

文章编号:1001-4810(2010)02-0152-03

花江喀斯特峡谷区顶坛花椒林生态系统服务功能价值评估

李苇洁¹, 汪廷梅², 王桂萍³, 陈训⁴

(1. 贵州科学院喀斯特资源环境与发展研究中心, 贵州 贵阳 550001; 2. 贵州省毕节市水利局, 贵州 毕节 551700;
3. 贵阳市林业科技推广站, 贵州 贵阳 550003; 4. 贵州科学院, 贵州 贵阳 550001)

摘 要:运用生态系统服务功能的价值评价理论和方法对花江喀斯特峡谷区顶坛花椒林生态系统的林产品、水源涵养、固土保肥等服务功能进行了初步的量化评估。结果表明:花江喀斯特典型峡谷区顶坛花椒林服务功能总价值为 9.69×10^4 万元,其中直接经济价值 1.41×10^4 万元,间接经济价值 8.28×10^4 万元,间接经济价值是直接经济价值的5.87倍。在间接经济价值构成中,以年固土保肥的经济价值最大,达到 8.09×10^4 万元;其次是年固碳释氧总价值为 1.7×10^3 万元。评估结果说明顶坛花椒林生态系统在维系和促进当地社会经济发展及改善喀斯特峡谷生态环境中具有巨大的作用。

关键词:喀斯特;顶坛花椒林;生态服务功能;价值评估;贵州花江

中图分类号:X196;S718.56

文献标识码:A

随着对可持续发展机制研究的深入,人们发现维持与保育生态系统服务功能是实现可持续发展的基础,分析与评价森林生态系统服务功能的价值已成为当前生态学与生态经济学研究的前沿课题^[1]。了解生态系统的服务功能,在很大程度上将减轻人类对生态系统服务功能造成的损害。森林生态系统服务功能及其价值评估的理论与方法,已成为生态经济学的重要研究领域。对森林生态系统服务功能进行价值评估是可持续发展的必然要求^[2]。顶坛花椒(*Zanthoxylum planispinum* var. *dingtanensi*)是广泛栽培于贵州花江喀斯特峡谷地区的一种适应低海拔河谷的地方品种,历来以“香味浓,麻味重,产量高”而著称,迄今已有数百年的栽培历史^[3]。在国家“十五”科技攻关项目的支持下,该地区已建成数万亩的连片顶坛花椒生产基地,顶坛花椒林成为当地主要的人工林生态系统。分析和评价典型喀斯特峡谷区顶坛花椒林生态系统服务功能,可以促进自然资源合理开发利用,避免损

害生态系统服务功能的短期经济行为发生。

1 研究区概况

花江喀斯特峡谷是指北盘江上西起关岭县花江镇法朗河,东至贞丰、关岭和镇宁3县交界的三叉河的河谷地带,呈西北向东南走向。区内地表起伏较大,相对高差悬殊,最高海拔1 473 m,最低海拔370 m,碳酸盐类岩层分布面积占全区土地面积的78.45%,地面破碎、石漠化严重,属典型的喀斯特山区。气候类型主要为亚热带季风湿润气候,光热资源丰富,年均温18.4℃,年均极端最高气温为32.4℃,年均极端最低气温为6.6℃,年均降雨量1 100 mm,年总积温达6 542.9℃,年日照时数2 500 h以上;雨水季节分配极为不均,冬春旱及伏旱严重;全年无霜期在337天以上,地处温热河谷,河谷低地终年无霜。

基金项目:国家973项目“西南喀斯特生态系统服务功能与评估(2006CB403208)”及(2006CB403204)、黔科合院所创能[2010]4001资助

第一作者简介:李苇洁(1977—),女,硕士,助理研究员,主要从事植物学及石漠化治理方面的研究。

通讯作者:陈训,研究员,博士生导师,E-mail:chenxunke1956@163.com。

收稿日期:2009-04-16

2 研究方法及其结果

对生态系统服务的评价方法主要有两类,一类是物质量评价法,另一类是价值量评价法^[4]。根据价值量的体现形式,可以把森林生态系统服务功能的价值分为直接经济价值和间接经济价值。直接经济价值是森林的生产功能,即提供人类所需的实物(木材及林副产品等);间接经济价值是森林的生态服务功能,主要表现为森林生态系统的环境功能,如涵养水源、固土保肥、固碳制氧、净化环境等,是其服务功能价值的主体,同时也是最难以进行评价而又最容易被人们忽视的价值,对这部分价值进行定量评价,对确切评价森林的生态服务功能具有重要意义。

