

基于东北地区耕地增减变化的资源环境保护策略

向雁, 陈印军*, 侯艳林

中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081

摘要 耕地和生态用地是维持生态安全和可持续发展的重要屏障, 研究其动态变化特征及转化关系, 将为生态环境保护决策提供依据。以东北地区为实证区, 采用1990、1995、2000、2005、2010、2015年6期 Landsat 遥感影像为数据源, 利用耕地动态度和土地利用转变矩阵量化数量变化。研究表明: 东北地区生态用地转化为耕地是耕地转化为生态用地的3.11倍, 生态用地中主要是林地和草地与耕地转化相对活跃, 水域与耕地间的转化面积相对较小; 黑龙江省和吉林省耕地面积的增减变化均使得生态用地逐期减少, 仍需加强未利用地的合理开发; 建设用地通过占用耕地扩张迅速, 耕地流向生态用地变少; 生态用地流向耕地和耕地流向建设用地的土地流动格局使东北地区生态用地面临巨大的压力; 严格控制草地开垦和建设用地的无序扩张、严禁毁林开荒是未来东北地区加强土地资源保护、促进经济与生态协调发展的有效途径。

关键词 中国东北地区土地利用; 耕地; 生态用地; 资源保护

耕地是人类生存和发展的基础性资源, 耕地资源数量不仅关系到粮食生产安全, 还关系到生态环境的保护, 其数量、质量和空间变化是土地可持续利用研究的重点^[1]。耕地的数量变化特征可以反映一个地区耕地与其他土地利用类型之间的数量结构变化, 进而体现人类活动对土地利用的影响^[2]。生态用地是维持区域生态系统健康与安全的重要载体, 为人类生存提供必需的生态服务空间^[3]。生态用地与非生态用地供需存在空间结构的博弈^[4], 长期以来, 具有生态系统服务价值的生态空间单元得不到切实可行的保护, 生态环境问题随之而来, 因此, 生态用地成为城市发展过程中

社会经济发展与生态环境保护矛盾的焦点。

为缓解区域耕地利用与生态环境之间的矛盾, 自1999年中国开始实施大面积推行生态退耕政策, 实施了一系列大型生态恢复工程, 如“三北”防护林、沙源治理工程等。生态用地与非生态用地之间的转化, 导致了大尺度、转换性的土地利用变化并在地区和国家尺度产生深远的环境影响, 受到政府和学界的广泛关注。学界关于生态用地与非生态用地的研究也显著增加, 多集中于生态用地的内涵^[5]、分类^[6]、时空演变^[7]、生态系统服务^[8]和安全格局构建^[9]等, 研究尺度主要基于城市或城市群。随着研究的深入, 增强大区域尺度空

收稿日期: 2019-05-20; 修回日期: 2019-06-10

基金项目: 中国工程院重大咨询项目(2018-XZ-36-03-02)

作者简介: 向雁, 博士研究生, 研究方向为土地资源, 电子信箱: 1263315496@qq.com; 陈印军(通信作者), 研究员, 研究方向为农业资源管理与利用, 电子信箱: chenyinjun@caas.cn

引用格式: 向雁, 陈印军, 侯艳林. 基于东北地区耕地增减变化的资源环境保护策略[J]. 科技导报, 2019, 37(12): 60-66; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.12.011

间范围的典型生态用地与耕地的变化过程研究,对深入探析生态用地和耕地的演变规律具有重要意义。

东北地区是中国耕地面积最多的区域,农业自然条件优越,工业自然资源丰富,地缘关系与战略地位十分突出。但是由于近代以来,人口不断增加和大规模的以资源过度消耗为代价的经济开发,导致区域生态环境恶化,东北地区成为全球范围具有典型的短时限、高强度作用特征的地区,直接表现在土地利用上^[10]。本文在全国土地利用数据库的支持下,利用地理信息系统空间统计方法,分析东北地区耕地资源总量变化及耕地和生态用地之间的转化关系,并提出基于耕地增减变化的资源环境保护策略,为区域土地资源管理与生态环境保护提供依据。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区域

