

文章编号: 1001-1498(2006)02-0170-07

# 昆明西山森林公园东坡蚂蚁物种多样性研究

梅象信<sup>1</sup>, 徐正会<sup>2\*</sup>, 张继玲<sup>1</sup>, 赵宇翔<sup>1</sup>

(1. 西南林学院保护生物学学院, 云南 昆明, 650224; 2. 西南林学院图书馆, 云南 昆明, 650224)

**摘要:**采用样地调查法研究了昆明西山森林公园东坡 5 个垂直带和 5 个水平带 22 块样地旱季的蚂蚁群落与物种多样性。物种数目在 2 ~ 13 种之间, 个体密度在  $6.2 \sim 1808.2$  头  $\cdot m^{-2}$  之间, 优势度指数在  $0.1838 \sim 0.9828$  之间, 物种多样性指数在  $0.0499 \sim 1.5549$  之间, 均匀度指数在  $0.0720 \sim 0.7240$  之间。在垂直带上, 物种数目、物种多样性指数和均匀度指数随着海拔升高基本呈现递减趋势, 而优势度指数基本呈现递增趋势, 这种规律性在中段太华寺垂直带表现最明显。水平带上, 物种多样性指数和均匀度指数只在 2250 m 水平带上呈现从南向北依次递减规律。从生物多样性保护角度来看, 在西山森林公园东坡 5 个垂直带中以中段太华寺垂直带植被保护最好, 在水平带上以海拔 2250 m 山体中上部植被结构最好。蚂蚁群落之间的相似性系数显示, 西山森林公园虽然范围不大, 但无论垂直带或水平带上, 蚂蚁群落之间的差异显著。

**关键词:**森林公园; 蚁科; 群落; 生物多样性; 生态学

**中图分类号:** S718.7      **文献标识码:** A

## Ant Species Diversity on East Slope of Xishan Forest Park in Kunming

MEI Xiang-xin<sup>1</sup>, XU Zheng-hui<sup>2</sup>, ZHANG Ji-ling<sup>1</sup>, ZHAO Yu-xiang<sup>1</sup>

(1. Faculty of Conservation Biology, Southwest Forestry College, Kunming 650224, Yunnan, China;

2. The College Library, Southwest Forestry College, Kunming 650224, Yunnan, China)

**Abstract:** Using sample plot investigation method, the ant communities and species diversity of 22 sample plots on 5 vertical and 5 horizontal bands from east slope of Xishan Forest Park in Kunming were surveyed in dry season. The species numbers ranged between 2 ~ 13, the individual densities ranged between  $6.2 \sim 1808.2$  heads  $\cdot m^{-2}$ , the species diversity indexes ranged between  $0.0499 \sim 1.5549$ , the evenness indexes ranged between  $0.0720 \sim 0.7240$ , and the predominant indexes ranged between  $0.1838 \sim 0.9828$ . Comparative result showed that the species number, individual density and species diversity index of Xishan Forest Park were lower than those of Xishuangbanna Nature Reserve and Gaoligong Mountain Nature Reserve, but its evenness index was slightly higher than that of Xishuangbanna Nature Reserve. On vertical band, along with the increasing of altitude, the species numbers, species diversity indexes and evenness indexes were basically decreasing, but the predominant indexes were basically increasing. The regularity was most distinct on middle section of the Taihuasi vertical band, but there were no regularity on middle-north section of the Huatingsi vertical band and north section of the Gaoqiao vertical band. On horizontal band, only species diversity indexes and evenness indexes expressed decreasing from south to north at the altitude of 2250 m. From the viewpoint of biodiversity conservation, the vegetations of Xishan Forest Park were best conserved on middle section of the Taihuasi vertical band among the 5 vertical bands, meanwhile the vegetations of the park had the best structure at middle-upper section with altitude of 2250 m. On vertical bands, 94.9% of the similarity coefficients among ant communities ranged between  $0.00 \sim 0.25$ , meanwhile only 5.1% ranged between  $0.25 \sim 0.50$ . On horizon-

收稿日期: 2005-09-25

基金项目: 国家自然科学基金 (30260016) 资助研究

作者简介: 梅象信 (1967—), 男, 河南光山人, 农学硕士, 目前在河南省林科院从事森林保护学研究工作。

\* 通讯作者。

tal bands, 87.2% of the similarity coefficients among ant communities ranged between 0.00~0.25, at the same time only 12.8% ranged between 0.25~0.50. It was thus clear that although the scope of Xishan Forest Park is not large, the ant communities are distinctly divergence both on vertical and horizontal bands

