

网络出版时间:2012-06-08 16:03

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120608.1603.022.html>

陕西黑河上游主要天然林类型及 物种多样性特征研究

王宇超,王得祥,胡有宁,柴宗政

(西北农林科技大学 林学院,陕西 杨凌 712100)

【摘要】【目的】通过对陕西黑河上游植物群落的系统调查及物种多样性的定量分析,揭示该区森林群落的分布类型及物种多样性特征,为今后该区植物群落特征及结构研究奠定基础。【方法】采用双向聚类法中的 TWINS-PAN 软件包对陕西黑河上游森林群落进行分类,以 Margalef 物种丰富度指数、Shannon-Weiner 指数、Simpson 指数和 Pielou 均匀度指数为指标,对群落不同层次及群落之间的物种多样性进行分析。【结果】将研究区 24 个样地划分为 10 个群落类型;各群落结构中不同层次间的物种多样性有明显差异,草本层物种多样性大于乔木层和灌木层;各个群落类型的物种多样性大小顺序为白桦+太白杨混交林>油松+锐齿槲栎混交林>华山松林>华榛+青杨混交林>油松+山杨混交林>山榆林>八角枫林>锐齿槲栎林>山杨林>油松林;24 个样地内共有植物 237 种,分别隶属于 65 科、150 属。【结论】人为干扰、林下环境的异质性以及物种的生物学特性,都可能造成植物群落内部各层次以及各群落类型间物种多样性的差异;干扰、环境异质性以及物种生物学特性均是复杂的科学问题,是较多因子综合作用的表现。

【关键词】 黑河上游;天然林;群落类型;物种多样性

【中图分类号】 S718.54⁺5

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2012)07-0106-07

Study on the main forest community and species diversity of the natural forest types in upstream Heihe river, Shaanxi

WANG Yu-chao, WANG De-xiang, HU You-ning, CHAI Zong-zheng

(College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】Through the systematic investigation of plant communities and species diversity quantitative analysis in the study area, the study revealed the distribution of forest community types and species diversity characteristics, which provided theoretical basis to study plant community character and structure. 【Method】The forest community was classified by two-way TWINS-PAN, and the Shannon-Weiner index, Simpson, Pielou index and evenness index were applied to analyze the community diversity. 【Result】The 24 plots in the research area can be divided into 10 community types; the species diversity is distinctly different between the different layers of community structure, the species diversity of herb layer is bigger than tree layer and shrub layer; the order of the community diversity is *Betula platyphylla* + *Populus purdomii* > *Pinus tabulaeformis* + *Quercus aliena* var. *acuteserrata* > *Pinus armandi* > *Corylus chinensis* + *Populus cathayana* > *P. tabulaeformis* + *Populus davidiana* > *Ulmus bergmanniana* > *Alangium*

* [收稿日期] 2011-12-22

[基金项目] 国家自然科学基金项目(31070570);国家科技基础性工作专项(2007FY110800);林业公益性行业科研专项(20100400206)

[作者简介] 王宇超(1978—),男,陕西铜川人,在读博士,主要从事森林生态及生理生态研究。E-mail: wangyuchao2000@126.com

[通信作者] 王得祥(1966—),男,青海乐都人,教授,博士生导师,主要从事森林生态及森林健康可持续经营研究。

E-mail: wangdx66@126.com

um chinense > *Q. aliena* var. *acuteserrata* > *P. davidiana* > *P. tabulaeformis*. There are 237 species, belonging to 65 families, 150 genera, in 24 plots. 【Conclusion】 Interference, environmental heterogeneity of undergrowth and biological characteristics of species may cause the difference of species diversity between plant communities and layers within each community. However, interference, environmental heterogeneity and biological characteristics are complex scientific problems, and they are integrated performance of many factors affection.

Key words: upstream Heihe river; natural forests; community types; species diversity

黑河上游位于陕西周至厚畛子林场西段,是连接太白山自然保护区、周至自然保护区、老县城自然保护区的交界区域,由于独特的地理位置和森林生态环境,孕育了种类独特、丰富多样的生物资源,其中分布的珍稀动物有大熊猫、金丝猴、羚牛等。除此之外,该地区还具有较丰富的植物资源。近些年针对周边自然保护区森林植被的研究较多^[1-4],而针对该区森林植被的研究较少,尤其关于植物群落的研究报道尚属空白,因而对该区主要森林群落的类型及特征认识不清。为此,本研究从黑河上游存在问题出发,于 2008-08-09 对该区的主要森林群落进行了系统调查,应用 TWINSpan 对植物群落进行类型划分,并对群落的物种多样性进行了定量分析,以期进一步揭示该区的主要森林群落分布类型以及物种多样性特征,以对林区植被类型有一个较为全面系统的认识,并为今后该区植物群落特征及结构的研究奠定基础。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于陕西周至厚畛子林场西段,厚畛子林场的地理位置为东经 108°44′~108°57′,北纬 33°46′~33°57′。该研究区地理位置特殊,连接着太白山国家级自然保护区、周至国家级自然保护区和周至老县城自然保护区,并且是黑河水系的源头。

