

黄土高原南部梯田土壤水分环境效应研究

吴发启, 张玉斌, 佘 雕, 宋娟丽

(西北农林科技大学资环学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 水平梯田是控制坡耕地水土流失和实现旱作区农业高产与稳产的根本措施之一。通过研究发现, 在黄土残塬沟壑区的泥河沟流域, 梯田具有比较明显的蓄水、保水作用。距田埂愈近, 越靠近外部, 越接近土壤表层, 土壤湿度越小, 土壤愈干旱, 越近里面, 且越向下, 土壤湿度越大。

关键词: 黄土残塬沟壑区; 梯田; 土壤水分; 环境效应

中图分类号: S152.7

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)04-0128-03

Preliminary Study on Soil Water Environmental Effect of Level Terrace in Southern Loess Plateau

WU Fa-qi, ZHANG Yu-bin, SHE Diao, SONG Juan-li

(College of Resource and Environmental Science, Northwest Sci-tech University of Agriculture & Forestry, Yangling 712100, Shaanxi, China)

Abstract: The level terrace is a basic measure of controlling the sloping farmland soil erosion, realizing the high and steady produce in drought area. The experiment results showed that level terrace has an obvious conserving water function in Nihegou watershed, breadth type terrace is better than narrow. On the breadth type terrace planting the corn is suitable. Some techniques should be taken to prevent or reduce evaporation of the ground humidity in 5~7 months in the narrow type terrace.

Key words: remained gully of Loess Plateau; level terrace; soil water; environmental effect

土壤水分是土壤的重要组成部分之一, 是决定土地生产力的一个重要因素。同时, 土壤水分对土壤侵蚀的影响也十分显著。一切农田水利水保设施都是为了农田土壤水分进有效的调节、控制和管理, 使其有利于改善土壤条件, 促进作物稳产、高产^[1]。据李开元研究^[2], 黄土高原南部50%的年份存在水分亏缺, 黄土高原为旱作农业区, 粮食生产与降雨多少和生产关键时期的干旱程度呈正相关关系。

黄土高原土层深厚^[3](一般为50~200m, 已知最厚达200m), 地下水埋深, 降水几乎成为土壤水的惟一补给源。因此, 蓄水是黄土高原提高农业生产量与改善生态环境的关键所在。黄土高原地区的坡耕地占总耕地面积的50%, 在水土流失严重的黄土丘陵区, 坡耕地可占总耕地面积的70%~90%, 其中大于25°的坡耕地占15%~20%^[3]。因此, 坡耕地的治理应是黄土高原水土流失治理的重要内容, 是关系到农业可持续发展的紧迫问题, 水平梯田作为我国的基本农田形式, 是控制坡耕地水土流失、保持水土和实现旱作区农业高

产与稳产的根本措施之一。我国现有梯田1320万hm², 占到可改造成梯田的坡耕地的40%^[5]。

本文旨在通过对大量试验资料进行分析, 探讨黄土高原南部沟壑区梯田土壤水分环境效应, 为改善黄土高原丘陵沟壑区生态环境和农业生产条件, 合理利用小流域尺度内水土资源提供科学依据。

1 研究区基本概况

研究区位于黄土高原南部, 淳化县境内的泥河沟流域, 总土地面积948km²。区内气候属暖温带半湿润气候, 年平均气温9.8℃, 1月均温-4.3℃, 7月均温23.1℃, 无霜期183d, 初霜10月中旬, 终霜4月中旬, 最晚5月22日。0~10℃积温3899.2℃, 历时269d, 10~15℃积温3281℃, 历时173d, 太阳年辐射总量5043kJ/cm², 全年日照2372.1h, 日照百分率54%, 多年平均降水量600.6mm, 7、8、9三个月集中率达50%以上, 多形成暴雨。干燥度K值介于1.10~1.38

收稿日期: 2003-05-05

作者简介: 吴发启(1957-), 男, 陕西黄陵人, 教授, 博士生导师, 主要从事土壤侵蚀与水土保持方面的教学与研究。

之间。地貌为黄土残塬沟壑类型。流域塬面面积 5 61 km², 占 59.2%, 沟壑面积为 3 87 km², 海拔高度 712~ 1 193 m, 沟壑密度 4.71 km/km²。占 39.8%, 土壤以黄土为主, 呈灰黄二色, 肥力低, 耕性好, 经改良生产潜力大。流域地表径流来自暴雨超渗径流, 年径流模数 2.01 万 m³/km² 左右, 地下径流由黄土中潜水层被沟谷切割呈泉水出露, 一般距塬面高差约 100 m, 流量小于 10 L/s, 干沟常流量约 30 L/s。天然植被已残留极少, 多分布在沟谷之中, 以草本和灌木为主, 属森林草原植被类型。

