

云南切梢小蠹蛀食云南松枝梢行为研究

高艳飞, 张 英, 张 真, 吴 伟*

(西南林业大学, 云南 昆明 650224)

摘 要:云南切梢小蠹(*Tomicus yunnanensis*)通过蛀梢危害与蛀干危害共同致死云南松(*Pinus yunnanensis*)。通过野外自然调查,对云南切梢小蠹蛀食枝梢影响因素进行了探讨。结果表明,云南切梢小蠹蛀梢坑道长度与枝梢长度和蛀梢直径呈显著相关,且云南切梢小蠹侵入枝梢的部位也很大程度上决定了蛀梢坑道的长度,二者显著相关。研究发现,影响云南切梢小蠹蛀梢坑道长度的主要因素为:枝梢长度,枝梢直径,侵入孔位置。

关键词:云南切梢小蠹;蛀梢;坑道长度;枝梢直径;侵入孔位置

中图分类号:S763.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2012)03-0097-04

Shoot Feeding Behaviour of *Tomicus yunnanensis* on *Pinus yunnanensis* Trees

GAO Yan-fei, ZHANG Ying, ZHANG Zhen, WU Wei*

(Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224, China)

Abstract: Shoot feeding and trunk attack by the pine shoot beetle (*Tomicus yunnanensis*, Coleoptera: Scolytinae) on Yunnan pine (*Pinus yunnanensis*) are two factors to result in the death of the trees. Factors influencing shoot feeding of the beetle were examined by field investigation. The results showed that there existed a remarkable relationship between the galleries length and shoot length, this correlation was also noticeable between the galleries length and shoot diameter. In addition, attack position in a shoot play a significant part in galleries length of *T. yunnanensis*. The main impact factors of *T. yunnanensis* were shoot length, shoot diameter and attack position.

Key words: *Tomicus yunnanensis*; shoot feeding; gallery length; shoot diameter; attack position

云南切梢小蠹^[1](*Tomicus yunnanensis*)是云南松(*Pinus yunnanensis*)的主要害虫之一^[2]。该虫于20世纪80年代在云南省暴发成灾^[3],到21世纪云南切梢小蠹危害已发展到云南省66个县、市、区,受害森林面积达13 133万hm²,每年因小蠹虫危害致死的活立木蓄积量达75万m³,经济损失达1 195亿元^[4]。

云南切梢小蠹主要危害云南松。危害过程分蛀干期和蛀梢期。蛀干期是从云南切梢小蠹性成熟之后,开始攻击树干,进行交配产卵,直到新一代成虫羽化出来离开树干,在蛀干危害期,其幼虫以取食云南松韧皮部生存,尤其是其子坑道水平截断树木的

筛管和导管,最终导致树木死亡。蛀梢期是指云南切梢小蠹成虫羽化离开树干后,蛀食树冠枝梢,获取补充营养这段时期。该虫经营养补充,完成卵巢发育,然后返回到树干进行繁殖^[5-8]。云南切梢小蠹通过这两个时期的危害最终导致云南松的死亡。

在北欧和我国东北部,蛀梢期从7月到10月,在昆明地区,云南切梢小蠹从3月下旬至4月上旬开始有少量新成虫羽化飞到树冠,取食1年生新梢,蛀食危害枝梢,集中在当年5月到次年3月,蛀梢期可达10个月^[6,8-9]。云南切梢小蠹成虫一般从新生枝梢的中上部蛀入髓心,向芽顶蛀食^[9],平均每头成虫蛀食3~6个枝梢,每个枝梢蛀食时间在1.5~2.0

收稿日期:2011-12-12 修回日期:2012-02-17
基金项目:国际科技合作项目(2006DFA31790)。
作者简介:高艳飞,女,在读硕士,研究方向:森林昆虫学。E-mail:gao2008yanfei@163.com
* 通讯作者:吴伟,副教授,从事森林昆虫学方面的教学与科研工作。

