

纵坑切梢小蠹对云南松蛀害研究*

叶 辉

(云南大学生态学与地植物学研究所, 昆明 650091)

摘要 在昆明地区, 纵坑切梢小蠹 *Tomicus piniperda* L. 表现出枝梢聚集、树干蛀害等重要的行为学特征, 形成三种基本蛀害模式。横坑切梢小蠹、蓝色伴生真菌参与了纵坑切梢小蠹危害过程, 并在其中发挥积极作用。上述因素的综合影响, 加强了纵坑切梢小蠹对云南松 *Pinus yunnanensis* 寄主树木的危害能力。

关键词 纵坑切梢小蠹, 云南松, 森林害虫

纵坑切梢小蠹 *Tomicus piniperda* L. (Col., Scolytidae) 为世界性常见森林害虫这一, 广泛分布于欧亚各国^[1,2], 90 年代初期被传入美洲, 近年来在美国和加拿大近 10 个州 200 多个县迅速蔓延^[3]。在我国几乎遍及各省区, 本世纪以来先后在浙江、陕西、吉林、重庆和云南等地大发生^[4~7]。80 年代初, 该虫在云南红河、楚雄、曲靖、玉溪、安宁、昆明等 14 个地州猖獗危害, 对当地林业经济和生态环境造成了严重破坏^[8]。纵坑切梢小蠹对云南松的为害, 包括枝梢蛀害和树干蛀害^[9,10]。纵坑切梢小蠹通过对枝梢的蛀害, 完成其成虫期发育, 同时又可削弱树势, 有利于后来的树干蛀害; 该虫对树干的蛀害, 旨在利用树木繁衍后代。该虫的蛀害过程较为复杂。近年来我们报道了纵坑切梢小蠹在蛀梢期的种群生物学、空间分布及聚梢现象^[11~14]。本文将在已有研究的基础上, 进一步探讨纵坑切梢小蠹对云南松树的蛀害过程及其基本类型, 以及纵坑切梢小蠹蛀害与横坑切梢小蠹和伴生真菌发生的内在联系, 并试图通过这些联系探索纵坑切梢小蠹危害机理, 以期为制定切实可行的虫害治理策略提供基础信息。

1 研究地点和方法

蠹害调检于 1995 ~1997 年在昆明附近的易门县小旧村后山, 安宁市近郊的平地哨村后山和路南县的长湖风景区内。3 片林地均为 40~50 年生云南松林, 与昆明市的距离分别约为 86 km、45 km 和 110 km。调查方法分以下几项进行。

1.1 枝梢聚害调查

在蛀梢为害末期至树干蛀害初期, 即从 11 月到 2 月, 选择近期内树干受到蛀害的树木 10 株, 同时再选取与这 10 株树最近且大小相同的未受到蛀害的健康树木各一株作为对照树。

* 云南省自然科学基金、云南省跨世纪人才培养基金、欧盟招标投标项目和云南大学人才培养基金资助
1997-08-15 收稿, 1998-03-18 收修改稿

伐倒这两组树，计数各树受害枝梢的数目。从 11 月至次年 5 月，逐月随机伐倒树干蛀害树木若干，统计各树受害枝梢的数目及受害枝梢所在树冠内、外层的位置^[11]。

1.2 树干蛀害调查

在上述三个林地内选择 100 m×100 m 样地各一个，从当年 11 月至次年 5 月，逐月记录各样地内树干蛀害树木的数目。

1.3 蠹虫聚干过程调查

在纵坑切梢小蠹成虫结束蛀坑之前，母坑道长度与蛀坑起始时间之间存在着一定的对应关系，即：母坑道长反映坑道内蠹虫蛀坑时间较早；反之，母坑道短反映坑道内蠹虫蛀坑时间较晚^[14]。由此，在树干蛀害初期，倒伐树干受到蛀害不久的树木，从树木基部到顶部，以每 50 cm 为一段，计数各树段内虫坑的数目及各虫坑的长度。再根据上述虫坑长度与蛀坑时间的对应关系，推算蠹虫蛀干的先后次序^[4]。本研究中共检查了 13 株受害树木。

