

文章编号:1001-4810(2012)01-0046-06

重庆南川区石漠化分布特征及其坡地利用模式分析

熊平生^{1,2}, 袁道先^{1,3}, 谢世友¹, 白 俞¹

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715; 2. 赣南师范学院地理与规划学院, 江西 赣州 341000;
3. 中国地质科学院岩溶地质研究所/国土资源部、广西壮族自治区岩溶动力学重点实验室, 广西 桂林 541004)

摘 要:利用 2004 TM 遥感影像,并结合地质、水文气象、土地利用图等,研究了重庆南川区石漠化的分布特征。结果表明,南川区石漠化分布具有如下特征:地层岩性上,石漠化集中发育在中生界三叠系嘉陵江、飞仙观、雷口坡组和下古生界奥陶系马家沟组碳酸盐地区的纯灰岩与其他灰岩和白云岩互层分布区中;气象水文上,石漠化集中分布在中部槽坝年均温为 10~16℃、年降水量大于 1 200 mm 的地区;地形高程上,轻度石漠化和中度石漠化主要分布在海拔 800~1 200 m 之间,重度石漠化主要分布在 600~800 m 之间,极重度石漠化主要分布在 500~600 m 之间;土地利用上,轻度和中度石漠化主要分布于灌木林地中,重度以上石漠化则主要见于旱地。根据研究区石漠化的发育和分布特点,建议平缓坡地(<5°)推行稻田保护性耕作和加强无公害农产品基地建设;较缓坡地(5°~15°)发展农耕和种植园区;较陡坡地(15°~25°)种植藤本植物(金银花)、经济林果和生态林草;陡峻坡地(>25°)应长期封山育林,重点发展水源林和景观林。

关键词:重庆南川区;岩溶石漠化;分布特点;坡地利用

中图分类号:S157 **文献标识码:**A

目前在对喀斯特石漠化的形成原因,即以脆弱的生态和地质环境为发生背景,以不合理的人类活动为动因,已为大家所普遍接受^[1-8]。其中人为因素对石漠化的贡献越来越大,已经引起了广大岩溶科技工作者的注意。南川区作为国家科技支撑计划项目“重庆地区喀斯特山地退化生态系统综合整治技术与模式”(2006BAC01A16)的一个示范点,项目实施过程中我们发现,人为活动是南川区石漠化形成的主要原因,人为形成的石漠化面积占石漠化土地面积 80% 以上。此外,南川区的石漠化还与碳酸盐岩分布、坡度、水土流失强度、植被覆盖等自然因素有很大的关系。本文拟对该研究项目成果进行初步梳理,总结南川区石漠化的分布特征,探讨其坡地利用模式,以为南川

区石漠化防治提供一些思路。

1 研究区的概况

南川区位于东经 106°54′~107°27′,北纬 28°46′~29°30′之间,大娄山脉西北侧,长江以南,乌江以西,四川盆地东南边缘。东南与贵州道真县、正安县、桐梓县接壤,东北与武隆县为邻,北接涪陵区,西连巴南区、綦江县、万盛区。境内南北长 80.25 km,东西宽 52.50 km,面积 2 602 km²。南川区石漠化面积 224.38 km²,占南川区国土面积的 8.58%,以中度石漠化为主,重度和极重度石漠化较少。中度石漠化和轻度石漠化面积占石漠化区域面积的 97.8%,潜

基金项目:科技部国际合作项目(2008GR1256)、国家自然科学基金(41072192)、国家科技支撑计划(2006BAC01A16)、中国地质调查局地质调查资助项目(1212010813111)、重庆市自然科学基金重点项目(CSTC2009BA0002)、重庆市科技项目(CSTC,2010BC7004)
第一作者简介:熊平生(1972—),男,博士生,副教授,硕士生导师,研究方向:岩溶环境与地质生态。E-mail: xps19721010@163.com.
收稿日期:2011-04-23

