

热带森林和生物圈

华南热带作物
科学研究院 科技情报研究所出版

热带森林和生物圈

目 录

一、引言

(一) 热带	1
(二) 热带森林区的气候	2
(三) 热带森林	5
(四) 生物圈	8

二、热带森林生态系统

(一) 森林的主要功能	10
(二) 森林的结构和气候	11
1、相互关系	11
2、过湿常绿林	11
3、落叶林	15
4、热带森林的区域性影响	15
5、热带森林对于地球的影响	17

三、改变植被的后果

(一) 问题	20
(二) 对于地表的影响	21
(三) 对微生态系统的影响	23
1、烧吧	23
2、复杂构造的简化	24
3、城市化	26
(四) 对地球生物圈的影响	26

四、资料的空白, 研究的要求和优先研究的问题

(一) 资料的空白	27
(二) 研究的要求	28
(三) 优先研究的问题	29

热带森林和生物圈

A. Baumgartner, E. F. Brünig

李良政译

一、引言

(一) 热带

北纬 $23^{\circ}27'$ 和南纬 $23^{\circ}27'$ 之间的热带约占地球表面积的40%。表1按 5° 的纬度带列出各洲陆地和海洋面积的分布。

表1 热带地区面积(1000平方公里)
(Baumgartner和Reichel, 1975)

	N 25°	20°	15°	10°	5°	0°
非洲	2976	3214	3562	3646	2260	
亚洲	3527	2143	1066	400	742	
澳大利亚	—	—	—	—	—	
北美洲	636	805	274	94	—	
南美洲	—	—	179	1200	1761	
陆地	7139	6162	5081	5340	4763	
海洋	13358	14992	16558	16614	17360	
陆地占%	35	29	23	24	22	

	0°	5°	10°	15°	20°	25° S	总数
非洲	1854	1566	1712	1796	1436		24022
亚洲	711	332	—	—	—		8921
澳大利亚	437	508	374	1258	2046		4623
北美洲	—	—	—	—	—		1809
南美洲	2340	2651	2331	1946	1565		13973
陆地	5342	5057	4417	5000	5047		53348
海洋	16785	16899	17218	16150	15435		149364
陆地占%	24	23	20	24	25		26

就气候来说,热带是位于气候赤道两边的宽度不等的地带。由于陆地和海洋面分布和地形的影响,气候赤道与地理赤道偏离而不一致。气候赤道是最一致的等湿等温线,热带的特点是天气和气候有无法预言的变化。季节性随地区与气候赤道的距离增大而增强。热带气旋系统把热带气团推向北(印度、墨西哥、佛罗里达)或推向南(东非、马达加斯加),因而把热带气候条件扩展到地理的热带之外。

(二)热带森林区的气候

Köppen (1930) 根据经验,以月平均气温在 18°C 以上为热带低地气候。代表性的平均值在 $24-18^{\circ}\text{C}$ 之间。月平均温度超过 32°C 的极少,仅限于局部地区。季节的温度变化很小,而且比日变化小。这两种变化均随距气候赤道的距离增大而增大,但二者变化的速率不同,因此,季节变化终于超过日变化。表2(见书后)说明了相应的气候梯度。热带的季节性受热带辐合带年变程(annual march)的制约。这个锋随太阳在天顶的位置而移动,但有时滞差。图1说明了相应的湿季和干季的年变程。在非洲,大陆季节和太阳位置有密切的关联,在其他地区,这种关联则由于不稳定的赤道西风带或信风的影响而不显著了。例如欧洲大陆南部、东南亚和西非的季风系统。

许多作者都利用年和季的湿度特征来把热带气候再分为在生态学上有意义的分类单位(例如, Köppen, 1923, 1931; Fosberg, Garnier和Kuechler, 1961)。比较广泛采用的分类是:

- 1、Köppen的分类,先用温度、其次用湿度进行分类。

- 2、Thorntwaites (1932) 的分类,在估价湿度状况中强调蒸散作用。

- 3、Gausen (1954) 的分类,关于大气湿度的来源,考虑了土壤的储备水分和发生干旱的概率。

- 4、Emberger (1955) 的分类,主要根据季节气候变化的节律分类。

其中最著名和被广泛采用的分类,是Köppen的分类。他把潮湿热带气候分为:

Af, 永久性潮湿雨林,所有月份都有充足的降水;

Am, 季节性潮湿或半湿常绿雨林,有干燥的月份;

Aw, 在对应半球冬季为干期的半湿林或旱生林,疏林或灌木林,热带稀树草原。

图2表明Köppen分类的气候型的分布。由于陆地和海洋分布以及地球大气环流的影响,分布型式与纬度带并不一致。区域和地球大气环流的变移似乎也影响各种气候型的范围。然而,对于这一点所知极少;关于这些变移对潮湿热带森林的影响如何,所知更少。在热带森林区的半湿和半干旱森林边缘这些影响较为明显和引人注目,但甚至对这里的情况也远远谈不到有充分的了解。

Köppen分类法的严重不足之处是:关于降雨输入的水分对湿度状况和植被有效水分的作用如何,没有作明确的表示。此外,还必须考虑蒸发的损失。Holdridge (1967) 在他的有关生物带的著作中曾试图探讨这个问题。最后,不仅应考虑雾滴和露水(在局部地区,在总的水分周转中占相当高的比例),而且应考虑植被的蒸腾作用。Whitmore (1975) 考察了这个问题,并且总结了在远东热带森林应用各种分类的经验。此外,对于植物生活来说,象长期烈日无雨、剧烈风暴或冷锋之类罕见的灾难性气候,其作用可能比根据长期气象观察

