

# 分散种植模式下杂交杏李园节肢动物的种群动态研究

刘军和,崔文艺,邵海阔,禹明甫

(黄淮学院 生物工程系,河南 驻马店 463000)

**摘 要:**分散种植是我国传统的农业种植模式,但由此产生的生境丧失与破碎化是农业生态系统中自然天敌对害虫控制能力下降的重要因素.本文以农村分散种植的 39 户杂交杏李果园为研究斑块,利用网捕法、巴氏罐诱集等方法,研究了新建杂交杏李园中节肢动物种群的构建、扩散和转移.结果表明,随着树龄的增长,果园节肢动物逐步占据种植斑块.不同种群占据所有斑块所需的时间长短不一,种群密度逐渐增长,杂交杏李在种植后的 8 年种群密度趋于稳定,具有明显的时滞期、扩散期和饱和期.农户分散种植和耕作方式的改变会产生明显的斑块效应和隔离效应,从而影响果园自然天敌及害虫种群.因此利用农业景观格局进行以害虫生物防治为中心的设计与规划有着巨大的前景.

**关键词:**杂交杏李;节肢动物;群落转移;扩散动态;生境斑块

**中图分类号:**Q968;Q145

**文献标志码:**A

20 世纪 50 年代来,我国农牧业的产业化和规模化造成了农业景观布局的急剧变化以及农田生境的局部单一化<sup>[1-2]</sup>.国内外同行十分关注农业景观变化对害虫频繁爆发的影响<sup>[3-6]</sup>.农户种植模式的高度集中化,不同生境界面对昆虫空间分布的影响差异很大,生境界面非生物环境与植被特征的变异在不同的时空尺度上内影响昆虫的分布及物种组成<sup>[7-9]</sup>,使农田节肢动物的栖息环境高度破碎化,栖息地破碎化被认为是物种灭绝及物种多样性丧失的最主要原因之一<sup>[10-11]</sup>.近年来,农业的集约化发展已经导致农田尺度上生境质量的退化,景观尺度上农田面积的扩大与自然生境的丧失导致了景观的单一化,害虫-天敌之间的种间关系被破坏,形成了害虫连年爆发,危害严重<sup>[12-13]</sup>.随着农村农户种植目标的不断改变,农田生态环境比以往更加迅速地破碎化,农田节肢动物栖息地也变得越来越小,彼此之间也越来越孤立,栖息地单一化明显地改变了许多物种的种群结构及动态<sup>[14-15]</sup>.在种植户当中,农户往往以收获的经济价值来衡量,果园节肢动物群落受目标收货物的影响,收获的时间随时改变.在一年当中,节肢动物对果树枝、叶、茎干的危害时间是连续的.随着果实的成熟,危害果实的害虫有所间断,这正符合我们研究枝叶害虫对果实的影响,是有利的.景观组成和多样性能够影响天敌的控害作用,尤其是非作物生境对天敌种群的维持作用已得到国内外的认可<sup>[16-18]</sup>.

本文选择新种植的杂交杏李果园为研究对象<sup>[19]</sup>,受人为干扰和耕作方式影响,节肢动物群落的栖息地单一程度比较严重.大量实验表明,农业景观对害虫发生以及天敌控害有重要的影响作用,而农业景观的设计以及布局是实现生物控害功能的有效途径<sup>[20-21]</sup>.因此,把果园中节肢动物种群在众多农户的种植水平上进行研究是必要且可行的.

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验地概况

研究地点位于驻马店市西北 50 km 左右的确山县金顶山村.研究区域大约 30 km<sup>2</sup> 试验地位于北纬

收稿日期:2014-06-10;修回日期:2014-09-20.

基金项目:河南省自然科学基金(132102110021;142300410007;142102110028)

作者简介:刘军和(1979-),男,宁夏隆德人,黄淮学院副教授,博士,主要从事昆虫生态学研究,E-mail:liujunhe79@126.com.

通信作者:禹明甫,E-mail:mingfuyu@126.com.

32°40′~35°12′东经 112°35′~114°,当地年平均气温 14.8℃,年平均降水量 808~1 206 mm,无霜期 215~240 d,年平均日照时数 2 225 h,土壤肥沃,pH 值 6.5~7.0,有良好的排灌条件.这个研究区域三面环山,一条大河作为出口,中央是金顶山村.村民主要以农业以及畜牧业为生,人口密集,全村 1 000 人,正是这两种人为活动使这个区域形成了由耕地、干草地、灌丛和稀疏树林构成的马赛克景观.由于人口较为集中,村舍把耕地划分为许多小的斑块状,2000 年政府行为全村大面积种植了杂交杏李,进行封闭式统一管理,之前以小麦和玉米种植为主,除了房屋周围的零星果树外,耕地上没有任何果树,因此杂交杏李的引进对改变当地的环境和生物多样性具有重要意义.由于此研究区域具有盆地特征,并且在周边 3 km 的范围内没有其他适宜果树昆虫(包括螨类)生存的生态环境,因此,此研究区域可以被认为是相对封闭的,研究区域外的人为活动对此区域内果树昆虫种群的结构及动态的影响基本可以忽略.没有旅游和工业等对生境破坏较大的其他人为活动.

