

热带人工雨林小气候效应分析

刘文杰 段文平

(中国科学院西双版纳植物园热带森林生态站 云南勐仑 666303)

摘要 以纯胶林、胶茶人工林及旷地为对照,分析了人工雨林的小气候效应。结果表明,随着林内层次的增加,林内太阳辐射量急剧减少;冬季人工雨林产生明显的热效应,为橡胶树的抗寒越冬提供了保障;且人工雨林内温、湿度日较差最小,对风的消弱最强。

关键词 人工雨林 小气候效应 橡胶树 茶树

自 60 年代以来,中国科学院昆明生态所西双版纳生态实验站(现为西双版纳热带植物园森林生态站)结合热带雨林生态系统的研究开展了多层多种人工生态系统实验生态学研究,取得了一系列研究成果^[1],其中胶—茶人工群落模式已在我国热带地区大面积推广。另外,根据热带雨林结构上的多层性、物种组成的多样性、功能上高稳定性,人工模拟这种自然植被的最佳组合形式,创造既有高生态效益又有高生产力并能持续利用的人工植被——人工雨林,这是热带森林生态系统研究结合生产实践的新探索。由于人工雨林的特殊性,其小气候要素进行再分配。本文据纯胶林、胶—茶林及旷地为对比,分析人工雨林的小气候特征及效应。实验概况已作过报道^[2]。

1 人工雨林内太阳辐射能的分配

由于上层橡胶林冠叶片的重叠阻挡和反射、吸收,太阳辐射到达林下已被削弱了很多。据晴日观测(表 1),各人工林内太阳辐射强度比旷地小得多。09 时,纯胶林及胶茶林内太阳辐射强度仅为旷地的 29%,而人工雨林因受第二层乔木冠层的阻挡,相应更小,仅为旷地的 17%。随着太阳的升高,林内辐射强度增大,但不及旷地,故 11 时各人工林内总辐射相比于旷地,反而略有下降,分别占旷地的 24%、23%

17%。中午 14 时,辐射较强,林内到达量增多,占旷地的辐射百分数升高。从表中还可看出,随时间增强的总辐射中,林内散射辐射增多较小,直接辐射增多较大。如纯胶林内 09 时至 14 时,散射辐射由 $0.32\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$ 仅增到 $0.57\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$,而直接辐射增大量却为散射辐射增大量的 2 倍之多。同时,随着林内层次的增多,总辐射到达量急剧减小,表现为旷地 > 纯胶林 > 胶茶林 > 人工雨林。

我们据 5d 的各时刻辐射平均变化观测发现,受上午云雾影响,旷地各辐射值不对称于正午。林内则由于橡胶树行向、坡向、坡度及林冠影响,各辐射分量最大值出现时间均比旷地偏晚,如旷地直接辐射最大值在 12:30 左右,而人工雨林却在 14:00 左右,纯胶林及胶茶林在 13:00 左右,而且强度远小于旷地,其中以人工雨林最甚。又如旷地总辐射分量约在 12 时达最大,而人工雨林偏后约 2h(14 时),其不对称性更加明显。同时还注意到,人工林各辐射分量早(晚)过零时刻都比旷地落后(超前)。各人工林相比,落后(超前)以人工雨林最多,其次为胶茶林及纯胶林。而这种现象在净辐射变化中最明显,如旷地过零时刻为 08 时和 18 时,而纯胶林、胶茶林早上约落后 40min,人工雨林落后 90min,相应下午各超前 60min、

表 1 太阳辐射随环境分配比较(1984. 01. 24) (单位: J/cm² · min)

时 间	9: 00			11: 00			14: 00			Σ (q+ Q)
项 目	q	Q	Σ (q+ Q)	q	Q	Σ (q+ Q)	q	Q	Σ (q+ Q)	平 均
旷 地	1. 28	0. 73	2. 01	2. 81	0. 85	3. 66	3. 83	0. 87	4. 70	3. 51
纯胶林	0. 26	0. 32	0. 58(29%)	0. 41	0. 46	0. 87(24%)	0. 85	0. 57	1. 42(30%)	0. 96(27%)
胶茶林	0. 26	0. 32	0. 58(29%)	0. 41	0. 44	0. 85(23%)	0. 85	0. 53	1. 38(29%)	0. 94(27%)
人工雨林	0. 12	0. 22	0. 34(17%)	0. 28	0. 36	0. 64(17%)	0. 58	0. 39	0. 97(21%)	0. 65(19%)

70min、120min。这是因为早晨旷地地面温度较低而有效辐射小, 较小的太阳辐射就能与其平衡而使净辐射趋于零; 相应傍晚净辐射过零晚的原因是因当时地表温度较高而有效辐射大, 因而需较强的太阳辐射与之平衡。对各人工林而言, 早晨尽管各人工林地表温度均低于旷地(图 2) 而有效辐射较小, 但却需有较强的太阳辐射被林冠消弱后透射下来与之平衡, 故过零时刻后于旷地。同理, 傍晚各人工林内净辐射过零时刻又超前于旷地, 尤以人工雨林超前最多。

