

# 黄土丘陵区土地利用格局与生态系统服务价值分析 ——以中庄流域为例

李娜<sup>1</sup>, 董立国<sup>1</sup>, 刘长宁<sup>2</sup>, 李生宝<sup>1</sup>

(1. 宁夏农林科学院 荒漠化治理研究所, 银川 750002; 2. 宁夏遥感测绘勘察院, 银川 750021)

**摘要:**土地利用、生态系统服务价值的研究对区域生态建设具有重要意义,以黄土高原半干旱黄土丘陵区中庄小流域 2000 年、2005 年和 2010 年 3 个时期的土地利用类型为研究对象,利用“3S”技术和生态系统服务价值计算方法,对该流域土地利用类型和生态系统服务价值进行了研究,结果表明:2000—2005 年土地利用类型发生了较大的变化,2005—2010 年土地利用类型变化较小,10 a 间土地利用变化主要表现为两减两增(农田、水域的减少和草地、林地的增加)。研究区域总体生态服务价值呈上升趋势,不同土地利用类型生态服务价值也体现为两减两增(农田、水域的减少和草地、林地的增加),土地利用面积与生态系统服务价值具有较强的相关性,退耕还林工程和国家“十五”、“十一五”项目的实施,增加了区域生态系统服务价值。

**关键词:**中庄流域;土地利用类型;生态系统服务价值

**中图分类号:**F301.24

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2013)01-0144-04

## Analysis of Land Use Type and Ecosystem Service Value in Loess Hilly Region —A Case Study of Zhongzhuang Watershed

LI Na<sup>1</sup>, DONG Li-guo<sup>1</sup>, LIU Chang-ning<sup>2</sup>, LI Sheng-bao<sup>1</sup>

(1. Institute of Desertification Control, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Science,

Yinchuan 750002, China; 2. Ningxia Institute of Remote Sensing Survey and Mapping, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:**Land use type and ecosystem service value have important significance on ecosystem construction. Based on land use data in 2000, 2005, and 2010 of Zhongzhuang basin of the Loess Plateau semi-arid loess hilly region, the land use types and ecosystem services value were studied by using the methods of "3S" technology and ecosystem services value. The results showed that the types of land use had changed greatly from 2000 to 2005, the changes of land use type were small from 2005 to 2010, and land use change was mainly characterized as the decrease of farmland and water body as well as the rise of grassland and woodland during the decade. Ecosystem service values of study area showed a rising trend, ecological service values of farmland and water body decreased, whereas ecological service values of grassland and woodland increased. The correlation between area of land use and ecosystem service value was significant. The implementation of project of returning farmland to forest and the state projects of fifteenth 5-year and eleventh 5-year increased the regional ecosystem service value.

**Key words:**Zhongzhuang watershed; land use type; ecosystem service value

土地是人类社会生存、发展的基础和保障,土地利用变化是人类和自然相互作用、相互影响的结果。土地利用变化最直接的结果是导致系统结构和功能

的变化,从而导致生态系统服务功能的变化。生态系统服务是指生态系统形成和所维持的人类赖以生存和发展的环境条件与效用<sup>[1]</sup>。土地利用变化和生态

收稿日期:2012-06-08

修回日期:2012-07-02

资助项目:宁夏自然科学基金(NZ1061,NZ12247);国家“十一五”科技攻关计划重大项目(2006BAC01A07);宁夏科技攻关“宁南山区生态产业培育技术集成与示范”项目

作者简介:李娜(1981—),女,宁夏石嘴山市人,助理研究员,主要从事林业生态研究与项目管理等工作。E-mail:nxlna2000@163.com

通信作者:董立国(1980—),男,宁夏青铜峡人,助理研究员,主要从事农田生态、保护性农业、生态系统生态学等研究工作。E-mail:dlg0303@163.com

系统服务价值作为科学研究的热点问题,直接关系到区域人口、资源、环境、经济和社会系统的可持续发展。因此开展区域土地利用和生态系统服务功能变化的研究,对区域生态安全和资源环境的可持续发展具有重要意义。

