

## 海南东郊椰林生态系统土壤动物群落特征

唐本安<sup>1</sup>, 唐敏<sup>2</sup>, 陈春福<sup>1</sup>, 邱彭华<sup>1</sup>, 刘强<sup>3</sup>, 王敏英<sup>1</sup>, 李翠娥<sup>1</sup>

(1. 海南师范大学资源环境研究所, 海口 571158; 2. 海南师范大学生态学研究所, 海口 571158; 3. 中南大学, 长沙 4100782)

**摘要:** 2002 年 7 月 ~ 2004 年 7 月, 对海南东郊椰林土壤动物进行了生态系统特征调查研究, 获得土壤动物标本共 5378 只。为了研究结果的信度, 选取 1 周年中的 7 月份(雨季)与 1 月份(旱季)捕量的 4033 只土壤动物作为研究对象, 其中湿生线虫类为 1253 只, 旱生土壤动物为 2780 只, 隶属 4 门 12 纲 27 个类(目)。经与我国不同纬度地带分布的土壤动物生态区系特征比较, 东郊椰林土壤动物具有较为明显的热带性土壤动物群落的特征。对照原始热带山地雨林土壤动物群落分析表明, 虽同属热带雨林环境, 东郊椰林土壤动物因受单一树种、面临季风海域地理位置、土壤质地(pH 值与盐度偏高)、土壤湿度等生境因素的影响, 群落结构还具有种类并不很丰富, 优势度指数(C)偏高, 多样性指数(H')偏低热带雨林性土壤动物群落的分异特征。在进行椰林区异质小生境土壤动物分析中还发现, 院落周边椰林地因土壤动物丰富, 土壤生态系统良好, 椰树的年产果率均高于其它异质的小生境椰林地, 说明在东郊椰林生态系统中, 土壤动物的丰度与椰树产果率也呈现出较好的正相关性。

**关键词:** 土壤动物; 生态特征; 土壤生态系统; 东郊椰林

**文章编号:** 1000-0933(2006)01-0026-07 **中图分类号:** Q145, Q958, S154.5 **文献标识码:** A

## Characteristics of soil fauna in the Dongjiao coco forest ecosystem in Hainan

TANG Ben-An<sup>1</sup>, TAGN Min<sup>2</sup>, CHEN Chun-Fu<sup>1</sup>, QIU Peng-Hua<sup>1</sup>, LIU Qiang<sup>3</sup>, WANG Min-Ying<sup>1</sup>, LI Cui-E<sup>1</sup> (1. Hainan Normal University Resources Environment Graduate school, Haikou 571158, China; 2. Hainan Normal University Ecology Graduate school, Haikou 571158, China; 3. Central South University, Changsha 410078, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(1): 26 ~ 32.

**Abstract:** From July 2002 to July 2004, we investigated the soil fauna in the Dongjiao coco forest of Hainan Island. The objective of the project is to examine the soil usage and potential problems in the coco nut production, and provide scientific foundations for planning of coco nut production in Hainan from a ecological perspective.

The Dongjiao coco forest is located at the Dongjian Peninsula, eastern Wenchang. The peninsula has a flat topology with elevation below 10 meters. The area has a typical monsoon climate of tropical ocean in north edge, with major climatic parameters as the following: mean annual average temperature through 24.4°C; mean annual precipitation 1529.8mm; mean annual sunshine 2026 hours; Active accumulated temperature 8928°C/a, total annual solar radiation 482 kJ/(cm<sup>2</sup>·a); mean annual average relative humidity 85% ~ 88%. The Soil is typical seashore sandy soil with high level of moisture (0 ~ 20cm relative soil moisture > 21.9), and a pH of 6 ~ 7. The environmental conditions are considered as well suitable for coco tree and *Syzygium jambos* community. Since the coco trees were first introduced to the area approximately 2000 years ago, the total grow area has increased to 2 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>, and the area has become the primary coco nut production area in China.

