

# 海南次生植被与其土壤性质的关系探讨

杨小波

(海南大学生物研究中心 海口 570228)

**摘要** 在野外调查和室内分析的基础上,对海南岛热带次生植被及其土壤性质变化关系开展了研究。结果表明,热带森林在不同程度的人为干扰下,形成了多样化的次生植被类型,在调查区域内植物群落类型多达 36 种。其中,次生密林有 10 种类型;次生疏林有 4 种;灌丛有 11 种,草地 11 种。结果还表明,不同植被类型的土壤肥力状况从大到小依次为次生林>灌丛>草地。植被性状、植被与土壤复杂关系主要体现在:(1)次生植被类型的物种组成特性间相关性较大;土壤各营养元素含量之间的相关性变化较大;(2)植物组成特征与土壤各营养元素含量之间的相关性系数普遍偏小。

**关键词** 次生植被;生物多样性;土壤性质;热带地区;海南岛

**中图分类号** 948.15

远古时代的海南岛到处为热带森林所覆盖,公元前 111 年海南岛划入西汉王朝版图之前,全岛的森林覆盖率为 90%,本世纪 30 年代还能在乐东黄流镇附近的丘陵地区采集到鸡毛松(*Podocarpus imbricatus* Bl., 梁葵 65550 号)、香楠(*Machilus odoratissima* Ness, 梁葵 65458 号)和香桉楠(*M. fragrans* Kanch, 梁葵 65457 号)等主要热带森林树

种的标本。司徒尚纪概括地认为海南岛热带森林的演变大致可分为 4 个阶段:(1)汉唐时期,以开发沿海森林为主的时期;(2)宋代时期,森林资源开发从沿海向山区扩展时期;(3)明清时期,全面开发和利用森林资源的时期;(4)近代变化时期,侵略者的掠夺、刀耕火种、林木砍伐和毁林种植热带作物等是近代森林面积减少的主要人为方式<sup>[1]</sup>。

表 1 海南岛热带原始森林面积变化(10000 hm<sup>2</sup>)<sup>[2]</sup>

Table 1 Change in the area of tropical virgin forest in Hainan Island (10000hm<sup>2</sup>)

年份	1933	1950	1955	1979	1985	1990	1998*
原始森林面积	169.20	120.00	86.30	40.50	30.10	26.70	13.60
覆盖率(%)	49.90	35.40	25.70	12.00	8.90	7.90	4.00
年均消减面积	--	2.89	3.60	2.80	2.68	2.50	
年均消减率(%)	--	1.71	2.13	1.65	1.58	1.48	

\*海南省林业局提供

表 1 为近代海南岛热带森林面积变化的不完全统计数据<sup>[1]</sup>。侵略者的掠夺、刀耕火种、林木砍伐和毁林种植热带作物等人为干扰是造成海南近代森林面积减少的主要方式。本文旨在对海南热带森林演变及其土壤肥力的影响进行定性和定量研究。

受气候、地形、地貌以及人为干扰程度的影响,海南岛原始森林生态系统与次生生态系统间的相互演变途径多种多样,基本上可以用图 1 表示。

## 1 研究方法

研究样地位于海南岛北部海口市西南部、通什、

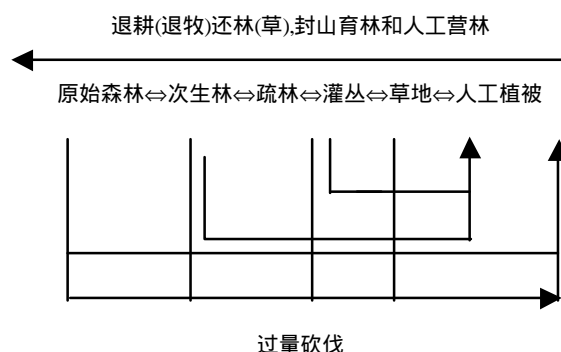


图 1 原始森林生态系统演变示意图

Figure 1 Evolution of virgin forest ecosystem

琼中、万宁、三亚、儋州及尖峰岭。海南岛植物群落特征分析方法采用样方法及相关的定量分析方法<sup>[3]</sup>, 土壤分析采用常规分析方法<sup>[4]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 海南岛次生植被类型

