

蛇莓跳甲的生物学初步观察^{*}

薛怀君 王书永 李文柱 张学忠 杨星科^{**}

(中国科学院动物研究所 北京 100080)

Bionomics of *Altica fragariae*. XUE Huai-Jun, WANG Shu-Yong, LI Wen-Zhu, ZHANG Xue-Zhong, YANG Xing-Ke^{**} (Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract *Altica fragariae* (Nakane) is an oligophagous species of flea beetle. This species usually completed two or three generations per year in Beijing with distinct generation overlap. The beetle overwintered by adults in soil with noticeable aggregation behaviour. There are three instars in larval stages. Laboratory observation (16:8 LD and 25°C) showed that the developmental time of eggs was 7~9 days (mean=7.57) and the developmental time of immature stages (the number of days from hatching to adult eclosion) was 20~24 days (mean=21.31). The eclosion rate was about 79%. Newly emerged females became sexually active and begin to oviposit after 5~7 days.

Key words *Altica fragariae*, life history, feeding, oviposition

摘 要 蛇莓跳甲 *Altica fragariae* (Nakane) 是一种寡食性昆虫, 在北京地区世代重叠现象明显, 1 年可发生 2~3 代, 以成虫越冬, 越冬时有明显的群集行为。蛇莓跳甲幼虫共 3 个龄期。在实验室条件下(光照:黑暗=16:8, 25°C), 蛇莓跳甲卵期为 7~9 d, 平均 7.57 d; 从幼虫孵出开始到羽化需要 20~24 d, 其中雄虫平均需要 21.31 d, 雌虫平均需要 21.73 d, 羽化率为 79%, 羽化后 5~7 d 可达到性成熟, 开始交配、产卵。

关键词 蛇莓跳甲, 生活史, 取食, 产卵

跳甲属 *Altica* 隶属于叶甲科 Chrysomelidae 跳甲亚科 Alticinae, 目前已记述 300 多种^[1], 为世界性分布。该属种类繁多, 体色近似, 外形差异不显著, 分类鉴定十分困难^[2-3]。该属的食性为典型的散食性, 但对已有寄主记录的跳甲属种类统计发现, 在种级水平上大约 2/3 的种类为专食性, 因此, 寄主植物常是分类鉴定的向导和重要参考^[3]。据目前的调查结果, 北京地区该属有 7 种分布, 分别为: 朴草跳甲 *A. caerulea* (Baly)、蓟跳甲 *A. cirsiicola* Ohno、蛇莓跳甲 *A. fragariae* (Nakane)、委陵跳甲 *A. koreana* Ogloblin、地榆跳甲 *A. sanguisorbae* Ohno、老鹳草跳甲 *A. viridicyanea* (Baly) 和柳苗跳甲 *A. weisei* Jacobson。它们形态十分相似, 但相互之间寄主隔离显著, 被认为是研究昆虫与植物关系的良好材料。对外部形态近似的近缘物种的准确界定除形态特征外, 对其行为学和生态学特征的考察更有重要意义。

蛇莓跳甲 *A. fragariae* (Nakane) 目前已知分布在中国、朝鲜半岛和日本^[4-5], 为典型的东亚分布种类。王书永等曾将跳甲属昆虫的食性范围分为 5 种类型, 蛇莓跳甲的寄主是迄今惟一的“一科多属”类型^[3]。北京地区观察到的蛇莓跳甲的寄主植物包括蛇莓 (*Duchesnea indica* Focke)、龙芽草 (*Agrimonia pilosa* Ledeb.)、水杨梅 (*Geum aleppicum* Jacq.) 和葡枝委陵菜 (*Potentilla flagellaris* Willd.)。另外, 据文献记载, 蛇莓跳甲的寄主植物还包括草莓 (*Fragaria* sp.)^[6-8], *Duchesnea major* Makino, 蛇莓委陵菜 *Potentilla centrigrana* Maxim 和 *Potentilla wallichina* Del. 等^[3, 7]。

