

伊大头蚁蚁巢的结构与分布

张智英¹, 李玉辉², 赵志模³

(1. 云南大学生态学与地植物学研究所, 昆明 650091; 2. 云南师范大学地理系, 昆明 650092;

3. 西南农业大学植物保护系, 重庆 400716)

摘要: 伊大头蚁 *Pheidole yeensis* 是舞草 *Codariocalyx motorius* 种子的主要搬运者, 在舞草的扩散中起着重要作用。2000 年在西双版纳和思茅地区景谷县对伊大头蚁种群数量、蚁巢结构与分布进行了调查。结果表明: 伊大头蚁主要在土壤中筑巢, 深度可达地下 50 cm; 每巢蚁量一般在 2 000~3 000 头, 最多的可达万头; 伊大头蚁大多在海拔 1 000~1 200 m 的山腰筑巢, 以西坡的蚁巢密度最大, 南坡次之, 北坡最少; 在丢荒 2~3 年的地里筑巢最多, 其次为玉米和花生地, 在森林里筑巢的相对较少; 伊大头蚁的蚁巢呈均匀分布, 但巢群间相互排斥。伊大头蚁筑巢生境与舞草生长的环境基本一致, 蚁巢结构与蚁量有利于舞草的扩散与建群。

关键词: 伊大头蚁; 舞草; 蚁巢结构; 蚁巢分布; 西双版纳; 景谷

中图分类号: Q968 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296 (2003) 01-0040-05

The structure and distribution of *Pheidole yeensis* nests

ZHANG Zhi-Ying¹, LI Yu-Hui², ZHAO Zhi-Mo³ (1. Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University, Kunming 650091, China; 2. Department of Geography, Normal University of Yunnan, Kunming 650092, China; 3. Department of Plant Protection, Southwest Agricultural University, Chongqing 400716, China)

Abstract: *Codariocalyx motorius* (Houtt.) Ohashi grows as a common perennial pioneer plant in areas of slash-and-burn cultivation in the tropical and subtropical mountains of Yunnan Province, China. There is mutualism between the ant, *Pheidole yeensis* and *C. motorius*. The plant provides the ant with food, and the ant carries and disperses the seeds of the *C. motorius*. The structure and distribution of *Pheidole yeensis* nests in Yunnan Province was investigated in 2000. The results show that *P. yeensis* mainly builds nests in soil at an altitude of 1 000–1 200 m. Nests can extend down to a depth of 50 cm with the usual depth being 20–40 cm. The number of the ants per nest ranged from 2 000 to 3 000, with the maximum being more than 10 thousand. In fields that had been abandoned for 2–3 years at an altitude of 1 000–1 200 m, most nests were found on western slopes, southern slopes having the next highest nest density, and northern slopes the least. The number of nests was highest in fields that had been abandoned for 2–3 years with the next highest abundance recorded in corn and peanut fields and the lowest in forest. The spatial distribution of *P. yeensis* nests was regular, but ant colonies repelled one another.

Key words: *Pheidole yeensis*; *Codariocalyx motorius*; nest structure; nest distribution; Xishuangbanna; Jinggu

舞草 *Codariocalyx motorius* [Houtt.] Ohashi 是云南热带和亚热带山区一种常见的多年生植物, 主要生长在丘陵或退耕还林的山地, 为植被恢复初期的先锋植物, 对水土保持、森林的恢复与重建有积极的作用。在长期的演化进程中, 蚂蚁与舞草形成了互惠共生关系: 舞草种子上的油质体具有蚂蚁生长发育所需的营养成分, 蚂蚁可帮助舞草种子的传播 (张智英等, 2001)。

