

四川大巴山米心水青冈 (*Fagus engleriana*) 群落的物种多样性特征

熊莉军^{1,2}, 郭 柯^{1,*}, 赵常明¹, 刘长成^{1,2}

(1. 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室, 北京 100093; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要:四川省大巴山处于秦岭南部的北亚热带, 水青冈属植物分布较集中。该处米心水青冈 (*Fagus engleriana*) 林分布面积较大, 生长良好, 保存相对完好, 具有重要的地域代表性。分析了米心水青冈群落的物种组成、区系地理成分、物种多样性以及群落自身特征与物种多样性的灰色关联度, 得到以下主要结果: (1) 在 4 个样地 28 个 10m × 10m 群落样方中, 一共记录到维管束植物 197 种, 隶属 140 属、74 科。群落乔木层物种主要由壳斗科、蔷薇科、杜鹃花科、桦木科、槭树科等科组成; 灌木层物种主要由蔷薇科、忍冬科、杜鹃花科等科组成; 草本层主要由莎草科、菊科、百合科等科植物组成。(2) 地理区系成分中, 温带成分分别占群落总属数、总种数的 65.38% 和 64.32%, 处于主导地位; 热带和亚热带成分占总属数、总种数的 23.85%、24.32%。(3) 群落中物种数目-多度在不同的层次变化趋势不同。(4) 群落的物种丰度以灌木层最高、乔木层最低。Shannon 指数、Simpson 指数、均匀度指数以草本层最高、灌木层最低。(5) 乔、灌、草 3 层的物种多样性均受到乔、灌两层植物的多度与盖度的影响, 说明群落自身的特征与群落物种多样性是紧密相关的。

关键词:大巴山; 米心水青冈 (*Fagus engleriana*); 物种组成; 区系成分; 物种多样性; 灰色关联

文章编号: 1000-0933(2008)08-4007-08 中图分类号: Q948 文献标识码: A

Species diversity of *Fagus engleriana* community in Daba Mountains, Sichuan, China

XIONG Li-Jun^{1,2}, GUO Ke^{1,*}, ZHAO Chang-Ming¹, LIU Chang-Cheng^{1,2}

1 State Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(8): 4007 ~ 4014.

Abstract: Northeast of Sichuan Province is a main part of Daba Mountains. There large area of old-growth beech forest dominated by *Fagus engleriana* is still reserved well. We studied species diversity of the plant community by investigating 4 plots consisting of 28 samples, with a size of 10m × 10m for each sample. The main results are: (1) There are 197 vascular plant species belonging to 140 genera of 74 families in these samples. Tree species mainly belong to the families of Fagaceae, Rosaceae, Ericaceae, Betulaceae and Aceraceae. Species of Rosaceae, Caprifoliaceae and Ericaceae dominate the shrub layer. On the forest floor, common species belong to the families of Cyperaceae, Compositae, Liliaceae and so on; (2) On the composition of geofloristic elements, temperate element is most, with 65.38% and 64.32% in total genus

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40471044)

收稿日期: 2007-02-01; 修订日期: 2008-05-14

作者简介: 熊莉军 (1982 ~), 女, 湖北人, 硕士生, 主要从事植被生态学研究. E-mail: lxiong@126.com

* 通信作者 Corresponding author. E-mail: guoke@ibcas.ac.cn

致谢: 感谢南江县大坝林场领导、职工以及退休职工岳威远对野外工作的支持和帮助; 感谢中国科学院植物研究所系统中心李振宇、陈文俐、张宪春、张树仁、昆明植物所的武素功等老师对部分标本的鉴定

Foundation item: The project was financially supported by National Natural Science Foundation of China (No. 40471044)

Received date: 2007-02-01; **Accepted date:** 2008-05-14

Biography: XIONG Li-Jun, Master candidate, mainly engaged in plant ecology. E-mail: lxiong@126.com

and species numbers in the community, respectively. Tropical and subtropical elements are less than a quarter in both genus and species numbers. (3) The curves of species abundance nature logarithm vs species number are significantly different in the tree, shrub and herbaceous layers. (4) The species richness of shrub layer is highest, and that of tree layer is lowest. The Shannon-Wiener index, Simpson index and evenness index are highest in the herbaceous layer, and are lowest in the shrub layer. (5) The species diversities of three layers are directly affected by abundance and coverage of tree and shrub layers. This may indicate that species diversity of the beech forest is closely correlated to the structure characteristics of the community.

