

· 技术方法 ·

基于生态适宜性评价的耕地生态系统服务价值变化研究^{*}

——以山东省章丘市为例

唐秀美^{1 2 3}, 陈百明², 路庆斌⁴, 张蕾娜⁵, 刘芳^{2 3}

(1. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100097; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;
3. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 4. 中国环境科学研究院, 北京 100012;
5. 国土资源部土地整理中心, 北京 100035)

摘要 生态系统服务价值评估是当前生态经济学和环境经济学的研究热点和焦点。耕地生态适宜性评价是对影响耕地各种条件的综合评估, 其结果能从一定程度上反映耕地的质量状况。该文首先选取了影响章丘市耕地生态适宜性的因子, 在对研究区域进行生态适宜性评价的基础上, 以生态适宜性综合指数为修正因子对耕地生态系统服务价值进行修正, 使得耕地生态系统服务价值因为其生态适宜性的不同产生了区别。研究发现, 章丘市的耕地生态系统服务价值从南往北逐步减少, 耕地适宜性综合指数能较好的修正耕地的生态系统服务价值。

关键词 生态适宜性 生态系统服务 价值 评估 章丘

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支持产品和服务, 自然资源含有多种与其生态服务功能相应的价值^[1-2]。国际和国内基于各种时空尺度的自然资源价值评估在相关理论、方法和应用的广度和深度上取得了前所未有的进展^[3]。国外研究中, 研究范围较广, 具有代表性的有 Costanza 等^[1]世界 13 位科学家对全球生态系统服务价值的分类与全面评估等。很多学者也在流域尺度对生态服务价值^[4-6]、单个生态系统价值^[7-10]、物种和生物多样性保护价值评估方面也有成果^[11-13], 国内也有学者进行了大量的研究^[14-21]。当前的研究多是在确定的研究区域内, 对研究区域的土地进行生态系统分类, 采用各种方法评估各种土地类型生态系统的生态服务价值, 且多是以大尺度区域生态系统为主的研究对象^[3], 研究重点都在大范围、同类型的生态系统服务价值的区别, 而较少关注研究区域同一土地生态系统内部之间由于地貌、海拔、养分含量等差异所导致的生态系统服务价值的差别。

耕地是土地的精华, 人类在长期的利用中使耕地在自身组织功能的作用下形成一种特殊的人工生态系统, 这一生态系统在供给人类稳定的粮食和其他生物产品的同时, 又提供了一种新的生物生存环境, 为生物多样性的存续与发展提供了条件, 而且还具有改变空气中物质成分构成、净化环境中的有害物质、涵养水源等功能。耕地生态适宜性是指耕地本身所提供的生态条件对某种土地利用的适宜程度, 耕地生态适宜性评价是根据自然和环境要素等资料, 分析一定地域生物自然系统对生态系统的支撑能力^[22], 耕地生态适宜性评价能够全面反映出区域耕地生态环境的状况。该文在对研究区域进行耕地生态适宜性评价的基础上, 利用评价得到的耕地生态适宜性综合指数对耕地生态系统服务价值进行修正, 以期取得更合理可靠的耕地生态系统服务价值, 了解区域耕地生态系统服务价值分布状况, 从而对耕地进行合理保护。

1 研究区概况与数据来源

章丘市位于山东省中部、济南市区东 50km 处。地理位置处于北纬 36°25′~37°09′, 东经 117°10′~

收稿日期: 2010-08-12 唐秀美为博士 陈百明为研究员 路庆斌为工程师 张蕾娜为工程师 刘芳为博士研究生

^{*} 资助项目: 国土资源部公益性行业科研专项项目子课题 (201011016-3)

117°35′之间。章丘市地处泰沂山区北麓,与华北平原接壤。地形自东南向西北倾斜,自南向北依次为山区、丘陵、平原、洼地,分别占全市总面积的30.8%、25.9%、30.7%和12.6%。章丘境内北部主要为平原,海拔为40~100m,山地多在南部、东南部,有大小山头2547座,海拔高程200~800m。土地总面积18.55万 hm^2 ,其中耕地面积7.62万 hm^2 ,占土地总面积的41.08%。区域特点对研究耕地生态系统的生态服务价值变化有很好的代表性。

