

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2016.04.010

光雾山彩叶林旅游生态系统服务功能价值评估

何方永

(成都大学旅游与经济管理学院,四川 成都 610106)

摘要:以光雾山彩叶林区为研究对象,对彩叶林旅游生态系统服务功能进行价值评估。结果表明:研究区森林生态系统服务功能总价值为 13.12×10^8 元,彩叶旅游生态系统服务功能总价值为 0.97×10^8 元。生态系统服务功能价值大小关系为:固碳释氧>森林游憩>涵养水源>土壤保持>生物多样性>林副产品>净化大气。研究区的生态系统服务功能价值及游憩价值低于同类型或同区域森林生态系统。

关键词:光雾山;彩叶林;生态系统服务功能;价值评估

中图分类号:F307 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2016)04-0047-05

Evaluation of Tourism Ecosystem Service Values of the Color-leaf Forest in the Guangwu Mountain

HE Fang-yong

(School of Tourism, Economic and Management, Chengdu University, Chengdu 610106, Sichuan, China)

Abstract: This paper focuses on the color-leaf forest in the Guangwu mountain and evaluate its tourism ecosystem service values. The results have shown that the total value of forest landscape of the study area is 13.12×10^8 Yuan and the total value of color-leaf forest landscape is 10.97×10^8 Yuan. The values of the different functions are in order of carbon fixation and oxygen release > forest recreation > water conservation > soil conservation > biodiversity conservation > forestry byproducts > air cleaning. Both the evaluation of tourism ecosystem service values and forest recreation value are lower than other ecosystems with the same type or in the same region.

Key words: The Guangwu Mountain, Color-leaf forest, Ecosystem service function, Value evaluation

联合国千年生态系统评估将生态系统服务功能定义为人类从各生态系统中取得的效益,包括供给功能、调节功能、支持功能和文化功能等。生态系统服务功能的经济价值评估是人类科学认识自然环境资源稀缺性、正确处理人与自然关系的重要基础。近30年来,生态系统服务功能价值评估一直是生态学领域的热点问题。作为地球上最大的生态系统,森林生态系统服务功能强大。但是,随着森林游憩活动的兴起,森林资源环境破坏加剧、森林生态系统

失衡突出,将森林视为大自然无偿赐予的“零成本”旅游资源加以无限制开发的现象频发。彩叶林是一种旅游价值较高的森林景观,四川南江光雾山秋季彩叶森林景观是川东北秦巴山区品质最高、知名度最大的森林旅游资源之一,在秦巴山区旅游经济增长与消除区域贫困中意义重大。对光雾山彩叶森林景观生态系统服务功能的经济价值进行科学评估,是彩叶森林旅游可持续发展、区域生态旅游规划的决策依据。

收稿日期:2016-06-29

基金项目:四川省农村发展研究中心资助项目(CR1306)。

作者简介:何方永(1975-),女,重庆合川人,在读博士,副教授,研究方向:旅游可持续发展。E-mail:657187310@qq.com

1 研究区概况

研究区地处四川盆地东北部边缘米仓山南麓,行政上属四川省巴中市南江县,地理坐标为东经 $106^{\circ}38'50'' \sim 107^{\circ}05'56''$,北纬 $32^{\circ}31'12'' \sim 32^{\circ}44'29''$,与陕西南郑县、四川广元市旺苍县等相邻。由光雾山风景名胜、米仓山国家森林公园、大小兰沟自然保护区组成。研究区以中山山地与山间盆地地貌为主,属北亚热带山地湿润季风气候四川盆地东北边缘区,在四川植被分区中位于川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带、川东盆地偏湿性常绿阔叶林亚带、盆地北部中山植被地区、米仓山植被小区。研究区地处川渝陕生态旅游金三角地带,生态环境古朴原始,秋季彩叶景观规模大、美学质量高,属于国内同类旅游资源的优势者,海拔 $1\ 300\text{ m} \sim 2\ 000\text{ m}$ 区域为彩叶景观集中的区域,主要彩叶植物种类为水青冈、栎类、桦木及人工林日本落叶松。

2 研究方法 with 数据

2.1 彩叶景观规模特征

本文所称“彩叶林景观”特指秋季彩叶森林景观,即在秋季树叶的颜色从春夏季的绿色转变为非绿色且能持续至少 10 d 以上的森林景观。利用景观格局分析得知研究区的有林地面积 $56\ 575\text{ hm}^2$,景观百分比为达到 98.45% ,其中彩叶景观占 $46\ 998\text{ hm}^2$,占整个森林景观的 83.07% ,占整个研究区的 81.7897% ,表明研究区森林覆盖率较高,生态环境优良,彩叶森林景观是研究区优势景观。

