

泰山土壤动物群落结构特征

刘 红

(曲阜师范大学地理系 山东曲阜 273165)

袁兴中

(曲阜师范大学生物系 山东曲阜 273165)

提 要 从泰山5种生境中获得土壤动物52类、4330只,分属于7门、11纲、25目、28亚目或科。优势类群2类、常见类群8类。探讨了5种生境土壤动物群落结构特征,并进行了多样性、均匀性及相似性分析。

关键词 泰山 土壤动物 群落结构

泰山地处 $36^{\circ}5' \sim 36^{\circ}15'N$, $117^{\circ}5' \sim 117^{\circ}24'E$,地质古老,由太古代片麻岩和花岗岩构成,周缘部分是石灰和钙质页岩。山坡经长久风蚀冲刷,造成很多峻峰深谷,主峰玉皇顶海拔1545m。气候属暖温带季风型,夏季多雨,冬寒晴燥,年均温 $12.9^{\circ}C$,无霜期186~196d,年平均降雨量750mm^[1]。土壤及植被类型多样,且垂直分布明显。

1 研究方法

由于植被及土壤条件的高度异质性,土壤动物种类组成及生态分布在较小范围内有可能产生明显差异。1995~1996年,在泰山按植被、土壤的垂直变化,选择侧柏林、赤松林、刺槐林、油松林、灌丛草甸五种生境分别进行水平方向和垂直方向取样,共取样285份。样方大小为:大型土壤动物 $50cm \times 50cm \times 15cm$,以手捡法获取;中小型土壤动物 $5cm \times 5cm \times 4cm$,在室内以Tullgren和Baermann分离器分离提取。标本鉴定采用青木淳—^[2]的大类别(纲、目、科)分类方法和查阅部分有关的分类图鉴及书籍^[3,4]。

2 结果与分析

2.1 区系组成

在泰山五个不同生境类型中,共获得大中小型土壤动物52类、4330只,初步鉴定为7门、11纲、25目、28亚目或科(表1)。其中优势类群(个体数占总捕获数10%以上)是线虫纲和膜翅目中的蚁科,二者占总捕获量的66.10%。常见类群(个体数占总捕获数1%~10%)是蜉蝣目、线蚓科、鞘翅目、弹尾目、双翅目、唇足纲、腹足纲、同翅目,常见类群与优势类群的个体数占总捕获量的94.27%,它们构成了泰山土壤动物群的基本成分。其余均为稀有类群(个体数占总捕获数0.1%~1%)和极稀有类群(个体数占总捕获数的0.1%以下)(图1)。就稀有类群和极稀有类群而言,虽然数量稀少,但其中有些类群却能反映所栖息环境的地理特征,具有一定的指示作用。

2.2 空间分布

泰山虽为中山,生境条件却随海拔高度变化而变化(表2),生活其中的不同类群土壤

· 收稿日期:1997-12-31.

