

重庆山地都市区 1985—2010 年土地利用变化地形特征分异研究

陈丹, 周启刚, 何昌华, 刘琳琳

(重庆工商大学 旅游与国土资源学院, 重庆 400067)

摘要:随着城市化的不断推进,在低强度土地利用类型逐步向高强度土地利用类型转移的过程中,土地利用受地形因子的制约性越显突出。以重庆山地都市区为例,利用 TM 数据和 DEM 数据,综合研究分析 1985—2010 年间重庆都市区的各类用地在高程、坡度以及地形位不同地形因子中的分布变化过程。研究表明:重庆都市区各用地类型在不同地形因子等级下分异性特征显著,各地形因子等级中土地利用随时间变化的规律性特征明显。近 25 a 来,重庆都市区高强度土地利用类型主要分布在 500 m 高程以下的平地 and 400 m 高程以下的低缓坡,结构相对稳定;在 500~1 200 m 的平地、400~600 m 的低缓坡以及 500 m 以下的高缓坡区域内耕地、林地、建设用地、草地等土地利用类型空间竞争态势明显,人地矛盾突出,是协调人地关系的核心区域;重庆都市区内的陡坡、500 m 以上的高缓坡以及 600 m 以上的低缓坡内的草地、林地面积减少,土地利用将对生态环境产生严重影响,应作为重庆都市区土地利用的重点监测对象。文章旨在为重庆都市区土地利用的合理规划提供参考。

关键词:土地利用变化;地形特征;地形位指数;分布指数;重庆都市区

中图分类号:F311

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)05-0210-06

Research on the Differentiation of Land Use Terrain Feature from 1985 to 2010 in Chongqing Mountainous Metropolitan Area

CHEN Dan, ZHOU Qi-gang, HE Chang-hua, LIU Lin-lin

(School of Tourism and Land Resources, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: Along with the shift of low-intensity land use type into high-intensity land use, the conditionality of land topography on land use is more and more outstanding in the process of urbanization. Chongqing Mountainous Metropolitan Area was taken as an example in this paper. Based on the data of DEM and annual TM of Chongqing Mountainous Metropolitan Area from 1985 to 2010, the change rule of distribution index of land use in different altitude, slope and terrain niche was comprehensively analyzed. The results indicated that the distribution index of different land utilization types in different terrain factors had significant differentiation characteristics. The change rule of land use in every terrain factor level had obvious regularity with time process. During the 6 years since 1985, the high strength utilization land was mainly concentrated in the flatland with the altitude lower than 500 m and low gentle slope with the altitude lower than 400 m. The structure of land use was always stable in these areas. The regions in flatland with altitude of 500~1 200 m, low gentle slope with the altitude of 400~600 m and high gentle slope with the altitude lower than 500 m because of the obvious contradiction between human and land. Various types of land use showed a clear trend of competition in these areas. The phenomenon of the area reduction of grassland and woodland was happened in the high gentle slope with the altitude higher than 500 m, low gentle slope with the altitude higher than 600 m and the entire steep slope. These are key areas of land-use monitoring in Chongqing Mountainous Metropolitan Area because human will seriously affect the ecological environment through the land use in these regions. The results provide reference for the reasonable plan of land use in Chongqing Mountainous Metropolitan Area.

收稿日期:2013-02-26

修回日期:2013-03-28

资助项目:国家自然科学基金项目(41101503);国家社科基金重大项目(11&·ZD161)

作者简介:陈丹(1990—),女,重庆人,在读硕士,主要研究方向:3S理论与应用和环境科学。E-mail:cd1105@163.com

通信作者:周启刚(1976—),男,重庆人,副教授,博士,硕士生导师,主要研究方向:3S理论与应用。E-mail:zqg1050@126.com

Key words: land use change; terrain feature; terrain niche index; distribution index; Chongqing Mountainous Metropolitan Area

土地是人类赖以生产和生活的环境要素,是一个自然经济的综合体,其本身就具有稀缺性和固定性两大本质特征。土地利用则是人类基于社会经济目的,对土地进行长期经营的各类活动^[1]。地形是自然环境要素中最重要的组成部分,其分布特点直接影响人类活动和土地利用过程,特别是在全球城市化进程中,人类对土地利用的需求加大,在土地使用和改造的过程中,地形因子对土地利用的约束性越显突出,尤其是海拔高度和地形坡度对土地利用的影响^[2]。地形特征在一定程度上会影响土地利用的方式和方向,基于 GIS 和 RS 技术,研究地形梯度下的土地利用,并基于时间序列研究地形梯度下的土地利用变化特征,分析土地利用与地形之间的关系,有利于揭示土地利用的环境驱动因素。

