



县域尺度生态系统服务价值对土地利用变化的响应

张 凯¹, 庞伟亮², 孙秋各¹, 艾沙江·阿不都沙拉木¹

(1. 喀什大学 生命与地理科学学院, 新疆 喀什 844000; 2. 甘肃省国土资源规划研究院, 甘肃 兰州 730000)

摘要:为探究土地利用方式改变引起的生态系统服务价值变化,实现土地利用和生态系统价值服务的可持续发展。以甘肃省徽县为研究对象,采用土地利用/土地覆盖变化模型和生态系统服务价值估算模型,结合多样化和敏感性分析,探讨了2009-2015年徽县土地利用方式变化对生态系统服务价值的影响,分析了生态系统服务价值损益情况及其生态敏感性。结果表明:2009-2015年,耕地、园地、林地和牧草地均呈减少趋势,水域、城乡建设用地、交通水利用地和未利用地呈增加趋势。总体来看土地利用程度中等。研究区土地利用结构偏单一,但正逐步变的多样化和均匀化;与2009年比较,2015年生态系统服务总价值增加。水域的正向贡献率占主导地位;2009-2015年,研究区土地生态系统的气候调节、水源涵养和废物处理的服务总价值远远大于粮食生产和原材料供应功能的总价值;2009-2015年,研究区土地利用变化处于低敏感区。徽县土地开发过程中,保持了生态系统的服务价值,反映了生态可持续发展的理念。

关键词:生态系统服务;土地利用变化;多样性;生态敏感性

近年来,随着人口膨胀和社会经济的高速发展,对土地资源的需求强度越来越大,导致土地利用/土地覆被发生改变,生态系统服务价值(ESV)

随之发生变化。生态系统服务为人类和其它生命的存在提供了产品和服务支撑基础^[1],因此,对生态系统服务价值的评估具有重要意义^[2]。同时,为实现可持续发展,人们也要对生态系统服务的价值进行持续研究。生态系统服务价值评估已经成为当今研究全球变化的热点问题和前沿领域之一^[3]。

土地利用/土地覆被变化(LUCC)是自然与社会过程联系最为紧密的环节,也是直接反映生

收稿日期:2018-09-13

基金项目:徽县2009-2015年土地利用现状变更调查成果资助项目;新疆维吾尔自治区高校科研计划资助项目(XJEDU2017S044);新疆维吾尔自治区天池博士计划资助项目。

第一作者简介:张凯(1986-),男,博士,讲师,从事生态学研究工作。E-mail: bzxychxzk@163.com。

Thoughts on the Delimitation of Ecological Red Line in Dandong City

ZHAO Meng-zhu, CHENG Quan-guo, WEI Jian-bing, WANG Hao-dong, DONG Zhi-chao

(Shenyang University, Key Laboratory of Ecological Rehabilitation of Regional Polluted Environment, Ministry of Education, Shenyang 110044, China)

Abstract: The ecological protection red line is an institutional innovation in the field of ecological and environmental protection in China. It has now become an important national strategy for ecological protection. The demarcation of the ecological protection red line has great significance to safeguarding China's ecological security. It is the basic guarantee for sustainable economic and social development in China. However, the research and demarcation of the ecological protection red line in China is still in its infancy. In this context, the article outlined the research status of the ecological protection red line, and summarized the main ecological problems in Dandong. After briefly described the demarcation method and current results of the ecological red line in Dandong, the problems and difficulties in the process of delineation and landing of the ecological red line in Dandong were discussed, and corresponding countermeasures and suggestions were put forward, including accelerating the local legislation on the ecological red line. Establish a sound ecological compensation system, establish an ecological red line supervision platform, ecological red line performance appraisal and the system of lowering the responsibility of accountability, in order to promote the delineation and management of ecological red line in Dandong city and provide reference for the delineation of ecological red lines in other provinces and cities.

