

黄土丘陵区油松人工林水热效应的研究

陈云明 吴钦孝 刘向东

中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100
水利部

摘要 研究了黄土丘陵区油松人工林内降水、相对湿度、土壤水分、气温、地温等水热因子的变化规律,结果表明:林冠和枯枝落叶层对降水截留作用强,林地仅获得70%的林外降水量;月平均相对湿度林内均低于林外,年平均相对湿度林内较林外低6.0%;林地土壤水分环境不良,水分恢复能力也较差;林分对各月气温影响程度不同,年平均气温林内高于林外;林内土壤温度及其较差均低于林外,枯枝落叶层对土壤温度影响明显。

关键词 黄土丘陵区 油松人工林 水热效应

Study on Water and Heat Effect of Artificial Chinese Pine Stands in Loess Hilly Region

Chen Yunming, Wu Qinxiao, Lu Xiangdeng

(Institute of Soil and Water Conservation of Chinese Academy and Ministry of Water Resources, 712100, Yangling, Shaanxi)

Abstract The variation pattern of water and heat factors such as rainfall, air relative humidity, soil water, air temperature and soil temperature was studied in artificial Chinese pine stands of loess hilly region. The results showed that interception capacity of canopy and litter of Chinese pine to rainfall was large, and the throughfall of precipitation into the ground of woodlands was only 70% of field precipitation; mean monthly relative humidity in the stands was lower than that of out the stands, and mean annual relative humidity was 6.0% less than out the stands; soil water environment was bad and its recovery capacity was worse in the woodlands; the degree of the stands affecting air temperature was different with monthly variation, and mean annual air temperature in the stands was higher than out the stands; soil temperature in the stands was lower than out the stands, and litter had obvious influence on soil temperature.

Key words loess hilly region; artificial Chinese pine stands; water and heat effect

森林水热效应是森林生态学中的重要内容,水热条件的好坏直接影响着降水在地表的分配和林分中林木的生长和更新。油松人工林是黄土丘陵区主要造林类型,在该区发挥着改善自然生态环境防止水土流失,涵养水源的巨大作用。因此,对油松林水热效应的研究,将为其合理

① 收稿日期:1995-10-05

经营利用,进一步提高生态、经济和社会效益,加速该区植被恢复提供科学依据。

1 研究区自然概况

研究区设在陕西宜川县铁龙湾林场富曲营林区。该区地处黄龙山林区东侧,地理位置为北纬 $35^{\circ}39'$,东经 $110^{\circ}06'$ 。地貌属梁状丘陵,海拔 $860\sim 1\ 200\text{m}$,土壤为灰褐色森林土。年降水量 584.0mm ,年平均气温 9.7°C 。研究油松林于 $1964\sim 1966$ 年建造,初植密度 $6\ 000\text{株}/\text{hm}^2$,1983年经抚育间伐,现保存 $2\ 100\sim 2\ 400\text{株}/\text{hm}^2$ 。林内枯枝落叶层厚 $3\sim 5\text{cm}$ 。

2 研究方法

2.1 林内降水量、树干径流量、林冠截留量和枯枝落叶层截留量

采用参考文献[1]中方法:林内降水量用在林冠下放置10个雨量筒(分别布置4株树中间,行距中间、株距中间、树干附近)来收集;树干径流量采用橡皮管导引法收集;林冠截留量通过林外降水量减去林内降水量和树干径流量来求出;枯枝落叶层截留量用8个直径为 20cm ,内装原状枯落物的圆形框(高 10cm ,底为孔径 1mm 的丝网)分带布设于林下收集,并通过计算求得。

