

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20200906

· 绿色发展 ·

山东省生态用地变化及驱动因素影响评价^{*}

安国强^{1,2}, 秦晓敏^{2,3}, 许霄霄^{2,3}, 陈龙飞^{2,3}, 徐文洁⁴, 徐跃通^{1*}

(1. 山东师范大学地理与环境学院, 济南 250358; 2. 山东省土地调查规划院, 济南 250014;
3. 自然资源部土地利用重点实验室山东科研基地, 济南 250014; 4. 山东省城乡规划设计研究院, 济南 250013)

摘要 [目的] 研究第二次土地利用现状调查以来山东省生态用地变化特点及驱动因素, 评价各类驱动因素对生态用地的影响程度, 为科学编制区域空间规划, 保护和合理利用生态用地提供参考。[方法] 文章构建了全省生态用地转移矩阵, 归纳了影响生态因素变化的主要驱动因素, 提出了驱动力指数计算方法, 定量分析和比对了各驱动因素对生态用地的影响。[结果] 2009—2017 年生态用地共计转出 20.48 万 hm^2 , 占生态用地总面积的 4.72%; 转入 3.16 万 hm^2 , 占生态用地总面积的 0.72%。8 年来全省生态用地净减少 17.32 万 hm^2 , 占 2009 年生态用地总面积的 4.00%。生态用地的流向以耕地最多, 向城镇村及工矿用地流出次之, 向设施农用地的流出也有较大面积。[结论] (1) 在影响生态用地变化的六大驱动因素中, 耕地开发和城镇村工矿占用的驱动力指数最高, 非耕农业占用对生态用地的变化有一定影响。(2) 六大因素中城镇村工矿占用对当地生态环境的破坏力最强。

关键词 生态用地 转移矩阵 驱动因素 驱动力指数 山东省

中图分类号: F301.24 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2020]09045-10

0 引言

森林、草地、湿地等生态用地作为重要的自然资源, 对推进生态文明建设和绿色发展的意义重大^[1]。近年来, 随着城市化和工业化的快速推进, 生态用地越来越多地受到人类活动的干扰, 原生生态用地被大量侵占, 生态系统服务能力不断退化^[2], 导致诸多区域生态环境问题, 严重影响我国国家生态安全与区域可持续发展^[3]。研究近年来区域生态用地的变化特征, 探讨生态用地变化的驱动因素, 评价各驱动因素对当地生态环境的影响程度, 可为自然资源的合理开发和利用, 推动生态文明建设提供参考依据。

国际上, 早在 20 世纪 80—90 年代就开始了生态用地的概念和分类^[4,5]的研究, 但至今尚未达成共识^[6], 对单一生态用地类型如森林^[7]、草地^[8]、湿地^[9]等变化的研究则较为多见, 而对区域生态用地整体变化^[10]的研究则相对较少。近年来, 国内学术界对生态用地的概念^[11]、内涵^[1]、分类^[6]、功能^[12], 以及区域生态用地的分布^[13]、重要性^[14]和生态用地规划^[15]等有关问题展开了深入的研究, 建立起比较完善的关于生态用地研究的学科体系。文章参考邓红兵等^[11]对生态用地概念的定义: 区域中以提供生态系统服务功能为主的土地利用类型, 即能够直接或间接改良区域生态环境、改善区域人地关系的用地类型, 文中“生态用地”一词系指龙花楼等^[6]分类方法中的“原生生态用地”。随着生态文明战略的提出, 对生态用地的研究逐渐从定量分析其时空变化^[16]和演变规律^[17]过渡到对驱动因素^[18]的进一步讨论, 部分学者采用遥感和地理信息系统^[19-21]手段, 从生态服务价值^[22,23]、安全格局构建^[24]、数据重构^[18]的角度研究了不同尺度区域内生态用地的时空变化, 有些学者对生态用地变化的驱动力^[25]和影响因素^[26]进行了分析, 认为影响生态用地变化的因素主要为区域人口增长、经济发展等社会经济因素以及区位、地形等自

收稿日期: 2019-02-11

作者简介: 安国强 (1974—), 男, 山东日照人, 博士生、研究员。研究方向: 土地管理与土地制度, 遥感技术应用

*通讯作者: 徐跃通 (1961—), 男, 浙江金华人, 博士、教授。研究方向: 自然资源开发与管理研究。Email: yuetongxu@sina.com

*资助项目: 山东省生态用地利用与保护研究

然因素，而缺乏对建设占用、耕地开发等直接影响因素的研究。在方法上，碳氧平衡^[27]、服务价值^[28]、资产核算^[1]等各种研究方法的不断涌现，为生态用地的保护和利用提供了科学的决策参考。然而针对特定区域生态用地变化的驱动因素及这些驱动因素对当地生态环境影响的进一步研究较为少见。该文采用生态用地转移矩阵的方法，从转出角度分析山东省生态用地的主要流向，以此为据归纳出生态用地变化的驱动因素，进一步简要评价了各驱动因素对生态用地的影响及破坏程度，以期为生态用地的保护和利用提供研究思路 and 参考。

