

# 鼎湖山不同自然植被土壤动物群落结构时空变化

林英华<sup>1,2</sup>, 张夫道<sup>1\*</sup>, 张俊清<sup>1</sup>, 欧阳学军<sup>3</sup>, 莫定生<sup>3</sup>, 周国逸<sup>3</sup>

(1. 中国农业科学院土壤肥料研究所, 北京 100081; 2. 中国林业科学研究院森林保护研究所, 北京 100091;

3. 中国科学院鼎湖山生态定位站, 广东肇庆 526070)

**摘要:** 2001 年 10 月~ 2002 年 8 月采用大型改良干漏斗和手拣法对鼎湖山鼎湖山南亚热带典型常绿阔叶林、河岸常绿阔叶林、山地常绿阔叶林、针阔混交林、沟谷常绿阔叶林和灌木草丛 6 种自然植被类型土壤动物群落结构时空变化进行初步调查。结果表明, 蛴螬目(A carina)和弹尾目(Collembola)为 6 种自然植被常年优势类群, 缨翅目(Thysanoptera)、鞘翅目(Coleoptera)、膜翅目(Hymenoptera)和双翅目(Diptera)幼虫则为常年常见类群。土壤动物群落类群和个体数量的消长规律分别是: 10 月= 6 月= 8 月> 4 月> 2 月= 12 月和 4 月> 10 月> 6 月> 8 月> 2 月> 12 月。土壤动物个体数量总数依次为南亚热带典型常绿阔叶林> 河岸常绿阔叶林> 山地常绿阔叶林> 沟谷常绿阔叶林> 针阔混交林> 灌木草丛; 不同月份、不同植被类型以及不同月份和不同植被类型之间土壤动物群落的组成具有较大变化, 组成差异极显著( $F = 5.63, \alpha = 0.0001$ ;  $F = 11.08, \alpha = 0.0001$ ;  $F = 2.97, \alpha = 0.0001$ ), 不同类群之间个体数量差异极显著( $F = 102.38, \alpha = 0.0001$ ), 但月份间类群数差异不显著( $F = 0.50, \alpha > 0.05$ )。多样性分析表明, 类群多样性和均匀性指数除南亚热带典型常绿阔叶林、山地常绿阔叶林 12 月最高外, 其它则 2 月最高, 优势度指数则相反; 山地常绿阔叶林土壤动物群落多样性指数和均匀性指数最大, 针阔混交林则最小。

**关键词:** 土壤动物; 群落结构; 时空变化; 自然植被; 鼎湖山

文章编号: 1000-0933(2005)10-2616-07 中图分类号: Q 142, Q 145, Q 958 文献标识码: A

## Preliminary investigation on temporal and spatial variation of structure of soil fauna community in different natural vegetations of Dinghushan

L N Ying-Hua<sup>1, 2</sup>, ZHANG Fu-Dao<sup>1</sup>, ZHANG Jun-Qing<sup>1</sup>, OU YANG Xue-Jun<sup>3</sup>, MO Ding-Sheng<sup>3</sup>, ZHOU

Guo-Yi<sup>3</sup> (1. The Institute Soil and Fertilizer, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100081, China; 2. Research Institute of Forest Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091 China; 3. Dinghushan Forest Ecosystem Research Station, Chinese Academy of Sciences, Guangdong Zhaoqing 526070, China). Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(10): 2616~ 2622

**Abstract** Dinghushan Biosphere Reserve, near the Tropic of Cancer, is one of the foremost national nature reserves in China. Its natural vegetation included Monsoon evergreen broad-leaved forest, Ravine rain forest, Evergreen broad-leaved forest, Pine and broad-leaf mixed forest, River-banks forest and Shrubby grassland. From October 2001 to August 2002, the soil fauna communities were investigated by Modified Tullgren and Hand sorting methods in natural vegetation. The composition of groups, distribution, the number of individual and the diversity index of soil fauna were analyzed. The results showed that A carina and Collembola were the dominant community, and Thysanoptera, Coleoptera, Hymenoptera and Diptera (larva) were the common community in the year round. Among the 6 types of natural vegetation, the fluctuation of the number of order and individuals was separately: October = June = August > April > February = December and April > October > June > August > February > December. The total number of the individuals and group of soil fauna were in order of Monsoon

