不同经营管理方式下锥栗林节肢动物群落的时序动态*

叶世森[1, 2**] 施丹阳[3] 郑郁善[1] 胡凤玉[2]

(1. 福建农林大学，福州 350002；2. 福建林业职业技术学院，南平 353000；3. 建瓯市森林病虫害防治检疫站，建瓯 353100)

摘 要 **【目的】** 研究不同经营管理方式对锥栗林(*Castanea henryi*)节肢动物群落及主要害虫种群数量时序动态的影响，为锥栗林害虫防治提供科学依据。**【方法】** 通过对不同经营管理方式下的锥栗林节肢动物群落的系统调查，分析和比较了生产上典型的 5 种经营管理方式下锥栗林节肢动物群落的物种丰富度、个体数量、物种多样性指数、天敌与害虫个体数量比例及主要害虫种群数量的时序动态。**【结果】** 不同经营管理方式下锥栗林林冠层节肢动物群落的物种丰富度、个体数量、物种多样性指数变化趋势大体一致，物种丰富度、个体数量最高值在 6 月，物种多样性指数最高值在 5 月，但不同经营管理方式下物种丰富度、个体数量、物种多样性指数高低不同，管理精细未用药型锥栗林物种多样性指数最高，管理撂荒型的物种丰富度、个体数量最高；相对锥栗林管理撂荒型，其它各种经营管理方式都明显地降低了下木层的物种丰富度、个体数量、物种多样性指数，不同经营管理方式下下木层物种丰富度、个体数量、物种多样性指数的动态变化相差较大；管理精细未用药型林冠层天敌与害虫个体数量比例相对最高，波动变化较大，自然控害能力最强；管理精细的锥栗林主要害虫栗瘿蜂 *Dryocosmus kuriphilus*（Yasumatus）、栗实象 *Curculio davidi* Fairmaire、栗链蚧 *Asterolecanium castaneae*（Russell）种群数量显著低于管理撂荒和管理粗放的锥栗林。**【结论】** 不同经营管理方式对锥栗林节肢动物群落及主要害虫种群数量的时序动态有较大影响，对锥栗林科学的精细管理有助于对主要害虫的有效控制。

关键词 锥栗林，经营管理方式，节肢动物群落，时序动态

Temporal dynamics of the arthropod community in *Castanea henryi* forests under different management modes

YE Shi-Sen[1, 2**] SHI Dan-Yang[3] ZHENG Yu-Shan[1] HU Feng-Yu[2]

(1. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. Fujian Forestry Vocational Technical College, Nanping 353000, China; 3. Forest Disease and Pest Control Quarantine Station of Jian'ou City, Jian'ou 353100, China)

Abstract **[Objectives]** To determine the influence of different management modes on the temporal dynamics of the arthropod community and key pest population numbers in *Castanea henryi* forests, and to provide a scientific basis for the management of forestry pests. **[Methods]** A systematic investigation of the arthropod community in *C. henryi* forests under five different management modes was conducted to analyze and compare the temporal dynamics of species richness, numbers of individuals, species diversity, ratio of natural enemies to pests and key pest population sizes. **[Results]** Under the five different management modes, the species richness, population size and species diversity of the forest canopy arthropod community differed, although temporal fluctuations were similar. Species richness and numbers of individuals were the highest in June and species diversity was the highest in May. Species diversity was the highest with careful management and no

* 资助项目：福建省自然科学基金项目（2009J01328）；福建教育厅科研项目（JA12404）

**通讯作者，E-mail: aasen@163.com

收稿日期：2013-12-22，接受日期：2014-06-03

pesticide use, whereas species richness and numbers of individuals were highest in forests in which management had been abandoned. Species richness, numbers of individuals and species diversity in the undergrowth noticeably decreased under other management modes relative to forests in which management had been abandoned, and the temporal dynamics of these variables were very different. The ratio of natural enemies to pests in the forest canopy was the highest, and fluctuated most, in forests with careful management and no pesticide use, which was the most effective management regime for controlling pests. The population sizes of the key pest species *Dryocosmus kuriphilus* (Yasumatus), *Curculio davidi* Fairmaire, *Asterolecanium castaneae* (Russell), were obviously lower with careful management than in forests in which management had been abandoned or in those in which there was careless management. **[Conclusion]** Different management modes had a strong effect on the temporal dynamics of arthropod communities and key pest population quantities in *C. henryi* forests. Scientific and careful management contributed to the effective control of key pests.

