

王雪然,潘佩佩. 河北省土地利用变化及其生态环境影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(16):297-303.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.16.064

河北省土地利用变化及其生态环境影响

王雪然,潘佩佩

(河北省环境演变与生态建设实验室/河北师范大学资源与环境科学学院,河北石家庄 050024)

摘要:土地利用变化对生态系统环境的影响以及确保生态环境安全意义重大。基于地理信息系统(GIS)技术,利用河北省 1985、2000、2015 年的土地利用数据,分析土地利用时空变化特征及其生态环境效应。结果表明,研究期间,建设用地、水域和林地面积增加;耕地、草地、未利用地面积减少;从单一土地利用动态度可见,不同土地利用动态度变化从大到小依次为建设用地、未利用地、耕地、水域、草地;生态环境质量指数和生态价值均呈下降趋势,一般减少区分布最广;采用生态环境质量指数和生态价值 2 种方法,从不同角度分析生态环境效应,以县级行政区为基本单元,探讨不同县域生态价值的时空分异,为土地利用和调控提供一定参考。

关键词:土地利用变化;生态价值;生态效应;河北省

中图分类号: F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)16-0297-06

土地利用变化是指由于土地特性自身变化及人类个体或群体作用方式变化引起的土地利用方式、覆被和使用程度的变化^[1]。土地利用变化是全球变化中的重要组成部分,是人类活动对自然环境施加影响的显著表现形式^[2]。土地利用变化带来的土地数量和结构改变,会对生态环境产生直接的影响。土地利用变化和生态环境的相关性联系引起了国内外学者的广泛关注,因此土地利用变化的生态效应及其对生态系统的影响也逐渐成为全球研究的热点问题^[3-4]。从研究方法看,主要集中在以下方面:(1)基于地类面积变化的生态价值定量分析。1997 年,Costanza 等最先估算了全球各种生态系统的各项生态系统服务价值^[5]。谢高地等依据我国的实际情况,对其进行了修正,制定出我国平均状态的不同陆地生态系统单位面积生态服务价值^[6]。此后,很多学者使用 Costanza 和谢高地等的方法对江苏省沿海地区^[7]、滇西北生态脆弱区^[3]、南四湖湿地^[8]和江苏省南京市^[9]等地进行了研究。20 世纪 70 年代以来,遥感和地理信息系统迅速发展,生态价值定量评估更加高效便捷。李晓文等对二级地类进行生态质量指数赋值,建立用地变化和生态效应的关联,对西北干旱区的生态环境进行了分析^[10]。二级地类具有更高的分辨率,与谢高地等的方法比较,更能体现不同区域的生态差异。张杨等分别运用李晓文等的方法对武汉市和江苏省土地利用的生态质量进行了研究^[11-12]。在以上方法中,地类面积成为影响生态环境的绝对影响因子,但区域的生态效应是综合要素作用的结果,仅用面积衡量区域生态效应具有一定的片面性。(2)也有一些学者从景观生态学出发,应用景观格局指数,选取不同的景观格局指标,对鄱阳湖^[13]、盐城海岸带^[14]、

重庆旧城区^[15]等地的土地利用景观格局变化的时空分异进行了探讨,包括对土地利用方式和效率等的综合性分析,其研究结果具有不同的借鉴意义。(3)土地利用变化对生态系统的单要素研究,包括对气候、水文、土壤等因素的影响效应。张帅等对黄土丘陵区地类转变与深层土壤活性有机碳组分做了分析,证实两者之间具有紧密的相关性^[16]。从研究范围看,多从基于自然环境划分的区域向基于行政划分的单元转变。

河北省是京津冀一体化的重要组成部分,其生态环境变化对京津冀生态环境质量影响显著。随着社会经济转型发展,土地利用变化加速,生态环境影响也发生了较大变化。因此,本研究从土地利用变化和生态系统相关的视角,利用河北省 1985、2000、2015 年 3 期的土地利用数据,分析土地利用的变化,并利用生态环境质量指数和生态价值计算方法,探讨河北省土地利用变化的生态环境效应,对区域土地资源的开发保护提供一定参考。河北省 1985、2000、2015 年的土地利用数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心。结合土地利用现状分类标准和河北省实际情况,将河北省土地利用方式分为耕地、林地、草地、水域、建设用地以及未利用地。

1 研究方法

1.1 土地利用变化研究

1.1.1 土地利用转移矩阵 在 ArcGIS 中,根据地图代数方法对任意 2 期土地利用的数据进行叠加处理,可以得到 k 时期到 $k+1$ 时期的土地利用类型相互转化的转移关系,具体公式为

$$C_{ij} = A_{ij}^k \times 100 + A_{ij}^{k+1}, \text{土地利用类型} < 100 \text{ 时适用。} \quad (1)$$

式中: A_{ij}^k 和 A_{ij}^{k+1} 分别为 k 和 $k+1$ 时期的土地利用图。据此可以求得不同地类之间相互转化的数量关系的转移矩阵。

1.1.2 单一土地利用动态度 单一土地利用动态度表达了研究区一定时间段内某种土地利用类型的数量变化状况,具体公式^[17]:

收稿日期:2018-12-06

基金项目:河北省社会科学基金(编号:HB17GL065)。

作者简介:王雪然(1994—),女,河北邯郸人,硕士研究生,主要从事土地利用变化研究。E-mail:augxueran@163.com。

通信作者:潘佩佩,博士,副教授,硕士生导师,主要从事土地利用及其资源环境效应研究。E-mail:panpeipei626@163.com。

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%。$$
 (2)

式中: K 为研究时期内某一土地类型利用动态度; U_a 和 U_b 分别为研究期初和期末某土地利用类型的数量; T 为研究时长。

表 1 不同用地类型的相对生态价值

土地利用类型	对应的谢高地生态系统	绝对生态价值[元/(hm ² ·年)]	相对生态价值
耕地	农田	6 114.3	0.316
建设用地	荒漠	371.400	0.039
林地	森林	19 334.000	1.000
草地	草地	6 406.500	0.331
水域	水体和湿地	96 165.400	0.865
未利用地	荒漠	371.400	0.019

1.2.1 生态环境贡献率指数 区域土地结构转型的生态贡献率,所求区域地类的转变,导致生态环境改善或恶化。通过定量分析,得出某一个确切的数值,具体公式^[19]:

$$CLEI = (LE_1 - LE_0) LA / TA。$$
 (3)

式中: $CLEI$ 表示生态贡献率; TA 表示研究区域的总面积, hm^2 ; LA 表示发生该变化的土地利用面积, hm^2 ; LE_1 表示某种土地利用类型期初的生态质量指数; LE_0 为某种土地利用类型期末的生态质量指数。

1.2.2 生态价值指数 根据表 1 确定的不同用地类型的相对生态价值,采用定量的方法表示区域环境质量,具体公式^[18]:

$$EVI_i = V_i R_i。$$
 (4)

式中: EVI_i 表示第 i 种土地利用类型的生态价值指数; V_i 表示第 i 种土地利用类型的相对生态价值; R_i 表示第 i 种土地利用类型在整个研究区的面积百分比。

1.2.3 生态价值转移矩阵 生态价值转移矩阵可定量分析不同用地类型之间生态价值的相互转化关系,具体公式^[18]:

$$TREV_{i-j} = [(V_i - V_j) R_{i-j} / H] \times 100\%。$$
 (5)

式中: $TREV_{i-j}$ 表示生态价值转移率; R_{i-j} 表示第 i 类土地利用类型向第 j 种土地利用类型转移的面积; V_i 、 V_j 表示第 i 类和第 j 种土地利用类型的相对生态价值; H 表示区域内各用地类型转移的总生态价值指数。

2 土地利用变化

2.1 土地利用结构变化

2.1.1 土地利用数量变化 由图 1 可知,河北省的用地类型呈现以下特点:(1)耕地、林地和草地比例相对较高,由 1985

1.2 土地利用变化生态效应分析

本研究采用谢高地等提出的我国不同陆地生态系统单位面积服务价值之间的比例关系^[6],根据河北省实际情况,参考万利等对北京市郊区土地利用变化的研究,确定不同用地类型的相对生态价值^[18],参考表 1。

年的 52.81%、19.82%、17.97% 变为 2015 年的 48.45%、20.09%、17.22%,耕地降幅最大,林地略有上升,草地比例下降。(2)建设用地增幅明显,建设用地由 1985 年的 5.87% 增长至 2015 年的 10.96%,增加面积 96.18 万 hm^2 ,增幅为 87.15%;(3)未利用地比例相对较低且持续减少,1985—2015 年末利用地减少 7.93 万 hm^2 ,后备耕地资源较少。草地面积有所减少,降幅 3.98%;林地和水域面积增加,增加幅度分别为 1.57% 和 7.67%。(4)从时间变化来看,各用地类型在 1985—2000 年的变化率低于 2000—2015 年,这是由于 2000 年以后社会经济快速发展,城镇化进程不断推进,土地利用结构变化速度加快。

2.1.2 土地利用动态度变化 据公式(2)计算出河北省不同用地类型单一动态度变化情况,详见图 2。研究期间,建设用地动态度最大;草地的土地利用动态度基本为 0,变化不大;耕地一直为负,表明耕地持续减少;林地和水域的面积总体上略有增加;未利用地的面积在不断减少,并且呈现出加剧的趋势。总体来看,2000 年之前土地利用动态度较低,之后呈现升高的趋势。

2.2 土地利用空间变化

2.2.1 土地利用总体变化 从图 3 可以看出,土地利用变化的空间格局:(1)建设用地不断扩张。建设用地呈现快速蔓延的趋势,集中在河北省中南部。2000—2015 年的扩张尤其明显,以市辖区为中心,建设用地范围明显增加。(2)土壤较为肥沃的平原耕地迅速减少。随着城镇化的推进,建设用地的扩张以侵占城镇周边耕地为主。在 ArcGIS 中叠加 1985、2015 年 2 期土地利用图,可见,土地利用变化最大的区域是河北中南部平原地区,包括京津以南的廊坊、保定、石家庄、沧