Keywords: Dandong; ecological red line; ecological compensation

态系统服务价值变化的标志。土地利用数量变化和土地利用结构变化引起区域生态系统面积类型和空间分布发生变化,进而影响生态系统的结构和功能。国内外对土地生态系统服务价值的评价开展了许多相关研究,并取得了显著的成效。生态系统服务功能的概念早在 1981 年就已经提出^[4],此时研究还相对滞后。1997 年,Daily 等^[5]提出生态系统服务理论,Constanza 等^[1]在《Nature Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems》一书中给出了全球不同类型生态系统服务的估算原理和方法。两人的研究对国际生态系统服务研究的发展产生深远影响。

我国学者谢高地等^[6]结合中国国情,将 Constanza 的研究成果转化到中国,得出我国不同类型生态系统服务价值估算系数。国内学者李保杰等^[7],包括谢高地^[8-9]本人对生态系统服务价值计算方法进行改进并在应用中验证,实质上还是以谢高地在 2003 年建立的中国陆地生态系统单位面积服务价值表为基础^[10]。该方法对生态系统服务价值核算是基于单位面积价值当量因子;通过将调节因子分为生物量、气候和土壤等类别,结合专家知识构建价值当量因子表,系统评价了服务功能价值;该方法核算科学,操作简单,易于应用。自此,国内生态系统服务价值的研究进入快速发展阶段,并且从不同时空尺度对不同类型生态系统服务价值进行了评估^[11-15]。

Shi 等^[16]在研究土地生态系统服务价值的时候,不仅考虑到生态系统服务功能正负,还增加了对城乡和道路的赋值。本文引用其价值系数,结合谢高地^[6]和 Shi 等^[16]的研究成果,作出中国不同类型陆地生态系统单位面积生态服务价值表。在此基础上,研究徽县境内土地这一“社会-经济-自然”复合生态系统的正向服务功能与负向服务功能,以更符合实际的方式描述生态系统本身提供给人类的服务价值以及人类活动造成这些服务价值的改变。这些都能为本地区土地管理提供定量科学依据,有助于实现土地利用和生态系统价值服务的可持续发展;也对其它地区土地管理提供借鉴。

1 研究区概况

徽县位于秦岭山脉西延部分,武都山东翼。南北为高山,中间是河谷丘陵盆地。此地处于大陆腹地中纬度地带,属北亚热带湿润气候区向暖温带过渡带,为典型的大陆性季风气候。年均温 10~12℃,年均降雨量 756 mm,境内有一江五

河,地下水贫乏且分布不均匀。

2 研究方法与数据来源

本研究所用数据来源于 2009-2015 年徽县土地利用现状变更调查数据。

2.1 土地利用变化

2.1.1 单一土地利用动态度 单一土地利用类型动态度计算公式^[17]:

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

式中, K 为单一土地利用类型动态度,反映了研究区某一土地利用类型的变化速度; U_a 和 U_b 分别为研究期初与研究期末相应土地利用类型的面积, hm^2 ; T 为研究期时长, a 。

2.1.2 土地利用程度综合指数 土地利用程度反映土地利用的广度和深度,并综合反映土地利用中土地自然属性、环境因素与人类干扰的综合效应。表达式为^[18]:

$$L = \sum_{i=1}^4 B_i \times C_i \quad (2)$$

土地利用程度模型:

$$\Delta L = L_b - L_a = \sum_{i=1}^4 [B_i \times (C_{ib} - C_{ia})] \quad (3)$$

$$R = [\sum_{i=1}^4 (B_i \times C_{ib}) - \sum_{i=1}^4 (B_i \times C_{ia})] / \sum_{i=1}^4 (B_i \times C_{ia}) \quad (4)$$

式中, L 为研究区土地利用强度综合指数; B_i 为第 i 类土地的土地利用强度分级指数(表 1),级; C_i 为第 i 类土地利用程度分级面积百分比; ΔL 研究区土地利用程度变化量; C_{ia} 和 C_{ib} 为第 i 类土地在研究初期和末期的面积百分比; R 为土地利用程度变化率。

