

# 桂西北环境移民安置区新垦蔗地土壤水分动态研究

苏以荣<sup>1</sup>, 黄宇<sup>1</sup>, 王克林<sup>1</sup>, 蒙冠禧<sup>2</sup>, 韦政社<sup>2</sup>

(1. 中国科学院长沙农业现代化研究所, 湖南长沙 410125; 2. 广西省环江县科环扶贫开发有限责任公司, 广西环江 547100)

摘要: 根据 1997 年 3 月至 1999 年 12 月, 对桂西北环江县肯福环境移民示范区, 新垦中坡蔗地、下坡蔗地、谷地蔗地及未开垦的自然植被 4 种类型土壤水分动态的定位观测, 弄清了新垦蔗地 0-60cm 土层土壤水分的周年变化规律, 同时探明了不同季节一次性降雨对土壤有效水分的影响。

关键词: 甘蔗; 新垦土壤; 水分动态; 有效水分

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2001)01-0049-04

中图分类号: S152.7

## Dynamic of Soil Water of Newly-cultivated Sugarcane Field in Environmental Immigrants Settlement Area of Northwest Guangxi Province

SU Yi-rong<sup>1</sup>, HUANG Yu<sup>1</sup>, WANG Ke-lin<sup>1</sup>, MENG Guan-xi<sup>2</sup>, WEI Zheng-she<sup>2</sup>

(1. Changsha Institute of Agricultural Modernization, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410004, Hunan Province, PRC;

2. Kehuan Support Poverty Limited Company, Huanjiang County 547100, Guangxi Province, PRC)

**Abstract** Based on the field monitoring data of newly-cultivated sugarcane soil water in environmental immigrants settlement area of northwest Guangxi province from March 1997 to Dec. 1999, the yearly dynamic of soil water was made clear. The available water of soil was investigated after raining.

**Keywords** sugarcane; newly-cultivated soil; dynamic of soil water; available water

桂西北环境移民区系根据国家八七扶贫计划, 为使生活在桂西北喀斯特贫困山区“非人类可生存环境”条件下的农民彻底脱离贫困而建立起来的移民开发区。为了更好地指导移民进行合理开发, 中国科学院与广西壮族自治区政府合作, 在环江县建立了环境移民安置示范区。桂西北环境移民安置区大都位于地形破碎、水源条件较差的丘陵山区, 可供开发的土地多为坡地。由于该区气候温暖、日照充足, 在开发前期为了尽快使移民摆脱贫困, 许多移民安置区选择生长周期短、见效快的甘蔗作为主导产业。移民安置区的甘蔗全为旱地甘蔗, 且缺乏灌溉条件, 天然降水是该区甘蔗用水的唯一来源<sup>[1,2]</sup>, 该区土壤水分是作物生产的关键因子。前人在土壤水分的研究方面已做过大量的

工作<sup>[3-6]</sup>。甘蔗为须根系作物, 其根系绝大部分分布在 0-60cm 的土层中<sup>[7]</sup>, 0-60cm 土层中的土壤水分含量直接关系到甘蔗的生长, 因此, 研究新垦蔗地 0-60cm 土层的土壤水分动态变化, 对指导环境移民安置地的甘蔗生产具有十分重要的意义。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验地基本情况

试验地位于广西环江县思恩镇的肯福环境移民安置示范区, 年平均气温 19.9℃, 年平均降水量 1389.1mm, 无霜期 330d。土壤母质为砂页岩, 土壤质地为中壤—重壤, 土壤基本性状及土壤水分物理特征见表 1, 2。

表 1 试验地表层土壤基本性状

试验地类	有机质 / (g·kg <sup>-1</sup> )	全氮 / (g·kg <sup>-1</sup> )	全磷 / (g·kg <sup>-1</sup> )	全钾 / (g·kg <sup>-1</sup> )	碱解氮 / (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效磷 / (mg·kg <sup>-1</sup> )	交换性钾 / (mg·kg <sup>-1</sup> )	pH
中坡蔗地	21.01	1.05	0.283	9.30	84.8	3.2	93.3	4.38
下坡蔗地	24.08	1.25	0.290	9.20	121.1	5.8	107.2	4.68
谷地蔗地	42.01	1.95	0.348	9.20	165.9	7.6	109.0	4.36
未开垦地	44.37	2.95	0.239	9.70	50.0	5.3	100.5	4.10