1.4 伴生真菌调查

分别在蛀梢期和蛀干期，从枝梢和树干上取蠹虫成虫各若干头，每头成虫装入一个洁净塑料袋内。在室内，将蠹虫置入马铃薯培养基，在 25~28 ℃ 下培养 7~10 天，然后对长出的伴生真菌进行分离、提纯和鉴定^[15]。记录纵坑切梢小蠹对伴生真菌的携带率。

2 结果和分析

2.1 枝梢聚害

枝梢聚害（简称聚梢）是纵坑切梢小蠹在树冠内进行群聚为害的一种生态学现象^[13]。聚梢过程多发生在树干即将受到蛀害或刚开始受到蛀害的树木上。在发生聚梢的树上，枝梢受害率显著增大，均大于 60%，最高为 92%；而对照树上的枝梢受害率最高仅为 29%，（ $t = 16.845, P < 0.001$ ）（表 1），表明蠹虫在各树冠的分布不是均匀的，在蛀害树上存在明显的枝梢聚害特征。在蠹虫聚梢期间，蠹虫群体主要分布于树冠的中外层。中外层枝梢受害率为

表 1 枝梢聚害树及其相邻对照树内枝梢受害一览表

Table 1 Percentages of damaged shoots on shoot aggregation trees and the nearby control trees											
(1997, 昆明 Kunming)											
样树编号 Tree No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X
供试树 (%) Exp. tree (%)	62	74	87	92	68	76	82	87	73	79	78
对照树 (%) Control tree (%)	17	21	28	26	14	18	29	19	14	16	20.2

树冠全部枝梢受害率的 79.6%。分析认为，在此期间，聚梢蠹虫系近期内由邻近树木转移来的。研究揭示，聚梢现象发生在部分树干受到蛀害的树上，其发生量因受害林地不同而异，并随时间推移而不同。在昆明地区，蠹虫聚梢始发于当年 11 月，即蛀梢末期或蛀干危害初期。从当年 11 月至次年 2 月，聚梢发生率较高，为全部蛀干树木的 31%~82%。从 3 月至 4 月，即树干蛀害盛期，蠹虫聚梢发生率渐次下降，而非聚梢的蛀干树木增加。在树干蛀害末

期，聚梢现象消失。

2.2 树干蛀害

蠹虫成虫经在枝梢蛀食发育成熟之后，聚集于树干上，在树木韧皮部与木质部之间筑坑产卵。纵坑切梢小蠹筑坑系沿着木纹走向由下向上进行。侵入孔（即该虫进入坑道的入口）位于虫坑下方有利于蠹虫将其粪便及蛀坑中产生的木屑推出虫坑外。若树木平放在地上，蠹虫因无法确定上下方向，将只沿着木纹走向或向树木梢部或向树木基部筑坑。如果木纹走向发生扭曲，虫坑也随之发生相应扭曲。筑坑过程由雌雄虫协作进行。雌虫位于坑道前面，一边蛀坑，一边将卵产在坑道两侧；雄虫跟随于雌虫之后，把雌虫蛀坑排出的木屑和粪便推出虫坑外，雄虫还常守在坑道口，通过摩擦鞘翅发出声响来阻止同类其它雄虫进入坑道^[16]。在没有雄虫协助的情况下，雌虫会因虫坑内木屑和粪便的堵塞被闭死在虫坑里。

在昆明地区，树干蛀害系于当年的 11 月开始。从 11 月到 12 月，发育成熟的蠹虫渐次增多，树干蛀害量增大，形成蠹虫的第一次蛀干高峰。进入 1 月，气温较低，蠹虫对树干的蛀

