

# 山杨林枯落物对面蚀的影响

韩冰 吴钦孝 汪有科 赵鸿雁

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
水利部

**摘要** 中龄山杨林下清除枯落物和原状枯落物(2cm厚),在天然降雨下分别测定溅蚀量和小区冲刷量,研究枯落物对面蚀的影响。表明有原状枯落物覆盖下不发生溅蚀,清除枯落物有微量溅蚀发生。其侵蚀径流量由有枯落物的  $0.257\text{ }4\text{m}^3/(100\text{m}^2 \cdot \text{a})$  变为清除枯落物的  $0.282\text{ }0\text{m}^3/(100\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ,增加了侵蚀径流量 8.72%,有枯落物覆盖地表其侵蚀模数为  $1.591\text{ }5\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$  比清除枯落物的林下侵蚀模数  $3.623\text{ }5\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$  减少 56.08%,在山杨林集水区,因原状枯落物保护较好,所以在该流域几乎不发生面蚀。

**关键词** 枯落物 面蚀 土壤保持

## The Impact of Mountain Poplar Forest Litter on Surface Erosion

Han Bing Wu Qinxiao Wang Youke Zhao Hongyan

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

**Abstract** In order to study the influence of litter to surface erosion, splash amount and plot washing amount were measured respectively on the surface under middle-age Mountain Poplar forest. There are two surface conditions, the first one, litter was cleared off, and another one, the initial litter (2 cm depth) still stayed on the ground. The results showed there are not splash erosion on the surface on which there are initial litter and there are micro splash erosion on the surface on which litter had cleared off. The runoff amount were increased by 8.72% from  $0.257\text{ }4\text{m}^3/(100\text{m}^2 \cdot \text{a})$  to  $0.282\text{ }0\text{m}^3/(100\text{m}^2 \cdot \text{a})$ . The erosion modalus were increased by 56.08% from  $1.591\text{ }5\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$  to  $3.623\text{ }5\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ . Because of good protection of initial litter, surface erosion hardly occur in the catchment area of Mountain Poplar forest.

**Key words** litter surface erosion soil conservation

## 1 前言

面蚀,主要是由坡面上均匀薄层径流所引起,是地面或沟坡土壤表面发生的薄层剥蚀及土粒的悬移现象。国外许多学者指出雨滴溅蚀作用是引起面蚀的主要侵蚀营力,径流侵蚀是面蚀的主要动力。

植被是防止面蚀的积极因素。有的学者将植被的这一功能主要归功于森林的林冠层,把植

被被覆当作控制土壤侵蚀的万应灵药是错误的<sup>[1]</sup>。虽然覆盖度与侵蚀量呈相关关系,但覆盖度是 100%或是 60%,其侵蚀量差别很小,为什么季节平均 60%的被覆率几乎与完全的、连续的被覆效果相近<sup>[1]</sup>。可是有不少人误认为这些作用主要取决于林分外表(郁闭度)或林分密度,而不保护枯落物,致使在不少地方都可以看到水土保持林下土壤裸露,表面板结,土壤侵蚀严重,地力衰退,与裸露地无异<sup>[2]</sup>。笔者认为林冠层虽然具有截留作用,一般截留降雨在 10%~20%之间<sup>[2]</sup>,有其积极的一面。而在叶片上重新组合过的雨滴,质量通常大于天然雨滴,而雨滴动能取决于雨滴质量和雨滴终点速度平方之积。在该试验地山杨林中,赵鸿雁观测到林内降雨雨滴直径变化幅度增大,小雨滴增多,也出现了少量的大雨滴(直径为 1.7~5.0mm),山杨为阔叶树种,叶面积大,所以汇集的降水多,重新形成的雨滴大。林内雨滴虽然终速有所降低,但幅度不大,与空旷地比较山杨林内最大雨滴终速仅差 13.8%,但雨滴质量增加的比例则远比雨滴终速降低比例大,因此山杨林内雨滴动能比空旷地大 3.7 倍,但是林内雨滴动能有时减少。雨滴经过林冠滴在林下固定点上,对地表具有更大的破坏作用,侵蚀也并非比林外低,如幼林地侵蚀也是较强的。大雨滴的侵蚀力可以是小雨滴的 1000 倍<sup>[3]</sup>。

植被防止土壤侵蚀功能之所以是巨大的,是因为森林经过多年形成特有的森林土壤,林冠层和覆盖地表的枯落物所引起的保护作用。往往被人忽略的枯落物,具有森林保水保土机能,即截留、抑制土壤蒸发、阻延径流流出时间、提高土壤抗冲性等,最终表现在产流产沙的减少上。

本文试图从研究土壤侵蚀的水文学方法入手,即从土壤颗粒在雨滴击溅和径流冲刷作用下,被分离搬运、沉积的整个过程中,以逐场降雨的侵蚀为基础,对山杨林枯落物防止面蚀的功能作一探讨。

