

# 油松、山杨林枯枝落叶层

## 蓄积动态的研究\*

吴钦孝 刘向东 赵鸿雁

(中国科学院  
水利部 西北水土保持研究所)

### 摘 要

流域坡面上的枯枝落叶只有达到一定厚度,才能防止水土流失。本文从动态的角度,对陕北黄土丘陵区的主要森林类型油松和山杨林的枯枝落叶层的蓄积进行了研究,结果表明,中龄油松和山杨林的现存蓄积量分别为17.95t/ha和8.34t/ha;年凋落量为3.24t/ha和3.09t/ha,油松林的凋落主要发生在10月至翌年4月,山杨林则集中在9、10两月,年分解量为3.23t/ha和2.89t/ha,其中夏季分解快,冬季分解慢。根据林分枯落物现存蓄积量、凋落量和分解量阐明的蓄积动态表明,油松枯落物蓄积以4月为最多,10月最少,山杨则以1月最多,8月最少。在目前的年龄和结构状态下,凋落量和分解量基本呈平衡状态,枯落物蓄积量无明显增减。

**关键词** 油松 山杨 枯枝落叶层

## A STUDY ON DYNAMICS OF LITTER AMOUNT IN FOREST STANDS OF CHINESE PINE AND MOUNTAIN POPLAR

Wu Qinxiao Liu Xiangdong Zhao Hongyan

(Northwestern Institute of Soil and water Conservation, Academia  
Sinica and Ministry of water Conservancy)

### Abstract

Only by reaching a fairly deep thickness of litter on the slopes of watershed, can the soil and water loss be averted. This paper from dynamic angles examined the litter amount in forest stands of *Pinus tabulaeformis* and *Populus davidiana* of middle age in loess hilly region of northern Shaanxi. The results of the study showed that the per factor existing litter amount in both above-mentioned stands is 17.95t. and 8.34t., respectively, and the annual litter fall is 3.24t. and 3.09t. correspondingly. The litter fall in *P. tabulaeformis* stand occurs meanly from October to April of next year after grow-

ing season, and in *P. davidiana* stand—in September and October with concentration. The annual litter decomposition in both stands is determined as 3.23t./ha and 2.89t./ha, and it is going more quickly in summer and more slowly in winter.

According to the dynamic changes of litter on the basis of its existing amount, annual fall and decomposition, the maximum litter amount in year for *P. tabulaeformis* stand may be observed in April, and the minimum—in October. The same as for *P. davidiana* stand they are in January and August, respectively.

At the present conditions of stand age and structure, the litter-fall and decomposition are in balance. There are not obvious changes in litter amount.

**Key words** *Pinus tabulaeformis* *Populus davidiana* litter

枯枝落叶层作为土壤覆盖层(A层)对防止雨滴的直接击溅,降低水流速度,促进降水入渗,抑制土壤蒸发,控制水土流失等,均有重要的作用,是继林冠之后森林水文效应的第二个活动层。林地枯枝落叶层水文作用的大小,首先取决于其数量和质量。据一些文献记载,流域坡面上松林枯枝落叶层的厚度,至少要有1.2cm,才能防止水上流失。因此,查明枯落物的蓄积及其动态变化,对确切评价不同林分、不同时期的水文生态功能,对合理经营水源涵养林和水土保持林,将提供科学的依据。

## 1 林地基本情况

研究对象分别为人工油松林和天然山杨林。油松林系1963年所植,分布在松峪沟的东坡、北坡和西北坡。林分高9~10m,胸径10~11cm,郁闭度0.7~0.8,每公顷有立木2100~2400株,蓄积量70~90m<sup>3</sup>。山杨林为中龄林(因心腐无法确定实际年龄),多生长在阴坡和半阴坡。林分高6~7m,胸径10cm,郁闭度0.7,每公顷蓄积量50~55m<sup>3</sup>。

## 2 试验研究方法

在林分内设置标准地,沿对角线方向机械布设5个1m×1m的样方,收集其上枯落物,烘干后测得现存蓄积量。

林内均匀布设10个0.5m×0.5m的收集框,逐月收集和测定枯枝落叶量,凋落盛期一月2~3次,计算年、月凋落量。

林内收集原状枯落物,分装若干尼龙网袋,置于枯枝落叶层内,4月至10月间每月取出4袋,测定剩余重,10月至翌年4月一次称重,分别计算分解率和分解量。

## 3 试验研究结果

### 3.1 枯枝落叶层现存蓄积量

调查结果表明,试验地区油松林枯枝落叶层一般厚3—4cm,平均蓄积量为17.95

t/ha, 其组成状况如下表所列:

表 1 中龄油松林枯枝落叶层蓄积量及其组成

蓄 积 量 (t/ha)	叶			枝	皮	果	其它
	小计	未分解	半分解				
17.95	16.44	5.29	11.15	1.02	0.04	0.43	0.02
100.0%	91.6	32.2	67.8	5.7	0.2	2.4	0.1

山杨林的枯枝落叶层平均厚度为 2 cm, 平均蓄积量为 8.34t/ha, 其组成状况如表 2 所列:

表 2 山杨林枯枝落叶层蓄积量及其组成

蓄 积 量 (t/ha)	叶			枝	皮	花芽	其它
	小计	未分解	半分解				
8.34	6.63	0.79	5.84	1.51	0.04	0.01	0.15
100.0%	79.5	11.9	88.1	18.1	0.5	0.1	1.8

从表 1、表 2 可见, 油松林枯落物的蓄积量比山杨林高出 1 倍以上, 但无论油松林或山杨林, 其枯枝落叶层的组成中均以叶的比重最大, 分别占总蓄积量的 91.6% 和 79.5%, 其中又以半分解物质为主, 分别占 67.8% 和 88.1%, 其它成分所占比重均较小。

### 3.2 枯枝落叶层的年蓄积动态变化

枯枝落叶层的蓄积量是随着植物器官的凋落和枯落物的分解而不断变化的, 始终处于一个动态过程之中。为了掌握林地枯落物蓄积量的变化, 必先了解影响蓄积变化的因素: 凋落和分解的状况。

#### 3.2.1 植物凋落过程和凋落量的测定

三年观测结果表明, 林分的凋落具有周期性的变化。油松林凋落物主要组成成分针叶的生命期一般为 3~4 年, 10 月上、中旬开始枯黄, 下旬起大量凋落, 直至第二年生长开始; 花序及其鳞片 5~9 月凋落; 种子自 10 月中旬到 12 月上旬从开裂的球果中下落; 枝、皮、球果等器官通常在完成其生命史后, 在外力作用下调落, 故无明显的凋落期。山杨与油松不同, 属落叶阔叶树种, 其树叶凋落比较集中, 一般在 9 月上、中旬枯黄, 9 月中旬至 10 月中旬为凋落期, 其中尤以 10 月上旬凋落最盛, 仅 10 月的凋落量即占全年凋落总量的一半以上; 芽鳞、果梗、花序等则主要在 4~5 月凋落, 使 5 月成为全年仅次于 9、10 两月的第二个凋落盛期。油松和山杨林凋落随时间的变化过程见表 3。

从表中可以看出, 作为针叶树种的油松和作为阔叶树种的山杨, 其凋落过程属于完全不同的两种类型。油松在 5 至 9 月的生长季内凋落量很少, 仅占全年凋落量的 11.2%, 主要凋落过程发生在停止生长后的 10 月至翌年 4 月。山杨林的凋落主要发生在 9 月、10 月和 5 月, 其凋落量约占年凋落总量的 87.8%。根据对上述凋落资料的分析, 得知其累积凋落量 Y 随时间的变化符合三次多项式方程, 即

表 3 油松、山杨林凋落量随时间的变化

类型	凋落量(t/ha)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
油松林	逐月凋落量	0.30	0.23	0.42	0.61	0.07	0.06	0.08	0.07	0.08	0.35	0.57	0.40
	%	9.2	7.2	13.0	18.8	2.2	1.8	2.6	2.2	2.4	10.7	17.6	12.3
	累积凋落量	0.30	0.53	0.95	1.56	1.63	1.69	1.77	1.84	1.92	2.27	2.84	3.24
	%	9.2	16.4	29.4	48.2	50.4	52.2	54.8	57.0	59.4	70.1	87.7	100.0
山杨林	逐月凋落量	0.00	0.01	0.03	0.07	0.38	0.04	0.03	0.08	0.74	1.60	0.11	0.00
	%	0.2	0.2	0.8	2.3	12.2	1.4	0.8	2.6	23.9	51.7	3.7	0.2
	累积凋落量	0.00	0.01	0.04	0.11	0.49	0.53	0.56	0.64	1.38	2.98	3.09	3.09
	%	0.2	0.4	1.2	3.5	15.7	17.1	17.9	20.5	44.4	96.1	99.8	100.0

$$Y = a + bt + ct^2 + dt^3 \tag{1}$$

但对于山杨林在排列上应以11月为起点，即11月时t为1。经计算，对中龄油松和山杨林，其累积凋落量的模拟参数分别见表4。

表 4 油松、山杨林累积凋落量动态模拟参数

类 型	a	b	c	d	复相关系数r
油松林	-203.10	773.65	-113.60	6.32	0.9899
山杨林	-384.21	454.00	-102.02	7.17	0.9630

