

# 冀西北间山盆地土地利用变化地形梯度效应 ——以河北省怀来县为例

薄广涛<sup>1</sup>, 牛志君<sup>2</sup>, 郭义强<sup>3,4</sup>, 王晓晴<sup>2</sup>

(1. 河北省巨鹿县国土资源局, 河北 巨鹿 055250; 2. 河北农业大学 资源与环境科学学院, 河北 保定 071000;  
3. 国土资源部土地整治中心, 北京 100035; 4. 国土资源部土地整治重点实验室, 北京 100035)

**摘 要:**为探究不同地形差异下土地利用的变化特点,探索不同梯度下自然和人为因素在土地利用变化过程中所起的作用,该文以冀西北间山盆地怀来县为研究区,选取 1987 年、2005 年以及 2013 年的 Landsat-TM/ETM 影像以及 DEM 数据为数据源,运用地学图谱分析法,研究不同时期的土地利用变化特点,揭示土地利用变化的成因以及机理,将坡度和高程数据相结合确定区域地形位指数,并结合土地利用信息图谱,探索不同地形梯度的土地利用分布以及变化特点。结果表明:(1) 研究区近 20 年土地利用类型并未发生较大改变,土地利用结构仍以耕地、园地、林地以及未利用地为主;(2) 研究区近 20 年斑块个数总体呈现上升的特点,平均斑块面积持续下降,破碎度逐步上升,且各地类的变化特点存在明显的差异;(3) 研究区的土地利用变化主要是以稳定型图谱和后期变化型图谱为主,稳定变化型主要表现为林地—林地—林地,这与区域的林地面积分布较多有很大关系,后期变化型主要表现为耕地—耕地—园地,主要是由于园地效益好,土地利用方式由耕地变为园地;(4) 土地利用变化在不同地形梯度上的分布呈现很强的规律性,前期变化型和后期变化型在低地形梯度上分布面积较大,在中低地形梯度上则以“林地—林地—林地”为主的稳定型图谱为主,而以“水域—其他用地—水域”为代表的反复变化型在中地形梯度上占显著的优势,随着海拔地势的升高,以及受人为、自然因素的影响,只有前期变化型和反复变化型的分布指数较高,土地利用类型则仅局限在林地和其他用地之间的转换。该文为今后怀来县土地资源的合理利用和科学规划提供依据与指导。

**关键词:**土地利用; 地形位; 分布指数; 图谱信息; 怀来县

**中图分类号:** F301.24

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2017)01-0226-06

## Effect of Terrain Gradient on Land Use Change in Basin of Mountains Typical District in Northwestern Hebei —A Case Study in Huailai County

BO Guangtao<sup>1</sup>, NIU Zhijun<sup>2</sup>, GUO Yiqiang<sup>3,4</sup>, WANG Xiaoping<sup>2</sup>

(1. Bureau of Land and Resources of Julu County, Julu, Hebei 055250, China; 2. College of

Resources and Environmental Science, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071000, China;

3. Land Consolidation and Rehabilitation Center, Ministry of Land and Resources, Beijing 100035, China;

4. Key Laboratory of Land Consolidation and Rehabilitation, Ministry of Land and Resources, Beijing 100035, China)

**Abstract:** In order to explore the characteristics of changes in the land use of different terrains and explore the role of natural and human factors in the process of land use in different gradients, we took Huailai County in the basin of Northwest Hebei mountains as the research area, selected Landsat-TM/ETM image and DEM data in 1987, 2005 and 2013 as data source, used the geo mapping analytical method to examine the characteristics of changes in the land use in different periods, revealed the causes and mechanism of the changes in the land use, and explored the distribution and characteristics of land use in different terrain gradients by combining the slope and elevation data to determine the index of the regional terrain, also combining with the land use map information. The results show that: (1) the types of land use in the study area did not change greatly in the last 20 years, the structure of land use still mainly focuses on cultivated land, gardens, woodland and unused land; (2) in the recent 20 years, the number of plaques in the study area was rising in general and the number of average patch area continued to decline, the broken rate was rising gradually, there are

