

九华山东西坡不同垂直带谱土壤动物群落*

邵华木 王宗英 张光生

(安徽师范大学地理旅游系 芜湖 241000)

提 要 对亚热带山体(九华山)东西坡土壤动物进行对比研究,共获得土壤动物 4 537 个,隶属 5 门 11 纲 29 类(目)其中大型土壤动物优势类群为等翅类(白蚁),中小型土壤动物优势类群为蜡类、线虫类和弹尾类。另外,九华山东西坡土壤动物的垂直分布无论在个体数、类群数、土壤动物密度和 H, E, C 等几个重要指标上都存在很大差异,表明了坡向和垂直高度对于土壤动物的影响。

关键词 九华山 不同垂直带谱 土壤动物群落 异质分布

九华山位于皖南青阳县境内,方圆约 100km²,境内因奇峰幽谷、怪石奇洞、清泉飞瀑、苍松翠竹而素有“东南第一山”之称;九华山还因梵宇林立、香烟缭绕并且历史悠久而成为我国四大佛教名山之一;是闻名中外的旅游圣地。80 年代正式建立了九华山风景区和动、植物自然保护区。为进一步开发和保护九华山动植物资源和旅游资源,维护生态环境的良性循环,研究九华山土壤动物具有重要的理论和现实意义。

1 采样点自然环境和研究方法

九华山位于北亚热带气候区内,年平均气温为 13.5℃,冬季月平均气温都在 10.0℃ 以下,无霜期 214d,年降水量为 1 964mm¹⁾。最高峰十王峰海拔达 1 342m,山体在垂直方向上的气候、土壤和植被等生态环境都有明显的差异,其垂直带谱大致为^[1-2]:海拔 100—400m 为马尾松灌丛林带,主要植被为马尾松 *Pinus massoniana* 和茂密的灌丛、草本植物。地貌类型为低山丘陵,其上广泛分布山地红壤;海拔 400—800m 为杉竹混交林带,主要植被为杉木 *Cunninghamia lanceolata* 和毛竹 *Phyllostachys pubescens*,地貌类型为坡地,主要土壤为山地黄棕壤;海拔 800—1 000m 为黄山松林带,优势树种为黄山松 *Pinus taiwanensis*,这里多为陡峭的山坡地,土壤为山地酸性棕壤;海拔 1 000m 以上为高山灌丛草甸带,主要植被为山地矮林灌丛,黄山松稀疏。鉴于上述垂直方向上的分异,分别在东西坡不同垂直带上选定 7 个样点,各样点的环境特征(表 1)。选点时尽量考虑微地貌的一致性,并在大致相同的气候—植被类型下进行采样。以尽可能取得有代表性并进而可供比较分析的样本。

根据九华山的垂直带谱在东西坡选择 7 个样地进行调查。野外取样方法是:在每个样地选择 30×30cm 两个样方,每一样方都按 0—5,5—10,10—15 和 15—20(cm)四层取样,其中一个样方用于手捡,按上述分层获取每层的大型土壤动物,并分别直接浸泡于

* 国家自然科学基金资助项目。

1) 九华山气象站:九华山气象观测资料。

本文改回日期:1994-12-15。

75%酒精中,带回室内进行分类鉴定和数量统计;另一样方按上述分层,每层用100cm³ 容器取100cm³×4的土样,带回室内分离提取中、小型土壤动物,其中三个土样用于干漏斗(Tullgren)法,一个样的四分之一用于湿漏斗(Baermann)法,然后进行种类鉴定和数量统计^[3-11]. 其中不包括土壤原生动物的。

表1 九华山土壤动物样地环境概况

Table 1 Environmental survey of soil animal in control plots of Jiuhua Mountain

样地号	坡向	海拔(m)	景观	土壤	土壤湿度(%)	天气	采样日期
A	东	350	马尾松灌丛林	山地红壤	15.9	晴	1992-09-30
B		700	杉竹混交林	山地黄棕壤	21.1	晴	1992-09-30
C	坡	900	黄山松林	山地酸性棕壤	23.0	晴	1992-10-01
M	山脊	1200	灌丛草甸	山地灌丛草甸土	37.6	晴	1992-09-29
C ₁	西	850	黄山松林	山地酸性棕壤	35.1	晴	1992-09-27
B ₁		700	杉竹混交林	山地黄棕壤	3.4	阴	1992-09-28
A ₁	坡	300	马尾松灌丛林	山地红壤	11.3	晴	1992-09-29

