

藏东南嘎隆拉和墨脱河谷蚂蚁群落研究

刘霞, 徐正会*, 于娜娜, 张成林, 周雪英

(西南林业大学林学院 云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224)

摘要: [目的] 为了揭示藏东南地区蚂蚁群落的生态学规律, 对藏东南嘎隆拉和墨脱河谷不同样地的蚂蚁群落进行了调查研究, 揭示藏东南地区蚂蚁多样性。[方法] 采用样地调查法和手拣法进行调查; 利用 EstmaeteS 9.1.0 程序对数据进行处理, 分析抽样充分性; 利用多样性分析法, 分析了蚂蚁群落的组成、优势种、物种多样性、群落均匀度及群落相似性等群落特征。[结果] 合计发现蚁科 Formicidae 昆虫 8 亚科, 45 属, 96 种。分析发现, 不同植被类型优势种和稀有种组成不同, 稀有种较多。低海拔区域的沟谷雨林和常绿阔叶林蚂蚁优势种具有明显的热带和亚热带特征。多样性分析发现, 各样地中的蚂蚁群落物种丰富度 0~42 种, 个体密度 0.0~1 805.6 头·m⁻², 多样性指数 0~2.285 5, 均匀度指数 0.251 0~0.873 6, 优势度指数 0.147 0~1.000 0。其中海拔 1 200 m 沟谷雨林的蚂蚁物种丰富度最高 (42 种); 海拔 1 450 m 季风常绿阔叶林的多样性指数最高 (2.285 5), 优势度最低 (0.147 0); 海拔 2 960 m 高山松林均匀度指数最高 (0.873 6); 高海拔的针叶林蚂蚁物种丰富度和多样性均最低, 优势度最高。北坡分布的物种稀少, 南坡物种丰富; 群落相似性系数表明不同海拔和植被的蚂蚁群落间差异显著。[结论] 嘎隆拉和墨脱河谷生境存在明显差异, 蚂蚁群落的物种数目、个体密度、多样性指数和均匀度指数总体呈现随海拔升高和植被的更替而降低的规律, 但在南坡下部和中部出现 2 个峰值, 分别为热带和温带物种的聚集群, 表现出多域效应现象 (Multi-Domain Effect)。植被、海拔和坡向对蚂蚁物种的分布和多样性影响深刻。

关键词: 蚁科; 物种多样性; 群落相似性; 植被类型; 西藏

中图分类号: S718.7

文献标识码: A

文章编号: 1001-1498(2017)01-0034-07

Ant Species Diversity of Mount Galongla and Medog Valley in Southeastern Tibet

LIU Xia, XU Zheng-hui, YU Na-na, ZHANG Cheng-lin, ZHOU Xue-ying

(Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control in Yunnan Province, College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: [Objective] In order to reveal the ecological role of ant community in southeastern Tibet, the ant communities of different sample-plot from Mount Galongla and Medog Valley were investigated. [Method] Sample-plot and hand picking method were used to investigate the ant communities of different sample-plot; EstmaeteS 9.1.0 program was used to process the data and to analyze the adequacy of sampling. The diversity analysis method was used to analyze the community characteristics, including composition of ant community, dominant species, diversity and evenness of community and community similarity. [Result] In total, 96 ant species belonging to 8 subfamilies and 45 genera of Formicidae were recognized. Analysis shows that composition of dominant and rare species are various in different vegetation types, but most species are rare ones. The dominant species have obvious tropical and subtropical characters in valley rainforest and evergreen broadleaf forest in lower altitude areas. The results show

收稿日期: 2015-11-18

基金项目: 国家自然科学基金项目 (Nos. 30870333, 31260521)、西南林业大学云南省省级重点学科 (林学) (No. 5009750101-8)、云南省林学一流学科建设项目 (No. 51600625) 资助。

作者简介: 刘霞 (1981—), 女, 博士, 主要从事森林昆虫的教学与研究工作

* 通讯作者: 徐正会, 教授, E-mail: xuzhenghui1962@163.com.

that the ant species richness in different sample plots ranges between 0 ~ 42, the diversity indexes range between 0 ~ 2.285 5, the evenness indexes range between 0.251 0 ~ 0.873 6, and the dominant indexes range between 0.147 0 ~ 1.000 0. The richness of ant species is the highest in tropical valley rainforest at the altitude of 1 200 m (42 species). The diversity of ant community is the highest in subtropical evergreen broadleaf forest at the altitude of 1 450 m (2.285 5), meanwhile the dominance is the lowest (0.147 0). However, the evenness of ant community is the highest in *Pinus densata* forest at the altitude of 2 960 m. And both the richness and diversity of ant community are the lowest in coniferous forest at high altitude zone, but the dominance is the highest. Few species lives on the north slope, and the most species dwells on south slope. Similarity analysis shows significant difference among ant communities from different altitude and vegetation types. [Conclusion] It is concluded that the habitats of Mount Galongla and Medog Valley are remarkable different and the amount, individual density, diversity and evenness indexes of ant species are decreasing with altitude raising, but two index peaks appear at lower and middle portions of the south slope, where are inhabited by the assembles of tropical and temperate species respectively, and shows a Multi-Domain Effect. The distribution and diversity of ant species are deeply influenced by vegetation, altitude and slop direction.