舞草种子成熟落地后, 蚂蚁立即将其搬运回巢, 取食种子上的油质体, 然后将种子完好无损地丢弃在巢口或蚁巢内。在西双版纳和思茅地区景谷县, 共发现 12 种蚂蚁搬运舞草种子, 其中伊大头蚁 *Pheidole yeensis* 是最主要的种子搬运者, 对舞草种子的扩散起着最重要的作用。蚂蚁的搬运和包埋, 可以使舞草种子逃脱啮齿类的摄食和刀耕火种对种子的影响 (另文发表)。蚂蚁对舞草种子的保

基金项目: 中国科学院重大项目 (KZ951-A1-104); 云南省自然科学基金 (99D0004R)

作者简介: 张智英, 女, 1961 年生, 重庆市人, 博士, 副教授, 主要从事昆虫生态学研究, E-mail: lyh123@public.km.yn.cn

收稿日期 Received: 2002-01-14; 接受日期 Accepted: 2002-12-06

护作用大小涉及其搬运种子的效率，搬运效率高，则可使后者更有效地逃避啮齿类的取食。而搬运效率又与蚂蚁巢种群大小、蚁巢的分布有关。蚁巢的结构又关系到种子被丢弃包埋的位置，如种子被包埋太深，会影响其萌发和出苗；包埋太浅，种子易遭火烧而影响其生活力。因此，进行搬运舞草种子的主要蚂蚁种群数量调查，蚁巢结构与分布研究，对进一步分析蚂蚁对舞草种群发生发展的影响及揭示两者互惠共生机制有重要的意义。

在现有的蚂蚁蚁巢结构及筑巢习性的国内外研究中，唐益和唐觉(1989, 1990)曾对捕食松毛虫等多种森林害虫的鼎突多刺蚁蚁巢的位置、大小、结构、形成以及其季节变化进行过研究，并对其群体结构作过讨论。杨沛(1984)对黄猷蚁蚁巢大小、离地高度及蚁巢解剖作过阐述。国外对蚂蚁社会结构和筑巢场所的研究较多(Davidson, 1977; Holldobler and Wilson, 1990)，但未见有关伊大头蚁蚁巢结构和分布的报道。

1 材料与方法

1.1 调查地点

调查在西双版纳勐仑植物园和景谷县正兴乡铁厂村进行。勐仑植物园地处北纬 $21^{\circ}41'$ ，东经 $101^{\circ}25'$ ，海拔 600 m，年均温 21.4°C ，年均降雨量 1 557.0 mm，相对湿度 86%，有雨季和旱季之分，雨季在每年的 6~10 月，其余月份为旱季。景谷县正兴乡铁厂村地处景谷县东南部与普洱接壤的地带，位于北纬 $23^{\circ}18'$ ，东经 $100^{\circ}59'$ ，海拔 900~1 500 m，平均气温 17°C ~ 20.6°C ，年均降雨量 1 300 mm，相对湿度 76%。

1.2 筑巢场所、蚁巢结构和蚂蚁数量

2000 年 1~12 月在上述地点采用种子引诱法进行调查。将舞草种子放在地上，观察前来搬运的蚂蚁，发现伊大头蚁搬运后，即跟踪至蚁巢，记录筑巢场所、蚁巢结构、形状和大小，丢弃物种类。解剖蚁巢，根据蚁量大小，按 1/2、1/4、1/8 或 1/32 取样，统计蚁巢中蚂蚁的数量。

1.3 蚁巢分布

2000 年 11 月，在景谷县正兴乡铁厂村，根据不同海拔、不同坡向，选择丢荒年代一致、植被类型相同、杂草较少的地点作为样地。每样地确定 300 m^2 的面积，分别在地表、石块下和树根部寻找蚁巢，统计蚁巢数。同时按同海拔、同坡向，而植

被类型不同的地点，设置样地，采用相同方法调查蚁巢数。

1.4 蚁巢的分布型

2000 年 10 月于舞草种子成熟季节，在景谷县正兴乡铁厂村，选择 5 块丢荒 2~5 年，面积约 1 亩的轮歇地进行调查。在每个样地，采用等距离均匀抽样，按 7×7 共调查 49 个样点，每个点调查 1 m^2 。挖土调查蚁巢，挖土深度为 30~40 cm，记录伊大头蚁蚁巢数。

