

重庆都市区土地利用/覆盖变化驱动机制分析*

李月臣, 刘春霞, 熊德芳

(1. 重庆大学 资源及环境学院, 重庆 400044;

2. 重庆师范大学 地理科学学院 重庆市高校 GIS 应用研究重点实验室, 重庆 400047)

摘要 本文阐明了1998—2005年重庆都市区土地利用/覆盖变化(LUCC)的驱动机制,为区域生态环境建设和社会经济发展提供科学依据。利用重庆市都市区的土地利用变更数据与社会经济统计资料,采用主成分分析与逐步回归分析方法。结果表明:研究期内,重庆都市区耕地、未利用土地和水域面积减少,其他用地类型面积增加;农业发展与结构、经济发展、农业技术进步、人口、生活水平、建设性投资和粮食安全保障等社会经济因素是该区LUCC的主要驱动力,气温、降水等自然因子对区域LUCC也有一定影响,但作用相对较小。通过研究有效揭示了重庆市都市区土地利用/覆盖动态变化的内在机制。

关键词 驱动机制;土地利用/覆盖;重庆;主成分分析;逐步多元回归分析

中图分类号 X144;P968

文献标识码 A

文章编号 1672-6693(2010)01-0036-06

土地利用/覆盖变化研究是当前全球变化研究的热点问题^[1-3],其研究内容包含多个方面,而土地利用/覆盖变化的驱动力及其驱动机制是其中的关键。深入探讨土地利用/覆盖变化的各种驱动力,是认识土地利用/覆盖变化规律,预测未来土地利用/覆盖变化趋势和制定土地可持续利用决策的基础^[4]。土地利用/覆盖变化是一种特殊的自然社会现象,涉及土地资源自然属性和人类利用方式的变化。土地利用/覆盖变化具有明显的区域性特征,落在具体区域上会表现出不同的区域特点,其驱动因子和驱动因子的作用程度表现出一定的区域差异。重庆作为中国新兴的直辖市,其土地利用类型和空间结构在直辖后发生了很大的变化^[5]。目前,国内学者分别针对重庆市不同区域土地利用/覆盖变化驱动力开展了相应的研究。例如,何丹等利用主成分分析方法分析了重庆江津市土地利用变化及社会驱动力^[6],杨朝现等分别对重庆市不同类型经济区土地利用/覆盖变化、重庆市北碚区土地利用变化及驱动力进行了分析^[7-8]。但有关重庆市经济发展的主导和核心区域——都市经济圈的研究还比较缺乏。有鉴于此,本文对该区土地利用变化的动力机制进行比较研究,从而在一定程度上丰富该

区土地利用/覆盖变化的研究内容。

1 研究区概况

重庆位于东经105°17'~110°11'、北纬28°10'~32°13'之间的青藏高原与长江中下游平原的过渡地带。其中,都市区界于缙云山和明月山之间,长江与嘉陵江交汇处及其附近河谷地带,包括渝中区、沙坪坝区、江北区、九龙坡区、南岸区、北碚区、渝北区、大渡口区 and 巴南区等9个行政区。气候属亚热带季风性湿润气候,年平均气温在18℃左右,冬季气温平均在6~8℃,夏季平均气温在27~29℃,日照总时数1000~1200h,冬暖夏热、无霜期长、雨量充沛、湿润多阴、雨热同季,常年降雨量1000~1400mm。地貌以丘陵、低山为主,坡地面积较大,成层性明显。

2 研究方法

统计分析方法是研究土地利用/覆盖变化与各种社会经济、自然驱动力之间关系的一种重要方法,可以有效模拟各种驱动力作用下土地利用/覆盖的变化,具有使复杂问题简单化的特点,易于抓住复杂系统中矛盾的主要方面和系统内部重要的驱动机

* 收稿日期 2009-06-08 修回日期 2009-08-26

资助项目:国家自然科学基金(No.40801077),重庆市教育委员会科学技术研究项目(No.KJ070811),重庆师范大学博士科研启动基金项目(No.06XLB004)