The sample sites were determined by the characteristic of the coco forest community. For large size soil animal species, samples were collected from each 50 × 50cm<sup>2</sup> sample sites; difference layers of soil were sorted and collected by hands. For medium and small size soil animal species, the Tullgren methods and the Baermann method were used. A total of 5378 specimens

**基金项目:** 海南省自然科学基金资助项目(80202, 40302)

**收稿日期:** 2004-10-02; **修订日期:** 2005-06-10

**作者简介:** 唐本安(1949~), 男, 湖南邵阳人, 教授, 主要从事生态学及资源环境教学与研究. E-mail: tangban@126.com, tangban@hainnu.edu.cn

**Foundation item:** Natural Natural Science Foundation of Hainan (No: 80202, 40302)

**Received date:** 2004-10-02; **Accepted date:** 2005-06-10

**Biography:** TANG Ban-An, Professor, mainly engaged in ecology and the resources environment learns of teaching and research. E-mail: tangban@126.com, tangban@hainnu.edu.cn

were obtained. To closely represent the community structure, a total of 4033 specimens, which collected in the dry season (Januray) and wet season (July), were identified and studies. Among them, there were 1253 *Nematode* and other moisture dependant species, and 2780 drought tolerant species. These species represented 4 phyla, 12 classes and 27 genera.

(1) All major animal groups presented in a tropical rain forest are present in the Dongjiao Coco woods soil community. The dominant groups included *Acarina*, *Nematoda*, *Collembola*, together they account for 88.10% of total amount. Other groups, *Hymenoptera* (Antes), *Isoptera* (Termites), *Enchytraeidae*, and *Symphyla*, account for 8.67% of total amount. There were 20 rare groups, which only account for 3.23% of total catch, but they represent a large number of species diversity. Therefore, these rare species may play an important role in the material and energy conversion process and is an important part of the community.

(2) The Dongjiao Coco woods demonstrated typical characteristics of tropical soil animal community. The number of species and the diversity index (H) increase from the high latitude areas toward the equator; The dominance index (C) decrease from the high latitude areas toward the equator; the ratio of *Acarina* / *Collembola*, the percentage value of *Hymenoptera* (Antes) along latitudinal declination increment; a typical member-termite of tropical community, varies from absence to a dramatic increasement with the declination of latitude.

(3) Comparing to primary tropical rain forest, the Dongjian coco forest community is relatively low in species diversity, and has a high dominance index and low diversity index. This may partially due to some characters of the forest: singular tree species, monsoon climate, seashore location, high pH and salinity of the soil, high soil moisture and other environmental factors. Seasonal change of community structure occurs but is not obvious.

(4) The Dongjiao coco forest communitys display heterogeneity among various microhabitats. Soil around human residence has a higher organic material content, and has higher counts of number of specimens and number of species, comparing to other three sampling sites.

(5) The coco nuts production at the location around human residence is higher than other microhabitat. The high production is positively correlated with the richness of animal community in the soil.

**Key words:** soil animal; ecosystem characteristic; ecosystem system of soil; Dongjiao Doco wood of Hainan

东郊椰林地处海南文昌东部三面环海的东郊半岛,东、南濒临南海、西隔八门湾与文城镇相望。这里地势低平,海拔均小于 10m;年平均气温 24.4℃、降水 1529.8mm、日照时数 2026h,活动积温达 8928℃/a,太阳辐射总量 482kJ/(cm<sup>2</sup>·a),平均相对湿度在 85%~88%/a,之间,属于热带北缘海洋季风气候类型;土壤以滨海砂土为主,湿度较高(0~20cm 含水量均大于 21.9%),pH 值为 6~7(北部小范围面积的砖红壤椰林区土壤也因人工在土体中加盐也保持在 6 左右);生态环境非常适合椰子林和蒲桃林群落生长<sup>①</sup>。自汉代引种椰树至今,椰林面积达 2×10<sup>4</sup>hm<sup>2</sup>,现已发展成为我国著名的椰子产区。

椰子(*Cocos nucifera* L.)属棕榈科(Palmaceae)单子叶多年生常绿乔木,是一种典型的热带木本油料作物,栽种 6~7a 开始结果,树高可达 20m,其经济寿命在 80a 左右,自然寿命 100a 以上。椰子树全身是宝,除椰果能食用外,副产品还是上等的工艺材料与建筑材料。近年来科学家还发现,由椰子制成的椰子纳塔具有减肥和防癌的功能。因此种植椰子已不仅仅是一项高效益的经济型产业,它还将在人类生态环境中发挥着越来越重要的生态效益和社会效益。