采用以下几种常用的聚集指数进行分析，具体计算方法如下：

(1) 平均拥挤度 m^* (Lloyd, 1967)

$m^* = x + S^2/x - 1$ 以 m^*/x 作为聚块指标，当 $m^*/x < 1$ 时为均匀分布；当 $m^*/x = 1$ 时为随机分布；当 $m^*/x > 1$ 时为聚集分布。

(2) I 指标 (David and Moore, 1954)

$I = S^2/x - 1$ 当 $I < 0$ 时为均匀分布；当 $I = 0$ 时为随机分布；当 $I > 0$ 时为聚集分布。

(3) 负二项分布中的 K 指标

$K = x/(S^2 - x)$ 当 $K < 0$ 时为均匀分布；当 $K > 0$ 时为聚集分布； $K \rightarrow +\infty$ 为随机分布。

(4) m^*-m 回归分析 (Iwao, 1968, 1972)

$m^* = a - \beta x$ a 显示分布的基本成分，当 $a < 0$ 时，分布的基本成分为单个蚁巢； $a > 0$ ，分布的基本成分为蚁巢群。 β 显示基本成分的分布状况，当 $\beta = 1$ 为随机分布； $\beta > 1$ 为聚集分布； $\beta < 1$ 为均匀分布。

(5) 幂法则 (Taylor, 1961, 1965, 1978)

$S^2 = ax^b$ 或 $\lg S^2 = \lg a + b \lg x$ 若 $a = 1$ ，且 $b = 1$ 为随机分布； $a > 1$ ，且 $b = 1$ ，蚁巢在一切密度下都是聚集的，但聚集强度不因蚁巢密度的升高而增加； $a > 1$ ，且 $b > 1$ ，蚁巢在一切密度下都是聚集的，但聚集强度随蚁巢密度的升高而增加； $0 < a < 1$ ，且 $b < 1$ ，为均匀分布，且蚁巢密度越高，分布越均匀。

2 结果与分析

2.1 筑巢场所

伊大头蚁主要在土壤中筑巢，只有少数筑在树根和石块下。筑巢的生境与土壤类型有关。在石块少的生境，伊大头蚁基本上在土壤里筑巢；在石块多的生境，一部份巢筑在石块下。但蚁巢数相对较少(表 1)。

表 1 伊大头蚁的筑巢场所调查（西双版纳和景谷，2000. 1~12）
Table 1 Nesting location of *Pheidole yeensis* (Xishuangbanna and Jinggu, 2000. 1-12)

生境类型 Habitat	蚁巢总数 Total number of nests	蚁巢数 Number of nests			土层状况 Soil situation
		土壤中 In soil	石块下 Under rock	树根下 Under tree roots	
芒果地 mango orchards	10	10	0	0	土层厚 thick
草坪 lawns	8	8	0	0	土层厚 thick
苗圃 nurseries	15	13	0	2	土层厚、松散 thick and loose
胶茶地 rubber-tea gardens	6	4	1	1	石块多、土壤板结 hard and rocky
玉米地 corn fields	11	11	0	0	土层厚 thick
舞草移栽地 transplanted <i>Codariocalyx motorius</i> land	5	2	3	0	石块多 rocky
花生地 peanut fields	15	15	0	0	土层厚 thick
合计 total	70	63	4	3	
百分比 percentage (%)	100	90.0	5.7	4.3	

