



调查时间对应用扫网研究草原蝗虫群落的影响

孙 崑, 类成平, 张柱亭, 董 辉, 钱海涛, 丛 斌

(沈阳农业大学植物保护学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘要: 扫网取样法因其操作简便、成本低廉, 成为草原蝗虫群落研究中最常用的抽样调查法。本研究通过比较 07:00~19:00 不同时间使用扫网调查蝗虫群落的结果, 探讨扫网取样法应用于蝗虫群落结构的研究是否受调查时间的影响。试验结果表明, 07:00~17:00 各时间点网捕得到的蝗虫成虫、蝗蛹数量无显著性差异 ($P>0.05$); 不同时间处理统计得到的蝗蛹比例、群落多样性指数、均匀性指数及丰富度指数均无显著性差异 ($P>0.05$); 网捕得到的蝗虫数量与调查时的外界温度 ($18\sim 28\text{ }^{\circ}\text{C}$) 无显著线性关系 ($P>0.05$)。综合研究结果来看, 07:00~17:00 可作为使用扫网调查蝗虫群落的适宜时间。

关键词: 扫网取样; 草原蝗虫; 时间; 群落生态学

中图分类号: S812.6

文献标识码: A

文章编号: 1001-0629(2013)10-1619-06

* 1

蝗虫是草原生态系统中最重要植食性无脊椎动物和初级消费者。蝗虫的暴发能引起草原植被的严重破坏, 威胁牧业生产的正常发展^[1]。为阐明此类动物在该系统能量流动和物质循环中的作用, 制定经济阈值以及有效地防治蝗虫, 对其群落结构的研究就显得颇为重要^[2-3]。

有效、精确、实用、简便的抽样研究法是蝗虫群落结构研究的基础。国内外学者将很多调查方法用于蝗虫群落的研究, 如无底样方框取样法、灯光诱捕法、陷阱诱集法、投环法、0.1 m² 铁环观察法、行走观察法等^[4-10]。在这些研究方法中, 扫网取样法因其操作简便, 成本低廉, 成为研究时最常用的一种方法。Gardiner 等^[11]通过统计已发表的相关文献资料, 报道约有 45.5% 的草原蝗虫群落研究应用扫网法来完成。Larson 等^[12]通过系统的研究比较, 认为应用扫网取样法研究蝗虫群落能获得较为准确的研究结果, 可作为该类研究的有效取样方法。国外学者广泛使用扫网取样法调查草原蝗虫群落的组成是否受到植物组成、药剂、放牧、火烧以及割草等因素的影响^[13-18]。

使用扫网取样法调查蝗虫群落也受到诸多因素的影响。扫捕蝗虫时, 收集到的蝗虫数量与捕虫网

的口径大小、扫动幅度以及扫动次数有关, 植物群落的组成以及不同操作者之间的差异也会对调查结果的准确性造成影响。O'Neill 等^[19]对于上述因素进行了比较试验, 建议用标准化扫网的方式消除差异, 获得可用于比较的研究结果。尽管有一些研究认为调查时间也可能影响到蝗虫的捕捉效率, 但并未见针对于此问题的系统研究。虽然有一些应用扫网法调查其他昆虫种类的时间差异性报道^[20-21], 但由于蝗虫个体较大, 移动速度较快, 在生态特性上异于有报道的昆虫种类, 这些报道能提供的参考信息有限。为此, 在前人研究的基础上, 通过在不同时间使用扫网取样法调查蝗虫群落, 统计并比较试验结果, 明确适宜的蝗虫群落调查时间, 以期从事草原蝗虫研究的学者提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究区自然概况 本研究是在内蒙古通辽市扎鲁特旗格日朝鲁苏木进行的, 格日朝鲁苏木位于扎鲁特旗西北部, 地处 $119^{\circ}45' - 120^{\circ}35' \text{ E}$, $44^{\circ}38' - 45^{\circ}05' \text{ N}$ 。西与赤峰市阿鲁科尔沁旗毗邻, 北与霍林郭勒市接壤, 西北与锡林郭勒盟东、西乌珠穆沁旗相连。当地草原类型为典型的平原丘陵草甸草原。土壤主要以草甸土为主。地处大兴安岭南罕山山脉, 地

