

鼎湖山森林土壤动物研究*

IV、与邻近自然保护区区系组成的比较

廖崇惠 陈茂乾**

(广东昆虫研究所, 广州 510260)

摘 要

黑石顶和南昆山自然保护区分别位于鼎湖山西面和东面。这三地同在广东省北回归线附近, 植被同属南亚热带森林群落类型。三地的土壤动物落群, 在类群的多样性和丰富度方面都比较一致, 但每个群落的枯食性和捕食性种类的生物量比例(D/P)不同。鼎湖山的比率为2.6, 黑石顶和南昆山分别达到5.6和15.2, 表明鼎湖山森林生态系统比其他两地较为成熟与稳定。

关键词: 土壤动物; 营养结构; 鼎湖山; 北回归线

有关鼎湖山土壤动物的区系组成已于1989年发表^[8]。文中用温带资料(长白山红松—阔叶林)和热带资料(新加坡热带雨林)作比较, 并讨论了本地区的区系组成特点。为加深认识, 特于1986年对同处北回归线附近的黑石顶和南昆山自然保护区进行调查, 以比较三地的异同。

一、调查地区的自然概况

鼎湖山自然保护区及其季风常绿阔叶林、针阔叶混交林和马尾松林等调查点的自然概况见廖崇惠等^[8]和王铸豪等^[1]的调查报告。本文仅将黑石顶、南昆山及其各调查点的自然概况简述于后:

黑石顶自然保护区位于鼎湖山西面的封开县境内, 东经111°53', 北纬23°27', 海拔一般在150—700m、年平均气温19.6°C, 最冷的1月份均温为10.6°C, 比鼎湖山稍冷(鼎湖山年均温21.0°C, 1月均温12.6°C); 年降雨量为1743.8mm(鼎湖山为1927.3mm), 属南亚热带湿润季风气候。土壤与鼎湖山一样, 为赤红壤和黄壤。主要植被类型

1990年4月4日收稿。

* 属国家自然科学基金资助项目。

** 现在珠海市磨刀门开发公司工作。

为南亚热带低山常绿阔叶林和山地常绿阔叶林^[2]。调查点在低山常绿阔叶林（海拔约300m）、针阔叶混交林（海拔约230m）和马尾松林—竹林（海拔约200m）。

南昆山自然保护区位于鼎湖山东面，在龙门、从化、增城三县交会点。北纬23°30′，东经114°38′。保护区的核心区在海拔700m以上。据龙门县资料，年平均温度为20.8°C。7月份平均温度27.9°C，冬季较冷，1月份平均最低温度达7.2°C。但在保护区内，由于海拔较高，实际气温要比以上资料低，低于鼎湖山，甚至低于黑石顶。年降雨量较以上两地大些，为2172.6mm。土壤以山地黄壤为主。本区主要植被类型属南亚热带山地常绿阔叶林，多为40年左右的次生林^[5]。调查点在核心区外围，均为常绿阔叶林。地点在石河（海拔约400m）、蜂场（海拔约600m）和牌坊（海拔约800m）三处附近。

二、调查方法

黑石顶和南昆山，作为南亚热带森林土壤动物研究的辅点，只作7月份的调查，同时在方法上亦稍加简化。即在每个调查点用直径8cm的取土器钻取样芯20个，每个相距1m以上（鼎湖山取样10组，每组在1m²内取样10个）。枯枝落叶取样是用直径36cm、高12cm的铁圈微微切入土中，取其中枯枝落叶，取样面积为1/10m²。每调查点取样2个。动物的收集方法与鼎湖山调查相同^[8]。

三、结 果

（一）南昆山常绿阔叶林下土壤动物在海拔400—800m间无垂直分布的差异

在三个不同海拔高度调查点上各获得20到21个动物类群。表1所列15个类群是三个点共有的，占全部21个类群的70%。其余6个非共有的类群，如陆贝、拟蝎、盲蛛等的密度很低，不能说明实际分布有差异。现将有统计意义的类群按下式求Gower系数^[10]，比较各群落间类群及其密度组成的相似性：

$$S_g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[1 - \left(\frac{|x_{ij} - x_{ik}|}{R_i} \right) \right]$$