收稿日期: 2016-04-18

修回日期: 2016-06-01

资助项目: 国家自然科学基金项目“黑龙港流域土地整理项目碳排放及其影响机理研究”(41401201)

第一作者: 薄广涛(1979—), 男, 河北巨鹿人, 主要从事测绘、土地规划。E-mail: gtj4090567@163.com

通信作者: 郭义强(1980—), 男, 河北邢台人, 博士, 研究员, 主要研究方向土地利用、土地整治。E-mail: guoyiqiang2002@126.com

obvious differences of the changes among different kinds of land; (3) the change of land use in the study area is mainly dominated by the stable map and later changing pattern, the stable change type mainly refers to forest—forest—forest, there is great relationship with the distribution of the forest area, the later type is cultivated land—cultivated land—garden, it's mainly due to good profit, therefore, the land use pattern changes from farmland into the garden; (4) the change of land use showed a strong regularity in different terrain gradients, the early change type and the late change are common in the low topographic gradient, 'forest—forest—land' is main pattern of the stable map in the middle and low topographic gradient, the 'waters—other land—waters' is of the significant advantages in the topographic gradient. Along with increasing elevation, and affected by the anthropogenic and natural factors, only distribution indexes of changing type in the early period and the type of repeated changes are higher. The types of land use only change between woodland other lands. These results can provide the basis and guidance for the rational utilization and scientific planning of land resources in Huailai County in the future.

**Keywords:** land use; terrain niche; distribution index; atlas information; Huailai County

土地利用/覆被变化是人与自然共同作用的结果<sup>[1]</sup>,一方面,人类社会经济活动导致土地利用变化,而同时,土地利用/覆被变化对人类的活动产生一定的影响。当前对于土地利用/覆被变化的研究已经成为当前研究的热点<sup>[2]</sup>,目前对于土地利用/覆被变化的研究主要包括以下 4 个方面:(1) 土地利用变化的时空差异以及主导因素分析<sup>[3]</sup>;(2) 土地利用变化动态模拟分析以及土地利用变化情景分析<sup>[4]</sup>;(3) 土地利用变化生态效应响应,土地利用变化对生态造成的影响<sup>[5]</sup>;(4) 不同约束条件下土地利用变化扩展模式以及驱动力研究<sup>[6]</sup>。对土地利用变化的研究经历了从“时间过程—空间格局—时空动态”的演变<sup>[7]</sup>,地形因子作为影响土地利用变化的重要因素,不同地形条件下,自然和社会经济条件的作用是存在很大差异的,这就使得在不同的地形梯度条件下,土地利用变化呈现一定的规律性<sup>[8]</sup>。而当前对于地形梯度与土地利用变化的研究多侧重于将高程、坡度以及地形起伏度作为单个因子进行研究,而将坡度、高程等要素进行结合综合考虑地形梯度对土地利用变化的研究较少,如卜心国等借助 GIS 工具,分别分析了高程、坡度对深圳市土地利用动态的影响<sup>[9]</sup>,郭洪峰等通过选取高程、坡度和坡向,并进行分级,探讨平谷区不同地形梯度级别上的土地利用变化规律<sup>[10]</sup>,同时,有些学者虽将坡度、高程等地形梯度要素进行结合,但只是针对不同年份的土地利用变化在不同的地形梯度进行了分析,并未将一定时段的土地利用图谱与不同地形梯度进行分析,研究不同的变化类型在各个地形梯度的分布状况,如邵红娟等将坡度与高程进行结合,分析 1990 年、2000 年以及 2010 年的不同地形梯度分布,但并未将三个时间段作为一个时期进行研究<sup>[11]</sup>。

