

繁殖期内丹顶鹤的日常短鸣声行为模式分析*

李淑玲^{①②} 包 军^② 白晓杰^③ 王文峰^③

(^①哈尔滨市动物园 哈尔滨 150080; ^②东北农业大学 哈尔滨 150030;

^③齐齐哈尔市龙沙公园 齐齐哈尔 161000)

摘要:繁殖期内,丹顶鹤(*Grus japonensis*)的日常短鸣声行为具有一定的模式。本文通过行为的实时观察,并利用 MATLAB 分析软件对日常短鸣声进行了计算机声谱分析,给出了鸣声模式的声图、示波图和频谱。结果表明:雄性的鸣声特性是每个单次叫声中含有的音节数较少,一般不超过 4 个音节;而雌性的鸣声特性是每个单次叫声中含有的音节数较多,最少的含有 4 个音节。雌雄鸣声的共同特性是每个音节都是由三个声脉冲组成。1 号鹤的谱和特性较好,2 号音色较纯净;雌性鸣肌速率较高,雄性则较低。自由选择配对组配偶间音质是一纯一杂,而人为组合组雌雄音质相同。

关键词:丹顶鹤;日常短鸣声;声行为模式

中图分类号:Q958 **文献标识码:**A **文章编号:**0250-3263(2003)06-42-04

Analysis on Short Daily Song Pattern in Red-Crowned Crane during Breeding Season

LI Shu-Ling^{①②} BAO Jun^② BAI Xiao-Jie^③ WANG Wen-Feng^③

(^① Harbin Zoo, Harbin 150080; ^② Northeast Agricultural University, Harbin 150030;

^③ Qiqihar Longsha Garden, Qiqihar 161000, China)

Abstract: Short daily song in Red-crowned Crane have some vocal models during the breeding season. We analyzed the sound spectrums of Red-crowned Crane which was recorded during the breeding season with MATLAB software. The software gave out the sonograms, osillograms and frequency spectrums of the song models of Red-crowned Crane. The result shown that there were less syllables, usually no more than four syllables, in every single calling song of the males; but there were many syllables, at least four syllables in the female songs. Male songs and female songs all have three pulses in every extended syllable. The harmonious properties in songs of crane No. 1 were better, the tones of the songs of crane No. 2 were purer; the contraction speed of female's vocal muscle was faster. In the natural mating pairs, one spouse's tone quality was pure while the other spouse's was noisy, but in artificial formed mating pairs, their tone quality were about the same.

Key words: Red-crowned Crane; Short daily song in breeding period; Vocal behavior model

鸟类的鸣声是种群内个体之间相互沟通信息的“语言”,是与鸟类的集群、取食、领域、求偶、育雏、报警等活动有关的声通讯行为。通过对鸟鸣声的研究,了解鸣声与行为的关系及不同鸣声的生物学意义,是鸟类行为生态学研究

的重要内容之一^[1,2]。国外在鸟类通讯方面已

* 黑龙江省自然科学基金资助项目;

第一作者介绍 李淑玲,女,38岁,高级工程师,博士研究生;
研究方向:动物的声行为。

收稿日期:2002-12-10,修回日期:2003-08-10

有较多的研究^[3-6],国内该领域的研究目前仅见有李佩均等^[7]对繁殖期黄喉鹀领域鸣声及其种内个体识别,蒋锦昌等^[8]对虎皮鹦鹉声行为的研究以及姜仕仁等^[9,10]分别对短翅树莺鸣声和白头鹀繁殖期的声行为进行了计算机声谱分析等工作。目前这些对鸟声的研究大多仅限于小型鸟类,而丹顶鹤(*Grus japonensis*)则属大型鸟类,有关丹顶鹤的分布、生态和繁殖等方面的研究正在增多,对其鸣声特征方面的研究仅见于张玲^[11]对人工饲养条件下的丹顶鹤鸣声进行了初步分析。本文针对繁殖期内丹顶鹤日常短鸣声的行为进行分析,为丹顶鹤鸣声的系统研究提供了基础数据,同时为我国鸟类鸣声的研究提供了新资料。

