

生态脆弱区土地利用变化及驱动力 ——以河北省张北县为例

李艳华, 许月卿, 孙丕苓, 赵菲菲

(中国农业大学 资源与环境学院 土地资源管理系, 北京 100193)

摘要: [目的] 研究河北省张北县的土地利用变化及其驱动因素, 为该区域土地管理决策和土地资源可持续利用供科学依据。[方法] 以 1989, 1995, 2000, 2010 年 TM 遥感影像为数据源, 运用遥感、地理信息系统、数理统计分析技术与方法, 系统分析了张北县土地利用变化的时空特征, 剖析了土地利用变化的驱动因素。[结果] 张北县主要地类为耕地、林地和草地, 1989—2010 年土地利用数量变化主要表现为耕地和草地面积的减少, 林地和建设用地面积的增加, 其中 2000—2010 年土地利用变化更为剧烈; 地类转换主要表现为耕地、草地向林地转变以及耕地、草地向建设用地的转变; 空间变化主要表现为东部坝头地区林地增加明显, 中部平原地区建设用地扩张明显。[结论] 近 20 年来张北县土地利用变化明显, 主要受自然及社会经济因素综合影响。此外政策因素也是该区域土地利用变化的主要驱动因素。

关键词: 生态脆弱区; 土地利用变化; 驱动力; 典型相关分析

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)05-0239-06

中图分类号: F301.24

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.20150909.002

Land-use Change and Its Driving Forces in Ecologically Fragile Region

— A Case Study of Zhangbei County, Hebei Province

LI Yanhua, XU Yueqing, SUN Piling, ZHAO Feifei

(Department of Land Resources and Management, College of

Resources and Environmental Science, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: [Objective] This paper aimed to investigate the land use change and its driving forces in Zhangbei County, Hebei Province to provide references for the decision-making in land use management and sustainable use of land resources in this region. [Methods] Based on the TM remote sensing images in 1989, 1995, 2000, and 2010, using the technology and method of remote sensing, geographic information system and multivariate statistical analysis, this paper analyzed the spatial and temporal variations of land use in Zhangbei County. Factors driving land-use change were investigated. [Results] The main land-use types in Zhangbei County were arable land, forest land and grass land. During the period of 1989—2010, arable land and grass land decreased and forestland and construction land increased, especially in the period from 2000 to 2010. As to the land use types, arable land and grassland mainly changed into forestland and construction land. As to the spatial variation, forest land increased significantly in the eastern edge of Zhangbei Bashang Plateau, and the construction land expanded dramatically in the central plain of the county. [Conclusion] Major land-use change has occurred in Zhangbei County in the past 20 years owing to the influence of natural and social-economic factors.

Keywords: ecologically fragile region; land-use change; driving force; typical correlation analysis

自 1995 年国际地学与生物圈研究计划(IGBP) 用/土地覆被变化”研究计划以来,土地利用/覆被变
与全球环境变化人文计划(HDP)联合提出“土地利 化(LUCC)一直是全球变化研究的热点问题^[1]。利

收稿日期:2014-06-03

修回日期:2014-08-29

资助项目:国家自然科学基金项目“环京津冀北贫困带土地利用变化及其优化利用调控研究”(41171088),“基于多源数据融合的冀北贫困带土地利用多功能演变研究”(41571087)

第一作者:李艳华(1989—),女(汉族),江苏省南通市人,硕士研究生,研究方向为土地利用/覆被变化、土地可持续利用。E-mail: 809109719@qq.com。

通信作者:许月卿(1972—),女(汉族),河北省定州市人,博士,副教授,主要从事土地利用变化与可持续利用、土地资源利用与评价等方面研究。E-mail: xmoonq@sina.com。

用遥感影像作为数据源,地理信息系统作为分析数据的技术支持,分析区域土地利用变化及其驱动力成为土地利用/覆被变化研究的重要方向。目前,众多学者在土地利用/覆被变化的特征、驱动力以及趋势预测等方面开展了大量研究,并取得了一系列研究成果^[2-7]。但以往研究多关注大城市周围及经济快速发展的热点地区,而对生态环境脆弱区域的土地利用变化研究有待进一步加强。生态脆弱区土地利用变化敏感,全球环境响应比较突出,研究生态脆弱区的土地利用变化及其驱动机制对于丰富土地利用变化科学研究的实证研究以及促进 LUCC 和全球土地计划研究的集成和完善具有重要意义^[8-11]。

