

基于 Logistic 模型的土地利用格局影响因素分析 ——以重庆市义和镇为例

李晓^{1,2} 冯长春^{1,2,†} 李天娇^{1,2} 张文晖³

1. 北京大学城市与环境学院, 北京 100871; 2. 国土资源部国土规划与开发重点实验室, 北京 100871;
3. 深圳市建筑科学研究院股份有限公司, 深圳 518049; † 通信作者, E-mail: fcc@urban.pku.edu.cn

摘要 以重庆市涪陵区义和镇为研究对象, 从自然因素、经济因素和社会因素3个方面, 构建该地区土地利用格局的影响因子体系, 运用Logistic回归模型对耕地、园地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地、城镇村及工矿用地等6类用地的利用格局进行拟合分析。研究发现, 自然条件是影响义和镇土地利用格局的根本性制约因素, 但经济因素和社会因素对土地利用格局的影响作用也逐渐显著; 土地利用格局与到居民点的距离、到河流的距离、到道路的距离的回归结果多为负方向, 说明距离这些区位要素越近, 土地利用的发生比越大, 也表明耕作半径对地形复杂地区土地利用格局的影响作用比较显著; 到李渡工业园区的距离因子对各类用地格局的影响均不显著, 说明其短时间的发展尚未对义和镇的土地利用格局产生影响。

关键词 土地利用格局; 影响因素; Logistic回归模型; 义和镇

中图分类号 F301

Analysis on the Influencing Factors of Land Use Pattern Based on Logistic Model: A Case Study of Yihe Town, Chongqing

LI Xiao^{1,2}, FENG Changchun^{1,2,†}, LI Tianjiao^{1,2}, ZHANG Wenhui³

1. College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871; 2. Key Laboratory of Territorial Planning and Development, Ministry of Land and Resources, Beijing 100871; 3. Shenzhen Institute of Building Research Co. Ltd., Shenzhen 518049; † Corresponding author, E-mail: fcc@urban.pku.edu.cn

Abstract Yihe Town, located in Fuling District, Chongqing, is taken as the research object, and Logistic regression model is applied to analysis the relationship between the land use pattern of cultivated land, garden land, forest land, transport land, waters and water conservancy facility land, urban village and industrial land and its influencing factors, which consists of the natural factors, economic factors and social factors. The results show that the natural factors of the town are the fundamental restrictive factors of land use patterns while the economic factors and social factors have a more and more significant impact. The regression coefficients of the nearest distance to the settlements, the river and the road are negative, which means that the land distributes near the location factors, and the effect of radius farming is significant in area with complicated geomorphology. The distance to the Lidu Industrial Park is not significant for all kinds of land use types, which means that the rapid development of the Lidu Industrial Park does not bring a big impact on the land use pattern of the town.

Key words land use patterns; influencing factors; Logistic regression model; Yihe Town

随着社会经济的快速发展,近年来土地利用的矛盾日益突出,土地利用/土地覆被变化(LUCC)成为当前研究全球变化的重要内容^[1-4]。土地利用格局模拟模型是深入了解土地利用变化过程的重要工具^[5-8],深入理解土地利用格局与影响因素之间的相互关系则是构建土地利用变化与预测模型的基础^[9-16]。

土地利用格局是一种相对稳定的平衡状态,是自然环境因素与社会经济因素长期作用的结果^[15]。人们越来越认识到,要综合分析这些因素对土地利用格局全球变化的影响,进行广泛的个案研究是十分必要的。因为只有特定的区域内,才有可能针对区域具体情况探讨各种因素对土地利用与土地覆被的影响^[16]。国内 LUCC 研究区域主要集中在经济发展较快的“热点”地区和生态“脆弱”区域^[17],对发展相对落后的中西部地区的关注和研究有待加强。目前,构建综合自然环境因素和社会经济因素的土地利用格局分析模型仍较困难,因而经验统计模型在研究土地利用格局方面一直发挥着重要作用。通过文献调研发现,对于经济发展落后和科技水平较低的地区,使用经验统计模型研究土地利用格局还是比较成功的^[18]。

近年来,我国中西部地区的土地利用格局发生了较大变化,反映了人与自然的相互作用的结果。本文以地貌类型较齐全的重庆市义和镇为研究对象,基于现状土地利用格局,建立一套具有空间一致性的属性数据库,利用 GIS 的空间分析功能,建立 Logistic 回归模型,深入探讨自然因素、经济因素和社会因素对土地利用格局的影响,并对耕地、园地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地、城镇村及工矿用地等 6 类用地进行布局及格局分析,旨在建立土地利用格局的区域性经验模型,希望对义和镇的土地利用决策提供有价值的参考,并科学指导当前建设活动。

