

生态脆弱区退化景观修复模式生物多样性分析

郝云庆^{1,2}, 王金锡¹, 朱万泽³, 杨军¹, 王乐辉¹

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 南京大学 国际地球系统科学研究所, 江苏 南京 210093; 3. 中国科学院 成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

摘要: 九寨沟—黄龙世界自然遗产地位于我国西部典型的山地生态脆弱区。自 2001 年以来松潘县在退耕还林工程进行了不同树种配制模式的实践, 共计营造了 12 个生态经济林模式。它们分别为: 枸杞, 沙棘, 山桃 + 云杉, 山杏 + 云杉, 云杉, 西蜀丁香 + 陇东海棠云, 杉 + 阿根廷柳, 云杉 + 青杨, 阿根廷柳, 阿根廷柳 + 青杨, 青杨和山杏 + 阿根廷柳模式。通过对这 12 个模式群落与各层次物种多样性的分析比较, 发现绝大多数模式木本层多样性并不高, 而草本层物种数多为 20 种左右, 香农威纳指数都达到 2.0 以上。大多数模式已具有可观的物种多样性, 模式之间多样性也较大。物种多样性的提高有助于构建一个稳定、健康的系统, 并为其进一步向着更高的演替阶段发展奠定了物质基础。

关键词: 生态脆弱区; 生物多样性; 亚高山区; 景观修复

文献标识码:

文章编号: 1000-288X(2009)05-0212-04

中图分类号: Q143

Biodiversity Analysis on Repairing Models of Degraded Landscape in the Eco-fragile Areas of West China

HAO Yun-qing^{1,2}, WANG Jin-xi¹, ZHU Wan-ze³, YANG Jun¹, WANG Le-hui¹

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu, Sichuan 610081, China; 2. International Institute for Earth System Science, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China; 3. Institute of Mountain Hazard and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu, Sichuan 610041, China)

Abstract: The World Natural Heritages, Jiuzhaigou and Huanglong, are located in the eco-fragile areas of West China. Since 2001, 12 repairing models of degraded landscape in the eco-fragile areas were implemented in Songpan County, i. e., *Lycium chinense*, *Hippophae rhamnoides*, *Amygdalus davidiana* + *Picea asperata*, *Armeniaca sibirica* + *P. asperata*, *P. asperata*, *Syringa komarowii* + *Malus kansuensis*, *P. asperata* + *Salix argentinensis*, *P. asperata* + *Populus cathayana*, *S. argentinensis*, *S. argentinensis* + *P. cathayana*, *P. cathayana*, and *A. sibirica* + *S. argentinensis* models. This paper analyzed both horizontal and vertical species diversity in the 12 models. Results showed there were generally poor species richness and diversity in woody layer. On the contrast, herb layer of most models possessed considerable diversity, along with about 20 species and Shannon—Weiner index over 2.0. Further, most models possessed sound species diversity, contributed by diversity in herb layers. Most models possessed sound species diversity indexes and diversity between models was also greater. With the developing of diversity, it is helpful to constructing a stable and healthy ecosystem and establishing a material foundation for developing to further stage.

Keywords: eco-fragile area; biodiversity; subalpine region; landscape repairing

九寨沟—黄龙世界自然遗产地位于我国西部典型的山地生态脆弱区, 该区亚高山地带主要表现为高山峡谷的地理景观和随海拔变化的植被异相景观。受气候、地质、地貌及人为活动的影响, 形成了多种植被类型和群落(斑块), 斑块的交替构成了景观及系统结

构的破碎性, 生态系统极为脆弱。遗产地周边地区的管理既包含现有景观生态系统的保育, 又有退化景观的恢复、维持、提升, 同时还必须同旅游资源综合开发的可持续经营紧密结合。区内的诸如稀疏灌丛地、荒山荒坡、坡耕地等景观缀块就成为了退耕还林工程植

被人工重建的主要对象。因此,对于九寨—黄龙以及周边景区典型退化森林植被类型和退耕还林地生态修复模式、森林结构进行全面调查,开展不同生态系统类型区退化景观治理与植被重建模式研究,都有助于筛选出一批优化的退化生态系统治理模式和植被重建模式,总结出相应的配套技术体系,建立不同修复模式的试验示范。