* 收稿日期: 2013-01-07 接受日期: 2013-03-07

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201003079)

作者简介: 孙崑(1982-), 男, 吉林长春人, 在读博士生, 研究方向为蝗虫生态学。E-mail: swwsw1221@sina.com

通信作者: 丛斌(1956-), 男, 辽宁丹东人, 教授, 博士, 研究方向为昆虫生态学与有害生物综合治理。E-mail: bin1956@163.com

势北高南低,平均海拔 875 m。年平均气温 2.5 ℃,无霜期 90~120 d,常年降水量 380 mm 左右。

1.2 样地概况 选择当地最具代表性的两个草原生境作为样地,样地信息如表 1 所示。

表 1 样地植物群落特征及蝗虫群落组成

Table 1 Characteristic of plant community and composition of grasshopper community in the sampling plots

类项 Item	样地 I Plot I	样地 II Plot II
优势种植物 Dominant species of plants	兴安胡枝子 <i>Lespedeza daurica</i> 中华隐子草 <i>Cleistogenes chinensis</i>	贝加尔针茅 <i>Stipa baicalensis</i>
伴生种植物 Companion species of plants	西伯利亚蓼 <i>Polygonum sibiricum</i> 黄蒿 <i>Artemisia scoparia</i> 羊草 <i>Leymus chinensis</i>	冷蒿 <i>Artemisia frigida</i> 细叶鸢尾 <i>Iris tenuifolia</i>
植物高度 Plant height/cm	40~60	40~80
总盖度 Total coverage/%	70~80	60~70
蝗虫种类 Grasshoppers species	黄胫小车蝗 <i>Oedaleus infernalis</i> *	黄胫小车蝗 <i>Oedaleus infernalis</i> *
	亚洲小车蝗 <i>Oedaleus decorus asiaticus</i> *	亚洲小车蝗 <i>Oedaleus decorus asiaticus</i> *
	曲线牧草蝗 <i>Omocestus petraeus</i> *	曲线牧草蝗 <i>Omocestus petraeus</i> *
	素色异爪蝗 <i>Euchorthippus unicolor</i> *	素色异爪蝗 <i>Euchorthippus unicolor</i> *
	短星翅蝗 <i>Calliptamus abbreviatus</i> *	短星翅蝗 <i>Calliptamus abbreviatus</i> *
	条纹异爪蝗 <i>Euchorthippus vittatus</i>	条纹异爪蝗 <i>Euchorthippus vittatus</i>
	北京棒角蝗 <i>Dasyhippus peipingensis</i>	北京棒角蝗 <i>Dasyhippus peipingensis</i>
	宽翅曲背蝗 <i>Pararcyptera microptera meridionalis</i>	宽翅曲背蝗 <i>Pararcyptera microptera meridionalis</i>
	轮纹异痂蝗 <i>Bryodemella tuberculatum dilutum</i>	轮纹异痂蝗 <i>Bryodemella tuberculatum dilutum</i>
	异翅鸣蝗 <i>Mongolotettix anomopterus</i>	异翅鸣蝗 <i>Mongolotettix anomopterus</i>
		大赤翅蝗 <i>Celes akittanus</i>
		红腹牧草蝗 <i>Omocestus haemorrhoidalis</i>

注: * 优势种蝗虫。

Note: * Dominant species of grasshoppers.