这里 n 为 j 和 k 两地出现的类群数； X_i 为第 i 类群的个体数； R_i 为第 i 类群在 j 和 k 两地的个体数之和。结果各群落间的 Gower 系数分别为：400m 和 600m 群落的相似值 (S_g) 为 0.69；600m 和 800m 群落为 0.71；800m 和 400m 群落为 0.77。因为实际最大相似值一般仅达到 0.85，故将以上各值分别换成“不相似值”^[8]。它们分别为 0.16，0.14 和 0.08。这些数值甚低，说明这三个高度上群落组成的差异很小。因此可以合并起来便于以下的比较。

（二）各地阔叶林土壤动物组成的相似性

1. 土壤层中的大中型动物 因取样时常将一些在枯枝落叶层活动的种类也一同采集到，故在资料整理时，将其归并入枯枝落叶层部分。表2为地下常见的大、中型土壤动物类群的密度。鼎湖山—黑石顶、黑石顶—南昆山和南昆山—鼎湖山各对群落间的相似值分别为 0.59，0.56 和 0.47，均占实际最大相似值的 50% 以上，分别为 0.69，0.66

表 1 南昆山不同海拔高度的常绿阔叶林下常见的土壤动物类群 (个体数/m²)

Table 1 The common soil animal groups in the evergreen broad-leaf forest of altitudinal gradients, Nankun Shan. (indiv. m⁻²)

		海拔梯度 altitudinal gradient (m)		
		400	600	800
线虫类	Nematode	84 010	157 000	79 000
线蚓类	Enchytraeid	4 500	13 500	5 500
蚯蚓类	Earthworm	200	100	190
蜘蛛目	Araneae	25	50	15
螨螨目	Acarina	1 575	1 550	1 875
等足目	Isopoda	60	115	65
马陆	Diplopoda	10	20	30
石蜈蚣目	Lithobiomorpha	30	10	65
弹尾目	Collembola	1 125	750	1 210
蜚蠊目	Blattaria	45	20	30
缨翅目	Thysanoptera	20	40	40
革翅目	Dermaptera	25	15	20
鞘翅目	Coleoptera	55	120	130
双翅目	Diptera	3 010	8 090	755
膜翅目	Hymenoptera	320	170	140
不相似系数 "dissimilarity coefficient (0.85—Sg)	600m	0.16		0.14
	800m			
	400m			0.08

表 2 7 月份常见的大中型土壤动物 (个体数/m²)

Table 2 Common soil macro-mesofauna in July (indiv. m⁻²)

		阔叶林 I			针阔叶混交林 II		松林 III	
		D	H	N	D	H	D	H
蚯蚓类	Earthworm	44	40	167	72	40		
石蜈蚣目	Lithobiomorpha	4	14	35	2	10		
大蜈蚣目	Scolopendromorpha	60	10		94			
地蜈蚣目	Geophilomorpha	15	20	20	2	20		20
等翅目	Isoptera	462*	1380	132	79*	120	5*	50
鞘翅目	Coleoptera	8	10	13	2	10		
鞘翅目(幼)	Coleoptera (larva)	10	40	20	50	10	10	10
双翅目	Diptera	2	20	10				
蚁科	Formicidae	46	90	133	48	130	84	70
相似系数 similarity coefficient (Sg)	H	0.59		0.40		0.52		
	N							
	D	0.56		0.47				

I. broad-leaf forest; II. pine and broad-leaf mixed forest; III. pine forest

D—鼎湖山自然保护区 Dinghu Shan Biosphere Reserve;

H—黑石顶自然保护区 Heishiding Biosphere Reserve;

N—南昆山自然保护区 Nankun Shan Biosphere Reserve;

* 四季平均值, 其余为 7 月份的数值。 average of four seasons.

和0.55。按 Czekanowski-Srensen 的共同系数,即以共同类群数来衡量群落间的相似性,则它们的C_s值均高达0.9左右。总之,两种方法分析的结果都说明在土壤层中,大、中型土壤动物的组成,在这三个地方之间具有较大的相似性。

2. 枯枝落叶层的中、小型动物 枯枝落叶层中的动物类群较多,常见类群的密度如表3。鼎一黑、黑一南和南一鼎各配对群落的相似值较高,分别占实际最大值的0.68,0.69和0.69。表明三处枯枝落叶层的动物群落比土壤层的动物群落更具相似性。

(三) 针阔叶混交林和马尾松林的土壤动物组成

从表2和表3看出,混交林和松林的土壤动物群落,在鼎湖山和黑石顶间有较大的差异,与阔叶林相比,其相似性明显较小,鼎湖山的混交林,土壤动物类群显然比黑石顶丰富,因为在后者能采集到的类群数少,而且都与前者共有。在马尾松林,两地的土壤动物都显贫乏,采集到的类群不多,共有的类群更少。这些情况主要是由于在密度较低的情况下取样较少所产生的。因此,还不能说明两个不同地方的群落实际存在着差异。

