

阿尔泰山南坡种子植物区系特点分析

曹秋梅¹, 尹林克^{2*}, 陈艳锋^{2,3}, 杨美琳^{2,3}, 杨更强^{2,3}

(1 新疆农业大学, 乌鲁木齐 830052; 2 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011; 3 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 阿尔泰山脉地处亚洲中部, 斜跨中国、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦四国国境, 生态环境良好, 植物资源丰富。本文在查阅文献资料的基础上, 结合野外实地调查, 比较了中国新疆、俄罗斯、蒙古及哈萨克斯坦阿尔泰山野生种子植物的种类、组成及其分布区类型的差异, 分析了四地阿尔泰山野生种子植物的相似性与差异性。结果显示: (1) 四地阿尔泰山野生种子植物资源丰富, 按丰富度大小依次为: 俄罗斯阿尔泰山 > 蒙古阿尔泰山 > 中国新疆阿尔泰山 > 哈萨克斯坦阿尔泰山。(2) 含 1 种和 2~10 种的科和属在四地阿尔泰山的科和属种都具有绝对优势。(3) 四地阿尔泰山种子植物科的分布区类型均以世界分布型和北温带分布型为主; 在属级水平上, 以北温带分布型、旧世界温带分布型、世界分布型和地中海、西亚至中亚分布型为主。(4) 四地阿尔泰山种子植物科和属的相似性系数都超过了 50%, 说明四地阿尔泰山的亲缘关系密切。研究表明, 四地阿尔泰山种子植物区系存在一定的差异, 中国新疆阿尔泰山对整个阿尔泰山的各个植物区系的接触、混合和特化起桥梁作用。

关键词: 阿尔泰山; 植物区系; 分布区类型; 相似性分析

中图分类号: Q948.5 文献标志码: A

Analysis on Characteristics of Flora in South Slope of Altai Mountain

CAO Qiumei¹, YIN Linke^{2*}, CHEN Yanfeng^{2,3}, YANG Meilin^{2,3}, YANG Gengqiang^{2,3}

(1 Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; 2 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Xinjiang, Urumqi 830011, China; 3 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The Altai Mountain is situated in the heart of Asia on the state borders between China, Russia Federation, Mongolia, Kazakhstan and has good ecological environment and rich in plant resources. Based on consulting of specimen and filed investigation, the difference in species, composition and areal types of seed plants of China Xinjiang Altai Mountain, Russia Altai Mountain, Mongolia Altai Mountains and Kazakhstan Altai Mountains were compared and similarity of seed plants among four regions was analyzed. Results showed that: (1) The resources of wild seed plant are rich in the four Altai Mountain. Descending by the richness in turn: Russia Altai Mountains > Mongolia Altai Mountains > China Xinjiang Altai Mountains > Kazakhstan Altai Mountains. (2) Family and genus containing 1 and 2—10 species predominate at family and genus level in the four places. (3) The areal type of family of seed plants in four Altai Mountain is mainly Cosmopolitan and N. Temp. types, and at the genus level it is mainly N. Temp. Types, Cosmopolitan, OW Temp., Medit., W. As. to C. As. Types. (4) Similarity coefficient of seed flora in four Altai Mountain regions at family and genus levels is more than 50%, which meant the high similarity of seed plant flora between each other. It is suggested that there are difference in the four places of Altai Mountain. The Altai Mountain of China Xinjiang as a bridge for the all flora contacts, mix and serve.

Key words: Altai Mountain; flora; areal type; similarity analysis

收稿日期: 2015-01-14; 修改稿收到日期: 2015-05-27

基金项目: 阿尔泰山两河源生物多样性现状科学考察

作者简介: 曹秋梅(1989—), 女, 硕士, 主要从事植物生态学研究。E-mail: cao1234020159@163.com

* 通信作者: 尹林克, 研究员, 主要从事荒漠植物保护生态学研究。E-mail: yinlk@ms.xjb.ac.cn

植物区系是指某一地区或分类单元所有植物的总和。它是植物界在一定历史自然环境中长期发展演化而成的结果,也是自然地理环境变迁的重要佐证和依据^[1]。不同地区由于自然地理环境的异质性,植物区系也有明显区别^[2-8]。山区由于地质地貌复杂多变,海拔高度变化大而引起气候分异,从而导致各山系的植物区系差异较大^[9-12]。对不同地区植物区系的相似性和差异性进行研究,不仅可以深入认识区域古地理环境演变和现代地理环境特征,并且能够揭示物种的古老性、复杂性、独特性和多样性^[13-16]。

阿尔泰山横亘亚洲中部,斜跨俄罗斯、哈萨克斯坦、中国和蒙古四国。呈西北—东南走向,长约 2 000 km,南北宽 250~350 km,平均海拔 1 500~3 000 m。阿尔泰山是西西伯利亚生物地理区的主要山脉,是亚洲北部和中亚部分地区最重要的动植物起源地、生物多样性中心和生态系统的起源中心^[17]。中国新疆阿尔泰山处于阿尔泰山南坡,是西伯利亚、泛北极、欧亚、北极—高山和蒙古等多种生物区系成分的唯一交汇区。特殊的植被类型与植物地理区系组成和完整的植被垂直带,具有重要的科研价值和保护价值。不少学者对阿尔泰山不同片区的植物区系进行了深入的研究^[18-21],然而对阿尔泰山不同片区植物区系之间的关系尚无较系统的研究。笔者对中国新疆阿尔泰山、蒙古阿尔泰山、俄罗斯阿尔泰山以及哈萨克斯坦阿尔泰山植物区系的组成及其地理成分等进行了系统比较,分析了四地阿尔泰山植物相似性,以期为中国新疆阿尔泰山生物多样性的全球价值的评估提供理论依据。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

