

三峡库区腹地耕地细碎化空间特征研究*

——以奉节县为例

郭辉, 李阳兵, 甘彩红, 应弘

(重庆师范大学地理与旅游学院地理信息系统应用研究重点实验室, 重庆 401331)

摘要:以奉节县的27个乡镇为研究区,借助ArcGIS,openGeoDa空间统计分析软件等软件,选取7个能表征耕地细碎化的景观指数,结合主成分分析方法和空间自相关分析法,综合测算耕地细碎化和耕地分布的空间自相关程度,分析了三峡库区腹地奉节县27个乡镇2012年耕地细碎化特征。结果表明:1)耕地细碎化综合指标反映北部乡镇耕地细碎化程度要比南部乡镇低,最严重的是庙湾,其次是尖角、五马、九树、吐祥等乡镇,而耕地分布最为集中的是康坪、三江;2)耕地细碎化度在研究区既局部集聚显著,表现出空间正相关,同时局部离散显著,又具有较强的空间负相关;3)研究区耕地细碎化度表现出较为明显的空间分异格局,呈高-高关联型有青龙、五马、杨坪、新治等4个乡镇,是局部高值集聚类型;高-低关联型是安坪,属局部高值离散类型;低-低关联型有三江、黄井2个乡镇,属局部低值集聚类型。研究结果对转变三峡库区腹地耕地利用方式、优化耕地利用结构、提高耕地利用效率从而促进当地农业生产、确保农业产出及保障库区粮食安全具有重要意义。

关键词:三峡库区;耕地细碎化;空间特征研究;奉节县

中图分类号:P967;F301.2

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2016)03-0051-08

目前,耕地细碎化现象广有分布且影响巨大,已经引起了各界研究者的重视。现有的关于耕地细碎化问题的研究大多集中于细碎化对诸如耕地规模等方面的影响,如耕地生产规模效应受到耕地细碎化影响程度^[1]、农户的农业生产技术效率与耕地细碎化面积变化的关系^[2]、耕地细碎化和社会经济发展的空间耦合性关系^[3]等,且多数采用农户拥有农地块数和平均每块面积两个指标进行量化,构建反映细碎化的3个综合指标:农户拥有的地块数量、各地块的面积和地块间的距离^[4]。采用农场规模、地块数量、平均地块面积、地块空间分布、地块形状和地块粒度等6个指标进行耕地细碎化量化^[5],用最小人均耕地面积和实际人均耕地面积的比值对研究区耕地压力状况进行测算分析,讨论耕地细碎化压力与生态环境的关系^[6]。

综上所述,目前对耕地细碎化的相关研究主要基于耕地斑块面积大小、形状以及集聚分散状况等方面指标,且多集中在东部沿海发达地区^[7-22];对相对落后的西南地区特别是三峡库区耕地细碎化的空间研究还很少。三峡库区腹地环境敏感,作为三峡移民安置区,该区域生态地位显得尤其重要;同时,区域内主要为山地丘陵,坡耕地多且破碎^[6]。因此,本研究以三峡库区奉节县的27个乡镇为研究区,选取在景观类型尺度上能高度概括耕地细碎化程度的7个指标,分析研究区耕地细碎化及其分布的空间自相关程度特征,定量测评研究区耕地破碎化程度,以期为三峡库区耕地资源的可持续利用、改善生态环境、整治库区耕地和提升土地利用效率进行有效指导,为库区社会经济发展与耕地保护提供参考和依据。

1 研究区概况

本研究主要以奉节县的27个乡镇为研究对象,包括奉节县长江以北的龙池、大树、曲龙、黄林、梅子、明水、石岗、康乐、寂静、黄井、朱衣、方胜、城新、康坪、三江等15个乡镇;长江以南的江南、安坪、新治、九树、尖峰、杨坪、五马、尖角、上庄、青龙、吐祥、庙湾等12个乡镇,研究区总面积1 559.13 km²(封二彩图1)。该区域地貌属于

* 收稿日期:2015-07-29 修回日期:2015-12-09 网络出版时间:2016-04-30 9:42

资助项目:重庆师范大学提档升级改革专项(2015)国家社会科学基金(No. 15BJL110);重庆市科学技术研究项目(No. cstc2015jcyjB0439);国家自然科学基金委重大国际合作基金(No. 41161140352)

作者简介:郭辉,男,研究方向为水土保持与荒漠化治理,E-mail:3164780042@qq.com;通信作者:李阳兵,教授,E-mail:liya-pin@sohu.com

