

高寒草甸赤胸林蚁 (*Formica* sp.) 生态生物学的初步研究*

翟志刚

(中国科学院西北高原生物研究所)

高寒草甸上的赤胸林蚁 (*Formica* sp.) 是一种土栖的社会性昆虫, 它在高寒草甸生态系统中属于消费者的范畴。了解它的生态生物学特性及其对生态系统的效应, 无论对基础理论的研究, 还是生产应用都有一定的意义。

国外许多学者曾对蚂蚁进行了大量的研究工作, 有关的专著和论文很多 (Brian, 1965; Dumpert, 1978 等)。国内这方面的工作开展较少, 有关的报道还很少见到。

作者于 1979—1981 年, 对海北高寒草甸定位站所在的门源风匣口地区的赤胸林蚁进行了观察, 现将收集的资料进行总结。

定位站地区的自然概况已有报道 (杨福国, 1982)。

一、形态描述

海北高寒草甸的赤胸林蚁属膜翅目 (Hymenoptera), 蚁科 (Formicidae), 蚁亚科 (Formicinae)。因工蚁的胸部呈暗红色, 故用此名。

1. 成虫

蚂蚁是一类社会性昆虫, 存在着明显的多型现象。现对工蚁、雌蚁和雄蚁分别进行描述。

(1) 工蚁(图 1a) 体长, 3.8—5.9 毫米, 平均 4.8 毫米。头部及腹部黑色, 胸部暗红色, 被稀疏的细毛。无翅。

头部: 长宽近等, 颅顶两侧各具 1 圆钝的角, 因而颅顶后缘呈弧形凹陷。复眼位于头部两侧, 卵圆形; 单眼 3 只, 呈等边三角形排列, 橙色。触角着生于触角窝内, 膝状, 12 节, 超过体长的一半。鞭节与柄节形成肘状弯曲, 柄节特长, 超过触角的 1/3。额较窄, 额脊明显, 亚触角沟 1 条。上颚发达, 骨化甚强, 端部具互补的齿 7 或 8 个。

胸部: 胸部暗红色。胸部愈合, 无缝, 仅可见有沟。并胸腹节细缩成柄状, 具结节, 背板隆起, 呈马鞍状。胸部中间靠背中线两侧及并胸腹节的下后侧角各具 1 个腺体, 开口处

* 本文承蒙夏武平教授、印象初研究员指导并审阅全文, 浙江农大唐觉教授鉴定种名, 肖运峰先生对野外工作做过指导, 周兴民先生审阅全文进行指导, 黄淦同志绘制部分插图, 特此一并致谢。

有短而细的毛着生。各足胫节端部有距1个,跗节均为5节。第1跗节短于胫节,同其余4个跗节之和相等,第5跗节端部具爪,爪间有垫。

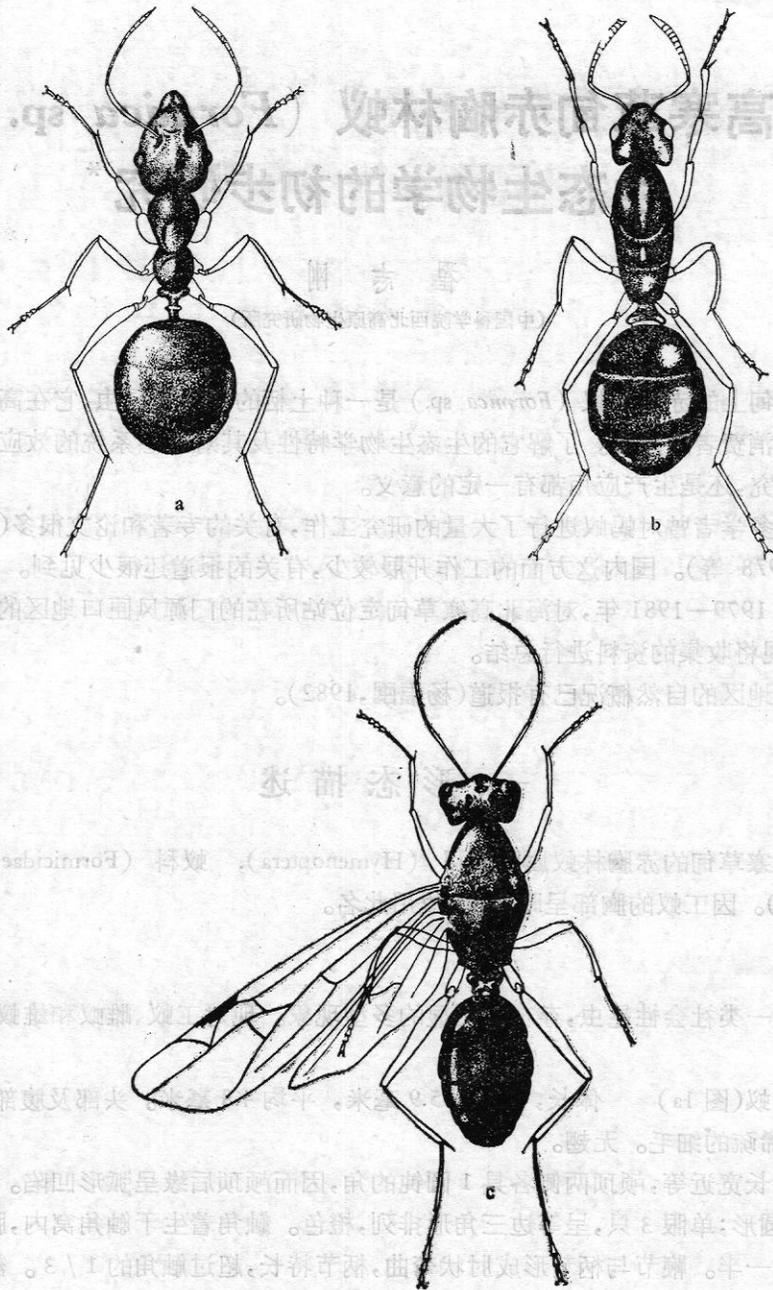


图1 赤胸林蚁的成虫:(a)工蚁;(b)雌蚁;(c)雄蚁。

Fig. 1 Adult of the red-thorax forest ant *Formica* sp..