作者简介:李月臣,男,副教授,博士后,研究方向为资源环境遥感与地理信息系统,通讯作者:刘春霞,E-mail liuchunxia_2004@163.com

制。因此,本文结合主成分分析法和逐步回归分析方法对研究区土地利用/覆盖变化的驱动机制进行研究和分析。主成分分析的目的就是通过线性变换,将原来的多个指标组合成相互独立的少数几个能充分反映总体信息的指标,使用提取出的主成分代替原始变量,从而在不丢掉主要信息的前提下避开了变量间的共线性问题,便于进一步分析。逐步回归方法就是一种自动从大量可供选择的变量中选择那些对建立回归方程比较重要的变量的方法。研究中土地利用/覆盖数据来源于国土局的统计数据,社会经济数据均源于统计年鉴^[9]。

2.1 驱动因子的选取

土地利用/覆盖变化是在不同时空范围内各种自然和人类社会经济驱动因子相互作用下产生的。其中自然驱动力包括环境变化、气候、地形等驱动因子,社会经济驱动力包括人口增长、经济增长、社会行为、土地利用者主体行为等驱动因子。土地的自然特性和环境条件决定了其适宜的利用方式,利用方式适宜与否影响着土地利用的可持续性。在土地

利用变化的社会驱动力中,人口、经济发展、城镇化等因素是影响土地利用变化的主要因素。人口是人类社会经济因素中最主要的因素,也是最具活力的土地利用与土地覆盖变化的驱动力之一。人口密度和土地利用变化速率成正相关关系,人口增长速度越快,土地利用变化也越快。社会经济的发展是土地利用及其结构演变的最根本动力。经济发展对土地变化的驱动表现在两个方面:一是第二三产业的发展增加了用地的需求;二是市场导向下的农业资源配置引起农业结构调整不断深化。工业化和城镇化不仅通过人口集中、产业集中、地域扩散占用土地等使土地利用非农化,而且通过生活方式和价值观念的扩散改变原来的土地利用结构^[10]。由此可见,影响土地利用/覆盖变化的因素众多且错综复杂,而选择驱动因子和指标要尽可能细致全面,但指标过多往往会增加分析问题的难度和复杂性。因此,根据研究区的实际情况,为了全面地反映各种驱动因子对其土地利用/覆盖变化的可能影响,本文选取了 8 大类共 28 个驱动力指标^[11](表 1)。

表 1 重庆都市区土地利用/覆盖变化驱动因子选取

Tab. 1 Summary of factors driving changes in land use/cover in metropolitan area of Chongqing

编号	类型	因子名称
I	经济发展	Var_1 : 地区生产总值(万元); Var_2 : 第一产业 GDP(万元); Var_3 : 第二产业 GDP(万元); Var_4 : 第三产业 GDP(万元); Var_5 : 人均地区生产总值(元); Var_6 : 区县级财政预算内收入(万元); Var_7 : 社会消费品零售总额(万元); Var_8 : 年末全部就业人员数(万人); Var_9 : 公路客运量(万人)
II	人口	Var_{10} : 年末总人口(万人); Var_{11} : 非农业人口(万人); Var_{12} : 人口密度(人/km ²)
III	生活水平	Var_{13} : 年末城乡居民储蓄余额(万元); Var_{14} : 农民人均纯收入(元); Var_{15} : 农村居民人均生活消费支出(元); Var_{16} : 在岗职工年平均工资(元); Var_{17} : 农村居民人均住房使用面积(m ²)
IV	建设性投资	Var_{18} : 全社会固定资产投资(万元); Var_{19} : 基本建设投资(万元)
V	农业发展与结构	Var_{20} : 农业总产值(万元); Var_{21} : 林业总产值(万元); Var_{22} : 牧业总产值(万元); Var_{23} : 渔业总产值(万元);
VI	粮食安全保障	Var_{24} : 粮食总产量(t);
VII	农业技术进步	Var_{25} : 农村用电量(万千瓦时); Var_{26} : 农用化肥施用折纯量(万 t)
VIII	自然因子	Var_{27} : 年平均气温(°C); Var_{28} : 年降雨量(mm)

2.2 驱动因子的主成分分析

由于所选指标较多,且很多指标之间在不同程度上存在一定的相关性,如果直接纳入研究中分析,不仅复杂,而且可能因为多元共线性问题而无法得出正确的分析结果。因此,本文首先利用 SPSS14.0 对几大类驱动因子指标进行主成分分析。由于主成分分析对样