九寨—黄龙世界自然遗产区内的松潘县退耕还林工程自 2001 年以来采用不同的树种配置的景观修复模式进行了探索性的实践,并对亚高山山区退耕还林后生物多样性进行了监测。本文针对中高位山退耕地(荒山)不同配置模式的物种组成、群落结构以及多样性进行初步研究,以期为九寨—黄龙世界自然遗产地以及四川西部亚高山生态脆弱区的退耕还林还草工程的实施提供有益的借鉴。

1 研究区概况

研究区位于四川省西北部的松潘县境内,界于东经 102°38'35"—104°15'36",北纬 32°06'54"—33°09'35"之间。地处岷山山脉中段、青藏高原东南缘,为四川盆地与青藏高原过渡地带。属典型的高原型季风气候,低温、高寒、热量不足是该区气候的主要特点,具有雨热同期、干冷同时、雨季分明、降水集中的气候特征,气温较差大。多年平均气温 5.7℃,年积温(>10℃)2 396 h,全年无霜期 50 d 左右,全年日照时数 1 822 h,年平均降水量约为 730 mm,年蒸发量 1 136 mm,各地降水分布不均,但干湿季节分明,雨季降水量占全年降水量的 72% 以上,多集中在 5—9 月份。

土壤类型多样,主要有山地褐色土、山地棕壤、暗棕壤等。森林资源丰富,但分布不均,现在林业用地 $3.24 \times 10^5 \text{ hm}^2$,其中有林地 $1.66 \times 10^5 \text{ hm}^2$,活立木蓄积量 $4.37 \times 10^9 \text{ m}^3$,森林覆盖率 19.91%,另外尚有宜林荒地 9 400 hm^2 。

2 研究方法

2.1 样方设置

在各个模式中设置 10 m × 10 m 的样方各 2 个,记录各模式所在地的海拔、坡向、坡度、土壤类型等环境因子(表 1)。由于模式实施年限较短,研究区又地处高海拔地区,植物生长缓慢,因而,模式中引种的乔木物种现在均高多为 2~3 m,与当地侵入的灌木物种同处在一个层次,我们在研究中也把它们同归于一个木本层。对样方中乔灌木种进行每木调查,测量其胸(地)径、株高、冠幅、密度数据;对于草本物种进行样方内的全员调查,统计它们的均高与盖度。

2.2 多样性计测

2.2.1 多样性指数 通过物种重要值计算 Shannon—Wiener 指数 (H')、Simpson 指数 (D') 和 Alatalo 均匀度 (E')。

2.2.2 相似性系数 用群落相似系数比较不同模式下植物群落的相似性。群落系数的计算是基于两个群落间相同物种的重要值的相似程度,从而对群落的相似程度加以比较,公式如下:

$$C_c = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^s \min(x_i, x_j)$$

式中: C_c ——群落间相似系数; x_i, x_j ——第 x 物种在第 i 和 j 样方中的重要值; S ——物种数。

表 1 不同模式样地的基础情况

模式类型	来源	林龄/a	密度/(株· hm^{-2})	海拔/m	坡向	坡度	地名
(1) 枸杞	退耕地	8	3 500	2 978	西北	25°	十里乡
(2) 沙棘	退耕地	7	6 500	2 959	西	15°	十里乡
(3) 山桃+云杉	退耕地	7	3 600	3 018	西	25°	十里乡
(4) 山杏+云杉	退耕地	7	1 800	2 949	西	25°	十里乡
(5) 云杉	退耕地	7	3 600	2 972	西	35°	十里乡
(6) 西蜀丁香+陇东海棠	退耕地	7	1 800	3 083	北	2°	川主寺
(7) 云杉+阿根廷柳	退耕地	7	3 800	2 954	西	25°	十里乡
(8) 云杉+青杨	退耕地	7	3 400	2 934	西	25°	十里乡
(9) 阿根廷柳	荒山	7	1 800	2 915	西	25°	十里乡
(10) 阿根廷柳+青杨	退耕地	7	3 500	2 970	西	15°	十里乡
(11) 青杨	退耕地	7	4 000	3 025	西	20°	十里乡
(12) 山杏+阿根廷柳	退耕地	7	4 300	2 952	西	25°	十里乡