(a) worker; (b) female; (c) male.

腹部:腹部6节,第6腹节被第5腹节背板遮盖,不易被发现。

(2) 雌蚁(图1b) 体长,8.0—8.1毫米。黑色。较工蚁明显为大。初羽化时,具翅

两对,翅能自然脱落,脱翅后留有明显的翅基痕迹。

雌蚁的头部和腹部与工蚁相似,胸部有明显的不同。雌蚁胸部各节不愈合,各节间的缝均存在。前胸狭小,呈领片状,侧背角圆钝。中胸占据胸部的大部,背板圆盾状。后胸背板为极狭窄的带状。中胸和后胸背板的外侧各具1翅,如翅脱落,则明显可见翅基。翅淡褐色,膜质透明,具稀疏的细毛。翅基部有翅基片。前翅有明显的翅痣,缘室与翅脉相连,亚缘室1个,盘室1个。后翅翅脉较少,后翅前缘中部具翅钩14个。仅在并胸腹节的下后侧角上具1对腺体。

(3) 雄蚁(图1c) 体长,7.2—7.6毫米,全身黑色,体稍细,具翅两对。

雄蚁与工蚁的主要区别为:(1)体色更黑,体稍细。(2)触角13节;上颚不发达,仅胸部具1齿。(3)胸部各节不愈合,具翅2对。(4)腹部背面可见7节,外生殖器总是外露。

2. 卵(图2a)

长,0.5—0.6毫米,长卵圆形,乳白色,卵壳平滑无花纹。

3. 幼虫(图2b)

体肥粗,C形,乳白色,老熟幼虫7.0—9.0毫米。无足,不活动。头小,骨化不强:无单眼;口器和触角很退化,触角基部呈乳状突起。除头部外,胸部3节,腹部可见10节。

4. 蛹(图2c)

蛹有大小两种类型,大的平均长7.1毫米,小的平均长5.2毫米。大蛹和小蛹外形相似,均为长卵圆形的茧,老熟幼虫吐丝作茧,在茧内化蛹。初化蛹时,茧为乳白色半透明,随化蛹时间增长,颜色逐渐加深至黄褐色。大蛹羽化出的成虫均为生殖型的雌蚁和雄蚁;小蛹羽化出的成虫均为不育型的雌性——工蚁。



图2 赤胸林蚁的卵、幼虫和蛹:(a)卵;(b)幼虫;(c)蛹。

Fig. 2 The red-thorax forest ant *Formica* sp.: (a) eggs; (b) larva; (c) pupa.

二、生物学特性

1. 生活史

赤胸林蚁以工蚁和雌蚁两种类型的成虫在蚁巢的地下部分——蚁洞内越冬。5月,雌蚁产卵,以后各虫态相继出现。9月底以前,全部羽化。10月底或11月初,开始冬眠,越冬至翌年4月,又重新开始活动,完成一个生活周期。年生活史见表1。

2. 生活习性

赤胸林蚁长年栖居在土壤中,每年10月底或11月初,当地表连续出现 0°C 低温时,蚁群便开始向地下移动。同时,作越冬前的准备:搬运枯草、粪屑,加厚蚁巢顶部的枯草层,封堵大部分巢口。挖掘数个蚁巢,未发现有储备食物的现象。当地中20厘米出现 0°C 以下的低温时,蚁群便停止出巢活动,进入地中20—100厘米深处的巢室内,以冬眠的方式越冬。越冬时,少者百头左右,多者近千头工蚁抱成团,雌蚁由数量众多的工蚁围在中央。

翌年,随气温和地温升高,蚁群由地中深处向上移动。4月下旬,地中温度(40厘米以上)升至 0°C 以上,地面解冻,蚁群便自巢内外出活动。至此,结束了为时半年的冬眠期,开始进入其活动期。

随温度继续升高,5月下旬,巢内便可找到蚁卵,这说明雌蚁已开始产卵。此后,不同的虫态陆续出现。6、7、8月是该地区1年中温度较高的时期,也是赤胸林蚁的繁殖盛期。9月底,蛹全部羽化为成虫。10月,蚁群又准备越冬。10月底或11月初,蚁群停止出巢活动,开始越冬。至此,结束了为时半年的活动期,进入冬眠期。

活动期内,蚁群的活动还有日变化的规律。早晨,日出后,温度上升,蚁群便从地中深处向上移动,气温达 6°C 左右,工蚁便出巢活动。傍晚,几乎与日落同时,工蚁全部回巢,向地中深处移动,准备过夜。

赤胸林蚁的活动随季节和时间的变化有一定的规律,简言之:暖(季)出寒伏,昼出夜没。

3. 社会性

同一个巢内的赤胸林蚁,形态、生理及职能方面是有区别的:雌蚁专营生殖。1980年6月8日在灌丛内挖掘一个蚁巢,在巢内的枯草层底部找到1头雌蚁。将其放在培养皿内,室温下,无食物供给,仅给少量的水(培养皿内放置湿润的滤纸),24小时产卵45粒,10粒左右粘在一起,形成不规则的卵块。据观察,这个取走1头雌蚁的蚁巢,至1981年仍正常繁殖,由此可以推断:1个巢内可能有数头雌蚁,它们同时在营生殖。在观察的过程中,未曾发现雌蚁在巢外活动。

工蚁为雌性的不育型,此品级数量众多,在群体内占的比例非常大,通常在巢外活动的几乎全部是工蚁。工蚁担负着筑巢、采食、饲育幼虫和雌蚁,保护卵、幼虫和蛹等各种工作。在赤胸林蚁的群体内未发现专营护巢的蚂蚁,形态上也未见其它型的蚂蚁,作者认为赤胸林蚁群体内没有“兵蚁”品级。卵和蛹不能活动,不会爬行。它们生长发育所需要的

表 1 赤胸林蚁的年生活史

Table 1 Life history of the red-thorax forest ant *Formica* sp.

