

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

(Shengtai Xuebao)

第 31 卷 第 4 期
Vol.31 No.4
2011



中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 4 期 2011 年 2 月 (半月刊)

目 次

短期增温对青藏高原高寒草甸植物群落结构和生物量的影响	李 娜,王根绪,杨 燕,等 (895)
三峡库区 9 种植物种子萌发特性及其在植被恢复中的意义	陶 敏,鲍大川,江明喜 (906)
白蜡虫及其 3 种优势寄生蜂的时空生态位	王自力,陈 勇,陈晓鸣,等 (914)
宁夏盐池荒漠草原步甲物种多样性	贺 奇,王新谱,杨贵军 (923)
脂肪酸对中华哲水蚤摄食两种海洋微藻的指示作用	刘梦坛,李超伦,孙 松 (933)
安徽菜子湖大型底栖动物的群落结构特征	徐小雨,周立志,朱文中,等 (943)
乐清湾潮间带大型底栖动物群落分布格局及其对人类活动的响应	彭 欣,谢起浪,陈少波,等 (954)
海蜇养殖对池塘底泥营养盐和大型底栖动物群落结构的影响	冯建祥,董双林,高勤峰,等 (964)
竹巴笼矮岩羊 (<i>Pseudos schaeferi</i>) 昼间行为节律和时间分配	刘国库,周材权,杨志松,等 (972)
干热河谷植物叶片,树高和种子功能性状比较	郑志兴,孙振华,张志明,等 (982)
石羊河中游沙漠化逆转过程土壤种子库的动态变化	马全林,张德魁,刘有军,等 (989)
基于 TM 影像、森林资源清查数据和人工神经网络的森林碳空间分布模拟	汪少华,张茂震,赵平安,等 (998)
山地视觉景观的 GIS 评价——以广东南昆山国家森林公园为例	裴亦书,高 峻,詹起林 (1009)
基于功能分类的城市湿地公园景观格局——以西溪湿地公园为例	李玉凤,刘红玉,郑 因,等 (1021)
水分胁迫下丛枝菌根 AM 真菌对民勤绢蒿生长与抗旱性的影响	贺学礼,高 露,赵丽莉 (1029)
农田灌溉对印度区域气候的影响模拟	毛慧琴,延晓冬,熊 喆,等 (1038)
高大气 CO ₂ 浓度下小麦旗叶光合能量利用对氮素和光强的响应	张绪成,于显枫,马一凡,等 (1046)
豌豆过氧化氢酶在烟草叶绿体中的过量表达提高了植物的抗逆性	王凤德,衣艳君,王海庆,等 (1058)
不同小麦品种对低温胁迫的反应及抗冻性评价	王树刚,王振林,王 平,等 (1064)
基于遥感与模型耦合的冬小麦生长预测	黄 彦,朱 艳,王 航,等 (1073)
喷施 ABA 对两个穗型不同小麦穗颈节伤流、穗部性状及产量的影响	崔志青,尹燕枰,田奇卓,等 (1085)
“稻鸭共生”生态系统稻季 N、P 循环	张 帆,隋 鹏,陈源泉,等 (1093)
红壤丘陵区粮食生产的生态成本	李 晓,谢永生,张应龙,等 (1101)
甘南牧区草畜平衡优化方案与管理决策	梁天刚,冯琦胜,夏文韬,等 (1111)
黄龙钙化滩流地物种-面积关系	黄宝强,罗毅波,安德军,等 (1124)
杉木人工林细根寿命的影响因素	凌 华,袁一丁,杨智杰,等 (1130)
长白落叶松林龄序列上的生物量及碳储量分配规律	巨文珍,王新杰,孙玉军 (1139)
生物肥与甲壳素和恶霉灵配施对香蕉枯萎病的防治效果	张志红,彭桂香,李华兴,等 (1149)
北京城区不同水质水体可培养细菌数量的季节动态变化	高 程,黄满荣,陶 爽,等 (1157)
专论与综述	
整树水力导度协同冠层气孔导度调节森林蒸腾	赵 平 (1164)
植物寄生对生态系统结构和功能的影响	李钧敏,董 鸣 (1174)
加拿大一枝黄花的入侵机理研究进展	杨如意,咎树婷,唐建军,等 (1185)

白蜡虫及其 3 种优势寄生蜂的时空生态位

王自力, 陈 勇, 陈晓鸣*, 王绍云, 赵杰军

(中国林业科学研究院 资源昆虫研究所, 国家林业局资源昆虫培育与利用重点实验室, 云南 昆明 650224)

摘要:在白蜡虫 *Ericerus pela* (Chavannes) 分布特征和寄生蜂调查的基础上, 分析了白蜡虫及其 3 种优势寄生蜂: 白蜡虫花翅跳小蜂 *Microterys ericeri* Ishii、中华花翅跳小蜂 *M. sinicus* Jiang 和白蜡虫阔柄跳小蜂 *Metaphycus ericeri* Xu et Jiang 的时间和空间的一维生态位宽度、生态位重叠和比例相似性。结果表明, 白蜡虫及其 3 种优势寄生蜂的时间生态位宽度: 白蜡虫 > 白蜡虫阔柄跳小蜂 > 白蜡虫花翅跳小蜂 > 中华花翅跳小蜂, 空间生态位宽度: 白蜡虫 > 白蜡虫花翅跳小蜂 > 白蜡虫阔柄跳小蜂 > 中华花翅跳小蜂。3 种优势寄生蜂与白蜡虫的生态位重叠度: 白蜡虫花翅跳小蜂 > 中华花翅跳小蜂 > 白蜡虫阔柄跳小蜂, 比例相似性: 白蜡虫花翅跳小蜂 > 白蜡虫阔柄跳小蜂 > 中华花翅跳小蜂。说明白蜡虫花翅跳小蜂与白蜡虫在资源序列上分布的相似性最大, 在时间上的同步性和空间上的同域性较强, 资源利用程度最高。白蜡虫花翅跳小蜂与白蜡虫阔柄跳小蜂在时间生态位、空间生态位和时间-空间生态位上均有较大的重叠和比例相似性, 在资源利用上存在明显的种间竞争。白蜡虫种群数量大, 生长周期长、为多种寄生蜂的繁育提供了丰富、稳定的食物资源。

关键词: 白蜡虫; 寄生蜂; 优势种; 生态位

Temporal-spatial niches of Chinese White Wax Scale insect (*Ericerus pela*) and its three dominant parasitoid wasps

WANG Zili, CHEN Yong, CHEN Xiaoming*, WANG Shaoyun, ZHAO Jiejun

The Research Institute of Resource Insects, Chinese Academy of Forestry; Key Laboratory of Breeding and Utilization of Resource Insects of State Forestry Administration, Kunming 650224, China

