

太白山不同生境蚂蚁的物种多样性研究^{*}

贺虹¹, 魏琮², 刘育生³

(1 西北农林科技大学 林学院; 2 植保学院; 3 教务处, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 应用Margalef 物种丰富度模型指数 D_s 、Shannon-weaver 信息多样性指数 H 和Pielou 均匀度指数 J_{sw} , 分析了太白山不同林带(亚带) 蚁科昆虫的丰富度、多样性及均匀度, 并根据相似系数 C , 对9 个不同林带(亚带)进行了系统聚类分析。结果表明, 随着太白山海拔高度及森林植被组成的变化, 不同林带分布的蚁种组成有较大的差异, 在海拔低、植被组成丰富的林带(亚带), 分布的蚁种多、数量大, 丰富度和多样性指数高; 在海拔高、植被组成相对简单的林带(亚带), 分布的蚁种少、数量小, 多样性差; 南坡各林带(亚带) 蚁种的丰富度和多样性指数均大于相同海拔高度的北坡林带(亚带); 9 个不同林带(亚带)可被分为3 类, 并最终在相似系数0.180 的水平全部聚合在一起。

[关键词] 蚂蚁; 林带; 物种多样性; 太白山

[中图分类号] Q 968.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)03-0141-04

太白山位于东经 $107^{\circ}22'30''$ ~ $107^{\circ}51'40''$, 北纬 $33^{\circ}49'30''$ ~ $34^{\circ}08'11''$, 海拔3 767.2 m, 地跨陕西省周至、眉县、太白3 个县, 处于我国南北气候的交汇过渡地带; 其高大的山体与其他山峰一起组成了秦岭山脉, 成为南北气候的天然屏障。其北坡为北暖温带气候的南缘, 南坡是亚热带气候的北界, 因而气候、植被类型多样, 南北坡各种生态因子差异很大, 拥有较为完整的气候、植被及土壤垂直带谱。另外, 太白山人口稀少, 交通不便, 人为破坏相对较小, 是我国中东部地区植被保存相对较为完整的山区之一。因其具有特殊的地理位置, 气候资源优越而多样, 再加上高大的山体和十分复杂的地形, 使得植物种类十分丰富, 是植物资源的天然基因库。植被类型既有原生的, 也有次生的, 还有异域类型, 从下到上逐次为落叶阔叶林带(南坡为含有常绿阔叶树的落叶阔叶林带)、桦木林带、针叶林带和高山灌丛草甸带^[1,2], 为昆虫在此地的繁衍发展提供了极为优越的自然条件。

1997~ 2001 年, 作者对太白山不同蚁种在不同生态环境的种群数量作了系统调查和详细记载, 并利用多样性研究方法对不同生境的蚂蚁种类组成、数量和变化规律进行了分析, 以求为合理开发利用和保护太白山的蚂蚁资源提供科学依据。

1 研究方法

在对太白山蚁科昆虫进行系统采集、调查和鉴定的基础上, 对不同生境出现的蚂蚁种类及其巢数

进行了统计整理。然后, 对不同植被带(亚带) 蚂蚁的种类组成及其数量, 从以下几个方面进行分析:

(1) 优势类群分析。对不同林带(亚带) 中不同蚂蚁亚科、属的丰富度及其关系进行分析比较。

(2) 多样性分析。通过计算丰富度指数(D_s)、多样性指数(H) 和均匀度指数(J_{sw}), 分析不同植被带(亚带) 的蚁种丰富度、多样性和均匀度。各指数计算公式如下^[3,4]:

$$D_s = (S - 1) / \ln N$$

式中, S 为蚁种数目, N 为所有蚁种的巢数之和。

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

$$H_{\max} = \log S$$

式中, $p_i = n_i / N$, n_i 为第 i 个蚁种的巢数, N 为全部蚁种的巢数之和。

$$J_{sw} = H' / H_{\max}$$

(3) 相似性分析。计算相似系数 C :

$$C = 2W / (A + B)$$

式中, W 为两种不同林带(亚带) 所拥有的相同蚁种的数量, A 、 B 分别表示两个植被带(亚带) 蚁种的总数。

(4) 聚类分析。以相似性系数 C 作为聚类统计量, 采用系统聚类法中的非加权算术平均聚类法对不同植被带(亚带) 进行聚类。

^{*} [收稿日期] 2002-06-06

[作者简介] 贺虹(1972-), 女, 宁夏中宁人, 讲师, 在读博士, 主要从事森林昆虫学研究。

2 结果与分析

2.1 优势类群分析

通过系统采集调查,经分类鉴定^[5,6],确定分布于太白山的蚁科昆虫共计 43 种,分别隶属于 4 亚科,18 属,其中猛蚁亚科 2 属 2 种,切叶蚁亚科 7 属 21 种,臭蚁亚科 3 属 3 种,蚁亚科 6 属 17 种^[7~9]。

