黑龙江北部边境样带土地利用时空变化特征及其驱动因素*

刘　丹　璩路路　李琳娜†
(北京师范大学地理科学学部，100875，北京)

摘要　选取黑龙江省北部边境24个县市为样带，基于1995、2015年2期土地利用/覆被数据，利用空间分析、多元线性回归和地理探测器等方法，从时空耦合角度对样带的土地利用变化的时空特征进行分析，并以林地-耕地转换为例，探索土地利用变化的驱动因素．结果表明：1)1995—2015年，样带以耕地面积增长、林地和未利用地面积减少为土地利用/土地覆被变化的主要特征．研究区中的大兴安岭区、小兴安岭区、三江平原区耕地面积的增加速度逐渐加快，相应林地和未利用地面积减少的速度逐渐加快．林地-耕地类型的转移是研究区土地利用变化的主要类型，空间上集中分布在三江平原和小兴安岭北部的农林交错区；2)相对于自然资源因素，社会经济因素对农林交错区的林地-耕地转移的影响更大，主要受人口增长、产量增收和经济效益提高的影响；3)根据不同区域林耕转换的主导因素与驱动机制差异，将林地-耕地转移的典型县市划分为人口主导型、产量主导型和经济效益主导型3种地域类型．

关键词　土地利用时空变化；驱动因素；北方边境样带；地理探测器；黑龙江
中图分类号　K901.4　　**DOI**：10.12202/j.0476-0301.2020049

边境地区是国家对外开放，进行贸易往来的重要地区和门户，其自然资源、社会经济均具有其独特性[1−5]，逐渐成为国内外学者关注的重点区域．黑龙江北部边境地区与俄罗斯隔江相望，境内水系众多，西北部的大兴安岭地区是我国面积最大的现代化国有林区，中部的小兴安岭辖区内包含我国重要的木材生产基地、商品粮基地和矿产资源城市，东北部的三江平原被誉为我国的“北大仓”，也是我国最大的沼泽区，水土资源十分丰富．然而，由于地理位置、自然资源等条件的限制，该区域初期发展落后于我国其他地区．近年来，随着沿边开放、“兴边富民”政策的出台，“一带一路”战略的推进，黑龙江北部边境形成了“三点一线”的沿江开放带，以出口商品加工业和相应的第三产业为主的边境经济合作区迅速发展，人类社会经济活动对该区域的影响逐渐扩大，尤其表现为土地利用/覆被变化(LUCC)显著，生产、生活、生态用地的矛盾日益突出．因此，揭示该区域土地利用变化的时空格局，探索其驱动因素及作用机制，既有利于从土地利用的角度探索该区域的可持续发展战略，也为我国新时期推动兴边富民政策实施，保障我国地缘生态功能和国土生态安全提供支撑．

LUCC变化受到人类活动的深刻影响，是人类作用于自然现象和生态过程的体现[6]．在全球环境变化的大背景下，LUCC变化成为研究热点[7]．研究者从区域、国家、乃至全球等多尺度[8−11]围绕土地利用变化的空间分布、时间动态、驱动因素以及综合效应开展了广泛研究．其中：在区域尺度上，国内学者分析了北方农牧交错区[12−14]、西北黄土高原地区[15−16]、西南山地丘陵地区[17−18]、黄淮海平原[19]以及长三角[20−21]、珠三角[22]、京津冀[23−24]等城市群地区的土地利用变化特征，并探讨了其驱动因素及生态环境效应；在区域土地利用变化规律研究方面，形成了丰富的理论和相对成熟的方法，但对我国边境地区的土地利用格局和变化过程关注较少．其中：矫德阳[25]针对中俄边境地区的土地利用变化展开研究，结果表明研究期间绥芬河-波格拉尼奇内地区建设用地面积持续增长，绥芬河市建设用地面积变化与边境贸易额呈现显著正相关；刘清[26]关注中蒙边境，发现我国内蒙古与蒙古近20年的土地覆被变化趋势差异明显，耕地、林地面积在我国内蒙古地区增加，在蒙古境内则减少；李秋