Key Words: Daba Mountains; *Fagus engleriana*; species composition; floristic components; species diversity; grey correlation

水青冈属(*Fagus*)植物在全世界共有 12 ~ 13 种, 中国有 7 ~ 8 种^[1,2]。该属植物曾经广泛分布于北半球温带地区^[3], 目前是欧洲、北美和日本温带湿润地区地带性植被的主要优势种类^[4], 其群落物种组成以温带成分为主^[5]。在我国, 由于强盛的季风气候特征, 喜温湿的水青冈仅不连续地分布在秦岭以南的亚热带中低山, 秦岭以北的典型温带地区没有分布, 即便在可能适宜水青冈生长的地方如渤海湾^[6]也没有分布。我国水青冈林由于分布的纬度较低, 其林间一般混生较多的常绿树种和竹类植物^[1,5,7], 在物种组成、群落结构等方面不同于世界其它地区水青冈林, 具有明显的特殊性。另外, 我国水青冈林的物种组成和结构等群落特征也有明显的区域差异, 纬度越低, 常绿成分越多, 在群落中的作用也越大^[5]。在中亚热带地区多为落叶和常绿阔叶混交林, 但在北亚热带地区所含常绿树种较少, 一般为落叶阔叶林^[1]。

在我国的水青冈属植物中, 米心水青冈(*F. engleriana*)分布到该属分布区的最北界, 其生态位也较宽^[8]。米心水青冈属于耐荫物种, 但幼苗的定居需要较充足的光照^[1,9], 定居成功后在林下荫蔽环境中具有较强的忍耐性和竞争力^[10], 因此群落遭受到破坏后能够较迅速而稳定的得以恢复^[11]。米心水青冈多聚集生长^[12], 萌枝在群落中是普遍存在的现象而成为其更新方式之一^[13], 林窗的形成与大小影响到它的更新情况^[14]。

虽然关于米心水青冈的报道已有较多, 但关于米心水青冈群落的物种多样性的研究少见, 而且已做的研究主要集中于湖北神农架山区, 对分布更广泛, 发育更好, 保存相对较完好且地域代表性更强的四川大巴山的米心水青冈林少有涉及^[1,15]。此外, 由于经纬度的不同, 大巴山的气候、地形、土壤等各种环境要素都不同于神农架, 而气候、土壤、地形等环境因子又影响着群落的物种组成与分布^[5,7], 因此群落的特征随着环境因素的改变而变化。鉴于这种情况, 本文调查分析了大巴山地区米心水青冈群落的物种组成、区系地理成分、多个多样性指数以及群落特征对多样性的影响等, 希望揭示该地区米心水青冈群落的物种多样性特征, 为米心水青冈的研究提供参考资料。

1 研究地点与方法

1.1 研究地点的自然概况

大巴山地处四川、陕西、湖北、重庆的交界地带, 山体大体呈西-东走向, 地理位置居 106°10' ~ 110°10' E, 30°50' ~ 33°05' N。四川省南江县大坝林场位于大巴山主脉米仓山主脊以南海拔 1300 ~ 2200m 处的中山地带。海拔 1400m 处年平均气温约 9.6℃, 无霜期约 170d, 年平均降雨量约 1450mm, 其中 70% 集中在 5 ~ 8 月份; 土壤为山地黄壤和黄棕壤, 呈微酸性^[1]。自然植被主要为米心水青冈林、巴山水青冈(*F. pashanica*)林、锐齿槲栎(*Quercus aliena* var. *acuteserrata*)林等群系。这些群落乔木层冠层一般高 20 ~ 24m, 常见物种有米心水青冈、巴山水青冈、锐齿槲栎、华千金榆(*Carpinus cordata* var. *chinensis*)、桦木(*Betula* spp.)、槭树(*Acea* spp.)等落叶树种和常绿的杜鹃(*Rhododendren hypoglaucum*)、青冈(*Cyclobalanopsis* spp.)、猫儿刺(*Ilex pernyi*)等常绿树种。其中, 粉白杜鹃和猫儿刺都常呈灌木状, 也主要分布在灌木层。灌木层常以阔叶箬竹(*Indocalamus latifolius*)和蔷薇科(*Rosaceae*)、杜鹃花科(*Ericaceae*)的植物为主。草本层一般在林窗发育较好, 主要有普通鹿蹄草(*Pyrola decorata*)、苔草(*Carex* spp.)、山酢浆草(*Oxalis acetosella* ssp. *griffithii*)等。常

