

基于GIS的长江上游森林生态系统水源涵养功能

胡国红¹, 彭毅², 王玉宽², 廖清泉³ (1. 成都理工大学, 四川成都610059; 2. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川成都610041; 3. 四川电力建设三公司, 四川内江641005)

摘要 以GIS为平台, 研究了长江上游森林生态系统的水源涵养功能。结果表明: 常绿阔叶灌丛综合水源涵养量最大, 占整个森林生态系统水源涵养总量的43.6%; 亚热带山地落叶松林水源涵养量最小, 占总量的0.08%。

关键词 生态系统; 水源涵养; 评价单元; 长江上游

中图分类号 S727.21 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)21-08919-03

Study of Forest Ecological System Water Conservation Based on GIS in Upper Reaches of Yangtze River

HU Guo hong et al (Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059)

Abstract The water conservation of the forest ecological system was studied based on GIS. The results showed that the water conservation of the long green broadleaf shrubbery was the highest, being 43.6% of the total water conservation. And the water conservation of the subtropical mountain larch forest was the lowest, being 0.08% of the total.

Key words Ecological system; Water conservation; Evaluation unit; Upper reaches of Yangtze River

森林生态系统是生态系统的主要子系统之一。随着森林资源的不断减少和环境问题的日益突出, 森林生态系统多功能性的作用越来越重要^[1]。近年来, 随着人们生态意识的逐步提高, 森林在水源涵养方面的研究引起了人们的高度关注。国际上有一些这方面的专题性研究, 但以长江上游森林生态系统为例, 以ArcGIS为研究手段的研究还很少。在ArcGIS 9.1的技术支持下, 利用林冠截流、地被层截流和土壤蓄水3个评估指标, 笔者对长江上游地区森林生态系统不同植被单元的水源涵养功能进行了计量分析和研究, 并且建立地理分析模型和数据库, 旨在为长江上游地区的洪水监控和生态环境保护工作提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 区域概况 作为我国的第一大河, 长江流域总面积180.85万km², 占国土总面积的18.8%, 养育着全国1/3的人口; 长江产业带作为世界最大的内河产业带和制造业基地, 2000年出口商品总值达799.09亿美元, 占我国出口总值的32.06%。长江上游从源头至湖北宜昌段长为4511km, 约占长江总长的70%, 是我国藏、羌、彝等少数民族的重要聚居区。该区水源涵养的好坏不仅直接影响该区的经济发展和生态平衡, 而且将直接影响长江下游地区的经济发展和供水状况。这就意味着现代经济意义上的长江上游地区已经变成自然和经济相融合的多功能区域。

1.2 研究方法

1.2.1 森林植被类型图的生成。 通过对长江上游地区森林植被的统计分析, 按照中国植被分类原则(即生态外貌原则), 将该区森林植被合并为21个单元, 包括寒温带和温带云杉林(1.1)、温带和亚热带松林(1.2)、温带和亚热带柏林(1.3)、温带和亚热带杉木林(1.4)、亚热带山地落叶松林(1.5)、亚热带山地松林(1.6)、亚热带山地云杉林(1.7)、亚热带山地冷杉林(1.8)、亚热带山地圆柏林(1.9)、铁山为主针阔混交林(1.10); 温带亚热带落叶阔叶栎类林(2.1)、温带亚热

带落叶阔叶杨桦林(2.2)、落叶栎类常绿阔叶混交林(2.3)、亚热带常绿阔叶林(2.4)、栲类林(2.5)、亚热带硬叶常绿阔叶林(2.6)、亚热带和热带竹林及竹丛(2.7)、温带落叶灌丛(2.8)、常绿阔叶灌丛(2.9)、常绿革叶灌丛(2.10)、常绿针叶灌丛(2.11)。以ArcGIS 9.1为平台, 以1:100万长江上游植被类型图和修正后的新边界图为底图, 生成长江上游森林植被类型图(图1)。

