应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2011,48(3):626—633

栎旋木柄天牛取食与产卵选择性研究*

张琼岛[1**] 嵇保中[1***] 徐 天[1] 刘曙雯[2]
吴光喜[3] 王廷先[3] 陈正梅[3]
(1. 南京林业大学森林资源与环境学院 南京 210037; 2. 南京市中山陵园管理局 南京 210014;
3. 江西省三清山风景名胜区管理委员会 上饶 334702)

摘 要 栎旋木柄天牛 *Aphrodisium sauteri*(Matsushita)是南方地区栎林的重要害虫之一。对三清山高海拔栎林中栎旋木柄天牛 *Aphrodisium sauteri* Matsushita 幼虫危害状况、成虫补充营养习性、成虫的产卵选择等情况进行了调查。结果表明,栎旋木柄天牛对寄主树木的危害具有明显的区域性,海拔、坡向、温湿度等对虫害发生有较大影响。主要危害小叶青冈(*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*),轻度危害多脉青冈(*C. multinervis*)、甜槠(*Castanopsis eryei*)、木荷(*Schima superb*)等。野外调查和室内试验发现,成虫有取食液体物质的习性,不同营养液对成虫的取食次数具有显著影响。室内产卵选择试验,成虫在 8 种供试树种的自然枯枝疤痕凹陷处或枝皮裂缝间隙内产卵,不同树种上的产卵量存在显著差异。栎旋木柄天牛对枝条选择性的室内、外研究结果存在差异:室内试验表明,3 种寄主树木的不同枝径水平上的产卵量没有显著差异。林间调查表明,栎旋木柄天牛产卵处的高度与小叶青冈胸径之间存在显著的线性相关,成虫更趋向于在枝径 15 ~ 25 mm、皮厚 1 ~ 2 mm 的枝条产卵。对小叶青冈测量分析表明,枝条直径与枝皮厚度间存在着极显著的线性相关。

关键词 栎旋木柄天牛,取食,产卵,选择

Feeding and oviposition preferences of *Aphrodisium sauteri*

ZHANG Qiong-Dao[1**] JI Bao-Zhong[1***] XU Tian[1] LIU Shu-Wen[2]
WU Guang-Xi[3] WANG Ting-Xian[3] CHEN Zheng-Mei[3]
(1. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China;
2. Management Office of Sun Yatsen's Mausoleum, Nanjing 210014, China; 3. Scenic Area
Manangement Committee of Sanqingshan Mountain, Shangrao 334702, China)

Abstract *Aphrodisium sauteria* (Matsushita) is one of the most important pests of oak forests in South China. The feeding and oviposition preferences of *A. sauteria* were investigated in high altitude oak forests on Sanqingshan Mountain. The degree of damage to different host tree species varied; *Cyclobalanopsis myrsinaefolia* was more seriously damaged than *C. multinervis*, *Castanopsis eryei* or *Schima superb*. Field and laboratory research found that adult *A. sauteria* feed on liquid substances, and that the nutritional quality of the fluids they feed on significantly affected feeding time. A choice experiment showed that *A. sauteria* prefers to lay eggs in bark fissures in twigs, and displayed significant oviposition preferences with regard to the eight species of trees tested. Indoor observations of branch selection were not, however, consistent with the results of field observations. In the laboratory, no significant oviposition preferences for branch diameter were apparent with regard to branches from three host tree species. However, in the field a clear preference for branches of *C. myrsinaefolia* of 15 ~ 25 mm in diameter and a bark thickness of 1 ~ 2 mm was observed. There was a significant linear correlation between the height of oviposition sites and the diameter at breast height (DBH) of *C. myrsinaefolia*, and between branch diameter and bark thickness.

Key words *Aphrodisium sauteria*, feeding, oviposition, preference

---

* 资助项目:江西三清山风景区蛀干害虫防治研究(2008-01)。
** E-mail:allenzqd520@163.com
*** 通讯作者,E-mail:jbz9885@njfu.edu.cn
收稿日期:2011-01-14,接受日期:2011-03-31