该研究土地利用数据来源于2008年章丘市土地利用现状详查变更数据库及图形库;高程、坡度和坡向数据由1:5万DEM生成;地形地貌数据为对章丘市地形地貌图矢量化得到;土壤图来自于章丘市1:5万土壤图和土壤志等资料得到该区域土壤质地图和土地层厚度图;养分数据为对章丘市土壤采样数据在ARCGIS中插值得到。数据精度和量化方法遵循《山东省耕地地力调查与质量评价技术规程》。

2 区域耕地生态适宜性评价

该研究在耕地进行生态适宜性评价的基础上对耕地生态系统服务价值进行修正。影响耕地生态适宜性的因素很多,包括地貌条件、土壤养分含量等。该文作者曾经对耕地的生态适宜性进行过研究,在此直接引用之前的研究成果^[23]。研究曾选取了影响耕地生态适宜性的多项评价因素,并进行了归纳总结,主要包括3个方面的指标。

- (1) 立地条件:包括高程、坡度、坡向及地貌类型四个指标。
- (2) 土壤物理性状:包括土壤耕层质地、有效土层厚度两个指标。
- (3) 土壤化学性状:包括有机质含量、有效氮、速效磷、速效钾含量4个指标。

研究以栅格为评价单元,采用层次分析法结合专家打分法确定各参评因素的综合权重,以综合指数法评价章丘市耕地的生态适宜性状况,得到章丘市耕地生态适宜性评价结果(图1)。

3 生态系统服务价值修正

关于土地生态功能的已有研究为本文奠定了良好的基础,主要包括Costanza^[1]关于森林、草地、湿地水体和农田五类生态系统的研究,谢高地^[20]关于生态服务价值的当量表和单位面积生态服务价值的研究等^[24]。该文在上述研究的基础上,结合章丘市的实际情况,确定章丘市耕地生态系统的生态功能理论的价值结果如表1所示:

表1 耕地生态系统生态服务功能理论价值计算结果(单位:元/ $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$)

生态服务功能	气体调节	气候调节	水源涵养	土壤形成与保护	废物处理	生物多样性保护	食物生产	原材料	娱乐文化	合计
价值	442	788	531	1292	1451	628	885	88.5	8.8	6114.3

在ARCGIS中,耕地分布图采用矢量格式,耕地生态适宜性综合评价指数结果图采用栅格格式,其Value值为综合指数得分,值域为0~1。利用ARCGIS的Spatial Analyst中Zonal Statistics功能,将生态适宜性评价指数得分的平均值提取到耕地的图斑属性中,用其修正各耕地生态系统的生态功能理论价值。修正公式为:

耕地生态功能的实际价值 = 耕地生态功能的理论价值 × 生态适宜性综合指数

在ARCGIS中对属性字段进行计算后,得到章丘市耕地生态系统各生态服务功能的修正结果,修正前后的耕地生态系统服务价值结果对比如表2。

表2 章丘市耕地生态系统单项服务功能价值变化表(亿元)

耕地生态服务功能	气体调节	气候调节	水源涵养	土壤形成与保护	废物处理	生物多样性	食物生产	原材料	娱乐文化	总价值
修正前价值	0.63	0.81	0.55	1.33	1.49	0.64	0.91	0.09	0.019	6.46
修正后价值	0.45	0.63	0.43	1.03	1.16	0.50	0.71	0.07	0.017	4.99
变化率(%)	-28.57	-22.22	-21.81	-22.56	-22.18	-21.87	-21.97	-22.22	-10.52	-22.75

通过表2可以看出,修正前后耕地生态系统服务价值变化较大。修正前,章丘市不同区域耕地的生态服务功能单价是相同的,利用生态适宜性指数进行修正之后,耕地生态系统的服务价值单价产生了较大的变化。大多数单项服务功能价值都减少了20%以上。特别是气体调节功能,变化较大,减少了28%。

经过校正后的耕地生态系统单项服务价值和耕地生态服务功能总价值都有一定程度上的减少,而且减少的比例相近,说明用生态适宜性价值进行修正后,耕地生态服务功能的理论功能价值都更接近于现实价值。从图 2 可以看出,耕地生态系统服务价值单价变化基本上呈现从北向南依次减少的趋势。中北部耕地生态系统服务价值在 5 000 元/hm² 以上;在南部区域,耕地生态系统服务价值都在 4 200 元/hm² 以下。该分布特点与章丘市地貌、海拔、坡度等生态适宜性因子分布特点一致。原因是章丘南部大多数为山地,海拔较高,地貌主要为山地,生态适宜性综合指数较低,生态适宜性差,因此经过生态适宜性指数修正后的耕地生态系统服务价值较低。

