

# 喀斯特地区土地利用变化的生态服务功能价值响应

罗俊<sup>1,2,3</sup>, 王克林<sup>1,2</sup>, 陈洪松<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院亚热带农业生态研究所, 湖南长沙 410125;

2. 中国科学院环江喀斯特农业生态试验站, 广西环江 547100; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘要:**以地处喀斯特石山区的广西省河池市为例,以研究区单位面积农田生态系统在 1988,1998 和 2003 年提供的食物生产服务经济价值为基础,对研究区生态服务功能价值进行估算,并对照 3 个年份土地利用变化与生态服务功能价值的变化,找出了不同时段土地利用结构变化所引起的生态服务功能价值响应与变化特征。研究表明,1988—2003 年河池市土地利用变化产生了较大的生态响应,生态服务功能价值总体上呈增长趋势;1988—1998 年除了农田生态系统服务功能价值增长仅 14.6% 外,其它各类生态系统增幅都在 25.9% 以上;1998—2003 年增幅明显减趋缓,草地生态服务功能价值则呈现急剧下滑状态,变化特征基本上与土地利用变化一致。河池市土地利用方式还需要进一步改善,尤其对面积广大的未利用地的生态改造和石漠化地区的生态恢复将会带来更大的生态效益。

**关键词:**土地利用变化;生态系统服务功能价值;喀斯特

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2008)01—0019—06

中图分类号: F301.24

## Economic Response of Ecosystem Service Functions to Landuse Changes in Karst Region

LUO Jun<sup>1,2,3</sup>, WANG Ke-lin<sup>1,2</sup>, CHEN Hong-song<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha, Hunan 410125, China;

2. Huanjiang Experimental Station of Karst Ecosystem, Chinese Academy of Sciences, Huanjiang,

Guangxi 547100, China; 3. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** By taking Hechi City of Guangxi Province in karst mountainous region as an example, the economic value of ecosystem service functions was estimated. The economic values of food production per hectare of cropland ecosystem in 1988, 1998, and 2003 were used as a base of the study. Then the economic values in the three years were contrasted with the landuse situations in corresponding years so as to find out the features of economic value changes of ecosystem service functions induced by landuse changes in different periods. Results showed that during the years from 1988 to 2003, the ecological responses to landuse changes were obvious. Economic values of ecosystem service functions were improved in general. From 1988 to 1998, except the 14.6% increment of economic value for farmland ecosystem, the increments of economic value for other ecosystems were all above 25.9%, while from 1998 to 2003, the increments became slow evidently and negative economic value for grassland ecosystem even appeared. Landuse changes were almost accordant with the changes in ecosystem economic value. These facts prove that the local landuse manner needs to be reformed. Especially, reconstruction of wider unused land and ecological restoration of stony desertification land may bring very significant ecological benefits.

**Key words:** landuse change; economic value of ecosystem service function; karst

土地是人类赖以生存的基本条件,也是各种陆地生态系统的载体。随着全球人口数量的迅速膨胀,人类以前所未有的速度对有限的土地资源进行着改造,然而土地利用变化直接影响着生态系统所提供服

收稿日期:2007-08-31

修回日期:2007-11-07

资助项目:国家 973 计划项目(2006CB40328);中国科学院西部行动计划(KZCX2-XB2-08);中国科学院“西部之光”人才培养计划

作者简介:罗俊(1980—),女(汉族),河南省新野县人,在读博士,从事 GIS 与区域生态服务功能评价研究。E-mail:luojun1166@yahoo.com.cn。

的种类和强度,但服务价值的外部性部分因难以量化核算往往被忽视,导致了土地资源开发利用过程中的短期经济行为,也势必造成自然生态系统比重的缩小,妨碍了自然生态系统功能的发挥。自然环境的恶化同时制约着经济的发展,对人类的持续生存和发展也带来极大的威胁。当今,对土地利用变化生态响应的研究主要集中于对环境要素的单因素定性分析<sup>[1-5]</sup>,而对土地利用变化产生生态服务价值响应的综合定量评价还不多;在研究区的选择上,以我国西部的陕西、云南和青藏高原等地为主<sup>[6-9]</sup>,对于喀斯特地区土地利用生态响应的研究极少。