在石漠化比重较高,占南川区国土面积的 80.3 %。

2 研究方法

利用 2004 南川区 TM 遥感影像,并结合研究区水文地质图(1:20 万)、行政区划图、土地利用图、地形图(1:5 万),根据确定的石漠化划分标准,对基础数据进行几何校正,以及实地调查社会经济相关资料,分别运用 Erdas、Arcgis、Excel 和 Spss 软件对卫星数据进行预处理、分类、解译和相关系数分析。

3 石漠化分布特征分析

3.1 石漠化分布与岩性空间格局

李瑞玲等^[9]研究发现,贵州岩溶地区的石漠化与岩性存在明显的相关性,强度石漠化主要分布在纯质碳酸岩地区,中度石漠化在白云岩组合中的比例较在灰岩组合中高,轻度石漠化在碳酸岩和碎屑岩夹层和互层中分布较广。南川区碳酸盐岩与非碳酸岩交叉

发育,碳酸岩主要分布在中部和南部的下三叠统嘉陵江组(T_1j)、中三叠统雷口坡组(T_2l)、下三叠统飞仙观组(T_1f)和奥陶系中统马家沟组(O_2m),而非碳酸岩主要分布于平行岭谷的上侏罗统蓬莱镇组(J_3p)、中侏罗统上亚组(J_2s^2)、中侏罗统遂宁组(J_2sn)等地层中^[10]。地表出露的地层和岩石有中寒武系、二叠系、三叠系石灰岩、白云岩、白云质泥灰岩;侏罗系石质砂岩、石英砂岩、粉砂岩;志留系的灰绿、黄绿页岩和粉砂质页岩等。全区石漠化多集中于中部和南部(图 1),由于岩性条件的限制,北部几乎没有石漠化现象,而中部地区的石漠化现象则较为严重,重度、极重度石漠化均出现在该区域。将南川行政图、地层图分别与石漠化现状图叠加,发现石漠化主要发育在纯灰岩与灰岩和白云岩互层的地层中,即石漠化主要集中分布于三泉镇、水江镇、合溪镇、中桥乡、古花乡、庆元乡、金山镇、青龙镇等乡镇,零星分布于兴隆镇、石墙镇、鱼泉乡、德隆乡、石莲乡、头渡镇、太平场镇、大观镇、沿塘乡^[11]。

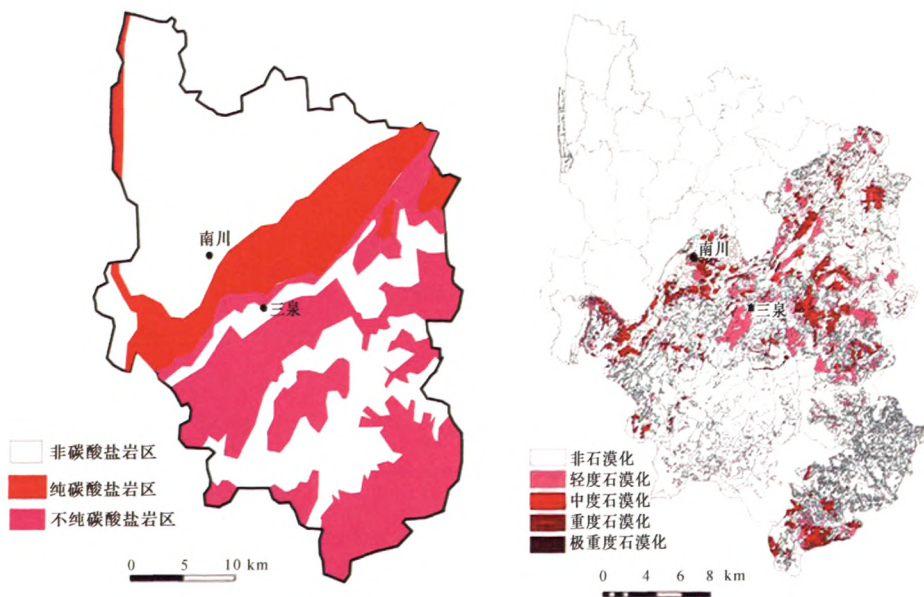


图 1 南川区岩性(左)和石漠化分布(右)对比示意图

Fig. 1 Sketch maps of the lithology(left)and the desertification distribution (right) in Nanchuan region

