

松褐天牛的捕食性天敌莱氏猛叩甲的生态位^{*}

宋冀莹¹ 骆有庆^{1**} 严晓素² 蒋平² 陈翼龙³

(1. 北京林业大学资源环境学院 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室 北京 100083;
2. 浙江省森林病虫害防治检疫站 杭州 310020; 3. 唐山职业技术学院 唐山 063004)

The niche of *Tetrigus lewisi*, a predaceous natural enemy of *Monochamus alternatus*. SONG Ji-Ying¹, LUO You-Qing^{1**}, YAN Xiao-Su², JIANG Ping², CHEN Yi-Long³ (1. *The Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China*; 2. *Forest Pest Management and Quarantine Station of Zhejiang Province, Hangzhou 310020, China*; 3. *College of Tangshan Vocation and Technical, Tangshan 063004, China*)

Abstract Field investigation and laboratory study show that *Tetrigus lewisi* Candèze is one of predaceous natural enemies of *Monochamus alternatus* Hope. It can eat at most 17 individuals of *M. alternatus* in 4 months under laboratory conditions. The click beetle can also eat larvae of *Shirahoshiho insisiosus* (Voss) and *Asemum amuren Kraatz*. These elaters population density in weak *Pinus massoniana* was 3 ~ 4 larvae per tree. And they live concentratedly in 0 ~ 3 m height stems of hosts. According to the study of niche, the population niche width of *Tetrigus lewisi* was equivalent to the niche width of *M. alternatus*. Furthermore, the niche overlap and proportional similarity of niche between the two species were both big.

Key words *Tetrigus lewisi*, *Monochamus alternatus* predaceous natural enemy, niche

摘 要 经野外调查结合室内实验发现莱氏猛叩甲 *Tetrigus lewisi* Candèze 为松褐天牛 *Monochamus alternatus* Hope 的捕食性天敌。且莱氏猛叩甲还可取食马尾松角胫象 *Shirahoshiho insisiosus* (Voss) 和松幽天牛 *Asemum amuren Kraatz*。室内试验表明, 1 头莱氏猛叩甲在 4 个月左右的时间内最多可取食 17 头松褐天牛。林间, 该叩甲在马尾松衰弱木上的种群密度为平均 3 ~ 4 头/株, 以树干 3 m 以下分布较多。通过对其空间生态位的研究发现该虫与松褐天牛的空间生态位宽度相当, 且这 2 种昆虫的生态位重叠值和生态位的比例相似性较大。

关键词 莱氏猛叩甲, 松褐天牛, 捕食性天敌, 生态位

松材线虫病是松林的毁灭性病害。其病原松材线虫 *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhrer) Nickle 主要是借助松褐天牛 *Monochamus alternatus* Hope 进行传播, 对松褐天牛的控制即是遏制松材线虫病传播蔓延的有效方式^[1, 2]。

目前, 在生物控制方面, 国内外对松褐天牛的寄生性天敌昆虫以及病原微生物的研究和应用较多^[3~5]。对于捕食性天敌, 日本学者 Kobayashi 报道有 2 种甲虫——日本大谷盗 *Tennochila japonica* 和拟蚁态郭公虫 *Thanasimus lewisi* 捕食松褐天牛的幼虫和成虫, 是日本最常见、广泛分布和起抑制作用的天敌。另外海岸肥螋 *Anisnlabis marilima*、白须蠋螋 *Carcinophora marginalis*、姥丁叩甲 *Alaus berus*、花绒坚甲 *Dastarcus longulus*、还有蛇蛉 *Inocellia japonica*、蚂

蚁、蜘蛛等对松褐天牛成幼虫也有一定的控制作用。我国学者的调查研究中发现朽木坚甲 *Allacula fuliginosa*、赤背齿爪步甲 *Dolichus hallowsis*、小步甲 *Carabidae* sp.、长阎魔虫 *Cylister lineicolle*、叩头虫 *Elateridae* sp. 等在病死木树皮皮下捕食松褐天牛幼虫。在林间还有大量的啄木鸟类可以捕食松褐天牛的幼虫, 其他鸟类也可捕食松褐天牛成虫^[6, 7]。

作者对松褐天牛的另一捕食性天敌莱氏猛叩甲 *Tetrigus lewisi* Candèze 进行了初步的林间调查和生物学研究。据报道, 该虫在日本有

^{*} 973 项目资助(2002CB111404)。
^{**} E-mail: yqluo@bjfu.edu.cn
收稿日期: 2006-09-21, 修回日期: 2006-11-02,
接受日期: 2007-01-04

分布,并且其同属的 *Tetrigus kusui* 有捕食性^[8,9]。该虫在我国作为天敌昆虫尚属首次报道。对研究松褐天牛的生物防治和林间昆虫间的相互关系有一定的指导意义。并且,从昆虫的角度反映了松材线虫入侵以后,松林生态系统所表现出的一定的抵御作用。

