

生态脆弱区土地利用多功能空间格局特征及影响因素分析

刘愿理¹, 廖和平¹, 李靖², 蔡进³, 李涛¹, 王强⁴

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715; 2. 西南科技大学经济管理学院, 四川 绵阳 621000;
3. 重庆工商大学旅游与国土资源学院, 重庆 400067; 4. 西南大学图书馆, 重庆 400715)

摘要: 研究目的: 研究生态脆弱区的土地利用多功能对优化国土空间格局、开展国土绿化行动和建设美丽中国具有重要的现实意义。研究方法: 以云南省南涧彝族自治县80个行政村为评价单元, 运用多边形综合图示法、探索性空间数据分析和地理探测器等方法, 系统分析2017年土地利用多功能空间格局特征和影响因素。研究结果: (1)南涧彝族自治县土地利用多功能水平整体性较低, 行政村的差距较大, 子功能协调发展有待加强, 空间极化现象明显; (2)土地利用多功能空间分异明显, 多功能空间分布呈现“一主多副”的多核空间分布结构, 子功能空间分布呈现不同的形态特征; (3)土地利用多功能空间分异的影响因素主要以社会经济因素和区域政策为主, 其中政府资金投入、政策性贷款和劳动技能培训率是其主导因素。研究结论: 生态脆弱区应重点关注社会经济因素和区域政策因素, 发挥财政资金和信贷资金的作用, 加强劳动技能培训, 提高土地利用多功能水平。

关键词: 土地利用多功能; 空间格局; 影响因素; 生态脆弱区

中图分类号: F301.24

文献标志码: A

文章编号: 1001-8158(2020)02-0075-09

随着社会经济的快速发展,生态脆弱区土地资源的稀缺性日益显现,而土地利用结构失衡更是加剧了生态脆弱区的环境退化,导致人地矛盾突出。因此,研究生态脆弱区的土地利用多功能对优化国土空间格局、开展国土绿化行动和建设美丽中国具有重要的现实意义。近年来,土地利用多功能成为国内外学者研究的重点和热点^[1-2],已有研究认为,土地利用多功能是区域土地在开发利用过程中为人类提供的产品和服务,主要涉及社会、经济和环境三个层面的功能^[3-6]。随着研究的深入,不同学者对土地利用功能的划分有不同的定义,主要包括直接功能和间接功能两种,其中刘沛、梁建飞、李广东等学者按照直接功能将土地利用功能分为生产、生活和生态功能^[7-9],GEBHARD、DE GROOT、陈影等学者突出土地利用过程的重要性,强调土地利用的间接功能,将其分为社会、经济和生态功能^[10-12]。从指标体系构建和评价方

法来看,由于研究视角和研究目的的差异性,土地利用多功能的指标体系尚未形成统一的标准,主要从土地利用多功能分类展开:一是运用可持续发展理论,从经济、社会和生态环境三大维度出发,选取可持续发展因素作为土地利用多功能性的评价指标;二是基于空间三生功能理论,结合研究区经济社会发展、土地利用以及生态环境状况,将土地利用多功能分为生产功能、生活功能、生态功能三个维度^[13-14]。同时,土地利用多功能的评价方法较多,主要包括综合指数法、全排列多边形综合图示法、灰色关联投影法和投影追踪模型等方法^[15-17];从研究尺度来看,受数据的可获取性限制,土地利用多功能评价多以行政区划为评价单位,且多以省域、市域和县域等中大尺度为主^[18-20];从影响因素研究来看,王枫、孙丕苓等学者从自然条件因素、社会经济因素和政策因素三个方面对土地利用功能进行了障碍因子诊断,认为自然地理环境和自

收稿日期: 2019-10-17; **修稿日期:** 2019-12-25

基金项目: 重庆市教委科学技术研究项目(KJQN201900834);西南科技大学科研基金资助项目(19sx7106);重庆市社会科学规划博士项目(2018BS86);集中连片特困地区农户可持续生计风险预警机制研究(swu118047)。

第一作者: 刘愿理(1987-),男,四川南充人,博士研究生。主要研究方向为国土资源与区域发展、乡村贫困治理。E-mail: 402952363@qq.com

通讯作者: 廖和平(1964-),女,重庆璧山人,教授,博士生导师。主要研究方向为土地规划与管理。E-mail: liaohp@swu.edu.cn

然资源禀赋是其主要因素^[21-24]。

总体来看,土地利用多功能研究已初步形成研究框架和方法体系,但研究尺度较宏观,未能深入分析土地利用多功能的空间关联格局,缺乏从地理空间视角开展特定区域土地利用多功能的空间差异影响因素的定量分析。同时,村域是中国农村社会经济活动的基本单元,研究村域尺度的土地利用多功能是土地精细化管理的有效方式^[25],而生态环境脆弱区既是生态环境破坏最典型的区域,也是贫困程度较深的区域。因此,以村域尺度分析生态脆弱区的土地利用多功能空间格局和影响因素,是实现特定区域可持续发展的关键,更是开展土地扶贫的有益探索^[26-27]。

