

# 六盘山植物区系基本特征的初步分析

戴君虎<sup>1</sup>, 白 洁<sup>1,2</sup>, 邵力阳<sup>1,2</sup>, 韩 超<sup>1,2</sup>, 崔海亭<sup>3</sup>

(1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2 中国科学院研究生院, 北京 100049;

3 北京大学环境学院, 北京 100871)

**摘要:** 六盘山位于陕甘宁交接地区, 属于半湿润气候向半干旱气候的过渡带, 是黄土高原生物多样性最丰富的地区之一, 有维管植物 836 种, 隶属于 93 科, 359 属。本区属于泛北极植物区、中国-日本森林植物亚区、华北植物地区的黄土高原亚地区。全部种子植物可分为 13 个分布区类型和 12 个变型, 以北温带分布类型为主, 与其他植物区系联系广泛, 但特有属较贫乏。六盘山与小陇山、太白山和中条山的属相似性系数较高, 均达 60% 以上, 表明几座山体处于相似的生物气候背景之下, 地理隔离性不明显。与贺兰山的属相似性系数低于 60%, 因为贺兰山位于干旱的荒漠与半荒漠区, 可能有地理隔离作用。

**关键词:** 六盘山; 植物区系; 过渡带; 相似性指数

**文章编号:** 1000-0585(2007)01-0091-10

植物区系是构成一个地区植被的基础, 是一个地区一定历史条件和自然地理条件综合作用下植物界长期演化的结果<sup>[1]</sup>。六盘山位于宁夏、甘肃、陕西的交界地区, 是我国半湿润气候与半干旱气候的过渡区域, 也是暖温带落叶阔叶林地带与荒漠草原地带之间的生态过渡带。该区的植物区系丰富, 具有明显的过渡性特征, 与邻近山体的植物区系又有较好的可比性, 是研究黄土高原地区植物区系地理分布的理想地区。本文参阅前人相关研究成果, 同时结合本研究组 2005 年和 2006 年夏天六盘山植物地理野外考察, 对该区植物区系进行了初步研究。

## 1 研究区自然概况

六盘山位于黄土高原的中西部, 地理位置界于北纬  $35^{\circ}15' \sim 35^{\circ}41'$  与东经  $106^{\circ}09' \sim 106^{\circ}30'$  之间。山体呈西北-东南向狭长分布, 南与小陇山相接, 北与屈吴山相连。一般海拔高度在 2000 米以上, 主峰米缸山海拔 2942 米。受构造抬升和流水侵蚀, 山高坡陡, 沟谷发育、地形破碎, 东西坡不对称。

六盘山地区夏季受东南季风影响, 冬季受干冷的蒙古高压控制, 形成四季分明, 年温差和日温差较大的大陆性季风气候特征, 冬季寒冷干燥, 夏季高温多雨。按全国气候区划属暖温带半湿润区。年平均气温  $5.8^{\circ}\text{C}$ ; 最热月(7月)平均气温  $17.4^{\circ}\text{C}$ ; 最冷月(1月)均温  $-7.0^{\circ}\text{C}$ ; 极端最高温  $30^{\circ}\text{C}$ ; 极端最低温  $-26^{\circ}\text{C}$ 。  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温  $1846.6^{\circ}\text{C}$ 。无霜期 90~130 天。平均年降水量 676 毫米, 集中在夏秋季, 6~9 月降水量占全年降水量的 72.2%<sup>[2]</sup>。

土壤类型带有明显的山地特征, 垂直分布明显, 随海拔的升高依次分布山地褐土-山

收稿日期: 2006-06-09; 修订日期: 2006-09-25

基金项目: 国家自然科学基金资助 (40471047)

