

黄土高原不同处理人工油松林地水土流失研究^{*}

赵鸿雁, 吴钦孝, 陈云明

(中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)
(西北农林科技大学)

[摘要] 为了客观评价人工油松林不同层次水土保持功能, 利用定位观测的方法研究了不同处理人工油松林地的水土流失量。结果表明, 与原状油松林相比, 林地去掉枯枝落叶层、采伐上层林木保存草灌和枯枝落叶层、采伐林木开垦为农地的地表径流量分别增加了3.6, 2.7和5.5倍; 土壤侵蚀量分别增加了15.4, 8.4和949.9倍。降水特征值与径流量之间相关关系不显著。

[关键词] 黄土高原; 油松林; 水土流失

[中图分类号] S157.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387(2002)06-0171-03

水土流失是黄土高原最严重的环境问题之一, 是引发土地生产力下降、植被恢复困难、干旱缺水、限制大农业生产的主要问题。黄土高原水土流失严重区面积达43.0万km², 森林植被覆盖率仅为5.5%, 年土壤侵蚀量一般在5000 t/km²以上, 是黄土高原最主要的产流产沙区, 也是国家重点治理区之一。由于该区人为活动强烈, 加之植被破坏严重, 水土流失的治理难度很大。国内外在森林保持水土的研究方面主要以森林整体为对象^[1~3], 对森林不同层次保持水土作用的研究报道甚少, 特别是森林不同处理后的效益研究尚未开展。随着森林保持水土机理研究的不断深入, 为客观评价森林不同层次的水土保持功能, 建造高效水土保持林^[4~5], 本研究针对黄土高原常见的人工油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)林, 以反映森林对水资源(数量、分布、形成等)作用的地表径流量和以反映对土壤运移和生产影响巨大的土壤侵蚀量为主要指标, 进行了林地不同处理的蓄水保土功能试验, 以期为黄土高原大面积恢复植被, 合理经营森林, 减少入黄泥沙提供科学参考。

1 研究区自然概况

试验在宜川县铁龙湾林场森林水文和水土保持试验站完成。该区地处黄龙山东缘, 海拔800~1200 m, 年平均气温9.8℃, 年均降水量574.4 mm, 土壤为灰褐色森林土, 地带性植被属落叶阔叶林。供

观测的人工油松林为1963年营造, 分布于东、北、西北坡, 初植密度为6000株/hm², 1983和1992年进行过抚育间伐, 目前保留1800株/hm², 平均树高11~13 m, 胸径12~15 cm, 郁闭度0.8, 林地枯枝落叶厚2.0~3.0 cm。

2 研究方法

用自记雨量计测定林地内外降水量; 在林内设置标准径流小区, 面积5 m×20 m, 小区内对林地分别作如下处理: 原状油松林、林地去掉枯枝落叶层、采伐上层林木保存草灌和枯枝落叶层、采伐林木开垦为农地。每处理重复1次, 共8个小区。每次降雨后用径流桶收集小区径流量和泥沙量。

3 结果与分析

3.1 不同处理人工油松林地径流量

林地径流量是大气降水经林冠层、灌木层、枯枝落叶层截留, 地面填凹和林地土壤入渗后产生的净雨量。黄土高原的径流一般为超渗径流, 即降雨强度大于该时段损失降水之和所产生的。森林是由不同层次组成的整体。当降水发生时, 森林的不同层次对降水产生连续的作用。森林层次的完整与否对径流和泥沙有不同程度的影响, 这种影响的大小是水土保持林不同结构之间的差异所引起的。所以认识、掌握水土保持林不同层次间水土保持功能的大小, 对建造合理的水土保持林有重要的意义^[6]。由

^{*} [收稿日期] 2001-11-13
[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(40171093); 中国科学院知识创新重大项目(KZCX1-06-01-03)
[作者简介] 赵鸿雁(1962-), 男, 甘肃秦安人, 副研究员, 博士, 主要从事森林水土保持研究。

表 1 可见, 人工油松林结构完整时, 多年径流量最小, 13 年侵蚀性降水所产生的径流深度为 25~42 mm; 去掉枯枝落叶层的人工油松林地, 多年径流量急剧增加, 观测期内的径流深度达 117.10 mm; 采伐上层林木保存草灌和枯枝落叶层的林地, 多年径流量仍有较大幅度的提高, 13 年径流深度为 93.88 mm; 采伐上层林木开垦为农地后, 地表径流量最大, 13 年径流深度达 165.36 mm。即与原状油松林相比, 其他处理的径流量分别增长了 3.6、2.7 和 5.5 倍。这是由森林不同层次对降水截留、阻滞, 削弱降水强度, 使降水的侵蚀能量和净雨量减小而减少超渗径流量所致。从表 1 还可以看出, 林地去掉枯枝落叶层比采伐上层林木保存草灌层的径流量大, 表明枯枝落叶层具有显著的保水功效; 而采伐上层林木保存草灌层比原状油松林的径流量大, 表明草灌地类的保水作用较乔木林差。