同时在各测点, 夜间净辐射值人工雨林> 胶茶林> 纯胶林> 旷地, 这是因为夜间林冠层对地表辐射的消弱作用随林冠层增多而增强。

2 林内温、湿度状况

2.1 温、湿度年变化

太阳辐射在各人工林内的再分配决定了其热量状况, 使各自温、湿度有所差别(图 1)。干季的 3 月份各人工林较旷地增温最明显, 由于此时期为橡胶树集中落叶期, 冠层开放, 太阳辐射可直接射入林内, 加之林内枯枝落叶层基本

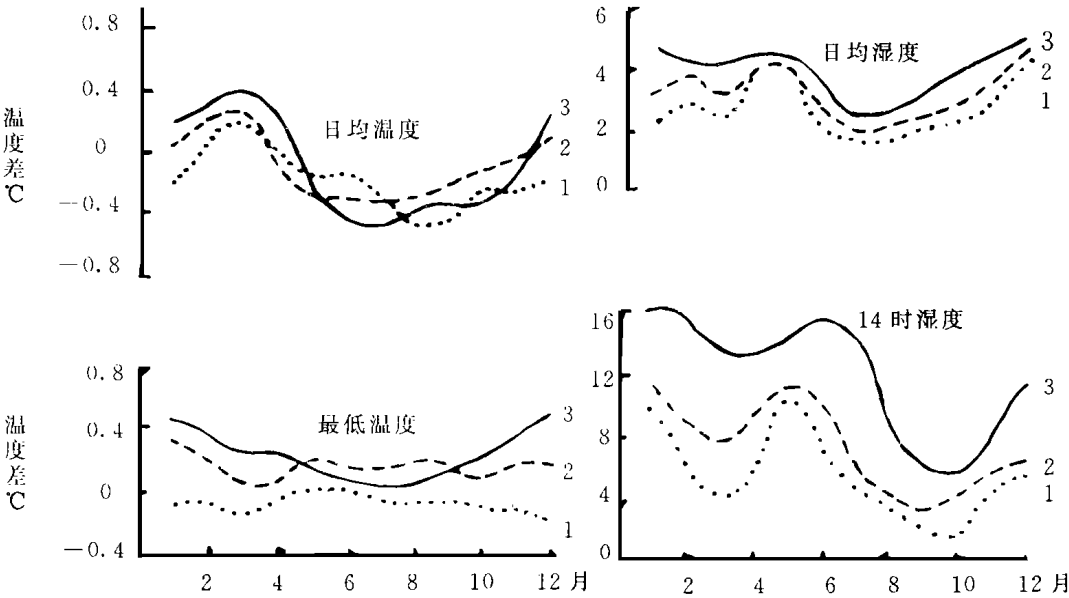


图 1. 人工林与旷地 1.5m 高处温、湿度差值变化

(1. 纯胶林; 2. 胶茶林; 3. 人工雨林)

切断地面蒸发和隔绝土层增温^[3], 故林内增温较大, 林内增温人工雨林> 胶茶林> 纯胶林。雨季 6 月~10 月林内则表现出显著的凉湿效应, 同样以人工雨林最明显。12 月和 1 月, 纯胶林呈现冷效应, 而胶茶林及人工雨林仍是呈热效应(分别高出旷地 0.1 、0.2)。

人工林各月均表现出湿效应, 以干季 11 月

~2 月较明显, 其中增湿强度以人工雨林最大。雨季, 林内湿度与旷地差别变小, 仍以人工雨林差别较大。

温、湿度日较差各月林内均小于旷地, 以 4 月最明显, 雨量最多的 7 月最小。且随林内层次增多, 差别增大(表 2)。

表 2 各人工林与旷地温、湿度日较差的差值比较

月		1 月	4 月	7 月	10 月	平均
温 度 (°C)	纯胶林	- 1. 9	- 3. 6	- 1. 1	- 1. 5	- 2. 0
	胶 茶 林	- 2. 3	- 4. 1	- 1. 6	- 1. 8	- 2. 5
	人工雨林	- 3. 9	- 5. 4	- 2. 2	- 2. 4	- 3. 5
相 对 湿 度 (%)	纯胶林	- 13	- 17	- 7	- 12	- 12
	胶 茶 林	- 13	- 19	- 7	- 14	- 14
	人工雨林	- 16	- 24	- 9	- 15	- 16

2. 2 温、湿度的垂直分布

图 2 所示, 早晨 08 时, 旷地地面开始迅速增温, 1. 2m 至地表已成日射型分布, 之上却仍是夜间辐射型逆温分布, 而土温此时也是辐射型。纯胶林与胶茶林 1m 以下与旷地温度分布