1 研究区概况及数据源

1.1 研究区概况

山东省位于我国东部沿海，黄河下游，土地总面积 15.8 万 km²，是全国人口、经济大省。全省生态用地总面积为 338.03 万 hm²，仅占全省土地总面积的 21.39%。主要分布于鲁中南山地区、半岛丘陵及鲁西北平原区的山地丘陵、滨海平原及河流、湖泊周边地区。第二次土地调查以来，全省生态用地总面积持续减少，分布范围逐渐缩小，是全国人地矛盾突出且生态用地保护和利用状况较为典型的省份。

1.2 数据来源

该文采用土地利用现状调查数据作为主要数据源，采用社会经济数据及部分遥感影像数据作为辅助研究数据，具体如下。

(1) 2009—2017 年山东省土地利用现状调查数据及年度变更数据。2009 年第二次土地利用现状调查全面完成，2010—2017 年数据是基于第二次土地利用现状调查的变更数据，遥感影像来源于山东天地图。

(2) 2009—2017 年土地利用流量数据。采用 2009 年土地利用现状数据库作为生态用地空间数据基础，根据各类生态用地的流向及流量，分析全省生态用地驱动因素。

(3) 社会经济数据。采用山东、广东、浙江等省份统计年鉴的社会经济数据作为辅助，对比分析山东省近 8 年来经济社会发展对生态用地的影响；相关省份土地利用数据采用自然资源部及各省自然资源管理部门公开数据。

2 研究方法

2.1 生态用地分类方法

我国学者们对生态用地概念及其分类的进行了大量的研究^[2,6,11,13,29-30]，该文根据学者们的研究成果，以山东省原生生态用地作为重点研究对象，主要包括林地、草地、水域、滩涂、沟渠、田坎、盐碱地、沼泽地、沙地、裸地等土地利用类型。这些生态用地的变化情况客观反映了全省生态用地的保护和利用状况，为分析全省生态用地变化及驱动因素提供了依据。

2.2 生态用地转移矩阵

土地利用转移矩阵来源于系统分析中对系统状态与状态转移的定量描述^[31]，可以直观明了地用于展示土地转移的动向和数量，用于反映某一段时期内土地变化情况^[32]，是研究土地利用覆被变化的有效手段。参考其原理和方法，建立生态用地转移矩阵，有利于直观表示区域生态用地的变化特点。从矩阵表示的内容上，生态用地转移矩阵包括转出矩阵和转入矩阵。转入矩阵表示非生态用地向生态用地的转入，用于表述研究期内生态用地增加情况及具体来源；转出矩阵则表示生态用地向非生态用地的转出，用于研究生态用地减少情况及其流向，如表 1 所示。其中， A_i 表示第 i 类生态用地， B_j 表示第 j 类非生态用地， I_{ij} 则代表第 i 类生态用地向第 j 类非生态用地的转移指标。

表 1 生态用地转移矩阵

	B_1	B_2	...	B_j
A_1	I_{11}	I_{12}	...	I_{1j}
A_2	I_{21}	I_{22}	...	I_{2j}
...	...	...	...	...
A_i	I_{i1}	I_{i2}	...	I_{ij}

从矩阵建立方法上则有面积转移矩阵、比重转移矩阵以及速率转移矩阵。面积转移矩阵，以一个时期

生态用地与其他地类相互转化的面积衡量区域生态用的变化情况，可以直观地表示这个时期内生态用地转出或转入面积的大小，此时 I_{ij} 为面积数量，单位为面积单位（如： hm^2 、 km^2 等）。然而，区域内各类生态用地的总面积差别较大，如林地面积、草地面积可达到几十万公顷，而滩涂、沼泽地的总量仅几千公顷，因此面积转移矩阵难以反映各类生态用地的相对变化情况。

比重转移矩阵。以一个时期生态用地流向其他用地的面积与生态用地初始面积的比重作为衡量区域生态用地变化情况的指标，可以表述区域中各类生态用地转出比重的大小，此时 I_{ij} 为比重值，其表达式为：

$$I_{ij} = \frac{S_{ij}}{S_{i0}} * 100\%$$

(1)

式（1）中， I_{ij} 为第 i 类生态用地向第 j 类非生态用地转化的转移比重； S_{ij} 为转移面积， S_{i0} 为第 i 类生态用地的初始面积。比重转移矩阵不仅能够表示各类生态用地转移情况，又兼顾了各类生态用地的转出特点。

