

三江源地区生态系统服务功能与价值评估

刘敏超^{1,2,3}, 李迪强², 栾晓峰², 温琰茂¹

(1. 中山大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510275;

2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091; 3. 湛江海洋大学, 广东 湛江 524088)

摘要: 采用谢高地分类系统和评估方法分析了三江源地区生态系统结构和服务功能, 并对其价值进行了评估。结果表明: 三江源地区生态系统服务功能总价值为 $3\,377.1 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$ 。从生态系统类型来看, 湿地、草地、森林、水体、荒漠和农田占其总价值的比例分别为 52.91%、21.97%、15.23%、9.17%、0.67% 和 0.06%。从服务功能类型来看, 主要是废物处理、水源涵养、气候调节、土壤形成与保护、生物多样性、娱乐文化、气体调节、原材料和食物生产, 分别占其总价值的 23.9%、21.9%、19.1%、10.1%、8.7%、6.6%、6.4%、2.0% 和 1.3%。说明三江源地区生态系统具有多种服务功能, 保护其生态系统结构和功能对中国江河中下游地区生态环境安全和区域可持续发展都具有重要意义。

关键词: 服务功能; 价值评估; 三江源地区; 生态系统

中图分类号: X821 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2005)01-0040-04

Ecosystem services and its value evaluation of Sanjiangyuan Region LIU Min-chao^{1,2,3}, LI Di-qiang², LUAN Xiao-feng², WEN Yan-mao¹ (1. School of Environmental Science and Engineering, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China; 2. Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 3. Zhanjiang Ocean University, Zhanjiang 524088, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2005, 14(1): 40-43

Abstract: The ecosystem structure was analyzed and its services were assessed by categorizing system and valuating method of Xie Gao-di in Sanjiangyuan Region of China. The results indicate that the value of ecosystem services is $3\,377.1 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$. The value of wetland, grassland, forest, water body, desert and farmland account for 52.91%, 21.97%, 15.23%, 9.17%, 0.67% and 0.06% of the total value respectively. The value of waste treatment, water conservation, climate regulation, soil formation and erosion control, biological diversity, recreation and culture, gas regulation, raw materials, and food production take up 23.9%, 21.9%, 19.1%, 10.1%, 8.7%, 6.6%, 6.4%, 2.0% and 1.3% of the total value respectively. The results show that there are many ecosystem services in Sanjiangyuan Region. It is important to protect its structure and function of ecosystem for safety of environment and sustainable development of middle and lower reaches of rivers in China.

Key words: ecosystem services; value evaluation; Sanjiangyuan Region; ecosystem

生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用^[1]。它不仅包括各类生态系统为人类所提供的食物、医药及其他工农业生产的原料, 还支撑与维持了地球的生命支持系统, 维持生命物质的生物地化循环与水文循环, 维持生物物种与遗传多样性, 净化环境, 维持大气化学的平衡与稳定等。生态系统服务功能的维持与保育既是人类生存和现代文明的基础, 也是实现可持续发展的前提。

自然生态系统含有多种与其生态服务功能相应的价值, 通常人们用市场价值法、影子工程法、机会

成本法、费用支出法、避免费用法 (Avoided Cost)、因素增收法 (Factor Income)、旅行费用法 (Travel Cost)、享乐价格法 (Hedonic Pricing)、权变估值法 (Contingent Valuation)、集体估价法 (Group Valuation) 等方法对生态系统的服务价值进行评估^[2,3]。

收稿日期: 2004-05-19

基金项目: 国家林业局自然保护区社会经济与生态价值评估项目资助

作者简介: 刘敏超(1966-), 男, 湖南新邵人, 博士研究生, 副教授, 主要从事生物多样性保护研究。

近年来,国内外相继采用不同的价值评估方法对全球^[4,5]和中国^[6-8]以及中小尺度区域的湿地^[9]、森林^[10-12]、草地以及江河湖泊流域^[13,14]等生态系统的服务价值进行了估算研究。Costanza等^[4]对全球生态系统类型、服务功能进行了分类,列举了相关例子;同时计算出了全球各类型生态系统服务的平均价值。谢高地等^[15]则以Costanza等人的部分成果为参考,同时综合了对中国200位专业人士进行的生态问卷调查结果,形成了各类生态系统生态服务价值基准单价表,并将基准生态服务单价根据生物量因子进一步订正,建立了中国生态系统生态服务价值表。

