

广东橡胶林群落种子植物区系组成成分分析

黄先寒^{1,2},兰国玉^{2*},杨川^{1,2},陶忠良²

(1. 海南大学 环境与植物保护学院,海南 海口 570228,2. 中国热带农业科学院 橡胶研究所,海南 儋州 571737)

摘要:为了分析广东省橡胶林的群落性质和群落特征,探究广东省不同地区橡胶林林下植物的种类与分布及区系组成成分。通过调查广东省湛江、茂名和阳江的30个400 m²样方的物种组成,分析橡胶林科、属和种的区系成分。结果表明:1)广东省橡胶林群落种子植物共包含51科123属156种。群落优势科(物种数>11的科)为菊科和大戟科,其中最大的科为菊科,包含19个物种;群落中优势属(物种数为4的属)为算盘子属。2)广东省橡胶林群落中包含热带成分的30个科、103个属和122个种;广东省橡胶林群落中热带亚洲的属有12个和种有67个;群落中包含19个全球广布科。3)海南省橡胶林的一些优势科和中等科,如大戟科、锦葵科、芸香科,在广东省橡胶林中同样也占有非常重要的地位,反映了两区域橡胶林在科的组成上存在很大的相似性。广东省橡胶林菊科的物种数占总物种数的比例远高于海南省,而莎草科和梧桐科则相对较小。综合分析表明,广东省橡胶林群落凸显热带性质,但相对弱于海南省橡胶林群落;群落具有一定的热带亚洲成分;此群落存在过渡性并相对强于海南省橡胶林群落。

关键词:广东省;橡胶林;植物区系;种子植物

中图分类号:S794.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2016)03-0068-06

Flora Composition of Seed Plants in Rubber Forests in Guangdong Province

HUANG Xian-han^{1,2}, LAN Guo-yu^{2*}, YANG Chuan^{1,2}, TAO Zhong-liang²

(1. College of Environment and Plant Protection, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China;

2. Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou, Hainan 571737, China)

Abstract: In order to comprehend the community characteristics of rubber plantations in Guangdong Province, the types, distributions and flora composition of understory plant species in the plantations were analyzed in this paper. The species compositions of 30 sampling quadrates (20 m × 20 m) were investigated in Zhanjiang, Maoming and Yangjiang in Guangdong Province, and the flora compositions of the families, genera and species were analyzed. The results were as follows. 1) There existed 51 families including 123 genera and 156 species, two of which were dominant families (Compositae, Euphorbiaceae) with more than eleven species. Compositae was the largest family with 19 species and *Glochidion* was the only dominant genera with four species. 2) There were 30 tropical families, 103 tropical genera and 122 tropical species in the plantations. Also, there existed 12 genera and 67 species of tropical Asia. What's more, 19 families of cosmopolitan were included in the plantations. 3) The families, such as Euphorbiaceae, Malvaceae, Rutaceae were very important in the rubber plantations in both Guangdong Province and Hainan Province, which indicated the close floristic affinity in rubber plantations between two zones. The percentage that the species of Compositae occupied the total species in the rubber plantations of Guangdong Province was higher than in the rubber plantations of Hainan Province, and the percentages in Cyperaceae and Sterculiaceae were relatively

收稿日期:2015-06-23 修回日期:2015-10-02

基金项目:中国热带农业科学院基本科研业务费专项(1630022015029)。

作者简介:黄先寒,男,在读硕士,研究方向:橡胶林植物多样性。E-mail:plantahxh@163.com

*通信作者:兰国玉,男,副研究员,研究方向:橡胶林生物多样性。E-mail:langyri@163.com

low. Our results highlighted the flora of the plantations presents the property of tropical zone, which was weaker than that of the rubber plantations in Hainan Province. The community existed the tropical Asia infinity and the transitional characteristics. The transitional characteristics were higher than that of rubber plantation community in Hainan Province.

