

铜鼓岭国家级自然保护区植物多样性

车秀芬¹ 杨小波^{1*} 岳平² 欧芷阳¹ 李东海¹ 吴庆书¹

1 (海南大学热带生物中心, 海口 570228)

2 (海南省环境科学院, 海口 570206)

摘要: 铜鼓岭自然保护区地处海南岛东北部文昌县境内的滨海低丘陵。为全面了解其植物多样性及经过18年的保护后其植被变化特征, 作者采用野外调查与植物群落学相结合的方法, 对海南岛铜鼓岭保护区的各类植被多样性进行了调查。本次调查共记录到植物984种, 隶属166科618属。其中海南特有种35个, 如海南苏铁(*Cycas hainanensis*)、茶槁楠(*Phoebe hainanensis*)、古山龙(*Arcangelisia gusanhung*)等; 濒危保护物种12个, 分别为: 金毛狗(*Cibotium barometz*)、海南苏铁、蕉木(*Oncodostigma hainanense*)、白木香(*Aquilaria sinensis*)、海南大风子(*Hydnocarpus hainanensis*)、红花天料木(母生)(*Homalium hainanense*)、粘木(*Ixonanthes chinensis*)、毛茶(*Antirhea chinensis*)、野生龙眼(*Dimocarpus longan*)、野生荔枝(*Litchi chinensis*)、苦梓(*Gmelina hainanensis*)、白桂木(*Artocarpus hypargyreus*)。该保护区内的主要植被类型热带常绿季雨矮林、灌木林和红树林的Shannon-Wiener指数分别为4.7485、4.5876和1.8096, Simpson指数分别为0.9247、0.9206和0.6978。在热带常绿季雨矮林2,800 m²的标准样地内, 树高大于1.5 m的乔木共有81种1,366个个体, 重要值较高的物种分别为黄椿木姜(*Litsea variabilis*)、海南大风子、滨木患(*Arytera littoralis*)、禾串树(*Bridelia insulana*)、无患子(*Sapindus mukorossi*)等, 18年前的优势种鸭脚木(*Schefflera octophylla*)被黄椿木姜所替代。另外, 种数—个体数分析得出3,300 m²标准样方内高于1.5 m的单个体种有20种, 双个体种有13种, 占标准样方内所记录物种总数的32.7%。总体来说, 热带常绿季雨矮林群落发展稳定, 灌木林有向次生林演替的趋势, 红树林遭破坏严重, 面积减小, 多样性也不是很高。所以从植被角度来说对铜鼓岭自然保护区的保护是重要的。

关键词: 物种多样性, 热带常绿季雨矮林, 濒危植物, 优势种, 种数—个体数

Species diversity of forests in Tongguling National Nature Reserve, Hainan

Xiufen Che¹, Xiaobo Yang^{1*}, Ping Yue², Zhiyang Ou¹, Donghai Li¹, Qingshu Wu¹

1 Tropical Biological Center, Hainan University, Haikou 570228

2 Environmental Sciences Academy of Hainan Province, Haikou 570206

Abstract: Tongguling National Nature Reserve is located in northeastern Hainan Province. To analyze its vegetation variation after 18 years of protection, we investigated the species diversity of plants in the reserve in 2005. A total of 984 plant species, belonging to 618 genera and 166 families, were recorded. Of these, 35 species are endemic to Hainan, such as *Cycas hainanensis*, *Phoebe hainanensis*, and *Arcangelisia gusanhung*, and 12 are listed as nationally endangered and protected species, including *Cibotium barometz*, *Cycas hainanensis*, *Oncodostigma hainanense*, *Aquilaria sinensis*, *Hydnocarpus hainanensis*, *Homalium hainanense*, *Ixonanthes chinensis*, *Antirhea chinensis*, *Dimocarpus longan*, *Litchi chinensis*, *Gmelina hainanensis*, and *Artocarpus hypargyreus*. The Shannon-Wiener indices of the three major vegetation types, namely tropical evergreen monsoon elfin forest, tropical shrubland, and mangrove forest, were 4.7485, 4.5876, and 1.8096, respectively, while Simpson diversity indices were 0.9247, 0.9206, and 0.6978, respectively. In the 2,800-m² plots of tropical evergreen monsoon elfin forest, a total of 1,366 trees over 1.5 m tall were recorded, belonging to 81 species. Of these, the top five dominant species were *Litsea variabilis*, *Hydnocarpus hain-*

