

紫色丘陵区坡坎生态系统结构与功能及其优化利用

廖晓勇, 张先婉, 彭奎

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

摘 要: 四川紫色丘陵区坡坎生态系统分布面积大, 生物组合类型多样; 合理建造坡坎生态系统是改善和保护农田生态环境的重要措施, 生态功能显著; 优化利用坡坎生态系统是提高土地持续生产力、增加农业收入的有效途径。

关键词: 坡坎生态系统; 紫色丘陵区; 数量结构; 生物组合; 生态功能; 优化利用

中图分类号: S152, S157

文献标识码: A

紫色丘陵区是四川省社会经济发展的重点区域。在区域内主要出露的侏罗系沙溪庙组(J_{2s})、遂宁组(J_{3s})、蓬莱镇组(J_{3p})及白垩系城墙岩群(K_{1cg})和夹关组(K_{1-2j})紫色砂、泥岩层多呈近水平分布^[1], 经长期切蚀形成大规模的自然梯地, 每一层梯地的边缘均有一边坡, 其高度从数十厘米到十余米不等, 此即为坡坎。坡坎生态系统是四川紫色丘陵区农田生态系统的重要组成, 分布面积大, 占土地总量的 9.90%。开发利用坡坎资源不仅是紫色丘陵区挖掘土地潜力的重要途径, 亦是提高环境容量的重要措施。因此, 认识坡坎, 合理利用其光、热、水、土资源, 改善和保护农田生态, 进一步取得经济效益, 是农田生态系统中一项重要的应用基础研究。

1 坡坎生态系统结构

1.1 数量结构

坡坎生态系统的数量结构直接关系到其开发利用所实现的经济与生态效益。四川紫色丘陵区 89% 的土地面积为丘陵, 坡坎分布面积大。据 738 个坡坎代表样方量测统计, 区域单位耕地面积内坡坎所占比例(坡坎系数)为 0.2073, 按此系数计算, 全区坡坎面积为 51.23 万 hm², 相当于耕地总面积的 1/4。其中田埂面积 13.08 万 hm², 占坡坎总量的 25.53%, 土坎面积 38.15 万 hm², 占坡坎总量的 74.47%。

从不同母质来源的坡坎生态系统数量结构来看, 由于区域主要出露的地层面积各异, 因而各地层上发育形成的坡坎面积亦有着显著差异(图 1)。各地层中

沙溪庙组坡坎分布面积列于首位, 集中了全区坡坎总量的 33.81%, 其次是遂宁组、蓬莱镇组和城墙岩群, 坡坎分布面积各占 29.61%、24.08% 和 11.62%, 夹关组为最低, 仅占 0.88%。就田埂而言, 全区各地层田埂分布面积沙溪庙组列于首位, 夹关组排于最末, 分别占田埂总面积的 43.15% 和 1.19%。而土坎分布面积则以遂宁组最大, 沙溪庙组与之接近, 分别占土坎总面积的 30.66% 和 30.61%, 夹关组土坎分布面积仍为最小, 仅占 0.78%。

地面坡度是影响坡坎数量结构的重要地形因素。按不同地面坡度量测统计坡坎系数(表 1)可见, 随地面坡度由小变大, 单位耕地面积内的坡坎面积不断增加, 所占比例不断增大, 从 < 2° 的 0.1139 增至 ≥ 25° 的 0.3548, 相邻坡度级间的增幅亦呈递增趋势, 由 0.042 变化到 0.075。在区域低坡度(< 2°)地带, 坡坎几乎全部为田埂类型, 坡坎系数主要由田埂系数构成; 相反, 在高坡度(≥ 25°)地带, 因灌溉条件的限制, 田埂分布面积很小, 坡坎系数则主要由土坎系数构成。由于田埂兼具蓄水的功能, 人为的围边筑埂增大了其宽度与长度, 因而同一地面坡度的田埂系数大于土坎系数。

1.2 生物组合结构

分布于不同地形部位的坡坎生态系统, 其光、热、水、土等生境条件各有差异, 生物组合结构亦有所不同。在中科院盐亭紫色土农业生态试验站同属蓬莱镇组地层上, 选择代表四川紫色丘陵区坡坎生态系统的典型样方, 对其生物组合结构加以观测(表 2)。

