

S725.2
2

樟树檫树混交林和湿地松纯林 水文及小气候的研究

湖南省林业科学研究所

张玉荣 张传峰

一九九〇年十一月

前 言

有关混交林的报道很多，而对混交效益的问题多是从生长量的角度来阐述的。为了认识混交林和纯林生态系统结构和功能的差异，弄清对系统的平衡和稳定起重要作用的物质循环和能量流动规律，以及确切估计森林多方面的生态效益。我们选取典型的阔叶混交林和针叶纯林以及草丛灌木地三个类型进行了研究。从森林水量分配、养分物质循环和对气候反应这一角度，比较樟橡(阔叶)混交林与湿地松(针叶)纯林、乔木和杂灌木之间理水功能、养分物质和小气候的差异，从而为正确评价森林，特别是混交林的生态效益，同时为今后营造人工林选择最佳组合、最佳结构，产生最大生产力和维护地力提供理论依据。

本研究得到覃正琪副研究员的指导和大力支持。谨表谢忱。

参加本研究筹建人员：刘增荣、李连冰

参加本研究观测人员：刘帅成、雷正菊

枯落物养分、土壤养分分析：申玉民、吴建平、吴惠仙

一、研究区域和方法

试验点位于长沙市南郊湖南省林科所试验林场。选择三个不同植被类型的样地(详见表一)安排试验。

表一、试验样地概况

区号	样地	坡向	坡度	土质	土层厚 (m)	土壤容重 g/cm^3	树种	比例	年轮	胸径 (cm)	密度 株/h	郁闭度	草灌层	
													高度(m)	盖度
I	混交林	NE	10度	红壤	0.8-1.5	1.40	橡	30.9%	12	12.4	1739	0.90	0.8-1.5	45
							樟	69.1%	9	5.6				
II	松纯林	N	9度	红壤	1.0-1.5	1.17	松	100%	13	12.7	1475	0.95	/	/
III	灌丛地	N	11度	红壤	1.0-2.0	1.47	/	/	/	/	/	/	0.8-1.0	90

第I区是以橡樟为主的人工混交林,造林时为橡树纯林,后补进樟树,82年又补植了苦槠,在进行试验时由于苦槠平均高不到1.0米,所以作为下木看待。

第II区为湿地松纯林,林分下无下木。

第III区为灌丛地,这里曾是人工油茶林,在试验前,伐除全部油茶,试验期地被物为白茅、金樱子、少量油茶萌芽条等。

在三个区内设置20×20米地表径流场各一个测定地表径流,取各径级树木2-3株测定树干茎流,设置雨量筒测定降水量和林中穿透水量,在第I区和第II区设置枯落物收集框(1×1米)8个,收取枯枝落叶进行分析,每个样区设置2个土壤剖面,分层采取土样分析,同时还测定了林内外蒸发、气温、土壤温度等项目,并取各种水进行水质分析。

二、结果与分析

(一)水文效应分析

1、林冠层对降水输入的影响

雨水降落到森林这个界面上,森林的反作用就是使其再分配,了解不同植被对于降水的反作用,有利于加深认识森林生态系统的特征及其生态效益。

各月测得的树冠截留值见表二

表二、林冠对降水的截留

(86—88年)

单位:毫米

月份	空旷地 降水量	林 中 降 水 量							
		混 交 林				湿 地 松 林			
		净降水	%	截留量	%	净降水	%	截留量	%
1	58.7	53.8	91.7	4.9	8.3	46.3	78.9	12.4	21.1
2	112.3	105.3	93.8	7.0	6.2	99.5	88.6	12.8	11.4
3	103.6	100.0	96.5	3.6	3.5	95.6	92.3	8.0	7.7
4	128.4	119.1	92.8	9.3	7.2	115.6	90.0	12.8	10.0
5	148.9	136.9	91.9	12.0	8.1	133.0	89.3	15.9	10.7
6	183.3	172.6	94.2	10.7	5.8	171.2	93.4	12.1	6.6
7	123.7	114.9	92.9	8.8	7.1	115.8	93.6	7.9	6.4
8	92.8	83.7	90.2	9.1	9.8	88.5	95.4	4.3	4.6
9	76.5	69.2	90.5	7.3	9.5	70.0	91.5	6.5	8.5
10	101.6	98.9	97.3	2.7	2.7	99.2	97.6	2.4	2.4
11	79.7	75.5	94.7	4.2	5.3	72.7	91.2	7.0	8.8

(1)在生长季(5—9月),混交林随着橡树叶的生长林冠对降水的截留百分比增大。5—9月平均为8.1%,而休眠期(10—4月)则为5.5%。

(2)混交林林冠截留率的最大值在8月份,这是由于秋季气温高、降水量小、林冠层干燥的缘故。两个样区的第二峰值都在5月,说明生理需水量较大。

不同树种对降水的截留量是不同的,落叶林分的生长期和休眠期对降水的截留也有差异。我们求取穿透水(P_t)和林冠截留量(I)与林外降水(P)之间的相关关系如下:

樟橡混交林:

$$\text{生长期: } P_t = -0.2578 + 0.9276P \quad (R=0.9985 \quad N=103)$$

$$I = -0.0269 + 0.7410P \quad (R=0.6549 \quad N=103)$$

$$\text{休眠期: } P_t = -0.0820 + 0.9338P \quad (R=0.9977 \quad N=119)$$

$$I = -0.2191 + 0.5503P \quad (R=0.5176 \quad N=119)$$

湿地松: $Pt = -0.9501 + 0.9681P$ ($R = 0.9974$ $N = 243$)

$I = 0.5191 + 0.4546Lnp$ ($R = 0.4912$ $N = 243$)

从上述方程看出, (1) 在混交林中, 生长期的截留回归系数大于休眠期, 分别为0.7410和0.5503, 相应穿透水的回归系数在生长期小于休眠期, 分别为0.9276和0.9338。(2) 据观测, 在休眠期降水量达0.5mm时, 混交林开始有穿透水, 而在生长期降水量要达到0.8mm, 这与松纯林相同。

林冠对不同雨量级的截留量是不相同的。表三、表四揭示了两种林分对不同雨量级的截留效果, 在混交林中, 又分生长期和休眠期进行分析。

表三、湿地松纯林对不同降水级的截留作用

单位: 毫米

雨量级	观测次数	降水量	穿透水		截留量	
			量	%	量	%
0.1-0.5	5	0.4	0	0	0.4	100
0.6-1.0	15	0.8	0.3	39.2	0.5	60.8
1.1-2.0	24	1.5	0.8	55.4	0.7	44.6
2.1-4.0	31	3.2	2.3	72.3	0.9	27.7
4.1-6.0	26	4.8	3.4	70.6	1.4	29.4
6.1-10.0	33	8.0	6.7	82.9	1.4	17.1
10.1-15.0	25	12.3	10.7	87.1	1.6	12.9
15.1-20.0	16	17.7	16.6	93.5	1.2	6.5
20.1-30.0	18	25.1	22.8	91.0	2.3	9.0
30.1-40.0	12	35.1	32.7	93.1	2.4	6.9
40.1-60.0	12	47.6	45.3	95.0	2.4	5.0
60以上	5	76.3	73.6	96.5	2.7	3.5

表四、樟橡混交林对不同降水级的截留作用

单位: 毫米

雨量级	观测次数	休 眠 期						观测次数	生 长 期					
		降水 量级	穿透水		截 留		降水 量级		穿透水		截 留			
			量	%	量	%			量	%	量	%		
0.1-0.5	2	0.15	0	0	0.15	100	5	0.36	0	0	0.32	100		
0.6-1.0	7	0.8	0.5	66.1	0.3	33.9	8	0.8	0.05	6	0.75	94		
1.1-2.0	15	1.5	1.2	81.9	0.3	18.1	9	1.4	0.9	67.4	0.5	32.6		
2.1-4.0	17	3.3	2.9	90.3	0.3	9.7	13	3.2	2.8	86.7	0.4	13.3		
4.1-6.0	15	4.8	4.3	89.4	0.6	10.6	11	4.7	4.2	88.5	0.5	11.5		
6.1-10	22	8.2	7.5	91.5	0.7	8.5	11	7.7	6.9	89.5	0.8	10.5		
10.1-15	15	11.7	10.8	92.2	0.9	7.8	10	13.6	12.1	89.0	1.5	11.0		
15.1-20	9	17.3	16.5	95.2	0.8	4.8	7	18.2	16.8	92.2	1.4	7.8		
20.1-30	9	24.5	22.6	92.3	1.9	7.7	9	25.7	23.2	90.2	2.5	9.8		
30.1-40	6	36.3	34.8	96.0	1.5	4.0	6	34.02	32.4	95.1	1.7	4.9		
40.1-60	2	48.9	46.9	95.9	2.0	4.1	10	47.4	44.0	92.8	3.4	7.2		
60	1	85.7	79.5	92.8	6.2	7.2	4	74.0	67.5	91.2	6.5	8.8		

(1) 随降水量的增大, 两种林分的截留量都增加, 降水量从1.0到60.0mm时, 松纯林的截留量从0.5增加到2.7mm, 混交林生长期的截留是从0.7增大到6.5mm, 休眠期由0.3增大到6.2mm。

(2) 降水量为15.0mm时, 松纯林和生长季的混交林的穿透水可达到90%, 而休眠期降水只要达到5.8mm时, 混交林穿透水就达90%。

(3) 混交林生长期的截留量比休眠期平均大22.8%。

2、不同地被物上的地表径流

降落到森林中的雨水, 除了林冠层的作用外, 大部分渗入到土壤中, 没有及时渗入土中的降水就形成地表径流流出森林这一系统, 从而完成森林生态系统与其他系统的信息和物质交流。不同的地被物其径流系数不一致, 因而在相同降水条件下所产生的地表径流量也就不等, 详见表五。