3.2 石漠化分布与地形地貌的关系

石漠化与地貌分布也有很大的相关性^[12],不同

岩溶地貌类型区石漠化发生率存在明显的区别,在地势陡峭的峰丛洼地、峰林洼地及岩溶陷陷盆地区,石

漠化程度较为严重。地表崎岖破碎和山多坡陡的地貌特征,不仅容易造成水土流失,而且加大了降水的侵蚀能力,叠加人类活动的干扰,喀斯特山地极易退化为荒山,逐渐演变为石漠化。南川地形以山地为主,地势呈东南向西北倾斜,地面高低起伏大,地表破碎。地貌结构可分为北部低山区、中部槽坝区和南部中高山区三大部分(图 2)。而石漠化主要集中分布在中部槽坝区,海拔为 500~800 m,地貌表现为一低山槽坝,多溶蚀残丘。轻度石漠化和中度石漠化主要分布在 800~1 200 m 之间,重度石漠化主要分布在 600~800 m 之间,极重度石漠化主要分布在 500~

600 m 之间。这个分布特征与人类的生产活动的影响有密切的关系,人们从事农业活动主要集中在住居地附近的地方,海拔多为 500~800 m,海拔大于 800 m 以上的地方,地势高且离家远,农业生产活动较少。南川石漠化的坡度分布特征为:极重度石漠化主要分布在大于 30°的坡度上,强度石漠化主要分布在大于 25°的坡度上,中度石漠化分布在大于 22°的坡度上,轻度石漠化主要分布在大于 18°的坡度上^[13]。据阎熙睿等^[14]人对南川区石漠化程度与坡度关系研究表明,不同坡度和不同石漠化程度之间存在比较明显的相关关系,坡度越大,石漠化程度越高。

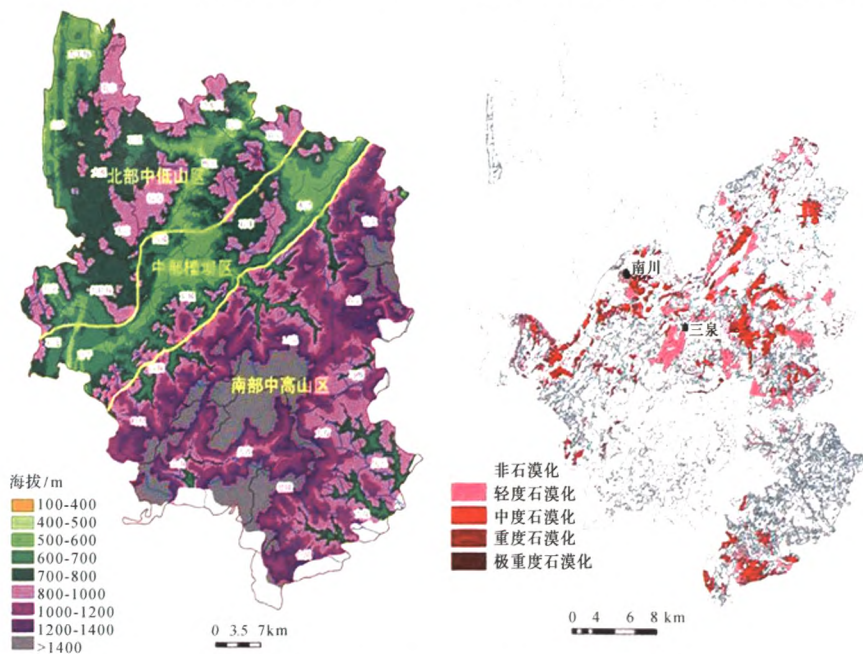


图 2 南川区地形高程(左)与石漠化分布(右)比较示意图

Fig. 2 Sketch maps of the elevation(left)and the desertification distribution (right) in Nanchuan region

