

三峡库区世坪常绿阔叶林群落特征

赖江山^{1,2} 张 谧¹ 谢宗强^{1*}

1 (中国科学院植物研究所植被数量生态学重点实验室, 北京 100093)

2 (中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 重庆丰都世坪森林公园的常绿阔叶林是长江三峡库区低海拔区残存的较典型常绿阔叶林, 林内植物种类丰富。1 hm²固定样地的调查表明, 群落内共有维管束植物195种, 隶属73科142属, 植物的科属组成丰富。群落内区系地理成分复杂, 与热带植物区系关系较密切, 但温带区系成分也占有相当大的比重。群落的外貌主要由中小型革质、单叶为主的常绿高位芽植物所决定。群落成层现象明显, 可分为乔木层、灌木层和草本层3个层次, 层间植物丰富。总之, 无论区系组成还是群落外貌和结构均体现了中亚热带北缘常绿阔叶林的特征。世坪森林公园的常绿阔叶林是三峡库区宝贵的植物基因库, 希望有关部门尽快在此设立常绿阔叶林保护区, 以保护本地区植被恢复的种质资源。

关键词: 栲林, 植物区系组成, 地理成分, 生活型, 叶性质, 群落结构

Characteristics of the evergreen broad-leaved forest in Shiping Forest Park, Three Gorges Reservoir Area

Jiangshan Lai^{1,2}, Mi Zhang¹, Zongqiang Xie^{1*}

1 Key Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093

2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

Abstract: The portion of the Yangtze River valley between Chongqing and Yichang is known as the Three Gorges Reservoir Area (TGRA). The total area of TGRA is approximately 54,000 km². Located in the central subtropical zone in China, TGRA has a humid subtropical monsoon climate. Originally, the flora in this area was subtropical evergreen broad-leaved forests dominated by *Castanopsis*, *Cyclobalanopsis*, *Quercus*, *Phoebe* and *Cinnamomum*. However, as a result of long-term human activity, such as widespread agriculture, the forest vegetation below 1,000 m a.s.l. has been almost completely destroyed, and the current land cover is dominated by secondary masson pine (*Pinus massoniana*) forest, cypress (*Cupressus funebris*) forest, and crop lands. The evergreen broad-leaved forest in Shiping Forest Park (SFP, 29°47'40"N, 107°37'40"E) is the remaining evergreen broad-leaved forest typical of TGRA. Although the forest in SFP is not completely mature or in a steady state, it is a valuable gene bank of native plant species. For the conservation of these forests, a good understanding of their biodiversity is needed. We established an 1.0 hm² permanent plot in SFP, and then divided it into 100 subplots. In the plot, 195 species of vascular plants were recorded, belonging to 142 genera and 73 families. Of these, 12 families, 16 genera and 18 species are pteridophytes; 2 families, 2 genera and 2 species are gymnosperms, and 59 families, 123 genera and 174 species are angiosperms. Among the angiosperms, dicotyledon has 49 families, 104 genera and 152 species, and monocotyledon has 10 families, 20 genera and 23 species. The families, ranked by the number of species, are Caprifoliaceae (10), Lauraceae (8), Myrsinaceae (8), Fabaceae (7), Rubiaceae (7), Fagaceae (6), Theaceae (6), Vitaceae (6), Liliaceae (6), Ericaceae (5), Rosaceae (5), Euphorbiaceae (5), and Gramineae (5). The genera ranked by the number of species are *Viburnum* (7), *Eurya* (5), *Symplocos* (4), and *Ardisia* (4). In the flora of 61 seed plant families, those of cosmopolitan distribution contribute 34.43%, those of tropical and subtropical distribution

收稿日期: 2006-01-12; 接受日期: 2006-04-21

基金项目: 国务院三峡工程建设委员会项目(SX2004-011)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: xie@ibcas.ac.cn

contribute 45.90%, and those of temperate distribution contribute 18.03%. In the flora of 126 seed plant genera, total tropical distribution elements compose 52.94% of the total, while total temperate distribution elements contribute 45.38%. Thus, the flora of the forest is tropical in nature and has strong temperate affinities. According to Raunkiaer's classification system of life forms, phanerophytes are the most abundant in this community, epiphytes, hemicryptophytes and geocryptophytes come next, while chamaephytes and therophytes are rare. Considering leaf form, 78.35% have simple leaves, while 21.65% have compound leaves. Considering leaf size spectra, microphyllous contributes 48.97%, followed by mesophyllous (41.75%), macrophyllous (6.19%), and nanophyllous (3.09%). In leaf texture spectra, the plants with herbaceous leaves compose 57.22%, while those with leathery leaves compose 30.41%, thick leathery 10.82%, and membranous 1.55%. The plants with entire leaf margins account for 51.03% of the total species, while those with non-entire leaf margins are 48.97%. As the structure of the stand, from the aerial top to the forest floor, there are three distinct layers, namely tree layer, shrub layer and herb layer. The tree layer can be further subdivided into three recognizable sub-layers: upper, middle and lower tree layers. The upper tree layer is dominated by *Castanopsis carlesii*, as well as *C. fargesii* and *Liquidamber formosana*. *Phoebe zhennan*, *Elaeocarpus decipiens*, *E. japonicus*, *Pinus massoniana*, *Choerospondias axillaris*, and *Cornus controversa* also appear in the upper tree layer. In addition to species appearing in the upper tree layer, *Viburnum betulifolium*, *Camellia oleifera*, *Cinnamomum wilsonii*, *Ilex szechwanensis* and *Turpinia affinis* are common in the middle tree layer. Most species of the lower tree layer also appear in the upper two layers, except for a few small trees such as *Cornus macrophylla*, *Viburnum brachybotryum*, *Pithecellobium lucidum*, *Rhododendron hypoglaucaum*, *Itea chinensis*, *Pittosporum truncatum*, *Symplocos stapfi-ana*, and *S. stellaris*.