海南岛的原始林和次生密林主要分布在中南部地区, 东北部和南部也有小面积分布。疏林、灌丛、草地和人工植被则遍及全岛的低山、丘陵、台地和平原。中部低山、丘陵上的疏林、灌丛、草地多来自森林的逆向演替或弃荒地的植被演替; 而周边台地、平原上的疏林、灌丛、草地却多来自土地的高强度开发利用或退化弃荒地的植被演替。热带原始林生态系统一经开发和利用(不论是利用植物, 还是利用其土地), 就会演变成不同层次的次生生态系统(图 1), 次生生态系统的类型及其分布主要受人类活动、气候以及地形地貌的影响。

**2.1.1 次生林** 次生林是指以乔木占优势, 上层乔木树冠连接, 树冠较原始林矮, 一般为 15~18m, 上层树种是以原始林中的第一、二层树种的小树或演替系列阳性树种占优势的植被类型。主要群落类型有: (1)海南柿(*Diospyros hainanensis*)、千层栲群落(*Walsura robusta*)(琼中); (2)鸭脚木(*Schefflera octophylla*)、海南大风子(*Hydnocarpus hainanensis*)群落(琼东北); (3)枫香(*Liquidambar formosana*)、山乌桕(*Sapium discolor*)群落(琼中); (4)枫香(*Liquidambar formosana*)、木棉(*Bombax ceiba*)群落(琼中); (5)赤楠蒲桃(*Syzygium buxifolium*)、柳叶密花(*Rapanea linearis*)树群落(琼西); (6)无翼坡垒(*Hopea exalata*)、青皮(*Vatica mangachapoi*)群落(琼南); (7)青皮(*Vatica mangachapoi*)、柳叶密花树(*Rapanea linearis*)群落(琼东南); (8)闽南栲(*Castanopsis sp.*)、山乌桕(*Sapium discolor*)群落(琼南); (9)闽南栲(*Castanopsis fissa*)、尖峰栲(*Castanopsis jianfenglingensis*)群落(琼西南); (10)鸡占(*Terminalia hainanensis*)、厚皮树(*Lannea cormandelica*)群落(琼西南)等。

**2.1.2 疏林** 疏林是以演替系列阳性乔木和灌木共占优势, 乔木树冠不连接的植被类型。主要群落有: (11)麻栎(*Quercus acutissima*)、厚皮树(*Lannea cormandelica*)群落(琼西南); (12)枫香(*Liquidambar formosana*)、黄牛木(*Cratogeomys cochinchinense*)群落(琼中); (13)黄杞(*Engelhardtia roxburgiana*)、中

平树(*Macaranga denticulata*)(琼中); (14)厚皮(*Lannea cormandelica*)、潺槁木姜(*litsea glutinosa*)(琼北)。

**2.1.3 灌丛** 灌丛是指以灌木占优势, 并混有稀疏乔木和草本植物组成的植被类型。主要的群落有: (15)桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、野牡丹(*Melastoma candidum*)群落(琼东北); (16)黄牛木(*Cratogeomys cochinchinense*)、柳叶密花树(*Rapanea linearis*)群落(琼北); (17)桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、银柴(*Aporosa dioica*)群落(琼北); (18)鹊肾树(*Streblus asper*)、厚皮树(*Lannea cormandelica*)群落(琼北); (19)岗松(*Baeckea frutescens*)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、刺葵(*Phoenix hanceana*)群落(琼北); (20)桐(*Mallotus sp.*)、赤才(*Erioglossum rubiginosum*)群落(琼西南); (21)小花龙血树(*Dracaena cambodiana*)、细基丸(*Polyalthia cerasoides*)群落(琼南); (22)黄牛木(*Cratogeomys cochinchinense*)、九节木(*Psychotria rubra*)(琼中); (23)枫香(*Liquidambar formosana*)、三叉苦(*Euodia leptota*)群落(琼中); (24)白背桐(*Mallotus apelta*)、九节木(*Psychotria rubra*)(琼东南); (25)林仔竹(*Arundinaria nuspacula*)(琼东北)等。

