

杭州市区白头鹎鸣声的微地理差异

丁平^{1,*}, 姜仕仁²

(1. 浙江大学 生命科学院, 浙江 杭州 310028; 2. 浙江科技学院, 浙江 杭州 310012)

摘要: 2002年5—8月, 对中国东部浙江省杭州市区的白头鹎鸣声的微地理差异进行研究。在约60 km²的研究区内, 选择8个调查点(4个城区, 4个丘陵山地), 录制了80个雄性白头鹎的511个鸣声样本, 并随机选取每一调查点的20个鸣声样本进行分析。其结果显示, 白头鹎在杭州市区至少有8种微地理鸣声方言, 每个微地理鸣声方言都有一典型鸣句; 它们在听觉上、波形结构、音节组成、音节频谱特征等方面均不相同。有的一路之隔的相邻微地理鸣声方言之间存在明显差异; 部分区域出现鸣声混合现象; 有的个体还具有“多语”功能。白头鹎鸣声产生微地理差异的原因可能与鸟类个体的扩散和城市鸟类栖息地的人为改变有关。

关键词: 白头鹎; 鸣声; 微地理

中图分类号: Q959.739; Q47 文献标识码: A 文章编号: 0254–5853 (2005) 05–0453–07

Microgeographic Song Variation in the Chinese Bulbul (*Pycnonotus sinensis*) in Urban Areas of Hangzhou City

DING Ping^{1,*}, JIANG Shi-ren²

(1. College of Life Science, Zhejiang University, Hangzhou 310028, China;

2. Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310012, China)

Abstract: Between May and August 2002, microgeographic song variations of the Chinese Bulbul (*Pycnonotus sinensis*) were studied in Hangzhou, capital of Zhejiang Province in eastern China. We recorded 511 morning songs of 80 male Chinese Bulbul at eight locations: four locations in extensive mixed forest and 4 locations in urban woodlots, within an area of about 60 km². We analysed the acoustic characteristics of typical sentences and their syllables of 160 songs, and randomly selected 20 songs for each location. The results showed that the Chinese Bulbul has obvious microgeographical song variations; specifically, that eight microgeographic song dialects were found in our survey area and each dialect had a typical song sentence. The microgeographical song variations of the Chinese Bulbul in Hangzhou occurred at different levels of acoustic characteristics, such as hearing, oscillogram, syllable composition, sonagram and spectrum. Obvious boundaries between microgeographical song dialects and also multi-bilingual individuals could be found in some survey locations. Additionally, the mixed areas in where individuals with different microgeographical song dialects occurred could be also found in our survey. The occurrence of microgeographical song dialects in the Chinese Bulbul might be related to individual dispersal of and changes of the habitats in urban areas.

Key words: Chinese Bulbul (*Pycnonotus sinensis*); Song; Microgeographic song dialect

鸣声地理差异存在于许多鸟类(Mengel & Jackson, 1977; Mundiger, 1982; Bretagnolle, 1989; Martens, 1996; Wright, 1996), 且倍受鸟类学家关注(Baptista, 1977; Hunter & Krebs, 1979; Krebs & Kroodsma, 1980; Mundiger, 1982; Tracy & Baker, 1999; Peters et

al 2000; Westcott & Kroon, 2002)。根据鸟类鸣声地理差异空间尺度的不同, 其差异可区分为宏地理差异(macrogeographic song variation)和微地理差异(microgeographic song variation)两种类型(Mundiger, 1982)。宏地理差异, 是种群间的鸣声差异。

* 收稿日期: 2005–04–29; 接受日期: 2005–07–15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30070131)

* 通讯作者 (Corresponding author), E-mail: dingpzu@mail.hz.zj.cn, Tel: (0571) 87982601

在较大的空间尺度上，其种群间的个体通常彼此不能相遇（即远距离种群之间的鸣声差异），这些不同的个体群构成了具有明显鸣区边界的鸣声方言（song dialects）（Mundiger，1982；Rothstein & Fleischer，1987；Shieh，2004）。微地理差异，是在一个很小的地方空间尺度（local scale）上，通常是在物种扩散距离内的鸟类鸣声差异（Mundiger，1982）。在微地理差异空间尺度上，相邻鸟类个体间可能存在（或潜在的）相互作用或种群内的交配繁殖（Mundiger，1982；Nelson，1998；Leader et al，2000；Shieh，2004）。例如，相距只有 20~30 m 的橙簇花蜜鸟（*Nectarinia osea*）就有两个明显不同的鸣声群体（Leader et al，2000）——微地理方言（microgeographic song dialects）。有时人们亦将鸟类鸣声的微地理差异称为鸣声地方方言（local song dialects）或鸣声变异的镶嵌分布（McGregor，1980）。开展鸟类鸣声的微地理差异的研究，了解其形成机理及其功能对鸟类生态和种群保护等方面具有重要意义（Latruffe et al，2000）。

