

油松林枯枝落叶层截留与蒸发的研究

刘向东 吴钦孝 汪有科 赵鸿雁 韩冰

(中国科学院
水利部 西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘 要 黄土丘陵区油松林枯枝落叶层截留降雨量占同期大气降雨量的10.0%。截留过程与蒸发过程均为一有限变化过程,它们相互影响,当某时段截留量与蒸发量相当,枯枝落叶层的含水量维持动态平衡。枯枝落叶层一次最大截留量3.14mm,大于3mm的截留次数仅占降雨次数的3.4%。因截留而减少的降水量对林地水文的直接影响较小。

关键词 油松林 枯枝落叶层 截留 蒸发

Study on Interception and Evaporation of Litter in Chinese Pine Forest

Liu Xiangdong Wu Qinxiao Wang Youke Zhao Hongyan Han Bing

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

Abstract The interception amount of litter layer in chinese pine forest in loess hilly region makes up 10% of the atmospheric rainfall in the same time. Both interception process and evaporation proess are limited process in change and affected each other. When interception is equal to the evaporation in amount in a certain period of time, the water content of the litter is in dynamic equilibrium. The maximum interception amount in litter is 3.14mm, and the number of more than 3.0mm interception times only amounts to 3.4% of all rainfall times. The decreased precipitation due to litter interception is of alittle effect on hydrological properties in woodland.

Key words chinese pine forest litter layer interception evaporation

森林枯枝落叶层的截留作用是它的水文生态功能之一,其结果不仅改变了雨滴动能,并将动能转变为渗势能,从而削弱雨滴对土壤的直接溅击,而且也减少了渗入林地土壤的水量。因此,对枯枝落叶层截留降雨的观测是防护林生态效益和林分水量平衡研究的重要内容,目前国内在这方面的观测资料尚少。

1 测定方法

1.1 截留量与蒸发量

采用 A. A 马尔恰诺失(1960)方法,林内设枯枝落叶称重框,小框直径 20cm,高 5cm,底为直径 1.0mm 的纱网。采集原状枝落枯叶层,盛入框内,沿标准地的对角线,按图 1 放入林地。每日 18 时用蒸发台称重。如有降雨,雨后立即称重。两次称重的差为截留量或蒸发量。

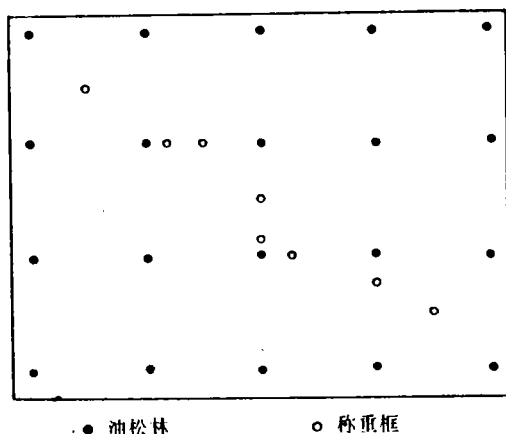


图 1 枯枝落叶截留框在林内的分布

1.2 截留过程

采集原状枯枝落叶层,置于自记雨量计内,降雨后测定渗透的雨量。降雨量和渗透量之差,即为截留量。

2 结果与分析

2.1 截留量和截留率

透过林冠层的降雨在达到枯枝落叶层后分为两部分,一部分暂时保留在枯枝落叶层内,尔后蒸发,又返回大气层中;另一部分透过林枝落叶层达林地

土壤。其数量关系如下:

$$P_i = I_a + F \quad (1)$$

式中 P_i ——林内降水量; I_a ——枯枝落叶层截留量; F ——透过枯枝落叶层的入渗量。

(1) 式中和 P_i 可以用下式表示:

$$P_i = P - I - S \quad (2)$$

式中 P ——大气降雨水量; I ——林冠截留量; S ——树干径流量。

调整(1)式,并与(2)式合并,则枯枝落叶层截留量的计算式为:

$$I_a = P - I - S - F \quad (3)$$

枯枝落叶层对大气降水的截留率为:

$$f_1 = \frac{I_a}{P} \quad (4)$$

对林内降水的截留率为:

$$f_2 = \frac{I_a}{P_i}$$

两年观测结果表明,中龄油松林(每公顷 2 100—2 400 株,郁闭度 0.7—0.8 的林分)枯枝落叶层对大气降雨的截留量占同期降雨量的 10.0%,占林内降水量的 11.8%(表 1)。表中可以计算出林冠截留量,两年平均占大气降雨量的 15.2%,可见枯落层对降雨的截留量较林冠截留量小。