东北地区一般指辽宁、吉林和黑龙江3省以及内蒙

古东部4个盟市,其中辽宁、吉林和黑龙江3省为东北地区的主体部分。研究以辽宁、吉林和黑龙江3省为重点研究区域,其土地总面积为78.73万km²。

1.2 数据来源

耕地数据来源于中国科学院资源环境数据中心的全国土地利用数据库,包含1990、1995、2000、2005、2010、2015年6期数据。该数据集以Landsat TM/ETM遥感影像为主要数据源,通过土地利用变化遥感信息人工交互快速提取的方法完成。通过野外调查资料与外业实地记录,土地利用的二级类型综合评价精度达到94.3%以上,满足1:10万比例尺用户制图精度。为了研究方便,将土地利用数据栅格化,分辨率100 m。土地利用类型包括耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地(表1),根据前人研究成果^[11],生态用地是指非生产性和非建设性用地,并以发挥生态功能、维护区域生态平衡的土地,将林地、草地和水域划分为生态用地,耕地、建设用地和未利用地划分为非生态用地,便于研究耕地与生态用地间的转化特征。

表1 用地类型的分类

Table 1 Classification of land use types

一级分类	二级分类	三级分类
生态用地	林地	有林地、灌木林、疏林地、其他林地
	草地	高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地
	水域	河渠、湖泊、水库坑塘、永久性冰川雪地、滩涂、滩地
非生态用地	耕地	水田、旱地
	建设用地	城镇用地、农村居民点、其他建设用地
	未利用土地	沙地、戈壁、盐碱地、裸土地、裸岩石砾地、其他

1.3 研究方法

耕地动态度和转移矩阵常被用来刻画用地变化及类型划分,耕地动态度可以反映一个区域耕地动态变化的程度,耕地动态度数值越高,说明耕地增减变化越活跃。转移矩阵用于反映研究区内耕地与林地、草地、水域、建设用地和未利用地之间的转换数量关系。

耕地动态度计算公式^[12]:

$$S = \frac{\Delta S_{i-j} + \Delta S_{j-i}}{S_i} \cdot \frac{1}{t} \times 100\% \quad (1)$$

式中, S 为区域耕地利用动态度; S_i 为监测开始时耕地的总面积; ΔS_{i-j} 为研究时间段减少耕地面积,即耕地转化

为其他土地利用类型的面积总和; ΔS_{j-i} 为研究时间段新增耕地面积,即其他土地利用类型转化为耕地的面积总和; t 为时间段,单位为年。

转移矩阵数学模型^[13]为

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中, n 为土地利用类型数目; i, j 分别为研究初期与研究末期的土地利用类型; S_{ij} 表示从初期到末期*i*类土地利用类型转化为*j*土地利用类型的面积。

2 结果与分析

2.1 耕地总面积变化趋势

利用 Arcgis10.2 提取 6 期东北三省耕地数据(表 2), 结果发现, 1990—2015 年东北耕地面积呈增加态势, 但增速逐渐放缓, 87.72% 的净增耕地面积集中于 1990—2000 年。2015 年东北地区耕地面积 3041.27 万 hm^2 , 较 1990 年增加 273.24 万 hm^2 , 1990、1995、2000、2005、2010、2015 年每 5 年净增加面积分别为 168.57 万、71.13 万、12.25 万、3.24 万、18.05 万 hm^2 , 增速分别为 6.09%、2.42%、0.41%、0.11%、0.60%, 整体上增速放缓。1995—2000 年耕地面积净增加 239.7 万 hm^2 , 占 1990—2015 年耕地面积增加全量的 87.72%。

表 2 1990—2015 年东北地区耕地面积
Table 2 The areas of cropland in Northeast China from 1990 to 2015

年份	耕地面积/万 hm^2			
	黑龙江省	吉林省	辽宁省	东北地区
1990	1420.77	713.83	633.43	2768.03
1995	1540.99	748.45	647.15	2936.60
2000	1601.71	755.11	650.91	3007.73
2005	1612.49	758.31	649.18	3019.98
2010	1618.10	757.31	647.81	3023.22
2015	1638.38	757.33	645.56	3041.27

根据耕地动态度计算模型(式(1)), 测算发现 1990—1995 年是东北地区耕地与其他土地利用类型相互转化最为活跃的时期, 该时期新增耕地与减少耕地面积之和为 332.21 万 hm^2 , 动态度为 2.40%。1995—2010 年东北地区耕地动态度一直下降, 至 2010—2015 年稍增加为 0.25%(表 3)。可见, 在大面积开荒和退耕还林还草之后的阶段耕地变化愈见趋稳。黑龙江省、