**Key words:** forest park; Formicidae; community; biodiversity; ecology

昆明西山森林公园位于滇池西岸,呈南北走向,南北长约 6 km,东西宽约 2 km,面积约 12 km<sup>2</sup>,最高海拔 2 359 m,是碧鸡山的中间部分,属喜马拉雅造山运动中形成的断裂带区域。自元代以来,相继修建了三清阁、太华寺、华亭寺、龙门等名胜,一直是著名旅游风景区,西山的森林植被也因此受到良好保护。目前西山森林公园保存有亚热带常绿阔叶林、针阔混交林、针叶林、竹林、灌丛、草丛等 6 个植被类型。由于西山森林公园保存了许多接近天然的植被类型,因而成为滇中地区天然植被的一个缩影,是研究探讨该地区生物多样性的良好场所。

20 世纪 90 年代末期以来,国内有关蚂蚁生物多样性的研究报道呈现增长趋势。徐正会等<sup>[1-3]</sup>连续报道西双版纳地区蚂蚁的群落与物种多样性。张智英等<sup>[4]</sup>探讨了西双版纳片断季节性雨林蚂蚁的物种多样性。杨效东等<sup>[5]</sup>报道了西双版纳傣族龙山片断热带雨林蚂蚁类群结构与多样性。通过以上工作,较好地揭示了滇南地区热带雨林蚂蚁物种多样性规律。之后,徐正会等<sup>[6-9]</sup>相继报道高黎贡山自然保护区蚂蚁群落与物种多样性。刘红等<sup>[10]</sup>报道了山东曲阜地区蚂蚁群落结构与物种多样性。贺虹

等<sup>[11]</sup>调查了秦岭太白山不同生境蚂蚁的物种多样性。总体来看,国内蚂蚁物种多样性研究以滇南热带雨林区最活跃,北方地区已经逐步展开。有关昆明西山森林公园蚂蚁的报道已有 3 篇,程亮<sup>[12]</sup>初步调查比较了西山森林公园猛蚁亚科 (Ponerinae)、切叶蚁亚科 (Mymicinae)、臭蚁亚科 (Dolichoderinae)、蚁亚科 (Formicinae) 4 个亚科在生境、蚁巢方位和食性等方面的差异,但没有确定种类;徐正会等<sup>[13]</sup>报道了采自西山森林公园的细蚁亚科 2 新种;杨俊伍等<sup>[14]</sup>报道了昆明西山森林公园东坡蚂蚁的分类研究。本文首次报道昆明西山森林公园东坡蚂蚁群落的结构与特征,以揭示其物种多样性规律。

## 1 研究样地

依据昆明西山森林公园的自然地貌从南向北将其划分为龙门、聂耳墓、太华寺、华亭寺、高峣 5 个部分,每个部分调查 1 个垂直带。沿山体往上海拔每上升 100 m 选定一块样地,样地海拔确定为 1 950、2 050、2 150、2 250、2 350 m。样地无需限定面积,每块样地调查 5 个样方,间距 10 m。西山森林公园东坡 5 个垂直带各样地概况汇总于表 1。

表 1 蚂蚁群落调查样地概况

样地编号	地点	海拔 /m	坡向	坡度 / (°)	土壤类型	植被类型性质	郁闭度	灌木盖度 / %	草本盖度 / %	地被物盖度 / %	地被物厚度 / cm
1	龙门	2 350	N	25	褐色红壤	石灰岩次生灌丛	0.1	20	30	30	1~2
2	龙门	2 250	NE	45	红褐色红壤	滇青冈原始林	0.8	5	10	40	3~4
3	龙门	2 150	E	40	红褐色红壤	滇青冈原始林	0.7	40	50	95	3~5
4	龙门	2 050	NE	35	红褐色红壤	常绿阔叶次生林	0.7	40	70	100	3~5
5	龙门	1 950	NE	25	红色红壤	干香柏次生林	0.2	30	95	20	1~2
6	聂耳墓	2 350	N	25	红褐色红壤	华山松次生林	0.2	90	10	100	3~5
7	聂耳墓	2 250	NE	25	红褐色红壤	针阔叶混交次生林	0.8	20	5	100	3~5
8	聂耳墓	2 150	N	30	黄褐色红壤	华山松次生林	0.6	40	90	100	2~4
9	聂耳墓	2 050	E	35	红色红壤	次生灌丛	0.2	20	95	20	1~2
10	聂耳墓	1 950	E	40	黑褐色红壤	次生草丛	0.0	20	80	60	1~3
11	太华寺	2 350	NE	40	黄褐色红壤	华山松原始林	0.6	50	30	100	2~4
12	太华寺	2 250	E	30	黄色红壤	华山松原始林	0.8	70	5	100	3~5
13	太华寺	2 150	E	35	黄色红壤	针阔叶混交次生林	0.7	50	20	100	2~4
14	太华寺	2 050	E	30	红褐色红壤	针叶林混交次生林	0.8	50	30	100	3~5
15	太华寺	1 950	E	30	红褐色红壤	针阔叶混交次生林	0.7	30	80	100	2~4
16	华亭寺	2 250	NE	35	黄色红壤	针阔叶混交原始林	0.8	60	30	100	3~5
17	华亭寺	2 150	E	30	黄色红壤	云南油杉次生林	0.5	35	30	100	3~5
18	华亭寺	2 050	E	30	黄褐色红壤	云南油杉次生林	0.6	35	30	100	2~5
19	华亭寺	1 950	NE	25	黄褐色红壤	针阔叶混交次生林	0.6	20	50	100	2~5
20	高峣	2 150	NE	30	黄色红壤	针阔叶混交次生林	0.4	50	40	100	3~5
21	高峣	2 050	E	30	黄色红壤	针叶混交次生林	0.4	50	40	100	2~4
22	高峣	1 950	E	35	黄褐色红壤	华山松次生林	0.3	20	100	40	1~3