收稿日期: 2000-03-29.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49671068)。

作者简介: 廖晓勇(1971-), 男(汉族), 四川自贡人, 助理研究员, 硕士。从事土地资源开发利用、农业与农村持续发展研究, 发表相关学术论文 7 篇。

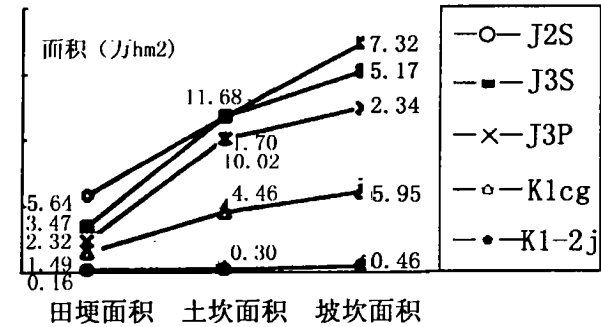


图 1 紫色丘陵区不同地层坡坎面积

Fig.1 Terrace slope area of different strata in hills of purple soil

表 1 紫色丘陵区不同地面坡度坡坎系数

Table.1 Terrace slope coefficient of different slope gradients in hilly area of purple soil

坡度(°)	田埂系数	土坎系数	坡坎系数
< 2	0.1139		0.1139
2~6	0.1584	0.1537	0.1560
6~15	0.2148	0.2049	0.2109
15~25	0.2962	0.2794	0.2800
≥25		0.3548	0.3548

表 2 坡坎生态系统生境状况

Table 2 Eco-environmental condition of typical terrace slope ecosystem

坡坎生态系统类型	土壤状况		生物组合结构			
	厚度(cm)	水分(%) *	结构类型	植物种数(种/m ²)	覆盖度(%)	鲜生物量(g/m ²)
逆倾坡坡坎	20~35	8.89	乔~草	8	45.00	180
顺倾坡坡坎	>60	13.34	乔~灌~草	17	95.00	1195
梯地边坡坡坎	35~55	12.16	灌~草	11	85.00	700
田边地埂坡坎	>60	13.81	灌~草	13	90.00	720

*雨后第 8 天土壤水分含量

位于逆倾坡地形部位的坡坎生态系统,坡陡土薄,土壤粗骨含量高^[3],径流水分易于泄去而难于保蓄,土壤含水量低。坡坎生态系统生物组合结构为乔~草类型。乔木多为散生的柏树(*Cupressus funebris*),长势差,15 a 生柏树株高、胸径(距地 1.5 m)仅 4.3 m、22.7 cm;覆地植被类型单一,以芸香草(*Cymbopogon distans*)、小蓥草、双花草(*Dichanthium annulatum*)、金茅(*Eulalia speciosa*)、白茅等耐旱耐瘠草本为主,覆盖率与鲜生物量低,仅分别为 45 %、180 g/m²。

分布于顺倾坡地形部位的坡坎生态系统,坡缓而长,土壤沉积发育较深,加之大量侧渗水分的供给,土壤含水量较高。坡坎生态系统生物组合为乔~灌~草结构,乔木为桉柏混交,15 a 生混交林以柏树为优势树种,株高、胸径分别为 9.2 m、54.1 cm,而桉木(*Alnus cremastogyne*)濒于淘汰,间有生长,株高、胸径分别为 12.8 m、59.7 cm;林下灌草植物种类多、覆盖度高、鲜生物量大,分别是逆倾坡坡坎生态系统的 2.1、2.1 和 6.6 倍,既有黄荆(*Vitex negundo*)、马桑、悬钩子、柳叶箬(*Isachne globosa*)、过路黄(*Lysimachia christinae*)、凤尾蕨(*Thunb*)、苔藓(*Oestrupia heiden*)等喜湿植物,也有雀稗、扭黄茅等禾本科植物。

地处梯地边坡与田边地埂的坡坎生态系统,虽然坡短而陡,但其属耕地边坡,受培土、施肥等人为耕作影响大,坡坎土层较厚,土壤养分含量较高,并且雨后

土壤能得到连续的水分供应。坡坎生态系统生物组合为灌~草结构,植物种类多,以马桑、悬钩子、野菊(*chrysanthemum indicum*)、地瓜藤(*Ficus tikoua bur*)、丝茅草(*Aira praecox* L)、水花生(*Alternanthera philoxeroides*)、野草莓、凤尾蕨、苔藓等灌草植物为主,地表郁闭程度高,覆盖率达 85 %~90 %,鲜生物量较大,为 700 g/m²~720 g/m²。