表 1 泰山土壤动物区系组成

Table 1 Florae composition of soilanimal in TaiShan Mountain

门(Phyla)	纲(Class)	目(Order)	亚目或科(Suborder or famiy)
扁形动物门 Plathelminthes	涡虫纲 Turbellaria		
轮形动物门 Rotatoria	轮虫纲 Rotatoria		
线形动物门 Nemathelminthes	线虫纲 Nematoda		
环节动物门 Annelida	寡毛纲 Oligochaeta	近孔寡毛目 Oligochaeta plesiopora	线蚓科 Enchytraeidae
		后孔寡毛目 Oligochaeta opisthopora	
软体动物门 Mollusca	腹足纲 Gastopoda		
缓步动物门 Tardigrada		真熊虫目 Eutardigrada	
节肢动物门 Arthropoda	软甲纲 Malacostraca	等足目 Isopoda	
	蛛形纲 Arachnida	拟蝎目 Pseudoscorpiones	
		盲蛛目 Opiliones	
		蜘蛛目 Araneae	
		蜱螨目 Acarina	前气门亚目 Prostigmata
			隐气门亚目 Cryptostigmata
			中气门亚目 Mesostigmata
	倍足纲 Diplopoda		
唇足纲 Chilopoda		地蜈蚣目 Geophilomorpha	
		石蜈蚣目 Lithobiomorpha	
		蜈蚣目 Scoloenpdromorpha	
综合纲 Symphyla		综合目 Symphyla	
昆虫纲 Insecta		原尾目 Protura	
		弹尾目 Collembola	等节跳科 Isotomidae
			棘跳科 Onychiuridae
			鳞跳科 Tomoceridae
			长角跳科 Entomobryidae
			球角跳科 Hypogastruridae
			疣跳科 Neanuridae
			圆跳科 Sminthuridae
			地蠃科 Polyphagidae
		蜚蠊目 Blattoptera	
		双尾目 Diplura	
		缨翅目 Thysanoptera	
		双翅目 Diptera	
		革翅目 Dermaptera	
		啮虫目 Psocoptera	
		同翅目 Homoptera	头喙亚目 Auchenorrhyncha
			胸喙亚目 Sternorrhyncha
		半翅目 Hemiptera	
		鳞翅目 Lepidoptera	
		膜翅目 Hymenoptera	蚁科 Formicidae
			细腰亚目 Clistogastra(蜂类)
			金龟子科 Scarabaeidae
			隐翅虫科 Staphylinidae
			叩甲科 Elateridae
			步甲科 Carabidae
			瓢虫科 Coccinellidae
			出尾蕈甲科 Scaphidiidae
			朽木甲科 Alleculidae
			阎甲科 Histeridae
			蚁甲科 Pselaphidae
			露尾甲科 Nitidulidae
			象甲科 Curculionidae
			花蚤科 Mordellidae

动物也表现出较为明显的垂直分异. 线虫类、60
蜉蝣类、膜翅类、鞘翅类、唇足类、双翅类、同
翅类、综合类及蚯蚓类在海拔 185~1 510m
均有分布,属泰山广布种;弹尾类、缨翅类均
分布在海拔 450m 以上,革翅类和腹足类分别
出现于海拔 780m 和 1 000m 以上,盲蛛仅分
布于海拔 450~780m 之间,蜚蠊类、拟蝎类、
涡虫类、原尾类分别出现在海拔 185m、780m、
1 000m 和 1 510m 处,它们属泰山狭布种. 其
余类群则断续分布于各个海拔高度之中.

生境是生物赖以生存的最适环境,生境
条件的差异将导致种类和个体数在不同生境
中的分化. 泰山五种生境中,侧柏林、赤松林
及刺槐林海拔均<800m,土层瘠薄干燥,植被
外貌稀疏不整,林下灌木、草本稀少,加之人
类活动干扰较大,土壤动物种类及数量都较
贫乏. 特别是赤松林,土壤质地粗而多砾,结
构疏松,水土流失严重,所获土壤动物个体数
仅占总个体数的 6.33%,土壤动物类群数虽
为 16,但其中有 4 类个体数分别为 1. 随着
海拔高度的增加,降水量明显增多,泰山顶部降雨量高达 1 112mm,海拔>1 000m地带植
被生长茂盛. 油松林是这一高度的唯一森林植被,林下阴湿,灌木草本丰富,腐殖层厚,有
机质含量高,土壤动物种类和数量都明显地多于前三个生境. 山顶灌丛草甸湿度大、雾
多,植被盖度为 100%,且土壤有机质相当丰富,土壤动物种类和数量居五种生境的首位.
油松林和山顶灌丛草甸由于自然生态条件良好,受人类活动影响较小,此二个生境中的土
壤动物个体数量占总数量的 71.09%(图 2).

