

文章编号: 1000-5692(2000)03-0235-06

浙江龙王山昆虫物种多样性研究

吴 鸿¹, 朱志建², 徐华潮¹

(1. 浙江林学院 森林保护研究所, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省湖州市林业局, 浙江 湖州 313000)

摘要: 浙江龙王山自然保护区是天目山脉的主要山峰之一。为正确认识该地区昆虫资源状况, 掌握昆虫种群的发展趋势, 为科学保护和合理利用提供科学依据, 根据 1995 年至 1998 年昆虫考察的数据和资料, 对龙王山昆虫物种多样性作了分析研究。结果表明: 龙王山昆虫的优势目是鳞翅目、鞘翅目和双翅目, 其属种多度结构反映了昆虫群落结构比较稳定。昆虫丰富度指数变幅较大, 多样性指数 D 和 H' 基本一致。特有昆虫和珍稀昆虫及其他昆虫资源丰富。图 3 表 3 参 14

关键词: 中国龙王山; 昆虫物种多样性; 昆虫资源

中图分类号: S718.7; Q968.1 **文献标识码:** A

龙王山自然保护区位于浙江省安吉县境内, 地处天目山脉中段的西天目山北侧, 浙皖两省的安吉、临安和宁国 3 县(市)的交界处。地理坐标为 $30^{\circ}23'N$, $119^{\circ}23'E$, 面积 $1\ 223\ \text{hm}^2$ 。主峰龙王山尖海拔 $1\ 587.4\ \text{m}$, 是天目山脉的主要山峰之一。

经过 40 多亿年的自然演化而成的生物多样性, 是地球上最宝贵的自然资源, 成为人类社会持续发展的生存支持系统。昆虫物种数占整个生物的 80%, 是维护陆地生态系统及生物圈的主要成员, 对整个生物界及人类的生存影响深远, 在动物区系中起着支配作用。因此, 昆虫生物多样性研究成为现代生态学和环境科学研究的热点之一^[1~4]。龙王山昆虫资源过去缺乏系统全面的研究, 资源的底数远没有搞清, 影响了保护区管理和建设, 制约了其功能的正常发挥。正确认识该地区昆虫资源状况, 掌握昆虫种群的发展趋势, 为科学保护和合理利用提供科学依据, 是十分迫切的任务。本文根据 1995 年至 1998 年浙江林学院等组织的龙王山昆虫考察所得的数据和资料, 试讨论龙王山昆虫物种多样性及有关的昆虫资源问题。

1 自然概况

龙王山区为古老陆台之一, 属加里东褶皱最古老的地层, 其山峰在天目山脉中部突然隆起, 形成中部高四周低的地形。岩石以凝灰岩为主。龙王山是多条溪流的发源地, 水系分入长江和钱塘江。土壤腐殖质层较厚, 肥力较高, 土壤垂直分布明显, 主要类型有红壤、山地黄壤、山地棕黄壤、山地草甸和山地沼泽地。

龙王山属北亚热带气候。因位处我国东南沿海丘陵山区北缘, 北亚热带南缘, 其气候具有丘陵向

收稿日期: 1999-11-03; 修回日期: 2000-02-28

基金项目: 国家自然科学基金重大项目“基础科学人才培养(特殊学科点)”资助项目

作者简介: 吴鸿(1960-), 男, 浙江东阳人, 教授, 博士后, 从事昆虫系统学和森林有害生物综合治理等的研究。

平原、中亚热带向北亚热带过渡的特征。季风强盛，四季分明，气候温和，雨水丰沛，光照适宜。从山麓到山顶年平均气温为 15.1~8.9℃，极端最低气温-11.3~-20.6℃，极端最高气温 37.0℃。无霜期 208 d 左右。年降水量 1 647.4 mm。

龙王山保存着大面积林相完整季相丰富多变的天然林。植物资源以落叶阔叶林树种为主，有 183 科 406 属 668 种，含多种国家保护植物。植被类型具明显的垂直分布规律：常绿阔叶林和暖性针阔混交林（500 m 以下山地）、常绿落叶阔叶混交林（500~800 m 山谷）、落叶阔叶林（800~1 500 m 山地）和温性针叶林（1 300~1 450 m 山脊）。