Key words: Guangdong Province; rubber plantation; flora composition; seed plant

近年来,全球生物多样性的急剧下降,很大一部分原因来自于森林的砍伐,因此,人工林的种植被认为是对生物多样性恢复和持续利用的有效措施^[1-2]。在多年植胶生产实践和研究证明下,橡胶林为世界上开发热带地区,建立于旱地上最好的生态系统之一^[3-4]。当前,中国植胶区主要集中于海南、云南、广东3个省,其中广东实际植胶区面积达413 km²,并且具有较大面积的橡胶树种植气候中高适宜区^[5-6]。相对于热带雨林而言,橡胶林群落结构简单,垂直层次明显,物种多样性相对稍低^[7-8]。但广东天然橡胶人工林作为广东省森林植被类型之一,在热带陆地生态系统中起着重要的作用。有关西双版纳与海南橡胶林林下植物物种多样性和海南橡胶林林下种子植物区系组成成分分析的研究已有相关报道^[7-10]。但是,有关广东省橡胶林植物区系成分分析尚未见报道。探究广东省橡胶林植物区系组成成分有助于深入分析热带橡胶林的群落性质。本研究重点分析广东省橡胶林群落内种子植物科和属的组成特征及区系成分,旨在为广东省橡胶产业的可持续发展提供理论依据。

1 自然概况与研究方法

1.1 研究区自然概况

广东省位于 $20^{\circ}09' - 25^{\circ}31' N$ 、 $109^{\circ}45' - 117^{\circ}20' E$,东、北和西三面依次与福建、江西、湖南和广西相邻,南濒南海,与香港、澳门特别行政区接壤,并与海南省隔琼州海峡相望。全省陆地总面积约达 18×10^4 km²。地势具有北高南低,东西向腹部倾斜的特点。全省处于东亚季风区,自北向南依次为中亚热带、南亚热带和热带气候,年平均气温为 $19 \sim 24^{\circ}C$,1月平均气温约为 $16 \sim 19^{\circ}C$,7月平均气温约为 $28 \sim 29^{\circ}C$,平均日照时数为1 745.8 h;年平均降水量在 $1300 \sim 2500$ mm,降水量充沛,在空间上呈南高北低的趋势,且时间上呈年内分配不均和年际变化较大的现象。全省洪涝和干旱经常发生,台风的影响也较为频繁。地带性土壤为红壤、赤红壤和砖红壤。

1.2 调查方法

采用典型取样的样地调查法,在茂名市、阳江市、雷州市、高州市和化州市等市县的橡胶林分别各

设置了2~9个 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 的样地,共设样地30个,取样总面积达12 000 m²(表1),记录样地所在位置和生态因子,包括经纬度、海拔、坡度、坡向及样方周围情况等。在样地内调查所有乔木,记录林分郁闭度和群落的外貌;在样地中设5个 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 灌木样方,记录样方内灌木种名和个体数;在样地中设5个 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 草本样方,调查草本的物种名、盖度和高度。藤本植物记录其种名、株数和盖度。

现场鉴定植物并对每种植物拍摄照片,其中,不认识或不清楚的植物,再室内鉴定。物种命名参考了《中国植物志》(电子版),《中国高等植物图鉴》^[11]、《广东植物志》^[12]、《海南植物志》^[13]等工具书。

表1 广东省橡胶林林下植物调查地点、样方数与面积

Table 1 Study site, number of plot and investigation area of the understory species in rubber plantations in Guangdong Province

序号	地点	海拔 /m	样地数 /个	面积 /m ²
1	茂名市	46~85	9	3 600
2	阳江市	20~72	9	3 600
3	雷州市	52~132	6	2 400
4	高州市	69~94	4	1 600
5	化州市	51~57	2	800
合计			30	12 000

注:样地面积400 m²。

1.3 研究方法

样地数据经过整理后,树种科与属的分布区类型分别依据吴征镒《种子植物分布区类型及其起源和分化》^[14]、《世界种子植物科的分布区类型系统》及其修订^[15-16]。

2 结果与分析

2.1 科与属的组成统计

广东省热带橡胶林群落样地中(调查面积12 000 m²)种子植物共包括51个科,156个种。鉴于科的组成特征的分析,依据科内的物种数量,将科分为单种科(仅含1种),寡种科(2~4种),中等科(5~11种)和优势科(>11种)经过统计分析样地优势科有2个,占总科数的3.92%;中等科有5个,占总科数的9.80%;寡种科和单种科的数量较多,均为22个,占总数的43.14%(表2)。

