

海切叶蜂的筑巢和访花行为

蒙艳华, 徐环李*

(中国农业大学昆虫学系, 北京 100094)

摘要:【目的】研究毛乌素沙地重要野生传粉昆虫海切叶蜂 *Megachile maritima* 的筑巢和访花行为对保护其栖息环境具有重要意义。【方法】采用目测及拍照等方法对海切叶蜂的整个筑巢过程进行了连续观测;以 2 m × 2 m 样方的方式观测海切叶蜂的访花频率、单花停留时间及日活动规律等访花行为,其中日活动规律每天连续观测,共观测 7 天。【结果】海切叶蜂在沙土中筑巢,每巢只有一个巢室,其筑巢过程为:寻找合适的筑巢地点,挖巢,构建巢室,采集蜂粮,产卵,封住巢室,筑完一个巢。它连续筑完一个巢大约需要 9 h。海切叶蜂构建一个巢室需要切取 26~29 片叶子,为每巢室采集蜂粮 11~12 次,每巢室内产卵 1 粒;在塔落岩黄芪和细叶益母草上的平均访花频率分别为 (13.23 ± 6.49) 朵/min 和 (16.72 ± 4.84) 朵/min,平均单花停留时间分别为 (3.08 ± 2.48) s 和 (2.49 ± 1.31) s。晴天,海切叶蜂在 12:00~14:00 期间活动较活跃。【结论】海切叶蜂不同个体之间的筑巢行为相似。该蜂在塔落岩黄芪和细叶益母草上的访花过程、访花频率及单花停留时间具有显著的差异。

关键词:海切叶蜂;筑巢行为;访花行为;蜜源植物

中图分类号: 文献标识码:A 文章编号:0454-6296(2007)12-1247-08

Nesting and foraging behavior of *Megachile maritima* (Hymenoptera: Megachilidae)

MENG Yan-Hua, XU Huan-Li* (Department of Entomology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract:【Aim】It is significant to know the nesting and foraging behavior of wild bee-pollinator, *Megachile maritima*, which is one of the important pollinators in Mu Us sandland, for protecting its habitat.【Methods】The whole nesting process of *M. maritima* was observed by visual observation and photographing; visiting frequency and duration of each visit on nectar plants were counted using stopwatch in 2 m × 2 m plots, and daily activities of *M. maritima* were observed in 2 m × 2 m plots incessantly from 7:30 to 18:30 for 7 days.【Results】*M. maritima* excavated nest in sand, with one cell per nest. At first, female of the bee searched for the nesting site, excavated nest burrow, and then constructed and provisioned cell, and finally oviposited and closed the cell. About 9 hours were needed for nesting one cell; 26–29 pieces of leaves were needed for constructing one cell. The bee executed 11–12 pollen and nectar trips for each cell. A single egg was laid on the surface of the provision. The frequencies on *Hedysarum laeve* and *Leonurus sibiricus* were 13.23 ± 6.49 flowers per minute and 16.72 ± 4.84 flowers per minute, respectively; and the duration of each visit on the two plants were (3.08 ± 2.48) s and (2.49 ± 1.31) s, respectively. *M. maritima* bees were more active during 12:00–14:00 on sunny days.【Conclusions】Nesting behavior of different individuals of *M. maritima* was very similar. There was a significant difference in visiting process, visiting frequency and duration of each visit on the two nectar plants.

Key words: *Megachile maritima*; nesting behavior; foraging behavior; nectar plants

野生类蜜蜂大多为独栖性。独栖性蜜蜂对栖息环境的要求包括适合的筑巢地点、蜜源植物和筑巢

所需的材料。因此,为了长久地保持野生蜜蜂种类的多样性和它们作为传粉昆虫的生态学功能,在野

基金项目:国家自然科学基金项目(30470255);国家自然科学基金项目(30330130)

作者简介:蒙艳华,女,1982年11月生,壮族,广西来宾人,硕士研究生,主要从事传粉昆虫学研究,E-mail:01mengmeng@126.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail:hanabati@cau.edu.cn

收稿日期 Received:2007-06-14;接受日期 Accepted:2007-11-13

生蜂分布范围内保护和重建它们的栖息环境是很有必要的(Gathmann and Tschamtko, 2002)。研究野生传粉昆虫的栖息环境在保护生物学上具有重要意义。

蜜蜂的巢是蜜蜂繁育后代的地方,通常由巢室组成,这些巢通常由雌性蜂来筑(营社会性生活的蜜蜂由工蜂来筑)。巢室具有保护幼虫和幼虫食物的作用(Michener, 2000)。在切叶蜂的生物学特性中,最重要的特点是筑巢地点的多样性(砂石、土壤、植物茎秆等)以及绝大多数用上颚筑巢(挖掘、清理巢、切割或携带叶片等)(吴燕如, 2006)。切叶蜂的巢室通常由植物叶片组成(Michener, 2000);筑巢时,它用上颚将质地柔软、易于卷起的大叶片(一般为蔷薇科植物、豆科牧草的苜蓿等)切割成椭圆形或圆形的叶片带回巢中卷成筒状的巢室(吴燕如, 2006)。