Keywords: Formicidae; species diversity; community similarity; vegetation types; Tibet

蚂蚁是一类分布极广的社会性昆虫,除两极、冰岛和格陵兰岛外,在陆地生态环境中均能发现其踪迹^[1],且与人类关系密切,对环境敏感而常被作为环境变化的指示物种^[2]。其分布和多样性与植被和海拔关系密切^[3-6]。西藏位于青藏高原面上,其高大的山体强烈影响着高原上空的气流循环,加之地势作用,植物群落差异显著,进而形成了昆虫的组成特征,包括蚂蚁。

我国蚁类学家对西藏蚂蚁的研究始于唐觉先生的报道^[7-9],周善义^[10]又报道了雅鲁藏布大峡谷的蚂蚁4亚科16属30种。但这些报道仅限于蚂蚁分类和区系的调查,并未涉及蚂蚁多样性的研究。直到近几年,对西藏蚂蚁群落的研究报道仍十分有限,张成林等^[11]、于娜娜等^[12]、刘霞等^[13]和莫福燕等^[14]先后对藏东南色季拉山、德姆拉山东西坡和喜马拉雅山亚东段的蚂蚁群落进行研究报道。嘎隆拉地处横断山与喜马拉雅山的交汇地带,河流强烈下切,在很短的距离内形成巨大的高差,植被也呈现出连续垂直分布的特点。本文对植被呈现连续垂直分布的嘎隆拉和墨脱河谷蚂蚁群落进行研究报道,对完整揭示藏东南地区蚂蚁多样性规律具有重要科学意义。

1 研究区域概况

嘎隆拉位于林芝地区波密县和墨脱县交界处,沿南坡下延进入墨脱河谷,雅鲁藏布江向南拐弯后流经河谷,是横断山与喜马拉雅山交汇之地。由于

河流强烈下切,在很短的距离内出现巨大的高差,显示出显著的垂直气候特点。南坡深受印度洋季风影响,气候多变,常年多雨雪。通过实地调查,各样地自然概况见表1。

2 研究方法

2.1 取样与调查方法

2.1.1 样地调查法 在嘎隆拉和墨脱河谷的不同海拔植被中选取样地,海拔每上升250 m选取1块样地,样地大小100 m × 100 m。每块选定的样地内横向设置5个样方,样方大小1 m × 1 m,样方间距10 m。每个样方由地表样、土壤样和树冠样组成。将采集的标本用95%乙醇保存于2 mL冻存管中,书写标签,带回实验室进行鉴定分析^[15-16]。

2.1.2 手拣法 根据蚂蚁的栖息特性在样地内样方外搜寻所有蚂蚁可能的栖息场所,包括裸地、落叶层、苔藓、草丛、石头下、朽木下、朽木内、植物上等,发现蚂蚁后用镊子采集放入盛有95%乙醇溶液的冻存管中,并书写标签,其中来自同巢的蚂蚁需放在同一冻存管中,每个蚁巢最多采集30头个体,不同生境的蚂蚁分别放在不同的冻存管中^[17-18]。

2.2 数据处理

利用EstmaeteS9.1.0 (Version9, R. K. Colwell)程序对数据进行处理,分析抽样充分性,同时采用非参数估计方法(基于多度ACE方法、基于频数ICE方法和Chao 2方法)对物种丰富度进行估计^[19-20]。群落多样性采用以下指标进行测度。

表1 嘎隆拉和墨脱河谷蚂蚁群落调查样地概况

Table 1 General condition of sample plots for ant community investigation at Mount Galongla and Medog Valley