Abstract: The Chinese white wax scale insect, *Ericerus pela* (Chavannes), is an important beneficial insect in China which excretes a special wax used as raw material in the chemical industry. The cultivation and utilization of *E. pela* has occurred for more than 1000 years in China. Parasitoid wasps are key factors that reduce output of white wax production by *E. pela*. There are more than 15 species of wasps that parasitize different stages of the life circle of *E. pela*. The dominant parasitoid wasps are *Microterys ericeri* Ishii, *M. sinicus* Jiang, and *Metaphycus ericeri* Xu et Jiang. The percentage in these wasps was 45.91%, 37.37% and 11.37% respectively. The distribution of parasite wasps is related with distribution of *E. pela* on host plant. Although many parasitoids (40%) occur in centre of *E. pela*, about 50% are distributed in the top of host plant. The flight movements of parasitoid wasps is affected by wind and sunlight; wasps in the wind cannot easy fly on top of tree because of their slim and fragile bodies, and wasps tend to like shade and do not like strong sunlight. The temporal-spatial niches (niche breadth, niche overlap and percentage similarity) of *E. pela* and its dominant parasitoid wasps (*Microterys ericeri* Ishii, *M. sinicus* Jiang, and *Metaphycus ericeri* Xu et Jiang) were analysed base on the investigation of distribution characteristics of *E. pela* and species of parasite wasps and their active rule. Temporal niche breadths of *E. pela* and its three dominant parasitoids were *E. pela* > *Metaphycus ericeri* > *M. ericeri* > *M. sinicus* and spatial niche breadths were *E. pela* > *M. ericeri* > *Metaphycus ericeri* > *M. sinicus*. The niche overlap of the three dominant parasitoids and *E. pela* were *M. ericeri* > *M. sinicus* > *Metaphycus ericeri*; the percentage similarities

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30771736); 国家科技支撑计划课题 (2006BAD06B07); 国家级星火计划项目 (2007EA169005); 中国林科院中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目 (rirical201004M)

收稿日期: 2010-01-18; **修订日期:** 2010-04-21

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: cafexm@tom.com

were *M. ericeri* > *Metaphycus ericeri* > *M. sinicus*. This suggests that *M. ericeri* and *E. pela* possesses the most similarity in the resources series, strong synchronism and sympatry, and the maximum resource utilization. *M. ericeri* is the most serious natural enemy of *E. pela*. *M. ericeri* and *Metaphycus ericeri* had a large overlap in temporal-spatial niches and proportion similarity. Interspecific competition for resource utilization between these species was obvious. The species and dynamics of parasitoid wasps depend on biological characteristics of host. The life cycle of *E. pela* is one year from April to April. *E. pela* is fecund and one female can reproduce 8000—10000 eggs, but itself lacks a strong capability to defend from natural enemies because its females do not have wings and population can not move after the second instar nymphae live on branches of host plant. *E. pela* is an abundant and stable food of many parasitoids because of its large population, has poor ability to defend itself and for longer periods, the diversity of temporal and dimensional niche of parasite wasps shows their coevolution skill.

Key Words: *Ericerus pela* (Chavannes); parasitoid wasps; dominant species; niche

生态位的概念由 Grinnell 1917 年在研究加利福尼亚长尾鸣禽的生态关系时首次提出^[1],是指一个物种占据的物理空间及其在生物群落中的结构与功能作用关系,描述了物种对环境资源的利用状况,揭示了种间的竞争关系^[2],可用来评价天敌对寄主的控制效能。天敌对害虫的控制作用,要求天敌与害虫在时间和空间分布上的相遇,因此,天敌与害虫的时间和空间生态位,是种群系统中天敌因子研究的一个重要问题^[3-4]。生态位研究是近代生态学的重要领域之一,推动了不同物种的竞争在时间、空间等方面的大量研究。近 20a 来,我国也开展了大量的生态位理论和实际应用的研究。杨义群^[5]提出了生态位重叠与相似的度量方法,黄英姿^[6]探讨了生态位理论研究中的数学方法。在生态位应用中,关于害虫及其天敌的生态位关系研究较多,常见的如螨类、蚜虫、桔潜蛾、美洲斑潜蝇等害虫及其天敌的生态位关系都有过不少报道^[7-10]。关于寄生性天敌、传粉昆虫等种间的生态位竞争有少量报道,赵士熙等^[11-12]分别报道了水稻 3 种飞虱及其稻粉虱 *Aleuroobytus indicus* 卵寄生蜂——缨小蜂 *Anagrus nilaparvatae* Pang et Wang 的资源生态位, Livy Williams III^[13]等论述了寄生蜂的营养生态,杨龙龙等^[14]探讨了苹果园 2 种传粉昆虫凹唇壁蜂 *Osmia excavate* Alfken 和紫壁蜂 *O. jacoti* Cockerell 的生态位及其种间竞争, Benjamin K. Muli^[15]等研究了东非玉米禾螟 *Chilo partellus* 蛹期寄生蜂螟黑点瘤姬蜂 *Xanthopimpla stemmator* Thunberg 等的种间竞争。

白蜡虫 *Ericerus pela* (Chavannes) 是一种具有重要经济价值的资源昆虫,广泛分布于我国南方各省区。在白蜡虫种虫培育和白蜡生产中,天敌昆虫是影响产量和质量的重要因素^[16]。姜德全、徐志宏、万益锋等^[17-20]对四川、湖南、云南等传统产区白蜡虫天敌寄生蜂形态学、分类学、生物学以及防治技术等作了较为深入的研究。焦懿等^[21-22]研究了白蜡虫天敌群落的物种组成和群落结构。朱玮等^[23]研究了白蜡虫花翅跳小蜂的空间分布型和种群动态特征。赵杰军等^[24-25]研究了白蜡虫天敌种类和优势种的危害状况及白蜡虫天敌寄生蜂的种群结构组成与动态变化规律,白蜡虫花翅跳小蜂、白蜡虫阔柄跳小蜂和中华花翅跳小蜂为白蜡虫的 3 种优势寄生蜂。陈晓鸣等^[26-29]研究了白蜡虫在寄主植物上的分布特征,分析了影响白蜡虫种群动态和泌蜡的主要气候因子和天敌因素及白蜡虫的生态适应性。王自力等^[30-31]研究了白蜡虫营养需求与寄主植物的营养关系以及寄生蜂对颜色的选择性及活动规律。本文通过对白蜡虫及其 3 种优势寄生蜂的时间和空间的数量分布调查,测定了它们在时间和空间的一维生态位宽度、生态位重叠和比例相似性。在此基础上,构建了白蜡虫及其优势寄生蜂的时间——空间二维生态位,论述了白蜡虫 3 种优势寄生蜂对白蜡虫的跟随作用和寄生效能,以期对白蜡虫寄生蜂的综合评价提供科学理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验地概况

实验地为人工营造的白蜡园寄主林,位于云南省昆明市郊区白汉场,地理位置 102°37'E, 27°26'N, 海拔 1820 m。年平均降雨量 1143.3 mm,年平均气温 14.8℃,大于 10℃ 积温 4800℃,年日照时数 2314.2 h, 5—8 月

的平均气温为 20.8℃,平均相对湿度为 85.7%,月最高平均气温为 21.5℃,月最低平均气温为 19.7℃,月最高平均相对湿度为 92.0%,月最低平均相对湿度为 76.8%。

1.2 实验材料

实验用白蜡虫 *Ericerus pela* (Chavannes) 采自昆明,放养在人工营造的白蜡园内;寄主植物女贞 *Ligustrum lucidum* Ait.,树龄 15a。

1.3 调查方法

1.3.1 白蜡虫在寄主植物上的分布特征

在白蜡虫 2 龄幼虫定杆-泌蜡时期,将寄主植物按东、南、西、北 4 个方位随机抽取寄主枝条,分梢部、中部和基部三部分(各占枝条长度 1/3),调查白蜡虫雌、雄虫定杆时的分布数量。

白蜡虫 2 龄雌虫按枝条上的实际虫数调查统计,雄虫定杆时已被蜡被覆盖虫体,其数量用雄虫定杆时的密度乘以定杆面积来换算($N = D \times S$, N 为雄虫数量, D 为雄虫密度, S 为面积)。白蜡虫雌成虫的分布调查方法与 2 龄幼虫定杆的调查相同。