年 Year	月 Month	1 Jan.	2 Feb.	3 Mar.	4 Apr.	5 May	6 Jun.	7 Jul.	8 Aug.	9 Sep.	10 Oct.	11 Nov.	12 Dec.
1979	工蚁 Worker	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	雌蚁 Female	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	卵 Egg					+	+	+	+	+	+	+	+
	幼虫 Larva						+	+	+	+	+	+	+
	蛹 Pupa							+	+	+	+	+	+
	雄蚁 Male								+	+	+	+	+
1980	工蚁 Worker	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	雌蚁 Female	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	卵 Egg					+	+	+	+	+	+	+	+
	幼虫 Larva						+	+	+	+	+	+	+
	蛹 Pupa							+	+	+	+	+	+
	雄蚁 Male								+	+	+	+	+
1981	工蚁 Worker	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	雌蚁 Female	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	卵 Egg					+	+	+	+	+	+	+	+
	幼虫 Larva						+	+	+	+	+	+	+
	蛹 Pupa							+	+	+	+	+	+
	雄蚁 Male								+	+	+	+	+

“+”表示存在。“+” Present

温度主要是从蚁巢的枯草层内获得。白天,工蚁把它们从地中搬到枯草层内;傍晚,又搬到地中的巢室去。幼虫不能采集食物,雌蚁不到巢外活动,它们的食物都是由工蚁提供。一旦蚁巢受到侵害(如鸟类刨食、牲畜践踏、鼠类盗洞等),工蚁便迅速将卵、幼虫、蛹搬到地中保护起来。工蚁的种种搬运活动均用其发达的上颚钳住搬运物来完成。工蚁还能用其上颚切断一些较细纤的植物。蚁群有严密的组织,为了完成某种行为,它们配合默契。经常可以观察到,数头工蚁互相配合,共同搬运比它们的身体大几倍甚至几十倍的其他昆虫。赤胸林蚁各巢间有严格的隔离,不能互相串巢。如果这个巢内的蚂蚁到另一巢内去,立即就会受到那个巢里蚁群的攻击,数头工蚁围住它,用上颚咬住它,直至咬死,然后拖入巢内。赤胸林蚁的触角发达,辨认巢穴和同伴,寻找食物等主要依靠触角。可以观察到,工蚁经常用其前足清理自己的触角。在巢外活动的两头工蚁相遇,双方的触角接触一下,便能判断对方是否来自同一个巢,不是同巢的则可能发生搏斗。作者观察到,6对来自两个巢的工蚁,途中相遇,其中2对相互咬住了对方。经过试验,把工蚁的触角剪掉,它只能在原地转圈,回不了它居住的蚁巢。

雄蚁数量少,出现的时间较短,每年仅在7、8月能见到。雄蚁羽化后,在蚁巢顶部爬行,虽具翅,但很少见其飞行。雄蚁寿命较短,9月便不见雄蚁活动,挖掘蚁巢,也未发现巢内有雄蚁。

4. 蚁巢

蚁巢是赤胸林蚁生活的主要场所,蚁巢的结构特点和筑巢行为,是其长期适应高寒地区严酷自然条件的结果。

(1) 蚁巢的结构与功能 赤胸林蚁的巢,远处望去是一个个高出地面的土丘,以地面为界,可分成地上和地中两部分。地上部分称之为“蚁丘”;地中部分称之为“蚁洞”(图3)。

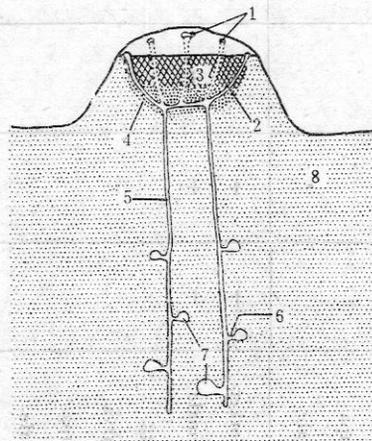


图3 赤胸林蚁蚁巢的结构

(1)巢口;(2)副蚁道;(3)枯草层;(4)腐草层;(5)主蚁道;(6)侧蚁道(7)巢室;(8)土壤

Fig. 3 The nest structure of the red-thorax forest ant

(1) nest entrances; (2) secondary nest gallery; (3) withered grass layer;
 (4) decayed grass layer; (5) main nest gallery; (6) side nest gallery;
 (7) nest chambers; (8) soil.

① 蚁丘：赤胸林蚁的蚁丘包括枯草层、腐草层、巢口、副蚁道等构造。调查 100 个蚁丘发现，蚁丘常高出地面，最高的高出地面 45 厘米。大部分的蚁丘为圆台体，少数为馒头状，个别蚁丘与周围地面形似。多数蚁丘的顶部表面倾斜，与水平面成一定角度，用袖珍经纬仪测得最大的达 20° 。斜面加大了蚁丘顶部的面积，斜面总是向南，这样就有利于接受阳光照射。蚁丘的侧面大都密生着多种植物。蚁丘的体积大小不一，通过调查和计算，最大者达 0.08 米^3 。

枯草层：蚁丘的顶部覆盖着一定厚度的枯草和食草哺乳动物的粪便，我们把它叫作“枯草层”。该层厚度一般在 5—10 厘米，最厚的达 20 厘米以上。构成枯草层的植物，在灌丛主要是金露梅 (*Dasiphora fruticosa*) 的叶子；在草甸主要是嵩草类 (*Kobresia* spp.) 的叶子；构成枯草层的食草动物的粪便有：马、牛、羊及高原鼠兔 (*Ochotona curzoniae*) 等的粪便。

