

蟋蟀的发音器构造及鸣声分析*

雷仲仁 李 莉

王缉健

(西北农业大学昆虫研究所, 陕西杨陵·712100)

(广西博白国营林场, 广西博白·537617)

摘 要 对蟋蟀 *Platypleura kaempferi* (Fabr.) 的自然鸣声、一般形态及发音器构造详细比较分析的结果表明: 蟋蟀的鸣声与其发音器构造相统一, 即: 主发音器官鼓膜决定了声脉冲的特性, 而辅发音器官背瓣、腹瓣、褶膜、腹室等又具有改善波形和调谐作用。蟋蟀的鸣声是由大部分高频成份和少量低频成份组成的复合声; 鸣叫节律明显而有规律, 变调过程在波形上可明显分为3部分, 且这3部分交替进行, 构成其完整的鸣叫过程。单鸣声和求偶交配声更具种的专一性, 受内外界因素影响较小, 可作为鸣声分类较理想的鸣叫类型。

关键词 蟋蟀, 发音器构造, 鸣声分析, 昆虫分类

中图分类号 Q969.351.204, Q969.351.207, Q969.351.209

关于蝉鸣的机理研究, 国内外报道较多^[1,2], 但有关蝉鸣在分类方面的应用, 国外有一些报道^[3,4], 国内研究却很少^[1]。作者曾于1988~1992年对我国部分蝉类的鸣声进行了初步研究, 并结合形态进行了分类尝试^[6]。本文将主要对蟋蟀的发音器官构造和鸣声特征进行比较分析, 以探讨两者的相关性和发音机理; 并比较分析了不同生物学意义的鸣声在分类中的应用。

1 材料与方法

试材来源于山东潍坊, 录音时的温度是30℃, 分析鸣声均为单个雄蝉在自然生境下的鸣声; 所用录音机为TOSHIBA-KT-V850(频响80~10 000 Hz), 磁带为日本产的SONY EF60盒式录音带。把所录的鸣音用7T08S型实时谱分析仪(日本产)进行鸣声的频谱分析和时域的时间扩展谱分析, 并通过模拟图型X-Y记录仪绘出其鸣声的频谱图和鸣叫节律图。

2 结果与分析

2.1 一般形态和发音器的基本构造

2.1.1 一般形态 体中型、粗短、密被白色短毛, 头及前中胸背板橄榄绿色, 前胸背板侧缘发达呈角状; 中胸背板有4个倒圆锥形黑斑(中央一对较小); 前翅有许多不透明的斑点, 后翅外缘无色透明, 其余深褐色不透明; 腹部背面黑色, 各节背板后缘橄榄绿色, 腹面及腹瓣的大部分均为黑色, 稀被白色蜡粉和灰白色长绒毛; 腹瓣横位, 弯月形, 内角稍重叠, 后缘圆弧形, 不超过第二腹节。

本种常栖息于树杆上, 和寄主颜色很近似, 有明显的保护作用。广泛分布于我国南、北

收稿日期: 1993-04-13.

* 高等学校博士点基金资助项目。

方,其个体变异很大,体长 19.2~24.6 mm,前翅长 26.2~32.3 mm.

2.1.2 发音器的基本构造 雄性螳螂的发音系统是由鼓膜、鼓膜肌等主发音器官和背瓣、腹瓣、鼓室、腹室、褶膜、中纵隔膜、气室等辅发音器官组成。作为振动膜片的鼓膜为近似圆形的复杂曲面,上中部有 4 条走向平行、质硬且粗而明显的长肋,有的不太连续;中间有 1~2 条短肋;下部朝体中央的两个内角有“V”字型质地很硬的肋;背瓣为近似扇形的曲面,由角质化的双层壁组成;腹瓣为近似长方形的弯月形曲面,也是由角质化的双层壁组成;褶膜为近似长方形的一条白色带膜,两边系在腹腔壁上;镜膜也可视为近似长方形很薄的透明膜,中间有一条很细的不透明的白色听觉神经脊把其划分成左右两部分;鼓室和腹室都是很不规则的空腔。详细的构造和测定结果见图 1.

