

浅山丘陵区土地利用地形梯度特征与生态服务价值响应

赵艳霞, 武爱彬, 刘欣, 秦彦杰

(河北省科学院地理科学研究所, 石家庄 050021)

摘要: 基于研究区浅山丘陵区的地貌特征, 引入地形位指数, 从地形梯度上研究土地利用特征。在此基础上, 采用生态服务价值评估模型分别研究地形梯度上的生态服务总价值和单项生态服务价值。结果表明: (1) 研究区低地形位区段(1~10)为耕地、建设用地和水域的优势分布区; 中地形位区段(10~25)是草地和林地的优势分布区; 高地形位区段(25~50)是林地的优势分布区。(2) 林地的生态系统服务总价值最大, 未利用地最小; 土地生态服务总价值的地形位差异明显, 地形位 1—3 级别上呈上升趋势, 3—6 级别上生态服务逐渐下降, 在 6—24 级别上波动上升, 在 24 级别达到峰值, 然后随着级别增大开始下降, 在 49 级别达到最小值。(3) 保持土壤、气体调节、维持生物多样性的单项生态系统服务价值较大, 提供美学景观和食物生产价值比重较小。食物生产、废物处理、水源涵养优势分布区间为地形位 1~12; 原材料生产、气体调节、气候调节、水源涵养、保持土壤、维持生物多样性、提供美学景观的服务价值优势分布区间集中在地形位 16~50。

关键词: 地形梯度特征; 生态服务价值; 浅山丘陵区

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2014)03-0141-05

Terrain Gradient Features and Response of Ecological Services Value in Shallow Hilly Region

ZHAO Yan-xia, WU Ai-bin, LIU Xin, QIN Yan-jie

(Institute of Geography Science, Hebei Academy of Sciences, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: Based on the geomorphic features of shallow hilly land in the study area, the land use of the terrain gradient features is studied by topographic index. On this basis, the terrain gradient on the ecological service value and single ecosystem service value are studied respectively by the ecological service value evaluation model. The results show that: (1) the low terrain section (1~10) is the advantage distribution areas of cultivated land, construction land and water area in the study area, the middle terrain section (10~25) is the advantage distribution areas of grassland and woodland area; the high terrain section (25~50) is the distribution areas advantage of forest land area; (2) the maximum ecosystem service total value is forest, the minimum is unused land; land ecosystem service value of terrain difference is marked, the increasing trend of terrain was the level of 1—3, 3—6 level ecological service gradually declined, fluctuately rose at the 6—24 level, peaked at 24 level, and then began to decline with increase level, 49 level reached the minimum value; (3) the soil conservation service value is maximum and the food production service value is minimum in single ecosystem service value; and 9 class single production service value index in terrain section assumes the fluctuation distribution. Food production, waste disposal, water conservation for terrain advantage distribution interval 1~12; advantage distribution range of the service value of aesthetic landscape provided by raw material production, gas regulation, climate regulation, water conservation, soil conservation, and maintaining biodiversity is focused on the terrain of 16~50.

Key words: terrain gradient features; ecological service value; shallow hilly land

生态系统服务是生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用, 包括对

人类生存及生活质量有贡献的生态系统产品和生态系统功能^[1], 是人类生存和发展的物质基础和基本条

收稿日期: 2013-09-11

修回日期: 2013-10-15

资助项目: 河北省科技计划项目“河北燕山浅山丘陵区土地利用变化及生态效应研究”(12237126D-1); 河北省科学院科技计划项目“环首都绿色经济圈土地空间格局评价及优化研究”(14140)

作者简介: 赵艳霞(1972—), 女, 河北献县人, 硕士, 正高级工程师, 主要从事土地利用与规划、生态学等方面的研究。E-mail: zhyx8698@163.com