由方程（1）可求得林分的凋落速率，即单位时间的凋落量x，为累积凋落量Y对时间t的一阶导数，故其随时间的变化为一二次多项式方程，即

$$x = b + 2ct + 3dt^2 \tag{2}$$

3.2.2 分解过程和分解量的测定

枯落物的分解与温度、湿度、微生物活动等因素关系密切。根据间隔期前后对枯落物二次称重的结果，其分解量和分解率随季节而变化，即夏季气温高，湿度大，分解快，冬季气温低，微生物活力差，分解慢。油松和山杨林枯落物的年分解率、分解量及其分季的测定结果列表如下：

表 5 油松、山杨林枯落物年分解率和分解量

类 型	年分解率 (%)	年分解量 (t/ha)	其 中			
			春季 (4.15 ~6.15)	夏季 (6.15 ~8.15)	秋季 (8.15 ~10.15)	冬季 (10.15 ~4.15)
油松林	18.0	3.23	0.57	1.38	0.81	0.47
山杨林	34.6	2.89	0.53	1.27	0.70	0.39

表列数据表明，山杨林枯落物的年分解率达34.6%，比油松林高近1倍。如果把当年凋落量也考虑在内，则山杨林枯落物分解率为25.3%，仍相当于油松林15.2%的1倍半多，可见山杨枯落物在同样条件下比油松要分解得快，这与油松枝叶等凋落物中含有松脂物质有关。但由于油松林枯枝落叶层的蓄积量大，年分解量仍以油松林为多。在总

分解量中按季节的分解情况是, 暖湿的夏季占42.7%~44.0%, 而漫长的冬季仅占13.5%~14.6%, 其它春、秋季各占17.6~18.3%和24.2%~25.1%。

此外, 为研究蓄积动态变化, 根据J. S. 奥尔松提出的概念, 按下列方程(3)计算的相对分解率, 其结果列于表6。

$$K = \frac{L_a (L_0/L_t)}{t} \quad (3)$$

式中: K——相对分解率;

$L_0$ ——间隔期始枯落物蓄积量;

$L_t$ ——间隔期末枯落物蓄积量;

t——间隔时期。

表6 油松、山杨林枯枝落叶层不同季节的相对分解率 ( $t_0/t_1 \cdot d$ )

类 型	春季(4.15~6.15)	夏季(6.15~8.15)	秋季(8.15~10.15)	冬季(10.15~4.15)
油松林	0.000 533	0.001 349	0.000 857	0.000 173
山杨林	0.001 066	0.002 916	0.001 854	0.000 375

### 3.2.3 枯落物年蓄积量动态变化

根据测得的凋落速率 $x$ 和相对分解率 $K$ , 即可从蓄积动态的定义, 按方程  $dL/dt = x - KL$  确定枯枝落叶层的动态变化, 式中 $L$ 为林地枯落物的现存蓄积量。

将(2)式代入得:

$$dL/dt = b + 2ct + 3dt^2 - KL \quad (4)$$

该式的通解为:

$$L = b/K + 2ct/K - 2c/K^2 + 3dt^2/K - 6dt/K^2 + 6d/K^3 + C \exp(-Kt)$$

当 $t = 0$ 时, 即在凋落初期,  $L = L_d$ , 式中 $L_d$ 为凋落初期枯枝落叶层蓄积量, 则

$$L_d = b/K - 2c/K^2 + 6d/K^3 + C$$

$$C = L_d - b/K + 2c/K^2 - 6d/K^3$$

由此, (4)式的特解为

$$L = [b/K + 2c(t-1/K)/K + 3dt^2/K - 6d(t-1/K)/K^2] + [L_d - b/K + 2c/K^2 - 6d/K^3] \cdot \exp(-Kt) \quad (5)$$

