

2003—2018 年瑞兴于地区土地利用景观格局 时空演变及驱动因素

刘根林¹, 闫冰³, 赵东升⁴, 陆晴^{1,2}

(1.东华理工大学 测绘工程学院, 南昌 330013; 2.东华理工大学

资源与环境经济研究中心, 南昌 330013; 3.江西省科学院能源研究所, 南昌 330096;

4.中国科学院 地理科学与资源研究所, 中国科学院 陆地表层格局与模拟重点实验室, 北京 100101)

摘 要:为了解近 15 年来瑞兴于地区土地利用景观格局时空变化特征及其驱动因素,基于 4 期遥感影像,结合 RS 和 GIS 技术,运用土地利用动态度、土地利用转移矩阵、景观格局指数等分析了瑞兴于地区土地利用、景观格局时空演变特征,选取 11 项社会经济因素进行主成分分析并结合相关统计信息及政策法规分析其驱动因素。结果表明:林地是瑞兴于地区最主要的土地利用类型,约占研究区域总面积的 70%,2003—2018 年建设用地呈持续增加趋势,而耕地则呈持续减少趋势,草地和水域处于波动状态;类型转换以林地与草地、草地与耕地、耕地与建设用地之间的相互转换为主,耕地是建设用地最主要的转入源;研究区内景观破碎化程度降低,优势性提高,整体多样性及均衡性略有提高,研究区内景观类型区域均衡化、多样化发展。瑞兴于地区土地利用景观格局变化在一定程度上受到地形地貌因素的影响,主要驱动因素为经济发展、人口增加、产业结构调整以及相关政策法规的实施。

关键词:土地利用; 景观格局; 时空演变; 驱动因素; 瑞兴于地区

中图分类号:F301.24; P901

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2022)03-0235-09

Spatiotemporal Evolution of Landscape Pattern of Land Use and Its Driving Factors in Ruijin-Xingguo-Yudu Region from 2003 to 2018

LIU Genlin¹, YAN Bing³, ZHAO Dongsheng⁴, LU Qing^{1,2}

(1.Faculty of Geomatics, East China University of Technology, Nanchang 330013, China; 2.Research Center of

Resource and Environmet Economics, East China University of Technology, Nanchang 330013, China;

3.Institute of Energy, Jiangxi Academy of Sciences, Nanchang 330096, China; 4.Key Laboratory of Land Surface
Pattern and Simulation, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract:In order to understand the spatiotemporal change characteristics and driving factors of landscape pattern of land use in Ruijin-Xingguo-Yudu Reigion in the past 15 years, based on the 4 phases of remote sensing images, RS and GIS technology, land use dynamics, land use transfer matrix, landscape pattern index were use to analyze the spatiotemporal evolution characteristics of land use and landscape pattern in Ruijin-Xingguo-Yudu Reigion, and 11 socio-economic factors for principal component analysis were selected to analyze their driving factors by combining with relevant statistical information and policies and regulations. The results show that forest land was the most important land use type in Ruijin-Xingguo-Yudu region, and accounted for about 69% of the total area of the study area. From 2003 to 2008, construction land had a continuous increase trend, while cultivated land had a continuous decrease trend, and grassland and waters were in a state of fluctuation. Type conversion was dominated by the mutual conversion between forest land and grassland, grassland and cultivated land, cultivated land and construction land. Cultivated land was the main source of conversion of construction land. The degree of fragmentation of the landscape in the study area was

收稿日期:2021-03-11

修回日期:2021-06-03

资助项目:中国科学院战略性先导科技专项(XDA20020202);江西省社会科学“十三五”(2020 年)资助项目(20GL41);江西省高校人文社会科学基金项目(GL20229);东华理工大学资源与环境经济研究中心资助项目(20RGL01)

第一作者:刘根林(1995—),男,江西赣州人,硕士研究生,研究方向:土地资源管理与城乡发展。E-mail:1203715476@qq.com

通信作者:陆晴(1986—),女,江西吉安人,讲师,博士,研究方向:气候变化及土地生态效应。E-mail:luqing_0920@126.com

reduced, the advantages were improved, the overall diversity and balance were slightly improved, and the landscape types in the study area were balanced and diversified. The changes in the landscape pattern of land use in Ruijin-Xingguo-Yudu Region were affected to a certain extent by topography and geomorphology. The main driving factors are economic development, population growth, industrial structure adjustment, and the implementation of relevant policies and regulations.

Keywords: land use; landscape pattern; spatiotemporal evolution; driving factors; Ruijin-Xingguo-Yudu Region

土地利用变化作为人类活动影响自然生态系统最直接的反映,和地表物质循环、资源可持续发展以及生物多样性等紧密相联^[1-2]。社会经济环境和社会需求以及生产科技管理水平之间的差异,不断改变旧有利用现状并随之形成新的利用现状^[3-4]。土地利用现状分析是对研究区域内土地资源的特点、土地利用布局、土地利用结构、利用程度、利用效果及存在的问题做出的分析^[5]。土地利用变化可以形象的展示人类作用于自然环境的过程^[6],景观格局变化是土地利用变化在景观生态学研究中的表达,研究区域景观格局的变化可以有效的揭示该区域土地利用变化、生态情况以及空间变异特征^[7],景观格局变化是指一定时空尺度内各类景观要素发生变化而引起景观空间结构的变化^[8]。随着城镇化进程的推进,以及在土地上进行的各种经济活动都将对景观格局产生巨大影响,因此有必要同时对景观格局的变化进行研究分析^[9]。对土地利用及景观格局变化分析主要基于 RS 和 GIS 集成技术,以及景观格局指数等^[10]来实现。目前,关于土地利用及景观格局变化的研究主要基于国家^[11]、省^[12]、市^[13]、县^[14]、乡镇等^[15]行政尺度或者流域^[16-18]尺度等进行,从时空角度分析其演变特征,从土地利用的角度分析对生态环境的影响,以及对驱动因素做出一定的分析。