## 1.2 野外调查

1.2.1 调查斑块 实验地点选择确山县金顶山村,以农户种植杂交杏李园为单位,设置一户为一个斑块,每个农户种植杂交杏李果树 5~20 亩不等,确定 39 个完整的种植农户,每一户人为设置成一个调查斑块,斑块与斑块之间相互隔离,隔离距离 20~300 km 不等,隔离带有大片不连续的农田、灌丛和稀疏树林以及农舍.每年的 3 月末和 8 月初进行昆虫发生情况的调查,并且对每在调查过程中,记录生态环境的变化以及人为干扰情况,每次调查都记录所捕到昆虫种类和数量.试验树为 6 年生盛果期树.株行距为 3 m×4 m.

1.2.2 调查方法 网捕法:进行捕食性天敌的调查,根据地形特点,同样采用棋盘式 5 点随机取样法,将田块分为东、南、西、北、中 5 个方位,每个方位 10 复网,每 10 复网采集到的昆虫成虫连同碎屑一块装入毒瓶,共 5 个毒瓶,每个方位分开装瓶,所有成虫标本带回实验室鉴定到种,幼虫采集到养虫瓶,带回室内饲养至成虫后鉴定,鉴定并记录昆虫种类和数量.

陷阱法:巴氏罐诱集,查地表麦田地表甲虫及蜘蛛.用一次性塑料水杯(高 9 cm,口径 7.5 cm)作为巴氏罐诱法容器,每块样地同样选取 5 个取样点,每个小取样点放置 5 个诱杯,每块样地放置 25 个诱杯,引诱剂为醋、糖、医用酒精和水的混合物,重量比为 2:1:1:20,每个诱杯内放引诱剂 40~60 mL.放置诱杯时间为 6 d,每隔 6 d 收集一次,并同时更换糖醋液,收集诱杯内所有节肢动物带回实验室制作成标本并鉴定,记录每次调查的种类与数量.

## 1.3 分析方法

1.3.1 群落周转量 根据 Schoenly 等的群落周转量  $TO(t)$  公式<sup>[22]</sup>,进行了一定的调整后,来估计、比较美国杏李园每年调查节肢动物群落的演替速率.

$$TO(t) = (a+b)/(c+d-e) \times 100\%$$

其中: $t$  指除了第一次以后的第  $t$  次取样,本文  $2 \leq t \leq 4$ ;  $e$  为第  $t-1$  次取样和第  $t$  次取样相同物种的数量;  $a$  为第  $t-1$  次取样中出现但在第  $t$  次取样没有出现的物种数;  $b$  为第  $t$  次取样中出现但在第  $t-1$  次取样没有出现的物种数;  $c$  为第  $t-1$  次取样中的所有物种数;  $d$  为第  $t$  次取样中的所有物种数.

1.3.2 面积开方法 昆虫的扩散,采用面积开方法  $\sqrt{A}$  ( $t$  表示时间),即面积的平方根和时间呈线性的关系,由于许多农户都采用点片状栽培,无法以直线的形式来计算扩散速度.因此,我们假设每个斑块都为近似的圆形,采用 GPS 所测量的板块的面积和占据斑块数量便可以计算斑块的半径  $r = \sqrt{A}/\sqrt{\pi}$ . Vander Plank 使用了相对半径测量法,用半径的相对增长率(即  $t+1$  时刻的半径  $r_{t+1}$  与  $t$  时刻的半径  $r_t$  的相对变化)来表示入侵种的占领的空间量<sup>[23]</sup>

$$\delta = \Delta r / r_t = (r_{t+1} - r_t) / r_t$$

## 2 结果分析

### 2.1 杂交杏李果园节肢动物的占据斑块分析

2009 年至 2012 年,驻马店确山县蚁蜂林场金顶山村各户种植杂交杏李园节肢动物群落占据农户种植园情况和群落的发生数量见表 1.

