

1960–2010年贵州省喀斯特山区陡坡土地利用变化

张跃红¹, 安裕伦¹, 马良瑞¹, 李 雪²

(1. 贵州师范大学山地资源与环境遥感应用重点实验室, 贵阳 550001; 2. 贵阳市第四十中学, 贵阳 550001)

摘 要: 基于GIS与RS技术, 以贵州省喀斯特山区坡度大于25°的区域为研究对象, 利用1960年1:50000地形图、1990年Landsat TM遥感影像以及2010年的环境减灾卫星(HJ-1A/1B)影像, 解译获取1960、1990、2010年3个时间点的土地利用数据, 并结合贵州省水文地质图、坡度图进行陡坡土地利用变化分析。结果表明: ①1960-1990年的30年间, 有林地、灌木林、水体呈减少趋势, 其中灌木林减少的最多, 其次是有林地; 而草地、建设用地、裸岩和耕地呈持续增长趋势, 其中草地增加的最多, 其次是耕地。②1990-2010年的20年间, 灌木林、裸岩、耕地呈减少趋势, 其中耕地减少的最多; 而有林地、疏林地、草地、水体呈增长趋势, 其中疏林地增加的最多。③随坡度增加覆盖比例呈降低趋势的土地利用类型为有林地、疏林地、水体、建设用地和耕地; 随坡度增加覆盖比例呈增加趋势的土地利用为灌木林、草地和裸岩。

关 键 词: 贵州省; 喀斯特; 陡坡; 土地利用; GIS; RS

1 引言

土地利用变化已经成为全球环境变化研究的前沿和热点领域之一^[1-4]。生物物理、气候、人口、经济及政策导向都直接或间接的影响着土地利用变化^[5]。区域尺度的土地利用变化研究是参与全球环境变化研究的具体途径, 从区域角度研究土地利用变化及环境效应成为土地利用土地覆被变化的研究重点^[1,6-8]。

随着人口增长、农村城镇化耕地占用以及土地石漠化等, 可有效利用的耕地面积也在相应减少, 尤其在“人多地少”的贵州喀斯特山区, 陡坡土地已成为当地土地资源的重要组成部分而被加以开发利用, 但是陡坡土地除易于遭受水土流失侵袭等特点之外, 因更具有成土速率慢、土层薄、土壤贫瘠、土地植被系统极易被干扰等特点而极易在土地利用发生变化的过程中产生系列生态问题 and 环境灾难, 所以科学、系统的研究喀斯特山区陡坡土地利用变化对于区域生态环境和社会发展有深远的意义^[9-11]。1960-1990年的30年间贵州省人口迅速增加, 为满足生存需要, 人们盲目陡坡开荒、毁林造田, 加之资源保护意识薄弱, 耕地大幅增长, 生态环

境日趋恶化。进入20世纪90年代, 国家为了可持续发展, 禁止开荒种地, 并对于坡度大于25°的耕地强制实施退耕还林还草政策, 但是部分区域又与国家为粮食安全划定的基本农田保护区产生了重叠, 与此同时中国城市化建设飞速发展, 建制市县在20年的时间内迅速增加。但是, 对于耕地不足、生态环境脆弱、城市化进程突飞猛进的贵州喀斯特山区, 其陡坡土地利用变化尚无研究。因此, 研究以农业发展为主导的1960-1990年之间以及在国家政策干预下的同时又以城市化发展为主导的1990-2010年期间, 坡度大于25°的土地利用变化显得尤为重要, 反映出两个时期内土地利用变化状况及国家退耕还林还草政策的有效性。本文着眼于中等时间尺度(50年)上变化, 分析贵州省喀斯特山区土地利用变化在陡坡地段的变化过程, 规律和驱动因素。

2 研究区概况

贵州省位于云贵高原的东部, 中国西南地区的东部, 东邻湖南, 南界广西, 西连云南, 北接四川、重庆, 介于103°31'~109°30' E, 24°30'~29°13' N之

收稿日期: 2011-11; 修订日期: 2012-01.

