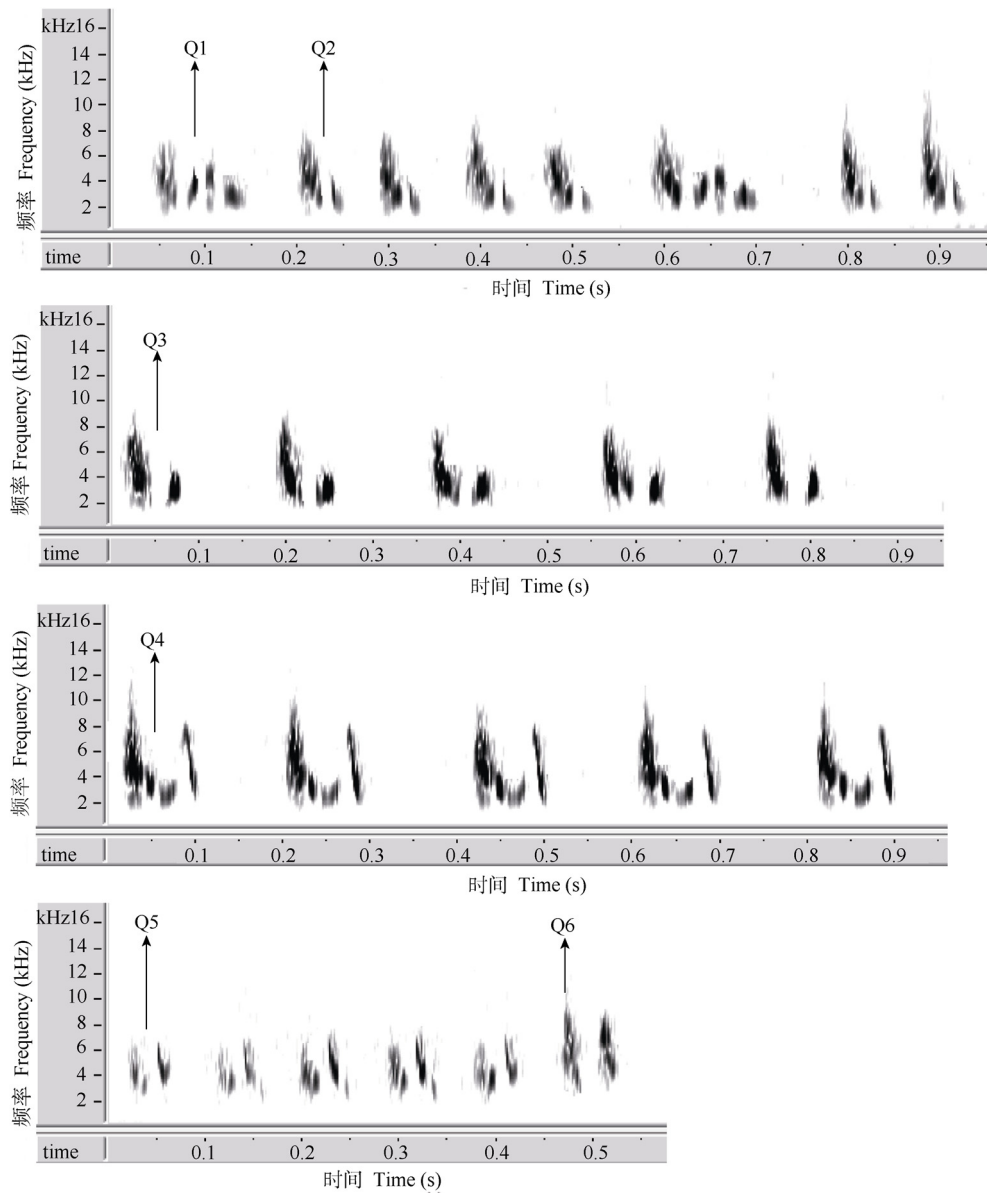


图 3 斑背大尾莺求偶炫耀鸣唱前部句子语图(依次为 A、B、C 和 D 句式)
Fig. 3 Song spectrum of courtship song of Japanese marsh warbler (Synax A, B, C and D in turn)