2.2 蚁巢结构与蚁量

伊大头蚁的蚁巢以 1 个入口为主，少数有 2~3 个入口。巢口长宽平均为 4.2 cm×0.75 cm，出口多的巢口较大。巢口堆积的泥土形状与巢口形状一致，系筑巢时工蚁从地下搬运而来，大小较均匀，呈颗粒状。伊大头蚁蚁巢较大，筑巢深度可达地下 50 cm，平均 34.7 cm。从蚁巢口向下是一个直径约 0.8 cm 的通道，离地表 5~10 cm 处左右各有一个垃圾堆，可见到取食后的种子和昆虫残体。离地表 20~50 cm 处是 4~7 个巢室，巢室分层而建，上下由许多规则的、直径约 0.1 cm 的圆形小通道相连，每巢通道数不等，大多 6~12 个，最多的可达 28 个，平均 12.9 个。但通道数的多少与蚁量没有关系（ $P>0.05$ ）。每个巢室宽约 5~10 cm，高约 1~2 cm，巢室间隔约 2~4 cm（图 1）。在土壤中筑巢的蚁量较大，一般在 2 000~3 000 头，最多的可达万头，平均 3 979.6 头。在石块下筑巢的蚁量较小，一般不超过 100 头，平均 63.8 头。树根下的蚁巢，蚁量在 1 000 头以下，平均 626.3 头（表 2）。蚁巢口附近常可见到被食蜘蛛和一些昆虫的残肢。

2.3 蚁巢分布

在不同海拔、坡向、植被类型生境中的调查结果（表 3）显示，在西坡不同海拔生境中，伊大头蚁大多营巢于山腰。在 2~3 年丢荒地中，山腰的

筑巢数占 61.3%；在山腰的玉米地、花生地、森林地中筑巢数分别占 85.7%、81.8%、80.0%。在山顶和山脚筑巢的较少，均低于 25%。同海拔不同坡向蚁巢分布显示，在海拔 1 000~1 200 m 的生境中，丢荒 2~3 年地和玉米地以西坡的蚁巢密度最大，南坡次之，北坡最少。花生地以南坡最多，西坡次之。不同植被蚁巢密度显示，丢荒 2~3 年地除南坡的蚁巢密度低于玉米地外，其余均高于其它植被类型。玉米地和花生地的蚁巢密度次之，森林中蚁巢数量最少。

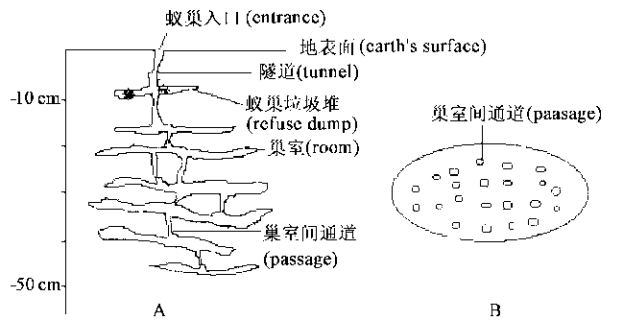


图 1 伊大头蚂蚁巢剖面示意图
Fig.1 Sectional sketch of *P. yeensis* nest
A. 纵切面 longitudinal section; B. 横切面——示巢室间通道 cross section showing passages between rooms

表 2 伊大头蚁蚁巢结构与蚁量（西双版纳和景谷，2000. 1~12）
Table 2 Structure of *P. yeensis* nests and ant numbers (Xishuangbanna and Jinggu, 2000. 1–12)

结构与蚁量 Structure and number	调查数 Number examined	最大值 Max.	最小值 Min.	平均值 ± 标准差 Mean ± SD
入口数 number of entrances	20	3	1	1.3 ± 0.6
入口长度 entrance length (cm)	16	6.0	2.5	4.2 ± 0.9
入口宽 entrance width (cm)	16	1.2	0.4	0.8 ± 0.2
巢深 nest depth (cm)	15	50.0	20.0	34.7 ± 7.2
巢室间通道数 passages between rooms	15	28	6	12.9 ± 5.8
土下每巢蚁量 ant number per nest in soil	11	11 904	1 872	3 979.6 ± 2 839.6
石块下每巢蚁量 ant number per nest under rocks	5	17	96	63.8 ± 33.1
树根下每巢蚁量 ant number per nest under roots	4	850	365	626.3 ± 223.8