Key words: *Castanopsis* forest, flora, geographical elements, life-form, leaf characteristics, vegetation structure

三峡库区是个特定的区域概念, 泛指三峡大坝蓄水175 m方案淹没范围涉及的湖北省、重庆市的20个县(市、区), 东起湖北宜昌, 西迄重庆巴南区, 面积约5.4万km²(长江水利委员会, 1997)。库区位于我国中亚热带湿润地区, 受亚热带季风的影响, 四季分明, 冬季雨水少而夏季雨水集中, 常有伏旱, 年平均气温为15–18℃, 年降水量1,000–1,200 mm, 土壤以红黄壤和黄棕壤为主(陈伟烈等, 1994)。受库区地形、气候和土壤的影响, 库区地带性植被为以壳斗科的栲属(*Castanopsis*)、青冈属(*Cyclobalanopsis*)、栎属(*Quercus*)和樟科的楠木属(*Phoebe*)、樟属(*Cinnamomum*)为建群成分形成的各类常绿阔叶林(吴征镒, 1980)。但是, 经过几千年人类活动的影响, 库区原始植被已所剩无几, 特别是分布于库区低海拔区域的原始常绿阔叶林几乎已被破坏殆尽。现在广泛分布于三峡库区的是马尾松(*Pinus massoniana*)林、柏木(*Cupressus funebris*)林及各种灌丛、草地和农田(陈伟烈等, 1994)。

重庆丰都世坪森林公园的常绿阔叶林是长江三峡库区低海拔区较典型的常绿阔叶林(谢宗强和陈伟烈, 1998)。据调查, 该片森林是1958年大面积

皆伐后经长期封山育林恢复起来的次生常绿阔叶林, 面积约为70 hm²。这片常绿阔叶林对涵养库区水源、保持水土、延长水库寿命有重要的作用, 同时它对库区退化生态系统恢复和重建也具有十分重要的意义(谢宗强和陈伟烈, 1998)。我们在此设立1 hm²的常绿阔叶林长期固定监测样地。本文中我们以此样地调查资料为基础, 对其群落的物种组成、区系成分、外貌和结构特征等进行分析, 以期深入了解其多样性维持机制和科学评价三峡库区的植被状况奠定基础, 同时为地带性植被的有效保护、可持续利用及科学管理提供理论依据。

1 研究地点及方法

1.1 研究地自然状况

重庆丰都世坪森林公园位于29°47'40" N, 107°37'40" E, 海拔350–790 m, 总面积约400 hm²。园内年平均气温18.3℃, 年平均降水量1,267.5 mm。土壤为砂页岩母岩上发育的黄壤或黄棕壤, pH<5。土层深厚肥沃, 表层腐殖质含量丰富。

1.2 样地调查方法

选择该地区具有代表性的常绿阔叶林群落, 设

立1 hm²固定样地。样地为100 m×100 m(水平投影)的正方形,平均坡度为33.5°。将样地分为100个10 m×10 m的小样方进行调查,对高5 m以上的乔木每木检尺、挂牌并定位,记录树种名、胸径、树高、枝下高、冠幅等;对高5 m以下的乔木幼树、幼苗记录其株数并测量株高;对于每个10 m×10 m小样方内灌木层、草本层及层间植物进行全部调查,记录各物种的种类、高度、盖度、多度等。

2 结果与讨论

2.1 种类组成与地理成分分析

2.1.1 种类组成

1 hm²常绿阔叶林样地里共记录到维管束植物73科142属195种(表1)。其中,蕨类植物12科16属18种,占总科、属、种的16.45%、11.27%、9.23%。种子植物61科126属177种,分别占总科、属、种的83.55%、88.73%、91.77%;其中裸子植物2科2属2种,被子植物59科124属175种。在被子植物中,双子叶植物49科104属152种,单子叶植物10科20属23种。

此地常绿阔叶林的群落组成种类丰富,科、属的组成复杂。其中含种数最多的科为忍冬科,有10个种;其次是樟科和紫金牛科,各含8种;含7种的科分别是豆科和茜草科;含6种的科分别是壳斗科、山茶科、葡萄科和百合科;含5种的科分别是杜鹃花科、蔷薇科、大戟科和禾本科;含4种的科分别是山矾科、桑科、菝葜科、菊科和冬青科;含3个种的科有9个,含2个种的科有20个,仅含1个种的科有26个(表2)。含种数最多的属为荚蒾属(*Viburnum*),有7个种;其次是柃木属(*Eurya*),含5个种;山矾属