收稿日期: 2005-12-22; 接受日期: 2006-05-25

基金项目: 与加拿大滑铁卢大学合作项目和教育部热带海洋与陆生生物资源研究及利用重点实验室基金

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: yangxb62@yahoo.com.cn

anensis, *Arytera littoralis*, *Bridelia insulana*, and *Sapindus mukorossi*. It is notable that the dominant species *Schefflera octophylla* in 1987 has been replaced by *Litsea variabilis*. Among the trees more than 1.5 m tall in the 3,300-m² plots, there are 20 singleton species and 13 doubleton ones, accounting for 32.7% of the total tree species. In general, the development of tropical evergreen monsoon elfin forest tends to be stable, and shrublands are in succession to secondary forests. The area of mangrove forests has been reduced because of serious destruction. Therefore, further protection of Tongguling National Nature Reserve is important and necessary.

Key words: plant species diversity, tropical evergreen monsoon elfin forest, national endangered and protected species, dominant species, species-individual analysis

物种多样性是衡量某一地区生物资源丰富程度的一个客观指标, 主要有以下3个测度指标: (1) 物种总数, 即特定区域内所拥有的特定类群的物种数目; (2) 物种密度, 指单位面积内特定类群的物种数目; (3) 特有种比例, 指在一定区域内某个特定类群特有种占该地区物种总数的比例。有关植物物种多样性的研究对象涉及到各种植被类型及许多自然保护区(如奚为民, 1997; 高贤明和陈灵芝, 1998; Joshua & Matthew, 2000; Swamy & Sundarapandian, 2000; Takuo *et al.*, 2003; 柴勇等, 2004; Michael *et al.*, 2005)。

海南岛作为中国植物资源最丰富的地区之一, 对其植物多样性的研究已有很多报道, 如对尖峰岭(方精云等, 2004)、霸王岭(余世孝等, 2001; 胡玉佳和丁小球, 2000)、吊罗山(安树青等, 1999b)、五指山(杨小波等, 1994a, b; 安树青等, 1999a)等的植被结构及植物多样性方面都已有研究。

铜鼓岭保护区虽然面积不是很大, 但由于地形与土壤类型多样, 分布有较多的植被类型, 总体上植物是相当丰富的。但对铜鼓岭自然保护区的研究却很少, 仅在1987年首次开展过对铜鼓岭地区的自然植被资源调查工作, 报道了其植被类型、植物群落演替特点、植物种类资源及其保护与利用状况(钟义等, 1991a, b)。为进一步研究18年来该保护区植被的变化情况, 全面了解其植被现状, 我们于2005年4月开展了本次调查研究。所得数据可为保护区的建设提供一个很好的案例, 有助于说明在热带多雨的滨海丘陵地区植物群落在人类破坏与保护的矛盾中的变化规律。

本文仅报道铜鼓岭自然保护区的植物种类、代表性植被类型(热带常绿季雨矮林、灌木林和红树林)的多样性特征及相对于1987年的变化, 从而有助于揭示该保护区植被的重要性及其保护的重要

意义。

1 研究地概况

铜鼓岭自然保护区地处海南岛东北部文昌县境内的滨海低丘陵区, 位于19°37'20"—19°41'10" N, 111°00'00"—111°02'30" E之间。保护区内有18座山峰, 主峰海拔338.2 m, 是海南岛东北部的最高峰。保护区面积1,050 hm², 其中核心区500 hm²。保护区显著的气候特点是云雾多, 风速大: 云雾天约占总观察天数的50%, 月平均风速多在8–10 m/s之间; 年平均气温在23–24℃之间。铜鼓岭大部分地区坡度陡, 广泛出露的岩石主要为海西一印支期花岗岩, 岩石裸露率约为40–60%, 土壤以砖红壤为主, 土层浅薄、土壤发育程度低。铜鼓岭地带性顶极植被为热带常绿季雨矮林, 森林相当茂密。沿滨海沼泽、沙滩、阶地至山麓和丘陵上依次分布有红树林、半红树林、滨海沙生植被、山麓灌木林、热带常绿季雨矮林以及局部人工培育的人工林。