作者简介: 戴君虎(1968), 男, 陕西蓝田人, 博士, 副研究员。主要研究方向为植物地理学和植被生态学。

E-mail: daijh@igsrr.ac.cn

地棕壤—山地草甸土，其中褐土的面积最大，占土壤总面积的 94.44%<sup>[2]</sup>。

植被区划上，六盘山属于温带草原区的南部森林草原地带，地带性植被类型为草甸草原和温带落叶阔叶林。植物种类组成丰富，天然次生林保存面积较大，森林覆盖率高达 70% 以上。研究区现状植被类型和研究样地的位置详见图 1（见图版 2）所示。

## 2 六盘山植物区系的特点

### 2.1 植物区系组成

据统计，六盘山地区共有维管植物有 93 科，359 属，836 种。其中蕨类植物 8 科、14 属、22 种（包括 1 变种）；裸子植物 2 科、2 属、3 种；被子植物 83 科、343 属、811 种（包括 94 变种，9 亚种和 3 变型）。从表 1 可知，六盘山植物区系组成中起源较古老的裸子植物分类群十分贫乏，被子植物占绝对优势。

六盘山植物区系中科的分化程度不明显，其中含有 10 种以上的科有 22 科，占科总数的 23.66%；共 237 属，占种子植物属总数的 66.02%；含 627 种，占种子植物总种数的 75%。以科所含种类统计，蔷薇科（Rosaceae）和菊科（Compositae）为主，前者含 21 属，84 种，占维管植物种总数的 10.05%，后者含 34 属，83 种，占总种数的 9.93%，其次为禾本科（Gramineae）（32 属，73 种，占 8.73%），豆科（Leguminosae）（18 属，40 种，占种总数的 4.78%），毛茛科（Ranunculaceae）（14 属，38 种，占总种数的 4.55%），百合科（Liliaceae）（14 属，31 种，占总种数的 3.71%），忍冬科（Caprifoliaceae）（5 属，29 种，占总种数的 3.47%），唇形科（Labiatae）（17 属，28 种，占总种数的 3.35%），伞形科（Umbelliferae）（15 属，24 种，占总种数的 2.87%），莎草科（Cyperaceae）（4 属，22 种，占总种数的 2.63%）和玄参科（Scrophulariaceae）（6 属，22 种，占总种数的 2.63%）。含 10 种及 10 种以上的科还有石竹科（Caryophyllaceae），虎耳草科（Saxifragaceae），蓼科（Polygonaceae），小檗科（Berberidaceae），杨柳科（Salicaceae），十字花科（Cruciferae），五加科（Araliaceae），卫矛科（Celastraceae），兰科（Orchidaceae），藜科（Chenopodiaceae）和罂粟科（Papaveraceae）。含 7~9 种的科有紫草科（Boraginaceae），龙胆科（Gentianaceae），堇菜科（Violaceae），槭树科（Aceraceae），桦木科（Betulaceae），茄科（Solanaceae），旋花科（Convolvulaceae），蹄盖蕨科（Athyriaceae），牻牛儿苗科（Geraniaceae），木犀科（Oleaceae）10 科。含 2~5 种的少数科有报春花科（Primulaceae），桔梗科（Campanulaceae），柳叶菜科（Onagraceae），大戟科（Euphorbiaceae）等 34 科。六盘山区只出现一种（属）的科有金粟兰科（Chlorantaceae），省沽油科（Staphyleaceae），木兰科（Magnoliaceae），马钱科（Loganiaceae）等 28 科。

按属所含种数来说，苔草属（*Carex*）（19 种，占总种数的 2.27%）和忍冬属（*Lonicera*）（17 种，占总种数的 2.03%）最多，其次为委陵菜属（*Potentilla*）（16 种，占总种数的 1.91%），早熟禾属（*Poa*）（16 种，占总种数的 1.91%），柳属（*Salix*）（13 种，占总种数的 1.55%），蔷薇属（*Rosa*）（12 种，占总种数的 1.44%），卫矛属（*Euonymus*）

表 1 六盘山主要维管植物组成  
Tab 1 The composition of vascular plants of Liupan Mountain region