2.5 敏感性分析方法

本文参照相关研究成果^[15-19],应用经济学中常用的弹性系数概念来计算价值系数的敏感性指数(CS)^[20],以确定生态系统服务价值随时间的变化情况对于价值系数的依赖程度。将各类土地利用类型的价值指数分别调整 50%,来衡量总生态系统服务价值的变化。如果 CS>1,表明 ESV 相对于 VC 是富有弹性的;如果 CS<1,ESV 则被认为是缺乏弹性的,比值越大,表明生态服务功能价值指数的准确性越关键。敏感性指数的计算公式为:

$$CS = \left| \frac{(ESV_m - ESV_n) / ESV_n}{(VC_{mi} - VC_{ni}) / VC_{ni}} \right| \quad (5)$$

式中:ESV、VC、i 的含义同以上公式;m,n——初始状态和调整后的状态。

2.6 数据来源与处理

本研究数据来自 2010 年 LANDSAT TM5 遥感图像,对遥感图像进行几何精校正和图像配准后,针对研究区的实际情况,从遥感图像中提取 6 种土地利用/覆被类型:耕地、林地、草地、建设用地、水域和未利用地进行监督分类,经过野外校核、错误纠正后,获取研究区 2010 年的遥感解译土地利用现状数据。将研究区域 1:25 万地形图进行扫描矢量化后,通过建立 TIN 模型得到栅格的 DEM(grid 格式),并在 Arc-Map 下提取高程和坡度,利用地理信息建模将二者组

合形成地形位指数模型,利用 ArcMap 计算得出研究区域的地形位指数 T(0~2.947 9),等分为 50 个级别,与土地利用类型图叠加分析,可以得到不同地形位级别各土地利用类型的面积。

3 结果与分析

3.1 土地利用地形梯度分布特征

研究区内各土地利用类型面积和比例如表 2 所示,林地所占比例最大,为 63.72%,未利用地所占比例极小,仅为 0.02%。利用公式(2)计算 2010 年耕地、林地、草地、建设用地和水域在地形位上的分布指数(未利用地所占比重太小,地形梯度特征不明显,本文不做讨论),如图 1 所示,将地形位指数 T(0~2.947 9)等分为 50 个级别,根据各土地利用类型的分布优势,分为低(1~10)、中(10~25)、高(25~50)三个区段,高区段为林地分布优势地形位区间,中区段为草地和林地分布优势地形位区间,低区段为耕地、建设用地、水域分布优势地形位。主要由于海拔低、坡度小的低地形位区段自然条件适宜农业发展,而人口聚集和分布与耕地的分布格局密不可分,同时人口数量直接决定了建设用地的分布频率,研究区内自然河流极少,水域多为水库、坑塘,分布在耕地与建设用地周围。而海拔高、坡度大的高地形位区段由于地表起伏度较大、气候条件限制,多为灌木林地。

表 2 研究区土地利用现状

土地利用类型	耕地	林地	草地	建设用地	水域	未利用地	总计
面积/hm ²	532249.49	1720290.37	336585.53	94852.42	15347.02	617.95	2699942.78
比例/%	19.71	63.72	12.47	3.51	0.57	0.02	100.00

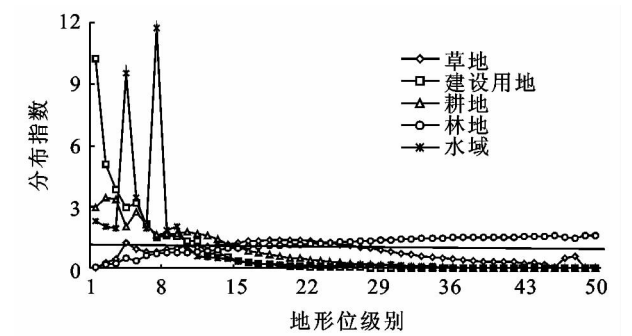


图 1 研究区各土地利用类型在地形位指数梯度上的分布

3.2 生态系统服务总价值变化分析

根据统计资料计算出河北燕山浅山丘陵区 2010 年平均粮食产值为 5 909.31 元/(hm²·a),考虑到无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^[14],