海南具有发展椰子生产的独特优势与广阔的前景,为了更好地开发海南椰子产业,2002 年 7 月~2004 年 7 月对海南椰子高产区东郊椰林,进行了土壤动物生态研究。研究椰林土壤动物生态的目的在于揭示海南椰子生产热作地土壤利用的合理性与存在的问题,以便为海南椰子生产合理布局及其椰子产业的可持续发展,提供科学依据。

① 资料取自海南文昌市土地志

## 1 研究方法

### 1.1 野外调查与取样

**1.1.1 样地设置** 经实地考察,按椰树林地的土质、生境及椰农经营管理生产方式,将东郊椰林划分为近海沙土椰林、院落周边沙土椰林、非近海近院落沙土椰林及北部小范围面积的砖红壤椰林4个不同类型的椰林区样地。每一椰林区样地又分别设置3个取样点,全研究区域共设置12个取样点取样。

**1.1.2 取样方法** 每一样点均挖掘土壤剖面,并按0~5cm、5~10cm、10~15cm、15~20cm,4个层次,分别用100cm<sup>3</sup>和25cm<sup>3</sup>取土环刀取样并分离提取土壤动物。同时,为了能全面反映出东郊椰林土壤动物群落的生态特性,在本次研究过程中,采取了有效取样与补充取样两种方法。有效取样为周年中的7月份(雨季)和1月份(旱季),其分离提取的土壤动物是研究东郊椰林土壤动物群落的生态特性重要依据。考虑到周年中的2次取样所获得的土壤动物类群反映不出东郊椰林土壤动物的实际类群,为此采取了补充取样的方法弥补,补充取样时间与有效取样周年中的时间相同,但其分离提取的土壤动物只补充有效取样中缺失的土壤动物类(目)及其相应的数量。根据样地设置与剖面要求,本研究过程有效取样144个,补充取样48个。

### 1.2 土壤动物分离与分类

大型土壤动物采用挖掘50cm×50cm土壤样方,分层用手检方法收集,中小型土壤动物的收集采用Tullgren法(干漏斗法)和Baermann法(湿漏斗法)分离提取。

土壤动物的分类鉴定,主要采用日本青木淳一《土壤动物学》<sup>[1]</sup>大类群、尹文英《中国亚热带土壤动物》<sup>[2]</sup>、《中国土壤动物》<sup>[3]</sup>、《土壤动物检索图鉴》<sup>[4]</sup>以及齐钟彦《新拉汉土壤动物名称》<sup>[5]</sup>、《中国土壤动物》中的分类方法进行分类鉴定。

### 1.3 本研究过程中的有关数据处理

为了使数据分析具有自然性与可比性,研究结果具有可信度,本研究过程中的土壤动物个体数量,以1周年中的7月份与1月份有效取样中的144个标品分离出来的土壤动物的数量为主,其次加上在补充取样中获得并是周年有效取样中所缺失的土壤动物类(目)数量。

在进行土壤动物生态与椰林地生境要素分析时,有机质的测定与计算按照RATHER方法<sup>[6]</sup>进行;土体容重则按常规的物理测定方法进行测定。在描述土壤动物生态特征时,采用了Jaccard相似性系数、Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀性指数、Simpson优势度指数公式进行数据处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤动物群落结构特征

**2.1.1 土壤动物群落组成** 本次调查共获得土壤动物标本5378只。剔除次年补充取样获得的无效研究的土壤动物个体数目后,统计周年中7月与1月有效土壤动物总捕量为4033只,其中湿生线虫类为1253只,旱生土壤动物为2780只。经鉴定隶属4门12纲27个类目。

**2.1.2 土壤动物群落结构与数量** 由于土壤动物对生态环境有着不同的适应性,因而东郊椰林土壤中的土壤动物类群及数量也存在有消长现象,并表现出不同的丰度(表1)。表1结果说明,在东郊椰林土壤动物群落中,热带雨林中的土壤动物类群在这里几乎均有分布。其中优势类群为蜱螨目、线虫类、弹尾类,占年捕总量的88.10%;常见类群是膜翅目(蚂蚁)、等翅目(白蚁)、线蚓类及综合类4类,占年捕总量的8.67%;它们是东郊椰林土壤动物群落数量上的主体。其余20个类目为稀有类群,仅占年捕量的3.23%,这些稀有类群的土壤动物虽然数量不多,但种类比例大,在东郊椰林生态系统物质与能量转化过程中,有着显著的作用,同样它们也是东郊椰林土壤动物群落中的重要组成部分。