从属、种数量上看,属丰富度大小顺序为:切叶蚁亚科(7)> 蚁亚科(6)> 臭蚁亚科(3)> 猛蚁亚科(2);种丰富度大小为:切叶蚁亚科(21)> 蚁亚科(17)> 臭蚁亚科(3)> 猛蚁亚科(2)。因此,无论从属水平还是种水平来考察,切叶蚁亚科、蚁亚科均为优势类群。在南坡,以切叶蚁亚科种数最多,为 17 种,占南坡整个蚁科种数 36 种的 47.2%;蚁亚科种数较大,为 15 种,占总种数的 41.7%;猛蚁亚科和臭蚁亚科各有 2 种,各占总种数的 5.6%。在北坡,以蚁亚科种数最多,为 11 种,占北坡总种数 20 种的 55%;切叶蚁亚科较多,有 8 种,占总种数的 40%;臭蚁亚科有 1 种,占总种数的 5%。由此可见,太白山南坡优势亚科为切叶蚁亚科,蚁亚科次之;北坡优势亚科为蚁亚科,切叶蚁亚科次之。不同亚科蚁种数量见图 1。

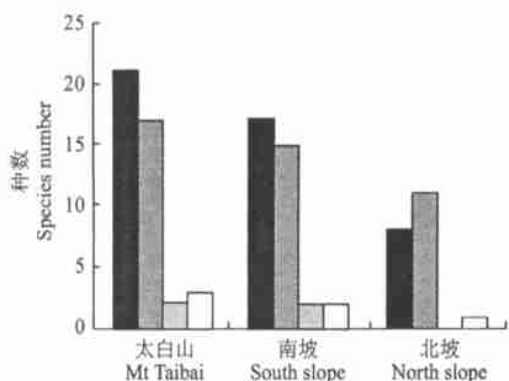


图1 不同亚科蚁种数量

■.切叶蚁亚科; ■.蚁亚科; □.猛蚁亚科; □.臭蚁亚科

Fig.1 Ant number in different subfamilies

■.Myrmicinae; ■.Formicinae; □.Ponerae; □.Dolichoderinae

太白山蚁科昆虫共有 18 属,平均每属有 2.41 种,其中以红蚁属种类最多,为 8 种,其余依次为蚁属 6 种,盘腹蚁属 5 种,立毛蚁属 4 种,毛蚁属 3 种,铺道蚁属 3 种,剩下各属种类较少,都不超过 2 种。南坡分布有 15 属 36 种,平均每属有 2.4 种,其中红蚁属、蚁属、盘腹蚁属各有 5 种,分别占南坡总种数的 13.9%,其他属种类则相对较少。北坡分布有 8 属 20 种,平均每属有 2.5 种,其中以红蚁属种数最多,有 6 种,占北坡总种数的 30%;其次为蚁属 5

种,占总种数的 25%。由此可见,在太白山南坡,红蚁属、蚁属、盘腹蚁属为优势属;北坡则以红蚁属为优势属,蚁属略次之。

把每个属所包含的种划为不同等级以分析属在各数量等级内所占的比重,结果见图 2。由图 2 可见,56% 的属仅包含 1 个种,包括 2~3 个种的属占 22%,包括 4~5 个种的属占 11%,包括 6 个以上种的属也仅占 11%,这说明太白山蚁科昆虫的属级类群多为寡种类群,具有相当丰富的多样性。