枯草层具有接受日光面积大，温度上升快，保温好，防止雨(雪)水渗漏等功能。(图 4 中气温用阿斯曼温度计测得，地温及枯草层温度用半导体点温计测得)。

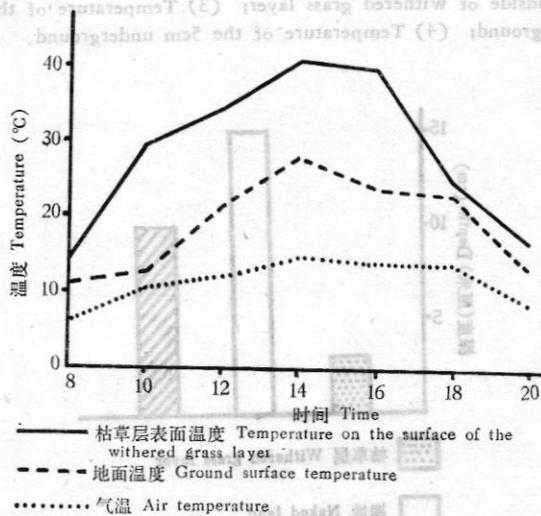


图 4 气温、地面温度、枯草层表面温度的变化

Fig. 4 Changes of the temperature in air, on ground surface and on the surface of the withered grass layer

从图 4 可以看出，枯草层表面的温度上升得最快，最高；下降得最慢。气温上升得最慢且最低；下降得最快。地表温则居二者之间。图 5 反映了在枯草层内(即丘中)，及同样深度相邻的土壤中的温度变化的情况。图 5 说明，枯草层内不但温度上升得快，并且下降得慢，该层内能较长时间保持较高的温度。赤胸林蚁的雌蚁在枯草层内产卵，各虫态在此生长发育，枯草层为赤胸林蚁提供了较长时间的适宜温度。

图 6 所示，降水 8 毫米后，枯草层渗透最浅，仅为裸地的 $1/5$ ，草地的 $1/3$ 。减少渗透的原因有两个：一是蚁丘高出地面，枯草层位于蚁丘顶部，能防止地表径流水注入；二是枯草层表面的各种材料排列均匀、致密，很象草房的房顶，雨水不易进入。枯草层表面均匀、致密的构造，在暴晒时还能减少巢内水分的蒸腾。减少外部水分进入巢内，减少巢内水分蒸腾，从而使巢内的湿度保持相对稳定。

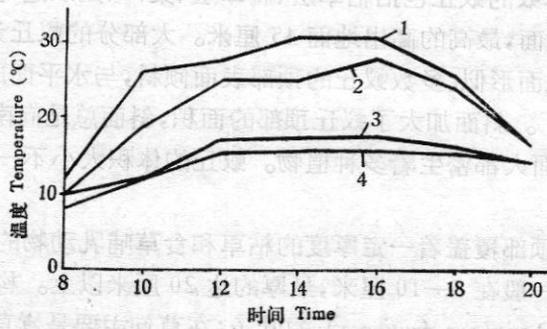


图5 地中温度、枯草层内温度的变化

(1) 枯草层内 2 厘米的温度变化; (2) 枯草层内 5 厘米的温度变化; (3) 地中 2 厘米温度变化; (4) 地中 5 厘米温度变化

Fig. 5 Changes of the underground temperature and inside of withered grass layer temperature

(1) Temperature of the 2cm inside of withered grass layer; (2) Temperature of the 5cm inside of withered grass layer; (3) Temperature of the 2cm underground; (4) Temperature of the 5cm underground.

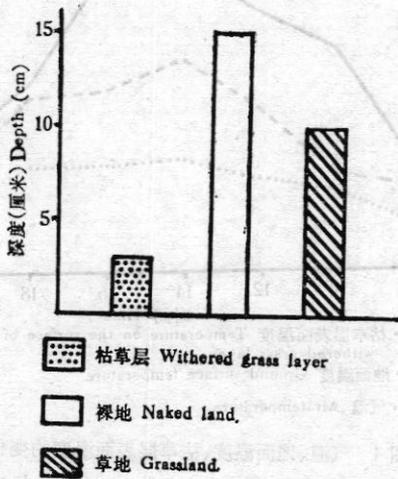


图6 降水 8 毫米后, 枯草层、裸地及草地的渗透深度

Fig. 6 After a rain of 8mm, leaked water through depth of withered grass layer, naked land and grassland

腐草层: 枯草层的底部, 一些腐烂的枯草、粪便等构成了腐草层。该层由枯草层演化而产生, 与枯草层无明显的分界。腐草层底部紧接着土层, 是枯草层与土层间的过渡部分。

巢口: 蚁丘顶部外缘开有数目不等的一些小孔, 这是蚁群进出蚁巢的出入口, 叫作“巢口”。巢口多为圆形小孔, 少数形状不规则。面积在 0.2—2.0 厘米²之间。1979 年 7 月调查 100 个蚁丘, 每丘的巢口数为 4—61 个, 平均 21 个。巢口除了作为蚁巢的出入口之外, 还具有一定的调节巢内温湿度的作用。赤胸林蚁的越冬期, 巢口全部被封堵。活动期的初期和末期, 巢口数量较少。上述时期, 气温低, 为了减少外界的冷空气进入巢内, 所以

巢口全部或大部被封堵,有利于保持巢内的温度。1979年8月3日降雨,8月4日观察灌丛内的两个蚁丘,发现每个蚁丘新开了两个面积较大的巢口。降雨后,巢内水分增加,加大巢口的数量和面积,加速水分的蒸发,从而使巢内的湿度保持相对的稳定。

副蚁道:赤胸林蚁在蚁丘内爬行的通道,叫“副蚁道”。付蚁道为圆形管状,直径不超过1厘米,始于巢口,先垂直于地面,延伸到腐草层后,便逐渐平行于地面,数条副蚁道交叉,呈网状,副蚁道的交叉处常与主蚁道相连接。

