昆虫知识 Chinese Bulletin of Entomology 2010, 47(1): 172~176

沙漠石蜂的筑巢材料和蜂巢结构*

落巨福 刘 强**

(天津师范大学化学与生命科学学院 天津 300387)

The nest materials and structure of Megachile (Chalicodoma) desertorum. LUO Ju-Fu, LIU Qiang**
(College of Chemistry and Life Science, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China)

Abstract Megachile (chalicodoma) desertorum Morawitz is an important pollinator of many endangered species and constructive desert plants in West Erdos Region. The site, materials and structure of 5 148 nests were investigated in this region. The nest materials, pH values, and soil compactions were measured respectively in 4 kinds of nest sites different in surface soil composition, and the process of nesting was observed continuously in fixed points. The results showed that 95.80% of nests were built in rock surfaces, while less were built in man-made soil walls, shrub branches, cement column surfaces and steel window frames. The percentage of eastward nests was 83.1%, southward nests 14.2%, westward nests 2.4%, and northward nests 0.3%. The material was the slurry of sand and saliva. The pH values of nest materials were from 8.18 to 9.34, soil compactions about 1.28~1.84 g/cm³, diameters of most soil particles from 0.06 mm to 0.15 mm, and nests were generally composed of 4~10 cells. It indicated that M. desertorum preferred to build nests in eastward rock surfaces with materials of saliva mixing alkaline sand particles from 0.06 mm to 0.15 mm in diameter, which also suggested its adaptability to arid and torrid desert habitats.

Key words Megachile desertorum, nest site, nest material, nest structure, West Erdos Region

摘 要 沙漠石蜂 Megachile (Chalicodoma) desertorum Morawitz为多种植物的传粉昆虫，在西鄂尔多斯地区是多种濒危植物和荒漠建群植物的重要传粉者。在该地区研究沙漠石蜂的筑巢场所、筑巢材料和蜂巢结构。共调查统计5 148个蜂巢的筑巢场所和朝向；选择4个土壤表层成分不同的筑巢地，分别测定其筑巢沙土的机械组成、pH值和土壤紧实度；定点连续观察整个筑巢过程。结果表明：沙漠石蜂95.80%的巢建于岩石表面；土墙、灌木枝条、水泥柱及钢窗框上的巢室数均较少。83.1%的巢室建在东向一面；南向14.2%，西向2.4%，北向仅0.3%；筑巢材料为沙土和唾液制成的泥浆，所用沙土的pH值在8.18~9.34之间、紧实度在1.28~1.84 g/cm³之间，其中粒径为0.06~0.15 mm的沙土比例最高；1个蜂巢一般由4~10个巢室组成。说明该蜂喜欢将巢室建在朝向东方的岩石表面；筑巢材料主要由唾液和以碱性的粒径为0.06~0.15 mm左右的沙土构成。也说明是对干旱炎热的荒漠环境的适应。

关键词 沙漠石蜂，筑巢场所，筑巢材料，蜂巢结构，西鄂尔多斯

沙漠石蜂 Megachile (Chalicodoma) desertorum Morawitz属切叶蜂科切叶蜂属，石蜂亚属 Chalicodoma Lepeletier，石蜂亚属目前共报道31种，分布西起中欧，地中海，东至蒙古及中国，南及巴基斯坦至非洲[1,2]。人们历来对石蜂的筑巢场所、材料及蜂巢结构具有较为浓厚的兴趣，从法布尔时代[3]到现在，关于石蜂筑巢材料的报道有日本分布的 M. (C.) disjunctum利用芒果树树脂在植物空茎秆内作巢；分布较广的 M. (C.) monticolum使用松树和橡树的树脂来做巢；欧亚大陆的 M. (C.) ericetorum和 M. (C.) flavipes用泥浆构筑巢壁，用树脂封盖；M. (C.) sculpturale在竹管内做

