浙江省余姚地区松褐天牛的生活世代*

柳建定[1] 李百万[1] 王菊英[1] 赵宝安[1] 舒金平[2]**

(1. 浙江省余姚市森林病虫防治检疫站 余姚 315400; 2. 中国林科院亚热带林业研究所 富阳 311400)

摘 要 松褐天牛 *Monochamus alternatus* Hope 是松材线虫(*Bursaphelenchus xylophilus*)病的主要传播媒介,明确松褐天牛的发生世代及成虫羽化规律对于松材线虫病的防控有着重要意义。本研究利用"塑料薄膜包裹松树树干、定期解除包裹供天牛产卵"的方法,系统研究了余姚地区松褐天牛的产卵规律及成虫的羽化规律。研究结果表明,成虫产卵期为5月上旬至8月下旬,高峰期出现在6月下旬至8月中旬。松褐天牛在浙江余姚多数为1年1代,部分为2年1代,95%以上的成虫集中在产卵后的第2年羽化,少数在第3年羽化。成虫自5月上旬开始羽化,高峰期出现在5月中旬到6月中旬,7月中旬羽化基本结束。

关键词 松褐天牛,产卵,羽化规律,世代,浙江

Life history of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) in Yuyao city, Zhejiang Province

LIU Jian-Ding[1] LI Bai-Wan[1] WANG Ju-Ying[1] ZHAO Bao-An[1] SHU Jin-Ping[2]**

(1. Yuyao Forest Pest Management and Quarantine Station of Zhejiang Province, Yuyao 315400, China;
2. Research Institute of Subtropical Forest, CAF, Fuyang 311400, China)

Abstract *Monochamus alternatus* Hope is one of the most important insect vectors of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. Understanding of the life history and biological characteristics of *M. alternatus* is therefore vital for the effective management of the pinewood nematode. Eggs of *M. alternatus* were collected every ten days from May to September. Stems with eggs in them were removed from the tree and placed in rearing cages after counting the number of oviposition holes in them. The emergence time of adults was then systemically monitored. The results show that *M. alternatus* adults oviposited from early May to late August, with a peak from late June to mid-August. In Yuyao city, more than 90% of *M. alternatus* could complete one generation in one year, but some needed 2 years to finish a complete life cycle. More than 95% of *M. alternatus* adults emerged in the year after oviposition by the previous generation but only a few emerged in the following year. *M. alternatus* adults emerged from early May to mid-July with a peak from mid-May to mid-June.

Key words *Monochamus alternatus*, oviposition, emergence, generation, Zhejiang

松褐天牛 *Monochamus alternatus* Hope 属鞘翅目(Goleoptera)、天牛科(Cerambycidae)、墨天牛属(*Monochamus*),是松树的主要害虫之一,也是灾难性病害松材线虫(*Bursaphelenchus xylophilus*)的主要传媒昆虫,能引发松树的松材线虫病,使松树大面积萎蔫枯死,造成了严重经济损失和生态灾难,如何控制松材线虫的扩散及危害是当前亟待解决的问题(Dwinell, 1998; 杨宝君等,2003;张星耀和骆有庆,2003)。松褐天牛成虫是传播松材线虫病的唯一虫态,明确松褐天牛的生活世代及成虫羽化规律对于控制该虫来抑制松材线虫病的蔓延至关重要(张星耀和骆有庆,2003)。松褐天牛在我国中部、东部及西南部的温带和亚热带地区1年发生1代,而在华南的南亚热带地区1年发生2~3代,以2代为主(宋世涵等,1991;安榆林,1992;柴希民和蒋平,2003;张心团等,2004;黄金

* 资助项目:余姚市科学技术局2006年度的农业星火项目(2006N12)。

**通讯作者,E-mail:shu_jinping@yahoo.com.cn

收稿日期:2011-06-08,接受日期:2011-08-11

水等,2005;黄海勇等,2007;徐正会等,2010;杨洪等,2010;杨忠武等,2010),但松褐天牛的发育进程主要受地理、气候等因素的影响,不同地区松褐天牛生活史需对卵发育及世代的形成情况进行系统的研究才能获得准确的数据。

余姚市位于浙江省东部,宁绍平原的中心,北临杭州湾、南屏四明山,是浙江省主要的松材线虫病疫区。自 1998 年发现松材线虫病以来,余姚市已损失木材超过 2×10^4 m^3,直接经济损失 1 800 余万元,但余姚地区松褐天牛的生活史尚未见准确的报道。本文通过同年不同期松褐天牛卵的发育规律系统研究了余姚地区松褐天牛成虫产卵、羽化规律及发生世代,现将研究结果报道如下。