春藤(*Hedera* spp.)、猕猴桃(*Actinidia* spp.)、菝葜(*Smilax* spp.)等是林中常见的藤本植物。

1.2 样方设置与调查

于2006年7~8月在四川省南江县大坝林场海拔1500~1800m的范围内,选取自然生长良好的米心水青冈群落(米心水青冈为唯一建群种的植物群落)设置20m×20m~20m×50m不等的样地。每个样地再划分成若干10m×10m的样方,共设置了4个样地28个样方。调查前测量了每个样地的地理指标。鉴于粉白杜鹃、猫儿刺等植物志上记载的大灌木或灌木也常呈5~8m高的乔木出现在主冠层之下,调查时对所有样方内高度≥3m的乔木进行逐木统计,详细记录物种名称、树高、枝下高、冠幅、胸径及在样方中的坐标位置。对如米心水青冈那样常从基部分支的多主干植物,则对每个主干分别进行测量统计,不管其是否属于同一个基因型个体(个别植株很难判断)。根据样地的大小在每个样地内选择2~5个不等数量的样方进行灌木层和草本层的调查,4个样地内总共调查了12个10m×10m的样方。调查时将每个样方划分成4个5m×5m的小格子分别统计,然后汇总为该样方的数据。灌木和高度<3m的乔木小树作为灌木层植物进行统计,记录了每个物种的名称、株丛数、最大高度和平均高度、种盖度,并综合估计了灌木层的总盖度。草本层调查指标同灌木层一样,唯株丛数是在每个10m×10m样方内划分的5个以上1m×1m小样方的调查数据基础上统计的。

1.3 数据处理

物种多样性计算 本文采用 α 多样性指数。 α 多样性用于描述局域群落的物种多样性,一般受到小环境和生物之间作用的影响。本文采用以下几个指数:物种丰富度, S ;Shannon指数, $H' = -\sum P_i \ln P_i$;Simpson指数, $D = 1 - \sum P_i^2$;均匀度指数 $J_{\text{inv}} = (-\sum P_i \ln P_i) / \ln S$ 。公式中, S 为样方中的物种数; $P_i = N_i / N$,为第*i*个物种的相对密度, N 为所有植物的个体数, N_i 为第*i*个物种的个体数。计算公式主要参考《陆地生物群落调查观测与分析》^[16]。对以聚集生长为主的米心水青冈采取一个主干作为一株(实际为一个构件)的方式处理。

为避免面积变化对多样性指数的影响,除物种丰富度外,其余多样性指数均采用小样方多样性指数的平均值。

物种-多度统计 物种-多度可以揭示群落中物种的组织结构^[17]。将各个层次不同物种的植株数取自然对数后,再统计每一倍程(octave)内包含的物种数。

灰色关联分析 灰关联系数和灰关联度的计算参照岳尧海等的计算方法^[18]。

2 结果

2.1 群落植物物种成分分析

在调查的总面积为2800m²的4个米心水青冈群落中,一共记录到维管束植物74科、140属、197种。其中,木本植物有44科、81属、127种,占群落总科、属、种的59%、58%、64%;草本植物有37科、59属、70种,占群落总科、属、种的50%、42%、36%。分类系统上,该群落蕨类植物有10科、10属、12种;裸子植物3科、3属、3种;被子植物61科、127属、182种,其中单子叶植物有6科、18属、26种,双子叶植物55科、109属、156种。

群落乔木层有25科、38属、63种,主要由壳斗科(Fagaceae)(3属6种)、蔷薇科(4属7种)、杜鹃花科(4属6种)、桦木科(Betulaceae)(2属5种)、槭树科(Aceraceae)(1属4种)等科植物组成,这五个科的植物物种数占乔木层全部物种数的44%。灌木层有43科、80属、116种,物种数较多的科有蔷薇科(11属16种)、忍冬科(Caprifoliaceae)(3属9种)、杜鹃花科(4属6种)等科。草本层有37科、59属、70种,物种数较多的科有莎草科(Cyperaceae)(1属6种)、菊科(Compositae)(5属5种)、百合科(Liliaceae)(5属5种)等科。

2.2 群落物种地理成分组成

根据吴征镒的中国种子植物属的分布区类型^[19]及勘误表^[20],对样地中的130个种子植物属进行地理成分分析,一共分为18个分布类型及变型(表1)。其中温带分布成分(主要包括北温带分布、东亚-北美间断分