2.2 土壤水分

采用称重法测定。取土深度为 300cm ,每隔 20cm 取一土样,一次重复。

2.3 空气湿度和温度

在林内、林外距地表 1.5m 高度分别安置百叶箱,采用自记温湿度计进行观测,并定期用DHM₂型通风干湿表进行温湿度校正。

2.4 土壤温度

分 0cm , 5cm , 10cm , 15cm , 20cm 5个土层深度,在每月5,15,25日的7,13,19时进行测定。其加权平均值作为该月土温值。

3 结果与分析

3.1 林分对降水的再分配作用

林分对降水的再分配是通过二种途径来实现的:一是林冠层的截留,使一部分降水保留在冠层并被蒸发到大气中而形成第一次分配;二是透过冠层的降水到达枯枝落叶层后,被再次截留、蒸发,形成对降水的第二次分配。

3.1.1 林冠层对降水的分配 降水被冠层分配后可形成三部分:林内降水、树干径流、林冠截留降水。

通过对2年降水资料的分析,结果(表1)表明:由于林冠层的截留作用,油松林内降水量仅占林外降水量的 78.3% ,树干径流量占 2.7% ,林冠截留量占 19.0% 。其中对降雨的截留率为 17.7% ,对降雪截留率因冬季仍有茂密的枝叶,且呈固态降水而比降雨大,达 45% 。林外降水量若以2年平均 468.4mm 计,林冠截留损失量可达 88.9mm ,其量是十分可观的。

3.1.2 枯枝落叶层对降水的再分配 林内降水被枯枝落叶层截留后分成两部分,一部分留在枯枝落叶层并通过蒸发逐渐返回大气;另一部分则进入林地成为土壤水和径流。测定结果(表2)表明,油松人工林生长季3年平均林外降水量为 466.3mm ,枯枝落叶层的截留量为 44.5mm 。枯枝落叶层对降水截留率的年际变化很小,三年平均截留率为 9.5% 。

表1 油松人工林冠层对降水的分配

年度	降水性质	林外降水量	林内降水量		林冠截留量		树干径流量	
		(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
1991年	降雨	405.0	324.8	80.2	70.3	17.4	9.9	2.4
	降雪	16.8	6.3	37.5	10.5	62.5		
1992	降雨	487.9	384.5	78.8	87.5	17.9	15.9	3.3
	降雪	26.9	17.5	65.1	9.4	34.9		
平均	降雨	446.5	354.7	79.4	78.9	17.7	12.9	2.9
	降雪	21.9	11.9	54.3	10.0	45.7		
	合计	468.4	366.6	78.3	88.9	19.0	12.9	2.7

表2 生长季(4~10月)枯枝落叶层对降水的截留分配

项 目	1990年	1991年	1992年	平均
林外降水量(mm)	536.8	352.7	450.4	466.3
截留量(mm)	52.2	35.4	41.9	44.5
截留率(%)	9.7	10.0	9.3	9.5

3.2 林分对空气湿度的影响

据王正非等研究,“林地的乱流交换微弱,一般情况下,林内地面附近(一定高度以下)空气的绝对湿度较林外小,但由于林冠阻碍了林内和林冠上空的水汽交换,又有林冠蒸腾的水汽一部分扩散到林冠下,林内地面附近(一定高度以上)至林冠下空气的绝对湿度总是较林外大,林内相对湿度则在任何高度都较林外大”^[2]。但是,油松林因其自身的生理特性,使得林内空气变得十分干燥,和林外空旷地相比,其湿度特征具有一定的特殊性和复杂性。由表3看出:油松林内各月相对湿度均低于林外,2年平均林内相对湿度为68.8%,较林外低6.0%,其中最大差值出现在3月,二者相差9.4%。此外,林内林外相对湿度与季节性气温变化和同期降水量明显相关,并随气温的升高而变小,该区雨季出现在7~9月,相应的相对湿度有一定增高,1990年比1989年降水多300mm左右,表现出年平均相对湿度林内增加3.9%,林外空旷地增加2.5%。