基金项目: 贵州省科技支撑攻关计划项目(黔科合GY字(2007)3017, 黔科合GY字(2008)3022)。

作者简介: 张跃红(1987-), 女, 贵州贵定人, 硕士研究生, 研究方向为地理信息系统与遥感。E-mail: 449253164@qq.com

通讯作者: 安裕伦(1957-), 男, 教授, 硕士生导师, 从事地理信息系统与遥感工作。E-mail: anyulun@126.com

的精度评价功能模块,采集可靠的样本数据,建立误差矩阵,分别对监督分类后的遥感影像进行精度验证,结果显示:1990年7张影像监督分类结果平均的总体精度为80.2%,Kappa系数为0.76;2010年3张影像分类结果平均总体精度为85.4%,Kappa系数为0.80,两期数据分类精度较高可直接使用。

3.2 坡度划分与土地利用分类

3.2.1 坡度分级依据与划分

研究显示,随着坡度增大土壤侵蚀面积也相应增加,其侵蚀临界坡度为25°左右^[14],而土壤侵蚀与土地利用方式有非常密切的关系^[15-16]。因此,根据贵州省山地坡度分布特点,参考贵州土地整理项目规范、国家水土流失标准以便于与其他方面的研究对接,本文把陡坡土地定义为喀斯特山区大于25°坡度的土地,将贵州省喀斯特山区陡坡土地划分为25°~35°、35°~45°、>45°这3个坡度区间(图3)。

3.2.2 土地利用分类依据与划分

通过地形图、航空像片解释和野外实际调查,将研究区内土地利用分为有林地、灌木林、疏林地、草地、水体、建设用地、裸岩和耕地8个类型。

型分别为灌木(40.15%)、耕地(19.62%)和裸岩(11.79%);90年代,主要的土地利用类型转变为耕地(29.96%)、草地(24.25%)、灌木林(16.72%)与裸岩(15.21%);2010年,主要的土地利用类型分别为草地(28.47%)、灌木林(16.59%)、疏林地(15.34%)与耕

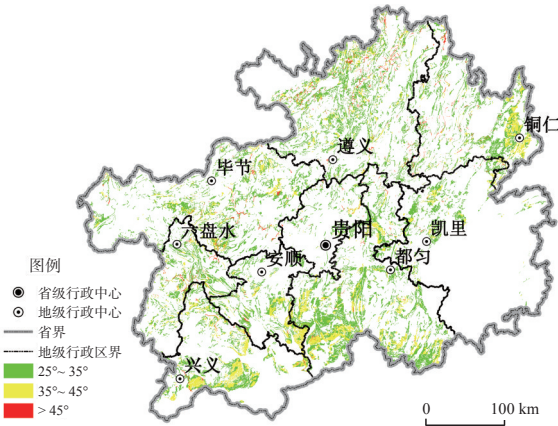


图3 贵州省喀斯特山区陡坡坡度图
Fig.3 Gradient map of slope land in karst mountainous regions of Guizhou

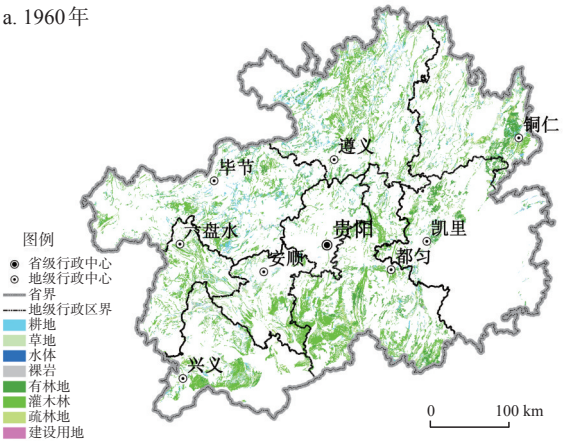
4 结果与分析

4.1 喀斯特山区陡坡土地利用动态变化过程

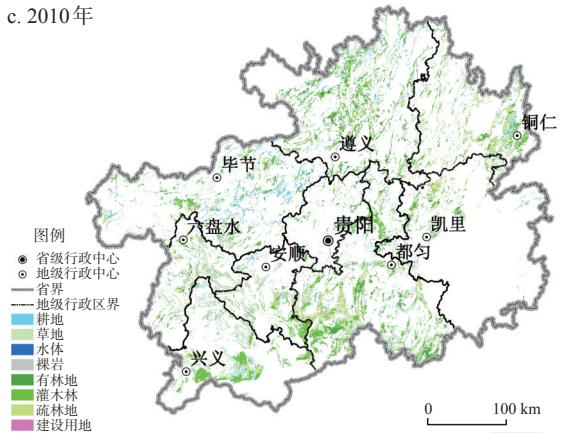
土地利用类型的数量变化反映在不同类型面积总量的变化上,通过分析土地利用类型的总量变化,可以掌握土地利用变化总趋势及其结构变化特征。本文通过对3个时段土地利用数据(图4~5,表1)进行统计分析,得出如下结论。

