纸坊沟流域植被恢复区灌木林昆虫群落时间结构及动态

张 锋[1,2],张淑莲[2],陈志杰[2],赵惠燕[1,*]

(1. 西北农林科技大学植物保护学院,杨凌 712100;2. 陕西省动物研究所昆虫研究室,西安 710032)

摘要:通过对纸房沟流域不同植被恢复区昆虫进行调查,结果表明:昆虫种类数以天然灌木林最高,混交林次之,单纯林分较低,个体数量以柠条林昆虫数量最高,其次为混交林和沙棘林,天然灌木林变化幅度最小。各植被昆虫种类和数量季节变化符合 $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ 函数变化规律。从特征指数来分析:昆虫群落多样性指数 5 ~ 9 月份大小次序均为天然灌木林 > 混交林 > 单纯林分,均匀度以单纯林和混交林的昆虫群落变化幅度较大,天然灌木林变化幅度最小。群落的优势度与均匀度值的变化呈相反趋势。主分量分析表明:植物类型不同的昆虫群落,其主导因素和时间格局不同,且结构越复杂,主导因素和时间格局越明显;相反,则主导因素和时间格局分化不明显;通过排序植食性昆虫、捕食性昆虫、寄生性昆虫在各植被昆虫群落变化的不同时期占主导因素。

关键词:昆虫群落;植被类型;多样性;恢复区

文章编号:1000-0933(2007)11-4555-08 **中图分类号**:Q968 **文献标识码**:A

The time structure and dynamic of insect communities in the bush vegetation restoration areas of Zhifanggou watershed in Loess hilly region

ZHANG Feng[1,2], ZHANG Shu-Lian[2], CHEN Zhi-Jie[2], ZHAO Hui-Yan[1,*]

1 *College of Plant Protection, Northwest A & F University, Yangling* 712100, *China*

2 *Shaanxi Institute of Zoology*, 710032

***Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(1): 4555 ~ 4562.**

Abstract: The insects were investigated from March 2004 to November 2004 at Zhifanggou watershed in hilly area of loess plateau. . The result showed that the insect species varied spatially in the following order: the natural bush forests, the mixed forests, and the simple forests. The number of the insect individuals in *Caragana korshinskii* were the highest, followed by mixed forests and *Hippaphae rhamnoides*, and the number of the insect individuals in the natural bush forests were the smallest. The season changes of number of the insect species and individuals in various vegetations can be described by a function $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$. The order of diversity value of the insect community in various vegetations from May to September were the natural bush forests, the mixed forests and the simple forests. The evenness value's change range of the simple forests and mixed forests are higher, and the natural bush forests are smaller. Contrary trend are assumed in the

基金项目:国家科技支撑资助项目(2006BAD09B07);中国科学院知识创新资助项目(KZCX2-XB2-05-01);陕西省科学院青年基金资助项目(2006K-36)

收稿日期:2006-09-30;**修订日期**:2007-03-30

作者简介:张锋(973 ~),男,陕西泾阳人,博士生,从事昆虫生态和害虫防治研究. E-mail: zhangfeng1973@tom.com

* **通讯作者** Corresponding author.

Foundation item: The project was financially supported by Scientific and Technical supporting programs and by Ministry of Science & Technology of China (No. 2006BAD09B07), by Knowledge innovation program of Chinese Academy of Sciences (No. KZCX2-XB2-05-01), Youth Foundation of Shaanxi Academy of Sciences (No. 2006K-36)

Received date: 2006-09-30; **Accepted date**: 2007-03-30

Biography: ZHANG Feng, Ph. D. candidate, mainly engaged in insect ecology and pest control. E-mail: zhangfeng1973@tom.com

dominance values and the evenness values in time course. The principal component analysis were used for studying main factors and the temporal patterns of the insect communities in different time, and the insect commuonty in the natural bush forests had a more complicated composition, less fluctuation, more obvious mian factors and temporal patterns. However, in the mixed forests and the simple forests, the composition of the insect commuonty were simple and fluctuated greatly, their mian factors and temporal patterns were not obvious.