近年来土地利用变化和生态系统服务价值的评估得到了国内外学者的广泛关注,周德成等<sup>[2]</sup>研究了安塞县退耕还林工程对黄土高原土地利用/覆被变化的影响。刘纪远等<sup>[3-4]</sup>研究了中国土地利用变化,揭示了土地利用变化的空间格局与驱动因素。陈利顶等<sup>[5]</sup>研究了陕北黄土丘陵区大南沟流域土地利用结构的特点和变化。陈雅琳等<sup>[6]</sup>对矿区土地利用及生态服务价值进行了分析。吕昌河等<sup>[7]</sup>从土地利用和生态服务功能变化与冲突的角度,分析了安塞县农业、环境与生态保护的变化过程与相互作用。冯异星<sup>[8]</sup>运用遥感和 GIS 技术借用谢高地等人提出的生态系统服务价值系数,分析了玛纳斯河流域土地利用变化对生态系统服务价值的影响。杨春利等<sup>[9]</sup>对石羊河下游民勤绿洲生态系统服务的价值进行了估算和对比分析。谢余初等<sup>[10]</sup>以甘肃省金塔县为例研究了土地利用变化对生态系统服务价值的响应。众多学者利用 Costanza 等提出的生态系统服务价值估算的原理和方法,参考谢高地等建立的中国陆地生态系统单位面积服务价值表对退耕还林工程实施土地利用和生态系统服务功能进行了研究,得出退耕还林工程的实施在一定程度上增加了系统的生态服务功能<sup>[11-14]</sup>。上述研究均针对特定区域进行了土地利用和生态系统服务功能分析,为区域土地利用格局和生态环境建设提供了研究基础。

中庄小流域是国家“十五”、“十一五”生态领域科技支撑计划项目建立的主要示范区之一,两期项目以及国家退耕还林草等项目的实施,使区域土地利用发生了较大的变化,同时该流域可以作为黄土丘陵区的典型区域近年来生态建设成果的缩影。本研究利用“3S”技术,以 2000 年、2005 年、2011 年为界限,利用 Costanza 等提出的生态系统服务价值估算的原理和方法,参考谢高地等<sup>[15]</sup>建立的中国陆地生态系统单位面积服务价值表对中庄小流域进行土地利用格局和生态系统服务价值的动态变化进行研究分析,以期为区域生态环境建设和生态规划提供参考依据。

# 1 研究区概况与研究方法

## 1.1 研究区概况

研究区位于彭阳县城东北 21 km 处的中庄村,属于典型的温带大陆性气候,地貌类型属黄土高原腹部

梁峁丘陵地,年平均降水量 433.6 mm(22 a)左右,分明显的旱季和雨季,其中 50%~75%的降水集中在 6—9 月。3—5 月的降水量,只有全年降水量的 10%~20%。年平均气温 7.4℃,≥10℃的积温为 2 200~2 750℃,地面平均气温 8~9℃,7 月最高,平均为 22~23℃;1 月最低,平均为 -8℃左右。一般 11 月中下旬土壤结冻,至翌年 3 月初开始解冻。最大冻土深度一般超过 100 cm。日照时数为 2 200~2 700 h,日照百分率为 50%~65%,一年之中,6 月日照时数最多,9 月日照时数最少。近 10 a 的干燥度为 1.40~3.04(可能蒸散量/降雨量),无霜期 140~160 d。主要气象灾害有干旱、霜冻、冰雹等。干旱是这一地区发生次数多、影响面广、危害最严重的农业气象灾害。中庄村全村总面积 17.62 km<sup>2</sup>,390 户农户、1 838 口人,人均收入为 3 651 元。农田种植以粮食作物为主,主要有玉米、冬麦、豌豆、马铃薯等,油料作物主要以胡麻为主,饲料作物主要以紫花苜蓿为主。

## 1.2 研究方法与数据分析

本研究以 2000 年、2005 年、2010 年为界限,搜集 2005 年、2011 年研究区的 2.5 m 遥感影像、土地利用规划图、森林资源现状调查图等资料,结合对 2000 年、2005 年和 2010 年土地利用现状的实地走访调查,借助 GIS 等技术对区域进行土地利用分类,由于未利用土地和建设用地变化较小,所以将土地利用类型最后统计为 4 个大类(表 1)。生态系统服务价值计算方法利用 Costanza 等提出的生态系统服务价值估算的原理和方法以及谢高地等中国生态系统单位面积生态服务价值<sup>[15]</sup>进行计算统计。