注:表中涉及树种学名为 滇青冈 (*Cyclobalanopsis glaucooides* Schott), 干香柏 (*Cupressus duclouxiana* Hickel), 华山松 (*Pinus amandii* Franch), 云南油杉 (*Keteleeria evelyniana* Mast)。

## 2 研究方法

### 2.1 研究方法

蚂蚁调查采用徐正会等<sup>[1,6]</sup>制订的蚂蚁样地调查法。标本制作采用徐正会等<sup>[1]</sup>制订的蚂蚁标本制作方法。鉴定蚂蚁物种使用的主要文献有 Bingham<sup>[15]</sup>, Bolton<sup>[16]</sup>, 吴坚等<sup>[17]</sup>, 徐正会等<sup>[18]</sup>。

### 2.2 群落主要指标数据处理

(1) 物种多样性指数: 采用 Shannon-Wiener 物种多样性公式计算物种多样性指数。式中:  $P_i = N_i / N$ ,  $N_i$  是第  $i$  个物种的个体数,  $N$  是  $S$  个物种的个体总数。

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

(2) 均匀度指数: 采用 Pielou 均匀度公式计算均匀度指数。式中:  $H$  是 Shannon-Wiener 物种多样性指数,  $S$  是物种数目。

$$E = H / \ln S$$

(3) 优势度指数: 采用 Simpson 优势度公式计算优势度指数。式中:  $P_i = N_i / N$ ,  $N_i$  是第  $i$  个物种的个体数,  $N$  是  $S$  个物种的个体总数。

$$C = \sum_{i=1}^s (P_i)^2 = \sum_{i=1}^s (N_i / N)^2$$

(4) 群落相似性系数: 采用 Jaccard 相似性公式计算相似性系数。式中:  $c$  为两个群落的共同物种数,  $a$  和  $b$  分别为群落 A 和群落 B 的物种数。根据 Jaccard 相似性原理, 当  $q$  为 0.00 ~ 0.25 时为极不相似, 当  $q$  为 0.25 ~ 0.50 时为中等不相似, 当  $q$  为 0.50 ~ 0.75 时为中等相似, 当  $q$  为 0.75 ~ 1.00 时为极相似。

$$q = c / (a + b - c)$$

## 3 结果分析

### 3.1 物种名录

昆明西山森林公园东坡 5 个垂直带的蚂蚁标本经鉴定有 6 亚科、27 属、58 种, 其中包括 44 个已知种, 14 个待定种。物种名录如下:

- (1) 钝猛蚁 sp. 1 *Amblyopone* sp. 1
- (2) 卷尾猛蚁 sp. 1 *Proceratum* sp. 1
- (3) 长腹卷尾猛蚁 *Proceratum longigaster* Karavaiev
- (4) 黄足厚结猛蚁 *Pachycondyla luteipes* (Mayr)
- (5) 多毛厚结猛蚁 *Pachycondyla pilosior*

(Wheeler)