表3 林内外距地1.5m高度的相对湿度变化比较 %

地 类	月 份												平均	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
油松林	1989年	81.1	71.4	56.7	55.5	58.9	66.0	65.5	72.7	70.4	62.2	68.3	73.1	66.8
	1990年	67.6	78.0	67.9	50.1	64.9	65.8	76.0	75.8	79.9	77.7	71.4	73.0	70.7
	平均	74.4	74.7	62.3	52.8	61.9	65.9	70.8	74.3	75.2	70.0	69.9	73.1	68.8
空旷地	1989年	83.5	78.4	72.1	59.9	64.3	71.4	74.2	78.6	76.2	70.4	76.1	77.2	73.5
	1990年	75.3	81.2	71.3	61.3	64.8	71.9	82.4	81.6	84.7	82.9	76.6	77.9	76.0
	平均	79.4	79.8	71.7	60.6	64.6	71.7	78.3	80.1	80.5	76.7	76.4	77.6	74.8

3.3 林地的土壤水分状况

研究区土壤水分补给的唯一来源是天然降水,土壤水分的变化主要是由于降水及其季节分配和植物群落蒸腾耗水造成。油松林地因其根系的强烈吸水作用而变得十分干燥。由图1可以看出:旱季和雨季末,林地不同土层的含水率均很低。旱季0~300cm土层的含水率在8.8%~11.0%之间变化,平均含水率仅9.9%;雨季末,1~120cm土层的水分有微弱恢复,较旱季提高1.8%。120cm土层以下基本无变化,0~300cm土层平均含水率为10.6%。对照的采伐地(1989年采伐)土壤含水率除旱季表层外,其它层次的含水率远高于林地,0~300cm土层平均

含水率在旱季较林地高3.7%，在雨季末较林地高5.1%。采伐地土壤水分的恢复能力也较林地强。和旱季相比，0~180cm 土层含水率均有不同程度提高，平均含水率提高3.9%，反映出林地不良的水分生态环境在采伐后可得到较好地恢复。

