

平谷区东高村镇土地利用变化对生态系统服务价值的影响

门云云¹, 周申燕², 石静儒², 田雪峰¹, 宫小燕^{1*} (1. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193; 2. 环境保护部环境工程评估中心, 北京 100012)

摘要 以1996、2005和2013年平谷区东高村镇的土地利用数据为基础, 探讨东高村镇土地利用变化对生态系统服务价值(ESV)的影响。结果表明, 1996~2013年东高村镇总生态系统服务价值增加了695.43万元; 水域和林地面积的增加是引起区域ESV增加的主要原因。东高村镇在生态建设过程中, 实现了社会经济发展与生态环境改善。

关键词 生态系统服务价值; 土地利用变化; 影响; 东高村镇

中图分类号 S181 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)36-170-03

Effects of Land Use Change on Values of Ecosystem Services of Donggaocun Town in Pinggu District

MEN Yun-yun¹, ZHOU Shen-yan², SHI Jing-ru², GONG Xiao-yan^{1*} et al (1. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193; 2. Appraisal Center for Environment and Engineering, Department of Environmental Protection, Beijing 100012)

Abstract The changes of ecosystem service values (ESV) were calculated based on the data of land use in 1996, 2005 and 2013 of Donggaocun town. The results showed that regional ESV increased by 6.95 million yuan from 1996 to 2013, which was mainly caused by the expansion of water and forests. The results implied during the ecological constructing, Donggaocun town achieved the balance of socioeconomic development and environmental improvement.

Key words Ecosystem service value; Land use change; Influence; Donggaocun town

生态系统服务是指通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到的生命的支持产品和服务^[1-2]。土地利用/覆盖变化能改变生态系统的结构、过程和功能, 进而影响生态系统服务^[3]。土地利用变化多以提高产量或经济效益, 有可能会降低生态系统的众多调节服务功能^[4]。通过研究土地利用变化下生态系统服务功能的响应, 可定量分析土地利用对生态环境的影响^[5]。在生态系统服务众多定量方法中, 价值核算是最直观的定量方法, 其有利于引起政策决策者、公众等对生态系统服务的关注^[6]。研究土地利用变化, 下的生态系统服务价值响应, 可以使土地利用利益相关者更加直观和科学地了解土地利用效益, 对保护生态安全, 建立可持续的土地利用模式都有重要意义。国内已有很多学者对土地利用变化引起的生态系统服务价值变化进行了定量研究^[7-9]。笔者根据东高村镇土地利用类型变化, 估算该镇生态系统服务价值的变化过程, 旨在探讨东高村镇土地利用变化对生态系统服务价值的影响, 为该镇土地利用规划与决策及生态环境保护提供参考。

1 研究区概况

东高村镇位于北京市平谷区南部, 地处40°2'54.55"~40°7'38.195" N, 117°1'8.984"~117°10'45.608" E, 总面积为56.0 km²。该镇地势东南高、西北低, 为低山丘陵岗台阶地, 境内最高山峰青龙山, 海拔350 m; 西北部低, 海拔20 m。

东高村镇所在区域春季风沙多雨水少, 夏季高温多雨, 秋季昼夜温差大, 冬季寒冷, 降雪少而干燥。降雨主要集中在6~8月份, 年降水雨量为400 mm左右, 属于干旱少雨、水资源匮乏区。但是, 该区域深水水质优良, 水源丰富。年平

均气温11.5℃, 年均湿度60%, 无霜期191 d。全年以东北偏东风出现最多, 东南风出现频率最少, 春、夏两季较之秋冬两季东北风有所减少, 西南偏南风相应增加。年平均风速2.4 m/s, 月平均风速4月份最大, 为3.3 m/s。

该镇注重生态环境的发展, 大力开展植树造林, 2013年林木覆盖率已达41.55%。平原地区分布有河滩人工林、公路护路林和农田防护林。低山丘陵植被以荆条、灌木丛为主, 局部有松、柏、杨、槐、果树等。

