

云南松林的枯枝落叶层持水效应初探*

刘文耀 郑 征

(中国科学院昆明生态研究所)

摘 要

本文通过对天然云南松林采取去除与保留林地枯枝落叶层(即土壤的A₀层)的对比试验观测,得到如下结果:去枯与留枯相比较,前者较后者,年平均地表径流量高13倍,液体径流量高3.3倍,地表径流系数大3.4倍,云南松林枯枝落叶层的蓄积量及其最大吸水量分别为28.9t/ha和58.7m³/ha。在干季具有枯枝落叶层覆盖的林地土壤含水量始终高于地表裸露的林地。

关键词 云南松; 枯枝落叶层

森林每年都有相当数量的枝叶枯萎凋落,天长日久便在地表上形成一层松软的死地被层。该层对森林生态系统的结构和功能具有重要的作用。在我国,有关枯枝落叶层的研究较少,六十年代初中国林科院林研所等单位曾对川西亚高山冷杉林及其林地枯枝落叶层进行过群落学方面的研究^[1],近几年,对北方暖温带森林主要树种枯叶的研究有过一些报道^[4,5],但主要偏重于分解作用方面。本项研究目的是探讨亚热带山地森林的主要类型——云南松林林地枯落物层对保持水土,涵养水源以及与土壤温、湿度变化的关系,从而为保护利用森林资源提供科学依据。

一、试验区基本概况

研究样地位于云南省的通海县境内。该区气候特点为四季冷暖不分明,但干湿差异明显。据气象站资料,坝区年平均气温15.6℃,年平均降水量869.2mm,5—10月为雨季,降水量达666.9mm,占全年总量的76.8%,11—4月为干季,降水为204.4mm,仅占年总量的23.2%,年干燥度(最大可能蒸发量与降水量之比)1.34。

试验样地设于紧靠县城的秀山公园内,由于对秀山公园有一定的保护措施,故这里的森林保护较好,是目前滇中森林植被保存较完好的地区之一。本试验的云南松林位于坡度为30°左右的东北坡中部。森林结构较好,云南松(*Pinus yunnanensis*)居上层,平均树高约15m,树龄40—60年,阔叶树种有元江栲(*Castanopsis orthacantha*),滇石栎(*Lithocarpus dealbatus*)等,一般都居于云南松之下,乔木层总郁闭度约0.6,灌木层高1—2m,覆盖度40%左右,以爆仗花杜鹃(*Rhododendron spinuliferum*)、珍珠花(*Lyonia ovalifolia*)、小铁仔(*Myrsine africana*)、厚皮香(*Ternstroemia gymnanthera*)、老鸦炮(*Vaccinium fragile*)、云南含笑(*Michelia yunnanensis*)等为主;草本层高约0.5m,覆盖度10—15%,主要有四脉金茅(*Eulalia quadrinervis*),刺芒野枯草(*Arundinella setosa*),云南兔儿风

本文于1988年5月收到,1989年1月收到修改稿。

* 本项工作承刘伦辉副研究员指导,特此致谢!

(*Ainsliaea yunnanensis*), 苔草(*Carex* sp.), 火絨草(*Leontopodium* sp.)等。死地被层以松针占主要成份, 平均厚度 1—2 cm, 树的基部可达 3—5 cm, 林地土壤为山地红壤。

二、研究方法

在 $50 \times 50 \text{ m}^2$ 的样地内设置 10 个直径为 0.5 m^2 的凋落物收集器。定期收集凋落物, 并测定枯枝落叶层总量及其最大持水量。

