

多因素影响下的喀斯特山区坡耕地分布特征 ——以贵阳市花溪区为例

杨懿, 高华端, 王群, 李晓松

(贵州大学 林学院, 贵阳 550025)

摘 要:为研究喀斯特山区坡耕地在岩性、土壤类型、坡位和居民点影响下的分布特征,为区域水土流失治理提供参考,以贵州省贵阳市花溪区为研究对象,结合花溪区高清影像图、高程图(DEM)、地质图和土壤类型图为主要数据源,利用 ArcGIS 10.2 平台,基于其空间叠加分析、数理统计等功能,对多因子影响下的喀斯特山区坡耕地分布特征进行了分析。结果表明:花溪区坡耕地面积占全区总面积的 21.07%,占全区耕地面积的 63.85%,是花溪区主要耕地类型;在各岩组上,坡耕地的分布面积从大到小依次为:石灰岩组>白云岩组>普通砂页岩组>紫色砂页岩组,其中在普通砂页岩组和石灰岩组上分布较为集中连片,在白云岩组和紫色砂页岩组上分布较为零散;坡耕地的各土壤类型面积依次表现为:水稻土>黄壤>石灰土>紫色土>潮土,其中黄壤最为集中连片,水稻土则较为分散;不同坡位区域中,坡耕地面积依次表现为:下坡位>中坡位>上坡位,其中在下坡位区域分布最为集中连片,上坡位区域分布最为零散;同时坡耕地和居民点在空间分布上具有显著相关性,距离居民点越远,坡耕地分布越稀疏。综上所述,在多种因素共同作用下,花溪区坡耕地呈现出“西部多东部少”的空间格局,其中普通砂页岩组和石灰岩组上的坡耕地连片区可优先考虑进行治理。

关键词:坡耕地;岩性;土壤类型;坡位;居民点

中图分类号:F323.21

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2022)01-0361-07

Study on the Distribution Characteristics of Sloping Farmland in Karst Mountain Area Under the Influence of Multiple Factors —A Case Study of Huaxi District of Guiyang

YANG Yi, GAO Huaduan, WANG Qun, LI Xiaosong

(College of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract:In order to study the distribution characteristics of sloping cultivated land in karst mountainous areas under the influence of lithology, soil type, slope position and residential area, and to provide reference for regional soil erosion control, we took Huaxi District, Guiyang City, Guizhou Province as the research objects. High-definition image maps, elevation maps (DEM), geological maps and soil type maps in Huaxi District were used as the main data sources. Based on its spatial superposition analysis, mathematical statistics and other functions, we analyzed the distribution characteristics of sloping cultivated land in karst mountainous areas under the influence of multiple factors by using ArcGIS 10.2 platform. The results showed that the sloping farmland area accounted for 21.07% of the total area of Huaxi District, accounting for 63.85% of the total area of cultivated land, the farmland was the main type of cultivated land in Huaxi District; In each lithology category, the distribution area of sloping farmland decreased in the order: limestone>dolomite>common sandy shale>purple stone area, in which the distribution of common sandy shale area and limestone area concentrated and connected, the distribution of dolomite area and purple stone area scattered; the area of each soil type in the sloping farmland decreased in the order: paddy soil>yellow soil>limestone soil>purple soil>alluvial soil, in which the yellow soil was the most concentrated contiguous, paddy soil was more dis-

收稿日期:2020-12-08

修回日期:2021-01-24

资助项目:国家自然科学基金“喀斯特坡耕地浅层孔(裂)隙水文过程及土壤侵蚀过程响应机制”(41671275)

第一作者:杨懿(1996—),女,贵州遵义人,硕士研究生,主要研究方向:区域水土保持。E-mail:752459292@qq.com

通信作者:高华端(1965—),男,贵州毕节人,博士,教授,主要从事区域水土保持研究。E-mail:gdghd110@163.com

persed; the area of sloping cultivated land in different slope positions decreased in the order: downslope> middle breaking>uphill, the sloping cultivated land most concentrated and connected in downslope region, and most scattered in the uphill region; at the same time, there was the significant correlation between the spatial distribution of sloping farmland and residential land; the farther the distance from residential land was, the sparser the distribution of slope farmland was. In conclusion, under the joint action of multiple factors, the sloping cultivated land in Huaxi district presented a spatial pattern of ‘more in the west and less in the east’, and the contiguous sloping cultivated land on the common sandy shale formation and limestone formation should be given priority to governance.