该研究区森林覆盖率为 92.5%,土壤类型以山地暗棕壤和山地棕壤 2 个土壤类型为主。林区属于暖温带大陆季风气候,年平均气温 6.4℃,年降雨量 1 001.7 mm。区内森林植物茂盛,资源丰富,森林植被属暖温带针阔叶混交林。林区生活有大熊猫、羚牛、金丝猴等珍稀动物。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置与群落调查 于 2008-08-09 对研究区森林群落进行调查。采用典型取样法进行常规群落调查,并结合森林植被分布图选择样地,样地面积为 30 m×20 m,每个样地内设置 5 个 5 m×5 m 的灌木样方和 5 个 1 m×1 m 的草本样方。调查记录内容包括植物种类、高度、盖度等,同时记录各群落的综合特征和生境特征,主要包括群落盖度、层间植物种类、经度、纬度、海拔高度、坡度和坡向等(表 1)。

1.2.2 物种重要值的计算 乔木重要值=(相对高度+相对密度+相对优势度)/300;灌木及草本重要值=(相对密度+相对频度+相对盖度)/300。

1.2.3 植物群落类型的划分 基于样地调查数据生成的物种重要值矩阵,采用双向聚类法(Two-way Clustering Method)中的 TWINSpan 软件包对研究区植物群落进行数量分类^[5]。本研究根据物种重要值的大小,选用 4 个分级水平,即 0~≤0.02, >0.02~≤0.05, >0.05~≤0.1 和 >0.1。

表 1 黑河上游研究样地的地理位置及概况

样地号 No. of plot	海拔/m Altitude	坡向/(°) Slope aspect	坡度/(°) Slope	腐殖质层厚度/cm Humus thickness	地理坐标 Geographical coordinates
1	1 500	NW28	32	3.0	N 33°49′99.2″,E 108°46′90.9″
2	1 520	NE18	6	2.1	N 33°49′60.7″,E 108°46′81.9″
3	1 525	NW83	35	3.9	N 33°49′60.5″,E 108°46′81.9″
4	1 449	NE70	10	2.4	N 33°50′23.6″,E 108°47′22.0″
5	1 987	NW7	15	7.3	N 33°49′14.4″,E 108°44′53.0″
6	1 296	NW12	28	3.0	N 33°50′88.1″,E 108°49′89.8″
7	1 300	NE55	13	1.9	N 33°40′83.3″,E 108°49′68.5″
8	1 735	NW15	21	4.5	N 33°48′61.9″,E 108°43′04.2″
9	1 636	NE8	12	3.6	N 33°48′66.8″,E 108°44′11.9″
10	1 619	NW10	30	2.7	N 33°48′56.7″,E 108°45′60.1″

续表 1 Continued table 1

样地号 No. of plot	海拔/m Altitude	坡向/(°) Slope aspect	坡度/(°) Slope	腐殖质层厚度/cm Humus thickness	地理坐标 Geographical coordinates
11	1 618	NW6	33	2.4	N 33°48′66.6″,E 108°45′05.7″
12	1 617	NE10	20	2.2	N 33°48′74.5″,E 108°44′69.3″
13	1 804	NW44	22	5.0	N 33°47′67.6″,E 108°43′57.9″
14	1 820	NE75	3	2.7	N 33°47′28.2″,E 108°43′47.0″
15	1 853	NE68	3	1.8	N 33°47′31.2″,E 108°43′49.7″
16	1 404	NW80	35	1.8	N 33°50′84.6″,E 108°47′50.1″
17	1 504	SW37	15	1.3	N 33°50′81.5″,E 108°47′86.8″
18	1 340	NE65	20	2.6	N 33°50′64.9″,E 108°48′96.7″
19	1 159	NW65	38	1.5	N 33°50′45.8″,E 108°49′95.4″
20	1 310	NE21	34	2.7	N 33°50′28.0″,E 108°49′90.3″
21	1 435	NW30	23	1.2	N 33°50′21.8″,E 108°49′75.7″
22	1 141	NW40	36	1.3	N 33°50′15.8″,E 108°45′20.6″
23	996	NW40	36	1.9	N 33°47′73.5″,E 108°44′15.9″
24	1 003	SW80	30	1.7	N 33°47′51.2″,E 108°44′31.5″