在试验林内, 选择地形相似、植物群落相同的地段设立两组观测场: 一组为仿照当地群众收集枯枝落叶(在滇中地区, 山区群众每年都上山收取大量的松林枯落物作为燃料, 使得林地土壤裸露, 水土流失严重)的方式去除地表枯枝落叶层, 简称去枯组; 另一组则保持原有的自然状态, 称留枯组。两组同时开展以下内容的观测: (1) 根据云南山地地形破碎的特点, 采用 Gerlach 方法¹⁾, 每场雨后观测地表固体、流体径流量, 小区规格 $10 \times 1 \text{ m}^2$ 。降雨量及降雨强度用自记雨量计测得。(2) 定期测定样地 10—15 cm 深处土壤含水量; (3) 在高温期的五月中旬, 按常规气象观测方法^[1]安放仪器, 分别测定地表最高、最低温度, 利用曲管地温计测定深度为 5、10、15 和 20 cm 的土壤温度, 每天观测三次, 连续 10 天。其中选择 4 天分别每隔 1 小时从 8 时测至 20 时连续测定, 以此了解日变化情况。

三、试验结果与分析

(一) 森林的年凋落量、枯枝落叶层总量及其最大持水量

由于森林树种的生物学特性及环境条件的影响, 每年有一定数量的叶、枝、皮、花果等凋落, 随着时间的推移, 它们在森林土壤表面积聚形成枯枝落叶层。据两年观测结果, 云南松林在 4—5 月和 11—12 月出现两次凋落高峰, 年凋落量平均为 5.27 t/ha , 变幅 $4.46—5.85 \text{ t/ha}$, 其中针叶是凋落物中的主要成份, 占年总凋落量的 70% 左右。

林地上枯枝落叶在土壤微生物的作用下逐渐分解破碎, 按照分解破碎程度的不同可将枯枝落叶层分为未分解的、半分解的及完全分解的三个亚层, 即 L (Litter)、D (duff) 和 H (humus) 三亚层。不同分解程度的枯落物吸水力也不相同。云南松林的枯枝落叶层总量、三亚层及其最大持水量资料见表 1。由表中可看出, 保护较好的云南松林具有较高的枯枝落叶蓄积量, 达 28.89 t/ha , 持水力也很强, 达 $58.71 \text{ m}^3/\text{ha}$, 在各亚层中又以处于半分解状态的枯枝落叶持水量最大。

表 1 云南松林枯枝落叶层的干物质重量及其最大持水量

Table 1 The dry weight of litter and its the maximum soil retention of *Pinus yunnanensis* forest

项目 \ 层次	L 亚层	D 亚层	H 亚层	总计
干重(t/ha)	7.05	12.03	9.87	28.89
最大持水量(m^3/ha)	10.88	36.19	12.64	58.71

1) Morgan, R.P.C.(詹春梅译), 1985, 土壤侵蚀模拟实验资料收集。水土保持译报, 中国水土保持学会编, (1)38—41。

(二) 去枯组、留枯组地表水土流失的比较

1. 降雨量、降雨强度对地表径流量的影响

根据对两年资料的整理结果,作者将整个雨季划分为前期(5—6月)、中期(7—8月)和后期(9—10月)三个时期进行分析,这样能够较客观地反映山地水土流失情况。

据报道^[2,8],地表固体径流量和液体径流量都分别与降雨量、降雨强度有良好的线性关系。从我们观测得到的结果表明不同处理组的地表径流也存在较好的线性关系,即地表固体径流量与液体径流量随降雨量、降雨强度的增加而增加。经检验,各相关性都达到 $P<0.01$ 的显著水平(见表2,3)。由于枯枝落叶层的存在与否,各组间线性方程的斜率差异较大。

表2 地表固体径流量、液体径流量与降雨量的关系

Table 2 The relation between the amount of soil losses (S , g/10m²), the amount of water runoff (W , mm) and the amount of rainfall (R , mm)