相似, 但垂直变化较旷地缓慢, 1m 以上仍有较弱的逆温存在, 而人工雨林内 1. 5m 以下均是日射型分布。同时, 地表以上各层温度以人工雨林内最高, 显示了其较强的增温效应。

中午 14 时, 旷地土温及气温均是日射型分

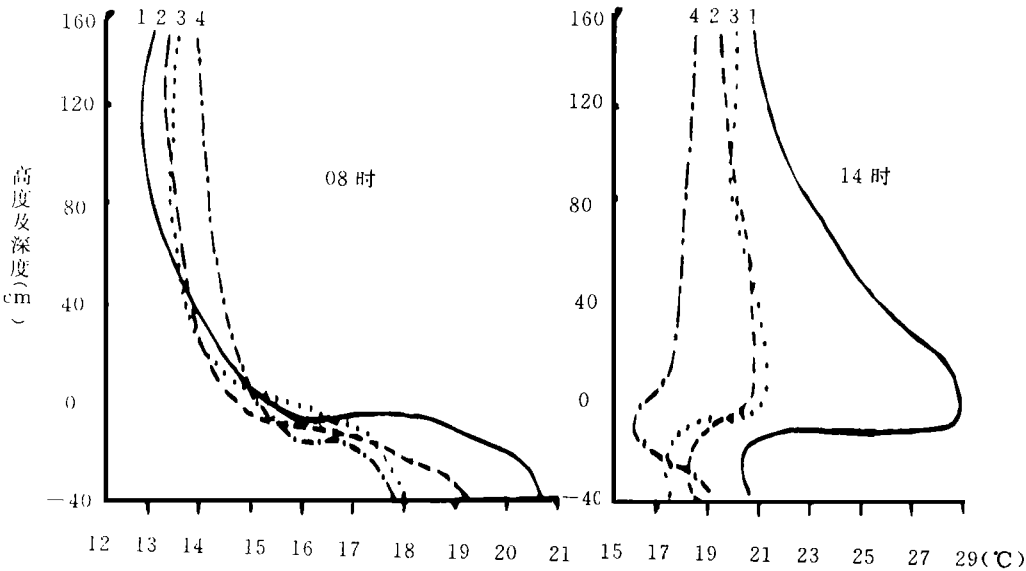


图 2. 人工林与旷地气温及土温的垂直变化(1994. 01. 20)

(1. 旷地; 2. 纯胶林; 3. 胶茶林; 4. 人工雨林)

布(0.2m 以下土温为辐射型),但胶茶林及人工雨林却不同。在胶茶林内 0.9m 高度以上有较弱的逆温分布,而人工雨林地表以上就有明显的逆温分布(靠近地表处最强),这与林内高湿、微风和弱光有关,加之白天植物蒸腾吸热,逆温极易形成。

近地层水汽主要靠下垫面蒸发提供,并通

过湍流输送得来,离地面越高,则空气中水汽含量越少。如图 3 所示,08 时各人工林与旷地绝对湿度均随高度增高而递减,且人工林地表层(0.4m 以下)湿度梯度均较旷地大,以人工雨林最明显。相应,14 时因旷地及各人工林内湍流加强,湿度分布较相近。各人工林相比,近地层湿度的递减率人工雨林< 胶茶林< 纯胶林。

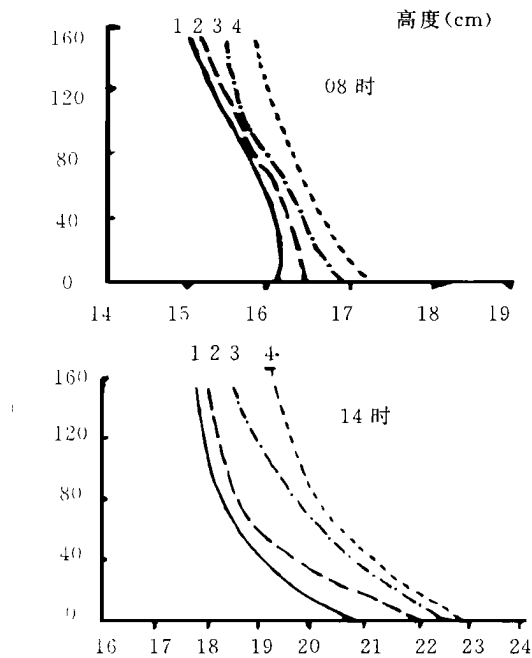


图 3. 人工林与旷地绝对湿度垂直变化(1994. 01. 20)
(1. 旷地; 2. 纯胶林; 3. 胶茶林; 4. 人工雨林)