Key words *Castanea henryi* forest, management mode, arthropod community, temporal dynamics

随着锥栗林人工栽培面积不断增大，锥栗林的经营管理方式与水平也出现了差异，不同经营管理方式下锥栗林害虫的发生程度与危害情况也不同。不同经营管理方式下锥栗林节肢动物群落的组成、结构与多样性有较大的差别，管理精细未用药型的锥栗林物种多样性和稳定性最高，植食性集团的多样性指数最高，天敌功能集团的相对丰盛度最高，对害虫的自然控制效能高，不利于优势害虫的暴发，而化学农药的使用降低了各功能集团的物种多样性、均匀度，提高了植食性集团的相对丰盛度（叶世森等，2013）。开展群落时序动态的研究是对群落及其组分的数量在时间序列上发生、发展的变化过程的探讨，群落的时序结构是群落的重要特征之一，反映着节肢动物群落随时间波动的信息，尤其害虫与天敌之间相互的制约关系。目前，国内外开展了柑桔园（李志强等，2009；Silva *et al.*，2010）、枣园（师光禄等，2002；冯津等，2005；李锦文等，2007；王有年等，2007），桃园（周洪旭等，2006；张红梅等，2013；米宏彬等，2014；Wan *et al.*，2014），梨园（李依林等，2009；Song *et al.*，2010，2011），李园（邹运鼎等，2005），枇杷园（占志雄等，2007），荔枝园（刘德广等，1999），梅园（黄保宏，2005）等果园节肢动物群落动态的研究，节肢动物群落的动态是受到不同植物类型、生境条件、管理方式、农药使用等各因素的影响（Morris，2000；Simon *et al.*，2010；Borer *et al.*，2012）。但关于不同经营管理方式下锥栗林节肢动物群落及主要害虫时序动态未见报道，本文在研究不同经营管理方式下锥栗林节肢动物群落结构与多样性的基础上，进一步分析和比较不同经营管理方式下群落、天敌及害虫的时序动态，揭示经营管理方式与群落变化和害虫暴发的关系，为锥栗林的科学管理和害虫的有效控制提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　经营管理方式划分和实验地概况

根据生产实际中锥栗林的经营管理情况，将锥栗林常见的经营管理方式划分为 5 种。在福建省建瓯市川石乡川石村选取典型的 5 种不同的经营管理方式的锥栗林作为试验标准地，每块标准地的锥栗主栽品种均为油榛，树龄为 10 年，面积约为 0.667 hm^2，海拔、地势、地貌、土质等自然条件均基本一致，但栽培经营管理方式不同。各标准地的经营管理方式分别如下：1.管理撂荒型：每年采收锥栗，偶有修剪，无其他管理措施、无农药防治（记作Ⅰ）。2.管理精细未用药型：冬季修枝整形，清园、深翻改土，施补体肥，为有机肥；3 月施芽前肥，为速效氮肥、复合肥；4 月摘除栗瘿蜂虫瘿，5 月中耕除草；6、7 月摘心、控梢、剪除徒长枝；7 月施壮果肥，为磷钾肥，复合肥，9 月后辟草，10 月捡果，未用化学农药（记作Ⅱ）。3.管理精细用药型:栽培管理同Ⅱ，但施用溴氰菊脂、敌百虫等农药防治

害虫（记作Ⅲ）。4. 管理粗放未用药型：冬季修枝整形，沟施补体肥，为有机肥和复合肥；9 月后劈草，10 月捡果，未用化学农药（记作Ⅳ）。5.管理粗放用药型：栽培管理同Ⅳ，但施用溴氰菊脂、敌百虫等农药防治害虫（记作Ⅴ）。

1.2 调查方法

1.2.1 锥栗林林冠层节肢动物群落的调查 每块标准地内按 5 点取样法，每点取样 2 株，每样地共取样 10 株。网捕前，先于每样株前环绕 1 周目视林冠，记录在林冠周围或内部飞行的大型节肢动物，然后用捕虫网在林冠层中部的东、西、南、北 4 个方位各扫网 2 次，以捕捉在林冠层周围飞行的较微小的节肢动物。先将捕虫网塞入广口毒气瓶毒杀后，简单地去除网内的枯枝落叶，再将捕获的节肢动物连同剩余的枯枝落叶一并袋装后，带回室内进行分检鉴定。

在每样株网捕调查结束后，对每样株林冠层东、西、南、北 4 个方位和上、下 2 个层次各选择 1 枝条检查活动的节肢动物，对不同种类的节肢动物采用不同的取样方法。对于小型刺吸性种类，在每株不同方位上检查 10 片（上下各 5 片）叶子，统计其种类与数量；对于枝干与食叶类害虫，则在每样株不同方位上各选 2 根（上下各 1 根）20 cm 长的枝条，统计其种类与数量；对于蛀果类害虫，则在每样株不同方位上检查 5 个果实，统计卵果数和虫果数。暂时不能明确的带回室内分检鉴定。

1.2.2 锥栗林下木层节肢动物群落的调查 采用扫网法，按 5 点取样法对每个样地内每点样方取样（2 m×2 m），在每点贴近地面植被上扫网 20 次，每来回扫网算 1 次，每次扫网均使用相近的较大力量，以每点样方为单位毒杀并收集标本，回到室内后进行分检鉴定，统计捕获的节肢动物群落种类及数量。从 2010 年 3 月到 2010 年 11 月，每月中上旬每个样地调查 1 次。