为此,本文以地处喀斯特大石山区的河池市为例,运用中国生态系统服务价值当量因子表,综合前人的研究成果并结合研究区特定的自然社会环境修正测算参数,对研究区 3 个年份的土地利用变化所引起的生态系统服务功能经济价值的变化进行定量估算和分析,并根据生态系统服务功能价值变化反映出的信息,为更合理地利用石山区有限的土地资源提出建议和策略,并为国家在西南喀斯特地区实施石漠化治理措施提供数据基础。

## 1 研究区概况与资料来源

### 1.1 研究区概况

广西的喀斯特是我国热带喀斯特的代表,而这一区域主要集中在桂西北。由于喀斯特区域特殊的水动力条件、地质构造条件和气候条件使其形成了独特的峰丛洼地景观。桂西北河池市地处云贵高原向东南丘陵的过渡地带,土地面积  $3.35 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。境内裸露石灰岩面积占地区总面积的 48.0%,生态环境十分脆弱。河池市属亚热带季风气候区,夏长冬短,光照充足,雨量充沛,雨热同季。年平均气温  $16.9 \sim 21.3$ ,年平均降雨量  $1\ 200 \sim 1\ 600 \text{ mm}$ 。由于降水季节分布不均,使得河池市冬季旱灾频发,而夏季多暴雨,水土流失量大。2003 年末,河池市总人口为  $3.81 \times 10^6$  人,其中农业人口占总人口的 85.3%,石山区人口密度高于土地资源相对丰富的土山丘陵区的人口密度。

土石山区适合耕种的土地面积有限,为维持温饱增加收入,人们往往开垦坡地种植农作物,而且过度放牧、樵采现象突出,造成石山区大量土地丧失再生能力,水土流失严重,石漠化程度加剧。目前,河池市成为我国典型的贫困地区之一,所属的 11 个县(市、区)中有 9 个属于国家级贫困县,为此石山区的生态恢复和当地人民的脱贫致富成为当地政府面临的两大难题。

### 1.2 资料来源与处理

研究区土地利用数据来源于 1988,1998 和 2003 年河池市国土局土地利用现状统计和河池市农业区划办公室的农业资源跟踪调查资料。同时对照 1990 年和 2000 年 2 个时期的 TM 影像解译数据,2000 年土地利用现状图(1:100 000)对土地利用类型部分面积参数进行修正;河池市农作物产量和价格数据分别来源于《广西市地县农村住户调查资料(1990,1998 和 2002 年)》;《广西农业志》;《中国农业年鉴》(1990,1998 和 2001 年)和河池市统计局提供的 1990,1998 和 2003 年的社会经济统计资料。作物 NPP(净初级生产力)数据由中国科学院资源环境数据中心提供。

为了便于分析,土地利用类型的划分以生态系统类型划分为基础,结合我国土地利用现状分类系统,分为耕地、林地、草地、水域、城镇建设与交通用地(简称城建用地)和未利用地 6 种类型(与农田、森林、草地、水域等生态系统相对应<sup>[6]</sup>),林地包括有林地、灌木林地和果园,草地主要是牧草地,城建用地包括城镇建设用地、居民点和交通用地。

## 2 研究方法

### 2.1 生态服务价值当量因子表

Costanza 等在 1997 年提出了全球生态系统服务功能评价模型<sup>[10]</sup>,谢高地等在此基础上总结了气体调节(A)、气候调节(B)、水源涵养(C)、土壤形成与保护(D)、废物处理(E)、生物多样性维持(F)、食物生产(G)、原材料生产(H)、休闲娱乐(I)在内的 9 项生态系统服务功能,并对国内 200 多位生态学会学者进行问卷调查,得出了“中国生态系统生态服务价值当量因子表”(表 1)<sup>[11]</sup>,并根据生物量修订后用于评估青藏高原的生态系统服务功能价值。该表定义  $1 \text{ hm}^2$  全国平均产量的农田每年自然粮食产量的经济价值为 1,其它生态系统服务价值当量因子就是生态系统产生该生态服务的相对农田食物生产服务的贡献大小,可根据当年粮食单产市场价值来换算当年生态系统服务单价。

