

陕西省退耕还林(草)前后 LUCC 对生态系统服务的影响

周 涛, 李天宏

(北京大学 环境科学与工程学院 水沙科学教育部重点实验室, 北京 100871)

摘 要:基于 1980s, 1995 年, 2000 年和 2005 年四期的土地利用矢量数据, 借助 ArcGIS 技术, 对退耕还林(草)前后的陕西省土地利用状况和生态系统服务价值进行了评估; 进而借助 SPSS 探讨了土地利用程度对生态系统服务价值的影响。结果表明: 相比于改革开放初期, 退耕还林(草)前陕西省土地利用程度增加, 而后随着退耕还林(草)的实施又逐步下降, 生态系统服务价值在退耕还林(草)前后的变化趋势则与之相反。经线性拟合检验, 退耕还林(草)前后 4 个年份陕西省各县土地利用程度综合指数与单位面积生态系统服务价值的相关系数绝对值均超过 0.7, 且在 0.01 水平上显著, 说明二者之间存在较强的负相关性。

关键词:土地利用/覆盖变化; 退耕还林; 生态系统服务; 陕西省

中图分类号: X826

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2014)01-0246-05

Influence of Land Use/Cover Changes on Ecosystem Services in Shaanxi Province before and after Returning Farmland to Forest/Grass

ZHOU Tao, LI Tian-hong

(Key Laboratory of Water and Sediment Sciences, Ministry of Education,
College of Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Based on land use data from 1980s, 1995, 2000 and 2005 representing the initial stage of Reforming and Opening Policy, before and after the Returning Farmland to Forest/Grass Project respectively, land use degree and ecosystem service values in Shaanxi Province were assessed with the help of ArcGIS. SPSS was also used in order to explore the effect of land use degree on ecosystem service values. The results showed that land use degree index of Shaanxi Province increased before Returning Farmland to Forest/Grass and decreased after it compared with the initial stage of Reforming and Opening, while the total value of ecosystem service decreased firstly and then kept on increasing. The linear fitting test showed that the absolute value of correlation coefficient between land use degree index and ecosystem service values per unit area was greater than 0.7, which reflected the negative correlation between them.

Key words: land use/cover change; returning farmland to forest/grass land; ecosystem service; Shaanxi Province

退耕还林(草)工程是国家实施西部开发战略, 保护和改善生态环境质量的一项重大举措, 自 1999 年启动试点工作以来已推行了十余年, 其对区域土地利用和生态环境效益的影响日益显现, 国内一些学者对此也开展了相关研究^[1-4]。生态系统服务价值是近年来从经济学角度定量评价生态系统状态的常用指标, 它与土地利用结构密切相关。不少研究者对土地利用变化及其对生态系统服务影响进行了研究, 但这些

研究大都基于土地利用/覆盖变化(Land Use /Cover Change, 简称 LUCC)来估算生态服务价值^[5-10], 往往仅关注土地利用类型和面积信息, 难以综合评价退耕还林(草)前后不同年份、不同区域间的 LUCC 及其对生态系统服务的影响。鉴于此, 本研究基于陕西省多时期的 LUCC 数据, 借助 ArcGIS 平台和生态系统服务价值评估方法计算出退耕还林(草)前后该省的生态系统服务功能价值, 进而利用 SPSS 统计分析软

收稿日期: 2013-04-18

修回日期: 2013-05-30

资助项目: 国家自然科学基金项目“基于 NDVI 的流域产流产沙快速预测与尺度效应”(50979003)

作者简介: 周涛(1985—), 男, 山东临沂人, 硕士, 主要研究方向为水土保持生态效益, 水资源与水沙环境。E-mail: zt8183738@gmail.com

通信作者: 李天宏(1970—), 男, 陕西富平人, 博士, 副教授, 主要研究方向为 3S 技术在水土资源/环境方面的应用、LUCC 及其生态环境效应。E-mail: lth@pku.edu.cn

