

城市土地利用变化对生态系统服务的影响

——以西安市为例

钟媛, 赵敏娟

(西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:土地利用变化会引起各类生态系统服务价值的变化,以中国生态系统单位面积生态服务价值当量表为基础,应用 Constanza 生态系统服务价值计算方法,采用 2001—2011 年的时间序列数据,分析了西安市各类土地的变化情况及其对生态系统服务价值的影响。研究表明:2001—2011 年研究区土地利用变动较快,且为林地、建设用地和园地面积增加,耕地、草地、水域、未利用地面积减少的“三增四减”趋势;同时,土地的生态服务价值从 2001 年的 255.02 亿元上升到 2011 年的 261.17 亿元,这主要得益于大量其他地类转化为林地;最后,敏感性分析结果显示所有地类的敏感度都小于 1,证明相关结果可信。

关键词:土地利用变化;生态系统服务价值;敏感性指数;西安市

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2015)01-0274-06

Effect of Land Use Change on Ecosystem Service Value

—A Case Study of Xi'an City

ZHONG Yuan, ZHAO Minjuan

(College of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The changes in land utilization can impact the appropriate changes of ecosystem service values (ESV). Based on the table listing the equivalent value per unit area of ecosystem service in China, the Costanza's ecosystem service value theory and the time sequence data(2001—2011), the changes of land use were analyzed and their effects on the changes of ESV were discussed. The results showed that the land-use changed quickly from 2001 to 2011 with the rapid increase of the woodland, construction land, garden plot and the decrease of cultivated land, grassland, water area and unutilized land. The ESV of land increased from 25 502 million yuan in 2001 to 26 117 million yuan in 2011, which benefited from many other land use types transformed into woodland. The sensitivity analysis showed less dependency (<1) for each type of land-use, which indicated high reliability of the results.

Keywords: land use changes; ecosystem service value; coefficient of sensitivity; Xi'an City

Costanza^[1]和 Daily^[2]等在 1997 年提出“生态系统服务功能是指生态系统与生态过程中所形成的,维持人类赖以生存的自然环境条件及其效用”,其通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到的生命支持产品和服务,而这些产品和服务支撑并保障了人类的生活。而土地作为人类社会生存和发展的基础,任何经济社会活动都需要通过土地来进行^[3]。人类对土地的利用以及由此导致的土地覆被变化必然会导致其生态系统类型结构和功能产生改变,从而影响

生态系统提供的服务种类和强度,引起生态系统服务价值的变化^[4-5]。单纯以经济增长为目的的土地利用方式已经不能适应当代社会经济系统可持续发展的要求了,必须在土地利用决策中引入生态系统服务价值核算,才能促进自然资源的合理开发,实现土地资源的可持续发展。

西安市作为西北地区的经济、政治和文化中心,其区域生态系统服务价值受人类活动干扰甚巨,从区域生态安全与可持续发展的角度出发,研究土地利用/覆

收稿日期:2014-03-31

修回日期:2014-04-23

资助项目:国家自然科学基金资助项目“西北地区水资源配置的多目标协同研究:全价值评估与公众支持”(71373209)

第一作者:钟媛(1991—),女(瑶族),广西贺州人,硕士研究生,研究方向:土地经济管理。E-mail:zhongyuan082@163.com

通信作者:赵敏娟(1971—),女,陕西汉中,人,博士生导师,教授,研究方向:应用经济学,自然资源与环境经济学。E-mail:minjuan.zhao@nwsuaf.edu.cn

盖变化背景下的土地生态系统服务价值变化具有重要的意义。本文将从生态系统服务价值的角度,利用2001—2011年的土地利用现状数据,运用各种土地利用相关指数,研究在土地利用变化下西安市的生态系统服务价值变化,明晰两者的关系,以期为区域土地资源的可持续发展和生态环境保护决策提供依据。

