

重庆石碗溪小流域坡度和高程对土地利用及经济发展的影响

罗云云, 李瑞雪, 屈明

(西南农业大学资源环境学院, 重庆 400716)

摘 要:坡度和高程是土地资源固有的两个重要环境因子,与土地利用关系密切,尤其是在山区,坡度和高程基本上决定了土地利用的方向和方式,从而影响农业和经济的发展。石碗溪小流域面积 20.73 km²,为丘陵低山区。按坡度和高程对土地利用的影响程度,把坡度和高程各分为 3 级,即:0°~15°,15°~25°, >25°和 500 m 以下、500~800 m、800 m 以上。从 1:10 000 地形图上提取土地坡度和高程分级图,与土地利用现状图叠加,获取各坡度、高程级及其土地利用类型和数据。结果表明,土地面积随坡度、海拔级的增加而加大。耕地分布在各个高程级 0~15°的缓坡上,800 m 以上地区面积最大。果园和森林大多分布在 800 m 以上 >25°的陡坡地上。通过分析比较小流域各个行政村 2002 年农业总收入及种植业、林业、牧业收入与坡度和高程的关系,可以看出坡度和高程对经济发展的影响。最后,根据坡度和高程状况,结合小流域社会经济条件,提出几点建议,以其为山区小流域土地可持续利用及经济持续发展提供科学依据。

关键词:山区小流域;坡度;高程;土地利用;经济发展

中图分类号:F 301.24

文献标识码:A

我国是一个多山的国家,山区农业的发展关系到国家社会经济全局。以小流域为基本单元进行综合治理,合理利用水土资源,是山区经济发展和生态环境建设的有效途径^[1,2]。山区小流域中,坡度和高程是土地资源固有的两个重要环境因子,基本决定了土地利用方向和方式,从而影响流域的经济效益和发展潜力。因此,分析坡度和高程对小流域土地利用和经济发展的影响,找出土地利用空间变化规律,对小流域土地利用规划,农业结构调整以及生态环境建设都具有重大的现实意义。

1 研究区概况

石碗溪小流域处于 108°13'30"~108°21'27"E, 30°03'09"~30°10'33"N,面积 20.73 km²。属中亚热带湿润季风气候区,年平均气温 12.4~8.2℃,年均降水 1 128~1 378 mm,其中 70 % 的降水集中在 7

~9 月份。流域以低山丘陵为主,海拔范围 175~1 100 m,从东南向西北依次降低,呈现低山、丘陵和平坝地貌。土壤类型以紫色砂页岩发育而成的紫色土为主,潜在土壤肥力较高,土壤侵蚀剧烈,水土流失严重。流域内垦殖指数较高,土地利用以耕地(水田、旱地)、园地、林地、荒山草坡为主。

该小流域在行政上隶属于重庆市开县西南部的竹溪镇,包括竹溪、红华、大坪、石碗、力庄、龙虎、高峰七个行政村,总人口 9 096 人,农业人口 8 908 人。流域内人均耕地 0.07 hm²,人均年收入 595 元。由于基础条件不完善,交通不畅,外加人口素质不高,致使该地区社会经济较落后。

2 研究方法

2.1 坡度、高程分级依据及划分

坡度和高程分级建立在坡度、高程与土地利用

收稿日期(Received date):2003-08-10;改回日期(Accepted):2003-12-01。

基金项目(Foundation item):重庆市科委孵化基金项目(017079)“三峡库区荒溪治理优化模式及决策支持系统构建”[Supported by the item of Chongqing Science and Technology Committee (No.017019)]

作者简介(Biography):罗云云(1978-),女,仫佬族,硕士,主要从事区域土地信息管理研究,联系电话:023-68259593。[Luo Yunyun (1978-), female, the Mulao nationality, from Luocheng Guangxi, Master, Major in land resource information management.]

关系基础上,以既能体现山区小流域地形特征,又符合经济规律和自然规律为依据。根据动力、重力学原理及小流域的生产实践表明:0°~15°平缓坡地,动力和重力作用不大,水体运动平稳,水土流失微弱,是农业生产的理想地区;15°~25°斜坡地,侵蚀和块体运动比较剧烈,水土流失比较严重,勉强可农作,是农耕地的上限区;25°以上的陡坡地,雨水冲刷和块体运动加剧,侵蚀强烈,水土流失严重,土壤贫瘠,裸岩增多,不宜垦种,适宜发展林、牧业^[3]。小流域内,高程 500 m 以下一般为粮食作物种植区;500~800 m 以旱作和果树种植为主;800 m 以上为农林牧交错区。