表 2 泰山五种生境状况

生 境	海拔高度	土 壤	水分状况	主要植被	人类活动
Habitat	Elevation	Soil	Water condition	Chief vegetation	Humanity activity
侧柏林	185m	褐土、微碱性、有机质较少	干 燥	侧柏、荆条、山合欢、臭椿	较 强
赤松林	450m	粗骨棕壤、土层浅薄、质地粗糙	较 干	赤松、荆条、胡枝子	较 强
刺槐林	780m	酸性棕壤、质地偏砂	稍 干	刺槐、元宝槭、臭草、鹅冠草、野菊花	强
油松林	1000m	山地暗棕壤、微酸性、腐殖层厚、有机质丰富	湿 润	油松、牛迭肚、山葡萄、羊胡子苔草	较 弱
灌丛草甸	1510m	山地灌丛草甸土、呈酸性、有机质含量高、分布深	潮 湿	胡枝子、绣线菊、鼠李、羊胡子草、臭草	较 弱

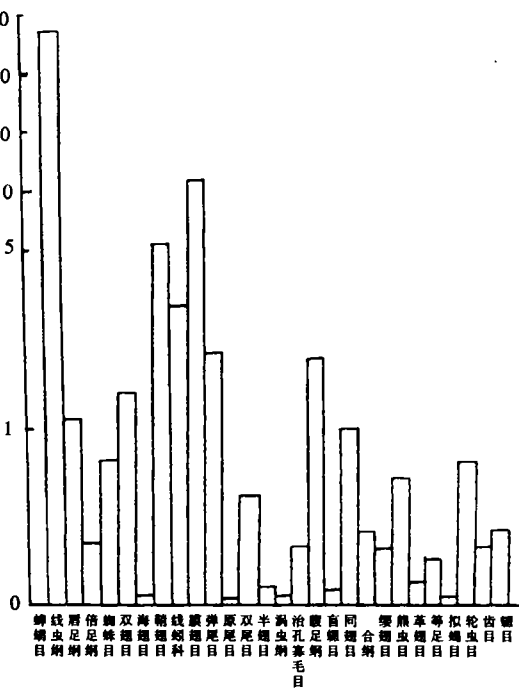


图 1 泰山土壤动物各类群(纲、目)相对数量
Fig. 1 Relative number of different soil animals
(class or order) in Taishan Mountain

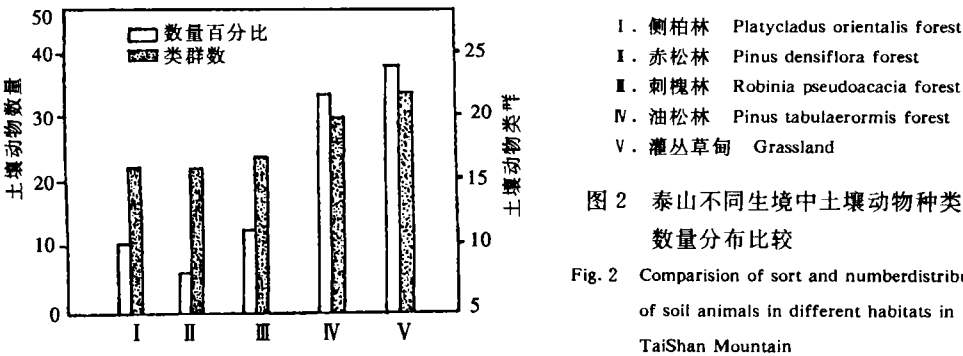


图2 泰山不同生境中土壤动物种类和数量分布比较

Fig. 2 Comparison of sort and numberdistribution of soil animals in different habitats in TaiShan Mountain

泰山土壤动物在土壤层中也表现出明显的地下成层现象即垂直结构(图3). 从图3中可以看出,不同生境中土壤动物的垂直结构各不相同,除在油松林土壤第三层(10cm~15cm)中的土壤动物种类数高于第二层(5cm~10cm)中的种类数外,各生境中土壤动物种

