

黄土高原丘陵沟壑区退耕还林生态效应评价

贾晓娟, 常庆瑞, 薛阿亮, 蔚霖, 王德彩

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 基于 1986、2003 年两期遥感影像解译获得的吴起县土地利用变化数据, 采用生态系统价值衡量土地利用类型相对生态价值, 对吴起县退耕还林的生态效应进行了综合评价。(1) 1986—2003 年间, 吴起县土地利用类型发生了显著变化。林地、草地面积显著增加, 耕地面积大幅度减少, 其中, 63.55% 的耕地转换成林地和草地。(2) 吴起县的生态环境指数从 0.507 上升到 0.747, 生态环境指数明显增加。其中, 林地对区域生态环境指数增长贡献明显, 从 0.058 增长到 0.368, 说明吴起县退耕还林还草带来了较好的生态效应, 整体的生态环境质量得到了极大改善。

关键词: 吴起县; 退耕还林; 生态效应评价

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)03-0182-04

中图分类号: S157.2

Ecological Effects of Returning Farmland to Forest Land in the Loess Gully and Hilly Region

JIA Xiaojuan, CHANG Qingrui, XUE A-liang, YU Lin, WANG Decai

(College of Resources and Environmental Science, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 71200, China)

Abstract: Based on landuse change data obtained from TM images in 1986 and 2003 and the relative ecological values of corresponding landuse types, we evaluated ecological effects of returning farmland to forest or grassland in Wuqi County. Results show that landuse types in the county were in a significant change during 1986 – 2003. The total area of woodland and grassland has increased greatly while the area of farmland and unused land has significantly reduced. There was 63.55% of farmland transferred into woodland and grassland. Ecological environment has been significantly improved and overall environmental quality has been remarkably improved. Ecological contribution rate of returning farmland to forest is 40.96%. Projects of returning farmland to forest land in Wuqi County have achieved success and brought wonderful ecological effects.

Keywords: Wuqi County; returning farmland to forest land; ecological effect evaluation

退耕还林还草工程是我国为保护和改善生态环境而采取的一项重要的生态恢复工程, 我国许多学者业已对退耕还林措施为生态、社会和经济环境带来的影响, 进行了广泛深入的研究^[1-5]。退耕还林生态效益评价问题, 已成为当前研究的重点和热点。现有研究^[1, 3-4] 主要集中于退耕还林涵养水源效益、水土保持效益、净化空气效益、碳循环效益、生物多样性效益等研究, 其实质是对森林生态效益评价研究。退耕还林工程不仅改善了退耕区的生态环境质量, 还影响了退耕区周边的整个区域生态环境质量, 所以, 其生态

效应就应包括退耕区林草植被的恢复与植被覆盖率的提高, 控制水土流失以及所产生的水土资源的改善, 局部生态系统的重建与系统的动态平衡以及退耕区对周边及整个生态环境的贡献等方面^[6], 由此退耕还林生态效应不能孤立于退耕区, 而应将其纳入区域生态环境质量研究, 进行综合分析。同时, 退耕还林是将不适宜耕作的土地转换成林地或草地, 使其植被得到恢复, 防止区域生态环境恶化, 这表明退耕还林直接改变土地利用/土地覆盖(LUCC), 是对不合理土地利用方式的调整。但是, 从 LUCC 变化及生态

收稿日期: 2007-09-10 修回日期: 2007-12-14

资助项目: 国家科技支撑计划(2006BAD03A0308); 国家自然科学基金(30571527); 西北农林科技大学 2006 年创新团队支持计划

作者简介: 贾晓娟(1982—), 女(汉族), 重庆市荣昌县人, 硕士研究生, 研究方向为土地资源与空间信息技术。E-mail: xiaojuanjia@hotmail.com。

通信作者: 常庆瑞(1959—), 男(汉族), 陕西省子洲县人, 教授, 博士生导师, 主要从事土地资源与空间信息技术应用研究。E-mail: qrchang@nwsuaf.edu.cn。

系统服务价值角度综合评价退耕还林生态效应的研究较少。因此,本文选取黄土高原丘陵沟壑典型区域——吴起县为研究区,利用1986,2003年两期TM遥感影像,解译获取的LUCC变化数据,并以Costanza^[7]等人对全球不同生态系统价值测算结果的比例关系衡量土地利用类型相对生态价值,对退耕还林还草工程的区域生态环境效应进行综合评价。