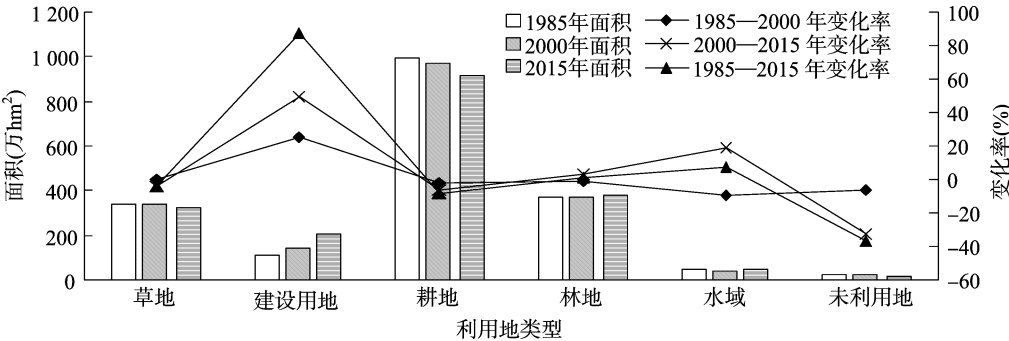


图1 河北省土地利用面积和比例变化

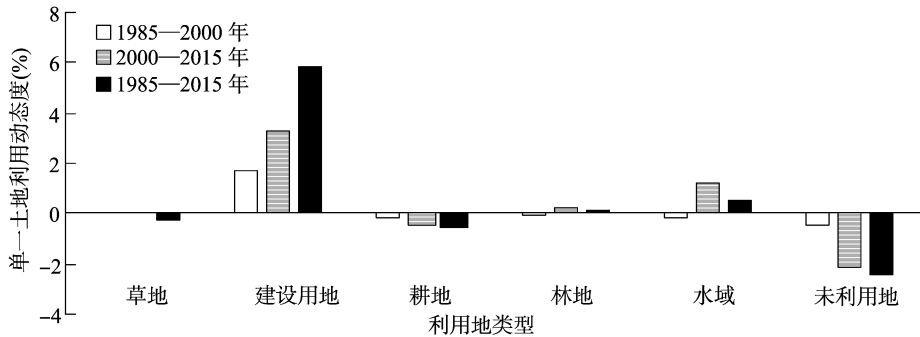
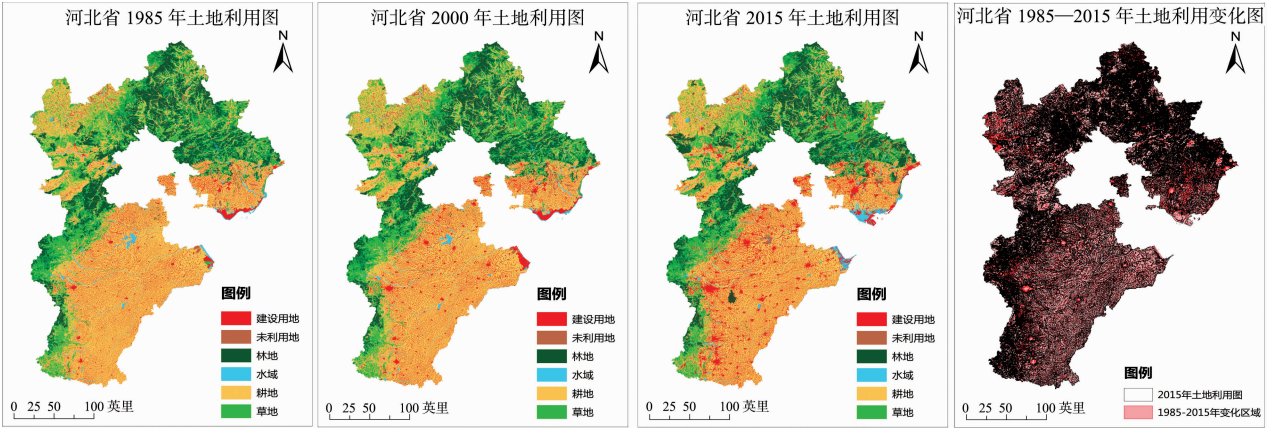


图2 河北省单一土地利用动态度



1 英里=1.609 km。图 5、图 7 同

图3 河北省土地利用变化

州、衡水、邢台和邯郸等 11 个地级市 110 多个县市区。秦唐地区的土地利用变化也较显著，西部太行山脉和北部张承地区以及唐山南部用地变化较不明显。

2.2.2 土地利用转移矩阵 借助 ArcGIS，统计河北省土地利用转移矩阵(表 2)，耕地面积不断减少，减少的耕地主要转化为建设用地、林地和水域，转移面积分别为 102.36 万 hm^2 (10.37%)、9.44 万 hm^2 (0.96%)、7.17 万 hm^2 (0.73%)；建设用地面积增幅为 87.15%，建设用地增加的来源主要是耕