表 1 油松枯枝落叶层截留降雨量

年 代	对大气降雨			对林内降雨		
	降雨量(mm)	截留量(mm)	截留率(%)	降雨量(mm)	截留量(mm)	截留率(%)
1990 年 6—10 月	480.5	46.8	9.74	410.6	46.8	11.40
1991 年 5—10 月	320.1	33.3	10.40	268.6	33.3	12.64
平 均	400.3	40.4	10.07	339.6	40.4	11.80

2.2 截留量与大气降雨量

枯枝落叶层的截留量随大气降雨量增加而增大(表 2),截留率则减少,且呈幂函数关系,分别为 $1.208\ 2P^{0.403\ 5}$ 和 $121.207\ 2P^{-0.598}$ 。但是,这种关系只有在空旷地较明显,在林下由于林冠的截作用和自身干燥程度的影响,增加了枯枝落叶层截留作用的复杂性,使其规律不明显。

表 2 枯枝落叶层对不同降雨量的截留量和截留率*

降雨量级(mm)	降雨次数	平均降雨量(mm)	截留量(mm)	截留率(%)
0—5.0	24	1.98	1.38	69.7
5.1—10.0	14	7.73	3.19	41.3
10.1—15.0	3	13.03	3.63	27.9
15.1—20.0	1	19.0	3.80	20.0
20.1—25.0	2	24.45	4.83	19.7
25.1—30.0	1	27.08	5.20	19.2
30.1—35.0	—	—	—	—
35.1—40.0	—	—	—	—
40.1—50.0	1	43.5	4.85	11.1
50.1—60.0	1	57.0	5.50	9.6

* 空旷地观测资料。

2.3 截留量与自身含水量

研究结果表明,枯枝落叶层的截留量与自身含水量有关。对一次降雨而言,它的最大截留量可用下式计算:

$$I_{ai} = W_o - W_i \tag{5}$$

式中 I_{ai} —— 枝落叶层最大截留量; W_o —— 枯枝落叶层最大持水量; W_i —— 枯枝落叶层含水量。

用浸水法测定结果表明,中龄油松林枯枝落叶层的最大持水量为 4.05mm,因此,(5)式可以改写为:

$$I_{ai} = 4.05 - W_i \tag{6}$$

由(6)式显示,枯枝落叶层含水量越低,截留量越大,反之亦然。但最大截留量不超过它的最大持水量。

枯枝落叶层截留量与自身含水量的关系可以用 $I_i = a + b \cdot W_i$ 表示,经回归分析:

$$I_o = 2.518\ 9 - 0.804\ 8W_i$$

$$f = 13.175\ 6 - 4.262\ 6W_i$$

2.4 截留动态

R·李指出,枯枝落叶层截留量的大小取决于自身的湿润频率和干燥速率,两者均与降雨次

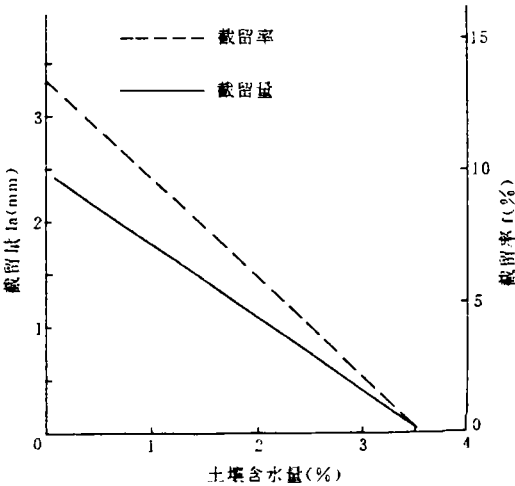


图 2 枯枝落叶层截留量和截留率与含水量的关系

数、大气湿度、风力和太阳辐射量有关。

图 3 和图 4 为枯枝落叶层含水量的动态变化,由图可知,枯枝落叶层含水量增值日期,即截留降雨日期,正好与降雨日期吻合。在降雨次数较多的时间里,枯枝落叶层含水量,即截留量的变化幅度较小,反之,则变化幅度较大。

