

文章编号: 1000-5692(2001)01-0060-06

用双环法诱杀松墨天牛成虫控制松材线虫病

来燕学¹, 俞林祥², 周永平³, 李国平⁴, 沈炳顺⁵

(1. 浙江省宁波市森林病虫害防治站, 浙江 宁波 315000; 2. 浙江省宁波市大榭社区管理局, 浙江 宁波 315812; 3. 浙江省宁波市北仑区森林病虫害防治站, 浙江 宁波 315800; 4. 浙江省奉化市森林病虫害防治站, 浙江 奉化 315500; 5. 浙江省余姚市森林病虫害防治站, 浙江 余姚 315400)

摘要: 利用松墨天牛趋性, 在松墨天牛羽化期在松林内安置用“松枝, 松木+诱杀剂”的双环装置, 松枝诱杀补充营养的松墨天牛, 松木诱杀产卵的松墨天牛, 以减少松墨天牛对健康松树的补充营养和产卵, 降低松材线虫病危害。结果表明, 每个双环装置能诱杀松墨天牛成虫 665.3 头。上架成虫数量的日变化与月相有一定关系, 在诱虫期内的 3 个凸月相的诱虫量为 1 116 头, 占总诱虫量的 55.9%; 时变化与光照强弱有关, 18:00 至 22:00 诱虫量占全天的 70%。置架的松林地枯死松树减退率平均达 79.6%, 比对照林地枯死松树净减 50.0%。松墨天牛对诱杀架有较强的趋性, 在松林内安置诱杀架能有效地控制松材线虫病危害。图 5 表 2 参 11

关键词: 松墨天牛; 成虫; 松材线虫; 诱杀; 病虫害防治

中图分类号: S763.38; S763.1 **文献标识码:** A

松墨天牛 (*Monochamus alternatus*) 既是松林毁灭性疫病松材线虫 (*Bursaphelenchus xylophilus*) 病的重要媒介昆虫, 又是松林的重要害虫^[1,2]。探索简便有效的松墨天牛控制方法是当今松材线虫病防治工作中亟需突破的重要课题。诱杀松墨天牛成虫是防治松材线虫病的重要思路和方法。日本在 80 年代报道了新鲜伐倒木及其挥发性物质对松墨天牛成虫的引诱作用^[3~5], 随后我国也报道了类似的引诱方法^[6~8]。但这些方法的缺点是均难以诱杀补充营养传播松材线虫的松墨天牛。我们在实践中开发了“双环法”大量诱杀补充营养和产卵阶段的松墨天牛成虫技术, 取得了控制松材线虫病的显著效果。现将结果报道如下。

1 材料与方 法

1.1 材 料

基本引诱物: 马尾松 (*Pinus massoniana*) 和黑松 (*P. thunbergii*) 新鲜小枝条及大枝或小径松树干。**诱杀剂:** 为自配混合物。主要成分为丙酮、乙醇、蒎烯和杀螟松等。

1.2 方 法

在浙江省宁波市松材线虫病东部发生区, 即北仑区、大榭区 (海岛) 和小港开发区发病松林内, 每 0.2 hm² 选择被压的小径松树 3 株, 伐倒, 卸枝成捆, 搭干成架。然后, 在枝条和树干上喷洒诱杀剂。这样做成“毒枝一环”“饵木一环”双环诱杀架。在 3 个区, 这种诱杀架共安置 1 000 个。1998 年 5 月完成搭架工作, 并随机考查诱杀效果。6 月初在大榭区西岙村 28 号小班上定点观察 3 个诱杀

