

文章编号: 1000-5692(2002)02-0138-05

千岛湖天然次生林群落生态学研究

余树全¹, 李翠环², 姜礼元³, 谢吉全³

(1. 浙江林学院 生命科学院, 浙江 临安 311300; 2. 四川农业大学 林学院园艺学院, 四川 雅安 625014; 3. 浙江省淳安县林业局, 浙江 淳安 311700)

摘要: 根据千岛湖次生林群落的样地调查资料, 采用极点排序将千岛湖次生林群落划分为暖性针叶林、针阔混交林、落叶阔叶林和常绿阔叶林等4种类型。通过对各类型群落均匀度、物种多样性指数和生态优势度的分析比较, 认为随着演替的发展, 群落均匀度和物种多样性指数增加, 4种群落类型的均匀度值依次为 69.6, 81.6, 82.8 和 89.6, 多样性指数依次为 2.33, 2.82, 2.67 和 2.75; 生态优势度下降, 其值从 0.307 下降到 0.158, 但并不是演替的最高阶段物种多样性最大; 通过对群落外貌、结构和种类成分的分析, 认为封山育林是千岛湖区森林植被进展演替的有效途径, 目前森林植被正在向演替系列的更高阶段发展, 同时由于立地质量的差异导致了同一空间存在着不同的演替系列。图 2 表 3 参 13

关键词: 天然林; 次生林; 植物群落; 演替; 植被恢复; 千岛湖

中图分类号: S718.54 **文献标识码:** A

千岛湖是 1958 年新安江水电站拦坝蓄水形成的大型水库, 湖区的原生植被为亚热带常绿阔叶林。由于人为破坏, 原生植被现已消失殆尽, 现存植被是建库后经过封山育林并人工补植形成的。经过 40 余年的自然恢复, 森林植被得到了迅速发展, 形成了林相整齐、生长旺盛和物种多样的天然次生林。湖区森林面积为 1 423 hm², 小片常绿阔叶林与大面积的马尾松 *Pinus massoniana* 林和针阔混交林镶嵌状分布。千岛湖区森林对调节水库水位, 减少泥砂淤积, 维持生态平衡, 保护环境等起到了积极作用。研究群落的组成和结构特点及次生林演替过程, 对恢复该地区常绿阔叶林, 改造次生林, 建设林业生态环境, 都有积极意义, 也是对封山育林效益的一项基本评估。

1 研究地区概况

千岛湖位于浙江西部淳安县中部, 地处 29°22'~29°50'N, 118°34'~119°15'E, 地形以低山丘陵为主, 最高海拔 967 m, 山体走向复杂, 地形切割强, 地貌和小气候复杂。

山地土壤主要是红壤、黄壤和岩性土。土层厚度为 50~120 cm, 有机质含量 9~120 g·kg⁻¹ 不等, 平均 31.1 g·kg⁻¹, pH 值为 5.5 左右。

该地区地处中亚热带季风气候区的北缘, 气候温暖湿润, 四季分明。据淳安县气象站(海拔 171 m) 1961 至 1995 年的观测, 年平均降水量 1 429.9 mm, 年蒸发量为 1 381.5 mm, 平均相对湿度 76%, 年平均气温为 17.0 °C, 7 月平均气温为 28.9 °C, 1 月平均气温 5.0 °C, 极端最高气温 41.8 °C (1966 年 8 月 8 日), 极端最低气温 -7.6 °C (1969 年 2 月 6 日), 年平均无霜期 263 d, 日照时数为 1 951 h, 大于等于 10 °C 的活动积温为 5 409.9 °C, 绝对积温 6 231.4 °C。因此, 该区无霜期长, 雨量充沛, 热量丰富, 对植被恢复非常有利。

收稿日期: 2001-12-29; 修回日期: 2002-03-08

基金项目: “十五”浙江省重点资助项目(011037)