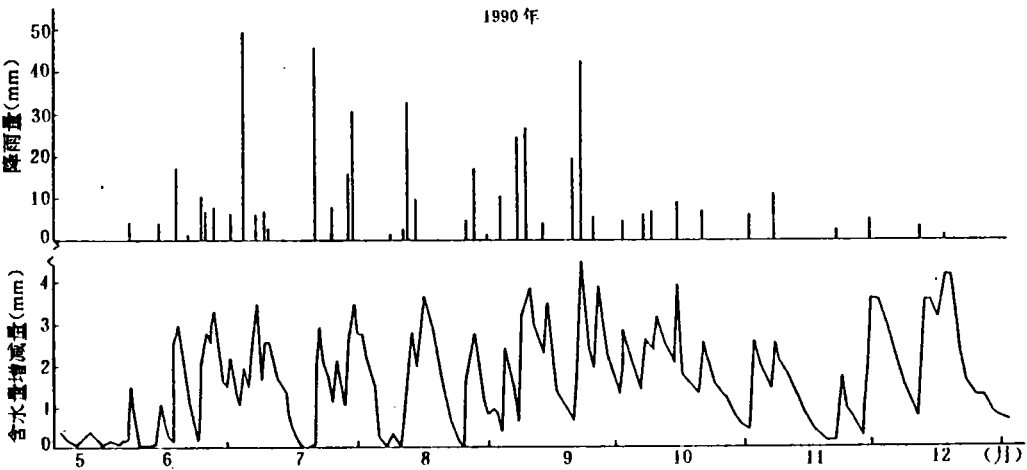


图 3 油松枯枝落叶层含水量的逐日变化曲线

表 3 是按月统计的截留量和截留率,总的趋势是在雨季(7—9 月)截留量较大,截留率较低,旱季(5—6 月)和秋后(10 月)截留量较小,截留率较高。由于按月统计的截留量受降雨次数的影响,各月间的差异较大。当降雨次数相同时,降雨量大,截留率小。如 1990 年 7、8 月和 1991 年 8 月,降雨次数均为 8 次,降雨量分别为 167.4、113.7、52.1mm,截留率分别为 6.97%、7.50%、16.74%。当降雨量相同,降雨次数越多,截留率越大,如 1991 年 8、5、10 月,降雨量接近,分别为 52.1、50.2、51.4mm,降雨次数分别为 8、3、1 次,截留率分别为 16.74%、12.07%、5.45%。

