林业科学研究 2018,31(3):167～172
Forest Research

DOI:10.13275/j.cnki.lykxyj.2018.03.022

云南省切梢小蠹种群结构及其演替规律

王晓渭[1], 陈 鹏[1*], 王艺璇[1], 袁瑞玲[1], 冯 丹[1], 李丽莎[1],
叶 辉[2], 潘 悦[2], 吕 军[2], 周益锋[3], 杜春花[1*]

(1.云南省林业科学院,云南 昆明 650201;2.云南大学农学院,云南 昆明 650091;
3.宁洱县林业局,云南 宁洱 665000)

摘要:[**目的**]为明确云南省切梢小蠹种群结构及变化规律,指导切梢小蠹的防控。[**方法**]在云南蠹害林区调查采样并鉴定切梢小蠹种类,比较20世纪90年代和2010年代石林、安宁、丘北3地切梢小蠹种群结构及变化情况。[**结果**]共有4种切梢小蠹在云南发生危害,其中,横坑切梢小蠹占发生总量的38.1%,云南切梢小蠹占36.6%,松芽小蠹占19.7%,华山松切梢小蠹占5.6%。小蠹种群结构90年代与目前比较发生了显著变化,主要体现在横坑切梢小蠹和云南切梢小蠹,云南切梢小蠹所占种群数量由20世纪90年代的92.1%减少到目前的42.7%,而横坑切梢小蠹由20世纪90年代的7.9%,迅速增长到目前的57.3%。[**结论**]在云南,经过20年种群演替,之前云南切梢小蠹一支独大危害松林的局面,已转变为云南切梢小蠹和横坑切梢小蠹角力共同危害松林,预示当地松林尤其是云南松林正处于亚健康或不健康的状况,结果为云南省切梢小蠹的监测和防控提供了新的科学数据支持。

关键词:云南;切梢小蠹;种群结构

中图分类号:S763.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1498(2018)03-0167-06

Population Structure and Succession Law of *Tomicus* Species in Yunnan

WANG Xiao-wei[1], *CHEN Peng*[1], *WANG Yi-xuan*[1], *YUAN Rui-ling*[1], *FENG Dan*[1], *Li Li-sha*[1],
YE Hui[2], *PAN Yue*[2], *LV Jun*[2], *ZHOU Yi-feng*[3], *DU Chun-hua*[1]

(1. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650201, Yunnan, China; 2. School of Agriculture, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China; 3. Forestry Bureau of Ninger County, Ninger 66500, Yunnan, China)

Abstract: [**Objective**] To clarify the population structure of *Tomicus* species in Yunnan, and to elucidate its succession law so that to provide theoretical guidance for the management of *Tomicus* spp. [**Method**] Surveying, sampling and identifying *Tomicus* in occurrence areas of Yunnan, and comparing the population structures of *Tomicus* spp. between 1990s and 2010s at 3 spots (Shilin, Anning, and Qiubei). [**Result**] There are four *Tomicus* species in Yunnan Province, *T. yunnanensis* occupied 36.6% of the sampling population, *T. minor* occupied 38.1%, *T. brevipilosus* occupied 19.7%, and *T. armandii* occupied 5.6%. Recently, the population structure of *T. yunnanensis* and *T. minor* changed significantly compared with that in 1990s. The percentage of *T. yunnanensis* in population declined from 92.1% in 1990s to 42.7% in 2010s, correspondingly, the percentage of *T. minor* in population increased from 7.9% in 1990s to 57.3% in 2010s. [**Conclusion**] In Yunnan Pvrovince, after 20 years' population succession, *T. yunnanensis* is no longer the only *Tomicus* species damaging pine forests, the dominant *Tomicus* species are both *T. yunnanensis* and *T. minor*, indicating that pine forests in Yunnan, especially *Pinus yun-*

收稿日期: 2017-02-22
基金项目: 云南省应用基础重点项目(2013FA055);国家自然科学基金(31160095)
作者简介: 王晓渭(1988—),男,江西赣州人,硕士研究生,主要从事森林保护研究.
* 通讯作者:陈 鹏(1975—),男,云南昭通人,研究员,博士,主要从事森林保护研究. E-mail:chenpengkunming@aliyun.com.
杜春花(1974—),女,云南永胜人,副研究员,主要从事经济林培育研究.

nanensis forest, are in sub-healthy even unhealthy situations. The results provide a new scientific data for *Tomicus* monitoring and control in Yunnan province.