本文所研究的中国新疆阿尔泰山(45°~49°N, 86°~94°E)处于阿尔泰山的中段南坡,西起中国与哈萨克斯坦边境,东部延伸至新疆木垒县与蒙古接壤,北部连俄罗斯,南抵北塔山。全长约 750 km,平均宽度 60~140 km,东部余脉宽约 20 km。中国新疆阿尔泰山自西北向东南斜跨了 8 县 1 市:吉木乃县、哈巴河县、布尔津县、阿勒泰市、福海县、富蕴县、青河县、奇台县、木垒县。受北冰洋、大西洋冷湿气候和西伯利亚—蒙古高压干燥反气旋的双重影响,中国新疆阿尔泰山具有明显的大陆性气候特征,年平均气温为-0.2℃,极端最高和极端最低气温分别为 33.3℃和-51.5℃,最热 7 月和最冷 1 月

平均气温分别为 15.9℃和-16.0℃。中国新疆阿尔泰山是新疆的多雨中心,降水量随海拔升高而增加,同时随山体的走势降水从北向南,从西向东逐渐减少,并且垂直地带性分布特征明显,低山带为 200~300 mm,中山带 300~600 mm,高山带 600~1 000 mm。中国新疆阿尔泰山土壤类型、性状及土壤的垂直带结构等方面在中国新疆山地土壤中均具有代表性,土壤垂直带谱结构最为完整。海拔从低到高依次分布有山麓平原棕钙土—山地棕钙土—山地栗钙土—草甸沼泽土—山地黑钙土—山地棕色针叶林土—亚高山草甸土—高山草甸土—山地冰沼土和高山原始土壤。本区自然条件复杂,水热条件差异大,加之复杂的地形地貌特征,为多种野生植物的生存和繁殖创造了良好的条件。

1.2 研究方法

1.2.1 数据来源 数据来源主要包括两个方面,一是根据 2012~2014 年在中国新疆阿尔泰山进行植物资源和植被调查资料,二是对前人文献资料的收集。文献资料包括:(1)新疆植物志、苏联植物志、蒙古植物志、哈萨克斯坦植物志;(2)四地的科学考察和相关学术期刊、论文中对中国新疆、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山植物群落描述和样方调查资料^[22-31]。

1.2.2 植物名录的建立 将野外调查和相关文献资料相结合,并根据植物拉丁名、中文名以及采集标本信息等相关数据,核实物种接受名及异名,去掉同种异名的名称,建立中国新疆、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山植物名录。

1.2.3 分布区类型划分 科的分布区类型根据吴征镒的《中国被子植物科属综述》、《世界种子植物科的分布区类型系统》及其修订确定。

属的分布区类型根据王荷生的《植物区系地理》、《中国种子植物区系地理》、《中国种子植物属的分布区类型》等文献确定^[32-34]。

1.2.4 相似性系数计算 四地植物区系的相似程度依据 Czechanowski 1913 年提出的公式计算 $Sc = [2C / (A + B)] \times 100\%$,式中的 C 为两地共有科、共有属或共有种的数量, A 为甲地植物科(属、种)的数目, B 为乙地植物科(属、种)的数目。

