

# 子午岭林区林冠对降雨截留作用的研究\*

郑粉莉 唐克丽 蔡庆 白红英 王文龙

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

**摘要** 利用林内外降雨观测资料,分析了子午岭林区4月—10月林内降雨量、林冠截留量、林冠截留率与林外降雨指标的关系。其结论为林内降雨量与林外降雨量呈直线正比关系;林冠截留量与不同雨量级呈幂函数关系;影响林冠降雨截留率的最好降雨指标为  $PI_{30}$ 。

**关键词** 子午岭林区 林内降雨 林冠截留量 降雨指标

## Study on Function of Crown Canopy Intercepting Rainfall in the Ziwuling Region

Zheng Fenli Tang Keli Cai Qing Bai Hongying Wang Wenlong

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica  
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

**Abstract** Rainfall under forest from April to October, crown canopy interception and relation between crown canopy interception and rainfall index in the non-forest have been analysed in this paper. The results have shown that rainfall under forest is positive line relation to rainfall in the non-forest. Correlative relation between intercepting amount of crown canopy and different rainfall class is power function. Best rainfall index of affecting on crown canopy interception is  $P * I_{30}$ .

**Key words** the Ziwuling forest area rainfall under forest crown canopy interception rainfall index

子午岭林区是目前黄土高原残存的一片天然次生林区,区内土壤侵蚀模数小于  $500t/(km^2 \cdot a)$ ,研究该林区林冠对降雨的截留作用,对阐明森林植被保持水土的机理有重要意义。利用在沟谷地、沟间地的林内外降雨观测资料,研究了林冠对降雨的截留作用。

### 1 林内降雨量与林冠截留量

落到林冠上的降水量  $P$ ,在向林地转移过程中被分为透过树冠降水量  $P_1$ ,树干径流量  $S_T$ ,树冠截留量  $I$ ,即

$$P = P_1 + S_T + I \quad (1)$$

一般认为,树干径流量  $S_T$  很小,作短期观测时为同期降水量的 2.0% 左右。在我们计算中,可忽略不计,这样(1)式可调整为

$$I = P - P_1 \quad (2)$$

(2)式表明,通过观测林内、外的降雨量,可计算林冠截留量和林冠截留率。

表1表明:沟间地林内平均降雨量347.5mm,为林外降雨量的76.4%;林冠截留量为107.6mm,截留率为23.6%。沟谷地林内平均降雨量347.2mm,为林外降雨量的73.5%;林冠截留量125.4mm,截留率为26.5%。说明沟谷地林冠的截留率大于沟间地林冠的截留率,其原因是沟谷林地被观测的林冠郁闭度大于沟间地林冠郁闭度。

## 2 林内降雨量和林冠截留量的逐月变化

林内降雨量受林外降雨量的影响。在子午岭林区,降雨主要集中在7、8、9三个月(如图1),因而林内降雨量也集中在这三个月,林内降雨量与林外降雨量的逐月变化影响到林冠截留量的变化(图1、2)。林冠截留率的变化趋势在4月到10月呈双谷波动型。在观测时间内,从4—6月,截留率随月降雨量的增加而增大,7月份降雨量最大,截留率最小,8月以后,截留率又随降雨量的增加而增大。据刘向东等的研究,山杨林的林冠截留率在冬季最小,为9.9%,即山杨林林冠对降雨的截留量最小,这是由于山杨林在冬季枝叶凋落所致。

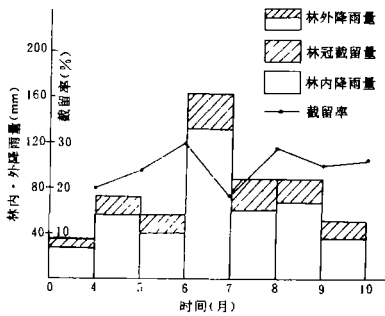


图1 沟谷地林内外降雨量、林冠截留量、林冠截留率逐月变化

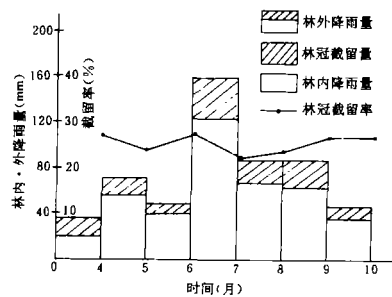


图2 沟间地林内外降雨量、林冠截留量、林冠截留率逐月变化

## 3 不同降雨量级的林内降雨量和林冠截留量

林内降雨量随林外降雨量的增加而增大(表2),且呈直线关系,其相关方程为:

$$P_{11} = 0.8801P_1 - 0.6639 \quad r = 0.9930^{**}$$

$$P_{12} = 0.7699P_2 - 0.4607 \quad r = 0.9888^{**}$$

式中, $P_{11}$ 、 $P_{12}$ 分别为沟谷地、沟间地林内降雨量(mm) $P_1$ 和 $P_2$ 分别为沟谷地、沟间地林外降雨量(mm)。

令相关方程 $P_{11}$ 、 $P_{12} = 0$ ,则沟谷林地内,当林外降雨量 $P$ 大于0.75mm时,林内才开始有降雨量;而沟间林地内,当林外降雨量 $P$ 大于0.58mm时,林内开始出现降雨量。同实测值相比,沟谷林地的这一观测最大值为0.7mm,沟间地为0.5mm,比较接近回归值。

用幕函数关系拟合沟谷地、沟间地林冠截留量与林外不同雨量级的关系,其相关方程为:

$$I_1 = 0.6338P_1^{0.7224} \quad r = 0.9959^{**} \quad I_2 = 0.5969P_2^{0.7250} \quad r = 0.9944^{**}$$