Keywords: Yunnan; *Tomicus* spp.; population structure

切梢小蠹(*Tomicus* spp.),隶属于鞘翅目(Coleoptera)多食亚目(Phytophaga)象虫总科(Curculionoidae)小蠹科(Scolytindae)切梢小蠹属(*Tomicus*),是一类重要的蛀干性森林害虫,主要危害云南松(*Pinus yunnanensis* Franch.)、华山松(*P. armandii* Franch.)、马尾松(*P. massoniana* Lamb.)、思茅松(*P. kesiya* var. *langbianensis* A. Chev)、高山松(*P. densata* Mast.)等多种松类植物[1-3]。目前,在中国云南报道的切梢小蠹有4种:横坑切梢小蠹(*T. minor*)、云南切梢小蠹(*T. yunnanensis*)、松芽小蠹(*T. brevipilosus*)、华山松切梢小蠹(*T. armandii*);另外,在世界范围还有4种:纵坑切梢小蠹(*T. piniperda*)、地中海切梢小蠹(*T. destruens*)、多毛切梢小蠹(*T. pilifer*)和颗瘤切梢小蠹(*T. puellus*)[1-3]。

在过去,学术界认为危害云南松的切梢小蠹有2种,坑道是纵向的切梢小蠹视为纵坑切梢小蠹[4]。然而,在云南发生的纵坑切梢小蠹的生物学和生态学特性明显不同于国外及我国北方的纵坑切梢小蠹[4-7],2008年,云南大学叶辉教授与挪威昆虫学家Kirkendall和意大利昆虫学家Faccoli合作,从形态学上确认云南这种坑道为纵向的切梢小蠹是一个尚未描述的切梢小蠹新种,并描述定名为云南切梢小蠹(*T. yunnanensis*)[1,8-11]。此后,危害华山松的切梢小蠹于2010年被正式定名[12]。松芽小蠹2011年和2014年才被证实其在云南多地与云南切梢小蠹和横坑切梢小蠹联合攻击,共同对云南松造成蛀害[2,5]。迄今,云南切梢小蠹和华山松切梢小蠹仅分布于我国的云南、贵州、四川、重庆等地区,尤其以云南发生危害最为严重。

切梢小蠹在云南每年只发生1代,无滞育和越冬现象[4-5],都是以针叶植物为其寄主,其生活史的大部分时间均是在寄主树上度过。切梢小蠹对松类植物的危害分为蛀梢和蛀干2个时期:蛀梢期,其成虫取食枝梢髓部组织,进行补充营养,完成其成虫的性发育;蛀干期,性发育成熟的成虫由树梢转移到树干蛀食、产卵,形成母坑道和子坑道,幼虫在树皮下发育,化蛹羽化[5]。切梢小蠹这一繁殖过程破坏了树干的韧皮部,并使树木的枝梢受损,尤其是营养物质运输功能受阻,最终导致树木死亡[6]。

20世纪80年代至今,切梢小蠹在云南松林区暴发成灾,仅在云南省常年危害面积就达10×10^4 hm^2以上,给当地林业产业造成了严重损失,对云南山区生态环境造成了严重破坏[7-10]。从20世纪80年代开始,针对云南省切梢小蠹大爆发,切梢小蠹迅速成为了学术界研究的热点。国内外以Kirkendall等[1]、Peng Chen等[5]、Lieutier等[6]、叶辉[4]、Li等[12]、Peng Chen等[8]、吕军[9]、Zhou等[10]为代表,从形态特征、生活史、分布区域、危害特征和携带伴生真菌等方面,对切梢小蠹进行了大量的研究;然而,关于切梢小蠹种群演替规律国内外的相关研究还鲜有报道。