收稿日期: 2000-10-18

资助项目: 中国科学院“九五”重大项目 (KF-95-02)

作者简介: 苏以荣 (1962-), 男 (汉族), 硕士, 副研究员。从事土壤生态方面的研究。电话 (0731) 4615222, E-mail yrsu@ms.csiam.ac.cn

表 2 试验地土壤水分物理特征

地 类	中坡蔗地			下坡蔗地			谷地蔗地			自然植被		
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
田间持水量 %	40.35	35.75	29.84	41.05	35.98	28.72	42.33	36.15	29.78	38.12	33.56	29.86
土壤容重 $(g \cdot cm^{-3})$	1.17	1.38	1.49	1.14	1.31	1.45	1.06	1.32	1.42	1.22	1.37	1.51
凋萎湿度 %	12.05	13.47	15.85	11.24	12.17	16.05	11.44	12.73	15.62	13.27	15.48	17.80

## 1.2 试验设计

试验设 4 个处理: (1) 中坡蔗地; (2) 下坡蔗地; (3) 谷地蔗地; (4) 未开垦的自然植被 (对照), 于 1997 年 3 月至 1999 年 12 月进行, 供试甘蔗品种为桂糖 11 号。处理 (1), (2), (4) 蔗地的坡度约  $18^{\circ}$ , 处理 (3) 的坡度约  $5^{\circ}$ ; 处理 (1), (2) 的观测点相距约 50 m, 处理 (2) 与处理 (3) 的观测点相距约 60 m, 处理 (4) 观测点的相对位置介于处理 (2) 与处理 (3) 之间

## 1.3 测定方法

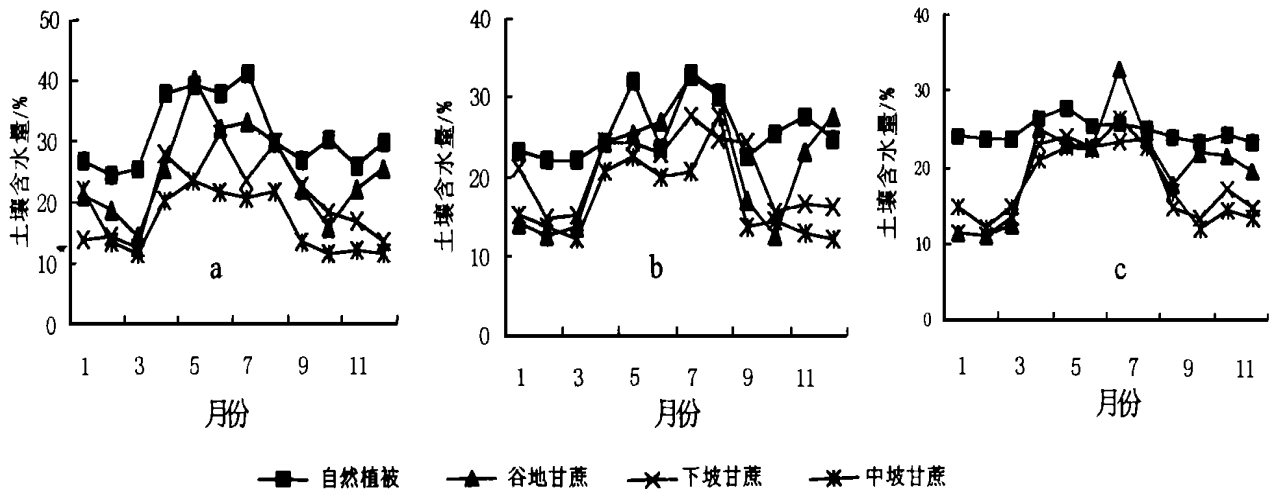
每个处理每月 10 日左右定点测定 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm 3 土层的土壤含水量, 每个土层重复 3 次, 采用烘干法测定; 土壤田间持水量及土壤容重采用环刀法测定, 每个土层重复 3 次; 土壤凋萎湿度采用大麦法测定。另在雨季 (1998 年 8 月) 和

