

川西天然林生态服务功能的经济价值

石培礼¹, 李文华¹, 何维明², 谢高地¹

(1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875)

摘 要: 生态服务价值既是实施生态系统保育和管理、建立合理生态补偿机制的基础, 也是全球经济的重要组成部分。作者根据四川省 1995 年森林资源统计资料和其它有关文献, 按照 Costanza 的生态服务功能系统初步估算了四川西部天然林生态系统的 17 类生态服务价值。川西天然林生态服务功能总价值为 $46.84 \times 10^8 \text{ USD/a}$ 其中生态效益、经济效益和社会效益分别占 77.51%, 17.10% 和 5.39%, 这反映了天然林生态系统具有极显著的生态功能。在生态效益方面, 气体调节、侵蚀控制和层积物保持、养分循环、废弃物处理价值等生态功能尤其明显。川西天然林生态服务价值占全国总价值的 0.52%, 但气体调节和遗传资源对全国生态服务功能的贡献很高, 分别为 2.25% 和 2.76%。由于天然林生态系统具有许多不确定性以及方法上的不成熟, 因而本文得到的川西天然林生态服务价值只是一个保守的、较低的估计值。

关键词: 四川西部; 天然林; 生态服务功能; 经济价值

中图分类号: S718.56

文献标识码: A

1 引言

生态服务功能 (Ecosystem services) 是指自然生态系统及其物种共同支撑和维持人类生存的条件和过程^[1]; 它能够比较清晰地描述人类对生命支持系统的依赖性, 为人们评价各种技术和社会经济发展方式的长远影响提供了一种参考, 以防止和减少自我毁灭性的经济和社会活动^[1, 2]。1997 年, 生态服务功能研究领域发生了两件重要事情, 一是 Daily 主编的“*Nature's Services: Social Dependence on Natural Ecosystems*”出版^[1], 二是 Costanza 等^[3]在 Nature 上发表的论文。事实上, 关于生态服务功能的具体的定量评价和知识依然非常匮乏, 方法论至今发展缓慢, 远远落后于社会的实际需要; 没有定量的生态服务功能价值常常不能有效地约束人们的各种行为和活动^[1, 2, 4]。因此, 生态服务功能价值化已成为近年来国外研究的一个热点^[2]。

长江流域在自然资源、经济、社会和国家发展战略方面的明显优势和在生态环境方面所面临的严峻危机使其成为中国毫无争议的关键生态区之

一^[5, 6]。长江流域的自然资源主要集中在上游; 上游也是整个流域许多生态环境问题发生的主要根源区; 天然林在长江上游森林生态系统中始终处于基础和主体地位, 在减缓自然灾害、维护生态安全和社会经济可持续发展中发挥着不可替代的保障和天然屏障作用^[6, 7]。川西天然林是长江上游天然林的核心组成部分, 被誉为长江流域的“水塔”^[8], 它在生态环境安全和社会经济可持续发展中的屏障作用不言而喻。

尽管长江上游天然林生态系统的重要性和生态服务功能正逐渐被我国政府、科学界和公众所认识, “天然林保护工程”已经实施了两年多, 但目前对川西天然林生态服务功能及其对生命支持系统的贡献仍缺乏定量资料。有幸的是, 近年来国内已开展了一些生态服务功能量化研究^[9~13], 这些成果为作者开展这方面研究提供了许多有价值的借鉴和参考。本文通过对川西天然林生态服务功能的初步估算, 至少给出其生态服务功能价值的近似值, 期望能为长江上游天然林保育、合理生态补偿机制建立和生态系统管理提供必要的本底资料和依据。

收稿日期: 2001-08-28; 改回日期: 2001-11-10。

基金项目: 中科院地理科学与资源研究所知识创新工程项目“陆地生态系统服务功能与价值研究”(CX10G-C00-01-02)资助。

作者简介: 石培礼(1969-), 男(汉族), 重庆市人, 副研究员, 博士, 主要从事森林生态学和植物生理生态学研究。Email: shipli@gsir.ac.cn。

2 方法

2.1 天然林资料获取和研究范围

本文根据四川省 1995 年森林资源统计资料所提供的天然林数据^[4], 获得天然林面积和蓄积量数据。研究范围为四川西部(简称川西), 行政区划具体包括甘孜藏族自治州、阿坝藏族羌族自治州、凉山彝族自治州、攀枝花市、雅安地区、乐山市、眉山地区、德阳市和成都市。