表 1 杂交杏李园节肢动物群落所占据的斑块数及其发生数量(10 枝平均数量/头)

昆虫种类	拉丁名	2009	2010	2011	2012
		斑块数/数量	斑块数/数量	斑块数/数量	斑块数/数量
山楂粉蝶	<i>Aporia crataegi</i>	0/0	17/8.2	34/7.6	39/8.4
菜粉蝶	<i>Pieris rapae</i>	39/3.4	39/3.6	39/3.7	39/4.2
草履蚧	<i>Drosicha corpulenta</i>	0/0	27/13.2	31/15.6	39/18.4
麻皮蜡	<i>Erthesina fullo</i>	16/2.2	39/2.0	39/2.2	39/2.6
三点盲蝽	<i>Adelphocoris fasciaticollis</i>	0/0	0/0	7/2.4	16/3.6
苹小卷叶蛾	<i>Adoxophyes orana</i>	0/0	21/1.8	32/2.2	39/2.4
顶梢卷叶蛾	<i>Spilota lechriaspis</i>	11/1.0	39/1.4	39/2.2	39/2.6
黑带食蚜蝇	<i>Syrphus balteatus</i>	0/0	31/1.2	39/1.6	39/1.8
红点唇瓢虫	<i>Chilocorus kuwanae</i>	0/0	0/0	13/0.4	17/0.4
龟纹瓢虫	<i>Propylea japonica</i>	0/0	22/0.1	37/0.2	39/0.2
小花蝽	<i>Orius minutus</i>	0/0	16/0.1	31/0.1	39/0.1
华姬蝽	<i>Nabissinoferus Hsiao</i>	27/1.4	39/1.6	39/1.8	39/2.1
中华草蛉	<i>Chrysopa sinica</i>	21/23.1	39/60.4	39/133.6	39/51.2
绣线菊蚜	<i>Aphis citricota</i>	34/9.4	39/12.4	39/18.6	39/13.1
山楂叶螨	<i>Tetranychus viennensis</i>	30/2.5	39/3.4	39/3.5	39/3.7
大草蛉	<i>Chrysopa septempunctata</i>	0/0	17/0.2	25/0.24	28/0.31
多异瓢虫	<i>Hippodamia variegata</i>	0/0	12/0.2	16/0.2	19/0.3
食虫齿爪盲蝽	<i>Deraeocoris punctulatus</i>	13/0.7	39/1.3	39/1.6	39/1.7
金纹细蛾	<i>Lithocolleti ringoniella</i>	0/0	16/0.1	29/0.1	31/0.1
七星瓢虫	<i>Coccinella septempunctata</i>	34/0.4	39/0.7	39/0.7	39/0.9
龟纹瓢虫	<i>Propylaea japonica</i>	0/0	23/0.11	31/0.13	39/0.17
异色瓢虫	<i>Leis axyridis</i>	31/7.33	39/11.2	39/13.34	39/14.27
二斑叶螨	<i>Tetranychus urticae</i>	0/0	27/1.4	36/1.6	39/1.7
黄刺蛾	<i>Cnidocampa flavescens</i>	0/0	12/2.7	35/3.4	39/5.1
桃小食心虫	<i>Carposina nipponensis</i>	0/0	27/3.9	39/7.3	39/11.2
李小食心虫	<i>Grophenolita funebrana</i>	24/0.6	31/0.6	34/0.7	39/0.7
斑衣蜡蝉	<i>Lycorma delicatula</i>	13/0.1	14/0.1	16/0.1	17/0.1
黄守瓜	<i>Aulacophora femoralis</i>	0/0	9/0.44	14/0.47	21/0.52
梨茎蜂	<i>Janus piri Okamoto et</i>	39/1.4	39/1.9	39/2.2	39/2.7
苹果小吉丁虫	<i>Agrilus mali</i>	0/0	6/0.21	23/0.15	29/0.19
黑绒金龟子	<i>Maladera orientalis</i>	0/0	4/0.18	11/0.21	17/0.17
大灰象甲	<i>Sympiezomias lewisi</i>	0/0	0/0	4/0.1	5/0.1
桑天牛	<i>Apriona germari</i>	27/1.1	39/1.3	39/1.7	39/2.2
沟叩头甲	<i>Pleononus canaliculatus</i>	26/2.4	34/2.5	39/2.7	39/2.5
鞍形花蟹蛛	<i>Xystrcus ephippiatus</i>	31/1.9	39/2.2	39/2.3	39/2.6
星豹蛛	<i>Pardosa astrigera</i>	39/1.2	39/1.7	39/2.3	39/2.5
草皮逍遥蛛	<i>Philodromus cespitum</i>	0/0	4/0.6	13/1.0	15/1.1
中华步甲	<i>Carabus maderae chinensis</i>	0/0	3/0.6	11/0.9	15/1.0
中华虎甲	<i>Cicindella chinensis</i>	39/2.4	39/2.7	39/2.9	39/3.7