基金项目: 国家科技部社会公益研究专项资金项目资助项目(2000-177); 中国科学院鼎湖山生态定位站资助项目

收稿日期: 2004-07-23; 修订日期: 2005-01-21

作者简介: 林英华(1966~), 女, 博士, 主要从事动物生态学和土壤生态环境研究. E-mail: linyinghua@263.net

\* 通讯作者 Authors for correspondence

致谢: 鼎湖山生态定位站的张佑昌、唐旭莉、杨月娣等参加了野外工作, 廖崇惠研究员鉴定了全部土壤动物的标本, 在此一并致谢

**Foundation item:** Special Fund of the Social Public Welfare of the Ministry of Science and Technology of China(No. 2000-177); Part survey was supported by CERN monitoring of Dinghushan forest station, CAS

**Received date:** 2004-07-23; **Accepted date:** 2005-01-21

**Biography:** L N Ying-Hua, Ph. D., mainly engaged in zoological ecology and ecology and environment of soil. E-mail: linyinghua@263.net

evergreen broad-leaved forest> River-banks forest> Evergreen broad-leaved forest > Ravine rain forest > Pine and broad-leaf mixed forest > Shrubby grassland. By analysis of variance procedure, the result indicated that the soil fauna communities were significant to months ( $F=5.63, \alpha=0.0001$ ), vegetation ( $F=11.08, \alpha=0.0001$ ) and months and vegetation ( $F=2.97, \alpha=0.0001$ ), and also to the number of individual at different communities ( $F=102.38, \alpha=0.0001$ ), while the groups were not significant among months ( $F=0.50, \alpha>0.05$ ). The soil fauna diversity in different months and different natural vegetations was compared. The diversity index and the evenness index of Monsoon evergreen broad-leaved forest and Mountain evergreen broad-leaved forest were the greatest in December, and others were the greatest in February, while the dominant index was in smallest. The most diversity index of the Mountain evergreen broad-leaved forest was the greatest, and the Pine and broad-leaf mixed forest was the smallest.

**Key words:** soil fauna; community structure; variation of temporal and spatial; natural vegetation; Dinghushan

土壤动物是土壤生态系统不可缺少的重要组成部分,在改变土壤的理化性质,促进生态系统物质循环和能量流动发挥着重要的作用。植被为土壤动物提供生存环境的同时,也对土壤动物群落的组成产生影响,植被类型与土壤动物的垂直变化密不可分,植被群落季相变化对土壤动物群落的组成具有一定的影响<sup>[1]</sup>。廖崇惠等人对鼎湖山自然保护区内的6种主要自然植被和人工植被中土壤动物区系组成及特征等方面进行了研究,但植被群落季相变化对土壤动物群落的影响未见报道<sup>[2,3]</sup>。本文在对鼎湖山6种自然植被类型(代表不同海拔梯度)的土壤动物进行连续6次调查的基础上,从鼎湖山土壤动物群落季节动态角度进行研究,对于丰富和完善鼎湖山土壤动物研究成果,探讨和揭示土壤动物与环境之间的关系以及土壤动物多样性动态变化特征,阐明土壤动物在森林生态系统能量流动和物质循环中的作用具有重要的意义。

## 1 研究地点和方法

### 1.1 研究地点概况

鼎湖山位于北回归线附近,处于亚热带季风气候区南缘。属低山丘陵地貌,为南亚热带季风性湿润气候,水热丰富,年平均温度为20.9℃,最冷月(1月份)和最热月(7月份)的平均温度分别为12.0℃和28.0℃。年平均降雨量1956mm,主要集中在每年的4~9月,约占全年的76.0%,全年湿度大,年平均相对湿度80.8%。

自然土壤区分为赤红壤、黄壤和山地灌丛草甸土,地带性土壤类型为发育于砂岩和砂页岩母质的赤红壤,土层薄且多含碎石块,主要分布在海拔300m以下;黄壤分布于赤红壤以上,可达海拔980m以上的山地;其上即为山地灌丛草甸土。

植被类型属于本气候区的地带性顶极植被——季风常绿阔叶林以及向它演变的过渡植被类型。据王铸豪等人<sup>[4]</sup>对鼎湖山自然保护区的植被的调查,仅按不同垂直分布,选取河岸常绿阔叶林(简称A)、沟谷常绿阔叶林(简称B)、针阔混交林(简称C)、南亚热带典型常绿阔叶林(简称D)、山地常绿阔叶林(简称E)、灌木草丛(简称F)等6种森林类型进行调查。其自然状况如表1。