作者简介: 余树全(1963-), 男, 四川汉源人, 副教授, 硕士, 从事森林生态和水土保持研究。

2 研究方法

2.1 野外调查

在全面踏查的基础上, 在具有代表性的龙山、姥山、龙川和小金山进行相邻格子样地调查。乔木选用 20 m×20 m 的样地, 每样地分成 16 个 5 m×5 m 的小样方, 灌木及草本层采用每小样方左下方 1 m×1 m 小样方调查。共计 14 个样地, 其中 13 号样地曾经间伐过, 作为对照。记录①乔木树种的高度、胸径和冠幅; ②灌木和草本植物的高度、盖度和株数; ③生境因子如海拔、坡度、坡向和坡位等相关因子, 同时进行更新演替调查记载, 最后整理资料进行内业分析。

2.2 计算与分析方法

重要值计算公式为: 重要值 = (相对密度 + 相对显著度 + 相对频度) ÷ 3。群落多样性测试指标有 Shannon-Wiener 物种多样性指数, 基于 Shannon-Wiener 多样性指数的群落均匀度指数和生态优势度指数的计算公式分别参见文献[1~3], 极点排序方法参见文献[4]。

表 1 群落相似和相异系数矩阵

Table 1 The matrix of coefficient of community similarity and dissimilarity %

样地号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		20	13	58	63	6	33	39	11	63	79	63	11	42
2	80		52	21	36	53	23	31	25	27	23	28	29	36
3	87	48		18	34	28	30	42	41	28	18	35	35	21
4	42	79	82		72	3	36	41	37	61	69	68	16	27
5	37	64	66	28		12	41	52	49	71	69	75	24	31
6	94	47	72	97	88		25	43	24	17	5	27	33	12
7	67	77	70	64	59	75		53	52	35	37	39	9	16
8	61	69	58	59	48	57	47		59	44	39	63	32	22
9	89	75	59	63	51	76	46	41		42	39	45	15	21
10	37	73	72	39	29	83	65	56	58		67	62	24	45
11	21	77	82	31	31	95	63	61	61	33		65	12	38
12	37	72	65	32	25	73	61	37	55	38	35		34	32
13	89	71	65	84	86	67	91	68	85	76	88	66		16
14	58	64	79	73	69	88	84	78	79	55	62	68	84	

说明: 表中右上方为相似系数, 左下方为相异系数

3 结果与分析

3.1 群落类型的划分

极点排序 (polar ordination) 是美国学者 Bray 和 Curtis^[5] 建立的, 后经多次修改, 具有计算简单结果直观的特点, 时至今日, 虽然发展了许多先进的植被数量分析方法, 极点排序仍然受许多生态学者青睐^[4-9]。本文对千岛湖 14 个样地的多度数据进行了二维极点排序 (表 1), 以相异系数最大 (97) 的样地 4 和样地 6 为 x 轴的一个端点, 另一个端点为 0, 样地 14 与 x 轴的偏离值最大选为 y 轴 0 点, 样地 3 为 y 轴第 2 点, 建立坐标系, 组成二维极点排序图 (图 1)。极点排序图上明显地反映出 14 个样地可分为 4 种类型, 即 1, 4, 11, 10 号样地较为集中, 可归为一类 (I), 样地 3, 5, 7, 8, 9, 12 归为另一类 (II); 2, 6, 13 样地相对集中为一类 (III); 样地 14 偏离其他点较远独成一类 (IV)。计算样地乔木树种重要值并进行排序, 不同的群落类型, 有不同生态学特性的优势树种, 而相同类型的群落中, 有相同的优势种或建群种。因此结合群落外貌特征, 把千岛湖次生植被划分为 4 类 (表 2)。

3.2 群落类型物种多样性、生态优势度和群落均匀度分析

物种多样性是群落中植物的种数、总个体数及个体的均匀度的综合概念^[7,8]。千岛湖 14 个样地的物种多样性指数计算结果见表 3。表 3 显示, 在样地 5 与样地 8 中, 植物的种数和个体数都较多, 其多样性指数最高, 分别为 3.22 和 3.13。作为对照的 13 号样地由于经过人为有目的的间伐, 植物种数少, 仅 3 种, 总个体数低, 均匀度也低, 因此多样性指数最低, 仅为 0.70。均匀度是群落中各种群多度的分配情况, 反映了种属组成的均匀程度。对于相同类型的群落, 在正常情况下稳定的群落有较高的均匀度, 处于发展阶段的群落均匀度较低。2 号样地是以苦槠 *Castanopsis sclerophylla* 为建群种的常绿阔叶林, 群落均匀度最大, 其均匀度指数达到 92.5。苦槠是亚热带的地带性树种, 《中国植被》把千岛湖区划为苦槠栽培区, 以苦槠为优势种形成的群落认为是相对稳定的^[9]。样地 13 的群落均匀度最低, 仅为 44.1, 这是因为人为的干扰打破了演替的进