切叶蜂类昆虫具有较长的口器,是许多具有较长花管植物的重要授粉蜂(吴燕如, 2006)。海切叶蜂 *Megachile maritima* 在我国北方地区是豆科牧草的重要授粉蜂。据徐环李和吴燕如(1993)的调查,海切叶蜂在内蒙古地区是紫花苜蓿 *Medicago sativa* 和蒙古岩黄芪 *Hedysarum mongolicum* 的主要授粉蜂。另外,徐环李于 2004 年 7 月份在内蒙古鄂尔多斯毛乌素沙地(39°30'N, 110°11'E)进行传粉昆虫调查发现,海切叶蜂在当地是塔落岩黄芪 *Hedysarum laeve* 和细叶益母草 *Leonurus sibiricus* 的重要授粉昆虫。毛乌素沙地是我国北方的农牧交错地带,处于生态脆弱区,风沙危害是其最为严重的生态问题之一,加上长期以来的植被破坏(牛兰兰等, 2006),毫无疑问,许多在土中筑巢的野生蜜蜂(吴燕如, 1965)势必也遭到了严重的破坏。作者于 2005 - 2006 年在该地对海切叶蜂的筑巢行为和它在这两种蜜源植物上的访花行为进行了观测,为保护海切叶蜂的栖息环境和进一步开发利用提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 研究地点与样地

研究地点位于内蒙古鄂尔多斯南部的毛乌素沙地(39°30'N, 110°11'E),海拔 1355 m,年均温 7.5℃ ~ 9.0℃,年降雨量 260 ~ 450 mm,降雨多集中在 7 ~ 9 月份,占全年的 60% ~ 70%以上(张新时, 1994)。研究样地均设在位于该地的中国科学院植物研究所沙地草地生态定位站附近。

1.2 观察方法

1.2.1 筑巢习性的观测及巢的结构:对 6 只雌性的海切叶蜂,采取目测及拍照进行连续观测,从其寻找筑巢地点开始,一直观测到其寻找下一个筑巢地点为止,分别记录筑巢各个阶段的具体行为,具体如下:(1)寻找筑巢地点:记录海切叶蜂在筑巢目标地点如何寻找巢的具体位置及该过程所用时间,同时记录巢周围的环境(2)挖巢方式及所用时间(3)构建每个巢室所需叶片数目及每次外出切取叶片的时间和携叶回巢中滞留的时间(4)为每个巢室采集蜂粮的次数、每次外出采集蜂粮的时间及携蜂粮回巢中滞留的时间(5)待海切叶蜂筑好巢后,测量巢口直径,从巢的侧面将巢轻轻挖掘,然后观测记录。

1.2.2 访花行为的观测:在盛花期内,观测海切叶蜂在塔落岩黄芪和细叶益母草上的访花过程、访花频率及单花停留时间,具体如下:(1)以 2 m × 2 m 样方的方式观测。访花频率(样本数大于 20):当海切叶蜂飞进样方落在第一朵花上开始用秒表计时,直到它离开样方最后一朵花停止计时,在这个过程中同时记录海切叶蜂所访问的花朵数目,访花频率等于所访问的花朵数目除以所用时间。单花停留时间(样本数大于 80)的观测:在观测样方内,用秒表记录海切叶蜂在每朵花上的停留时间。(2)海切叶蜂的日活动规律:盛花期内,于晴天观测 7 天,每天 7:30 ~ 18:30 连续观测,以 2 m × 2 m 样方的方式记录海切叶蜂在塔落岩黄芪上的活动数量。

1.3 测量指标定义和数据统计方法

各观测量的定义如下:切叶时间(样本数为 36)指海切叶蜂从巢口飞出到它携叶进入巢口所需的时间;携叶回巢滞留时间(样本数为 44)指海切叶蜂携叶进巢到它再出巢所需的时间;采集粉蜜时间(样本数为 29)指海切叶蜂从出巢到携粉蜜进入巢口所需时间;携粉蜜回巢滞留时间(样本数为 28)指海切叶蜂携粉蜜进入巢口到再出巢口所需时间;单花停留时间指海切叶蜂在每朵花上的停留时间。

采用 SPSS 11.5 进行数据统计分析,分析了所观察变量的分布情况。

2 结果与分析

2.1 筑巢行为

2.1.1 筑巢地点及掘巢:在当地,海切叶蜂一般选择在较坚硬结实的沙土中筑巢,筑巢地点与构建巢室所用植物的叶片的距离一般在 100 m 之内。海切

叶蜂一般选择在稍微有一定坡度、靠路边、比较开阔且周围有明显标记(如草棚、小土丘等)的地方筑巢(图版 I : C),其巢口一般朝东或者朝东南。巢口一般挨着植物(如塔落岩黄芪、虎尾草、虫实属植物等)的根,其上一般有小木棍、植物根等横架着。海切叶蜂将巢口选择在这种地方可能是为了防止在筑巢过程中下雨,雨点直接击中巢口或者防止沙子等流进巢中,也有可能是为了使巢口更隐蔽以躲避天敌。在开始筑巢之前,海切叶蜂首先挨着地面绕着半径约 1.5 m 的空地飞行,飞行半径逐渐减小,直到找到巢的具体位置,该过程一般需要 6~7 min。寻找好筑巢的具体位置后,它开始挖巢。挖巢时它用上颚和前足掘土,当挖出一定的土后,用后足将土倒退着往巢口前面 3~8 cm 处推,一般两次将土推到洞外的间隔时间为 12~50 s,随着洞的加长,所需时间也相应加长。这可能是随着洞的加长,它需要更多的时间来经过已挖好的洞。被推到巢口外的沙土一般不形成小土丘。海切叶蜂挖一个巢一般总共需要 1.5~2 h。在一块空地上筑完一个巢后,海切叶蜂一般会在该巢的附近继续寻找合适的筑巢地点,筑下一个巢,两个巢之间的距离为 2~5 m 远。