表五、不同降水的地表径流变化

空旷 降水 (mm)	样 区	径流时间变化			水头高 (cm)	地 表 径流量 (mm)	占降水 %
		起 止		总延续 时 分			
		日 时 分	日 时 分				
18.4	I	25 13 25	25 20 30	7 05	16.80	0.91	4.4
	II	25 13 14	25 18 40	5 26	18.40	0.88	4.8
	III	25 13 30	26 10 10	11 40	7.8	0.33	1.8
50.8	I	22 00 10	22 12 30	12 20	5.6	0.55	1.08
	II	22 00 19	22 11 50	11 31	9.5	1.46	2.87
	III	22 00 11	22 17 30	17 19	0.9	0.37	0.73
7.2	I	8 00 10	8 04 10	4 00	4.8	0.05	0.7
	II	8 00 09	8 04 20	4 11	6.1	0.12	1.7
	III	8 00 08	8 02 20	2 12		0.002	0.03

理论上, 当土壤孔隙饱和后产生地下渗漏, 而当降水大于土壤的渗透能力时才产生地表径流。人工林由于在造林时的大工程量整地和成林后郁闭度大的原故, 在试验区 I、II 林下无杂草灌木, 人为干扰使土壤表面板结, 所以在土壤非毛管孔隙远未饱和时就产生了地表径流, 一般降水量在4毫米时出现地表径流。

径流时间滞后于降水时间。其值的大小随降水强度的不同而不同。径流持续时间(见表五)是灌丛地大于混交林大于湿地松纯林。在50.8毫米的大雨时, 径流持续时间混交林比松纯林延长近1个小时, 这有利于水分下渗到土层中。

湿地松纯林的地表径流量大于混交林大于灌丛地, 在50.8毫米大雨时, 松纯林的最

高水位比混交林高3.9厘米,地表径流量比混交林多2.65倍。地表径流量的大小还与土壤湿度有很大关系,在连续下雨的情况下,地表径流量较大。8—9月份干旱少雨季节,同一降水级其地表径流量要小。表五中18.4毫米降水是选取了几天连续下雨的情况,其水头高和地表径流都较大。第Ⅲ区(灌丛地)由于地被物密度大,土层结构松散,地表无人为的采压,土层厚度较大,其降水主要为填充土壤孔隙并以地下渗漏形式输出本系统。故其地表径流相当小。

由此可见,地表径流量、径流时间受土壤和植被的影响较大,就减少径流量而言,土壤中吸持和滞留的水分提供了较大的空间。植被的影响又以多层次的混交林和林地下木及地被物较浓密的森林类型为佳。

3、不同树种的树干茎流

林冠截留的降水,一部分蒸发返回大气层,另一部分沿树干流入地面。不同林木的树干茎流量不相同,在林木生长的不同季节也有差异。我们分别计算了三个树种在生长期和休眠期树干茎流与降水量的相关函数。结果如表六。

表六、不同树种的树干茎流回归方程系数表

树种	樟 树		橡 树		湿 地 松	
季节	休 眠 期	生 长 期	休 眠 期	生 长 期	休 眠 期	生 长 期
方程式	$Y = AXB$	$Y = A + BX$	$Y = A + BX$	$Y = A + BX$	$Y = A + BX$	$Y = A + BX$
A	350.0238	-55.8766	0.1047	483.4222	-1395.541	-2309.0119
B	0.09121	119.5960	1489.9509	1000.4349	3260.5006	738.0865
相关系数	0.2213	0.8377	0.8070	0.0021	0.8438	0.9241
方差比	1.8534	44.7011	261475	8.5318	54.4012	81.9593
	$F_{0.2}=1.71$	$F_{0.01}=8.18$	$F_{0.01}=0.86$	$F_{0.05}=4.54$	$F_{0.01}=7.95$	$F_{0.01}=8.86$

同一降水量其树干茎流量大的是橡树,其次为湿地松,樟树的茎流量最小,这是由于樟树的冠幅较小。

当降小为10毫米时各树种不同时期的树干茎流分别为:

生长期樟树为116.01,橡树为10487.8,湿地松为5071.9毫升。休眠期分别为431.8、14899.6、31211.5毫升。

4、枯落物对水分的涵养作用

枯落物是森林归还土壤养分的重要方式，它通过吸附作用吸持降落到森林中的降水，也是森林涵养水源的主要方式之一。通过实验室分析，测定了三个树种落叶对水分的最大吸持量，结果见表七。

表七 不同林木凋落物量及饱和持水量

单位：公斤/年·公顷

树 种		总 鲜 重	总 干 重	含水率%	最大持水率	最大持水量
樟 树	枝	152.1	137.3	9.7		
	叶	9616.1	4807.7	50.0	2.20	21155.5
橡 树	枝	154.3	144.4	6.4		
	叶	8749.9	5556.2	36.5	3.16	27649.7
湿地松	枝	329.3	303.9	7.7		
	叶	10357.0	8034.0	22.4	2.01	20817.6

(1)混交林的凋落物总量要大于湿地松纯林，总干重分别为：10645.6公斤/年·公顷和8337.9公斤/年·公顷。樟叶的含水率最高，橡叶次之，松叶最低，分别为50%、36.5%、22.4%。

(2)枯落物的最大吸水量樟叶达自身重量的2.2倍，橡叶为3.16倍。松叶为2.0倍。阔叶树枯落物的吸持水率要大于针叶树。枯落物总持水量混交林大于湿地松纯林2.3倍。