就像鸟类鸣声的宏地理差异已在一些鸟类中得到证实（Shieh，2004）一样，鸣声的微地理差异亦在不少鸟类中被发现，如华丽花蜜鸟（*Cinnyris cocinigaster*）（Payne，1978）、黑顶山雀（*Parus atricapillus*）（Ficken & Weise，1984）、白冠带鹀（*Zonotrichia leucophrys*）（Cunningham et al，1987；Slabbekoorn et al，2003）、黍鹀（*Miliaria calandra*）（Holland et al，1996；Latruffe et al，2000）和灰眶

雀鹀（*Alcippe morrisonia*）（Shieh，2004）等。

白头鹎（*Pycnonotus sinensis*）是一种广泛分布于东南亚和中国中部、南部、东南沿海地区的常见留鸟，亦是浙江省城市和农村、平原和丘陵地区的常见鸟类（Zhuge et al，1990），几乎遍布杭州市区各居民区、机关、学校的庭园院落及园林山丘。白头鹎善鸣多歌，尤其是在繁殖季节，每天清晨天蒙蒙亮就开始连续长时间鸣叫，鸣声悦耳响亮（Jiang et al，1996a）。Jiang et al（1994，1996b）的研究表明，该鸟存在明显的宏地理差异和方言。后来，作者在野外研究中从听觉上发现相邻不远的白头鹎群体之间鸣声亦存在一定的差异。为此，我们就以杭州市区的白头鹎为对象，在对其鸣声宏地理差异研究的基础上，进一步在地方空间尺度上对其鸣声进行调查与分析，以检验该物种是否存在微地理差异及其差异的水平和可能的成因。

1 研究地点和方法

本研究以东部沿海的浙江省杭州市（市区中心地理坐标为北纬 30°16′、东经 120°12′）为调查地，其东面和北面为农田区，南面有钱塘江，西面为西湖。西湖以西是以常绿阔叶林和针阔混交林为主的连绵西部丘陵山地，而城区分布着大小不等的公园和林地斑块、纵横交错的行道树带网络。

2002 年 5—8 月，作者在进行预调查的基础上，根据不同区域内白头鹎鸣声的听觉差异，在杭州市区内约 60 km² 的范围选择了 8 个调查点（图 1），其

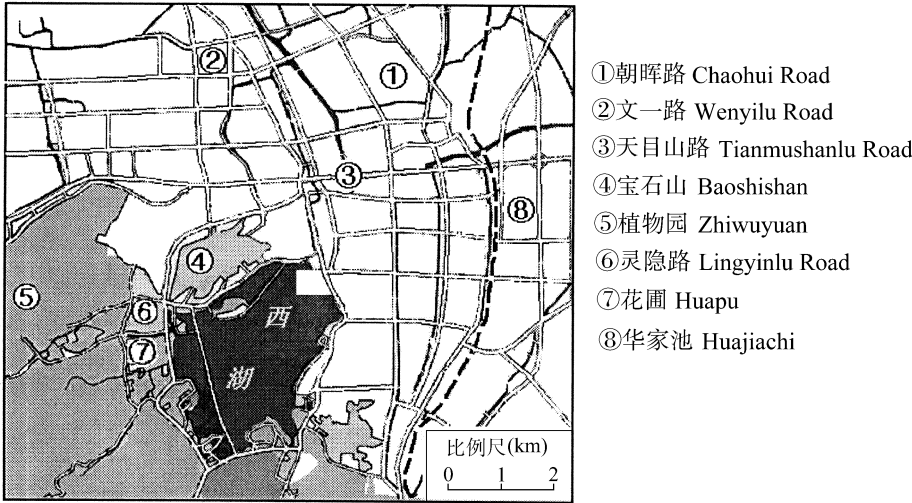


图 1 白头鹎鸣声研究在杭州市区的调查点

Fig. 1 Survey sites of Chinese Bulbul's song in Hangzhou urban area

中城区调查点 4 个, 丘陵山地调查点 4 个。调查期间, 采用 AiHua TP560 录音机 (频响 150 ~ 8 000 Hz) 和 MODEL-EM2800 强指向麦克风 (频响 40 ~ 14 000 Hz) 对与白头鸬领域密切相关的晨鸣 (Jiang et al, 1996a) 进行录音。所有录音均在晴朗的早晨 04:30 — 07:00 进行, 录音距离一般在 5 ~ 10 m 之间。所录鸣声经计算机以 44 100 次/s 的速率进行采样后, 以 WAV 格式存储, 通过动物声信息分析处理系统 (Jiang et al, 2003) 以 1024 点 (信号实际帧长 23.22 ms) 进行分析后, 做出鸣声的声图和平均频谱图 (即以 1024 点分段递推进行频谱分析后的平均谱)。