* 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室开放基金资助项目(KF2018-01)；国家自然科学基金资助项目(41701119；42071227)；中央高校基本科研业务费专项资助项目(2017NT03)
† 通信作者：李琳娜(1986—)，女，博士，讲师．研究方向：土地利用、交通规划与城乡发展．E-mail：lilinna@bnu.edu.cn
收稿日期：2020-03-13
(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

萍等[27]发现位于中越边境的广西壮族自治区西南部地区以草地、未利用地、林地和耕地之间类型的转化为主要特征. 目前,现有研究较少从样带的角度揭示边境地区土地利用的空间异质性,也缺乏从自然和社会经济等多重因素角度综合系统地揭示边境地区的土地利用变化驱动机制.

本文尝试从样带的角度揭示黑龙江北部边境地区土地利用的空间异质性,并综合自然和社会经济因素系统揭示该区域的土地利用驱动机制,旨在科学推进边境地区土地政策创新,以期更好地深化对黑龙江北部边境地区土地利用变化及其驱动机制的综合认知,为该区域的土地政策制定、生态环境保护和社会经济可持续发展提供科学参考.

1 研究区概况与研究方法

1.1 样带选取与概况 样带研究主要关注沿某主导驱动因素在梯度上有规律变化或有明显差异特征的线状区域. 本文将黑龙江省北部边境线以南100 km以内的县域设定为研究样带[28],西北起漠河县,东南至抚远县,包含24个县级行政单元. 该样带具有以下特点:1)覆盖多种地貌类型,总体呈西北—东南走向,地势为西北高东南低,地貌类型复杂,包含山地、丘陵、漫岗、平原、沟谷和漫滩等多种类型;2)气候具有地域差异性和过渡性,地表植被类型多样,少数民族汇集,生活方式和民族文化多元;3)从西北到东南,跨林业区、农林交错带和农业区,由于农业开垦和社会经济迅速发展,导致土地快速开发,土地利用动态变化相对显著[29]. 总体而言,该样带的选取在自然资源和社会经济方面均具有显著的梯度差异性.

黑龙江省位于中国东北部,总面积4.73×10^5 km^2. 样带面积为213 709.5 km^2,约占黑龙江省总行政区面积的45.2%,介于45°45′~ 53°33′N,121°11′~ 135°05′E之间,东、北部与俄罗斯相望,西部与内蒙古相邻,边境线长3 045 km. 截至2015年末,黑龙江省常驻人口数量达3 812万人,其中,乡村人口1 570.5万人,实现GDP 15 174.5亿元,第一产业产值2 633.5亿元,人均GDP 39 699.0元.

1.2 数据来源 以黑龙江省北部边境样带范围内的县级行政单位为研究单元,主要包括研究区的土地利用、社会经济和自然环境数据. 其中,土地利用数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心提供的1995和2015年30 m×30 m土地利用栅格数据;社会经济数据来源于中国科学院资源环境平台提供的1995和2015年中国人口、GDP空间分布千米网格数据集,黑龙江省统计年鉴、统计公报以及公开发表的论文数据;自然环境数据包括高程、坡度、坡向等信息,主要通过中国科学院的自然资源数据库中的DEM数据提取.

1.3 研究方法 采用土地利用转移矩阵分析土地利用变化特征,识别出不同土地利用变化类型的典型区,为避免分析结论受到尺度效应的影响,采用1 km×1 km单元网格作为多源数据集成评价的基本单元,与土地利用变化栅格图进行叠加,完成研究区网格. 最后通过多元回归分析和地理探测器的因子探测,分析社会经济和自然资源等多个因素对各土地利用类型变换空间格局的影响机制.