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.n.20160430.0942.010.html

四川盆地东部的山地类型,区域内河流较多,纵横切割。区域气候属于中亚热带湿润季风气候,四季特征明显,无霜期长,年平均温度为 13.6℃,年平均降雨量为 1 132 mm。研究区中的 27 个乡镇的地貌类型以侵蚀剥蚀低山、侵蚀剥蚀中山、褶皱抬升低山为主,其间有少量平缓河谷平坝。该区域的土地利用特点为以林业用地为主,总量偏大,质量较差。因为石灰岩广布,坡度大,土壤瘦薄,垦殖条件较差等原因,所以区域内耕地以坡耕地为主,耕地质量总体偏差。该区域人口构成的特点为农村人口较多,城镇人口偏少;高山居住人口少,低中山溪流河谷地带人口分布多。2012 年研究区耕地总面积为 44 646.57 hm²,据当地实际情况,以平均每户人数 3~4 人算,人均耕地面积约为 0.07 hm²,且耕地以旱坡耕地为主,所占比例为 71%,主要分布在 15°~25°与 25°~35°的坡度级,所占比例分别是 43.33%与 24.24%;坡度为 0°~6°的耕地仅占 2.96%,分布在坡度大于 35°的耕地占比 8.47%。本文所述坡耕地主要是坡度大于 6°的耕地^[6],所占比例为 97.04%。

2 数据与方法

2.1 数据来源与处理

综合考虑研究精度要求,以下载的 2012 年 Google Earth 高分辨率影像图为主要数据源(分辨率为 2 m),借助 ArcGIS 软件用已经有准确坐标系统的地形图作为参考地图完成影像图的配准工作,之后用研究区边界进行裁剪。建立矢量化图层,根据不同地物的影像特征对其进行解译获得研究区 2012 年土地利用图,提取出相应的聚落、耕地、道路和水体等地物。

2.2 研究方法

考虑现有的研究结果,借助景观格局分析软件,在景观类型尺度上选取能高度概括耕地细碎化程度的指标即平均斑块面积(AREA-MN)、斑块密度(PD)、边缘密度(ED)、分离度(DIVISION)、聚集度(AI)、面积加权平均形状指数(SHAPE-AM)和面积加权平均分维数(FRAC-AM),用上述指标对研究区的耕地破碎化程度进行测评。

3 结果分析

3.1 耕地细碎化特征分析

以 27 个乡镇为评价单元,对 27 个乡镇耕地的 5 个景观指数的统计结果表明(表 1),研究区 27 个乡镇耕地 PD 最大值出现在尖角,其次是五马、吐祥、庙湾,低值出现在康坪、石岗、明水等乡镇;耕地斑块 ED 高值位于庙湾、尖角等乡镇,低值出现在康坪、曲龙等乡镇。从图 2 中可以看出,PD 和 ED 折线的走势基本相同,呈正相关关系,即 PD 值高表示单位面积内的耕地斑块数量多,则对应的耕地斑块边缘长度也增多。此外,ED 值还可反映耕地斑块边缘形状的复杂性^[8]。庙湾的 PD 值低于尖角,而 ED 值却高于尖角,说明庙湾的耕地斑块数量细碎化程度要比尖角低,尖角的耕地斑块边界形状更简单,庙湾的耕地边界形状更复杂。康坪镇的耕地斑块数量细碎化程度在 27 个乡镇中最小,耕地边界形状复杂性也最小;尖角的耕地斑块数量细碎化程度在 27 个乡镇中相对较高。

表 1 还显示,从各乡镇耕地斑块的集聚程度来看,集聚度差异表现为:康坪最高、三江次之、最低值出现在庙湾,最大值与最小值之差近 24。该分析结果与康坪、三江位于长江沿岸的侵蚀剥蚀低山拥有地势相对平缓的耕地分布特征,以及庙湾耕地多位于破碎的峰丛洼地的特征相一致。从空间分布来看,长江以北乡镇耕地分布集聚度总体上高于长江以南的乡镇,但高低值差异较大,为 20.8;长江以南乡镇耕地分布集聚度差异较小,为 11.2。采用 ArcGIS 软件中的自然断点法,将 27 个乡镇耕地集聚指标值划分为 66.53~69.70,69.70~73.34,

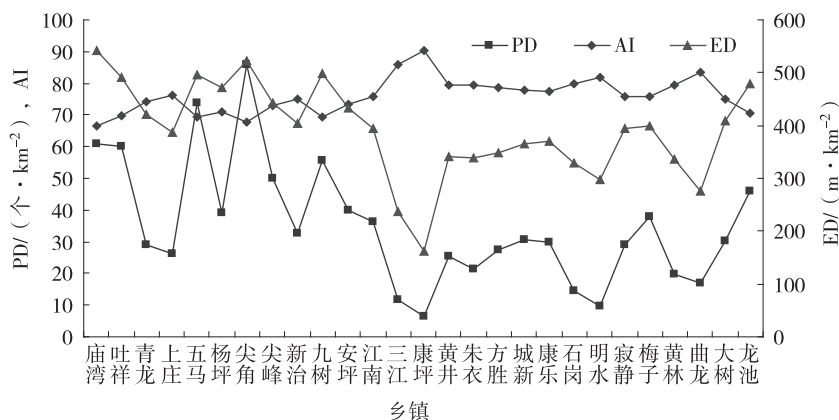


图 2 耕地斑块的 PD, AI, ED 指标

Fig. 2 AI, ED, and PD index of cultivated land plaque

73.34~77.78,77.78~83.43,83.43~90.50共5个等级。长江以北乡镇耕地集聚度的高值区(83.43~90.50)位于康坪、三江等2个乡镇,次高值区(77.78~83.43)位于曲龙、黄林、明水、石岗、黄井、朱衣、方胜等7个乡镇,73.34~77.78等级区位于大树、梅子、康乐、寂静、城新等5个乡镇,低值区(69.70~73.34)是龙池;而长江以南的相对高值区(73.34~77.78)是江南、新治、上庄、青龙等4个乡镇,69.70~73.34值区为安坪、尖峰、杨坪等3个乡镇,最低值区(66.53~69.70)为九树、尖角、五马、吐祥、庙湾等5个乡镇。因此,可以认为长江以北地区耕地分布比以南地区更为集聚。