1.3.2 白蜡虫寄生蜂种类及数量变动

在白蜡虫的各个不同虫态期,随机剪取一定数量的有虫枝条,带回室内,装入指形管,用双层纱布封口,实验室饲养,待寄生蜂羽化后,镜检,鉴定白蜡虫寄生蜂种类,统计其数量。同时,在白蜡虫整个生活周期,在白蜡园寄主林内设置黄色粘虫板和黄色诱集盆诱集白蜡虫天敌寄生蜂,按旬逐月收集调查,统计诱集到的白蜡虫寄生蜂种类、数量。

1.3.3 生态位调查

在白蜡虫整个生活期,以白蜡虫寄主植物女贞为单位,按对角线 5 点取样,采用阶层抽样方法各取一枝附有白蜡虫或蜡花的女贞枝条,每株树分东、南、西、北 4 个方位,每个方位按寄主树冠枝条分梢部、中部和基部 3 个冠层层次,将整个树冠分为 12 个资源序列调查单位,每株树调查 12 个方位,每样点调查 5 株女贞,共调查 25 株树,每月调查一次。每点采一长约 20cm 的有虫枝条,带回室内培养、镜检,统计各点白蜡虫及其 3 种优势寄生蜂的数量。

1.4 分析方法

生态位数据处理时,分时间和空间 2 种资源序列,时间维指白蜡虫整个生活期,以月为单位;空间维指女贞树冠的 12 个资源序列单位。根据 Cody^[32] 和 May^[33] 提出用 2 个原则来估计在多维资源轴上的生态位特征值,白蜡虫及其寄生蜂优势种的时间-空间二维生态位宽度、重叠和比例相似性,由物种各维生态位特征值的乘积来表示,即采用时间和空间生态位宽度及生态位重叠的乘积分别表示时-空二维生态位宽度和重叠度。

1.4.1 生态位宽度

采用 Levins^[34] 的测定公式计算时间-空间生态位宽度:

$$B_i = 1 / (s \sum_{i=1}^s p_i^2) \quad (1)$$

式中, B_i 为物种 i 的生态位宽度, S 为每个资源序列的总单元数, P_i 为一个物种在一个资源序列的第 i 个单位中所占的比例。

1.4.2 生态位重叠

采用 Morris^[35] 和 Schoener^[36] 的测定公式计算时空生态位重叠:

$$C_i = (2 \sum_{i=1}^s p_{1i} p_{2i}) / \left(\sum_{i=1}^s p_{1i} \frac{n_{1i} - 1}{N_1 - 1} + \sum_{i=1}^s p_{2i} \frac{n_{2i} - 1}{N_2 - 1} \right) \quad (2)$$

式中, C_i 为生态位重叠指数, N_1 、 N_2 为第 1、2 物种的总个体数; n_{1i} 、 n_{2i} 为第 1、2 物种在第 i 资源单元中的个体数, $P_{1i} = n_{1i} / N_1$; $P_{2i} = n_{2i} / N_2$ 。

1.4.3 相似性比例

采用 Schoener^[37] 和 Colwell 等^[38] 的测定公式计算时空相似性比例:

$$PS = 1 - \frac{1}{2} \sum_{h=1}^S |P_{ih} - P_{jh}|$$

(3)

式中, PS 为物种 i 和物种 j 的生态位相似性比例指数, P_{ih} 、 P_{jh} 分别为物种 i 和物种 j 在第 h 资源单元中的数量占总资源数量的比例。即在资源单元 h 中第 i 、 j 个物种所占的比例。

1.4.4 统计分析

采用 SPSS Statistics 17.0 软件进行统计分析和 One-Way ANOVA 单因素方差分析与不同处理组之间多重比较采用最小显著极差法 LSD 分析差异显著性,确定差异性显著水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 白蜡虫寄生蜂种类及寄生虫态

试验中诱集到白蜡虫寄生蜂种类和数量(表 1)表明,白蜡园寄主林内白蜡虫寄生蜂种类有 11 种,隶属 4 科 9 属,均为膜翅目小蜂总科。由图 1 看出,白蜡虫寄生蜂种群数量百分比依次为白蜡虫花翅跳小蜂 45.91%,白蜡虫阔柄跳小蜂 37.37%,中华花翅跳小蜂 11.37%,这 3 种寄生蜂是寄生白蜡虫的优势寄生蜂。其它 8 种寄生蜂混合种群数量百分比仅为 5.35%。

表 1 昆明地区白蜡虫寄生蜂主要种类及危害白蜡虫虫期

Table 1 The main species of parasite wasps and attacked instars of <i>Ericerus pela</i> (Chavannes) in Kunming			
科名 Family name	属名 Genus name	种名 Species name	危害白蜡虫虫期 Attacked instar of <i>E. pela</i>
跳小蜂科 Encyrtidae	花翅跳小蜂属 <i>Microterys Thomson</i>	白蜡虫花翅跳小蜂 <i>Microterys ericeri Ishii</i>	2 龄幼虫,雌成虫
		中华花翅跳小蜂 <i>M. sinicus Jiang</i>	卵
	阔柄跳小蜂属 <i>Metaphycus Mercet</i>	白蜡虫阔柄跳小蜂 <i>Metaphycus ericeri Xu et Jiang</i>	2 龄雌幼虫,雌成虫
		花角跳小蜂属 <i>Blastothrix Mayr</i>	雌成虫
	纹翅跳小蜂属 <i>Cerapteroceroides Ashmead</i>	白蜡虫蓝绿跳小蜂 <i>Blastothrix ericeri Sugonjaev</i>	雌成虫
		白蜡虫纹翅跳小蜂 <i>Cerapteroceroides ericeri Jiang</i>	2 龄雌幼虫,雌成虫
	黑褐纹翅跳小蜂 <i>C. similis Ishij</i>		2 龄雌幼虫,雌成虫
		刷盾跳小蜂属 <i>Cheiloneurus Westwood</i>	2 龄雌幼虫,雌成虫
	长缘刷盾跳小蜂 <i>Cheiloneurus clariger Thomson</i>		
		食蚜小蜂属 <i>Coccophagus Westwood</i>	雌成虫
蚜小蜂科 Aphelinidae	花翅蚜小蜂属 <i>Marietta Motschulsky</i>	日本食蚜蚜小蜂 <i>Coccophagus japonicus Compere</i>	雌成虫
		瘦柄花翅蚜小蜂 <i>Marietta carnesi (Howard)</i>	雌成虫
广肩小蜂科 Eurytomidae	广肩小蜂属 <i>Eurytoma Illiger</i>	广肩小蜂 <i>Eurytoma robusta Mayr</i>	2 龄雌幼虫,雌成虫
姬小蜂科 Eulophidae	啮小蜂属 <i>Tetrastichus Haliday</i>	白蜡虫啮小蜂 <i>Tetrastichus kodaikanalensis Saraswat</i>	2 龄雄幼虫