1 研究区概况

如图 1 所示,义和镇位于重庆市涪陵区西北部,距涪陵区政府驻地 18 km,长江从西面、南面呈“L”形流过。义和镇东壤李渡工业园区,西南临长江,与蔺市、龙桥、石沱隔江相望,北止黄草山脊,与长寿区相连,镇域面积 99.45 km²,2011 年镇域总人口 5.11 万,其中城镇人口 2.37 万。义和镇区为全镇的政治、经济、文化中心,此外还有镇安社区、大柏社区、高峰村 3 个中心村,红春村、临江村、

石岭村、华东村、松柏村、鸭子村、朱砂村、鹤凤村、庄子村、石堡村、黄草村共 11 个基层村^[19]。

基于第二次全国土地调查得到的义和镇土地利用现状数据,义和镇现状用地中,农用地占据绝对优势,农用地、建设用地和其他土地占比分别为 77.9%、9.78%和 12.32%,农用地中耕地占比 55%,建设用地中城乡建设用地占比 88%,其他土地中水域占比 99%。

研究区土地利用与经济社会发展的主要特点如下:地形以低山丘陵为主,气候温和,雨量充沛,农业发展的自然条件较好;土地资源利用效率不高,尤其是村庄规模偏小,公共服务设施有限且分散,村与村之间的道路联系不足;经济发展水平较低,村镇间差距显著,一、二、三产业的比重为 85.8:7.9:6.3,第一产业占据绝对优势;劳动力集中于第一产业,三次产业的从业人口比约为 2:3:1,劳动力向外输出比例较大,自身对劳动力的吸纳能力十分有限。

2010 年 12 月,重庆市委市政府出台《关于加快涪陵区经济社会发展的决定》,强调要把涪陵打造成重庆市“区域性中心城市”,在政府的政策支持下,发展了金科现代农业园和李渡工业园区等一批重点项目。

2 研究方法与数据来源

2.1 数据来源

数据来源于重庆市土地勘测规划院提供的基础资料以及我们到各村走访得到的实地调查数据。依据第二次全国土地调查得到的义和镇土地利用现状数据(1:10000)、义和镇农经年报表、义和镇 DEM 图(1:10000)建立属性数据库。义和镇土地利用分类以《土地利用现状分类》(GB/T 21010—2007)为基础,并根据当地具体情况进行调整:将分类标准中义和镇没有分布的草地和特殊用地略去,并将城市、建制镇、村庄、采矿用地、风景名胜及特殊用地合并为城镇村及工矿用地,将原来的 12 类用地合并为 6 类:耕地、园地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地、城镇村及工矿用地(图 2)。在此基础上分析用地格局的影响因素。

2.2 影响因子选取

土地利用及其变化是一个复杂的系统,自然环境能在很大程度上限制和影响其空间格局,同时人类的活动及需求是深刻和广泛的,社会经济发展也会在土地利用格局中留下足迹^[16]。因此,土地利

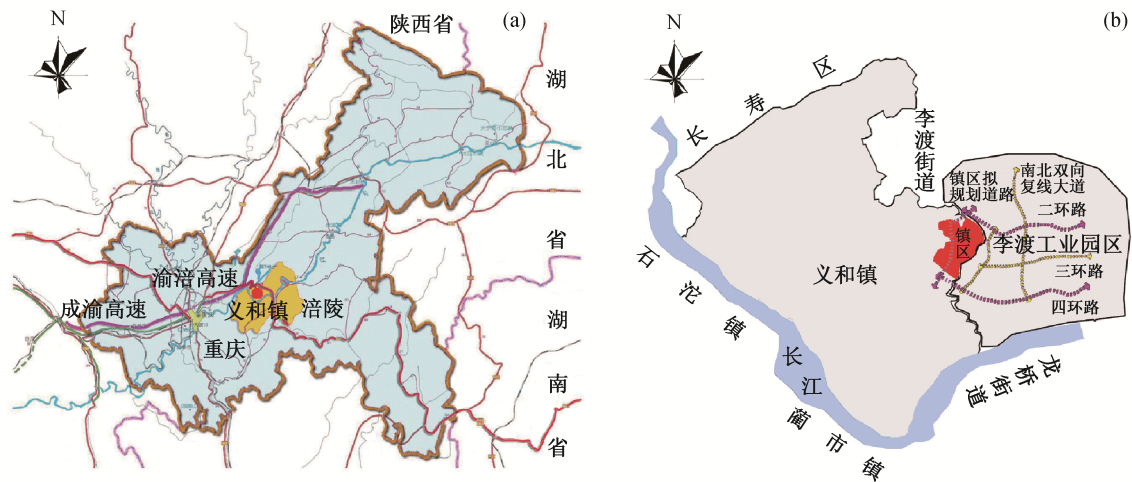


图 1 义和镇在重庆市的位置(a)以及义和镇与周边乡镇的位置关系(b)

