

文章编号: 1001-1498(2007)02-0241-05

三江源自然保护区主要森林群落物种多样性研究^{*}

何友均^{1,2}, 崔国发^{1**}, 邹大林^{1,3}, 郑杰⁴, 董建生⁴, 李永波⁴

(1. 北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083; 2. 中国林业科学研究院林业科技信息研究所, 北京 100091;
3. 北京市怀柔区林业局, 北京 101400; 4. 青海省林业局, 青海 西宁 810007)

摘要:应用典型抽样法研究了三江源自然保护区 4 个主要森林群落的物种多样性, 采用多种测度方法计算了各森林群落的多样性和多样性。结果表明: (1) 青海云杉林、川西云杉林、紫果云杉林、大果圆柏林内部, 3 个层间物种丰富度和物种多样性都表现为草本层 > 灌木层 > 乔木层, 反映了三江源自然保护区主要林区森林群落层片的物种多样性分布格局; (2) 乔木层物种多样性从高到低依次为青海云杉林 > 紫果云杉林 > 大果圆柏林 > 川西云杉林, 主要与群落分布的地理位置、海拔等环境因子和建群种生态学特性有关; (3) 灌木层物种多样性, 分布在阴坡地段的青海云杉林、川西云杉林和紫果云杉林差别不大, 但都比分布在阳坡地段的大果圆柏林高, 主要与阳坡早春树木生理干旱和放牧有关; (4) 草本层物种多样性从高到低的顺序基本与灌木层相反, 分布在阳坡的大果圆柏林草本层物种多样性高于分布在阴坡群落中的物种多样性; (5) 多样性表明, 紫果云杉林与川西云杉林之间在物种多样性组成方面相似性最大; 大果圆柏林和川西云杉林物种组成多样性的相似性位居第二; 大果圆柏林和青海云杉林之间的物种多样性相似系数最低, 可见, 森林群落物种组成相似性程度, 首先取决于群落建群种生态幅的宽窄, 其次与建群种之间的生态学特性和生物学特性有关。

关键词:三江源自然保护区; 森林群落; 物种多样性; 多样性指数

中图分类号: S759.9

文献标识码: A

Plant Species Diversity of Main Forest Community Types in San Jiangyuan National Nature Reserve

HE You-jun^{1,2}, CUI Guo-fa¹, ZOU Da-lin^{1,3}, ZHENG Jie⁴, DONG Jian-sheng⁴, LI Yong-bo⁴

(1. College of Nature Reserve, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Research Institute of Forestry Policy and Information, CAF, Beijing 100091, China; 3. Forestry Bureau of Huairou District in Beijing, Beijing 101400, China;
4. Forestry Bureau of Qinghai Province, Xining 810007, Qinghai, China)

Abstract: The characteristics of four main forest community types were analyzed by typical sampling technology, diversity and diversity were calculated with various calculation methods. The results showed that: (1) In four main forest communities of *Picea crassifolia*, *Picea likiangensis* var *balfouriana*, *Picea purpurea* and *Sabina tibetica*, diversity which represented by Shannon-wiener index and Gleason richness index had the highest value in herb layers, the medium in shrub layers and the lowest in tree layers. (2) Among the 4 main forest communities, the ordination order of diversity in tree layers from high to low was that *Picea crassifolia* community > *P. purpurea* community > *Sabina tibetica* community > *P. likiangensis* var *balfouriana* community. (3) There were no significant difference of species diversity in shrub layers among *Picea crassifolia* community, *P. purpurea* community and *P. likiangensis* var

收稿日期: 2006-04-05

基金项目: “十五”国家攻关“三江源自然保护区物种濒危状况快速评估技术”(2004BA510B10-03)项目资助

作者简介: 何友均(1976—),男,湖北恩施人,博士,助理研究员。主要研究方向:森林生态、自然保护区建设与管理、林业政策。

*野外调查中得到青海省江西林场、白扎林场、麦秀林场和玛珂河林业局的协助与支持,在此表示感谢。

**通讯作者:崔国发(1965—),男,博士,教授。主要研究方向:生态学及自然保护区学。

balfouriana community, which of them distributed in shade slopes, however, *Sabina tibetica* community distributed in sunny slopes had the lowest species diversity in shrub layers because of grazing disturbance and natural conditions of sunny slopes (4) Species diversity in herb species of *Sabina tibetica* community was higher than other communities which distributed in shade slope (5) Here, diversity indicated that the similar degree of species composition among communities which was determined by ecological range and biological characteristics of dominant species