样地编号 Sample number	地点 Site	海拔 Altitude /m	坡向 Slop aspect	坡度 Gradient x°	土壤类型 (ST)	土壤湿度 (SH)	植被类型 (VT)	乔木郁闭度 (MCD)	灌木盖度(SC) /%	草本盖度(HC) /%	地被物盖度(GCC) /%	地被物厚度 (GCT)/cm
M1	波密扎木镇扎木村	2 960	SE	30	黄壤	湿润	高山松林	0.8	30	40	100	3~4
M2	波密县扎木镇12K	3 220	NE	30	棕壤	湿润	冷杉林	0.7	40	30	100	3~4
M3	波密县扎木镇18K	3 460	E	25	灰色沙壤	湿润	冷杉林	0.6	30	10	100	4~5
M4	波密扎木镇嘎龙寺	3 720	E	25	灰色沙壤	湿润	冷杉林	0.7	30	90	100	3~5
M5	波密扎木镇嘎龙拉	3 987	NE	37	棕壤	湿	高山柳灌丛	0	80	50	90	1
M6	墨脱达木乡嘎龙村	4 268	S	32	棕壤	湿	草甸	0	30	80	90	1
M7	墨脱达木乡嘎龙湖	3 972	S	35	棕壤	湿	杜鹃灌丛	0	80	95	95	1
M8	墨脱达木乡嘎龙拉	3 700	S	40	棕壤	湿	草丛	0	1	100	100	1~2
M9	墨脱县达木乡52K	3 460	S	20	棕壤	湿	冷杉林	0.4	40	70	100	2~3
M10	墨脱县达木乡52K	3 280	S	35	棕壤	湿	冷杉林	0.6	10	70	100	4~5
M11	墨脱县达木乡62K	2 960	S	20	棕壤	湿	铁杉林	0.7	20	80	100	8~10
M12	墨脱县达木乡70K	2 750	SW	35	灰色沙壤	湿	铁杉林	0.3	50	90	100	2~3
M13	墨脱县达木乡70K	2 540	SE	30	灰色沙壤	湿	中山湿性阔叶林	0.7	20	90	100	2~3
M14	墨脱县达木乡80K	2 250	S	40	棕壤	湿润	中山湿性阔叶林	0.8	10	70	100	3~4
M15	墨脱县达木乡80K	1 960	SE	35	棕壤	湿润	季风常绿阔叶林	0.8	20	40	100	3~4
M16	墨脱县达木乡90K	1 740	SE	40	灰色沙壤	湿	季风常绿阔叶林	0.6	20	80	100	4~5
M17	墨脱县达木乡96K	1 450	SE	25	黄色沙壤	湿润	季风常绿阔叶林	0.7	60	70	100	3~4
M18	墨脱达木乡达木村	1 200	N	35	灰色沙壤	湿	沟谷雨林	0.8	40	60	95	2~3
M19	墨脱墨脱镇米日村	1 030	W	37	灰色沙壤	湿	沟谷雨林	0.7	50	70	90	2~3
M20	墨脱背崩乡干沟村	740	W	30	灰色沙壤	湿润	沟谷雨林	0.6	70	30	100	3~4

注:土壤类型(ST) soil type;土壤湿度(SH) soil humidity;植被类型(VT) Vegetation type;乔木郁闭度(MCD) macrophanerophytes canopy density;灌木盖度(SC) shrub coverage;草本盖度(HC) herb coverage;地被物盖度(GCC) ground cover coverage;地被物厚度(GCT) ground cover thickness

(1) 物种丰富度

$S =$ 采集到的物种数

(2) Shannon-Wiener 多样性指数

$$H = - \sum P_i \ln P_i$$

P_i 为第 i 种的个体数占群落全部物种个体数之和的比值。

(3) Pielou 均匀度指数

$$E = H/\ln S$$

H 为 Shannon-Wiener 物种多样性指数, S 为物种丰富度, 即群落中物种数。

(4) Simpson 优势度指数

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

N_i 为第 i 种的个体数, N 为群落中全部物种的个体数之和。

(5) Jaccard 相似性系数

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

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。

3 结果与分析

3.1 蚂蚁群落组成

在嘎隆拉和墨脱河谷采集的蚂蚁, 经鉴定共有

96 种, 隶属于 8 亚科 45 属, 其中已知种 86 个, 待定种 10 个。在 8 亚科中, 切叶蚁亚科 (Myrmicinae) 的属、种最丰富, 有 18 属 44 种; 猛蚁亚科 (Ponerinae) 次之, 10 属 24 种; 蚁亚科 (Formicinae) 的属、种也较丰富, 有 9 属 20 种。臭蚁亚科 (Dolichoderinae)、粗角蚁亚科 (Cerapachyinae) 的属、种较匮乏, 而伪切叶蚁亚科 (Pseudomyrmecinae)、行军蚁亚科 (Dorylinae)、细蚁亚科 (Leptanillinae) 各有 1 属 1 种。在所有属中, 大头蚁属 (*Pheidole*) 的物种最丰富, 有 10 种, 占全部种类的 10.4%; 厚结猛蚁属 (*Pachycondyla*) 次之, 7 种, 占全部种类的 7.3%。

3.2 优势种、常见种和稀有种分析

依据物种个体数占总个体数的百分比确定优势种、常见种和稀有种, 其中 >10% 为优势种, 1%~10% 为常见种, <1% 为稀有种^[16]。

藏东南嘎隆拉和墨脱河谷不同植被类型中蚂蚁的优势种数目和种类见表 2。从表 2 可以看出, 不同植被类型中蚂蚁的优势种数目为 0~3 种, 其中南坡低海拔区域的沟谷雨林、季风常绿阔叶林和北坡的高山松林中蚂蚁的优势种最多 (3 种), 海拔 3 280~3 460 m 的冷杉林中蚂蚁的优势种仅 1 种, 且在草丛、灌丛和草甸中并未发现蚂蚁。至少分布于 2 种植被类型中的蚂蚁优势种有棒结红蚁 *Myrmica*

bactriana Ruzsky、里氏粗角蚁 *Cerapachys risii* Forel 和不丹窄结蚁 *Stenammas bhutanense* Urbain, 其余仅在 1 种植被类型中表现为优势种。