地、草地和林地，面积分别为 102.36 万 hm^2 (10.37%)、9.32 万 hm^2 (2.74%)、3.41 万 hm^2 (0.91%)；林地面积增加的主要来源是草地、耕地和水域，面积分别为 16.02 万 hm^2 (4.71%)、9.44 万 hm^2 (0.96%)、0.63 万 hm^2 (1.39%)；草地面积减少，主要转化为林地、耕地、建设用地；水域面积有所增加，来源主要是耕地和建设用地，面积分别为 7.17 万 hm^2 (0.73%)、5.82 万 hm^2 (5.31%)；未利用地的面积有所减少，主要转化为耕地和草地。

表 2 河北省 1985—2015 年土地利用转移矩阵

指标	林地 (万 hm^2)	耕地 (万 hm^2)	建设用地 (万 hm^2)	草地 (万 hm^2)	水域 (万 hm^2)	未利用地 (万 hm^2)
林地(万 hm^2)	354.34	3.58	3.41	13.95	0.13	0.00
转移比例(%)	94.39	0.95	0.91	3.72	0.03	0.00
耕地(万 hm^2)	9.44	860.86	102.36	6.70	7.17	0.55
转移比例(%)	0.96	87.21	10.37	0.68	0.73	0.06
建设用地(万 hm^2)	0.34	15.26	87.48	0.46	5.82	0.21
转移比例(%)	0.31	13.93	79.84	0.42	5.31	0.19
水域(万 hm^2)	0.63	8.9	2.40	1.64	28.75	2.95
转移比例(%)	1.39	19.66	5.30	3.62	63.51	6.52
草地(万 hm^2)	16.02	11.76	9.32	298.98	2.61	1.69
转移比例(%)	4.71	3.45	2.74	87.84	0.77	0.50
未利用地(万 hm^2)	0.59	6.37	1.01	3.37	1.73	7.59
转移比例(%)	2.86	30.83	4.89	16.31	8.37	36.74

2.2.3 土地利用重心转移 用地重心转移模型可以在图 4 上直观地表示出用地重心的转移^[12]。可见，河北省建设用地的重心向北偏移了 33.17 km，2000—2015 年向北偏移剧烈，沧州及其以北地区城镇化速度加快。草地和林地主要分布在

张承地区，张承地区是河北省的生态屏障，近年来对其治理力度加大，因此草地和林地呈现出向北偏移的趋势；耕地重心向北偏移明显，平原耕地侵占严重，因此向后备用地的北部移动；南水北调工程的推进以及人工湿地的增加，水域重心向东

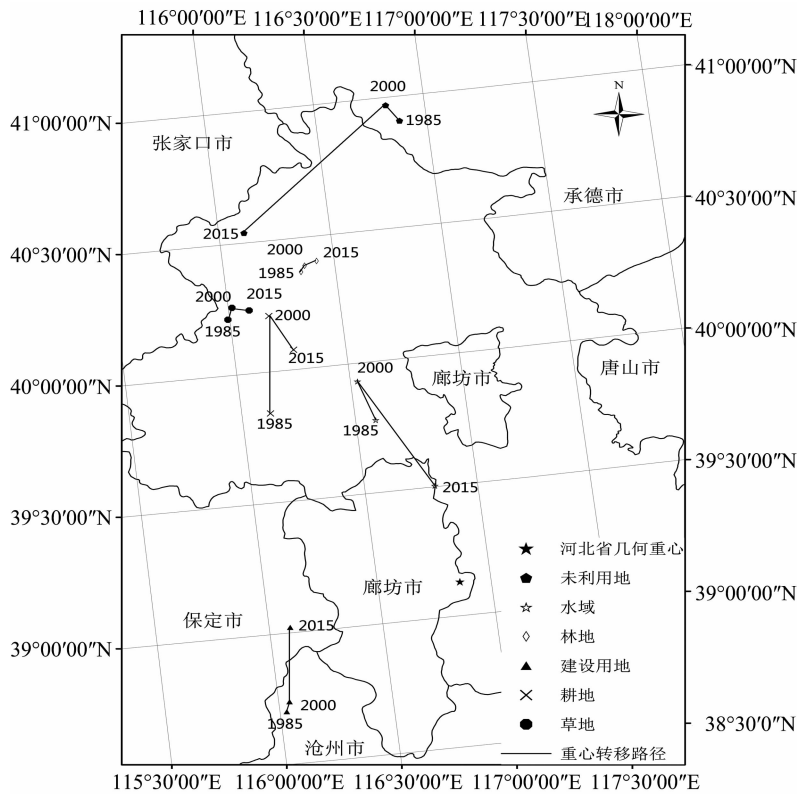


图4 河北省不同地类重心转移轨迹

南移动,重心进入廊坊市域;一些区域加大对未利用地的开发,未利用地后期的重心偏移也较明显。

3 土地利用变化的生态效应

3.1 生态环境质量指数变化

参考李晓文等制定的土地利用类型的生态环境质量指数(表3)^[10],结合河北省实际,对不同地类赋值,计算河北省不同县域的生态环境质量指数,采用自然断点法分成6级。由图5可知,河北省生态环境质量呈现北高南低的特征。承德市围场满族自治县和丰宁满族自治县环境质量指数最高,河北西部太行山区生态环境质量指数较低。较1985年,2000年区域生态环境变化不明显,河北省中部偏东的大成县和南皮县有所好转。2015年生态质量指数呈现下降的趋势,区域