**2.1.4 草地** 海南岛的草地多为热带次生性草地, 是以禾本科植物为主, 并混生稀疏乔木或灌木的植被类型, 有地带性和非地带性两种系列类型。以分布面积较大的地带性系列类型为例, 主要群落有: (26)白茅(*Imperata cylindrica*)、芒(*Miscanthus sinensis*)群群落(琼北); (27)芒(*Miscanthus sinensis*)、斑茅(*Saccharum arundinaceum*)群落(琼北); (28)芒(*Miscanthus sinensis*)、斑茅(*Saccharum arundinaceum*)群落(琼中); (29)芒萁(*Dicranopteris pedata*)、岗松(*Baeckea frutescens*)群落(琼北); (30)类芦(*Neyraudia reynaudiana*)、白茅(*Imperata cylindrica*)群落(琼中偏北); (31)纤毛鸭嘴草(*Ischaemum indicum*)、芒(*Miscanthus sinensis*)群落(琼中); (32)飞机草(*Eupatorium odoratum*)、胜红蓟(*Crisium japonicum*)群落(琼中); (33)水蔗草(*aphida mutica*)、茅根草(*Perotis indica*)群落(琼中); (34)金茅(*Enlalia speciosa*)、华三芒(*Aristida chinensis*)群落(琼西); (35)五节芒(*Miscanthus floridulus*)、芒(*Miscanthus sinensis*)群落(琼西南); (36)芒(*Miscanthus sinensis*)、白茅(*Imperata cylindrica*)群落(琼东南)等。

### 2.2 次生植被的组成特征

植被的组成成分是植被的最基本特征。植被类型之间的差异，首先是组成成分的差异。海南岛绝大多数的次生植被类型都来自热带原始森林，次生植被的组成成分不但定性和定量反映其与热带原始林的相互关系，而且也反映了该植被类型所处的演替位置，同时在一定程度上也是次生植被生态系统的土壤性质在植物学方面的表现。海南岛主要次生植被类型的植物组成特征见表 2。

从表 2 中可以明显地看到自然植被在从草地→灌丛→疏林→次生林的变化过程中，植被组成的各个指标都是发生着由小到大的变化，且逐渐向原始的热带雨林方向发展。在 6 个指标中，以演替后期木本植物种数的变化最为显著。这一指标是反映群落成熟和稳定和重要指标之一，因为在成熟和稳定的热带雨林中，演替后期木本植物不但是群落的优势种，也是种类最多类群。

表 2 海南岛主要次生植被类型的植物组成特征

Table 2 Constitution characteristics of main regenerated vegetation in Hainan Island

类型	序号	优势种	样地位置	群落最小 面积(m <sup>2</sup> )	覆盖度 (%)	植物种数 (N)	木本种数 (N)	演替后期 树种(N)	多样性 指数(D <sub>s-w</sub> ) <sup>*</sup>
次 生 林	1	枫香,刺栲	中 部	3000	90	186	75	55	5.43
	2	鸭脚木,海南大风子	东北部	1100	90	152	58	22	5.21
	3	枫香,山乌桕	中 部	850	65	153	47	17	5.32
	4	枫香,木棉	中 部	900	75	142	67	25	5.36
	5	赤楠蒲桃,柳叶密花树	西 部	1000	75	83	36	19	3.84
	6	无翼坡垒,青皮	南 部	3500	90	156	126	78	5.13
	7	青皮,柳叶密花树	东南部	2000	70	120	74	56	4.80
	8	闽南栲,山乌桕	西南部	1000		81	44		4.62**
	9	闽南栲,尖峰栲	西南部	1000		97	57		4.08**
疏 林	12	枫香,黄牛木	中 部	900	75	86	51	18	4.81
	13	黄杞,中平树	中 部	1000	75	71	27	11	3.13
	14	厚皮,潺槁木姜	北 部	1100	80	105	47	18	4.41
灌 丛	15	桃金娘,野牡丹	东北部	560	70	63	23	6	3.04
	16	黄牛木,柳叶密花树	北 部	780	70	92	37	9	4.36
	17	九节木,膜叶加赐树	北 部	800	75	96	43	14	4.27
	18	鹤肾树,牛筋果	北 部	600	70	79	20	8	3.42
	19	岗松,桃金娘	北 部	400	50	37	12	0	1.73
	20	桃金娘,野牡丹	北 部	400	55	41	14	0	1.89
	21	小花龙血树,细基丸	南 部	550	60	71	32	8	3.68
	22	黄牛木,九节木	中 部	600	70	69	43	16	4.22
	23	白背桐,九节木	东南部	650	60	83	46	11	4.05
草 地	26	白茅,芒	北 部	350	55	43	16	0	2.68
	27	芒,斑茅	北 部	400	60	47	18	0	2.71
	28	芒,斑茅	中 部	500	60	50	18	3	2.94
	29	芒萁,野牡丹	中 部	300	50	38	15	0	2.11
	31	纤毛鸭嘴草,芒	中 部	300	70	46	12	1	2.36
	32	飞机草,胜红蓊	中 部	230	40	36	21	5	3.18
	33	水蔗草,茅根草	中 部	200	60	32	12	1	2.58
	34	金茅,华三芒	西 部	50	20	19	3	0	0.81
	35	五节芒,芒	西南部	120	50	34	7	0	1.70
	36	芒,白茅	东南部	400	70	41	16	1	2.84