流域隶属三个乡, 有 7 个行政村和 1 个国营林场。有 3 361 人, 劳力 1 501 人, 人均耕地 0.21 hm², 劳均 0.47 hm²。农村经济以种植业和林果业为主, 2000 年粮食公顷产达 3 937.5 kg, 人均纯收入 3 100 元(1999 年), 水土流失治理累计面积为 8.2 km², 治理率达 86.5%, 土壤侵蚀模数由 4 000 t/(km²·a) 下降到 317 t/(km²·a)。

表 1 各地类耕层土壤理化性质

地类	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮 N/ (mg·kg ⁻¹)	全磷 P/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾 K/ (mg·kg ⁻¹)	容重/ (g·cm ⁻³)	机械组成/%			
						1~0.05	0.05~0.01	0.01~0.001	<0.001
果园	11.97	74.01	125.01	68.04	1.11				
农田	13.97	85.23	151.21	74.33	1.12	10.00	37.60	24.20	28.20
坡耕地	10.69	70.06	131.38	68.87	1.32	12.87	38.85	22.11	26.17

3 结果与分析

根据试验观测可知, 一般来说, 在不同的土地利用方式下, 0~ 200 cm 土层内土壤剖面水分含量变化规律的相同之处在于, 不同土层水分含量可划分为以下 3 个层次^[6,7]: (1) 水分剧变层(0~ 40 cm), 该层土壤水分受灌溉、降水、蒸发及气象等条件的影响而剧烈变化, 是水分变化最不稳定的层次; (2) 土壤水分主要供给层(40~ 80 cm), 该层是作物与植被根系的主要分布层和吸水层, 各个措施区土壤湿度不同程度的减少, 其土壤水分是作物与植被生育旺盛的主要水源和贮水库; (3) 土壤水分相对稳定层(80 cm 以下), 该层是作物与植被深层根系分布层, 本层水分除被根系直接吸收外, 主要是调节上下层土壤水分的供给与积蓄, 成为土壤水分消耗和补充的源与汇, 也就是通常所说的“土壤水库”。只是由于土地的利用方式、种植作物以及降水量的不同而造成各层次的深度分布不同。

3.1 梯田的水分含蓄能力

据文献^[8,9], 梯田田块的承雨面积由坡面变为水平面, 接收雨量增加; 另外连续切断了坡面径流和浅层壤中流的流线, 拦蓄降雨, 使之就地入渗, 不产生径流和泥沙, 从而消除了降水在坡面上再分配的条件。我们根据多次的水分测定结果(以 2001 年为例), 取其均值计算各层土壤的贮水量(土层厚度), 见表 2。梯田由于降雨就地入渗, 没有形成径流, 因而 2 m 土层内的土壤贮水量变化比较均匀, 但梯田外侧的土壤含水量相对内侧来说要低很多, 说明梯田的侧向蒸发比较严重^[10]; 梯田农田的土壤水分贮量不但比对照要大的多, 而且相对于果园也要高, 这说明果园的土壤耗水量很大, 而且随

2 研究方法

在泥河沟流域梯田面积占总土地利用面积的 42.93%, 梯田宽度一般在 3~ 20 m 之间不等。按土地利用类型, 以果园梯田(6、12 龄)、农作梯田(麦田、油菜地)为研究对象, 以坡耕地为对照, 设在同一坡度。试验布设在流域内, 选择阳坡不同宽度梯田, 分别在宽式梯田(20 m)内、中、外侧, 窄式梯田(3 m)内、外两侧布置中子仪水分测定管; 坡耕地亦为阳坡, 分别在坡上、中、下部布置中子仪水分测定管(长 2.15 m), 定期分层观测 0~ 200 cm 深土壤含水量(0~ 20、20~ 40、40~ 60、60~ 100、100~ 150、150~ 200, 单位: cm), 其中表层 0~ 20 cm 土采用烘干法测定, 其它层次用中子仪, 均取三次测定值的平均值。实验从 2000 年 11 月起开始, 每隔 15 天测定一次。土壤理化性质见表 1。