2.2 评价方法

参考我国林业行业标准《森林生态系统服务功能评估规范》与光雾山彩叶林景观的旅游特色,将彩叶景观的服务功能划分为生态功能与经济功能两大类,生态功能包括固碳释氧、涵养水源、土壤保持、净化环境、维持生物多样性等,经济功能则包括其林副产品价值、游憩价值等。各项功能的服务价值评估方法如下:

2.2.1 固碳释氧价值评价方法

森林植被在光合作用中以 CO_2 为原料,释放 O_2 ,具有固定和储藏碳的功能,对调节大气质量、改善人类生存环境质量意义重大。利用蓄积转换法计

算固碳释氧量,因为蓄积量集中反映了森林中林分的年龄、立地条件、气候等因子,众多研究也表明林分蓄积及生物量之间有着良好的回归关系,利用森林普查中获取的蓄积量资料转换成生物量: $B = a \cdot V + b$,(B 为每公顷生物量, v 为公顷蓄积, ab 为参数)(方精云,2005)。根据植物光合作用方程式,植物每生产 1 g 干物质可以消耗 1.63 gCO_2 并释放出 1.2 gO_2 ,光雾山彩叶森林植物的固碳与释氧价值计算公式为:

$$V_{\text{碳}} = B_{\text{碳}} \times C_{\text{碳}} = 0.27 \times 1.63 \times \left(\sum V_i K_i R_i + \sum P_i S_i \right) \times C_{\text{碳}} \quad (1)$$

$$V_{\text{氧}} = B_{\text{氧}} \times C_{\text{氧}} = 1.20 \times \left(\sum V_i K_i R_i + \sum P_i S_i \right) \times C_{\text{氧}} \quad (2)$$

式中: $V_{\text{碳}}$ 和 $V_{\text{氧}}$ 分别为固碳、释氧价值($\text{元} \cdot \text{a}^{-1}$), $B_{\text{碳}}$ 和 $B_{\text{氧}}$ 分别为年固定 CO_2 量和年释放 O_2 量($\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$); V_i 为各树种对应的蓄积年生长量($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$); K_i 为各树种蓄积量的年增长率; R_i 为各树种蓄积量与生物量的转换系数($\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$); P_i 为竹林、经济林、灌木林的生产力($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$); S_i 为竹林、经济林、灌木林的面积(hm^2); $C_{\text{碳}}$ 表示固碳成本($\text{元} \cdot \text{t}^{-1}$)。制氧价值综合造林成本法和工业制氧影子价格法。

2.2.2 涵养水源价值评价方法

森林植被强大的林冠层、发达的根系和落叶层可以拦截降水,森林土壤可以贮留水分以补充地下水。运用水量平衡法计算光雾山彩叶森林景观水源涵养量,计算公式为:

$$W = (R - E)A = \theta RA \quad (3)$$

式中: W 为涵养水源量($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$); R 为平均降雨量($\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$); E 为平均蒸发量($\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$); A 为研究区域面积(hm^2); θ 为径流系数。采用影子工程法计算森林涵养水源的价值: $V_w = L \times W \times C$,式中: V_w 为森林水源涵养价值; L 为发展阶段系数; W 为水源涵养量, C 为水库工程费用。

2.2.3 土壤保持价值评价方法

研究区森林覆盖率高,彩叶景观规模大,可以大大减少地表土壤侵蚀程度和肥力流失即具有良好的土壤保持功能。此处重点评估其在减少土地废弃、减轻泥沙淤积价值和保持土壤肥力方面的经济价值。

(1)减少土地荒弃的价值

首先计算土壤保持量即土壤在无任何植被覆盖情况下的最大侵蚀量, $U_{\text{固土}} = A \times X$, 式中, $U_{\text{固土}}$ 为土壤保持量, X 为不同景观(林分)类型土壤侵蚀模数。再用机会成本法计算因土地废弃而失去的年经济价值。

$$V_{\text{废}} = \frac{U_{\text{固土}} \times B}{0.6 \times 10\,000 \times \rho} \quad (4)$$

式中: $U_{\text{废}}$ 为减少土地废弃的经济效益(元·a⁻¹); B 为林业年均收益; 0.6 为土壤表土平均厚度; ρ 为土壤容重, 取 1.18 t·m⁻³。