生态环境恶化。对变化趋势进行空间分析可见,研究期间内,河北省生态环境质量指数以减少为主,其中一般减少区高达85.7%,显著增加区主要分布在张承地区及黄骅市、赵县和滦南县等地;一般增加区分布较为分散,安新县和承德县为严重减少区。

表3 不同地类生态环境质量指数

用地类型	生态环境质量指数
耕地	0.260
林地	0.710
草地	0.550
水域	0.610
建设用地	0.200
未利用地	0.020

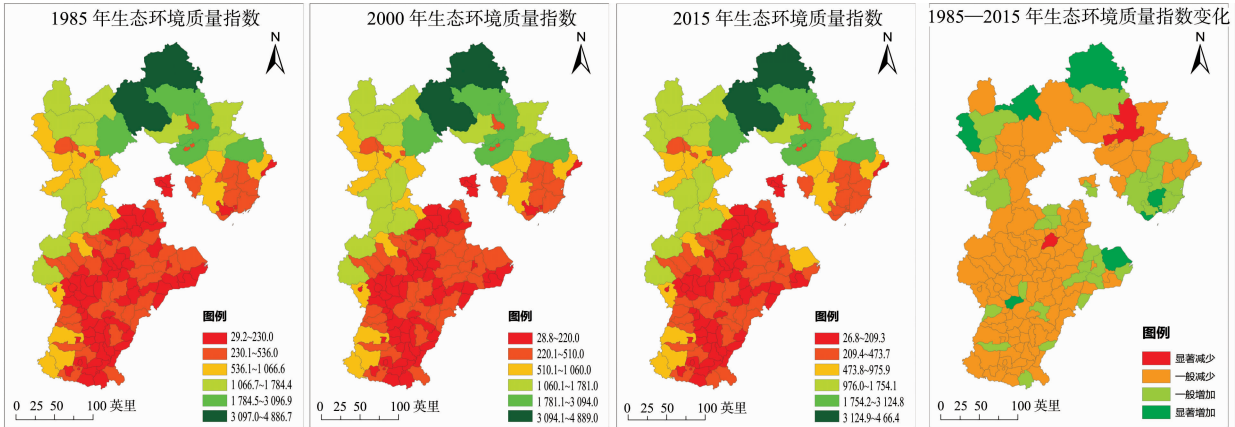


图5 不同时期的生态环境质量指数变化

区域内的生态环境有改善和恶化 2 种类型,据公式(3)算出部分生态贡献率。由表 4 可知,河北省生态环境恶化原因主要是耕地向建设用地、草地向耕地、草地向建设用地的转变,比例分别为 31.53%、17.51%、16.74%。河北省区域生态环境的改善是多种地类转变的结果,其中主要是耕地向林

地、草地向林地、耕地向水域、建设用地向水域的转变,比例分别为 21.27%、12.83%、12.55%、11.94%。综上所述,河北省在研究期间内同时存在环境恶化和环境改善,恶化趋势略大于改善趋势。

表 4 部分生态环境恶化和改善原因及贡献率

地类变化		1985—2015 年转化面积 (万 hm^2)	生态指数贡献率	百分比 (%)
生态环境恶化主要原因	耕地—建设用地	102.36	0.003 26	31.53
	草地—耕地	11.76	0.001 81	17.51
	草地—建设用地	9.32	0.001 73	16.74
	林地—草地	13.95	0.001 19	11.46
	林地—建设用地	3.41	0.000 92	8.94
	林地—耕地	3.58	0.000 86	8.28
生态环境改善主要原因	耕地—林地	9.44	0.002 26	21.27
	草地—林地	16.02	0.001 36	12.83
	耕地—水域	7.17	0.001 33	12.55
	建设用地—水域	5.82	0.001 27	11.94
	耕地—草地	6.70	0.001 03	9.73
	未利用地—草地	3.37	0.000 95	8.95

注:表 4 为部分生态环境恶化和改善原因。

3.2 土地生态价值变化

3.2.1 生态价值总体变化 从图 6 可以看出,区域内生态价值指数从高到低依次为林地、耕地、草地、水域、建设用地、未利用地。3 期 6 种地型生态价值指数之和分别为 0.447 7、0.441 0、0.437 6。按不同地类来看,由于耕地的明显减少,耕地的生态价值指数减少得最为明显;草地和未利用地的生态价值指数也有所下降,林地的生态价值指数增加较为明显;建设用地和水域也呈现不同程度的增加趋势。从时间上来看趋势变化,1985—2000 年,耕地、林地和水域的生态价值下降,草地和未利用地没有变化,建设用地略有上升;2000—2015 年间,草地、耕地和未利用地下降,其余地类呈上升趋势,总体来看,后期的变化速度高于前期。