扶持“老少边穷”地区的发展是我国地区发展政策一项明确的任务,瑞兴于地区位于江西省的东南部,是著名的革命老区,同时又具有典型的山地丘陵地貌,这在一定程度上造成了老区的贫困。国家为了振兴发展赣南等革命老区,国务院在 2012 年 6 月正式出台了《国务院关于支持赣南等原中央苏区振兴发展若干意见》,为赣南地区等革命老区发展注入动力。在《若干意见》指导下,2015 年 3 月,国家发改委正式批复设立“瑞兴于经济振兴试验区”。近年来,瑞兴于地区经济发展迅速,不可避免的对区域生态环境产生一定影响,土地利用及景观格局也因此发生变化。本文基于瑞兴于地区遥感解译影像,获得研究区土地利用数据,以此为基础,结合 GIS 技术与景观格局指数,详细分析瑞兴于地区土地利用变化过程以及对景

观格局的影响,探讨土地利用变化的驱动因素,为后续瑞兴于地区的土地管理工作以及生态文明建设提供一定参考依据。

1 研究区概况

瑞兴于地区位于江西省的东南部,包括瑞金市(县级市)、兴国县、于都县 3 个县市,总面积约为 8 532 km²。据《2019 年赣州市统计年鉴》,截至 2018 年末三县共有 268.58 万人。生产总值为 572 亿元,占赣州市生产总值的 20.4%。该地区处于亚热带季风气候区,气候适宜;境内多山,主要山脉有雩山脉以及武夷山余脉,山脉、丘陵环绕的地形形成了 3 个盆地:于都断陷红岩盆地、兴国盆地、瑞金盆地,其中瑞金盆地是江西四大盆地之一;地区内水系丰富,属于贡水水系,境内主要河流有梅江、贡水干流、澄江、绵江河、九堡河等(图 1)。

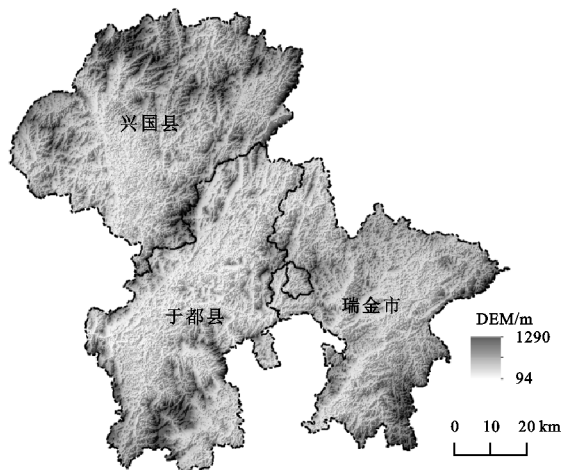


图 1 研究区位置

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源及处理

本文使用的是 2018 年、2013 年 Landsat8 OLI 数据以及 2008 年、2003 年 Landsat7 ETM+数据,数据来源于地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn>),云量均<10%,行列号为 121/42;DEM 数据、行政边界矢量数据来源于资源环境科学与数据中心(<http://www.resdc.cn>);社会经济数据来源于

《江西省统计年鉴》和《赣州市统计年鉴》。首先对四期数据进行辐射校正、大气校正、裁剪等一系列预处理;之后选取监督分类训练样本,采用SVM方法进行分类,本文根据研究区内实际情况及遥感影像可解译能力,将土地利用类型划分为5类:林地、草地、水域、建设用地、耕地^[19]。结合Google Earth数据,进行人机交互式解译,提高分类精度。对每种土地利用类型选取50~70个验证样本,采用混淆矩阵进行精度评定,2018年、2013年、2008年、2003年总体精度分别为92.93%,88.40%,91.12%,91.54%,Kappa系数分别为0.896 3,0.844 6,0.870 0,0.801 8,均符合试验要求。

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用动态度 单一土地利用动态度^[20]可以用来表达某种土地利用类型在一定时间段内发生的变化,包括方向和速率上的变化,值的正负表现为土地利用类型变化的方向,动态度的绝对值越大,则表明这种变化越剧烈,其表达式如下:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: U_a 、 U_b 分别为研究区初期及末期某种土地利用类型的面积; T 为研究时段长度,在本文中以年为单位; K 表达为研究区内某种土地利用类型的年度单一动态度。

综合土地利用动态度^[20]适用于表达研究区域内整体土地利用变化的快慢,可以较为综合的反映研究区域内土地利用的变化情况,综合动态度越大,则说明区域内土地利用类型变化越剧烈,其表达式如下:

$$L_c = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{ij}}{2 \times \sum_{i=1}^n LU_i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中: i 、 j 为土地利用类型; LU_i 代表研究初期 i 类土地利用类型的面积; ΔLU_{ij} 代表研究时段内 i 类土地利用类型向 j 类土地利用类型转化的面积; T 为研究时段长度,本文中同样以年为单位,则 L_c 表达为年度综合土地利用动态度。

2.2.2 土地利用变化转移矩阵 土地利用转移矩阵可以定量描述系统状态与状态转移,这种基于系统分析的方法能够在研究区域土地利用变化时,较为具体的刻画土地利用结构特征与各个土地类型的变化方向,因此大多数土地利用变化研究均采用土地利用转移矩阵分析^[21-22]。