1 研究区概况

西安市位于黄河流域中游的关中平原中部,地处东经 $107^{\circ}40'$ — $109^{\circ}49'$ 、北纬 $33^{\circ}49'$ — $34^{\circ}35'$,南北宽约 116 km,东西长约 204 km,呈狭长形状,总面积为 $10\,108\text{ km}^2$ 。西安市土地资源相对丰富,市域内山地、丘陵、平原、台塬、河谷等地貌类型多样,其地势南高北低,南部为横亘东西的秦岭中、高山地,以林地、牧草地、未利用地为主;北部为渭河冲积平原和黄土台塬,以耕地、园地、城镇建设用地和文物遗址保护用地为主。市域属东亚暖湿带半湿润大陆性季风气候,四季分明,气候温和,西安市及各郊县年均气温 $13.0\sim 14.5^{\circ}\text{C}$,温度最高的7月,其平均气温为 27.4°C ,而1月最冷,月平均气温为 -0.2°C ;年日照时数达 $1\,594\text{ h}$,年均降水量 723.6 mm ,具有夏丰秋多,冬欠春少的特点,且地域分布南多北少,西大于东。西安市下辖未央、莲湖、新城、碑林、雁塔、灞桥、阎良、长安、临潼9区和周至、户县、高陵、蓝田4县,作为西北地区的经济、政治、文化中心,2011年末常住人口为 851.34 万人,其中非农业人口为 596.79 万,占 70.10%。

2 研究方法

2.1 数据来源及地类划分

本文所涉及的西安市土地利用基础数据来源于2001—2011年《陕西省土地利用数据现状集》,人口、经济、社会数据来自西安市统计局发布的《西安统计年鉴》(2002—2012年)及其他公开发表物。为使数据具有可比性,土地利用类型系统采用二调分类标准,根据研究需要以及实际情况,将其分为耕地、林地、园地、草地、水域、建设用地和未利用地7种类型。

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用变化分析 土地变化速度可用单一土地利用动态度和综合土地利用动态度来表示^[6-7]。单一土地利用动态度可以对研究区一定时间内某种土地利用类型变化的速度进行定量分析,其计算公式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: U_a ——研究期初某种利用类型的土地面积;

U_b ——研究期末某种利用类型的土地面积; T ——研究时长(年); K ——研究期内该种利用类型土地的动态度。

而其综合土地利用动态度可以用以下公式计算:

$$LC = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中: LU_i ——监测期初第*i*类土地利用转换面积; ΔLU_{i-j} ——*i*类土地利用类型转换为非*i*类土地利用类型面积的绝对值; T ——监测时长,当*T*时段设置为年时,LC的值为研究区的综合土地利用动态度。

2.2.2 土地利用程度综合指数 土地利用程度综合指数是衡量土地利用深度与广度的指标,通过其能对区域土地利用的综合水平和变化趋势进行定量分析,其计算公式可以表示为:

$$L = \sum_{i=1}^n (A_i \times C_i) \times 100$$

$$L \in (100, 400), i = 1, 2, 3, 4 \quad (3)$$

式中: A_i ——区域内第*i*级土地利用程度分级指数; C_i ——区域内*i*级土地利用程度分级面积百分比; n ——土地利用程度分级数; L ——研究区域土地利用综合指数。根据刘纪远等^[8]的分级方法并结合本文实际情况,将西安市的土地利用类别赋值为:未利用土地为1级;林地、牧草地、水域为2级;耕地、园地为3级;建设用地为4级。当土地利用程度变化大于0时,代表该区域的土地利用处于发展期,否则就属于衰退期或调整期。

2.2.3 土地利用结构分析 土地利用系统的有序程度,可以用信息熵、优势度和均衡度来描述刻画^[9]。土地利用信息熵*H*表达式如下:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \cdot \ln P_i, \text{ 其中 } P_i = A_i / A \quad (4)$$

式中: A_i ——第*i*种土地利用类型的面积; A ——研究区土地总面积; P_i ——第*i*种地类占总面积的百分比。基于信息熵公式可以计算土地利用结构的优势度和均衡度。

土地利用结构信息熵大小,反映土地利用多样性以及复杂程度。均衡度反映土地利用结构的均衡性,计算公式为: $J = H / H_m$,其中 $J \in [0, 1]$, H_m 是指当各土地利用类型面积相等时的最大信息熵。优势度 $L = 1 - J$,反映了研究区域内一种或几种地类支配该区域土地类型的程度,与多样性成反比。

2.2.4 土地生态系统服务价值核算 以 Costanza 等^[1]对全球生态服务价值评估的部分成果为参考,谢高地^[10-11]等人根据中国国情,将生态系统服务重新划分为食物生产、原材料生产、气体调节、气候调节、水

