

思茅莱阳河自然保护区植物区系研究——兼论热带亚洲植物区系 向东亚植物区系的过渡

朱 华 赵崇奖 王 洪 周时顺 施济普 李保贵

(中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部, 昆明 650223)

摘 要 云南省思茅地区莱阳河自然保护区地处联系滇南热带与滇中亚热带的中间位置, 在植被地理和生物地理上十分重要, 其植物区系计有野生种子植物 1 920 种, 隶属于 836 属及 178 科。该植物区系以兰科 (69 属 /223 种)、茜草科 (37/100)、菊科 (47/86)、蝶形花科 (33/82)、唇形科 (28/62)、大戟科 (25/59)、荨麻科 (13/52)、禾本科 (34/47)、樟科 (12/44)、桑科 (6/44)、爵床科 (26/36) 等为优势科。属的分布区类型组成以热带亚洲分布型最多, 约占总属数的 31%; 其次是泛热带分布, 占 23.4%; 热带分布合计占总属数的 83.3%。种的分布区类型组成仍以热带亚洲分布最多, 占总种数的 60.6%; 其次是中国特有分布, 占 21.6%; 热带分布种合计占 70.0% 以上。这些特征均表明该植物区系热带性质显著, 并具有印度—马来西亚植物区系特点, 在植物区系分区上属于印度—马来西亚植物区系的一部分。由于莱阳河自然保护区在地理上位于热带亚洲植物区与东亚植物区的交汇地带, 该植物区系中的许多热带植物均是在其分布的北界, 植物区系又有明显的热带北缘性质。通过与滇南西双版纳和滇中无量山植物区系的比较, 莱阳河自然保护区植物区系与西双版纳植物区系在区系组成及属的地理成分构成上很接近, 它们同为热带亚洲植物区系的北缘类型。在云南南部, 从热带亚洲植物区系到东亚植物区系的过渡与转变, 显然发生在思茅莱阳河地区以北。从热带亚洲植物区系过渡到东亚植物区系, 在诸属的分布区类型中, 热带亚洲分布型显著减少, 北温带分布型和东亚分布型显著增加。

关键词 种子植物区系; 地理成分; 思茅莱阳河; 云南

A study on the flora of Caiyanghe Nature Reserve in Simao, Yunnan with references to the transition from tropical Asian flora to Eastern Asian flora

ZHU Hua ZHAO Chong-Jiang WANG Hong ZHOU Shi-Shun SHI Ji-Pu LI Bao-Gui

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

Abstract Caiyanghe Nature Reserve in Simao is located at a transitional area from the tropical southern to the subtropical center of Yunnan. Intensive floristic inventory was made in the Nature Reserve. Total 1920 species of seed plants belonging to 836 genera and 178 families were recorded. Orchidaceae with 223 species of 69 genera is the largest family in size in the nature reserve, and other abundant families in species richness are Rubiaceae with 100 species of 37 genera, Compositae with 86 species of 47 genera, Papilionaceae with 82 species of 33 genera, Labiatae with 62 species of 28, Euphorbiaceae with 59 species of 25 genera, Urticaceae with 5 species of 13 genera, Gramineae with 47 species of 34 genera.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30570128)、云南省自然科学基金项目 (2002C0067M)、中国科学院知识创新工程项目资助。

第一作者简介: 朱华 (1960—), 男, 理学博士, 研究员, 主要从事热带植物学研究工作。

收稿日期: 2005-07-28

Lauraceae with 44 species of 12 genera, Moraceae with 44 species of 6 genera, and Anacardiaceae with 36 species of 26 genera etc. The areal types at generic and specific levels are analyzed respectively. The tropical elements contribute to 83.3% at generic level and 70.0% at specific level of the flora, of which tropical Asian (Indo-Malaysia) elements contribute to 31% at generic level and 60.0% at specific level. Thus it is obvious that the flora of the Nature Reserve in Simao is of tropical in nature and belongs to Indo-Malesia floristic kingdom. As the nature reserve is located at a transitional area of tropical south to subtropical Yunnan, many tropical plants reach up their northern limit of distribution here. Therefore, the flora of Caiyanghe Nature Reserve is transitional toward the subtropical flora of Yunnan. Based on comparison to the flora of Xishuangbanna in southern Yunnan and the flora of Wuliangshan in center Yunnan, it is revealed that Tropical Asian elements reduced conspicuously, while Northern temperate and Eastern Asian elements increased conspicuously in the transition from tropical Asian flora to Eastern Asian flora in southern Yunnan.

Key words seed plant flora, geographical elements, Caiyanghe Nature Reserve, Yunnan

思茅地区位于云南省的中南部,自1840年以来,就有许多外国人涉足该地区采集植物标本,如赖神甫(J. M. Delavay, 1834~1895)、傅尔内(F. S. A. Bourne, 1854~1940)、汉考克(W. Hancock, 1847~1914)、亨利(A. Henry, 1857~1930)、威尔逊(E. H. Wilson, 1876~1930)、福雷斯特(G. Forrest, 1873~1932)、韩马吉(H. Hande Mazzetti, 1862~1940)等;上世纪初,中国植物学家王启无、蔡希陶、俞德浚、冯国媚等也都到过思茅地区采集植物标本^[1]。这些采自思茅地区的标本中有很多被作为新种发表,模式标本广泛存于国内外著名标本馆中,故思茅地区早为植物学家所熟知。

云南南部的植被自1939年王启无有所提及^[2],上世纪50~60年代中国科学院、云南大学等做了大量调查研究工作,初步肯定了在云南南部具有生物地理意义上的真正热带雨林^[3-5]和热带植物区系^[6-7]。后来随着交通和其它条件的改善,对云南南部的植被和植物区系的深入调查研究工作得以广泛开展,并发表了很多论著,但研究工作主要是针对云南南部西双版纳的热带森林植被和植物区系,并且认为具有完整群落结构的东南亚类型的热带雨林主要发生在西双版纳普文以南的低海拔区域,而位于普文勐望盆地北缘的思茅地区的菜阳河自然保护区较高海拔山地也存在有典型的东南亚热带季节雨林群落则是近年才有报道^[8-9]。

云南中南部在自然地理上是热带生物区系向亚热带生物区系的一个过渡地带(生态交错区),在历史地理上是古南大陆与古北大陆的一个融合地带^[10-12]。云南中南部地区是在第三纪古地中海

消退,喜马拉雅隆升、地壳间歇性的上升隆起而形成,其生物区系既具有古地中海起源背景,又受近代印度—马来西亚区系的强烈影响,特别是该地区地处联系滇南热带植物区系与滇中亚热带植物区系的中间位置,使该地区在植被地理和生物地理上十分重要,成为生物学多样性保护的关键和热点地区^[13]。

有关思茅地区的植物区系方面的研究仅见有对其北部的景东无量山植物区系的研究^[14-15],而其南部的菜阳河自然保护区,不仅有着大面积的原始季风常绿阔叶林,而且由于其特别的生物地理位置,其植物区系在学术上十分重要,但仍是研究空白。本文拟通过对菜阳河自然保护区的植物区系研究,为深入探讨该地区的植物区系地理和为其生物多样性保护研究提供参考。

1 菜阳河保护区的自然地理特点

菜阳河自然保护区位于云南思茅县东南部,约当东经 $101^{\circ}7' \sim 101^{\circ}15'$,北纬 $22^{\circ}30' \sim 22^{\circ}38'$ 之间,为无量山脉南延的末端热带北缘山地,澜沧江与把边江之间分水岭的一部分。保护区为中等切割的低、中山地,地形破碎,坡陡沟窄,一般坡度在 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$,主要山脉横卧于西双版纳勐望盆地北缘呈东—西走向,地势亦东北高,西南低。最高处是北面的罗罗新寨山,海拔1698 m;最低处为玉生田西南的菜阳河口,海拔980 m,大部分地区海拔均在1200 m以上。保护区内的主要河流为菜阳河,由东至西横贯保护区汇入大开河,再入澜沧江(图1)。