2.1 直接经济价值评估

森林生态系统服务功能的直接经济价值主要表现为林产品价值和游憩价值,但对顶坛花椒而言,直接经济价值只是体现在林产品价值上。林产品主要指木材、果品、药材及其他工业原材料。因此,本文对顶坛花椒林的直接经济采用市场价值法评估:

$$FP = \sum Si \times Vi \times Pi \quad (1)$$

式中:FP为区域森林生态系统木材或果品价值(万元);Si为第*i*类林分类型或果品的分布面积(hm²);Vi为第*i*类林分单位面积的净生长量或产量(kg);Pi为第*i*类林分的木材或果品价值(元/kg)。

按照“贵州省森林资源规划设计调查”2006年调查的数据研究区共有顶坛花椒林面积Si=1 786.89 hm²,研究区内的顶坛花椒林正处于盛产期,平均每株产湿椒7.5 kg,每3 kg湿椒可晒干椒1 kg^[5],当地花椒林的种植密度为833株/hm²,则研究区的顶坛花椒每公顷年产量(干椒)Vi=833×7.5÷3=2 083 kg。干椒市场价格目前为36~40元/kg,本次研究Pi=38元/kg。则:

$$FP = \sum Si \times Vi \times Pi = 1\,786.89 \times 2\,083 \times 38 = 1.41 \times 10^4 (\text{万元})$$

2.2 间接经济价值评估

2.2.1 水源涵养价值评估

森林通过林冠层、枯枝落叶层和土壤层三个水文作用层对降雨的截留、吸持,削弱了降雨侵蚀力;通过枯枝落叶和根系作用,改善土壤结构,提高了土壤的抗冲、抗蚀性能,增加土壤渗透率,延长径流形成时间,减少地表径流量;削减洪峰流量,增加枯水期流量,起良好的水源涵养作用。森林生态系统的蓄水

容量是指某一确定的林地一次性最大蓄水总量,包括林冠一次最大截留量,枯落物层最大持水量和灌草层最大持水量,由于顶坛花椒林地基岩裸露率高,林分无法达到常态地貌下的郁闭状态,加上很多林下种植了红薯和玉米等农作物,使得顶坛花椒林地水源涵养量只能以林分林草持水量和林地土壤蓄水量计算。林分林草持水量一般计算公式如下:

$$Igi = M \times A \times L \quad (2)$$

式中:Igi为林分林草持水量(t);M为单位面积林草持水量(t/hm²);L为林草持水利用率(%);A为林地面积(hm²)。

林地土壤的持水量计算公式如下:

$$Si = 10\,000 \times R \times N \times A \quad (3)$$

式中:Si为林地土壤持水量(t);R为林地土壤总孔隙度(%);N为林地土层平均厚度(cm);A同上。

综上,顶坛花椒林地涵养水源功能经济效益^[6]为:

$$V = (Igi + Si) \times P \quad (4)$$

式中:V为顶坛花椒林年涵养水源的经济价值(万元);P为单位蓄水费用(元/m³)。

本文M=833×50.115×1/1000=41.65 t/hm²(式中的50.115为花江花椒植株地上部分的持水量,引自文献[7]),A=1 786.89 hm²,L=30%^[6],R=52.5%^[7],N=31.1 cm^[8],P取0.67元/m³^[9]。那么:

$$V = (Igi + Si) \times P = 2\,939\,871.84 \times 0.67 = 196.97 (\text{万元})$$

2.2.2 固土保肥价值评估

土壤流失一方面降低了土地生产力,同时也造成江河及水库的淤积。因此,林地固土的生态功能应相当于坡耕地造成的生产力损失和淤积造成的损失。目前防止陡坡耕地土壤流失的一般工程措施为坡改梯工程,衡量土壤流失对生产力造成损失价值可用修筑梯田的造价来量度;而对淤积造成损失用控制流失泥沙量来量度。因此,林地固土价值可通过测定林地和无林地上的土壤侵蚀量来衡量^[10-14],顶坛花椒林固土价值估算为:

$$Vs = S \times (N - F) \times K \times G \quad (5)$$

式中:Vs为森林减少土壤侵蚀量的价值(万元);S为林地面积(hm²);N为耕地侵蚀模数(t/km²·a);F为林地侵蚀模数(t/km²·a);K为控制单位泥沙费用(元)G坡土整理费用(元)。

由于当地耕地的侵蚀模数为3 000 t/km²·a^[7],顶坛花椒林地侵蚀模数为989 t/km²·a^[7],K=5元/t,G

$=4\ 500\text{元}/\text{hm}^2$ ^[14],因此顶坛花椒林年减少土壤侵蚀总量的价值为:

$$V_s = 1\ 786.89 \times (3\ 000 - 989) \times 1/100 \times 5 \times 4\ 500 \\ = 8.09 \times 10^4 (\text{万元})$$