个月间,主要危害直径为 7.0~8.5 mm 的枝梢^[10-11]。横坑切梢小蠹通常蛀害直径为 4.5~15.0 mm 的枝梢,对直径为 5.5~7.5 mm 的枝梢更为喜好,这类枝梢的受害率占整个枝梢受害率的 57.12%^[10]。受害枝梢一般只有 1 个侵入孔,一个坑道中一般有 1 头虫,也常会出现 2 头的情况,但也有多头小蠹虫蛀食 1 个枝梢的现象,其中 2 孔的比较少见,当多头虫为害同一枝梢时^[7,12-13],各侵入孔间保持一定距离,重坑互相不贯通。

国内外一直以来对云南切梢小蠹的研究主要集中于其蛀干危害机理,而云南切梢小蠹蛀梢危害作为其协同危害云南松的一个重要过程,很少有研究者报道,因此有必要对云南切梢小蠹蛀梢危害机理做进一步探讨。本研究在云南切梢小蠹自然攻击情况下,野外采集为害云南松枝梢,探讨云南切梢小蠹蛀食云南松枝条坑道长度与云南松枝梢各变量间的关系,从而为深入认识了解云南切梢小蠹蛀梢行为提供途径,同时也为云南切梢小蠹的防治提供进一步的建议依据。

1 材料与方法

野外调查于 2009 年 1—12 月,位于石林县鹿镇的红砖房林区,海拔 1 950~1 980 m,坡度 6~12°,坡位上部,年均温 15.6℃,年降雨量 964.3 mm,为云南松纯林,林龄 37 a,林分平均高 7 m,平均胸径 14 cm,郁闭度 0.5。

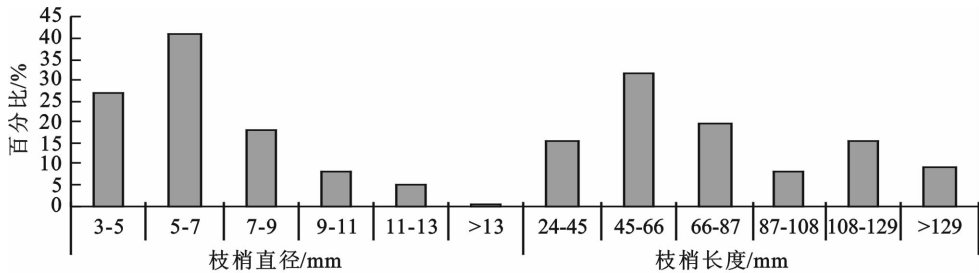


图 1 云南切梢小蠹蛀梢直径、长度百分比

Fig. 1 Percentage of shoot diameter and shoot length of *T. yunnanensis* attacked

2.2 云南切梢小蠹对枝梢蛀食部位的选择

2.2.1 云南切梢小蠹蛀梢部位比较 云南切梢小蠹在蛀梢时,可从梢的中上部与中下部蛀入,但各部位的蛀入比例不同。从统计 142 个枝梢上看,由中上部蛀入的有 96 个,占 67.61%;中下部蛀入的有 46 个,占 32.39%; $p=0.000<0.05$ 差异显著(表 1),即云南切梢小蠹倾向于从枝梢中上部蛀入。

2.2.2 云南切梢小蠹蛀梢侵入孔位置的影响因子 统计的 142 个枝梢情况反映出枝梢长度很大程度上决定了云南切梢小蠹选择侵入孔的部位, $p=$

用卷尺测量为害枝梢长度,精度为 0.1 mm。将为害枝梢剪下,并对枝梢编号,解剖枝梢内切梢小蠹并做对应编号,利用游标卡尺测量蛀梢坑道长度、蛀梢直径、芽径、芽长,精度为 0.1 mm。将虫种带回实验室鉴定,选择云南切梢小蠹蛀食的枝梢进行统计分析。利用 Excel2003 对收集的数据进行统计,同时利用 SPSS11.5 对数据对各变量因子间做 Pearson Correlation 相关分析,t-检验,差异性分析,对存在相关关系的因子做回归分析;为更好的了解影响云南切梢小蠹蛀坑长度的影响因子,进行 Bartlett's Test of Sphericity 主成分分析;对云南切梢小蠹蛀坑长度等级划分,并做 wilks'Lambda 组内差异分析。

