

文章编号:1672-4291(2009)01-0098-05

吴起县不同退耕阶段农地资源 生态服务价值评估分析

申 强¹, 姜志德^{1*}, 王继军²

(1 西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100;

2 中国科学院/水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以陕西省吴起县为例,对三个不同退耕阶段农地资源生态服务价值进行了评估,分析了各阶段农地资源生态服务价值的变化,探讨了退耕还林(草)工程的实施对农地资源生态服务价值的影响。结果表明:退耕前、退耕初期及退耕中期吴起县农地资源的直接经济产出价值和间接生态服务价值之比分别为:1 0.84、1 2.63 和 1 3.56。随着退耕工程的不断深入,农地资源总生态服务价值由退耕前的 45 402.81 万元增加到了退耕初期的 81 603.81 万元和退耕中期的 164 925.46 万元,实现了经济效益与生态效益的同步发展。

关键词:农地资源;退耕;生态服务价值;吴起县

中图分类号:F062.1;F062.2 **文献标识码:**A

Estimation and analysis of the ecosystem service value of agriculture land resource in Wuqi county during three de-faring periods

SHEN Qiang¹, JIANG Zhi-de^{1*}, WANG Ji-jun²

(1 College of Economy and Management, Northwest A & F University,

Yangling 712100, Shaanxi, China; 2 Institute of Soil and Water Conservation,

Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100, Shaanxi, China)

Abstract: Taking Wuqi county, Shaanxi province as an example, the ecosystem service value of agricultural land resource during three de-farming periods was estimated; the change of the ecosystem service value was analyzed; and effects of grain for green project on the ecosystem service value of agricultural land resource were also discussed. It indicated that the ratios of the direct economic output value to the indirect ecosystem service value of agricultural land resource in Wuqi country during three different periods were 1 0.84, 1 2.63 and 1 3.56, respectively. With the further implementary of de-farming, the net service value of the agricultural land resource increased from 454.03 million yuan during the pre-de-farming period to 816.04 million yuan during the earlier de-farming period and 1 649.25 million yuan during the medium-term de-farming period, respectively. The win-win situation of economy and ecology was achieved.

Key words: agricultural land resource; de-farming; ecosystem service value; Wuqi county

农地生态系统除向人类提供实物型生态产品外,还提供更多的非实物型的生态服务。随着可持续

发展研究的深入,农地生态系统的间接服务功能及其价值逐渐被重视,关于农地资源利用结构变化与

收稿日期:2008-09-09

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40771082)

作者简介:申强,男,硕士研究生,研究方向为区域经济理论与政策。

*通讯作者:姜志德,男,教授。

其生态服务价值的研究也成为生态学、经济学等学科的研究热点。继 Costanza 等^[1]对全球生态系统服务价值评估之后,我国许多学者运用其评估方法及参数对我国不同类型生态系统的服务功能价值进行了评估。如:赵同谦等^[2]、靳芳等^[3]对我国森林生态系统生态服务功能价值进行了评估。谢高地等^[4]、孙新章等^[5]对我国自然草地生态系统和农田生态服务功能价值进行了评估。这些研究多以某一农地资源类型为对象,对评估不同类型生态系统的生态服务价值提供了依据,但缺乏综合性。也有部分学者从经济社会发展对农地资源配置的影响出发,对农地资源利用变化的生态服务价值响应进行了研究,如岳书平等^[6]研究了东北样带土地利用变化对生态服务价值的影响,分析了不同类型农地资源单位面积生态服务价值的差别,得出林区>农林交错区>牧区>农牧交错区>农区。黄青等^[7]评估了干旱区典型山地-绿洲-荒漠系统中绿洲土地利用结构和覆盖变化对生态系统服务价值的影响,认为林地生态服务价值远大于耕地和水域,林地面积的减少是研究区生态系统服务价值减少的主要原因。罗俊等^[8]对喀斯特地区土地利用结构与生态服务价值进行了研究,得出草地是影响喀斯特地区生态服务价值的重要因素。然而,相关研究并没有考虑退耕还林(草)工程的实施导致的农地资源配置变化对生态服务价值的影响。

本文以陕西省吴起县为例,对退耕前、退耕初期和退耕中期三个不同阶段农地资源生态服务价值进行评估分析,探讨退耕还林(草)政策对不同类型农地资源生态服务价值的影响,为进一步完善退耕政策,持续提高农地资源服务价值提供依据。