② 蚁洞:蚁洞在蚁丘的下方,由数条主蚁道、侧蚁道和若干个巢室构成。蚁洞在土壤中,与周围无明显的分界。它贯穿不同的土层,可深达地中1米以上。

主蚁道:主蚁道是蚁群进出蚁洞的通道。它的形状与副蚁道相似,几乎垂直于地面,上端与副蚁道的交叉处相连,向地中延伸,在不同的深度连接侧蚁道。

侧蚁道:与地面平行,为连接主蚁道和巢室的通道。赤胸林蚁的侧蚁道很短。

巢室:巢室是赤胸林蚁越冬和活动期过夜的场所。巢室近似半个球体,底部平,上部拱起,体积2—10厘米³。巢室分布在地中20厘米以下,最深的超过1米。鱼儿山下灌丛中的一个蚁巢,在地中110厘米处还找到了巢室。以当地气象资料为据,推测巢室的温度,在越冬期为-2.6—0.4℃;活动期均在0℃以上,一般在7℃左右。上述温度条件下,赤胸林蚁能够安全越冬;安全过夜。

(2) 筑巢行为 赤胸林蚁在整个活动期的白昼,即每年的4—10月均从事筑巢活动。所有筑巢活动全部由工蚁承担。

赤胸林蚁的巢均在微地形较高,有植被覆盖,光照充足的地方。从调查的资料看,风匣口地区除沼泽化草甸外(因常年地表积水),其他的生境类型均有赤胸林蚁分布。有赤胸林蚁分布的生境类型间,土质和土壤含水量常有差别,但均可筑巢,这说明筑巢对其要求是不严格的。

赤胸林蚁开始活动之后,首先要清理越冬期落入巢内的杂物,疏通蚁道,加厚枯草层。工蚁用其上颚,衔着土粒,运出蚁巢,放在蚁丘顶部的外沿;工蚁能用其上颚把一些细纤的植物切断,把大块的哺乳动物的粪便弄碎,运到蚁丘顶部,加厚枯草层。工蚁的活动在整个活动期都可见到。随着从巢内向外搬运土粒,蚁洞深入地中;而往蚁丘顶部搬运的枯草、粪便的增加,蚁丘越来越高出地面。工蚁的筑巢活动使蚁巢不断增大。

5. 食性

赤胸林蚁的食性很难直接观察到,它们的进食情况在巢外未曾见到。挖掘蚁巢后,干扰了它们的正常活动,亦无法见到其进食的情况。现就巢内的东西进行分析。赤胸林蚁的工蚁在整个活动期除搬运某些筑巢用的材料之外,还经常把一些昆虫搬入巢内。其中有幼虫、成虫;有活的、死的。主要是双翅目、鳞翅目和鞘翅目。这些昆虫被运到巢内别无他用,只能是被取食;另据报道(吴亚,1981),赤胸林蚁还取食蝗虫卵,从而可以断定赤胸林蚁是捕食性的。

另外,作者认为:赤胸林蚁在弄碎和搬运哺乳动物的粪便时,是否取食其中的腐殖质,有待继续观察。

三、生态学特性

1. 赤胸林蚁与生态因子的关系

现就光、温、水、天敌等生态因子对赤胸林蚁的影响作以下分析。

(1) 光 蚁丘顶部表面向南倾斜,这种构造本身能较充分的接受光照,以利于顶部枯草层的温度提高。

光照对赤胸林蚁的归巢起信号作用。在暖季,经常可以观察到:太阳下山时,温度虽高于清晨蚁群出巢时,但蚁群已停止巢外活动,全部归巢。1979年7月13日20时45分,太阳刚下山,蚁群便全部归巢,测量当时的气温为 8.8°C ,高于当天蚁群开始出巢活动时的温度 6.0°C 。这说明单有一定的温度,没有充足的光照,赤胸林蚁也要停止其在巢外的活动。由此看来,赤胸林蚁是喜欢光照的。

(2) 温度 昆虫是变温动物,温度变化对其影响较为明显。赤胸林蚁“暖出寒伏,昼出夜没”的活动规律,主要是受温度年变化和日变化影响的结果。

① 活动起点温度 每年4月底或5月初,随温度上升,地表解冻,当日平均气温在 5°C 以上,地表层0—20厘米处平均温度在 3°C 以上时,赤胸林蚁便出巢活动。

② 最适温度 工蚁随温度的变化,将卵、幼虫和蛹上下搬运。当蚁巢温度在 30°C 以下时,工蚁将卵、幼虫和蛹搬到丘中2—5厘米的枯草层内。如蚁巢温度继续上升,超过 30°C 时,工蚁便将卵、幼虫和蛹向下搬运,放在丘中10厘米处。这说明,超过 30°C 对赤胸林蚁的卵、幼虫和蛹是不利的。蚁巢内温度在 $17-30^{\circ}\text{C}$ 时,赤胸林蚁的各种虫态均可见到,也是赤胸林蚁生长、发育和活动的最适温度。每年的6—8月的白昼,蚁巢内的枯草层经常处于赤胸林蚁的最适温度范围。

③ 停止出巢活动温度 当日平均气温连续低于 0°C ,地表层0—20厘米处出现 0°C 以下的温度时,赤胸林蚁便不出巢活动,在蚁洞内的巢室里开始越冬。

(3) 水分 赤胸林蚁分布的各生境间,水分条件差别较大;同一生境,因地形、时间、降水和温度等不同也有较大的变化。蚁巢具有保持水分条件相对稳定的功能,从而提高了赤胸林蚁对水分条件变化的适应能力。赤胸林蚁分布的各生境的土壤含水量,高者为低者的4倍多。

各种形式的降水,如雨、雪、冰雹等,均能使赤胸林蚁暂时停止在巢外的活动,降水停止后,如温度、光照等其他条件适宜,便又出巢活动。

(4) 天敌 赤胸林蚁的天敌包括捕食者——鸟类和体外寄生者——螨类这两大类。

风匣口地区的大部分鸟类都捕食赤胸林蚁,如角百灵(*Eremophila alpestris elwesi*)、褐背地鸦(*Pseudopodoces humilis*)、小云雀(*Alauda gulgula inopinata*)、鹁岩鸫(*Prunella rubeculoides*)、棕颈雪雀(*Montifringilla ruficollis*)、白腰雪雀(*Montifringilla taczanowskii*)等。在赤胸林蚁的整个活动期,经常可以看到上述鸟类在蚁丘顶部刨食赤胸林蚁。尤其在5月,能供鸟类捕食的其他昆虫数量较少,赤胸林蚁可达鸟类食物总量的80%,1只角百灵的嗉囊内可找到百头左右的赤胸林蚁。