Keywords: sloping farmland; lithology; soil type; slope position; residential areas

耕地作为一种宝贵的自然资源,不仅承载着粮食生产的基本功能,还具有农耕景观功能,是“山水林田湖草”整个生态系统必不可少的重要部分;而坡耕地作为耕地的重要组成部分,是山地丘陵区的主要耕地类型,现已成为水土流失和面源污染最严重的地类之一,正面临着土层变薄、土地生产地下降和生态问题频发等问题^[1-2]。因此明晰坡耕地分布特征,对于区域耕地保护、土壤侵蚀控制及防止环境恶化有重要意义。

自“18 亿亩耕地红线”这一概念被提出以后,耕地成为全社会研究热点,主要集中在区域耕地数量时空动态变化及其驱动力^[3-6]、耕地景观格局研究^[7-8]、耕地质量评价^[9]和耕地质量保护等^[10-11]方面,耕地的重要性日益凸显。而坡耕地是自然因素和人为因素综合作用下形成的,具有独特侵蚀环境的耕地类型^[12],有众多学者都对坡耕地进行了研究,其中耿韧等认为研究坡耕地的空间分布特征有助于水土保持防治对策的制定^[13];而坡耕地的空间分布与坡耕地距居民点和道路的距离有关,同时区域气候、高程、坡度、岩性、地形起伏及土壤类型等因素也影响着坡耕地的空间分布^[14-15]。在众多影响因素中,岩性是坡耕地分布的基础,决定着区域土壤类型,土壤类型进一步表现出区域土壤肥力状况,而坡位代表着坡耕地的垂直空间分布情况,居民点则是影响坡耕地分布最为显著的人为因素。现有坡耕地研究多集中在三峡库区和黄土高原区,喀斯特山区的不同因素影响下的坡耕地分布研究尚未见报道。

贵州省是西南喀斯特地貌典型区域,区内地质、地貌条件复杂,土壤类型丰富,同时也是西南山地丘陵区代表省份,山地丘陵面积高达 92.5%^[16],因此坡耕地是区域主要耕地类型,坡耕地面积占总耕地面积的 82.90%^[17-18],承载着区域粮食和农产品主要生产力。花溪区地层岩性、地形地貌及土壤类型多样,具有一定的代表性,同时,也是贵州省著名的风景旅游区和“国家级生态示范区”。因此本文选定贵州省贵阳市花溪区坡耕地作为研究对象,利用 ArcGIS 平

台,系统分析在岩性、土壤类型、坡位和居民点影响下的坡耕地分布特征,为喀斯特山区坡耕地资源合理规划利用以及水土流失治理和生态环境保护等提供一定的数据参考。

1 研究区概况

花溪区位于贵州省中部,下辖 5 镇 6 乡 18 个社区,区内人口数量多,人为活动剧烈。全区地势呈明显的东西高、中间低特征,东南部最高;区内剥蚀丘陵与盆地、谷地、洼地相间,地貌破碎;同时泥盆纪(D)、石炭纪(C)、二叠纪(P)、三叠纪(T)、侏罗纪(J)、第四纪(Q)地层均有出露,地质构造复杂,岩石类型主要有石灰岩、白云岩、普通砂页岩和紫色砂页岩等,种类较为丰富。该区地处云贵高原东斜坡和苗岭山脉中段,是长江水系和珠江水系的分水岭地带,境内河流 17 条,水量主要靠自然补给。

2 材料与方法

2.1 数据来源

以 2018 年谷歌地图真彩色无偏移卫星影像图(分辨率为 0.5 m)为数据源,在 ArcGIS 10.2 软件环境下人工解译获得研究区土地利用图。根据实际需求,再结合国家标准《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017),一共设置了坡耕地、梯平地、水田、林地、住宅用地、交通运输用地、水域及其他用地 8 种地类。

研究区 DEM 数据通过 BIGEMAP 地图下载器下获取,然后再以该 DEM 为数据源,运用 ArcGIS 10.2 软件生成所需的地形因子。岩性和土壤类型数据是通过扫描研究区纸质版地质图和土壤图,在 ArcGIS 10.2 里矢量化处理,提取研究区的岩性、土壤类型数据。

2.2 研究方法

2.2.1 格网分析法 考虑研究区实际情况和数据处理难度,利用 ArcGIS 10.2 的 Create Fishnet 功能,将研究区分为 1 km×1 km 共计 1 097 个格网单元,

受行政边界影响,共有 812 个完整格网和 285 个不规则格网。统计每个格网内的坡耕地面积占比,作为空间自相关分析的观测量。使用网格法可以避免因各乡镇面积大小的差异而导致计算结果可比性较弱的问题,使计算结果可比性更加明显^[19]。

2.2.2 空间自相关性 空间自相关性通常包括全局自相关和局域自相关,全局自相关从宏观角度判断坡耕地是否有聚集性,局域相关性可以判断出某个区域内坡耕地的集聚或扩散状态。Global Moran's *I* 为全局自相关指标,Local Moran's *I* 是局域空间自相关指标。具体公式如下:

Global Moran's $I = \frac{N}{\sum_i \sum_j W_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_i (x - \bar{x})^2}$

Local Moran's $I = \left[\frac{X_i - \bar{X}}{\sum_{j \neq i}^N \frac{X_j^2}{N-1} - \bar{X}^2} \right] \sum_{j=1}^N W_{ij} (X_j - \bar{X})$

式中: X_i 为变量在空间*i*处的值; \bar{X} 为变量 X_i 的平均值;双求和号表示对全区域的单元求和; N 为空间点对数; W_{ij} 为空间权重函数,表达单元对间的位置关系^[20]。

2.2.3 坡耕地比例指数 为了研究坡耕地在各因素影响下的分布情况,采用坡耕地相比占比和坡耕地绝对占比两种指数来描述,公式如下:

坡耕地相对占比 = 区域坡耕地面积 / 区域总面积

$\times 100\%$

坡耕地绝对占比 = 区域坡耕地面积 / 坡耕地总面积

$\times 100\%$

绝对占比可以表现出花溪区坡耕地的空间分布情况,但受到区域面积大小影响,所以并不足以代表坡耕地的分布趋势,相对占比是某个区域内坡耕地的分布情况,可以判断出区域内坡耕地是否属于优势地类。

2.2.4 景观指数 景观空间格局可以反映出一个区域的生态状况和空间变异特征,本研究采用 ArcGIS 10.2 软件平台中的 Patch Analyst 模块进行景观分析,结合实际情况,选取了斑块平均面积和破碎度 2 个指数描述花溪区林地景观分布特征。

3 结果与分析

3.1 花溪区坡耕地空间分布现状

表 1 是花溪区土地利用现状图,从图中可以看出坡耕地主要集中分布在花溪区西部地区,从图中土地利用现状表也可以看出坡耕地分布面积仅次于林地,是花溪区第二大优势地类,占全区总面积的 21.07%,

占全区耕地面积的 63.85%,说明坡耕地是花溪区主要耕地类型且分布面积较大。

表 1 花溪区土地利用现状表

地类名称	面积/hm ²	比例/%
交通运输用地	3125.57	3.25
住宅用地	11470.8	11.94
其他用地	2608.9	2.72
林地	45727.46	47.62
水域	1405.23	1.46
水田	6833.38	7.12
坡耕地	20237.28	21.07
旱平地	4623.25	4.81
合计	96031.87	100.00

3.1.1 基于行政单元分区的坡耕地空间分布特征 一般来说,行政单元是根据政治、经济、文化、民族、地理、人口、国防、历史传统等多方面的因素划分的,但是随着现代社会生产力的发展,经济因素起着重要的作用,因此不同行政单元因其主要功能有差异,其坡耕地分布肯定也存在不同。图 1 是花溪区各行政单元坡耕地分布图,除图中标注出来的金竹、溪北、小孟、花孟、清溪和贵筑社区以外,其余 12 个社区由于行政面积较小,为了便于数据的分析和描述,本文将其统称为“社区”。其中图中所表示出的行政区包含了花溪区 98.54%的坡耕地,“社区”的坡耕地面积仅占花溪区坡耕地面积的 1.46%。从坡耕地分布图来看,所有行政区中,燕楼、麦坪、石板、党武和久安的坡耕地占比较高,其次是湖潮、金竹和贵筑。总体来说,花溪区坡耕地呈现出西部多东部少的空间格局。

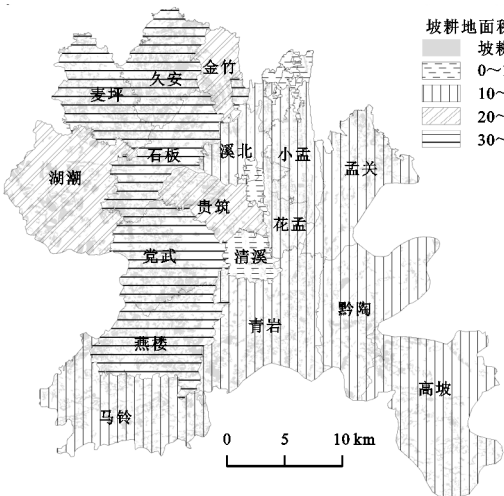


图 1 花溪区不同行政区坡耕地分布

3.1.2 基于网格单元分区的坡耕地分布特征 研究区内各网格单元内坡耕地用地比均值为 20.69%,即相当于 100 hm² 的面积内有 20.69 hm² 坡耕地。如图 2A 所示,在空间分布上差异明显,总体表现为西部高,中部和东部低的空间格局。西部地区的麦坪、久安、石板、党

