

文章编号: 1000-5692(2002)02-0133-05

浙江天台山常绿阔叶林次生演替 序列群落物种多样性

金则新

(台州师范专科学校 生化系, 浙江 临海 317000)

摘要: 应用物种丰富度和物种多样性指数及群落均匀度等指标对浙江省天台山常绿阔叶林次生演替序列物种多样性进行研究。结果表明: 天台山次生森林从针叶林到针阔混交林到常绿阔叶林的演替过程中, 物种多样性呈先变大后变小的趋势。在群落的垂直结构中, 次生演替序列3种群落类型的物种丰富度和物种多样性指数的大小顺序均为灌木层(包括幼苗及幼树)>乔木层>草本层。在3种群落类型中, 木本植物的物种多样性均大于草本植物。表4参9

关键词: 次生演替序列; 物种多样性; 常绿阔叶林; 植物群落; 天台山

中图分类号: S871.54; Q948.13 **文献标识码:** A

植物群落物种多样性作为生态系统多样性最直接和最易于观察研究的一个层次, 一直受到重视。对植物群落物种多样性的研究多集中在自然生态系统方面, 它们在揭示群落与环境的关系上有重要作用^[1]。浙江天台山由于水热条件好, 植物生长茂盛, 区系成分复杂^[2], 群落类型多样。本文主要对天台山常绿阔叶林次生演替序列群落物种多样性的特征进行了研究, 为天台山常绿阔叶林物种多样性的保护与持续利用提供基础资料。

1 自然概况

天台山地处 $29^{\circ}09' \sim 29^{\circ}28'N$, $120^{\circ}50' \sim 121^{\circ}24'E$, 位于浙江省东部, 跨天台、新昌和宁海等3个县, 系武夷山仙霞岭中支由南向北延伸而来, 境内多低丘谷地和山间台地。在气候分区上, 属亚热带中部季风气候, 气候温暖, 雨水充沛。年平均气温 $16.27^{\circ}C$, 最冷月平均气温 $5.1^{\circ}C$, 最热月平均气温 $23.5^{\circ}C$ 。年降水量 1320.5 mm 。主峰拜经台($29^{\circ}15'N$, $121^{\circ}06'E$)海拔 1098 m , 常年多雨雾, 空气湿度大, 年降水达 1700 mm 以上, 大于等于 $10^{\circ}C$ 的积温 $2858 \sim 5157^{\circ}C$, 全年生长期长达 $200 \sim 240\text{ d}$ 。土壤从山麓到主峰一带随海拔的升高, 多由红壤逐渐过渡到黄壤类型^[3]。

天台山地处亚热带中部, 地带性植被是常绿阔叶林。根据次生演替的不同阶段, 选择3种群落类型即针叶林、针阔混交林和常绿阔叶林进行调查。针叶林在天台山广泛分布的是马尾松 *Pinus masoniana* 林, 样地位于高明寺附近。马尾松在群落中占绝对优势, 伴生植物有木荷 *Schima superba* 和锥栗 *Castanea henryi* 等少数几种。针阔混交林优势种为马尾松, 共优种为木荷, 其他重要值较大的有甜槠 *Castanopsis eyrei* 和短柄枹 *Quercus glandulifera* var. *brevipetiolata* 等。天台山的常绿阔叶林, 由于人

收稿日期: 2001-12-03; 修回日期: 2002-02-20

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(399203); 浙江省教育厅资助项目(19990367)

作者简介: 金则新(1960—), 男, 浙江临海人, 副教授, 硕士, 从事植物生态学研究。

类活动的巨大影响，多数已遭破坏，目前仅在石梁一带保存较好，群落中甜槠的优势突出，是第一优势种和建群种，次优种为木荷，其他重要值较大的有短柄枹和马尾松等^[4]。天台山次生演替序列群落类型及分布见表1。

2 研究方法

2.1 野外调查

采用典型样方法取样，乔、灌木样方的面积为500 m²，各群落类型所调查的样方数见表1。调查记录每个样方内所有木本植物的种类和数量，实测胸径、枝下高和树冠冠幅等指标，并计算