\*D<sub>s-w</sub> =Shannon-Weiner 多样性指数;除草地外,物种多样性指数以木本植物种数计算.另外由于 10、11、24、25 和 30 号群落没有分析全表中的 6 个指标,在此省略。

\*\* 8,9 号引自蒋有绪<sup>[5]</sup>。

## 2.3 不同植被类型的土壤肥力分析

海南岛不同植被类型土壤肥力状况总的来说是次生林>灌丛>疏林>草地。当然再上述一般性的情况中也不乏有肥力较弱的次生林地，肥力较高的灌

丛、草地(表3)。

不同次生植被生态系统的土壤肥力有如下特点:(1) K 和 P 的含量没有明显的规律性;这主要是因为母质不同影响所致,(2)第一层土壤的有机质含

表 3 海南岛不同植被类型铁铝土和富铁土肥力状况\*

Table 3 Status of soil fertility under different types of vegetation in Hainan Island

序号	土壤类型	取样深度 (cm)	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/kg)	全 K <sub>2</sub> O (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	速效 P <sub>2</sub> O (mg/kg)	速效 K (mg/kg)	pH 值
1	铁铝土	0~20	25.6	1.14	0.29	1.2	120.1	6.4	92.0	5.3
		20~30	13.9	0.55	0.09	15.7	128.7	3.4	52.0	5.4
		30~40	10.9	0.41	0.01	17.9	53.6	1.0	52.0	5.3
2	铁铝土	0~21	35.5	1.92	0.51	30.4	183.0	5.0	224.0	5.4
		21~42	18.5	2.78	0.42	30.4	147.0	3.6	179.0	5.3
3	铁铝土	0~20	25.6	1.17	1.25	14.1	108.0	5.3	132.0	5.5
		20~40	20.1	0.87	0.82	12.0	98.6	4.1	106.0	5.5
4	铁铝土	0~20	37.3	2.03	0.62	16.8	106.1	3.1	75.0	5.3
		20~40	12.6	0.97	0.32	14.8	109.2	2.7	56.0	5.5
6	铁铝土	0~20	15.0	1.30	0.03	8.0	60.0	6.3	3.0	6.0
7	铁铝土	0~18	38.1	2.30	0.46	27.4	105.0	2.8	147.0	5.2
12	铁铝土	0~18	29.3	1.47	1.36	38.6	147.0	3.6	179.0	5.4
		18~40	17.8	1.29	1.09	34.7		7.0	139.0	5.2
14	铁铝土	0~20	39.8	0.31	1.01	1.6	162.6	0.1	75.0	5.9
		20~30	24.1	0.17	0.93	0.3	83.8		40.0	6.0
		30~40	21.4	0.29	0.80	0.1	75.8		40.0	6.0
15	铁铝土	0~30	34.3	1.54	0.68	55.1	150.0	6.4	203.0	6.6
16	铁铝土	0~20	18.7	0.27	0.86	1.1	65.9	0.5	22.5	6.1
		20~30	16.5	0.17	0.93	1.2	49.9	3.8	10.0	5.9
		30~40	16.8	0.23	0.95	1.6	86.2	2.5	12.5	6.8
17	铁铝土	0~20	36.6	0.33	0.80	0.6	72.7	0.1	150.0	6.0
		20~30	32.0	0.10	0.80	0.3	130.6	1.0	100.0	6.4
		30~40	14.1	0.21	0.51	0.4	32.7	0.2	50.0	6.3
18	铁铝土	0~20					91.8	0.1	5.0	6.1
		20~30					45.6	0.1	6.0	6.5
19	铁铝土	0~25	06.9	0.35	0.36	1.9	27.0	8.0	19.0	6.3
20	铁铝土	0~10	10.0	0.29	0.18	0.0	19.0	4.0	5.0	5.9
26	铁铝土	0~20	17.1	0.25	0.84	1.5				
		20~30	17.1	0.23	0.86	0.9				
28	铁铝土	0~20	40.4	1.44	0.62	30.1	129.0	3.3	199.0	4.8
		20~40	20.1	0.83	0.69	32.6	72.5	3.9	123.0	4.7
29	铁铝土	0~13	11.7	0.22	0.61		4.7	4.6	37.0	6.5
31	铁铝土	0~20	43.1	1.62	1.10	35.4	138.1	8.9	198.0	4.9
		20~40	27.1	1.06	1.12	37.3	94.7	9.0	154	4.9
32	铁铝土	0~20	36.9	1.28	0.75	16.8	179.6	1.7	115.0	4.9
		20~30	23.4	1.03	0.51	14.1	123.8	0.1	85.0	5.0
		30~40	18.2	0.74	0.60	13.4	109.6	0.1	65.0	5.2