1　材料与方法

1.1　试验地的概况

试验地块选择在余姚市丈亭镇渔溪村的马尾松林地(E:121°18′,N:30°03′),面积约 4.87 hm^2,坡度西偏南,坡度 20°,马尾松纯林,树龄 20 年左右,目前已有杨梅套种。林下植被以小竹、蕨类、壳斗科植物为主,土壤为黄壤,海拔高度约 59 m。试验地所在区域年平均气温 16.1℃,无霜期 270 d,年平均日照 1 743.4 h,降水量 1 530 ~ 1 570 mm。

1.2　松褐天牛产卵规律研究

于 4 月上旬松褐天牛产卵之前,在样地内挑选胸径 10 ~ 13 cm 的健康松树 140 株,用塑料薄膜包裹树干(包裹长度 1.3 ~ 1.5 m),并用刀砍伤松树基部,使树势变弱。4 月 30 日将其中 10 株松树的塑料膜解除以供松褐天牛产卵,10 d 后将这供产卵的 10 株松树伐除,每株截取被塑料薄膜包裹的中间部分的树干 1.0 m,在仔细清点每段松材上松墨天牛产卵孔后,将木段置于不锈钢养虫笼中(1.5 m × 1.0 m × 1.0 m,网纱 80 目(李百万等,2009))饲养;与此同时,解除另外 10 株松树上的塑料膜供成虫产卵,10 d 后将此 10 株松树伐除,每株在被塑料膜包裹部分仍截取 1.0 m 长的木段,统计产卵孔后置于另一养虫笼中饲养。以后每 10 d 重复上述操作 1 次,直到 9 月底为止。最后综合分析松褐天牛在不同时期的产卵规律。本试验在 2006 年和 2007 年各进行了 1 次。

1.3　成虫羽化规律观察

对于饲养在养虫笼中的松褐天牛,于第 2 年 5 月起,上午 8:00 观察各养虫笼内成虫的羽化情况,每隔 1 d 观察 1 次,同时取出羽化的成虫并统计数量,直至当年成虫羽化结束;第 3 年 5 月起再次观察各养虫笼中松褐天牛的羽化情况,直至无成虫羽化为止。

1.4　数据处理

采用 Statistica 6.0 统计软件对试验所得数据进行统计分析,并利用同 Excel 2003 绘图。采用单因素方差分析(One-Way ANOVA,LSD 法)对不同时间段,松褐天牛产卵孔数量进行差异性比较分析。

2　结果与分析

2.1　松褐天牛产卵规律

研究表明,在浙江余姚地区松褐天牛成虫产卵期为 5 月上旬至 8 月下旬。5 月上旬,松褐天牛产卵量低,所截取的 10 根木段上平均产卵孔数仅为 0.2 个;产卵高峰期始于 6 月中旬,集中在 6 月下旬至 8 月中旬,7 月下旬最多,产卵孔数可达 15.8 个/木段,随后开始减少,直至 9 月中旬结束(图 1)。

2.2　松褐天牛成虫羽化规律

研究结果表明,2006 年所收集的松褐天牛卵在 2007 年共羽化成虫 201 头,2008 年羽化 7 头;2007 年收集的卵,2008 年羽化成虫 616 头,2009 年 11 头。2 次试验所收集的卵在第 2 年成虫羽化的时间曲线基本一致,5 月上旬成虫开始羽化,羽化高峰期出现在 5 月中旬到 6 月中旬,7 月中旬羽化基本结束(图 2)。最早羽化成虫与最迟羽化成虫,相隔近 120 d。在第 3 年,2 次试验收集到松褐天牛数量均较少,且羽化时间也无明显规律,5—8 月份均有少量成虫羽化。

2.3　产卵时间与羽化时间的关系

为明确成虫产卵时间与下一代成虫羽化时间的关系,分别选择 2006 年 6 月 11—20 日和 7 月 21—31 日、2007 年 6 月 11—20 日和 8 月 1—10 日被松褐天牛产卵的 4 组松木段,分别在第 2 年观察成虫的羽化情况,各组松木段成虫羽化结果见图 3,4。