武、燕楼和湖潮行政区坡耕地用地比明显高于东部地区,其中坡耕地用地比最大值出现在久安。

图 2B 是用 ArcGIS 软件中的热点分析工具做出来的研究区坡耕地热点分析图,热点代表坡耕地集聚区,冷点则代表坡耕地分布分散区;其中极热点 82 个

网格,热点 74 个,较热点 47 个,较冷点 73 个,冷点 83 个,极冷点 6 个,无显著冷热点 732 个。从图中可以看出坡耕地的热点主要集中在花溪区西部的麦坪、久安、金竹、湖潮、党武、燕楼和石板,冷点主要在高坡、黔陶及行政面积较小的几个社区。

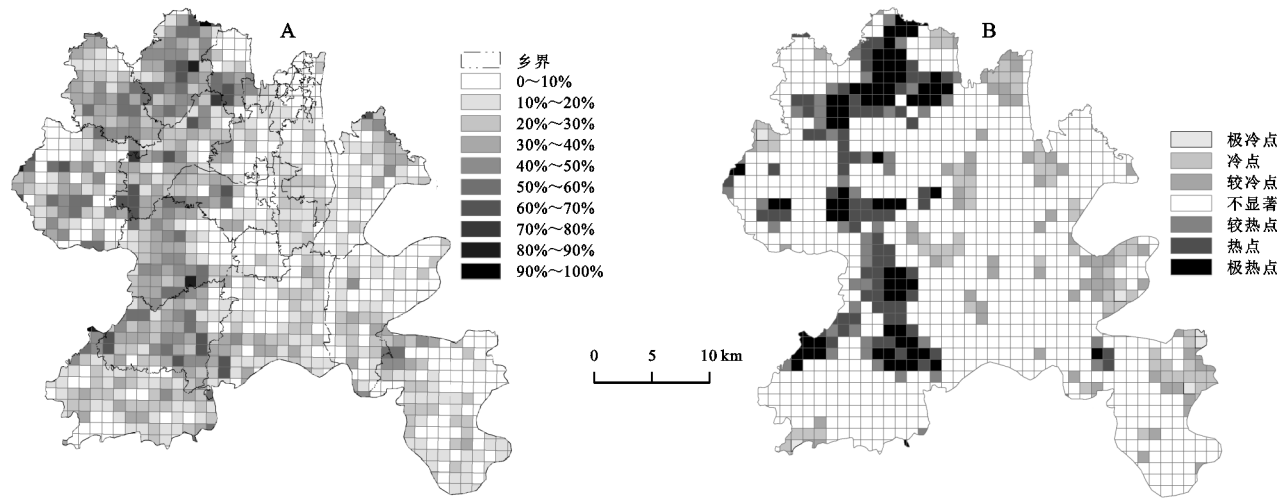


图 2 花溪区网格单元坡耕地占比分布和热点分析

3.2 坡耕地在不同环境因素下的空间分布特征

3.2.1 不同岩组坡耕地分布特征 图 3 是花溪区岩性分布图,花溪区主要分布着白云岩、石灰岩、砂页岩和紫色砂页岩,煤系地层砂页岩和砾石极少量分布,因此本研究将花溪区岩石分为白云岩、石灰岩、普通砂页岩和紫色砂页岩 4 个岩组。从图中可以看出紫色砂页岩组分布最为集中连片,其次是普通砂页岩组和白云岩组,石灰岩组分布最为破碎,分散在花溪区各处。

从表 2 中可以看出,花溪区各岩组中分布面积最大的是石灰岩组,其次是白云岩组、普通砂页岩组和紫色砂页岩组;各岩组中坡耕地的分布面积由大到小依次表现为:石灰岩组>白云岩组>普通砂页岩组>紫色砂页岩组,从绝对占比来看,石灰岩组上的坡耕地占比远高于其他 3 个岩组,从相对占比来看,普通砂页岩组略高于石灰岩组;4 个岩组上的坡耕地的平均面积,普通砂页岩组最大,其次是白云岩组,紫色砂页岩组最小,说明普通砂页岩组上的坡耕地斑块较连

片,紫色砂页岩组上的坡耕地较为分散;而破碎度指数大小表现为普通砂页岩组最小,紫色砂页岩组最大,石灰岩组和白云岩组相同,说明普通砂页岩组上坡耕地分布最为集中,紫色砂页岩组最为破碎。