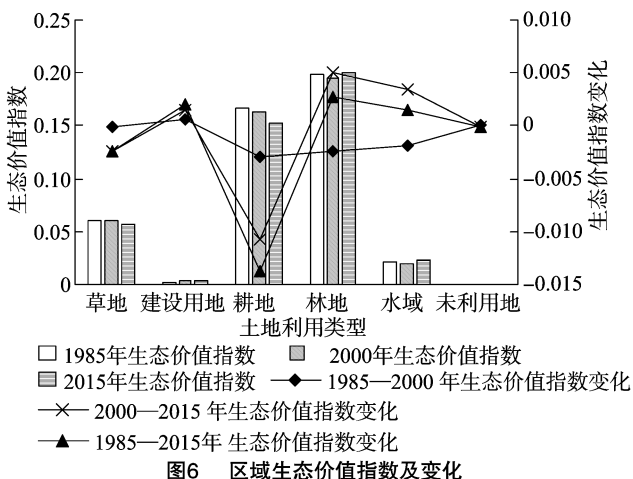


图6 区域生态价值指数及变化

由表 5 可知,区域生态价值增加的原因主要是草地向林地的转变、耕地向林地的转变以及城乡建设用地向水域的转变,比例分别为 53.37%、32.16%、23.93%;耕地向城乡建设用地的转变、林地向草地的转变以及水域向耕地的转变是生态价值下降的主要原因,比例分别为 141.19%、46.49%、

24.32%。综上所述,耕地非农化、耕地开垦及林地退化(转为草地)是区域生态价值变化的重要原因,今后应该严格控制建设用地对耕地的占用,同时限制耕地开发对林地、草地和水域的占用,减少对生态环境的影响。

3.2.2 土地利用价值时空变化 河北省南北纬度跨度较大,并且不同区域发展水平差异悬殊,因此以县级行政区为基本单元,计算县域不同用地类型生态价值指数之和,即 EVI,从而得到不同时期各县域的 EVI 值分布图,同时采用 ArcGIS 中的自然断点法,将县域 EVI 分成 5 级,高值区(>2.4)、较高区($>1.2 \sim 2.4$)、中值区($>0.4 \sim 1.2$)、较低区($0.15 \sim 0.4$)、低值区(<0.15)。

从不同县域来看,1985 年,EVI 高值区是围场满族自治县和丰宁满族自治县;EVI 较高区有承德市市辖区、隆化县、青龙满族自治县以及张家口的赤城县,该地地势西北高,东南低,山地丘陵广布,属季风气候区,水系密布,森林覆盖率 50% 以上,林地和草地占 83.4%。张承地区是京津冀的生态屏障,有防风固沙和涵养水源的重要作用。EVI 中值区分布面积广,比较分散,主要在承德 3 县、张家口 9 县市、保定的易县、涞源县和阜平县,石家庄的平山县和井陉矿区,除此之外还有唐山市市辖区和迁西市、秦皇岛的抚宁县等。太行山脉不同覆盖程度的草地覆盖密集,秦唐地区林地覆盖度低,但水系网络分布密集,EVI 在中值范围波动。低值区和较低区主要分布在邯郸、邢台、保定、石家庄、廊坊、衡水等市辖区。2015 年,高值区县域没有发生变化,青龙县 EVI 由较高区下降至中值区,较低区范围减小,低值区范围扩大。将 1985—2015 年的生态价值指数变化采用自然断点法分为 4 级,即显著增加区、一般增加区、一般减少区、显著减少区。由图 7 可知,河北省所有县市生态价值指数都发生了不同程度的变化,主要为一般减少区。

综上,河北省生态价值量与生态环境质量指数分布格局基本一致,从南到北呈现出逐渐减少的趋势,主要原因在于北

表 5 土地利用的生态价值转移率

%

1985 年	用地类型	2015 年					
		林地	耕地	建设用地	草地	水域	未利用地
	林地	0.00	-12.21	-16.34	-46.49	-0.09	0.00
	耕地	32.16	0.00	-141.19	0.50	19.59	-0.81
	建设用地	1.61	21.05	0.00	0.67	23.93	-0.02
	水域	0.43	-24.32	-9.88	-4.37	0.00	-12.43
	草地	53.37	-0.88	-13.55	0.00	6.95	-2.62
	未利用地	2.88	9.41	0.10	5.24	7.28	0.00