赤胸林蚁的体外寄生着一种体型微小、半透明的螨类。它们附着在赤胸林蚁体节间的缝上，靠吸食赤胸林蚁的体液为生。这些螨寄生的数量不大，多数赤胸林蚁的体外没有，少数的有3—5头，个别的超过10头。

鸟类的捕食和螨类的寄生均对赤胸林蚁的数量增长可能起抑制作用，前者的影响较后者要大得多。

2. 赤胸林蚁与生境的关系

风匣口地区的生境类型可依地形和植被的不同分为：沼泽化草甸、滩地灌丛、滩地草甸、阳坡草甸、阴坡灌丛等。

(1) 不同生境下赤胸林蚁的密度和数量 本文所述的赤胸林蚁的密度是单位面积(公顷)内的蚁巢数，即在不同生境下以梅花形取样的方式，各取样地5个，样地面积为 50×50 米，即 $1/4$ 公顷，调查每个样地内的蚁巢数(图7)。

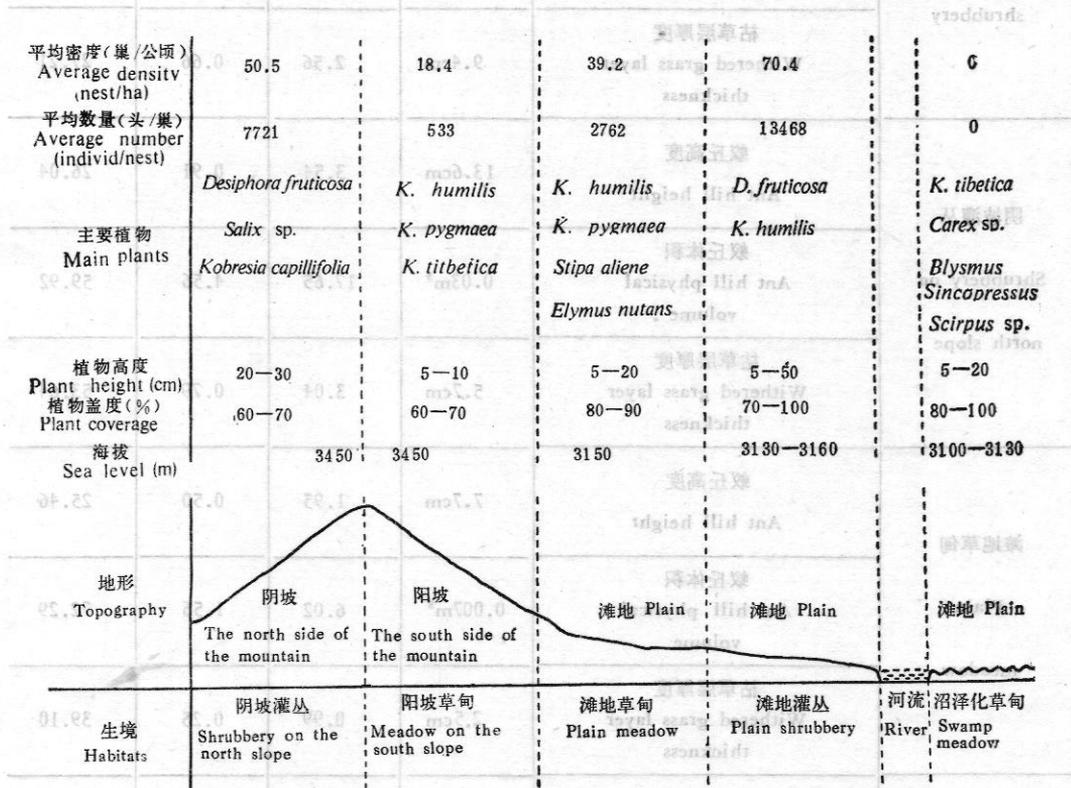


图7 高寒草甸不同生境下赤胸林蚁的密度和数量

Fig. 7 The density and number of the red-thorax forest ant in different habitats of alpine meadow

图中赤胸林蚁的数量是以巢计算的。调查方法：在不同的生境下，各选择蚁丘体积大小不等的3个蚁巢，将其挖开，待蚂蚁向四周爬匀，在 50 厘米²的面积内用培养皿扣住正在爬行的蚂蚁，由中心到边缘依次取3个点，分别计数。同时测量蚂蚁散布的面积。然后用下列公式计算：

表 2 不同生境下的蚁丘

Table 2 The ant hills in different habitats N = 15

生 境	项 目	算术平均数	标准差	标准误	变异系数
Habitats	Article	\bar{x}	SD	SE	CV(%)
滩地灌丛 Plain shrubbery	蚁丘高度 Ant hill height	22.5cm	4.88	1.26	21.67
	蚁丘体积 Ant hill physical volume	0.05m ³	17.35	4.48	35.79
	枯草层厚度 Withered grass layer thickness	9.4cm	2.56	0.66	27.21
阴坡灌丛 Shrubbery on north slope	蚁丘高度 Ant hill height	13.6cm	3.54	0.91	26.04
	蚁丘体积 Ant hill physical volume	0.03m ³	17.65	4.56	59.92
	枯草层厚度 Withered grass layer thickness	5.7cm	3.04	0.79	53.64
滩地草甸 Plain meadow	蚁丘高度 Ant hill height	7.7cm	1.95	0.50	25.46
	蚁丘体积 Ant hill physical volume	0.007m ³	6.02	1.56	72.29
	枯草层厚度 Withered grass layer thickness	2.5cm	0.99	0.25	39.10
阳坡草甸 Meadow on south slope	蚁丘高度 Ant hill height	6.9cm	3.01	0.78	43.43
	蚁丘体积 Ant hill physical volume	0.006m ³	3.57	0.92	63.53
	枯草层厚度 Withered grass layer thickness	1.7cm	1.50	0.39	88.24

$$N = \frac{S_1}{S_2} \times \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3}$$