表1 鼎湖山不同海拔高度代表性植被群落的基本情况<sup>[4]</sup>

Table 1 The vegetation condition of Dinghushan <sup>[4]</sup>

类别 Sort		A	B	C	D	E	F
土壤 Soil	类型 Types	冲积土	赤红壤	赤红壤	赤红壤	黄壤	黄壤
	pH (1 H <sub>2</sub> O)	4.58	6.12	4.12	4.28	4.30	4.68
	有机质 Organic matter (表土 surface soil) (%)	1.82	6.47	2.36	3.35	5.54	1.93
	全N Total nitrogen (%)	0.075	0.350	0.116	0.164	0.328	0.080
地形 Terrain	坡向及坡度 Slope/exposure (°)	河溪两侧	东南 20~30	南 20~30	东南 20~30	北 30~35	东南 30~35
	海拔 Elevation (m)	30~50	50~150	200~240	270~300	650~700	800~920
植被 Vegetation	优势种 Dominant	水翁、蒲桃	凸脉榕、鱼尾葵	马尾松、荷木、锥栗	锥栗、荷木、黄果厚壳桂	少叶黄杞、密花树	圆齿荷、鼎湖杜鹃、五节芒
	盖度 Coverage (%)	0.7~0.8	0.7~0.9	0.8~0.9	0.8~0.9	0.8~0.9	0.8~0.9
	凋落物厚度 Litters (cm)	1.0	1.0~2.0	1.0~3.0	3.0~5.0	4.0	1.0

### 1.2 调查方法

2001年10月~2002年8月,分别在6块样地分6次进行采样。每一种类型随机选取5个样方,每个样方内取5个点,分别按照枯枝落叶、0~5cm、5~10cm和10~15cm分层取样,灌木草丛由于枯枝落叶较少和土壤层较浅,仅分枯枝落叶、0~5cm、5~10cm取样。枯枝落叶取样面积20cm×20cm,土壤样品用直径8cm的取土器采集。

受条件因素影响,本次调查仅采用手检和改良 Tullgren 法分离提取土壤动物并分别鉴定统计数量,未采集湿生土壤动物。标本受分类的限制,采用大类进行分类。得到的所有土壤动物标本,其体型大小划分依据其在食物中的分解作用进行划分<sup>[5]</sup>;土壤动物分类依据中国土壤动物检索<sup>[6]</sup>。

### 1.3 数据处理

采用香农-威纳多样性指数(Shannon-Weaver Index)、Pielou 指数和辛普森优势度指数(Simpson Index)分别为<sup>[7,8]</sup>:

$$H = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \quad J_s = H / \ln S \quad C = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

## 2 结果

### 2.1 土壤动物群落组成

全年 6 次调查,6 种自然植被类型共获土壤动物 32 类 97653 只个体,隶属 3 门、13 纲、32 目,新采集到脉翅目幼虫,见表 2。

表 2 土壤动物群落类群和个体数量统计

Table 2 Statistics of groups and individuals of soil fauna											
序号 No.	名称 Name	体型 Body size	A	B	C	D	E	F	总计 Tot	频度(%) Freq	丰富度 Abund
1	后孔寡毛目 Oligotricha	大 Big	32	5	1	4	10	11	63	0.06	
2	前孔寡毛目 Oligotricha	大	43	28	35	84	41	70	301	0.31	
3	颤蚓目 Chironomidae	大	1	2					3	0.00	
4	柄眼目 Stylopoda	大	6	3	1		3		13	0.01	
5	蜘蛛目 Araneae	大	42	66	75	110	104	103	500	0.51	
6	伪蝎目 Pseudoscorpiones	大	37	112	84	2	101	64	400	0.41	
7	盲蛛目 Opiliones	大	60	32	13	16	40	12	173	0.18	
8	蜱螨目 Acarina	中小 Middle	9764	7620	5928	18834	5603	3435	51184	52.46	+++
9	等足目 Isopoda	大	89	6	8	42	76	43	264	0.27	
10	倍足纲 Diplopoda	大	38	61	35	33	68	48	283	0.29	
11	地蜈蚣目 Geophilomorpha	大	15	16	23	7	16	15	92	0.09	
12	石蜈蚣目 Lithobiumorpha	大	1	9	6	3	3	5	27	0.03	
13	蜈蚣目 Scolopendromorpha	大	11	8	10	2	7	5	43	0.04	
14	综合纲 Symphyla	中小	83	125	129	153	59	58	607	0.62	
15	蛸线纲 Pauropoda	中小	7	52	17	63	7	24	170	0.17	
16	原尾纲 Protura	中小	36	31	30	28	1	9	135	0.14	
17	弹尾目 Collembola	中小	10397	3476	2967	4876	5445	2514	29675	30.42	+++
18	双尾目 Diplura	中小	21	17	17	79	5	4	143	0.15	
19	蜚蠊目 Blattoptera	大	11	22	13	32	8	33	119	0.12	
20	等翅目 Isoptera	大	43	16	73	55	11	5	203	0.21	
21	直翅目 Orthoptera	大	2	1	5	7		1	16	0.02	
22	革翅目 Dermaptera	大	4	2	5	2	1	1	15	0.02	
23	啮虫目 Psocoptera	大	18	29	19	25	29	52	172	0.18	
24	缨翅目 Thysanoptera	大	280	155	262	197	165	235	1294	1.33	++
25	半翅目 Hemiptera	大	14	8	12	26	5	9	74	0.08	
26	同翅目 Homoptera	大	66	50	53	90	293	84	636	0.65	
27	鞘翅目 Coleoptera	大	137	137	173	372	231	127	1177	1.21	++
28	膜翅目 Hymenoptera	大	1619	874	768	1615	949	610	6435	6.60	++
29	双翅目 Diptera	大		26	138	21	316	6	507	0.52	
30	蜱螨目(幼) Acarina (Larvae)	中小						200	200	0.20	
31	唇足目(幼) Chilopoda (Larvae)	大	2						2	0.00	
32	半翅目(幼) Hemiptera (Larvae)	大		2		2			4	0.00	
33	同翅目(幼) Homoptera (Larvae)	大	2	13	5		113	2	135	0.14	
34	鳞翅目(幼) Lepidoptera (Larvae)	大	65	24	43	97	61	73	363	0.37	
35	脉翅目(幼) Neuroptera (Larvae)	大	1				1	1	3	0.00	
36	鞘翅目(幼) Coleoptera (Larvae)	大	73	63	69	50	117	104	476	0.49	
37	膜翅目(幼) Hymenoptera (Larvae)	大		5			1		6	0.01	
38	双翅目(幼) Diptera (Larvae)	大	218	271	232	361	198	370	1650	1.69	++
总计 Total			23238	13367	11249	27288	14088	8333	97563	100.00	

