

黄土丘陵沟壑区退耕还林的水土保持效益研究 ——以陕西省吴旗县为例

杨光, 丁国栋, 赵廷宁, 孙保平

(北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘要: 在野外调查和试验小区观测的基础上, 对吴旗县退耕还林所取得的水土保持效益进行了定量分析和研究, 结果表明, 通过退耕还林、封山禁牧, 吴旗县植被覆盖率得到了明显提高, 极大地改善了土壤的理化性质, 植被群落趋于稳定, 水土流失现象得到有效遏制。由此可见退耕还林、封山禁牧是治理黄土丘陵沟壑区水土流失的有效途径。

关键词: 黄土丘陵沟壑区; 退耕还林; 水土保持效益

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2006)02-0088-03

中图分类号: S157, S34

Study on Benefits of Soil and Water Conservation about Returning Cropland to Forest in Loessy Hilly Region of North Shaanxi ——Take Wuqi County in Shaanxi province as an Example

YANG Guang, DING Guo-dong, ZHAO Ting-ning, SUN Bao-ping

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: On the basis of investigation in the field and observation in experimental stations, the benefits of soil and water conservation about returning cropland to forest in Wuqi County are analyzed and studied quantitatively. Results show that vegetation coverage is obviously increased by returning cropland to forest and grazing prohibition in mountains, physical and chemical characters of soils are greatly improved, vegetation communities are becoming stable gradually, and the amount of soil and water loss is kept within limits. Thus it can be seen that measures of returning cropland to forest and grazing prohibition in mountains are the effective approach to control soil and water loss in loessy hilly region.

Key words: loessy hilly areas; returning cropland to forest; benefits of soil and water conservation

陕北黄土丘陵沟壑区, 总面积 $4.66 \times 10^4 \text{ km}^2$, 该区黄土深厚, 地形破碎, 植被稀疏, 降雨集中, 为陕西省水土流失最严重地区, 一般侵蚀模数 $10\,000 \sim 20\,000 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。造成如此强烈水土流失的原因, 除自然因素外, 人类社会的经济活动起着主导和决定性作用, 植被破坏是其中重要因素之一, 因此实施退耕还林, 封山禁牧, 保持水土, 发展畜牧业, 是提高该区人民生活水平, 实现生态经济良性循环的有效途径之一。

吴旗县属于典型的陕北黄土丘陵沟壑区, 据统计, 全县 25° 以上坡地面积占全县总面积的 56.86% (表 1), 水土流失面积 $3\,693 \text{ km}^2$, 占全县总面积的 97.4%, 属极强度水土流失区。1998 年该县率先启动了退耕还林工程, 2000 年初又被列为国家林业局黄土高原林草植被恢复科技示范点, 并实行全县一次

性退耕还林。经过 6 a 的封禁治理, 吴旗县已形成了大面积的自然恢复群落, 植被覆盖度得到了明显提高, 水土流失现象得到了有效遏制。

然而, 该县退耕还林与植被恢复的程度究竟如何, 其对水土流失的影响多大, 目前尚缺乏定量分析和研究。

为此, 本文在野外调查和试验区观测的基础上, 对其植被恢复程度及恢复过程中的水土保持效益进行了定量研究, 以期为该县植被建设以至西部地区退耕还林提供理论参考和科学依据。

表 1 吴旗县土地坡度组成结构

坡度/°	< 5°	5°~15°	15°~25°	25°~35°	35°以上	小计
比例/%	6.13	13.82	23.19	22.54	34.32	100

1 研究区自然概况

吴旗县位于延安市西北部,东经 107°38'37" — 108°32'49",北纬 30°33'33" — 37°24'27",地处毛乌素沙地南缘农牧过渡地带,属黄土高原梁峁沟壑区,县境内有无定河、北洛河两大流域,白于山、子午岭两大山系。全县面积 3 791.5 km²,海拔高度 1 233 ~ 1 809 m。年平均气温 7.8℃,无霜期 96 ~ 146 d,年平均降雨量 478.3 mm,且 64% 以上集中在 7—9 月份,其它季节多为无效降雨,旱灾、雹灾、冻灾、风灾等自然灾害频繁,多年平均年陆面蒸发量为 400 ~ 450 mm,属典型干旱半干旱地区。

2 研究方法

2.1 样地调查

调查方法采取随机取样法。为使研究具有代表性,我们选择了吴旗县所属 13 个乡镇中的 7 个,分别位于吴旗县东南西北中不同区域。本次调查共取样方 87 个,包括乔木林、灌木林和草原群落。样地的设置采取典型取样法,原则上乔木样方 20 m × 20 m,灌木样方 10 m × 10 m,草本样方 1 m × 1 m。乔灌木植物调查内容包括乔灌木的树种、树高、冠幅、盖度,草本群落的调查内容包括植物种类、密度、盖度、高度、多度,同时在样地内取土样,分析其理化性质,与退耕还林前同类土样资料进行对比,分析其变化情况。