2 种类组成

2.1 物种组成特点

龙王山昆虫约占浙江省昆虫总种数的 24.0% 多。科和种数较多的目分别为鳞翅目、鞘翅目、双翅目和鳞翅目、鞘翅目、双翅目、膜翅目。可见，龙王山昆虫的优势目是鳞翅目、鞘翅目和双翅目。3 个目的科数占总科数的 42.6%，种数占 67.7%（表 1）。

龙王山昆虫平均每科有 7.9 种，其中 20 种以上的科有 22 个。这些科的种数占总种数的 58.2%，是优势科。含 60 种以上的科是：夜蛾科（119 种）、螟蛾科（86 种）、菌蚊科（86 种）、叶甲科（71 种）、尺蛾科（67 种）和叶峰科（67 种）。

龙王山昆虫平均每属有 1.6 种，其中 4 种以上的属有 55 个。这些属的种数占总种数的 21.0%，是优势属。10 种以上的属有：菌蚊属（*Mycetophila*）32 种、埃菌蚊属（*Epicypsa*）19 种、迟眼蕈蚊属（*Bradysia*）17 种、三节叶蜂属（*Arge*）15 种、环蛱蝶属（*Neptis*）10 种和厉眼蕈蚊属（*Lycoriella*）10 种。

2.2 属种多度

以 3 个优势目为例讨论属种多度问题。属的多度前 5 位为：鞘翅目有叶甲科（44）、天牛科（41）、象虫科（21）、叩甲科（10）和瓢虫科（10）；鳞翅目有夜蛾科（77）、螟蛾科（60）、尺蛾科（59）、蛱蝶科（29）和舟蛾科（23）；双翅目有蝇科（21）、菌蚊科（9）、长足虻科（8）、食蚜蝇科（8）和丽蝇科（8）。种的多度前 5 位为：鞘翅目有叶甲科（71）、天牛科（51）、象虫科（27）、瓢虫科（14）、鳃金龟科（13）和丽金龟科（13）；鳞翅目有夜蛾科（119）、螟蛾科（86）、尺蛾科（67）、蛱蝶科（50）和毒蛾科（33）；双翅目有菌蚊科（86）、蝇科（49）、眼蕈蚊科（35）、长足虻科（11）和丽蝇科（11）。

把各科所含的属数和种数划为若干等级，对 3 个优势目的科在各等级所占比重作比较分析。图 1 和图 2 分别表示 3 个优势目中属和种的不同数量等级内科所占的比重。

龙王山昆虫的这种结构反映了昆虫群落结构比较稳定。一般地说，同一科的种类往往有着相类似的行为、生物学习性以及能量消耗方式。类群小，有利于充分利用能量，达到资源有效分摊。因此，

表 1 龙王山昆虫数量统计

Table 1 Number of insects from Mount Longwang

目称	科数	属数	种数	新类元		新记录类元		
				属数	种数	科数	属数	种数
弹尾目	2	2	2					
双尾目	1	2	2					
缨尾目	1	2	2					
蜉蝣目	7	10	16			4		
蜻蜓目	10	24	31					
蜚蠊目	3	3	5					
蝗螂目	3	8	11					
等翅目	3	6	9					
鳞翅目	3	7	13			5		
膜翅目	2	4	6					
直翅目	14	33	42			3		
革翅目	5	13	13					
同翅目	19	71	92			7		3
半翅目	17	61	82					
缨翅目	1	2	2					1
鞘翅目	28	190	265	1	7			2
广翅目	1	4	6					
长翅目	2	3	11		1			
脉翅目	1	5	6		1			
毛翅目	16	32	58		10	1	1	1
鳞翅目	41	434	642					
双翅目	23	98	255	1	88			8
膜翅目	13	86	146	7	49		1	1
合计	216	1 100	1 717	9	175	1	2	16