(2) 减轻泥沙淤积经济价值

森林植被可以减少土壤侵蚀而降低泥沙淤积带来的经济损失。根据我国重要流域的泥沙运动规律, 全国约有 24% 因土壤流失的泥沙淤积于江河、湖泊等水域, 采用影子工程法计算光雾山彩叶景观减轻泥沙淤积的价值:

$$V_n = 24\% \times C \times A_c / \rho \quad (5)$$

式中: V_n 为减轻泥沙淤积的经济效益; A_c 为土壤保持量(hm²); C 为水库工程费用。

(3) 保持土壤肥力价值

森林生态系统可以降低土壤侵蚀从而减少土壤养分的流失, 这里主要考虑被称为土壤养分 3 要素的氮(N)、磷(P)、和钾(K)。采用影子价格法对该部分产生的经济价值进行评估, 计算公式为:

$$V_{\text{肥}} = \sum A_c C_i P_i \quad (6)$$

式中 $V_{\text{肥}}$ 为保护土壤肥力价值; A_c 为土壤保持量; C_i 为土壤中 N、P、K 含量; P_i 为 N、P、K 化肥的市场价格。

2.2.4 净化大气质量价值评价方法

森林植物能将大气中的二氧化硫、氮氧化物、粉尘等有毒物质吸收、过滤, 并产生负氧离子、萜烯类物质等有益人体健康的物质, 可有效提高空气质量(李少宁, 2007)。利用市场价值法对 SO₂ 净化和阻滞粉尘两主要净化功能进行估算。

$$V_{\text{SO}_2} = \sum K_{s_i} A_i C_{s_i} \quad (7)$$

$$V_{\text{尘}} = \sum K_{c_i} A_i C_{c_i} \quad (8)$$

式中: $V_{\text{尘}}$ 表示彩叶景观生态系统滞尘的价值(元·a⁻¹); K_{c_i} 为第 i 种彩叶景观生态系统的滞尘能力(t·hm⁻²·a⁻¹); A_i 为第 i 种生态系统的面积(hm²); V_{SO_2} 表示彩叶景观生态系统吸引 SO₂ 的价值; K_{s_i} 为第 i 种彩叶景观生态系统吸引 SO₂ 的能力; C_{s_i} 为消

减为削减单位 SO₂ 的工程费用; C_{c_i} 为削减单位粉尘的成本。

2.2.5 生物多样性保育价值评价方法

生物多样性是地球生命持续存在的基本条件, 是人类社会可持续发展的基础。森林是生物栖息繁衍的重要场所, 是全球生物多样性的核心区域, 对保育生物多样性具有重要功能。对光雾山彩叶景观的生物多样性保育价值直接测算存在一定的困难, 因此彩用森林维护成本来估算该项价值。

2.2.6 林副产品价值评价方法

森林物产丰富, 为人类提供了大量的林副产品, 如木材、药材、食物等, 采用市场价值法对林产品和林副产品的经济价值进行评估并主要核算经济林的价值。

2.2.7 森林游憩价值评价方法

光雾山彩叶景观具有极高的美学价值和良好的生态环境, 具备为人类提供休息、疗养、娱乐等的游憩功能。彩叶森林景观是一种特殊的环境公共商品, 采用以资源经济学为基础的旅行费用法评估其游憩价值较为适宜, 旅行费用法评价的基本程序是对到访某一目的地的游客进行调查, 询问他们到此旅游的花费和频率, 据此可以建立起该目的地的旅游需求, 而该目的地的价值就等于需求曲线下方的面积即旅游地游憩价值等于总旅行费用与消费者剩余之和。

3 结果与分析

3.1 固碳释氧价值评估

根据前人研究成果, 各树种蓄积量的年增长率 K_i , 杉木为 10.54%、松木为 5.47%、阔叶树为 4.27% (许纪泉, 2007); 各树种蓄积量与生物量的转换系数 R_i , 杉木为 0.54、松木为 0.56、阔叶树为 1.72; 竹林、经济林、灌木林的生产力分别为 17.16、7.09、4.18 (范繁荣, 2006); 碳的价格为 1 200 元·t⁻¹, 制氧价值综合造林成本法和工业制氧影子价格法, 我国的造林成本为 352.93, 国际工业制氧成本约为 400 元·t⁻¹, 取二者的平均值 376.15 元·t⁻¹ 为制氧价格。计算得出光雾山森林景观固碳价值为 25 714.8916 万元, 释氧价值约为 27 253.4075 万元, 总价值为 52 968.299 万元, 其中彩叶景观的固碳价值与释氧价值分别为 21 189.9363 万元、