2.2 图件处理及数据来源

收集石碗溪小流域 1997 年地形图和土地利用现状图,并进行野外调查,了解该流域土地利用的基本特征,将土地利用类型划分为 5 类:水田、旱地、园地、林地和荒山草坡。将 1:10 000 地形图、土地利用现状图扫描入计算机,用 GIS 软件 R2V 矢量化,在 Arcview 软件中对矢量图件进行编辑、修改、拼接及拓扑结构生成等操作。在数字地形模块中采用三角化不规则网(TIN: Triangulated Irregular Network)方法,将矢量化的地形图转换成 TIN 数据结构,形成栅格数字高程模型(DEM)。按高程分级标准,把 DEM 中的高程重新分级,生成高程分级图;再从 DEM 中提取坡度信息,按分级标准把坡度分 3 个级,生成坡度分级图。利用 GIS 的空间分析模块,把栅格化后的土地利用现状图与高程分级图、坡度分级图叠加,生成新的图层,其中记录有每个栅格的地理信息,如高程、坡度和土地利用类型、面积等,最后采用汇总统计法获取各坡度和高程级的土地利用类型和面积等数据^[4,5]。

3 结果和分析

3.1 小流域土地在不同坡度和高程上分布

小流域不同坡度和高程级土地分布状况如表 1。表 1 显示,3 个坡度级土地面积随坡度的增加而明显加大。<15°的平缓坡地仅有 384.29 ha,占 18.54%;15°~25°斜坡地 566.01 ha,占 27.30%;>25°的陡坡地面积最大,达 1 123 ha,占全流域的 54.16%。与土地坡度一样,随着土地高程的增加,土地面积也逐渐增大。<500 m 土地面积占流域 22.46%,500~800 m 占 30.15%,800 m 以上面积占 47.38%。总体而言,石碗溪小流域适合农作的优质地很少,只占流域土地面积的 3.17%,大面积土地坡度大,海拔高,难于利用。

小流域内各村均有小面积 15°以下平坝和平缓坡地,而 15°~25°斜坡地主要分布在流域中下部的竹溪、大坪和石碗,与此相反,约 73% 的陡坡地分布在流域上部的龙虎、力庄、红华和高峰。各高程级土地在各行政村的分布与坡度情况有一定的相似性。流域中下部的几个村,60% 以上土地高程<800 m,而流域上部的几个村大部分土地高程在>800 m。

3.2 小流域坡度和高程与土地利用的空间变化

石碗溪小流域土地利用以大农业为主,由于受坡度、高程及土壤等自然因子的影响,在人口、生产方式及相关政策等社会因素共同作用下,其土地利用方式与结构不尽合理。各坡度和高程级主要土地利用类型及面积见表 2。从表 2 可见,石碗溪小流域土地利用方式随坡度和高程的变化主要表现在以下几方面:

1. 耕地少,水田多,旱地以旱坡地为主,土地过垦严重

耕地总面积为 640.58 hm²,占土地总面积的 30.89%。其中水田面积较大,占耕地面积的 67.11%,在各个高程级上均有分布,且随着高程增大而增加,3 个高程级水田面积分别占 16.98%、34.01%和 49.01%。但就坡度而言,56.25%的水田集中在 15°以下的平缓坡地上。旱地则有所不同,

表 1 石碗溪小流域不同坡度和高程土地分布情况 (hm²)
Table 1 Grading and area of land slope and elevation in Shiwan watershed (hm²)

坡度	≤500 m		500~800 m		>800 m		合计	
	面积	占流域%	面积	占流域%	面积	占流域%	面积	占流域%
≤15°	65.70	3.17	96.53	4.66	222.06	10.71	384.29	18.54
15~25°	123.74	5.97	122.41	5.90	319.87	15.43	566.01	27.30
>25°	276.30	13.33	406.20	19.59	440.50	21.25	1 123.00	54.16
合计	465.73	22.46	625.14	30.15	982.43	47.38	2 073.30	100.00

表 2 石碗溪小流域各坡度和高程级主要土地利用类型及面积 (hm²)
Table 2 Main Types and Areas of Landuse of Each Grade of Slope and Elevation in Shiwan watershed (hm²)