在一个群落内，科的单位越多，能流途径就越多，能流的干扰也就越容易被补偿，这个群落的稳定性就越高^[5~7]。

2.3 季节变异

图 3 为主要代表性类群在不同月份的物种数变化曲线。各类群均有 1 个种数的峰值，分别出现在 6~8 月份。除叶蜂总科外，其余各类群均在 10 月份有 1 个次峰值。菌蚊总科在 5 月份还有 1 个小峰值出现。各类群的种类均在 9 月份处于较低水平。导致昆虫数量变化的原因主要是：①昆虫对环境变化的反映比较敏感，不适宜的生存环境往往是昆虫生存繁衍的限制因素；②昆虫为了充分利用自然资源，减少能量消耗，保证高质量的生命发展水平，各类群之间数量变化出现了差异；③昆虫发育世代千差万别，在长期的演化过程中，各类昆虫均趋向于在自身最适环境条件下生长繁衍^[7,8]。

3 昆虫群落多样性

群落多样性是群落生态组织水平独特的反映群落功能的重要特征。多样性涉及群落的稳定性和生产力，与人类的生存与发展紧密相关。对它研究有助于掌握昆虫群落的组成和结构，并进而阐明结构与功能的关系，预测群落演替的趋势^[6~12]。

3.1 物种丰富度指数

采用 Margalef 物种丰度模型测定龙王山昆虫的丰富度指数。其模型为：

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

其中： S 为物种数， N 为所有物种的个体数之和。

昆虫丰富度指数的变幅较大。以双翅目最高，脉翅目最低，两者相差 26.3 倍。种数少的目（鞘翅目、螳螂目、脉翅目和长翅目）的指数很低，种数较多的目（鞘翅目、鳞翅目、双翅目和膜翅目）的指数较高。种数相近的同翅目和半翅目，由于个体数的较大差别，其指数也有较大差异（表 2）。

3.2 多样性指数

多样性测定的方法有多种，其中常用的有以下几种。

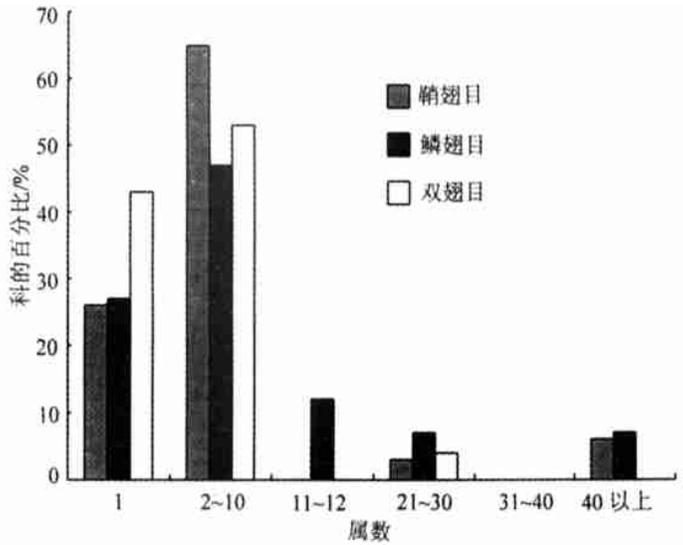


图 1 龙王山昆虫优势目的属数量等级与科的关系

Figure 1 Relationship on the number of genera and family in dominant order of insect from Mt. Longwang

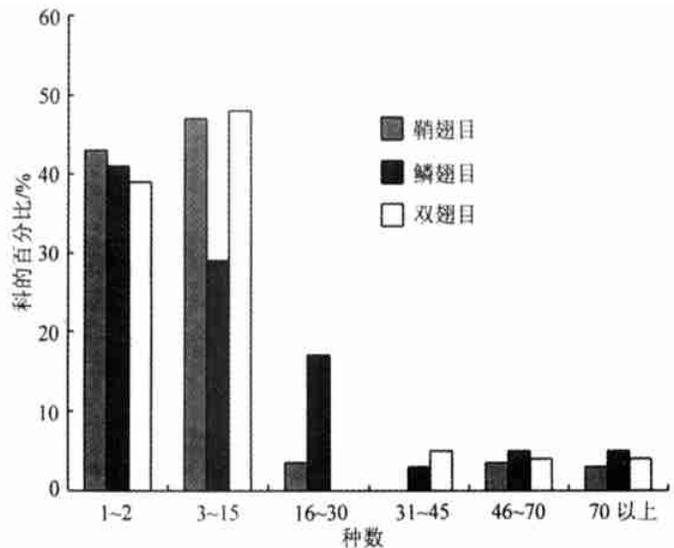


图 2 龙王山昆虫优势目的种数量等级与科的关系

Figure 2 Relationship on the number of species and family in dominant order of insect from Mt. Longwang