22 171.0749万元。

3.2 涵养水源价值评估

研究区气候属北亚热带湿润季风气候四川盆地东北边缘区,年均降雨量1 451 mm,年均蒸发量约776.4 mm,水库库容价格为6.1107,发展阶段系数取0.15。经计算得研究区森林涵养水源价值为15 896万元,彩叶森林景观的涵养水源价值约为13 205万元。

3.3 土壤保持价值评估

(1)减少土地荒弃的价值

我国的土壤研究表明,无林地土壤侵蚀模数为 $150 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \sim 350 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,取平均值200,有林地的土壤侵蚀模数取李长荣关于森林生态系统服务功能计算的基本参数表中的数据(李长荣,2008),其值阔叶林为5.8,针叶林5.99,灌木4.29,其中乔木林取阔叶林与针叶林的平均值5.895。林业年均收益取 $282.17 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$,土壤容重取 $1.18 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$ 。可计算出研究区森林降低土壤废弃价值44.3276万元,彩叶林景观的降低土壤废弃价值为36.3529万元

(2)减轻泥沙淤积经济价值

根据1988年~1991年全国水库建设投资测算认为,每建设 1 m^3 库存需投资成本费0.67元,经计算研究区减轻泥沙淤积的经济效益为14 530.45万元。

3)保持土壤肥力价值

土壤中N、P、K的含量采用野外调查所得数据,取淋溶层与腐殖层平均值分别为: $193.4022 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $28.7236 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $67.7524 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,其市场价格分别为2 880元、2 880元、2 350元。计算得保持土壤肥力价值为8 886.0982万元,彩叶景观保持土壤肥力价值为7 287.4658万元。

3.4 净化环境价值评估

采用国家发展与改革委员会等四部委2003年第31号令《排污费征收标准及计算办法》排污费收费标准,一般性粉尘排污收费标准为 $0.15 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$, SO_2 为 $1.20 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。根据国家环保总局南京环境科学研究所编写组在《中国生物多样性国情研究报告》中采用的 SO_2 平均治理费用方法,森林对 SO_2 的吸引能力,阔叶林为 $88.65 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,针叶林为 $215.6 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,针阔混交林依据其组成按比例计算,灌木按阔叶林的一半为标准计算。对

于吸烟滞尘能力,阔叶林为10.20,针叶林为33.20($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)。计算得出研究区森林吸收 SO_2 的价值为569.7999万元,其滞尘价值为8.7909万元,总价值为578.5908万元。彩叶景观吸收 SO_2 和滞尘的价值分别为497.3818196万元、7.6524万元,共计505.0342万元。

3.5 生物多样性保育价值评估

根据南江县林业局森林资源普查数据,自1998年天然林保护工程实施以来至2008年,以研究区为主体的北部天然林区累计完成投资约5 777.8万元。因此,研究区的生物多样性保育价值约为5 777.8万元,彩叶林景观的生物多样性保育价值约为4 984.320万元。

3.6 林副产品价值评估

根据研究区南江县林业局相关资料(2008年),林区林副产品以木耳、香菇、核桃、生漆、板栗、油桐为大宗产品年产板栗72 t,油桐1 925 t,生漆11 t,核桃450 t,木耳18 t,以及杜仲、黄柏、厚朴等名贵中药材,产值约4 344万元,其中板栗、核桃、厚朴等为彩叶景观,估测彩叶景观的林副产品价值约为1 999.8万元。

3.7 森林游憩价值评估

根据旅行费用法划分客源区的同心圆法,并参照行政区划,将光雾山客源市场确定为广元、巴中、南充、广安、遂宁、达州、绵阳、成(都)资(阳)眉(山)德(阳)区、川南片区、西安、重庆、雅安等。利用旅行费用法可计算出研究区彩叶景观游憩总价值37 575.729万元。根据研究区所在地林业及旅游主管部门提供数据,研究区秋季彩叶林期间的游客量与旅游收入约占全年度的90%,因此可估算出整个研究区的森林游憩价值为41 750.81万元

3.8 彩叶景观服务功能总价值

研究区森林景观服务功能总价值为上述固碳释氧价值、涵养水源价值、净化环境价值、生物多样性保育、提供林副产品价值以森林游憩价值之和。研究区森林景观服务功能总价值为131 188.098万元,彩叶景观总价值为109 735.361万元。森林景观服务功能价值大小关系为:固碳释氧>森林游憩>涵养水源>土壤保持>生物多样性>提供林副产品>净化环境(表1),净化环境功能价值相对较小与仅选择两项指标参与测算有关。固碳释氧和森林游憩是研究区森林景观服务功能的主要价值。彩叶景观