栎旋木柄天牛(台湾柄天牛) *Aphrodisium sauteri*(Matsushita)隶属于鞘翅目 Coleoptera 天牛科 Cerambycidae(萧刚柔,1991),主要危害壳斗科树木。老熟幼虫化蛹前有在枝干边材环蛀(旋木)的习性,导致植株水分和营养物质的输送中断,环蛀部位上方枝干枯死,最后导致整株树死亡。2003 年被列为国家林业局首次发布的重要林业危险性有害生物。该虫最初仅分布于台湾阿里山,1980 年初曾在河南和山东等省部分地区发生,造成严重危害(卢凤亭等,1985;刘世儒等,1989)。1999 年该虫在江西三清山风景区零星发生,2001 年发生面积扩大,近几年已造成江西三清山和安徽黄山栎属树木的大面积枯死(俞云祥,2007a;刘玉军,2009)。1980 年之前,除一般的分类记载外,人们很少关注。目前仅卢凤亭等(1985)、刘世儒等(1989)、俞云祥等(2007a, 2007b)、刘玉军等(2009)对栎旋木柄天牛生物学习性做过一些初步研究,另有应用白僵菌(*Beauveria bassiana*)和小卷蛾线虫(*Steinernema carpocapsae*)进行林间防治试验的报道(柳凯生等,1993;刘玉军等,2008),取食和产卵选择性等与虫灾治理关系密切的重要习性目前尚未查明。本文报道取食和产卵选择性等方面的研究结果,为进一步研究和防治工作提供参考。

1　材料与方法

1.1　林间调查

1.1.1　样地概况　三清山景区位于江西省东北部上饶市境内,赣东北怀玉山脉东部,面积约 229.50 km^2,主峰玉京峰海拔 1 819.9 m,属中亚热带季风气候,兼山地气候特征。年平均气温 17.1 ~18.4℃,7—8 月极端最高气温达 33 ~40.7℃,1 月极端最低气温达 -16.0℃,年平均降雨量 1 857.7 mm,年平均蒸发量为 1 331.6 mm,相对湿度为 82%。植被以常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、山地矮曲林、针叶林、竹林等为主,主要为花岗岩高山尖峰地貌(彭少麟等,2008)。针对森林植被的分布特点和虫害发生、山势陡峭等情况,确定重点调查区域。

1.1.2　危害程度调查　调查于 2008 年 8 月、2009 年 7—8 月、2010 年 5—7 月进行。调查地点位于三清山南部和东部海拔 800 ~1 400 m 区域(东经 118°05.613′,北纬 28°55.272′)。在线路调查的基础上选择典型地段进行样地调查,样地按海拔高度和山体走向从上往下分别在南部的茶庄、仙桥洞、日上山庄和东部的瀑布口、索道上方、女神宾馆布设 6 块 20 m×20 m 样地,并在南部和东部海拔 1 150 ~1 250 m 的阴、阳坡分别设置 4 条样带(每条样带沿步道两边 10 m 范围内)。对样地栎林中树木进行全样调查,除人员无法到达的地点外逐株测量。该地区为花岗岩地貌,土层较薄。植被以常绿阔叶林为主,小叶青冈(*Cyclobalanopsis myrsinaefolia* (BI.) Oersted)、多脉青冈(*C. multinervis* Cheng *et* Hong)、甜槠(*Castanopsis eryei* (Champ.) Tutch)、木荷(*Schima superba* Gardn *et* Champ)、猴头杜鹃(*Rhododendron simiarum* Hance)、石木姜子(*Litsea elongata* var. *faberi*)等乔木层为主要建群种和优势种。

根据所选样地进行虫害状况的逐株全样调查,调查内容包括受害枝上侵入孔、排粪孔、羽化孔等危害特征。栎旋木柄天牛排粪孔呈椭圆形,排出新鲜虫粪为褐红色细末,排粪孔直径一般为 1.5 ~3.5 mm;羽化孔一般位于最后一个排粪孔之前,近圆形,横径 6.0 ~10.0 mm;上述特征作为栎旋木柄天牛虫害木林间判断依据。同时采集所调查树种的虫害枝,室内剖取、镜检,进一步确定天牛幼虫种类,验证林间判断的准确性。用集思宝 Vista HCx GPS 和 Krestrel 4000 手持气象站测定海拔、坡向、温湿度等环境因子,综合分析虫害发生与树种及环境因子的关系。进一步确定取食和产卵选择试验中供试树种的选取。

1.1.3　产卵情况调查　栎旋木柄天牛幼虫期形成多个排粪孔,从下部明显的排粪孔向上方追溯,可发现较为隐蔽的第 1 个排粪孔,即侵入孔。在侵入孔部位枝皮局部有轻微隆起和开裂,形成梭形小突起,此处也是成虫产卵部位。分别从南部 3 块样地中选取 10 株小叶青冈受害木为标准株,采集因环蛀而枯死的枝干作为标准枝,统计枝干上侵入孔、排粪孔数量和大小,测量产卵量、产卵枝条高度、胸径、枝径、枝皮厚度等。测量胸径时,如断面畸形,则取最大值和最小值的平均值。测量枝条直径时,若此处膨大,则测量上、下 5 cm 处的直径,取其平均值。枝皮厚度则用打孔器取调查孔所在部位两侧的圆形树皮,用千分尺测其厚度,取其平均值。孔高则取侵入孔(产卵小枝)距树干基部的地面高度。