1.3 调查方法 试验时间为 2011 年 8 月 17 日至 8 月 22 日,调查期间的天气状况皆为晴朗、无风。每日的 07:00、09:00、11:00、13:00、15:00、17:00、19:00 共 7 个时间点在上述样地使用扫网捕捉蝗虫。每片样地由两名操作者共同完成。每次调查时,测定实时温度。

扫网(网口直径 35 cm)操作按 Evans^[13]描述的方法,以“Z”字型扫网采样法取样。操作者以正常步幅在样地行走,扫网时使捕虫网以 180°的弧度平行于地面采集,每个样地重复扫网 200 次,其中 100 网紧贴地面慢速往复扫捕,另外 100 网以高于地面 20 cm 的距离紧贴植被快速扫取。每扫捕 10 网后查看是否捕捉到蝗虫。捕捉到的蝗虫从网中取出

后,装入盛有 70%乙醇的容量瓶内,带回室内。本研究选择的调查时间内,样地中成虫比例较高,蝗蛹多为 3 龄以上。研究样地作为课题研究的长期定位点,已对其各时期蝗虫群落的组成进行了研究,制作了样地中分布的蝗虫成虫及不同龄期蝗蛹的标本。试验中采集到的蝗虫的分类工作参照保存的标本进行。

为了减少扫网调查时操作者之间的差异,参考了 O’Neill 等^[19]的研究结果。试验之前,使两名操作者在较近的距离同时扫网,并彼此观察模仿对方的行进速度、挥动频率、臂展等。通过这一训练过程,将减少由不同操作者所引起的差异,试验中可获得准确的、可用于比较的研究结果。

1.4 数据统计分析方法 各调查样本中所获得蝗虫按成虫、蝗蛹分别统计数量。利用 SPSS 17.0 软件对各处理间的蝗虫数量、蝗蛹比例、群落特征参数进行方差分析及显著性检验。使用 Excel 2003 软件对温度与此温度下捕捉到的蝗虫数量进行一元线性回归分析。

群落特征参数计算公式：
物种丰富度，用调查到的蝗虫种类数 S 表示。
多样性指数，采用 Shannon-Wiener 公式：

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i, P_i = N_i / N;$$

式中， P_i 为第 i 个蝗虫个体比例， N_i 为第 i 个蝗虫个体数， N 为全部蝗虫个体总数(成虫+蝗蛹)。

均匀性指数，采用 Pielou 均匀度公式：

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\ln S}.$$

式中， J' 为均匀度指数， H' 为实测多样性值， $H'_{\max}$ 为

最大多样性值。

2 结果与分析

2.1 调查时间对扫网调查蝗虫数量的影响

除 07:00 网捕调查的蝗蛹外，样地 I 19:00 网捕调查得到的蝗虫成虫、蝗蛹数量要显著少于其它时间处理($P<0.05$)，除此之外其它各时间扫网调查得到的蝗虫数量差异不显著($P>0.05$)。样地 II 不同时间段扫网获得的蝗虫成虫、蝗蛹数量无显著性差异，但 19:00 得到的蝗虫均值与总量少于其它时间段(图 1)。样地 II 的两名操作者在试验过程中的反馈也认为，相对于其它调查时间，在 19:00 扫网操作中获得的蝗虫数量有所减少。不同时间调查蝗虫群落，计算所得的蝗蛹比例(蝗蛹数量占成虫、蝗蛹总数量的比例值)(表 2)显示，两片样地 07:00~19:00 各处理网捕得到的蝗蛹比例，无显著性差异。