式(5)适用于凋落期内的任何时刻。根据(5)式的计算结果, 得林地枯枝落叶层蓄积动态曲线如图1所示。

由图可见, 油松林和山杨林枯枝落叶层的蓄积变化过程完全不同, 在油松林内5月至9月由于枯落物不断分解, 凋落量又小, 枯枝落叶层的蓄积逐渐减少, 至10月降至全年最小量。以后随着凋落盛期的到来, 分解减慢, 蓄积迅速增加, 在4月达到全年最大值。山杨林内枯落物蓄积量在凋落盛期后的12、1月达最大值, 然后逐渐减少, 至凋落盛期前的7~8月降至最低值。据计算, 在目前的年龄和结构状态下, 油松林枯落物年增蓄积约0.01t/ha, 山杨林枯落物, 尽管近两年实际测定每公顷约增加0.2t, 但按公式(5)计算结果减少0.13t/ha。考虑到应用模型和计算中的误差, 可以认为, 无论油松和山杨林, 目前凋落量和分解量基本呈平衡状态。

根据枯枝落叶层的蓄积动态变化, 我们可以计算出它的持水能力随季节变化的数量

特征。

### 参 考 文 献

- [1] 霍应强. 森林水文生态综合鉴定法研究, 《人民黄河》, 1980年5期
- [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年25卷3期
- [3] 苏宁虎. 森林植物凋落动态的数学模型, 《林业科学》, 1989年25卷2期

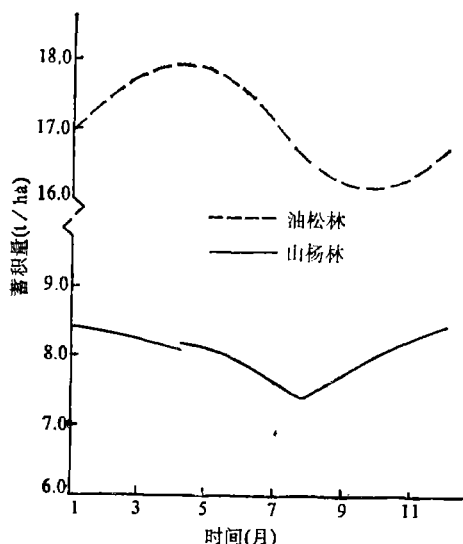


图1 枯枝落叶层蓄积动态曲线

(上接第26页)

## 4 结 论

4.1 人工油松群落植物的蒸腾强度为 $0.259 \sim 0.991 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ , 其中建群种油松为 $0.259 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ , 灌木层优势种黄刺玫为 $0.681 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ 、忍冬为 $0.646 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ , 胡颓子为 $0.593 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ 、绣线菊为 $0.684 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ , 其他伴生种为 $0.498 \sim 0.992 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ 。草本层优势种大披针叶苔草为 $0.577 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ , 其他伴生种为 $0.669 \sim 0.849 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ 。

4.2 群落各植物蒸腾强度随气温和相对湿度而变化, 其日变化符合多项式  $E = e^a \cdot e^{bt} \cdot T^c \cdot r^d$ 。

4.3 群落各植物蒸腾强度具有季节性变化, 即开始生长的4~5月较小, 6~8月为生长旺季, 蒸腾强度较高, 9~10月生长缓慢或停止, 蒸腾强度又减小。由于组成群落的植物有不同的生物生态学特性, 其节律有所差异。油松为常绿树种, 蒸腾作用开始于4月, 结束于11月; 阔叶树种一般开始于4月中下旬, 结束于10月中下旬; 大披针叶苔草的叶片在冬季仍有部分保持常绿, 新生叶发芽较早, 蒸腾节律与油松相似, 其他草本植物开始于4月中下旬, 结束于10月中旬。

4.4 人工油松群落蒸腾强度用  $E_T = \frac{\sum_{i=1}^n W_i E_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$  计算, 在生长季节内, 人工油松群落

蒸腾强度为 $0.284 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ , 其中乔木层为 $0.262 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ , 灌木层为 $0.619 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ , 草本层为 $0.780 \text{ g/g} \cdot \text{h}$ 。

### 参 考 文 献

- [1] Richard Lee, 张建列译. 《森林水文学》, 东北林学院出版, 1984年
- [2] 刘增文等. 人工油松林蒸腾耗水及林地水分动态特征的研究, 《水土保持通报》, 1990年第6期