分类群	科	属	种
蕨类植物	8	14	22
种子植物	裸子植物	2	3
	被子植物	84	343
总 计	94	359	836

注：数据来源于《宁夏植物志》<sup>[3]</sup> 和野外调查。

(12 种, 占总种数的 1.44%), 小檗属 (*Berberis*) (11 种, 占总种数的 1.32%), 李属 (*Prunus*) (10 种, 占总种数的 1.20%), 五加属 (*Acanthopanax*) (10 种, 占总种数的 1.20%), 马先蒿属 (*Pedicularis*) (10 种, 占总种数的 1.20%) 和蒿属 (*Artemisia*) (10 种, 占总种数的 1.20%)。本区没有大型科或大型属, 均为种数低于 100 的科和少于 30 的属。其中, 含 1 种和 2~5 种的科(属)在组成中所占比重较大, 如含 1~5 种的科有 64 科, 占本区维管植物总科数的 68.82%, 含 1~5 种的属有 335 属, 占总属数的 93.31%。但它们所含种数很少, 每属仅含 1 种的情况有 200 种, 占种总数的 23.92%, 每属含 2~5 种的总计涉及 384 个物种, 占总种数的 45.93%。这样的科、属、种组成客观上突出了优势科或优势属在区系组成中的作用。

## 2.2 特有性研究

在植物区系分区中, 本区属于泛北极植物区的中国-日本森林植物亚区, 华北植物地区的黄土高原亚地区。根据前人研究成果, 本区无中国特有科。但有中国特有属 6 个, 占该地区种子植物总属数的 2.00% (百分比不包括世界分布属), 包括虎榛子属 (*Ostryopsis*)、地构叶属 (*Speranskia*)、藤山柳属 (*Clematoclethra*)、羌活属 (*Notopterygium*)、假贝母属 (*Bolbostemma*)、车前紫草属 (*Sinojohnstonia*), 中国特有种 300 余种, 占总种数的近 50%。中国特有种中华北成分、西南成分、西北成分、华中-华东成分等均有分布。

虽然中国特有植物在本区较多, 但是地方特有种很少, 仅有三种。它们是四花早熟禾 (*Poa tetrantha*)、六盘山棘豆 (*Oxytropis ningxiaensis*) 和紫穗鹅冠草 (*Roegneria purpurascens*)。宁夏特有成分有大叶细裂槭 (*Acer stenolobum* var. *megalophyllum*), 陕甘宁特有的成分 21 种; 如短柄五加 (*Acanthopanax brachypus*)、甘肃桃 (*Prunus kar-suensis*)、卷边柳 (*Salix melea*) 等。青甘宁特有成分 4 种, 如疏花翟雀花 (*Delphinium sparsiflorum*)、毛茛 (*Polygonum barbatum*) 等。川甘宁特有成分 2 种, 如刺齿马先蒿 (*Pedicularis armata*) 和岷山毛建草 (*Dracocephalum purdomii*)。甘藏宁特有成分 2 种, 如蚤缀 (*Arenaria serpyllifolia*) 和山苦荬 (*Ixeris chinensis*)。甘宁特有成分 3 种, 如红花忍冬 (*Lonicera rupicola* var. *syringantha*)、香荚蒾 (*Viburnum farrei*) 和密花早熟禾 (*Poa pachyantha*)。陕川宁特有成分丝叶苔草 (*Carex capilliformis*)、贫叶早熟禾 (*Poa oligophylla*) 等<sup>[2]</sup>。而在这些特有植物中, 以华北成分为主, 其次为西南成分。

## 2.3 植物区系的地理成分分析

植物分布区是指某一植物分类单位(科、属、种)分布的地理空间。植物区系的地理成分就是按照它们的分布区类型来划分的, 植物区系分区的界线也常以不同等级分类单位分布区的边界为主要依据<sup>[4]</sup>。此外, 植被的发生分类、植被区划、自然地理区划等, 也常以植物区系的分布区类型或地理成分为重要参考或依据。

