

陕北黄土高原地区生态系统服务功能价值变化分析

杜芬玲¹, 张朝辉², 余盼盼²

(1. 中煤航测遥感集团有限公司航测工程分公司, 陕西西安 710054; 2. 西安科技大学测绘科学与技术学院, 陕西西安 710054)

摘要 以2000、2005和2010年陕北黄土高原地区土地利用数据为基础,在收集已有生态系统服务功能价值研究成果的基础上,对区域内2000~2010年生态系统服务功能价值变化进行分析。结果表明:受退耕还林还草工程实施影响,陕北黄土高原地区耕地大面积减少,草地大面积增加;区域内总体生态系统服务功能价值增加,共增加9 500万元,林地贡献较大;生态系统服务功能中,废物处理、食物生产、水分供应和气体调节功能价值最大;废物处理、侵蚀控制和娱乐功能价值增加最大,而土壤形成、水分供应和气候调节功能价值减少最大;娱乐、水分控制和侵蚀控制功能价值增加幅度最大,而土壤形成和气候调节功能价值减少幅度最大。

关键词 土地利用;生态系统;退耕还林还草工程;黄土高原
中图分类号 S27;X832 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)30-247-03

Analysis of Ecosystem Services Value Change in Loess Plateau Area of Northern Shaanxi Province
DU Fen-ling¹, ZHANG Zhao-hui², YU Pan-pan² (1. Department of Remote Sensing and Surveying and Mapping, Aerial Photogrammetry and Remote Sensing of China Coal Group Corporation, Xi'an, Shaanxi 710054; 2. College of Geomatics, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an, Shaanxi 710054)

Abstract Land use data in the year of 2000, 2005 and 2010 was used to analyze ecosystem services value change from 2000 to 2010 on the basis of collected research results of ecosystem services value. Result showed: Farmland was decrease largely while grassland was increase largely in Loess Plateau area of northern Shaanxi Province influenced by GGP. The overall ecosystem services value was increase with 0.95×10^8 yuan, and woodland was contribute greatly. In the function of ecosystem services, the value of waste treatment, food production, water supply and gas regulation function was the biggest. The value of waste treatment, erosion control and entertainment function was increase largely, while the value of soil formation, water supply and climate regulation function was decrease largely. The value of entertainment, water control and erosion control function was with the largest increased percentage, while the value of soil formation and climate regulation function was with the largest decreased percentage.

Key words Land use; Ecosystem; GGP; Loess Plateau

退耕还林还草工程是我国实施的一项重要的生态环境建设与保护工程,产生了广泛的生态环境及社会经济效益^[1-2]。陕北黄土高原地区是退耕还林还草工程实施的重要区域,自1999年试点实施以来,区域内土地利用发生了较大变化,表现为耕地面积大幅减少,林地、草地面积大幅上升^[3-4]。随着2014年底新一轮退耕还林还草工程的重启,科学评价前一阶段退耕还林还草工程实施成效,找出实施过程存在的问题,对于退耕还林还草工程实施具有重要的现实意义。

土地利用变化研究已经具有较长时间,且研究内容逐渐从土地利用数量^[5-7]、结构变化^[8-10],向土地利用功能变化方面发展^[11-13]。土地利用变化所引起的生态系统服务功能价值变化作为土地功能的重要方面,受到很多学者的关注与重视^[14-16]。笔者根据2000、2005和2010年陕北黄土高原地区土地利用数据,在收集各土地利用类型生态系统服务功能价值的基础上,对区域内生态系统服务功能价值变化进行分析,为科学评价退耕还林还草工程提供参考。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况 陕北黄土高原地区位于陕西省北部,包括榆林地区(北部为毛乌素沙地南缘)和延安地区,位于107°15'56"~111°13'10"E、35°21'56"~39°35'06"N。2011年底,区域内总人口为554.64万,土地总面积为80 624 km²。

