

中国裸子植物的东西地带性分布及其与气候因子的相关性*

陈雯¹, 张裕婷², 施诗², 凡强², 张忠³, 杨柏云¹

(1. 南昌大学生命科学与食品学院, 江西 南昌 330047;

2. 广东省热带亚热带植物资源重点实验室//中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275;

3. 江西省井冈山管理局, 江西 井冈山 343600)

摘要: 中国裸子植物极富多样性, 起源古老, 孑遗、特有类群众多, 对探讨区域生物多样性的结构、特征具有重要意义。论文以中国中部东西中轴线上的台湾山地、武夷山、井冈山、武陵源、峨眉山、哀牢山、南迦巴瓦峰等山地的裸子植物区系为对象, 分析其地理成分组成, 探讨与生态因子的相关性, 主要结果表明: ①中国西部并不是裸子植物最丰富的区域, 大陆东部第三级阶梯的属种更富多样性; ②属的地理成分, 与主要的区域生态因子如海拔、降水量、热量等具有相关性; ③中国特有属在东部第三级阶梯明显较多, 而在西部高山种系分化明显; ④台湾山地较为丰富和独特; 南迦巴瓦峰的冷杉属等较其他几个地区更丰富。研究对揭示裸子植物的分布规律具有重要意义。

关键词: 裸子植物区系; 地理成分; 东西地带性; 气候因子

中图分类号: Q948 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2013) 05-0130-10

The East-West Zonal Distribution of Gymnosperm Floras in China and the Relationship with the Main Climatic Factors

CHEN Wen¹, ZHANG Yuting², SHI Shi², FAN Qiang², ZHANG Zhong³, YANG Bunyun¹

(1. Life Science and Food College of Nanchang University, Nanchang 330047, China;

2. Guangdong Key Laboratory of Plant Resources//School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;

3. Jinggangshan Administration Authority of Jiangxi Province, Jinggangshan 343600, China)

Abstract: The Chinese gymnosperm flora is with abundant diversity, ancient origin, and a lot of relict species, and endemic species, which is significant for revealing the construction of local biodiversity and characteristics. In this paper, taking the gymnosperm floras from Taiwan Mountains, Mount Wuyi, Jinggang, Wulingyuan, Emei, Eluo, and Namjagabrwa as the research objects, the authors study the composition of gymnosperm geographical elements, discuss the relationship between the floras and climatic, ecological factors. Following results were obtained: ① In the west China, it is not the floras with abundant gymnosperm species; The east mainland China, the third ladder, has more abundant gymnosperms. ② The geographical elements of genus are relative to local ecological factors, such as elevation, rainfall, quantity of heat. ③ The endemic genera to China are abundant in the east third ladder. ④ In Taiwan, the gymnosperms are with more abundant genera and species; the Abies in Namjagabrwa are more than the other 6 regions. The results from the study are important for indicating the evolution and distribution patterns of gymnosperms.

Key words: gymnosperm floras; geographical elements; zonal distribution; climatic factors

* 收稿日期: 2012-03-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31170202, 31061160184); 中国井冈山地区生物多样性综合科学考察资助项目(33000-7102008)

作者简介: 陈雯(1983年生), 女; 研究方向: 植物资源学; 通讯作者: 杨柏云; E-mail: yangboyun@163.com

裸子植物既是颈卵器植物，又是种子植物，是介于蕨类植物和种子植物之间的一群维管植物^[1]。裸子植物繁育时，由裸露的胚珠，经传粉受精后发育形成种子，称为裸子植物。裸子植物的胚珠着生在开放的大孢子叶基部，大孢子叶不形成密闭的子房室，也没有柱头，常或多或少聚集生于花轴上形成雌球花（苏铁类、松柏类），或大孢子叶生于花轴顶端，其上仅着生1枚胚珠（银杏类、红豆杉类），或形成轮伞状（买麻藤类）。裸子植物与被子植物在胚珠周围结构方面，有明显的差异，在传粉时被子植物胚珠完全包被于心皮、子房等孢子体组织内，而裸子植物的却不完全地包夹于开放的大孢子叶（孢子体）基部。裸子植物胚珠珠被1层，极少为2层，顶端形成珠孔端；雌配子体在胚珠内发育，除买麻藤类外均形成颈卵器，卵细胞受精后发育成胚，配子体的残余部分发育形成胚乳，珠被发育成种皮，整个胚珠就发育形成种子。部分裸子植物在胚珠发育成种子的过程中，种子在成熟时常被来自亲本的组织所包被。如柏科的圆柏属、刺柏属，种子完全被肉质的种鳞包被；罗汉松科的罗汉松属种子完全包被于肉质的假种皮中；红豆杉科的红豆杉属、白豆杉属、穗花杉属，成熟的种子不完全地被肉质的假种皮包被。因此，并不是所有裸子植物的种子都是裸露的^[2]。这种现象反映了裸子植物与被子植物之间的亲缘关系，对裸子植物的进化研究具有重要意义。中国是裸子植物的主要分布区，约11科41属236种47变种，科属种分别占全球的91.7%、57.7%和35.4%。另引种栽培51种2变种^[2]。从生物区系角度看，中国裸子植物种类丰富，起源古老，特有成分繁多，许多种类也是北半球其他地区早已灭绝的古残遗种（或子遗种）。反映中国生态地理环境极富多样性^[3]。

按照传统的概念，裸子植物包括五个纲，即：苏铁纲、银杏纲、买麻藤纲、松柏纲、红豆杉纲、买麻藤纲。裸子植物在世界各地广泛分布，现存9目13科71属约800种，主产北半球。裸子植物历史悠久，起源古老，化石可追溯到距今约3.45亿年前至3.95亿年间的古生代泥盆纪^[4]。现存大多也起源于距今1亿年的第三纪，冰期后大部分种类灭绝，仅有少数种类延续至今。