表 3 伊大头蚁蚁巢的分布（景谷，2000. 11）
Table 3 Distribution of *Pheidole yeensis* nests in various habitats (Jinggu, 2000. 11)

生境 Habitats	山顶 (>1 200 m) Top of mountain		山腰 (1 000~1 200 m) Half way up mountain				山脚 (<1 000 m) Foothills
	西坡 West	东坡 East	南坡 South	西坡 West	北坡 North		西坡 West
丢荒 2~3 年地 land abandoned for 2 or 3 years	5	6	11	19	1		7
玉米地 corn fields	2	—	6	12	—		0
花生地 peanut fields	—	—	13	9	—		2
森林地 forest	1	—	—	4	—		0

“—” 示没有找到相同的生境 No similar habitat found

2.4 蚁巢的分布型

根据伊大头蚁蚁巢数量进行的聚集指标测定结果显示（表 4），所有样地的 $m^*/m < 1$ ， $I < 0$ ， $K < 0$ ，表明伊大头蚁蚁巢呈均匀分布。用 m^*-m 回归分析的结果，伊大头蚁的 $a = -0.0008$ ； $\beta = 0.00247$ ，表明其分布的基本成分为单个蚁巢，且基本成分近于均匀分布。根据 Taylor 幂法则，伊大头蚁的 $a = 0.4598$ ， $b = 0.6714$ 说明蚁巢均匀分布，且密度越高，分布越均匀。

表 4 样地内蚁巢分布型的测定
Table 4 Distribution pattern of *P. yeensis* nests

样地号 Plot no.	拥挤度 m^*	m^*/m	I	K
1	0	0	-0.245	-1.000
2	0	0	-0.367	-1.000
3	0	0	-0.367	-1.000
4	0	-0.001	-0.164	-0.999
5	-0.001	-0.004	-0.143	-0.996

3 小结与讨论

伊大头蚁蚁巢结构有利于舞草种子的存活和萌发。巢内垃圾堆离地面 5~10 cm（图 1：A），被取食油质体后的种子除一部分丢弃在蚁巢口外，其余便被丢弃在此，不受刀耕火种火烧的影响，并能萌发出苗，形成种群（另文发表）。

伊大头蚁大多营巢于山腰，在山顶和山脚筑巢的较少。这可能是因为山顶温度较低，而伊大头蚁喜欢生活在温度较高的环境。山脚尽管温度相对较高，但大部分土地是长期耕作的水稻田，旱地的耕作年限也较长，人类的频繁活动不利于伊大头蚁生存；西坡受太阳照射的时间长，温度较高可能是伊大头蚁在西坡筑巢较多的原因之一；伊大头蚁蚁巢以 2~3 年丢荒地最多，其次为玉米和花生地，而在森林里筑巢的相对较少。这可能是因为森林里阳光较少，而伊大头蚁喜欢栖息在阳光充足的地方。

玉米和花生地由于受到人为干扰, 蚁巢数比受人为活动影响小的丢荒地少。

舞草主要生长在刀耕火种轮歇地, 为植被恢复初期的先锋植物。随着丢荒时间延长, 舞草数量逐渐减少, 一些丢荒 20 多年的次生林, 舞草仅生长在林缘和郁闭度较低的林间。伊大头蚁筑巢的生境与舞草生长的环境基本一致, 即主要分布在阳光充足、温暖的生境。在热带雨林和片断化的热带雨林, 舞草、伊大头蚁及其它主要搬运舞草种子的蚂蚁均没有分布 (朱华等, 1993; 张智英等, 2000), 这表明随着植被的恢复, 搬运舞草种子的主要蚂蚁和舞草均已退出植被的演替。舞草作为先锋植物, 其生长、建群与分布影响生境植被的恢复, 利用和保护蚂蚁与蚁播植物 (myrmecochores) 的互惠共生关系, 可促进植被的恢复和演替。