(1) 过去50年贵州喀斯特山区陡坡地段土地利用发生了显著的变化,60年代主要的土地利用类

a. 1960年



c. 2010年



b. 1990年

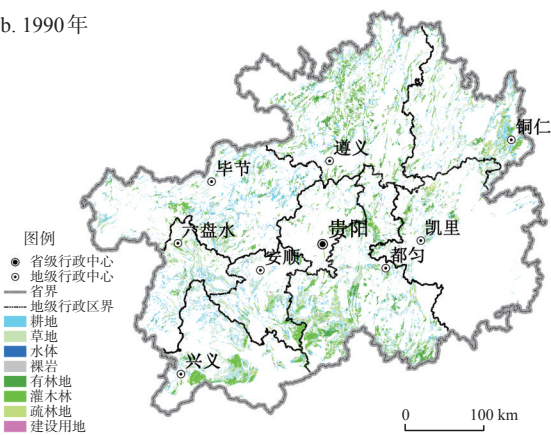


图4 贵州省喀斯特山区陡坡土地利用图

Fig.4 Land use map of slope land in karst mountainous regions of Guizhou

表 1 1960–2010 年贵州喀斯特山区陡坡土地利用变化

Tab.1 Land use change of slope land in karst mountainous regions of Guizhou from 1960 to 2010									
年份	类型	有林地	灌木林	疏林地	草地	水体	建设用地	裸岩	耕地
1960	面积/km ²	5079.96	12943.62	1555.43	2341.74	116.38	74.41	3801.21	6326.3
	比例/%	15.76	40.15	4.83	7.26	0.36	0.23	11.79	19.62
1990	面积/km ²	2535.19	5390.37	1732.68	7817.45	69.78	178.84	4854.98	9659.76
	比例/%	7.86	16.72	5.37	24.25	0.22	0.55	15.06	29.96
2010	面积/km ²	4060.09	5347.37	4945.21	9177.45	116.78	717.84	3049.98	4824.33
	比例/%	12.59	16.59	15.34	28.47	0.36	2.23	9.46	14.96
1960-1990	变化总量/km ²	-2544.77	-7553.24	177.26	5475.71	-46.6	104.43	1053.78	3333.45
	占总面积比例/%	-7.89	-23.43	0.55	16.98	-0.14	0.32	3.27	10.34
	年均变化率/(km ² /a)	-84.83	-251.78	5.91	182.52	-1.55	3.48	35.13	111.12
	变化总量/km ²	1524.9	-43	3212.52	1360	47	539	-1805	-4635.42
1990-2010	占总面积比例/%	4.73	-0.13	9.96	4.22	0.15	1.67	-5.60	-15
	年均变化率/(km ² /a)	76.25	-2.15	160.63	68	2.35	26.95	-90.25	-241.77

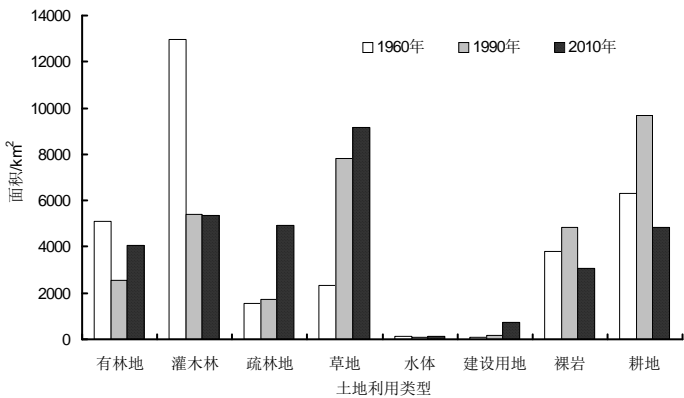


图5 1960、1990 及 2010 年贵州省喀斯特山区陡坡土地利用柱状图
Fig.5 Land use histogram of slope land in karst mountainous regions of Guizhou in 1960, 1990 and 2010