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中: n 为土地利用类型数; i 、 j ($i, j = 1, 2, 3, \dots, n$) 分别代表转移前和转移后的土地利用类型; S_{ij} 表示研究初期的土地利用类型 i 转移成研究末期土地利用类型 j 的面积。

2.2.3 景观格局变化分析 景观指数是一种能够表征景观格局结构组成和空间配置某些方面特征的定量指标,具有高度浓缩景观信息的特点^[23]。景观指数可以通过描述景观格局,建立景观结构与过程或现象的联系,更好地解释与理解景观功能^[24]。对于景观格局空间变化分析,需要选取合适的景观指数,景观指数选取主要由以下3个方面构成:景观个体单元的特征、景观组分空间构型特征和景观整体多样性特^[25]。参考现有研究成果,从斑块类型水平和景观水平上^[26]进行参数选择。斑块类型水平:各类斑块数目(NP)、边界密度(ED)、最大斑块指数(LPI)、斑块凝聚指数(COHESION)、斑块分离指数(DIVISION);景观水平:蔓延度指数(CONTAG)、斑块密度(PD)、香农多样性指数(SHDI)、香农均匀度指数(SHEI)。

2.2.4 主成分分析 主成分分析(Principal Component Analysis, PCA)是一种多元统计分析方法,该方法基于降维的思想,将原来的多个变量通过线性变换为少数几个综合变量,这几个变量互不相关,并且能够反映原始变量的绝大部分信息,同时各信息分量之间互不重叠^[27]。为确定各因子之间的相互作用关系,对影响土地利用变化的社会经济因素进行主成分分析,进而找到主要驱动因子为后续土地管理工作提供一定依据^[28]。参考现有研究成果^[29-31],本文选取11项指标: X_1 /总人口、 X_2 /人均GDP、 X_3 /第一产业占比、 X_4 /第二产业占比、 X_5 /第三产业占比、 X_6 /城镇人口比重、 X_7 /农村居民纯收入、 X_8 /粮食总产量、 X_9 /牧业产值、 X_{10} /农业产值、 X_{11} /林业产值,上述指标可以充分反映经济发展、人口增长、城镇化进程及产业结构调整等社会经济因素对土地利用的影响。

3 结果与分析

3.1 土地利用变化分析

3.1.1 土地利用时空变化特征 从土地利用现状分类图(图2)可以看出瑞兴于地区以林地及耕地为主要利用类型,林地主要分布在地势较高的地区;耕地集中分布在西北、中部及东南部分,这些地区都属于地势相对较为平坦的盆地地带,适宜耕作及人类居住。

土地利用类型动态变化图可以在一定程度上形象的展示研究区内土地利用在空间上发生的变化。从图3可以看出,瑞兴于地区在2003—2018年的土地利用类型发生了较大的变化,以林地转耕地、耕地