我国属于发展中国家之一,仍需不断加强城市化建设,且城市的发展必须依赖于土地的利用^[3]。我国地势相对复杂,地形起伏较大,土地利用受地形因子的制约性增强,人地矛盾突出^[4]。许多学者对我国进行了大量的土地利用研究,研究包括基于不同模型下对土地利用变化和驱动力的分析、土地利用变化对经济和生态的影响以及土地利用变化与地形因子的关系等^[5-7]。前期研究中选取的研究对象多为地形特征不明显的区域^[8]。

重庆市都市区是典型山地城市的用地区域,地形因子对土地利用的制约性更为突出。本研究以重庆市都市区 1985 年、1988 年、1993 年、1996 年、2000 年、2002 年、2007 年和 2010 年的土地利用为研究对象,通过研究重庆都市区在 25 a 间的土地利用在空间地形上的分布变化规律,分析各类用地在不同地形因子中的分布变化趋势,从而分析重庆都市区土地利用的时空特征。研究结果旨在为制定土地利用相关制度和政策提供参考。

1 研究区概况

重庆位于四川盆地的东南部,长江的上游,与湖北、湖南、贵州、四川、陕西等省接壤,地跨东经 105°11′—110°11′、北纬 28°10′—32°13′的青藏高原与长江中下游平原的过渡地带。辖区总面积为 8.24 万 km²,属于中国面积最大的城市之一。有长江和嘉陵江两江流经区内,气候湿润温和。重庆都市区包括重庆主城九区,即:渝中区、大渡口区、江北区、南岸区、

沙坪坝区、九龙坡区、北碚区、渝北区、巴南区,面积 5 473 km²,主要分布在长江沿线,四面环山,以丘陵,低山为主,地形起伏较大,平均海拔为 400 m,区内高差达 1 417 m;截至 2011 年重庆都市区内常住人口达 772.31 万人;都市区土地利用类型主要以耕地和林地为主^[9]。作为国家直辖市之一,重庆城市化进程加快,地形因子对重庆都市区土地利用的约束性表现更为突出。同时,重庆作为多项政策的试点区域,研究其土地利用在时间和空间的分布规律更具现实意义和价值。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

采用美国陆地卫星 TM 遥感数据作为研究重庆市都市区土地利用变化的影像数据源,包括 1985 年、1988 年、1993 年、1996 年、2000 年、2002 年、2007 年和 2010 年,空间分辨率为 30 m;收集重庆市都市区 1:5 万的 DEM 数据作为研究地形因子的主要数据源,并且整理重庆都市区内与社会经济相关统计数据作为研究辅助材料。

2.2 数据处理

2.2.1 遥感数据处理 主要采用 ERDAS 软件中的数据预处理模块对重庆市都市区的 8 期 TM 遥感数据进行辐射校正和几何精校正,从而减少遥感数据获取过程中存在的误差。统一采用 Albers 投影方式,采用 105°的中央经线,双标准纬线分别采用 25°和 47°。遥感数据处理过程中,使不同时像数据的空间位置偏差控制在 0.5 个像元以内。结合研究目的,本次主要提取各期遥感影像的 2,3,4 波段数据,有利于人眼对遥感影像数据的识别。

2.2.2 土地利用分类与解译 土地利用现状数据的分类体系采用中国科学院“八五”期间“国家资源环境遥感宏观调查、动态分析与遥感技术前沿的研究”项目中所制定的分类体系,将土地利用类型划分为 6 个一级类,即耕地、林地、草地、水域、建设用地、未利用地^[10]。根据该土地利用分类体系,在 TM 遥感影像数据的基础上,将计算机自动分类和人工识别光谱特征结合,解译生成重庆市都市区 1985—2010 年间 8 个时点土地利用数据。

2.2.3 坡度分级 利用重庆市都市区 1:5 万的 DEM 数据生成坡度数据。结合国际地理学联合会地

貌调查与地貌制图委员会的坡度分级体系和土地利用类型中的耕地分级体系^[11]；首先将研究区内 0~25°的坡度划分为 0~2°, 2°~6°, 6°~15°, 15°~25°。由于>35°的陡坡对土地利用的限制性强,并结合重庆山地城市的地形地貌特征,将研究区坡度大于 25°的区域划分 25°~35°, >35°两个坡度级。基于以上坡度分级思路,利用 ArcGIS 软件,将研究区坡度划为 6 个坡度级。

2.2.4 高程分级 重庆都市区平均海拔高度为 400 m,区内最大高差达 1 417 m,低海拔区域相对较少,内部起伏大。该区处于中纬度地区,一般而言,海拔在 1 200 m 以上区域,高强度的土地利用方式严重受限,基本呈现出自然生态景观格局。利用重庆都市区的 DEM 数据统计分析,300 m 以下的区域大多被水域淹没,600 m 以上区域的土地利用类型有明显的减少趋势。综合考虑上述原因,将研究区的高程划分为 6 个等级:100~300 m, 300~400 m, 400~500 m, 500~600 m, 600~1 200 m, >1 200 m。