+++ 优势类群 Dominant Group (10%); ++ 常见类群 Common Group (1% ~ 10%)



优势类群 2 类, 蜚蠊目、弹尾目, 分别占全年个体总数的 52.46% 和 30.24%; 常见类群 4 类, 缨翅目、鞘翅目(成)、膜翅目(成)和双翅目(幼), 分别占全年个体总数的 1.33%、1.21%、6.60% 和 1.69%, 两类群共占总个体数的 93.53%。这些类群分布广, 对环境变化适应能力较强, 为鼎湖山土壤动物主要组成成分, 其他 24 类土壤动物成体和 8 类土壤动物幼虫分别占全年个体总数的 1.00% 以下, 属稀有类群, 它们对环境条件的变化极为敏感, 仅在某一时期, 土壤环境条件适宜时, 其数量才逐步增加, 并成为某一植被群落常见类群。除蜚蠊目、弹尾目外, 膜翅目和双翅目幼虫因其相对增长幅度较大而成为优势类群外, 沟谷常绿阔叶林、针阔混交林和灌木草丛中常见类群变化最明显。

2.2 土壤动物群落类群数和个体数量的月变化

土壤动物群落类群数和个体数月变化因自然植被类型不同而不同(图 1, 图 2)。

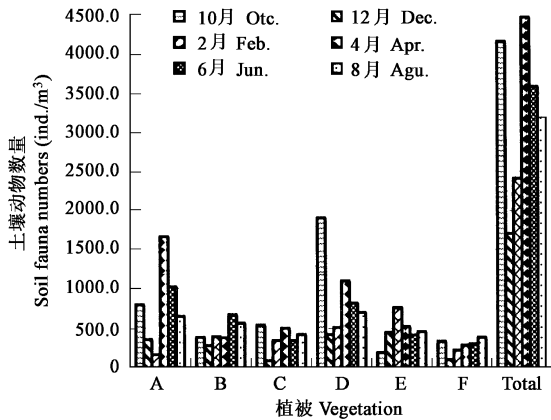


图 1 不同植被类型、不同月份土壤动物数量变化

Fig 1 Fluctuation of soil fauna individuals at different vegetation types and months