本量没有严格要求,因此,对于时间序列偏短情况下的土地利用/覆盖变化驱动力分析则更为有效。

按照主成分分析方法中的特征值、贡献率与累计贡献率的计算公式,计算得特征值及各个主成分的贡献率与累计贡献率(表 2)。由表 2 可知,第一、第二、第三主成分的累计贡献率已达 92.837%,完

全达到分析要求。

表 2 特征值及主成分贡献率

Tab. 2 The eigenvalues and contributed rate of the principal components

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	21.415	76.481	76.481
2	2.535	9.055	85.536
3	2.044	7.301	92.837

表 3 主成分载荷矩阵

Tab. 3 The loading matrix of the principle componets

变量	第一主成分	第二主成分	第三主成分	变量	第一主成分	第二主成分	第三主成分
Var_1	0.807	0.559	0.179	Var_{15}	0.875	0.427	0.198
Var_2	0.943	0.296	0.009	Var_{16}	0.729	0.646	0.225
Var_3	0.744	0.637	0.179	Var_{17}	0.452	0.646	0.6
Var_4	0.819	0.504	0.198	Var_{18}	0.82	0.538	0.192
Var_5	0.747	0.587	0.233	Var_{19}	0.887	0.425	0.155
Var_6	0.847	0.459	0.219	Var_{20}	0.96	0.231	-0.126
Var_7	0.787	0.58	0.211	Var_{21}	0.12	0.925	-0.03
Var_8	0.439	0.788	-0.377	Var_{22}	0.897	0.384	-0.056
Var_9	-0.611	-0.175	-0.186	Var_{23}	0.036	-0.368	-0.875
Var_{10}	0.718	0.65	0.241	Var_{24}	-0.372	-0.829	-0.328
Var_{11}	0.694	0.67	0.237	Var_{25}	0.597	0.775	0.126
Var_{12}	0.715	0.655	0.232	Var_{26}	-0.882	0.083	-0.141
Var_{13}	0.696	0.68	0.23	Var_{27}	-0.263	0.234	-0.764
Var_{14}	0.898	0.356	0.254	Var_{28}	-0.114	-0.111	-0.803

由表 3 可知,第一主成分与 Var_2 、 Var_{20} 、 Var_{22} 、 Var_{14} 、 Var_{26} 、 Var_{19} 、 Var_{15} 、 Var_6 、 Var_4 、 Var_1 、 Var_7 、 Var_5 、 Var_3 、 Var_{16} 、 Var_{10} 、 Var_{12} 的载荷系数较大,这些指标反映了经济发展、农业发展与结构、生活水平、建设性投资、农业技术进步以及人口等因素的重要性;第二主成分与 Var_{21} 、 Var_{24} 、 Var_8 、 Var_{25} 的载荷系数较大,这些指标反映了农业发展与结构、粮食安全保障、经济发展和农业技术进步等因素的重要性;第三主成分与 Var_{23} 、 Var_{28} 、 Var_{27} 的载荷系数较大,这些指标反映了农业发展与结构、自然因子等因素的重要性^[12]。

以上的分析结果表明,根据主成分载荷,农业发展与结构、经济发展、农业技术进步、人口、生活水平、建设性投资、粮食安全保障、自然因子这几类要素都在不同程度上影响着研究区土地利用/覆盖变化。但从作为最主要综合指标的第一主成分与各变

量之间的相关系数来看,人类活动(社会经济因素)是重庆都市区土地利用/覆盖变化的主导因素。主成分载荷是主成分与变量之间的相关系数。根据主成分载荷计算公式,分别计算出各变量在第一、第二、第三主成分上的载荷得到主成分载荷矩阵。为使各因子之间关系更加明显,采用最大方差旋转法对因子载荷矩阵进行旋转,使各主要变量之间关系紧密的因子的负荷得到加强,得到驱动因子负荷矩阵(表 3)。