表 3 1990—2015 年东北地区耕地动态度变化
Table 3 Dynamic degree of cropland in Northeast China from 1990 to 2015

年份	耕地动态变化/%			
	黑龙江省	吉林省	辽宁省	东北地区
1990—1995	2.92	1.96	1.74	2.40
1995—2000	1.25	0.34	0.71	0.90
2000—2005	0.28	0.28	0.23	0.27
2005—2010	0.30	0.07	0.07	0.19
2010—2015	0.32	0.21	0.09	0.25

吉林省和辽宁省的耕地变化速率特征大体与东北总体相同, 25 年间耕地变化趋稳。

2.2 新增耕地面积来源及变化趋势

如图 1(a) 所示, 新增耕地来源以生态用地和未利用地为主。1990—2015 年, 东北地区生态用地转化为耕地的面积为 329.06 万 hm^2 , 其中林地、草地和水域转化为耕地的面积分别为 172.48 万、141.35 万、15.23 万 hm^2 , 分别占新增耕地总面积的 40.88%、33.50% 和 3.61%。相比林地和草地, 水域开垦为耕地的面积相对较小。除了生态用地外, 还有 20.90% 的新增耕地来源于未利用地。说明在商品粮利益驱使下, 东北地区大量生态用地和未利用地被开垦为耕地。从时间变化趋势看, 1990—2010 年, 东北生态用地转化为耕地的面积逐渐缩小, 从 1990—1995 年的 203.65 万 hm^2 下降到 2005—2010 年的 10.72 万 hm^2 , 说明生态用地开垦为耕地总量得到了一定控制, 但在 2010—2015 年间面积又逐渐扩大, 总体形势仍不容乐观。

如图 1(b)~图 1(d) 所示, 生态用地转化为耕地的时间段主要集中在 1990—2000 年。1990—2015 年, 黑龙江省、吉林省和辽宁省生态用地转化为耕地的总面积分别为 129.67 万、58.86 万和 47.89 万 hm^2 , 占 1990—2015 年间生态用地转化为耕地总量的 83.58%、86.40% 和 94.44%, 各省主要在大开荒阶段生态用地大面积开发, 逐渐把“北大荒”变成“北大仓”, 但在大面积开垦生态用地满足粮食生产需要的同时, 也导致了大片原始森林逐渐消失、草原逐渐退化、平原水土流失等生态环境问题, 制约了东北地区农业的可持续发展。

如图 1(b)~图 1(d) 所示, 黑龙江省、吉林省和辽宁省新增耕地来源均以生态用地中的林地和草地为主, 但变化趋势却存在显著差异。黑龙江省、吉林省和辽宁省林地来源分别占新增耕地总面积的 40.91%、24.44% 和 63.34%; 三省草地来源分别占新增耕地总面积的 31.21%、48.92% 和 24.60%。除了生态用地, 未利用地占比相对较多, 尤其是黑龙江省和吉林省, 未利用地开垦为耕地的面积占新增总面积的 24.35% 和 18.73%。从时间变化趋势来看, 辽宁省生态用地转化为耕地的面积逐年减少, 从 1990—1995 年的 32.25 万 hm^2 下降到 2010—2015 年的 0.20 万 hm^2 ; 而黑龙江省在 2005 年之后生态用地转化为耕地的面积开始回升, 吉林省也在 2010 年之后开始小幅上升。可见, 在保障耕地总量的目标背景下, 相比辽宁省, 黑龙江省和吉林省