切梢小蠹在中国云南的发生危害自20世纪80年代以来,从发生面积、灾害程度及持续时间上看,均为世界罕见[5]。为了探明目前云南省已知切梢小蠹种类的种群数量结构,明确切梢小蠹自20世纪90年代至今的种群结构变化规律,掌握云南省切梢小蠹危害现状,预测未来切梢小蠹危害趋势,笔者于2013—2015年对云南省切梢小蠹发生种类进行了比较全面的调查,比较了3个蠹害常年发生区在20世纪90年代及近年来切梢小蠹的种群数量结构变化,着重就云南省切梢小蠹种类、分布范围、种群结构、优势种群变化等进行分析,旨在揭示云南省切梢小蠹种群变化状况、切梢小蠹成灾机制,为探索切梢小蠹有效监测和防控新途径提供科学数据支持。

1 材料和方法

1.1 调查时间及地点

于2014—2015年,在云南17个蠹害发生区进行切梢小蠹种类调查,相关采样信息见表1。

1.2 调查方法

1.2.1 标本采集及鉴定 根据所确定的时间,在上述蠹害发生地松林随机从枝梢上采集切梢小蠹成虫30头以上,分别装入离心管中并编号,记录采集地点、时间,带回室内进行种类鉴定。切梢小蠹鉴定依据Kirkendall等[1]、吕军[9]、李霞等[11]、Li等[12]所阐述的切梢小蠹特征进行种类鉴定。7种危害松科的切梢小蠹种类的主要鉴定特征如下:

表 1　云南省切梢小蠹调查采样信息

Table1　Sampling information of *Tomicus* spp. in Yunnan, China

编号 No.	调查时间 (年-月-日) Sampling date (Year-Month-Day)	调查采样地点 Sampling site	海拔 Altitude/m	东经 E	北纬 N	松林类型 Type of pine	采集小蠹种类 Species of Tomicus
1	2014-02-28	云南大理州祥云县 Xiangyun	2 313	99°58′16.7″	25°35′32.4″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis* *T. minor*
2	2014-03-14	云南陆良县小百户 Xiaobaihu, Luliang	1 829	103°22′13.1″	25°03′34.3″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis* *T. brevipilosus*
3	2014-03-15	云南陆良县龙海乡 Longhai, Luliang	2 153	103°49′17.8″	24°55′16.4″	*Pinus armandii* Franch.	*T. armandii*
4	2014-03-17	云南石林县长湖镇 Shilin	1 951	103°22′16.4″	24°43′6.3″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis* *T. minor* *T. brevipilosus*
5	2014-04-09	云南昆明市团结村 Tuanjie, Kunming	2 343	102° 50′25″	25°16′42.7″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis*
6	2014-06-03	云南丽江市玉龙县 Yulong	2 558	100°2′12.76″	26°5′48.87″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis* *T. minor*
7	2014-07-11	云南昆明市安宁市 Anning	1 862	102°46′43.09″	24°92′58.42″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis* *T. minor* *T. brevipilosus*
8	2014-07-24	云南普洱市墨江县 Mojiang	1 908	100°53′19.6″	23°11′18.7″	*Pinus kesiya* var. *langbianensis* A. Chev	*T. minor* *T. brevipilosus*
9	2014-07-24	云南普洱市宁洱县 Ninger	1 028	100°52′56.9″	23°11′24.9″	*Pinus kesiya* var. *langbianensis* A. Chev	*T. minor* *T. brevipilosus*
10	2015-01-23	云南昆明市东川区 Dongchuan	1 404	103°07′24.54″	26°13′13.84″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis* *T. minor*
11	2015-03-12	云南丽江市宁蒗县 Ninglang	2 749	100°46′19.50″	27°44′40.75″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis* *T. brevipilosus*
12	2015-03-27	云南文山红旗林场 Wengshan	1 259	104°15′3.19″	23°24′13.42″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis* *T. minor*
13	2015-04-09	云南红河州弥勒市 Mile	1 557	103°34′45.98″	24°29′52.96″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis* *T. minor*
14	2015-04-15	云南丽江市永胜县 Yongsheng	2 045	100°57′34.03″	26°27′52.52″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis* *T. minor*
15	2015-04-23	云南曲靖市麒麟区 Qilin	1 863	103°48′10.05″	25°29′53.26″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis* *T. minor* *T. brevipilosus*
16	2015-05-13	云南楚雄州紫溪山 Chuxiong	2 162	101°24′1.82″	25°0′26.67″	*Pinus armandii* Franch.	*T. armandii*
17	2015-08-06	云南文山州丘北县 Qiubei	1 801	104°21′35.60″	25°15′44.92″	*Pinus yunnanensis* Franch.	*T. yunnanensis* *T. minor* *T. brevipilosus*