### 2.2 明显的热带性土壤动物群落特征

象地表生物一样,受地理因素的影响,不同纬度不同地区的土壤动物都有着一定的区系组成特征。目前,在区分不同纬度不同地区土壤动物区系组成特征时,往往利用土壤动物表现在不同纬度地带上的种类数量、物种的优势度、类群的多样性指数、蜱螨目与弹尾目的比率以及具热带特征的膜翅目(蚂蚁)、等翅目(白蚁)类

群比例等特征指标<sup>[2,3,7,8]</sup>。利用土壤动物的这些指标来进行土壤动物地带性分类,表现效果比较好,因而本文在分析东郊椰林土壤动物地带性特征时,也特意选取长白山<sup>[9]</sup>、牛伏山<sup>[10]</sup>、衡山<sup>[11]</sup>、鼎湖山<sup>[7]</sup>、尖峰岭<sup>[12]</sup>、新加坡<sup>[1]</sup>不同纬度地带上土壤动物种类数量、物种的优势度、类群的多样性指数、蜉蝣目与弹尾目的比率以及具热带特征的膜翅目(蚂蚁)、等翅目(白蚁)类群比例等特征指标,进行东郊椰林土壤动物地带性分析(见表2)。

表 1 海南文昌东郊椰林土壤动物群落组成调查统计

Table 1 The composition of soil animals in the dongjiao coco woods of Hainan Wenchang

类群 Group	I		II		III		IV		总数 Σ	占总 捕量 (%)	多度 F
	近海沙土区 Inshore sandy soil area		院落周边沙土区 Courtyard surroundings area soil area		非近海近院落沙土区 Not inshore, courtyard sandy soil area		北部砖红壤区小区 Red brick color soil area in north				
	个体数 Number	占样地 (%)	个体数 Number	占样地 (%)	个体数 Number	占样地 (%)	个体数 Number	占样地 (%)			
1 蜉蝣目 <i>Acarina</i>	147	36.21	484	36.36	452	38.87	448	39.54	1531	37.96	+++
2 线虫类 <i>Nematoda</i>	115	28.33	415	31.18	365	31.38	358	31.60	1253	31.07	+++
3 弹尾目 <i>Collembola</i>	97	23.89	258	19.38	212	18.23	202	17.83	769	19.07	+++
4 膜翅目(蚂蚁) <i>Hymenoptera</i>	18	4.43	46	3.46	38	3.27	38	3.35	140	3.47	++
5 等翅目(白蚁) <i>Isoptera</i>	11	2.71	30	2.25	29	2.49	27	2.38	97	2.41	++
6 线蚓类 <i>Enchytraeidae</i>	9	2.22	22	1.65	16	1.38	12	1.06	59	1.46	++
7 综合类 <i>Symphyla</i>	3	0.74	23	1.73	15	1.29	13	1.15	54	1.33	++
8 鞘翅目 <i>Coleoptera</i>			2	0.15	2	0.17	2	0.18	6	0.15	+
9 双翅目 <i>Diptera</i>	2	0.49	3	0.23	4	0.34	5	0.44	14	0.35	+
10 蜘蛛类 <i>Araneae</i>	1	0.25	6	0.45	4	0.34	3	0.26	14	0.35	+
11 盲蛛类 <i>Opiliones</i>			2	0.15	1	0.09	1	0.09	4	0.10	+
12 伪蝎目 <i>Pseudoscorpiones</i>			1	0.08					1	0.03	+
13 等足类 <i>Isopoda</i>			6	0.45	4	0.34	3	0.26	13	0.32	+
14 倍足类 <i>Diplopoda</i>			3	0.23	1	0.09	1	0.09	5	0.12	+
15 双尾目 <i>Diplura</i>			6	0.45	4	0.34	4	0.35	14	0.35	+
16 原尾目 <i>Protura</i>	2	0.49	10	0.75	8	0.69	6	0.53	26	0.64	+
17 半翅目 <i>Hemiptera</i>			2	0.15	1	0.09	1	0.09	4	0.10	+
18 直翅目 <i>Orthoptera</i>			1	0.08			1	0.09	2	0.05	+
19 革翅目 <i>Dermaptera</i>			1	0.08	1	0.09	1	0.09	3	0.07	+
20 缨翅目 <i>Thysanoptera</i>					2	0.17			2	0.05	+
21 鳞翅目 <i>Lepidoptera</i>	1	0.25	2	0.15	1	0.09	2	0.18	6	0.15	+
22 蜚蠊目 <i>Blattoptera</i>					1	0.09	1	0.09	2	0.05	+
23 地蜈蚣目 <i>Geophilomorpha</i>			1	0.08					1	0.03	+
24 蠃蚋类 <i>Pauropoda</i>			2	0.15	1	0.09	1	0.09	4	0.10	+
25 熊虫类 <i>Eutardigrada</i>			1	0.08			2	0.18	3	0.07	+
26 蚯蚓类 <i>Opisthoptera</i>			4	0.30	1	0.09			5	0.12	+
27 蛭类 <i>Hirudinea</i>							1	0.09	1	0.03	+
类群数 <i>N</i>	11		24		22		23		27		
捕获量 Σ	406		1331		1163		1133		4033		
密度 <i>D</i> (10 <sup>4</sup> ind./m <sup>2</sup> )	5.31		18.01		15.78		15.41		13.72		
多样性指数 <i>H'</i>	1.515		1.642		1.582		1.567		1.606		
优势度指数 <i>C</i>	0.266		0.255		0.264		0.267		0.263		