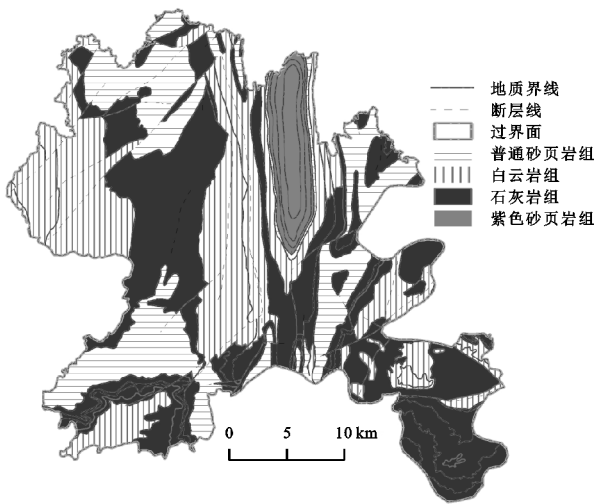


图 3 花溪区岩性分布

表 2 花溪区不同岩性区坡耕地分布特征

名称	岩组面积/hm ²	坡耕地面积/hm ²	相对占比/%	绝对占比/%	斑块平均面积/hm ²	破碎度
石灰岩组	31325.91	5491.32	17.53	27.13	4.55	0.22
白云岩组	39647.70	9185.63	23.17	45.39	4.64	0.22
普通砂页岩组	20010.14	4893.55	24.46	24.18	5.70	0.18
紫色砂页岩组	5048.13	666.79	13.21	3.29	1.60	0.63
总计	96031.88	20237.28	21.07	100.00		

3.2.2 不同土壤类型坡耕地分布特征 图 4 可以看出,花溪区所有土壤类型中黄壤、石灰土和水稻土占

据绝大部分,黄壤分布面积最大,占花溪区总面积的 35.36%,其次是水稻土和石灰土,3 种土壤面积之和

占比超过 97%,而紫色土、潮土和沼泽土仅零星少量分布。而坡耕地土壤类型中无沼泽土,其余各种土壤类型面积大小依次表现为:水稻土>黄壤>石灰土>紫色土>潮土,其中水稻土的绝对占比为 35.35%,是所有土壤类型中占比最大的,其次是黄壤(34.34%)

和石灰土(29.00%);坡耕地上的水稻土和黄壤分布面积均超过花溪区坡耕地面积的三分之一;坡耕地在黄壤区域上斑块平均面积最大,其次是石灰土和水稻土,黄壤上的坡耕地斑块分布最为集中成片,水稻土上较为分散。

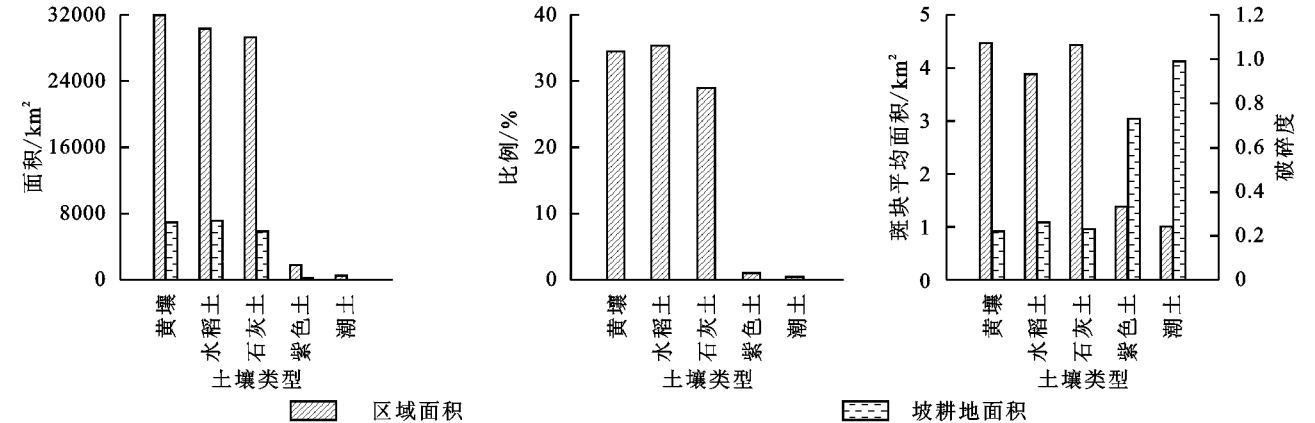


图 4 花溪区不同土壤类型区坡耕地分布特征

3.2.3 不同坡位坡耕地分布特征 利用 ArcGIS 软件将研究区坡面划分为上、中、下 3 种坡位。图 5 是不同坡位区域内坡耕地的分布特征图。从图中可以看出,下坡位区域面积最大,其次是中坡位和上坡位,其中坡耕地在下坡位区域分布面积也最大,占坡耕地总面积的 39.59%,其次是中坡位(34.05%)和上坡位