3.3 石漠化分布与气候水文因素

气候水文对喀斯特地貌的形成与发育有很大的影响,南川区地处亚热带湿润季风气候区,常年平均气温 16.16℃,最高气温 39.18℃,年平均降水量 1 160 mm,热量丰富,水分较充沛,因此,岩石风化成土较快,但由于地形坡度较大,形成的土壤多从岩隙中流失或随降雨流走,土壤流失速率远远大于成土速率,周而复始造成基岩的裸露,形成石漠化现象。将南川区常年平均气温分布图(图 3 左)、降水量分布图(图 3 右)与石漠化现状分布图(图 1 右)叠加,发现南川石漠化主要集中分布在年平均气温 10~16℃、年

降水量多数大于 1 200 mm 的地区。魏兴萍^[15]通过野外 9 个径流场观测研究也发现,南川土壤侵蚀主要发生在降水较多的 5—9 月,其侵蚀比例占全年的 95%以上,说明降水量的多少很大程度上决定了土壤侵蚀的多少,而水土流失又是石漠化形成的主要途径和方式,彼此间的相关系数达 0.89。

3.4 石漠化分布与土地利用的关系

李阳兵等^[16-17]研究发现,不同等级石漠化与不同土地利用类型和岩石类型存在着相关性。南川区林地、耕地、园地、牧草地、居民点及工矿用地、交通用地、水利建设用地、未利用地以及其它用地面积分别

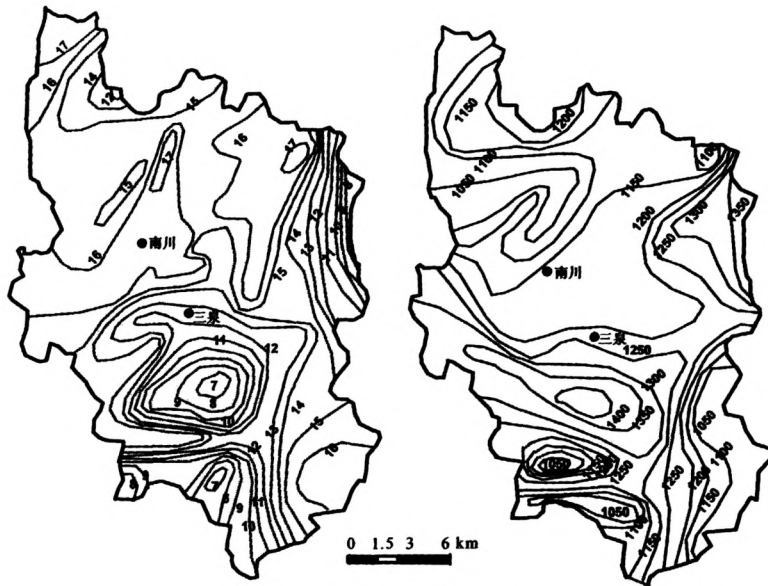


图 3 南川区常年平均气温(左)与降水量(右)等值线图

Fig. 3 Isograms of the annual average temperature (left) and the precipitation (right) in Nanchuan region

占全区土地总面积的 54.48 %、22.35 %、2.61 %、0.90 %、3.31 %、0.51 %、0.42 %、4.98 %、1.04 %，石漠化主要分布在疏林地、灌林地、旱地、低覆盖度草地中(图 4)。低盖度草地有 35.44 % 的面积处于潜在石漠化状态，57.71 % 的面积处于轻度石漠化，20.90 % 的面积处于中度石漠化，3.38 % 处于重度石漠化，0.41 % 处于极重度石漠化；中覆盖度草地有 3.16 % 的面积发生了轻度石漠化，有 1.47 % 的面积发生了中度石漠化，0.16 % 处于重度石漠化，0.10 % 处于极重度石漠化；高覆盖度草地有 2.36 %