表 1 斑背大尾莺鸣唱特征参数
Tab. 1 Song characteristics parameters of Japanese marsh warbler

	句式 Syntax	样本量 Sample size	测量句子 总数 Total number of verses	句子数 Number of verses				句子持续时间 VD(s)	句子音节个数 NS	音节持续时间 DS(s)	音节间隔时间 SI(s)
				音节个 数 NS <16	音节个 数 NS 16~25	音节个 数 NS 26~100	音节个 数 NS >100				
前部句子 The first part	A	4	34	18	13	3	0	4.573±1.151 0.672~31.782	15.515±1.690 3~50	0.062±0.001 0.041~0.111	0.065±0.004 0.010~0.150
	B	3	29	2	12	11	4	8.017±1.939 0.885~36.297	55.828±13.195 10~275	0.051±0.001 0.040~0.065	0.067±0.007 0.021~0.152
	C	4	31	6	13	9	3	6.418±1.262 1.167~35.473	30.516±5.425 7~139	0.082±0.001 0.075~0.087	0.108±0.008 0.053~0.280
	D	1	1			—		0.522	7	0.045±0.004 0.027~0.054	0.034±0.005 0.011~0.046
主体部句子 Main body part	复杂音 节组成	20	501			—		3.958±0.068 1.770~6.195	32.023±0.538 16~45	0.092±0.001 0.023~0.243	0.029±0.001 0.017~0.145

“—”表示未测量(means non-measured)。

2, 第一行), 组成 4 种不同的句式。分别为: A 句式: Q1Q1Q1...Q2Q2Q2...Q1Q2Q2, Q1Q2Q2...Q1Q2Q2; B 句式: Q3...Q3; C 句式: Q4...Q4; D 句式: Q5Q5Q5Q5Q5Q6Q6。

求偶炫耀鸣唱前部句子的参数见表 1。

A 句式音节个数最少, 音节个数<16 的句子数量最多; B 句式音节个数最多, 音节个数 16~25 的句子数量最多; C 句式中, 音节个数 16~25 的句子数量最多; D 句式被一个个体独有。

3.1.2.2 前部句子节奏(rhythm)特征 斑背大尾莺求偶炫耀鸣唱前部句子的音节间隔时间随句子持续时间的延长而逐渐缩短, 即句子节奏逐渐变快(图 4)。

图 4a 显示, 随着句子持续时间的延长音节间隔时间逐渐缩短; 图 4b、4c 显示, FS5>MS5>LS5, 即随着句子持续时间的延长音节间隔时间逐渐缩短。

3.1.2.3 主体部句子特征 共测量了 20 只斑背大尾莺雄性个体 501 个鸣唱句子(图 5a), 得到 32 种音节类型(图 2, 第二行到最后一行)。平均每个个体鸣唱句子个数为 25.05 个。其中组成音节的音素最少为 1 个, 最多为 5 个。参数见表 1。

3.1.3 个体鸣唱差异 20 只斑背大尾莺雄性个体求偶炫耀鸣唱的 4 个参数均符合正态分布, 所以采用单因素方差分析(one-way ANOVA)法进行差异性检验。检验结果显示, 斑背大尾莺求偶炫耀鸣唱的 4 个参数: 句子持续时间($F=7.727, P<0.01$)、句子音节个数($F=3.324, P<0.01$)、音节持续时间($F=23.761, P<0.01$)、音节间隔时间($F=2.742, P<0.01$)均差异极显著。

3.2 报警声(alarm call)