转林地、耕地转建设用地等为主要变化类型。变化区域集中在 3 个盆地之间,这是因为盆地地势平坦,适

宜人类居住、活动,而人类活动在短期内对利用类型的影响是最大的。

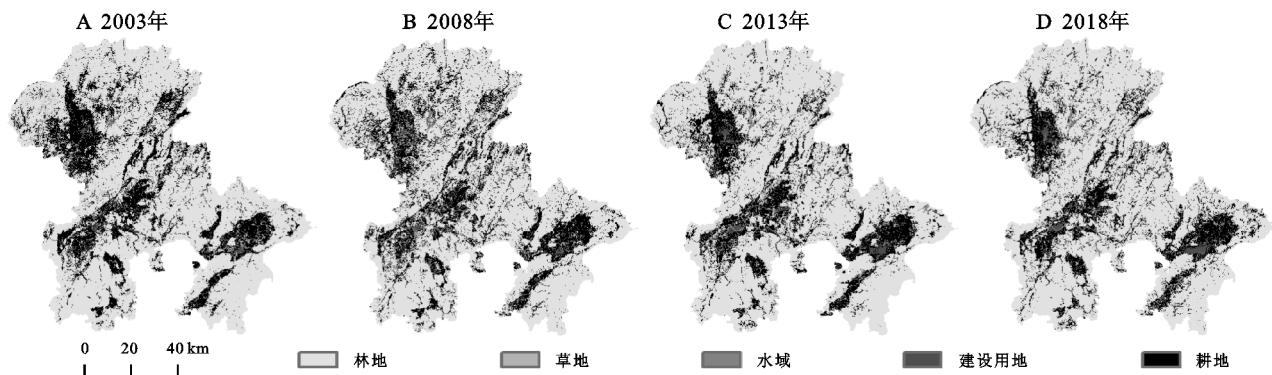


图 2 2003 年、2008 年、2013 年、2018 年土地利用分布

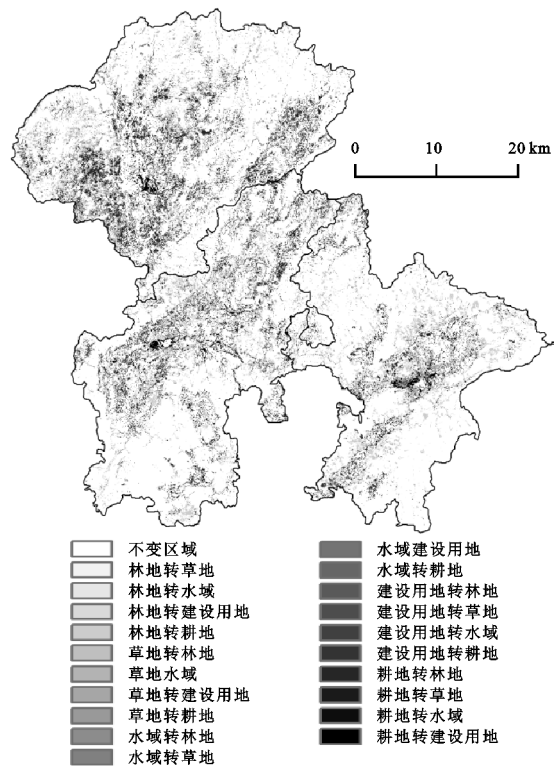


图 3 2003—2018 年瑞兴于地区土地利用类型动态变化

从区域变化上来看,林地的转出集中在瑞金、于都两县市,以林地向耕地、草地的转出为主,结合坡度来看,发生这种变化的区域处于 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$,处于盆地与丘陵地区的交界带,容易受人类活动影响;耕地在三县市均有大量转出,其中以向林地和草地的转出为主,在兴国县的中部及西南部,有大量的耕地转林地,主要原因是 2015 年江西省发改委等五部门安排了新一轮的退耕还林任务,其中兴国县分得了 1.85 km^2 的指标;耕地向建设用地转出集中在县域中心周围,表现出明显的城镇化趋势,结合图 4,可以看出建设用地扩张的来源主要为耕地和草地,表明在城镇化的过程中不可避免的侵占耕地,造成耕地数量的下降。同时,瑞金市的建设用地扩张最为明显,这与瑞金市加快瑞金国家经济技术开发区建设及大力发展工业的规划密不可分。

由表 1 可见,2003—2018 年,林地在 2008 年的占比最低为 67.87% ,最高为 2013 年的 70.09% ,说明林地是瑞兴于地区主要的土地利用类型;耕地整体占比为 $20.8\%\sim 23.98\%$,呈下降趋势,耕地面积在 2018 年时为 $1\,774.45\text{ km}^2$,相比于 2003 年减少了 271.49 km^2 ,表明耕地正在受到破坏;与之相反,建设用地呈现上升趋势,面积从 2003 年的 70.32 km^2 增加到了 2018 年的 114.66 km^2 ,说明这些年瑞兴于地区发展势头较好;草地面积也不断增加,从 2003 年的 539.02 km^2 增加至 2018 年的 614.89 km^2 ;水域和林地作为占比最低和占比最高的利用类型,在变化趋势上表现一致,都是先增加后减少。

从单一动态度来看(表 2),在 4 个时段内,建设用地整体上属于变化速率最快的利用类型,这与这些年瑞兴于地区的发展建设密切相关。而林地在整体上变化速率较慢,属于稳定的土地利用类型。耕地在 4 个时段内都处于负变化,表明耕地正在不断减少,2008—2013 年这一时段减少的最快,而 2013—2018 年下降速率变慢,说明瑞兴于地区这些年在耕地保护方面做了一定的措施,遏制住了耕地急剧减少的趋势。建设用地在 4 个时段内均处于正增长状态,其中在 2008—2013 年达到了 7.83% 。草地与水域处于波动状态,分别在 2008—2013 年,2013—2018 年呈现下降趋势,但整体上趋于增加。综合土地利用动态度在整体上为 1.37% ,表现为先增后减,在 2008—2013 年这一时段最高,达到了 3.9% ,表明这一时期的土地利用类型变化最为剧烈,在 2013—2018 年这一时段最低,为 3.27% ,说明土地利用变化趋势平稳。

3.1.2 土地利用类型转移分析 区域土地利用动态变化不仅体现在各土地利用类型的数量特征变化上,更体现为各土地利用类型之间的相互转换,本文通过构建土地利用转移矩阵(表 3)来分析土地变化趋势。研究区内以林地与草地、耕地与林地、耕地与草地和耕地与建设用地的相互转化为主要特征。