表 1 中庄村土地利用类型划分

| 土地利用类型 | 内容描述                                     |
|--------|--|
| 农田     | 旱地(坡耕地、梯田、川道地等耕种土地)                      |
| 林地     | 有林地(乔木林)、灌木林(林草复合)×0.35、林草复合(灌木+苜蓿)×0.35 |
| 草地     | 天然牧草地、林草复合(灌木+苜蓿)×0.65                   |
| 水域     | 蓄水池                                      |

# 2 结果与分析

## 2.1 土地利用格局变化

经过统计计算,中庄小流域总土地面积 1 762 hm<sup>2</sup>,林地、草地、农田、水域的面积共占区域总面积的 94.3%。对中庄小流域不同时段土地利用类型进行统计分析(附图 4)结果显示,2005 年和 2010 年土地利用类型变化较小,2000 年和 2010 年土地利用类型变化明显,主要体现在林地和草地面积的增加和农

田、水域面积的减少。林地由 2000 年的 53 hm<sup>2</sup> 增加到 2005 年的 291 hm<sup>2</sup> 再增加到 2010 年的 294 hm<sup>2</sup>; 草地由 2000 年的 399.9 hm<sup>2</sup> 增加到 2005 年的 429.7 hm<sup>2</sup> 又略微减少到 2010 年的 429.5 hm<sup>2</sup>; 农田由 2000 年的 1 196.9 hm<sup>2</sup> 减少到 2005 年的 941.0hm<sup>2</sup> 再减少至 2010 年的 941.0 hm<sup>2</sup>; 水域由 2000 年的 12.32 hm<sup>2</sup> 减少到 2005 年的 0 hm<sup>2</sup> 增加至 2010 年的 0 hm<sup>2</sup>。2000—2010 年,研究区域土地利用类型发生了较大的变化。主要表现在农地比 2000 年减少了 27.2%,且坡耕地大面积地减少,95%以上转化为高标准水平梯田(梯田由 2000 年的 153.87 hm<sup>2</sup> 增加到 2005 年的 728.80 hm<sup>2</sup>再增加到 2010 年的 730.27 hm<sup>2</sup>);水域减少为 0,水土保持工程措施的实施,减少了径流,致使水库干枯;林地比 2000 年增加了 454.7%,草地比 2000 年增加了 7.4%,主要是因为退耕还林草等工程的实施增加了灌木林、人工草地的面积。

### 2.2 生态系统服务价值变化

根据表 2 中的数据可以看出,利用不同时期研究区域 4 种典型土地利用类型的面积,计算研究区域不同土地利用类型生态系统服务价值,结果见图 1。在 2000—2010 年,4 种典型土地利用类型生态系统服务价值均发生了较大的改变,林地生态系统服务价值从 2000 年的 66.5 万元/(hm<sup>2</sup> · a) 增加到 2005 年的 367.7 万元/(hm<sup>2</sup> · a) 和 2010 年的 371.7 万元/(hm<sup>2</sup> · a);草地生态系统服务价值从 2000 年的 209.6 万元/(hm<sup>2</sup> · a) 分别增加到 2010 年的 223.5 万元/(hm<sup>2</sup> · a);农田生态系统服务价值从 2000 年

的 424.7 万元/(hm<sup>2</sup> · a) 下降到 2010 年的 333.8 万元/(hm<sup>2</sup> · a);水域生态系统服务价值从 2000 年的 25.1 万元/(hm<sup>2</sup> · a) 下降到 2010 年的 0 万元/(hm<sup>2</sup> · a)。研究区域的总生态系统服务价值从 2000 年的 725.8 万元/(hm<sup>2</sup> · a) 分别增加到 2005 年的 926.7 万元/(hm<sup>2</sup> · a) 和 2010 年的 929.1 万元/(hm<sup>2</sup> · a), 分别增加了 27.7%,28.0%。在综合生态系统服务功能中除食物生产和废物处理价值有所下降以外,其他各项生态系统服务功能都有所提高。由于各项生态系统服务价值变化主要与土地面积有直接的关系,食物生产价值主要由农田生态系统提供,因此,农田面积的减少必然使生态系统食物生产价值减少。废物处理价值中以水域价值为最大,林地、草地和农田较为接近,水域和农田的减少必然致使废物处理能力下降。