文调节、废物处理、保持土壤、生物多样性保护和娱乐文化 9 项,通过调查问卷,在 2003 年建立了“中国陆地生态系统单位服务价值表”,并于 2007 年对其进行了修正。基于谢高地 2007 版生态系统服务价值当量表,按以下原则计算生态系统服务价值:耕地对应农田,园地取森林和草地的平均值,林地对应森林,牧草

地对应草地,水域对应河流/湖泊,未利用地对应荒漠,针对西安市的具体情况,以 2001—2011 年平均粮食产量 4 793.83 kg/hm² 为基准,按 2011 年当地市价 2.15 元/kg,考虑到在没有人力投入的自然生态系统提供的经济价值为 1/7,求出不同生态系统单位面积的生态服务价值系数(表 1)^[12-13]。

表 1 西安生态系统单位面积生态服务价值 元/(hm²·a)

生态系统功能	耕地	园地	林地	草地	水域	未利用地
食物生产	1472.39	559.51	485.89	633.13	780.37	29.45
原材料生产	574.23	2458.89	4387.72	530.06	515.34	58.9
气体调节	1060.12	4284.66	6360.72	2208.59	750.92	88.34
气候调节	1428.22	4144.78	5992.63	2296.93	3033.12	191.41
水文调节	1133.74	4130.06	6022.08	2238.03	27636.76	103.07
废物处理	2046.62	2238.03	2532.51	1943.55	21864.99	382.82
保持土壤	2164.41	4608.58	5919.01	3298.15	603.68	250.31
生物多样性保护	1501.84	4696.93	6640.48	2753.37	5050.3	588.96
娱乐文化	250.31	2171.78	3062.57	1280.98	6537.41	353.37
合 计	11631.88	29293.21	41403.61	17182.79	66772.89	2046.62

考虑到研究区实际情况以及目前研究进展,本文采用 Costanza 等的 ESV 估算公式来估算生态系统服务价值。计算公式为:

$$ESV = \sum A_k \times VC_k \tag{5}$$

$$ESV_f = \sum A_k \times VC_{fk} \tag{6}$$

式中:ESV——生态系统服务价值;A_k——研究区第 k 种土地利用类型的面积;VC_k——k 种地类生态价值系数,即为单位面积上土地利用类型 k 的生态功能总服务价值系数;ESV_f——生态系统单项(f 项)服务价值功能;VC_{fk}——研究区第 k 种土地利用类型的单项服务功能价值系数。

生态系统服务变差贡献率是指某一区域的各种土地利用类型生态服务价值变化量所占生态系统服务价值变化总量的比例,借此我们能测算出各种土地利用类型对生态系统服务价值变化的影响程度^[14-15]。其表达式为:

$$ESV_{cc} = \frac{ESV_{kb} - ESV_{ka}}{\sum (ESV_{kb} - ESV_{ka})} \times 100\% \tag{6}$$

式中:ESV_{cc}——生态系统服务变差贡献率;ESV_{ka},ESV_{kb}——第 k 种土地利用类型在期初和期末的生态服务价值。

2.2.5 敏感性分析 生态环境敏感度是指在人类活动的影响下,区域生态系统发生变化(改善或退化)的潜在可能性及其程度^[16-17]。考虑到人为干扰、科技进步等各种因素对各生态系统生物量的影响,通过对相应的生态系统服务价值进行调整,在单位面积服务价值的基础上分别上下调整 50%,利用敏感度(CS)来估算 ESV 随时间变化对生态系统价值系数(VC)变化的依赖程度。计算公式如下:

$$CS = \left| \frac{(ESV_j - ESV_i) / ESV_i}{(VC_{jk} - VC_{ik}) / VC_{ik}} \right| \tag{7}$$

式中:CS——敏感度;ESV——土地生态系统总服务价值量;VC——价值系数;i,j——生态价值系数调整前后的价值。当 CS>1 时,表明 ESV 对 VC 富有弹性,当 CS<1 时,说明 ESV 对 VC——缺乏弹性的。