张家口市地处京津冀都市圈生态功能区,在阻挡风沙、保障京津生态安全方面处于重要的战略地位,又是京津地区的重要水源地。这里生态环境脆弱,土地退化严重,人们生活贫困,土地利用矛盾尖锐。随着京津冀一体化和区域协作发展进程的推进,张家口市迎来了前所未有的发展机遇^[12-14],城市化和工业化进程将加速,各业用地需求将增加,土地资源供需矛盾将进一步加剧,迫切需要对这个特殊地域内土地利用变化的过程及其驱动机制进行研究。有鉴于此,本文选择张家口坝上张北县作为典型案例区,基于 1989,1995,2000,2010 年 4 期 TM 遥感影像,运用 PCC(post classification comparison)遥感解译技术、土地利用变化模型、主成分分析法及典型相关分析法,结合实地调查及问卷,系统分析 1989—2010 年张北县土地利用变化的时空特征,揭示土地利用变化过

程及其演变规律,探讨土地利用变化的驱动因素,以期为张北县及张家口市土地管理决策和土地资源可持续利用供科学依据。

1 数据来源和研究方法

1.1 数据来源

(1) 遥感数据。以 1989,1995,2000,2010 年 4 期 TM 影像为数据源,通过影像校正,将误差控制在一个像元内,按照统一标准进行人机交互解译,并到实地进行定点校对核实,将实地调研结果与解译结果进行对照,结果显示解译精度高于 85%,满足研究目的,进而得到张北县 1989,1995,2000,2010 年土地利用覆被图。

(2) 社会经济数据。社会经济数据主要是指研究区 2000—2010 年的历史统计数据,主要来源于《张家口社会经济统计年鉴》(2000—2010 年)以及 2000—2010 年张家口土地利用变更调查数据等。

1.2 研究方法

本文主要运用主成分分析和典型相关分析方法进行土地利用变化驱动力的定量研究。主成分分析和典型相关分析具体方法见参考文献^[5,15]。

依据科学性、数据的可获取性、因子能量化、与研究区土地利用变化具有较大的相关性等原则筛选与土地利用变化相关的驱动因素见表 1。将选取的指标在 SPSS 中进行数据标准化处理后进行主成分分析,进而进行典型相关分析,从而定量分析土地利用变化的主要驱动因素。

表 1 张北县土地利用变化驱动因素

编号	类型	驱动因子
I	经济发展	GDP X_{10} ;第一产业产值 X_{11} ;第二产业产值 X_{12} ;第三产业产值 X_{13} ;人均 GDP X_{14} ;经济密度 X_{15} ;固定资产投资 X_{16}
II	人口	农业人口 X_{20} ;非农业人口 X_{21} ;人口密度 X_{22} ;单位从业人口 X_{23}
III	生活水平	城乡居民储蓄存款余额 X_{30} ;人均储蓄余额 X_{31} ;农民人均纯收入 X_{32} ;城镇居民可支配收入 X_{33} ;社会消费品总额 X_{34}
IV	粮食安全保障	粮食播种面积 X_{40} ;粮食总产量 X_{41} ;粮食单产 X_{42} ;人均粮食产量 X_{43} ;人均耕地面积 X_{44} ;蔬菜产量 X_{45} ;有效灌溉面积 X_{46}
V	农业技术进步	农机总动力 X_{50} ;化肥折纯施用量 X_{51}
VI	自然因子	年平均气温 X_{60} ;年降雨量 X_{61}

2 结果与分析

2.1 土地利用变化分析

由表 2 可见,张北县土地利用类型以耕地、林地和草地为主,三者之和占到县域土地总面积的 90%。1989—2000 年,耕地、草地和未利用地面积减少,林

地、园地、建设用地和水域面积增加。其中耕地面积减少最多,期间耕地占土地总面积的比例减少了 11.58%。林地增加面积最多,2010 年林地面积将近为 1989 年的 3 倍,其中 2000—2010 年林地面积增加最为明显,期间林地增加面积占研究期间总增加面积的 75.26%。