2 结果与分析

2.1 云南切梢小蠹对云南松枝梢大小的选择性

野外共采集被害枝梢数 200 枝,经鉴定后,共解剖出云南切梢小蠹(*T. yunnanensis*)180 头,入侵枝梢数为 130 枝,侵入孔数 142 个。

经调查,云南切梢小蠹蛀食枝梢的直径范围在 3.20~13.52 mm 之间,主要蛀食直径在 3~7 mm 的 1 年生枝梢,占 67.61%,偏好蛀食直径为 5~7 mm 的枝梢。蛀食枝梢长度范围在 24.69~295.00 mm 之间,主要蛀食 45~87 mm 的 1 年生枝梢,占 51.41%(图 1)。

$0.001<0.05$ 。枝梢长度的平均值越大,侵入孔距芽顶的平均距离就越大,即侵入孔位置就越靠近枝梢基部,而枝梢直径非云南切梢小蠹选择侵入孔部位的决定性作用。即枝梢直径不影响云南切梢小蠹虫侵入孔的位置(表 2、表 3)。

2.3 云南切梢小蠹蛀食枝梢坑道长度差异

2.3.1 云南切梢小蠹蛀食坑道长度比较 将云南切梢小蠹蛀食坑道长度分为 6 个等级,各等级所占比例分别为 1.41%、16.20%、23.24%、17.61%、28.17%、13.38%;各等级比例差异显著, $p<0.05$ 。

云南切梢小蠹蛀梢坑道长度多集中在 13~31 mm 间,占 69.02%(表 4)。

表 1 云南切梢小蠹蛀梢部位

Table 1 Attack-level-shoots of <i>T. yunnanensis</i>		
侵入孔位	中上部	中下部
N	96	46
百分比/%	67.61	32.39
显著性(2-tailed)	0.000	

表 2 云南切梢小蠹侵入孔位置与枝梢直径、枝梢长度的关系

Table 2 The relationship between shoot position attacked and shoot diameter,shoot length						
直径等级/mm	3~5	5~7	7~9	9~11	11~13	>13
梢长等级/mm	24~45	45~66	66~87	87~108	108~129	>129
侵入孔距芽顶 平均距离/mm	20.83	26.19	34.95	39.13	45.44	54.64

表 4 云南切梢小蠹蛀梢枝梢坑道长度差异分析

Table 4 One-way ANOVA of galleries length							
坑长等级/mm	<7	7~13	13~19	19~25	25~31	>31	显著性(2-tailed)
比例/%	1.41	16.20	23.24	17.61	28.17	13.38	0.000

表 5 云南切梢小蠹蛀食坑道长度与各变量的相关分析

Table 5 Correlations between galleries length and variables of <i>T. yunnanensis</i>			
变量	枝梢长度	枝梢直径	侵入孔位
坑道长度	0.639**	0.564**	0.190*
显著性 (2-tailed)	0.000	0.000	0.024
N	142	142	142

注:“**”表示 $p\leq 0.01$ 差异显著;“*”表示 $p\leq 0.05$ 差异极显著。

为了解影响云南切梢小蠹蛀梢坑道长度的主要因素,调查了受害枝梢的枝梢长度、枝梢直径、芽径、芽长以及小蠹虫的侵入孔位置。利用主成分分析法提取影响因子,为使每个因子具有最高载荷的变量数目最小,即使每个因子变量含义更加清楚,对因子载荷矩阵进行方差极大法旋转。

表 6 云南切梢小蠹旋转后因子载荷矩阵

Table 6 Rotated component matrix			
主成分	云南切梢小蠹因子		
	1	2	3
枝梢长度	0.490	0.719	-0.364
枝梢直径	0.625	0.588	-0.255
芽径	0.886	0.271	0.041
芽长	0.887	0.250	0.102
侵入孔位	0.059	0.016	0.975