**2.3.1 科的地理分布分析** 植物科的分布和对气候的忍耐力是受遗传控制的, 因此具有比较稳定的分布区, 并与一定的气候条件相适应<sup>[1]</sup>。本区世界广布科占比重最大, 占本区种子植物科总数的 44.19%, 如禾本科是世界分布最广的科, 再者是菊科、莎草科和石竹科, 从热带到两极都有分布; 其次本区比重较大的科为热带分布科和温带分布科, 分别占种子植物科总数的 29.07% 和 25.58% (见图 2)。由于热带科并非仅分布于热带地区, 其分布区边缘可到达亚热带或温带, 在本区热带科有樟科 (*Lauraceae*)、卫矛科、天南星科 (*Araceae*) 等; 分布较广的温带科有小檗科、杨柳科、槭树科、桦木科、忍冬科等; 东亚成分在本区仅有一科猕猴桃科 (*Actinidiaceae*), 但没有中国特有科。

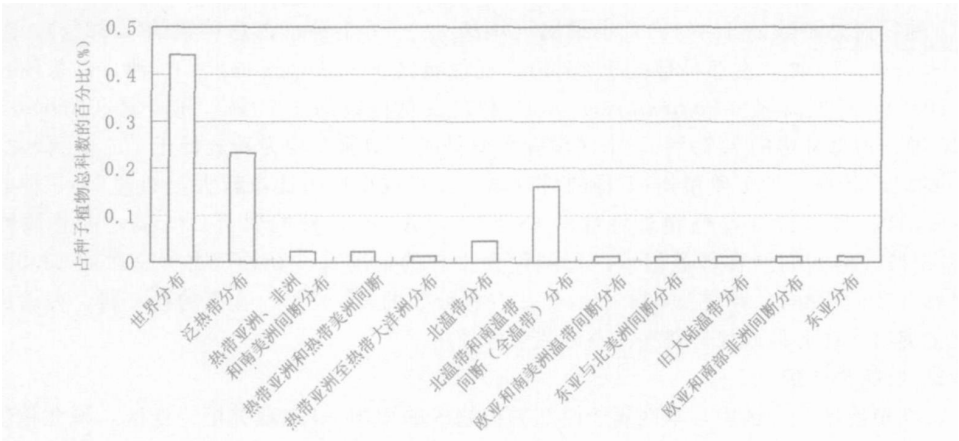


图 2 六盘山区种子植物科的分布区类型 (参考文献 [5])

Fig 2 The area-types of the families of seed plants in Liupan Mountain region

2 3 2 属的地理分布分析 同一属的植物常具有相同起源和相似的进化趋势，其分类特征相对稳定，占有比较稳定的分布区，在进化过程中，随着地理环境的变化发生分异，而有比较明显的地区性差异<sup>[4]</sup>。植物属的分布区类型比科能够更具体地反映植物的演化扩展过程、区域分异及地理特征。根据吴征镒对中国种子植物属的分布区类型<sup>[7-9]</sup>的划分，将本区种子植物 345 属分为 13 个类型、12 个变型 (见表 2)。