1.2 取食选择试验

供试虫源采集:①2009 年 8 月将具有新鲜排粪孔的虫害枝伐下,分成若干段用大编织袋装好,置于养虫室内;②2010 年 5 月(羽化前期)采集大龄幼虫环蛀枯死的枝干,用纱网包裹环蛀处及其上部约 100 cm 范围,将包裹好的带虫木段置于林下,待成虫羽化出孔时采集;③成虫羽化期,沿着南部梯云岭到日上山庄的步道两侧,在虫害严重的林分周围观察和人工捕捉成虫。将所获得的成虫逐头单独放置在塑料牙签盒内(L = 9 cm,R = 5 cm),标注雌雄和序号,记录羽化时间和温湿度。每天 8:00、13:00、18:00 3 次以 1% 蜂蜜水饲养,待用。

根据幼虫发生林分的主要树木群落类型,选择小叶青冈、多脉青冈、甜槠、木荷、猴头杜鹃、麻栎(*Quercus acutissima* Carruth)、石木姜子、棕脉花楸(*Sorbus dunnii* Rehd)作为供试树种,实验时从南部梯云岭海拔 1 000 ~ 1 200 m 的林分内采集,枝条经水洗、晾干表面水分后使用,即采即用,实验过程中及时更换以保持新鲜。将不同树种的枝条按不同枝径水平(5 ~ 50 mm),截取成长度 30 ~ 40 cm,并保留 4 ~ 5 片叶片待用。

将上述处理枝条,按照不同枝径水平(5 ~ 30 mm)插于广口塑料瓶内水培,每树种 1 瓶;水培瓶置于 60 cm × 30 cm × 30 cm 的养虫笼中,共设计了 2 组试验,每组设 6 个重复。成虫在测定前先饥饿 24 h,再连续 72 h 观察记录成虫补充营养情况。第 1 组:加入放有浸湿棉球的小瓶盖作为水源,同时加入 8 个树种的枝叶。将 3 雌 3 雄分别接入 6 个养虫笼内,每笼内接一头成虫,观察其对水源以及不同供试树种的取食选择情况;第 2 组:不加棉球,其余同第 1 组,考察在缺乏水源的情况下,成虫取食情况。

从林下采集正在开放的菊花等花朵,水浸过夜,取浸提液作为待测液体食物;另以清水作比较。将成虫单独置于一个塑料杯内(Φ5 cm),倒置于脸盆中(Φ30 cm),杯口边缘等距离剪开 3 个小口,分别滴入 0.5 mL 的水和花朵浸提液,观察成虫对不同液体物质的取食选择情况。每组实验设定 3 雌 3 雄,共重复 6 次,每次观察时间持续 72 h。

1.3 产卵选择试验

将 1.2 中取食试验的 8 种供试树种枝条去叶,另加入部分直径 ≥ 30 mm 的枝干,共设置 4 笼。于上午 8:00 每笼内分别接入 1 头已交配雌虫,记录 24 h 后枝条产卵情况。另选取枝条特征相似的小叶青冈、多脉青冈和甜槠,按照不同的枝径水平,置于同一个笼内,设定 4 个重复,分别接入 1 头交配过的雌虫,统计产卵情况。

上述取食和产卵选择试验地点设在金沙管理站竹林间(海拔 437 m ± 3 m,温度 26.7℃ ± 2℃,湿度 85% ± 10%),选 2 块 5 m × 5 m 的平地,将市购的帐篷(3 m × 3 m)依地搭建以防雨。

1.4 数据分析

文中涉及的所有统计分析均用 SPSS13.0 软件完成。成虫对不同液体物质的取食次数,不同供试树种、枝条直径、枝皮厚度水平间产卵量的差异用单因素方差分析,多重比较采用 LSD、Duncan 法,相关分析采 Pearson 相关,回归分析以侵入孔高度、产卵量为因变量,以胸径、枝条直径、枝皮厚度为自变量,采用默认值($P \leqslant 0.05$ 进入,$P \geqslant 0.10$ 移出)执行(Hanks,1999;郝黎仁,2003;邵崇斌,2005)。