(1)鞘翅斜面第二沟间部有瘤状颗粒　—(2)
　鞘翅斜面第二沟间部无瘤状颗粒　—(4)
(2)鞘翅瘤状颗粒上毛较长,刻点上毛较短　—(3)
　鞘翅瘤状颗粒与刻点上毛等长,均匀分布,难区分 —*T. puellus*
(3)鞘翅刻点上毛少;前胸背板中部刻点稀疏,平滑光亮 —*T. minor*
　鞘翅刻点上毛多;前胸背板上刻点多,分布均匀 —*T. pilifer*
(4)鞘翅斜面第二沟间部刻点呈单列　—(5)
　鞘翅斜面第二沟间部刻点呈两排,三列或 Z 型　—(6)
(5)鞘翅斜面瘤状颗粒上毛长,约与沟间距等长 — *T. piniperda*
　鞘翅斜面瘤状颗粒上毛短,约为沟间距的 1/2 —*T. brevipilosus*
(6)鞘翅斜面瘤状颗粒上毛长,约与沟间距等

长 —*T. yunnanensis*

鞘翅斜面瘤状颗粒上毛较短,约为沟间距的1/2 —*T. armandii*

1.2.2 种群结构调查 采用跟踪调查方法,以石林、安宁和丘北为例,分不同时间段随机采集横坑切梢小蠹和云南切梢小蠹,记录每一次调查的种类数量,分析比较20世纪90年代(调查由陈鹏完成)与2013—2015年间,调查地横坑切梢小蠹和云南切梢小蠹的种群数量比例变动情况,分析2种切梢小蠹种群结构的演变规律。

1.3 数据统计分析

根据采集种类的情况,分析云南省切梢小蠹种类分布情况,计算不同种群数量占总采集总数量的比例,确定切梢小蠹种群数量结构。

2 结果与分析

2.1 切梢小蠹的分布及种群结构

2014—2015年的调查,共采集到切梢小蠹成虫675头,经鉴定为4种切梢小蠹:云南切梢小蠹、横坑切梢小蠹、松芽小蠹、华山松切梢小蠹,4种切梢小蠹在云南的分布危害区域为:23°11′18.7″～27°44′40.75″ N,99°58′16.7″～104°21′35.60″ E。具体地理位置:北至丽江市,南至普洱市,西至大理州,东至文山州(表1),其中,云南切梢小蠹、横坑切梢小蠹、松芽小蠹可共同危害云南松。在普洱宁洱县、墨江县横坑切梢小蠹、松芽小蠹可共同危害思茅松。华山松切梢小蠹仅危害华山松,仅在陆良县和楚雄市发现。从种群数量的分析发现,目前横坑切梢小蠹在云南省发生数量最多,采集到257头,云南切梢小蠹略少于横坑切梢小蠹,采集到247头,其次是松芽小蠹,采集到133头,而华山松切梢小蠹发生数量最少,采集到38头。4种切梢小蠹在云南省种群数量结构大致为:横坑切梢小蠹占38.1%,云南切梢小蠹占36.6%,松芽小蠹占19.7%,华山松切梢小蠹占5.6%。