表 2 张北县 1989,1995,2000,2010 年土地利用类型面积及比例

土地利用类型	1989		1995		2000		2010	
	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%
耕地	221 464.00	53.16	217 976.80	50.34	214 537.00	49.63	175 492.00	41.58
林地	45 883.00	10.61	52 305.00	12.08	56 931.00	13.17	120 976.00	28.67
草地	124 910.00	28.87	122 162.00	28.22	120 528.00	27.88	84 134.00	19.94
园地	119.00	0.03	124.00	0.03	130.00	0.03	151.00	0.04
建设用地	9 398.00	2.17	9 464.00	2.19	9 585.00	2.22	10 621.00	2.52
水域	11 385.00	2.63	11 489.00	2.61	11 337.00	2.62	11 708.00	2.77
未利用地	18 953.00	4.38	18 808.73	4.34	18 607.13	4.30	17 987.00	4.26
合计	431 934.00	100.00	431 934.00	100.00	431 934.00	100.00	431 934.00	100.00

从不同阶段各地类转换看(表 3),张北县各地类之间的转换以耕地、林地、草地、建设用地之间的转换最为显著。1989—1995 年间主要表现为耕地、林地、草地之间的相互转换,少量耕地和草地转化为建设用地,部分未利用地转化为草地及水域;1995—2000 年地类转换与 1989—1995 年类似,但转换剧烈程度有所增加;2000—2010 年为地类转化剧烈阶段,大量耕地和草地转化为林地,部分耕地和草地转换为建设用

地,未利用地向草地转化幅度也有所增加。

相对于前两个阶段,2000—2010 年间各地类之间转换幅度与剧烈程度均显著增加。耕地转换成林地的比例在 1989—1995 年间为 2.52%,在 2000—2010 年期间则增加到 18.06%;耕地转为建设用地的比例在 1989—1995 年为 0.02%,在 2000—2010 年则增加到 0.18%;草地转为林地的比例在 1989—1995 年为 1.03%,在 2000—2010 年期间则增加到 23.4%。

表 3 1989—1995,1995—2 000,2000—2010 年土地利用类型转换面积

hm²

项目	1995 年						
	耕地	林地	草地	园地	建设用地	水域	未利用地
1989 年	耕地	—	5 584.22	1 403.44	—	48.13	63.24
	林地	1 758.72	—	592.73	—	—	—
	草地	1 069.64	1 284.50	—	—	121.77	333.82
	园地	—	—	—	—	—	—
	建设用地	—	—	—	—	—	—
	水域	—	—	153.86	—	—	—
	未利用地	51.87	—	301.59	—	—	206.99
项目	2000 年						
	耕地	林地	草地	园地	建设用地	水域	未利用地
1995 年	耕地	—	6 272.15	1 272.47	11.86	74.89	63.83
	林地	2 017.83	—	533.90	—	16.14	—
	草地	1 284.26	1 802.94	—	—	42.59	312.75
	园地	—	—	—	—	—	—
	建设用地	—	—	—	—	—	—
	水域	—	—	100.56	—	—	113.42
	未利用地	51.87	23.15	597.9	—	—	54.06
项目	2010 年						
	耕地	林地	草地	园地	建设用地	水域	未利用地
2000 年	耕地	—	38 754.60	1 542.34	18.15	376.05	55.88
	林地	158.31	—	216.06	—	57.16	—
	草地	2 224.84	28 249.50	—	—	581.76	352.30
	园地	—	—	—	—	—	—
	建设用地	—	—	—	—	—	—
	水域	—	—	126.08	—	—	7.59
	未利用地	—	78.57	800.51	—	—	58

从土地利用类型空间转换看,1989—2000 年耕地和草地之间的转换较为明显,有部分耕地向草地转化,亦有部分草地向耕地转化,这符合了张北县地处农牧交错带的地理背景,当地农民亦农亦牧,主要靠

