

海南岛青梅种群结构的研究

胡玉佳

(生物学系)

摘 要

海南岛热带雨林优势种群青梅是海南热带雨林生态系统中的一个正常成熟种群。它在系统内各个层次和各体积级中都具有相当数量的个体,显示出种群在系统内的优势地位。种群在系统内的水平分布格局,主要表现为集群分布,但在水湿条件较好的生境下,其集聚程度较弱,较干旱条件下,其集聚程度较强;在同一生境中,幼龄种群集聚程度很强,老龄种群集聚程度较弱。青梅种群个体地上部营养器官的微量元素化学成分含量大小顺序与土壤对这些元素含量的大小顺序基本一致,即 $Fe > Zn(Pb) > Pb(Zn) > Ni > Cr > Cu > Mo > Cd > Hg > As$ 。其常量元素(N、P、K、Ca、Mg)含量以叶片最高。而青梅叶片的N、P、K元素含量又普遍高于中国热带、亚热带和温带森林某些主要优势种叶片对这些元素的含量。

关键词 海南岛, 热带雨林, 青梅, 种群结构

本文分析探讨了海南岛热带雨林优势种群青梅*Vatica hainanensis* (*V. astrotricha*) 在雨林生态系统中的年龄结构、高度、胸径大小与个体数的相关,高度与胸径增长的关系,种群水平分布格局等种群结构要素以及种群的化学元素成分及其与土壤环境的关系。揭示了青梅种群在海南岛热带雨林生态系统中的地位、作用和与生态环境的密切关系,为深入研究热带乔木种群生态学提供信息。

1 种群的年龄结构

种群的年龄组成是重要的种群特征。通常,迅速增大的种群含有大量的幼体,稳定的种群各年龄组的分布比较均匀,而衰退的种群有大量的老年个体。根据坝王岭混合雨林内 $2000m^2$ 样地每木调查和解析木所得胸径与年龄相关曲线、方程和各个体的胸径级大小比例,计算出种群各个体的年龄,绘制了青梅种群的年龄分布图解(图1a, b)。从图中可见,青梅种群具有各个不同龄级的群,各年龄群的个体数目相对从幼龄、中龄、老龄渐次减少,表现出具有循序渐进的阶段,展示了青梅种群在雨林生态系统中兴旺发达的动态,是一个正常的“成熟种群”⁽²⁾。

2 种群高度和胸径级大小与个体数的相关

植物种群高度和胸径级大小与种群个体数量的相关,客观地显示出种群在森林生态

系统空间结构中的作用和地位。研究表明,青梅种群在海南雨林生态系统中的上、中、下各个层次和各体积级中都有一定数量的个体,且没有中断,特别是暂居下层的潜在上层数量最多(图2),它们会随着时间的推移,高度和体积不断增长,渐次向中层、上层发展,始终保持和占据系统的空间优势,成为系统内的一个优势种群。

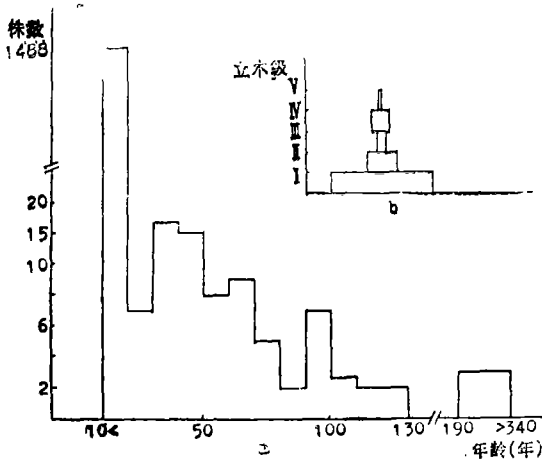


图1 青梅种群年龄分布图解
(海南坝王岭, 2000m²)

Fig. 1 Age distribution diagram of *Vatica hainanensis*
a. Age-class distribution,
b. Tree-class distribution