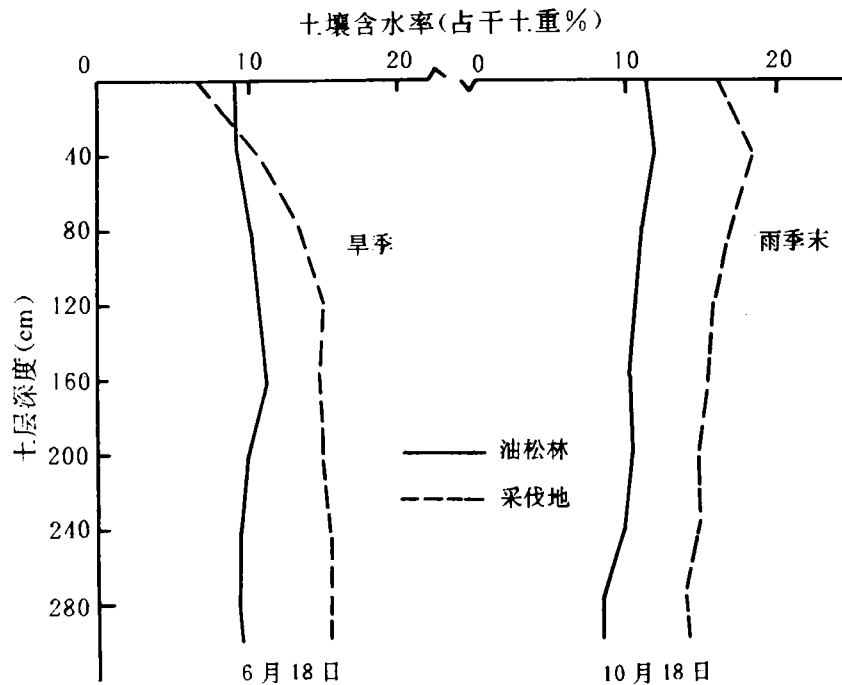


图1 油松林地和采伐地土壤水分状况及变化

3.4 林分对空气温度的影响

林分对气温的影响主要是通过阻挡气流交换和减少到达地面的太阳辐射来实现的。表4表明了这两种作用的综合效果：月平均气温林内均高于林外，但林分对年内各月气温的影响程度不同。由两者差值可看出，除7月因降水较多，林分对气温的影响有所缓和外，月平均气温愈高，差值愈大，林分对气温的影响也愈大。林内年平均气温为8.9℃，比林外高0.8℃。这一结果与多数人认为林内气温低于林外不相符合，1982年杨德伟等在天山的云杉林区亦观测到林内5~10月平均气温较林外高4℃以上的结果^[3]。笔者认为，其原因主要是研究区气候寒冷，日温差较大，白天林内气温稍低于林外，夜晚则远高于林外，就其平均值而言则林内气温高于林外。

表4 林分对气温的影响

类别	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
林内	-7.0	-3.2	2.9	11.9	16.3	19.7	21.7	20.7	16.2	9.5	0.4	-2.4	8.9
林外	-7.3	-3.7	2.3	10.9	15.0	18.3	20.6	19.9	15.5	8.9	0.0	-2.8	8.1
林内-林外	0.3	0.5	0.6	1.0	1.3	1.4	1.1	0.8	0.7	0.6	0.4	0.4	0.8

1989年测定资料。

3.5 林地土壤温度的变化

3.5.1 林分对土壤温度的影响 由表5可以看出，林分对土壤温度的影响主要表现在2个

方面:①降低林内土壤温度:4~10月林内0cm,5cm,10cm,15cm,20cm 土层平均土壤温度分别较林外降低5.1℃,5.3℃,5.4℃,4.9℃,5.0℃;②降低土壤温度的较差:4~10月林内0cm,5cm,10cm,15cm,20cm 土壤温度月较差分别较林外降低了3.6℃,4.3℃,5.3℃,5.3℃,4.8℃。

表5 油松林内外生长季土壤温度垂直月变化(1992年)

土层深(cm)	土 温 (°C)							平均	较差	
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月			
0	林 外	18.9	20.0	25.6	28.2	27.5	19.8	10.5	21.5	17.7
	林 内	16.3	16.7	17.8	21.8	20.0	14.7	7.5	16.4	14.1
	林外~林内	2.6	3.3	7.8	6.4	7.5	5.1	3.0	5.1	3.6
5	林 外	17.6	20.0	23.3	27.8	25.5	18.9	11.1	20.6	16.7
	林 内	11.4	14.5	17.1	20.6	19.9	15.0	8.3	15.3	12.4
	林外~林内	6.2	5.5	6.2	7.2	5.6	3.9	2.9	5.3	4.3
10	林 外	17.0	19.7	23.2	27.4	25.2	19.0	11.0	20.4	16.4
	林 内	10.9	13.9	16.7	19.8	19.5	15.3	8.7	15.0	11.1
	林外~林内	6.1	5.8	6.5	6.6	4.7	3.7	2.3	5.4	5.3
15	林 外	15.9	19.2	22.4	26.9	24.6	18.8	11.0	19.8	15.9
	林 内	10.3	13.3	16.6	19.6	19.3	15.6	9.0	14.9	10.6
	林外~林内	5.6	5.9	5.8	7.3	5.3	3.2	2.0	4.9	5.3
20	林 外	15.2	19.2	22.7	26.0	24.1	18.7	10.9	19.5	15.1
	林 内	9.7	12.6	16.2	19.2	20.0	16.4	9.8	14.6	10.3
	林外~林内	5.5	6.6	6.5	6.8	4.1	2.3	1.1	5.0	4.8