Key words: San Jianguan Nature Reserve; forest community; plant species diversity; diversity index

物种多样性是生物多样性研究的主要内容,是一个群落结构和功能复杂性的度量,是群落组织水平重要生态学特征之一,表征着生物群落和生态系统的结构复杂性^[1,2],同时也是进化机制的最主要产物及生物有机体本身多样性的体现,所以物种被认为是最直接、最易观察和最适合研究生物多样性的生命层次^[3]。近年来,群落物种多样性研究成为大家普遍关注的研究内容,并且在与自然干扰和人为干扰(退化、恢复)相关的物种多样性研究^[4-6]、水平梯度上和垂直梯度上的物种多样性研究^[7-11]、与环境因子相关的物种多样性研究^[12,13]、取样尺度上的物种多样性研究^[14]、物种多样性与生态系统功能的研究等方面作了大量研究工作^[15-17]。

三江源自然保护区地处青藏高原,是长江、黄河和澜沧江的源头汇水区,地理位置为 31°39'~36°12' N, 89°45'~102°23' E。三江源自然保护区的森林生态系统在涵养水源、保持水土和防风固沙方面有着十分特殊的生态功能。本文以三江源自然保护区主要森林群落为研究对象,对主要森林群落的物种多样性进行了比较研究。

1 研究区域自然概况

研究区域包括三江源自然保护区的 4 个主要林区(图 1),分别是黄河流域的麦秀林区(101°33'~102°28' E, 35°08'~35°30' N)、长江流域的玛珂河林区(99°53'~100°31' E, 32°15'~32°30' N)、澜沧江流域的江西林区(96°47'~97°11' E, 32°01'~32°15' N)和白扎林区(96°16'~96°49' E, 31°29'~32°02' N)。研究区域属典型的高原大陆性气候,全年平均气温为 -5.6~3.8℃,年降水量为 477.2~764.4 mm,6—9 月份占全年降水量的 70.9%。海拔从 2 800~5 300 m 不等。土壤类型随着海拔由低到高依次为暗棕壤土、棕色针叶林土、高山灌丛草甸土、高山草甸土、高山寒漠石质土。森林群落类型主要包括青海云杉(*Picea crussifolia* Kom.)林、川西云杉(*Picea likiangensis* (Frach.) Pritz var *balfouriana*

(Rehd et Wils.) Hillier ex Stavin)林、紫果云杉(*Picea purpurea* Mast.)林、大果圆柏(*Sabina tibetica* Kom.)林、鳞皮冷杉(*Abies squamata* Mast.)林、祁连圆柏(*Sabina przewalskii* Kom.)林、白桦(*Betula platyphylla* Suk.)林等。

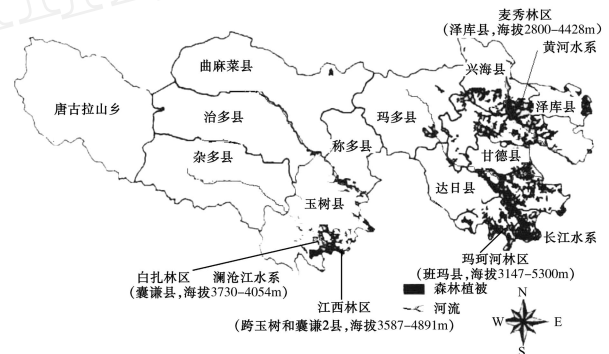


图 1 4 个主要林区在三江源自然保护区的位置

2 研究方法

对三江源自然保护区主要林区进行大量调查的基础上,选择 4 种主要森林群落类型:青海云杉林、川西云杉林、紫果云杉林和大果圆柏林的群落进行多样性比较分析,4 种群落类型的基本情况如表 1。