从表 1 可以看出,白蜡虫寄生蜂对白蜡虫的雌、雄性别和龄期具有一定的选择性。从白蜡虫雌、雄性别来看,危害白蜡虫雌虫的寄生蜂种类最为丰富,包括了除白蜡虫啮小蜂之外所有的白蜡虫寄生蜂种类,而寄生危害白蜡虫雄虫的天敌寄生蜂有白蜡虫花翅跳小蜂和白蜡虫啮小蜂。从白蜡虫龄期与虫态来看,白蜡虫卵期寄生蜂仅有中华花翅跳小蜂 1 种,白蜡虫幼虫期,寄生雌虫的寄生蜂较雄虫多,有白蜡虫花翅跳小蜂和白蜡虫阔柄跳小蜂等 8 种。在白蜡虫寄生蜂所有种类中,白蜡虫花翅跳小蜂对白蜡虫的雌、雄性别和龄期几乎没有选择性,既寄生白蜡虫雌虫也危害白蜡虫雄虫,既寄生于白蜡虫幼虫期也危害于白蜡虫成虫期,雄虫完成生活史后寄生蜂转移到白蜡虫雌虫上寄生。寄生蜂在雄虫上寄生的种类少于雌虫,是因为白蜡虫雄虫生活时间短(3—4 个月),雌虫生活时间长(全年),为白蜡虫寄生蜂提供寄生资源较雄虫多。

2.2 白蜡虫在寄主植物上的定杆分布特征

白蜡虫 1 龄幼虫生活在寄主植物叶片上,成为定叶。雌虫喜光,分布在叶片正面,阳光直射,光照强;雄虫畏光,分布在寄主植物叶片反面,避开直射光,雌、雄幼虫将口器刺入寄主叶片,吸取植物汁液。10—15d 后,1 龄幼虫蜕皮进入 2 龄,转移到寄主植物枝条上生活,成为定杆,此后终身不再移动。

白蜡虫 1 龄幼虫在寄主植物不同部位和方位上的分布(图 1—图 2)表明,白蜡虫 1 龄幼虫定叶时,在方位分布上,差异不显著,到 2 龄定杆后由于不能移动,自我保护机制差,受环境因素影响较大,到成虫阶段,东部存活种群数量最大,北部和西部次之,南部最少。在部位分布上,白蜡虫 1 龄幼虫定叶时,分布在梢部最少(10.34%),中部次之(23.95%),基部最多(65.71%),差异显著($P < 0.05$);白蜡虫 2 龄幼虫定杆时,雌虫喜欢较嫩的枝条,在寄主枝条的梢部定杆分布最多(49.11%),中部次之(29.80%),基部最少(21.09%),差异显著($P < 0.05$)。在寄主枝条的梢部,相对向阳,通风、透光,光照充分,温度较高、湿度较小,有利于白蜡虫雌虫生长发育,定杆分布数量最多,而寄主枝条的中部和基部相对遮阴、背风,光照不足,温度较低、湿度较大,定杆分布数量相对较少,这与白蜡虫雌虫喜光、散居等生活习性完全一致。白蜡虫雄虫则集中定杆分布于枝条的中部(90.71%),基部(7.00%)和梢部(2.29%)定杆较少(图 3),定杆于寄主枝条中部的白蜡虫 2 龄雄幼虫数量与梢部、基部之间的分布存在显著差异($P < 0.05$),梢部与基部之间的分布差异不显著。

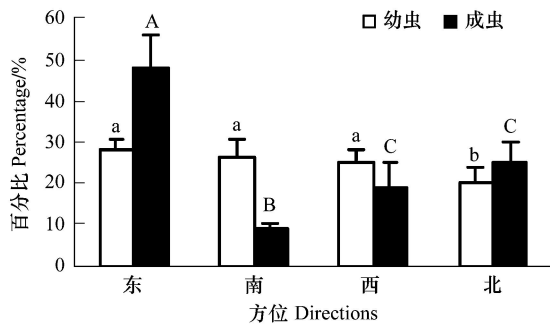


图 1 白蜡虫在寄主植物不同方位上的分布

Fig. 1 Distribution of *E. pila* on host plant in different directions

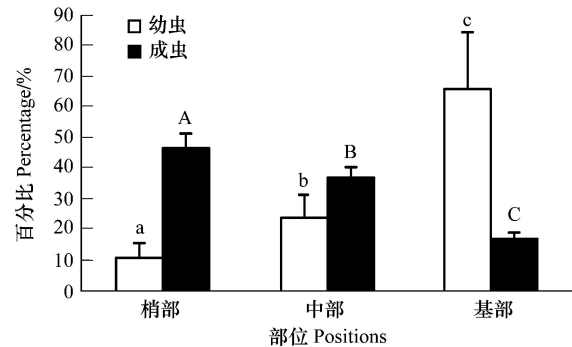


图 2 白蜡虫在寄主植物不同部位上的分布

Fig. 2 Distribution of *E. pila* in different positions on host plant

2.3 白蜡虫优势寄生蜂的生态位宽度

白蜡虫寄生蜂在寄主枝条不同方位及其冠层不同部位的分布(图 4—图 5)表明,白蜡虫寄生蜂在寄主树的南向分布最多(28.99%),其次是东部(27.39%),北部第三(25.53%),西部最少(18.09%),除西部的寄生蜂较少外,其他 3 个方向的寄生蜂差异不明显。白蜡虫寄生蜂在寄主树枝条的 3 个冠层层次的分布,以中部最多(48.14%),基部次之(36.97%),梢部最少(14.89%),85% 以上的寄生蜂分布于寄主枝条的中部和基部冠层之间,梢部、中部和基部冠层的白蜡虫寄生蜂与枝条梢部的寄生蜂分布有显著差异($P < 0.05$)。

白蜡虫与寄生蜂在方位上的分布显示,寄生蜂的分

布与白蜡虫在方向上的分布的相关性不显著,西部的寄生蜂较少可能是由于寄生蜂不喜欢直射光有关,西部太阳西晒,寄生蜂数量相对较少。从寄生蜂的分布部位分析,虽然白蜡虫在寄主植物的梢部上分布较多,但寄生蜂分布较少,在寄主植物枝条的中部和基部上,寄生蜂数量与白蜡虫分布呈正相关,中部白蜡虫分布多,寄

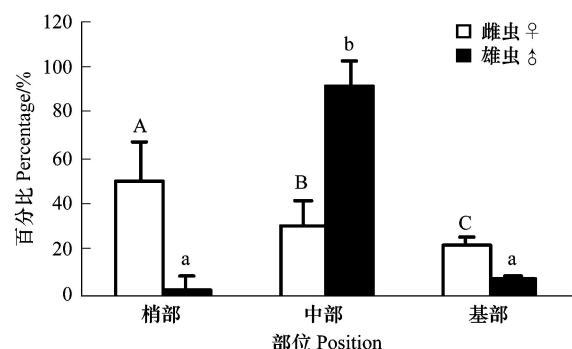


图 3 白蜡虫 2 龄幼虫在寄主枝条上的分布

Fig. 3 The 2nd instar larvae distribution of *E. pila* on the host branch

生蜂数量高。梢部寄生蜂少是因为梢部直射光强,加之风大,寄生蜂体小而轻,不易在梢部活动,所以寄生蜂分布较少;在中部和基部,寄生蜂数量与白蜡虫分布呈正相关,中部白蜡虫分布多,寄生蜂数量高,说明寄生蜂与寄主分布有密切关系。