1 数据及方法

1.1 区域概况

吴起县位于陕西省延安市西北部,总面积 3 791.5 km²,全县地貌属黄土高原梁状丘陵沟壑区,海拔高度 1 233~1 809 m,属半干旱温带大陆性

季风气候,年平均降雨量 483.4 mm。退耕前,吴起县农地资源受到以“陡坡开垦,广种薄收,自由放牧”为主要特征的传统生产方式的严重破坏。1998年,吴起县率先启动了退耕还林(草)工程,实现了全县整体封山禁牧;1999年一次性退耕 103 666.7 hm²,成为全国“退耕第一县”;2001年,退耕初见成效;到2006年为止,全县累计完成退耕还林(草)面积 153 860 hm²,林草覆盖率由 19.2%提高到 62.9%。为研究方便,本文将吴起县退耕还林(草)的历程划分为退耕前(1996—1999年)、退耕初期(2000—2004年)和退耕中期(2005—2007年)三个阶段。

1.2 数据来源

1996—2006年土地利用变更资料来自吴起县国土局,人口与各产业的产值来自1996—2006年的《吴起统计年鉴》。为减少统计误差和年份数据波动对研究结果的影响,同时结合统计数据的可得性,不同阶段分别选取两个年份的统计数据的平均值:退耕前以1996—1997年数据为基础,退耕初期以2000—2001年数据为基础,退耕中期以2005—2006年数据为基础。为突出农地主体利用结构,特将农地资源划分为农田、林地和草地三个组成部分。

1.3 评估方法

本研究评估对象包括直接经济产出价值与间接生态服务价值两部分。

直接经济产出价值采取市场价值法,以统计资料中的产值为基础,统一折算为2000年的可比价格。当地的牧业由农田与草地共同支撑,为避免重复计算,草地直接产出价值由牧业产值减去饲料粮价值来计算。间接生态服务价值很难直接测算,多采用间接的评估方法,指标参数以不同地区的均值为依据。文中采用我国学者谢高地等^[9]制定的生态服务价值当量因子(表1),此表较好地考虑了不同地区地表植被营养体生长量对生态服务功能的影响,与以均值为基础的评估方法相比,具有更高的可靠性和更强的说服力,得到了广泛应用^[10-14]。

表1 农地资源生态服务价值当量表

Tab. 1 The ecosystem service value of agricultural land resource

农地类型	气体调节	气候调节	水源涵养	土壤保持	废物处理	维持生物多样性	食物生产	原材料	娱乐文化	合计
森林	3.50	2.70	3.20	3.90	1.31	3.26	0.10	2.60	1.28	21.85
草地	0.80	0.90	0.80	1.95	1.31	1.09	0.30	0.05	0.04	7.24
农田	0.50	0.89	0.60	1.46	1.64	0.71	1.00	0.10	0.01	6.91

据统计资料,吴起县三个阶段粮食平均产量分别为 $2\ 420.5\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $2\ 317.5\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 和 $3\ 122.5\ \text{kg}/\text{hm}^2$. 考虑到没有人工投入的自然生态系统提供的经济价值是现有单位面积农田食物生产服务经济价值的 $1/7^{[15]}$, 因此需对研究区单位面积农田每年粮食自然产量作修正. 由公式(1)计算出三个阶段吴起县农田自然生态系统年粮食产量的可比经济价值 E_n 分别为: $442.61\ \text{元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 、 $423.77\ \text{元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 和 $570.97\ \text{元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$

$$E_n = 1/7 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{q_i \times m_i \times p_i}{M}, i = 1, \dots, n. \quad (1)$$

式中, E_n 为农田自然生态系统提供的食物生产服务经济价值 ($\text{元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$); i 为粮食作物种类; p_i 为第 i 类粮食作物的市场价格 ($\text{元}/\text{kg}$); q_i 为第 i 类粮食作物的单产水平 ($\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$); m_i 为第 i 类粮食作物的播种面积 (hm^2); M 为总的粮食播种面积 (hm^2).