2 结果分析

2.1 土地利用变化的时间演变 基于黑龙江省北部边境样带1995和2015年的土地利用数据,得出近20年研究区的土地利用变化特征(表1). 样带的土地利用类型以林地和耕地为主,分别约占研究区面积的60%和20%,其次是草地、未利用地、水域,占比最少的是城乡建设用地. 从1995—2015年各类型土地面积数据可知,耕地、水域、城乡建设用地的面积增加,林地、草地、未利用地的面积减少. 从增加幅度来看,耕地扩张现象明显,较1995年面积增加了5 507.15 km^2. 增加量最少的是城乡建设用地,仅增加了109.35 km^2;从面积减少来看,减少最多的是林地(3 585.38 km^2),其次是未利用地(2 078.63 km^2)和草地(80.16 km^2). 单

表1 1995、2015年研究区的土地利用结构

年份	面积/km^2(占比/%)					
	耕地	林地	草地	水域	城乡建设	未利用地
1995	45 044.77 (21.08)	133 462.20 (62.45)	16 517.98 (7.73)	2 941.60 (1.38)	1 802.19 (0.84)	13 942.86 (6.52)
2015	50 551.92 (23.65)	129 876.82 (60.77)	16 437.82 (7.69)	3 069.26 (1.44)	1 911.54 (0.89)	11 864.23 (5.55)
单一土地利用动态度/%	0.61	−0.13	−0.02	0.22	0.30	−0.75

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一土地利用动态度结果显示, 未利用地的年变化率绝对值最大, 达到了 0.75%, 其次是耕地的年变化率(0.61%), 年变化率最小的是草地(0.02%).

进一步将 1995 和 2015 年的土地利用数据进行叠加分析(表 2). 1995—2015 年, 黑龙江北部边境样带土地利用转移面积总量为 9 032.59 km^2, 以耕地开垦为主. 其中, 林地转为耕地(3 412.58 km^2)和未利用地转为耕地(2 102.95 km^2)是转移量最大的 2 部分, 分别占研究区所有土地利用类型转移量的 37.78% 和 23.28%, 草地转为耕地面积为 800.21 km^2. 因此, 土地利用变化特征主要体现为林地、草地和未利用地向耕地的转化. 这可能与样带大部分区域以农业发展为主有关, 通过不断地侵占林草用地和开发未利用地, 增大耕地面积.

表 2　研究区 1995—2015 年土地利用转移矩阵　　km^2

年份		2015					
		耕地	林地	草地	水域	城乡建设	未利用地
1995	耕地	44 167.96	526.49	170.47	10.13	74.46	95.26
	林地	3 412.58	12 8984.76	833.15	35.86	52.55	143.31
	草地	800.21	263.59	15 316.69	55.98	23.63	57.88
	水域	25.08	3.58	2.20	2 898.15	1.26	11.33
	城乡建设	43.16	0.83	0.83	0.78	1 755.80	0.78
	未利用地	2 102.95	97.58	114.47	68.36	3.85	11 555.66

2.2　土地利用变化的空间分布

2.2.1　*林地-耕地转移典型区*　林地-耕地转移(本文指林地向耕地的单向转移)是研究区 LUCC 最突出的类型. 林地-耕地转换主要集中在 3 个典型区域: Ⅰ区为小兴安岭北部地区, 转换面积为1 646.31 km^2; Ⅱ区为三江平原北部区, 转换面积为1 209.39 km^2; Ⅲ区为三江平原中部区, 转换面积为 417.28 km^2. 结合区域的自然条件和发展背景, 典型区具有以下特点: 1)曾经历了几次开荒高潮, 大量的农垦人口迁入, 在开荒政策的影响下, 进行了大规模的土地开发, 形成了以农业发展为主的格局; 2)水文条件较好, 3 个典型区分别分布在松花江、黑龙江、乌苏里江、挠力河水系及其支流附近, 具有丰富的地表和地下水资源, 有利于农业灌溉, 为区域农业生产提供了基础条件; 3)根据东北地区生态交错带划分, 林地-耕地转移典型区主要分布在农林交错区, 具有耕地和林地逐渐过渡、镶嵌分布和相互转变的特征.

2.2.2　*未利用地-耕地转移典型区*　未利用地-耕地转移是研究区土地利用/覆被变化幅度仅次于林地-耕地转移的类型. 主要分布在 2 个典型地区: Ⅰ区为嫩江县、五大连池地区; Ⅱ区为三江平原东北区(富锦市、抚远县、同江市). 经分析, 主要是沼泽地转移成耕地, 这 2 个典型区域分布着大量的沼泽地和盐碱地, 人类大规模的农业开发和利用, 使大量湿地农田化.

