

# 南亚热带森林土壤生态系统的有机能量动态<sup>①</sup>

廖崇惠

(广东省昆虫研究所, 广州 510260)

蚁伟民 姚文华

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

**摘 要** 主要通过同步实测资料, 研究以鼎湖山森林为代表的南亚热带森林和人工林土壤生态系统中的能量动态。内容包括凋落物、土壤动物、土壤微生物、土壤腐殖质的能量分配, 以及 1990~1992 年贮存能量的变化及其收支平衡状况: 鼎湖山季风常绿阔叶林土壤能量输出 > 输入, 贮存量由  $163.7(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$  下降到 132.17, 显示出它具有热带成熟森林的一些特点。鹤山人工林土壤贮存的能量较少, 其中外来种马占相思(*Acacia mangium*)林的总贮存量基本持平, 而乡土树种红荷(*Schima wallichii*)林则贮存量呈增长趋势, 显示这些人工林生态系统处于生长发育阶段。

**关键词** 能量动态, 土壤有机质, 森林, 南亚热带。

森林生态系统中土壤层因为与其他部分有明显的界线, 形成独立性较强的亚系统。它在功能上不仅对森林生态系统的物质与能量起着回收、转化与供应的作用, 而且也是一个贮存仓库。它的贮存动态反映着森林生态系统的发育状况。土壤生态系统由土壤、生物及环境因素(如水、光、热等)构成<sup>[1]</sup>, 其中的生物则包括凋落物(死的生物物质)、土壤微生物、土壤动物和植物的根。到目前为止, 有关的研究仍多以分科独立进行。因此, 对贯通系统各部分的物质与能量转换, 还缺乏全面深入的认识, 尤其在学科交叉部分总是模糊不清。例如实际测到的地面凋落物现存量总是把其中的微生物包括在内<sup>[2]</sup>; 微生物或土壤的呼吸测定结果总包含有植物根和土壤动物的呼吸<sup>[2,3]</sup>, 土壤腐殖质的测定也总不能把微生物排除在外。

本研究是由枯枝落叶的分解、土壤动物生物量、微生物生物量、土壤呼吸和土壤腐殖质等部分在共同样地上进行研究的结果, 主要是要通过对土壤生态系统中有机能量的贮存状况的系统了解来探讨自然林和人工林土壤生态系统有机能流的动向。本文一些项目的研究结果已部分发表<sup>[3,4]</sup>。

## 1 研究样地和方法

研究样地设在广东境内亚热带南缘: 样地 I 在鼎湖山自然保护区季风常绿阔叶林内。鼎湖山位于广东省中部, 北纬  $23^{\circ}09' \sim 23^{\circ}11'$ , 东经  $112^{\circ}30' \sim 112^{\circ}33'$ 。样地在海拔约 240m 坡地上, 森林群落为黄果厚壳桂(*Cryptocarya concinna*)、鼎湖钓樟(*Lindera chunii*)群落。样地 II、III 在鼎湖山东南面的鹤山市(北纬  $22^{\circ}38'$ , 东经  $112^{\circ}52'$ )林科所(中国科学院鹤山丘陵综合试验站)试验林内, 海拔约 100m。这里由于长期的人为干扰, 原有地带性森林植被——季风常绿阔叶林, 早已被彻底破坏成为秃山丘, 试验林是在这样的土地上建立起来的。样地 II 是原产澳洲的

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目 3880149。

马占相思林;样地Ⅲ是乡土树种红荷-荷木(*Schima wallichii-S. superba*)林。它们都是80年代中期定植的人工林。

每个样地设5个重复的分解试验,其分布面积约200m<sup>2</sup>。土壤动物、土壤微生物和土壤腐殖质均在同样范围内同步调查,即在每年1、4、7、10等4个月份同时进行。各项研究均在1989年到1992年间进行。分解试验、热能测定试验、土壤动物及土壤微生物调查方法见前文<sup>[3,4]</sup>。