3 结果与分析

3.1 西安市土地利用结构变化分析

3.1.1 土地利用变动分析 由表 2 可知,2001—2006 年西安市土地利用格局有了明显的变化,总趋势为耕地、牧草地、水域和未利用地的面积在减少,林地、建设用地与水域的面积在增加。2001—2011 年,林地面积所占的比例一直最高,且从 41.30%上升到了 47.69%;其次为耕地,虽然其面积从 33.35%下降到 29.29%,但仍然稳居第二;建设用地的面积从 10.78%上升到 14.93%,以上三者由于比重高,虽然变化幅度也较大,但面积比例排行较稳定。而牧草地的面积所占比例由 7.78%急剧下降到 2.35%,是面积变化幅度最大的土地利用类型,面积比由第四位下降到第五位,水域面积则先经过小幅度增加后大量减少,面积百分比下降到第六位,园地面积在小幅度减少后大量增加,面积比一举超越草地、水域面积上升到第四位,而未利用地面积则一直处于末位。

3.1.2 土地利用动态度及利用程度综合指数分析 根据式(1),(2),(3),我们可获得表 3,表 3 可知,其从 2001—2011 年,土地的单一动态度都较快,其中牧草地的动态度是最大的,下降面积较为迅速,建设用地的单一动态度排第二,而未利用地在前五年稍有增

加后大量减少,其动态度排第三。而 10 a 间土地的综合动态度达到了 1.10%,从表 3 数据我们可以看出土地变动明显集中在后五年。

在 2001—2011 年,随着时间的发展,西安市各种土地利用类型的总体开发程度不断在提高,都在 250 以上,说明研究区的土地利用程度相对较高,且西安市的土地利用 2001—2011 年总体处于发展期,耕地、牧草地、水域与未利用地在衰退,但在 2001—2006 年,出于衰退期的土地利用类型为耕地、园地和牧草地,其他地类都处于发展期,而 2006—2011 年,园地

经过调整后处于发展期,水域与未利用地反转进入衰退期,其余趋势不变。

在 2001—2011 年,随着时间的发展西安市各种土地利用类型的总体开发程度不断在提高,都在 250 以上,说明研究区的土地利用程度相对较高,且西安市的土地利用 2001—2011 年总体处于发展期,耕地、水域与未利用地在衰退,但在 2001—2006 年,除了耕地、园地和未利用地,其他地类都处于发展期,而从 2006—2011 年,园地经过调整后处于发展期,草地与水域反转进入衰退期,其余趋势不变。

表 2 2001—2011 年西安市土地利用/覆盖变化

地 类	2001 年		2006 年		2011 年		变化幅度 ΔU	
	面积/hm ²	百分比/%	面积/hm ²	百分比/%	面积/hm ²	百分比/%	2001—2006	2006—2011
耕 地	337090.56	33.35	314134.29	31.08	296072.72	29.29	-22956.27	-18061.57
园 地	26352.87	2.61	26264.23	2.60	30632.37	3.03	-88.64	4368.14
林 地	417467.02	41.30	426609.91	42.21	482068.79	47.69	9142.89	55458.88
牧草地	78654.17	7.78	75799.14	7.50	23728.53	2.35	-2855.03	-52070.61
水 域	32237.93	3.19	32354.41	3.20	20902.93	2.07	116.48	-11451.48
建设用地	108944.85	10.78	123691.51	12.24	150944.63	14.93	14746.66	27253.12
未利用地	10054.35	0.99	11948.26	1.18	6451.78	0.64	1893.91	-5496.48

表 3 土地利用动态度及程度综合指数

土地利用类型		耕地	园地	林地	牧草地	水域	建设用地	未利用地	合计
单一动态度/%	2001—2006	-1.36	-0.07	0.44	-0.73	0.07	2.71	3.77	
	2006—2011	-1.15	3.33	2.60	-13.74	-7.08	4.41	-9.20	
	2001—2011	-2.43	3.25	3.09	-13.97	-7.03	7.71	-7.17	
综合动态度/%	2001—2006	0.51							
	2006—2011	1.72							
	2001—2011	1.10							
土地利用程度	2001	100.05	7.82	82.60	15.56	6.38	43.11	0.99	256.51
	2006	93.23	7.80	84.41	15.00	6.40	48.95	1.18	256.97
	2011	87.87	9.09	95.38	4.69	4.14	59.73	0.64	261.55