2 结果与分析

2.1 幼虫危害情况

调查结果表明,栎旋木柄天牛对寄主树木的危害具有明显的区域性,海拔、坡向、温湿度等生态环境因子对虫害发生率有较大影响。主要危害小叶青冈,轻度危害多脉青冈、甜槠、木荷等,危害直径为 5 ~ 15 cm 的侧生枝或萌发枝。在海拔 800 ~ 1 400 m 范围内,栎旋木柄天牛对小叶青冈有不同程度的危害,其中海拔 1 150 m 左右的青冈林群系是栎旋木柄天牛危害最严重的区域。这与其寄主树木的地理分布位置相吻合,也反映了栎旋木柄天牛特有的分布特点。从主要发生区域看,小叶青冈受害株率几乎达到 80% 以上(图 1)。

调查发现,阳光充足的阳坡和人为活动频繁的山庄、宾馆附近受害株率明显高于阴坡和人为活动较少的林间。温度较高、湿度较低的南部和东部的阳坡环境更加有利于虫害发生。2010 年 7 月份的调查发现,东部索道栎林的危害正逐步加重(图 2)。

2.2 成虫的取食选择

在南部和东部危害严重的区域进行定株定时观察和随机线路抽样调查,并未发现成虫取食寄

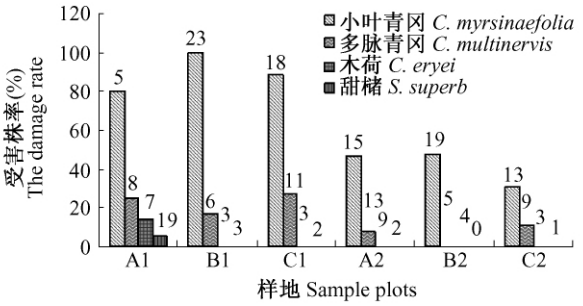

图 1　栎旋木柄天牛在不同样地上对寄主树种的受害株率

Fig. 1　The damage rate of *Aphrodisium sauteri* to host trees in different sample plots

注:A1:南部—茶庄(869 m,27.8℃,55% ~65%);B1:南部—仙桥洞(1 114 m,26.1℃,58% ~68%);C1:南部—日上山庄(1 295 m,24.8℃,62% ~72%);A2:东部—瀑布口(832 m,28.6℃,65% ~75%);B2:东部—索道上(1 196 m,27.1℃,70% ~80%);C2:东部—女神宾馆(1 312 m,26.3℃,72% ~82%)。括号内数据为样地的海拔、温湿度。图中柱上方数据表示受害株数。图 2 同。The data in brackets are elevation, temperature and humidity in sample plots. The data above the columns show the number of investigated trees. The same for Fig. 2.

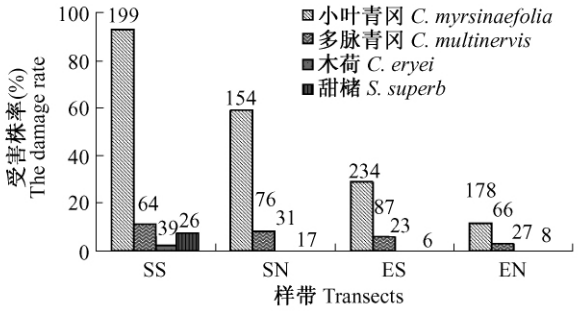

图 2　栎旋木柄天牛在阴、阳坡 4 条样带上对寄主树种的受害株率

Fig. 2　The damage rate of *Aphrodisium sauteri* to host trees on the four transects of the south-facing and north-facing slopes

注:SS:南部阳坡—梯云岭路线(25.4 ~25.9℃,60 ~70%);SN:南部阴坡—仙桥洞路线(23.6 ~24.5℃,70% ~80%);ES:东部阳坡—女神路线(26.5 ~27℃,65% ~75%);EN:东部阴坡—禹皇顶路线(25.3 ~26℃,75 ~85%)。