鉴于此,本文以云南省地质灾害防治重点县——南涧彝族自治县为例,以80个行政村为评价单元,构建村域土地利用多功能评价指标体系,运用多边形综合图式法、探索性空间数据分析方法和地理探测器等方法,通过ArcGIS、Geoda等软件,深入分析该区域2017年土地利用多功能空间格局特征,揭示影响土地利用多功能的因素,为优化国土空间格局提供决策支撑,以期为生态脆弱区实现可持续发展和建设美丽中国提供参考。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

南涧彝族自治县位于云南省西部,大理、临沧、普洱三州(市)结合部,境内有哀牢山、无量山两大山系和澜沧江、红河两条国际河流,海拔落差大。截至2017年底,全县辖5镇3乡80个村(居)委会,总人口22.77万人,土地利用结构主要以林地为主,占总面积的64.83%,耕地面积244.14 km²,占总面积的14.04%,建设用地45.47 km²,占总面积的2.62%。南涧彝族自治县作为国家扶贫开发重点县和61个滇西边山区少数民族集中连片特困地区,贫困程度深、自然条件较差,水土流失严重,属于云南省地质灾害防治重点县,是典型的生态脆弱区。因此,本文选择南涧彝族自治县作为生态脆弱区的研究对象具有较强的代表性。

1.2 数据来源

本文以南涧彝族自治县80个行政村为研究对象,选择2017年为研究时点,主要数据来源为:2017年土地利用变更数据来源于自然资源局,10 m×10 m精度的数字高程模型来源于91卫图助手,《南涧彝族自治县2017年统计年鉴》,乡镇2017年农村经济情况

报表和调查数据,其中调查数据包括2018年精准扶贫第三方评估实地调研数据和村级问卷调查数据。各评价指标使用的数据是根据原始数据处理获取,均经过粗差剔除和地理校正。

2 研究方法

2.1 土地利用多功能评价指标体系

本文在已有研究基础上,结合生态脆弱区的特点,构建生产功能、经济功能、社会功能和生态功能4大类的土地利用多功能评价指标体系,选取了20项指标组成指标体系候选集,并对候选指标进行线性分析,剔除共线性的指标,最后确定了15个度量指标(表1)。

2.2 全排列多边形综合图式法

全排列多边形综合图式法是一种新兴的区域综合评价方法,其基本原理为:土地利用多功能共有 n 个指标(标准化后的值),以这些指标的上限值为半径构成一个中心 n 边形,这个不规则中心 n 边形的定点是 n 个指标的一个首位连接的全排列, n 个指标可以构成 $(n-1)!/2$ 个不同的不规则中心 n 边形,土地利用多功能定义为所有这些不规则多边形面积的均值与中心多边形面积的比值。因此,采用全排列多边形综合图式法测算土地利用多功能水平,避免对指标权重计算,其结果更具有客观性^[28]。计算公式如下:

$$Q_+ = \frac{(U_i - L_i)(X_i - T_i)}{(U_i + L_i - 2T_i)X_i + U_iT_i + L_iT_i - 2U_iL_i} \quad (1)$$

$$Q_- = \frac{(U_i - L_i)(T_i - X_i)}{(U_i + L_i - 2T_i)X_i + U_iT_i + L_iT_i - 2U_iL_i} \quad (2)$$

式(1)一式(2)中: U_i 、 L_i 、 T_i 分别为表示指标 X_i 的最大值、最小值和阈值; Q_+ 用于正向指标, Q_- 用于负向指标。由于研究单位是南涧彝族自治县行政村的土地利用多功能水平,因此阈值 T_i 取各行政村的平均值。

综合指数的计算公式如下:

$$F = \frac{\sum_{i,j,i \neq j}^n (F_i + 1)(F_j + 1)}{2n(n-1)} \quad (3)$$

式(3)中: F_i 、 F_j 为第 i 、 j 个指标的标准化值; F 为综合指标值, F 介于0~1之间。

2.3 探索性空间数据分析方法

探索性空间数据分析方法包括全局莫兰指数(Global Moran'I)和局部莫兰指数(Local Moran'I)。该方法能够直观反映研究区土地利用多功能空间相关性的类型及其空间分布特征,更好地判断其分布于聚类型、离散型还是随机型^[29]。公式如下:

表1 土地利用多功能评价指标体系
Tab.1 Evaluation indicator system of multifunctionality of land use

维度	指标	指标阐释及计算方法	功效性	阈值说明
生产功能	粮食单产/(kg·亩 ⁻¹)	粮食总产量/粮食作物播种面积	正向	均值
	地均禽畜产值/(10 ⁴ 元·人 ⁻¹)	禽畜总产值/土地总面积	正向	均值
	机耕道路密度/(km·km ⁻²)	机耕道里程/土地总面积	正向	均值
经济功能	土地经济密度/(10 ⁴ 元·人 ⁻¹)	地区生产总值/土地总面积	正向	均值
	土地流转带动就业率/%	土地流转发展产业解决就业人数/劳动力总数	正向	均值
	人均土地流转收益/(10 ⁴ 元·人 ⁻¹)	土地流转总收益/常住人口数	正向	均值
	农村人均纯收入/(元·人 ⁻¹)	反映农村居民的平均收入水平	正向	均值
社会功能	人口密度/(10 ⁴ 人·km ⁻²)	常住人口数/土地总面积	正向	均值
	农村居民人均住房面积/(m ² ·人 ⁻¹)	农村住房总面积/常住人口数	正向	均值
	医疗卫生用地面积占比/%	卫生室用地面积/土地总面积	正向	均值
	人均公共服务设施用地面积/km ²	村级活动室、农家书屋等用地面积/常住人口数	正向	均值
生态功能	农用化肥强度/(kg·亩 ⁻¹)	农用化肥使用总量/耕地总面积	负向	均值
	垃圾回收站用地面积占比/%	垃圾回收站面积/土地总面积	负向	均值
	生态用地面积占比/%	林地、草地和水域面积/土地总面积	正向	均值
	水土流失率/%	水土流失面积/土地总面积	负向	均值