(*Symplocos*)和紫金牛属(*Ardisia*)分别含4个种;含3个种的属有山胡椒属(*Lindera*)、木姜子属(*Litsea*)、花椒属(*Zanthoxylum*)、蛇葡萄属(*Ampelopsis*)、柿树属(*Diospyros*)和菝葜属(*Smilax*)等6个属;含2个种的属有21个;其余的109属各仅含1种。

2.1.2 种子植物地理成分分析

在世坪常绿阔叶林1 hm²的样地里,种子植物共61科126属。根据吴征镒(1991)和吴征镒等(2003)关于种子植物属和科分布区类型的划分标准,这61科中,世界广布的有21科,占总科数的34.43%;热带、亚热带分布的有28科,占总科数的45.90%;温带分布的11科,占总科数的18.03%;中国特有1科,即大血藤科。126个属可分为12个分布区、7个变型(表3),其中世界广布的属有7个。泛热带分布的属最多,有26属,占总属数的21.85%(百分比未包括世界分布的属,下同);其次是北温带分布,有18属,占总属数15.13%;中国特有分布的有2属,分别是杉木属(*Cunninghamia*)和大血藤属(*Sargentodoxa*)。从属的地理成分看,热带分布的共有63属,占52.94%;温带属有54属,占45.38%。热带分布属多于温带分布属。

因此,从科、属分布区类型看,世坪常绿阔叶林植物区系与世界各地热带植物区系,特别是与泛热带植物区系和热带亚洲植物区系有密切的关系,同时与温带和东亚植物区系也有密切关系。这说明该群落不仅具有中亚热带地带性植被的典型特征,而且与温带植被也有较强的联系。这主要缘于该群落处在北纬30°线附近,属于中亚热带常绿阔叶林北部亚地带。一般认为,中亚热带北部因与北亚热带相接,离暖温带较近,随着纬度由南向北逐渐增

表1 世坪常绿阔叶林1 hm²样地维管植物科、属、种的统计
Table 1 Number of families, genera and species of vascular plants in the 1-hm² plot of the evergreen broad-leaved forest in Shiping Forest Park, Chongqing

	科 Family	属 Genus	种 Species
蕨类 Pteridophyte	12	16	18
种子植物 Seed plants	61	126	177
裸子植物 Gymnosperm	2	2	2
被子植物 Angiosperm	59	124	175
双子叶植物 Dicotyledon	49	104	152
单子叶植物 Monocotyledon	10	20	23
总计 Total	73	142	195

表2 世坪常绿阔叶林1 hm²样地维管植物科、属、种组成分析
Table 2 Composition of species, genera and families of vascular plants in the 1-hm² plot of the evergreen broad-leaved forest in Shiping Forest Park, Chongqing

科名 Family	属:种 Genera: species	科名 Family	属:种 Genera: species	科名 Family	属:种 Genera: species
猕猴桃科 Actinidiaceae	1: 1	壳斗科 Fagaceae	4: 5	凤尾蕨科 Pteridaceae	1: 1
八角枫科 Alangiaceae	1: 2	龙胆科 Gentianaceae	1: 1	毛茛科 Ranunculaceae	1: 1
苋科 Amaranthaceae	1: 2	苦苣苔科 Gesneriaceae	1: 1	鼠李科 Rhamnaceae	2: 2
漆树科 Anacardiaceae	2: 2	里白科 Gleicheniaceae	1: 3	蔷薇科 Rosaceae	4: 5
冬青科 Aquifoliaceae	1: 4	禾本科 Gramineae	5: 5	茜草科 Rubiaceae	6: 7
天南星科 Araceae	1: 1	金缕梅科 Hamamelidaceae	2: 2	芸香科 Rutaceae	1: 3
五加科 Araliaceae	3: 3	石杉科 Huperziaceae	1: 1	杨柳科 Salicaceae	1: 1
萝藦科 Asclepiadaceae	2: 2	仙茅科 Hypoxidaceae	1: 1	大血藤科 Sargentodoxaceae	1: 1
蹄盖蕨科 Athyriaceae	1: 1	鸢尾科 Iridaceae	1: 1	三白草科 Saururaceae	1: 1
乌毛蕨科 Blechnaceae	1: 1	唇型科 Labiatae	2: 2	虎耳草科 Saxifragaceae	2: 2
黄杨科 Buxaceae	1: 1	木通科 Lardizabalaceae	3: 3	玄参科 Scrophulariaceae	1: 2
忍冬科 Caprifoliaceae	4: 10	樟科 Lauraceae	3: 8	卷柏科 Selaginellaceae	1: 1
石竹科 Caryophyllaceae	1: 1	百合科 Liliaceae	4: 6	菝葜科 Smilacaceae	2: 4
山茱萸科 Cornaceae	2: 3	鳞始蕨科 Lindsaeaceae	1: 1	省沽油科 Staphyleaceae	2: 2
菊科 Compositae	4: 4	海金沙科 Lygodiaceae	1: 1	山矾科 Symplocaceae	1: 4
莎草科 Cyperaceae	2: 2	野牡丹科 Melastomataceae	1: 1	杉科 Taxodiaceae	1: 1
碗蕨科 Dennstaedtiaceae	1: 1	防己科 Menispermaceae	2: 3	山茶科 Theaceae	2: 6
薯蓣科 Dioscoreaceae	1: 1	桑科 Moraceae	3: 4	金星蕨科 Thelypteridaceae	3: 3
鳞毛蕨科 Dryopteridaceae	2: 2	紫金牛科 Myrsinaceae	4: 8	瑞香科 Thymelaeaceae	1: 1
柿树科 Ebenaceae	1: 3	木犀科 Oleaceae	2: 3	榆科 Ulmaceae	2: 2
胡颓子科 Elaeagnaceae	1: 1	兰科 Orchidaceae	2: 2	荨麻科 Urticaceae	2: 2
杜英科 Elaeocarpaceae	1: 2	松科 Pinaceae	1: 1	葡萄科 Vitaceae	4: 6
杜鹃花科 Ericaceae	3: 5	海桐科 Pittosporaceae	1: 2	姜科 Zingiberaceae	1: 2
大戟科 Euphorbiaceae	4: 5	蓼科 Polygonaceae	2: 2	总计 73 科 142 属 195 种	
豆科 Fabaceae	6: 7	水龙骨科 Polypodiaceae	2: 2	Totally 73 families 142 genera 195 species	

