

# 桂西北环境移民示范区柑橘园水土流失及土壤水分动态研究

何铁光<sup>1,3</sup>, 石雪晖<sup>2</sup>, 肖润林<sup>3</sup>, 蒙平<sup>1</sup>

(1. 广西农业科学院生物技术研究所, 广西南宁 530007;

2. 湖南农业大学园艺园林学院, 湖南长沙 410128; 3. 中国科学院亚热带区域农业研究所, 湖南长沙 410125)

**摘要:** 对桂西北 2 种不同建园方式的柑橘园的土壤水土流失连续 3 年定位监测及对 4 种类型柑橘园土壤含水量年内动态变化进行了研究。结果表明: 2 种不同建园方式柑橘园的土壤流失量逐年减少, 未开梯柑橘园每年的径流系数大于开梯柑橘园; 不同类型柑橘园土壤含水量与土壤层次、建园方式及柑橘园成土母质有关; 柑橘园土壤含水量年变化规律与全年每月降雨量有关, 不同月份柑橘园土壤含水量差异不同, 对果树应采取不同调控技术。

**关键词:** 环境移民示范区; 柑橘园; 水土流失; 土壤水分; 动态

中图分类号: S 157; S 152.7

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004) 01-0017-03

## Study on Soil and Water Loss and Dynamic of Soil Water of Citrus Orchards in Demonstration Area of Environmental Migrants, Northwest Guangxi

HE Tie-guang<sup>1,3</sup>, SHI Xue-hui<sup>2</sup>, XIAO Run-lin<sup>3</sup>, MENG Ping<sup>1</sup>

(1. Institute of Biotechnology, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China

2. College of Horticulture and Landscape Architecture, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

3. Institute of Subtropical Agriculture, the Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China)

**Abstract:** Monitors of 3 years' continuous orientation were made on soil and water loss of 2 types citrus orchards of setting up the orchards modes, and studies were made on the contents of soil changes in a year from 4 types citrus orchards in the Northwest of Guangxi. The result showed that soil and water loss amounts of 2 types citrus orchards of setting up the orchards modes decreased little by little annually, and the run off coefficient of non-terraced citrus orchards was higher than that of terraced citrus orchards; the moisture contents in soil were related with soil profile, setting up the orchards mode and parent rock deriving the soil. Generally, the contents of moisture in the soil were closely related with monthly precipitation. The moisture contents of different month were different, so different management technologies on fruit tree were adopted.

**Key words:** new settlement area; citrus orchards; soil and water loss; soil moisture; temporal changes

近年来, 在该移民开发区建立了许多柑橘园, 为了使果农采取合理措施, 提高果园抗蚀能力, 防止水土流失, 果园达到优质高产的目的, 对柑橘园的水土流失和水肥管理十分重视。研究柑橘园的水土流失变化情况和土壤水分的年变化规律, 对示范区果业生产、生态环境治理与改善, 以及土地资源合理利用和配置具有重要的理论指导意义, 还可为该区土壤侵蚀规律的深入研究及其动态监控提供必要的基础资料。

### 1 试区的自然概况及试验方法

#### 1.1 试区的自然概况

试验设在桂西北环江县中科院科技扶贫基地肯福环境移民示范区柑橘示范园内, 肯福环境移民示范区地处我国大

西南, 位于桂西北, 处于喀斯特地型的过渡带上, 是由云贵高原向广西丘陵过渡的坡麓地带, 土壤多为砂页岩、板页岩及第四纪红土所发育的红壤, 环江县的气候资源优越, 属中亚热带南缘季风气候, 具有温热湿润、雨热同季、无霜期长(240~330 d)等特点, 年均气温在 16.5~19.9℃, 10℃积温 5500~6539℃, 极端低温-5.2℃, 极端高温 38.7℃, 太阳年辐射总量为 334.4~413.4 kJ/cm<sup>2</sup>, 年降雨量 1389 mm, 多集中在 4~8 月, 占全年降雨量 70% 以上。