$$Global\ Moran'I = \frac{\sum_i \sum_{j \neq i} W_{ij} (X_i - X)(X_j - X)}{S^2 \sum_i \sum_{j \neq i} W_{ij}} \quad (4)$$

$$Local\ Moran'I = \frac{(X_i - X)}{S^2} \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_j - X)$$

式(4)中： n 为研究单元个数，表示研究单位属性平均值； X_i 和 X_j 分别为研究单位 i 和 j 的属性值； S^2 为得分值得的方差；空间权重矩阵元素 W_{ij} 为空间对象第 i 和第 j 两点的链接关系，通常有邻接权重(Contiguity Weight)和距离权重(Distance Weight)，本文将基于邻接权重标准。

2.4 地理探测器模型

地理探测器模型是中科院学者王劲峰等通过提出“因子力”度量指标，结合GIS空间叠加技术和集合论，用以识别多因子之间交互作用的模型，该模型在分析地理要素格局演变和空间分异等方面有着广泛的运用^[30-31]。因此，本文借助地理探测器模型，引入土地利用多功能决定力指标 q ，通过分异及因子探测工具探测各指标对土地利用多功能的作用。各指标对土地利用多功能的决定力大小为：

$$q = 1 - \frac{1}{n\sigma^2} \sum_{h=1}^L n_h \sigma_h^2 \quad (5)$$

式(5)中： n_h 为因素 B 的类型 h (对应一个或多个子区域)内的样本数； n 为在整个研究区所有样本数； σ^2 为

整个区域的离散方差。当因素 B 对土地利用多功能性具有决定力时，每个类型(对应一个或多个子区域)的离散方差 σ^2 会较小，类型(对应一个或多个子区域)之间的离散方差会较大。

3 结果分析

3.1 土地利用多功能空间格局分析

3.1.1 土地利用多功能测度结果

根据全排列多边形图示法，测算出南涧彝族自治县的土地利用多功能水平整体性不高，其值为0.375。其中，生态功能0.325，生产功能0.196，社会功能0.189，经济功能0.182，土地利用子功能水平相差较大，协调发展程度有待加强。具体而言，土地利用多功能水平最高值是南涧镇小军庄社区，为0.606，最低值为乐秋乡乐秋村，其值为0.279，二者相差0.327。运用ArcGIS 10.2软件，通过自然断裂点法将80个行政村的土地利用多功能及子功能水平划分为高水平、较高水平、中等水平、较低水平和低水平5个等级(表2)。数据分析显示，南涧彝族自治县土地利用多功能水平呈现双波峰分布特点，在较高水平和较低水平处达到波峰，行政村占比达到68.75%，且高水平的行政村仅4个。其中，生产功能、社会功能和生态功能主要以中等水平和较低水平为主，行政村比例分别为63.75%、56.25%和55.00%，经济功能以较低水

表2 南涧彝族自治县行政村土地利用多功能等级统计表

Tab.2 Land use multifunctional grade statistics of administrative village in Nanjian County (%)

功能/等级	高水平	较高水平	中等水平	较低水平	低水平
生产功能	5.00	16.25	28.75	35.00	15.00
经济功能	10.00	11.25	21.25	28.75	28.75
社会功能	7.50	22.50	30.00	26.25	13.75
生态功能	13.75	16.25	35.00	20.00	15.00
多功能	5.00	26.25	23.75	26.25	18.75