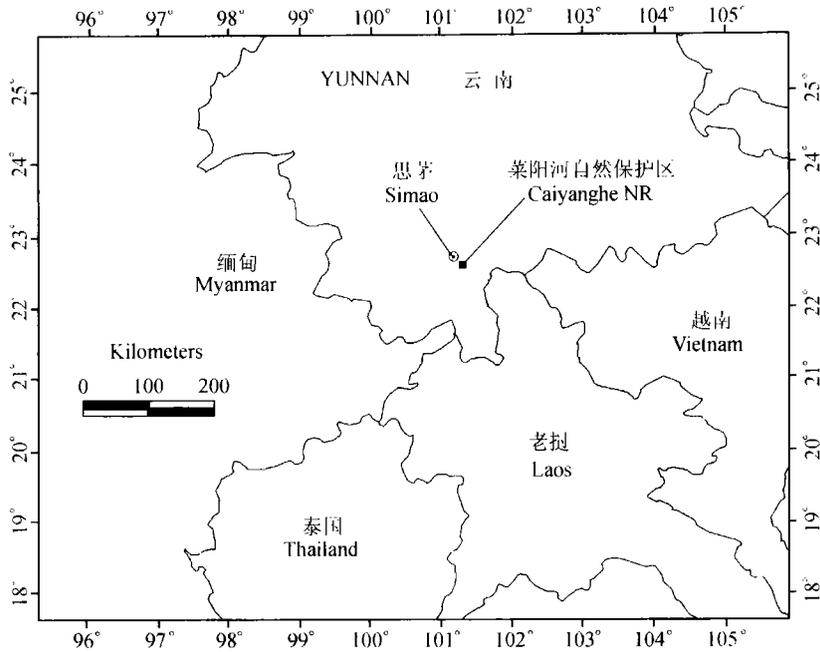


图 1 思茅菜阳河自然保护区的地理位置

Fig 1 Locality of Caiyanghe Nature Reserve, Simao, Yunnan

菜阳河自然保护区地处热带北缘向南亚热带的过渡地带,气候主要受印度洋季风控制,其特点是年平均气温高,年温差小,日温差大,雨量充沛,干湿季明显,干季雾日长,冷季受北方寒潮影响轻微,霜区短,日照充足。菜阳河自然保护区目前仍无详细气候观测资料,根据思茅气象站的观测资料,该区年均温 17.7°C ,年降雨量 1547.6mm ,相对湿度 82% , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温 6253.5°C 。

自然保护区的土壤为赤红壤,分为 3 个亚类,即赤红壤、黄色赤红壤和粗骨性赤红壤。赤红壤是该自然保护区的主要土壤类型,分布面积最大,主要是在山体的中上部,海拔 $1200\sim 1698\text{m}$,土层深厚,腐殖质层薄,成土母岩是砂岩,其上发育的植被类型主要是季风常绿阔叶林。黄色赤红壤分布于中山下部,海拔 $980\sim 1300\text{m}$,成土母岩主要是泥质页岩,在狭谷沟箐,土层浅薄,多石砾,腐殖质层很薄,其上发育的植被类型主要是热带季节雨林。粗骨性赤红壤分布在局部山脊和陡坡地段,土层较薄,含粗砂、碎石多,其上发育的植被类型主要是热性针叶林和针阔混交林。

2 植物区系的组成及其基本特点

据调查,菜阳河自然保护区约有野生种子植物 1920 种,隶属于 836 属及 178 科。种子植物中,含

20 个种及其以上的优势科有 27 个,它们共有植物 493 属 1225 种,占总属数的 59% 和总种数的 63% ,构成了该植物区系的主体成分(表 1)。这些优势科按种数排名是:

兰科 (Orchidaceae, 69/223)、茜草科 (Rubiaceae, 37/100)、菊科 (Compositae, 47/86)、蝶形花科 (Papilionaceae, 33/82)、唇形科 (Labiatae, 28/62)、大戟科 (Euphorbiaceae, 25/59)、荨麻科 (Urticaceae, 13/52)、禾本科 (Gramineae, 34/47)、樟科 (Lauraceae, 12/44)、桑科 (Moraceae, 6/44)、爵床科 (Acanthaceae, 26/36)、萝藦科 (Asclepiadaceae, 21/34) 等。

在该植物区系的含种数较多(原则上按含 10 种以上)的科中,按各个科占该科世界种数百分比大小排名次(表 2),则与其优势科的排名不同。按占该科世界种数排名在前的科,在一定程度上能反映该植物区系的地方特征,可视为该植物区系的代表科^[16-21],如荨麻科、壳斗科、榆科 (Ulmaceae)、防己科 (Menispermaceae)、楝科 (Meliaceae)、桑科、鸭跖草科 (Commelinaceae)、木樨科 (Oleaceae)、葡萄科 (Vitaceae)、冬青科 (Aquifoliaceae)、忍冬科 (Caprifoliaceae)、姜科 (Zingiberaceae)、杜英科 (Elaeocarpaceae)、五加科 (Araliaceae)、紫金牛科 (Myrsinaceae)、葫芦科 (Cucurbitaceae)、山茶科

(Theaceae)等。

这些反映其地方特征或发生特征的代表科, 大

多是主产亚热带或热带—亚热带分布的科, 并非典型热带科。

表 1 菜阳河自然保护区种子植物区系优势科组成

Table 1 Plant families with more than 20 species in the flora of Caiyanghe Nature Reserve (CNR)

科名 Family	属数 Number of genera	种数 Number of species	科名 Family	属数 Number of genera	种数 Number of species
兰科 Orchidaceae	69	233	蔷薇科 Rosaceae	12	30
茜草科 Rubiaceae	37	100	夹竹桃科 Apocynaceae	19	29
菊科 Compositae	47	86	五加科 Araliaceae	9	26
蝶形花科 Papilionaceae	33	82	楝科 Meliaceae	10	25
唇形科 Labiales	28	62	葡萄科 Vitaceae	5	25
大戟科 Euphorbiaceae	25	59	天南星科 Araceae	15	24
荨麻科 Urticaceae	13	52	紫金牛科 Myrsinaceae	4	23
禾本科 Gramineae	34	47	姜科 Zingiberaceae	9	23
樟科 Lauraceae	12	44	鸭跖草科 Commelinaceae	9	22
桑科 Moraceae	6	44	芸香科 Rutaceae	9	22
爵床科 Acanthaceae	26	36	玄参科 Scrophulariaceae	12	22
萝藦科 Asclepiadaceae	21	34	番荔枝科 Annonaceae	10	21
壳斗科 Fagaceae	4	33	防己科 Menispermaceae	12	20

表 2 菜阳河自然保护区种子植物区系的代表科及排名

Table 2 The families with higher representative value in species in the flora of Caiyanghe Nature Reserve (CNR)

科名 Family	世界种数 Number of sp. in the world ¹	菜阳河种数 Number of sp. in CNR	菜阳河种数/世界种数(%) RVS ²
荨麻科 Urticaceae	1 050	52	4.95
壳斗科 Fagaceae	700	33	4.71
榆科 Ulmaceae ³	175	8	4.57
防己科 Menispermaceae	450	20	4.44
楝科 Meliaceae	565	25	4.42
桑科 Moraceae	1 100	44	4.00
菝葜科 Smilacaceae ⁴	230	8	3.48
鸭跖草科 Commelinaceae	640	22	3.44
木樨科 Oleaceae	600	18	3.00
葡萄科 Vitaceae	850	25	2.94
冬青科 Aquifoliaceae	420	11	2.62
忍冬科 Caprifoliaceae	420	11	2.62
姜科 Zingiberaceae	1 100	23	2.09
杜英科 Elaeocarpaceae	540	11	2.04
五加科 Araliaceae	1 325	26	1.96
紫金牛科 Myrsinaceae	1 225	23	1.88
葫芦科 Cucurbitaceae	755	14	1.85
山茶科 Theaceae	610	10	1.64
夹竹桃科 Apocynaceae	1 850	29	1.57
樟科 Lauraceae	2 850	44	1.54

1 Numbers of species of plant families in the world are from Maberley (1997); 2 Representative value in species level (RVS) = The number of species of the family in the flora of Caiyanghe Nature Reserve (CNR) / the number of total species of the family in the world $\times 100$; 3, 4. Ulmaceae and Smilacaceae although have 8 species respectively in Caiyanghe Nature Reserve have higher representative value in Southern Yunnan and here we included them in the calculation of RVS

3 属的地理成分分析

分^[23],统计了莱阳河自然保护区植物区系种子植物属的分布区类型构成(表3)。

按吴征镒对中国种子植物属分布区类型划

表 3 莱阳河自然保护区植物区系属分布区类型

Table 3 Area types at generic level of the flora of Caiyanghe Nature Reserve

属的分布区类型 Area types	属数 Number of genera	百分比 percentage
1 世界分布 Cosmopolitan	52	不计百分
2 全热带分布 Pantropic	183	23.40
3 热带亚洲至热带美洲间断分布 Tropical Asia and Tropical America disjunct	21	2.69
4 旧世界热带分布 Old World Tropic	86	11.00
5 热带亚洲至大洋洲分布 Tropical Asia to Tropical Australia	57	7.29
6 热带亚洲至热带非洲分布 Tropical Asia to Tropical Africa	62	7.93
7 热带亚洲分布 Tropical Asia	242	30.95
2~7 (热带成分)合计 Total Tropical elements	(651)	(83.26)
8 北温带分布 North Temperate	46	5.88
9 东亚—北美间断分布 East Asia and North America disjunct	23	2.94
10 旧世界温带分布 Old World Temperate	21	2.69
12 地中海, 西亚至中亚分布 Mediterranean West Asia to Central Asia	1	0.13
14 东亚分布 East Asia	35	4.48
15 中国特有分布 Endemic to China	5	0.64
共计 Total	834	100.00