(四) 个别种类的分布差异

等足类是重要的落叶消耗者,主要有两个属:叠甲虫属(鼠妇属)*Armadillo*和喜湿虫属(潮虫属)*Philosia*。在鼎湖山的季风常绿阔叶林或其他类型的林(包括人工林)中,所得的等足类均为叠甲虫属,而黑石顶所得均为喜潮虫属。在南昆山,所有常绿阔叶林调查点和竹林,都只获得喜湿虫,只有在竹柏(*Podocarpus nagi*)林下才同时获得这两种。

四、讨 论

鼎湖山季风常绿阔叶林和黑石顶、南昆山的低山或山地常绿阔叶林虽为不同植被类型,但同属南亚热带森林群落,都是由壳斗科、茶科、樟科等典型亚热带种类组成上层林冠,而由具有热带性质的种类,如橄榄科、紫金牛科、棕榈科的藤本种类等组成群落的中、下层。在同类的森林群落之下,三处的土壤动物群落组成及其多样性和丰盛度等都比较一致,各群落间有较多的共同性,它们不仅表现在群落的相似值上,还可以在个别类群的组成比例上获得依据。例如线蚓类,三个点的密度分别为每平方米1.03,0.4和0.85万只,虽差距较大,但在各群落中都排第二位,居弹尾目和蛴螬目之上,而在长白山,据1979年和1980—1981年两次调查资料^[6,7],线蚓数量都处于第四位。又如,蛴螬目和弹尾目之比(A/C),这三处分别为1.4,2.4和1.6,都处于长白山温带森林(0.5)和新加坡热带雨林(3.7)^[8]之间。

三个自然保护区的土壤动物,除具有共同的地带性特点之外,由于森林形成的历史不同和自然条件的差异,土壤动物群落在结构上产生不同程度的变异,特别表现在营养结构上。鼎湖山季风常绿阔叶林由于寺院的关系,经历了四百多年的保护,较具原始状态,黑石顶的森林群落虽然也保存较好,但脱离国营林场的人为干扰时间不长。南昆山的森林为次生林,仅有40—50年历史,森林生态系统尚在恢复发展阶段。这些森林群落的发展历史必然反映在土壤动物群落结构上。土壤动物群落中,大、中型枯(腐)食

表3 枯枝落叶层常见的中小型动物 (个体数/m²)

Table 3 The common meso-microfauna in litter (indiv. m⁻²)

	阔叶林 I			针阔叶混交林 II		松林 III	
	鼎D	黑H	南N	鼎D	黑H	鼎D	黑H
蜘蛛目 Araneae	44	65	30	25	20	12	10
拟蝎目 Pseudoscorpiones	8	45	13	3	10		
蜱螨目 Acarina	1033	1425	1667	570	675	38	500
等足目 Isopoda	20	75	80	27			
马陆类 Diplopoda	3	60	20	14			
弹尾目 Collembola	1120	1225	1028	1143	525	134	185
蜚蠊目 Blattaria	18	15	32	6	30		
缨翅目 Thysanoptera	33		33	20	10		
鳞翅目 Lepidoptera	57	60	12	42	5	13	
鞘翅目 Coleoptera	48	155	90	14		16	
蚁科 Formicidae	115	305	75	166	60	19	35
相似系数 similarity coefficient (Sg)	H N D	0.58 0.59	 0.59	0.42		0.43	

I, II, III, D, H, N, 见表2。 same as in Table 2.

表4 枯食性与捕食性土壤动物生物量 (g·m⁻²) 比较

Table 4 A comparison of biomass of detritivorous and predaceous soil animals

		鼎湖山D	黑石顶H	南昆山N
枯食性 detritivorous (D)	蚯蚓 Earthworm	8.664	9.834	24.252
	等足 Isopoda	0.018	0.135	0.023
	等翅目 Isoptera		5.641	0.076
	蜚蠊目 Blattaria	1.104	0.132	0.282
	鳞翅目 Lepidoptera	1.324	0.140	
	鞘翅目 Coleoptera	0.068	1.495	1.525
	双翅目 Diptera	0.001	0.547	0.044
合计 total		11.179	18.264	26.981
捕食性 predaceous (P)	蜘蛛目 Araneae	0.687	1.131	0.400
	石蜈蚣目 Lithobiomorpha	0.019	0.087	0.539
	大蜈蚣目 Scolopendromorpha	3.555	1.659	
	地蜈蚣目 Geophilomorpha	0.016	0.398	0.752
	合计 total	4.277	3.275	1.543
枯(D)/捕(P)		2.61	5.58	15.16