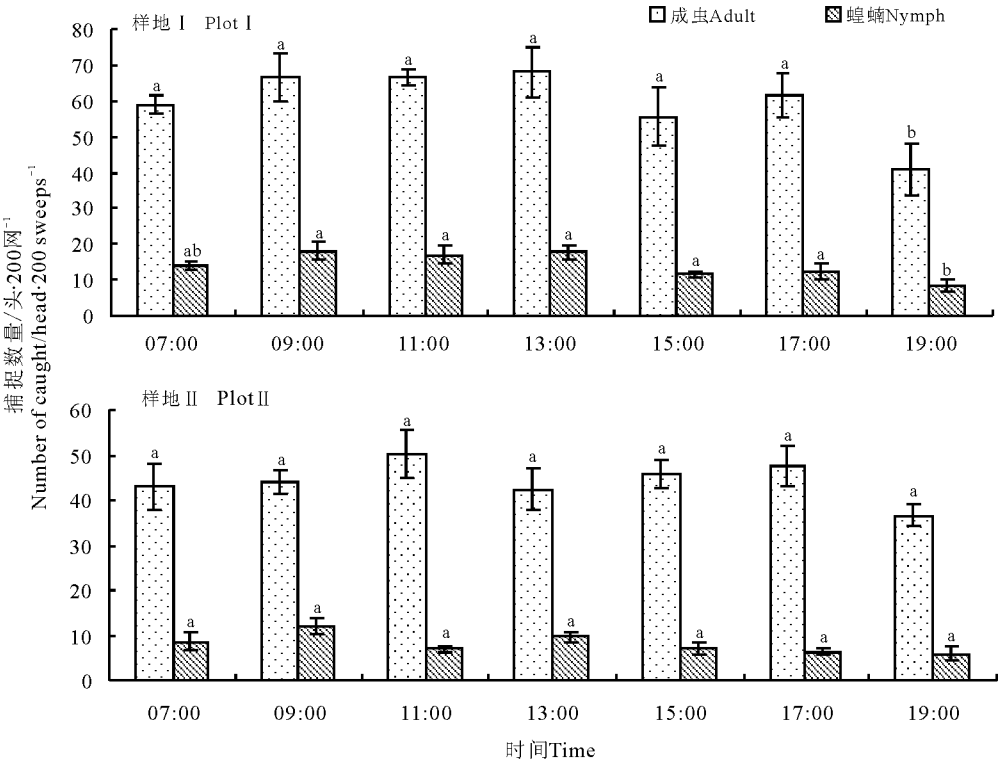


图 1 不同时间扫网调查捕捉到的蝗虫数量
Fig. 1 Numbers of grasshoppers caught with sweep sampling by times of day
注:图中数据为标准差±标准误;相同虫态标有不同字母表示差异显著($P<0.05$),相同字母或者不标表示差异不显著($P>0.05$)。下同。
Note: Figure data are means±SE; the means of same developmental stage followed by the different letters indicate significant difference at 0.05 level, the same letters and no mark indicate no statistical difference at 0.05 level. The same below.

2.2 不同时间调查的蝗虫群落特征参数 取样品经过室内鉴定,统计数据,ANOVA 检验发现(表 3),两片样地不同时间段扫网调查所得蝗虫种类、数量,经计算所得的群落特征参数(多样性指数、均匀性指数、物种丰富度)均无显著差异($P>0.05$)(表 3)。

2.3 温度对扫网调查蝗虫数量的影响 为了验证扫网调查时外界温度与捕捉到的蝗虫数量是否存在线性关系,对二者进行线性回归分析。结果表明(图 2),在调查温度范围内($18\sim 28\text{ }^{\circ}\text{C}$),捕捉到的蝗虫数量(两个样地成虫、蝗蛹总数量)与外界温度并无显著线性关系($P=0.357>0.05$)。

表 2 不同时间扫网调查的蝗蛹比例
Table 2 The ratio of nymphs with sweep sampling by times of day

时间 Time	样地 I Plot I	样地 II Plot II
07:00	0.198±0.040	0.164±0.015
09:00	0.219±0.039	0.202±0.045
11:00	0.201±0.026	0.128±0.017
13:00	0.206±0.028	0.184±0.023
15:00	0.179±0.016	0.139±0.008
17:00	0.173±0.037	0.123±0.014
19:00	0.167±0.031	0.146±0.026

表 3 不同时间扫网调查的群落特征参数
Table 3 The community ecology parameters with sweep sampling by times of day