加, 水热条件也不断变化, 越往北, 温带性质的种类也就相应增多(吴征镒, 1980)。

2.2 群落外貌

2.2.1 群落生活型谱

对1 hm²常绿阔叶林样地中的195种维管束植物按Raunkiaer(1934)生活型分类系统进行分类, 结果表明(图1), 高位芽植物比例最高, 有120种, 占总种数的61.86%; 其次是藤本附生植物, 有31种, 占15.98%; 地面芽植物25种, 占12.37%; 地下芽植物11种, 占5.67%; 地上芽和一年生植物最少, 均为4种, 分别占2.06%。在高位芽植物中, 小高位芽植物最多, 有56种, 占总高位芽植物的46.67%, 其中常绿和落叶种类各占一半; 中高位芽35种, 占总高位芽植物的29.17%, 其中常绿21种, 落叶14种; 矮高位芽植物28种, 占总高位芽植物的23.33%, 其中常绿19种, 落叶9种; 大高位芽植物(高于30 m)稀少,

仅有1种。在高位芽植物中, 常绿的种类总共占56.67%, 而落叶的种类占43.33%。常绿和落叶高位芽植物种类比例反映出: 中亚热带北缘气候温暖且有明显的季节变化。

将世坪常绿阔叶林植物生活型与同纬度其他亚热带典型常绿阔叶林比较(表3)可知, 世坪常绿阔叶林植物生活型谱与同纬度的其他亚热带常绿阔叶林生活型谱比例趋势基本一致, 都是高位芽植物占优势, 地上芽和一年生植物较少; 高位芽植物中基本上是常绿种比落叶种多一些, 但是比例很接近, 充分体现中亚热带北缘常绿阔叶林的特点。另外, 从表4也可以看出, 地处西部的峨眉山和世坪常绿阔叶林中高位芽植物的比例分别为58.3%和61.86%, 明显低于东部同纬度地区江西的庐山、莲花山和浙江的古田山和天台山, 这可能是由东西部气候差别引起的。