#### 1.2 方法

##### 1.2.1 土壤流失量和径流系数

对自然状态(宜林用地)和柑橘园用地(包括梯地与坡地)进行了 3 年(2000~2002 年)的定位监测, 坡度都在 20°

<sup>1</sup> 收稿日期: 2003-08-13

基金项目: 国家攻关重大项目喀斯特(岩溶)峰丛洼地生态重建技术与示范(2001BA606A-8); 中国科学院重点项目区域农业安全高效综合生产技术研究示范(NK 十五-D-5)的部分研究内容

作者简介: 何铁光(1976-), 男, 湖南桂阳人, 硕士, 主要从事果树生理生态研究。

左右,各处理下方构筑径流观测池一组,于每次降雨产流后取样观测水土流失量。每组观测池分 A、B 两池,A 池长 1.5 m,宽 1 m,深 1 m,B 池长 1.5 m,宽 1 m,深 0.9 m。于 A 池至 B 池隔墙上,装有一个铁丝网,A 池至排水沟墙上装有 5 个相同三角堰,且堰口在同一水平面上,故当 A 池有 1/6 水量流入 B 池时,有 5/6 的水量流入排水沟排出。于 A、B 两池向排水沟方向设置底部及 50 cm 高排水阀 2 个,如池内水深超过 50 cm,在雨后 2 h 取样时先将 50 cm 以上的水量放流,再将池内泥水充分搅拌后,分上、中、下 3 层采样后称重烘干,计算土壤流失量,测定各处理小区降雨所产生的径流量,用虹吸式自记雨量计观测降水量,据以求出径流系数。

1.2.2 土壤含水量

根据建园方式、不同土壤质地,对 4 种类型柑橘园<sup>1</sup> 梯地柑橘园;④坡地柑橘园;④砂页岩成土母质柑橘园;¼ 板页岩成土母质柑橘园进行了测定。时间从 2001 年 12 月到 2002 年 12 月,于每月 10 日左右定点测定 0~20 cm 和 20~40 cm 2 个土层的土壤含水量,每个土层重复 3 次,采用烘干法测定<sup>[1]</sup>。

2 结果与分析

2.1 示范区水土流失情况

示范区水土流失情况从表 1 可知,各类型土壤流失量逐年降低,只有自然植被状态由于没有耕作,土壤流失量不多且变化不大。梯地柑橘园与坡地柑橘园土壤流失量有比较大的差异,2001 年梯地柑橘园的土壤流失量比 2000 年的土壤流失量下降了 51.3%,2002 年的土壤流失量为 3 t/hm<sup>2</sup>,比 2001 年绝对值降低了 0.9 t/hm<sup>2</sup>,相对值降低了 23.1%;坡地柑橘园 2001 年的土壤流失量与 2000 年的相比,从 2000

年的 23 t/hm<sup>2</sup> 下降到 2001 年的 10 t/hm<sup>2</sup>,降低幅度为 56.5%,2002 年的土壤流失量为 6.7 t/hm<sup>2</sup>,比 2001 年下降了 33%,坡地柑橘园平均每年土壤流失量下降率比梯地柑橘园平均每年土壤流失量下降率高,主要是果农在逐步作成梯地形式。国家允许的土壤流失量极限值为 5 t/(hm<sup>2</sup>·a)<sup>[2]</sup>,梯地柑橘园除了 2000 年土壤流失量超过阈值外,2001 年和 2002 年都低于阈值,而坡地的柑橘园都超过了阈值;自然植被状态虽然每年土壤流失量平均小于 1 t/hm<sup>2</sup>,但径流系数较大,而柑橘园用地的土壤流失量则逐年在减少,但坡地柑橘园径流系数比梯地柑橘园大,也说明水土流失严重一些。