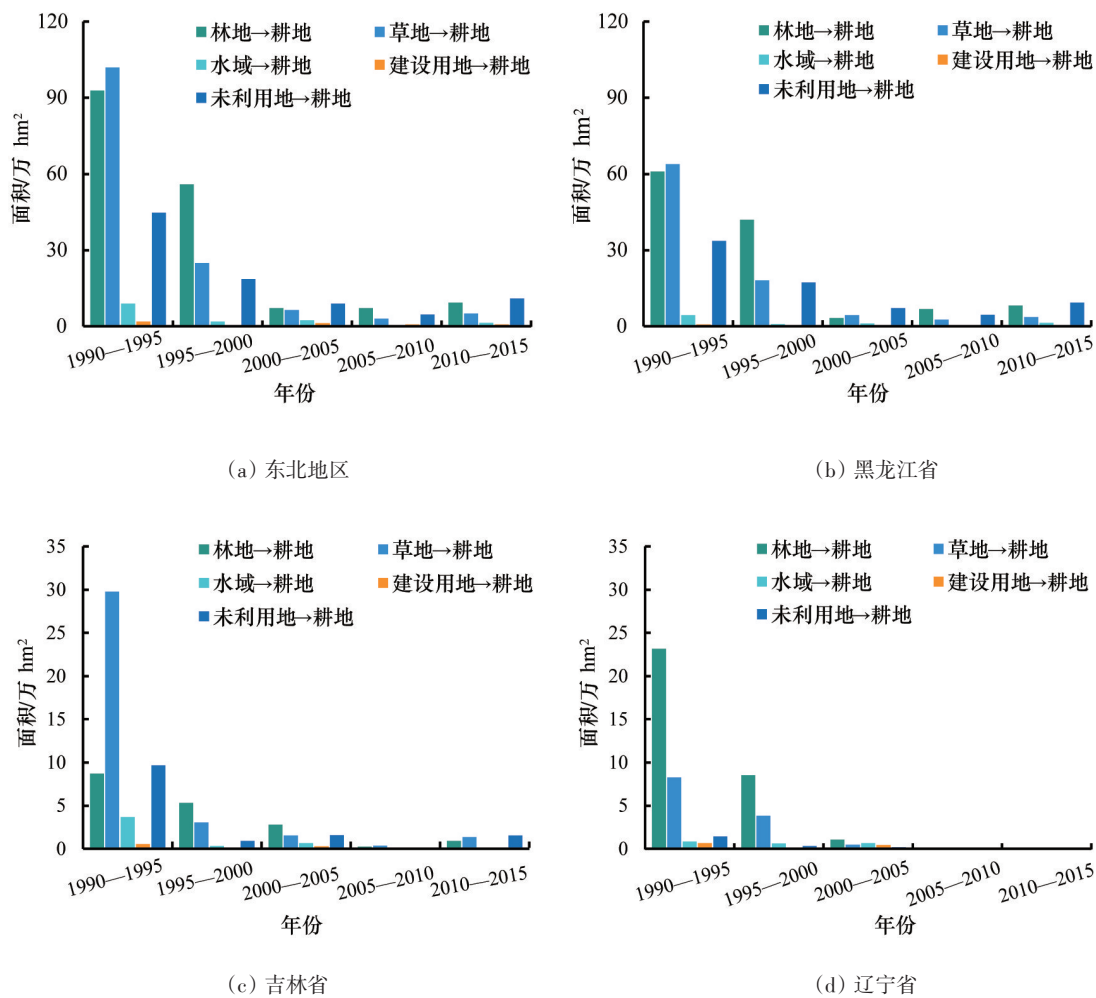


图1 1900—2015年东北地区新增耕地变化

Fig. 1 Change of newly added cropland in Northeast China from 1990 to 2015

后备耕地资源不足,有扩大开垦生态用地的趋势。

2.3 减少耕地面积去向及变化趋势

如图2(a)所示,1990—1995、1995—2000、2000—2005、2005—2010和2010—2015年6期耕地转化为生态用地的面积分别为62.82万、23.14万、9.33万、8.93万和1.43万 hm^2 ,耕地转化为生态用地的面积逐期减少。2010—2015年耕地转化为生态用地面积只占各期累计转化量(105.65万 hm^2)的2.28%,可见退耕还林、退耕还草和退耕还水政策措施一定程度上恢复了部分生态用地,但是通过减少耕地来恢复生态用地越来越困难。

不同时间段耕地流失的方向差异显著。2000年之前,东北地区耕地主要转化为生态用地中的林地和草地,其中1990—1995年流向林地和草地的比例分别为47.16%和24.94%,1995—2000年流向林地和草地的分