表 1 土地利用程度分级与对应指数

Table 1 Land use classification and corresponding index

土地利用类型 Land-use type	分级指数 Grading index
未利用地	1
林地、草地、水域	2
耕地、园地	3
城镇建设、工矿、交通水利用地	4

2.2 土地利用结构分析

不同年限土地利用多样化分析可以揭示区域内土地利用结构的动态发展是否均衡。这种变化既有自然因素的限制,也受人类活动水平的制约。土地利用机构合理才能保持土地功能的持续

输出。

该指数用来表述土地利用类型的丰富度和均匀程度,计算方法选取以下 4 种^[19-20]:

$$H_i = - \sum_{j=1}^8 P_{ij} \ln P_{ij} \tag{5}$$

$$D_i = \ln 8 + \sum_{j=1}^8 P_{ij} \ln P_{ij} \tag{6}$$

$$E_i = H_i / \ln 8 \tag{7}$$

$$G_i = 1 - \sum_{i=1}^8 x_i^2 / (\sum_{i=1}^8 x_i)^2 \tag{8}$$

式中, H_i 为土地利用多样性指数, D_i 为土地利用优势度指数, E_i 为土地利用均匀指数, P_{ij} 用第 j 年的 x_i / U 求得, x_i 为第 i 类土地面积, U 为土地总面积。

G_i 为多样化指数; x_i 为第 i 类土地面积。 G 一般介于 0 和 1 之间, G 值越大,区域内土地结构

越均衡; G 值趋向于 0 时,土地结构单一化,易受到外界干扰而波动。

2.3 土地生态系统服务价值评估

本文使用谢高地等^[6]的生态系统单位面积生态服务价值表(表 2),利用 Costanza 等^[1]的生态系统服务的价值计算公式计算:

$$ESV = \sum (A_i \times VC_i) \tag{9}$$

$$ESV_i = \sum (A_i \times VC_{im}) \tag{10}$$

式中, ESV 和 ESV_i 分别表示生态系统服务总价值及单项服务价值(元·a⁻¹); A_i 代表 i 类土地利用类型的面积(hm²); VC_i 和 VC_{im} 代表第 i 类的单位面积生态系统服务价值及单项服务价值,采用表 2 中数据(元·hm⁻²·a⁻¹)。

表 2 中国不同生态系统单位面积生态服务价值

Table 2 Value of ecosystem services per unit area of different ecosystems in China

项目 Items		生态服务价值/(元·hm ⁻² ·a ⁻¹) Value of ecosystem services							
		耕地 Cultivated land	园地 Garden plot	林地 Woodland	牧草地 Grassplot	水域 Waters	城乡建设 Urban and rural construction	交通水利 Transportation and water conservancy	未利用 Unused land
间接价值 Indirect value	气体调节	442.4	1265.5	1902.5	707.9	-	-	-	-
	气候调节	787.5	1170.3	1592.8	796.4	407.0	-	-	-
	水源涵养	530.9	41.5	1769.7	707.9	18033.2	-6678.0	-	26.5
	水土保持	-	796.8	796.8	102.9	-	3480.0	3480.0	-
	土壤形成	1291.9	1291.9	2588.2	1725.5	8.8	-	-	17.7
	废物处理	1451.2	722.1	1159.2	1159.2	16086.6	-2174.1	-	8.8
直接价值 Direct value	生物防治	628.2	16.6	1924.6	964.5	2203.3	-	-	300.8
	食物生产	884.9	356.9	177.0	265.5	88.5	-	-	8.8
	原材料	88.5	1145.4	1172.4	44.2	8.8	-	-	-
	娱乐文化	8.8	547.8	584.0	35.4	3840.2	-	-	8.8
	合计	6114.3	7354.8	13667.2	6509.4	40676.4	-5372.1	3480.0	371.4