1 研究区概况

研究区吴起县位于 $107^{\circ}38'57''-108^{\circ}32'49''E$, $36^{\circ}33'33''-37^{\circ}24'27''N$,面积 3791.5 km^2 ,地处毛乌素沙地南缘农牧过渡地带,是典型的黄土高原梁状丘陵沟壑区,95.4%的耕地是坡耕地。该区属半干旱温带大陆性季风气候,年平均气温 7.8°C ,年降雨量 483.4 mm , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 2817.8°C ,无霜期146 d。县境内山大沟深,植被稀少,水土流失严重,灾害频繁。

1998年,吴起县把治理水土流失,改善生态环境,振兴农业和农村经济,实现可持续发展作为农村经济的总目标,以封山禁牧为突破口,解决林牧矛盾,调整农业产业结构,确定了“封山退耕,植树种草,舍饲养畜,林牧主导,强农富民”的逆向开发战略,一次性退耕 $1.04 \times 10^5\text{ hm}^2$,截止目前,全县已累计完成退耕还林计划任务 $1.10 \times 10^5\text{ hm}^2$,其中退耕地 $5.99 \times 10^4\text{ hm}^2$,荒山荒地 $5.02 \times 10^4\text{ hm}^2$,工程辐射全县12个乡镇,164个行政村,1110个村民小组,22876户,105426人。

随着工程管理的日益规范,2004年建成了省一级的退耕还林工程档案室,现共收录退耕还林档案5240件(册),利用信息技术,在矢量化地形图的基础上,基于3S技术平台,建成了吴旗县退耕还林工程信息管理系统。全县林草覆盖率由退耕前的19.2%提高到62.9%,森林覆盖率由13.2%提高到38.2%,土壤侵蚀模数由 $15280\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 下降到 $5400\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,较1997年减少64.7%,生态环境得到明显改善。

2 研究方法

2.1 数据来源与处理

研究区土地利用变化数据^[8]主要来源于1986年(轨道号128/34-35)和2003年(轨道号128/34-35)2个时相的Landsat5 TM卫星遥感影像资料的解译数据,并结合野外考察和各时期统计年鉴等相关资料,对土地利用类型进行了修正。为便于土地利用

变化生态效应分析,结合生态系统类型和我国土地利用现状类型,将土地利用类型划分为6类。

2.2 土地利用类型转换分析

运用ERDAS软件,采用监督分类和目视修正相结合的方法,获得不同时期土地利用类型图,再利用GIS分析功能对1986,2003年土地利用类型分类结果进行叠加分析,得到1986—2003年土地利用类型相互转化数量关系的原始转移矩阵。采用土地利用类型转换强度指数评价其变化程度,即某一区域内,单位面积上土地利用类型*i*从*a*时期到*b*时期发生的改变,其计算公式^[9]如下

$$I_i = \frac{K_{i,b} - K_{i,a}}{A} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: I_i ——土地利用类型*i*的变化强度指数; $K_{i,b}$, $K_{i,a}$ ——研究初期*a*及研究末期*b*土地利用类型*i*的面积; A ——研究区土地总面积; T ——研究末期和初期的时间间隔(*a*)。

2.3 土地利用类型相对生态价值

生态系统服务功能是人类从生态系统中获得的效益,是产生与形成生物资源价值的环境,目前采用生态服务价值将其量化。本研究根据国内外学者的研究^[7,10,11],采用Costanza^[7]等人测算的生态服务价值,并定义相对生态价值来研究退耕还林后引起的区域生态环境质量变化。

相对生态价值是对不同土地利用类型的生态质量在[0,1]区间内赋值,反映不同土地利用类型生态价值之间的比例关系。由于Costanza等人测算的各生态系统类型的单位价值存在较大偏差,如对耕地的估计过低,对水域估计又偏高^[10],因此,结合研究区实际情况,以林地的生态价值为最高,值赋为1.0;研究区水体(主要为河流)生态系统结构相对简单,实际生态系统服务功能低于林地,其赋值相应降低;居民地与未利用土赋值参照当地实际及其它土地利用类型生态价值比例关系而定;得到不同土地利用类型的相对生态价值(表1)。

