

鼎湖山森林群落的光能利用效率

张 祝 平

(中国科学院华南植物研究所)

摘 要

本文研究了鼎湖山自然保护区,亚热带季风常绿阔叶林和针叶阔叶混交林的光能利用效率。根据群落的垂直结构和成层现象,应用红外线CO₂气体分析法,分层测定了主要植物22种58株的光合速率,计算了群落的生产力;用量子传感器分层测定了两个群落的光合有效辐射,并计算其光能利用效率。

结果表明:阔叶林总生产力的光能利用效率为14.28%,混交林为12.01%,说明了不同森林类型对光能资源的利用效率。

关键词 鼎湖山;总第一性生产力;光能利用率;森林群落

鼎湖山亚热带季风常绿阔叶林(锥栗、荷木、厚壳桂群落)是本区地带性的代表类型,已有400年以上的林龄,针叶阔叶混交林(马尾松、荷木、锥栗、红皮紫陵群落)是本区次生演替系列中的过渡类型,约40年林龄^[1-3,5,7]。研究这两个群落的光能利用效率,无论对进一步研究森林生态系统的能量转换和物质循环,或对森林保护管理和造林配置、合理利用自然资源都有其现实意义。为此,作者于1985年在研究鼎湖山森林群落的植物量和生产力的同时,也研究了这两个群落的光能利用效率。

一、林地概况

鼎湖山自然保护区位于广东省中部,东经112°30'39"—112°33'41",北纬23°09'21"—23°11'30",距广州市向西86km,肇庆市东19km^[1,7]。本区的年平均气温为21℃,年降雨量1927mm,干湿季较明显^[3,6,10,11]。以月降雨量<50mm, >100mm和50—100mm划分干、湿和半湿的标准^[3],本区11、12和1月份干,3—10月份湿,2月份为半湿^[11]。

保护区面积1155ha,其中亚热带季风常绿阔叶林面积为125ha。锥栗、荷木、厚壳桂群落保存得最为完好,其结构复杂,成层现象明显,可分5层,其中乔木3层,灌木1层,草本及苗木1层,此外还有许多藤本植物和附生植物等层间植物^[1,5,7]。组成种类以常绿树种占绝对优势,大部分属于热带亚热带成分。这个林的代表性永久样地(A)设在三宝峰山腰(气象观测塔附近),坡向N34°E,坡度35°,海拔320m;地形起伏较大,环境闭塞;母岩为砂岩,土壤为赤红壤,土层薄,一般厚度为30cm^[1,7]。

针阔叶混交林面积404ha。马尾松、荷木、锥栗、红皮紫陵群落原为人工种植的马尾松

本文于1988年7月收到,1989年4月收到修改稿。

本研究得到何道泉副研究员的指导,参加野外工作有熊津、彭少麟、黄玉佳、蔡卓越、唐赐华和黄共基等同志,特致谢意。

林,后来阳性阔叶树种侵入,经30多年的封山育林,使阔叶树种得到了繁衍,便成为针阔叶混交林。群落结构较简单,可分4层,其中乔木2层,灌木1层,草本及苗木1层,藤本植物和附生植物都比季风常绿阔叶林少。这个林的代表性永久样地(B)设在二宝峰山腰,坡向S24°W,坡度40°,海拔250m,日照充足,土壤亦为赤红壤,土层一般厚度为20—50cm^[1,7]。

二、实验方法

(一)实验地的布置 在2个群落的永久性样地(A、B)附近各设2个观测点,以分层测定植物的光合速率、叶面积指数和光合有效辐射^[8,9]。

(二)光合速率的测定 应用红外线CO₂气体分析法,根据群落结构分层测定了阔叶林主要植物14种38株,混交林10种20株,共22种58株植物的光合速率。具体做法另文已叙^[8]。在乔木上层,当阳光强烈时,同化室内温度高于室外约1℃,在林内各层测定时则少于1℃,每次测定完毕即打开叶室,让叶片保持自然状态。在春、夏、秋、冬四季都以日进程6、8、10、12、14、16时为测定时间,每天换叶一次,在树冠中部不同方位选当年生、健壮的叶片进行重复测定,取日平均值。此法已同时用重量法(半叶法,用40%浓度的三氯乙酸处理叶柄)在阔叶林第一层和混交林第二层乔木各选两株树,在每株树冠均匀取80—90片叶作比较试验,结果重量法的光合速率稍高(详见表1)。净光合速率的计算:

$$F_n = \frac{\Delta C \cdot V}{A \cdot 10^3} \times \frac{44}{22.4} \times \frac{273}{273 + T} \times \frac{P}{760} \quad (1)$$

式中 ΔC 是叶室内外气体CO₂浓度差(ppm); V 是开式叶室内气体流量或闭式叶室和管道的容量(l·h⁻¹); A 为叶面积(dm²); 44是克分子CO₂重量(g); 22.4是标准状态下克分子气体的体积(l); T 是叶室内的温度(°C); P 是大气压(mm汞柱); F_n 是净光合速率(mgCO₂·dm⁻²·h⁻¹)^[8,9]。

(三)叶面积指数的测定 采取收获法和均匀布点吊线法: 1. 将收获的植物叶片现场称重并用面积仪(Li-3000)测定叶面积,求出叶片干、鲜重与叶面积之比,然后计算阔叶林3000m²和混交林1500m²样地上单位土地面积的叶片重量和叶面积指数(LAI)^[9]。2. 在阔叶林1600m²和混交林500m²样地内,分别各群落在林冠上水平拉两条尼龙绳(交成十字样),每隔3m吊一条尼龙线,阔叶林27条线、混交林15条线所碰到的叶片的叶面积的平均值便是群落各层植物的叶面积指数(m²·m⁻²)。两种方法对比较为接近^[9]。因吊线法可保留尼龙绳和线,每季度都可以观测,能看出叶片数的季节性变化,故本文采用吊线法。其式:

$$L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \quad (2)$$

(四)生产力的计算 根据上述方法和测定结果便可计算群落的总生产力:

$$P_g = F_n \cdot LAI \cdot t \cdot S \cdot 0.67 \quad (3)$$

式中LAI为叶面积指数(m²·m⁻²); t 为光合时间(h); S 为林地面积; 0.67为克CO₂换算为克干物质重(g); P_g 为总生产力(t¹·ha⁻¹·a⁻¹或g¹·m⁻²·a⁻¹)^[9]。

(五)光合有效辐射的测定 采取水平拉线移动法,在群落样地的每一层拉一条30m长

1) t 和 g 以干重表示。

的铁线,用量子传感器(LI-190sA Quantum sensor)沿铁线水平移动100s,用积分量子辐射仪(LI-188B Integrating Quantum Radiometer Photometer)测定,取其积分,根据测得光合有效辐射(PAR)通量($\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)的日进程(6、8、10、12、14、16、18时)和分别晴、雨天重复测定的日平均值,计算春、夏、秋、冬四季以及全年的光合有效辐射能量($1E \cdot m^{-2} \cdot a^{-1} = 217.4KJ \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$),进而计算群落和各层植物对光合有效辐射能的利用效率:

$$e_p = \frac{\text{群落各层植物的光合产量} \times 18.5(KJ \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}) \times 100}{\text{群落各层植物吸收的光合有效辐射能}(KJ \cdot m^{-2} \cdot a^{-1})} \quad (4)$$

$$e_p = \frac{P_p \times 18.5(KJ \cdot m^{-2} \cdot a^{-1})}{I_{abs}(KJ \cdot m^{-2} \cdot a^{-1})} \times 100 \quad (5)$$

式中18.5是克干物质的含能量; I_{abs} 为被吸收的光合有效辐射能; e_p 为各层植物光合产量的效率系数(%); e_p 为群落总生产力的效率系数(%)^[12]。