## 2 试验区自然概况

试验区设在陕西宜川县铁龙湾林场所辖松峪沟,属黄龙山林区东缘。年平均气温 9.7℃,年平均降水量 574mm,植被为温带落叶阔叶林,褐色森林土,坡度 25°,山杨林(*Populus davidiana*)为老龄次生林,生于西北坡,平均高 6~7m,胸径 10cm,郁闭度 0.7,材积量 50~55m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,林下枯落物厚 2cm,平均蓄积量 8.34t/hm<sup>2</sup>,林下无下木,仅有零星灌木和少量草本植物,盖度 0.2,主要为大披针叶苔草(*Carex lanceolata*)。

## 3 研究方法

在林下清除枯落物和保留原状枯落物(2cm 厚)两种处理,各处理重复布设一次。

### 3.1 溅蚀量测定

采用 Ellison W. D. 的土壤溅蚀板收集器,于 1991 年安放于郁闭度适中的林冠下,垂直于水平面布置,收集槽顶高出地面 1cm,分别收集向上、下坡的溅蚀量。每次降水后将收集的泥水样在室内烘干称重,求出溅蚀量的大小。

### 3.2 冲刷量的测定

小区 20m×5m,四周用水泥板围埂,每次降雨后观测径流小区的径流量泥水样烘干称重,再换算成泥沙量。

## 4 结果与分析

### 4.1 林地枯落物对侵蚀性降水的抑制作用

侵蚀性是指侵蚀营力引起土壤分离,输移的驱移力,降水的侵蚀性部分源于降水产流的冲移,每一场天然降雨都具有一定的侵蚀能力,而能够产生土壤流失的降水即侵蚀性降水。贾志军

等人<sup>[5]</sup>分析结果表明:晋西黄土高原侵蚀性降水的基本雨量标准是 8.1mm。由于森林土壤具有一定的抗蚀性,虽微量降雨也具有一定的侵蚀力,但不致发生土壤流失。在试验区林内侵蚀性降水次数明显减少。在原状枯落物林地,因枯落物覆盖地表,降低雨滴动能,免受降水的溅击,加之多年形成的森林土壤,即使一次性降水达 71.9mm,最大 30min 雨强为 0.208 2mm/min,仍无溅蚀发生。而清除枯落物的林地,在 85 次降水中引起溅蚀的降水达 14 次,占 16.47%,侵蚀性降水量占总降水量 30.04%,每次平均降水量为 19.72mm(见表 1),有枯落物比清除枯落物更有效地防止了溅蚀的发生,土壤侵蚀主要是径流冲刷土壤造成的。而地面上均匀薄层径流冲刷只能悬浮大量泥土,这种层流的土粒悬浮主要由雨滴冲击薄水层所产生的骚动而获得,雨滴冲击薄水层可使运土力大大增加。在表 1 中有枯落物覆盖地表时发生面蚀 5 次,占总降水次数 5.889%,侵蚀性降水量占总降水量 17.33%,平均雨量 31.86mm,由于枯落物对冲击薄水层起到了缓冲作用,且机械阻挡并分散水流,降低径流速度,比清除枯落物冲刷泥沙量减少 56.08%,从而表明了枯落物对侵蚀性降水的抑制作用。

表 1 枯落物对侵蚀性降水的抑制作用

时间 (年)	降水(mm)		林内侵蚀性降水(mm)		林内侵蚀模数(t/km <sup>2</sup> ·a)				林内侵蚀量				
	次数	林外	林内	溅蚀 次	冲刷 降水量	有枯 无	有枯 无	有枯 无	有枯 无	有枯落物比无枯落物 溅蚀量(%)	冲刷量(%)		
1991	38	411.	347.	2	28.9	1	25.62	0	2	1	1	-100	-51.59
1992	47	508.	429.	12	247.2	4	133.7	0	12	4	4	-100	-57.64

#### 4.2 枯落物对溅蚀的影响

从物理学角度讲土壤侵蚀是一种做功的过程。而做功必然要消耗能量,这种能量被用于所有侵蚀变化过程,使团粒分散,将土壤击溅空中,引起地表径流的紊动,冲刷及转运土壤颗粒等。而降水能量经过枯落物做功,使能量得以消耗,使土壤溅蚀减少甚至消失(见表 2)。林下清除枯落物 2 年内溅蚀量只有 32.05g/m(单宽溅蚀量),溅蚀发生微弱,但是有林下枯落物的保护,尽管有暴雨,溅蚀也不发生。如 1992 年 7 月 10 日最大 30min 雨强是 0.762 4mm/min,林内降雨量为 23.9mm,水滴下降动能很大,经过 2cm 厚枯落物进行消能,使地表溅蚀消失,反之在 1992 年 8 月 30 日当最大 30min 雨强只有 0.076 1mm/min 时林内降雨量 13.5mm 时清除枯落物的覆盖,地表仍有少量土壤发生溅蚀。

表 2 山杨林下溅蚀量观测表

单位:g

时 间	1991 年		1992 年											
	27/7	15/8	4/5	23/5	29/5	17/6	8/7	10/7	19/7	2/8	8/8	20/8	29/8	30/8
清除枯落物	1.2	1.85	3.4	1.85	2.15	2.55	0.35	3.5	2.6	5.1	5.6	1.0	0.55	0.35
原状枯落物	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