(26.36%),;但是从相对占比来看,中坡区域坡耕地占比为 22.71%,其次是下坡(20.68%)和上坡(19.81%);而 3 个坡位区域中,下坡位的坡耕地斑块平均面积最大,破碎度最小,其次是中坡位,最后是上坡位;说明下坡位区域坡耕地分布最为集中成片,上坡位区域坡耕地最为分散。

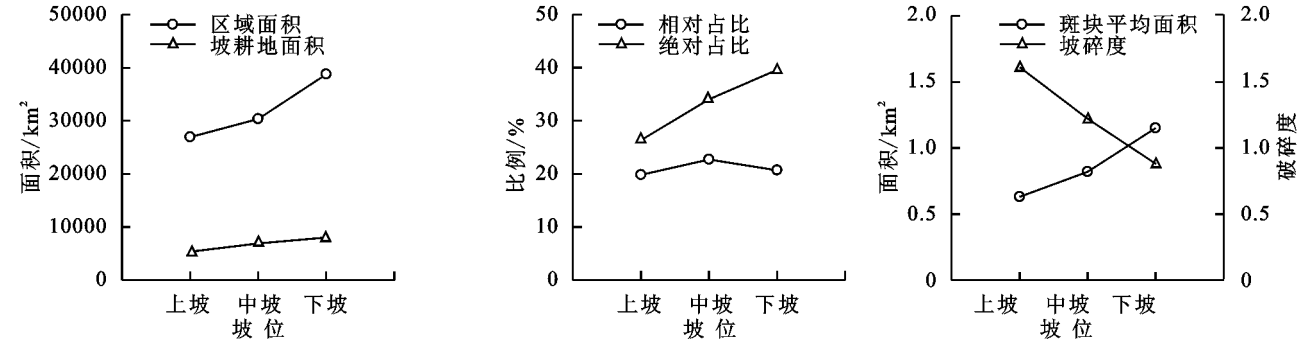


图 5 花溪区不同坡位区域坡耕地分布特征

3.3 坡耕地在居民点影响下的空间分布特征

为研究人为因素对坡耕地分布的影响,选取了居民点作为影响因素,利用 ArcGIS 软件对居民点建立缓冲区进行分析。缓冲区距离以 50 m 为等间距,分为表 3 所示的 10 个等级,统计出不同距离缓冲区的坡耕地面积、数量及平均面积。由表可知,随着缓冲区距离不断增大,坡耕地面积占比不断减小,斑块数量先减小后增加,平均面积呈现出先增加后减小的趋势。在距离居民点 500 m 以内的区域包含了 90.24% 的坡耕地,在距离居民点 50 m 的缓冲区内坡耕地面积比重达到 20.06%,而在距离居民点 450~500 m 这个区域内,坡耕地面积比重仅占 2.81%。坡耕地面积占比不断减小说明距离越远,居民点对坡耕地的影响越小,从不同耕作距离内坡耕地的分布情况来看,

居民点对坡耕地分布具有一定的控制作用。

表 3 花溪区居民点缓冲区内坡耕地分布特征

距居民点距离/m	斑块数量	坡耕地面积占比/%	平均面积/hm²
50	8505	20.06	0.48
100	4191	14.83	0.72
150	4494	12.29	0.55
200	4902	10.31	0.43
250	4906	8.74	0.36
300	5133	7.24	0.29
350	5507	5.80	0.21
400	5752	4.58	0.16
450	5947	3.57	0.12
500	6072	2.81	0.09
总计	55409	90.24	0.33

利用 ArcGIS 软件对坡耕地和居民点分别做全局空间自相关分析, Moran' I 指数分别为 0.523 9, 0.653 9, Z 值得分分别为 23.374 5, 29.217 2, p 值均为 0; 说明坡耕地和居民点均通过显著性检测, 且在空间分布上具有空间正相关, 出现明显的聚类特征。然后利用 Geoda 软件的空间分析工具对坡耕地和居民点做局部双变量自相关分析, 得到图 6 所示的坡耕地和居民点的局部双变量 LISA 图, 从图中可以看出, 坡耕地和居民点的关系分为 5 种, 高一高型 (HH)、低—低型 (LL)、高一低型 (HL)、低—高型 (LH) 和不显著型; 其中 HH 和 LL 表示两变量间存在空间正相关, 具有较高的空间聚合特性, HL 和 LH 表明两变量间存在空间负相关, 且区域具有离散特性。研究区中 HH 共有 31 个网格, LL 共有 205 个网格, HL 有 74 个, LH 有 122 个; 其中 HH 代表该区域坡耕地多且居民点也多, 研究区中 HH 型主要分布于党武、石板和金竹; LL 型代表该区域坡耕地少居民点也少, 多分布于黔陶、高坡和马铃薯; HL 型则代表该区域坡耕地多但居民点少, 多分布于马铃薯、燕楼和久安; LH 型代表该区域坡耕地少但居民点多, 多分布于孟关和社区中。