热带分布属(类型 2~7)共计 651 个, 占所统计数的 83.3%。热带分布属中, 又以热带亚洲分布属最多, 占去所统计属的 31%, 如番龙眼 (*Pometia*) 属、藤春属 (*Aphonsea*)、崖摩属 (*Amoora*)、腺萼木属 (*Myctia*)、翅子树属 (*Pterospermum*)、银钩花属 (*Mitrephora*)、山楝属 (*Aphananixis*)、红光树属 (*Knema*) 等; 其次是全热带分布属, 有 183 属, 占 23.4%, 如买麻藤属 (*Gnetum*)、琼楠属 (*Beilschmiedia*)、厚壳桂属 (*Cryptocarya*)、胡椒属 (*Peper*)、粗叶木属 (*Lasianthus*)、羊蹄甲属 (*Bauhinia*) 等; 旧世界热带分布属占 11%, 如蒲桃属 (*Syzygium*)、山牵牛属 (*Thunbergia*)、岩棕属 (*Dracaena*)、露兜树属 (*Pandanus*)、暗罗属 (*Polyalthia*)、金刀木属 (*Barringtonia*)、竹节树属 (*Carallia*) 等; 热带亚洲至大洋洲分布属占 7.3%, 如银背藤属 (*Argyreia*)、水锦树属 (*Wedlandia*)、球兰属 (*Hoya*)、臭椿属 (*Ailanthus*)、五桠果属 (*Dillenia*)、罗森藤属 (*Loeseneriella*) 等; 热带亚洲至热带非洲分布属占 7.9%, 如木绵属 (*Bambax*)、大风子属 (*Flacourtia*)、使君子属

(*Quisqualis*)、豆腐柴属 (*Prinna*)、飞龙掌血属 (*Toddalia*)、香茅属 (*Cymbopogon*)、帽柱木属 (*Mitragyna*)、浆果楝属 (*Cipadessa*) 等。

温带分布属(类型 8~12)共占所统计属数的 10.9%, 包括有北温带分布属如栎属 (*Quercus*)、盐肤木属 (*Rhus*)、槭属 (*Acer*)、桤木属 (*Alnus*)、鹅耳枥属 (*Carpinus*)、桦木属 (*Betula*)、柳属 (*Salix*) 等; 东亚—北美间断分布属, 如五味子属 (*Schizandra*)、石楠属 (*Photinia*)、木兰属 (*Magnolia*)、十大功劳属 (*Mahonia*)、八角属 (*Illicium*) 等; 旧世界温带分布属有筋骨草属 (*Ajuga*)、牛蒡属 (*Arctium*)、香薷属 (*Elytholzia*) 等。

东亚分布属有 35 个, 如猕猴桃属 (*Actinidia*)、南酸枣属 (*Choerospondia*)、蜘蛛抱蛋属 (*Aspidistra*)、枇杷属 (*Eriobotrya*)、青荚叶属 (*Helwingia*) 等, 占 4.5%。而中国特有属仅见有 5 个, 如巴豆藤属 (*Craspedolobium*)、苦枣藤属 (*Eleutharrhena*)、盾果草属 (*Thyrocampus*)、喜树属 (*Camptotheca*) 及银鹊树属 (*Tapiscia*)。

从属的分布区类型构成可以看出, 菜阳河自然保护区植物区系以热带分布属占优势, 共占所统计属数的 83.3%, 热带性质十分明显, 在热带分布属中, 又以热带亚洲分布属最多, 仍带有热带亚洲或印度—马来西亚植物区系的特点。故该植物区系就属的地理成分构成而言, 仍应属于热带亚洲或印度—马来西亚植物区系的北缘部分。

该植物区系也表现了与世界各地热带植物区系, 特别是旧世界热带植物区系, 有较密切联系, 与北温带和东亚植物区系也有一定联系。菜阳河自然保护区无论是其地理位置还是海拔高度范围, 在云南均处在热带亚洲与东亚植物区系的过渡带上, 但热带亚洲植物区系的影响更为强烈, 在性质上仍应属于热带亚洲植物区系的一部分。

4 种的地理成分分析

以有关分类群的专著、修订或专项研究文献以及各种植物志、中国种子植物光盘^[24]为依据, 我们对菜阳河自然保护区有分布资料的 1 884 个种子植物种的分布作了分析归类, 可将它们划分为 11 个分布区类型及 5 个变型(表 4)。分布区类型的名称及其所意指的地理分布范围基本上采用吴征镒的中国种子植物属的分布区类型的名称及范围^[23], 但在热带亚洲分布型和中国特有分布型下, 又根据种的具体分布式样而相应地划分出次级类型, 即分布变型, 并根据其分布范围或图式给予相应的名称^[17 25-27]。尚有 36 个种, 因资料缺乏, 未能对它们的地理分布进行分析。

表 4 菜阳河自然保护区种子植物区系种的分布区类型

Table 4 The distribution types at specific level of the seed plants from Caiyanghe Nature Reserve

种分布区类型 Distribution types at specific level	种数 Number of species	百分比 Percentage(%)
I 世界分布 Cosmopolitan	56	2.97
II 泛热带分布 Pan-tropic	37	1.96
III 热带亚洲至热带美洲间断分布 Tropical Asia & Tropical America disjunct	20	1.06
IV 旧世界热带分布 Old World Tropic	31	1.65
V 热带亚洲—热带澳洲分布 Tropical Asia to Tropical Australia	50	2.65
VI 热带亚洲—热带非洲分布 Tropical Asia to Tropical Africa	43	2.28
VII 热带亚洲分布及变型 Tropical Asia and its subtypes		
VII-1 印度—马来西亚分布 India-Malaysia	364	19.32
VII-2 南亚—大陆东南亚分布 S Asia to Mainland SE Asia		
VII-2.1 典型南亚—大陆东南亚分布 Typical S Asia to Mainland SE Asia	151	8.01
VII-2.2 印度(喜马拉雅)至中国南部分布 India (Himalayas) to S China	241	12.79
VII-3 大陆东南亚—中国南部分布 Mainland SE Asia to S China	389	20.60
(热带亚洲分布及变型合计 Total of Tropical Asia and its subtypes)	(1 144)	(60.64)
(热带成分合计 Total sum of tropical elements)	(1 325)	(70.33)
VIII 北温带分布 North Temperate	19	1.01
IX 旧世界温带分布 Old World Temperate	10	0.53
X 东亚分布 East Asia	65	3.45
XI 中国特有分布及其变型 Endemic to China and its varieties	(408)	(21.61)
XI-1 中国西南或至华南分布 SW to SE China	227	12.00
XI-2 云南特有分布 Endemic to Yunnan	181	9.61
合计 Total	1 884	100.00

4.1 世界分布

计有 56 种, 主要是一些菊科和禾本科植物, 它们在植物区系特征分析中意义不大。

4.2 泛热带分布

泛热带分布有 36 种, 如豆瓣绿 (*Peperomia tetraphylla*)、粟米草 (*Molligo pentaphylla*)、爱地草

(*Geophila herbacea*)、地桃花 (*Urena lobata*)、甜麻 (*Cochorus aestuanus*) 等。

4.3 热带亚洲和热带美洲间断分布

该类型有 20 种, 如假烟叶树 (*Solanum erianthum*)、水茄 (*Solanum torvum*)、赛葵 (*Malvastrum coromandelianum*)、金腰箭 (*Synedrella nudiflora*)、藿

香薷 (*Ageratum conyzoides*) 等, 这类成分几乎都是为归化种。

4.4 旧世界热带分布

该类型有 31 种, 如竹节树 (*Carallia brachiata*)、山菅兰 (*Dianella ensifolia*)、山芝麻 (*Helicteres angustifolia*)、枸棘 (*Cudrania cochinchinensis*) 等 (图 2)。

4.5 热带亚洲至热带澳洲分布

该分布类型有 50 种, 该类型从热带亚洲分布到澳大利亚北部 (昆士兰) 热带地区, 如枝花李榄 (*Linociera ramiflora*)、丛花厚壳桂 (*Cryptocarya densiflora*)、红叶藤 (*Rourea minor*)、桐叶千金藤 (*Stephania hernandifolia*)、糖胶树 (*Alstonia scholaris*)、大叶仙茅 (*Curculigo capitullata*) 等 (图 3)。