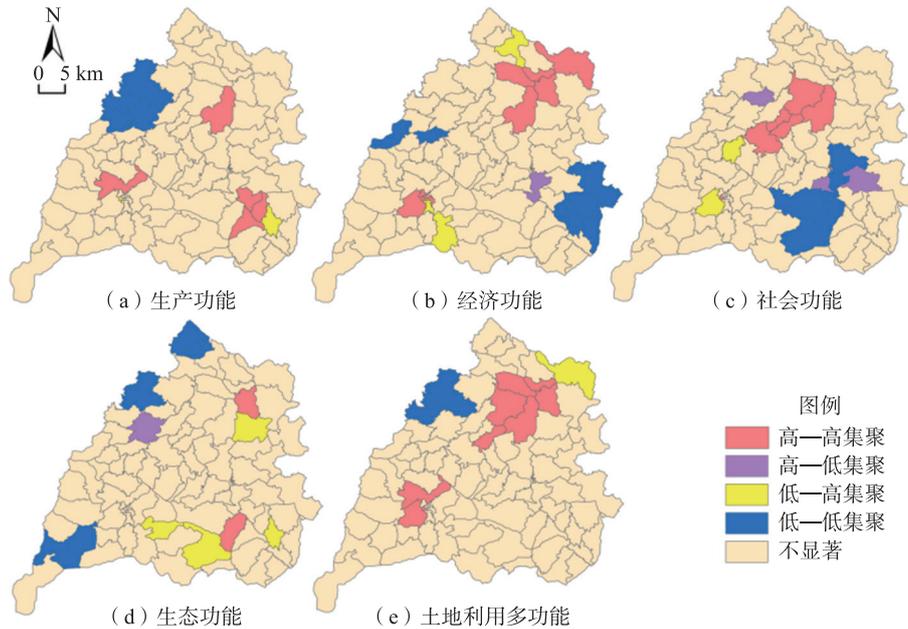


图1 南涧彝族自治县土地利用多功能LISA集聚图

Fig.1 LISA aggregation graph of multifunctional land use in Nanjian County

平和低水平为主,行政村占比为57.50%。

3.1.2 土地利用多功能关联格局分析

运用GeoDa软件测算南涧彝族自治县行政村的土地利用多功能水平的全局莫兰指数,并对其显著性水平进行检验。结果显示,2017年土地利用多功能水平的莫兰指数为0.339,其中,生产功能、经济功能、社会功能和生态功能水平的全局莫兰指数分别为0.206、0.389、0.234和0.149,全局莫兰指数越高其空间分布集聚程度越高,各功能的Z值在5%的显著性水平下均大于临界值1.96,表明南涧彝族自治县土地利用多功能水平具有显著的空间正相关性。为了进一步揭示南涧彝族自治县内部土地利用多功能水平的集聚格局和集聚效应,本文采用局部空间自相关对南涧彝族自治县土地利用多功能水平进行分析(图1)。

结果显示,土地利用多功能高值集聚区包括1个较大区域和1个较小区域,分别是东北部的南涧镇(6个村)和西南部的公郎镇(3个村),低值集聚区分布在

西北部的乐秋乡,共3个行政村,东涌村出现异常值(低高集聚区),其余行政村未呈现集聚特征。其中,生产功能在城乡结合部、无量山和公郎集镇坝区形成3个高值集聚区,在西北部县域边界处形成1个低值集聚区;经济功能存在2个高值集聚区(8个村)和2个低值集聚区(7个村),高值集聚区分布在县城中心和公郎集镇坝区,低值集聚区主要集中在东南部地区;社会功能存在2个高值集聚区、1个低值集聚区和5个异常值区;生态功能存在2个高值集聚区和3个低值集聚区,低值集聚区主要分布在县域西部边界处。

3.1.3 土地利用多功能空间格局特征

(1)生产功能。由图2(a)可知,南涧彝族自治县土地利用生产功能空间分布呈现核心边缘结构,即以县城、公郎集镇坝区和无量山景区为核心向四周逐渐降低。具体而言,生产功能高水平 and 较高水平的行政村主要集中在3个核心地带,包括南涧镇小军庄社区、安定社区、公郎镇凤凰村和无量山镇德安村等17

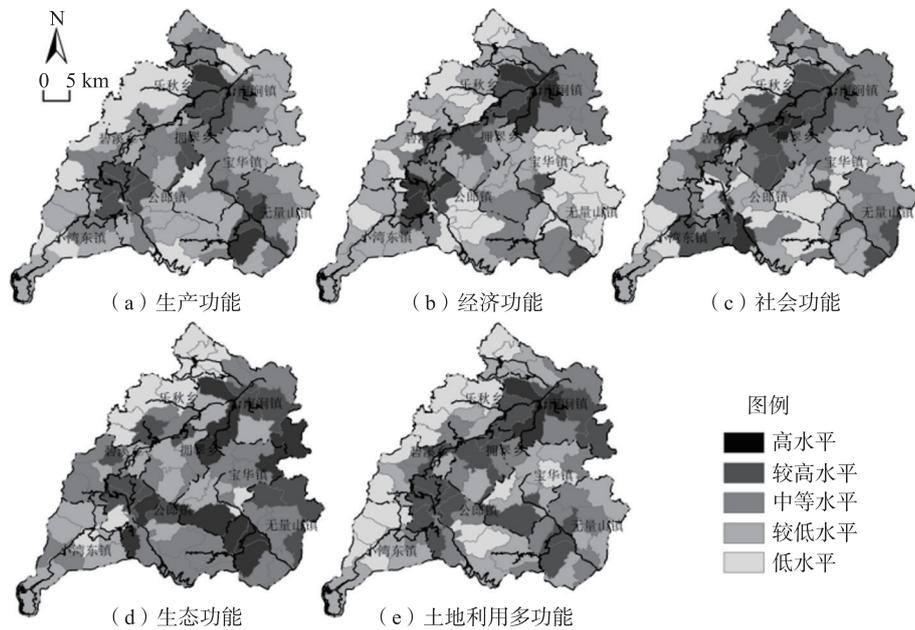


图2 南涧彝族自治县土地利用多功能空间格局分布图

Fig.2 Distribution map of multifunctional spatial pattern of land use in Nanjian County