- (6) 邵氏厚结猛蚁 *Pachycondyla sauteri* Forel
- (7) 爪哇厚结猛蚁 *Pachycondyla javana* (Mayr)
- (8) 猛蚁 sp. 1 *Ponera* sp. 1
- (9) 猛蚁 sp. 2 *Ponera* sp. 2
- (10) 邵氏姬猛蚁 *Hypoconera sauteri* (Forel)
- (11) 维希努行军蚁 *Dorylus vishnui* Wheeler
- (12) 叉颚原细蚁 *Protanilla furcandibula* Xu

et Zhang

- (13) 昆明细蚁 *Leptanilla kumingensis* Xu et Zhang

Zhang

- (14) 大阪举腹蚁 *Crematogaster osakensis* Forel
- (15) 黑褐举腹蚁 *Crematogaster rogenhoferi* Mayr
- (16) 立毛举腹蚁 *Crematogaster ferrarii* Emery
- (17) 勤勉举腹蚁 *Crematogaster laboriosa* Smith
- (18) 光亮举腹蚁 *Crematogaster politula* Forel
- (19) 稀切叶蚁 sp. 1 *Oliganymex* sp. 1
- (20) 阿诗玛无刺蚁 *Kartidris ashima* Xu et Zheng
- (21) 纤细小家蚁 *Monomorium gracillimum* Smith
- (22) 条纹切叶蚁 *Mymecina striata* Emery
- (23) 丽塔红蚁 *Mymecina ritae* Emery
- (24) 马格丽特红蚁 *Mymecina margaritae* Emery
- (25) 舒尔盘腹蚁 *Aphaenogaster schurri* Forel
- (26) 罗氏盘腹蚁 *Aphaenogaster rothneyi* Forel
- (27) 中日盘腹蚁 *Aphaenogaster japonica* Forel
- (28) 西氏盘腹蚁 *Aphaenogaster lepida* Wheeler
- (29) 家盘腹蚁 *Aphaenogaster famelica* (Smith)
- (30) 棒刺大头蚁 *Pheidole spathifera* Forel
- (31) 尼特纳大头蚁 *Pheidole nietneri* Emery
- (32) 大头蚁 sp. 4 *Pheidole* sp. 4
- (33) 康斯坦大头蚁 *Pheidole constanciae* Forel
- (34) 皮氏大头蚁 *Pheidole pieli* Santschi
- (35) 光颚铺道蚁 *Tetramorium insolens* (Smith)
- (36) 拉帕铺道蚁 *Tetramorium lapannum* Bolton
- (37) 克氏铺道蚁 *Tetramorium kruepelinii* Forel
- (38) 细胸蚁 sp. 1 *Leptothorax* sp. 1
- (39) 细胸蚁 sp. 2 *Leptothorax* sp. 2
- (40) 心结蚁 sp. 1 *Cardiocondyla* sp. 1
- (41) 荷氏狡臭蚁 *Techononymex homi* Forel
- (42) 无毛凹臭蚁 *Ochetellus glaber* Mayr
- (43) 拟哀弓背蚁 *Camponotus pseudolendus* Wu et

Wang

- (44) 弓背蚁 sp. 1 *Camponotus* sp. 1

- (45)拟毛蚁 *sp. 2 Pseudolasius sp. 2*  
 (46)双齿唇拟毛蚁 *Pseudolasius bidenticeps*  
 Xu  
 (47)普通拟毛蚁 *Pseudolasius familiaris* (Smith)  
 (48)丝光蚁 *Formica fusca* Linnaeus  
 (49)大眼平结蚁 *Prenolepis magnocula* Xu  
 (50)平结蚁 *sp. 1 Prenolepis sp. 1*  
 (51)邵氏立毛蚁 *Paratrechina sauteri* Forel  
 (52)布立毛蚁 *Paratrechina bourbonica* (Forel)  
 (53)缅甸立毛蚁 *Paratrechina bimana* Forel  
 (54)黄足立毛蚁 *Paratrechina flavipes* (Smith)  
 (55)立毛蚁 *sp. 4 Paratrechina sp. 4*  
 (56)黄毛蚁 *Lasius flavus* (Fabricius)  
 (57)毛蚁 *sp. 1 Lasius sp. 1*  
 (58)奇异毛蚁 *Lasius alienus* (Foerster)

在上述物种之中,叉颚原细蚁 *Protanilla furcomandibula* Xu et Zhang和昆明细蚁 *Leptanilla kunmingensis* Xu et Zhang为昆明西山森林公园的特有种,在其他地区尚未发现。