森林保肥效益仅计算氮、磷、钾3种主要矿质养分的损失量,并将土壤中纯N、P、K含量分别换算成碳酸氢铵、过磷酸钙和硫酸钾之含量。所用公式为:

$$V_i = V \times \sum_{i=1}^3 P1i \times P2i \times P3i$$

式中: V_i 为森林保肥效益的价值量(元); V 为固土量($V=S \times (N-F)$); $P1i$ 为森林土壤中氮、磷、钾含量(%),顶坛花椒林地N含量平均为0.27%、P为0.067%、K为0.02%^[5]; $P2i$ 为纯氮、磷、钾折算成化肥的比例,分别为79/14、506/162和174/78^[11]; $P3i$ 为各类化肥在当地的销售价(元/t),磷酸氢铵、过磷酸钙和硫酸钾三种化肥的平均售价分别按286元/t、365元/t和365元/t计^[12]。

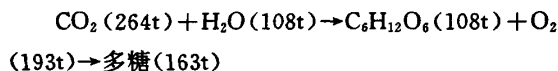
根据上述参数计算,顶坛花椒林年保肥效益价值为: $V_i=19.0$ (万元)。

因此,顶坛花椒林固土保肥的效益为:

$$V_s + V_i = 8.09 \times 10^4 + 19.0 = 8.09 \times 10^4 (\text{万元})$$

2.2.3 固碳释氧价值评估

生态系统通过光合作用和呼吸作用与大气交换 CO_2 和 O_2 ,从而对维持大气中 CO_2 和 O_2 的动态平衡起着不可替代的作用。根据光合作用反应方程式:



可知,植物每生产1t干物质需要1.63 t CO_2 ,释放1.2 t O_2 ,根据研究区域内林分年净生长量,可算出各林分每年所固定的 CO_2 量和释放 O_2 量,再使用造林成本法和碳税法^[13]可估算出固定 CO_2 的价值,使用造林成本法和工业制氧影子价格法可估算出森林释放 O_2 的价值^[13]。

由于顶坛花椒每667 m²生物量为696 kg^[9],由上分析可知,顶坛花椒林每年可固定 CO_2 量为:

$$V_c = 1.63 \times 696 \times 15 \times 1\ 786.89 = 30\ 407.9\text{ t}$$

又由于顶坛花椒林释氧量 $V_o=1.2 \times 696 \times 15 \times 1\ 786.89=22\ 386.2\text{ t}$,固碳造林的成本为273.3元/t,我国森林生产氧气的成本为369.7元/t,则可得顶坛花椒林固碳释氧总价值为 1.7×10^3 万元。

3 结论与讨论

根据以上评价结果,得出花江喀斯特典型峡谷区顶坛花椒林服务功能总价值为 9.69×10^4 万元,其中直接经济价值 1.41×10^4 万元,间接经济价值 8.28×10^4 万元,间接经济价值是直接经济价值的5.87倍。特别是在间接经济价值中,林分固土保肥的效益最大,充分说明了顶坛花椒林冠截留作用减轻了雨滴和地表径流对林地的侵蚀,且这种价值对人类的贡献比林副产品提供的价值更为显著。所以,经营顶坛花椒林的价值,绝不仅仅是对森林产品价值上的保护,更重要的是对林分生态效益价值的保护。

由于受科学技术水平、计量方法、资料数据和研究手段的限制,目前无法对该人工生态系统服务功能进行十分确切的评价,本研究引用的指标体系并不能完全精确反映峡谷区生态系统功能的真实状况,没有对花江喀斯特峡谷顶坛花椒林改良土壤、净化大气、气候调节等其他功能进行了评价,仅对顶坛花椒林的林副产品经济价值、水源涵养、固碳制氧和固土保肥服务功能进行了评估,因此,对花江喀斯特峡谷区顶坛花椒林生态系统服务功能的评价也只是局部的,其价值体现仍然是不完全的。即使这样,这几项评估数值依然清楚地说明了花江喀斯特峡谷区的顶坛花椒林生态系统在维系和促进当地社会经济发展及改善喀斯特峡谷生态环境的巨大作用,这一结论将有助于人们对峡谷区顶坛花椒林生态价值的了解,为当地生态环境保护政策的制定提供参考。

参考文献

- [1] 余新晓,鲁绍伟,靳芳,等.中国森林生态系统服务功能价值评估[J].生态学报,25(8):2097-2099.
- [2] 石瑾,张培栋.甘肃子午岭森林生态系统服务功能及其价值评估[J].林业经济,2007,10:68-71.
- [3] 屠玉麟,韦昌盛,左祖伦,等.花椒属一新变种——顶坛花椒及其品种的分类研究[J].贵州科学,2001,19(1):77-80.
- [4] 赵景柱,肖寒,吴钢.生态系统的物质与价值量评价方法的比较分析[J].应用生态学报,2000,11(2):290-292.
- [5] 何藤兵,刘元生,李天智,等.贵州喀斯特峡谷水保经济植物花椒土壤特性研究[J].水土保持学报,2000,14(2):55-59.
- [6] 杨建波,王利.退耕还林生态效益评价方法[J].中国土地科学,2003,17(5):54-58.
- [7] 张晓珊,任朝辉.贵州喀斯特峡谷退耕还林示范区生态经济效益监测与评价初探[J].贵州林业科技,2006,34(4):42-46.