出重要值，确定优势种。然后在每个样方中设置10个面积为4 m²的小样方，记载草本植物的种类和株数。

2.2 物种多样性测定

物种多样性测度方法很多，本文采用物种丰富度、物种多样性指数和群落均匀度等3类指数来测度和分析群落物种多样性与群落特征的关系。

物种丰富度指数，即样地中物种总数^[5]。

物种多样性指数的Simpson指数 $D = N(N-1)/\sum n_i(n_i-1)^{[6]}$ ，Shannon-Wiener指数 $H = -\sum P_i \ln P_i^{[7]}$ 。群落均匀度 $R = -\sum P_i \ln P_i / \ln S^{[7]}$ 。上述算式中N为所有物种的总个体数； n_i 是第*i*种的个体数； P_i 是第*i*种的个体数 n_i 占总个体数N的比例，即 $P_i = n_i/N$ ；S为样地中物种总数。

3 研究结果

3.1 木本植物物种多样性

对天台山常绿阔叶林次生演替序列3种群落类型木本植物物种多样性进行测度（表2），并利用成组数据平均数的t检验法^[8]来检验3种群落类型物种多样性平均数差异的显著性（表3）。从中可以看出，物种丰富度是混交林大于针叶林和甜槠林，差异极显著，但甜槠林与马尾松林差异不显著。Simpson指数是混交林和甜槠林显著大于针叶林，混交林与甜槠林间差异不显著。Shannon-Wiener指数为混交林>甜槠林>马尾松林，其中混交林、甜槠林与马尾松林间差异极显著，混交林与甜槠林间差异显著。群落均匀度是混交林和甜槠林大于马尾松林，差异极显著，混交林与甜槠林间无显著差异。

天台山常绿阔叶林次生演替序列从针叶林→混交林→常绿阔叶林的演替过程中，物种多样性总体上表现为从低→高→低的趋势。这是因为马尾松是阳性树种，在天台山的森林次生演替中起着先锋种群的作用，群落结构简单，马尾松在群落中占绝对优势，其他优势种很少，物种多样性最低。随着演替时间的进展，马尾松的生长改变了光照、土壤和水分等条件，生境的改善，群落的空间结构发生变化，适宜生长的种类剧增，群落的郁闭度逐渐增大（表1），一些耐荫植物不断侵入并定居下来，在混交林阶段既有阳性植物又有阴性植物，因而物种多样性要明显高于针叶林阶段。随林内生境的进一步改善，耐荫性阔叶树种继续发展，这对马尾松及一些阳性的树种来说是不利的。林冠郁闭导致了马尾松种群密度的下降，马尾松以及阳性树种最终会被挤出群落之外，使得有些种类被淘汰，导致多样性有降低的趋势。此外，常绿阔叶林的郁闭度很大，林下的种类和个体较少，也使得物种多样性比混交林低。从以上分析可以看出物种多样性指数高的群落并不是最稳定的，群落演替初期阶段物种多样性指数随演替进行增加，在中期阶段最高，而在演替后期随时间变化又有降低趋势，以后逐渐趋向相对稳定^[9]。

3.2 乔木层物种多样性

混交林乔木层的物种丰富度最大，甜槠林次之，马尾松林最小（表2）。混交林、甜槠林与马尾

表1 天台山次生演替序列群落类型与分布

Table 1 The types and distribution of secondary successional communities
in Mount Tiantai

序号	群落类型	样方数/个	地点	海拔高度/m	郁闭度/%			
					乔木层	灌木层	草本层	木本植物
1	马尾松林	4	高明寺	680	45	70	8	75
2	针阔混交林	6	华顶山	740	74	52	15	89
3	甜槠林	10	石梁	400~500	91	38	12	97

松林间差异极显著(表3), 混交林与甜槠林差异显著。物种多样性指数也是混交林最大, 甜槠林次之, 马尾松林最小。Simpson指数是混交林与马尾松林和甜槠林差异显著, 甜槠林与马尾松林差异极显著; Shannon-Wiener指数是各群落类型间的差异均极显著。群落均匀度是混交林和甜槠林显著大于马尾松林, 混交林与甜槠林差异不显著。

表2 天台山次生演替序列群落分层物种多样性

Table 2 The species diversity of divided layer of secondary successional communities in Mount Tiantai