可见营造阔叶混交林对水源的涵养作用远大于针叶纯林。

5、森林涵养水源的功能

森林对水分的涵养作用主要表现在如下方面：

- 林冠截留量及截留损失。
- 凋落物的截留量及截留损失。
- 雨水在土壤中下渗及土壤贮存。
- 植被水分的蒸腾。

理论上，不论在有无森林的土壤中，其相同非毛管孔隙度的土壤对水分的理论吸持量是相同的。但是森林根系对土壤的巨大改良作用是不容忽视的，不同植被的蒸腾失水也有很大的差异，这些都有待于进一步研究。

现仅从林冠层和枯落物对降水的截持分析。可以看到,(1)森林对降水的涵养作用是非常大的(见表八)。樟樟混交林每公顷每年涵养的水量达到50.2吨。湿地松纯林也达到22.6吨。从而减少了地到径流量,缓解了降水当时的洪峰。(2)樟樟混交林对水分的截持作用大于湿地松纯林,前者是后者的2.2倍。可见从水源保护的角度出发,营造樟樟阔叶混交林优于湿地松纯林。

表八、林分涵养水源的作用

样 地	林冠截留量	枯落物蓄水量	合 计
混 交 林	1397.7	48804.2	50201.9
湿地松纯林	1792.8	20817.6	22610.4

(二)森林水质和养分分析

森林中水的循环与物质和能量交换是相联系的。水分的流动,带动了森林生态系统部分化学养分物质的循环。森林养分物质的主要来源是靠其自身对土壤的改良作用,并吸取土壤中的养分物质。分析森林的水质和养分,有利于我们了解森林这一生态系统中物质循环的规律。

1、水文过程的水质分析

森林植被几乎在任何地方都是水的化学和生物质量最好的天然保护体。然而,由于近年来的空气污染,大大增加了酸性物质(酸雨)的输入,许多文献报导森林生态系统的酸性沉降已达到了对土壤基岩产生有影响的程度。本研究的结果(见表九)也说明了这一点。

表九、水文过程的水质分析表

单位:mg/l 电导率:us/cm

取 样 项 目	PH	电导率	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
林科所办公楼顶	4.7	0.202×10 ⁻²	0.22	0.84	0.36	3.24	1.30	0.41	0.83		
林中空地雨	7.15	0.48×10 ⁻²	0.215	0.495	0.81	3.725	0.11	1.34	0.33	4.41	1.46
工区内降雨	6.66	0.38×10 ⁻²	0.365	0.625	1.14	5.835	0.105	2.165	0.535	1.6	0.49
樟干流	5.6	0.31×10 ⁻²	2.937	18.23	9.297	111.297	1.073	38.22	10.94	2.937	0.41
樟干流	5.94	0.31×10 ⁻²	2.96	15.54	10.7	123.53	0.977	29.723	15.883	8.543	1.1367
径流I	7.47	1.337×10 ⁻²	0.52	3.01	8.02	28.45	1.59	1.167	12.02	5.81	0.73
径流II	6.51	0.141×10 ⁻²	0.405	2.082	2.93	23.592	1.731	2.65	11.965	7.931	0.415

(1)从PH值的变化中我们看到,森林区的降水酸度低于城市区,在我所办公楼顶采集的雨水样品的酸性较大,PH值为4.7。而在樟橡混交林内降水的PH值为6.6,林中空地降水的PH值为7.1。第一次地表径流的平均PH值为7.5。另一次地表径流的平均PH值为6.5。樟树和樟树的树干茎流的PH值分别为5.6和5.9。通过森林的作用,从森林中流出雨水的酸性减轻了。可见森林对空气污染和酸雨有抗性,但这种抗性到底有多大,有待进一步研究。

(2)对于所测定的11个因子,樟树和樟树的树干茎流中含量普遍较高。其中 SO_4^{2-} 比林中空地的降水多63倍, F^- 、 Cl^- 离子含量比空地降水多2.7和6.3倍。两次地表径流的平均 SO_4^{2-} , F^- 和 Cl^- 浓度分别比空地降水大14.0、4.2和10.2倍,这说明:树体表面吸附有大量的有害离子,通过雨水的淋溶而被带走。

(3)地表径流带走的养分物质是森林生态系统与别的生态系统物质交流的纽带。一次20毫米的降水量所产生的地表径流为0.85毫米。而在樟橡混交林内所带走的养分物质 N^+ (包括 $NO_3^- - N$ 和 $NH_4^+ - N$), K^+ 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 分别是0.033、0.102、0.067、0.004公斤。而一次50毫米的降水,在此样地中地表径流平均所带走的养分物质 N^+ 、 K^+ 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 、分别为0.039、0.120、0.079、0.073公斤。