该地区属于温带大陆性季风气候,年平均气温为9.5℃,年降水量为506.5 mm,年平均日照时数为2 540 h,无霜期194 d。全境属黄河流域,主要河流有无定河、延河等^[17]。

1.2 数据来源 研究使用的数据包括:①2000、2005和2010年陕西省1:10万矢量土地利用数据,来源于“全国生态环境十年变化(2000-2010)遥感调查与评估”项目,分类影像2010年以国产环境卫星为主,2000和2005年以TM影像为主。地理坐标为GCS_WGS84,投影为Albers椭球体,中央经度105°。分类体系包括7个一级分类和30个二级分类;②陕西省矢量县级行政边界图。

1.3 研究方法

1.3.1 土地利用数据提取。以2000、2005和2010年陕北黄土高原地区矢量土地利用数据为基础,在ArcGIS软件中提取各年份各种土地利用面积。研究中涉及的土地利用类型主要包括林地、草地、水域、耕地、建设用地和未利用地。

1.3.2 生态服务价值计算。据Costanza等^[16]提出的全球生态系统服务功能价值测算方法,计算研究区生态系统服务功能价值,公式如下:

$$V = \sum P_i A_i$$

式中, P_i 为单位面积土地利用类型*i*的生态系统服务功能价值(元/hm²); A_i 为研究区内土地利用类型*i*分布面积(hm²); V 为研究区生态系统服务功能总价值(元)。

参照王晓峰等^[12]及Costanza等^[16]的研究成果,得到单位面积生态服务价值(表1)。由表1可知,生态服务价值中包括了14种生态服务功能。水域的单位面积生态服务价值

基金项目 西安科技大学培育基金项目(2014007)。
作者简介 杜芬玲(1981-),女,河南博爱人,工程师,从事地理信息系统工程研究。
收稿日期 2015-09-11

最大,其次为林地、草地、耕地和未利用地,建设用地最小,并且耕地生态服务价值高于草地。

2 结果与分析

2.1 土地利用变化 受退耕还林还草工程实施影响,2000~2010 年陕北黄土高原地区土地利用结构未发生明显变化,但土地利用类型面积发生了明显变化。主要表现在耕地、林地和草地 3 种类型上。2000~2010 年,草地面积最大,所占总面积比例增加 4.1%,增加了 323 052 hm²,增加幅度为 9.0%;林地面积次之,所占总面积比例仅增加了 0.5%,增加了 41 244 hm²,增加幅度为 2.6%;耕地减少面积最大,所占总面积比例减少 5.0%,减少了 394 908 hm²,减少幅度为 19.6%(表 2)。从表 2 也可看出,陕北黄土高原地区的土地利用类型面积变化主要集中在 2000~2005 年,2005~2010 年变化较小。

表 1 单位面积生态服务价值							元/hm ²
服务功能	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地	
气体调节	132.72	849.65	95.20				
气候调节	236.25	2.77	32.37				
水分控制		3.31	12.45				
水分供应	159.27	4.37	126.16	45 030.20			26.50
侵蚀控制		135.21	117.03				
土壤形成	387.57	105.38	3.74		17.70		
营养循环		508.83					
废物处理	435.36	238.50	489.29	5 499.60			8.80
生物控制	59.55	5.43	92.55				
食物生产	265.47	432.47	278.47	339.10			8.80
原材料	26.55	381.24	3.74				
基因资源		22.69					
娱乐		370.88	26.98	1 902.10			3.60
文化		3.84	29.47				4.40
合计	1 702.74	9 064.57	1 307.42	52 771.00	17.70		69.80

