

运用 DEM 剖析土地利用类型的分布及时空变化 ——以北京延庆县为例

孙 丽¹, 陈焕伟^{*}, 潘家文
(中国农业大学土地资源系, 北京 100094)

摘 要: 以北京延庆县为例, 从土地利用类型分布频率的角度, 结合地形因子分析区域土地利用类型分布及变化规律。由于坡向影响着日照时数和土壤水分的再分布^[1], 而这对农业用地和园地等土地利用类型来说具有研究意义, 因此, 在前人的综合海拔和坡度两个地形因子的分布指数的基础上, 提出坡向分布指数, 即分别从海拔、坡度和坡向三个角度, 对延庆县 1996 年和 2001 年土地利用现状数据进行比较分析, 得出其耕地、园地和林地三种土地利用类型的分布及变化规律: 耕地主要集中分布于低的地形等级上, 园地则趋于高地形等级方向发展, 并且阴坡上的分布频率有所增加, 林地分布变化不明显。作者认为, 人为干扰因素对园地分布格局的变化起到了一定的作用, 而对耕地和林地的作用不明显, 这为该区未来发展规划提供了参考。

关键词: 数字高程模型(DEM); 土地利用; 地形因子

中图分类号: F301. 2

文献标识码: A

土地利用的时空变化是土地在特定时间内发生的类型转变并表现在空间上的分布特征。

近年来, 土地时空变化格局与环境因子的关系已成为土地利用/ 土地覆被变化研究的核心内容之一^[1- 3]。由于坡度和高程是影响农业生产和建设活动最重要的两个要素, 而坡度、坡向影响不同农业组分的分布, 高程在一定程度上影响土地的开发利用, 因此, 在景观尺度上, 地形因子构成了土地利用类型分布的基本框架。本文以北京延庆县为例, 分别从坡度、海拔(高程)、坡向三个方面对土地利用时空格局变化作以研究。

1 延庆地区概况

延庆县位于北京市西北部, 115°44' ~ 116°34' E, 40°16' ~ 40°47' N, 北东南三面环山, 西临官厅水库的小盆地, 地貌类型比较复杂, 主要有平原、丘陵、低

山、中山以及洪积扇等地形分布, 总面积约 1 992. 5 km²。延庆属大陆性季风气候, 是温带与中温带、半干旱与半湿润带的过渡带。土地利用以农地、园地、林地、居民及建筑用地等类型为主, 另外还有少量的牧草地和未利用地。

2 研究方法

2.1 分析方法

地形是决定土地利用的重要环境因子, 而从宏观角度将地形因子与土地利用类型结合方面的研究不是很多。其中, Bolstad^[4]曾从景观角度将单一的地形因子与单一的土地利用/ 覆被结合作过研究, 王宏志等^[5]则从地形高程角度, 结合土地利用程度综合指数对不同高程下的土地利用类型分异程度作了分析, 而这只是对土地利用类型组合的研究。喻红等^[6]提出了基于景观组分研究的分布指数, 并用该

收稿日期(Received date): 2004- 03- 15; 改回日期(Accepted): 2004- 07- 11。

作者简介(Biography): 孙丽(1978-), 女(满), 中国农业大学土地资源管理系硕士研究生, 研究方向为土地资源与遥感技术。[Sun Li (1978-), female(Man Nation), Master of Department of Land Resources of CAU, pursuing studies of land resources and remote sensing technique.]

* 通信作者(Communication Author): 陈焕伟, 教授, 中国农业大学土地资源管理系 邮编(100094)[Chen Huanwei, Professor, Department of Land Resources of CAU, postalcode (100094)]

指数分析了不同土地利用类型时空变化的规律,但该指数只考虑了高程和坡度。笔者认为坡向对农业用地等类型来说同样具有一定影响,因此,本文通过数字高程模型(DEM),获取高程、坡度和坡向数据,并分别得到这三方面的分布指数,通过比较分析,得出延庆县土地利用类型分布及时空变化规律。

2.1.1 分布指数

该指数通过计算土地利用类型的出现频率,反映不同地形因子等级(梯度)上土地利用类型的分布特征。由于增加了一个缩放系数,即 (S/S_e) ,表示总土地面积与某种地形因子等级下土地面积的比,在一定程度上消除面积大小的影响,而使分布相对少的土地利用类型特征也能表现出来。分布指数计算公式如下

$$P = \left[\frac{S_{ie}}{S_i} \right] \cdot \left[\frac{S}{S_e} \right]$$

式中 P 代表分布指数; e 代表地形因子,分别为:坡度、高程、坡向; S_{ie} 代表 e 地形因子特定等级下的 i 地类的面积, S_i 是 i 地类的面积, S_e 是整个区域 e 地形因子特定等级下的总面积, S 是整个区域面积。由该公式可分别得到坡度、高程和坡向三个分布指数。