表中土壤动物个体数量,以1周年中的7月与1月有效取样中的144个标本分离出来的土壤动物的数量为主,其次加上在补充取样中获得并是同年有效取样中所缺失的土壤动物类(目)数及个体数量 The individual number of soil animals was mainly obtained from separation of 144 samples by the available sampling on July and on January, and it was complemented by the individual number and taxa (order) of soil animals, which were lack in the available sampling, from the complementary sampling;土壤动物密度 *D*(10<sup>4</sup> ind./m<sup>2</sup>)均为20cm厚度土层的密度 The densities of soil animal (*D*·10<sup>4</sup> ind./m<sup>2</sup>) were calculated by 0-20cm depth of soil layer

比较不同纬度的土壤动物地带性特征时,表2数值表明有:①土壤动物类群数量、多样性指数(*H'*)由高纬度地区向赤道呈现递增趋势;②而优势度指数(*C*)由高纬度地区向赤道呈递减趋势;③蜉蝣目与弹尾目的比率、蚂蚁所占群落总数量的百分比值,由高纬度向低纬逐渐增高;④最具热带特征的等翅目(白蚁)由高纬

度向赤道的分布表现出从无到有,而且百分比急剧上升 4 个明显的变化特性。

比较东郊椰林的土壤动物群落各项地带性指标,特别是最具热带特征的等翅目(白蚁)百分率占数量的 2.41%,已上升为热带土壤动物的常见类群,说明东郊椰林土壤动物群落也具有较为明显的典型热带性土壤动物群落的特征。

表 2 东郊椰林与不同纬度地区的土壤动物群落纬度地带性特征比较

Table 2 Latitude district characteristic comparison of soil animal composition in dongjiao Coco woods and different latitudinal region

项目 Item	温带 Temperate zone		亚热带 Subtropics		热带 Tropical zone		
	长白山 Changbaishan (42°28'N)	牛伏山 Funiu ountain (33°45'N)	衡山 Hengshan (27°11'N)	鼎湖山 Dinghushan (23°08'N)	东郊椰林 DongjiaoCocowoods (19°31'N)	尖峰岭 Jianfengling (18°52'N)	新加坡 Singapore (1°15'N)
类(目)数量 No.	17	21	25	22	27	27	—
多样性指数 $H'$	—	1.258	0.93	1.50	1.606	1.82	—
优势度指数 $C$	—	0.395	0.306	—	0.263	—	—
Acarina/Collembola	—	1.35	1.66	1.44	1.99	2.83	3.70
Hymenoptera (%)	1.20	1.22	1.52	2.23	3.47	5.19	3.2
Isoptera (%)	无	无	0.002	0.43	2.41	4.81	—