个行政村,该区域基础设施较好,机耕道路较完善,特别是德安村、小军庄社区和安定社区,机耕道面积占比(6.55%、6.42%和5.80%)位于各行政村的前三,而公郎集镇坝区属于河谷地带,土壤肥沃,生产条件便利,粮食单产较高;较低水平和低水平的行政村主要分布在东北部和南部等县域边界地区,该区域自然条件较差,山地面积较大,地均禽畜产值较低,生产功能水平相对较低;中等水平的行政村空间分布呈现“插花式”特征。

(2)经济功能。南涧彝族自治县土地利用经济功能的格局与其经济发展有重要的耦合关系,主要以县城中心到公郎集镇坝区的 135° 中轴线向外逐渐降低,且南部地区高于北部地区(图2(b))。其中,经济功能高水平 and 较高水平的行政村集中分布在中轴线上,主要包括南涧镇南街社区、公郎镇凤岭村和拥翠乡拥翠村等31个村,该区域产业发展较快,土地流转面积较多,特别是公郎集镇坝区,有“茶叶之乡”之称,地区生产总值较高;较低水平和低水平的行政村集聚在西北部、西南部和中东部地区,主要包括小湾东镇岔江村、宝华镇宝华村和乐秋乡乐秋村等40个村,该区域集体经济收入主要依靠政府扶贫资金入股分红,且土地流转较少,东部10个行政村仅有无量山镇卫国村和红星村2个村实现了土地流转,农户收入相对较低;中等水平的行政村主要分布在西北部和南部地区。

(3)社会功能。南涧彝族自治县土地利用社会功能分布呈“双核”空间格局,从南涧镇、拥翠乡和公郎集镇一带向外逐渐降低,一个核心是北部地区的南涧镇,一个核心是公郎集镇坝区(图2(c))。测算结果显示,土地利用社会功能水平介于 $0.011 \sim 0.476$,跨度较大。其中高水平 and 较高水平的行政村集中分布在县城附近和公郎集镇坝区,该区域人口密度较大,特别是南涧社区高达 $833.43 \text{ 人}/\text{km}^2$,远超全县人口密度水平($127.64 \text{ 人}/\text{km}^2$)。较低水平和低水平的行政村集中分布在西北部和东南部地区,该区域公共服务设施相对落后,村级活动室、农家书屋等面积较小,如宝华镇无量村人均公共服务设施用地面积最小,仅为 0.023 m^2 ,土地利用社会功能相对较低。

(4)生态功能。南涧彝族自治县土地利用生态功能空间分异格局呈现“东高西低”的特征,以县城和无量山一带为中心向西部和南部逐渐降低(图2(d))。具体而言,土地利用生态功能高水平 and 较高水平的行政村集中分布在东北部和中南部地区,主要因为东北部地处县城中心和哀牢山之间,该区域受县城经济带带动作用明显,经济水平较高,中南部地区发展茶叶产业,生态用地面积较广,森林覆盖率高,生态功能较强;中等水平的行政村主要集中在西南部地区,主要包括无量山镇卫国村、可保村、古德村和发达村等28个村;较低水平和低水平的行政村集中分布在县城中西部地区,尤其是西部地区地处凤庆县、巍山县和南

涧彝族自治县3县交界处,地形起伏大,生态环境脆弱,是全县水土流失重点防治区。

(5)土地利用多功能。南涧彝族自治县土地利用多功能空间分布差异性明显,呈现“一主多副”的多核空间分布结构,即以县城为主中心,以公郎集镇坝区和无量山为副中心向外延逐渐降低(图2(e))。具体而言,土地利用多功能高水平 and 较高水平的行政村集中分布在县城、公郎集镇坝区和无量山地区,主要包括南涧镇小军庄社区、团山村、公郎镇公郎村和无量山镇德安村等25个村,该区域生产功能、经济功能、社会功能和生态功能水平均较高。中等水平的行政村空间分布以县城为中心向四周扩散,呈“插花式”空间分布特征;较低水平和低水平的行政村主要集中在西部县域边界和东南地区,包括南涧镇复兴村、乐秋乡乐秋村和碧溪乡中华村等36个村。

3.2 土地利用多功能影响因子探测

3.2.1 影响因素指标体系的构建

为了探究南涧彝族自治县土地多功能水平空间

差异的影响因素,进一步提高土地利用多功能水平,本文借助地理探测器,以2017年为研究时点,构建生态脆弱区土地利用多功能影响因素指标体系(表3)。

3.2.2 土地利用多功能空间分异的影响因素

(1)自然资源禀赋。探测结果显示,自然资源禀赋对南涧彝族自治县土地利用多功能空间分异具有一定的影响(表4)。^①平均坡度、25°以上耕地面积占比对土地利用多功能空间分异的影响力分别为0.253、0.240,均通过不同水平的显著性检验,表明平均坡度、25°以上耕地面积占比对土地利用多功能空间分异有一定的解释力,该因素反映的是土地优劣状况,地势平坦、耕地坡度较低的县城附近和河谷地带所在的行政村基础设施条件较好,人类经济活动频繁,土地利用多功能水平较高;^②土地垦殖指数表征各行政村耕地资源的丰度,探测结果显示土地垦殖指数对土地利用多功能空间分异的影响力为0.216,表明耕地资源较多的行政村农林牧业发展较快,土地利用多功能水平就越高;^③平均高程对土地利用多功能