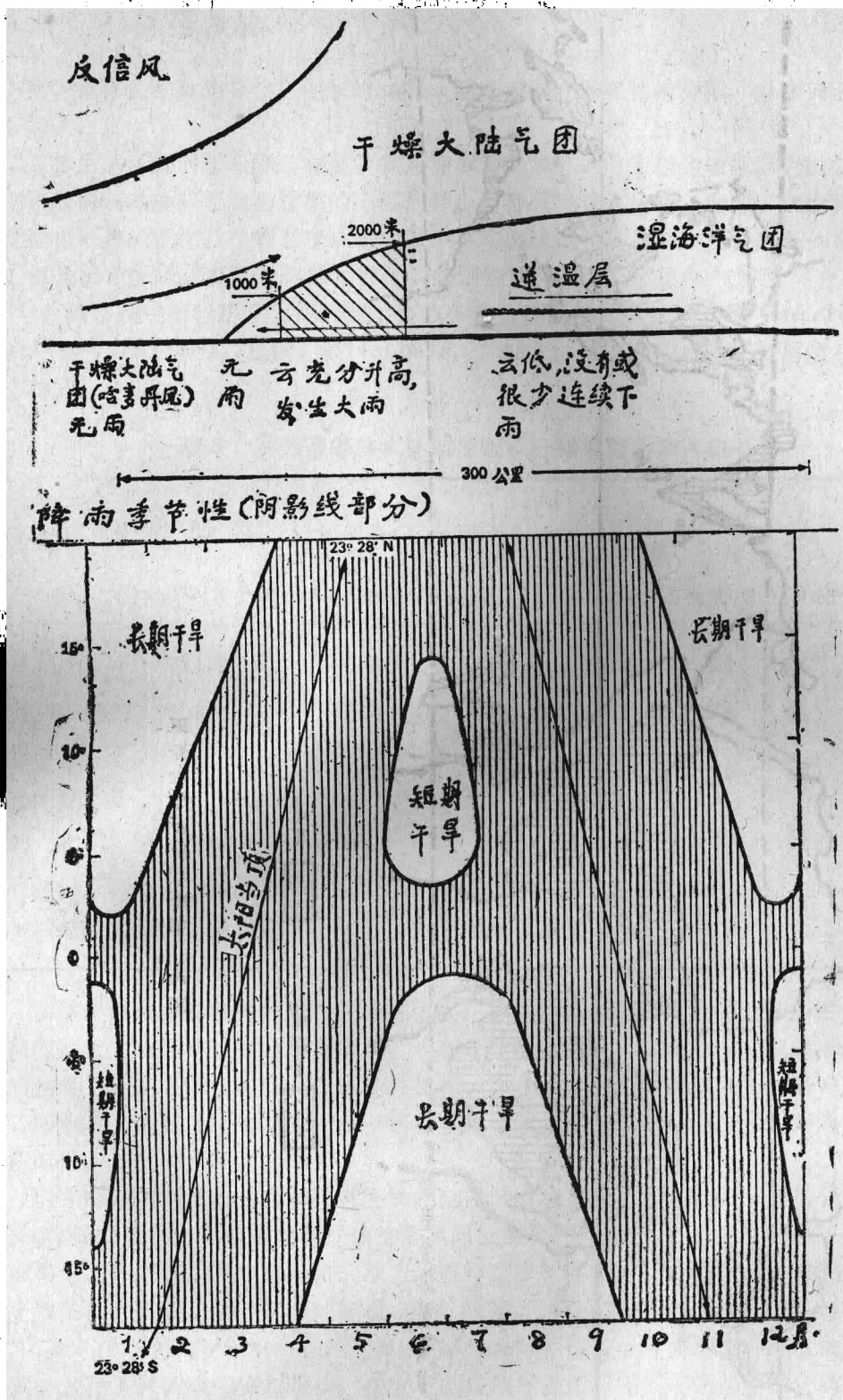


图1 上方：热带辐合带断面图。前锋随太阳的天顶位置而接近左边或退向右边。下方：连续潮湿赤道雨带引起的非对称型干旱和雨季。

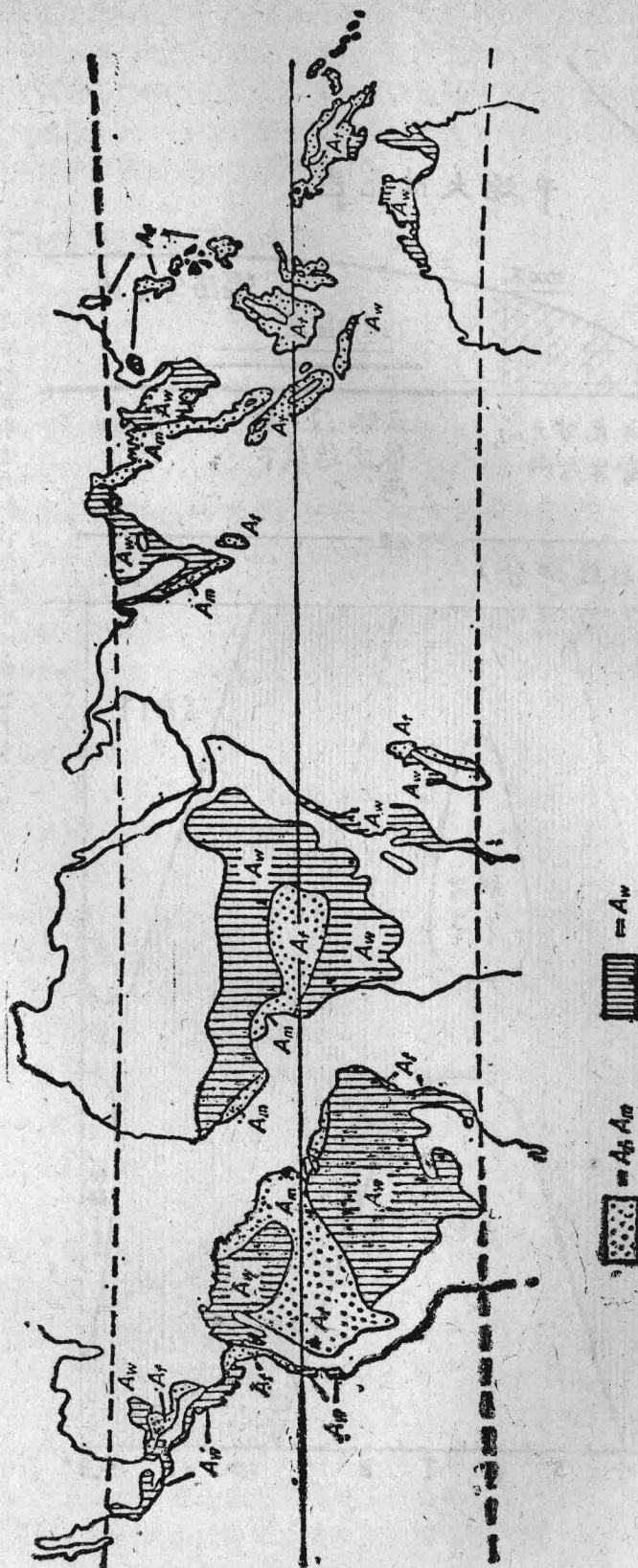


图 4 东亚土壤类型分布图

结果计算的平均值更为严重。

(三) 热带森林

热带森林约占世界森林总面积的50%，图3说明世界森林的分布，表3列出热带森林面积及其人口。

森林生态系统对于年降雨总量、其可靠率及其季节的分布极为敏感。它们的植物种类、组织和结构及其物候学随雨量型的不同而异。这种差异更因土壤、地形、生物和历史的影响而发生进一步的变化。尽管对于分类体系中某些高级结构的森林型的发生条件有较多的了解，但是关于决定较低级森林结构特性的起因所知极少。表2按气候型综合地列出UNESCO分类系统中植物群系团一级的主要热带植被类型的群丛植物 (Ellenberg and Mueller-Dombois, 1966; Ellenberg, 1975)。图4表明群系团级植被在非洲大陆的分布型式。

表3 有热带森林大洲的森林面积和人口

区域	土地面积 ×1000平方公里	森林面积		人口	
		总面积 ×1000平方公里	热带林 %	×10 ⁶	%
