

## 鹤山丘陵综合试验站造林初期土壤动物的组成和分布

廖崇惠 李耀泉 林少明

(广东省昆虫研究所, 广州 510260)

### 摘 要

1988年, 对鹤山丘陵综合试验站各个试验区的土壤动物进行四个季节的调查, 调查结果表明: 1. 各区间的土壤动物类群数差异不大, 而主要类群的个体数则差异较大; 2. II+3区和II-4区的生物量相差显著, 分别为 $10.2\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 和 $4.9\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ; 3. 土壤动物生物量的高峰期出现在4月份, 但各个类群达到高峰的时间各有不同; 4. 大多数土壤动物类群从山顶至山底的分布逐渐增加; 5. 各试区的不同小生境内分布着不同类群的土壤动物, 其生物量也各异。

关键词: 土壤动物; 土壤动物组成; 丘陵地

鹤山丘陵综合试验站的最终目的是要建立以人工林为主的优化生态系统。研究土壤动物群落的变化过程, 是研究这个系统稳定性的重要部分, 本文为此提供基础资料。

### 一、调查地区概况

鹤山位于珠江三角洲西缘的丘陵地区, 本区原植被为中生性亚热带草坡<sup>[1]</sup>。在建立试验区前, 部分面积已种有马尾松 (*Pinus massoniana*), 林龄约20年, 近4—5年又在部分面积上种植马占相思 (*Acacia mangium*) 等阔叶树, 残留的草坡面积已很小。在试验区内, 山的绝对高度不超过100m, 坡度约30—40°。依山脊分水岭将各山窝划分成不同试验区, 每个试区分别自成一个集水系统。下面是1988年各调查区的植被情况。

I-1. 林-果-苗试区: 山窝东北向, 上部为林, 以马占相思和大叶相思 (*Acacia auriculaeformis*) 为主, 林龄约4—5年, 高10m以上。此外, 还有小面积的麻栎 (*Quercus acutissima*) 等幼树。下部辟成梯级地, 为定植2—3年的荔枝林, 山窝下为苗圃。

I-2. 林-果-鱼试区: 与I-1区的山口相对, 上部为马占相思林, 一边林龄为5年, 树高约10m以上, 另一边为新种的幼树。山的下半部为梯级地, 种有两年的橙树和李树。山窝底为池塘。

II-1. 豆科阔叶混交林试区：山窝西向，上部约 1/3 为种植 5 年的马占相思林，其余原为马尾松林，砍伐后新种下豆科幼树，山腰部有小面积的台湾相思 (*A. confusa*)，下部为竹林，山窝底部为苗圃。

II-2. 非豆科阔叶混交林试区：山窝向西南，在调查期间，树木种类较多，有幼小的台湾相思、桉树和马尾松，还有少数大的马尾松树，这些树都将要被砍掉，并改种非豆科阔叶树种。此外，本区还有小片要保留的木荷 (*Schima superba*) 林 (树高 2—5m)。山窝底为菜地。

II-3. 针叶混交林试区：山窝北向，山坡上半部原是林龄近 20 年的马尾松，刚砍伐不久，并已种上松、杉苗木。下半部为旧杉林 (10 多年)。山腰还有待砍伐的台湾相思。

II-4. 桉树林试区：山窝向东南，现有柠檬桉 (*Eucalyptus citriodora*) 幼树，在调查期间尚残留一些马尾松，大叶相思和麻栎幼树。山窝底为菜地。

## 二、调查方法

为方便比较，各试区的取样点均散布在整个环山坡中部的条带上，取样点 10 个，其范围基本固定。每个点取  $1/10\text{m}^2$  面积地被物 (包括矮草和枯枝落叶)，用 Tullgren 装置收集其中的小动物。另外用直径 8cm 的取土器，钻取 5 个样芯，(每个 15cm 深)，合计为  $250\text{cm}^2$ ，每个样芯之间相距 1m 以上，取土后当即进行手检，收集大、中型土壤动物。最后用  $4 \times 5 \times 5\text{cm}$  取土器分三层取土，每层各取样 4 个，共深 15cm，合计面积为  $80\text{cm}^2$ 。所取土样，用 Baermann 装置收集小型湿生动物。标本大部分类至目<sup>[2]</sup>。