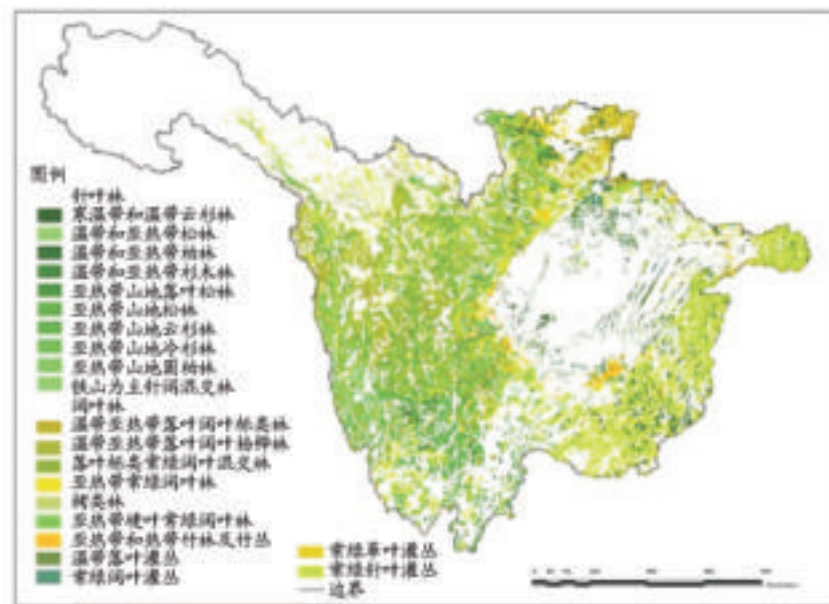


图1 长江上游森林植被类型

Fig.1 Forest vegetation type in the upper reaches of the Yangtze River

1.2.2 评价指标体系的建立。 虽然森林涵养水源的功能表现在多方面, 但主要表现在拦截蓄水、调节径流、净化水质等方面。所以, 长江上游森林生态系统水源涵养功能评估的指标体系的建立主要以这些方面为依据(表1)。由于森林在调节径流和净化水方面还存在很多不定性因素, 加上篇幅有限, 该文以森林拦蓄水的总量代替森林综合水源涵养量。

1.2.3 水源涵养量的计算。

1.2.3.1 林冠截留能力及水源涵养量的计算。

$$V_i = P_i \times S_i \quad (1)$$

$$V = \sum P_i \times S_i \quad (2)$$

式中, V_i 为第*i*种评估单元林冠水源涵养截留量(t); P_i 为第*i*种评估单元林冠单位面积截留能力(t/hm²); S_i 为第*i*种评估单元面积(hm²); V 为长江上游森林林冠截留水源涵养能力(t)^[2-4]。

基金项目 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所子项目 (GFL-2328-2740-4882)。

作者简介 胡国红(1977-), 女, 四川崇州人, 硕士研究生, 研究方向: 生态地理信息系统。

收稿日期 2008-05-12

表1 评估指标
Table 1 Evaluation index

森林水源涵养功能 Conservation function of forest water sources	1 级指标 First grade index	2 级指标 Second grade index
拦截蓄水	地被层截留量 土壤蓄水量	枯枝落叶层最大持水量 毛管孔隙度 非毛管孔隙度 土层厚度
调节径流	林冠截留量 防洪能力 增加水资源能力	林冠截留率 减小洪水的立方数 提高农田灌溉能力 增加城市供水能力
净化水质	不同元素的百分比	有害元素的百分比 有益元素的百分比

1.2.3.2 地被层截留能力及水源涵养量的计算。地被层截留能力、水源涵养量的计算同上。地被层(此处用凋落物层代替)作为森林生态系统中独特的结构层次,对森林土壤的发育和改良有重要意义。该层次结构疏松,具有良好的透水性和持水能力。因此,地被层在对降水的截留能力方面实际的贡献率都高于土壤和林冠部分。据研究,林地枯枝落叶层

