

三峡库区坡耕地持续性利用技术及效益分析

陈治谏, 廖晓勇, 刘邵权, 王海明

(中国科学院, 水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041)

摘 要: 坡耕地的合理利用与保护是三峡库区生态环境和农业可持续性发展的关键。以植物篱生态过滤网带技术、粮经果复合垄作技术、地下地膜截水墙技术为核心的坡耕地持续性利用技术, 不仅培肥土壤, 增加土壤含水, 减少水土流失, 而且显著提高土地系统生产力, 发挥了较好的生态经济效益, 可为三峡库区坡耕地的利用与保护提供技术支撑。

关键词: 坡耕地; 持续利用技术; 效益分析; 三峡库区

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)03-0085-03

Sustainable Utilization Technology of Slope Cropland and Its Benefit in the Three Gorges Reservoir

CHEN Zhi-jian, LIAO Xiao-yong, LIU Shao-quan, WANG Haiming

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China)

Abstract: In the Three Gorges Reservoir, cultivated land resource is very limited, of which a rather high proportion is slope cropland. Due to poor cultivation and management, soil and water loss is a serious problem on both eco-environment and sustainable agricultural development. Preventing soil erosion and improving productivity of slope cropland are the main targets of sustainable utilization technology including contour tillage of wide ridge and furrow covering, underground plastic sheet wall, agro-forestry and hedgerows formed vertical agricultural structure of slope cropland. The results showed that this technology has good ecological and economical effects, could improve the soil fertility, increase the soil effective water content, protect the soil and promote the land productivity. It should be widely extended in the Three Gorges Reservoir.

Key words: slope cropland; sustainable utilization technology; benefit analysis; the Three Gorges Reservoir

三峡库区位于北纬 29°~31°; 东经 107°~111° 之间, 面积 5.42 万 km²。区域地貌类型复杂, 山地丘陵面积占 94.1%。现有耕地中坡耕地占 41.54%, 主要分布于坡度较大、灌溉不便的低、中山区, 其中坡度 > 25° 的陡坡耕地占 28%。由于坡度大, 无水源保证, 耕作管理一般比较粗放, 造成这类土地的生产力不高, 粮食平均产量 4 050 kg/hm², 年人均粮食仅 340 kg, 粮食不能完全自给; 水库的兴建, 需动迁人口 100 余万, 人均耕地面积将由 0.073 hm² 下降到 0.063 hm², 土地的人口承载压力将进一步加大^[1-3]。因此, 三峡工程的建设必将加剧库区的人地、人粮矛盾。如何合理地开发、利用坡耕地资源, 达到既提高土地的生产力和人口容量, 又能保护生态环境的目标是当前急需解决的问题。1997 年以来, 笔者以万县生态环境实验站为典型研究区, 试验探讨了植物篱生态过滤网带技术、粮经果复合垄作技术、地下地膜截水墙节水农业技术等坡耕地持续性利用技术, 旨在建设一套经济效益回

报快、水土保持效益高、稳粮增收且广泛适于三峡库区坡耕地利用与保护的管理模式与技术体系。

1 库区坡耕地的资源特点

1.1 水热条件充沛, 时空分布不均

库区属亚热带湿润气候, 具有冬暖、春旱、夏热、伏旱、秋雨、霜雪少的特点, 年均温 13~18.5℃, 极端最低温 -4.2℃, 极端最高温 42.6℃, 10℃ 积温 3 000~6 080℃·h, 无霜期 290~340 d; 年降水量 997~1 347 mm, 但季节分配不均, 4~9 月降水量占全年总量的 60%~80%, 且暴雨集中, 而 7、8 月连晴高温, 伏旱发生频率达 73%; 年平均相对湿度较大, 达 80%, 云雾多, 日照时数 1 500 h 以下, 日照百分率约为 30%, 水热条件年内种植二季有余。

1.2 陡坡地多, 水土流失严重, 肥力低下

从总体上来看, 三峡库区坡耕地质量较差, 主要表现为陡

收稿日期: 2004-02-25

基金项目: 中科院知识创新项目(KZCX2-316); 国务院三建委办公室万县生态环境实验站资助项目(SX2001-021) 部分研究内容
作者简介: 陈治谏(1962-), 男(汉族), 四川眉山人, 博士, 研究员, 山区发展室主任, 主要从事山地环境与可持续发展研究。