结果表明,在同一组木段中,产卵时间虽然先后相差不过 10 d,但第 2 年成虫羽化时间分化明

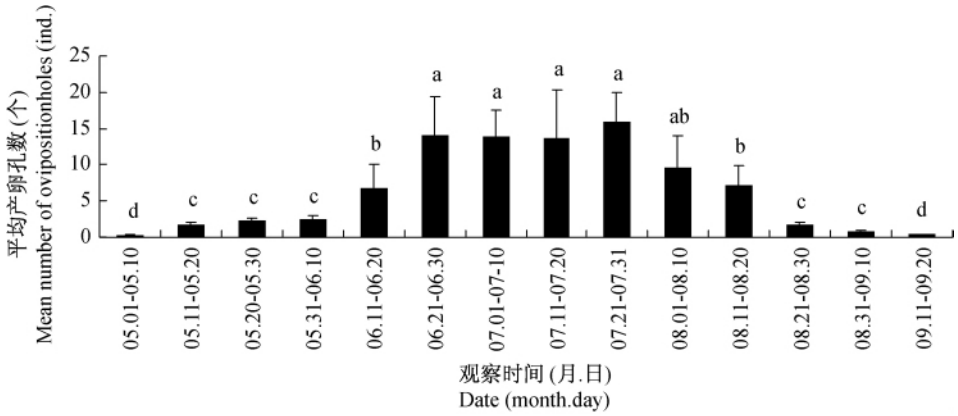

图 1　不同时期木段上平均产卵孔数量

Fig. 1　Mean number of oviposition holes of *Monochamus alternatus* adults in different periods

柱上不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

Histograms with different small letters indicate significantly different at 0.05 level.

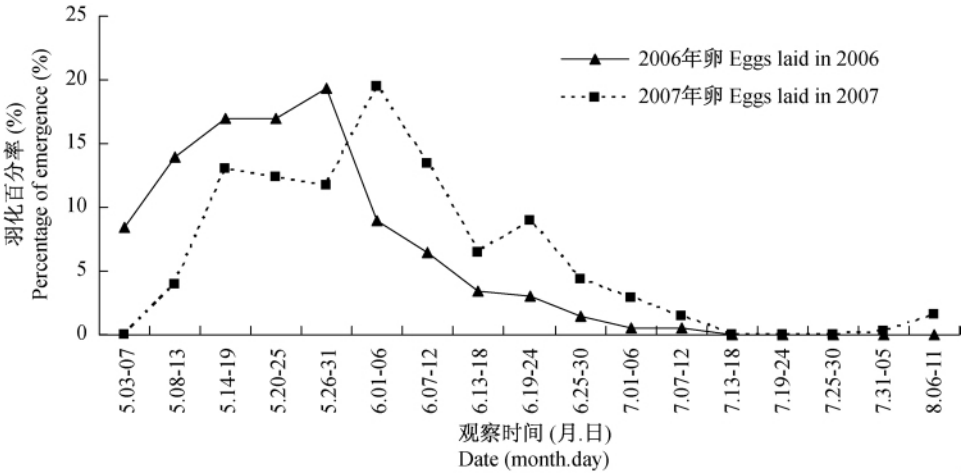

图 2　松褐天牛成虫在第 2 年的羽化规律

Fig. 2　Emergence of *Monochamus alternatus* adults in the next year

显。如 2006 年 8 月上旬所产的卵，翌年共羽化成虫 29 头，最早在 5 月 7 日羽化，最迟的在 7 月 12 日羽化，相差达 66 d;2007 年 8 月 1—11 日产下的卵，翌年羽化成虫 106 头，最早羽化日是 5 月 14 日，最迟羽化日是 8 月 10 日，二者相差 88 d。另外，同一时间羽化的成虫，其发育历期也差异明显。如 2006 年 6 月中旬产的卵与 8 月上旬产的卵，产卵时间相差 40 余天，而翌年成虫最早羽化时间均为 2007 年 5 月 7 日。

2.4　松褐天牛在余姚地区的发生世代

通过对松褐天牛持续 3 年的笼养观察，结果表明，2006 年所收集的松褐天牛卵最终共羽化成虫 208 头，其中 2007 年 201 头，占天牛成虫总数的 95.3%；2008 年羽化 7 头，占天牛成虫总数的 4.7%（表 1）；如果以被产卵的木段为单位计算，2008 年羽化成虫数占天牛总数的 10.24%（7.1%～25%）。可见，松褐天牛在浙江余姚地区的发生世代以 1 年 1 代为主，少数 2 年 1 代。

2007 年的产卵木段在 3 年内共羽化松褐天牛成虫 627 头，其中 2008 年 616 头，2009 年 11 头，占总羽化成虫数的 1.28%，这一结果也进一步证实了在余姚地区存在 2 年 1 代的松褐天牛。