群落类型	样方数/个	层次	丰富度		Simpson指数		Shannon-Wiener指数		群落均匀度	
			均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
马尾松林	4	乔木层	12.50	3.54	3.42	0.13	1.50	0.20	0.62	0.05
		灌木层	33.25	1.26	5.64	0.74	2.38	0.08	0.65	0.01
		草本层	5.00	2.83	2.05	0.43	0.95	0.28	0.64	0.06
针阔混交林	6	木本植物	36.25	2.06	6.57	0.57	2.42	0.01	0.66	0.01
		乔木层	30.33	4.55	9.17	3.97	2.73	0.27	0.73	0.05
		灌木层	43.00	8.27	12.49	4.79	2.81	0.23	0.83	0.07
甜槠林	10	草本层	16.33	5.28	5.13	1.58	2.01	0.33	0.74	0.05
		木本植物	53.83	8.50	11.72	3.87	2.98	0.23	0.75	0.04
		乔木层	21.90	7.49	4.61	0.97	2.09	0.29	0.69	0.04
		灌木层	33.90	4.07	9.82	1.57	2.74	0.11	0.78	0.02
		草本层	6.40	1.07	3.27	1.00	1.34	0.27	0.73	0.12
		木本植物	38.60	3.03	8.28	1.20	2.71	0.11	0.74	0.02

乔木层出现这种动态的原因是在次生演替初期, 群落内生态位在扩展分化, 物种数逐渐增多, 随着物种增多和种群扩大, 使种间竞争增强, 导致部分种群变小或从群落中退出, 以及群落内部分层, 使空间格局多样化, 为更多的物种提供了生存条件。因植物对资源利用的相似性, 种间竞争成为必然, 顶极种占据群落优势种地位的过程是一个激烈竞争的过程, 通过排除一部分种群或个体来拓宽自己的生态位, 故最大物种多样性出现在顶极种未完全占据群落优势之前。

3.3 灌木层物种多样性

灌木层的物种丰富度指数以混交林为最大, 混交林与马尾松林和甜槠林差异显著, 甜槠林与马尾松林比较接近, 差异不显著。物种多样性指数混交林和甜槠林大于马尾松林, 差异显著或极显著, 混交林与甜槠林间差异不显著。群落均匀度也是混交林和甜槠林大于马尾松林, 差异极显著, 混交林与甜槠林间差异不显著(表3)。

灌木层总的变化趋势与乔木层有相似之处, 出现这种趋势的

表3 各类型层次间物种多样性的t检验

Table 3 The t-test of species diversity between different types and different layers

群落类型	层次	丰富度	Simpson指数	Shannon-Wiener指数	群落均匀度
马尾松林与	乔木层	-6.94**	-3.55*	-8.20**	-3.41*
针阔混交林	灌木层	-2.84*	-3.44*	-4.30	-6.21**
	草本层	-4.39**	-4.53**	-5.30	-2.48*
	木本植物	-4.86**	-3.20*	-6.22**	-5.26**
马尾松林与	乔木层	-3.18**	-3.79	-4.35**	-2.50*
甜槠林	灌木层	-0.45	-6.75**	-6.79**	-16.05**
	草本层	-0.96	-3.19**	-2.38*	-1.86
	木本植物	-1.67	-3.60**	-8.26**	-9.88**
针阔混交林	乔木层	-2.80*	2.76*	4.39**	1.67
与甜槠林	灌木层	2.52*	1.32	0.70	1.71
	草本层	4.55**	2.59*	4.20**	0.23
	木本植物	4.23**	2.12	2.70*	0.57

说明: *为 $\alpha<0.05$, 差异显著; **为 $\alpha<0.01$, 差异极显著

原因也与乔木层相似, 且受乔木层影响, 最大物种多样性出现在顶极阶段前。在马尾松林中, 由于乔木层的郁闭度较低, 灌木层的种类和个体数较多, 但是灌木层个体分布不均, 多集中分布在少数阳性种类上, 所以灌木层物种多样性较低。混交林灌木层中, 种类丰富, 组成复杂, 物种多样性最大。甜槠群落乔木层郁闭度大, 林下个体数较少, 但分布较均匀, 因而灌木层物种多样性也较高(表3)。

