

# 山区县域土地利用变化对生态脆弱性的影响 ——以青龙满族自治县为例

魏明欢<sup>1</sup>, 胡波洋<sup>1</sup>, 杨鸿雁<sup>2</sup>, 张蓬涛<sup>1</sup>, 张贵军<sup>1</sup>, 赵 丽<sup>1</sup>

(1. 河北农业大学 国土资源学院, 河北 保定 071001; 2. 石家庄市国土资源局, 石家庄 050051)

**摘 要:**以青龙满族自治县为研究区域,采用 VSD 模型,从暴露度、敏感性和适应能力 3 方面选取 10 个指标构建评价指标体系,运用综合指数法对研究区 2001 年和 2013 年生态脆弱性进行了定量评价,并探讨了土地利用变化对生态脆弱性的影响。结果表明:(1) 2001—2013 年,研究区土地利用发生明显变化,主要为未利用地开发为林地和园地,研究期初的林地遭到破坏,建设用地通过占用农用地扩张迅速。(2) 研究区生态脆弱性呈现西北部高,中部、东部低的态势,且生态环境朝着良好态势发展。继续保持东北部和西南部的生态保护措施,加大西北部生态整治力度是研究区今后生态修复和保护的重要方向。(3) 研究区土地利用变化对生态脆弱性的影响显著,其中林地和园地的大幅度增加是导致区域生态脆弱性降低的主要原因,而建设用地的扩张对生态环境产生负面影响。加强未利用地的开发利用、控制建设用地的无序扩张是研究区降低生态脆弱性、促进经济与生态环境协调发展的有效途径。

**关键词:**生态脆弱性; 土地利用变化; VSD 模型; 青龙满族自治县

**中图分类号:**F301.24; X171

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2018)06-0322-07

## Effects of Land Use Transformation on Ecological Vulnerability in Mountainous Counties

—Taking Qinglong Manchu Autonomous County as an Example

WEI Minghuan<sup>1</sup>, HU Boyang<sup>1</sup>, YANG Hongyan<sup>2</sup>, ZHANG Pengtao<sup>1</sup>, ZHANG Guijun<sup>1</sup>, ZHAO Li<sup>1</sup>

(1. College of Land and Resources, Agricultural University of Hebei, Baoding,

Hebei 071001, China; 2. Shijiazhuang Bureau of Land & Resources, Shijiazhuang 050051, China)

**Abstract:** Taking the Qinglong Manchu Autonomous County as the research area, we selected ten indexes from three aspects of exposure, sensitivity and adaptability to construct the evaluation index system by using the VSD model. Comprehensive index method was used to quantitatively evaluate the ecological vulnerability of the study area in 2001 and 2013, and the impact of land use change on ecological vulnerability was discussed. The results showed that: (1) from 2001 to 2013, the land use in the study area changed significantly, the unused land was converted into forest land and garden plot; the forestland at the beginning of the study period was destroyed to a certain extent, the construction land expanded rapidly through the occupation of agricultural land; (2) the ecological vulnerability in the study area showed the high trend in the northwest while it presented the low level in the central and eastern regions, and the ecological environment was developing towards the good status; it would be the important direction for ecological restoration and protection of the study area in the future to maintain the ecological protection measures in the northeast and southwest, and increase the strength of ecological rehabilitation in the northwestern; (3) the land use change in the study area had a significant impact on the ecological vulnerability; the increases of wood land and garden plot were the main reasons for the decrease of regional ecological vulnerability, while the expansion of construction land had a negative impact on the ecological environment. Strengthening the exploitation and utilization of unused land and controlling the disorderly expansion of construction land are the effective ways to reduce the ecological vulnerability and promote the coordinated development of economy and ecological environment.

收稿日期: 2018-01-20

修回日期: 2018-02-08

资助项目: 河北省社科基金 2016 项目“生态文明建设背景下贫困地区的土地多功能转变与响应机制研究”(HB16GL048); 河北省社科基金 2014 项目“河北省城乡一体化进程中耕地资源安全评价及保护机制研究”(HB14GL040)

第一作者: 魏明欢(1992—), 男, 河北沧州人, 硕士研究生, 研究方向为农村土地利用与评价。E-mail: 13333229932@163.com

通信作者: 张蓬涛(1971—), 男, 河北保定人, 教授, 主要从事土地经济与评价研究。E-mail: zhangpt@hebau.edu.cn

**Keywords:** ecological vulnerability; land use change; VSD model; Qinglong Manchu Autonomous County

近年来,生态环境受人口快速增长和工农业推进的影响日趋强烈,其脆弱性研究已经成为全球变化和可持续发展研究的热点和重点<sup>[1]</sup>,土地利用变化对生态系统的结构和功能具有重要影响<sup>[2]</sup>,对区域生态安全起着至关重要的作用<sup>[3]</sup>。近年来,土地利用结构不合理、生态环境恶化等问题日益凸显<sup>[4]</sup>,区域土地利用变化对生态环境的影响已经成为当前全球变化研究的热点问题<sup>[5]</sup>。