*国家自然科学基金项目(编号：39760018，30060011，30570344)。

**通讯作者，E-mail：lutinu@126.com

收稿日期：2009-02-25 修回日期：2009-06-29，2009-08-29再修回

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

巢, 用树脂和木屑及泥浆的混合物分隔、封闭巢室; 北美的 M. (C.) exilis 和 M. (C.) campanulae 都是使用树脂在昆虫挖好的枯木洞中做巢壁, 用混有树叶、树皮、或木片的树脂来做巢盖。在 Hellbrun 城堡雕刻华丽的墙上和维也纳的望景楼上发现过 M. (C.) parietinum 的巢室[4]; 地中海地区的 M. (C.) siculum 用其腹部杜氏腺的分泌液混合石灰质土粉制成灰泥在岩石、峭壁、树枝、灌木枝以及人类建筑物的表面上来构筑球形的巢[5~7]; M. (C.) parietina 在希腊的拜占庭纪念碑上筑巢[8]。分布在撒丁岛上的 M. (C.) parietina 在石头内的自然隧道里筑巢[9], 而不是像通常那样用唾液和以干土构建[6,10]。沙漠石蜂为多种植物的传粉昆虫, 在西鄂尔多斯地区是多种濒危植物和荒漠建群植物的重要传粉者[11,12]。研究其筑巢场所、材料及蜂巢的结构等, 对丰富石蜂亚属筑巢方面的资料和对沙漠石蜂筑巢场所的保护, 以及对西鄂尔多斯国家级自然保护区生态系统和物种多样性保护均具有一定意义。

1　材料与方法

研究时间分为 1998 ~ 2002 年和 2004 ~ 2005 年 2 个阶段。地点在内蒙古西鄂尔多斯国家级自然保护区及其邻近地区 50 km × 10 km 范围。采取广泛调查, 并选择巢室数≥ 300 个 /0.01 km² 的 4 个样地进行重点研究, 其中样地 I (E106°53′, N39°31′)和样地 III (E106°54′, N39°31′)是 3 年以上的老巢区; 样地 II (E106°51′, N39°36′)和样地 IV (E106°41′, N39°42′)为 2 年内的新巢区。4 样地土壤类型主要为灰漠土、棕钙土、栗钙土和风沙土。但因受人类活动影响均有一定变化, 如样地 I 土壤表层多含有动物粪便和生活垃圾, 样地 II 土壤基本处于自然状态, 样地 III 土壤表层含有煤矿山渣土, 样地 IV 位于修路取土形成的方坑内 (边长约 200 m), 土壤中风沙土成分极少。

根据 1998 ~ 2002 连续 5 年在该地区研究传粉昆虫时对沙漠石蜂筑巢场所的了解, 于 2004 ~ 2005 年在研究地内 (50 km × 10 km) 对所有可能有石蜂筑巢的场所进行拉网式调查, 累计调查巢室 5 148 个, 统计各种筑巢场所和朝向。用随机取样法选取 4 样地石蜂巢室和筑巢取土处沙土, 并将同一样地的巢土和取土处沙土分别进行混合, 用常规方法测定机械组成[13], 用常规方法测各样地筑巢处的土壤容重[13]。分别从 4 样地的巢室沙土和筑巢沙土中选取粒径小于 0.3 mm 的成分配制溶液 (土 : 水 = 1 : 2.5)[14], 用酸度计测定其 pH 值, 重复 3 次, 计算平均值及标准差。通过连续观察筑巢过程和解剖巢包了解蜂巢结构。

2　结果与分析

2.1　筑巢场所

沙漠石蜂筑巢场所有天然石壁、裸露于地面的石头、灌木枝条及人工建筑的石墙、土墙、水泥壁和钢窗框等, 还有极少数个体 (共发现 3 只) 利用干打垒土墙表层内缘条蜂 Anthophora borealis Morawitz 的旧巢。在研究地内共见到 5 148 个巢室, 建于石质 (包括天然石壁、人工石墙和独立石头) 表面的巢室 4 932 个, 占总数的 95.80%, 土墙表面 35 个, 占 0.68%, 水泥柱表面 33 个, 占 0.64%, 钢窗框 147 个, 占 2.86%, 灌木枝条 1 个, 占 0.02%。石质表面上的巢室数显著高于其它质地上的巢室数 (图 1)。在其最喜欢筑巢的位置, 一块 24 cm × 7.5 cm 石头上可达 24 个巢包, 约 170 个巢室。石蜂的巢室多建在东向或南向的场所, 东向巢室数 4 279 个, 占调查总巢数的 83.1%, 南向 729 个, 占 14.2%, 西向 122 个, 占 2.4%, 北向 18 个, 占 0.3%, 东向巢室数显著高于其它方向, 南向巢室数也显著高于西向和北向 (图 2)。沙漠石蜂的巢室多见于物体的凹陷、夹缝处, 在屋檐等有遮蔽的筑巢场所, 巢室密度较高, 西向和北向巢室多位于独立石头或废弃的人类建筑石头基础的内侧面。

