

广东鼎湖山森林群落的小气候*

王伯蓀 黄慶昌 黄培佑

(生物系)

摘 要

近年来曾对广东鼎湖山亚热带森林群落的小气候进行了一些间断地观测,根据观测资料的分析,初步获得下列一些结果:

1. 华南亚热带森林群落内的光条件与曠地相較,无论在质和量上都有显著的差异,林阴下的光强度仅及曠地的1—20%,同时在光谱成分上红光的比例增强。而林内光点强度除与从树冠隙縫到地面的距离成反比外,并与光点直径(或面积)的大小成正比。

2. 华南亚热带森林群落内的温度条件,无论是夏季或是冬季,其平均值均低于曠地,而不同于一般教科书所指的“林内温度夏季低于而冬季高于曠地”的规律性。

3. 华南亚热带森林群落内的湿度条件,无疑地均优于曠地,同时,林内绝对湿度的日变化曲线多呈单峰型。

4. 华南亚热带森林群落内的小气候与曠地相較,其特点是:弱光、低温、高湿,变幅小而较稳定,大气温度的垂直梯度变化规律与曠地相反。唯馬尾松群落的小气候特点则类似于曠地。

5. 华南亚热带不同森林群落小气候条件的差异,主要取决于森林群落的种类组成和结构状态。馬尾松群落由于种类组成和结构上的简单和稀疏,其小气候特点则类似于曠地,而其他群落则由于种类和结构上的复杂,而创造了有异于曠地的独特的小气候条件。因而,对亚热带森林群落小气候的研究,无论在理论上或实践上都具有重大意义。

一 前 言

鼎湖山位于广东省西江下游北岸,约当东经 112°35', 北纬 23°08', 距广州市区约70余公里。该山分布着一定面积的亚热带雨林、常绿阔叶林、常绿针叶林等森

* 此项工作曾蒙张宏达教授提出许多宝贵意见,并审阅了初稿,特此致谢。

本文于1965年2月25日收到。

林群落类型⁽⁶⁾。1959 年以来曾经对其中的生虫树+椎树+铜鑼桂+桐树群丛 *Cryptocarya concinna* + *Castanopsis chinensis* + *Cryptocarya chinensis* + *Schima superba* Ass. (以下简称生虫树群落)、魚尾葵群丛 *Caryota ochlandra* Ass. (包括糙叶树+大沙叶+小盘木群丛 *Gironniera subaequalis* + *Aporosa chinensis* + *Microdosmis casearifolia* Ass.) 和拟杪欏群丛 *Cyathea podophylla* Ass. 等自然林以及馬尾松—崗稔+崗松—芒箕群丛 *Pinus massoniana*—*Rhodomyrtus tomentosa* + *Baeckea frutescens*—*Dicranopteris dichotoma* Ass. (以下简称馬尾松群落) 半人工林等几个华南亚热带地区较为典型的森林群落进行了多年的不連續的小气候观测, 在1961年1月(冬季)及1963年7月(夏季)还曾結合生产实习分别进行了为期一周、一旬或半个月以上的短期連續观测, 并相应地观测了一些优势植物的生态生理特征, 企图对亚热带地区的几个典型森林群落小气候的特点、变化规律及其生态学效应进行了初步探討。

二 不同森林群落内的光条件

穿过森林群落不同层次的植物枝叶空隙而投射到地面的光点或光斑, 在不同群落内所占的面积, 直径和数目都是不同的, 并与阴暗构成了不同的镶嵌图案, 而在一定程度上决定了林内的光条件。如在馬尾松群落中, 光点的直径较大, 一般均在20—50厘米左右或更大, 个别林冠稀疏地段可形成直径达1米以上的光片。同时, 光点数目较多, 所占林地总面积亦大, 一般可达25%以上。光点多呈片块状镶嵌于阴暗之中, 使林下获得较大的光照强度。然而在其他群落中, 光点的数目、直径和所占的面积都较小, 直径一般在5—15厘米左右, 甚少超过20厘米以上。光点所占的面积一般平均在5—10%左右, 甚少超过15%以上。光点呈星状或斑点状散布于阴暗之中。森林群落内的光点强度明显地较曠地削弱了很多, 一般林下地面的光点强度仅及曠地光强的20—30%左右。即是在对光条件影响较小的馬尾松群落内, 光点强度亦仅及曠地的50%左右。而森林群落内光点强度的变化, 一方面正如И. А. ИВАНОВ所指出的“光点中的光的减弱与从树冠透光处到土壤上光点间的距离的平方成正比”⁽⁸⁾一样, 森林群落内光点强度从树冠透光处到地面存在着一个明显的垂直梯度变化, 愈接近地面光点强度愈弱, 如馬尾松群落内光点强度在树冠层(高约10米)约为曠地的90%, 树冠下约为曠地70%, 而通过灌木层和草本层达到地面时仅及曠地的50%左右。但在另一方面还应指出群落内光点强度的变化与光点直径(面积)的大小也有着一定的相关性。

如图1所示, 在生虫树群落内, 光点直径为5厘米时, 光点强度约为曠地光强10%左右, 15厘米时约为40%, 35厘米时约为70%, 在馬尾松群落内光点直径为20厘米时, 光点强度为曠地50%, 30厘米时为75%, 40厘米时为95%。又如在云南昆明西山油杉 *Keteleeria fortunei* 与白栎 *Castanopsis delavayi* 混交林内, 当光点