生态脆弱性研究早期着重于风险因子的内源性脆弱,随着研究的不断深入,生态脆弱性的概念已经扩展到融合自然、经济、社会、人文和环境的综合范畴<sup>[6]</sup>。由于不同领域研究的对象和视角不同,对生态脆弱性概念的界定角度和方式有很大差异,因此生态脆弱性的概念尚未统一,目前比较权威的脆弱性定义为 IPCC 认为的暴露度、敏感性和适应能力是系统脆弱性的 3 个构成要素<sup>[7]</sup>。虽然不同学者对生态脆弱性的定义不一,但脆弱的生态系统一般表现出生态抵抗干扰能力差、系统稳定性差、敏感性强、自我恢复力和再生能力差、生态承载力低的特点<sup>[8-9]</sup>。生态脆弱性的研究方法随着其内涵的延伸也在不断改进,目前已经形成了综合指数法<sup>[7]</sup>、主成分分析法<sup>[9]</sup>等,同时也形成了包括全国<sup>[7]</sup>、区域<sup>[10]</sup>、省市<sup>[11]</sup>和流域<sup>[12]</sup>在内的众多研究尺度。在理论框架上,Polisky 等<sup>[13]</sup>提出了 VSD(Vulnerability Scoping Diagram)框架,为研究者明确了脆弱性的内涵和指标体系的构建方法以及清晰全面的评价思路,该框架流程规范清晰、具有较高的实用价值并且可以揭示自然和人文要素的双重影响,因此应用广泛。对于土地利用变化对生态脆弱性的影响研究则集中于区域生态脆弱性程度与土地利用类型的耦合分析。总体来看,生态脆弱性的研究成果丰富,包括对生态脆弱性的认识、评价和脆弱性影响因素分析和调控等方面,但对于山区县域土地利用变化对生态脆弱性的影响研究相对较少。山区自然条件恶劣,生态环境脆弱,而县域是基本的行政独立单元<sup>[14]</sup>,研究山区县域生态脆弱性对其生态安全预警非常重要,尤其从土地利用变化的角度探究其对生态脆弱性的影响,对土地利用方式的调整以及生态工程的科学规划和实施具有重要的指导意义。

青龙满族自治县位于燕山山脉东段,土地利用空间格局差异明显,受经济社会条件及地形地貌的影响,水土流失严重,生态环境极为脆弱<sup>[15-16]</sup>。因此,本研究以青龙满族自治县为研究区域,按照 VSD 模型,将生态脆弱性分解成 3 个维度,分别为暴露度、敏感

性和适应能力,并以此为框架构建评价指标体系,利用综合指数法对该县 2001 年、2013 年的生态脆弱性进行定量评价,揭示 2001—2013 年生态脆弱性的动态变化,在此基础上探讨土地利用变化对生态脆弱性的影响,进而提出相应适应和减缓措施,以降低因土地利用变化对区域生态系统脆弱性的不良影响,促进土地利用结构优化,指导生态建设措施的科学规划和实施。

## 1 研究区概况与数据来源

### 1.1 研究区概况

青龙满族自治县(以下简称青龙县)地处河北省东北部边缘燕山山脉东段,位于 118.56°—119.64°E, 40.08°—40.61°N。县域东与辽宁省绥中县、建昌县相邻,南隔明长城与抚宁县、卢龙县、迁安市相望,西、西北与迁西县、宽城满族自治县交界,北与辽宁省凌源市交界,地处京、津、唐、秦经济圈和环渤海经济圈内。该县地形分布呈东部、南部较低,西部、北部偏高的特征,气候属于大陆性季风气候,降水充沛,土壤类型以褐土、棕壤为主,两者约占总面积的 97%。该县林果资源量多质优,2014 年森林覆盖率达到 57.08%,2014 年地区生产总值 108.58 亿元,全县人均(按常住人口计)生产总值 21 400 元,同比增长 2.3%,其中第一、三产业同比增长 4%,6.7%,第二产业同比下降 1.1%。该县土地利用类型受地貌特征的影响,以农业、林业、畜牧业、矿业用地为主,但由于该县地处北方土石山区,昼夜温差大,降水多,土地冻融交替现象显著,水土流失、风蚀、水蚀现象普遍,导致土地利用受到威胁,生态环境极为脆弱。

### 1.2 数据来源与处理

本研究的数据主要包括遥感影像、气象、土壤、统计数据等。其中影像数据以中国科学院计算机网络信息中心的地理空间数据云平台 2001 年的 TM 数据和 2013 年的 OLI 数据为数据源,影像轨道编号 121/32,122/32,成像时间为 8 月、9 月,分辨率为 30 m。参考第二次全国土地调查土地分类系统与研究区实际情况和影像可解力,本文将研究区土地利用类型分为耕地、园地、林地、建设用地、未利用地和水域,并在 ENVI 4.7 软件平台下进行土地利用监督分类,各期的 Kappa 系数均在 0.8 以上,满足分类精度要求,最终得到两期土地利用分布图(图 1),并根据刘纪远等<sup>[17]</sup>提出的土地利用程度综合分析方法,参考文献<sup>[18]</sup>计算得到研究区土地利用程度分布图。高