在人为干扰情况下, 人与斑背大尾莺个体距离在 10 m 以内时, 斑背大尾莺个体就会发出急促、响

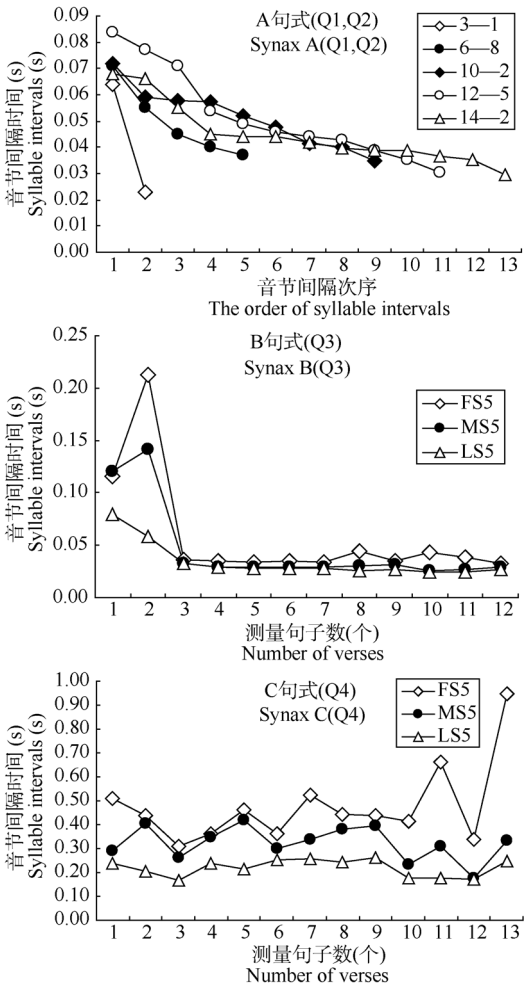


图 4 斑背大尾莺前部句子节奏特征(依次为 A、B 和 C 句式)

Fig.4 Rhythm characteristics of the first part verses of Japanese marsh warbler (Syntax A, B and C in turn)

4a 图例中, 前面数字表示音节数, 后面数字表示句子数(如“3-1”, 表示由 3 个音节组成的 1 个句子被测量)。
4b 和 4c 图例中的 FS5、MS5、LS5 含义已在前文方法中说明(见 2.6 节)。
In fold-line graph of 4-a, the front numerals of the legend show the number of syllables, latter numerals show the number of verses which were measured (For example, “3-1” means one verse was measured which has 3 syllables).
In fold-line graph of 4-b and 4-c, the meaning of FS5, MS5 and LS5 have already mentioned in Methods which in the front of this thesis (Methods 2.6).

亮的报警声,持续时间较长,但并不隐蔽。而当人处于某一固定位置,距离大于 10 m,且不活动时,斑背大尾莺个体就不会再发出报警声了。非同种的其他鸟在空中飞过时(高度约 50 m)(如鹊鹑、苍鹭、黑嘴鸥),斑背大尾莺个体也发出急促的报警声,持续时间较短,然后随即隐藏到草丛中,消失不见。以上两种情况,当一只个体开始发出报警声后,附近 30 m 范围内的其他个体也随之发出报警声。

报警声为音节 Q2 的快速重复(图 5b);持续时

间最短为 0.540 s, 最长为 4.268 s; 音节个数最多 56 个, 最少 5 个。参数见表 2。

3.3 联络声(contact call)

斑背大尾莺雄性个体在枯树枝或芦苇枝上发出联络声时,随即雌性个体也会发出应答。以下分析的是雄性个体的联络声。

联络声为 I 2 音节型的不断重复(图 5c);持续时间较长,最长可达 119.021 s,最短为 5.763 s;音节个数最多 554 个,最少 23 个。参数见表 2。