件,分析土地利用程度综合指数与生态系统服务价值之间的关系,以求较为全面地评价退耕还林(草)前后陕西省土地利用变化及其对生态系统服务的影响。

1 研究区概况

陕西省位于中国西北部内陆腹地,以秦岭为界,南北分属于长江上游和黄河中游,地理坐标处于东经 105°29′—111°15′,北纬 31°42′—39°35′。全省面积约 20.56 万 km²,人口 3 733 万,东邻山西、河南,西连宁夏、甘肃,南抵四川、重庆、湖北,北接内蒙古,居于连接中国东、中部地区和西北、西南的重要枢纽。陕西是我国水土流失严重、生态环境脆弱的省份之一。根据陕西省水土保持局 2009 年的数据,陕西全省水土流失面积为 12.88 万 km²,占国土总面积的 62.65%,年输入江河泥沙 9.2 亿 t,占全国输入江河泥沙总量的 1/5。作为我国最早开展退耕还林(草)工程的试点省份之一,陕西省的退耕还林(草)已取得了一些成效^[1,7]。

表 1 土地利用程度分级赋值表

项目	未利用土地级	林草水用地级	农业用地级	城镇聚落用地级
土地利用类型	未利用地或难利用地	林地、草地、水域	耕地、园地、人工草地	城镇、居民点、工矿用地、交通过用地
分级指数	1	2	3	4

实际上评价区域不可能是由单一土地利用级别的土地利用类型构成,而是由以上 4 种理想类型按照一定比例混合而成。因此,区域土地利用程度综合指数是以上述 4 种理想类型分级指数为基础,根据其面积比例权重综合得出的。其计算方法如下:

$$L_a = \sum_{i=1}^n A_i \times C_i$$

式中: L_a ——区域土地利用程度综合指数; A_i ——第 i 级土地利用程度分级指数; C_i ——第 i 级土地占区域面积的百分比。

由式(1)可知,在区域土地利用数据基础上,土地利用程度可以通过计算其土地利用程度综合指数得到。土地利用程度综合指数是一个从 1~4 之间连续变化的指标,土地利用程度综合指数的大小反映了土地利用程度的高低。该指标作为一个同时反映土地利用类型及面积信息的综合指标,解决了年际和区域间土地利用状况难以进行全面综合比较的问题。

2.3 生态系统服务价值评价方法

Costanza 等提出的生态系统服务价值评价方法被广为采用^[14-18]。本研究采用的评价方法为谢高地等^[19]根据中国实际情况对 Costanza 方法的改进,生态系统服务功能考虑气体调节、气候调节、水源涵养、土壤形成与保护、废物处理、生物多样性维持、食物生

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本文所用土地利用数据为“国家科学数据共享工程—地球科学数据共享网”提供的 1980s、1995 年、2000 年和 2005 年土地利用矢量图,土地利用类型分为耕地、林地、草地、水域、城乡工矿居民用地、未利用土地 6 种一级类型,并可进一步细分为水田、旱地、有林地、高覆盖草地、河渠、城镇用地、沙地等 25 种二级类型。陕西省及各县边界采用 1:10 万全国行政区划图。本研究涉及的其他数据主要来源于中国统计年鉴 2006^[11]、陕西省统计年鉴 2006^[12]等统计资料。

2.2 土地利用程度计算模型

为了反映土地利用的总体程度,方便进行区域间的比较分析,本文采用刘纪远等^[13]提出的土地利用程度综合指数来表达土地利用程度。在该指数体系中,不同土地利用类型被划分为 4 个等级,对应的分级赋值列于表 1。

产、原材料生产、休闲娱乐 9 项。计算时,采用自然生态系统提供的经济价值是现有单位面积农田提供的食物生产服务经济价值的 1/7^[20],然后,使用文献[19]提出的当量因子表和陕西省农田生态系统单位面积食物生产服务的经济价值,得到各类生态系统各项服务功能单价,汇总各类生态系统服务功能各项单价后获得陕西省生态系统服务总价值。

3 结果与分析

3.1 退耕还林(草)前后土地利用变化

本研究在评价退耕还林(草)前后土地利用的变化时,以陕西省 20 世纪 80 年代改革开放初期的土地利用情况为基准,分别考察退耕还林(草)前后土地利用程度综合指数相对于基准期水平的变化情况,结果如表 2 所示。