程数据来源于地理空间数据云平台(www.gscloud.cn)分辨率为 30 m 的 GDEM 数据。气象数据来源于青龙县周边 13 个气象站点的实测数据,在 ArcGIS 软件中采用反距离加权插值法得到区域降雨数据,并导出至分辨率为 30 m 的栅格数据。土壤数据是将青龙县 1:30 万土壤类型图与门明新等<sup>[19]</sup>采用 EP-IC 模型对河北省部分土壤可蚀性的研究成果进行叠

加分析得到,社会经济数据来源于 2001 年、2013 年的青龙县国民经济统计年鉴,并将数据赋值到研究区矢量图中,两者均通过 ArcGIS 软件矢量转栅格的技术方法转为分辨率为 30 m 的栅格数据。

本研究以栅格作为基本评价单元,所有空间数据栅格大小定义为 30 m×30 m(误差值不超过 0.5 个像元),指标评价采用栅格运算的方式进行计算。

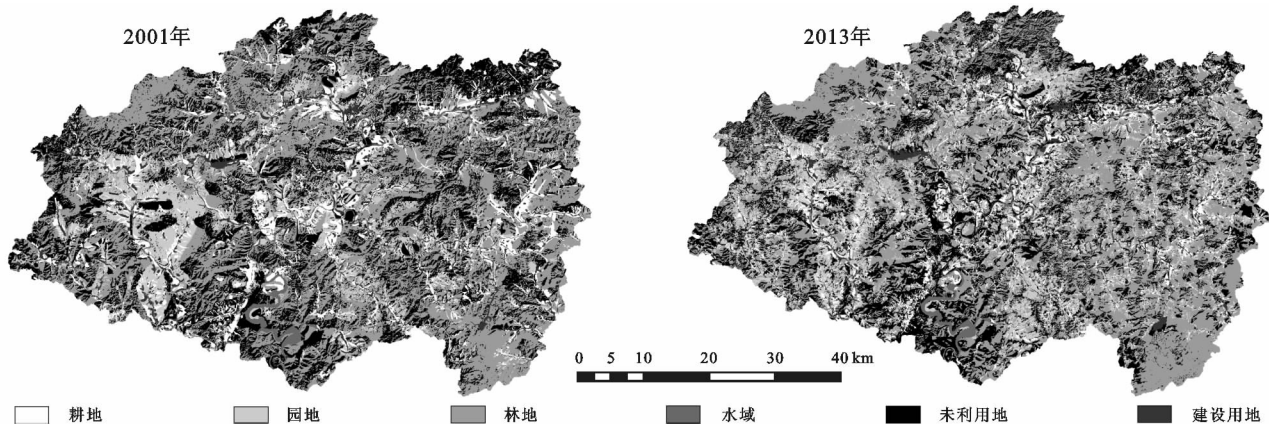


图 1 研究区 2001 年、2013 年土地利用类型

## 2 研究方法

### 2.1 评价指标的选取

Polsky 等<sup>[13]</sup>提出了基于“暴露度—敏感性—适应能力”的 VSD(Vulnerability Scoping Diagram)模型用于揭示自然条件和人为要素的双重影响。本研究按照 VSD 模型,将生态脆弱性分解成 3 个维度,分别为暴露度、敏感性和适应能力,并以此为框架构建评价指标体系。

暴露度是系统经历环境和社会压力冲击的参数,反映了受外界干扰或胁迫的程度,暴露度高的区域难以进行自我调节,生态脆弱性就会越高。研究区暴露风险具体反映在人类活动方面,本研究以人口密度、地均劳动力投入、土地利用程度予以表征。人口密度、地均劳动力投入越大说明人类活动越活跃,对自然环境的影响越强。土地利用是人类活动作用于生态环境的直观表现<sup>[20]</sup>,土地利用程度主要反映了土地利用的广度和深度,能够揭示人类活动和自然环境对土地利用的综合影响程度。

敏感性是系统容易受到胁迫的正面或负面影响的程度,敏感性高的区域,系统更容易受到破坏,生态脆弱性则越高。研究区的敏感源主要是自然因素,体现在地形、植被、土壤和气候等方面。坡度是水土流失的重要影响因素,地形起伏度是表征地表单元地势起伏复杂程度的指标,两者都是地形因素的重要组成部分<sup>[21-22]</sup>,因此本研究选取坡度和地形起伏度来表征