调查期间, 根据白头鸬鸣叫特征共录制了 80 个雄性个体的 511 个鸣声样本, 其中每个调查点分别录制 6 ~ 16 个体的 42 ~ 86 个鸣声样本。然后, 随机选取每一调查点的 20 个鸣声样本进行平均频谱的主频率 (main principal frequency, MPF)、频宽 (BW_{-20dB})、最低频率 (LF_{-20dB})、最高频率 (HF_{-20dB}) 和全句的持续时间等声学参数分析; 对其典型鸣句的每个音节进行频谱分析, 并比较典型鸣句各音节主要特征 MPF 间差异, 将 MPF 值差异在 ± 20 Hz 内定义为相同或相似音节。各典型鸣句间主要声学特征差异显著性采用 t -检验, 所有数据分析均用 SPSS 统计软件处理。

2 结 果

典型鸣句音节的 MPF 分析比较显示, 构成 8 个调查点的 8 个白头鸬晨鸣典型鸣句共有 31 个音节 (图 2, 3), 其中鸣句 1 第 3 音节、鸣句 3 第 3 音节和鸣句 6 第 1 音节为相同音节, 它们的 MPF 值相近、频谱结构相似; 鸣句 2 第 2 音节与鸣句 6 第 1 音节, 鸣句 7 第 6 音节与鸣句 8 第 3 音节, 鸣句 3 第 2 音节与鸣声 4 第 1 音节为相同或相似音节 (图 2)。因此, 调查区域内所有白头鸬晨鸣典型鸣句共有 22 种音节, 并由其中的若干个音节构成每一晨鸣的典型鸣句 (图 3)。从鸣声音节的持续时间来看, 该地白头鸬所有典型鸣句存在第 1 音节短促、末音节持续时间最长的特征。

从白头鸬鸣句的音节构成特征分析 (图 2, 3) 中可以看出: 由 3 个音节构成的典型鸣句有鸣句 3、鸣句 5 和鸣句 6。其中鸣句 3 各音节的振幅较高, 末音节有六七个间隔稀疏、几为等幅的脉冲串构成, 因而听起来为明显的颤音; 鸣句 6 存在将整

句连续重复鸣唱二三遍之现象。鸣句 1、鸣句 2、鸣句 4 和鸣句 8 等 4 个鸣句为 4 音节鸣句: 鸣句 1 的第 1 音节轻而短促, 其余 3 个音节都较响亮; 鸣句 2 的第 1 音节短促, 末音节由一组密集的减幅脉冲组成, 听起来清脆响亮, 似吹哨声; 鸣句 4 的鸣声低沉而沙哑; 鸣句 7 是所有鸣句中音节最多的鸣句, 共有 6 个音节构成。

由进一步的典型鸣句平均频谱声学特征 (表 1) 分析可知, 白头鸬的鸣声在时域波形结构、每句的持续时间和频谱结构等方面均有很大差异。 t -检验显示, 大部分调查点鸣句之间的声学特征数据存在极显著差异 (表 2)。

3 讨 论

本研究通过对杭州市区内约 60 km² 范围内白头鸬种群的鸣声调查结果表明, 白头鸬不仅在远距离种群之间具有鸣声的宏地理差异 (Jiang et al, 1994, 1996b), 而且在小区域范围内同样存在鸣声的微地理差异, 即存在鸣声微地理方言。根据 8 个调查点的 8 个典型鸣句差异的分析结果, 笔者认为在杭州市区所调查的区域内白头鸬的鸣声至少存在 8 种微地理方言。这些微地理方言差异表现在鸣句的结构特征、时域特征、声学特征和音节的频率结构特征等方面, 这与已发现的不少鸟类鸣声的微地理差异水平 (Rich, 1981; Ficken & Weise, 1984; Shieh, 2004) 相似。