经过专家的综合比较分析,确定 1 个生态服务价值当量因子的经济价值量等于当年全国平均粮食单产市场价值的  $1/7$ <sup>[11]</sup>。

本文采用了该当量因子表,针对研究区的具体情况对单位面积农田每年自然粮食产量的经济价值根据公式(1)做了计算修正<sup>[9]</sup>。

$$E_a = 1/7 \sum_{i=1}^n \frac{m_i p_i q_i}{M} \quad (i = 1, \dots, n) \quad (1)$$

式中:  $E_a$  ——单位面积农田生态系统提供食物生产

服务功能的经济价值(元/hm<sup>2</sup>); *i*——作物种类,河池地区主要作为有稻谷、玉米、花生、甘蔗、豆类;  
*p<sub>i</sub>*——*i*种粮食作物全国平均价格(元/t); *q<sub>i</sub>*——*i*种粮食作物单产(t/hm<sup>2</sup>); *m<sub>i</sub>*——*i*种粮食作物面积(hm<sup>2</sup>); *M*——*n*种粮食作物总面积(hm<sup>2</sup>); 1/7——是指在没有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。

表 1 我国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量

类型	森林	草地	农田	湿地	水域	未利用地
A	3.50	0.80	0.50	1.80	0.00	0.00
B	2.70	0.90	0.89	17.10	0.46	0.00
C	3.20	0.80	0.60	15.50	20.40	0.03
D	3.90	1.95	1.46	1.71	0.01	0.02
E	1.31	1.31	1.64	18.18	18.20	0.01
F	3.26	1.09	0.71	2.50	2.49	0.34
G	0.10	0.30	1.00	0.30	0.10	0.01
H	2.60	0.05	0.10	0.07	0.01	0.00
I	1.28	0.04	0.01	5.55	4.34	0.01
合计	19.66	7.24	6.91	62.71	46.00	0.42

## 2.2 河池市生态系统单位面积生态服务经济价值的确定

根据“中国生态系统服务价值当量因子表”和河池地区农田生态系统单位面积食物生产服务的经济价值,可得到该区域其它生态系统或其它服务功能的单价。

$$E_{ij} = e_{ij} E_a (i = 1, 2, \dots, 9; j = 1, 2, \dots, 6) \quad (2)$$

式中: *E<sub>ij</sub>*——*i*种生态系统 *i*种生态系统服务功能的单价(元·hm<sup>2</sup>); *e<sub>ij</sub>*——*j*种生态系统 *i*种生态服务功能相对于农田生态系统提供生态服务单价的当量

因子; *i*——生态系统服务功能类型,包括气体调节、气候调节、水源涵养等 9 项; *j*——当量因子表里的 6 项土地生态系统,城市、交通和未利用地的生态服务价值按当量因子表里的荒漠生态系计算。

由式(2)计算得到的生态系统服务单价仅考虑了当地农田生态系统食物生产服务的经济价值因素,而生态系统服务功能大小还与该生态系统生物量密切相关<sup>[11]</sup>,同样,与生态系统的净初级生产力(NPP)也有极大的相关性,一般情况下,NPP越大生态服务功能就越强,因此假定生态服务功能强度与NPP成线性关系,得到按河池地区NPP进一步修订的生态服务单价。

$$E_{ij} = (n_j / N) E_j \quad (3)$$

式中: *E<sub>ij</sub>*——订正后的单位面积生态系统服务功能价值; *n<sub>j</sub>*——*j*类生态系统的NPP; *N*——我国生态系统类型单位面积平均NPP; *E<sub>j</sub>*, *i*和 *j*同式(2)。

## 2.3 河池市生态系统服务功能经济价值的确定

根据各类生态系统面积和各类生态系统服务功能的单价可以计算出河池地区生态系统服务功能的经济价值。

$$V = \sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^6 A_j E_{ij} \quad (4)$$