2 结果与分析

2.1 植物种类组成分析

2.1.1 四地阿尔泰山植物区系的物种丰富度比较 由图 1 可知,中国新疆阿尔泰山有维管束植物

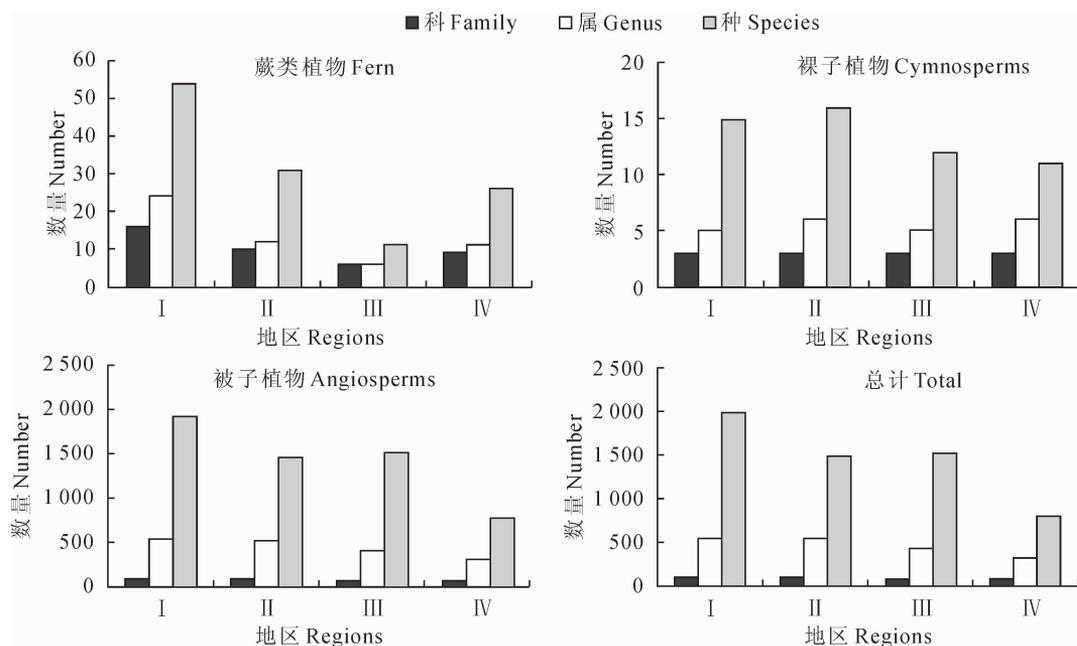


图1 四地阿尔泰山维管束植物的组成

I. 俄罗斯; II. 中国新疆; III. 蒙古; IV. 哈萨克斯坦

Fig. 1 The composition of vascular plants of Altai Mountain in four places

I. Russia; II. China Xinjiang; III. Mongolia; IV. Kazakhstan

105科、530属、1494种；俄罗斯阿尔泰山共有维管束植物115科、557属、1990种；蒙古阿尔泰山共有维管束植物87科、427属、1530种；哈萨克斯坦阿尔泰山共有维管束植物79科、324属、805种。由此可以看出四地的野生植物资源丰富，按丰富度降序排序依次为俄罗斯、蒙古、中国新疆、哈萨克斯坦阿尔泰山。中国新疆、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦四地阿尔泰山的蕨类植物均较少，分别占四地维管束植物总数的2.08%、2.71%、0.72%、3.22%；四地的裸子植物均较匮乏，分别占四地维管束植物总数的0.11%、0.75%、0.78%、1.37%。四地的被子植物均占当地维管束植物总数的90%以上，被子植物在四地均占有绝对的优势。

2.1.2 四地种子植物科的组成分析 从科级大小统计结果(表1)来看,含2~10种的科在中国新疆、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山野生种子植物中最多,分别为48、49、38、40,占四地种子植物总科数的50.5%、49.0%、46.9%、54.8%;含1种的科位居第二,分别为21、20、20、15,占总科数的22.1%、20.0%、24.7%、20.6%。含11~20种的科数在中国新疆阿尔泰山位居第三,而在俄罗斯和哈萨克斯坦阿尔泰山位居第四,在蒙古阿尔泰山却最少,仅占总科数的4.9%。含21~50种的科,在中国新疆、俄罗斯阿尔泰山中最少,仅占总科数的5.3%和

6.0%;而在蒙古和哈萨克斯坦阿尔泰山明显增多,占总科数的12.4%和13.7%。含50种以上的大科在四地阿尔泰山科的组成中均占有一定比例。由此可以看出四地植物区系均以含2~10种的科占优势,而在四地种子植物科中各类别的数量和其百分率均有一定差异。

四地阿尔泰山野生种子植物的优势科组成具有一定的相似性(表2)。其中菊科(Asteraceae)、禾本科(Gramineae)、豆科(Fabacea)等10个科为四地共有优势科。优势科所包含的属、种数分别占四地总属、种数的62.7%、63.3%、70.3%、58.0%和51.4%、68.3%、74.1%、68.3%。表明四地野生种子植物区系的种类均仅集中在少数较大的科中,区系的优势现象均十分明显。与中国新疆阿尔泰山相比,玄参科在其俄罗斯和蒙古阿尔泰山植物区系中的作用减弱,而伞形科和百合科、杨柳科、龙胆科在俄罗斯、蒙古和哈萨克斯坦植物区系中的作用却增强。充分显示出了四地野生种子植物优势科的组成存在差异。各优势科所含的属数、种数在四地野生种子植物区系中也显示出了差异性,四地阿尔泰山各优势科所包含的属数和种数按俄罗斯、中国新疆、蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山的顺序依次递减,更进一步表明了4个区域野生种子植物区系的差异性。

2.1.3 四地种子植物属的组成分析 表3显示,在

属级水平上,含 1 种的属在中国新疆、蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山野生植物属中占绝对优势,分别占总属数的 52.0%、48.5% 和 50.3%;而俄罗斯阿尔泰山以含 2~10 种的属占绝对优势,占总属数 49.3%。在四地阿尔泰山种子植物属中与 10 种以下的属相比而言,含 11~20 种的属次之;含 21~50 种的属相对不发达,含 50 种以上的属仅偶见于俄罗斯和蒙古阿尔泰山。这表明四地阿尔泰山种子植物属的分化较大,含 10 种及 10 种以下的中小属非常丰富;含 11~20 属和含 20 种以上的大属较少,却十分发达,占有较多的种。

2.2 地理成分分析

2.2.1 四地植物科的分布区类型分析

从表 4 可以看出,中国新疆、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山野生种子植物科的地理分布可分别划分为 6、6、6、5 个分布区类型和 7、6、5、4 个变型;其中世界分布的科在中国新疆、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山(53 科、57 科、47 科、44 科)最多,其次是北温带分布型(22 科、24 科、20 科、18 科, 52.4%、55.8.0%、58.9%、62.0%)和泛热带分布型(12 科、13 科、9 科、8 科, 28.6%、30.2%、26.5%、27.6%),旧世界热带分布、东亚和北美间断分布、旧世界温带分布和地中海、西亚至中亚分布的科在四地阿尔泰山也有一定比例。综上可知,从科的分布类型来看,新疆阿尔泰山的最丰富,其次是俄罗斯和蒙古阿尔泰山,哈萨克斯坦阿尔泰山的最少。四地阿尔泰山野生种子植物区系中世界分布型占有主要地位,充分体现了四地植物区系是泛北极植物区系的组成部分,具有相似的区系形成和演变过程。其次北温带分布型的科也占有一定较大的比例,说明四地阿尔泰山植物区系均属于温带性质。