根据表 2 可以看出，六盘山种子植物 345 属中，世界分布属有 45 个，它们大多数是温带起源的喜温或中生植物，林下草本、灌木和杂草，如苔草属、蓼属、毛茛属 (*Ranunculus*)、藜属 (*Chenopodium*)、灯心草属 (*Juncus*)、悬钩子属 (*Rubus*)、鼠李属 (*Rhamnus*)，它们分布极为普遍。热带分布属以泛热带分布属为主，常见的有卫矛属、菟丝子属 (*Cuscuta*)、大戟属 (*Euphorbia*)、菝葜属 (*Smilax*)、蒺藜属 (*Tribulus*)、木蓝属 (*Indigofera*) 等。热带分布属在六盘山区分布较少，共占总属数的约 10%。且有的属延伸分布到亚热带和温带，说明其过渡性的特点。北温带分布类型及其变型在六盘山地区含有 144 属，居该地区各分布类型之首。主要包括各类乔木，如针叶树中的松属和刺柏属，阔叶树中有槭属 (*Acer*)、桦木属 (*Betula*)、鹅耳枥属 (*Carpinus*)、栎属 (*Quercus*)、榆属 (*Ulmus*)、杨属 (*Populus*)、柳属、花楸属 (*Sorbus*) 等，这些属是构成本区温带落叶阔叶林、针阔叶混交林、针叶林的建群植物或重要组成。含灌木的属有茶藨子属 (*Ribes*)、小檗属、忍冬属、英莢属 (*Viburnum*)、蔷薇属、绣线菊属 (*Spiraea*) 等，是本地落叶灌丛的主要成分。草本属则更为丰富，如蒿属、凤毛菊属 (*Saussurea*)、葱属 (*Allium*)、委陵菜属和乌头属 (*Aconitum*) 等，分布极为广泛，是林下和山顶草甸的代表植物。这清楚地表明，北温带分布类型在该地区的植物区系组成和植被中起着主导作用。东亚和北美间断分布的属在六盘山区约 21 属，占总属数的约 7%，其中大部分为温带性质，少数为热带、亚热带分布的属。还有较古老的北五味子属 (*Schisandra*) 和蝙蝠葛属 (*Menispermum*)、七筋菇属 (*Clintonia*)、蕤子蕨属 (*Triosteum*)、蟹甲草属 (*Cacalia*) 等少型属。

旧世界温带分布属及其变型在六盘山有 53 属，占约 17.7%。除丁香属 (*Syringa*)、怪柳属 (*Tamarix*) 等少数木本属外，绝大部分为草本，如石竹属 (*Dianthus*)、囊吾属 (*Ligularia*)、重楼属 (*Paris*)、鹅观草属 (*Roegneria*) 等具有北温带性质，主产于温带

表 2 六盘山地区种子植物属的分布区类型和变型

Tab 2 The genera areal-types and subtypes of seed plants in Liupan Mountain region

分布区类型和变型	单种属	寡种属 (2~ 5种)	多种属 ( ≥6种)	属合计	占总属数 (%)
一、1. 世界分布	0	1	44	45	—
二、2 泛热带分布	0	0	22	22	7. 33
四、4 旧大陆热带分布	0	0	3	3	1. 00
4a 热带亚洲、非洲和大洋洲间断	0	0	1	1	0. 33
六、6 热带亚洲至热带非洲分布	0	0	1	1	0. 33
七、7 热带亚洲分布	0	0	3	3	1. 00
八、北温带分布及其变型					
8 北温带	1	7	105	113	37. 67
8d 北温带和南温带( 全温带) 间断	0	0	29	29	9. 67
8e 欧亚和南美洲温带间断	0	0	2	2	0. 67
九、东亚和北美间断分布及其变型					
9 东亚和北美洲间断	0	5	15	20	6. 67
9a 东亚和墨西哥间断	0	0	1	1	0. 33
十、旧世界温带分布及其变型					
10 旧世界温带	3	4	38	45	15. 00
10a 地中海区、西亚和东亚间断	0	0	4	4	1. 33
10c 欧亚和南非洲( 有时也在大洋洲) 间断	0	0	4	4	1. 33
十一、11 温带亚洲分布	0	1	10	11	3. 67
十二、地中海区、西亚至中亚分布及其变型					
12 地中海区、西亚至中亚	0	2	3	5	1. 67
12b 地中海区至中亚和墨西哥间断	0	0	1	1	0. 33
12c 地中海区至温带、热带亚洲、大洋洲和南美洲间断	0	0	2	2	0. 67
十三、中亚分布及其变型					
13 中亚	2	1	1	4	1. 33
13a 中亚东部( 亚洲东部)	1	1	0	2	0. 67
13b 中亚喜马拉雅	0	0	1	1	0. 33
十四、东亚分布及其变型					
14 东亚( 东喜马拉雅— 日本)	0	0	8	8	2. 67
14a 中国— 喜马拉雅(SH)	3	4	2	9	3. 00
14b 中国— 日本(SJ)	0	1	2	3	1. 00
十五、15 中国特有成分	0	0	6	6	2. 00
总 计	10	27	308	345	100