害随之减弱。从 2 月开始，气温回升，蠹虫蛀害活动再次活跃，树干蛀害量迅速增长。2 月下旬至 4 月上旬为该虫蛀干活动的主要时期，60% 以上的蛀害木都在此期间出现。4 月以后，新增蛀害木的数量迅速低落，5 月上、中旬树干蛀害期结束（图 1）。

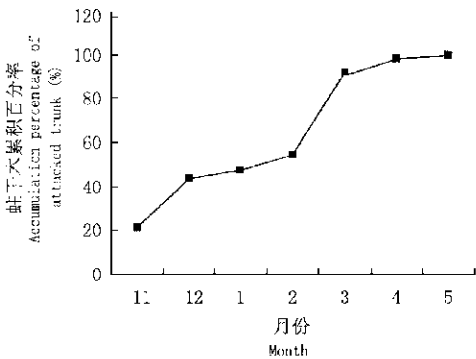


图 1 纵坑切梢小蠹树干蛀害期内，树干受害树木逐月累积百分率（%）

Fig.1 Accumulation percentage of trees attacked during the period of trunk attacks (%)

2.3 树干聚害过程

图 2 给出了被测蛀干树木各段蠹虫虫坑数目及相应各虫坑长度一览表。总共检查了 13 棵树，即获得了 13 个同类型的表。为节省篇幅，此地仅提供了其中之一。由于虫坑长度与蠹虫蛀坑起始时间之间存在着——对应的关系，因而图 2 实际上提供了纵坑切梢小蠹聚集蛀害树干过程的信息。纵坑切梢小蠹蛀干通常

由 2~4 对小蠹虫引导。这些最先攻击树木的蠹虫可称之为先锋虫。先锋虫蛀入树干后，其同伴紧接而至，一批又一批蠹虫陆续降落，由此构成对树干的聚集攻击^[14]。

先锋虫降落在树干部的位置不是固定的。在所检查的 13 株树中，先锋蠹虫降落在树干中上部的有 8 棵树，降落在树干中部的有 3 棵树。另有两棵树中，先锋蠹虫系同时降落在树干的上、中和下部。由图 2 可以看出，蛀干蠹虫群体以先锋虫为中心，在树干表面渐次散布。由于先锋虫降落攻击位部的不同，蠹虫群体在树干上的危害和分布过程也随之发生相应的变化，大体表现出两种情形。一种是蛀干过程发端于树冠内的主干上。蛀干过程与聚梢行为有着密切联系。一部分蛀干蠹虫直接来自同一树木的树冠，经由主枝下到主干。另一部分蠹虫则来自相邻的树木。伴随蛀干蠹虫数量的增加，蠹虫群体逐步由树干上部向树干中下部扩散。这种情形多发生在当年的 11 月至次年的 3 月上旬。

另一种是树干中上部先受到蛀害。这种情形多发生在3月上中旬到5月上旬。纵坑切梢小蠹的先锋虫直接降落在树干的中部或中上部，后续蠹虫以先锋虫为中心，按降落的先后次序，逐步向树干的上部和下部散布。在此情况下，受蛀害树木的枝梢受害率没有显著增加，即不存在聚梢现象。

位于上述两者之间的是蠹虫可在树干的中部和上部同时进行蛀害。但该类情形发生量不大，主要出现在蛀害盛期，即3~4月。

2.4 垂直分布

图2还揭示了纵坑切梢小蠹在树干上的垂直分布情况。在高度为5~6.5 m的树段区域内，每0.5 m木段的虫量为11~12头。由此向树木的上部和下部虫量逐渐减少。树段高度为4.5~5 m，蠹虫数量为10头；树高为2~4 m，每0.5 m木段的虫量为3~5头。2 m以下没有蠹虫分布。上述揭示，在昆明地区，纵坑切梢小蠹通常分布在树木的中上部。