1 实验和分析方法

1.1 实验动物与饲养环境 所采用的实验动物为齐齐哈尔市龙沙公园所饲养的健康成年丹顶鹤,共分三组(三对),分别记为1号鹤(RC-1)、2号鹤(RC-2)和3号鹤(RC-3),其中RC-1的雄鹤1998年丧偶,1999年人为给它配一只成年雌鹤并单独笼养,一年中无任何发情表现和迹象。2000年,这两只鹤有发情鸣叫、对舞、交配行为,一年中雌鹤只产下一枚卵,但未受精。2001年,该对鹤发情表现明显,交配正常并产下两枚卵。RC-2是经过自由选择配对已有多年繁殖史的优秀繁殖种鹤。RC-3是2001年经自由选择配对的新鹤。实验时间为2001年3月24日~6月30日;2002年3月24日~6月30日。3对鹤分别饲养在三个并排的笼舍内,每个笼舍内设砖砌的避风舍,面积为3 m × 1.5 m,运动场是由5 m × 3 m × 2 m的铁丝网围成的封闭式笼舍,内部设有供夏季炎热天气洗浴用的水池,地面是沙土地。

1.2 观察方法 从清晨到傍晚,每天16 h直接观察,摄像机重点跟踪录制,对繁殖行为及鸣声进行记录描述。所用摄像机是日本松下公司出品的Panasonic NV-VX22EN型摄像机。

1.3 分析方法 将摄像机与计算机接口相联,录制的声音通过MATLAB语图软件处理,将输

入到计算机上的声信号转变为电信号给出观察动物各类声行为鸣声的声图、示波图和功率谱,据此可得到各个叫声的频域、时域和强度特性。

1.4 所用术语 在动物声行为研究中,为了便于描述和比较各类鸣声的声学特性,本研究根据文献[12,13]使用了以下术语:

①频带(frequency band, FB): 鸣声的声图中,沿纵坐标(频率维)分布若干个横向条带(或形状不一的条块)为鸣声的频带($FB_1 \sim FB_n$),第1个频带(FB_1)提供的为基本音(basic sound), $FB_2 \sim FB_n$ 提供的分别为分音(partial tone)或陪音(uppr partials)。相应的频谱中,各个频带中幅值最大的频率成分为各自的峰频率($f_1 \sim f_n$);若 $f_n = nf_1$,称为“多谐谱”, f_n 为 f_1 的 n 次谐波。

②主频率(principal frequency, PF): 鸣声谱中幅值最大的峰频率为主频率(PF),其它峰频率都为次峰频率(sub-peak frequency);若以主频率(PF)的电压幅值(V_0)为基准(0 dB),其它次峰频率(f_n)的相对幅值为 RA_n (dB) = $20 \log (V_n/V_0)$, V_n 为 f_n 的电压幅值。同时,通常用主频率(PF)与PF幅值下降3 dB带宽(Δf)的比值 $Q_{3dB} = PF/\Delta f$ (PF下降3 dB的带宽)来描述鸣声的主音(色)特性(品质因数 quality factor, Q值)。

③声脉冲(pulses, P): 生物系统中,发声器1个动作过程所产生的发声事件称为1个声脉冲(pulse, P),声脉冲的结构因种而异,有的由声波动(wave)组成,有的由亚脉冲(subpulse)组成。