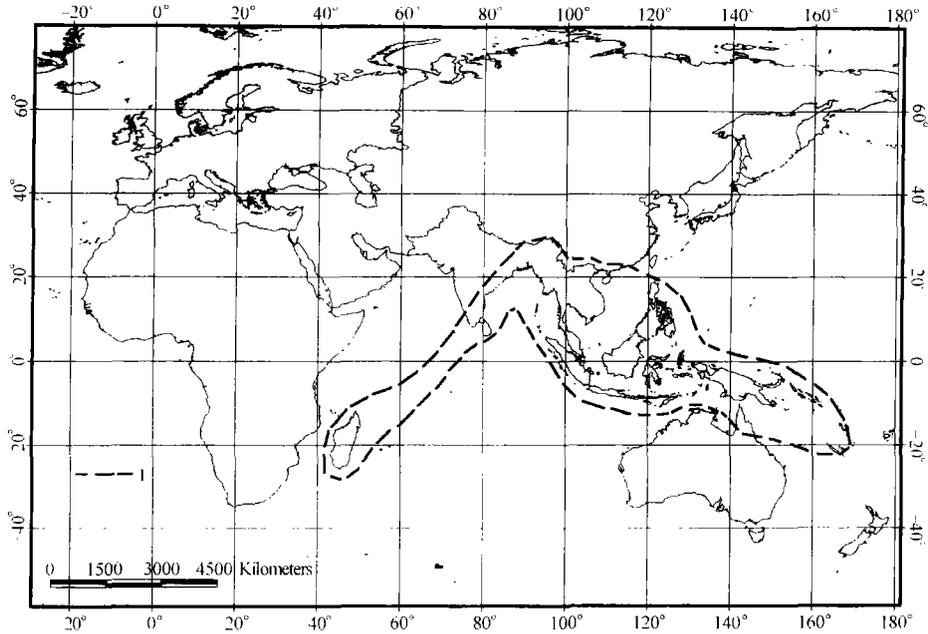


图 2 旧世界热带分布 1. 竹节树

Fig 2 Paletropical distribution 1. *Carallia brachiata* (Lour.) Merr

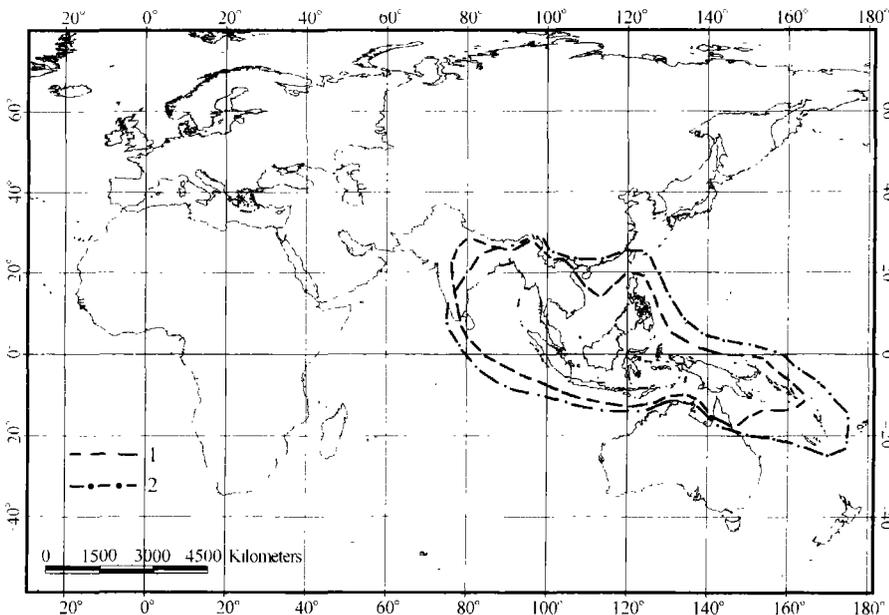


图 3 热带亚洲至热带澳洲分布 1. 糖胶树; 2. 红叶藤

Fig 3 Tropical Asia to tropical Australia distribution 1. *Alstonia scholaris* (L.) R. Br.; 2. *Rourea minor* (Gaertn.) Leenh.

(1. Based mainly on Markgraf F. in *Blumea* 22(1): 24, 1974. 2. Based on *Fl. Malesiana* 5: 4, 1977)

4.6 热带亚洲至热带非洲分布

该类型有 43 种, 如肾苞草 (*Phaulopsis imbricata*)、白花苋 (*Aerva sanguinolenta*)、虾子花 (*Woodfordia fruticosa*)、刺蒴麻 (*Triumfetta rhomboides*)、藤麻 (*Procris crenata*) 等。

4.7 热带亚洲分布及变型

本文的热带亚洲范围包括南亚、大陆东南亚和马来西亚整个亚洲热带地理区域。南亚包括斯里兰卡、印度半岛和喜马拉雅南坡 (尼泊尔、锡金、不丹的南部) 及印度东北部。大陆东南亚包括缅甸、泰国、越南、老挝和柬埔寨的整个地区。马来西亚指西起马来半岛, 包括婆罗洲、菲律宾、印度尼西亚至新几内亚和所罗门群岛的整个区域。该类型及其变型的种类是菜阳河自然保护区植物区系的主体部分, 有 114 种, 占总种数的 60.64%。根据种的集中分布式样, 可划分为 3 个变型:

4.7.1 印度—马来西亚分布

典型的印度至马来西亚分布指从印度或喜马拉雅南坡 (南亚) 经大陆东南亚分布到整个马来西亚地区, 东界越过华莱士线到达菲律宾或新几内亚。该分布类型共有 364 种, 是热带亚洲分布类型

的典型代表和核心成分, 它们都是以马来西亚地区为分布核心。这类分布种如云树 (*Garcinia cava*)、山油柑 (*Acronychia pedunculata*)、海芋 (*Alocasia macrorrhiza*)、百日青 (*Podocarpus nerifolius*)、大叶白颜树 (*Gironniera subaequalis*)、八宝树 (*Duabanga grandiflora*)、五桠果 (*Dillenia indica*)、绒毛番龙眼 (*Pometia tomentosa*) 等 (图 4)。

4.7.2 南亚至大陆东南亚分布

该分布类型从印度半岛或斯里兰卡, 或从喜马拉雅南坡或印度东北部分布到大陆东南亚和中国南部。根据分布区的偏向, 我们把该类型区分为 2 个变型, 既典型南亚—大陆东南亚分布和印度 (喜马拉雅) 至中国南部分布。典型南亚—大陆东南亚分布从印度半岛或斯里兰卡, 或从喜马拉雅南坡或印度东北部分布到大陆东南亚和中国南部, 这个分布亚型有 154 种, 如钝叶桂 (*Cinnamomum bejolghota*)、粗丝木 (*Ganphandra tetrandra*)、云南菠萝密 (*Artocarpus lakoocha*)、买麻藤 (*Gnetum montanum*)、大叶藤黄 (*Garcinia xanthochymus*)、长柄异木患 (*Allophylus longipes*)、南酸枣 (*Choerospondias axillaris*)、藏药木 (*Hypitathera stricta*) 等 (图 5)。

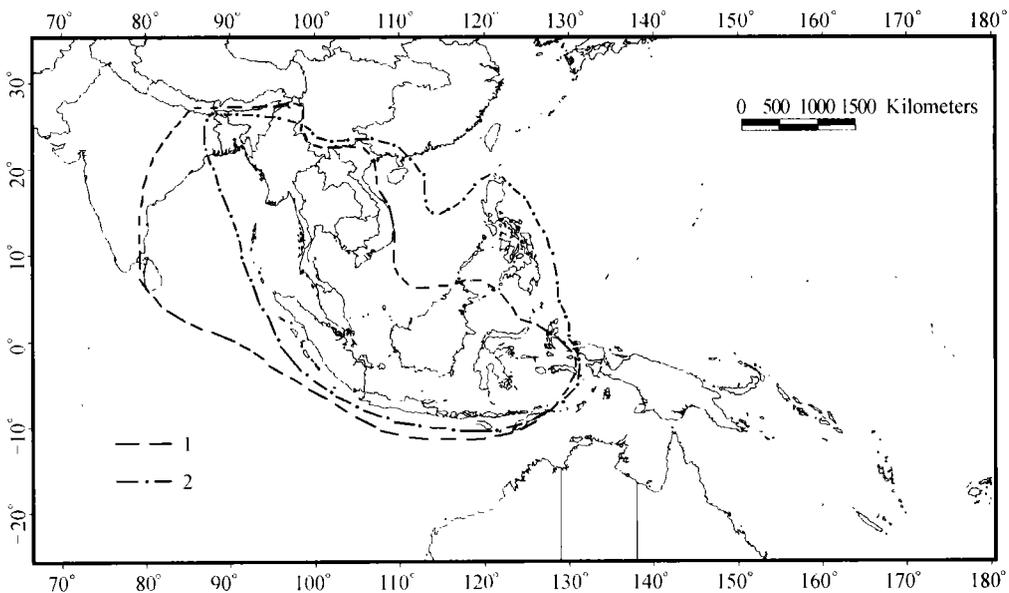


图 4 印度—马来西亚分布 1 毗黎勒; 2 毛藤榕

Fig. 4 Tropical Asia (Indo-Malesia) distribution

1 *Teminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb; 2 *Ficus sagitata* Vahl (1 Based mainly on Exell A. W. in Fl. Malesiana 4 (5): 571, f. 21, 1954. 2 Based on Corner E. J. H. in Gard. Bull. Sing. 21: 55, 1965)