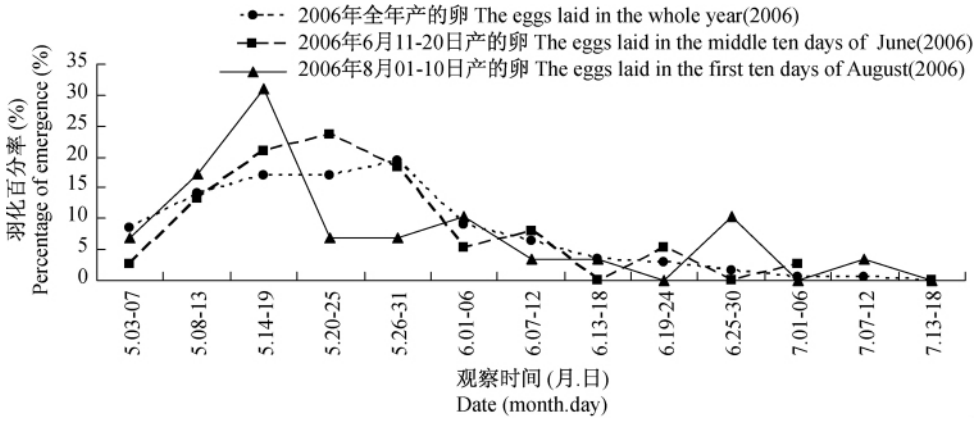

图 3　经 2006 年卵发育的成虫在 2007 年的羽化规律

Fig. 3　Emergence of adults developed from the eggs laid in 2006

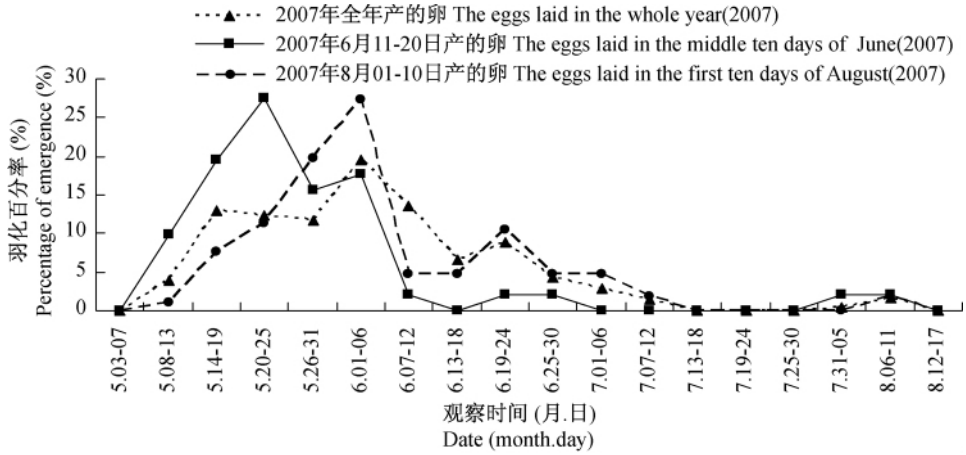

图 4　经 2007 年卵发育的成虫在 2008 年的羽化规律

Fig. 4　Emergence of adults developed from the eggs laid in 2007

表 1　不同时段卵的羽化规律

Table 1　Emergence of adults developed form the eggs laid in different periods

2006 年产卵期 Oviposition time in 2006	2007 年羽化成虫数/头 Number of adults emerged in 2007	2008 年羽化成虫数/头 Number of adults emerged in 2008	2008 年成虫占成虫总数(%) Percentage (%)	2008 年有成虫羽化的木段号 Code of pine stem	该木段 2007 年羽化成虫数(头) Number of adults emerged in 2007	该木段 2008 年羽化成虫数(头) Number of adults emerged in 2008	2008 年成虫占成虫总数(%) Percentage (%)
6.01—6.10	37	3	7.5	3	6	2	25.0
				7	13	1	7.1
6.21—6.30	29	1	3.3	4	6	1	14.3
7.21—7.31	29	1	3.3	8	10	1	9.1
8.01—8.10	41	2	4.7	6	10	1	9.1
				7	13	1	7.1
平均 Average			4.7				10.24

3 讨论

松褐天牛是隐蔽性害虫，成虫期是其唯一裸露于外界的时期，也是防治的最佳时期，掌握松褐天牛的生活史和成虫的羽化规律，对于控制该虫至关重要。在余姚地区，松褐天牛的羽化期约 100 d，羽化盛期出现在第 2 年的 5 月中旬至 6 月中旬（图 2），这一研究结果与 2005、2006 年余姚地区林间松褐天牛成虫羽化规律基本一致（李百万等，2008）。另外，余姚地区松褐天牛羽化规律与浙江富阳地区、杭州市区、千岛湖及舟山地区的成虫羽化规律相类似（柴希民和蒋平，2003），只是在羽化的起始时间、羽化盛期出现时间上稍有提前或延后，这可能主要是由于局部气温差异所引起的。本研究发现，即使在相同的气候和环境条件下，松褐天牛的发育历期存在明显的差异，同一时间的卵发育至成虫的时间相差近 100 d，这其中可能存在遗传学和生物学等多方面的原因，值得深入研究。