表1 各乡镇耕地景观格局指数

Tab.1 The spatial differences of cultivated land landscape pattern index in different towns

乡镇	PD/(个·km ⁻²)	ED/(m·hm ⁻²)	AREA-MN/hm ²	DIVISION	AI	SHAPE-AM	FRAC-AM
庙湾	60.78	542.02	1.65	0.99	66.53	4.38	1.20
吐祥	60.24	490.90	1.66	0.97	69.70	4.82	1.20
青龙	28.95	420.11	3.45	0.96	74.25	5.78	1.25
上庄	26.18	386.83	3.82	0.85	76.37	8.39	1.28
五马	73.82	495.75	1.35	0.95	69.55	5.13	1.21
杨坪	39.25	470.57	2.55	0.92	71.16	7.28	1.26
尖角	86.07	523.53	1.16	0.97	67.87	3.44	1.17
尖峰	50.13	443.34	1.99	0.97	72.87	4.01	1.20
新治	32.74	404.85	3.05	0.74	75.10	14.03	1.29
九树	55.53	497.31	1.80	0.98	69.55	3.53	1.19
安坪	39.98	433.24	2.50	0.98	73.34	4.99	1.22
江南	36.27	394.57	2.76	0.98	75.93	3.33	1.18
三江	11.74	235.90	8.52	0.48	85.84	10.91	1.28
康坪	6.45	162.37	15.51	0.32	90.50	9.11	1.27
黄井	25.22	341.35	3.96	0.95	79.24	4.25	1.20
朱衣	21.52	338.94	4.65	0.97	79.28	4.94	1.22
方胜	27.27	348.99	3.67	0.98	78.80	3.14	1.17
城新	30.80	364.42	3.25	0.89	77.78	5.98	1.23
康乐	29.97	371.06	3.34	0.97	77.26	4.36	1.21
石岗	14.58	329.25	6.86	0.85	79.87	11.18	1.30
明水	9.87	296.89	10.13	0.76	81.86	14.71	1.32
寂静	28.88	393.98	3.46	0.96	75.86	5.26	1.23
梅子	38.01	398.47	2.63	0.96	75.71	3.98	1.20
黄林	19.94	337.00	5.01	0.95	79.46	5.50	1.23
曲龙	17.03	275.93	5.87	0.94	83.43	3.55	1.18
大树	30.13	409.53	3.32	0.94	74.85	6.89	1.25
龙池	46.14	477.96	2.17	0.97	70.52	5.59	1.24

分析耕地的 AREA-MN 指数值及折线特征可以发现,各乡镇其值差异明显,最大值 15.510 3 出现在康坪,最小值 1.161 9 在尖角,高低值相差达 13 倍。对比分析各乡镇的 SHAPE-AM 和 FRAC-AM 值,可以发现其聚落景观形态分布规律。本研究中,27 个乡镇的 SHAPE-AM 值总体上较小,即研究区耕地斑块形状的复杂性较小。明水和新治两个乡镇的值相对其他乡镇最大,SHAPE-AM 值分别为 14.71 和 14.03。平均形状指数值越小,表明斑块形状越接近正方形,而该值越大斑块形状就越偏离正方形。分析各乡镇的 FRAC-AM 值,发现所有乡镇该值均小于 1.5;其中明水最高为 1.32,其次是新治为 1.29,尖角最低为 1.17。因此可以发现城新、明水和新治这 3 个乡镇耕地斑块的形状最复杂、最不规则。从分离度指标来看,除三江、康坪外,其余乡镇的分离度指标都较大,表明这些乡镇的耕地间距离较远,分布较破碎。

3.2 耕地景观指数的主成分分析

由于本研究所选取的各景观指数之间存在共线性问题,因此采用主成分分析法对多个指标实行降维处理,实现用较少的几个彼此独立的综合指标来反映原来较多的指标,即找出影响耕地细碎化程度贡献率最大的指标,最终对反映耕地细碎化的 7 个指标进行综合测评。以 27 个乡镇为样本,利用 SPSS 统计软件先对各个指数数据进行标准化处理,构建变量矩阵,以消除数据间因单位和量纲差异产生的不可比性。通过处理得到矩阵的特征值和方差贡献率。其中,第一主成分的特征值为 5.022,第二主成分的特征值为 1.282,这两个成分的累计方差贡献率为 90.054%(大于 85%),表明这两个成分已经覆盖了原始样本 90.054%的信息量,因此只需求出这两个主成分就可评价 27 个乡镇耕地破碎化程度。