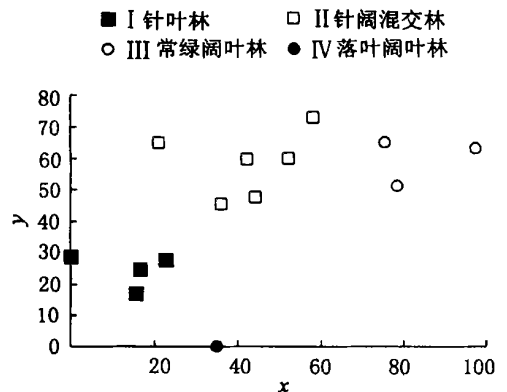


图 1 群落类型二维极点排序图

Figure 1 Two-dimension PO diagram of community type

程,破坏了群落固有的稳定性。生态优势度与群落均匀度和多样性指数呈负相关关系,从不同的角度对群落进行评价。从表3可以看出,生态优势度最高的对照(样地13)的群落均匀度和多样性指数最低,反之,多样性指数和均匀度高的样地5和样地8生态优势度很低。一般情况下群落的生态优势度越小,群落均匀度越大,多样性指数越高。因此综合这3个指标能较好反映群落的结构水平。

表3还反映了不同群落类型的物种多样性指数、均匀度和生态优势度。多样性指数由小到大排序为I→III→IV→II。第I类马尾松林由于马尾松的优势地位导致了低的多样性指数(2.33)和均匀度(69.6)。第II类针阔混交林的多样性指数和均匀度都是最高的,分别为2.82和81.6。第III类常绿阔叶林,其指数低于针阔混交林但高于马尾松林,说明群落物种多样性指数随着演替的发展而增加,但是演替的最高阶段的多样性不是最高的。这与黄忠良等^[10]的研究结果一致。

3.3 不同群落类型的结构特征

3.3.1 暖性针叶林 千岛湖区分布着大面积的马尾松林,这是因为建库前原生植被严重破坏,生态系统退化。封山育林后,植被的恢复过程是一个马尾松先锋物种的侵入和马尾松先锋群落的形成过程^[11]。在40多年的恢复时间里,在立地条件较好的地段,已经形成了阔叶林如青冈 *Cyclobalanopsis glauca*-苦槠林和针阔混交林,如马尾松-苦槠林,木荷 *Schima superba*-马尾松林,在土地瘠薄的山脊和山坡上部,植被恢复缓慢,阔叶树幼苗难以生长,现在马尾松生长旺盛,仍然占具绝对优势。进一步从灌木层来分析,马尾松林下树种以石栎 *Lithocarpus glaber*、隔药柃 *Eurya muricata*和苦槠为主,很少有马尾松幼苗,可见马尾松已经成为衰退种。继续封山保护,马尾松林将会被常绿阔叶林所取代。

3.3.2 暖性针阔混交林 由马尾松与常绿阔叶树种形成的暖性针阔混交林是针叶林到常绿阔叶林的过渡类型。从植被类型划分(表2)可以看出千岛湖森林植被发展方向是从马尾松占优势的针阔混交林到阔叶树占优势的针阔混交林到马尾松的消失,通过这样的演替最终形成稳定的地带性常绿阔叶林。马尾松耐干旱瘠薄,在土壤肥力较低的生境中拓殖能力很强,最先入侵并占据优势,同时也促进了土壤肥力的形成。土壤肥力的提高为阔叶树种如木荷、石栎和苦槠等提供了生存环境,这些树种的入侵与先锋马尾松形成了马尾松占优势的针阔混交林。马尾松对第二性资源,通常是光的竞争弱^[2],其幼苗在越来越荫蔽的林下难以生长,阔叶树在竞争中逐渐占据优势,在群落中的重要值增大,演替发展成以阔叶树为主的针阔混交林。千岛湖区的针阔混交林明显反映出了这一演替规律。从图2可见马尾松居第一优势地位的混交林是样地12、样地5和样地8,乔木层马尾松的重要值分别是46.3,