表 2 中国生态系统单位面积生态系统服务价值<sup>[15]</sup>  
(元/hm<sup>2</sup> · a)

| 一级类型 | 二级类型    | 森林       | 草地      | 农田      | 水域       |
|------|---------|----------|---------|---------|----------|
| 供给服务 | 食物生产    | 148.20   | 193.11  | 449.10  | 238.02   |
|      | 原材料生产   | 1338.32  | 161.68  | 175.15  | 157.19   |
| 调节服务 | 气体调节    | 1940.11  | 673.65  | 323.35  | 229.04   |
|      | 气候调节    | 1827.84  | 700.60  | 435.63  | 925.15   |
|      | 水文调节    | 1836.82  | 682.63  | 345.81  | 8429.61  |
|      | 废物处理    | 772.45   | 592.81  | 624.25  | 6669.14  |
| 支持服务 | 保持土壤    | 1805.38  | 1005.98 | 660.18  | 184.13   |
|      | 维持生物多样性 | 2025.44  | 839.82  | 458.08  | 1540.41  |
| 文化服务 | 提供美学景观  | 934.13   | 390.72  | 76.35   | 1994.00  |
| 合 计  |         | 12628.69 | 5241.00 | 3547.90 | 20366.69 |

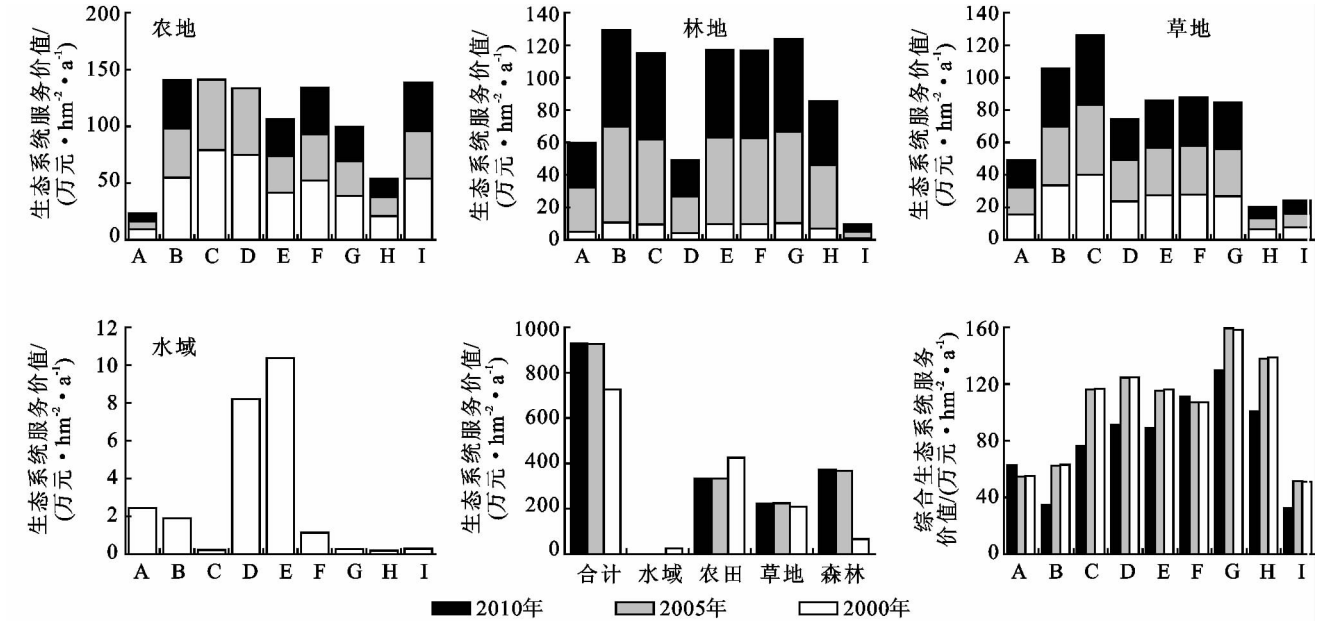


图 1 不同土地利用类型生态系统服务价值

注: A 为提供美学景观; B 为维持生物多样性; C 为保持土壤; D 为废物处理; E 为水文调节; F 为气候调节; G 为气体调节; H 为原材料生产; I 为食物生产。

### 3 结论与诗论

(1) 研究区域近 10 a 来土地利用变化表现为 2000—2005 年快速变化阶段和 2005—2010 年稳定变化阶段,整体表现为“两减两增”,即农田、水域面积的减少,草地、林地面积的增加。土地利用类型变化是人类活动对区域生态系统最直接的表现形式,近 10 a 来,土地利用类型发生的较大变化,主要得益于退耕还林工程和国家“十五”、“十一五”项目的实施。退耕还林作为国家生态建设的重大工程,始于 1999 年,研究区域从 2001 年开始进行坡耕地造林种草和土地整理,区域土地利用格局发生了重大变化,2005 年基本形成现在的土地利用格局,退耕还林进入建设成果巩固阶段。