3 结果与分析

3.1 不同配置模式层次结构的物种多样性

各个模式木本层的物种数 (S) 普遍较少,多在 3~5 种(图 1),因此,其香农威纳指数 (H) 也大多在 1.0 上下。模式(3)山桃(*Amgdalus davidiana*) + 云杉(*Picea asperata*)模式木本层的物种丰富度最高,有多达 11 种乔灌,主要有阿根廷柳(*Salix argentinensis*)、山杏(*Armeniaca sibirica*)、青杨(*Populus cathayana*)、黄果悬钩子(*Rubus xanthocarpus*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、西藏忍冬(*Lonicera tibetica*) (建群种除外)等组成。较多的物种配置使得各物种,特别是建群种的优势地位相对降低,从而大大增加了木本层的均匀度,(3)号模式中的均匀度(E)也达到了很高的水平(0.950),其香农威纳指数高达到 2.238,为木本层之最。其次为模式(9)阿根廷柳模式,木本物种数有 7 种,香农威纳指数为 1.530,位居第二。木本物种最少的模式有:(1)枸杞(*Lycium chinense*)模式、(2)沙棘模式、(5)云杉模式、(6)西蜀丁香(*Syringa komarowii*) + 陇东海棠(*Malus kansuensis*)模式和 12 山杏 + 阿根廷柳模式,它们的木本物种仅有 2~3 种,香农威纳指数也多在 0.5~0.6 之间。

模式草本层的物种数丰富度大多较高,草本种类多在 20~30 种之间(图 2),因此,它们的香农威纳指数也多在 2.0~3.0 之间。草本物种最丰富的模式是沙棘群落,多达 31 种;但草本中穗序野古草(*Arundinella raddianomala*)所占比例很高(重要值 36.82),因而使草本层的均匀度有所降低(0.626),香农威纳指数仅位居第二(2.972)。而阿根廷柳模式中有 26 种草本,但各种草本生态优势度相对均匀,具有极高的均匀度(1.005),这使得阿根廷柳模式草本层的香农威纳指数达到最高(3.035)。枸杞模式中仅有 15 种草本,且其中青蒿(*Artemisia carvifolia*)与甘青蒿(*A. tangutica*)所占比例超过了 1/3(重要值分别为 24.07 和 11.20),因此,其均匀度和香农威纳指数都为最低(分别为 0.620 和 2.180)。

从模式群落整体来看(图 3),沙棘模式与阿根廷柳模式凭借其丰富的草本物种使得群落物种总数都达到了 33 种。但沙棘由于草本层较低的均匀度使得其群落总体的香农威纳指数并不高(3.212);阿根廷柳模式则因为其较高的草本层均匀度使得总体的香农威纳指数排名第二(4.566)。山桃 + 云杉模式则以最高的木本层多样性和相对理想的草本层多样性而位居各模式总体多样性指数之首(4.893)。总体多样性指数最低的仍是枸杞模式,香农威纳指数只有 2.367,物种数也最少,仅 18 种。

