

千阳县冉家沟流域不同生物措施治理水土流失区 土壤水分养分的变化

韩恩贤¹, 韩刚¹, 关红杰¹, 淮宗安², 李惠萍², 柳永强²

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 千阳县林业站, 陕西 千阳 715008)

摘要:研究了陕西省千阳县冉家沟流域不同退耕还林模式地林木生长状况和土壤理化性质的变化。结果表明,不同退耕还林模式地土壤理化性质均得到不同程度的提高,其变化程度为封山育林模式>林草混交模式>刺槐沙棘模式>刺槐纯林模式。封山育林模式、林草混交模式(刺槐和苜蓿)、刺槐沙棘混交模式、刺槐纯林模式土壤含水量比荒地分别提高了13.44%、7.91%、2.77%、1.03%;封山育林模式与林草混交模式地有机质含量比纯林分别增加了23.88%、23.88%,全氮分别增加了23.86%、36.2%,刺槐的蓄积量分别增加了67.4%、56.9%。封山育林后林地的水分养分含量和林木生长状况已得到一定程度的恢复,这种生态重建模式值得类似地区推广与应用。

关键词:流域治理;生物措施;退耕还林;理化性质;土壤水分和养分

中图分类号:S718.5

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2009)05-0016-05

Changes of Soil Physical and Chemical Properties in Harnessing Region of Soil and Water Erosion by Different Biological Measures in Ranjiagou Valley of Qianyang County

HAN En-xian¹, HAN Gang¹, GUAN Hong-jie¹, HUAI Zong-an², LI Hui-ping², LIU Yong-qiang²

(1. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Forestry Station of Qianyang County, Qianyang, Shaanxi 715008, China)

Abstract: Growth situations of the forests and physicochemical properties under different models of forest rehabilitation were investigated in Ranjiagou watershed, Qianyang County, Shaanxi Province. The results indicated that physicochemical properties in 4 models were improved in the order of closing forest > mixing forest with grass > mixing *Robinia pseudoacacia* with *Hippophae rhamnoides* > pure *R. pseudoacacia*. Compared with wasteland, soil water content of 4 models mentioned above increased by 13.44%, 7.91%, 2.77% and 1.03% respectively. Compared with pure plantation, soil organic matter content of closing forest and mixing forest with grass increased by 23.88% and 23.88% respectively, total nitrogen content increased by 23.86% and 36.2% respectively, and the storage capacity of *R. pseudoacacia* increased by 67.4% and 56.9% respectively. Soil moisture and soil nutrients and growth situation of forest tree were improved greatly under the model of closing forest, indicating that this model is worth to be extended in eco-reconstruction.

Key words: watershed management; biological measures; returning crop land to forest; physicochemical property; soil moisture and nutrient

地处黄河中游的黄土高原,以其独特的厚层黄土覆盖和强烈的土壤侵蚀为世界瞩目。长期以来,由于盲目毁林开荒和进行陡坡地耕种,造成了严重

的水土流失和风沙危害。是我国生态环境极为脆弱的地区之一^[1-3]。退耕还林工程是改善这一地区生态环境、优化农村经济结构、促进地方经济发展和农

收稿日期:2008-11-27 修回日期:2009-03-02

基金项目:国家林业局“渭北旱原沟壑区困难立地综合造林技术示范项目”(2006-84-2)。

作者简介:韩恩贤,男,研究员,主要从事黄土高原植被恢复与调控技术研究。

民脱贫致富的重大举措,直接关系到整个国民经济建设的大局。实施退耕还林,不仅能从根本上保持水土、改善黄土高原生态环境,而且能够有效的增强这一地区的抗旱、防涝能力,提高现有土地的生产能力^[4-5]。为了监测陕西省千阳县再家沟流域退耕还林效果,于2004~2007年对该地区采取的生物措施治理水土流失项目进行了研究,以期为该区的环管理提供参考。

