

DOI: 10.5846/stxb202101080083

杨波, 曹晓栋, 程洁婕, 余登利, 李光荣, 魏鲁明, 白新祥. 贵州省宽阔水国家级自然保护区亮叶水青冈群落结构及多样性. 生态学报, 2022, 42(7): 2685-2697.

Yang B, Cao X D, Cheng J J, Yu D L, Li G R, Wei L M, Bai X X. Community structure and diversity of *Fagus lucida* in Kuankuoshui National Nature Reserve of Guizhou Province, China. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(7): 2685-2697.

贵州省宽阔水国家级自然保护区亮叶水青冈群落结构及多样性

杨 波¹, 曹晓栋¹, 程洁婕¹, 余登利², 李光荣², 魏鲁明³, 白新祥^{1,*}

¹ 贵州大学林学院, 贵阳 550025

² 贵州省宽阔水国家级自然保护区管理局, 绥阳 563300

³ 北京森旺林业工程设计有限公司, 北京 100083

摘要:以贵州省宽阔水国家级自然保护区亮叶水青冈(*Fagus lucida*)群落为研究对象,基于野外实地调查,应用数量生态学的方法,对保护区内亮叶水青冈群落特征及物种多样性进行了研究,对保护区内植物群落动态变化监测以及对亮叶水青冈群落的保护和管理都具有一定的理论指导意义。结果表明:设置样地共 11700m²,调查样地内维管束植物 62 科,111 属,165 种,其中蕨类植物 4 科,6 属,6 种,种子植物 58 科,105 属,159 种。其中以单种科和寡种科(2—5 种)占优势,两者的比例之和超过总科数的 85%,蔷薇科共有植物 6 属 15 种,为所有科中最多,其他属数较多的科有樟科和壳斗科。属的结构中以单种属占据绝对优势,达到 70.27%,山矾属和悬钩子属种数最多,各有 6 种。亮叶水青冈在群落中虽占优势,但龄级结构出现双峰值的异常趋势,种群呈衰退趋势。从总体趋势上来看,群落物种多样性指数均为乔木层>灌木层>草本层;物种丰富度指数灌木层>乔木层>草本层;均匀度指数乔木层>草本层>灌木层。亮叶水青冈幼苗和幼树除在局部区域较集中分布外,其余大部分区域数量均少,且受林下金佛山方竹(*Chimonobambusa utilis*)干扰较强,大径级植株比重大,年龄结构总体呈衰退型,在未来种群稳定性维持较为困难。应加强对保护区亮叶水青冈的保护,建议合理抚育管理亮叶水青冈幼苗,在森林的经营和管理上,对亮叶水青冈林可在其生长到一定阶段时适度进行人为干扰,会更有利于亮叶水青冈林的更新和生长发育。

关键词:宽阔水国家级自然保护区;亮叶水青冈;物种组成;种群结构;物种多样性

Community structure and diversity of *Fagus lucida* in Kuankuoshui National Nature Reserve of Guizhou Province, China

YANG Bo¹, CAO Xiaodong¹, CHENG Jiejie¹, YU Dengli², LI Guangrong², WEI Luming³, BAI Xinxiang^{1,*}

¹ College of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025, China

² Kuankuoshui National Nature Reserve, Suiyang 563300, China

³ Beijing Senwang Forestry Engineering Design Co., Ltd, Beijing 100083, China

Abstract: Taking *Fagus lucida* community in Kuankuoshui National Nature Reserve in Guizhou Province as the research object, based on field investigation and applying the method of quantitative ecology, the community characteristics and species diversity of *Fagus lucida* in the reserve are studied using quantitative ecology, this will inevitably provide a theoretical guidance for the monitoring of plant community dynamics and the conservation and management of *Fagus lucida* community in the reserve. The results show that there are 62 families, 111 genera and 165 species of vascular plants in the

基金项目:贵州宽阔水国家级自然保护区保护与监测工程建设项目-资源监测系统之监测体系(2019-C027);贵州省野生观赏植物资源调查(701256192201)

收稿日期:2021-01-08; 网络出版日期:2021-12-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: 254715174@qq.com

plot with an area of 11700m², including 4 families, 6 genera and 6 species of pteridophytes and 58 families, 105 genera and 159 species of seed plants. Among them, monospecies and oligofamilies (2—5 species) are dominant, and their sum exceeds 85% of the total families. In addition, there are 6 genera and 15 species of plants in Rosaceae, occupying the highest proportion of all families, followed by Lauraceae and Fagaceae. In terms of the structure of the genus, the single genus is absolutely dominant, reaching 70.27%, with the largest number of species of alum and raspberry, each with 6 species. Although *Fagus lucida* was dominant in the community, the age class structure shows an abnormal trend of double peaks, and the population shows a declining trend. From the overall trend, the community species diversity index is tree layer>shrub layer>herb layer; species richness index is shrub layer>tree layer>herb layer; evenness index tree layer>herb layer>shrub layer. Except that the seedlings and young trees of *Fagus lucida* are concentrated in some areas, the number of seedlings and young trees in most areas are small. This, coupled with the strong disturbance of *Chimonobambusa utilis* under the forest, leads to a large proportion of large-diameter plants and a declining age structure, so it is difficult to maintain population stability in the future. This implies that we should strengthen the protection of *Fagus lucida*. Therefore, it is suggested that the seedlings of *Fagus lucida* should be nurtured and managed reasonably. In the management and management of the forest, the forest of *Fagus lucida* can be moderately disturbed when it grows to a certain stage, which will be more beneficial to the regeneration, growth and development of *Fagus lucida* forest.

Key Words: Kuankuoshui National Nature Reserve; *Fagus lucida*; species composition; population structure; species diversity

亮叶水青冈(*Fagus lucida* Rehd. et Wils.)属于壳斗科(Fagaceae)水青冈属(*Fagus*)落叶大乔木^[1],中国特有种,主要分布在长江北部神农架以南(31.5°N),南岭山脉以北(24°N)地区,包括湖北、四川、贵州、湖南、广东等省海拔 700m 以上的山地^[2],是中国十分重要的林木资源,常常形成优势群落。亮叶水青冈是第三纪残留的古老物种,它不仅对古气候、古地理、古生物、古生态的研究具有重大价值,而且对落叶常绿阔叶混交林生态系统的组成结构、营养结构、能量流动、物质循环以及东亚水青冈生态系统的研究,均具有较大价值。

贵州亮叶水青冈天然林分布广泛,面积较大,保存较完整的主要是在宽阔水国家级自然保护区、梵净山国家级自然保护区以及黔东南等地区^[3]。宽阔水自然保护区分布了大量的亮叶水青冈原生性群落,该区的主要保护对象就是原生性亮叶水青冈林及其生境^[4]。目前国内对于水青冈属的植物已经有一定的研究。洪必恭等对中国水青冈属 5 种特有种的地理分布与 5 项气候指标的关系进行了分析,其限制分布的主要气候因子是生长季和降水量^[5]。曹铁如等对湖南八大公山亮叶水青冈林的物种组成以及植物区系进行了较深入的分析^[6],得知该群落富集种少、稀疏种多,而且这些种的多度有一定的规律性特征^[7]。张谧等认为神农架地区的米心水青冈及曼青冈占据群落中乔木层不同的高度,且均不缺乏更新贮备,因此形成稳定共存的群落^[8]。赵睿等通过对天目山国家级自然保护区内米心水青冈种群的调查,得知该群落多干指数达到 96.4%,表明萌条在种群的更新中起着关键作用^[9]。陈志刚等通过资源分配试验证明,锐齿槲栎和米心水青冈在林隙与林下环境显示出不同的光利用策略^[10]。汪正祥等对分布于中国亚热带山地如南山、梵净山、宽阔水、八大公山 4 地域的亮叶水青冈林进行了植被的比较研究,根据 37 个样方调查的资料,区分出 3 个群丛 6 个亚群^[11]。赫尚丽等对滇东北乌蒙山自然保护区的亮叶水青冈群落结构和物种多样性进行了研究^[12]。对于宽阔水自然保护区内的原生亮叶水青冈群落的研究涉及种—多度结构^[13]、数量分类^[4]、种群结构与动态^[14]等研究,但时间跨度甚大,缺乏深入的研究。亮叶水青冈在宽阔水自然保护区属于顶极群落的建群种,在山地的一定海拔高度上形成了原生性群落与原始森林,对其研究可以揭示该地区群落的稳定与物种多样性的维持具有重要的意义,同时也是研究植物系统演化和植物地理学的关键类群之一^[2]。但近年来研究发现,该区亮叶水青冈种群结构老化,大部分树木种子结实量低甚至不结实,林下亮叶水青冈幼树缺失,仅在开阔的林缘地带过渡性地分布一些亮叶水青冈幼树^[15],并且亮叶水青冈林下镶嵌分布有大量的金佛山方竹(*Chimonobambusa utilis*)和箭