2.2 径流小区观测

从 1998 年起先后布置了 5 个径流观测小区。小区面积 20 m × 5 m,坡位为沟坡中下部,每个径流小区设 1 个集水箱,2 个分水箱,水箱上加盖,以防止降雨直接落入水箱内而影响数据的准确性。5 个径流小区分为 2 个对比,一个对比是相同坡度不同盖度下径流量变化;另一个对比是相同盖度不同坡度下径流量变化。测定方法采用分水箱、集水箱测得泥水体积,取样计算净水率、净水量、径流量、含沙量、泥沙量、侵蚀模数。

3 结果与分析

3.1 植被盖度与水土流失

吴旗县经过 6 a 退耕还林,自然植被恢复效果明显,生态环境建设初见成效,据调查,在所涉及的 87 个样方中,包括了乔木、灌木和草本 3 个不同植被群落,且其植被盖度均达到 60% 以上,全县林草覆盖率由退耕前的 19.23% 提高到目前的 69.76%,森林覆盖率由退耕前的 13.2% 提高到 23.8%,有的乔木林下既有灌木,也有草本植被,有的乔木林下只有草本

植物,群落结构比较合理,对于防止水土流失具有相当重要的意义。据关君蔚等研究表明:植被盖度达到 70% 以上,不论实际坡度大小,植被组成如何,都可以防止面蚀^[2];向师庆等的研究进一步证明,只要是灌草丛盖度大于 60% 的地段,即可保护土壤免于侵蚀^[5]。各植被群落盖度及盖度统计表见表 2,表 3。

表 2 不同植被群落盖度

群落名称	乔木林群落	灌木林群落	草原群落
植被盖度/ %	63.92	74.28	70.09

表 3 群落盖度统计

群落盖度/ %	< 40	40 ~ 60	60 ~ 80	> 80	样方数合计
乔木林群落样方数	3	4	12	6	25
灌木林群落样方数	0	2	21	4	27
草原群落样方数	1	6	22	6	35
合计	4	12	55	16	87

根据以上分析,在吴旗县这样的植被盖度下,已经基本上达到了控制水土流失和最大限度地减轻自然灾害的目的。2004 年径流观测小区实测数据与上述结论相一致,在坡度为 24° 的 3 个对比径流小区中,随着植被盖度的增加,径流量呈明显减少趋势,最小植被覆盖度 20% 与最大植被覆盖度 70% 的径流量差值为 1.38 m³/hm²,而在相同植被盖度 70% 的情况下,不同坡度径流小区其径流量变化值较小,仅为 0.22 m³/hm²。径流小区数据分析表明:植被盖度对减少坡面径流量起着非常重要的作用,但当植被盖度大到一定值时,坡度对径流量的影响已不明显。不同坡度及植被覆盖度径流量比较见表 4。

表 4 2004 年不同坡度及植被覆盖度径流量比较 m³/hm²

观测时间	降雨量/mm	相同坡度(24°)不同盖度径流量			相同盖度(70%)不同坡度径流量		
		20%	38%	70%	15°	24°	43°
-- 0728	16	0.47	0.44	0.29	0.28	0.29	0.32
-- 0803	23	0.68	0.60	0.39	0.33	0.39	0.42
-- 0810	21	0.54	0.49	0.33	0.34	0.33	0.34
-- 0825	1	1.23	0.73	0.69	0.70	0.73	0.76
合计	108.40	3.12	2.76	1.74	1.65	1.74	1.87

3.2 年土壤侵蚀模数变化

据统计资料及径流小区观测数据,吴旗县自退耕还林以来,年土壤侵蚀模数呈逐年减少的趋势,从退耕还林前的 15 280.2 t/(km²·a) 减少到 2004 年的 5 865.1 t/(km²·a),减少了 9 415.1 t/(km²·a)。不同年份年土壤侵蚀模数变化见表 5。

表 5 年土壤侵蚀模数变化 t/(km²·a)

时间	植被盖度/%	土壤侵蚀模数	土壤侵蚀模数减少值	土壤侵蚀模数减少率/%
1997年	19.2	15 280.2	0	0
2000年	36.5	11 478.8	3 801.4	24.88
2002年	49.6	8 800.7	2 678.1	23.33
2004年	69.8	5 865.1	2 935.6	33.36

对表 5 数据作图分析可以明显地看到,退耕还林后植被覆盖度呈逐年上升趋势,而年土壤侵蚀模数逐年下降,两者呈明显的负相关性。不同年份年土壤侵蚀模数变化曲线(见图 1)。