表 2 退耕还林(草)前后陕西省土地利用程度

指标	改革开 放初期	退耕还林 (草)前	退耕还林 (草)后	
	1980s	1995 年	2000 年	2005 年
土地利用综合指数值	2.37	2.39	2.34	2.31
相对基准期变化	0	+0.02	-0.03	-0.06

从表 2 可以看出,从改革开放初期(1980s)到 1995 年这十多年里,陕西省土地利用程度综合指数

略有上升,显示出总体土地利用强度增大的趋势;实施退耕还林(草)后,到 2000 年土地利用程度综合指数已低于改革开放初期水平,比退耕还林(草)前明显降低,并且随着退耕还林(草)的推进,到 2005 年土地利用程度综合指数又进一步出现下降。改革开放初期到退耕还林(草)后陕西省土地利用程度的这些变

化说明,退耕还林(草)的实施对降低陕西省土地利用程度,促进土地资源合理利用起到了积极作用。

3.2 退耕还林(草)前后生态系统服务价值变化

为增强不同年份生态系统服务价值计算结果的可比性,将所有年份单价数据均转化为以 2005 年为基期的不变价格(表 3)。

表 3 陕西省生态系统服务功能单价							元/(hm ² ·a)
时间	生态服务功能	森林	草地	农田	湿地	水域	难利用土地
改革开放初期 (1980s)	气体调节	2125.25	485.77	303.61	1092.99	0.00	0.00
	气候调节	1639.48	546.49	540.42	10383.37	279.32	0.00
	水源涵养	1943.09	485.77	364.33	9411.82	12375.03	18.22
	土壤形成与保护	2368.14	1184.07	886.53	1038.34	6.07	12.14
	废物处理	795.45	795.45	995.83	11039.16	11039.16	6.07
	生物多样性保护	1979.52	661.86	431.12	1518.04	1511.96	206.45
	食物生产	60.72	182.16	607.21	182.16	60.72	6.07
	原材料	1578.76	30.36	60.72	42.51	6.07	0.00
	娱乐文化	777.23	24.29	6.07	3370.04	2635.31	6.07
1995 年(退耕 还林还草前)	气体调节	1950.52	445.83	278.65	1003.13	0.00	0.00
	气候调节	1504.69	501.56	495.99	9529.71	256.35	0.00
	水源涵养	1783.34	445.83	334.38	8638.04	11357.63	16.72
	土壤形成与保护	2173.44	1086.72	813.65	952.97	5.57	11.15
	废物处理	730.05	730.05	913.96	10131.58	10131.58	5.57
	生物多样性保护	1816.77	607.45	395.68	1393.23	1387.66	189.48
	食物生产	55.73	167.19	557.29	167.19	55.73	5.57
	原材料	1448.96	27.86	55.73	39.01	5.57	0.00
	娱乐文化	713.33	22.29	5.57	3092.98	2418.65	5.57
2000 年(退耕 还林还草后初期)	气体调节	2058.40	470.49	294.06	1058.60	0.00	0.00
	气候调节	1587.91	529.30	523.42	10056.74	270.53	0.00
	水源涵养	1881.96	470.49	352.87	9115.76	11985.76	17.64
	土壤形成与保护	2293.64	1146.82	858.65	1005.67	5.88	11.76
	废物处理	770.43	770.43	964.51	10691.91	10691.91	5.88
	生物多样性保护	1917.25	641.04	417.56	1470.28	1464.40	199.96
	食物生产	58.81	176.43	588.11	176.43	58.81	5.88
	原材料	1529.10	29.41	58.81	41.17	5.88	0.00
	娱乐文化	752.79	23.52	5.88	3264.03	2552.41	5.88
2005 年(退耕 还林还草后)	气体调节	2466.74	563.83	352.39	1268.61	0.00	0.00
	气候调节	1902.91	634.30	627.26	12051.79	324.20	0.00
	水源涵养	2255.31	563.83	422.87	10924.13	14363.47	21.14
	土壤形成与保护	2748.65	1374.33	1028.98	1205.18	7.05	14.10
	废物处理	923.27	923.27	1155.84	12812.95	12812.95	7.05
	生物多样性保护	2297.59	768.21	500.40	1761.96	1754.91	239.63
	食物生产	70.48	211.43	704.78	211.43	70.48	7.05
	原材料	1832.44	35.24	70.48	49.33	7.05	0.00
	娱乐文化	902.12	28.19	7.05	3911.54	3058.76	7.05