2 研究方法

根据MEA的分类, 生态系统服务包括供给服务、调节服务、支持服务、文化服务4个一级类型, 在一级类型之下进一步划分出11种二级类型, 包括食物生产、原材料生产、水资源供给、气体调节、气候调节、净化环境、水文调节、土壤保持、维持养分循环、维持生物多样性、提供美学景观服务等^[2]。国内学者在全球生态系统服务价值核算表的基础上, 根据国内以实物量计算方法为主的生态系统服务价值量评价结果^[10], 并结合遥感影像数据对NPP和生物量的模拟分析和专家经验, 修订得到我国二级生态系统服务价值当量因子表^[11]。该研究以修订的我国二级生态系统服务价值当量因子表为基础, 得出东高村镇不同生态系统单位面积的生态服务价值当量因子表。东高村镇位于平谷区, 2005~2013年平谷区年均粮食产量为2577 kg/hm², 1978~2009年全国粮食的平均价格为1.1元/kg。在考虑没有人力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提供的食物生产服务经济价值的1/7, 可计算出研究区农田食物生产服务的经济价值量为405元。园地取森林与草地的均值, 研究区各地类的单位面积生态系统服务价值见表1。基于生态系统服务价值计算模型, 对东高村镇不同时期的生态服务价值进行计算^[1], 计算公式如下:

作者简介 门云云(1982-), 女, 黑龙江哈尔滨人, 环境影响评价工程师, 硕士, 从事环境影响评价工作。* 通讯作者, 副教授, 博士, 从事环境微生物方面的研究。

收稿日期 2015-12-07

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} \times A_i$$

式中, V 为研究区生态系统服务总价值(元); P_{ij} 为单位面积上 i 土地利用类型的 j 种生态系统价值, 元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$); A_i 为研究区内土地利用类型 i 的分布面积, hm^2 。

表 1 东高村镇不同土地利用类型单位面积生态系统服务价值
元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$)

生态系统 服务功能	林地	草地	园地	耕地	水域
食物生产	147.71	181.06	164.38	405.00	381.18
原料生产	338.29	266.82	302.56	190.59	109.59
水资源供给	176.29	147.71	162.00	9.53	3 949.94
气体调节	1 119.71	938.65	1 029.18	319.24	366.88
气候调节	3 349.59	2 482.41	2 916.00	171.53	1 091.12
净化环境	948.18	819.53	883.85	47.65	2 644.41
水文调节	1 672.41	1 820.12	1 746.26	128.65	48 714.35
土壤保持	1 362.71	1 143.53	1 253.12	490.76	443.12
维持养分循环	104.82	85.76	95.29	57.18	33.35
生物多样性	1 238.82	1 038.71	1 138.76	61.94	1 215.00
美学景观	543.18	457.41	500.29	28.59	900.53
合计	1 1001.71	9 381.71	10 191.71	1 910.65	59 849.47

表 2 1996~2013 年东高村镇土地利用结构变化

土地利用类型	1996 年		2005 年		2013 年	
	面积// hm^2	比例//%	面积// hm^2	比例//%	面积// hm^2	比例//%
林地	319	5.7	609	10.9	1 331	23.8
草地	893	16.0	950	17.0	82	1.5
园地	301	5.4	453	8.1	396	7.1
耕地	2 805	50.1	2 212	39.5	1 745	31.2
水域	382	6.8	407	7.3	457	8.2
建设用地	900	16.1	968	17.3	1 589	28.4

3.2 东高村镇生态系统服务价值的变化

3.2.1 总生态系统服务价值的变化。由表 3 可知,1996~2013 年,东高村镇总生态系统服务价值(ESV)逐渐增加。1996 年东高村镇总生态系统服务价值为 4 317.95 万元,其中水域、草地和耕地生态系统服务价值所占比例较大,分别为 52.95%、19.41%、12.41%;2005 年总生态系统服务价值增至 4 883.14 万元,较 1996 年增加了 565.19 万元,水域、林地、草地生态系统服务价值是主要构成部分,所占比例分别为 49.91%、13.72%、18.26%,耕地生态系统服务价值减少,较 1996 年减少了 113.27 万元;2013 年总生态系统服务价值增至 5 013.38 万元,较 2005 年增加了 130.24 万元,水域和林地生态系统服务价值是主要构成部分,所占比例分别为 54.56%、29.21%,草地、园地、耕地生态系统服务价值减少,