根据坡耕地和居民点的双变量自相关分析结果, 可以将上述 4 种关系归纳为 3 种类型, 坡耕地偏多型、坡耕地偏少型、坡耕地—居民点均衡型。其中 HH 型和 LL 型代表坡耕地和居民点呈现正相关关系, 可以认为是均衡型, HL 型和 LH 型则表现出负相关关系, 因此认定 HL 型为坡耕地偏多型, LH 型为坡耕地偏少型。未表现出显著相关关系的网格暂不做描述。坡耕地偏多型可以考虑加速推进退耕还林还草政策的实施, 也可以减轻区域水土流失; 而坡耕地偏少型要根据当地实际情况, 增加居民收入, 缓解生存压力; 不同人地关系类型区采取有针对性的措施来缓解人地关系, 以带动研究区的坡耕地转型, 同时也要考虑区内高坡位区域坡耕地合理利用或退耕, 促进研究区人地协调发展^[21]。

4 讨论

研究结果表明地层岩性对坡耕地分布影响显著, 花溪区岩石主要分为石灰岩组、白云岩组、普通砂页岩组和紫色砂页岩组, 其中砂页岩发育形成的土壤厚重且肥力较好, 碳酸盐类岩石发育形成的土壤则比较浅薄且不连续, 因此理论上砂页岩区土壤更适合耕作; 但花溪区石灰岩组上也分布着较大面积的坡耕地, 是因为石灰

岩组大部分区域地势较为平坦, 居民点分布面积大且较为分散, 因此该区域坡耕地分布面积较大; 而研究区中紫色砂页岩组为城镇地带, 多分布住宅用地, 坡耕地面积小, 分布零散; 而白云岩组地势起伏大的地方多为林地, 平坦区域则多为住宅用地。

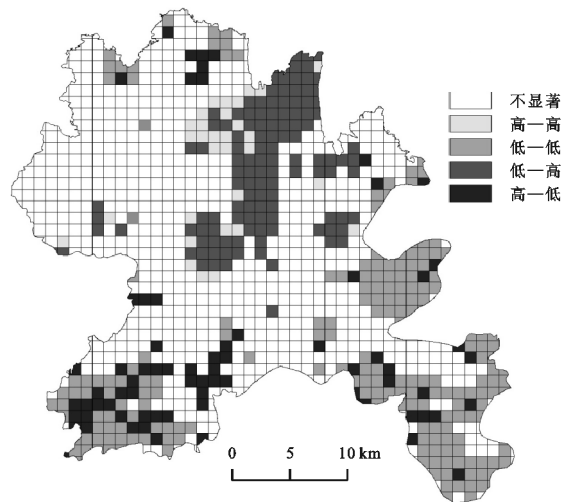


图 6 花溪区坡耕地和居民点双变量自相关 LISA 图

此外, 黄壤作为花溪区地带性土壤, 土壤肥力条件较好, 耐旱保肥; 石灰土作为喀斯特地区特有的土壤类型, 土层较薄, 透气性好; 而水稻土则是长期淹水种稻条件下形成的, 土壤下层较为黏重, 保水能力强; 黄壤由于土壤肥力较好, 因此适合作物生长, 而石灰土的在花溪区的分布面积较大, 水稻土区域本应为水田, 但由于多方面原因, 很多水田都改为旱地, 因此花溪区坡耕地多为黄壤、石灰土和水稻土。

而通过对居民点做缓冲区分析发现, 当耕作距离为 50 m 时, 斑块数量最多, 当耕作距离为 100 m 时, 斑块平均面积最大, 可能是因为居民点周围的坡耕地大多是自留地, 可耕作面积较小, 分布较为零碎, 而当耕作距离逐渐增大时, 可耕作的面积变大, 土地逐渐成片被开垦, 但耕作距离持续增大时, 坡耕地又开始变得分散, 是因为耕作距离越远, 播种和收割的难度越大, 因此多为只需要简单农具即可耕作的小面积耕地, 由此说明居民点通过控制耕作距离对坡耕地的分布产生影响。

总体来说研究区坡耕地主要集中在麦坪、久安、金竹、湖潮、党武、燕楼和石板, 同时这些区域的坡耕地分布面积广, 分布也较为集中连片, 出现这种现象主要有以下几个方面的原因: (1) 这几个乡镇均以传统农业为主, 区域内工业化程度较低, 大部分人的生活主要依靠耕作, 因此坡耕地还承载着主要生产力; (2) 这一片区域主要分布着石灰岩和普通砂页岩, 土壤类型丰富, 同时地势较平坦, 便于耕作;