2.5 横坑切梢小蠹

根据在树干蛀害初期逐周解剖蛀害木树干发现，横坑切梢小蠹 *Tomicus minor* 对树干的蛀害比纵坑切梢小蠹对树干的蛀害约推迟4~7天。横坑切梢小蠹的发生量在不同林地和不同年份的变化较大。横坑切梢小蠹为次期性害虫，多出现在受到纵坑切梢小蠹蛀害的树上，并由此形成与纵坑切梢小蠹协同蛀害的局面。在所检查的蛀害木中，只有纵坑切梢小蠹危害的占87.4%，纵坑切梢小蠹与横坑切梢小蠹共同为害的占12.6%。迄今为止，在昆明地区，尚未发现横坑切梢小蠹在自然条件单独蛀害云南松活树的情况。

当这两种蠹虫出现在同一棵树木上时，纵坑切梢小蠹主要分布于树木的中上部，抵达距树木基部1 m以下的情况较少；而横坑切梢小蠹较集中地分布于在树干的中下部。横坑切梢小蠹分布的最高位置常随纵坑切梢小蠹种群密度、分布高度以及树木的大小而有所变化。当纵坑切梢小蠹种群密度较高时或分布位置较低时，横坑切梢小蠹的分布位置便低一些^[17]。纵坑切梢小蠹与横坑切梢小蠹在树木中部的分布有部分重叠，重叠宽度与两蠹虫群体密度和树木高度有关^[16]。

2.6 伴生真菌

在昆明地区，纵坑切梢小蠹的伴生真菌主要有 *Leptographium* spp.，其发生量因蠹虫发生期和危害程度不同而有较大差异。1996年12月，受害枝梢内的141个小蠹虫中有37个个

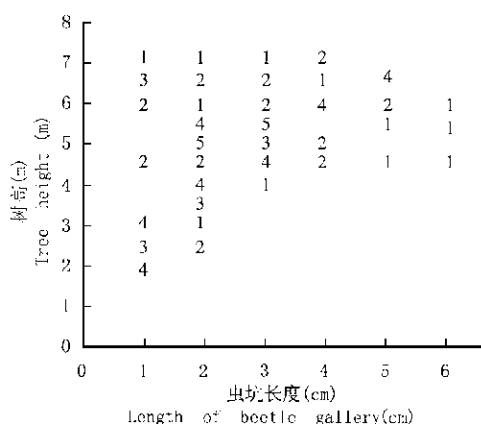


图2 纵坑切梢小蠹在云南松树干上的分布

表内的数字为虫坑的数目，每一虫坑可对应于一对纵坑切梢小蠹该树木高为7.6 m，胸径为10.4 cm

Fig.2 Distribution of *Tomicus piniperda* on the trunk surface of Yunnan pine tree

The number inside the fig. indicates numbers of egg galleries, which correspond to pairs of the bark beetles. The tree is 7.6 m high with a diameter of 10.4 cm

体带有该菌, 纵坑切梢小蠹带菌率为 26.24%; 1997 年 3 月, 正在蛀干的 216 个小蠹虫中有 37 个个体带有该菌, 纵坑切梢小蠹带菌率为 17.16%。

2.7 蛀害类型分析

根据上述研究, 纵坑切梢小蠹对云南松树干蛀害的过程可以大体划分为以下 3 个基本类型。(1) 聚梢-树干蛀害: 在该类型中, 纵坑切梢小蠹的蛀干过程依照先聚梢后蛀干的次序进行。蠹虫通过聚梢削弱了树势, 加快了树木衰弱的进程; 同时聚梢过程本身也汇集了大量蠹虫个体。因此, 当蠹虫聚集蛀干时, 其蛀害的成功率较高。在该蛀害类型中, 蠹虫群体通常由树干中上部向树干中下部扩散, 主要分布在树干中部以上。聚梢-蛀干蛀害类型主要出现在树干蛀害前期, 即, 当年 11 月至次年 2 月; (2) 直接蛀害树干: 纵坑切梢小蠹不需经过聚梢而直接蛀害树干。蛀干蠹虫主要来自相邻树木。蠹虫先锋虫首先降落在树干的中上部, 蛀干蠹虫群体在树干上的分布相对疏散。直接蛀干类型主要出现在树干蛀害中后期, 即 2~5 月; (3) 横坑切梢小蠹协同蛀害树干: 横坑切梢小蠹参与纵坑切梢小蠹蛀干过程。横坑切梢小蠹与纵坑切梢小蠹合力攻击同一棵树, 加快了受害树木的死亡进程。横坑切梢小蠹与纵坑切梢小蠹协同蛀害类型可出现在上述两种蛀害情况之中。

