

长白山地区不同生境蚂蚁生物多样性的研究

——蚂蚁对环境指示性作用的探索

崔志钰，代青，董莹，韩佳育，唐斯文，徐畅，杨靖，张勋，庄晓丹，
马丽滨*

(东北师范大学生命科学院，吉林，长春 130024)

摘要：研究通过对长白山地区不同生境蚂蚁生物多样性的研究，探索蚂蚁是否具有环境指示性意义。研究选取长白山地区三种较典型的生境，通过样方调查法获得这些生境中蚂蚁 2 亚科 7 属 9 种。对调查数据分析得出以下结论：三种生境中蚂蚁生物多样性反映了不同生境的环境差异。在一定的人为干扰力度下，积极的人为活动可改变生态环境，而消极的人类活动会对生态环境产生负效果。因此，本研究支持了蚂蚁生物多样性对生态环境的指示性作用。

关键词：蚂蚁；生物多样性；环境指示性；长白山

The ant biodiversity in different habitats of Changbai Mountains

CUI Zhiyu , DAI Qing , DONG Ying , HAN Jiayu , TANG Siwen , XU Chang ,
YANG Jing , ZHANG Xun , ZHUANG Xiaodan , MA Libin

(School of Life Sciences, Northeast Normal University, Changchun, Jilin 130024)

Abstract: To demonstrate whether the ants have the environment indication, we investigate ant biodiversity of different habitat in Changbai Mountains. Three comparatively typical habitats were selected in Changbai Mountains. Through the quadrat survey method, we get ants a total of 2 subfamilies 7 genera 9 species from three kinds of habitats. After statistical analysis of survey data, we conclude that the ants biodiversity of three kinds of habitat indicate the environmental deviations of different habitats. Under a certain human disturbance, positive human activities can

* 指导教师：马丽滨，讲师，从事昆虫学研究。

change the ecological environment , but negative human activities may have a negative impact on environment. Thus, the ant biodiversity has the significance of indicating the environment.

Key words: ants; biodiversity ; environmental indicator ; Changbai Mountains

1 引言

蚂蚁是昆虫纲 Insecta 膜翅目 Hymenoptera 蚁科 Formicidae 昆虫的总称，是常见的昆虫，其分布广泛、数量庞大，是典型的社会性昆虫。蚂蚁对干旱环境适应能力较强的昆虫，它们中的大多数在土壤里筑巢，在地面觅食，喜欢在湿度小、温度高、阳光强的环境中生活。在陆地生态系统中蚂蚁起到重要作用，它们能改良土壤、分解有机质、为植物传播种子、传授花粉、保护植物抵御其他昆虫的危害等。同时，作为自然生态系统中食物链的重要环节，蚂蚁在成土作用、营养物质循环、植物生长更新及维持生态平衡方面起着重要的作用^[1]。由于蚂蚁的丰富度较高，以及具有高生物量、群落动态易被观测、对环境变化敏感，因而成为生态监测中很有吸引力的生物指标，在生物多样性对环境变化反应的研究中，也被作为关键类群进行研究^[2]。本研究通过调查长白山地区人为干扰对于蚂蚁种群及数量的影响，以探究蚂蚁群落分布状况对生态环境的指示性作用。

2 研究区域自然概况

本研究以露水河林区为调查地点，该林区座落于吉林省抚松县的东北部，地处中纬度内陆山区，位于长白山下，属北温带东亚季风气候。冬季漫长、寒冷，夏季多雨、气温潮热，春秋两季干燥，无霜期 110 天左右，属典型的长白山地带气候。露水河林区自然资源丰富，全镇森林覆盖率 78.5%，多为原始森林，珍贵树种几十种，其中以红松闻名遐迩，素有“红松故乡”的美誉^[3]。

研究选取了调查地区内三个较典型的生境：红松母树林保护园（母林）、五道江口（江口）、红松林种子园（松林）。其中红松母数林保护园在三个地区中人为干扰程度最低，林区形成了一个比较稳定的自然群落，其土壤为棕色土，较为肥沃湿润，植被多为落叶乔木和灌木，且树下草本植物茂盛。红松林种子园人为干扰程度最强，林区形成了一个比较稳定的人为群落，其土壤为浅黄色，而且较为干燥，植物种类较少。五道江口是人为干扰程度较强的一个地区，但是其土壤干燥，植物种类较少，并未形成稳定的群落。