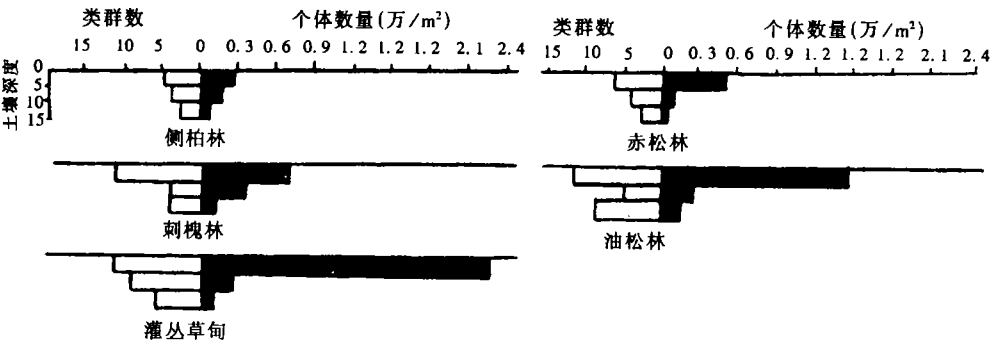


图3 泰山不同生境土壤动物垂直结构图

Fig. 3 Vertical structure of soil animals in different habitats in TaiShan Mountain

类、数量皆随土壤深度的增加而递减,个体数量的递减速度明显大于种类的递减速度. 在五个生境中分布于第一层(0cm~5cm)的土壤动物种类和数量分别占三层土壤动物总种类和总数量的46.81%和77.79%. 而第一层和第二层中的土壤动物种类和数量分别占三层土壤动物总种类和总数量的74.47%和94.03%. 由此可见,泰山土壤动物在土壤中的分布具有非常明显的表聚性.

2.3 群落多样性及相似性分析

本研究以土壤动物大的分类群为计算依据,计算公式如下^[5,6]

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$
$$J' = H' / \ln S$$
$$C = \sum (n_i / N)^2$$

式中 H' 为香农(Shannon-Wiener)多样性指数, J' 为皮洛(Pielou)均匀度指数, C 为辛普森(Simpson)优势度指数, $P_i = n_i / N$, n_i 为每一类群个体数, N 为总的个体数, S 为类群数.

将计算结果绘成曲线(图4). 从图中4可见, H' 与 J' 两个指数反映出基本一致的趋

势,且各群落间差别不大。这是因为泰山各土壤动物群落类群组成虽有生境上的差异,但这种差异并不极端。侧柏林虽然土壤动物类群数相对较少,但由于各类群个体数分布比较均匀,所以 H' 值相对较高, C 值最低;而土壤动物类群数较多的油松林和灌丛草甸,则由于大多数土壤动物个体数均集中分配在极少数类群,群落优势现象明显,使得 H' 值相应地有所降低,这也表明了香农多样性指数 H' 值由群落的类群数(即丰富度)和类群中个体分配上的平均性或均匀性这两个因素决定。

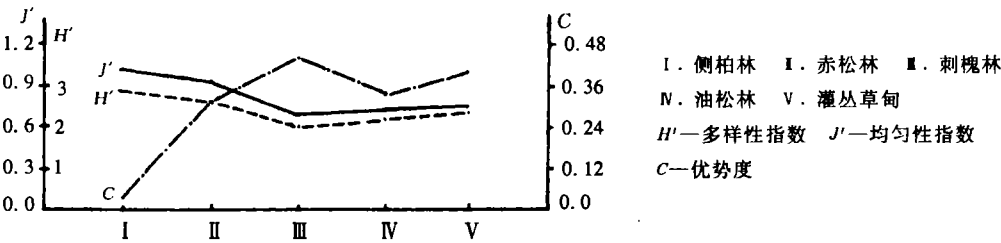


图 4 泰山土壤动物多样性、均匀性及优势度变化曲线

Fig 4 The curve of diversity,evenness and dominance of soil animal in Taishan Mountain

群落相似性比较采用 Jaccard 相似性系数,计算公式为 $q=c/(a+b-c)$,式中 a 为 A 群落类群数; b 为 B 群落类群数; c 为 A 、 B 两群落共有的类群数^[7],计算结果(图 5)表明泰山各土壤动物群落组成成分的相似性系数均较小,但各生境相似性系数差异并不显著,反映了森林土壤动物群落组成具有较大的共通性。其中以赤松林与灌丛草甸的土壤动物群相似性最大($q=0.6522$),而以赤松林与侧柏林的土壤动物群相似性最小($q=0.3913$)。

侧柏林(I)	0.5200			
赤松林(II)	0.6522	0.3913		
刺槐林(III)	0.5600	0.5000	0.6500	
油松林(IV)	0.6154	0.5652	0.5000	0.5417
灌丛草甸(V)		侧柏林(I)	赤松林(II)	刺槐林(III)