土壤腐殖质分析方法:在上述范围内定点取样6个,采样深度为15cm。将样品自然风干后,细心挑出土壤中的有机碎片(包括枯枝落叶碎片、植物细根和昆虫外壳碎片等),然后用焦磷酸钠提取腐殖质,用重铬酸钾法测定提取溶液的碳<sup>[5]</sup>,最后计算腐殖质含碳量。按每克有机碳含热量约10kcal<sup>[2]</sup>来计算土壤中腐殖质贮存的能量。该测定方法由于不能把微生物从样品中剔除,因而其结果亦包括部分土壤微生物在内。

本研究没有把土壤中的活根放在所研究的系统之中,所以进入土壤层的能量,除林的凋落物之外,还有来自地下根系,即凋残的根。这部分没有进行实测。据邓邦权(1990)引用 Statchell (1970)的研究,乔木植物地下根系生物量为地上部分的20%<sup>[2]</sup>。假设每年凋残的根和现存的死根量都与相应部分有这样的比例,于是可以作出对它们的估计值。各样地调查、试验得出各种能量的实测值及估计值列于表1。

表1 各森林土壤生态系统样地能量贮存状况(一)(单位:10<sup>6</sup>J·m<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>)

Table 1 Energy storage in the sample plots of various soil ecosystems (I) (10<sup>6</sup>J·m<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>)

年份	鼎湖山自然林 季风常绿阔叶林			鹤山人工林					
	1990	1991	1992	马占相思林		红荷林			
1. 凋落层									
a. 凋落物(含微生物)	11.78	(10.05)	9.32	20.85		21.49	10.73	13.89	
b. 枯食性土壤动物	1.81	(2.07)	2.33	0.94		1.86	0.42	0.73	
c. 捕食性土壤动物	0.82	(0.90)	0.99	0.87		1.46	0.34	0.45	
2. 土壤层									
d. 死根	2.36	(2.11)	1.86	4.17		4.27	2.15	2.78	
e. 腐食性土壤动物	1.50	(1.48)	1.46	2.19		2.00	2.29	2.71	
f. 根食性土壤动物	0.95	(0.60)	0.24	0.14		0.13	0.97	0.47	
g. 土壤腐殖质	144.44	123.00	115.97	84.99		82.48	101.74	101.74	
g1. 微生物			4.46			3.02		4.20	
g2. 净腐殖质			111.51			79.46		97.54	
3. 总贮存量	163.67	(147.92)	132.17	114.15	(113.92)	113.69	118.64	(120.71)	122.77

注:a 试样中未除去微生物;d 按凋落物贮存量的20%<sup>[2]</sup>估计;g1 见蚊伟民等(1995)<sup>[3]</sup>;a、b、c、e、f 各资料见廖崇惠等(1995)<sup>[4]</sup>;()内为估计值;1991年估计值=(1990+1992)×0.5

## 2 结果与讨论

### 2.1 能量贮存的分配

森林土壤生态系统中的能量,主要分布在土壤有机质、枯枝落叶和土壤生物中。以1992年为例,说明不同类型林地土壤能量分布的差异(见表1,2)。

表 2 各森林土壤生态系统样地能量贮存状况(二)(单位:占总贮存量%)

Table 2 Energy storage in the sample plots of various forest soil ecosystems (II) (% of total storage)

	季风常绿阔叶林		马占相思林		红荷林	
	1990	1992	1990	1992	1990	1992
地面凋落物(含微生物)	7.20	7.05	18.27	18.91	9.05	11.30
土壤动物	3.11	3.80	3.63	4.79	3.38	3.55
土壤微生物*		3.38		2.66		3.42
土壤有机质**	89.69	89.15	78.10	76.30	87.57	85.15

\* 仅为土壤层(0~15cm)的微生物;