2.2.3　*城乡建设用地增长典型区*　城乡建设用地增长的地区主要分为口岸城市和市辖区(除口岸城市以外的市辖区) 2 种类型, 面积分别增加 55.59 和 37.47 km^2. 研究期间, 样带共有 9 个口岸城市, 其城乡建设用地增幅达 12.41%, 占研究区建设用地比例从 1995 年的 24.86% 上升至 2015 年的 26.35%, 面积增量占研究区城乡建设用地增量的 50.84%, 可见口岸城市城乡建设用地的扩张十分明显. 随着沿边开放政策的实施和“一带一路”战略的推进, 黑龙江省依托与俄罗斯接壤的地域优势, 不断加快口岸城市的建设, 对外贸易、交通、旅游业等随之扩大, 口岸经济成为刺激边境地区城乡建设用地增长的重要驱动力.

2.2.4　*其他土地类型转移典型区*　从各土地类型转移情况的空间分布来看: 林地-草地主要分布在大兴安岭地区(图 1-a); 草地-林地典型区主要分布在黑河市辖区以及呼玛县、嫩江县与黑河市交界处(图 1-b), 这与黑河市 1995 年对草地资源承包开发工作的调整有关; 耕地-林地转移的分布在空间上十分集中, 主要分布在伊春市的北部地区(图 1-c), 而草地-耕地转移分布则相对分散.

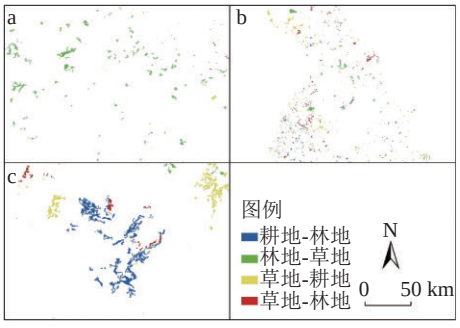

图 1　其他地类变化典型区分布

(2) 1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

地理探测器正确引用：
[1] Wang JF, Li XH, Christakos G, Liao YL, Zhang T, Gu X & Zheng XY. 2010. Geographical detectors-based health risk assessmen and its application in the neural tube defects study of the Heshun region, China. International Journal of Geographical Information Science 24(1): 107-127.
[2] Wang JF, Zhang TL, Fu BJ. 2016. A measure of spatial stratified heterogeneity. Ecological Indicators 67: 250-256.
[3] 王劲峰, 徐成东. 2017. 地理探测器：原理与展望. 地理学报 72(1): 116-134.
[Wang JF, Xu CD. 2017. Geodetector: Principle and prospective. Acta Geographica Sinica 72(1):116-134.]

2.3 土地利用变化的区域类型 结合黑龙江北部边境土地利用变化及其空间分布特征，将样带的土地利用变化分为 3 种类型：以林地面积减少，草地、耕地和城乡建设用地面积增加为主要特点的大兴安岭区；以耕地面积增加，林地、未利用地和草地面积减少为主要特点的小兴安岭区；以耕地面积增加，林地和未利用地面积减少为主要特点的三江平原区. 同时发现：从大兴安岭区到小兴安岭区到三江平原区，各区耕地面积变化的速度逐渐加大，林地和未利用地面积减少的速度逐渐加快；而草地面积的变化在各区表现为大兴安岭区、三江平原区增加，小兴安岭区减少；水域和建设用地的面积变化则主要集中在小兴安岭区.

2.4 土地利用变化的驱动因素 以样带主要的土地利用变化类型林地-耕地为例，参考相关研究选取的驱动因素[5,16,19,21,25]，并考虑到因子的可量化和可获取性，共选取人口密度(x_1)、农民收入(x_2)、农业总产值(x_3)、第一产业增加值(x_4)、粮食产量(x_5)、GDP(x_6)、化肥施用折纯量(x_7)、高程(x_8)、坡度(x_9)、坡向(x_{10})、到铁路的距离(x_{11})、到公路的距离(x_{12})12 个指标.