表 1 不同处理人工油松林地的径流深度

Table 1 Runoff depth of different treatments on artificial chinese pine woodlands mm

年份 Years	原状油松林 Original chinese pine	林地去掉 枯枝落叶层 Woodland without litter	采伐上 层林木 Clear land	农地 Farm- land
1988	0.82	4.90	3.30	13.12
1989	0.93	0.76	0.73	1.25
1990	1.98	31.81	20.55	29.41
1991	4.76	8.07	18.88	20.79
1992	4.22	18.80	14.12	34.17
1993	2.71	18.12	9.81	15.37
1994	2.52	6.97	5.87	4.42
1995	1.41	2.69	2.50	6.29
1996	0.72	3.93	1.60	6.64
1997	1.63	9.85	10.11	12.47
1998	2.12	6.01	2.14	15.43
1999	1.00	4.20	3.44	3.00
2000	0.60	0.99	0.83	3.00
Σ	25.42	117.10	93.88	165.36

3.2 降水特征值与径流量的关系

降水是产生水土流失的主要因素。降水特征值与径流量之间, 尤其是降水量和降雨强度对径流量的影响较大。在森林生态系统中, 林冠层、灌木层、枯枝落叶层均对大气降水有削弱作用, 从而减小了水土流失^[7]。由表 2 可见, 观测期间侵蚀性降水量的年值皆不相同, 平均雨强也不相同, 所以, 使得每年的径流量差异较大。但也有降水量小而地表径流量较大的情况出现。分析认为, 这与前期降水间隔时间、前期土壤含水率、森林不同层次的湿润程度等因子有关。由于影响产生地表径流的因子较多, 所

以在森林系统中, 特别是降水特征值年降水量、平均雨强等与径流量的关系不密切。统计分析的结果亦表明, 它们之间的关系均不显著, 原状油松林的年径流深 (Q) 与降水量 (P) 和平均雨强 (I) 之间的回归方程为

$$Q = 0.191 + 1.080 \times 10^{-2} P + 6.430 I,$$

剩余方差 = 1.725, $F_{(2,10)} = 1.067$, 相关系数 (R) 仅为 0.419。

表 2 侵蚀性降水特征值

Table 2 Characteristic value of erosive rainfall

年份 Years	侵蚀性 降水量/mm Erosive runoff	降水历时/h Rainfall duration	平均雨强/ (mm·m ⁻¹) Rainfall intensity
1988	57.0	17.5	0.054
1989	94.2	39.3	0.040
1990	99.0	31.0	0.053
1991	77.6	14.0	0.092
1992	169.3	20.8	0.136
1993	187.4	37.9	0.082
1994	114.0	16.5	0.115
1995	75.9	20.0	0.063
1996	88.2	35.4	0.036
1997	136.7	33.8	0.067
1998	138.3	21.0	0.110
1999	109.7	12.7	0.144
2000	105.3	13.0	0.135

表 3 不同处理人工油松林土壤侵蚀量

Table 3 Soil erosive amount of different treatments on artificial chinese pine woodlands t/km²

年份 Years	原状油松林 Original chinese pine	林地去掉 枯枝落叶层 Woodland without litter	采伐上层 林木 Clear land	农地 Farm land
1988	0.700	6.860	9.420	309.963
1989	0.080	0.329	0.328	1.265
1990	4.142	181.794	11.936	6.778.764
1991	10.131	23.065	42.134	4.076.800
1992	2.390	54.623	109.550	5.967.173
1993	0.570	16.900	5.510	177.632
1994	0.333	0.263	0.984	84.811
1995	0.110	7.317	0.100	169.102
1996	0.152	2.289	0.640	147.262
1997	0.843	9.937	4.040	1.499.588
1998	0.351	11.902	3.779	129.000
1999	0.281	5.608	0.962	68.000
2000	0.352	13.572	2.112	22.953
Σ	20.435	334.459	191.495	19.432.313