### 3.2 群落指标

3.2.1 物种数目 在东坡各样地蚂蚁群落中,物种数目在 2~13 种之间,其中聂耳墓垂直带 1 950 m 次生草丛和 2 050 m 次生灌丛物种数目最高,均达到 13 种;华亭寺垂直带 1 950 m 针阔叶混交次生林和 2 150 m 云南油杉次生林物种数目最低,均只有 2 种。在龙门、聂耳墓、太华寺 3 个垂直带上,物种数目大体呈现随海拔升高而降低的趋势,但规律性不完整;华亭寺和高峣 2 个垂直带上物种数目没有规律。在 5 个水平带上,物种数目均缺少规律性(表 2)。

表 2 各样地蚂蚁群落主要指标

主要指标	海拔 /m	龙门	聂耳墓	太华寺	华亭寺	高峣
物种数目 <i>S</i>	2 350	5	9	6	-	-
	2 250	5	3	5	6	-
	2 150	5	10	7	2	11
	2 050	6	13	11	8	6
	1 950	12	13	11	2	11
个体密度 <i>D</i> / (头 · m <sup>-2</sup> )	2 350	80.2	223.8	153.6	-	-
	2 250	6.2	17.6	141.6	13.8	-
	2 150	90.8	348.4	65.4	23.0	561.4
	2 050	257.4	148.4	123.4	886.4	408.8
	1 950	659.4	32.6	76.0	1 808.2	195.6
物种多样性指数 <i>H</i>	2 350	0.431	0.993	0.652	-	-
	2 250	1.165	0.713	0.428	0.348	-
	2 150	1.071	0.920	1.115	0.050	1.158
	2 050	0.804	1.461	1.222	1.435	0.986
	1 950	1.173	1.555	1.519	0.156	1.289
均匀度指数 <i>E</i>	2 350	0.268	0.452	0.365	-	-
	2 250	0.724	0.649	0.266	0.194	-
	2 150	0.666	0.399	0.573	0.072	0.483
	2 050	0.449	0.570	0.509	0.550	0.550
	1 950	0.472	0.606	0.633	0.225	0.538
优势度指数 <i>C</i>	2 350	0.818	0.420	0.693	-	-
	2 250	0.403	0.609	0.816	0.568	-
	2 150	0.386	0.560	0.428	0.983	0.409
	2 050	0.545	0.363	0.373	0.434	0.442
	1 950	0.184	0.333	0.301	0.900	0.354

3.2.2 个体密度 在东坡各样地蚂蚁群落中,个体密度在 6.2~1 808.2 头 · m<sup>-2</sup> 之间,变幅极大。其中龙门垂直带上 2 250 m 滇青冈原始林密度最小,只有 6.2 头 · m<sup>-2</sup>;华亭寺垂直带上 1 950 m 针阔叶混交次生林密度最大,达到 1 808.2 头 · m<sup>-2</sup>。在垂直带上,龙门和华亭寺 2 个垂直带个体密度大体呈现随海拔升高依次递减规律,而聂耳墓、太华寺、高峣等 3 个垂直带个体密度大体呈现随海拔升高而递增趋势,但规律性不够完整。在水平带上,个体密度

缺乏规律性(表 2)。

3.2.3 物种多样性指数 东坡各样地蚂蚁群落的物种多样性指数在 0.050~1.555 之间。其中华亭寺垂直带 2 150 m 云南油杉次生林物种多样性指数最低,只有 0.050,聂耳墓垂直带 1 950 m 次生草丛物种多样性指数最高,达到 1.555。在聂耳墓和太华寺垂直带上,物种多样性指数表现随海拔升高依次降低规律,但在山体顶部出现增高例外;在龙门、

华亭寺、高峣 3 个垂直带上,物种多样性指数没有规律。在山体上部 2 250 m 水平带上,物种多样性指数表现从南向北依次降低规律;在其余水平带上,物种多样性指数没有规律(表 2)。

3.2.4 均匀度指数 东坡各样地蚂蚁群落的均匀度指数在 0.072 ~ 0.724 之间。其中龙门垂直带 2 250 m 滇青冈原始林均匀度指数最高,达到 0.724;华亭寺垂直带 2 150 m 云南油杉次生林均匀度指数最低,只有 0.072。在垂直带上,随海拔升高均匀度指数缺乏规律。在 2 250 m 水平带上,从南向北均匀度指数依次递减;在其余水平带上,均匀度指数缺乏规律(表 2)。

3.2.5 优势度指数 东坡各样地蚂蚁群落的优势度指数变幅在 0.184 ~ 0.983 之间。其中龙门垂直带 1 950 m 干香柏次生林的优势度指数最低,只有 0.184,华亭寺垂直带 2 150 m 云南油杉次生林的优势度指数最大,达到 0.983。在龙门、聂耳墓、太华寺 3 个垂直带上,优势度指数基本呈现随海拔升高逐渐降低规律,但规律性不够完整,某些样地有例

