

东北师范大学生命科学学院 2011 级长白山野外综合实习报告



## 直翅目鸣虫通讯体空间散布格局 的初步研究

指导老师：马丽滨

小组成员：甘震雷 吴伟平 赵萌萌 安 宁

姜 澜 刘 榕 王盼盼 张 君

实习时间：2013年7月1日—2013年7月11日

中国·长春

二〇一三年九月

# 直翅目鸣虫通讯体空间散布格局的初步研究

**摘要：**有限的适生生境使得多样的直翅目昆虫拥有了相对集中的分布空间。鸣叫是直翅目鸣虫召唤雌性，达成交配的重要行为环节。然而，在相对微小的空间内，来自不同直翅目物种及个体的鸣叫必然相互干扰、彼此影响。为此，针对直翅目鸣虫通讯体在微小空间内的散布格局开展研究，有望揭示昆虫通讯的发生与响应机制，互动与进化关系等。本文以恩氏姬螽为对象，分别在室内与野外两个环境中开展研究。实验以鸣叫体为中心，对其各方向声压大小进行差异分析，调查有限空间内通讯体散布格局，并推断出鸣叫体鸣唱时体位朝向与周围其他通讯体空间散布格局的相关性。

**关键词：**通讯行为；鸣声；散布格局；恩氏姬螽

任何生物都不是独立存在的个体，需要与其他个体进行一定的沟通交流。所以动物之间的通讯行为显得尤为重要。所谓通讯，就是指个体通过释放一种或几种刺激性信号，引起接受个体产生行为反应。通讯包括视觉通讯、鸣声通讯、化学通讯以及电通讯等。其中，昆虫的鸣声通讯作为主要通讯方式，相较其他交流方式而言具有更高效、传播面广、传播距离远等优势（王寅亮等，2012）。

很多昆虫都存在鸣声通讯系统，鸣声通讯对其生殖活动、防御天敌、地域性活动等方面的信息联系起着重要的作用。目前，昆虫的鸣声通讯研究主要有：昆虫发声器上的超微结构对鸣声声学特征的影响，昆虫听觉系统中振动信号转换为电信号而传入神经的分子生物学机制，昆虫鸣声通讯与昆虫化学通讯的进化关系过渡问题，昆虫鸣声与天敌的协同进化关系等。此外，直翅目鸣虫通讯体的散布格局也是一个值得探究的问题。有限的适生生境使得多样的直翅目昆虫拥有了相对集中的分布空间。鸣叫是直翅目鸣虫召唤雌性，达成交配的重要行为环节。然而，在相对微小的空间内，来自不同直翅目物种及个体的鸣叫必然相互干扰、彼此影响。为此，针对直翅目鸣虫通讯体在微小空间内的散布格局开展研究，有望揭示昆虫通讯的发生与响应机制，互动与进化关系等。

本文旨在研究直翅目鸣虫不同方向的声压分布，以探讨鸣叫体鸣唱时其体位朝向对其它通讯体散布格局的影响。根据发音中心声音场的分布，以及对昆虫

通讯发生与响应的推测，本研究提出三种假设：（1）声压值较大的方位同类通讯体分布较少；（2）声压值较大的方位同类通讯体分布较多；（3）声压值大小与同类通讯体的空间分布不相关，具有随机性。研究从两个方面开展，首先围绕鸣叫体考察与其身体纵轴不同夹角声压大小的差异，从而推断鸣叫体体位朝向与声压大小的关系；其次研究鸣叫体周围其他通讯体的空间分布格局；最后，探讨中心鸣虫体位对其他通讯体空间分布格局的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究材料

实验以恩氏姬螽为实验材料。

（1）对长白山黎明林场以及长白山种子园附近弃荒园分布的恩氏姬螽直接录制鸣声，并进行相关实验；

（2）对长白山五道江口的恩氏姬螽，寻其鸣声捕捉雄虫，并随机捕捉雌虫后饲养。养虫器皿为塑料盒，盒顶部扎孔，将捕捉到的螽蜥单只置于养虫盒内，供给宠物饲料、青草、水等食物，把有虫塑料盒放在紧靠窗户的实验台上，使螽蜥接受自然光照。实验前，让螽蜥适应环境 2~3d，以恢复正常鸣叫。室内试验主要围绕鸣叫体考察与其身体纵轴不同夹角声压大小的差异，从而推断鸣叫体体位与声音传播大小的关系。

### 1.2 研究方法

（1）野外观察：确定中心虫，在中心虫的头部、左侧、右侧和尾部四个方位距离其 1.0 米处录音并用小气候仪测定湿度和温度；以中心虫为圆心，以录音的四点建立坐标轴，划分四个区域；分别在 0~5 米内、5~10 米间、10~15 米间搜索其他螽蜥的分布情况（距离、头部朝向，角度）；利用小气候仪测量每只虫分布位置的湿度和温度。