地(14.96%)。

(2) 1960-1990 年的 30 年间,有林地、灌木林、水体呈减少趋势,其中灌木林减少的最多,达 7553.24 km², 占全省喀斯特山区陡坡总面积的 23.43%,其次是有林地,为 2544.77 km², 占总面积的 7.89%;而草地、建设用地、裸岩和耕地呈持续增长趋势,其中草地增加的最多,达 5475.71 km², 占总面积的 16.98%,其次是耕地,为 3333.45 km², 占总面积的 10.34%。

1990-2010 年的 20 年间,灌木林、裸岩、耕地呈减少趋势,其中耕地减少的最多,为 4635.42 km², 占总面积的 15%;而有林地、疏林地、草地、水体呈增长趋势,其中疏林地增加的最多,为 3212.52 km², 占总面积的 9.96%。

(3) 在持续减少的土地利用类型中,灌木林在 20 世纪 90 年代前迅速减少,1960-1990 年变化速率

为 1990-2010 年间的 117.10 倍;在持续增加的土地利用类型中,疏林地在 90 年代后迅速增加,1990-2010 年增长速率为 1960-1990 年间的 27.18 倍;草地在 90 年代后增长速率放缓,90 年代后变化速率大致为 90 年代前变化率的 1/3;建设用地迅速增长的时期出现在 1990-2010 年间,为 1990 年前增长速率的 7.74 倍;裸岩在 1990-2010 年间减少速率为 1960-1990 年增加速率的 2.56 倍;耕地在 1990-2010 年减少速率为 1960-1990 年间增加速率的 2.22 倍;其余的土地利用变化类型中,有林地在 1960-1990 年间减少速率略高于 1990-2010 年间增长速率,水体在 1960-1990 年间减少速率略低于 1990-2010 年间增长速率。

4.2 土地利用与坡度关系

贵州省境内喀斯特山区大于 25°坡度(陡坡)的土地总面积为 32239.04 km², 占全省总面积的 18.30%。按照 25°~35°、35°~45°、>45°的区间将贵州喀斯特山区土地利用的坡度分为三级坡度带,其面积分别为 23346.97 km²(占喀斯特山区陡坡面积的 72.42%)、8003.16 km²(24.82%)、888.91 km²(2.76%)。过去 50 年土地利用在不同坡度的分布状况见表 2。

过去 50 年贵州省喀斯特山区土地利用随坡度分异的大致规律是:随坡度增加覆盖比例呈降低趋势的土地利用类型为有林地、疏林地、水体、建设用地和耕地;随坡度增加覆盖比率呈增加趋势的土地利用类型为灌木林、草地和裸岩。

表 2 1960–2010 年各坡度等级上的土地利用变化
Tab.2 Land use change on slope grades from 1960 to 2010

年代		25° ~ 35°		35° ~ 45°		>45°	
		变化面积/km ²	百分比/%	变化面积/km ²	百分比/%	变化面积/km ²	百分比/%
1960-1990	有林地	-1873.82	-8.03	-624.04	-7.8	-46.91	-5.28
	灌木林	-4946.72	-21.19	-2261.03	-28.25	-345.5	-38.87
	疏林地	139.79	0.6	35.47	0.44	1.99	0.22
	草地	3834.93	16.43	1461.03	18.26	179.75	20.22
	水体	-36.81	-0.16	-8.79	-0.11	-1	-0.11
	建设用地	76.05	0.33	28.1	0.35	0.27	0.03
	裸岩	535.54	2.29	444.33	5.55	73.91	8.31
	耕地	2071.03	8.87	924.93	11.56	137.49	15.47
1990-2010	有林地	1122	4.81	365.9	4.57	37	4.16
	灌木林	-405.15	-1.74	284.49	3.55	77.66	8.74
	疏林地	2801.21	12	374.52	4.68	36.8	4.14
	草地	582.21	2.49	633.79	7.92	144	16.2
	水体	34.57	0.15	11.29	0.14	1.14	0.13
	建设用地	419.3	1.8	117.73	1.47	1.96	0.22
	裸岩	-1127.87	-4.83	-608.07	-7.6	-69.05	-7.77
	耕地	-3226.27	-13.82	-1179.65	-14.74	-229.51	-25.82
	总面积		23346.97		8003.16		888.91