坡地与薄土地较多,水土流失严重,土壤贫瘠。全库区坡度 $>25^\circ$ 的旱坡耕地占 28%,土层 $<25\text{ cm}$ 的旱坡耕地占 58%^[4],坡耕地年土壤侵蚀量 9 450 万 t,年入库泥沙量 1 890 万 t,中度和极强度侵蚀达 43.5%^[5]。资料调查表明,万州区 10 以上的坡耕地有 0.41 万 hm^2 ,占耕地总面积的 32.8%,年表土流失达 100 多万 t,耕层土壤全部流失殆尽的光板地已达 412.8 hm^2 。由于表土的大量流失,耕地失去了有机物源,土壤物理性营养性退化,肥力降低。据估算,万州区年均因水土流失而损失有机质 157.8 万 t、氮 9.0 万 t、磷 5.2 万 t、钾 198.0 万 t。

1.3 种植制度不合理

除降雨等因子以外,坡耕地的水土流失还受作物布局、作物种类、生长季节和耕作方式的影响。库区现行坡耕地种植制度主要为两熟和三熟制,海拔 500 以下多为三熟制,500~800 m 基本上是两熟制,而 800 m 以上则为一熟制。从种植制度的配置结构来看,重粮食作物轻经济作物的倾向十分明显,而在粮食作物搭配上,又重禾薯类耗地作物,轻豆类养地作物,导致坡耕地地力衰退,作物的增产越来越依赖于化肥。库区大部分坡耕地为小麦—玉米、小麦—花生、小麦—甘薯、油菜—玉米等两熟制,雨季来临时,坡地覆盖度很低,如套种玉米的麦地或豌豆地,覆盖度一般仅为 50%~55%,加之春耕不久,土壤疏松,抗蚀力低,遇暴雨则大量流失。

2 坡耕地持续性利用技术

针对三峡库区坡耕地的资源特征,从生态经济系统的整体性出发,运用景观生态学、农业生态学与恢复生态学原理,围绕库区坡耕地资源合理利用与保护、陡坡耕地退耕还林还草、水土流失控制等方面存在的突出问题,以农业新技术开发引进、系统集成应用、优质农作物品种引进、高经济价值林果和药用植物引种栽培、植被生态恢复与水土保持技术为突破口,以坡耕地植物篱生态过滤网带技术、粮经果复合垄作技术、地下地膜截水墙技术为核心,因地制宜,发挥库区资源优势,合理调整和配置坡耕地农业生态系统的生产结构,优化耕作制度,建立高效持久的生态农业良性循环系统,着力解决库区坡耕地水土流失严重和生产力低的问题。

(1) 植物篱生态过滤网带技术:是坡耕地农业利用的一种新型技术,由植物篱笆与农地两大利用类型所构成。植物篱笆依据生态经济原则筛选适宜草灌植物,依据不同坡度、岩性和侵蚀强度设计篱带宽度和密度,等高种植形成密集型篱笆,达到防止水土流失的目的。篱带间为农业耕作利用,使之与植物篱笆共同构成农林复合经营模式。包括植物生态过滤网带的带间距、带内结构、株距和覆盖度,网带对景观生态、坡地径流、土壤侵蚀的影响和环境效应,网带间农林药草复合结构优化与空间配置体系设计,以寻求模式最佳的保水固土培肥、增产增收的生态和经济功效。

(2) 粮经果复合垄作技术:将聚土垄作技术与农林复合技术相结合,建立由垄、沟、土档配套形成的横坡网格状水土保持体系,沟内深耕改土、覆盖秸秆或种植豆科绿肥作物予以培肥;充分利用垄、沟造成的小生境的各种优势和不同植

物的需光性差异,设计粮经果立体复合种植模式,选择优质高效的农林作物品种,进行优化组合,辅以“果木矮、密、丰、早”栽培管理技术,建立坡耕地生态农业种植体系,提高坡耕地生产力及其应变能力。

(3) 地下地膜截水墙节水农业技术:以等高垂直埋设地膜截留土壤壤中流技术为核心,配置和组合坡面径流微型工程保蓄技术、简易滴灌技术和减少坡面水分蒸发技术(秸秆覆盖、薄膜覆盖、植物覆盖)等旱坡地抗旱与节水农业技术。