### 2.3 土壤动物热带性生态分异特征

上述分析表明,虽然东郊椰林土壤动物群落具有较为明显的典型热带性土壤动物群落的特征,但与典型热带原始山地雨林来说,存在一定的生态分异特征。这种差异表现在东郊椰林单一树种影响下的热带性生态分异上。对比海南原始山地雨林尖峰岭土壤动物群落<sup>[12]</sup>,东郊椰林土壤动物种类数只有 27 类,少于尖峰岭的 32 类;物种多样性指数( $H'$ )为 1.61,比尖峰岭多样性指数( $H'$ )1.82 为低;优势度指数( $C$ )也同样比尖峰岭表现偏高。说明同属热带雨林气候区,由于东郊椰林地处海滨,受海洋影响,土壤 pH 值及盐度均高于尖峰岭山地,而且树种单一及其受地表生物多样性变化的影响,土壤动物群落还存在有与热带原始山地雨林土壤动物群落比较上的生态分异性特征。

### 2.4 土壤动物异质小生境中的水平分布特征

在东郊椰林里,虽然土壤动物具有相同的优势类群与常见类群,但由于椰林区的异质因素的影响,不同小生境椰林的土壤动物水平生态分布也存在有一定的差异。

比较在东郊椰林中的近海沙土椰林、院落周边沙土椰林、非近海近院落沙土椰林及砖红壤椰林 4 种小生境上的椰林地土壤动物水平生态分布,其类群和个体数量组成上的差异也非常明显(表 3)。

表 3 东郊椰林土壤动物水平分布

Table 3 Soil animal level distributies of Dongjiao Coco woods

样地 Habitat	近海沙土区 Inshore sandy soil area	院落周边沙土区 Courtyard surroundings area soil area	非近海近院落沙土区 Not inshore, courtyard sandy soil area	北部砖红壤区小区 Red brick color soil area in north
土壤质地 <sup>①</sup>				
pH	6.7~7.3	6.5~6.8	6.3~6.7	6.0~6.2
平均有机质(%) <sup>②</sup>	0.58	1.18	0.9	0.72
国际制机械组成(mm/%) <sup>④</sup>	2~0.2/82.87	0.2~0.02/9.10	0.02~0.002/4.75	<0.002/3.29
土壤动物水平 分布 <sup>⑤</sup>				
类群数 <sup>⑤</sup>	11	24	22	23
个体数 <sup>⑥</sup>	406	1331	1163	1133
密度 $D(10^4 \text{ ind./m}^2)$ <sup>⑦</sup>	5.31	18.01	15.78	15.41

① Soil quality; ② Soil animal distribute characteristic; ③ Average organic matter (%); ④ Mechanical constitute of international standard; ⑤ Group number; ⑥ Indiv num ber; ⑦ Density ( $10^4 \text{ ind./m}^2$ )

从表 3 可以看出,4 个小生境调查地 pH 值大致在 6~7,院落周边沙土椰林地受人类的蔬菜地耕作及有机废物排放的影响,土壤有机质含量可达 0.99 以上,同时也因院落周边沙土椰林间种少量蔬菜等农作物的生物多样性的影响,其类群有 24 个(目)类,捕获数量为 1331 只,密度( $D$ )达  $18.01 \times 10^4 \text{ ind./m}^2$ ,多样性指数( $H'$ )在 1.642 以上;土壤动物群落的这些特征指标均高于非近海近院落沙土椰林地、砖红壤椰林地与近海沙

土椰林地。而近海沙土椰林地,因土壤有机质含量在 0.6 以下,林间地生物种类及盖度少,同时也因其小生境环境最差。所以土壤动物群落结构生态表现也就最差,其土壤动物类群有仅有 11 类,捕获数量少到 406 只,密度 ( $D$ ) 只有  $5.31 \times 10^4 \text{ ind./m}^2$ ,多样性指数 ( $H'$ ) 也在 1.515 以下。而非近海近院落沙土椰林区及砖红壤椰林区的小生境介于院落周边沙土椰林区与近海沙土椰林区之间(土壤有机质含量在 0.6 ~ 0.99),所以土壤动物的生态异质性分布特性也恰好位于它们当中。

2.5 土壤动物季节变化特征

从表 4 结果可以看出,4 种不同小生境椰林中的土壤动物都具有季节上的变化,表现在类群数与个体数量上雨季都较为明显地高于旱季。计算比较旱季与雨季的 4 种不同小生境椰林中的土壤动物类群数比,均在 1/1.21 ~ 1/1.38 之间,它与热带山地季雨林尖峰岭的类群数旱、雨季之比<sup>[12]</sup> 1/1.35 基本上一致,说明东郊椰林土壤动物的类群随季节存在消长现象。