2.2 云南切梢小蠹和横坑切梢小蠹种群结构比较

调查表明,1996—1997年间,石林云南松林云南切梢小蠹为绝对的切梢小蠹优势种类,其种群数量占2种切梢小蠹总数的99.7%,而横坑切梢小蠹仅占0.3%;安宁点云南松林云南切梢小蠹占91.5%,而横坑切梢小蠹占8.5%;丘北点云南松林云南切梢小蠹占85.0%,而横坑切梢小蠹占15.0%。根据数据可知,20世纪90年代,云南切梢小蠹的种群在上述3地是绝对的优势种,其种群数量明显高于横坑切梢小蠹的种群数量(表2)。

调查表明,2013—2015年间,石林点云南切梢小蠹种群数量占2种切梢小蠹总数的51.1%,横坑切梢小蠹占48.9%;安宁点云南切梢小蠹占47.9%,横坑切梢小蠹占52.1%;丘北点云南切梢小蠹占29.0%,横坑切梢小蠹占71.0%(表2)。可以看出,2013—2015年间横坑切梢小蠹在石林、安宁和丘北3地云南松林间的种群数量占2种切梢小蠹总数量的比例明显增高,相应的云南切梢小蠹的种群数量所占的比重明显下降,此时,横坑切梢小蠹和云南切梢小蠹均是危害石林、安宁、丘北3地云南松林的优势种类。

综上所述,20世纪90年代到目前横坑切梢小蠹与云南切梢小蠹的种群结构出现了明显的变化:20世纪90年代横坑切梢小蠹种群所占比重很小,平均为7.9%,经过近20年的种群演替,横坑切梢小蠹种群在林间的数量比重增长到目前的57.3%,种群比重增长了49.4%。由此可见,20年来,横坑切梢小蠹在云南松林的种群结构呈增长趋势;而云南切梢小蠹从20世纪90年代92.1%的平均所占比重,减少到了42.7%,种群比重降低了49.4%,可见20年来,云南切梢小蠹在云南松林的种群结构呈明显的下降趋势(表2,图1)。由此看来,近年来,横坑切梢小蠹的种群数量在云南的蠹害区呈现高于和略低于云南切梢小蠹种群数量的态势。

表2 横坑切梢小蠹和云南切梢小蠹20世纪90年代和2010年代种群比重变化

Table 2 Proportion differences of *Tomicus yunnanensis* and *T. minor* populations between 1990s and 2010s in Yunnan, China

时间地点 Time & Site		横坑切梢小蠹 Tomicus minor	云南切梢小蠹 Tomicus yunnanensis
1990s	石林 Shilin	0.3%	99.7%
	安宁 Anning	8.5%	91.5%
	丘北 Qiubei	15.0%	85.0%
	平均值 Average	7.9%	92.1%
2010s	石林 Shilin	48.9%	51.1%
	安宁 Anning	52.1%	47.9%
	丘北 Qiubei	71.0%	29.0%
	平均值 Average	57.3%	42.7%

3 讨论

20世纪80年代至21世纪初,云南切梢小蠹(2008年以前认为是松纵坑切梢小蠹 *T. piniperda*)

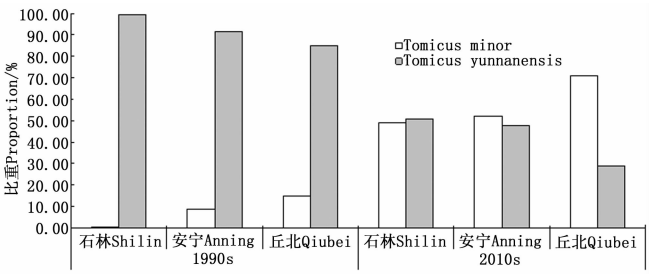

图 1　横坑切梢小蠹和云南切梢小蠹在 20 世纪 90 年代和 2010 年代种群数量比重变化

Fig. 1　Proportion differences of *Tomicus yunnanensis* and *T. minor* populations between 1990s and 2010s in Yunnan, China