④半音(semitone): 用来描述2个音 f_1 和 f_2 的音调间的频程大小,半音(数) = $39.86 \log (f_1/f_2)$ 。

2 结果

2.1 日常短鸣声行为模式 繁殖期内,丹顶鹤在日常会发出一种短鸣声,这种短鸣声也有一种模式,而且雌雄不同,如图1和图2。

图1A和B中,雌鹤短鸣声的三个单次叫

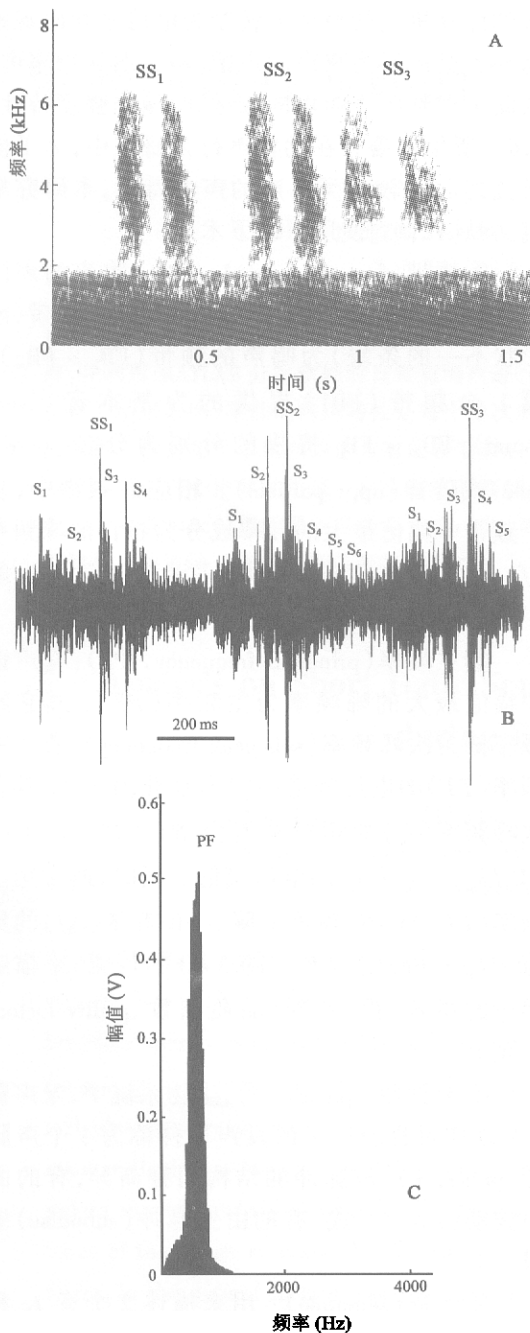


图1 RC-2 雌鹤日常短鸣声

A、B 声图和示波图:SS₁ ~ SS₃ 单次叫声, S₁ ~ S₆ 单音节;
C 频谱: PF 主频率

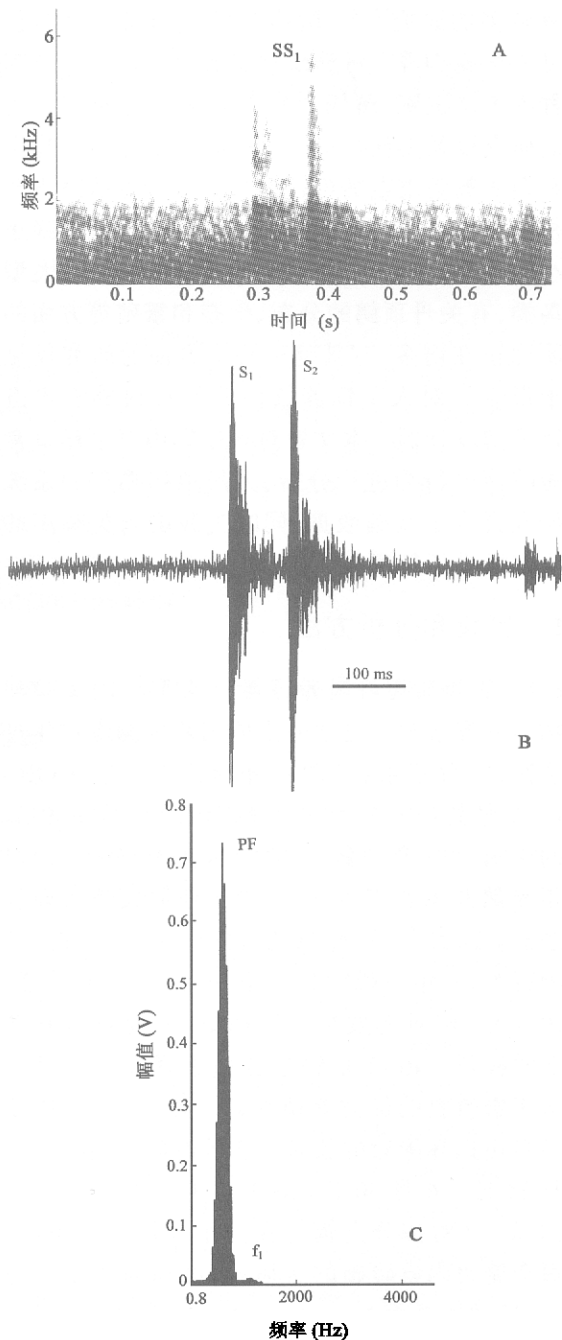


图2 RC-2 雄鹤日常短鸣声

A、B 声图和示波图:SS₁ 单次叫声, S₁、S₂ 单音节;
C 频谱:PF 主频率, f₁ 次峰频率

声(SS₁ ~ SS₃), 每个单次叫声都含有 4 个以上的单音节;频谱图 1C 中只含有主频率, 次频率 f₁ ~ f₃ 幅值过低而无显示。图 2A 和 B 中, 雄鹤短鸣声的一个单次叫声(SS₁), 其中含有 2 个音

节(S₁ ~ S₂), 展开后可见每个音节含有三个声脉冲(P₁ ~ P₂), 频谱图 2C 中含有主频率和一个次频率。

2.2 日常短鸣声的声学特性 由声谱分析得

到雌雄鹤日常短鸣声的声学特性,见表 1,2。

1 号鹤雌性鸣声主频率(PF)比雄性的音调提升 1.8 个半音,2 号鹤雌性与雄性的音调相同,3 号鹤雌性比雄性的音调提升 2 个半音。2 号雄鹤的品质因数较大,1 号次之(雌雄相同),