2.4 区域生态环境指数测算

综合考虑各土地利用类型的面积比例,对相对生态价值加权求和,表征某一区域内生态环境质量总体状况,求得不同时期土地利用类型总的区域生态环境指数^[9] V_t ,其表达式为

$$V_t = \sum_{i=1}^n K_i C_i / A \quad (2)$$

式中: K_i , C_i ——区域内*t*时期第*i*种土地利用类型

所具有的面积和相对生态价值; A ——研究区总面积; n ——区域内所具有的土地利用类型数量。

2.5 土地利用类型类型转换的生态贡献指数

指某一种土地利用类型变化所导致的区域生态环境质量的改变, 其表达式^[9]为

$$I = (C_j - C_i)A_{i-j}/A \quad (3)$$

式中: I ——生态贡献指数; C_i, C_j —— i, j 种土地利用类型所具有的相对生态价值; A_{i-j} ——研究时段由 i 种土地利用类型变化为 j 种类型的面积; A ——研究区总面积。

3 结果与分析

3.1 1986—2003 年土地利用变化特征

分析吴起县土地利用类型转移矩阵(表 2), 可以得出如下结论。(1) 耕地和未利用地大幅度转换为林地和草地。分别有 31.55% 和 32.00% 的耕地转换为林地和草地, 30.20% 和 44.26% 的未利用地转换为林

地和草地, 退耕还林工程是该区土地利用类型改变的主要原因; (2) 林地和草地之间相互转换, 但草地向林地的转换比例高于林地向草地的转换比例, 低盖度草地向灌木林地转化明显; (3) 分别有 1.72% 的林地, 0.42% 的草地和 3.78% 的未利用地转换成耕地, 说明毁林毁草开荒行为得到有效遏制, 极少部分荒草地开垦为耕地; (4) 水域和居民地面积相对稳定。

17 a 间研究区林地面积变化强度最大, 耕地次之, 未利用地再次之, 其中林地面积呈正增长, 增加了 117 366.22 hm^2 , 耕地面积和未利用地呈负增长, 分别减少了 85 183.11 hm^2 和 33 147.1 hm^2 , 退耕还林工程在该区已取得了显著成效。

3.2 退耕还林的生态效应评价

3.2.1 整体生态效应 表 3 表明, 随着退耕还林还草工程的实施, 吴起县的生态环境指数从 1986 年的 0.507 上升到 2003 年 0.747, 生态环境指数明显增加, 增幅为 47.72%。

表 1 吴起县不同土地利用类型相对生态价值

土地利用类型	耕地	林地	草地	水域	未利用地	居民地
全球平均值 USD/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}^{-1}$)	92	302	232	8 498	—	—
相对生态价值	0.305	1.000	0.768	0.782	0.025	0.015

注: “—”表示在 Costanza 等人的研究中未计算其生态系统服务价值。

表 2 1986—2003 年吴起县土地利用类型转移矩阵

地类	耕地	林地	草地	水域	未利用地	居民地	各地类转换强度
耕地	21.55	31.55	32.00	0.03	14.78	0.10	-1.320
林地	1.72	73.17	18.87	0.05	5.98	0.21	1.820
草地	0.42	38.85	58.78	0.08	1.80	0.06	0.020
水域	0.61	6.93	8.10	75.39	8.91	0.05	-0.010
居民地	0.00	0.00	0.36	0.36	0.71	98.58	0.004
未利用地	3.78	30.20	44.26	0.15	21.57	0.04	-0.510

注: 行表示 1986 年土地利用类型 i 转变为 2003 年土地利用类型 j 的面积占 i 类型面积的比例。

表 3 1986—2003 年吴起县生态环境指数变化

地类	1986 年		2003 年	
	面积/ hm^2	生态环境指数/%	面积/ hm^2	生态环境指数/%
耕地	113 367.64	0.091	28 184.53	0.023
林地	22 009.18	0.058	139 375.4	0.368
草地	170 443.00	0.345	171 746	0.348
水域	3 640.68	0.008	3 021.57	0.006
居民点	50.67	0.000	329.58	0.000
未利用地	69 643.90	0.005	36 496.80	0.002
合计	379 155.07	0.507	379 153.90	0.747

其中,林地对区域生态环境指数增长贡献明显,从0.058增长到0.368,增加了5.34倍,说明吴起县退耕还林还草带来了较好的生态效应,整体的生态环境质量得到极大改善。