其中,耕地与农田对应,林地参考森林,园地取森林与草地的平均值,牧草地与草地对应,未利用地参考荒漠,城乡建设、交通水利用地赋值参考 Shi 等^[16]研究结果,水域与水体对应。表中的生态系统功能服务价值因研究不足,尚有缺失。

2.4 生态敏感性评价

利用生态系统服务价值变化率与土地利用强度变化率的比值来表征敏感性响应的灵敏程度,计算公式为^[21]:

$$S = \left| \frac{(ESV_{j+1} - ESV_j) / ESV_j}{(L_{j+1} - L_j) / L_j} \right| \tag{11}$$

式中, L_{j+1} 和 L_j 分别为相应年份的土地利用强度, ESV_{j+1} 和 ESV_j 分别为相应年份的生态系统服务价值。

3 结果与分析

3.1 土地利用变化

由表 3 可以知,研究区域土地利用类型以林地为主,其次是耕地,再次是城乡建设用地和未利用地。在 2009-2015 年间土地利用类型面积变化最大的是耕地,减少了 760.26 hm² a⁻¹。水域增加面积最多,达 432.75 hm² a⁻¹。其次是未利用地和城乡建设用地,分别为 407.84 和 377.15 hm² a⁻¹,再次是交通水利用地,为 133.10 hm² a⁻¹。

3.1.1 单一土地利用动态度 根据公式(1)计算单一土地利用类型动态度,结果表明,面积减少的园地、耕地、牧草地、林地的单一动态度分别是 -0.552 1%、-0.236 7%、-0.116 0% 和 -0.005 9%,面积增加的交通水利用地、水域、未

利用地和城乡建设用地的单一动态度分别是 6.899 2%、3.426 9%、1.406 7%、和 1.245 4%。

表 3 徽县土地利用面积变化和单一动态度

Table 3 Change of land use area and single dynamic degree in Hui county

项目 Items	面积/(hm ² ·a ⁻¹) Area			单一动态度/% Single dynamic degree
	2009 年	2015 年	变化值 Change	
耕地	45883.64	45123.38	-760.26	-0.2367
园地	139.20	133.82	-5.38	-0.5521
林地	206027.38	205942.37	-85.01	-0.0059
牧草地	17.24	17.10	-0.14	-0.1160
水域	1804.03	2236.78	432.75	3.4269
城乡建设	4326.34	4703.49	377.15	1.2454
交通水利	275.60	408.70	133.10	6.8992
未利用	4141.76	4549.60	407.84	1.4067
总计	262615.19	263115.24	500.05	0.0272

3.1.2 土地利用程度 根据公式(2)~(4),计算研究区域 2009-2015 年的土地利用程度综合指数,结果表明,土地利用程度综合指数一直为 2.19~2.20,其中 1、2、3 类用地动态度呈下降趋势,4 类用地呈上升趋势;R=-0.000 43,说明该县域土地利用总体中等水平,且发展保持相对稳定,1、2、3 类用地下降抵消了 4 类用地的上升。研究区土地类型变化的主要原因是农用地转化为城乡建设用地,这与该地区经济一体化发展宏观背景相一致(表 4)。

表 4 徽县土地利用综合度

Table 4 Landuse integration in Hui county (%)

年份 Years	比例 Ratio				综合指数 Composite index
	未利用地 Unused land	林、草、水用地 Land for forestry, grassland and water	农业用地 Agricul- tural land	城乡用地 Urban and rural land	
2009	1.5771	79.1457	17.5248	1.7524	2.194524
2010	1.5623	79.1447	17.5178	1.7753	2.195061
2011	1.7523	79.1697	17.2723	1.8057	2.191313
2012	1.7492	79.1640	17.2782	1.8085	2.191461
2013	1.7472	79.1579	17.2344	1.8605	2.192082
2014	1.7296	79.1408	17.2163	1.9133	2.193133
2015	1.7291	79.1274	17.2005	1.9429	2.193573