本文以河北省怀来县为例,怀来县作为冀西北间山盆地的典型代表区域,具有两山夹一川的地形特

点,地形地貌复杂多样,土地利用变化受地形影响较为严重,区域内生态环境脆弱、水土流失严重,面临着较大的生态压力,同时,怀来县作为“京北生态新区”的核心区,是土地利用变化的敏感性区域。因此,本文将怀来县作为研究区域,选取 1987 年、2005 年以及 2013 年的 Landsat-TM 卫星数据,依据地学信息图谱分析理论,将不同年份的土地利用图进行叠加,从而确定不同时期的土地利用变化图谱,同时,将坡度、高程数据进行有效结合,确定不同地形位的分布指数,最终确定出不同地形位分布指数的不同土地利用变化图谱信息,从而揭示土地利用变化中,自然和人为对土地利用变化的影响<sup>[12-13]</sup>,以期为区域土地资源合理利用、保护区域生态环境提供理论支撑<sup>[14]</sup>。

## 1 研究区概况

怀来县位于河北省西北部区域,境内由北向南的地貌类型为山地—盆地—山地,故有两山夹一川之称,且南部山地的海拔要高于北部山地,区域内地形起伏差异较大,其中,最高海拔高程可以达到 1 977.6 m,最低海拔海拔 394 m,地理坐标介于东经 115°16′—115°58′,北纬 40°04′—40°35′,区域属温带大陆性季风气候,具有雨热同期、四季分明的特点。耕地、园地、林地、草地、建设用地、水域是区域的主要土地利用类型。

## 2 研究方法

### 2.1 数据收集与处理

本文所采用的高程数据为 DEM 数据,数据空间分辨率为 30 m×30 m,土地利用数据从地理空间数据云下载,选用 1987 年、2005 年以及 2013 年的 Landsat-TM/ETM 为数据源,其成像时间均选择在秋季,轨道号均为 122/33,数据空间分辨率为 30 m×30 m,借助 ENVI 4.8 软件对遥感数据进行波段融