利用 SPSS 统计软件得到主成分因子矩阵表,反映各指标在各主成分上的载荷。由表 2 可知,比较 7 个指标在各主成分上的载荷绝对值,PD, ED, AREA-MN, DIVISION 和 AI 在第一主成分上有绝对值较大的载荷,则用第一主成分来表示这 5 个指标;SHAPE-AM 和 FRAC-AM 在第二主成分上有绝对值较大的载荷,则用第二主成分来表示这 2 个指标。其中第一主成分与 PD 和 ED 显示出较高的正相关,即斑块数量及斑块 ED 值越大,第一主成分的值就越大;第一主成分与 AREA-MN 表现出较强的负相关,即 AREA-MN 值越大,其对应的第一主成分值越小;第二主成分与 SHAPE-AM, FRAC-AM 显示出较高的正相关。

基于上述分析,由于第一、第二主成分能较多地反映原指标的基本信息,因此将这 2 个新的变量来代替原来的 7 个变量。根据 SPSS 统计软件得出的因子得分系数矩阵,提取新变量的系数,得到以下公式:

$$f_1 = 0.244x_1 + 0.322x_2 - 0.21x_3 + 0.091x_4 - 0.325x_5 + 0.165x_6 + 0.172x_7, \quad (1)$$

$$f_2 = 0.055x_1 + 0.156x_2 + 0.02x_3 - 0.168x_4 - 0.161x_5 + 0.508x_6 + 0.511x_7. \quad (2)$$

再以每个因子的方差贡献率与被解释的总方差之比为权数,进行加权综合,最后将研究区耕地细碎化程度表示为下列公式:

$$F = 0.797f_1 + 0.203f_2, \quad (3)$$

$$F = 0.205x_1 + 0.289x_2 - 0.163x_3 + 0.039x_4 - 0.292x_5 + 0.235x_6 + 0.241x_7. \quad (4)$$

在(1)、(2)、(4)式中, x_1 为斑块密度, x_2 为边缘密度, x_3 为分离度, x_4 为面积加权平均形状指数, x_5 为面积加权平均分维数, x_6 为平均斑块面积, x_7 为聚集度。(1)式显示对耕地细碎化有正贡献的指标为 PD, ED, DIVISION, SHAPE-AM 和 FRAC-AM,而 AREA-MN, AI 对耕地细碎化具有负贡献作用。

根据公式计算 27 个乡镇综合因子得分,得到耕地细碎化综合值(表 3)。27 个乡镇中耕地细碎化最严重的是庙湾,其次是尖角、五马、九树、吐祥等乡镇,而耕地分布最为集中的是康坪、三江。从空间分布上看,北部乡镇耕地细碎化程度要比南部乡镇低,耕地细碎化综合值小于 85 的乡镇(除南部的江南、上庄外)都位于北部地区;该值为 100~130 的乡镇北部有 3 个,南部 5 个;而该值为 130 以上的乡镇全部位于南部。

3.3 耕地细碎化的空间自相关分析

运用全局自相关和局域自相关统计量方法对研究区耕

表 2 耕地景观指数各主成分因子表

Tab. 2 The principal component factors of cultivated land landscape index

指标	第一主成分	第二主成分
耕地斑块密度	0.828	-0.288
耕地斑块边缘密度	0.978	-0.177
平均斑块面积	-0.848	0.412
分离度	0.641	-0.566
聚集度	-0.979	0.169
面积加权平均形状指数	-0.238	0.951
面积加权平均分维数	-0.218	0.948

表 3 研究区各乡镇耕地细碎化值

Tab. 3 land fragmentation value of the township in the study area

镇名	耕地细碎化值	镇名	耕地细碎化值
庙湾	150.77	尖峰	118.07
吐祥	135.06	新治	104.93
青龙	106.80	九树	135.66
上庄	96.55	安坪	113.09
五马	139.41	江南	99.95
杨坪	124.90	三江	47.02
尖角	150.07	康坪	21.75
黄井	81.36	寂静	98.64
朱衣	79.95	梅子	101.67
方胜	83.90	黄林	79.09
城新	90.13	曲龙	59.07
康乐	91.63	大树	104.09
石岗	76.67	龙池	128.29
明水	66.08		

地细碎化的全局自相关和局部自相关特征进行分析。利用 openGeoDa 空间统计分析软件测算各乡镇的耕地细碎化指数的莫兰指数(Moran's I)值为 0.424 9, p 值在 0.05 显著性水平下通过显著性检验。因此,研究区各乡镇耕地细碎化空间分布有显著的集聚效应,不是随机分布,而是具有空间正相关性,即某乡镇的耕地细碎化值变化与其相邻乡镇具有相同的变化趋势。