速率转移矩阵。以一个时期内生态用地向其他用地转移的速度作为衡量区域生态用地变化情况的指标，可以表述各类生态用地的转移速度。此时 I_{ij} 可以取年均面积变化速度，也可以为年均比重变化速度，单位相应为面积单位或比重值。速率转移矩阵实际上为面积转移矩阵或比重转移矩阵的年均变换。

根据近年来山东省生态用地变化分析，全省生态用地存在明显的减少趋势^[17]，生态用地的变化情况以转出为主。转入总量较小，对于全省生态用地变化情况影响不大。

2.3 生态用地变化驱动因素

转移矩阵中各类生态用地的流向，实际上是以定量的方式反映了各类生态用地的占用情况，据此归纳生态用地减少的驱动因素。从山东省生态用地的变化情况分析，影响生态用地变化的因素主要包括农业占用、建设占用及自然影响等 3 个方面。其中农业占用包括耕地开发（ F_1 ），主要表现为耕地及田坎占用生态用地，一定程度上反映了耕地占补平衡政策对生态用地的影响；非耕农业占用（ F_2 ），主要表现为非耕农业（如林业、各类园地、畜禽饲养、养殖坑塘等）对生态用地的占用；建设占用包括城镇村工矿占用（ F_3 ）、交通运输占用（ F_4 ）、水利设施占用（ F_5 ）；自然因素（ F_6 ）主要包括各类生态用地内部的转移，如滩涂与荒草地、水域与滩涂、草地之间的转移。据此建立生态用地流向与驱动因素关系表如表 2 所示。

表 2 驱动因素与生态用地流向关系

驱动因素	生态用地流向
耕地开发（ F_1 ）	耕地、田坎
非耕农业占用（ F_2 ）	园地、林地、设施农用地、坑塘水面
城镇村工矿占用（ F_3 ）	城镇村及工矿用地
交通运输占用（ F_4 ）	交通运输用地
水利设施占用（ F_5 ）	水工建筑、水库水面、沟渠
自然因素（ F_6 ）	河流水面、湖泊水面、滩涂、草地、沼泽地、沙地、裸地

根据表 2 按驱动因素对生态用地转移比重矩阵分项求和，生成生态用地驱动因素矩阵，表达式为：

$$P_{im} = \sum IE_n \quad (m = 1, \cdots 6)$$

(2)

式（2）中， P_{im} 为在 m 个驱动因素影响下第 i 类生态用地的转移比重，是第 m 个驱动因素所包含的生态用地转移比重之和， n 为某个驱动因素所包含的生态用地流向地类的数量。为使得各驱动因素具有可比性，分别对各类生态用地的驱动因素进行标准化处理，表达式为：

$$F_{im} = \frac{PE_{im} - PE_{imin}}{PE_{imax} - PE_{imin}} * 100\%$$

(3)

式（3）中， F_{im} 为第 i 类生态用地的第 m 个驱动因素的标准化值，即驱动力指数。驱动力指数是反映各类驱动因素对生态用地影响大小的指标，取值区间为 $[0, 100]$ ，其中 0 代表驱动因素对生态用地变化的驱动力最小；100 则表示驱动力最大，指数越大驱动因素的影响越大，反之亦然。

3 结果与分析

3.1 生态用地变化情况

土地利用现状调查数据表明山东省生态用地资源总量有限且逐年减少。2009 年生态用地总面积占全省土地总面积的 27.4%。2009—2017 年生态用地共计转出 20.48 万 hm^2 ，占生态用地总面积的 4.72%；转入 3.16 万 hm^2 ，占生态用地总面积的 0.72%。8 年来全省生态用地净减少 17.32 万 hm^2 ，占 2009 年生态用地总面积的 4.00%。根据式（1）及 2009—2017 年土地变更流量数据，建立生态用地转出比重矩阵（表 3），可以较为清晰地概括全省各类生态用地的转出情况。

表 3 2009—2017 年山东省生态用地转出比重矩阵

初始地类	流向地类						
	耕地	园地	设施农用地	城镇村及工矿用地	交通运输用地	水工建筑用地	生态用地内部转移
生态用地	2.22	0.01	0.32	1.50	0.28	0.04	0.35
林地	1.64	0.02	0.39	1.43	0.27	0.02	0.14
草地	4.64	0.00	0.30	2.38	0.22	0.01	0.71
河流水面	0.24	0.00	0.03	0.18	0.20	0.16	0.27
湖泊水面	0.74	0.00	0.03	0.09	0.02	0.00	0.85
水库水面	0.33	0.00	0.00	0.25	0.03	0.01	0.04
坑塘水面	1.17	0.00	0.40	2.49	0.37	0.04	1.01
沿海滩涂	0.00	0.00	0.86	0.60	0.22	0.11	0.10
内陆滩涂	6.05	0.00	0.13	0.87	0.18	0.04	0.04
沟渠	0.74	0.01	0.12	1.04	0.45	0.13	0.31
田坎	2.34	0.01	0.23	0.99	0.26	0.00	0.04
盐碱地	11.13	0.00	0.65	4.89	0.65	0.06	1.27
沼泽地	2.81	0.00	0.10	0.79	0.00	0.00	0.00
沙地	14.64	0.00	4.24	5.04	0.96	0.00	0.12
裸地	1.23	0.00	0.21	1.82	0.19	0.00	0.21