种植业和畜牧业为生,因此在 2000 年以前县域耕地与草地转换显著,且多分布在中部平原地区。2000—2010 年大量耕地和草地向林地转化,在东部地势较高的坝头地区转化更为明显。中部平原地区部分草

地向耕地转化,部分耕地和草地向建设用地转化,部分草地退化成未利用地。

2.2 土地利用变化驱动机制分析

基于张北县土地利用时空变化趋势的分析,以张北县土地利用变化较为剧烈的时期 2000—2010 年为研究期,根据表 1 中相关指标,借助 SPSS 软件平台,采用主成分分析及典型相关分析方法,定量分析土地利用类型变化的主要驱动因子,剖析张北县土地利用变化的内在及外在驱动机制。

2.2.1 主成分分析 通过分析各成分特征值及贡献率,第 1 主成分的贡献率为 65.41%,第 2 主成分的贡献率为 16.14%,第 3 主成分的贡献率为 9.68%,前 3 个主成分贡献率之和为 91.23% > 85%,表明前 3 个主成分的数值变化包含了所选指标的大部分信息,可用第 1,2,3 主成分来代替原有指标。通过相关系数分析,最终选取对主成分贡献率较大的 GDP X_{10} ,人均 GDP X_{14} ,经济密度 X_{15} ,非农业人口 X_{21} ,农民人均纯收入 X_{32} ,城镇居民可支配收入 X_{33} ,粮食总产量 X_{41} ,人均粮食产量 X_{43} ,年降雨量 X_{61} 进行下一步的

典型性相关分析。

2.2.2 典型相关分析 基于上述主成分分析结果,将 2000—2010 年耕地、林地、草地、建设用地、未利用地面积变化量设为因变量,园地和水域两者变化程度较小,由 SPSS 共线性排除未进入,因此不予考虑。2000—2010 年 GDP、人均 GDP、经济密度、非农业人口、农民人均纯收入、城镇居民可支配收入、粮食总产量、人均粮食产量、年降雨量的变化量为土地利用变化驱动因子,在 SPSS 软件支持下进行土地利用变化驱动因素典型相关分析。

典型载荷体现 2 个变量组 X 和 Y 之间的相关程度,将每一变量从其余变量中逐步分离,以分析土地利用格局变化的主要驱动因素^[15]。经典型相关系数检验和冗余度分析,前 3 个典型变量的典型相关系数均大于 0.8,相关性极为显著,其被自然、社会经济因素解释的比例较高,在 87% 以上,后两个典型变量被自然、社会经济因素解释的比例较低,解释效果较差(表 4)。可见,张北县的土地利用格局主要受自然条件和社会经济因素的综合影响。

表 4 土地利用结构及驱动因素的典型载荷

变量名称及含义		典型载荷(典型变量)				
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
土地利用 类型	耕地 Y_1	-0.845	0.412	0.196	0.060	0.168
	林地 Y_2	0.711	-0.449	-0.215	-0.203	-0.127
	草地 Y_3	-0.654	0.695	0.219	0.121	0.161
	建设用地 Y_4	0.717	-0.408	-0.404	-0.105	-0.110
	未利用地 Y_5	-0.601	0.543	0.164	-0.073	0.179
社会经济、 自然条件	GDP X_1	0.132	-0.383	-0.449	-0.375	-0.228
	人均 GDP X_2	0.153	-0.353	-0.353	-0.404	-0.247
	经济密度 X_3	0.109	-0.370	-0.360	-0.383	-0.235
	非农业人 X_4	0.886	-0.379	-0.393	0.453	-0.047
	农民人均纯收入 X_5	0.818	-0.396	-0.379	-0.333	-0.187
	城镇居民可支配收入 X_6	0.300	-0.308	-0.446	-0.329	-0.242
	粮食总产量 X_7	0.650	-0.032	-0.173	0.039	-0.048
	人均粮食产量 X_8	-0.562	-0.037	-0.153	0.063	-0.031
	年均降水量 X_9	0.559	0.683	0.070	-0.072	0.257