三、实验结果

(一)两个群落主要组成种类的光合速率

光合速率是植物通过光合作用把太阳能转变成化学能的速率,是构成群落生产力的重要部分。测算的光合速率列于表2;用重量法与气体分析法的比较试验,其结果列于表1。

无论用何种方法,在自然光照条件下测定森林群落上层乔木叶片(单叶或数片叶)的光合速率,都会因不同的叶片、不同的光照而各异。为此,作者做了一些试验比较,认为用重量法在树冠均匀取80—90片叶,与用气体分析法在树冠中部取1至数片叶的结果较为接近。从表1可见,重量法比气体分析法取样测定的结果稍高。至于中、下层植物,因其冠幅小,而且中、下层主要为散射光,比上层直射光分布均匀,虽亦有直射光的光斑、

表1 用两种方法测定叶片光合速率的比较

Table 1 The comparison of leaf photosynthetic rate measured by two methods

森林类型 Forest type	种 类 Species	净光合速率 Net-photosynthesis rates			比 较 Compa- rison	
		重量法(半叶法) Weighed method		CO ₂ 交换法		
		叶片数 Leaves numbers	(g DW·m ⁻² ·d ⁻¹)	(g CO ₂ ·m ⁻² ·d ⁻¹)		CO ₂ exchanged method (g CO ₂ ·m ⁻² ·d ⁻¹)
阔叶林(第I层) Broad-leaved evergreen forest	锥 栗 <i>Castanopsis chinensis</i>	85	7.33	10.99	10.08	0.91
	荷 木 <i>Schima superba</i>	90	7.93	11.90	9.41	2.49
混交林(第I层) Needle and broad-leaved mixed forest	红皮紫椴 <i>Craibiodendron kwangtungense</i>	91	5.12	7.69	7.69	0
	短序润楠 <i>Machilus breviflora</i>	80	5.99	8.98	7.13	1.85

表 2 鼎湖山两个森林群落主要种类的平均净光合速率
 Table 2 Average net-photosynthesis rates (mg CO₂·dm⁻²·h⁻¹) of leaves of main species in two forest communities in Ding Hu Shan.
 The Standard deviation and days of measurement are respectively, given in parentheses

森林类型 Forest type	层次和主要种类 Layers and main species	晴 天				阴天 Cloudy	雨天 Rainy
		春季 (3—5月) Spring ¹⁾	夏季 (6—8月) Summer ²⁾	秋季 (9—11月) Autumn ³⁾	冬季 (1,2,12月) Winter ⁴⁾		
季风常绿阔 叶林 Monsoonal broad-leaved evergreen forest	I: 椎 栗 <i>Castanopsis chinensis</i>	8.85 (0.66, 4)	7.89 (0.06, 3)	7.80 (0.82, 2)	7.06 (0.50, 5)	2.91	1.46
	荷 木 <i>Schinus superba</i>	11.16 (1.64, 5)	8.28 (0.56, 4)	7.77 (0.52, 4)	7.05 (0.47, 8)	2.54	1.27
	黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	8.94 (1.24, 4)	7.80 (0.44, 4)	7.47 (0.44, 3)	5.70 (0.28, 4)	2.93	1.47
	华润楠 <i>Machilus chinensis</i> 平均 (AV)	10.37 9.83	7.84 (0.08, 2) 7.95	7.21 (0.09, 2) 7.56	5.65 (0.30, 4) 6.57	2.81 2.80	1.41 1.40
II: 黄果厚壳桂 厚壳桂 <i>Cryptocarya chinensis</i> 华润楠 <i>Machilus chinensis</i> 翅子树 <i>Pterospermum lanceae-folium</i> 臀果木 <i>Pygeum topengii</i> 平均 (AV)	6.84 (1.43, 4)	6.04	5.72 (0.20, 2)	4.75 (0.20, 4)	2.34	1.17	
	7.40 (0.43, 2)	6.17 (0.06, 2)	5.81	5.07 (0.42, 4)	2.25	1.13	
	6.83 (0.32, 2)	6.05 (0.61, 2)	5.57 (0.13, 2)	4.20 (0.11, 2)	2.10	1.05	
	6.50 6.14 (0.13, 3) 6.74	6.01 5.93 6.04	5.46 (0.21, 2) 5.82 5.68	5.2 5.04 4.85	2.77 2.86 2.46	1.39 1.43 1.23	
III: 云南银柴 <i>Aporosa yunnanensis</i> 鼎湖钓樟 <i>Lindera chunii</i> 黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i> 水石梓 <i>Sarcosperma laurinum</i> 平均 (AV)	4.56 (0.35, 2)	4.37 (0.19, 3)	3.74 (0.06, 3)	3.13 (0.23, 4)	1.16	0.58	
	4.71	4.30 (0.38, 2)	3.99 (0.96, 2)	3.18 (0.78, 4)	1.04	0.52	
	4.62 (1.10, 3)	4.01 (0.07, 2)	3.99 (0.38, 3)	2.92 (0.56, 4)	1.72	0.86	
	4.29 (0.03, 2) 4.55	4.06 (0.22, 2) 4.19	3.59 (0.11, 3) 3.83	3.26 (0.30, 3) 3.12	1.58 1.38	0.79 0.69	
IV: 柏拉木 <i>Blastus cochinchinensis</i> 罗伞树 <i>Ardisia quinquegona</i> 黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i> 平均 (AV)	2.77 (0.44, 5)	2.68	2.59 (0.17, 3)	1.91 (0.35, 3)	1.04		
	3.08 (0.14, 6)	2.86	2.68 (0.09, 2)	2.15 (0.06, 2)	0.94		
	2.98 (0.05, 3)	2.86	2.73 (0.13, 3)	2.32 (0.18, 4)	0.99		
	2.94	2.80	2.67	2.13			