3 讨论

聚梢行为是纵坑切梢小蠹在接近完成成虫期发育即将进入繁殖期时, 聚集在部分树木树冠上危害枝梢的一种生态现象。由于聚梢危害处于从蛀梢危害到蛀干危害的过程之中, 因而对于削弱树势和引导蠹虫蛀干过程有着重要的影响。引起聚梢行为的原因尚无定论, 可能与冬季气候条件有关。在昆明地区, 冬季日均温常大于 5℃, 且白天的气温大多在 9℃ 以上。在此气温条件下, 纵坑切梢小蠹在枝梢内持续蛀食危害, 当发育成熟后, 如若一时找不到适合蛀干繁殖的寄主, 便会暂时聚集在树冠上形成聚梢。关于聚梢现象的另一种解释是, 蠹虫的聚集行为和筑坑产卵行为均基于特定的生理基础。如果决定蠹虫聚集的生理发育先于决定蠹虫筑坑产卵行为的生理发育, 则蠹虫便可能先产生聚集行为, 即选择在某些树木的树冠上聚梢危害, 待决定蠹虫产卵行为的生理发育成熟之后, 蠹虫再聚集到树干进行筑坑繁殖。对于这两种假设, 尚需要进一步加以证明。

Leptographium sp. 是纵坑切梢小蠹的主要伴生真菌之一^[15]。该伴生真菌可侵入到树木韧皮和木质部的细胞内, 破坏植物细胞, 还可通过菌丝生长堵塞植物的输导系统, 影响植物体内水分和养分的正常供应^[18]。当发生量较大时, 该菌可直接将树木致死^[19]。因此, 纵坑切梢小蠹的带菌率与蠹虫危害程度之间有着一定的相关性^[15, 20]。在昆明地区发现部分纵坑切梢小蠹个体带有 *Leptographium* spp. 不是偶然的, 它与在欧洲的研究情况相一致, 反映该虫与 *Leptographium* sp. 之间有着广泛的联系。这种联系很可能揭示着纵坑切梢小蠹与伴生真菌存在着某种协同进化上的联系。

横坑切梢小蠹加入到纵坑切梢小蠹蛀害活动中, 有助于纵坑切梢小蠹的蛀害进程。特别地, 当纵坑切梢小蠹的蛀害遇到健康树木的强烈抗御时, 横坑切梢小蠹的加入对于最终完全致死寄主树木具有重要作用。通常情况下, 横坑切梢小蠹蛀害时间较纵坑切梢小蠹蛀害约晚 1~2 周, 即在横坑切梢小蠹开始蛀害之时, 该寄主树木已经因受到纵坑切梢小蠹的蛀害。因