第 1 个典型变量将耕地减量从其他地类中分离出来,与之相对应的解释变量主要是非农业人口和农民人均纯收入。可见耕地面积变化主要受人口结构和农民收入影响,且非农业人口和农民人均纯收入与耕地面积呈负相关。

第 2 个典型变量将草地减量从其他地类中分离出来,与之相对应的解释变量主要是年均降水量。可见草地面积变化主要受自然因素影响,且年均降水量与草地面积呈正相关。

第 3 个典型变量将建设用地增量从其他地类中分离出来,与之相对应的解释变量主要是 GDP 和城镇居民可支配收入。可见建设用地面积变化主要受

经济总量和居民收入影响,且 GDP 和城镇居民可支配收入与建设用地面积呈正相关。

第 4 个变量解释的是林地增加量和第 5 个变量解释的未利用地减量和社会经济因素相关量较小。这主要是因为林地面积的变化更受当地生态脆弱条件以及国家在当地实施的生态保护政策影响,与社会经济因素相关性较小。

3 讨论

3.1 土地利用变化驱动因素解释

由典型相关分析可知,张北县 2000—2010 年土地利用结构的变化,尤其是耕地、草地和建设用地的

面积变化与张北县社会经济发展、城市化进程的推进、城镇居民和农民生活水平提高以及自然气候状况有密不可分的关系。

耕地面积的变化主要与非农业人口的增加和农民生活水平的提高有关。人口因素是影响土地利用结构变化的最活跃的因素,主要表现为人口总量的增加,人口结构的变化以及人口从事行业或者生活区域的改变。张北县自 2000 年以来非农业人口持续增加,城市化率不断提高。2000 年县域非农业人口仅为 4 万人左右,2010 年县域非农业人口增加到 7 万人,农业人口非农化趋势导致农业用地用途的转变,耕地面积呈现持续减少态势,逐渐向建设用地或生态用地转变(图 1)。

此外,耕地面积的变化还与农民生活水平的提高有关。2000—2010 年农业始终是县域的主要支撑产业,农民是县域人口的主体,对县域土地利用结构变化起着重要的推动作用。由图 1 可知,在研究期阶段,县域农民人均纯收入和粮食单产均呈现逐渐上升的趋势。在对张北县农户问卷调查的过程中发现县域农民收入来源以外出打工、农业生产和土地承包以及旅游业收入为主,农民从农业生产中解脱出来,农民收入来源不再以农业生产为主。由此必然导致耕地面积的减少,耕地被弃荒转变为草地或者因政策要求变为林地。进城务工的人口势必带动城镇的进一步扩张,对住宅、商业、娱乐用地的需求日益增加,建设用地面积进一步增加,同时使得一部分耕地被建设用地占用。

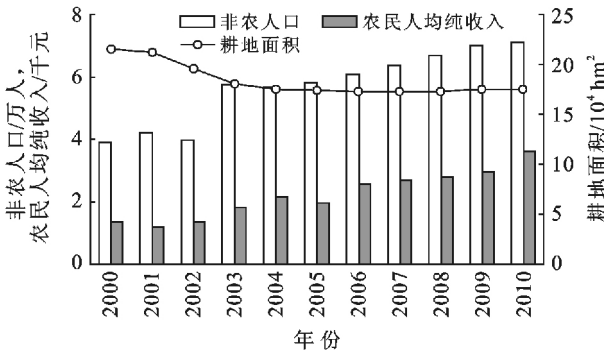


图 1 张北县 2000—2010 非农业人口、农民人均纯收入及耕地面积变化

草地面积的变化主要受自然因素影响。由图 2 可见,2000—2010 年降水量总体呈下降趋势,张北县干旱化现象日趋严重,草地面积呈现减少的趋势。张北县农民以农业生产和牧业生产为主要生计来源,草地的面积及质量的保证是当地牧民得以生存的前提。张北县草地中有部分荒草地存在,不适合放牧活动,