得出研究区单位面积农田每年自然粮食产量的经济价值是 844.19 元/(hm²·a),以此来计算研究区各类土地面积 2010 年的生态服务价值量(表 3)。由表 3 可以看出,2010 年研究区土地利用生态服务总价值为 375.21 亿元,其中林地生态系统服务价值比例最大,为 84.64%,未利用地生态系统服务价值最小,仅为 0.001%。如图 2 所示,河北燕山浅山丘陵区 2010 年生态服务总价值在地形位在 1—3 级别上呈上升趋势,3—6 级别上生态服务逐渐下降,在 6—24 级别上波动上升,在 24 级别达到峰值,然后随着级别增大开始下降,在 49 级别达到最小值。总体来说土地生态服务价值在地形位差异化十分明显,生态服务价值在地形位 24 最高为 18.01 亿元,地形位 49 最低仅为 53.94 元。

表 3 研究区 2010 年各土地利用类型生态系统服务价值

土地利用类型	耕地	林地	草地	水域	未利用地	合计
服务价值/(亿元·a ⁻¹)	31.07	317.58	20.59	5.96	0.002	375.21
比例/%	8.28	84.64	5.49	1.59	0.001	100.00

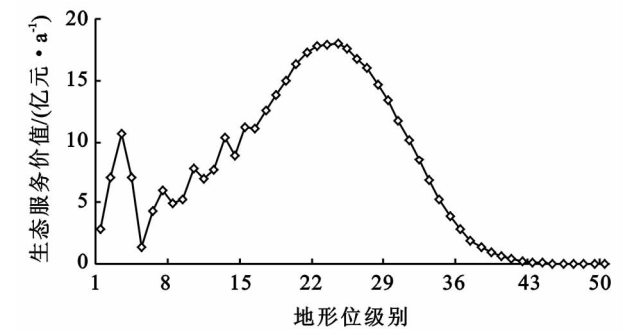


图 2 基于地形梯度的研究区土地利用生态服务价值

不同地形位级别生态服务价值的大小一定程度上依赖于该地形位土地面积的多少。图 3 表示单位面积生态服务价值分布指数在地形位级别上的表达,由此可见,随着地形位指数的增加,单位面积生态服务价值总体上呈增大趋势,在低地形位级别(1~10)和高地形位级别(45~50)上,单位面积生态服务价值呈波动状态,说明低地形位区段受人为干扰作用较为

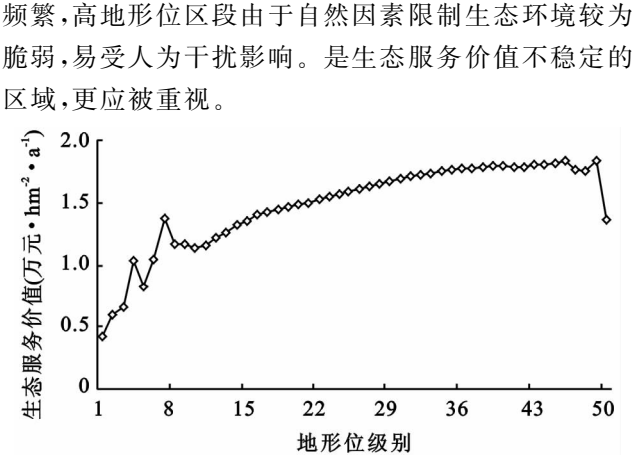


图 3 不同地形位单位土地利用面积生态服务价值

3.3 生态系统单项服务价值变化分析

由表 4 看出,研究区 2010 年占生态系统功能总价值比重较大的是保持土壤、气体调节、维持生物多样性,提供美学景观和食物生产价值比重最小。

项目	食物	原材料	气体	气候	水源	废物	保持	维持生物	提供美
	生产	生产	调节	调节	涵养	处理	土壤	多样性	学景观
生态服务价值/(亿元·a ⁻¹)	6.82	38.38	55.39	45.86	54.13	32.50	68.80	54.00	19.33
比例/%	1.82	10.23	14.76	12.22	14.43	8.66	18.34	14.39	5.15