2.2.2 四地植物属的分布区类型分析

表 5 显示,在属级水平上,中国新疆、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山野生种子植物分别可划分为 12、12、10、9 个分布区类型和 19、19、18、17 个变型。由此看出中国新疆、俄罗斯阿尔泰山的种子植物属的分布类型最丰富。

中国新疆、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦四地阿尔泰山野生植物属区系成分以北温带分布型为主(205 属, 45.5%; 226 属, 48.6%; 168 属, 45.4%; 145 属, 55.6%)。北温带分布型属在哈萨克斯坦阿尔泰山种子植物区系中的比重高于中国新疆、俄罗斯、蒙古的。其次旧世界温带分布型属在四地阿尔泰山也占有很大比例(新疆 103 属, 22.8%; 俄罗斯 107 属,

23.0%; 蒙古 79 属, 21.3%; 哈萨克斯坦 66 属, 25.2%)。世界分布型在四地阿尔泰山属的分布区类型中也占有一定地位(新疆 66 属; 俄罗斯 69 属; 蒙古 51 属; 哈萨克斯坦 51 属)。地中海、西亚至中亚分布型属在四地阿尔泰山所有属的分布类型中所占比重位居第三(65 属, 14.4%; 56 属, 12.0%; 44 属, 11.9%; 22 属, 8.4%)。地中海、西亚至中亚分布型属在中国新疆阿尔泰山种子植物区系中的比重高于俄罗斯、蒙古和哈萨克斯坦的。在中亚分布类型中,中国新疆、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山表现出了较大差异(6.2%、3.5%、7.0%、1.9%)。在温带亚洲分布类型中,四地也表现出了较大差异(5.1%、6.0%、9.5%、3.5%)。同时泛热带分布型、热带非洲和大洋洲间断分布型、旧世界热带分布型、热带亚洲分布型、东亚和北美间断分布型、东亚分布型属在四地阿尔泰山种子植物区系中也占有一定的比例,但是所占比例均较小。

通过上述科、属的地理成分分布类型的分析可知:四地阿尔泰山植物区系种类丰富,但分布不均、且区域差异较大。中国新疆阿尔泰山在科和属的水平上其地理分布区类型都最丰富,其与地中海、西亚至中亚分布型的交流明显多于其他三地阿尔泰山的,其与温带亚洲分布型、中亚分布型的交流多于俄罗斯和哈萨克斯坦的而低于其蒙古的。这充分反映了阿尔泰山野生种子植物区系由西北向东南欧洲—西伯利亚成分减少,一些温带亚洲成分和中亚成分逐渐增多。中国新疆阿尔泰山是阿尔泰山多种区系成分汇集、混杂和过渡的区域。

2.3 植物区系相似性分析

2.3.1 四地植物科的相似性

中国新疆阿尔泰山与俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山共有野生种子植物 86 科、76 科和 73 科,因此中国新疆阿尔泰山与这三地阿尔泰山野生种子植物区系科的相似性系数分别为 88.2%、86.4% 和 86.9%。俄罗斯阿尔泰山与蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山共有 77 科和 72 科,三地植物区系科的相似性系数为 85.1% 和 83.2%。蒙古和哈萨克斯坦阿尔泰山共有 63 科,两地植物区系科的相似系数为 81.8%。表明在科级水平上,四地阿尔泰山野生种子植物区系关系密切。中国新疆阿尔泰山与其他三地阿尔泰山野生种子植物区系的关系比其两两之间的要密切。可见中国新疆阿尔泰山对阿尔泰山各坡间植物区系的交流、混合和特化具有重要的作用。

2.3.2 四地植物属的相似性

中国新疆阿尔泰山

表 1 四地阿尔泰山种子植物科的数量特征
Table 1 Quantitative characteristics of families of seed plants in four places of Altai Mountain

科分级 Family grade	中国新疆阿尔泰山 China Xinjiang Altai Mountain			俄罗斯阿尔泰山 Russia Altai Mountain			蒙古阿尔泰山 Mongolia Altai Mountain			哈萨克斯坦阿尔泰山 Kazakhstan Altai Mountain		
	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage
含 1 种的科 Family containing 1 species	21	22.1	20	20.0	20	24.7	15	20.6				
含 2~10 种的科 Family containing 2-10 species	48	50.5	49	49.0	38	46.9	40	54.8				
含 11~20 种的科 Family containing 10-20 species	11	11.6	12	12.0	4	4.9	6	8.2				
含 21~50 种的科 Family containing 21-50 species	5	5.3	6	6.0	10	12.4	10	13.7				
含 50 种以上的科 Family containing more than 50 species	10	10.5	13	13.0	9	11.1	2	2.7				
合计 Total	95	100.0	100	100.0	81	100.0	73	100.0				

表 2 四地阿尔泰山种子植物优势科的比较
Table 2 Comparison of dominant families of seed plants in four places of Altai Mountain