时 间	处 理	固 体 径 流		液 体 径 流	
		方 程 式	相关系数	方 程 式	相关系数
5—6 月	去 枯 组	$S = 0.5690R - 2.9872$	0.9551*	$W = 0.0322R - 0.1444$	0.9673*
	留 枯 组	$S = 0.0409R - 0.3111$	0.9245*	$W = 0.0131R - 0.0400$	0.9677*
7—8 月	去 枯 组	$S = 0.2404R - 1.5873$	0.9097*	$W = 0.0391R - 0.1667$	0.9184*
	留 枯 组	$S = 0.0535R - 0.7636$	0.9073*	$W = 0.0066R - 0.0428$	0.9457*
9—10 月	去 枯 组	$S = 0.1255R - 0.8275$	0.9093*	$W = 0.0248R - 0.0640$	0.9010*
	留 枯 组			$W = 0.0043R - 0.0068$	0.9239*

* $p<0.01$

表3 地表固体径流量、液体径流量与降雨强度的关系

Table 3 The relation between the amount of soil losses (S , g/10m²), the amount of water runoff (W , mm) and rainfall intensity (I , mm/h)

时 间	处 理	固 体 径 流		液 体 径 流	
		方 程 式	相关系数	方 程 式	相关系数
5—6 月	去 枯 组	$S = 0.6500I - 13.6165$	0.9014*	$W = 0.3804I - 0.8242$	0.9045*
	留 枯 组	$S = 0.3552I - 0.8460$	0.9136*	$W = 0.1597I - 0.3426$	0.9316*
7—8 月	去 枯 组	$S = 2.4862I - 4.2676$	0.9216*	$W = 0.4385I - 0.7231$	0.9350*
	留 枯 组	$S = 0.4328I - 0.6047$	0.9566*	$W = 0.0704I - 0.0988$	0.9124*
9—10 月	去 枯 组	$S = 1.2823I - 1.8176$	0.9293*	$W = 0.2309I - 0.3627$	0.9530*
	留 枯 组			$W = 0.0305I - 0.0224$	0.9146*

* $p<0.01$

整个雨季总的固体径流量很少,根据测定仅有0.015kg/10m²。到了后期几乎没有固

体径流。而在去枯组中,各个时期地表径流量随降雨量增加的速率都明显高于留枯组。单位降雨量每增加10mm,地表液体径流量的增加,前、中、后期分别为0.32mm/10m²、0.39mm/10m²、0.25mm/10m²(留枯组分别为0.13mm/10m²、0.07mm/10m²和0.04mm/10m²)。固体径流在整个雨季均有发生,总固体径流量达0.210kg/10m²,是留枯组的14倍。在雨季前,中期形成的固体径流量较大,约占总量的94%。产生固体径流的临界雨量明显地低于留枯组,约为8mm左右(不留枯叶的为15mm)。

同样以降雨强度与不同处理组的地表固体径流量和液体径流量的关系进行分析,两组间的地表径流量随降雨强度增加的速率出现明显的差异。例如单位降雨强度每增加2mm/h,在雨季前期,留枯组和去枯组的固体径流量分别增加0.004kg/10m²和0.067kg/10m²;在中期液体径流量前者增加0.7mm/10m²,后者则增加4.39mm/10m²等等。显然,降雨强度对去枯组的地表固体、液体径流量的影响都要大于留枯组。

在滇中地区,干湿季节明显,干季枯枝落叶干燥,土壤含水率低。并且在干季约有年总量70%的枯枝落叶凋落于林地,在雨季来临之前,地表面便覆盖着一层松软的枯枝落叶,随着微生物活动及受高温潮的影响,它们逐渐分解破碎,吸水力增强,所以到了雨季盛期,降到地面的雨水首先经过枯枝落叶的缓冲和吸收,迳流形成来得晚,液体径流量都较小,固体径流量也很少。而去除枯枝落叶层的林地,不仅地表径流形成时间早,而且随着雨量和强度的加大泥沙的流失量也加大,便造成严重的水土流失,到了9、10月份,雨量偏小,一年生草本植物已生长起来,土壤紧实度增大,虽有地表径流,但泥沙流失量很少。现以前期降雨对地表径流量的影响为例(见表4)由表中可看出,两次降雨相比,去枯组固体