生成 Moran 散点图(图 3)和 LISA 聚类图(图 4)。Moran 散点图由 4 个象限组成,分别是第一象限(表示某一空间单元与相邻单元的属性值都较高)、第二象限(表示某一空间单元的属性值较低,而相邻单元较高)、第三象限(表示某一空间单元与相邻单元的属性值都较低)、第四象限(表示某一空间单元的属性值较高,而相邻单元较低),其中第一象限和第三象限表示目标值具有较强的正相关关系,具有均质性,第二象限和第四象限表示目标值具有较强的负相关关系,具有异质性。研究区 27 个离散点落入第一象限和第三象限越多,耕地细碎化度空间集聚越明显。由图 3 和统计结果可知,27 个离散点落入第一象限和第三象限分别为 11,12 个,落入这两个象限的离散点数占总数的 85.19%,表明研究区耕地细碎化度在这些范围内存在空间正相关,局部集聚显著。位于第二象限和第四象限共有 4 个点,表明这些范围内的耕地细碎化度具有较强的空间负相关,局部离散显著。

相较于 Moran 散点图主要解释空间单元与周围单元的相关关系,LISA 聚类图还可揭示各单元空间自相关的具体程度。从图 4 可以看出,研究区耕地细碎化度表现出较为显著的空间分异格局,通过检验的高-高关联型有青龙、五马、杨坪、新治 4 个乡镇,是局部高值集聚类型,即耕地细碎化度高于全部耕地细碎化均值的区域被耕地细碎化度高于全部耕地细碎化均值的相邻区域包围。这些乡镇主要集中分布于南部石灰岩低山区,石灰岩成土条件差,耕地多分布于峰从洼地中,耕地斑块面积较小,所以耕地细碎化程度高。低-低关联型有三江、黄井 2 个乡镇,属局部低值集聚类型,即耕地细碎化度低于全部耕地细碎化均值的区域被耕地细碎化度低于全部耕地细碎化均值的相邻区域包围。这些乡镇位于低山分布区,局部区域地势起伏较小,耕地细碎化度低。高-低关联型是安坪,属局部高值离散类型,即耕地细碎化度高于全部耕地细碎化均值的区域被耕地细碎化度低于全部耕地细碎化均值的相邻区域包围。高-高关联和低-低关联表明观测值具有较强的空间正相关,且区域内有集聚和相似性存在;高-低关联则表示存在较强的空间负相关,有局部异质性存在。

4 讨论与结论

4.1 耕地细碎化的影响因素分析

耕地细碎化的空间变化特征受自然因素影响,主要有两个方面:1) 耕地资源短缺。因为奉节县 27 个乡镇坡度大,石灰岩地区广布广泛,土壤贫瘠,开垦条件差,导致耕地主要为坡耕地,而且耕地质量总体较差,能利用的耕地少。研究区可利用的土地资源十分短缺,2010 年研究区拥有耕地面积 41 233.65 hm^2 ,主要为旱坡耕地,所占比例为 71%,而能作为农业生产用的耕地资源则更为缺乏^[6]。2) 地形条件限制。由于研究区平原少,山地多,其中坡度级的砂岩耕地主要分布于褶皱抬升低山地貌、侵蚀剥蚀中山,所占比例分别约为 42%,37%;而石灰岩

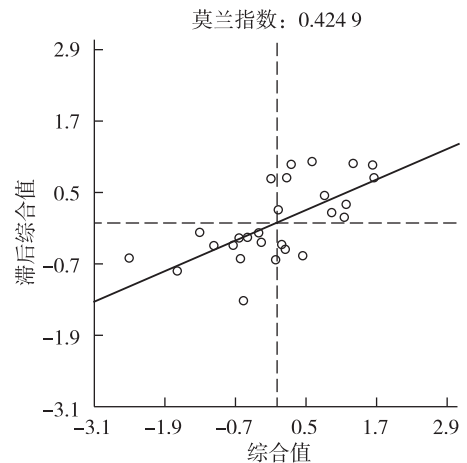


图 3 研究区耕地细碎化 Moran 散点图
Fig. 3 Research area land fragmentation Moran scatter diagram

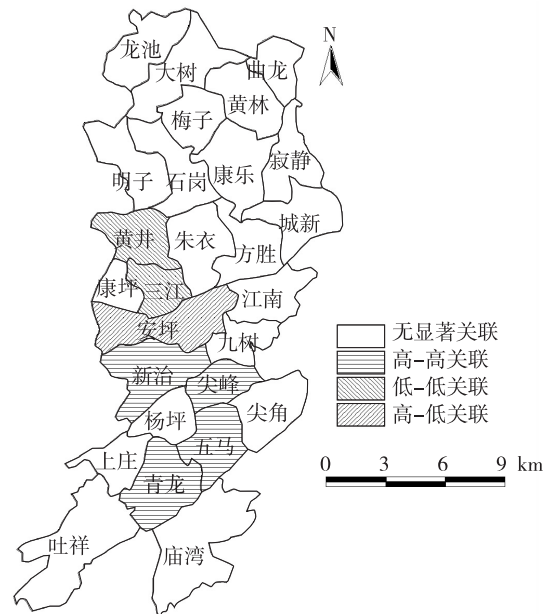


图 4 研究区耕地细碎化 LISA 聚类图
Fig. 4 Research area land fragmentation LISA clustering chart