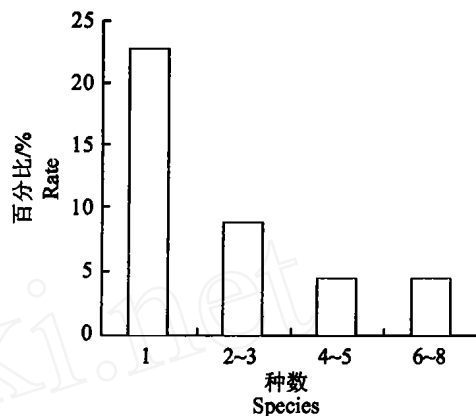


图2 种的数量等级与属的关系

Fig.2 Relationship between specific numerical grades and genus

2.2 多样性分析

通过统计不同植被带分布的蚁种数量及出现巢数,分别计算出物种丰富度指数、物种多样性指数和均匀度指数,结果见表 1。

表 1 不同植被带蚂蚁的物种多样性

Table 1 Measurement of species diversity of ants in different forest belts

坡向 Slope	林带 Forest belts	种数 S	出现巢数 N	D_s	H'	J_{sw}
南坡 The south slope	I	1	1	0	0	0
	II	4	17	1.059	0.537	0.892
	III _a	6	21	1.642	0.749	0.963
	III _c	35	132	6.963	1.444	0.935
北坡 The north slope	I'	1	1	0	0	0
	II'	3	12	0.805	0.417	0.873
	III _a '	3	10	0.868	0.473	0.991
	III _b '	4	10	1.303	0.593	0.986
	III _c '	20	80	4.336	1.194	0.918

注: I, I' 为高山灌丛草甸带; II, II' 为亚高山针叶林带; III 为针阔混交林带; III_a, III_a' 为冷杉桦木混交林亚带; III_c, III_c' 为华山松、落叶阔叶混交林亚带; III_b' 为桦木林亚带。

Note: I, I' alpine scrub meadow zone; II, II' subalpine conifer zone; III mid-mountain theropencedrymion zone; III_a, III_a' fir and birch theropencedrymion subzone; III_c, III_c' A mand pine and deciduous broadleaf trees theropencedrymion subzone; III_b' Birch forest subzone

从表 1 可以看出,华山松、落叶阔叶混交林亚带(III_a, III_c)拥有的蚁种数、蚁巢数最多,其物种丰富

度指数和多样性指数也最高, 在南坡分别高达6 963 和 1 444, 在北坡分别为 4 336 和 1 194, 均匀度指数均大于 0.91。南坡冷杉桦木林亚带(III_a)和北坡桦木林亚带(III_b)的丰富度指数较相近, 分别为 1 642 和 1 303, 但其多样性指数有所不同, III_a 稍高, 为 0.749, III_b 次之, 为 0.593; 均匀度指数最大, 均高于 0.96。南坡和北坡亚高山针叶林带(II、II')及北坡冷杉桦木林亚带(III_a) 蚁种丰富度和多样性指数偏低, 其值仅在 0.80~ 1.05 和 0.41~ 0.54, 均匀度指数大于 0.87。高山灌丛草甸带 I 和 I' 均只有 1 种蚂蚁分布。由此可以看出, 随着海拔的升高及植被组成的变化, 不同林带分布的蚁种有较大差异。在海拔低、植被组成丰富的针阔混交林带, 分布的蚂蚁种类较多, 物种的丰富度和多样性较大; 而在高海拔、植

被组成简单的林带分布的蚁种趋于减少, 尤其在高山灌丛草甸带仅分布 1 种, 这主要是因为该带气候寒冷, 植被种类组成简单, 再加上寒冻和风化地貌以及现代冰缘作用的影响, 限制了物种的分布, 因而蚁种多样性差。

另外, 在各个植被带中, 南坡分布蚁种明显多于北坡, 其物种丰富度和多样性指数均大于相应的北坡。这是因为南坡更靠近北亚热带的北缘, 植被类型较北坡丰富多样, 气候条件比北坡温暖湿润, 因而有较多的古北界成分可以迁徙至此并得以留存。

2.3 相似性比较和聚类分析

采用相似系数 C 作为不同生境之间的度量标准, 根据各植被带蚂蚁的种类组成, 计算出植被带间的相似系数, 结果见表 2。

表 2 不同植被带蚂蚁种类的相似性系数

Table 2 Similarity coefficient (C) of ants in different forest belts									
林带 Forest belts	I	II	III _a	III _c	I'	II'	III _a '	III _b '	III _c '
I	-								
II	0.400	-							
III _a	0.286	0.800	-						
III _c	0.056	0.205	0.293	-					
I'	1.000	0.400	0.286	0.056	-				
II'	0.500	0.857	0.667	0.158	0.500	-			
III _a '	0.500	0.857	0.667	0.158	0.500	1.000	-		
III _b '	0.400	0.750	0.600	0.154	0.400	0.500	0.857	-	
III _c '	0.095	0.250	0.231	0.436	0.095	0.260	0.261	0.250	-