果树的树龄的增大而增长; 对照坡地的土壤水分作物耗散少, 2m 土层内的水分贮量与同坡段的高龄梯田果园相差不大, 同时坡耕地的下部土壤水贮量明显比中上部要高。

表 2 不同土地利用方式 2 m 土层深土壤水贮量 mm

位置	梯田果园		梯田农田	坡耕地
	6 龄	12 龄		
内(上)	426.52	362.62	454.63	367.73
中		333.66	431.02	378.83
外(下)	407.17	258.92	346.58	433.19

3.2 梯田果园土壤水分分析

试验布设在阳坡同一高度窄式与宽式水平阶苹果园, 窄式为内、外两侧, 水平阶宽度 3 m, 水分测点相距 2 m; 宽式为内、中、外, 宽度 20 m, 水分测点相距 6 m。由图 1 可以看出, 由于梯田的侧向蒸发使得宽式梯田的内外两侧的土壤含水量相差较大, 一般在 2%~ 8% 之间; 即距田埂愈近, 越靠近外部, 越接近土壤表层, 土壤湿度越小, 土壤愈干旱, 越近里面, 且越向下, 土壤湿度越大, 与文献^[9]的研究相吻合, 这一规律对于梯田的优化设计具有指导意义。

窄式梯田内、外两侧 0~ 200 cm 土壤水分分布比较接近, 由于水分的侧向蒸发, 内侧高于外侧。据试验观测, 窄式梯田在降水丰富的 8~ 10 月, 虽然水平阶能够拦蓄一定量雨水, 内侧水分比外侧高一些, 但由于田面较窄, 差异并不明显; 5~ 7 月由于阳坡太阳辐射非常强烈, 0~ 200 cm 土层的含水量较低, 上层土壤疏松而且蒸发量大。

因此, 窄式梯田需要其它的减少地面蒸发的配套农业技术措施, 比如覆草法、覆盖作物法、生草法和地膜覆盖法等措施, 它们可以调节土壤温湿度, 保持果园良好的生态环境。