1 材料与方法

1.1 野外调查方法

在浙江省舟山市普陀区朱家尖林业局老甸房林场林班 31 小班,马尾松 *Pinus massoniana* 纯林内选取 30 m×30 m 作为标准地。该标准地的灌木层优势种有:白栎(*Quercus fabric*)、木(*Loropetalum chinense*)、马尾松幼树等;草本层种类较少,主要是白茅(*Imperata cylindrical* var. *major*);伴生藤本为菝葜(*Smilax china*)^[10]。

舟山属北亚热带南缘季风气候。年平均气温 15.6~16.6℃,年平均降水量 936~1 330 mm,年平均日照 1 940~2 257 h。

标准地位于东经 122°23′59.93″、北纬 29°55′54.16″,海拔 62.27 m,坡向西南,坡度 25°,坡位上坡。该区域为马尾松中龄林,自 1997 年开始发生松材线虫病至今,间或进行间伐处理,但没有进行人为化学防治。

于 2005 年 11 月在研究区域内,随机抽取感染松材线虫病的马尾松衰弱木 30 株进行解析调查,观察并记录莱氏猛叩甲、松褐天牛以及其他钻蛀性害虫的种类、数量及分布位置。

用贝尔曼漏斗法对所解析的衰弱木抽样 15 个,进行线虫的分离,发现木材中含有松材线虫,说明该林地被松材线虫入侵,马尾松感染了松材线虫病。

1.2 室内饲养方法

将 2005 年 11 月采集的叩甲幼虫带回室内,放在 1 个 15 cm×11 cm×6 cm 的塑料盒中,盒中放 1 块马尾松木块,木块被切割成 10 cm×3.7 cm×2.5 cm 的长方体状,在表面上有一道深 0.7 cm,宽 1 cm 的凹槽,凹槽两端用小木块堵住。这是模拟叩甲在松树蛀道的栖息环境。将 1 条叩甲放入凹槽中,并同时松褐天牛幼

虫 1 条放入凹槽进行饲喂,待叩甲将天牛取食干净或者部分取食后天牛的尸体开始腐烂时,换入 1 条新的天牛。在凹槽上盖一块玻璃片,可以清晰地看到凹槽中叩甲的活动情况;将木块放在 HPS-280 生化培养箱(哈尔滨市东联电子技术开发有限公司)中,温度为 22±3℃,湿度 49.71%,黑暗条件下饲养。记录叩甲取食量:取食干净 1 头天牛记录为取食 1 头,部分取食记录为 0.5 头。

1.3 数据分析方法

生态位宽度和生态位重叠采用 Levins 提出的公式进行计算分析:

$$B = 1 / \sum_{i=1}^s p_i^2 (S),$$

B 生态位宽度; P_i 生物体在资源状态 i 的概率; S 为资源集中的总单元数。

$$a_{ij} = \sum_{h=1}^n p_{ih} p_{jh} (B_i),$$

a_{ij} 为物种 i 对物种 j 的生态位重叠值; p_{ij} 、 p_{jh} 分别为第 i 和第 j 物种在资源序列第 h 个单元中的比例; B_i 为物种 i 的生态位宽度。

生态位的比例相似性采用 Schoener (1968) 提出的公式进行计算分析

$$C_{ij} = 1 - \frac{1}{2} \sum_{h=1}^s |p_{ih} - p_{jh}|,$$

C_{ij} 为物种 i 与物种 j 的比例相似性,并且 $C_{ij} = C_{ji}$; p_{ij} 、 p_{jh} 分别为第 i 和第 j 物种在资源序列第 h 个单元中的比例。

2 结果与分析

2.1 天敌的确定

2.1.1 野外调查:在对马尾松衰弱木解析的过程中,发现有 1 种鞘翅目昆虫的幼虫在皮层和木质部松褐天牛的蛀道中栖息。并发现该虫能致死并取食松褐天牛幼虫以及马尾松角胫象 *Shirahoshizo insisiosus* 和松幽天牛 *Asemum amuren* 的幼虫。

幼虫描述:老龄幼虫体长约为 40 mm,宽约 5 mm。体黄色。头扁平,深褐色,腹面靠近前胸腹板处有 2 块三角形褐色小斑。前胸背板基

半部和端半部黄白色,中部具2块褐色斑块,成带状,中央具5条深褐色“人”字形纹,并由基部向端部逐渐变浅。前胸腹板具3褐色斑块,中间1块较大,呈倒火炬形,两侧各1块成条状。腹部末节背板具瘤状突起,上具褐色刚毛。腹部1~8节背板和腹板两侧各具一小凹陷(封底彩版III)。