2 研究方法

2.1 野外调查方法

植物种类调查主要采用路线调查与样方调查相结合的方法。其中, 路线调查包括铜鼓岭自然保护区整个周边地区及每条山路, 涉及各种植被类型。对于半红树林、滨海沙生植被和人工林仅记录植物的种名; 对于红树林、山麓灌木林和热带常绿季雨矮林则是在调查所有物种的基础上, 选取典型样地, 进行样方调查。所以调查数据较全面地反映了该保护区整个区域的植被情况。

根据群落类型的分布状况, 在热带常绿季雨矮林内设5个样地, 样地内共设置10 m×10 m样方28个, 总面积2,800 m²; 灌木林内设4个样地, 样地内共设置10 m×10 m样方5个, 总面积500 m², 这两种

主要植被类型总面积3,300 m²。由于红树林分布分散且面积较小,只设置2个10 m×10 m样方。对每个样方内高1.5 m以上的林木进行每木调查,记录其名称、树高、胸径和冠幅(王伯荪和余世孝,1996)。

2.2 植物群落学方法

植物群落特征分析采用《植物群落学实验手册》上的常规方法(王伯荪和余世孝,1996)。

密度(*D*): 种群个体数目(*n*)/取样面积(*s*)。

频度(*F*): 种群个体出现的样方数(*n*)/总样方数(*N*)。

显著度: 种群所有个体胸径断面积之和。

重要值: $IV=(RD\%+RF\%+RP\%)/3$, 其中 $RD\%$ (相对密度)= $D(\text{某种的个体数})/(\text{所有种的个体数})\times 100$, $RF\%$ (相对频度)= $F(\text{种群频度})/(\text{所有种群频度之和})\times 100$, $RP\%$ (相对显著度)= $P(\text{种群显著度})/(\text{所有种群显著度之和})\times 100$ 。

多样性指数分析采用Shannon-Wiener指数和Simpson指数(McIntosh, 1967; Peet, 1974; Pielou, 1977)及Shannon-Wiener指数相应的均匀度(孙儒泳等, 2002)来测度。

Simpson指数:

$$D=1-\sum_{i=1}^s P_i^2$$

Shannon-Weiner指数:

$$H=-\sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

相对应的均匀度: $E=H/H_{\max}$

其中, $H_{\max}=\log_2 S$, P_i 是第*i*个种的个体数 N_i 占总个体数 N 的比例, S 是群落中的总种数, H 是实际观察的物种多样性, H_{\max} 是最大的种类多样性。

3 结果

3.1 植物种类和生活型组成

本次调查共记录到植物984种, 隶属166科618属(表1)。其中蕨类植物41种, 隶属19科30属; 裸子植物2种, 隶属2科2属; 被子植物941种, 隶属145科586属。在被子植物中, 双子叶植物797种, 隶属118科496属; 单子叶植物144种, 隶属27科90属。从表1还可看出, 乔木、灌木、草本及藤本4种生活型的物种数分别为248、210、371和155种, 分别占总物种数的25.20%、21.34%、37.71%和15.75%(表1)。

3.2 特有种类、濒危植物和保护植物

铜鼓岭环境条件复杂, 分布有较多的海南特有成分, 在984种植物中海南特有种35个(表2), 约占海南特有植物的5.7%左右。在35个特有种中, 海南苏铁(*Cycas hainanensis*)为国家一级保护植物, 茶槁楠(*Phoebe hainanensis*)、古山龙(*Arcangelisia gusanhung*)、海南青牛胆(*Tinospora hainanensis*)、假赤楠(*Syzygium buxifolioides*)、海南核果木(*Drypetes hainanensis*)、异叶三宝树(*Trigonostemon heterophyllus*)、乐东卫矛(*Euonymus fengii*)、白树(*Suregada glomerulata*)、海南乌荑莓(*Cayratia papillata*)、海南柄果木(*Mischocarpus hainanensis*)、小叶李榄(*Linociera parvilimba*)、海南水团花(*Adina*

表1 铜鼓岭自然保护区植物物种组成及生活型组成
Table 1 Plant species composition and life forms in Tongguling National Nature Reserve