2.1.2 巢及巢室的结构:海切叶蜂的巢只有主道,没有侧道,主道向下倾斜,一般不弯曲,与地面约呈 30°~45°角。巢口直径约为 10 mm,巢深约为 10 cm,巢底部与地面的垂直距离约为 6 cm(图版 I : G)。巢的底部有一个由叶片构建成的圆柱形巢室(图版 I : H)。巢室盖的叶片之间有一些沙子涌进去,但巢的其余部分(巢室上部到巢口)无任何东西封堵,巢口裸露。巢室外部长约 26 mm,巢室两端的直径为 10~12 mm(外径)。构建巢室的材料一般为蔷薇科植物如苹果、杏等的叶子(图版 I : E)。这些叶片组成巢室的 3 个部分:椭圆形叶片为巢室壁,近圆形的为巢室底和巢室盖。一个巢室大概需要 26~29 片叶片,其中巢底 5~6 片,巢盖 6~8 片。巢底和巢盖叶片的直径为 8.5~12.5 mm(外边叶片稍长)。巢室壁的叶片为长椭圆形,长约为 18.0~26.5 mm(从里到外逐渐增长),宽为 10.5~14.0 mm(从里到外逐渐增大),一般 2~3 片叶片被粘合在一起。将巢室叶片从外到里逐一剥开,当余下几片叶子(巢室盖叶片已全部被剥开)时,从巢室口可以看到半流状的蜂粮(花粉花蜜混合物),这时巢室长约 16 mm,巢口直径约 8 mm,蜂粮体积约为巢室体积的 1/2。

2.1.3 筑巢过程:海切叶蜂的筑巢过程:寻找筑巢地点,挖巢,构建巢室壁和巢室底,采集蜂粮,在蜂粮

上产卵,将巢室封住,筑完一个巢。在当地,海切叶蜂的日活动时间为 8~10 h(晴天),而连续筑完一个巢大约需要 9 h。假如一天的活动时间结束后,海切叶蜂尚未筑完某个巢,次日,它将接着筑该巢。筑巢过程中,如果遇到下雨,海切叶蜂会在巢中停留,雨过后继续筑巢。用 SPSS 11.5 One-way ANOVA 对 3 只海切叶蜂的切叶时间及携叶回巢滞留时间和采集粉蜜时间及携粉蜜回巢滞留时间分别进行方差分析:切叶时间:3 只蜂之间, $P = 0.554 > 0.05$,没有显著差异;3 只蜂两两比较, $P = 0.380 > 0.05$, $P = 0.991 > 0.05$, $P = 0.357 > 0.05$ 均没有显著的差异。携叶回巢中滞留时间:3 只蜂之间, $P = 0.587 > 0.05$,没有显著差异;3 只蜂两两比较, $P = 0.364 > 0.05$, $P = 0.350 > 0.05$, $P = 0.855 > 0.05$ 均没有显著差异。采集粉蜜时间:3 只蜂之间, $P = 0.335 > 0.05$,没有显著差异;3 只蜂两两比较, $P = 0.175 > 0.05$, $P = 0.240 > 0.05$, $P = 0.901 > 0.05$ 均没有显著的差异。携粉蜜回巢中滞留时间:3 只蜂之间, $P = 0.142 > 0.05$,没有显著差异;3 只蜂两两比较, $P = 0.051 > 0.05$, $P = 0.319 > 0.05$, $P = 0.318 > 0.05$ 均没有显著差异。方差分析表明海切叶蜂不同个体之间的切叶时间及携叶回巢滞留时间和采集粉蜜时间及携粉蜜回巢滞留时间均没有显著的差异。以上分析结果显示,海切叶蜂不同个体之间,其构建巢室及采集蜂粮的行为均表现出一定的相似性。

2.1.4 巢室的构建:当将巢挖好后,海切叶蜂绕着巢口由近到远飞几圈,以辨认巢的具体位置,随后,它飞出去切取叶子。海切叶蜂用上颚切割叶片,将切割好的叶片卷起来,置于腹部下面,由 3 对足夹着,将叶片带回巢中(图版 I : F)。当海切叶蜂携叶片回巢的时候,在离巢约 2~3 m 的地方,一般要停在一个比较平的地方,休息几秒钟或者将叶片再夹紧一点,以便顺利将叶子带回巢中。在观测中发现,当海切叶蜂携带较大的叶片回巢时,头先进巢,出来时腹部先出,而携带较小的叶片(即近圆形的叶片)回巢时,头先进巢,但出来时头先出。这可能与海切叶蜂放置叶片的位置有关。根据样本分析,海切叶蜂切叶时间介于 1 min 到十几分钟之间,有约 78% 的样本在 0.83~5.83 min(图 1 : A),平均为 (5.40 ± 4.30) min(平均值 \pm SD,下同)。海切叶蜂切叶时间的长短可能取决于目标叶子的远近。海切叶蜂携叶回巢滞留时间为 0.92 min 到 3.63 min 不等,一般需要 1.47~3.13 min(图 1 : B),平均 (2.35 ± 2.18)