合、几何校正和影像裁剪,采用监督分类和非监督分类相结合的方法将研究区划分为耕地、园地、林地、水域、建设用地以及其他用地共 6 种土地利用类型,为

了保证计算数据的一致性,本文将解译所获得的矢量数据统一转化为栅格,并存储为 GRID 格式,栅格大小统一为 30 m×30 m(图 1)。

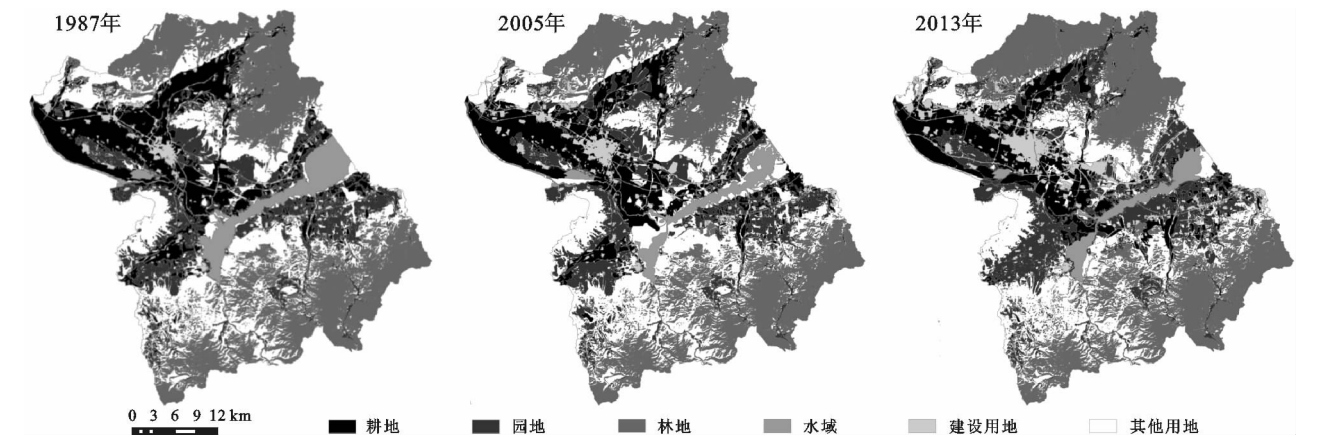


图 1 怀来县 1987 年、2005 年、2013 年遥感影像分类

### 2.2 土地利用图谱分析

土地利用变化信息图谱可以用来描述土地利用变化的过程,是进行土地利用变化驱动力诊断分析和模型构建的有效依据,其记录的是属性空间一体化的状态。利用 ArcGIS 空间分析工具,将 1987 年、2005 年、2013 年三个时期土地利用图谱单元类型进行重组,可得到 20 a 来怀来县土地利用变化的信息图谱,每一个图谱单元记录着 1987 年、2005 年、2013 年三个采样时间点上土地利用单元的类型,反映了 20 a 间土地利用变化的历程。一般将图谱变化分为 5 种类型:(1) 稳定型指在 1987—2005—2013 年都保持不变,未发生变化的类型;(2) 前期变化型指在 1987—2005 年发生变化,而 2005—2013 年未发生变化类型;(3) 后期变化型指在 1987—2005 年未发生变化,而 2005—2013 年发生变化类型;(4) 反复变化型指在 1987—2005 年变为一种类型,而 2005—2013 年又变回原来类型;(5) 持续变化型指在 1987—2005—2013 年一直发生变化,也未还原成原来类型的变化形式。

### 2.3 地形位指数

地形位指数可以综合描述高程与坡度变化对土地利用空间格局的影响,其计算公式为:

$$T=\lg\left[\left(\frac{E}{\bar{E}}+1\right)\left(\frac{S}{\bar{S}}+1\right)\right] \tag{1}$$

式中: $T$  为地形位指数; $E$  和  $\bar{E}$  分别表示区域中任意一点的高程值及该点所在区域的平均高程值; $S$ 、 $\bar{S}$  分别为区域中任意一点的坡度值及所在区域的平均坡度值。高程越高、坡度越大的点,其地形位指数越大,反之则越小。

### 2.4 分布指数的构建

分布指数可以描述不同土地利用景观类型在地

形梯度上的分布特征,公式如下所示:

$$P=\left(\frac{S_{ie}}{S_i}\right)\times\left(\frac{S}{S_e}\right) \tag{2}$$

式中: $P$  表示分布指数,是一个标准化、无量纲化的指数; $S_{ie}$  为  $e$  地形位下第  $i$  种图谱单元的面积( $\text{km}^2$ ); $S_i$  为第  $i$  种图谱单元的总面积( $\text{km}^2$ ); $S_e$  为  $e$  种地形位的总面积( $\text{km}^2$ ); $S$  为研究区域的面积( $\text{km}^2$ );如果  $P>1$ ,表示第  $i$  种图谱在第  $e$  级地形上的分布属于优势分布, $P$  值越大,优势度越高。

### 2.5 破碎度指数

破碎度是指景观被分割的破碎程度,该指数反映了人类活动对土地利用类型的干扰程度,其计算公式为

$$F_j=(N_j-1)/M_j \tag{3}$$

式中: $F_j$  为  $j$  类斑块的破碎化指数(个/ $\text{km}^2$ ); $N_j$  为  $j$  斑块类型的平均斑块面积( $\text{km}^2$ ); $M_j$  为斑块类型的斑块数目。

## 3 结果与分析

### 3.1 土地利用变化分析

由表 1 分析可知,怀来县土地利用主要以林地和其他用地为主,林地和其他用地两者面积之和占怀来县总面积的 57.11%。1987—2013 年耕地以及水域面积呈现减少的趋势,建设用地、林地和园地则呈现增加的趋势,而其他用地的面积则呈现先增加后减少的趋势,到 2013 年其他用地面积减少到 47 864.01  $\text{hm}^2$ ,但是仍然占整个怀来县土地利用面积的 26.88%,需要继续大力开发其他用地,提高土地利用效率。人类生产生活对水资源需求的增加及干旱等因素是水域面积减少的主要原因,其中 1987—2005 年减少最多,达到 2 646.27  $\text{hm}^2$ ,而减少的水域用地在 1987—2005 年主要是成为其他用地,由于人类提