1.3 分析方法

选择物种丰富度 S、个体数量 N、Shannon-Wiener 多样性指数 H' 3 个群落参数的时序动态进行分析。物种丰富度 S 即群落中的物种数；Shannon-Wiener 多样性指数 $H'=-\Sigma P_i \ln P_i$，P_i 指第 i 物种相对丰盛度，$P_i=N_i/N$，N_i 指第 i 物种的个体数，N 指总个体数（丁岩钦，1994）。将不同经营管理方式下群落物种丰富度 S、个体数量 N、多样性指数 H' 等指数按数据规格化转换-卡方距离-离差平方和法进行系统聚类分析。所有数据以每个样地每月的调查为单位进行统计计算，采用 DPS 数据处理软件进行数据分析（唐启义和冯明光，2006）。采用不同经营管理方式下锥栗林节肢动物群落的天敌与害虫个体数量比例的时序动态来反映了天敌与害虫的消长关系和群落的自然控害能力（陈亦根等，2004；张飞萍等，2007）。栗瘿蜂 *Dryocosmus kuriphilus*（Yasumatus）、栗实象 *Curculio davidi* Fairmaire、栗链蚧 *Asterolecanium castaneae*（Russell）是锥栗林主要害虫（叶世森等，2012），通过不同经营管理方式下锥栗林的栗瘿蜂、栗实象、栗链蚧种群数量的时序动态来分析不同经营管理方式对锥栗林主要害虫发生的影响。

2 结果与分析

2.1 群落物种丰富度、个体数量、物种多样性的时序动态及聚类分析

不同经营管理方式下锥栗林节肢动物群落的物种丰富度 S、个体数量 N、物种多样性指数 H'的时序动态见图 1。

从图 1 可知，5 种经营管理方式下的林冠层类群物种丰富度、个体数量和物种多样性指数变化趋势较相似，物种丰富度和个体数量从 3 月开始逐渐上升，6 月最高，后逐渐下降，物种多样性指数从 3 月开始逐渐上升，5 月为最高值，后逐渐下降，变化波动较小，但不同经营管理方式下物种丰富度、个体数量、物种多样性指数高低不同，管理精细未用药型锥栗林物种多样性指数最高，管理撂荒型的物种丰富度、个体数量最高。相对锥栗林管理撂荒型，其它各种经营管理方式都明显地降低了下木层的物种丰富度、个体数量、物种多样性指数，不同经营管理方式下下木