退耕前吴起县生态环境遭到超载放牧的严重破坏, 不仅林草覆盖率极低, 而且即使有林草的地方林草也极为稀疏, 退耕前林木和草地覆盖度分别为 30% 和 40%, 退耕初期分别上升至 35% 和 50%, 在退耕中期分别达到了 37.5% 和 65%. 根据不同阶段林草覆盖度不同, 对林地、草地生态服务价值系数进行修正, 即三个阶段林地生态服务价值系数分别为 0.3、0.35 和 0.375, 草地分别为 0.4、0.5 和 0.65. 由公式(2) 计算吴起县不同阶段不同类型农地资源的间接生态服务价值 ESV_{abc} :

$$ESV_{abc} = S_{ab} \cdot A_{bc} \cdot K_{ab} \cdot E_n \quad (2)$$

式中, ESV_{abc} 为 a 阶段 b 类型农地资源 c 项间接生态服务功能的价值 ($a = 1, 2, 3; b = 1, 2, 3; c = 1, \dots, 9$); S_{ab} 为 a 阶段 b 类农地资源的土地面积; A_{bc} 为 b 类农地资源的 c 项间接生态服务功能的当量因子; K_{ab} 为 a 阶段 b 类农地资源的价值系数; E_n 为农田自然生态系统年粮食产量的可比经济价值.

2 结果分析

2.1 直接经济产出价值

退耕还林(草)工程实施以来, 吴起县农地资源配置状况发生了巨大变化, 草地面积不断上升, 农田面积在轻微波动中迅速减少, 林地面积在波动中不断上升, 由于对陡坡地的退耕和荒地植被的恢复, 农地资源总面积迅速上升(图1). 在这种变化特征下, 农地资源的直接经济产出和间接生态服务价值在不

同阶段也发生了较大波动.

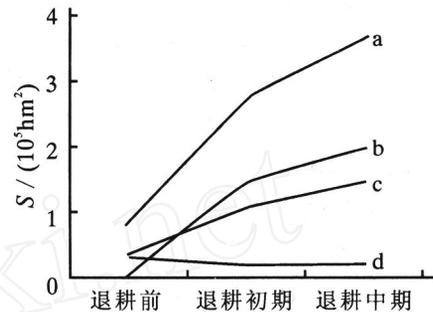


图1 农地资源面积变化

Fig. 1 Area changes of agricultural land resources

a. 合计; b. 草地; c. 林地; d. 农田

吴起县不同类型农地资源在三个退耕阶段的直接经济产出价值变化如图2所示.

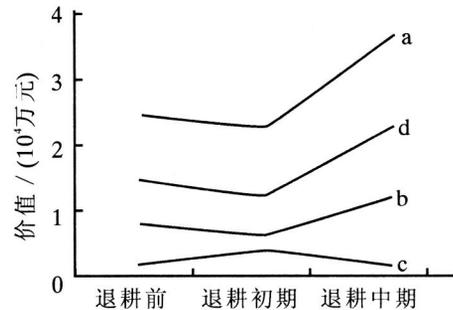


图2 农地资源直接经济产出变化

Fig. 2 The direct output changes of agricultural land resources

a. 合计; b. 草地; c. 林地; d. 农田

吴起县农地资源直接经济产出价值随退耕工程的进行呈现出先减后增的态势. 与退耕前相比, 退耕初期总面积净增加 $195\ 856.40\ \text{hm}^2$, 增幅 251.54%; 但直接经济产出净减少 $2\ 107.60$ 万元, 减幅 8.57%. 在退耕中期, 总面积较退耕初期净增加了 $88\ 700.00\ \text{hm}^2$, 增幅 32.40%; 总直接经济产出价值较退耕初期净增 $13\ 684.06$ 万元, 增幅达 60.88%.

与退耕前相比, 农田面积在退耕初期减少 $12\ 400\ \text{hm}^2$, 减幅 38.7%, 其直接经济产出净减少 $2\ 185.13$ 万元, 减幅达 14.88%. 在林地直接经济产出净增长 $1\ 833.98$ 万元的基础上, 农田直接经济产出的下降成为总直接经济产出下降的主要因素. 在退耕中期农田面积仅增长 $90\ \text{hm}^2$ 的前提下, 其直接经济产出却迅猛增长, 与退耕初期相比净增加了 $10\ 014.28$ 万元, 增幅达 80.13%.