3.3 不同处理林地的土壤侵蚀量

土壤侵蚀是由降水雨滴击溅土壤和地表径流的冲刷、冲刷使地表土壤被侵蚀而引起的, 特别是当

地表径流形成股流后, 土壤侵蚀量更为强烈。13 年的观测结果 (表 3) 表明, 人工油松林不同处理的土壤侵蚀量差异较大, 原状油松林土壤侵蚀总量为 $20\ 435\ \text{t}/\text{km}^2$, 去掉枯枝落叶层为 $334\ 459\ \text{t}/\text{km}^2$, 采伐上层林木保存草灌层为 $191\ 495\ \text{t}/\text{km}^2$, 采伐林木垦为农地的为 $19\ 432\ 313\ \text{t}/\text{km}^2$ 。与原状油松林相比, 土壤侵蚀量依次增加了 15 4, 8 4 和 949 9 倍。可见, 层次结构完整的油松林土壤侵蚀量最小, 保土效应最好; 去掉枯枝落叶层后, 土壤侵蚀量比采伐林木保存草灌层的侵蚀量要大, 表明枯枝落叶层因直接覆盖地表在森林系统中发挥重要的保土作用; 而采伐林木垦为农地后, 土壤侵蚀量急剧大幅增加。可见, 黄土高原强烈的水土流失与人为毁林开垦有密切关系, 扼制强烈水土流失的主要途径是退耕还林还草, 迅速恢复植被^[6]。

黄土高原降水集中于 6~9 月, 暴雨和大暴雨是引发强烈水土流失的主要原因。如 1992-07-10 的一次强降水, 历时 60 min, 降水量 32 00 mm, 30 min 最大雨强 $0\ 82\ \text{mm}/\text{min}$, 10 min 最大雨强 $0\ 95\ \text{mm}/\text{min}$ 。该次降水在不同处理的人工油松林地上所产生的水土流失量差异极大, 原状油松林、林地

去掉枯枝落叶层、采伐上层林木保存草灌层和采伐后垦为农地的地表径流量和土壤侵蚀量分别为 1 0, 8 9, 0 9, 7 7 mm 和 0 34, 17 79, 1 25, 3 457 88 t/km^2 。原状油松林水土流失量很少, 而森林层次不完整的水土流失量增加, 采伐林木后垦为农地的土壤侵蚀量成百倍的剧增, 证明人为乱垦必然导致严重的水土流失。

4 结 论

1) 层次结构完整的原状油松林具有良好的水土保持功能。与其相比, 林地去掉枯枝落叶层、采伐林木保存草灌层和采伐林木垦为农地的径流量分别增加了 3 6, 2 7 和 5 5 倍。

2) 由于影响产生地表径流的因子较多, 降水特征值年降水量和平均雨强与径流量没有显著相关性。回归分析结果表明, 其相关系数仅为 0 419。

3) 人工油松林地的土壤侵蚀量处于自然侵蚀以下, 与其相比, 林地去掉枯枝落叶层、采伐林木保存草灌层和采伐林木垦为农地的土壤侵蚀量分别增加了 15 4, 8 4 和 949 9 倍。该区乱垦乱伐和人为破坏植被是引发水土流失的主要原因。

[参考文献]

- [1] 朱显谟 黄土高原水蚀的主要类型及其因素 [J]. 水土保持通报, 1981, 1 (3): 13- 18
- [2] 张科利 黄土坡面侵蚀产沙分配及其与降雨特征关系研究 [J]. 泥沙研究, 1991, (4): 39- 45
- [3] Franti T G, Laflen J M, Watson D A. Predicting soil detachment from high-discharge concentrated flow [J]. Transactions of the ASAE, 1999, 42 (2): 329- 335
- [4] 唐克丽 黄土丘陵区退耕上限坡度的集体论证 [J]. 科学通报, 1998, 43 (2): 200- 203
- [5] 王佑民 中国林地枯落物持水保土作用研究概况 [J]. 水土保持学报, 2000, 14 (4): 108- 113
- [6] 唐德瑞 黄河中游防护林体系建设与水土保持 [M]. 西安: 西北大学出版社, 2000
- [7] 吴钦孝, 赵鸿雁 森林枯枝叶层涵养水源保持水土的作用评价 [J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4 (2): 23- 28

Study on soil and water loss of different treatments on artificial chinese pine woodlands in Loess Plateau

ZHAO Hong-yan, WU Qin-xiao, CHEN Yun-ming

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources,
Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The soil and water loss amount of different treatments on artificial chinese pine woodlands have been studied in the paper using the method of local measurement on purpose to evaluate the soil and water conservation functions of the different layers of artificial chinese pine. The results of the study showed that compared with the original chinese pine, the runoff and soil erosion on woodland without litter, clear land with bush, grass and litter cover and farm land are increased by 3 6, 2 7, 5 5 times and 15 4, 8 4, 949 9 times, respectively. Rainfall typical value has no obvious correlation with runoff volume.

Key words: Loess Plateau; chinese pine forest; soil and water loss