20 世纪 60 年代覆盖率与坡度变化呈显著负相关的土地利用类型为:有林地、疏林地、水体、建设用地和耕地,其余为正相关;灌木林和疏林地在 25° ~ 35°、35° ~ 45° 的区间内覆盖比率差别微小,而当坡度>45°时覆盖率差异显著。90 年代覆盖率与坡度变化呈显著负相关的土地利用类型为:有林地、灌木林、疏林地、水体、建设用地、耕地;呈显著正相关为草地、裸岩;有林地、疏林地、水体和建设用地在 25° ~ 35°、35° ~ 45° 的坡度间覆盖比率差别微小,而与在>45°坡度上的覆盖率差异显著。2010 年土地利用类型在不同坡度的表现为:随坡度增加覆盖率呈显著降低趋势的土地利用类型为有林地、疏林地、水体、建设用地和耕地;随坡度增加覆盖率呈显著增加趋势的土地利用类型为灌木林、草地、裸岩;其中灌木林在 35° ~ 45°坡度带、>45°坡度带的覆盖率差别微小而较 25° ~ 35°坡度带的覆盖率显著提高;疏林地在 35° ~ 45°坡度带、>45°坡度带的覆盖率差别微小而较 25° ~ 35°坡度带的覆盖率显著降低;建设用地主要集中在 25° ~ 35°、35° ~ 45°坡度间,而相互间覆盖率差异微小,在>45°坡度带上建设用地覆盖率显著降低。

4.3 土地利用变化驱动力分析

4.3.1 自然条件

贵州省喀斯特山区的成土母质为碳酸盐沉积,其土壤特征表现为土层薄且土壤肥力弱^[17],这种相

对恶劣的生境主要以灌木树种,矮化成灌木型的乔木树种及杂灌丛组成,其面积占 1960 年三级坡度土地利用面积的 40.15%,而有林地与草地只占 1960 年三级坡地土地利用面积的 15.76%与 7.26%。随着坡度增加,土层厚度、营养物质逐渐降低,土地覆盖呈现灌木林与草地覆盖逐渐增加而林地覆盖逐渐降低的趋势。

4.3.2 人口增长

1960-1990 年的 30 年间贵州省人口迅速增加,由 1960 年的 1642.99 万人增加至 1990 年的 3267.53 万人^[18],增长了 1.99 倍,为了满足生存需要,人们盲目陡坡开荒、毁林造田,加之资源保护意识薄弱、相应法律法规尚未健全与完善,有林地、灌木、疏林地较 1960 年覆盖率大幅降低,耕地大幅增长的态势。而随着人口增加与活动范围的扩张,人地矛盾日益尖锐,自然生境退化现象突出:因为薪炭消耗的需要,木本植物被砍伐,其生境被草本植物演替,或因为不适宜的开荒种地尤其是陡坡地段的开荒种地,农田遭到灾毁和自然废弃既然转变为荒草地的概率远远大于其他地段,因此 1990 年土地利用类型中,草地比例迅速上升,达到 24.25%。由于人为不适宜的开荒种地造成了水土流失加重、土地退化和喀斯特石漠化现象的加剧,三级坡度带的裸岩率由 1960 年的 11.79%增加至 1990 年的 15.06%,尤其大于 45°坡度带裸岩在该坡度上的面积比例甚至

达到23.41%,这种光秃秃的鲜有植被覆盖的裸岩山是贵州省喀斯特山区石漠化加剧、生态恶化的重要表征^[19-20]。其水域面积也自1960年出现萎缩的状况,在生态学角度这与植被覆盖率降低和土地利用方式转变导致生态系统涵养水源的能力降低有紧密的因果联系。

4.3.3 经济增长

随着城市化进程的加剧与加速,建设用地面积呈现出激增的态势,进一步分析显示,建设用地多分布于缓坡地带,在扩张中的用地倾向与耕地分布叠合度高,建设用地增加往往伴随耕地面积减少。