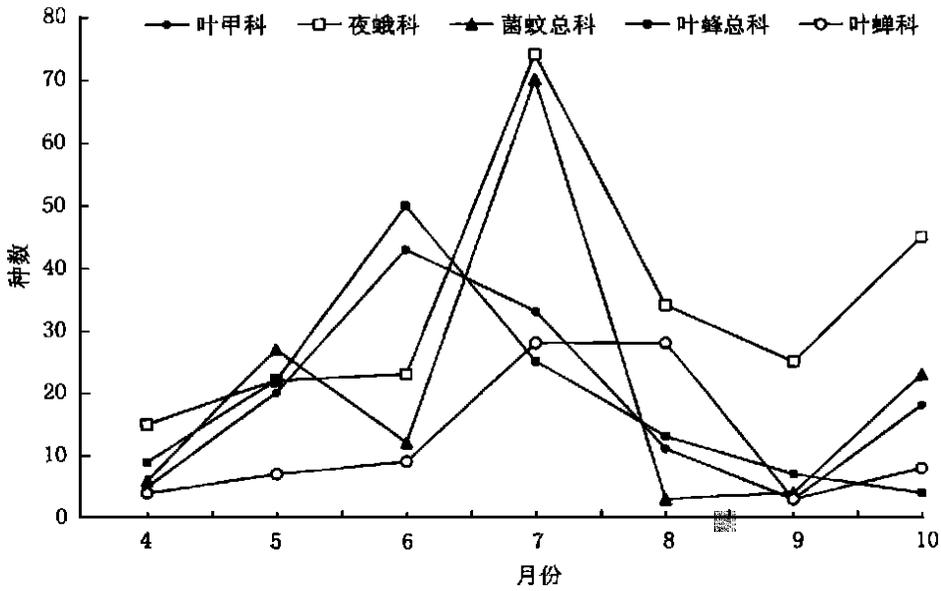


图3 龙王山昆虫主要代表性类群的种类在不同月份的变化

Figure 3 Variation on the species number of representative groups of insects in different month from Mt. Longwang

3.2.1 Simpson 指数

$$D = N(N-1) / \sum n_i(n_i-1)$$

其中: N 为群落总个体数, n_i 为第 i 个种的个体数。 D 值越大, 群落的稳定性越高。

3.2.2 Shannon-Weaver 指数

$$H' = - \sum p_i \lg P_i$$

其中: P_i 为第 i 个种的个体数占群落总个体的比率。

群落均匀度是描述实测多样性和最大多样性之比率。在多样性的信息量度中, 当物种数给定为 S 时, 其群落的均匀度为:

$$J' = H' / H_{max}$$

其中: H_{max} 为最大多样性, $H_{max} = \ln S$ 。

表3反映的多样性指数 D 和 H' 情况基本一致, 均以鳞翅目、膜翅目和双翅目为最高, 长翅目和脉翅目最低。群落均匀度 J' 以蝗螂目和膜翅目为最高, 长翅目、脉翅目和鞘翅目最低。由于优势种的明显程度较高, 龙王山生态系统的物种丰富度和群落稳定性均不是很高, 更需加强保护, 并作进一步深入研究, 揭示其中的本质问题^[7,8,11]。