在云南猖獗危害,如:昆明市辖区的海口林场、金殿林场和方旺林场的云南松林,在不到 10 年的时间里几近毁灭殆尽,全省各主要云南松林区云南切梢小蠹暴发成灾,部分云南松林受切梢小蠹的危害而枯萎死亡。切梢小蠹在云南暴发至今,随着对切梢小蠹种类及其生物学生态学的深入认识,切梢小蠹种类间的种群结构也发生的悄然变化。

云南切梢小蠹种群数量由 20 世纪 80—90 年代的高位增长,到目前大幅度下降。20 世纪 80—90 年代云南切梢小蠹种群增长速率最大,而后趋于平衡,很可能与横坑切梢小蠹的种间竞争有关,导致现在种群数量比重减小。研究表明,横坑切梢小蠹对云南松树梢的攻击能力明显弱于云南切梢小蠹[13],但横坑切梢小蠹与云南切梢小蠹通常混合发生,不可避免产生激烈种间竞争。20 世纪 90 年代云南切梢小蠹种群数量处于高位,横坑切梢小蠹的种群增长受到前者极大的压制,随着云南切梢小蠹种群数量增长达到高点,在其种群的下降期,横坑切梢小蠹在林间的种群数量逐渐增大,到目前为止,在云南的多数地区横坑切梢小蠹种群已经与云南切梢小蠹种群数量相当,且有超越云南切梢小蠹种群数量的趋势(表 2)。

研究证实,云南切梢小蠹对云南松的攻击力(蛀干能力)显著的高于横坑切梢小蠹,云南切梢小蠹不但可以蛀害云南松衰弱木,也可直接攻击健康的云南松,横坑切梢小蠹通常只攻击云南松衰弱木,当 2 种切梢小蠹混合发生时,横坑切梢小蠹会在云南切梢小蠹开始蛀干攻击 7 ～ 15 天后才开始蛀干攻击,云南切梢小蠹先攻击云南松的上部,随后横坑切梢小蠹主要选择未受云南切梢小蠹攻击的中下部,其蛀干繁殖主要发生在中下部[14-17],由此可见,横坑切梢小蠹属于典型的次期性森林害虫,主要危害长势衰弱或受到其它病虫感染的树木。

在云南,横坑切梢小蠹与云南切梢小蠹在地理分布上相互重叠,蛀害时期相互吻合,且主要危害已受到云南切梢小蠹侵害的树木[18]。由于横坑切梢小蠹利用已被云南切梢小蠹危害的树木进行繁殖,分析认为,此时受害树木的抗虫性已明显减弱,使得横坑切梢小蠹的蛀害成功率明显提高,种群数量也将随之增长。加之切梢小蠹具有明显的聚集危害特征,即短期内大量聚集到个别云南松树冠上。由于横坑切梢小蠹和云南切梢小蠹聚集危害的时间基本相同,蛀梢期聚集高峰出现在 7—9 月,蛀干期出现在 1—2 月[19-20]。当林间横坑切梢小蠹种群数量达到与云南切梢小蠹相当的程度之后,其对云南松危害的数量、参与度和比例也随之显著升高,使之逐渐成为优势,进而可直接通过蛀梢期的聚集危害,使松树衰弱,成为其蛀干繁殖期的首选,至此在没有云南切梢小蠹参与的情况下也能开展蛀干攻击。如,在丘北县云南松蠹害林区,横坑切梢小蠹的种群数量比例高达 71%,笔者在进行蛀干解析时发现,一些蠹害枯立木的坑道,均为横坑,表明横坑切梢小蠹独自蛀害也能造成林木枯死。就其原因,这与近年来当地云南松林的整体生长势不如从前存在重要的关联。1998 年以来,调查区域,云南松林全面禁伐,而且林分长期不进行必要的抚育间伐,加之近年来紫茎泽兰杂草不断的侵蚀云南松林分,云南松林天然更新严重受阻(被紫茎泽兰侵入的林分,云南松种子不能正常萌发生长),云南松林分长势衰弱了持续衰弱,致使林分变得更容易受到攻击力不强的次期性蛀干害虫的危害。因此,尽管横坑切梢小蠹为典型的次期性蛀干害虫[21-22],但在前述多重叠加作用下,此时的林分变得更容易受到攻击力不强的小蠹虫危害,横坑切梢小蠹种群数量不断上升。