服务功能价值大小关系与研究区森林景观各项服务 功能价值大小关系一致。

表 1 研究区景观服务功能评估结果

服务功能	森林景观			彩叶林景观		
	经济价值 /(万元·hm ⁻² ·a ⁻¹)	单位价值 /(万元·a ⁻¹)	价值比例 (1/%)	经济价值 /(万元·hm ⁻² ·a ⁻¹)	单位价值 /(万元·a ⁻¹)	价值比例 (2/%)
固碳释氧	52968.299	0.936	40.376	43361.011	0.766	33.053
涵养水源	15896.000	0.281	12.117	13205.000	0.233	10.066
土壤保持	9872.598	0.175	7.526	8104.466	0.143	6.178
净化大气	578.591	0.010	0.441	505.034	0.009	0.385
生物多样性	5777.800	0.102	4.404	4984.320	0.088	3.799
林副产品	4344.000	0.077	3.311	1999.800	0.035	1.524
森林游憩	41750.810	0.738	31.825	37575.729	0.664	28.643
总计	131188.098	2.319	100.000	109735.361	1.940	83.647

将研究区与其他区域森林生态系统(服务功能价值及森林游憩价值(均为2007年~2010年的测算值)进行比较(表2),可以看出,研究区的生态服务功能价值仅高于祁连山国家级自然保护区,而游憩价值显著地低于其他森林生态系统,其中贵州百里杜鹃风景名胜区的生态旅游吸引力与研究区有相似之处,即生态旅游资源的季节性。但百里杜鹃景区的游憩价值是研究区的近190倍,与九寨沟相比,

其游憩价值几乎可以忽略不计。虽然由于计算方法、时间、生态系统所处地域等存在差异而导致价值测算误差,以及各生态系统中生态旅游吸引力的悬殊,但与同级别生态系统比较,仍差距明显,因此在一定程度上反映研究区景观服务的生态功能与游憩功能有待提高。因此,加强景区彩叶景观及其森林生态环境调控,增强森林景观生态服务功能,提升游憩价值十分必要。

表 2 研究区与其他森林生态系统景观服务功能比较

比较对象	S1	S2	S3	S4	S5	S6
单位价值/(万元·a ⁻¹)	2.3188	29.19	7.1231	1.8263	5.0955	2.3037
比较对象	S1	S2	S7	S8	S9	S10
游憩价值/(万元·hm ² ·a ⁻¹)	0.738	6.1024	751.4522	223.8933	136.7273	9.2734

注:S1 研究区 S2 神农架国家级自然保护区 S3 武夷山国家级自然保护区 S4 祁连山国家级自然保护区 S5 武陵源国家级自然保护区 S6 福建戴云山国家级自然保护区 S7 九寨沟国家级自然保护区 S8 湖南天际岭国家森林公园 S9 贵州百里杜鹃风景名胜区 S10 天目山国家级自然保护区(各比较对象的测算年度均位于2007年~2010年间)。

参考文献:

- [1] 国家林业局. 森林生态系统服务功能评估规范[G]. 北京: 国家林业局, 2008.
- [2] 方精云, 徐嵩龄. 我国森林植被的生物量和净生产量[J]. 生态学报, 1996, 16(5): 497~508.
- [3] 李娜, 潘文. 用旅行费用区间分析法评估神农架自然保护区游憩价值[J]. 生态经济, 2010, (1): 35~41.
- [4] 靳芳, 张振明, 余新晓, 等. 甘肃祁连山森林生态系统服务功能及价值评估[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(1): 53~57.
- [5] 刘永杰, 王世畅, 彭皓, 等. 神农架自然保护区森林生态系统服务价值评估[J]. 应用生态学报, 2014.
- [6] 许纪泉, 钟全林. 武夷山自然保护区森林生态系统服务功能价值评估[J]. 林业资源管理, 2007, 31(3): 77~81.
- [7] 潘勇军, 康文星, 田大伦. 武陵源森林生态系统服务功能及其效益评估[J]. 湖南林业科技, 2005, 32(1): 29~32.
- [8] 梁美霞. 福建戴云山自然保护区生态系统服务价值评估[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(1): 263~268.
- [9] 吴小旋, 张合平, 田红灯. 天际岭国家森林公园游憩价值评估[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(10): 113~115.
- [10] 刘亚萍. 百里杜鹃风景名胜区游憩价值和煤炭价值的估算及比较[J]. 资源科学, 2009, 31(8): 1438~1446.
- [11] 尤建林. 天目山自然保护区森林游憩价值评估方法研究[D]. 浙江林学院, 2009.