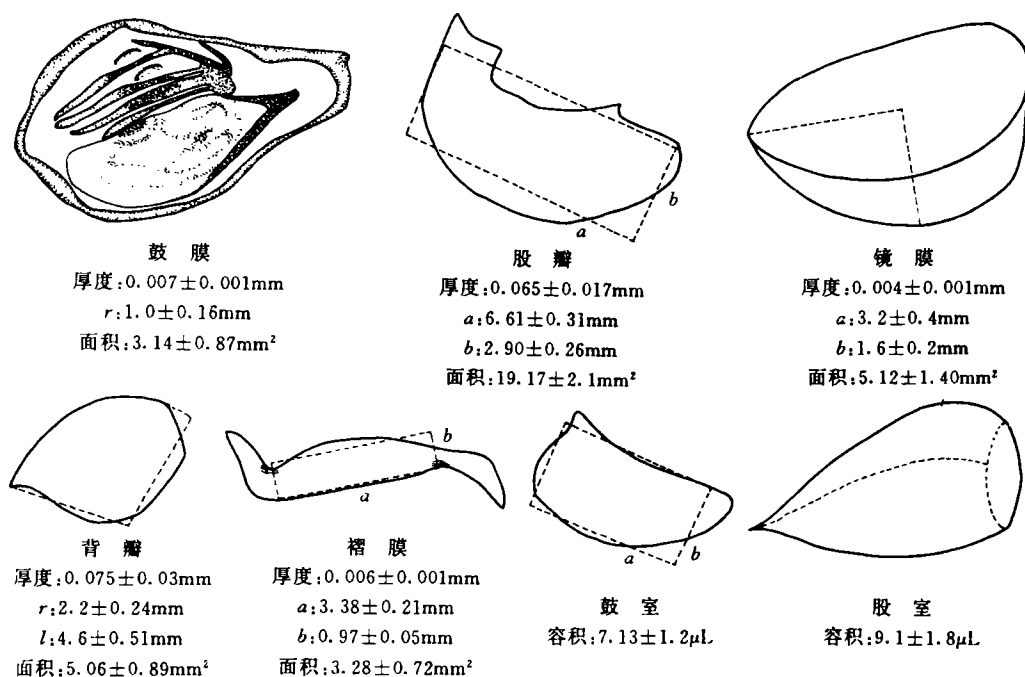


图 1 螳螂发音器官各部分构造及测定结果

2.2 鸣叫特点和鸣声分析

2.2.1 鸣叫行为和特点 螳螂的鸣声听起来为“Zi……Zi……ri—Zi……Zi……ri—…”声,尖而刺耳,有变调,整个鸣叫过程一般可分为起动、加速、稳定、高潮和尾声 5 个连续的阶段。在起动段声音很小,节律较慢,而且常伴有不连续的“Zi! Zi! …”声,本段持续时间一般较短。总的来讲,其起动持续的时间长短与温度直接相关,如清晨温度较低,持续的时间较长,有时还要起动几次才能成功;但在中午则一次可起动成功;接着是加速段,这时人耳可听到其节律在不断的加快,这段持续时间很短,很快就过渡到稳定段;在稳定段一般持续时间较长,然后音调不断升高即达高潮声,同时并伴随着腹部的明显伸缩和上下运动,双翅也向两侧叉开,露出发音器、甚至整个腹部,以便其鸣声有效地传出体外;高潮声

和稳定段鸣声可交替进行,并重复多次;最后停鸣时总是为不连续的“Zi! … Zi! …”声即尾声,尾声完后可接着下一次鸣叫或休息。

另外其鸣叫行为具有明显的生物钟现象。一天中蟋蟀的鸣叫时间很长(阴雨天例外),何时鸣叫没有一定的规律,只有在黎明时分,约 5:40~6:20(关中地区)开始鸣叫,天天如此,而且很有规律。即晨鸣生物钟现象。