林地面积在退耕过程中呈不断上升的趋势, 而其直接经济产出价值却呈波动性下降的趋势. 在退

耕初期面积净增加 69 720.50 hm²,增幅 188.80%,占总面积增长量的 35.60%,同阶段直接经济产出净增 1 833.98 万元,增幅达 99.81%。而在退耕中期,其面积较退耕初期净增 50 358.50 hm²,增幅 34.20%,直接经济产出却减少了 2 172.51 万元,减幅达 59.17%。

草地直接经济产出量直接取决于其载畜数量,并随着载畜数量的增减呈正向的波动。在三个退耕阶段内,草地面积增长速度最快,价值波动最大。退耕初期草地面积净增 138 535.90 hm²,增长了 16.23 倍;经济产出却由退耕前的 8 064.89 万元下降到 6 308.44 万元,净下降 1 756.45 万元,占同阶

段总直接经济产出价值变化的 83.34%,成为同阶段总直接经济产出价值下降的主导因素。退耕中期草地面积净增 50 358.50 hm²,占总面积增长的 56.70%,是面积增长量的主要构成者;其直接经济产出较退耕初期增加 5 842.35 万元,占同阶段总直接经济产出价值变化量的 42.70%,增幅 92.61%。

2.2 间接生态服务价值

表 2 为不同退耕阶段农地资源的生态服务价值。从中可以看出,在退耕过程中,随着农地资源面积的扩大及配置结构的变化,农地资源的间接生态服务价值不断增加。

表 2 农地资源间接生态服务价值变化

Tab. 2 The changes of indirect ecosystem service value of agricultural land resource

万元

退耕阶段	农地类型	气体调节	气候调节	水源涵养	土壤保持	废物处理	维持生物多样性	原材料	娱乐文化	合计
退耕前	农田	717.03	1 276.31	860.44	2 093.73	2 351.86	1 018.18	143.41	14.34	8 655.30
	林地	1 716.09	1 323.84	1 568.99	1912.21	642.31	1 598.41	1 274.81	627.60	11 114.26
	草地	120.92	136.04	120.92	294.74	198.01	164.75	7.56	6.05	1 048.99
	合计	2 554.04	2 736.19	2 550.35	4 300.68	3 192.18	2 781.34	1 875.78	647.99	20 818.55
退耕初期	农田	423.76	754.29	508.52	1 237.41	1 389.87	601.75	84.75	8.48	5 008.83
	林地	5 536.20	4 270.78	4 860.06	6 168.90	2 072.12	5 156.57	3 948.80	1 944.03	33 997.46
	草地	2 493.02	2 773.48	2 493.02	6 076.73	4 082.31	3 396.73	155.81	124.65	20 120.86
	合计	8 452.98	7 798.55	7 861.60	12 048.12	7 544.30	9 155.05	4 189.36	2 077.16	59 127.15
合计增长率/ %		230.97	185.01	208.26	180.14	136.14	229.16	123.40	220.55	184.01
退耕中期	农田	573.54	1 020.90	688.25	1 674.74	1 881.21	814.43	114.71	11.47	6 779.25
	林地	10 858.61	8 376.64	9 927.87	12 099.59	4 064.22	10 114.02	8 066.40	3 971.15	67 478.50
	草地	5 861.84	6 594.57	5 861.84	14 288.24	9 598.76	7 986.76	366.37	293.09	50 851.47
	合计	17 293.99	15 992.11	16 477.96	28 062.57	15 544.19	18 915.21	8 547.48	4 275.71	128 764.74
合计增长率/ %		104.59	105.07	109.60	132.92	106.04	106.61	104.03	105.84	111.59

随着退耕的不断深入,单项服务功能价值均较大增加。在退耕初期,除废弃物处理和原材料增长幅度较小外,其他六项服务功能价值增值均在 1.5 倍以上,特别是气体调节和水源涵养两项服务功能增值最快,分别增加了 230.97%和 208.26%,占同阶段总间接生态服务价值增值的 15.40%和 13.86%。相比之下,退耕中期单项服务功能价值增值速度略为放慢,但都在 1 倍以上,其中土壤保持和水源涵养两项功能增值较大,分别增加了 132.92%和 109.60%,占同阶段总间接生态服务价值增长量的 24.27%和 13.06%。从整个退耕过程来看,退耕中期与退耕前相比,除气候调节、废弃物处理和原材料三项功能价值增加 3~4 倍,其他五项功能增加都在 5 倍以上,其中

维持生物多样性和气体调节两项功能价值增值最大,增加比率在 577.12%和 580.08%。

总间接生态服务价值由退耕前的 20 818.55 万元增加到了退耕初期的 59 127.15 万元,净增加 38 308.60 万元,增幅达到 184.01%;在退耕中期增加到了 128 764.74 万元,较退耕初期净增加了 69 637.59 万元,增幅为 117.78%,而同阶段总直接经济产出增长比例分别是 -8.57%和 60.88%。