表 2 2000、2005 和 2010 年土地利用类型面积

土地利 用类型	面积//km ²			面积比例//%			变化量//km ²			变化比例//%		
	2000 年	2005 年	2010 年	2000 年	2005 年	2010 年	2000~ 2005 年	2005~ 2010 年	2000~ 2010 年	2000~ 2005 年	2005~ 2010 年	2000~ 2010 年
耕地	2 012 251	1 694 469	1 617 343	25.2	21.2	20.2	-317 782	-77 126	-394 908	-15.8	-4.6	-19.6
林地	1 616 863	1 654 804	1 658 107	20.2	20.7	20.7	37 941	3 303	41 244	2.3	0.2	2.6
草地	3 577 487	3 844 913	3 900 539	44.7	48.1	48.8	267 426	55 626	323 052	7.5	1.4	9.0
水域	31 116	29 691	30 564	0.4	0.4	0.4	-1 425	873	-552	-4.6	2.9	-1.8
建设用地	47 127	67 256	92 267	0.6	0.8	1.2	20 129	25 011	45 140	42.7	37.2	95.8
未利用地	712 810	706 521	698 834	8.9	8.8	8.7	-6 289	-7 687	-13 976	-0.9	-1.1	-2.0

2.2 生态系统服务功能价值变化

2.2.1 总体生态系统服务功能价值变化。2000~2010 年陕北黄土高原地区生态系统服务功能价值总体增加,但增加幅度不大。受退耕还林还草工程实施影响,该区域土地利用发生较大变化,耕地大面积减少,而草地大面积增加。由表 1 可知,草地生态系统服务功能总价值为 1 307.42 元/hm²,耕地为 1 702.74 元/hm²。可见,草地生态系统服务功能价值低于耕地。由于耕地转为草地,变化区域的生态系统服务功能

总价值减少。区域内林地面积增加对生态系统服务功能总价值增加贡献较大。

2000~2010 年,区域内耕地生态服务价值减少,减少 6.72 亿元,减少幅度为 19.63%;林地生态服务价值增加,增加 3.74 亿元,增加幅度为 2.55%;草地生态服务价值增加,增加 4.22 亿元,增加幅度为 9.03%。总体上,2000~2010 年陕北黄土高原地区生态服务价值增加,增加 0.95 亿元,增加幅度仅为 0.39%(表 3)。

表 3 2000~2010 年生态服务价值变化

土地利用	生态服务价值//亿元			变化值//亿元			变化比例//%		
	2000 年	2005 年	2010 年	2000~2005 年	2005~2010 年	2000~2010 年	2000~2005 年	2005~2010 年	2000~2010 年
耕地	34.26	28.85	27.54	-5.41	-1.31	-6.72	-15.79	-4.55	-19.63
林地	146.56	150.00	150.30	3.44	0.30	3.74	2.35	0.20	2.55
草地	46.77	50.27	51.00	3.50	0.73	4.22	7.48	1.45	9.03
水域	16.42	15.67	16.13	-0.75	0.46	-0.29	-4.58	2.94	-1.77
建设用地	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	42.71	37.19	95.78
未利用地	0.37	0.37	0.36	0.00	0.00	-0.01	-0.88	-1.09	-1.96
合计	244.39	245.17	245.35	0.77	0.17	0.95	0.32	0.07	0.39

2.2.2 各生态系统服务功能类型价值变化。2000~2010 年各生态系统服务功能类型价值变化见表 4。由表 4 可知,在所有生态系统服务功能中,废物处理功能价值最大,超过 100 亿元,其次为食物生产、水分供应和气体调节功能,生态系统服务功能价值在 20 亿元左右,其他生态系统服务功能价值较低,均在 10 亿元以下。2000~2010 年,废物处理功能价值增加最大,增加了 2.4 亿元,增加幅度为 1.86%,其次为侵蚀

控制功能和娱乐功能,分别增加了 0.43 亿和 0.23 亿元,增加幅度分别为 6.81%和 3.02%。土壤形成、气候调节和水分供应功能价值减少,分别减少 1.47 亿、0.83 亿和 0.47 亿元。从变化比例看,2000~2010 年研究区土壤形成和气候调节功能价值降幅最大,分别下降了 15.21%和 13.89%。文化、水分控制和侵蚀控制功能价值增幅最大,分别为 8.38%、8.34%和 6.81%。