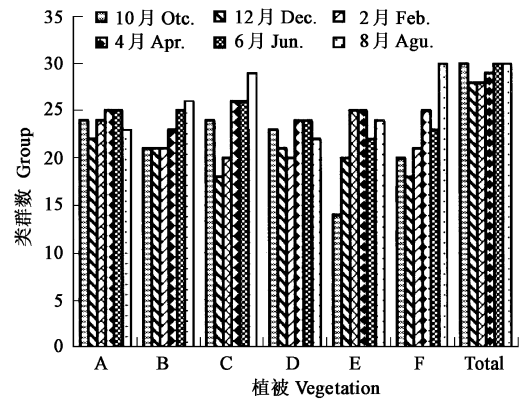


图 2 不同植被类型、不同月份土壤动物类群数变化

Fig 2 Fluctuation of soil fauna groups at different vegetation and months

土壤动物总个体数量变化表现为: 4月 > 10月 > 6月 > 8月 > 2月 > 12月, 但不同的植被类型, 不同月份土壤动物个体数量总数变化趋势有所不同, 其中土壤动物变化主要表现为优势类群蜚蠊类和弹尾类个体数量变化, 蜚蠊类个体数量的月消长表现为 10月个体数量最高, 12月最低, 2月至 6月个体数量逐渐增加, 8月又开始有所减少; 弹尾类个体数量的月消长与蜚蠊类相似, 即 10月至 12月个体数量呈下降趋势, 2月开始个体数量逐渐增加, 但弹尾类个体数量 4月达到最高, 之后其个体数量开始下降。两者数量变化因自然植被类型不同有所不同, 蜚蠊类降幅多在 80% 以下, 而弹尾类多在 80% 以上。

土壤动物群落类群数依次为 10月 = 6月 = 8月 > 4月 > 2月 = 12月。但同一植被类型中, 植被 A 4月和 6月的类群数最高, 12月最低; 植被 B 8月类群数最高, 10月和 2月最低; 植被 C 8月类群数最高, 12月最低; 植被 D、E 4月和 6月类群数最高, 2月和 10月最低; 植被 F 8月类群数最高, 12月最低, 其月份间类群数差异不显著 ( $F = 0.50, \alpha > 0.05$ )。

2.3 土壤动物群落植被间差异与垂直分布

2.3.1 土壤动物群落林间差异 土壤动物个体数量总数大小依次为  $D > A > E > B > C > F$ , 其中大型土壤动物个体数量为  $D > E > A > C > B$ , 中小型土壤动物个体数量为  $D > A > B > F > E > C$ 。

土壤动物群落类群数为  $A > F > B = C = E > D$ , 其中大型土壤动物群落类群数与土壤动物群落类群数变化相同, 中小型土壤动物类群没有变化。

方差分析表明, 不同月份、不同植被类型以及不同月份和不同植被类型之间土壤动物个体数量变化较大, 其差异性极显著 ( $F = 5.63, \alpha = 0.0001; F = 11.08, \alpha = 0.0001; F = 2.97, \alpha = 0.0001$ ), 且不同类群之间个体数量差异极显著 ( $F = 102.38, \alpha = 0.0001$ )。

2.3.2 垂直分布 土壤动物个体数和类群数随海拔变化趋势如图 3, 其中仅 30~240m 之间和 270~920m 之间土壤动物个体数呈下降的趋势, 而土壤动物类群数则在 30~300m 呈下降的趋势, 300~650m 略有上升, 以上则没有变化。

2.4 土壤动物群落多样性变化

2.4.1 垂直性变化 从图 4 中可以看出, 土壤动物多样性指数  $H'$  和均匀性指  $J_s$  数除海拔 270~300m 外, 其大小随海拔呈递增趋势, 优势度  $C'$  与其相反, 说明海拔 270~300m 之间土壤动物数量的增加是以少数类群因其数量增加导致其数量最多, 因而优势现象明显。