笔者在野外观察到, 相邻的鸣声微地理方言间也存在明显区别, 如微地理方言 4 和 5 间的分界仅为一路之隔, 这与 Leader et al (2000) 的以色列橙簇花蜜鸟两个不同鸣声微地理方言鸟群的分界只不过 20 ~ 30 m 之隔的结果相似。与此同时, 有部分地方出现鸣声混合区, 如在微地理方言 4、5 和 2 的交界处, 这 3 种微地理方言同时存在, 并在混合区内观察到有的个体具有“多语”功能, 同一个体在同一晨鸣时可先后发出 3 种不同类型的鸣声 (图 4)。这亦与 Leade et al (2000) 发现的在不同微地理方言的交界处存在具有“双语”功能的雄鸟个体的现象相类似。

对于鸟类鸣声方言的产生有多种多样的假说, 主要有生境适应、遗传因素、群居适应和地理障碍等 (Catchpole & Slater, 1995; Lei, 1999)。但 Baker & Cunningham (1985) 认为, 鸣鸟“对新区域的拓殖是产生鸣声局部差异的原因之一”。Leader

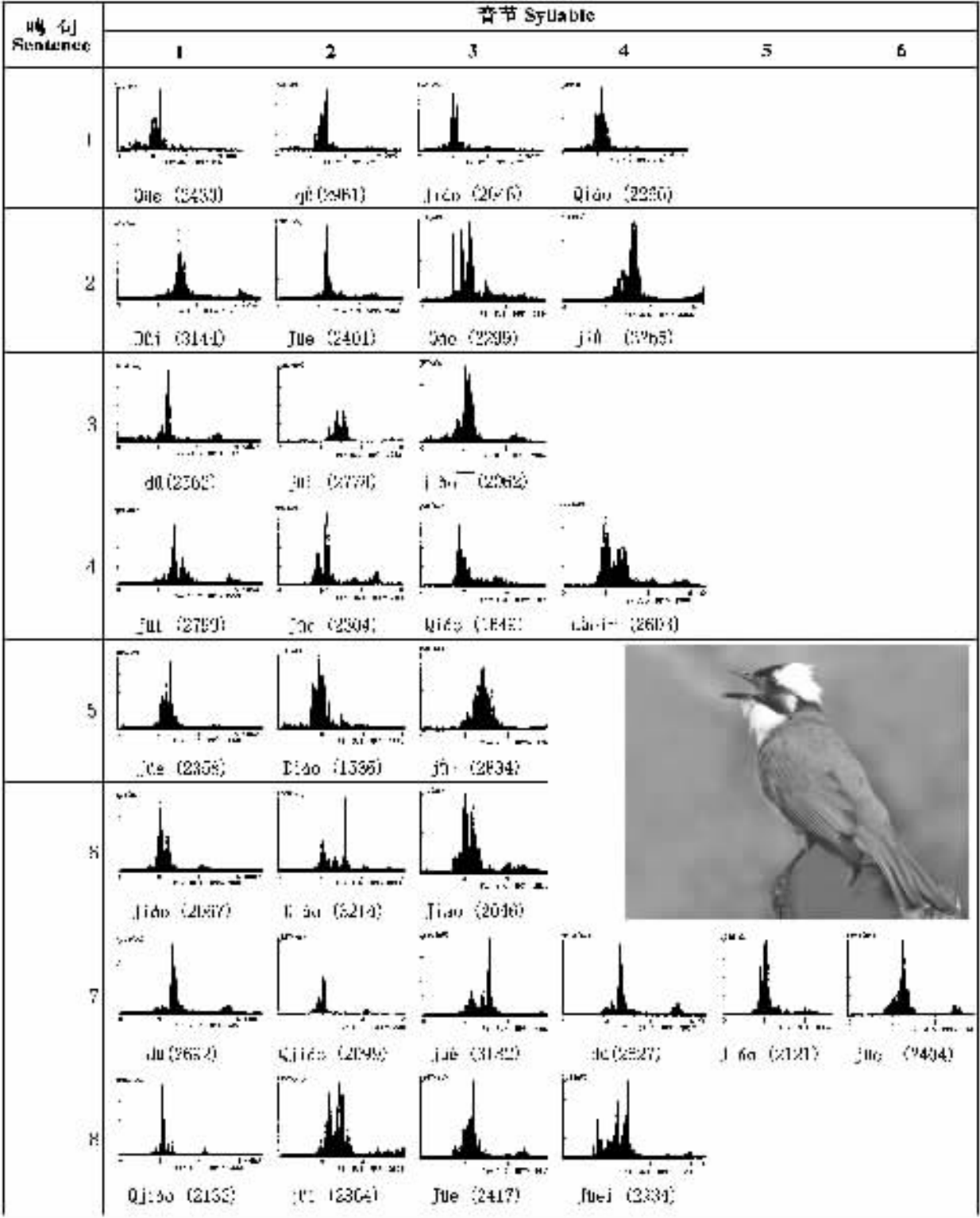


图 2 白头鹎典型鸣句的音节频谱图

Fig. 2 Frequency spectrum of each syllable in typical songs of Chinese Bulbul