耕地和泥岩耕地分别多数分布在侵蚀剥蚀低山地貌、褶皱抬升低山地貌去,所占比例分别为 65%,72%^[6]。在丘陵地区和山区,土地不平整;由于地形起伏,相同高度土地与另外相邻高度土地因高度不同从而自然分块,土地因此也不连片分布,导致耕地的分散与细碎化。因此,由自然地形条件而造成的耕地细碎化既常见又无法避免。综上分析,研究区耕地质量较差,生态环境脆弱,一旦破坏将难以恢复。要保护研究区耕地,则要通过粮食异地供给,降低本区粮食自给率,从而缓解耕地压力。同时,要保护好坡度小于 25°的优、中等耕地,坡度大于 25°则要实行生态退耕。调整农业结构必须立足山区山多、草多、坡多、面积广的优势,重点发展畜牧业、林果业、药业,以获得较好的生态效益和经济效益。

4.2 耕地细碎化对农业生产的影响分析

研究表明,耕地细碎化对农业生产的影响具有复杂性。学者 Bentley 和 Blare 认为当农民农业生产具有高风险且剩余大量劳动力的情况下,耕地细碎化可以最大限度调动利用劳动力并降低农业生产风险,从而对多样化生产经营有利^[4,24];另外,学者 Fenoaltea 等人认为农业生产在不同的季节对劳动力的需求量不同,而当没有成熟劳动力市场时,耕地细碎化能有力减轻劳动力不足^[25]。从而,耕地细碎化对农业生产的影响具有一定的复杂性,而区域不同,经济发展水平不同,耕地细碎化产生的影响也是不同的。

李功奎等国内学者通过对经济欠发达地区 394 个农户调查数据计量分析发现,农民对细碎化耕地的归整意愿和农民家里总劳动力数量呈负相关关系,意味着农民家的劳动力数量越多,那么他们就越不倾向于将原先的细碎化耕地归整^[26]。这同时也证实了耕地细碎化对分散耕作时间,调节劳动力方面的影响。

4.3 耕地细碎化对农民收入的影响分析

研究表明,耕地细碎化可以增加农民收入。李功奎、钟甫宁等学者以经济欠发达地区为例,用计量经济模型实证分析耕地细碎化、农民收入及劳动力利用这三者之间的关系,结果证实:当人地比例偏大且劳动力剩余时,耕地细碎化能促进农民多元化种植耕地,利用并调节劳动力,从而增加农民的耕作毛收入^[27]。许庆等学者也通过研究发现,农民分配的土地数量与种植净收入具有正相关联系^[28];而且,许庆等学者对 1993 年、1994 年、1995 年、1999 年和 2000 年的农户调查数据利用回归方程的夏普里值分解法进行估算,发现在 1995 年、1999 年和 2000 年这 3 年中,耕地细碎化这一因素有助于缩小农民收入差距^[29]。吴洋等学者通过对丘陵地区问卷调查数据的计量分析发现耕地细碎化分散了农户生产投入的风险,但是增加了农业投入总量^[30]。

总之,通过以上分析,本研究得到以下结论:

- 1) 从耕地细碎化综合指标来看,北部乡镇耕地细碎化程度要比南部乡镇低,最严重的是庙湾,其次是尖角、五马、九树和吐祥等乡镇,而耕地分布最为集中的是康坪和三江。
- 2) 从耕地细碎化 Moran 散点图看,27 个离散点落入第一象限和第三象限的离散点数占总数的 85.19%,说明研究区耕地细碎化度在这些范围内存在空间正相关,局部集聚显著,而位于第二象限和第四象限共有 4 个点表明这些范围内的耕地细碎化度具有较强的空间负相关,局部离散显著。
- 3) 从 LISA 聚类图可以看出,研究区耕地细碎化度表现出较为显著的空间分异格局,通过检验的高-高关联型有青龙、五马、杨坪和新治等 4 个乡镇,是局部高值集聚类型;高-低关联型是安坪,属局部高值离散类型;低-低关联型有三江和黄井 2 个乡镇,属局部低值集聚类型。

参考文献:

- [1] 李鑫,欧名豪,肖长江,等. 基于景观指数的细碎化对耕地生产效率研究[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(6):22-25.
Li X, Ou M H, Xiao C J, et al. Study on impacts of landscape fragmentation to cultivated land production efficiency [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2012, 21(6):22-25.
- [2] 张海鑫,杨钢桥. 耕地细碎化及其对粮食生产技术效率的影响—基于超越对数随机前沿生产函数与农户微观数据[J]. 资源科学,2012,34(5):903-910.
Zhang H X, Yang G Q. The effects of land fragmentation on technical efficiency of food production: an empirical analysis based on stochastic frontier production function and micro-data of households [J]. Resources Science, 2012, 34(5):903-910.
- [3] 陈红宇,朱道林,郦文聚,等. 嘉兴市耕地细碎化和空间集聚格局分析[J]. 农业工程学报,2012,28(4):235-242.
Chen H Y, Zhu D L, Yun W J, et al. Analysis on cultivated land fragmentation and spatial agglomeration pattern in Jiaxing city [J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(4):235-242.
- [4] Blarel B, Hazell P, Place F, et al. The economics of farm fragmentation: evidence from Ghana and Rwanda [J]. The