高了保护环境意识,积极响应退耕还林的政策,在这期间林地的面积则一直持续增加,1987—2013 年期间增加了 2 825.98 hm<sup>2</sup>;反观耕地的面积呈减少的趋势,到 2013 年减少了 7 412.71 hm<sup>2</sup>,由于人类开发建设活动占用了大量的耕地,是耕地减少的重要原因,1987—2013 年建设用地开发的面积持续增加,从怀来县土地利用总面积的 4.09% 增加到 7.81%。近几年随着人类社会经济活动的不断扩大,部分耕地转向了经济效益更好的园地,1987—2013 年园地的面积增加了 5 645.71 hm<sup>2</sup>,是耕地减少的主要原因之一。

表 1 1987—2013 年怀来县土地利用面积变化

土地利用 类型	1987 年		2005 年		2013 年	
	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%
耕地	31850.84	17.89	29768.38	16.72	24438.13	13.72
林地	49819.31	27.98	50426.86	28.32	52645.29	29.56
园地	28246.49	15.86	28445.95	15.97	33892.20	19.03
水域	8991.80	5.05	6345.53	3.56	5325.30	2.99
建设用地	7290.00	4.09	9685.32	5.44	13910.01	7.81
其他用地	51876.51	29.13	53402.91	29.99	47864.01	26.88
总计	178074.95	100.00	178074.95	100.00	178074.95	100.00

3.2 土地利用变化的生态过程响应

LUCC(land use and land cover)格局的形成在一定程度上反映了土地利用的生态过程。随着怀来县社会经济的快速发展,人们对土地的影响越来越大,导致原有的土地利用格局发生改变,各个地类之间相互转化,区域生态环境状况也相应发生了一系列的改变,本文通过统计区域 3 个时间节点的斑块个数、平均斑块面积、破碎度指数来表征近些年来土地利用变化的生态响应,其主要表现为(表 2):(1) 耕地的斑块个数、

平均斑块面积以及破碎度在 3 个时点变化呈现一个抛物线的变化态势,随着时间的推移,在 2005 年破碎度达到了最大值,1987—2005 年破碎度逐步升高,主要是由于农村对农业生产的重视,各家各户均从事农业劳动,2005—2013 年破碎度水平降低,主要是由于农村对于农业生产的重视度下降,而取而代之的是土地承包流转,大规模集中经营;(2) 林地的斑块个数总体呈现上升的态势,平均斑块面积呈现先增后减的态势,而破碎度总体呈现逐步上升的趋势,主要是由于林地覆盖区被其他地类贯穿分布,打破了原有的集中成片的分布趋势,破碎度上升;(3) 园地的斑块个数呈现先减少后增加的特点,平均斑块面积呈现持续递增的特点,破碎度呈现先减少后增加的特点,主要是由于怀来县是葡萄、海棠的产区,所以对于园地的利用较频繁;(4) 水域的斑块个数在持续增加,而平均斑块面积在持续减少,破碎度在持续增加,主要是由于整个怀来县近些年降水数量减少,河流水域等面积较少;(5) 建设用地的斑块个数呈现增—减的变化特点,平均斑块面积呈现持续增加的特点,而破碎度呈现减—增的变化特点,主要是由于对于建设用地的需求持续增加,导致建设用地分散分布;(6) 其他用地的斑块个数呈现持续上升的特点,平均斑块面积呈现先增加后减少的特点,破碎度指数呈现逐步上升的态势,其他用地主要是以未利用地资源为主,随着社会的快速发展,人们的活动范围扩大,未利用地资源受人类的扰动也较明显;(7) 总体来看,怀来县土地利用斑块个数总体呈现上升的特点,平均斑块面积持续下降,破碎度逐步上升,主要反映了各种土地利用类型受人为搅动较明显,土地破碎化现象严重。