3 研究方法

3.1 样地的选择

吉林省白山市抚松县境内有大片原始森林，并形成了生境不甚相同的若干类型。调查时，我们针对不同的生境，综合考虑其植被状况、土壤状况、人为干扰程度等因素，选取了三个比较典型的地区进行调查，分别是：红松母树林保护区、五道江口和红松林种子园。调查样地的基本情况如表 1。

表 1 研究区域生境概况
Table 1. Habitat conditions of study area

	红松母树林保护区	五道江口	红松林种子园
植被状况	大多数为落叶乔木和灌木， 树下有草本植物	植物较少	草本较为丰富
土壤状况	深棕色土壤，土壤肥沃，土壤特别湿	浅黄色土壤，较为干燥	浅黄色土壤，土壤较湿
人为干扰	较少	较强	较强，维护管理较好
群落稳定性	较为稳定的自然群落	不稳定	较为稳定的人工干扰群落

3.2 样品采集方法

调查采用样方调查法。在调查样地内随机拉设样带，长 50m。将样带平均分成 5 部分，在每部分中随机选取一个 1m×1m 的样方。捕捉样方中的所有蚂蚁，使用镊子夹取样方内每个独立个体，将其保存于盛有 75%乙醇的冻存瓶内。

对于不方便取样的样地，我们在划定样方后，将样方内土壤表层约 5cm 的土壤铲入塑料箱内，又将塑料箱内土壤倒出，收集所取土壤中的蚂蚁个体，保存于盛有 75%乙醇的冻存瓶内。样品收集完毕后，在实验室中对蚂蚁进行分类和数量统计。

3.3 数据处理公式

蚂蚁群落的多样性分析涉及丰富度指数、多样性指数、优势度指数和均匀性指数等参数。其计算公式如下：

1) Margalef 种类丰度: $S1 = S - 1 / \log 2N$;

2) Shannon-Wiener 指数: $H' = - \sum Pi \log 2 Pi$;

3) Pielou 的均匀度指数: $J = (- \sum Pi \log 2 Pi) / \log 2S$;

4) McNaughton 种类优势度指数: $D = (N1 + N2) / N$

式中 S 为总种数，Pi 为种 i 的个体数占总个体数的比例（即物种 i 的多度），N 为所有种的个体总数，N1、N2 为样品中居第一、二位的优势种的个体数^[4]。

4 结果与分析

4.1 种类组成

根据鉴定, 通过样方法调查所得蚂蚁样品共 9 种, 隶属于 2 亚科 7 属 (表 2)。三种生境统计蚂蚁个体总数 935 只 (表 3), 就个体而言, 三种生境蚂蚁优势种 (个体数/总个体数 $>10\%$ 的种类) 为玉米毛蚁 *Lasius alienus* (Foerster) 和长刺细胸蚁 *Leptothorax spinosior* Forel。

从生境分布来看, 玉米毛蚁和长刺细胸蚁均分布于三种生境中。综合个体数量及分布范围等指标, 可以推测出玉米毛蚁和长刺细胸蚁是研究区域的广布种。常见种 ($1\% <$ 个体数/总个体数 $<10\%$) 有 3 种, 其中红蚁属生活于五道江口, 小弓背蚁和日本弓背蚁主要生活于红松林种子园; 稀有种 (个体数/总个体数 $<1\%$) 4 种, 其中每个生境均生活一种。