鉴于属的组成特征的分析,依据属内的物种数

量,将属分为单种属(仅含 1 种),寡种属(2 种),中等属(3 种),优势属(4 种)经过统计分析,样地优势属仅有 1 个,占总属数的 0.81%;中等属有 5 个,占

总属数的 4.07%;寡种科和单种科的数量较多,分别为 20 个和 97 个,分别占总数的 16.26% 和 78.86%。

表 2 广东省橡胶林种子植物科与属的统计

Table 2 Statistics of the family and genus of seed plants in rubber forest in Guangdong Province

序号	科类型	科数	属类型	属数
1	单种科(仅 1 种)	22(43.14)	单种属(仅 1 种)	97(78.86)
2	寡种科(2~4 种)	22(43.14)	寡种属(2 种)	20(16.26)
3	中等科(5~11 种)	5(9.80)	中等属(3 种)	5(4.07)
4	优势科(>11 种)	2(3.92)	优势属(4 种)	1(0.81)
	合计	51(100.00)		123(100.00)

注:括号内数值为百分比。

2.2 优势科(属)和中等科(属)

群落中优势科(属)与中等科(属)的分析有助于深层次剖析群落的组成特征。按照表 2 的划分,广东省橡胶林群落中共包含 7 个优势科和中等科,此 7 个科的总物种数达 71 个,占总种数的 45.51%。群落中包含 2 个优势科,即菊科(Compositae)和大

戟科(Euphorbiaceae),其中,菊科为最大的科,有 19 个物种,占总物种数的 12.18%。群落中包含 5 个中等科,依次为禾本科(Gramineae)、茜草科(Rubiaceae)、芸香科(Rutaceae)、天南星科(Araceae)和桑科(Moraceae),分别包含 11、8、5、5 和 5 个种(表 3)。

表 3 广东省橡胶林群落中的优势科(属)和中等科(属)

Table 3 Dominant family and middle family in the rubber plantations in Guangdong Province

序号	科名	物种数	序号	属名	物种数
1	菊科(Compositae)	19(12.18)	1	算盘子属(<i>Glochidion</i>)	4(2.56)
2	大戟科(Euphorbiaceae)	18(11.54)	2	蓼属(<i>Polygonum</i>)	3(1.92)
3	禾本科(Gramineae)	11(7.05)	3	叶下珠属(<i>Phyllanthus</i>)	3(1.92)
4	茜草科(Rubiaceae)	8(5.13)	4	素馨属(<i>Jasminum</i>)	3(1.92)
5	芸香科(Rutaceae)	5(3.21)	5	酸藤子属(<i>Embelia</i>)	3(1.92)
6	天南星科(Araceae)	5(3.21)	6	丰花草属(<i>Borreria</i>)	3(1.92)
7	桑科(Moraceae)	5(3.21)		合计	19(12.18)
	合计	71(45.51)			

注:括号内数值为百分比。

同样,按照表 2 的划分,广东省橡胶林群落中共包含 6 个优势属和中等属,此 6 个属总物种数为 19 个,占总种数的 12.18%。群落中仅有 1 个优势属,是算盘子属(*Glochidion*);群落中包含 5 个中等属,依次为蓼属(*Polygonum*)、叶下珠属(*Phyllanthus*)、素馨属(*Jasminum*)、酸藤子属(*Embelia*)和丰花草属(*Borreria*)。

2.3 科的区系成分分析

据《世界种子植物科的分布区类型系统》及其修订^[15~16],本区的 51 科种子植物可以分为 5 种类型(表 4)。

世界广布科有 20 个,如菊科(Compositae)(19 种)、禾本科(Gramineae)(11 种)、茜草科(Rubiaceae)(8 种)、桑科(Moraceae)(5 种)、蝶形花科(Fabaceae (Papilionaceae))(4 种)、旋花科(Covolvulaceae)(4 种)、蓼科(Polygonaceae)(3 种)等,占总科数的 39.22%。