竹(*Fargesia spathacea*)等种群,它们与其他乔木的幼苗幼树进行资源竞争,同时还通过影响群落微环境进而对幼苗更新产生影响^[16-18]。本文选取宽阔水国家级自然保护区亮叶水青冈群落进行调查,就群落结构特征及物种多样性进行了分析和总结,为更深入地揭示宽阔水自然保护区生物多样性和物种共存机制提供参考,为探索宽阔水保护区森林生态系统的稳定性维持机理提供基础理论,为制定更有效的物种保护措施提供科学依据。

1 研究区概况

宽阔水国家级自然保护区(东经 107°02′—107°14′,北纬 28°06′—28°19′)位于贵州省绥阳县北部大娄山山脉向西南延伸地段,东西横延约 19km,南北纵深约 20km,总面积 26231hm²^[19],海拔 650—1762m。区内地形起伏多样、切割强烈,属喀斯特区域中山峡谷地貌^[20]。保护区具有低纬度山地湿润气候特点,属中亚热带湿润季风性气候,年平均气温 11.7—15.2℃,年降水量在 1300—1350mm,年平均相对湿度超过 82%^[21]。区内土壤以黄棕壤、黄壤为主;植被为中亚热带常绿落叶阔叶混交林,森林面积达到保护区总面积的 80%以上^[22]。贵州省宽阔水国家级自然保护区植物物种丰富,植物区系较为原始,在保护区保存有 1300hm²的天然亮叶水青冈林,亮叶水青冈是该原生林的主要建群种^[21],这种原生性亮叶水青冈林具有典型的地带性植被分布特征,是维持整个保护区乃至黔北地区生态功能的重要支撑。

2 研究方法

2.1 样地设置与调查方法

从 2019 年 6 月至 2020 年 12 月在研究区选取亮叶水青冈分布地段,设置样地面积共 11700m²,其中面积为 20m×20m 的样地 29 个,10m×10m 的幼林样地 1 个(因太阳山顶地形限制只能设置 10m×10m 的小样地),记录每个样地的基本概况(表 1)。根据国家生物多样性观测技术导则(陆生维管植物和植物多样性观测固定样地的设置)的方法,将标准样地划分为 4 个 10m×10m 的样方,在顶点设置样桩,然后将这 4 个大样方分别划分为 4 个 5m×5m 的小样方,以该小样方作为外业的基本单位。调查乔木层(高度≥5m 起测)种类,记录项目为:树种、株数、树高、胸径、枝下高、冠幅、生活力等;选取上述的每个 10m×10m 样方的右上角的小样方(5m×5m)作为灌木调查单元进行灌木层调查,调查内容:树种、株丛数、平均地径、平均高度、生长状况、分布状况和盖度等;在上述灌木样方的右上角位置设置面积为 1m×1m 的样方作为草本植物观测样方,调查记录:种类、株数、平均冠径、平均高度、生长情况、盖度等。

2.2 亮叶水青冈种群年龄结构分析

种群是构成群落的基本单位,年龄结构是种群的重要特征^[23],种群年龄结构的分析是探讨种群动态特征的一种有效可行的方法^[24-25]。在许多研究工作中,由于测定植物种群个体年龄较为困难,不少学者采用径级结构分析法替代年龄结构,即以个体的高度(苗期)及胸径的大小(统称为径级,Size class, sc)代替龄级^[26]。径级结构也是反映种群结构稳定性的一个重要指标,研究种群的径级结构能很好的反映群落的动态变化。故本文研究以“空间代时间”、“立木级代替年龄结构”,采用经典分级^[27]的方法进行统计。根据胸径 D 将亮叶水青冈分为 I 级($D<5\text{cm}$,包括幼苗 $D<5\text{cm}$, $H<0.5\text{m}$,和幼树 $D<5\text{cm}$, $H>0.5\text{m}$)、II 级($5\text{cm}\leq D<10\text{cm}$)、III 级($10\text{cm}\leq D<20\text{cm}$)、IV 级($20\text{cm}\leq D<30\text{cm}$)和 V 级($D\geq 30\text{cm}$)共 5 个等级,每一个立木级对应一个年龄级。

2.3 重要值统计分析

采用重要值(Importance value, IV)作为评价各物种在群落中的重要性指标^[28],反映其在群落中的功能地位和作用,计算群落立木层树种的重要值,参考张金屯的计算方法^[29]。即:重要值(IV)=(相对密度+相对优势度+相对频度)/3。并使用 Excel 2013 对计算得到的重要值进行统计并排序。

2.4 群落数量分类

植被数量分类是根据各样方或植物种间的相似关系将其分成若干组,使组内的各样方或植物种相当相

似,而组间的则尽量相异,从而实现植物群落比较客观的分类,反映出一定的生态规律^[30]。本文以 65 种植物在 30 个样方中的重要值矩阵为基础,利用 SPSS 24.0 选用组间连接(类间平均距离)方法和欧氏距离为分类标准,完成数据处理。首先将 30 个样方合并,计算群落立木层树种重要值(IV),将立木层树种的 IV 值按大小排序,去除频度小于 5%的偶见种,共计 30 个物种选为聚类种,然后构成 30×30 矩阵,对样方和物种进行聚类分析^[31]。参考吴征镒《中国植被》^[27]的植物群落分类和命名原则,并结合样方内实际的生态现状,以优势种原则划分和命名。

表 1 样地概况
Table 1 Sample plot overview

样地 Site	优势种 Dominant species	地点 Location	海拔/m Altitude	坡度/(°) Slope	坡向 Aspect
01	亮叶水青冈、云贵鹅耳枥 <i>Carpinus pubescens</i> Burk.	岩脚湾西南 148m	1500m	8	东北
02	亮叶水青冈、多脉青冈 <i>Cyclobalanopsis multinervis</i> W.C. Cheng & T.Hong	岩脚湾西南 171m	1512m	35	北
03	亮叶水青冈、云贵鹅耳枥	岩脚湾南 61m	1540m	20	西南
04	亮叶水青冈	白石溪	1441m	10	东北
05	亮叶水青冈	老屋基南 137m	1457m	2	西南
06	亮叶水青冈、多脉青冈、檫木 <i>Sassafras tzumu</i> (Hemsl.) Hemsl.	老屋基东南 72m	1437m	5	西南
07	亮叶水青冈、云贵鹅耳枥、多脉青冈	老屋基东南 126m	1478m	15	西南
08	亮叶水青冈	老屋基东 216m	1516m	10	北
09	亮叶水青冈、多脉青冈	老屋基东北 71m	1457m	5	西坡
10	亮叶水青冈、多脉青冈	宽阔东北 222m	1453m	5	东南
11	亮叶水青冈	宽阔东北 365m	1464m	5	西南
12	亮叶水青冈	岩脚湾西南 148m	1436m	35	北
13	亮叶水青冈	凉风垭南 485m	1482m	10	东北
14	亮叶水青冈	凉风垭南 604m	1477m	5	北
15	亮叶水青冈、多脉青冈	凉风垭南 641m	1452m	10	西北
16	亮叶水青冈	凉风垭南 588m	1510m	10	西南
17	亮叶水青冈、多脉青冈	岩脚湾东 150m	1540m	5	西南
18	亮叶水青冈、多脉青冈、云贵鹅耳枥	岩脚湾东南 279m	1570m	5	西南
19	亮叶水青冈、云贵鹅耳枥、多脉青冈	岩脚湾东南 475m	1523m	10	西南
20	亮叶水青冈、多脉青冈	路好坎北 670m	1457m	5	西
21	亮叶水青冈、多脉青冈、杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	大鱼塘东 594m	1465m	10	西南
22	亮叶水青冈	太阳山	1711m	55	南
23	亮叶水青冈、多脉青冈	珙桐沟	1457m	30	西
24	亮叶水青冈、雷公鹅耳枥 <i>Carpinus viminea</i> Lindley、 檫木	大湾坝子东北 183m	1418m	5	西南
25	亮叶水青冈、云贵鹅耳枥	大湾坝子东北 165m	1416m	30	西
26	亮叶水青冈、云贵鹅耳枥、多脉青冈	大湾坝子西北 67m	1380m	5	东
27	亮叶水青冈、云贵鹅耳枥	大湾坝子北 381m	1439m	55	南
28	亮叶水青冈、云贵鹅耳枥	大湾坝子东南 142m	1463m	20	西南
29	亮叶水青冈、半边月 <i>Weigela japonica</i> var. <i>sinica</i> (Rehd.) Bailey	大湾坝子东南 252m	1447m	5	西北
30	亮叶水青冈、野鸦椿 <i>Euscaphis japonica</i> (Thunb.) Dippel	大湾坝子东 297m	1459m	3	西北