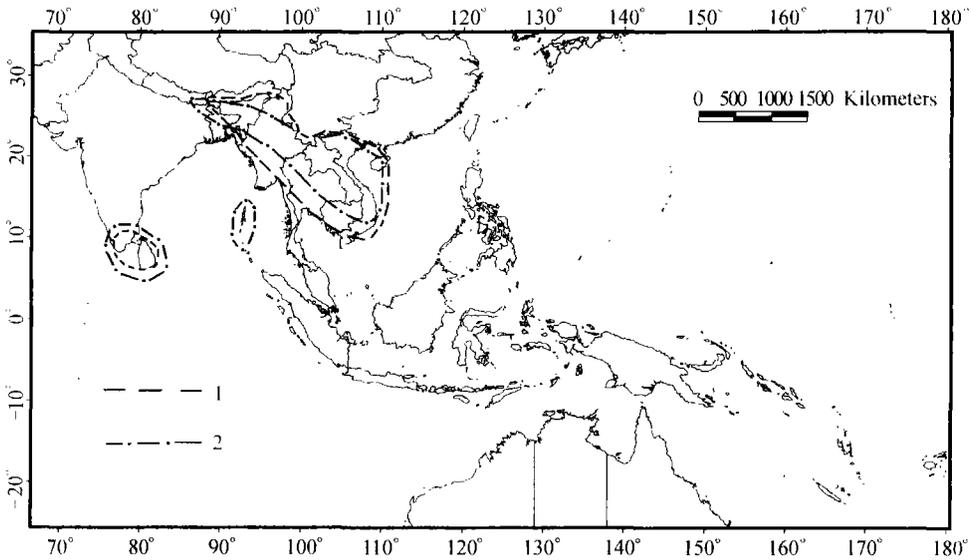


图 5 南亚—大陆东南亚分布 1. 粗丝木; 2. 红果葱臭木

Fig 5 South Asia—Mainland Southeast Asia distribution

1. *Ganphandra brandra* (Wall) Skum.; 2. *Dysoxylum binectrifenum* (Roxb.) Hook f et Bedd. (1. from Skumer H. in Blumea 17 (1): 204 1969)

印度(喜马拉雅)至中国南部分布变型分布于喜马拉雅南坡到中国南部或及大陆东南亚北缘,这一分布图式实际上介于东亚分布型的中国—喜马拉雅分布变型和热带亚洲分布型的典型南亚—大陆东南亚分布变型之间。由于该分布变型的种类主要分布在喜马拉雅南坡到中国南部或及大陆东南亚北缘的热带地区,与主要分布在喜马拉雅—云南横断山及中国西南地区的中国—喜马拉雅分布变型的亚热带或温带种类不同,我们认为将这类喜马拉雅南坡到中国南部或及大陆东南亚热带北缘分布的种类作为热带亚洲成分的北缘类型更为适宜。这类分布式样的种类如小血藤(*Schizandra neglecta*)、藤漆(*Pegia nitida*)、柳叶金叶(*Craibiodendron henryi*)、倒卵黄肉楠(*Actinodaphne obovata*)、柴桂(*Cinnamomum tamala*)、假山龙眼(*Heliciopsis terninalis*)、大叶水东哥(*Saurauia punduana*)、辛果漆(*Drynacarpus racemosus*)、云南楸木(*Aralia thomsonii*) (图 6)等。

4.7.3 大陆东南亚至中国南部分布

该分布类型有 388 种,典型的大陆东南亚至中国南部分布种从缅甸、泰国、印度支那分布到中国云南和华南。如大叶木兰(*Magnolia henryi*)、多花含笑(*Michelia floribunda*)、山白兰(*Paramichelia baillonii*)、金叶子(*Craibiodendron stellatum*)、裂果金花(*Schizomussaenda dehiscens*)、短刺栲(*Castan-*

opsis echinocarpa)、湄公栲(*Castanopsis mekongensis*)、网脉肉托果(*Semecarpus reticulata*)、龙果(*Pouteria grandiflora*)等(图 7)。

4.8 北温带分布

在莱阳河自然保护区,记录到北温带分布 19 个种,如雀舌草(*Stellaria uliginosa*)、香薷(*Elyscholtzia ciliata*)、水苦卖(*Veronica undulata*)等,它们几乎都是一些广泛分布的草本植物。

4.9 旧世界温带分布

这一分布类型记录到 10 个种,如狗筋蔓(*Cucubalus baccifer*)、金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)、小花倒提壶(*Cynoglossum lanceolatum*)等,它们也都是草本植物。

4.10 东亚分布类型

东亚分布类型共记录到 65 种,如盐肤木(*Rhus chinensis*)、密花树(*Myrsine seguinii*)、青刺尖(*Prinsepia utilis*)、紫弹树(*Celtis biondii*)、楮(*Broussonetia kazinoki*)等。

4.11 中国特有分布

中国特有种共 408 种,占总种数的 21.61%。本区系的中国特有种除了少数在国内多数省区有分布外,其它特有种的分布主要是在中国西南至华南的范围,据此,本文将记录到的中国特有种划分为 2 个变型。

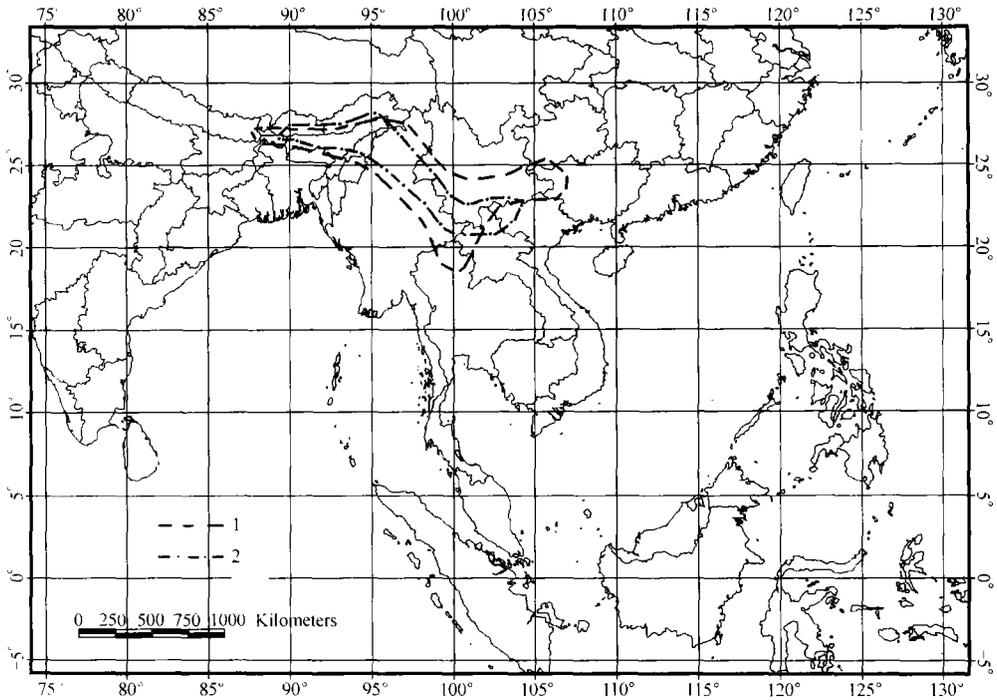


图 6 印度(喜马拉雅)至中国南部分布 1 藤漆; 2 辛果漆

Fig 6 India (Himalayas) to South China distribution

1 *Pegia nitida* Colebr (from Ming T. L. in Acta Bot Yunn., 2(4): 393, f 1, 1980); 2 *Drymarcus racmosus* (Roxb.) Hook f (Ming T. L. in Acta Bot Yunn., 2(4): 394, f 2, 1980)