地形对生态脆弱性的影响;植被是检验生态脆弱性的重要因素,NDVI 可以用来检测植被生长状况,从而反映生态环境的脆弱性;土壤可蚀度可以定量地反映土壤对侵蚀作用的敏感性程度,本文选取土壤可蚀度表征土壤对生态脆弱性的影响;气候条件能够对生态环境的稳定性造成一定影响<sup>[23]</sup>,研究区属大陆性季风气候,降雨量自西向东略有差异,而降雨量不均衡会产生引发水土流失的降雨侵蚀力,因此本研究选取年均降雨量表征气候对生态脆弱性的影响。

适应能力是系统能够处理、适应胁迫,以及能从胁迫造成的后果中恢复的能力,是一种可以通过人为干预进行提升的状态参数,主要受政策和经济社会等方面的影响。本研究根据青龙县实际情况选取社会经济发展水平和人口素质两个方面表征研究区生态脆弱性的适应能力,其中以人均 GDP 表征社会经济发展水平,以大专及以上学历文化程度从业人员所占比重表征研究区人口素质。人均 GDP 越高,说明改善环境的能力越强,而大专及以上学历文化程度从业人员所占比重可以反映从业者的素质,从而反映人们保护环境的意愿,素质越高环保意识越强,对改善和维持良好的生态环境越有利。

### 2.2 评价指标标准化与权重的确定

变量的量纲会影响评价结果,因此需要对指标数据进行标准化处理,本文采用极差标准化方法对原始指标数据进行标准化。结合前人的研究成果与青龙县实际情况,本文选择层次分析法确定各指标权重

(表 1),层次分析法是一种定性与定量相结合的多目标决策分析方法。

表 1 生态脆弱性评价指标体系

目标层	指标层	指标指向	指标权重
暴露度	人口密度	+	0.0884
	地均劳动力投入	+	0.0884
敏感性	土地利用程度	+	0.1162
	坡度	+	0.2028
	地形起伏度	+	0.1135
	NDVI	—	0.0926
	土壤可蚀度	+	0.1699
	年均降雨量	+	0.0854
适应能力	人均 GDP	—	0.0080
	大专及以上文化程度 从业人员所占比重	—	0.0348

2.3 生态脆弱性评价与分级

本文利用综合指数法,将各指标标准化值与各指标权重的乘积之和作为生态脆弱性评价指数对青龙县生态脆弱性进行评价,其计算公式如式(1)所示。在

生态脆弱性评价指标的基础上,参考相关研究的分级方法<sup>[24-25]</sup>,并结合研究区自然地理特征,利用自然断点法将青龙县生态脆弱性划分为 5 个等级,分别为微度脆弱、轻度脆弱、中度脆弱、高度脆弱和重度脆弱。

$$EVI_i = \sum_{j=1}^m Y_{ij} \times \omega_j$$

(1)

式中:  $EVI_i$  表示第  $i$  个评价单元的生态脆弱性评价指数;  $Y_{ij}$  表示第  $j$  项指标第  $i$  个评价单元的标准化值;  $\omega_j$  表示第  $j$  项指标权重。

3 结果与分析

3.1 土地利用变化分析

利用 ENVI 软件生成 2001—2013 年土地利用转移矩阵,获取土地利用动态变化信息(表 2)。可以看出,研究区土地利用类型以林地为主,2013 年面积达到 1 563.19 km<sup>2</sup>,占研究区总面积的 44.68%,这与青龙县作为河北省乃至京津冀地区重要的生态屏障有重要关系。

表 2 2001—2013 年青龙县土地利用转移矩阵

土地利用类型		2013 年						km <sup>2</sup>
		耕地	园地	林地	建设用地	水域	未利用地	
2001 年	耕地	100.76	308.63	69.04	21.23	3.46	45.71	
	园地	73.35	479.72	123.75	23.05	3.08	85.52	
	林地	46.53	1411.58	1072.99	18.93	4.10	174.54	
	建设用地	19.76	136.38	18.51	71.42	1.01	6.22	
	水域	7.43	81.16	7.75	7.38	49.19	4.48	
	未利用地	55.89	1081.46	271.15	17.58	3.57	562.45	

从土地利用类型面积的变化来看,未利用地、耕地和水域的面积比例有所下降,而建设用地、林地和园地的面积比例有不同程度的增长。研究期限内未利用地的变化幅度最大,变化面积为 202.54 km<sup>2</sup>,说明在研究期限内,青龙县加强了未利用地的开发,其中包括整治为耕地、开荒造林、以及开发利用为建设用地等,未利用地的开发利用促进了该县土地资源的合理利用,对保护稀缺的土地资源、促进区域生态恢复、提高土地利用率和利用效益具有重要作用;青龙县是山区农业县,境内山多地少,导致耕地的面积深受限制,并且由于研究区生态退耕等工程的实施,耕地面积不断减小;水域在研究期限内变化较小。由于研究区工业化、城镇化的加剧以及社会经济的发展,建设用地通过蚕食农业用地扩张迅速;林地在研究期限内有所增加,而林地的增加则加强了研究区水土的保持,改善了生态环境;园地面积的增加则是由于该县水果产业的发展。从土地利用类型的相互转化来看,林地、园地和耕地转出面积较大,林地主要转化为未利用地,说明在经济社会发展等因素的影响下,原有林地也遭到一定的破坏;减少的园地和耕地