的面积发生轻度石漠化，5.53 % 处于潜在石漠化状态，0.21 % 处于中度石漠化，重度和极重度石漠化比例为 0；灌木林和疏林地轻度石漠化分别占灌木林和疏林地面积的 1.76 %、5.25 %；旱地有 0.59 %、1.02 % 面积分别处于潜在石漠化状态和发生轻度石漠化；农村居民点和城镇用地石漠化发生比例较低。研究区的轻度石漠化中，以分布于灌木林中的面积最大；中度石漠化中，也是以灌木林发生的石漠化面积为最大；重度以上石漠化中，以旱地发生的石漠化面积为最大。在喀斯特土地利用中，草地、灌木林和疏林地是人类利用的主要对象，经反复砍伐、持续开垦和放牧，土壤逐渐流失而发生石漠化。

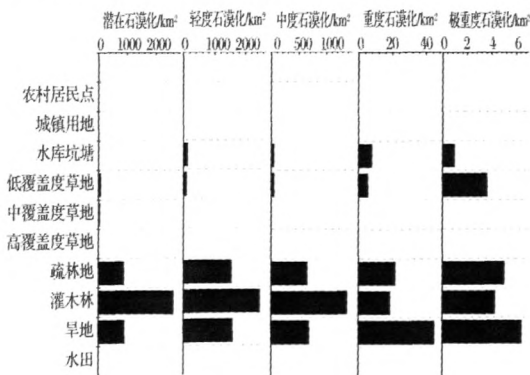


图 4 南川区不同土地利用类型的石漠化分布特征

Fig. 4 Distribution of the rocky desertification under different land use types in Nanchuan region

4 坡地土地利用模式

南川区耕地比重占土地面积的 31.82 %，其中坡度大于 25° 以上的坡耕地占 14.4 %^[18]。如果坡地耕作利用不当，就会导致森林覆盖率降低和水土流失加剧，造成土地逐渐荒漠化、石漠化。长期以来，南川区陡坡垦荒现象严重，这些陡坡耕地基本上没有水土保持设施，又缺乏肥料和管理，耕作粗放，导致土壤流失严重，山地景观沿着“森林或灌丛—耕地—裸岩”的方向演变。这种不合理的耕种方式加剧了水土流失和石漠化面积的扩大^[19]。通过上述对研究区定性和定

量分析发现,南川区石漠化的分布与岩性、坡度和土地利用方式等有较好的相关性,因此,我们认为合理地利用南川区坡地土地资源,是防治南川石漠化的重要途径。为此,笔者分别提出了平缓坡地、较缓坡地、较陡坡地和陡峻坡地四种土地利用模式,兹简述如下:

(1)平缓坡地($<5^{\circ}$):指地形宽阔平坦、土层较厚的山凹区。平缓坡地是南川区农业生产的主要基地,由于土地利用方式单一,多年进行单个种类的粮食种植,使得土质粘重板结,熟化程度低,土壤肥力缺乏。应当大力推行稻田保护性耕作和加强无公害农产品基地建设,并积极改造土地利用模式,建立高效、稳定的农田种植方式。

(2)较缓坡地($5^{\circ}\sim 15^{\circ}$):指坡度较小的低山丘陵及平缓的槽坝区。较缓坡地是南川区主要的耕作区和种植园区。作为农耕区,适当种植经济作物或粮食作物主要有:蔬菜、大豆、玉米、小麦、红苕等。为防止水土流失及养分流失,实施等高种植并设置好经济条带植物篱(黄花、金银花、青花椒、金荞麦),作为种植园区,要注意充分利用高低层空间,搭配不同高度、不同需光强度、可形成伴生或同生的优质物种,这样不仅可以获得更大的经济效益,同时植物的高低空间搭配也可解决园区的水土流失、肥力下降问题,同时对环境的改进与土壤的形成有很大的促进作用。