Key Words: insect community; plant types; diversity; restoration area

植物多样性的恢复是退化生态系统恢复与重建的重要内容与标志[1]。目前,我国结合保护与恢复重建,保护与持续利用,在植被恢复方面做了大量工作。安塞县纸房沟流域 1938 ~ 1973 年由于毁林开荒,植被受到了极大的破坏。1973 年中国科学院水土保持研究所在该流域开展退耕还林,恢复重建,采取了封禁措施,经过近 30a 的保护恢复,流域内人工和天然植被基本得到恢复,生态系统开始进入良性循环[2]。昆虫作为生态环境系统的中重要组成部分,其种类、数量、稳定性受制于生态环境,反过来也影响生态系统的稳定性,环境条件变化造成植物群落变化,昆虫群落也随之发生适应性变化,昆虫与以植被恢复为主的生态环境系统密切相关[3,4,5]。作为陕北黄土高原地区综合治理一直是我国和陕西省的一项重要任务,对于该地区退耕近 30 多年来植被恢复中昆虫多样性研究较少。本文通过对 4 种植被昆虫多样性研究,分析和比较不同恢复区的昆虫群落结构、时空动态及昆虫多样性,从生态学的角度出发,以探讨植物多样性与昆虫群落间的生态关系,为植被恢复和森林害虫的自然生态调控提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

纸坊沟 (36°51′N,109°19′E) 位于陕西省安塞县。属于黄土丘陵沟壑区第二副区。流域面积 8.27km^2,海拔 1010 ~ 1431m,在气侯区划上属暖温带半干旱气侯。年均降雨量 483.9mm,其中 7 ~ 9 月份的降雨占全年的 58%。干燥度 1.48,多年平均气温 8.8℃,年日照时均约 2300h。无霜期 160d 左右。该区处于森林 (落叶阔叶林) 和草原的过渡带。有 48 科 162 种高等植物,森林和草原群落同时出现在同一气候条件下,并处于激烈的竞争状态[2]。

1.2 植被区类型 (主要植物种类及组成)

天然灌木林 A (狼牙刺、柠条、沙棘、树锦鸡几等杂灌木),柠条沙棘混交林 B;人工沙棘林 C,人工柠条 D,共计 4 种植被类型。

1.3 调查方法

2004 年 4 ~ 11 月分别对不同植物的昆虫 (包括蜘蛛类) 调查种类组成及数量,在林木开始萌牙至 11 月中旬,每 20d 调查 1 次,不同类型生境中选择立地条件相似,大小为 20m^2 标准样地 24 块 (每处理 3 个重复)。采用 5 点取样法,每点设置 2m × 2m 样方 5 个,调查样地内林冠层、树干层、枯枝落叶层昆虫的种类和数量[6]。在固定样点调查的同时,并结合样线调查,即在各调查区固定约 1km 路线调查记录昆虫种类和数量 (包括蜘蛛类群)。而对未知的种类统一编号,带回室内在体视镜下进行鉴定分类。对常见个体鉴定到种,其它鉴定到科。

1.4 数据处理和分析方法

物种多样性是群落生态结构和功能复杂性的度量,与群落的稳定性相关. 本研究选用了 6 个指数即:

个体总数 (N) = $\sum_{i=1}^{s} ni$,物种丰富度 (S) = 物种数量,Shannon-Winner 指数 $H' = -\sum_{i=1}^{s} p_i \ln(p_i)$,Pielon 均匀度指数 $J = H'/H'_{max}$,Simpson 指数 (D) = $1 - \sum_{i=1}^{s} (p_i)^2$,Simpson 优势集中性指数 $C = \sum_{i=1}^{s} \left(\frac{n_i}{n}\right)^2$ =

$\sum_{i=1}^{s}(k_i)^2$ [5,6,7]。功能集团与动态分析采用物种的分析方法,参考高宝嘉等的方法[9~11],将昆虫群落划分不同的功能集团,确定其中性物种,本研究将昆虫按食性主要分为:植食性、捕食性、寄生性、中性昆虫及蜘蛛类。并应用主分量分析法,对昆虫群落进行分析。

2　结果分析

2.1　各植被类型昆虫群落丰富度和数量时间变化

图1表明,天然灌木昆虫群落物种数最为丰富。11次调查中,天然灌木林物种数最大值为86种,最小值为16种。混交林昆虫群落种类较丰富,柠条、沙棘混交林最大值为78种,最小值为9种;纯林昆虫群落种类较少,沙棘林最大值为48种,最小值为3种,柠条林最大值为59种,最小值为6种。从各群落物种数在时间过程中的变化来看,4种植被昆虫群落物种数的变化趋势有一相同点,即从4月下旬到9月上旬物种数都较高,而4月中旬以前和9月以后物种数相对较少。8月至9月上旬各林分昆虫种类最多,以天然灌木林昆虫种类数最高,其主要原因是由于天敌类群的增加所致,混交林分中的昆虫种类比单一林分高。说明封山育林使得昆虫群落随时间变得更加复杂、更加稳定。