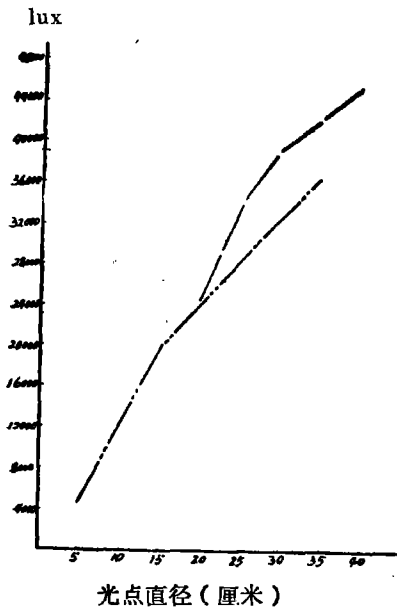


图1 林下地表光点强度与光点直径間的相互关系

--- 馬尾松群落;
- · - 生虫树群落

面积为10平方厘米时，光点强度为1250勒克司，20平方厘米时为3500勒克司，80平方厘米时为20000勒克司⁽¹⁾。由此可见，群落内光点强度是随着光点直径（面积）的增大而增强，光点强度与光点直径（面积）間是一种正相关的关系。

此外，群落内的光点，由于植物枝叶的摆动和太阳高度的变化，在时间上总是不連續的、短暫的。光点在时间上的动态也与其直径（面积）大小有关。一般無論在何种森林群落中直径小于10厘米的光点，其持續時間总不会超过 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ 小时，而直径大于30—40厘米的光点，其持續時間，在馬尾松群落中有时会超过1小时，但在其他群落中則很少会超过1小时。由此可见，群落内的光点时刻都在变动着，致使“林中某一点被直射日光照射的总时数不会超过无云白天在空曠地上日照时数的一半”^[8]。

林冠下以各种散射光所构成的阴蔽处的光条件与曠地全光照相較，無論在質和量上都有着很大的差异。一般林阴下光强度仅及曠地全光量的1—20%（图2）。如林冠下阴蔽处的透光系数*，在馬尾松群落内最大，但亦不过在17.5%左右，拟杉櫟群落較小为3.55%，而生虫树群落最小仅及2.16%。若从絕對值来看，除馬尾松群落林冠下最大值超过10000勒克司外，其他各群落林冠下光强最大值約在1000—2000勒克司之間。这样，不同森林群落間林阴处光强度的差异竟达10倍以上。在灌木层下，光条件又进一步被削弱，光条件被削弱得最大的是具有濃密叶丛的拟杉櫟群落，其叶丛下的透光系数最大值仅及1.35%，較叶丛上林冠下的光强度削弱了2.6倍。魚尾葵群落和生虫树群落灌木层下透光系数約为1.6—1.8%；而馬尾松群落灌木层下的透光系数仍达10%以上。由此可见，由于植物群落垂直结构中不同层次植物对光条件的反复吸收和反射，林阴下的光条件也有着較明显的垂直梯度的变化，而不同森林群落内阴蔽处的光条件的差异，也正反映了它們在垂直结构上的差异性。

$$* \text{透光系数} = \frac{\text{林下光强}}{\text{曠地光强}} \times 100$$

不同森林群落林阴下光条件的日变化有着很大差异，如馬尾松群落内无论是林冠下或是在灌木层下，光强度的日振幅都较大，光强度日变化的曲线基本与曠地相类似。其他群落内光强度的日振幅则较小，尤其是拟桫欏 *Cyathea podophylla* 叶丛下光强的日变化基本上趋向稳定（图 2）。林阴下光条件的季节性变化，也明显地表现在光强度和光照持续时间的差异上。冬季林阴下最大光强度平均较夏季弱 50%，如生虫树群落林阴灌木丛下冬季光强度最大约为 650 勒克司，夏季则达 1300 勒克司，魚尾葵群落林阴下冬季最大光强为 600 勒克司，夏季为 1000 勒克司，馬尾松群落灌木丛下冬季为 4000 勒克司，夏季为 6000 勒克司。冬季光照持续时间较夏季约短 2—3 小时或更多。而最大光强度的出现或消失时间亦较迟或早 2—3 小时。这样，在冬季，森林群落内所接受的太阳总辐射量要比夏季少 30—40% 左右。这无疑地直接与冬季太阳高度较低（冬季 1 月太阳高度约为 45°）有关。

林阴下的光条件，在光谱组成上也发生很大的变化，无疑地“在林阴下的这种辐射经常比空曠地上的辐射更为缺少生理光”⁽²²⁾。非生理辐射相对地增多了，例如在生虫树群落，拟桫欏群落和魚尾葵群落等林下与曠地相較，藍、綠光等非生理辐射约增长了 1—3%，而尤其突出的是在生虫树群落、拟桫

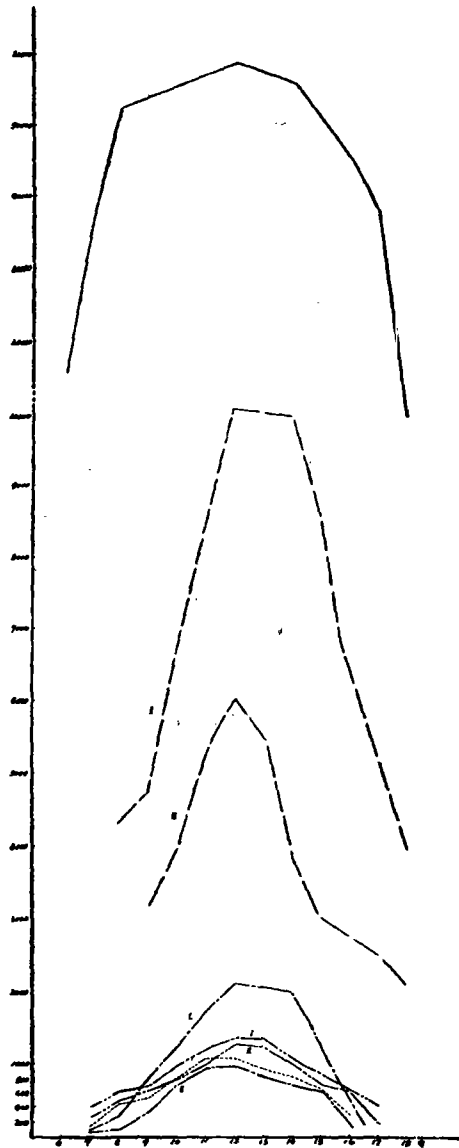


图 2 不同森林群落林阴下光照强度的日变化（夏季 1963 年 7 月）

- 曠地,
- - - 馬尾松群落,
- · - · 拟桫欏群落,
- · · · 生虫树群落,
- · · · 魚尾葵群落,
- I 示灌木层上, II 示灌木层下