旱季 (1998 年 12 月) 测定一次性降雨前后 3 个土层不同时间的土壤含水量。

## 2 试验结果与讨论

### 2.1 土壤水分动态

从图 1 可以看出在新垦蔗地 0-20, 20-40, 40-60 cm 土层中, 全年月平均土壤水分含量均以中坡蔗地为最低, 未开垦的自然植被最高; 比较 3 个土层土壤水分的变化动态, 以表层土壤水分的变化最为剧烈, 40-60 cm 土层相对平缓; 无论在哪个土层中, 3 个蔗地处理的水分动态变化都有相似的趋势, 即在雨季 (4-8 月) 土壤水分含量明显高于旱季 (9-3 月), 而未开垦的自然植被处理的土壤水分变化, 远不及 3 个蔗地处理那么强烈。



a. 0-20 cm 土层; b. 20-40 cm 土层; c. 40-60 cm 土层

图 1 1998 年内土壤水分动态变化

### 2.2 一次性降雨对土壤水分的影响

为了了解一次性降雨对土壤水分的影响, 分别于 1998 年 8 月 (雨季) 和 12 月 (旱季) 对一次性降雨前及降雨后不同时间的土壤含水量进行了测定。测定过程中, 雨季 (1998 年 8 月上旬) 2 次降雨间隔 6 d, 6 d 内相对湿度平均为 72.4%; 旱季 (1998 年 12 月至 1999 年 1 月) 两次降雨间隔 10 d, 10 d 内相对湿度平均为 68.5%。根据一次性降雨前后不同土壤层次的水分含量和土壤水分物理特征可计算出土壤有效水分 (表 3-5)。

表 3 表明, 在雨季所有处理的表层土壤有效水分含量都在降雨后 4 h 达到最高值; 20-40 cm 土层的土壤有效水分含量则在降雨后 2 d 达到最高值; 3 个蔗地处理 40-60 cm 土壤有效水分含量在雨后 4 d 达到最高值, 而未开垦的自然植被处理 40-60 cm 土壤有效水分含量在雨后 6 d 才达到最高值。雨后 6 d 3 个蔗地处理表层土壤的有效水分含量迅速降低到降雨前的水平, 土壤有效水分含量平均 1 d 降低 2.34-3.83 mm, 未开垦的自然植被处理, 雨后土壤有效水分含量平均 1 d 降低 2.56 mm, 到第 6 d 表层土壤的

有效水分含量仍高于降雨前。各处理 20–40 cm 亚表层和 40–60 cm 心土层, 雨后 6 d 的土壤有效水分含量都高于雨前。从表 3 可以看出, 测定时期内各处理表层土壤有效水分含量的极差 (最大值与最小值的差

异) 都大于 14.00 mm, 20–40 cm 层土壤有效水分含量极低, 小于 10.00 mm, 40–60 cm 层则小于 6.04 mm, 可见降雨对 20–40 cm 和 40–60 cm 土层土壤有效水分的影响远没有表层土壤那么剧烈。

表 3 雨季一次性降雨对土壤有效水分的影响

mm

地类	中坡蔗地			下坡蔗地			谷地蔗地			自然植被		
	0–20	20–40	40–60	0–20	20–40	40–60	0–20	20–40	40–60	0–20	20–40	40–60
雨前 1d	14.44	18.33	15.20	21.55	23.45	17.40	20.99	24.18	22.46	27.40	25.67	27.39
雨后 4h	33.06	21.45	13.77	35.18	29.87	17.98	44.71	28.56	20.02	45.02	30.19	26.36
雨后 2d	23.59	28.07	15.56	27.84	31.13	21.63	30.32	30.91	21.73	33.35	34.99	23.07
雨后 4d	20.15	25.89	17.46	22.41	28.77	22.24	24.25	28.33	23.83	29.77	31.87	29.02
雨后 6d	13.74	20.87	16.30	21.14	27.61	18.85	21.75	26.48	23.06	29.62	27.95	29.11

注: 降雨时间为 1998 年 8 月 2 日, 降雨量为 26.00 mm

表 4 旱季一次性降雨对土壤有效水分的影响

mm

地类	中坡蔗地			下坡蔗地			谷地蔗地			自然植被		
	0–20	20–40	40–60	0–20	20–40	40–60	0–20	20–40	40–60	0–20	20–40	40–60
雨前 1d	0.47	1.10	1.10	1.44	0.45	4.35	2.54	1.11	2.19	17.64	16.96	10.93
雨后 4h	19.23	0.06	0.77	23.58	1.52	2.67	25.04	1.64	-0.43	34.84	16.74	10.63
雨后 2d	14.44	5.85	-0.27	14.71	7.78	3.68	16.73	4.83	0.82	27.01	19.26	11.02
雨后 4d	8.61	6.02	5.01	9.39	9.27	6.73	12.11	5.68	1.99	23.28	19.07	12.71
雨后 6d	5.90	5.11	2.41	4.51	7.62	4.99	7.93	3.30	2.67	21.86	16.99	11.96
雨后 8d	2.57	3.04	0.89	1.82	3.12	5.39	5.89	2.90	2.70	19.89	17.07	12.08