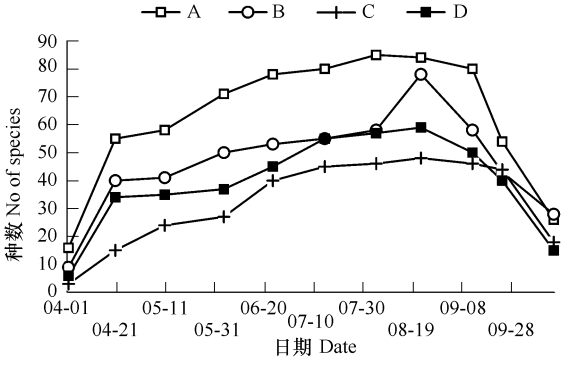

图1　各灌木林昆虫群落种类季节变化

Fig. 1　The season change of the number of insect species in various vegetations

A 天然灌木林;B 柠条沙棘混交林;C 人工沙棘林;D 人工柠条;下同　A. Natural bush; B. *Caragana korshinskii* and *Hippaphae rhamnoides* mixed forests; C. *Hippaphae rhamnoides*; D. *Caragana korshinskii*; the same below

图2表明,昆虫群落个体数量在6月中旬至8月上旬数量较高,其后依次降低,以柠条林昆虫数量较高、变化幅度较大,其主要原因是在其上出现危害严重的柠条种子象甲,其次为混交林和沙棘林,天然灌木林变化幅度较小。其中,天然灌木林昆虫数量最高时为745个,柠条、沙棘混交林最高为1439个,沙棘林最高为962个,柠条林最高为2619个。从图2可以看出,4种昆虫群落中个体数量可分为3个时间阶段:第1阶段,4月下旬以前,此期间四种昆虫群落个体数量变化趋势相似,都有不同程度的增加,但差异不显著。第2阶段,5月上旬到7月下旬。柠条林中昆虫数量远远超过了其他昆虫群落。第3阶段在7月下旬以后,昆虫群落数量相差不大。

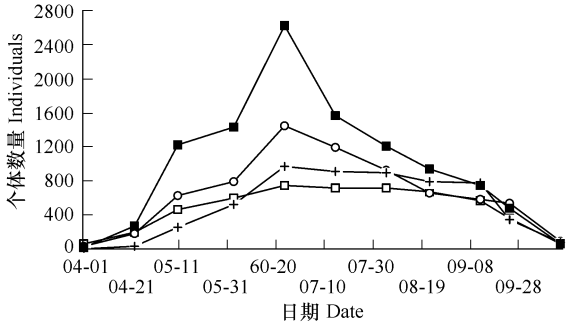

图2　各灌木林昆虫群落数量季节变化

Fig. 2　The season change of insect individuals number in various vegetations

各植被类型昆虫种类季节变化符合三次曲线函数变化规律,回归方程见表1,其相关性均达到统计极显著水平(α.01),昆虫种类在春季增加较快,在达到一定阶段以后增加速度变缓并逐渐达到一个最高值,而后在秋季开始出现降低趋势,其预测回归方程与实际调查基本吻合,即在8~9月份各植被物种数最高。其数量季节变化三次曲线函数变化规律,相应的回归方程见表1,且相关性均达到统计极显著水平(α.01)。各植被昆虫个体数量也符合达到最高值所需时间通过各回归方程预测与实际调查基本吻合,即在6月中旬至8月上旬各植被昆虫物种个体数最高。

2.2　各植被类型中昆虫多样性指数分析

由图3可知,在时间序列过程中,各植被类型在8月至9月上旬昆虫群落多样性均达到最大值,且在4月20日至9月12日昆虫群落主要发生时期,各植被多样性大小次序为,自然封育林>混交林>纯林,且天然灌木林自始至终保持了较高的多样性,并在8月4日多样性达到最高值(H为4.3656),柠条、沙棘混交林昆虫

群落多样性在 9 月 12 日最高 (H 为 3.9127)。沙棘林在 9 月 24 日为最高 (H 为 3.5606)。柠条林中昆虫群落多样性在 8 月 22 日最高 (H 为 3.5092)。这一点符合物种数越多,多样性越高的说法。说明自然封育林昆虫群落始终保持较复杂的状态,群落内昆虫种类之间相互作用较其它昆虫群落更明显。在混交林和人工纯林的昆虫群落多样性均出现时高时低波动,这种多样性指数时高时低波动性,说明多样性的高低变化除应考虑物种数外,均一性的不同也是主要原因之一。

表 1 各植被类型昆虫种类变化回归方程

Table 1 The season change regression equations of the number of insect species and individual in various vegetations