（2）室内实验：将单只雄虫置于实验台，自然光照，室内环境温度为 26~29 摄氏度。分别将录音笔置于鸣虫的头部、左侧、右侧和尾部四个方位，在 0.5 米和 1.0 米两个距离处对鸣虫进行录音并记录，采用 Adobe Audition 3.0 对录音进行处理，并用 SPSS13.0 数据处理软件对鸣声进行音强值分析，进而提出实验假设。

## 2 结果与分析

### 2.1 室内实验结果及分析

利用SPSS13.0数据处理软件对数据进行分析处理, 主要对各组音强数据的平均趋势和显著性进行分析, 结果如下:

方向	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					1.00	8		
2.00	8	34.3663	7.39021	2.61283	28.1879	40.5446	25.13	50.04
3.00	8	37.7500	7.06134	2.49656	31.8466	43.6534	30.46	51.31
4.00	8	37.4313	7.09376	2.50802	31.5007	43.3618	29.28	48.85
Total	32	36.0884	6.80626	1.20319	33.6345	38.5424	25.13	51.31

表 1 左声道0.5米处音强分析 (Descriptives)

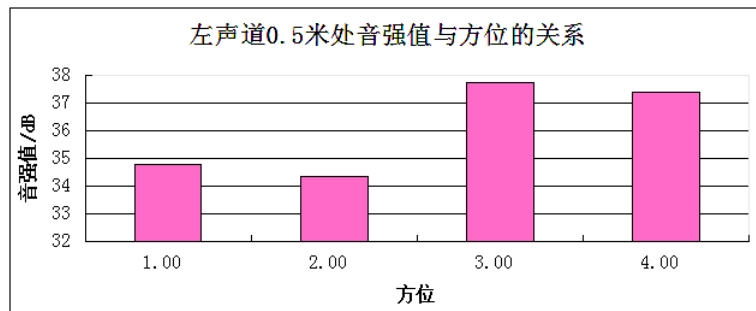


图 1 左声道0.5米处音强值与方位的关系

注: 方向数据中1.00、2.00、3.00、4.00分别代表从中心虫的头部、左侧、尾部、右侧四个方向记录鸣声数据。

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	73.391	3	24.464	.503	.684
Within Groups	1362.690	28	48.668		
Total	1436.081	31			

表2 左声道0.5米处音强分析 (ANOVA)

由图 1 和表 1 可知, 在鸣虫 0.5 米处测量左声道的音强值, 结果为右侧音强最大, 尾部音强次之, 头部音强较小, 左侧音强最小。

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					1.00	8		
2.00	8	38.8313	5.31518	1.87920	34.3877	43.2748	34.14	50.99
3.00	8	39.5938	7.08438	2.50471	33.6711	45.5164	32.43	54.16
4.00	8	38.3638	5.72834	2.02527	33.5747	43.1528	32.79	48.86
Total	32	38.1938	5.64649	.99817	36.1580	40.2295	31.15	54.16

表3 左声道1.0米处音强分析 (Descriptives)

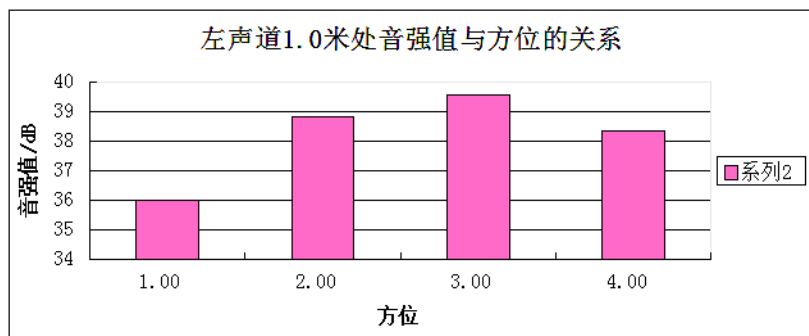


图2 左声道1.0米处音强值与方位关系

由图2和表3可知，在鸣虫1.0米处测量左声道的音强值，结果为右侧音强最大，左侧音强次之，尾部音强较小，头部音强最小。

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	58.147	3	19.382	.583	.631
Within Groups	930.220	28	33.222		
Total	988.367	31			

表4 左声道1.0米处音强分析 (ANOVA)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					1.00	8		
2.00	8	33.8963	7.42168	2.62396	27.6916	40.1009	25.17	50.02
3.00	8	37.5463	6.85873	2.42493	31.8122	43.2803	30.07	49.95
4.00	8	37.0450	6.95928	2.46048	31.2269	42.8631	28.78	48.26
Total	32	35.7806	6.84006	1.20916	33.3145	38.2467	25.17	50.02