2.5 物种多样性分析

物种多样性(Species diversity)是指物种水平上的生物多样性,它是用一定空间范围物种数量和分布特征

来衡量的。植物群落物种多样性是反映植物群落组成结构和稳定性的重要指标,是物种丰富度和分布均匀性的综合反映,能体现群落结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度和生境的差异^[28]。在对一个群落或一个区域物种多样性进行研究时,一般从种的丰富度或多度、种的均匀度或平衡性和种的总多样性这三种概念出发,综合分析比较物种的多样性及其影响因素^[32]。 α 多样性用来测度一个均质群落内物种组成状况,包括物种丰富度、物种多样性和物种均匀度 3 种指数。本文以下面这几个指数来进行本区域的物种多样性研究。

即:

Gleason 丰富度指数: $R = S/\ln A$

Simpson 多样性指数: $D = 1 - \sum_{i=1}^s \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$

Shannon-Wiener 多样性指数: $H = - \sum_{i=1}^s (P_i \ln P_i)$

Pielou 均匀度指数: $J = H/\ln S$

式中, S 为物种数目, A 为单位面积, N_i 为第 i 个物种的个体数, N 为所有全部种的个体总数, P_i 为频度,即

$$P_i = \frac{N_i}{N}。$$

3 结果与分析

3.1 亮叶水青冈群落物种组成特征分析

本研究裸子植物采用郑万钧裸子植物分类系统(1978),被子植物采用恩格勒系统,蕨类植物采用秦仁昌系统(1978)。通过调查(调查总面积为 11700m²),共计维管植物 62 科,111 属,165 种;其中蕨类植物 4 科,6 属,6 种;种子植物 58 科,105 属,159 种;裸子植物 2 科,2 属,2 种;被子植物 56 科,103 属,157 种,其中单子叶植物 2 科,2 属,5 种,双子叶植物 54 科,101 属,152 种。

乔木层共有 59 种,占有物种的 35.76%。其中壳斗科最多,主要建群种有亮叶水青冈、多脉青冈(*Cyclobalanopsis multinervis*)、硬壳柯(*Lithocarpus hancei*)、耳叶柯(*Lithocarpus grandifolius*) 4 种。樟科(*Lauraceae*)其次,主要建群种有黑壳楠(*Lindera megaphylla*)和润楠(*Machilus nanmu*),其他种相对较少。

灌木层共有 91 种,占全部物种的 55.15%,在调查的 30 个样地中,有 25 个出现金佛山方竹,数目最为庞大,盖度、密度、高度等都占有绝对的优势。四川大头茶(*Polyspora speciosa*)、马桑绣球(*Hydrangea aspera*)、青冈栎(*Cyclobalanopsis glauca*)、青荚叶(*Helwingia japonica*)、栎木(*Cornus macrophylla*)、胡颓子(*Elaeagnus pungens*)、中国旌节花(*Stachyurus chinensis*)、南方荚蒾(*Viburnum fordiae*)、山茶(*Camellia japonica*)、粉花绣线菊(*Spiraea japonica*)、半边月(*Weigela japonica* var. *sinica*)、野鸦椿(*Euscaphis japonica*)、杜鹃花(*Rhododendron simsii*)、山矾(*Symplocos sumuntia*)等有少量分布。

草本层共有 52 种,占全部物种的 31.52%,以冷水花(*Pilea notata*)和川西鳞毛蕨(*Dryopteris rosthornii*)居多,变豆菜(*Sanicula chinensis*)、绞股蓝(*Gynostemma pentaphyllum*)、血水草(*Eomecon chionantha*)、天南星(*Arisaema heterophyllum*)、蝴蝶花(*Iris japonica*)、三脉紫菀(*Aster trinervius* subsp. *ageratoides*)以及蓟(*Cirsium japonicum*)等有零星分布。

从表 2 统计结果得到科的结构分析,单种科最为丰富,在调查的所有群落中占绝对优势,共 28 科,占总科数的 45.90%。含 2—5 种的科较为丰富,几乎和单种科同等优势,位居第二,有 25 科(47 属 68 种),占总科数的 40.98%。含 6—9 种的 5 科(18 属 30 种),占总科数的 8.2%,分别为山矾科(*Symplocaceae*)、杜鹃花科(*Ericaceae*)、山茶科(*Theaceae*)、百合科(*Liliaceae*)、五加科(*Araliaceae*)。含 10—15 种的 3 科(17 属 38 种),仅占总科数的 4.92%,分别为壳斗科、樟科和蔷薇科(*Rosaceae*)。由此可见该保护区亮叶水青冈群落植物科所含属数、种数的差异明显,以单种科和寡种科(2—5 种)占优势。科内所含种数在 10 种及以上的科为该区的优势科,有 3 科,共含 17 属 38 种。

表 2 亮叶水青冈群落科的排序

Table 2 Family ordination of *Fagus glauca* community

科分级 Family grade	科名(属/种) Family(Genus/Species)	数量 Number	占总科比/% Percentage
含 1 种的科 Family containing 1 species	紫金牛科、马鞭草科、杉科、省沽油科、桑寄生科、榆科、绣球花科、大风子科、楝科、莎草科、石松科、猕猴桃科、梧桐科、卫矛科、凤仙花科、木通科、唇形科、旌节花科、杜仲科、木兰科、酢浆草科、石杉科、鸢尾科、红豆杉科、紫萁科、漆树科、葫芦科、杨柳科	28	45.90
含 2—5 种的科 Family containing 2—5 species	金粟兰科(1/2)、堇菜科(1/2)、海桐花(1/2)、冬青科(1/2)、杜英科(1/2)、菝葜科(1/2)、十字花科(1/3)、兰科(1/3)、天南星科(1/3)、槭树科(1/4)、菊科(2/2)、安息香科(2/2)、荨麻科(2/2)、大戟科(2/2)、虎耳草科(2/2)、蓼科(2/3)、木犀科(2/3)、桦木科(2/3)、桑科(2/3)、鳞毛蕨科(3/3)、小檗科(3/3)、山茱萸科(3/4)、伞形科(3/3)、忍冬科(3/4)、禾本科(4/4)	25	40.98
含 6—9 种的科 Family containing 6—9 species	山矾科(1/6)、杜鹃花科(2/6)、山茶科(4/6)、百合科(5/6)、五加科(6/6)	5	8.20
含 10 种以上的科 Family containing more than 10 species	壳斗科(5/10)、樟科(6/13)、蔷薇科(6/15)	3	4.92

从表 3 统计结果得到属的结构分析,单种属极为丰富,共 78 属,占总属数的 70.27%,对区系结构有着非常重要的影响。含种数 2—5 种的属丰富程度较低于前者,但种类总体较丰富,有 31 属(75 种),占总属数的 27.93%。含 6 种以上的属较少,仅有山矾属(*Symplocos*)和悬钩子属(*Rubus*),各有 6 种,仅占总属数的 1.80%。因此可知该保护区属与科的结构相对一致,均以单种属和寡种属占优势,其余等级的属不丰富。