光点,但日平均辐射量和光合速率都不会太悬殊。看来在树冠中部取样测定是比较合理的。

从表2可以看出,两个群落各层植物的净光合速率都从上而下逐层减降;分布在同一群落同一层次的植物,其光合速率比较接近;分布在不同群落不同层次的植物(即使同一种植物),其光合速率差异较大。虽然每种植物都有其光合能力,但在群落中都受到生境的制约。植物光合速率的季节性变化,从高而低依次是春、夏、秋、冬季。春季湿润,风和日暖,是植物生长的好时机,故光合速率最高;冬季为本区的干季,太阳辐射和气温都下降,故光合速率最低;夏季虽然阳光充足,雨量充沛,日照时间长,生产力最高,但其光合速率(日平均值)因中午蒸腾作用影响气孔的开张度而比春季略低。植物的光合作用是在光照条件下进行,光的强弱直接关系到植物光合速率的高低。混交林比阔叶林的透光好,故各层植物的光合速率都比阔叶林高。

(二)群落的叶面积指数和生产力

群落的生产力是群落固定太阳辐射能的速率,其数值主要决定于群落的叶面积指数和各层植物的光合速率。根据方法(二)至(四)、表2和公式(2)(3),计算了两个群落的叶面积指数、总生产力列于表3。

从表3可看出,两个群落生产量的季节性变化从高而低依次是夏季(阔叶林3906.990,混交林3401.334 $g^{11} \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$)、秋季(3584.378和3092.677)、春季(2834.107和2400.193)、冬季(2530.747和2179.574),夏季植物的光合速率比春季时低,但夏季日照长,阴雨天比春季少。因此,两个群落的生产量以夏季最高。冬季日照短,植物的光合速率最低,故生产量也是最低。

从表2,3看,阔叶林各层植物的光合速率都比混交林低,但叶面积指数比较高,尤其上层乔木最高。阔叶林上层乔木的叶面积指数12.08,占群落总数的71.06%,林下灌木草本层为4.92,占28.94%;混交林上层乔木叶面积指数为8,占群落总数的66.67%,林下灌木草本层为4,占群落总数的33.33%,因而阔叶林的年总生产力比混交林高。阔叶林上层乔木的叶面积指数高,光合有效辐射相对强度也比较高,只是林下植物接近相对光强度的下限,所以群落的叶面积指数仍是在适宜范围之内。混交林在草本苗木层的叶面积指数所占比率及其光合速率,虽然都比阔叶林同层的高,但下层植物的作用毕竟是微小的,同时也反映了混交林的次生性。