植被类型 Vegetation types		回归方程 Reexessive Eq	样本数 n	相关系数 R	t_{max}
种类 Species	A	$y = -0.1117t^3 - 0.38t^2 + 19.929t + 4.5909$	11	0.9664 **	8 月 12 日 12-Aug
	B	$y = -0.1041t^3 + 0.2855t^2 + 11.662t + 4.7576$	11	0.9108 **	8 月 20 日 20-Aug
	C	$y = -0.1505t^3 + 1.4569t^2 + 4.2286t - 0.4091$	11	0.9780 **	9 月 2 日 2-Sep
	D	$y = -0.1496t^3 + 1.0956t^2 + 7.2148t + 4.9091$	11	0.9536 **	8 月 21 日 21-Aug
数量 Number	A	$y = -0.9577t^3 - 10.362t^2 + 255.05t - 207.94$	11	0.9921 **	8 月 8 日 8-Aug
	B	$y = 2.127t^3 - 81.253t^2 + 714.68t - 753.21$	11	0.9133 **	7 月 22 日 22-Jul
	C	$y = -3.1463t^3 + 20.24t^2 + 185.22t - 291.44$	11	0.9618 **	8 月 20 日 20-Aug
	D	$y = 8.0301t^3 - 215.24t^2 + 1547.4t - 1605.7$	11	0.8955 **	6 月 6 日 6-Jun

回归方程中,y 与 t 分别表示相应的种数与时间 标注 * * 表示相关系数达到统计极显著水平 ($P<0.01$); t_{max} 表示由回归方程得到的种类或数量达到最大值所需的时间 () In the regressive Eq, y and t indicate the correspondent species number or individual and time, R marked by "* *" indicate the correlative ratio 'significant ($P<0.01$); t_{max}. indicates the time () calculated from Eq, when species or individual number reaches the climax

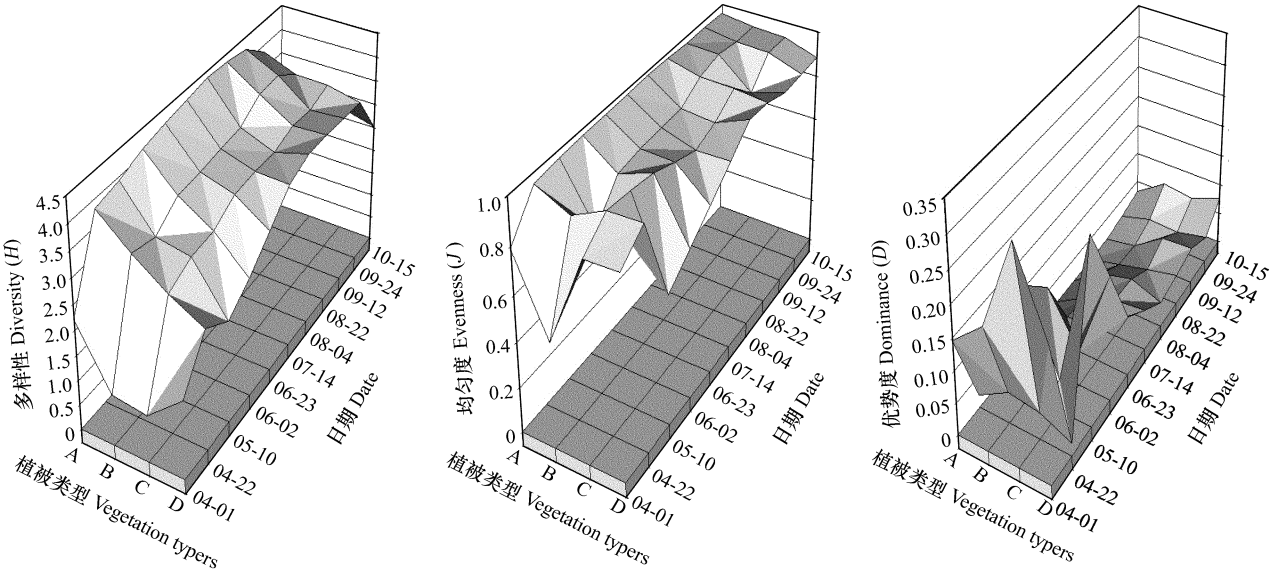

图 3 各植被类型昆虫群落 (H) 多样性指数、(J) 均匀度指数和 (C) 指数优势度时间变化

Fig. 3 The season change of the diversity indiess (H), evenness value (J) and dominance value (C) in various vegetations