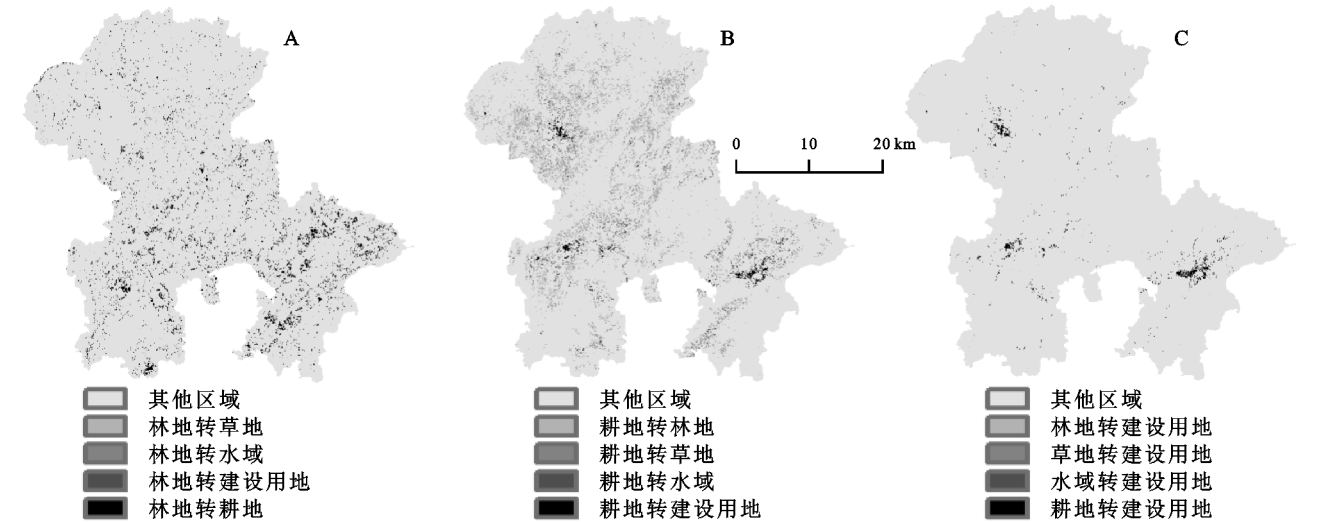


图 4 瑞兴于地区 2003—2018 年林地、耕地、建设用地变化空间分布

表 1 瑞兴于地区 2003—2018 年土地利用结构变化

年份	参数	林地	草地	水域	建设用地	耕地
2003	面积/km ²	5811.78	539.02	66.16	70.32	2045.94
	比重/%	68.10	6.32	0.78	0.82	23.98
2008	面积/km ²	5790.82	603.69	71.74	72.68	1994.29
	比重/%	67.87	7.07	0.84	0.85	23.37
2013	面积/km ²	5981.03	559.11	82.24	101.14	1809.70
	比重/%	70.09	6.55	0.96	1.19	21.21
2018	面积/km ²	5949.34	614.89	79.83	114.66	1774.45
	比重/%	69.72	7.20	0.94	1.34	20.80

表 2 2003—2018 年不同时段土地利用动态度 %

土地利用类型	时段			
	2003—2008 年	2008—2013 年	2013—2018 年	2003—2018 年
林地	−0.07	0.66	−0.53	0.16
草地	2.40	−1.48	2.00	0.94
水域	1.69	2.93	−0.59	1.38
建设用地	0.67	7.83	2.67	4.20
耕地	−0.50	−1.85	−0.35	−0.88
综合土地利用动态度	3.54	3.90	3.27	1.37

表 3 2003—2018 年土地利用转移矩阵

时段	土地利用类型	林地/ km ²	草地/ km ²	水域/ km ²	建设 用地/km ²	耕地/ km ²
2003—2008 年	林地	5375.84	152.53	3.70	5.75	273.96
	草地	184.00	111.57	1.81	1.66	239.98
	水域	9.08	5.07	43.25	2.16	6.60
	建设用地	9.13	13.77	5.82	27.00	14.60
	耕地	212.77	320.75	17.16	36.11	1459.15
2008—2013 年	林地	5403.61	143.86	8.55	2.10	232.70
	草地	196.87	112.53	5.21	14.24	274.84
	水域	2.77	1.99	53.33	3.20	10.45
	建设用地	3.88	0.78	3.23	35.36	29.43
	耕地	373.9	299.95	11.92	46.24	1262.28
2013—2018 年	林地	5520.01	219.44	1.92	5.12	234.54
	草地	210.37	170.89	1.27	3.59	172.99
	水域	5.05	1.15	61.30	2.77	11.97
	建设用地	0.24	0.72	3.97	62.93	33.28
	耕地	213.72	222.69	11.37	40.25	1321.67
2003—2018 年	林地	5319.51	192.00	4.07	10.15	286.05
	草地	250.53	105.22	1.96	11.63	169.68
	水域	7.67	2.03	43.60	2.28	10.58
	建设用地	8.68	3.02	6.61	25.04	26.97
	耕地	363.00	312.62	23.59	65.56	1281.17

从整体上来看,建设用地都是主要由耕地转化而来,转入量表现为先增后减,2008—2013 年为 46.24 km²,说明这一时期建设用地的扩张占用了较多的耕地;林地和草地是耕地最主要的转入来源,二者比重均达到了 90%左右,耕地主要向林地和草地转出的趋势不变,但转出量与比重有所变化,转出量由 2003—2008 年的 533.52 km²下降至 2013—2018 年的 436.41 km²,比重由 90.9%变为 89.4%,耕地转出量大于转入量,说明耕地面积正在减少;林地主要向草地和耕地转出,在 2003—2018 年时,二者的转出量占到了总转出的 97%,同时草地和耕地也是林地主要的转入类型;草地与林地的转换关系相似,草地向

林地、耕地转出的同时,林地和耕地也是草地最主要的转入来源;水域以和林地的转换关系为主,2003—2018 年,有 23.59 km²的水域由耕地转入,而水域则有 10.58 km²向耕地转出,总体上水域面积表现为增加的趋势。

3.2 景观格局指数分析

从斑块类型水平变化上来看(图 5),其变化主要表现为以下几方面:林地在 3 个时期的斑块总数、边缘密度都呈现下降趋势,表明景观破碎度降低,景观趋于稳定,林地所占面积最大而斑块总数却不是最大,同时最大斑块指数为最大,说明研究区内有大量优势斑块,即面积较大的完整林地,这得益于近些年

在生态保护方面所做出的努力;草地的斑块凝聚指数在 4 个时期都较低,同时草地的斑块总量与斑块密度均为最大,说明草地由许多零散的斑块构成,离散程度大,而其他几项指数处于波动状态,这表明草地景观破碎化程度高,景观不稳定;水域的斑块数量、边缘密度在 5 种景观中最低,从 2003 年的 20 361.906 8 下降到 2018 年的 9 731.613 3,边缘密度代表景观被分割的程度,表明水域离散程度降低,破碎化程度和