2 坡坎生态系统功能

调查研究证明,合理建造坡坎生态系统是改善紫色丘陵区农业生态环境的有效途径,生态功能显著。

2.1 固土护埂、减少水土流失

对紫色丘陵区坡坎生态系统水土保持效应的调查结果表明:其一,坡坎植物根系密集,具有较强的固持土体和抗冲防蚀能力。由田埂桑根系的典型调查发现,其根系沿田埂两侧延伸可达 2 m~3 m,在近 3 m²的田埂土层中,毛根达 100 余条且相互交错,紧密网络盘结土壤,大大加强了田埂土体的固结能力。经测定,桑树埂土壤容重比对照大 0.13 g/cm³,总孔隙度比对照小 4.9 %。其二,坡坎植被的枝叶覆盖埂坎面,一方面承载截持大量降雨,有效削弱了雨滴的溅蚀作用;另一方面增大了坡坎地面糙率,提高了土壤入渗率,减少了坡坎径流量,减弱了冲刷侵蚀。由表 3^[3]可见,在地面坡

度和降雨量基本相同的情况下, 桉柏混交林和白茅草覆盖坡坎与裸露坡坎对照比较, 径流模数和侵蚀模数的削减率分别为 73.81 %和 52.97 %, 29.54 %和 65.66 %。

2.2 改良土壤

坡坎生态系统每年有大量的植物枯根与落叶残留于土壤中, 改善了土壤理化性状。实地调查测定, 四年生坡坎马桑林 0 cm ~ 30 cm 土壤净增有机质 1.242 %、全氮 0.131 %、全钾 0.523 %、全磷 0.043 %、水分 2.9 %, 分别是坡坎造林前对应土壤养分的 4.2、6.3、1.2、1.4 和 1.8 倍。随马桑林覆盖度的增大, 坡坎土层明显增厚, 由造林前的 10.5 cm 增至造林四年后的 28.2 cm, 土壤粗骨含量由 > 35 % 减至 18.90 %。随坡坎土壤水含量的提高, 农田土壤水的无效消耗相应减少。测定马桑坡坎与裸露坡坎内农田土壤水含量(表 4), 离坡坎 1.0 m、2.0 m 或 3.0 m 农田内, 不论是 0 cm ~ 20 cm 的表墒, 或者 20 cm ~ 50 cm 的底墒, 马桑坡坎内的农田土壤水含量均高于裸露坡坎。

3 坡坎生态系统优化利用

目前, 紫色丘陵区坡坎生态系统处于一种半开发状态, 有导向的利用以粮(瓜、蔬)间套种、桉柏混交林营造、经济林木(果)栽种为主。不同的坡坎生态系统利用方式, 其利用目的、管理水平及科技投入不同, 效益亦各有差异。

粮(瓜、蔬)间套种是紫色丘陵区实行最广泛的坡坎生态系统利用方式, 其以田埂生态系统为主要利用对象。由于田埂呈线状依附农田, 土肥而灌溉便利, 边际效应明显, 因而作物单产较高^[4]。富顺县共和乡农户开发利用 927 m 田埂, 年产粮食 1284 kg、瓜、蔬 1500 kg, 合计收入 1980 元, 平均每米田埂收入 2.14 元。

桉柏混交林营造是紫色丘陵区坡坎生态系统最具代表性的利用范例, 有效地缓和了燃料、肥料、木料之间的矛盾。在盐亭县林山乡 17 km² 示范区的调查结果表明, 以鲜桉木叶作肥料, 亩施 500 kg 相当于 14.2 kg 尿素的肥效, 大田粮食亩产增长 15.9 %; 混交林建造八年后, 平均每亩活立木蓄积量和年生长量分别为 4.393 m³ 和 0.5932 m³, 按 600 元/m³ 用材价值计算, 则每亩混交林实现价值 2634.00 元, 年创效益 329.25 元; 全区剔枝捞叶增加薪柴 723 万 kg, 年均人平 280 kg, 在一定程度上缓解了燃料问题。