收稿日期: 2000-02-02; 修回日期: 2000-10-14

作者简介: 来燕学 (1956-), 男, 浙江宁波人, 高级工程师, 从事森林病虫害防治研究。

架, 详细记载 6 月 1 日到 7 月 8 日这段时间内诱杀的松墨天牛成虫 (以下简称成虫) 数量和在网上留下的产卵痕数量, 并考查 6 月 4 日、6 月 15 日和 7 月 5 日的成虫性比和毒枝诱杀的比例。随机抽查刚死的 2 头成虫分离携带的线虫量。在壮岙村定 1 架在 6 月中下旬夜间定时观察诱杀的成虫数量。在北仑区白峰镇设 2 村为防治区和对照区。对照区: 白峰村 2, 4, 7, 9 号小班, 只作清理除害不设诱杀架。防治区: 轮江村 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 号小班, 在清理除害基础上安放 260 只诱杀架。10 月底, 详查白峰村 1997 年和 1998 年出现的枯死松树数量及轮江村 1996 年、1997 年和 1998 年出现的枯死松树数量 (1997 年前不置诱杀架)。防治效果用当年和前年病死树增减量表示。病死树增量 = $[(前年病死树数量 - 当年病死树数量) / 前年病死树数量] \times 100\%$ 。增量 > 0 , 表示防治有效, 疫病得到压缩; 增量 = 0 表示持平, 疫病得到控制; 增量 < 0 , 表示防治无效, 疫病扩散。

2 结果与分析

2.1 诱杀的成虫数量和变化规律

上架成虫最早在 5 月 4 日出现在小港镇, 最迟 8 月 15 日出现在北仑区白峰镇轮江村, 数量均为 1 头。在 3 个定点诱杀架上, 从 1998 年 6 月 2 日到 7 月 8 日, 共诱杀成虫 1 996 头, 平均每架 665.3 头。(表 1)。

表 1 双环诱杀架诱虫数量统计 (大树区)

Table 1 Dead adult number trapped by the device of poisonous and bait wood in Daxie district

架号	诱虫量	性 比												毒枝诱虫							
		6月4日			6月15日			7月5日			平均			6月4日		6月15日		7月5日		平均	
		雌	雄	比	雌	雄	比	雌	雄	比	雌	雄	比	数量	%	数量	%	数量	%	数量	%
1	633	25	31	1:1.24	26	25	1.04:1	15	12	1.25:1	75	93	1:1.25	55	98.2	50	98.0	13	48.1	118	88.0
2	620	15	23	1:1.53	23	19	1.21:1	23	20	1.51:1	88	79	1.11:1	38	100	39	92.8	25	58.1	102	82.9
3	743	35	39	1:1.10	39	35	1.11:1	18	15	1.20:1	56	47	1.19:1	74	100	30	73.2	21	63.6	125	84.5
平均	1996	75	93	1:1.24	88	79	1.11:1	56	47	1.19:1	219	219	1:1	167	99.4	119	88.8	59	57.3	34.5	85.2

由表 1 可见, 早期诱杀的成虫以雄虫为主, 平均性比为 1:1.24; 中后期以雌虫为主, 总平均性比为 1:1。有 85.2% 的成虫死于毒枝上, 表明成虫在补充营养时即被毒死 (图 1)。对刚毒死的 2 头成虫分离镜检, 计数带线虫 4 400 余条, 表明毒死前还未传播松材线虫。

2.1.1 成虫上架日变化规律 上架的成虫数量按日期分布不呈正态状, 而是一条峰谷明显的曲线。在观察日期内共出现 4 个峰点, 4 个谷底。初步分析表明, 峰谷出现期与月相变化有一定关系 (图 2)。

由图 2 可见, 有 3 个峰期碰巧出现在“上凸”和“下凸”2 个月相, 即农历每月十一和廿一的“大半月相”。1998 年 6 月 2 日为农历初十夜, 诱杀成虫共 227 头, 平均每架 75.7 头。6 月 16 日为农历廿二夜, 诱杀成虫 376 头, 平均每架 125.3 头。2 个高峰日占总诱虫量的 30.2%。满月, 6 月 10 日, 农历十六夜, 只诱杀成虫 34 头, 平均每架 11.1 头。新月或蛾眉月相, 6 月 26 日到 6 月 30 日, 农历