藏东南嘎隆拉和墨脱河谷不同海拔植被中蚂蚁群落的常见种和稀有种数目分别为 0~10 种和 0~

66 种。在南坡, 低海拔的沟谷雨林中稀有种最多 (66 种), 季风常绿阔叶林的常见种最多 (10 种), 而高海拔的冷杉林稀有种和常见种最少。北坡不同植被中大多数蚂蚁物种表现为优势种 (表 2)。

表 2 嘎隆拉和墨脱河谷不同植被蚂蚁群落优势种、常见种和稀有种比较

Table 2 Comparison of dominant, common and rare species of ant communities in different vegetations from Mount Galongla and Medog Valley

调查范围 Scope of investigation	海拔 Altitude/m	植被类型 (VT)	优势种数目 (NDS)	常见种数目 (NCS)	稀有种数目 (NRS)	优势种及其比例 Dominant Species and Propotion
北坡	2 960	高山松林	3	0	0	黑毛蚁 <i>Lasius niger</i> (Linnaeus) (58.7%) 棒结红蚁 <i>Myrmica bactriana</i> Ruzsky (23.7%) 不丹窄结蚁 <i>Stenammas bhutanense</i> Urbain (17.5%)
	3 220~3 720	冷杉林	2	0	1	棒结红蚁 <i>Myrmica bactriana</i> Ruzsky (84.6%) 史密西红蚁 <i>Myrmica smythiesii</i> Forel (15.3%)
	3 987	高山柳灌丛	0	0	0	-
	4 268	草甸	0	0	0	-
南坡	3 972	杜鹃灌丛	0	0	0	-
	3 700	草丛	0	0	0	-
	3 280~3 460	冷杉林	1	0	0	棒结红蚁 <i>Myrmica bactriana</i> Ruzsky (100%)
	2 750~2 960	铁杉林	2	2	3	不丹窄结蚁 <i>Stenammas bhutanense</i> Urbain (69.9%) 棒结红蚁 <i>Myrmica bactriana</i> Ruzsky (26.7%)
	2 250~2 540	中山湿性阔叶林	2	4	6	里氏粗角蚁 <i>Cerapachys risii</i> Forel (49.3%) 棒结红蚁 <i>Myrmica bactriana</i> Ruzsky (11.2%)
	1 450~1 960	季风常绿阔叶林	3	10	27	里氏粗角蚁 <i>Cerapachys risii</i> Forel (19.6%) 宽结小家蚁 <i>Monomorium latinode</i> Mayr (15.1%) 大眼平结蚁 <i>Prenolepis magnocula</i> Xu (14.2%)
	700~1 200	沟谷雨林	3	5	66	林氏光臭蚁 <i>Liometopum lindgreeni</i> Forel (44.4%) 邻巨首蚁 <i>Pheidologeton affinis</i> (Jerdon) (13.0%) 罗氏棒切叶蚁 <i>Rhoptromyrmex wroughtonii</i> Forel (12.1%)

注: 植被类型 (VT) vegetation type; 优势种数目 (NDS) number of dominant species; 常见种数目 (NCS) number of common species; 稀有种数目 (NRS) number of rare species

3.3 蚂蚁群落指标分析

藏东南嘎隆拉和墨脱河谷不同海拔植被蚂蚁群落的物种数目、个体密度、多样性指数、均匀度指数和优势度指数见表 3。

3.3.1 物种累计曲线分析 经调查, 随着样地数的增加, 实际观察物种数急剧上升, 当样地数达到 18 时, 才趋于平缓。该地区蚂蚁物种的实际调查值为 96, 而该地区蚂蚁物种丰富度的各估计值分别为 ACE 109.79、ICE 133.89、Chao1 107, 实际采集到的物种数约为估计值的 71.70%~87.44%, 样地中的大多数物种被采集到, 效果较好。

3.3.2 物种数 由表 3 可知, 嘎隆拉和墨脱河谷不同样地蚂蚁群落的物种数为 0~42 种, 平均 10.4 种。南坡各样地蚂蚁群落物种数目 1~42 种, 平均 13.3 种。除人类活动频繁的样地 M19 和 M20 外,