表 2 怀来县土地利用类型生态指标特征统计

地类	1987 年			2005 年			2013 年		
	斑块数/ 个	平均斑块 面积/km <sup>2</sup>	破碎度/ (个·km <sup>-2</sup> )	斑块数/ 个	平均斑块 面积/km <sup>2</sup>	破碎度/ (个·km <sup>-2</sup> )	斑块数/ 个	平均斑块 面积/km <sup>2</sup>	破碎度/ (个·km <sup>-2</sup> )
耕地	1231.00	25.88	47.53	1356.00	21.95	61.73	948.00	25.78	36.73
林地	1589.00	31.36	50.64	1586.00	31.80	49.84	1763.00	29.87	58.99
园地	6084.00	4.64	1310.99	5996.00	4.74	1264.77	6646.00	5.10	1302.94
水域	258.00	34.86	7.37	401.00	15.83	25.27	479.00	11.12	42.99
建设用地	3478.00	2.10	1655.71	3148.00	3.08	1021.75	4182.00	3.33	1255.56
其他用地	3675.00	14.12	260.20	3759.00	14.21	264.46	4745.00	10.09	470.17
总计	16315.00	112.96	144.42	16246.00	91.61	177.33	18763.00	85.29	219.98

3.3 土地利用变化分析

由表 3 结果分析可知,研究区主要以稳定型和后期变化型为主,稳定型面积比例最大,占研究区总面积的 77.75%,主要表现为“林地—林地—林地”和“耕地—耕地—耕地”的土地利用变化模式,其中“林

地—林地—林地”所占的面积达到 48 959.26 hm<sup>2</sup>,表明该区域主要以农林为主;其次为后期变化型,以“耕地—耕地—园地”面积最大,占该类图谱面积 12.94%,在 1987—2013 年期间,随着经济的不断发展,怀来县域逐渐将以大田作物为象征的耕地转化为

经济效益更加明显的园地。其他三种形态图谱所占面积比例较为均衡,前期变化型图谱和反复变化型图谱以“耕地—园地—园地”和“园地—耕地—园地”图谱为主;持续变化型中以“水域—未利用地—耕地”的面积最大,表明人们在这近 20 a 里,随着人口压力的不断增加,人地矛盾突出,人们对于粮食的需求量不断提升,导致环境的破坏问题也随之而来,对于植被和水域的破坏加重,人们逐渐开始认识到土地的重要

表 3 怀来县 1987—2013 年土地利用图谱面积变化

图谱变化类型	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%	最大图谱演变类型	面积/hm <sup>2</sup>
稳定型	138448.6394	77.75	林地—林地—林地	48959.26
前期变化型	7174.5454	4.03	耕地—园地—园地	1772.55
后期变化型	23050.3906	12.94	耕地—耕地—园地	6092.97
反复变化型	6211.9845	3.49	园地—耕地—园地	1377.58
持续变化型	3189.3909	1.79	水域—其他用地—耕地	615.87

3.4 土地利用图谱的地形梯度分布特征

基于 ArcGIS 软件的地形位指数计算结果,采用自然断点法的分类方法,对地形位指数进行重分类,分成 5 级,分别为低地形梯度、中低地形梯度、中地形梯度、中高地形梯度以及高地形梯度,将地形梯度分级图与土地利用图谱图进行叠加,进而计算土地利用图谱的地形梯度分布,这样有助于分析土地利用格局随地形分布的格局变化,进而探寻土地利用图谱与地形位梯度之间的关系。

由表 4 分析可知:(1) 前期变化型。该区域内低地形梯度和高地形梯度所处地带优势度明显,其中低地形梯度最大面积变化模式为“耕地—园地—园地”,该区域分布指数较大,主要由于人类逐步转向于经济效益更明显的园地,怀来县在近几年内建立了较多的葡萄园区,经济发展较为迅速,其次高地形梯度的最大图谱类型主要以“其他用地—林地—林地”为主,随着坡度和海拔的增高,削弱了人类的活动范围,致使退耕还林政策在这些特定的地段得以实施,对地形具有一定的选择性。而中低地形梯度和中地形梯度的分布指数相对较小,主要以“水域—其他用地—其他用地”和“耕地—园地—园地”为主,该区域属于低海拔缓坡地带,地势相对平坦,适宜人类生活和从事各种生产活动,而中高地形梯度则稳步趋于 1;(2) 持续变化型。主要以“水域→其他用地→耕地”变化模式为主,分布在中低地形坡度地带,分布指数较大,集中分布在海拔较低,坡度较缓的区域,1987—2013 年这近 20 a 以来,由于人为因素和自然灾害的破坏,怀来县水域面积不断减少,到 2005 年部分水域未能合理保护利用,导致成为其他用地,到 2013 年随着人口的剧增,又逐渐转变为耕地的开发利用,而其余 4 种