别为44.29%和24.78%;退耕还水面积相对较小,各期累计8.60万 hm^2 ,只占耕地转化生态用地的8.14%。2000年之后,流向建设用地的比例呈逐渐扩大之势,并在2010—2015年成为减少耕地最主要去向,占全部减少耕地的84.32%。可见,减少耕地去向逐步由以退耕还林还草为主转为以非农建设占用为主。

如图2(b)~图2(d)所示,黑龙江省、辽宁省、吉林省耕地转化为生态用地的变化趋势稍有不同,辽宁省呈直线式下降,吉林省先大幅度下降后趋于稳定,黑龙江省在波动中下降。但从耕地减少方向来看,均逐步向建设用地转化,2010—2015年流向建设用地的比例分别达到83.76%、95.05%、77.58%。可见,在城市扩张中,各省均出现建设用地占用耕地越来越多的情况,为生态环境带来更大的压力。

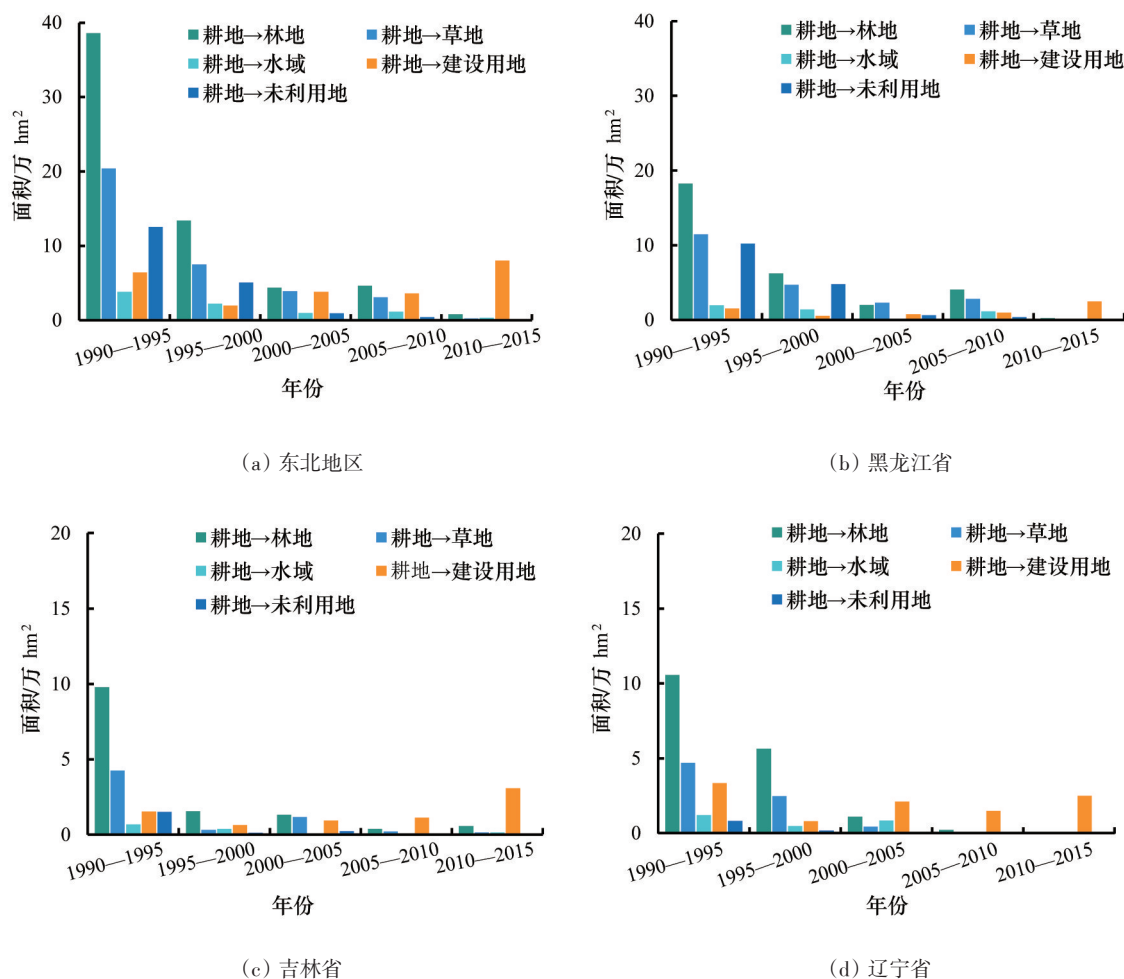


图2 1990—2015年东北地区减少耕地变化

Fig. 2 Change of lost cropland in Northeast China from 1990 to 2015

3 结论

基于1990—2015年的Landsat遥感影像数据源,通过对东北地区耕地总体数量及耕地与其他土地利用类型的转移矩阵分析,得出如下结论。

1) 东北地区新增耕地来源以生态用地为主。1990—2015年间,东北地区共新增耕地面积421.91万 hm^2 ,其中77.99%来自于生态用地(其中来自于林地和草地的面积分别占40.88%和33.50%)。从时间变化趋势来看,尽管来自于生态用地的新增耕地面积呈减少之势,但各时期新增耕地仍然主要来自于生态用地。