- World Bank Economic Review,1992,6(2):233-254.
- [5] Simons S. Land fragmentation in developing countries; the optional choice and policy implication[J]. Explorations in Economic History,1988,25:254-261.
- [6] 甘彩红,李阳兵,邵景安,等. 三峡库区腹地县域耕地压力研究——以奉节县27个乡镇为例[J]. 资源科学,2014,36(7):1365-1373.
Gan C H,Li Y B,Shao J A,et al. Analysis of county scale cultivated land pressure in the central region of the Three Gorges reservoir area;a case study of 27 towns in Fengjie county,Chongqing[J]. Resources Science,2014,36(7):1365-1373.
- [7] Meng Q H,Fu B J,Yang L Z. Effects of land use on soil erosion and nutrient loss in the Three Gorges reservoir area, China[J]. Soil Use and Management,2001,17(4):288-291.
- [8] 傅伯杰,陈利顶. 景观生态学原理及应用[M]. 北京:科学出版社,2002.
Fu B J,Chen L D. Principle and application of landscape ecology[M]. Beijing:Science Press,2002.
- [9] 孙雁,刘友兆. 基于细碎化的土地资源可持续利用评价——以江西分宜县为例[J]. 自然资源学报,2010,25(5):802-810.
Sun Y,Liu Y Z. Evaluation of land use sustainability based on land fragmentation;a case on Fenyi county, Jiangxi province[J]. Journal of Natural Resources,2010,25(5):802-810.
- [10] 赵岩洁,李阳兵,冯永丽. 三峡库区紫色岩小流域土壤侵蚀强度动态监测[J]. 资源科学,2012,34(6):1125-1133.
Zhao Y J,Li Y B,Feng Y L. Dynamic monitoring of soil erosion intensity in purple rock small watershed of Three Gorges reservoir area[J]. Resources Science,2012,34(6):1125-1133.
- [11] 任鸿瑞. 三峡库区耕地资源与耕地压力时空变化特征[J]. 重庆师范大学学报:自然科学版,2010,27(5):23-27.
Ren H R. Spatiotemporal changes in cultivated land area and cultivated land pressure in Three Gorges reservoir area[J]. Journal of Chongqing Normal University: Natural Science,2010,27(5):23-27.
- [12] 周应堂,王思明. 中国土地零碎化问题研究[J]. 中国土地科学,2008(11):50-54.
Zhou Y T,Wang S M. Study on the fragmentariness of land in China[J]. China Land Science,2008(11):50-54.
- [13] Wu Z P,Liu M Q,John D. Land consolidation and productivity in Chinese household crop production[J]. China Economic Review,2005,16(1):28-49.
- [14] Falco S D,Penov I,Aleksiev A,et al. Agrobiodiversity, farm profits and land fragmentation:evidence from Bulgaria[J]. Land Use Policy,2010,27(3):763-771.
- [15] 李鑫,欧名豪,马贤磊. 基于景观指数的细碎化对耕地利用效率影响研究——以扬州市里下河区域为例[J]. 自然资源学报,2011,26(10):1758-1767.
Li X,Ou M H,Ma X L. Analysis on impact of fragmentation based on landscape index to cultivated land use efficiency—a case on Lixiahe district in Yangzhou city[J]. Journal of Natural Resources,2011,26(10):1758-1767.
- [16] 王永艳,李阳兵,甘彩红,等. 基于地形因子的三峡库区腹地耕地演变——以草堂溪流域为例[J]. 生态学杂志,2013,32(7):1903-1911.
Wang Y Y,Li Y B,Gan C H,et al. Evolution of cultivated land in center region of the Three Gorges reservoir area based on terrain factors;a case study of Caotangxi watershed[J]. Chinese Journal of Ecology,2013,32(7):1903-1911.
- [17] 刘红玉,吕宪国,张世奎,等. 三江平原流域湿地景观破碎化过程研究[J]. 应用生态学报,2005,16(2):289-295.
Liu H Y,Lü X G,Zhang S K,et al. Fragmentation process of wetland landscape in watersheds of Sanjiang plain,China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2005,16(2):289-295.
- [18] 吕晓,黄贤金,钟大洋,等. 中国耕地细碎化问题研究进展[J]. 自然资源学报,2011,26(3):530-540.
Lü X,Huang X J,Zhong T Y,et al. Review on the research of farmland fragmentation in China[J]. Journal of Natural Resource,2011,26(3):530-540.
- [19] Manjunatha A V,Asif R A,Speelmand S,et al. Impact of land fragmentation,farm size,land ownership and crop diversity on profit and efficiency of irrigated farms in India[J]. Land Use Policy,2013(31):397-405.
- [20] 谭淑豪,Heerink N,曲福田. 土地细碎化对中国东南部稻农技术效率的影响[J]. 中国农业科学,2006,39(12):2467-2473.
Tan S H,Heerink N,Qu F T. Impact of land fragmentation on small rice farmer's technical efficiency in southeast China[J]. Scientia Agricultural Sinica,2006,39(12):2467-2473.
- [21] 李功奎,钟甫宁. 耕地细碎化/劳动力利用与农民收入[J]. 中国农村经济,2006(4):42-48.
Li G K,Zhong F N. Farmland fragmentation,laborutilization and farmers' income[J]. Chinese Rural Economy,2006(4):42-48.
- [22] 王千,金晓斌,周寅康. 河北省耕地生态安全及空间聚集格局[J]. 农业工程学报,2011,27(8):338-344.
Wang Q,Jin X B,Zhou Y K. Cultivated land ecological security and spatial aggregation pattern in Hebei province[J]. Transactions of the CSAE,2011,27(8):338-344.
- [23] Gajendra S N,Gopal B T. Impacts and causes of land fragmentation,and lessons learned from land consolidation in south Asia[J]. Land Use Policy,2005(22):358-372.