热带非洲	22150	7310	29	267	25
北美和中美洲	14890	10300	72	218	20
东南亚和 澳大利亚**	9050	3000	83	584	55
总计	46090	11000	58	1069	100

* 郁闭林、稀疏林和灌木林
 ** 不包括大洋洲其他地区

非季节性过湿常绿林跨在气候赤道带上。季节性随着远离气候赤道带而增强，森林亦逐渐演变，由季节性常绿林、半常绿林、半落叶林而至落叶林，最后演变成硬叶林、棘刺林或肉质植物为主的森林或疏林。在落叶林地带，大面积的天然林都被人为的最高演替顶极群落、即高草（湿润）或矮草（干旱）稀树草原所取代；极端的旱生疏林，则为密灌丛或半荒漠所取代。

除在群系团级和群系级有这种结构和功能的大规模变异外，在两个较低级有更为错综的变异。在亚群系级，天然成熟林的植物群丛间发生变异。这主要是由生境的差异所决定的。就小规模的差异来说，在地形一致的地方，差异在于树群的大小，同时这种差异受到生殖压力和土壤条件的支配。关于这个问题最近的记述，可参阅Ashton and Brünig (1975)、Brünig (1975) 和Whitmore的文章。Whitmore指出，小规模的变异是植被最错综的变异方式。这种变异的确切资料很少，关于它的性质和意义，不同的生态学家仍持相异的想法。