布、东亚分布、温带亚洲分布和旧世界温带分布)一共有 85 属 119 种,占群落总属数、总种数的 65.38%、64.32%,在群落中处于主导地位,表明该群落的温带特征显著。热带、亚热带成分一共有 31 属 45 种,分别占总属数、总种数的 23.85%、24.32%,在群落组成中也占有重要地位。世界广布种有 10 属 17 种,占总属数、总种数的 7.69%、9.19%,在群落中的作用不甚明显。中国特有分布一共有 4 属,分别为箭竹属(*Fargesia*)、青钱柳属(*Cyclocarya*)、山白树属(*Cyclocarya*)、藤山柳属(*Clematoclethra*)。

表 1 米心水青冈群落种子植物的区系成分
Table 1 The geofloristic elements of seed plants in *F. engleriana* community

分布区类型 Areal-types	属数 Number of genus	占总属数的百分比 % in total genera	种数 Number of species	占总种数的百分比 % in total species
1. 世界分布 Cosmopolitan	10	7.69	17	9.19
2. 泛热带分布 Pan-tropic	11	8.46	21	11.35
3. 亚热带和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. Disjuncted	4	3.08	6	3.24
4. 旧世界热带分布 Old World Tropics	4	3.08	4	2.16
5. 热带亚热带至热带大洋洲分布 Tropical Asia & Trop. Australasia	1	0.77	1	0.54
6. 亚热带至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop. Africa	2	1.54	2	1.08
7. 亚热带(印度-马来西亚)分布 Trop. Asia (Indo-Malesia)	9	6.92	11	5.95
8. 北温带分布 North Temperate	35	26.91	57	30.82
8-4. 北温带和南温带(全温带)间断分布 N. Temp. & S. Temp. disjuncted	6	4.62	11	5.95
9. 东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. Disjuncted	17	13.07	21	11.35
10. 旧世界温带分布 Old World Temperate	4	3.08	4	2.16
10-1. 地中海区、西亚(或中亚)和东亚间断分布 Mediterranea. W. Asia (or C. Asia) & E. Asia disjuncted	1	0.77	1	0.54
10-3. 欧亚和南部非洲(有时也在大洋洲)间断分布 Eurasia & S. Africa (Sometimes also Australasia) disjuncted	1	0.77	1	0.54
11. 温带亚洲分布 Temp. Asia	1	0.77	1	0.54
14. 东亚分布 E. Asia	13	10	14	7.57
14-1. 中国-喜马拉雅分布 Sino-Himalaya (SH)	3	2.31	4	2.16
14-2. 中国-日本分布 Sino-Japan (SJ)	4	3.08	5	2.70
15. 中国特有分布 Endemic to China	4	3.08	4	2.16
合计 Total	130	100	185	100

2.3 群落物种多样性

群落不同层次的物种-多度的分布趋势不同(图 1)。乔木层物种数随着植株数对数的增加呈现递减趋势;灌木层呈近似正态分布,物种数较多的倍程约为 3~6。这两个层次的富集种都很少,而稀疏种较多,是物种的主要组成成分,对群落的物种组成也有着重要的影响。草本层的物种数随植株数对数的增加变化趋势较为平缓,不同个体数量上的物种数差异较小。

从表 2 可以看出,群落物种丰富度的顺序为灌木层 > 草本层 > 乔木层,灌木层的物种数占群落总物种数的 65%;除物种丰富度外,Shannon 指数、Simpson 指数和均匀度指数 3 个指数顺序均为草本层 > 乔木层 > 灌木层,表现出一致的变化趋势。