1 研究区自然概况

再家沟流域位于陕西省千阳县县城西南,属黄土覆盖的丘陵,全流域面积5.52 km²。海拔710~1545.5 m。年平均降水量653 mm,年平均气温10.8℃,≥10℃活动积温3477.9℃,年平均日照时数2092.7 h(日照百分率47%),多年平均无霜期197 d(最长223 d,最短156 d)。土壤为黄绵土,土壤平均有机质含量为10.8 mg·kg⁻¹,电氮44.5 mg·kg⁻¹,含速效磷3.5 mg·kg⁻¹,含速效钾为31.8 mg·kg⁻¹,pH值7.0~7.5,干燥度1.1~1.3。

2 研究方法

2.1 生物量的测定

2.1.1 林地生物量 选各种生物治理模式样地各1块,每个样地面积600 m²,全面调查树高、胸径、冠幅、枝下高、蓄积量和生物量等生长情况。还包括幼树和下木层生物量。

2.1.2 森林凋落物量和林地枯枝落叶层现存量及持水量测定 在样地内设置8个(0.80 m×1.25 m)尼龙网收集器,离地面0.7 m,定期收集凋落物,置80℃下烘干计算凋落物量。在样地临近相似地段设置枯枝落叶物现存量小样方(1 m×1 m)5个,分别称重,混合取样,渗入清水中12 h后称重、计算最大持水量,再经过105℃下烘干计算干重^[6-7]。

2.2 土壤侵蚀定位观测

径流量观测:设置20 m×5 m径流场,在径流场外围用砖、水泥等修建成互不渗透水的隔水墙,在隔水墙下缘30 cm处,设置集流池。径流小区主要由排水沟、围埂、挡土墙、集流池、集流管组成,径流小区1组应为2个以做对比。泥沙观测:地表径流终止后,将集水槽中泥沙和水扫入承水池,读取量水池内壁水位刻度。在径流水中取样,经混合沉淀,置105℃烘箱内烘至衡重计算^[8-9]。

2.3 土壤理化性状的分析

物理分析:采用常规的土壤盒、环刀和烘干称重

法测定土壤含水量、容重、比重、毛管空隙度和非毛管空隙度,土壤坚实度用坚实度计法测定。化学分析:有机质用重铬酸钾氧化法测定,碱解氮用碱解扩散法测定,速效磷用碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法测定,速效钾用火焰光度法测定,有机质用硫酸—重铬酸钾氧化法,土壤酸碱度用电位测定法测定^[9-10]。

3 结果与分析

3.1 土壤水分变化

3.1.1 不同退耕还林模式土壤水分的逐月变化

由图1、表1可以看出,不同退耕还林模式土壤含水量不同,封山育林模式、林草混交模式(刺槐和苜蓿)、刺槐沙棘混交模式、刺槐纯林模式土壤含水量比荒地分别提高了13.44%、7.91%、2.77%、1.03%。比纯林分别提高了12.28%、6.81%、1.72%。土壤含水量:封山育林模式>林草混交模式>刺槐纯林模式。

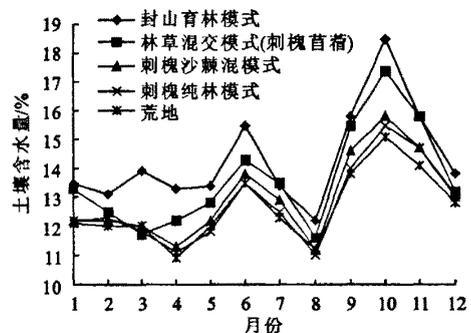


图1 不同退耕还林模式土壤水分逐月变化

Fig.1 Monthly changes of soil moisture under different models of returning cropland to forest

3.1.2 不同退耕还林模式土壤含水量的垂直变化

由图2可以看出,由于地表层土壤水分蒸发和最低层水分流失,形成了不同土层土壤含水量中间最高(特别是40~60 cm),低层(60~100 cm)次之,表层(0~40 cm)最小。从总体上看,再家沟流域不同