1.2.4 物种丰富度指数的计算 Margalef 物种丰富度指数^[6](d_{mg} ,以下简称物种丰富度指数)的计算公式为: $d_{mg}=(S-1)/\ln N$ 。

式中: S 为样地中的物种总数, N 为样地所有物种的重要值之和。

1.2.5 α 物种多样性指数的计算 3种 α 物种多样性指数的计算公式如下:

Shannon-Weiner 指数^[7]: $H'=-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$;

Pielou 均匀度指数^[8]: $J_{sw}=\frac{H'}{\ln S}$;

Simpson 指数^[9]: $D=1-\sum_{i=1}^S P_i^2$ 。

式中: P_i 为第*i*种的重要值占有重要值总和的比例。

2 结果与分析

2.1 黑河上游植物的组成

从研究区共采集到植物 237 种,分别隶属于 65 科、150 属。其中乔木 55 种,灌木 59 种,草本 123 种。所有物种中蕨类植物有 3 科、4 属、6 种,裸子植物 2 科、3 属、4 种,被子植物 60 科、143 属、227 种。在 237 种植物中,以蔷薇科(Rosaceae)种类最多,共有 22 种,占全部调查植物种类的 9.28%;其次是菊科(Asteraceae),共有 17 种,占全部调查植物种类的 7.2%;然后依次是豆科(Leguminosae,15 种)、忍冬科(Caprifoliaceae,10 种)、虎耳草科(Saxifragaceae,9 种)、禾本科(Poaceae,8 种)、桦木科(Betulaceae,7 种)、小蘗科(Berberidaceae,7 种)等。

2.2 黑河上游植物群落类型的划分

参照吴征镒^[10]的中国植被分类原则和分类体系,结合 TWINSPAN 分类结果,对研究区 24 个样

地的群落类型进行划分。24 个样地 TWINSPAN 分类结果见图 1。研究区 24 个样地可划分为 10 个群落类型,各群落类型组成如下:

I. 八角枫林(Form. *Alangium chinense*)。包括 23 号样地,分布于海拔 996 m,坡向为西北坡,坡度 36°,生长在山谷一侧的下坡位,林下环境较为湿润。乔木层以八角枫为优势种,伴生种有构树(*Broussonetia papyifera*)、臭椿(*Ailanthus altissima*)、青榨槭(*Acer davidii*),郁闭度为 0.72;灌木层以陕西莢蒾(*Viburnum schensianum*)和黄栌(*Cotinus coggygria*)为优势种,伴生种有陕西悬钩子(*Rubus piluliferus*)、葱皮忍冬(*Lonicera ferdinandii*)、中华绣线菊(*Spiraea chinensis*);草本以日本羊茅(*Festuca japonica*)为优势种,伴生种有求米草(*Oplismenus undulatifolius*)、牛尾蒿(*Artemisia dubia*)、野菊(*Dendranthema indicum*)、蛇莓(*Duchesnea indica*)等。

II. 山杨林(Form. *Populus davidiana*)。包括 20 和 22 号样地,分布于海拔 1 141~1 310 m,坡向分别为西北坡和东北坡,坡度为 34°~36°,生长在河流两侧的山坡上,林下环境湿润。乔木层以山杨为优势种,零星伴生华山松(*Pinus armandi*)、锐齿槲栎(*Quercus aliena* var. *acuteserrata*),郁闭度为 0.73~0.81;灌木层以黄栌、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)为优势种,伴生种有苦糖果(*Lonicera fragrantissima* subsp. *standishii*)、胡颓子(*Elaeagnus pungens*)、中华绣线菊;草本层以日本羊茅、唐松草(*Thalictrum aquilegifolium*)为优势种,伴生种有野棉花(*Anemone vitiifolia*)、兔儿伞(*Syneilesis acnitifolia*)、求米草、穿龙薯蓣(*Dioscorea nipponica*)等。

Ⅲ. 油松+山杨(Form. *Pinus tabulaeformis* + *Populus davidiana*)混交林。包括7和18号样地,分布于海拔1300 m左右,坡向为东北坡,生长在山谷两侧下坡地段,坡度为 $13^{\circ}\sim 20^{\circ}$,林下环境较为湿润。乔木层以油松和山杨为优势种,零星伴生有华山松、青杨(*Populus cathayana*),郁闭度为0.7~0.8;灌木层以中华绣线菊、绿叶胡枝子(*Lespedeza buergeri*)为优势种,伴生种有陕西悬钩子、多花木兰(*Magnolia multiflora*)、胡颓子、卫矛(*Euonymus alatus*);草本层以日本羊茅为优势种,伴生种有东方果蕨(*Matteuccia orientalis*)、鹅肠菜(*Myosoton aquaticum*)、鹅观草(*Roegneria kamoji*)、唐松草等。