时间 Time	多样性指数 H'		均匀性指数 J'		物种丰富度 S	
	样地 I Plot I	样地 II Plot II	样地 I Plot I	样地 II Plot II	样地 I Plot I	样地 II Plot II
07:00	1.652 0±0.031 8	1.376 4±0.100 3	0.857 5±0.023 5	0.677 9±0.042 3	7.33±0.33	7.83±0.16
09:00	1.604 5±0.047 8	1.394 3±0.108 6	0.827 1±0.022 9	0.678 1±0.029 1	7.00±0.25	7.66±0.55
11:00	1.727 7±0.012 9	1.285 9±0.112 6	0.872 8±0.038 2	0.656 7±0.023 7	7.16±0.54	7.33±0.42
13:00	1.664 6±0.040 7	1.309 4±0.065 0	0.840 7±0.024 1	0.680 4±0.019 8	7.33±0.36	7.00±0.44
15:00	1.675 3±0.079 1	1.485 7±0.101 3	0.866 4±0.006 0	0.740 9±0.035 6	7.00±0.89	7.16±0.30
17:00	1.701 5±0.026 1	1.234 4±0.077 7	0.880 9±0.032 4	0.620 9±0.048 9	7.00±0.51	7.33±0.21
19:00	1.613 8±0.019 4	1.386 4±0.045 2	0.787 1±0.021 3	0.686 8±0.026 8	7.83±0.47	7.66±0.42

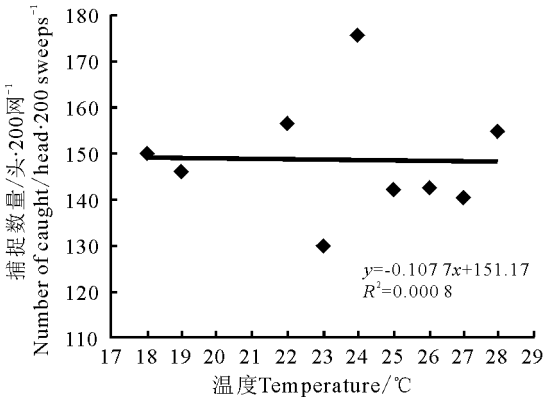


图 2 温度与蝗虫数量的一元线性回归分析
Fig. 2 The linear regression of temperature and grasshopper numbers

3 讨论

本研究对应用扫网取样法在不同时间调查蝗虫群落的结果进行了比较。试验结果表明,19:00 捕捉到的蝗虫(成虫、蝗蛹)数量要少于其它时间段的捕捉量,在样地 I 内其与各时间段差异显著,而其它各时间段间无显著差异。之所以产生这样的差异,

一方面,受气温、光照、湿度、天敌捕食等因素的影响,蝗虫为使自身的生态适合度达到最大,在一天之内,栖息位置会发生显著的变化,可能正是缘于蝗虫栖息环境的改变,从而导致了研究中应用扫网调查蝗虫群落捕捉效率的变化^[22-24]。另一方面,Marshall 和 Haes^[25]曾提出,蝗虫的活跃程度会影响到应用扫网法采样的效率。19:00 的调查,由于光照等环境因子的变化,蝗虫的活跃程度降低,也可能是影响蝗虫捕捉数量的原因。

不同时间处理统计得到的蝗蛹比例、群落多样性指数、均匀性指数及丰富度指数均无显著差异。蝗蛹比例的研究结果与前人有所不同,Parker^[26]研究认为,蝗蛹依靠太阳能来维持体温,一天内不同时间,对于植物上的分布高度的选择存在差异,抽样调查研究中的蝗蛹比例将有所变化。这种差异在本研究中并未出现,可能与本研究选择的扫网方法有关。扫网操作中,本研究选择的是“低—慢网”与“高一快网”结合的方法,紧贴地面的慢速扫网会获得较多的分布于植被下部的蝗虫,而在植被 20 cm 以上的快

速扫网将有效采集到分布于植被上部以及移动较为快速的蝗虫^[27],可能正是这种对于植被上分布蝗虫较为全面的调查方法,消除了蝗蛹高度选择变化所引起的取样差异。这种扫网方法同样也可对植栖型、地栖型蝗虫种类进行较为全面的采集,从而获得较为准确的群落特征参数。应用扫网调查蝗虫群落还应注意一些细节,在操作过程中,每扫捕 10 网检查一下网内是否有蝗虫并取出,从而保证了蝗虫外部特征的完整性,避免了形体损坏,便于种类的鉴定及数量的记录。