作者于 2004~2005 年, 对蛇莓跳甲进行了生物学和生态学研究, 结果报道如下。

* 国家自然科学基金重点项目 30330100; 30470202

** 通讯作者, Email: yangxk@iz. ac. cn

收稿日期: 2006-01-09; 接受日期: 2006-07-07

1 材料和方法

1.1 野外观察

主要地点为北京八达岭林场(40.3°N, 116.0°E),也包括林场附近的丁香谷和石门山庄等地,一般每周观察1次,重点观察蛇莓跳甲寄主的选择情况、取食为害情况、产卵特性、天敌情况、越冬情况等。

1.2 室内实验

越冬代成虫于初春采自八达岭林场,寄主植物蛇莓分别从八达岭林场、清华大学校园和香山中国科学院植物园移栽至动物所院内。越冬代成虫饲养于人工气候箱内(25℃,光照:黑暗=16:8),刚产的卵及初孵化的幼虫取出待用。将带有跳甲卵的蛇莓枝条插在铺有湿润细沙的棉纱缸内(直径12 cm,高11.5 cm),5 d后开始观察卵的孵化情况,每批卵20~64粒不等,共观察12个重复,以此计算蛇莓跳甲的卵期和卵的孵化率。将初孵化幼虫放在铺有湿润滤纸的玻璃培养皿内(φ=9 cm),每皿5头,饲喂新鲜的蛇莓叶片,每天观察幼虫发育情况(蜕皮、化蛹等)并更换叶片。每20头为1组,共设5组。大约11 d后(此时幼虫近于老熟)在培养皿的半边放入潮湿细沙(经高温灭菌)供幼虫化蛹,需要经常滴加蒸馏水保持细沙湿度。统计各龄期所需时间和成虫羽化率。部分老熟幼虫在细沙的浅层化蛹,因此我们也可以准确地计算蛹期。成虫产卵行为观察在棉纱缸内进行,将新鲜蛇莓枝条插在细沙内,接入新羽化的成虫5对,隔日观察产卵情况并更换新鲜植物,共设4组重复。将未经交配的初羽化雌虫13头单独饲养,观察产卵现象和卵的孵化情况,以此研究该种是否具有孤雌生殖现象。

2 结果与讨论

2.1 形态特征

2.1.1 成虫:形态描述参见虞佩玉等^[4]。成虫体长、体宽及初羽化重量值见表1。由表1可看出,雌虫个体稍大于雄虫。初羽化成虫淡黄色,触角和口器颜色稍深,数小时后鞘翅硬化,

颜色逐渐加深,变成蓝色(图1:A)。

2.1.2 卵:长椭圆形,长(0.84±0.06)mm,宽(0.37±0.03)mm(n=50)。初产卵鲜黄色,2 d后颜色逐渐变淡,即将孵化的卵呈黄白色。在扫描电镜下观察可以发现卵壳上具有蜂窝状纹饰(图1:B)。

表1 蛇莓跳甲成虫体长、体宽及初羽化成虫重量值的分布范围

	体长(mm)	体宽(mm)	虫重(mg)
♂	3.42±0.14 (n=25)	1.82±0.08 (n=25)	3.37±0.40 (n=26)
(♀)	3.74±0.21 (n=25)	2.04±0.09 (n=25)	4.13±0.46 (n=33)

2.1.3 幼虫:初孵化幼虫为浅黄色,几个小时后变为浅灰色,随着取食体色逐渐加深,呈黑褐色,但在每个龄期的末段幼虫颜色变浅,呈土黄色,身体明显粗短,略呈“C”形。刚刚蜕皮后的幼虫呈鲜艳的鹅黄色,数小时后逐渐变为黑褐色。幼虫蜕皮前有1个不食少动的阶段,可分泌胶质物固着在叶片上完成蜕皮。幼虫的体长、头宽值见表2。由表2可见,通过测量头壳宽度,可以很好地对幼虫进行3个龄期的鉴别(图1:C)。

表2 不同龄期蛇莓跳甲幼虫体长和头壳宽度值的分布范围(n=25)