表3 土地利用多功能影响因素评价指标体系

Tab.3 Evaluation index system of influencing factors of multifunctional land use

影响因素	探测指标	指标解释及来源
自然资源禀赋	平均高程/m	运用ArcGIS栅格统计
	平均坡度/°	运用ArcGIS分区统计,取村域土地坡地的平均值
	土地垦殖指数/%	耕地面积/土地总面积,来源于土地利用变更数据
	25°以上耕地面积占比/%	25°以上耕地面积/土地总面积,来源于土地利用变更数据
地理区位条件	对外交通便捷度/km	基于ArcGIS软件统计获取行政村到高速路、省道和县道的距离之和
	距离县城时间/h	基于高德地图和社会调查获取
社会经济因素	文化程度/%	初中以上文化人口/常住人口,来源于统计年鉴
	政策性贷款/10 ⁴ 元	政府支持产业发展贷款,数据来源于调研和扶贫办
	劳动技能培训率/%	劳动技能培训人数/常住人口,来源于各村调查数据
	少数民族人口占比/%	少数民族人口/常住人口,来源于统计年鉴
区域政策因素	退耕还林面积/hm ²	耕地向林地转换的面积,来源于土地利用变更数据
	政府资金投入/10 ⁴ 元	各级政府对行政村的资金投入,来源于县财政局

表4 土地利用多功能影响因素决定力

Tab.4 Determinants of multifunctional land use

探测因素	q值	p值	探测因素	q值	p值
政府资金投入	0.511***	0.000	25°以上耕地面积占比	0.240**	0.018
政策性贷款	0.401***	0.000	土地垦殖指数	0.216**	0.021
对外交通便捷程度	0.328***	0.005	距离县城时间	0.207***	0.010
劳动技能培训率	0.316***	0.000	平均高程	0.200*	0.084
人口素质	0.315**	0.023	退耕还林面积	0.144	0.132
平均坡度	0.253***	0.009	少数民族人口占比	0.084	0.214

注:***、**、*分别表示探测变量在1%、5%、10%的水平上显著,q值表示决定力,p值表示显著性。

空间分异的影响力为0.200,在所有探测因子中的排位靠后,表明其影响力相对较小。可见,生态环境脆弱的南涧彝族自治县自然资源禀赋整体性较差,对土地利用多功能的影响相对较低。

(2)地理区位条件。地理区位对南涧彝族自治县土地利用多功能水平空间分异具有重要的影响。①对外交通便捷程度对土地利用多功能空间分异的影响力较高,为0.328,说明土地利用多功能与对外交通便捷度具有较强的空间关联性,对外交通便捷程度越高,越有利于增强各行政村沟通和联系,方便信息共享,提升土地的生产功能和经济功能;②土地利用多功能空间分异对距离县城时间的依赖性较强,其决定力为0.207,表明距离县城时间越短受到县域经济中心的辐射带动作用就越大,参与县域经济发展的机会较多,反之则经济发展的成本越高,各类产品进入市场的难度较大,且社会资金难以引入,从而导致土地利用多功能较低。

(3)社会经济因素。社会经济因素与土地利用多功能空间分异密切相关。①土地利用多功能空间分异对政策性贷款和劳动技能培训率具有显著的依赖性,其影响力分别为0.401、0.316。据统计,南涧彝族自治县2017年扶贫小额信贷投放3.14亿元,涉及6 623户贫困户,政策性贷款助推产业发展成效明显,而劳动技能培训提升了群众的劳动力水平,促进土地生产功能、经济功能和社会功能明显提升。②人口素质对土地利用多功能空间分异的影响力为0.315,人力资源质量越高,其接受先进理念的水平越高,促进生产水平和经济发展的后劲越强,从而影响土地利用多功能水平。③少数民族人口占比对土地利用多功能空间分异的影响力较小,为0.084,且未通过显著性检验,表明对土地利用多功能空间分异的解释能力较弱。

(4)区域政策因素。区域政策因素对土地利用多功能空间分异具有显著影响。①政府资金投入在所有探测因子中影响力排名位居第一,其值为0.511,是土地利用多功能空间分异的主导因素。精准扶贫以来,南涧彝族自治县政府大力整合财政、金融和社会资金,投资18.54亿元用于发展农村产业、完善农村基础设施,盘活农村经济,推动全县特别是深度贫困村快速发展,因此政府资金投入是影响土地利用多功能的主导作用。②退耕还林政策对土地利用多功能空间分异的影响力为0.172,在所有探测因子中影响力排名靠后且不显著,表明退耕还林政策对土地利用多