对一次性降水的有效持水量约为最大持水量的60%~75%^[5-9]。

1.2.3.3 土壤蓄水能力及水源涵养量的计算。一般,木本植被的主要根系分布于60 cm土层以内。所以,在计算土壤蓄水能力时,森林土壤层厚度用60 cm计算。

相关数据处理公式如下^[10] :

$$V = 10\,000 \times P \times D \quad (3)$$

$$P = P_n + P_e \quad (4)$$

$$V_n = 10\,000 \times P_n \times D \quad (5)$$

式中, V 为单位面积土壤最大蓄水量(t/hm^2); D 为土壤根系层深度(m); P 为土壤总孔隙度(%); P_n 为土壤非毛管孔隙度(%); P_e 为土壤毛管孔隙度(%); V_n 为单位面积土壤有效贮水量(t/hm^2)。

1.2.3.4 综合水源涵养能力的计算。

$$V_i = V_C + V_L + V_S \quad (6)$$

$$V = \sum V_i S_i \quad (7)$$

式中, V_i 为第 i 种评估单元水源涵养能力; V_C 为植被林冠层饱和降雨截留量; V_L 为地被层最大持水量; V_S 为土壤最大蓄水容量; V 为森林生态系统水源涵养总量^[11]。

表2 长江上游森林生态系统不同评估单元综合水源涵养能力

Table 2 Water conservation function in different evaluation units of forest ecological system in the upper reaches of the Yangtze River

评估单元 Appraisal unit	林冠层饱和截留量 t/hm^2 Saturated interception of forest canopy	地被层最大持水量 t/hm^2 Maximum water capacity of ground layer	土壤层最大蓄水容量 t/hm^2 Maximum water storage capacity of soil layer	单位面积水源涵养总量 t/hm^2 Total water conservation unit area	评估单元面积 $\times 10^5 hm^2$ Estimated unit area	水源涵养总量 $\times 10^8 t$ Total water conservation
1.1	30.60	124.90	3 738.00	3 893.50	1.64	6.38
1.2	9.20	11.16	3 132.00	3 152.36	36.24	114.24
1.3	15.30	17.75	2 746.20	2 779.25	4.86	13.52
1.4	16.20	31.73	3 757.80	3 805.73	5.35	20.25
1.5	5.80	32.63	3 148.20	3 186.63	0.54	1.72
1.6	7.50	19.67	3 170.40	3 197.57	64.24	205.42
1.7	30.60	115.66	4 323.00	4 469.26	28.46	127.19
1.8	5.40	59.70	4 441.80	4 506.90	32.48	146.37
1.9	16.90	16.80	3 201.60	3 235.30	1.42	4.61
1.10	20.60	45.23	3 512.40	3 578.23	1.61	5.75
2.1	8.30	18.23	3 426.00	3 452.53	11.60	40.05
2.2	19.30	25.28	3 166.68	3 211.26	10.03	32.22
2.3	13.60	3.59	3 529.80	3 546.99	5.97	21.16
2.4	10.60	6.29	2 544.00	2 560.89	4.51	11.55
2.5	10.60	20.50	3 734.70	3 765.80	8.75	32.96
2.6	8.60	106.85	3 541.20	3 656.65	15.01	54.90
2.7	35.20	58.92	3 954.60	4 048.72	7.58	30.68
2.8	5.10	95.20	3 331.50	3 431.80	8.68	29.79
2.9	6.50	4.90	4 380.00	4 391.40	201.56	885.12
2.10	6.50	90.16	2 731.80	2 828.46	85.98	243.18
2.11	6.50	84.55	2 851.20	2 942.25	1.81	5.33
平均值 Mean	13.76	47.13	3 445.85	3 506.74		96.78
总量 Total					538.29	2 031.39