主要转化为林地,说明研究区退耕还林政策取得了一定的成效,部分坡度大于 25°的耕地以及其他难以耕种的耕地调整为林地;同时园地和林地的转入面积较大,其来源主要是通过未利用地的开发利用转化而来;建设用地在研究期限内增加了 88.17 km<sup>2</sup>,主要是通过耕地、园地转化而来,其中园地被占用最多,为 23.05 km<sup>2</sup>,其次是耕地,面积为 21.23 km<sup>2</sup>。

青龙县作为国家重点生态功能区以及京津冀重要的生态屏障,土地利用要杜绝只顾追求经济效益的最大化,而忽视生态环境的错误做法。土地利用方式的调整也要与时俱进,要以保护脆弱的生态环境为主要出发点,逐渐发展成为以提供生态产品为主的土地可持续利用方式。

3.2 生态脆弱性的时空分布特征

由公式(1)可以得到研究区 2001 年、2013 年生态脆弱性指数,根据自然断点法,将生态脆弱性指数分为 5 级,分别为微度、轻度、中度、高度和重度脆弱,并绘制得到生态脆弱性等级空间分布格局图(图 2),以此分析研究区土地生态脆弱性时空分布特征。

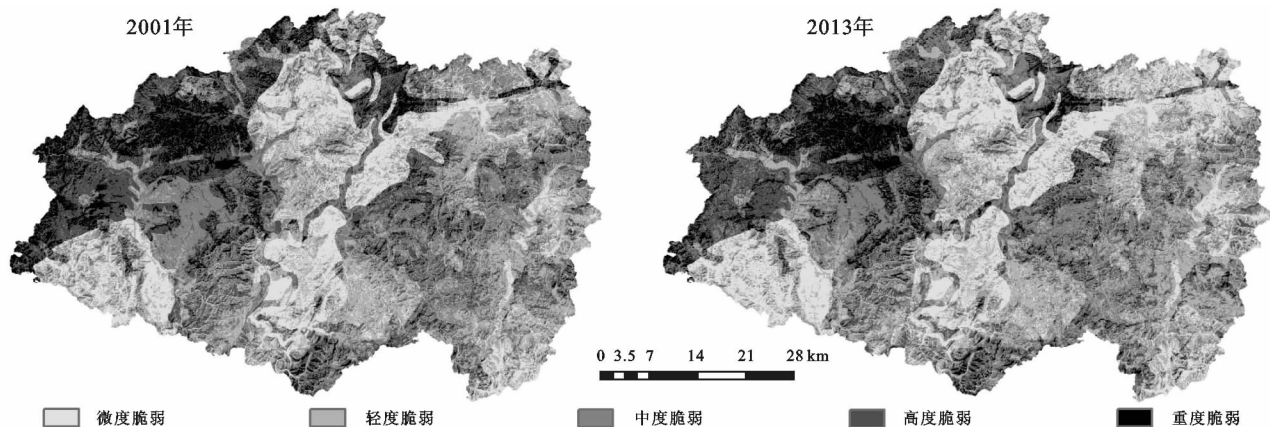


图 2 研究区生态脆弱性等级空间格局

由图 2 可以看出,研究期间青龙县生态脆弱性分布呈现西北部高,中部、东部低的格局,且生态脆弱性指数均有所下降,表明区域生态环境状况朝着良好态势发展。2001 年青龙县生态脆弱程度一般,大部分区域为中度脆弱,分布在研究区中部和西部的大部分地区;轻度脆弱性区域主要分布在研究区南部的草碾乡、桃林口水库以及研究区东部的祖山镇,主要是由于该区域人为干扰程度低,地形较为平缓,同时该区域有包括桃林口水库、老岭自然保护区在内的众多生态环境保护重点区域,一定程度上减缓了生态脆弱性;重度脆弱性区域分布比较集中,主要包括在研究区西北部的青龙镇、八道河镇以及娄杖子镇,主要原因是该区域地势高、坡度大导致水土流失等生态环境问题突出,同时该区域处于县城周边,人口密度大、人类活动频繁,导致土地生态系统受到持续影响。2013 年研究区仍以中度脆弱性为主,但面积有所下降,而轻度脆弱性区域面积有所增加,表现为研究区东北部和西南部部分地区生态脆弱性由中度脆弱性下降为轻度脆弱性,说明这些地区在研究期间加强了对生态环境的保护,使生态环境状况得到了好转。

