

文章编号:1001-4179(2012)07-0081-04

植物固结地埂的水土保持功能探析

周 萍,文安邦,张信宝,严冬春

(中国科学院 水利部成都山地灾害与环境研究所,山地表生过程与生态调控重点实验室,四川 成都 610041)

摘要:单一植物篱能较为有效地减少山区坡耕地水土流失,但因其影响作物生长、妨碍田间作业、经济效益低下等原因,在山区推广遇到阻力。传统的坡耕地植物固结地埂是一种良好的水土保持措施,弥补了单一植物篱的不足,在山区农民群众中得到高度认同,易于推广。分析了单一植物篱存在的技术问题和植物固结地埂的结构与功能,指出传统的植物固结地埂应该得到更多学者和决策者的关注,并加以推广应用。

关键词:单一植物篱;植物固结地埂;山区坡耕地;水土保持

中图分类号:S157 文献标志码:A

1 概述

长江上游坡耕地面积广大。一方面,坡耕地是江河泥沙的主要来源,长江来沙量的60%~78%源于坡耕地^[1]。另一方面,坡耕地利用方式单一,土壤侵蚀承载力指数低,严重的水土肥的流失使得坡耕地土层变薄,养分流失,造成坡耕地土地生产能力降低、耕作价值丧失。随着区域人口数量的迅速增加,人地矛盾日益尖锐,完全依靠高强度投资的坡改梯工程治理西南山区坡耕地的水土流失是不现实的;西南山区人口多,耕地资源紧张,大面积退耕还林也是不现实的。

植物篱种植是近年来国内外一些机构和专家推荐的坡耕地水土流失治理新技术,西南山区的一些水保部门和专家也试图引进开发这一技术,一些试点研究也确证了这一技术拦截径流、泥沙的水土保持功能,但示范推广工作并不顺利。实践中,植物篱种植技术屡屡受到质疑。

本文简要分析单一植物篱技术在防治西南山区坡耕地水土流失中存在的问题,剖析传统植物固结地埂的水土保持功能和群众坚持采用这一技术的原因。植

物篱坡地治理技术简便、快捷、省时、投入低、成篱快,能有效控制坡地水土流失,还能使坡地逐步梯化,实现坡地可持续利用。构成植物篱的植物可以是乔木,如松、杉、桑、果木等,可以是灌木,如合欢、千斤拔、灰毛豆、金银花等,也可以是草本植物,如香根草、皇竹草、金荞麦和各种牧草^[2]。

坡耕地上种植植物篱可改善坡耕地土壤理化性质和防治土壤侵蚀,可为我国面积广大的山区经济发展和环境保护提供有益的借鉴模式。

2 植物固结地埂的结构与功能

单一植物篱与植物固结地埂均为坡耕地上水土保持效益较好的农林复合种植模式。单一植物篱即在坡地上每隔4~8 m沿等高线高密度种植双行(株距5~10 cm,行距30~50 cm)生长速度快、萌生力强的灌木或灌化乔木,植物篱间为耕作带,种植作物^[3]。该技术可滞缓径流、拦截泥沙,是一种很好的水土保持措施,技术上无可非议,但也存在影响作物生长、不利于农事耕作,且经济效益不高等问题。而植物固结地埂是在梯田埂上栽种植物,田里播种农作物,形成农林复

收稿日期:2011-11-25

基金项目:国家科技支撑计划“三峡库区低产坡地改造与面源污染减控技术示范”(2011BAD31B03);水专项课题(2009ZX07104-002-06);国家自然科学基金项目“植物固结地埂的结构与抗冲抗剪性能研究”(41001163);中科院西部行动计划“三峡库区水土流失与面源污染控制试验示范”(KZCX2-XB3-09)

作者简介:周萍,女,博士,主要从事坡耕地水土保持方面的研究。E-mail:zhouping04@mails.gucas.ac.cn

通讯作者:文安邦,男,研究员,博士生导师,主要从事土壤侵蚀与水土保持方面的研究。E-mail:wabang@imde.ac.cn

合经营系统。植物固结地埂由于其能有效控制坡耕地上土壤流失、固结地埂及其经济效益高而被山区农民广泛接受,其长期存在有其合理性。

2.1 结构

由于各个地区特有的地理条件和不同的治理原则与要求,植物固结地埂的配置方式和空间布局形式也各不相同^[4]。有的在地埂上种植一行植物篱,有的种植多行,有的每坎种植,有的隔坎种植;有的种植一种植物,有的则是多种植物混植。