中国地域辽阔，东西横跨约62经度，地形、气候随东西延伸变化多样，为不同习性的裸子植物提供了多样化的生存环境。裸子植物在生态特性和地理分布诸多方面不同于被子植物^[5-6]；在中国，裸子植物分布范围广泛，很多为重要林木，虽

然种类数量仅占种子植物的0.83%，但在北半球，80%以上的大森林是由裸子植物组成^[7]，所构成的针叶林面积约占森林总面积的52.18%^[8]。因此，研究丰富的裸子植物区系，分析裸子植物的分布与区域生态环境的差异，对揭示裸子植物的生态地理学规律具有十分重要的意义。

目前，已有不少关于中国裸子植物区系的区域地理学研究报告，但是对裸子植物跨东西纬度的生态地理分布仍然缺乏研究。本文自东向西，选定裸子植物分布较丰富的山地，如台湾山地、武夷山、井冈山、武陵源、峨眉山、哀牢山和南迦巴瓦峰，统计裸子植物的区系组成，结合各地区的经纬度、海拔、降水、热量、土壤等生态因子信息，对比分析裸子植物生态地理学分布规律，以揭示裸子植物的纬度分布规律，也为生物资源的保护提供基础数据。

1 自然地理环境概况

就中国大陆而言，自东部至西部，主要的大型山地有台湾山地、武夷山、井冈山、武陵源、峨眉山、哀牢山和南迦巴瓦峰等，正好这些山地在中国大陆中部形成了中轴线。本文就以这些山地为主要研究区域（图1），现简述其自然地理环境如下。

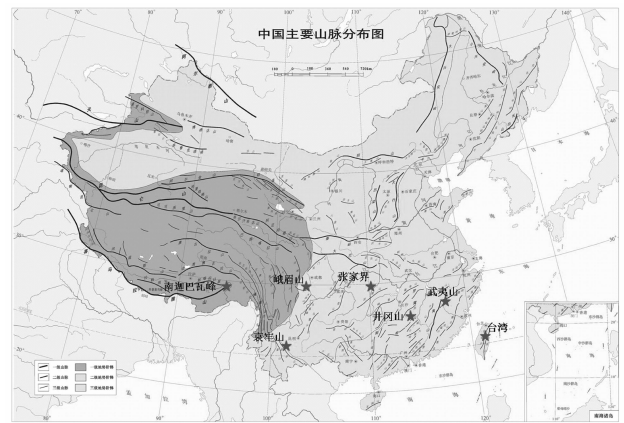


图1 台湾山地、武夷山、井冈山、武陵源、峨眉山、哀牢山、南迦巴瓦峰的地理位置

Fig.1 Geographical location of Taiwan mountains, Mount Wuyi, Jinggang, Wulingyuan, Emei, Eluo and Namjagabrwa

1.1 台湾山地的自然环境

台湾位于我国东南沿海，东经119°18′-124°34′，北纬21°45′-25°56′，总面积35 990 km^[9]。西部为宽广平原，东部山间有狭长的台东平原，东临太平洋，受季风气候影响强烈。台湾是一个多山省，总面积的2/3为山地，主峰玉山位于台湾中部，高达3 997 m，也是中国东部的最高峰。台湾

3 000 m 以上的山峰超过 100 多座, 而且, 北回归线穿过台湾中部, 接近玉山。因此, 台湾气候非常复杂多样, 包括 2 个自然地理带, 即热带和南亚热带, 由此形成台湾从低山到高山、从南到北不同的植被带差异^[9]。台湾位于亚洲大陆东南部, 受到海洋性季风气候的强烈影响。年均温度 21 ~ 22.4℃, 最冷月 1 月均温 13 ~ 15℃, 最暖月 7 月均温为 27.0 ~ 29.0℃, 极端最高气温 37.2℃, 平均最低气温 -0.1℃, 年均降雨量 1 600 ~ 2 300 mm, 相对湿度约为 80%^[10]。

1.2 武夷山的地理环境

武夷山国家级自然保护区地处北纬 27°33' - 27°54', 东经 117°27' - 117°51'^[11-12], 区内平均海拔约 1 200 m, 主峰黄岗山海拔 2 158 m, 也是中国大陆东南部的第一高峰, 属于中山地貌。周边海拔高于 1 500 m 的山峰有 110 余座, 山峰林立, 地势起伏剧烈, 山体陡峻, 坡度一般为 30 ~ 40°, 最陡达 75 ~ 80°。武夷山属典型的亚热带季风气候, 温暖湿润, 年平均气温 8.5 ~ 18℃, 极端低温达 -15℃, 一月平均气温 3℃, 七月平均气温 23 ~ 24℃, 平均年降水为 1 486 ~ 2 150 mm。山体重峦叠嶂, 相对湿度为 78% ~ 84%, 年蒸发量约 1 000 mm, 无霜期 253 ~ 272 d^[13]。武夷山海拔 700 m 以下, 为山地红壤, 发育有常绿阔叶林; 海拔 700 - 1 050 m, 为山地黄红壤, 发育有常绿阔叶林、常绿针阔叶混交林; 海拔 1 050 - 1 900 m, 为山地黄壤, 发育有常绿针阔叶混交林; 海拔 1 900 m, 为山地草甸土, 发育的植被类型为草甸。裸子植物主要分布于黄红壤、黄壤带, 以针阔叶混交林为主, 建群种有黄山松、南方铁杉、杉木、马尾松等温性或暖性树种, 与阔叶树种组成针阔叶混交林^[14]。