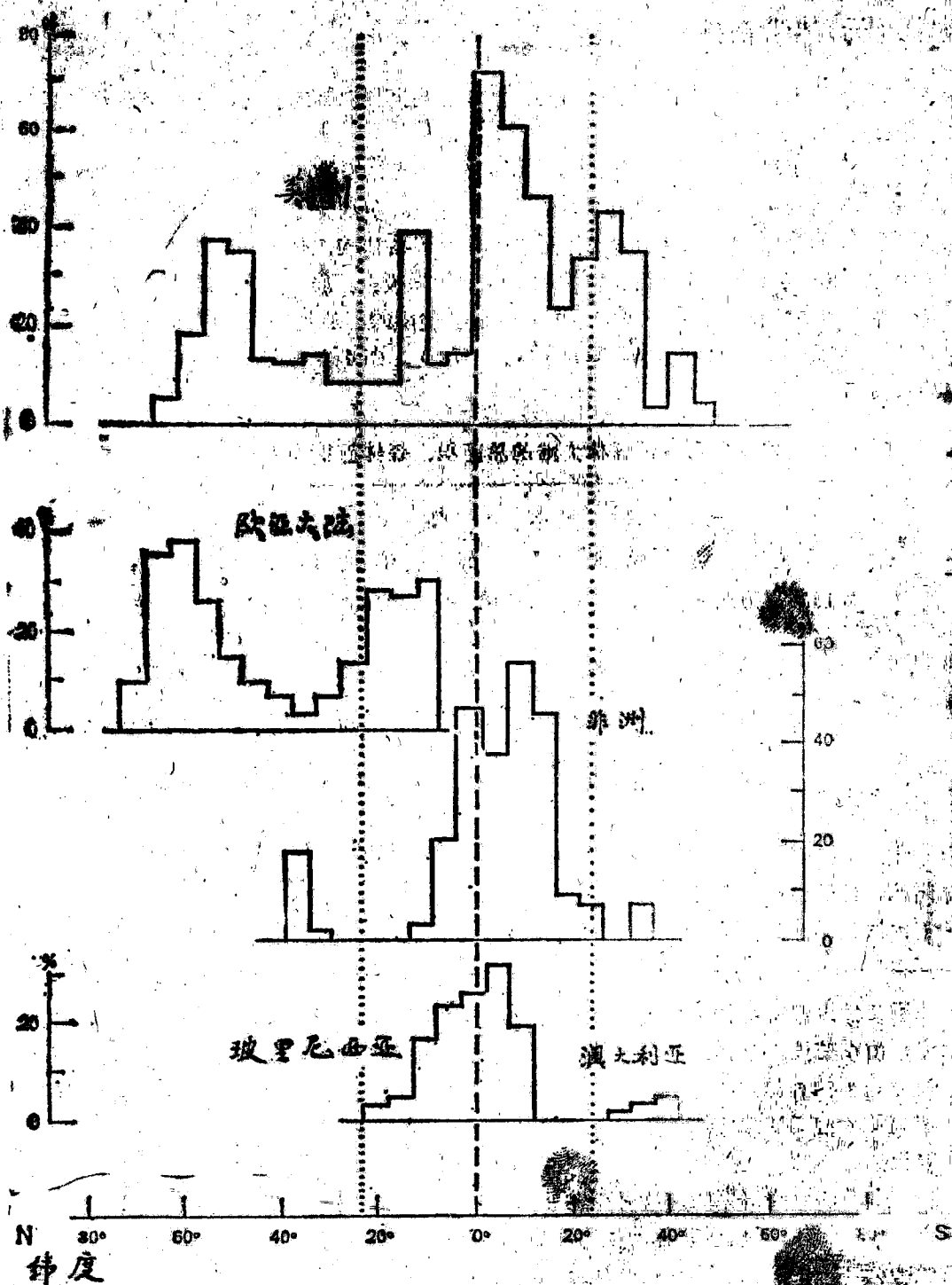
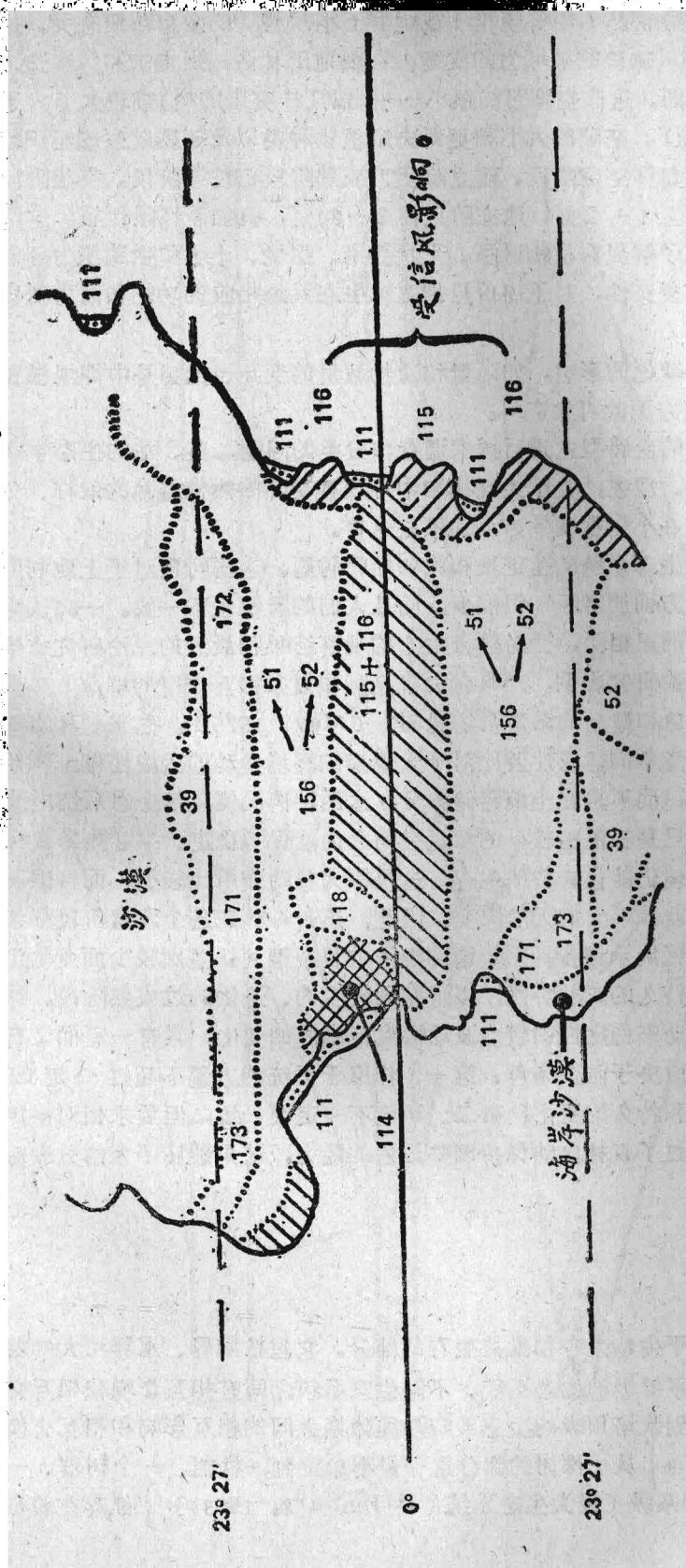


图3 森林区的分布，以各洲纬度5°地域内的陆地总面积的百分数表示。
这表明大部分森林地都在热带内 (Baumgartner, 1976)



田4
臺灣省立美術館藏
（著者：張振華）
81000

- 111、海津红树林
114、喜雨常绿林
115、中生性非季节性常绿林
116、中生性季节性常绿林
118、山地常绿林
156、低地落叶林
171、喜雨常绿林
172、喜雨常绿林
173、板端早生肉质植物为主的森林
51、稀树高草原
52、稀树矮草原
99、板端早生密灌丛

结构和功能的变异也与植物群丛(中等规模)或树群(小规模)的发育阶段有关。这种变异主要受那些使郁闭森林形成缺口的破坏力的支配。在低地雨林区,因电击和风害造成的空隙面积通常在0.5—3%之间。这些空隙可能很小(一株或几株突出的树)或较大(大于一株突出树的高度作直径的面积)。空隙的大小和更新决定植物种类以及随后发生的组织结构的性质和顺序。设想这个顺序包括空隙阶段、建立阶段、成熟阶段和过熟阶段。空隙阶段面积可能占森林面积1%以下至1—2%,建立阶段占2—20%,但如破坏很严重,这两个阶段所占的面积就要大得多。了解现有植物区系、干扰作用、生境、土壤和生殖压力等的中等规模和小规模变异的种类和复杂性,对于评价热带森林生态系统相应的功能和潜力变异是很重要的。