2.2　筑巢材料

沙漠石蜂的筑巢材料为唾液和干燥沙土调制成的泥浆, 沙土均取自巢基 30 m 范围内。4 样地筑巢沙土溶液的 pH 值分别为 9.34 ±

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

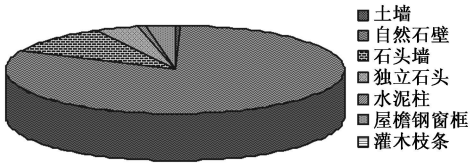

图 1 沙漠石蜂巢室在不同筑巢场所的分布

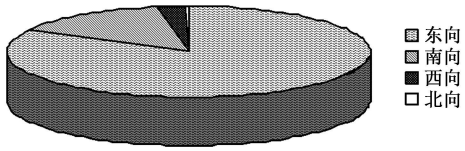

图 2 沙漠石蜂巢室在不同朝向的分布

0.23、8.18±0.14、8.61±0.10、9.16±0.14,而相应样地巢室沙土溶液的 pH值分别为 7.46±0.01、7.54±0.01、7.69±0.06、7.69±0.06,前者均大于后者(表 1),即筑巢沙土的碱性强于巢室沙土。沙漠石蜂采集紧实度较高的沙土,测定 4个样地内石蜂采土处土壤的容重在 1.28~1.84 g/cm³之间,平均容重为 1.61 g/cm³。

测定各样地沙漠石蜂采土处沙土和巢室沙土的机械组成发现,样地Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ的筑巢沙土机械组成相近(图 3),其中粒径为 0.06~0.15 mm的含量最大,3样地分别为 57.60%、58.10%、56.20%;其次是粒径 0.15~0.3 mm的含量,分别为 27.10%、34.70%、26.60%;粒径<0.06、0.3~0.5、0.5~1和>1 mm的含量都较小,均未超过 10%,且在 3样地之间也有差别(图 3)。样地Ⅳ筑巢沙土的机械组成与前 3个样地的差别较大,其中粒径为 0.15~0.3 mm的含量占 39.10%,0.06~0.15 mm的含量占 37.90%,其它各粒径的含量也与前 3块样地不同。4样地中相同的是粒径在 0.06~0.15 mm和 0.15~0.3 mm的成分所占比例最大,二者总量大于或等于 77%,即各样地筑巢采土处粒径在 0.06~0.3 mm的比例最大。各样地筑巢采土处不同粒径沙土含量的平均值从多到少依次为 0.06~0.15、0.15~0.3、<0.06、0.3~0.5、>1和 0.5~1 mm,其含量分别为 52.50%、31.90%、5.90%、4.10%、3.10%、2.50%。

表 1 4样地沙漠石蜂筑巢采土处沙土与巢室沙土的理化性质比较

样地	沙土 pH值	巢土溶液 pH值	土壤容重 (g/cm³)
样地Ⅰ	9.34±0.23	7.46±0.01	1.84
样地Ⅱ	8.18±0.14	7.54±0.01	1.72
样地Ⅲ	8.61±0.10	7.69±0.06	1.28
样地Ⅳ	9.16±0.14	7.69±0.06	1.59

在巢室沙土中粒径为 0.06~0.15 mm的沙土含量最多,4样地含量平均为 30.74%,分别为 31.30%、30.14%、38.18%、23.36%,但是明显低于该成分在各自筑巢采土处的含量(图 3、4)。0.15~0.3 mm的含量分别为 12.70%、14.98%、18.12%、23.79%,该成分的含量也明显低于在同一样地中采土处的比例。0.3~0.5和 0.5~1.0 mm的含量均大于在同一样地筑巢采土处的含量。含量最少的为粒径>1和<0.06 mm的次少,分别等于或小于 4%和 10%。

比较 4块样地筑巢沙土和巢室沙土的机械组成可知,沙漠石蜂并非不加选择地采集沙土来筑巢,而是更多的选择粒径 0.06~0.15和 0.5~1 mm的沙土,在样地Ⅰ和Ⅱ,巢室沙土中 0.5~1.0 mm比例最高,分别占总量的 32.70%和 31.42%,其次是 0.06~0.15 mm的沙土,分别占总量的 31.30%和 30.14%。样地Ⅲ中 0.06~0.15 mm粒径的显著高于其它粒径含量,0.5~1 mm含量次之;样地Ⅳ中 0.06~0.15、0.15~0.3、0.3~0.5和 0.5~1 mm 4种粒径含量几乎相等。在筑巢取土处 0.5~1 mm粒径的含量在各样地都很少,最多不超过 5%,但在各样地巢室土中其含量却都是很高的,0.06~0.15 mm粒径沙土在筑巢取土处比例最高,在各样地巢室土中其含量也很高;进一步说明沙漠石蜂筑巢取土的粒径并不完全以资源的多寡而定,而主要是以构筑巢室的需求来选择。