2.3 研究方法

2.3.1 地形位指数及分级 地形位指数是综合考虑高程和坡度两个地形因子对土地利用影响的指标,能够定量分析土地利用变化与地形梯度之间的相互关系。研究采用的地形位指数用以下公式进行计算^[12]:

$$T=\ln[(\frac{E}{\bar{E}}+1)\times(\frac{S}{\bar{S}}+1)] \quad (1)$$

式中: T ——地形位指数; E ——空间任一坐标点的高程值; \bar{E} ——所在区域的平均高程值; S ——空间任一

点坡度值; \bar{S} ——所在区域平均坡度值。

本研究主要结合高程和坡度分级的间隔点来对地形位指数进行分级,将高程和坡度每级的间隔点运用公式(1)生成地形位指数分级的间隔点,划分为 6 个级别:0~0.699, 0.699~1.054, 1.054~1.541, 1.541~1.942, 1.942~2.642, >2.647。

2.3.2 分布指数 为了能够定量分析土地利用在地形因子作用下的分布规律,本研究采用计算分布指数的形式,分布指数消除了不同地形段的面积差异和不同景观组分的面积比重差异的影响,本文引入分布指数来描述不同土地利用类型各组分在地形梯度上的分布情况,其计算公式如下^[12]:

$$P=\frac{S_{ie}}{S_i}/\frac{S_e}{S} \quad (2)$$

式中: P ——分布指数; e ——地形因子; S_{ie} —— e 地形因子某等级下 i 种土地利用组分的面积; S_i ——研究区内第 i 种土地利用组分的总面积; S_e ——整个研究区内 e 地形因子某等级的总面积; S ——整个研究区的面积。

3 结果与分析

3.1 各年份不同高程等级下的土地利用分布

将重庆都市区各期土地利用现状数据和 DEM 高程分级数据结合,在 ArcGIS Overlay 模块下生成各用地类型与高程等级的链接数据。利用公式(2),统计生成不同高程梯度下的各类土地利用分布指数变化图(图 1)。

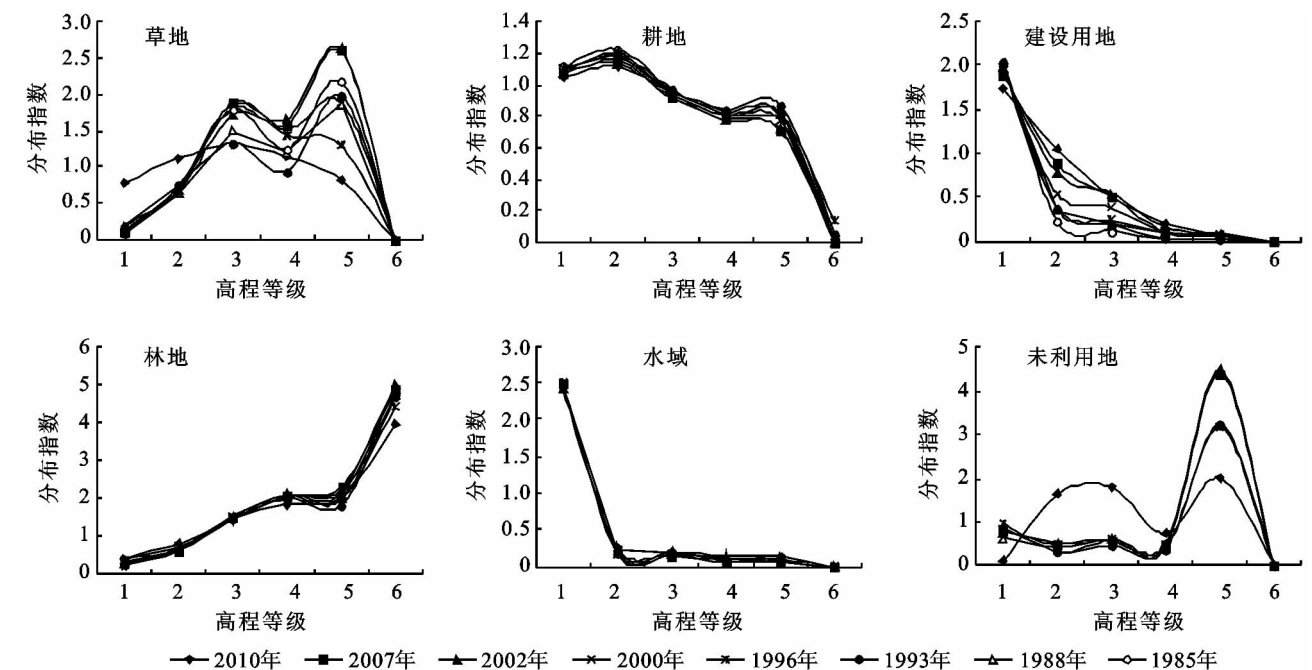


图 1 重庆都市区不同高程梯度下的各类土地利用类型分布指数变化

从图 1 可以看出,重庆都市区不同高程等级下的各土地利用类型的变化分布指数呈现明显的差异性,各用地类型在不同高程等级下随时间分布的分异性显著,各高程等级中土地利用随时间变化的规律性特征明显。