蟋蟀的鸣声除有明显的节律外,而且还有不同生物学意义的鸣声,如召唤声、群鸣声、求偶交配声、调情声和惊鸣声等。一般多为召唤声,他可引来同种个体,并引起其群鸣;其次为群鸣声,群鸣声音大且频域范围也比单鸣声宽;再次是求偶交配声,他近似于召唤声中的稳定段鸣声和高潮声(但高潮声相对持续时间较长),且变化较频繁,同时边叫边向雌蝉靠近,雌蝉则以更快的速度向雄蝉靠近,当两蝉接近时,雄蝉的鸣声即转为类似于尾声的调情声,且边叫边相互靠近,直到接触,并用前足和前翅相互拍打、磨擦,当雌雄性外生殖器相互结合才停止鸣叫。

2.2.2 鸣声分析 通过各种不同生物学意义的鸣声分析比较,发现召唤声和求偶声受内、外界因素影响小,稳定性好,而且召唤声更易录取。因此我们对蟋蟀的召唤声进行了详细的分析。结果如图 2,3 所示。

①频域特征(图 2) 频带宽度为 48~9 496 Hz,范围很宽,而且明显由两个部分组成,即约 48~2 000 Hz 和 3 000~9 000 Hz 两个区域;前一区域主要为低频成份,而且主峰都集中在 1 500 Hz 以前,大约有 4 个峰;第二区域很宽,能量主要集中在 6 000~9 000 Hz 之间,而且幅值也明显比前一部分大,有 2~5 个峰,主峰频率在 6 000~6 700 Hz 之间。可见,蟋蟀鸣声是由大部分高频成份和部分低频成份组成的复合声。

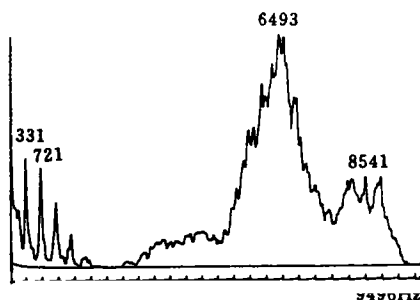


图 2 蟋蟀召唤声功率谱图

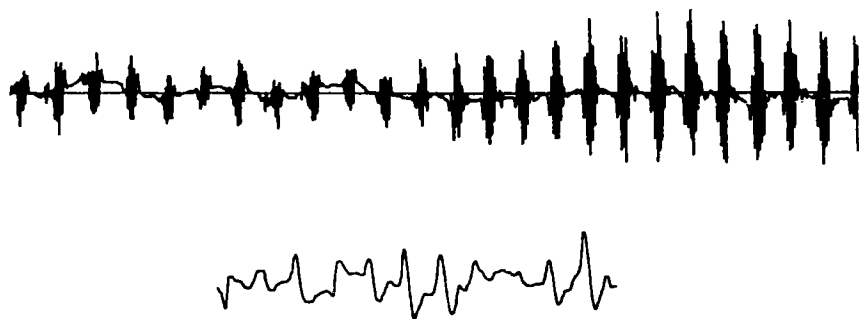


图 3 蟋蟀召唤声节律图

②时域特征(图 3) 节律明显而有规律,其变调过程反映在时间波形上可明显分为 3 个部分,且各部分交替进行,构成其完整的鸣叫过程。第一部分持续时间较长,由一系列大小近似的小脉冲组组成,脉冲组平均持续时间 0.6~0.8 ms,间隔时间 0.4

~1.0 ms;第二部分持续时间较短,由一系列较大的脉冲组组成,平均每个脉冲组持续时间 0.8~1.2 ms,间隔时间 0.2~0.6 ms;第三部分是由不规则的锯齿形连续脉冲组成,无分组现象。