这种变异型式还受到环境变化的影响,如雨量和动物数量的变异、尤其是中等规模和小规模的变异。目前几乎没有这方面的可靠资料。

关于对热带森林极为复杂的变异型式进行树木调查和分类的问题,英、法的生态学家和森林学家已进行了详细的研究。现在,关于大规模和中等规模变异的热带森林的取样、分析和分类已有适当的方法,但是在小规模变异方面却不是这样。

变异问题是有关热带森林生态系统的稳定性和脆弱性的问题。这些问题对于土地利用的规划和实践极为重要,但在这方面的实际知识很少,而且人们的看法也不一致。一向认为多样性和稳定性之间存在着简单的正相关,但对热带生态的观察结果和最近的理论研究结果却与这个教条相矛盾。最近的理论研究表明,“具有大量品种和复杂相互作用的群落(热带雨林是一个范例)可能比相对简单和健全的温带系统脆弱”(May, 1975)。热带雨林的植物和动物种的生殖机制对于生物竞争的适应性要比对于大规模的环境扰动的适应性强。热带生态系统主要是在植被储存养分,而不是在土壤存储养分。这两种情况使热带生态系统应变的弹性比温带森林差,热带森林只是在范围较小的参量空间之内能保持稳定。尽管热带森林生态系统较脆弱,但潮湿热带环境仍能让其持续生存,这是因为扰动作用比较小,而且限于小面积的缘故。通常都重复出现差异不大的天然灾变。因此,热带森林在各个发育阶段都经常处于被干扰的状态中。每个地区展示出各种因素错综混淆的复杂型式:差别较少而变化迅速的未成熟阶段,差别较大而能持久的成熟阶段,以及差别较少的、退化的过成熟阶段。这种情况使整个系统对于在可保持动态稳定性的较小波动幅度范围内的变化,具有一定而又有限的恢复能力。这种动态稳定性取决于两个条件:第一、作用于系统的力量不超过一定的阈值,如果超过,就会发生明显和持久的变化;第二、环境不一定要一致,但要求相对恒定。近代人为的巨大和持续干扰超过了森林自动保持调整过程的能力,结果破坏了大部分潮湿热带的动态稳定性。

(四)生物圈

生物圈是地球及其环境适于生物生存和维持生存的部分。它包括陆界、水界和大气层。生物圈包含各种天然等级和体系等级的生态系统。不同生态系统之间有相互影响和相互交换的作用。图5说明由天然等级到栽培顶级的生态系统功能体系之间的相互影响和相互交换作用。在逐渐增大的生态系统之间〔从一株树的部分这一最小单位到一株树、一个树群、一个群丛(亚群系)、最后到一个群系级〔最大生态系统(Ellenburg, 1973)〕〕都存在着相似