注：表 3 中加粗字体为全省生态用地总体转移情况

表 3 显示，各类生态用地的转出情况有明显的差异，其中林地、草地、水域向耕地转出为主，向城镇村及工矿用地转出次之；沿海滩涂向设施农用地转出比重最大，向城镇村及工矿转出次之；内陆滩涂向耕地的转出比重占绝对优势；沟渠向城镇村及工矿转出最大，向耕地比重转出次之；田坎、盐碱地、沼泽地的主要转出方向为耕地，其次为向城镇村及工矿用地的转出；沙地向耕地的转出比重最大，向城镇村及工矿用地和设施农用地的转出比重次之，裸地的主要转出方向为城镇村及工矿用地，向耕地转出比重次之。

总体来看，全省生态用地的转出方向以耕地面积最大，比重为 2.22%；向城镇村及工矿用地转出面积次之，比重为 1.50%；向设施农用地转出比重为 0.32%，向交通运输用地转出比重为 0.28%；向水工建筑和园地转出比重较低；生态用地内部转移比重为 0.35%，以盐碱地、坑塘水面、湖泊水面为主要地类。

3.2 驱动力指数分析

根据表 2，式（2）和式（3）得生态用地的变化驱动因素如表 4，可以看出各类生态用地变化的主要驱动力也有所差异，对于林地、草地、水库水面、内陆滩涂、田坎、盐碱地、沼泽地、沙地各地类的主要驱动力为耕地开发（ F_1 ）；对于沿海滩涂变化的主要驱动力为非耕农业占用（ F_2 ）；对于坑塘水面、沟渠、裸地变化的驱动力来源于城镇村工矿占用（ F_3 ）；河流水面变化的主要驱动力来源于交通运输占用（ F_4 ）；对于湖泊水面变化的主要驱动力为自然因素（ F_6 ）。

总体来看，全省生态用地变化的主要驱动力来源于耕地开发（ F_1 ），驱动力指数为 100.00；次要驱动力为城镇村工矿占用（ F_3 ），驱动力指数为 45.06；再次为非耕农业占用（ F_2 ），驱动力指数为 14.00；交

通运输占用 (F_4) 对生态用地变化的驱动力指数为 4.57; 自然因素 (F_6) 驱动力指数较小, 水利设施占用 (F_5) 驱动力指数最小。

表 4 山东省生态用地变化驱动力指数

生态用地类型	驱动因素					
	耕地开发 (F_1)	非耕农业占用 (F_2)	城镇村工矿占用 (F_3)	交通运输占用 (F_4)	水利设施占用 (F_5)	自然因素 (F_6)
生态用地	100.00	14.00	45.06	4.57	0.00	1.03
林地	100.00	23.43	85.34	13.57	0.00	0.34
草地	100.00	6.00	45.60	3.12	0.00	0.60
河流水面	77.01	0.00	53.27	61.82	100.00	26.12
湖泊水面	89.34	4.33	10.00	2.06	0.00	100.00
水库水面	100.00	0.00	77.53	8.97	7.32	6.96
坑塘水面	43.99	13.54	100.00	9.97	0.00	30.45
沿海滩涂	0.00	100.00	68.22	24.61	12.02	9.48
内陆滩涂	100.00	2.34	14.42	3.04	0.86	0.00
沟渠	66.31	0.41	100.00	31.21	0.00	2.07
田坎	100.00	11.07	42.18	11.04	0.00	0.43
盐碱地	100.00	8.23	43.38	4.93	6.86	0.00
沼泽地	100.00	3.47	28.24	0.00	0.00	0.00
沙地	100.00	28.96	34.41	6.55	0.77	0.00
裸地	77.22	13.44	100.00	10.21	0.00	0.13

注：(1) 表4 中加粗字体为全省生态用地总体情况, 以各类生态用地总计数据求算; (2) 驱动力指数为0.00, 表示该驱动因素对此类生态用地的驱动力最小

3.3 驱动因素对生态用地的影响评价

通过遥感影像判读和实地调查验证等方法, 分别选取山地丘陵区、沿河沿湖区、沿海滩涂区、盐碱地分布区的变化图斑作为研究样点, 从对生态景观的影响、对生物多样性影响、对水环境影响、对土壤环境影响、对大气环境影响等 5 个方面分析 6 项驱动因素对生态环境的影响程度, 参考李昌华^[33]林美霞等^[34]对自然景观破坏程度的分级和评价研究成果, 把各影响因素对当地生态环境的影响程度分为: 0 级 (原生级)、1 级 (极轻微破坏级)、2 级 (轻微破坏级)、3 级 (中等破坏级)、4 级 (严重破坏级)、5 级 (极严重破坏级) 6 个级别, 详见表 5。