25 a 间,建设用地在 1 级高程区分布指数最大,在 2 级高程中的分布指数变化最大,3 级中的变化突出,其他级别上各年份的分布指数大致相当。建设用地在 1 级高程区域内的分布指数都大于 1,在分布上占绝对优势,表明重庆都市区内建设用地主要分布在 100~300 m 高程范围内;2 级高程中各年份的建设用地分布差异性显著,呈现明显的逐年递增现象,表明 1985 年以来,城市化发展进程中城市建设用地的扩张主要集中在 300~400 m 的高程范围内,2010 年的建设用地分布指数已经超过 1,表明近年来在 2 级高程中城市建设用地的分布已经呈现出优势地位;在 3 级高程级,建设用地的分布指数也显示出一定上升趋势,表明城市建设用地在 2 级高程中扩展的同时也在 3 级高程区域内不断扩张,只是在 3 级区域内扩张的速度较慢。

1985—2010 年间,草地在 1~2 级高程(100~400 m)中的分布指数相对较低,其变化幅度一直较小;从 2 级高程到 3 级高程,草地分布指数逐渐增大,在 3 级中呈现出明显的分布优势;1985—1996 年间,随着城市建筑行业的大力发展,趋使城市住房建设不断向 500 m 高程区域推进,从而导致草地在 3 级高程等级下的分布指数逐年减少,2000—2007 年,该高程区域内的草地分布指数逐渐上升,但在 2010 年草地分布指数出现突减现象,主要是由于近几年城市化速度发展过快,大量建设用地占用草地所致。在 3,4,5 级高程中,草地呈现优势分布,表明高海拔区域自然生态环境较好;但近期该区域内草地分布指数有下降的趋势。

研究区近 25 a 间,耕地在各高程等级下的分布指数变化趋势不明显,在 1~2 级高程等级下,耕地分布指数大于 1,在 3 级以上的区域分布指数皆小于 1,表明耕地受地形因子约束性强。各年份林地的分布指数在 1~4 级高程区域中变化较小,证明其他用地类型与林地之间的转移过程中,林地的分布在该区域内处于相对平衡状态;在 4~5 级高海拔区域内,2010 年的林地分布指数有一个下降趋势,表明近几年在高海拔区域林地消失现象突出。各年份水域的整体分布指数趋势呈现高度相似性,在 2 级高程中存在小幅度的上升趋势。未利用地在 2010 年波动性较大,表明近几年重庆市都市区对未利用地的调整较大。

由此可见,1985—2010 年间,重庆都市区土地利用在高程等级上的分布具有一定的变化规律。重庆都市区 100~300 m 的高程区域一直以来都是人类土地利用的重点区域,自 1985 年以来基本处于饱和用地状态,该区域内未利用地与草地的变化趋势较突出,存在未利用地逐步向草地转移的趋势;自 2002 年以来,300~400 m 高程区域为重庆都市区城市建设的主要扩展区域,该区域中建设用地、耕地和草地的分布指数皆大于 1,表明该区域内人地矛盾突出。

3.2 各年份不同坡度等级下的土地利用分布

将研究区各期土地利用现状数据和坡度分级数据结合,生成各年份用地类型与坡度等级的链接数据。利用公式(2),统计生成不同坡度等级下各类土地利用分布指数变化图(图 2)。

如图 2 所示,重庆都市区不同坡度等级下各类土地利用分布指数的变化呈现明显的差异。各年份建设用地在不同坡度等级下的分布指数展现出明显的分异性特征,并在 2~3 级坡度级上的分布指数随着时间的变化差异性较大;25 a 来,1 级坡度上的建设用地分布指数一直较高,坡度级增大,其分布指数逐渐降低;1985—2002 年间,重庆都市区建设用地的分布只有在 1 级坡度中才表现出明显的优势;从 2007 年起,建设用地在 2 级和 3 级坡度区域中的分布指数也表现出优势地位,并且在 2010 年分布指数升高幅度较大,表明近年 2°~6°缓斜坡和 6°~15°斜坡上的土地正在大量地被建设用地所占用。1985—2010 年间,耕地在各坡度级上的分布指数分异性显著,一直以来 2~4 级坡度中的分布指数大于 1,分布优势明显,但在各级坡度中仍然表现出逐年递减的趋势,因受到城市扩张的影响,2 级坡度中减少的幅度最大。