松褐天牛产卵规律的试验结果表明，松褐天牛成虫产卵期为 5 月上旬到 8 月下旬，最早产的卵与最迟产的卵相差有 100 多天（图 1）。在外界条件基本相同的情况下，松褐天牛卵孵化的时间差异不显著，这说明在余姚地区最早孵化的松褐天牛幼虫与最迟孵化的幼虫生活期相差可达 100 多天。成虫产卵期并不与下代成虫羽化期一一对应，即早产的卵发育至成虫羽化不一定早，迟产的卵发育至成虫羽化也不一定迟，在相同条件下，发育历期可能相差近 60 d（图 3，4）。

依据对浙江杭州市区、富阳、千岛湖及舟山等地区松褐天牛的研究结果，有学者推断松褐天牛在浙江 1 年发生 1 代（姜礼元等，2000；柴希民和蒋平，2003）。本研究结果表明，在浙江省余姚地区，松褐天牛多为 1 年 1 代，少数为 2 年 1 代，2 年 1 代的比例约为 3.0%。由于 2 年 1 代的比例较 1 年 1 代的低，在松褐天牛生活史的研究中易被忽略，在浙江其他地区松褐天牛是否存在 2 年 1 代需进一步考证。

松褐天牛是松材线虫病的主要媒介昆虫，松材线虫通过松褐天牛成虫进行传播，且主要发生在成虫羽化期和补充营养期，因而明确松褐天牛成虫的羽化规律对于控制松材线虫病的传播至关重要。当前，彻底清理因感病枯死的松树是抑制松材线虫病扩散的主要手段，且该措施必须在松褐天牛羽化前实施，因此准确掌握松褐天牛的发生世代是制定防治策略的关键依据（张星耀和骆有庆，2003）。在浙江地区，因认为松褐天牛 1 年发生 1 代，因此在松材线虫病防控过程中仅注重处理松材线虫病侵入后第 2 年病死的疫木，对于放置了 2 ~ 3 年的病死木未给予足够重视。本研究结果表明，在浙江松褐天牛存在 2 年 1 代，因而放置了 2 ~ 3 年的疫木中仍有天牛逸出，仍可能是松材线虫传播的源头，需对这些天牛和疫木予以关注。

参考文献（References）

Dwinell LD，1998. The pine wood nematode: regulation and mitigation. *Annu. Rev. Phytopathol.*，(35):153—166.

安榆林，1992. 南京地区松褐天牛生物学特性的初步研究. 植物检疫，(2):137—139.

柴希民，蒋平，2003. 松材线虫病的发生和防治. 北京：中国农业出版社. 70—119.

黄海勇，丁治国，杨长林，2007. 贵州松褐天牛防治工作初探. 贵州林业科技，35(1):61—64.

黄金水，汤陈生，宋惠芬，陈青松，康文通，何学友，2005. 厦门市松褐天牛生物学特性 I:生活. 华东昆虫学报，14(2):118—121.

姜礼元，胡小其，陈爱群，孙益纯，2000. 千岛湖区松墨天牛成虫发生及雌成虫孕卵量规律的研究. 林业科技通讯，10(3): 13—14.

李百万，柳建定，赵宝安，王菊英，舒金平，2008. 浙江余姚地区松褐天牛羽化规律的研究. 华东昆虫学报，17(1):39—43.

宋世涵，张连芹，黄焕华，催锡明，1991. 松墨天牛生物学的初步研究. 林业科技通讯，(6): 9—13.

徐正会，段艳，郭萧，陈龙官，冯士明，2010. 云南省不同地区松墨天牛生活史比较研究. 西南林学院学报，30(4):53—58.

杨宝君，潘宏阳，汤坚，2003. 松材线虫病. 北京:中国林业出版社. 2—6.

杨洪，王进军，赵志模，杨德敏，唐志强，2010. 重庆松墨天牛发生规律研究. 中国森林病虫，29(2):15—17 转 43.

杨忠武，黄吉平，杨春生，王城钰，2010. 桂林市松褐天牛生物学特性研究. 广西林业科学，39(1):5—7 转 10.

张心团，赵和平，樊美珍，李增智，2004. 松墨天牛生物学特性的研究进展（综述）. 安徽农业大学学报，31(2): 156—157.

张星耀，骆有庆，2003. 中国森林重大生物灾害. 北京:中国林业出版社. 1—20.