高程	坡度	水田		旱地		园地		林地		荒山草坡	
		面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%
≤500 m	≤15°	31.73	1.53	6.90	0.33	11.47	0.55	9.45	0.46	2.07	0.10
	15°~25°	15.34	0.74	11.61	0.56	6.61	0.32	61.59	2.97	1.32	0.06
	>25°	25.88	1.25	15.24	0.73	39.21	1.89	141.41	6.82	0.26	0.01
500~800 m	≤15°	74.27	3.57	14.49	0.70	13.79	0.67	15.05	0.73	1.77	0.09
	15°~25°	22.93	1.11	13.88	0.67	8.38	0.40	75.11	3.62	1.94	0.09
	>25°	49.05	2.37	24.00	1.16	53.30	2.57	192.80	9.36	0.60	0.03
>800 m	≤15°	136.14	6.56	33.42	1.61	36.14	1.74	55.73	2.69	9.98	0.48
	15°~25°	42.68	2.06	58.23	2.81	41.61	2.01	255.94	12.34	7.48	0.36
	>25°	31.88	1.54	32.92	1.59	65.47	3.16	309.25	14.92	0.92	0.04
合计		429.89	20.73	210.69	10.16	275.98	13.31	1 116.32	53.84	26.35	1.27

59.15%的旱地分布在>800 m地带,<500 m只占15.94%,且在各个坡度上的分布相差不明显,其中15°~25°斜坡地面积最大,25°以上的陡坡地次之,旱地主要以旱坡地为主,说明陡坡垦殖较为严重。

2. 园地面积较小,成片分布在800 m以上的缓坡和陡坡地带

园地面积共275.98 hm²,占土地总面积的13.31%,成片分布在800 m以上的缓坡和陡坡地,其中石碗和高峰的园地面积最大,占园地总面积的66.15%。15°以上缓坡和陡坡地果园面积占77.76%,800 m以上果园面积占51.9%。园地以柑桔园和梨园为主,海拔较高的冷沙黄泥土上有零星茶园分布,菜园和大棚蔬菜地则主要位于平缓坡地上。

3. 林地面积大,林相差,林种单一

全流域林地面积最大,达1 116.32 hm²,占流域土地面积的53.84%,且集中在龙虎、石碗和力庄三个村,其面积共占林地总面积的73.62%。各个高程级的斜坡和陡坡地上均有大量林地分布,海拔800 m以上地区,林地占53.84%,15°以上缓坡和陡坡地林地面积占92.79%。林地中有林地占99%,森林多为次生林,中幼林居多,林相差。流域南面树种以松树为主,北面则以柏树为主,较为单一。

4. 荒山草坡面积小,天然草场少

流域内荒山草坡很少,仅有26.35 hm²,占流域总面积的1.27%,多分布在800 m以上深丘、低中山地区。而且,荒山草坡土壤瘠薄,草质差,天然草场很少,开发利用潜力小,土地后备资源不足。

3.3 小流域坡度和高程对经济发展的影响分析

土地生产力影响着地区经济的发展,作为土地资源的两个主要状态因子,坡度、高程与土壤、水资源和气候等自然因子共同影响土地生产力,从而影响区域经济发展。就一般规律而言,土地生产力随土地坡度加大而减少,随高程增高而降低,尤其是达到或超过粮食、果林的适宜生长坡度和高程后,不论是坡度还是高程的增加,土地生产力的降低幅度都很大。在一定程度上,坡度和高程虽然不是土地生产力的决定因子,但由于对五谷、果蔬、林、牧业生产影响大,因此和生产效益往往有一定的定量比例关系(表3)。

表3中数据显示,陡坡和高海拔自然状态严重制约着小流域农业生产及其经济发展。由于山高坡陡,流域上部的力庄、高峰和龙虎等村的经济收入明显低于流域中下部的竹溪、石碗、红华几个村。以竹溪和龙虎两村为例,两村的幅员面积比为2.44:1,15°以下的平坝缓坡地面积比为5.48:1,斜坡地面积比为1.79:1,陡坡面积比为1.68:1,而农业总收入比为3.28:1,每平方公里平均农业产值比为1.89:1。以上数据分析显示出不同坡度和高程的土地生产效益的差异。另外,坡度和高程对农业的发展方向也有很大影响。流域中下部各村农业收入中种植业收入比重较大,牧业次之,林业最小。随着坡度和海拔增大,农业收入中林业、牧业收入比重逐渐增加,种植业有所减小。因此,小流域经济建设中,要以整个流域为一个整体,根据各行政村的优势,找准方向,以加速经济发展。

表 3 石碗溪小流域各行政村年收入与坡度、高程关系比较¹⁾

Table 3 Relations between economical income and slope and elevation of each village in Shiwan watershed