2 分析与结果

2.1 土壤动物群落的组成和相对丰度

在7个有代表性的样地中共获土壤动物4537个,隶属于5门11纲29类(目,表2)。其中以昆虫纲群数量最多,共16类;其次是蛛形纲为4类。在各类土壤动物中,大型土壤动物全捕量为769只,隶属4门9纲28类,占整个全捕量的16.66%;中小型土壤动物全捕量为3846只(表3),隶属4门9纲18类,占整个全捕量的83.34%。大型土壤动物中,优势类群仅一类即等翅类(白蚁),占大型土壤动物全捕量的58.91%,常见类群有13类,

表2 九华山东西坡土壤动物群落组成

Table 2 Composition of invertebrate community on eastern and western slopes of Jiuhua Mountain

门	纲	类(目、科、属、种)
扁形动物门 Plathelminthes	涡虫纲 Turbellaria	涡虫类(土笋蛭涡虫 <i>Bipalium keuense</i>)
线形动物门 Nematelminthes	线虫纲 Nematoda	线虫类(小杆科 Rhabdillidae)
	轮虫纲 Rotatoria	轮虫类(蛭态目 Bdelloidae)
环节动物门 Annelida	寡毛纲 Oligochaeta	线蚓类 Enchytraeidae 蚯蚓类 Reganwurmer
软体动物门 Mollusca	腹足纲 Gastropoda	腹足类(栉鳃目 Pectiobranchin)
节肢动物门 Arthropoda	蛛形纲 Arachnida	拟蝎类 Pseudoscorpionida 熊虫类 Eutaridigrada 蜘蛛类 Araneida 蜱螨类 Acarina
	甲壳纲 Crustacea	甲壳类(鼠妇 Armadillidae)
	唇足纲 Chilopoda	石蜈蚣 Lithobiomorpha 地蜈蚣 Geophilomorpha
	结合纲 Symphyla	结合类 Symphyla
	倍足纲 Diplopoda	倍足类(马陆 Juliformia)
	昆虫纲 Insect	原尾类 Protura 弹尾类 Collembola 蜚蠊类 Blattaria 等翅类 Isoptera 直翅类 Orthoptera 同翅类 Homoptera 半翅类 Hemiptera 双翅类 Diptera 革翅类 Dermaptera 缨翅类 Thysanoptera 竹节虫类 Phasmida 鞘翅类 Coleoptera 鳞翅类 Lepidoptera 蚁类 Formicidae 双尾类 Diplura 隐翅类 Staphylinidae

又以蚁类、鞘翅目和蚯蚓类为多,分别占大型土壤动物的 8.46%、5.07%和 4.16%。大型土壤动物的平均密度为 0.61 万只/m³。中小型土壤动物中,优势类群有螨类、线虫类和弹尾类,占中小型土壤动物全捕量的百分比分别为 41.68%、24.83%和 23.48%,三者共占 89.99%;常见类群有线蚓类和原尾类,分别占中小型土壤动物全捕量的 4.68%和 1.25%,而其它 13 类总计仅占 3.17%。中小型土壤动物的平均密度为 819.10 万只/m³。