3 坡耕地持续性利用技术效益分析

3.1 植物篱生态过滤网带技术效益

试验研究结果表明,植物篱生态过滤网带技术对减缓坡耕地坡度、缩短坡长、改善土壤理化性状、减少水土流失、提高土地生产潜力具有显著效果。

随着植物篱过滤网带的逐渐形成,郁闭,拦截,减缓了坡面径流,使土壤颗粒淤积在篱带形成篱坎,减小了坡面坡度(年均减小 1.5%),同时,将整个坡地按带间距大小分隔为数个小额坡地,减小了坡地坡长。坡地土壤容重减小 9.72%,降水渗透深度、渗透速度分别是对照的 1.27 倍、1.82 倍,土壤含水量增加 65.31%,毛管持水量增加 19.28%。在植物篱生长过程中,刈割的茎叶作为绿肥还田,土壤有机质增加 10.39%,对恢复和重建坡地土壤养分库具有相当大的作用。

植物篱带及堆置在篱底的茎叶形成一个个条带,截断连续坡面,层层直接阻滞、拦截、分散地表径流,降低水流的侵蚀能力,同时,植物篱根系密集,增加了土壤中水稳性团聚体的总量,增强了土壤抵抗径流对其分散、运移的能力,减少了养分流失,观测结果表明,土壤侵蚀量、地表径流量分别减少 96.67%、76.77%,每年表土有机质损失减少 360 kg/hm^2 ,全氮损失减少 16 kg/hm^2 。

植物篱生态过滤网带技术不仅具有良好的生态效益,而且结合篱间优质经济林果、药材、牧草的种植及畜牧养殖的发展,能促进产品多样化,增加农民经济收入,如皇竹草植物篱—花生(小麦)、黄花草植物篱—大豆(小麦)、皇竹草+香根草植物篱—柚—大豆、银合欢植物篱—金银花、银合欢植物篱—黄山药—三叶草+黑麦草等模式。以皇竹草植物篱—花生(小麦)为例,刈割的皇竹草茎叶喂养牲畜,按 1 hm^2 年刈割量的 50% 用作饲料计算,可出栏 3 只羊,增加经济收入 1 200 元左右,产出投入比是传统经营的 1.25 倍。

3.2 粮经果复合垄作技术效益

坡耕地粮经果复合垄作技术变顺坡平作为横坡网格垄作,变单一农作为农林复合,对改善坡耕地土壤结构、提高土壤肥力、增加土壤水库容、减少水土流失、提高坡耕地生态系统的生产力具有显著的效果。

坡耕地粮经果复合垄作模式营建 2 年后,土壤容重减少 12.08%,孔度增加 13.24%,贮水库容增大 7.68%,有机质含量增加 18.43%。粮经果复合垄作变顺坡翻耕为等高垄作,以立体的连续植被替代种收相间的断续植被,在垄上免耕留茬,沟内深耕秸秆覆盖(或种植绿肥、牧草),以垄护沟,并采用垄沟相间、沟内筑挡所形成的网格状体系,变坡面汇

流为垄沟分散截流,从而建立了一个因地制宜的坡地防蚀体系。与平作相比,粮经果复合垄作模式的土壤侵蚀量和地表径流量分别减少了96.93%和83.20%。

粮经果复合垄作培肥了土壤,保持了水土,作物增产效益显著。小麦、花生、大豆单产分别比对照增加17.57%、13.16%、15.38%,年均粮经总收入10 726.50元/hm²,比平作增加1 776.00元/hm²。粮经果复合垄作实行大春免耕、小春少耕,因而劳动力费用比平作减少约1 125.00元/hm²。可以预见,随着粮经果复合垄作模式中的经济林木投产,其劳动生产率、土地产出率将得到更大提高。

3.3 地下地膜截水墙技术效益

试验结果表明,地下地膜截水墙技术是一项广泛适于库区山丘旱坡地的节水农业新技术,可有效地阻断土壤中部分壤中流侧向运移,形成微型地下水库,提高、保持了土壤水分,减缓、减轻了季节性干旱的发生与危害,增产效益显著,且成本低廉、简单易行,具有极大的应用推广价值。

从不同坡度旱坡地地膜截水墙技术的应用效果来看,陡坡地土壤水分含量增加较缓坡地显著。在雨日后2 d、4 d、8 d,陡坡地(25°~30°)中地膜截水墙处理的土壤平均含水量分别比对照高1.21%、1.12%、1.12%;缓坡地(15°~20°)中分别高1.04%、0.96%、0.98%;而在梯地(2°~5°)中则分别高0.17%、0.09%、0.57%。就雨后不同旱坡地土壤水分变化而