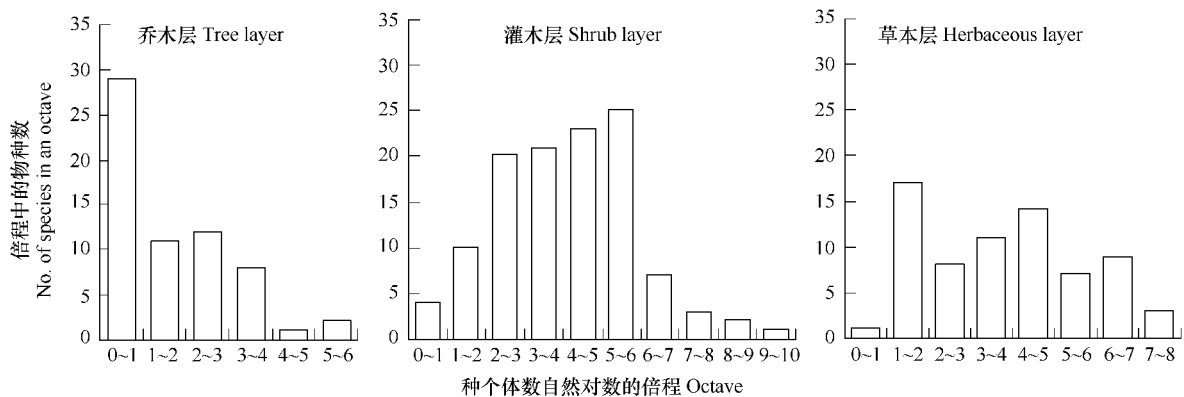


图 1 米心水青冈群落的物种数-种多度对数的分布

Fig. 1 Distribution of species number vs species abundance logarithm in *F. engleriana* community

表 2 米心水青冈群落物种多样性指数

Table 2 Species diversity indices in *F. engleriana* community

层次 Layers	物种数 No. of species	Shannon 指数 Shannon-Wiener index	Simpson 指数 Simpson index	均匀度指数 Evenness index
乔木层 Tree layer	63	1.64 ± 0.12	0.68 ± 0.04	0.72 ± 0.03
灌木层 Shrub layer	116	1.62 ± 0.36	0.54 ± 0.10	0.46 ± 0.09
草本层 Herbaceous layer	70	2.18 ± 0.15	0.84 ± 0.02	0.83 ± 0.03

2.4 乔木层、灌木层与不同生活型物种多样性的灰色关联度分析

用以进行灰色关联度分析的指标见表 3。将这些指标与群落乔、灌、草 3 层的物种数和 Shannon 指数进行灰色关联度分析,结果见表 4。可以看出,所有分析的指标均与物种多样性相关,与不同生活型的物种多样性的灰色关联度大致相当,没有特别大的数值,表明不同指标影响作用较为一致,没有处于绝对主导地位的影响因子。

表 3 米心水青冈群落内乔、灌木层用以进行灰色关联度分析的指标

Table 3 The indices used in grey correlation degree analysis of tree layer and shrub layer in *F. engleriana* community

样方 Sample plots	米心水青冈 <i>F. engleriana</i>		乔木层主要树种 Main species in tree layer		乔木层所有树种 All species in tree layer		灌木层 Shrub layer		竹子 Bamboo	
	多度 Abundance	胸高面积 Basal area	多度 Abundance	胸高面积 Basal area	多度 Abundance	胸高面积 Basal area	多度 Abundance	盖度 Coverge (%)	多度 Abundance	盖度 Coverge (%)
1	35	2142.9	64	4044.9	91	4398.1	595	30.7	0	0
2	40	2858.7	40	2858.7	56	3156.1	1216	14.5	0	0
3	11	860.6	11	860.6	30	988.7	1950	87.2	1050	67.5
4	2	5.7	18	113.0	40	159.5	1660	93.7	300	3.7
5	19	1884.9	19	1884.9	26	1971.3	921	38.1	85	1.3
6	3	510.5	8	640.8	16	647.6	2742	94.5	2500	90
7	14	1607.4	27	1691.6	42	1875.2	2460	101.9	2000	85
8	0	0	13	515.7	14	554.3	3128	98.3	3000	95
9	0	0	30	1258.3	45	1326.8	2224	110.6	500	30
10	3	1074.4	19	1317.6	35	1508.5	2226	104.9	280	10
11	5	463.7	27	561.7	53	595.2	2443	98.9	2100	88
12	14	1226.2	62	1258.5	74	1462.7	2352	98.6	2000	85

但就不同生活型而言,灰色关联度较大的因素又各不相同。与乔木层物种丰度有较大关联度的有灌木层盖度与多度以及乔木层多度等指标。与乔木层 Shannon 指数有较大关联度的有灌木层盖度与多度和竹子的

多度与盖度等指标。

对灌木层物种丰度影响较大的有米心水青冈的多度和胸高面积、乔木层所有树种和主要树种的胸高面积。除灌木层盖度与多度和竹子的多度与盖度外,其余指标对灌木层 Shannon 指数有较大的影响。灌木层主要受到乔木层的影响。

与草本层的物种丰度和 Shannon 指数的关联度最大的是乔木层的多度和胸高断面积,其次是灌木层与竹子的多度与盖度。从这些数值可以看出,草本层受到乔木层的影响大于灌木层,但灌木层对草本层的物种多样性格局也有一定的影响。