4 昆虫资源

昆虫资源是目前地球上最大的尚未被充分利用的生物资源, 在社会经济发展和人民生活中占有重要地位。龙王山的昆虫种类繁多, 资源丰富^[13,14]。

4.1 特有昆虫及珍稀昆虫

特有昆虫是指仅发现或分布

表2 龙王山昆虫丰富度指数

Table 2 Abundance index of insects from Mt. Longwang

指数	翅目	蝗螂目	直翅目	同翅目	半翅目	鞘翅目	脉翅目	长翅目	鳞翅目	双翅目	膜翅目
d	2.53	3.07	7.20	9.71	13.97	18.94	1.24	2.03	25.20	32.59	18.56

表3 龙王山主要昆虫类群的群落多样性指数和均匀度指数

Table 3 The diversity and uniformity index of insects from Mt. Longwang

指数	翅目	蝗螂目	直翅目	同翅目	半翅目	鞘翅目	长翅目	脉翅目	鳞翅目	双翅目	膜翅目
D	0.73	0.92	0.96	0.85	0.94	0.94	0.69	0.72	0.98	0.96	0.98
H'	0.75	0.99	1.42	1.23	1.51	1.59	0.73	0.91	1.90	1.84	1.80
J'	0.36	0.77	0.67	0.47	0.58	0.54	0.34	0.35	0.65	0.67	0.76

于龙王山及其邻近地区的昆虫。珍稀昆虫则是个体稀少、珍奇或有特殊价值的, 处于濒危状态的种类。对其研究有利于深入认识它们的生存条件及其环境影响, 提高保护意识, 为保护和利用提供科学依据。

4.1.1 特有昆虫 本研究发现的新种 175 个, 除少数模式产地同时分布于国内其他地区的种以外, 均被暂视为特有昆虫, 有 9 目 31 科 139 种。此外, 模式产地在龙王山以外的天目山系的种类, 其他地区至今仍未记录以及此前根据龙王山所采标本定名的种, 也应视为特有种, 共有 8 目 8 种。

4.1.2 珍稀昆虫 龙王山区珍稀昆虫包括两大类, 即多数本研究发现的新属种个体稀少, 形态特异, 是珍稀昆虫; 国务院批准公布的《国家重点保护野生动物名录》以及《中国生物多样性保护行动计划》中所包括的重点保护昆虫^[2,8]。对这些珍稀种类应加强生物学特性的研究, 重点加以保护。主要代表有: 安吉象白蚁 (*Nasutitermes anjiensis*)、黄胫腹露蝗 (*Fruhstorferiola cerinitibia*)、长突横脊叶蝉 (*Evacanthus longus*)、粗喙修尾蚜 (*Indomegoura crassirostra*)、小侏轴甲 (*Microcameria pygmaeus*)、渐黑日萤叶甲 (*Japonitata nigricans*)、刺茎蠕形等翅石蛾 (*Wormaldia unispina*)、浅翅凤蛾 (*Epicopria hainesi sinicaria*)、大尾凤蝶 (*Agehana elwesi*)、橙翅襟粉蝶 (*Anthocharis bambusarum*)、大紫蛱蝶 (*Sasakia charonda*)、龙王山褶蚊 (*Ptychoptera longwangshana*)、中华龙蠓 (*Draconomyia sinica*)、中华张翅菌蚊 (*Diadocidia sinica*)、中华弓脉长足虻 (*Paraclius sinensis*)、九七隐芒蝇 (*Cryptochaetum nonagintaseptem*)、吴氏异三节叶蜂 (*Alloscena wui*) 和龙王山三缝茧蜂 (*Triraphis longwangshensis*) 等。

4.2 昆虫资源的保护作用

昆虫资源包括有直接效益的和非效益性的两大类。前者是通常意义上的资源昆虫, 用途十分广泛, 包括工业原料、药用、食用、饲用和传粉等昆虫; 后者主要指害虫、天敌昆虫、科研用昆虫和工艺观赏昆虫等^[8, 11, 13, 14]。