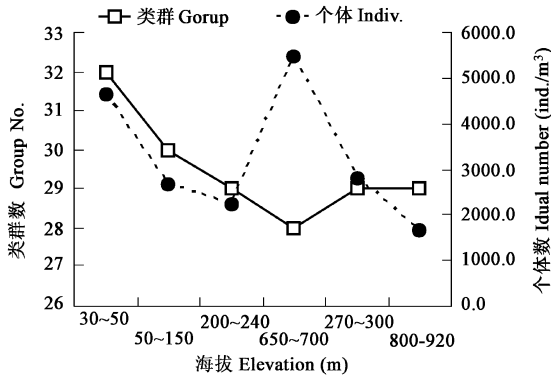


图3 土壤动物个体和类群随海拔高度变化

Fig 3 Variable of soil fauna individual and groups with elevation

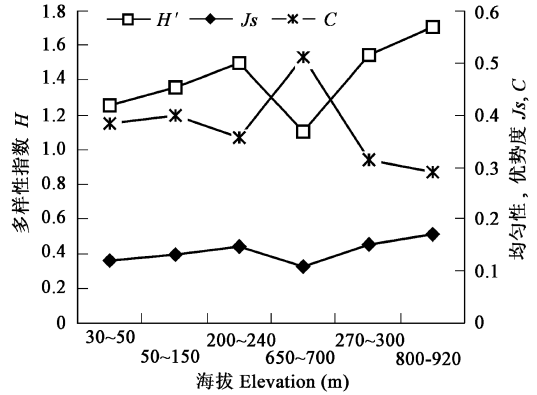


图4 多样性指数随海拔高度变化

Fig 4 Variable of diversity index, evenness and dominant with elevation

2.4.2 季节性变化 从表3中可以看出:不同自然植被类型中,  $H'$  在旱季(10、12月、翌年2月份)和雨季(4、6、8月份)变化不同。旱季除E 12月份最高外,其他均在2月份;雨季A和B 4月最高,C和D 6月最高,E和F 8月份最高; $J_s$ 的变化与多样性指数的变化相同; $C$ 则与 $H'$ 和 $J_s$ 的变化不同,旱季土壤动物优势度最高值除了B以外均出现10月份;雨季则C、E和F 4月份最高,B 6月份最高,A和D 8月最高。

表3 不同月份6种自然植被土壤动物群落多样性的月变化

Table 3 Variance of months of soil fauna diversity in different vegetation and months

月份 Months	$H'$			$J_s$			$C$		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
10	1.164	1.077	1.050	0.357	0.348	0.326	0.437	0.457	0.479
12	1.127	0.950	1.023	0.359	0.303	0.326	0.415	0.501	0.480
2	1.493	1.313	1.108	0.470	0.425	0.370	0.329	0.351	0.446
4	1.229	1.446	0.770	0.377	0.455	0.239	0.370	0.303	0.651
6	1.145	1.094	1.139	0.356	0.340	0.358	0.389	0.502	0.428
8	1.045	1.153	1.123	0.338	0.354	0.358	0.398	0.397	0.405
	D	E	F	D	E	F	D	E	F
10	1.209	1.087	0.753	0.376	0.347	0.272	0.397	0.397	0.509
12	1.316	1.591	0.928	0.447	0.540	0.310	0.352	0.173	0.447
2	1.322	1.410	1.282	0.422	0.463	0.398	0.356	0.273	0.264
4	1.337	1.381	1.289	0.406	0.429	0.400	0.333	0.297	0.339
6	1.359	1.476	1.460	0.417	0.471	0.472	0.395	0.340	0.312
8	1.093	1.524	1.351	0.354	0.501	0.431	0.442	0.259	0.312

同一植被类型中,仅F 10月的 $H'$ 和 $J_s$ 指数低于其他植被类型,且 $C$ 指数较高。说明植被类型F中土壤动物的增加仅是由于少数类群增加称为优势类群的结果,群落 $C$ 指数增加, $H'$ 和 $J_s$ 指数下降;与此相反,D土壤动物 $H'$ 和 $J_s$ 指数最大, $C$ 指数最小。 $H'$ 指数作为 $J_s$ 和 $S$ 的函数,反映出系统中信息量的大小,并具有可累加性,因此对每种植被类型不同月份的 $H'$ 指数进行累加,其大小依次为E(8.469) > D(7.636) > A(7.203) > F(7.063) > B(7.033) > C(6.213),表明影响E土壤动物群落多样性的不确定性因素较多,不稳定性较大,而C中土壤动物的群落则相反。

3 讨论

在一定的时空范围内,影响土壤动物群落的因素很多,主要有地域景观的复杂性、调查和采集方法以及人为干扰程度等。

从本次调查来看,地域景观的复杂性对土壤动物群落的影响最大。鼎湖山以中低山和丘陵地貌为主要地理特征,受山谷地形的影响,小气候、植被和土壤等自然要素的垂直分化明显,但土壤动物群落垂直分布与自然环境要素的变化不一致,这与地形

变化、人为干扰以及植被的变动有关。南亚热带典型常绿阔叶林为鼎湖山地带性植被, 整个群落处于由阳性植物占优势的森林向中生性和耐阴性植物占优势的演替顶极群落类型演变的最后阶段, 结构层次复杂, 水热条件较好, 形成较适宜的小气候, 因而土壤动物最丰富, 但其多样性和均匀性指数最低, 表明南亚热带典型常绿阔叶林是由于少数类群数量多而导致土壤动物总数变大, 优势现象突出; 季风常绿阔叶林外围丘陵山地的针阔混交林为马尾松林封山育林而形成的不稳定的群落, 属于次生演替系列的过渡类型, 而群落内部变化不同于季风常绿阔叶林, 结构相对简单, 林内凋落物层较厚, 参与养分循环的土壤动物主要集中在凋落物层, 因而土壤动物群落类群数组成也较为丰富, 多样性与均匀性指数较高; 位于鸡笼山东坡山地上的灌木草丛, 是森林被破坏以后形成的次生植被类型, 土层较薄, 受人类活动的影响, 其群落结构简单, 林内凋落物少且分布不均匀, 受林内环境条件因素的影响, 土壤动物数量较少, 但整个群落相对稳定, 优势现象最低, 多样性与均匀性指数最高。