研究区生态环境由于受自然条件的限制,具有“先天”的脆弱性,而不合理和高强度的人类改造活动进一步加剧了区域环境脆弱程度。虽然整体上青龙县生态脆弱性具有降低趋势,生态环境状况有所好转,但从图中可以看出,研究区大部分地区的生态脆弱性程度仍较高,尤其是西北部地区生态脆弱性更为严重,因此研究区生态环境状况不容乐观,应该更加重视生态环境建设,加大生态环境的治理,提高生态质量。

### 3.3 土地利用变化对生态脆弱性的影响

根据 2001—2013 年研究区生态脆弱性等级的变化,将其分为 5 个级别,分别为下降快(脆弱等级下降两个级别及以上)、下降(脆弱等级下降 1 个等级)、不变(脆弱等级不变)、上升(脆弱等级上升 1 个等级)、

上升快(脆弱等级提高两个级别及以上)。将 2001—2013 年土地利用变化图与生态脆弱性等级变化图进行叠加分析,得到研究期间土地利用变化对应的生态环境脆弱性等级变化情况(图 3),由于水域面积较小且生态脆弱性变化不明显,本研究不予考虑。

由图 3 可以看出,研究期限内土地利用类型变化对生态脆弱性产生显著影响。整体来看,土地利用类型不变,其生态脆弱性变化不明显,以原生态脆弱性为主;土地利用类型变化,其生态脆弱性变化较为明显,其中转化为耕地、园地和林地,生态脆弱性以降低为主,转化为建设用地和未利用地,则以加剧生态脆弱性为主。

(1) 转入类型为耕地。由图 3A 可以看出,园地和林地转化为耕地的生态脆弱性变化以不变和提高为主,且提高比重林地大于园地,主要是因为相对于园地和林地,耕地受人类活动的影响更大,且固碳释氧和保持水土等作用均弱于园地和林地。建设用地和未利用地转化为耕地,生态脆弱性以不变和降低为主,且降低比重未利用地大于建设用地。说明对于研究区来说,林地转化为耕地能够显著提高生态脆弱性,其次是园地,未利用地转化为耕地能够显著降低生态脆弱性,其次是建设用地。

(2) 转入类型为园地。由图 3B 可以看出,林地转化为园地生态脆弱性以不变为主,其他类型转化为园地时生态脆弱性均以降低为主,且降低比重:未利用地>建设用地>耕地。未利用地和建设用地的生态脆弱性降低较明显,分别占到该类型的 88.19%和 75.57%,其中未利用地转化为园地下降快的比例占到 35.15%,同时由于水果产业发展迅速,园地的增加可以促进研究区经济的发展,因此未利用地开发利用为园地能够在降低生态脆弱性的同时促进生态环境与经济的协调发展。

(3) 转入类型为林地。由图 3C 可以看出,其他地

类的转化为林地时,生态脆弱性的变化情况与园地类似,均以降低为主,且降低比重:未利用地>建设用地>耕地>园地。同时可以看出在林地未发生变化的区域,虽然生态脆弱性变化以降低为主,但仍有 31.84%的区域生态脆弱度有所上升,并且有 1.55%的区域上升幅度较大,说明由于自然条件的限制和人类活动的影响,林地的生态环境受到破坏,脆弱性升高,因此在对生态破坏严重区进行生态修复和保护的同时,也应注意保护林地的生态环境,防止其发生退化。

(4) 转入类型为建设用地。由图 3D 可以看出,耕地、园地和林地转化为建设用地,其生态脆弱性都大幅度提高,未利用地转化为建设用地,其生态脆弱性以不变和降低为主,其中有一小部分下降幅度较大。说明建设用地占用农用地能够显著提高其生态脆弱性,而建设用地占用未利用地,对生态脆弱性的积极影响十分有限。

(5) 转入类型为未利用地。由图 3E 可以看出,其他地类转化为未利用地时,生态脆弱性均以提高为主,且提高幅度均较大,其中以园地和林地生态脆弱性退化最为显著,其次是耕地和建设用地。说明促进土地资源的合理利用、杜绝耕地撂荒等行为能够有效降低生态脆弱性。

4 结论与建议

4.1 结论

(1) 研究区土地利用结构以林地为主,在研究期限内,土地利用格局受到经济社会发展和生态环境保护两方面的巨大压力,土地利用发生明显变化,主要表现为未利用地开发利用为林地和园地,研究期初的林地遭到一定程度的破坏,建设用地通过占用农用地扩张迅速。

(2) 研究区 2001—2013 年生态脆弱性空间差异明显,呈现西北部高,中部、东部低的态势,生态脆弱性综合指数从 0.406 9 下降到 0.386 3,表明青龙县生态环境朝着良好态势发展,但较高生态脆弱性面积占绝对优势,生态环境状况不容乐观。县域西北部生态脆弱性极高,而东北部和西南部生态脆弱性有所降低,因此继续保持东北部和西南部的生态保护措施,加大西北部生态整治力度是研究区今后生态修复和保护的重要方向。