Ⅳ. 锐齿槲栎林(Form. *Quercus aliena* var. *acuteserrata*)。包括16和24号样地,分布于海拔1003~1404 m,坡向分别为西北坡和西南坡,坡度 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$,生长于山梁一侧的上坡地段,日照状况理想,林下环境较为干燥。乔木层主要以锐齿槲栎为优势种,伴生种有构树、秦岭木姜子(*Litsea tsinlingensis*)、五裂槭(*Acer oliverianum*)、君迁子(*Diospyros lotus*),郁闭度0.70~0.74;灌木层以桦叶荚蒾(*Viburnum betulifolium*)和葱皮忍冬为优势种,伴生种有接骨木(*Sambucus williamsii*)、华北绣线菊(*Spiraea fritschiana*)、秦连翘(*Forsythia giraldiana*)、陕西悬钩子;草本以日本羊茅和鹅观草为优势种,伴生种有淫羊藿(*Epimedium elongatum*)、崖棕(*Carex siderosticta*)、茜草(*Rubia cordifolia*)、天名精(*Carpesium abrotanoides*)等。

Ⅴ. 华榛+青杨(Form. *Corylus chinensis* + *Populus cathayana*)混交林。包括1和2号样地,分布于海拔1500 m左右,坡向分别为西北坡和东北坡,坡度 $6^{\circ}\sim 32^{\circ}$,生长在山谷一侧或谷底较平缓山地,林下环境较湿润。乔木层主要以华榛、青杨为优势种,伴生种有刺榛(*Corylus ferox*)、白桦(*Betula platyphylla*)、毛樱桃(*Cerasus setulosa*)、椴树(*Tilia tuan*)、青榨槭,郁闭度0.7~0.8;灌木层以小叶鼠李(*Rhamnus parvifolia*)、栓翅卫矛(*Euonymus phellomanus*)为优势种,伴生种有陕西荚蒾、珍珠梅(*Sorbaria sorbifolia*)、陕西悬钩子;草本以酢浆草(*Oxalis corniculata*)和铁线蕨(*Adiantum capillusveneris*)为优势种,伴生种白透骨消(*Glechoma biondiana*)、崖棕、六叶律(*Galium asperuloides*)、秦岭金腰子(*Chrysosplenium biondianum*)、红升麻(*Astilbe chinensis*)、茜草等。

Ⅵ. 油松+锐齿槲栎(Form. *Pinus tabulaeformis* + *Quercus aliena* var. *acuteserrata*)混交林。包括10、11和12号样地,分布于海拔1600 m左右,坡向基本为正北坡,坡度为 $20^{\circ}\sim 33^{\circ}$,生长在山谷两侧中坡地段,林下环境较为湿润。乔木层主要以油松和锐齿槲栎为优势种,伴生种有三桠乌药(*Lindera obtusiloba*)、毛樱桃、野漆(*Toxicodendron succedaneum*)、五裂槭,郁闭度0.68~0.75;灌木层以绿叶胡枝子和苦糖果为优势种,伴生种多花木兰、珍珠梅、卫矛、胡颓子。草本层以日本羊茅和鹅观草为优势种,伴生种有蛇莓、峨参(*Anthriscus sylvestris*)、风毛菊(*Saussurea japonica*)、过路黄(*Lysimachia christinae*)、茜草、牛尾蒿等。

Ⅶ. 油松林(Form. *Pinus tabulaeformis*)。包括4、6、17和19号样地,分布于海拔1159~1735 m,坡向基本为西北坡和东北坡,坡度 $10^{\circ}\sim 38^{\circ}$,生长在上梁两侧山坡,林下环境潮湿。乔木层主要以油松为优势种,伴生种有华山松、漆树,郁闭度为0.70~0.82;灌木层以栓翅卫矛和绿叶胡枝子为优势种,伴生种有陕西悬钩子、达乌里胡枝子(*Lespedeza davurica*)、葱皮忍冬(*Lonicera ferdinandii*)等;草本层以日本羊茅和蛇莓为优势种,伴生种有唐松草、秦岭风毛菊、大戟(*Euphorbia pekinensis*)、穿龙薯蓣等。