表4 前期降雨对不同处理样地水土流失量的影响
Table 4 Effect of rainfall of early period on the amount of soil erosion of different treatment plots

观测时间 (年、月、日)	降雨量 (mm)	降雨强度 (mm/h)	前十天降雨量 (mm)	去枯组		留枯组	
				固体径流量 (kg/10m ²)	液体径流量 (mm)	固体径流量 (kg/10m ²)	液体径流量 (mm)
1986.6.11—15	30.9	3.2	0.6	0.006	0.30	0.0011	0.14
1986.7.11—15	35.8	3.5	64.0	0.011	1.10	0.0017	0.18

径流量及液体径流量分别增加1倍和2.7倍,而留枯组因为有枯枝落叶层的覆盖,相应仅增加0.5倍和0.3倍。由此可知,若在连续降雨的情况下,去枯组的地表水土流失就更为严重。

2. 林地枯枝落叶层保持水土的效果

林地表面具有枯枝落叶层的覆盖,避免了雨滴直溅土壤表面,减少了地表固体、液体径流量及径流的发生次数。从两年观测资料的整理结果(见表5)表明,去枯组发生液体径流次数最多,平均每年52次,液体迳流深每年为18.4mm,地表迳流系数为2.62%。发生固体径流的次数,平均每年27.5次,固体径流量平均每年0.210kg/10m²。而留枯组液体径流次数为每年36次,液体径流深4.3mm,地表径流系数为0.60%,固体径流仅10次,固体径流量为每年0.015kg/10m²。

表 5 不同处理样地水土流失量的比较

Table 5 The comparison of the amount of soil erosion of different plots

处 理	观 测 时 间 (年、月、日)	降雨量 (mm)	固体径流次数	固体径流量 (kg/10 m ²)	液体径流次数	液体径流量 (mm)	地表径流系数 (%)
去 枯 组	1986.5—10	904.8	33	0.321	56	21.0	2.32
	1987.5—10	538.5	22	0.098	48	15.7	2.92
	平 均	721.7	27.5	0.210	52	18.4	2.62
留 枯 组	1986.5—10	904.8	16	0.027	41	5.2	0.57
	1987.5—10	538.6	4	0.003	31	3.4	0.63
	平 均	721.7	10	0.015	36	4.3	0.60

由此表明,林地表在具有枯落物层覆盖时,可以大大地减少地表固体、液体径流量,从而起到良好的保持水土作用。

(三) 不同处理组土壤含水量的年变化

试验林地土壤系山地红壤,土层中小石砾较多,故所测得的土壤含水量有所偏低,据测定,去枯组和留枯组土壤含水量的年变化有所不同(见图1)。去枯组地表裸露,随雨季到来,土壤含水量迅速上升,7、8月时达到全年的高值,而具有枯枝落叶覆盖的留枯组,雨水通过枯枝落叶的吸收,土壤含水量上升速度慢,直到雨季后期的10月,土壤含水量才达到高值。以后随雨量减少,气候逐渐变干,土壤含水量也随之下落,地表裸露的去枯组,土壤蒸发量大,土壤含水量下降速度较快,而留枯组则下降慢,因此在干季留枯组土壤含水量始终高于去枯组样地。这对林木的生长是有利的。

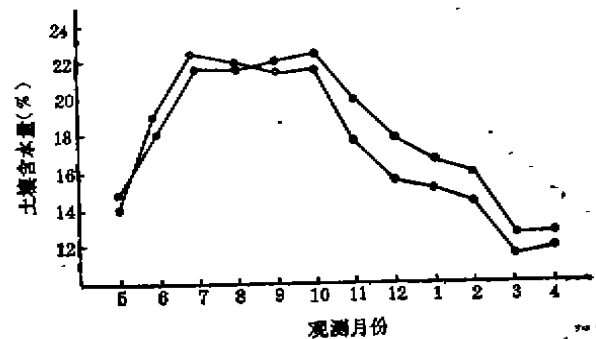


图 1 不同处理样地土壤含水量的月变化
(○去枯组; ●留枯组)