(3)较陡坡地($15^{\circ}\sim 25^{\circ}$):是南川区中度和轻度石漠化发生的主要坡度范围。长期以来,由于本区乱砍滥伐森林,毁林毁草开荒等人为原因,使山林破坏严重,生态环境恶化,水源减少甚至枯竭;加上雨热同期的季风气候,致使石灰岩强烈风化,岩石破碎,容易引发土地石漠化。因此,该坡度范围要兼顾好生态效益与经济效益,通过人工造林、结合退耕还林等工程恢复生态。首先选种有经济效益又有生态效益的树种,例如植藤本植物(金银花)、经济林果(桃、核桃、金花梨)和固氮植物(花苕苕、黑麦草、山毛豆、新银合欢),既能起到了保水保土的作用,又能兼顾退耕户的经济收入。其次种植生态林草(柠条、紫穗槐、构树、马桑、黑麦草、光叶紫、花苕等)和牧草(黑麦草),提高地表覆盖率,减少水土流失。第三,应当严格按照生态恢复中退耕还林、退耕还草的相关标准,切实落实好退耕还林还草的政策。

(4)陡峻坡地($>25^{\circ}$):存在有大量的荒漠地带,且岩溶大多高度发育,地形破碎,遍布石牙,石灰岩大

面积出露,流水下切形成的裂隙较多且深,植被生长缓慢,受损后难以恢复,是南川区重度和极重度石漠化发生的主要坡度范围。对于这个坡度区域,应当长期封山育林,重点发展水源林和景观林^[20],适度发展岩溶环境适生优势经济果林(如杜仲、砂仁、黄连等中药材品种),以逐步提高岩溶山区植被覆盖率,增大环境容量,提高生态环境系统的稳定性。

5 结论与讨论

(1)岩性是影响南川石漠化的一个重要因素,并决定石漠化的空间分布范围。地形地貌也会影响石漠化的分布,石漠化程度与坡度有着紧密的关系,通常坡度越大,石漠化的级别越高,特别是当坡度大于 25° 的陡坡,生态环境容易遭到破坏,并导致石漠化。南川石漠化主要集中分布在中部槽坝区,轻度石漠化和中度石漠化主要分布在海拔 $800\sim 1\,200\text{ m}$ 之间,重度石漠化主要分布在 $600\sim 800\text{ m}$ 之间,极其重度石漠化主要分布在 $500\sim 600\text{ m}$ 之间。气候水文间接地影响石漠化的发育和分布,如南川区石漠化主要集中分布于常年平均温度 $10\sim 16^{\circ}\text{C}$ 、年降水量大于 $1\,200\text{ mm}$ 区域。此外土地利用类型和石漠化分布也具有一定相关性,石漠化土地分布以发育在疏林地、灌林地、旱地、低覆盖度草地、中覆盖度草地等土地利用类型中的比例较大。轻度、中度石漠化中,土地覆被以灌木林地所占的比例最高;重度以上石漠化中,土地覆被以旱地的石漠化比例最高。

(2)南川区石漠化程度较低,但石漠化地区人口、产业相对密集,潜在石漠化面积大,如果人类活动得不到合理规范,潜在的石漠化将变成现实的石漠化。为此,建议综合运用生态措施、工程措施和政策措施,有效利用坡地土地资源,如在平缓坡地推行稻田保护性耕作和加强无公害农产品基地建设;较缓坡地发展农耕和种植园区;较陡坡地种植藤本植物、经济林果和生态林草和适度退耕还林还草;陡峻坡地应长期封山育林,重点发展水源林和景观林。

参考文献

- [1] 熊平生,袁道先,谢世友.我国南方岩溶山区石漠化基本问题研究进展[J].中国岩溶,2010,29(4):355-362.
- [2] 覃小群,朱明秋,蒋忠诚.近年来我国西南岩溶石漠化研究进展[J].中国岩溶,2006(3):234-238.
- [3] 黄秋昊,蔡运龙,王秀春.我国西南部喀斯特地区石漠化研究进