因此针对该部分荒草地应将其培育成人工草场或者改造为林地。

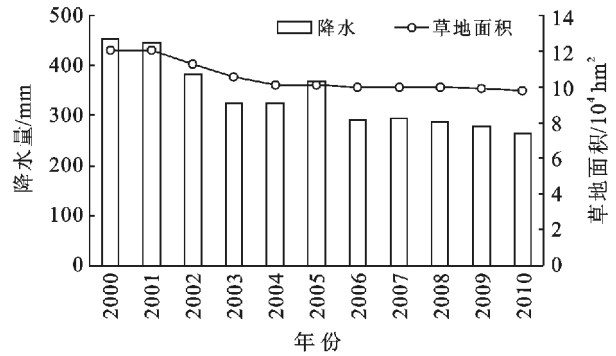


图 2 2000—2010 降水及草地面积变化

建设用地变化主要受社会经济发展程度和城镇居民生活水平因素驱动。张北县属于国家重点扶贫县,研究期属于县域经济调整期,产业布局仍以第一产业为主,二三产业发展迅速。由图 3 可知,2000—2010 年张北县经济总量增长迅速,县域经济发展态势良好。经济总量的增长促进县域建设性投资,这为建设用地面积扩张,加速县域城镇化进程提供了强有力的支撑。以旅游业为主导的第三产业的飞速发展,亦需要更多的旅游地产等建设用地的保障,因此在此期间建设用地面积处于不断上升趋势。

城镇居民生活水平的提高促进县域对建设用地的需求。由图 3 可见,2000 年张北县城镇居民可支配收入不到 4 000 元/人,2010 年增长到 12 000 元/人,城镇居民生活水平显著提高。城镇居民可支配收入的提高促进城镇居民消费活动以及不动产投资等积极性,增加了对城市住宅及基础设施用地的需求,促使城镇范围进一步扩张,建设用地面积呈现持续增加趋势。

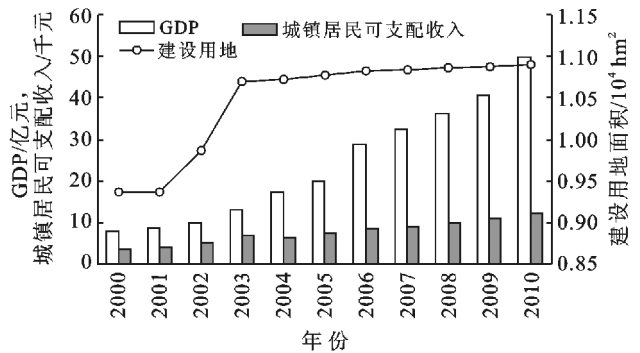


图 3 2000—2010 张北县经济总量、城镇居民可支配收入及建设用地面积变化

3.2 政策因素与土地利用变化

前面土地利用变化驱动因素定量分析未考虑难

以量化的政策因素,而政策驱动因素在张北县土地利用变化过程中起到重要作用。张北县是典型的北方农牧交错区,气候干旱,风沙较大,水土流失及盐碱化较为严重。为了改善当地的生态环境,政府在 2000 年启动了退耕还林试点工程,县委、政府确立了“为京津阻沙源保水源,为农民增资源拓财源”的工程建设方略,致使 2000—2010 年大量耕地及草地向林地转变,林地面积在这 10 a 翻了一番,可见退耕还林工程成效较为显著。而增加的林地有 60.5% 来源于耕地,属于退耕还林。

此外,张北县 1999 年开始把调整农业结构当作全县农业和农村经济发展的头等大事,形成畜牧业为主导产业,马铃薯、蔬菜、甜菜、杂豆为特色高效作物的“一主四特”农业经济结构格局。1998 年全县进一步推进了小型水利工程产权制度改革,进一步完善了农业生产条件,发展了节水喷灌,加快了水利建设步伐。1998 年全县打机井 121 眼,大口井 45 眼,各类农田小井 2 507 眼,并利用新打的各类农田井发展喷灌面积 $1.93 \times 10^3 \text{ hm}^2$,全县水利建设和节水灌溉有了新的突破。两者的结合使得县域内水浇地面积迅速增加,尤其是 2000 年以后,呈现出大幅增加的趋势,而水浇地来源一般都为旱地,因此旱地面积在 2000 年以后减少速度更快。