2 结果与分析

由表2可知,森林生态系统水源涵养的综合能力主要由土壤层贡献,林冠层、地被层、土壤层3个层的贡献率分别为0.39%、1.3%、98.26%。因此,虽然在实际的降雨截留中,林冠层和枯枝落叶层的截留量相当大,但是森林土壤仍然是水

源涵养的潜力最大区;不同植被类型的水源涵养能力差异性很大,其中亚热带山地冷杉林的水源涵养能力最大,亚热带山地云杉林次之,温带和亚热带柏林最小;因不同植被单元的分布面积不同,它们的综合水源涵养量相差很大,其中常绿阔叶灌丛最大,占整个长江上游森林生态系统综合水源涵

养量的43.6%,亚热带山地落叶松林水源涵养量最小,占总量的0.08%。

将表2的数据经过标准化处理,消除量纲^[12],并以ArcGIS为平台,建立所需参数和所需公式的数据库和模型库,利用空间分析模块进行叠置与计量,利用图例编辑器将图层关联的属性数据自动分级,以直观形象的方式表达,实现数据信息的可视化和动态化。将GIS用于长江上游森林生态

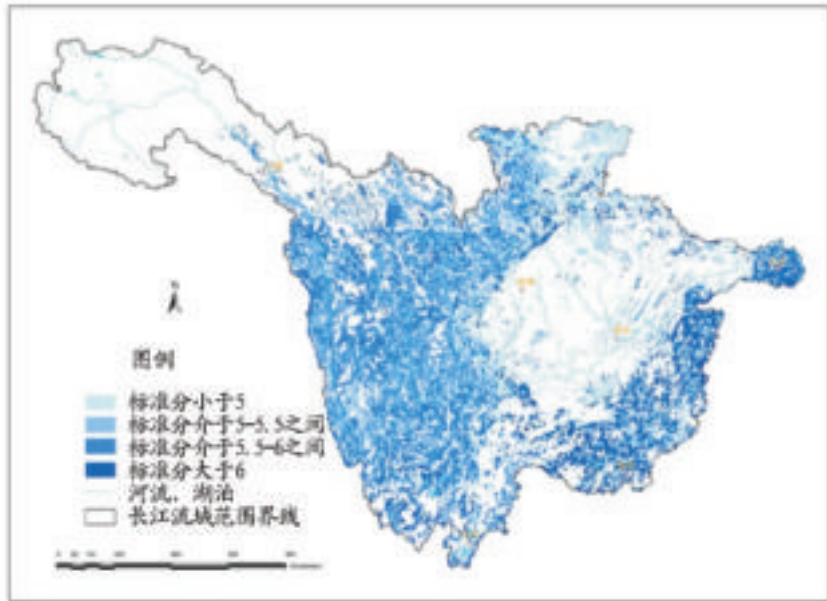


图2 长江上游森林生态系统水源涵养能力分级

Fig. 2 Classification of the water conservation of forest ecological system in the upper reaches of the Yangtze River

系统的研究,是生态环境保护与建设步入现代化、信息化、可视化的重要步骤。从图2可以看出,盆东南大部、盆东北小部、宜昌地区是水源涵养的良好区域,应加强该地区生态环境的保护工作;盆地北部和盆地内大部分地区是水源涵养的薄弱区域,也是洪涝灾害和泥石流发生的高频区域,应加强

(上接第8901页)

3 结论与讨论

提高种子发芽率对农业生产极其重要,可确保田间出苗的整齐度,节约人力、物力、财力,保证苗齐、苗壮和密度,防止种子浪费,确保播种成功。马尧将月见草种子经低温处理后,在不同温度下发芽率的变化为:随着低温处理的时间越长及萌发温度逐渐升高,发芽率逐渐提高,发芽时间逐渐缩短,处理间达到显著差异^[6]。王莘等用高压静电技术处理月见草种子,发现高压静电场处理对种子萌发有正刺激效应,电解质外渗率、呼吸强度、过氧化氢酶活性有不同程度的改善^[7]。