2.2 东西坡土壤动物的垂直分布与差异

不同的土壤动物适于生活在不同的生存环境里,因此一定的生境条件分布有不同类群的土壤动物。九华山主峰 1 300 多 m,从基带到顶峰自然地理环境差异较大,加上坡向、坡度的差异,土壤动物的组成和数量存在明显差异。从东西坡捕获的土壤动物来看,其个体数东坡计 1 851 只,占全捕量 40.11%,其中大型、中小型土壤动物个体数分别为 625 只和 1 226 只,分别占同类捕获量的 81.27%和 31.88%;西坡个体数计 1 015 只,占全捕量 21.99%,其中大型、中小型土壤动物个体数分别为 108 只和 907 只,分别占同类捕获量的 14.04%和 23.58%(表 4)。显然,无论是总计还是大型或中小型土壤动物,其捕获量的绝对数及所占比重都是东坡大于西坡。其次从类群数来看,东坡计 4 门 10 纲 26 类,占有捕获类群的 83.87%;西坡有 4 门 10 纲 25 类,占 80.65%,东坡也比西坡多。东坡大型土壤动物优势类群为等翅类(白蚁),常见类群为蚁类、蚯蚓类、鞘翅目、双翅类、倍足类(马陆)等,而西坡的优势类群为蚁类、鞘翅目和线蚓类,常见类群为蚯蚓类、结合类、石蜈蚣、蜘蛛类、线虫类、弹尾类、双翅类、半翅类等。中小型土壤动物东坡优势类群为螨类、线蚓类,常见类群为双翅类和结合类,而西坡优势类群为螨类、线虫类和弹尾类,常见类群有线蚓类、蚁类、双翅类和结合类,显然类群数及类群结构上差异较大。平均密度方面,大型、中小型土壤动物及两者合计,东坡都比西坡大,尤其大型土壤动物表现更明显。

表 4 九华山东西坡土壤动物比较

Table 4 Comparison of soil animal on eastern and western slopes of Jiuhua Mountain

指 标	总 计		大型土壤动物		中小型土壤动物	
	东 坡	西 坡	东 坡	西 坡	东 坡	西 坡
个体数(只)	1851	1015	625	108	1226	907
占同类捕获量(%)	40.11	21.99	81.27	14.04	31.88	23.58
类群数(类)	26	25	23	20	15	15
占类群数(%)	83.87	80.65	74.19	64.50	48.40	48.40
平均密度(万只/m ³)	675.36	656.97	1.16	0.20	674.20	656.77

另外,就东西坡土壤动物的垂直分布来说,东坡类群数百分比随高度而增加,个体数百分比也大致与类群数呈相同趋势(图 1),西坡则个体数百分比随高度增加更明显,类群数百分比总趋势亦是增加的。从表 3 我们还可以看到东西坡大型和中小型土壤动物类群数和个体数的若干特征:东坡大型土壤动物类群数随高度增加,但到山脊又趋减少,个体数因捕获白蚁数量较大而显得复杂;中小型土壤动物则相反,无论类群数或个体数,大致随高度增加而增多。而西坡大型土壤动物类群数马尾松林较少,黄山松林和杉竹混交林较多,个体数发现在杉竹混交林中为最多,马尾松林中最少;中小型土壤动物情况有所不

同,类群数随高度增大而增多,个体数也大致如此,只是杉竹混交林显得少些.关于垂直方向上的差异,还可以从差异性指数¹⁾看出(表5),各群落之间的差异性指数在0.3—0.6之间,除AC和B₁C₁属差异较小外,其它均属明显,由于九华山海拔不高,山体不大,因而无差异显著和差异极大两个级别.

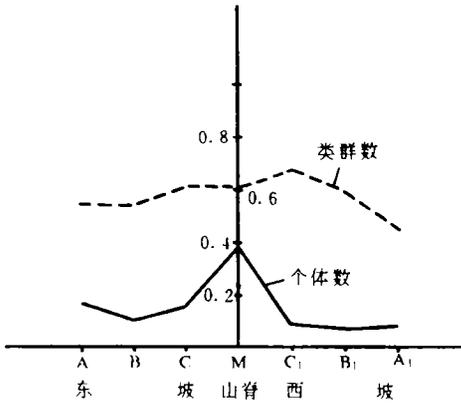


图1 九华山东西坡土壤动物个体数和类群数百分比

Fig. 1 The distribution of group number and individual (percentage) of soil animal on eastern and western slopes of Jiuhua Mountain

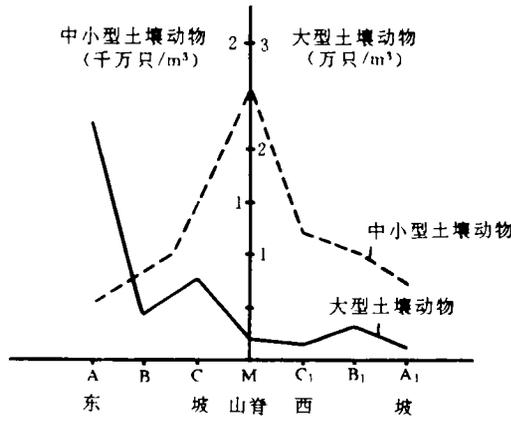


图2 九华山东西坡大、中小型动物密度分布

Fig. 2 Density distribution of soil animal on eastern and western slopes of Jiuhua Mountain