除 4 月 1 日以外,天然灌木林的均匀性指数从 4 月 20 日到 10 月 15 日的 10 次调查中,其均匀性指数一直很高,变化相对平稳,并且天然灌木林在 8 月 4 日在 8 月 22 日达到最大值 在混交林和人工纯林中,均匀性指数均波动性较大,这主要由于在这些植被上均存在优势种群的缘故。柠条、沙棘混交林在 5 月 10 日均匀性指数较低,其原因是柠条种子象甲幼虫的大量出现,并成为优势种群。沙棘林在 7 月 14 日指数值较低,为 0.8380,此时沙棘蚜、沙棘象发生量较大,在 9 月 12 日为另一个低谷值,为 0.8384,此时沙棘象和沙棘实蝇数量较多。柠条林昆虫群落在 5 月 10 日出现最低值,为 0.5743,其原因是在植被上柠条种子象甲幼虫为害很

重。柠条林在 9 月 12 日为 0.8839,是另一个低谷值,此时柠条上的蚜虫发生量较多。

昆虫群落的优势度与均匀度的变化呈相反趋势。除过 4 月 1 日优势度数值以外,天然灌木林优势度一直很低,且在时间过程中无大的波动,变化相对平稳,并且天然灌木林在 8 月 4 日为最低值。在混交林和人工纯林中优势度指数波动性较高。柠条、沙棘混交林在 5 月 10 日优势度最高,为 0.1743。沙棘林在 7 月 14 日最高,为 0.0606。柠条林昆虫群落在 5 月 10 日最高,为 0.2911。

2.3　各植被类型昆虫群落主分量分析

为分析影响不同植被昆虫群落种类和数量变化的内部机制及其在时间过程中的变化规律,以植食性昆虫种类数为 *X*1,捕食性昆虫种类数为 *X*2,寄生性昆虫种类数为 *X*3,蜘蛛种类数为 *X*4,中性昆虫种类数为 *X*5,植食性昆虫个体数为 *X*6,捕食昆虫个体数为 *X*7,寄生昆虫个体数为 *X*8,蜘蛛个体数 *X*9,中性昆虫个体数 *X*10,以 11 次调查数据为样本,分别对昆虫群落在时间过程中的变化进行主成分分析。

结果表明 (表 2),天然灌木林昆虫群落第 1 个主分量的累计贡献率均在 80% 以上,柠条沙棘混交林、沙棘林昆虫群落前 2 个主分量累计贡献率在 80% 以上,柠条林昆虫群落前 3 个主分量累计贡献率在 80% 以上,说明其主分量优势较弱。表中各因子荷载量表明,天然灌木林中,除寄生性昆虫和中性昆虫种类以外,昆虫群落的第 1 主分量代表了其余各因子,这说明植食性昆虫、捕食性昆虫和蜘蛛类的种类、个体数量与寄生性昆虫和中性昆虫个体数量的综合因子在昆虫群落中都具有重要作用;在柠条、沙棘混交林中,除寄生性昆虫、中性昆虫种类和捕食性昆虫个体数量外,第 1 主分量代表了其余各因子的综合,第 2 主分量代表了寄生性昆虫个体数量。说明在天敌类群中,捕食性昆虫种类比其个体数量更重要,寄生性昆虫个体数量比其种类更为重要;在沙棘林中,除蜘蛛类群和中性昆虫种类以外,第 1 主分量代表了其余各因子的综合,第 2 主分量代表蜘蛛类群和中性昆虫种类,说明在天敌群落中蜘蛛的个体数量比其种类更为重要;在柠条林中,除蜘蛛类群和中性昆虫的种类与植食性昆虫和寄生性昆虫个体数量以外,第 1 主分量代表了其余各因子的综合,第 2 主分量代表植食性昆虫和寄生性昆虫个体数量的综合因子,第 3 主分量代表蜘蛛类群和中性昆虫的种类综合因子,说明在该昆虫群落中,植食性群落中种类比个体数量更为重要。天敌类群中寄生性群落中种类比其个体数量重要,蜘蛛类群中个体数量比其种类更为重要。

由表 2 可知植食性昆虫类群的个体数量和种类在各林分昆虫群落中均具有重要作用。中性昆虫既不属于植食性又不属于天敌,有人认为它在生态系统中具有稀释植食性昆虫和天敌的作用。在天敌类群中,天然灌木林的各类群在种类和个体数量上都具有重要作用,而在混交林中和单纯林中天敌群落中各类群因子均在种类或个体数量作用有所减弱。

表 2　各植被不同功能亚群落主分量分析

Table 2　The principal analyaisof the different function group in various vegetations