龄期	体长(mm)	头壳宽度(mm)
1	1.27±0.28	0.30±0.02
2	2.48±0.06	0.43±0.03
3	3.22±0.46	0.62±0.03

2.1.4 蛹:长2.9~4.0 mm,平均长度(3.50±0.38)mm(n=25),蛹开始阶段为鲜黄色,复眼红褐色,触角和口器亦深色,临近羽化的蛹翅芽略呈深色(图1:D)。

2.2 食性和取食行为

蛇莓跳甲在北京地区以蛇莓为主要寄主,在几种寄主植物同时存在的情况下,蛇莓跳甲取食和产卵均优先选择蛇莓。本文第二作者曾观察到蛇莓跳甲在临近越冬之前群集取食水杨梅的现象,或许是因为此时蛇莓多已干枯,蛇莓跳甲转而主要取食次要寄主。蛇莓跳甲是京郊山地林区的优势种群,喜欢阴湿的环境,栖息于

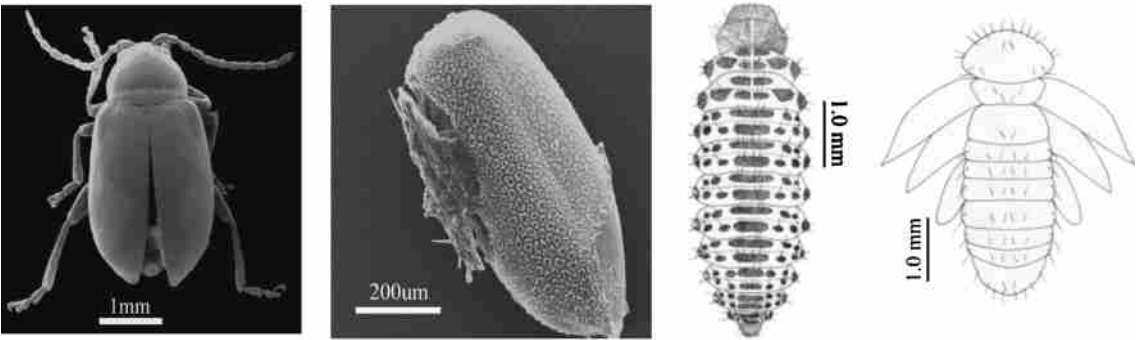


图 1 蛇莓跳甲 *Altica fragariae*(Nakane)
A. 成虫 B. 卵 C. 3 龄幼虫 D. 蛹

林内最底层, 接近地表。成虫不善飞翔, 受到惊扰后常以跳跃的方式从寄主植物跳落然后钻入草丛和枯枝落叶下逃走。幼虫爬行缓慢, 蜕皮前有一个不食少动的阶段, 老熟幼虫活动减少, 钻入浅土内化蛹, 形成土室。野外成、幼虫均栖息于寄主植物叶片腹面并在叶片腹面取食, 生活隐蔽, 不易发现。1 龄幼虫只取食叶肉, 残留叶脉和表皮, 2、3 龄幼虫可以吃透叶片, 被害处呈不规则孔洞; 成虫也在叶片腹面取食, 被害处呈筛孔状。蛇莓跳甲在八达岭林场等地为害十分严重, 有时会只留叶脉, 重者可使植株枯萎, 蛇莓成片死亡。

2.3 产卵行为

成虫喜隐于叶腹面产卵, 常产卵于植株最下部近枯黄的老叶而非幼嫩的上部叶片。目前原因尚不清楚: 一种可能的原因是老叶内产卵刺激物含量更高, 可以吸引跳甲将更多的卵产在这个部位; 另一种可能原因是, 蛇莓跳甲为阴性昆虫^[8], 植株底部更靠近地面, 湿度较大, 这种微气候利于卵的孵化, 并且, 植株底部叶片更为隐蔽, 有利于躲避敌害。另外, 这种产卵部位的选择在客观上对卵的孵化有利, 因为老叶不喜被取食, 卵块不易遭到破坏。我们曾经认为蛇莓跳甲产卵于叶子的腹面可能和叶片正反两面的结构差异有关(叶背面光滑, 腹面着生较密的毛), 但实验发现这种影响不大, 当把叶子人为翻转后蛇莓跳甲会将大多数卵产于叶子的正面(即仍然产卵于叶的下面)。室内饲养发现,