功能空间分异的解释力不强。

4 结论与讨论

4.1 结论

(1)南涧彝族自治县2017年土地利用多功能水平以较高水平和较低水平为主,呈现双波峰分布特点,各行政村差距较大,整体性水平较低,存在明显的空间极化现象。子功能协调发展有待加强,其中生态功能最高,生产功能和社会功能次之,而经济功能相对较低。(2)空间自相关分析表明,南涧彝族自治县土地利用多功能具有较强的空间集聚性,存在2个高值集聚区和1个低值集聚区,具有显著的正相关性。(3)南涧彝族自治县2017年土地利用多功能空间分布差异性明显,土地利用多功能呈现“一主多副”的多核空间分布结构,即以县城为主中心,公郎集镇坝区和无量山为副中心向外延逐渐降低,而各子级功能在空间分布中也呈现不同的形态特征。(4)南涧彝族自治县土地利用多功能空间分异的影响因素主要以社会经济因素和区域政策为主,其中政府资金投入、政策性贷款和劳动技能培训率是其主导因素,而少数民族人口占比、退耕还林面积和平均高程等因素对土地利用多功能空间分异的影响较小,生态脆弱区属于欠发达地区,不仅自然条件差,而且经济基础薄弱,因此社会经济和区域政策因素的投入比改变自然资源禀赋能更快更直接地影响土地利用多功能水平。

4.2 讨论

基于村域尺度的土地利用多功能研究更符合土地资源管理的需要。南涧彝族自治县作为典型的生态环境脆弱区,自然条件和资源禀赋整体性较差,导致坡度、高程、耕地质量等自然因素对全县土地利用多功能的影响较小,而政府资金投入、金融支持、技能培训等社会经济和区域政策因素能够更快更直接地影响土地利用多功能水平,是其主导因素。因此,本文认为县城中心应充分发挥金融助推发展的作用,以扶贫小额信贷为突破口,转变经济发展方式,稳住生产功能,加强生态环境建设,提升生态功能;西北部和西南部地区应加强劳动技能培训,提高农户劳动技能水平,增加劳动力价值,实现土地多元化利用;公郎集镇坝区应依托茶叶产业发展现代农业,以村级合作社为纽带,积极培育新型农业经营主体,努力提升土地的生产功能、经济功能和生态功能;无量山和哀牢山地区应充分发挥自然资源和旅游资源丰富的优

势,强化“乡村旅游+村级合作社+彝乡农家乐+农户”模式,大力发展乡村旅游。

受数据可获取性和研究方法的限制,本文构建的土地利用多功能分类体系仍有一些不足,如:没有考虑土地利用的文化功能,农户受教育程度也是影响土地利用功能的重要因素;指标属性仅以简单的正向指标和负向指标表明其功效性,未能结合实际情况分类处理;因篇幅限制,没有对评价指标体系构建和各指标含义进行阐述。今后,将进一步细化研究阶段,扩展时间维度,进一步分析土地利用多功能时空格局和影响因素及其变化。

参考文献(References):

- [1] 龙花楼,屠爽爽. 土地利用转型与乡村振兴[J]. 中国土地科学, 2018, 32(7): 1-6.
- [2] 刘超,许月卿,孙丕苓,等. 土地利用多功能性研究进展与展望. 地理科学进展, 2016, 35(9): 1087-1099.
- [3] HELMING K, TSCHERNING K, KÖNIG B, et al. Ex ante impact assessment of land use changes in European regions: the SENSOR approach[M]//HELMING K, PÉREZ-SOBA M, TABBUSH P. Sustainability Impact Assessment of Land Use Changes. Berlin & Heidelberg: Springer, 2008: 77-105.
- [4] PÉREZ-SOBA M, PETIT S, JONES L, et al. Land use functions: a multifunctionality approach to assess the impact of land use changes on land use sustainability[M]//HELMING K, PÉREZ-SOBA M, TABBUSH P. Sustainability Impact Assessment of Land Use Changes. Berlin & Heidelberg: Springer, 2008: 375-404.
- [5] KIENAST F, BOLLIGER J, POTSCHEIN M, et al. Assessing land-scape functions with broad-scale environmental data: insights gained from a prototype development for Europe[J]. Environmental Management, 2009, 44(6): 1099-1120.
- [6] KOPEVA D, PENEVA M, MADJAROVA S. Multifunctional land use: is it a key factor for rural development[C]//118th EAAE Seminar: Rural Development: Governance, Policy Design and Delivery. Ljubljana, Slovenia, EAAE: 2010, 25-27.
- [7] 刘沛,段建南,王伟,等. 土地利用系统功能分类与评价体系研究[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2010, 36(1): 113-118.
- [8] 梁建飞,陈松林. 厦门市土地利用多功能性评价及障碍因子诊断[J]. 亚热带资源与环境学报, 2019, 14(1): 87-95.
- [9] 李广东,方创琳. 城市生态—生产—生活空间功能定量识别与分析[J]. 地理学报, 2016, 71(1): 49-65.
- [10] 陈影,许皞,陈亚恒,等. 基于遥感影像的县域土地功能分类及功能转换分析[J]. 农业工程学报, 2016, 32(13): 263-272.
- [11] GEBHARD B, REINFRIED M. Assessment of Non Monetary Values of Land for Natural Resource Management Using Spatial Indicators[R]. Nairobi: International Conference on Spatial information for Sustainable Development, 2001: 1-12.
- [12] DE G RUDOLF. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes[J]. Landscape and Urban Planning, 2006, 75(3-4): 75-186.
- [13] 李德一,张树文,吕学军,等. 基于栅格的土地利用功能变化监测方法[J]. 自然资源学报, 2011, 26(8): 1297-1305.
- [14] 张路路,郑新奇,蔡玉梅. 基于投影寻踪模型的湖南省土地多功能时空演变分析[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(8): 1754-1764.
- [15] 范业婷,金晓斌,项晓敏,等. 江苏省土地利用功能变化及其空间格局特征[J]. 地理研究, 2019, 38(2): 383-398.
- [16] 朱文娟,孙华. 江苏省城市土地利用效益时空演变及驱动力研究[J]. 中国土地科学, 2019, 33(4): 103-112.
- [17] 赵丽,张贵军,朱永明,等. 基于土地利用转型的土地多功能转变与特征分析——以河北省唐县为例[J]. 中国土地科学, 2017, 31(6): 42-50.
- [18] 张路路,郑新奇,原智远,等. 基于全排列多边形综合图示法的唐山市土地利用多功能性评价[J]. 中国土地科学, 2016, 30(6): 23-32.
- [19] TAO J, FU M, SUN J, et al. Multifunctional assessment and zoning of crop production system based on set pair analysis—a comparative study of 31 provincial regions in mainland China [J]. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2014, 19(5): 1400-1416.
- [20] 郑伟然,许月卿,黄安,等. 张家口市土地利用多功能性动态评价[J]. 中国农业大学学报, 2018, 23(3): 84-94.
- [21] 王枫,董玉祥. 广州市土地利用多功能的空间差异及影响因素分析[J]. 资源科学, 2015, 37(11): 2179-2192.
- [22] 胡昕利,易扬,康宏樟,等. 近 25 年长江中游地区土地利用时空变化格局与驱动因素[J]. 生态学报, 2019, 39(6): 1877-1886.