擺群落和魚尾葵群落等林下的紅光組成与曠地相較有較大比例增长，平均增长10—15%左右。林阴下富有紅光的原因，可能是由于“最容易穿过叶丛的是最长的光波，也就是紅光和紅外光”^[10]的关系。然而，在馬尾松群落中，林阴下的光譜組成却没有什麼显著的变化。也就是說，馬尾松群落中，对生理起作用的光相对地多一些。

还应指出，一般在阴天时，不同群落林下光强度的絕對值与晴天相較，虽显著下降，但林下光强度的相对值——透光系数却較晴天时有所增长，如在生虫树群落的灌木层下，晴天时的最大透光系数为1.63%，而在阴天时却高达5.5%，相差达三倍以上。

三 不同森林群落內的热状况

不同森林群落內的热状况与曠地相較，其差异性主要表现在森林群落在一程度上改变了温度的日变化和年变化以及变化幅度等規律上。

不同森林群落內气温的日变化显著地有异于曠地。无论是夏季（7月）或是冬季（1月），不同森林群落內白天气温总是低于曠地，而夜晚則稍高于曠地。最高温度低于曠地，最低温度則稍高于曠地，而极值的出現亦較迟于曠地。温度振幅也小于曠地，无论是白天增温或是夜晚减温过程均不如曠地那样激烈，日变化远較曠地为緩和，其中白天气温变化的差异尤为显著，如夏季白天最大差异达10°C以上，而夜晚气温变化的差异較小，如夏季一般仅及3—4°C左右（图3）。在不同森林群落間，气温日变化以馬尾松群落最为显著，日振幅較大，变化亦較激烈，具有最高和最低温度极值，无论是

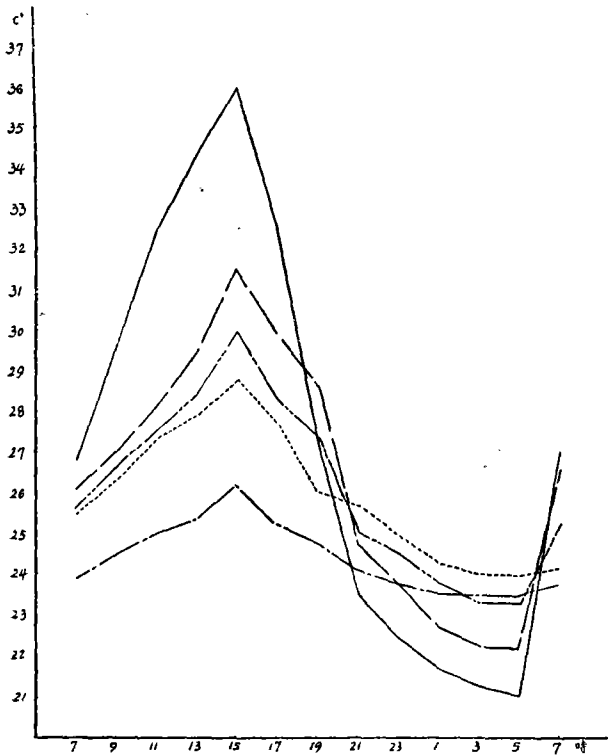


图3 不同森林群落內大气温度的日变化（地上20厘米，1963年7月15—16日）

- 曠地，
- 馬尾松群落，
- 拟群落，
- 生虫树群落，
- 魚尾葵群落。

夏季或是冬季,气温日变化都较近似于旷地气温日变化规律。拟杪欏群落、鱼尾葵群落和生虫树群落等林下气温日变化则较缓和,日振幅较小,即是夏季白天气温变化亦仅在 3—4 °C 之间波动,尤其是拟杪欏群落林下气温变化亦不过在 3 °C 内波动。然而各森林群落间气温日变化仍以白天差异最大,如夏季(7月)白天最大差异达 5 °C,而夜晚气温则趋于稳定,相互间差异较小,一般仅及 1—2 °C 左右(图 3)。

表 1 不同森林群落内平均气温 °C

群落名称	季 节			季 节			年 较 差		
	夏 季	冬 季	年 较 差	夏 季	冬 季	年 较 差	夏 季	冬 季	年 较 差
温 度 值	20CM	150CM	树冠	20CM	150CM	树冠	20CM	150CM	树冠
旷 地	31.8	31.3	—	17.51	17.31	—	14.29	13.99	—
馬 尾 松	29.66	28.87	29.28	15.79	15.75	16.09	13.87	13.12	12.19
生 虫 树	27.22	27.49	29.47	15.53	15.63	16.13	11.69	11.68	12.34
魚 尾 葵	26.77	26.91	—	13.74	13.90	—	13.03	13.01	—
拟 杪 欏	25.53	25.77	—	13.44	13.63	—	12.09	12.14	—