行政村	土地	农业	0~15°, 15~25°, >25°	<500 m, 500~800 m, >800 m	种植业,林业,牧业 收入(万元)
	总面积 (hm ²)	总收入 (万元)	各级土地面积比例	各级土地面积比例	
竹溪	414.6	163.38	26.8:25.88:47.32	36.6:27.1:36.3	108.88,2.4,52.1
大坪	276.2	55.3	25.7:23.8:50.5	34.3:24.8:40.9	44.0,1.3,10.0
石碗	318.92	134	16.8:35.0:48.2	28.34:24.64:47.02	100.0,1.0,33.0
红华	357.41	165.31	21.2:22.9:55.9	17.74:31.9:50.36	113.25,6.5,45.56
力庄	246.34	48.5	15.0:23.9:61.1	6.8:36.9:56.3	22.6,1.9,24.0
高峰	216.77	49.25	16.18:27.3:56.52	21.88:22.8:46.32	39.0,3.25,7.0
龙虎	196.76	49.8	10.3:30.4:59.3	7.81:31.76:50.43	28.8,5.0,16.0

1)经济数据来源于开县 2002 年年鉴。

4 结论和讨论

4.1 坡度、高程对土地利用和经济发展的影响

对石碗溪小流域不同坡度和高程土地分布、土地利用及经济发展状况分析表明:

- 1. 随着坡度和高程的增加,土地面积逐渐增大,>25°的陡坡地占流域面积的 54.16%,47.38%的土地海拔>800 m,小流域土地自然条件较差。
- 2. 各种土地利用类型面积均随着坡度和高程的增大而增加。流域内林地面积最大,占 53.84%,主要分布于海拔 800 m 以上、坡度>15°的斜坡和陡坡地带;耕地面积次之,各个坡度和高程级均有分布;园地面积占土地总面积的 13.31%,集中在 15°~25°的斜坡地。
- 3. 坡度和高程对流域经济发展方向和速度也有较大影响。流域中下部的竹溪、石碗、红华等村经济收入较高,种植业收入比重较大;流域上部的力庄、高峰和龙虎等村,山高坡陡,经济收入明显下降,但林业和牧业所占比重有所增大。

4.2 合理利用土地,促进小流域经济发展的建议

土地是小流域经济发展的基础。合理利用土地,是确保山区农业稳步发展、控制水土流失、促进经济发展的必然要求。因此,要依据小流域坡度、高程等自然条件,结合其社会经济状况,遵循“有所为、有所不为”的原则,调整土地利用结构,以达到生态、经济和社会三效益的统一。

- 1. 因地制宜,合理布局农林牧业用地
- 小流域由于坡度、高程等自然环境的差异,不一定都适合粮食作物生产,应充分利用多样的自然环境条件,选择适合的经济植物种类,发展特色产业。500 m 以下平缓坡地,完善基础设施,建设高产稳产

基本农田,集中种植粮食、蔬菜,确保农业稳步发展,满足流域基本粮食需要;15°~25°斜坡地,配套灌溉和交通设施,加种板栗、枣、水蜜桃等适宜树种,对原有的柑桔、梨等果树加强管理,建成高标准、高质量果园基地。800 m 以上>25°的陡坡地,必须坚决退耕还林还草,营造经济林、生态林和薪炭林,解决肥料、燃料、饲料矛盾,综合发展林、牧业^[6-8]。

2. 改变微地形,提高土地生产力

虽然自然坡度和高程从宏观上将是不易改变的,但在“微观”上却是可以改造的。特别是流域内 7~25°大面积的缓坡、斜坡旱耕地,应大力实施坡改梯工程,完善坡面水系,用水平梯土撩壕或水平梯土等方法整地,减少水土流失,培肥土壤,提高土地生产力^[9,10]。

3. 制定和完善相关土地政策,保护土地资源

按国家有关规定,结合小流域实际,严格控制非农业占用耕地,有计划、有步骤并在尊重农民意愿的基础上进行退耕还林还草。同时要加强荒山草坡管理,实行村民承包制,既增加农民经济收入,又保护土地资源。

参考文献(References):

[1] Wang Yinchuan, Zhang Fengrong, Sun Danfeng. Discussion about theory and method of small watershed land utilization plan[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2002, 16(2):118~121. [王印传,张凤荣,孙丹峰. 小流域土地利用规划的理论与方法探讨[J]. 水土保持学报, 2002, 16(2):118~121.]

[2] Zhou Guofu. Influence and Counter Measures of Land for the Sustainable Development in the Mountain Region. *Journal of Guizhou Normal University(Natural Science)*. 2002, 20(2):61~65. [周国富. 山区农业持续发展影响及对策[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2002, 20(2):61~65.]

