

松墨天牛成虫行为反应的研究*

赵锦年

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

关键词: 松墨天牛; 成虫行为反应; 松材线虫

中图分类号: S763.7 文献标识码: A

Study on the Behaviour Responses of *Monochamus alternatus* Hope Adults

ZHAO Jin-nian

(Research Institute of Subtropical Forestry CAF, Fuyang 311400 Zhejiang China)

Abstract The results of the study showed that the optimum daily mean temperature that *M. alternatus* adult's eclosion and leave host trees was 25~ 26 °C. *Monochamus alternatus* adult carrying *Bursaphelenchus xylophilus*, both the longevity and feeding numerical were lower than that of the non-carrier. The phototactic proportion of the population quantity of *M. alternatus* female and male adults was 1: 1.8. The population quantity proportion of *M. alternatus* female and male adults flown to attractant was 1: 1.3. Under controlled condition, when *M. alternatus* adults 2♂ × 1♀ and 1♂ × 1♀ reared respectively, for the former, their mean amount of egg deposited was 107.2 while the latter was 153.6. Of the two for non-pit quantity, the former was rather high or than the latter.

Key words *Monochamus alternatus*, adult behaviour response, *Bursaphelenchus xylophilus*

松材线虫 (*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle) 引起的松萎蔫病是松树的一种毁灭性病害, 该线虫原产于北美, 借助于人类的贸易等活动, 已于 1982 年扩散至我国并迅速蔓延。松材线虫需借助昆虫媒介才能完成寄主松树间扩散蔓延。松墨天牛 (*Monochamus alternatus* Hope) 是东亚松林内习见的蛀干害虫, 是松材线虫最有效的传播媒介。有关该虫行为反应的研究, 国内外虽有一些报道, 但缺乏系统深入的研究。1986 年以来, 作者在研究松墨天牛综合防治技术过程中, 陆续开展了成虫行为反应的系列研究。研究松墨天牛成虫的行为反应, 对于深入探索该虫种群发展、松材线虫传播机制、灾害成因及其制定控制策略具有重要的科学意义。

1 材料与方 法

1.1 松墨天牛成虫逸离寄栖坑道的行为观测及与温湿度的关系

1999 年 3 月收集松墨天牛幼虫危害的马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 株, 截成 0.5 m 长供试木段, 置于中国林科院亚林所养虫室 1.0 m × 1.0 m × 2.0 m 的塑料纱笼内。5 月 20 日至 8 月 8 日逐日定时统计逸离寄栖坑道的松墨天牛成虫数量, 并观察笼内逸离成虫的早期行为反应。查阅成虫逸离期间, 试验所处的富阳市气象站提供的相关气象资料。

收稿日期: 2004-10-14

基金项目: “十五”国家科技攻关项目“重大林木病虫害监测、预警技术研究”(2001BA509B09)部分内容

作者简介: 赵锦年(1940—), 男, 浙江杭州人, 研究员。

* 参加本项目研究的还有赵沁澍、戴建昌、王双洪、唐淑琴等, 谨此一并致谢。

1.2 感染松材线虫病前后松林中松墨天牛成虫生存、取食域值的比较测定

1986年在浙江省富阳市东山村松墨天牛侵害的马尾松林和 1997年在松材线虫感染后同一林分内,收集松墨天牛蛀害木和松材线虫疫木,截成 1 m 长木段,置于上述塑料纱养虫笼内,待成虫逃离寄主,即移入置有水培 1~3年生马尾松枝条的纱网笼(20 cm × 20 cm × 40 cm)内,间隔 3 d 换枝换水,换下枝条用硫酸纸分别描述成虫取食面积,并分别记载各成虫逃离寄主和死亡日期。

1.3 松墨天牛雌雄成虫对灯光敏感度的试验

2003年 5月中旬至 8月中旬和 2004年 5月中旬至 7月底在浙江省淳安县姥山林场马尾松种子园内先后设置 2~4只频振式诱虫灯,间隔 3 d 收集统计诱获的松墨天牛雌雄成虫数,夜间观察成虫的趋光行为。

1.4 松墨天牛两性成虫对 M_{99} 引诱剂刺激的行为反应

2004年 5—9月松墨天牛成虫林间活动期间,在姥山林场 0.53 hm² 马尾松种子园内,应用仿生松树主要次生性挥发物质配制的 M_{99} 引诱剂,设置 14 只诱捕检测器,间隔 3 d 收集统计雌雄成虫数。