3.2 研究区土地利用多样化分析

根据公式(5)~(8),研究区域 2009-2015 年, G_i 的数值虽然在增加,但是数值在 0.35~0.36 徘徊, G 值更接近于 0,说明土地利用结构偏单一,易受外界变化的干扰。 H_i 、 E_i 总体呈逐渐增加的趋势,而 D_i 逐渐减少,说明徽县土地利用类型正逐渐变得多样化、均匀化(表 5)。

3.3 土地利用变化过程生态服务价值损益估算

以研究区域土地利用变更调查数据为基础,根据谢高地和 Shi 等的系数来计算得出 ESV 和 VC 值。

3.3.1 生态服务价值损益 由表 6 可知,生态服务价值在 2009-2015 年变化情况,耕地、园地、林地和牧草地分别减少了 1.656 9%、3.864 9%、0.041 3%和 0.812 1%;水域、城乡建设、交通水利、未利用地分别增加了 23.988 0%、8.717 5%、48.294 6%和 9.847 0%。在 2009-2015 年,某一类型生态服务价值占总生态服务价值比例的变化量,水域、林地、耕地排在前三位,分别为 0.55%、-0.33% 和 -0.18%;则是交通水利用地(47.81%)、水域(23.58%)较高。徽县生态系统服务总价值中水域蕴含了较大的生态经济价值。

表 5 徽县土地利用多样化分析

Table 5 Analysis of land use diversity in Hui county

年份 Years	G	H_i	D_i	E_i
2009	0.3534	0.6743	1.4051	0.3243
2010	0.3533	0.6742	1.4052	0.3242
2011	0.3567	0.6878	1.3916	0.3308
2012	0.3567	0.6877	1.3918	0.3307
2013	0.3570	0.6895	1.3899	0.3316
2014	0.3570	0.6904	1.3890	0.3320
2015	0.3573	0.6913	1.3881	0.3324

3.3.2 单项生态服务功能价值变化 由表 7 可知,研究区域在 2009-2015 年,单项生态服务功能价值变化量:气体调节、气候调节、土壤形成、生物防治、食物生产、原材料有微幅下降,水源涵养、水土保持、废物处理、娱乐文化微幅上升。较高的是废物处理(1.19%)和食物生产(-1.16%)。废物处理增加可能是因为水域等类型面积增加的结果,食物生产降低可能是由于农用地减少引起的。

3.4 土地利用变化的生态敏感性评价

根据公式(11)计算出 2009-2015 年徽县土地利用变化下的生态敏感性指数为 7.57,参考黄静等^[21]的研究结果中敏感性等级的分级区域,7.57

处于生态低敏感区域。徽县水域、未利用地、城乡建设用地、交通水利用地增加,耕地、园地、林地、牧草地减少,可能原因归结于不同土地利用类型相互转化后,对土地利用变化不存在生态敏感性。

表 6 徽县不同土地利用类型生态服务功能价值 (元·hm⁻²·a⁻¹)
Table 6 Value table of eco-service functions of different land use types in Hui county

项目 Items	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
耕地	280546340.1	280400269.4	277066814.2	277176627.0	276487117.4	276151014.4	275897882.3
园地	1023788.2	1020993.3	989514.8	1000473.4	990176.7	987234.8	984219.3
林地	2815817407.9	2815710257.1	2815571398.3	2815714083.9	2815629073.9	2815136781.4	2814655559.3
牧草地	112222.1	112222.1	112222.1	112222.1	112222.1	112091.9	111310.7
水域	73381445.9	72523987.4	93369015.3	93027333.6	92843883.0	91039884.7	90984158.0
城乡建设	-23241531.1	-23531624.5	-24008720.7	-24112778.3	-24486139.2	-24872285.8	-25267618.6
交通水利	959088.0	978889.2	982230.0	942105.6	1176414.0	1407277.2	1422276.0
未利用	1538249.7	1523560.8	1712529.1	1709617.3	1707689.8	1690230.3	1689721.4
总计	3150137010.6	3148738554.8	3165795003.1	3165569684.7	3164460437.7	3161652228.7	3160477508.5