表 1 不同类型土壤水土流失及径流系数

土地利用类型	年份	土壤流失量/(t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	径流系数
梯地柑橘园	2000	8.0	18%~20%
	2001	3.9	15%~18%
	2002	3.0	12%~14%
坡地柑橘园	2000	23.0	25%
	2001	10.0	20%~22%
	2002	6.7	18%~20%
自然植被状态	2000	每年均 < 1.0	每年均在 20%~30% 之间
	2001		
	2002		

2.2 土壤水分动态变化

2.2.1 柑橘园土壤含水量与年降水量有关系

从总的趋势看(表 2),各类型柑橘园全年土壤含水量在 13%~42% 之间,含水量变化与每月降水量呈正相关,当降水量多的时候,土壤含水量也增加,当降水量少的时候,土壤含水量也降低。全年降雨量(见表 3)4~8 月最多,9 月以后降低,10 月稍有升高,2002 年 4~8 月降水量占全年降水量的 76%,而 4~8 月份,除砂页岩柑橘园 20~40 cm 土壤含水量在 27%~30% 之外,其余柑橘园 20~40 cm 土壤含水量都在 30% 以上,高的可达 42%。

表 2 2002 年不同类型柑橘园不同层次土壤含水量 %

月份	梯地柑橘园		坡地柑橘园		砂页岩成土母质柑橘园		板页岩成土母质柑橘园	
	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm
1 月	27.39	27.81	23.93	27.17	23.08	28.55	24.98	30.56
3 月	27.16	31.03	26.02	27.84	23.64	24.56	24.35	29.65
4 月	33.70	39.25	31.07	32.67	30.21	30.19	32.64	31.60
5 月	27.60	32.49	24.14	32.57	21.84	27.62	27.43	29.10
6 月	31.32	37.46	29.75	36.94	30.94	30.63	33.27	42.55
7 月	27.28	33.02	23.40	30.87	27.24	31.29	28.25	40.06
8 月	35.04	42.85	32.15	34.04	27.76	27.96	29.39	36.03
9 月	22.89	29.91	20.78	24.09	18.16	20.65	23.98	26.54
10 月	25.53	28.30	23.93	25.85	14.15	14.50	27.16	29.71
12 月	22.25	31.55	23.34	27.21	16.86	23.24	25.64	26.02

表 3 2002 年桂西北月降水量

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
降雨量 /mm	10	23	25.8	119.2	228.3	158.5	312.5	124.7	32	167.5	48.9	5.4
占全年 %	0.8	1.8	2.1	9.5	18.2	12.6	24.9	9.9	2.6	13.3	3.9	0.4

2.2.2 同一柑橘园不同层次土壤水分含量变化

从表 2 可知,4 种类型柑橘园土壤的含水量总的趋势随深度变化,0~20 cm 的土壤含水量低于 20~40 cm,表明在 0~40 cm 内土壤含水量随土层深度的增加而增加。梯地柑橘园土壤平均含水量高于坡地柑橘园,梯地柑橘园与板页岩成土母质柑橘园 20~40 cm 土壤含水量都保持在较好的水平。

2.2.3 梯地与坡地柑橘园土壤含水量变化

梯地柑橘园土壤含水量无论是 0~20 cm 或 20~40 cm 均比坡地柑橘园含水量高(见表 2),因此,梯地土建柑橘园一直被人们用来作为柑橘园水土保持的一项重要工作,梯地柑橘园 0~20 cm 土层的土壤含水量在 22%~35%,20~40 cm 土层的土壤含水量一般保持在 28%~42%,而坡地柑橘园 0~20 cm 土层的土壤含水量在 20%~32%,20~40 cm 土层的土壤含水量在 24%~36%。

2.2.4 不同土质柑橘园土壤含水量变化

砂页岩成土母质的梯地柑橘园,土壤的保水性能较差,板页岩成土母质的梯地柑橘园,保水性能较好,两种柑橘园土壤含水量也有一定的差异(见表 2),从 9 月份起,降水量

减少以后,砂页岩成土母质的梯地柑橘园 0~20 cm 土层含水量为 14.15%~18.16%,20~40 cm 土层含水量也只有 14.5%~23.24%,而板页岩成土母质的梯地柑橘园因为土质保水性能较好,9 月份降水量减少以后,柑橘园土壤含水量仍保持在 23.98%~29.71% 之间。