3.5.2 林下枯枝落叶层对土壤温度的影响 枯枝落叶层对土壤温度的影响主要表现为白昼减少地表对太阳辐射热量的吸收,滞后土壤温度极大值的出现时间;夜间减少土壤表层热量的损失,起到一定的保温作用。由图2可看出,白天日出后,无枯枝落叶层覆盖地的土壤温度比有枯枝落叶层覆盖地增温较快,其顺序低次为0cm>3cm>5cm。土壤温度极大值出现时间以0cm 层最早,约为14时左右,3cm 层和5cm 层分别比0cm 层滞后1h 和2h 左右。傍晚17 时左右开始,地表向外散热,无枯枝落叶层覆盖地的土壤温度比有枯枝落叶层覆盖地降温较快,到23 时左右完全发生逆转,土壤温度由大到小顺序变为5cm>3cm>0cm。

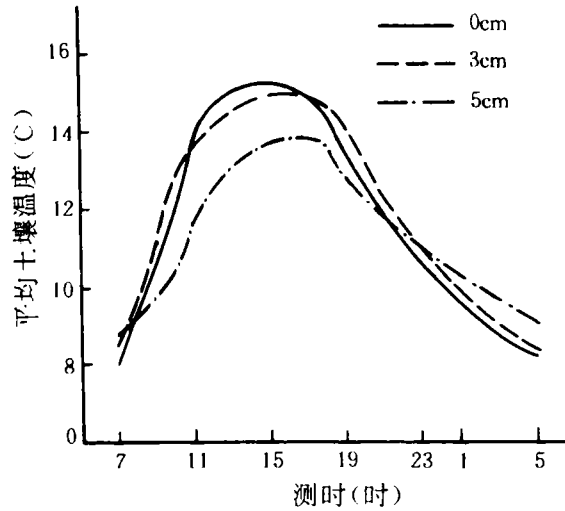


图2 不同枯枝落叶层厚度覆盖下林内土壤温度日变化

日平均土壤温度,0cm,3cm,5cm 枯枝落叶层覆盖下分别为11.5℃,11.9℃,11.4℃,表明覆盖3cm 厚枯枝落叶具有增温效应。

4 结 论

(1)油松人工林冠层和枯枝落叶层对降水的截留损失很大,到达林地的降水量仅占林外降水量的70%左右。其中林冠对降水的截留率为19.0%,枯枝落叶层对降水的截留率为9.5%。

(2)油松林内空气干燥,2年平均相对湿度为68.8%,比林外低6.0%。

(3)林地土壤水分环境不良,旱季0~300cm土层平均含水率仅9.9%,即使到雨季末也仅能恢复到10.6%,恢复深度1.2m。而与之对照的采伐地土壤水分状况较好,0~300土层平均含水率在旱季较林地高3.7%,雨季末较林地高5.1%,恢复深度较林地深0.6m。

(4)林分对各月平均气温的影响程度不同,气温越高影响越大,各月平均气温林内均高于林外;年平均气温林内为8.9℃,比林外高0.6℃。

(5)林分对土壤温度的影响有2个方面,一是降低了林内土壤温度;和林外相比,4~10月林内不同土层平均土壤温度降低量分别为0cm层5.1℃,5cm层5.3℃,10cm层5.4℃,15cm层4.9℃,20cm层5.0℃。二是降低了土壤温度的较差:4~10月林内不同土层土壤温度的月较差降低量分别为:0cm层3.6℃,5cm层4.3℃,10cm层5.3℃,15cm层5.3℃,20cm层4.8℃。

(6)枯枝落叶层在白昼对土壤温度的上升具有明显的阻滞作用,夜间则对土壤温度的下降具有缓和作用。覆盖薄层(3cm厚)枯枝落叶具有提高土壤温度的效应,日平均土壤温度分别较0cm,5cm厚枯枝落叶层覆盖下林地高0.5℃,0.4℃。

参考文献

- 1 陈云明,吴钦孝,刘向东.黄土丘陵区油松人工林对降水再分配的研究.华北水利水电学院学报,1994,3(1)
- 2 王正非等.森林气象学.北京:中国林业出版社,1985
- 3 杨德伟.森林小气候效应的研究.北京:林业气象学术讨论会论文集,1982