2.1.1.1 坡度分布指数

为便于研究不同土地利用类型在不同坡度的变化趋势,将延庆山区的坡度分为 36 个等级,具体为 35° 以下的每 1° 为一级,依次为第 1 级,第 2 级等,直到 35 级,另外, 35° 以上的为一级,即第 36 级。

2.1.1.2 高程分布指数

由于延庆地貌类型复杂,而且绝对海拔在 450 m 以上,因此,文中以 450 m 为底线,将该区高程分为 36 个等级,每上升 50 m 为一级,依次为第 1 级,第 2 级等,直到第 35 级,另外, 2 200 m 以上的为第 36 级。

2.1.1.3 坡向分布指数

通常将正北方向定为 0° ,按顺时针方向旋转来划分坡向。将坡向以每 10° 为 1 级,总共为 36 个等级,其中, 1~5 级和 32~36 级为阴坡, 5~14 级为半阳坡, 14~23 级为阳坡, 23~32 级为半阴坡。

2.2 数据获取

文中是使用 1996 年和 2001 年北京延庆县土地利用现状数据进行分析的。其中, 1996 年数据是在 1993 年北京土地利用现状调查数据基础上经过变更整理而得到的; 2001 年数据是将印度 IRS 5.8 m

分辨率影像和美国 TM 30 m 分辨率影像融合,通过解译,外业调绘,内业处理后得到的数据。利用地理信息系统软件 ARC/INFO 将现状的矢量数据转化为栅格数据。另外,将 1:25 万的矢量化地形图在 ARCVIEW 软件中生成 TIN 三角网数据,然后栅格化,得到 DEM,同时得到栅格化的坡度分布图和坡向分布图。所有栅格数据定义的大小均为 $30\text{ m} \times 30\text{ m}$ 。将这些图件在地理信息系统(GIS)软件中统一为高斯投影和北京 54 大地坐标系,从而可以实现图层叠加,并进行相关逻辑运算以及面积统计,从而得到各土地利用类型在不同地形条件下的研究数据(即各土地利用类型在不同地形等级下的分布指数)。

3 结果及讨论

3.1 地形分布指数与土地利用类型分布的关系

3.1.1 坡度分布指数与土地利用类型分布的关系

从图 1(a) 和(b)中可以看出耕地、园地、林地三种不同土地利用类型在不同的坡度等级上的分布趋势。其中,耕地的优势坡度等级为第 2 级($1^\circ \sim 2^\circ$),随着坡度增大,其分布逐渐减小;园地的优势坡度等级为第 4 级($3^\circ \sim 4^\circ$),在 $0^\circ \sim 4^\circ$ 间,分布增加较快,当高于 4° 时,分布明显减小,超过 20° 时,分布接近于 0;林地与前两类不同,其分布在 $2^\circ \sim 3^\circ$ 时接近于 0,当超过 10° 时,其分布 > 1 ,随着坡度的增大,其变化趋于平缓,总体分布都 < 1.5 ,林地这种分布对于保持良好生态环境和防止水土流失是有利的。而耕地和园地在低坡度地区分布频率较高,说明其对坡度的选择性较高。

3.1.2 高程分布指数与土地利用类型分布的关系

从图 1(c) 和(d)中可以看出,耕地在 1~4 高程等级(450~650 m)上的分布指数大于 1,其中,在第 2 级(500~550 m)上分布最多,即在该高程等级上,耕地出现频率是最大的。随着高程的增加,分布逐渐下降,当大于第 10 级(900~950 m)时,分布接近于 0;园地在 1~5 级(450~700 m)上分布基本是大于 1 的,而在第 3 级高程(550~600 m)上分布最大,2001 年的分布相对于 1996 年更具规律性,当大于第 10 级(900~950 m)时,其分布基本为 0。林地第 5 级高程(450~700 m)以下分布相对少,均小于 1,从第 2 级高程(500~550 m)开始,其分布成逐渐增加趋势,当大于第 12 级(1 000~1 050 m)时,其分布指数基本保持为 1.5。