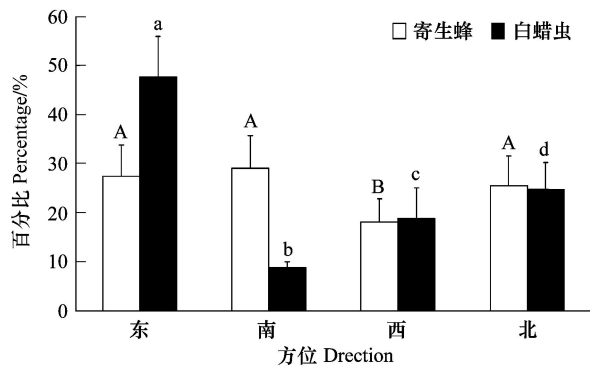


图 4 不同方位上白蜡虫与寄生蜂的分布

Fig. 4 The distribution of parasite wasps and *E. pela* in different directions

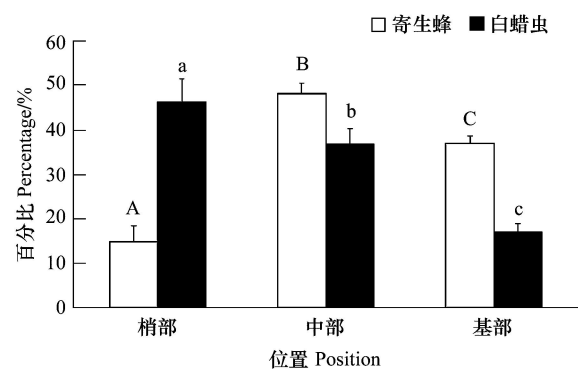


图 5 不同部位上白蜡虫与寄生蜂的分布

Fig. 5 The distribution of parasite wasps and *E. pela* in different host plant positions

白蜡虫及其 3 种优势寄生蜂的时间和空间一维生态位宽度的结果(表 2)表明,在时间和空间序列上,白蜡虫的生态位宽度均最大,说明白蜡虫在时间和空间上占有较大的优势,具有较强利用环境资源的能力。在时间序列上白蜡虫全年都有分布,在空间序列上白蜡虫则发生分布于寄主树树冠的各个层次。由于白蜡虫及其寄生蜂在时间上存在明显的种群动态消长,导致时间生态位宽度比空间生态位宽度小。白蜡虫及其 3 种寄生蜂优势种的空间生态位宽度序列为:白蜡虫 > 白蜡虫花翅跳小蜂 > 白蜡虫阔柄跳小蜂 > 中华花翅跳小蜂,而时间生态位宽度序列为:白蜡虫 > 白蜡虫阔柄跳小蜂 > 白蜡虫花翅跳小蜂 > 中华花翅跳小蜂。由于这 3 种寄生蜂优势种天敌在寄主植物不同部位都能寄生白蜡虫,在时间上则因不同月份各种天敌的密度大小和种群数量明显不同而存在波动,因此它们的空间生态位宽度比时间生态位宽度大。

表 2 白蜡虫及其优势寄生蜂生态位宽度

Table 2 Niche breadth of *E. pela* (Chavannes) and its parasite wasps

生态位 Niche	白蜡虫 <i>E. pela</i> (Chavannes)	白蜡虫花翅跳小蜂 <i>Microterys ericeri</i> Ishii	白蜡虫阔柄跳小蜂 <i>Metaphycus ericeri</i> Xu et Jiang	中华花翅跳小蜂 <i>Microterys sinicus</i> Jiang
时间生态位 Temporal niche	0. 8086	0. 5838	0. 6467	0. 2737
空间生态位 Spatial niche	0. 9828	0. 8597	0. 7307	0. 6145

2.4 白蜡虫及其寄生蜂优势种的生态位重叠和比例相似性分析

白蜡虫及其优势寄生蜂在时间和空间序列上的一维生态位重叠和比例相似性(表 3—表 4)表明,在时间生态位上,3 种优势寄生蜂与白蜡虫的重叠序列与其生态位宽度序列一致,但白蜡虫花翅跳小蜂和白蜡虫阔柄跳小蜂的重叠指数非常接近,中华花翅跳小蜂与白蜡虫的重叠指数较小,说明白蜡虫花翅跳小蜂、白蜡虫阔柄跳小蜂在时间上与白蜡虫跟随现象明显,尤其白蜡虫花翅跳小蜂对白蜡虫有很明显的跟随现象,中华花翅跳小蜂与白蜡虫的跟随现象不明显。3 种优势寄生蜂之间以白蜡虫花翅跳小蜂和白蜡虫阔柄跳小蜂的重叠指数最大,主要是由于这 2 种寄生蜂对白蜡虫的作用虫期基本一致,它们在时间上具有同步性,存在一定的种间资源竞争。在空间生态位上,3 种寄生蜂与白蜡虫的重叠指数都高于时间生态位重叠,重叠序列为:白蜡虫花翅跳小蜂 > 中华花翅跳小蜂 > 白蜡虫阔柄跳小蜂。3 种优势寄生蜂之间空间重叠最大的是白蜡虫花翅跳小蜂与白蜡虫阔柄跳小蜂,中华花翅跳小蜂与白蜡虫花翅跳小蜂重叠指数最小,说明这 3 种寄生蜂在空间分布上既有重叠又有一定差异。

表 3 白蜡虫及其优势寄生蜂的时间生态位重叠和比例相似性

Table 3 Temporal niche overlap and percentage similarity of *E. pela* (Chavannes) and its parasite wasps

种名 Species name	白蜡虫 <i>E. pela</i> (Chavannes)	白蜡虫花翅跳小蜂 <i>Microterys ericeri</i> Ishii	白蜡虫阔柄跳小蜂 <i>Metaphycus ericeri</i>	中华花翅跳小蜂 <i>Microterys sinicus</i> Jiang
白蜡虫 <i>E. pela</i> (Chavannes)	1	0.8340	0.8354	0.6228
白蜡虫花翅跳小蜂 <i>Microterys ericeri</i> Ishii	0.7707	1	0.9776	0.9884
白蜡虫阔柄跳小蜂 <i>Metaphycus ericeri</i>	0.6843	0.7836	1	0.6154
中华花翅跳小蜂 <i>Microterys sinicus</i> Jiang	0.5312	0.6449	0.8930	1

表中主对角线右上侧的数值为各物种的生态位重叠指数,左下侧的数值为各物种的比例相似性指数

表 4 白蜡虫及其优势寄生蜂的空间生态位重叠和比例相似性

Table 4 Spatial niche overlap and percentage similarity of *E. pela* (Chavannes) and its parasite wasps

种名 Species name	白蜡虫 <i>E. pela</i> (Chavannes)	白蜡虫花翅跳小蜂 <i>Microterys ericeri</i> Ishii	白蜡虫阔柄跳小蜂 <i>Metaphycus ericeri</i>	中华花翅跳小蜂 <i>Microterys sinicus</i> Jiang
白蜡虫 <i>E. pela</i> (Chavannes)	1	0.9960	0.8017	0.9132
白蜡虫花翅跳小蜂 <i>Microterys ericeri</i> Ishii	0.8377	1	0.8516	0.9638
白蜡虫阔柄跳小蜂 <i>Metaphycus ericeri</i>	0.6906	0.7103	1	0.6812
中华花翅跳小蜂 <i>Microterys sinicus</i> Jiang	0.7239	0.6947	0.9692	1

表中主对角线右上侧的数值为各物种的生态位重叠指数,左下侧的数值为各物种的比例相似性指数

生态位的相似性比例反映种间利用资源的相似程度。相似性比例越大,表明物种种间在资源序列上分布的相似性越大,在利用资源的相似程度也就越高。在时间一维生态位上,3 种寄生蜂优势种天敌与白蜡虫的相似性比例序列为:白蜡虫花翅跳小蜂>白蜡虫阔柄跳小蜂>中华花翅跳小蜂,以白蜡虫花翅跳小蜂最大,说明白蜡虫花翅跳小蜂与白蜡虫在资源序列上分布的相似性最大,在利用资源的相似程度最高。在时间生态位上,3 种优势寄生蜂的相似性比例,以白蜡虫花翅跳小蜂与白蜡虫阔柄跳小蜂之间最大,说明它们在时间上的同步性较强,表明这 2 种寄生蜂在时间上具有同步性,这与它们都能寄生于白蜡虫同一虫期的习性有关,进一步说明这 2 种寄生蜂对白蜡虫的作用虫期基本一致;在空间生态位上,以白蜡虫花翅跳小蜂与中华花翅跳小蜂之间最大,说明它们在空间上的同域性较强,这 2 种寄生蜂优势种天敌的发生在空间上具有同域性。