表 3 亮叶水青冈群落属的排序

Table 3 Sequence of genera in *Fagus glauca* community

属分级 Genus grade	属名(种数) Genus(Species Number)	数量 Number	占总属比/% Percentage
含 1 种的属 Genus containing 1 species	紫金牛属、柳属、旌节花属、鸢尾属、榆属、野鸦椿属、鼠尾草属、绣球属、莎草属、杉属、香椿属、梧桐属、卫矛属、漆树属、木犀属、钝果寄生属、构属、蓟属、猕猴桃属、含笑属、酢浆草属、山桐子属、桦木属、木荷属、石杉属、槲木属、猫儿屎属、大头茶属、玉簪属、萱草属、山麦冬属、石松属、绞股蓝属、紫菀属、金腰属、黄水枝属、凤仙花属、锦带花属、芒属、树参属、胡颓子属、早熟禾属、方竹属、杜仲属、小檗属、淫羊藿属、大青属、蔷薇属、绣线菊属、吊钟花属、酸模属、梁王茶属、五加属、刺楸属、常春藤属、润楠属、檫木属、野桐属、十大功劳属、水芹属、蓖麻属、鸭儿芹属、变豆菜属、野茉莉属、穆属、白辛树属、紫萁属、耳蕨属、六道木属、贯众属、鳞毛蕨属、楼梯草属、红豆杉属、冷水花属、四照花属、青荚叶属、水青冈属、开口箭属	78	70.27
含 2—5 种的属 Genus containing 2—5 species	山胡椒属(2)、楠属(2)、蓼属(2)、稠李属(2)、石楠属(2)、柯属(2)、鹅耳枥属(2)、锥栗属(2)、栎木属(2)、冬青属(2)、杜英属(2)、榕属(2)、海桐花属(2)、莢蒾属(2)、堇菜属(2)、栎属(2)、金粟兰属(2)、沿阶草属(2)、山茶属(2)、铃属(2)、女贞属(2)、菝葜属(2)、天南星属(3)、虾脊兰属(3)、碎米荠属(3)、木姜子属(3)、李属(3)、青冈属(3)、樟属(4)、槭树属(4)、杜鹃花属(5)	31	27.93
含 6 种以上的属 Genus containing more than 6 species	山矾属(6)、悬钩子属(6)	2	1.80

3.2 亮叶水青冈种群更新特征及种群生长趋势分析

如图 1 所示,在所调查的 30 个亮叶水青冈天然林群落样地中,亮叶水青冈总株数为 424 株。亮叶水青冈群落种群各龄级呈现出“双峰值”的结构,I 级和 II 级的个体数分别为 58 株和 133 株,分别占总株数的 13.68%

和 31.37%, 其余三级的个体数分别为 96 株、25 株和 112 株, 分别占总株数的 22.64%、5.90% 和 26.42%, 三者比例之和高达 54.96%。可见, 亮叶水青冈的幼树数量比较多, 但是幼苗数量较少, 大、中型成熟植株较多, 径级呈现双峰曲线, 此结构异常。虽然 I 级幼苗幼树株数较多, 但其主要集中于个别调查到的群落中, 且在群落中的空间结构小, 种类竞争大, 成树可能性较小; 对于幼苗幼树来说, 争取到林分上层充足的光照是影响其生产的重要因素, 然而实际调查中发现, 亮叶水青冈群落中金佛山方竹分布较多, 林分郁闭度均较高, 林下光照严重不足, 因此这个有可能是造成亮叶水青冈种群自然更新能力弱的重要原因之一。亮叶水青冈种群内近年缺乏更新, 总体上开始呈现衰退趋势。

图 2 为亮叶水青冈幼苗幼树在 30 个调查群落中的数量情况, 根据实地调查, 30 个样地中有 15 个样地未发现有亮叶水青冈的幼苗幼树, 在有幼树幼苗的调查样地中, 22 号样地中幼树最多 13 株, 5 和 11 号样地中最少为 1 株。整体而言, 亮叶水青冈群落的幼苗幼树分布不均, 幼树和中年树相当少, 几乎以大树老树为主, 极有可能出现年龄断层现象。目前研究发现, 宽阔水自然保护区不少种群自然更新能力差, 与人为影响也有较大关系, 方竹笋的经营, 致使方竹的种群数量日渐变大, 更多的夺取了其他种群幼苗幼树的环境资源, 加之其他一些自然灾害等多方因素导致包括亮叶水青冈在内的种群群落正常演替受阻, 让其演替向衰退方向发展。

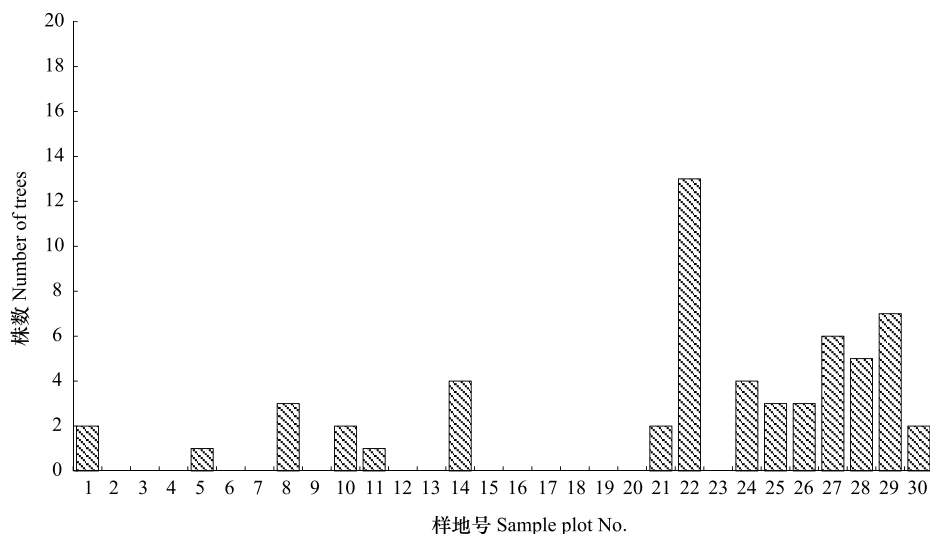


图 2 亮叶水青冈幼苗幼树数量分布图

Fig.2 Distribution of Young Tree in Young Seedlings with *Fagus lucida*

3.3 亮叶水青冈群落立木层优势种重要值特征分析

从表 4 可知, 亮叶水青冈在整个群落中占据重要位置, 优势明显, 是主要优势种。其重要值序在 30 个样地中, 22 个排第一; 8 个排第二。22 号样地中重要值达到 58.6939, 但该样方几乎是亮叶水青冈的纯幼林, 且样地受地形限制只能设置 10m×10m 的样地, 因此该样地重要值应只做参考。此外 04 号样地达到 47.8729 为最大, 20 号样地最小, 仅为 13.2445。此外, 多脉青冈和云贵鹅耳枥 (*Carpinus pubescens*) 等在群落中也占据优势, 为主要建群种, 其中云贵鹅耳枥在 3 个样地中排第 1、2 个样地中排第 2; 1 个样地中排第 3, 多脉青冈在

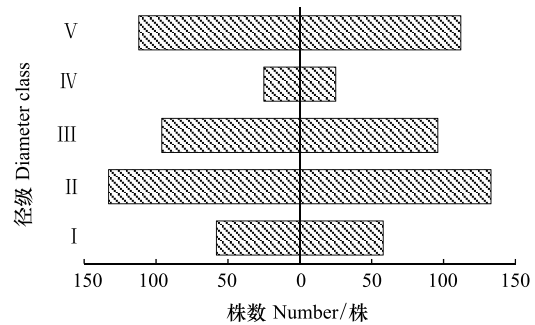


图 1 亮叶水青冈群落的径级结构图

Fig.1 Diameter class structure diagram of *Fagus lucida*

根据胸径 D 将亮叶水青冈分为 I 级 ($D < 5\text{cm}$, 包括幼苗 $D < 5\text{cm}$, $H < 0.5\text{m}$, 和幼树 $D < 5\text{cm}$, $H > 0.5\text{m}$)、II 级 ($5\text{cm} \leq D < 10\text{cm}$)、III 级 ($10\text{cm} \leq D < 20\text{cm}$)、IV 级 ($20\text{cm} \leq D < 30\text{cm}$) 和 V 级 ($D \geq 30\text{cm}$) 共 5 个等级, 每一个立木级对应一个年龄级

2 个样地中排第 2。

表 4 亮叶水青冈群落乔木层优势种重要值

Table 4 The important value of dominant species in the arbor layer in the community of *Fagus lucida*