Ⅷ. 兴山榆林(Form. *Ulmus bergmanniana*)。包括3和14号样地,分布于海拔1525~1820 m,坡向为西北坡和东北坡,坡度 $3^{\circ}\sim 35^{\circ}$,生长在上梁两侧山坡及向阳的沟谷平地上,林下环境较为干燥。乔木层主要以兴山榆为优势种,伴生种有毛樱桃、华榛,郁闭度在0.7以上;灌木层以假豪猪刺(*Berberis soulieana*)、苦糖果为优势种,伴生种有海州常山(*Clerodendrum trichotomum*)、丛花荚蒾(*Viburnum glomeratum*)、陕西荚蒾、粉背溲疏(*Deutzia hypoglaucula*)、灰栒子(*Cotoneaster acutifolius*)等;草本以日本羊茅为优势种,伴生种有蛇莓、透茎冷水花(*Pilea pumila*)、六叶律、卵叶茜草(*Rubia ovatifolia*)、活血丹(*Glechoma longituba*)等。

Ⅸ. 白桦+太白杨(Form. *Betula platyphylla* + *Populus purdomii*)混交林。包括9和15号样地,分布于海拔1636~1853 m,坡向为东北坡,坡度 $3^{\circ}\sim 15^{\circ}$,常生长在沟谷及河流两旁,林下环境较为湿润。乔木层以白桦和太白杨为优势种,零星伴有油松、毛樱桃等,郁闭度0.68~0.71;灌木层以南川绣线菊(*Spiraea rosthornii*)、桦叶荚蒾为优势种,

伴生种有扁刺蔷薇(*Rosa sweginzowii*)、粉背溲疏、托柄菝葜(*Smilax discotis*)、勾儿茶(*Berchemia sinica*)、珍珠梅等;层间植物主要是西五味子(*Schisandra sphenanthera*);草本层以日本羊茅和蛇莓为优势种,伴生种有问荆(*Equisetum arvense*)、牛尾蒿、罗汉菜(*Stachys sieboldi*)、峨参等。

X. 华山松林(Form. *Pinus armandi*)。包括 5、8、13 和 21 号样地,分布于海拔 1 435~1 987 m,坡向为西北坡,坡度 28°~35°,生长在山谷一侧中下坡

地段,林下环境较为湿润。乔木层以华山松为优势种,伴生种有红桦(*Betula albosinensis*)、青榨槭、刺榛,郁闭度 0.60~0.65;灌木层以华北绣线菊、绿叶胡枝子为优势种,伴生种有桦叶荚蒾、南川绣线菊、胡颓子、托叶菝葜、青荚叶(*Helwingia japonica*)等;草本层以天蓬草(*Stellaria uliginosa*)、唐松草、日本羊茅为优势种,伴生种有茜草、羽裂叶茺子藨(*Triosteum pinnatifidum*)、蛇莓、鞘柄菝葜(*Smilax stans*)、堇菜(*Viola diamantiaca*)等。