注: 1 资料来源: 宁夏植物志<sup>[3]</sup>、野外考察记录和中国种子植物属的分布区类型[ 7]、[ 8]。  
2 单种属, 全属世界只含 1 种; 寡种属, 全属世界只含 2~ 5 种。3 占总属数%, 总属数不包括世界分布属数。

亚洲或东亚。在地中海占分布优势的唇形科在六盘山区也比较发达, 兼有地中海区和中亚植物区系特色的川续断科 ( Dipsacaceae)、柽柳科 ( Tamaricaceae) 在六盘山地区分布也较多。温带亚洲分布属 11 属, 占六盘山总属数的 3. 67%。大部分属于北温带或世界广布的属, 没有明显的特殊性。除杭子梢 ( Campylotropis)、锦鸡儿 ( Caragana) 等灌木或乔木外, 其余都是草本。如亚菊属 ( Ajania)、马兰属 ( Kalimeris)、刺儿菜属 ( Ceph-

lanoplos), 它们大多是从北温带或世界分布的大属中衍生出来的年轻成分。

地中海、西亚至中亚分布属在本区有 8 属, 大部分为草本属, 少型种属较多。中亚分布在六盘山仅有 7 属, 约占 23.3%, 如扁蓿豆属(*Melissitus*)、沙冬青属(*Ammopiptanthus*)。

六盘山区有东亚分布型和变型共 20 属, 占总属数的 6.67%。多为单型属和少型属, 如鬼臼属(*Sinopodophyllum*)、射干属(*Belamcanda*)、扁核木属(*Prinsepia*)等, 以及东亚特有单种科的星叶草属(*Circaeaster*)和第三纪古热带区系的后裔猕猴桃属<sup>[6]</sup>。

我国特有属在本区仅 6 属, 占六盘山总属数的 2%。除藤山柳为单种属外, 其余均为少种属<sup>[10]</sup>。

以上分析表明, 六盘山植物区系属的分布区类型复杂多样, 在我国 15 个分布区类型、31 变型中, 六盘山就有 13 个类型、12 变型; 而且, 六盘山地区植物区系与其他地区区系联系广泛, 是各类热带分布、东亚分布、地中海区、西亚至中亚分布和中亚分布等类型交汇的地带, 因此六盘山植物区系中属分布区类型具有复杂和过渡的特征, 而且各种温带分布区类型在该区占明显优势, 从而决定了其植物区系的温带性质。

### 3 六盘山与附近山体植物区系的比较

#### 3.1 属分布区类型的比较

为了进行植物区系的对比分析, 我们选择与六盘山邻近的小陇山、太白山、中条山和贺兰山 4 个山体。分析这些山体的 2185 个种子植物属(包括各山区相同属)的地理分布, 以及它们之间的相互关系。仍然采用吴征镒植物属的分布区类型方法, 将这些属划分为 15 个分布类型(见表 3)。由于蕨类植物种类较少, 在植物群落中较少见, 而且对于蕨类植物分布区类型的界定至今还未有一个统一的说法, 因此只对种子植物属的分布区类型进行分析。

表 3 六盘山及周围 4 座山体种子植物属的分布区类型比较

Tab 3 Comparison of principal distribution types for seed plant genera  
floras on Liupan Mountains and adjacent four mountains

山地	COS	热带类型区系								温带类型区系								种子植物 属总数
		PAN	TAA	OT	TAU	TAF	TSE	Total	NT	ENA	OTE	TA	MWC	CA	Total	EA	EN	
六盘山	45	22	-	4	-	1	3	30	143	22	53	11	8	7	244	20	6	345
太白山	56	60	4	16	9	10	11	110	191	54	74	20	8	6	353	71	23	613
小陇山	51	49	8	10	6	12	6	91	139	37	51	11	10	4	252	45	9	448
贺兰山	47	23	1	1	-	4	1	30	119	4	43	18	29	14	227	7	6	317
中条山	48	58	6	11	6	11	10	102	138	30	60	18	12	3	261	39	11	461