3 结论与讨论

通过计算直接经济产出价值和间接生态服务价值,对吴起县三个退耕阶段农地资源生态服务价值进行评估分析,得出以下主要结论:

退耕前、退耕初期及退耕中期的农地资源直接经济产出价值和间接生态服务价值之比分别是:1 0.84、1 2.63和1 3.56。退耕前农地资源的总服务价值为454 02.81万元,而在退耕初期和中期分别达到81 603.81万元和164 925.46万元。其中,直接经济价值分别为24 584.26万元、22 476.66万元和36 160.72万元,占同阶段总服务价值的54.15%、27.54%和21.93%;间接生态服务价值分别为20 818.55万元、59 127.15万元和128 764.74万元,各占同阶段总服务价值的45.85%、72.46%和78.07%。

退耕初期,吴起县农地资源直接经济产出价值减少的主要原因是农田面积的减少和封山禁牧后牧草利用率的降低。随着退耕工程的不断深入,在农田面积不变的情况下,通过调整农田种植结构、实施精耕细作以及提高牧草产出能力,农地资源直接经济产出迅速上升。与此同时,在不断扩大农地资源有效面积和优化土地利用/覆盖格局的基础上农地资源的间接生态服务价值有较大提高,实现了经济和生态的同步发展。

通过第一期退耕还林(草)政策的实施,吴起县的农地资源利用生态经济整体效益明显提高。随着第二期退耕政策的进一步激励,上述态势有望在相当长时间内保持下去,即直接经济产出价值会随着农业生产条件的改善、种植业单产提高、舍饲牲畜种群的回升而提高,间接生态服务价值则会因林分结构调整、草地改良、植被覆盖度上升和气候调节能力的增强而提高。

参考文献:

- [1] Costanza R, de Groot R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. *Nature*, 1997, 387(15): 253-260.
- [2] 赵同谦, 欧阳志云, 郑华, 等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J]. *自然资源学报*, 2004, 19(4): 480-491.
- [3] 靳芳, 鲁绍伟, 余新晓, 等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J]. *应用生态学报*, 2005, 16(8): 1 531-1 536.
- [4] 谢高地, 张镜铨, 鲁春霞, 等. 中国自然草地生态系统服务价值[J]. *自然资源学报*, 2001, 16(1): 47-53.
- [5] 孙新章, 周海林, 谢高地. 中国农田生态系统的服务功能及其经济价值[J]. *中国人口、资源与环境*, 2007, 17(4): 55-60.
- [6] 岳书平, 张树文, 闫业超. 东北样带土地利用变化对生态服务价值的影响[J]. *地理学报*, 2007, 62(8): 879-886.
- [7] 黄青, 孙洪波, 王让会, 等. 干旱区典型山地-绿洲-荒漠系统中绿洲土地利用/覆盖变化对生态系统服务价值的影响[J]. *中国沙漠*, 2007, 27(1): 76-81.
- [8] 罗俊, 王克林, 陈洪松. 喀斯特地区土地利用变化的生态服务功能价值响应[J]. *水土保持通报*, 2008, 28(1): 19-24.
- [9] 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): 189-195.
- [10] 王宗明, 张树清, 张柏. 土地利用变化对三江平原生态系统服务价值的影响[J]. *中国环境科学*, 2004, 24(1): 125-128.
- [11] Chen Z X, Zhang X S. Value of ecosystem services in China[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(10): 870-875.
- [12] 高清竹, 何立环, 黄晓霞, 等. 海河上游农牧交错地区生态系统服务价值的变化[J]. *自然资源学报*, 2002, 17(6): 706-712.
- [13] 张志强, 徐中民, 王建, 等. 黑河流域生态系统服务的价值[J]. *冰川冻土*, 2001, 23(4): 360-366.
- [14] 王宗明, 张柏, 张树清. 吉林省生态系统服务价值变化研究[J]. *自然资源学报*, 2004, 19(1): 55-61.
- [15] 肖玉, 谢高地, 安凯. 莽措湖流域生态系统服务功能经济价值变化研究[J]. *应用生态学报*, 2003, 14(5): 676-680.

〔责任编辑 程琴娟〕