环境因子直接或间接影响土壤动物群落组成。除河岸常绿阔叶林土壤为冲积土以外, 其他 5 种自然植被的土壤类型均为鼎湖山的典型土壤——赤红壤和黄壤(见表 1、表 2), 在 6 种自然植被中, 土壤动物个体数量的变化是随着土壤有机质的含量变化而改变, 这与亚热带森林土壤动物的调查结果不一致<sup>[9]</sup>, 鼎湖山土壤有机质含量与土壤动物数量和类群呈不显著的负相关, 如灌木草丛的有机质含量虽然高于河岸常绿阔叶林, 土壤动物数量却低于河岸常绿阔叶林。对土壤全 N 含量与土壤有机质含量进行相关分析, 两者相关关系显著( $r = 0.99, \alpha = 0.0004$ ), 因此土壤全 N 含量对土壤动物数量产生影响与土壤有机质含量对土壤动物的影响相一致。土壤 pH 对土壤动物的区系和分布通常是一种限制因素<sup>[10]</sup>, 相关分析表明, 土壤动物个体数与 pH 存在负相关, 而类群则呈正相关, 两者均不显著, 其机理有待分析。

森林凋落物是土壤有机质的重要来源, 也是土壤动物营养的重要组成部分。地表凋落物的厚度和土壤肥沃度的差异与植被及其发展过程有密切关系。本次调查结果表明, 凋落物的厚度与土壤动物个体数量关系不明显, 但对土壤动物类群影响较大, 土壤动物的类群数随凋落物厚度的增加而增加, 这是否具有普遍性需要进一步研究加以确认。

据鼎湖山气象观测站 1975~ 1980 年对地面温度和降水量的观测结果<sup>[11]</sup>结合本次土壤动物群落调查来看, 中小型土壤动物数量在 10 月份(土温 25.8 )最多, 而在 6 月份(土温 30.0 )最少, 但大型对土壤温度的这种变化不明显, 说明小型土壤动物数量对低温和降水量变化的反应比大型土壤动物敏感, 对环境影响的依赖性要强于大型土壤动物, 因此当 6 月份土壤温度达到最高时, 中小型土壤动物减少。随着 4 月份气温升高和雨季的到来, 土壤动物数量出现明显的增加, 但随着 5 月份和 8 月份降雨量的加大和地面温度的升高, 土壤和森林凋落物湿度的增加, 森林凋落物分解速度改变, 一些种群的活动受到抑制, 表现为 8 月份土壤动物数量和类群数明显减少, 但在雨季末期的 10 月份以后, 受北方冷空气影响的 11 月下旬至翌年 3 月下旬间, 土壤的温湿度和土壤生物的活性相应地降低, 森林凋落物在雨季基本腐解后, 土壤动物数量和类群数因其取食行为的改变导致一些物种消失, 某些类群有大幅度的减少的现象。这一点与热带雨林地区的研究结果相似<sup>[12]</sup>。

陈茂乾等<sup>[13]</sup>对鼎湖山森林土壤动物的研究认为, 如果每个样点钻取 10 个点, 则取样数增加到 6~ 8 个时, 土壤动物类群数达到最大。本研究由于受采样周期和工作量等因素的限制, 在全年 6 次采样中, 仅采用改良型干漏斗和手捡法, 每一种植被类型采样点减少到一半, 且每种植被类型取 5 个点, 但从采集到土壤动物类群(大类)来看, 除有鞭目(Pedipalpida)未采集到标本外, 其它标本均有采集, 且分布级别相同, 说明本次调查已经采集到鼎湖山不同植被类型中土壤动物实有的类群, 较全面地反映出鼎湖山土壤动物的组成情况。有鞭目和新采集到脉翅目幼虫, 这两者在两次调查中均为稀有类群, 他们只有在环境适宜时种群数量才逐步增加。目前土壤动物研究中, 受各种因素的限制, 在取样面积大小、分离方法和获得土壤动物的类群总数之间关系的研究较少, 要在多大的面积上, 采用什么分离方法获得最多的类群数, 有待研究。

人类活动对鼎湖山环境的形成和发展具有重要的影响。在长期人为活动干扰下, 鼎湖山区的大部分自然植被遭到破坏, 从而引起小气候、土壤和微地形的改变。在这种自然与人为因素的综合作用下, 对土壤动物群落变化规律作了探讨, 与 Cone II 的中度干扰假说(即最大物种多样性出现在中度程度干扰水平上)<sup>[10]</sup>有无关系, 有待于深入分析。