表2 植被类型分类

Table 2 The classification of vegetation types

植被型	群系	样地号
I 暖性针叶林	马尾松林	1, 4, 10, 11
	马尾松-苦槠林	5, 8, 12
II 暖性针阔混交林	木荷-马尾松-杉木林	7, 9
	苦槠-栎木-青冈林	3
	青冈-苦槠林	2, 6
III 常绿阔叶林	苦槠林	13
	麻栎-黄檀林	14

表3 乔木层物种多样性指数、生态优势度和群落均匀度

Table 3 The species diversity index, ecological dominance and community evenness in the tree layer

样地号	植物种数	植物个体数	多样性指数	生态优势度	均匀度/%
1	10	86	2.36	0.264	71.1
2	10	83	3.07	0.205	92.5
3	12	118	2.98	0.165	86.4
4	9	104	2.13	0.385	67.2
5	12	111	3.22	0.232	89.9
6	8	60	2.19	0.256	73.1
7	11	129	2.27	0.239	65.6
8	16	110	3.13	0.156	85.9
9	14	129	2.88	0.171	75.6
10	13	172	2.84	0.239	76.7
11	12	171	2.28	0.339	63.6
12	7	24	2.41	0.278	86.2
13	3	15	0.70	0.723	44.1
14	9	133	2.75	0.158	89.6
I	11	133.3	2.33	0.307	69.6
II	12	103.5	2.82	0.207	81.6
III	9	71.5	2.67	0.231	82.8
IV	9	133.0	2.75	0.158	89.6

会继续封山保护,马尾松林将会被常绿阔叶林所取代。

3.3.2 暖性针阔混交林 由马尾松与常绿阔叶树种形成的暖性针阔混交林是针叶林到常绿阔叶林的过渡类型。从植被类型划分(表2)可以看出千岛湖森林植被发展方向是从马尾松占优势的针阔混交林到阔叶树占优势的针阔混交林到马尾松的消失,通过这样的演替最终形成稳定的地带性常绿阔叶林。马尾松耐干旱瘠薄,在土壤肥力较低的生境中拓殖能力很强,最先入侵并占据优势,同时也促进了土壤肥力的形成。土壤肥力的提高为阔叶树种如木荷、石栎和苦槠等提供了生存环境,这些树种的入侵与先锋马尾松形成了马尾松占优势的针阔混交林。马尾松对第二性资源,通常是光的竞争弱^[2],其幼苗在越来越荫蔽的林下难以生长,阔叶树在竞争中逐渐占据优势,在群落中的重要值增大,演替发展成以阔叶树为主的针阔混交林。千岛湖区的针阔混交林明显反映出了这一演替规律。从图2可见马尾松居第一优势地位的混交林是样地12、样地5和样地8,乔木层马尾松的重要值分别是46.3,

44.5 和 26.7, 依次下降。居于第二优势地位的阔叶树种苦槠的重要值逐渐增加, 从 19.2 增加到 24.6, 表现出代替马尾松成为第一乔木树种的强势, 而灌木层中没有马尾松幼苗, 进一步说明了马尾松的衰退地位。样地 7、样地 9 和样地 3 则以阔叶树占第一优势地位。木荷和苦槠都是中亚热带常绿阔叶林的建群种, 在适宜的环境中生长快, 竞争力强。从图 2 可见木荷的重要值为 36.2, 超过了马尾松的 28.7, 而且灌木层中木荷幼苗长势良好, 其重要值为 16.0, 重要地位居第 2 位。因此这样的林分类型会有一段持续稳定发展时间。样地 3 的乔木层以苦槠、杉木 *Cunninghamia lanceolata* 和青冈为主, 其重要值依次为 23.5, 23.2 和 18.3。可见同样为地带性阴性树种的青冈也显现出较强的竞争优势, 其重要值在乔木层居第 3 位, 在灌木层居第 2 位, 重要值 23.0 仅次于小乔木木荷 *Loropetalum chinensis* 的 32.4。因此样地 3 更反映出了群落主要物种的多样化, 种间竞争的剧烈化。