(三)两个群落的光能利用效率

森林群落的光能利用效率决定于群落结构和种类成分,并与光辐射有关。据方法(五)测定光合有效辐射通量和相对强度的垂直分布和季节变化记于表4,年光合有效辐射能量记于表5:

从表4,5看,两个群落由于林木较高,林冠凹凸不平,因而年光合有效辐射相对强度是林冠反射率和林下透射率都比较低,群落的吸收率高,光合有效辐射通量在林内的垂直分布,从上而下因被植物层层吸收而逐层锐减。阔叶林的辐射量和吸收量都比混交林低,但其吸收率却比混交林高,正说明阔叶林种类丰富,结构比较完善。两个群落的光合

表3 两个森林群落各层植物的叶面积指数和总生产力
 Table 3 Leaf area index ($m^2 \cdot m^{-2}$) and gross primary productivity ($g DW \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$) for layers in two forest communities

森林类型 Forest type	层 次 Layer	叶面积 指数 Leaf area index (LAI)	季 度 生 产 量												年总生产力(P_g) Annual gross primary pro- ductivity
			春季 (3—5月) Spring			夏季 (6—8月) Summer			秋季 (9—11月) Autumn			冬季 (1, 2, 12月) Winter			
			晴天 Sunny	阴天 Cloudy	雨天 Rainy	晴天 Sunny	阴天 Cloudy	雨天 Rainy	晴天 Sunny	阴天 Cloudy	雨天 Rainy	晴天 Sunny	阴天 Cloudy	雨天 Rainy	
季风常绿阔叶林 Monsoonal broad-leaved evergreen forest	小时数 Hours		207.2	309.6	679.2	483.2	168.4	590.4	483	228	288	290.6	398	254.4	
	I	6.37	869.276	369.976	405.826	1639.488	201.240	352.768	1558.415	272.463	172.082	790.040	475.615	152.006	7259.195
	II	3.04	284.445	155.126	170.158	594.446	84.377	147.911	558.784	114.240	72.152	287.069	199.419	63.734	2731.861
	III	2.67	168.650	76.480	83.836	362.182	41.573	72.875	330.927	56.286	35.549	162.195	98.254	31.402	1520.159
	IV	2.22	90.608	45.589		201.239	24.797		191.817	33.574		92.067	58.607		738.298
V	2.70	79.463	34.724		165.207	18.887		162.517	25.572		75.700	44.639		606.709	
合计 Total		17.00	1492.442	681.845	659.820	2962.562	370.874	573.554	2802.460	502.135	279.783	1407.071	876.534	247.142	12866.222
针阔叶混交林 Needle and broad-leaved mixed forest	I	4.73	676.993	293.365	322.868	1384.303	159.569	280.655	1351.586	216.044	136.905	666.761	377.129	120.933	5987.111
	II	3.27	327.301	162.793	178.567	663.769	88.547	155.221	611.642	119.886	75.718	338.075	209.275	66.884	2997.678
	III	1.07	87.491	44.612	49.179	191.909	24.266	42.749	178.672	32.854	20.853	96.666	57.351	18.420	845.022
	IV	2.93	193.208	63.816		375.634	34.712		301.520	46.997		146.042	82.038		1243.967
合计 Total		12.00	1284.993	564.586	550.614	2615.615	307.094	478.625	2443.420	415.781	233.476	1247.544	725.793	206.237	11073.778

有效辐射能量($KJ \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$)的季节变化,从高而低依次是夏季(阔叶林为503890,占全年的29.08%,混交林647675,占全年的33.73%),秋季(阔叶林475028,占全年27.41%,混交林550956,占全年的28.70%),冬季(阔叶林389010占全年的22.45,混交林354875,占全年的18.48%,混交林在冬季是最低的季节),春季(阔叶林364836,占全年21.06%,混交林366612占全年的19.09,混交林在春季比冬季高),两个群落的光合有效辐射能量都以潮湿的夏季为最高,冬、春季最低,而且湿与热的时间配合比较长,有利于森林植物的能量转化。