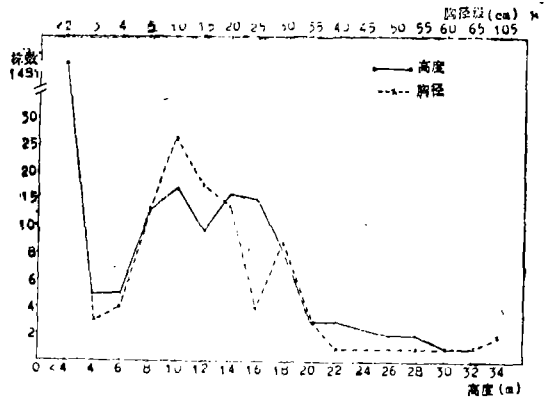


图2 青梅种群高度和胸径级大小与株数的相关(海南坝王岭, 2000m²)

Fig. 2 Relationship between height diameter and individual number in *Vatica hainanensis* population

3 种群高度与胸高直径生长的相关

青梅种群各个体在生态系统内的纵向和径向增长有一定的相关规律(图3)。对青梅

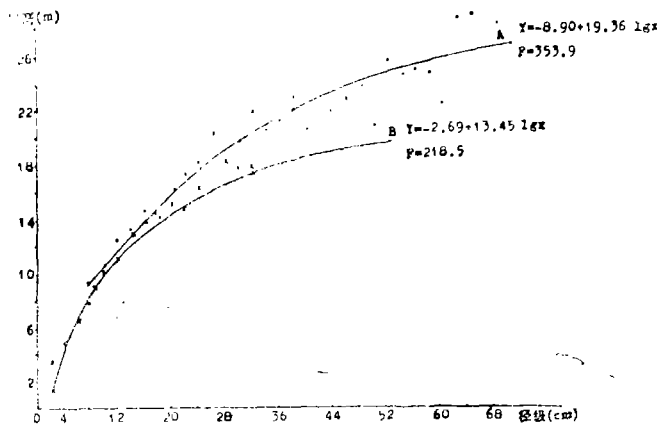


图3 青梅种群高度与胸径增长的相关

Fig. 3 Relationship between height increment and diameter increment in *Vatica hainanensis* population
A, Hainan kafaling, B, Hainan Bawangling

种群在两个不同地区样地内每木调查和解析木分析表明, 其高度与胸径增长在一定范围内是同步的, 即高度和胸径同时增长。但这种同步有一定限制, 到达某一高度范围内, 种群的高度和胸径同时保持相对稳定状态。图 3 表明了青梅在不同生境 (主要是水湿) 条件下其高度与胸径生长的这种相关规律。从图中可见, 在水湿条件较好的中部地区卡法岭混合雨林中, 青梅种群的高度一般最大在 30m 以内, 而在较干旱的西南部地区坝王岭混合雨林内其高度在 25m 以内。在这一极限范围内, 种群高度增长不会受胸径增长的影响。青梅种群的这种结构特征一方面是由它的习性所决定, 另一方面也是受它所处的环境制约的。

4 种群的分布格局

分别用方差/均值比率、格局指数、聚块指数和平均拥挤指数方法测定青梅在不同类型群落内和同一类型群落内不同龄级的种群分布格局(表 1, 2)。测定结果表明, 在海南岛不同类型群落中、同一类型群落内不同龄级的青梅种群的分布格局大都偏离随机分布, 主要表现为集群分布。这一点与南亚热带常绿阔叶林许多植物种群分布格局基本一致^[1]。进一步分析测定结果还可看出, 虽然大都表现为集群分布, 但其集聚程度各不相同。在水湿条件最好的吊罗山湿性混合雨林内, 青梅种群呈随机分布, 而在潮湿的

表 1 青梅种群在不同类型群落内的分布格局测定结果

Tab. 1 Testing results of *Vatica hainanensis* population pattern in four communities

群落类型 (地点)	S ² / \bar{x} 比率的 t-检验				格局指数		平均拥挤指数	聚块指数
	S ² / \bar{x}	T 值	P	结果	ID	结果		
湿性混合青梅林 (吊罗山)	0.41	1.83	0.1	Poisson	0.73	Random	1.55	0.72
偏湿性混合青梅林 (通什尖岭)	5.70	14.47	<0.01	Clump	3.79	Clump	7.16	4.34
中生性混合青梅林 (坝王岭)	9.47	26.12	<0.01	Clump	2.63	Clump	14.28	2.86
单优青梅林 (万宁石梅海滩)	2.70	5.23	<0.01	Clump	1.07	Clump	25.26	1.07