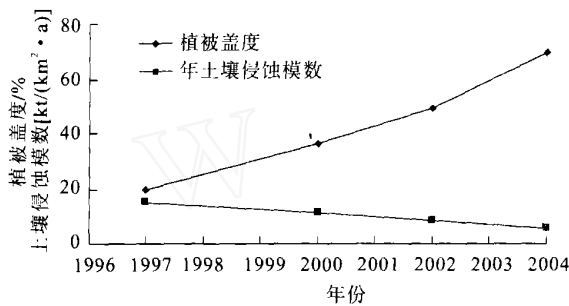


图 1 不同年份年土壤侵蚀模数变化

3.3 实施封禁前后土壤容重的变化

土壤容重是评价土壤物理性质的指标,它与土壤孔隙率高低有关,也影响着土壤的渗透性和保水能力。表 6 所列吴旗县实施封禁前后乔木林、灌木林及草地土壤容重的变化表明:封禁后 3 种植被群落的土壤容重较封禁前小,因此土壤保水保肥能力增强。

3.4 实施封禁后的保肥效益

对耕层土壤取样分析其养分,封禁后与封禁前土壤碱性减轻,有机质均增加 7.90 g/kg,全氮增加 0.85 g/kg,速效氮增加 8.40 mg/kg,全钾增加 3.90 g/kg,速效钾增加 10.9 mg/kg,全磷增加 0.79 g/kg,速效磷增加 4.00 mg/kg。实施封禁前后土壤养分含量对比(见表 7)。对土壤养分含量的测定说明,封禁后由于乔灌草的枯枝落叶拦蓄了表土养分易被雨水带走的径流及其枯枝落叶腐烂后,增加了各种养分,因此退耕后土壤养分的各项指标较退耕前有明显的提高。

3.5 群落的稳定性与水土保持

群落的稳定性作为植被群落重要特征,既受物种种类及数量的影响,也受空间分布的影响。群落的稳定性是植被和生态系统恢复过程的重要标志之一。在调查的 87 个样方中,包括乔木、灌木和草本等植被群落,它一般较好的群落结构,且生长稳定,覆盖度较高。对 3 个不同植被群落重要值进行计算(表 8—10)。

表 6 实施封禁前后不同深度土层下土壤容重

样地	封禁前				封禁后			
	乔木林	灌木林	草地	平均值	乔木林	灌木林	草地	平均值
0~20 cm	1.45	1.40	1.42	1.42	1.30	1.27	1.38	1.32
20~40 cm	1.43	1.45	1.49	1.46	1.30	1.32	1.29	1.30
40~60 cm	1.38	1.47	1.48	4.33	1.21	1.31	1.27	1.26
60~80 cm	1.46	1.48	1.53	1.49	1.28	1.33	1.23	1.28

表 7 实施封禁前后土壤养分含量对比

时间	pH	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	速氮/ (mg·kg ⁻¹)	全钾/ (g·kg ⁻¹)	速钾/ (mg·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	速磷/ (mg·kg ⁻¹)
封禁前	8.41	5.9	0.47	25.5	21.3	106.4	1.41	7.4
封禁后	8.20	13.8	1.32	33.9	25.2	117.3	2.20	11.4
变化值	-0.21	+7.9	+0.85	+8.4	+3.9	+10.9	+0.79	+4.0

表 8 乔木林群落重要值

植物名称	相对频度	相对密度	相对优势度	重要值
达乌里胡枝子	0.068 7	0.277 6	0.134 1	0.480 4
莓叶萎陵菜	0.025 0	0.389 2	0.017 7	0.431 9
赖草	0.031 3	0.268 5	0.027 7	0.327 5
针茅	0.062 5	0.136 1	0.110 9	0.309 5
牛毛蒿	0.050 0	0.139 8	0.071 0	0.260 8

表 9 灌木林群落重要值

植物名称	相对频度	相对密度	相对优势度	重要值
翻白萎陵菜	0.007 7	0.337 5	0.001 8	0.347 0
铁杆蒿	0.015 4	0.262 5	0.007 3	0.285 2
草木樨状黄芪	0.038 5	0.129 0	0.045 6	0.213 1
中间锦鸡儿	0.046 2	0.074 4	0.065 7	0.186 2
冷蒿	0.023 1	0.136 8	0.016 4	0.176 3

森林植被的减少是导致水土流失的直接原因,水土流失治理必须加强对现有森林植被的保护,坚持林、农、牧协调发展和山、林、水、田、路综合治理,因地制宜,合理布局,采取植物措施、工程措施和农业技术措施有机的结合,走人口、资源、环境、社会、经济协调发展的道路,通过土地整理,实现岩溶石山区生态重建,使岩溶石山区的国土资源发挥最大的生态效益、经济效益、社会效益、环境效益。水土流失治理是岩溶石山区综合开发治理的重要组成部分,要充分利用岩溶石山区的水土资源、适宜的气候条件和特殊的岩溶地质背景,因地制宜,加速重建岩溶生态环境,以达到控制水土流失和石漠化,提高土地的生产效率。