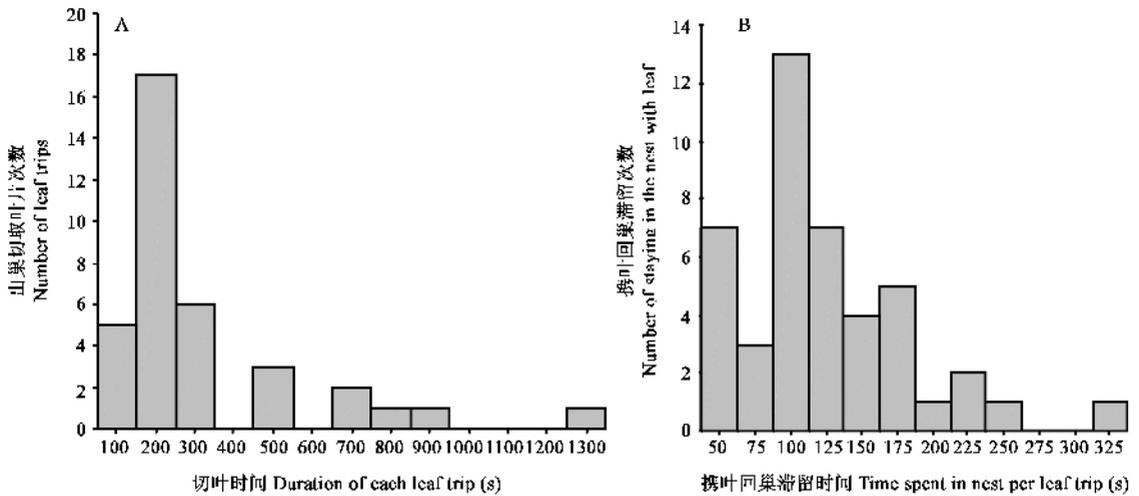


图 1 海切叶蜂的切叶时间(A)和携叶回巢滞留时间(B)

Fig. 1 Duration of each leaf trip(A) and time spent in the nest per leaf trip(B) of *Megachile maritima*

min。当将构建巢室底和巢室壁的叶片都带回巢中后,海切叶蜂一般在巢中滞留的时间较长,为 4.15 ~ 5.28 min,估计是在巢中进一步整理叶片,然后开始采集蜂粮。

2.1.5 蜂粮的采集及产卵:当将巢室底和巢室壁构造完成后,海切叶蜂开始采集蜂粮,即花粉花蜜。采集粉蜜时间一般需要 7.60 ~ 35.50 min 不等,平均 (20.00 ± 6.00) min,大多数情况下需要 17.50 ~ 27.50 min(图 2:A)。采集粉蜜时间的长短可能和蜜源植物离巢的距离以及其所采访蜜源植物的种类有关。

根据所观测到的样本,海切叶蜂携粉蜜回巢滞留的时间,一般需要 1.25 ~ 4.58 min(图 2:B),平均 (3.85 ± 2.00) min。海切叶蜂将粉蜜卸下以后,腹部先出巢口,退到巢口几厘米处转身飞出。一个巢室需要采集粉蜜 11 ~ 12 次。当最后一次采集粉蜜回

巢后,海切叶蜂在巢中滞留的时间相对较长,为 7 ~ 23 min 不等,这段时间内,估计海切叶蜂是在蜂粮上产卵。当它再飞出后,又开始切取叶子封住巢室,筑完一个巢。

2.2 访花行为

2.2.1 活动时间及访花过程:在当地,海切叶蜂除了主要访豆科植物塔落岩黄芪(图版 I:A)和唇形科植物细叶益母草(图版 I:B)外,偶尔还可以看到海切叶蜂访问唇形科植物香青兰 *Dracocephalum moldavica*。在当地,塔落岩黄芪和细叶益母草的花期相似,它们均于 7 月初零星开花,9 月上中旬末花。从初花期到末花期均可以观测到海切叶蜂在这两种蜜源植物上活动。塔落岩黄芪和细叶益母草的日开花动态也相似,在一天中不断开放。海切叶蜂在一天中也是不断地访花,其访花时间不固定(图