蛇莓跳甲可多次交尾。它可长时间(3 个月以上)持续产卵, 这和该属研究过的其它种类一致^[9]。蛇莓跳甲的卵多沿叶脉分布, 初期多为散产, 后多呈卵块状, 卵块由 1~23 不等的卵粒组成, 平均为 (6.3 ± 5.8) 粒 ($n=310$)。对羽化后 1 个月内产卵情况进行统计, 平均每雌日产 6.9 粒, 产卵量最高的一组在产卵盛期平均每雌日产可达 14.1 粒。卵一般为单层排布, 卵粒上有细小的条状黑色污物, 这些排泄物并不能将卵完全覆盖, 这种现象被认为是该属种类的特性^[3]。Feytaud 认为这可以避免鸟类取食^[10], 但 Phillips 认为这种卵太小了鸟类并不取食, 这种污物可能含有对捕食者或寄生者起趋避作用的物质^[9]。据我们观察, 这种排泄物上常常可以生长出丝状真菌, 菌丝覆盖于卵块上面, 似乎可以对卵起到保护作用, 并且, 这种菌丝并不影响卵的孵化。

未经交尾的雌虫也可以产卵, 并且卵量很大, 但未受精的卵均不能孵化, 据此认为, 该种跳甲不能进行孤雌生殖。

2.4 越冬及越冬群集行为

蛇莓跳甲以成虫在寄主植物附近的枯枝落叶层下的浅土部分越冬, 在八达岭地区 11 月初前后进入蛰伏状态, 翌年 4 月初有成虫出蛰开始活动, 直到 4 月下旬仍有蛰伏个体。蛇莓跳甲在越冬时有非常明显的群集行为, 2005 年 3 月 30 日, 八达岭林场蛇莓刚刚开始发芽, 我们在大约 0.3 m^2 ($0.6 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$) 的范围内采得尚

处于冬眠状态的成虫多达 983 头, 当时跳甲成虫均蛰伏于枯枝落叶下的浅土部分, 多头聚集在一起, 开始时不活动, 受到惊扰后慢慢开始活跃, 带回室内 2 d 后发现有关交尾现象。这种群集行为有利于越冬后的交尾^[9, 11]。该属 2 个欧洲分布的种(*A. lythri* 和 *A. oleracea*) 在野外也有越冬群集行为, 但规模很小, 一般仅 3~6 头聚集在一起^[9], 这可能和种群的大小有关。

2.5 性比

对室内饲养羽化的 529 头成虫进行观察、统计, 发现雌虫的个体稍多于雄虫, 雌雄比例约为 1.3 : 1 (301 : 228); 秋季越冬前蛇莓跳甲的雌雄比例为 2 : 1^[3]; 对初春采集的 983 头尚未出蛰的蛇莓跳甲个体进行了观察, 雌雄比例约为 2.5 : 1 (705 : 278)。3 个阶段性比的变化表明在野外雄虫的寿命短于雌虫 (越冬前的雌雄性比大于初羽化时的性比), 同时也表明越冬期间雄虫的死亡率明显高于雌虫 (越冬后的雌雄性比

大于越冬前的性比)。室内研究也证明雄虫的抗逆性弱于雌虫, 在实验室条件下, 羽化后 40 d 内雄虫的死亡率明显高于雌虫。

2.6 实验室条件下的生活史

实验室条件下, 蛇莓跳甲卵期为 7~9 d, 平均 (7.57 ± 0.44) d, 卵孵化率为 (81.6 ± 12.3) %。幼虫期共 3 龄, 饲喂其自然寄主蛇莓, 雌虫发育历期稍长于雄虫, 二者在统计学意义上差异不显著 (Kruskal-Wallis test, $H = 3.671, P = 0.055 > 0.05$)。蛹羽化后 5~7 d 性成熟, 开始交尾并产卵。这样, 完成 1 个世代大约需要 36 d 左右 (表 3)。从 4 月初 (尚未出蛰的越冬代) 开始至 11 月中旬 (寄主植物枯黄) 可完成 4 代 (图 2)。平均羽化率为 (79.0 ± 10.84) %, 最高可达 95 %。