2、枯落物养分分析

植物枯落物量的大小可显示其对土壤肥力的维持状况,我们对樟树、樟树和湿地松的枯落物养分元素(N、P、K)含量进行了分析,结果见表十。

表十、落叶养分分析表

单位: % = 克 / 100克

树种	元素	4	5	6	7	8	9	10	11
湿地松	N	1.271	2.2445	2.399	2.314	1.7564	1.5958	1.4052	1.3302
	P	0.0123	0.0160	0.0166	0.0142	0.0135	0.0107	0.0098	0.0062
	K	0.3180	0.4572	0.4973	0.4728	0.3256	0.2630	0.1000	0.042
樟树	N	1.131	1.549	1.7779	1.8849	1.5594	1.1674	1.0667	1.0025
	P	0.01	0.012	0.0142	0.006	0.007	0.0042	0.027	0.0103
	K	0.148	0.056	0.1732	0.026	0.044	0.030	0.0355	0.0342
樟树	N	0.9280	1.9492	2.3776	2.4419	1.9064	1.414	0.9917	1.1781
	P	0.0190	0.016	0.0167	0.0082	0.0073	0.0070	0.0124	0.0191
	K	0.1870	0.2351	0.3274	0.3857	0.1934	0.1460	0.0548	0.0960
苦槠	N			1.4565	1.1352	1.476	1.2852	0.9321	1.4282
	P			0.0530	0.016	0.0241	0.042	0.033	0.0081
	K			0.0260	0.0276	0.0246	0.024	0.067	0.040

(1) 落叶的N、P、K元素含量在生长期高于休眠期，湿地松叶的高峰值都是在6月份，樟树叶N的高峰值在7月份，P、K的高峰值在6月份，橡树叶P的高峰值在6月份，而N、K的高峰值在7月份。

(2) 从实地观测知，樟树叶的分解速度要快于湿地松叶，故其淋失量也大。所以，从分析结果看各月N、P、K元素含量是湿地松叶大于樟树叶。

(3) 落叶一年归还土壤的养分为：

单位：公斤/年·公顷

橡树， N 91.6

P 0.7

K 11.3

樟树， N 66.9

P 0.5

K 3.9

湿地松， N 143.7

P 0.99

K 25.1

可见栎类的一年归还土壤的养分量是较大的，特别是N素。在樟橡混交林区就达158.5公斤/年·公顷。比湿地松林多14.8公斤，从维护地力看，樟橡混交林优于湿地松纯林。

3、土壤养分的变化

土壤中矿质元素含量是土壤母质，局部地形和生物综合作用的结果。植物根系不仅促进土壤中矿物质的释放，而且由于凋落物的分解又补充了土壤中的养分。土壤养分与植物的生长发育密切相关，其含量的多寡反映了土壤的肥力状况。表十一列示了三个样区土壤养分含量的逐月变化情况，

表十一、土壤养分的变化

单位：‰ = 克/100克

样地	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I 区	N	0.044	0.0521	0.0424	0.0274	0.040	0.0369	0.0267	0.0185	0.0319
	P	0.009	0.002	0.0013	0.0085	0.0034	0.0025	0.0065	0.0095	0.004
	K	0.013	0.0198	0.0453	0.0387	0.0284	0.0224	0.0214	0.0236	0.0171
II 区	N	0.0401	0.0501	0.0418	0.0293	0.0431	0.0349	0.0215	0.0211	0.0304
	P	0.0046	0.0025	0.0034	0.0098	0.0039	0.009	0.0073	0.0066	0.004
	K	0.015	0.0283	0.0498	0.0324	0.0361	0.0241	0.0262	0.0184	0.019
III 区	N	0.0524	0.055	0.043	0.0264	0.0439	0.0458	0.0289	0.0217	0.0384
	P	0.0062	0.0027	0.0032	0.0093	0.0087	0.0061	0.0078	0.0066	0.0059
	K	0.0108	0.0205	0.0451	0.0354	0.0348	0.029	0.0207	0.078	0.0212

(1)三个样区的N素含量 高峰值出现在5月, P素出在7月, K素出现在6月, 也就是土壤中供生长用的主要养分首先N素出现高峰值, 其次为K, 再次为P。5、6、7、8、等月均是含量较高的月份。

(2)三个样区之间的养分含量在同一月内没有大的差异。

(3)N素出现的高峰值比枯落物N素出现的高峰值提早1个月。而P素则推迟1个月。

(三)小气候差异分析

森林在不同程度上从多方面影响着光照、太阳辐射、气温、土温、风速、大气湿度、降水量、蒸发和蒸腾, 从而改变林下气候。其影响大小又因树种和林冠结构的不同而异。我们测定了樟樟混交林(I号)、湿地松纯林(II号)和林中空地(III号)的气温、湿度、土壤表面0、5、10、15、20厘米的温度及蒸发量的差异。

1、空气温度的差异

林冠能截持太阳辐射给林地遮荫, 而太阳辐射又是空气温度的热源, 所以林内空气温度要比林外低(详见表十二)。如太阳辐射较大的5—8月份, 空旷地(III号样地)早中晚三时的温度都高于I号、II号样区的林内气温, 最大时如7月份中午高出1℃。