表5 九华山不同群落土壤动物的差异性指数¹⁾

Table 5 The difference indexes of soil animal in communities of Jiuhua Mountain

东 坡		西 坡		东 西 坡	
AB	0.5769	A ₁ B ₁	0.4762	AA ₁	0.5238
BC	0.4583	B ₁ C ₁	0.3043	BB ₁	0.4783
AC	0.3913	A ₁ C ₁	0.5217	CC ₁	0.4000
AM	0.5000	A ₁ M	0.4762		
BM	0.5200	B ₁ M	0.4583		
CM	0.4400	C ₁ M	0.4615		

1) ≥0.8 差异极大, 0.8—0.6 差异显著, 0.6—0.4 差异明显, 0.4—0.2 差异较小, <0.2 差异极微.

从土壤动物密度来看,不论在什么情况下都是东坡大于西坡(见表4,图2),中小型土壤动物密度东西坡都随高度而增大,大型土壤动物东西坡都呈双峰型(表6,图2),即两高两低型式.

所有上述差异体现了不同土壤动物对于不同自然生态环境的适应性和选择性.

2.3 东西坡相同垂直带谱土壤动物的对比分析

根据原始数据计算出东西坡土壤动物几项重要指标(见表6).从个体数看,东坡各垂

1) 差异性指数由公式 $d = 1 - c / (a + b - c)$ 求得. 式中 a 为 A 群落类群数, b 为 B 群落类群数, c 为 AB 两群落共有的类群数.

直带均比西坡同带谱多,其中以大型土壤动物表现更明显(见表3);从类群数看,除基带外西坡却比东坡略多.大型土壤动物密度东坡各带均比西坡高,中小型土壤动物密度除黄山松林东坡比西坡高外,其它各带均西坡高于东坡,而山地灌丛草甸密度最高,达1740.70万只/m³.另外东西坡相同垂直带土壤动物群落的结构与功能的差异,还可以用多样性指数、Pielou均匀性指数、Simpson优势度指数¹⁾和差异性指数来描述(见表6、表5).从多样性指数来看, $\bar{H}_A < \bar{H}_{A_1}$, $\bar{H}_B < \bar{H}_{B_1}$,而 \bar{H}_C 与 \bar{H}_{C_1} 相近;均匀性指数均东坡小于西坡即: $E_A < E_{A_1}$, $E_B < E_{B_1}$, $E_C < E_{C_1}$;优势度也大致呈与 E 相同的特征,说明东西坡同带谱土壤动物存在明显差异.表5右栏的指数也表明差异的明显性,几项指标的结论是一致的.

表6 九华山东西坡土壤动物若干重要指标

Table 6 Some important indexes of soil animal on eastern and western slopes of Jiuhua Mountain

指 标	东 坡			山 脊	西 坡		
	A	B	C	M	C ₁	B ₁	A ₁
个 体 数(只)	699	458	616	1749	384	280	315
占全捕量百分比(%)	15.41	10.09	13.58	38.55	8.46	6.17	7.74
类 群 数 (类)	17	17	19	19	21	18	14
占全捕类群数百分比(%)	58.84	58.84	61.29	61.29	67.74	58.06	45.16
大型土壤动物密度(万只/m ³)	2.26	0.43	0.78	0.20	0.15	0.33	0.12
中小型土壤动物密度(万只/m ³)	380.30	666.30	976.00	1740.70	812.3	674.00	484.00
多样性指数 H	1.2391	1.7411	1.8687	1.4238	1.8393	1.9419	1.5142
均匀性指数 E	0.4136	0.5812	0.5494	0.4480	0.5645	0.6033	0.5461
优 势 度 C	0.1870	0.3605	0.4096	0.3548	0.4207	0.3949	0.4163