表5 右声道0.5米处音强分析 (Descriptives)

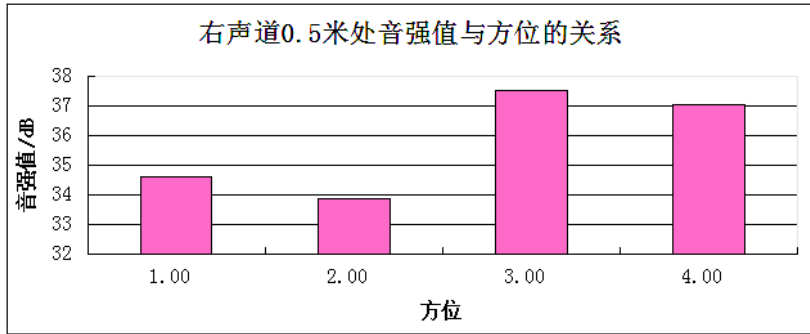


图3 右声道0.5米处音强值与方位关系

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	76.635	3	25.545	.521	.672
Within Groups	1373.744	28	49.062		
Total	1450.379	31			

表 6 右声道 0.5 米处音强分析 (ANOVA)

由图 3 和表 5 可知，在鸣虫 0.5 米处测量右声道的音强值，结果为右侧音强最大，尾部音强次之，头部音强较小，左侧音强最小。

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	8	36.9013	4.39015	1.55215	33.2310	40.5715	31.58	42.47
2.00	8	38.2450	5.51203	1.94880	33.6368	42.8532	32.85	50.59
3.00	8	39.1313	7.24063	2.55995	33.0779	45.1846	30.84	53.55
4.00	8	37.8250	5.41601	1.91485	33.2971	42.3529	32.54	47.97
Total	32	38.0256	5.50809	.97370	36.0397	40.0115	30.84	53.55

表 7 右声道 1.0 米处音强分析 (Descriptives)

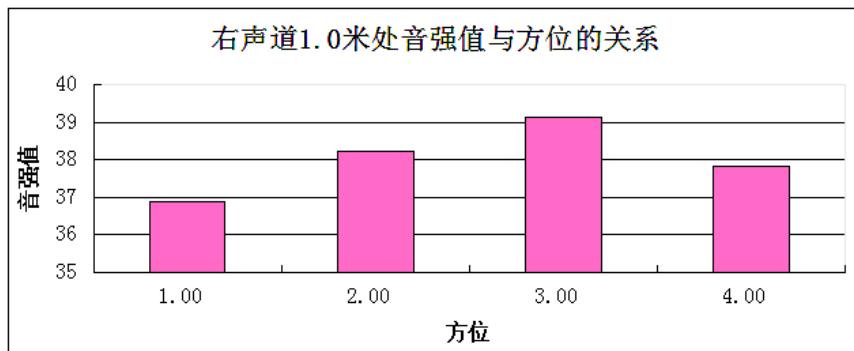


图4 右声道1.0米处音强值与方位关系

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20.600	3	6.867	.209	.889
Within Groups	919.910	28	32.854		
Total	940.510	31			

表 8 右声道 1.0 米处音强分析 (ANOVA)

由图 4 和表 7 可知, 在鸣虫 1.0 米处测量右声道的音强值, 结果为右侧音强最大, 左侧音强次之, 尾部音强较小, 头部音强最小。

如上所示为实验室内所测的 8 只螽螂的头部、左侧、右侧和尾部 4 个方位, 在 0.5 米处和 1.0 米处的左声道和右声道两种音强值分析。分析各组音强数据的平均趋势, 对其大小进行比较, 得出了上述结果。可以得知, 四组数据中, 在螽螂右侧所测音强值总是最大, 鸣虫的声场的分布和音强大小与方向有一定关联。这种趋势是存在的, 但从显著性分析结果来看, 并不显著, 这种趋势是否真正存在, 仍需大量数据证明。

## 2.2 野外观察结果及分析

下图为野外实验中所测定的鸣虫分布图, 原点为各实验所选中心虫位置, 以中心鸣虫头尾所在方向为纵轴, 建立坐标轴, 以 15° 角度为单位, 记录三次实验鸣虫的分布情况。