- [24] Bentley J W. Economic and ecological approaches to land fragmentation: in defense of a much-maligned phenomenon[J]. *Annual Review of Anthropology*, 1987, 16: 31-67.
- [25] Fenoaltea S. Risk, transaction costs, and the organization of medieval agriculture[J]. *Explorations in Economic History*, 1976, 13(2): 129-151.
- [26] 李功奎. 耕地细碎化、劳动力利用与农民收入[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
Li G K. Farmland fragmentation, labor utilization and farmers' income[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2006.
- [27] 李功奎, 苗齐, 褚小明, 等. 农户对农地归整意愿的实证分析[J]. *中共南京市委党校南京市行政学院学报*, 2007(2): 31-34.
Li G K, Miao Q, Chu X M, et al. Empirical analysis on intend of farmers to farmland consolidation[J]. *Journal of school of CPC Nanjing Committee*, 2007(2): 31-34.
- [28] 许庆, 田士超, 邵挺, 等. 土地细碎化与农民收入: 来自重庆的实证研究[J]. *农业技术经济*, 2007(6): 67-72.
Xu Q, Tian S C, Shao T, et al. Farm land fragmentation and farmers' income: a case of China[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2007(6): 67-72.
- [29] 许庆, 田士超, 徐志刚, 等. 农地制度、土地细碎化与农民收入不平等[J]. *经济研究*, 2008(2): 83-93.
Xu Q, Tian S C, Xu Z G, et al. Rural land system, land fragmentation and farmer's income inequality[J]. *Economic Research Journal*, 2008(2): 83-89.
- [30] 吴洋, 聂勇, 胡振虎, 等. 家庭生命周期、土地细碎化与农户农业生产性投入[J]. *云南财经大学学报*, 2008, 24(1): 70-75.
Wu Y, Nie Y, Hu Z H, et al. Family life cycle, land fragmentation and peasant household agricultural productive input[J]. *Journal of Yunnan University of Finance and Economic*, 2008, 24(1): 70-75.

Resources, Environment and Ecology in Three Gorges Area

Research on the Spatial Characteristics of Cultivated Land Fragment in the Central Region of the Three Gorges Reservoir Area: a Case Study in Fengjie County, Chongqing

GUO Hui, LI Yangbing, GAN Caihong, YING Hong

(College of Geography and Tourism, The Key Laboratory of GIS Application Research, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Abstract: This paper takes 27 towns of Fengjie county in Chongqing city as the research area, employing such analysis software as ArcGIS and openGeoDa, selecting 7 landscape indexes which could represent the characteristics of the fragmentation of the cultivated land, combining them with principal component analysis and spatial correlation analysis, comprehensively calculating the degree of the fragmentation of the cultivated land and the degree of the spatial correlation, and finally, analyzing the characteristics of the cultivated land fragmentation in 2012 of the 27 towns in Fengjie, the hinterland of the Three Gorges reservoir area. Results show that: 1) from the aggregative indicators of the cultivated land fragmentation, the fragmentation degree of the cultivated land in the northern township is lower than that of the south. The most fragmented part is Miaowan. Second to it are such towns or townships as Jianjiao Wuma, Jiushu, and Tuxiang; the most concentrated farmland lies in Kangping and Sanjiang; 2) In some parts in the research area, the cultivated land is significantly concentrated, showing positive spatial correlation to cultivated land fragmentation; in other parts in the research area, the cultivated land is significantly discrete, showing negative spatial correlation to cultivated land fragmentation. 3) The cultivated land fragmentation in the research area shows a pattern of marked spatial difference. In our test, the four towns of high-high correlation, Qinglong, Wuma, Yangping, and Xinzhi, belong to the type of high value concentrated type. The high-low correlation type is Anping, belonging to partial high value discrete type; the low-low correlation type has Sanjiang and Huangjing, belonging to partial low value concentrated type. The results above are significantly important to the transformation of land use patterns in the hinterland of the Three Gorges reservoir area, the structure optimization of cultivated land use and the efficiency improvement of the use of arable land, so as to promote local agricultural production, to ensure agricultural output and food security in the reservoir area.

Key words: the Three Gorges reservoir area; spatial characteristics; cultivated land fragment research; Fengjie county

(责任编辑 方 兴)