注: 降雨时间为 1998 年 12 月 29 日, 降雨量为 22.03 mm

表 5 降雨对 0–60 cm 土层土壤有效水分影响

mm

试验地点	雨季 (降雨量 26.00 mm)				旱季 (降雨量 22.03 mm)			
	中坡蔗地	下坡蔗地	谷地蔗地	自然植被	中坡蔗地	下坡蔗地	谷地蔗地	自然植被
雨前 1d	47.96	62.40	67.63	80.47	2.67	6.23	5.84	45.53
雨后 4h	68.28	83.03	93.30	101.58	20.06	27.76	26.25	62.22
雨后 2d	67.21	80.60	82.96	91.42	20.02	26.17	22.38	57.30
雨后 4d	63.50	73.42	76.41	90.66	19.63	25.40	19.77	55.06
雨后 6d	50.90	67.60	71.29	86.68	13.42	17.13	13.90	50.81
雨后 8d					6.50	10.34	11.50	49.04

在旱季, 一次性降雨后 (表 4) 表层土壤有效水分含量亦在雨后 4 h 达到最高值; 20–40 cm 土层的土壤有效水分含量, 3 个蔗地处理在雨后 4 d 达到最高值, 未开垦的自然植被处理在雨后 2 d 达到最高值; 40–60 cm 土层的土壤有效水分含量, 除谷地蔗地处理外, 其它处理都在雨后 4 d 达到最高值。雨后 8 d 内表层土壤有效水分的平均降低速率依次为下坡蔗地 (3.63 mm/d) > 谷地蔗地 (3.19 mm/d) > 中坡蔗地 (2.78 mm/d) > 自然植被 (2.49 mm/d)。各处理雨后 8 d 表层土壤的有效水分含量均高于雨前。一次性降雨对各土层土壤有效水分的影响与雨季的趋势相同。

在雨季, 一次 26 mm 的降雨, 雨后 4 h, 0–60 cm 土层土壤有效水分的增量 (表 5) 分别为谷地蔗地 (25.67 mm) > 自然植被 (21.11 mm) > 下坡蔗地

(20.63 mm) > 中坡蔗地 (20.32 mm), 可见自然植被、下坡蔗地、中坡蔗地 3 处理由于坡度较大 (约 18°), 雨后 4 h 降雨量的 20% 已流失, 谷地蔗地处理因所处地理位置低, 又相对平缓, 虽然有少部分降雨通过径流流失, 但接受上部地表径流和侧渗的水分抵消了这部分径流, 以至于雨后 4 h 土壤有效水分增量基本与降雨量相同。一般说来, 雨后 4 h 土壤中有效水分的增量, 开垦后的蔗地应大于未开垦的自然植被, 因为开垦与耕作增加了土壤孔隙度, 有利于土壤水分的保持; 但在雨季, 雨后 4 h 自然植被处理土壤有效水分增量反而略大于下坡蔗地和中坡蔗地, 其原因还有待今后研究。在旱季, 一次 20.03 mm 的降雨, 雨后 4 h, 0–60 cm 土层土壤有效水分的增量为下坡蔗地 (21.53 mm) > 谷地蔗地 (20.41 mm) > 中坡蔗地

(17.93 mm) > 自然植被 (16.69 mm) 由此可见,下坡蔗地和谷地蔗地处理的土壤有效水分的增量略大于降雨量,这可能是因为旱季雨前土壤水分含量低,下坡蔗地和谷地蔗地除保持降雨外,还接受了来自上部地表径流与侧渗的水分。