1.5 不同雄性配偶数对雌性成虫产卵行为的影响

1986年在浙江省富阳市,截获刚逃离寄主的松墨天牛成虫,按 2♂ × 1♀ 和 1♂ × 1♀ 2种处理方式配对,前者 5个重复,后者 8个重复。供试天牛分别投入内置水培 1~3年生马尾松嫩梢和 30 cm 长的新伐松原木段的小型饲养笼内。间隔 3 d 和 7 d 更换嫩梢和木段。检测和统计转换下的木段上的空卵痕、有卵痕及其痕内的卵数。

2 结果与分析

2.1 松墨天牛成虫族群特性

羽化后的松墨天牛成虫,从蛹室末端咬筑平均直径为 0.67(0.41~0.87) cm 的近圆形逸出道,羽化逸出道平均长为 2.6(1.5~3.5) cm,逸前成虫潜伏于道口,多择晴朗天气逃离寄主。逸弃的寄主内遗留呈“C”型坑道(幼虫从侵入孔钻筑的进入道、堵丝道和蛹室的“L”型坑道^[1] + 成虫从蛹室向寄主植株外咬筑的逸出道,形成系统的“C”型蛀道)。逸出洞口并暴露空间的成虫,伸展并不断转动触角,松墨天牛成虫对环境因子的感受作用主要依赖于头部的触角,它对栖息环境及其与生命活动密切相关的其

它生物或配偶释放的化学气味物质具有特别灵敏的察觉和辨别能力^[2]。据 54头雌成虫和 74头雄成虫的触角长度测量表明,前者平均长度为 2.8(2.0~3.9) cm,后者为 4.6(2.2~6.6) cm,两者比为 1:1.6。

逃离寄主的松墨天牛成虫,受到松冠释放的单萜烯次生性挥发物质的吸引,飞往健康松树,取食 1~3年生枝梢皮层^[3]。在人为“阻食”胁迫状态下,平均存活仅 7.5(3~11) d。室内供饲 1~3年生混合马尾松枝条,平均寿命达 62.7(8~109) d。成虫为夜出性昆虫,性情,若林中食源(嫩梢)较丰,一般不远距离迁飞。 M_{99} 引诱剂诱捕标记释放的成虫试验显示,回收的最远距离为 70 m,估测为该虫的自然活动半径。

性成熟的两性松墨天牛成虫,大多在夜间进行交配。松墨天牛雌虫有卵巢 1对。用引诱剂诱捕表明,不同时期截获的松墨天牛雌虫,卵巢内的成熟卵,若为偶数,2个卵巢内所含卵数大多相等;若为奇数,一卵巢多于另一卵巢 1粒。雌成虫多在夜间,用触角频敲寄主枝干,寻找适宜的产卵场所。产卵瓣插入树皮下产卵坑或痕底,其底易见一个平均大小为 1.7(1.0~3.8) mm × 0.9(0.5~1.5) mm 的针形产卵孔($n=55$)。卵产于平均距卵孔 6.6(4.0~9.0) mm 的卵坑内($n=88$)。卵位于韧皮部内或韧皮部与边材界面中。推测产卵瓣插入产卵痕底后弯向韧皮部产卵。卵离产卵孔,以防天敌取食卵,此乃是一种本能的防御行为。

2.2 松墨天牛成虫逃离寄主与温湿度的关系

1992年 5月 16日至 6月 17日在浙江省安吉县龙山林场观测 52头成虫显示,晴、阴和雨天成长逃离数分别占总数的 90.4%(1.8头·d⁻¹)、1.9%(0.3头·d⁻¹)和 7.7%(1.0头·d⁻¹)。据 1999年 5月 20日至 8月 8日松墨天牛成虫逸出期监测显示,该虫在浙江省富阳市逃离寄主的日平均温度域值为 20~31℃;日平均湿度域值为 71%~98%。观测表明:1999年 6月 10日至 19日逸出的成虫数量比率最高达 47.5%。6月 10日至 14日和 6月 15日至 19日 2个时段的日平均温度为 22.4℃(20~25℃), 23.2℃(20~27℃),而其中的 25~26℃是松墨天牛成虫逸出的最适温度,随着时段日平均温度的升高,成虫逸出比率总体呈下降趋势。观测表明:该虫成虫数量逸出比率与日平均相对湿度变化似无相关关系。