每个季节，即在 1 月、4 月、7 月、10 月的月中各调查一次。

4 月和 10 月各进行一次垂直分布调查，以 I-1 区作为样地，除山腰 10 个调查点外，另在山的上部和山窝下各增加 5 个调查点。

## 三、结果与讨论

### (一) 各试区的种类组成特点

从表 1 看出，各试区土壤动物的类群数目相近，但主要类群的个体数量有差异。I-1 试区的线虫、蜱螨、蚂蚁 (膜翅目) 和缨翅目的个体数明显多于其他试区，但它们对总生物量影响不大。I-2 试区中，个体数量突出的类群有熊虫、弹尾目和等翅目 (白蚁)。由于后者的生物量较大，对本区总生物量有一定影响。II-2 区除蚯蚓数量比 I-1、I-2 区多一倍以上之外，其余类群均无突出的数量。II-3 区的蚯蚓和蚂蚁数量和生物量都大大超于其他各区。II-4 区有几个在本区内属数量较多的类群，如线虫、线蚓、蜱螨、双翅目幼虫等，但都明显少于其他试区，所以本区的总生物量很低，仅及 II-3 区的一半。

### (二) 总生物量的区间和季间的差异

各区不同季节的总生物量列于表 2，经方差分析，区间的差异为 3.04 ( $F_1$ )，大于  $F_{0.05}$  的 2.90 ( $n_1 = 5$ ;  $n_2 = 15$ )；季间的差异为 4.54 ( $F_2$ )，亦大于  $F_{0.05}$  的 3.29 ( $n_1 =$

表 1 各试区土壤动物的数量

Table 1 Individual number and biomass components of soil animals in experimental areas

		I-1 林-果-苗试区 forest-orchard- nursery		I-2 林-果-鱼试区 forest-orchard- fishery		II-1 豆科阔叶混交林试区 legume broadleaf mixed forest		II-2 非豆科混交林试区 non-legume broad- leaf mixed forest		II-3 针叶混交林试区 coniferous mixed forest		I-4 桉树林试区 eucalypt forest	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
线虫纲	Nematoda	43 063	0.3834	31 848	0.2834	24 096	0.2145	25 543	0.2273	30 998	0.2758	21 703	0.1933
腹足纲	Gastropoda	0.3											
线蚓	Plesiopoda	5 055	0.3690	4 560	0.3250	5 108	0.3652	5 607	0.4009	4 514	0.3227	3 933	0.2812
蚯蚓	Opisthoptera	12	1.1936	16	0.9769	17	2.1592	31	2.9955	32	3.6966	20	2.0766
熊虫	Tardigrada	344		906		31		156				63	
拟蝎目	Pseudoscorpiones	31				0.3		0.3					
盲蛛目	Opiliones					1	0.0027					31	
蜱螨目	Acarina	1 977	0.0455	1 098	0.0247	389	0.0087	168	0.0038	159	0.0036	530	0.0120
蜘蛛目	Araneae	10	0.2254	35	0.0198	4	0.0350	8	0.0168	5	0.1027	6	0.0079
等足目	Isopoda	36	0.3546	2.3	0.0016	13	0.1887	4	0.0036	2	0.0065	2	0.0041
倍足纲	Diplopoda	1		0.5		1.3	0.0630			2	0.1068		
唇足纲	Chilopoda	5.8	0.0505	3.8	0.5195	2	0.1363			1	0.1259	1	0.0052
弹尾目	Collembola	318	0.0045	938	0.0134	28	0.0004	75	0.0011	3		289	0.0041
蜚蠊目	Blattaria	2	0.1436	2	0.0104	2	0.0928	1.5	0.0377			0.3	0.0098
直翅目	Orthoptera	3.3	0.0603	1	0.0043	4	0.0761			3	0.3002	2	0.2609
啮虫目	Corrodentia	1	0.0002	8	0.0011	1.3		2	0.0002	1	0.0006	32	0.0040
缨翅目	Thysanoptera	262				7	0.0002	5		5		2	
等翅目	Isoptera	60	0.1079	405	1.0626	80	0.2016	354	0.8836	59	0.1400	279	0.7663
同翅目	Homoptera	3.3	0.0023	5.5	0.0640	7	0.1430	3	0.0348	12	0.5338	97	0.0015
半翅目	Hemiptera	1	0.0350	4	0.0078	2	0.0044	1	0.0054	2	0.0023		
鳞翅目	Lepidoptera	5	0.8986	1.3	0.1053	0.5	0.0421	2.5	0.2368	0.3	0.0211	3	0.3049
双翅目	Diptera	2 113	0.1443	1 725	0.1025	838	0.0517	1 159	0.0688	916	0.0544	516	0.0306
鞘翅目	Coleoptera	83	0.1975	49	1.2605	69	1.6005	47	1.6051	64	1.5782	46	0.4929
膜翅目 (蚁)	Hymenoptera	2 427	0.8228	205	0.5738	1 044	0.8041	533	0.3227	1 710	2.7386	243	0.4136
其他	the rest		0.4621		0.0272						0.1851		
合计	total		5.1160		5.3815		6.1857		6.8571		10.1862		4.8661