泛热带分布有 26 个科,分别为大戟科(Euphorbiaceae)(18 种)、天南星科(Araceae)(5 种)、芸

香科(Rutaceae)(5 种)、锦葵科(Malvaceae)(4 种)、野牡丹科(Melastomataceae)(4 种)、紫金牛科(Myrsinaceae)(4 种)、含羞草科(Mimosaceae)(3 种)、樟科(Lauraceae)(3 种)等,占总科数的 50.98%。

热带亚洲和热带美洲间断 3 个科,为马鞭草科(Verbenaceae)(4 种)、五加科(Araliaceae)(2 种)和紫茉莉科(Nyctaginaceae)(1 种),占总科数的 5.88%。

另外,热带亚洲至热带大洋洲与北温带也各 1 个科,各占总科数的 1.96%。

2.4 属的区系成分分析

据《中国种子植物属的分布区类型》^[17],本区的 123 个属种子植物可以分为 11 种类型(表 4)。

世界广布属有 9 个,分别为苋属(*Amaranthus*)、鬼针草属(*Bidens*)、莎草属(*Cyperus*)、马唐属(*Digitaria*)、酢浆草属(*Oxalis*)等,占总属数的 7.32%。

泛热带分布有 42 个属,依次为丰花草属(*Bor-*

reria)、积雪草属(*Centella*)、白花菜属(*Cleome*)、大青属(*Clerodendrum*)、鸭跖草属(*Commelina*)、白酒

草属(*Conyza*)、薯蓣属(*Dioscorea*)、菊芹属(*Erechites*)，占总属数的 34.15%。

表 4 广东省橡胶林种子植物分布区类型

Table 4 Areal types of seed plants in rubber plantations in Guangdong Province

代码	分布区类型	科		属		种	
		数量	百分比/%	数量	百分比/%	数量	百分比/%
1	世界广布	20	39.22	9	7.32	7	4.49
2	泛热带分布	26	50.98	42	34.15	23	14.74
3	热带亚洲和热带美洲间断分布	3	5.88	10	8.13	9	5.77
4	旧世界热带分布			21	17.07	5	3.21
5	热带亚洲至热带大洋洲分布	1	1.96	10	8.13	11	7.05
6	热带亚洲至热带非洲分布			7	5.69	7	4.49
7	热带亚洲(印度—马来西亚)分布			13	10.57	67	42.95
8	北温带分布	1	1.96	3	2.44	1	0.64
9	东亚和北美洲间断分布			4	3.25		
10	旧世界温带分布					1	0.64
11	温带亚洲分布					1	0.64
14	东亚分布			3	2.44	5	3.21
15	中国特有分布			1	0.81	19	12.18
	合计	51	100.00	123	100.00	156	100.00

热带亚洲和热带美洲间断分布有 10 个属,依次为藿香蓟属(*Ageratum*)、地毯草属(*Axonopus*)、萼距花属(*Cuphea*)、山芝麻属(*Helicteres*)、木姜子属(*Litsea*)等,占总属数的 8.13%。

旧世界热带分布有 21 个属,分别为山姜属(*Alpinia*)、豆蔻属(*Amomum*)、五月茶属(*Antidesma*)、鸦胆子属(*Brucea*)、无根藤属(*Cassytha*)、酸模芒属(*Centotheca*)、黄皮属(*Clausena*)等,占总属数的 17.07%。

热带亚洲至热带大洋洲分布有 10 个属,依次为银背藤属(*Argyreia*)、酒饼簕属(*Atalantia*)、黑面神属(*Breynia*)、山菅属(*Dianella*)、淡竹叶属(*Lophatherum*)等,占总属数的 8.13%。

热带亚洲至热带非洲分布有 7 个属,分别为土蜜树属(*Bridelia*)、野蕡属(*Crassocephalum*)、刺篱木属(*Flacouritia*)等,占总属数的 5.69%。

热带亚洲(印度—马来西亚)分布有 13 个属,依次为海芋属(*Alocasia*)、鸡骨常山属(*Alstonia*)、银柴属(*Aporusa*)、构属(*Broussonetia*)、基及树属(*Carmona*)、芋属(*Colocasia*)等,占总属数的 10.57%。