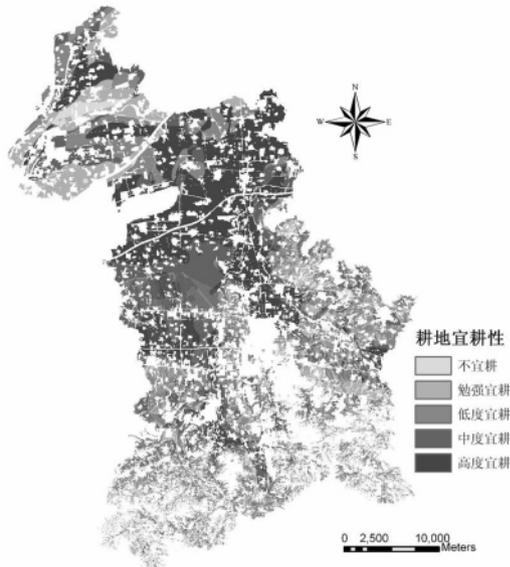


图 1 章丘市耕地生态适宜性评价结果图

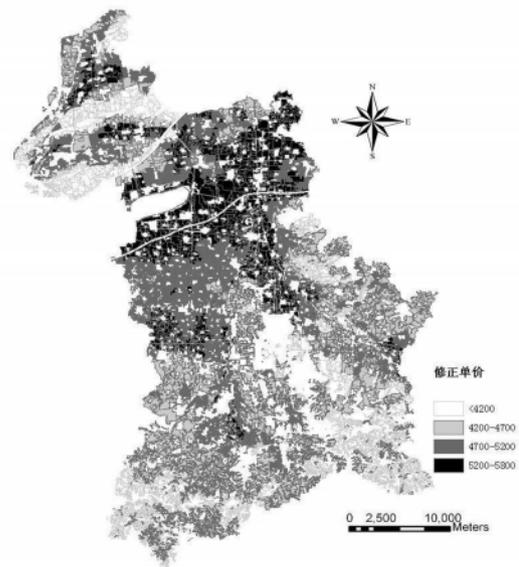


图 2 耕地生态系统生态服务修正价值变化图

4 结语

该研究在 GIS 技术支持下,以山东省章丘市为例,对耕地生态系统服务价值修正做了一定的探讨。研究考虑了影响耕地生态适宜性的各项因子,在对区域进行生态适宜性评价的基础上,利用生态适宜性评价得到的综合指数对耕地生态系统服务价值进行修正,得到了章丘市不同生态适宜性水平下的耕地生态系统服务单位价值的变化。结果显示,生态适宜性对生态系统服务价值有较强的影响,修正前后的价值变化较大,所有的生态系统服务价值都有不同程度的降低,得到的结果更符合区域的实际情况。研究结果对区分同区域不同地理位置的耕地生态系统服务价值的变化情况有较好的实用价值,可较好的了解研究区域耕地生态系统服务价值的变化情况,有助于区域耕地生态系统保护。

生态系统服务价值是当前的研究热点,当前普遍的研究成果是在理想状态下的生态系统服务理论价值,一般认为同种生态系统的生态服务价值是相同的,但是这并不符合区域的实际情况。本研究对生态系统服务价值修正做出了一定的探索研究,为以后的研究提供了一种新的思路。影响生态系统服务价值的因子较多,如何结合其他因子对生态系统服务价值进行修正是今后研究的重点。

参考文献

- 1 Costanza R, Arge R, Groot R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capita. *Nature*, 1997, 386: 253 ~ 360
- 2 Repetto R. Accounting for environmental assets. *Scientific American*, 1992: 64 ~ 70
- 3 赵军, 杨凯. 生态系统服务价值评估研究进展. *生态学报*, 2007, 27 (1): 346 ~ 356
- 4 Gren IM, Groth K H, Sylvén M. Economic Values of Danube Floodplains. *Journal of Environmental Management*, 1995, 45: 333 ~ 345
- 5 Dixon J. Analysis and management of watersheds. In: Dasgupta P, Goran - MaterK. *The environment and Emerging Development Issues*. Oxford: Clarendrom Press, 1997
- 6 Pauutanayak S K. Valuing watershed services: concepts and empirics from Southeast Asia. *Agriculture Ecosystems& Environment*, 2004, 104: 171 ~ 184