有学者在使用扫网法调查蝗虫群落时,会选择温度达到一定数值后进行^[17,28]。扫网调查是否受到外界气温的影响,前人的研究报道不尽相同。Ricards 和 Waloff^[29]的研究认为,扫网取样受到气候因子的影响,如果温度较低,捕捉量将明显减少。Whipple 等^[23]则通过试验报道,温度以及风速对于扫网法调查蝗虫群落无影响。本研究结果显示,在调查的温度范围内,扫网采集到的蝗虫数量不受外界温度高低的影响,与 Whipple 等^[23]的研究结果相似。

综上所述,一天中 07:00 至 17:00 是应用扫网取样法调查蝗虫群落的适宜时间。Browde 等^[30]研究认为,夜晚调查蝗虫群落的捕捉效率更高,蝗蛹与成虫的构成也与白天有所不同。本研究由于条件所限,未能进行夜间试验,还需日后进一步的验证。本研究仅是针对成虫比例较高的蝗虫发生时期,对应用扫网调查蝗虫群落的时间差异性的初步研究,要获得全面的研究结果,今后还应对不同蝗虫发生期(早期、中期、晚期)及不同栖息类型的蝗虫(植栖型、地栖型)应用扫网法调查是否受到时间的影响,进行更深入的系统研究。

参考文献

- [1] 任炳忠. 松嫩草原蝗虫的生物·生态学[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2002: 1-80.
- [2] 李宏实, 张喜军. 吉林省西部草原蝗虫的群落结构[J]. 东北农学院学报, 1991, 22(4): 374-377.
- [3] 刘艳, 张泽华, 王广军. 草地蝗虫防治的经济阈值与生态阈值研究进展[J]. 草业科学, 2011, 28(2): 308-312.
- [4] Mulkern G B, Records J C, Carlson R B. Attractants and phagostimulants used for control and estimation of grasshopper populations[J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1978, 24(3): 550-561.
- [5] Evans E W, Rogers R A, Opfermann D J. Sampling grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) on burned and unburned tallgrass prairie: Night trapping vs sweeping[J]. Environmental Entomology, 1983, 12: 1449-1454.
- [6] Evans E W, Bailey K W. Sampling grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in Utah grasslands: Pan trapping versus sweep sampling[J]. Journal of the Kansas Entomological Society, 1993, 66: 214-222.
- [7] Fielding D J. Windowpane traps as a method of monitoring grasshopper (Orthoptera: Acrididae) populations in crops[J]. Journal of the Kansas Entomological Society, 2003, 76(1): 60-70.
- [8] 贺达汉, 郑哲民. 草原蝗虫密度的抽样技术研究[J]. 草业学报, 1997, 6(3): 15-22.
- [9] Onsager J A, Henry J E. A method for estimating the density of rangeland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in experimental plot[J]. Acrida, 1977, 6: 231-237.
- [10] Onsager J A. Comparison of five methods for estimating density of rangeland grasshoppers[J]. Journal of Economic Entomology, 1977, 70(2): 187-190.
- [11] Gardiner T, Hill J, Chesmore D. Review of the methods frequently used to estimate the abundance of Orthoptera in grassland ecosystems[J]. Journal of Insect Conservation, 2005, 9: 151-173.
- [12] Larson D P, O'Neill K M, Kemp W P. Evaluation of the accuracy of sweep sampling in determining grasshopper (Orthoptera: Acrididae) community composition[J]. Journal of Agricultural and Urban Entomology, 1999, 16(3): 207-214.
- [13] Evans E W. Fire as a natural disturbance to grasshopper assemblages of tallgrass prairie[J]. Oikos, 1984, 43: 9-16.
- [14] Kemp W P, Harvey S J, O'Neill K M. Patterns of vegetation and grasshopper community composition[J]. Oecologia, 1990, 83: 299-308.
- [15] O'Neill K M, Olson B E, Rolston M G, et al. Effects of livestock grazing on rangeland grasshopper (Orthoptera: Acrididae) abundance[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2003, 97: 1-64.
- [16] Joern A. Variation in grasshopper (Acrididae) densities in response to fire frequency and bison grazing in tallgrass prairie [J]. Environmental Entomology, 2004, 33(6): 1617-1625.
- [17] Bronson D H. Effects of fire on grasshopper assemblages in a northern mixed-grass prairie[J]. Environmental Entomology, 2005, 34(5): 1109-1113.