科 Family	中国新疆阿尔泰山 China Xinjiang Altai Mountain			俄罗斯阿尔泰山 Russia Altai Mountain			蒙古阿尔泰山 Mongolia Altai Mountain			哈萨克斯坦阿尔泰山 Kazakhstan Altai Mountain		
	属数 Genus number	种数 Species number	科 Family	属数 Genus number	种数 Species number	科 Family	属数 Genus number	种数 Species number	科 Family	属数 Genus number	种数 Species number	
菊科 Asteraceae	65	162	菊科 Asteraceae	60	244	菊科 Asteraceae	51	237	菊科 Asteraceae	40	109	
禾本科 Gramineae	45	127	豆科 Fabaceae	22	182	豆科 Fabaceae	14	163	禾本科 Gramineae	32	86	
豆科 Fabaceae	23	106	禾本科 Gramineae	43	172	禾本科 Gramineae	39	152	石竹科 Caryophyllaceae	12	49	
石竹科 Caryophyllaceae	16	70	十字花科 Brassicaceae	46	111	十字花科 Brassicaceae	46	93	豆科 Fabaceae	11	44	
唇形科 Lamiaceae	21	70	莎草科 Cyperaceae	7	94	蔷薇科 Rosaceae	14	64	莎草科 Cyperaceae	5	34	
毛茛科 Ranunculaceae	19	69	毛茛科 Ranunculaceae	19	83	毛茛科 Ranunculaceae	19	62	唇形科 Lamiaceae	16	32	
十字花科 Brassicaceae	37	66	石竹科 Caryophyllaceae	18	80	石竹科 Caryophyllaceae	17	58	蔷薇科 Rosaceae	17	30	
莎草科 Cyperaceae	10	66	蔷薇科 Rosaceae	21	75	玄参科 Scrophulariaceae	11	57	蓼科 Polygonaceae	7	29	
藜科 Chenopodiaceae	29	61	唇形科 Lamiaceae	26	65	莎草科 Cyperaceae	7	56	毛茛科 Ranunculaceae	12	27	
蔷薇科 Rosaceae	19	56	藜科 Chenopodiaceae	17	60	唇形科 Lamiaceae	21	50	杨柳科 Salicaceae	2	27	
玄参科 Scrophulariaceae	11	50	伞形科 Umbelliferae	30	54	伞形科 Umbelliferae	26	46	百合科 Liliaceae	9	25	
紫草科 Boraginaceae	22	49	蓼科 Polygonaceae	9	52	藜科 Chenopodiaceae	19	44	龙胆科 Gentianaceae	7	22	
蓼科 Polygonaceae	7	44	紫草科 Boraginaceae	20	51	蓼科 Polygonaceae	12	35	紫草科 Boraginaceae	11	18	

表 3 四地阿尔泰山种子植物属的数量特征
Table 3 Quantitative characteristics of genera of seed plants in four places of Altai Mountain

属分级 Genus grade	中国新疆阿尔泰山 China Xinjiang Altai Mountain		俄罗斯阿尔泰山 Russia Altai Mountain		蒙古阿尔泰山 Mongolia Altai Mountain		哈萨克斯坦阿尔泰山 Kazakhstan Altai Mountain	
	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage
含 1 种的属 Genus containing 1 species	268	52.0	240	45.1	204	48.5	157	50.3
含 2~10 种的属 Genus containing 2-10 species	228	43.9	265	49.3	192	45.6	146	46.8
含 11~20 种的属 Genus containing 10-20 species	16	3.1	20	3.7	14	3.3	7	2.2
含 21~50 种的属 Genus containing 21-50 species	5	1.0	7	1.3	9	2.1	2	0.7
含 50 种以上的属 Genus containing more than 50 species	0	0	3	0.6	2	0.5	0	0
合计 Total	517	100	534	100.0	421	100.0	312	100.0

表 4 四地阿尔泰山野生种子植物科的分布区类型对比
Table 4 Comparison on areal types of families of seed plants in four places of Altai Mountain

分布区类型 Areal type	中国新疆阿尔泰山 China Xinjiang Altai Mountain		俄罗斯阿尔泰山 Russia Altai Mountain		蒙古阿尔泰山 Mongolia Altai Mountain		哈萨克斯坦阿尔泰山 Kazakhstan Altai Mountain	
	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage
1. 世界分布 Cosmopolitan	53	—	57	—	47	—	44	—
2. 泛热带分布 Pantropic	11	28.6	12	30.2	8	26.5	7	27.6
2-2. 热带亚洲、非洲和南至南美洲间断 Trop. As., Afr. & Cto S. Amer. Disjuncted	1		1		1		1	
4. 旧世界热带分布 OW Trop	1	2.4	1	2.3	1	2.9	1	3.5
8. 北温带分布 N. Temp.	10	52.4	10	55.8	8	58.9	9	62.0
8-1. 环极(环北极) Circumpolar(Circumarctic)	1		2		1		1	
8-4. 北温带和南温带间断(泛温带) N. Temp. & S. Temp. Disjuncted	11		12		11		8	
9. 东亚和北美间断分布 E. As. & N. Amer. Disjuncted	1	2.4	0	0	0	0	0	0
10. 旧世界温带分布 OW Temp.	2	7.1	1	4.7	1	2.9	1	6.9
10-3. 欧亚和南部非洲间断 Eurasia & S. Afr. Disjuncted	1		1		0		1	
12. 地中海、西亚至中亚分布 Medit., W. As. to C. As.	0	7.1	1	7.0	1	8.8	0	0
12-1. 地中海至中亚和南部非洲、大洋洲间断 Medit. to C. As & S. Afr., Australia Disjuncted	1		0		0		0	
12-2. 地中海至中亚和墨西哥至美国南部间断 Medit. to C. As & Mexico to S. US Disjuncted	1		1		1		0	
12-3. 地中海至温带—热带亚洲、大洋洲和南美洲间断 Medit. to Temp.-Trop. As., Australia & S. Amer. Disjuncted	1		1		1		0	
合计 Total	95	100.0	100	100.0	81	100.0	73	100.0