(*i* = 1, 2, ..., 9; *j* = 1, 2, ..., 6)

式中: *V*——区域生态系统服务总价值; *A<sub>j</sub>*——*i*类生态系统的面积; *E<sub>ij</sub>*——订正后的单位面积生态系统服务功能价值; 其它同式(2)。

## 3 结果与分析

### 3.1 河池地区单位面积生态系统服务功能经济价值

本研究中以研究区播种面积比较大的稻谷、玉米和当地主要油料作物花生为主要农作物种类,统计其在1988,1998和2003年的价格、单产和播种面积等数据(表2)<sup>[12-14]</sup>。

表 2 河池地区 1988, 1998 和 2003 年主要农作物价格、单产和播种面积

年份	价格/(元·t <sup>-1</sup> )			单产/(t·hm <sup>-2</sup> )			播种面积/hm <sup>2</sup>		
	稻谷	玉米	花生	稻谷	玉米	花生	稻谷	玉米	花生
1988	548	515	1 808	4.353	2.215	0.336	144 818	142 458	13 547
1998	850	969	2 830	5.238	2.742	0.817	136 667	137 932	44 438
2003	1 100	1 045	2 596	5.419	3.010	0.896	125 091	129 492	34 018

注:资源来源为广西市地县农村住户调查资料1990,1998和2002年实地调查。

据此可算得河池市农田生态系统在3个年份提供食物生产服务的单价,为减少不同时期价格变化的影响,计算中把3个年份的经济价值都统一为1990

年的不变价。得到河池市农田生态系统在1988,1998年和2003年提供食物生产服务的单价,分别为245.16,311.17,305元/(hm<sup>2</sup>·a)。由此得到对应年

份各土地利用类型的生态服务功能单价,再根据生态系统的 NPP 加以修正,进而确定各生态系统服务功能单价(表 3)。可以看出 6 种生态系统中,单位面积

的水域生态系统对服务功能价值的贡献最大,其次是森林生态系统,城镇交通和未利用地的单位生态服务功能价值最小。

表 3 河池市 1988、1998 和 2003 年各类生态系统服务功能单价

元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )

年份	农田	森林	草地	水域	城建用地	未利用地
1988	1 694.1	4 819.8	1 775.0	11 277.4	103.0	103.0
1998	2 150.0	6 117.6	2 252.9	14 313.0	131.0	131.0
2003	2 108.0	5 996.3	2 208.0	14 030.0	128.1	128.1

### 3.2 河池市 1988—2003 年土地利用变化与生态系统服务功能价值响应分析

从表 4 可以看出,河池市 1988—2003 年土地利用变化的总趋势是:耕地、草地和未利用地减少,减幅最大的是草地,15 a 内减少了 152 780  $\text{hm}^2$ ,占 1988 年草地面积的 32.04%;林地、水域和城建用地均增加,其中增幅最大的是水域,增加量达到了 1988 年的 21%。变化面积最大的属林地,面积净增 161 380  $\text{hm}^2$ ,占 1988 年林地面积的 9.86%。从 2 个时段比较来看,除了水域外,1998—2003 年比 1988—1998 年的变化幅度更为明显,在 1998—2003 年的 5 a 间林地面积增加了 174 760  $\text{hm}^2$ ,占 1998 年林地总面积

的 10.76%,增加的多为退耕和造林的幼林地;草地面积减少了 151 530  $\text{hm}^2$ ,占 1998 年草地总面积的 31.86%,主要原因是这一时期大量造林和改耕,很多草地变为林地和耕地,有部分草地由于利用不当变成了裸岩地。

由于退耕还林的实施和城建规模的扩大,5 a 间耕地面积减少了 19 160  $\text{hm}^2$ 。1988—1998 年 10 a 间除了林地和草地面积小幅的减少外,其它各类土地面积有所增加,其中水域变化幅度最大,比 1988 年增加了 20.67%,主要是龙滩水电站的修建使周围水库面积增加,也使红水河上游河道变宽,淹没了河谷的林、草地和未利用地。