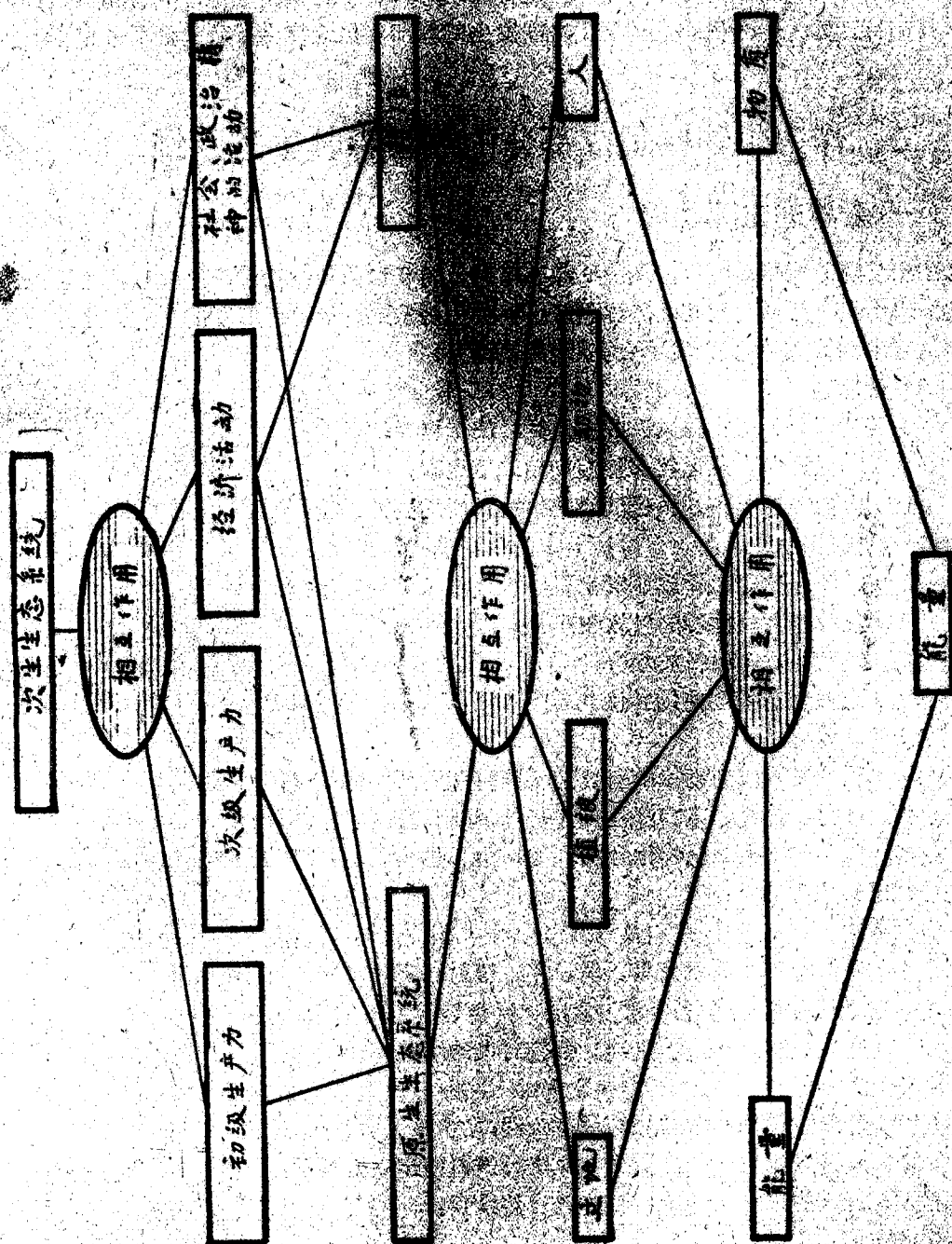


图5 在一个生态系统的功能体系内的相互作用和相互关系

的相互关系。

生物圈内的多向交换牵涉到辐射、热、化学和动力等形式的能量以及汽态、液态和固态的物质。小规模、中等规模和大规模的各种循环系统都相互依存，而且调节生态系统之间的输入与输出。一个系统的内部和外部循环过程是有联系的。整个生物圈是一个具有相互依存的结构和过程的综合体。一个生态系统或生物圈发生的局部变化最终会导致其他部分作相应的调整。

二、作为生物圈组成部分的热带森林生态系统

(一)森林的主要功能

森林生态系统（原生系统级，图5）具有保护、调节和生产的功能。这些功能对于人类有厚生利用的价值，并可改变成栽培生态系统（次生生态系统级，图5）的功能。这些功能对于环境的作用称为森林的影响。较为重要的功能是：

1、保护的功能

- (1) 将辐射、降水和风吸收或消耗，使土壤得到保护；
- (2) 降低风速，从而能保持湿度和二氧化碳；
- (3) 为各种植物和动物提供隐蔽和生活所需要的环境；

2、调节的功能

- (1) 吸收、储存和释放二氧化碳、氧气以及矿物元素；
- (2) 吸收有大气微粒的气体 and 声音；
- (3) 吸收、储存和释放水分；
- (4) 吸收辐射能和热能并使其转化。

3、生产的功能

- (1) 在植物体和动物体中有效地储存可利用形态的能量；
- (2) 林材、树皮、果、叶生产的自动调节和再生作用；
- (3) 生产一系列的化学化合物，如树脂、生物碱、香精油、胶乳和药物等等。

人类可利用这些功能于：

1、保护方面：

- (1) 保护农作物，免受旱、风、寒、辐射之害；
- (2) 保持土壤和水分；
- (3) 防范噪声、视域、臭味、烟气对人的干扰；

2、调节方面：

- (1) 改善居住区和游览区的环境条件；
- (2) 改善居住区的气温状况（种植行道树和建立公园）；
- (3) 提高生境小区的价值和改善自然景观。

3、生产方面：

- (1) 提供品类众多的原料，以满足人类不断增长的需要；
- (2) 提供就业机会；
- (3) 创造财富。

(二) 森林的结构和气候

1、相互关系

森林结构及其物候的变化均取决于大气候,并随地文和土壤条件的不同而异,而森林结构又可决定立地内及其上方和周围的小气候。表2(见书后)说明随距离赤道不同远近处的大气候梯度而发生的结构变异。

组织结构和季节性的变化一般都会影响输入物和输出物的分配以及森林的动态。图6表明了输入物和输出物的种类以及流程的方向。实际上这些都受植物群丛结构的影响,但是几乎没有这些相互关系的数量化的资料。现有的少数资料适用于特殊的植物群丛,但仍缺乏可将其一般化和类推于不同群丛的充分根据。例如 Jackson (1969)根据坦桑尼亚达累斯萨拉姆(Dar-es Salaam)附近滨海区500公顷森林的观测资料,认为局地的雨量变化很大,并且认为这种变化与当地风暴的路径有关,而与地势无关。因此,在附近一个地形一致地区的相同类型森林地,可能具有差异很大的小气候,而且在植物种类和组织结构方面也可能有差异,这种差异反过来又会改变小气候。但是现在还不能应用简单的田间取样方法来弄清楚这个问题。

2、过湿常绿林

热带在空间和时间上的雨量变化似乎都比温带气候区的大得多。雨量变化联带引起相应的日照时数和净辐射的变化,而这些变化又会加剧雨量极值(最大、最小雨量)的影响。例如1896—1957年沙捞越古晋过湿赤道气候的雨量统计表明,平均年雨量为4020毫米,最低年雨量为2740毫米,最高年雨量为5700毫米。月极值为17毫米和1580毫米。在一个干旱月30天的雨量总和常常低于临界水平,即使历月(Calendar month)的雨量远超过100毫米也是这样。Brünig (1971C)讨论了这些隐蔽的干期在生态学方面的意义。他初步的假说是:

(1) 热带潮湿常绿林常常会遇到不可预料的缺水期,而发生这种情况的机率则随根带土壤中储水量的降低而增加。因此,森林结构须相应地适应这种条件,以免缺水时过热。

(2) 在水分供应充足的地方,森林结构适应最大的蒸散作用,从而能避免日中高峰辐射流入量对叶子的伤害。

(3) 植物群丛在各个发育阶段具有不同的结构,从而能最大限度地利用立地的潜能,使过度缺水造成的损害减到最小程度。

Sajise (1974)认为,“叶子在光谱吸收率和发射率特性方面的良好的相互作用(可见光部分的吸收作用良好,近红外光的吸收作用很差,远红外光的吸收和发射都良好),并不是适应或进化的结果,而纯粹是偶然形成的,因为水生植物的谱线发射率和陆生植物的相同。”观察到的某些现象看起来象是树和群丛结构应付环境要求的“适应性策略”,其意义如何,我们几乎一无所知。Collier等(1973)列举了主要的决定因素——扩散机制、物理环境以及荫蔽、屏障和竞争之类的生物学的影响,但其中每种因素对于植被结构的影响程度如何,仍不清楚。

关于能量和物质交换过程的资料很少,已有的一些资料,其价值也有局限性。Behn和Duffee (1965)检查了在哥伦比亚(BENDIX的研究)、达喀尔附近(达喀尔大学的研究)和巴拿马(美国陆军部的研究)的热带森林用高塔进行的微气候学研究结果肯定了