2) 东北地区减少耕地去向从以退耕还林还草为主转向以建设用地为主。1990—1995年流向林地和草地的比例分别为47.16%和24.94%,1995—2000年流向林地和草地的分别为44.29%和24.78%;2000年之后,流

向建设用地的比例呈逐渐扩大之势,并在2010—2015年成为减少耕地最主要去向,占全部减少耕地的84.32%。

3) 东北地区生态用地转化为耕地的面积远大于耕地转化为生态用地的面积。1990—2015年东北地区生态用地转化为耕地的面积为329.06万 hm^2 ,而耕地转为生态用地的面积为105.65万 hm^2 ,前者为后者的3.11倍,其中吉林省、辽宁省和黑龙江省分别为2.81倍、1.72倍和3.91倍。

4) 大量耕地转向建设用地加大了生态环境压力。2000—2005、2005—2010和2010—2015年东北地区建设占用耕地面积分别为3.63万、8.03万和23.93万 hm^2 ,为了保持耕地面积占补平衡,不得不继续将部分生态用地开垦为耕地(如2010—2015年东北地区仍然有15.82万 hm^2 的生态用地开垦为耕地)。

生态用地流向耕地和耕地流向建设用地使东北地区生态用地面临巨大的压力,建议:(1)东北地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,使其转为生态用地,以增强区域的生态抵抗力;(2)严格控制草地开垦,严禁毁林开荒,严禁占用天然湿地,防止生态用地朝其他用地类型转化;(3)东北地区的三北防护林建设区、南部的辽东半岛滨海一线、北部的小兴安岭向松嫩平原过渡地带以及东北部长白山区向平原过渡地带,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、生态林业和生态旅游业等生态产业,同时进行经济结构调整,创建生态园区以促进劳动力转移。

参考文献 (References)