主树种或是其它植物枝叶,但有取食液体物质的习性。在林间发现的基础上,进一步通过室内实验获得验证。将带虫木段羽化获得的成虫用 1% 蜂蜜水饲养发现,没有得到营养补充的个体寿命为 2 ~3 d,得到补充营养的个体寿命为 10 ~16 d。室内取食选择性观察,同时提供枝叶和水分(第 1 组),成虫会迅速爬到浸湿棉球补充水分,3 d 里均不定时的进行补充,取食活跃期一般在 12:00—15:00,每次取食一般持续 1 ~4 min,即在有水源存在的情况下,成虫不取食枝叶。只提供枝叶不提供水分(第 2 组),成虫有取食小叶青冈和多脉青冈的嫩叶端部现象,取食面积约为 0.25 ~0.40 cm^2,重量为 0.0105 ~0.0176 g。接下来 48 h 里不再取食叶片。即在没有水源的情况下,成虫可取食少量嫩叶。

栎旋木柄天牛成虫对 3 种液体物质的取食次数有显著差异($F = 7.111$;$d = 2$;$P = 0.026 < 0.05$),从图 3 可以看出,成虫对花 2(第 2 种菊科植物花朵)的取食次数最多,平均 13.33 次,对花 1(第 1 种菊科植物花朵)的取食次数次之,平均 10.67 次,但两者间差异不显著($P = 0.263 > 0.05$);对水的取食次数最少,平均 5.33 次,与花 1 和花 2 的取食次数存在显著差异。说明成虫均表现出对菊科植物花朵浸提液的嗜好性。

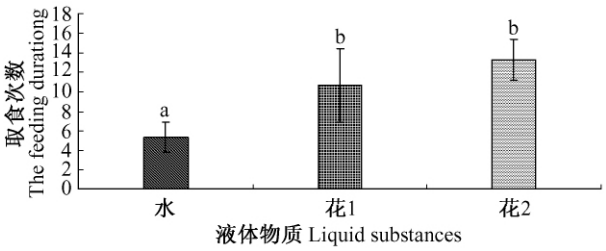

图 3　栎旋木柄天牛对不同液体物质的取食选择

Fig. 3　Feeding preferences of *Aphrodisium sauteri* among the different liquid substances

注:图中数据是平均值 ± 标准差,柱上方不同字母表示处理间差异显著($P < 0.05$,Waller Duncan 多重比较法检验)。下图同。

The data in the figure are mean ± *SE*, and different letters above the columns show significantly different ($P < 0.05$) based on Waller Duncan multiple comparison. The same below.

2.3　成虫的室内产卵选择

栎旋木柄天牛成虫主要在枝条疤痕凹陷或枝皮裂缝间隙产卵,室内笼养产卵试验,在 8 种供试

树种上的产卵量存在显著差异($F = 15.711$;$d = 7$;$P = 0.000 < 0.05$),其在不同树种上的产卵量依次为:小叶青冈 > 多脉青冈 > 甜槠 > 木荷 > 麻栎 > 棕脉花楸 > 石木姜子 > 猴头杜鹃。栎旋木柄天牛在小叶青冈枝段上的产卵量最多,平均为 5.50 粒;在多脉青冈枝段上的产卵量次之,平均为 4 粒;在甜槠、木荷和麻栎枝段上的产卵量较少,分别为 2.25、2.00、1.50 粒,且三者之间差异不显著;在棕脉花楸、石木姜子和猴头杜鹃枝段上的产卵量最少,分别为 0.50、0.25、0.00,但麻栎与三者之间差异不显著(图 4)。对于 3 种枝条特征相似的寄主树木:小叶青冈、多脉青冈、甜槠,在不同枝径水平(0 ~ 15 mm、15 ~ 25 mm、25 ~ 35 mm 、35 mm 以上)上的产卵量均值分别为:3.50 ± 0.58,4.50 ± 1.29,4.00 ± 0.82,3.75 ± 0.96 粒。方差分析表明不同枝径水平上的产卵量没有显著差异($P = 0.510 > 0.05$)。

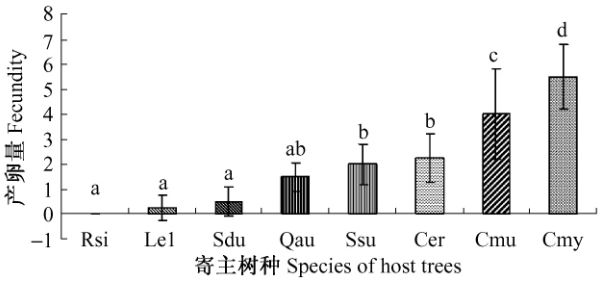

图 4 栎旋木柄天牛在 8 种供试树种上的产卵选择

Fig. 4 Ovipositiong preferences of *Aphrodisium sauteri* on the eight species of trees

