

不同土地利用结构生态系统服务功能价值的变化研究*

——以内蒙古自治区伊金霍洛旗为例

白晓飞 陈焕伟**

(中国农业大学资源与环境学院 北京 100094)

摘要 生态系统服务功能价值理论可定量估算各类生态系统为人类提供服务的经济价值。阐述了生态系统服务功能价值理论定量评价土地资源的作用,并应用和修正生态系统服务单价方法估算内蒙古自治区伊金霍洛旗1990~2000年土地利用的生态效益,结果表明10年内该旗生态系统服务价值减少2.2696亿元,证明人类经济发展对生态环境的影响巨大,且一旦生态环境遭到破坏则很难恢复。

关键词 土地利用 生态系统服务 生态价值评估

The changes of ecosystem services and their values in various constructions of land use—A case study from Yijinhuoluo County of Inner Mogolia. BAI Xiao-Fei, CHEN Huan-Wei (College of Resource and Environment, China Agricultural University, Beijing 100094), *CJEA*, 2004, 12(1): 180~182

Abstract The theory of ecosystem services can be used to quantify the economic valuation of services supplied by ecosystems. The actions of ecosystem services valuation in land use are stated. With adduced and amended figures, the ecological consequence of land use from 1990 to 2000 in Yijinhuoluo, a county of Inner Mogolia is assessed. The results show that the ecosystem services have diminished 226.96 million Yuan in the ten years. This demonstrates that it induces prodigious result on regional ecological environment of increasing economy.

Key words Land use, Ecosystem service, Ecological value assessment

土地利用变化是影响生态环境变化的主要因素,土地利用评价是确定合理的土地利用结构有效方法。传统的土地利用评价对经济效益有较完善的评价体系,但对生态效益往往局限于定性分析,为此以内蒙古自治区伊金霍洛旗为例,定量研究了评价生态效益的方法,为自然生态系统和社会经济系统长期协调发展提供理论依据。

1 生态系统服务功能价值理论在土地可持续利用的应用

自然生态系统为人类生存和社会发展提供产品和服务,其中利用人为手段所无法或很难替代的部分即生态系统服务功能。Costanza R.^[7]将生态系统服务功能归纳为17类,Daily G. C.^[8]将生态系统服务功能归纳为15类。从理论而言生态系统服务功能可分为利用价值与非利用价值2部分。利用价值包括直接利用价值(直接实物价值)、间接利用价值(生态功能价值)和选择价值(潜在利用价值),非利用价值则包括遗产价值和存在价值^[1]。选择价值、遗产价值和存在价值有一定重叠,很难将其量化,现有对生态系统服务价值的评估集中于利用价值的估算^[2,3]。

土地是各种陆地生态系统的载体,土地利用结构的变化引起各类生态系统类型、面积以及空间分布格局的变化。土地利用方式的变化直接影响生态系统所提供服务的种类和强度,但这些服务大多为公益性的,间接影响人类经济生活,尚无法通过市场反映出来。以经济利益为目的的土地利用结构调整导致自然生态系统面积在土地利用结构中所占比重越来越小,而人工系统中工矿、交通和建设用地面积比重却不断上升,妨碍了自然生态系统服务功能的发挥。自然环境的恶化制约了经济的发展,造成经济生态双重滞后的局面。通过对生态系统服务功能和价值核算,可量化表示土地利用对生态环境的影响,并在此基础上调整土地利用结构,建立可持续发展的土地利用模式,形成经济生态双赢局面。

* 国家自然科学基金重大项目(39990490)资助

** 通讯作者

收稿日期:2003-01-31 改回日期:2003-03-06

2 伊金霍洛旗生态系统服务功能价值案例分析

内蒙古自治区伊金霍洛旗位于晋陕蒙交界处,总面积约 6009km²,属典型中温带大陆性季风气候,年均气温 6.2℃,年均降雨量 358.2mm,年均风速 2.8~3.7m/s,≥3m/s 风速年日数为 203d。该旗东部为东胜煤田,西南部为毛乌素沙地,生态环境脆弱,受风蚀和水蚀双重危害。参照 Costanza R. 等^[7]对生态系统服务分类方法,本研究将该旗生态系统服务分为气体调节、水分调节、水分供应、气候调节、侵蚀控制、土壤形成、营养物循环、废弃物处理、植物授粉、产品生产、生物多样性生产和维持、原材料、基因资源、娱乐和文化服务等 15 类。考虑城镇在水分供应和污染物处理方面对生态系统的负面影响以替代成本法进行城镇水分供应服务估算^[4],其公式为:

$$V_c = -W \times P \times P_w / S_c \quad (1)$$

式中, V_c 为城镇水循环价值, W 为年人均用水量(t/人), P 为人口数, P_w 为生活用水价格(元/t), S_c 为城镇用地面积(hm²)。城镇废物处理功能用防治成本法估算并以废物排放量进行修正,城镇污染造成价值损失为:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (2)$$