### 3 讨 论

大气降水是土壤水分补给的主要途径,土壤水分的变化主要受降水的影响,但其变化又是降水、土壤蒸发、植物蒸腾等因素来达到动态平衡的结果。本研究发现,不同类型柑橘园土壤含水量与每月降水量成正相关,0~20 cm 的土壤含水量低于 20~40 cm 的土壤含水量,表层土壤含水量变化大。这与戴武刚等<sup>[3]</sup>研究梯田 0~40 cm 土壤含水量和崔灵周<sup>[4]</sup>研究紫色土丘陵区农用地土壤水分的结果一样。这主要是降雨入渗分布与土壤水分向上蒸发综合作用的结果,表层土壤水分的变化较大、反映出降雨和蒸散对表层土壤含水量的影响最大;而下层土壤含水量变化小,表明降水量和蒸发对下层土壤含水量的影响不大。侯立群<sup>[5]</sup>等研究认为表层土壤水分除果树根系吸收外,部分水分蒸发于外界空气中,而深层土壤水分含量相对稳定。随土层的加深,土壤含水量减小幅度逐渐增大,可能与植物根系吸收水分有关,表层则主要受蒸发因素影响<sup>[6]</sup>。在桂西北,全年雨量虽充沛,但分布不均匀,据统计 2002 年 4~8 月降水量占全年降水量的 76%,而 4~8 月份,除砂页岩成土母质柑橘园 20~40 cm 土壤含水量在 27%~30% 之外,其余柑橘园 20~40 cm 土壤含水量都在 30% 以上,柑橘园土壤需要灌水的标准为土壤含水量<15%,需要排水的标准为土壤含水量>42%<sup>[7]</sup>。因此,4~8 月份柑橘园无需灌水或排水,土壤水分能满足果树生长的需要。

梯田具有良好的保持水土效益,有研究表明<sup>[8]</sup>,坡度为 5 的幼龄茶园,年土壤侵蚀量可达 49.6 t/hm<sup>2</sup>,而坡度为 20° 时,达到 170 t/hm<sup>2</sup>。另外,自然植被遭到破坏后,土壤石质化现象也日趋严重。土壤流失导致某些热带地区土壤的雨水渗透减少达 93%<sup>[9]</sup>。郑秀锦<sup>[10]</sup>等认为果园整修梯田后,比荒坡减少侵蚀 90%,可增加蓄水,还可提高防冲刷能力。阮伏水<sup>[11]</sup>等研究福建坡地开梯柑橘园的径流系数仅达到 2.9%。代华农<sup>[12]</sup>研究发现,20 坡地改建为果粮间作梯田后,其水分流失减少了 381%,蓄水率达 90% 以上。在本试验中,梯地柑

参考文献:

- [1] 南京农业大学. 土壤农化分析(第二版)[M]. 北京: 农业出版社, 1986. 27-28.
- [2] 陈奇伯, 齐实, 孙立达. 土壤容许流失量研究的进展与趋势[J]. 水土保持通报, 2000, (20)1: 9-13.
- [3] 戴武刚, 霍进忱, 邹桂霞. 辽西低山丘陵集聚肥梯田土壤水分动态变化规律研究[J]. 水利发展研究, 2002, 1(8): 31-32.
- [4] 崔灵周, 丁文峰, 李占斌. 紫色土丘陵区农用地土壤水分动态变化规律研究[J]. 土壤与环境, 2000, 9(3): 207-209.
- [5] 侯立群, 杜振宇, 张曰盈, 等. 板栗树体水分与土壤水分动态变化的相关分析[J]. 落叶果树, 2001, (1): 11-13.
- [6] 蒋定生, 等. 地面坡度对降雨入渗的模拟试验[J]. 水土保持通报, 1984, 18(4): 10-13.
- [7] 沈兆敏, 邵蒲芬, 周育彬, 等. 柑优质丰产栽培技术[M]. 北京: 金盾出版社, 1996. 138-148.
- [8] 吴建军, 李全胜, 严力蛟. 幼龄橘园套种对土壤流失的影响及其模拟研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(2): 143-146.
- [9] David Pimental, Nadia Kounany. Ecology of soil erosion in ecosystems[J]. Ecosystems, 1998, (1): 416-426.
- [10] 郑秀锦, 黄民麟. 漳州市果园水土流失及其治理[J]. 福建水土保持, 2001, 13(1): 47-49.
- [11] 阮伏水, 周伏建. 坡地果园开发水土保持新模式[J]. 农村生态环境(学报), 1995, 11(2): 7-14.
- [12] 代华农. 梯田建设及其效益研究[J]. 中国农村水利水电, 1996, (4): 17-19.
- [13] 高鹏, 黄义, 刘长海. 砂页岩山区的土壤侵蚀及其防治对策[J]. 环境科技, 1996, 16(2): 73-76.

橘园的径流系数比坡地柑橘园径流系数低,梯地柑橘园的含水量也比较高,坡地柑橘园的水土流失严重,自然植被状态虽然每年土壤流失量平均小于 1 t/hm<sup>2</sup>,但径流系数较大。坡地修筑梯田后,变坡地为台地,消灭了种植面上的坡度,划小了集流面,削弱了一定范围内地面径流的流速和流量,改变坡面小地形,以拦蓄地表径流而达到保持水土,且果园内的耕作土层被翻松,其保水能力增强。果树树冠逐渐增大,减少雨滴直接打击地表的面积,减少飞溅冲蚀,根系固结土壤,提高抗蚀能力,导致果园土壤径流系数逐年减低。丘陵山地今后建柑橘园要整梯,柑橘园还应大力种草,以涵养水源,减少水土流失造成的水分浪费。

另外,土壤特征对土壤含水量有一定的影响,土壤含水量的高低受土壤中黏粒含量的影响。高鹏等<sup>[13]</sup>研究,坡度为 20 的砂页岩成土母质的坡地一次暴雨侵蚀量高达 2.53 t/hm<sup>2</sup>,径流量达 171.4 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,导致土壤含水量降低。本研究中,砂页岩成土母质的土壤为砂壤,紧实度较松,板页岩成土母质为中壤,紧实度较紧。砂页岩成土母质柑橘园土壤含砂粒多,黏粒少,土壤通透性好,透水排水快,水分变化强烈,板页岩成土母质柑橘园的保水性比较好。

### 4 小 结

(1) 两种建园方式的柑橘园土壤流失量的差异比较大,坡地柑橘园平均每年土壤流失量下降率比梯地柑橘园平均每年土壤流失量下降率高,但坡地柑橘园径流系数比梯地柑橘园的径流系数大,坡地柑橘园的水土流失严重,柑橘园开梯在不同程度上减少了径流系数。

(2) 相同柑橘园不同层次土壤含水量有一定差异,但下层土壤较表层土壤含水量高,而且土壤含水量变化与降水量变化有关。

(3) 不同类型柑橘园土壤含水量有所差异,梯地柑橘园比坡地柑橘园土壤含水量高,因此,今后新建果园一定要修梯,这是一项重要的水土保持工作;板页岩成土母质柑橘园比砂页岩成土母质柑橘园土壤含水量高,特别是 8 月下旬以后,降水量减少,砂页岩成土母质柑橘园土壤含水量表现减少,表层含水量只有 14%~18%,下层也只有 14%~23%,此时,必须灌水,而且灌水要比其他果园更多一些。因此,在建园造址时,尽可能选土质好的地方建园。