\*\* 包括土壤腐殖质、估计的死根和土壤微生物。

2.1.1 枯枝落叶 由于测量关系,实测数值包含了在其中的微生物,这部分的能量占总能量的 7.05%~18.91%之间(表 2)。其中以马占相思林为最大,这与其凋落量最大,而年分解率最低(37.7%)<sup>[12]</sup>有关;占比例最小的是自然林,因为其凋落量较小而分解率最高(60.3%)<sup>[12]</sup>。

2.1.2 土壤生物 这部分贮存的能量最小,但由于它是将复杂有机物进行分解过程的关键部分,流经它的能量远大于其贮存的能量。因为这些活的有机体有自身的繁殖、死亡和生物量的波动规律,使得贮存在该部分的能量最不稳定。其中土壤动物(包括枯枝落叶层和土壤层的)只占总能量的 3.55%~4.79%。土壤层的微生物占 2.66%~3.42%。土壤动物能量以马占相思林贮存量最大,但其中枯食性土壤动物生物量较小,其热量仅及鼎湖山的 80%(表 1),以及该树种的凋落物较难分解,所以其分解率是最低的。

2.1.3 土壤有机质 在土壤层的能量中,其贮存量是最大的,占总贮存量的 76.30%~89.69%,其中土壤腐殖质占总贮存量的 72.55%~87.74%,后者在自然林中所占的比例最大,在马占相思林最小。土壤腐殖质是土壤能量的主要贮存仓库,仅从中国北方到南方森林土壤腐殖质含碳量的差异中可以清楚地看出鼎湖山森林土壤贮存的能量是很少的(表 3),与北热带的海南岛尖峰岭情况十分相近,而远远低于中温带的长白山,正是这点表明它具有很强的热带性特点。

2.1.4 各样地总贮存量及其差异 成熟的鼎湖山自然林贮存的总能量最高,达 132.17 ( $10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ )并相对地较多的能量贮存于比较稳定的腐殖质中。年青的马占相思林总贮存量最小,仅为 113.69 ( $10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ ),而且相对地有较多的能量留存在枯枝落叶上。

表 3 不同地带典型森林植被的土壤腐殖质含碳百分比(占土壤%)

Table 3 Percentage of C in soil humus matter in various type of forest vegetations

地点	林型	海拔(m)	深度(cm)	含碳量	年份	资料来源
中温带,长白山	阔叶红松林	1380	3~5	15.99	1979	许广山等 (1980) <sup>[6]</sup>
			5~11	3.86		
	牛皮杜鹃岳桦林	1990	3~9	12.83	1979	
			9~18	7.24		
南亚热带,鼎湖山	季风常绿阔叶林	200	2~15	2.17	1990	本研究
				1.74	1992	
热带北缘,尖峰岭	热带山地雨林	830	2~7	5.34	1959~	杨继高等 (1983) <sup>[7]</sup>
				1.67		
			1~9	1.91		
				2~25	0.76	
	热带常绿季雨林	400	0~15	2.21		

## 2.2 能量贮存动态

2.2.1 总能量动态 将以上1992年的能量贮存与1990年进行比较,表1中可以看出能量贮存是有变化的。鼎湖山季风常绿阔叶林下,土壤生态系统的能量贮存量呈减少趋势。由 $163.67(10^6 \text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ 下降到 $132.17$ ,下降了近20%。相反人工红荷林则微呈上升趋势,由 $118.64$ 上升到 $122.77$ ,上升了3.6%。马占相思林则基本保持稳定。

鼎湖山自然林土壤贮存能量的减少,主要原因是凋落物量在近10年来处于下降趋势(表4)。但是凋落物现存量的下降速度在1991~1992年已明显缓慢<sup>[12]</sup>,表明比较成熟的生态系统内出现这种现象是暂时的,是稳定态中的小波动。鹤山的红荷人工林土壤能量有积蓄,与该林正处在快速生长期有关。在此期间凋落物量也随之快速增加,1992年的凋落量比1990年明显上升了29.5%<sup>[4]</sup>(生长开始缓慢<sup>[9]</sup>的马占相思林只增加6.7%<sup>[4]</sup>),因而为土壤有机能量贮存提供增长的可能。