不同森林群落内气温平均值,与旷地相较,无论是夏季或是春季均低于旷地(表 1),这与福建省南平杉木林⁽⁵⁾及云南省西双版纳勐大龙热带雨林⁽¹⁾的气温记录相一致,但却与国内有关教科书^(1,2,3,9)通常所指出的“在冬季的月份里(12月—2月),林中气温白天和夜间都高于田野”⁽³⁾,或者说“通常在群落里,白天和夏季的温度比旷地低,夜间和冬季则比旷地高”⁽²⁾等所谓“冬季林内气温高于旷地”的规律性不相符合。这种所谓“林内气温冬季高于旷地”的说法,是具有一定的局限性,并不应是一个普遍的规律性,象在华南低纬度地区由于冬季无严寒,太阳辐射仍强,白天旷地地面较林内增热仍多,同时向大气输热亦多,致使白天旷地气温高于林内气温甚大,冬季平均气温仍高于林内。而不同森林群落间气温的平均值无论是夏季或是冬季均以马尾松群落为最高,拟杪欏群落为最低(表 1)。

森林群落内气温的季节动态亦较明显,若以冬季日变化与夏季相较,无论是白天增温或是夜晚减温过程均较缓和。冬季最高温度的出现均较夏季迟 1 小时左右,不同森林群落间最大温差尚不及 3 °C。即是平均气温值冬季虽低于夏季,但相差亦不过 11—13 °C 左右(表 1)。同时以日较差的季节变化来看,不同森林群落无疑地均小于旷地,以夏季与冬季相较,夏季日较差较大于冬季,其中尤以马尾松群落为显著,夏季较冬季约大 2 倍左右,极近似于旷地。其他群落虽仍以夏季日较差为大,但相差甚微,或者说几乎没有什么季节差异。以年较差来看,虽仍以旷地及马尾松群落为最大,但相互间差异甚微,不及日较差——尤其是夏季日较差那么悬殊(表 1、2)。

表2 不同森林群落内气温平均日较差(°C)

群 落	項 目		夏季平均日較差			冬季平均日較差		
	溫 差 值	20CM	150CM	树冠	20CM	150CM	树冠	
								20CM
曠 地		10.9	9.55	—	4.31	4.05	—	
馬 尾 松		6.36	6.24	3.66	3.71	3.64	3.36	
生 虫 树		3.7	4.35	5.70	3.12	3.45	4.3	
魚 尾 葵		3.45	3.58	—	2.1	2.45	—	
拟 杪 樺		3.07	3.60	—	2.76	2.95	—	

森林群落内气温的垂直分布与曠地相較，除馬尾松群落外，都有明显的差异。气温的垂直变化無論是冬季或是夏季，在白天是从树冠到地面明显地随着高度的下降而下降，在夜晚气温的垂直分布基本上是趋向于随着高度的下降而增温，但在夜晚气温的垂直梯度变化并不是所想象的那么明显，尤其是在冬季的夜晚（图4、5，表1）。不同垂直高度的气温日变化，无疑地以树冠层最为激烈而显著，变幅较大，随着垂直高度的下降林内气温日变化渐趋缓和，变幅较小（表2）。但馬尾松群落内气温的垂直梯度变化规律则与曠地相类同，而与其他森林群落相反的是气温随垂直高度的上升在白天为减温型在夜晚为增温型，气温的日较差則随垂直高度的上升而递减(图4.5.,表2)。然而，不同森林群落内“由于热量交换微弱，在一天

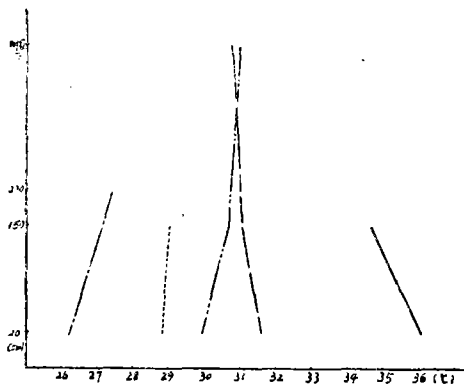


图4 不同森林群落内气温的垂直梯度(1963年7月15日15时)
 ———曠地
 - - - - 馬尾松群落
 - · - · - 生虫树群落
 - - - - 拟杪樺群落
 ·····魚尾葵群落

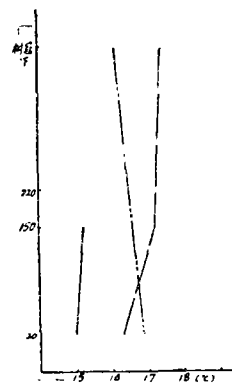


图5 不同森林群落内气温的垂直梯度(1964年1月7日15时)

的任何时间气温都很均匀，近于等温型”⁽⁴⁾，虽有一定的垂直梯度变化，但与旷地相较，却极其微弱而不甚明显，尤其是拟杉槲群落更是如此(图4，表1)。

森林群落内热状况的差异，不仅表现在大气温度上，也明显地表现于土壤温度的变化上。与旷地相较，不同森林群落内土壤温度日变化在白天平均较低，以生虫树群落地表土温为例，约较旷地低达7°C以上。而夜晚平均则稍高，仍以生虫树群落地表土温为例，约较旷地高1.5°C左右。同时无论是白天增温或是夜晚减温过程都较旷地为缓和。土壤温度的日较差亦均低于旷地，尤其是夜晚不同森林群落内土壤温度变化极为稳定。土壤板值均低(最高)或高(最低)于旷地，出现时间亦较迟于旷地。而不同森林群落间土壤温度的变化仍以马尾松群落为显著，变幅较大，并具有最高和最低极值，土温变化规律近似于旷地。拟杉槲群落和鱼尾葵群落内土温的变化则较为缓和，变幅小且极值不甚明显(图6，表3、4)。

不同森林群落中土温的垂直梯度变化亦较明显，各层土温的平均日较差总是随着深度的增加而递减，至20厘米深度时，不同森林群落内土温的日较差渐趋一致，相互间差异甚为微弱(表3)。各层土温日变化的差异仍以白天为显，如以生虫树为例，地表与20厘米深度土温相较，最大差异可达4°C(夏季)或2°C(冬季)左右，其中以地表土温为最高，并随深度的增加而递减。而当夜晚各层土温间的