样地 Site	第一位 The first		第二位 The second		第三位 The third	
	物种 Species	重要值 Important value	物种 Species	重要值 Important value	物种 Species	重要值 Important value
01	亮叶水青冈	28.4667	云贵鹅耳枥	25.0181	多脉青冈	10.6761
02	亮叶水青冈	31.7547	多脉青冈	30.4631	云贵鹅耳枥	9.2697
03	亮叶水青冈	29.9310	云贵鹅耳枥	23.2202	黑壳楠	12.2705
04	亮叶水青冈	47.8729	云贵鹅耳枥	20.0893	多脉青冈	12.3135
05	亮叶水青冈	31.9007	多脉青冈	10.2204	山茶	9.8113
06	多脉青冈	20.9025	亮叶水青冈	14.1975	檫木	13.9201
07	亮叶水青冈	25.4729	云贵鹅耳枥	14.2013	多脉青冈	13.2736
08	亮叶水青冈	32.7453	云贵鹅耳枥	15.4216	山茶	10.7312
09	亮叶水青冈	40.1618	多脉青冈	21.9929	云贵鹅耳枥	9.8480
10	亮叶水青冈	34.3481	多脉青冈	17.6555	西南米槠	9.4612
11	亮叶水青冈	32.3768	山茶	18.9485	多脉青冈	12.2381
12	亮叶水青冈	42.9575	山茶	21.0052	多脉青	9.8806
13	亮叶水青冈	34.0062	多脉青冈	10.9866	云贵鹅耳枥	9.3323
14	亮叶水青冈	40.9854	黑壳楠	11.4158	多脉青冈	9.6218
15	亮叶水青冈	39.7558	多脉青冈	18.8448	黑壳楠	11.2432
16	亮叶水青冈	36.2494	云贵鹅耳枥	14.8064	山矾	12.7083
17	亮叶水青冈	36.3160	多脉青冈	21.4068	云贵鹅耳枥	7.1956
18	多脉青冈	33.4692	亮叶水青冈	17.9853	云贵鹅耳枥	16.3452
19	亮叶水青冈	31.7845	云贵鹅耳枥	17.4238	多脉青冈	17.2250
20	多脉青冈	16.1762	多脉青冈	13.2445	黑壳楠	9.2228
21	亮叶水青冈	31.4203	杉木	13.2773	多脉青冈	12.7292
22	亮叶水青冈	58.6939	多脉青冈	18.2302	云贵鹅耳枥	17.9513
23	多脉青冈	33.1161	亮叶水青冈	32.7820	云贵鹅耳枥	8.3369
24	亮叶水青冈	24.5343	雷公鹅耳枥	23.3899	檫木	20.6717
25	亮叶水青冈	27.5190	云贵鹅耳枥	22.4533	多脉青冈	9.1026
26	亮叶水青冈	28.9509	云贵鹅耳枥	12.7497	多脉青冈	10.5851
27	云贵鹅耳枥	23.8244	亮叶水青冈	19.8447	多脉青冈	7.7114
28	云贵鹅耳枥	36.4896	亮叶水青冈	33.7128	梧桐	9.1529
29	水马桑	30.1418	亮叶水青冈	21.6915	云贵鹅耳枥	11.2721
30	野鸦椿	30.9100	亮叶水青冈	23.4437	云贵鹅耳枥	10.7544

3.4 群落聚类分析

聚类分析得到分类树状图(图 3)。根据分类结果,结合植物的实际分布情况和群落特征,按照《中国植被》的命名原则将研究区调查样方植被的主要群落类型进行分类,共分为以下 8 个群系类型:

群系 I:亮叶水青冈群系(From.*Fagus lucida*),包括 4、5、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、21、22、26 号样地共计 16 个群落,建群种为亮叶水青冈,占其绝对优势,群落总盖度 65%—95%。乔木层高度 4—30m,盖度 60%—80%,常见伴生种为云贵鹅耳枥、多脉青冈、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)等,少有个别群落伴生有构树(*Broussonetia papyrifera*)、杜英(*Elaeocarpus decipiens*)、白辛树(*Pterostyrax psilophyllus*)等。灌木层主要以金佛山方竹为优势种,仅 4 和 10 号样方未见,其余 14 个样方均不同程度生长有该种,其常见伴生种有润楠、黑壳楠、腺柄山矾(*Symplocos adenopus*)等,少有伴生榲桲(*Quercus aliena*)、野桂花(*Osmanthus yunnanensis*)、异叶梁王茶(*Metapanax davidii*)等。草本层主要以蕨类为优势种,次优种为薄片变豆菜(*Sanicula lamelligera*),伴生麦冬(*Ophiopogon japonicus*)、山酢浆草(*Oxalis griffithii*)、虾脊兰(*Calanthe discolor*)、白花碎米荠(*Cardamine*

leucantha)等。该类型群系最高海拔 1711m;最低海拔 1380m;平均海拔 1482m,群落常位于山坡中部或上部,坡度 2°—55°。最高海拔 1711m 的群落位于太阳山山顶,太阳山最高峰为保护区海拔最高点,该样方为亮叶水青冈群系中幼林,该群落在保护区实属少见。

群系 II:亮叶水青冈+云贵鹅耳枥群系(From.*Fagus lucida*+*Carpinus pubescens*),包括 1、3、19、25、27、28 号样地共计 6 个群落,建群种为亮叶水青冈和云贵鹅耳枥,群落总盖度 80%—95%。乔木层高度 5—25m,盖度 70%—85%,常见伴生种为檫木、黑壳楠、山茶等,少有个别群落伴生有大叶青冈(*Cyclobalanopsis jenseniana*)、山桐子(*Idesia polycarpa*)、美容杜鹃(*Rhododendron calophytum*)等。灌木层主要以金佛山方竹、黑壳楠为优势种,常见伴生种有豪猪刺(*Berberis julianae*)、川莓(*Rubus setchuensis*)、粗糠柴(*Mallotus philippensis*)等。草本层主要以川西鳞毛蕨为优势种,伴生粗毛淫羊藿(*Epimedium acuminatum*)、开口箭(*Campylandra chinensis*)、玉簪(*Hosta plantaginea*)等。该类型群系最高海拔 1540m;最低海拔 1416m;平均海拔 1480m,群落常位于山坡中部或底部,坡度 8°—55°。

群系 III:亮叶水青冈+多脉青冈群系(From.*Fagus lucida*+*Cyclobalanopsis multinervis*),包括 2、18、23 号样地共计 3 个群落,建群种为亮叶水青冈和多脉青冈,群落总盖度 85%—90%。乔木层高度 6—20m,盖度 70%—80%,常见伴生种为云贵鹅耳枥、黑壳楠、润楠等,少有伴生四照花(*Cornus kousa* subsp. *chinensis*)、栎木等。灌木层主要以金佛山方竹为优势种,次优种为山矾,伴生香叶树(*Lindera communis*)、山莓(*Rubus corchorifolius*)、光亮山矾(*Symplocos lucida*)等。草本层仅有几种蕨类。该类型群系最高海拔 1570m;最低海拔 1457m;平均海拔 1513m,群落常位于山坡中上部,坡度 5°—35°。

群系 IV:亮叶水青冈+多脉青冈+檫木群系(From.*Fagus lucida*+*Cyclobalanopsis multinervis*+*Sassafras tzumu*),仅有 6 号样地一个群落,建群种为亮叶水青冈、多脉青冈和檫木,群落总盖度 90%。乔木层高度 7—25m,盖度 75%,常见伴生种为四川大头茶、西南红山茶(*Camellia pitardii*)、西南米槠(*Castanopsis carlesii*)等,灌木层主要有金佛山方竹、菝葜、细齿叶柃(*Eurya nitida*)等。草本层主要有川西鳞毛蕨、楼梯草(*Elatostema involucreatum*)、薄片变豆菜等。该类型群系海拔 1437m,群落位于山坡中部,坡度平缓仅有 5°。

群系 V:多脉青冈+亮叶水青冈群系(From.*Cyclobalanopsis multinervis*+*Fagus lucida*),仅 20 号样地,建群种为多脉青冈和亮叶水青冈,群落总盖度 90%。乔木层高度 6—25m,盖度 75%,常见伴生种有四川大头茶、杜鹃、腺柄山矾等。灌木层主要以金佛山方竹为优势种,伴生山茶、树参(*Dendropanax dentiger*)、云南樟(*Cinnamomum glanduliferum*)等。草本层仅有川西鳞毛蕨。该类型群系海拔 1437m,群落位于山坡中上部,坡度平缓仅有 5°。