Fig. 1 Location of Yihe Town in Chongqing (a) and the spatial relationship between Yihe Town and the surrounding towns (b)

用格局是一个地区在自然条件、区位条件及社会经济条件综合影响下的区位择优结果。

研究区多低山丘陵，耕地和林地分布广泛，区域的地形地貌条件、土壤条件等自然因素对土地利用分布有重要的影响。土地利用的主体是人，在人口密集高、经济发展较好的地区，对用地的需求较高，布局也相对集中，人口规模、收入水平和产业结构都直接影响土地利用的布局与方式。此外，镇域内农村居民点、重要经济开发区以及道路等基础

设施的建设也会带动周边人口和产业的聚集，影响各种用地的布局。

基于土地利用系统的复杂性，并遵从全面性、科学性、区域差异性等因素选取的原则，构建义和镇土地利用格局影响因子的指标体系。指标体系分为 3 级。一级指标包括自然因素、经济因素和社会因素，其中，自然因素反映自然环境与区位条件对土地利用格局的限制，经济因素和社会因素则反映人类活动的影响。自然因素的二级指标包括自然条件和区位条件，经济因素的二级指标包括经济发展和产业结构，社会因素的二级指标包括人口规模与结构。由于义和镇镇域内多山地且耕地广布，自然条件主要包括坡度和土壤条件；有关区位条件，一方面要考虑河流等要素对周边土地利用的带动作用，另一方面也考虑道路、居民点对交通可达性和耕作半径的影响；经济发展包括经济总量以及人均、地均情况，产业结构则反映三次产业发展的联系和比例关系；人口规模以常住人口为统计范围，并单独统计 16~60 岁具有劳动能力的人口。最后形成的三级指标包括坡度、土壤条件、到李渡工业园区的距离、到河流的距离、到居民点的距离、到道路的距离、农村经济总收入、农民人均所得、地均 GDP、三产比重、乡村人口数、劳动力资源数共 12 个指标。

基于义和镇土地利用现状条件，在 GIS 中进行空间运算，得到自然因素。对于经济因素和和社会因素，基于义和镇农村经营管理情况统计报表，在

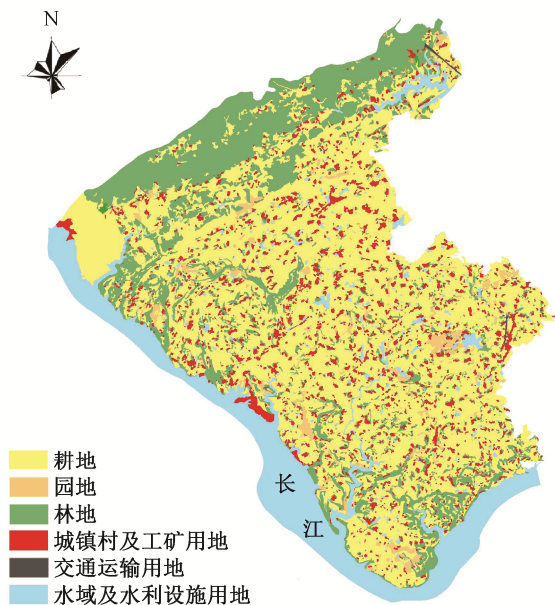


图 2 义和镇土地利用现状

Fig. 2 Land use status of Yihe Town

Excel 中处理后, 通过 join 命令将数据连接到 GIS 文件中。数据来源及处理方式见表 1。

需要说明的是, 作为重庆市级工业园区, 李渡工业园区是涪陵区近期重点开发项目。义和镇毗邻李渡工业园区, 且园区的环四路和环二路与义和镇道路直接相连。由于有大量资金的集中注入, 预期李渡工业园区在三四年内发生巨大的变化, 并带动周边村镇的发展, 因此“到李渡工业园区的距离”是反映区位条件影响土地利用的重要指标。农村经济总收入指村农业、林业、牧业、渔业、工业、建筑业、运输业、服务业收入的总和, 不包括劳动力外出打工的收入。乡村人口数、劳动力资源数均指义和镇“常住人口”, 即经常在义和镇或在义和镇居住 6 个月以上、经济和生活与义和镇连成一体的人口, 常年在外且已有稳定工作与居住场所的外出从业人员不在本次统计范围内。土壤条件因子是从全球土壤数据图(1:1000000)中通过 GIS 裁剪命令得到, 经验证可以反映义和镇的实际分异情况。根据其提供