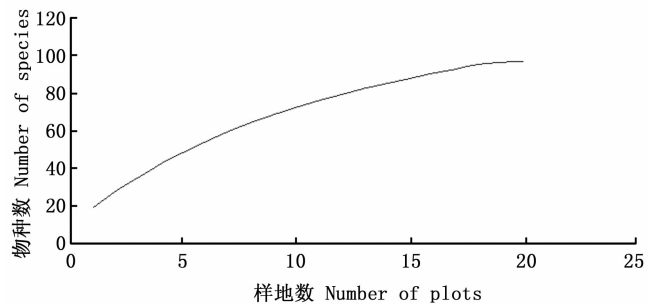


图 1 物种累计曲线

Fig. 1 Species accumulation curves

其余样地物种数随海拔的升高基本呈现下降趋势, 但并不一致。峰值出现在坡面下段海拔 1 200 m 的沟谷雨林 (42 种), 并在坡面中段海拔 2 540 m 的中山湿性阔叶林出现一个次峰值, 分别为热带物种和温带物种的聚集群。北坡各样地蚂蚁群落物种数目

0~3种,平均1.4种,高于同海拔南坡的物种数目。此外,南坡海拔3700 m以上和北坡海拔3987 m以上未发现蚂蚁。

3.3.3 个体密度 嘎隆拉和墨脱河谷不同样地蚂蚁群落的个体密度为0.0~1805.6头·m⁻²,变化幅度很大,平均值202.6头·m⁻²(表3)。南坡各样地蚂蚁群落个体密度0.0~1805.6头·m⁻²,平均值256.0头·m⁻²,随海拔升高个体密度表现出先递增后递减的规律,并在海拔2750 m突然增加后下降。从整个坡面来看,蚂蚁群落个体密度坡面下段>坡面中段>坡面上段。在坡面下段峰值出现在海拔1200 m的沟谷雨林(1805.6头·m⁻²),坡面中段峰值出现在海拔2750 m的铁杉林,坡面上段海拔3280 m的冷杉林样地未采集到蚂蚁标本,个体密度最低。北坡各样地蚂蚁群落的个体密度0.0~113.6头·m⁻²,平均42.6头·m⁻²,远高于同海拔南坡各样地蚂蚁群落个体密度。

表3 嘎隆拉和墨脱河谷不同样地蚂蚁群落主要指标

Table 3 Main indexes of ant communities at different plots from Mount Galongla and Medog Valley

样地编号位置 Sample number and site	物种 数目 (S)	个体 密度 D/ (头·m ⁻²)	多样 性指 数(H)	均匀 度指 数(E)	优势 度指 数(C)
M1 北坡2960 m	3	99.2	0.959 8	0.873 6	0.431 6
M2 北坡3220 m	1	113.6	0.000 0	-	1.000 0
M3 北坡3460 m	1	0.0	0.000 0	-	1.000 0
M4 北坡3720 m	2	0.0	0.045 4	0.065 5	0.984 6
M5 北坡3987 m	0	0.0	-	-	-
北坡平均值	1.4	42.6	0.251 3	0.469 5	0.854 1
M6 丫口4268 m	0	0.0	-	-	-
M7 南坡3972 m	0	0.0	-	-	-
M8 南坡3700 m	0	0.0	-	-	-
M9 南坡3460 m	1	5.4	0.000 0	-	1.000 0
M10 南坡3280 m	1	0.0	0.000 0	-	1.000 0
M11 南坡2960 m	1	6.4	0.000 0	-	1.000 0
M12 南坡2750 m	7	149.4	0.696 7	0.358 0	0.623 0
M13 南坡2540 m	8	22.0	1.431 6	0.688 5	0.293 1
M14 南坡2250 m	7	32.8	0.611 3	0.314 1	0.699 1
M15 南坡1960 m	7	10.6	1.280 8	0.658 2	0.410 9
M16 南坡1740 m	16	234.8	1.685 9	0.608 1	0.255 4
M17 南坡1450 m	31	239.0	2.285 5	0.665 6	0.147 0
M18 南坡1200 m	42	1805.6	0.938 1	0.251 0	0.603 5
M19 南坡1030 m	38	930.8	1.909 6	0.525 0	0.190 3
M20 南坡740 m	41	403.0	1.744 8	0.469 8	0.288 4
南坡平均值	13.3	256.0	1.048 7	0.504 3	0.542 6
总平均值	10.4	202.6	0.849 3	0.497 9	0.620 4

注:物种数目 S; species number; 个体密度 D; individual density; 多样性指数 H; diversity index; 均匀度指数 E; evenness index; 优势度指数 C; dominance index

3.3.4 多样性指数 嘎隆拉和墨脱河谷各样地蚂蚁群落多样性指数在0~2.2855之间,平均值0.8493(表3)。南坡各样地蚂蚁群落多样性指数0~2.2855,平均1.0487,多样性指数随海拔升高形成两个凸起的曲线,峰值分别出现在海拔1450 m的季风常绿阔叶林(2.2855)和2540 m 中山湿性阔叶林内(1.4316),坡面上段海拔2960 m 铁杉林和海拔3280 m、3460 m 冷杉林(0.0000)的多样性指数最低。北坡各样地蚂蚁群落多样性指数0~0.9598,平均值0.2513,低于南坡。随海拔升高呈现先递减后递增的规律,峰值出现在海拔2960 m 高山松林(0.9598),最小值出现在海拔3220 m 和3460 m 冷杉林(0.0000)。