表 4 河池市 1988—2003 年土地利用状况与生态系统服务功能经济价值量

利用类型	土地总面积/ $10^3 \text{hm}^2$			生态服务总价值/ $10^8$ 元		
	1988 年	1998 年	2003 年	1988 年	1998 年	2003 年
耕地	219.10	222.40	203.20	3.71	4.25	3.81
林地	1 637.20	1 624.00	1 799.00	101.00	127.00	138.00
草地	476.80	475.60	324.10	10.80	13.70	9.16
水域	39.50	47.60	47.70	5.63	8.72	8.44
城建用地	86.20	87.80	90.00	0.09	0.12	0.12
未利用地	883.60	885.20	878.90	1.16	1.48	1.44
合计	3 342.00	3 342.00	3 342.00	122.00	155.00	161.00

根据 1988、1998 和 2003 年河池市各生态系统面积和当年所提供的生态服务单价,计算出河池市 3 个年份各类生态系统服务功能价值(表 4)。1988、1998 和 2003 年河池市各类生态系统服务功能总价值分别为  $1.22 \times 10^{10}$ 、 $1.55 \times 10^{10}$  和  $1.61 \times 10^{10}$  元/a,1988—2003 年生态服务功能价值变化的总趋势是:除了草地生态系统明显减少外,其它生态系统服务功能价值总量都有不同程度增加。其中增幅最大的是水域生态系统,2003 年与 1988 年相比增加了 49.9%,其次

是森林生态系统;价值量增加最多是森林生态系统,2003 年比 1988 年净增  $3.70 \times 10^9$  元,草地生态服务功能价值则减少了  $1.68 \times 10^8$  元。原因是这期间林地和水域面积都有较大幅度增加,面积减少的耕地、草地和未利用地的生态服务功能价值单价也远低于水域和森林生态系统。另外,研究期内生态服务功能价值的变化存在明显的时段差异。1988—1998 年生态服务功能价值变化幅度大多高于 1998—2003 年,前一时段各生态系统的服务功能价值都是增加的,其

中增幅最大的是水域生态系统,增加价值量占 1988 年价值量的 54.88%,其次是城市生态系统,增幅 29.5%;森林生态系统的服务功能价值量增加最多,比 1988 年净增  $2.62 \times 10^9$  元。1998—2003 年除了森林生态系统服务功能价值增加外,其它生态系统均减少(城市生态系统服务功能价值不变),其中下降幅度最大的是草地生态系统,相比 1998 年下降了 33.3%。由于森林生态系统服务功能价值增加量较大,因此,这一时段该区生态服务功能总价值仍增加了  $5.51 \times 10^8$  元。

### 3.3 河池市土地利用和生态系统服务功能价值结构

从 3 个年份土地利用和各生态系统的服务功能价值结构的变化来看(表 5),河池市 1988—2003 年土地利用结构变化的总体特征是:耕地、草地和未利用地占土地总面积比重下降,降幅最大的是草地,从 1988 年的 14.27%降为 2003 年的 9.7%;林地、水域和城建用地比重上升,升幅最大的为林地,上升了 5.23%。土地结构变化中,1988—1998 年变化速度比 1998—2003 年变化慢,与土地利用面积变化规律类似。

1988—2003 年生态服务功能价值结构不如土地利用结构比变化明显,总体上仍是森林生态系统服务功能价值占绝对优势,比重则由前一时段的略微下降

转为后一时段的快速上升,并在后 5 a 所占比例提高到了 86%,农田生态系统服务功能价值则处于降低趋势。这是因为 20 世纪 90 年代中期以前,为扩大耕地面积增加收入,农民往往在坡地毁林造田。耕地面积虽有小幅提高,但在水域服务功能价值强烈增长下,其所占比例显示为下降状态;90 年代中期国家实施的“退耕还林”政策落实后,林地得到了很大程度的恢复,为帮助农民脱贫和治理土地石漠化,政府和相关科研机构在石山地区大规模种植果木,致使包括果木在内的森林生态系统面积剧增,生态服务功能价值提高。