图 1 示成虫在补充营养时被诱杀
Figure 1 Showing adults trapped at their feed mature

闰五月初三到初七夜, 5d 时间只诱杀成虫 130 头, 平均每天每架只有 8.7 头。除月相外, 诱杀的成虫数量与天气有关, 6 月 23 日, 闷热, 多云, 气温 38 °C, 当夜诱杀成虫 131 头。

2.1.2 成虫上架时变化规律
成虫能全天活动, 不管是白天还是黑夜都能见到有上架活动的成虫。但是 1 d 之中, 上午 6: 00 至 10: 00 和下午 16: 00 至 22: 00 是成虫活动 2 个峰期, 尤以下午峰期明显。在大榭区壮岙村 11 号小班定时定点观察 1 个诱杀架表明了这种特性 (图 3)。

由图 3 可见, 下午 16: 00 至 22: 00 是成虫上架的主峰期。6 月 10 日, 16: 00 至 22: 00 诱杀成虫 40 头, 占观察时段内总诱杀量的 76.9%; 6 月 15 日, 这段时间诱杀成虫 48 头, 占全天 65.7%; 6 月 25 日, 16: 00 至 22: 00 诱杀成虫 91 头; 6 月 26 日, 16: 00 至 22: 00 时诱杀成虫 61 头, 充分表明成虫夜间活动特性。早晨 4: 00 至 10: 00 是成虫上架的小高峰, 6 月 15 日上架 10 头, 占全天的 14.1%。在高峰期时, 成虫在林内飞行、取食、求偶、交尾、刻痕和产卵等活动相当频繁。这个结果反映出成虫上架时变化可能与日光强弱变化有关。初步观察表明成虫有弱趋光性但有畏强光习性。早晨光照较弱, 成虫活跃, 但随着光照延长和增强, 成虫活动趋缓。在中午强光下, 成虫常躲藏于松树背光面数小时不作任何活动。下午随着光照缩短和减弱, 成虫的活动又逐渐频繁。成虫活动阴天较晴天频繁。