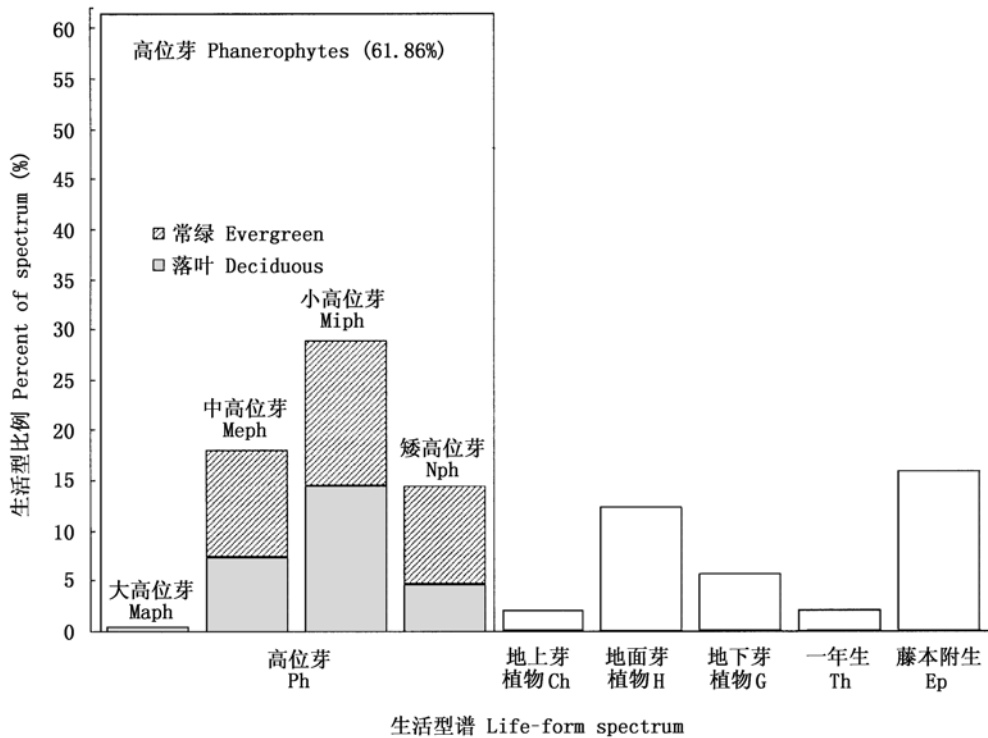


图1 世坪常绿阔叶林1 hm²样地群落的生活型谱
Fig. 1 The life-form spectrum of plants in 1-hm² plot of the evergreen broad-leaved forest in Shiping Forest Park, Chongqing. Ph, Phanerophytes; Maph, Megaphanerophytes (>30 m); Meph, Mesophanerophytes (8–30 m); Miph, Microphanerophytes (2–8 m); Nph, Nanophanerophytes (<2 m); Ch, Chamaephytes; H, Hemicryptophytes; G, Geocryptophytes; Th, Therophytes; Ep, Epiphytic plant.

2.2.2 叶级谱

本文应用了Raunkiaer(1934)叶级分类系统和Paijmans(1970)叶质分类系统研究世坪常绿阔叶林植物叶的性质。1 hm²样地中195种维管束植物统计结果表明(表4), 世坪常绿阔叶林群落中以小型叶植物占优势, 有95种, 占总数的48.97%; 中型叶次之, 占41.75%; 大型叶和微型叶植物都比较少。单叶植物的比例很高, 占78.35%, 复叶占21.65%。全缘叶和非全缘叶植物几乎各占一半。叶的质地以革质最多, 占57.22%; 革质和厚革质次之, 膜质较少。但仅就乔木层的种类来看, 革质和厚革质叶仍占优势, 表现出世坪常绿阔叶林主要层次中植物叶的常绿革质性质。

与同纬度其他地区常绿阔叶林比较可以得知, 叶性质在各个地方差异并不大, 都是以中、小型的单叶植物为主。值得注意的是, 该纬度不同地点的

常绿阔叶林草质叶比例均很高, 这可能是因为该区纬度较高, 北面与北亚热带植被相接, 林中混入较多的落叶植物种类, 这也体现出中亚热带北缘常绿阔叶林的特点。

2.3 群落垂直结构特征

世坪常绿阔叶林群落高度一般在20–25 m, 成层现象明显, 在垂直方向上可划分为乔木层、灌木层、草本层, 层间植物丰富。

乔木层按高度又可划分为三个亚层。第一亚层高约15–25 m, 覆盖度50–80%, 树冠不连续分布, 主要由壳斗科、樟科、杜英科、金缕梅科等的高位芽植物组成。共有178株树, 平均胸径28.53 cm, 最大胸径50.50 cm, 其中常绿树110株, 占61.80%; 落叶树68株, 占38.20%, 说明此亚层主要由常绿树种构成, 同时混生一些落叶阔叶高位芽植物。常绿乔木主要有小红栲(*Castanopsis carlesii*)、丝栗栲

表3 世坪常绿阔叶林1 hm²样地种子植物属的分布区类型
Table 3 The areal-types of genera in 1-hm² plot of the evergreen broad-leaved forest in Shiping Forest Park, Chongqing

分布区类型 Areal-types	属数 Genera	%*
1.世界分布 Cosmopolitan	7	
2.泛热带分布 Pantropic	26	21.85
2-2.热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布 Trop. Asia, Africa & C. to S. Amer. disjuncted	2	1.68
3.热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted	6	5.04
4.旧世界热带分布 Old World Tropics	10	8.40
4-1 热带亚洲、非洲(或东非、马达加斯加)和大洋洲间断分布 Trop. Asia, Africa (or E. Afr., Madagascar) & Australasia disjuncted	1	0.84
5.热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia & Trop. Australasia	6	5.04
6.热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop. Africa	3	2.52
7.热带亚洲(印度-马来西亚)分布 Trop. Asia (Indo-Malesia)	8	6.72
7-1.爪哇(或苏门达腊)、喜马拉雅间断或星散分布到华南、西南 Java (or Sumatra), Himalaya to S., SW. China disjuncted or diffused	1	0.84
8.北温带分布 North Temperate	18	15.13
8-4.北温带和南温带间断分布 “全温带” N. Temp. & S. Temp. disjuncted (Pan-temperate)	2	1.68
9.东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted	15	12.61
10.旧世界温带分布 Old World Temperate	2	1.68
10-1.地中海区、西亚(或中亚)和东亚间断分布 Mediterranean, W. Asia (or C. Asia) & E. Asia disjuncted	1	0.84
14.东亚分布 E. Asia	8	6.72
14-1.中国-喜马拉雅分布 Sino-Himalaya (SH)	4	3.36
14-2.中国-日本分布 Sino-Japan (SJ)	4	3.36
15.中国特有分布 Endemic to China	2	1.68
合计 Total	126	100