4.3.4 国家“生态退耕”政府决策

进入20世纪90年代以后,随着森林管理和保护法案的颁布和实施,能源利用的转型,林地的覆盖率有所回升,其中以疏林地覆盖率的增加最为显著,这与大规模的植树造林和封山育林区的保育紧密相关。进入2000年后,国家颁布水土流失防止规定,规定大于25°的坡耕地需要有计划地进行退耕还草与退耕还林,根据上文的研究发现,在35°~45°坡度带上,退耕还林的强度大于退耕还草的强度,而在>45°坡度带上,退耕还草的强度大于退耕还林的强度。这一点再次表明喀斯特山区陡坡土地利用转变模式的差异特征中,耕地减少面积随坡度上升而增加,反映出退耕还林、退耕还草的力度随坡度升高而增强。

5 结论与讨论

本文的研究表明,过去50年间,贵州喀斯特山区陡坡地段的土地利用发生了显著的变化,主要特征为植被的覆盖率随耕地的增加而减少,植被退化、耕地增加伴随着裸岩率显著上升。其次,随着城市化进程与国家“生态退耕”政策法规的实施,土地利用中建设用地与林地覆盖度形成鲜明的转变特征。在对于不同坡度带上土地利用的研究进一步表明贵州喀斯特山区陡坡地段的土地利用特征与转变方式与坡度之间关系密切:一定人口密度和人类活动强度的干扰下,变化最先开始于坡度较缓的地段,并呈现出明显的分化,但随着开发资源的短缺,土地利用变化开始在陡坡地带发生明显变化,20世纪90年代前最直接的影响因素是耕地的开垦,而90年代后最直接的影响因素是建设用地面积的扩张与大规模的植树造林活动。

土地利用空间格局在很大程度上记录了人与

自然相互作用的过程,并逐渐形成了具有典型特征的区域土地利用格局的空间模式。建国以来的50年集中体现了现代社会背景下的人类活动与自然环境的交互过程,其中,等时间尺度的关于土地利用变化研究有助于深入认识该区域环境特征与变化过程,并与全球环境变化的研究接轨,从而为喀斯特石漠化发生方式、机制和治理手段的深入研究提供更开阔的思路和更成熟的技术手段。

参考文献

- [1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558.
- [2] Lambin E F. Land-use and land-cover change: Implementation strategy, IGBP Report, 1999, No. 48/IHDP Report, No. 10, IGBP Stockholm.
- [3] 蔡运龙. 土地利用/覆被变化研究: 寻求新的综合途径. 地理研究, 2001, 20(6): 645-652.
- [4] 刘彦随, 陈百明. 中国可持续发展问题与土地利用/覆被变化研究. 地理研究, 2002, 21(3): 324-330.
- [5] Turner B L, Skole D L, Sanderson S, et al. Land-Use and Land-Cover Change: Science/Research Plan IGBP Report, 1995, No. 35 and IHDP Report No.7, Stockholm and Geneva. <http://www.ihdp.unidonn.de/html/publications/reports/report07/luccsp.htm>.
- [6] 何春阳, 史培军, 陈晋, 等. 北京地区土地利用/覆盖变化研究. 地理研究, 2001, 20(6): 679-687.
- [7] 朱会义, 李秀彬, 何书金, 等. 环渤海地区土地利用的时空变化分析. 地理学报, 2001, 56(3): 253-260.
- [8] 赵文武, 傅伯杰, 吕一河. 多尺度土地利用与土壤侵蚀. 地理科学进展, 2006, 25(1): 24-33.
- [9] 袁道先. 我国西南岩溶石山的环境地质问题. 世界科技研究与发展, 1997, 19(5): 93-97.
- [10] 张殿发, 欧阳自远, 王世杰. 中国西南喀斯特地区人口、资源、环境与可持续发展. 中国人口·资源与环境, 2001, 11(1): 77-81.
- [11] 王世杰. 喀斯特石漠化: 中国西南最严重的生态地质环境问题. 矿物岩石地球化学通报, 2003, 22(2): 120-126.
- [12] 周忠发, 安裕伦. 贵州省水土流失遥感现状调查及空间变化分析. 水土保持通报, 2000, 20(6): 23-26.
- [13] 万军. 贵州省喀斯特地区土地退化与生态重建研究进展. 地球科学进展, 2003, 18(3): 447-453.
- [14] 胡世雄, 靳长兴. 坡面土壤侵蚀临界坡度问题的理论与实验研究. 地理学报, 1999, 54(4): 347-356.
- [15] 杨瑞珍. 我国坡耕地资源及其利用模式. 自然资源, 1994(1): 1-7.
- [16] 吴秀芹, 蔡运龙. 土地利用/土地覆盖变化与土壤侵蚀关系研究进展. 地理科学进展, 2003, 22(6): 576-584.