类群 Type	物种组成 Species composition			生活型组成 Life form			
	科 Family	属 Genus	种 Species	乔木 Tree (%)	灌木 Shrub (%)	草本 Herb (%)	藤本 Liana (%)
蕨类 Ferns	19	30	41			38 (3.86)	3 (0.30)
种子植物 Spermatophyte							
裸子植物 Gymnosperm	2	2	2		1 (0.10)		1 (0.10)
被子植物 Angiosperm	145	586	941				
双子叶植物 Dicotyledon	118	496	797	234 (23.78)	201 (20.43)	236 (23.78)	128 (13.01)
单子叶植物 Monocotyledon	27	90	144	14 (1.42)	8 (0.81)	97 (10.07)	23 (2.34)
合计 Total	166	618	984	248 (25.20)	210 (21.34)	371 (37.71)	155 (15.75)

表2 铜鼓岭自然保护区内海南特有种和濒危保护物种
Table 2 Endemic species to Hainan and national endangered and protected species in Tongguling National Nature Reserve

海南特有植物 Endemic species to Hainan	
海南水团花	<i>Adina hainanensis</i>
密鳞紫金牛	<i>Ardisia densilepidotula</i>
弯梗紫金牛	<i>A. retroflexa</i>
古山龙	<i>Arcangelisia gusanhung</i>
黄竹	<i>Bambusa piscaporum</i>
短叶省藤	<i>Calamus egregious</i>
多刺鸡藤	<i>C. tetradactyloides</i>
海南乌莓	<i>Cayratia papillata</i>
海南苏铁	<i>Cycas hainanensis</i>
毛藤竹	<i>Dinochloa puberula</i>
海南核果木	<i>Drypetes hainanensis</i>
乐东卫矛	<i>Euonymus fengii</i>
闭花耳草	<i>Hedyotis cryptantha</i>
海南耳草	<i>H. hainanensis</i>
中华耳草	<i>H. cathayana</i>
海南割鸡芒	<i>Hypolytrum hainanense</i>
小叶李榄	<i>Linociera parviliba</i>
海南柄果木	<i>Mischocarpus hainanensis</i>
露兜草	<i>Pandanus austrosinensis</i>
茶槁楠	<i>Phoebe hainanensis</i>
小钩叶藤	<i>Plectocomia microstachys</i>
直刺山黄皮	<i>Randia rectispina</i>
裂叶悬钩子	<i>Rose howii</i>
海南染木树	<i>Saprosma hainanense</i>
林仔竹	<i>Semiarundinaria shapoensis</i>
叉柱花	<i>Staurogyne concinnula</i>
白树	<i>Suregada glomerata</i>
方枝蒲桃	<i>Syzygium hainaneni</i>
海南蒲桃	<i>S. cumini</i>
假赤楠	<i>S. buxifolioides</i>
光萼乌口树	<i>Tarenna tsangii</i>
海南青牛胆	<i>Tinospora hainanensis</i>
异叶三宝树	<i>Trigonostemon heterophyllus</i>
海南堇花	<i>Wikstroemia hainanensis</i>
琼刺榄	<i>Xantolis longispinosa</i>
濒危保护物种 Endangered and protected species	
毛茶	<i>Antirhea chinensis</i>
白木香	<i>Aquilaria sinensis</i>
白桂木	<i>Artocarpus hypargyreus</i>
金毛狗	<i>Cibotium barometz</i>
海南苏铁	<i>Cycas hainanensis</i>
野生龙眼	<i>Dimocarpus longan</i>
苦梓	<i>Gmelina hainanensis</i>
海南大风子	<i>Hydnocarpus hainanensis</i>
红花天料木	<i>Homalium hainanense</i>
粘木	<i>Ixonanthes chinensis</i>
野生荔枝	<i>Litchi chinensis</i>
蕉木	<i>Oncodostigma hainanense</i>

hainanensis)、闭花耳草(*Hedyotis cryptantha*)、海南耳草(*Hedyotis hainanensis*)、直刺山黄皮(*Randia rectispina*)、海南染木树(*Saprosma hainanense*)、光萼乌口树(*Tarenna tsangii*)、叉柱花(*Staurogyne concinnula*)、多刺鸡藤(*Calamus tetradactyloides*)和小钩叶藤(*Plectocomia microstachys*)等20种即使在海南地区也较少见, 占特有种中较大的比例。

根据调查结果并对照国务院环境保护委员会于1984年公布(1987年经修改后再次公布)的《中国珍稀濒危植物保护名录》, 以及国家林业局和农业部联合公布的《国家重点保护植物名录(第一批)》(国家林业局、农业部令第四号, 1999年9月9日)和2001年完成的“海南省国家、省级重点保护野生植物资源调查成果”, 确定海南铜鼓岭自然保护区内濒危植物种类和保护植物种类共有12个种(表2)。