N: 蚂蚁数量; S₁: 蚁群散布面积; S₂: 培养皿面积; n₁、n₂、n₃: 3个点培养皿扣住的蚁数。

用3个蚁巢调查数量的算术平均数,代表该生境下,平均每巢蚂蚁的数量。此法较粗放,仅能反映基本的情况(图7)。

(2) 不同生境下的蚁丘 对不同生境下的蚁丘高度、体积和枯草层厚度进行调查,即每一生境选一条直线,沿直线逐个用钢卷尺测量见到的蚁丘15个,测量其高度,计算体积,测量枯草层的厚度(表2)。

(3) 赤胸林蚁与生境的关系 不同生境下,赤胸林蚁的密度、数量和蚁丘均有差异。造成这些差异的原因不一,有的是某一生态因子所控制,有的则是数个生态因子交互作用的结果。

滩地灌丛生境下的赤胸林蚁的密度、数量、蚁丘高度、蚁丘体积和枯草层的厚度均居风匣口地区各生境中的首位。因滩地灌丛在河流两岸的低阶地或沼泽化草甸上限相邻的地区。该类型水热条件较好,金露梅株高30—40厘米,最高可达60厘米以上,植物覆盖度较大,可供赤胸林蚁取食的昆虫较多。赤胸林蚁生长发育所需的各种条件都较适宜。

阴坡灌丛与滩地灌丛较为相似,均以金露梅为建群种。但是,阴坡灌丛地处阴坡,海拔较高,光照和水热条件均不及滩地灌丛,植物覆盖度也较小,所以阴坡灌丛成为风匣口地区赤胸林蚁各项观察指标的第2位。

滩地草甸和阳坡草甸均属矮嵩草草甸(Form. *Kobresia humilis*),二者相连且无明显的分界,但不同于灌丛,株高明显矮,土壤含水量低,环境干燥。可供筑巢的材料较少,可采食的昆虫也不及灌丛多。所以草甸类型的赤胸林蚁的各项观察指标均不及灌丛。在草甸类型中,滩地草甸海拔较低且与滩地灌丛相连,水热条件,植物覆盖度优于阳坡草甸。所以,滩地草甸赤胸林蚁的各项观察指标高于阳坡草甸而居第3位。阳坡草甸则居末位。

综上所述,风匣口地区的赤胸林蚁的密度、数量、蚁丘高度、蚁丘体积及枯草层的厚度与生境有密切的关系,并且有灌丛高于草甸,平滩高于山坡的规律。

3. 赤胸林蚁在高寒草甸生态系统中的意义

(1) 赤胸林蚁在食物链中的位置 赤胸林蚁主要取食双翅目(Diptera)、鳞翅目(Lepidoptera)、鞘翅目(Coleoptera)的部分幼虫和成虫,并且还取食直翅目(Orthoptera)蝗虫的卵。这些被捕食者中,有的是植食者,有的是粪食者,还有腐食者。其中包括草原上的重要害虫——草原毛虫(*Gynaephora alpherakii*)和金缘古毒蛾(*Orgyia aurolimbia*)。根据观察和分析,赤胸林蚁是捕食者,在高寒草甸生态系统中应属于消费者范畴,是次级消费者或称三级生产者。赤胸林蚁被鸟类捕食,被螨类寄生,鸟类和螨类又是更高一级的消费者(图8)。

赤胸林蚁在高寒草甸生态系统的食物链中是重要的一环,它的取食活动对草原上的某些重要害虫的数量增长有一定的抑制作用,这对维持高寒草甸生态系统的平衡是有利的。

(2) 赤胸林蚁的筑巢习性对高寒草甸生态系统的影响 赤胸林蚁是以植物的枯枝

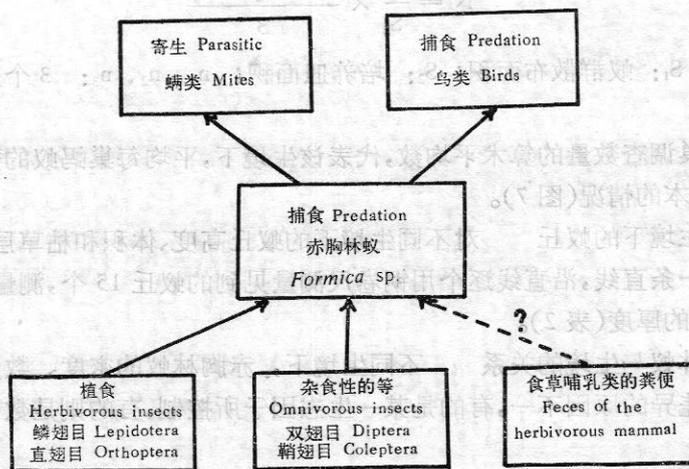


图 8 赤胸林蚁在食物链中的位置

Fig. 8 The place of the red-thorax forest ant in the food chain

落叶和某些食草哺乳动物的粪便为筑巢材料的。在筑巢过程中，大量的较长的植物被切断；大量的粪便被弄成碎屑，对微生物的分解是有利的。蚁丘内的枯草层温度较高，底部腐烂加快，形成了腐草层，这本身就是物质分解的产物。赤胸林蚁的筑巢习性能够促进高寒草甸生态系统的物质循环。

四、结 语

海北高寒草甸的赤胸林蚁(*Formica* sp.) 属膜翅目(Hymenoptera)，蚁科(Formicidae)，蚁亚科(Formicinae)，有 3 个品级：工蚁、雌蚁和雄蚁。

赤胸林蚁以工蚁和雌蚁的成虫越冬。其年生活周期可分为冬眠期(11月至翌年 4 月)和活动期(4 月至 10 月)，活动期中的 6、7、8 月是繁殖盛期。赤胸林蚁是一种社会性土栖昆虫，不同的品级之间有明确的分工。雌蚁和雄蚁专营生殖，工蚁承担所有的劳动。赤胸林蚁有筑巢习性，蚁巢可分为蚁丘和蚁洞两部分。蚁巢是赤胸林蚁繁殖、发育、生长、栖息、冬眠的重要场所。