北温带分布有 3 个属,为苦苣菜属(*Sonchus*)、葡萄属(*Vitis*)和茜草属(*Rubia*),占总属数的 2.44%;东亚和北美洲间断分布有 4 个属,为蛇葡萄属(*Ampelopsis*)、楤木属(*Aralia*)、勾儿茶属(*Berchemia*)和漆属(*Toxicodendron*),占总属数的 3.25%;东亚分布有 3 个属,为沿阶草属(*Ophiopogon*)、紫苏属(*Perilla*)和黄鹌菜属(*Youngia*),占

总属数的 2.44%;中国特有分布有 1 个属,即枳属(*Poncirus*),占总属数的 0.81%。

2.5 种的区系成分分析

据中国种子植物属的分布区类型的概念及范围^[17],本区的 156 个种种子植物可以分为 12 种类型(表 4)。

世界分布种有 7 个,如小蓬草(*Conyza canadensis*)、酢浆草(*Oxalis corniculata*)、苣荬菜(*Sonchus arvensis*)等,占总种数的 4.49%。

热带分布(包括分布型为 2—7)共 122 种,占总种数的 78.21%。其中以热带亚洲分布占优势。

泛热带分布有 23 个种,如升马唐(*Digitaria ciliaris*)、白花地胆草(*Elephantopus tomentosus*)、飞扬草(*Euphorbia hirta*)、银合欢(*Leucaena leucocephala*)、母草(*Lindernia crustacea*)等,占总种数的 14.74%。热带亚洲和热带美洲间断分布有 9 个种,如鬼针草(*Bidens pilosa*)、珠子草(*Phyllanthus niruri*)等,占总种数的 5.77%。旧世界热带分布有 5 个种,如无根藤(*Cassytha filiformis*)、山猪菜(*Merremia umbellata* subsp. *orientalis*)等,占总种数的 3.21%。热带亚洲至热带大洋洲分布有 11 个种,如糖胶树(*Alstonia scholaris*)、鸦胆子(*Brucea javanica*)、耳草(*Hedyotis auricularia*)等,占总种数的 7.05%。热带亚洲至热带非洲分布有 7 个种,如丰花草(*Borreria stricta*)、饭包草(*Commelina bengalensis*)等,占总种数的 4.49%。

热带亚洲种,此分布类型是广东橡胶林的主体部分,共 67 个种,占总种数的 42.95%。其中,主要

包括禾串树(*Bridelia insulana*)、光滑黄皮(*Clusena lenis*)、黄牛木(*Cratoxylum cochinchinense*)、白花酸藤果(*Embelia ribes*)、粗叶榕(*Ficus hirta*)、毛果扁担杆(*Grewia eriocarpa*)、厚叶算盘子(*Glochidion hirsutum*)、山芝麻(*Helicteres angustifolia*)、野牡丹(*Melastoma candidum*)、露籽草(*Ottochloa nodosa*)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、金纽扣(*Spilanthes paniculata*)等。

温带分布(包括分布型为8~14)共8种,占总种数的5.13%。此分布类型为广东橡胶林的基本成分之一。其中,北温带分布有1个种,即水蓼(*Polygonum hydropiper*),占总种数的0.64%。旧世界温带分布有1个种,即大花酢浆草(*Oxalis bowiei*),占总种数的0.64%。温带亚洲分布有1个种,即茜草(*Rubia cordifolia*),占总种数的0.64%。东亚分布有5个种,如薯蓣(*Dioscorea opposita*)、豆腐柴(*Premna microphylla*)、襄荷(*Zingiber mioga*)等,占总种数的3.21%。

中国特有分布共19种,占总种数的12.18%。

表5 广东省与海南省橡胶林优势科和中等科的比较

Table 5 Dominant family and middle family in the rubber plantations in Guangdong Province and in Hainan Province