外;华亭寺和高峣垂直带的优势度指数缺乏规律。在水平带上优势度指数没有规律性(表 2)。

### 3.3 相似性系数

3.3.1 垂直带蚂蚁群落相似性系数 南段龙门垂直带 5 块样地蚂蚁群落之间相似性系数均在 0.00 ~ 0.25 之间,处于极不相似水平。中南段聂耳墓垂直带 5 块样地蚂蚁群落之间相似性系数均在 0.00 ~ 0.25 之间,处于极不相似水平。中段太华寺垂直带 5 块样地蚂蚁群落之间,海拔 2 350 m 华山松原始林与海拔 2 250 m 华山松原始林相似性系数为 0.375,达到中等不相似水平;其余样地之间相似性系数均在 0.00 ~ 0.25 之间,处于极不相似水平。中北段华亭寺垂直带 4 块样地蚂蚁群落之间,2 050 m 云南油杉次生林和 1 950 m 针阔叶混交次生林相似性系数为 0.333,达到中等不相似水平;其余样地之间相似性系数均在 0.00 ~ 0.25 之间,处于极不相似水平。北段高峣垂直带 3 块样地蚂蚁群落之间相似性系数均在 0.00 ~ 0.25 之间,处于极不相似水平(表 3)。

表 3 垂直带蚂蚁群落相似性系数

位置		相似性系数 $q$			
		a 石灰岩灌丛	b 滇青冈林	c 滇青冈林	d 常绿阔叶林
		2 350 m	2 250 m	2 150 m	2 050 m
南段 龙门	b 滇青冈林 2 250 m	0.111			
	c 滇青冈林 2 150 m	0.111	0.111		
	d 常绿阔叶林 2 050 m	0.100	0.100	0.000	
	e 干香柏林 1 950 m	0.063	0.133	0.063	0.059
		a 华山松林	b 针阔叶混交林	c 华山松林	d 次生灌丛
		2 350 m	2 250 m	2 150 m	2 050 m
中南段 聂耳墓	b 针阔叶混交林 2 250 m	0.091			
	c 华山松林 2 150 m	0.118	0.083		
	d 次生灌丛 2 050 m	0.000	0.000	0.045	
	e 次生草丛 1 950 m	0.000	0.000	0.000	0.182
		a 华山松林	b 华山松林	c 针阔叶混交林	d 针叶混交林
		2 350 m	2 250 m	2 150 m	2 050 m
中段 太华寺	b 华山松林 2 250 m	0.375			
	c 针阔叶混交林 2 150 m	0.083	0.200		
	d 针叶混交林 2 050 m	0.063	0.143	0.200	
	e 针阔叶混交林 1 950 m	0.133	0.000	0.125	0.158
		b 针阔叶混交林	c 云南油杉林	d 云南油杉林	
		2 250 m	2 150 m	2 050 m	
中北段 华亭寺	c 云南油杉林 2 150 m	0.000			
	d 云南油杉林 2 050 m	0.091	0.000		
	e 针阔叶混交林 1 950 m	0.000	0.000	0.333	
		c 针阔叶混交林	d 针叶林混交林		
		2 150 m	2 050 m		
北段 高峣	d 针叶混交林 2 050 m	0.214			
	e 华山松林 1 950 m	0.100	0.214		

3.3.2 水平带蚂蚁群落相似性系数 海拔 2 350 m 水平带上,3块样地蚂蚁群落之间相似性系数均在 0.00~0.25 之间,处于极不相似水平。海拔 2 250 m 水平带上,4块样地蚂蚁群落之间相似性系数均在 0.00~0.25 之间,处于极不相似水平。海拔 2 150 m 水平带上,聂耳墓华山松次生林与高峣针阔叶混交次生林之间相似性系数为 0.313,达到中等不相似水平;其余样地之间相似性系数均在 0.00~0.25 之间,处于极不相似水平。海拔 2 050 m 水平

带上,太华寺针叶混交次生林与华亭寺云南油杉次生林之间相似性系数为 0.357,达到中等不相似水平;其余样地之间相似性系数均在 0.00~0.25 之间,处于极不相似水平。海拔 1 950 m 水平带上,龙门干香柏次生林与高峣华山松次生林之间相似性系数为 0.278,达到中等不相似水平;其余样地之间相似性系数均在 0.00~0.25 之间,处于极不相似水平(表 4)。