2.4 各垂直带不同土层土壤动物分析

在九华山东西坡不同垂直带各群落中,土壤动物类群数和个体数在土体内的分布随土层深度的变化而变化(图3),表现出以下特征:1.除个别情况外,无论大型土壤动物或中小型土壤动物的个体数都有集中表层(0—5cm)、并随土壤深度增加而减少的趋势;2.土壤动物类群数虽不象个体数那样简单,但仍然呈现出随土壤深度增加而减少的特征;3.大型土壤动物个体数集中于第一层(0—5cm)或第一、二(5—10cm)两层的程度明显表现为 $A > B > C > M$ 和 $A_1 > B_1 > C_1 > M$,类群数亦表现出与上类似的特征;而中小型土壤动物的个体数也有与大型土壤动物类似的特征;但类群数与大型土壤动物比,各层分布相对均匀些;4.东西坡的对比,大型土壤动物类群数和个体数西坡比东坡更集中于表层,类群数东坡各群落随土层分布比西坡同群落相对均匀些;中小型土壤动物个体数和类群数百分比东西坡的差异也是显而易见的.另外,各层中的优势类群亦有不同,如大型土壤动物,A群落0—5cm,5—10cm的优势类群为等翅类(白蚁),A₁群落0—5cm优势类群为蚁类,再如,B群落0—5cm优势类群为蚁类,5—10cm则为蚁类、蚯蚓类、倍足类(马陆)和双翅类,10—15cm和15—20cm则均为马陆.

1)多样性指数: $\bar{H} = -\sum P_i \ln P_i$, $P_i = x_i/N$, x_i 为每一类群的重要值, N 为总的重要值.

均匀性指数: $E = \bar{H}/H_{max} = \bar{H}/\ln S$, $H_{max} = -S(1/S) \ln(1/S) = \ln S$, H_{max} 为在最大均匀性条件下种的多样性; S 为群落中的类群数.

优势度: $C = \sum (x_i/N)^2$.

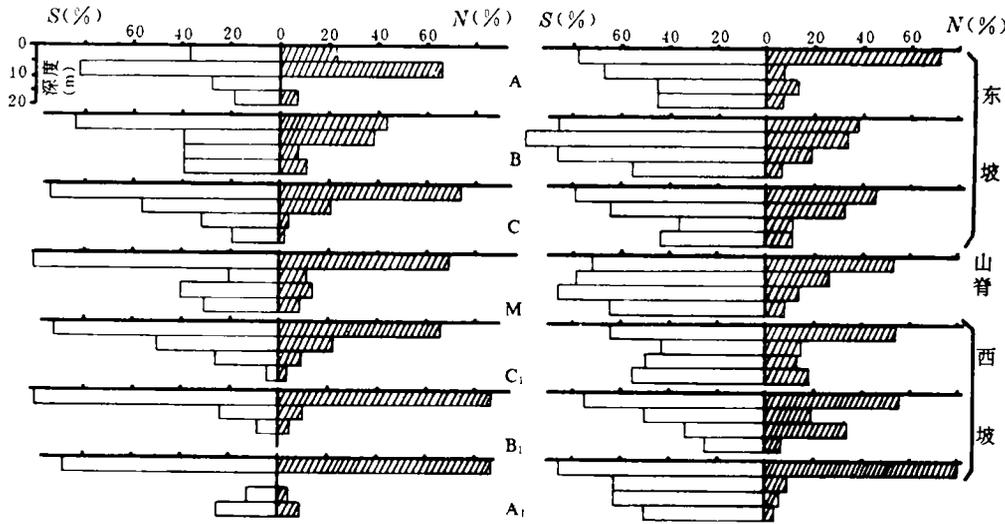


图3 九华山不同群落大型(左)和中小型(右)土壤动物类群数(S)和个体数(N)百分比随土壤深度变化
 Fig.3 The changing of group number(S) and individual percentage(N) of large soil animal(left), middle-small soil animal (right) with the deepening soil beds

3 小 结

1. 本文首次进行亚热带山体(九华山)东西坡土壤动物的对比研究,共获得土壤动物4 537个,隶属5门11纲29类(目),其中大型土壤动物优势类群为等翅类(白蚁),中小型土壤动物优势类群为螨类、线虫类和弹尾类。