近年来,多数云南松蠹害林区横坑切梢小蠹的虫口数量与云南切梢小蠹的种群数量相当,一些区域甚至明显高于云南切梢小蠹的虫口数量,显示这些云南松林区正处在云南切梢小蠹危害的衰退期和横坑切梢小蠹危害的上升期。树木长势在蠹害形成及发展过程中发挥着积极作用,长势好的林木不易受切梢小蠹侵害或受害较轻,衰弱木是切梢小蠹主要攻击对象[14]。由于蠹害发生区长势良好的优势木所占比例下降,衰弱木所占比例的增加,加上云南切梢小蠹种群数量的减少,横坑切梢小蠹很容易在衰弱木中快速繁殖,这也是近年来横坑切梢小蠹种

群数量上升的重要原因。

综上所述,由于横坑切梢小蠹是典型的次期性蛀干害虫,通常横坑切梢小蠹只攻击亚健康和衰弱林木,就现阶段云南蠹害区横坑切梢小蠹大量种群存在的实际,显示这些松林林分正处于亚健康或不健康群落演替阶段,预示在治理这些林区切梢小蠹时,不能仅仅只针对切梢小蠹本身,要从松林生态系统的整体出发,以改变这些林分亚健康或不健康的生态状况为根本,才能从根本上使当地切梢小蠹危害得到有效治理。如:林分抚育管理、清除紫茎泽兰杂草,或林分整体更新改造等。

4 结论

研究表明,目前有4种切梢小蠹在云南发生危害,其中,横坑切梢小蠹种群数量最大,占发生总量的38.1%;云南切梢小蠹次之,占36.6%,松芽小蠹占19.7%,华山松切梢小蠹种群数量最小,仅占5.6%。从20世纪90年代到现在,横坑切梢小蠹和云南切梢小蠹之间的种群数量结构发生了巨大变化,云南切梢小蠹在20世纪90年代是绝对的优势切梢小蠹种类,但目前其在林间的种群结构数量比重大幅下降,而横坑切梢小蠹从20世纪90年代的弱势种群,随着时间的推移,其在林间的种群数量比重逐渐升高。研究揭示,近年来横坑切梢小蠹与云南切梢小蠹在云南松林间的种群数量基本持平,一些地区的种群数量甚至明显高于云南切梢小蠹。研究结果为有效防治中国西南地区,尤其是云南省切梢小蠹的危害提供了全新的必要信息。

参考文献:

[1] Kirkendall L, Faccoli M, Hui Y. Description of the Yunnan shoot borer, *Tomicus yunnanensis* coli sp. n (Curculionidae, Scolytinae), an unusually aggressive pine shoot beetle from southern China, with a key to species of *Tomicus*[J]. Zootaxa, 2008, 1819: 25-39.

[2] Lu J, Zhao T, Ye H. The shoot-feeding ecology of three *Tomicus* species in Yunnan Province, southwestern China[J]. Journal of Insect Science ,2014,14(37):1-10.

[3] Lu J, Hu Sj, Ma Xy, *et al*. Origin and Expansion of the Yunnan Shoot Borer, *Tomicus yunnanensis* (Coleoptera: Scolytinae): A Mixture of Historical Natural Expansion and Contemporary Human-Mediated Relocation[J]. PLoS ONE,2014,9(11): e111940.

[4] 叶 辉. 纵坑切梢小蠹对云南松蛀害研究[J]. 昆虫学报, 1999, 42(4):394-400.

[5] Peng Chen, Jun Lu, Robert A, *et al*. Attack Pattern and Reproductive Ecology of *Tomicus brevipilosus* (Coleoptera: Curculionidae) on *Pinus yunnanensis* in Southwestern China[J]. Journal of Insect Science,2015,15(1): 43.