(3) 研究区土地利用变化对生态脆弱性的影响显著,其中林地和园地的大幅度增加以及未利用地的开发利用是区域生态脆弱性降低的主要原因,而建设用地的扩张对生态环境产生了负面影响,造成部分区域的生态脆弱性显著提高,因此加强未利用地的开发

利用、控制建设用地的无序扩张是研究区降低生态脆弱性、促进经济与生态环境协调发展的有效途径。

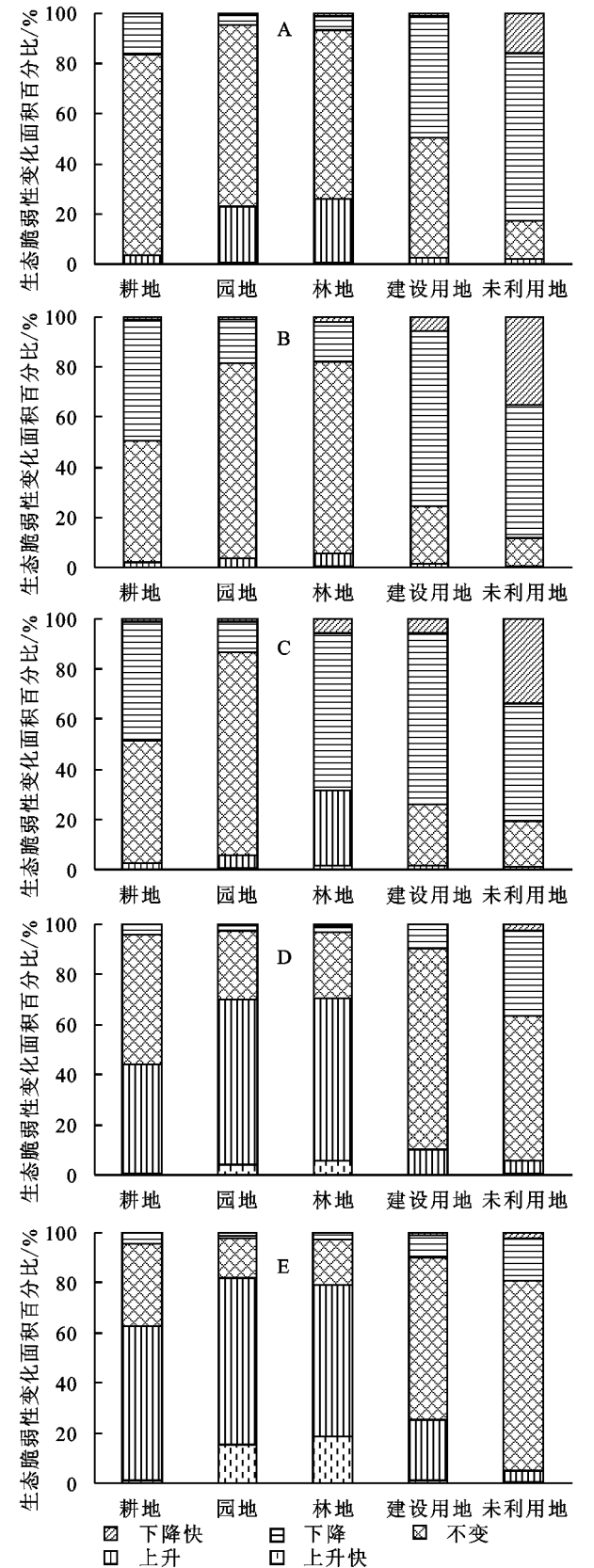


图 3 2001—2013 年土地利用变化对应生态脆弱性变化情况

4.2 建议

为改善青龙县生态环境状况,降低生态脆弱性,

提高可持续发展能力,应着重从以下方面进行调控:

(1) 生态脆弱性提高是人类活动和自然因素对区域生态环境的破坏程度超过治理力度的结果,而生态脆弱性越高,其发生生态退化的风险就越大,因此应对脆弱性高和脆弱性负向演变的区域以足够的重视,防止生态环境恶化。(2) 其他地类向建设用地和未利用地转换是研究区生态脆弱性提高的主要原因,基于此,研究区应严格把控城市建设、招商引资带来的新增建设用地审批,并复垦废弃建设用地,使其转为脆弱性等级低的用地类型,以增强区域的生态抵抗力,并且加大未利用地的开发力度,促进未利用地向同时具备较高生态功能和较强经济效益的园地和林地转换。同时应尽量规避在生态脆弱性高的地区进行大规模建设开发,以确保区域生态可持续发展。(3) 研究区西部和北部地区地势较高、坡度较大并且由于该区域处于县城周边受人类活动影响较大,导致其生态脆弱性较高,极易发生生态退化,而坡度和土壤类型等因素属于人为不可控因素,因此该地区可以实行生态农业和生态旅游等生态产业,同时进行经济结构调整,创建生态工业园区以促进劳动力转移;研究区中部脆弱性较高的平方子乡和安子岭乡人口密度较小但植被相对稀疏,因此该区域应加大植树造林力度,提高植被覆盖度,进而增强生态系统抵抗外界干扰的能力。