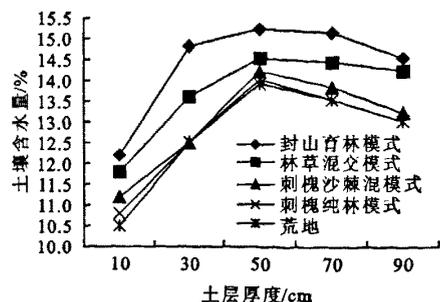


图2 不同退耕还林模式土壤含水量的垂直变化

Fig.2 Vertical changes of soil moisture under different models of returning cropland to forest

退耕还林模式地土壤水分垂直变化的趋势均表现为:上层(0~50 cm)变化幅度较下层(50~100 cm)大。由此可以看出,受降雨入渗分布土壤水分向上蒸发综合作用的结果,降雨和蒸发对表层含水量的影响较对下层土壤含水量的影响大。同时,可将土壤含水量从上到下的变化趋势分为2种情况,一种是增长型,即随着土层深度的增加,土壤含水量显著增加;一种是降低型,即随着土壤深度的加深,土壤含水量呈减少趋势,0~50 cm土壤含水量呈增长趋势,50~100 cm呈下降趋势。

3.2 土壤储水能力比较

由表1可以看出,实行了退耕还林和封山育林以后,由于植被覆盖,减少了水分蒸腾,改善了土壤

结构,提高了土壤的储水能力。退耕还林模式地不同土层的最大持水量、最小持水量、毛管持水量、排水能力:上层(0~20 cm)较大,下层(20~40 cm)较小;储水量:上层(0~20 cm)较小,下层(20~40 cm)较大。封山育林模式、林草混交模式、刺槐沙棘混交模式、刺槐纯林模式的最大持水量比荒地分别提高了37.53%、34.38%、22.28%、22.76%;最小持水量与荒地相比分别提高了18.47%、13.55%、6.40%、4.93%;毛管持水量与荒地相比分别提高了26.76%、24.57%、13.63%、13.87%;排水能力与荒地相比分别提高了137%、131.7%、98.3%、81.67%;储水量与荒地相比分别提高了27.23%、18.31%、11.50%、7.24%。

表1 不同退耕还林模式土壤的储水能力测定

Table 1 Water retaining capacity of the soils under different models of returning cropland to forest

模式	土层厚度/cm	最大持水量/%	最小持水量/%	毛管持水量/%	排水能力/mm	0~40 cm 排水能力/mm	储水量/mm	0~40 cm 储水量/mm
封山育林模式	0~20	61.1	53.7	55.4	14.5		48.5	
	20~40	52.5	42.5	48.8	13.8	28.3	59.8	108.3
	平均	56.8	48.1	52.1	14.2		54.2	
林草混交模式	0~20	59.8	50.8	54.2	14.4		45.5	
	20~40	51.1	41.4	48.1	13.3	27.7	55.3	100.8
	平均	55.5	46.1	51.2	13.9		50.4	
刺槐沙棘混交模式	0~20	53.4	47.7	48.9	12.2		44.7	
	20~40	47.6	38.6	44.5	11.5	23.7	50.2	94.9
	平均	50.5	43.2	46.7	11.9		47.5	
刺槐纯林模式	0~20	54.8	46.4	48.8	11.8		44.4	
	20~40	46.6	38.7	44.7	9.9	21.7	46.7	91.1
	平均	50.7	42.6	46.8	10.9		45.6	
荒地	0~20	42.4	42.3	43.5	7.7		43.8	
	20~40	40.2	38.9	38.7	4.3	12.0	41.4	85.2
	平均	41.3	40.6	41.1	6.0		42.6	