注:Rsi:猴头杜鹃 *R. simiarum*;Lel:石木姜子 *L. elongate*;Sdu:棕脉花楸 *S. dunnii*;Qau:麻栎 *Q. acutissima*;Ssu:木荷 *S. superba*;Cer:甜槠 *C. eryei*;Cmu:多脉青冈 *C. multinervis*;Cmy:小叶青冈 *C. myrsinaefolia*。

2.4 成虫对小叶青冈的林间产卵选择

2.4.1 栎旋木柄天牛产卵部位的高度与胸径间的关系 栎旋木柄天牛主要危害直径 5 ~ 15 cm 的侧生枝或萌生枝,选择在一定直径的小枝上产卵。为了进一步了解侵入孔高度(产卵高度)与树木胸径之间的关系,将调查的孔高和胸径数据整理进行回归分析,结果见表 1,2。

表 1,2 中萌生枝和主干侧生枝分别显示回归模型的回归系数是:constant(常数项,即回归直线截距)为 1.792、3.976,自变量胸径为 0.110、

表 1 萌生枝胸径与孔高的回归方程模型系数

Table 1 The coefficients of the DBH and the height of invasive holes in sprouting branch

模型 Model	非标准化回归系数 Non-standardized regression coefficient		标准化回归系数 Standardized regression coefficients	*T* 值	*P* 值
	回归系数 Regression coefficient	标准误 *SE*	Beta		
1 (Constant)	1.792	0.312		5.743	0.000
胸径	0.110	0.032	0.426	3.459	0.001

* 因变量:侵入孔高度。表 2 同。

* Dependent variable:the height of invasive holes. The same for Table 2.

表 2 主干侧生枝胸径与孔高的回归方程模型系数

Table 2 The coefficients of the DBH and the height of invasive holes in lateral branching

模型 Model	非标准化回归系数 Non-standardized regression coefficient		标准化回归系数 Standardized regression coefficients	*T* 值	*P* 值
	回归系数 Regression coefficient	标准误 *SE*	Beta		
1(Constant)	3.976	0.444		8.945	0.000
胸径	0.030	0.013	0.239	2.357	0.021

0.030,由此可知回归方程为:$Y = 1.792 + 0.11X$;$Y = 3.976 + 0.03X$。式中胸径 X 的单位为 cm,孔高 Y 的单位为 m。

标准化回归系数分别为 0.426、0.239,表明用 t 统计量检验假设"回归系数等于 0 的概率为 0.001 和 0.021",说明两变量之间的线性关系显著,建立的回归方程是有效的。

分析结果说明,栎旋木柄天牛不仅对不同树种有很强的选择能力,而且在产卵部位空间分布水平上具有较强的选择能力。栎旋木柄天牛产卵部位的高度与胸径间存在显著的线性关系。

2.4.2　栎旋木柄天牛在小叶青冈上产卵对枝条直径的选择　在 2.4.1 分析的基础上,进一步分析了枝条直径、枝皮厚度与产卵选择的关系。

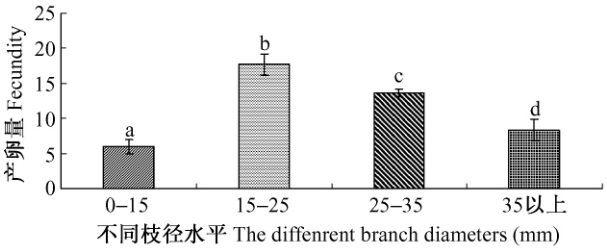

图 5　栎旋木柄天牛在不同枝径水平上的产卵选择

Fig. 5　Ovipositiong preferences of *Aphrodisium sauteri* in the different branch diameters

旋木柄天牛在小叶青冈不同枝径水平上的产卵量存在极显著差异($F = 66.378$;$d = 3$;$P = 0.000 < 0.05$)。从图 5 可见,在 4 种枝径上的产卵量的排序为 15 ~ 25 mm > 25 ~ 35 mm > 35 mm 以上 > 0 ~ 15 mm。在 15 ~ 25 mm 枝径上的产卵量最多,平均为 17.67 粒;在 25 ~ 35 mm 和 35 mm 以上的枝径上的产卵量次之,分别为 13.67、8.33 粒;在 0 ~ 15 mm 枝径上的产卵量最少,平均为 6.00 粒。