2009 年至 2012 年,共调查到 43 种昆虫.其中,2009 年有 20 种昆虫,占据总调查斑块 39 个的昆虫有 7

种,分别为菜粉蝶、苹果小吉丁虫、草皮逍遥蛛、草间小黑蛛、蟋蟀、蝗虫、螳螂。不完全占据斑块的昆虫有13种,分别为麻皮蝽、顶梢卷叶蛾、中华草蛉、绣线菊蚜、山楂叶螨、大草蛉、金纹细蛾、二斑叶螨、斑衣蜡蝉、沟叩头甲、鞍形花蟹蛛、星豹蛛。从占据斑块的昆虫种类来看,大部分昆虫都是当地的常见种,如菜粉蝶、苹果小吉丁虫、中华草蛉、山楂叶螨等,少量来自三面环山的林业昆虫,如麻皮蝽、顶梢卷叶蛾、斑衣蜡蝉。还有受河流的影响,少量湿生昆虫,如蟋蟀、蝗虫等。其中害虫12种,天敌8种。2010年共有40种昆虫出现,新增昆虫19种,完全占据所有斑块的有18种,比2009年增长11种。新增昆虫分别为:山楂粉蝶、草履蚧、苹小卷叶蛾、黑带食蚜蝇、二星瓢虫、异色瓢虫、黄刺蛾、桃小食心虫、李小食心虫、梨茎蜂、黑绒金龟子、大灰象甲、小花蝽、华姬蝽、中华步甲、中华虎甲、多异瓢虫、食虫齿爪盲蝽。完全占据39个斑块的新增昆虫为麻皮蝽、顶梢卷叶蛾、中华草蛉、绣线菊蚜、山楂叶螨、大草蛉、金纹细蛾、龟纹瓢虫、二斑叶螨、沟叩头甲、星豹蛛。其中新增天敌种类9种,害虫种类8种,从新增种类可以看出,2010年天敌昆虫出现较多,而害虫占据斑块的数量在增加。2011年共有43种昆虫出现,新增3种,分别为三点盲蝽、红点唇瓢虫、桑天牛。共有22种占据所有斑块,比2010年新增4种。分别为黑带食蚜蝇、二星瓢虫、李小食心虫、鞍形花蟹蛛。2012年共有43种昆虫,没有新增,共有31种占据所有斑块,比2011年新增9种,分别为山楂粉蝶、草履蚧、苹小卷叶蛾、黄刺蛾、小花蝽、华姬蝽、异色瓢虫、桃小食心虫、斑衣蜡蝉。其中有三点盲蝽、红点唇瓢虫、食虫齿爪盲蝽、七星瓢虫、黄守瓜、梨茎蜂、大灰象甲、桑天牛、中华步甲、中华虎甲共10种昆虫,2012年仍然没有占据所有斑块,可以看出调查期间被占据斑块的数量逐渐增加,最后保持在一个比较稳定的水平。

随着树龄的增长,杂交杏李园内昆虫的种群密度逐渐增长,而2012年的种群密度有所下降,2012年天敌种群数量出现种类明显增加。

把调查的39个调查斑块,分成东、西、南、北4个方向,2009—2012年南部的昆虫占据斑块比例较高,调查结果表明南部的斑块全部被占据,西部的斑块占据较少,这与调查地的地形和人为活动有关系,从地形图中可以看出,此地三面环山,只有南部一个出口,而且南部种植作物的种类较多,西部和北部种植的作物比较单一,所以杂交杏李定植后,已经有大量的昆虫占据了南部各个斑块,西部斑块比较分散,且面积较大,分散度较高定植初期昆虫栖息的昆虫种类较少。

## 2.2 节肢动物在斑块中的转移

从表2中扩散面积和扩散速度可得,2009年调查种类的扩散速度最大为龟纹瓢虫和山楂叶螨(94.99 m/a),分析结果时,人为地剔除了2009年已经占据全部斑块的种类。同时在计算2009年扩散速度时假设2004年以前斑块的侵占面积为近三年的入侵结果。可以看出,在2005年果树结果期以前,美国杏李园中的昆虫种类出现较少,而且扩散速度缓慢。2010年是试验区结果期,与2009年相比,新增大量的昆虫种类,而且扩散速度明显增加,扩散速度最大的是华姬蝽和食虫齿爪盲蝽为305.21 m/a,新增斑块面积292 500 m<sup>2</sup>。其次为草履蚧和顶梢卷叶蛾达到了258.61 m/a,新增斑块面积210 000 m<sup>2</sup>。2011年是试验区大量结果期,与2010年相比,没有新增昆虫种类,但是扩散速度比较有所降低,扩散速度最大的桃小食心虫为234.39 m/a,比2010年降低70.82 m/a,新增斑块面积最大为172 500 m<sup>2</sup>。2012年19种昆虫有新增斑块,与2011年相比,扩散速度最大的为三点盲蝽(146.62 m/a),新增斑块面积67 500 m<sup>2</sup>,比2011年最大扩散速度降低87.77 m/a,14种昆虫种类的扩散速度没有增长。