- [17] 王世杰, 季宏兵, 欧阳自远, 等. 碳酸盐岩风化成土作用的初步研究. 中国科学: D 辑, 1999, 29(5): 441-449.
- [18] 中国统计局. 贵州统计年鉴(2009). 北京: 中国统计出版社, 2009.
- [19] 屠玉林. 岩溶生态环境异质性特征分析. 贵州科学, 1997, 15(3): 176-181.
- [20] 王世杰. 喀斯特石漠化概念演绎及其科学内涵的探讨. 中国岩溶, 2002, 21(2): 101-105.

Land Use Change of Slope Land in Karst Mountainous Regions, Guizhou Province during 1960–2010

ZHANG Yuehong¹, AN Yulun¹, MA Liangrui¹, LI Xue²

(1. Provincial Key Laboratory of Mountain Resources and Environmental Remote Sensing, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China; 2. No.40 Middle School of Guiyang, Guiyang 550001, China)

Abstract: Land use change has intensively been studied in different ways across the world and it has greatly been influenced by human activity such as land degradation and soil erosion, land acquisition and expansion during the process of urbanization. Therefore, it is important to understand the process of land use/cover change for policy making, evaluation of potential environmental problems and man-land relationship. The environment pressure has continuously increased with constant population pressure since the 1960s. Serious environment problems have resulted from livelihood, insufficient awareness of environmental protection as well as a lack of laws and regulations concerned. And then a strategy of sustainable development has been implemented to protect environment. The policy of returning cultivated land to forest and grassland was issued in the 1990s. The exposed area of carbonate rocks has 73% and the mountainous and hilly areas account for 92.5% of the total provincial area. Therefore, the slope land is the main part of cultivated land resource in Guizhou Province. This kind of land use pattern leads to ecological issues of serious soil erosion and rock desertification. So it is important to study the land use change of the slope land in karst mountainous regions in Guizhou over the past 50 years. Based on GIS and RS technologies, this paper conducts studies on the regions with the slope greater than 25 gradients of karst mountainous regions in Guizhou Province. With the topographical maps at the scale of 1:50000 in 1960 and Landsat TM and HJ-1A/1B RS images obtained in 1990 and 2010, the land use data in 1960, 1990 and 2010 was interpreted. Combined with the hydrogeological map and slope map of Guizhou, the land use variations in slope land are analyzed. The results are shown in the following aspects. (1) From 1960 to 1990, forest land, shrub land and water were decreasing, in which shrub land decreased the most and secondly forest land; while grassland, construction land, bare rock and cultivation land were increasing, in which grassland increased most, followed by the cultivation land. (2) From 1990 to 2010, shrub land, bare rock and cultivation land were decreasing in which cultivation land reduced the most; while forest land, open forest land, grassland and water were increasing in which open forest land increased the most. (3) The land use types which were distributed in an inversely proportional to slope were forest land, open forest land, water, construction land and cultivation land; while those which were proportional to slope were shrub land, grassland and bare rock. The development of this area before 1990 was mainly focused on agriculture, but after 1990 it changed and guided by urbanized development. It is indicated primarily that the cultivated land increased drastically from 1960 to 1990 as a result of reclamation under the increasing population pressure and the total area of cultivated land in China dropped in a continuous way, while the total area of city grew in a continuous way because the policy of returning cultivated land to forest and grassland had been implemented since 1990 and urban expansion had grown rapidly.

Key words: Guizhou Province; karst; slope land; land use change; GIS; RS

本文引用格式:

张跃红, 安裕伦, 马良瑞, 等. 1960-2010年贵州省喀斯特山区陡坡土地利用变化. 地理科学进展, 2012, 31(7): 878-884.