2.4.3　栎旋木柄天牛在小叶青冈上产卵对枝皮厚度的选择　栎旋木柄天牛在小叶青冈不同枝皮厚度水平上的产卵量存在极显著差异($F = 417.639$;$d = 3$;$P = 0.000 < 0.05$)。从图 6 可知,在不同枝皮厚度水平上的产卵量排序为 1 ~ 2 mm > 2 ~ 3 mm > 0 ~ 1 mm > 3 ~ 4 mm。在 1 ~ 2 mm 枝皮厚度上的产卵量最多,平均为 28.67 粒,在 3 ~ 4 mm 枝皮厚度上的产卵量最少,平均为 3.33 粒,两者差异显著;在 0 ~ 1 mm 和 2 ~ 3 mm 枝皮厚度上的产卵量分别为 6.33、6.00 粒,但两者之间没有显著差异。

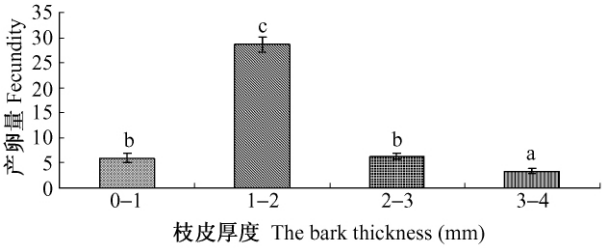

图 6　栎旋木柄天牛在不同枝皮厚度水平上的产卵选择

Fig. 6　Ovipositiong preferences of *Aphrodisium sauteri* in different bark thickness

2.4.4　小叶青冈产卵枝条直径与皮厚之间的关系　由图 5,6 可以看出,栎旋木柄天牛对主要寄主树种产卵部位选择的结果,在枝条直径、枝皮厚度方面均有反映。对枝条直径与皮厚之间的关系

表 3　枝径与皮厚的回归方程模型系数*

Table 3　The coefficients of the branch diameter and the bark thickness

模型 Model	非标准化回归系数 Non-standardized regression coefficient		标准化回归系数 Standardized regression coefficients	T 值	P 值
	回归系数 Regression coefficient	标准误 SE	Beta		
1 (Constant)	−1.267	0.918		−1.381	0.170
皮厚 The bark thickness	16.948	.514	0.944	32.964	0.000

* 因变量:枝皮厚度。

* Dependent variable: the bark thickness.

进行回归分析的结果见表 3，枝条直径 X 和皮厚 Y 之间的线性回归方程：$Y = -1.267 + 16.948X$，式中直径 X 的单位为 cm，树皮厚度 Y 的单位为 mm。X 与 Y 的相关系数 $R = 0.944$，表明两者密切相关（图 7）。

由于不同寄主树种枝条直径与皮厚之间的线性关系不同，所以成虫对主要危害树种小叶青冈的选择情况也正说明其不同于其他轻度危害树种的特殊线性关系。

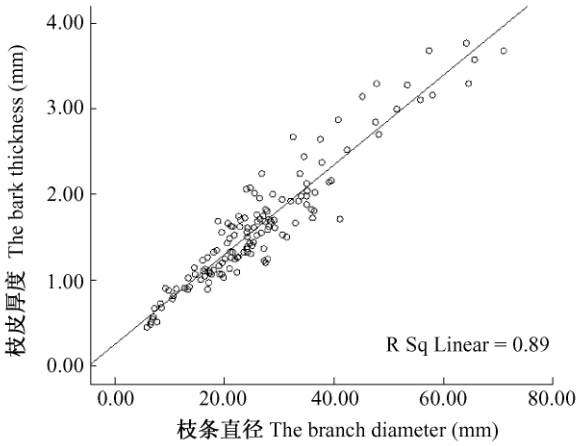

图 7 小叶青冈产卵枝条直径和枝皮厚度之间的关系

Fig. 7 Relations between the branch diameter and the bark thickness of oviposition in *Cyclobalanopsis myrsinaefolia*

3 讨论

栎旋木柄天牛已成为我国南方栎林的危险性钻蛀害虫，严重影响保护区生态环境和自然景观。虫害多发生在山势陡峭、险峻的高海拔地区，交通十分不便，研究和防治工作难度大。造成该虫生物生态学的一些重要信息尚未完全了解。严重地影响防治工作的开展。本文通过室内外系统调查研究，初步查明了该虫的取食与产卵习性，为进一步开展相关研究、有针对性地进行防治工作奠定了基础。