2.2 成虫在饵木上产卵规律

成虫补充营养后就爬向枝干, 交尾、刻痕和产卵。饵木就

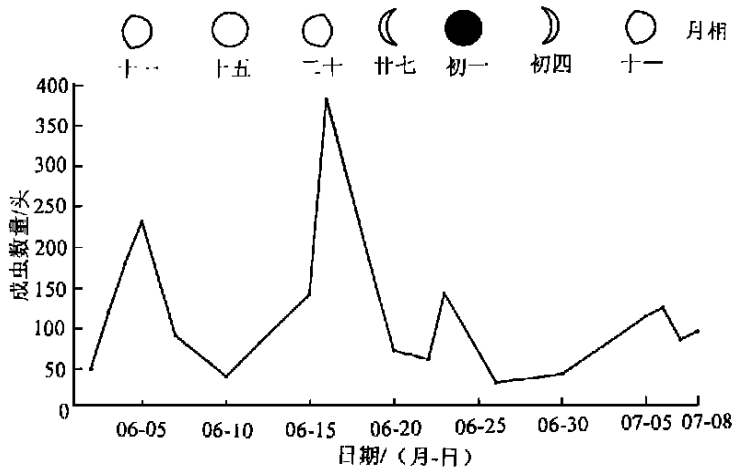


图 2 日诱杀的成虫数量随月相变化情况

Figure 2 Showing number of the adults trapped daily with phases of the moon

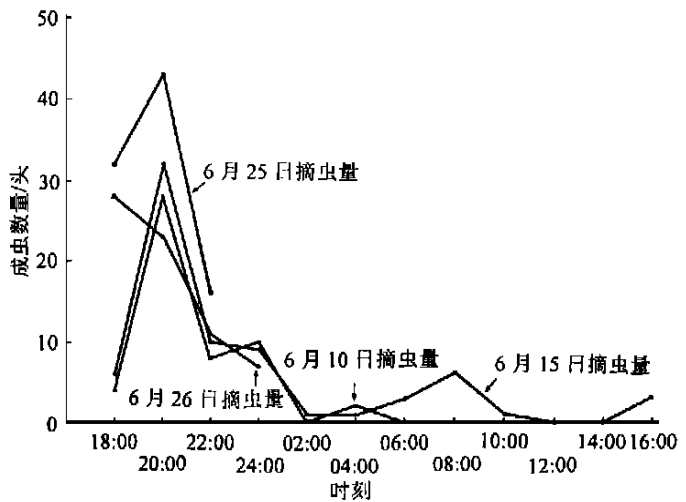


图 3 日诱杀的成虫数量随时间变化情况

Figure 3 Showing number of the adults trapped with time in a given day



图 4 示松墨天牛成虫产卵时被杀

Figure 4 Showing the adults killed at their oviposition

是要诱杀在补充营养时未能被毒死的成虫, 这是“双环”设计的重要思路。结果表明, 这种设计非常有效, 部分在补充营养时未被毒死成虫在刻痕和产卵时又被毒死(图 4)。饵木上成虫活动情况可用树皮上留的产卵痕数量来表达(图 5)。

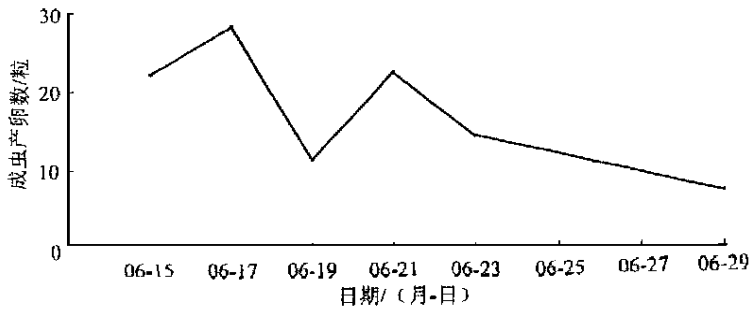


图 5 成虫在饵木上产卵变化图(每木平均)

Figure 5 Showing number of eggs of the adults laid on the trap logs

由图 5 可见, 一是成虫在 3 个架子 9 根松木段上共留下 945 个产卵痕, 平均每木 105 点, 表明饵木对成虫的诱力很强。二是饵木上一直到 6 月 15 日才见到产卵痕, 表明早期诱枝毒力较强, 补充营养时就被毒死, 没有机会到饵木上产卵。三是后期放架毒枝毒力下降, 饵木上产卵量增加, 而且产卵量日变化趋势与成虫消长趋势基本一致。四是产卵痕个数不能代表成虫头数, 因为 1 头成虫就能刻痕 100 多个, 945 个产卵痕可能是 9 头成虫也可能是 900 头成虫所为, 难以定量。这是饵木诱虫的弱点。

2.3 防治效果

在北仑区白峰镇的白峰村和轮江村的试验表明, 安置诱杀架的发病林也能有效地降低当年病死树数量, 效果显著(表 2)。由表 2 可见, 轮江村 7 个观察小班通过伐倒烧毁方法治理 1996 年出现的 2 801 株病死树后, 使 1997 年病死树数量下降到 1 975 株, 减退率为 29.5%。其中 8 号小班病死树从 410 株降到 200 株, 减退率为 51.2%。但是 4, 5, 7 号小班 1997 年病死树株数比 1996 年反而增加 20%, 135.8% 和 29.0%, 表明单纯伐倒烧毁方法, 其效果缺乏稳定性。同理, 白峰村 1996 年伐倒烧毁 4 个小班 220 株病死松树, 1997 年病死松树反而上升到 670 株; 1997 年继续伐倒烧毁 670 株病死树, 使 1998 年病死树数量降至 500 株, 降幅在 11.8%~53.3%。但是同年轮江村在 1998 年伐倒烧毁 1 975 株病死松树基础上, 在 1998 年春安置诱杀架 260 只, 使 1998 年夏秋季病死树降至 402 株, 降幅在 77.6%~100%, 平均为 79.6%, 比对照区净减 54.2%, 防治效果显著。