2.3 松材线虫栖身松墨天牛成虫对其取食和寿命的影响

在东亚诸国的松材线虫病疫区,松墨天牛蛹期,疫树内的松材线虫聚集天牛蛹室四壁,俟蛹羽化,即进入媒介呼吸系统或附着体表。逃离疫树的松墨天牛成虫全身均载有松材线虫,经检测,平均每头携带 2 900 条松材线虫^[4]。图 1 为 1986 年和 1997 年富阳市东山村马尾松感染松材线虫病前和后,应用马

尾松嫩梢饲养同一林地截获的松墨天牛成虫。结果显示:非疫区未携带松材线虫时的松墨天牛成虫的平均生存天数和日平均取食面积均高于成为疫区后携带松材线虫的松墨天牛成虫。差异可解释为高种群数量的松材线虫 4 龄幼虫聚居于松墨天牛成虫气门及(或)气管内,堵塞松墨天牛成虫的呼吸系统,影响其呼吸作用,进而影响松墨天牛成虫的取食和生存。

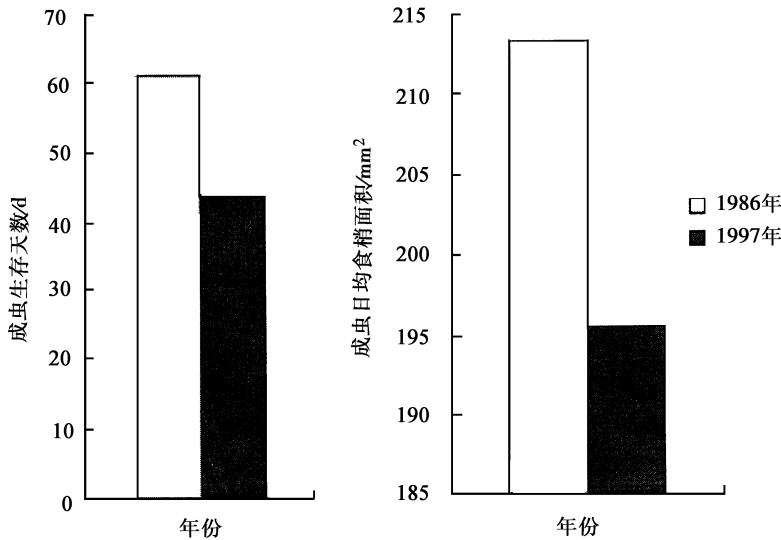


图 1 马尾松罹病前、后松墨天牛成虫生存天数、取食量比较

2.4 松墨天牛成虫的趋光性及两性对光敏感度的差异

连续 2 a 的检测资料显示,雌雄成虫飞往光源的个体比例为 1:1.8(表 1)。Callahan^[5]认为昆虫的趋光是因为求偶行为所致。松墨天牛雄成虫的触角长度为雌成虫的 1.6 倍,趋向光源的成虫种群数量比例前者为后者的 1.8 倍,二者比例颇为接近。由此推测,前者更易感受频振式杀虫灯中的红外线色谱,行为反应上比后者更敏感、更具趋性。

表 1 松墨天牛雌、雄成虫对光敏

试验日期 (年-月-日)	感度的比较		诱获成虫 总数/头	雌雄比例 (♀:♂)
	雌成虫 数/头	雄成虫 数/头		
2003-05-25~ 08-16	13	24	37	1:1.8
2004-05-20~ 07-30	46	85	131	1:1.8

2.5 松墨天牛成虫对松树次生物质的行为反应

松墨天牛成虫对挥发性次生物质气味的行为反应是以前触角上的化感器的感觉机制为基础。松树的挥发性次生物质进入大气后,以湍流的形式扩散^[6],这种湍流对松墨天牛成虫判定补充营养松种和产卵场所起着极其重要的导向作用。图 2 为不同时期

期松墨天牛雌、雄成虫受到仿生松树释放的次生物物质(M₉引诱剂)刺激后飞往诱源,陷撞入诱捕器中的种群数量比率,雌雄比例为 1:1.3。图 2 可见,2004 年在姥山种子园整个检测时期,松墨天牛两性成虫(n=1 169)飞往诱源的种群数量均出现 2 个明显的峰域,即 5 月 26 日至 6 月 1 日和 6 月 19 日至 25 日,前者雄性成虫飞往诱源的数量显著地高于雌性成虫,后者却相反;中期 7 月 7 日至 13 日雄性种群数量又明显高于雌性。反映林间早期羽化逃离寄主的松墨天牛成虫