量之间的相关系数来看,人类活动(社会经济因素)是重庆都市区土地利用/覆盖变化的主导因素。

主成分实际上是原来各指标值的线性组合,该线性方程的系数即为对应主成分的得分矩阵。表 4 是计算得到的研究区域各类指标第一、第二、第三主成分的得分矩阵。

2.3 驱动因子的多元线性逐步回归分析

主成分分析一般不能被看成是研究的结果,而应继续采用其他多元统计方法解决实际问题。因此,本文在运用主成分分析方法对几大类驱动力指标进行分析后,再利用多元线性逐步回归分析方法来提取研究区土地利用/覆盖变化的主导驱动力因子,进而具体分析各土地利用类型的变化情况。

利用主成分得分系数矩阵可以将主成分表示为各个指标变量的线性组合,从而得到各类因子各主成分的标准化值。在实际研究中,影响土地利用/覆盖

表 5 土地利用/覆盖变化各类驱动因子逐步回归结果

Tab. 5 The stepwise linear regression results of each type of factors driving changes in land use/cover in the study area

土地利用类型	回归方程	R ²
耕地	$Y = -4.7 \times 10^{-7} - 7.341X_2 + 1.58X_3 + 2.139X_6$	0.990
园地	$Y = 4.22 \times 10^{-7} + 3.71X_2$	0.990
林地	$Y = 6.21 \times 10^{-6} + 44.155X_4 - 1.229X_5 - 8.336X_1$	0.941
牧草地	$Y = -1.1 \times 10^{-6} + 2.008X_8$	0.457
城镇及建设用地	$Y = 1.117 \times 10^{-6} + 2.156X_1$	0.969
水域	$Y = -5.2 \times 10^{-7} - 13.589X_4 + 7.038X_7$	0.966
未利用地	$Y = -1.7 \times 10^{-6} - 3.687X_2$	0.978

注: $X_1 \sim X_8$ 分别为经济发展、人口、生活水平、建设性投资、农业发展与结构、粮食安全保障、农业技术进步和自然因子 8 类驱动因子的第一、第二、第三主成分标准化值 $p < 0.1$

表 6 重庆都市区土地利用/覆盖变化

Tab. 6 The changes of the land use/cover in metropolitan area of Chongqing from 1998 to 2005

时间	耕地	园地	林地	牧草地	城镇及建设用地	水域	未利用土地
1998 年	232 570.4	144 88.8	121 961.4	178.14	74 674.84	30 889.11	92 953.88
1999 年	230 608.4	14 839.04	101 969.5	178.14	77 133.79	30 719.92	92 481.53
2000 年	231 374.6	15 321.61	102 084.6	191.473 3	77 805.5	30 672.81	90 479.66
2001 年	230 898.4	15 795.03	101 798.1	188.12	78 486.39	30 595.27	90 168.91
2002 年	223 364.2	16 869.97	108 103.8	188.12	78 516.33	30 576.63	87 625.95
2003 年	211 085.6	18 449.55	120 452.9	187.46	84 827.41	30 442.04	82 485.39
2004 年	202 451.5	20 045.58	126 708.7	187.46	87 879.9	2 8371.28	79 485.69
2005 年	199 093	20 879.85	127 527.1	187.46	92 239.1	28 280.75	77 457.96
1998—2005 年增减面积	-33 477.4	6 391.05	5565.7	9.32	17 564.26	-2 608.36	-15 495.92

注: 水域包括河流湖泊水库水面、苇地、滩涂、水工建筑等; 未利用土地包括荒草地、沼泽地、田坎等

3.2.5 城镇及建设用地变化的驱动机制分析 城镇及建设用地是人类社会经济活动最为集中,也是受人类各种活动影响最为明显的土地利用/覆盖类型。研究区内,城镇及建设用地的变化与区域经济发展有着紧密的关系。研究区工业化水平的提高以及第三产业的发展等,对城镇及建设用地需求的增长是该区土地利用/覆盖类型面积持续增加的最基本的驱动力。而区域经济的持续快速增长以及建设性投资的不断增加则为这一驱动力提供了强有力的支撑。另外,沙坪坝大学城校区的建设,对重庆都市区建设用地的快速增长也起到了很大的作用。