林木类型 Vegetation types		因子荷载量 Eigenvectors										累计方差贡献率 Cumulative
		*X*1	*X*2	*X*3	*X*4	*X*5	*X* 6	*X* 7	*X* 8	*X* 9	*X* 10	
A	*Y*1	0.3296	0.3281	0.2832	0.3189	0.2829	0.3318	0.3383	0.3303	0.3101	0.3032	0.8337
B	*Y*1	0.3873	0.3309	0.1734	0.3220	0.2985	0.3463	0.2662	0.3579	0.3206	0.3097	0.6452
	*Y*2	-0.0259	0.2935	0.6228	0.2155	-0.2866	-0.1996	-0.2710	-0.1436	0.1776	-0.1466	0.8292
C	*Y*1	0.3461	0.3191	0.3297	0.2386	0.1364	0.3537	0.3588	0.3572	0.3435	0.3078	0.7264
	*Y*2	0.2220	0.0154	-0.1419	-0.5395	0.7363	-0.0376	0.0263	0.0388	-0.2295	0.2020	0.8588
D	*Y*1	0.3704	0.3559	0.3317	0.2861	0.2927	0.2840	0.3545	0.1288	0.3618	0.3236	0.6327
	*Y*2	-0.1045	-0.2322	-0.2852	-0.1248	-0.1768	0.4909	0.2188	0.7118	0.0630	-0.0867	0.7850
	*Y*3	-0.0218	0.1410	0.1158	0.6544	-0.5234	-0.1149	-0.1416	0.1274	0.2278	-0.4034	0.8721

2.4　各植被类型昆虫群落在时间过程中分类排序比较

将 11 个样本在时间过程中进行分类排序,如图 4 ~ 图 7。

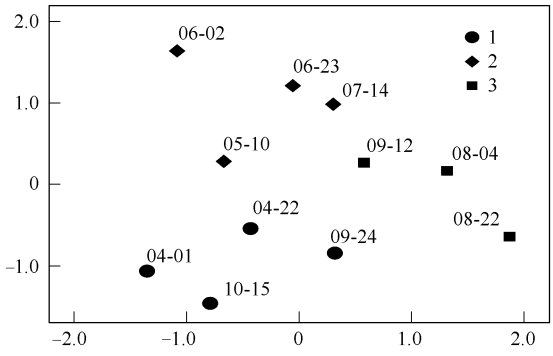

图 4 灌木林昆虫群落排序图

Fig. 4 The sample ordination of the insect commuoity in Natural bush

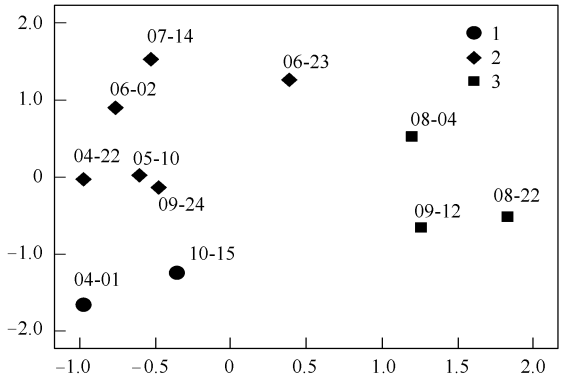

图 5 柠条沙棘混交林昆虫群落排序

Fig. 5 The sample ordination of the insect commuoity in Caragana korshinskii andHippaphae rhamnoides mixed forests