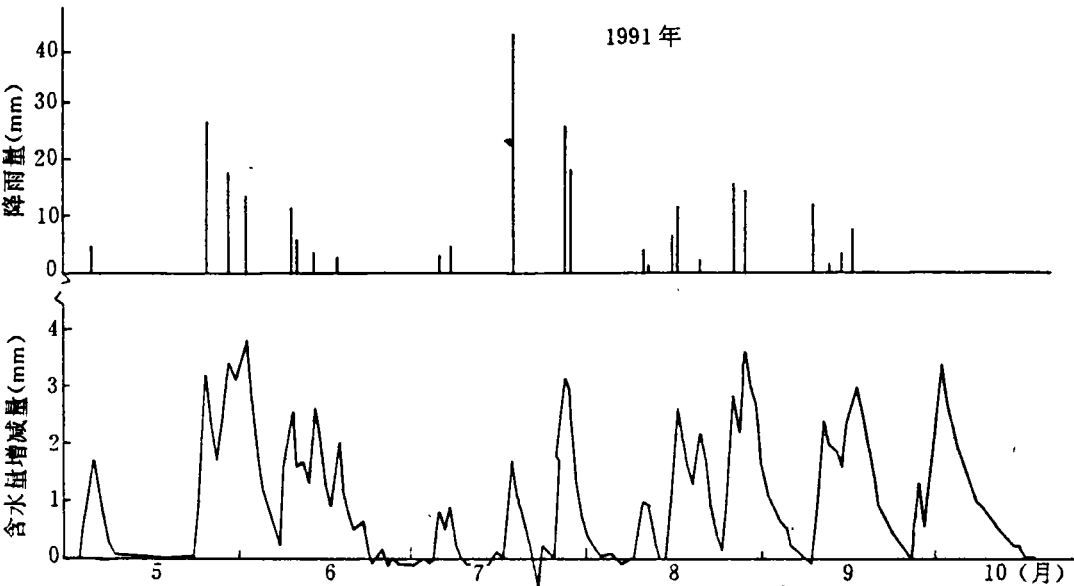


图 4 油松枯枝落叶层含水量的逐日变化曲线

表 3 油松枯枝落叶层截留量的月变化

月		5	6	7	8	9	10
1990 年	大气降雨量(mm)		53.3	167.4	113.7	121.8	24.3
	截留量(mm)		9.93	11.61	8.52	12.50	4.26
	截留率(%)		18.63	6.93	7.50	10.26	17.53
	林内降雨量(mm)		38.0	147.0	97.9	114.1	13.6
	截留量(mm)		9.93	11.61	8.52	12.50	4.26
	截留率(%)		26.13	7.9	8.7	10.96	31.49
1991 年	大气降雨量(mm)	50.2	42.1	93.4	52.1	30.9	51.4
	截留量(mm)	6.06	5.91	5.30	8.72	4.50	2.85
	截留率(%)	12.07	14.04	5.61	16.74	14.56	5.54
	林内降雨量(mm)	47.83	30.83	76.21	43.57	21.55	48.58
	截留量(mm)	6.06	5.91	5.30	8.72	4.50	2.85
	截留率(%)	12.67	19.17	6.95	20.00	20.88	5.87
平均	大气降雨量(mm)	50.2	47.7	130.4	82.9	76.35	37.85
	截留量(mm)	6.06	7.92	8.45	8.63	8.50	3.56
	截留率(%)	12.07	16.6	6.48	10.40	11.1	9.38
	林内降雨量(mm)	47.83	34.42	111.61	70.74	67.83	31.09
	截留量(mm)	6.06	7.92	8.46	8.62	8.50	3.56
	截留率(%)	12.07	23.01	7.28	12.19	12.53	11.26

2.5 截留量与蒸发量

据资料分析,枯枝落叶层在降雨终止后第一天的平均蒸发速率 0.502mm/d,此后逐日下降,并呈递减指数函数变化(图 5),直至再次降雨为止。因此,若干燥时间越长,累积蒸发量越大,再次降雨的截留量越多,反之则截留量越小。

观测结果表明,枯枝落叶层的截留作用和蒸发作用均为一有限过程,即一次截留蒸发过程的截留量和蒸发量均不超过自身的最大持水量,两者互相作用,使枯枝落叶层的含水量维持某一水平的动态平衡,且蒸发量相当于截留量。如 1990 年观测时的含水量为 0.25mm,结束时为 0.66mm,基本持平。此时段的截留量为 46.82mm,蒸发量为 46.16mm,也基本相当。又如 1991 年 4 月 30 日的含水量为 0.7mm,与前一年同期基本持平,与当年 10 月 30 日仅差 0.6mm。此时段的截留量为 33.34 mm,蒸发量为 34.98 mm,仅差 1.64 mm,差异也不大。

2.6 截留作用与水土保持

分析枯枝落叶层截留作用与降雨量、自身含水量、蒸发量等的关系,以及年截留量及其动态变化,对于研究森林水量平衡是必要的,但对于评价森林保持水土的能力时,分析单次降雨的截留作用更具有实践意义。因为,某一时段或一年的截留量是由若干次截留作用所组成的,每次截