Richards (1952) 对于辐射、温度和湿度等梯度的一般规律所归纳的结果。蒸发作用随离地高度增加而增强, 开始仅轻微增强, 也是从树冠上层, 蒸发率愈高。这与辐射梯度和风速梯度的趋势是一致的。在主要湿季的短暂无雨期中, 所有层次的蒸发作用都急剧增强 (地平面增加三倍, 树冠增加两倍)。

在马来西亚帕索保留林的BIP小区的测定值证实热带雨林内的水蒸气压力都很高, 但从上面下微有减低。夜间, 冠层内空气的水蒸气含量比冠层上方大气的略高。这表明即使在夜间, 森林冠层表面也发生蒸腾的 (Aoki, Yabuki and Koyma, 1974)。热带雨林内高的水蒸气压力可抑制温度的波动。冠层顶部的变化最大, 在中午后不久这里的温度最高, 而湿度却最低。因此, 在这个顶层发生较大的水蒸气压力差 (Evans, 1939; Aoki et al., 1974)。在高的饱和压力差和鲍恩比率 (Bowen ratio) 的条件下, 湍流度的增强特别利于热耗散率和蒸腾率的提高。例如, 平均风速增加10%, 蒸散率就提高约3% (Mock, 1974)。冠层空气流通, 从生态学看是有利的。在森林冠层的情况下, 空气流通可增大蒸腾量, 或加速大气边界层的混合和叶面显热的移除, 从而使冠层清凉 (参看图7) (Brünig, 1976)。

潮湿热带森林的平均蒸散量在1200—1500毫米之间 (Brünig, 1970)。这个数值是根据少量气象测定推衍而得的。一般认为不同立地、不同树种和不同品种的蒸散量都会有巨大的差异 (Brünig, 1971)。

据Kenworth (1971) 的测定, 在马来西亚的天然龙脑混生林中, 2500毫米的年雨量因截留而损失的水量达450—500毫米。除在下暴雨时外, 茎流量 (Stem flow) 是很小的, 在强风下发生雨漂移时尤其如此。计算蒸腾量为1350毫米, 土壤蒸发量约25毫米, 径流650—700毫米, 占年降雨量的26—28%。据Loe Kwasin (1974) 的测定, 在马来西亚帕索和特奥的BIP小区截留的雨量大达42%, 橡胶林截留的为12—32%。因此, 茎流率的差异很大。这毫不足异, 因为植物生境、雨型和风速有差异。

净降水量和地面辐射量都随次生演替的进展而降低。Snedaker (1970) 在危地马拉一天连续降雨40毫米的情况下所得资料表明, 14年生次生演替林的净降水量在90%以上, 32年生次生演替林的, 约80%; 低地原生林的, 也在80%左右。至于地面的入射辐射, 在14年生林地地为10%, 在32年生林地地为3.9%。除年龄外, 森林的生境质量也影响截流量的高低, 因为优良的生境能很快地产生较茂密和复杂的植被。

森林落叶带有一定程度的季节性, 因此, 树冠层的消光作用和林下灌草层的光照强度在各个季节间是不同的。光照度在落叶期增强, 这对于需光植物品种的再生具有重要的作用 (Ashton and Brünig, 1975)。现在已有少量象Brinkmann (1971) 所测定的资料可资利用。在较疏朗的硬叶和旱生群丛, 顶冠层的消辐射作用要弱得多, 因此有较多的辐射透入到地被层。地被层的通风一般都很差, 加上地面的辐射较强, 因而叶面和土表的温度有较高的趋势; 在静风天, 温度可能和空旷地的相同; 在有风天, 甚至比空旷地的高。Fojt (1969) 以古巴的针叶林为例, Brünig (1974) 以沙捞越的某些类型的Kerangas林为例, 讨论它们在生态学上的意义。在这些条件下, 地面的可能蒸发率也许很高。

Brinkmann按三天间隔期测定了一个茂密次生林和环境相似的开垦区的光强度。在森林中, 相对光强度较低 (0.7—1.9%), 紫外光极低, 但红光和红外光的比例却比空旷地的高。他的结论与Smith (1936) 和Walton (1936) 的一样, 即林下灌草层根和茎的竞