et al (2000) 对橙簇花蜜鸟微地理方言进行研究后认为“导致这个方言系统形成的历史过程,可能与 20 世纪 50 年代当地居民的迁移方式有关”。笔者认为,杭州市区白头鹎鸣声微地理方言产生的原因,也可能与当地居民的迁移方式有关。由于近 20 多年来城市的扩大,人们的建设活动使原来的

生境突然成为一片空地，原有的鸟群被迫离乡。几年之后，随着建设区块中建设项目的竣工，人工绿化形成新的环境，这又为来自某些种群的个体提供了拓殖空间。当这些个体到达新区后，以与邻鸟不同的鸣声宣告领地的归属，并以某种机制维持群体内鸣声的一致性，从而产生新的微地理型鸣声。根据“学习回撤”假设：幼鸟在它们的声音印痕还没有完善之前就离开了自己的原出生地种群，在一个

新的簇群区，它们发育成一种新的语句，这些语句再仅仅经过几代后就与原种群明显不同（Lei & Wang, 2002）。再加上开发建设往往在不连续的区块上进行，这也可能是在一个种群中鸣声方言成马赛克状分布（Latruﬀe et al, 2000）的原因。

从本研究的 8 种不同鸣声微地理方言种群的分布地带来看，除微地理方言 4 生境一直较稳定，且没有人为改变以外，其余区域的生境均发生了较大

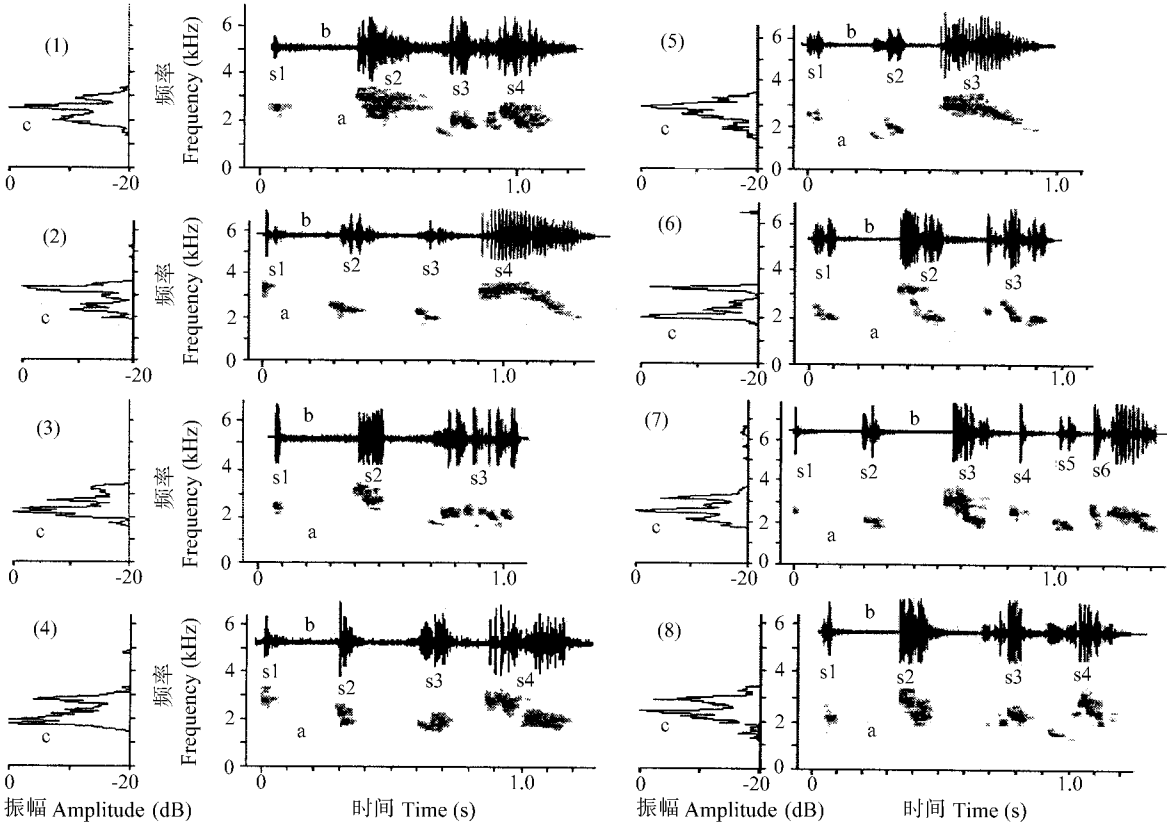


图 3 白头鹎典型鸣句的声图 (a)、波形图 (b) 和频谱图 (c)