3.3.5 均匀度指数 嘎隆拉和墨脱河谷各样地蚂蚁群落均匀度指数在0.2510~0.8736之间(平均0.4979)(表3)。南坡各样地蚂蚁群落均匀度指数0.2510~0.6885,平均值0.5043,坡面中段均匀度较高,坡面下段均匀度较低,海拔2540 m 中山湿性阔叶林蚂蚁群落均匀度指数最高(0.6885),海拔1200 m 沟谷雨林均匀度指数最低(0.2510)。北坡各样地蚂蚁群落均匀度指数平均值0.4695,海拔2960 m 高山松林蚂蚁群落均匀度指数最高(0.8736),海拔3720 m 冷杉林蚂蚁群落均匀度指数最低(0.0655)。

3.3.6 优势度指数分析 嘎隆拉和墨脱河谷各样地蚂蚁群落优势度指数在0.1470~1.0000之间,平均值0.6204(表3)。南坡各样地蚂蚁群落优势度指数0.1470~0.6991,平均值0.5426,优势度指数与均匀度指数基本呈反相关关系,坡面下段海拔1450 m 季风常绿阔叶林蚂蚁群落优势度指数最小(0.1470),海拔2960 m 铁杉林和3280 m、3460 m 冷杉林优势度指数最大(1.0000)。北坡各样地蚂蚁群落优势度指数0.4316~1.0000,平均值0.8541,高于南坡。其中海拔2960 m 高山松林优势度指数最小(0.4316),海拔3220 m 和3460 m 冷杉林优势度指数最大(1.0000)。

3.4 相似性分析

嘎隆拉和墨脱河谷南坡蚂蚁群落间相似性系数(q)为0~1.0000,处于极不相似至极相似之间,平均值0.1349,显示极不相似水平(表4)。其中样地M9、M10和M11两两样地间的相似性系数均为1.0000,均达到极相似水平;样地M12与M13的相似性系数为0.6667,达到中等相似水平。样地M12

与 M14 和样地 M14 与 M15 之间的相似性系数均为 0.272 7,样地 M18 与 M19、M18 与 M20 以及 M19 与 M20 之间的相似性系数分别为 0.333 3、0.317 5 和

0.362 1,均达到中等不相似水平。其余相邻样地之间均达到极不相似水平。坡面下部与坡面上部群落之间相似性较低。

表 4 嘎隆拉和墨脱河谷南坡蚂蚁群落间相似性系数 (q)

Table 4 Similarity coefficients (q) between ant communities at south slop of Mount Galongla and Medog Valley

编号 Number	植被海拔 Vegetation altitude	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19
M9	3 460 m 冷杉林	1.000 0										
M10	3 280 m 冷杉林	1.000 0	1.000 0									
M11	2 960 m 铁杉林	1.000 0	1.000 0	1.000 0								
M12	2 750 m 铁杉林	0.142 9	0.142 9	0.142 9	1.000 0							
M13	2 540 m 中山湿性阔叶林	0.125 0	0.125 0	0.125 0	0.666 7	1.000 0						
M14	2 250 m 中山湿性阔叶林	0.142 9	0.142 9	0.142 9	0.272 7	0.250 0	1.000 0					
M15	1 960 m 季风常绿阔叶林	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.166 7	0.071 4	0.272 7	1.000 0				
M16	1 740 m 季风常绿阔叶林	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.095 2	0.043 5	0.095 2	0.210 5	1.000 0			
M17	1 450 m 季风常绿阔叶林	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.055 6	0.026 3	0.000 0	0.085 7	0.236 8	1.000 0		
M18	1 200 m 沟谷雨林	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.020 8	0.020 8	0.094 3	0.193 5	1.000 0	
M19	1 030 m 沟谷雨林	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.046 5	0.046 5	0.102 0	0.250 0	0.333 3	1.000 0
M20	740 m 沟谷雨林	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.021 3	0.021 3	0.096 2	0.196 7	0.317 5	0.362 1
	平均						0.134 9					

备注:当 q 值为 0.00~0.25 时,表示两群落之间极不相似;当 q 值为 0.25~0.50 时,表示两群落之间中等不相似;当 q 值为 0.50~0.75 时,表示两群落之间中等相似;当 q 值为 0.75~1.00 时,表示两群落之间极相似。

北坡蚂蚁群落间相似性系数 (q) 为 0~1.000 0,平均值 0.277 8,显示中等不相似水平(表 5)。其中样地 M2 与 M3 之间的相似性系数为 1.000 0,达到极相似水平,其余相邻样地之间均达到中等不相似水平。此外,南坡与北坡各样地间的相似性较低,因为南坡坡面较长,坡面中下段栖息着更多喜暖物种。