3.1.3 土地利用结构分析 随着时间的推移,西安市土地利用结构发生了巨大的改变,信息熵从 2001 年的 1.42 上升到 2011 年的 1.30,优势度从 2001 年的 0.21 上升到 11 a 的 0.27,均衡度从 0.79 下降到 0.73(表 4),说明这 10 a 来,随着西安市经济社会的发展,其土地利用结构总体朝着不均匀、单一化发展,耕地、林地以及建设用地处于主导地位,不利于生态环境的协调健康发展。

表 4 西安市 2001—2011 年土地利用结构指数

年份	信息熵(<i>H</i>)	优势度(<i>J</i>)	均衡度(<i>L</i>)
2001	1.42	0.21	0.79
2006	1.44	0.20	0.80
2011	1.30	0.27	0.73

3.2 生态系统服务价值变化分析

3.2.1 各地类生态系统服务价值变化 根据式(5)、表 1 计算得出西安市 2001—2011 年生态系统服务价值总变化以及各地类的变化(表 5):(1) 2001—2006

年,西安市的生态系统服务价值呈现出一种平稳状态,总体生态系统服务价值由 255.02 亿元上升到 261.17 亿元,变化率仅为 0.28%,其中林地的生态服务功能贡献率最大,由 172.85 亿元上升到 176.63 亿元,贡献率上升了 1.29 个百分点,对总生态服务价值起正面作用,对其增加的价值变差贡献率为 529.51%;其余的地类中,耕地、园地和草地的生态服务价值分别下降了 2.67 亿元,0.03 亿元,0.49 亿元,水域及未利用地价值则有所上升,分别增加 0.08 亿元,0.04 亿元。(2) 在 2006—2011 年,西安市的生态系统服务价值呈缓慢上升趋势,其总量增加了 5.435 亿元,林地依然是贡献率最大的地类,耕地、草地、水域、未利用地的生态系统服务价值相对 2006 年少,而园地、林地的价值则有所上升。

10 a 间,西安的生态系统服务价值上升 2.41 个百分点,虽然耕地的面积一直在减少,其 ESV 由 2001 年的 39.21 亿元下降到 34.44 亿元,但其因为

面积基数大,贡献率一直占居于第二,在 2011 年为 13.19%;而园地的生态服务价值变化由于其面积总体呈增加趋势,2011 年相对 2001 年增加了 1.25 亿元,占总服务价值的 3.44%,在各土地类型中排名第四;林地的 ESV 贡献率一直是最大的,并随着时间逐步提高,于 2011 年达到了 76.42%,生态系统服务价值为 199.59 亿元;而草地的急剧减少显著降低了总体生态系统服务价值,10 a 来其服务价值减少了 9.44 亿元,贡献率由 5.30%下降到 1.56%,贡献率排名第五;水域的生态服务价值系数是最高的,由它面积的减少使总体服务价值下降了 7.57 亿元,贡献率从 8.44%下降到 5.34%,但贡献率仍排第三;未利用地整体变化趋势与水域相似,其生态系统服务价值在 2011 年为 0.13 亿元,占 0.05%。各地类的生态服务价值排名由 2001 年的林地>耕地>水域>草地>园地>未利用地变为 2011 年的林地>耕地>水域>园地>草地>未利用地。从生态系统服务价值的构成来看,耕地与林地的生态系统服务价值占据整个价值

的近 90%,是生态系统的主体部分。

3.2.2 单项生态服务价值变化及生态价值构成分析

表 6 表明,在 2001—2011 年,食物生产、水文调节和废物处理的生态服务价值呈下降趋势,分别下降了 8.92%,1.88%和 10.00%。而原材料生产、气体调节、气候调节、保持土壤、生物多样性保护、娱乐文化都出现上升趋势,分别上升 10.95%,7.69%,5.49%,3.46%,4.67%和 2.94%。由于建设用地面积的大幅度增加,使得生态系统服务功能中的废物处理与水文调节功能价值大幅度下降,但因为西安市生态退耕工程的有力实施,使大量土地转化为林地和园地,且这两种地类的各项生态价值系数较高,使得生态系统服务的总体价值得以巩固并上升。在 2001 年,西安市各项土地生态服务价值排序为水文调节>生物多样性保护>保持土壤>气候调节>气体调节>废物处理>原材料生产>娱乐文化>食物生产,这个排序直至 2011 年,气体调节价值超过气候调节,上升至第四位。