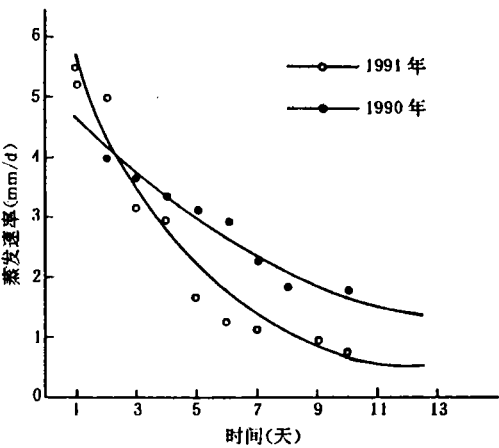


图 5 油松枯枝落叶层的平均蒸发速率

- 3 赵鸿雁等. 油松人工林和天然山杨林林内降雨动能的初步研究. 中国科学院、水利部西北水土保持研究所集刊, 1991, 第14集
- 4 黄秉维. 森林生态系统在水土保持中的作用. 森林与人类, 1991, 特刊
- 5 保定地区水土保持试验站. 乔木纯林地面侵蚀观测试验研究. 中国水土保持, 1990, 第8期
- 6 刘元宝等. 坡耕地不同地面覆盖的水土流失试验研究. 水土保持学报, 1990, (1)
- 7 田积莹等. 子午岭连家砭地区土壤物理性质与土壤抗侵蚀指标的初步研究. 土壤学报, 1964, 12(3)
- 8 汪有科等. 林地枯落物抗冲试验研究. 中国科学院、水利部西北水土保持研究所集刊, 1991, (14)
- 9 孙立达等. 沙打旺, 紫花苜蓿和小叶锦鸡儿的根系对斜坡稳定性的影响. 水土保持学报, 1987, (2)
- 10 侯喜录等. 黄土丘陵沟壑区主要水保林类型及草地水保效益的研究. 中国科学院、水利部西北水土保持研究所集刊, 1991, (14)
- 11 曾伯庆等. 人工草地植被度对产流产沙影响的研究. 晋西黄土高原土壤侵蚀规律实验研究文集, 1990
- 12 刘昌明等. 黄土高原森林对年径流影响的初步分析. 地理学报, 1978, 33(2)

(上接第23页)

留作用所减少的降雨量并不都具有水土保持意义。如降雨量小, 对土壤侵蚀的影响甚微, 甚或没有影响, 只有降雨量较大, 截留作用所减少的雨量较多时, 对土壤侵蚀才具有影响。两年观测结果表明, 枯枝落叶层一次截留量在 1.0mm 以下的次数平均每年 13 次, 占总降雨次数的 43.3%; 1—2mm 的次数 12 次, 占降雨次数的 40.0%; 2—3mm 次数 4 次, 占 13.3%; 3—4mm 的次数 1 次, 占 3.4%, 其中最大截留量 3.14mm。可见, 截留作用所减少的降雨量在 3mm 以下的次数占 90.0%, >3mm 的次数占 3.4%, 截留作用减少的雨量对水土流失的直接影响有限。截留作用的重要意义是它的间接效益, 即削弱降雨动能, 将动能转变为透势能, 防止土壤溅蚀。

3 结 论

中龄油松人工林枯枝落叶层的截留量占同期雨量的 10.07%, 占林内降雨量的 11.8%, 比林冠截留量低 5.0%; 枯枝落叶层的截留量随降雨量增加而增大, 随自身含水量的增加而减少; 一次最大截留量为 3.14mm, >2mm 的截留量占 13.3%, >3.0mm 的截留量占 3.4%, 截留作用减少的降雨量对水土流失的影响有限。

参考文献

- 1 R. 李, 张建列译. 森林水文学. 东北林学院出版, 1984 年
- 2 刘向东等. 六盘山林区森林树冠截留枯枝落叶层和土壤水文性质的研究. 林业科学, 1989, 25 卷(3)
- 3 中野秀章, 李云森译. 森林水文学. 中国林业出版社, 1983 年