特别要提到的是这次发现了海南苏铁和野生荔枝的野生种群, 但1987年发现的国家一级保护植物海南龙血树(*Dracaena cambodiana*)却不见踪影。

3.3 物种多样性

基于铜鼓岭热带常绿季雨矮林、灌木林和红树林的样方调查可知, 3种植被类型的Simpson指数和Shannon-Wiener指数均是热带常绿季雨矮林>灌木林>红树林(表3), 而均匀度则为红树林>灌木林>热带常绿季雨矮林。

在同一植被类型的不同地段, 物种多样性也有一定的差异(表4)。样地1-5为热带常绿季雨矮林, 其中Simpson指数和Shannon-Wiener指数最高的均为样地3, 其次为样地1。样地3海拔264 m, 位于西北坡背海面, 受海风影响小, 整个生态环境较为温和, 植物多样性较高; 样地1、4和5为森林林相发育较好的区域, 也表现出较高的多样性。样地8、11、12、13为山麓灌木林, 其中样地11的Shannon-Wiener多样性指数最高, 而样地12海拔22 m, 面向小澳湾, 位于海边迎风面, 植物种类较少。这些样地之间多样性差异的原因及其与环境因子的关系有待于更深入的分析。

3.4 植物种数一个体数关系分析

除多样性指数外, 能够直接反映多样性指标的是与物种数和个体数有关的参数。种数(*S*)—个体数(*N*)关系直接反映了低密度种(low-density species)(具有单个个体的单株种和单位面积内仅有2株

表6 热带常绿季雨矮林2,800 m²标准样方内前16个树种的主要特征值
Table 6 Characteristics of the top 16 species in the five plots in tropical evergreen monsoon elfin forest in Tongguling National Nature Reserve

物种 Species	个体数 (N)	相对密度 (RD%)	相对频度 (RF%)	相对优势度 (RP%)	重要值 (IV)
黄椿木姜 <i>Litsea variabilis</i>	192	14.056	3.165	18.351	11.857
海南大风子 <i>Hydnocarpus hainanensis</i>	270	19.766	2.532	5.930	9.409
滨木患 <i>Arytera littoralis</i>	90	6.589	3.165	5.784	5.179
禾串树 <i>Bridelia insulana</i>	55	4.026	2.532	8.009	4.856
无患子 <i>Sapindus mukorossi</i>	34	2.489	2.532	8.852	4.624
尖叶豆腐柴 <i>Premna chevalieri</i>	44	3.221	1.266	8.435	4.307
香蒲桃 <i>Syzygium odoratum</i>	34	2.489	3.165	3.503	3.052
细基丸 <i>Polyalthia cerasoides</i>	51	3.734	1.899	2.777	2.803
白茶树 <i>Koilocpas hainanense</i>	55	4.026	3.165	1.027	2.739
轮叶木姜子 <i>Litsea verticillata</i>	27	1.977	2.532	2.520	2.343
狭叶泡花树 <i>Meliosma angustifolia</i>	20	1.464	2.532	2.670	2.222
子楝树 <i>Decaspermum gracilentum</i>	20	1.464	1.266	3.561	2.097
油茶 <i>Camellia oleifera</i>	37	2.709	2.532	0.870	2.037
鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i>	11	0.805	1.899	3.260	1.988
乌材柿 <i>Diospyros eriantha</i>	34	2.489	1.899	1.044	1.811
九节 <i>Psychotria rubra</i>	30	2.196	1.899	0.529	1.541

重要值<1.500的没有列出 Species with importance value lower than 1.5 were not listed.
RD%, Relative density; RF%, Relative frequency; RP%, Relative dominance; IV, Importance value.

chlorocarpa)等;双个体种包括伞花冬青(*Ilex godajam*)、毛茶(*Antirhea chinensis*)、膜叶嘉赐树(*Casearia membranacea*)、黄果厚壳桂(*Cryptocarya concinna*)、暗罗(*Polyalthia suberosa*)、白桐(*Claoxylon indicum*)、巴豆(*Croton tiglium*)、白花灯笼(*Clerodendrum fortunatum*)、金莲木(*Ochna integerrima*)、九里香(*Murraya exotica*)、野生荔枝(*Litchi chinensis*)等。这些低密度种对于维持铜鼓岭山地雨林丰富的物种多样性具有重要的意义,同时又容易受到各种因素影响而导致种的消失,所以低密度种的保护意义极其重大。