2.2 天然林生态服务功能的划分

为便于与国内已有的研究进行比较, 在本文中作者采用了 Costanza 等(1997)的生态服务功能和功能分类方法^[3], 详见表 1。

2.3 生态服务功能价值量估算

根据四川森林确定的川西天然林主要树种, 蒋延玲和周广胜^[11]所估算的中国 38 种主要森林的 14

类生态服务功能价值和陈仲新等^[12]所估算的中国生态系统的 17 类生态服务功能价值获得天然林某一类生态服务功能的单位价值(即, 单位时间、单位面积生态系统的价值), 将天然林的面积乘以某类生态服务功能的单位价值便可得到该类生态服务功能的总价值量, 然后将各类生态服务功能价值相加便可得到川西天然林生态服务功能总价值。

3 结果

3.1 天然林状况

在川西 3 130 953 hm² 的天然林中, 近熟林面积所占比例最小, 而中龄林面积所占比例最大, 其它三组天然林面积所占的比例很接近(表 2)。就森林蓄积量而言, 成熟林和过熟林的蓄积量占总蓄积量的 76%; 尽管幼龄林的面积占总面积的 22.81%, 但其蓄积量仅为总蓄积量的 4.27%(表 2)。

表 1 Costanza 等划分的 17 类生态服务功能和生态功能
Table 1 The 17 items of ecological services and functions of ecosystem according to Costanza's (1997)

序号	生态服务功能	生态功能	举例
1	气体调节	大气化学成分调节	CO ₂ /O ₂ 平衡、O ₃ 防护 UV—B 和 SO _x 水平
2	气候调节	调节全球温度、降水以及其它受生物影响的全球或局部气候过程	温室气体调节、影响云形成的硫化甲酯生成
3	干扰调节	生态系统应对环境波动的容纳、延迟和整合能力	防止风暴、控制洪水、干旱恢复以及其它由植被控制的生境对环境变化的反应
4	水分调节	调节水文过程	为农业、工业或运输等提供水分
5	水分供给	水分的保持和储存	由集水区、水库和含水层供给水分
6	侵蚀控制和层积物保持	生态系统内的土壤保持	保持防止风蚀、径流和其它运移过程, 把淤泥保存在湖泊和湿地中
7	土壤形成	成土过程	岩石风化和有机物的积累
8	养分循环	养分存储、内循环、转化和获取	固氮和 N、P 和其它元素或养分循环
9	废弃物处理	移动性养分的恢复、过剩或有毒物质的转移或分解	废弃物处理、污染控制和解除毒性
10	传粉	植物配子的移动	为植物种群的繁殖提供传粉者
11	生物控制	调节种群的营养级动态	关键捕食者对猎物种类的控制、顶级捕食者使草食动物数量消少
12	庇护	为定居和临时种群提供生境	为迁徙种提供繁育和栖息地、为当地种提供区域栖息地或越冬场所
13	食物生产	总初级生产中可作食物的部分	鱼、猎物、作物、果实的捕获与采集, 给养农业或渔业生产
14	原材料	总初级生产中可作原材料的部分	木材、燃料和饲料的生产
15	遗传资源	独有生物材料和产品来源	药物、材料科学产品、抗植物病原和作物害虫的基因、装饰物种
16	休闲	提供休闲娱乐机会	生态旅游、钓鱼运动和其它户外娱乐活动
17	文化	提供非商业用途机会	生态系统的美学、艺术、教育、精神和科学价值

表2 川西天然林不同林龄组的面积和蓄积量状况¹⁾

Table 2 The area and stands stock of western Sichuan natural forest at different age class

年龄级 Age class	面积 Area (hm ²)	蓄积量 stands stock (m ³)	占总面积的百分比 Percentage of total area (%)	占总蓄积量的百分比 Percentage of total stands stock (%)
幼龄期 young age	714240	20783615	22.81	4.27
中龄期 Middle age	773 292	57332738	24.70	11.79
近熟期 pre-mature	313260	38119884	10.00	7.84
成熟期 mature	671911	160407695	21.46	32.98
过熟期 over-mature	658250	209702746	21.03	43.12
合计 Total	3 130953	486346678	100.00	100.00

1) 林龄组的划分标准参见森林资源调查主要技术规定, The standard for age class classification is according to the major technique criterion of forest resource investigation^[15]。