此, 在大多数情况下, 横坑切梢小蠹的加入对于纵坑切梢小蠹的蛀害过程不产生实质性影响。

本研究再次证实, 纵坑切梢小蠹在昆明地区主要分布在 1 m 以上的树干上, 横坑切梢小蠹又主要分布在树干的中下部^[17]。这一研究结果与在欧洲和我国浙江观察的现象刚好相反。如, 在浙江的余杭县长乐林场, 纵坑切梢小蠹成虫大多聚集在 2 m 以下的树干上^[21]。而在瑞典, 纵坑切梢小蠹分布在树干下部; 横坑切梢小蠹分布在树干上部^[22]。形成这一分布差异的原因可能与树木韧皮厚度, 以及纵坑切梢小蠹攻击方式有关。在昆明地区, 纵坑切梢小蠹往往从树木上部实施攻击, 且攻击的部位多在树木的中上部; 而横坑切梢小蠹因发生期比纵坑切梢小蠹约迟 1 ~ 2 周, 其攻击点主要是纵坑切梢小蠹尚未占据的部位。与此相反, 在瑞典, 纵坑切梢小蠹系从越冬场所树木基部飞出来实施攻击的, 攻击的部位为树木中下部; 而横坑切梢小蠹也要比纵坑切梢小蠹迟几天才出来, 攻击的部位是纵坑切梢小蠹尚未占据的树木中上部^[22]。纵坑切梢小蠹与横坑切梢小蠹在分布上的分异, 实质上是两者在生态位上的部分分离。它有利于这两种蠹虫充分利用其繁殖空间和食物资源, 因而对于保持这两个种群的稳定具有积极的意义。

蠹虫的蛀害行为对其危害能力有着重要贡献^[23]。本研究揭示, 纵坑切梢小蠹在昆明地区表现出 3 种攻击蛀害模式。其中, 聚梢-蛀干模式通过聚梢危害过程严重削弱树势, 因而表现出较大的危害能力。这些蛀害模式的共同特点是蠹虫通过化学信息物质传递信息, 蛀害蠹虫由少到多形成聚集危害, 直至完全消除寄主树木的抗御能力^[24, 25]。关于蠹虫蛀害机理的研究还涉及到树木抗性问题的。比如, 昆明地区旱雨季分明, 干旱对树木抗性必产生影响, 而蠹虫蛀害又刚好发生在旱季。关于寄主树木抗性问题的将涉及到更复杂的因素, 我们将在另文中加以讨论。

致谢 丁雪松、周旭东、李洪旭等同志参加了部分野外工作, 丁骅孙教授、周旭东、杨丽源、杨发蓉、沙涛等同志帮助菌株的分离与鉴定。阎海忠同志协助计算机绘图。谨此, 一并致谢。

参 考 文 献 (References)

- 1 Bakke A. Ecological studies on bark beetles (Col., Scolytidae) associated with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Norway with particular reference to the influence of temperature. Medd. Norske Skogforsoksv. 1986, 21: 441~602
- 2 Langstrom B. Life cycles and shoot-feeding of the pine shoot beetles. Studia Forestalia Suecica. 1983, 163: 1~29
- 3 Haack R A, Lawrence R K, McCullough D G, Sadof C S. *Tomicus piniperda* in north America. In Proceeding: An integrated response to a new exotic scolytidae. Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pests. USDA Forest Service General Technical Report, NE-234. 1977, 62~72
- 4 叶 辉, 党承林. 纵坑切梢小蠹对云南松危害习性研究. 云南大学学报, 1986, 2: 218~221
- 5 长春市净月潭实验林场, 东北林业大学森保系. 松纵坑切梢小蠹生活史观察及防治方法的研究. 吉林林业科技, 1977, 2: 3~10
- 6 屈天祥, 陈 秀, 樊德方等. 松小蠹生活习性及其防治的研究. 浙江农学院学报, 2: 221~340
- 7 殷惠芬, 黄复生. 中国经济昆虫志. 小蠹科. 北京: 科学出版社, 1984, 53~54
- 8 刘明德, 卢 南. 云南松纵坑切梢小蠹的扩散危害及防治初报. 森林病虫通讯, 1992, 3: 15~16
- 9 叶 辉. 纵坑切梢小蠹 (*Tomicus piniperda* L.) 种群爆发原因分析. 云南大学学报, 1992, 33: 211~215
- 10 叶 辉. 纵坑切梢小蠹蛀梢期生物学研究. 昆虫学报, 1996, 39: 58~62
- 11 叶 辉, 李隆术. 纵坑切梢小蠹蛀梢期空间分布. 昆虫学报, 1994, 37: 311~315