表 4 水平带蚂蚁群落相似性系数

海拔 /m	相似性系数 $q$				
2 350		a 龙门 石灰岩灌丛	b 聂耳墓 华山松林		
	b 聂耳墓华山松林	0.083			
	c 太华寺华山松林	0.250	0.000		
2 250		a 龙门 滇青冈林	b 聂耳墓 针阔叶混交林	c 太华寺 华山松林	
	b 聂耳墓针阔叶混交林	0.000			
	c 太华寺华山松林	0.250	0.143		
	d 华亭寺针阔叶混交林	0.100	0.125	0.222	
2 150		a 龙门 滇青冈林	b 聂耳墓 华山松林	c 太华寺 针阔叶混交林	d 华亭寺 云南油杉林
	b 聂耳墓华山松林	0.000			
	c 太华寺针阔叶混交林	0.200	0.133		
	d 华亭寺云南油杉林	0.000	0.200	0.000	
	e 高峣针阔叶混交林	0.143	0.313	0.200	0.182
2 050		a 龙门 常绿阔叶林	b 聂耳墓 灌丛	c 太华寺 针叶混交林	d 华亭寺 云南油杉林
	b 聂耳墓灌丛	0.000			
	c 太华寺针叶混交林	0.000	0.056		
	d 华亭寺云南油杉林	0.000	0.000	0.357	
	e 高峣针叶混交林	0.000	0.063	0.167	0.100
1 950		a 龙门 干香柏林	b 聂耳墓 草丛	c 太华寺 针阔叶混交林	d 华亭寺 针阔叶混交林
	b 聂耳墓草丛	0.136			
	c 太华寺针阔叶混交林	0.211	0.091		
	d 华亭寺针阔叶混交林	0.077	0.071	0.182	
	e 高峣华山松林	0.278	0.143	0.222	0.083

### 4 讨论

在昆明西山森林公园东坡各个样地旱季的蚂蚁群落中,物种数目在 2~13 种之间,个体密度在 6.2~1 808.2 头·m<sup>-2</sup> 之间,优势度指数在 0.184~0.983 之间,物种多样性指数在 0.050~1.555 之间,均匀度指数在 0.072~0.724 之间。在旱季的西双版纳地区,物种数目在 3~45 种之间,个体密度在 19.6~7 732.2 头·m<sup>-2</sup> 之间,优势度指数在 0.137~0.960 之间,物种多样性指数在 0.114~2.107 之

间,均匀度指数在 0.045~0.716 之间<sup>[1]</sup>。在旱季的高黎贡山自然保护区东坡,物种数目在 0~41 种之间,个体密度在 0.0~2 760.4 头·m<sup>-2</sup> 之间,优势度指数在 0.134~1.000 之间,物种多样性指数在 0.000~2.553 之间,均匀度指数东坡在 0.183~1.000 之间<sup>[8,9]</sup>。

比较结果显示,西山森林公园蚂蚁群落的物种数目下限低于西双版纳而高于高黎贡山,上限显著低于西双版纳和高黎贡山;个体密度下限低于西双版纳而高于高黎贡山,上限显著低于西双版纳,明显

低于高黎贡山;优势度指数下限高于西双版纳和高黎贡山,上限高于西双版纳而低于高黎贡山;物种多样性指数下限低于西双版纳而高于高黎贡山,上限显著低于西双版纳和高黎贡山;均匀度指数上、下限均高于西双版纳而低于高黎贡山。结果说明西山森林公园的蚂蚁群落在物种数目、个体密度、物种多样性指数方面均低于西双版纳和高黎贡山,但在均匀度指标上略高于西双版纳。究其原因,西双版纳和高黎贡山自然保护区保存了大量比西山森林公园完好的原始植被,而且低海拔地区分布有更为丰富的蚂蚁物种,因此有较高的稳定性和多样性。另一方面,西山毕竟地处云南高原面上,其蚂蚁物种普遍适应高原气候,蚂蚁群落因而具有较高的均匀度。

在垂直带上,物种数目、物种多样性指数和均匀度指数随着海拔升高基本呈现递减趋势,而优势度指数基本呈现递增趋势,这种规律性在中段太华寺垂直带表现最明显,在中南段聂耳墓垂直带表现明显,在南段龙门垂直带表现较不明显,而在中北段华亭寺和北段高峣垂直带缺乏规律性。个体密度在南段龙门和中北段华亭寺垂直带表现随着海拔升高依次递减规律,在其余垂直带缺乏规律性。在水平带上,物种多样性指数和均匀度指数在 2 250 m 水平带上呈现从南向北依次递减规律,在其余水平带上均缺乏规律性,其余指标在水平带上也没有规律性。究其原因,龙门和聂耳墓垂直带处于典型喀斯特地貌区域,其植被质量劣于其他垂直带;高峣和华亭寺垂直带受到居民和游客干扰较大,蚂蚁群落稳定性较低;水平带上,山体上部易受气候变化影响,山体下部受到人类较多干扰,蚂蚁群落稳定水平相应低于山体中部。