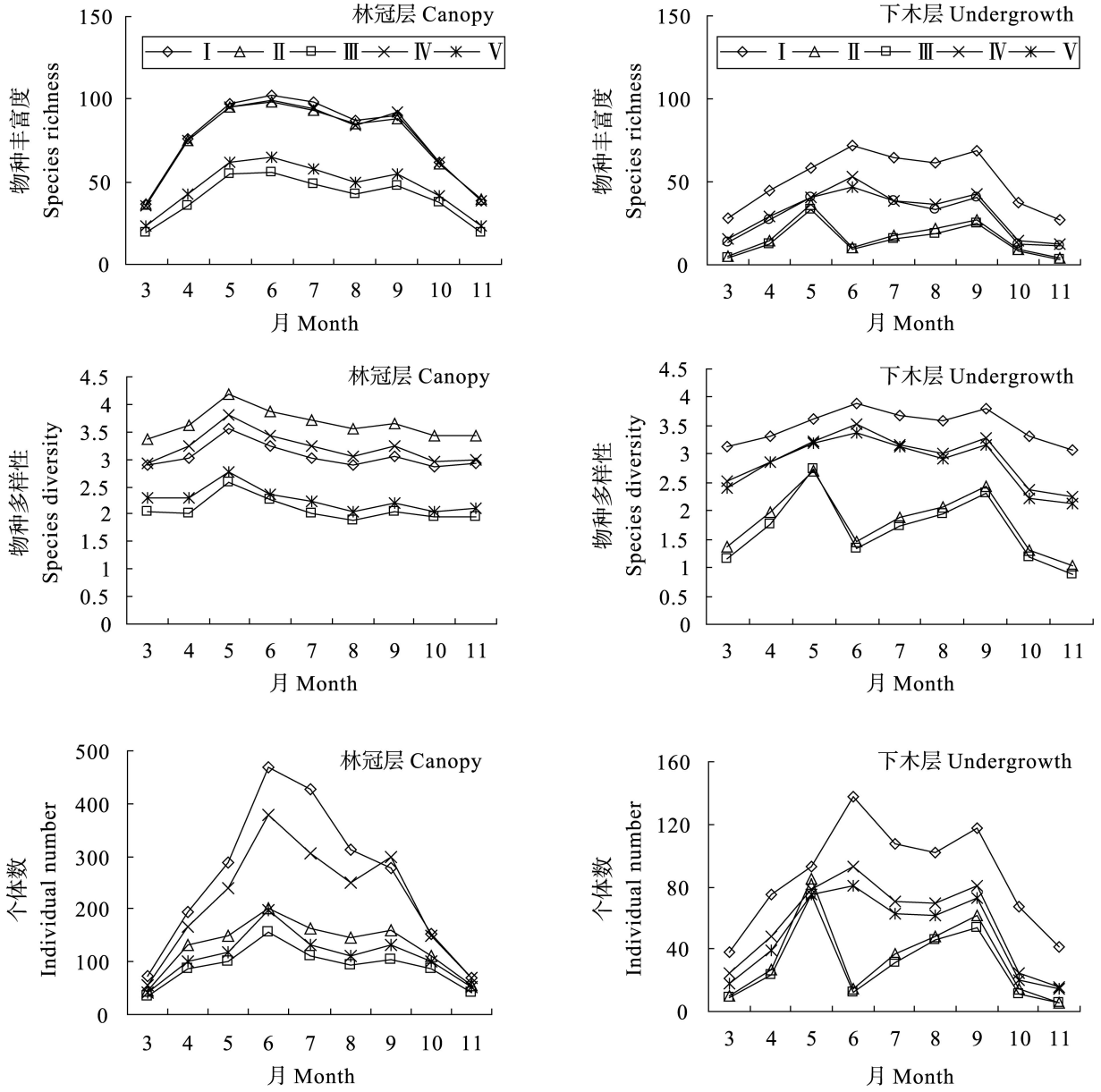

图 1　不同经营管理方式下群落物种丰富度、个体数量和物种多样性指数的时序动态

Fig. 1　Temporal dynamics of species richness,numbers of individuals and species diversity of arthropod community in *Castanea henryi* forests under different management modes

层物种丰富度、个体数量、物种多样性指数的动态变化相差较大，管理撂荒型、管理粗放未用药型、管理粗放用药型 3 种类型的下木层类群的物种丰富度、个体数量和物种多样性指数从 3 月开始逐渐上升，6 月最高，5 月到 9 月都相对较高，在较小范围内波动，而管理精细未用药型和管理精细用药型的下木层类群的物种丰富度、个体数量和物种多样性指数有两个高峰期，分别为 5 月

* 资助项目：福建省自然科学基金项目（2009J01328）；福建教育厅科研项目（JA12404）

**通讯作者，E-mail: aasen@163.com

收稿日期：2013-12-22，接受日期：2014-06-03

和 9 月，波动较大。

运用系统聚类分析法进一步分析和比较不同经营管理方式下锥栗林节肢动物群落物种丰富度、个体数量和物种多样性指数的时序变化情况，聚类结果见图 2。

从图 2 可知，聚类结果表明，林冠层依据物种丰富度和物种多样性指数聚类，可聚为两类，第一类为管理精细用药型和管理粗放用药型，*S*

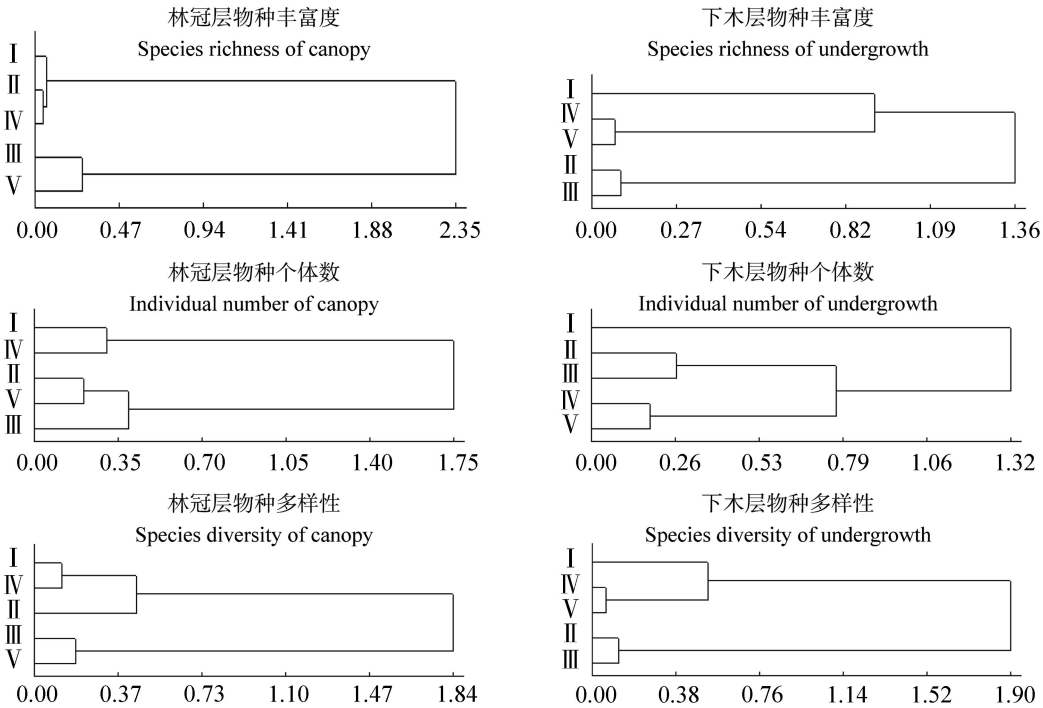

图 2　不同经营管理方式下群落物种丰富度、个体数量和物种多样性指数系统聚类图

Fig. 2　Systematical clustering analysis of species richness, numbers of individuals and species diversity of arthropod community in *Castanea henryi* forests under different management modes

值和 *H′*值周年内都较低，第二类为管理撂荒型、管理精细未用药型、管理粗放未用药型，S 值和 *H′*值周年内都较高；依据个体数量聚类，可聚为二类，第一类为管理精细用药型、管理粗放用药型、管理精细未用药型，*N* 值周年内较低，变化波动相对较小，第二类为管理撂荒型、管理粗放未用药型，*N* 值周年内较高，变化波动较大。下木层可聚为 3 类，第一类为管理撂荒型，S 值、*N* 值、*H′*值周年内都较高，*N* 值增长较快，波动较大，*H′*值波动较小，比较平稳。第二类为管理粗放用药型和管理粗放未用药型，*S* 值、*N* 值、*H′*值周年内处于中等。第三类为管理精细未用药型、管理精细用药型，S 值、N 值、*H′*值周年内都较低，波动较大。