1.3 井冈山的地理环境

井冈山位于江西省西南部, 罗霄山脉中段。本文区域范围为井冈山地区, 包括江西井冈山国家级自然保护区、七溪岭国家级自然保护区、南风面自然保护区、湖南桃源洞国家级自然保护区, 地理坐标为北纬 26°13' - 26°52'、东经 113°56' - 114°18'; 主峰南风面海拔 2 120 m, 整个山体呈南北走向^[15]。属欧亚大陆东南部, 南亚热带和中亚热带的过渡带, 长期受东亚湿润季风气候影响, 水热条件充沛, 年均气温 14.2 ~ 17.1℃, 7 月平均气温为 23.9℃, 极端最高气温为 36.7℃; 1 月平均气温为 3.4℃, 极端最低气温为 -11.0℃, 年均降水量 1 856.2 mm, 无霜期 241 d。地带性植被为亚热带季风常绿阔叶林^[16], 主要类型还有阔叶林、

针阔叶混交林、针叶林等^[17]。井冈山土壤类型丰富, 低海拔 250 m 以下为丘陵红壤, 海拔 250 - 500 m 为山地红壤, 海拔 500 - 800 m 为山地黄红壤, 海拔 800 - 1 200 m 为山地黄壤, 海拔 1 200 - 1 600 m 为山地黄棕壤, 海拔 1 600 m 以上为山地草甸土^[18]。

1.4 武陵源的地理环境

武陵源位于湖南省西北部, 以张家界国家森林公园为主体, 地处北纬 28°52' - 29°48', 东经 109°40' - 111°20'^[19], 主峰玉兔望月峰海拔 1 334 m, 最低处水绕四门海拔 426 m。武陵源气候温和, 属亚热带山山季风湿润气候, 年均降水量 1 400 mm, 平均年降水日数达 139 d, 年平均相对湿度为 85%; 年均气温 16℃, 夏季最热月均温 27℃, 极端高温 41.6℃, 冬季最冷月均温 4.3℃, 极端地温在 0 ~ 4℃^[20]。武陵源属中山褶皱带, 以大面积罕见砂岩峰林地貌为特征, 峰林夹谷相对高约 300 m。武陵源水量充足, 地表水系发达, 而石英砂岩透水性差, 从而形成纵横交错的深切峡谷和错落有致的主峰^[21-22]。

1.5 峨眉山的地理环境

峨眉山地处北纬 29°16' - 29°44', 东经 103°10' - 103°37'^[23], 位于四川盆地西南边缘向青藏高原过渡带。仍属东部湿润山地季风气候区。峨眉山主峰万佛顶 3 099 m, 山脚 550 m, 相对高差近 2 600 m, 森林覆盖率达 93%^[24]。从山脚到山顶, 平均气温历年变幅为 17.5 ~ 3.0℃; 年雨量变幅为 1 922 mm, 降水日数多达 200 d; 相对湿度平均 85%; 山体中上部以下日照不足 1 000 h^[25]。峨眉山土壤类型垂直更替明显, 成土母质多样, 主要土壤类型为: 海拔 550 - 1 500 m 为山地黄壤, 发育有中亚热带常绿阔叶林; 海拔 1 500 - 1 900 m 为山地黄棕壤, 以山地常绿、落叶阔叶混交林为主; 海拔 1 900 - 2 400 m 为山地暗棕壤, 发育有山地针阔叶混交林; 海拔 2 400 - 3 070 m 为山地灰化土, 发育有亚高山针叶林; 海拔 3 070 m 以上为草甸土, 发育有亚高山灌丛、草丛^[26]。

1.6 哀牢山的地理环境

哀牢山国家级自然保护区^[27]位于北纬 23°36' - 24°56', 东经 100°44' - 101°30', 为云南省中部, 哀牢山脉中北段, 即云贵高原、横断山和青藏高原南缘三大区域的结合部, 主峰大磨岩峰海拔 3 165.9 m。年平均气温 11.0℃, 降水量 1 879.5 mm, 蒸发量 1 174.0 mm。属西南季风气候区, 受赤道暖湿气流和内陆暖干气流的交替控制, 雨季和

干季明显，雨季的相对湿度在 90% 以上。土壤类型^[28]，在海拔 800 - 1 400 m 为赤红壤，以思茅松林为主；海拔 1 400 - 2 200 m 为红壤，以云南松林为主；海拔 2 200 - 2 700 m 为黄棕壤，发育有山地湿性常绿阔叶林；海拔 2 700 - 3 000 m 为棕壤，发育有针阔叶混交林；海拔 3 000 m 以上为亚高山草甸土，以草甸植被为主。

1.7 南迦巴瓦峰的地理环境

南迦巴瓦峰（简称南峰）位于西藏自治区东南部，喜马拉雅山东端雅鲁藏布江大拐弯内侧，是喜马拉雅山脉东段的最高峰，海拔 7 782 m，在世界最高峰中排第 15 位。也属于喜马拉雅东端和横断山、念青唐古拉山脉交汇处，南临印度洋^[29]。地理位置东经 95°04'，北纬 29°38'。区内干湿季明显，雨季受西南季风湿润气流影响，5 - 9 月炎热湿润，而且 7、8、9 月几乎每天都有降水，11 月至次年 4 月为旱季，天气晴朗，其余月份是旱雨季的交替期。南坡以海拔约 1 100 m 的墨脱为例，年均气温为 16.1 °C，极端低温达 0 °C，年均降水 2 276.6 mm；北坡以海拔约 2 920 m 的丹娘为例，年均气温 7.9 °C，极端低温达 - 17 °C，年均降水

512.1 mm^[30]。南坡土壤类型^[31-32]丰富，植被发达，海拔 1 100 m 以下为黄色赤红壤，发育有河谷准热带季雨林；海拔 1 100 - 1 900 m 为山地黄壤，发育有山地亚热带常绿阔叶林；海拔 1 900 - 2 300 m 为山地黄棕壤，发育有山地准亚热带一半常绿阔叶林；海拔 2 300 - 2 800 m 为山地棕壤，发育有山地暖温带针阔混交林；海拔 2 800 - 3 600 m 为山地漂灰土，发育有山地寒温带暗针叶林；海拔 3 600 - 3 900 m 为草甸土，发育有亚高山寒带灌丛；海拔 4 300 - 4 800 m 为高山寒漠土，发育有高山寒冻化壳状地衣；海拔 4 800 m 以上，为高山冰雪带。北坡降水较少，植被类型、生物区系较为简单。