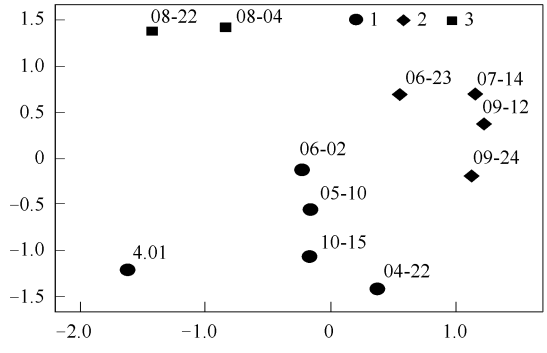

图 6 沙棘昆虫群落排序

Fig. 6 The sample ordination of the insect commuoity in *Hippaphae shinskii*

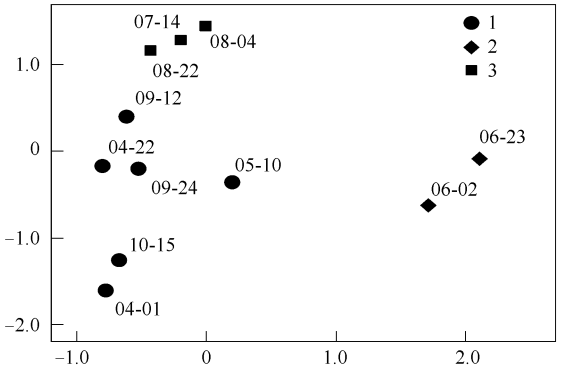

图 7 柠条林昆虫群落排序

Fig. 7 The sample ordination of the insect commuoity in *Caragana korshinskii*

灌木林中,04-01 ~04-20 和 09-24 ~10-15 为第 1 类,反映了在春初和秋末昆虫种类少和数量小的情况;第 2 类为样本为 05-10 ~07-14,这个阶段灌木林多数植物处于开花季节,昆虫种类和数量开始增加,天敌昆虫开始增多,中性昆虫数量上升,此阶段属于各类昆虫较丰富的时期,植食性昆虫、捕食性昆虫和蜘蛛类的种类、个体数量均较多;第 3 类样本为 08-14 ~09-12,此阶段植食性昆虫数量下降,其原因主要是天敌类昆虫种类和数量增多,尤其是捕食性昆虫、蜘蛛类明显增加,昆虫群落处于稳定阶段;在柠条、沙棘混交林第 1 类样本为春初 04-01 和秋末 10-15,反映了此时期各类昆虫数量少,种类贫乏的状况。第 2 类为样本为 04-22 ~07-14 和 09-24,从 04-22 ~07-14 反映了各类昆虫种类和数量的明显增加,此时期,植食性昆虫数量增加较为明显,这主要是由于此时期柠条上的柠条豆象甲,沙棘上蚜虫发生量较大,相应的捕食性昆虫种类、寄生性昆虫个体数量增加明显,整个群落处于不稳定阶段。09-24 反映各类亚群落昆虫种类有明显降低,群落内存在不稳定因素。第 3 类样本为 08-04 ~09-12,此时期昆虫群落处于相对稳定阶段,各亚群落在种类和数量变化不大。沙棘林中,第 1 类样本为初春 04-01 ~06-02 和秋末 10-15,反映了此时期各类昆虫数量少,种类贫乏的状况。在 04-01 ~06-02 期间,昆虫群落种类和数量少,主要与沙棘林在春初枝叶萌发较晚有关。第 2 类为样本为 06-23 ~07-14 和 09-12 ~09-24,从 06-23 ~07-14 夏初反映了各类昆虫种类和数量的明显在增加,这主要由于沙棘蚜虫和沙棘象、沙棘实蝇发生量较大,整个群落处于不稳定阶段,由其是蜘蛛类群个体数量增加明显。

09-12 ~09-24 反映各类亚群落昆虫种类有明显降低,群落处于在不稳定阶段。08-04 ~08-24 为第 3 类样

本此时期昆虫群落比较稳定;柠条林中,第 1 类样本为 04-01 ~05-10 和 09-12 ~10-15 两个时期,昆群落种类贫乏和数量少的状况。第 2 类样本为 06-2 ~06-23 初夏,反映了该昆虫群落种类和数量在快速增加,尤其是植食性昆虫和寄生性昆虫种类增加明显,其中柠条象甲发生量很大,此外柠条黑尾叶蝉,蚜虫等在大量增加,群落存在不稳定因子。07-04 ~07-22 为样本 3,反映了昆虫群落种类变化甚微和而数量在减少的状况,处于相对稳定阶段。

3　结论与讨论

从各植被类型的昆虫种类和数量时间变化来看,各植被类型昆虫种类和数量季节变化符合 $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ 函数变化规律,5 月至 9 月份昆虫主要发生时期,8 月至 9 月份各植被昆虫物种数最高,6 月至 8 月上旬各植被昆虫物种个体数量最高。种类数以自然封育林最高,混交林次之,单纯林分较低。个体数量以柠条林昆虫数量较高、变化幅度较大,其次为混交林和沙棘林,天然灌木林数量变化幅度较小。

从特征指数来分析:昆虫群落在各植被类型中的多样性指数 5 ~9 月份大小次序均为自然封育林 > 混交林 > 单纯林分,且各植被类型在 8 月至 9 月上旬昆虫群落多样性均达到最大值,自然封育林的昆虫群落多样性表现为由低到高,而后由高到低的趋势,混交林和单纯林的昆虫群落表现为时高时低波动性。均匀度以单纯林和混交林的昆虫群落变化幅度较大,自然封育林变化幅度最小。群落的优势度与均匀度值的变化呈相反趋势。

主分量分析表明:植物类型不同的昆虫群落,其主导因素和时间格局不同,且结构越复杂,主导因素和时间格局越明显;相反,则主导因素和时间格局分化不明显;通过排序植食性昆虫、捕食性昆虫、寄生性昆虫在各植被昆虫群落变化的不同时期占主导因素。