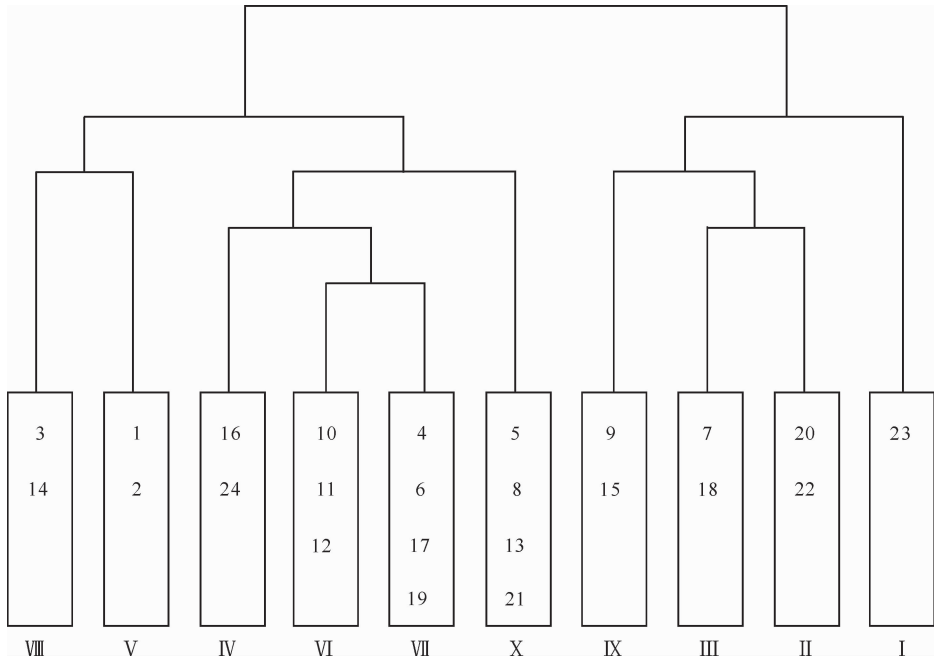


图 1 黑河上游研究区内 24 个样地的 TWINSpan 分类结果

Fig. 1 TWINSpan classification of 24 plots in upstream Heihe river

2.3 黑河上游主要植物群落的物种多样性

2.3.1 群落中不同层次的物种多样性 黑河上游主要群落类型不同层的物种多样性见图 2。由图 2 可以看出,在整个森林群落中,除 Pielou 均匀度指数外,草本层其他指数基本都高于乔木层和灌木层,说明草本层具有较高的丰富度和物种多样性。大部分群落类型乔木层的物种丰富度指数、Shannon-Weiner 指数、Pielou 均匀度指数、Simpson 指数低于灌木层和草本层,但是锐齿槲栎林(Ⅳ)、华榛+青杨混交林(Ⅴ)、白桦+太白杨混交林(Ⅸ)乔木层的物种丰富度指数、Shannon-Weiner 指数均高于灌木层,表现出较高的物种多样性。

从图 2 还可以看出,油松林(Ⅶ)乔木层物种丰富度指数和 3 个多样性指数均明显低于其他森林群落类型,说明油松林乔木层物种较少,分布不均匀,从而降低了乔木层的物种多样性;而白桦+太白杨

混交林(Ⅸ)的乔木层、灌木层和草本层均表现出较高的物种多样性,物种丰富度较大,分布较均匀。

2.3.2 不同植物群落间的物种多样性 黑河上游主要植物群落的物种多样性见表 2。由表 2 可以看出,10 种群落类型物种多样性的大小顺序为白桦+太白杨混交林(Ⅸ)>油松+锐齿槲栎混交林(Ⅵ)>华山松林(X)>华榛+青杨混交林(Ⅴ)>油松+山杨混交林(Ⅲ)>兴山榆林(Ⅷ)>八角枫林(I)>锐齿槲栎林(Ⅳ)>山杨林(Ⅱ)>油松林(Ⅶ)。其中白桦+太白杨混交林(Ⅸ)的物种丰富度指数、Shannon-Weiner 指数、Simpson 指数都较高,故其群落物种多样性最大。山杨林(Ⅱ)、锐齿槲栎林(Ⅳ)的物种丰富度指数相对比较低,Pielou 均匀度指数较高,说明该群落多样性较低是物种分布较少造成的,而不是因为物种分布不均所致。油松林(Ⅶ)群落的物种丰富度指数、Simpson 指数、Pielou 均匀度指数均