表 4 研究区 2010 年单项生态系统服务功能的价值

由图 4 生态系统单项服务价值在地形位上分布,就地形位区段而言,9 类单项生产服务价值指数在地形位区段(1~15)均呈波动分布;在地形位区段(11~45),食物生产服务价值随地形位增加而减小、原材料生产、气体调节、气候调节、保持土壤、维持生物多样性、水源涵养和提供美学景观的生态服务价值分布趋势基本一致,均随着地形位增加而增加;在地形位区段(45~50),原材料生产、气体调节、气候调节、保持土壤、维持生物多样性、水源涵养和提供美学景观的单项生态服务价值略有波动,呈先减少后增加态势,食物生产服务价值呈先增加后减小趋势;废物处理的服务价值在地形位区段(11~50)呈极缓慢的减少态势,随地形位的增加基本保持不变。

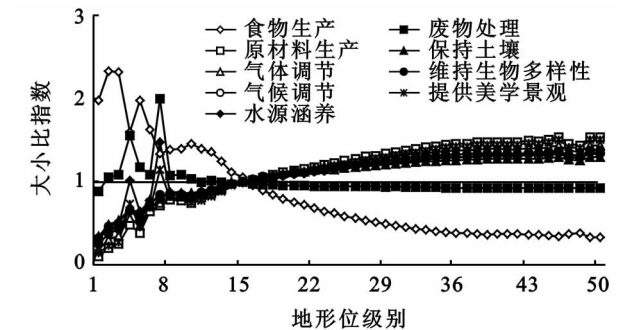


图 4 基于地形梯度的土地利用生态系统单项服务价值

就单项生态服务价值而言,食物生产的服务价值

优势分布区间为地形位 1~15,废物处理的服务价值优势分布区间为 1~12,主要为耕地和水域的优势分布区间,食物生产服务功能价值在地形位 4,7 出现波动,食物生产出现谷底,废物处理出现波峰,此外水源涵养也在此地形位 4,7 出现两次波峰,与水域面积分布指数在地形位 4,7 出现波峰响应。说明食物生产、废物处理、水源涵养与耕地和水域面积多少存在较大的相关关系;原材料生产、气体调节、气候调节、水源涵养、保持土壤、维持生物多样性、提供美学景观的服务价值优势分布区间集中在地形位 16~50,为草地和林地的分布优势区间,随着地形位级别的增加,分布优势也在不断加大,与林地面积在地形位级别分布趋势响应,说明以上服务功能价值与林地分布有较大的相关关系。

3.4 敏感性分析

根据敏感性指数的计算公式,本文把不同土地利用类型的生态价值系数调整 50%,计算出了研究区 2010 年的敏感性指数。由图 5 可见,不同地形位级别上不同土地利用类型生态服务功能价值指数的敏感性指数变动较大,但敏感性指数小于 1,这表明研究区内生态系统服务价值对生态服务功能价值指数是缺乏弹性的,研究结果是可信的。

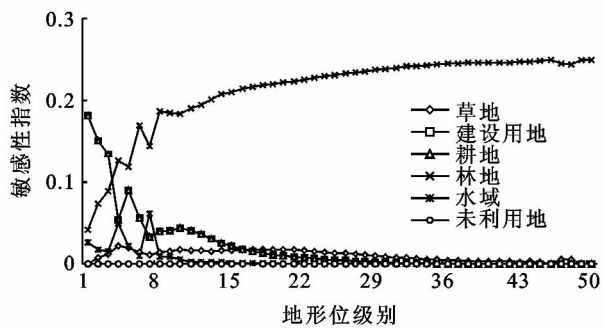


图 5 研究区地形位敏感性指数

4 结论

(1) 研究区域内不同土地利用类型在地形梯度上表现出较为显著变化。整体空间分布特征大致保持三段模式:低地形位区段(1~10)为耕地、建设用地和水域的优势分布区;中地形位区段(10~25)是草地和林地的优势分布区;高地形位区段(25~50)是林地的优势分布区。