表4 鼎湖山季风常绿阔叶林历年的凋落量( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ )

Table 4 The litter production of monsoon evergreen broad-leaved forest in Dinghushan from 1983 to 1992( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ )

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	资料来源
年份	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
凋落量	11.040	9.151	10.256	8.048	9.132	7.953	9.296	7.573	—	—	翁轰等(1993) <sup>[6]</sup>
								7.537	—	7.295	廖崇惠等(1997) <sup>[12]</sup>

$r = -0.721, df = 6; 5\%$ 界时为 $0.707$ ,下降趋势显著; $r = -0.811, df = 8; 1\%$ 界时为 $0.765$ ,下降趋势非常显著。

关于鼎湖山季风常绿阔叶林土壤能量的贮存动态,已有人进行过探索<sup>[2]</sup>,认为仍处于“富化”。本研究结果与此不同,认为热带和南亚热带森林,由于生物生产力强,能量循环周转快,土壤能量贮存较少。因而认为处于动态平衡,比处于“富化”更为合理。正因为如此,热带森林才被认为一旦遭受破坏,土壤就经不住高温多雨的作用,很快会失去平衡,并迅速退化。

表5 各森林生态系统样地土壤腐殖物质的能量(碳素)贮存(四季平均)( $10^6 \text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ )

Table 5 Energy storage (C) of soil humus matter in the sample plots of various forest ecosystems (average of the 4 seasons,  $10^6 \text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ )

		季风常绿阔叶林	马占相思林	红荷林	草坡(对照)
1989	全C		101.33	103.00	
	胡敏酸 ha		10.13	9.87	
	富里酸 fa		31.07	33.80	
	胡敏素 h		61.13	59.33	
1990	全C	144.44	84.99	101.74	
	胡敏酸 ha	13.85	6.21	8.32	
	富里酸 fa	48.24	25.82	31.62	
	胡敏素 h	82.25	52.96	61.80	
1991	全C	123.09			65.31
	胡敏酸 ha	9.84			4.98
	富里酸 fa	38.62			17.58
	胡敏素 h	74.63			42.75
1992	全C	115.97	82.48	101.74	
	胡敏酸 ha	13.57	6.19	7.39	
	富里酸 fa	37.10	26.93	30.42	
	胡敏素 h	65.30	49.36	63.93	
年变化的 相关系数	全C	-0.799	-0.564	-0.035	
	胡敏酸 ha	-0.144	-0.755	-0.742	
	富里酸 fa	-0.713	-0.388	-0.379	
	胡敏素 h	-0.829	-0.501	0.520	

$df = 10; r$ 之 $0.5\%$ 界为 $0.576$

2.2.2 腐殖质的能量动态 腐殖质由腐殖酸、富里酸、胡敏素三种物质组成。胡敏素是腐殖酸与矿物质的结合物,较难溶于水,具有更大的稳定性。同时它在这三种物质的能量贮存上占很大的比例,因而从能量贮存的角度看,它比腐殖酸更具重要性。从表5可以清楚地看出,自然林和人工林腐殖质的变化并不相同。鼎湖山自然林腐殖质能量贮存明显地随着时间的推移而下降( $r = -0.799, df = 10$ )。主要表现在富里酸和胡敏素,尤其是波及到胡敏素。可见鼎湖山自然林能量库的亏空已十分明显。鹤山的人工林与此明显不同:腐殖质能量贮存基本保持平衡或下降趋势不明显。在富里酸和胡敏素方面与鼎湖山比较,表现为较平稳。马占相思和红荷林之间的差异,仅表现在前者的胡敏素稍有下降( $r = -0.501, df = 12$ ),而后者则稍有上升( $r = 0.520, df = 12$ )。与前面论述的总有机能贮存动态比较,胡敏素贮存量的上升,可能是生态系统能量有积存的一个标志。