群系 VI:亮叶水青冈+雷公鹅耳枥+檫木群系(From.*Fagus lucida*+*Carpinus viminea*+*Sassafras tzumu*),24 号样地,建群种为亮叶水青冈、雷公鹅耳枥和檫木,群落总盖度 90%。乔木层高度 6—15m,盖度 80%,常见伴生种有多脉青冈、光叶海桐(*Pittosporum glabratum*)、紫楠(*Phoebe sheareri*)等。灌木层主要以山茶为优势种,次优种为腺柄山矾,伴生细齿叶柃、润楠、西南红山茶等。草本层以楼梯草为优势种伴生紫萁(*Osmunda japonica*)。该类型群系海拔 1418m,群落位于山坡上部,坡度 5°。

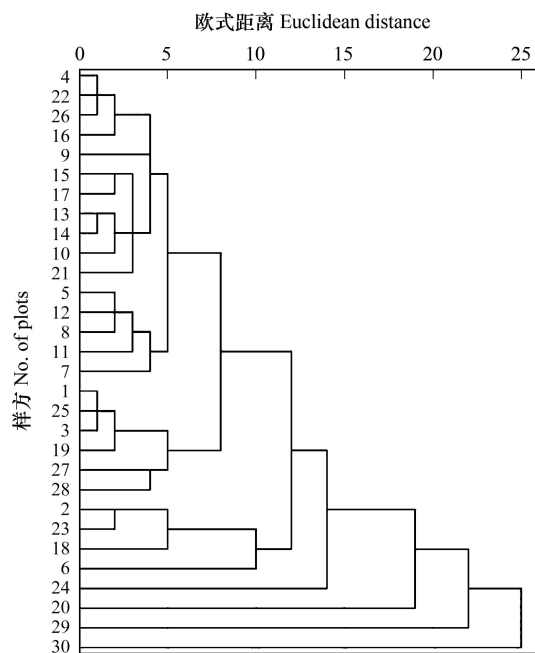


图 3 植物群落组平均聚类图

Fig.3 Average cluster diagram of plant community groups

群系 VII:水马桑+亮叶水青冈群系(From. *Weigela japonica* var. *sinica*+*Fagus lucida*), 29 号样地,建群种为水马桑和亮叶水青冈,群落总盖度 90%。乔木层高度 4—13m,盖度 70%,常见伴生种有猴樟(*Cinnamomum bodinieri*)、樱桃(*Cerasus pseudocerasus*)、稠李(*Padus avium*)等。灌木层主要以青荚叶(*Helwingia japonica*)为优势种,伴生种为小叶女贞(*Ligustrum quihoui*)、荚蒾(*Viburnum dilatatum*)、红毛悬钩子(*Rubus wallichianus*)等。草本层以透茎冷水花(*Pilea pumila*)和酸模叶蓼(*Polygonum lapathifolium*)为优势种,伴生种有深圆齿堇菜(*Viola davidii*)、碎米荠(*Cardamine hirsuta*)、鸭儿芹(*Cryptotaenia japonica*)、三脉紫菀(*Aster trinervius* subsp. *ageratoides*)、戟叶蓼(*Polygonum thunbergii*)、齿果酸模(*Rumex dentatus*)等。该类型群系海拔 1447m,群落位于山坡底部,坡度 5°。

群系 VIII:野鸦椿+亮叶水青冈群系(From. *Euscaphis japonica*+*Fagus lucida*), 30 号样地,建群种为野鸦椿和亮叶水青冈,群落总盖度 90%。乔木层高度 5—11m,盖度 70%,常见伴生种有灯台树(*Cornus controversa*)、八角枫(*Alangium chinense*)、建始槭(*Acer henryi*)等。灌木层主要以川莓为优势种,伴生种为粉花绣线菊(*Spiraea japonica*)、毛花猕猴桃(*Actinidia eriantha*)、楸木(*Aralia elata*)等。草本层以黑鳞耳蕨为优势种,伴生种有酸模叶蓼、蕻、贯众(*Cyrtomium fortunei*)、早熟禾(*Poa annua*)等。该类型群系海拔 1459m,群落位于山坡中部,坡度 3°。

3.5 亮叶水青冈各层片物种多样性特征分析

从图 4 可知,在所调查的 30 个群落样地中,27 号样地的物种最丰富,30 和 29 号样地次之,Gleason 丰富度指数和分别为 9.67、8.52、8.51。这 3 个样地的群落类型、地貌生境相似,且林下未见金佛山方竹,其他植物不受其影响。Shannon-wiener 指数同样以 27 号样地最大,为 6.31;而 Simpson 多样性指数以 24 号样地最大,为 2.41,25、27、28、30 号样地的多样性也比较高,均达到了 2.30 左右;Pielou 均匀度指数以 24 号样地最大,为 2.51。总体趋势上:Gleason 物种丰富度,灌木层>乔木层>草本层;Simpson 多样性指数,乔木层>灌木层>草本层;Shannon-wiener 多样性指数,乔木层>灌木层>草本层;Pielou 均匀度指数,乔木层>草本层>灌木层。亮叶水青冈群落物种多样性相对比较丰富。

从各层片来看,乔木层物种丰富度最高的是 27 号样地,灌木层物种丰富度最高的同样是 27 号样地,而草本层最高的是 29 号样地,这与植物群落中各层片物种的生物学特性和生态环境变化有关,同时也和群落承受人为或其它外界干扰能力有重要联系。乔木层植物抗人为或其它外界干扰因素作用的能力强,其物种丰富度的变化主要是由随海拔变化所导致的气候、土壤等生态环境因素所控制;灌木层、草本层植物对这种抗性作用较弱,受这种外部干扰因素的影响就较大。Shannon-Wiener 指数总体上看以 27 号样地为最高,Simpson 指数和 Pielou 均匀度指数均在 24 号样地最高,说明 24 号样地植物物种多样,各物种的个体数量分布均匀,这两个指数在不同群落中的变化格局十分一致。3 个指数的最小值都出现在 23 号样地,在实际调查过程中发现,该样地所处的地形和生境较为特殊,该区域坡度较陡,且位于阴坡,上层乔木较高大,林下金佛山方竹密集生长,灌木层植物种类和数量均很少,草本层仅零星分布个别蕨类植物,物种集中性较高,优势种较明显。

4 结论与讨论

宽阔水国家级自然保护区亮叶水青冈群落的物种组成总体相对较丰富,从物种的重要值分析得知,亮叶水青冈的重要值极高,在调查的群落中占据明显优势,另有云贵鹅耳枥、多脉青冈、黑壳楠同是群落中的主要建群种,在整个森林群落中占有非常重要的地位。灌木层金佛山方竹分布密集,属主要优势种。草本层优势种为川西鳞毛蕨,其次是冷水花,再次是变豆菜。其他植物也分布,相较之下无优势。通过聚类分析将保护区调查到的群落分为 8 个群系,从群系组成及外部特征可以看出,宽阔水自然保护区亮叶水青冈群落以阔叶林和针阔混交林为主,符合该区域植被的实际情况。与之前的学者将该保护区森林群落划分为 3 个类型相比^[3],本研究的划分相对更详细,类型也更多,这种情况可能由于选择样地位置和尺度的不同,以及在时间跨度上的变化造成的。但本研究划分类型中也涵盖了这 3 种类型,所以两者研究结果相对一致。