较低,从而造成了该群落物种多样性最小。

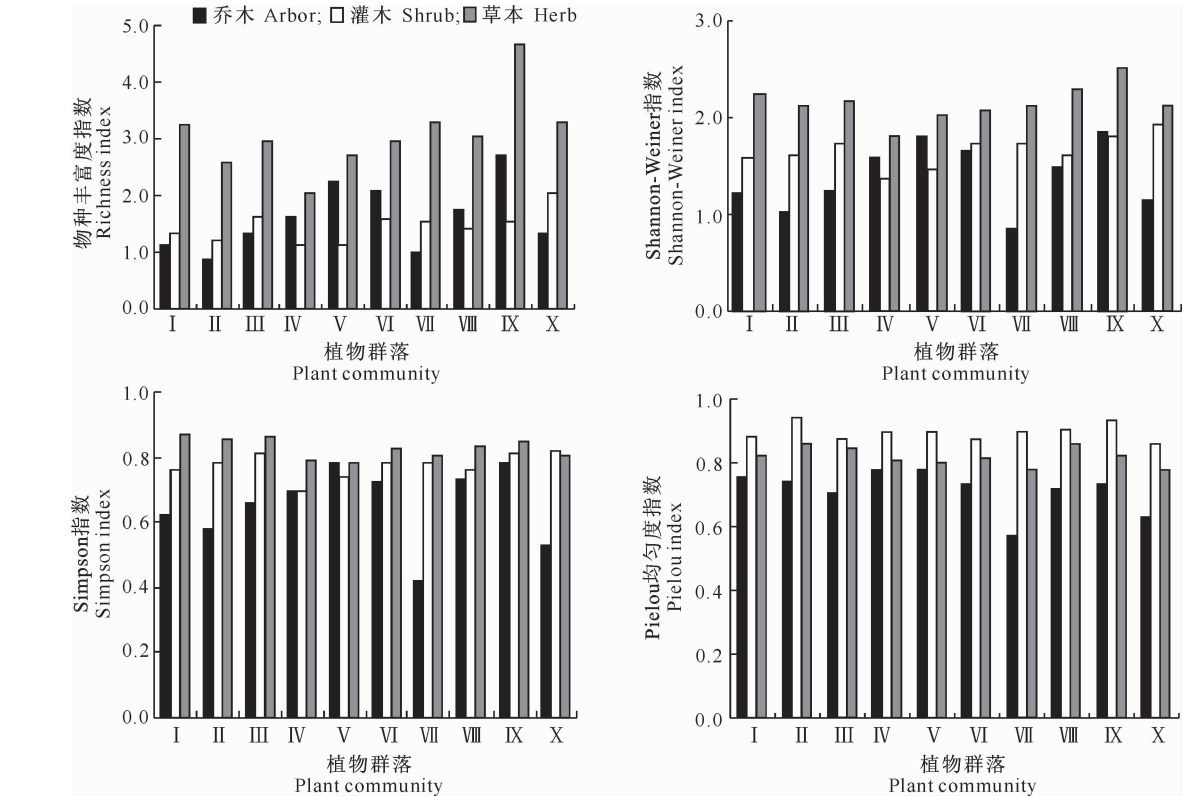


图 2 黑河上游主要植物群落类型不同层的物种多样性

I. 八角枫林; II. 山杨林; III. 油松+山杨混交林; IV. 锐齿槲栎林; V. 华榛+青杨混交林;
VI. 油松+锐齿槲栎混交林; VII. 油松林; VIII. 兴山榆林; IX. 白桦+太白杨混交林; X. 华山松林

Fig. 2 Species diversity of plant communities of different layers in upstream Heihe river

I. *A. chinense* forest; II. *P. davidiana* forest; III. *P. tabulaeformis*+*P. davidiana* mixed forest; IV. *Q. aliena* var. *acuteserrata* forest;
V. *C. chinensis*+*P. cathayana* mixed forest; VI. *P. tabulaeformis*+*Q. aliena* var. *acuteserrata* mixed forest;
VII. *P. tabulaeformis* forest; VIII. *U. bergmanniana* forest; IX. *B. platyphylla*+*P. purdomii* mixed forest; X. *P. armandi* forest

表 2 黑河上游主要植物群落的物种多样性

Table 2 Analysis of species diversity of plant community in the upstream Heihe river					
群落类型 Community type	海拔/m Elevation	物种丰富度指数 Richness index	Shannon-Weiner 指数 Shannon-Weiner index	Simpson 指数 Simpson index	Pielou 均匀度指数 Pielou index
I	996	4.032	2.775	0.917	0.873
II	1 141~1 310	3.506	2.673	0.913	0.880
III	1 300	4.821	2.850	0.922	0.854
IV	1 003~1 404	3.769	2.676	0.909	0.861
V	1 500	4.909	2.856	0.922	0.848
VI	1 600	5.084	2.920	0.926	0.860
VII	1 159~1 735	4.471	2.654	0.889	0.816
VIII	1 525~1 820	4.646	2.816	0.920	0.850
IX	1 636~1 853	6.925	3.151	0.938	0.851
X	1 435~1 987	5.128	2.869	0.909	0.845

3 结论与讨论

本研究基于黑河上游研究区内 24 个样地的物种重要值,应用 TWINSpan 将黑河上游植物群落划分出 10 个群落类型,该划分结果非常符合实际调

查结果。其中以油松和锐齿槲栎为建群种的样地有 14 个,说明油松和锐齿槲栎的分布在该林区占据优势地位。本研究通过进一步分析发现,植物群落各个层之间的物种多样性存在明显差异,草本层的丰富度与物种多样性明显高于灌木层和乔木层,这与

冯云等^[11]的研究结果一致。草本大部分都生长在乔木层和灌木层下,所以有相当一部分的草本植物处于乔木层和灌木层的林阴下,还有一小部分则处于林窗中,不同空间光照的差异,必然会导致温度和湿度的差异,从而为不同生态特性的草本植物创造更大的发展空间。因此,草本层的生境相对于乔木层和灌木层更复杂和多变,物种之间的相互作用也较强烈。由于草本层具有较高的环境异质性,从而造成其物种分布的多样化,故进一步提高了物种的分布种类及多样性。本研究区大部分植物群落灌木层的物种多样性均大于乔木层,这可能与林下光环境、养分和水分的异质性有密切关系^[12]。但是锐齿槲栎林、华榛+青杨混交林、白桦+太白杨混交林乔木层的物种丰富度指数、Shannon-Weiner 指数却高于灌木层,表现出较高的物种多样性。这可能主要与其生境密切相关,锐齿槲栎林群落分布于阳坡面上,光照强度较大,林下水分条件较差,一些喜阴植物无法生存,从而明显降低了林下灌木层和草本层的物种数,使乔木层表现出相对较高的物种多样性。华榛+青杨混交林和白桦+太白杨混交林群落因为处于山谷底端一侧坡上或者山谷中较平缓的地带,这一地区也是人为干扰密集的区域,较多山民和采药者穿梭其中。由于人为干扰主要体现为砍柴,其破坏的植被层主要是灌木层,造成灌木层物种多样性降低。这也充分证明人为干扰可以破坏植物群落结构的组成,这与较多学者的研究结果一致^[13-14]。