2.5 白蜡虫及其寄生蜂优势种的时间-空间二维生态位

白蜡虫及其 3 种优势寄生蜂的时间-空间二维生态位宽度测定结果(表 5)表明,时间-空间二维生态位宽度序列为:白蜡虫>白蜡虫花翅跳小蜂>白蜡虫阔柄跳小蜂>中华花翅跳小蜂,进一步说明白蜡虫在时间和空间分布上占有明显优势。在 3 种优势寄生蜂中,中华花翅跳小蜂的二维生态位宽度最小。白蜡虫与 3 种优势寄生蜂之间的时间-空间二维生态位重叠和比例相似性序列,与一维生态位宽度序列相同。3 种优势寄生蜂的时间-空间二维生态位重叠和比例相似性序列均为:白蜡虫花翅跳小蜂>白蜡虫阔柄跳小蜂>中华花翅跳小蜂,以白蜡虫花翅跳小蜂与白蜡虫阔柄跳小蜂之间最大。

3 结论

白蜡虫寄生蜂的种类和数量变化与白蜡虫的生物学特性密切相关。白蜡虫 1a 发生 1 代,种群数量大,生长周期长,2 龄幼虫在枝条上固定后,终身不再移动,为白蜡虫多种寄生蜂的繁育提供了丰富、稳定的食物资源。寄生蜂分布总体上与白蜡虫分布有明显的相关性,风、直射光强等环境因素对寄生蜂活动有较大的影响。

白蜡虫花翅跳小蜂与白蜡虫阔柄跳小蜂在时间生态位、空间生态位和时间-空间生态位上均有较大的重叠和比例相似性,说明它们具有相似的生态位,在资源利用上存在明显的种间竞争。白蜡虫花翅跳小蜂在时

间、空间和时间-空间一维、二维生态位宽度、生态位重叠及生态位比例相似性均比白蜡虫阔柄跳小蜂和中华花翅跳小蜂大,说明白蜡虫花翅跳小蜂与白蜡虫在时间上的同步性和在空间上的同域性较强。

表 5 白蜡虫及其优势寄生蜂的时间-空间二维生态位宽度、生态位重叠和比例相似性

Table 5 Two-dimensional temporal-spatial niche breadth, overlap and percentage similarity of *E. pela* and its parasite wasps

种名 Species name	白蜡虫 <i>E. pela</i> (Chavannes)	白蜡虫花翅跳小蜂 <i>Microterys ericeri</i> Ishii	白蜡虫阔柄跳小蜂 <i>Metaphycus ericeri</i>	中华花翅跳小蜂 <i>Microterys sinicus</i> Jiang
白蜡虫 <i>E. pela</i> (Chavannes)	0.7947	0.8307	0.6697	0.5687
白蜡虫花翅跳小蜂 <i>Microterys ericeri</i> Ishii	0.6456	0.5019	0.8325	0.9526
白蜡虫阔柄跳小蜂 <i>Metaphycus ericeri</i>	0.4726	0.5566	0.4725	0.4192
中华花翅跳小蜂 <i>Microterys sinicus</i> Jiang	0.3845	0.4480	0.8655	0.1682

表中主对角线上的数值为各物种的生态位宽度,右上侧的数值为各物种的生态位重叠指数,左下侧的数值为各物种的比例相似性指数

白蜡虫寄生蜂在时间、空间和时间-空间二维生态位上的生态位宽度差异,以及不同寄生蜂与白蜡虫具有不同的生态位重叠指数和生态位比例相似性表明,它们对白蜡虫的寄生效能不同。在白蜡虫 3 种优势寄生蜂中,白蜡虫花翅跳小蜂在时间、空间和时间-空间二维生态位上与白蜡虫有较明显的跟随现象,表明这种寄生蜂对白蜡虫的寄生作用较大,在利用时间、空间资源上占有优势。

References:

- [1] Zhang G M, Xie S C. Development of niche concept and its perspectives: A review. Chinese Journal of Ecology, 1997, 16(6): 46-51.
- [2] Ding Y Q. Insect Mathematics Ecology. Beijing: Science Publishing House, 1994: 477-479.
- [3] Pang X F, You M S. Insect Community Ecology. Beijing: China Agricultural Press, 1996: 128-145.
- [4] Xu R M. Insect Population Ecology. Beijing: Beijing Normal University Publishing Company, 1987: 61-82.
- [5] Yang Y Q. The measurement of niche overlap and similarity. Acta Ecologica Sinica, 1983, 4(2): 119-127.
- [6] Huang Y Z. Mathematical methods in niche theory study. Chinese Journal of Applied Ecology, 1994, 5(3): 331-337.
- [7] Zhang A S, Yu Y, Zhang S C, Feng J G, Li Z H. The ecological niche of *Tetranychus viennensis* Zacher, *Erythroneura sudra* Distant and their major natural enemies in peach orchards. Entomological Journal of East China, 2005, 14(1): 44-47.
- [8] Miao Y. Studies on temporal-spatial niches of *Aphis gossypii* Glover and its predatory enemies. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(4): 549-552.
- [9] Wang L D, You M S, Wang J. Niches of *Phyllocnistis citrella* Staiton and its natural enemies. Journal of Fujian Agricultural University, 1999, 28(3): 319-324.
- [10] Lan Y Q, Zhao S X, Ke W Y. Niches of *Liriomyza sativae* Blanchard and its parasitoids enemies. Entomological Journal of East China, 2002, 11(2): 84-87.
- [11] Zhao S X, Wu Z F, Yang Z H. Studies on niches of three plant hoppers on rice. Journal of Fujian Agricultural College, 1991, 20(4): 385-390.
- [12] Zhao S X, Zhuo W X, Luo X N. Studies on resource niches of *Anagrus nilaparvatae*. Entomological Journal of East China, 1993, 2(1): 54-59.
- [13] Williams III L, Roane T M. Nutritional ecology of a parasitic wasp: Food source affects gustatory response, metabolic utilization, and survivorship. Journal of Insect Physiology, 2007, 53: 1262-1275.
- [14] Yang L L, Wu Y R, Zhou W R. Compative study on the niche of *Osmia excavate* Alfken and *O. jacoti* Cockerell in apple orchards. Acta Entomologica Sinica, 1997, 40(3): 265-270.
- [15] Muli B K, Schulthess F, Maranga R O, Kutima H L, Jiang N Q. Interspecific competition between *Xanthopimpla stemmator* Thunberg and *Dentichasmias busseolae* Heinrich (Hymenoptera: Ichneumonidae), pupal parasitoids attacking *Chilo partellus* (Lepidoptera: Crambidae) in East Africa. Biological Control, 2006, 36: 163-170.
- [16] Wu C B. White Wax Scale Insect and the Produce of White Wax. Beijing: Chinese Forestry Publishing House, 1989: 1-78.
- [17] Jiang D Q, Xia J M, Wang X L. Parasite wasps of *Ericerus pela* (Chavannes) in Sichuan. Sichuan Animal, 1986, 3: 14-19.
- [18] Xu Z H, Wan Y F. The catalogue of parasite wasps of *Ericerus pela* (Chavannes) in the west of Hunan province and the description of a new species. Journal of Central South Forestry University, 1991, 11(1): 71-74.
- [19] Wan Y F, Tan C J, Wan M C. Parasitic wasps of white wax insects and their utilization. Forest Research, 1995, 8(Mem.): 56-59.
- [20] Wang W X. Primary studies on integrative management of parasitic wasps of white wax insects. Hunan Forest Research, 1981, 2: 179-185.
- [21] Jiao Y, Zhao P. Studies on the natural enemy communities of white wax insects in the period of secreting white wax. Acta Ecologica Sinica, 1999, 19(5): 732-736.
- [22] Jiao Y, Zhao P. The species and community structure of white wax insect natural enemy in different production area in the oviposition period. Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(7): 1148-1152.