成虫参见江世宏、王书永著《中国经济叩甲图志》^[1]。

2.1.2 室内饲养:通过统计所采集的35头叩甲在2005年12月26日至3月8日叩甲全部化

蛹为止,共72d,叩甲对天牛的取食量,结果如图2。35头叩甲均取食了不同数量的天牛才完成其正常的生长发育。其中,13,16,19,21号只取食了半头天牛,而5,11,12,34,35号取食量较大,均超过了10头。其它叩甲对松褐天牛也有不同程度的取食。35头叩甲的平均取食量为 5.01 ± 4.58 头。

结合野外调查和室内试验,我们认为该叩甲为松褐天牛的捕食性天敌,并且为可取食多种昆虫的肉食性昆虫。饲养至成虫,经鉴定确定此虫为莱氏猛叩甲^[11,12]。

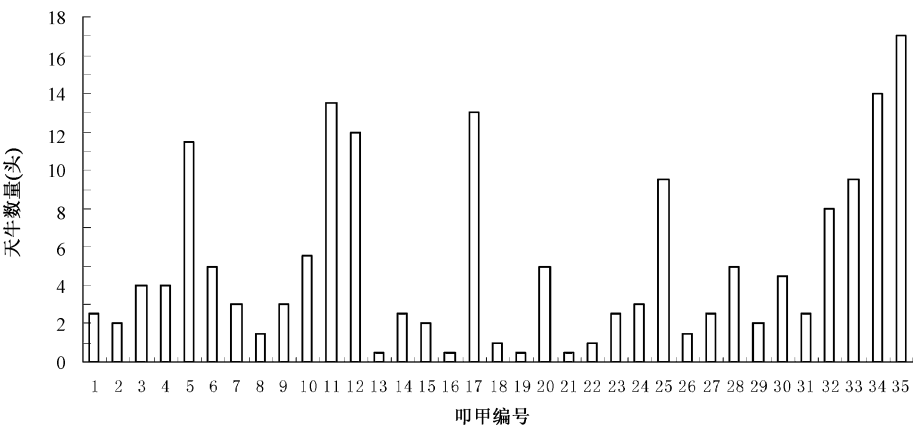


图2 莱氏猛叩甲对松褐天牛的取食量

2.2 莱氏猛叩甲的种群密度

所抽取的衰弱木平均数高4.53m,胸径6.69cm,冠幅1.63m×1.45m。

所抽取的30株样本,全部都有松褐天牛在树干内钻蛀危害。其中20株有莱氏猛叩甲在松褐天牛的蛀道中生活,共发现65头莱氏猛叩甲。30株样本中,莱氏猛叩甲的有虫株率为66.67%。

在20株有叩甲的马尾松衰弱木上,莱氏猛叩甲的株虫口密度最低为1头/株,最高为7头/株,平均 6.19 ± 2.07 头/株。

2.3 莱氏猛叩甲与钻蛀性害虫的垂直分布

在20株有叩甲的马尾松上,莱氏猛叩甲的幼虫在木段上的分布为 (0.65 ± 0.42) 头/株·m。且集中分布在衰弱木树干3m以下。树干4~5m有零星分布。

松褐天牛的幼虫在衰弱木上呈正态分布。集中分布在树干1~4m的地方,密度最高点在树高2~3m处,每株每米可达9头左右。

马尾松角胫象分布在树干3m以下,4~5m没有分布,且1m以下分布较多。

由于树干3m以下相对比较潮湿,而4~5m处相当干燥。所以在3m以下,尤其是1m以下的位置,在皮层生活有一定量的马尾松角胫象。莱氏猛叩甲的幼龄幼虫生活在3m以下的皮层中,而中、老龄幼虫生活在木质部中。松褐天牛在11月份以老龄幼虫的形态在木质部中越冬。3m以下,莱氏猛叩甲的数量较稳定,而天牛的数量急剧上升,马尾松角胫象的数量又呈下降趋势,说明在皮层中莱氏猛叩甲主要以马尾松角胫象为食,木质部中的叩甲以松褐天牛为食。叩甲同时制约天牛和象甲的种群数