3 讨 论

1)通过螳蛄的发音器构造与鸣声特征比较分析可以看出,其鸣声特征与其发音器官和鸣叫行为密切相关,特别是与鼓膜及背瓣、腹瓣、褶膜、鼓室、腹室等的形状和构造相统一,即鸣声节律图中每个脉冲组由 4~6 个单脉冲组成,这可能是由鼓膜中的 4 条长肋和 2 条短肋依次向内弯曲产生的。在主发音器发出这一系列连续脉冲声的同时,具有调声和共鸣作用的辅发音器官又改善了波形和调谐特性,提高了辅输出功率,使得螳蛄能发出变节奏、变音量的具有重复周期的复合声。

2)从同种不同生物学意义的鸣声,如单鸣、群鸣、召唤声、求偶声和惊鸣声等分析看,召唤声和求偶声更具种的专一性,受内外界因素影响小、稳定性好,可作为鸣声分类较理想的鸣叫类型。但这两种鸣声相比较,召唤声更易录取,分析方便。另外,群鸣声一般不能作为较理想的分类鸣声。

本研究得到周尧教授和袁锋教授的指导和关怀,特致谢忱!

参 考 文 献

- 1 蒋锦昌,王强,刘向群.黑蚱蝉鸣声的结构和音色特征.昆虫学报,1988,31(2):129~139
- 2 Young D. The calling song of the Bladder cicada, *Cystosoma saundersii*; a computer analysis. J exp Biol, 1980, 88, 407~411
- 3 加藤正世(Kato, M), 蝉の研究. 三省堂发行, 1932
- 4 Claridge M F. Acoustic signals in the Homoptera; behaviour, taxonomy and evolution. Ann Rev Ent, 1985, 30: 297~317
- 5 何 忠. 北京地区五种常见鸣虫的鸣声结构. 动物学报, 1985, 31(4): 324~329
- 6 雷仲仁. 中国蝉科的分类及鸣声研究. 博士学位论文, 西北农业大学, 1992

The Structure of Sounding Organ in Kaempfer Cicada and An Analysis of the Song

Lei Zhongren Li Li

(The Institute of Entomology, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Wang Jijian

(Bobai State-Run Forest Farm, Guangxi, 537617)

Abstract The natural song, structure of sounding organ and common morphology of kaempfer cicada (*Platypleura kaempferi* (Fabr.)) are studied. The results showed; the

sounding organs structure of kaempfer cicada is in accordance with its function, the main sounding organ (tymbal) determines the characters of sound pulse, but the auxiliary sounding organs (tymbal cover, operculum, folded membrane, abdominal cavity) can improve timbre and harmonious; The song of kaempfer cicada is the complex sound that mostly consists of high-frequency and a few low-frequency; The sound rhythm is clear and regular; its waveform is obviously classified into three parts which are alternating, thus, forming a complete song-process. The single song and courtship song show the specificity of the species less affected by the inside and outside environments. Accordingly, they can be regarded as some ideal characters of taxonomy.

Key words kaempfer cicada, sounding organ structure, song analysis

· 新书介绍 ·

由西北农业大学外语部王树江教授主编的《常用农业科技日语惯用型》、《日汉农业词典》已由陕西科技出版社出版。

《常用农业科技日语惯用型》是编者参阅了数十种日本最新出版的有关农学各专业及其基础学科的书刊文献, 从中选录典型句例编写的。全书共收编日语最常用惯用型 340 余条, 每条配有 3~5 个例句, 结合专业紧密、适用性强。此书对广大日语科技工作者是一本理想的工具书和翻译参考书。

《日汉农业词典》广泛收集了农学、园艺、畜牧与兽医、农业机械、农业经济、土壤与肥料、植物保护、农田水利、蚕桑、茶叶、农业气象、生物、生理、生化等词汇 6 万余条, 约 230 万字, 其中外来语专业词汇 2 万余条, 并对 5000 余条植物和病虫害名称注有拉丁文, 全书共 2100 页。该词典是国内唯一的一部大型农业科技专业词典, 也是广大日语科技工作者必备的工具书。