2.2 功能

植物固结地埂技术可改善坡耕地土壤的物理性质,减少水土流失,提高土壤养分,有极高的生态和经济效益。与单一植物篱相比,具有如下主要功能。

(1) 改善土壤物理性状。坡耕地植物固结地埂能够显著改善土壤理化性状,增加土壤渗透性能和通气状况,减少土壤容重,改善土壤结构,提高降水渗透深度、渗透速度和渗透系数,使降水很快地渗入土壤内,从而提高了土壤保水能力和土地生产潜力^[5]。

(2) 减少土壤养分流失,增加土壤肥力。在地埂植物生长过程中,刈割的植物茎叶可作为绿肥还田,从而增加土壤有机质,提高土壤肥力和土地生产潜力^[6-7]。国内外对植物篱刈割残体分解过程方面进行了较多研究,Lupwayi 等用指数模型很好地拟合了新银合欢的有机碳分解过程^[8];Bross 等比较了在地表和埋入土中洋槐和苜蓿枝叶覆盖两种方式对分解的影响,并研究了木质素对分解的影响^[9]。国内的研究多以农作物秸秆和绿肥如紫云英、绿萍、稻草和水葫芦等草本植物或枯枝落叶为实验材料,用砂滤管法对植物残体分解速率及残体化学组成、气候和土壤性质等因素对分解的影响作了研究^[10]。

(3) 控制土壤侵蚀及保持水土功能。随着大面积梯田的建设,梯田埂坎面积也逐渐扩大。据统计,若按梯田埂坎占地 12% 计算,我国每年新增梯田埂坎 3.2 万 hm^2 ^[11-12]。在山区人-地矛盾日益突出,农业生产环境恶化的今天,梯田埂坎受到越来越多的关注。

地埂植物能够固结梯田埂坎,增加埂坎稳定性,延长埂坎的使用寿命。地埂植物在减少土壤冲刷量及降低土壤侵蚀模数等方面也具有显著作用。植物固结地埂通过 3 个方面的作用来影响径流泥沙输移过程,减少坡面土壤侵蚀^[13-14]。首先是地埂植物自身对降雨的截留作用和削减雨点能量的作用,地埂植物地上部分能够减少土壤冲刷量。其次是地埂植物的地下部分根系对降低土壤冲刷量起决定性的作用,其原因主要是根系盘绕土体,从而增强土壤的抗冲刷能力^[15]。吴

钦孝等的研究表明,根系对土壤冲刷量的降低作用与整个植物抑制土壤冲刷的能力大小完全一样^[16],可见植物在提高土壤抗冲刷力过程中起着主导作用。根系还具有推迟、减缓和缩短产流和产沙时间的作用。通过地埂植物根系的固土防冲作用也可使梯田埂坎稳定性得到增强,使用年限大大延长。第 3 方面是地埂植物带对侵蚀泥沙的直接拦截作用,通过削减径流流速降低其携沙能力,增加径流的土壤入渗时间来减少土壤和养分的流失^[17]。

(4) 逐步降低坡度。植物篱能改变局部径流水力学特性,即在植物篱条带的上坡位置,径流流速会大幅度下降,而在条带的下坡位置,径流流速则会增加。在条带上坡位置由于流速下降,径流携沙能力下降,导致泥沙侵蚀本身的减小和已经侵蚀泥沙的淤积,从而使侵蚀泥沙在植物篱带堆积,逐步降低坡度,有梯化形成梯地的效果,节省梯地建设的投资。申元村在三峡库区秭归县的试验表明,7 a 的植物篱,篱坎高度几乎都在 90 cm 以上,坡度从 $30^\circ \sim 34^\circ$ 减缓至 $15^\circ \sim 18^\circ$,表层土壤有机质含量从 0.9 % 增至 1.61 % 以上,达到完全防治土壤侵蚀、提高土壤肥力的目的,是三峡库区值得推广的一项农业技术体系^[18]。