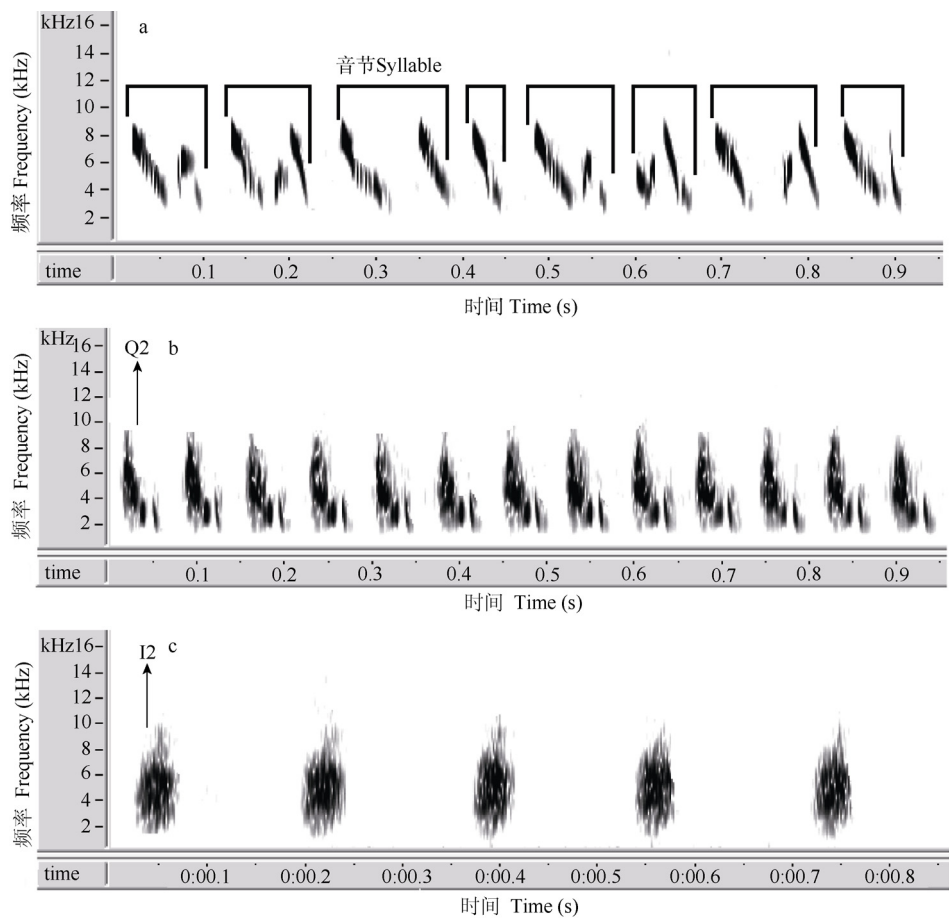


图 5 斑背大尾莺求偶炫耀鸣唱语图(句子的一部分)(a)、报警声语图(b)和联络声语图(c)
Fig. 5 Song spectrum of courtship song of Japanese marsh warbler (one part of the verses)(a), spectrum of alarm call (b), and Spectrum of contact call (c)

表 2 斑背大尾莺雄性个体报警声和联络声特征
Tab. 2 Parameters of alarm call and contact call of Japanese marsh warbler

	样本量 Sample size	测量句子数 Number of verses	句子持续时间 VD(s)	句子音节个数 NS	音节持续时间 DS(s)	音节间隔时间 SI(s)
报警声 Alarm call	9	35	1.746±0.193 0.540~4.268	23.086±2.472 5~56	0.047±0.000 0.021~0.069	0.026±0.000 0.011~0.039
联络声 Contact call	2	7	32.485±14.672 5.763~119.021	155.286±67.99 423~554	0.040±0.000 0.027~0.047	0.187±0.008 0.092~0.642

由于样本数过小, 没有对报警声和联络声各项参数进行差异性检验。
One-way ANOVA was never be used for the Alarm call and contact call because of the sample size is small.