从表 3 可知, 各生境蚂蚁群落种类组成和数量均有差异。五道江口蚂蚁种类最丰富, 优势种为玉米毛蚁 *Lasius alienus* (Foerster) 和长刺细胸蚁 *Leptothorax spinosior* Forel, 他们的个体数分别占该生境蚂蚁总数的 35.54% 和 37.40%。多栉蚁 *Formica polyctena* Foerster 和黄立毛蚁 *Paratrechina flavipes* (Smith) 仅生活在五道江口。红松林种子园蚂蚁种类也较丰富, 玉米毛蚁 *Lasius alienus* (Foerster) 和长刺细胸蚁 *Leptothorax spinosior* Forel 也为其优势种, 分别占该生境蚂蚁总数的 30.69% 和 50.26%。黄毛蚁 *Lasius flavus* (Fabricius) 和小弓背蚁 *Camponotus minus* Wang et Wu 仅生活于该生境中。相比之下, 红松母树林蚂蚁种类及数量相对较少, 玉米毛蚁 *Lasius alienus* (Foerster) 和长刺细胸蚁 *Leptothorax spinosior* Forel 为优势种, 勤勉举腹蚁 *Crematogaster labriosa* Smith 为其特有种。日本弓背蚁 *Camponotus japonicus* Mayr 主要生活于红松林种子园和五道江口中, 分别占各生境中蚂蚁总数的 6.61% 和 1.33%。

4.2 群落多样性分析

三种生境蚂蚁群落多样性指标详见表 4。从表 4 所列数据可知, 红松林种子园中蚂蚁种类优势度最低, 而种类丰度、多样性指数和均匀度指数均位居第一。五道江口内蚂蚁群落的种类丰度、多样性指数和均匀度指数仅次于落叶阔叶林, 优势度略高于红松林种子园。红松母树林蚂蚁群落种类丰度和多样性指数最低同时其均匀度最低, 但具有最高的优势度, 这说明该生境蚂蚁个体数在种间分布最不均匀, 三种生境蚂蚁群落多样性指数是红松种子园 $>$ 五道江口 $>$ 红松母树林。Shannon-Wiener 指数 (H) 表示了该群落的复杂程

度大小。H 值越高，该群落物种的相对数量、相对复杂程度越高。从表 4 中可以看出。Shannon-Wiener 指数的变化趋势与种类丰度和均匀度指数的变化趋势一致，表示了红松林种子园的群落物种复杂程度稍大于五道江口的群落物种复杂程度并远远高于红松母树林的群落物种复杂程度。

表 2 研究区域蚂蚁种类组成

Table 2. The species composition of ants in study area

亚科	属	种
Subfamily	Genus	Species
蚁亚科 Formicinae	毛蚁属 <i>Lasius</i> Fabricius	黄毛蚁 <i>Lasius flavus</i> (Fabricius)
		玉米毛蚁 <i>Lasius alienus</i> (Foerster)
	弓背蚁属 <i>Camponotus</i> Mayr	日本弓背蚁 <i>Camponotus japonicus</i> Mayr
		小弓背蚁 <i>Camponotus minus</i> Wang et Wu
	蚁属 <i>Formica</i> Linnaeus	多栉蚁 <i>Formica polycetena</i> Foerster
	立毛蚁属 <i>Paratrechina</i> Motschulsk	黄立毛蚁 <i>Paratrechina flavipes</i> (Smith)
切叶蚁亚科 Myrmecinae	举腹蚁属 <i>Crematogaster</i> Lund	勤勉举腹蚁 <i>Crematogaster labriosa</i> Smith
	细胸蚁属 <i>Leptothorax</i> Mayr	长刺细胸蚁 <i>Leptothorax spinosior</i> Forel
	红蚁属 <i>Myrmica</i> Latreille	红蚁 <i>Myrmica</i> sp.

表 3 研究区域蚂蚁群落数量统计表（单位：只）

Table 3. The quantity of ant community in the study area

种名 Species	松林 1	母林 1	母林 2	江口 1	江口 2	合计 Total	占总个体数 百分比%	多度 Dominant
黄毛蚁 <i>Lasius flavus</i> (Fabricius)	1	—	—	—	—	1	0.11	+
日本弓背蚁 <i>Camponotus japonicus</i> Mayr	25	—	—	4	1	30	3.21	++
小弓背蚁 <i>Camponotus minus</i> Wang et Wu	46	—	—	—	—	46	4.92	++
玉米毛蚁 <i>Lasius alienus</i> (Foerster)	116	37	1	93	41	288	30.8	+++
长刺细胸蚁 <i>Leptothorax spinosior</i> Forel	190	54	87	10	131	472	50.48	+++
勤勉举腹蚁 <i>Crematogaster labriosa</i> Smith	—	1	—	—	—	1	0.11	+
多栉蚁 <i>Formica polyctena</i> Foerster	—	—	—	—	7	7	0.75	+
红蚁 <i>Myrmica</i> sp.	—	—	—	25	63	88	9.41	++
黄立毛蚁 <i>Paratrechina flavipes</i> (Smith)	—	—	—	2	—	2	0.21	+