(1) 耕地开发。从遥感影像和实地调研的样点来看, 耕地开发一般是连片的把原生生态用地改变为地面平整、植被较为单一的耕地, 对原生景观的破坏程度较高, 通过修建沟渠、农业灌溉等活动影响了地表水甚至地下水的循环, 化肥农药等往往造成水质污染, 而对大气环境的影响相对较小。图 1 所示, 微山湖地区耕地开发对内陆滩涂的占用情况, 采用 2008 年 10 月份与 2018 年 4 月份遥感影像进行对比, 从图 1 可以看出沿河滩涂被连片开发为旱地, 原来的滩涂景观已经被完全破坏。

(2) 非耕农业占用对生态用地的影响可以分为园地、林地的占用和设施农用地、坑塘水面占用两类。园地、林地占用对生态景观等 5 个方面的影响相对较小, 能够基本保留原始的景观、生物多样性、水环境、土壤环境和大气环境, 而设施农用地和渔业养殖基本改变了当地生态景观, 开挖坑塘、修建养殖场等行为则会破坏原生生态用水环境、土壤环境, 同时减少了原生动植物的数量和种类, 而对大气环境的影响较小。图 2 所示, 胶州湾地区沿海滩涂被开发为养殖坑塘后, 原生生态景观、水循环受到了影响, 进而影响了当地的生物多样性。

(3) 城镇村工矿对生态用地的占用往往集中连片且不断扩大, 对当地生态影响较大。遥感影像和实地调研表明, 建设用地对原始生态景观、生物多样性、水环境、土壤环境、甚至大气环境的影响都是破坏性的, 并且有可能造成对周边水环境和大气环境的污染。图 3 为 2008 年黄河三角洲地区遥感影像 (左) 与 2018 年影像 (右) 对比, 明显看出建设用地对盐碱地的占用情况, 原生盐碱地景观已经完全被破坏。



图 1 微山湖地区耕地开发占用内陆滩涂遥感影像对比



图 2 胶州湾沿海地区养殖坑塘占用沿海滩涂遥感影像对比



图 3 黄河三角洲地区城乡建设用地占用盐碱地遥感对比

(4) 交通运输占用生态用地往往表现为线装延伸，对当地生态景观影响较大，往往成为阻隔沿线两侧物种的交流以及地表水的流动。另外沿线的车辆等也会有一定量的污染物排放，影响到大气环境。图 4 所示，2008 年和 2018 年黄河三角洲地区交通运输对原生生态用地的占用把连片的生态景观分割成了不规则区域，整体上改变了当地的生态环境。虽然建设占用面积不大，但是也会对滩涂的自然景观、生态服务

功能、滩涂生态系统造成破坏。



图4 黄河三角洲地区交通运输用地对沿海滩涂的占用

(5) 水利设施对生态用地的占用一般表现为水库水面的面状和沟渠及水利设施的线状占用，主要影响当地水循环，进而影响到水生生物。大面积的水库水面则有可能改变当地大气的局部循环，但总体影响较小。

(6) 自然因素对生态用地的影响一般是因为降雨量、蒸发量等气候因素的年际变化，虽然短时间内对当地景观有较小的影响，但长期来看影响不大。

表5 各驱动因素对生态用地的影响评价

驱动因素	对生态景观的影响	对生物多样性影响	对水环境影响	对土壤环境影响	对大气环境影响	综合评价(级)
耕地开发(F_1)	影响较大	影响较大	影响较大,有污染物排放	影响较大,有污染物排放	影响较小	3
非耕农业占用(F_2)	林地、园地影响较小;渔业养殖影响较大	林地、园地影响较小;渔业养殖影响较大	林地、园地影响较小;渔业养殖影响较大	林地、园地影响较小;渔业养殖影响较大	影响较小	1, 3
城镇村工矿占用(F_3)	完全改变原始生态景观	完全破坏	破坏水循环,且有污染物排放	完全破坏原始土壤	影响较大,有污染物排放	5
交通运输占用(F_4)	改变生态景观,且对周边生态景观造成影响	对已占用的土地的原生动植物造成破坏,对周边生物也会造成一定影响	影响较大	完全破坏	影响较小,有污染物排放	4
水利设施占用(F_5)	影响较大	可能影响水生动植物	改变原来水循环特征	影响成土过程	可能改变局部气流微循环	2
自然因素(F_6)	影响较小	无影响	无影响	无影响	无影响	0~1