3.2 天然林生态服务功能价值量

从表 3 可知:不同生态服务功能的经济价值相差甚远,其中原材料的价值最高,达到 5.83×10^8 USD/a,而文化价值最低,仅为 0.06×10^8 USD/a,前者为后者的 97 倍;川西天然林最突出的生态服务功能表现为原材料、侵蚀控制和层积物保持、气候调节三大功能,其次表现为废弃物处理、休闲和养分循环,而其它 11 类生态服务功能相对较弱。就天然林的三大效益而言,生态效益(序号 1~12)、经济效益(序号 13~15)和社会效益(序号 16~17)分别占总价值的 77.51%, 17.10%和 5.39%,这反映了天然林生态系统极明显的生态功能。如果每立方米木材定价为 172.3 元,那么川西天然林的全部蓄积量价值为 75.52×10^8 USD。川西天然林一年的生态服务功能价值就占其木材总价值的 62%,这足以表明天然林生态系统的生态价值远远高于与木材本身的经济价值。

就川西天然林生态服务功能价值占全国生态服务功能价值的比重而言(表 3):遗传资源所占的比例最高(2.73%),这应证了川西天然林是中国具有丰富生物多样性资源的区域;气候调节比例(2.25%)仅次于遗传资源,这指示川西天然林对全国气候调节的重要贡献;侵蚀控制和层积物保持、土壤形成所占的比例也较高,这与天然林林区水土流失不明显有关;川西天然林休闲价值在全国总价值中也占有重要地位,而干扰调节和文化价值对全国

相应价值的贡献很小;川西天然林生态服务功能总价值为 46.84×10^8 USD/a,占全国总生态服务功能价值的 0.52%。

4 讨论

生态服务功能及提供生态公益的自然资本对地球生命支持系统至关重要,它们直接和间接地为人类作贡献,代表了地球总经济价值的一部分;如果没有生态服务功能,全球经济必将停止,在这个意义上生态服务功能的价值是无限的^[19]。鉴于生态系统的功能和过程非常复杂,认识上具有无限性^[17];许多生态系统变化之快,已使人们对其研究具有滞后性^[18];生态服务功能具有许多不确定性^[16];对无形的功能性价值的确定具有主观性^[4]。因此,现在还没有公认的很完善的核算生态服务功能价值量的方法体系,这方面的研究仍然处于探索阶段^[19]。至今对川西天然林的基础研究还很薄弱,对天然林生态服务功能的分类和定价方法尚不完善,本文的价值估算较为保守,而实际价值大于估算。本文对川西天然林生态服务功能经济价值的估算是一个保守的低值估算,对这方面的更准确了解仍需进一步开展系统、深入的研究。研究长江上游天然生态服务功能最迫切需要解决的问题有二:一是生态服务功能的物质量和价值量方法,需不断使之改进和完善,它关系到研究结果的可靠性和真实性;二是定量评估天然林对减缓自然灾害的贡献,它关系到如何实施

表 3 川西天然林生态服务功能的经济价值及其与全国生态服务功能总价值的比较

Table 3 The economic values of ecological service of western Sichuan natural forests and their comparison with sum of China

序号 No.	生态服务功能 Ecological services	川西天然林 Western Sichuan (10 ⁸ USD/a)	中国 Total of China (10 ⁸ USD/a) ¹⁾	川西/ 中国 Permillage to China's total (‰)
1	气体管理 Gas management	0.22	237.18	0.92
2	气候调节 Climate regulation	5.05	224.54	22.49
3	干扰调节 Regulation of disturbance	0.11	1 184.05	0.09
4	水分管理 Water management	0.14	297.40	0.47
5	水分供给 Water provision	0.18	1 319.54	0.14
6	侵蚀控制和层积物保持 Erosion control and deposit conservation	5.60	324.44	17.26
7	土壤形成 Soil formation	0.31	18.31	16.94
8	养分循环 Nutrient cycling	2.11	2 561.30	0.82
9	废弃物处理 Treatment of residues	2.73	791.54	3.45
10	传粉 Pollination	0.57	133.99	4.25
11	生物控制 Biological control	0.09	178.65	0.51
12	栖息地 Habitat	0.24	72.52	3.31
13	食物生产 foodstuff production	1.25	503.12	2.48
14	原材料 Raw materials	5.83	279.81	1.89
15	遗传资源 Genetic resources	0.93	33.69	27.61
16	休闲 Recreations	2.45	234.53	10.45
17	文化 Culture	0.06	636.45	0.09
合计	Total	46.84	9 030.88	5.19

1) 中国生态服务功能总价值数据来自陈仲新和张新时, The sum of ecological service value of China's ecosystem is from the paper of Chen & Zhang^[12]