异质性减弱;建设用地的斑块数量、边缘密度呈现下降趋势,而最大斑块指数呈现上升趋势,分离指数保持为 1,单独、零散的斑块减少,表明城建建设趋于完整,城镇化进程加快;耕地的斑块数量、边缘密度和分离指数都呈现上升再下降的过程,而最大斑块指数则呈现下降再上升的趋势。耕地的最大斑块指数与斑块凝聚指数仅次于林地,表明耕地对研究区内景观格局组成也有着不可忽视的作用。

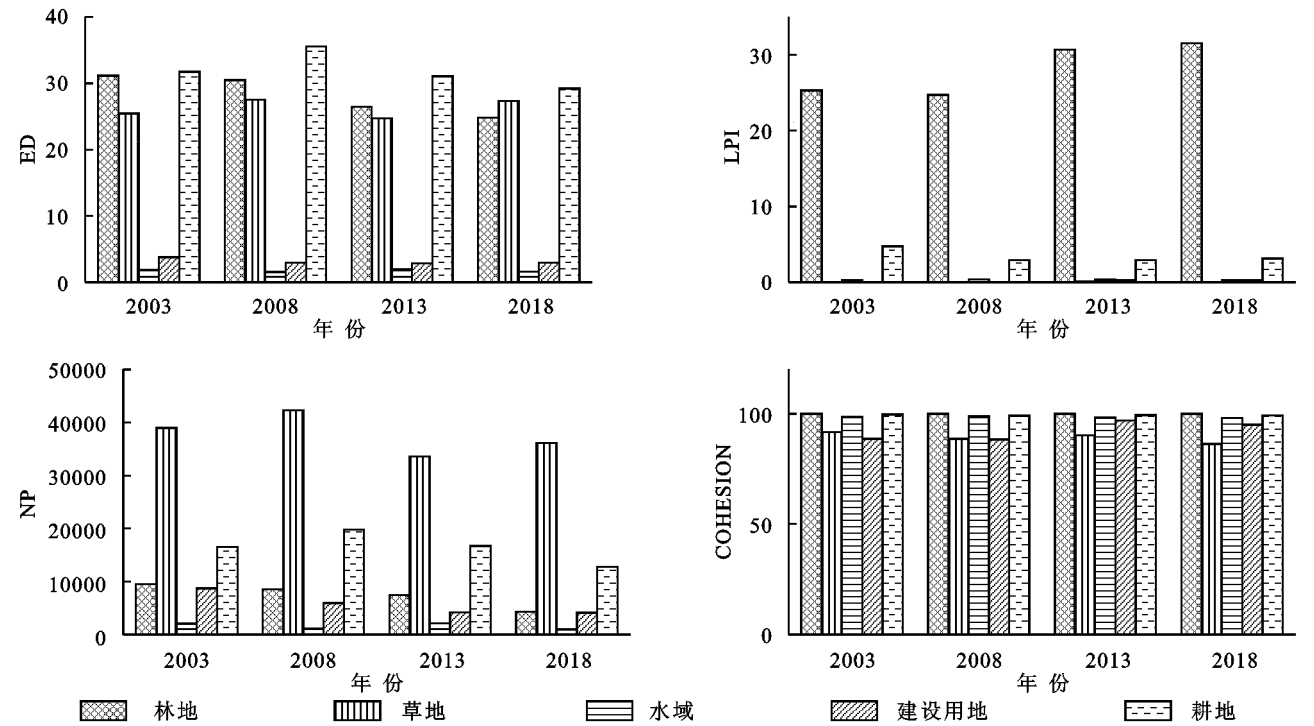


图 5 2003—2018 年瑞兴于地区斑块类型水平变化

从总体景观水平变化来看(表 4),斑块密度呈先增后减的趋势,也就意味着斑块数量也不断减少,表明离散程度降低。此外,蔓延度指数处于波动状态,但总体上蔓延度指数由 2003 年的 64.177 8 增加到了 2018 年的 64.696 7,表明研究区内优势景观类型连接度提高,这与斑块密度的表现吻合,说明研究区内景观破碎度正在降低。香农多样性与香农均匀性均呈现先降低后增加的趋势,总体上 2018 年相较于 2003 年略有提高,表征着区域内景观类型区域均衡化、均匀化分布。

表 4 2003—2018 年瑞兴于地区景观水平指数

年份	PD	CONTAG	SHDI	SHEI
2003	8.8785	66.7762	0.8559	0.5318
2008	9.0947	63.7252	0.87	0.5405
2013	7.4891	65.0408	0.8559	0.5318
2018	6.8355	64.6967	0.871	0.5412

3.3 驱动因素分析

3.3.1 地形地貌因素 地形地貌是影响植被生长分布的重要自然因素,坡度直接影响农业中作物的选择

和耕种,我国规定在坡度大于 25°地区不能进行耕种。坡度直接决定农田基本建设难易程度、农林牧用地分布、水体流失状况。农耕地适宜坡度小于 15°,坡地开垦的限制度数是 25°,25°以上适宜林业、草业的发展,坡度在 35°以上则无法利用^[32]。以 2018 年土地利用数据为例,结合坡度数据,统计在不同坡度下各土地利用类型面积占比(表 5)。从表中可以看出,除林地外,其余 4 种土地利用类型面积占比均随着坡度的增加而减少。林地在坡度 0°~5°的面积占比为 29.2%,在坡度大于 5°后,面积占比大幅增加,在坡度大于 15°后,面积占比在 90%以上;与之相反,耕地则在坡度大于 5°后面积占比锐减,在坡度大于 15°后,面积占比已不足 5%。