许多生态因子对赤胸林蚁有明显的影响。不同的生境类型，赤胸林蚁的密度、数量、蚁丘高度、蚁丘体积及枯草层的厚度也不同。滩地灌丛赤胸林蚁的密度平均为 70.4 巢/公顷，数量平均为 13846 头/巢，蚁丘高度平均为 22.5 厘米，蚁丘体积平均为 0.05 米³，枯草层厚度平均为 9.4 厘米，均居诸生境中的首位。依次是阴坡灌丛，滩地草甸、阳坡草甸。沼泽化草甸无赤胸林蚁分布。

赤胸林蚁主要是以某些昆虫为食，同时它又是鸟类捕食，螨类寄生的对象。它在高寒草甸生态系统中属消费者范畴。其取食行为对某些草原害虫有抑制作用，有利于保持该系统的生态平衡。其筑巢习性能促进微生物对植物的枯枝落叶和某些食草哺乳动物的粪便的分解，加快该系统的物质循环。

总之，赤胸林蚁对高寒草甸生态系统是有益的。

参 考 文 献

- 吴亚、金翠霞, 1980, 草甸昆虫群落及其空间与时间结构, 昆虫学报 23(2): 156—165。
吴亚、金翠霞, 1981, 试论草原害虫的发生与防治, 中国农业科学(4): 81—85。
吴亚、金翠霞, 1982, 草场植被与昆虫。高寒草甸生态系统, 1: 110—116。
周兴民、李健华, 1982, 河北高寒草甸生态系统定位站的植被类型及其地理分布规律, 高寒草甸生态系统, 1: 9—18。
张晓爱, 1982, 高寒草甸繁殖鸟类的群落结构。高寒草甸生态系统, 1: 117—128。
Brian, M. V., 1965, Social insect population. Academic Press, London, New York, 135pp.
Dumpe, K., 1978, The Social Biology of Ants, Translated by C. Johnson, 1981, from Das Sozialleben der Ameisen, Pitman Press, 298pp.

The red-thorax forest ant (*Formica* sp.) has been studied in Haipei alpine meadow. The result is summarized in the following.

The red-thorax forest ant belongs under Hymenoptera, Formicidae, Formicinae. It has three castes: worker, female and male. Worker: head and abdomen black, thorax dark red, length of body 3.8—5.9 mm. Female: all parts of body black, length of body 8.0—8.1 mm. Male: all parts of body black, front and hind wings present, length of body 7.2—7.6 mm.

The red-thorax forest ants hibernates as the adults of the workers and females. Its life cycle in a year may be separated into two periods—hibernation and activity.

The red-thorax forest ant is a kind social insect dwelling in the soil. They have clear and definite division of labour. The females and the males reproduce specially and the workers undertake all labour. They have the habit of nesting. The nest may be separated two parts—ant hill and ant cave. The ant hills are above ground about 0—45 cm high and include following structures: nest entrances, withered grass layer, decayed grass layer and secondary galleries etc. The ant caves are over 100 cm deep underground and include following structures: main galleries, side galleries, side chambers and nest chambers etc.

The red-thorax forest ant is controlled by many ecological factors. Its density, number, ant hill height, ant hill volume and withered grass layer thickness are not same in different habitats. In the plain-shrubbery, the average density is 70.4 nest/m², the average range number is 13846 indiv/ant nest, the average ant hill height is 22.5 cm, the average ant hill volume is 0.05 m³, the average withered grass layer thickness is 9.4 cm that it is the best habitat for the ant. They are not distributed in swamp meadow.

The red-thorax forest ant is a secondary consumer in the alpine meadow ecosystem. Some insects are preyed upon by the ant. Its predators are birds, and its external parasites are mites. So that it is essential to equability the ecosystem. Its nesting behaviour could break down the dried plants and the feces of mammals that it may promote their decomposition and acceleration the material circulation.

It is believed that the red-thorax forest ant is beneficial to the alpine meadow ecosystem.

精 文 卷

A PRELIMINARY STUDY ON THE BIOECOLOGY OF THE RED-THORAX FOREST ANT (*Formica* sp.) IN ALPINE MEADOW

Zhai Zhigang

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

The red-thorax forest ant (*Formica* sp.) has been studied in Haipei alpine meadow. The result is summarized in the following.

The red-thorax forest ant belongs under Hymenoptera, Formicidae, Formicinae. It has three castes: worker, female and male. Worker: head and abdomen black, thorax dark red, length of body 3.8—5.9 mm. Female: all parts of body black, length of body 8.0—8.1 mm. Male: all parts of body black, front and hind wings present, length of body 7.2—7.6 mm.

The red-thorax forest ants hibernate as the adults of the workers and females. Its life circle in a year may be separated into two periods—hibernation and activity.

The red-thorax forest ant is a kind social insect dwelling in the soil. They have clear and definite division of labour. The females and the males reproduce specially and the workers undertake all labour. They have the habit of nestting. The nest may be separated two parts—ant hill and ant cave. The ant hills are above ground about 0—45 cm high and include following structures: nest entrances, withered grass layer, decayed grass layer and secondary galleries etc. The ant caves are over 100 cm deep underground and include following structures: main galleries, side galleries and nest chambers etc.

The red-thorax forest ant is controlled by many ecological factors. Its density, number, ant hill height, ant hill volume and withered grass layer thickness are not same in different habitats. In the plain-shrubbery, the average density is 70.4 nest/ha, the average number is 13846 individ/nest, the average ant hill height is 22.5 cm, the average ant hill volume is 0.05 m³, the average withered grass layer thickness is 9.4 cm that it is the best habitat for the ant. They are not distributed in swamp meadow.

The red-thorax forest ant is a secondary consumer in the alpine meadow ecosystem. Some insects are preyed upon by the ant. Its predators are birds, and its external parasites are mites. So that it is effectual to equability the ecosystem. Its nesting behaviour could break down the dried plants and the feces of mammals that it may promote their decomposition and acceleration the material circulation.

It is believed that the red-thorax forest ant is beneficial to the alpine meadow ecosystem.