表 4 不同生活型物种多样性与乔木层、灌木层的灰色关联度(r)

Table 4 The grey correlation degree (r) of species diversity of different life forms with tree and shrub layers

影响因素 Affecting factors		乔木层 Tree layer		灌木层 Shrub layer		草本层 Grass layer	
		物种丰度 Species richness	Shannon 指数 Shannon-Wiener index	物种丰度 Species richness	Shannon 指数 Shannon-Wiener index	物种丰度 Species richness	Shannon 指数 Shannon-Wiener index
米心水青冈	多度 Abundance	0.62	0.59	0.72	0.73	0.67	0.62
<i>Fagus engleriana</i>	胸高面积 Basal area	0.62	0.59	0.70	0.72	0.65	0.65
乔木层主要树种	多度 Abundance	0.62	0.61	0.64	0.70	0.59	0.59
Main species in tree layer	胸高面积 Basal area	0.62	0.61	0.67	0.71	0.64	0.66
乔木层所有树种	多度 Abundance	0.69	0.62	0.65	0.69	0.58	0.58
All species in tree layer	胸高面积 Basal area	0.62	0.61	0.69	0.71	0.64	0.65
灌木层 Shrub layer	多度 Abundance	0.69	0.72	0.55	0.51	0.54	0.63
	盖度 Coverge (%)	0.72	0.77	0.56	0.52	0.57	0.66
竹子 Bamboo	多度 Abundance	0.61	0.64	0.59	0.55	0.59	0.63
	盖度 Coverge (%)	0.62	0.66	0.58	0.56	0.58	0.64

3 讨论

水青冈属植物喜温湿环境,水青冈林是北半球湿润温带最主要的地带性植被类型之一。在东亚大陆,由于强盛的季风气候,高纬度温带地区冬春到初夏气候较为干旱,丰沛的降雨集中在盛夏和秋初短短的 3~4 个月,水青冈属植物只能分布在比较湿润的亚热带地区山地^[1,5]。因此,中国水青冈林的分布环境和群落结构都具有区别于世界其它地区水青冈林的鲜明特点。四川大巴山地处我国北亚热带,米心水青冈林是该地区最主要的少数几个森林类型之一,其所占比例也是全国其它地区所不及的,目前尚有大面积保存较好的天然群落,是研究我国水青冈林群落物种组成和结构的理想地方。

大巴山米心水青冈群落区系地理成分以温带成分为主,但也含有较多的热带和亚热带成分,表明该群落虽然仍然属于温带性质,但与世界其它地区的水青冈林群落区系成分组成存在巨大差异。由于该群落分布在亚热带山地,环境温度的年波动范围较高纬度地区小,极端低温较高,分布的垂直高度带之下就是常绿阔叶林等原因,林中混生有较多的热带、亚热带常绿阔叶树种。而在欧洲,水青冈林内几乎没有常绿阔叶树种,北美与日本等地的水青冈林中也仅有少数的木兰科(Magnoliaceae)、壳斗科的常绿树种^[5]。

在亚洲,水青冈林下常有茂盛的竹子^[1,5]。本文调查的米心水青冈群落中,灌木层的竹子仅有 3 种,但其株(分株)数共有 18000 株左右,占灌木层总株数的 70.98%。数量分配上的高度不均导致了灌木层较低的多样性。另外,大量存在的竹子对资源的争夺,抑制了灌木层其他物种的生长发育,是灌木层的物种多样性低的另一个原因^[21]。经过灰色关联度分析可以看出,乔木层的多度和盖度(胸高面积)对灌木层的物种多样性也有较大的影响。因此,灌木层的多样性格局是受到乔木层与它自身的双重影响的结果。

乔木层在抑制、影响灌木层发育的同时,也受到灌木层的影响。灌木层可能是通过影响乔木层植物幼苗

的生长而影响乔木层的物种丰度和多样性格局。乔木层的特征对其自身物种多样性的影响小于灌木层的影响,与预期的结果并不相同,这似乎在表明群落乔木层的物种多样性更多的取决于乔木层幼苗的生长情况。但是,真实情况是否如此,需要进一步分析幼苗的情况才能给予证明。草本层一般在群落中处于附属地位,其生长的微环境取决于乔木层和灌木层的生长情况,林木对地面遮荫越严重,草本层的物种多样性就越低^[22~24]。因此,其物种多样性是两者共同影响的结果。