种群增长模型和另外一些模型可以作为面积开方法的基础。面积开方法建立分布区面积的平方根和时间的函数关系,是目前测量扩散速度的最实用、最容易解释的方法。从调查昆虫种类可以看出,大多数种类都为常见的昆虫,但是在当地种植环境中,没有任何植物上具有如此多的昆虫种类。在面积不到20 km<sup>2</sup>的封闭式村庄里栽植近10 km<sup>2</sup>的美国杏李,这对于改变当地的环境和小气候具有重要的意义。而且美国杏李是2005年引进的新型水果品种,对其昆虫种类的研究可以发现在当地特殊环境中昆虫种群的定居和扩散呈爆发的总体趋势。

本研究所选择的实验地点较为封闭,2009年美国杏李定植整整4年,在这之前昆虫的入侵较少,这可能与昆虫对幼树的吸引能力和美国杏李的自身遗传特性有关。在研究中我们发现,大部分果树都是在结果期具有大量的害虫种类和随之吸引的大量害虫天敌出现,也可能与果树的盖度有关,试验中统计了美国杏李果树在5年中的盖度,在果树栽植后,盖度直径小于0.6 m时几乎没有害虫危害,而在0.6~1.2 m时有少量的当

地害虫出现,但不构成危害,当果树盖度大于 1.2 m 时为果树的 4 龄期,已经有较多昆虫种类出现.

表 2 2009—2012 年美国杂交杏李园节肢动物群落和扩散速度

种类	2009	2010	2011	2012
	扩散速度/( $m \cdot a^{-1}$ )	扩散速度/( $m \cdot a^{-1}$ )	扩散速度/( $m \cdot a^{-1}$ )	扩散速度/( $m \cdot a^{-1}$ )
山楂粉蝶	0	207.35	201.51	109.28
草履蚧	0	258.61	97.75	138.23
麻皮蝽	65.17	234.39	0	0
三点盲蝽	0	0	129.31	146.62
苹小卷叶蛾	0	223.96	162.09	129.31
顶梢卷叶蛾	54.03	258.61	0	0
黑带食蚜蝇	0	272.11	138.23	0
红点唇瓢虫	0	0	176.21	97.75
龟纹瓢虫	0	229.23	189.28	69.12
小花蝽	0	195.49	189.28	138.23
华姬蝽	0	305.21	0	0
中华草蛉	84.65	169.3	0	0
绣线菊蚜	74.65	207.35	0	0
山楂叶螨	94.99	109.28	0	0
大草蛉	20.23	129.31	138.23	84.65
多异瓢虫	0	169.3	97.75	84.65
食虫齿爪盲蝽	0	305.21	0	0
金纹细蛾	58.74	201.51	146.62	0
七星瓢虫	0	195.49	176.21	69.12
龟纹瓢虫	94.99	109.28	0	0
异色瓢虫	0	234.39	138.23	138.23
二斑叶螨	90.7	138.23	0	0
黄刺蛾	0	253.95	146.62	84.65
桃小食心虫	0	169.3	234.39	97.75
李小食心虫	0	253.95	169.3	0
斑衣蜡蝉	79.81	129.31	84.65	109.28
黄守瓜	58.74	48.87	69.12	48.87
梨茎蜂	0	146.62	109.28	129.31
黑绒金龟子	0	119.71	201.51	119.71
大灰象甲	0	97.75	129.31	119.71
桑天牛	0	0	97.75	48.87
沟叩头甲	84.65	169.3	0	0
鞍形花蟹蛛	83.07	138.23	109.28	0
星豹蛛	90.7	138.23	0	0
中华步甲	0	97.75	146.62	69.12
中华虎甲	0	84.65	138.23	97.75

### 2.3 杂交杏李果园斑块节肢动物种群的扩散

扩散是生物入侵过程中的一个非常重要而且具有特色的环节,入侵种本身的特点和新环境的特点都能使扩散的形势和速度形成差异,对扩散的测量、计算和预报具有重要的意义<sup>[3,22]</sup>. 调查结果显示,2009 年调