2.4.1 空间耦合特征分析 借助 ArcGIS 的空间分析功能，分别得到高程、坡度、坡向、到主要交通主干线的距离、人口、GDP 的空间分布，并用高程、坡度、坡向数据对林-耕转换进行区域提取，得到林地–耕地转换率与各个因子之间的空间耦合关系. 发现林-耕转换主要集中在海拔高度 200~500 m 的地势平坦的地区.

2.4.2 驱动因素探测 利用 SPSS 进行相关分析(表 3). 从相关系数 R 来看，x_{10} 与林地-耕地转换率未通过显著性检验，其余 11 个指标均通过显著性检验，与 x_1、x_2、x_3、x_4、x_5、x_6、x_7 呈正相关，x_8、x_9、x_{11}、x_{12} 则呈负相关. 将经过显著性检验的 12 个指标采用逐步进入的方式，进行多元线性回归，x_6 未进入模型.

表 3 林地-耕地面积与影响因子相关系数矩阵

土地类型		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}
林-耕	相关性	0.034	0.026	0.069	0.126	0.167	0.035	0.070	−0.277	−0.239	−0.004	−0.176	−0.106
	P	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.617	<0.001	<0.001

综合相关系数和多元回归的结果，保留除 x_{10} 和 x_6 以外的 10 项指标，分别与林地-耕地转换率进行空间探测分析. 并选用自然断点法(NB)、几何间隔法(GI)、百分位数值法(QU)、等距离法(EI)4 种离散方式，对各因子分别进行了 9、17 和 22 组的重分类，最终选取 q 最大的分组作为驱动因子的最佳离散方法：x_1、x_5、x_8、x_9、x_{11} 和 x_{12}，选用 QU 方式分 22 类，对于 x_2、x_3、x_4 和 x_7，选用 NB 方式分 2 类.

利用地理探测器对林地-耕地转换率的空间演变驱动因素进行探测，因子探测结果如表 4 所示. 综合空间耦合、相关分析和地理探测器的结果可以发现，对于林地-耕地转移典型区来说，社会经济因素对林地-耕地转换率的影响力大于自然资源因素，而人口增长、产量增收和经济效益提高是促进林地转化为耕地的主要影响因素.

表 4 因子探测结果

解释力	驱动因子									
	自然资源因子				社会经济因子					
	x_8	x_9	x_{11}	x_{12}	x_7	x_5	x_4	x_3	x_1	x_2
q	0.09	0.07	0.05	0.04	0.15	0.15	0.14	0.13	0.11	0.09

1)人口增长. 人口密度的增加对林地-耕地转移起到正向促进作用，一方面由于人口密度及总量的增长对粮食的需求增大，另一方面，林-耕转换典型区以农业发展为主，粮食生产成为农民的重要收入来源. 因此，为满足粮食需求和收入增长，耕地扩张保持增长趋势. 同时，人口增长势必增大土地的压力，典型区经历过开荒浪潮后，可开垦荒地资源已十分有限，位于农林交错带的典型区以蚕食周围林地的方式进行扩张.

2)产量增收. 产量增收在本文中直接体现为粮食产量提高，间接体现为化肥施用折纯量增大，数据表明，1995—2015 年，研究区粮食产量和化肥施用折纯量不断提高，而化肥投入是提高粮食单产的主要方式，因此，作为商品粮基地和以农业生产为主的典型区，产量提高能够极大激发农户的积极性. 总的来看，研究期间整个市场对该区域的粮食需求逐年上升，农

(C)1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

民收入进一步增加, 在市场经济的导向作用下, 产量增收是促进农林交错区林地向耕地转移的主要影响因素之一.