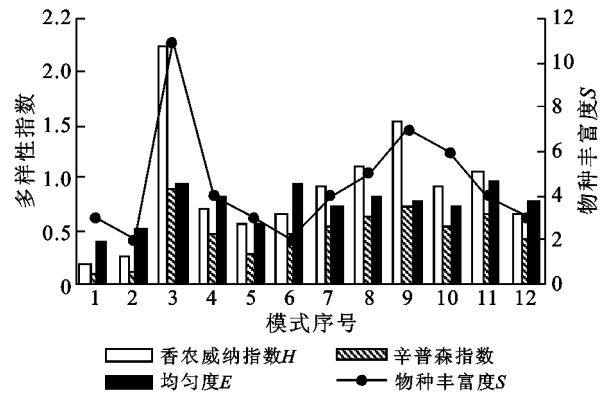


图 1 各模式木本层的物种多样性

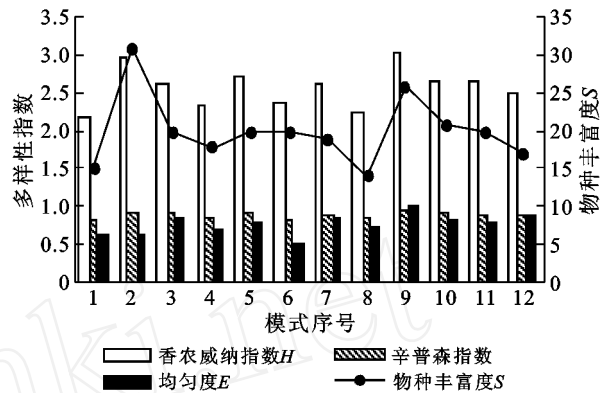


图 2 各模式草本层物种多样性

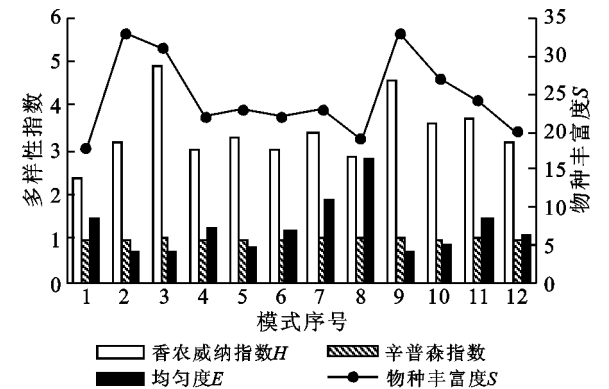


图 3 各模式群落总体物种多样性

3.2 不同配置模式物种多样性与物种丰富度、均匀度、优势度的关系

物种的丰富度是物种多样性最直观、最简易的度量,其它多样性指数都是以它为基础衍生而来的。因此,物种丰富度的多寡理论上应与其物种多样性指数的高低存在着密切的正相关。通过对各个模式的木本层、草本层和群落总体中物种丰富度所对应的物种多样性指数进行拟合,发现物种丰富度与其香农威纳指数、辛普森指数和均匀度都有着明显的相关性。香农威纳指数随着物种丰富度的增加呈现出线性关系($y = 0.1165x + 0.3926$, $R^2 = 0.8959$);而辛普森指数则先随丰富度的增加而增加,但当物种数达到约

25 种左右时,其值也接近于 1,此后其值又略有下降 ($y = -0.0012x^2 + 0.0589 + 0.23, R^2 = 0.8602$)。就均匀度而言,随着物种数的增加 ($y = -0.0002x^2 + 0.0265 + 0.4905, R^2 = 0.6151$),那些建群种在群落中所具有的优势地位也相对有所下降,从而使得重要值在各物种间的分配趋向均匀,因而,均匀度也会随着物种的增加而增大。

3.3 不同配置模式间的群落相似性

从各模式的物种组成相似性来看(表 2),各个模式的物种相似性并不高,最高的相似性值也只有 40%。前 4 位最相似的模式分别是:模式(10)阿根廷柳 + 青杨与模式(12)阿根廷柳 + 山杏,模式(4)山杏 + 云杉与模式(5)云杉,模式(10)阿根廷柳 + 青杨与

模式(7)阿根廷柳 + 云杉,模式(7)阿根廷柳 + 云杉与模式(3)山桃 + 云杉。可见,以上的相似的模式主要是由于各自模式中有一个相同建群种造成的。

相似性最低的前几位是模式(4)山杏 + 云杉与模式(9)阿根廷柳,模式(7)阿根廷柳 + 云杉与模式(11)青杨,模式(4)山杏 + 云杉与模式(11)青杨,模式(1)枸杞与模式(11)青杨以及模式(12)阿根廷柳 + 山杏与模式(11)青杨,它们的相似性系数均小于 3%。可见,由不同建群种构建的模式具有较高的分异度。另外,值得注意的是,模式(11)青杨模式与其它大多数模式都相异甚远,但仍与有青杨参与组建的模式有着相对较高的相似性,如与云杉 + 青杨(29.01)、阿根廷柳 + 青杨(19.63)。