\*由海南大学陈明智老师和南京土壤所的孙波博士分析或提供。表中的序号为植被类型序号,与3.1节中的一致。另外8、9、10、11、13、21、22、23、24、25、27、30、33、34、35和36号样地没有分析全表中的8个指标,在此省略。

量随植物群落结构的复杂化有明显的上升，灌丛和草地的变化距程为 0.69%~4.31%，平均数为 2.33%。次生林和疏林的变化距程为 1.50%~3.98%，平均数为 3.08%。全 N 含量也有相似的规律性。其中灌丛和草地的变化距程为 0.02%~0.16%，平均数为 0.07%；次生林和疏林的变化距程为 0.03%~0.23%，平均数为 0.15%；(3) pH 值呈递减变化。其中，灌丛和草地的变化距程为 4.80%~6.60%，平均数为 5.80%，次生林和疏林的变化距程为 5.20%~6.00%，平均数为 5.50%，变化幅度较大。

2.4 植被组成与土壤肥力的相关性分析

上述分析表明，在次生裸地上，植被从草地→灌丛→疏林→次生林的发展过程中，土壤肥力也不

断得到提高。由于受到的干扰程度不同，形成次生裸地的土壤肥力和残留植被的组成(含土壤种子库)等也不相同。因此，生态系统在恢复演替过程中存在较大的时空异质性，植被组成与土壤肥力之间也表现出复杂的相互关系。这种复杂的关系主要体现在：(1) 在次生植被类型中，植物组成特征之间的相关性较大，而在人工植被中植物组成特征之间的相关性变化较大，个别性状之间甚至呈负相关，如阳生植物种数与阴生植物种数等。(2) 土壤中各要素含量之间的相关性变化大(见半矩阵 1、2)，而植物组成特征与土壤中各要素含量之间的相关性系数普遍偏小(表 4)。

因此，分析植被组成特征与土壤肥力的动态相

群落最小面积	1				
群落覆盖度	0.7187	1			
植物种数	0.7766	0.8227	1		
木本植物种数	0.9124	0.7601	0.8488	1	
演替后期 木本植物种数	0.9701	0.6871	0.7874	0.9531	1
物种多样性	0.6537	0.7622	0.9245	0.8219	0.7118

半矩阵 1 次生植被的植物组成间的相关性系数矩阵

Semimatrix 1 Matrix of correlation coefficients between plants of the secondary vegetation

有机质	1							
全 N	0.4360	1						
全 P	-0.1374	-0.1896	1					
全 K	-0.0872	-0.0378	-0.838	1				
碱解 N	0.3211	-0.5778	-0.0283	0.1904	1			
速效 P	0.0466	0.1097	-0.0577	0.5784	0.1903	1		
速效 K	0.7224	0.3898	-0.0731	-0.1829	0.1887	-0.0953	1	
pH 值	0.1891	0.0534	-0.2540	-0.1489	0.0349	0.2462	0.2232	1

半矩阵 2 土壤性状间的相关性系数矩阵

Semimatrix 2 Matrix of correlation coefficients between soil properties

表 4 植物组成特征与土壤各要素含量间的相关系数

Table 4 Relation coefficients between characteristics of vegetation composition and concentration of every essential element

	土壤性质	群落覆盖度	植物种数	木本植物种数	演替后期	
					木本植物种数	物种多样性
次生 植被	有机质	0.57764	0.50037	0.56788	0.45466	0.58277
	全 N	0.51049	0.59664	0.51641	0.66176	0.58811
	全 P	0.46380	0.53009	0.43589	0.59589	-0.63538
	全 K	0.32815	0.37820	0.40891	0.26125	0.09045
	碱解 N	0.31925	0.32711	0.27342	0.06234	0.71992
	速效 P	0.28869	0.42882	0.27144	0.45726	-0.54317
	速效 K	0.14762	0.26917	0.21324	-0.01098	0.56479
	pH 值	-0.61521	-0.70028	-0.63758	-0.75535	0.36273