式中, V 为城镇污染总价值损失, V_1 为城镇废水污染损失, V_2 为城镇废气污染损失, V_3 为城镇固体废弃物污染损失。其中废水污染损失价值(V_1)计算式为:

$$V_1 = -W_1 \times P \times P_{w_1} / S_c \quad (3)$$

式中, W_1 为年人均产生活废水量(t/人), P_{w_1} 为废水处理价格(元/t)。废气污染损失价值(V_2)计算式为:

$$V_2 = -A \times P \times P_a / S_c \quad (4)$$

式中, A 为年人均产废气量(t/人), P_a 为废气处理价格(元/t)。固体废弃物污染损失价值(V_3)计算式为:

$$V_3 = -S \times P \times P_s / S_c \quad (5)$$

式中, S 为年人均产生活废渣量(t/人), P_s 为固体废弃物处理价格(元/t)。工矿水分供应与污染影响的计算方法同城镇。伊金霍洛旗交通用地大部分为水泥硬化地面,基本不发生土壤侵蚀,故考虑其侵蚀控制的价值。交通用地水土流失量可视为 0,土壤侵蚀量为该类型土地土壤侵蚀量与裸地土壤侵蚀量之差,推出年减少水土流失量为 400m³/hm²。用替代工程法计算侵蚀控制的价值,为减小误差采用伊金霍洛旗 2 工程造价所得结果的平均值,得出该旗交通用地年减少土壤侵蚀价值为 3480 元/hm²。林地气体调节功能考虑 CO₂ 的固定与 O₂ 的释放功能,依据树木光合作用原理^[5],林地年吸纳 CO₂ 量为 16t/hm²,年排放 O₂ 量为 12t/hm²,因 C 和 CO₂ 的相对分子质量比为 0.27,故林地年吸纳 C 4.32t/hm²。根据碳税法^[5]林地每吸纳 1t C 的价值为 255.2 元,故林地年吸纳 C 价值为 1102.5 元/hm²。O₂ 释放价值引用李金昌等^[5]研究数据,CO₂ 固定与 O₂ 释放服务价值之和为林地气体调节的单价。伊金霍洛旗以玉米和糜黍产量作为耕地主要产物考虑其 CO₂ 的固定与 O₂ 的释放功能。该旗玉米年均产量为 6 t/hm²,糜黍年均产量为 1.1t/hm²,玉米经济系数以 0.35 计,糜黍经济系数取 0.43,得出玉米和糜黍年生物产量分别为 17.14t/hm² 和 2.56t/hm²。根据光合作用原理和碳税法可得该旗玉米年吸收 CO₂ 量为 27.77 t/hm²,年吸纳 C 价值为 1245 元/hm²,糜黍年吸收 CO₂ 量为 4.15t/hm²,年吸纳 C 价值为 186 元/hm²,取二者均值为 715.5 元/hm²。耕地释放 O₂ 的价值引用李金昌等研究数据^[5],CO₂ 固定与 O₂ 释放服务价值之和为耕地气体调节的单价。林地其他服务单价和水域服务单价取自 Costanza R. 等^[7]研究数据,园地在生物量方面等同于人工林地,故园地服务单价取林地价格,草地生态系统服务价值计算采用温带半干旱区草地数据^[6]。伊金霍洛旗未利用土地大部分为沙地,故按沙质荒漠草原服务价值考虑^[6]。在综合已有生态系统服务各类参数,并针对伊金霍洛旗地区特点进行参数修正后得出各类土地利用类型生态系统服务单价(见表 1)。

以伊金霍洛旗 1990 年与 2000 年土地利用现状调查为基础,利用地理信息系统 MapGis 得出该旗 1990 年与 2000 年生态系统服务价值变化见表 2。1990 年该旗土地利用结构中林地、草地、耕地、城镇和工矿面积分别占总土地面积的 16.6%、61.3%、12.5% 和 0.56%,2000 年则分别占 19.7%、61.7%、9.3% 和 0.57%。1990 年该区国内生产总值为 1.2245 亿元,2000 年国内生产总值则为 15.7321 亿元,约增加 12.8 倍,年增长率约 128%。由表 2 可知 1990 年该区生态系统服务价值为 34.59 亿元,相当于当年国内生产总值的 28.2 倍,2000 年该区生态系统服务价值为 32.32 亿元,相当于当年国内生产总值的 2.1 倍,2000 年较 1990 年生