表 5 嘎隆拉和墨脱河谷北坡蚂蚁群落间相似性系数 (q)

Table 5 Similarity coefficients (q) between ant communities at north slop of Mount Galongla and Medog Valley

编号 Number	植被海拔 Vegetation altitude	M1	M2	M3
M1	2 960 m 高山松林	1.000 0		
M2	3 220 m 冷杉林	0.333 3	1.000 0	
M3	3 460 m 冷杉林	0.333 3	1.000 0	1.000 0
M4	3 720 m 冷杉林	0.000 0	0.000 0	0.000 0
	平均值		0.277 8	

备注:当 q 值为 0.00~0.25 时,表示两群落之间极不相似;当 q 值为 0.25~0.50 时,表示两群落之间中等不相似;当 q 值为 0.50~0.75 时,表示两群落之间中等相似;当 q 值为 0.75~1.00 时,表示两群落之间极相似。

4 讨论

喜马拉雅地区已命名的蚂蚁有 48 属 232 种^[21],本研究在藏东南嘎隆拉和墨脱河谷开展调查,其海拔高差大,植被丰富,共采集蚂蚁 45 属 96 种,物种较丰富。蚂蚁群落结构在不同海拔植被样地之间的分布存在差异,山体上部群落优势种以棒

结红蚁和不丹窄结蚁为主,山体中部以里氏粗角蚁、棒结红蚁和不丹窄结蚁为主,山体下部以林氏光臭蚁、邻巨首蚁、宽结小家蚁、罗氏棒切叶蚁和里氏粗角蚁为主。从低海拔沟谷雨林到高海拔的针叶林,蚂蚁群落优势种的热带、亚热带成分减少,温带、寒带成分逐渐增加。这与 Bharti 等^[6]对喜马拉雅山脉克什米尔地区蚂蚁群落组成变化研究结果一致。

在过去的研究中,蚂蚁物种多样性各指标随海拔升高大多呈现降低的规律^[22-25],而在嘎隆拉和墨脱河谷垂直带上,南坡蚂蚁物种数目、个体密度和多样性指数随海拔升高形成两个凸起的曲线,并不完全符合该规律。Bharti 等^[26]在研究印度境内喜马拉雅地区的蚂蚁多样性时,称这种现象为"中域效应"(Mid-Domain Effect),是由中等海拔气候最佳、群落交错程度高等多种因素共同叠加的影响。莫福燕等^[14]研究喜马拉雅山亚东段蚂蚁多样性时,其南坡的蚂蚁多样性也表现出"中域效应"的垂直分布格局。而李文琼等^[27]在研究喜马拉雅山珠峰段蚂蚁多样性时,在南坡海拔 1 840~5 006 m 的范围内出现了 3 个峰值,被称为多域效应(Multi-Domain Effect)现象。嘎隆拉和墨脱河谷南坡的下部和中部出现了 2 个蚂蚁物种丰富度和多样性峰值,也表现出多域效应现象,究其原因是坡面下部和中部分别出现了热带和温带物种的聚集群。此外,海拔变化和坡面长短也会影响蚂蚁群落的组成、分布及丰富程度^[28],嘎隆拉和墨脱河谷的研究证实了这一点。

杨效东等^[29]认为植被的组成与结构对蚂蚁类群结构的影响很大,植被类型与小生境相似,蚂蚁类群共有种相对较多,相异性低,则相似性好。嘎隆拉和墨脱河谷南坡蚂蚁群落间的相似性总体较低,处于极不相似水平。坡面上段群落之间相似性较大,坡面下段群落之间和坡面中段群落之间相似性较小。这是由于坡面上段的针叶林各样地间在水热条件、植被类型等方面相似度较高,共有种较多,因而表现出较高的相似性。坡面中段和下段植被类型差异较大,共有种少,因而群落间的差异较大。总体来看,嘎隆拉和墨脱河谷的垂直高差大,森林垂直带谱完整,分布有沟谷雨林、季风常绿阔叶林、中山湿性阔叶林、铁杉林、冷杉林、灌丛和草甸等天然植被,蚂蚁物种组成具有独特性,稀有种较多,不同海拔植被间蚂蚁群落分化明显,多样性较高,具有重要保护价值。

5 结论

嘎隆拉和墨脱河谷蚂蚁物种多样性较高,且表现出多域效应现象,物种组成具有其独特性,稀有种较多。蚂蚁物种的分布和多样性受植被、海拔和坡向的共同影响。蚂蚁能较好的指示生物多样性和环境变化,从蚂蚁物种的组成和分布来看,该地区的物种资源十分丰富,有必要对喜马拉雅地区生物物种开展调查,充分了解不同类群在环境变化中的指示价值,为该地区生物多样性的保护提供依据。