利用 ArcGIS 统计功能对 4 个时期的土地利用图进行统计,得到各类生态系统的面积,乘以表 3 的单价,汇总得到陕西省各年份生态系统服务总价值。以

代表改革开放初期的 1980s 的值为基准,计算得到退耕还林(草)前后陕西省各年份生态系统服务价值相对于基准期水平的变化情况(表 4)。

表 4 退耕还林(草)前后陕西省生态系统服务价值变化

时间		生态系统服务价值变化量/10 ⁸ 元						
		合计	森林	草地	农田	湿地	水域	难利用土地
退耕还林(草)前	1995 年	-59.05	-16.89	-25.74	-5.78	0.78	-0.60	-107.29
退耕还林(草)后	2000 年	11.37	8.50	3.68	0.35	-1.24	-0.19	22.45
	2005 年	93.48	66.87	49.65	1.49	6.19	-0.33	217.36

由表 4 可知,与改革开放初期相比,陕西省生态系统服务价值在退耕还林前出现下降,1995 年比改革开放初期下降了 107.29 亿元,而随着退耕还林(草)的实施,陕西省生态系统服务价值上升并一直保持增长趋势,2000 年、2005 年陕西省生态系统服务价值分别比改革开放初期上升了 22.45 亿元和 217.36 亿元。其中,森林生态系统服务价值对价值增长的贡献最大。结合表 3 和表 4 还可知,相比改革开放初期的基准水平,退耕还林(草)前陕西省土地利用程度综合指数上升,生态系统服务价值下降;退耕还林(草)后,土地利用程度综合指数下降,生态系统服务价值上升,二者在退耕还林(草)前后的变化趋势恰好相反。

3.3 土地利用程度与生态系统服务价值的关系

相关研究证明,不合理的土地利用和对土地资源

的滥用,会损害生态系统服务功能,导致区域生态系统失衡与经济发展停滞的恶性循环,使生态系统服务价值降低^[21]。利用陕西省各县土地利用数据和前面计算出的陕西省生态系统服务价值单价表,可得各县土地利用程度综合指数和单位面积生态系统服务价值。

为定量评价退耕还林(草)前后土地利用程度对生态系统服务价值的影响,对陕西省各县土地利用程度综合指数和单位面积生态系统服务价值进行线性拟合。在 SPSS 中分别输入改革开放初期、1995 年、2000 年、2005 年各县土地利用程度综合指数和单位面积生态系统服务价值,并以土地利用程度综合指数为自变量 X,单位面积生态系统服务价值为因变量 Y,进行线性拟合,结果如图 1 所示。