3 号雄鹤的品质因数最小,2 号雌鹤与 3 号雌鹤相同。1 号、2 号鹤与 3 号雌鹤鸣声的次峰频率较少,最多只有 1 个,而 3 号雄鹤次峰频率含有 3 个。雌性的声脉冲重复频率(RFP)较高,雄性则较低。

表 1 雄鹤日常短鸣声的声学特性

实验动物	主频率 (Hz)	次峰频率 (Hz)	声脉冲重复频率 (Hz)	相对幅值 (dB)	品质因数 (Q_{3dB})	声长 (ms)
RC-1	630	1 270	60	-24.6	5.3	500
RC-2	620	1 130	99	-18.1	6.1	230
RC-3	530	1 300/3 800/6 000	89	-26.8/-20.8/-23.9	2.8	180

表 2 雌鹤日常短鸣声的声学特性

实验动物	主频率 (Hz)	次峰频率 (Hz)	声脉冲重复频率 (Hz)	相对幅值 (dB)	品质因数 (Q_{3dB})	声长 (ms)
RC-1	700	1 100	65	-21.2	5.6	310 ~ 415
RC-2	620		150		3.6	300 ~ 420
RC-3	595		296		3.7	200

3 讨 论

丹顶鹤的鸣声具有种的特异性,从其日常短鸣声图和示波图来看,雌雄鸣声有明显的不同,雄性的鸣声特性是每个单次叫声中含有的音节数较少,一般不超过 4 个音节;而雌性的鸣声特性是每个单次叫声中含有的音节数较多,最少的含有 4 个音节。雌雄鸣声的共同特性是每个音节都是由三个声脉冲组成的。

由日常短鸣声的声学特性来看,其鸣肌速率各不相同,雌性鸣肌速率较高,雄性则较低。2 号雄鹤的谐和特性较好,1 号雄鹤与 3 号雄鹤的谐和特性较差,自由选择配对组(2 号与 3 号),配偶间音质是一纯一杂,而人为组合组(1 号)雌雄音质相同,因此雌雄鸣声音质纯度配合可能与它们的性选择有一定的相关。

由于该鸣声样本含量均较少,所以未能做均数比较、方差分析及显著性检验,但从各自的鸣声行为模式来看,不同的个体及雌雄间均存在差异,表明个体的鸣声是各自身份的象征。

参 考 文 献

[1] 尚玉昌编著.行为生态学.北京:北京大学出版社,1999.

[2] 刘如笋等编著.鸟声研究.北京:科学出版社,1998.

[3] Brooks R J, Falls J B. Individual recognition by song in whistled-throated sparrows. I. Discrimination of songs of neighbors and strangers. *Can J Zool*, 1975, 53: 879 ~ 888.

[4] Hareus J L. The functions of vocal duetting in some African birds. *Z Tierpsychol*, 1977, 43: 23 ~ 45.

[5] Falls J B. Individual recognition by sound in birds. In: Kroodsma D E, et al. ed. *Acoustic Communication in Birds*. New York: Academic Press, 1982. Vol. 2: 209 ~ 235.

[6] Beer C G. Individual recognition of voice in the social behavior of birds. In: Lehrman D S, Hinde R A, et al. ed. *Advances in the Study of Behavior*. New York: Academic Press, 1970. Vol. 3: 27 ~ 74.

[7] 李佩珣,于学峰,李方满等.繁殖期黄喉鸫的领域鸣唱及其种内个体识别. *动物学研究*, 1991, 12(2): 163 ~ 168.

[8] 蒋锦昌,徐慕玲,陈浩等.虎皮鹦鹉声行为的研究. *动物学报*, 1992, 38(3): 286 ~ 297.

[9] 姜仕仁,丁平,诸葛阳.短翅树莺鸣声计算机声谱分析.见:中国动物学会编.中国动物学会成立 60 周年:纪念陈桢教授诞辰 100 周年论文集.北京:中国科学技术出版社,1994. 370 ~ 376.

[10] 姜仕仁,丁平,诸葛阳.嵊泗岛和杭州地区白头鹤鸣声特征比较研究. *动物学研究*, 1994, 15(3): 19 ~ 27.

[11] 张玲.人工饲养条件下丹顶鹤鸣声的初步分析. *野生动物*, 2001, 4: 15 ~ 16.

[12] 蒋锦昌著.蝉的鸣声与发声.北京:地震出版社,2002.

[13] 马大猷等编著.声学手册.北京:科学出版社,1983.