2.2　群落天敌与害虫个体数量比例的时序动态

不同经营管理方式下锥栗林节肢动物群落的天敌与害虫个体数量比例的时序动态见图 3，从图 3 可知，不同经营管理方式下林冠层的天敌与害虫个体数量的比例小于 1，管理精细未用药型天敌与害虫个体数量比例周年内相对最高，波动变化较大，管理精细用药型与管理粗放用药型天敌与害虫个体数量比例周年内相对较低。不同经营管理方式下的下木层的天敌与害虫个体数量的比例大于 1，管理精细用药型天敌与害虫个体数量比例周年内波动最大。

2.3　群落主要害虫种群数量的时序动态

根据不同经营管理方式下锥栗林主要害虫的年种群数量及 Duncan’s 新复极差多重比较检

验结果（表 1），结合不同经营管理方式下锥栗林主要害虫种群数量时序动态（图 4）可知，栗瘿蜂种群数量在 4 月份有一高峰期，管理精细未用药型和管理精细用药型的种群数量显著低于管理撂荒型，管理粗放的种群数量高于管理精细的锥栗林，但不显著；栗链蚧种群数量有 2 个高峰期为 5 月和 7 月，管理精细型的种群数量显著低于管理粗放型和管理撂荒型，管理粗放型的种群数量显著低于管理撂荒型，管理用药型的种群数量波动大，在 5 月使用农药以后，在 6 月种群数量明显下降，低于管理未用药型，但在 7 月份随着第 2 代的出现，种群数量又有较大增长，8 月份以后，种群数量高于管理未用药型；栗实象种群数量在 9 月份有一高峰期，管理精细型的种群数量显著低于管理粗放型和管理撂荒型，管理粗放用药型的种群数量显著低于管理撂荒型。

3　小结与讨论

在周年内，不同经营管理方式下锥栗林林冠层节肢动物群落的物种丰富度、个体数量、物种多样性变化趋势大体一致，物种丰富度、个体数量的最高值在 6 月，而物种多样性的最高值在 5 月。这与锥栗季节生长情况和锥栗林节肢动物群落的建立、发展规律密切相关的，4—6 月，锥栗

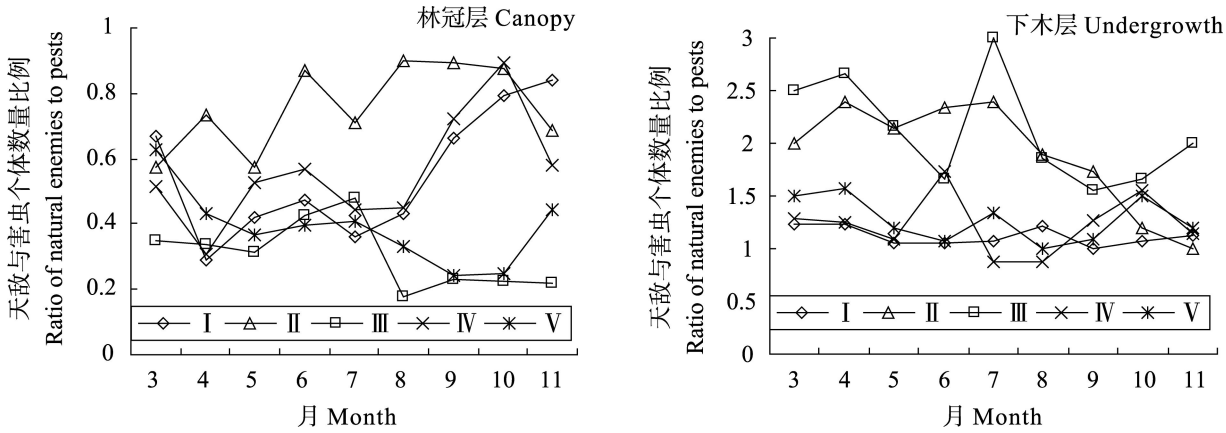

图3　不同经营管理方式下天敌与害虫个体数量比例时序动态

Fig. 3　Temporal dynamics of the ratio of natural enemies to pests in *Castanea henryi* forests under different management modes

表 1　不同经营管理方式下锥栗林主要害虫种群数量

Table 1　The population quantities of key pests in *Castanea henryi* forests under different management modes

经营管理方式 Management modes	栗瘿蜂 *Dryocosmus kuriphilus*	栗链蚧 *Asterolecanium castaneae*	栗实象 *Curculio davidi*
管理撂荒型 Management-abandoned mode	178a	545a	63a
管理精细未用药型 Careful management and no pesticide uses mode	68b	199c	21c
管理精细用药型 Careful management and pesticide uses mode	75b	208c	18c

管理粗放未用药型 Careless management and no pesticide uses mode	141ab	367b	48ab
管理粗放用药型 Careless management and pesticide uses mode	130ab	361b	42b

同列数据后标有不同字母表示差异显著（Duncan's 新复极差显著检验结果，P <0.05）。

Data with different letters in the same column indicate significantly different at the 0.05 level by Duncan's multiple range test.