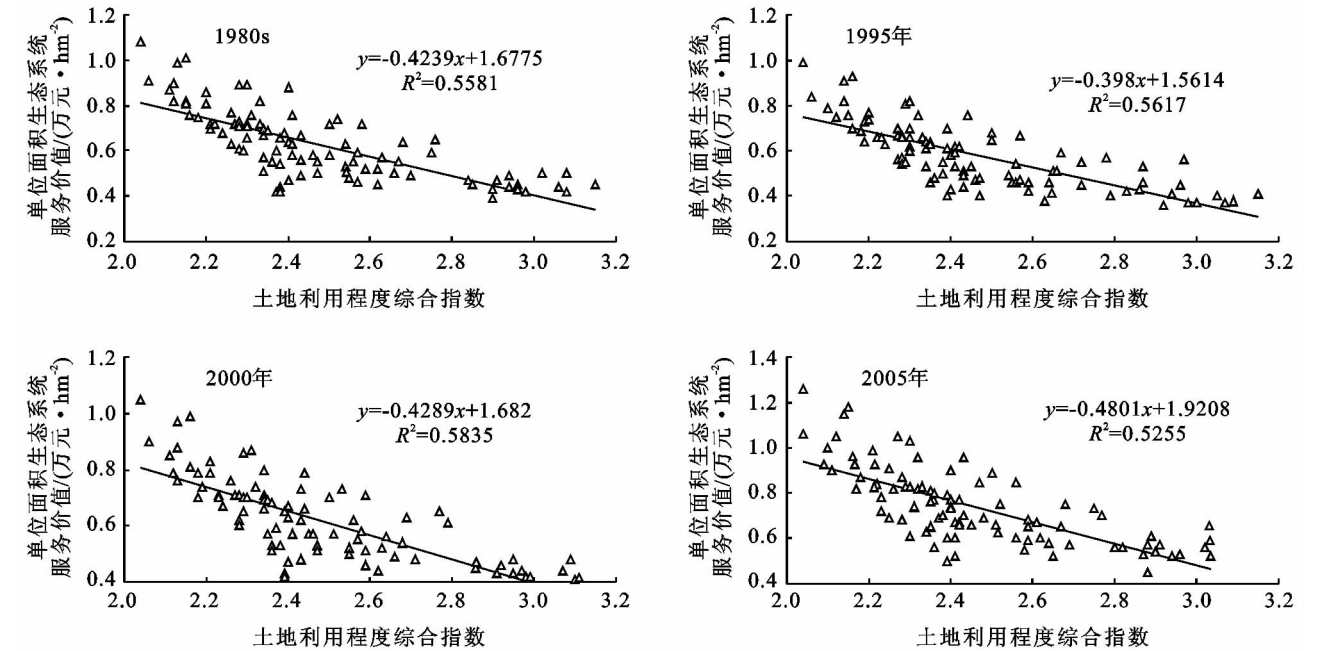


图 1 土地利用程度与生态系统服务价值关系

观察图 1 可以发现,从改革开放初期(1980s)直至退耕还林(草)实施(2005 年)后,陕西省各县总体上都呈现出土地利用程度综合指数越小,单位面积生态系统服务价值越高的现象,土地利用程度与单位面积生态系统服务价值此消彼长的现象说明二者之间可能存在负相关关系。经 SPSS 线性拟合检验,改革开放初期、1995 年、2000 年、2005 年陕西省各县土地利用程度综合指数与单位面积生态系统服务价值的

相关指数 R 绝对值均超过 0.7,显示出较强的负相关性,且在 0.01 水平上显著。

4 结论

通过对 1980s,1995 年,2000 年和 2005 年 4 个时期陕西省生态服务价值的估算及其同土地利用强度的相关分析表明:(1) 相比于改革开放初期的基准水平,退耕还林(草)实施后陕西省土地利用程度下降,

与此同时,生态系统服务价值上升,且以森林和草地生态系统服务价值增长最多,说明退耕还林(草)有效地促进了林草植被的恢复,使得生态系统总体情况趋向改善。(2)退耕还林(草)前后陕西省各县土地利用程度综合指数与单位面积生态系统服务价值之间存在显著的负相关性。通过退耕还林(草)实施前后各年土地利用程度和生态系统服务价值与基期水平的对比,发现二者变化趋势相反,退耕还林(草)前土地利用程度增大,生态系统服务价值递减,退耕还林(草)后土地利用程度减小,生态系统服务价值增加。

参考文献:

- [1] 焦峰,温仲明,李锐.黄土高原退耕还林(草)环境效应分析[J].水土保持研究,2005,12(1):26-30.
- [2] 宋乃平,王磊,刘艳华,等.退耕还林草对黄土丘陵区土地利用的影响[J].资源科学,2006,28(4):52-57.
- [3] 张文帅,王飞,穆兴民,等.近25年延河流域土地利用/覆盖变化的时空特征[J].水土保持研究,2012,19(5):148-154.
- [4] 尹少华,朱玉雯,尹峰.退耕还林工程综合效益评价指标体系研究:湖南省案例[J].林业经济,2008(5),29-32.
- [5] 赵昕,任志远,杨勇.陕西省生态服务价值变化初探[J].江西农业学报,2006,18(4):159-162.
- [6] 张凤太,苏维词,赵卫权.基于土地利用/覆被变化的重庆城市生态系统服务价值研究[J].生态与农村环境学报,2008,24(3):21-25.
- [7] 吕明权,王延平,王继军.吴起镇土地利用变化及其生态服务价值研究[J].水土保持研究,2010,17(1):144-149.
- [8] 王亚娟,刘小鹏,关文超.山区土地利用变化对生态系统服务价值的影响分析:以宁夏彭阳县为例[J].生态经济,2010(5):146-149,162.

- [9] 岳书平,张树文,闫业超.东北样带土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J].地理学报,2007,62(8):879-886.
- [10] 李进鹏,王飞,穆兴民,等.延河流域土地利用变化对生态服务价值的影响[J].水土保持研究,2010,17(3):110-114.
- [11] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴2006[M].北京:中国统计出版社,2006.
- [12] 陕西省统计局.陕西统计年鉴2006[M].北京:中国统计出版社,2006.
- [13] 庄大方,刘纪远.中国土地利用程度的区域分异模型研究[J].自然资源学报,1997,12(2):105-111.
- [14] SCEP (Study of Critical Environmental Problems). Man's Impact on the Global Environment [M]. Berlin: Springer-Verlag,1970.
- [15] Ehrlich P H, Mooney H A. Extinction, substitution and Ecosystem services [J]. Bioscience,1983,33(4):248-254.
- [16] Westman W. How Much Are Nature's Services Worth [J]. Science,1977,197(4307):960-964.
- [17] Costanza R, Arge R, Groot R, et al. The Value of the world's Ecosystem Services and Natural Capital [J]. Nature,1997,387:253-260.
- [18] Portela R, Rademacher A I. A Dynamic Model of Patterns of Deforestation and Their Effect on the Ability of the Brazilian Amazonia to Provide Ecosystem Services [J]. Ecological Modeling,2001,143(1/2):115-146.
- [19] 谢高地,鲁春霞,肖玉,等.青藏高原高寒草地生态系统服务价值评估[J].山地学报,2003,21(1):50-55.
- [20] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J],自然资源学报,2003,18(2):189-196.
- [21] 刘勇.江苏省土地利用程度与区域生态效率关系研究[J].中国土地科学,2010,24(4):19-24.

(上接第245页)

- [13] 邱炳文,王钦敏,陈崇成,等.福建省土地利用多尺度空间自相关分析[J].自然资源学报,2007,22(2):311-320.
- [14] 林琳,马飞.广州市人口老龄化的空间分布及趋势[J].地理研究,2007,26(5):1043-1054.
- [15] 王友胜,刘霞,姚孝友,等.费县土地利用和土壤侵蚀时空变化分析[J].水土保持研究,2011,18(5):19-22.
- [16] TD/T1025-2010.乡(镇)土地利用总体规划编制规程[S].北京:中国标准出版社,2010.
- [17] 庄大方,刘纪远.中国土地利用程度的区域分异模型研究[J].自然资源学报,1997,12(2):105-111.

- [18] 马荣华,蒲英霞,马晓冬. GIS空间关联模式发现[M].北京:科学出版社,2007.
- [19] 叶长盛,黄建军.江西省县域农村居民纯收入空间差异研究[J].水土保持研究,2011,18(3):153-157.
- [20] Goodchild M, Anselin L, Applebaum R, et al. Towards a spatially integrated social science[J]. International Regional Science Review,2002,23(2):139-159.
- [21] Cliff A, Ord J K. Spatial Processes: Models and Applications[M]. London: Pion,1981:6-22.
- [22] Anselin L. Local indicators of spatial association: LISA [J]. Geographical Analysis,1995,27(2):93-115.