2. 东西坡土壤动物的垂直分布及东西坡的分布差异都很大,其个体数和类群数都是东坡比西坡大。另外东西坡的优势类群也有很大差异。从垂直分布看,类群数和个体数大致随高度增加而增多。反映了九华山高度因素对土壤动物的影响。

3. 东西坡同带谱土壤动物差异也很明显,这些差异表现在个体数、类群数、土壤动物密度和H、E、C等几个重要指标上。表明坡向对于土壤动物的影响。

4. 同一样点,不同土层的土壤动物个体数和类群数有随深度增加而减少的趋势。显示土壤结构和土壤养分对土壤动物的影响。

5. 需要特别指出的是,本研究共7个样地中,在5个样地捕获有白蚁,捕获量占大型土壤动物捕获量的58.91%,占全捕量的9.90%,有关部门应重视风景区和保护区内的白蚁防治工作,避免白蚁对森林、寺庙的危害。

关于九华山土壤动物的季节变化有待作进一步研究。

参 考 文 献

[1] 顾也萍. 九华山之土壤. 土壤学报, 1987, 42(4): 378—386.
 [2] 王岐山, 胡小龙. 安徽九华山昆虫类调查报告. 安徽大学学报, 1978, (1): 56—84.
 [3] 王宗英, 路有成, 陈发扬. 皖南低丘茶园土壤动物群落结构研究. 地理学报, 1991, 46(2): 213—223.

- [4] 孙帆,陈鹏,卜照义等. 吉林省土壤动物组成与生态分布的初步研究. 地理学报,1991,46(3):311—318.
- [5] 王振中,张友梅. 衡山自然保护区森林土壤中动物群落研究. 地理学报,1989,44(2):205—213.
- [6] 陈鹏,张一. 长白山北坡冰缘环境与土壤动物. 地理科学,1983,3(2):133—140.
- [7] 王宗英,路有成. 长江南岸(安徽段)农业生态系统土壤动物群落结构的初步研究. 生态学杂志,1988,7(3):12—17.
- [8] 张祖荣,杨明宪,陈鹏等. 长白山北坡森林生态系统土壤动物初步调查. 森林生态系统研究,1980,(1):133—143.
- [9] 陈鹏,孙帆,卜照义等. 东北地区土壤动物的调查研究. 东北师大学报(自然科学版),1990,(1):1—12,49—58.
- [10] 陈鹏,富德义. 长白山土壤动物在物质循环中作用的初步探讨. 生态学报,1984,4(2):172—179.
- [11] 王宗英,路有成,陈发扬. 芜湖市农业生态系统土壤动物群落研究. 安徽师大学报(自然科学版),1988,(2):53—61.

A PRELIMINARY STUDY ON SOIL ANIMAL COMMUNITIES IN DISTINCT VERTICAL ZONES ON EASTERN AND WESTERN SLOPES OF JIUHUA MOUNTAIN

Shao Huamu Wang Zongying Zhang Guangsheng

(Department of Geographic Tourism, Anhui Normal University Wuhu 241000)

Abstract

The first contrastive study on the soil animals in distinct vertical zones on eastern and western slopes of semitropics mountain(Jiuhua Mountain)has been carried out. 4 537 individuals of soil animal were collected. They belong to 5 phyla, 11 classes and 29 genera, among which the dominant genus of large soil animal is *Isoptera*, the dominant genera of middle-small soil animal are *Acarina*, *Nematoda* and *Collembola*.

The diversity of vertical distribution of soil animals on eastern and western slopes are very evident. The genus and individual number of soil animals on the eastern slope are larger than those on the western. The dominant genera of the eastern and western slopes are also of great difference. Based on vertical distribution, the genera and individual number are increasing with the increase of elevation generally. In the same vertical zone, some important indexes differ greatly between the eastern slope and the western slope. These indexes include genus number, individual number, density and \bar{H} , E , C , etc. These conclusions show that the height and slope direction have a certain effect on soil animals.

Besides, the genus and individual number of soil animals are decreasing with the increase of soil depth in the same sample field. The result shows the effect of soil structure and nutrition on soil animals.

Key words Jiuhua Mountain, distinct vertical zone, soil animal communities, heterogeneous