* 百分比不包括世界分布属 Excluding cosmopolitan genera

表4 世坪常绿阔叶林与同纬度其他常绿阔叶林生活型谱比较
Table 4 Comparison of life-form spectrum of the evergreen broad-leaved forest among Shiping Forest Park in Chongqing and other regions in N 29°–30°

研究地区 Region	地理位置 Position	Ph (%)	Ch (%)	H (%)	G (%)	Th (%)	Ep (%)	Ph (%)		文献 Reference
								Eph	Dph	
四川峨眉山 Emei Mountain, Sichuan	103°15'–103°28' E 29°31'–29°38' N	58.3	0	13.7	9.3	3.3	15.4	65.0	35.0	杨一川等(1994)
重庆世坪森林公园 Shiping Forest Park, Chongqing	107°37' E 29°47' N	61.86	2.06	12.37	5.67	2.06	15.98	56.67	43.33	本文
江西庐山 Lushan Mountain, Jiangxi	115°03'–116°10' E 29°28'–29°45' N	73.0	1.3	10.8	1.3	2.7	10.8	54.8	45.2	罗光坦等(1996)
江西莲花山 Lianhua Mountain, Jiangxi	116°55' E 29°35' N	71.4	2.9	14.3	2.9	0	8.6			王梅岷(1987)
浙江古田山 Gutian Mountain, Zhejiang	118°03'–118°11' E 29°10'–29°17' N	71.04	0.45	12.67	7.69	1.81	6.33	64.33	35.67	胡正华等(2003)
浙江天台山 Tiantai Mountain, Zhejiang	120°50'–121°24' E 29°09'–29°28' N	84.0	0	10.1	1.4	0	4.4	50.0	50.0	金则新(1999)

Ph、Ch、H、G、Th、Ep的含义见图1; Eph(%): 常绿高位芽占总高位芽植物(Ph)的比例; Dph(%):落叶高位芽占总高位芽植物(Ph)的比例
The meanings of Ph, Ch, H, G and Th are the same as in Fig. 1. Eph and Dph represent the percentages of the evergreen and the deciduous plant in total phanerophyte (Ph), respectively.

表5 世坪常绿阔叶林与同纬度其他常绿阔叶林叶性质的比较
Table 5 Comparison of plant leaf characteristics of evergreen broad-leaved forests among Shiping Forest Park in Chongqing and other regions in N 29°–30°

研究地区 Region	叶级 (%) Leaf size class			叶型 (%) Leaf form			叶质 (%) Leaf texture				叶缘 (%) Leaf margin	
	Ma	Me	Mi	Na	Si	Co	1	2	3	4	E	N
重庆世坪森林公园 Shiping Forest Park, Chongqing	6.19	41.75	48.97	3.09	78.35	21.65	1.55	57.22	30.41	10.82	51.03	48.97
四川峨眉山 Emei Mountain, Sichuan	9.1	34.8	46.3	9.8	85.4	14.6	1.2	47.6	32.9	18.3	49.4	50.6
江西庐山 Lushan Mountain, Jiangxi	2.7	35.1	54.1	8.1	79.7	20.3	1.4	60.8	31.1	6.7	45.9	54.1
浙江天台山 Tiantai Mountain, Zhejiang	3.6	39.1	52.9	4.3	84.8	15.2	0	56.5	37.7	5.8	47.1	52.9
浙江古田山 Gutian Mountain, Zhejiang	9.0	37.6	47.5	5.9	82.8	17.6	5.9	42.1	40.3	11.7	47.1	52.9

Ma: 大型叶; Me: 中型叶; Mi: 小型叶; Ma: 微型叶; Si: 单叶; Co: 复叶; 1: 膜质; 2: 草质; 3: 革质; 4: 厚革质; E: 全缘; N: 非全缘
Ma, Macrophyll; Me, Mesophyll; Mi, Microphyll; Na, Nanophyll; Si, Single leaf; Co, Compound leaf; 1, Membranous; 2, Herbaceous; 3, Leathery ; 4, Thick leathery ; E, Entire; N, Non-entire