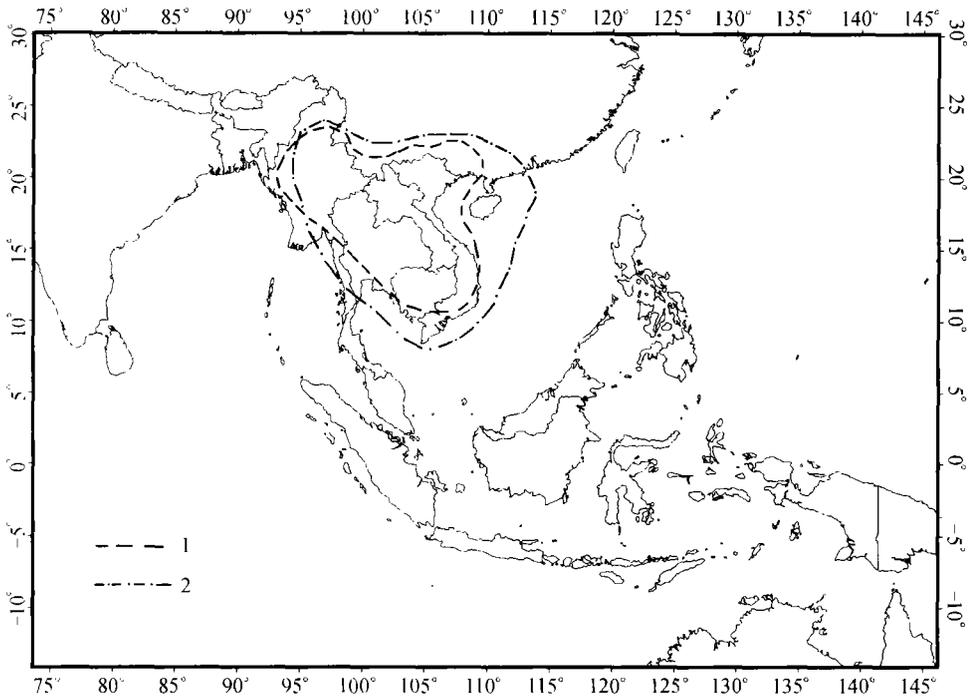


图 7 大陆东南亚至云南(华南)分布 1 金叶子; 2 长叶排钱草

Fig 7 Mainland Southeast Asia to Yunnan (South China) distribution

1 *Cratibiodendron stellatum* (Pierre) W. W. Smith (from Judd in J Am Arb 67: 466, map 3, 1986); 2 *Phyllodium longipes* (Craib) Schindl (from Ohashi H. in Ginkgoana 1: 275, f 79, 1973)

4 11 1 中国西南或至华南分布

该类型主要分布在中国西南至华南地区,但有些也达浙、皖、闽等地,有 227 种,如滇桂木莲 (*Manglietia forrestii*)、厚叶琼楠 (*Beilschmeidia percoriacea*)、云南琼楠 (*Beilschmeidia yunnanensis*)、细毛樟 (*Cinnamomum tenuipilum*)、野木瓜 (*Stauntonia chinensis*)、海南草珊瑚 (*Sarcandra hainanensis*)、伞花猕猴桃 (*Actinidia ulmifolia*)、思茅蒲桃 (*Syzygium szmaoense*)、巴豆藤 (*Craspalobium schochii*)、腺叶山矾 (*Symplocos adenophylla*)等。

4 11 2 云南特有分布

根据现有资料暂定为云南特有种(包括西双版纳纳种)的有 181 个,它们绝大多数都分布于云南西部、西南部、中南部、南部到东南部地区。如勐海石栎 (*Lithocarpus fohaiensis*)、紫叶琼楠 (*Beilschmeidia purpurascens*)、滇南杜英 (*Elaeocarpus austroyunnanensis*)、勐仑琼楠 (*Beilschmeidia brachyhyrsa*)、李

榄琼楠 (*Beilschmeidia linocieroides*)、勐仑翅子树 (*Pterospermum menglunense*)、橙果五层龙 (*Salacia aurantica*)、穗花柃叶 (*Stachyphrynium sinense*)等。

5 与滇南西双版纳和滇中无量山植物区系的比较

5 1 植物区系组成特征比较

滇南西双版纳以具有发育典型的东南亚热带雨林植被为特征,其植物区系为热带亚洲(印度—马来西亚)植物区系的北缘部分^[17, 19-21, 25-35]。滇中无量山植物区系则主要带有中国—喜马拉雅植物区系特色,属于东亚植物区系的一部分^[14, 15]。思茅菜阳河自然保护区位于滇南西双版纳与滇中无量山之间,对它们植物区系的比较将能揭示热带亚洲(印度—马来西亚)植物区系与东亚植物区系的联系与过渡特征。

表 5 菜阳河自然保护区种子植物区系与滇南西双版纳和滇中无量山植物区系的优势科的比较

Table 5 Comparison of the families with most species richness from the three compared floras

西双版纳 Flora of Xishuangbanna		菜阳河自然保护区 Flora of CNR		滇中无量山 Flora of Wuliangshan*	
科名 Family	属种 Genera/Species	科名 Family	属种 Genera/Species	科名 Family	属种 Genera/Species
兰科 Orchidaceae	102 354	兰科 Orchidaceae	69 223	菊科 Compositae	68 149
禾本科 Gramineae	68 180	茜草科 Rubiaceae	37 100	禾本科 Gramineae	71 150
蝶形花科 Papilionaceae	54 177	菊科 Compositae	47 86	蝶形花科 Papilionaceae	54 135
茜草科 Rubiaceae	46 155	蝶形花科 Papilionaceae	33 83	兰科 Orchidaceae	46 98
大戟科 Euphorbiaceae	39 123	唇形科 Labiatae	28 62	唇形科 Labiatae	46 94
唇形科 Labiatae	36 105	大戟科 Euphorbiaceae	25 59	蔷薇科 Rosaceae	29 79
菊科 Compositae	63 110	荨麻科 Urticaceae	13 52	杜鹃花科 Ericaceae	8 61
桑科 Moraceae	7 85	禾本科 Gramineae	34 47	茜草科 Rubiaceae	26 58
樟科 Lauraceae	12 80	樟科 Lauraceae	12 44	大戟科 Euphorbiaceae	27 57
荨麻科 Urticaceae	13 74	桑科 Moraceae	6 44	玄参科 Scrophulariaceae	20 53
姜科 Zingiberaceae	17 73	爵床科 Acanthaceae	26 36	百合科 Liliaceae	18 49
萝藦科 Asclepiadaceae	27 71	萝藦科 Asclepiadaceae	21 34	荨麻科 Urticaceae	16 49
葫芦科 Cucurbitaceae	19 59	壳斗科 Fagaceae	4 33	壳斗科 Fagaceae	5 46
番荔枝科 Annonaceae	16 57	蔷薇科 Rosaceae	12 30	樟科 Lauraceae	12 44
蔷薇科 Rosaceae	19 55	夹竹桃科 Apocynaceae	19 29	桑科 Moraceae	6 42
夹竹桃科 Apocynaceae	27 54	五加科 Araliaceae	9 26	苦苣苔科 Gesneriaceae	18 38
爵床科 Acanthaceae	30 52	楝科 Meliaceae	10 25	山茶科 Theaceae	8 34
棕榈科 Palmae	15 52	葡萄科 Vitaceae	5 25	五加科 Araliaceae	13 34
壳斗科 Fagaceae	7 51	天南星科 Araceae	15 24	莎草科 Cyperaceae	10 33
莎草科 Cyperaceae	15 48	姜科 Zingiberaceae	9 23	毛茛科 Ranunculaceae	9 32

* 资料来自彭华等, 1997^[14]; 科的范围采用 Maberley (1997)^[22]; 唇形科 (Labiatae) 包括原亚洲马鞭草科 (Verbenaceae) 植物; 杜鹃花科 (Ericaceae) 包括原越橘科 (Vacciniaceae)。

Data of Wuliangshan is from Peng *et al.*, 1997^[14]. The size of families is from Maberley (1997)^[22], and the family Labiatae including Asian Verbenaceae, the family Ericaceae including Vacciniaceae.