COS= cosmoilitao (世界广布); CA= central Asia (中亚分布); EA= eastern Asia (东亚分布); EN= Chinese endemic (中国特有分布); ENA= eastern Asia- North America (东亚- 北美间断分布); MWC= Mediterranean- western and central Asia (地中海区、西亚至中亚分布); NT= north temperate (北温带分布); OT= Old World tropical (旧世界热带分布); OTE= Old World temperate (旧世界温带分布); PAN= pantropical (泛热带分布); TA= temperate Asia (热带亚洲分布); TAA= tropical Asia and tropical America (热带亚洲和热带美洲间断分布); TAF= tropical Asia and tropical Africa (热带亚洲至热带非洲分布); TAU= tropical Asia and tropical Australia (热带亚洲至热带大洋洲分布); TSE= tropical Southeast Asia (热带亚洲分布)。

注: 表中数据由文献 [1]、[2]、[15] 统计分析得到。

(1) 从表 3 看出, 六盘山地区的热带属有 30 属, 而温带属却高达 244 属。温带属的数量明显较高, 表明温带成分在该区植物区系中占有主导地位, 反映了该地区植物区系的温带性质。

(2) 5 个山体的植物区系均以温带成分为主, 而且优势科的构成 (菊科、蔷薇科、禾本科) 基本相似, 代表着温带森林植物区系的一般特点。其中贺兰山禾本科、藜科所含种数明显增加, 反映出气候干旱、具有温带草原与荒漠植被的特征, 而蒿属、针茅属 (*Stip e*) 的比例加大, 说明温带草原旱生成分在区系中起着不可忽略的作用。

(3) 热带属向低纬度方向递增的规律明显。最北端的贺兰山的热带属占属总数的 9 46%, 六盘山因基带海拔高度较高, 热带属的比例比贺兰山稍少, 热带属占总属数的 8 70%, 而最南端的小陇山热带属比例已经达到 20 31%, 热带属明显增加。

3 2 属相似性比较

在植物区系地理学研究中, 对于两个区域植物区系的比较分析, 通常采用相似性系数 (Coefficient of similarity 或 Coefficient of resemblance) 作为二者相似程度的数量指标。为了进行植物区系关系程度的对比分析, 我们选择了邻近的其他几个山区, 利用属相似性系数进行统计。进行属相似性比较时, Szymkiewicz 系数是最常用的相似性系数之一, 而且行之有效<sup>[11]</sup>。它由波兰植物地理学家 D. Szymkiewicz 最先提出, 以两个地区植物区系非世界共有属的数目来表示。即两个地区区系中共有的非世界属数与两个地区区系中较贫乏的区系非世界属数之比乘以 100%。表达式为:

$$S_s = \frac{C}{A} \times 100\% (A < B) \quad \text{或} \quad S_s = \frac{C}{B} \times 100\% (B < A)$$

式中, A、B 分别为甲乙两地区植物区系中非世界属数, C 为两地共有的非世界属数; S<sub>s</sub> 为 Szymkiewicz 系数。

表 4 六盘山及附近 4 座山体种子植物属相似性系数表 (非世界共有种/属相似性系数)  
Tab 4 Degree of similarity for the plant genera floras on Liupan Mountains and adjacent four mountains ( number of shared genera/ coefficient of similarity)

	非世界属数	六盘山	太白山	小陇山	贺兰山	中条山
六盘山	300	-				
太白山	561	265/ 88 33	-			
小陇山	394	219/ 73	340/ 86 29	-		
贺兰山	270	157/ 58 15	190/ 70 37	140/ 51 85	-	
中条山	413	210/ 70	334/ 80 10	280/ 71 07	157/ 58 15	-