表 2 北仑区白峰镇观察小班内病死树数量变化表

Table 2 Dead tree number in the observation subcompartments of pine wilt disease in Beilun District

村名	小班数/个	小班号	小班面积/hm ²	树种	防治方法	病死树数量合计/株			病死树增退率/%	
						1996年	1997年	1998年	1997年	1998年
白峰村	4		15.46	马尾松	1996年:	220	670	500	-204.5	25.4
					伐倒+	70	180	150	-157.1	16.7
					烧毁	0	150	70	∞	53.3
	7		4.73	1997年:	90	170	150	88.9	11.8	
					伐倒+	60	170	130	183.3	23.5
轮江村	7		52.08	马尾松	1996年:	2 801	1 975	402	29.4	79.6
					伐倒+	305	150	33	50.8	78.0
					烧毁	1 360	700	154	48.5	78.0
					1997年:	185	125	28	32.4	77.6
					伐倒+	125	150	0	-20.0	100
					烧毁+	106	250	55	-135.8	78.0
					双环诱杀	310	400	88	-29.0	78.0
					双环诱杀	410	200	44	51.2	78.0

3 结论与讨论

双环法能大量诱杀补充营养的成虫,能有效地阻断和减轻松材线虫病危害。双环法主要特点是分2阶段诱杀成虫。第一阶段诱杀补充营养的成虫,第二阶段诱杀产卵成虫。这样成虫有来无回,有效地切断了松材线虫的传播和侵染途径,因而能起到良好的防治作用。1997年我们单用饵木,一诱到的是产卵成虫,二没有直接观察到死亡成虫,用产卵点数和幼虫数不能准确反映成虫实际诱杀量,在阻断松材线虫病传播中的作用不大,防治作用也不大。用从伐倒木中分析出来对成虫有趋性的单萜类制品^[9],制成诱捕器所引诱的成虫也是产卵成虫而非补充营养成虫,因此其效果也不及双环法。

双环法还表现为诱力强、成本低和效率高的特点。双环诱杀架所用的基本物质可以就地取材,不受时空限制,因而能大大降低制作成本。北仑区1998年结合整枝制作800只以松枝条为主的诱架,平均每架成本为3.00元人民币,而制作1只灯架式诱杀装置^[5~7]至少化50.00元。按诱虫数量和诱虫成本相比可得诱虫效率。双环法每头成虫诱杀代价为0.005元人民币,而后者平均诱虫量为51.4头^[7],诱虫代价每头1.00元,效率比相差200倍,反映出双环法的高效特性。

双环法还为研究松墨天牛成虫自然活动规律提供了有效手段。以往有关松墨天牛成虫羽化和活动规律都是通过贮藏前年病死松木的室内进行的^[9~10],其结果与实际相差很大,缺乏指导性。现在只要在林内搭上诱架(不加毒药),成虫活动行为,如飞行、取食、寻偶、交尾、产卵及数量变化规律可尽收眼底,这可为预测预报和药剂防治等提供有价值的信息。

双环法为把松墨天牛留在发病林地提供了方法。在松材线虫病严重发生地段,死松树数量远大于活松树情况下,可将诱杀剂直接喷洒在活松树上,吸引羽化成虫补充营养,减少成虫外迁数量。这是揪住松墨天牛“牛鼻子”防治松材线虫病的新思路^[1]。有了双环法,这个目标实现了。

参考文献:

- [1] 赵锦年, 应杰. 松墨天牛取食危害与松树枯死关系研究[J]. 林业科学, 1989, 25(5): 442-438.
- [2] 来燕学, 张世渊, 黄华正, 等. 松墨天牛在松树枯萎中的作用[J]. 浙江林学院学报, 1996, 13(1): 75-81.
- [3] Ikeda T, Enda N, Yamane A, et al. Attracts for the Japanese pine sawyer *Monochamus alternatus* [J]. *Jap Appl Entomol Zool*, 1980, 15: 358-361.
- [4] Ikeda T, Yamane A, Enda N, et al. Attractiveness of chemically-treated pine trees for *Monochamus alternatus* [J]. *Jap For Soc*, 1981, 163: 201-201.
- [5] 池田隆雄. マツのマダラカシキリの誘引物質とその利用[J]. 森林防疫, 1986, 6(11): 95-99.
- [6] 王玉燕, 舒超然, 孙永春. 松墨天牛引诱试验初报[J]. 林业科学, 1991, 27(2): 186-189.
- [7] 张莲芹, 宋世涵, 黄焕华, 等. 利用引诱剂和肿腿蜂防治松墨天牛的研究[J]. 林业科学研究, 1991, 4(3): 285-290.
- [8] 张莲芹. 松墨天牛防治技术研究[J]. 林业科技通讯, 1993(4): 6-9.
- [9] 江永俊. 松墨天牛初步观察[J]. 江苏林业科技, 1988(2): 31-33.
- [10] 宋世涵, 张莲芹, 黄焕华. 松墨天牛生物学的初步研究[J]. 林业科技通讯, 1991(6): 9-13.
- [11] 来燕学. 松墨天牛的飞行特性与防治松材线虫病的指导思想[J]. 浙江林学院学报, 1998, 15(3): 320-323.

Trapping adults of *Monochamus alternatus* with chemically-treated pine logs and branches

LAI Yan-xue¹, YU Lin-xiang², ZHOU Yong-ping³, LI Guo-ping⁴, SHEN Bing-shun⁵

(1. Forest Disease and Insect Pest Control and Quarantine Station of Ningbo City, Ningbo 315000, Zhejiang, China; 2. Social Management Bureau of Daxie District, Ningbo 315812, Zhejiang, China; 3. Forest Disease and Insect Pest Control and Quarantine Station of Beilun District, Ningbo 315800, Zhejiang, China; 4. Forest Disease and Insect Pest Control and Quarantine Station of Fenghua City, Fenghua 315500, Zhejiang, China; 5. Forest Disease and Insect Pest Control and Quarantine Station of Yuyao City, Yuyao 315400, Zhejiang, China)

Abstract: The study was made in Ningbo City of Zhejiang Province, China. An average of 665.3 adults of *Monochamus alternatus* in their emerge season was trapped by a set of trapping device built with “pine branches and logs+attractant+insecticide”. The number of adults trapped daily related to phases of the moon. When the phase was in bump, the number was more than half of the moon, i. e. at 11th or 21st of the lunar calendar, the number of adults trapped reached a peak of 55.9% of all adults trapped. The number of adults trapped hourly had something to do with intensity of the sunlight. At dawn, the number of adults trapped accounted for 14%, in the evening (18:00—22:00) for 70% of all day. The dead pine trees in the nematode-infected pine forests with trapping device decreased by 50% comparing with checked pine forest without trapping device. A trap rack arranged in the nematode-infected pine forest is effective to predict *Monochamus alternatus* and control *Bursaphelenchus xylophilus*.

Key words: *Monochamus alternatus*; adults; *Bursaphelenchus xylophilus*; trapping; pest control

我校又一科研项目获国家自然科学基金资助

由我校吴鸿教授申报的自由申请项目“中国菌蚊科昆虫的分类、支序系统学和生物地理学研究”经专家初审、学科组评审和国家自然科学基金委员会批准,获2000年度国家自然科学基金资助。

该项目旨在全面研究我国菌蚊科的种类,描述一批新种属,阐明其经济重要性,丰富我国生物多样性资料;建立亚科、属和部分属的种间支序系统;试用分潜理论与方法探讨菌蚊科的生物地理学。研究成果将为今后研究世界菌蚊科的系统分类、区系和菌蚊与真菌的协同进化奠定基础。