龙王山的昆虫资源较丰富, 初略统计有: 天敌昆虫 10 目 40 科 214 种, 占龙王山昆虫的 12.5%, 实际上远不止此数。它们在龙王山害虫的自然控制方面发挥了重要作用。主要传粉昆虫是蜜蜂总科和食蚜蝇科的种类。常用的药用昆虫有 20 余种, 主要是蜚蠊目、螳螂目、直翅目、半翅目、鞘翅目、鳞翅目和膜翅目的种类。龙王山的害虫种类多, 但有虫不成灾。它们在维持生态平衡中发挥了重要作用, 对生物群落的稳定和发展起着明显的调控作用。龙王山的观赏昆虫很丰富, 仅蝶类就有 10 科 152 种, 蜻蜓、竹节虫、螳螂、大型甲虫、大型蛾类等也具有很高的观赏价值。

今后应加强几类主要资源昆虫的数量和生物学特性的研究, 采取多种保护措施, 创造有利于资源昆虫生存发展的生态环境。同时, 要广泛宣传昆虫知识, 提高全民的保护意识, 使昆虫资源为人类作出更大的贡献。

参考文献:

- [1] 王献溥, 刘玉凯. 生物多样性的理论与实践[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994.
- [2] 中国生物多样性保护行动计划总报告编写组. 中国生物多样性保护行动计划[R]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994: 1-121.
- [3] 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性译丛(一)[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992.
- [4] 陈灵芝. 中国的生物多样性[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [5] 天目山自然保护区管理局. 天目山自然保护区自然资源综合考察报告[R]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1992: 131-193.
- [6] 尹文英. 中国亚热带土壤动物[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 21-68.
- [7] 杨星科. 长江三峡库区昆虫[M]. 重庆: 重庆出版社, 1997: 34-53.
- [8] 吴鸿. 华东百山祖昆虫[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995: 16-26.
- [9] 冯维波. 生物多样性丧失与保护的经济分析[J]. 生物多样性, 1994, 2(1): 44-48.
- [10] 李典谟. 生态的多样性度量[J]. 生态学杂志, 1987, 6(4): 49-52.
- [11] 吴鸿, 陈德良, 余久华. 浙江百山祖自然保护区昆虫群落生态研究[J]. 浙江林学院学报, 1997, 14(1): 22-28.
- [12] 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法[M]. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1990: 147-172.
- [13] 宋大祥. 西南武陵山地区动物资源和评价[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [14] 周忠朗, 何文秀. 莫干山昆虫资源及其利用前景[J]. 浙江林学院学报, 1992, 9(4): 388-391.

Insect species diversity of Nature Reserve of Mount Longwang

WU Hong¹, ZHU Zhi-jian², XU Hua-chao¹

(1. Institute of Forestry Protection, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China;

2. Forestry Enterprise of Huzhou City, Huzhou 313000, Zhejiang, China)

Abstract: To correctly recognize the insect resource and master the developing tendency of insect population in Mt. Longwang, Zhejiang, the insect species diversity was analyzed by means of data obtained in insect investigation from 1995 to 1998. Lepidoptera, Coleoptera and Diptera were dominant orders from Mt. Longwang. The diversity of species and genera indicated that insect population had a stable structure. Abundance index varied from 2.53 to 25.20, but diversity index changed in a narrow range. There were abundance rare and endemic insect species in Mt. Longwang.

Key words: insect species diversity; insect resource; Mt. Longwang

2001年《浙江林业科技》征订启事

《浙江林业科技》是国内外发行的综合性林业科技刊物，被确定为我国林业核心期刊之一。主要报道国内外有关育苗、造林、森林经营、森林保护、森林生态、林产加工、林业经济、林业机械及森林多种效益等方面的研究新成果、新技术、新经验和新动向。内容包括研究论文、试验报告、应用技术、专题综述、国外科技和林业信息等。是广大从事林业生产、科研、设计和教学的技术人员、职工及林业专业户进行技术探讨的场所，并能为他们的科研、教学、生产提供帮助。本刊文章已被国外有关刊物选用刊登。

《浙江林业科技》2001年出版6期，每份全年订价30元（含邮费）。现开始征订，需订阅者，请与本刊编辑部联系。订费可邮汇至本刊编辑部，或由银行信汇至浙江省林业科学研究院。

开户银行：农行杭州留下分理处 帐号：38480130000363 邮政编码：310023

地 址：杭州留下浙江省林业科学研究院

《浙江林业科技》编辑部