

退耕宜林区仁用杏林地土壤贮水特性分析

周学堂<sup>1</sup>, 段义字<sup>2</sup>

( 1. 灵台县水土保持局, 甘肃 灵台 744400; 2. 平凉市水土保持科学研究所, 甘肃 平凉 744000)

**摘 要:**通过对平凉市退耕宜林区仁用杏林地、荒坡草地和农耕地 3 个地类土壤的孔隙分布及贮水特征等对照分析表明, 仁用杏林地及荒草地土壤的蓄水量较农耕地高, 分别为农耕地的 1.3 和 1.07 倍, 两者有效蓄水量分别为农耕地的 1.47 和 1.09 倍; 非毛管平均孔隙度为仁用杏林地( 11.17%) > 农耕地( 10.99%) > 荒草地( 10.92%); 仁用杏林地土壤水分的贮存能力最强, 大于农耕地和荒草地, 表明仁用杏在提高退耕地土壤入渗能力、减轻地表径流方面具有良好作用; 仁用杏林地土壤水分的垂直变化梯度较大, 从 0– 60 cm 土层含水量的 11.6% 骤减为 60– 100 cm 的 9.7%, 上下土层的贮水量 94 mm/ 60 cm 和 61 mm/ 40 cm, 下层土壤湿度明显小于上层。

**关键词:**退耕宜林区; 仁用杏林地; 土壤贮水; 土壤有效蓄水量

中图分类号: S715.3      文献标识码: A      文章编号: 1005-3409( 2007) 06-0109-03

Analysis on Soil Water Retaining Properties of Almond-apricot Forest in Returning Farmland to Forest Area

ZHOU Xue-tang<sup>1</sup>, DUAN Yi-zi<sup>2</sup>

( 1. Soil and Water Conservation Bureau of Lingtai County, Lingtai, Gansu 744000, China;  
2. Soil and Water Conservation Research Institute of Pingliang City, Pingliang, Gansu 744000, China)

**Abstract:**Through the comparison of soil pore distribution and water retaining properties of almond-apricot forest, grassland and farmland in Pingliang, the result shows that the soil water storing capacity of almond-apricot forest and grassland is 1.3 times and 1.07 times than that of farmland, the effective soil water storing capacity of both is 1.47 times and 1.09 times than that of farmland; Non-capillary porosity: almond-apricot ( 11.17%) > farmland ( 10.99%) > grassland ( 10.92%); The soil water storing capacity of almond-apricot forest is the strongest, which indicates that the almond apricot forest has good effect in increasing soil infiltration capacity and reducing surface runoff; the soil water of almond-apricot varied vertically, from 11.6% in 0– 60 cm soil layer to 9.7% in 60– 100 cm soil layer. The soil water storing capacity of upper and deep soil layer is 61 mm/ 40 cm and 94 mm/ 60 cm, the deep soil moisture is smaller than that of upper soil.

**Key words:** returning farmland to forest; almond-apricot; soil water retaining; effective soil and water storing capacity

退耕还林还草是黄土高原地区控制水土流失、改善生态环境的一项重要措施。多年来, 在退耕宜林地水土流失防治中, 以防护林、用材林为主, 且树种比较单一, 适应当前市场经济的要求和具有水土保持功效的林草种引种、栽培及推广面积较小, 也严重制约了退耕宜林地经济型高效开发利用进程和退耕区农民参与水土保持生态环境建设的积极性。平凉市自 1996 年以来逐步在退耕宜林地栽植仁用杏并初具规模, 取得了较为显著的生态经济效益, 对巩固该区退耕还林草成果起到了积极作用。本文通过对平凉市泾川县王村乡墩台村退耕地仁用杏林地土壤物理性状的观测分析, 探索该林地土壤贮水特性, 以期为平凉市推广和扩大退耕区生态经济型植被建设提供科学依据。

1 研究区概况

研究选取位于平凉市泾川县王村乡墩台村退耕区 10 a 生仁用杏林地、荒坡草地和农耕地 3 个地类进行土壤贮水和

入渗特性对比分析。土壤水分测定工作于 2006 年 4– 10 月进行。测定采用称重法, 土样于 105℃ 温度下烘干至恒重, 样品设 2 个重复, 测定土层深度为 0– 100 cm, 每 20 cm 为一层, 用环刀法分层测定土壤容重、毛管孔隙度和总孔隙度, 根据分层实测的各层孔隙度和土壤各层厚度逐层计算得不同地类土壤各类孔隙的贮水量。