2.3 蜂巢结构

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

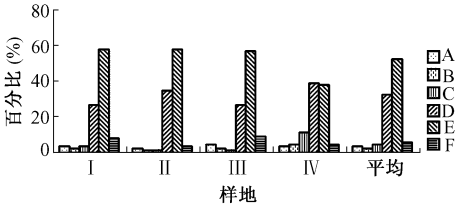

图 3　不同样地沙漠石峰筑巢沙土机构组成比较

注: A ~ F 表示沙土粒径 (A: > 1 mm; B: 0.5 ~ 1 mm; C: 0.3 ~ 0.5 mm; D: 0.15 ~ 0.3 mm; E: 0.06 ~ 0.15 mm; F: < 0.06 mm)。(下同)

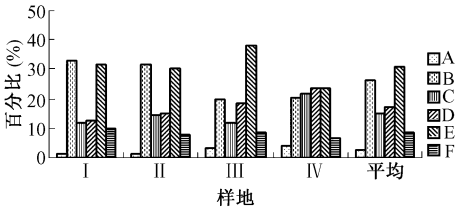

图 4　不同样地沙漠石蜂巢室沙土机械组成比较

沙漠石蜂的蜂巢因筑巢场所巢基的形态不同有所差别, 多数已封闭的单个巢室像是粘在墙上的带盖泥罐。巢室高 21 ~24 mm, 外径 9 ~12 mm, 中部最大; 巢壁厚约 1.5 mm, 外壁清晰可见一圈圈泥浆堆砌形成的环纹, 内壁因反复用唾液涂抹而光滑均匀, 巢盖圆形, 与壁等厚, 中央微上鼓。

完成一个巢室后, 常根据巢基结构尽可能较多地共用巢壁, 紧贴着构筑下一个新巢。巢基的面积决定了巢室的数目和排列方式, 巢基面积较大时巢口直立向上, 排列成行, 巢基面积较小或空间狭窄时巢室倾斜一定的角度, 重叠排列或呈不规则状, 可以充分利用巢基和空间。在巢基允许的情况下, 1只石蜂一般接连构筑 4 ~10个巢室, 最多达 12个 (石蜂一生的筑巢数), 有时仅 1 ~3个, 连续构筑的巢室包埋后形成 1个巢包。未包埋的巢包, 其巢室间的夹缝虽常被涂抹, 但仍可见单个巢室的轮廓。包埋后的巢包大小因巢室数目和巢基结构的不同而不同, 极似一团粘在壁上的干泥巴, 表面已看不到单个巢室的痕迹, 壁厚在 2 ~10 mm之间。新巢包因包埋后期使用较大体积的沙粒, 表面粗糙; 旧巢包经风雨侵蚀后表面较为光滑, 若干个连在一起的旧巢包面积较大且平整一些。

3　结论与讨论

沙漠石蜂在蜜源植物附近坚硬的石头、干打垒土墙、灌木枝条、水泥柱及钢窗框等物体表面上, 用唾液与干燥沙土制作泥团筑巢。在筑巢场所、材料及蜂巢结构上, 与 M. (C.) disjunctum, M. (C.) monticolum, M. (C.) sculpturale, M. (C.) exilis、M. (C.) campanulae, M. (C.) ericetorum 及 M. (C.) flavipes 使用树脂、树叶、树皮及木屑在土穴、植物孔洞、昆虫及小动物的旧巢或洞穴内筑巢[4]的差异较大, 与 M. (C.) parietina 及 M. (C.) sicula 用唾液和以沙土在暴露的岩石、墙壁、树枝或人类建筑物的表面筑巢[5~10]比较接近, 这些种间的差异反映了在进化过程中各自对所处环境的适应性, 可作为研究石蜂亚属系统演化的依据之一。

沙漠石蜂是野生独栖性非凿洞型蜜蜂, 在暴露的物体表面用唾液混和干燥的沙土筑巢, 在巢内贮存蜂粮, 繁殖后代。巢室安全与否直接关系到后代的成活率, 从而影响种的延续和种群的增长。在石头、水泥壁、干打垒土墙、钢窗框等质地坚硬且表层不易剥离脱落的物体表面筑的蜂巢, 巢基稳固, 不仅能够保证当年后代的安全, 而且能较长时间的存留, 为后代提供可利用的旧巢, 从而在某地形成稳定的种群, 所以沙漠石蜂的巢群全部见于这类物体上。认为沙漠石蜂的这种选择筑巢场所的习性可能是其在长期进化过程对环境的适应和自然选择的结果。沙漠石蜂的巢室虽然具有一定的防水性, 但调查中发现处于较小、独立且暴露石头表面的蜂巢几乎全部被雨水毁坏, 而位于有一定遮风避雨作用物体上的巢室, 很少被雨水侵蚀损坏, 因此沙漠石蜂多选择在有屏障的物体表面筑巢是一种对筑巢场所很好的选择性适应。沙漠石蜂喜欢在东、南向筑巢, 是因早晨阳光最先照到此方向; 乌海地区春冬季节的西北风风力强劲寒冷, 而夏日午后强热的阳光又不照射此