[3] Zhou Wancun. Impact of land nature slope and sea level elevation on the economic development in the Three Gorges Area[J]. *Resources*

- and Environment in the Yangtze Basin. 2001, 10(1):15~21. [周万村. 三峡库区土地自然坡度和高程对经济发展的影响[J]. 长江流域资源与环境, 2001, 10(1):15~21.]
- [4] Qin Yang, Fu Bojie, Wang Jun *et al.* Study on the land use temporal and spatial distribution and its relation with the topography[J]. *Journal of Natural Resources*. 2003, 18(1):20~25. [丘扬, 傅伯杰, 王军, 等. 黄土丘陵小流域土地利用的时空分布及其与地形因子的关系[J]. 自然资源学报, 2003, 18(1):20~25.]
- [5] Lu Jianbo, Wang Zhaoqian. Qingshishan Watershed agra-ecology information system and its application with the support of Geographic Information System (GIS)[J]. *Chinese Journal of Application Ecology*. 2000, 11(5):703~706. [卢剑波, 王兆骞. GIS支持下的青石山区小流域农业生态经济系统(QWAEIS)及其应用研究[J]. 应用生态学报, 2000, 11(5):703~706.]
- [6] Li Xinhui, Li Ruixue, Wei Chaofu. Study on vertical diversity of natural resource and management model in small watershed of mountain region. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2003, 17(1):96~99. [李新虎, 李瑞雪, 魏朝富. 山区小流域自然资源垂直分异特征及其治理模式研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(1):96~99.]
- [7] Cheng Zhijian, Liu Shaoquan, Liao Xiaoyong. Optimum adjustment on the mountain ecosystem in the TGP Area. *Journal of Mountain Science*. 2003, 21(1):85~89. [陈治谏, 刘邵权, 廖晓勇等. 三峡库区山地生态系统优化调控[J]. 山地学报, 2003, 21(1):85~89.]
- [8] Tang Ya, Sun Hui, Xie Jiasui. Sustainable mountain development in West China: some emerging issues. *Journal of Mountain Science*. 2003, 21(1):1~8. [唐亚, 孙辉, 谢嘉穗等. 中国西部山地可持续发展的一些思考[J]. 山地学报, 2003, 21(1):1~8.]
- [9] Sun Fan, Feng Shengping. A discussion on the theory of restorative ecology and its use in guiding the giving up cultivation and resuming forest in TGP Area. *Review of China Agricultural Science and Technology*. 2001, 3(1):17~20. [孙凡, 冯沈萍. 论恢复生态学原理及其在三峡库区退耕还林(草)中的指导作用[J]. 中国农业科技导报, 2001, 3(1):17~20.]
- [10] Deng Bailuo, Tan Zhenhui. Study of the cultural techniques for nontimber forest on Purple Soil. *Journal of Mountain Science*. 2003, 21(2):201~209. [邓白罗, 谭振辉. 紫色土经济林栽培技术[J]. 山地学报, 2003, 21(2):201~209.]

Impact of Land Slope and Elevation on the Landuse and Economy Development in Mountain Watershed, Chongqing

LUO Yunyun, LI Ruixue, QU Min

(College of Resources and Environment, Southwest Agriculture University, Chongqing 400716)

Abstract: Sustainable use of land resource is critical to meliorate the ecological environment and accelerate the agriculture and economy development in mountain watershed. Slope and elevation are two important factors of land resource, that have close relations to the land use. In the mountain area, the slope and elevation decide the ways of landuse and thus influence agriculture and economy development. Shiwanxi watershed area covers 20.73 km² in which mountains are high and slopes steep. The slopes and elevation are separately divided into 3 grades according to the impact levels on landuse. Slope grades are: 0°~15°, 15°~25°, >25° and elevation grades are: below 500 m, 500~800 m and above 800 m. We have made the grading map of slope and elevation with 1:10 000 relief map, and obtained the areas of both land and landuse types of each grade by superposing the grading map of slope and elevation and the landuse map. The areas of land increase with the steep of slope and the rise of altitude. The fields and garden plot are mainly distributed on the slope of 0°~15° and 15°~25° below 800 m. The forests are mainly distributed on slopes of >25° over 800 m. On the basis of the quantitative analysis and comparison of annual output value of the agriculture of each countries in this area, it can be seen that there exist clear inverse proportions between the annual output and the nature slope and elevation. Viewing the economic and social characteristics of this small watershed, we put forward some suggestions following the principle of "there are something to go on doing, something not to go on doing". The results of this paper are expected to provide theoretical basis and scientific references not only for the local departments, but also for researches concerning this subject.

Key words: mountain watershed; slope; elevation; landuse; economy development