经济林木(果)栽种是紫色丘陵区坡坎生态系统利用经济效益较高的方式。简阳县王庙乡农户在坡坎上

栽植杜仲, 三年生杜仲株高、胸径(距地 1.1 m)年均生长量分别达 1.35 m 和 3.3 cm, 按每株年产皮 2.5 kg^[9] 计, 则每亩坡坎杜仲林年均产皮 577.5 kg, 实现产值 845.46 元。成都龙泉驿区果农采用生态互补知识, 在田埂上栽植葡萄, 藤下选用喜湿、高产、高价值的草莓品种, 生产时令水果上市, 葡萄三年挂果, 草莓当年即有收益, 经营四年总计年均亩产值 4 500 元, 纯利 3 750 元。而“树上万斤果, 树下千斤粮”则是荣昌县峰高乡利用坡坎发展果~粮(瓜、蔬)复合系统的鲜明写照。农户张敬川在 0.8 亩坡坎上复合发展桃~蔬系统, 果树达产后年均收入 9 440 元, 其中栽桃售果 8 570 元, 蔬菜收入 870 元。

比较分析紫色丘陵区三种常见坡坎生态系统利用方式可见, 单一粮(瓜、蔬)间套种能较好地实现投资少、见效快、产品多样化的利用目的, 但由于科技投入少, 管理较为粗放, 因而经济产值较低。与之类似, 营造桉柏混交林以防止水土流失、改善生态环境为其根本着眼点, 因而表现出的效益更多的反映在生态方面, 对于经济效益, 则很难在短期内改善人们的经济状况, 主要体现为缓解“三料”缺乏及改善农业生态环境所实现的间接经济效益。经济林木(果)栽种的科技、经济投入相对较多, 管理水平相对较高, 其经济产出亦相对较为优越。而以生态经济协调互补原理设计的经济林木(果)~粮(草、药)复合系统, 能很好地实现经济与生态、短期效益与长期效益的有机结合, 达到产品多样化、产值高的目的, 是值得大力推广的坡坎生态系统优化利用方式。

4 结论

紫色丘陵区坡坎生态系统面积 51.23 万 hm², 数量可观, 在当前人地矛盾日趋尖锐的紧迫形势下, 可持续开发利用坡坎生态系统资源具有重要意义。

紫色丘陵区不同特色的坡坎生态系统建造、利用实践证明, 合理建造坡坎生态系统对改善立地条件、减少水土流失、维持农业生态平衡有着显著效益, 是水土保持的战略基础; 而优化利用坡坎生态系统则实现了土地生产力和经济效益的提高, 为农业的持续发展开辟了新的途径, 具有广阔前景。

参考文献:

- [1] 李仲明, 张先婉, 唐时嘉, 等. 中国紫色土(上篇)[M]. 北京: 科学出版社, 1991.
- [2] 廖晓勇. 川中丘陵区坡坎形成的地理过程特征[J]. 山地学报, 2000, 18: 201 ~ 206.

- [3] 川中丘陵区农田生态研究协作组, 川中丘陵区农田生态系统研究 [C]. 1983.
- [4] 向立. 论地埂利用[J]. 中国水土保持, 1991, 3: 25~27.
- [5] 李文华. 中国农林复合经营[M]. 北京: 科学出版社, 1994.

Structure, Function and Sustained Utilization of Terrace Slope Ecosystem in the Hilly Areas of Purple Soil of Sichuan Basin

LIAO Xiao-yong, ZHANG Xian-wan PENG Kui

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

Abstract Quantity and bio-community structure, the ecological function and the utilization feature of the terrace slope ecosystem were investigated and analyzed in the paper. In the hilly areas of Sichuan basin, the terrace slope resource area is considerable and amounts to 512 320ha, the bio-community structure of the terrace slope ecosystem is diverse. Rational constructing the terrace slope ecosystem could strengthen the terrace slope, improve the soil quality and control the soil erosion. The sustained utilizing prospect of the terrace slope resource could make varied the produce and increase the biodiversity of agro-ecosystem and agricultural income.

Key words: terrace slope ecosystem; the hilly areas of Sichuan basin; quantity and bio-community structure; ecological function; utilization feature