

# 黄土高原天然山杨林地产流产沙研究\*

赵鸿雁 吴钦孝

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
水利部

**摘 要** 研究了天然山杨林地的产流产沙,结果表明:与采伐林木辟为农地比较,天然山杨林和采伐林木保护草灌层林地径流高度各降低62.5%和51.1%;产流总时间各滞后90和10min;混水量各降低92.8%和92.9%,含沙量降低99.1%和99.2%;侵蚀模数降低99.9%和99.9%;前者径流曲线陡峭、起伏程度大,后者平缓、起伏程度小。

**关键词** 黄土高原 天然山杨林 林地 产流产沙

## Study on Sediment and Yield Runoff of Nature Mountain Populus Woodland in Loess Plateau

Zhao Hongyan Wu Qinxiao

(Institute of soil and Water conservation, Academia Sinica and  
Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

**Abstract** This paper studies sediment and yield runoff in different treatment mountain populus woodland. The result show nature mountain populus and herb and grass and litter layer after cut mountain populus woodland runoff height reduce 62.5% and 51.1%, runoff flow time retard is 90 min and 10 min, runoff amount reduce 92.8% and 92.9%, sediment reduce 99.1% and 99.2%, erosive amount reduce 99.9% and 99.9%, runoff curved line change is very much compared with cut mountain populus woodland.

**Key words** loess plateau nature mountain populus woodland sediment and yield runoff

众多的试验研究表明<sup>[1~3]</sup>,森林有强大的水土保持作用,林地的产流产沙量比其它地类的产流产沙均低。森林所以能削减洪峰、发挥良好的水土保持作用是由于森林在产流产沙的各个环节中抑制了水土流失的发展。前人仅对林地的径流和泥沙做过大量的研究,关于径流和泥沙自动监测也有许多文献<sup>[4~5]</sup>。本文是在野外长期定位观测和对径流自动观测的基础上进行分析的。旨在探明森林对产流产沙的影响机理,为进一步根治水土流失及其预防提供理论依据。

### 1 试验区自然概况

试验区位于黄龙山系东南缘的宜川县铁龙湾林场富曲营林区松峪沟内。年平均气温

① 收稿日期:1996-03-10 \* 中国科学院水利部水土保持研究所土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室资助项目。

9.7℃,多年平均降水量574.4mm,土壤为褐土。该区山杨林为残存的天然次生林,分布于北坡和西北坡,为中龄林林分。平均高6~7m,郁闭度0.7,每公顷蓄积量50~55m<sup>3</sup>。

## 2 试验方法

便于研究森林各部分水土保持作用的大小,对天然山杨林径流小区作如下处理:天然山杨林;采伐上层林木保护好草灌层及枯枝落叶层,(简称采伐林);采伐后辟为农地(简称农地,下同)。天然降水时收集降水量、径流量和泥沙量。径流动态过程是用我们自行研究的“坡面自动观测仪”监测的。

## 3 结果分析

### 3.1 产流过程分析

3.1.1 径流最大高度不同 径流最大高度是该次降水过程中径流量最大的时刻。用它来衡量不同处理下垫面上径流量的大小。也是降水、截留和入渗、截流三者数量上的客观体现。与农地比较,自然山杨林和采伐林(下列论述顺序相同)最大径流高度各降低62.5%和51.1%(表1)。在降水一定条件下,可见后二者对降水容纳的程度很大。

表 1 径流特征值

处理类型	自然山杨林	采伐林木保护草灌层	采伐辟为农地
径流高度(cm)	3.3	4.3	8.8
产流历时(min)	150.0	70.0	50.0
混水量(m <sup>3</sup> )	0.0714	0.0704	0.9890
径流深(mm)	0.714	0.704	9.890
径流系数	0.022	0.022	0.309
含沙量(kg·m <sup>-3</sup> )	3.00	2.67	336.50
冲刷量[kg(100) <sup>-2</sup> ]	0.214	0.188	332.799
侵蚀模数(t·km <sup>-2</sup> )	2.14	1.88	3327.99

注:本次降水特征为:降水历时60.0min;降水量32.0mm,平均雨强0.533mm/min;I<sub>30</sub>为0.82mm/min;I<sub>10</sub>0.95mm/min。

3.1.2 产流时间 在降水历时一定条件下,产流时间的长短说明林地各个部分对径流容纳滞后的程度,也充分体现了不同处理林地径流速度的大小。与辟为农地比较,后两者在产流总时间上各滞后90min和10min。此点表明森林蓄滞地表径流的作用很大,尤其是完整的山杨林该作用更充分(表1)。