- 展[J]. 自然灾害学报, 2007, 16(2): 106—111.
- [4] 刘家仁. 人为地质作用对中国西南地区石漠化的影响[J]. 贵州地质, 2008, 25(4): 288—291.
- [5] 李生, 姚小华, 任华东, 等. 喀斯特石漠化成因分析[J]. 福建林学院学报, 2009, 29(1): 84—88.
- [6] 杨青青, 王克林, 岳跃民. 桂西北石漠化空间分布及尺度差异[J]. 生态学报, 2009, 29(7): 3029—3040.
- [7] 单伟, 刘少峰, 张伟. 马别河流域石漠化影响因素分析[J]. 中国水土保持, 2009(6): 36—37.
- [8] 王信建. 岩溶地区石漠化综合治理[J]. 草业科学, 2008(9): 8—12.
- [9] 李瑞玲, 王世杰, 周德全, 等. 贵州岩溶地区岩性与土地石漠化的空间相关分析[J]. 地理学报, 2003, 58(2): 314—320.
- [10] 阎熙睿, 谢世友. 基于RS的重庆市南川区石漠化程度与坡度关系研究[J]. 林业调查规划, 2008, 33(5): 10—13.
- [11] 黄岩. 基于ETM影像的喀斯特石漠化提取研究——以南川市为例[D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [12] 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[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2003, 22(2): 120—126.
- [13] 魏兴萍. 岩溶槽谷区水土流失特征及机理研究[D]. 重庆: 西南大学, 2011.
- [14] 阎熙睿, 谢世友. 基于RS的重庆市南川区石漠化程度与坡度关系研究[J]. 林业调查规划, 2008, 33(5): 10—13.
- [15] 魏兴萍, 袁道先, 谢世友. 西南岩溶区水土流失与石漠化的变化关系研究[J]. 中国岩溶, 2010, 29(1): 20—26.
- [16] 李阳兵, 白晓水, 邱兴春, 等. 喀斯特石漠化与土地利用相关性研究[J]. 资源科学, 2006, 28(2): 67—73.
- [17] 李阳兵, 白晓水, 周国富, 等. 中国典型石漠化地区土地利用与石漠化的关系[J]. 地理学报, 2006, 61(6): 624—632.
- [18] 刘宇涛. 不同景观类型下生态环境脆弱性研究及生态恢复模式探讨——以重庆南川区为例[D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [19] 郑红雷. 重庆南川石漠化地区可持续发展模式研究[D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [20] 袁道先, 刘再华. 碳循环与岩溶地质环境[M]. 北京: 科学出版社, 2003, 216—217.

Distribution of the rocky desertification and slope-land use patterns in Nanchuan Region of Chongqing City

XIONG Ping-sheng^{1,2}, YUAN Dao-xian^{1,3}, XIE Shi-you¹, BAI Yu¹

(1. School of Geographical Sciences, Southwest China University, Chongqing 400715, China;

2. Geography and planning School of Gannan Normal University, Ganzhou, Jiangxi 341000, China;

3. Institute of Karst Geology, CAGS/Karst Dynamics Laboratory, MLR & GZAR, Guilin, Guangxi 541004, China)

Abstract: Desertification distribution in Nanchuan region of Chongqing City is studied on the basis of 2004 TM and maps of geology, hydro meteorology and landuse. The results show that: lithologically, the desert mainly distributes in the areas of pure limestone and the interlayered strata of pure limestone and dolomite, which belonging to the Jialingjiang Group, Fixian'guan Group and Leikoupo Group of the Triassic system in Mesozoic and the Majiagou Group of the lower Paleozoic Ordovician; hydro meteorologically, the desert mainly distributes in the areas of the central flat land with the annual temperature ranges from 10 °C to 16 °C and annual precipitation over 1 200 mm; topographically, slightly and moderately deserted deserts mainly in 800~1 200 m area, but severely deserted area in 600~800 m, and extremely deserted desert 500~600 m above sea level; in view of land use, slightly and moderately deserted deserts mainly in shrub land, the severely deserted one in non-irrigated farmland. According to the development of desertification and the distribution of the deserts, it is suggested that the gentle land(<5°) be used as paddy field by protective tillage and green food production land; and the gentle slope land(5°~15°) be used as cultivation and plantation areas; the relatively dip slope(15°~25°) as vine (honeysuckle) planting land, fruit planting land and ecologic grass land; the steep slope land(>25°) as water conservation forest and scenery forest by long term close hillsides to facilitate afforestation.

Key words: Nanchuan region in Chongqing; rocky desertification; distribution features; slope land use