注:提取因子方法:主成分分析(提取 3 个主成分);因子旋转方法:方差极大法旋转。

经旋转后,影响云南切梢小蠹蛀梢坑道长度的

表 3 侵入孔位置与枝梢大小的相关性分析

变量	云南切梢小蠹	
	枝梢长度	枝梢直径
侵入孔位	-0.274**	-0.146
显著性(2-tailed)	0.001	0.083
N	142	142

注:“**”表示 $p\leq 0.01$ 差异显著性。

2.3.2 云南切梢小蠹蛀梢坑道长度与各变量因子的关系 云南切梢小蠹蛀梢坑道的长度与枝梢长度、枝梢直径和小蠹虫的侵入孔位有很大关系, $p<0.05$ (表 5)。说明侵入孔越是靠近枝梢基部,该虫蛀梢枝梢的坑道就越长。并对其影响相关因子做了回归分析,各相关变量回归方程如下:

枝梢长度回归方程: $y=11.077+0.157x$

枝梢直径回归方程: $y=3.652x$

侵入孔位回归方程: $y=22.773+4.931x$

因子 1 主要成分为枝梢直径,芽径、芽长、其意义代表枝梢的粗细,称为粗细因子;因子 2 主要成分为枝梢长度,其意义代表枝梢的长度,称为长度因子;因子 3 主要成分为侵入孔位,称为孔位选择因子(表 6)。结果表明,影响云南切梢小蠹蛀梢坑道长度作用大小主要为枝梢粗细,其次为枝梢的长度,最后为孔位选择。

3 结论与讨论

研究表明云南切梢小蠹倾向于从枝梢的中上部侵入。叶辉^[7,10,14]等认为蛀入孔位置与枝梢幼嫩程度有关。若枝梢幼嫩,其蛀孔位置距枝梢端部稍远些;而对于较粗大的枝梢,其蛀入孔位置更靠近枝梢端部。

野外采集被害枝梢总数 200 枝,经鉴定后,共解剖出云南切梢小蠹 180 头,入侵枝梢数为 130 枝,侵入孔共 142 个。云南切梢小蠹蛀食枝梢的直径范围在 3.20~13.52 mm 之间,主要蛀食直径在 3~7 mm 的 1 年生枝梢,占 67.61%,偏好蛀食直径为 5~7 mm 的枝梢;蛀食枝梢长度范围在 24.69~295.00 mm 之间,主要蛀食 45~87 mm 的 1 年生枝梢,占 51.41%。叶辉^[10]等认为在蛀梢期,横坑切梢小蠹在树冠内的空间分布主要与该虫所喜好蛀食的枝梢的分布有关。叶辉^[7]推测这可能与寄主种类和当地气候条件有紧密关系,该虫在杭州为害马尾松,偏好

蛀食直径为 3~5 mm 的枝梢。在北欧蛀食苏格兰松,喜好直径为 4.5 mm 的枝梢。而在昆明,该虫可以蛀害直径为 5.4~11.0 mm 的枝梢,其中对直径为 7.0~8.5 mm 枝梢的蛀害率较高。

云南切梢小蠹蛀梢坑道较长,而且侵入孔位置,枝梢长度,枝梢直径同时对云南切梢小蠹蛀梢坑道的长度起着决定性作用。云南切梢小蠹蛀食枝梢坑道的长度会随着枝条的直径、长度增大而变长。枝梢大小对云南切梢小蠹取食活动有着重要的影响,枝梢越粗,其木质化程度也就越高,有机养分含量就越充分,就越有利于该虫取食。但如果枝梢太粗,其木质化程度就会过高,有机养分含量反而会变少,枝梢太细,蛀食后容易枯萎,同样不利于该虫蛀坑取食。

云南切梢小蠹更倾向于从松枝梢中上部侵入危害,且受枝梢长度的影响,同时侵入孔的位置也影响着云南切梢小蠹蛀食坑道的长度。云南切梢小蠹成虫一般从新生枝梢的中上部蛀入髓心,向芽顶蛀食。当距枝梢末端约 5 mm 左右时,便停止蛀食从原坑道退出,转而蛀食其他枝梢。该虫多选择当年新生枝梢进行蛀食,可能与新生枝梢的养分含量有关^[7]。在云南,纵坑切梢小蠹普遍被认为在第 1 次产卵后,需到云南松梢部补充营养,才能继续蛀坑产卵^[15],当一个枝梢所含的养分不足以支持小蠹虫发育和成熟所需能量,该虫便转向其他营养成分较足的枝梢,继续发育和成长,直到完全成熟。叶辉^[7]认为,除松枝的养分影响外,也可能与寄主种类和当地气候条件有紧密关系。

参考文献：

[1] LÅNGSTRÖM B. Distribution of pine shoot beetle attacks within the crown of Scots pine[J]. Studia For. Suec. , 1980 (154);25.