通过对比植物群落总物种多样性发现,不同植物群落之间物种多样性也存在差异,这可能是由群落中组成物种的生物学特性决定的,同时也可能是人为干扰等外界因素影响的结果。程瑞梅等^[15]和黄忠良等^[16]研究发现,群落组织水平的物种多样性,在一定程度上可表现出各群落的一些生态习性。吴甘霖等^[17]研究发现,不同的干扰强度,也可以造成植物群落结构发生变化,直接影响其物种多样性大小。本研究通过对比不同群落类型的生境发现,白桦+太白杨混交林(Ⅸ)、油松+锐齿槲栎混交林(Ⅵ)、华山松林(Ⅹ)多分布于半阴坡和阴坡,坡度相对较小,土层厚度大,水分条件好,所以物种分布较丰富,多样性较高。其中,白桦+太白杨混交林(Ⅸ)群落又处于沟谷人为活动密集区域,适当的人为干扰会进一步增加了其物种多样性,所以白桦+太白杨混交林在所有群落类型中表现出最高的物种多样性。华山松林(Ⅹ)群落在该研究区的分布特点与兰国玉等^[18]的研究结果一致,主要分布于水分较好的

阴坡和半阴坡。

综上所述,人为干扰、林下环境的异质性以及物种的生物学特性,都可能造成植物群落内部各个层次以及各群落类型之间物种多样性的差异。但是人为干扰和林下环境异质性及物种生物学特性均是复杂的科学问题,其涉及的影响因子较多。例如,干扰就是一个极其复杂的过程,不同强度及类型所产生的结果不同^[19]。而关于黑河上游这方面的研究尚属空白,所以清楚认识并揭示这些复杂问题的变化规律,是今后在该区域科学研究的重点方向。

[参考文献]

- [1] 袁秉和,李登武,李文华. 陕西周至老县城自然保护区种子植物区系研究 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(1): 211-216.
Yuan B H, Li D W, Li W H. Studies on flora diversity of the seed plants in Laoxiancheng Nature Reserve, Zhouzhi, Shaanxi [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat Sci Ed, 2007, 35(1): 211-216. (in Chinese)
- [2] 康永祥,雷瑞德,梁宗锁. 太白山太白红杉林群落种子植物区系研究 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(3): 93-98.
Kang Y X, Lei R D, Liang Z S. Study on the seed-plant flora of *Larix chinensis* forest communities in Taibai mountain [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat Sci Ed, 2007, 35(3): 93-98. (in Chinese)
- [3] 冯永辉,冯鲁田,雍严格,等. 秦岭大熊猫主食竹的分类学研究: II [J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2006, 36(1): 101-103.
Feng Y H, Feng L T, Yong Y G, et al. A taxonomic study on the bamboo as the main food of giant panda from Mt. Qinling: II [J]. Journal of Northwest University: Natural Science Edition, 2006, 36(1): 101-103. (in Chinese)
- [4] 蔡靖,杨秀萍,姜在民. 周至国家级自然保护区重点保护野生植物的研究 [J]. 西北林学院学报, 2002, 17(3): 63-66.
Cai J, Yang X P, Jiang Z M. Researches on the state key conservation plant species in Zhouzhi National-level Nature Reserve [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2002, 17(3): 63-66. (in Chinese)
- [5] 程瑞梅,肖文发. 三峡库区森林植物群落数量分类与排序 [J]. 林业科学, 2008, 44(4): 20-27.
Cheng R M, Xiao W F. Quantitative classification and ordination of the forest communities in Three Gorges Reservoir Area [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2008, 44(4): 20-27. (in Chinese)
- [6] 吕浩荣,刘颂颂,朱剑云,等. 人为干扰对风水林群落林下木本植物组成和多样性的影响 [J]. 生物多样性, 2009, 17(5): 458-467.
Lü H R, Liu S S, Zhu J Y, et al. Effects of human disturbance on understory woody species composition and diversity in feng-shui forests [J]. Biodiversity Science, 2009, 17(5): 458-467. (in Chinese)