总之, 暖性针阔混交林的物种多样性最高, 种群结构更复杂, 种间竞争十分激烈, 群落不稳定, 但都显示了以阔叶树种为主要成分的特征, 它们是向常绿阔叶林演替的一个阶段。

3.3.3 常绿阔叶林 以苦槠和青冈为优势种的常绿阔叶林(样地 2 和样地 6 和样地 13) 是到目前为止千岛湖区群落演替的最高阶段。样地 2 乔木层以青冈、苦槠和黄檀为主, 重要值依次为 42.7, 14.2 和 10.1。样地 6 乔木层主要树种是青冈、苦槠和木荷, 重要值为 34.1, 31.7 和 7.8。更新层木荷幼苗较多, 重要值为 16.5。样地 13 因经过人为干扰(间伐), 其物种多样性远远低于天然次生林, 以目的树种苦槠占绝对优势, 其重要值达到 84.3。间伐后苦槠的胸径和树高与自然状态下苦槠相比并没有明显变化, 但光照条件的改善对林下阔叶幼树生长有利, 对加快常绿阔叶林恢复是有利的。

3.3.4 落叶阔叶林 浙江省地处中亚热带, 全省基带森林应该是常绿阔叶林, 但也有不少中亚热带固有或地方特有的落叶阔叶树种, 如金缕梅科的枫香 *Liquidambar formosana*, 壳斗科的白栎 *Quercus fabri* 和麻栎 *Quercus acutissima*, 在人为干扰后植被恢复过程中也会出现一些以落叶树种为主的次生林。千岛湖区的落叶阔叶林一部分是自然恢复的次生林, 一部分是建库后人工种植的地带性落叶树种, 现已成林, 群落结构比较复杂。乔木层以麻栎和黄檀为建群种, 并有少量枫香。灌木层的常绿成分多, 掺插着少数落叶树种的幼苗。落叶阔叶林季相变化大, 特别是金秋时节, 形成绚丽多彩的群落外貌, 为千岛湖区的自然景观增色不少。

4 结论

从千岛湖区 14 个样地在排序图上的分布点可以直观地看出各植被类型间的关系。排序图上的点明显地以 4 种类型集中, 其分类结果与按群落外貌划分的植被类型是一致的: 针叶林和针阔混交林、常绿阔叶林和落叶阔叶林。

千岛湖区次生林自然演替遵循着亚热带植被演替的一般模式。这与浙江午潮山次生植被的恢复过程相似^[13]。根据调查资料, 常绿阔叶林群落乔木层优势种集中分布在壳斗科、山茶科和金缕梅科。从区系地理成分看, 这些科都是亚热带分布的科, 符合浙江省常绿阔叶林的特征。通过对群落外貌、结构和种类成分的分析比较, 清楚地反应了千岛湖区目前的森林植被正处在向演替的更高阶段发展。在获得保护的情况下, 群落正在不断地趋向于地带性植被。

在植被恢复过程中, 应该充分发挥山地丘陵资源的潜力, 充分利用森林的自我修复自我维持的能力。事实证明, 封山育林是森林生态系统迅速恢复的有效捷径。千岛湖区从次生灌丛和荒地开始恢复, 经过 40 多年的时间, 森林植被得到了很好发育, 对涵养水源、减少泥沙淤积、保护生物多样性和改善当地小气候起到了不可替代的作用。

封山育林辅以人工造林亦是促进迅速恢复森林的重要措施。千岛湖在封山育林的同时, 有计划有

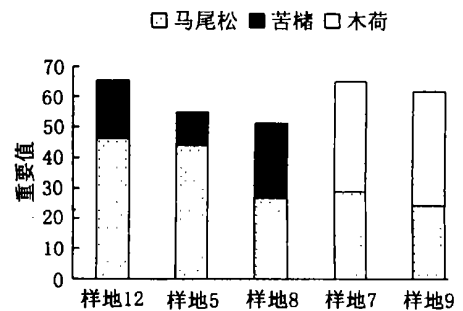


图 2 部分样地乔木层第一优势种和第二优势种重要值

Figure 2 The importance values of the first and second dominant species in some plots