Fig. 3 The sonogram (a), oscillogram (b) and frequency spectrum (c) of typical songs of Chinese Bulbul (1) — (8): 鸣句 (Sentence); s1—s6: 音节 (Syllable).

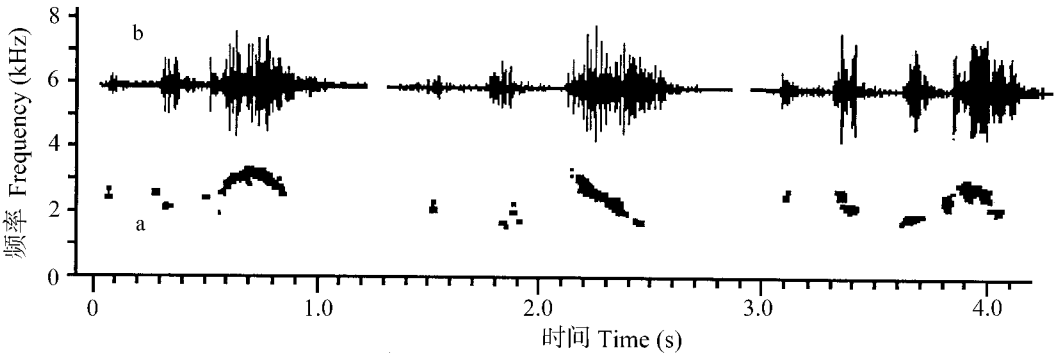


图 4 同一白头鹎连续鸣唱波图 (b) 的三种鸣声的声图 (a)

Fig. 4 The sonogram (a) and oscillogram (b) of three type songs by one Chinese Bulbul

表 1 白头鹎各典型鸣句的声学特征参数

Tab. 1 The acoustic parameters of typical songs of Chinese Bulbul

鸣句 Sentence	主频率 MPF (Hz)	频宽 BW _{-20dB} (Hz)	最低频率 LF _{-20dB} (Hz)	最高频率 HF _{-20dB} (Hz)	持续时间 Duration (ms)
1	2 390 ± 156	1 109 ± 34	1 852 ± 13	2 961 ± 22	1 116 ± 22
2	3 148 ± 285	1 366 ± 180	2 096 ± 140	3 463 ± 67	1 401 ± 53
3	2 589 ± 184	1 419 ± 382	1 808 ± 383	3 227 ± 34	1 009 ± 50
4	1 896 ± 177	1 243 ± 167	1 689 ± 67	2 931 ± 141	1 124 ± 157
5	2 952 ± 244	1 136 ± 195	2 110 ± 105	3 246 ± 120	991 ± 16
6	3 230 ± 26	1 381 ± 45	1 885 ± 30	3 266 ± 23	867 ± 27
7	2 653 ± 265	1 203 ± 65	2 025 ± 57	3 228 ± 25	1 529 ± 47
8	2 464 ± 213	1 146 ± 259	1 897 ± 245	3 043 ± 47	1 198 ± 50

MPF : Main principal frequency ; BW : Bandwidth ; LF : Lowest frequency ; HF : Highest frequency .