的土壤属性数据, 参照农用地分等规程“四川盆地地区土壤指标分级及其分值”^[20], 对义和镇的土壤条件进行评定和打分。

所有数据都采用 GIS 栅格数据类型, 所有的空间数据转变为一致的投影坐标系。已有研究表明, 模拟栅格较小时, 模型模拟精确度较高^[9], 因此本文将模拟单元栅格大小(Cellsize)设置为 50 m×50 m。将各因子以及用地分类从矢量图转为栅格图, 再从栅格图转化为 ascii 编码文件, 在 SPSS 中进行运算。为使数据具有可比性, 通过 SPSS 软件, 采用 Z 标准化, 对数据进行无量纲化处理。

2.3 多重共线性分析

为了排除空间数据的自相关性对模型解释能力的干扰, 在建模之前需对数据进行多重共线性分析^[21-22]。本文采用皮尔逊相关系数进行多重共线性分析, 结果的评判标准为 r 值(即皮尔逊相关系数)。 $r>0$ 表示两变量正相关, $r<0$ 表示两变量负相关; $0\leq|r|\leq0.3$ 说明两变量相关程度弱, 基本不相关;

表 1 土地利用格局的影响因子
Table 1 Influencing factors of land use patterns

因素分类	主因子	子因子	因子释义	因子来源	处理方式	
自然因素	自然条件	坡度(1~100)	地表单元陡缓的程度	义和镇 DEM 图(1:10000)	在 GIS 中通过 slope 命令计算得到	
		土壤条件(1~100)	通过表层土质地、土壤剖面结构、土壤有机质含量、PH 值、土壤阳离子交换能力等指标对土壤条件进行打分	全球土壤数据图(1:1000000)	在 GIS 中通过 Extract by mask 命令, 用基地底图从全球土壤数据中提取得到	
	区位条件	到李渡工业园区的距离(km)	距离李渡工业园区的距离	第二次全国土地调查义和镇土地利用现状数据(1:10000)	在 GIS 中通过 Distance(Euclidean Distance)命令计算得到	
		到居民点的距离(km)	到最近居民点的距离			
		到河流的距离(km)	到最近河流的距离			
		到道路的距离(km)	到最近道路的距离			
	经济因素	经济发展	农村经济总收入(万元)	村农业、林业、牧业、渔业、工业、建筑业、运输业、服务业收入的总和	义和镇农村经营管理情况统计报表	在 Excel 中处理后, 在 GIS 中通过 join 命令连接到 GIS 文件中
			农民人均所得(万元)	村经济总收入/村总人口		
地均 GDP(万元/公顷)			村经济总收入/村用地面积			
产业结构		一产比重(%)	村一产收入/村经济总收入	义和镇农村经营管理情况统计报表	在 Excel 中处理后, 在 GIS 中通过 join 命令连接到 GIS 文件中	
		二产比重(%)	村二产收入/村经济总收入			
		三产比重(%)	村三产收入/村经济总收入			
社会因素	人口规模与结构	乡村人口数(人)	指“常住人口”, 即经常在义和镇或在义和镇居住 6 个月以上、且经济和生活与义和镇连成一体的人口	义和镇农村经营管理情况统计报表	在 Excel 中处理后, 在 GIS 中通过 join 命令连接到 GIS 文件中	
		劳动力资源数(人)	16 周岁以上至 60 周岁以下(不含 60 周岁)劳动年龄内的人口			

0.3≤|r|≤0.5 说明两变量低度相关; 0.5≤|r|≤0.8 说明两变量中度相关; |r|≥0.8 说明两变量高度相关。

皮尔逊相关系数矩阵见表 2。本文通过剔除不必要的解释变量来消除共线性, 将共线性严重的一产比重、三产比重、农村经济总收入、农民人均所得、乡村人口数这 5 个指标剔除, 消除多重共线性。留下的驱动因子为地均 GDP、劳动力资源数、到李渡工业园区的距离、到河流的距离、到道路的距离、二产比重、到居民点的距离、坡度和土壤条件。