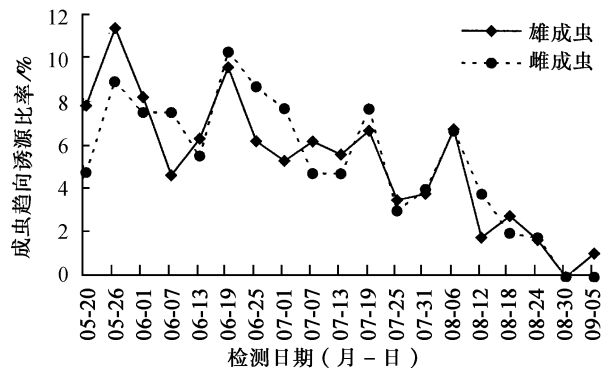


图 2 不同时期松墨天牛成虫趋向诱源的种群比率

种群数量以雄性为优势,旋即雌性增多,中期后渐趋平衡,末期又以雄性为多。诱源弥散的单萜烯和醇解物不仅为松墨天牛两性成虫取食、雌性成虫产卵,还为雄性成虫寻找配偶提供了化学信息。

松墨天牛成虫对挥发性气味物质识别能力较强,在研制缓释型引诱剂过程中,曾应用异龙脑作为载体与引诱有效成分混合,制成球型诱芯,在浙江、广东和安徽林间生测,均未诱获松墨天牛成虫,却诱到少量赤短梗天牛 (*Arhopalus unicolor* (Gahan)) 和异色郭公虫 (*Tillus notatus* Klug) 等钻蛀性害虫和捕食性天敌,表明异龙脑对松墨天牛成虫的取食定向和产卵场所选择行为具干扰作用。

2.6 控制雄性配偶数对雌性成虫产卵行为的影响

2 头雄性成虫或 1 头雄性成虫分别与 1 头雌

性成虫配对饲养,其生存期和对雌成虫产卵行为有明显和显著影响。1 雌 2 雄配对时,雌虫平均寿命为 59.8(40~72) d,雄虫为 62.5(24~84) d; 1 雌 1 雄配对时,雌虫平均寿命为 55.6(42~74) d,雄虫为 71.3(41~95) d。据 1 754 个有卵痕解剖发现,仅 8 个卵痕中有 2 枚卵; 1 个卵痕有 3 枚卵; 余均为 1 痕 1 卵。表 2 显示,在人为控制饲养和交配条件下,2 ♂ × 1 ♀ 配对时平均产卵量为 107.2 粒,而 1 ♂ × 1 ♀ 配对的平均产卵量为 153.6 粒。前者的卵痕(适于产卵)数显著低于后者,而空卵痕前者高于后者。推测在限制性行为的空间范围内,多雄的存在,对雌成虫的交配、受精和产卵场所的选择均具有干扰作用。

表 2 控制雄性配偶数对雌性成虫产卵行为的影响

雌雄配对 (♂ × ♀)	供测雌成虫数/头	平均产卵痕/个			平均产卵量/粒
		总产卵痕/个	空痕数/个	具卵痕数/个	
2 ♂ × 1 ♀	5	204.2(117~284)	97.8(54~160)	106.4(49~179)	107.2(49~179)
1 ♂ × 1 ♀	8	232.6(79~421)	79.8(29~137)	152.8(50~307)	153.6(50~307)

参考文献:

- [1] 赵锦年, 张建忠, 王浩杰, 等. 松墨天牛幼虫生息坑道的研究 [J]. 林业科学研究, 2005, 18(1): 62~65
- [2] 杜家纬. 昆虫信息素及其应用 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1998
- [3] 赵锦年, 应杰. 松墨天牛取食为害与松树枯死关系的研究 [J]. 林业科学, 1989, 25(5): 432~438
- [4] 赵锦年, 张常青, 戴建昌, 等. 松墨天牛成虫羽化逸出及其携带松材线虫能力的研究 [J]. 林业科学研究, 1999, 12(6): 572~576
- [5] 靖湘峰, 雷朝亮. 昆虫趋光性及其机理的研究进展 [J]. 昆虫知识, 2004, 41(3): 198~203
- [6] 朱麟, 古德祥. 昆虫对植物次生生物物质的适应策略 [J]. 生态学杂志, 2004, 19(3): 36~45