[6] Lieutier F, Ye H. Shoot damage by *Tomicus* sp. (Coleoptera: Scolytidae) and effect on *Pinus yunnanensis* resistance to subsequent reproductive attacks on the stem[J]. Agric. For. Entomol., 2003, 5: 227-233.

[7] Ye H, Haack R A, Lu J. *Tomicus piniperda* (Scolytidae): a serious pest of Yunnan pine in southwest China[C]// Fosbroke SLC, Gottschalk KW eds. Proceedings, U. S. Department of Agriculture Interagency Research Forum on Gypsy Moth and Other Invasive Species 2002, 15-18 January 2002, Annapolis, MD, USDA Forest Service, Northeastern Research Station, Newtown Square, PA, General Technical Report NE 300, 103-105.

[8] Peng Chen. Is there competition between *Tomicus piniperda* (L.) and *T. minor* (Hart.) (Col. Scolytidae) during shoot-feeding and breeding in China[D]. Uppsala: SLU, 2003: 5.

[9] 吕 军. 中国西南地区4种切梢小蠹的发生、分布及危害机理研究[D]. 昆明, 云南大学, 2011.

[10] Zhou X D, Jacobs K, Wingfiled M J, *et al*. A new *Leptographium* species associated with *Tomicus piniperda* in South Western China [J]. Mycoscience, 2000, 41:573-578.

[11] 李 霞, 张 真, 曹 鹏, 等. 切梢小蠹属昆虫分类鉴定方法[J]. 林业科学, 2012, 48(2):109-116.

[12] Li X, Zhang Z, Wang H B, *et al*. *Tomicus armandii* Li & Zhang (Curculionidae, Scolytinae), a new pine shoot borer from China [J]. Zootaxa, 2010, 2572:57-64.

[13] Chen P, Li L S, Liu H P. Interspecific Competition between *Tomicus yunnanensis* and *T. minor* (Col. Scolytidae) During Shoot-feeding Period in Yunnan of China[J]. Journal of West China Forestry Science, 2009, 38(3):52-58.

[14] 李 巧, 王海林. 云南松蠹害林分动态变化研究[J]. 西南林学院学报, 2004, 24(4):33-37.

[15] Peng Chen, Hui Ye, Xiaowei Wang, *et al*. Species diversity and invasiveness study of fungal associates of *Tomicus* species in southwestern China[J]. IUFRO Regional Congress for Asia and Oceania, 2016,399.

[16] Chen P, Li L S, Liu H P. Host Preference and Competion in Bark Beetles *Tomicus yunnanensis* and *T. minor* in Breeding Period[J]. Journal of West China Forestry Science, 2010, 39(1):15-20.

[17] 殷蕙芬, 黄复生. 中国经济昆虫志, 第十三册, 小蠹虫科[M]. 北京:科学出版社, 1984, 54-55, 142-144.

[18] 叶 辉, 吕 军, Francois LIEUTIER. 云南横坑切梢小蠹生物学研究[J]. 昆虫学报, 2004, 47(2):223-228.

[19] 李丽莎, 刘宏屏, 周 楠, 等. 松小蠹综合控制技术研究[J]. 西部林业科学, 2004, 33(1):62-71.

[20] 叶 辉, 吕 军, 陈 鹏, 等. 云南切梢小蠹[M]. 昆明:云南科技出版社, 2011:15-22.

[21] B. Langstrom, LI Li-sha, LIU Hong-pin, *et al*. Shoot feeding ecology of *Tomicus piniperda* and *T. minor* (Col. Scolytidae) in southern China[J]. Journal of Applied Entomology, 2006,126(7-8): 333-342.

[22] 王晓渭, 袁瑞玲, 余俊旭, 等. 切梢小蠹伴生菌分离培养及其种类探究[J]. 西部林业科学, 2015, 44(6): 42-46, 54.

(责任编辑:崔 贝)