表 2 同一群落内不同年龄级的青梅种群分布格局测定结果

Tab. 2 Testing results of *Vatica hainanensis* population pattern of four age-classes in a community

年龄级 (立木级)	S ² / \bar{x} 比率的 t-检验				格局指数		平均拥挤指数	聚块指数
	S ² / \bar{x}	T 值	P	结果	ID	结果		
I	3.28	7.03	<0.01	Clump	1.43	Clump	7.4	1.47
II	1.48	1.48	<0.01	Poisson	1.06	Clump	7.83	1.06
IV	2.09	3.37	<0.01	Clump	1.11	Clump	10.21	1.12
V	1.62	1.90	<0.01	Poisson	1.29	Clump	2.69	1.31

单优林内,水湿条件较差的偏湿性和中生性混合雨林内,青梅种群都呈现集群分布而集聚程度顺序出现由弱到强的梯度变化。特别是在中生性混合雨林内,青梅种群集聚程度最强。这主要是由于受水湿条件所引起的。在同一类型群落内不同年龄级的青梅种群,其幼龄种群的集聚程度最强,随着年龄增大,其集聚程度减弱,老龄种群甚至出现随机分布。这种种群分布格局的变化,显然一方面是由种群种子散布习性所决定,另一方面又受环境和种群年龄制约。

5 种群的化学成分特性

详细分析生长在海南岛不同地区三种不同类型土壤中的青梅林木地上部营养器官的化学成分(表3)和这三种土壤的化学成分(表4)。从表3的分析结果可见,在海南岛三种类型土壤中生长的青梅,其茎干和叶片的常量元素化学成分含量大小顺序都出现 $N > K > Ca > Mg > P$ 的规律,其中N含量最高,平均高达1.400~1.673%;微量元素化学成分含量大小顺序则出现 $Fe > Zn(Pb) > Pb(Zn) > Ni > Cr > Cu > Mo > Cd > Hg > As$ 的规律。常量元素化学成分在青梅地上部营养器官中的分布也很不均匀,它们多集中于叶片,叶片的N, P, K, Ca, Mg含量通常比茎干高一倍左右。无疑,这与叶片光合作用强,能直接制造有机物,生命活动最活跃有密切关系。而在微量元素中,青梅地上部营养器官的Fe,

表3 青梅地上部营养器官的化学元素含量

Tab. 3 Chemical elements content in the ground vegetative organs of *Vatica hainanensis*

采集地点 群落类型	坝王岭海拔640米, 中生性混合青梅林			尖峰岭三分区海拔550 米,中生性混合青梅林			万宁县石梅海岸, 单优青梅林		
	黄 红 壤			赤 红 壤			滨 海 砂 土		
土壤类型									
分析部分	茎、枝条	叶片	平均	茎、枝条	叶片	平均	茎、枝条	叶片	平均
常量元素									
N	0.950	1.845	1.400	0.924	2.550	1.737	1.195	2.151	1.673
P	0.140	0.230	0.185	0.060	0.180	0.120	0.210	0.260	0.240
K	0.640	0.790	0.720	0.580	1.110	0.850	0.290	0.850	0.570
Ca	0.400	0.460	0.430	0.340	0.300	0.320	0.200	1.150	0.675
(%) Mg	0.160	0.250	0.201	0.120	0.180	0.150	0.310	0.260	0.290
微量元素									
Fe	145.0	115.0	130.0	200.0	117.5	158.8	60.0	405.0	231.5
Zn	28.5	20.0	24.1	52.5	25.5	39.0	22.5	76.0	49.3
Pb	61.0	59.3	60.1	28.3	23.5	25.8	5.8	32.5	18.1
Ni	9.3	12.3	10.8	10.1	8.0	9.1	4.0	8.3	6.1
Cr	8.5	9.3	8.9	8.5	22.5	15.5	3.3	2.0	2.6
Cu	5.3	6.3	5.8	6.0	5.8	5.9	3.3	7.0	5.1
Mo	4.3	8.9	6.6	5.3	3.5	4.4	1.9	4.3	3.1
(ppm) Cd	2.3	2.3	2.3	1.4	1.8	1.6	0.5	0.8	0.7
Hg	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0
As	0.4	0	0.2	0	1.3	0.7	0	0	0