2 裸子植物区系的组成与特征

2.1 东西主体山地的裸子植物区系

自东往西，台湾、武夷山、井冈山、张家界、峨眉山、哀牢山，以及南迦巴瓦峰，有着异常明显的自然地理环境，在裸子植物的区系组成上也有明显差异。根据相关资料^[11,14,23,30]，对各区域的裸子植物区系进行比较，如表 1、图 2 所示。

表 1 中国东西部主要山地裸子植物区系的组成和比较¹⁾

Table 1 Composition and comparison of Gymnosperm floras from some main mounts in China

科	属	种	台湾	武夷山	井冈山	武陵源	峨眉山	哀牢山	南迦巴瓦峰	
苏铁科	苏铁属	苏铁	<i>Cycas revoluta</i>							
		台东苏铁	<i>Cycas taitungensis</i>	√						
银杏科	银杏属	银杏	<i>Ginkgo biloba</i>	√	√	√				
松科	油杉属	云南油杉	<i>Keteleeria evelyniana</i>					√		
		铁坚油杉	<i>Keteleeria davidiana</i>			√				
		台湾油杉	<i>Keteleeria davidiana</i> var. <i>formosana</i>	√						
		油杉	<i>Keteleeria fortunei</i>		√	√				
		江南油杉	<i>Keteleeria cyclolepis</i>		√					
	冷杉属	察隅冷杉	<i>Abies chayuenensis</i>							√
		苍山冷杉	<i>Abies delavayi</i>							√
		墨脱冷杉	<i>Abies delavayi</i> var. <i>motuoensis</i>							√
		长苞冷杉	<i>Abies georgei</i>							√
		急尖长苞冷杉	<i>Abies georgei</i> var. <i>smithii</i>						√	√
		川滇冷杉	<i>Abies forrestii</i>							√
		冷杉	<i>Abies fabri</i>					√		
		资源冷杉	<i>Abies beshanzuensis</i> var. <i>ziyuanensis</i>			√				
		台湾冷杉	<i>Abies kawakamii</i>	√						
云南黄果冷杉	<i>Abies ernestii</i> var. <i>salouenensis</i>							√		

(续表 1)

松科	黄杉属	华东黄杉	<i>Pseudotsuga gaussenii</i>		√				
		澜沧黄杉	<i>Pseudotsuga forrestii</i>						√
		台湾黄杉	<i>Pseudotsuga sinensis</i> var. <i>wilsoniana</i>	√					
	铁杉属	长苞铁杉	<i>Tsuga longibracteata</i>			√			
		云南铁杉	<i>Tsuga dumosa</i>					√	√
		南方铁杉	<i>Tsuga chinensis</i> var. <i>tchekiangensis</i>		√	√			
		台湾铁杉	<i>Tsuga chinensis</i> var. <i>formosana</i>	√					
		铁杉	<i>Tsuga chinensis</i>			√	√		
	云杉属	川西云杉	<i>Picea likiangensis</i> var. <i>balfouriana</i>						
		林芝云杉	<i>Picea likiangensis</i> var. <i>linzhiensis</i>						√
		麦吊云杉	<i>Picea brachytyla</i>					√	
		油麦吊云杉	<i>Picea brachytyla</i> var. <i>complanata</i>						√
		台湾云杉	<i>Picea morrisonicola</i>	√					
	落叶松属	西藏红杉	<i>Larix griffithiana</i>						√
		怒江红杉	<i>Larix speciosa</i>						√
		大果红杉	<i>Larix potaninii</i> var. <i>macrocarpa</i>						√
	金钱松属	金钱松	<i>Pseudolarix kaempferi</i>		√				
	雪松属	雪松	<i>Cedrus deodara</i>						√
	松属	华山松	<i>Pinus armandi</i>					√	√
		台湾果松	<i>Pinus armandi</i> var. <i>mastersiana</i>	√					
		乔松	<i>Pinus griffithii</i>						√
		高山松	<i>Pinus densata</i>						√
		云南松	<i>Pinus yunnanensis</i>						√
思茅松		<i>Pinus kesiya langbianensis</i>						√	
马尾松		<i>Pinus massoniana</i>	√	√	√	√	√		
武陵松		<i>Pinus massoniana</i> var. <i>wulingensis</i>				√			
黄山松		<i>Pinus taiwanensis</i>	√	√	√				
台湾五针松	<i>Pinus morrisonicola</i>	√							
杉科	杉木属	杉木	<i>Cunninghamia lanceolata</i>		√	√	√	√	
		台湾杉木	<i>Cunninghamia lanceolata</i> var. <i>konishii</i>	√					
	柳杉属	柳杉	<i>Cryptomeria fortunei</i>		√				
水松属	水松	<i>Glyptostrobus pensilis</i>		√					
杉科	台湾杉属	台湾杉	<i>Taiwania cryptomerioides</i>	√					
柏科	侧柏属	侧柏	<i>Platycladus orientalis</i>		√	√		√	
		干香柏	<i>Cupressus duclouxiana</i>					√	
		西藏柏木	<i>Cupressus torulosa</i>						

(续表 1)