### 2.3 能量收支瞬态

本研究主要利用在同一样地,同一时间获得的资料来研究1992年鼎湖山自然林和鹤山人工林土壤有机能量收支状况。除凋落物与土壤呼吸资料已成文<sup>[12]</sup>和已发表<sup>[3]</sup>外,贮存量是本次发表的数据。本文主要数据是实测的,而进入能量库的死根和由根食性动物摄食而带入的两个较小的输入量则由估计获得。前者仍按凋落量的20%估计,后者按1/10定律估计。最后按下式估计呼吸输出以外的另一部分重要的输出能量:

$$\text{植物呼吸量} + \text{流失量} = \text{总输入量} + \text{上年总贮存量} - \text{呼吸量} - \text{当年贮存量}$$

图1系各样地1992年有机能量收支平衡的模型。其中鼎湖山自然林的土壤库,由于能量

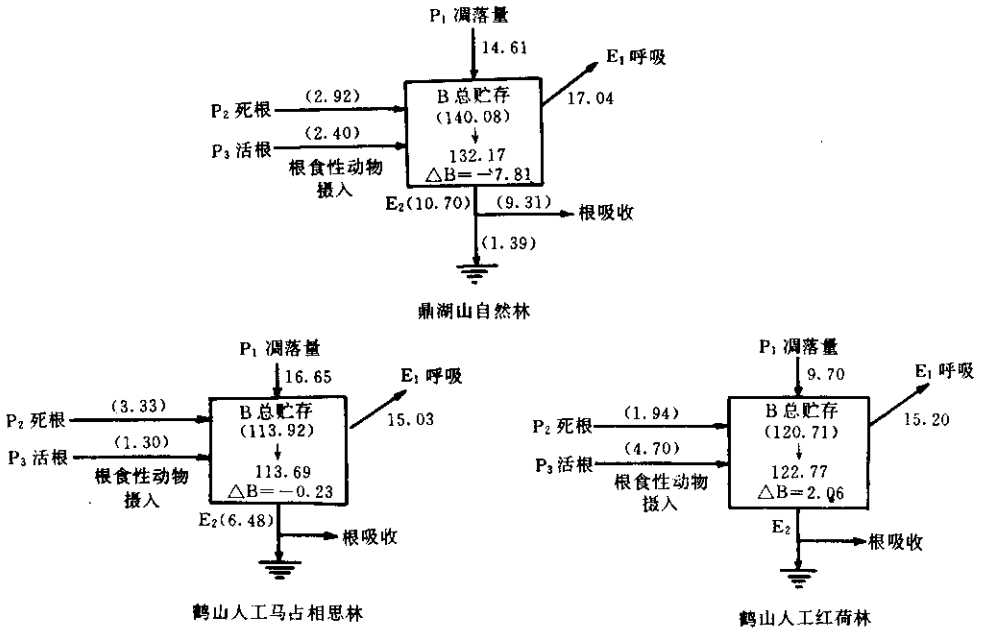


图1 各森林土壤生态系统样地1992年的有机能量收支平衡模型

Fig. 1 The model of organic energy balance of forest soil ecosystem in 1992

(贮存单位 Storage;  $10^6 \text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ ; 输出、输入单位 output and input;  $10^6 \text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ )

P<sub>1</sub>:凋落量,见廖崇惠等(1995)<sup>[4]</sup>; P<sub>2</sub>:死根,按凋落量的20%计算; P<sub>3</sub>:活根,按根食性动物生物量的10倍估计;

B:括号数据为1991年总贮存量估计值; E<sub>1</sub>:土壤呼吸,来源于蚊伟民等(1995)<sup>[3]</sup>;