- 12 Ye H. On the bionomics of *Tomicus piniperda* L. (Col., Scolytidae) in the Kunming region of China. J. Appl. Ent. 1991, 112: 366~369
- 13 Ye H, Lieutier F. Shoot aggregation by *Tomicus piniperda* L. (Col., Scolytidae) in Yunnan, southwestern China. Ann. Sci. For. 1997, 54: 635~641
- 14 Ye H, Li L. Preliminary observations on the trunk attacks by *Tomicus piniperda* (L.) (Col., Scolytidae) on Yunnan pine in Kunming, China. J. Appl. Ent. 1995, 119: 331~333
- 15 Solheim H, Langstrom B. Blue stain fungi associated with *Tomicus piniperda* in Sweden and preliminary observations on their pathogenicity. Ann. Sci. For. 1991, 48: 149~156
- 16 Nilsson A C. Spatial attack pattern of the bark beetle *Tomicus piniperda* L. (Col., Scolytidae). Norw. J. Ent. 1987, 25: 171~175
- 17 Ye H, Ding X. Impacts of *Tomicus minor* on distribution and reproduction of *Tomicus piniperda* L. (Col., Scolytidae) on the trunk of the living *Pinus yunnanensis* trees. J. Appl. Ent. 1999, 123: 329~333
- 18 叶 辉. 小蠹虫伴生菌研究概况. 世界林业研究, 1997, 10: 30~35
- 19 Lieutier F, Yart A, Garcia J *et al.* Do fungi influence the establishment of bark beetles in Scots pine? In: Mechanisms of woody plant defenses against insects: Search for pattern. Springer Verlag. 1988, 321~334
- 20 Lieutier F, Tart A, Garcia J *et al.* Champignons phytopathogenes associes a deux coleopteres scolytidae du pine sylvestre *Pinus sylvestris* L. et etude preliminaire de leur agressivite envers *L' hote*. Ann. Sci. For. 1989, 46: 201~216
- 21 赵锦年, 陈 胜, 汤志林. 松纵坑切梢小蠹的聚散与防治. 森林病虫通讯, 1991, 31~33
- 22 Langstrom B, Hellqvist C. Induced and spontaneous attacks by pine shoot beetles on young Scots pine trees: tree mortality and beetle performance. J. Appl. Ent. 1993, 115: 25~36
- 23 Christiansen E, Waring R H, Berryman A A. Resistance of conifers to bark beetle attack: searching for general relationship. For. Ecol. Manage. 1987, 22: 89~106
- 24 叶 辉. 纵坑切梢小蠹 (*Tomicus piniperda* L.) 聚集化合物探讨. 林业科学, 1993, 29: 463~467
- 25 Byers J A. Chemical ecology of bark beetles. Expeientia, 1989, 45: 271~281

STUDIES ON ATTACKS BY *TOMICUS PINIPERDA* (COL., SCOLYTIDAE) ON YUNNAN PINE TREES (*PINUS YUNNANENSIS*)

Ye Hui

(Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University, Kunming 650091)

Abstract In the present paper, the studies were made on the damages of *Tomicus piniperda* (Col., Scolytidae) including the shoot feeding and the trunk attacking on *Pinus yunnanensis* trees in Yunnan Province, in southwestern China. The three basic damage patterns in the trunk attacking developed by the beetle were revealed. *Tomicus minor* and blue stain fungi were found to be involved in *T. piniperda* damages. The three damage patterns, in association with *Tomicus minor* and blue stain fungi, made the integrated function, which is proposed to strengthen the damages of *T. piniperda* to Yunnan pine trees.

Key words *Tomicus piniperda*, *Pinus yunnanensis*, forest insect