近 10 a 来,研究区域林草间作林地面积的大量增加,对区域生态环境具有极大的影响,合理的造林措施、空间配置对区域生态环境的改善具有明显的促进作用,不合理的造林措施、造林密度必然造成区域生态环境的恶性循环。研究区域梯田面积的增加对减少水土流失、提高降雨利用效率、提高土壤肥力、实现农业现代化、机械化生产具有重要意义,是一种较好的土地整理措施。

(2) 研究区域近 10 a 生态系统服务价值明显增加,主要得益于林地和草地面积的增加,不同土地利用类型生态系统服务价值与土地面积具有显著的正相关关系。生态服务功能对人类社会的发展具有重要意义,对中庄小流域不同土地利用类型的生态系统服务价值计算结果显示,农田、水域的生态系统服务价值减少和草地、林地的生态系统服务价值增加,研究结果与众多研究相似<sup>[11-14]</sup>,黄土丘陵区林地和草地面积的增加对区域生态系统服务价值的增加具有明显的促进作用,不同土地利用类型生态系统服务价值随土地利用面积的变化而发生相应的变化。

本研究中生态系统服务价值未考虑坡耕地梯田化、林草建设等措施对生物量影响造成的生态系统服务价值的变化,只是从整体上对近年来区域生态系统价值的变化进行了阐述。研究结果基本能反映区域生态系统变化状况,但生态系统服务价值是众多因子共同作用的结果,在今后的研究中需要结合区域实际才能更好反映区域生态系统服务价值。

#### 参考文献:

- [1] 欧阳志云,王效科,苗鸿. 中国陆地生态系统服务及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报,1999,19(5):607-613.
- [2] 周德成,赵淑清,朱超. 退耕还林工程对黄土高原土地利用/覆被变化的影响:以陕西省安塞县为例[J]. 自然资源学报,2011,26(7):1866-1875.
- [3] 刘纪远,刘明亮,庄大方,等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J]. 中国科学:地球科学,2002,31(12):1031-1043.
- [4] 刘纪远,张增祥,徐新良,等. 21 世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析[J]. 地理学报,2009,64(12):1411-1420.
- [5] 陈利顶,傅伯杰,王军. 黄土丘陵区典型小流域土地利用变化研究:以陕西延安地区大南沟流域为例[J]. 地理科学,2001,21(1):46-51.
- [6] 陈雅琳,高吉喜,常学礼,等. 矿区土地利用及生态服务价值动态评估:以山西省朔州市为例[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(1):44-48.
- [7] 吕昌河,程量. 土地利用变化与生态服务功能冲突:以安塞县为例[J]. 干旱区研究,2007,24(3):301-305.
- [8] 冯异星,罗格平,鲁蕾,等. 土地利用变化对干旱区典型流域生态系统服务价值的影响[J]. 水土保持学报,2009,23(6):246-250.
- [9] 杨春利,白永平. 干旱地区绿洲生态系统服务价值功能的评估:以石羊河下游民勤绿洲为例[J]. 干旱区农业研究,2009,27(5):230-234.
- [10] 谢余初,巩杰,赵彩霞,等. 干旱区绿洲土地利用变化的生态系统服务价值响应:以甘肃省金塔县为例[J]. 水土保持研究,2012,19(2):165-170.
- [11] 田耀武,黄志霖,肖文发,等. 基于 RS 和 GIS 的退耕还林模式对三峡库区黑沟小流域生态服务价值的影响[J]. 水土保持研究,2010,17(3):97-100.
- [12] 陈颖,石培基,潘竟虎,等. 高原生态城土地利用变化对生态系统服务价值的影响研究:以甘肃省民乐县为例[J]. 水土保持研究,2012,19(2):154-159.
- [13] 赵丽,张蓬涛,朱永明. 退耕还林对河北顺平县土地利用变化及生态系统服务价值的影响[J]. 水土保持研究,2010,17(6):74-77.
- [14] 吕明权,王延平,王继军. 吴起县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):144-148.
- [15] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. 自然资源学报,2008,23(5):911-919.