3.5 热带常绿季雨矮林标准样地中主要乔木树种的数量特征分析

热带常绿季雨矮林是铜鼓岭自然保护区的顶级植被类型,在此次调查的2,800 m²标准样地内,共记录到1.5 m高以上的个体81种1,366个,其中重要值较高的为黄椿木姜(*Litsea variabilis*)、海南大风子(*Hydnocarpus hainanensis*)、滨木患(*Arytera littoralis*)、禾串树(*Bridelia insulana*)和无患子(*Sapindus mukorossi*)等(表6)。其中海南大风子多是小径级个体,胸径大多在5 cm以下,但个体数较多,在2,800 m²样地内有270个个体,相对密度达19.766,

相对频度也较高,每个样方内均有分布;黄椿木姜个体数次之,但相对优势度明显,主要因为其个体大多是发育较好的中径级以上林木。表6中所列出的为重要值大于1.500的主要物种,其他65个物种个体数较少,重要值也较小,在此没有列出。

4 讨论

4.1 物种组成和物种多样性

1987年铜鼓岭自然保护区记录的天然野生维管植物911种,隶属162科587属。其中蕨类植物32种,隶属16科26属;裸子植物2种,隶属2科2属;被子植物875种,隶属154科559属(根据1987年综合科学考察报告)。而本次调查共记录到植物984种,隶属166科618属。与1987年的调查相比本次多记录了73个物种,原因可能是:一是经过18年的保护,该保护区的物种有所增加,二是本次调查更为全面,不过对于莎草科和禾本科的调查仍不是很充分。

表7列出了铜鼓岭自然保护区热带常绿季雨矮林与海南其他3个植被类型的多样性的比较数据。可见铜鼓岭保护区常绿季雨矮林的Shannon-Wiener指数略低于五指山而接近于霸王岭的相应指数,因此,保护铜鼓岭热带常绿季雨矮林的意义是非常重

表7 海南岛4个区域森林群落(立木)多样性指数比较
Table 7 Comparison of species diversity between four communities in Hainan Island

	群落类型 Community type	树高 Height (m)	海拔 Altitude (m)	样地面积 Plot size (m ²)	Shannon-Wiener指数 Shannon-Wiener index	均匀度 Evenness	数据来源 Reference
铜鼓岭自然保护区 Tongguling Nature Reserve	热带常绿季雨矮林 Tropical evergreen monsoon elfin forest	≥1.5	200–300	2,800	4.75	0.749	本文 This study
海南岛五指山 Wuzhi Mountain, Hainan	低地雨林 Lowland monsoon forest	≥1.5	700–1,000	2,600	5.38	0.771	杨小波等(1994a, b) Yang <i>et al.</i> (1994a, b)
海南岛五指山 Wuzhi Mountain, Hainan	山地雨林 Montane rain forest	≥1.5	1,000–1,400	2,200	5.34	0.826	杨小波等(1994a, b) Yang <i>et al.</i> (1994a, b)
海南岛霸王岭 Bawang Mountain, Hainan	山地常绿林 Montane evergreen forest	≥1.5	1,100–1,600	2,000	4.87	-	胡玉佳和丁小球 (2000) Hu & Ding (2000)

大的。

热带常绿季雨矮林群落环境复杂, 发展稳定, 物种较丰富, 多样性指数较高; 灌木林所处海拔较低, 大多受海风影响, 物种不很丰富, 但随着群落发展, 一些灌木林向次生林演替, 所以物种多样性已接近于热带常绿季雨矮林。而红树林多位于沿海及村边, 大多已被破坏, 仅有小面积剩存, 物种数也较少。所以3种植被类型的物种多样性的大小关系表现为热带常绿季雨矮林>灌木林>红树林。

铜鼓岭自然保护区较高的物种多样性指数, 主要是因为该区内降水、温度及土壤等环境因素较适宜植被发展, 并且18年来保护区对植被进行了有效的保护; 而具体的环境因子与物种多样性的关系, 特别是每个样地之间的多样性指数的差异与土壤等环境因子的相关性, 仍有待于进一步的分析。