目的地发展了本省本地优质用材树种如黄檀、麻栎和优良景观树种如枫香。目前这种群落中掺杂着少数常绿树种, 结构复杂, 季相变化明显, 夏绿, 秋黄, 冬落叶, 春夏之交新绿一片, 丰富了千岛湖区的景观异质性, 对发展千岛湖国家森林公园的旅游事业具有重要价值, 也丰富了森林生态系统的多样性, 提高了阔叶林木材的产量和质量。因此, 千岛湖区在林分改造和树种结构优化中, 可以适当发展一些有价值的落叶阔叶树种。

土壤肥力在演替动态中处于重要地位。土壤肥力状况直接影响着群落优势种的拓殖和更替, 从而影响进展演替的速度。千岛湖区的植被, 在不同的立地条件下, 恢复的进程不同, 呈现出在同一空间上有不同演替系列的景观, 在土壤较差的生境上, 演替还处在先锋马尾松林阶段。为了加速植被恢复速度, 应该进行适当的抚育间伐或补植阔叶树种, 以改善森林的结构和功能, 提高森林的自肥能力。

参考文献:

- [1] 黄清麟, 董乃钧, 李元红. 中亚热带择伐阔叶林与人促阔叶林对比评价[J]. 应用与环境生物学报, 1999, 5(4): 342-346.
- [2] 贺金生, 陈伟烈, 李凌浩. 中国中亚热带东部常绿阔叶林主要类型的群落多样性特征[J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 303-311.
- [3] 王伯荪. 鼎湖山森林群落分析(VIII): 生态优势度[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1986, (2): 91-97.
- [4] 张金屯. 植被数量生态学方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.
- [5] Bray J R, Curtis J T. An ordination of upland forest communities of south Wisconsin[J]. *Ecol Monogr*, 27: 325-349.
- [6] 阳含熙, 卢泽愚. 植物生态学数量分类方法[M]. 北京: 科学出版社, 1981.
- [7] 彭少麟, 陈章和. 广东亚热带森林群落物种多样性[J]. 生态科学, 1983, (2): 68-74.
- [8] 朱梯懋, 姜志林, 郑群瑞, 等. 福建万木林自然保护区森林群落物种多样性[J]. 生态学杂志, 1997, 16(2): 1-6.
- [9] 陈鑫锋. 千岛湖地区主要森林植被类型及其演替[J]. 浙江林学院学报, 1989, 6(2): 202-206.
- [10] 黄忠良, 孔国辉, 何道泉, 等. 鼎湖山植物群落多样性研究[J]. 生态学报, 2000, 20(2): 193-198.
- [11] 温远光. 常绿阔叶林退化生态系统恢复过程物种多样性的发展趋势与速率[J]. 广西农业大学学报, 1998, 17(2): 93-106.
- [12] Timlan D. The resource ratio hypothesis of succession[J]. *American Nature*, 125: 827-852.
- [13] 刘金林, 周秀佳, 顾泳洁, 等. 浙江午潮山次生植被恢复过程中的群落学剖析[J]. 植物生态学与地植物学, 1983, 7(1): 10-19.

Community ecology of secondary vegetation in Qiandao Lake, Zhejiang Province

YU Shu-quan¹, LI Cui-huan², JIANG Li-yuan³, XIE Ji-quan³

(1. Faculty of Life Science, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Institute of Forestry and Horticulture, Sichuan Agriculture University, Ya'an 625014, Sichuan, China; 3. Forest Enterprise of Chun'an County, Chun'an 311700, Zhejiang, China)

Abstract: The community types in Qiandao Lake were classified into warm coniferous forest, conifer and broad-leaved mixed forest, deciduous broad-leaved forest, evergreen broad-leaved forest by the two-dimension polar ordination. The species diversity index, community evenness index and the ecological dominance were compared for different community type. The diversity and evenness indices increased with the plant community succession, the order of the diversity index of the four types of vegetations is 2.33, 2.82, 2.67 and 2.75, and the order of evenness index is 69.6, 81.6, 82.8 and 89.6. But the indices of mature forest were not the highest, while the ecological dominance index decreased from 0.307 to 0.158. In addition, the community physiognomy, structure and the important value of the dominant trees were analyzed. The result showed that forest reservation was an effective measure for vegetation restoration and rehabilitation. Meanwhile, the different site quality caused the different successional series in the same space.

Key words: natural forest; secondary forest; phytocoenosis; succession; vegetation restoration; Qiandao Lake