从生物多样性保护角度来看,在西山森林公园东坡 5 个垂直带上,以中段太华寺垂直带植被保护最好,中南段聂耳墓垂直带较好,南段龙门垂直带较差,中北段华亭寺和北段高峣垂直带最差。在水平带上,以海拔 2 250 m 山体中上部植被结构最好。

在垂直带上,39 组样地蚂蚁群落的相似性系数中,有 37 组样地之间相似性系数在 0.00 ~ 0.25 之间,处于极不相似水平,占 94.9%;只有 2 组样地之间相似性系数在 0.25 ~ 0.50 之间,达到中等不相似水平,占 5.1%。在水平带上,39 组样地蚂蚁群落的相似性系数中,有 34 组样地之间相似性系数在 0.00 ~ 0.25 之间,处于极不相似水平,占 87.2%;只有 5

组样地之间相似性系数在 0.25 ~ 0.50 之间,达到中等不相似水平,占 12.8%。可见西山森林公园东坡虽然范围不大,但无论垂直带或水平带上,蚂蚁群落之间的差异显著,多样性丰富。

#### 参考文献:

- [1] 徐正会,曾光,柳太勇,等. 西双版纳地区不同植被亚型蚁科昆虫群落研究[J]. 动物学研究,1999,20(2):118~125
- [2] 徐正会,杨比伦,胡刚. 西双版纳片断山地雨林蚁科昆虫群落研究[J]. 动物学研究,1999,20(4):288~293
- [3] 徐正会,柳太勇,何云峰,等. 西双版纳四种植被亚型原始林和次生林蚂蚁群落比较研究[J]. 动物学研究,1999,20(5):360~364
- [4] 张智英,曹敏,杨效东,等. 西双版纳片断季节性雨林蚂蚁物种多样性研究[J]. 动物学研究,2000,21(1):70~75
- [5] 杨效东,余宇平,张智英,等. 西双版纳傣族“龙山”片断热带雨林蚂蚁类群结构与多样性研究[J]. 生态学报,2001,21(8):1321~1328
- [6] 徐正会,李继乖,付磊,等. 高黎贡山自然保护区西坡垂直带蚂蚁群落研究[J]. 动物学研究,2001,22(1):58~63
- [7] 徐正会,龙启珍,付磊,等. 高黎贡山自然保护区西坡水平带蚂蚁群落研究[A]. 见:廉振民,等. 动物科学[M]. 西安:陕西师范大学出版社,2002:286~294
- [8] 徐正会,蒋兴成,陈志强,等. 高黎贡山自然保护区东坡垂直带蚂蚁群落研究[J]. 林业科学研究,2001,14(2):115~124
- [9] 徐正会,吴定敏,陈志强,等. 高黎贡山自然保护区东坡水平带蚂蚁群落研究[J]. 林业科学研究,2001,14(6):603~609
- [10] 刘红,袁兴中,张承德. 山东曲阜地区蚂蚁群落结构及物种多样性研究[J]. 生物多样性,2002,10(3):298~304
- [11] 贺虹,魏琰,刘育生. 太白山不同生境蚂蚁的物种多样性研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2003,31(3):141~144
- [12] 程量. 昆明西山蚁类生态学的调查[J]. 生态学报,1982,2(4):383~389
- [13] Xu Zhenghui, Zhang Jiling. Two new species of the ant subfamily Leptanillinae from Yunnan, China (Hymenoptera: Formicidae)[J]. Acta Zootaxonomica Sinica, 2002, 27(1): 139~144
- [14] 杨俊伍,徐正会,梅象信,等. 昆明西山东坡蚂蚁分类研究[J]. 西南林学院学报,2004,24(4):26~37
- [15] Bingham C T. The fauna of British India, including Ceylon and Burma Hymenoptera 2. Ants and cuckoo-wasps [M]. London: Taylor and Francis, 1903
- [16] Bolton B. Identification guide to the ant genera of the world [M]. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1994
- [17] 吴坚,王常禄. 中国蚂蚁[M]. 北京:中国林业出版社,1995
- [18] 徐正会. 西双版纳自然保护区蚁科昆虫生物多样性研究[M]. 昆明:云南科技出版社,2002