3 结果与分析

3.1 东高村镇土地利用的变化 东高村镇总面积 56 km^2 ,其中耕地面积占比最大,1996、2005、2013 年分别占区域总面积的 50.1%、39.5%、31.2%;其次为建设用地,3 个年份分别占区域总面积的 16.1%、17.3%、28.4%。由 1996~2013 年东高村镇土地利用变化可以看出,耕地面积逐渐减少,林地、水域、建设用地面积逐渐增加,园地和草地面积先增加后减少(表 2)。1996~2005 年,研究区除耕地面积减少外,其他土地利用类型面积均有所增加,耕地面积减少了 21.1%,林地增幅最大,增加了 91.1%,其次是园地,增加了 50.4%。2005~2013 年,研究区林地、水域和建设用地面积增加,林地增幅最大,增加了 118.5%,其次是建设用地,增加了 64.1%;草地、园地、耕地的面积减少,草地减幅最大,减少了 91.4%,其次为耕地,减少了 21.1%。土地利用类型的变化将极大地影响生态系统服务价值的动态变化,尤其是水域、林地等生态价值较高的土地类型。

分别减少 814.63 万、58.16 万、89.21 万元。

从 2 个时段(1996~2005 年、2005~2013 年)各土地利用类型生态系统服务价值的变化来看(表 3),林地和水域生态系统服务价值逐渐增加,耕地逐渐减少,草地和园地呈先增加后减少趋势。林地在 1996~2005 年的生态系统服务价值增加 319.37 万元,在 2005~2013 年增加 794.2 万元;草地在 1996~2005 年的生态系统服务价值增加 53.51 万元,在 2005~2013 年减少 814.63 万元;园地在 1996~2005 年的生态系统服务价值增加 154.81 万元,在 2005~2013 年减少 58.16 万元;耕地在 1996~2005 年的生态系统服务价值减少 113.27 万元,在 2005~2013 年减少 89.21 万元;水域在 1996~2005 年的生态系统服务价值增加 150.77 万元,在 2005~2013 年增加 298.04 万元。

表 3 1996~2013 年不同土地利用类型生态系统服务价值变化

土地利用类型	1996 年		2005 年		2013 年	
	ESV//万元	比例//%	ESV//万元	比例//%	ESV//万元	比例//%
林地	350.75	8.12	670.13	13.72	1 464.33	29.21
草地	838.05	19.41	891.56	18.26	76.93	1.53
园地	306.95	7.11	461.75	9.46	403.59	8.05
耕地	535.89	12.41	422.62	8.65	333.41	6.65
水域	2 286.31	52.95	2 437.08	49.91	2 735.12	54.56
建设用地	0	0	0	0	0	0
合计	4 317.95	100.00	4 883.14	100.00	5 013.38	100.00

3.2.2 单项生态系统服务价值的变化。由表4可知,1996~2013年,从生态系统服务价值的构成来看,研究区单项生态系统服务价值均发生了不同程度的变化,水文调节和气候调节在3个时期所占的比例均最大,维持养分循环和原料生产所占比例均最小。1996年水文调节所占的比例最大,为50.15%,其次为气候调节,所占比例为11.72%;维持养分循环所占比例最小,为0.72%,其次为原料生产,所占比例为2.35%。2005年水文调节所占比例最大,为48.45%,其次为气候调节,所占比例为13.40%;维持养分循环所占比例最小,为0.67%,其次为原料生产,所占比例为2.18%。2013年水文调节所占比例最大,为50.97%,其次为气候调节,所占比例为13.19%;维持养分循环所占比例最小,为0.60%,其次为原料生产,所占比例为1.94%。

表4 1996~2013年东高村镇各单项生态系统服务价值变化

生态系统服务功能	1996年		2005年		2013年	
	ESV//万元	比例//%	ESV//万元	比例//%	ESV//万元	比例//%
食物生产	153.99	3.57	138.76	2.84	115.75	2.31
原料生产	101.37	2.35	106.29	2.18	97.46	1.94
水资源供给	177.26	4.11	195.06	3.99	213.27	4.25
气体调节	254.09	5.88	289.58	5.93	269.96	5.38
气候调节	506.15	11.72	654.42	13.40	661.46	13.19
净化环境	244.44	5.66	293.90	6.02	297.09	5.93
水文调节	2 165.52	50.15	2 366.07	48.45	2 555.37	50.97
土壤保持	337.91	7.83	375.05	7.68	346.27	6.91
维持养分循环	31.18	0.72	32.86	0.67	29.93	0.60
生物多样性	230.36	5.34	288.94	5.92	284.83	5.68
美学景观	115.66	2.68	142.21	2.91	142.00	2.83
合计	4 317.95	100.00	4 883.14	100.00	5 013.38	100.00