表 4 2000 ~ 2010 年各生态系统服务功能类型价值变化

服务功能	生态服务价值//亿元			变化价值//亿元			变化比例//%		
	2000 年	2005 年	2010 年	2000 ~ 2005 年	2005 ~ 2010 年	2000 ~ 2010 年	2000 ~ 2005 年	2005 ~ 2010 年	2000 ~ 2010 年
气体调节	19.81	19.97	19.95	0.16	0.13	0.13	0.78	0.67	0.68
气候调节	5.96	5.29	5.13	-0.66	-0.83	-0.83	-11.13	-15.63	-13.89
水分控制	0.50	0.53	0.54	0.03	0.04	0.04	6.93	7.80	8.34
水分供应	21.99	21.18	21.52	-0.81	-0.47	-0.47	-3.69	-2.23	-2.15
侵蚀控制	6.37	6.74	6.81	0.36	0.43	0.43	5.72	6.44	6.81
土壤形成	9.64	8.47	8.18	-1.18	-1.47	-1.47	-12.21	-17.33	-15.21
营养循环	8.23	8.42	8.44	0.19	0.21	0.21	2.35	2.49	2.55
废物处理	128.91	131.12	131.31	2.21	2.40	2.40	1.72	1.83	1.86
生物控制	4.60	4.66	4.66	0.06	0.07	0.07	1.31	1.42	1.44
食物生产	22.46	22.52	22.49	0.06	0.03	0.03	0.27	0.12	0.12
原材料	6.83	6.90	6.90	0.07	0.06	0.06	1.03	0.93	0.94
基因资源	0.37	0.38	0.38	0.01	0.01	0.01	2.35	2.49	2.55
娱乐	7.58	7.76	7.81	0.19	0.23	0.23	2.45	2.95	3.02
文化	1.15	1.23	1.24	0.08	0.10	0.10	6.97	7.83	8.38

3 结论与讨论

受退耕还林还草工程实施影响,陕北黄土高原地区土地利用发生了较大改变。根据 2000、2005 和 2010 年土地利用数据,结合已有生态系统服务功能价值研究成果,对该区域土地利用变化引起的生态系统服务功能价值变化进行分析,结果表明:

(1)受退耕还林还草工程实施影响,陕北黄土高原地区土地利用发生较大变化,耕地大面积减少,草地大面积增加,林地增加面积次之。

(2)2000 ~ 2010 年,陕北黄土高原地区总体生态系统服务功能价值增加,共增加 0.95 亿元,对生态系统服务功能价值增加贡献较大的土地利用类型为林地。

(3)2000 ~ 2010 年,生态系统服务功能中,废物处理、食物生产、水分供应和气体调节功能价值最大;废物处理、侵蚀控制和娱乐功能价值增加最大,而土壤形成、水分供应和气候调节功能减少最大;娱乐、水分控制和侵蚀控制功能价值增加幅度最大,而土壤形成和气候调节功能价值减少幅度最大。

陕北黄土高原地区生态系统服务功能价值分析表明,生态服务功能价值能够应用于土地利用变化的生态环境效应分析当中,并能为土地利用变化引起的土地利用功能分析提供方法和途径。但仅从土地利用一级分类方面进行探讨,有些单薄,若能够从土地利用二级分类方面入手,分析各土地利用二级分类的生态系统服务功能价值,则更具有理论和实际意义。