量。而3 m 以上, 松褐天牛的数量也急剧下降, 莱氏猛叩甲的数量减少, 体现了叩甲对天牛的跟随作用。

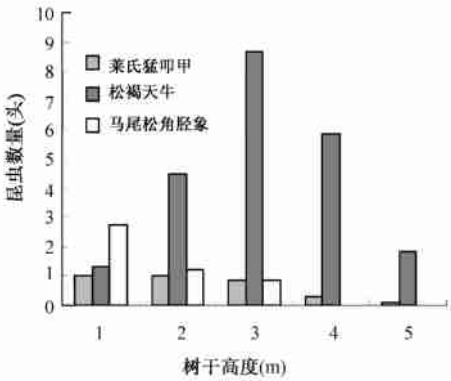


图3 莱氏猛叩、松褐天牛、马尾松角胫象垂直分布

2.4 莱氏猛叩甲和松褐天牛幼虫的空间生态位

以马尾松的树干和树冠作为昆虫栖息资源, 以松树的垂直高度作为资源序列进行划分, 对莱氏猛叩甲和松褐天牛进行生态位分析, 结果表明(表 1): 叩甲和天牛的生态位宽度相当, 都超过分别为 0.748 5 和 0.732 6, 说明这 2 种昆虫在马尾松衰弱木上的垂直分布比较均匀。生态位重叠值表达了物种之间生态特性的相似程度, 反映了生态位的分离和重叠的情况。莱氏猛叩甲和松褐天牛的生态位重叠值可超过 0.15, 说明它们对空间资源的共享程度较高此 2 种昆虫的生态位比例相似性为 0.648 1, 进一步说明它们的空间生态位接近。也说明了莱氏猛叩甲对松褐天牛的跟随作用。

表 1 莱氏猛叩甲和松褐天牛的生态位

昆虫种类	生态位 宽度	生态位重叠值		比例相似性	
		莱氏 猛叩甲	松褐 天牛	莱氏 猛叩甲	松褐 天牛
莱氏猛叩甲	0.748 5	1	0.157 1	1	0.648 1
松褐天牛	0.732 6	0.153 7	1	0.648 1	1

3 结论与讨论

(1)经调查研究发现, 在浙江省舟山市的马尾松林中有一种鞘翅目昆虫莱氏猛叩甲可取食

松褐天牛幼虫, 并对松褐天牛的种群密度有一定的控制力, 是松褐天牛的捕食性天敌。

(2)在马尾松衰弱木中的树干中, 除松褐天牛、马尾松角象以外, 还有少量的松幽天牛、松瘤象 *Asemum amuren*、横坑切梢小蠹 *Tomicus minor* 等钻蛀性昆虫为害, 但是由于其数量稀少, 且小蠹类昆虫的幼虫采样、保存活体十分困难。所以, 在做该天敌的寄主谱试验中, 只采集并使用了松幽天牛和马尾松角胫象的幼虫作为该叩甲的食物进行饲喂, 结果表明, 该叩甲可以取食松幽天牛和马尾松角胫象的幼虫。但是莱氏猛叩甲有可能还可取食其它昆虫, 其更广泛的寄主谱尚待更进一步的研究^[1]。

(3)在马尾松衰弱木的树干中, 还存在郭公甲、蚂蚁等昆虫, 它们可能对抑制钻蛀性害虫的种群密度有一定的作用。但是由于它们的数量较少, 都生活于皮层中, 而松褐天牛在木质部中越冬, 所以在研究天敌昆虫对松褐天牛的林间控制力度时, 将郭公甲、蚂蚁等的作用忽略。

(4)莱氏猛叩甲的生物、生态学特性, 以及该天敌的捕食效率、功能反映和利用等问题尚需更进一步的研究。

致谢: 感谢中国科学院动物研究所王书永先生在对莱氏猛叩甲的鉴定工作中提供指导; 黄秋燕同学在野外调查以及室内饲养叩甲中提供的帮助。

参 考 文 献

1 杨宝君, 潘宏阳, 汤坚, 王玉燕, 汪来发编著, 松材线虫. 北京: 中国林业出版社, 2003. 47~62
2 Kohayashi F., Yamane A, Ikeda T. *Ann. Rev. Entomol.*, 1984, **29**: 115~135
3 张连芹, 宋世涵, 黄焕华, 范军祥, 崔锡明. 林业科学研究, 1991, (3): 285~290.
4 陈沐荣, 宋世涵, 张连芹. 中国生物防治, 1996, **12**(2): 52~54. 14
5 王四宝, 樊美珍, 李增智, 黄勇平. 昆虫知识, 2003, **40**(4): 303~307.
6 野渊辉. 森林防疫, 1980, (2): 4~9
7 徐福元. 世界林业研究, 1998, 3: 41~45.
8 间野隆裕, 蟹江升. 矢作川研究, 2004 (8): 123~147
9 原田, 大平仁夫. 森林综合研究所研究报. 2005, **4**(1): 53~64
10 石娟, 骆有庆, 曾凡勇, 陈卫平, 严晓素, 等. 北京林业大学学报, 2005, **11**(6): 76~82
11 宋冀营, 骆有庆, 石娟, 严晓素, 陈卫平, 等. 北京林业大学学报, 2005, **11**(6): 108~111
12 江世宏, 王书永著. 中国经济叩甲图志. 北京: 中国农业出版社, 1999. 60~61