表 2 各模式物种组成的相似性系数

模式类型	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
枸杞	7.47	8.25	20.38	12.67	30.54	12.37	23.27	5.21	18.29	2.99	20.67
沙棘		17.79	7.33	23.47	10.00	7.48	12.65	3.41	11.45	3.02	10.70
山桃 + 云杉			26.40	22.06	4.04	38.76	24.91	14.97	25.07	8.30	21.29
山杏 + 云杉				40.61	15.05	34.35	36.80	1.39	8.01	2.84	22.33
云杉					17.95	21.24	33.09	10.86	15.10	10.61	14.30
西蜀丁香 + 陇东海棠						15.23	22.79	7.77	13.43	7.13	16.11
云杉 + 阿根廷柳							25.25	36.18	39.08	1.79	35.39
云杉 + 青杨								4.90	27.55	29.01	12.90
阿根廷柳									30.62	17.67	18.67
阿根廷柳 + 青杨										19.63	40.84
青杨											2.99
阿根廷柳 + 山杏											

3.4 不同配置模式间的聚类分析

聚类分析是一种把相似的实体放入组或“聚类”内的分类技术,利用 SPSS 系统聚类最近邻体法的聚合策略,将相似的样方形成聚类与其它样方聚类分离。从聚类分析的树状图来看(图 4),模式(1)枸杞、模式(2)沙棘和模式(6)西蜀丁香 + 陇东海棠的相对距离最大;距离较近的有模式(4)山杏 + 云杉与模式(5)云杉,模式(7)阿根廷柳 + 云杉与模式(9)阿根廷柳以及它们与模式(10)阿根廷柳 + 青杨。而模式(11)青杨和模式(3)山桃 + 云杉都处在较孤立的分枝上,这一结果也与上述群落相似性的测定结果大体吻合。

4 讨论

物种多样性是反映植物群落结构和功能的有效指标,也是生态系统稳定性的重要度量依据之一。有研究认为充分发育的成熟的生物组织层次的多样性可导致稳定性^[1],这个生物组织层次指的是植物群落与种群。研究结果表明,各个模式已具备了可观的物种多样性水平,群落间也具有较大的差异性,这在很大程度上保证了人工构建群落的结构与功能,并为其

进一步向着更高的演替阶段发展奠定了物质基础。生物多样性与系统稳定性的关系一直有很大争议^[2-3]。但普遍认为多样性与稳定性之间不存在简单的线性关系^[4-5],而是可能存在一个多样性阈值^[6-7],在阈值以下多样性的增加对植被功能的提高和稳定性的维持是有益的,当多样性增加到一定的程度后它对植被功能和稳定性的作用就不再明显。本研究的各个模式尚处于群落演替的初期,物种多样性的提高无疑有助于构建一个稳定、健康的系统。

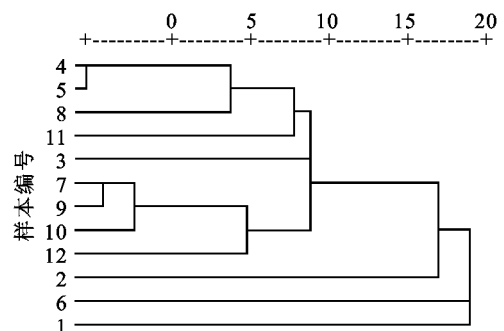


图 4 模式的聚类树状图

(下转第 241 页)

方面要依靠水土保持部门依据旅游市场的需求和水保措施布设的实际,提供有开发价值的水土保持旅游资源或产品,另一方面要依靠旅游部门的宣传组织和销售,特别在旅游产品开发方面要重视旅游部门提供的讯息。通过合作,提供市场需要的新旅游产品,满足广大群众的旅游需求,促进旅游业的发展,同时提高水土保持的社会经济效益,为水土保持与旅游结合创造出一条双赢的路子。