参考文献:

- [1] Folgarait P J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review [J]. *Biodiversity and Conservation*, 1998, (7): 1221 - 1244.
- [2] King J R, Andersen A N, Cutter A D. Ants as bioindicators of habitat disturbance validation of the functional group model for Australia's humid tropics [J]. *Biodiversity and Conservation*, 1998, (7): 1627 - 1638.
- [3] 徐正会, 增光, 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.
- [4] 李巧, 陈又清, 王思铭, 等. 普洱市亚热带季风常绿阔叶林区蚂蚁多样性[J]. *生物多样性*, 2009, 17(3): 233 - 239.
- [5] 魏琮, 贺红, 刘铭汤, 等. 太白山蚂蚁垂直分布的研究[J]. *林业科学*, 2001, 37(3): 83 - 91.
- [6] Bharti H, Sharma Y P. Diversity and abundance of ants along an elevational gradient in Jammu-Kashmir Himalaya [J]. *Halteres*, 2009, 1(1): 10 - 24.
- [7] 唐觉, 李参. 膜翅目蚁科[M]//中国科学院青藏高原综合科学考察队, 西藏昆虫. 北京: 科学出版社, 1982, 371 - 374.
- [8] 唐觉, 李参. 蚁科 Formicidae. [M]//黄复生主编, 云南森林昆虫. 昆明: 云南科技出版社, 1987, 1381 - 1390.
- [9] 唐觉, 李参, 黄恩友, 等. 中国经济昆虫志(第四十七册)膜翅目蚁科(一) [M]. 北京: 科学出版社, 1995, 1 - 131.
- [10] 周善义. 膜翅目蚁科. [M]//杨星科主编, 西藏雅鲁藏布大峡谷昆虫[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2004, 115 - 120.
- [11] 张成林, 徐正会, 杨比伦, 等. 藏东南季拉山蚂蚁群落的物种组成及多样性[J]. *东北林业大学学报*, 2011, 39(7): 79 - 82.
- [12] 于娜娜, 徐正会, 张成林, 等. 藏东南德姆拉山东坡及察隅河谷蚂蚁群落研究[J]. *林业科学*, 2012, 48(10): 163 - 169.
- [13] 刘霞, 徐正会, 周雪英, 等. 藏东南德姆拉山西坡及波密河谷蚂蚁群落研究[J]. *林业科学研究*, 2011, 24(4): 458 - 463.
- [14] 莫福燕, 徐正会, 宋扬, 等. 喜马拉雅山亚东段蚂蚁群落研究[J]. *南京林业大学学报*, 2015, 39(3): 85 - 90.
- [15] 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.
- [16] 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, 1 - 181.
- [17] Romero H, Jaffe K. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera, Formicidae) in Savannas [J]. *Biotropica*, 1989, (21): 348 - 352.
- [18] 徐正会, 褚姣姣, 张成林, 等. 藏东南工布自然保护区的蚂蚁种类及分布格局[J]. *四川动物*, 2011, 30(1): 118 - 123.
- [19] 李巧. 物种累计曲线及其应用[J]. *应用昆虫学报*, 2011, 48(6): 1882 - 1888.
- [20] Longino J T. What to do with the data [C]// Agosti D. *Ants Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 2000, 186 - 203.
- [21] Guénard B, Dunn R R. A checklist of the ants of China [J]. *Zootaxa*, 2012, 3558: 1 - 77.
- [22] 陈友, 罗长维, 徐正会. 哀牢山自然保护区西坡蚂蚁分布规律[J]. *东北林业大学学报*, 2008, 36(7): 65 - 68.
- [23] 郭萧, 徐正会, 杨俊伍, 等. 梅里雪山东坡蚂蚁物种多样性初步研究[J]. *西南林学院学报*, 2006, 26(4): 63 - 68.
- [24] 郭萧, 徐正会, 杨俊伍, 等. 滇西北云岭东坡蚂蚁物种多样性研究[J]. *林业科学研究*, 2007, 20(5): 660 - 667.
- [25] 梅象信, 徐正会, 张继玲, 等. 昆明西山森林公园东坡蚂蚁物种多样性研究[J]. *林业科学研究*, 2006, 19(2): 170 - 176.
- [26] Bharti H, Sharma Y P, Bharti M, et al. Ant species richness, endemism and functional groups, along an elevational gradient in the Himalayas [J]. *Asian Myrmecology*, 2013, 5(1): 79 - 101.
- [27] 李文琼, 徐正会, 周雪英, 等. 喜马拉雅山珠峰峰段的蚂蚁多样性[J]. *西南林业大学学报*, 2016, 36(1): 114 - 120.
- [28] Lomolino M V. Elevational gradients of species density: historical and prospective views [J]. *Global Ecology and Biogeography*, 2001, 10(1): 3 - 13.
- [29] 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.

(责任编辑:张玲)