查种类中扩散速度最大为龟纹瓢虫和山楂叶螨,在2009年杂交杏李果树结果期以前,杂交杏李园中的昆虫种类出现较少,而且扩散速度缓慢.2010年是试验区结果期,与2009年相比,新增大量的昆虫种类,而且扩散速度明显增加,扩散速度最大的是华姬蝽和食虫齿爪盲蝽,其次为草履蚧和顶梢卷叶蛾.2011年是试验区大量结果期,与2010年相比,没有新增昆虫种类,但是扩散速度有所降低,扩散速度最大的桃小食心虫.2012年19种昆虫有新增斑块,与2011年相比,扩散速度最大的为三点盲蝽,有14种昆虫群落稳定,没有扩散.从调查昆虫种类可以看出,大多数种类都为常见的昆虫,但是在当地种植环境中,没有任何植物上具有如此多的昆虫种类,在面积不到20 km<sup>2</sup>的封闭式村庄里,栽植了近10 km<sup>2</sup>的杂交杏李,这对于改变当地的环境和小气候具有重要的意义.而且杂交杏李是2001年引进的新型水果品种,对其昆虫种类的研究可以发现在当地特殊环境中昆虫种群的定居和扩散呈爆发的总体趋势.本研究所选择的实验地点较为封闭,2012年杂交杏李定植整整8年,2009年之前昆虫的入侵较少,这可能与昆虫对幼树的吸引能力和杂交杏李的自身遗传特性有关,在研究中我们发现,大部分果树都是在结果期具有大量的害虫种类和随之吸引的大量害虫天敌出现,也可能与果树的盖度有关,试验中统计了杂交杏李果树在5年中的盖度,在果树栽植后,盖度直径小于0.6 m时几乎没有害虫危害,而在0.6~1.2 m时有少量的当地害虫出现,但不构成危害,当果树盖度大于1.2 m时为果树的4龄期,已经有较多昆虫种类出现.

从2009—2012年共4年的昆虫种群动态可以看出,在杂交杏李定居确山县金顶山村以后,该果园内昆虫的种类具有三个明显的时期:时滞期、扩散期和饱和期.调查发现,杂交杏李定植后,昆虫种群的时滞期为4年左右,当昆虫种群进入新环境条件后,往往是不大适应的,在原始的定植区内仅能将种群密度维持一个较低的水平上,而且种群的后代个体获得的生殖力较低.虽然有足够的生存空间,但杂交杏李树的盖度较小或地面植物很小,不足以成为昆虫定居的环境,因此昆虫种群的数量很小(前两年几乎没有).还有少数种类进入果园较早,但是直到经过繁殖,种群数量增大到一定数目时才能被人发现,所以只有在种群数量达到一定水平后,我们所能观察到的分布斑块才会显著扩大,这可以用1998年Allee提出的Allee效应来解释,“低密度种群会造成生殖成功率的下降”,即造成时滞期<sup>[24]</sup>.种群出现后,在一定时间内均会出现大规模的扩散,我们所选择的斑块用面积开方法来计算半径,从而得出扩散距离.从表中的数据可以看出,部分昆虫的扩散距离和时间呈线性增长的关系(以年为扩散时间),直到2012年仍然有少数昆虫没有达到全部的调查斑块,如三点盲蝽、红点唇瓢虫、食虫齿爪盲蝽、七星瓢虫、草皮逍遥蛛等部分天敌类群.而大多数的类群在2012年已经达到了全部调查斑块.部分类群经过4年才占据所有调查斑块,如斑衣蜡蝉;经过三年占据全部斑块类群的有:山楂粉蝶、草履蚧、苹小卷叶蛾等,其中李小食心虫、二星瓢虫、绣线菊蚜、顶梢卷叶蛾、黑带食蚜蝇等出现后一年即占据所有调查斑块.部分类群的开始扩散时的速度比较低,后来高速线性扩散,如多异瓢虫、梨茎蜂、华姬蝽等.2012年在稳定结果期,昆虫类群已经相对稳定,从2012年的调查结果来看,部分昆虫的种群密度已经达到了最高值,而且部分种类调查结果和2011年相比有所下降,如绣线菊蚜、山楂叶螨等,这与调查数据中天敌的数量和种类明显增大有关.

## 3 讨 论

### 3.1 农户分散种植产生的斑块效应

异质效应是各个景观斑块中栖息地的植被类型、植被特征不同或不均一而引起物种对不同栖息地斑块所采取的选择效应<sup>[25]</sup>.2000年之前,金顶山村主要生产粮食作物,受当地地理位置的影响,开发了依靠金顶山势的旅游产业,金顶山村之前的节肢动物的活动场所以林木、小麦、玉米、蔬菜为主,植被类型较为复杂,植被特征多元化.受政府行为干扰,全村种植杂交杏李,小麦、玉米等粮食作物停止生产,以粮食作为栖息地的节肢动物栖息场所严重破坏,所以在杂交杏李种植后,有部分小麦害虫和玉米害虫开始以杂草、蔬菜为寄主,对农户的蔬菜生产曾一度造成威胁.而且在杂交杏李定植后的第四年仍然有部分小麦和玉米害虫危害杂交杏李,部分害虫天敌种类如草蛉类、瓢虫类更多的属于粮食作物害虫的主要天敌,而且蚜虫类在果园的密度与其他地方的数量相比有增加趋势,各种林木害虫种类较多.因此,该地节肢动物栖息地自然片断化和人类的各种生产、生活活动已经导致原来比较均一的栖息地异质化,对物种分布及其种群的动态产生一定的影

响.主要是由于气候条件、人为活动的影响而导致栖息地内生态环境质量下降,或是由于自然环境因子在空间组合上的不匹配而导致栖息地适宜性降低或在空间分布上的片断化<sup>[7]</sup>.