- 7 Turner R , Bergh , Jereon C , et al. Ecological – economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy. *Ecological Economics* ,2000 ,35: 7 ~23
- 8 Hanley N , Ruffell R J. The contingent valuation of forest characteristics: two experiments. *Journal of Agricultural Economics* ,1993 ,44: 218 ~229
- 9 Loomis J , Kent P , Strange L , et al. Measuring the economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: results from a contingent valuation survey. *Ecological Economics* ,2000 ,33: 103 ~117
- 10 Lal P. Economic valuation of mangroves and decision – making in the Pacific. *Ocean & Coastal Management* ,2003 ,46: 823 ~846
- 11 Jakobsson , Christin M , Eglar E. Contingent valuation and endangered species: methodological issues and applications. Cheltenham: Edward Elgar Press ,1996
- 12 Mendonca M , Sachida A , Loureiro P. A study on the valuing of biodiversity: the case of three endangered species in Brazil. *Ecological Economics* ,2003 ,46: 9 ~18
- 13 Bandara R , Tisdell C. The net benefit of saving the Asian elephant: a policy and contingent valuation study. *Ecological Economics* ,2004 ,48: 93 ~107
- 14 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究. *生态学报*, 1999, 19 (5): 607 ~613
- 15 陈源泉, 高旺盛. 中国粮食主产区农田生态服务价值总体评价. *中国农业资源与区划*, 2009, 30 (1): 33 ~39
- 16 赵景柱, 徐亚骏, 肖寒, 等. 基于可持续发展综合国力的生态系统服务评价研究—13 个国家生态系统服务价值的测算. *系统工程理论与实践*, 2003, 23 (1): 121 ~127
- 17 郭淑敏, 陈印军, 王辉, 等. 都市型农业土地利用生态服务价值研究—以北京市顺义区为例. *中国农业资源与区划*, 2005, 26 (4): 23 ~27
- 18 欧阳志云, 赵同谦, 赵景柱, 等. 海南岛生态系统生态调节功能及其生态经济价值研究. *应用生态学报*, 2004, 15 (8): 1395 ~1402
- 19 谢高地, 张钰铨, 鲁春霞, 等. 中国自然草地生态系统服务价值. *自然资源学报*, 2001, 16 (1): 47 ~53
- 20 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估. *自然资源学报*, 2003, 18 (2): 189 ~196
- 21 黄兴文, 陈百明. 中国生态资产区划的理论与应用. *生态学报*, 1999, 19 (5): 602 ~606
- 22 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. *农业工程学报*, 2008, 24 (2): 101 ~106
- 23 唐秀美, 陈百明, 路庆斌, 等. 栅格数据支持下的耕地适宜性评价研究. *资源科学*, 2009, 31 (3): 2164 ~2171
- 24 顾时贵, 陈源泉, 高旺盛. 河北省太行山区县域生态资产评价与开发利用对策. *农业现代化研究*, 2005, 26 (3): 173 ~176 ,181

ECOSYSTEM SERVICE VALUE CHANGE OF CULTIVATED LAND BASED ON ECOLOGY SUITABILITY EVALUATION

Tang Xiumei^{1,2,3}, Chen Baiming², Lu Qingbin⁴, Zhang Leina⁵, Liu Fang^{2,3}

(1. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101;

3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049;

4. Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012;

5. Center for Management, the Ministry of Land Resources, Beijing 100035)

Abstract The evaluation of ecosystem service value is the hotspot in the ecological economics and environmental economics. Cultivated land ecological suitability evaluation is an activity to estimate all the impact factors, from which the result can reflect the situation of the cultivated land. This paper selected the factors that influence the ecological suitability evaluation, and on the basis of the evaluation of the ecological suitability modified the ecosystem service value of cultivated land by using the ecological suitability index, which distinguished the ecosystem service value due to the cultivated land ecological suitability. The result showed that the ecosystem service value of cultivated land decreased gradually from south to north, and the index of ecological suitability can well modify the ecosystem service value.

Keywords ecology suitability; ecosystem service; value; evaluation; Zhangqiu city