性,加大了对于未利用地的开发利用,从而达到缓解人口、粮食以及生态的压力。可见当今的发展趋势越来越趋于对经济效益最大化的追求,而渐渐忽视对于生态环境的保护,面对社会、人口、环境多方面的压力,更要把好科技的关卡,让科技服务于农,不仅仅提高粮食数量,更要提高质量,大力发展生态农业,建立“生态—农业—生态”的发展模式,而协调好城市用地理性扩展也逐步成为土地可持续利用的核心问题。

地形位上分布均不明显,由于人口增加及对经济利益的过分追求,致使部分林地开垦为耕地,森林资源受到一定的破坏,该区域整体上逐步将以林地、水域为代表的自然资源,转向了有经济效益的园地和耕地,也反映出该区域对林地和水域的保护力度不够;(3) 后期变化型。该地形位上的最大面积变化模式主要是“耕地→耕地→园地”和“其他用地→其他用地→林地”,该类型对于土地的利用着重于林地和园地的开发和管理,“低地形位和中低地形位”更适合于由耕地转向园地,海拔坡度较低便于开发和管理,而相对于园地来说,林地的选择性则偏向于地形位较高的区域,随着人们保护环境意识的增强,合理利用土地,开发未利用地已经成为当前的趋势,但仍需要加大林业监督管理,制止不合理人类活动,以实现土地资源在空间和结构上的合理配置;(4) 反复变化型。“林地→其他用地→林地”是高地形梯度的最大面积变化模式,再次表明地形条件对于土地利用开发、利用、转变具有很大的约束作用,随着坡度和海拔的升高,人为活动强度和范围受到很大的约束,在高地形梯度的影响下不利于对耕地、园地的开发,致使该区域基本只能转变为林地,在一定程度上降低了对土地的开发利用强度,一方面表明该地类的转变对地形具有较强的选择性,另一方面也得益于退耕还林政策的推行;(5) 稳定型。“林地→林地→林地”的分布指数在中低地形梯度上达到最大,而其他用地的分布指数在高地形梯度上最大,整体上来说“林地→林地→林地”的变化模式在各个地形位上分布都处于主导地位,研究区林地分布指数随地形位级别的上升而持续下降,且各个时期林地的地形位分布指数基本不变,说明林地属于相对稳定的景观类型。

表 4  怀来县地形位梯度最大图谱变化类型及分布指数

地形位 分级	前期变化型		持续变化型		后期变化型		反复变化型		稳定型	
	最大图谱变化类型	分布指数	最大图谱变化类型	分布指数	最大图谱变化类型	分布指数	最大图谱变化类型	分布指数	最大图谱变化类型	分布指数
低地形梯度	耕地—园地—园地	1.439	园地—其他用地—耕地	0.875	耕地—耕地—园地	1.400	水域—其他用地—水域	0.707	林地—林地—林地	0.825
中低地形梯度	水域—其他用地—其他用地	0.356	水域—其他用地—耕地	1.324	耕地—耕地—园地	0.405	园地—耕地—园地	0.825	林地—林地—林地	1.017
中地形梯度	耕地—园地—园地	0.444	林地—建设用地—园地	0.016	其他用地—其他用地—林地	0.861	水域—其他用地—水域	1.083	林地—林地—林地	0.773
中高地形梯度	其他用地—林地—林地	0.913	林地—其他用地—园地	0.010	其他用地—其他用地—林地	0.508	其他用地—林地—其他用地	0.368	林地—林地—林地	0.553
高地形梯度	其他用地—林地—林地	1.054	林地—其他用地—园地	0.267	其他用地—其他用地—园地	0.209	林地—其他用地—林地	2.415	其他用地—其他用地—其他用地	0.091

4  结论与讨论

4.1  结  论

（1）整体而言怀来县域土地利用格局在近 20 a 来没有发生较大的改变,土地利用类型主要以耕地、林地以及园地为主,其中除了耕地、水域和其他用地的面积有小幅减少之外,其他类型土地均呈现上升的趋势。