斑块格局效应是斑块布局不同而引起的各个景观中物种分布和种群大小及动态的差异<sup>[26]</sup>.在政府和农户相结合果园种植模式下,果树的管理受宏观的指导作用比较多,也参与农户的个体的管理方式,所以涉及的39个种植斑块中,节肢动物群落具有共同之处,又有各自的差异,从东西南北四个区域,南部的昆虫占据斑块比例较高,各个斑块全部被占据,斑块面积较小,西部的斑块占据较少,西部斑块比较分散,占据比例较低,斑块面积较大.因此,受斑块面积,区域影响,面积效应影响斑块格局,由于节肢动物栖息地片断化后导致种群活动空间(包括取食地、繁殖地、夜宿地等)的面积减少,而增加了种群内部的生存压力,影响了物种内部对食物、配偶以及领域等资源的竞争,进而导致种群波动.

### 3.2 耕作方式产生的斑块隔离效应

实行农户分散种植模式,产生了具特色的人为因素管理方式,在害虫危害高峰期,要使用化学农药作必要的防治,非害虫高峰期,农户为了提高土地的利用率,分别种植了不同的蔬菜以及牧草类植物.因此,个斑块分别具有不同的生态环境,这为杂交杏李园节肢动物群落构成了许多不同的栖息地.2010年以来杂交杏李进入结果期,这样不同的农药使用水平对各园中节肢动物的死亡率和存活率产生了影响,迫使有些种群进行迁移,这一现象可以从不同斑块的种群数量大小可以说明.因此,不同斑块产生不同的隔离效应,隔离效应使节肢动物群落的栖息地片断化,产生的大量小面积斑块,这些斑块之间有不同程度的不适宜带相隔离,个体在其中活动的死亡率比较高,这与本研究中2012年节肢动物天敌的种群数量相对减少相符.并且受农药和人为因素的干扰,自然地理状况的隔离,栖息地片断化产生的隔离带,一方面使斑块中种群压力大的部分个体无法扩散到相邻的斑块,而且,在斑块内种群下降或者灭绝时不能从临近斑块得到支援;另一方面,片断化后的隔离会使各斑块中的种群因为种群太小而消失,2010—2012年6月调查中发现,该月农药水平较高,部分害虫和天敌(如蝶类和蛾类的成虫)在6月有消失的现象.本文的隔离效应主要是随着杂交杏李的定植,节肢动物群落的发生动态角度来进行阐述的<sup>[27]</sup>.在杂交杏李斑块状种植后,各栖息地内的节肢动物群落资源相对丰富,这些物种通过分化生态位而利用不同资源,因此能够形成稳定的节肢动物群落,可是在试验中发现,人为因素能直接导致个体的死亡,破坏了节肢动物的生活环境,干扰斑块中种群个体的取食、夜宿和繁殖等活动进而影响其生存.因此,干扰效应同样对节肢动物栖息地片断化有影响<sup>[27-28]</sup>.受研究区域的限制,本文在研究区人为地划分成不同区域和斑块,划分的面积很小,可能会产生片面性,但在表明各种种植斑块对群落的影响具有引导意义,并且研究结果和局部群落的动态是相吻合的.

致谢:感谢宁夏大学农学院贺达汉教授对本文初稿提出的宝贵意见.

### 参 考 文 献

- [1] Vollhardt M G, Tscharnkte T, Wackers F C, et al. Diversity of cereal aphid parasitoids in simple and complex landscapes[J]. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2008, 126: 289-292.
- [2] Andrén H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat[J]. *Oikos*, 1994, 71: 355-366.
- [3] Boutin S, Hebert D. Landscape ecology and forest management: developing an effective partnership[J]. *Ecological Application*, 2002, 12: 390-397.
- [4] Dauber J, Hirsch M, Simmering D, et al. Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness[J]. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2003, 98: 321-329.
- [5] Haila Y. A conceptual genealogy of fragmentation research: From island biogeography to landscape ecology[J]. *Ecological Applications*, 2002, 12: 321-334.
- [6] Baguette M, Schtickzelle N. Local population dynamics are important to the conservation of meta-population in highly fragmented landscapes[J]. *Journal of Applied Ecology*, 2003, 40: 404-412.
- [7] Tscharnkte T, Steffan-Dewenter I, Kruss A, et al. Characteristics of insect populations on habitat fragments: A mini review[J]. *Ecol Res*, 2002, 17: 229-239.
- [8] Tscharnkte T, Rand T A, Bianchi F J J A. The landscape context of tritrophic interaction: insect spillover across the crop-noncrop interface[J]. *Ann Zool Fenn*, 2005, 42: 421-432.