4.2 3种主要植被类型18年的变化

铜鼓岭自然保护区的热带常绿季雨矮林群落发展稳定, 均匀度也较高。但1987年的优势物种鸭脚木(*Schefflera octophylla*)被黄椿木姜取代, 鸭脚木现在数量较少, 在2,800 m²的标准样方内个体数仅为11, 重要值为1.988, 居81个物种中的第14位(表6)。1987年的亚优势种海南大风子的地位未变, 而且立木分析中可以看出这一物种小径级林木占多数, 所以相对密度较大而相对优势度较小, 种群处于稳定发展之中。

1987年记录的铜鼓岭地区的山麓灌木林有桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)+紫毛野牡丹(*Melastoma penicillatum*)群落、短穗鱼尾葵(*Cayota mitis*)+草豆蔻(*Alpinia katsumadai*)群落、林仔竹

(*Semiarundinaria shapoensis*)单优群落和黄藤(*Daemonorops margaritae*)+白藤(*Calamus tetradactylus*)群落等4个类型。特别是桃金娘+紫毛野牡丹群落当时分布较广, 在铜鼓岭的西南、西北面山坡、东南角均有分布, 面积较大, 可达1,000多亩(钟义等, 1991a, b)。而本次调查发现, 除了东北角山坡的这一群落由于受海风的影响变化不是很大外, 西南面和西北面山坡的群落都发生了较大的变化。此外, 林仔竹的个体数明显减少, 有的样地中在25 m²的样方里, 林仔竹只有1–2株。

18年来, 一些森林树种已经在灌木林中发育起来, 在此次调查的500 m²标准样方内, 个体数居前几位的物种分别为海南大风子、岭南山竹子(*Garcinia oblongifolia*)、破布叶(*Microcos paniculata*)、柄果木(*Mischocarpus sundaicus*)、滨木患、假苹婆(*Sterculia lanceolata*)等; 桃金娘、紫毛野牡丹的优势不明显, 有的地方桃金娘与紫毛野牡丹已经减少成为群落中的少见种; 林仔竹、刺葵(*Phoenix hanceana*)、黑面神(*Breynia fruticosa*)等个体减少。

1987年记录铜鼓岭地区的红树林由蜡烛果(*Aegiceras corniculatum*)+角果木(*Ceriops tagal*)群落、红树(*Rhizophora apiculata*)+海莲(*Bruguiera sexangula*)群落、海桑(*Sonneratia caseolaris*)群落组成, 主要分布在铜鼓溪入海处和港内村西面的海湾淤泥地中。其中桐花树群落约70多亩, 红树群落约100多亩, 海桑群落约200多亩。目前只有分布在港内村西面的海湾淤泥地中红树、海莲群落保留约80多亩, 桐花树、角果木群落和海桑群落目前仅存有不足10亩。在铜鼓岭的西、西南和西北面, 大面积

的红树林已经不存在, 沙生植被和半红树林也遭到严重的破坏, 现在已经没有成片的沙生植被和半红树林分布, 仅在池塘边有一些沙生植物的分布, 泥沙地、沙地与砖红壤的接壤处有小面积的半红树林, 主要植物有海芒果 (*Cerbera manghas*)、海漆 (*Excoecaria agallocha*) 和黄槿 (*Hibiscus tiliaceus*) 等。