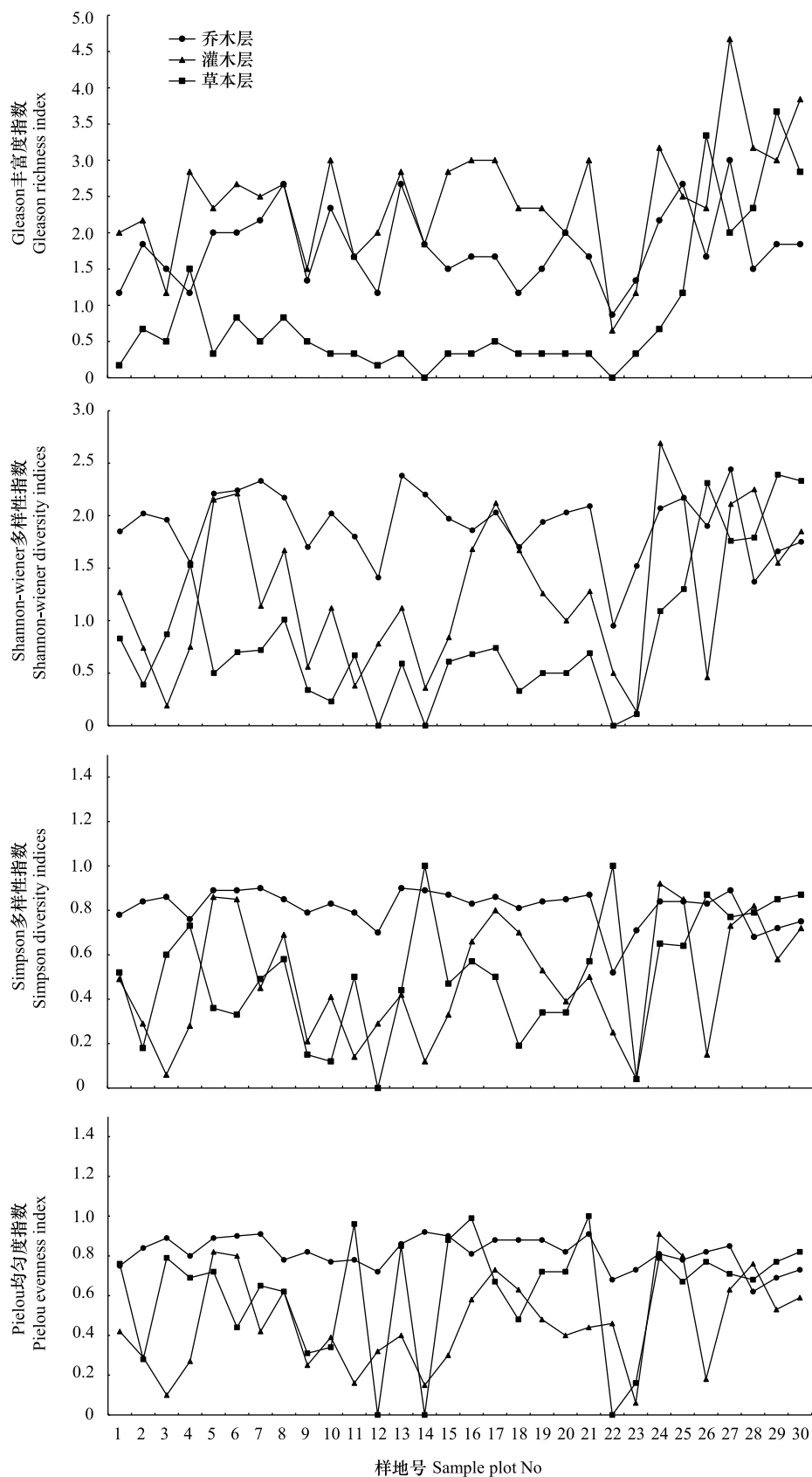


图 4 亮叶水青冈群落各层片物种多样性

Fig.4 Species diversity in different layers of *Fagus lucida glauca* community

通过对宽阔水自然保护区群落物种多样性研究发现,各植物群落的物种数量以及建群种、优势种和伴生种的种类等都存在一定程度差异,但亮叶水青冈在各群落中都占据重要位置,优势明显。亮叶水青冈群落物种多样性指数及均匀度指数均不低,主要表现为: Gleason 物种丰富度指数为灌木层>乔木层>草本层; Simpson 多样性指数及 Shannon-Wiener 多样性指数均为乔木层>灌木层>草本层; Pielou 均匀度指数为乔木层>草本层>灌木层。乔木层多样性指数和均匀度指数相对较高。

物种丰富度、多样性和均匀度指数在各类群落中以及各层片上的分布趋势基本一致,较好地反映了各类植物群落在物种组成方面的异同。在物种多样性指数的分析中,经过合理推断导致其指数出现 0 的情况的因素有以下几个: ①调查季节: 冬季调查的部分样地,由于绝大部分草本植物都无法越冬,一年生草本植物在生长季结束时整体死亡,多年生的草本植物地上部分死亡,在冬季调查时均无法有效的记录到,导致实地调查过程中仅能看到少量的蕨类植物,如川西鳞毛蕨、狗脊等; ②人为干扰: 在 30 个调查样地中,有 25 个出现了金佛山方竹,方竹笋作为当地居民除农耕劳作外的其他收入来源,在春季草本植物发芽生长时正是人工采摘竹笋的时节,加上多数草本植物具有相当的药用价值,采摘、踩踏、砍伐等行为,导致群落下层植物遭到破坏; ③地被物层: 主要指死地被物层即林下的枯枝落叶层,由于枯枝落叶的覆盖,抑制了苔藓、地衣和草本植物,特别是对于地面芽植物,其种子大多粒小,储蓄养分不多,幼芽又较纤细,幼苗穿透能力弱,致使种子在萌发后,幼根入土困难,发生吊根现象而死亡。④林下光照: 光照被判定为制约森林植被的盖度和(或)物种丰富度的主要原因^[33-34]。林下的光照强度直接决定于上层林冠的结构,同时林下的温度和湿度又影响了冠层结构,尤其是林冠层的密度。由于温度和湿度同光照密切相关,林下层的光照能作为一个综合因子来替代这些微环境的差异^[35],林冠层的分布同时还影响光照环境和净降水量的分布,从而影响草本植物的生长。

本次调查的 11700m²亮叶水青冈群落样地中共有 424 株亮叶水青冈,老龄株数占总株数的 26.42%,幼苗占总株数的 13.68%,II 级幼树最多,占总株数的 31.37%,III、IV 级相对较少,分别占总株数的 22.64%、5.90%。亮叶水青冈种群年龄呈“双峰值”的结构,总体数量较多,但老龄树所占比重较大,幼树虽较多,但是年份较短的幼苗很少,对短时间的种群成长影响可能不明显,但是从长远看,天然更新能力开始减弱,未来成树可能性降低,亮叶水青冈种群总体开始呈衰退型。此次调查发现,亮叶水青冈幼苗极少,在现有分布区内 11700m²样地中仅发现 58 株幼苗,成树根部也很少萌发,野外天然亮叶水青冈的更新能力逐渐变弱。由于亮叶水青冈群落中乔木层郁闭度大,林下金佛山方竹郁闭度高,透光性较弱,导致亮叶水青冈及其他物种的幼苗生长缓慢,竞争力弱。因此,幼苗不能正常成长和及时更替,这可能是导致中龄亮叶水青冈较少以及整个群落物种组成不够丰富的原因之一。从亮叶水青冈种群更新特征及种群生长趋势来看,幼苗幼树主要集中分布在 22 号样地,该样地生境特殊,位于宽阔水海拔最高的太阳山山顶,且位于阳坡,同时上层植被郁闭度不高,为下层植被更新演替提供了一定条件,形成小面积初级演替阶段的幼林,而其他的样地均为顶极群落,群落结构均较稳定,但缺乏更新,群落结构呈衰退趋势。此外,保护区管理局工作人员发现,近年很少在此研究区域发现亮叶水青冈的种子和新萌发的幼苗,根据合理推测有两个原因: 其一是区内野生动物过度食用亮叶水青冈种子; 其二是亮叶水青冈群落下层枯枝落叶层较厚,影响其种子入土萌发。除此之外还可能和光照、湿度、土壤等因素有关,但由于多种条件限制,无法全面涉及,还有待进一步深入研究。为了使宽阔水保护区亮叶水青冈群落尤其是亮叶水青冈种群能够良好的保存下来,建议保护区开展对亮叶水青冈种子萌发和幼苗生长等详细的研究,必要时进行人工繁殖实验,扩大其分布范围,增加个体数量。同时,尽量减少人为活动,必要时可以适当对上层优势乔木进行开天窗,降低森林郁闭度,保护新生幼苗、去劣存优,扩大群落内的亮叶水青冈种群生存空间,改善亮叶水青冈种群结构,为该区植物遗传种质资源的多样性保护创造条件。