水域生态服务功能价值比例经历了先上升后下降的过程;2003 年森林生态服务功能价值所占比例的大幅提高带来生态系统服务功能总价值量的增加,导致 1998 年以后水域面积小幅增加而生态服务功能价值的比例却有所下降;草地生态服务功能价值比例持续下降趋势,尤其是从 1998 年占当年总价值量的 8.83%下降到 2003 年的 5.7%,这是由于 20 世纪 90 年代后期在河池地区“发展经济,脱贫致富”的指导思想下,河池市有草地的地方大量发展以养羊为主的畜牧业造成一些草地逐渐退化,变为未利用地,另有一部分草地被改造成园地和耕地,这种极端追求经济利益的做法致使草地生态系统功能急剧下降。

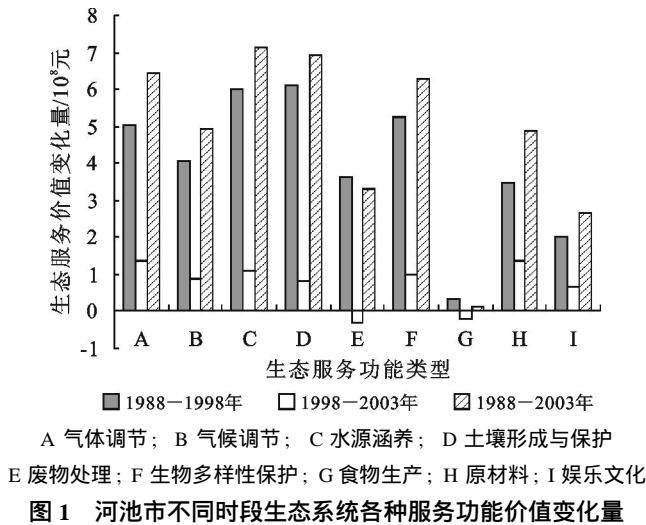
表 5 河池市 1988—2003 年土地利用结构和生态系统服务功能价值结构

土地利用类型	占土地总面积比/ %			占当年生态服务总价值比/ %		
	1988 年	1998 年	2003 年	1988 年	1998 年	2003 年
耕地	6.55	6.65	6.08	3.03	2.74	2.40
林地	48.98	48.58	53.81	82.50	81.80	86.00
草地	14.27	14.23	9.70	8.86	8.83	5.70
水域	1.18	1.42	1.43	4.60	5.61	5.20
城建用地	2.58	2.63	2.69	0.07	0.07	0.10
未利用地	26.40	26.50	26.30	0.95	0.95	0.90

### 3.4 河池市生态系统各类服务功能价值变化分析

从生态系统各类服务功能价值在不同时期的变化来看(图 1),在 1988—2003 年生态系统 9 种服务功能价值都是增加的,增幅最大的是水源涵养价值,15 a 增加  $7.12 \times 10^8$  元,其次是土壤形成与保护,气体调节和生物多样性保护价值;增加幅度最小的是食物生产功能,15 a 仅增加  $1.47 \times 10^7$  元。1988—1998 年生态系统各类服务功能价值变化幅度明显都比 1998—2003 年大,前 10 a 生态系统各类服务功能价值都呈增加状态,价值量增加最多的是土壤形成与保

护功能,增加  $6.10 \times 10^8$  元,其次是水源涵养功能,食物生产功能价值增加最少,为  $3.50 \times 10^7$  元。1998—2003 年除了废物处理和食物生产功能价值呈现小幅负增长外,其它服务功能价值也都有不同程度的增加。价值量变化最大的是原材料和气体调节功能价值,其次是水源涵养价值。主要原因是这一时段,森林生态系统面积大幅增加,而森林对生态系统的这 3 项服务功能单价都比较高。而这期间耕地减少和水域面积的稳定,导致食物生产和废物处理功能价值呈现减少状态。



## 4 结论

(1) 河池市 1988—2003 年土地利用状况在经济利益和国家政策驱动下变化很大。耕地和草地向水域和以果木林为主的林地流转,其中 1988—1998 年以林地向耕地、水域转变为主,1998—2003 年以草地、耕地向林地、城建用地转移为主,与前一时段相比,各类土地后一时段面积变化更为显著。