致谢: 本研究的野外调查得到海南大学黄世满老师, 程林、林海润、卓怀洪同学及铜鼓岭自然保护区工作人员的协助, 在此深表感谢。

参考文献

- An SQ(安树青), Zhu XL(朱学雷), Wang ZF(王峥嵘), David GC, Li GQ(李国旗), Chen XL(陈兴龙) (1999a) The plant species diversity in a tropical montane rain forest on Wuzhi Mountain, Hainan. *Acta Ecologica Sinica*(生态学报), **19**, 803–809. (in Chinese with English abstract)
- An SQ(安树青), Wang ZF(王峥嵘), Zeng FJ(曾繁敬), Zhang HD(张宏达), Wang BS(王伯荪) (1999b) Biodiversity of tropical montane rain forest on Diaoluo Mountain, Hainan. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*(中山大学学报自然科学版), **38**, 78–83. (in Chinese with English abstract)
- Chai Y (柴勇), Li YY(李玉媛), Fang B(方波), He LP(和丽萍), He R(何蓉) (2004) Study on the species diversity of natural forest in Caiyanghe Nature Reserve. *Journal of Fujian College of Forest*(福建林学院学报), **24**, 75–79. (in Chinese with English abstract)
- Fang JY(方精云), Li YD(李意德), Zhu B(朱彪), Liu GH(刘国华), Zhou GY(周光益) (2004) Community structures and species richness in the montane rain forest of Jianfengling, Hainan Island, China. *Biodiversity Science*(生物多样性), **12**, 29–34. (in Chinese with English abstract)
- Gao XM(高贤明), Chen LZ(陈灵芝) (1998) Studies on the species diversity of *Quercus liaotungensis* communities in Beijing Mountains. *Acta Phytoecologica Sinica* (植物生态学报), **22**, 23–32. (in Chinese with English abstract)
- Hu YJ(胡玉佳), Ding XQ(丁小球) (2000) A study on the plant species diversity of tropical natural forest in Bawangling, Hainan Island. *Chinese Biodiversity*(生物多样性), **8**, 370–377. (in Chinese with English abstract)
- Joshua BP, Matthew DP (2000) Predicting species diversity in tropical forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, **20**, 10850–10854.
- McIntosh RP (1967) An index of diversity and the relation of certain concepts of diversity. *Ecology*, **48**, 392–404.
- Michael DJ, John WW, Mark RS (2005) Diversity and productivity of plant communities across the Inland Northwest, USA. *Oecologia*, **143**, 607–618.
- Peet RK (1974) The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **5**, 285–307.
- Pielou EC (1977) *Ecological Diversity*. Wiley, New York.
- Sun RY(孙儒泳), Li QF(李庆芬), Niu CJ(牛翠娟), Lou AR(娄安如) (2002) *Basic Ecology*(基础生态学). Higher Education Press, Beijing. (in Chinese)
- Swamy PS, Sundarapandian SM (2000) Plant species diversity and tree population structure of a humid tropical forest in Tamil Nadu, India. *Biodiversity and Conservation*, **9**, 1643–1669.
- Takuo N, Tomohiko K, Tohru N (2003) Plant species diversity in abandoned coppice forests in a temperate deciduous forest area of central Japan. *Plant Ecology*, **166**, 145–156.
- Wang BS(王伯荪), Yu SX(余世孝) (1996) *Handbook of Plant Community Experiment* (植物群落学实验手册). Guangdong Higher Education Press, Guangzhou. (in Chinese)
- Xi WM(奚为民) (1997) Study on species diversity of forest in Wuling Mountain National Reserve. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **5**, 121–125. (in Chinese with English abstract)
- Yu SX(余世孝), Zang RG(臧润国), Jiang YX(蒋有绪) (2001) Species richness-abundance relationships in four tropical forests on altitudinal gradient in Bawangling Nature Reserve, Hainan. *Acta Phytoecologica Sinica* (植物生态学报), **25**, 291–297. (in Chinese with English abstract)
- Yang XB(杨小波), Lin Y(林英), Liang SQ(梁淑群) (1994a) The forest vegetation of Wuzhi Mountain in Hainan Island. I. *Natural Science Journal of Hainan University*(海南大学学报), **12**, 220–235. (in Chinese with English abstract)
- Yang XB(杨小波), Lin Y(林英), Liang SQ(梁淑群) (1994b) The forest vegetation of Wuzhi Mountain in Hainan Island. II. *Natural Science Journal of Hainan University*(海南大学学报), **12**, 312–323. (in Chinese with English abstract)
- Zhong Y(钟义), Yang XB(杨小波), Fu QH(符气浩), Li QX(李庆咸), Lin Y(林英) (1991a) The vegetation and plant resources of TongGu Mts. Nature Conservation Hainan Island South, China. *Natural Science Journal of Hainan University*(海南大学学报自然科学版), **9**, 1–10. (in Chinese)
- Zhong Y(钟义), Yang XB(杨小波), Fu QH(符气浩), Li QX(李庆咸), Lin Y(林英) (1991b) The Vegetation and Plant Resources of TongGu Mts. Nature Conservation Hainan Island South, China. *Natural Science Journal of Hainan University*(海南大学学报自然科学版), **9**, 1–7. (in Chinese with English abstract)

(责任编辑: 朱华 责任编辑: 周玉荣)