2.7 蛇莓跳甲在北京地区的生活史

在八达岭林场地区, 越冬成虫 4 月初出蛰, 5 月中旬可见到卵, 幼虫最早出现于 5 月下旬

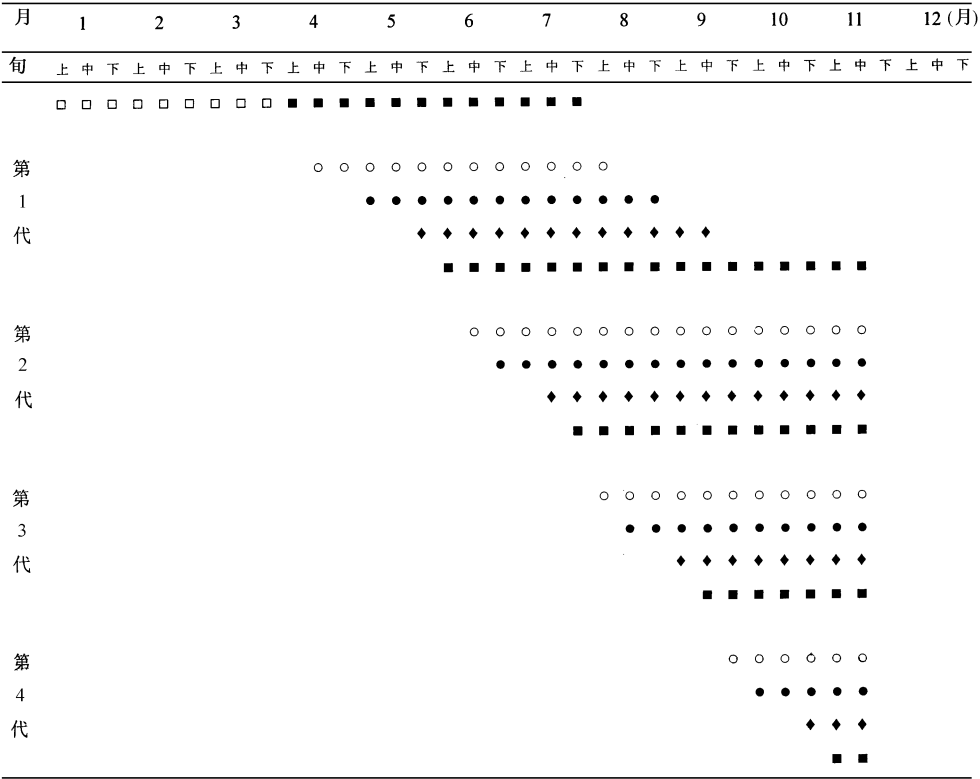


图 2 实验室条件下蛇莓跳甲的生活史

○卵 ● 幼虫 ◆蛹 ■活动成虫 □越冬成虫

表 3 实验室条件下蛇莓跳甲幼虫发育历期

虫态	观察个体数(个)	天数范围(d)	平均±SD(d)
1 龄	97	3~5	3.69±0.49
2 龄	96	2~4	2.65±0.58
3 龄(包括预蛹期)	30	7~10	8.57±0.73
蛹期	26	6~7	6.27±0.45
幼虫期+蛹期(♂)	35	20~24	21.31±1.11
幼虫期+蛹期(♀)	44	20~24	21.73±0.92

至6月上旬(由于温度较低,第1代卵期很长,以2005 年为例,5月19 见到卵,6月13 始见到

1 龄幼虫,卵期大约为3 周)。蛇莓跳甲在性成熟后如果条件适宜可以持续产卵达3 个月以上(见前文),加上完成1 个世代所需时间相对较短,因此在野外世代重叠现象非常明显。在第1 代成虫出现(7 月中旬前后)后的相当长的一段时间内,几种虫态在野外均可见到(图3)。我们估算蛇莓跳甲在北京地区1 年可发生2~3 代。蛇莓跳甲成虫(特别是越冬代)的寿命至少在7 个月以上。