结合瑞兴于地区土地利用现状分布图,研究区内的耕地与建设用地基本位于坡度 0°~10°的地带,这些地区被山地丘陵环抱,形成了盆地,地势平坦;而林地则大多处于坡度在 25°以上的山地,草地则处于二者交界地带。结合 2003—2018 年土地利用类型动态变化图来看,耕地转林地的变化区域主要位于坡度在

10°~15°,这一坡度适宜耕作也可以发展林业草业,再加上近些年退耕还林政策的实施,促使这一转变的发生。而耕地向建设用地的转入则主要集中在 3 个县城周围,坡度在 0°~5°,属于适宜人类居住地带。因此,地形地貌可以影响土地利用类型分布,同时对土地利用变化有一定驱动作用。

表 5 2018 年研究区不同坡度下土地利用类型面积占比

%					
坡度范围	林地	草地	水域	建设用地	耕地
0°~5°	29.20	21.71	2.25	3.95	42.89
5°~10°	67.90	15.80	0.56	0.54	15.20
10°~15°	84.34	8.49	0.23	0.30	6.64
15°~25°	92.06	4.51	0.15	0.19	3.09
25°~53°	95.55	2.31	0.10	0.11	1.93

3.3.2 社会经济因素 人口、经济、科技和政策对土地利用的影响显著,社会经济因素是土地利用变化的主导因素^[33]。对选取的 11 项指标进行分析,寻找影响土地利用变化的主要驱动因子。

通过主成分分析筛选特征值大于 1 的成分,本文选取两个成分进行分析,其特征值与贡献率见表 6。由表 6 可知,两个成分特征值分别为 8.902,1.793,其贡献率分别为 80.927%,16.302%,二者累积贡献率达到了 97.23%。

表 6 主成分特征值和贡献率

主成分	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%
1	8.902	80.927	80.927
2	1.793	16.302	97.230

从旋转后主成分荷载指数(表 7)可知,总人口、人均 GDP、城镇人口比重、农村居民纯收入等与成分 1 呈现明显正相关,这些指标可以用来归纳为经济因素,说明瑞兴于地区经济发展是土地利用变化一项重要的驱动因素;第一产业占比与成分 1 呈现明显负相关,第二产业占比与成分 2 呈现明显正相关,第三产业与成分 2 呈负相关,粮食总产量与牧业产值与成分 2 呈正相关,这些可以归纳为产业结构的调整对土地利用变化的驱动作用。因此,瑞兴于地区土地利用变化的社会经济因素主要为经济发展与人口增加、产业结构的调整。

3.3.3 政策法规因素 国家和区域性的政策、法规、制度约束着人们对土地的利用活动,对促进区域经济建设有着不可忽视的作用,而与土地相关的政策法规更是对土地利用的变化产生重要的影响,例如国务院发布的《城镇国有土地使用权出让和转让的暂行条例》、《关于补足耕地数量以及提高耕地质量相结合落实占补平衡的指导意见》以及《中华人民共和国退耕还林条例》。

2007 年,江西省政府发布《江西省人民政府贯彻落实国务院关于完善退耕还林政策通知的实施意

见》,对江西省退耕还林政策进一步完善,2003—2008 年,瑞兴于地区草地单一动态度为 2.4%,由耕地转入的面积为 320.75 km²,是草地最主要的转入源,表明退耕还林政策取得初步成效;2015 年江西省发改委等五部门联合下发了关于推进新一轮退耕还林的通知,在《通知》中,兴国县分得了 1.85 km² 的任务指标,与耕地转林地的范围分布一致,表明土地利用类型的变化受到政策因素的驱动。继 2013 年瑞金经济开发区升级为国家经济技术开发区后,瑞金市委市政府制定了《瑞金经济技术开发区基础设施三年建设推进计划(2015—2017)》,预计投入资金 16.54 亿元,新增建成面积 8.8 km²,这与瑞金市建设用地大量扩张表现一致,表明政策法规因素可以在短期内改变土地利用类型。

表 7 旋转成分荷载矩阵

变量	成分 1	成分 2
总人口 X_1	0.973	0.178
人均 GDP X_2	0.995	0.007
第一产业占比 X_3	-0.962	-0.260
第二产业占比 X_4	0.195	0.978
第三产业占比 X_5	0.760	-0.648
城镇人口比重 X_6	0.995	0.085
农村居民纯收入 X_7	0.992	-0.092
粮食总产量 X_8	0.874	0.349
牧业产值 X_9	0.845	0.439
农业产值 X_{10}	0.968	-0.209
林业产值 X_{11}	0.988	0.049

4 讨论

国内研究主要集中在经济发达地区^[12-14]或者流域等^[16-18],对山地地区的研究较少,本文选取的瑞兴于地区是典型的山地丘陵区,近年来经济发展迅速,研究其土地利用景观格局变化及驱动因素,可以为该地区土地管理工作及生态文明建设提供一定依据。

林地和耕地是瑞兴于地区最主要的土地利用类型,二者占比分别在 70%,20%左右,与臧玉珠等^[34]在井冈山地区的研究结果相似,井冈山地区的林地、耕地占比分别为 80%,14%。瑞兴于地区和井冈山地区地形地貌相似,都属于山地地区,土地利用类型分布受地形因子影响。耕地、建设用地、水域分布在海拔较低、坡度较小的盆地地区,林地分布在坡度较高的山地地区,而草地则分布在二者的交界地带,因此受人为活动影响较大,处于波动状态。耕地和建设用地分布呈下降、上升的趋势,冉凤维等^[31]在南昌市土地利用变化研究中有相似的结果,表明瑞兴于地区正处于发展时期,城镇化进程加快。景观水平上,香