2 结果与分析

2.1 土壤物理性状与贮水特征

测定的不同地类土壤物理特性贮水特征结果见表 1。由表 1 看出, 随着土层深度的增加, 土壤水分含量逐渐减小, 0– 40 cm 范围内各地类土壤水分含量平均值大于 40– 100 cm 土层的平均土壤含水量, 80– 100 cm 仁用杏林地土壤含水量为 9.7%, 均大于荒草地和农耕地, 表明 10 a 生仁用杏根系扩展达到 1 m 以上。

\*收稿日期: 2006-12-14

基金项目: 甘肃省水利重点科研项目“退耕宜林地美国仁用杏栽培及其水土保持功效研究”

作者简介: 周学堂( 1966– ), 男, 甘肃灵台人, 工程师, 农学士, 主要从事水土保持管理与规划工作。

通信作者: 段义字( 1966– ), 男, 甘肃镇原人, 高级工程师, 农学士, 主要从事水土保持科研与规划工作。

表 1 土壤物理性状及贮水量计算结果

地类	土层厚度/cm	含水量/ %	孔隙度/%		土壤容重/ (g·cm <sup>-3</sup> )	断面平均孔隙度/%		
			总孔隙	非毛管		饱和	非毛管	毛管
仁用杏 林地	0- 20	12. 18	50. 86	12. 21	1. 33	302. 81	78. 73	224. 08
	20- 40	11. 41	50. 37	12. 09	1. 34			
	40- 60	11. 25	47. 99	11. 52	1. 40	46. 56	11. 17	35. 38
	60- 80	9. 82	42. 39	10. 17	1. 56			
	80- 100	9. 70	41. 18	9. 88	1. 58			
荒草地	0- 20	16. 46	54. 41	12. 51	1. 23	299. 69	65. 93	233. 76
	20- 40	15. 57	48. 99	11. 76	1. 38			
	40- 60	15. 02	46. 07	11. 06	1. 46			
	60- 80	14. 39	44. 59	10. 70	1. 50	45. 97	11. 03	34. 93
	80- 100	10. 09	35. 78	8. 95	1. 58			
农耕地	0- 20	13. 73	54. 79	13. 15	1. 22	307. 17	64. 50	242. 66
	20- 40	14. 71	46. 97	11. 27	1. 43			
	40- 60	14. 00	44. 68	10. 72	1. 49			
	60- 80	14. 62	40. 03	9. 61	1. 62	44. 89	10. 77	34. 12
	80- 100	13. 38	37. 98	9. 12	1. 55			

各地类土壤容重随土层深度的增加而增加,非毛管孔隙随深度变化剧烈的是仁用杏林地,其次为农耕地,荒草地的变化不明显。从各层非毛管断面分布可以看出,仁用杏林地、农耕地非毛管孔隙分布整体要大于荒草地,尤其 0- 20、20- 40、80- 100 cm 土层中均为仁用杏林地最大,荒草地最小。非毛管平均孔隙度的排序为仁用杏林地( 11. 17%) > 农耕地( 10. 99%) > 荒草地( 10. 92%),因此,可以说仁用杏林地土壤水分的贮存能力明显大于农耕地和荒草地,表明仁用杏在提高土壤入渗能力、减轻地表径流具有良好作用。为了更好地说明不同地类土壤不同层次孔隙分布的差异性,对其孔隙分别进行方差分析,行代表不同土壤层次,列代表不同孔隙<sup>[1]</sup>。在  $F_{0.01}$  水平上进行检验,  $F_{行} > F_{0.01}(2, 8)$ ,  $F_{列} > F_{0.01}(4, 8)$ 。说明不同地类土壤孔隙分布在不同土壤层次之间差异极显著,不同孔隙之间差异显著性分析结果见表 2。

表 2 不同地类土壤孔隙分布的方差分析结果

变差来源	离差平方和	自由度	均方	均方比	$F_{0.01}$	显著性
行	224. 8	2	112. 40	13. 56	8. 65	**
列	270. 4	4	67. 60	8. 16	7. 01	**
误差	66. 3	8	8. 9			
总计	561. 5	14				

2.2 生长季土壤水分含量和有效水的利用率

据当地气象资料,2006 年度该区生长季(4- 10 月)的总

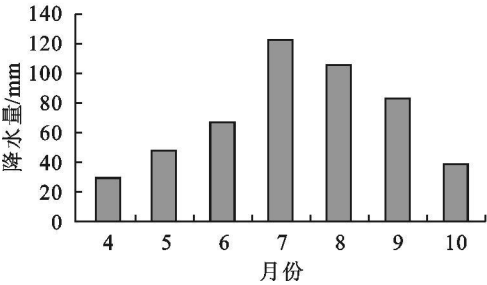


图 1 生长季降水量情况

仁用杏林地土壤干湿季的形成及其水分动态特点,主要与仁用杏的物候期和气候的时段降水有关。观测结果表明,仁用杏 4 月中旬即开始萌发,5 月上旬开花,5 月下旬到 7 月中旬进入果实成熟期,这意味着仁用杏生长发育渐盛,所需