4 结论与启示

从全国来看,山东省是生态用地相对匮乏的省份。与生产总值超过5万亿的省份相比,江苏省生态用地比重为31.8%,人均0.04hm²;广东省生态用地比重为67.2%,人均0.11hm²,而山东省生态用地比重仅为21.39%,人均0.03hm²。因此研究山东省生态用地的现状特点,充分认识全省生态用地保护的紧迫形势,对于生态文明建设具有重要的意义。该文采用山东省土地利用调查数据,构建了第二次土地调查以来全省生态用地的转出矩阵,定量分析了生态用地的主要流向并归纳了生态用地变化的主要驱动因素。采用不同时段遥感影像对比和实地调研的方法,研究了各驱动因素对生态用地的影响程度,得出以下主要结论。

(1) 2009—2017年山东省生态用地向非生态用地和人工生态用地转移面积远大于生态用地增长面积,造成了全省生态用地总面积不断减少的局面,其中生态用地向耕地、城镇村工矿用地转移的面积相对较

大,而向交通运输用地、水利设施用地等地类转移的面积相对较小。从近几年山东省土地利用的实际来看,建设用地的扩张不仅直接占用生态用地,而且在耕地占补平衡的驱动下导致大量生态用地被开发为耕地,因此建设用地扩张是导致生态用地减少的根本原因。

(2) 生态用地变化的 6 项驱动因素中,对生态环境影响最大、破坏力最强的是城乡建设用地占用,从根本上改变了当地生态景观的同时,对土壤、水循环、大气环境、生物多样性都有破坏性影响,且有可能通过污染物排放的形式影响周边地区的生态环境。与之相比,耕地开发对当地生态环境影响和破坏力次之,再次为非耕农用地占用、交通运输用地占用,而水利设施占用和自然因素影响则相对较小。

(3) 转移矩阵能够清楚地表述山东省生态用地的主要流出方向,以定量的方式反映出全省生态用地变化的主要特点,是归纳生态用地变化主要驱动因素的有力工具,在此基础上可以进一步分析各种驱动因素对当地生态环境影响和破坏程度。

2009—2017 年山东省地区生产总值净增加 3.841 487 万亿元,每亿元 GDP 消耗生态用地达 5.33hm^2 ,高速增长的经济规模为生态环境保护造成了沉重的压力,生态治理任务非常紧迫^[35]。为树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念,建议加强对山东省生态用地的保护力度,以保护为主,科学开发利用。从宏观层面上坚持法治国土、生态国土建设并举,研究制定完善有关自然资源与生态环境保护法律法规^[36],并通过空间规划、宏观调控等手段,确保生态用地保护措施落到实处。国土空间规划中,坚持最严格的环境保护制度,在资源环境承载力评价、生态用地需求预测等基础上划定生态保护红线,统筹安排生态空间,实施国土空间用途管制。同时遵循山水林田湖草生命共同体的理念,明确生态保护修复的目标和内容,有计划地安排生态修复和保护任务。微观层面上应当严格控制建设用地扩张,对于确需占用生态用地的项目应该加强监管,引入生态补偿、生态影响评价、动态监测等机制,把生态用地保护列入地方发展考核指标体系,遏制生态用地不断减少的趋势。技术层面上应当制定科学合理的生态用地开发利用标准,根据各影响因素制定生态景观影响的减缓措施。

该文从转出的视角审视了山东省生态用地变化的驱动因素,而未延续学者们对土地覆被变化的社会经济驱动因素的深入讨论,直观地表述了导致生态用地减少的主要因素。然而,如何兼顾建设用地扩张和生态用地保护的问题,则有待于进一步的研究和讨论。

参考文献

- [1] 邱琼,施涵. 关于自然资源与生态系统核算若干概念的讨论. 资源科学, 2018, 40 (10): 1901–1914.
- [2] 张月朋,常青,郭旭东. 面向实践的生态用地内涵、多维度分类体系. 生态学报, 2016, 36 (12): 3655–3665.
- [3] 左伟,周慧珍,王桥. 区域生态安全评价指标体系选取的概念框架研究. 土壤, 2003, 35 (1): 2–7.
- [4] Bailey R G. Integrated approaches to classifying land as ecosystem. Proceeding of Workshop on Land Evaluation for Forestry, The Netherland, 1981 (28): 95–109.
- [5] Klijn F, Haes H A U D. A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification. Landscape Ecology, 1994, 9 (2): 89–104.
- [6] 龙花楼,刘永强,李婷婷,等. 生态用地分类初步研究. 生态环境学报, 2015 (1): 1–7.
- [7] Watson J, Evans T, Venter O, et al. The exceptional value of intact forest ecosystems. Nature Ecology & Evolution, 2018, 2, 599–610.
- [8] Zhang L, Zhou G, Ji Y, et al. Grassland carbon budget and its driving factors of the subtropical and tropical monsoon region in China during 1961 to 2013. Scientific Reports, 2017, 7 (1): 14717.
- [9] Hansen A T, Dolph C L, Foulageorgiou E, et al. Contribution of wetlands to nitrate removal at the watershed scale. Nature Geoscience, 2018, 1–8.
- [10] An G Q. Study on spatio-temporal change of ecological land in Yellow River Delta based on RS&GIS. E3S Web Conf.: 2018 4th International Conference on Energy Materials and Environment Engineering (ICEMEE), 2018.
- [11] 邓红兵,陈春娣,刘昕,等. 区域生态用地的概念及分类. 生态学报, 2009, 29 (3): 1519–1524.
- [12] 吴健生,钟晓红,彭建,等. 基于生态系统服务簇的小尺度区域生态用地功能分类——以重庆两江新区为例. 生态学报, 2015, 35 (11): 3808–3816.
- [13] 王静,王雯,祁元,等. 中国生态用地分类体系及其 1996—2012 年时空分布. 地理研究, 2017, 36 (3): 453–470.