(*C. fargesii*)、楠木(*Phoebe zhennan*)、杜英(*Elaeocarpus decipiens*)、薯豆(*E. japonicus*)、马尾松、杉木等; 落叶树种主要有枫香(*Liquidambar formosana*)、南酸枣(*Choerospodias axillaris*)、灯台树(*Cornus controversa*)等。第二亚层高约9–14 m, 覆盖度30–75%, 共有173株树, 平均胸径17.17 cm, 其中常绿树119株, 占68.79%; 落叶树54株, 占31.21%。第二亚层常绿树所占比例比第一亚层略高, 仍占绝对优势。种类除已见于第一亚层的之外, 还有山茶科、樟科、冬青科、忍冬科、省沽油科等高位芽植物, 如油茶(*Camellia oleifera*)、川桂(*Cinnamomum wilsonii*)、四川冬青(*Ilex szechwanensis*)、桦叶荚蒾(*Viburnum betulifolium*)、硬毛山香圆(*Turpinia affinis*)等。第三亚层高约4–8 m, 这一亚层组成种类植株数量最多, 有286株, 平均胸径6.84 cm, 其中常绿树种212株, 占74.13%, 落叶树种74株, 占25.87%。构成此层的主要是第一、二亚层树种的小树, 以及一些小乔木。大部分种类茎干纤细, 树冠不连续, 这与光照条件较差有关。因此, 在乔木层上层以常绿阔叶、中高位芽植物层片占主导地位, 下层以常绿阔叶中、小高位芽为主导层片, 落叶阔叶树种在群落中占一定比例, 并且随层次降低比例逐渐降低, 体现了中亚热带北缘典型常绿阔叶林的特点。

灌木层高约0.5–3.5 m, 盖度在10–60%之间。种

类较为复杂, 共有98种植物, 比乔木层物种丰富得多。其中常绿乔木的幼苗占很大的比例, 落叶乔木幼苗比较少。典型的灌木主要有杜茎山(*Maesa japonica*)、山胡椒(*Lindera glauca*)、五月茶(*Antidesma delicatulum*)、柃木(*Eurya* sp)、朱砂根(*Ardisia crenata*)、紫金牛(*A. japonica*)、绒毛山胡椒(*Lindera nacusua*)、乌饭(*Vaccinium bracteatum*)、欒木(*Loropetalum chinense*)、映山红(*Rhododendron simsii*)、百两金(*Ardisia crispa*)、变叶榕(*Ficus heteromorpha*)等。

草本层在该群落中分布不均, 常成丛生长, 盖度在5–80%之间, 种类比较丰富, 共有61种植物在草本层出现过, 主要是以蕨类和鸢尾科的蝴蝶花(*Iris japonica*)为主, 常在样方里成丛出现。常见的蕨类有狗脊(*Woodwardia japonica*)、里白(*Hicriopteris glauca*)、铁芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)、鳞毛蕨(*Dryopteris* sp.)、复叶耳蕨(*Arachniodes* sp.)等, 常呈聚集分布。此外还有禾本科一些草本植物如荩草(*Arthraxon hispidus*)、求米草(*Oplismenus undulatifolius*)、淡竹叶(*Lophatherum gracile*)和莎草科的苔草(*Carex* sp.)也经常出现在样方里。总之, 整个草本层以地面芽和地下芽植物为主, 一年生植物很少。

层间植物非常丰富, 包括藤本和附生植物, 约

有31种,多为木质藤本,较常见的种有菝葜(*Smilax* sp.)、五叶瓜藤(*Holboellia fargesii*)、大血藤(*Sargentodoxa cuneata*)、木通(*Akebia quinata*)、网脉叶酸果藤(*Embelia rudis*)、乌菝葜(*Cayratia japonica*)、薯蓣(*Dioscorea opposita*)等。层间植物以常绿藤本高位芽植物占绝对优势,群落中附生植物较少,这可能与群落所在地干湿季明显和群落的发育程度有关。

3 结语

(1)世坪小红栲林地处中亚热带北缘和长江边上,水热条件比较优越,植物种类丰富,区系成分复杂。区系组成主要以热带成分为主,温带成分也占有相当大的比重,体现了群落地处中亚热带北缘特征。群落的外貌特征、垂直结构等也体现了中亚热带北缘常绿阔叶林的特征。

(2)在人类的长期干扰下,我国亚热带大面积常绿阔叶林已退化为次生灌丛、灌草丛,甚至裸地。目前,常绿阔叶林区正在进行退耕还林工程,其实质就是恢复和重建地带性植被——常绿阔叶林(宋永昌等, 2005)。由于常绿阔叶林分布地区的水热条件优越,当破坏不太严重时,只要停止干扰,常绿阔叶林就可逐渐得到恢复(陈小勇和宋永昌, 2004)。

世坪常绿阔叶林是1958年大面积皆伐后经长期封山恢复起来的天然次生林。皆伐后的迹地,经封山后经过了不到50年的时间,就发育到现在相对稳定的常绿阔叶林群落,发挥着良好的经济效益和生态效应。世坪常绿阔叶林恢复的成功案例为本地区的植被恢复提供了良好的借鉴经验。