- [18] Jauregui B M, Garcia R R, Garcia U, *et al.* Effects of stocking density and breed of goats on vegetation and grasshopper occurrence in heathlands [J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2008, 123: 219-224.
- [19] O'Neill K M, Larson D P, Kemp W P. Sweep sampling technique affects estimates of the relative abundance and community composition of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) [J]. Journal of Agricultural and Urban Entomology, 2002, 19(3): 125-131.
- [20] Hutchison W D, Pitre H N. Diurnal variation in sweep net estimates of *Geocoris punctipes* (Say) (Hemiptera: Lygaeidae) density in cotton [J]. The Florida Entomologist, 1982, 65: 578-579.
- [21] Estano D B, Shepard B M. Influence of time of day and sweeping pattern on catches of green leafhoppers (GLH) [J]. International Rice Research Notes, 1988, 13: 22.
- [22] Bednekoff P A, Houston A I. Avian daily foraging patterns: Effects of digestive constraints and variability [J]. Evolutionary Ecology, 1994, 8: 36-52.
- [23] Whipple S D, Brust M L, Hoback W W, *et al.* Sweep sampling capture rates for rangeland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) vary during morning hours [J]. Journal of Orthoptera Research, 2010, 19(1): 75-80.
- [24] 颜忠诚, 陈永林. 内蒙古锡林河流域三种草原蝗虫对植物高度选择的观察 [J]. 昆虫知识, 1997, 34(4): 228-230.
- [25] Marshall J A, Haes E C M. Grasshoppers and Allied Insects of Great Britain and Ireland [M]. Colchester: Harley Books Press, 1988: 1-252.
- [26] Parker M A. Thermoregulation by diurnal movement in the barberpole grasshopper (*Dactylotum bicolor*) [J]. The American Midland Naturalist, 1982, 107: 228-237.
- [27] Brust M L, Hoback W W, Wright R J. Degree-day requirements for eight economically important grasshopper (Orthoptera: Acrididae) in Nebraska using field data [J]. Environmental Entomology, 2009, 38: 1521-1526.
- [28] Branson D H, Sword G A. An experimental analysis of grasshopper community responses to fire and livestock grazing in a northern mixed-grass prairie [J]. Environmental Entomology, 2010, 39(5): 1441-1446.
- [29] Richards O W, Waloff N. Studies on the biology and population dynamics of British grasshoppers [J]. Anti-Locust Bulletin, 1954, 17: 1-182.
- [30] Browde J A, Pedigo L P, DeGooyer T A, *et al.* Comparison of sampling techniques for grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in soybean [J]. Journal of Economic Entomology, 1992, 85: 2270-2274.

Effects of sampling time on community structure research for grassland grasshopper with sweep sampling

SUN Wei, LEI Cheng-ping, ZHANG Zhu-ting, DONG Hui, QIAN Hai-tao, CONG Bin

(College of Plant Protection, Shenyang Agriculture University, Shenyang 110161, China)

Abstract: Sweep sampling is the most common method used to the community structure research for grassland grasshopper, it is easy and cost-effective. To study the effects of sampling time on the community structure research for grassland grasshopper with sweep sampling, the collected data obtained from various times during 07:00–19:00 was compared in this study. The results showed that the caught numbers of adult and nymphal grasshoppers were not statistically different ($P > 0.05$) from 07:00 to 17:00. There were no significant differences ($P > 0.05$) in ratio of nymphs, community diversity, evenness and richness across times sampled. Regression analysis showed no correlation between grasshopper capture and temperature range from 18 to 28 °C ($P > 0.05$). In conclusion, the suitable time for grasshopper community research with sweep sampling is from 17:00 to 07:00 clock.

Key words: sweep sampling; grassland grasshopper; time; community ecology