三江源地区位于青海省境内,是长江、黄河和澜沧江的发源地,地处青藏高原的腹地,地理位置位于东经89°24'~102°23',北纬31°39'~36°16'之间,面积 $31.8 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该地是中国江河中下游地区和东南亚国家生态环境安全和区域可持续发展的生态屏障。近年来,由于自然和人类活动的双重作用,三江源地区的生态环境逐渐退化,生态系统服务功能受到严重影响。为此,作者利用谢高地等的分类系统和评估方法对三江源地区生态系统的服务功能价值进行分析和评估,以期为该地区生态系统服务功能的恢复及生态环境的保护提供科学依据。

1 研究方法

根据近年来对三江源地区的多次科考调查并参考中国科学院植物研究所编制的1:100万植被图、青海三江源自然保护区总体规划、三江源自然保护区生物多样性科考报告^[16]、三江源自然保护区生态环境^[17]等相关资料,对研究区域进行识别、判定和分析,划分出6种生态类型和9种生态系统服务功能。采用谢高地等的分类系统和评估方法进行价值评估。在中国生态系统服务价值基准单价的基础上,根据生物量因子进行订正,建立三江源地区生态系统服务单价表,然后根据三江源地区各种植被类型的面积计算其生态系统服务价值。

2 结果和分析

2.1 三江源地区主要植被类型和特点

三江源地区可划分为森林、草地(包括高寒灌丛

草甸、高寒草甸、高寒草原)、湿地(沼泽植被)、水体(湖泊和河流)、荒漠、农田等6种生态类型。三江源地区自然资源丰富,地形地貌复杂,生态系统类型多样,河流湖泊湿地密布,雪山冰川众多,植被空间分布呈明显的高原地带性规律,自东而西(自低而高)依次为山地森林、高寒灌丛草甸、高寒草甸、高寒草原、高寒荒漠。沼泽植被和垫状植被则主要位于高寒草甸和高寒荒漠之间。灌丛植被与高寒草甸成复合分布,构成高山灌丛草甸带。高寒草甸和高寒草原是三江源地区主要植被类型和天然草场,高山草甸植被以小嵩草[*Kobresia parva* (Nees) Wang et Tang ex Yang]、藏嵩草[*Kobresia schoenoides* (C. A. Mey.) Boeck]、矮生嵩草[*Kobresia humilis* (C. A. Mey.) Serg.]、异针茅(*Stipa aliena* Keng)等种群为优势,种类成分较为丰富,分布广,面积大。

2.2 三江源地区主要植被类型服务功能分析

作为三江源地区主要植被类型的草甸草原生态系统面积为 $2112.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占三江源地区总面积的66.40%,为人类提供一系列的产品和服务,但其中仅一部分因具有市场价值而被人们所熟知,例如:肉、奶、羊毛、皮革等。事实上,除了这些具有市场价值的产品外,草地生态系统还给予人类许多常常不被认识的服务,如气体调节、基因库保持、气候调节和土壤保持等等,这些服务的价值远远大于目前人们所熟知的产品市场价值的总和。草地生态系统的服务功能主要包括:1)缓解CO₂、CH₄、NO_x等温室气体排放:与森林等生态系统相比,草地生态系统吸收大量的碳作为土壤有机质并贮存于土壤中;2)基因库:草地生态系统维持了1个贮存有大量基因的基因库;3)气候调节:草地利用方式的改变引起草原植被群落结构、组成及覆盖状况的改变,导致了地表能量反射率的改变,从而对气候产生影响;4)土壤保持:此功能主要依靠草地生态系统的结构和组成,特别是草地植被覆盖和其强大的根系系统。

三江源地区素有“江河源”之称,地形平缓开阔,气候寒冷,冻土广泛发育,致使地表长期或暂时积水,土壤常呈水饱和状态,生长沼生或湿生植物。三江源湿地生态系统提供的直接使用价值主要包括供水、提供湿地动植物产品、休憩娱乐以及教育和研究使用等。间接使用价值主要包括蓄水调节河川径流、补水维持区域水平衡、调节气候、调节气体、维持生物多样性、降解污染、防止自然力侵蚀、固碳等。