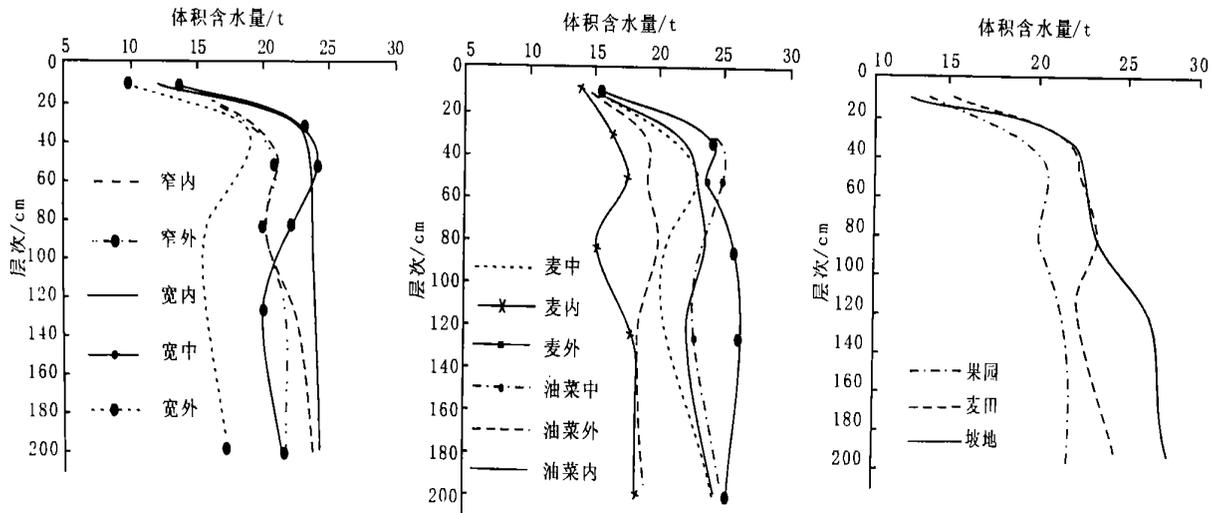


图 1 果园土壤水分剖面分布 图 2 麦田、油菜地土壤水分剖面分布 图 3 果园、麦田与坡地土壤水分剖面分布

3.3 梯田农田土壤水分分布状况

试验布设在阳坡 20 m 宽的梯田上, 种植作物为小麦和油菜。从宽式梯田内、中、外侧土壤含水量可以看出(图 2), 0 ~ 200 cm 相同深度土层的土壤含水量有较大差异, 内侧最高, 外侧最低, 中部介于二者之间。内、外侧含水量相差一般在 1% ~ 8% 之间, 由此可见, 宽式梯田可以有效的蓄存天然降水和上一级梯田田块外产生的径流, 并在田间重新分布。在同一部位, 同一土壤深度, 油菜地比麦田的土壤含水量高, 说明油菜生长所需水分较少, 能够有效的保持土壤水分, 可以在黄土高原地区大面积的种植。另外可以看出, 宽式梯田的土壤含水量较高, 一般都在 15% 以上, 比较适宜种植夏季蒸发蒸腾量较大的作物, 在宽式梯田上种植玉米等耗水量较大的作物比较适合。

3.4 梯田果园、农田与坡地土壤水分的比较

试验观测, 雨季前(6 月份)土壤含水量以坡的中部土壤湿度最大; 雨季末(10 月下旬后), 坡耕地土壤含水量在 0~200 cm 内, 坡上部 < 中部 < 下部, 上、下部相差一般在 0.4% ~ 3.8%, 呈现出自坡顶至坡脚依次递增的规律。由图 3 可以得知, 0~200 cm 土层内(7 月), 坡地表层土壤由于蒸发、蒸

腾作用水分含量低于果园与农田; 其它层次相同深度土壤墒情果园 < 农田 < 坡耕地, 梯田果园由于果树处于生长旺季, 对水分大量吸收利用, 因此对土壤水分的消耗比农田和坡地大, 土壤水分的利用率高。

4 结 论

通过分析发现, 在黄土残塬沟壑区的泥河流域, 坡耕地的土壤水分无谓损耗多、蒸散量与流失量大; 梯田由于消除了降水再分配发生的条件, 使其具有了明显的蓄水、保水作用; 宽式水平梯田的蓄水、保水作用要好于窄式梯田; 在窄式梯田上 5~7 月应布置一些有效的防止或减少地面水分蒸发的农业技术措施, 以此来改善并促进土壤水分的利用。在宽式梯田上可以种植玉米等耗水量较大的作物。距田埂愈近, 越靠近外部, 越接近土壤表层, 土壤湿度越小, 土壤愈干旱, 这一规律对于梯田的优化设计具有指导意义。

在该区的水土保持措施配置, 应以土壤水分为中心; 进行坡面治理时, 应以配置梯田为主, 使其能够拦蓄降水, 就地入渗, 优化设计各要素, 确保发挥其基本农田的作用, 以期充分利用宝贵的水资源。

参考文献:

- [1] 马福武, 贾志兰 晋西黄土丘陵沟壑区不同地类土壤水分变化规律研究[J]. 中国水土保持, 1998(2): 26- 28
- [2] 李开元 黄土高原南部农田水分条件及其产量效应[J]. 水土保持学报, 1995, 15(6): 6- 10
- [3] 穆兴民 黄土高原土壤水分与水土保持措施相互作用[J]. 农业工程学报, 2000, 16(2): 41- 45
- [4] 唐克丽, 张科利, 雷阿林 黄土丘陵区退耕上限坡度的研究论证[J]. 科学通报, 1998, 43(2): 200- 203
- [5] 朱登建 建梯田化县, 树不朽丰碑[J]. 中国水土保持, 1998(10): 1.
- [6] 王夏晖, 王益权, 刘军, 等 孔源及常规施肥方式下土壤水分的利用研究[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(2): 36- 41.
- [7] 元新华, 于振文, 刘芳, 等 中高产麦田水分变化规律及其节水灌溉方案的研究[A]. 卢良恕 中国小麦栽培研究新进展[M]. 北京: 农业出版社, 1992 498- 503
- [8] 蒋定生 黄土高原水土流失与治理模式[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997. 202- 207.
- [9] 赵合理, 蒋定生, 范兴科 不同水土保持措施对坡面降水再分布的影响[J]. 水土保持研究, 1996, 3(2): 75- 83
- [10] 陶士珩, 王立祥, 胡希远 西北黄土高原水平梯田冬小麦的水分供应状况分析[J]. 中国农业气象, 1996, 17(3): 7- 9, 13