3.2.6 水域变化的驱动机制分析 研究区水域面积变化与地区建设性投资和农业技术进步有着密切的

3.2.3 林地变化的驱动机制分析 研究区林地变化的驱动因子主要是经济发展、建设性投资和农业发展与结构调整等几个因素。随着地方经济的发展,人民生活水平不断提高,不断增强的各种经济活动对本区林地的变化起到最为重要的作用。基建投资和农业结构调整对重庆都市区林地的变化也产生了一定影响,尤其是区内实施的退耕还林工程与研究区林地面积的增加有着十分密切的关系。需要说明的是,研究区林地增长的政策驱动因子在模型中没有得到反映,但国家和地方生态环境政策在其中所起的作用不可忽视。

3.2.4 牧草地变化的驱动机制分析 草地是研究区面积比例最小的一种覆盖类型。区域草地覆盖变化主要受气候因子的影响,但这种影响也不大。在这 8 年间,区域草地面积变化量并不大。

关系。随着区域经济发展和基建投资的不断增加,由此带来的频繁的各种经济活动对水域带来了很大压力,因此基建投资与水域面积的变化相关性较大。地区农业技术的进步与水域面积变化成正相关,表明地区农业技术进步有利于水域面积的扩展。

3.2.7 未利用土地变化的驱动机制分析 研究区中未利用土地的面积比例是仅次于耕地和林地的一种土地利用/覆盖类型,其面积的减少,主要用于城建用地、林地面积的增加。未利用土地的变化主要受人口的驱动作用,且与之有一定的负相关性。这是因为,人们的衣食住行都来源于土地,随着区域人口的不断增长,人们不得不加紧开发未利用土地来满足自身的需求^[18]。另外,重庆都市区经济比较发

达,生态环境质量相对较高,未利用土地完全可以开发为其他各种适宜性土地利用/覆盖类型。因此,研究期内这个地区的未利用土地面积呈现持续减少的变化趋势。

4 结论与讨论

本文以重庆都市区为研究区,利用1998—2005年土地利用变更数据与社会经济统计资料,采用主成分分析和逐步回归分析方法,阐明研究区土地利用/覆盖变化的驱动机制。结果表明在研究期内,重庆都市区土地利用结构变化强烈,土地利用程度提高较大。其中,耕地、未利用土地和水域面积减少,其他用地类型面积增加;农业发展与结构、经济发展、农业技术进步、人口、生活水平、建设性投资和粮食安全保障等社会经济因素是该区LUCC的主要驱动力,气温、降水等自然因子对区域LUCC也有一定影响,但作用相对较小。

随着重庆都市区人口的增加、经济的增长,加速了其建设用地面积的扩张。合理利用土地必须正确处理保护好耕地与建设用地二者的关系。在坚持集约利用城市用地,保护耕地,控制城市建设用地的同时,也要防止因过度限制正常的城市建设用地而增加城市化和工业化的成本。土地利用中要兼顾经济、社会和生态效益,这将有利于提高土地利用的整体效益,实现土地生产力的持续增长和稳定性,保证土地资源潜力和防止土地退化,并具有良好的经济效益和社会效益。

需要说明的是,应用上述方法对研究区土地利用/覆盖变化的驱动力进行辨识及空间差异分析具有一定的局限性,因为很多因子难于进行量化分析。比如,国家和地方政府的政策以及人们行为习惯的改变等因素大多对区域土地利用/覆盖变化具有重要的影响,但目前量化分析比较困难。尽管如此,由于研究区的地域特性,区域内各种土地利用/覆盖类型之间的相互变化关系不仅对经济发展起作用,而且有深远的生态意义,故对它的驱动力研究能为研究区的土地利用开发以及区域生态环境建设提供合理的依据,并且可以丰富这一区域土地利用/覆盖研究的内容。因此,具有一定的理论和实际意义。

参考文献:

[1] Turner II B L, David S, Steven. Land use and land cover

change (LUCC): science/research plan [R]. Stockholm: IGBP Reports, 1995.