森林生态系统服务功能价值评价过程中,直接使用价值主要是围绕木材等林产品和游憩价值进行。间接使用价值评价中,服务功能主要包括森林的土壤保持、水源涵养、固碳释氧、营养物循环与贮存、吸收环境中的 SO_2 、防风固沙、防止灾害等,此外还包括如病虫害防治、生物传粉、多样性维持等服务功能。

此外,三江源地区有 $606.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 荒漠和 $4.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 农田。荒漠生态系统具有独特的动、植物资源和生态景观,其服务功能研究比较特殊,目前国内外研究较少。农田生态系统的服务功能主要是农作物的生产、营养物循环、废弃物同化、土壤肥力维持等。

2.3 价值评估分析

根据对三江源地区不同生态系统结构和功能的分析,对三江源地区的服务功能价值进行评估计算得到表1。从表1可看出,三江源地区生态系统服务总价值为 $3\,377.1 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$,其中废物处理价值为 $806.5 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$,占总价值的23.9%;其次,水源涵养价值为 $738.0 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$,占总价值的21.9%;气候调节价值为 $646.4 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$,占总价值的19.1%;土壤形成与保护价值为 $341.9 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$,占总价值的10.1%;生物多样性保护价值为 $294.9 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$,占总价值的8.7%。

表1 三江源地区生态系统服务功能价值评估

Table 1 The value evaluation of ecosystem services in Sanjiangyuan Region of China

服务功能 Service	价值/ $\text{yuan} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ Value						总价 值/ $\times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$ Total value	比例/% Percent
	森林 Forest	草地 Grassland	农田 Farmland	湿地 Wetland	水体 Water body	荒漠 Desert		
气体调节 Gas regulation	2 156.3	388.1	313.1	1 592.7	0.0	0.0	215.8	6.4
气候调节 Climate regulation	1 663.7	436.7	558.5	15 130.9	407.0	0.0	646.4	19.1
水源涵养 Water conservation	1 971.8	388.1	376.2	13 715.2	18 033.2	26.5	738.0	21.9
土壤形成与保护 Soil formation and erosion control	2 402.9	946.1	918.3	1 513.1	8.8	17.7	341.9	10.1
废物处理 Waste treatment	807.1	635.6	1 030.5	16 086.6	16 086.6	8.8	806.5	23.9
生物多样性 Biological diversity	2 008.5	528.8	446.3	2 212.2	2 203.3	300.8	294.9	8.7
食物生产 Food production	61.5	145.6	628.6	265.5	88.5	8.8	43.1	1.3
原材料 Raw material	1 601.8	24.2	63.1	61.9	8.8	0.0	68.4	2.0
娱乐文化 Recreation and culture	788.7	19.4	7.0	4 910.9	3 840.2	8.8	222.1	6.6
合计 Sum	13 462.2	3 512.6	4 341.5	55 489.0	40 676.4	371.4		
面积/ $\times 10^4 \text{ hm}^2$ Area	382.1	2 112.4	4.4	322.0	76.1	606.4		
总价值/ $\times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$ Total value	514.4	742.0	1.9	1 786.7	309.5	22.5	3 377.1	
价值比例/% Percent	15.23	21.97	0.06	52.91	9.17	0.67		100

从不同的生态类型来看,湿地面积为 $322.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占总面积的10.12%,其服务价值为 $1\,786.7 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$,占总价值的52.91%;其次,草地价值为 $742.0 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$,占总价值的21.97%;森林价值为 $514.4 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$,占总价值的15.23%;水体价值为 $309.5 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$,占总价值的9.17%;而荒漠和农田的价值分别为 22.5×10^8 和 $1.9 \times 10^8 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$,只占总价值的0.67%和0.06%。可见,三江源地区生态系统的服务功能价值是巨大的,主要体现在废弃物处理、水源涵养、气候调节等方面,其中湿地、草地、森林、水体发挥着重要作用。

另根据 Costanza 等的分类系统和评估方法对三江源地区的价值进行了评估,结果表明:其生态系统服务总价值为 $6\,271.15 \times 10^8$ 元人民币(以1美元折合8.27元人民币计算),是前者评估结果的1.86倍。主要原因是在这一评估方法中,对湿地的功能价值估计较高。从生态系统类型来看,在谢高地等的分类系统和评估方法中,森林、草地、农田、湿地、水体、荒漠占其总价值的比例分别为15.23%、21.97%、0.06%、52.91%、9.17%、0.67%。而在 Costanza 等的分类系统和评估方法中,森林、草地、农田、湿地、水体占其总价值的比例分别为1.52%、6.80%、0.01%、83.15%、8.53%。后者湿地价值比