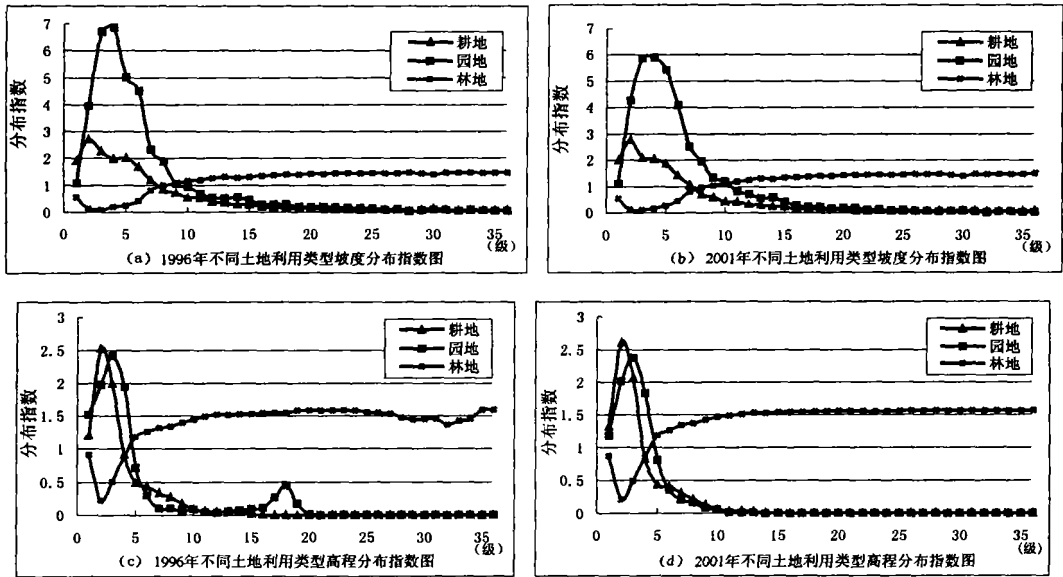


图 1 不同土地利用类型坡度分布指数和高程分布指数图

Fig. 1 Slope and altitude distribution index curve of land use

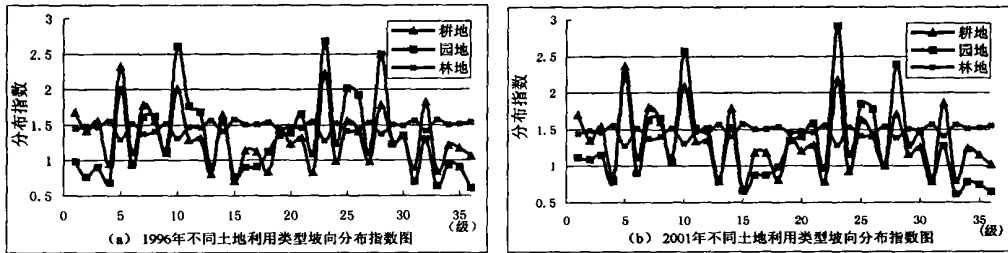


图 2 不同土地利用类型坡向分布指数图

Fig. 2 Slope aspect distribution index curve of land use

3. 1. 3 坡向分布指数与土地利用类型分布的关系

由于坡向影响着日照时数(即太阳辐射能量的分配)和土壤水分的再分布,因此对于农业用地和园地等土地利用类型来说具有研究意义。图 2(a)和 (b)为 1996 年和 2001 年 3 种土地利用类型的坡向分布图。可以看出,林地的分布几乎没有方向性,即不受坡向限制,在各坡向上分布指数的变化不大。而对于耕地和园地则不同。耕地在第 5 级到第 12 级之间(半阳坡)和第 23 级到第 28 级之间(半阴坡)的分布指数是大于 1 的,说明在该坡向范围内,耕地的出现频率较高。园地的分布在第 5 级到第 12 级之间(半阳坡)和第 18 级到第 29 级之间(阳坡和半阴坡)分布指数是大于 1 的,说明园地同耕地相似,也主要集中于半阳、半阴和阳面。这种分布规律是