[14] 李益敏,丁扬,魏苏杭. 基于GIS技术的县域生态用地重要性评价——以泸水县为例. 中国农业资源与区划, 2017, 38 (5): 48-56.

[15] 李晖,易娜,姚文璟,等. 基于景观安全格局的香格里拉县生态用地规划. 生态学报, 2011, 31 (20): 5928-5936.

[16] 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. 地域研究与开发, 2013, 32 (3): 119-124.

[17] 安国强. 基于EKC & Lorenz Curve的山东省生态用地时空演变及保护区划研究. 中国土地科学, 2018, 32 (9): 89-96.

[18] 汤傲,李效顺,卞正富,等. 基于数据重构的生态用地变化驱动因素计量研究——以西南煤炭城市为例. 生态经济, 2016, 32 (5): 136-142.

[19] 全斌,朱鹤健,陈松林. 基于GIS和RS的晋江市土地利用变化与可持续利用研究. 生态环境, 2003, 12 (4): 423-426.

[20] 王世东,慎利,王新闻. 基于RS与GIS的生态用地评价——以辽宁省大洼县为例. 中国生态农业学报, 2013, 21 (5): 628-637.

[21] 李洪远. 基于遥感和GIS的天津滨海新区30年间生态用地变化分析. 南水北调与水利科技, 2013 (1): 75-80.

[22] 闵媛慧. 基于RS和GIS的瑞金市生态用地变化及生态服务价值研究 [硕士论文]. 南昌: 东华理工大学. 2017.

[23] 夏敏,张子红,赵炳梓,等. 快速城镇化地区镇域生态用地变化模拟及其生态系统服务价值响应. 土壤, 2018, 50 (5): 166-175.

[24] 朱敏,谢跟踪,邱彭华. 海口市生态用地变化与安全格局构建. 生态学报, 2018, 38 (9): 293-302.

[25] 陈树登. 天津市生态用地时空演变及其驱动力分析 [硕士论文]. 大连: 辽宁师范大学. 2017.

[26] 谢花林. 基于Logistic回归模型的区域生态用地演变影响因素分析——以京津冀地区为例. 资源科学, 2011, 33 (11): 2063-2070.

[27] 张颖,王群,李边疆,等. 应用碳氧平衡法测算生态用地需求量实证研究. 中国土地科学, 2007, 21 (6): 23-28.

[28] 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. 自然资源学报, 2018, 33 (2): 195-207.

[29] 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. 生态学报, 2015, 35 (14): 4931-4943.

[30] 谭永忠,赵越,曹宇,等. 中国区域生态用地分类的研究进展. 中国土地科学, 2016, 30 (9): 28-36.

[31] 徐岚,赵羿. 利用马尔柯夫过程预测东陵区土地利用格局的变化. 应用生态学报, 1993, 4 (3): 272-277.

[32] 徐苏,张永勇,窦明,等. 长江流域土地利用时空变化特征及其径流效应. 地理科学进展, 2017, 36 (4): 426-436.

[33] 李昌华. 江西泰和县自然景观破坏程度的分级和评价. 生态学报, 1986, 6 (1): 3-11.

[34] 林美霞,吝涛,邱全毅,等. 不同类型城市快速扩张区域人工景观对自然景观的生态安全胁迫效应比较. 应用生态学报, 2017 (4): 1326-1336.

[35] 马永强,华志芹. 生态城镇化的人口-产业与生态协同演化机理研究——以江苏省城镇化为例. 中国农业资源与区划: 2019, 40 (3): 188-197.

[36] 陈从喜,马永欢,王楠,等. 生态国土建设的科学内涵和基本框架. 资源科学, 2018, 40 (6): 1130-1137.