2.4 Logistic 回归模型

以往关于影响因素的研究多采用线性回归来确定因变量与解释变量的关系, 但是一般的多元回归函数值 Y 不具有二分性, 不能设为定性变量, 因而在土地利用格局的影响因素分析中有局限性^[23-24]。本文采用 Logistic 回归模型, 以分类变量为因变量开展线性回归, 对涪陵区义和镇土地利用格局的影响因素进行定量分析。在 GIS 中将义和镇土地利用现状图划分为 50 m×50 m 的模拟单元, 每个模拟单元都可以视为二分类变量, 可以归结为两种状态: 出现用地类型 i 用 1 表示, 不出现用地类型 i 用 0 表示。

用 P_i 表示模拟单元出现用地类型 i 的概率, 建立回归方程:

$$\text{logit}(P_i) = \ln \left[\frac{P_i}{1-P_i} \right] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m, \quad (1)$$

其中, P_i 为模拟单元出现用地类型 i 的概率, β_0 为常数, X_1, X_2, \dots, X_m 为影响因子, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ 为回归系数。 P_i 取值在 0~1 之间, 值越大表示发生的可能性越大; 数据标准化之后的回归系数代表特定因子的贡献水平, 系数越大, 说明该解释变量对模拟单元出现土地利用类型 i 的贡献率越大, 反之亦然; 回归系数的正负表示变化的方向, 系数为正, 表示解释变量每增加一个单位值时用地类型 i 出现的概率增加, 反之亦然。在回归结果中, 用 B 代表模型的回归系数。

将式(1)进行对数变换, 可以得到事件发生与不发生的比率为:

$$\frac{P_i}{1-P_i} = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m)。 \quad (2)$$

式(2)表示似然比, 用 $\text{Exp}(B)$ 表示, 其值等于事件的

表 2 皮尔逊相关矩阵
Table 2 Pearson Correlation matrix

r	地均 GDP	一产比重	劳动力资源数	到李渡工业园区的距离	农村经济总收入	农民人均所得	到河流的距离	到道路的距离	二产比重	到居民点的距离	坡度	土壤条件	三产比重	乡村人口数
地均 GDP	1.00	0.15	0.16	0.02	0.18	0.14	-0.06	-0.05	0.02	-0.04	0.00	0.05	0.01	0.18
一产比重	0.15	1.00	0.72	0.15	0.71	0.94	-0.26	-0.18	0.08	0.01	0.06	0.17	0.15	0.75
劳动力资源数	0.16	0.72	1.00	0.18	0.84	0.75	-0.27	-0.25	0.24	-0.13	0.09	0.20	0.28	0.97
到李渡工业园区的距离	0.02	0.15	0.18	1.00	0.11	0.14	-0.11	-0.09	0.07	0.28	0.23	0.07	-0.08	0.13
农村经济总收入	0.18	0.71	0.84	0.11	1.00	0.76	-0.24	-0.25	0.37	-0.03	0.11	0.22	0.22	0.91
农民人均所得	0.14	0.94	0.75	0.14	0.76	1.00	-0.22	-0.22	0.38	0.04	0.12	0.22	0.42	0.78
到河流的距离	-0.06	-0.26	-0.27	-0.11	-0.24	-0.22	1.00	0.53	0.03	-0.02	-0.01	-0.37	0.07	-0.27
到道路的距离	-0.05	-0.18	-0.25	-0.09	-0.25	-0.22	0.53	1.00	-0.19	0.05	-0.09	-0.46	-0.11	-0.25
二产比重	0.02	0.08	0.24	0.07	0.37	0.38	0.03	-0.19	1.00	0.15	0.21	0.24	0.54	0.29
到居民点的距离	-0.04	0.01	-0.13	0.28	-0.03	0.04	-0.02	0.05	0.15	1.00	-0.08	0.01	0.01	-0.12
坡度	0.00	0.06	0.09	0.23	0.11	0.12	-0.01	-0.09	0.21	-0.08	1.00	0.13	0.10	0.08
土壤条件	0.05	0.17	0.20	0.07	0.22	0.22	-0.37	-0.46	0.24	0.01	0.13	1.00	0.05	0.20
三产比重	0.01	0.15	0.28	-0.08	0.22	0.42	0.07	-0.11	0.54	0.01	0.10	0.05	1.00	0.24
乡村人口数	0.18	0.75	0.97	0.13	0.91	0.78	-0.27	-0.25	0.29	-0.12	0.08	0.20	0.24	1.00

发生比,即事件的发生频率与不发生频率之比值(odds ratio)。本研究, $\text{Exp}(B)$ 表示驱动因子每增加一个单位时土地利用类型发生比的变化情况: $\text{Exp}(B)>1$, 发生比增加; $\text{Exp}(B)<1$, 发生比减少; $\text{Exp}(B)=1$, 发生比不变^[24]。