3.4 草本层物种多样性

草本层的物种丰富度以混交林为最大, 混交林与马尾松林和甜槠林间均差异极显著, 马尾松林与甜槠林间差异不显著。物种多样性指数也是混交林最大, 甜槠林次之, 马尾松林最小。Simpson指数

是混交林和甜槠林与马尾松林差异极显著，混交林与甜槠林差异显著。Shannon-Wiener 指数是混交林与马尾松林和甜槠林差异极显著，甜槠林与马尾松林差异显著。群落均匀度是混交林显著大于马尾松林，其余差异不显著（表 3）。

一般认为，群落郁闭度较低，有充足的阳光照射到草本层，则草本层物种多样性较高。更进一步的原因可能是草本植株较小，可以充分利用林下不同的微环境斑块。马尾松群落乔木层郁闭度较低，但灌木层植物茂密，影响草本层植物的生长和发育，故物种多样性低。混交林乔木层郁闭度相对较低，照射到草本层的阳光较充足，所以混交林草本层的物种多样性高。常绿阔叶林草本层多样性较低的原因是乔木层郁闭度高而使草本层不发育。

木本植物与草本植物相比较，木本植物的物种丰富度和物种多样性指数均大于草本层，且差异极显著。群落均匀度是木本植物与草本植物差异不显著。这是由于草本植物分布不连续，呈斑块状分布，在群落内由于郁闭度较大，林下草本植物很少分布，而在林窗下，光照充足，草本植物丰富。因此，对于草本植物来说，不仅各物种间个体数的分配很不均匀，而且物种在群落中的空间分布也是很不均匀的，造成样地间的种类组成和个体数均差异较大，因而草本植物的物种多样性比木本植物低。

3.5 群落结构与物种多样性

马尾松林的物种丰富度指数和物种多样性指数的大小顺序是灌木层>乔木层>草本层（表 4），各层次间均为差异显著或极显著。群落均匀度各层次之间无显著差异。混交林的物种丰富度以灌木层最大，乔木层次之，草本层最小，各层次间均为差异极显著。物种多样性指数乔木层和灌木层均大于草本层，差异显著或极显著，乔木层与灌木层间无显著差异。群落均匀度为灌木层显著大于乔木层和草本层，乔木层与草本层差异不显著。甜槠群落 3 层物种丰富度和物种多样性指数大于的顺序是灌木层>乔木层>草本层，物种丰富度各层之间均是差异极显著，Simpson 指数除乔木层与草本层间差异显著外，其余均差异极显著。各层之间的 Shannon-Wiener 指数均差异极显著。群落均匀度为灌木层显著大于乔木层，其余均差异不显著。

乔木层的生态

小生境相对单一，而灌木层的生态小生境分化较大，在稳定的甜槠群落中，灌木层除了灌木种类外，还包括乔木幼苗和幼树。在不稳定的马尾松林和混交林中，灌木层除了灌木种类、乔木幼苗和幼树外，还侵入了许

表 4 次生演替序列群落分层物种多样性的 *t* 检验

Table 4 The *t*-text of species diversity of divided layer of secondary successional communities

群落类型	层 次	丰富度	Simpson 指数	Shannon-Wiener 指数	群落均匀度
马尾松林	乔木层-灌木层	-11.04**	-5.91**	-8.17**	-1.18
	乔木层-草本层	3.31*	6.10**	3.20**	-0.52
	灌木层-草本层	18.24**	10.73**	9.82**	0.33
	木本植物-草本层	17.86**	12.66**	10.49**	0.67
针阔混交林	乔木层-灌木层	-3.29**	-1.31	-0.55	-2.85*
	乔木层-草本层	4.92**	2.32**	4.14**	-0.35
	灌木层-草本层	6.66**	3.57**	4.87**	2.56*
	木本植物-草本层	9.18**	3.86**	5.91**	0.38
甜槠林	乔木层-灌木层	4.45**	-8.93**	-6.51**	-5.56**
	乔木层-草本层	4.71**	3.04*	5.96**	-0.83
	灌木层-草本层	20.67**	11.15**	15.10**	1.39
	木本植物-草本层	31.71**	9.72**	14.87**	0.40