降水量为 524. 4 mm,为平水偏旱年,由观测结果分析,生长季仁用杏林地 0- 100 cm 土层的平均含水量为 12. 22%,荒草地和农耕地分别为 13. 56% 和 14. 09%,折合的土壤持水量分别为 176. 17、193. 56、206. 03 mm,足见仁用杏林地的土壤水分处于低含量和低贮量的状况<sup>[2]</sup>。

林地土壤水分含量低的原因,显然是由于其较荒草地和农耕地多一项林冠蒸发耗水。从土壤有效水利用率的角度做进一步分析可知,仁用杏林对土壤有效水的利用率较高。通常将萎蔫湿度作为土壤有效含水量的下限,本区土壤萎蔫湿度的下限值为 7. 8%<sup>[3]</sup>,以此作为仁用杏林土壤萎蔫湿度的参考值,计算的林地 0- 100 cm 土层的剩余有效水量为 44. 3 mm,由此推算的仁用杏林对 0- 100 cm 土层有效水的利用率达到 92. 2%,而荒草地 0- 100 cm 土层的剩余有效水量为 92. 88 mm,土层有效水的利用率为 54. 5%。由此可以看出,在生长期,仁用杏林地的土壤水分状况总体上具有低含量、低贮量和有效水高利用率的特点。

2.3 土壤干湿季与仁用杏物候期和时段降水量的关系

由图 1、图 2 综合分析可以看出,仁用杏林地土壤含水量的最低值和最高值分别出现在 6 月初和 8 月初。林地土壤干季的水分动态曲线以 6- 7 月初土壤失水量大为特点,与同期荒草地土壤水分动态变化曲线有明显差异,后者土壤水分动态曲线 4- 8 月基本上呈上升趋势。

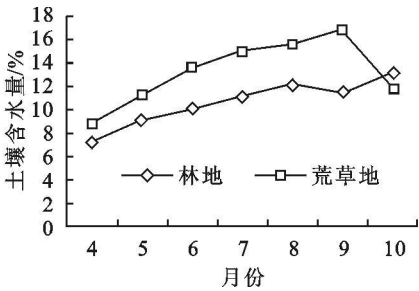


图 2 林地及荒草地生长季土壤水分动态变化

耗水量渐增,而 4- 6 月初的降水仅占生长季降水量的 29. 2%,显然是由于在仁用杏萌发至果实始熟期间,林分耗水量与降水入渗相比,耗水量占优势。降水入渗不仅不敷需要,而且动用原土壤有效贮水,因而使土壤含水量在土壤干

季总体上呈减少趋势。7 月初以后, 虽然林分仍要消耗大量水分, 但降水很快进入高峰期, 林分耗水量与降水入渗量相比, 后者占绝对优势, 因而土壤贮水迅速得到恢复和提高, 并达到贮水量高峰。土壤湿季水分动态曲线出现双峰, 这与降水量分布和仁用杏枝条生长的高峰在 7—8 月有关<sup>[4]</sup>。

另外, 从表 1 可以看出, 仁用杏林地土壤水分的垂直变化梯度较大, 从 0—60 cm 土层含水量的 11.6% 骤减为 60—100 cm 的 9.7%, 上下土层的贮水量 94 mm/60 cm 和 61 mm/40 cm, 下层土壤湿度明显小于上层, 相对而言, 荒草地和农耕地生长季土壤湿度变化幅度不大, 变化梯度小。

2.4 不同地类土壤的蓄水容量分析

各地类土壤蓄水容量  $I_M$  为

地类	土壤自然持水量/ mm	田间持水量/ mm	凋萎持水量/ mm	蓄水容量/ mm	有效蓄水容量/ mm	$\frac{I_M \text{ 林地}}{I_M \text{ 农耕地}}$	$\frac{I_e \text{ 林地}}{I_e \text{ 农耕地}}$
仁用杏林地	156.8	354.8	77.8	277.1	198.1	1.47	1.30
荒草地	204.2	351.5	124.0	227.5	147.3	1.09	1.07
农耕地	206.0	341.0	128.2	212.8	135.0	1.00	1.00

当  $\theta_0$  达到田间持水量时,  $I_e$  为 0, 即说明土壤贮存水量能力达到最大, 说明林地虽然具有拦蓄地表径流、增加土壤入渗能力, 但其作用是有限的。