注: 1) A=个体数, number of individuals ( $m^2$ ), 2) B=生物量, biomass ( $g \cdot m^{-2}$ ).

3;  $n_2=15$ ), 故区间和季间的均数都具显著性差异。当进一步作 Q 值分析, 得区间的  $Q_{s\bar{x}}=4.61$ 。各区间的生物量, 只有 II-3 与 I-1、I-2 和 II-4 各区间之差大于  $Q_{s\bar{x}}$ , 而具有显著性差异。同时, 亦得季间的  $Q_{s\bar{x}}=4.22$ 。各季间生物量亦只有 4 月与 10 月之差大于  $Q_{s\bar{x}}$  值, 具有显著性差异。II-3 和 II-4 区的土壤动物生物量差异最大, 与原来植被情况不同有关。II-3 区原为林龄 10 多年的杉林和松林, 在建立试验区前才砍去部分松树, 而 II-4 区原来是草坡, 直至调查期间仍只有少数幼松及其他人工种植的幼树, 所以两区土壤动物的丰盛度相差最大。其他非耕作区的差异较小, 与新植被建立时间不长有关。

表 2 试区间与季节间生物量的差异分析

Table 2 The variation analysis of soil animal biomass between experimental areas and seasons

	I-1	I-2	II-1	II-2	II-3	II-4	平均 mean
Jan.(winter)	6.88	2.71	4.18	7.29	10.50	3.64	5.87
Apr.(spring)	5.22	9.81	10.56	6.62	12.97	7.97	8.86
Jul.(summer)	7.08	3.92	6.55	9.02	12.19	2.44	6.87
Oct.(autumn)	1.29	5.09	3.47	4.53	5.10	5.42	4.15
平均 Mean	5.12	5.38	6.19	6.87	10.19	4.87	

区间差异(interplotal variation):  $n_1=5, n_2=15, F_1=3.04, F_{0.05}=2.90$ ;

季间差异(interseasonal variation):  $n_1=3, n_2=15, F_2=4.54, F_{0.05}=3.29$

各均数间的相互比较(the comparisons between the means):

区间(interplot):  $S_{\bar{x}}=1.13$ ; 当  $df=15, a=4$  时,  $Q_{s\bar{x}}=4.61$ ;

(II-3-I-1), (II-3-I-2), (II-3-II-4)  $> Q_{s\bar{x}}$ .

季间(interseason):  $S_{\bar{x}}=0.9$ ; 当  $df=15, a=6$  时,  $Q_{s\bar{x}}=4.22$ ;

(4-10月  
Apr.-Oct.)  $> Q_{s\bar{x}}$ .

### (三) 不同类群生物量的季节变化

表 2 分析结果, 土壤动物总生物量在 4 月份最大, 但表 3 列举的 13 个重要类群中, 高峰期各不尽同: 3 个在 1 月份达到最大, 如等足目、弹尾目和鳞翅目, 但与其他类群相比都不占优势。6 个是在 4 月份, 其中蚯蚓、等翅目和鞘翅目都是生物量占优势的类群。而线虫、蜱螨目和双翅目幼虫则在个体数量上排在前列。3 个出现在 7 月份。其中线虫和膜翅目(主要为蚂蚁)在数量和生物量上都较重要, 因而 7 月份的总生物量较高于 1 月份。最后, 只有 1 个(缨翅目)出现在 10 月份。在这个月中, 其余类群的生物量都小于其他月份, 所以 10 月份的总生物量最低。

### (四) 垂直分布

在 I-1 区内调查土壤动物的垂直分布, 结果如表 4。结果表明, 大部分类群都是由山上到山下渐次增多, 这与土壤含水量由上至下逐渐增加有关。尤其是一些温生的土壤动物, 如线虫、线蚓、双翅目幼虫等。只有少数几类, 如缨翅目、等足目和唇足纲的分布与此相反。