合理的生态补偿和天然林保育、管理问题。

长江上游天然林保护正面临严峻挑战, 这些挑战主要表现为: ① 天然林面积大幅度减少, 从 1985 ~ 1995 年 10a 间平均每年减少 3.5%; ② 次生林比重增大, 大面积采伐导致次生林比重增加, 1988 年原始林与次生林比例为 43%与 57%, 到 1992 年原始林与次生林比例为 41%与 59%, 次生林面积平均每年增加 0.4%; ③ 脆弱性强, 大面积的天然林分布在高山峡谷, 植被一旦遭到破坏很难恢复; ④ 自然灾害严重, 随着全球气候变暖, 火灾、病虫害等的发生频率呈现提高趋势。正是长江上游天然林的重要生态环境功能和所面临的诸多威胁使这一地区的天然林保育和重建刻不容缓。

参考文献:

[1] Daily, G. C. (ed). Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems [M]. Washing DC: Island Press, 1997.

[2] 董全. 生态服务功能: 自然生态过程对人类的贡献 [J]. 应用生态学报, 1999, 10: 233 ~ 240.

[3] Costanza, R. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997b, 387: 253 ~ 260.

[4] Bengtsson J. The value of biodiversity [J]. TREE, 1997, 12: 334 ~

[5] 刘盛佳. 长江流域经济发展和上、中、下游比较研究 [M]. 武汉: 华中师范大学出版社, 1998.

[6] 水利部长江水利委员会. 长江流域地图集 [S]. 北京: 中国地图出版社, 1999.

[7] 中科院三峡工程生态与环境项目组. 长江三峡生态与环境地图集 [S]. 北京: 科学出版社, 1989.

[8] 陈治谏. 长江上游的战略地位和生态功能. 山地学报, 2000, 18 (3): 258 ~ 262.

[9] 侯元兆, 王琦. 中国森林资源核算研究. 世界林业研究, 1995, (3): 51 ~ 56.

[10] 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 [J]. 生态学报, 1999, 19: 607 ~ 613.

[11] 蒋延玲, 周广胜. 中国主要森林生态系统公益的评估 [J]. 植物生态学报, 1999, 23: 426 ~ 432.

[12] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值 [J]. 科学通报, 2000, 45: 17 ~ 22.

[13] 赵景柱, 等. 生态系统服务的物质质量与价值量评价方法的比较分析 [J]. 应用生态学报, 2000, 11: 290 ~ 292.

[14] 四川省林业厅. 四川省林业资源统计资料 [R]. 1995.

[15] 中华人民共和国林业部. 森林资源调查主要技术规定 [S]. 北京: 中国林业出版社, 1983.

[16] Costanza, R. Valuing ecosystem services with efficiency, fairness, and sustainability as goals. In: G Daily (ed). Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems [M]. Washing, DC: Island Press, 1997a, 49 ~ 70.

- [17] Watson, R. Common themes for ecologists in global issues [J]. *Journal of Applied Ecology*, 1999, 36: 1~10.
- [18] Goulder, L H. Valuing ecosystem services: philosophical bases and empirical methods. In: G Daily (ed). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*[M]. Washing D C: Island Press, 1997, 23~48.
- [19] 李金昌. 生态价值论[M]. 重庆: 重庆大学出版社. 1999.

Economic Estimation of Ecosystem Services of Natural Forests in Western Sichuan, China

SHI Pei-li¹, LI Wen-hua¹, HE Wei-ming² and XIE Gao-di¹

(1. *Institute of Geography and Resources, Chines Academy of Sciences, Beijing 100101 China;*

2. *Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, the Ministry of Education of China, Beijing Normal University, Beijing 100875 China*)

Abstract: Ecological service is the base for ecosystem preservation and management, and establishment of rational compensation mechanism for resources management and use. It is also one of the important part of global economy. In this paper, the authors estimated the economic value of ecosystem services in natural forests, western Sichuan Province according to the statistical data of forest resources of Sichuan in 1995. The total value of ecosystems service of western Sichuan natural forests forest is estimated to be 46.84×10^8 USD/a, in which the ecological, economic and social values account for 77.51%, 17.10% and 5.39% respectively. This presents obvious ecological function of natural forests in the area. In the ecological benefits, climate regulation, erosion control and deposit conservation, nutrient cycling and residues treatment have higher values. The ecosystem service value of natural forest in western Sichuan accounts for 0.52% of that of the whole country in China. In which climate regulation and genetic resource have high contribution to the whole countrywide level, accounting for 2.25% and 2.76%. This is only a conservative and lower estimation of ecological service of forest ecosystem in western Sichuan due to uncertainty and inaccuracy of methodology.

Key words: Western Sichuan; natural forests; ecosystem services; economic value