物种多样性是多个生态过程的结果,环境条件对多样性的影响一直是研究的重点和热点,而群落自身特征对多样性的影响往往被忽略。但是,空间与环境因子的交互并不能完全解释群落的多样性格局^[25],群落物种多样性受到群落特征的较大影响,随着乔木层树种重要值的增加而降低^[26]。本文结果也表明,群落不同层次的物种多样性都受到乔木层、灌木层的影响。因此,群落特征分析应该成为多样性研究充分考虑的因素。

References:

- [1] Guo K. Seedling performance of dominant tree species in Chinese beech forest. Ph. D. Dissertation. Utrecht, the Netherlands: Utrecht University, 1999.
- [2] Zhang Y T, Huang C J. Notes of Fagaceae. Acta Phytotaxonomica Sinica, 1988, 26(2): 111—119.
- [3] Wu Z Y. Vegetation of China. Beijing: Science Press, 1980.
- [4] Poulson T L, Plant W J. Gap light regimes influence canopy tree diversity. Ecology, 1989, 70(3): 553—555.
- [5] Peter R. Beech forests. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1997.
- [6] Cao K F, Peters R, Oldeman, R A A. Climatic range and distribution of Chinese *Fagus* species. Journal of Vegetation Science, 1995, 6: 317—324.
- [7] Zhang M, Xiong G M, Chen Z G, Fan D Y, Xie Z Q. The topography heterogeneity of *Fagus engleriana*-*Cyclobalanopsis oxyodon* community in Shennongjia region. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(12): 2686—2692.
- [8] Shen Z H, Fang J Y. Niche comparison of two *Fagus* species based on the topographic patterns of their population. Acta Ecologica Sinica, 2001, 25(4): 392—398.
- [9] Guo K. Seedlings establishment of *Fagus engleriana*, a dominant in mountain deciduous forests. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(2): 161—164.
- [10] Chen Z G, Fan D Y, Zhang W F and Xie Z Q. Effects of gap and understory environments on the regeneration of *Quercus aliena* var. *acuteserrata* and *Fagus engleriana*. Acta Phytocologica Sinica, 2005, 29(3): 354—360.
- [11] Shen Z H, Jin Y X. The early plant recovery and soil environment dynamics of *Fagus engleriana* community in felled region. Phytocologica Sinica, 1995, 19(4): 375—383.
- [12] Zhang M, Xiong G M, Zhao C M, Chen Z G, Xie Z Q. The structures and patterns of a *Fagus engleriana*-*Cyclobalanopsis oxyodon* community in Shennongjia area, Hubei Province. Acta Phytocologica Sinica, 2003, 27(5): 603—609.
- [13] He J S, Chen W L, Liu F. Study on the sprouting process of *Fagus engleriana* in Shennongjia Mountains. Acta Phytocologica Sinica, 1998, 22(5): 385—391.
- [14] Jiang M X, Jin Y X and Zhang Q F. Primary research of canopy regeneration dynamics of *Fagus engleriana* at Taiyang Ping. Journal of Wuhan Botanical Research, 1995, 13(3): 225—230.
- [15] Li J Q, Wu G and Liu X P. Studies on genetic diversity of Chinese beeches in Nanjiang, Sichuan Province. Acta Ecologica Sinica, 1999, 19(1): 42—49.
- [16] Dong M, Wang Y F, Kong F Z, Jang G M, Zhang Z B. Survey, Observation and Analysis of Terrestrial Biocommunities. Beijing: Standards Press of China, 1996.
- [17] Ma K M. Advances of the study on species abundance pattern. Acta Ecologica Sinica, 2003, 27(3): 412—426.
- [18] Yue Y H, Zhou X H, Yang X C, Ren J, Liu J Y. Analysis of grey correlated degree between yield trait and yield of summer maize. Journal of Maize Sciences, 2004, 12(4): 21—22, 25.
- [19] Wu Z Y. The areal-types of Chinese genera of seed plants. Acta Botanica Yunnanica, 1991, Addition IV: 1—139.
- [20] Wu Z Y. Addenda et Corrigenda ad Typi Arealorum Generorum Spermatophytorum Sinicarum. Acta Botanica Yunnanica, 1993, Addition IV: 141—178.
- [21] Yue M, Ren Y, Dang G D, Gu T Q. Species diversity of higher plant communities in Foping National Reserve. Chinese Biodiversity, 1999, 7(4): 263—269.