(2) 河池市 1988—2003 年除草地外其它生态系统的服务功能价值都呈上升趋势,但 2 个时段存在着很大差异,1988—1998 年各类生态系统的服务功能价值都呈快速增长态势,而 1998—2003 年除森林和城市外其它生态系统的服务功能价值都呈下降趋势。从变化特征看,基本上与土地利用结构变化一致,从而体现了生态环境对土地利用变化的响应。

与生态系统的服务功能价值变化规律类似,河池市 1988—2003 年生态系统的各类服务功能价值增长也出现了先快后慢的特征,1998—2003 年在土地利用结构发生较大改变的情况下,生态系统的各类服务功能价值增幅明显降低,废物处理和食物生产功能价值还出现减少趋势,这从另一角度说明河池市土地利用结构虽总体上还算合理,但还需要完善,比如占土地总面积 1/4 的未利用地就隐藏着巨大的生态服务功能价值潜力,如果能成功地对其进行生态改造,尤其是对面积广大的裸岩石砾地的生态恢复,将会给河池市石山区带来丰厚的生态服务功能价值财富。

(3) 在河池市生态服务功能经济价值计算过程中采用了谢高地等人在广泛调查基础上提出的“中国生态系统服务价值当量因子表”,结合河池市农田生态系统提供的食物生产功能和其它各项功能的相对

贡献强度,得到该地区生态服务功能单价表,具有一定的针对性,评价方法比较准确和全面。同时也应该看到,这种方法相当于把区域中同一类生态系统看成具有固定单位服务功能价值的均值生态系统,对影响生态服务功能价值的位置、空间和生态系统质量等因素考虑还不够,这样评价就显得有些粗糙和不够灵活,这种方法还有待进一步完善。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 刘彦随,陈百明. 中国可持续发展问题与土地利用/覆被变化研究[J]. 地理研究, 2002, 21(3): 324—330.
- [2] 张惠远,赵昕奕,蔡运龙,等. 喀斯特山区土地利用变化的人类驱动机制研究:以贵州省为例[J]. 地理研究, 1999, 18(2): 136—142.
- [3] Reid R S, Kruska R L, Muthui M, et al. Land use and land-cover dynamics in response to changes in climatic, biological and social political forces: the case of southwestern Ethiopia[J]. Landscape Ecology, 2000, 15(4): 339—355.
- [4] 刘全友,童依平. 北方农牧交错带土地利用现状对生态环境变化的影响:以内蒙古多伦县为例[J]. 生态学报, 2003, 23(5): 1025—1030.
- [5] 贾亚男,袁道先. 土地利用变化对水城盆地溶岩水水质的影响[J]. 地理学报, 2003, 58(6): 831—838.
- [6] 李晶,任志远. 陕北黄土高原土地利用变化对第一性生产生态服务功能价值的影响[J]. 生态学杂志, 2005, 24(9): 1029—1032.
- [7] 彭建,王仰麟,张源,等. 滇西北生态脆弱区土地利用变化及其生态效应:以云南省永胜县为例[J]. 地理学报, 2004, 59(4): 629—638.
- [8] 莫宏伟,任志远,谢红霞. 延安城郊区土地利用动态与生态效应变化[J]. 水土保持学报, 2004, 18(4): 130—133.
- [9] 肖玉,谢高地,安凯. 莽措河流域生态系统服务功能经济价值变化研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 676—680.
- [10] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and nature[J]. Nature, 1997, 387: 253—260.
- [11] 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.
- [12] 中国农业年鉴编辑委员会. 中国农业年鉴(1990)[M]. 北京:中国农业出版社, 1990: 438—447.
- [13] 中国农业年鉴编辑委员会. 中国农业年鉴(1998)[M]. 北京:中国农业出版社, 1990: 438—447.
- [14] 中国农业全书编辑委员会. 中国农业全书·广西卷[M]. 北京:中国农业出版社, 1997: 278—284.