4 讨 论

Szekely et al(1996)比较了蝗莺属黑斑蝗莺(*Locustella naevia*)、鹁蝗莺(*Locustella luscinioides*)以及苇莺属芦莺(*Acrocephalus scirpaceus*)、蒲苇莺(*Acrocephalus schoenobaenus*)、大苇莺(*Acrocephalus arundinaceus*)等的鸣唱特征,发现蝗莺属鸟类的鸣唱是所有鸣禽中鸣唱最简单的,由单音节或双音节的不断重复组成;而苇莺属鸟类的鸣声复杂,雄性个体鸣声的音节类型数量可能达到百种。目前,许多研究认为斑背大尾莺在分类地位上与蝗莺属鸟类更接近(Zhang, 2007),且已有一些研究已将斑背大尾莺由大尾莺属划分到蝗莺属(Mackinnon et al, 2000)。在鸣声方面,斑背大尾莺鸣声的复杂程度比蝗莺属复杂很多,相差较远,与苇莺属鸟类很接近。

组成斑背大尾莺雄性个体鸣声的音素,根据在鸣声句子中出现和排列顺序的不同,可以被组合成许多不同的音节类型,同一个音素可以在多个音节类型中出现。求偶炫耀鸣唱由两个句子构成,在音节组成和句子节奏上,前部句子由节奏不断加快的简单的单音节(Q3, Q4)或双音节(Q1, Q2, Q5, Q6)重复组成;主体部句子由复杂的音节按照特定的排列顺序组成,句子节奏稳定,音节平均间隔时间均短于4种前部句子。在句子持续时间上,除由音节Q5、Q6组成的第四种前部句子外,其他3种前部句子的平均持续时间都长于后面主体部句子的平均持续时间。苇莺属鸟类蒲苇莺(*Acrocephalus schoenobaenus*)鸣声音节的构成方式与斑背大尾莺类似;鸣声句子的开始部分和中间部分也和斑背大尾莺具有类似的特征(Buchanan & Catchpole, 1997; Catchpole, 2000)。蒲苇莺鸣声句子开始部分的持续时间很长,由两个持续时间较短的音节交替出现;然后迅速转变成更大声,更快的中间部分;句子最后部分的形式与开始部分一样,而音节出自句子的中间部分(Catchpole & Slater, 2008)。斑背大尾莺求偶炫耀鸣声只有两部分句子,没有第三部分,与蒲苇莺相比,相对简单。

许多苇莺属的鸟类,领域防御鸣声简单,求偶炫耀鸣声复杂(Catchpole, 2000)。斑背大尾莺雄性个体的鸣声亦符合这个特征。组成求偶炫耀鸣唱前部句子的音节个数变化范围很大,从3~275个。在所录的20只斑背大尾莺个体中,只有12个个体的求偶炫耀鸣唱具有前部句子,每只个体只有一种类型

的前部句子,没有两个个体的前部句子是完全相同的。对求偶炫耀鸣唱主体部句子的参数比较发现,在句子的音节组成数量和时间上都存在极显著的个体差异。在句型上也各不相同,平均一个个体有至少4种句型,不同个体之间没有发现相同的句型。

报警声句子由单音节(Q2)构成一种简单句型,句子节奏最快,声音最大。声音信号是与邻居保持联系最明显的一种方式,并且它能够促使种内个体聚集(Forsman & Mönkkönen, 2001)。而报警声就是其中之一,是许多物种在面对即将发生的危险时发出的特定的声音信号(Caro, 2005),通常提醒种群内的成员对捕食者的潜在威胁开始警戒(Seyfarth et al, 1980)。

根据不同的作用,报警声可以分为许多种类,如警报提示声(alerting call)、防御声(defense call)、攻击声(attack call)、聚众集群声(hawk and mobbing call)、吸引捕食者叫声(predator attraction)、追踪威慑声(pursuit-deterrent call)、遇险求救声(distress call)、警戒守卫声(on-guard call)和干扰声(distract call)等(Placer & Slobodchikoff, 2004)。鸣叫声的结构复杂程度取决于叫声的作用。多重作用,鸣叫声的结构也复杂;作用单一,鸣叫声结构也简单(Marler, 2004; Kaplan, 2008)。斑背大尾莺利用报警声对危险信号进行传递,通知种群内其他成员隐蔽;没有发起攻击也没有集群;句子结构简单。根据这些特点,判断此类报警声为相对简单的一种,即警报提示声(alerting call)。