- [22] Huang J H, Gao X M, Ma K P, Chen L Z. A comparative study on species diversity in zonal forest communities. *Acta Ecologica Sinica*, 1997, 17(6): 611—618.
- [23] He J S, Chen W L. A review of gradient changes in species diversity of land plant communities. *Acta Ecologica Sinica*, 1997, 17(1): 91—99.
- [24] Xie J Y, Chen L Z. Species diversity characteristic of deciduous broad-leaved forest in warm temperate zone. *Acta Ecologica Sinica*, 1994, 14(4), 337—344.
- [25] Wang G H, Yang L M. Gradient analysis and environmental interpretation of woody plant communities in the middle section of the northern slopes of Qilian Mountain, Gansu, China. *Acta Phytocologica Sinica*, 2001, 25(6): 733—740.
- [26] Xiong L J, Guo K, Zhao C M, Liu C C. Species diversity of *Fagus pashanica* community in Daba Mountains, Sichuan. *Biodiversity Science*, 2007, 15(4): 400—407.

参考文献:

- [2] 张永田, 黄成就. 壳斗科植物摘录. *植物分类学报*, 1988, 26(2): 111~119.
- [3] 吴征镒主编, 中国植被. 北京: 科学出版社, 1980.
- [7] 张溢, 熊高明, 陈志刚, 樊大勇, 谢宗强. 神农架米心水青冈-曼青冈群落的地形异质性及其生态影响. *生态学报*, 2004, 24(12): 2686~2692.
- [9] 郭柯. 山地落叶阔叶林优势树种米心水青冈幼苗的定居. *应用生态学报*, 2003, 14(2): 161~164.
- [10] 陈志刚, 樊大勇, 张旺锋, 谢宗强. 林隙与林下环境对锐齿槲栎和米心水青冈种群更新的影响. *植物生态学报*, 2005, 29(3): 354~360.
- [11] 沈泽昊, 金义兴. 米心水青冈林采伐地的早期植被恢复和土壤环境动态. *植物生态学报*, 1995, 19(4): 375~383.
- [12] 张溢, 熊高明, 赵常明, 陈志刚, 谢宗强. 神农架地区米心水青冈-曼青冈群落的结构与格局. *植物生态学报*, 2003, 27(5): 603~609.
- [13] 贺金生, 陈伟烈, 刘峰. 神农架地区米心水青冈萌枝过程的研究. *植物生态学报*, 1998, 22(5): 385~391.
- [14] 江明喜, 金义兴, 张全发. 太阳平米心水青冈林林窗更新动力学的初步研究. *武汉植物学报*, 1995, 13(3): 225~230.
- [15] 李俊清, 吴刚, 刘雪萍. 四川南江两种水青冈种群遗传多样性初步研究. *生态学报*, 1999, 19(1): 42~49.
- [16] 董鸣, 王义凤, 孔繁志, 蒋高明, 张知彬. 陆地生物群落调查观测与分析. 北京: 中国标准出版社, 1996.
- [17] 马克明. 物种多度格局研究进展. *植物生态学报*, 2003, 27(3): 412~426.
- [18] 岳尧海, 周小辉, 杨贤成, 任军, 刘俊英. 夏玉米产量性状与产量的灰色关联度分析. *玉米科学*, 2004, 12(4): 21~22, 25.
- [19] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型. *云南植物研究*, 1991, 增刊IV: 1~139.
- [20] 吴征镒. “中国种子植物属的分布区类型”的增订和勘误. *云南植物研究*, 1993, 增刊IV: 141~178.
- [21] 岳明, 任毅, 党高弟, 辜天琪. 佛坪国家级自然保护区植物群落物种多样性特征. *生物多样性*, 1999, 7(4): 263~269.
- [22] 黄建辉, 高贤明, 马克平, 陈灵芝. 地带性森林群落物种多样性的比较研究. *生态学报*, 1997, 17(6): 611~618.
- [23] 贺金生, 陈伟烈. 陆地植物群落物种多样性的梯度变化特征. *生态学报*, 1997, 17(1): 91~99.
- [24] 谢晋阳, 陈灵芝. 暖温带落叶阔叶林的物种多样性特征. *生态学报*, 1994, 14(4): 337~344.
- [25] 王国宏, 杨利民. 祁连山北坡中段森林植被梯度分析及环境解释. *植物生态学报*, 2001, 25(6): 733~740.
- [26] 熊莉军, 郭柯, 赵常明, 刘长成. 大巴山巴山水青冈群落的物种多样性特征. *生物多样性*, 2007, 15(4): 400~407.