(下转第161页)

Study on the dynamic change of eco-footprints in Guizhou karst areas

YANG Ting-feng

(Kaili University, Kaili, Guizhou 560000, China)

Abstract: In order to quantitatively discover the human social and economic activity effecting the dynamic change of natural environment in Guizhou karst area, the regime and structural conditions of the eco-footprints are analyzed by means of quantitative research methods of eco-footprints model according to history data from 1978 to 2008. The results show that per capita eco-footprints in Guizhou Province is on the increase in the research period and exceed the national average from 1997. And the long-time average annual major consumption focuses in three kinds of footprints: fossil fuel land and farmland as well as grassland. The eco-footprints for each 10,000 Yuan of GDP keep decreasing from 1978 to 2008, but the average for many years is still 2.3 times higher than the national average. In light of the above account, 6 related regulative countermeasures are put forward, 1) enhance the efficiency of the existing resources and establish perfect management system; 2) positively use advanced technology and enhance natural system productivity; 3) govern and restore karst ecosystem and protect agro-ecosystem; 4) control population quantity and improve the population quality; 5) develop hydro energy and low-carbon economy, save energy and adjust energy structure; 6) actively enlarge regional contact and cooperation to promote trade with other regions.

Key words: eco-footprint; dynamic change; sustainable development countermeasure; low-carbon economy; agro-ecosystem; energy structure; karst areas; Guizhou

(上接第154页)

- [8] 李安定, 卢永飞, 韦小丽, 等. 花江喀斯特峡谷地区不同小生境土壤水分的动态研究[J]. 中国岩溶, 2008, 27(1): 56-62.
- [9] 靳芳, 鲁绍伟, 余新晓, 等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J]. 应用生态学报, 2005, 16(8): 1531-1536.
- [10] 朗奎建, 李长胜, 殷有, 等. 林业生态工程10种森林生态效益计量理论和方法研究[J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(1): 1-7.
- [11] 赖景生. 西南地区农业结构调整优化的生态目标分析[J]. 农村经济, 2004, 8: 5-7.
- [12] 李秉略, 刘明礼. 贵州防护林生态效益评估及现实支付能力分析[J]. 贵州林业科技, 2007, 35(1): 43-47.
- [13] 张永明. 云南轿子山自然保护区森林生态系统服务功能及其价值初步研究[J]. 林业建设, 2008, 5: 20-24.
- [14] 张晓珊, 周红, 周军, 等. 贵州省退耕还林工程生态效益阶段评价研究[J]. 贵州林业科技, 2008, 36(2): 1-6.

Value evaluation on the eco-services function of *Zanthoxylum planispinum* var. *dingtanensi* woods in Huajiang Karst Valley

LI Wei-jie¹, WANG Ting-mei², WANG Gui-ping³, CHEN Xun⁴

(1. Research Center of Karst Resource Environment and Development, Guizhou Academy of Sciences, Guiyang, Guizhou 550001, China;

2. Water Conservancy Bureau of Bijie city, Bijie, Guizhou 551700, China; 3. Guiyang Forest Science and Technology

Popularization Station, Guiyang, Guizhou 550001, China; 4. Guizhou Academy of Sciences, Guiyang, Guizhou 550001, China)

Abstract: In this paper, the eco-services function of *Zanthoxylum planispinum* var. *dingtanensi* woods in Huajiang Karst Valley are studied by means of interrelated theory and methods. The results indicate that the total annual services value of *Zanthoxylum planispinum* var. *dingtanensi* woods in Huajiang Karst Valley is up to 96.9 billion yuan RMB, including 14.1 billion yuan RMB direct value and 82.8 billion yuan RMB indirect values, indirect values is 5.87 times more than direct values. In the three indirect service items, the order of indirect value is below: soil and nutrient conservation > C fixation and O₂ release > water storage, the evaluation date shows that *Zanthoxylum planispinum* var. *dingtanensi* woods ecosystem plays a significant role in the environment protection in Huajiang karst valley.

Key words: karst; *Zanthoxylum planispinum* var. *dingtanensi* woods; eco-services function; value evaluation; Huajiang, Guizhou