4 结论

以1996、2005和2013年平谷区东高村镇的土地利用数据为基础,利用谢高地等制定的我国二级生态系统服务价值当量因子表,对东高村镇生态系统服务价值进行计算。结果表明:

(1)1996~2013年,东高村镇总生态系统服务价值逐渐增加,增加了695.43万元。

(2)从各土地利用类型生态系统服务价值的变化来看,林地和水域生态系统服务价值逐渐增加,耕地逐渐减少,草地和园地呈先增加后减少趋势。

(3)从各单项生态系统服务价值的变化来看,呈持续增加的生态服务功能有水资源供给、气候调节、净化环境、水文调节,1996~2005年增幅最大的生态服务功能为气候调节,2005~2013年增幅最大的为水资源供给,主要由于水域和林地面积的增加;食物生产功能则呈持续减少的趋势,主要由于耕地面积的逐渐减少。

(4)生态系统服务价值的变化是区域土地利用类型变化的响应,东高村镇近几年通过实施平原造林、荒山造林、滨河森林公园建设等工程,提高了水域和林地的面积,进而提高了东高村镇的生态系统服务价值。对东高村镇生态系统服务价值的研究,旨在合理配置、协调镇域土地及环境资源,使镇域有限的土地资源和生态资源得到可持续利用,促进镇域

从各单项生态系统服务价值的数量变化来看,各项生态系统服务功能均呈不同的变化趋势,其中呈持续增加的生态服务功能有水资源供给、气候调节、净化环境、水文调节,主要由于水域和林地面积的增加;食物生产功能则呈持续减少的趋势,主要由于耕地的面积逐渐减少;其余的生态服务功能则先增加后减少。从各单项生态系统服务功能的变化幅度来看,1996~2005年,增幅最大的生态服务功能为气候调节,增加了29.29%;其次是生物多样性,增加了25.43%;减幅最大的为食物生产,减少了9.89%。2005~2013年,增幅最大的生态服务功能为水资源供给,增加了9.33%,其次是水文调节,增加了8%;减幅最大的为食物生产,减少了16.58%,其次是维持养分循环,减少了8.91%。

经济与环境保护协调持续发展。

参考文献

- [1] COSTANZA R, DE GROOT R, SUTTON P, et al. Changes in the global value of ecosystem services[J]. *Global environmental change*, 2014, 26: 152-158.
- [2] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: Synthesis[M]. Washington, DC: Island Press, 2005.
- [3] NELSON E, MENDOZA G, REGETZ J, et al. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales[J]. *Frontiers in ecology and the environment*, 2009, 7: 4-11.
- [4] BENNETT E M, PETERSON G D, GORDON L J. Understanding relationships among multiple ecosystem services[J]. *Ecology letters*, 2009, 12: 1394-1404.
- [5] 梅艳. 区域土地利用变化及其对生态安全的影响研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.
- [6] RUDOLF DE GROOT R, BRANDER L, VAN DER PLOEG S, et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units[J]. *Ecosystem services*, 2012, 1: 50-61.
- [7] 段瑞娟, 郝晋珉, 张洁瑕. 北京区位土地利用与生态服务价值变化研究[J]. *农业工程学报*, 2006, 22(9): 21-28.
- [8] 周德成, 罗格平, 许文强, 等. 1960-2008年阿克苏河流域生态系统服务价值动态[J]. *应用生态学报*, 2010, 21(2): 399-408.
- [9] 李保杰, 渠爱雪, 顾和和, 等. 徐州市贾汪矿区土地利用变化及其对生态系统服务价值的影响[J]. *生态科学*, 2015, 34(5): 147-153.
- [10] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞. 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.
- [11] 谢高地, 张彩霞, 张昌顺, 等. 中国生态系统服务的价值[J]. *资源科学*, 2015, 37(9): 1740-1746.