3.3 主要退耕还林模式土壤理化性质分析比较

由表2看出,退耕还林后,提高了植被覆盖率,增加了枯枝落叶,改良了土壤理化性质,提高了土壤肥力。封山育林模式、刺槐沙棘混交模式、林草混交模式地土壤容重比刺槐纯林分别减少了32.53%、28.31%、11.45%。土壤坚实度:封山育林模式、林草混交模式地坚实度比刺槐纯林分别减少了10.93%、15.38%。封山育林模式、刺槐沙棘混交模式、林草混交模式地孔隙度比刺槐纯林分别增加了23.1%、8.12%、7.87%。土壤保水和供水能力:封山育林模式、林草混交模式地持水量比刺槐纯林分别增加了9.93%、5.67%;含水量分别增加了7.45%、12.73%。

封山育林模式与林草混交模式地有机质含量比纯林分别增加了23.88%、23.88%,全N分别增加了23.86%、36.2%。不同土层有机质、全N的含量表层最高,中层次之,下层最低。

3.4 年均地表径流量及泥沙流失量比较

由表3可以看出,封山育林模式、林草混交模式、

刺槐沙棘混交模式年均产生地表径流次数比刺槐纯林模式地平均减少17次。封山育林模式、林草混交模式、刺槐沙棘混交模式年均地表径流量119.1 L,年径流模数为 $12.00 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$;封山育林模式、林草混交模式、刺槐沙棘混交模式平均径流深仅是刺槐纯林模式的8%;刺槐纯林模式径流系数较封山育林模式、林草混交模式、刺槐沙棘混交模式大7.6倍。可看出封山育林模式、林草混交模式、刺槐沙棘混交模式减少地表径流的作用是极为显著的。其土壤侵蚀模数平均为 $0.66 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。由此看出黄土高原沟壑区封山育林模式、林草混交模式、刺槐沙棘混交模式所产生的水文效益非常显著。4种模式涵养水源能力:封山育林模式>林草混交模式>刺槐沙棘混交模式>刺槐纯林模式。

3.5 不同退耕还林模式对刺槐生长影响

经过对封山育林模式、林草混交模式、纯林模式地和阳向坡地(或岭顶)相同树种(刺槐)进行T检验分析可以看出,封山育林模式和林草混交模式地的各指标差异均达到显著或极显著水平。刺槐生物

量:封山育林模式>林草混交模式>纯林模式>阳 向坡地(或峁顶)。

表 2 不同退耕还林模式土壤理化性状分析

Table 2 Physicochemical properties of the soils under different models of returning cropland to forest

模 式	土层/cm	容重/ (g·cm ⁻³)	孔隙度 /%	坚实度 /%	通气度 /%	持水量 /%	含水量 /%	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全 N/ (g·kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ / (g·kg ⁻¹)	速效 P/ (mg·kg ⁻¹)	速效 K/ (mg·kg ⁻¹)
封山育林模式	0~20	0.98	53.3	1.78	25.54	27.8	13.22	17.2	1.281	0.78	1.87	79.5
	20~40	1.17	48.0	2.25	20.33	30.5	15.40	15.1	1.224	0.77	1.25	79.6
	40~60	1.21	44.2	2.58	17.67	34.6	14.67	13.4	0.998	0.66	0.98	75.3
平均	0~60	1.12	48.5	2.20	21.18	31.0	14.43	15.2	1.168	0.74	1.37	78.1
刺槐沙棘 混交模式	0~20	1.12	48.2	1.95	22.62	25.8	12.12	14.1	1.022	0.67	1.45	70.5
	20~40	1.17	41.9	2.68	16.73	25.3	14.33	13.9	0.988	0.59	0.92	68.4
	40~60	1.27	37.7	3.14	13.56	29.2	14.46	13.3	0.842	0.58	0.88	64.2
平均	0~60	1.19	42.6	2.59	17.64	26.8	13.77	13.8	0.951	0.61	1.08	67.7
林草混交模式	0~20	2.29	43.2	1.85	27.61	26.7	13.85	16.8	1.341	0.79	1.81	81.5
	20~40	1.05	42.4	2.12	25.15	29.6	15.33	14.5	1.286	0.81	1.63	79.8
	40~60	1.06	41.9	2.30	22.54	33.2	16.23	14.3	1.225	0.78	1.51	77.2
平均	0~60	1.47	42.5	2.09	25.1	29.8	15.14	15.2	1.284	0.79	1.66	79.5
刺槐纯林模式	0~20	2.45	40.4	1.97	23.63	24.8	11.82	12.8	1.021	0.76	1.67	78.4
	20~40	1.21	39.6	2.56	22.72	28.5	13.51	12.3	0.912	0.78	1.45	77.9
	40~60	1.32	38.3	2.89	21.14	31.4	14.97	11.7	0.897	0.79	1.48	76.6
平均	0~60	1.66	39.4	2.47	22.50	28.2	13.43	12.27	0.943	0.78	1.53	77.6