	柏木属	巨柏	<i>Cupressus gigantea</i>							√	
		柏木	<i>Cupressus funebris</i>		√	√	√	√			
	福建柏属	福建柏	<i>Fokienia hodginsii</i>			√					
柏科	圆柏属	高山柏	<i>Sabina squamata</i>		√			√	√	√	
		香柏	<i>Sabina pingii</i> var. <i>wilsonii</i>							√	
		铺地柏	<i>Sabina procumbens</i>								
		圆柏	<i>Sabina chinensis</i>		√	√		√			
		方枝柏	<i>Sabina saltuaria</i>								√
		大果圆柏	<i>Sabina tibetica</i>								√
		小子密枝圆柏	<i>Sabina convallium</i> var. <i>microsperma</i>								√
	刺柏属	刺柏	<i>Juniperus formosana</i>	√	√	√	√				
		清水圆柏	<i>Juniperus chinensis</i> var. <i>tsukushiensis</i>	√							
		高山柏	<i>Juniperus squamata</i>	√							
	翠柏属	台湾翠柏	<i>Calocedrus macrolepis</i> var. <i>formosana</i>	√							
	扁柏属	红桧	<i>Chamaecyparis formosensis</i>	√							
		台湾扁柏	<i>Chamaecyparis obtusa</i> var. <i>formosana</i>	√							
罗汉松科	罗汉松属	竹柏	<i>Podocarpus nageia nagi</i>	√	√	√					
		百日青	<i>Podocarpus neriifolius</i>			√		√		√	
		罗汉松	<i>Podocarpus macrophyllus</i>	√	√	√	√				
		短叶罗汉松	<i>Podocarpus macrophyllus</i> var. <i>maki</i>	√	√						
		兰屿罗汉松	<i>Podocarpus costalis</i>	√							
		丛花百日青	<i>Podocarpus fasciculus</i>	√							
罗汉松科	罗汉松属	桃实百日青	<i>Podocarpus nakaii</i>	√							
		长叶竹柏	<i>Podocarpus fleuryi</i>	√							
三尖杉科	三尖杉属	三尖杉	<i>Cephalotaxus fortunei</i>		√	√	√	√	√		
		粗榧	<i>Cephalotaxus sinensis</i>		√	√			√		
		台湾粗榧	<i>Cephalotaxus sinensis</i> var. <i>wilsoniana</i>	√							
		西双版纳粗榧	<i>Cephalotaxus mannii</i>								√
		篦子三尖杉	<i>Cephalotaxus oliveri</i>			√	√	√			
		宽叶粗榧	<i>Cephalotaxus latifolia</i>		√						
红豆杉科	红豆杉属	云南红豆杉	<i>Taxus wallichiana</i> var. <i>yunnanensis</i>							√	
		红豆杉	<i>Taxus wallichiana</i> var. <i>chinensis</i>						√		
		南方红豆杉	<i>Taxus wallichiana</i> var. <i>mairei</i>	√	√	√	√	√	√		
	白豆杉属	白豆杉	<i>Pseudotaxus chienii</i>		√	√	√	√			
		穗花杉	<i>Amentotaxus argotaenia</i>			√		√		√	
	台湾穗花杉属	台湾穗花杉	<i>Amentotaxus formosana</i>	√							
		榧树	<i>Torreya grandis</i>		√	√	√				
	榧树属	巴山榧树	<i>Torreya fargesii</i>				√	√			
		云南榧树	<i>Torreya yunnanensis</i>						√		

(续表 1)

麻黄科	麻黄属	中麻黄	<i>Ephedra intermedia</i>						✓
		丽江麻黄	<i>Ephedra likiangensis</i>						✓
		单子麻黄	<i>Ephedra monosperma</i>						✓
买麻藤科	买麻藤属	买麻藤	<i>Gnetum montanum</i>					✓	
		垂子买麻藤	<i>Gnetum pendulum</i>					✓	✓
		短柄垂子买麻藤	<i>Gnetum pendulum f. intermedium</i>					✓	
		小叶买麻藤	<i>Gnetum parvifolium</i>		✓			✓	
合计	种数		28	22	22	15	16	16	33
	属数		16	18	18	12	13	12	15

1) 各地区仅统计种数, 若有种下等级仅统计其一

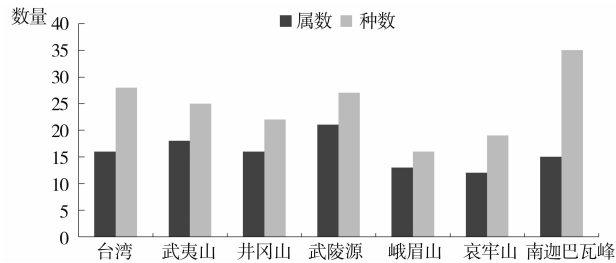


图 2 中国东西部主要山地裸子植物区系的属种组成

Fig. 2 Genus and species composition of Gymnosperm floras from some main mounts in China

其中, 图 2 显示各山地裸子植物属种的数量组成, 东部山地具有更丰富的属种多样性; 西部山地属较少, 而种系分化较丰富; 这与通常所认为的裸子植物多分布于西部高山地区似乎不甚相符。这里南加巴瓦峰种类既然最为丰富, 这是因为其面积、范围、跨度均超出其它山地, 具有从低海拔亚热带至高海拔温带、寒温带等不同的裸子植物类群。

2.2 各主要山地裸子植物区系的地理成分

根据吴征镒 (1991, 1993, 2006) 种子植物分布区类型概念, 将 7 个主要山地裸子植物区系的地理成分进行统计, 如表 2 所示。

总体上, 该中轴线七个主要山地共有裸子植物 30 属 91 种, 占中国全部 41 属的 73.2%, 全部 236 种的 38.6%。其中, 又包括热带分布属 8 属、温带分布属 16 属、中国特有属 6 属, 各山地的分布情况如表 3、图 3 所示。

表 3、图 3 表明, 中东部主要山地, 均以明显的温带成分占优势, 而且在中部具有更丰富的裸子植物特有属。西部南加巴瓦峰, 裸子植物几乎不出现中国特有属, 说明其分化较晚, 间接也说明西南高山是种子植物的保存地分化地, 而不是起源地。