表 5 西安市 2001—2011 年生态系统服务价值变化

地类	2001 年	2006 年	2011 年	2001—2006 年		2006—2011 年		2001—2011 年	
	ESV/亿元	ESV/亿元	ESV/亿元	ΔESV/亿元	ESV _α /%	ΔESV/亿元	ESV _α /%	ΔESV/亿元	ESV _α /%
耕地	39.21	36.54	34.44	-2.67	-373.43	-2.10	-38.66	-4.77	-77.58
园地	7.72	7.69	8.97	-0.03	-3.64	1.28	23.53	1.25	20.37
林地	172.85	176.63	199.59	3.79	529.51	22.96	422.48	26.75	434.93
草地	13.52	13.02	4.08	-0.49	-68.67	-8.95	-164.62	-9.44	-153.46
水域	21.53	21.60	13.96	0.08	10.91	-7.65	-140.70	-7.57	-123.07
未利用地	0.21	0.25	0.13	0.04	5.45	-0.11	-2.08	-0.07	-1.20
合计	255.02	255.74	261.17	0.72		5.44		6.15	

表 6 2001—2011 年各项服务功能产生的价值

生态系统 服务功能	2001 年	2006 年	2011 年	2001—2006 年		2006—2011 年		2001—2011 年	
	ESV/亿元	ESV/亿元	ESV/亿元	ΔESV/亿元	ESV _α /%	ΔESV/亿元	ESV _α /%	ΔESV/亿元	ESV _α /%
食物生产	7.89	7.58	7.19	-0.31	-3.94	-0.39	-5.18	-0.70	-8.92
原材料生产	21.49	21.74	23.84	0.25	1.18	2.10	9.65	2.35	10.95
气体调节	33.25	33.52	35.80	0.27	0.82	2.28	6.81	2.56	7.69
气候调节	33.73	33.89	35.58	0.16	0.47	1.69	4.99	1.85	5.49
水文调节	40.73	40.99	39.97	0.26	0.63	-1.02	-2.49	-0.76	-1.88
废物处理	26.68	26.41	24.01	-0.26	-0.99	-2.40	-9.10	-2.67	-10.00
保持土壤	36.03	35.99	37.28	-0.05	-0.13	1.29	3.59	1.25	3.46
生物多样性保护	37.88	38.07	39.64	0.20	0.52	1.57	4.13	1.77	4.67
娱乐文化	17.35	17.55	17.86	0.20	1.14	0.31	1.78	0.51	2.94
合计	255.02	255.74	261.17	0.72	0.28	5.44	2.13	6.15	2.41

3.3 敏感性分析

根据公式(7),将各土地利用类型的价值系数上下调整 50%,由此计算出的价值系数的敏感度(CS)如表 7 所示。从中我们可以知道 2001 年,2006 年以及 2011 年的敏感度指数都小于 1,按敏感度排序为林地>耕地>水域>草地>园地>未利用地,其中林

地的敏感度指数最大,在 0.7 左右,这是因为林地的占地面积大,单位面积服务价值系数高所导致的,而未利用地的敏感度指数最小,接近于 0,其余地类的敏感度指数都介于 0~0.15 之间。以上结果表明,研究区内的生态系统服务价值对其价值系数缺乏弹性,研究结果是可信的。

表 7 价值系数调整后总服务价值的百分比变化 和价值系数的敏感度						
价值系数 的变化	2001 年		2006 年		2011 年	
	百分 比/%	CS	百分 比/%	CS	百分 比/%	CS
耕地	7.69	0.15	7.14	0.14	6.59	0.13
园地	1.51	0.03	1.50	0.03	1.72	0.03
林地	33.89	0.68	34.53	0.69	38.21	0.76
草地	2.65	0.05	2.55	0.05	0.78	0.02
水域	4.22	0.08	4.22	0.08	2.67	0.05
未利用地	0.04	0.00	0.05	0.00	0.03	0.00

4 结 论

土地利用/覆盖变化是人们改造自然的主要方式,土地利用在给人类带来巨大的经济效益的同时,也因为改变了地表的生态系统而影响到其为人类提供的服务功能及价值。定量化的反映生态系统服务价值的变化可以得知土地利用的生态结果,而这种定量描述的土地利用结果对于把握土地利用的生态效益,合理编制土地利用规划具有重要的意义。本文通过对 2001—2011 年西安市土地利用变化以及生态系统服务价值演变进行研究,可以得出以下结论:

(1) 研究区 10 a 来土地利用变化表现为 2001—2006 年稳定变化与 2006—2011 年快速变化两个阶段,整体变现为“三增四减”,具体为林地、建设用地和园地面积增加,耕地、草地、水域、未利用地面积减少。西安市土地利用总体朝着单一化发展,多样性和均衡性均有所下降,这不利于生态环境的发展。

(2) 西安市生态系统服务价值由 2001 年的 255.02 亿元上升到 2011 年的 261.17 亿元,净增加 6.15 亿元,主要是林地的面积增加带来的,由于其增加面积大,生态价值系数高,在建设用地面积大量增加的同时,使得总体生态系统服务价值不降反升。而在西安市提供的各项生态系统服务中,水文调节产生的价值最大,其次是生物多样性保护、保持土壤、气候调节和气体调节功能,而废物处理、原材料生产、娱乐文化功能相对较弱,食物生产则为最弱的生态服务功能。

(3) 区域生态系统服务价值的变化与土地利用变化密切相关。在分期研究中,西安市前五年的生态系统服务价值平稳运行略有增加,而后五年的价值则提高较快,与之相对应的是研究期前五年研究区的单一土地利用变化和土地利用程度综合指数较小,而后五年西安市的土地利用变化动态度较大。

(4) 生态系统服务价值对于生态系统价值系数的敏感度指数(CS)均小于 1,说明本研究基于谢高地价值系数的生态系统服务功能价值核算结果在本区域内

具有较高的可信度,其中林地的敏感度指数最高,说明林地的变化对生态系统服务价值的影响最大。

参考文献:

[1] Costanza R, d'Arge R, De Groot S, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature,1997,387(6630):253-261.

[2] Daily G C. Nature's Service: Societal Dependence on Natural Ecosystem[M]. Washington D C: Island Press, 1997.

[3] 谢高地,鲁春霞,成升魁.全球生态系统服务价值评估研究进展[J].资源科学,2001,23(6):5-9.

[4] 曹顺爱,吴次芳,余万军.土地生态服务价值评价及其在土地利用布局中的应用:以杭州市萧山区为例[J].水土保持学报,2006,20(2):197-200.

[5] 韩秀凤,韩俊丽.基于生态服务价值的土地利用变化影响分析:以包头市为例[J].资源开发与市场,2009(12):1074-1076.

[6] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨[J].地理科学进展,1999,18(1):83-89.

[7] 赵丹,李锋,王如松.城市土地利用变化对生态系统服务的影响:以淮北市为例[J].生态学报,2013,33(8):2343-2349.

[8] 庄大方,刘纪远.中国土地利用程度的区域分异模型研究[J].自然资源学报,1997,12(2):10-16.

[9] 彭越,宋戈,王盼盼,等.基于土地利用变化的生态系统服务价值研究:以宁安市为例[J].水土保持研究,2013,20(6):302-306,325.

[10] 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):189-196.

[11] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等.中国发展的可持续性状态与趋势:一个基于自然资源基础的评价[J].资源科学,2008,30(9):1349-1355.

[12] 陈美球,赵宝苹,罗志军,等.基于 RS 与 GIS 的赣江上游流域生态系统服务价值变化[J].生态学报,2013,33(9):2761-2767.

[13] 韩会庆,蔡广鹏,张凤太,等.喀斯特地区县域土地集约利用评价:贵州省绥阳县为例[J].水土保持研究,2012,19(1):243-245,271.

[14] 谭君,李世平.铜川市土地利用变化对生态系统服务价值的影响分析[J].水土保持研究,2012,19(6):131-136.

[15] 王海星,张克斌,王黎黎,等.宁夏盐池县不同土地利用类型的生态服务价值预测[J].水土保持通报,2013,33(3):246-251.

[16] 胡喜生,洪伟,吴承祯.福州市土地生态系统服务功能价值的评估[J].东北林业大学学报,2011,39(12):90-94.

[17] 宫继萍,石培基,杨雪梅.黑河中游土地生态价值及生态风险动态研究:以甘肃省民乐县为例[J].土壤,2012,44(5):846-852.