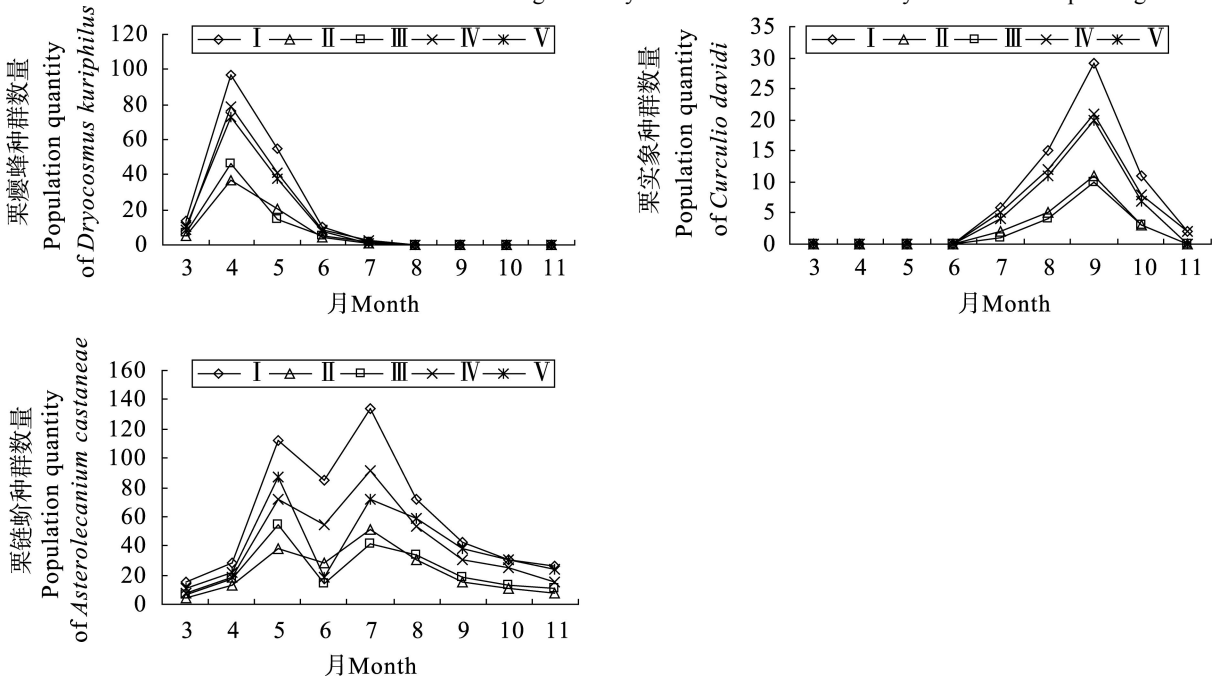

图 4 不同经营管理方式下锥栗林主要害虫种群数量的时序动态

Fig. 4 Temporal dynamics of key pest population quantities in *Castanea henryi* forests under different management modes

相继抽梢、长叶，为主要害虫提供丰富的食物来源。害虫种群与天敌种群相继开始增加，林内物种逐渐丰富，数量逐渐增多；管理精细未用药型锥栗林物种多样性指数最高，与这种管理方式能有效抑制主要害虫的暴发，为天敌提供良好栖境密切相关；相对锥栗林管理撂荒型，其它各种经营管理方式都明显地降低了下木层的物种丰富度、个体数量、物种多样性，精细经营比粗放经营对下木层类群的干扰影响大，这与精细管理的经营管理措施相关，精细管理方式在 6 月进行中耕除草，10 月进行采果辟草，下木层植被被清除，导致节肢动物群落物种数和个体数量急剧减少。因此，不同经营管理方式下锥栗林节肢动物群落的时序动态变化既受到锥栗林的生长状况和锥栗林节肢动物群落的建立、发展规律的影响，也与不同经营管理方式密切相关，不同经营管理方式下锥栗林节肢动物群落的时序变化表现出不同的特征。

管理精细未用药型林冠层天敌与害虫个体数量比例周年内相对最高，波动变化较大，表明管理精细未用药型的林冠层类群的自然控害能力最强，天敌与害虫的个体数量此消彼长，天敌对害虫具有较好的控制作用。管理精细用药型与管理粗放用药型天敌与害虫个体数量比例周年内相对较低，表明了化学药剂的使用降低了林冠层群落的自然控害能力。

管理精细的锥栗林的主要害虫种群数量显著低于管理撂荒和管理粗放的锥栗林。管理精细未用药型锥栗林栗瘿蜂在 4 月发生高峰期种群数量较低，这与摘除栗瘿蜂虫瘿的管理措施和管