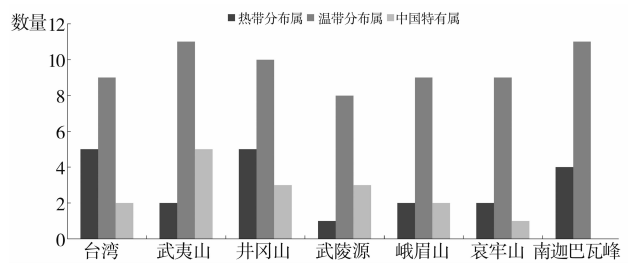


图 3 中国东西部主要山地裸子植物区系地理成分组成比较

Fig. 3 Composition of Gymnosperm geographical elements from some main mounts in China

3 裸子植物的地带性分布与生态地理因子的关系

3.1 生态因子与裸子植物分布的相关性

以井冈山地区为起点, 东西部山地形成一条明显的中轴线, 东部台湾地区处于太平洋西岸, 西部南加巴瓦峰处于喜马拉雅横断山脉地区。如图 1 所示, 台湾、武夷山、井冈山处于中国大陆东部属第三级阶梯, 张家界、哀牢山、峨眉山处于大陆中部属第二级阶梯, 南迦巴瓦峰即处于西部属第一级阶梯。明显的东西部差异, 体现在各生态因子的差异方面, 也体现了裸子植物自东至西的分布差异。

3.1.1 热量的影响 井冈山地区及其东西部裸子植物属的地理成分与年均温的关系如图 4 所示, 该图可直观看出, 各主要山地裸子植物属、种数量与各地区的年均温有明显的正相关关系, 尤其是属级水平更明显。

3.1.2 降水量的影响 各山地裸子植物属的地理成分与年均降水量的关系如图 5 所示。图示表明, 除武陵源外, 各主要山地裸子植物总种数、热带分布属数, 均与年均降水量有一定的相关性, 但与热量相比较, 影响稍弱。

表 2 中国东西部裸子植物区系属的地理成分组成

Table 2 Geographical element composition of Gymnosperm floras from some main mounts in China

科	属	中国/世界种数	属的分布区类型	各区分布种数						
				台湾山地	武夷山	井冈山	武陵源	峨眉山	哀牢山	南迦巴瓦峰
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	8/17	T5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	1	0	0	0	0	0	0
银杏科	银杏属 <i>Ginkgo</i>	1/1	T15. 中国特有	0	1	1	1	0	0	0
松科	油杉属 <i>Keteleeria</i>	9/11	T7-4. 越南 (或中南半岛) 至华南 (或西南)	1	2	1	1	0	1	0
	冷杉属 <i>Abies</i>	22/50	T8. 北温带分布	1	0	1	1	1	1	5
	黄杉属 <i>Pseudotsuga</i>	5/18	T9. 东亚及北美间断	1	1	0	0	0	0	1
	铁杉属 <i>Tsuga</i>	7/16	T9. 东亚及北美间断	1	1	2	1	2	1	1
	云杉属 <i>Picea</i>	19/50	T8. 北温带分布	1	0	0	0	1	0	2
	落叶松属 <i>Larix</i>	10/18	T8. 北温带分布	0	0	0	0	0	0	3
	金钱松属 <i>Pseudolarix</i>	1/1	T15. 中国特有	0	1	0	0	0	0	0
松科	雪松属 <i>Cedrus</i>	1/4	T10-2. 地中海区和喜马拉雅间断	0	0	0	0	0	0	1
	松属 <i>Pinus</i>	22/80	T8. 北温带分布	4	2	2	2	2	3	4
杉科	杉木属 <i>Cunninghamia</i>	2/2	T15. 中国特有	1	1	1	1	1	1	0
	柳杉属 <i>Cryptomeria</i>	2/2	T14-2. 中国-日本	0	1	0	0	0	0	0
	水松属 <i>Glyptostrobus</i>	1/1	T15. 中国特有	0	1	0	0	0	0	0
	台湾杉属 <i>Taiwania</i>	2/2	T15. 中国特有	1	0	0	0	0	0	0
柏科	侧柏属 <i>Platycladus</i>	1/1	T14-1. 中国-喜马拉雅	0	1	1	0	0	1	1
	柏木属 <i>Cupressus</i>	5/20	T8. 北温带分布	0	1	1	1	1	1	2
	福建柏属 <i>Fokienia</i>	1/1	T7-4. 越南 (或中南半岛) 至华南 (或西南)	0	0	1	0	0	0	0
	圆柏属 <i>Sabina</i>	15/50	T8. 北温带分布	0	2	1	0	2	1	5
	刺柏属 <i>Juniperus</i>	3/10	T8. 北温带分布	3	1	1	1	0	0	0
	翠柏属 <i>Calocedrus</i>	1/1	T7-3. 缅甸, 泰国至华西南	1	0	0	0	0	0	0
	扁柏属 <i>Chamaecyparis</i>	2/6	T9. 东亚及北美间断	2	0	0	0	0	0	0
罗汉松科	罗汉松属 <i>Podocarpus</i>	13/100	T2-1. 热带亚洲, 大洋洲和南美洲 (墨西哥) 间断	6	3	3	0	1	0	1
三尖杉科	三尖杉属 <i>Cephalotaxus</i>	7/9	T14. 东亚 (东喜马拉雅-日本)	1	3	3	2	2	2	1
红豆杉科	红豆杉属 <i>Taxus</i>	4/11	T8. 北温带分布	1	1	1	1	1	2	1
	白豆杉属 <i>Pseudotaxus</i>	1/1	T15. 中国特有	0	1	1	1	1	0	0
红豆杉科	穗花杉属 <i>Amentotaxus</i>	3/3	T7-3. 缅甸, 泰国至华西南	1	0	1	0	1	0	1
	榧树属 <i>Torreya</i>	4/7	T9. 东亚及北美间断	0	1	1	2	1	1	0
麻黄科	麻黄属 <i>Ephedra</i>	12/40	T2. 泛热带分布	0	0	0	0	0	0	3
买麻藤科	买麻藤属 <i>Gnetum</i>	7/30	T2. 泛热带分布	0	0	1	0	0	4	1
合计			属	16	18	18	12	13	12	15
			种	28	22	22	15	16	16	33