联络声是动物联络通讯的重要信号,包括雌雄个体之间的联络声,亲鸟和雏鸟之间的联络声,种群个体之间的相互联络(Cortopassi & Bradbury, 2006)。联络声中包含着鸣叫者的身份和种群从属关系方面的信息,作用多样。一些鸟类配偶之间交流时,雄性个体可以更多的模仿配偶的叫声;而此雄性个体与未知的或不熟悉的其他雌性个体交流时不会表现出这种特征(Striedter et al, 2003)。联络声作用复杂,结构特征也变化多样(Cortopassi & Bradbury, 2006)。斑背大尾莺雄性个体的联络声由单音节的不断重复组成句子,句子的音节组成数量和持续时间变化范围很大。在研究区域内,进行斑背大尾莺雄性个体联络声回放实验发现,至少会有一只雌性个体出现,在声源附近的草丛中钻进钻出,多数情况下会发出鸣叫声回应。另外,在几处巢附近,记录到配偶之间利用此联络声交流。据目前的

行为观察和回放实验, 仅能判断此联络声存在于雌雄个体之间, 而是否也存在于亲鸟和雏鸟之间或种群内其他成员之间还有待于更深入研究。

致谢: 对双台河口保护区李玉祥局长、杨玉成主任和刘运峰站长, 以及东郭站其他工作人员对野外

工作的支持和帮助; 中科院动物所雷富民老师、北京师范大学张雁云老师、东北林业大学许青老师; 北京师范大学夏灿伟同学, 师姐张微微、邢晓莹, 师弟兰天明对论文数据处理的帮助; 室友张小芳、张婧在论文撰写期间的鼓励, 一并表示诚挚地谢意!

参考文献:

- Baker MC, Howard TM, Sweet PW. 2000. Microgeographic variation and sharing of the gargle vocalization and its component syllables in black-capped chickadee (Aves, Paridae, *Parus atricapillus*) populations [J]. *Ethology*, **106**:819-838.
- Baker MC. 2001. Bird song research: The past 100 years [J]. *Bird Behav*, **14**: 3-50.
- Buchanan KL, Catchpole CK. 1997. Female choice in the sedge warbler, *Acrocephalus schoenobaenus*: Multiple cues from song and territory quality [J]. *Proc R Soc B: Biol Sci*, **264** (1381): 521-526.
- Caro TM. 2005. Antipredator Defenses in Birds and Mammals [M]. Chicago: University of Chicago Press.
- Catchpole CK, Slater PJB. 2008. Bird Song: Biological Themes and Variations. Second Edition [M]. Cambridge: Cambridge University Press.
- Catchpole CK. 2000. Sexual Selection and the Evolution of Song and Brain Structure in *Acrocephalus* Warblers [M]// Slater PJB, Rosenblatt JS, Snowden CT, Roper TJ. Advances in the Study of Behavior. New York: Academic Press, 45-97.
- Chang JC, GQHZ, Liu BW, Zhang P. 1995. A Field Guide to The Bird of Northeast China [M]. Heilongjiang: Heilongjiang Science & Technology Press, **167**. [常家传, 桂千惠子, 刘伯文, 张鹏. 1995. 东北鸟类图鉴 [M]. 黑龙江: 黑龙江科学技术出版社, **167**.]
- Cortopassi KA, Bradbury JW. 2006. Contact call diversity in wild orange-fronted parakeet pairs, *Aratinga canicularis* [J]. *Anim Behav*, **71**(5): 1141-1154.
- Drovetski SV, Zink RM, Fadeev IV, Nesterov EV, Koblik EA, Red'kin YA, Rohwer S. 2004. Mitochondrial phylogeny of *Locustella* and related genera [J]. *J Avian Biol*, **35**: 105-110.
- Eriksson D, Wallin L. 1986. Male bird song attracts females - a field experiment [J]. *Behav Ecol, Sociobiol*, **19** (4): 297-299.
- Forsman JT, Mönkkönen M. 2001. Responses by breeding birds to heterospecific song and mobbing call playbacks under varying predation risk [J]. *Anim Behav*, **62**(6): 1067-1073.
- Gan XJ, Zhang KJ, Tang SM, Li B, Ma ZJ. 2006. Three new records of birds in Shanghai: *Locustella pleskei* (Pleske's Warbler), *Megalurus pryeri* (Japanese Swamp Warbler) and *Acrocephalus concinens* (Blunt-winged Paddyfield Warbler) [J]. *J Fudan Univ: Natural Science*, **45**(3): 417-420. [干晓静, 章克家, 唐仕敏, 李博, 马志军. 2006. 上海地区鸟类新记录 3 种: 史氏蝗莺、斑背大尾莺、钝翅苇莺. 复旦学报: 自然科学版, **45**(3): 417-420.]
- Guo M, Wu XM, Ren JS, Zhang JF, Li W, Wang AW, Ding CQ. 2007. Vocal characteristics of the crested ibis *Nipponia nippon* during the breeding season [J]. *Curr Zool*, **53**(5): 819-825. [郭敏, 吴晓民, 任建设, 张军凤, 李亚微, 王安文, 丁长青. 2007. 笼养朱鹮繁殖期的鸣声特征. 动物学报, **53**(5): 819-825.]
- Kaplan G. 2008. Alarm calls and referentiality in Australian magpies: Between midbrain and forebrain, can a case be made for complex cognition [J]. *Brain Res Bull*, **76**(3): 253-263.
- Kunc HP, Amrhein V, Naguib M. 2005. Seasonal variation in dawn song characteristics in the common nightingale [J]. *Anim Behav*, **70** (6): 1265-1271.
- Lei FM, Wand G, Yin ZH. 2003. On complexity and diversity of bird songs [J]. *Acta Zootaxon Sin*, **28**(1): 163-171. [雷富民, 王钢, 尹祚华. 2003. 鸟类鸣唱的复杂性和多样性. 动物分类学报, **28**(1): 163-171.]
- Lei FM, Wang G. 2002. An approach to differentiation and speciation of birds based on vocalization [J]. *Acta Zootaxon Sin*, **27**(3): 641-648. [雷富民, 王钢. 2002. 鸟类鸣声行为对其物种分化和新种形成影响. 动物分类学报, **27**(3): 641-648.]
- Leonardo A, Konishi M. 1999. Decrystallization of adult birdsong by perturbation of auditory feedback [J]. *Nature*, **399**: 6-470.
- Li F, Wang Q. 2006. Breeding biology of Japanese marsh warbler's *sinensis* subspecies [J]. *Acta Zool Sin*, **52**(6): 1162-1168. [李枫, 王强. 2006. 斑背大尾莺 *sinensis* 亚种的繁殖生物学. 动物学报, **52**(6): 1162-1168.]
- Lu CH, Li F. 1997. One new record of birds in Hei Longjiang: *Megalurus pryeri* (Japanese marsh warbler) [J]. *Sichuan J Zool*, **16** (3): 104. [鲁长虎, 李枫. 1997. 黑龙江省鸟类新记录种-斑背大尾莺. 四川动物, **16** (3): 104.]
- Mackinnon J, Phillipps K, He FQ. 2000. A Field Guide to the Birds of China [M]. Lu HF, Translation. Changsha: Hunan Education Press, **361**. [马敬能, 菲利普斯, 何芬奇. 2000. 中国鸟类野外手册. 卢何芬, 译. 长沙: 湖南教育出版社, **361**.]
- Marler P. 2004. Bird calls: A Cornucopia for Communication [M]// Marler P, Slabbekoorn HW. Nature's Music: The Science of Bird Song. San Diego: Elsevier Academic Press, 132-177.
- McDonald MV. 1989. Function of song in Scott's seaside sparrow, *Ammodramus maritimus peninsulæ* [J]. *Anim Behav*, **38** (3): 468-485.
- Mountjoy DJ, Lemon RE. 1991. Song as an attractant for male and female European starlings, and the influence of song complexity on their response [J]. *Behav Ecol Sociobiol*, **28** (2): 97-100.
- Nagata H. 1997. Present status of the Japanese marsh warbler (*Megalurus pryeri*) and its conservation [J]. *Yamashina Institute for Ornithology*, **29** (1): 27-42.
- Päckert M, Martens J, Sun YH, Veith M. 2004. The radiation of the *Seicercus burkii* complex and its congeners (Aves: Sylviidae): molecular genetics and bioacoustics [J]. *Organ Divers Evol*, **4** (4): 341-364.
- Placer J, Slobodchikoff CN. 2004. A method for identifying sounds used in the classification of alarm calls [J]. *Behav Proc*, **67** (1): 87-98.
- Qiu YJ. 1998. The general situation of Shuangtaihekou national nature reserve [J]. *J Liaoning For Sci Technol*, **5**: 14, 20. [邱英杰. 1998. 双台河口国家级自然保护区概况. 辽宁林业科技, **5**: 14, 20.]
- Searcy WA, Beecher MD. 2009. Song as an aggressive signal in songbirds [J]. *Anim Behav*, **8** (6): 1281-1292.
- Seyfarth RM, Cheney DL, Marler P. 1980. Monkey responses to three