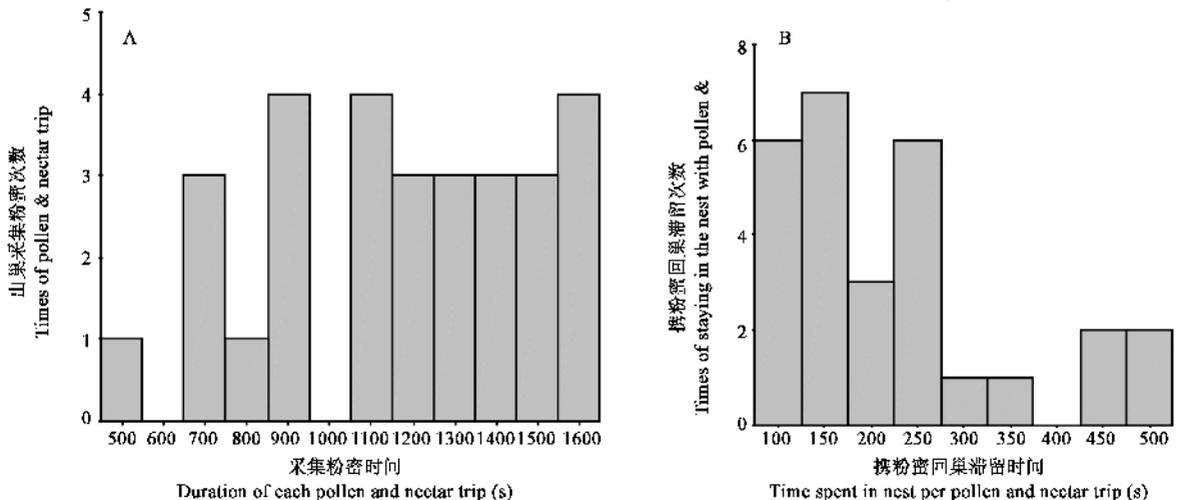


图 2 海切叶蜂采集粉蜜时间(A)和携粉蜜回巢滞留时间(B)

Fig. 2 Duration of each pollen and nectar trip(A) and time spent in the nest per pollen and nectar trip(B) of *M. maritima*

3)。图 3 表示的是在观测的 7 天中,在所有飞进样方内访花的海切叶蜂的活动情况。从图中可以看出,海切叶蜂在 12:00~14:00 之间活动较活跃,在 7:30~8:00 之间,在样方内没有观测到海切叶蜂在花上活动,其余时段内海切叶蜂没有表现出很强的活动规律。海切叶蜂的雌蜂腹部腹板各节具整齐排列的毛刷,为采粉器官。访塔落岩黄芪的花时,它从花正面飞落于花上,一般前、中足落在龙骨瓣上,后足悬空或者把握着龙骨瓣下部,头往花基部伸,首先用前足扒开龙骨瓣,雌雄蕊群弹出,随后一对中足从两侧夹住雌雄蕊群往上运动,将花粉摩擦到腹毛刷上。当海切叶蜂采集到一定量的花粉后,身体上会粘着少量花粉粒,这时候,海切叶蜂会停在地上或者树枝上,用足清扫身上的花粉。细叶益母草花的雌雄蕊均贴着花冠的上唇,花的下唇长于上唇,横向伸展,供访花昆虫降落。海切叶蜂在访细叶益母草花时,前足踩在花的下唇上,中足夹住花冠下唇,后足悬空,喙插入花基部蜜腺处,中胸背部正好摩擦到位于上唇的雄蕊,大多数时候,一只中足还伸到胸背部上扫花粉,将花粉收集到腹毛刷上;当访问了一定数量的花后,海切叶蜂停在比较平坦的地面上,前足清扫头部花粉,中足清扫胸背部花粉,将花粉收集到腹毛刷上。在 2006 年的观测中发现,海切叶蜂对这两种蜜源植物的花没有表现出特别的偏好。当它在细叶益母草地边上筑巢时,它以细叶益母草为蜜源,反之,以塔落岩黄芪为蜜源。在 2006 年的观测中还发现,当细叶益母草的花和塔落岩黄芪的花相邻时(两种蜜源植物的花量都很大),海切叶蜂对花的种类没有明显的偏好,有时候访了细叶益母草的花后接着

访塔落岩黄芪的花或者访了后者的花接着访前者的花。海切叶蜂访花时非常“专心”,一般都是一朵挨着一朵访,没有表现出喜欢访上部花或者下部花的习性,以“就近原则”为主。

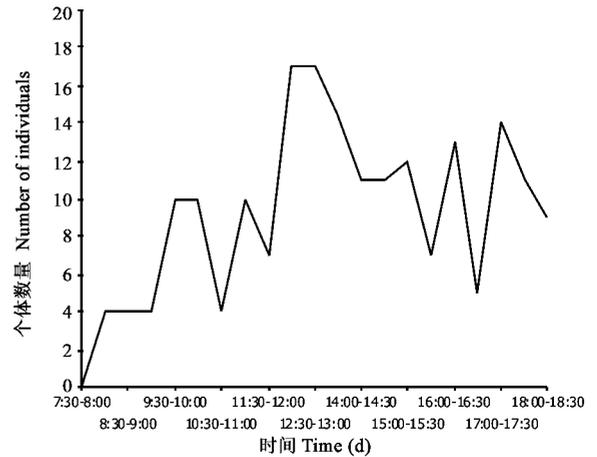


图 3 海切叶蜂在塔落岩黄芪上的日活动情况

Fig. 3 Daily activity on *H. laeve* of *M. maritima*

2.2.2 访花频率及单花停留时间:用 SPSS 11.5 Independent Samples Test 对海切叶蜂在塔落岩黄芪和细叶益母草上的访花频率及单花停留时间分别作 t 检验,结果如下:访花频率: $P = 0.03 < 0.05$,表明海切叶蜂在两种蜜源植物上的访花频率具有显著差异,塔落岩黄芪上的访花频率为 (13.23 ± 6.49) 朵/min,细叶益母草上的为 (16.72 ± 4.84) 朵/min。从图 4 可以看出,海切叶蜂在塔落岩黄芪上的访花频率波动较大,大约 70% 情况下其访花频率为 6.25~16.25 朵/min,海切叶蜂在访细叶益母草的花时,约 59% 的情况下访花频率为 11~17 朵/min,约 27% 的情况下为 19~25 朵/min。单花停留时间: $P = 0.044$