表 3 井冈山地区及其东西部主要山地裸子植物区系的分布区类型统计

Table 3 Statistics of genus areal-types of Gymnosperm floras from some main mounts in China

分布区类型	台湾山地	武夷山	井冈山	武陵源	峨眉山	哀牢山	南迦巴瓦峰
热带分布属	5	2	5	1	2	2	4
温带分布属	9	11	10	9	9	9	11
中国特有属	2	5	3	3	2	1	0
合计/属	16	18	18	12	13	12	15

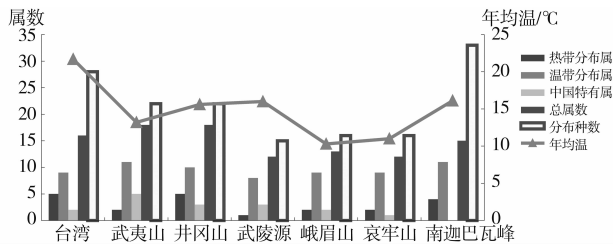


图 4 裸子植物分布与热量的关系

Fig. 4 Relationship between Gymnosperm amounts and quantity of heat

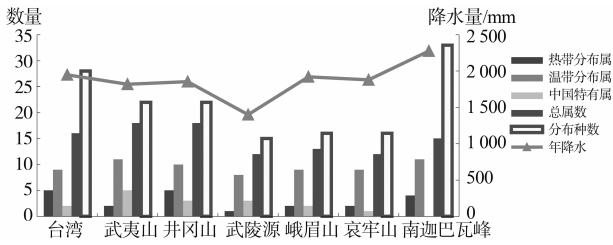


图 5 裸子植物分布与降水量的关系

Fig. 5 Relationship between Gymnosperm amounts and rainfall

3.1.3 海拔的影响 各主要山地裸子植物属的地理成分数量与海拔的关系如图 6 所示。图示表明,除南加巴瓦峰较特殊外,其它山地裸子植物的分布与山地最高海拔没有明显的相关性。在第二阶梯、第三阶梯均较丰富。体现了裸子植物主产于亚热带中山至亚高山地区。

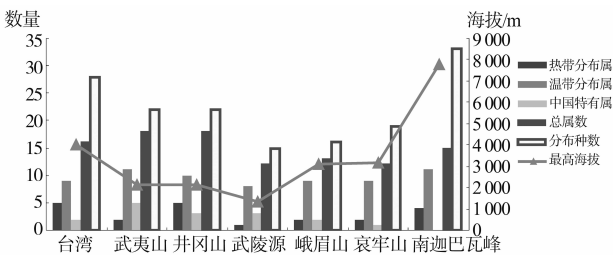


图 6 裸子植物分布与山地海拔的关系

Fig. 6 Relationship between Gymnosperm amounts and elevation

3.2 东西部主要山地裸子植物区系成分的分化规律

图 1 - 图 6, 体现了裸子植物地理成分以温带分布属占优势, 这与该中轴线位于中亚热带, 海拔较高是相符合的。从属级看, 处于中国大陆东部第三级阶梯的武夷山、井冈山, 以及第二、第三级阶梯交界处的张家界, 属的数量较为丰富。而处于第二级阶梯、第一级阶梯的峨眉山、哀牢山和南迦巴瓦峰, 属的类型相对较少。尤其是中国特有属, 在第三级阶梯范围内分布数量明显较多。总体上, 裸

子植物的东西山地分布, 体现了明显的规律性:

1) 台湾山地, 裸子植物 16 属 28 种, 有台东苏铁、台湾油杉、台湾冷杉、台湾黄杉、台湾铁杉、台湾云杉、台湾果松、台湾五针松、台湾杉木、台湾杉、清水圆柏、高山柏、台湾翠柏、红桧、台湾扁柏、兰屿罗汉松、丛花百日青、桃实百日青、长叶竹柏、台湾粗榧、台湾穗花杉等, 其中 21 种是其他几个区都没有分布的, 且很多都是以台湾或台湾地名来命名的, 说明台湾山地的裸子植物具有明显的分化。

2) 武夷山, 裸子植物的种类有 18 属 22 种, 其中江南油杉、水松、短叶罗汉松、宽叶粗榧是其他几个区都没有分布的。另外, 武夷山的中国特有属有 6 属, 是几个主要山地中分布最多的。

3) 井冈山, 裸子植物 18 属 22 种, 其中资源冷杉、长苞铁杉、福建柏是其他几个区没有分布的; 另外, 井冈山的热带分布属有 5 属, 与台湾地区的一样, 是几个山地中分布最多的。

4) 武陵源, 裸子植物的种类有 12 属 15 种, 其中铁坚油杉、武陵松、铺地柏是其他几个区都没有分布的; 另外, 武陵源的热带分布属有 1 属, 是几个山地中分布最少的。

5) 峨眉山, 裸子植物的种类有 13 属 16 种, 其中冷杉、麦吊云杉是该区的主要特征, 其他几个区都没有分布的。

6) 哀牢山, 裸子植物有 12 属 16 种, 其中云南油杉、思茅松、干香柏、红豆杉、云南榧树、买麻藤等 6 种, 是其他几个山地都没有分布的。

7) 南迦巴瓦峰, 裸子植物 15 属 33 种, 属的分布不是特别多, 但种数在 7 个山地中是最多的。其中察隅冷杉、苍山冷杉、长苞冷杉、川滇冷杉、云南黄果冷杉、澜沧黄杉、川西云杉、油麦吊云杉、西藏红杉、怒江红杉、大果红杉、乔松、高山松、西藏柏木、巨柏、香柏、方枝柏、大果圆柏、小子密枝圆柏、西双版纳粗榧、云南红豆杉、中麻黄、丽江麻黄、单子麻黄等 24 种是其他几个山地没有分布的。另外, 属于北温带分布属的种类也特别多, 如冷杉属有 6 种、圆柏属有 5 种等, 本区跨度较大, 与南迦巴瓦峰的高海拔有一定关系。