对比其他地区亮叶水青冈的研究,在华中地区南山的光叶水青冈群落中除优势种亮叶水青冈外,还有多脉青冈、青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)、光枝杜鹃(*Rhododendron haofui*)等,灌木层优势种是毛玉山竹(*Yushania basihirsuta*)、摆竹(*Indosasa shibataeoides*)。四川分布的亮叶水青冈群落伴生乔木有水青冈(*Fagus longipetiolata*)、包果柯(*Lithocarpus cleistocarpus*)、元宝槭(*Acer truncatum*)等,林下主要有箬竹(*Chimonobambusa*

tumidissinoda)、巴山木竹(*Arundinaria fargesii*)、箭竹。滇东北地区亮叶水青冈群落中出现深裂中华槭(*Acer sinense*)、中华木荷(*Schima sinensis*)、扁刺锥(*Castanopsis platyacantha*)等不同科的共建种。福建地区的亮叶水青冈群落主要以多脉青冈、鹿角杜鹃(*Rhododendron latoucheae*)、和浙江红山茶(*Camellia chekiangoleosa*)为优势种。而本研究区分布的亮叶水青冈群落的共建种多为多脉青冈、贵州青冈等壳斗科植物,以及云贵鹅耳枥、檫木等其他科植物,林下优势灌木为金佛山方竹和箭竹。该区的亮叶水青冈群落具有自身的特点,其物种组成既不同于华中、四川、云南、福建等地,也不同于贵州其他的常绿-落叶阔叶林。亮叶水青冈群落在我国亚热带山地东部东南季风气候区中山地带常形成以其为主要成分的面积较大且较稳定的群落,但有研究发现亮叶水青冈的其他分布区均不同程度出现更新困难的情况,群落中林下小径竹类能够降低群落垂直分布的多样性,直接或间接影响乔木幼苗的更新^[36-38]。因而对各地区的亮叶水青冈群落的群落学特征进行分析,进而深入了解亮叶水青冈群落结构并对其探索保护策略具有重要意义。

参考文献(References):

- [1] 傅立国.中国高等植物(第四卷).青岛:青岛出版社,2001:689-690.
- [2] 田宇英.亮叶水青冈落叶阔叶林的群落生态学研究[D].厦门:厦门大学,2014.
- [3] 朱守谦,杨业勤.贵州省宽阔水亮叶水青冈林的数量分类.生态学杂志,1985,(1):6-12,24.
- [4] 喻理飞,陈光平,余登利.贵州宽阔水国家级自然保护区生物多样性保护研究.北京:中国林业出版社,2018:109-110.
- [5] 洪必恭,安树青.中国水青冈属植物地理分布初探.Journal of Integrative Plant Biology,1993,35(3):229-233.
- [6] 曹铁如,祁承经,喻勋林,龙成良,周建仁,张金发.八大公山亮叶水青冈林及其植物区系的研究.中南林学院学报,1993,13(1):8-16.
- [7] 曹铁如,祁承经,喻勋林.湖南八大公山亮叶水青冈群落物种多样性的研究.生物多样性,1997,5(2):33-41.
- [8] 张谧,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研究.植物生态学报,2003,27(5):603-609.
- [9] 赵睿,周学峰,徐娜娜,赵明水,刘亮,陈小勇.米心水青冈种群萌条更新与高度生长.生态学报,2009,29(7):3665-3669.
- [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):254-260.
- [11] 汪正祥,雷耘,Kazue Fujiwara,刘林翰,薛跃规.亚热带山地亮叶水青冈林的群落分类及物种组成与更新.生物多样性,2006,14(1):29-40.
- [12] 赫尚丽,杜凡,王娟,罗柏青.滇东北光叶水青冈群落结构和物种多样性.西部林业科学,2016,45(1):124-130.
- [13] 喻理飞,朱守谦,魏鲁明.贵州喀斯特台原亮叶水青冈林种—多度结构研究.山地农业生物学报,1998,1(1):9-15.
- [14] 朱守谦,杨业勤.贵州亮叶水青冈林的结构和动态.植物生态学与地植物学丛刊,1985,9(3):183-191.
- [15] 谢佩耘,何跃军,高明浪,蒋长洪,杨应,司建朋,吴春玉.金佛山方竹对亮叶水青冈幼树种群数量结构的影响.热带亚热带植物学报,2017,25(3):225-232.
- [16] Toko Suzuki,Atsushi Kume,Yoshio Ino. Effects of slope and canopy trees on light conditions and biomass of dwarf bamboo under a coppice canopy. Journal of Forest Research,2005,10(2):151-156.
- [17] Alan H. Taylor,Huang Jinyan,Zhou ShiQiang. Canopy tree development and undergrowth bamboo dynamics in old-growth Abies-Betula forests in southwestern China:a 12-year study. Forest Ecology and Management,2004,200(1):347-360.
- [18] C. Andrés Holz,Thomas T. Veblen. Tree regeneration responses to Chusquea montana bamboo die-off in a subalpine Nothofagus forest in the southern Andes. Journal of Vegetation Science,2006,17(1):19-28.
- [19] 刘璐.宽阔水国家级自然保护区黑叶猴生境利用的初步观察[D].贵州:贵州师范大学,2009.
- [20] 粟海军,李光容,陈光平,姚小刚,张明明,胡灿实.贵州宽阔水自然保护区野生动物红外相机调查初报.兽类学报,2018,38(2):221-229.
- [21] 喻理飞,谢双喜,吴太伦.宽阔水自然保护区综合科学考察集.贵阳:贵州科技出版社,2004.
- [22] 王佳佳,余志刚,李筑眉,蒋鸿,梁伟.贵州宽阔水自然保护区鸟类地面巢捕食者的调查.生态学杂志,2014,33(2):352-357.
- [23] 段仁燕,王孝安,黄敏毅,涂云博,汪超.太白红杉(*Larix chinensis*)混交林径级结构与竞争的关系.生态学报,2007,27(11):4919-4924.
- [24] 张文辉,王延平,康永祥,刘祥君.濒危植物太白红杉种群年龄结构及其时间序列预测分析.生物多样性,2004,12(3):361-369.
- [25] 刘方炎,李昆,廖声熙,崔永忠.濒危植物翠柏的个体生长动态及种群结构与种内竞争.林业科学,2010,46(10):23-28.
- [26] 高贤明,王巍,杜晓军,马克平.北京山区辽东栎林的径级结构、种群起源及生态学意义.植物生态学报,2001,25(6):673-678.
- [27] 盘金文,郭其强,余大龙,孙学广,高超.不同林龄马尾松人工林优势种径级结构及物种多样性分析.西北植物学报,2019,39(4):722-728.
- [28] 方精云,王襄平,沈泽昊,唐志尧,贺金生,于丹,江源,王志恒,郑成洋,朱江玲,郭兆迪.植物群落清查的主要内容、方法和技术规范.生物多样性,2009,17(6):533-548.
- [29] 张金屯.数量生态学.北京:科学出版社,2004.
- [30] 阳含熙,卢泽愚.植物生态学的数量分类方法.北京:科学出版社,1981.
- [31] 张力.SPSS13.0在生物统计中的应用.厦门:厦门大学出版社,2006.
- [32] 邵丹.云蒙山国家森林公园植被的多样性研究[D].北京:北京师范大学,2014.
- [33] KIRBY K.J.Changes in the Ground Flora under Plantations on Ancient Woodland Sites.Forestry,1988,61(4):317-338.
- [34] JENNINGS S B,BROWN N D,SHEIL D.Assessing forest canopies and understorey illumination;canopy closure,canopy cover and other measures. Forestry:An International Journal of Forest Research,1999,72(1):59-74.
- [35] 夏富才,潘春芳,赵秀海,何海燕,周海城.长白山原始阔叶红松林林下草本植物多样性格局及其影响因素.西北植物学报,2012,32(2):370-376.
- [36] 王传华,李俊清,陈芳清,杨莹.鄂东南低丘地区枫香林下枫香幼苗更新限制因子.植物生态学报,2011,35(2):187-194.
- [37] Panadda Larperkern,Stein R. Moe,Ørjan Totland. Bamboo dominance reduces tree regeneration in a disturbed tropical forest. Oecologia,2011,165(1):161-168.
- [38] P. I. Becerra,V. González Rodríguez,C. Smith Ramírez,J. J.Armeisto. Spatio-temporal variation in the effect of herbaceous layer on woody seedling survival in a Chilean mediterranean ecosystem.Journal of Vegetation Science,2011,22(5):847-855.