表 7 徽县土地利用单项生态服务功能价值 (元·hm⁻²·a⁻¹)
Table 7 Value of individual eco-service function of land use in Hui county

项目 Items	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
气体调节	412454374.6	412428409.2	412162471.4	412192164.6	412128669.9	412035302.7	411949396.5
气候调节	365204653.3	365164328.1	364922370.4	364951467.7	364849280.1	364730084.1	364640266.1
水源涵养	392735151.8	391966778.4	400320883.0	400067915.9	399451392.4	398077400.7	397476832.5
水土保持	180290056.1	180491227.6	180792121.5	180828910.5	181299007.3	181750991.3	181993689.0
土壤形成	592815904.1	592763372.7	592040731.7	592092667.3	591928940.9	591762924.6	591617536.3
废物处理	325185038.9	324684152.2	331933239.1	331795171.9	331399602.7	330407635.1	330124262.1
生物防治	430583997.6	426571165.0	431415589.3	431426123.4	431331789.0	431116049.8	431018724.0
食物生产	77319641.1	77294764.0	76858829.6	76876289.7	76774454.1	76714948.9	76671770.4
原材料	245783279.6	245770652.4	245710799.4	245726261.4	245707345.7	245659401.7	245613970.6
娱乐文化	127764913.5	127678617.1	129637967.7	129612712.3	129589955.5	129397489.7	129371060.8
总计	3150137010.6	3144813466.7	3165795003.1	3165569684.7	3164460437.7	3161652228.7	3160477508.5

4 结论

2009-2015 年徽县土地利用数量和结构发生变化,这一情况与当地城市化进度有关。在进行多样化分析以后,显示徽县的土地利用结构越来越多样化和均匀化,这使得生态系统朝着复杂和稳定发展。

在这个过程中,徽县的生态系统服务价值净值是增加的,单项功能服务价值中水源涵养、水土保持、废物处理、娱乐文化 4 个项目是增加,其它项目是减少的,增加量大于减少量。同时,在土地

利用变化下的生态敏感性分析可知,徽县属于不敏感区域。说明在城市开发过程中,注意保护了生态系统的服务功能,符合可持续发展理念。

本文计算生态系统服务价值的方法,在 Constanza、谢高地和 Shi 等^[1,9,16]计算方法基础上,增加了城乡建设用地和交通水利用地的赋值。其原理尚未脱离谢高地等研究的范畴,对于赋值尚存在一定缺失。本文的结论可以在一定程度上为地域土地开发利用过程中保护生态系统服务功能方面提供借鉴。

参考文献:

- [1] Constanza R, D' Arge R, Groot R D, et al. The value of world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 387: 252-260.
- [2] 李涛, 甘德欣, 杨知建, 等. 土地利用变化影响下洞庭湖地区生态系统服务价值的时空演变[J]. 应用生态学报, 2016, 27(12): 3787-3796.
- [3] 郭荣中, 杨敏华. 长株潭地区生态系统服务价值分析及趋势预测[J]. 农业工程学报, 2014, 30(5): 238-246.
- [4] Ehrlich P R, Ehrlich A. Extinction: The cause and consequences of the disappearance of species [M]. New York: Random House, 1981.
- [5] Daily G C. Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems [M]. Washington: Island Press, 1997.
- [6] 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.
- [7] 李保杰, 顾和和, 纪亚洲. 复垦矿区生态系统服务价值空间分异研究——以徐州市贾汪矿区为例[J]. 中国矿业大学学报, 2014, 43(4): 749-756.
- [8] 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.
- [9] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243-1253.
- [10] 王航, 秦奋, 朱筠, 等. 土地利用及景观格局演变对生态系统服务价值的影响[J]. 生态学报, 2017, 37(4): 1286-1296.
- [11] 黄春波, 滕明君, 曾立雄, 等. 长江三峡库区土地利用/覆被的长期变化[J]. 应用生态学报, 2018, 29(5): 1585-1596.
- [12] Yang Y, Liu Y, Xu D, et al. Use of intensity analysis to measure land use changes from 1932 to 2005 in Zhenlai County, Northeast China [J]. China Geographic Science, 2017, 27: 441-455.
- [13] 荣益, 李超, 许策, 等. 城镇化过程中生态系统服务价值变化及人类活动影响的空间分异——以黄骅市为例[J]. 生态学报, 2017, 36(5): 1374-1381.
- [14] 李晖, 冯莉, 聂芹, 等. 基于稳定映射变化轨迹分析的厦门土地利用时空演化[J]. 生态学报, 2016, 35(8): 2132-2143.
- [15] 刘宇, 傅博杰. 黄土高原植被覆盖度变化的地形分异及土地利用/覆被变化的影响[J]. 干旱区地理, 2013, 36(6): 1097-1102.
- [16] Shi Y, Wang R, Huang J, et al. An analysis of the spatial and temporal changes on Chinese terrestrial ecosystem service functions[J]. Chinese Science Bulletin, 2012, 57: 2120-2131.
- [17] 王慧杰, 常顺利, 张毓涛. 新疆土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. 新疆大学学报(自然科学版), 2014, 31(2): 127-133.
- [18] 祖皮艳木·买买提, 海米提·依米提, 艾尼瓦尔·艾则孜, 等. 焉耆盆地生态系统服务价值对土地利用/覆被变化的响应[J]. 中国沙漠, 2014, 34(1): 275-283.
- [19] 王科明, 石慧寿, 周伟, 等. 干旱地区土地利用结构变化与生态服务价值的关系研究——以酒泉市为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(3): 124-128.
- [20] 敖登高娃, 李跃进, 兀良哈·巴雅尔. 脆弱草原带农牧交错区村域尺度土地利用结构定量分析[J]. 农业工程学报, 2017, 33(6): 222-231.
- [21] 黄静, 崔胜辉, 李方一, 等. 厦门市土地利用变化下的生态敏感性[J]. 生态学报, 2011, 31(24): 7441-7449.

Response of Ecosystem Service Value to Land Use Change at County Scale

ZHANG Kai¹, PANG Wei-liang³, SUN Qiu-ge¹, AISHAJIANG·Abudulashamu¹

(1. College of Life and Geographic Science, Kashi University, Kashi 844000, China; 2. Gansu Institute of Land Resources Planning Research, Lanzhou 730000, China)

Abstract: In order to explore the change of ecosystem service value caused by the change of land use pattern and realize the sustainable development of land use and ecosystem value service. Taking Huixian county of Gansu province as the research object, this paper used the land use/land cover change model and ecosystem service value estimation model, combined diversification and sensitivity analysis, discussed the impact of land use change on ecosystem service value in Huixian county from 2009 to 2015, and analyzed the profit and loss of ecosystem service value and its ecological sensitivity. The results showed that from 2009 to 2015, cultivated land, garden land, forest land and grassland showed a decreasing trend, while water area, urban and rural construction land, traffic water use land and unused land showed an increasing trend. Generally speaking, the land use level was moderate. The land use structure of the study area was single, but it was gradually becoming diversified and homogeneous. Compared with 2009, the total value of ecosystem services increased in 2015. In 2009-2015, the total value of services for climate regulation, water conservation and waste disposal of the land ecosystem in the study area was far greater than the total value of food production and raw material supply; in 2009-2015, the land use change in the study area was in a low-sensitive area. In the process of land development in Huixian county, the service value of ecosystem has been maintained, which reflects the concept of ecological sustainability.

Keywords: ecosystem service; land use change; diversity; ecological sensitivity