Logistic 回归方法主要有 3 种: Enter, Forward 和 Backward。通过多次验证, 综合考虑预测结果和自变量的数量, 本研究采用 Forward 方法进行回归。

3 研究结果

3.1 模型的显著性检验

由 SPSS 给出的结果, 各用地模型的整体性拟合优度检验、局部性效果检验均可以通过, 说明 Logistic 回归模型能较好地揭示不同土地利用格局的影响因素及其作用机理。接下来需要对建模成果进行两方面的评估: 1) 模型的模拟正确率; 2) ROC 曲线^[22]。

整体模拟正确率越高表明 Logistic 回归分析模型的效果越好, 反之越差。ROC 曲线用于度量 Logistic 回归模型的吻合度, ROC 曲线下面积的值介于 0.5~1.0 之间, 其值越高, 表明 Logistic 回归分析模型的吻合度越好, 反之越差。一个完全随机模型的 ROC 值为 0.5, 如完全相关, 则值为 1.0。

从表 3 的检验结果可以看到, 整体模拟正确率和拟合效果较好, 除耕地外, 各类用地的整体模拟

表 3 回归检验结果
Table 3 Regression test results

土地利用	整体模拟正确率	曲线下面积
耕地	66.0	0.689
园地	97.1	0.663
林地	83.0	0.735
交通运输用地	99.9	0.964
水域及水利设施用地	86.3	0.732
城镇村及工矿用地	93.2	0.607

正确率都在 80%以上, 除城镇村及工矿用地外, 曲线下面积都在 0.65 以上。模拟结果可以通过检验, 说明 Logistic 模型可以较好地模拟分析义和镇土地利用格局的影响因素。耕地、城镇村及工矿用地在义和镇的分布范围较广, 且较为离散, 影响因素复杂, 这是其用地模拟准确度相对较低的重要原因。

3.2 结果分析

各类用地回归的结果如表 4 所示。

对于耕地, 根据似然比来分析, 地均 GDP、到李渡工业园区的距离和土壤条件因子每增加一个单位, 耕地的发生比增加; 坡度、劳动力资源数、到居民点的距离、到河流的距离、到道路的距离因子每增加一个单位, 耕地的发生比减少。根据系数大小推断, 耕地的分布格局主要受土壤条件和区位条件的影响, 即耕地多分布在土壤条件较好、距离河流和居民点较近的地区。

表 4 回归结果
Table 4 Regression results

影响因子	耕地		园地		林地		交通运输用地		水域及水利设施用地		城镇村及工矿用地	
	B	Exp(B)	B	Exp(B)	B	Exp(B)	B	Exp(B)	B	Exp(B)	B	Exp(B)
地均 GDP	0.147	1.158	—	—	-1.761	0.172	1.864	6.449	-2.015	0.133	—	—
劳动力资源	-0.065	0.937	0.189	1.208	—	—	—	—	-0.257	0.773	0.223	1.250
到李渡工业园区的距离	0.177	1.194	0.164	1.178	-0.227	0.797	0.025	1.025	—	—	0.065	1.067
到河流的距离	-0.267	0.766	—	—	0.045	1.046	0.868	2.383	—	—	-0.112	0.894
到道路的距离	-0.125	0.882	-0.438	0.645	-0.155	0.856	—	—	—	—	-0.065	0.937
二产比重	—	—	-0.371	0.690	—	—	-0.024	0.976	—	—	0.143	1.154
到居民点的距离	-0.282	0.754	-0.239	0.787	0.560	1.751	-3.028	0.048	—	—	-0.070	0.932
坡度	-0.128	0.880	-0.243	0.784	1.257	3.515	-5.005	0.007	-0.023	0.977	—	—
土壤条件	0.353	1.423	-0.084	0.919	-0.228	0.796	0.005	1.005	-0.784	0.456	0.132	1.142
常数	0.275	1.317	-3.714	0.024	-1.503	0.222	-11.638	0.000	-2.310	0.099	-2.687	0.068

对于园地,根据似然比来分析,劳动力资源数、到李渡工业园区的距离因子每增加一个单位,园地的发生比增加;到道路的距离、二产比重、到居民点的距离、坡度和土壤条件因子每增加一个单位,园地的发生比减少。根据系数大小推断,影响园地布局的主要因子为坡度、到道路的距离、到居民点的距离以及二产比重等,即园地多分布在距离道路和居民点较近、坡度较小、二产比重较低的地区。根据系数的相对权重来分析,区位是影响园地分布的最重要因素,经济发展的影响次之,坡度、土壤条件等自然因素的影响不显著。