表 6 菜阳河自然保护区种子植物区系与滇南西双版纳和滇中无量山植物区系的代表科的比较

Table 6 Comparison of the families with most representative value from the three compared floras

西双版纳 Flora of Xishuangbanna		菜阳河自然保护区 Flora of CNR		滇中无量山 Flora of Wuliangshan*	
科名 Family	RVS	科名 Family	RVS	科名 Family	RVS
桑科 Moraceae	7.00	荨麻科 Urticaceae	4.95	绣球花科 Hydrangiaceae	10.00
蓼科 Smilacaceae	6.96	壳斗科 Fagaceae	4.71	槭树科 Aceraceae	8.85
荨麻科 Urticaceae	6.86	榆科 Ulmaceae	4.57	木兰科 Magnoliaceae	7.88
楝科 Meliaceae	6.73	防己科 Menispermaceae	4.44	蓼科 Smilacaceae	7.83
葫芦科 Cucurbitaceae	6.62	楝科 Meliaceae	4.42	壳斗科 Fagaceae	6.71
防己科 Menispermaceae	6.44	桑科 Moraceae	4.00	榆树科 Ulmaceae	5.71
壳斗科 Fagaceae	6.43	蓼科 Smilacaceae	3.48	山矾科 Symplocaceae	5.60
姜科 Zingiberaceae	6.09	鸭跖草科 Commelinaceae	3.44	山茶科 Theaceae	5.57
榆树科 Ulmaceae	5.71	木樨科 Oleaceae	3.00	荨麻科 Urticaceae	4.67
鸭跖草科 Commelinaceae	4.84	葡萄科 Vitaceae	2.94	桑科 Moraceae	3.82
木犀科 Oleaceae	3.83	冬青科 Aquifoliaceae	2.62	忍冬科 Caprifoliaceae	3.81
山茶科 Theaceae	3.61	忍冬科 Caprifoliaceae	2.62	报春花科 Primulaceae	3.76
夹竹桃科 Apocynaceae	3.30	姜科 Zingiberaceae	2.09	木犀科 Oleaceae	3.33
鼠李科 Rhamnaceae	3.11	杜英科 Elaeocarpaceae	2.04	葫芦科 Cucurbitaceae	2.91
冬青科 Aquifoliaceae	3.10	五加科 Araliaceae	1.96	蔷薇科 Rosaceae	2.87
杜英科 Elaeocarpaceae	2.96	紫金牛科 Myrsinaceae	1.88	冬青科 Aquifoliaceae	2.86
薯蓣科 Dioscoreaceae	2.88	葫芦科 Cucurbitaceae	1.85	葡萄科 Vitaceae	2.59
忍冬科 Caprifoliaceae	2.86	山茶科 Theaceae	1.64	五加科 Araliaceae	2.57
葡萄科 Vitaceae	2.82	夹竹桃科 Apocynaceae	1.57	鸭跖草科 Commelinaceae	2.50
紫金牛科 Myrsinaceae	2.69	樟科 Lauraceae	1.54	楝科 Meliaceae	2.48

* Representative value in species level (RVS) = The number of species of the family in the flora of Caiyanghe Nature Reserve (CNR) / the number of total species of the family in the world $\times 100$

** Numbers of species of plant families in the world are from Mabberley (1997)^[22];

*** 资料来自彭华等, 1997^[14], 科的范围采用 Mabberley (1997)^[22], 唇形科 (Labiatae) 包括原亚洲马鞭草科 (Verbenaceae) 植物; 杜鹃花科 (Ericaceae) 包括原越橘科 (Vacciniaceae)。

Data of Wuliangshan is from Peng *et al.*, 1997^[14]. The size of families is from Mabberley (1997)^[22], and the family Labiatae including Asian Verbenaceae, the family Ericaceae including Vacciniaceae.

菜阳河自然保护区种子植物区系与滇南西双版纳 (约当北纬 $21^{\circ}09' \sim 22^{\circ}36'$, 东经 $99^{\circ}58' \sim 101^{\circ}50'$ 之间, 总面积 19690 平方公里) 和滇中无量山植物区系 (约当北纬 $24^{\circ}00' \sim 24^{\circ}45'$, 东经 $100^{\circ}25' \sim 100^{\circ}53'$ 之间, 总面积 2800 平方公里) 的优势科及代表性科 (原则上按含 10 种以上, 占该科世界种数百分比排名在前的科) 的比较见表 5 和 6。

在优势科组成排名上, 菜阳河自然保护区种子植物区系与滇南西双版纳植物区系很接近, 它们具有最多的共同优势科, 并且这些共同优势科在各自植物区系中的排名也较类似。西双版纳毕竟位于思茅地区以南, 其植物区系的热带性质更强, 番荔枝科、棕榈科在其前 20 个优势科之列。在滇中无量山植物区系中, 一些主产亚热带和热带山地的科, 如杜鹃花科、山茶科在其优势科之列, 一些主产温带和高海拔山地的主要是草本植物的科如玄参科、百合科、毛茛科等也在其优势科之列, 明显与菜阳河植物区系的差别更大。

在代表性科的比较上, 菜阳河植物区系也是与滇南西双版纳植物区系最接近, 它们具有最多的共同代表性科, 并且这些共同代表性科在各自植物区系中的排名也较类似。在滇中无量山植物区系排名在前的前 20 个代表性科中, 有 7 个科不在菜阳河植物区系代表性强的科之列, 并且无量山植物区

系排名最前的 3 个代表性科, 即锈球花科、槭树科和木兰科均不在菜阳河植物区系代表性强的科之列。

尽管思茅菜阳河位于滇南西双版纳和滇中无量山之间, 从优势科及代表性科比较看, 菜阳河植物区系仍与西双版纳植物区系为同样性质的植物区系, 即东南亚热带北缘性质, 在植物区系分区上仍属于热带亚洲植物区系, 而滇中无量山植物区系带有较明显东亚植物区系特点, 属于东亚植物区系。

5.2 种子植物属的地理成分的比较

从菜阳河自然保护区种子植物区系与滇南西双版纳和滇中无量山植物区系^[15]的属的分布区类

型的比较(表 7)可看出, 菜阳河自然保护区植物区系与滇南西双版纳植物区系有非常类似的属的分布区类型组成, 显然为同样性质的植物区系, 它们均以热带亚洲分布型约占总属数的 31% 及热带成分合计约占 83% 为特征, 共同属于热带亚洲植物区系的北缘类型。滇中无量山植物区系中热带亚洲分布型减至占总属数的 19.1%, 热带成分合计减至占总属数的 64%, 而北温带分布型和东亚分布型则分别增高到 13.1% 和 11.3%, 中国特有分布增高到 2.83%。从热带亚洲植物区系过渡到东亚植物区系, 诸属的分布区类型中, 热带亚洲分布型显著减少, 北温带分布型和东亚分布型显著增加。

表 7 菜阳河自然保护区种子植物区系与滇南西双版纳和滇中无量山植物区系的属的分布区类型比较

Table 7 Comparison of area types of genera for the compared floras of Yunnan

属分布区类型 Area type	西双版纳 Flora of Xishuangbanna	菜阳河自然保护区 Flora of CNR	滇中无量山 Flora of Wuliangshan
1 世界分布 Cosmopolitan	—		
2 全热带分布 Pan-tropic	22.8	23.40	21.1
3 热带亚洲至热带美洲间断分布 Tropical Asia and Tropical America disjunct	2.4	2.69	2.5
4 旧世界热带分布 Old World Tropical	10.3	11.00	8.8
5 热带亚洲至大洋洲分布 Tropical Asia to Tropical Australia	6.9	7.29	5.1
6 热带亚洲至热带非洲分布 Tropical Asia to Tropical Africa	8.4	7.93	7.4
7 热带亚洲分布 Tropical Asia	32.8	30.95	19.1
2-7 热带成分合计 Total Tropical elements	(83.5)	(83.26)	(64)
8 北温带分布 North Temperate	5.2	5.88	13.1
9 东亚—北美间断分布 East Asia and North America disjunct	3.1	2.94	4.3
10 旧世界温带分布 Old World Temperate	1.5	2.69	3.6
11 温带亚洲分布 Temperate Asia	0.4	0	0.6
12 地中海, 西亚至中亚分布 Mediterranean, W Asia to C Asia	0.4	0.13	0.3
14 东亚分布 East Asia	5.1	4.48	11.3
15 中国特有分布 Endemic to China	0.7	0.64	2.83
总计 Total	100	100	100

6 结论

通过对菜阳河自然保护区种子植物区系的组成和地理成分分析, 该植物区系具有以下特点:

6.1 热带成分占优势, 具有明显的热带亚洲(印度—马来西亚)植物区系的特点

分布区类型分析表明: 菜阳河自然保护区种子

植物区系属的分布区类型以热带亚洲分布最多(占总属数 30.95%), 其次是泛热带分布(23.40%), 热带分布合计(占总属数 83.26%)远多于温带分布。种的分布区类型以典型热带成分(II~V III项)最多, 占总种数的 70.33%, 其中又以热带亚洲分布占绝对优势, 占总种数的 60.64%。这些均表明该植物区系的热带性质显著, 具有明显

的热带亚洲(印度—马来西亚)植物区系特点,在植物区系分区上属于印度—马来西亚植物区系的一部分。

6.2 热带北缘性质

菜阳河自然保护区种子植物区系的主要组成科(优势科)中,大多数都为主产热带,分布区扩展到亚热带甚至温带的科。一些严格热带分布的科如龙脑香科(Dipterocarpaceae)等在该植物区系中不存在。该植物区系中的代表科也全属于此类科而非典型热带科,以及该植物区系中的许多热带植物均是在其分布的北界,故该植物区系又有明显的热带北缘性质。

6.3 植物区系地理过渡带

菜阳河自然保护区在地理上位于喜马拉雅到东南亚过渡的横断山余脉山地区,在植物区系分区上位于古热带植物区与东亚植物区的交汇地带^[36],但从与滇南西双版纳和滇中无量山植物区系的优势科及代表性科比较上,菜阳河自然保护区植物区系仍与西双版纳植物区系为同样性质的植物区系,属于热带亚洲植物区系的北缘类型。