(2) 就生态系统服务总价值而言,2010 年河北燕山浅山丘陵区林地生态系统服务价值所占比例最大,达到了 84.64%,未利用地生态系统服务价值最小,仅为 0.001%,生态服务总价值在地形位 1—3 级别上呈上升趋势,3—6 级别上生态服务逐渐下降,在 6—24 级别上波动上升,在 24 级别达到峰值,然后随着级别增大开始下降,在 49 级别达到最小值。土地生态服务价值在地形位差异化十分明显。

(3) 就生态系统单项服务价值而言,2010 年,保持土壤、气体调节、维持生物多样性的生态系统服务价值较大,提供美学景观和食物生产价值比重较小。食物生产、废物处理、水源涵养优势分布区间为地形位 1—12,与耕地和水域面积多少存在较大相关关系;原材料生产、气体调节、气候调节、水源涵养、保持土壤、维持生物多样性、提供美学景观的服务价值优势分布区间集中在地形位 16—50,与林地面积分布有较大的相关关系。

参考文献:

[1] 欧阳志云,王效科,苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报,1999,19(5): 607-613.

[2] 王宗明,张柏,张树清. 吉林省生态系统服务价值变化研究[J]. 自然资源学报,2004,19(1):55-61.

[3] 王成,魏朝富,邵景安,等. 区域生态服务价值对土地利

用变化的响应:以重庆市沙坪坝区为例[J]. 应用生态学报,2006,17(8):1485-1489.

[4] 周万村. 三峡库区土地自然坡度和高程对经济发展的影响[J]. 长江流域资源与环境,2001,10(1):15-21.

[5] 罗云云,李瑞雪,屈明. 重庆石碗溪小流域坡度和高程对土地利用及经济发展的影响[J]. 山地学报,2004,22(2): 254-258.

[6] 喻红,曾辉,江子瀛. 快速城市化地区景观组分在地形梯度上分布特征研究[J]. 地理科学,2001,21(1):64-68.

[7] 刘德林,李壁成. 黄土高原上黄小流域土地利用类型的坡度分析[J]. 水土保持研究,2010,17(5):199-201.

[8] 张荣天. 宁镇扬丘陵区土地利用空间结构的分形研究[J]. 水土保持研究,2013,20(3):98-103.

[9] 赵东娟,齐伟,赵胜亭,等. 基于 GIS 的山区县域土地利用格局优化研究[J]. 农业工程学报,2008,24(2):101-106.

[10] 周启刚,陈丹. 重庆山地都市区土地利用地形特征分异研究[J]. 水土保持研究,2013,30(3):86-91.

[11] 梁发超,刘黎明. 基于地形梯度的土地利用类型分布特征分析:以湖南省浏阳市为例[J]. 资源科学,2011,32(11):2138-2143.

[12] Costanza R, d'Arge R, De Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature,1997,387(6630):253-260.

[13] 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.

[14] 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.

[15] N. 格里高利·曼昆. 经济学原理[M]. 梁小民,译. 北京:北京大学出版社,1999.

[16] 岳书平,张树文,闰业超. 东北样带土地利用变化对生态服务价值的影响[J]. 地理学报,2007,62(8):879-886.

[17] 张伟,张宏业,王秀红,等. 伊犁新垦区土地利用变化及其对生态系统服务价值的影响[J]. 资源科学,2009,31(12):2042-2046.

[18] 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):399-407.

[19] 李志沛,张宇清,朱清科,等. 中国平原林业工程涵养水源生态服务功能价值估算[J]. 水土保持研究,2012,19(3):242-244.

[20] Kreuter U P, Harris H G, Matlock M D, et al. Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas[J]. Ecological Economics,2001,39(3): 333-346.