理精细未用药型的林冠层类群的自然控害能力较强是密切相关的。管理用药型锥栗林栗链蚧的种群数量波动大，在 7 月份随着第 2 代的出现，种群数量又有较大增长，8 月份以后，种群数量高于管理未用药型，这与农药的使用使得林冠层类群天敌与害虫的比例处于较低水平是密切相关的；栗链蚧在管理撂荒型和管理粗放型的锥栗林种群数量较多，还与栗链蚧喜好在郁闭度大，通风透光性差的环境中为害的习性有关（仰永忠和陈兴福，1999）；管理精细型的栗实象种群数量显著低于管理粗放型和管理撂荒型，这与冬季清园、深翻改土的管理措施是密切相关的（孙国山和梁勇，2007）。因此，不同管理方式对锥栗林主要害虫种群数量波动有较大影响，科学的精细管理有助于对主要害虫的有效控制。

参考文献 (References)

Borer ET, Seabloom EW, Tilman D, 2012. Plant diversity controls arthropod biomass and temporal stability. *Ecol. Lett.*, 15(12): 1457–1464.

Morris MG, 2000. The effects of structure and its dynamics on the ecology and conservation of arthropods in British grasslands. *Biol. Conserv.*, 95(2): 129–142.

Silva EB, Franco JC, Vasconcelos T, Branco M, 2010. Effect of ground cover vegetation on the abundance and diversity of beneficial arthropods in citrus orchards. *Bull. Entomol. Res.*, 100(4): 489–499.

Simon S, Bouvier JC, Debras JF, Sauphanor B, 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 30 (1): 139–152.

Song BZ, Wu HY, Kong Y, Zhang J, Du YL, Hu JH, 2010. Effects of intercropping with aromatic plants on the diversity and structure of an arthropod community in a pear orchard. *BioControl*, 55(6): 741–751.

Song BZ, Zhang J, Hu JH, Wu HY, Kong Y, Yao YC, 2011. Temporal dynamics of the arthropod community in pear orchards intercropped with aromatic plants. *Pest Manag. Sci.*, 67(9): 1107–1114.

Wan NF, Ji XY, Gu XJ, Jiang JX, Wu JH, Li B, 2014. Ecological engineering of ground cover vegetation promotes biocontrol services in peach orchards. *Ecol. Eng.*, 64: 62–65.

陈亦根, 熊锦君, 黄明度,古德就, 2004. 茶园节肢动物类群多样性和稳定性研究. 应用生态学报, 15(2): 875−878. [Chen YG, Xiong JJ, Huang MD, Gu DJ, 2004. Diversity and stability of arthropod assemblage in tea orchard. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 15(2): 875-878.]

丁岩钦, 1994. 昆虫数学生态学. 北京: 科学出版社. 426−515. [Ding YQ, 1994. Insect mathematics ecology. Beijing: Science Press. 426-515.]

冯津, 李登科, 刘素琪, 曹挥, 师光禄, 2005. 不同生境枣园节肢动物群落的动态. 山西农业大学学报, 25(2): 146−149, 156. [Feng J, Li DK, Liu SQ, Cao H, Shi GL, 2005. Dynamics of arthropod community at the jujube yard in different habitats. *Journal of Shanxi Agricultural University*, 25(2): 146-149, 156.]

黄保宏, 邹运鼎, 毕守东, 李恒奎, 2005. 梅园昆虫群落的时间结构及动态. 应用与环境生物学报, 11(2): 187−197. [Huang BH, Zou YD, Bi SD, Li HK, 2005. Time structure and dynamic of insect communities in plum orchard. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, 11(2): 187-197.]

李锦文, 王海香, 王有年, 师光禄, 2007. 不同树龄枣园节肢动物群落时间结构及动态研究. 北京农学院学报, 22(2): 24–28. [Li JW, Wang HX, Wang YN, Shi GL, 2007. Temporal structure and dynamics of the arthropod communities in different age's juj ube orchard. *Journal of Beijing Agricultural College*, 22(2): 24-28.]

李依林, 陶万强, 张志勇, 魏钦平, 杨宝东, 张民照, 2009. 有机化梨园节肢动物群落时间动态的聚类分析. 昆虫知识, 46(1): 64−68. [Li YL, Tao WQ, Zhang ZY, Wei QP, Yang BD, Zhang MZ, 2009. Cluster analysis on the temporal dynamics of arthropod community in organic pear orchards. *Chinese Bulletin of Entomology*, 46(1): 64-68.]

李志强, 梁广文, 岑伊静, 曾玲, 2009. 有机管理对柑橘园节肢动物群落多样性恢复的作用. 生态学杂志, 28(8): 1515−1519. [Li ZQ, Liang GW, Cen YJ, Zeng L, 2009. Roles of organic management in restoration of arthropod community diversity in c itrus orchard. *Chinese Journal of Ecology*, 28(8): 1515-1519.]

刘德广, 梁伟光, 丁勇, 黄明度, 1999. 复合荔枝园节肢动物群落动态的研究. 生态学报, 19(6): 885−889. [Liu DG, Liang WG, Ding Y, Huang MD, 1999. Studies on dynamics of arthropod community in two kinds of litchi orchard habitats. *Acta Ecologica Sinica*, 19(6): 885-889.]

米宏彬, 曹祝, 张帆, 张世泽, 刘同先, 2014. 桃园捕食性节肢动物群落结构及动态研究. 应用昆虫学报, 51(1): 80–89. [Mi HB, Cao Z, Zhang F, Zhang SZ, Liu TX, 2014. Community structure and population dynamics of predacious arthropods in peach orchards. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(1): 80-89.]