- [1] Foley J A, Ramankutty N, Brauman K A, et al. Solutions for a cultivated planet [J]. *Nature*, 2011, 478(7369): 337-342.
- [2] Paudel B, Zhang Y L, Li S, et al. Review of studies on land use and land cover change in Nepal [J]. *Journal of Mountain Science*, 2016, 13(4): 643-660.
- [3] Termorshuizen J W, Opdam P. Land scape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development[J]. *Landscape Ecology*, 2009, 24(8): 1037-1052.
- [4] 龙花楼, 刘永强, 李婷婷, 等. 生态用地分类初步研究[J]. *生态环境学报*, 2015, 24(1): 1-7.
Long Hualou, Liu Yongqiang, Li Tingting, et al. A primary study on ecological land use classification. *Ecology and Environmental Sciences*, 2015, 24(1): 1-7.
- [5] 喻锋, 李晓波, 张丽君, 等. 中国生态用地研究:内涵、分类与时空格局[J]. *生态学报*, 2015, 35(14): 4931-4943.
Yu Feng, Li Xiaobo, Zhang Lijun, et al. Study of ecological land in China: Conception, classification, and spatial temporal pattern[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(14): 4931-4943.
- [6] 刘继来, 刘彦随, 李裕瑞. 中国“三生空间”分类评价与时空格局分析[J]. *地理学报*, 2017, 72(7): 1290-1304.
Liu Jilai, Liu Yansui, Li Yurui. Classification evaluation and spatial temporal analysis of "production-living-ecological" spaces in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(7): 1290-1304.
- [7] 李颖, 冯玉, 彭飞, 等. 基于地理探测器的天津市生态用地格局演变[J]. *经济地理*, 2017, 37(12): 180-189.
Li Ying, Feng Yu, Peng Fei, et al. Pattern evolvement of ecological land in Tianjin based on geo-detector [J]. *Economic Geography*, 2017, 37(12): 180-189.
- [8] 管青春, 郝晋珉, 石雪洁, 等. 中国生态用地及生态系统服务价值变化研究[J]. *自然资源学报*, 2018, 33(2): 195-207.
Guan Qingchun, Hao Jinmin, Shi Xuejie, et al. Study on the changes of ecological land and ecosystem service value in China[J]. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(2): 195-207.
- [9] 关小克, 张凤荣, 王秀丽, 等. 北京市生态用地空间演变与布局优化研究[J]. *地域研究与开发*, 2013, 32(3): 119-124.
Guan Xiaoke, Zhang Fengrong, Wang Xiuli, et al. Spatial evolution of urban ecological land and its distribution optimization in Beijing[J]. *Areal Research and Development*, 2013, 32(3): 119-124.
- [10] 李晓燕, 赵广敏, 李宝毅. 我国东北地区土地资源变化态势分析[J]. *水土保持研究*, 2010, 17(5): 68-74.
Li Xiaoyan, Zhao Guangmin, Li Baoyi. Analysis of changing situation of land resources in Northeast China [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2010, 17(5): 68-74.
- [11] 郑涛, 陈爽, 张童. 城市滨江地区生态用地演变及驱动因素分析——以长江南京段为例[J]. *长江流域资源与环境*, 2019, 28(5): 1049-1058.
Zheng Tao, Chen Shuang, Zhang Tong. Changes of ecological land and driving factors in urban riverside area: The case of Nanjing section of the Yangtze River[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2019, 28(5): 1049-1058.
- [12] 程维明, 高晓雨, 马廷, 等. 基于地貌分区的1990-2015年中国耕地时空特征变化分析[J]. *地理学报*, 2018, 73(9): 1613-1629.
Cheng Weiming, Gao Xiaoyu, Ma Ting, et al. Spatial-temporal distribution of cropland in China based on geomorphologic regionalization during 1990-2015[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(9): 1613-1629.
- [13] 曹隽隽, 周勇, 叶青清, 等. 江汉平原耕地资源空间格局变化分析[J]. *经济地理*, 2013, 33(11): 130-135.
Cao Juanjuan, Zhou Yong, Ye Qingqing. Analysis of spatial pattern changes of cultivated land resource in Jiangnan Plain [J]. *Economic Geography*, 2013, 33(11): 130-135.

Conservation of land resource from the perspective of increase and decrease of cultivated land in Northeast China

XIANG Yan, CHEN Yinjun*, HOU Yanlin

Institute of Agricultural Resources and Agricultural Regionalization, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China

Abstract The cultivated land and the ecological land are important factors to maintain the ecological security and the sustainable development. Identifying their dynamic evolution and the transformation relationship will provide a decision-making basis for the ecological environment protection. With Jilin, Liaoning and Heilongjiang provinces in Northeast China as the empirical areas, this paper quantifies the change matrix between the cultivated land and the other types of land based on the Landsat remote sensing images of 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 and 2015 as the data sources. The results show that: in northeast China, the conversion of the ecological land into the cultivated land is 3.11 times of that of the cultivated land into the ecological land, where the forest land and the grassland are more active than the waters among the ecological land; the change of the cultivated land area reduces the ecological land step by step in Heilongjiang Province and Jilin Province, so it is desirable to emphasize the rational development of the unused land; the construction land has expanded rapidly through occupying the cultivated land, therefore the flow of the cultivated land to the ecological land is hampered; The flow pattern of ecological land to cultivated land and cultivated land to construction land made land resources face great pressure in Northeast China; Reducing grassland reclamation and controlling the disordered expansion of construction land were the vital methods to protect land resources; Moreover, preventing opening up wasteland and deforestation were also important to facilitate better coordinated development between economy and environment.

Keywords land use; cultivated land; ecological land; resource protection ●



(责任编辑 刘志远)