表 1 4 种主要群落生境情况

群落类型	海拔 /m	坡向	坡度 / (°)	出现林区	郁闭度
青海云杉林	2 800~3 300	阴坡	20~30	麦秀	0.5
川西云杉林	3 200~4 100	阴坡	20~35	江西、白扎、玛珂河	0.6
紫果云杉林	3 000~4 100	阴坡	15~30	江西、白扎、玛珂河、麦秀	0.5
大果圆柏林	3 600~4 050	阳坡	15~35	江西、白扎、玛珂河、麦秀	0.4

2.1 样地设置

应用典型抽样法在三江源自然保护区的 4 个林区调查主要森林群落青海云杉林、川西云杉林、紫果云杉林和大果圆柏林中的物种多样性,分别调查标准地 26、35、29 和 32 块。每一块标准地面积为 20 m × 20 m,对样地内乔木进行每木检尺,记录乔木种类,测定其胸径、树高、株数和冠幅等因子;然后在标

准地的四角和中央位置设置 5 个 2 m × 2 m 的灌木样方;在 5 个灌木样方和标准地其余位置设置 10 个 1 m × 1 m 的草本样方,记录灌木和草本样方内所有植物的株数、高度和盖度。同时调查和记录样地的海拔、坡度、坡向和坡位等环境因子。

2.2 数据整理与计算

2.2.1 重要值计算 以样地为单位计算乔木、灌木和草本的重要值,公式如下:

乔木重要值 = (相对密度 + 相对频度 + 相对优势度) × 100/3;

灌木和草本重要值 = (相对密度 + 相对频度 + 相对盖度) × 100/3

2.2.2 多样性计算公式 多样性指同一地点或群落中种的多样性,由种间生态位的分异决定。一般可分 4 类:物种丰富度、物种的相对多度模型、生物多样性指数、均匀度指数等^[16,17]。本文选取以下几种类型测度 多样性。

(1) Gleason 物种丰富度指数: $G = S / \ln A$

(2) Shannon-Wiener 指数: $H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$

(3) Simpson 指数 (生态优势度指数): $D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2$

(4) 物种均匀度指数: $E = H' / \ln S$

式中: P_i 为物种 i 的重要值比例; S 为物种数; H' 为 Shannon-Wiener 指数; A 为样方面积。

2.2.3 多样性计算公式 多样性的生态意义在于:可以指示生境被物种分隔的程度,比较不同地段的生境多样性。为了比较不同群落物种组成状况,采用了 Sorensen 群落相似系数来度量 多样性,计算公式如下:

$$Sm = (A/B + A/C) / 2$$

式中: A 为两群落共有物种数, B 和 C 分别为两群落各自的物种数。

3 结果与分析

3.1 群落的丰富度分析

从表 2 可以看出,各个森林群落的乔木层物种丰富度指数最低,草本层物种丰富度指数最高,灌木层物种丰富度指数居中,并且变化趋势与表 3 所示的各群落层片间物种多样性一致,说明了物种丰富度指数与物种多样性指数和均匀度指数呈紧密正相关。形成这种物种丰富度指数格局的原因主要与研究地区所处青藏高原独特的地理位置有关。

表 2 各群落不同层片的物种丰富度指数 (Gleason 指数) 比较

群落层次	青海云杉林	川西云杉林	紫果云杉林	大果圆柏林
乔木层	0.782	0.698	0.392	0.605
灌木层	4.209	7.892	4.857	3.721
草本层	14.407	45.712	33.778	47.485

3.2 群落内物种多样性 (多样性) 分析

按层片划分原则,从乔木、灌木、草本 3 个层片考察 4 种主要森林群落内的植物物种多样性 (表 3)。

表 3 各群落层片间物种多样性比较

群落层次	多样性指数	群落类型			
		青海云杉林	川西云杉林	紫果云杉林	大果圆柏林
乔木层	H'	0.748	0.235	0.441	0.276
	D	0.554	0.165	0.300	0.177
	E	0.804	0.312	0.575	0.318
灌木层	H'	2.853	2.982	2.557	2.110
	D	0.663	0.660	0.684	0.550
	E	1.656	1.627	1.608	1.256
草本层	H'	4.154	5.683	6.300	7.336
	D	0.769	0.835	0.936	0.936
	E	1.620	1.681	1.921	1.908