表 3. 不同森林群落内土壤温度及其日较差

季 节	夏 季						冬 季														
	00		05		10		15		20		00		05		10		15		20		
	一*	二	一	二	一	二	一	二	一	二	一	二	一	二	一	二	一	二	一	二	
群 落																					
深 度																					
温 度																					
群 落																					
旷 地	35.66	19.1	31.85	2.3	31.24	1.63	31.1	1.2	30.67	0.8	17.86	7.17	17.34	4.04	16.39	2.16	16.33	1.34	—	—	
马 尾 松	34.07	12.01	27.79	1.94	26.94	1.61	26.72	1.19	26.25	0.62	17.61	4.46	15.88	1.62	15.69	0.93	15.74	0.50	16.37	0.35	
生 虫 树	26.92	2.6	25.85	1.55	25.55	0.98	25.23	0.7	25.23	0.55	15.35	2.85	15.33	1	44	15.23	0.65	15.13	0.38	15.47	0.27
鱼 尾 葵	26.55	2.93	25.55	0.96	25.43	0.63	25.28	0.53	25.25	0.51	15.12	2.21	14.44	0.85	14.39	0.65	14.31	0.35	14.49	0.20	
拟 杉 槲	24.26	2.27	24.26	0.82	23.69	0.54	24.31	0.67	23.74	0.54	13.34	2.57	13.02	1.00	13.12	0.78	13.46	0.40	13.78	0.31	

* 一为平均土温 二为平均日较差

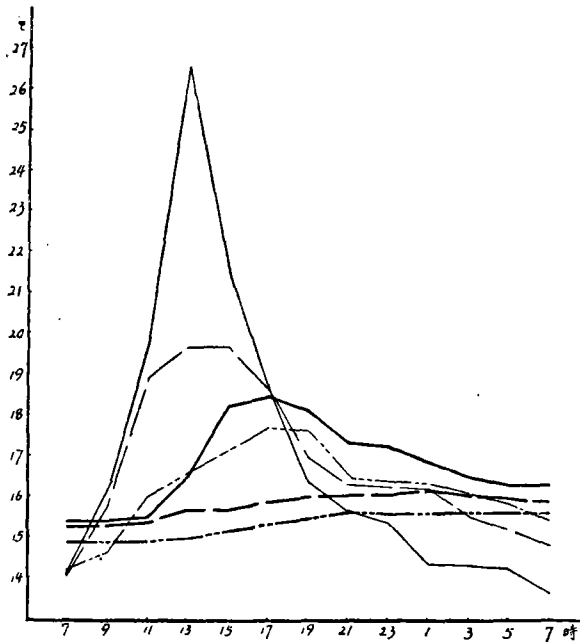


图6 不同森林群落内土温的日变化(1964年1月7—8日)

——曠地, - - - 馬尾松群落, - · - · - 生虫树群落。
(細線示地表, 粗線示15厘米深度)

差异則大为縮小, 如生虫树群落为例, 地表与20厘米深度土温相較無論是夏季或是冬季, 各层土温間的差异总不会超过 1°C 以上, 其中以地表土温为最低, 并随深度的增加而递增。各层土温的季节性变化亦极明显, 無論是平均值或是变幅均是冬季低于夏季。而土温的垂直梯度变化, 在夏季一般是趋于随深度的增加而从地表向深处递减, 在冬季則趋于开始由地表向深处递减, 唯达一定深度(10厘米或15厘米)后則由趋于随深度的增加而递增。这样, 不同森林群落内土温的垂直变化, 无疑地以地表为最大, 并且有較高的平均温值和最高最低极值, 而20厘米深度的土温变化較趋稳定, 并具有較低的温值。不同森林群落間土温垂直变化仍以馬尾松群落为最大, 具有較大的变幅和較高的温值。拟杉羅群落土温垂直变化則較稳定, 無論是冬季或是夏季各层間平均土温总不会超过 1°C 以上, 变幅較小, 温值亦較低。然而, 与曠地相較, 不同森林群落土温的日变化無論是冬季或是夏季均較稳定, 日較差仅及曠地的 $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ 。同时, 無論是冬季或是夏季, 林内土温都較低于曠地, 这与福建省南平杉木林土温观测結果⁽⁵⁾相类似, 而不同于一般教科书^(3,9)等所指出的林土温度“在温暖季节低于林外, 寒冷季节则高于林外”⁽³⁾的年变化特点, 显然, 这与华南低緯度地区, 冬季无严寒, 太阳辐射强有关。不同森林群落与曠地土温的季节差

异,无疑地仍以夏季为最大,各层土温間最大差异可达7—10°C以上,而在冬季則相差不大,最大亦不及5°C。

不同森林群落与曠地土温的差异,明显地表现在地表温度的变化上。无论是夏季或是冬季,地表平均最高温度均以曠地为最高,林内远低于曠地,相互間最大差异达17—20°C左右。而地表平均最低温度虽均以曠地为最低,唯相互間差异甚微,最大差异亦仅及3—4°C左右,其中尤以夏季最低温度相差极微,其最大差异亦不及1.5°C(表4)。但在冬季寒流期間,不同森林群落内地表绝对最低温度远較曠地为高,如1963年12月29日,曠地最低温度为2.8°C,生虫树

表4. 不同森林群落地表平均最高最低温度(0°C)季节动态

群 落	項 目		最低温度	
	季 节		夏季	冬季
	夏 季	冬 季		
曠地	43.8	36.86	22.33	9.9
馬尾松	42.8	20.9	22.4	12.28
生虫树	28.5	17.72	22.9	13.2
魚尾葵	26.91	16.8	23.55	12.98
拟杉櫟	26.7	16.5	23.5	12.95