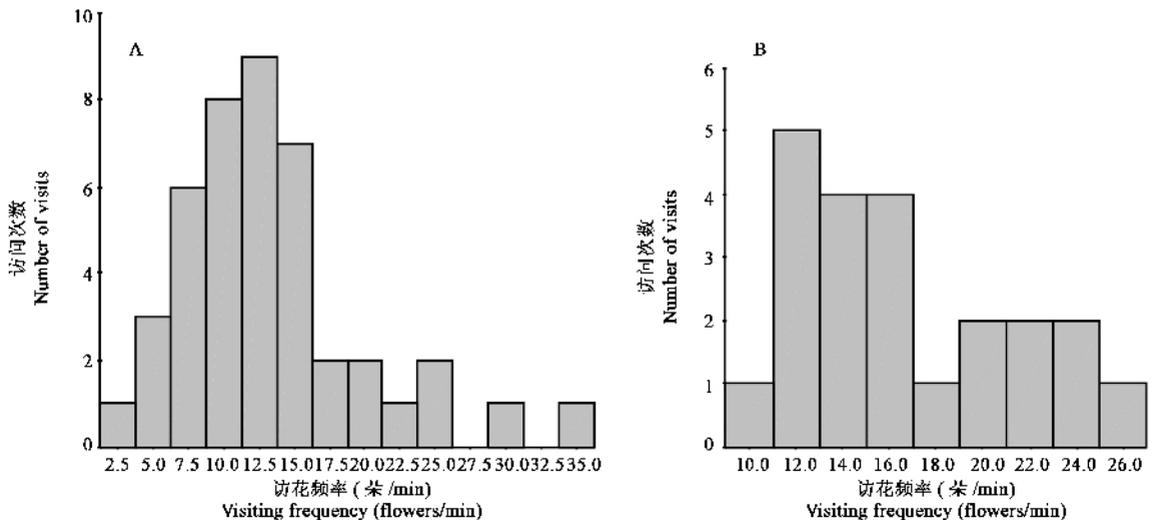


图 4 海切叶蜂在塔落岩黄芪(A)和细叶益母草(B)上访花频率(朵/min)

Fig. 4 Visiting frequency on *H. laeve* (A) and *L. sibiricus* (B) of *M. maritima*

< 0.05 , 表明海切叶蜂在两种蜜源植物上的单花停留时间具有显著差异, 塔落岩黄芪上的为: (3.08 ± 2.48) s, 细叶益母草上的为: (2.49 ± 1.31) s。图 5 显示, 海切叶蜂在塔落岩黄芪上的单花停留时间波动

较大, 停留时间在 0.75 ~ 2.25 s 的占的比例最大, 约为 48%, 停留时间为 2.25 ~ 5.75 s 的约占 36%。海切叶蜂在细叶益母草上的单花停留时间在 63% 情况下为 1.1 ~ 2.6 s。

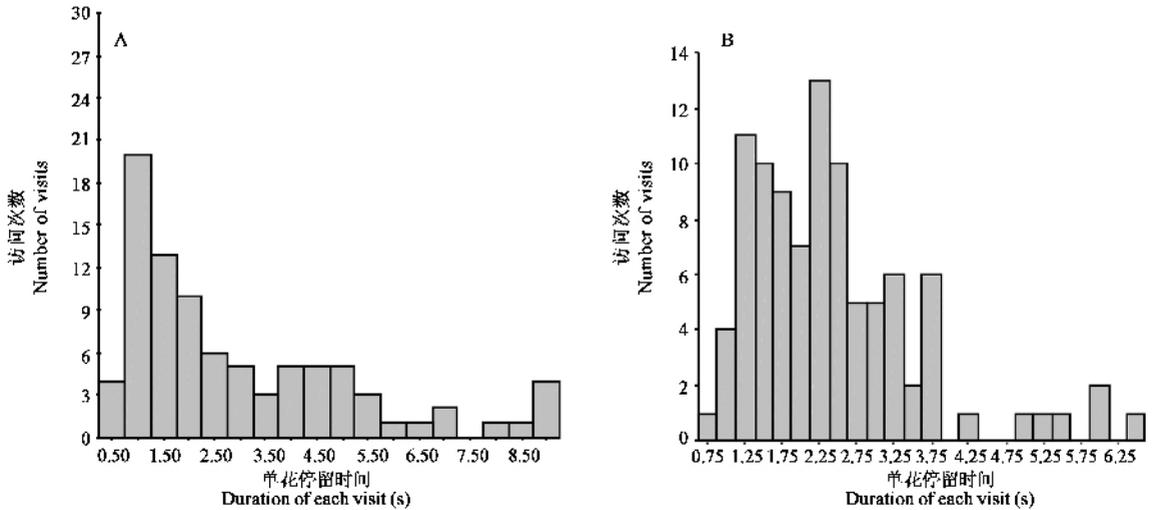


图 5 海切叶蜂在塔落岩黄芪 (A) 和细叶益母草 (B) 上的单花停留时间

Fig. 5 Duration of each visit on *H. laeve* (A) and *L. sibiricus* (B) of *M. maritima*