表 3 不同退耕还林模式平均地表径流量及泥沙流失量比较

Table 3 Annual surface runoff and silt loss under different models of returning cropland to forest

模 式	密度 (株·hm ⁻²)	测定 时间	降雨量 /mm	产流 /次	径流量 /L	径流模数/ (m ³ ·km ⁻² ·a ⁻¹)	径流深 /mm	径流系数	侵蚀模数/ (t·hm ⁻² ·a ⁻¹)
封山育林模式	3 558	1999	626.8	17	90.1	9.01	0.180 2	0.143	0.49
		2000	640.5	19	101.2	10.12	0.202 4	0.158	0.63
		2001	632.2	18	97.9	9.79	0.195 8	0.155	0.62
		平均	633.2	18	96.4	9.64	0.192 8	0.152	0.58
林草混交模式	3 558	1999	626.8	19	108.6	10.86	0.217 2	0.173	0.66
		2000	640.5	22	117.4	11.74	0.234 8	0.183	0.81
		2001	632.2	19	119.6	11.96	0.239 2	0.189	0.69
		平均	633.2	20	115.2	11.52	0.230 4	0.182	0.72
刺槐沙棘混交模式	3 270	1999	626.8	20	121.6	12.16	0.243 2	0.189	0.45
		2000	640.5	21	123.1	12.31	0.346 2	0.166	0.85
		2001	632.2	22	112.2	11.22	0.224 4	0.176	0.38
		平均	633.2	21	119.0	12.00	0.271 3	0.174	0.67
刺槐纯林模式	3 270	1999	626.8	38	1 384.5	138.45	2.769 0	2.209	7.98
		2000	640.5	40	1 500.5	150.05	3.001 0	2.343	11.44
		2001	632.2	39	1 452.4	145.24	2.905 0	2.297	10.15
		平均	633.2	39	1 445.8	144.58	2.892 0	2.283	9.85

表 4 不同退耕还林模式刺槐生长量和蓄积量比较

Table 4 Growth and volume storage of *R. pseudoacacia* under different models of returning cropland to forest

模 式	树高/m		胸径/cm		冠幅/m		枝下高/m		蓄积/(m ³ ·hm ⁻²)		增长量/ (m ³ ·hm ⁻²)
	平均	增量/%	平均	增量/%	平均	增量/%	平均	增量/%	平均	合计	
封山育林模式	8.27**	12.5	13.40**	31.2	3.1**	24.0	5.1*	40.0	145.3	150.2**	67.4
林草混交模式	6.4**	16.4	5.80**	23.4	2.20*	22.2	3.5**	36.4	24.1	28.4**	56.9
纯林模式(缓坡)	7.35	0.0	10.2	0.0	2.50	0.0	3.5	0.0	89.7	89.7	0.0
阳向坡地	5.5	0.0	4.70	0.0	1.80	0.0	2.1	0.0	18.1	18.1	0.0
峁顶	3.4	0.0	3.30	0.0	2.50	0.0	0.4	0.0	15.3	15.3	/