- [9] Landis D A, Wratten S D, Gurr G M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture[J]. *Annu Rev of Entomol*, 2000, 45:175-201.
- [10] Hanski I, Gilpin M. *Metapopulation Biology: Ecology, Genetics and Extinction*[M]. London: Academic Press, 1996:377-390.
- [11] Lande R. Extinction thresholds in demographic models of territorial populations[J]. *The American Naturalist*, 1987, 130:624-635.
- [12] Thies C, Steffan-Dewenter I, Tscharntke T. Interannual landscape changes influence plant-herbivore- parasitoid interactions[J]. *Agr Ecosyst Environ*, 2008, 125(1/2/3/4):266-268.
- [13] Thies C, Haenke S, Scherber C, et al. The relationship between agricultural intensification and biological control: experimental tests across Europe[J]. *Ecol Appl*, 2011, 21(6):2187-2196.
- [14] 刘军和, 禹明甫. 猎物密度对七星瓢虫与异色瓢虫种间竞争的影响[J]. *环境昆虫学报*, 2008, 30(3):277-280.
- [15] 赵紫华, 欧阳芳, 贺达汉, 2012. 农业景观中不同生境界面麦蚜天敌的边缘效应与溢出效应[J]. *中国科学*, 2012, 42(10):1-6.
- [16] Jonsson M, Buckley H L, Case B S, et al. Agricultural intensification drives landscape-context effects on host-parasitoid interactions in agroecosystems[J]. *Journal of Applied Ecology*, 2012, 49(3):706-714.
- [17] Kleijn D, Sutherland W J. How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity[J]. *Journal of Applied Ecology*, 2003, 40(6):947-969.
- [18] Pluess T, Opatovsky I, Gavish-Regev E, et al. Non-crop habitats in the landscape enhance spider diversity in wheat fields of a desert agroecosystem[J]. *Agr Ecosyst Environ*, 2010, 137(1/2):68-74.
- [19] 刘军和, 禹明甫. 基于 Clark-Evans 最近邻体分析对果树主要害虫空间分布格局分析[J]. *环境昆虫学报*, 2008, 30(4):291-294.
- [20] Jonsson M, Wratten S D, Landis D A, et al. Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods[J]. *Biological Control*, 2008, 45:172-175.
- [21] Tscharntke T, Bommarco R, Clough Y, et al. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale[J]. *Biological Control*, 2007, 43:294-209.
- [22] Schoenly Kenneth G, Hilario D Justo J r, Alberto T Barrion, et al. Analysis of arthropod commudity in paddy filed[J]. *Acta Agricultura Sinica*, 1993(1):234-238.
- [23] Van der Plank J E. *Plant diseases, epidemics and control*[M]. New York, London: Academic Press, 1963:158-197.
- [24] 万方浩, 刘万学, 郭建英. 不同类型棉田棉铃虫天敌功能团的组成及时空动态[J]. *生态学报*, 2002, 22(6):935-942.
- [25] 徐汝梅, 成新跃. *昆虫种群生态学—基础与前沿*[M]. 北京: 科学出版社, 2009:104-106.
- [26] Simberloff D, Abele L G. Refuge design and island biogeographic theory: effects of fragment[J]. *Am Nat*, 1982, 120:41-50.
- [27] Levies M A Kareiva P. Allee dynamics and the spread of invading organisms[J]. *Theor Pop Biol*, 1993, 43:141-158.
- [28] 戴小华, 余世孝. GIS 支持下的种群分布格局分析[J]. *中山大学学报*, 2003, 42(1):75-78.
- [29] 王本洋, 余世孝. 种群分布格局的多尺度分析[J]. *植物生态学报*, 2009, 29(2):235-241.

## Population Dynamics of Arthropod in the Scattered Planting Hybrid Aprum Orchard

LIU Junhe, CUI Wenyi, SHAO Haikuo, YU Mingfu

(Department of Biological Engineering, Huanghuai University, Zhumadian 463000, China)

**Abstract:** Habitat loss and fragmentation have become one of the important characteristics of farmland habitat, but associated shifts in pest- natural enemy interaction is rarely known. In this paper, changes in population size, community composition, transfer and diffusion of arthropod in scattered planting orchard was studied. The results show that with the increasing of tree age, the arthropods gradually occupied the planted patch. The time was not same for different populations occupied all plaques, population density increased little by little, in the past 8 years, the hybrid aprum population density tends to be stable and the time was obviously with Establishment phas, Expansion phase and saturation phas. which imply that agricultural landscape pattern is the important factor influencing the change of pests and natural enemies; Unreasonable farmland landscape pattern lead to grain pests caused widespread damage in fruit trees; habitat loss and fragmentation seriously interfere with the searching efficiency of natural enemy on pest and predation. Therefore, proceeding the design and planning biological control of pests using the agricultural landscape pattern has a great prospect.

**Keywords:** hybrid aprum; arthropod; community transfer; diffusion; habitat patch