## References

- [ 1 ] Zhang Z H, Shen H M, Shao L L. Soil animal on south slope of west Tiamnu mountain and results of its environment *Journal of Hangzhou University*, 1986, **13**(supp. ): 54~ 63
- [ 2 ] Liao C H, Chen M Q. Study on the soil zoology of Dinghu shan ( I ). The composition of the soil fauna *Tropical and subtropical forest ecosystem*, 1989(V): 83~ 95
- [ 3 ] Liao C H, Chen M Q. Soil animal community diversity in the forest of southern subtropical region. *Acta Ecologica Sinica*, 1997, **17**(5): 549~ 555
- [ 4 ] Wang Z H, He D Q, Song S D. The vegetation of Dinghushan biosphere reserve *Tropical and subtropical forest ecosystem*, 1982, ( I ): 77~ 141

- [ 5 ] Swift M J, Heal O W, and Anderson J M. *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Univ. Calif. Press Berkeley, 1979.
- [ 6 ] Yin W Y, et al eds. *Pictorial keys to soil animal of China*. Beijing: Science Press, 1998.
- [ 7 ] Ma K P. Measurement of biotic diversity I.  $\alpha$  diversity (part I). *Chinese Biodiversity*, 1994, 2(3): 162~ 168.
- [ 8 ] Ma K P, Liu Y M. Measurement of biotic diversity I.  $\alpha$  diversity (parts II). *Chinese Biodiversity*, 1994, 2(4): 231~ 239.
- [ 9 ] Yin W Y, et al eds. *Subtropical Soil Animal of China*. Beijing: Science Press, 1992.
- [ 10 ] Song R Y, et al. Eds. *The Principle of Zoological Ecology*. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001.
- [ 11 ] Huang Z F, Fan Z G. The climate of Dinghushan. *Tropical and subtropical forest ecosystem*, 1982, ( I ): 11~ 16.
- [ 12 ] Yang X D, She Y P. The character of composition and distribution on soil fauna under tropical forests of Xishuangbanna in rainy season. *Journal of Northeast Forestry University*, 1998, 26(6): 65~ 70.
- [ 13 ] Chen M Q, Liao C H. Study on the soil zoology of Dinghushan II. Community components in varied habitats. *Tropical and subtropical forest ecosystem*, 1990, (VII): 90~ 99.

#### 参考文献:

- [ 1 ] 张贞华, 沈海铭, 邵玲珑. 西天目山南坡土壤动物及其对环境的影响. *杭州大学学报*, 1986, 13(增): 54~ 63.
- [ 2 ] 廖崇惠, 陈茂乾. 鼎湖山森林土壤动物研究 ( I ) 区系组成及其特征. *热带和亚热带森林生态系统研究(V)*, 1989, 83~ 95.
- [ 3 ] 廖崇惠, 李健雄, 黄海涛. 南亚热带森林土壤动物群落多样性研究. *生态学报*, 1997, 17(5): 549~ 555.
- [ 4 ] 王铸豪, 何道泉, 宋绍敦. 鼎湖山自然保护区植被. *热带和亚热带森林生态系统研究( I )*, 1982, 77~ 141.
- [ 6 ] 尹文英等著. *中国土壤动物检索图鉴*. 北京: 科学出版社, 1998.
- [ 7 ] 马克平. 生物群落多样性的测量方法 I.  $\alpha$ 多样性的测量方法(上). *生物多样性*, 1994, 2(3): 162~ 168.
- [ 8 ] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测量方法 I.  $\alpha$ 多样性的测量方法(下). *生物多样性*, 1994, 2(4): 231~ 239.
- [ 9 ] 尹文英等著. *中国亚热带土壤动物*. 北京: 科学出版社, 1992.
- [ 10 ] 孙儒泳编著. *动物生态学原理*. 北京: 北京师范大学出版, 2001.
- [ 11 ] 黄展帆, 范征广. 鼎湖山的气候. *热带和亚热带森林生态系统研究( I )*, 1982, (1): 11~ 16.
- [ 12 ] 杨效东, 余宇平. 西双版纳热带森林雨季土壤动物群落组成与分布特征. *东北林业大学学报*, 1998, 26(6): 65~ 70.
- [ 13 ] 陈茂乾, 廖崇惠. 鼎湖山森林土壤动物研究 II. 不同生境的群落组成. *热带和亚热带森林生态系统研究(VII)*, 1990, 90~ 99.