师光禄, 曹挥, 戈峰, 夏乃斌, 李镇宇, 2002. 不同类型枣园节肢动物群落营养层及优势功能集团的组成与多样性时序动态.

林业科学, 38(6): 79−86. [Shi GL, Cao H, Ge F, Xia NB, Li ZY, 2002. The dynamics of diversity and the composition of nutrient classes and dominant guilds of arthropod community in different intercropping and managing jujube yard ecosystems. *Scientia Silvae Sinicae*, 38(6): 79-86.]

孙国山, 梁勇, 2007. 豫南山区栗实象鼻虫的综合防治技术. 北方果树, (5): 28−29. [Sun GS, Liang Y, 2007. Integrated control technique of chestnut weevil in mountain areas of southern Henan. *Northern Fruits*, (5): 28-29.]

唐启义, 冯明光, 2006. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析及数据挖掘. 北京: 科学出版社. 59−786. [Tang QY, Feng MG, 2006. DPS data processing system——experimental design statistical analysis and data mining. Beijing: Science Press. 59-786.]

王有年, 张铁强, 李奕松, 刘素琪, 苗振旺, 李登科, 师光禄, 2007. 枣园节肢动物群落的时间动态. 生态学杂志, 26(8): 1228−1232. [Wang YN, Zhang TQ, Li YS, Liu SQ, Miao ZW, Li DK, Shi GL, 2007. Temporal pattern of arthropod community in jujube orchard. *Chinese Journal of Ecology*, 26(8): 1228-1232.]

叶世森, 赵士熙, 施丹阳, 黄金聪, 胡凤玉, 2012. 锥栗林节肢动物群落的结构与多样性. 福建林学院学报, 32(1): 13−17. [Ye SS, Zhao SX, Shi SY, Huang JC, Hu FY, 2012. Structure and diversity of arthropod community in castanea henryi forest. *Journal of Fujian College of Forestry*, 32(1): 13-17.]

叶世森, 赵士熙, 施丹阳, 2013. 不同经营管理方式对锥栗林节肢动物群落结构与多样性的影响. 生态学杂志, 32(1): 98−105. [Ye SS, Zhao SX, Shi SY, 2013. Effects of different management modes on the structure and diversity of arthropod community in castanea henryi forest. *Chinese Journal of Ecology*, 32(1): 13-17.]

仰永忠, 陈兴福, 1999. 栗链蚧生物习性及防治试验研究. 浙江林业科技, 19(5): 31−34. [Yang YZ, Chen XF, 1999. Studies on biological habits of asterolecanium castaneae and its prevention test. *Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology*, 19(5): 31-34.]

张飞萍, 张思禄,尤民生, 2007. 林丹烟剂干扰下毛竹(*Phyllostachys heterocycla cv. pubescens*)林节肢动物群落的结构与组成. 生态学报, 27(3): 1027−1034. [Zhang FP, Zhang SL, You MS, 2007. Composition and structure of arthropod community in phyllostachys heterocyclacv. pubescens forest disturbed by Lindane. *Acta Ecologica Sinica*, 27(3): 1027-1034.]

占志雄, 邱良妙, 傅建炜, 魏辉, 应朝阳, 翁伯琦, 2007. 不同牧草覆盖枇杷园节肢动物群落的结构和动态. 福建农林大学学报(自然科学版), 34(2): 162−167. [Zhan ZX, Qiu LM, Fu JW, Wei H, Ying ZY, Weng BQ, 2007. Structure and dynamics of arthropod community in the loquat orchards covered with various pastures. *Journal of Fujian Agricultural and Forestry University*, 34(2): 162-167.]

张红梅, 仇明华, 陈福寿, 王燕, 李向永, 杨艳鲜, 陶耀明, 陈宗麒, 2013. 桃园节肢动物群落结构的时空动态. 西南农业学报, 26(4): 1507−1512. [Zhang HM, Qiu MH, Chen FS, Wang Y, Li XY, Yang YX, Tao YM, Chen ZQ, 2013. Space-time dynamic research on arthropod community structure in peach orchard. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 26(4): 1507-1512.]

周洪旭, 李淑文, 谭秀梅, 董亮, 王俊平, 程林友, 2006. 桃园节肢动物群落不同功能团、营养层的垂直分布和时序变化. 莱阳农学院学报, 23(3): 199−201. [Zhou HX, Li SW, Tan XM, Dong L, Wang JP, Cheng LY, 2006. Vertical distribution and temporal variation of arthropod guilds and nutrition classes in peach garden. *Journal of Laiyang Agricultural College*, 23(3): 199-201.]

邹运鼎, 丁程成, 毕守东, 高彩球, 曹传旺, 刘小林, 孟庆雷, 李昌根, 2005. 李园节肢动物群落时间动态的聚类分析. 应用生态学报, 16(4): 631−636. [Zou YD, Ding CC, Bi SD, Ga o CQ, Cao CW, Liu XL, Meng QL, Li CG, 2005. Cluster analysis on the temporal dynamics of arthropod community in a plum orchard. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 16(4): 631-636.]