3)经济效益提高. 经济利益的驱动是林地-耕地转移的重要因素, 主要体现为第一产业增加值和农业产值的提高. 目前, 典型区内地区经济仍然以粮食生产为主导产业, 在二三产业发展相对不足的情况下, 增收来源还是以农业为主, 虽然近年来随着林业转型, 对外贸易增加、旅游产业兴起, 但种植业仍是典型区的主要产业类型, 再加之 1993—1995 年玉米、水稻等粮食价格大幅上涨, 农业税改革和农业补贴政策实施, 更激发了该区域农民从事种植业的欲望. 此外, 20 世纪 90 年代以来, 林业经济开始下滑, 受禁采和“天保”工程等影响, 林业经济面临转型, 虽然国家号召植树造林、退耕还林, 但是, 毁林开荒的强度和范围仍然大于退耕还林和植树造林的强度和范围.

此外, 海拔高度、坡度和到主要交通主干线的距离等反映地形地貌和交通区位的因子是人类社会经济因素驱动林地-耕地转换的基础和前提, 通过影响水热条件、积温和交通资源等影响土地利用方式, 在开发早期占主导的比例更大. 但随着开发程度不断加深, 优质的可开垦荒地资源减少, 自然因素对林地-耕地转移的影响逐渐弱化, 社会经济等人文因素逐渐变成林地-耕地转移过程的主导因素.

2.4.3 *驱动类型划分*　按照行政区划, 典型区涉及呼玛县、嫩江县、德都县、孙吴县、黑河市、逊克县、嘉荫县、抚远县、同江市、饶河县、桦川县、集贤县、宝清县、双鸭山市, 友谊县共 15 个县市, 利用地理探测器模型对人口、产量和经济效益 3 个方面分别进行多级探测, 结果表明不同的社会经济条件, 主导林地-耕地转换的因素不同, 根据主导因素的不同将 15 个县市划分为 3 种类型, 分别为人口主导型、产量主导型、经济效益主导型.

1)人口主导型. 包括德都县和饶河县 2 个地区, 以上地区的林地-耕地转移主要受人口增长的影响.

2)产量主导型. 包括抚远县、黑河市、呼玛县、桦川县、集贤县、嫩江县、双鸭山市、同江县、逊克县等 9 个地区, 以上地区的林地-耕地转移主要受粮食产量、化肥施用折纯量等作物产量和农业投入的影响.

3)经济效益主导型. 包括宝清县、嘉荫县、孙吴县和友谊县 4 个地区, 以上地区的林地-耕地转移主要受第一产业增加值、农业总产值的驱动.

3　结论与讨论

3.1 *结论*　基于 1995、2015 年 LUCC 数据, 利用空间耦合分析、多元线性回归和地理探测器等方法, 分析了黑龙江省北部边境样带土地利用变化的时空特征, 并以林地-耕地转移为例, 结合研究区的自然资源、社会经济状况, 探索了研究期间林地-耕地转移的驱动因素, 得出如下结论:

1) 1995—2015 年, 黑龙江省边境地区 LUCC 变化显著, 人地关系矛盾突出, 以耕地面积的增长, 林地和未利用地面积的减少为主要特征. 其中, 林地面积减少 3 585.38 km^2, 未利用地面积减少 2 078.63 km^2, 耕地面积净增加 5 507.15 km^2. 土地利用转移面积总量达 9 032.57 km^2, 其中, 林地向耕地转移是研究区土地利用变化的主要类型.

2) 1995—2015 年, 从大兴安岭区-小兴安岭区-三江平原区, 各区的耕地面积变化的速度逐渐加快, 林地和未利用地减少面积的速度逐渐加快, 而草地面积的变化在各区表现为大兴安岭区、三江平原区增加, 小兴安岭区减少; 水域和建设用地面积的变化则主要集中在小兴安岭区. 各地类变化在空间分布上主要聚集在以下地区: ①林-耕典型区, 包括 三江平原区和小兴安岭北部地区; ②未利用地-耕地典型区, 包括嫩江县、五大连池地区和三江平原东北地区; ③建设用地增长典型区, 包括口岸城市群; ④林-草典型区, 包括大兴安岭地区; ⑤草-林典型区, 包括黑河市辖区; ⑥耕-林典型区, 主要分布在伊春市的北部地区.