[2] KIRKENDALL L R, FACCOLI M, YE H. Description of the Yunnan shoot borer, *Tomicus yunnanensis* Kirkendall & Faccoli sp. n. (Curculionidae, Scolytinae), an unusually aggressive pine shoot beetle from southern China, with a key to the species of *Tomicus*[J]. Zootaxa, 2008(1819);25-39.

[3] 朱振华. 云南松纵坑切梢小蠹种群生态研究现状[J]. 云南林业科技,2003(1);52-55.

[4] LIU M D, LU L. Preliminary reports on *Tomicus piniperda* (L.) (Col, Scolytidae) spreading and control [J]. Forest disease and insect news, 1992(3);15.

[5] 屈天祥,陈诱,樊德方,等. 松小蠹虫生活习性及其防治的研究[J]. 浙江农学院学报,1965(2);221-234.

[6] 王海林,陈尚文,吴铎,等. 昆明地区松纵坑切梢小蠹发生规律及综合治理的初步研究[J]. 西南林学院学报,1987(2);33-40.

[7] 叶辉. 纵坑切梢小蠹蛀梢期生物学研究[J]. 昆虫学报, 1996, 39(1): 58-62.

YE H. Studies on the biology of *Tomicus piniperda* (Col. , Scolytidae) in the shoot-feeding period [J]. Acta Entomologica Sinica, 1996, 39(1): 58-62. (in Chinese)

[8] YE H. On the bionomy of *Tomicus piniperda* (L.) (Coleoptera:Scolytidae) in the Kunming region of China[J]. Journal of Applied Entomology, 1991(112);366-369.

[9] 李丽莎,王海林,柴秀山,等. 云南松纵坑切梢小蠹危害及生物学特性研究[J]. 云南林业科技,1997(2);1-7.

[10] 叶辉,吕军,FRANCOIS L. 云南横坑切梢小蠹生物学研究 [J]. 昆虫学报, 2004, 47(2): 223-228.

YE H, LU J, FRANCOIS L. On the bionomics of *Tomicus minor* (Hartig) (Coleoptera: Scolytidae) in Yunnan Province [J]. Acta Entomologica Sinica, 2004, 47(2): 223-228. (in Chinese)

[11] YE H. Mass attack by *Tomicus piniperda* L. (Col ,Scolytidae) on *Pinus yunnanensis* tree in the Kunming region, South-western China[C]// Gregoire J G, Liebhold A M,Stephen F M, *et al*., eds. Integrating cultural tactics into the management of barkbeetle and reforestatio pests. USDA: Forest Service General Technical Report, 1997: 225-227.

[12] LANGSTROM B, LISHA L, HONGPIN L, *et al*. Shoot feeding ecology of *Tomicus piniperda* and *T. minor* (Col. , Scolytidae) in Southern China [J]. Appl. Ent. , 2002, 126: 333-342.

[13] PAINE T D, RAFFA K F, HARRINGTON T C. Interactions among scolytid bark beetles,their associated fungi, and live host conifers[J]. Annual Review Entomology, 1997(42): 179-206.

[14] 叶辉,李隆术. 纵坑切梢小蠹蛀梢期空间分布[J]. 昆虫学报, 1994, 37(3);311-316.

YE H, LI L S. The distribution of *Tomicus piniperda* L. populationin the crown of Yunnan pine during the shootfeeding period[J]. Acta Entomologica Sinica, 1994, 37(3):311-316. (in Chinese)

[15] 赵涛,周楠,李丽莎. 纵坑切梢小蠹在云南松上的繁殖特性 [J]. 西北林学院学报,2003,18(3);47-49.

ZHAO T, ZHOU N, LI L S. The reproductive biology of *Tomicus piniperda* in the bole of living Yunnan pine [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2003, 18(3):47-49. (in Chinese)