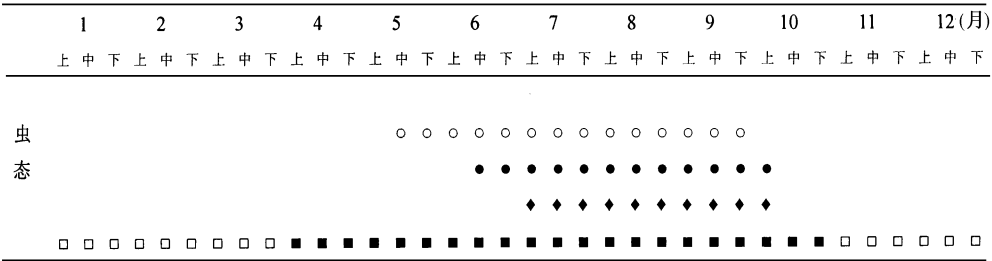


图 3 蛇莓跳甲生活史(北京八达岭林场, 2004、2005 年)
○ 卵 ● 幼虫 ◆ 蛹 ■ 活动成虫 □ 越冬成虫

在野外和室内均发现白僵菌可感染成虫和幼虫,有时会导致很高的死亡率;我们在野外多次观察到蓝蝽 *Zizrona caerulea* (L.)捕食蛇莓跳甲幼虫的现象。另外,据王书永等报道,该属的寄生性天敌有小茧蜂、胡蜂、寄蝇等,捕食性天敌还有一些盲蝽、步甲、隐翅虫和蜘蛛等文献等^[3]。由于不良环境和天敌的存在,幼虫在野外的存活率显然远远低于实验室条件下。

参 考 文 献

1 Konstantinov A. S., Vandenberg N. J. Handbook of Palearctic Flea Beetles (Coleoptera; Chrysomelidae; Alticinae). Associated Publishers, Gainesville, 1996. 340.

2 Phillips W. M. *Ecol. Entomol.*, 1977, 2(3): 205~216.

3 王书永, 崔俊芝, 李文柱, 张勇. 昆虫知识, 2005, 42 (4): 385~390.

4 虞佩玉, 王书永, 杨星科. 中国经济昆虫志, 第54册, 鞘翅目, 叶甲总科(2). 北京: 科学出版社, 1996. 294~300.

5 Lee J. E., An S. L. *Insecta Koreana*, 2001, Suppl. 21: 1~229.

6 胡森. 草莓病虫害及其防治. 天则出版社, 1991. 113~114.

7 Ohno M. *Bull. Depart. Liberal. Arts*, 1960, 1: 77~95.

8 王书永. 昆虫知识, 1983, 20 (6): 274~276.

9 Phillips W. M. *Entomol. Exp. Appl.*, 1977, 21(1): 71~80.

10 Feytaud J. *Bull. Soc. Etud. Vulg. Zool. Agric., Bordeaux*, 1911, 2(1): 37~48.

11 Hagen K. S. *Annu. Rev. Entomol.*, 1962, 7: 289~326.

让蚊子找不到要咬的人

很多昆虫具有能探测二氧化碳的神经元,而这种神经元的作用却因昆虫生态习性的不同而不同。比如说天蛾,它们用它来测量曼陀罗花的质量。而蚊子和其他食血昆虫则会被我们所发出的二氧化碳吸引。果蝇也有这些传感器,研究人员已经在其身上识别出了2种受体,Gr21a和Gr63a。只有其中一种受体的果蝇对二氧化碳不敏感,但当2个基因都在神经元中表达时,它们对该气体就敏感了。类似的基因也存在于传播疟疾的蚊子中,所以它们可能是以降低蚊子找到要咬的人的能力为目的的药物的有用的目标。这一结果发表在2007年1月4日的《nature》上。