本文对青龙县土地利用类型变化对生态脆弱性的影响进行研究,对促进研究区土地资源的合理利用具有一定的参考价值,但土地利用变化复杂多样,如何更加全面地了解土地利用变化对生态脆弱性的影响,以及土地利用变化与生态脆弱性相互作用的内在机理,有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 徐广才,康慕谊,贺丽娜,等.生态脆弱性及其研究进展[J].生态学报,2009,29(5):2578-2588.
- [2] 丁偕楠,王玉梅.近 40 年烟台市海岸线及近岸土地利用变化与生态服务价值效应分析[J].水土保持研究,2017,24(1):322-327.
- [3] 李闯,刘吉平.霍林河流域中下游土地利用变化及生态安全响应[J].水土保持研究,2012,19(1):174-178.
- [4] 于海洋,张飞,曹雷.精河县土地利用/覆被变化及土地生态安全研究[J].水土保持研究,2017,24(6):348-353.
- [5] Rounsevell A, Pedrol G B M, Erb K H, et al. Challenges for land system science[J]. Land Use Policy, 2012, 29(4):899-910.
- [6] 李平星,陈诚.基于 VSD 模型的经济发达地区生态脆弱性评价:以太湖流域为例[J].生态环境学报,2014,23(2):237-243.
- [7] 魏晓旭,赵军,魏伟,等.中国县域单元生态脆弱性时空变化研究[J].环境科学学报,2016,36(2):726-739.
- [8] 靳毅,蒙古军.生态脆弱性评价与预测研究进展[J].生态学杂志,2011,30(11):2646-2652.
- [9] 曹诗颂,王艳慧,段福洲,等.中国贫困地区生态环境脆弱性与经济贫困的耦合关系:基于连片特困区 714 个贫困县的实证分析[J].应用生态学报,2016,27(8):2614-2622.
- [10] 杨强,王涛.榆林地区土地利用/覆盖时空变化及其对生态脆弱性的影响[J].南京林业大学学报:自然科学版,2015,39(2):79-83.
- [11] 郑荣宝,倪少春,王龙.广州市土地利用总体规划与生态脆弱性的耦合分析[J].中国人口·资源与环境,2007,17(3):70-74.
- [12] 宋一凡,郭中小,卢亚静,等.一种基于 SWAT 模型的干旱牧区生态脆弱性评价方法:以艾布盖河流域为例[J].生态学报,2017,37(11):3805-3815.
- [13] Polsky C, Neff R, Yarnal B. Building comparable global change vulnerability assessments: The vulnerability scoping diagram[J]. Global Environmental Change, 2007, 17(3):472-485.
- [14] 王瑞燕,赵庚星,周伟,等.县域生态环境脆弱性评价及其动态分析:以黄河三角洲垦利县为例[J].生态学报,2009,29(7):3790-3799.
- [15] 宁雅楠,李贝,杨伟州,等.基于主成分分析法的土地利用景观分区研究:以青龙满族自治县为例[J].中国农业资源与区划,2016,37(2):22-28.
- [16] 李贝,杨扬,于莉,等.基于地形因子的县域耕地土壤侵蚀的空间自相关[J].土壤通报,2016,47(3):551-557.
- [17] 刘纪远,张增祥,庄大方,等.20 世纪 90 年代中国土地利用变化的遥感时空信息研究[M].北京:科学出版社,2005.
- [18] 国洪磊,周启刚,焦欢,等.三峡库区土地利用变化特征研究[J].水土保持研究,2016,23(2):313-317.
- [19] 门明新,赵同科,彭正萍,等.基于土壤粒径分布模型的河北省土壤可蚀性研究[J].中国农业科学,2004,37(11):1647-1653.
- [20] 雷波,焦峰,王志杰,等.黄土丘陵区不同植被带典型小流域生态脆弱性评价[J].自然灾害学报,2013,22(5):149-159.
- [21] 韦晶,郭亚敏,孙林,等.三江源地区生态环境脆弱性评价[J].生态学杂志,2015,34(7):1968-1975.
- [22] 姚雄,余坤勇,刘健,等.南方水土流失严重区的生态脆弱性时空演变[J].应用生态学报,2016,27(3):735-745.
- [23] 黄方,刘湘南,张养贞. GIS 支持下的吉林省西部生态环境脆弱态势评价研究[J].地理科学,2003,23(1):95-100.
- [24] 张菁,侯康,李旭祥,等.基于 GIS 和 RS 的延安地区土地利用及生态脆弱性评价[J].测绘与空间地理信息,2015,38(6):26-31.
- [25] 徐庆勇,黄玫,刘洪升,等.基于 RS 和 GIS 的珠江三角洲生态环境脆弱性综合评价[J].应用生态学报,2011,22(11):2987-2995.