注: H' 为 Shannon 指数; D 为 Simpson 指数; E 为 Pielou 指数。

从表 3 可以看出,4 种主要森林群落中,各个群落内部 3 个层片间物种多样性都表现为草本层 > 灌木层 > 乔木层,反映了三江源自然保护区主要林区森林群落层片的物种多样性格局。三江源自然保护区主要林区所处的海拔位置都很高,植被长期适应高寒生境而逐渐形成了自己独特的物种多样性特征,大部分森林群落的乔木层仅有建群种,而没有共优种或乔木伴生种,因此乔木层物种多样性最低。各主要群落中的草本层虽然不是十分发育,数量相对较少,但是种类很多,因此草本层的物种多样性很高。

乔木层物种多样性从高到低依次为青海云杉林 > 紫果云杉林 > 大果圆柏林 > 川西云杉林。青海云杉林乔木层物种多样性最高,主要与所处的地理位置和海拔有关。青海云杉林分布在麦秀林区海拔 2 800 ~ 3 300 m 的范围内,和其他一些乔木的生态位重叠较大。另外,泽库县的麦秀林区在地理上处于黄土高原向青藏高原过渡的“地理过渡区”,在生境上处于由温暖干旱向高寒类型过渡的“生境过渡区”,在区系上处于由华北区系向青藏高原区系的“区系过渡区”^[18],因此该林区有许多具有暖温带成分的乔木树种出现在青海云杉林中,导致乔木层多

样性最高。川西云杉林分布在江西林区、白扎林区和玛珂河林区,平均海拔较高,所调查样地大部分都是川西云杉纯林,仅有少数样地中出现白桦,因此乔木层物种多样性最低。紫果云杉分布在江西林区、白扎林区、玛珂河林区和麦秀林区,根据调查样方的物种组成发现,江西林区、白扎林区、玛珂河林区调查的紫果云杉群落大部分是纯林,而麦秀林区调查的紫果云杉群落中出现了较多其他乔木树种,因此有较高的物种多样性。大果圆柏林也分布在江西林区、白扎林区、玛珂河林区和麦秀林区,由于分布在阳坡,物种多样性相对较低,而且部分调查样地处在麦秀林区,使其乔木层多样性高于川西云杉林。由此可见,麦秀林区由于处于地理上、生境上和区系上的过渡区域,使得分布在该林区的乔木树种生态位重叠相对较大,乔木能共同出现在同一生境中。但整体而言,分布在该林区的主要森林群落与分布在其他林区的主要森林群落一样,乔木层还是以单一建群种为主,只是偶尔会有相对较多的乔木树种出现在群落中,从而导致分布在该林区主要群落乔木层物种多样性相对较高。

就灌木层物种多样性而言,分布在阴坡地段的青海云杉林、川西云杉林和紫果云杉林的多样性差别不大,但都比分布在阳坡地段的大果圆柏林多样性高,原因可能是阳坡接受的太阳辐射强度和时间高于阴坡,因而在初春天气转暖时,气温回升比阴坡快,灌木萌动发芽的时间较早,而根系还处在冻土之中,水分和养分吸收都比较困难,从而造成生理干旱影响灌木生长。从表 1 可以看出,分布在阳坡的大果圆柏林所处的平均海拔最高,可能也是限制部分灌木物种生长的因素。另外,大果圆柏林中的灌木层物种多样性偏低也与阳坡放牧有关。在三江源自然保护区主要林区,冬天和早春时期,阳坡灌丛草甸往往是良好的冬牧场,此时地面草层多为积雪覆盖,而灌木枝条则露出雪面,成为牛羊重点采食的对象。牛羊的过度啃食与践踏抑制了灌木的更新与生长,从调查样地中有较多的刺红珠 (*Berberis dictyophylla* Franch)、鬼箭锦鸡儿 (*Caragana jubata* (Pall) Poir) 和青藏茶藨子 (*Ribes qingzangense* J. T. Pan) 等有刺灌木可以看出。

草本层物种多样性从高到低的顺序依次是大果圆柏林 > 紫果云杉林 > 川西云杉林 > 青海云杉林,基本与灌木层物种多样性排序相反。分布在阴坡的 3 个森林群落,草本层物种多样性高低主要与群落