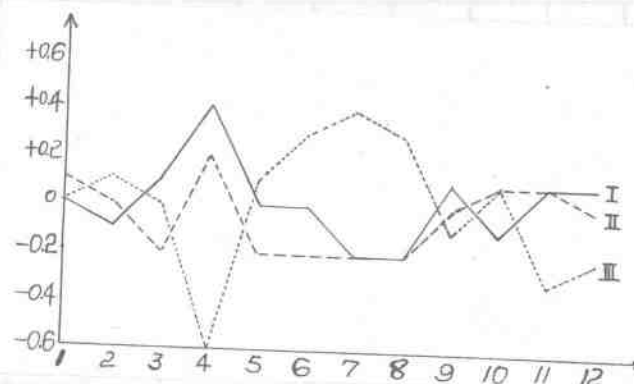
表十二、样地之间的温度变化

单位:℃

样地号	时间	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I号	早	5.5	6.8	8.2	14.4	20.5	22.8	26.5	27.2	22.6	18.5	10.9	5.2
	中	9.4	10.8	12.2	20.4	24.2	27.0	31.0	32.5	27.8	21.5	14.9	13.7
	晚	8.5	9.3	11.3	18.5	23.0	26.0	29.3	30.0	25.3	19.5	12.4	9.7
II号	早	5.9	7.0	8.3	15.1	20.9	22.9	26.8	27.3	22.6	18.5	11.1	5.1
	中	9.2	10.7	11.7	19.8	23.8	26.8	30.7	32.5	27.6	21.4	14.6	13.4
	晚	8.5	9.5	10.9	17.8	22.9	25.6	29.2	30.0	25.2	20.1	12.5	9.8
III号	早	5.5	6.7	8.3	13.7	20.7	23.0	26.9	27.4	22.3	18.5	10.7	4.3
	中	9.5	11.0	12.1	19.3	24.5	27.7	31.7	33.0	27.4	22.1	13.8	14.0
	晚	8.5	9.8	11.1	17.3	23.0	26.2	30.1	30.8	25.3	19.4	12.3	9.4

森林能调整气温的极限, 图一是三个样地气温分别与平均气温的比较, 并不是真正的温度变化。从图中看出, 森林在夏天太阳辐射较大时降低了空气温度, 如图中曲线I、

II。I号区7、8月，II号区5、6、7、8月分别比平均气温降低了0.2℃。而在冬天又使温度止升。I号区11、12、1月，II号区10、11月比平均温度增加了0.1℃。而空旷地的III号区在5、6、7、8等月都高于平均气温，而在11、12月又低于平均气温，这就是森林的降温 and 保暖作用。冬季橡树落叶后，樟橡混交林内的太阳辐射增大，故在冬季，此样区内气温比湿地松纯林内的气温变化大。

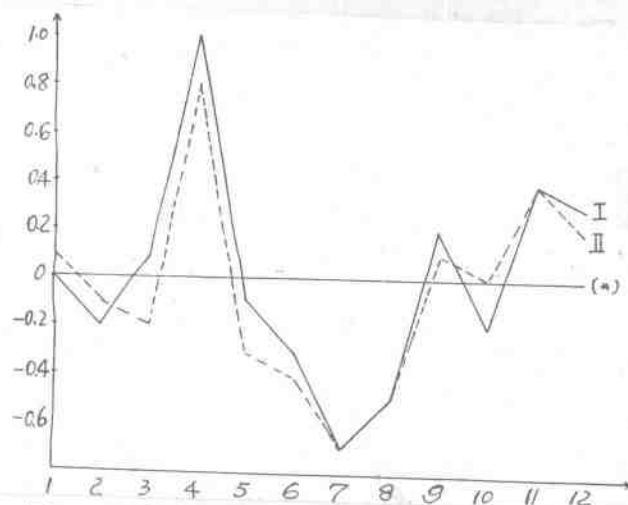


图一 森林与空旷地的气温比较

纵轴——三个样地与平均气温的差值(°C) 横轴——月变化

I——第一区 II——第二区 III——第三区

不同林分之间温度的差异见图二，樟橡混交林与湿地松林的降温增暖效应的趋势是一致的，但樟橡混交林在冬季的保暖效果更好，如在3、4、12月都比相应月份的湿地松林气温高0.1—0.2℃。



图二 混交林与纯林降温作用比较

纵轴——两个样地对空旷地的差值(°C)