3 讨论

3.1 巢的结构及筑巢过程

切叶蜂类昆虫在自然界中一般在旧的坑道中筑巢或者自己挖掘巢洞, 一个巢中有 2 ~ 10 个巢室, 各巢室头尾相接呈线状排列, 巢有时候有分支 (Eickwort *et al.*, 1981; Neff and Simpson, 1991; 杨桂华等 2002; 吴燕如, 2006; 等)。筑完巢后切叶蜂一般会用植物的叶片、泥土等封住巢口, 如 *M. fortis* 在筑完一个巢的最后一个巢室后, 会在最外面的一个巢室的盖附近接着放置 18 ~ 26 片不规则的圆形叶片封住巢, 但是巢里其余部分至巢口仍然空着 (Neff and Simpson, 1991)。 *M. rubi* 筑完巢后用沙子封住巢内至巢口空的部分 (Eickwort *et al.*, 1981)。在当地, 没有观测到海切叶蜂利用废弃的巢洞筑巢。雌蜂在沙中自己挖洞筑巢, 其巢的结构相对简单, 只有主道, 每巢中只有一个位于巢底部的巢室, 并且在观测的 5 个筑完的巢中, 没有发现它筑完巢后用任何东西封住巢口及巢内空的地方。这些特征与 *M. integra* 很相似。 *M. integra* 在沙中筑巢, 每巢只有一个巢室, 并且筑完巢后没有用任何东西封住巢口至巢内空的部分 (Williams *et al.*, 1986)。

海切叶蜂每巢只有一个巢室, 其中之一的原因有可能是海切叶蜂在自然界中的对策, 即某个巢室

在下雨时被冲垮了或者被天敌寄生 (或者被吃掉蜂粮) 那么损失的只有一个巢室, 而其他巢室则有可能保全, 保证了后代的数量。至于筑完巢后, 海切叶蜂没有用任何东西封住巢口及巢内空的部分, 我们不清楚其中的原因。

在 2005 - 2006 年的观测中, 对海切叶蜂每次携带叶片和每次携带粉蜜回巢的次数进行了统计, 发现携带叶片的次数与解剖巢室统计的叶片数相符, 即海切叶蜂一次只携带一片叶子进巢。当海切叶蜂采集的蜂粮约占巢室内体积的 1/2 时, 开始在蜂粮上产一粒卵, 而切叶蜂属其他的切叶蜂, 如北方切叶蜂 (杨桂华等, 2002) 和 *M. fortis* (Neff and Simpson, 1991) 采集的蜂粮约占巢室体积的 2/3; *M. rubi* (Eickwort *et al.*, 1981) 采集的蜂粮约占巢室体积的 1/2 ~ 3/4; *M. integra* 采集的蜂粮约占巢室体积的 1/3 (Williams *et al.*, 1986) 才开始在蜂粮上产一粒卵。蜂粮的多少可能与蜂的后代所需食物的多少以及巢室的大小有关。

3.2 筑巢过程与在花上的日活动规律

在筑巢过程的观测中发现, 海切叶蜂的各个筑巢过程并没有在特定的时间发生, 即它在一天中只是重复着筑巢的各个过程, 即: 寻找筑巢地点, 挖掘巢洞, 切取叶片构建巢室底和巢室壁, 采集粉蜜, 产卵, 切取叶片封住巢室, 寻找合适的筑巢地点,。这可能与海切叶蜂的蜜源植物的开花时间有关, 在当地, 塔

落岩黄芪和细叶益母草并不集中在特定的时间开花,它们在白天均不断地开放。塔落岩黄芪的花能开放 17 ~ 28 h,而细叶益母草的花约能开放 48 h。

2005 年在塔落岩黄芪盛花期内对海切叶蜂在花上的日活动进行了 7 天的观测,从图 3 可以看出,在晴天,海切叶蜂一般从 8:00 开始活动,一直到 18:30 还可以观测到它在花上活动,在花上活动最活跃的时段为 12:00 ~ 14:00。许多蜜蜂在花上的日活动具有两个活动高峰,即上午和下午各一个活动高峰(Neff and Simpson, 1991),在海切叶蜂的日活动观测中,我们没有观测到这种双峰现象。

3.3 访花行为

花的密度对飞行于花丛中采集粉蜜的昆虫的能量消耗具有很大影响。给西方蜜蜂不断地选择人造的黄色和蓝色花,它更倾向于选择离它拜访的前一朵花更近的花,而不管该朵花是什么颜色(Waddington, 1983)。在 2005 - 2006 年的观测中发现,海切叶蜂对其蜜源植物塔落岩黄芪和细叶益母草没有表现出特别的偏好,只是以“就近原则”为主。从能量的角度来看,海切叶蜂这样做很可能是为了最大程度的减少能量的使用,用最少的能量去获取最多的食物(花粉或者花蜜)。