注:正向生态价值转移率为正,反向生态价值转移率为负。

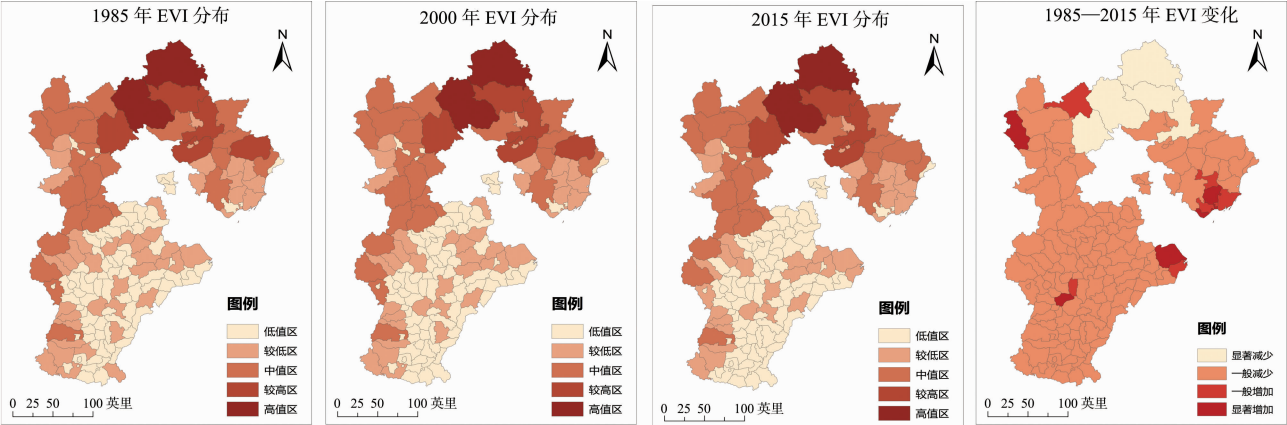


图7 河北 EVI 分布及变化

部地区林地和草地广泛分布。从时间变化来看,随着时间的变化,生态价值分布的空间趋势不大,冀中南地区生态价值量空间差异明显,但总体上仍是低值区,变化幅度相对较小。

3.3 生态价值指数和生态环境指数的相关性分析

综上所述,由于河北省生态环境质量指数和生态价值指数的计算方法不同,两者结果也具有一定的差异,但从分布格局来看,两者结果具有一致性,在研究期间均呈降低的趋势。在 2 种方法的计算中,耕地向建设用地的转变是生态环境恶化的主要原因,耕地向林地以及草地向林地的转变是生态环境改善的主要原因,相关研究能为今后河北省土地利用优化调控提供建议。

4 结论

研究期间,河北省的耕地、草地、未利用地面积减少,建设用地、林地、水域面积增加,其中耕地和建设用地的增减速度最快,各地类 1985—2000 年的变化率低于 2000—2015 年。土地利用动态表明城乡建设用地、未利用地、耕地用地变化明显,水域、草地和林地变化不明显。

通过生态质量指数和生态价值指数来分析判断河北省的生态环境质量。分析不同县域行政区的生态环境变化,不同区域变化特征不同,从整体来看,仅坝上的张承地区部分县域和唐山南部地区及沧州沿海地区生态环境质量指数有所增加,其他地区均出现不同程度的减少,并且总体河北省生态环境改善面积远低于环境恶化面积,区域生态环境面临严峻的形势。

本研究采用生态质量指数和生态价值计算的方法表明,不同用地类型的面积对生态环境效应有明显的影响。两者均

表明耕地向建设用地的转变是区域生态环境恶化的主要原因,耕地向林地的转化以及草地向林地的转化是区域生态环境改善的主要原因。土地利用变化是生态环境变化的重要因素,但生态环境效应还受气候变化等的影响,后续还应综合分析气候变化。总体上,本研究结论与其他研究河北省土地利用变化生态环境效应的结论具有一致性,因此研究结果对指导河北省土地资源的利用和开发具有一定的参考意义。

参考文献:

[1]王 军,顿耀龙. 土地利用变化对生态系统服务的影响研究综述[J]. 长江流域资源与环境,2015,24(5):798-808.

[2]韩会然,杨成凤,宋金平. 北京市土地利用变化特征及驱动机制[J]. 经济地理,2015,35(5):148-154,197.

[3]彭 建,王仰麟,张 源,等. 滇西北生态脆弱区土地利用变化及其生态效应——以云南省永胜县为例[J]. 地理学报,2004,59(4):629-638.

[4]傅伯杰,张立伟. 土地利用变化与生态系统服务:概念、方法与进展[J]. 地理科学进展,2014,33(4):441-446.

[5]Costanza R, Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387(6630):253-260.

[6]谢高地,张彩霞,张昌顺,等. 中国生态系统服务的价值[J]. 资源科学,2015,37(9):1740-1746.

[7]于 森,吕 晓,廉丽妹,等. 江苏省沿海地区土地利用变化及其生态效应[J]. 水土保持通报,2017,37(3):131-139.

[8]杨 俊,单灵芝,席建超,等. 南四湖湿地土地利用格局演变与生态效应[J]. 资源科学,2014,36(4):856-864.

[9]王伟林,黄贤金,钟太洋. 区域土地利用变化的生态系统服务价

韩相龙,吴 薇,赵鹏博,等. 不同碳氮比对烟梗与牛粪堆肥过程的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(16):303-307.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.16.065

不同碳氮比对烟梗与牛粪堆肥过程的影响

韩相龙¹, 吴 薇¹, 赵鹏博¹, 韦成才², 袁 帅³, 李司童¹, 毛凯伦¹, 牛改利¹, 张立新¹

(1. 西北农林科技大学生命科技学院, 陕西杨凌 712100; 2. 陕西省烟草科学研究所, 陕西西安 710061;

3. 陕西中烟工业有限责任公司技术中心, 陕西宝鸡 721013)