(5) 田间道路功能。地埂植物篱一般种植在埂坎边缘或埂坎壁上,既可固结和稳定埂坎,又可拦蓄降水,使埂坎避免被水流冲刷而垮塌,同时也维持和保护了埂坎的田间道路功能,方便群众田间作业时行走,减少作业时对作物不必要的踩踏、碰损等所带来的作物减产。

(6) 增加农作物产量,提高经济产出。地埂植物能够充分利用地埂或地坎,不挤占埂坎内的农田,大大提高土地利用率。但地埂植物或多或少地与农田作物产生界面的资源竞争,其中,乔木树种大于灌木树种,灌木树种大于草本植物。这一问题可通过种植遮阴小、不串根、经济价值高的树种的方法加以解决。通常,地埂经济植物带来的经济收入远大于对农作物的胁迫作用所造成的损失。

植物固结地埂除具以上生态效益外,其经济效益也十分显著,不仅可以提高带间作物产量^[19],而且地埂植物本身也具有可观的经济效益^[20-21]。随着地埂植物种植年限的增加,地埂植物带间坡耕地的坡度变缓、墒情好转,土壤的肥力和保水能力逐步提高,从而减少了肥料和灌溉的投入,使农民节省了一部分开支。同时,土壤肥力的提高使农作物的生长条件大幅度改善,作物增产明显。如果因地制宜选用实用、高效的生态农业模式来发展和丰富植物篱种植模式,其经济效益将更高。例如选用高肥效、高产量的“铁杆绿肥”紫

穗槐作为篱笆植物,其周期性刈割的鲜茎叶每 50 kg 可增产粮食 5 kg 以上。据分析,紫穗槐嫩枝叶含有大量的氮、磷、钾,且紫穗槐叶量大,根瘤菌多,可减轻土壤盐化,增加土壤肥力,土壤改良效果显著^[21]。

若选取牧草作为地埂植物种植,可促进种草养殖发展。陈治谏等的研究表明,皇竹草刈割的茎叶既可作为绿肥增加土壤肥力,减少肥料的投入,又可作为饲料喂养牲畜。若按皇竹草每亩年刈割量的 50% 用作饲料计算,可出栏 3 只羊,增加经济收入 1 200 元左右。从投入产出比来看,植物篱农业技术模式为 1.58,是传统经营的 1.25 倍。采用适应性强、用途广、经济价值高、易于繁殖的多年生豆科落叶灌木紫穗槐作为植物篱品种,刈割的茎叶既可作为绿肥增加土壤肥力,减少肥料的投入,也可作为饲料喂养牲畜,增加山区农民经济收入。有些成篱植物还能作为燃料资源,解决山区农村的燃料短缺问题。

3 存在问题及解决方法

现有的研究表明,植物固结地埂主要存在选种、布设、管理和配套模式等技术问题,其中地埂植物物种的选择是该技术的首要问题。若地埂植物品种选择和设计不当,将会造成地埂植物与农作物争水争肥而不能得到理想的经济收益。首先要寻找和培育既适于本地区生长又有较高经济价值的地埂植物,该问题不解决,植物固结地埂种植模式的推广应用就会受到限制。由于地埂植物品种繁多,生长习性受地域影响很大,因此必须做大量的基础研究和试验工作,筛选出适宜品种。此外,地埂植物带间距及种植密度也影响其生态和经济效益的发挥,今后也需加强这方面的研究工作。

山区农民科学文化水平较低,要求他们进行可持续的土地利用是不实际的^[22]。对农户来说,一项新技术的推广需要一个消化吸收的过程。坡耕地发育的地区,往往经济落后、贫困人口集中。农民主要关注的是收入与风险,水土保持意识薄弱。以上问题若不解决,坡耕地水土保持措施就无法顺利实施,水土流失将继续加剧。为有效防治坡耕地水土流失,并保障农民基本生活,必须发展适合山区经济增长,提高农民收入的种植模式,才能确保水土保持措施在广大山区的顺利实施。

4 单一植物篱与植物固结地埂功能对比

与植物固结地埂相比,单一植物篱也具有改善土壤物理性状、减少土壤养分流失、控制土壤侵蚀、逐步降低坡度等功能。单一植物篱技术存在的主要问题如下:

(1) 植物篱占地,与农作物争水争肥。坡耕地内种植单一植物篱,需要占用一定面积的耕地,占用耕地面积的比例与选用的植物品种及植物篱的宽度和间距有关,一般要占耕地面积的 15% ~ 20%^[23]。坡耕地内植物篱的植物不可避免地要和大田作物争水争肥,影响作物产量。农民对单一植物篱技术在坡耕地上的应用推广表示不满,不愿意接受该项技术。

(2) 单一植物篱技术不利于农事耕作。由于单一植物篱的种植,其根系延伸到大田,割断延伸到大田内的植物篱植物根系,不但影响犁耕效率,而且增加操作手和役畜的紧张程度,有时还会损坏犁具和弄伤役畜。为了限制植物篱向大田扩张,每年都要将植物篱犁一遍,费力费时。种植植物篱的坡耕地无地埂,田间行走也不方便,给锄草、施肥等田间作业带来不便。

(3) 单一植物篱技术经济效益不高。成都生物所和成都山地所分别在四川凉山州宁南县开展的新银合欢固氮植物篱和在云南楚雄州元谋县开展的香根草植物篱的试验研究表明,这两种植物篱的保水、保土效果均较好,但因无直接经济效益,群众不接受,难以推广。桑树、花椒和黄花等有经济效益的植物因植株密度太大,生长不好,群众不愿意将其种成单一植物篱。蓑草既有较高的经济价值,植物篱的保水、保土效果也很好,虽其发达的根系往往影响大田作物生长,陕南和重庆部分山区的农民还是愿意将坡地全部种植蓑草,但不带状种植形成植物篱。

在坡耕地地埂上种植植物固结地埂,构建地埂植物条带约占用 10% ~ 15% 的坡耕地面积,且地埂植物根系与农作物存在争水、争肥现象,地埂植物地上部分遮荫降低了农作物对光的利用率,影响农作物产量。为广泛推广该项技术,在地埂植物物种选择上,首先应考虑植物自身的生物学特性,选择萌蘖能力强、萌条发达、与作物争水争肥较弱的灌木与禾草,使其短期内在近地面部位郁密成丛;进一步提高管理技术如施肥、整地和耕作措施,减少地埂植物对坡耕地农作物的负面影响;还需从当地的自然环境和社会经济条件出发,根据山区经济发展和农民的实际需求,筛选适宜当地气候和土壤条件,防止土壤侵蚀效益明显、经济效益显著的篱笆品种,并选择适合当地实际、能促进产业结构调整的地埂植物与作物间作配套模式,以满足各地环境和当地的实际需求,增强该种植模式的实践指导意义。

坡耕地植物固结地埂是坡地改良利用措施之一,推广应用中应注意与生态工程措施以及农业耕作措施等有机结合,并加以科学布局和实施。如将植物固结地埂与坡地排水、沟道防护措施相结合,以最大限度地

减少坡耕地的土壤侵蚀和水土流失。

5 研究展望

20 世纪 70 年代以来,我国就对植物篱开展了研究,但到目前为止,该研究并未受到重视,研究力量薄弱,研究成果少,对于植物固结地埂的机理方面的研究就更少了。研究方法上依然采用传统的观测方法,缺乏前沿的理论作为指导,缺乏先进的研究方法和技术,缺乏长期系统的定位试验和研究。相关部门应该认识到植物固结地埂巨大的生态、经济和社会效益,是山区农业可持续发展、增加农民收入和减轻水土流失的一种好方法。

植物固结地埂有别于单一的植物篱,在今后应加强研究,更加明确其内涵,更好地发挥其保水保土功能及经济效益,采用更加先进的研究方法和研究手段,形成完整的理论体系,为坡耕地整治及山区农业发展做出新贡献。

参考文献:

- [1] 李文华. 长江洪水与生态建设[J]. 自然资源学报, 1999, 14(1): 1-8.
- [2] Tej P, Harold R W. Sloping agricultural land technology (SALT): A regenerative option for sustainable mountain farming[M]. Nepal: ICI-MOD, 1994.
- [3] Nair P K R. An introduction to agro-forestry[M]. Dorchecht: Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1993.
- [4] 张宇清, 齐实. 中国梯田生物埂研究现状和方向[J]. 世界林业研究, 2002, 15(3): 49-53.
- [5] 李新平, 王兆鸾, 陈欣, 等. 红壤坡耕地人工模拟降雨条件下植物篱笆水土保持效应及机理研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(2): 36-40.
- [6] 陈治谏, 廖晓勇, 刘邵全. 坡地植物篱农业技术生态经济效益评价[J]. 水土保持学报, 2003, 17(4): 125-127.
- [7] 李阳兵, 谢德体, 杨朝现. 坡地开发中的植物篱技术[J]. 热带地

理, 2001, 21(2): 121-124.