性动物主要包括有蚯蚓、等足类、白蚁、蜚蠊，以及鳞翅目、鞘翅目和双翅目的幼虫等。而捕食性动物主要有蜘蛛类和蜈蚣类（包括石蜈蚣、地蜈蚣和大蜈蚣等目）。这两大类的生物量比例，反映出生物群落的营养结构状况。表4的统计表明：在鼎湖山，枯/捕比值最小，仅为2.6；黑石顶为5.6；南昆山最大，为15.2。这些数值具有如下三个方面的意义：

(1) 三者之间的巨大差异，主要表现在蚯蚓和蜈蚣类数量的差异上。这些动物类群

也是造成各处土壤层动物群落间较大差异的主要因素。枯枝落叶层不受它的影响,故群落间的相似性较高。

(2) 鼎湖山的枯(腐)食性土壤动物所占比例相对较少,所以森林凋落物分解率较低^[9]。南昆山的枯(腐)食性动物比鼎湖山高出1.5倍,可以估计其凋落物分解率会明显大于鼎湖山。

(3) 初级和次级消费者两大类动物生物量比例的缩小,是生物群落向多样性和稳定性发展的表现。鼎湖山的比值最小,是森林生态系统较稳定、成熟的标志之一。南昆山的比值较鼎湖山大几倍,初级类和次级类动物生物量的巨大差异,表明能量转换尚未达到平衡,这对“南昆山森林生态系统处于未成熟阶段”的观点是一个有力的支持。

参 考 文 献

- [1] 王铸豪、何道泉等,1982: 鼎湖山自然保护区的植被。热带亚热带森林生态系统研究,第1集,77—141页。
- [2] 王伯荪、刘雄恩,1987: 黑石顶自然保护区的植被特点。生态科学,1987(1—2): 1—18。
- [3] G.W.考克斯(蒋有绪译),1979: 普通生态学实验手册。科学技术出版社,124—128页。
- [4] 伊藤嘉昭、村井实(郭祥光等译),1986: 动物生态学研究法。科学出版社,516—519页。
- [5] 陈章和、李鸣光等,1983: 广东南昆山自然保护区森林群落。生态科学,1983(1): 18—29。
- [6] 张荣祖、杨明宪等,1980: 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,第1卷,133—152页。
- [7] 张一、陈鹏等,1984: 长白山红松阔叶林土壤水分、温度对土壤动物活动规律影响的初步研究。森林生态系统研究,第4卷,165—174页。
- [8] 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—96页。
- [9] 廖崇惠、林少明等,1989: 鼎湖山森林土壤动物研究 III. 某些类群的数量与枯枝落叶消耗的关系。热带亚热带森林生态系统研究,第6集,47—54页。
- [10] Sneath, P. H. A., 1978: Classification of microorganisms, In: Essays in microbiology (J. R. Norris and M. H. Richmond, eds), John Wiley & Sons, New York, 9/9—9/25。

THE SOIL ZOOLOGY OF SUBTROPICAL FOREST IN DINGHU SHAN

IV. Comparing with Nearby Biosphere Reserves on Faunal Composition

Liao Chonghui and Chen Maoqian

(Guangdong Entomological Institute, Guangzhou 510260)

Abstract

Heishiding and Nankun Shan are located to the west and to the east of Dinghu Shan, respectively. Both are in the same latitude near Tropic of Cancer, Guangdong Province, as Dinghu Shan is. The vegetation of Biosphere Reserves in these three places belongs to the types of south-subtropical forest community. As it was observed, the soil animal communities of all biosphere reserves mentioned were relatively identical in animal group diversity and abundance, so they were

very similar to each other, yet the ratio of biomass of detritivorous and predaceous (D/P) animals in every community were different. In Dinghu Shan, such ratio was only 2.6, but in Heishiding and Nankun Shan, which reached 5.6 and 15.2, respectively. These results indicate that the forest ecosystem in Dinghu han is more ripened and steady than those in the others.

Key words: Soil animal; Trophic structure; Dinghu Shan; Tropic of Cancer