摘要:为寻求废弃烟梗资源化利用新途径,开发烟梗和牛粪混合堆肥生产有机肥技术,采用烟梗和牛粪为原材料进行好氧堆肥发酵试验,设置 3 个碳氮比梯度(25:1、22:1、19:1),研究其对堆肥发酵温度、含水率、pH 值、种子发芽指数(germination index,简称 GI)等理化指标和堆肥产品肥效指标的影响,探索烟梗与牛粪高温堆肥最适 C/N。结果表明,适宜的烟梗与牛粪混合比例堆肥有利于加快堆肥腐熟和提高产品矿质养分含量,碳氮比为 22:1 时,堆肥产品的种子发芽指数最高达 121.3%,全氮、全磷、全钾等营养元素含量较其他处理高,堆肥综合效果最好。

关键词:堆肥;牛粪;烟梗;碳氮比;有机肥;发酵

中图分类号: X71;S141.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)16-0303-05

我国畜禽粪便资源丰富,而对其无害化处理和资源化利用的技术尚未普及,资源浪费和环境污染现象严重^[1]。畜禽粪便相比无机化肥来说富含有机质和有益微生物,经发酵制作的生物有机肥营养丰富,能够有效改善土壤状况,提高土壤肥力,进而提高农作物品质^[2-3]。我国是卷烟生产消费大国,烟梗是卷烟生产中产生的副产物,约占烟叶总质量 20%~30%,每年产生的烟梗肥料高达数十万 t,如果不能合理利用,不仅浪费仓储资源,而且污染环境^[3-4]。前人对烟梗废弃物资源化利用进行了大量研究,付兵等利用烟梗热解气化生产

生物炭^[5];肖春菊等采用介质溶液,将烟梗等烟草废弃物制成烟草薄片,提高烟草废弃物的重复利用率^[6]。但目前烟草废弃物转化烟草薄片技术尚处于初级水平,生产工艺水平及产品质量相对较低,废弃物利用率仅在 50%左右^[7]。

烟梗与牛粪均含有丰富有机质,且牛粪中含有大量有益微生物,烟梗中含有的烟碱对某些病虫害有防治作用^[8]。纯烟梗堆肥存在原料孔隙度小、分解速度慢、发酵周期较长等问题,而烟梗牛粪混合堆肥可以提高堆肥物料的孔隙度和缩短堆肥周期^[3]。牛粪孔隙度相对较大且富含有益微生物,烟梗与牛粪混合堆肥可有效增大堆肥物料孔隙度、增加微生物数量、加快物料的腐熟和缩短堆肥周期。

碳氮比(C/N)是最常用于评价腐熟度的参数,如何利用不同原料调配合适 C/N,加快堆肥腐熟和阐明增效机制,对促进畜禽粪便和烟梗等有机废弃物资源化利用具有战略意义^[9]。本研究通过分析不同碳氮比下烟梗与牛粪堆肥的腐解进程,筛选出烟梗与牛粪混合堆肥的最佳碳氮比,为实现烟梗与牛粪高效堆肥和工厂化生产提供理论依据和技术支撑。

收稿日期:2018-04-25

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201303104);秦巴烟田土壤保育及化肥减施增效技术集成与示范(编号:SYXC-2016-KJ-02);秦巴烟叶品质与香气评价及影响因素研究(编号:JS-FW-2016-001)。

作者简介:韩相龙(1995—),男,河南扶沟人,硕士研究生,主要从事农业废弃物资源化利用研究。E-mail:695519810@qq.com。

通信作者:张立新,博士,教授,博士生导师,主要从事植物营养和资源利用研究。E-mail:zhanglixin@nwsuaf.edu.cn。

值响应——以南京市为例[J]. 水土保持研究,2009,16(1):212-215,221.

[10] 李晓文,方创琳,黄金川,等. 西北干旱区城市土地利用变化及其区域生态环境效应——以甘肃河西地区为例[J]. 第四纪研究,2003,23(3):280-290.

[11] 张 杨,刘艳芳,顾渐萍,等. 武汉市土地利用覆被变化与生态环境效应研究[J]. 地理科学,2011,31(10):1280-1285.

[12] 吕立刚,周生路,周兵兵,等. 区域发展过程中土地利用转型及其生态环境响应研究——以江苏省为例[J]. 地理科学,2013,33(12):1442-1449.

[13] 刘耀彬,戴 璐,董明莹. 环鄱阳湖区分区土地利用景观格局变化模拟研究[J]. 长江流域资源与环境,2015,24(10):1762-1770.

[14] 何华春,周汝佳. 基于景观格局的盐城海岸带土地利用时空变

化分析[J]. 长江流域资源与环境,2016,25(8):1191-1199.

[15] 潘如玉,申丽娟,谢德体,等. 重庆旧城改造区土地覆被与景观格局变化——以北碚区为例[J]. 经济地理,2015,35(1):155-161.

[16] 张 帅,许明祥,张亚锋,等. 黄土丘陵区土地利用变化对深层土壤活性碳组分的影响[J]. 环境科学,2015,36(2):661-668.

[17] 王秀兰,包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展,1999,18(1):81-87.

[18] 万 利,孙丽慧,谭 靖,等. 北京郊区土地利用变化及其生态效应研究[J]. 水土保持研究,2015,22(5):92-99.

[19] Liu Y, Gao J, Yang Y. A holistic approach to - wards assessment of severity of land degradation along the great wall in northern Shaanxi province, China [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2003,82(2):187-202.