3.2.2 退耕还林的生态贡献指数 表4和表5分别给出了1986—2003年期间导致吴起县生态环境改善和退化的主要土地利用变化类型的面积及生态贡献指数。可以看出,吴起县土地利用类型改变导致生态环境质量明显提高,其土地利用变化导致的生态环境的整体贡献指数为0.244 2。其中,退耕还林还草的生态贡献指数高达0.109 9,占总贡献指数的40.96%,说明退耕还林还草工程对吴起县生态环境的影响十分明显,是该区生态环境质量提高的主要驱动因子。导致区域生态环境退化主要为耕地转换成未利用地和林草地转化为未利用地。

表4 区域生态环境改善的转变类型及贡献指数

土地利用转换类型	转换面积/hm ²	生态贡献
耕地转换为林地	35 762.40	0.06 555
耕地转换为草地	36 277.10	0.04 430
草地转换为林地	66 219.66	0.04 052
未利用地转换为林地	21 033.49	0.05 464
未利用地转换为草地	30 822.00	0.06 121
未利用地转换为耕地	2 631.24	0.00 194
合计	192 745.89	0.26 817

表5 区域生态环境退化的转变类型及贡献指数

土地利用转换类型	转换面积/hm ²	生态贡献
林地转换为耕地	377.82	- 0.000 69
草地转换为耕地	722.07	- 0.000 88
水域转换为耕地	22.23	- 0.000 03
耕地转换为未利用地	16 756.70	- 0.012 36
林地转换为未利用地	1 316.97	- 0.003 38
草地转换为未利用地	3 072.87	- 0.006 02
水域转换为未利用地	324.45	- 0.000 65
合计	22 593.11	- 0.024 01

4 结论

(1) 1986—2003年间,吴起县土地利用类型发生了显著变化。林地、草地面积不断增加,而耕地和未利用地面积大幅度减少,其中,63.55%的耕地转换成林地和草地;由此导致生态环境明显改善,整体生

态环境质量指数提高到0.747,提高了47.72%,其中退耕还林的生态贡献指数占40.96%。为黄土高原丘陵沟壑区的退耕还林工程提供了示范样板。

(2) 相对生态价值实质是各土地利用类型生态系统价值的比例关系。虽然Costanza等人测算的生态系统价值在一定的理论背景和实践的环境下提出的,其赋值具有普遍性。但是,根据当地土地利用情况,水域的生态服务价值略高于吴起县地区的真实值,因此,对相对生态价值进行了修正。下一步研究为更接近研究区土地利用类型生态系统价值的真实情况,应更进一步细化土地利用类型,如林地可细分为有林地、灌木林地等,以便精确确定不同土地利用类型的相对生态价值。

(3) 退耕还林的综合生态效应评价区别于森林生态效应评价,而应从退耕还林还草改变土地利用类型引起区域生态环境变化整体出发,进行综合评价,进而从整体反映退耕还林工程建设的成效。

[参 考 文 献]

- [1] 周万亩,刘东.吴旗县退耕还林还草工程的土壤保持效益价值评估[J].甘肃农业,2007(6):79—81.
- [2] 于艳华,乌兰图雅.科尔沁沙地退耕还林还草的生态效应分析:以通辽市奈曼旗为例[J].国土资源科技管理,2007(1):23—28.
- [3] 王珠娜,潘磊.退耕还林生态效益评价研究进展[J].西南林学院学报,2007,27(1):91—96.
- [4] 赖亚飞,朱清科.吴旗县退耕还林生态效益价值评估[J].水土保持学报,2006,20(3):83—87.
- [5] 蒋晓丽,王立群.退耕还林工程经济影响评价研究进展[J].林业调查规划,2005(6):106—110.
- [6] 赵辉.试论退耕还林还草的成本与效益[J].湖南水利水电,2001(增刊):41—43.
- [7] Robert Costanza, R d A, Rudolf de Groot, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253—260.
- [8] 薛阿亮.黄土高原退耕还林土地利用/土地覆盖动态监测:以吴起县为例[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [9] 李晓文,方创琳,黄金川,等.西北干旱区城市土地利用变换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—289.
- [10] 陈仲新,张新时.中国生态系统效益的价值[J].科学通报,2000,45(1):17—22,23.
- [11] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值估算[J].自然资源学报,2003,18(2):189—196.