群落最低温度則达10°C,与曠地相較,竟高达7.2°C。不同森林群落間最高和最低温度变化,仍以馬尾松群落为显著,并具有較近似于曠地的最高和最低温度,尤其是夏季的最高和最低温度几与曠地相同。而拟杉櫟群落和魚尾葵群落的最高和最低温度的变化則較小,与曠地相較差异較大(表4)。

四 不同森林群落內的大气湿度条件

森林群落內的大气湿度条件,一般來說,均較优于曠地,其中尤其是拟杉櫟群落和魚尾葵群落的大气湿度条件极为优越,而馬尾松群落的大气湿度条件則較差,并在一定程度上近似于曠地的大气湿度条件。

森林群落內大气湿度的日变化,以白天为最激烈,夜晚則較恒定,如以大气相对湿度的日变化来看,虽然“在白天,曲綫的一般进程有很多漲落”(7),但其变化的基本趋势是以中午13—15时为最低,早晚則較高,最大差异可达30—40%左右,而夜間无论是冬季或是夏季在漫长的黑夜都处于饱和或接近于饱和的湿度状态。不同森林群落的大气相对湿度以拟杉櫟群落和魚尾葵群落为最大,变幅亦較小,夏季20厘米高度大气平均相对湿度分別达到96.4%和93.56%,变幅仅为13.22%和15.24%,与曠地相較,差异极为显著,如拟杉櫟群落中午高于曠地达36%,魚尾葵群落亦高于曠地27%。馬尾松群落的大气相对湿度則較小,并具有最大的日較差,如夏季平均仅及73—75%左右,日較差高达27.8%,相对湿度的日变化极类似于曠地。如与曠地相較,夏季最大差异亦不超过10%(图7)。

就大气的绝对湿度日变化来看,不同森林群落基本上为海洋性气候的单峰型。

絕對濕度日變化曲綫與氣溫日變化曲綫基本上吻合，最高值出現於白天13—15時氣溫最高時，最低值出現於翌晨氣溫最低時。與曠地相較，不同森林群落虽具有較高的絕對濕度平均值，但絕對最高值却較低於曠地。如在夏季絕對濕度平均值，不同群落約較曠地高2—3毫巴。而最高值，曠地却較不同群落高达2—3毫巴左右（表5）。同時，無論夏季或是冬季，曠地的絕對濕度日變化曲綫均呈雙峰型，絕

對濕度每日出現兩個高峰，一個出現在10—11時，一個出現於15時左右，而在中午13時左右出現一個低峰，雖然，這是由於曠地中午氣溫最高時，亂流作用增強，帶走了近地面層的水汽，因而絕對濕度反而下降了（圖8）。不同森林群落絕對濕度的變化，仍以馬尾松群落為最顯著，具有最大的變幅和極值，以及較低的平均值（表5），而尤其是夏季，馬尾松群落絕對濕度的日變化曲綫為雙峰型，類似於曠地（圖8），顯然這是因為馬尾松群落林冠較稀疏，灌木層亦稀小，林土濕度較小，而氣溫達到最高值時，森林經過較長時間的蒸騰，林土濕度更小了，同時林內亂流作用也較強，近地面層水汽被帶走了，絕對濕度反而下降。其他群落的絕對濕度變化則較為緩和，並具有較高的平均值（圖8，表5）。

不同森林群落內大氣濕度條件的季節變化，以絕對濕度為顯著，並與氣溫的季節變化相類同。如以夏季與

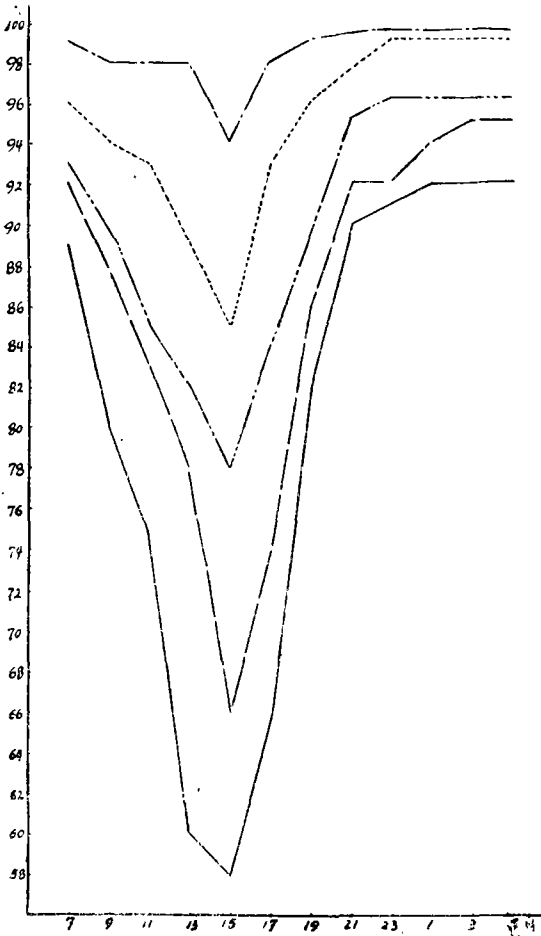


圖7 不同森林群落內大氣相對濕度的日變化（地上20厘米，1963年7月15—16日）

- 曠地
- 馬尾松群落，
-魚尾葵群落，
- 拟杪欏群落，
- 生虫树群落。

冬季相較，無論就平均值或絕對最高值皆以夏季为大，冬季較夏季低10毫巴以上（表 5）。至于相对湿度的季节变化則較微弱，夏季相对湿度虽較冬季为高，但相互間差异仅及 5—8%左右，而相对湿度日較差亦以夏季为大，冬季則較稳定（表 6）。不同森林群落間大气湿度的季节变化，無論就絕對湿度或是相对湿度均以馬尾松群落較为显著，相对湿度的平均值最低，但日較差却最高，而絕對湿度的日变化曲綫，在夏季为双峰型，在冬季則为单峰型，并具有最大值（表 5、6）。