3) 1995—2015 年, 黑龙江省边境样带的林地-耕地转移受自然资源和社会经济等多重因素影响. 综合空间耦合、相关分析、多元回归和地理探测器的结果, 本文认为在农林交错区, 社会经济因素对林地-耕地转移的决定力大于自然资源因素, 且主要受人口增长、产量增收和经济效益提高的影响. 同时, 根据不同主导因素空间分异的作用力, 将林地-耕地转换的典型县市划分为 3 种地域类型: 人口主导型、产量主导型和经济效益主导型.

3.2 *讨论*　以往研究中, 学者们主要关注的是北方边境单一市、县级行政单元的土地利用变化, 研究土地利用变化类型相对单一, 缺乏对边境样带的梯度研究, 因此本文通过探索具有梯度性的黑龙江省北部边境样带, 发现耕地扩张逐渐由农耕区转向农林交错区, 在这些过渡地带大量林地和草地开垦、湿地开发, 导致了一系列生态环境问题; 退耕还林、还草和湿地保护等政策虽见成效, 但形势依旧不容乐观. 黑龙江作为我国重要的商品粮基地、国有林区和湿地集中分布区, 在发展粮食生产和林业经济的同时, 也承担保障区域生态安全的重任, 统筹人与自然协调发

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

展绝不能忽视. 因此, 当务之急是解决生产、生活和生态三者矛盾下产生的土地利用问题, 探索边境地区的可持续发展模式, 以期达到人口-土地-产业协同发展的目标.

此外, 本研究也存在一定的局限性. 由于数据和研究时间的限制, 本文选取的自然资源和社会经济指标有限, 同时仅分析了林地和耕地的驱动因素, 未来在研究边境地区土地利用的驱动因素时, 应考虑覆盖更多的影响因素, 更全面系统地分析不同土地利用转移类型的驱动机制. 同时, 进一步拓宽研究区域的范围, 开展我国北方边境地区全样带的研究, 具有十分重要的意义.

4 参考文献

[1] 狄春, 关国锋, 徐搏, 等. 黑龙江沿边开放带土地利用时空格局演变分析[J]. 中国国土资源经济, 2015, 28(7): 58

[2] 高倩, 方创琳, 张小雷, 等. 丝绸之路经济带核心区新疆城镇建设用地扩展的时空演变特征及影响机理[J]. 生态学报, 2019, 39(4): 1263

[3] 游珍, 封志明, 雷涯邻, 等. 中国边境地区人口分布的地域特征与国别差异[J]. 人口研究, 2015, 39(5): 87

[4] 穆沙江·努热吉. 新疆边境口岸经济与地方经济协调发展研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2018

[5] 刘郑伟, 付梅臣, 丁茜. 边境贸易地区土地利用变化驱动力演变研究[J]. 资源科学, 2018, 40(4): 729

[6] 杜鹃, 蒲秋, 史培军. "深圳巴彦浩特"地理样带土地利用及其对生态资产的影响[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2005, 41(5): 531

[7] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553

[8] 璩路路, 刘彦随, 周扬, 等. 罗霄山区生态用地时空演变及其生态系统服务功能的响应: 以井冈山为例[J]. 生态学报, 2019, 39(10): 3468

[9] 张蚌蚌, 孔祥斌. 基于细碎化的中国近30年耕地利用系统变化及耦合协调度[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2018, 54(3): 327

[10] GUO L Y, YANG R, WANG D L. A study on the spatial difference of farmland nitrogen nutrient budget in the Bohai Rim region, China[J]. Journal of Geographical Sciences, 2012, 22(4): 761

[11] LIU Y S, YANG R, LONG H L, et al. Implications of land-use change in rural China: a case study of Yucheng, Shandong Province[J]. Land Use Policy, 2014, 40: 111

[12] 周建, 张凤荣, 徐艳, 等. 基于降水量与土壤类型的北方农牧交错区土地利用/覆被格局及变化分析: 以科尔沁左翼后旗为例[J]. 地理研究, 2017, 36(7): 1210