说明：* 为 $\alpha < 0.05$ ，差异显著；** 为 $\alpha < 0.01$ ，差异极显著

多耐荫的树种而使群落发生演替，这都造成灌木层的种类和个体数高于乔木层，因而灌木层的物种多样性大于乔木层。一般地在群落内由于郁闭较大，林地枯枝落叶层厚，致使草本层植物稀疏，种类少，因此草本层的物种多样性明显低于乔木层和灌木层。

4 结语

应用物种丰富度、物种多样性指数及群落均匀度等指标对浙江天台山常绿阔叶林次生演替序列群落物种多样性进行研究的结果表明，天台山次生群落的演替方向从针叶林到针阔混交林到常绿阔叶林。在演替早期阶段，环境空旷，马尾松等阳性树种在群落内生长良好，占据主导地位，随着演替的

进行, 一些耐荫树种不断侵入定居, 种类不断增加, 物种多样性先逐渐升高, 到阳性的针叶树种与较耐荫的阔叶树种同时出现在群落中时, 群落的物种多样性达到最大。以后, 演替继续进行, 群落中的种间竞争也非常激烈, 群落逐渐郁闭, 阳性树种的生长受抑制, 最终会被耐荫性的阔叶树种挤出群落, 群落的物种多样性会降低。因此, 物种多样性表现在群落演替初期阶段, 物种多样性指数随着演替进行而增高, 在中期阶段达到最高, 以后随着演替的继续进行又有降低的趋势, 并趋向相对稳定。

在群落的垂直结构中, 马尾松林、混交林和甜槠林物种多样性指数的大小顺序总体上为灌木层>乔木层>草本层。因为, 灌木层除了灌木种类外, 还包括乔木的幼苗和幼树, 使得灌木层的种类及物种多样性指数增大, 在演替序列3种群落类型中, 木本植物的物种多样性均大于草本植物。

参考文献:

- [1] 贺金生, 陈伟烈, 江明喜, 等. 长江三峡地区退化生态系统植物群落物种多样性特征[J]. 生态学报, 1998, 18(4): 399—407.
- [2] 金则新. 浙江天台山落叶林优势种群结构与动态分析[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(3): 245—251.
- [3] 洪仲棉. 天台山森林植被及其利用和保护[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1988, 12(3): 232—236.
- [4] 金则新. 浙江天台山甜槠群落研究[J]. 武汉植物学研究, 1998, 16(4): 317—324.
- [5] 岳明, 周虹霞. 太白山北坡阔叶林物种多样性特征[J]. 云南植物研究, 1997, 19(2): 171—176.
- [6] G W 考克斯. 普通生态学实验手册[M]. 蒋有绪, 译. 北京: 科学出版社, 1997: 120—121.
- [7] Jhon A 拉德维格, James F 蓝诺兹. 统计生态学[M]. 李育中, 王炜, 裴浩, 译. 呼和浩特: 内蒙古大学出版, 1990, 58—59.
- [8] 李春喜, 王文林. 生物统计学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997, 48—51.
- [9] 韩玉萍, 李雪梅, 刘玉成. 缙云山常绿阔叶林次生演替序列群落物种多样性动态研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2000, 25(1): 62—68.

On species diversity of secondary successional community of evergreen broad-leaved forests at Mount Tiantai of Zhejiang

JIN Ze-xin

(Department of Biology and Chemistry, Taizhou Teachers College, Linhai 317000, Zhejiang, China)

Abstract: Studies of the secondary successional species diversity of the evergreen broad-leaved forests at Mount Tiantai of Zhejiang Province were conducted by using such index as species richness, species diversity and community evenness. The result shows that the species diversity of the secondary forests at Mount Tiantai has the tendency of developing from big to small in the course of succession from the needle-leaved forest, needle-leaved and broad-leaf mixed forest to the evergreen broad-leaved forest. In the community's vertical structure, the order according to the bigness of the species richness and the species diversity index of the 3 secondary successional communities is the shrub layer (including seedlings) > tree layer > herb layer. All the species diversity of the woody plant is bigger than that of the herb layer among the 3 communities.

Key words: secondary successional series; species diversity; evergreen broad-leaved forest; plant community; Mount Tiantai