笔者利用3种植物激素的不同浓度组合处理月见草种子后进行发芽实验,得出 GA_3 对月见草的发芽有促进作用,100 ng/L 6-BA有利于发芽,6-BA浓度太高发芽率下降, GA_3 +6-BA的激素组合中月见草的发芽率和发芽势普遍比 GA_3 +NAA组合的高,NAA对月见草发芽有抑制作用。通过实验

该地区的生态环境建设和水文动态监测。

3 讨论

在数据的采集、收集和处理过程中,出现了以点代面、以偏代全的现象;在植被类型的归并和水源涵养能力的计算过程中,也存在一些不合理的现象;在分级处理的过程中,没有统一的标准;加之,长江上游地区森林生态系统自身的不确定性和复杂多样性,计算出的水源涵养功能值仅是一个粗略的结果,仍有待进一步研究。

参考文献

- [1] 程根伟,石培礼.长江上游森林涵养水源效益及其经济价值评估[J].中国水土保持科学,2004,12(4):17-19.
- [2] 刘家岗.林冠对降雨的截留过程[J].北京林业大学学报,1987,9(2):140-144.
- [3] 温光远,刘世荣.我国主要森林生态系统类型降雨截流规律的数量分析[J].林业科学,1995,31(4):289-298.
- [4] 鲍文,包维楷,何丙辉,等.森林生态系统对降水的分配与拦截效应[J].山地学报,2004,22(4):483-491.
- [5] 常宗强,王金叶,常学向,等.祁连山水源涵养林枯枝落叶层水文生态功能[J].西北林学院学报,2001,16(S):8-13.
- [6] 朱金兆.森林凋落物层水文生态功能研究[J].北京林业大学学报,2002(24):5-6.
- [7] 陈卓梅.秃杉混交林水源涵养功能的研究[J].福建林学院学报,2002,22(3):266-269.
- [8] 朱金兆.森林凋落物层水文生态功能研究[J].北京林业大学学报,2002,24(5):31-33.
- [9] 李岚岚,李鸿宇.森林枯枝落叶层的生态效能[J].林业勘察设计,2006(1):63-65.
- [10] 包维楷.岷江上游典型油松人工幼林的土壤保持与水源涵养功能[J].山地学报,2003,21(6):662-668.
- [11] 石培礼,吴波,程根伟,等.长江上游地区主要森林植被类型的蓄水能力的初步研究[J].自然资源学报,2004,19(3):352-354.
- [12] 王玉宽,邓玉林,彭培好,等.长江上游生态屏障建设的理论与技术研究[M].成都:四川科学技术出版社,2005:95-96.

筛选出有利于月见草种子发芽的激素浓度组合是 GA_3 5 000 ng/L、 GA_3 5 000 ng/L+6-BA 1 ng/L、 GA_3 5 000 ng/L+6-BA 10 ng/L、 GA_3 5 000 ng/L+6-BA 100 ng/L、 GA_3 5 000 ng/L+6-BA 5 000 ng/L。

参考文献

- [1] 于漱琦,田永清.我国月见草属植物的种类与分布[J].特产研究,1999(4):60-62.
- [2] 朱有昌.东北药用植物[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1987:777.
- [3] ANDREWF HELDSEND, JAMES I L. Mison di natic conditons during seed growth significantly influence dl cortert and quality in winter and spring evering pi mose crops (*Oenothera spp.*) [J]. *Industrial Grops and Products*, 2000,12(2):137-147.
- [4] 仲玉梅.营养素:-亚麻酸[J].食品工业科技,1990(2):32-36.
- [5] 吴广礼,王喜君.月见草的开发与展望[J].农业与技术,1994(3):19-22.
- [6] 马尧.影响月见草种子发芽因素的探讨[J].吉林农业科学院学报,2005,14(2):1-3.
- [7] 王莘,李肃华.高压静电场对月见草种子萌发期的生物学效应[J].吉林农业大学学报,1997,13(4):665-670.