- [23] Zhu W, Wu C B. A study on spatial distribution patterns and population dynamics of *Microterys ericery* Ishii. Journal of Sichuan University: Natural Science Edition, 1995, 3(2): 200-206.
- [24] Zhao J J, Wang Z L, Ye S D, Wang S Y, Chen Y, Chen X M. Investigation on species of natural enemies from natural population of *Ericerus pela* (Chavannes) and their damage in Kunming. Forest Research, 2003, 16(1): 32-38.
- [25] Zhao J J, Wang Z L, Wang S Y, Ye S D, Chen Y, Chen X M. Studies on the population structure and dynamic of parasite wasps on *Ericerus pela* (Chavannes) in Kunming area. Forest Research, 2004, 17(6): 746-750.
- [26] Chen X M, Ye S D, Chen Y, Mao Y F, Wang Z L, Wang S Y. Studies on distribution characteristics of Chinese white wax scale (*Ericerus pela* Chavannes) on host. Forest Research, 1997, 10(4): 415-419.
- [27] Chen X M, Wang Z L, Chen Y, Ye S D, Wang S Y, Feng Y. The impact of environmental factors on the wax excretion by Chinese white wax scale *Ericerus pela* (Chavannes). Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(1): 103-112.
- [28] Chen X M, Wang Z L, Chen Y, Ye S D, Wang S Y, Feng Y. The main climate factors affecting wax excretion of *Ericerus pela* (Chavannes) and an analysis of its ecological adaptability. Acta Entomologica Sinica, 2007, 50(2): 136-143.
- [29] Chen X M, Wang Z L, Chen Y, Zhao J J, Ye S D, Wang S Y. Age-specific life table of Chinese white wax scale *Ericerus pela* (Chavannes) natural population and analysis of death key factors. Scientia Silvae Sinicae, 2008, 44(9): 87-94.
- [30] Wang Z L, Wang S Y, Ye S D, Chen Y, Feng Y, Chen X M. A Study on the Relation between the Nutritional Needs of *Ericerus pela* (Chavannes) and Nutritional Component of Host Plants. Forest Research, 2005, 18(4): 421-424.
- [31] Wang Z L, Chen Y, Chen X M, Wang S Y, Zhao J J. The color preference and active regularity of the parasite wasps of *Ericerus pela* (Chavannes). Zoological Research, 2008, 29(6): 661-666.
- [32] Cody M. L. Competition and Structure of Bird Communities. Princeton: Princeton University Press, 1974: 1-26.
- [33] May R M. Some notes on estimating the competition matrix. Ecology, 1975, 56: 737-741.
- [34] Levins R. Evolution in Changing Environments; Some Theoretical Exporations. Princeton: Princeton University Press, 1968: 120.
- [35] Morris R F. Single-factor analysis in population dynamics. Ecology, 1959, 40(4): 580-588.
- [36] Schoener T W A. Intraspecific variation in home — range size in some Anolis lizardsr. Ecology, 1982, 63(3): 809-823.
- [37] Schoener T W. The Anolis lizards of Bimini; resource partitioning in a complex fauna. Ecology, 1968, 49(4): 704-726.
- [38] Colwell R K, Futuyma D J. On the measurement of niche breadth and overlap. Ecology, 1977, 52(4): 567-576.

参考文献:

- [1] 张光明, 谢寿昌. 生态位概念演变与展望. 生态学报, 1997, 16(6): 46-51.
- [2] 丁岩钦. 昆虫数学生态学. 北京: 科学出版社, 1994: 477-479.
- [3] 庞雄飞, 尤民生. 昆虫群落生态学. 北京: 中国农业出版社, 1996: 128-145.
- [4] 徐汝梅. 昆虫种群生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1987: 61-82.
- [5] 杨义群. 关于生态位重叠与相似的度量. 生态学报, 1983, 4(2): 119-127.
- [6] 黄英姿. 生态位理论研究中的数学方法. 应用生态学报, 1994, 5(3): 331-337.
- [7] 张安盛, 于毅, 张思聪, 冯建国, 李照会. 桃园山楂叶螨、桃一点斑叶蝉及其主要天敌生态位. 华东昆虫学报, 2005, 14(1): 44-47.
- [8] 缪勇. 棉蚜及其捕食性天敌时空生态位研究. 应用生态学报, 2003, 14(4): 549-552.
- [9] 王联德, 尤民生, 王谨. 桔潜蛾及其天敌的生态位. 福建农业大学学报, 1999, 28(3): 319-324.
- [10] 兰亦全, 赵士熙, 柯伟阳. 美洲斑潜蝇及其寄生性天敌的生态位. 华东昆虫学报, 2002, 11(2): 84-87.
- [11] 赵士熙, 吴中孚, 杨章华. 水稻 3 种飞虱生态位的研究. 福建农学院学报, 1991, 20(4): 385-390.
- [12] 赵士熙, 卓文禧, 罗肖南. 稻飞虱卵寄生蜂——缨小蜂资源生态位的研究. 华东昆虫学报, 1993, 2(1): 54-59.
- [14] 杨龙龙, 吴燕如, 周伟儒. 苹果园中凹唇壁蜂和紫壁蜂的生态位比较研究. 昆虫学报, 1997, 40(3): 265-270.
- [16] 吴次彬. 白蜡虫及白蜡生产. 北京: 中国林业出版社, 1989: 1-78.
- [17] 姜德全, 夏俊木, 王雪林. 四川白蜡虫的寄生蜂. 四川动物, 1986, 3: 14-19.
- [18] 徐志宏, 万益锋. 湘西白蜡虫寄生蜂名录及一新种记述. 中南林学院学报, 1991, 11(1): 71-74.
- [19] 万益锋, 谭成机, 万木春. 白蜡虫寄生蜂的种类及其防治. 林业科学研究, 1995, 8(专刊): 56-59.
- [20] 王问学. 白蜡虫寄生蜂综合治理的初步研究. 湖南林业科学研究, 1981, (2): 179-185.
- [21] 焦懿, 赵萍. 白蜡虫泌蜡期天敌群落的研究. 生态学报, 1999, 19(5): 732-736.
- [22] 焦懿, 赵萍. 不同产地白蜡虫产卵期天敌的种类及其群落结构研究. 生态学报, 2001, 21(7): 1148-1152.
- [23] 朱玮, 吴次彬. 白蜡虫花翅跳小蜂空间分布型及种群动态的研究. 四川大学学报, 1995, 3(2): 200-206.
- [24] 赵杰军, 王自力, 叶寿德, 王绍云, 陈勇, 陈晓鸣. 昆明地区白蜡虫自然种群天敌种类及其危害调查. 林业科学研究, 2003, 16(1): 32-38.
- [25] 赵杰军, 王自力, 王绍云. 叶寿德, 陈勇, 陈晓鸣. 昆明地区白蜡虫天敌寄生蜂种群结构与动态研究. 林业科学研究, 2004, 17(6): 746-750.
- [26] 陈晓鸣, 叶寿德, 陈勇, 毛玉芬, 王自力, 王绍云. 白蜡虫在寄主植物上的分布特征研究. 林业科学研究, 1997, 10(4): 415-419.
- [27] 陈晓鸣, 王自力, 陈勇, 叶寿德, 王绍云, 冯颖. 环境因子对白蜡虫泌蜡的影响. 生态学报, 2007, 27(1): 103-112.
- [28] 陈晓鸣, 王自力, 陈勇, 叶寿德, 王绍云, 冯颖. 影响白蜡虫泌蜡主要气候因子及白蜡虫生态适应性分析. 昆虫学报, 2007, 50(2): 136-143.
- [29] 陈晓鸣, 王自力, 陈勇, 赵杰军, 叶寿德, 王绍云. 白蜡虫自然种群特定年龄生命表及主要死亡因素分析. 林业科学, 2008, 44(9): 87-94.
- [30] 王自力, 王绍云, 叶寿德, 陈勇, 冯颖, 陈晓鸣. 白蜡虫营养需求与寄主植物的营养关系. 林业科学研究, 2005, 18(4): 421-424.
- [31] 王自力, 陈勇, 陈晓鸣, 王绍云, 赵杰军. 白蜡虫寄生蜂对颜色的选择性及活动规律. 动物学研究, 2008, 29(6): 661-666.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 4 February, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Short-term effects of temperature enhancement on community structure and biomass of alpine meadow in the Qinghai-Tibet Plateau	LI Na, WANG Genxu, YANG Yan, et al (895)
Effects of submergence on seed germination of nine annual plant species in the Three Gorges Reservoir region and their implication to vegetation restoration	TAO Min, BAO Dachuan, JIANG Mingxi (906)
Temporal-spatial niches of Chinese White Wax Scale insect (<i>Ericerus pela</i>) and its three dominant parasitoid wasps	WANG Zili, CHEN Yong, CHEN Xiaoming, et al (914)
Species diversity of carabid beetles in desert-steppe in Yanchi of Ningxia, China	HE Qi, WANG Xinpu, YANG Guijun (923)
Identification of trophic relationships between marine algae and the copepod <i>Calanus sinicus</i> in a fatty acid approach	LIU Mengtan, LI Chaolun, SUN Song (933)
Community structure of macrozoobenthos in Caizi Lake, China	XU Xiaoyu, ZHOU Lizhi, ZHU Wenzhong, et al (943)
The community distribution pattern of intertidal macrozoobenthos and the responses to human activities in Yueqing Bay	PENG Xin, XIE Qilang, CHEN Shaobo, et al (954)
The effects of jellyfish (<i>Rhopilema esculentum</i> Kishinouye) farming on the sediment nutrients and macrobenthic community	FENG Jianxiang, DONG Shuanglin, GAO Qinfeng, et al (964)
Diurnal activity rhythm and time budgets of the Dwarf Blue Sheep (<i>Pseudois schaeferi</i>) in Zhubalong Nature Reserve	LIU Guoku, ZHOU Caiquan, YANG Zhisong, et al (972)
Comparison of leaf, height and seed functional traits of species in dry-hot valleys	ZHENG Zhixing, SUN Zhenhua, ZHANG Zhiming, et al (982)
Dynamics of soil seed banks in the reversion process of desertification in the middle reaches of the Shiyang River	MA Quanlin, ZHANG Dekui, LIU Youjun, et al (989)
Modelling the spatial distribution of forest carbon stocks with artificial neural network based on TM images and forest inventory data	WANG Shaohua, ZHANG Maozhen, ZHAO Pingan, et al (998)
The GIS-based visual landscape evaluation in mountain area: a case study of Mount Nan-kun National Forest Park, Guangdong Province	QIU Yishu, GAO Jun, ZHAN Qilin (1009)
A functional classification method for examining landscape pattern of urban wetland park: a case study on Xixi Wetland Park, China	LI Yufeng, LIU Hongyu, ZHENG Nan, et al (1021)
Effects of AM fungi on the growth and drought resistance of <i>Seriphidium minchinense</i> under water stress	HE Xueli, GAO Lu, ZHAO Lili (1029)
Modeled impact of irrigation on regional climate in India	MAO Huiqin, YAN Xiaodong, XIONG Zhe, et al (1038)
The responses of photosynthetic energy use in wheat flag leaves to nitrogen application rates and light density under elevated atmospheric CO ₂ concentration	ZHANG Xucheng, YU Xianfeng, MA Yifan, et al (1046)
Enhanced drought and photooxidation tolerance of transgenic tobacco plants overexpressing pea catalase in chloroplasts	WANG Fengde, YI Yanjun, WANG Haiqing, et al (1058)
Evaluation of wheat freezing resistance based on the responses of the physiological indices to low temperature stress	WANG Shugang, WANG Zhenlin, WANG Ping, et al (1064)
Predicting winter wheat growth based on integrating remote sensing and crop growth modeling techniques	HUANG Yan, ZHU Yan, WANG Hang, et al (1073)
Effects of spraying ABA on bleeding intensity in neck-panicle node, spike traits and grain yields of two different panicle-type winter wheat	CUI Zhiqing, YIN Yanping, TIAN Qizhuo, et al (1085)
Nitrogen and phosphorus cycling from rice-duck mutual ecosystem during late rice growth season	ZHANG Fan, SUI Peng, CHEN Yuanquan, et al (1093)
Initial exploration of the ecological costs of food production in the hilly red soil region of Southern China	LI Xiao, XIE Yongsheng, ZHANG Yinglong, et al (1101)
Optimization strategy and management decision-making in balancing forage and livestock in Gannan pastoral area	LIANG Tiangang, FENG Qisheng, XIA Wentao, et al (1111)
Species-area relationship in travertine area in Huanglong valley, Sichuan	HUANG Baoqiang, LUO Yibo, AN Dejun, et al (1124)
Influencing factors of fine root lifespans in two Chinese fir plantations in subtropical China	LING Hua, YUAN Yiding, YANG Zhijie, et al (1130)
Age structure effects on stand biomass and carbon storage distribution of <i>Larix olgensis</i> plantation	JU Wenzhen, WANG Xinjie, WANG Xinjie (1139)
Effects on controlling banana Fusarium wilt by bio-fertilizer, chitosan, hymexazol and their combinations	ZHANG Zhihong, PENG Guixiang, LI Huaxing, et al (1149)
Seasonal dynamics of culturable bacterium numbers in freshwater bodies of different water quality in Beijing	GAO Cheng, HUANG Manrong, TAO Shuang, et al (1157)
Review and Monograph	
On the coordinated regulation of forest transpiration by hydraulic conductance and canopy stomatal conductance	ZHAO Ping (1164)
Impacts of plant parasitism on structure and function of ecosystems	LI Junmin, DONG Ming (1174)
Invasion mechanisms of <i>Solidago canadensis</i> L.: a review	YANG Ruyi, ZAN Shuting, TANG Jianjun, et al (1185)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任: 孔红梅

执行编辑: 刘天星 段 靖

生态学报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 4 期 (2011 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 4 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许可证	京海工商广字第 8013 号		