由表 1 和表 3 分析结果可以看出, 无论是蓄水容量还是有效蓄水容量, 其大小顺序均为仁用杏林地> 荒草地> 农耕地, 因此, 林草地对地表径流拦蓄和增加入渗均有较大作用, 进一步说明加大退耕还林还草、提高地表植被覆盖度是控制黄土高原水土流失、减少入黄泥沙、改善生态环境的重要途径和措施。从另一方面看, 虽然非毛管孔隙贮水量比毛管孔隙贮水量小, 小于其有效蓄水容量, 但对于退耕区而言, 非毛管水滞留坡面的时间比地表径流汇流的时间长得多, 其快速贮水能力是退耕区减轻水土流失的重要指标, 而且非毛管孔隙因可以迅速排水, 从而可以暂时延缓坡面径流, 延长坡面汇流汇集时间, 减轻水土流失。

3 结 论

(1) 仁用杏林地及荒草地土壤的蓄水容量较农耕地高, 分别为农耕地的 1.3 和 1.07 倍, 两者有效蓄水容量分别为农耕地的 1.47 和 1.09 倍, 不同地类土壤有效蓄水容量顺序为: 仁用杏林地> 荒草地> 农耕地。

(2) 非毛管平均孔隙度的排序为仁用杏林地(11.17%)> 农耕地(10.99%)> 荒草地(10.92%), 仁用杏林地土壤水分的贮存能力最强, 其次为农耕地, 荒草地最低, 表明仁用杏在提高土壤入渗能力、减轻地表径流具有良好作用。对不同

$$I_M = (\theta_c + \theta_w)h$$

式中:  $h$ ——土层深度;  $\theta_c$ ——土壤土层平均田间持水量(体积%);  $\theta_w$ ——土壤土层凋萎含水量(体积%)。这部分水用于植物吸收和土壤蒸发。各地类土壤的有效水容量表示  $I_e$  为  $I_e = (e_c - \theta_o)h$ , 式中:  $e_c$ ——毛管孔隙度;  $\theta_o$ ——土壤土层自然含水量(体积%)。

由表 3 可知, 由于仁用杏林地及荒草地毛管孔隙较多, 其土壤的蓄水容量较农耕地高, 分别为农耕地的 1.3 和 1.07 倍, 从有效蓄水容量来看, 仁用杏林地和荒草地分别为农耕地的 1.47 和 1.09 倍, 土壤有效蓄水容量顺序为: 仁用杏林地> 荒草地> 农耕地, 这是受各地类土壤田间持水量和土壤自然含水量影响的结果。

表 3 不同地类土壤蓄水容量计算结果

地类	土壤自然持水量/ mm	田间持水量/ mm	凋萎持水量/ mm	蓄水容量/ mm	有效蓄水容量/ mm	$\frac{I_M \text{ 林地}}{I_M \text{ 农耕地}}$	$\frac{I_e \text{ 林地}}{I_e \text{ 农耕地}}$
仁用杏林地	156.8	354.8	77.8	277.1	198.1	1.47	1.30
荒草地	204.2	351.5	124.0	227.5	147.3	1.09	1.07
农耕地	206.0	341.0	128.2	212.8	135.0	1.00	1.00

地类土壤不同层次孔隙分布的差异性分析结果表明, 不同地类土壤孔隙分布在不同土壤层次之间差异极显著。

(3) 林地土壤干季的水分动态曲线以 6—7 月初土壤失水量大为特点, 与同期荒草地土壤水分动态变化曲线有明显差异, 后者土壤水分动态曲线 4—8 月基本上呈上升趋势。

(4) 仁用杏林地土壤水分的垂直变化梯度较大, 从 0—60 cm 土层含水量的 11.6% 骤减为 60—100 cm 的 9.7%, 上下土层的贮水量 94 mm/60 cm 和 61 mm/40 cm, 下层土壤湿度明显小于上层。相对而言, 荒草地和农耕地生长季土壤湿度变化幅度不大。

致谢: 梁文辉、王安民同志参加了部分资料收集和整理工作, 在此一并表示谢意!

参考文献:

[1] 郑培龙, 肖江伟, 等. 重庆缙云山典型林分林地土壤贮水特性研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(2): 195—197.

[2] 王孟本, 李洪建. 柠条林土壤水分生态环境特征研究初报[J]. 中国科学院水利部西北水土保持研究所集刊, 1989(10): 155—169.

[3] 北京林学院. 土壤学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1982: 140—148.

[4] 段义宇. 堡子沟梁峁顶沙棘混交林生态经济效益研究[J]. 人民黄河, 1994, 16(11): 29—32.