3.1.3 混水量 混水量体现该降雨条件下,不同处理林地对径流容纳程度的大小。与辟为农地比较,后两者各降低92.8%和92.9%(表1)。

3.1.4 径流深和径流系数 径流深和径流系数是反映不同处理林地产流程度的大小。与辟为农地比较,后两者降低92.9%和92.9%(表1)。

3.1.5 含沙量 在相同的降雨条件下含沙量的大小反映不同处理林地抗侵蚀能力的指标,它是林地抵抗水土流失和降水引起水土流失综合作用后在数量上的体现。与辟为农地比较,后两者含沙量降低99.1%和99.2%(表1)。

3.1.6 冲刷量和侵蚀模数 此两项指标既反映土壤抗冲刷作用的大小,也反映径流搬运泥沙能力的强弱,亦是衡量林地土壤侵蚀强弱的综合指标之一。与辟为农地比较,后两者降低99.9%和99.9%(表1)。

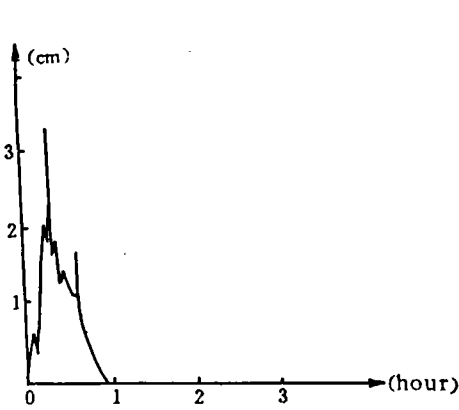


图1 自然山杨林的径流曲线

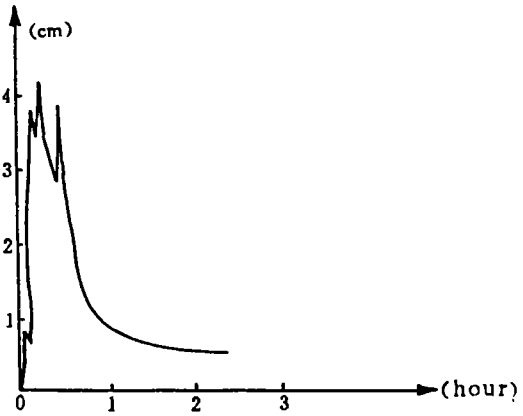


图2 采伐山杨林的径流曲线

总之,从不同处理林地的产流特征值可以看出:自然山杨林在各项指标中表现出强大的水土保持作用;采伐林木保护好草灌层的林地各项指标中也很低,水土保持作用依然存在。这点充分说明:只要不破坏地表层和草灌层,即使采伐了林木,仍然不会引起强烈的水土流失。该结论应该引起营林单位的高度重视。

### 3.2 不同处理林地产流的特征曲线

从不同处理的产流特征曲线可以看出:自然山杨林(图1)和采伐林木保护草灌层(图2)的林地径流曲线比较平稳,起伏程度不大;而辟为农地的径流曲线(图3)陡峭,起伏程度很大。

### 3.3 多年产流产沙值

土壤侵蚀尤其是黄土高原的土壤侵蚀是由几次大暴雨所引起的。因黄土的质地疏松,孔隙丰富,一般降水它自身能够容纳。但是,如果降水量超过一定值后,由于黄土疏松易于分散等特点便会引起剧烈的水土流失。据我们多年观测表明:降水量在10mm左右,平均雨强 $\bar{I}$ 大于0.05mm/min,30min最大雨强 $I_{30}$ 大于0.06mm/min,10min最大雨强 $I_{10}$ 大于0.1mm/min条件下,一般林地均能产生径流但没有泥沙;当降水量大于25.0mm, $\bar{I}$ 在0.1mm/min, $I_{30}$ 大于0.2mm/min, $I_{10}$ 大于0.3mm/min时,土壤侵蚀量急剧增加,一次降水的侵蚀是林地几年侵蚀量之和。

**3.3.1 多年径流深** 通过对不同处理径流小区多年的径流深观测得出:自然山杨林径流深最小;采伐林木保护草灌层林地的径流深也小;辟为农地的径流深与前两者比较,差异很大(表2),二者各降低79.3%和88.2%。可见由于森林对径流的拦截、阻滞、吸附、容纳作用,使得林地产生的径流很小。采伐林木后,保护好草灌层的林地,多年产生的径流略有增加,但仍然发挥着良好的水土保持作用;如果毁林开辟为农地,则径流量和径流深急剧增加,且引起强烈的水土流失。