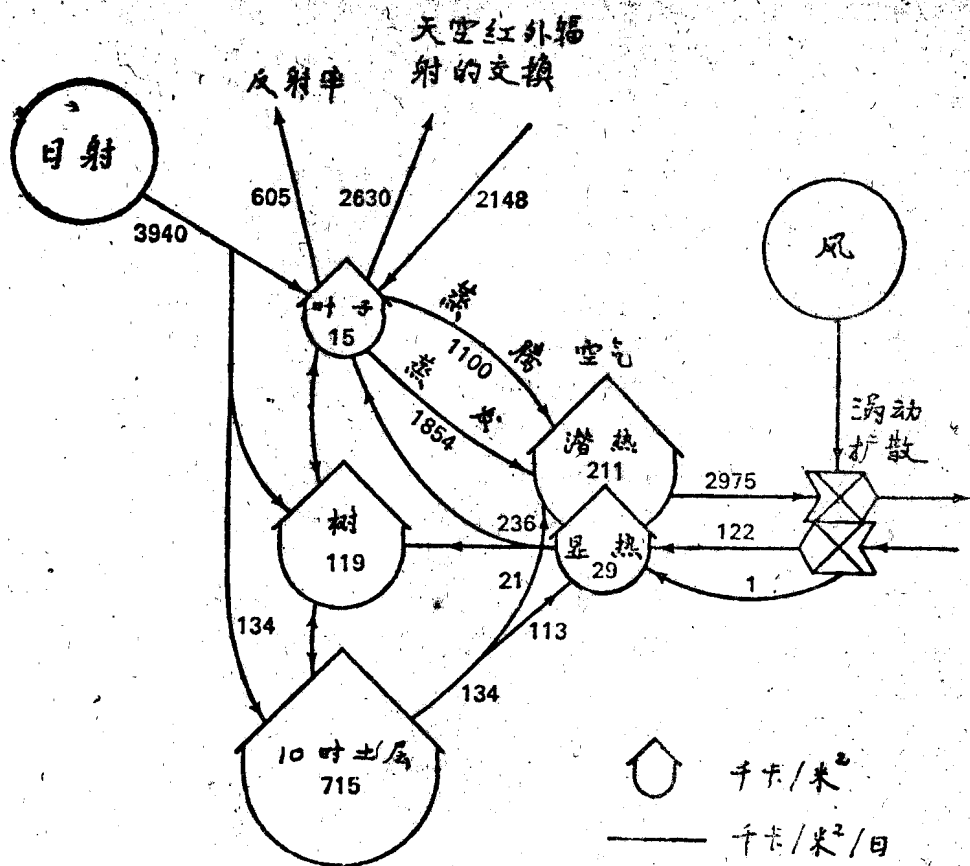


图7 玻多黎各埃尔费尔德森林的日射和热流量收支，来计光合沉积作用和降雨的冷却作用（据Odum, 1970）

争更为重要。Stoutjesdijk (1972) 指出，热带雨林中的近红/远红比之所以比温带阔叶林的高，是由于前者的冠层结构不规则的缘故。

在复杂的中型叶喜雨林下，从土面到约5米高度内的光照度还不到空旷地光照度的1%，其大部分能量来自树荫下的斑驳光。光饱和条件通过上层、中层和较矮树层顶部向下扩展，这些冠层消光约90%。帕索IBP小区的相对光照度曲线表明，在58米和47米高度之间从100%递降至25%，以下至高约30米的茂密中间冠层上方，未进一步下降，但在这个冠层以下又逐渐呈对数式下降，至20米的高度下降至5%，至10米高度下降至2%，在5米高度的林下灌草层降至1% (Yoda, 1974)。Odum (1970) 对热带雨林的日射和热量收支情况作了估计 (图7)，结果表明蒸散作用和湍动扩散对于潮湿热带森林能量平衡的维持有着重大的关系。成熟热带雨林植物体中储存的热量可能是很多的，据Yabuki和Aoki估计，马来西亚帕索保留林的混生龙脑树林的生物体 (800吨/公顷 = 8克/平方厘米，温度日较差7°C) 中储存的热量为56卡/平方厘米，相当于上半天净辐射入量的40%。

除晴朗天正午在树冠表层的狭窄范围内发生显著的高峰温度外，沿群丛剖面往下的温度

变化较小,仅很少的度数($^{\circ}\text{C}$)。关于这种高峰温度在突出冠层树的大气边界层中发生的高的水汽饱和差起什么作用, Richards (1952) 和 Brünig (1971, 1974) 曾进行讨论。平均温度梯度较低,但在低层的远红外光的比例却显然增高。相对温度愈往下愈高,中午时在顶层为50—60%,在地面则为90%。显然,叶子和植物的几何学结构必然要适应各个森林层的差异很大的气候条件,但是有关微气象学条件的可靠资料极少,至于植物在这些环境下的生态生理学性质的试验资料,则几乎等于零。

据 Freise (1936) 报道,林内空气的化学成分也和林外空气的不同,林内空气的化学成分状况如下:

- (1) CO_2 含量高,通常在1000ppm以上。
- (2) N_2O_x : 44毫克/立方米; NH_3 : 2毫克/立方米; H_2O_2 : 1毫克/立方米; CH_4 : 15毫克/立方米。

(3) 脂肪酸低,仅65毫克/立方米;蚁酸和有气味有机化合物尤其低。

(4) 有少量纤维、纤毛和芽鳞之类植物部分,但花粉粒较少。

生态系统中大的植物体的成长,以及有机质、能量和水分的迅速周转,引起矿物质在生态系统各个部门中的特殊分配,这是生态系统保持动态平衡的基础。Klinge (1976) 曾归纳和比较热带和温带生态系统的生物量和养分含量的资料,他的结论是:热带森林系统有在生物量中累积较大比例养分的趋势,但热带森林和温带森林的变化范围都大,而且彼此也有部分一致的情况。热带生态系统在生物量中储存较大比例养分的趋势,是这个系统对于人为变迁特别敏感的一个原因。凡是涉及移除和破坏植物体的变化,都会使系统中大量的养分以溶质、气体和粒子等形式输出到周围的地方。

3、落叶林

距离气候赤道愈远,雨量愈少,但蒸散作用和气候的季节性则愈强。沿着这个梯度,森林的落叶性逐渐增强,开始是中等持水量地区的森林冠层树种落叶,逐渐扩展到水分储备的深厚土壤地区的、包括林下灌草层在内的植物。由于气候和落叶型的季节性,其小气候环境显然与常绿雨林的的不同,但目前还很少可作比较的测定资料。

如果落叶林的高度和结构与常绿雨林相似,那末,在雨季落叶林的小气候和常绿树占优势的森林相似;但一般说,落叶林较低,叶面积和生物量都较小。因此,辐射和降水的消减率也不相同。不同的大气候参数的平均值和变异会充分发挥它们的作用,强烈地影响植被的结构和物候。据 Malaisse 等 (1972) 的报道,东非稀疏落叶林在月雨量达250毫米的高峰生长期中截留的雨量为35%。净降水量和茎流几乎全部储存土壤中。估计茎流占截留水的50%。每年排入排水系统的水量仅50毫米,占总降雨量的4%。由土壤水分含量和截面雨量的变化,估计在每年直接的蒸散量中蒸发量占200毫米,蒸腾量占850—900毫米。

4、热带森林的区域性影响

(1) 分配对于区域气候的影响

森林小气候的特征是输入的物质和能量的特殊分配。不同的组织结构和光学性质的森林群丛有不同的分配方式。输出流不同,因而会影响区域的气候。这种影响会被城市、草地、作物地、农园或水面等产生的相应影响所改变。这些地被型都各有其典型的能量和物质的交换和平衡,而且其影响可在垂直或水平方向扩展到相当的距离。辐射的交换会影响空气层的稳定度或不稳定度,水汽含量的变化会影响云量或云型或内部的水分循环,地面粗糙度可改