- different alarm calls: evidence of predator classification and semantic communication[J]. *Science*, **210** (4471): 801-803.
- Striedter G, Freibott L, Hile AG, Burley NT. 2003. For whom the male calls: An effect of audience on contact call rate and repertoire in budgerigars, *Melopsittacus undulatus* [J]. *Anim Behav*, **65** (5): 875-882.
- Szekely T, Catchpole CK, DeVoogd A, Marchl Z, DeVoogd TJ. 1996. Evolutionary changes in a song control area of the brain (HVC) are associated with evolutionary changes in song repertoire among European warblers (Sylviidae) [J]. *Biol Sci*, **263** (1370): 607-610.
- Thorpe WH, Hinde RA. 1969. Bird Vocalizations: Their Relations to Current Problems in Biology and Psychology [M]. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tracy TT, Baker MC. 1999. Geographic variation in syllables of House Finch songs [J]. *Auk*, **116** (3): 666-676.
- Xiao H, Zhou ZX, Wang N, Zhang YY. 2008. Analyzing song characteristics of Yellow-bellied tits (*Parus venustus*) [J]. *Zool Res*, **29** (3): 277-284.[肖华, 周智鑫, 王宁, 张雁云. 2008. 黄腹山雀的鸣唱特征分析. 动物学研究, **29** (3): 277-284.]
- Yang FL, Li YX, Can XR, Yang YC, Li XJ, Liu YF. 1998. Biodiversity and developing strategy of Shuangtaihekou Nature Reserve [J]. *J Liaoning For Sci Technol*, **5**: 15-20.[杨福林, 李玉祥, 曹希仁, 杨玉成, 李晓静, 刘运峰. 1998. 双台河口自然保护区的生物多样性及保护发展对策. 辽宁林业科技, **5**: 15-20.]
- Zhang WW, Zhang YM, Wang Q, Li F. 2010. Genetic diversity and population structure of Marsh Grassbird (*Locustella pryeri sinensis*) in China[J]. *J For Res*, **21** (3): 361-366.
- Zhang WW. 2007. Genetic diversity and classification research of Japanese marsh warbler (*Megulus Palustris sinensis*) [D]. M.S. thesis, Northeast Forestry University, Harbin.[张薇薇. 2007. 斑背大尾莺遗传多样性分析及分类研究. 硕士毕业论文, 东北林业大学, 哈尔滨.]
- Zhang YY, Wang N, Zhang J, Zheng GM. 2006. Acoustic difference of narcissus flycatcher complex [J]. *Curr Zool*, **52** (4): 648-654.[张雁云, 王宁, 张洁, 郑光美. 2006. 黄眉姬鹀种组的鸣声差异. 动物学报, **52** (4): 648-654.]