言,以陡坡地土壤含水量递减最快,雨后8 d土壤含水量比雨后2 d低3.57%;缓坡地其次,为3.26%;梯地递减最慢,仅1.98%。可见,随地面坡度增大,地膜截水墙在旱坡地中提高土壤含水量的效果就越明显,而随坡度减小,土层增厚,其保持土壤含水量的效果就越显著。

地下地膜截水墙技术的应用增强了旱坡地的抗旱能力,大幅度提高了作物产量。小麦、玉米亩产分别比对照增加11.83%~22.40%、9.38%~17.27%。按年计算平均每公顷增产粮食可达1.2 t以上,增加收入960.00元(按0.80元/kg计),而布置设施前期材料、用工投入总计2 589.20元/hm²,以5年使用年限分摊,每公顷投入仅517.84元,投入产出比达1:1.85,经济效益显著。

4 结 论

植物篱生态过滤网带技术、粮经果复合垄作技术、地下地膜截水墙技术将坡耕地的开发与保护融为一体,不仅培肥土壤,增加土壤水有效性,减少水土流失,恢复和重建了坡耕地土壤养分库,提高了土地系统生产力,而且促进产品多样化,提高了劳动生产率,增加了农民经济收入,是三峡库区实现生态、经济效益协调共进、良性循环的实用技术,可为三峡库区坡耕地的持续利用提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 陈国阶,徐琪,杜榕桓,等.三峡工程对生态与环境的影响及对策研究[M].北京:科学出版社,1995:15-25.
- [2] 席承藻,徐琪,马毅杰,等.长江流域土壤与生态环境建设[M].北京:科学出版社,1994:87-107.
- [3] 钟冰,唐治诚.三峡库区水土流失及其防治[J].水土保持研究,2001,8(2):147-149.
- [4] 向万胜,梁称福,肖润林.三峡库区坡耕地利用与水土保持种植制[J].长江流域资源与环境,1998,7(3):254-259.

(上接第47页)

3 结果与讨论

(1) 渗水地膜覆盖和海绵薄膜覆盖均能使水分入渗率保持在较高水平。其中,渗水薄膜覆盖在0.90 mm/min的降雨强度下最高入渗率为1.16 mm/min;海绵薄膜覆盖在1.50 mm/min的降雨强度下的稳定入渗率略高于1.3 mm/min。

参考文献:

- [1] 周择福,等.不同林地土壤水分入渗和入渗模拟的研究[J].林业科学,1997,33(1):9-17.
- [2] 王晓燕,高焕文,等.保护性耕作的不同因素对降雨入渗的影响[J].中国农业大学学报,2001,6(6):42-47.
- [3] 王晓燕,高焕文,等.用人工模拟降雨研究保护性耕作下的地表径流与水分入渗[J].水土保持通报,2000,20(3):23-25.
- [4] 王晓燕,高焕文,等.保护性耕作对农田地表径流与土壤水蚀影响的研究[J].农业工程学报,2000,16(3):66-69.
- [5] 王晓燕,高焕文,等.旱地保护性耕作地表径流和土壤水分平衡模型[J].干旱地区农业研究,2003,21(3):97-103.
- [6] 郑良勇,李占斌,等.黄土区陡坡侵蚀过程试验研究[J].土壤与环境,2002,11(4):356-359.
- [7] 郑良勇,李占斌,等.黄土高原陡坡土壤侵蚀特性试验研究[J].水土保持研究,2003,10(2):47-49.
- [8] 李占斌,鲁克新,等.黄土坡面土壤侵蚀动力过程试验研究[J].水土保持学报,2002,16(2):47-49.
- [9] 杜守义,田恩平,等.秸秆覆盖的整体功能效应与系列化技术[J].干旱地区农业研究,1994,12(2):93-94.
- [10] 王育红,姚宇卿,等.残茬和秸秆覆盖黄土坡耕地水土流失的影响[J].干旱地区农业研究,2002,20(4):110-112.
- [11] 郑粉莉,高学田.黄土坡面土壤侵蚀过程与模拟[M].西安:陕西人民出版社,2000:11-12.

(2) 不同覆盖条件下,24 min内累积径流量变化顺序为:裸地>海绵薄膜覆盖>渗水薄膜覆盖;海绵薄膜覆盖和渗水薄膜覆盖的累积径流量分别减少63.94%和87.08%。

(3) 渗水薄膜和海绵薄膜是良好的覆盖材料,它的使用有利于提高干旱半干旱地区农业对雨水资源的利用。