表 5 四地阿尔泰山野生种子植物属的分布区类型对比

Table 5 Comparison on areal types of genera of seed plants in four places of Altai Mountain

分布区类型 Areal type	中国新疆阿尔泰山 China Xinjiang Altai Mountain		俄罗斯阿尔泰山 Russia Altai Mountain		蒙古阿尔泰山 Mongolia Altai Mountain		哈萨克斯坦阿尔泰山 Kazakhstan Altai Mountain	
	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage
1. 世界分布 Cosmopolitan	66	—	69	—	51	—	51	—
2. 泛热带分布 Pantropic	11	2.7	9	2.2	5	1.4	6	2.7
2-1. 热带亚洲、大洋洲和至南美洲间断 Trop. As., Australia & C. to S. Amer. Disjuncted	1		0		0		1	
2-2. 热带亚洲、非洲和至南美洲间断 Trop. As., Afr. & C to S. Amer. Disjuncted	0		1		0		0	
3. 热带非洲和热带美洲间断分布 Trop. As. & Trop. Amer. Disjuncted	1	0.2	2	0.4	1	0.3	0	0
4. 旧世界热带分布 OW Trop.	3	0.9	2	0.7	2	0.8	2	1.2
4-1. 热带亚洲、非洲和大洋洲间断 Trop. As., Afr. & Australia Disjuncted	1		1		1		1	
7. 热带亚洲分布 Trop. As.	1	0.2	1	0.2	0	0.3	0	0.4
7-4. 越南至华南 Vietnam to S. China	0		0		1		1	
8. 北温带分布 N. Temp.	84	45.5	103	48.6	63	45.4	54	55.6
8-1. 环极(环北极) Circumpolar(Circumarectic)	3		2		2		3	
8-2. 北极—高山 Arctic-alpine	12		12		8		8	
8-3. 北极至阿尔泰山和北美洲间断 Arctic to Altai & N. Amer. Disjuncted	0		1		1		0	
8-4. 北温带和南温带间断(泛温带) N. Temp. & S. Temp. Disjuncted	93		94		81		69	
8-5. 欧亚和温带南美洲间断 Eurasia & Temp. S. Amer. Disjuncted	13		14		13		11	
9. 东亚和北美间断分布 E. As. & N. Amer. Disjuncted	6	1.3	13	3.0	6	1.6	2	0.8
9-1. 东亚和墨西哥美洲间断分布 E. As. & Mexico or C. Amer. W. I. Disjuncted	0		1		0		0	
10. 旧世界温带分布 OW Temp.	77	22.8	78	23.0	61	21.4	49	24.1
10-1. 地中海、西亚和东亚间断分布 Medit. W. As. & E. Asia Disjuncted	6		8		4		5	
10-2. 地中海和喜马拉雅间断 Medit. & Himal. Disjuncted	4		5		4		1	
10-3. 欧亚和南部非洲间断 Eurasia & Afr. Disjuncted	16		16		10		11	

续表 5 Continued Table 5

分布区类型 Areal type	中国新疆阿尔泰山 China Xinjiang Altai Mountain		俄罗斯阿尔泰山 Russia Altai Mountain		蒙古阿尔泰山 Mongolia Altai Mountain		哈萨克斯坦阿尔泰山 Kazakhstan Altai Mountain	
	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage	数量 Number	百分率/% Percentage
11. 温带亚洲分布 Temp. As.	23	5.1	28	6.0	35	9.5	9	3.5
12. 地中海、西亚至中亚分布 Medit., W. As. to C. As.	56	14.4	44	12.0	32	11.9	16	8.4
12-1. 地中海至中亚和南部非洲、大洋洲间断 Medit. to C. As. & S. Afr., Australia Disjuncted	4		5		6		2	
12-2. 地中海至中亚和墨西哥至美国南部间断 Medit. to C. As. & Mexico to S. US Disjuncted	1		1		1		1	
12-3. 地中海至温带—热带亚洲、大洋洲和南美洲间断 Medit. to Temp.-Trop. As., Australia & S. Amer. Disjuncted	1		3		3		1	
12-5. 地中海至北非、中亚、北美西南、南部非洲、智利和大洋洲间断 Medit. to N. Afr., C. As., SW. N. Amer., S. Afr., Chile and Australia Disjuncted	2		2		1		1	
12-6. 地中海至中亚、热带非洲、华北和华东、金沙江河谷间断 Medit. to C. As., Trop. Afr., N. & E. China, Jinshajiang River Valley Disjuncted	1		1		1		1	
13. 中亚分布 C. As.	17	6.2	9	3.4	12	7.0	4	1.9
13-1. 中亚东部 E. C. As.	6		2		11		1	
13-2 中亚至喜马拉雅和华西南 C. As. To Himal. & SW. China	4		4		3		0	
13-3. 西亚至喜马拉雅和西藏 W. As. to W. Himal. & Tibet	1		0		0		0	
13-4. 中亚至喜马拉雅—阿尔泰山和太平洋北美间断 C. As. To Himal. - Altai & Pacific N. Amer. Disjuncted	0		1		0		0	
14 东亚分布 E. As.	1	0.9	2	0.4	0	0.5	0	0.3
14. (SH). 中国—喜马拉雅 Sino-Himal.	1		0				0	
14. (SJ). 中国—日本 Sino-Japan	2		0		2		1	
合计 Total	517	100.0	534	100.0	421	100.0	312	100.0

与俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山共有野生种子植物 413 属、330 属和 263 属,因此中国新疆阿尔泰山与这三地阿尔泰山野生植物属的相似性系数分别为 78.6%、70.4%和 63.5%。俄罗斯阿尔泰山与蒙古、哈萨克斯坦阿尔泰山共有 327 和 250 属,其三地属的相似性系数为 68.5%和 59.1%。蒙古和哈萨克阿尔泰山斯坦共有 206 属,两地属的相似性系数为 56.2%。在属级水平上,四地表现出了密切的亲缘关系。然而各地之间亲缘关系的远近存在差异,中国新疆阿尔泰山与其另外三地阿尔泰山野生种子植物区系属的关系比两两之间的要密切;且中国新疆阿与俄罗斯阿尔泰山属之间的密切度最高;蒙古与哈萨克斯坦阿尔泰山属之间的密切度在四地之间最低。这充分证明了中国新疆阿尔泰山在阿尔泰山各植物区系之间起着桥梁作用。

3 结论与讨论

四地阿尔泰山由于所处经纬度不同,从而导致四地的气温、日照、热量、降雨量等存在显著差异。加之四地阿尔泰山各山的地貌类型多变、地形高差显著,形成了多变的局部小气候。四地阿尔泰山野生种子植物受自然地理环境异质性的影响,植物的种类及其组成、植被类型及其分布特征以及区系特征均表出了明显差异。

1) 四地阿尔泰山的野生种子植物资源丰富。按丰富度降序排序依次为:俄罗斯、蒙古、中国新疆、哈萨克斯坦阿尔泰山。阿尔泰山位于世界自然基金会全球 200 生态区中的“阿尔泰—萨彦山地森林”生态区。其中俄罗斯占其面积的 62%,蒙古占 29%,哈萨克斯坦占 5%,中国新疆阿尔泰山占 4%。因此造成四地植物野生种子植物丰富度的差异的主要原因是四地阿尔泰山的面积不同。加之 20 世纪初,中国新疆阿尔泰山的无序开发和大力发展旅游业,当地的生物多样性遭到严重破坏;而蒙古阿尔泰山多处于军事边境区,仅有一些部落分布于此,当地的山地景观

受人干扰较小仍保持原生态,哈萨克斯坦则由于其干旱的气候限制了许多西伯利亚成分在该区域的生存。

2) 含 10 种以下的科和属均在四地阿尔泰山占有绝对优势。由于阿尔泰山特殊的地貌地形、土壤以及气候条件的高度异质性导致了四地阿尔泰山单种和寡种科、属的优势现象。且四地阿尔泰山植物科属的组成在数量和种类上存在差异。

3) 从科、属的地理成分分析上来看:四地阿尔泰山植物科均以世界分布为主,其次是北温带分布。而四地植物属均以北温带分布类型为主,其次是旧世界分布型。从科的分布区类型到属的分布区类型,四地阿尔泰山的温带成分均升高。旧世界温带分布、地中海、西亚至中亚分布、温带亚洲分布、中亚分布和东亚分布也在四地植物区系中占有一定比例。充分体现了四地植物区系的多域性。而各科属的分布类型在四地阿尔泰山中所占比例存在差异。新疆阿尔泰山在科和属的水平上其地理分布区类型都最丰富,是阿尔泰山多种区系成分汇集、混杂和过渡的区域。这是由中国新疆阿尔泰山特殊的地理位置和独特气候环境同步作用导致的结果。

4) 尽管四地阿尔泰山处于不同的国家,地理位置相距较远,但四地阿尔泰山的野生种子植物区系科属的组成及其分布类型上都表现出了很大的相似性。在科和属级水平上,四地阿尔泰山植物区系之间的相似性系数都超过了 50%,表明了四地阿尔泰山野生种子植物之间的亲缘关系较大。各区域虽然处于阿尔泰山的不同坡段,然而在阿尔泰山整体的大背景下,共同处于古北界的阿尔泰山地生物地理省,植物在后期的演化过程中受不同地理环境的异质性影响逐渐分化出了相应的植被。中国新疆阿尔泰山与其另外三个坡野生种子植物区系科、属的关系比其它三个坡两两之间的要密切,充分证明了中国新疆阿尔泰山对整个阿尔泰山各植物区系的交流与特化起促进作用。

参考文献:

- [1] 王荷生. 植物区系地理 [M]. 北京:科学出版社,1992. 2—15.
- [2] DING SH Y(丁圣彦), LU X L(卢训令). Comparison of plant flora of Funiu Mountain and Jigong Mountain Natural Reserves [J]. *Geographical Research* (地理研究), 2006, **25**(1): 62—70(in Chinese).
- [3] ZHANG X J(张学杰), LI F C(李法曾). Flora study of Halophytes in China [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica* (西北植物学报), 2001, **21**(2): 360—367(in Chinese).
- [4] DONG D P(董东平). Comparison of plant flora of Song Mountain and Jigong Mountain Natural Reserve in Henan Province [J]. *Journal of*