图 5 各群落相似性指数

Fig. 5 Simidarty index of soil animal communities

3 结论

泰山五种生境中优势类群为线虫和膜翅目中的蚁科;常见类群 8 类,共占土壤动物全捕量的 94.27%,它们构成了泰山土壤动物群的主体。随海拔高度的变化,不同土壤动物群的垂直分异现象表现较为明显。不同生境中的土壤动物类群数和个体数也不相同,总的说来是山顶灌丛草甸最大,油松林居第二。从群落垂直结构上看,土壤动物的类群数和个体数均随土壤层次的加深而减少,具有明显的表聚性。五种生境中,土壤动物群落的多样性及均匀性呈一致的趋势,差异并不极端,各群落相似性系数的差异也不显著,反映了泰山不同植被土壤动物群落组成具有较大的共通性。

参 考 文 献

[1] 孙庆基. 山东省地理. 济南:山东教育出版社,1987,60~127.
[2] 青木淳一. 土壤动物学. 日本国东京:北隆馆,1973,1~814.

- [3] 忻介六、杨庆爽、胡成业. 昆虫形态分类学. 上海:复旦大学出版社,1985. 86~398.
- [4] 钟觉民. 昆虫分类图谱. 南京:江苏科技出版社,1985,1~317.
- [5] Whittaker R H. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 1972, 21: 213~251.
- [6] Pielou E C. Ecological diversity. John Wiley & Sons. 1975. 39~66.
- [7] 孙儒泳. 动物生态原理. 北京:北京师范大学出版社,1987. 405~410.

第一作者简介 刘红,女,35岁.1984年毕业于西南师范大学生物系.现任山东省曲阜师范大学地理系副教授,主要从事生物地理学、环境生态学、土壤动物学等方面的教学及研究工作,已发表论文、专著30余篇(册).

A STUDY ON COMMUNITY STRUCTURE OF SOIL ANIMAL IN TAISHAN MOUNTAIN

Liu Hong

(Department of Geography, Qufu Normal University Qufu, Shandong 273165)

Yuan Xingzhong

(Department of Biology, Qufu Normal University Qufu, Shandong 273165)

Abstract

In this paper, the community structure characteristics of Soil animal is approached in 5 types of habitat in Taishan Mountain. Soil animal of 52 sorts, individual number of which amounts of 4330, have been collected in Taishan Mountain. They belong to 7 phyla, 11 classes, 25 orders and 28 suborders or families. The superior sorts are *Nematoda* and *Formicidae*, the common sorts are *Acarina*, *Enchytraeidae*, *Coleoptera*, *Collembola*, *Diptera*, *Chilopoda*, *Gastropoda*, *Homoptera*, they accounts for 94.27% of the total individuals and they constitute main parts of soil animal in Taishan Mountain. The composition and structure of soil animal in different community are closely correlated to their own ecological environmental conditions. In Taishan Mountain, the wide-ranging sorts are *Nematoda*, *Acarina*, *Hymenoptera*, *Coleoptera*, *Chilopoda*, *Diptera*, *Homoptera*, *Symphyla*, *Oligochaeta*, *Opisthopora*, the narrow-ranging sorts are *Blattoptera*, *Pseudoscorpiones*, *Turbellaria*, *Protura*. In 5 types of habitat, the sorts number and individual number of soil animal show the following character: Grassland > Pinus tabulaeformis forest > Robinia Pseudoacacia forest > Platycladus orientalis forest > Pinus densiflora forest. The sort number and individual number of soil animal decrease gradually with increasing of the depth in soil and there are feature of soil animal congregating to surface horizon. It is analyzed to diversity (H') and evenness (J') and dominance (C) and similarity of soil animal community in the paper. In 5 types of habitat, the diversity and evenness of soil animal show similar tendency to change, but they are opposite to dominance. All similarities of soil animal in five different communities are lower, they show that community compositions of soil animal have more common characteristics in 5 types of habitat in Taishan Mountain.

Key words Taishan Mountain, soil animal, community structure