4 结 论

1) 各山地以温带成分占优势, 与该区域位于中亚热带中高海拔地区是相适应的。

2) 处于中国大陆东部第三级阶梯, 属的类型、多样性程度较高; 而处于第二级阶梯、第一级

阶梯的地区, 属的类型、多样性相对较低。大致表明, 中国大陆从东到西裸子植物属的数量逐渐减少, 尤其是中国特有属主要分布在大陆东部。

3) 台湾山地、武夷山、井冈山、张家界、峨眉山、哀牢山、南迦巴瓦峰, 从东到西分布, 裸子植物地理成分的分布, 受到山地特点、海拔、年均温、平均降水量等生态因子的影响, 呈现出一定的东西变化规律。

参考文献:

- [1] 姚莉, 石金莲, 栾晓峰, 等. 国家重点保护裸子植物的区系组成与分布[J]. 山西农业科学, 2011, 39(4): 327-331.
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第七卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 4-110.
- [3] MUTKE J, BARTHLOTT W. Patterns of vascular plant diversity at continental to global scales [J]. *Biologiske Skrifter*, 2005, 55: 521-531.
- [4] MOLES A T, WEBB C O, ACKERY D D, et al. A brief history of seed size [J]. *Science*, 2005, 307: 576-580.
- [5] 李果, 沈泽昊, 应俊生, 等. 中国裸子植物物种丰富度空间格局与多样性中心[J]. 生物多样性, 2009, 17(3): 272-279.
- [6] 孔祥海. 福建武夷山脉裸子植物区系与地理分布的研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2011, 19(1): 33-39.
- [7] 李新华. 裸子植物的种子是否都是裸露的[J]. 生物学通报, 2005, 40(8): 25-26.
- [8] 田先华. 中国裸子植物的物种多样性[J]. 陕西师范大学继续教育学报(西安), 2002, 19(1): 113-115.
- [9] 黄威廉. 台湾植被类型分类系统[J]. 贵州科学, 2003, 21(1/2): 40-60.
- [10] 廖文波, 金建华, 王伯荪, 等. 海南和台湾蕨类植物多样性及其大陆性特征[J]. 西北植物学报, 2003, 23(7): 1237-1245.
- [11] 刘初钿, 李振基, 何建源. 武夷山自然保护区维管束植物名录[C]//武夷山研究(自然资源卷). 厦门: 厦门大学出版社, 1994: 227-228.
- [12] 福建省林业勘察设计院, 福建武夷山国家级自然保护区总体规划设计书[M], 1986.
- [13] 李凌浩, 何建源, 陈仁华, 等. 武夷山自然保护区自然地理概述[C]//武夷山研究(自然资源卷). 厦门: 厦门大学出版社, 1994: 1-6.
- [14] 黄友儒, 林来官, 张清其. 武夷山自然保护区的植被类型[J]. 武夷科学, 1981, 1(12): 28-46.
- [15] 肖宜安. 井冈山常绿阔叶林特征初探[J]. 井冈山师范学院学报: 自然科学版, 2000, 21(5): 60-72.
- [16] 邓贤兰, 钟金梅, 曾建忠. 井冈山自然保护区木本植物区系分析[J]. 福建林业科技, 2007, 34(4): 113-117.
- [17] 龙婉婉, 邓贤兰, 左传莘. 井冈山自然保护区南方红豆杉群落植物区系分析[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(5): 1840-1842.
- [18] 刘仁林, 唐贇成. 井冈山种子植物区系的研究[J]. 武汉植物学研究, 1995, 13(3): 210-218.
- [19] 吴楚材. 张家界国家森林公园本底旅游资源研究[M]. 北京: 中国旅游出版社, 2008.
- [20] 吴章文. 张家界气候资源的研究[J]. 自然资源, 1993, 3: 55-63.
- [21] 刘起銜. 张家界悬崖的几种特有植物[J]. 湖南林业科技, 1990, 3: 41-43.
- [22] 翟辅东, 熊绍华. 论张家界地貌[J]. 地域研究与开发, 1988, 7(4): 34-37.
- [23] 李振宇, 石雷. 峨眉山植物[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 2007.
- [24] 吴荭, 庄平, 张超, 等. 峨眉山资源植物研究[J]. 资源开发与市场, 2011, 27(04): 347-351.
- [25] 吴荭. 峨眉山野生观赏植物资源初步研究[J]. 资源开发与保护, 1997, 13(3): 125-126.
- [26] 庄平. 峨眉山特有种子植物的初步研究[J]. 生物多样性, 1998, 6(3): 213-219.
- [27] 朱华, 闫丽春. 云南哀牢山种子植物[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2009.
- [28] 邓纯章, 薛敬意, 赵恒康. 哀牢山北段西坡的土壤垂直分布[M] 昆明: 云南科技出版社, 1983: 50-62.
- [29] 倪志诚, 程树志. 西藏南迦巴瓦峰地区维管束植物区系[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1992.
- [30] 卢杰, 唐晓琴. 南迦巴瓦峰地区昆虫及其区系分析[J]. 西藏科技, 2006, 5: 55-60.
- [31] 彭补拙. 南通巴瓦峰地区垂直自然带的初步研究[J]. 山地研究, 1984, 2(3): 182-189.
- [32] 徐慧, 田亚平, 彭补拙. 南迦巴瓦峰地区土地结构及土地资源的合理利用[J]. 山地学报, 2001, 19(5): 392-397.
- [33] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991(增刊IV): 1-139.
- [34] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型的增订和勘误[J]. 云南植物研究, 1993(增刊IV): 141-178.