表5. 不同森林群落的絕對湿度(毫巴)

季 节 群 落	夏季 (1963年7月15日)		冬季 (1964年1月7日)	
	日 平 均	最 高 值	日 平 均	最 高 值
曠 地	29.36	36.80	17.95	21.20
馬 尾 松	29.63	33.50	17.97	19.50
生 虫 树	30.29	33.00	18.57	19.30
魚 尾 葵	32.00	34.0	—	—
拟 杉 羅	30.31	32.10	—	—

图 8 不同森林群落內大气絕對湿度日变化地上20厘米 (1963年7月15—16日)

- 曠地,
- 馬尾松群落,
-魚尾葵群落,
- ..——生虫树群落,
- .——拟 群落。

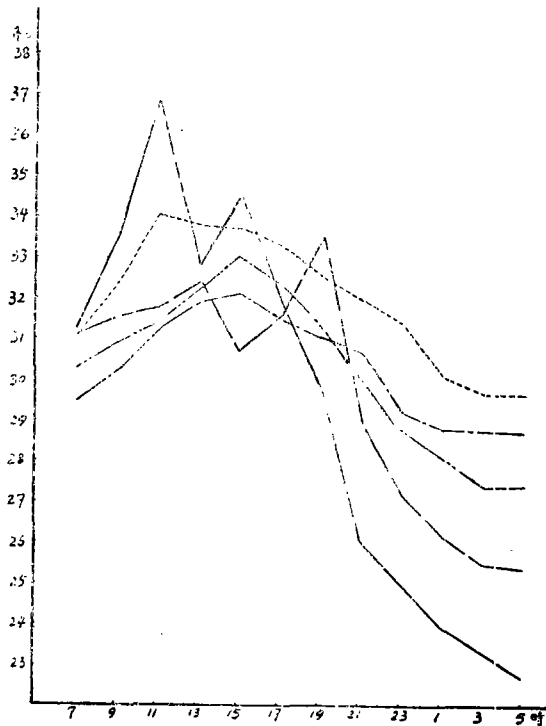


表6. 不同森林群落20厘米的大气相对湿度(%)

群落	夏季		冬季	
	平均	日较差	平均	日较差
馬尾松	73.09	27.80	70.28	15.50
生虫树	87.68	17.67	81.71	8.60
魚尾葵	93.56	15.20	87.04	8.60
拟杪欏	96.40	13.20	88.67	5.50

森林群落内大气湿度的垂直梯度变化规律,基本与曠地相类同,无论是绝对湿度或是相对湿度基本上均随垂直高度的下降而增大,唯夜间在林冠下部略有递增现象。大气湿度垂直梯度变化仍以白天最为激烈,最大差异可达10%以上,在夜间变化则较稳定,差异较微弱,或者说“是没有什么梯度的,各层的大气都接近于饱和状态”(18)。然而,就不同垂直空间大气湿度的日较差来看,除馬尾松群落外,皆是上层大于下层,但与此相反,林内2米以下的大气层,尤其是在夏季白天,大气湿度的变化则较剧烈,向下递增甚速(图9,表7)。

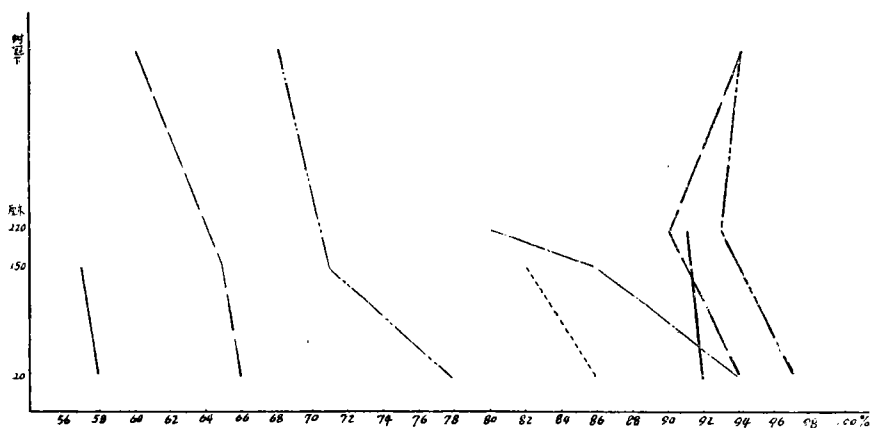


图9 不同森林群落内大气相对湿度的垂直梯度

- 曠地,
 - 馬尾松群落,
 - · - · - 拟杪欏群落,
 - · · · · 生虫树群落,
 - · · · · 魚尾葵群落,
- 細綫示1963年7月15日15时(白天),
粗綫示1964年1月8日5时(夜间)

表7. 不同森林群落夏季相对湿度(%)垂直梯度

群落	高度		20厘米		150厘米		林冠下	
	相对湿度		平均	日较差	平均	日较差	平均	日较差
馬尾松			73.09	27.80	73.55	25.20	75.9	20.70
生虫树			87.68	17.67	83.53	22.20	83.32	26.49
魚尾葵			93.56	15.20	92.33	18.50	—	—
拟杉羅			96.40	13.20	93.17	15.40	—	—

五 不同森林群落的小气候特点

森林群落小气候的特点,“大部分是取决于森林大气与外界大气間的阻碍完备与否”(7)。由于森林群落林冠层的盖幕作用,阻碍了林内与林外空气的交流,截留了部分降水,同时在白天由于不同层次植物的反复吸收和反射,致使进入林内的太阳辐射能量极其微弱,而这点微弱的能量又多用于林内土壤的增热和水分蒸发。再加以林内风速小,乱流作用弱,而在夜间由于林内各植物层次由下而上地反复阻碍着林内热量的向林外扩散,和由上而下地层层阻滞冷空气的下沉,从而形成了林内光弱,温度较低,湿度较大,变化较缓和以及垂直梯度变化特点等截然不同于林外的森林小气候。而不同森林群落小气候特点的差异,无疑地基本上也是取决于森林的盖幕作用的差异。