根据表 3、5 和公式 (4) (5) 计算了两个群落对光合有效辐射能的利用效率总结于表 6:

表 6 两个森林群落对光合有效辐射能的利用效率¹⁾
Table 6 The energy($KJ \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$)use efficiency of photosynthetically active radiation in two forest communities

森林类型 Forest type	层 次 Layer	由总生产力 固定的能量 Fixed energy by P_g	被森林吸收 的光合有效 辐射能 Absorbed energy of PAR by forest	各层植物 的吸收率 Absorption of plant layer (%)	各层植物 的利用率 (ϵ_p) Utilization of plant layer (%)	森林对光合 有效辐射能 的利用率 (ϵ_f) The energy use efficiency of forest (%)	
季风常绿阔叶林 Monsoonal broad-leaved evergreen forest	乔木层 Arbor I	134295	1356406	78.28	9.90	8.06	
	灌木层 Shrub	II	50539	193339	11.16	26.14	3.04
		III	28123	65221	3.76	43.12	1.69
		IV	13659	28752	1.66	47.51	0.82
	草本及苗木层 Herb and seedling V	11224	21663	1.25	51.81	0.67	
	合计 Total	237840	1665381	96.11		14.28	
针叶阔叶混交林 Needle and broad-leaved mixed forest	乔木层 Arbor	110762	892886	46.50	12.40	6.49	
	灌木层 Shrub		55457	488045	25.42	11.36	3.25
			15633	234596	12.22	6.66	0.92
			23013	90775	4.72	25.35	1.35
	草本及苗木层 Herb and seedling		204865	1706302	88.86		12.01

1) 阔叶林和混交林的光合有效辐射能(PAR)分别为: 1732764, 1920118。

表 6 说明,阔叶林的吸收率和固定光合有效辐射能的效率都比混交林高。两个群落的光能利用率从上而下逐层减降(除混交林草本苗木层外),反映了上层乔木的作用比较大;可是,就各层植物所吸收的辐射能并转变为化学能的效率,则逐层递升(除混交林灌木层),说明下层植物能充分利用光能资源,也反映了耐荫性和阴性植物的耐荫程度和适应弱光的范围^[4],这对造林配置很有参考价值。

阔叶林经长期的自然演替,已由锥栗、荷木等阳性树种为主,发展到以厚壳桂、黄果厚

壳桂、华润楠等耐荫树种为主,已处于相对稳定的顶极阶段,因而对光合有效辐射能的吸收率和利用效率都相当高。混交林虽开始有耐荫种类如短序润楠等侵入,但仍以阳性植物马尾松(针叶)荷木、锥栗(阔叶)等为主,结构比较简单,尚处于次生演替的不稳定的中间阶段,所以对光合有效辐射能的吸收率和利用效率都较低。混交林的总生产力为阔叶林的86.14%,光能利用效率为阔叶林的84.10%,总生产力比阔叶林低,光能利用效率更低。

四、 讨 论

不同的森林类型决定了对光合有效辐射能的利用效率,这显然与地带性植被分布有关。

1. Walter, H. 认为愈接近赤道,潮湿陆地区域的第一性生产力亦随之增加,但从亚热带到热带则增加甚少^[13]。据他调查的资料,泰国热带雨林地上部总生产力为 $124t^{1)} \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$ ^[13]。鼎湖山季风常绿阔叶林的总生产力为128.56(包括地下部分),显然比泰国热带雨林低些。有关总生产力对光合有效辐射能的利用效率,至今报道不多, Larcher, W. 引 Lieth, H. 1972年和 Geiger, R. 等1965年资料,热带雨林结合能量($25000Kcal \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$), 年吸收光合有效辐射能量($560000Kcal \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$, 换算为 $2344608KJ \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$), 光能利用效率为4.5%^[12]。这个数值显然相差太悬殊了。看来本文研究鼎湖山季风常绿阔叶林总生产力和光能利用效率的结果,与Walter的论述和他所调查关于总生产力的数,以及Geiger关于吸收辐射能的数值比较接近。因此,可以说明本区森林群落在世界森林植被生产力连续分布的位置和光能利用率的幅度。