参考文献

[1] 马永欢,樊胜岳. 沙漠化地区退耕还林政策的生态经济效益分析:以民

勤县为例[J]. 自然资源学报, 2005, 2(4):590-596.
[2] 吴礼军,刘青,等. 全国退耕还林工程进展成效综述[J]. 林业经济, 2009(9):21-26.
[3] 张建军,陈凤娟,白建勤,等. 1983-2009 年黄土高原沟壑区耕地结构特征演变分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(16):232-239.
[4] 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.
[5] 王晓峰,任志远. 近 14 年榆林北六县土地利用变化及驱动力分析[J]. 水土保持研究, 2006, 13(6):201-207.
[6] 宋开山,刘殿伟,王宗明,等. 1954 年以来三江平原土地利用变化及驱动力[J]. 地理学报, 2008, 63(1):94-104.
[7] VERBURG P H,VELDKAMP A,FRESCO L O. Simulation of changes in the spatial pattern of land use in China [J]. Applied geography, 1999, 19: 211-233.
[8] 宋乃平,张凤荣. 鄂尔多斯农牧交错土地利用格局的演变与机理[J]. 地理学报, 2007, 62(12):1299-1308.
[9] 林目轩,师迎春,陈秧分,等. 长沙市区建设用地扩张的时空特征[J]. 地理研究, 2007, 26(2):265-274.
[10] FU C. Potential impacts of human-induced land cover change on east Asia monsoon [J]. Global and planetary change, 2003, 37(3/4):219-229.
[11] 徐勇,张同升,杨勤科. 黄土高原安塞县生态退耕情景及农业影响[J]. 地理学报, 2006, 61(4):369-377.
[12] 王晓峰. 榆林市土地生态系统服务功能价值测评[J]. 地球科学与环境学报, 2009, 31(3):302-305.
[13] 梁小英,顾铮鸣,雷敏,等. 土地功能与土地利用表征土地系统和景观格局的差异研究:以陕西省蓝田县为例[J]. 自然资源学报, 2014, 29(7):1127-1135.
[14] 冉圣宏,吕昌河,王茜. 生态退耕对安塞县土地利用及其生态服务功能的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(3):111-116.
[15] 秦伟,朱清科,赖亚飞. 退耕还林工程生态价值评估与补偿:以陕西省吴起县为例[J]. 北京林业大学学报, 2008, 30(5):159-164.
[16] 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.
[17] 陕西省统计局,国家统计局陕西调查总队. 陕西统计年鉴(2012) [M]. 北京:中国统计出版社,2012.

(上接第 243 页)

改进。

参考文献

[1] 曾惠琴. 大蒜的营养价值及利用现状[J]. 科技风,2009(10):98.
[2] 杨国力. 黑蒜,异军突起的新兴食品[J]. 生命世界,2015(1):76-79.
[3] 姬妍茹,石杰,刘宇峰,等. 黑蒜生产过程中主要营养成分变化分析及工艺优化[J]. 食品工业科技,2015(5):360-364.
[4] 卞倩倩,李继兰,卢斐. 我国黑蒜出口情况及国际市场分析[J]. 中国果菜,2012(3):47-48.
[5] 冯永辉,王庆辉,王庆茹,等. 黑大蒜提取物对小鼠细胞免疫应答影响的初步探讨[J]. 中国免疫学杂志,2010(11):982-985.

[6] 杨桂青,王东,王义善,等. 黑蒜提取液对 Lewis 肺癌细胞株的放疗增敏作用[J]. 中国中西医结合杂志,2013(8):1093-1097.
[7] 王鑫,杨柯. 黑蒜对肿瘤防治作用的研究进展[J]. 实用医药杂志,2011(2):176-178.
[8] 李强,刘圣红,索菲娅,等. 蒜氨酸和蒜氨酸酶的制备及抑菌作用的研究[J]. 食品科学,2007(6):230-233.
[9] 安东. 黑蒜加工工艺的研究[D]. 泰安:山东农业大学,2011.
[10] 罗仓学,苏东霞,陈树雨. 液态黑蒜发酵工艺优化[J]. 农业工程学报,2013(18):292-297.
[11] 李林,卢家炯. 美拉德反应的抑制及消除方法[J]. 广西轻工业,2000(4):16-18.