- [2] Turner II B L, Moss R H, David S. Relating land use and global land cover change: a proposal for an IGBP-IHDP core project [R]. Stockholm: IGBP Report, 1993.
- [3] Turner II B L, Skole D, Sanderson S. Land use and land cover change (LUCC) [R]. Stockholm: IGBP Reports, 1995.
- [4] 张勃, 张华. 河西地区土地利用/覆盖变化驱动力研究 [J]. 干旱区地理, 2004, 27(2): 233-238.
- [5] 刘金萍, 李为科, 郭跃. 近43年重庆主城区土地利用时空变化特征与预测 [J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2008, 25(2): 91-92.
- [6] 何丹, 刁承泰. 重庆江津市土地利用变化及社会驱动力分析 [J]. 水土保持研究, 2006, 13(2): 24-41.
- [7] 杨朝现, 陈荣蓉, 刘勇, 等. 重庆市不同类型经济区土地利用土地覆盖变化分析 [J]. 西南农业大学学报, 2001, 12(6): 555-559.
- [8] 杨朝现, 陈荣蓉, 刘秀华, 等. 重庆北碚区土地利用变化及驱动力分析 [J]. 西南农业大学学报(社会科学版), 2001, 12(6): 555-559.
- [9] 重庆市统计局. 重庆统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1999-2006.
- [10] 王小玉, 张安明, 邹小红, 等. 重庆市土地利用变化及驱动机制研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2009, 31(2): 146-151.
- [11] 史纪安, 陈利顶, 史俊通, 等. 榆林地区土地利用/覆盖变化区域特征及其驱动机制分析 [J]. 地理科学, 2003, 23(4): 493-498.
- [12] 邓红兵, 王英明, 张巧显, 等. 江西省土地利用变化及其驱动力定量研究. 江西农业大学学报, 2006, 28(6): 933-938.
- [13] 郝黎仁, 樊元, 郝哲欧. SPSS实用统计分析 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [14] 周爽, 朱志洪, 朱星萍, 等. 社会统计分析——SPSS应用教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [15] 王良健, 刘伟, 包浩生. 梧州市土地利用变化的驱动力研究 [J]. 经济地理, 1999, 19(4): 74-79.
- [16] 陈浮, 陈刚, 包浩生, 等. 城市边缘区土地利用变化及人文驱动力机制研究 [J]. 自然资源学报, 2001, 16(3): 204-210.
- [17] 毛彦成, 张勃, 张华. 绿洲土地利用/覆盖变化的社会经济与自然驱动力分析 [J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(2): 90-94.
- [18] 王让会, 孙洪波, 赵振勇. 新疆且末绿洲土地利用变化机制与驱动力分析 [J]. 干旱区地理, 2005, 28(6): 849-855.

Driving Forces of the Changes of Land Use/Cover in Metropolitan Area of Chongqing

LI Yue-chen , LIU Chun-xia , XIONG De-fang

(1. College of Resources and Environmental Science , Chongqing University , Chongqing 400044 ;

2. Key Laboratory of GIS Application , Chongqing Municipal Education Commission , College of Geographical Science ,
Chongqing Normal University , Chongqing 400047 , China)

Abstract : Analyzing the driving forces of land use/cover changes in typical regions is helpful to understanding the interactive mechanism between land use/cover system and physical and socio-economic factors. The paper selected the metropolitan area of Chongqing as a study area and 28 factors from 1998 to 2005 are selected to find the driving forces of the land use/cover changes in the study area. The principal component analyses(PCA) and stepwise regression are applied in the paper. The result suggests that the farmland , unused land and water area have been in the study area reduced in the study period , while other types increased ; the main driving forces of LUCC in this area are the socio-economic factors , such as agricultural development and structure , economic development , technological advances in agriculture , population , living standards , constructive investment and food security ; In addition , temperature , precipitation and other natural factors also have certain , relatively smaller , impact on regional LUCC. The changes of farmland are mainly affected by living standard , the increasing of population and the need for food security. The changes of gardens are mainly effected by the increasing of population. The changes of forest are driven by the development of regional economy , the construction investments , the development and structure adjusting of agriculture. The driving forces of grassland changes are mainly the climatic factors. The changes of water are related to the construction investments and the advancement of agricultural technology. The changes of urban land have a close relation with the development of regional economy. The increasing of population has given effects on the changes of unused land.

Key words : driving force ; land use/cover change ; metropolitan area of Chongqing ; principal component analyses ; stepwise regression

(责任编辑 欧红叶)