[参 考 文 献]

- [1] 袁道先,桂鸿. 岩溶环境学[M]. 重庆:重庆出版社, 1988. 185—227.
[2] 光耀华. 关于岩溶浸没性内涝灾害初探[J]. 中国地质灾

- 害与防治学报,1996,7(4):27—34.
[3] 国家防汛抗旱总指挥部办公室. 水利部南京水文水资源研究所[M]. 中国水旱灾害. 北京:中国水利水电出版社,1997. 231—275.
[4] 光耀华,项式均. 水库周边岩溶浸没—内涝灾害研究[J]. 中国岩溶,1997,16(1):25—33.
[5] 裴建国,李庆松. 生态环境破坏对岩溶洼地内涝的影响——以马山古寨乡为例[J]. 中国岩溶,2001,20(4):297—300.
[6] 林培主编. 土地资源学[M]. 北京:中国农业大学出版社,1996. 20—22.
[7] 邓世宗. 森林的生态效益与减轻旱涝灾害的对策[A]. 广西自然灾害研究所与对策[C]. 南宁:广西教育出版社, 1992. 27—38.
[8] 安和平,周家维. 贵州省岩溶山区旱坡耕地现状与陡坡退耕对策[J]. 水土保持通报,2001,21(1):77—80.
[9] 裴建国. 广西溶洼系统结构特征及其对岩溶内涝的影响[J]. 广西科学,2002,9(3):193—197.

(上接第 90 页)

表 10 草原群落重要值

植物名称	相对频度	相对密度	相对优势度	重要值
赖草	0.0049	0.0820	0.0007	0.8256
拂子茅	0.0048	0.5570	0.0006	0.5624
达乌里胡枝子	0.1010	0.0842	0.2816	0.4668
狗尾草	0.0096	0.2897	0.0026	0.3019
绵蓬	0.0288	0.2434	0.0230	0.2952

从重要值排在前 5 位的植物种来看,3 种群落的优势种都大多为多年生的草原建群种,说明在人们的积极保护和有效治理下,该区的水热条件和生境都有显著改善,适应于该地的地带性植被群落能正常生长发育,且大多数占优势地位的建群种均为草原伴生种,如达乌里胡枝子、莓叶萎陵菜、翻白萎陵菜、赖草等,群落已趋于稳定阶段,在这样的高植被盖度和稳定的群落下,只要人为不再进行破坏,群落的恢复将逐渐呈良性化发展,水土流失现象将会被彻底制止。

4 结 论

(1) 吴旗县经过 6 a 退耕还林、封山禁牧,植被恢复效果明显,群落趋于稳定;植被覆盖率得到了普遍提高,由退耕前的 19.23% 提高到目前的 69.76%,在这样的植被盖度下,能够有效地遏制水土流失的发生;年土壤侵蚀模数呈逐年减少趋势,由退耕前的 15 280.2 t/(km²·a) 减少到了目前的 5 865.1 t/(km²·

a),减少了 9 415.1 t/(km²·a);土壤的理化性质得到了明显改善,土壤容重降低,持水能力增强,养分含量增加。

(2) 对于由于人为不合理利用土地造成的生态系统退化,首要的是停止不合理的利用方式,解决人与生态环境的极端矛盾状态,使物种的传播、散布、定居和繁殖等生态过程得以在稳定的环境下进行,植被就能得到恢复,生态环境就能得到改善。

(3) 吴旗县实施退耕还林工程,国家和地方投入大量资金、人力和物力,取得了显著的效益,因此必须保护好退耕还林成果,加大退耕还林后续政策研究,积极发展适于地方经济发展的产业路,解决好农民的后顾之忧。

[参 考 文 献]

- [1] 吴钦孝,汪有科,等. 黄土高原水土流失区的林草资源和植被建设[J]. 水土保持研究,1994,1(3):2—7.
[2] 关君蔚. 水土保持原理[M]. 北京林业大学学报,1986. 55—60.
[4] 吴旗县地方志编纂委员会. 吴旗县志[M]. 西安:三秦出版社,1991. 1—8.
[5] 向师庆. 灌草丛根系保持土壤资源的研究[J]. 北京林业大学学报,1988,10(4):23—29.
[6] 侯喜禄,曹清玉,等. 陕北黄土区不同森林类型水土保持效益的研究[J]. 西北林学院学报,1994,9(2):20—24.
[7] 吴良铭. 封山育林育草的水土保持效益探讨[J]. 福建水土保持,1994(4):52—55.