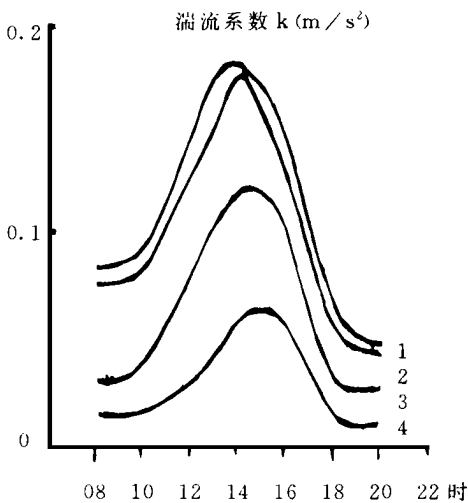


图 4. 人工林与旷地白天 1m 高处湍流变化
(1. 旷地; 2. 纯胶林; 3. 胶茶林; 4. 人工雨林)

3 林内风状况

由于风到达林内后,受到林带阻挡,风速自然减小,尤其是在人工雨林内(表 3)。14 时,旷地平均风速为 0.52m/s,而人工雨林内仅有 0.08m/s; 17 时分别为 0.38m/s、0.15m/s。可见,人工雨林对风的削弱很强。风速的削弱必然

导致湍流状况的改变,据风速及温度梯度,利用 1m 高处湍流系数公式^[4] $[K = 0.104 \cdot u(1 + 1.38 \cdot t / u)]$,计算得旷地及各人工林内 1m 处湍流系数日变化(图 4),白天旷地湍流最强,人工雨林内最弱。这种湍流交换的减弱,对人工林内热量的聚集、温度的增高有决定性的作用。

表 3 各人工林与旷地风速比较 (单位: m/s)

高 度	14:00				17:00			
	旷地	纯胶林	胶茶林	人工雨林	旷地	纯胶林	胶茶林	人工雨林
150cm	0.55	0.42	0.35	0.15	0.5	0.42	0.38	0.20
50cm	0.48	0.40	0.20	0.0	0.25	0.22	0.10	0.10
平 均	0.52	0.41	0.28	0.08	0.38	0.32	0.23	0.15

通过对各人工林由林缘至林内的 2m 高处水平风速的测定,求得各人工林内风速与林外风速之间的拟合方程(表 4),可看出,人工雨林对风速的削弱最强。据测定,林内距林缘 10 行处的风速,纯胶林内减弱到 60%,胶茶林为 45%,而人工雨林内仅为 10%。

表 4 林内与林外风速的拟合方程

林 型	方 程	相关系 数
纯 胶 林	$u = u_0 e^{-0.0966L}$	- 0.8257
胶 茶 林	$u = u_0 e^{-0.1557L}$	- 0.8809
人 工 雨 林	$u = u_0 e^{-0.9351L}$	- 0.9979

* (以 u 为林内风速, u_0 为林外风速, L 为测点至林缘的橡胶树行数)

5 致谢: 本文得到张建候研究员的审阅修改表示感谢!

参考文献

1 中科院云南热带植物研究所, 广东省海南农垦局编. 胶茶人工群落研究与推广材料汇编. 1985: 1~5
2 刘文杰. 西双版纳人工雨林的土壤温度变化规律. 云南热作科技. 1997, 20(1)
3 张克映. 林地增温效应与热带橡胶林的抗寒结构. 农业气象, 1982, 2(1): 19~25
4 中央气象局科学研究所. 热量平衡观测法. 北京: 气象出版社. 1980

4 小结

随着林内垂直层次的增加, 林内总辐射量急剧减小, 呈人工雨林< 胶茶林< 纯胶林< 旷地。林内各辐射分量远小于旷地, 日最大值出现时间比旷地偏后, 尤以人工雨林最突出。

冬季 12 月和 1 月, 人工雨林与胶茶林表现出热效应。同时, 随着林内层次的增加, 林内温湿度日较差变小, 产生少变缓变的调控效果。

林内对风的削弱, 以人工雨林最强, 而胶茶林及纯胶林依次次之。这导致湍流在人工雨林内最弱, 从而对林内冬季温度增高有决定性作用。

Analysis of Microclimatic Effect of Tropical Artificial Rainforest

Liu Wenjie Duan Wenping

(Tropical Forest Ecosystem Station, Xishuangbanna Botanic Garden,
Chinese Academy of Sciences, Menglun, 666303)

Abstract Microclimatic factors including solar radiation, temperature, humidity, and wind and so on in artificial rainforest were studied. The results indicated that the solar radiation intensity under the rubber crown canopy was reduced along with the intercropping layer added. The hot effects exerting in winter in polylayer provided the guarantee for rubber resisting cold. The daily rang of temperature and humidity were reduced, and the wind velocity was weakened.

Key words artificial rainforest microclimatic effect analysis