- [23] 孙丕苓,许月卿,刘庆果,等.环京津贫困带土地利用多功能性的县域尺度时空分异及影响因素[J].农业工程学报,2017,33(15):283-292.
- [24] 刘愿理,廖和平,张茜茜,等.西南喀斯特区贫困空间剥夺的识别及空间格局分析[J].农业工程学报,2019,35(15):284-294.
- [25] 朱琳,黎磊,刘素,等.大城市郊区村域土地利用功能演变及其对乡村振兴的启示——以成都市江家堰村为例[J].地理研究,2019,38(3):535-549.
- [26] 黄安,许月卿,郝晋珉,等.土地利用多功能性评价研究进展与展望[J].中国土地科学,2017,31(4):88-97.
- [27] 刘纪远,匡文慧,张增祥,等.20世纪80年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J].地理学报,2014,69(1):3-14.
- [28] 蔡进,禹洋春,骆东奇,等.重庆市农村多维贫困空间分异及影响因素分析[J].农业工程学报,2018,34(22):235-245.
- [29] 王刚,廖和平,洪惠坤,等.西南山区农业产业扶贫效率时空演化分析[J].农业工程学报,2019,35(13):243-252.
- [30] 王劲峰,徐成东.地理探测器:原理与展望[J].地理学报,2017,72(1):116-134.
- [31] 刘彦随,李进涛.中国县域农村贫困化分异机制的地理探测与优化决策[J].地理学报,2017,72(1):161-173.

Analysis of Characteristics and Influencing Factors of Multi-functional Spatial Pattern of Land Use in Ecological Frangible Regions

LIU Yuanli¹, LIAO Heping¹, LI Jing², CAI Jin³, LI Tao¹, WANG Qiang⁴

(1. School of Geographical Science, Southwest University, Chongqing 400715, China; 2. School of Economics and Management, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621000, China; 3. College of Tourism and Land Resource, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China; 4. Library of Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: The purpose of this paper is to optimize spatial pattern and promote afforestation in multifunctional land use in ecological frangible regions, so as to build a beautiful China. The polygon synthetic graphic method, exploratory spatial data analysis and geographical detector are used to systematically analyze the spatial characteristics and factors of multifunctional land-use pattern in ecological frangible regions in 2017, by taking 80 administrative villages in Nanjian Yi Autonomous County of Yunnan Province as the evaluation unit. The results are as follows. 1)It indicates a low multifunctional land use level in general, a big gap among administrative villages, the coordinated development of sub-functions remaining to be enhanced, and obvious space polarization in Nanjian Yi Autonomous County of Yunnan Province. 2)It presents a clear spatial differentiation of multifunctional land use. The multifunctional spatial distribution is featured as a multi-core spatial distribution structure of “one main and several auxiliary spaces”, while the sub-functional spatial distribution exhibits different morphological characteristics. 3)The spatial distribution of multifunctional land use is mainly affected by socioeconomic factors and regional policies, among which governmental funding, policy-related loan and labor skill training rate are the leading factors. In conclusion, ecological frangible regions shall focus on socioeconomic factors and regional policies, fully use governmental funds and credit funds, strength the training on labor skills and improve the multifunctional land-use level.

Key words: multifunctional land use; spatial pattern; influencing factor; ecological frangible region

(本文责编:张冰松)