#### 4.3 枯落物防止冲刷作用

一个地区土壤侵蚀过程,总是多种因素综合作用的结果。如何估价一个地区各个因素在侵蚀过程中所占的比重,或者根据各因素的具体情况估算、预测侵蚀量的大小,在生产实践中是十分重要的问题。尼尔在 1938 年首先提出坡面侵蚀综合因素的经验公式中降雨因素、坡度与侵蚀量相关,考尔涅夫提出与坡长、坡度、雨强相关。1961 年威斯奇迈尔根据约 8 000 个试验小区资料提出的通用流失方程,近年来被推广到世界范围,但是这一方面不能到处不加改变的直接套用,它只能计算坡耕地的土壤流失量。后来江忠善、牟金泽等人在黄土高原坡面土壤流失中将

通用土壤流失预报方程结合当地特点,对一些因子计算值加以修正,虽然对某些土壤流失量预测较为适用,通用土壤流失方程是根据多年实验资料推导出来的,它代表的是逐年变化的土壤流失量的多年平均值。因此它只能估算多年平均的土壤流失量,而不是用于估算一次暴雨所产生的土壤流失量,但是对于林地坡面土壤流失量预测, R, K, L, S, C, P 发生变化,就不能用此方程预测。因为植被是防止土壤侵蚀的治本因子,将林地土壤侵蚀量可减到最低限度。如 1991 年降水 38 次, 1992 年降水 47 次,而 2 年内发生冲刷降水只有 5 次,每次降水超过 20mm,侵蚀性降水能量较大。见表 3,即使清除林下枯落物的径流小区发生侵蚀径流量只有  $0.282 \text{ m}^3 / (100\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ,有原状枯落物保护是  $0.2574 \text{ m}^3 / (100\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ,较清除枯落物侵蚀径流量减少 8.72%;有枯落物覆盖地表侵蚀模数为  $1.5915 \text{ t} / (\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ,比清除枯落物的林下土壤侵蚀模数  $3.6235 \text{ t} / (\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ,减少 56.08%。可见有枯落物保护的杨杨林地土壤表面冲刷量很小,土壤侵蚀量减少到最低限度,起到了水土保持之功效。我们在该山杨林集水区取样得知几乎没有泥沙流失,水样较清,泥沙输移比为零,从而山杨林地枯落物防止面蚀作用得到了很好验证。

表 3 山杨林下小区冲刷量观测表

时 间		19910727	19920710	0719	0802	0808	总和
小区侵蚀径流量 ( $\text{m}^3 / 100\text{m}^2$ )	有枯落物	0.0754	0.08394	0.04624	0.0050	0.0468	0.2574
	清除枯落物	0.07188	0.0714	0.0704	0.00654	0.6183	0.2820
有枯落物比清除枯落物减 %		4.90	17.16	34.29	23.03	24.39	8.72
小区泥沙量(kg)	有枯落物	0.09048	0.112	0.0925	0.0008	0.0226	0.3183
	清除枯落物	0.1869	0.2141	0.2815	0.0003	0.0390	0.7247
有枯落物比清除枯落物减 %		51.59	47.73	67.15	74.34	42.00	56.08

## 5 结 语

1. 山杨林下清除枯落物溅蚀量为  $32.05\text{g}/\text{m}$ , 溅蚀发生微弱,在原状枯落物保护下,尽管是暴雨也不发生溅蚀,清除枯落物发生侵蚀径流量是  $0.282 \text{ m}^3 / (100\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ,有枯落物是  $0.2574 \text{ m}^3 / (100\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ,较清除枯落物减少 8.72%,有枯落物覆盖地表侵蚀模数为  $1.5915 \text{ t} / (\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ,比清除枯落物的林下土壤侵蚀模数  $3.6235 \text{ t} / (\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 减少 56.08%。枯落物对面蚀影响极为显著,起到了水土保持之功效。

2. 研究植被与面蚀的关系,主要是为了摸清植被对土壤抗侵蚀能力增强的程度,以便找出封山育林、植树造林后减少土壤侵蚀量的数据,在对水土保持林经营管理时应保护好林下枯落物,严禁农民搂去林下枯落物作燃料用,起到水土保持作用,为黄土高原植被建设,减少入黄泥沙提供依据。

## 参 考 文 献

- [1] 拉尔 R. 主编,黄河水利委员会宣传中心译. 土壤侵蚀研究方法,北京:科学出版社,1991 年
- [2] 吴长文等. 水土保持林中枯落物作用. 中国水土保持, 1993 年,第 4 期
- [3] 刘黎明. 黄土丘陵沟壑区坡面侵蚀泥沙输移比物理模型研究. 中国水土保持,1994 年,第 3 期
- [4] 朱显谟. 黄土地区植被因素对水土流失的影响. 土壤学报,1960 年,第 2 期
- [5] 贾志军等. 晋西黄土高原降雨侵蚀力研究(续). 中国水土保持,1991 年,第 2 期