关性,最佳的方法是在时间系列上开展研究,或者以特定区域的空间系列代替时间系列较好,但是在不特定区域的空间上研究这种动态变化是不尽人意的。

### 3 结 论

热带森林在人为的不同程度的干扰下,形成的次生植被类型极为多样,在所调查区域内多达 36 种植物群落类型,其中次生密林主要有 10 种类型;次生疏林有 4 种;灌丛有 11 种和草地 11 种。显然在海南岛次生植被类型远多于此,有待学者深入全面地去揭示和了解。在研究的过程中明显地观察到,自然植被在从草地→灌丛→疏林→次生林的变化过程中,群落最小面积、覆盖度、植物种数、木本植物种数、演替后期树种、多样性指数( $D_{S-w}$ )等均呈现由小到大的变化,群落逐渐向原始的热带雨林方向发展。在 6 个指标中,以演替后期木本植物种数的变化最为显著,这一指标是反映群落成熟和稳定性的重要指标之一。因为,在成熟和稳定的热带雨林的组成中,演替后期木本植物不但是群落的优势种,也是种类最多类群。

研究结果还表明不同植被类型的土壤肥力状况总的来说是次生林 > 灌丛 > 疏林 > 草地。当然也有肥力较差的次生林地,肥力较高的灌丛、草地。不同次生植被生态系统的土壤肥力有如下特点:(1) 第一层土壤有机质含量随着植物群落结构的复杂化有明显的上升,灌丛和草地的变化距离为 0.69%~

4.31%,平均数为 2.33% ( $n=10$ );次生林和疏林的变化距离为 1.5%~3.98%,平均数为 3.08% ( $n=8$ );全 N 含量也有同样的规律性,灌丛和草地的变化距离为 0.023%~0.162%,平均数为 0.07%;次生林和疏林的变化距离为 0.03%~0.23%,平均数为 0.15%;(2) pH 值的变化呈递减的变化规律,灌丛和草地的变化距离为 4.8%~6.6%,平均数为 5.8%;次生林和疏林的变化距离为 5.2%~6.0%,平均数为 5.5%,变化的幅度较大;(3) K 和 P 的含量没有明显的规律性。

植被间各组成性状及植被与土壤的复杂关系主要体现在:(1) 在次生植被类型里,植物组成特征之间的相关性较大,土壤各要素含量之间的相关性变化大;(2) 植物组成特征与土壤各要素含量之间的相关性系数普遍偏小。

### 参考文献

- 1 司徒尚纪. 刀耕火种在海南岛的历史演变刍议. 热带地理, 1987, 7 (3): 281~288
- 2 李意德. 海南岛热带森林的变迁及生物多样性的保护对策. 林业科学研究, 1995, 8 (4): 455~461
- 3 王伯荪, 余世孝. 植物群落学实验手册. 广州: 广东高等教育出版社. 1996, 65~115
- 4 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社. 1983, 100~115
- 5 蒋有绪, 卢俊培. 中国海南岛尖峰岭热带林生态系统. 北京: 科学出版社, 1991. 235~276

## SECONDARY VEGETATION AND SOIL PROPERTY IN HAINAN

Yang Xiaobo

(Research center of tropical biology of Hainan university, Haikou 570228)

**Abstract** Evolution of tropical forest and change of soil quality were studied quantitatively on Hainan Island based on investigation in field and analysis in lab. The results show that a type of varied secondary vegetation has been formed in tropical forests due to human disturbance different in extent. In the investigated region there are more than 36 types of vegetation communities, of which ten are of secondary dense forests, four secondary sparse forests, eleven of shrubs, and eleven of meadows. The results also show that in terms of soil fertility, the four major types of vegetation are in a decreasing order of secondary forestlands > bushlands > meadows. The complicated relations between vegetation properties, vegetation and soil are mainly represented in: (1) close relationship between composition properties of the secondary vegetation and sharp variation of the relationship between nutrient elements in the soil; (2) correlation coefficients between properties of vegetation composition and concentration of various nutrient elements in the soil tend to be lower.

**Key words** Secondary vegetation, Biodiversity, Soil property, Tropical area, Hainan island