比较各处理的土壤有效水分贮量(表 5),无论雨季还是旱季未开垦的自然植被处理都高于 3 个蔗地处理,在同一测定时间 3 个蔗地处理的土壤有效水分贮量基本上是谷地蔗地 > 下坡蔗地 > 中坡蔗地。比较旱季和雨季同一处理的土壤有效水分贮量,不难发现,雨季各处理的土壤有效水分贮量均高于旱季,旱季降雨前和降雨 8 d 后土壤有效水分贮量十分有限;按照雨后 8 d 土壤有效水分的平均消耗速率,中坡蔗地、下坡蔗地和谷地蔗地将分别在雨后 12、13 和 15 d 内消耗掉全部土壤有效水分。就是说在旱季,如果连续 15 d 不降雨,3 种类型的蔗地将无一例外地发生旱情,而在桂西北地区,旱季连续 15 d 不降雨是非常常见的。因此,在桂西北地区,虽然年降雨量在 1300~1400 mm,但由于时空分布不均,旱季土壤水分仍是作物生产的主要限制因子。

综上所述,桂西北地区新垦蔗地的土壤水分具有以下特点:各处理,土壤水分的周年变化以表层土壤最为剧烈。3 个蔗地处理,一方面由于人为耕作增加了土壤孔隙度,有利于土壤水分的保持;另一方面由于甘蔗生产耗水量大,与未开垦的自然植被比较,土

壤水分变化更为强烈。一次性降雨后 4 h,土壤有效水分达到最大值;雨季土壤有效水分贮量高于旱季,旱季连续 15 d 不降雨,所有蔗地处理的土壤有效水分将消耗殆尽。一次性降雨后谷地蔗地(或谷地蔗地与下坡蔗地)的土壤有效水分增量几乎与降雨量相同,而中坡蔗地与未开垦的自然植被土壤有效水分增量仅相当于降雨量的 80%。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 王克林,刘新平,章春华.资源约束型贫困地区农业产业化战略[J].资源科学,1998,20(4):320-323.
- [2] Wang Kelin. Natural resources deterioration, environmental degradation and sustainable resettlement in Southwest China [J]. The Journal of Chinese Geography, 1998, 8(2): 139-148.
- [3] 郭焱,熊泽海,胡荣桂.亚热带红壤丘岗区土壤水分动态的定位研究[J].土壤,1996,28(1):42-45.
- [4] 张秉刚,钟继洪,骆伯胜,等.南亚热带丘陵土壤水分循环及其有效性的研究 II.丘陵赤红壤水分循环动态特征[J].热带亚热带土壤科学,1998,7(2):111-115.
- [5] 郭志强,何英豪,肖庆元.湘北红壤丘岗区旱地土壤水分性质与变化规律的研究[J].湖南农业科学,1995(5):31-33.
- [6] 李洪建,王孟本,陈良富,等.不同利用方式下土壤水分循环规律的比较研究[J].水土保持通报,1996,16(2):24-28.
- [7] 广西甘蔗栽培编写组.广西甘蔗栽培[M].桂林:广西科学技术出版社,1991,17-22.

## 《农业可持续发展概论》出版

由中国工程院院士、中国生态学会理事长、中国科学院地理科学与自然资源研究所研究员李文华先生和浙江省生态学会理事长、浙江大学教授王兆骞先生做序,浙江省生态学会秘书长、浙江大学副教授严力蛟等编著的《农业可持续发展概论》已于 2001 年 1 月由中国环境科学出版社出版发行。

《农业可持续发展概论》基于广大学界先辈和同行的研究成果与学术思想,从整体化的角度和理论与实践相结合的方法,较为系统地介绍了农业可持续发展的缘起与内涵,论述了气候变化、自然资源、环境污染、水体富营养化、无污染农产品、区域开发以及高新技术与农业可持续发展的关系,阐述了农业可持续发展的规划与设计、农业可持续发展的评价及其指标体系、农业可持续发展的若干模式。最后对农业可持续发展的前景做了展望。

本书所收集的资料十分丰富,行文流畅,通俗易懂,既具有系统性、科学性和可读性,又兼备实用性和可操作性,能从浅出中见到深入,不失为一本论述农业可持续发展的好书,可供生态学、农业科学和农业生态学工作者阅读,同时也是大专院校相关专业师生的一本不可多得的参考书。全书共计 30.8 万字,定价 40 元。

目前我单位尚有少量余书,需要者请将书款按每册 40 元(免邮费)邮汇至:310029 杭州凯旋路 268 号浙江大学生态所徐佩君老师 电话:(0571)6971154 款到即寄书。需要正式发票者请在汇款单中或来函中说明。