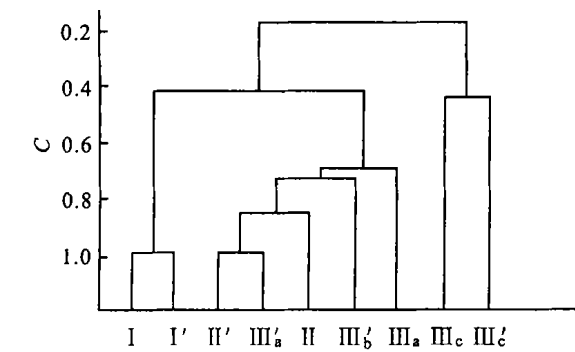


图 3 不同林带蚂蚁平均聚类图

Fig 3 Average cluster of ants in different forests belts

由表 2 可以看出, 南北坡高山灌丛草甸带(I、I')之间、北坡的亚高山针叶林带(II)和冷杉桦木林亚带(III_a)之间的蚁种组成相似性最大(完全相似); 南北坡亚高山针叶林带(II、II')及北坡的冷杉桦木林亚带(III_a)三者之间有较大的相似性(均为 0.857); 南坡的冷杉桦木林亚带(III_a)与北坡的亚高山针叶林带(II)及冷杉桦木林亚带(III_a)之间相似性也较大(均为 0.667); 而高山灌丛草甸带(I和I')与南坡的华山松落叶阔叶混交林亚带(III_c)之间相似性系数最小(为 0.056)。为了能更加直观地表现不同植被带蚂蚁分布的相似性关系, 作者对不同植被带(亚带)之间蚁种组成的相似性关系进行了

聚类分析, 聚类结果如图 3 所示。

从图 3 可以看出, 在蚁种组成上, 南坡和北坡的高山灌丛草甸带(I和I')、北坡的亚高山针叶林带(II)和冷杉桦木林亚带(III_a)最为接近, 各自率先在相似性系数 1.0 的水平相聚。北坡的亚高山针叶林带(II)和冷杉桦木林亚带(III_a)相聚后, 又与南坡的亚高山针叶林带(II)在 0.857 处聚为一类, 之后又与北坡的桦木林亚带(III_b)在 0.702 处聚为一类, 再与南坡的冷杉桦木混交林亚带(III_a)在 0.684 处相聚, 并与南、北坡的高山灌丛草甸带(I和I')在 0.417 处聚为一类。北坡的华山松落叶阔叶混交林亚带(III_c)与南坡的华山松落叶阔叶混交林亚带(III_c)在 0.436 处相聚后, 与前面形成的大类群在 0.180 处最终合并。至此, 9 个不同的生境全部聚合。

3 讨论

蚂蚁种类数量庞大, 分布广泛, 在陆地生态系统中起着非常重要的作用。据估计, 地球上蚂蚁的个体总数在 10¹⁵只以上, 是地球动物总生物量的重要组成部分^[6]。太白山多样的气候及植被类型使得这里的蚂蚁种类丰富多样, 随着海拔的升高及植被组成的变化, 不同林带分布的蚁种有较大的差异: 在海拔低、植被组成丰富的针阔混交林带, 分布的蚂蚁种类

较多,物种的丰富度和多样性较大;而在高海拔、植被组成简单的林带分布的蚁种趋于减少。聚类分析表明,具有相似的生态和植被条件的林带,具有相似的蚁种组成和数量分布,因而太白山多样的气候和植被是其他物种赖以生存的基本条件,切实保护好一个地区的生态环境,才会有其他物种的繁衍生息,才会创造一个良好的旅游环境。