(3) 居民点多且分布零散,因此农户能够最大程度的利用周边的可利用地。

5 结 论

花溪区坡耕地在普通砂页岩组和石灰岩组上分布较为集中连片;坡耕地土壤主要为水稻土、石灰土和黄壤;下坡位坡耕地分布面积最大;而居民点对坡耕地分布具有一定的控制作用,通过控制耕作距离来影响坡耕地分布。

花溪区坡耕地呈现出“西部多东部少”的空间格局,是因为受岩性、土壤类型、地形和居民点的共同影响,其中久安、燕楼、湖潮、金竹、麦坪、石板和党武为坡耕地集中连片分布区,这些区域存在潜在水土流失和产沙量增大的危害,在进行区域土地资源规划和水土流失防治时应优先考虑,同时对于高坡位坡耕地应更有针对性的进行管理,有效防止水土流失。

参考文献:

[1] Xie Y, Lin H, Ye Y, et al. Changes in soil erosion in cropland in northeastern China over the past 300 years [J]. Catena, 2019,176(1):410-418.

[2] 陈正发,史东梅,何伟.1980—2015 年云南坡耕地资源时空分布及演变特征分析[J].农业工程学报,2019,35(15):256-265.

[3] 苏锐清,曹银贵,王文旭,等.京津冀潮白河区域 2001—2017 年耕地利用变化时空特征分析[J].农业资源与环境学报,2020,37(4):574-582.

[4] 满卫东,王宗明,刘明月,等.1990—2013 年东北地区耕地时空变化遥感分析[J].农业工程学报,2016,32(7):1-10.

[5] 王佑辉,张敬岳.湖北省耕地资源动态变化驱动力分析[J].统计与决策,2014,29(16):96-99.

[6] 王静怡,李晓明.近 20 年中国耕地数量变化趋势及其驱动因子分析[J].中国农业资源与区划,2019,40(8):171-176.

[7] 王晶晶,孙玲,王志明,等.基于 GF-2 影像的江苏耕地破碎地区景观格局空间粒度效应分析[J].江苏农业学报,2020,36(3):606-612.

[8] 蔡汉,朱权,罗云建,等.快速城镇化地区耕地景观生态安全格局演变特征及其驱动机制[J].南京林业大学学报:自然科学版,2020,44(5):181-188.

[9] 赵小娟,叶云,周晋皓,等.珠三角丘陵区耕地质量综合评价及指标权重敏感性分析[J].农业工程学报,2017,33(8):226-235.

[10] 牛善栋,方斌.中国耕地保护制度 70 年:历史嬗变、现实探源及路径优化[J].中国土地科学,2019,33(10):1-12.

[11] 王军,李萍,詹韵秋,等.中国耕地质量保护与提升问题研究[J].中国人口·资源与环境,2019,29(4):87-93.

[12] 史东梅.基于 RUSLE 模型的紫色丘陵区坡耕地水土保持研究[J].水土保持学报,2010,24(3):39-44,251.

[13] 耿韧,张光辉,洪大林,等.我国水蚀区坡耕地土壤分离能力的空间分布与影响因素[J].水土保持学报,2020,34(3):156-161.

[14] 王权,李阳兵,胡先培,等.岩溶槽谷区坡耕地利用的时空演变特征及驱动机制[J].生态与农村环境学报,2020,36(1):53-61.

[15] 张喜.贵州喀斯特山地坡耕地立地影响因素及分区[J].南京林业大学学报:自然科学版,2003,27(6):98-102.

[16] 袁淑杰,谷晓平,缪启龙,等.基于 DEM 的复杂地形下平均气温分布式模拟研究:以贵州高原为例[J].自然资源学报,2010,25(5):859-867.

[17] 杨青,杨广斌,赵青松,等.喀斯特地区不同降雨和植被覆盖的坡面产流产沙特征[J].水土保持通报,2020,40(1):9-16.

[18] 严友进,戴全厚,伏文兵,等.喀斯特坡地土壤地下侵蚀模拟试验研究[J].水土保持学报,2015,29(6):7-13.

[19] 甘彩红.基于耕地与聚落空间耦合的库区腹地人地关系研究[D].重庆:重庆师范大学,2015.

[20] Qian F K, Chi Y R, Rattan Lal. Spatiotemporal characteristics analysis of multifunctional cultivated land: A case-study in Shenyang, Northeast China[J]. Land Degradation & Development, 2020,31(14):1812-1822.

[21] 甘彩红,李阳兵,陈萌萌.基于坡耕地与聚落空间耦合的三峡库区腹地奉节县人地关系研究[J].地理研究,2015,34(7):1259-1269.