草地在 2002 年之后分布指数呈现下降趋势,表明推行退耕还林还草工程在 2002 年后已见成效,但随着城市的不断发展,其他用地类型又在不断的占用草地,导致草地在各级坡度上的分布指数减少。林地在坡度等级下分布指数的变化展现出逐年上升的势头,充分体现了“森林重庆”工程的建设带来的重庆都市区生态环境的改善,植树造林在高坡度级上表现出更为突出的效果。水域分布指数变化幅度较小,在 1~2 级坡度等级中的分布稍有波动。未利用地在不同坡度等级下分布的变化特征明显,1985—2007 年,各坡度级别上的分布指数大致呈现上升趋势,到 2010 年出现突然减少的现象,表明近年城市扩展中大量未利用地被占用。

基于以上分析,重庆都市区内低坡度级的土地利用已达到一个瓶颈状态,人类对于土地的需求不断增

大,从而逐步向较高坡度级转移,使高坡度级上的低强度土地利用逐步向高强度土地利用过渡。耕地总量逐年减少,近年来,耕地减少速度加快,为保证粮食安全,政府应该加强基本农田保护。

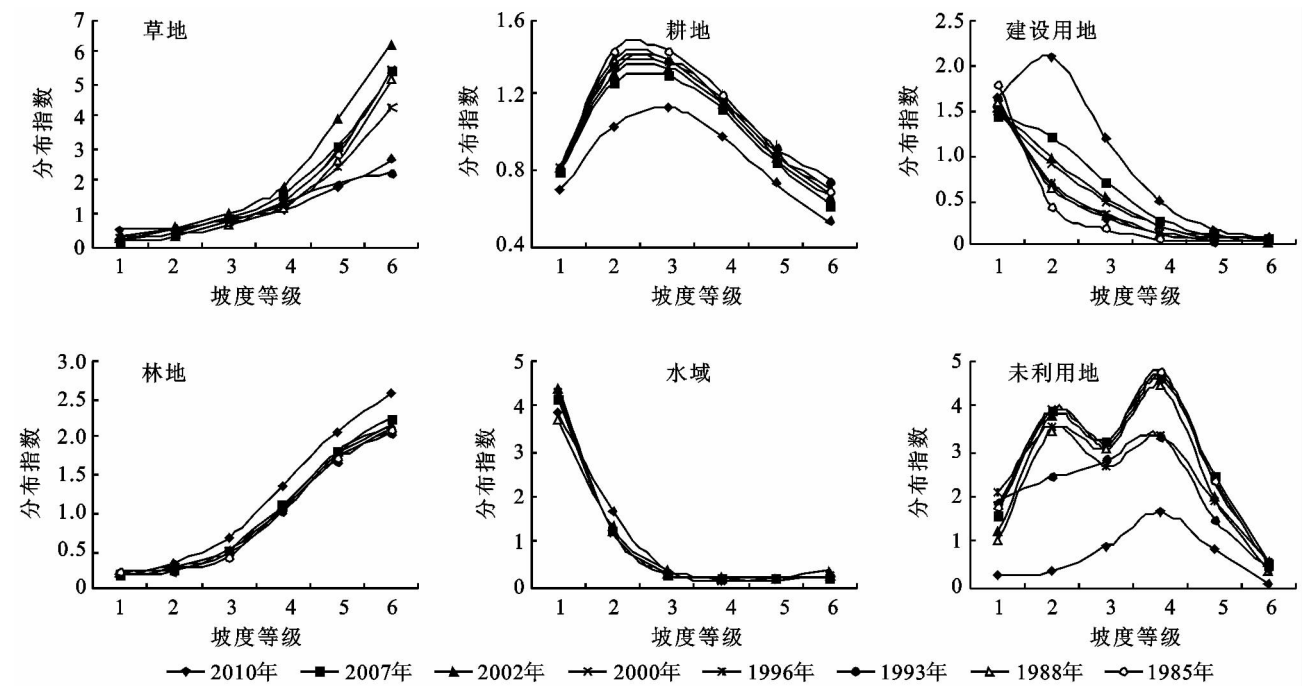


图 2 重庆都市区不同坡度等级下的各类土地利用分布指数变化

3.3 各年份不同地形位等级下的土地利用分布

利用重庆都市区 DEM 数据,并结合公式(1),计算出重庆都市区的地形位指数。在生成地形位指数的基础上,分别将地形位指数与各年份的土地利用数据结合,生成各期不同用地类型与地形位等级的链接

数据。利用公式(2),计算得到各年份土地利用在不同地形位的分布指数,并计算各级高程和各级坡度组合下的地形位分布指数,生成各高程与坡度组合下的地形位分布指数级别分布(表 1)。同时,生成不同地形位等级下的各类土地利用分布指数变化图(图 3)。