E<sub>2</sub>:由输入、呼吸输出和从贮存有机能量中提取或存入等因素平衡后得出的对迳流及根系吸收量的估计。

模型未包括降雨带入和土壤中可交换的无机营养物质进入的能量

总输入( $P$ )  $19.93(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ 仅比土壤呼吸输出( $E_1$ )  $17.04(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ 略多一些,所以植物吸收和流失部分( $E_2$ )必然要靠能量库去支付。具体表现在地面凋落物的贮存量和土壤腐殖质贮存量的减少。根据黄忠良等(1994)对鼎湖山同一样地上的氮素平衡研究结果<sup>[11]</sup>,迳流、下渗损失氮素和根系吸收氮素的比例是  $1:6.7$ 。如果能量流动亦按此比例,则植物吸收能量为  $9.31(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ ,流失的能量为  $1.39(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ 。总之,在鼎湖山自然林的土壤生态系统中能量的输入( $P$ ) $<$ 输出( $E$ ),库存量  $\Delta B = -7.81(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ 。

鹤山人工马占相思林土壤库的总输入量为  $21.28(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ ,由土壤呼吸输出  $15.03(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ 。由于总贮存量基本稳定,估计植物吸收和流失部分为  $6.48(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ ,这一数字略小于自然林。这个结果与任海(1995)对同一个林的林冠层辐射研究结果,认为马占相思林对辐射能利用率低于自然林<sup>[9]</sup>是一致的。

鹤山人工红荷林的土壤库总输入为  $16.34(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ ,土壤呼吸输出  $15.20(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ 。余下的还不够留作库存量的增加( $\Delta B = 2.06$ )。那么,植物根的吸收和流失的能量又从哪里来呢?本文研究的只是植物物质直接输入的有机能量,并未包括如下的能量来源:1)土壤中可交换的无机营养物质<sup>[10]</sup>;2)降雨直接带入和雨水淋洗林冠而增加的氮素<sup>[11]</sup>;3)所研究的红荷林虫害比较严重,害虫为蛀食树皮和钻材的蠹蛾科(Gossidae)幼虫和食叶的刺蛾科(Eucleidae)幼虫,它们在树冠、树干上的排泄物是不能收集到的。即使是收集到的虫粪,也必然有相当部分与上述排泄物一起经雨水淋溶而流入土壤中。这一有机能源可能比其他两个样地更为突出。这样,红荷林的土壤能量收支模型中的  $E_2$  虽然接近于 0,但作为整个系统,能量的流失和植物的吸收仍然可以从我们的计算范围以外得到补充。

### 3 结论

**3.1 鼎湖山季风常绿阔叶林作为南亚热带典型的森林植被类型,其森林土壤的能量贮存及其动态亦具有地带的代表性特点。这些特点可体现出它具有一些热带森林生态系统的脆弱性:**(1)土壤腐殖质的能量贮存远低于长白山典型森林土壤的,而与尖峰岭相比则十分接近。腐殖质是土壤主要贮能仓库,因而亦表明土壤总能量贮存与长白山相比较也是很低的,虽然比同地区的人工林高一些。腐殖质能量占土壤总能量的 89%。(2)由于近 10 年森林凋落物量呈下降趋势,使土壤能量的贮存,在 1990~1992 年之间出现下降。(3)土壤生态系统能量的输出大于输入,出现了库存能量的暂时减少。

**3.2 外来树种马占相思林土壤贮存的能量最小,尤其是其中的腐殖质贮能更小,只占总能量的 72.5%,因而相对地有较多的能量贮存于较难分解的凋落物中。总能量在 1990~1992 年间基本不变。**

**3.3 乡土树种红荷林土壤腐殖质贮存量占土壤总贮存高于马占相思林而低于自然林,为 82.9%。总贮存能量在 1990~1992 年间有所增加,显示该林正处于生长盛期。**

### 参 考 文 献

- 1 徐琪.土壤生态系统的特点及其研究进展.土壤学进展,1982,4:1~12
- 2 邓邦权,吕禄成,王德琼,李大文.鼎湖山自然保护区林地土壤微生物呼吸代谢与土壤碳素平衡的概算.热带亚热带森林生态系统研究,1990,6:41~46
- 3 蚁伟民,傅声雷,周存宇,丁明懋,廖崇惠.鹤山人工林和鼎湖山自然林土壤微生物生物量研究.生态学报,1995,15(增A):141~147