表 2 白头鹎典型鸣句间的声学参数比较

Tab. 2 Acoustic parameters between typical songs of Chinese Bulbul

声学参数 Acoustic parameter	鸣句 Song	鸣句 Song						
		2	3	4	5	6	7	8
主峰频率 MPF (Hz)	1	0 **	0 **	0 **	0 **	0 **	0.001 **	0.256
	2		0 **	0 **	0.024 *	0.222	0 **	0 **
	3			0 **	0 **	0 **	0.395	0.067
	4				0 **	0 **	0 **	0 **
	5					0 * *	0.003 *	0 **
	6						0 **	0 **
	7							0.052
频宽 BW _{-20dB} (Hz)	1	0 **	0.001 **	0.004 *	0.535	0 **	0 **	0.554
	2		0.537	0.056	0.003 *	0.727	0.002 **	0.012 *
	3			0.089	0.006 **	0.666	0.017 *	0.032 *
	4				0.095	0.003 **	0.309	0.173
	5					0 **	0.116	0.885
	6						0 **	0.001 **
	7							0.362
最低频率 LF _{-20dB} (Hz)	1	0 **	0.615	0 **	0 **	0 **	0 **	0.426
	2		0.003 **	0 **	0.772	0 **	0.057	0.01 **
	3			0.202	0.003 **	0.38	0.01 **	0.47
	4				0 **	0 **	0 **	0.001 **
	5					0 **	0.001 **	0.002 **
	6						0 **	0.825
	7							0.035 *
最高频率 HF _{-20dB} (Hz)	1	0 **	0 **	0.384	0 **	0 **	0 **	0 **
	2		0 **	0 **	0 **	0 **	0 **	0 **
	3			0 **	0.505	0.001 **	0.927	0 **
	4				0 **	0 **	0 **	0.004 **
	5					0.463	0.513	0 **
	6						0 **	0 **
	7							0 **
持续时间 Duration (ms)	1	0 **	0 **	0.82	0 **	0 **	0 **	0 **
	2		0 **	0 **	0 **	0 **	0 **	0 **
	3			0.005 **	0.143	0 **	0 **	0 **
	4				0.001 **	0 **	0 **	0.091
	5					0 **	0 **	0 **
	6						0 **	0 **
	7							0 * *

* $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$ (t -test)

MPF : Main principal frequency ; BW : Bandwidth ; LF : Lowest frequency ; HF : Highest frequency .

变化,如微地理方言 1、2、3 和 8 所分布的区域,原来均为农田、河网,后来在不同的时期因城市扩建,成为现在的城市街区。微地理方言 5、6 和 7 的分布地点均为早年间改造后的园林院落。笔者也注意到在杭州市以外的其他丘陵山区,几十平方公

里内的白头鹎都是同样的鸣声,也许与生境的稳定性有关。因此,我们认为在城市中人为不连续的块状生境改变可能是白头鹎鸣声产生微地理差异的重要原因,是鸟类从声行为上争夺领域的一种方式。