[13] 李旭亮, 杨礼箫, 田伟, 等. 中国北方农牧交错带土地利用/覆盖变化研究综述[J]. 应用生态学报, 2018, 29(10): 3487

[14] 于元赫, 李子君, 林锦阔, 等. 沂河流域土地利用时空变化图谱特征分析[J]. 自然资源学报, 2019, 34(5): 975

[15] 刘建飞, 杨勤科, 梁伟, 等. 近30年来陕北黄土高原土地利用动态变化分析[J]. 水土保持研究, 2009, 16(2): 112

[16] 郭丽英, 刘彦随, 任志远. 生态脆弱区土地利用格局变化及其驱动机制分析: 以陕西榆林市为例[J]. 资源科学, 2005, 27(2): 128

[17] 臧玉珠, 刘彦随, 杨园园. 山区县域土地利用格局变化及其地形梯度效应: 以井冈山市为例[J]. 自然资源学报, 2019, 34(7): 1391

[18] 崔步礼, 李小雁, 姜广辉, 等. 基于DEM的山地丘陵区土地利用/覆被研究: 以青海湖流域为例[J]. 自然资源学报, 2011, 26(5): 871

[19] 程明洋, 刘彦随. 黄淮海平原非农化土地空间格局及其影响因素[J]. 地域研究与开发, 2019, 38(1): 170

[20] 张学儒, 周杰, 李梦梅. 基于土地利用格局重建的区域生境质量时空变化分析[J]. 地理学报, 2020, 75(1): 160

[21] 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

[22] 肖红克, 李洪忠, 王莉, 等. 粤港澳大湾区土地利用及生态系统服务价值的变化: 以广佛肇为例[J]. 水土保持研究, 2020, 27(1): 290

[23] 李进涛, 刘彦随, 杨园园, 等. 1985—2015年京津冀地区城市建设用地时空演变特征及驱动因素研究[J]. 地理研究, 2018, 37(1): 37

[24] 杨浩, 王子羿, 王婧, 等. 京津冀城市群土地利用变化对热环境的影响研究[J]. 自然资源学报, 2018, 33(11): 1912

[25] 矫德阳. 中俄边境贸易驱动下的区域土地利用演变及模拟研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2017

[26] 刘清. 中蒙跨边境地区近20年土地覆被格局与变化分析[D]. 南昌: 江西农业大学, 2016

[27] 李秋萍, 陆汝成, 梁宝坤, 等. 广西陆地边境地区土地利用信息图谱构建[J]. 水土保持研究, 2016, 23(6): 210

[28] 刘彦随, 杨忍. 中国县域城镇化的空间特征与形成机理[J]. 地理学报, 2012, 67(8): 1011

[29] 金晓敏, 李颖, 付波霖, 等. 1954—2015年不同地貌分区下湿地农田化过程的时空特征: 以完达山以北三江平原为例[J]. 生态学报, 2017, 37(10): 3286

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Spatial-temporal characteristics of land use change in the northern border transect of Heilongjiang Province, China

LIU Dan　QU Lulu　LI Linna†

（Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, 100875, Beijing, China）

Abstract　Land use change and its driving factors can be assessed to provide some guide for sustainable development in the border region. Land use change and land cover data in 24 selected counties in the northern border transect of Heilongjiang in 1995 and 2015 were subject to spatial analysis, multiple linear regression and geodetector method, to dissect the spatial-temporal characteristics of land use changes. Forest-cultivation land use change and major driving factors are studied. Land use and land cover in the northern border region showed significant changes from 1995 to 2015, with increased cultivated land, decreased forest and unused land, from Daxing'an Mountains to Xiaoxing'an Mountains to Sanjiang Plain. Forest-cultivation land use change was the main type and mainly distributed in Sanjiang Plain and the northern part of Xiaoxing'an Mountains. Forest-cultivation land use change was driven by many factors. In comparison with natural factors, socio-economic factors（urban population, grain yield, chemical fertilizer use and primary industry）were found to be more important. Taken into account of the different driving factors and dynamic mechanism in forest-cultivation land use change, typical counties can be divided into urbanization leading regions affected by urban population, agriculture oriented regions affected by grain yield and fertilizer utilization, industry constrained regions affected by primary industry.

Keywords　spatial-temporal land use change; driving factors; northern border transect; Geodetector; Heilongjiang Province

【责任编辑: 刘先勤】

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net