作者在调查采集中发现,一些皱红蚁(*Mymica ruginodis*)、马格丽特红蚁(*M. margaritae*)、日本弓背蚁(*Camponotus japonicus*)、中华红林蚁(*Fornica sinensis*)、日本黑褐蚁(*F. japonica*)、黑毛蚁(*Lasius niger*)等,可捕食其他昆虫和小动物,对一些农林害虫种群数量的增长有十分显著的控制作用;一些在土壤中筑巢的蚂蚁,可以把深层土翻到地面,对土壤起到疏松作用,从而增加了土壤的通气性和渗水性,同时,它们又能把植物种子、树叶、动物残体等叼入巢中,使有机质与土壤发生深层次的混合,从而增加了土壤有机质的含量,太白山大部分蚁种都属于这种地下营巢类型,约有 30 种之多,这些蚂蚁能有效地改变土壤的理化性质,对土壤起着改良作用。

另外,有些蚂蚁在枯朽木和伐桩上筑巢,促进了枯朽木和伐桩的分解速度,加快了生态环境的消化

代谢步伐,这类蚂蚁在太白山的种类也为数不少,主要有吉市红蚁(*M. jessensis*)、伊内兹氏红蚁(*M. inezae*)、皱红蚁(*M. ruginodis*)、马格丽特红蚁(*M. margarita*)、铺道蚁(*Tetramorium caespitum*)、广布弓背蚁(*C. herculeanus*)、黄毛蚁(*L. flavus*)等。当然,蚂蚁在生态环境中发挥有利作用的同时,也有一些不良作用:如少数蚂蚁可与一些同翅目昆虫和鳞翅目幼虫形成十分密切的关系,这些昆虫为蚂蚁提供食物(蜜露),蚂蚁则保护这些昆虫免受天敌寄生和捕食,因而促进了害虫的生长发育;有些蚂蚁在树上筑巢或取食植物根叶、种子,从而影响了林木的生长。但蚂蚁对生态环境有利的一面远远大于其有害的方面,因此切实保护好太白山蚁种多样性和群落稳定性,对于防治森林害虫,保护当地的生态平衡具有十分重要的意义。

具有经济价值的蚁类在太白山的种群数量目前虽然较大,但鉴于蚂蚁的繁殖速度较慢,且其生存繁衍又需一定的生态环境条件,因此要开发利用这里的蚂蚁资源,首先应以保护好生态环境为前提,然后再以人工饲养繁殖方式来解决资源的长期利用,避免掠夺式采集开发,这样才能既保护生态的平衡稳定,又能保证资源开发利用的持续稳定性。

[参考文献]

- [1] 李宽胜,李淑基,李友民,等.太白山森林昆虫区系考察报告(集)[M].西安:陕西师范大学出版社,1989:272-281.
- [2] 陕西森林编辑委员会.陕西森林[M].北京:中国林业出版社,1989.
- [3] 马克平,刘玉明.生物群落多样性的测度方法 I.多样性的测度方法(下)[J].生物多样性,1994,2(4):231-239.
- [4] 杨龙龙.西双版纳热带森林地区不同生境蜜蜂的物种多样性[J].生物多样性,1998,6(3):197-204.
- [5] 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.
- [6] 吴坚,王常禄.中国蚂蚁[M].北京:中国林业出版社,1995.
- [7] 贺虹,刘铭汤,魏琼.太白山蚂蚁及其生态分布的研究[J].西北林学院学报,2000,15(1):32-36.
- [8] 魏琼,徐正会,贺虹.中国陕西圆颚切叶蚁属一新种记述(膜翅目:蚁科)[M].昆虫分类学报,2001,23(1):68-70.
- [9] 魏琼,周善义,贺虹,等. A taxonomic of the genus *Mymica* latreille from China[J].动物分类学报,2001,26(4):560-564.

The species diversity of ants in different habitats in Mt Taibai

HE Hong¹, WEI Cong², LIU Yu-sheng³

(1 College of Forestry; 2 College of Plant Protection; 3 Administrative Department of Teaching Affairs,
Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shanxi 712100, China)

Abstract: The species diversity of ants in different forest belts of Mt Taibai was studied. Species abundance, species diversity and species evenness were analyzed by using Margalef species abundance model and Shannon-Wiener biodiversity index H' and evenness indexes J_{sw} respectively. Based on similarity coefficients, nine forest belts were clustered with the systematic clustering. The result showed that with the variation of altitude and forest belt, there was great difference of ants' distribution in different forest belts. In low altitude and abundant forest belt, ant species, population and biodiversity index and abundance index were high; on the contrary, they were low. Ant species abundance and biodiversity index in south slope was higher than that of the same altitude in north slope.

Key words: ant; forest belt; species diversity; Mt Taibai