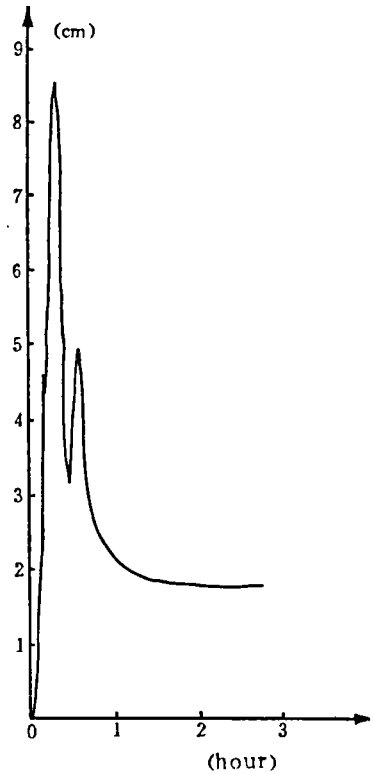


图3 农地的径流曲线

表 2 不同处理径流小区多年产流产沙值

时间(年)	总径流量和 侵蚀模数	1988	1990	1991	1992	1993	1994	Σ
自然山	R	0.714	1.640	1.910	3.177	0.271		7.712
杨 林	S	1.55	2.913	4.63	8.42	0.05		17.58
采伐林保	R	0.929	1.410	2.181	2.716	1.567	1.231	10.034
护草灌层	S	0.75	1.25	14.45	2.92	0.92		20.29
采伐林辟	R	2.746	4.110	22.714	27.839	22.063	5.418	84.890
为农地	S	7.21	44.02	2723.22	5221.26	944.02		8939.64

注: R 为年总径流量(mm); S 为侵蚀模数 (t/km<sup>2</sup>)。

3.3.2 多年的侵蚀模数 侵蚀模数是影响水土流失的多种因子相互作用在宏观上、数量上的总结果。它的大小不仅说明降水侵蚀能力的大小,也反映了不同下垫面状况,土壤类型及其它的可蚀性与抵抗水土流失强弱的土壤本身、土壤的团粒结构等多种因子彼此增益与拮抗的最终结果。观测研究表明:天然山杨林年侵蚀模数在 10.00t/km<sup>2</sup> 以下;采伐林木保护草灌层的侵蚀模数在 20.00t/km<sup>2</sup>;一般降水年份,和天然山杨林没有明显区别。与辟为农地比较,天然山杨林和采伐林木保护草灌层的林地侵蚀模数降低 99.8%和 99.8%。此为多年的侵蚀模数比较,对于一次大暴雨来说,开垦为农地的侵蚀模数比天然林地大得更多。由侵蚀模数也可以看出:虽然采伐了上层林木,只要在不破坏草灌层和地表土壤结构的前提下,即使有大暴雨发生,它的强大的水土保持作用仍然有增无减,也因此说明不仅森林有强大的水土保持作用,草灌层和枯落叶层也有良好的水土保持功能。在水土流失严重、生态环境严酷的条件下,造林和种草灌都能对水土流失起到极大的抑制作用,对改善生态环境有极大地促进。

4 结 论

与辟为农地比较,天然山杨林和采伐林保护草灌层的林地,径流特征值均小。径流高低分别降低 62.5%和 51.1%,产流总时间各滞后 90min 和 10min;混水量降低 92.8%和 92.9%;径流系数和径流深亦降低 92.9%和 92.9%;含沙量降低 99.1%和 99.2%,冲刷量和侵蚀模数降低 99.9%和 99.9%。

产流特征曲线表明:天然山杨林和保护草灌层的径流曲线比较平稳,起伏程度也小;辟为农地的径流曲线陡峭,起伏程度大。

多年的径流和泥沙表明:与辟为农地比较天然山杨林和采伐林木保护草灌层林地分别降低 79.3%和 88.2%以及 99.8%和 99.8%。

值得重视的是:无论出于什么目的采伐林木后,必须保护好草灌层和地表层不被破坏,才能不致于因此而引起严重的水土流失和导致土地生产力下降。

参考文献

1 刘昌明,吴凯.黄河中游黄土高原森林减沙效应研究梗概  
2 中野秀章著,李云森译.森林水文学.中国林业出版社,1983  
3 刘向东等.对六盘山森林截留降水作用的研究.林业科技通讯,1982,3  
4 范荣生等.用于降雨侵蚀的人工模拟降雨装置试验研究.水土保持学报,1991,2  
5 陈文亮.人工模拟降雨特性的试验研究.水土保持通报,1991,2