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

方向，使得该方向的筑巢场所向阳、避风、防寒、温暖又不炎热，有利于成蜂的活动、卵的孵化及幼虫的生长发育。沙漠石蜂选择东南向物体作为筑巢场所，是对当地气候条件的一种适应方式。

沙漠石蜂选取 pH值在 8.18～9.34之间、紧实度在 1.28～1.84 g/cm³ 之间的沙土筑巢，当地土壤类型主要为灰漠土、棕钙土、栗钙土和风沙土，这些土壤的紧实度和 pH值多与沙漠石蜂筑巢所需土壤相近，为其提供了充足的筑巢沙土。沙漠石蜂选干燥的沙土筑巢，而不用潮湿沙土，这一点与 M.（C.）parietina和 M.（C.）sicula等是相同的，原因应是干沙土可以充分地吸收唾液并与唾液中的蛋白质快速凝固[3,4,6]。沙漠石蜂筑巢取土的粒径并不完全以资源的多寡而定，而主要是以构筑巢室的需求来选择，另外巢的不同部位选用不同粒径沙土的比例也不同，如沙漠石蜂在包埋巢包的过程中，选用大于 0.5 mm沙粒较多，而涂抹巢室内壁所用泥浆的土粉粒径较小。

蜜源植物是沙漠石蜂选择筑巢场所的重要影响因素，为提高贮粮效率，沙漠石蜂选择蜜源植物集中分布区及其 200 m范围内筑巢。受放牧、开矿等人活动影响，天然巢区逐年受损减少，人类建筑因可筑巢面积大，遮避性强等原因已成为沙漠石蜂大巢区的主要分布地，因此加强对当地牧民进行保护沙漠石蜂巢区的宣传，并按照沙漠石蜂筑巢所需条件在蜜源植物分布区人工营造筑巢条件是保护沙漠石蜂的重要措施。

参 考 文 献

1 Michener C. D. The Bees of the World. Baltimore and London: Johns Hopkins University Press, 2000. 539～568.

2 吴燕如. 膜翅目 切叶蜂科—中国动物志（昆虫纲 第 44卷）. 北京：科学出版社，2006. 318～320.

3 法布尔著，梁守锵等译. 昆虫记（1～4卷）. 广州：花城出版社，2001.

4 O'Toole C., Raw A. Bees of the World. Lond: Blandford, 1999. 61～76.

5 Assem H. A. M. Habits, life-history and control of Chalicodoma siculum Rissso (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae). Bull. Soc. Entomol. Egypte, 1963, 47: 273～276.

6 Kponenberg S., Hefetz A. Role of labial glands in nesting behaviour Chalicodoma sicula (Hymenoptera: Megachilidae). Physiol. Entomol., 1984, 9: 175～179.

7 Hefetz A., Tengo J. Dispersed versus gregarious nesting strategies in the mason bee Chalicodoma siculum. JZL Proc. Zool. Soc. Lond., 1992, 226(4): 529～537.

8 Mourikis P. A., Argyriou L. C., Bouras I. Mason bees (Chalicodoma murraria F.) defacing Byzantine monuments in Greece. Z. Angew. Zool., 1978, 65(2): 229～236.

9 Bonelli B., Campadelli G. On peculiar nesting behaviour of Chalicodoma parietina Geoff. of Sardinia: its hibernation's stage and its parasites in Romagna (Italy). Boll. Ist. Entomol. Guido Grandi Stud. Bologna, 1990, 44: 1～9.

10 Rehmann O. Nest building methods of Megachile (Chalicodoma) parietina (Fourcroy), (Hymenoptera: Apidae). Entomol. Zeitschrift, 1969, 79(12): 138～139.

11 杨持，王迎春，刘强，等. 四合木保护生物学. 北京：科学出版社，2002. 73～75.

12 落巨福，刘强. 沙漠石蜂的生物学特性. 昆虫知识，2006, 43(3): 352～355.

13 霍亚贞，李天杰. 土壤地理实验实习. 北京：高等教育出版社，1987. 6～18.

14 中国科学院土壤研究所. 土壤 pH值的测定. 土壤通报，1965, (2): 36～38.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n