(3)三峡水库的蓄水、库区移民后靠、新城区和交通道路的建设等将会造成库区生境破碎化(Wu *et al.*, 2003; Shen & Xie, 2004), 同时也将对现有的自然植被造成不同程度破坏。有关部门应该及时在三峡库区条件比较好的地区设立自然保护区,以保护本地区的物种资源,为本地区植被恢复提供种源。而世坪常绿阔叶林作为三峡库区低海拔地区残存的较典型的常绿阔叶林,理当引起有关部门的高度重视,尽快建立三峡库区世坪常绿阔叶林保护区,以便更好地保护这三峡库区宝贵的植物基因库。

(4)世坪常绿阔叶林不仅是三峡库区宝贵的植物基因库,也是森林公园自然景观的重要组成部分和经济命脉。建议公园管理部门加强保护管理措施,

严禁在公园内建造不协调的建筑物,以免造成对自然景观和生态环境的破坏;并正确处理目前旅游业迅速发展、经济开发与森林公园植被保护之间的关系,以达到合理开发利用和科学保护,获得社会、经济和生态环境效益协调统一的目的。

致谢: 陈伟烈、熊高明、樊大勇、于倩、衣英华、王华等参与样地调查,陈伟烈、李振宇、高贤明帮助鉴定样地标本,在此表示感谢。

参考文献

- Changjiang Water Resources Commission (长江水利委员会) (1997) *Impact of the Three Gorges Project on Ecology and Environment* (三峡工程生态环境影响研究). Hubei Science & Technology Press, Wuhan. (in Chinese)
- Chen WL (陈伟烈), Zhang XQ (张喜群), Liang SJ (梁松筠), Jin YX (金义兴), Yang QX (杨启修) (1994) *Plant and Compound Agricultural Ecosystem in the Three Gorges Reservoir Area* (三峡库区的植物与复合农业生态系统). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Chen XY (陈小勇), Song YC (宋永昌) (2004) Types of damaged ecosystems and the critical factors leading to degradation. *Resources and Environment in the Yangtze Basin* (长江流域资源与环境), **13**, 78–83. (in Chinese with English abstract)
- Hu ZH (胡正华), Yu MJ (于明坚), Fang T (方腾), Ding BY (丁炳扬), Qian HY (钱海源) (2003) The community characteristics of evergreen broad-leaved forest in Gutian Mountain Nature Reserve of Zhejiang. *Journal of Nanjing Institute of Meteorology* (南京气象学院学报), **26**, 63–69. (in Chinese with English abstract)
- Jin ZX (金则新) (1999) Study on evergreen broad-leaved forest of Shiliang in Tiantai Mountain of Zhejiang Province. *Guihaia* (广西植物), **19**, 208–214. (in Chinese with English abstract)
- Luo GT (罗光坦), Li JX (李景信) (1996) Analysis on community characteristic of broad-leaved forest on Lushan Mountain. *Natural Science Journal of Harbin Normal University* (哈尔滨师范大学自然科学学报), **12**, 95–102. (in Chinese with English abstract)
- Pajmans K (1970) An analysis of four tropical rain forest sites in New Guinea. *Journal of Ecology*, **8**, 77–101.
- Raunkiaer C (1934) *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Clarendon Press, Oxford.
- Shen G, Xie Z (2004) Three Gorges Project: chance and challenge. *Science*, **304**, 681.
- Song YC (宋永昌), Chen XY (陈小勇), Wang XH (王希华) (2005) Studies on evergreen broad-leaved forests of China: a retrospect and prospect. *Journal of East China Normal University(Natural Science)* (华东师范大学学报

- 自然科学版), **1**, 1–8. (in Chinese with English abstract)
- Wang MT (王梅桐) (1987) Study on life-forms of evergreen broad-leaved forest in subtropics of China. *Chinese Journal of Ecology* (生态学杂志), **6** (2), 21–23. (in Chinese with English abstract)
- Wu J, Huang J, Han X, Xie Z, Gao X (2003) Three-Gorges Dam: experiment in habitat fragmentation. *Science*, **300**, 1239–1240.
- Wu ZY (吴征镒) (1980) *Vegetation of China* (中国植被). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Wu ZY (吴征镒) (1991) The areal-types of Chinese genera of seed plants. *Acta Botanica Yunnanica*(云南植物研究), **13** (Suppl. IV), 1–139. (in Chinese with English abstract)
- Wu ZY (吴征镒), Zhou ZK (周浙昆), Li DZ (李德铎), Peng H (彭华), Sun H (孙航) (2003) The areal-types of the world families of seed plants. *Acta Botanica Yunnanica*(云南植物研究), **25**, 245–257. (in Chinese with English abstract)
- Xie ZQ(谢宗强), Chen WL(陈伟烈)(1998)The remaining evergreen broadleaved forest and its significance in the Three Gorges Reservoir Area. *Acta Phytoecologica Sinica*(植物生态学报), **22**, 422–427. (in Chinese with English abstract)
- Yang YC (杨一川), Zhuang P (庄平), Li XR (黎系荣) (1994) Ecological studies on the forest of community of *Castanopsis platyacantha-Schima sinensis* on Emei Mountain. *Acta Phytoecologica Sinica*(植物生态学报), **18**, 105–120. (in Chinese with English abstract)

(责任编辑: 朱华 责任编辑: 周玉荣)