序号	广东省橡胶林		海南省橡胶林	
	科名	物种数	科名	物种数
1	菊科(Compositae)	19(12.18)	大戟科(Euphorbiaceae) *	36(8.0)
2	大戟科(Euphorbiaceae)	18(11.54)	禾本科(Gramineae) *	34(7.6)
3	禾本科(Gramineae)	11(7.05)	茜草科(Rubiaceae) *	23(5.1)
4	茜草科(Rubiaceae)	8(5.13)	蝶形花科(Fabaceae (Papilionaceae))	22(4.9)
5	芸香科(Rutaceae)	5(3.21)	菊科(Compositae) *	21(4.7)
6	天南星科(Araceae)	5(3.21)	莎草科(Cyperaceae)	17(3.8)
7	桑科(Moraceae)	5(3.21)	马鞭草科(Verbenaceae)	17(3.8)
8			梧桐科(Sterculiaceae)	16(3.6)
9			锦葵科(Malvaceae)	11(2.4)

注:“*”表示广东省橡胶林含有的科。

尽管广东省橡胶林和海南省橡胶林在科组成上有很大的相似性,但是广东省橡胶林的菊科有19个种,占总物种数的12.18%,远远超过海南省橡胶林菊科占总物种数的4.7%。另外,海南省橡胶林的莎草科和梧桐科分别有17和16个种,而在广东省橡胶林分别仅有2和1个种。

3 结论与讨论

广东省不同地区,不同林龄的橡胶林群落物种数量差异较大,人为干扰不同也在很大程度上影响着群落的物种组成。较海南省橡胶林相比,广东省橡胶林的群落结构也同样简单,主要包括以橡胶树为上层,灌木层为中间层,草本层为下层的3个层次。其中,广东省橡胶林在菊科、禾本科和茜草科等科的草本植物种类繁多。

其中,较典型的代表有蓝果蛇葡萄(*Ampelopsis bo dinieri*)、广花耳草(*Hedyotis ampliflora*)、毛萼素馨(*Jasminum pilosicalyx*)、海南锦香草(*Phyllagathis hainanensis*)、壮丽玉叶金花(*Mussaenda anti loga*)、粪箕笃(*Stephania longa*)、华山矾(*Symplocos chinensis*)等。

2.6 广东省与海南省橡胶林优势科和中等科的比较

广东省橡胶林和海南省橡胶林的优势科和中等科表现出一定的相似性(表5)。两地橡胶林中的优势科和中等科中有4个科是相同的,且均处于物种数最多的前5个科^[8]。其中,相同的4个科分别是菊科、大戟科、禾本科和茜草科。海南省橡胶林的蝶形花科、马鞭草科和锦葵科虽然不在广东省橡胶林的优势科和中等科中,但也均有4个物种。另外,广东省橡胶林的芸香科、天南星科和桑科也在海南省橡胶林中分别有7、4和8个物种,表明了广东省橡胶林和海南省橡胶林在植物区系组成上有一定的相似性。

广东省橡胶林群落内种子植物的区系成分剖析显示,在科的水平上,样地中包含30个热带分布科,占总科数的58.82%,广东省橡胶林群落中热带科的比例较大,凸显出广东省橡胶林群落的热带性质。但是,相对于海南省橡胶林样地占总科数的63.73%的58个热带分布科而言,广东橡胶林群落的热带性质较低。在属的水平上,广东省橡胶林包含13个热带亚洲分布的属,占总属数的10.57%,广东省橡胶林群落存在一定的热带亚洲成分,与海南省橡胶林样地热带亚洲分布属占总属数的11.9%的特征相差不大。在种的水平上,样地中有122个热带分布种,占总种数的78.21%和67个热带亚洲种,占总种数的42.95%,再次表明了广东省橡胶林群落的热带性质和热带亚洲成分。样地中存在19个中国特有种,占总种数的12.18%,表明了广东省橡胶林

群落种子植物存在特有现象。另外,广东省橡胶林群落中包含19个世界分布的科,占总科数的37.25%,其中,菊科和禾本科等植物较多,反映出群落性质上的过渡性。相对高于海南岛橡胶林群落内世界分布科占总科数的比例,表明广东橡胶林群落性质上的过渡性更强。