- 4 廖崇惠,林少明,李耀泉,陈锦华. 森林土壤动物生物量及其与凋落物分解的关系. 生态学报,1995,15(增A):156~164
- 5 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海科学技术出版社,1978
- 6 许广山,丁桂芳,张玉华,程伯容. 长白山北坡主要森林土壤有机质及其特性的初步研究. 森林生态系统研究,1980,1:215~220
- 7 扬继高,卢俊培. 海南岛尖峰岭热带森林土壤的调查研究. 林业科学,1983,19(1):88~94
- 8 翁轰,李志安,屠梦照,姚文华. 鼎湖山森林凋落物量及营养元素含量研究. 植物生态学与地植物学学报,1993,17(4):299~304
- 9 任海,彭少麟,余作岳,蔡锡安,林永标. 鹤山马占相思群落发育过程中林冠层结构与冠层辐射研究. 生态学报,1995,15(增A):58~63
- 10 Ding Mingmao, Zhang Zhuping, Yi Weimin, Liao Lanyu, Huang Zhongliang and MoJiangming. Nitrogen cycling and its relationship to the ecosystem stability and development of the evergreen broad leaf forest in southern subtropical zone. Proceedings of the International Conference on Natural Resources Management and Conservation in China Tropical and Subtropical Regions. ed. by Li Xiaofang and Chen Chuanyou. China Science and Technology Press, Beijing, China, 1993, 1~8
- 11 黄忠良,丁明懋,张祝平,蚁伟民. 鼎湖山季风常绿阔叶林的水文过程及其氮素动态. 植物生态学报,1994,16(2):194~199
- 12 廖崇惠,林少明,李耀泉,陈锦华. 森林凋落物分解研究. 热带亚热带森林生态系统研究,1998, 8:180~185

## The Organic Energy Dynamics of Forest Soil Ecosystem in South Subtropical Region of China

*Liao Chonghui*

(Guangdong Institute of Entomology, Guangzhou 510260)

*Yi Weimin Yao Wenhua*

(South China Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650)

**ABSTRACT** In this paper, the organic energy dynamics of forest soil ecosystems in natural forest and artificial forest was studied. It included mainly distribution of energy in litter, soil animals, soil microbes and soil humus, change of energy storage in 1990~1992, and status of energy budget. Most of the data was synchronized on-the-spot survey.

Three plots were located to the west of Guangzhou, to the south of the Tropic of Cancer. Plot I, the monsoon evergreen broad-leaved forest, was located in Dinghushan biosphere reserve. Plot II, *Acacia mangium* forest, was established in Heshan. Plot III, *Schima wallichii*—*S. superba*, forest was located in Heshan.

The energy of soil ecosystem stored mainly in soil humus. It made up 76.30%~89.69% of the total storage energy in the soil. The litter made up 7.05%~18.91% and the soil animals and soil microbes made up 6.97%~7.45%. The store organic energy of natural forest in Dinghushan was the highest in these three plots. But, its quantity of soil C(carbon) was far lower than that in Changbai Mountain in temperate, and

was about the same as that in Jianfeng Mountain.

The store soil energy in Dinghushan descended from  $163.67(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$  (1990) to  $132.17(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$  (1992). The change was related to the decrease of forest litter fall in recent years. In the artificial forest, the store soil energy was relatively stable or slightly increased because these forests were in developing stage.

In 1992, the total input of soil energy in the natural forest of Dinghushan was  $19.93(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ . It was smaller than the total output ( $27.74$ ), so, the store energy decreased  $7.81(10^6\text{J} \cdot \text{m}^{-2})$ . In *Acacia mangium* forest, the energy budget was basically in balance. In the *Schima wallichii* forest, the total input of energy was close to the outputs from soil respiratory. The outputs, including the runoff, the percolation and the root absorption, can get supplement from the exchangeable inorganics in soil and the leaching matter of rainfall.

**Key words** Energy dynamics, Soil organic matter, Forest, South subtropical region.