多样性指数和均匀度在时间过程中的变化,可较好地揭示群落的稳定程度;群落排序方法亦可较好地反映群落在时间过程中的变化规律,两种分析的结果一致[2]。因此,在害虫防治上应充分考虑昆虫群落的变化.适时适度用药,具体情况具体分析。沙棘林在 7 月份食花、食果、食叶害虫同时出现,此时期尤其沙棘蚜、沙棘象发生量较大,应着手防治,9 月份沙棘象和沙棘实蝇数量较多,此时蚂蚁,步甲相应发生量较多,应注意保护。柠条林在 5 月份,柠条黑尾叶蝉为害嫩枝,柠条种子象甲幼虫危害果荚,应重点治理,9 月份蚜虫数量较大,同时草蛉和瓢甲较多,应加强保护。

References:

[1] Li YY, Shao M A. The change of plant diversity during natural recovery process of vegetation in Ziwuling area. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24 (2): 252 - 260.

[2] Wang G L, Liu G B, Hou X L. The Research of Species Diversity after the Vegetation Restoration in Loess Hilly Region. Journal of Mountain Science, 2002, 20 (2): 182 - 187.

[3] Sun R Y. The Animal Ecology Principle. Beijing: Beijing Normal University Press, 1987. 391 - 425.

[4] Mo J C. Community Structure of Insects in Pinus elliottii Plantations in the Hilly Lands. Journal of Central-south Forestry College, 1993, 13 (2): 203 - 208.

[5] Zhao Z M, GuoY Q. Principle and Meth od of C ommunity Ecology. Chongqing: Chongqing Branch of Scientific and Technological Document Press, 1990. 117 - 169.

[6] Chen T Y. Ecology Basic. Tianjin: Nankai University Press, 1995. 116 - 130.

[7] Suo R Y, Li B, Zhu G Y, *et al*. General Ecology. Beijing: Higher Education Press, 1997. 416 - 426.

[8] Liu X P, Liu X H, Wang G H, *et al*. Insect community diversity and abundance in diversified pine forest. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25 (11): 2976 - 2982.

[9] GaoB J, Zhang Z Z, Li Z Y. Studies on the in fluence of the closed Forest on the Structure, diversity and stability of Insect Community. Acta Ecologica Sinica, 1992, 12 (): 1 - 7.

[0] GaoB J, Zhang Z Z. Mathematical Analysis of Ecological response of plant community to insect community and Population. Acta Ecologica Sinica,

1993,13 (1):130 - 134.

[1] Hao S G, Zhang X Y, Cheng X N, *et al*. Vertical distribution and quantitative dynamics of dominant functional groups of arthropod community in rice fields and estimation of natural enemy effects. Chinese Journal of Applied Ecology, 2000, 11 (1): 103 - 107.

[2] GaoB J, Gao S H, Zhang J H, *et al*. Studies on the insect community structure and its variations ander various stand types. Hebei Journal of Forestry and Orchard Research, 2002, 117 (1): 52 - 57.

参考文献：

[1] 李裕元,邵明安. 子午岭植被自然恢复过程中植物多样性的变化. 生态学报,2004,24 (2):252 ~ 260.

[2] 王国梁,刘国彬,侯喜禄. 黄土高原丘陵沟壑区植被恢复重建后物种多样性研究. 山地学报,2002,20 (2):182 ~ 187.

[3] 孙儒泳. 动物生态学原理. 北京:北京师范大学出版社,1994. 352 ~ 359.

[4] 莫建初. 丘陵区湿地松林昆虫群落结构的初步研究. 中南林学院学报,1993,13 (2):203 ~ 208.

[5] 赵志模,郭依泉. 群落生态学原理与方法. 重庆:科技文献出版社,1990. 1 ~ 46.

[6] 陈天乙. 生态学基础教程. 天津:南开大学出版社,1995. 116 ~ 130.

[7] 孙儒泳,李博,诸葛阳,等. 普通生态学. 北京:高等教育出版社,1997. 416 ~ 426.

[8] 刘兴平,刘向辉,王国红,等. 多样化松林中昆虫群落多样性特征. 生态学报,2005,25 (1):2976 ~ 2982.

[9] 高宝嘉,张执中,李镇宇. 封山育林对昆虫群落及多样性稳定性影响的研究. 生态学报,1992,12 (1):1 ~ 7.

[10] 高宝嘉,张执中. 植物群落对昆虫群落及种群生态效应数学分析. 生态学报,1993,13 (2):130 ~ 134.

[11] 郝树广,张孝羲,程遐年,等. 稻田节肢动物群落优势功能集团的垂直分布、数量动态及天敌作用估计. 应用生态学报,2000,11 (1):103 ~ 107.

[12] 高宝嘉,高素红,张炬红,等. 不同林木类型昆虫群落结构及变化规律研究. 河北林果研究,2002,117 (1):52 ~ 57.