广东省橡胶林和海南省橡胶林在植物区系组成上存在很大的相同之处,广东省橡胶林包含的一些优势科和中等科在海南省橡胶林也有,如大戟科、锦葵科、芸香科在这两个群落中都占有非常重要的地位,说明这两个群落在植物区系成分组成的亲缘性。但由于在地理位置上,广东省位于海南省的北侧,处热带的北部边缘地区,也决定了广东省橡胶林与海南省橡胶林在区系组成成分上存在一定的差异,如广东省橡胶林菊科的物种数占总物种数的比例高于海南省,而莎草科和梧桐科反之。

参考文献:

- [1] LAMB D,ERSKINE P D,PARROTTA J A. Restoration of degraded tropical forest landscapes [J]. *Science*, 2005, 310(5754):1628-1632.
- [2] BREMER L,FARLEY K. Does plantation forestry restore biodiversity or create green deserts? a synthesis of the effects of land-use transitions on plant species richness[J]. *Biodiversity & Conservation*, 2010,19(14):3893-3915.
- [3] 吴志祥,谢贵水,陶忠良.中国天然橡胶可持续发展思路探讨[J].世界农业,2009(2):47-49.
- [4] WU Z X,XIE G S,TAO Z L. Probe into the sustainable development of Chinese natural rubber [J]. *World Agriculture*, 2009(2):47-49. (in Chinese)
- [5] 吴志祥,谢贵水,杨川,等.橡胶林生态系统干季微气候特征和通量的初步观测[J].热带作物学报,2010(12):2081-2090.
- [6] 刘少军,周广胜,房世波.中国橡胶树种植气候适宜性区划[J].中国农业科学,2015,48(12):2335-2345.
- [7] LIU S J,ZHOU G S,FANG S B. Climatic suitability regionalization of rubber plantation in China [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2015,48(12):2335-2345. (in Chinese)
- [8] 刘红梅.胶林生物多样性服务功能及其价值评价[D].广州:华南热带农业大学,2003.
- [9] 兰国玉,王纪坤,吴志祥,等.海南岛橡胶林群落种子植物区系组成成分分析[J].西北林学院学报,2013,28(2):37-41.
- [10] LAN G Y,WANG J K,WU Z X,*et al*. Flora composition of seed plants in rubber forests in Hainan Island [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2013, 28(2): 37-41. (in Chinese)
- [11] 周会平,岩香甩,张海东,等.西双版纳橡胶林下植被多样性调查研究[J].热带作物学报,2012,33(8):1444-1449.
- [12] ZHOU H P,YAN X S,ZHANG H D,*et al*. Species diversity of understory vegetation in rubber plantations in Xishuangbanna [J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2012, 33(8): 1444-1449. (in Chinese)
- [13] 兰国玉,吴志祥,谢贵水.海南橡胶林植物多样性特征[J].生物多样性,2014,22(5):658-666.
- [14] LAN G Y,WU Z X,XIE G S. Characteristics of plant species diversity of rubber plantation in Hainan Island [J]. *Biodiversity Science*, 2014,22(5):658-666. (in Chinese)
- [15] 中国科学院植物研究所.中国高等植物图鉴[M].北京:科学出版社,2001.
- [16] 陈封环.广东植物志(1-4卷)[M].广州:广东科学技术出版社,1994.
- [17] 陈焕镛.海南植物志(1-4卷)[M].北京:科学出版社,1964.
- [18] 吴征镒,周浙昆,孙航,等.种子植物分布区类型及其起源和分化[M].昆明:云南科技出版社,2006.
- [19] 吴征镒,周浙昆,李德铢,等.世界种子植物科的分布区类型系统[J].云南植物研究,2003,25(3):254-257.
- [20] WU Z Y,ZHOU Z K,LI D Z. The area-type of the world families of seed plants [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2003,25(3):254-257. (in Chinese)
- [21] 吴征镒.世界种子植物科的分布区类型系统的修订[J].云南植物研究,2003,25(5):535-538.
- [22] 吴征镒.中国种子植物属的分布区类型[J].云南植物研究,1991,15(增刊IV):1-139.