分布的范围有关,也就是与群落的生态幅有关,分布区越宽,草本种类越多。紫果云杉林在 4 个林区都有分布,川西云杉林分布在除麦秀林区以外的 3 个林区,而青海云杉仅分布在麦秀林区,因此草本层的物种多样性表现为紫果云杉林 > 川西云杉林 > 青海云杉林的变化趋势。与分布在阴坡的群落相比,大果圆柏林中的草本层物种多样性最高,除了与大果圆柏林分布在 4 个林区,占有较宽的生态幅有关外,还与乔木层和灌木层的盖度有关,大果圆柏林的郁闭度最低,灌木层盖度也较小,阳光能直接照射到林中空地,促进草本植物生长。有关研究表明^[16,20],大部分植物种子为需光种子,萌发时需要光敏色素处于远红光吸收形式 (Pfr),直射可使光敏色素处于 Pfi 形式,从而促进草本植物的生长。另外,大果圆柏林中灌木较少,减少了与草本竞争资源的机会,从而进一步为草本植物的生长提供了有利条件。

3.3 群落间物种多样性 (多样性) 分析

采用 Sorensen 群落相似系数来度量多样性,因此,多样性越高,表明群落之间在物种多样性组成方面越相似;反之,差异性越大。

表 4 各群落间 (Sorensen 相似系数) 多样性比较

多样性指数	青海云杉林	川西云杉林	紫果云杉林
青海云杉林	1		
川西云杉林	0.435 3	1	
紫果云杉林	0.337 3	0.563 7	1
大果圆柏林	0.305 2	0.519 7	0.460 8

从表 4 可以看出,紫果云杉林与川西云杉林之间在物种多样性组成方面相似性最高,主要原因是二者所处的环境因子以及相似的生物学和生态学特性决定的。紫果云杉林和川西云杉林都分布在海拔 3 000 ~ 4 000 m 的阴坡,而且共同分布区有江西林区、白扎林区和玛珂河林区,由于二者的生态幅基本相同,其群落结构和灌木、草本物种组成的相似性很高。

大果圆柏林和川西云杉林物种组成多样性的相似性位居第二,虽然这两种群落分布的坡向截然不同,但是他们共同分布在江西林区、白扎林区、玛珂河林区。虽然分布在阳坡的大果圆柏林和分布在阴坡的川西云杉林中的主要灌木和草本物种组成不同,但有许多草本和灌木能同时生活在两种群落中,只是物种数量不等。因此,两种群落拥有较多的相同物种种类,二者物种多样性组成相似性较高。

大果圆柏林和青海云杉林之间的物种多样性相似系数最低,主要与两种群落不同的生态学特性和

分布区有关。大果圆柏林主要分布在江西林区、白扎林区、玛珂河林区,在麦秀林区有少量分布,而青海云杉林仅分布在麦秀林区,分布区环境条件的差异必然导致二者共同拥有的物种很少,另外,二者生态学特性之间的差异也是导致物种多样性相似程度低的原因,大果圆柏林主要分布在阳坡,且海拔范围是 3 600~4 050 m,而青海云杉林主要分布在阴坡,且海拔范围是 2 800~3 000 m。

从主要森林群落之间的多样性分析可知,三江源自然保护区主要林区各森林群落物种组成相似性程度,首先取决于群落建群种生态幅的宽窄,也就是所处分布区的地理环境条件差异是决定群落间多样性的关键因子,其次是群落建群种之间的生态学特性和生物学特性的差异程度。

4 结论与讨论

(1) 4种主要森林群落内部,3个片层间物种多样性都表现为草本层 >灌木层 >乔木层,反映了三江源自然保护区主要林区森林群落层片的物种多样性格局。

(2) 乔木层物种多样性从高到低依次为青海云杉林 >紫果云杉林 >大果圆柏林 >川西云杉林,主要原因与所处的地理位置、海拔等环境因子和建群种生态学特性有关。由于麦秀林区处于地理上、生境上和区系上的过渡区域,使得分布在该林区的乔木树种生态位重叠相对较大,许多物种能共同出现在同一生境中,凡是在该林区分布的群落,乔木层物种多样性都较高。