- Wuhan Botanical Research* (武汉植物学研究), 2008, **26**(1): 47—52(in Chinese).
- [5] LI R(李 嵘), JI Y H(纪运恒), *et al.* A comparative floristic study on the seed plants of the east side and the west side of the Northern Gaoligong Mts. in Northwestern Yunnan, China [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), 2008, **30**(2): 129—138(in Chinese).
- [6] LI S F(李思锋), WANG Y CH(王宇超), LI B(黎 斌). Characteristics of the seed plants flora in Qinling Mountains and its relationship with floras in other mountains [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica* (西北植物学报), 2014, **34**(11): 2 346—2 353(in Chinese).
- [7] 徐远杰. 典型喀斯特地区木本植物区系比较研究[D]. 昆明: 西南林学院, 2007.
- [8] ZHU L T(朱立涛), YU W G(于文光), WANG SH E(王善娥), *et al.* A comparison of the floras of Qian Mountain and adjacent mountains [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany* (热带亚热带植物学报), 2007, **15**(1): 77—81(in Chinese).
- [9] 岳秀贤. 蒙古高原种子植物区系研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2011.
- [10] CHEN W L(陈文俐), YANG CH Y(杨昌友). A floristic study on the seed plant in Mts. Altai of China [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), 2000, **22**(4): 371—378(in Chinese).
- [11] PANG X L(潘晓玲). Floristic analysis of seed plant genera in Xinjiang [J]. *Bulletin of Botanical Research* (植物研究), 1999, **19**(3): 249—258(in Chinese).
- [12] CHUI D F(崔大方), LIAO W B(廖文波), ZHANG H D(张宏达). Analysis of the floristic geographical elements of the Xinjiang's spermatophytic flora [J]. *Arid Land Geography* (干旱区地理), 2000, **22**(4): 326—330(in Chinese).
- [13] 陈 勇. 西双版纳和铜壁关自然保护区龙脑香林种子植物区系学比较研究 [D]. 昆明: 西南林业大学, 2010.
- [14] MA K P(马克平), GAO X M(高贤明), YU SH L(于顺利). On the characteristics of the flora of Dongling Mountain area and its relationship with a number of other mountains flora in China [J]. *Bulletin of Botanical Research* (植物研究), 1995, **15**(4): 501—515(in Chinese).
- [15] REN J(任 珺), TAO L(陶 玲). Quantitative analysis of similarity of Chinese desert plant floras [J]. *Journal of Deser Tresearch* (中国沙漠), 2003, **23**(3): 289—294(in Chinese).
- [16] ZHAO X H(赵杏花), LAN D M(蓝登明), ZUO H J(左合君), *et al.* Flora composition and characteristics of Wula Mountain in Yin Mountains [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica* (西北植物学报), 2012, **32**(6): 1 245—1 253(in Chinese).
- [17] OLONOVA M V, ZHANG D Y, DUAN S M, *et al.* Rare and endangered plant species of the Chinese Altai Mountains [J]. *Journal of Arid Land*, 2010, **2**(3): 222—230.
- [18] NEUFFER B, OYUNTSETSE B, SCHAMSRAN Z, *et al.* Contribution to the knowledge of the Flora of the Mongolian Altai [J]. *Feddes Repertorium*, 2003, **114**(5/6): 358—371.
- [19] GERMAN D, NEUFFER B, FRIESEN N, *et al.* Contribution to the knowledge of the Flora of the Mongolian Altai II [J]. *Feddes Repertorium*, 2003, **114**(7/8): 632—637.
- [20] 杨兆萍, 张小雷. 哈纳斯自然遗产科学基础研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [21] FENG Y(冯 纛), ZHANG Y T(张月婷), WANG X Y(王喜勇), *et al.* Comparison on composition and flora of shrubs between north and south of Xinjiang [J]. *Journal of Plant Resources and Environment* (植物资源与环境学报), 2014, **23**(2): 94—99(in Chinese).
- [22] 新疆植物志编辑委员会. 新疆植物(第三卷)[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 2011.
- [23] Начато при руководстве и под главной редакцией академика В. Л. Комарова. Флора СССР XVI [M]. Москва. Издательство Академии Наук СССР, 1950.
- [24] Начато при руководстве и под главной редакцией академика В. Л. Комарова. Флора СССР XIX [M]. Москва. Издательство Академии Наук СССР, 1953.
- [25] В. И. Грубов Конспект Флоры Монгольской Народной Респуьлики [M]. Москва—лениград Издательство Академии Наук СССР, 1955. 1—307
- [26] YONG SH P(雍世鹏). Advances in flora of Mongolia research [J]. *Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica* (西北植物学报), 1983, **3**(1): 77—83(in Chinese).
- [27] 冯 敏, 任慕莲. 新疆哈纳斯湖科学考察 [M]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [28] 新疆阿勒泰山林业局, 新疆阿勒泰山两河源综合科学考察 [M]. 乌鲁木齐: 新疆科学技术出版社, 2004.
- [29] BEKET, U. The Vegetation of Mongolia Altai. Problems of Sustainable Land Use and Nature Conservation [M]. Mongolian: BfN-Skripten, 2009: 267—315.
- [30] BEKET U, KNAPP H D. Nature conservation and cultural heritage in the Mongolia Altai [C]. *Erforsch. biol. Ress. Mongolei. Abstracts. Int. Symp. "Biodiversity Research in Mongolia"*, Halle (Saale), Germany, 2012: 16.
- [31] 吴征镒, 路安民, 汤彦承, 等. 中国被子植物科属综述 [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 190—223.
- [32] WU ZH Y(吴征镒), ZHOU ZH K(周浙昆), LI D ZH(李德铎), *et al.* The areal-types of the world families of seed plants [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), 2003, **25**(3): 245—257(in Chinese)
- [33] 吴征镒, 周浙昆, 孙 航, 等. 中国种子植物区系地理 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006: 46—232.
- [34] WU ZH Y(吴征镒). The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), 1991, (B): 1—179 (in Chinese).