I——第一区 II——第二区 (X)——第三区

2、土壤温度的差异

森林是土壤的卫士，它不仅阻挡了降水对土壤的直接冲击，也阻挡了太阳对地面的直接辐射。

表十三是三个样地在早中晚三个时间地面温度的年变化。

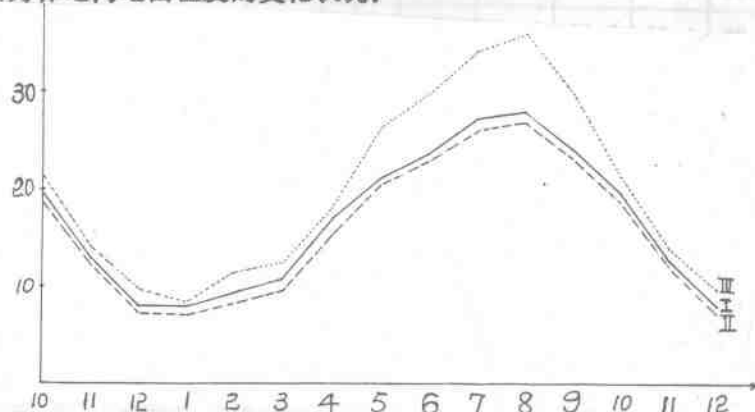
表十三、样地间地面温度的变化

样地	时间	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
樟 櫟 混 交 林	8:00	6.1	7.2	8.4	14.2	19.7	22.0	25.3	26.0	22.4	18.7	11.8	5.8
	14:00	9.3	11.0	12.3	19.3	22.1	24.9	28.3	29.3	26.4	20.6	14.3	10.5
	20:00	8.1	9.3	11.1	17.0	21.4	24.0	28.2	28.0	24.2	19.4	12.6	7.8
湿 地 松	8:00	5.9	6.9	8.4	13.6	19.3	21.5	24.6	25.3	21.7	18.0	11.5	6.0
	14:00	7.7	9.3	10.4	16.8	21.4	24.4	27.5	28.1	24.7	19.6	12.9	9.0
	20:00	7.3	8.5	9.8	15.7	20.5	23.2	26.3	27.2	23.4	18.6	12.1	7.0
灌 丛 地	8:00	5.3	7.4	9.0	14.9	21.7	23.6	27.4	27.8	22.8	18.9	11.3	4.4
	14:00	12.5	17.7	16.5	19.8	32.6	37.0	42.8	46.9	39.9	26.4	19.1	18.5
	20:00	7.3	10.4	11.9	19.2	24.4	28.5	32.0	33.0	26.3	18.8	11.4	6.1

(1)中午温度最高、晚上次之，早晨温度最低。一年中以8月份地面温度最高，三个样区分别为27.8、26.9、35.9℃(早中晚平均)，以元月份最低，分别为7.8、7.0、8.4℃。

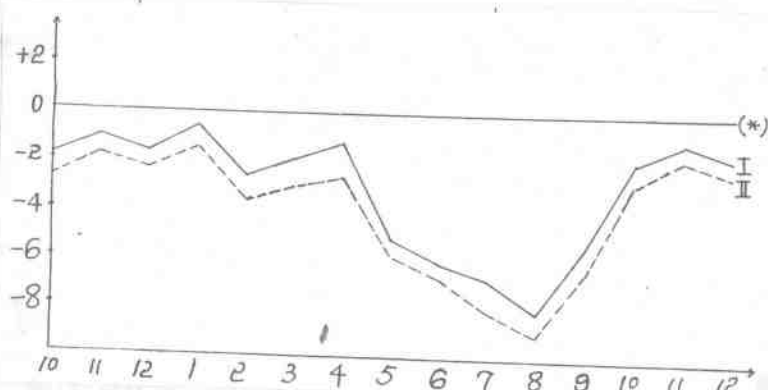
(2)空旷地地面中午平均最高温度达到46.9℃，樟櫟混交林内为29.3℃，湿地松纯林内为28.1℃。

图三和图四为样地间地面温度的变化状况，



图三 森林内与空旷地地面温度的差异

纵轴——地面温度(℃) I——第一区 II——第二区 III——第三区



图四 混交林与松纯林对地表降温作用比较

纵轴——两个样地对空旷地地表温的差值(°C)

I——第一区 II——第二区 (X)——第三区

(1)森林在夏秋季节比在冬季降温幅度大。在8月份, I区降温 8.1°C , II区降温 9°C 。而在元月份, I区降温仅为 0.6°C , II区降温仅 1.4°C 。

(2)樟槲混交林在休眠期和生长季郁闭度有较大变化, 而与湿地松林地表面温度的差值在这两个时期没有大的差异。在生长季(5—9月)平均差值为 0.88°C , 休眠期平均差值为 0.94°C 。

(3)II区各月地温都低于I区, 是由于郁闭度的原因所致。

土壤5、10、15、20厘米深处温度的变化见表十四。为了方便我们取早中晚的平均值分析。

表十四、地下5、10、15、20厘米温度差异

位置	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	5	7.8	7.8	10.4	15.6	20.3	22.8	26.0	26.8	23.7	19.8	13.8	8.7
	10	8.2	9.3	9.8	15.5	20.3	22.4	25.8	26.6	23.8	20.2	14.2	9.0
	15	8.1	9.2	10.3	15.1	19.7	22.4	25.3	26.2	23.4	20.1	14.3	9.0
	20	8.2	9.3	10.4	14.9	19.9	22.4	25.3	26.0	23.5	20.2	14.4	9.1
II	5	6.9	8.1	9.3	14.8	20.0	22.5	26.0	26.2	22.9	19.2	12.8	7.8
	10	7.0	8.0	9.2	14.4	19.7	22.1	25.1	25.7	22.6	19.1	12.8	7.8
	15	7.0	8.1	9.1	13.9	19.1	21.6	24.5	25.2	22.6	18.3	13.0	8.0
	20	7.6	8.5	9.5	13.9	19.2	21.8	24.7	25.4	22.9	18.8	13.6	8.6
III	5	7.7	9.5	10.6	17.3	25.5	29.7	34.0	35.1	29.9	22.1	14.6	8.3
	10	8.5	10.2	11.4	17.5	23.6	27.5	31.6	32.3	28.3	21.5	14.5	8.1
	15	8.9	10.3	11.5	17.1	23.8	27.4	31.0	32.1	28.3	21.6	15.3	9.2
	20	8.7	10.2	11.2	16.7	23.4	27.0	30.7	31.8	28.3	24.5	15.9	9.5