Fig.1 Monthly changes in soil moisture content of different treated plots

四、讨 论

从试验结果可以看出,枯枝落叶层除了具有截留降水和使地表土壤免遭雨滴直接打击和降低径流的强度外,还进一步起着阻滞径流和阻挡径流对土壤的冲刷作用。由于有枯枝落叶层覆盖,避免了阳光对土壤表面的直接辐射,减少了土壤蒸发,因而具有枯枝落叶层覆盖的林地温度变幅小、湿度较高的良好生境。此外,枯枝落叶中含有较丰富营养元素,经微生物分解向土壤归还所储备的营养元素,供森林植物生长¹⁾。因此,森林的

1) 刘文耀等,滇中常绿阔叶林及云南松林枯落物的初步研究(待发表)。

枯枝落叶层对整个森林生态系统的结构和功能具有重要意义。

在云南松分布的广大地区,尤其在人口集中的滇中地区,经过多年的开发利用和破坏,致使云南松的天然林资源大幅度减少,而广泛存在的是次生的云南松中幼龄林,这些次生的云南松林的生物生产力低。在森林资源十分缺乏的情况下,政府及有关部门制定和采取了一系列措施(如建立森林保护区、封山育林等)。然而,值得引起注意的是,在制定保护森林资源的措施上,忽视了森林枯枝落叶层的作用。在云南的大部分地区,每年都有大量的云南松林枯枝落叶被当地群众取走,作为燃料消耗掉,使得许多松林地变成“光板地”,这样年复一年不仅使山地水土流失日趋严重,而且也使森林土壤越来越贫瘠,林地生态环境逐年恶化,一旦森林被砍伐,迹地更新就很困难。因此,在保护现有的森林资源时,不仅要保护林地上的林木,而且也要注意保护林地的枯枝落叶层。

参 考 文 献

- [1] 中央气象局, 1979: 地面气象观测规范。气象出版社。
- [2] 卢俊培等, 1987: 热带森林水文学研究建议。热带林业科技, (2)1—8。
- [3] 张先仪, 1986: 整地方式对水土保持及杉木幼林生长影响的研究。林业科学, 22(8)225—232。
- [4] 胡脾慧等, 1986: 油松和栓皮栎分解作用研究。植物学报, 28(1)102—116。
- [5] 胡脾慧等, 1987: 几种树木枯叶分解速率的试验研究。植物生态学与地植物学报, 11(2)124—132。
- [6] 蒋有绪等, 1981: 川西亚高山冷杉林枯枝落叶层的群落学作用。植物生态学与地植物丛刊, 5(2)89—98。
- [7] N.J. 罗森堡(何起章译), 1982: 小气候——生物环境。气象出版社, 72—73。

PRELIMINARY STUDY ON THE WATER AND SOIL CONSERVATION FUNCTION OF THE LITTER OF THE *PINUS YUNNANENSIS* FOREST

Liu Wen-yao Zheng Zheng

(Kunming Institute of Ecology, Academia Sinica)

Abstract

In this paper, the amount of soil losses and water runoff, soil moisture content, soil temperature at the plot without litter (A0) and the plot with litter in *Pinus yunnanensis* forest in middle Yunnan province have been observed. The results showed that the amount of soil erosion and water runoff in the plot without litter were 13 and 3.3 times higher those in the plot with litter. The mass of the litter was $28.9\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ and its maximum amount of soil retention was $58.7\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. The soil moisture content in the plot with litter is always higher than that in the plot with litter in drought. Therefore the retained forest litter has fine ecological benefits.

Key words *Pinus yunnanensis*, Forest litter