4.2 增强旅游意识

水土保持部门应增强旅游开发意识,在水土保持规划与水土流失治理中,要开拓思路,即在治理水土流失中,不仅要重视各项措施的保水拦泥,改善环境,增产等效益,还应考虑各项措施本身及环境效应作为旅游资源可能带来的社会效益。为此,一方面在某些水土保持措施的规划布设中,尤其在城镇郊区,应尽可能把有利于开展休闲旅游作为目标之一,安排有关项目建设;另一方面,在某些已有的且具有旅游开发价值的水土保持措施中,根据旅游需求可以适当进行有关项目的补充完善与包装,以提高旅游吸引力,为开展旅游创造条件。

4.3 加强研究

加强水土保持与旅游相结合的研究。水土保持旅游活动虽然在某些典型地区已有开展,但尚存在不少认识问题和实际问题需要研究和解决。例如,水土保持(含规划、措施布设、现有措施等)与旅游的关系,

水土保持旅游资源的界定,水土保持旅游市场的调查分析及旅游产品的规划设计,水土保持旅游项目的建设投资及组织与管理等,需要广大水土保持工作者以及水保部门进行研讨,使一些认识问题和实际问题逐步得到解决。

4.4 建立试验地

建立水土保持旅游开发试验地,不断总结经验。一方面将利用水保设施及环境效应已经开展水土保持旅游活动较好的地方作为典型,要总结经验、完善内容与提高品位,使其成为真正的水土保持旅游地;另一方面通过市场调研并结合实际,选择某些吸引力较大的水土保持旅游资源地,进行试验,精心规划设计出有影响的旅游产品,开展旅游活动。通过上述两个方面不断总结经验,推动较大范围水土保持旅游活动的开展。

[参 考 文 献]

- [1] 伍光和,田连恕,胡双熙,等.自然地理学[M].北京:高等教育出版社,2005.
- [2] 甘枝茂,马耀峰.旅游资源与开发[M].天津:南开大学出版社,2007.
- [3] 刘峰,杨白洁,曹明明,等.水土保持与生态旅游的关系研究:以陕西省山镇柞地区为例[J].水土保持学报,2006,20(2):179-182.
- [4] 甘枝茂.水土保持发展的一个新方向:试谈城郊型水土保持[J].中国水土保持,1993(2):46-47.

(上接第215页)

该区由于山地自身的脆弱性和不稳定性以及外在的人为干扰作用,亚高山自然生态系统结构和功能的演变已显现出严重的退化态势。植被快速恢复与重建成为抑制山地生态系统退化和改善生态环境的切入点和有效途径。退化生态系统的恢复与重建在相当程度上是以人工参与的方式进行的,最强烈的人为方式就是以造林工程为代表的植被生态系统重建。人工恢复重建所形成的生态系统在结构、功能、稳定性等方面与区域原生植被群落都存在着差异。因此,按照森林植被的演替规律,奠定退化生态系统恢复的基础,是亚高山植被快速恢复重建过程中人工造林的技术设计和工程施工必须遵循的原则之一。

[参 考 文 献]

- [1] 王国宏.再论生物多样性与生态系统的稳定性[J].生物多样性,2002,10(1):126-134.

- [2] Bethke R W, Nudds T. Variation in the diversity of ducks along a gradient of environmental variability[J]. Oecologia,1993,93:242-250.
- [3] MacArthur R. Fluctuations of animal populations, and a measure of community stability [J]. Ecology, 1955, 36: 533-537.
- [4] Goodman D. The theory of diversity-stability relationships in ecology [J]. The Quarterly Review of Biology, 1975, 50: 237-266.
- [5] Hariston N G, Allan J D, Colwell R K, et al. The relationship between species diversity and stability: an experimental approach with protozoa and bacteria [J]. Ecology, 1968, 49:1091-1101.
- [6] 周集中,马世骏.生态系统稳定性[C]//马世骏.现代生态学透视.北京:科学出版社,1990:20-25.
- [7] King A W, Pimm S I. Complexity, diversity and stability: A reconciliation of theoretical and empirical results [J]. The American Naturalist, 1983, 122:229-239.