花的形状与传粉昆虫在花上的停留时间有关(Waddington, 1983)。海切叶蜂在细叶益母草上的平均访花频率比在塔落岩黄芪上的高,单花停留时间比塔落岩黄芪的少,有可能是以下原因造成的:细叶益母草的花序为轮伞形花序,每一轮的花紧密排列在一起,益母草访花时以“就近原则”为主,这就为海切叶蜂节省了在花间飞行的时间;另外,细叶益母草的花是开放式的,雌雄蕊外露,并且有专门供访花昆虫着落的下唇,而塔落岩黄芪花的雌雄蕊是被花瓣(龙骨瓣)包起来的。海切叶蜂要采集这两种花的花粉,相对来说,采集细叶益母草的花粉容易些。

总之,海切叶蜂不同个体之间的筑巢习性很相近,但在不同蜜源植物上的访花行为具有显著的差异。由于条件的限制,我们没有观测到海切叶蜂在巢内的具体行为,如海切叶蜂采集粉蜜回巢中时先卸载花粉还是花蜜以及它在构建巢室时如何叠放巢室壁和巢室底的叶片等,对这些问题进行进一步的研究对揭示海切叶蜂的行为具有重要意义。

致谢 本校研究生李波同学和本研究室研究生陈轩同学分别在 2005 年和 2006 年的观测过程中提供不

少帮助,在此对他们表示衷心地感谢。

参 考 文 献 (References)

- Eickwort GC, Matthews RW, Carpenter J, 1981. Observations on the nesting behavior of *Megachile rubi* and *M. texana* with a discussion of the significance of soil nesting in the evolution of megachilid bees (Hymenoptera: Megachilidae). *J. Kansas Entomol. Soc.*, 54(3): 557 - 570.
- Gathmann A, Tschamtko T, 2002. Foraging range of solitary bees. *J. Animal Ecol.*, 71: 757 - 764.
- Michener CD, 2000. Bees of the World. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press. 19 - 25, 526 - 528.
- Neff JL, Simpson BB, 1991. Nest biology and mating behavior of *Megachile fortis* in central Texas (Hymenoptera: Megachilidae). *J. Kansas Entomol. Soc.*, 64(3): 324 - 336.
- Niu LL, Zhang TY, Ding GD, 2006. Actuality and countermeasure of ecological rehabilitation in Maowusu sandy land. *Research of Soil and Water Conservation*, 13(6): 239 - 242, 246. [牛兰兰, 张天勇, 丁国栋, 2006. 毛乌素沙地生态修复现状、问题与对策. 水土保持研究, 13(6): 239 - 242, 246]
- Waddington KD, 1983. Foraging behavior of pollinators. In: Real L ed. *Pollination Biology*. London: Academic Press. 213 - 235.
- Williams HJ, Strand MR, Elzen GW, Vinson SB, Merritt SJ, 1986. Nesting behavior, nest architecture, and use of Dufour's gland lipids in nest provisioning by *Megachile integra* and *M. mendica mendica* (Hymenoptera: Megachilidae). *J. Kansas Entomol. Soc.*, 59(4): 588 - 597.
- Wu YR, 1965. Economic Insect Fauna of China. Fasc. 9, Hymenoptera: Apoidea. Beijing: Science Press. 4 - 19. [吴燕如, 1965. 中国经济昆虫志(第九册, 膜翅目, 蜜蜂总科). 北京: 科学出版社. 4 - 19]
- Wu YR, 2006. Fauna Sinica. Insecta, Vol. 44, Hymenoptera: Megachilidae. Beijing: Science Press. 6 - 19. [吴燕如, 2006. 中国动物志(昆虫纲, 第四十四卷, 膜翅目, 切叶蜂科). 北京: 科学出版社. 6 - 19]
- Xu HL, Wu YR, 1993. Species and their pollinating behavior of bee-pollinators of main legumes forage in Inner Mongolia. *Science of the Grass Industry*, 10(6): 33 - 36. [徐环李, 吴燕如, 1993. 内蒙古主要豆科牧草传粉蜜蜂种类及其传粉行为. 草业科学, 10(6): 33 - 36]
- Yang GH, Li JP, Li MH, Bi LC, Qu WL, 2002. Preliminary study of *Megachile manchuriana* Yasumatsu. *Journal of Jilin Agricultural Sciences*, 27(Suppl.): 14 - 16. [杨桂华, 李建平, 李茂海, 毕良臣, 曲文莉, 2003. 北方切叶蜂的研究初报. 吉林农业科学, 27(增刊): 14 - 16]
- Zhang XS, 1994. Principles and optimal models for development of Maowusu sandy grassland. *Acta Phytoecologica Sinica*, 18(1): 1 - 16. [张新时, 1994. 毛乌素沙地的生态背景及其草地建设的原则与优化模式. 植物生态学报, 18(1): 1 - 16]

(责任编辑: 袁德成)



海切叶蜂筑巢过程 Nesting process of *M. maritima*

A: 访蜜源植物塔落岩黄芪 Visiting *H. leave*; B: 访蜜源植物细叶益母草 Visiting *L. sibiricus*; C: 筑巢地点 Nesting site; D: 挖巢 Excavating nest in sand; E: 巢室材料: 蔷薇科植物叶片 Nesting material: Rosaceae leaves; F: 携叶进巢 Entering into the nest with leaf; G: 巢的结构 Nest architecture; H: 用叶片卷成的巢室 Cell constructed with leaves.