注:* 差异显著;** 差异极显著。

3.6 不同退耕还林模式生物量(干重)比较

由表 5 可以看出,不同退耕还林模式地刺槐生物量为:封山育林模式>林草混交模式>纯林模式(缓

坡)>阳向坡地。封山育林模式生物量比纯林高 48.76%,林草混交模式比纯林增长了 5.77%。林木的干、皮、枝、叶、根的比例接近于 11:2:3:1:5。

表 5 退耕还林地刺槐生物量(干重)及分配比例比较

Table 5 Biomass and distribution of *R. pseudoacacia* under different models of returning cropland to forest $t \cdot \text{hm}^{-2}$

不同模式	干		皮		枝		叶		根		合计	
	重量	%	重量	%	重量	%	重量	%	重量	%	重量	%
封山育林模式	55.83	52.2	9.41	8.8	14.01	13.1	5.78	5.4	21.93	20.5	106.96	100
林草混交模式	38.18	50.2	4.64	6.1	9.43	12.4	3.65	4.8	20.15	26.5	76.05	100
纯林模式(缓坡)	37.17	51.7	6.69	9.3	11.22	13.9	4.42	3.8	15.32	21.3	71.90	100
阳向坡地	28.10	50.0	3.43	6.1	7.70	13.7	2.41	4.3	13.54	24.1	56.20	100

4 结论

该区土壤含水量变化为 10 月最高,6、9、11 月次之,其余月份比较低,封山育林模式地土壤水分含量最高,林草混交模式地次之,刺槐纯林模式地最小。土壤水分垂直变化为:上层(0~50 cm)变化幅度较下层(50~100 cm)大。

不同土层的最大持水量、最小持水量、毛管持水量、排水能力:上层(0~20 cm)较大,下层(20~40 cm)较小;储水量:上层(0~20 cm)较小,下层较大。以上各指标为:封山育林模式>林草混交模式>刺槐沙棘混交模式>刺槐纯林模式。土壤容重:封山育林模式<林草混交模式<刺槐纯林模式。孔隙度和通气度:封山育林模式>林草混交模式>刺槐纯林模式。

地表径流量和泥沙流失量:封山育林模式>林草混交模式>刺槐沙棘混交模式>刺槐纯林模式。

退耕还林提高了刺槐树高、胸径、冠幅、枝下高,从而也就提高了刺槐的蓄积量。其中封山育林模式和林草混交模式尤为突出。

刺槐生物量:封山育林模式>林草混交模式>纯林模式(缓坡)>阳向坡地。林木的干、皮、枝、叶、根的比例为 11:2:3:1:5。

混交林不仅增加凋落物量,而且枯枝落叶层现

存量与持水量也明显大于纯林。这对削弱暴雨对地面的溅击力,分散、阻滞地表径流的形成起着十分重要的作用。

参考文献:

- [1] 刘江. 全国生态环境建设规划[M]. 北京:中华工商联合出版社,1999.
- [2] 曲比英勇,底日夫铁,吉拉维石,等. 合理利用退耕还林地大力发展林下种草业[J]. 四川草原,2005(11),45-47.
- [3] 李瑞林. 退耕还林草工作开始全面启动[N]. 中国绿色时报,2002-01-14(1).
- [4] 吴钦孝,杨文治. 黄土高原植被建设与持续发展[M]. 北京:科学出版社,1998.
- [5] 刘艳萍,荣浩,邢恩德. 不同措施对退化草地土壤和植被的影响[J]. 水土保持研究,2007,14(6),345-347.
- [6] 郭胜利,路鹏,党延辉. 退耕还草对水分养分演变的影响[J]. 西北植物学报,2003,23(8):1383-1388
- [7] 李志,巢世军,董敬群. 黄土丘陵人工林地水分及养分规律研究[J]. 干旱区农业研究,2008,26(5):115-118.
- [8] 林学军,谭仕彦. 红壤坡地耕作模式与水土流失监测初报[J]. 广西农学报,2002(增刊):50-53.
- [9] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:科学技术出版社,1980.
- [10] 焦菊英,焦峰,温仲明. 黄土丘陵沟壑区不同恢复方式下植物群落的土壤水分和养分特征[J]. 植物营养与肥料科学,2006,12(5):667-674.