例高于前者,其他都小于前者。从生态系统服务功能类型来看,在前者评估方法中,主要是废弃物处理、水源涵养、气候调节,分别占其总价值的23.9%、21.9%、19.1%;在后者评估方法中,主要是水分供给、干扰调节、废弃物处理价值,分别占其总价值的34.40%、30.74%、10.57%。

3 讨 论

1) 自然生态系统提供的某些服务(如食物生产和原材料)具有实在的市场价值,但更多类型的服务却是无形的,大多数情况下人们对其价值进行主观确定。目前对自然生态系统服务价值的量化研究尚处于探索阶段,还没有建立一个公认的、完善的核算方法体系。生态系统服务功能大小与该生态系统的生物量有密切关系,但是,单位面积生态系统的服务功能价值不仅取决于其生物量,而且与其在空间的位置等因素有关,这需要进一步深入的研究。

2) 生态系统及其服务功能在时空上存在动态异质性,需要确定不同尺度(全球、国家、区域)上各种生态群落的分类和各种生态系统服务功能的分类,将误差控制在合理水平,包括获得更准确的特定生态系统数据、特定生态系统服务价值单价和利用更现代的实时手段获得更准确的特定生物群落自然资源的存量值。

3) 三江源地区是黄河、长江和澜沧江的发源地,是生物多样性资源宝库,是三江中下游地区以及东南亚国家可持续发展的生态屏障。由于自然和人类活动的双重作用,三江源地区的生态环境逐渐退化,生态系统服务功能受到严重影响。评价生态系统服务功能价值可以提高全社会对保护其生态系统重要意义的认识,运用经济手段保护生态系统,建立综合的经济与资源环境核算体系,协调经济发展与自然资源持续利用和环境保护之间关系。价值评估可为国家宏观生态环境政策、生态补偿基金政策的制定和管理机构的决策等提供科学依据,同时也可以以此来争取国际社会和不同相关利益者的关注和支持,共同努力建立和谐的三江源自然生态系统。

参考文献:

- [1] Daily G C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems[M]. Washington D C: Island Press, 1997.
- [2] 李文华,欧阳志云,赵景柱. 生态系统服务功能研究[M]. 北京:气象出版社,2002. 1-22.
- [3] De Groot R S, Wilson M A, Boumans R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services[J]. Ecological Economics, 2002, 41: 393-408.
- [4] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [5] Pearce D W. Assessing the returns of economy and society from investments in forestry [A]. Whiteman A. Forestry Expansion [M]. Edinburgh: Edinburgh Press, 1990.
- [6] 陈仲新,张新时. 中国生态效益的价值[J]. 科学通报, 2000, 45(1): 17-22.
- [7] 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(5): 426-432.
- [8] 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(5): 607-613.
- [9] 辛 琨,肖笃宁. 盘锦地区湿地生态系统服务功能价值估算[J]. 生态学报, 2002, 22(8): 1345-1349.
- [10] 关文彬,王自力,陈建成,等. 贡嘎山地区森林生态系统服务功能价值评估[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(4): 80-84.
- [11] 石培礼,李文华,何维明,等. 川西天然林生态系统服务功能的经济价值[J]. 山地学报, 2002, 20(1): 75-79.
- [12] 吴 钢,赵景柱,肖 寒,等. 长白山森林生态系统服务功能[J]. 中国科学(C辑), 2001, 31(5): 471-480.
- [13] 张向辉,王清春,李 瀚,等. 青海东峡森林生态系统服务功能及经济价值评估[J]. 北京林业大学学报, 2002, 22(6): 886-893.
- [14] 张志强,徐中民,王 建. 黑河流域生态系统服务的价值[J]. 冰川冻土, 2001, 23(4): 360-366.
- [15] 谢高地,鲁春霞,冷允发,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.
- [16] 李迪强,李建文. 三江源自然保护区生物多样性科考报告[M]. 北京:科学出版社, 2002. 22-34.
- [17] 《三江源自然保护区生态环境》编辑委员会. 三江源自然保护区生态环境[M]. 西宁:青海人民出版社, 2002. 52-67.

(责任编辑:张垂胜)