- [8] Lupwayi N Z, Haque I. Leucaena hedgerow intercropping and cattle manure application in the Ethiopian highlands: Deposition and nutrient release[J]. Boil Fertil Soils, 1999, (28): 182-195.
- [9] Bross E L, Gold M A, Nguyen P V. Quality and decomposition of black locust and alfalfa mulch for temperate alley cropping systems[J]. Agro-forestry Systems, 1995, 29(3): 255-264.
- [10] 林心雄, 文启孝, 徐宇. 广州地区土壤中植物残体的分解速率[J]. 土壤学报, 1985, 22(1): 47-55.
- [11] 向立. 论地埂利用[J]. 水土保持通报, 1990, 10(3): 58-61.
- [12] 石观海, 孙浩峰. 马莲河流域闲散地与梯田埂坎利用现状调查[J]. 甘肃农业大学学报, 1997, 32(4): 357-360.
- [13] 唐政洪, 蔡强国, 许峰, 等. 半干旱区植物篱侵蚀及养分控制过程的试验研究[J]. 地理研究, 2001, 20(5): 593-600.
- [14] Pattanayak S, Mercer D E. Valuing soil conservation benefits of agro-forestry: contour hedgerows in the Eastern Visayas, Philippines[J]. Agricultural Economics, 1998, (18): 31-46.
- [15] Baudry J, Bunce R G H, Burel F. Hedgerows: an international perspective on their origin, function and management[J]. Journal of Environmental Management, 2000, (60): 7-22.
- [16] 吴钦孝, 李勇. 黄土高原植物根系提高土壤抗冲性能的研究[J]. 水土保持学报, 1990, 4(1): 11-16.
- [17] 蔡强国, 黎四龙. 植物篱减少侵蚀的原因分析[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(2): 54-60.
- [18] 申元村. 三峡库区植物篱坡地农业技术水土保持效益研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(2): 61-66.
- [19] 姜永浩. 发展紫穗槐产业的分析[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(1): 98, 151-152.
- [20] 唐亚, 谢嘉穗, 陈克明, 等. 等高固氮植物篱技术在坡耕地可持续耕作中的应用[J]. 水土保持研究, 2001, 8(1): 104-109.
- [21] 张炎周, 唐亚, 陈克明, 等. 等高固氮植物篱中套种桑树的桑叶产量及生物产量[J]. 应用与环境生物学报, 2001, 7(4): 303-307.
- [22] 蒋建东. 关于三峡水库移民环境容量的反思[J]. 人民长江, 2011, 42(10): 180-184.
- [23] 李阳兵, 谢德体, 杨朝现. 坡地开发中的植物篱技术[J]. 热带地理, 2001, 2(1): 121-124.

(编辑: 朱晓红)

Analysis on soil and water conservation function of plant - consolidation ridge

ZHOU Ping, WEN Anbang, ZHANG Xinbao, YAN Dongchun

(The Key Laboratory of Surface Process and Environmental Regulation, Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China)

Abstract: The single hedgerow can effectively reduce the soil - water loss of slope farmland in mountainous area. However, some difficulties are encountered in the popularization of single hedgerow technique due to its unfavorable influence on crop growth and field operation, together with low economy benefit. While the traditional plant - consolidation ridge technique can be a good measure for soil and water conservation to make up for the shortcomings of the single hedgerow, which is highly accepted by farmers in the mountainous area and easily popularized. The technical problems of single hedgerow and the structures and functions of the traditional plant - consolidation ridge are analyzed. It is pointed out that the traditional plant - consolidation ridge should be concerned by scholars and policy makers and popularized.

Key words: single hedgerow; plant - consolidation ridge; slope farmland in mountainous area; soil and water conservation