由该土地利用类型对光温水的特殊需要而决定的。

3. 2 不同地形分布指数与土地利用类型变化的关系

从图 3(a)中可以看出,耕地在 $4^{\circ} \sim 16^{\circ}$ 之间的分布频率是在减少的,其中在 6° 左右减少最多,这主要是由于退耕还林还草等政策导向作用引起的,而园地在 $6^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 间,分布基本上是在增加的,可以看出土地利用格局在发生变化。从土地适宜性角度出发,对于耕地来说, 3° 以下是比较适宜耕作的,而园地则适宜于 $3^{\circ} \sim 7^{\circ}$ 。延庆县从 1996 年到 2001 年,园地分布在坡度上成上升趋势是很明显的,这也是人为克服地形因素,充分利用土地资源的结果。但同时也看出林地的分布变化不是很明显,在各坡度等级上变化不大。

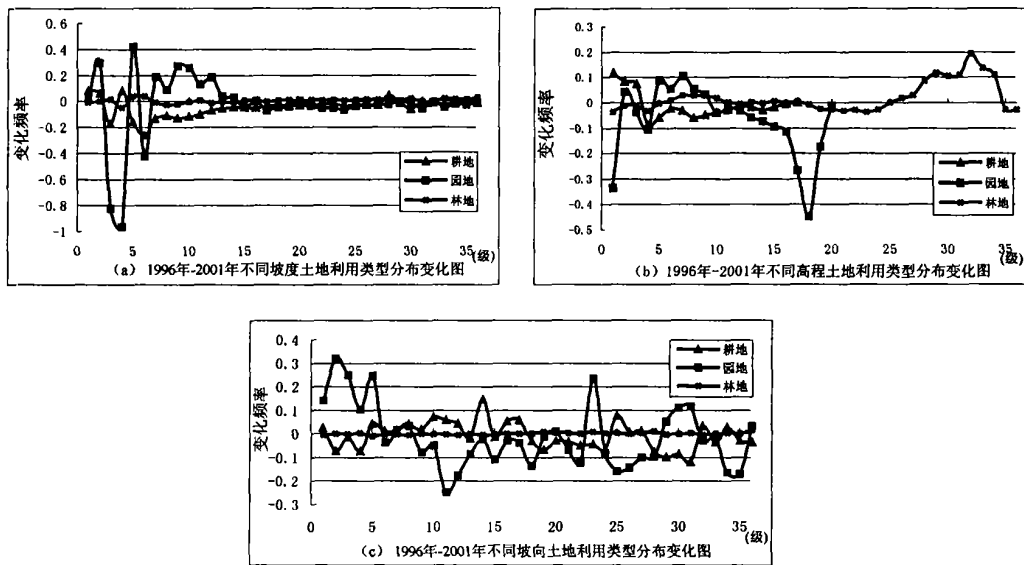


图3 不同土地利用类型变化图

Fig. 3 Variation curve of land use

图 3(b) 中,耕地从第 3 级(550~ 600 m)开始有下降趋势,直到第 15 级(1 150~ 1 200 m),由于大于第 15 级开始无耕地分布,因此变化值为 0。园地在第 4 级高程(600~ 650 m)上分布开始增长,直到第 9 级(850~ 900 m),并从该等级开始,园地分布指数呈现减小趋势,直到第 20 级(1 450~ 1 500 m),同耕地类似,到该等级开始无园地分布,因此变化值为 0。另外,在第 1 级(450~ 500 m)和第 18 级(1 300~ 1 350 m)上下下降较多,这主要是由于在此高程下,部分园地转变为耕地或其他用地类型,人为调整用地结构的结果。而林地相对来说变化不大,特别是在低高程等级地区。在第 25 级(1 650~ 1 700 m)上,其分布指数开始缓慢增长,直到第 32 级高程(2 000~ 2 050 m)增长最多。

从图 3(c)可以看出林地在各坡向上的变化不明显,变化频率基本为 0。而耕地在第 5 到第 17 级(半阳坡和阳坡)上是保持增加的,并且在第 25 到第 27 级(半阴坡)上有少量增加,表明耕地不仅在半阳坡和阳坡上,而且在半阴坡上的分布频率也是有所增加的。另外,在第 18 到第 24 级(阳坡)上,耕地分布指数是下降的,表明从 1996 年到 2001 年部分阳坡上的耕地被占用了。对于园地来说,其分布指数在第 1 到第 5 级(阴坡)上有较大增长,表明园地在阴坡上出现频率增加,而在阳坡和半阳坡上基本表现为减少。

4 结论

1. 由于经济发展需要和退耕还林还草等政策实施,从 1996 年到 2001 年,耕地总数在减少。但在分布上,耕地还主要集中于低的地形等级上,而且其出现频率是少量增加的,说明该土地利用类型具有很强的地形选择性,光、温、水以及养分等条件决定了这种布局,而人为干扰的作用不明显。