表4 青梅生长土壤的化学元素含量

Tab. 4 Chemical elements content in the soil

采集地点 群落类型		坝王岭海拔640米, 中生性混合青梅林			尖峰岭三分区海拔550 米, 中生性混合青梅林			万宁县石梅海岸, 单优青梅林		
土壤类型		黄红壤			赤红壤			滨海砂土		
采样深度 (cm)		5~13	33~43	85~95	4~16	44~56	75~90	1~4	15~20	50~55
常 量 元 素	N	0.196	0.099	0.076	0.119	0.054	0.052	0.095	0.091	0.021
	P ₂ O ₅	0.002	0.014	0.012	0.013	0.009	0.007	0.016	0.013	0.008
	K (%)	0.026	0.017	0.015	0.015	0.017	0.014	0.004	0.003	0.033
	Mg (me/100)	3.10	3.61	2.58	1.31	1.27	4.36	3.25	0.61	0.57
微 量 元 素 (ppm)	Fe	21600	15500	25700	13700	19200	24600	7650	4100	14500
	Zn	38.0	38.5	70.2	25.3	28.8	43.3	13.8	8.3	37.0
	Pb	31.6	17.0	52.1	24.3	35.5	65.3	62.5	5.2	59.0
	Ni	2.1	1.7	3.7	5.4	7.9	6.7	5.5	1.8	2.9
	Cr	4.7	3.7	5.0	7.5	14.5	7.5	26.4	7.8	37.0
	Cu	1.4	1.6	3.0	4.6	8.3	3.9	3.7	4.5	13.4
	Mo	9.4	8.4	13.5	2.3	3.6	5.3	1.0	0.7	1.1
	Cd	0.5	0.3	0.6	1.2	1.2	1.2	0.6	0.2	1.0
	Hg	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
As	4.5	3.0	3.0	3.5	5.0	3.0	4.5	2.5	2.5	

Zn和Pb含量最高。从表4的分析结果可见, 三种类型土壤的微量元素化学成分含量大小顺序也出现Fe>Pb>Zn>Cr>Ni>Cu>Cd>Mo>As>Hg的规律, 其中这些土壤的Fe, Zn和Pb含量也是最高的, 而且土层愈深, 含量愈高。这说明, 土壤矿质营养元素中的微量元素直接影响植物体中对这些微量元素的吸收和积累。然而, 常量元素并不是这样。在这三类土壤中, N, P, K, Mg的含量较低。如表土含N量仅为0.095%~0.196%, P₂O₅含量为0.002~0.016%, K含量为0.004~0.026%。但生长在这些土壤中的青梅, 其地上部营养器官的常量元素含量很高。例如茎干和叶片的平均含N量高达1.400~1.737%, 含P量0.120~0.240%, 含K量0.570~0.850%。这说明, 热带地区高温高湿, 土壤常量元素的氧化和运转速度很快, 植物对这些元素的吸收和积聚也迅速, 从而造成土壤与植物之间对常量元素含量大小发生明显差异。青梅在海南岛能广泛分布, 甚至能够生长在十分贫瘠的滨海砂土上, 始终占据着雨林生态系统的优势地位, 表现出种群对环境高度适应性和较高的同化能力。

进一步分析比较青梅种群及海南岛低地雨林、山地雨林、中国亚热带常绿阔叶林和温带常绿针叶林某些代表性优势种群叶片中N, P, K化学元素含量。结果表明, 海南岛热带低地雨林和山地雨林主要优势种群叶片中N, P, K含量普遍高于其他森林类型的主要优势种群, 而青梅种群又名列前茅。这些元素特别是N和P在叶片中的含量, 出现