### (五) 不同小生境的动物组成及其丰盛度

6 个区共有 70 个调查点, 每个点的小生境各有异同, 可归为 9 个类型, 为了除去个

表3 主要土壤动物类群生物量的季节变化

Table 3 Seasonal variation of biomass in major soil animal groups(g·m<sup>-2</sup>)

	1月(冬) Jan.(winter)	4月(春) Apr.(spring)	7月(夏) Jul.(summer)	10月(秋) Oct.(autumn)
线虫 Nematoda	0.0835	0.4771*	0.2441	0.2473
线蚓 Plessiopola	0.0354	0.4748	0.5945*	0.2667
蚯蚓 Opistopora	2.8186	3.7054*	1.2263	0.9819
蜱螨目 Acarina	0.0103	0.0254*	0.0134	0.0157
蜘蛛目 Araneae	0.0639	0.0746	0.1291*	0.0025
等足目 Isopoda	0.1444*	0.0154	0.0243	0.0134
弹尾目 Collembola	0.0085*	0.0010	0.0066	0.0010
缨翅目 Thysanoptera	0.0001	0.0001	0.0001	0.0037*
等翅目 Isoptera	0.4849	0.8769*	0.3415	0.4016
鳞翅目 Lepidoptera	0.5429*	0.2208	0.2526	0.0842
双翅目 Diptera	0.0242	0.1529*	0.0916	0.0285
鞘翅目 Coleoptera	0.9180	1.5176*	0.9516	1.1046
膜翅目 Hymenoptera	0.2034	0.5724	2.5879*	0.4201
生物量达到高峰的类群数 number of groups with maximum biomass	3	6	3	1

\* 表示该类群在本季节中, 生物量最大。the group with maximum biomass in this season.

表4 第I-1试区土壤动物的垂直分布(4月和10月的数量个体数/平方米)

Table 4 Vertical distribution of soil animals in area I-1  
(individual number in April and October.indiv.m<sup>-2</sup>)

	山体上部 at the top of the hill (near ridge)	山腰 at the middle of the hill	山窝 at the foot of the hill	备注 note
土壤含水量 moisture content of soil(%)	17.3	17.5	20.0	
线虫 Nematoda	23 238	68 694	83 668	数量由山的上部到山窝下 渐次增多 number of individuals increased from the top to the foot of the hill
线蚓 Plessiopola	5 188	5 575	12 448	
双翅目(幼虫) Diptera (larva)	1 984	2 227	4 696	
弹尾目 Collembola	34	131	244	
等翅目 Isoptera	72	92	628	
蚯蚓 Opistopora	8	10	32	
同翅目 Homoptera	0	4	5	
缨翅目 Thysanoptera	631	578	36	数量由山的上部到山窝下 逐次减少 decreased from the top to the foot of the hill
等足目 Isopoda	14	5	0	
唇足纲 Chilipoda	4	4	0	

体小而数量巨大的类群在统计上的影响, 特将每个类群的最大密度都作为1, 求出每个小生境的各类群相对值的平均值, 以作为该小生境土壤动物群落的相对丰盛度。11个主要类群的统计结果如表5。苗圃地处山窝, 肥、水条件较优越, 土壤动物最丰富。相对丰盛度达到0.83。线虫、线蚓、双翅目等湿生动物和蚂蚁、白蚁、蚯蚓、缨翅目等密度