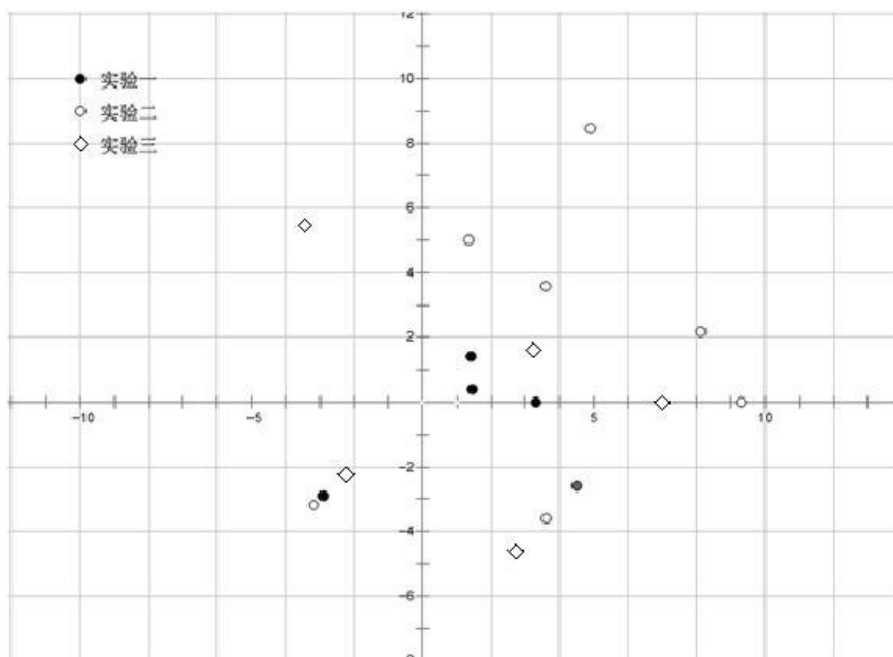


图 5 鸣虫分布图

三次实验所取的鸣叫体位置和调查的时间均不同，可以减弱人为干扰，降低误差。实验过程中，对已经调查的鸣虫进行捕捉，以达到避免重复取样和排除干扰的目的。图 5 所示为鸣叫体周围同类通讯体的分布，它们之间的距离为 1~12m 之间，主要分布于鸣叫体的右侧。该结果与室内实验结论相符，表明鸣叫体鸣唱声压值与其周围通讯体的分布具有相关性，即声压值较大的方位同类通讯体分布较多。

### 3 讨论

通过对室内实验的数据分析，发现鸣虫声场的分布与声压大小与方向有一定关联，鸣虫右侧音强大于其他方位（因数据量过小，该内容在数据上不显著）。另外，根据野外对鸣叫体周围其他通讯体的分布格局调查，中心鸣虫右侧的同类个体分布较多。此两个结果可以提示，鸣虫体位朝向与周围通讯体的散布格局具有相关性。因为大多数鸣虫的鸣叫与生殖行为有密不可分的关系，而音强值大的方位有利于鸣虫之间或鸣叫个体与接受个体之间的信息传递更为清晰显著。所以，鸣虫周围的同种虫分布时倾向于分布在鸣虫音强值较大的方位。

室内实验中，在所得音频分析的数据中，三个方位所测音强值大小随机，没有显著规律性。同时，通过 SPSS13.0 软件的显著性分析可知，方差分析值大于 0.05，结果不显著。由以下原因造成：收集测定的数据太少，导致规律性不强；音频资料处理过程中对螽螂鸣叫声的音强值有所影响；实验设计不合理，收集音频材料的距离 0.5 米和 1.0 米这两个数值太小，应该将距离调大；音频采集过程中由于采集人员不固定而影响实验结果；录音过程中，培养盒中给螽螂喂水的离心管没有拿出来，由于离心管对声音传播具有一定的阻碍作用，对采集的音频资料造成了影响。

野外观察中，我们得出的结论虽然与室内实验相符，但是仍然具有以下不足之处：实验方法不严密，没有对中心虫周围的其他虫的性别进行区分，仅仅是简单地调查了同类虫在中心虫周围分布的数量，因此不能继续深入地研究。观察过程中计数和确定周围虫分布时，由于螽螂具有较强的运动能力，导致记录的结果有较大误差，对实验结论有一定影响。我们小组成员因为野外经验较少，对螽螂的生活习性不够了解，同时受实习场地的限制，使得我们没有采集到足够的数



因此实验结论难以具有代表性。温度、湿度和压强等外界条件对虫鸣的音强值有一定的影响，野外环境条件与实验室内条件有差别，这些因素将导致结论的准确性。

### 参考文献

- [1] 王寅亮, 鲁莹, 任炳忠等. 昆虫鸣声通讯研究概述. 吉林农业大学学报, 2012, 34(4): 355—362.
- [2] 王月婷, 车菲, 那杰等. 蟋蟀对召唤声识别的趋声性定位行为. 应用昆虫学报, 2011, 48(1): 121—125.
- [3] 刘敬泽, 安瑞永等. 实验室内蟋蟀的长期饲养和诱捕方法. 生物学通报, 1999, 34(2): 39.
- [4] 陈道海, 林焕芳, 李洁萍, 邱占峰等. 双斑蟋鸣声特征与行为关系的初步研究. 动物学研究, 2002, (4): 288—295.