(1)、I区土壤对热量的感应能力大于II区,而小于空旷地(III区)。从表上看,月平均温度在三个区的同等层次上,空旷地最高,工区次之。

(2)土层越深对热量的感应能力越慢,在春季3月份,从5—20厘米土层中常出现两个温度辐射区,一个是深层向上逐渐减少,另一个是地面向下逐渐减少。

(3)20厘米的地温在冬季高于5厘米,在夏季则低。如I区8月份20厘米温度比5厘米低0.8℃,而在元月份高0.4℃。III区8月份低3.3℃,元月份高1℃。

(4)森林起到了降低土壤最高点和提高最低点温度的作用。在8月份I区5厘米平均最高温度为26.8℃,而III区达35.1℃。差值为-8.3。在元月份最低温度则分别为7.8℃和7.7℃,差值为+0.1℃。

由此可见,森林对土壤表面和地下浅层的温度影响是较大的。

3、水面蒸发的差异

林内和空旷地的水面蒸发是有很大差异的,分析结果见表十五。

表十五、林内外水面蒸发量比较

单位:毫米

月份 样区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
I	13.2	32.5	21.6	50.3	76.8	77.3	75.1	75.4	78.7	59.6	30.5	28.7	619.7
II	17.2	39.8	20.0	29.8	82.3	56.4	63.7	68.5	60.9	59.2	30.9	29.2	560.9
III	23.9	47.5	42.5	59.5	144.0	110.8	155.2	169.7	137.2	94.7	51.7	40.5	1077.2

(1)蒸发量的年变化是生长季大于休眠季。生长季各样区蒸发量为:372.1、391.0、811.6毫米。而休眠期分别为247.6、169.9、265.6毫米。前者分别为后者的1.5、2.3、3.1倍。

(2)蒸发量是III区>I区>II区。III区(空旷地)是I区(樟橡混交林)的1.73倍,是湿地松纯林的1.92倍,I区为II区的1.1倍,原因是II区松纯林郁闭度较大。

三、结果与讨论

1、降水间隔时间越长、降水强度越小树冠截持量越大,而地表径流是越小,在樟橡混交林和湿地松纯林中5月份的林冠截留量最高,分别为12.0和15.9毫米,这说明与植物生理需水有关。

2、森林能调整气温的极限,在夏天太阳辐射较大时它能降低林内空气温度。I、II号区在5、6、7、8月份比空旷地温度低0.2—0.6℃。而在冬季又能保持林内较高的空气

温度。在11、12、1月份，I、II号区内气温又比空旷地高0.2—0.3℃，对土壤温度的影响也是如此。

3、蒸发量是生长季节大于休眠季节，空旷地最大，混交林次之，湿地松纯林最小。

4、森林及林业生产活动对水质和森林流域的各种化学成分的流动与平衡有较大的影响。降水经过森林的生物化学作用后其酸碱度降低，降水淋洗了树木吸附的大量的酸性离子，从样地I流出的径流水与林中空地降水比较，酸根离子(F^- 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-})共增加16.0倍(分别为1.9、4.2、3.6、6.3倍)，碱性离子(Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+})共增加54.1倍(分别为15.7、36.3、1.8、0.3倍)，可见，森林不仅对水质有较大影响，而且能降低酸雨的酸性。降水将吸附在树体表面的有害离子带走，从而减轻了对树体的危害。

5、从水文特性来看，樟橡混交林优于湿地松纯林。一方面混交林地表径流延续的时间较长，有利于水分的下渗而易被土壤截持。另一方面枯落物层对降水的截持樟橡混交林大于湿地松纯林，每年每公顷仅林冠和枯落物两项截持分别为50.2和22.6吨，前者是后者的2.2倍，可见樟橡阔叶混交林对水分的涵养作用大于湿地松针叶纯林。这就为不同经营目的的森林选择不同树种和不同林分结构提供了理论依据。如经营水源林，人们常选择树冠浓密、凋落物量大且易分解的阔叶树种。同时形成复层林，将常绿与落叶树混交，保证良好的林分结构，以增强水源涵养能力。

6、在维护地力方面，樟橡混交林同样优于湿地松纯林。每年一公顷樟橡混交林归还土壤的养分为：N素为158.5公斤，P素1.2公斤，K素15.2公斤。湿地松分别为143.7、0.99、25.1公斤。仅N素前者比后者增加14.8公斤。这一点对于以经营用材为主的针叶林具有指导意义，也为营造针阔混交林提供了理论依据。在针叶林中适当混交一些落叶量大的阔叶树，首先改善了林分的水文效应。其次阔叶树的凋落物容易分解，从而能促进土壤的孔隙发育。增加了土壤的保水保肥能力。