ECOLOGICAL LAND USE CHANGE AND EVALUATION OF DRIVING FACTORS IN SHANDONG PROVINCE *

An Guoqiang^{1,2}, Qin Xiaomin^{2,3}, Xu Xiaoxiao^{2,3}, Chen Longfei^{2,3}, Xu Wenjie⁴, Xu Yuetong¹✉

(1. College of Geography and Environment, Shandong Normal University, Jinan 250358, Shandong, China;

2. Shandong Land Surveying and Planning Institute, Jinan 250014, Shandong, China;

3. Shandong Basis of Key Laboratory of Land Use of Ministry of Natural Resources, Jinan 250014, Shandong, China;

4. Shandong Urban and Planning Design Institute, Jinan 250013, Shandong, China)

Abstract This paper studies the characteristics and driving factors of ecological land use change in Shandong province since the second survey on land use status, which can provide reference for scientific spatial planning and protection and reasonable utilization of ecological land. Ecological land transfer matrix was constructed, and the main driving factors affecting the changes of ecological land were summarized, proposed a driving force index calculation method, then quantitatively analyzed and compared the impact of each driving factor on ecological land. Results showed that in the period of 2009-2017, the total area of ecological land was transferred out for 204 800 hm², accounting for 4.72% of the total area of ecological land; and transferred in for 31 600 hm², accounting for 0.72% of the total area of ecological land. In the past 8 years, total ecological land use decreased by 173 200 hectares, accounting for 4.00% of the total area of ecological land in 2009. The most outflow area of ecological land was mainly to cultivated land, followed by the outflow area to urban villages, industrial and mining land, and the outflow to facility agricultural land. The conclusions are concluded as follows. Firstly, among the six driving

factors affecting the change of ecological land use, the driving force indexes of cultivated land development and occupation of urban villages and mines are the highest, and the occupation of non-cultivated agriculture has certain influence on the change of ecological land. Secondly, the six major factors of urban and rural industrial and mining occupations have the strongest destructive power to the local ecological environment.

Keywords ecological land; transfer matrix; driving factors; index of driving factors; Shandong province

· 书评 ·

乡村旅游深度开发对乡村振兴的促进作用

——评《乡村旅游：乡村振兴的路径与实践》



近年来我国全面实施乡村振兴战略，坚持以产业兴旺为重点，生态宜居为关键，乡风文明为保障的农村农业优先发展方针。乡村旅游能够有效助推乡村振兴战略的全面实施，两者密不可分，相互促进。如今乡村旅游蓬勃发展并成为热潮，但很多地方乡村旅游开发千篇一律，既没有深度开发当地的历史文化资源，也缺乏对生态环境和景观的保护，为此，杨彦峰、吕毅等人编著《乡村旅游：乡村振兴的路径与实践》一书，结合国内外学者关于乡村旅游的研究成果总结出适合我国乡村旅游的实践模式，并辅以乡村旅游深度开发的经典案例。该书于2020年6月由中国旅游出版社出版发行，为研究乡村旅游的深度开发提供了有用信息。

《乡村旅游：乡村振兴的路径与实践》一书共九个章节，分别为背景部分的第一章“乡村振兴战略解读”、第二章“乡村旅游发展概论”；主体部分的第三章“乡村旅游的发展效应”、第四章

“乡村旅游的空间格局”、第五章“乡村旅游的发展模式”、第六章“乡村旅游规划”、第七章“乡村旅游资源与环境保护”，第八章“乡村旅游的保障要素”；以及辅证部分的第九章“乡村旅游发展经典案例”。其中，案例包括贵州西江千户苗寨、莫干山乡村民宿等。

——乡村旅游的产业引领作用。乡村旅游是对习近平总书记“绿水青山就是金山银山”“望得见山、看得见水、记得住乡愁”重要理论的伟大实践。乡村旅游深度开发以广袤乡村为对象的观光体验旅游，如农家庄园、农家餐饮、民宿、手工艺、有机农业等产业，为拉近城乡距离、带动乡村经济，促进农业农村产业结构调整及转型升级提供了重要驱动。据统计，乡村旅游业对农业农村产业经济的带动能力为1:4。乡村旅游产业，是一、二、三产业深度融合的典范，对拓宽农业功能、延伸农业产业链起到至关重要的作用。因此，应依托乡村旅游早日构建起现代化农业产业体系，深度挖掘自身特色，促进产业兴旺的战略目标早日实现。

——乡村旅游的生态引领作用。乡村振兴的关键是在发展农业生产的同时，保护乡村生态、提高农民生活质量，而实践证明乡村旅游是乡村生态、生活实现绿色发展的捍卫者。乡村旅游不同于名胜古迹的景区旅游，它主要发力于“农耕文明”“自然农法”“乡村自然环境”等。“春观花鸟、夏泳吃鱼、秋摘硕果、冬品腊味”的乡村旅，常与可持续发展、环境保护、生物多样性、身心健康联系在一起，是利用循环经济、低碳经济等技术方法提供旅游产品或服务，乡村“骑行绿道”“立体养生”等更是对生态观的伟大践行。（下转第71页）