表 4 东郊椰林土壤动物季节变化

Table 4 Soil animal season variety of dongjiao coco wood

项目 Item	近海沙土区 Inshore sandy soil area		院落周边沙土区 Courtyard surroundings area soil area		非近海近院落沙土区 Not inshore, courtyard sandy soil area		北部砖红壤区小区 Red brick color soil area in north	
	旱季 Dry season	雨季 Rainy season	旱季 Dry season	雨季 Rainy season	旱季 Dry season	雨季 Rainy season	旱季 Dry season	雨季 Rainy season
	类群数 Group number	7	10	19	23	17	21	16
个体数 Indiv num ber	169	237	595	736	493	670	456	677

由于东郊椰林属于小半岛地形,受海洋气候的影响,气温、空气湿度及土壤湿度均年际不大,因而土壤动物个体数的年际间尖峰岭土壤动物的年际变化有着明显的差异。表现在东郊椰林土壤动物个体数的旱、雨季比在 1/1.24 ~ 1/1.49 之间,而热带山地季雨林尖峰岭的土壤动物个体数的旱、雨季比<sup>[12]</sup> 竟高达 1/4.57。

2.6 土壤动物丰度与椰树产果率呈正相关性

椰树能否产果,年产果率如何? 是椰子产业布局值得深思的一项研究课题。受其生态因素制约影响,在中国热带地域(除西双版纳热带沟谷外),琼州海峡以北,椰树虽然能够生长,但却不能结果。就是同样分布在海南的椰树,其年产果率也因生态地理因素的影响,呈现由东南沿海向西北地区减少的趋势。甚至在海南西北某些地区所种的椰子树还出现不产果的现象。

当然,这种千差万别的生态地理因素可能归结在空气与土壤的湿度、温度、盐度、CO<sub>2</sub> 浓度,土壤 pH 值、有机质含量等等因素,甚至有些还是目前不可预测的其它因素引起的。但对于东郊椰林椰树产果率而言,小生境异质分布中的土壤生态系统影响却是主要的。东郊虽然是椰子林、蒲桃林群落生长非常适宜的滨海小区,但由于院落周边椰林地受人类耕种蔬菜及有机废弃物排放的影响,土壤有机质含量高,因而土壤动物丰富,土壤生态系统良好,从而表现出椰树产果率平均达 102 个/(棵·a)(50 棵树的 2a 实测平均数,其它小区产果率平均值属同样实测数),均高于其它(近海沙土区 50 个/(棵·a),非近海近院落沙土区 80 个/(棵·a),北部砖红壤区小区 60 个/(棵·a))小区的椰树产果率(图 1)。

在图 1 中,椰树产果率以纵坐标数值表示,土壤有机质百分比含量用纵坐标数值扩大了 100 倍表示,土壤动物个体数也以纵坐标数值缩小 10 倍表示,土壤动物

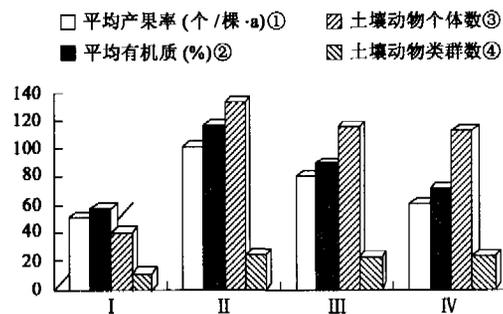


图 1 东郊椰林小生境异质分布中椰树产果率与土壤生态系统关联图

Fig.1 Coco wood hang the fruit rate and soil ecosystem system relativity in dongjiao Coco wood

① Average yield (fruit/ stub · a); ② Average organic matter (%); ③ Soil anima Individual number; ④ Soil anima Group number

类群数以纵坐标数值表示。由图 1 表明, II 区(院落周边沙土区)椰树产果率均高于其它 3 个小生境样区。说明在东郊椰林生态系统中,土壤动物的丰度与椰树产果率也呈现出较好的正相关性。

### 3 小结

(1) 东郊椰林土壤动物隶属 4 门 12 纲 27 个类(目),其中优势类群为线虫类、蜱螨目、弹尾类;占 88.10%;常见类群是膜翅目(蚂蚁)、等翅目(白蚁),线蚓类及综合类;占 8.67%;其余均稀有类群,仅占 3.23% 的比。