表 4 三种生境蚂蚁群落多样性指标

Table 4. The diversity indexes of ant community in three habitats

生境	Margalef 种类丰度	Shannonr Weiner 指数	Pielou 均匀度	McNaughton 优势度	总数
Habitat	Margalef richness index	Shannonr Weiner index	Pielou equality index	McNaughton dominance	Number
松林	4.883208	1.573411	0.677631	0.809524	378
母林	1.845188	0.569645	0.089074	0.994565	180
江口	4.866147	1.418721	0.611010	0.839473	377

5 讨论

人为干预主要体现在人类活动对生境结构的破坏，本研究所选择的三个生境分别是红松母树林内部、五道江口的路边以及红松林种子园中，其人为干预程度红松林种子园>五道江口>红松母树林。依据文献，本研究假设人为干扰程度越大的林区，其群落种类丰度和多样性指数越高^[1]，但本研究所得数据分析结果与此假设相反，原因分析如下。

红松母树林为天然林区，受人为干扰等因素影响较小，其内部种群结构稳定，已经形成了一定的优势种。根据表 4 数据，红松母树林的种类优势度指数最高，但蚂蚁的多样性指数及丰富度相比其他两个生境低，表明红松母树林中蚂蚁物种单一，已经形成了较为稳

定的生态系统，存在稳定的蚂蚁优势种^[5]。红松林种子园为人工建植林，受到较好的人工维护及管理，其内部环境因常年受到定期的维护管理，形成了较为稳定的生境条件，适合各类物种的生存。根据表 4 数据，该生境具有最高的种类丰度、多样性指数以及均匀度指数，表明红松林种子园中物种丰富，分布均匀，同时也说明了对生态环境有助益的人为活动可以在一定程度上增加物种丰度，对生境产生积极意义。五道江口为次生林，采样地为人为活动较多的森林边缘地带，与红松林种子园不同的是，该地的人为活动产生的是负效应。取样地为坡面中间的盘山路两侧，该条道路中断了上坡、下坡生境的连接，即从结构上破坏了该地区的生态环境。根据表 4 数据可知，该生境种类丰度、多样性指数、均匀性指数皆略低于红松林种子园各项指数，表明对生态环境有负效应的人为活动可以在一定程度上降低物种丰度等指标，对生境产生一定的消极意义。

此外，在调查过程中，研究方法还有待改进。在红松母树林采样时，未考虑天气因素，在雨后潮湿的土壤中取得样本。同时，在不同生境的采集时间不相同，会在一定程度上影响结果。

通过对研究调查地区三种生境中蚂蚁多样性的研究，可以得出以下结论：在一定的人为干扰力度下，积极的人为活动可改善生态环境，而消极的人类活动则会对生态环境产生负效果。由此可看出，三种生境中蚂蚁生物多样性揭示了不同生境的环境差异，因此，蚂蚁生物多样性具有环境指示性意义。

【参考文献】

- [1] 吴坚, 王常禄. 中国蚂蚁[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995. 1-23.
- [2] 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.
- [3] 吉林森工露水河林业局. 中国吉林森林工业集团有限责任公司露水河林业局简介[EB/OL]. <http://www.lushuihe.com/news.asp?nid=1>.
- [4] 陈鹏, 苏一, 饶世树, 龙云峰, 杜春花. 不同八角林分类型蚂蚁群落多样性研究[J]. 西部林业科学, 2012, 41(1): 60-68.
- [5] 张智英, 曹敏, 杨效东, 邓晓保, 余宇平. 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.