4 结论

(1) 1989—2010 年,张北县土地利用类型以耕地、林地、草地为主,期间耕地、草地、未利用地面积减少,其他地类面积均在增加;耕地减少主要分布在县域东北部,中部平原地区建设用地扩张明显,林地增加最显著的区域分布在县域东北部坝头地区,且 2000—2010 年增加更为剧烈;地类转换主要变现为耕地、草地向林地以及建设用地转换,未利用地向其他地类间的转换,其中以 2000—2010 年转换最为剧烈。

(2) 张北县土地利用变化受自然及社会经济因素综合影响。人口结构和农民收入是影响耕地面积变化的主要因素,草地面积变化与自然因素降水量具有密切关系,建设用地面积变化主要受经济总量和居民收入影响。此外,政策因素如退耕还林还草政策亦是导致县域地类变化的重要驱动因素。

(3) 张北县作为张家口坝上第 1 县,是坝上保育发展区和坝下优化发展区的过渡地带,土地利用以农林牧业为主。随着京津冀一体化政策进程的推进,张北县社会经济将得到快速发展,未来土地利用供需矛盾将加剧,寻求既满足自身区域社会经济需求又满足

京津冀对其生态涵养功能定位要求的土地利用结构模式,将成为区域可持续发展过程中面临的主要关键问题。

[参 考 文 献]

- [1] Turner B L, Meyer W B, Skole D L. Global land-use/land-cover change: Towards an integrated study [J]. *Ambio*(Sweden), 1994,23(1):91-95.
- [2] Rutten M, van Dijk M, van Rooij W, et al. Land use dynamics, climate change, and food security in Vietnam: A global-to-local modeling approach [J]. *World Development*, 2014(59):29-46.
- [3] Schlottmann A. Systems and methods for multivariate influence analysis of heterogenous mixtures of categorical and continuous data: U. S. Patent 8,065,247[P]. 2011-11-22.
- [4] 蒙古军,李正国. 河西走廊土地利用格局及影响因子研究:以张掖绿洲为例[J]. *北京大学学报:自然科学版*, 2003,39(2):236-243.
- [5] 高啸峰,王树德,宫阿都,等. 基于主成分分析法的土地利用/覆被变化驱动力研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2009,25(1):36-39.
- [6] 覃琳,邱凌,朱玉碧,等. 基于主成分分析法的重庆市九龙坡区土地利用变化驱动机理研究[J]. *中国农学通报*, 2012,28(5):240-246.
- [7] 孙丕苓,许月卿,王数. 环京津贫困带土地利用变化的地形梯度效应分析[J]. *农业工程学报*, 2014,30(14):277-288.
- [8] 吕晓芳,王仰麟,张镜铨,等. 宁夏中部生态脆弱区土地利用变化及沙漠化响应:以宁夏盐池县为例[J]. *地理研究*, 2007,26(6):1156-1164.
- [9] 邴广路,石培基,居玲华. 生态脆弱区土地利用变化及驱动因素分析:以张掖市为例[J]. *干旱区研究*, 2010,27(2):169-175.
- [10] 文琦,刘彦随,王建兴. 生态脆弱区土地利用格局演变及其生态响应:以榆林市为例[J]. *地域研究与开发*, 2010,29(2):104-109.
- [11] 田媛,许月卿,郭洪峰,等. 基于多分类 Logistic 回归模型的张家口市农用地格局模拟[J]. *资源科学*, 2012,34(8):1493-1499.
- [12] 吴群刚,杨开忠. 关于京津冀区域一体化发展的思考[J]. *城市问题*, 2010(1):11-16.
- [13] 马国霞,徐勇,田玉军. 京津冀都市圈经济增长收敛机制的空间分析[J]. *地理研究*, 2007,26(3):590-598.
- [14] 钟茂初,潘丽青. 京津冀生态:经济合作机制与环京津贫困带问题研究[J]. *林业经济*, 2007,83(10):44-47.
- [15] 龙花楼,李秀彬. 长江沿线样带土地利用格局及其影响因子分析[J]. *地理学报*, 2001,56(4):417-425.