由热带乔木种群→亚热带乔木种群→温带乔木种群渐次递减的梯度变化(表5)。这种梯度的变化,有的学者^[4]认为是由于植物所处的环境决定的。热带地区的植物生长季节较长,叶子量多而寿命长,光合作用强,为N和其他营养元素的生产和积累提供了有利条件。而有的学者^[3]则把这种梯度变化作为解释热带森林生态系统的生产力大于亚热带和温带森林生态系统生产力的原因之一,因为生态学家都把N和P作为生态系统内重要限制因子,特别是P更为重要。正如Hutchinson^[3]所指出,在生物体内所有元素当中,以P的生态学意义最大。因为生物体内P和其他元素的比例,要比这些生物元素最初来源的比例大得多。所以除水之外,P的缺乏,比任何其他物质的缺乏都更会限制地球表面任何地区的生产力。

表5 青梅与其他森林一些优势种群叶片的N, P, K含量比较

Tab. 5 Comparison of N, P, K content in leaves of *Vatica hainanensis* and some dominant populations in other forests

森林类型		植物名称(采集地)	N(%)	P(%)	K(%)
热带 雨 林	低地 雨林	青梅 <i>Vatica hainanensis</i> (海南尖峰岭)	2.55	0.18	1.11
		青梅 <i>Vatica hainanensis</i> (海南万宁石梅海岸)	2.15	0.26	0.85
		青梅 <i>Vatica hainanensis</i> (海南坝王岭)	1.85	0.23	0.79
		坡垒 <i>Hopea hainanensis</i> (海南尖峰岭)	1.59	0.18	0.48
		荔枝 <i>Litch chinensis var. euspontanea</i> (海南坝王岭)	1.68	0.12	0.44
	山地 雨林	白椎 <i>Lithocarpus cyrtocarpa</i> (海南坝王岭)	2.64	0.17	0.80
		陆均松 <i>Dacrydium pierrei</i> (海南吊罗山)	1.43	0.13	0.56
		海南蕈树 <i>Altingia obovata</i> (海南尖峰岭)	1.10	0.11	0.85
	*亚 热 带 常 绿 阔 叶 林	青冈栎 <i>Cyclobalanopsis glauca</i> (浙江龙泉)	1.56	0.04	0.80
		苦槠栲 <i>Castanopsis sclerophylla</i> (广西桂林)	1.14	0.09	0.59
木栲 <i>Schima superba</i> (江西南昌)		1.18	0.06	0.68	
*温 常 针 叶 带 绿 林	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i> (内蒙包头)	0.96	0.08	0.31	
	赤松 <i>Pinus densiflora</i> (河北昌黎)	0.90	0.07	0.04	

●引自侯学煜, 中国植被地理及优势植物化学成分, 科学出版社, 1982

参 考 文 献

- [1] 陆 阳, 生态科学, 1982, 1
- [2] 林 英, 海南大学学报(自然科学版), 1(1983), 1
- [3] Odum E P, 生态学基础(孙儒泳等译), 人民教育出版社, 1981
- [4] Janzen, D H, *Ecology of Plant in the Tropics*, 1975, Edward Arnold

A Study on Population Structure of *Vatica Hainanensis* in Hainan Island

Hu Yujia*

Abstract

Vatica hainanensis is a dominant species of tropical rain forest in Hainan island. Population age structure, relationship between the population height diameter and population individual number, relationship between the population height increment and population diameter increment, chemical element content in the ground vegetative organs of the plant and in soils were studied.

The results show that: 1. *Vatica hainanensis* is a normal adult population in tropical rain forest ecosystem of Hainan and occupies a dominant position in the system. 2. The population pattern is mainly contagious but the population gregariousness is greater in moist forest and less in drought forest. 3. The plant and the soils contain respectively 15 mineral elements. The sequence of minor element content in the plant and the soils is $Fe > Zn > Pb > Ni > Cr > Cu > Mo > Cd > Hg > As$. Content of nitrogen, phosphorus and potassium is respectively 1.845~2.550%, 0.180~0.260% and 0.790~1.110% in the plant leaves and content of the elements is respectively 0.095~0.196%, 0.002~0.016%, and 0.004~0.026% in the soils. The element content in the leaves of *vatica* is higher than in leaves of some main dominant plants of tropics subtropics and temperate zone.

Keywords Hainan island, tropical rain forest, *Vatica hainanensis*, population structure

* Department of Biology