表 1 各高程与坡度组合下的地形位分布指数级别分布

坡度分级	1 级高程	2 级高程	3 级高程	4 级高程	5 级高程	6 级高程
	(100~300 m)	(300~400 m)	(400~500 m)	(500~600 m)	(600~1200 m)	(>1200 m)
1 级坡度(0~2°)	1	2	2	3	3	4
2 级坡度(2°~6°)	2	2	3	3	4	5
3 级坡度(6°~15°)	3	3	3	4	5	5
4 级坡度(15°~25°)	4	4	4	4	5	5
5 级坡度(25°~35°)	4	5	5	5	5	6
6 级坡度(>35°)	5	5	6	6	6	6

由图 3 可以看出,建设用地在 2,3 级地形位等级下的分布指数差异性较为明显,呈现逐年递增的变化趋势;建设用地在 1 级地形位上的分布指数较低,2,3 级地形位上的分布指数大于 1,主要是重庆都市区长江和嘉陵江流经的区域主要集中在 1 级地形位,城市建设用地大多集中在 300~1 200 m 高程的平地、600 m 高程以下的低缓坡以及 500 m 以下的高缓坡;城市建设用地在 3 级地形位上的分布指数增长较快,表明在 2 级地形位上城市扩展的空间严重受限,只能向海拔和坡度组合次之的区域发展;在 3 级地形位区域内,建设用地指数不是很大,表明建设用地在该区域内仍然存在较大的扩大空间。25 a 以来,不同地形位

等级下耕地的分布指数相对稳定,在 1~2 级地形位中的分布指数有所减少,在 3~6 级中的分布指数都存在小幅度上升,说明重庆都市区内 500 m 高程以下的平原和微斜坡以及 400 m 以下缓斜坡上的耕地逐渐向其他区域迁移,存在向较陡坡度和高海拔区域迁移的现象。

草地在 1,2,3 级地形位等级中的分布相对稳定;在 4,5,6 级的地形位等级中各年份草地的分布指数呈现明显的下降趋势,地形位等级越高,变化幅度越大,草地数量减少的现象越严重,可能对该区域内的自然生态环境造成一定的负面影响,加重该区域水土流失。林地在 1,2 级地形位中的分布很少,在 3 级中

才开始占据优势地位,直至 2010 年,林地在 3 级中的分布指数升高;近年,在 4,5,6 级高地形位等级中的林地分布减少,表明在高海拔以及高坡度区域内的林地质量下降。1985—2010 年间,水域的分布区域主

要集中在 1 级地形位上,近期在 2 级地形位上的分布上升。2010 年未利用地的波动较大,在 3 级地形位上表现最明显,总体看来,未利用地在 1 级地形位上减少,3 级地形位上增多。