关于天牛科成虫的食性，已知有取食花粉、嫩树皮、嫩枝、叶、根、树汁、果实、菌类等复杂类型（嵇保中等，2002），但基本上均属于固体食物。这与成虫咀嚼式口器的特点是一致的。有报道栎旋木柄天牛成虫不进行补充营养（卢凤亭等，1985；刘世儒等，1989；俞云祥等，2007a，2007b；刘玉军等，2009），本文发现成虫具有取食液体物质的习性，不仅充实了该虫的相关资料，就天牛成虫而言，也是一个饶有兴趣的新发现。室内取食选择性试验在不存在水源的情况下，成虫可少量取食小叶青冈和多脉青冈嫩叶的现象，但取食后供给水源，发现所取食的碎叶残渣又吐入水中。说明成虫并未完成叶片的完整吞咽，其取食嫩叶属于限制性不供给水分造成的强迫行为，基本可以推断在自然情况下，成虫是以液体物质（水或者花蜜水?）为取食对象，这与该成虫寿命短（1 ~ 2 周）、具有不发达的咀嚼式口器的特征基本符合。从该虫个体发育的角度，老熟幼虫化蛹前有沿枝干边材环蛀（旋木）的习性，即幼虫通过旋木蛀食边材补充了足够的碳水化合物，已经为成虫期贮备了足够的营养。换言之，成虫的补充营养在老熟幼虫化蛹前已经完成。成虫取食液体物质的习性，是否可以应用于虫害治理，值得进一步研究。

栎旋木柄天牛成虫产卵场所一直未获得实验证实，作者通过室内笼养观察和室外产卵试验证实该虫在枝干隙缝中产卵（另文发表）。本文的产卵选择试验表明：雌成虫产卵时沿枝干向上爬行，并不时腹部弯曲和将产卵器伸出，试探感受自然枯枝疤痕凹陷处或枝皮裂缝间隙，探觅合适的产卵部位。即雌成虫选择产卵场所的感器主要位于腹部和产卵器末端。枝干表面的粗糙程度可能是影响雌成虫产卵部位选择的主要因子。对特定树种而言，枝干表面的粗糙程度与枝条直径、枝皮厚度等有关，即一定直径和生长年龄的枝条，大致表现出相应的粗糙程度。林间调查表明：栎旋木柄天牛在小叶青冈不同枝径水平上的产卵量存在极显著差异，而成虫更趋向于在枝径 15 ~ 25 mm、皮厚 1 ~ 2 mm 的枝条上产卵，可能是这种选择的综合反映。但室内产卵试验发现，栎旋木柄天牛雌成虫在 3 种寄主树木的不同枝径水平上的产卵量没有显著差异，这种情况除了可能受笼内人工控制实验条件的影响外，其它因子对雌虫产卵选择的影响，也需要进一步研究。

参考文献（References）

Hanks LM, 1999. Influence of the larval host plant on reproductive strategies of cerambycid beetles. *Annu. Rev.*

Entomol., 44: 483—505.

郝黎仁,樊元,郝哲欧,2003. SPSS 实用统计分析. 北京:中国水利水电出版社. 155—201.

嵇保中,魏勇,黄振裕,2002. 天牛成虫行为研究的现状与展望. 南京林业大学学报,26(2):79—83.

刘玉军,张龙娃,何亚琼,王滨,丁德贵,李增智,2008. 栎旋木柄天牛高毒力球孢白僵菌菌株的筛选. 昆虫学报,52(2):143—149.

刘玉军,叶要清,吴俊,王滨,张龙娃,丁德贵,2009. 台湾柄天牛生物学习性及危害特性. 中国森林病虫,28(2):18—20.

刘世儒,郭树嘉,朱传祥,1989. 台湾柄天牛的初步研究. 山东林业科技,(3):51—55.

柳凯生,周传真,侯健全,孙建辉,唐洪臣,杨格福,1993. 应用小卷娥线虫防治台湾柄天牛实验. 山东林业科技,(1):57—58.

卢凤亭,劳宁军,张宗尧,1985. 栎旋木柄天牛的初步研究. 森林病虫通讯,(1):1—5.

彭少麟,廖文波,王英永,贾凤龙,凡强,沈如江,李贞,吴金火,陈晖,2008. 中国三清山生物多样性综合科学考察. 北京:科学出版社. 1—101.

邵崇斌,2005. 概率论与数理统计. 北京:中国林业出版社. 197—328.

萧刚柔,1991. 中国森林昆虫. 北京:中国林业出版社. 466—505.

俞云祥,黄素红,邓育宜,2007a. 三清山地区栎旋木柄天牛生物学特性与防治研究. 江西林业科技,(1):38—39.

俞云祥,邓育宜,黄素红,2007b. 江西上饶市钻蛀性林木害虫的发生与防治. 江西植保,30(2):58—60.