2. 鼎湖山针阔叶混交林是次生演替系列的过渡类型^[7],约有40年林龄,虽然总生产力比季风常绿阔叶林低,光能利用效率更低,但从时间效率来衡量则不是低而是高,而且比本区针叶林(因长期受人为干扰)的总生产力($57t \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$)^[9]高得多。这是封山育林,长期保护的一个成功经验,对于如何加速恢复本区以至南亚热带的森林植被,很值得借鉴。

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, 第一集, 77—141。
- [2] 王伯荪、马曼杰, 1982: 鼎湖山自然保护区森林群落的演变。热带亚热带森林生态系统研究, 第一集, 142—156。
- [3] 广东省植物研究所, 1976: 广东植被。科学出版社。
- [4] 孙谷畴, 1987: 亚热带季雨林植物罗伞气体交换对光质的反应。广西植物, 7(3) 239—243。
- [5] 何道泉、宋绍教等, 1986: 广州白云山次生林调查。中国科学院华南植物研究所集刊, 第三集, 35—45。
- [6] 吴厚水、邓汉增等, 1982: 鼎湖山自然地理特征及其动态分析。热带亚热带森林生态系统研究, 第一集, 1—10。
- [7] 周厚诚等, 1986: 鼎湖山自然保护区植被图及说明书。热带亚热带森林生态系统研究, 第四集, 43—52。
- [8] 张祝平, 1989: 鼎湖山厚壳桂群落光合特性的研究。热带亚热带森林生态系统研究, 第五集, 37—44。

- [9] 张祝平、彭少麟等, 1989: 鼎湖山森林群落植物量和第一性生产力的初步研究。热带亚热带森林生态系统研究, 第五集, 63—73。
- [10] 黄伟峰、沈雪苹, 1982: 鼎湖山地区的气候生态环境。热带亚热带森林生态系统研究, 第一集, 17—24。
- [11] 黄展帆、范征广, 1982: 鼎湖山的气候。热带亚热带森林生态系统研究, 第一集, 11—16。
- [12] Larcher, W. 1975: *Physiological Plant Ecology*. (李博等译)1980: 植物生理生态学, 科学出版社。
- [13] Walter, H. (中国科学院植物研究所生态室译)1984: 世界植被, 科学出版社。

THE RADIATION ABSORPTION EFFICIENCY OF PHOTOSYNTHESIS OF THE FOREST COMMUNITIES IN THE DINGHUSHAN MOUNTAIN

Zhan Zhu-Ping

(South China Institute of Botany, Academia Sinica)

Abstract

In this paper, the radiation absorption efficiency of the photosynthesis of the subtropical monsoonal broad-leaved evergreen forest (*Castanopsis chinensis* + *Schima superba* + *Cryptocarya chinensis* community) and the needle broad-leaved mixed forest (*Pinus massoniana* + *Schima superba* + *Castanopsis chinensis* + *Craibiodendron kwangtungense* community) in the Dinghushan mountain were described. The photosynthetic rates of 58 individuals of 22 main species at different layers of community were measured with an infrared CO₂ analyzer. The leaf area index of community were measured by the method of dripping tag, and the vertical distributions of the photosynthetically active radiation were measured by the level moving quantum sensor in two forests.

The results showed that the radiation absorption efficiency of the photosynthesis a for the gross primary productivity was 14.28% and 12.01% in the monsoonal broad-leaved evergreen forest and the needle broad-leaved mixed forest, respectively. Therefore, the photosynthesis efficiency of the monsoonal broad-leaved evergreen forest is higher than that of the needle and broad-leaved mixed forest.

Key words Dinghushan mountain; Gross primary productivity; photosynthesis efficiency; Forest community