式中, $I_1$ 、 $I_2$ 分别为沟谷地、沟间地林冠的截留量(mm), $P_i$ 为林外降雨量级(mm)。

表 1 沟间地和沟谷地林内平均降雨量和林冠截留量

地貌类型	观测时间	林外降雨 (mm)	林内降雨 (mm)	林冠截留量 (mm)	截留率 (%)
沟 间 地	1989.7—1989.10	297.9	213.65	84.25	28.3
	1990.4—1990.10	604.6	468.2	136.3	22.5
	1991.1—1991.10	462.7	360.33	102.15	22.1
	平 均	455.1	347.5	107.6	23.6
沟 谷 地	1989.7—1989.10	290.4	192.9	98.1	33.8
	1990.4—1990.10	635.4	472.1	163.3	25.7
	1991.4—1991.10	491.4	376.7	114.7	23.3
	平 均	472.4	347.2	125.4	26.5

表 2 不同雨量级下林内降雨量、林冠截留量和林冠截留率

雨量分级 (mm)	观测次数 (次)	林外降雨量 (mm)	林内降雨量(mm)		林冠截留量(mm)		林冠截留率(%)	
			沟谷地	沟间地	沟谷地	沟间地	沟谷地	沟间地
0.0~0.5	12	0.4	0	0	0.4	0.4	100	100
0.6~1.0	9	0.85	0.39	0.37	0.46	0.45	54.2	52.7
1.1~5.0	24	2.85	1.51	1.72	1.34	1.13	47.1	39.8
5.1~10.0	17	7.25	4.76	4.97	2.49	2.28	34.4	31.4
10.1~15.0	11	11.99	8.73	9.02	3.76	3.47	30.1	27.8
15.1~30.0	13	21.83	13.35	15.98	6.04	5.91	27.6	27.0
30.1~43.3	12	38.68	28.26	29.30	9.82	8.72	25.8	22.6
≥45.1	3	71.17	57.65	58.75	13.52	14.38	19.0	20.2

表 3 林冠截留率与降雨指标相关方程

降雨指标	地形部位	相 关 方 程	相关系数(r)
P(mm)	沟谷(lng)	$\ln g = 54.5477P^{-0.3713}$	-0.7680
	沟间(lng)	$\ln s = 58.5594P^{-0.3636}$	-0.7590
$I_{24}(mm \cdot h^{-1})$	沟谷(lng)	$\ln g = 20.6907I_{24}^{0.4049}$	-0.7379
	沟间(lng)	$\ln s = 17.2034I_{24}^{0.3778}$	-0.7539
$I_{120}(mm \cdot h^{-1})$	沟谷(lng)	$\ln g = 17.4119I_{120}^{-0.3260}$	-0.7207
	沟间(lng)	$\ln s = 13.9539I_{120}^{-0.4024}$	-0.7400
$I_3(mm \cdot h^{-1})$	沟谷(lng)	$\ln g = 36.7754I_3^{-0.3696}$	-0.6141
	沟间(lng)	$\ln s = 34.2916I_3^{-0.3783}$	-0.6146
$P_{15}(mm \cdot min \cdot min)$	沟谷(lng)	$\ln g = 74.8996(P \times I_{24})^{-0.2114}$	-0.6820
	沟间(lng)	$\ln s = 98.9210(P \times I_{24})^{-0.3456}$	-0.6874
$P_{15}(mm \cdot min \cdot min)$	沟谷(lng)	$\ln g = 180.5280(P \times I_{24})^{-0.4575}$	-0.9620
	沟间(lng)	$\ln s = 108.4200(P \times I_{24})^{-0.3218}$	-0.9429
$P_{15}(mm \cdot min \cdot h^{-1})$	沟谷(lng)	$\ln g = 100.6593(P \times I_{24})^{-0.2740}$	-0.6639
	沟间(lng)	$\ln s = 84.2997(P \times I_{24})^{-0.3954}$	-0.6920

## 4 林冠截留率与降雨指标的关系

根据观测资料,我们分别用降雨量  $P$ , 10min 雨强  $I_{10}$ 、30min 雨强  $I_{30}$ , 平均雨强  $I_a$ 、降雨量  $P$  与  $I_{10}$  的乘积  $PI$ , 降雨量  $P$  与 30min 雨强的乘积  $PI_{30}$ 、降雨量  $P$  与平均雨强  $I_a$  的乘积  $PI_a$  作为降雨指标,拟合林冠截留率  $I_n$  与上述降雨指标的关系,所得结果见表 3。

从表 3 可知,林冠截留率与  $PI_{10}$  关系最密切,这主要原因是降雨初始阶段,林冠截留率最大,而此时如果瞬时降雨强度较大,则林冠截留率变小。

## 5 结 论

5.1 沟间地林内 4—10 月平均降雨量 347.5mm,为林外降雨量的 76.4%,林冠截留量为 107.6mm,截留率为 23.6%;沟谷地林内 4—10 月平均降雨量 347.2mm,为林外降雨量的 73.5%,林冠截留量 125.4mm,截留率 26.5%。即沟谷地林冠截留率大于沟间地,主要原因是沟谷地被观测林冠的郁闭度大于沟间地。

5.2 林内降雨量和林冠截留量、林冠截留率受降雨量的影响而有逐月变化,变化趋势在 4—10 月呈双谷波动型。

5.3 林内降雨量与林外降雨量呈正比直线关系,林冠截留量与林外不同雨量级呈幂函数关系。

5.4 林冠截留率与降雨量  $P$ (mm)与 10min 雨强  $I_{10}$ (mm/min)的乘积  $PI_{10}$  关系最密切,其相关方程为:沟谷林地:  $I_{ng} = 74.8096(PI_{10})^{-0.2104}$ , 沟间林地,  $I_{ns} = 98.9210(PI_{10})^{-0.3495}$