2. 从 1996 年到 2001 年园地的总面积是增加的,从分布上来说,无论坡度还是高程,趋于高地形等级方向发展,而在阴坡坡向上的出现频率有所增加,这说明该土地利用类型具有较好的适应性,这也是该地区农业结构调整的必然结果,也是未来土地开发利用的一种尝试。

3. 林地与其他地类有所不同,其分布在各地形等级(即高程、坡度和坡向)变化表现不明显,即说明该土地利用类型的出现频率没发生显著变化。而其在不同地形等级上的分布特征表明该类型具有很强的适应性,基本不受地形的限制。

4. 通过对延庆地区土地利用类型分布及时空变化规律的研究,在一定程度上可以看出人为景观尺度上土地利用类型分布格局的变化,地形因子的制约作用非常明显,如何优化土地利用结构,实现不同地形上土地利用类型的合理布局将是有待于进一步解决的问题。

参考文献(References):

- [1] Chen Hua, Sun Danfeng, Duan Zengqiang, *et al.* Sunshine hours model and spertemporal variation analysis based on DEM in mountainous area——take mentougou mountain in west Beijing as the example[J]. *Journal of Mountain Science*, 2002, **20**(5): 559~563. [陈华, 孙丹峰, 段增强, 等. 基于 DEM 的山地日照时数模拟时空特点及应用——以北京西山门头沟为例[J]. 山地学报, 2002, **20**(5): 559~563.]
- [2] Li Xubin. A review of international research on land use/land cover change[J]. *Acta Geographica Sinica*. 1996, **51**(6): 553~557. [李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆盖变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, **51**(6): 553~557.]
- [3] Zheng Haijn, Hua Luo, Ou Liye. Summarization of the study of land use/land cover change in China[J]. *Journal of Capital Normal University*, 2003, **24**(3): 89~95. [郑海金, 华珞, 欧立业. 中国土地利用/土地覆盖变化研究综述[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2003, **24**(3): 89~95.]
- [4] Bolstad P V, Swank W, Vose J. Predictig southern application overstay vegetation with digital terrain data[J]. *Landscape Ecology*, 1998, **13**(5): 271~283.
- [5] Wang Hongzhi, Li Rendong, Wu Hehai. Quantitative study on height differentiation of land use degree in the Suburban County of Wuhan city based on spatial overlaying analysis[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2002, **11**(6): 531~535. [王宏志, 李仁东, 毋河海. 基于空间分析的土地利用垂直分异研究[J]. 长江流域资源与环境, 2002, **11**(6): 531~535.]
- [6] Yu Hong, Zeng Hui, Jiang Ziyang. Study on distribution characteristics of landscape elements along the terrain gradient[J]. *Geographical Research*, 2001, **21**(1): 64~69. [喻红, 曾辉, 江子瀛. 快速城市化地区景观组分在地形梯度上的分布特征研究[J]. 地理科学, 2001, **21**(1): 64~69.]

Analysis of the Land Use Spatiotemporal Variation Based on DEM ——Beijing Yanqing County as an Example

SUN Li¹, CHEN Huanwei, PAN Jiawen

(Department of Land Resources, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: The rules of distribution and variation of territorial land use have been one of the hotspots ever so long. They are analysed in this paper from the point of view of frequency combining terrain factors, taking Beijing Yanqing county as the example. Elevation and slope are two important factors of land resource, which are closely related to land use and determine the ways of land use to a certian extent. For slope aspect has effect on the redistribution of sunshine hours and soil moisture, which is important for cultivated land and garden plot, slope aspect distribution index is brought forward based on the distribution index including altitude and slope proposed by the former. Namely, the distribution index of altitude, slope and slope aspect are used here, which represent the frequency of distribution of land use. The land use data of Yanqing county in 1996 and 2001 from altitude, slope and slope aspect is utilized for further analysis. Finally we conclude that the rules of distribution and variation of cultivated land, garden plot and woodland: cultivated land mainly distribute in the lower grades of terrain, while garden plot in the trend of higher grades of terrain with increase distribution frequency in shady hillside, woodland's change doesn't show clear. It is believed that artificial interference has effect more on the distribution variation of garden plot while little on cultivated land and woodland. .

Key words: Digital Elevation Model(DEM); land use; terrain factor