表 1 土地利用类型单位面积生态价值*

Tab.1 The ecological value of land use

项 目 Items	年生态价值/元·hm ⁻² Ecological value per year							
	林地 Forest	草地 Grassland	耕地 Cropland	水域 River and lake	园地 Garden plot	未利用土地 Desert	城镇与工矿 Urban area and industrial area	交通用地 Traffic area
气 体 调 节	1265.5	27.4	715.5	-	1265.5	-	-	-
气 候 调 节	1170.3	-	-	-	1170.3	-	-	-
水 分 调 节	16.6	10.8	-	45193.5	16.6	-	-	-
水 分 供 应	24.9	81.3	-	17571.1	24.9	-	-3098.6	-
							-6678.0	
侵 蚀 控 制	796.8	102.9	-	-	796.8	-	3480.0	3480.0
土 壤 形 成	83.0	3.3	-	-	83.0	-	-	-
营 养 物 循 环	2996.3	-	-	-	2996.3	-	-	-
废 物 处 理	722.1	397.6	-	5519.5	722.1	-	-331.9	-
							-2174.1	
授 粉	-	88.8	116.2	-	-	-	-	-
生物多样性控制	16.6	81.3	199.2	-	16.6	-	-	-
食 物 供 应	356.9	243.2	448.2	340.3	356.9	-	-	-
原 材 料	1145.4	2.5	-	-	1145.4	-	-	-
基 因 资 源	132.8	-	-	-	132.8	-	-	-
娱 乐	547.8	19.0	-	1909.0	547.8	-	-	-
文 化	16.6	19.0	-	-	16.6	-	-	-
合 计	9291.6	1077.1	1479.1	70533.4	9291.6	1328.0 ⁹⁾	-3430.5	3480.0
							-8852.1	

* 表中城镇和工矿功能单价按当年数值计算,故有 2 个数据的前者为 1990 年数据,后者为 2000 年数据。

表 2 1990 年与 2000 年伊金霍洛旗土地类型生态服务价值统计

Tab.2 The ecological value of land use of Yijinhuoluo in 1990 and 2000

项 目 Items	生态服务价值/万元 Ecological value							
	林地 Forest	草地 Grassland	园地 Garden plot	水域 River and lake	耕地 Cropland	城镇与工矿 Urban area and industrial area	交通用地 Traffic area	未利用土地 Desert
1990 年生态价值	93445.6	39660.5	164.9	198473.9	11107.6	-1162.3	313.9	3892.0
2000 年生态价值	109814.6	39944.5	226.7	164568.5	8225.0	-3038.9	621.9	2837.8
生态价值增加	16369.0	284.0	61.8	-33905.4	-2882.6	-1876.6	308.0	-1054.2

态系统服务价值减少 2.2696 亿元,减少值相当于伊金霍洛旗 2000 年国内生产总值的 14.4%,年减少率约 1.44%。工业发展对环境的影响巨大,1990~2000 年城镇与工矿用地面积比重仅上升 0.01%,却造成 1876.6 万元的生态损失,相当于该旗 2000 年生态服务价值的 0.6%,年减少率为 16.1%。且经济发展对环境破坏的速度远大于生态环境的恢复与改善速度,生态环境一旦遭到破坏便很难恢复,人类技术手段很难做出替代和补偿,且治理速度赶不上破坏的速度。建议该区在土地利用结构上仍应加大林地和草地比重,尤其加大矿区环境的治理力度,并继续实施退耕还林还草战略,加快生态环境重建步伐,促进该区自然生态系统和社会经济系统的可持续发展。

参 考 文 献

- 1 张志强,徐冲民,程国栋. 生态系统服务与自然资本价值评估. 生态学报,2001,21(11):1919
- 2 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):608~611
- 3 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值. 科学通报,2000,45(1):17~19
- 4 宗跃光,陈红春,郭瑞华等. 地域生态系统服务功能的价值结构分析. 地理研究,2000,19(2):150~151
- 5 李金昌等. 生态价值论. 重庆:重庆大学出版社,1999. 156~166
- 6 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):49~51
- 7 Costanza R., et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997. 386:253~259
- 8 Daily G.C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington: Island Press, 1997