蚂蚁在蚁播植物种群发展中起着重要作用, 蚂蚁的密度与它所搬运扩散的植物数量有一定的关系。Gibson (1993) 在美国密西根北部的 Keweenaw 半岛对蚁播植物 *Melampyrum lineare* (玄参科, 山萝花属) 研究中发现, 不同样地 *M. lineare* 数量与样地内搬运该植物种子的蚂蚁蚁巢密度有关: 样地蚂蚁蚁巢密度大, 则 *M. lineare* 数量多; 反之, 则少。但由于景谷县舞草生长地的村民有放养牛的习惯, 舞草也是牛最喜欢取食的植物, 因此, 舞草在各个样地的分布格局和种群数量已不是自然状态, 很难就蚁巢密度与舞草种群数量的关系进行比较研究。在研究样地, 除舞草外, 还发现伊大头蚁搬运其它植物种子, 这为进一步研究伊大头蚁在蚁播植物种群发展中的作用提供了新的对象和途径。

致谢 承蒙西南林学院教授徐正会博士鉴定蚂蚁标本, 特此致谢。

参 考 文 献 (References)

- Chen Y, Tang J, 1989. Studies on colony structure and life cycle of the spined ant, *Polyrhchis vicina* Roger. *Zool. Res.*, 10 (1): 57–63. [陈益, 唐觉, 1989. 鼎突多刺蚁群体结构和生活史的研究. 动物学研究, 10 (1): 57–63]
- Chen Y, Tang J, 1990. Characteristics of making nests of the spined ant, *Polyrhchis vicina* Roger. *Acta Entomol. Sin.*, 33 (2): 193–195. [陈益, 唐觉, 1990. 鼎突多刺蚁的营巢习性. 昆虫学报, 33 (2): 193–195]
- Davidson D W, 1977. Foraging ecology and community organization in desert seed-eating ants. *Ecology*, 58: 725–737.
- Gibson W, 1993. Selective advantages to hemi-parasitic annuals, genus *Melampyrum*, of a seed-dispersal mutualism involving ants: I. Favorable nest sites. *Oikos*, 67: 334–344.
- Holldobler B, Wilson E O, 1990. *The Ants*. Cambridge, Mass: The Belknap Press of Harvard University Press, 1–732.
- Yang P, 1984. The growth and maturity of the colony of *Oecophylla smaragdina* Fabr. *Natural Enemies of Insects*, 6 (4): 240–243. [杨沛, 1984. 黄猷蚁群体的生长和发育. 昆虫天敌, 6 (4): 240–243]
- Zhang Z Y, Cao M, Yang X D, Deng X B, She Y P, 2000. A study on species diversity of ant in fragments of seasonal rain forest of Xishuangbanna. *Zool. Res.*, 21 (1): 70–75. [张智英, 曹敏, 杨效东, 邓晓保, 余宇平, 2000. 西双版纳片断季节性雨林蚂蚁物种多样性研究. 动物学研究, 21 (1): 70–75]
- Zhang Z Y, Cao M, Yang X D, Zhao Z M, 2001. *Codariocalyx motorius* seed removed by ants in Xishuangbanna. *Acta Ecologica Sinica*, 21 (11): 1 847–1 853. [张智英, 曹敏, 杨效东, 赵志模, 2001. 舞草种子的蚂蚁传播. 生态学报, 21 (11): 1 847–1 853]
- Zhu H, Xu Z F, Wang H, Li B G, 1993. A survey of the vegetation on Holy Hills of Dai nationality in Xishuangbanna. *Collected Research Papers on the Tropic Plant* II. Kunming: Yunnan University Press. 14–31. [朱华, 许再富, 王洪, 李保贵, 1993. 西双版纳傣族“龙山”植被的研究. 热带植物研究论文报告集 II. 昆明: 云南大学出版社, 14–31]