农多样性与香农均匀性均呈现先降低后增加的趋势,总体上 2018 年相较于 2003 年略有提高,这与叶晶萍等^[35]在寻乌水流域的景观格局分析结果一致,表征着区域内景观类型区域均衡化、均匀化分布,作为优质景观的林地控制力下降景观异质性增强。

在驱动因素分析中,从地形地貌、社会经济、政策法规等 3 个角度入手,单独提取社会经济因素进行主成分分析,与马小雪^[27]、张荣鹏^[28]、王广博^[29]、王玲^[32]等在秦淮河流域、徐州市、江苏沿海地区、西吉县等地区的土地利用变化驱动力分析结果相似,经济发展、人口增长、产业结构调整等社会经济因素对土地利用变化有较大影响,主要表现为城镇化以及经济增长会导致建设用地的扩张、产业结构的调整导致对相关用地需求的下降等。

5 结论

(1) 林地是瑞兴于地区最主要的土地利用类型,2003—2018 年整体占比在 68%~70%;耕地是第二大利用类型,但近 15 a 来耕地面积不断缩小,建设用地面积则逐年增加;草地与水域处于波动状态。

(2) 土地利用类型的转换主要表现在林地与草地、林地与耕地、草地与耕地三者之间的相互转换;建设用地主要由耕地转入,水域则向耕地转出。耕地转林地、草地主要集中在兴国、于都两县,退耕还林、还草措施取得明显成效;瑞金市建设用地扩张最为明显,与近年来瑞金市大力发展工业密切相关。

(3) 林地在研究区域内存在大量的优势斑块。草地景观破碎化程度高,优势性低,受到人类活动的干扰较大。总体上,瑞兴于地区景观破碎化程度降低,斑块优势性提高,景观连接度降低;区域内景观类型区域均衡化、均匀化分布。

(4) 瑞兴于地区土地利用变化受地形地貌、社会经济、政策法规等影响。地形地貌在长时期内决定了土地利用类型的大致分布,经济发展、人口增加、产业结构调整等社会经济因素以及相关法律法规的实施在短时期内对土地利用的影响较大。

参考文献:

- [1] Mooney H A, Duraipapp A, Larigauderie A. Evolution of natural and social science interactions in global change research programs [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2013, 110: 3665-3672.
- [2] Awotwi A, Anornu G K, Quay-Ballard J A, et al. Water balance responses to land-use/land-cover changes in the Pra River Basin of Ghana, 1986—2025 [J]. *Catena*, 2019, 182:

- 104129, DOI:10.1016/j. catena, 2019, 104129.
- [3] Hayal D, Aramde F. Land-use and land-cover change in Lake Ziway watershed of the Ethiopian Central Rift Valley Region and its environmental impacts [J]. *Land Use Policy*, 2020, 96. DOI:10.1016/j. landusepol, 2020, 104682.
- [4] Ghosh S. A city growth and land-use/land-cover change: a case study of Bhopal, India [J]. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2019, 5(4): 1569-1578.
- [5] 卢德彬,禹真,毛婉柳,等.基于 GIS 和分形理论的山区土地利用空间结构研究 [J]. *水土保持研究*, 2016, 23(2): 220-223, 228.
- [6] Sarparast M, Ownegh M, Sepehr A. Investigation the driving forces of land-use change in northeastern Iran: Causes and effects [J]. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 2020, 19. DOI: 10, 1016/j. rsase, 2020, 100348.
- [7] Li J H, Zhou K C, Dong H M, et al. Cultivated land change, driving forces and its impact on landscape pattern changes in the Dongting lake basin [J]. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(21). DOI:10.3390/ijerph17217988.
- [8] 周亚军,刘廷玺,段利民,等.锡林河流域上游河谷湿地景观格局演变及其驱动力 [J]. *干旱区研究*, 2020, 37(3): 580-590.
- [9] 万义良,金瑞,唐建波,等.东莞市城镇扩张景观格局变化特征 [J]. *经济地理*, 2019, 39(3): 84-92.
- [10] 陈利顶,李秀珍,傅伯杰,等.中国景观生态学发展历程与未来研究重点 [J]. *生态学报*, 2014, 34(12): 3129-3141.
- [11] 刘纪远,宁佳,匡文慧,等.2010—2015 年中国土地利用变化的时空格局与新特征 [J]. *地理学报*, 2018, 73(5): 789-802.
- [12] 田鹏,李加林,史小丽,等.浙江省土地利用格局时空变化及生态风险评价 [J]. *长江流域资源与环境*, 2018, 27(12): 2697-2706.
- [13] 陈铸,傅伟聪,黄钰麟,等.福州市土地利用景观格局变化及驱动力研究 [J]. *西南师范大学学报:自然科学版*, 2020, 45(1): 99-107.
- [14] 田雨,周宝同,付伟,等.2000—2015 年山地城市土地利用景观格局动态演变研究:以重庆市渝北区为例 [J]. *长江流域资源与环境*, 2019, 28(6): 1344-1353.
- [15] 马思瀛.北京市郊区农户土地利用行为及驱动力研究 [D].北京:首都经济贸易大学,2018.
- [16] 李硕,沈占锋,柯映明,等.1974—2019 年大清河流域土地利用景观时空变化 [J]. *水土保持研究*, 2021, 28(1): 195-203.
- [17] 吕乐婷,张杰,彭秋志,等.东江流域景观格局演变分析及变化预测 [J]. *生态学报*, 2019, 39(18): 6850-6859.
- [18] 王涛,肖彩霞,刘娇,等.杞麓湖流域景观时空格局演变及其对景观生态风险的影响 [J]. *水土保持研究*, 2019,