(3) 分布在阴坡地段的青海云杉林、川西云杉林和紫果云杉林的灌木层物种多样性差别不大,但都比分布在阳坡地段的大果圆柏林高。一方面可能与阳坡接受的太阳辐射强度和时间高于阴坡,初春灌木萌动发芽的时间较早,而根系还处在冻土之中,水分和养分吸收都比较困难,造成生理干旱影响灌木生长有关;另一方面,冬天和早春时期,阳坡灌丛草甸往往是良好的冬牧场,牛羊的过度啃食与践踏抑制了灌木的更新与生长,导致灌木层物种多样性较低。

(4) 草本层物种多样性从高到低的顺序基本与灌木层相反,分布在阳坡的大果圆柏林中的草本层物种多样性高于分布在阴坡的森林群落。

(5) 紫果云杉林与川西云杉林之间在物种多样性组成方面相似性最大;大果圆柏林和川西云杉林物种组成多样性的相似性位居第二;大果圆柏林和

青海云杉林之间的物种多样性相似系数最低。三江源自然保护区主要林区各森林群落物种组成相似性程度,首先取决于群落建群种生态幅的宽窄,也就是所处分布区的地理环境条件差异是决定群落间多样性的关键因子,其次是群落建群种之间的生态学特性和生物学特性的差异程度。

参考文献:

- [1] 郭正刚,刘慧霞,孙学刚,等. 白龙江上游地区森林植物群落物种多样性的研究[J]. 植物生态学报, 2003, 27(3): 388~395
- [2] 周本智,傅懋毅,李正才,等. 浙西北天然次生林群落物种多样性研究[J]. 林业科学研究, 2005, 18(4): 406~411
- [3] 李博. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社: 2000: 339~345
- [4] 陶建平,臧润国. 海南霸王岭热带山地雨林林隙幼苗库动态规律研究[J]. 林业科学, 2005, 40(3): 33~38
- [5] Sheil D. Long-term observations of rain forest succession, tree diversity and responses to disturbance[J]. Plant Ecol, 2001, 155: 183~199
- [6] Nagaïke T, Kamitani T, Nakashizuka T. Plant species diversity in abandoned coppice forests in a temperate deciduous forest area of central Japan[J]. Plant Ecol, 2003, 166: 145~156
- [7] 贺金生,陈伟烈. 陆地植物群落物种多样性的梯度变化特征[J]. 生态学报, 1997, 17(1): 91~99
- [8] 李宗善,唐建维,郑征,等. 西双版纳热带山地雨林的植物多样性研究[J]. 植物生态学报, 2004, 28(6): 833~843
- [9] 宋爱云,刘世荣,史作民,等. 卧龙自然保护区亚高山草甸植物群落物种多样性研究[J]. 林业科学研究, 2006, 19(6): 767~772
- [10] 胡理乐,刘琪,闫伯前,等. 生态恢复后的干烟洲植物群落种类组成及结构特征[J]. 林业科学研究, 2006, 19(6): 807~812
- [11] 郝朝运,刘鹏,郭周伟. 浙江中部七子花种群结构与空间分布格局的研究[J]. 林业科学研究, 2006, 19(6): 778~784
- [12] 陈光升,钟章成. 重庆缙云山常绿阔叶林群落物种多样性与土壤因子的关系[J]. 应用与环境生物学报, 2004, 10(1): 12~17
- [13] 王代懿,容丽,梅再美,等. 喀斯特石漠化生态治理区结构与物种多样性研究[J]. 水土保持通报, 2005, 25(2): 31~35
- [14] Kalkhan M A, Stohlgren T J. Using multi-scale sampling and spatial cross-correlation to investigate patterns of plant species richness[J]. Environ Monitoring Assessment, 2000, 64: 591~605
- [15] 白永飞,李凌浩,黄建辉,等. 内蒙古高原刺茅草原植物多样性与植物功能群组成对群落初级生产力稳定性的影响[J]. 植物学报, 2001, 43(3): 280~287
- [16] 马克平. 生物多样性的测度方法 多样性的测度方法(上)[J]. 生物多样性, 1994a, 2(3): 162~168
- [17] 马克平. 生物多样性的测度方法 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性, 1994b, 2(4): 231~239
- [18] 吴玉虎. 隆务河流域植物区系研究[J]. 云南植物研究, 2002, 24(2): 155~169
- [19] 曹仪植,宋占午. 植物生理学[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1998
- [20] 朱玉贤,李毅. 现代分子生物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997