参考文献：

- Baker MC, Cunningham MA. 1985. The biology of bird-song dialects [J]. *Behav Brain Sci*, **8**: 85 – 133.
- Baptista LF. 1977. Geographic variation in song and dialects of the Puget Sound White-crowned Sparrow [J]. *Condor*, **79**: 356 – 370.
- Bretagnolle V. 1989. Calls of Wilson's storm petrel: Functions, individual and sexual recognition and geographic variation [J]. *Behaviour*, **111**: 98 – 112.
- Catchpole CK, Slater PJB. 1995. Bird Song: Biological Themes and Variations [M]. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cunningham MA, Broadman TJ, Baker MC. 1987. Microgeographic song variation in the Nuttall's White-crowned Sparrow [J]. *Condor*, **89**: 261 – 275.
- Ficken MS, Weise CM. 1984. A complex call of the Black-capped Chickadee (*Parus atricapillus*). I: Microgeographic variation [J]. *Auk*, **101**: 349 – 360.
- Holland J, McGregor PK, Rowe CL. 1996. Changes in microgeographic song variation of the corn bunting [J]. *J Avian Biol*, **27**: 47 – 55.
- Hunter Jr ML, Krebs JR. 1979. Geographical variation in the song of the Great Tit (*Parus major*) in relation to ecological factors [J]. *J Anim Ecol*, **48**: 759 – 785.
- Jiang SR, Ding P, Zhuge Y. 1994. The comparative studies on the characteristics of Chinese bulbul songs between Shensi Island and Hangzhou Area [J]. *Zool Res*, **15** (3): 19 – 27. [姜仕仁, 丁平, 诸葛阳. 1994. 嵊泗岛和杭州地区白头鹎鸣声特征比较研究. *动物学研究*, **15** (3): 19 – 27.]
- Jiang SR, Ding P, Zhuge Y, Wu YC. 1996a. Characteristics of songs of the Chinese bulbul (*Pycnonotus sinensis*) in the breeding season [J]. *Acta Zool Sin*, **42** (3): 253 – 259. [姜仕仁, 丁平, 诸葛阳, 郭艳春. 1996a. 白头鹎繁殖期鸣声行为的研究. *动物学报*, **42** (3): 253 – 259.]
- Jiang SR, Ding P, Shi QS, Zhuge Y. 1996b. Studies on the song dialects in Chinese bulbul [J]. *Acta Zool Sin*, **42** (4): 361 – 367. [姜仕仁, 丁平, 施青松, 诸葛阳. 1996. 白头鹎方言的初步研究. *动物学报*, **42** (4): 361 – 367.]
- Jiang SR, Zheng XF. 2003. Study on development of multi-functional analyzing & processing system of bioacoustic information [J]. *J Zhejiang Univ Sci Technol*, **15** (3): 146 – 153. [姜仕仁, 郑肖锋. 2003. 多功能动物声信息分析处理系统的开发研究. *浙江科技学院学报*, **15** (3): 146 – 153.]
- Krebs JR, Kroodsma DE. 1980. Repertoires and geographical variation in bird song [J]. *Adv Study Behav*, **11**: 143 – 177.
- Latruffe C, McGregor PK, Tavares JP, Mota PG. 2000. Microgeographic variation in corn bunting (*Miliaria calandra*) song: Quantitative and discrimination aspects [J]. *Behaviour*, **137**: 1241 – 1255.
- Leader N, Wright J, Yom-Tov Y. 2000. Microgeographic song dialects in the orange-tufted sunbird (*Nectarinia osea*) [J]. *Behaviour*, **137**: 1613 – 1627.
- Lei FM. 1999. Geographical variation of bird song and its taxonomic sense [J]. *Acta Zootax Sin*, **24**: 232 – 239. [雷富民. 1999. 鸟类鸣声地理变异及其分类意义. *动物分类学报*, **24**: 232 – 239.]
- Lei FM, Wang G. 2002. An approach to differentiation and speciation of birds based on vocalization [J]. *Acta Zootax 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.]
- Martens J. 1996. Vocalizations and speciation in Palearctic birds [A]. Kroodsma DE, Miller EH. Ecology and evolution of acoustic communication in birds [M]. New York: Comstock Publishing Associates, 221 – 240.
- McGregor PK. 1980. Song dialects in the corn bunting (*Emberiza calandra*) [J]. *Z Tierpsychol*, **54**: 285 – 297.
- Mengel RM, Jackson JA. 1977. Geographic variation of the Red-cockaded Woodpecker [J]. *Condor*, **79**: 349 – 355.
- Mundiger PC. 1982. Microgeographic and macrogeographic variation in the acquired vocalizations of birds [A]. Kroodsma DE, Miller EH. Acoustic Communication in Birds [M]. New York: Academic Press, 147 – 208.
- Nelson DA. 1998. Geographic variation in song of Gambel's White-crowned Sparrow [J]. *Behaviour*, **135**: 321 – 342.
- Payne RB. 1978. Microgeographic variation in songs of the splendid sunbird *Nectarinia cocciniger*: Population phenetics, habitats, and song dialects [J]. *Behaviour*, **65**: 282 – 308.
- Peters S, Searcy WA, Beecher MD, Nowicki S. 2000. Geographic variation in the organization of song sparrow repertoires [J]. *Auk*, **117**: 936 – 942.
- Rich T. 1981. Microgeographic variation in the song of the Sage Sparrow [J]. *Condor*, **83**: 113 – 119.
- Rothstein SI, Fleischer RC. 1987. Vocal dialects and their possible relation to honest status signaling in the brown-headed cowbird [J]. *Condor*, **89**: 1 – 23.
- Shieh BS. 2004. Song structure and microgeographic variation in a population of the Grey-cheeked Fulvetta (*Alcippe morrisonia*) at Shoushan Nature Park, Southern Taiwan [J]. *Zool Studies*, **43**: 132 – 141.
- Slabbekoorn H, Jesse A, Bell DA. 2003. Microgeographic song variation in island populations of the white-crowned sparrow (*Zonotrichia leucophrys nutalli*): Innovation through recombination [J]. *Behaviour*, **140**: 947 – 963.
- Tracy TT, Baker MC. 1999. Geographic variation in syllables of House Finch songs [J]. *Auk*, **116**: 666 – 676.
- Westcott DA, Kroon FJ. 2002. Geographic song variation and its consequences in the Golden Bowerbird [J]. *Condor*, **104**: 750 – 760.
- Wright TF. 1996. Regional dialects in the contact call of a parrot [J]. *Proc Roy Soc London Ser B*, **263**: 867 – 872.
- Zhugue Y, Gu HQ, Cai CM. 1990. Fauna of Zhejiang: Aves [M]. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Publishing House. [诸葛阳, 顾辉清, 蔡春抹. 1990. 浙江动物志鸟类. 杭州: 浙江科技出版社.]