表5 主要土壤动物在各小生境中的相对密度

Table 5 The relative density of the major soil animal groups in various niches

	最大密度 maximum density (individuals/m <sup>2</sup> )	相对密度 (本生境密度/最大密度) relative density (density of this niche/maximum density)								
		苗圃 nursery	果林 orchard	麻栎 <i>Quercus acutissima</i>	马占相思 <i>Acacia mangium</i>	松树 pine forest	大叶相思 <i>Acacia auriculiformis</i>	竹林 bamboo forest	草地 grassland	桉林 eucalypt forest
线虫 Nematoda	83 688	1.000	0.469	0.777	0.288	0.260	0.351	0.196	0.254	0.195
线蚓 Pleosiopola	12 448	1.000	0.372	0.529	0.387	0.267	0.581	0.416	0.254	0.211
膜翅目 Hymenoptera	11 217	1.000	0.013	0.034	0.083	0.062	0.076	0.050	0.040	0.016
双翅目 Diptera	4 696	1.000	0.493	0.382	0.320	0.198	0.342	0.200	0.080	0.286
螨目 Acarina	2 530	0.793	1.000	0.801	0.224	0.123	0.096	0.208	0.122	0.101
熊虫 Tardigrada	751	0.250	1.000	0.111	0.791	0.041	0.443	0.000	0.333	0.125
等翅目 Isoptera	628	1.000	0.225	0.159	0.096	0.449	0.369	0.518	0.334	0.441
弹尾目 Collembola	995	0.245	1.000	0.502	0.051	0.036	0.015	0.085	0.166	0.097
缨翅目 Thysanoptera	55	1.000	0.145	0.164	0.109	0.073	0.109	0.018	0.109	0.036
蚯蚓 Opisthoptera	32	1.000	0.500	0.625	0.781	0.574	0.313	0.938	0.438	0.313
同翅目 Homoptera	22	0.818	0.182	0.045	0.136	1.000	0.227	0.045	0.136	0.090
相对丰盛度 = 相对密度和/N relative abundance = $\frac{\text{total relative density}}{N}$		0.83	0.50	0.38	0.30	0.28	0.27	0.24	0.21	0.17

均在各生境之首。其次为果林地跳虫、熊虫、螨目在这里最多。随后是非耕作的生境，其中麻栎林丰盛度较大，大叶相思、马占相思和松林处于中等水平。桉林中土壤动物丰盛度最低，仅为 0.17。这里除白蚁之外，各类群密度都在最低水平。这种情况与鼎湖山和小良的桉林情况相似<sup>[3, 4]</sup>。

#### 四、结 语

(1) 鹤山试验站所在纬度比处于热带北缘的小良稍北，而在鼎湖山之南，与后者同属南亚热带地区。将本站范围内之土壤动物与林龄较大的小良人工阔叶混交林<sup>[3]</sup>和鼎湖山自然林<sup>[4]</sup>比较，无论在总生物量和类群组成上都显得相当贫乏。但是，由于原来植被类型为南亚热带草坡。生境条件远优于小良的光裸地和侵蚀地，故此将两地造林初始（即草地和光裸地）的情况相比，鹤山的土壤动物比小良丰富得多。

(2) 各试区，除生物量最大和最小的 II-3 区和 II-4 区之外，各区的组成均相近似。

(3) 从山脊、山腰到山窝下，随土壤含水量的增加，土壤生物量也随之增加。

(4) 不同小生境中土壤动物的相对丰盛度相差甚大：耕作的生境大于非耕作生境，桉林远小于其他各林。

#### 参 考 文 献

[1] 广东省植物研究所, 1976: 广东植被. 科学出版社.

[2] 青木淳一, 1973: 土壤动物学. 北隆馆.

- [ 3 ] 廖崇惠、陈茂乾、谢映书, 1984: 小良热带人工林土壤动物初步调查。热带亚热带森林生态系统研究, 第2集, 214—226页。
- [ 4 ] 廖崇惠, 陈茂乾, 1989: 鼎湖山森林土壤动物研究, I. 区系组成及其特征。热带亚热带森林生态系统研究, 第5集, 83—86页。

## SOIL ANIMAL COMPOSITION AND DISTRIBUTION DURING THE INITIAL PERIOD OF FORESTATION IN HESHAN DOWN- LAND INTERDISCIPLINARY EXPERIMENTAL STATION

Liao Chonghui, Li Yaoquan and Lin Shaoming  
(Guangdong Entomological Institute, Guangzhou 510260)

### Abstract

A survey of soil animals in all experiment areas was carried out by every season in 1988. The soil animal specimens were collected by three methods: hand-gather, Tullgren and Baermann. According to the key of Jun-ichi Aoki, most of the soil fauna were classified into orders, some into classes. The results demonstrated that the soil animal groups in every experiment area were similar in number, but the individuals of dominant group were significantly different. The differences of animal biomass between area II-3 and area II-4 was most obvious, being  $10.19\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$  (maximum) and  $4.87\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$  (minimum) respectively. The total biomass of soil animals reached maximum in April with some seasonal differences in varied animal groups. The individuals of the most of soil animal groups increased gradually from the top to the foot of the hill. The relative abundance of soil animals in varied niche differed greatly, the soil animals were more in land cultivated than those in uncultivated, and much less in eucalypt forest and in other forests.

**Key words:** Soil animals; Soil fauna; Downland Soil