(2) 东郊椰林土壤动物群落除具有一般热带性土壤动物群落区系特征外,还因单一树种、面临季风海域地理位置及其土壤质地、pH 值与盐度偏高等生态因素的影响,具有种类不很丰富,优势度指数( $C$ )偏高,多样性指数( $H'$ )偏低的热带性分异性特征。

(3) 东郊椰林院落周边椰林地因土壤动物丰富,土壤生态系统良好,椰树的年产果率均高于其它异质的小生境椰林地。说明在东郊椰林生态系统中,土壤动物的丰度与椰树产果率也呈现出较好的正相关性。

### References:

- [ 1 ] Qing Muchunyi. Soil zoology. Tokyo: Beilong Press, 1980.
- [ 2 ] Yin W Y. *et al.* Subtropical soil animals of China. Beijing: Science Press, 1992.
- [ 3 ] Yin W Y. *et al.* soil animals of China. Beijing: Science Press, 2000.
- [ 4 ] Yin W Y. *et al.* Pictorial keys to soil animals of China. Beijing: Science Press, 2000.
- [ 5 ] Qi Z Y. New latin chinese name of invertebrate. Beijing: Science Press, 1999.
- [ 6 ] Peggy A L, Millar R H. Soil analysis method. Min J K, Hao X R, *et al.*, translation. Beijing: Chinese agriculture technology Press, 1991, 396 ~ 398.
- [ 7 ] Liao C H, Chen M Q. A study on forest soil animal of the natural in Dinghushan, Trop. Subtrop. For. Ecosys, 1989, (5): 83 ~ 87.
- [ 8 ] Tang Benan, Tang Min. Theselection of optimum woods land for the oiltea mellia wood by exploiting soil fauna ecology optimization. Acta Ecologica Sinica, 2000, 20(6): 1009 ~ 1014.
- [ 9 ] Chan P, Zhang Y. The soil animal and in the variety of last time of Grow red pine broad-leaved wood bottom of Changbaishan Research of Forest Ecosystem System, 1984, (4): 149 ~ 158.
- [ 10 ] Fu R H, Yin W Y. The primitive study of soil animals in Funiu mountain area, Hen'na Province. Zoological Research, 1999, 20(5): 396 ~ 398.
- [ 11 ] Wang Z Z, Zhang Y M. A study on forest soil invertebrates of the natural protection area in Hengshan mountains (nanyue). Acta Geographica Sinica, 1989, 44 (2): 205 ~ 213.
- [ 12 ] Liao C H, Li J X, Yang Y P, *et al.* The comm. Unity of soil animal in tropical rain forest in Jianfeng Mountain, Hainan Island, China: Relationship between seasonal change of comm. Unity structure and climatic factors. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22 (11): 1866 ~ 1872.

### 参考文献:

- [ 2 ] 尹文英,等. 中国亚热带土壤动物. 北京: 科学出版社, 1992.
- [ 3 ] 尹文英,等. 中国土壤动物. 北京: 科学出版社, 2000.
- [ 4 ] 尹文英,等. 中国土壤动物检索图鉴. 北京: 科学出版社, 2000.
- [ 5 ] 齐钟彦. 新拉汉无脊椎动物名称. 北京: 科学出版社, 1999.
- [ 6 ] A. L 佩奇, R, H 米勒, 等著. 闵九康, 郝心仁, 等译. 土壤分析法. 北京: 中国农业科技出版社, 1991. 396 ~ 398.
- [ 7 ] 廖崇惠, 陈茂乾. 鼎湖山森林土壤动物研究. 热带亚热带森林生态系统研究. 1989, (5): 83 ~ 87.
- [ 8 ] 唐本安, 唐敏. 利用土壤动物生态优化筛选最佳油茶林间地生境研究. 《生态学报》. 2000, 20(6): 1009 ~ 1014.
- [ 9 ] 陈鹏, 张一. 长白山红松阔叶林下土壤动物及其在时间上的变化. 森林生态系统研究, 1984, (4): 149 ~ 158.
- [ 10 ] 傅荣恕, 尹文英. 伏牛山地区土壤动物群落的初步研究. 动物学研究, 1999, 20(5): 396 ~ 398.
- [ 11 ] 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.
- [ 12 ] 廖崇惠, 李健雄, 杨悦屏. 海南尖峰岭热带林土壤动物群落——群落的组成及其特征. 生态学报, 2002, 22(11): 1866 ~ 1872.