从滇南西双版纳,经思茅菜阳河到滇中无量山,空间距离不大,但发生了从热带亚洲植物区系到东亚植物区系的过渡与转变。在西双版纳及思茅菜阳河植物区系中,均以主产热带的科占优势,带有东南亚热带北缘性质特点,属于热带亚洲植物区系的北缘部分。从热带亚洲植物区系到东亚植物区系的过渡与转变,显然发生在思茅菜阳河地区以北。

6.4 热带亚洲植物区系向东亚植物区系的过渡

从思茅菜阳河到滇中无量山发生的从热带亚洲植物区系到东亚植物区系的过渡与转变,主要表现在热带成分明显减少,一些主产亚热带和热带山地的成分以及主产温带的成分在植物区系中的地位明显提高,并跃居优势成分之列。我们的研究亦揭示,在从热带亚洲植物区系到东亚植物区系的过渡与转变中,在诸属的分布区类型中,热带亚洲分布型显著减少,北温带分布型和东亚分布型显著增加,这在中国南部,在从热带亚洲植物区系到东亚植物区系的过渡与转变中可能是一个普遍规律。

在云南的这种植物区系组成的迅速过渡与转变,是与云南南低北高的地貌和云南南部—中南部一带在历史地理上是古南大陆与古北大陆的一个融合地带,在自然地理上是主要是古南大陆起源的印度—马来西亚植物区系与主要是古北大陆起源

的东亚植物区系的交汇与过渡地带有关联的。

6.5 与温带亚洲和中亚几乎无植物区系联系

在该植物区系的野生种子植物属中,未发现有温带亚洲分布属和中亚分布属,这意味着这是一个在热带、亚热带湿润地区起源和发展的植物区系,与温带亚洲和中亚几乎无植物区系联系。

参 考 文 献

- 1 Bao S Y(包士英), Mao P Y(毛品一), Yuan S X(苑淑秀). 云南植物区系采集历史. 北京: 科学技术出版社, 1998
- 2 Wang C W. A preliminary study of the vegetation of Yunnan. Bulletin of the Fan Memorial Institute of Biology, 1939 9(2): 65~125
- 3 Fedorov An A. The tropical rain forest of China. Botanicheskii Zhurnal S S S R., 1958, 43: 1385~1480
- 4 Qu Z X(曲仲湘). Nature reserves in Yunnan. Journal of Yunnan University(Natural Science)(云南大学学报, 自然科学版), 1960 1: 1~4
- 5 Wang C W. The forests of China with a survey of Grassland and desert vegetation. Maria Moors Cabot Foundation Publication(Harvard Univ. Cambridge Massachusetts), 1961 5: 155~164
- 6 Fedorov An A. The flora of southwestern China and its significance to the knowledge of the plant world of Eurasia. Komarov Chten, 1957, 10: 20~50
- 7 Wu Z Y(吴征镒). The tropical floristic affinity of the flora of China. Chinese Science Bulletin(科学通报), 1965 1965(1): 25~33
- 8 Zhu H(朱华), Li B G(李保贵), Deng S C(邓少春), et al. Tropical rain forest of Caiyanghe Nature Reserve, Simao Yunnan and its biogeographical significance. J Forest Univ NE China(东北林业大学学报), 2000 28(5): 87~93
- 9 Zhu H. A tropical seasonal rain forest at its altitudinal and latitudinal limits in southern Yunnan, SW China. Gardens' Bull Singapore, 2004, 56: 55~72
- 10 Audley-Charles M G. Dispersal of Gondwanaland relevance to evolution of the Angiosperms. In: Whitmore T C, ed. Biogeographical Evolution of the Malay Archipelago. Oxford: Clarendon Press, 1987
- 11 Morley J R. Palynological evidence for Tertiary plant dispersals in the SE Asian region in relation to plate tectonics and climate. In: Hall R, Holloway J D, eds. Biogeography and Geological Evolution of SE Asia. Leiden: Backbuys Publishers, 1998: 221~234
- 12 Hall R, Holloway J D. Biogeography and Geological Evolution

- tion of SE Asia Leiden Backbuys Publishers 1998
13. Myers N. Threatened biotas "Hotspot" in tropical forests Environmentalist 1998 8(3): 1~ 20
 14. Peng H (彭华), Wu Z Y (吴征镒). Two kinds of different ranking methods of families and genera of the seed plants flora in Mt Wuliangshan. Acta Botanica Yunnanica (云南植物研究), 1997, 19(3): 251~ 259
 15. Peng H (彭华). 滇中南无量山种子植物 (The seed plants from Mt Wuliang in the south-central Yunnan China). 昆明: 云南科技出版社, 1998 1~ 30
 16. Zhang H T (张宏达). The characteristics of the flora of Guangdong. Acta Sci Nat Univ Sunyatseni (中山大学学报, 自然科学版), 1962 1962(1): 1~ 34
 17. Zhu H (朱华). Floristic plant geography on the dipterocarp forest of Xishuangbanna. Acta Botanica Yunnanica (云南植物研究), 1993, 15(3): 233~ 253
 18. Zhu H (朱华). Ecology and biogeography of the tropical dipterocarp rain forest in Xishuangbanna Kunming Yunnan Science & Technology Press 2000
 19. Zhu H (朱华), Wang H (王洪), Li B G (李保贵). A phytogeographical research on the forest flora of limestone hills in Xishuangbanna Guizhou (广西植物), 1996, 16(4): 317~ 330
 20. Zhu H (朱华), Wang H (王洪), Li B G (李保贵). Floristic relationships between the limestone flora of Xishuangbanna and neighboring floras of tropical Asia and south China. Acta Botanica Yunnanica (云南植物研究), 1997, 19(4): 357~ 365
 21. Zhu H (朱华), Li Y H (李延辉), Wang H (王洪), et al. Characteristics and affinity of the flora of Xishuangbanna SW China Guizhou (广西植物), 2001, 21(2): 127~ 136
 22. Mabberley D J. The plant book, a portable dictionary of the vascular plants. Cambridge: Cambridge University Press. Second edition, 1997
 23. Wu Z Y (吴征镒). The areal types of Chinese genera of seed plants. Acta Botanica Yunnanica (云南植物研究), 1991, suppl 4 1~ 139
 24. Wu Z Y (吴征镒), Ding T Y (丁托娅). 中国种子植物 (光盘). 昆明: 云南科技出版社, 1999
 25. Zhu H (朱华). Ecology and biogeography of the limestone vegetation in southern Yunnan, SW China Kunming Yunnan Science & Technology Press 2000
 26. Zhu H. Ecological and biogeographical studies on the tropical rain forest of south Yunnan, SW China with a special reference to its relation with rain forests of tropical Asia. Journal of Biogeography, 1997, 24: 647~ 662
 27. Zhu H, Wang H, Li B G, et al. Biogeography and floristic affinity of the Limestone flora in southern Yunnan, China. Annals of the Missouri Botanical Garden, 2003, 90: 444~ 465
 28. Zhu H (朱华). A comparative study of phytosociology between *Shorea chinensis* forest of Xishuangbanna and other cbsrer forest types. Acta Botanica Yunnanica (云南植物研究), 1993, 15(1): 34~ 46
 29. Zhu H. The Floristic Characteristics of the Tropical Rain forest in Xishuangbanna. Chinese Geographical Science 1994 4(1): 174~ 185
 30. Zhu H (朱华). Floristic relationships between dipterocarp forest of Xishuangbanna and forests of tropical Asia and S China. Acta Botanica Yunnanica (云南植物研究), 1994 16(2): 97~ 106
 31. Zhu H (朱华), Wang H (王洪), Li B G (李保贵). Research on the Tropical Seasonal Rainforest of Xishuangbanna. South Yunnan Guizhou (广西植物), 1998, 18(4): 37~ 384
 32. Zhu H (朱华), Zhou H X (周虹霞). A comparative study on the tropical rain forests in Xishuangbanna and Hainan. Acta Botanica Yunnanica (云南植物研究), 2002, 24(1): 1~ 13
 33. Zhu H, Wang H, Li B G. The Structure, Species Composition and Diversity of the Limestone Vegetation in Xishuangbanna SW China. Gardens' Bull Singapore 1998 50: 5~ 33
 34. Zhu H. Tropical rain forest vegetation in Xishuangbanna. Chinese Geographical Science 1992 2(1): 64~ 73
 35. Zhu H, Roos M C. The tropical flora of S China and its affinity to Indomalayan flora. Telopea 2004, 10(2): 639~ 648
 36. Wu Z Y, Wu S G. A proposal for a new floristic kingdom (realm). Proceedings of the FCD (1996). CIEP & Springer Press 1998 3~ 42