（2）由于土地利用强度和利用方式的改变,近 20 a 怀来县土地利用斑块个数总体呈现上升的特点,平均斑块面积持续下降,破碎度逐步上升,主要原因是各种土地利用类型受人为搅动较明显,土地破碎化现象严重。

（3）怀来县土地利用图谱中稳定型、前期变化型、后期变化型、持续变化型以及反复变化型 5 种变化类型,其中以“林地—林地—林地”为主要演变类型的稳定型图谱分布面积最多,占整个县域面积的 3/4;其次为后期变化型,最大图谱演变类型为耕地—耕地—园地;前期变化型的最大图谱演变类型为耕地—耕地—园地;反复变化型的最大图谱演变类型为园地—耕地—园地;持续变化型的面积比例最少,最大图谱演变类型为水域—其他用地—耕地。

（4）从土地利用图谱不同地形梯度上分析,前期变化型和后期变化型在低地形梯度上分布面积较大,在中低地形梯度上则以“林地—林地—林地”为主的稳定型图谱为主,而以“水域—其他用地—水域”为代表的反复变化型在中地形梯度上占显著的优势,随着海拔地势的升高,以及受人为、自然因素的影响,只有前期变化型和反复变化型的分布指数较高,土地利用类型则仅局限在林地和其他用地之间的转换。

4.2  讨  论

土地利用变化格局受人文和地域因素的共同影响,本文从地形梯度的角度深入分析了土地利用变化在不同地形梯度上所呈现出的特点,为进一步厘清不同类型的和区域变化的原因,并指出土地利用变化随着地形梯度的改变呈现出明显的规律性,为区域土地资源合理利用规划,保护区域生态环境提供理论支撑与政策建议。本文仅依托地学图谱理论与方法对土地利用变化的时空

特征进行了分析,下一步应深入研究土地利用变化的驱动力分析以及变化趋势的模拟预测。

参考文献:

[1]  徐霞,王静爱,贾海坤,等. 内蒙中部地区不同生态区土地利用格局分布特征[J]. 地理科学进展,2005,24(3): 44-49,127.

[2]  郭洪峰,许月卿,吴艳芳. 基于地形梯度的土地利用格局与时空变化分析:以北京市平谷区为例[J]. 经济地理, 2013(1):160-166,186.

[3]  张瑞. 基于 DEM 的靖边县土地利用变化分析[D]. 西安:西安科技大学,2013.

[4]  常成,刘霞,张光灿,等. 利用马尔柯夫过程预测蒙阴县土地利用/覆被格局变化[J]. 土壤,2010,42(2):309-313.

[5]  贺文龙,霍晶,门明新,等. 怀来县土地利用变化与景观生态安全评价[J]. 土壤通报,2016(1):15-20.

[6]  王双,何春阳,潘耀忠,等. 水资源约束下北京地区 2004—2020 年土地利用变化情景模拟研究[J]. 自然资源学报,2006,21(4):535-544.

[7]  龚文峰,袁力,范文义. 基于地形梯度的哈尔滨市土地利用格局变化分析[J]. 农业工程学报,2013,33(2):250-259.

[8]  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.

[9]  卜心国,王仰麟,沈春竹,等. 深圳市地形对土地利用动态的影响[J]. 地理研究,2009,28(4):1011-1021.

[10]  郭洪峰,许月卿,吴艳芳. 基于地形因子的大都市边缘区土地利用变化分析:以北京市平谷区为例[J]. 中国农业大学学报,2013,18(1):178-187.

[11]  郇红娟,张朝琼,张凤太. 基于地形梯度的贵州省土地利用时空变化分析[J]. 四川农业大学学报,2015,33(1):62-70.

[12]  李卓卿,许建初. 云南省维西县塔城镇土地利用/地表覆盖及其空间格局变化研究[J]. 生态学杂志,2005,24(6):623-626.

[13]  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,2008,27(6):1225-1234.

[14]  龚文峰,孔达,范文义,等. 松花江流域哈尔滨段土地利用时空格局演变特征分析[J]. 农业工程学报,2009,25(8):249-255.