对于林地,根据似然比和回归方向来分析,到河流的距离、到居民点的距离、坡度因子每增加一个单位,林地的发生比增加;地均 GDP、到李渡工业园区的距离、到道路的距离、土壤条件因子每增加一个单位,林地的发生比减少。根据系数大小推断,影响林地布局的主要因子为坡度、土壤条件、地均 GDP 以及到居民点的距离,即林地主要分布在坡度较大、土壤条件较差、地均 GDP 较低、到居民点的距离较远的地区。义和镇林地主要分布在义和镇西北部黄草村和红春村等地区以及长江沿岸绿化林地。这些地带坡度较大,土壤条件较差,居民点分布数量少且分散,以传统种植养殖业为主要产业,经济发展水平较低。

对于交通运输用地,根据似然比来分析,地均 GDP、到李渡工业园区的距离、到河流的距离和土壤条件因子每增加一个单位,交通运输用地的发生比增加;二产比重、到居民点的距离、坡度因子每增加一个单位,交通运输用地的发生比减少。根据系数大小推断,影响交通运输用地布局的主要因子为坡度、到居民点的距离、地均 GDP,即交通运输用地多分布在坡度较小、到居民点较近、地均 GDP 比较高的地区。交通运输用地对坡度的要求比较高,受自然地形条件的影响作用较明显。此外,回归结果显示,到居民点的距离越近、地均 GDP 越高的地区,交通运输用地分布越多,说明道路建设可以促进生产要素集聚与流通,进而带动周边城市建设和经济发展。

对于水域及水利设施用地,根据似然比来分析,地均 GDP、劳动力资源数、坡度和土壤条件因子每增加一个单位,水域及水利设施用地的发生比减少。根据系数大小推断,影响水域及水利设施用地布局的主要因子为地均 GDP、土壤条件和劳动力

资源。水域及水利设施用地主要分布在地均 GDP 较低、土壤条件较差、劳动力资源较少的地区。

对于城镇村及工矿用地,根据似然比来分析,劳动力资源数、到李渡工业园区的距离、二产比重和土壤条件因子每增加一个单位,城镇村及工矿用地发生比增加;到河流的距离、到道路的距离、到居民点的距离每增加一个单位,城镇村及工矿用地发生比减少。根据系数大小推断,影响城镇村及工矿用地布局的主要因子为劳动力资源、二产比重、土壤条件和到河流的距离。城镇村及工矿用地多分布在劳动力资源丰富、二产比重较大、土壤条件较好和到河流的距离较近的地区。

义和镇紧邻李渡工业园区,预期将受到园区强力带动发展。义和镇境内高峰村、鸭子村等规划为李渡工业园的扩展预留用地,未来义和镇有望纳入李渡组团,成为涪陵区的中心城镇之一。然而,到李渡工业园区的距离因子对各类用地格局的影响均不显著,说明现状李渡园区对周边地区的向心效应大于外溢效应,并且对土地利用格局的影响存在时滞,短时间的发展尚未对义和镇的土地利用格局产生影响。此外,《重庆市涪陵区义和镇总体规划(2008—2020)》提出“在大力推进城乡一体化的发展思路下进行土地整理、迁村并点,在镇域范围内规划形成三级结构体系”,但是,由于山地特殊的地形与自然条件,以及受义和镇经济发展水平整体偏低的影响,现状城镇村及工矿用地分布相对分散,利用效率较低,城市规划对于城镇村及工矿用地布局的管控作用尚不显著。

4 结论与讨论

1) 自然因素、经济因素和社会因素三类因子在回归模型中的 B 和 $\text{Exp}(B)$ 值差异较大,总体来看,自然因素对土地利用格局起直接作用,经济因素和社会因素对土地利用格局的影响大多是间接的。义和镇的自然条件是影响其土地利用格局的根本性制约因子,其影响是一个缓慢积累的过程,但随着社会经济的发展,经济因素和社会因素对土地利用格局的影响也逐渐显著。

2) 耕地、园地、城镇村及工矿用地三类用地与到居民点的距离、到河流的距离、到道路的距离回归系数多为负值,说明这些区位因子每增加一个单位,三类用地的发生比减少,即距离这些区位要素越远,模拟单元出现这三类土地利用类型的概率

越小。到居民点的距离、到河流的距离、到道路的距离是制约耕作半径的重要因素^[25], 回归结果表明, 对于地形地貌复杂且经济发展水平较低的地区, 出行的空间距离受到很大的限制, 耕作半径对土地利用格局的影响比较显著。