鼎湖山地区的几种森林群落,也正由于它们在种类组成和结构特征上的差异,以及它们所形成的盖幕作用的差异,不同森林群落的小气候特点也就显著不同。如同馬尾松群落,由于结构简单,种类单纯,林冠的盖幕作用差,致使林内光强,温度高,湿度条件差,各气象要素波动大,因而,馬尾松群落的小气候特点,与曠地相較,虽有一定的量的差异,但在本质上仍基本遵循着曠地气候变化规律,并没有显著的独特的小气候特性。又如生虫树群落,无论在组成或结构上都较复杂,林冠较密厚,郁闭度大,盖幕作用强,致使林内小气候截然不同于林外曠地气候,相互間不仅是各气象要素在强度上有很大的差异,并具有不同的质的差异,尤其是林内温度和湿度等气象要素在垂直梯度变化上表现出独特的规律性。这样,林内就形成了弱光,低温,高湿而稳定的小气候条件。森林群落小气候的优越性,在不良的大气条件下尤为显著。如在1963年春季大旱期间,生虫树群落内的相对湿度平均仍达75%以上。而在1963年12月寒流侵袭期间,林内地面最低温度仍较曠地高出7°C以上。由此可见,森林群落创造优良小气候条件的巨大作用。

森林群落小气候的特点,无疑地直接表现在各气象要素的变化上。而林内小气候各气象要素的变化,一般来说是首先取决于光条件,随着光条件的变化从而相应

地变化,如光强则伴随着高温,低湿,变幅大等特点,而温度和湿度的变化总是迟于光条件的变化。因之,在这个意义上,光条件可说是森林小气候的主导因子。同时,温度和湿度间也互有影响,一般来说高温会引起低湿,但反过来,高湿也会引起低温。这样,森林群落小气候的变化虽在很大程度上取决于光条件的变化,但也并不是完全绝对相平行于光条件的变化。例如,生虫树群落林冠下的光强度与拟桫欏群落相比较,差值是微弱的,但温度却较高,湿度较低和变幅较大于拟桫欏群落,也就是说,拟桫欏群落林冠下虽具有较强于生虫树群落林冠下的光强度,但却没有相对的高温和低湿等小气候变化。显然,在拟桫欏群落林冠下的小气候变化中,光条件并不占有主导地位,而拟桫欏群落所处的山谷地形,流动的地面溪水以及浓密的拟桫欏(*Cyathea podophylla*)叶丛等却具有积极意义,这也就是说,在一定程度上是反映了土壤温湿效应。鱼尾葵群落小气候也具有类似情况。因而,不同森林群落小气候的变化也极其错综复杂,而不同森林群落小气候的差异,虽在一定意义上是取决于群落的盖幕作用的差异,但群落所处的生境条件的差异也是形成小气候特点的一个不可忽视的重要因素。

参 考 文 献

- [1] 云南大学: 1962, 植物群落学讲义(初稿)
- [2] 北京大学等: 1961, 植物学基础与植物地理学(第二部分, 植物地理学) 人民教育出版社
- [3] 北京林学院森林气象教研组: 1961, 林业气象学, 农业出版社
- [4] 卢其尧: 1964, 热带地区林内和林外的能量平衡与小气候的比较, 林业科学 9.1: 45—54
- [5] 宋兆民等: 1960, 福建南平杉木林气象效应初步观测研究报告, 林业研究所 研究报告,
- [6] 张宏达等: 1955, 广东高要鼎湖山植物群落之研究 中山大学学报 第三期(自然科学版) 159—225
- [7] Richards P.W. 1957 The Tropical Rain Forest.
- [8] Иванов Л.А. 1957 树种生活中的光和水分(刘健良等译) 科学出版社
- [9] Костин С.И. 1953 气象学与气候学原理(杜淪聪等译) 中华书局
- [10] Ярошенко П.В. 1961 Геоботаника

The Microclimate in the Subtropical Forest Community of Ting-hu Shan, Kwangtung

Wang Bo-sun, Huang Ching-chang, Huang Pei-you

Abstract

Recent observations were made to investigate the microclimate in the subtropical forest community of Ting-hu Shan, Kwangtung, during the period of July, 1963, and January, 1964.

The results of the observations may be summarized as follows:

1. In the subtropical forest community the light intensity is much weaker than that on the open ground. The average maximum light intensity of the forest shade near ground-level is only 1—20% that of the open ground, and the light in the forest shade is relatively rich in red rays. The sunfleck intensity is not only in inverse ratio to the distance from the interspace of tree-crown to the ground but also in direct ratio to the diameter (or area) of the sunfleck.

2. The average air temperature and the average soil temperature in the subtropical forest community, whether in summer or in winter, are consistently lower than that on the open ground.

3. In the subtropical forest community the average relative humidity and the average absolute humidity are higher than that on the open ground. The curve for the daily march of absolute humidity shows always monopeak-form.

4. In the subtropical forest community the microclimatic feature is the light weaker, the temperature lower, the humidity higher, the amplitude of fluctuation smaller than that on the open ground, and the vertical air temperature gradient is contrary to that on the open ground, but the microclimatic feature of *Pinus massoniana* Association is similar to that on the open ground.

5. The difference among the microclimates in the various types of the subtropical forest community is mainly determined by the floristic composition and structure of the forest community. The microclimate of

Pinus massoniana Association is similar to that on the open ground because its floristic composition and structure are simple and sparser. But other forest communities have many species and two or three tree stories which constitute a moderately dense canopy, and form a particular microclimatic condition differing from that on the open ground. Therefore, the study of the microclimate in the subtropical forest community has great theoretical and practical significance.