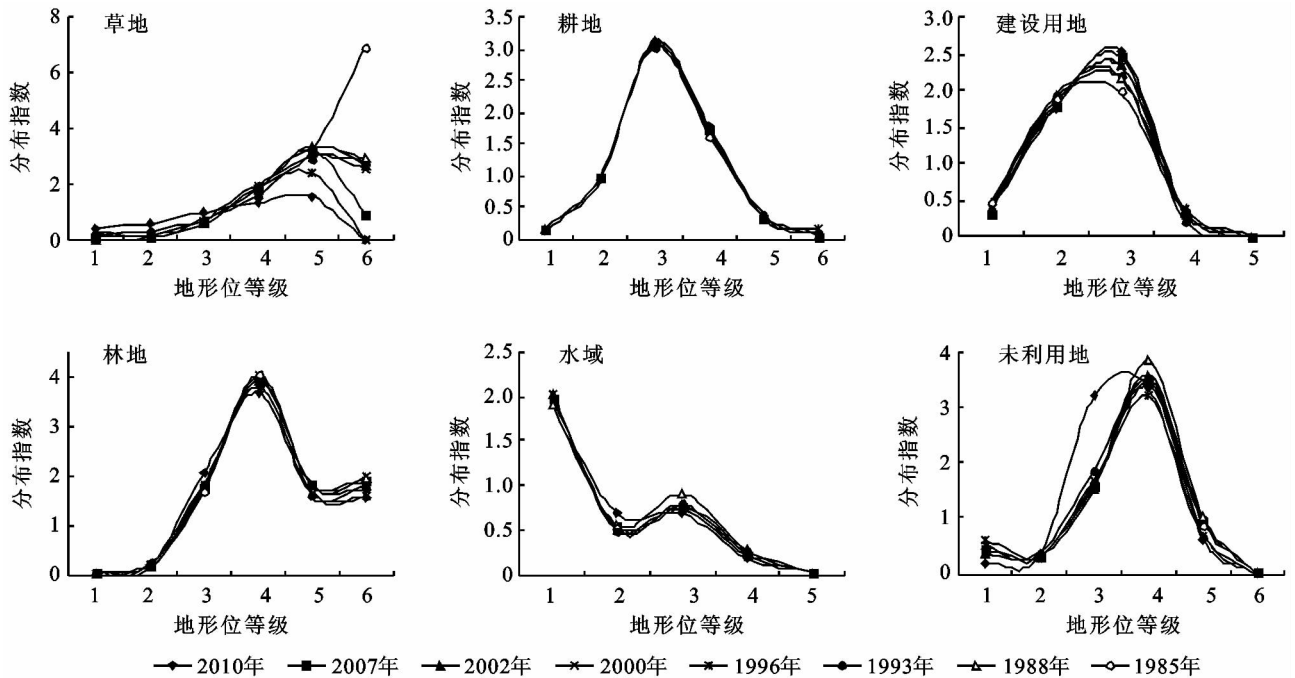


图 3 重庆都市区不同地形位等级下的各类土地利用分布指数变化

综上所述,重庆都市区草地在高海拔和高坡度区域内分布指数的波动性较大,并逐年减少,应重视 500 m 以上的高缓坡、600 m 以上的低缓坡以及所有陡坡区域,防止水土流失和水蚀荒漠化现象;都市区的耕地出现向高海拔和高坡度级迁移的现象,这部分土地的整体质量较差,生产力水平较低,在一定程度上会影响土地作物的生产,应加大对耕地的保护措施;随着城市化不断推进,在城市建设中,3 级地形位区域为建设用地扩展的核心区域,更应加强对该区域的协调发展建设。

4 结论与讨论

(1) 重庆都市区土地利用类型在地形上的垂直梯度分布特征明显,建设用地、水域和耕地三者空间上的分布关系密切,主要集中分布在地势相对平坦的区域;林地和草地空间关系密切,主要集中分布在较高海拔和较大坡度的区域。

(2) 研究区不同地形特征因子等级下的各土地利用类型分布指数呈现明显的差异性,各用地类型在不同地形因子等级下随时间分布的分异性特征显著,各地形因子等级中土地利用随时间变化的规律性特征明显。

(3) 1985—2010 年间,重庆都市区内 500 m 高程

以下的平地 and 400 m 高程以下的低缓坡一直属于高强度的土地利用,土地利用结构相对稳定;3 级地形位下的土地利用变化地形特征差异明显,即 500 ~ 1 200 m 的平地、400 ~ 600 m 的低缓坡以及 500 m 以下的高缓坡区域,该区域人地矛盾突出,应作为重庆都市区协调人地关系的核心区域;近几年,重庆都市区所有陡坡区域、500 m 以上的高缓坡以及 600 m 以上的低缓坡内草地和林地有明显减少的趋势,且草地减少的幅度较大,因此,该区域为重庆都市区土地利用监测的重点区域,关注该区域的林地和草地建设,防治该区域的土地质量退化。

(4) 建设用地和耕地一直属于重点关注对象。近几年,建设用地在 3 级地形位区域内分布指数差异性显著,呈现逐年递增的趋势,是重庆都市区城市扩展的关键区域,合理规划该区域的土地利用至关重要;耕地向高地形位迁移将对粮食安全造成隐患,政府必须增大对这部分土地的改良投入,提高耕地质量和生产水平;同时,还需要加强对低坡度和低海拔区域耕地数量和质量的保护。

参考文献:

- [1] 黄海洋,杨庆媛,王成. 基于 DEM 的土地利用类型与地形因子关系研究:以重庆市酉阳县麻旺镇为例[J]. 西南大学学报:自然科学版,2009,31(4):159-164.

参考文献:

- [1] Wackernagel M, Onisto L, Callejas L, et al. Ecological-footprints of nations: how much nature do they use how much nature do they have[R]. Cosra Rica: The Earth Council,1997.
- [2] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. National natural capital accounting with the ecological foot-print concept[J]. Ecological Economics,1999,29(3):375-390.
- [3] 徐中民,张志强,程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析[J]. 地理学报,2000,55(5):607-616.
- [4] 杨开忠,杨咏,陈洁. 生态足迹分析理论与方法[J]. 地球科学进展. 2000,15(6):630-636.
- [5] 陈东景,徐中民. 生态足迹理论在我国干旱区的应用与探讨:以新疆为例[J]. 干旱区地理,2001,24(4):305-309.
- [6] 陈东景,徐中民,程国栋,等. 中国西北地区的生态足迹[J]. 冰川冻土,2001,23(2):164-169.
- [7] 杨娟,王昌全,李冰,等. 基于遗传神经网络的成都市人均生态足迹预测[J]. 生态学报,2009,29(1):359-367.
- [8] 宫继萍,潘竞虎,石培基. 基于生态足迹和灰色关联度的甘肃省可持续发展研究[J]. 水土保持研究,2011,18(2):198-201.
- [9] 顾晓薇,王青,刘建兴,等. 基于“国家公顷”计算城市生态足迹的新方法[J]. 东北大学学报:自然科学版,2005,26(4):295-298.
- [10] 张芳怡,濮励杰,张建. 基于能值分析理论的生态足迹模型机应用:以江苏省为例[J]. 自然资源学报,2006,21(4):653-660.
- [11] 陈晨,夏显力. 基于生态足迹模型的西部资源型城市可持续发展评价[J]. 水土保持研究,2012,19(1):197-201.
- [12] 李朋鲁,周立华,李永乐,等. 基于“省公顷”的宁夏盐池县生态足迹动态分析[J]. 安徽农业科学,2011,39(17):10412-10414.
- [13] 张恒义,刘卫东,王世忠,等. “省公顷”生态足迹模型中均衡因子及产量因子的计算:以浙江省为例[J]. 自然资源学报,2009,24(1):82-92.
- [14] Cuperus R, Canters K J, Udo De Hase H A, et al. Guidelines for ecological compensation associated with high-ways [J]. Biological Conservation,1999,90(1):41-51.
- [15] 蔡邦成,温林泉,陆根法. 生态补偿机制建立的理论思考[J]. 生态经济,2005(2):47-51.
- [16] 赖力,黄贤金,刘伟良. 生态补偿理论、方法研究进展[J]. 生态学报,2008,28(6):2870-2877.
- [17] 孟召宜,朱传耿,渠爱雪,等. 我国主体功能区生态补偿思路研究[J]. 中国人口·资源与环境,2008(2):139-144.
- [18] 徐中民,张志强,程国栋. 生态足迹的概念及计算模型[J]. 生态经济,2000(10):8-10.
- [19] 张恒义,刘卫东,林育欣,等. 基于改进生态足迹模型的浙江省域生态足迹分析[J]. 生态学报,2009,29(5):2738-2748.
- [20] 晓兰. 基于生态足迹模型的安康市生态可持续发展程度评价[D]. 西安:陕西师范大学,2010.
- [21] 杨志平. 基于生态足迹变化的盐城市麋鹿自然保护区生态补偿定量研究[J]. 水土保持研究,2011,18(2):261-214.
- [22] 全国人大法规库. 中华人民共和国土地管理法[OL]. http://www.gov.cn/banshi/2005-05/26/content_989.htm,2005,05.
- [23] 蔡海生,肖复明,张学玲. 基于生态足迹变化的鄱阳湖自然保护区生态补偿定量分析[J]. 长江流域资源与环境,2010,19(6):623-627.
- [24] 蔡海生,朱德学,张海玲,等. 鄱阳湖自然保护区生态承载力分析[J]. 生态学报,2007,27(11):4751-4757.
- ~~~~~
- (上接第 215 页)
- [2] 冯朝阳,于勇,高吉喜,等. 地形因子对京西门头沟区土地利用/覆盖变化的影响[J]. 山地学报,2007,25(3):274-279.
- [3] 王桂新. 我国城市化发展的几点思考[J]. 人口研究,2012,36(2):37-44.
- [4] 周启刚,周万村. 基于 RS 和 GIS 三江并流区土地利用/覆被现状格局研究[J]. 水土保持研究,2006,13(6):156-162.
- [5] 高志强,易维. 基于 CLUE-S 和 Dinamica EGO 模型的土地利用变化及驱动力分析[J]. 农业工程学报,2012,28(16):208-216.
- [6] 李冰,毕军,田颖. 太湖流域重污染区土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. 地理科学,2012,32(4):471-476.
- [7] 胡业翠,郑新奇,吴家章. 土地利用时空变化与地形起伏度的关系:以浙江省温州都市圈为例[J]. 国土资源科技管理,2011,28(4):1-6.
- [8] 陈利顶,杨爽,冯晓明. 土地利用变化的地形梯度特征与空间扩展:以北京市海淀区和延庆县为例[J]. 地理研究,2007,27(6):1225-1234.
- [9] 孔次芬,李月臣,简太敏. 基于 RS 与 GIS 重庆都市区土地利用/覆盖变化过程及预测分析[J]. 水土保持研究,2012,19(2):205-209.
- [10] 刘纪远. 国家资源环境遥感宏观调查与动态监测研究[J]. 遥感学报,1997,1(3):225-230.
- [11] TD/T1014-2007. 第二次全国土地调查技术规程[S]. 中华人民共和国国土资源部,2007:12.
- [12] 陈楠,杨武年,李娟. 巴中市丘陵山区土地利用在地形梯度上的分布特征[J]. 水土保持通报,2012,32(1):185-188.