3) 到李渡工业园区的距离因子对各类用地格局的影响均不显著, 说明现状李渡园区对周边地区的向心效应大于外溢效应, 并且对土地利用格局的影响存在时滞, 短时间的发展尚未对义和镇的土地利用格局产生影响。

4) 土地利用格局的影响因素复杂, 基于经验统计的 Logistic 线性回归方法可以综合分析自然环境因素和社会经济因素对土地利用格局的影响, 模型在经济发展水平较低、地形地貌复杂的义和镇运用比较成功, 但是尚存在改进的空间。

参考文献

- [1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558
- [2] Ronald R R, Stephen J W, Turner B L, et al. Developing a science of land change, challenges and methodological issues. PNAS, 2004, 101(39): 13976-13981
- [3] Verburg P, Veldkamp A, Koning G, et al. A spatial explicit allocation procedure for modeling the pattern of land use change based upon actual land use. Ecological Modeling, 1999, 116(1): 45-61
- [4] Lambin E F. Modeling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. Progress in Physical Geography, 1997, 21(5): 375-393
- [5] 何丹, 金凤君, 周璟. 基于 Logistic-CA-Markov 的土地利用景观格局变化: 以京津冀都市圈为例. 地理科学, 2011, 31(8): 903-909
- [6] 吴桂平, 曾永年, 邹滨, 等. AutoLogistic 方法在土地利用格局模拟中的应用: 以张家界市永定区为例. 地理学报, 2008, 63(2): 156-164
- [7] 谢花林, 李波. 基于 logistic 回归模型的农牧交错区土地利用变化驱动力分析: 以内蒙古翁牛特旗为例. 地理研究, 2008, 27(2): 294-304
- [8] 戴声佩, 张勃. 基于 CLUE-S 模型的黑河中游土地利用情景模拟研究: 以张掖市甘州区为例. 地理研究, 2013, 28(2): 337-345
- [9] 吴桂平. 不同尺度转换方式对土地利用格局模拟的影响效应研究. 水土保持研究, 2010, 17(5): 76-79
- [10] 冯长春, 曹敏政, 谢婷婷. 不同生态保育尺度下铜陵市土地利用结构优化. 地理研究, 2014, 33(12): 2217-2227
- [11] 刘荣, 高敏华, 谢峰. 基于 Logistic 回归模型的土地利用格局模拟分析: 以新疆吐鲁番市为例. 水土保持研究, 2009, 16(6): 74-78
- [12] 冯长春, 赵若曦, 古维迎. 中国农村居民点用地变化的社会经济因素分析. 中国人口资源与环境, 2012, 22(3): 6-10
- [13] 陈春, 冯长春. 中国建设用地增长驱动力研究. 中国人口资源与环境, 2010, 20(10): 72-77
- [14] 韩丹, 冯长春, 古维迎. 我国农村居民点土地节约集约利用影响因素及区域差异研究. 中国农业资源与区划, 2010, 31(5): 29-34
- [15] 张永民. 基于 RS 和 GIS 的土地利用格局模拟与分析: 以河北省涪源县丰元店乡为例. 干旱区地理, 2007, 30(6): 981-987
- [16] 陈佑启, Verburg P H. 中国土地利用/土地覆盖的多尺度空间分布特征分析. 地理科学, 2000, 20(3): 198-202
- [17] 于兴修, 杨桂山. 中国土地利用/覆被变化研究的现状与问题. 地理科学进展, 2002, 21(1): 52-56
- [18] 张永民, 周成虎, 郑纯辉, 等. 涪源县土地利用格局的多尺度模拟与分析. 资源科学, 2006, 28(2): 88-95
- [19] 徐旭晨. 基于 GIS 的农村居民点整理时空配置研究: 以涪陵区义和镇为例[D]. 重庆: 西南大学, 2011
- [20] 中华人民共和国国土资源部. TD-T1004—2003 农用地分等规程[S]. 2003
- [21] 陈彦光. 基于 Excel 的地理数据分析. 北京: 科学出版社, 2010: 31-32
- [22] 陈彦光. 地理数学方法及其应用. 北京: 科学出版社, 2010: 133-148
- [23] Gobin A, Campling P, Feyen J. Logistic modeling to derive agricultural land use determinants a case study from southeastern Nigeria. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2002, 89(3): 213-228
- [24] 王济川, 郭志刚. Logistic 回归模型: 方法与应用. 北京: 高等教育出版社, 2001
- [25] 胡纹, 何虹熳. 山地环境下耕作半径优化农村居民点布局的实证研究. 西部人居环境学刊, 2014, 29(2): 106-111