D. Szymkiewicz 认为, 当两个区系 (非世界) 共有属占较贫乏的植物区系非世界属一半以上时, 这两个区系是近缘植物区系。即 S<sub>s</sub> ≥50% 时, 两个植物区系为近缘植物区系; 当 S<sub>s</sub> ≤50% 时, 两个植物区系近缘性不大或完全不存在<sup>[11]</sup>。从表 4 可看出, 六盘山与其他 4 个山区的相似性系数都达到 50% 以上, 可见其植物区系联系都非常密切, 属于近缘植物区系。而且, 几座山地处于地理位置相近的生态过渡地带, 均是华北、华中、西南等多种植物区系相互渗透的地区, 而且植被都具有明显的温带性质<sup>[12~ 15]</sup>。但是由于各山地地理位置和地质条件的不同, 植物生长环境多样, 植被发育也有区别, 使六盘山的植物区系与其他山体的植物区系相似性程度也有差异。其中, 六盘山与太白山和小陇山植物属的

相似性系数大于 80%，相对而言相似性程度较高。这是因为小陇山与六盘山南段相接，它们有许多共同的优势科、属的组成比较一致；太白山森林组成中喜暖湿的成分增加，如槭属的种类一般都喜暖湿，在太白山往往作为暖温带落叶阔叶林乔木层的优势种或常见半生种出现，其种类比六盘山多，所起的作用也大。与六盘山属相似性系数最低的是贺兰山，因为贺兰山位于广阔干旱的草原与荒漠区中，气候干燥，旱生性植被发育。像冬青叶兔唇花 (*Lagochilus ilicifolius*)、中亚紫菀木 (*Asterothamnus centrali-asiaticus*)、花花柴 (*Karelinia caspica*)、星毛短舌菊 (*Brachanthemum pulvinatum*)、火焰草 (*Echinops przewalskii*)、顶羽菊 (*Acroptilon repens*)、蒙疆苓菊 (*Jurinea mongolica*) 等都是在该区生长的超旱生强旱生植物。但是贺兰山与六盘山的距离比太白山和中条山离六盘山的距离均要近一些，因此，本文所讨论的几个山地植物区系间的相互关系基本可以排除它们之间距离所带来的影响。

此外，位于六盘山东部的子午岭，它的区系成分虽也以温带成分为主，但区系中热带、亚热带分布成分明显增加，六盘山未出现的热带亚洲至热带美洲间断分布、热带亚洲至热带大洋洲分布在子午岭均有出现，这说明子午岭与热带植物区系的联系程度比六盘山密切，或与其植被发育的地理条件有关。并且，子午岭单种属科和少种属科较多，这种现象说明它可能处于多数植物分布区边缘的性质<sup>[17]</sup>。子午岭在中国植物区系上同六盘山均属于泛北极植物区中国-日本森林植物亚区的华北地区黄土高原亚地区，但在组成丰富度上要比六盘山低<sup>[18]</sup>。

因此，六盘山与东、南部 3 个山体植物区系的联系更为密切。这表明它们区系起源和植被发育的自然背景比较一致，而与贺兰山植物区系的相似性程度较低，说明两者的隔离程度比较明显。长期以来，黄河在本区比较稳定<sup>[19]</sup>，而且河面宽广，在区域植被演化和迁徙过程中起了重要作用。因此六盘山与附近山地植物区系关系的这种差别，或与黄河阻隔有关。

## 4 六盘山植物区系的古老性

据前人研究，六盘山植物区系中也保存着不少古老成分，胡桃 (*Juglans regia*)、漆树 (*Toxicodendron verniciflum*)、鞘柄菝葜 (*Smilax stans*)、粟草 (*Milium effusum*)、藨草 (*Phalaris arundinacea*) 等均属晚第三纪温带落叶阔叶林的残遗成分；五味子 (*Schisandra*)、猕猴桃 (*Actinidia*)、鹅耳枥 (*Carpinus*) 等属的个别种是本区温带针阔叶混交林中残留的一些古老成分；蒺藜科 (*Zygophyllaceae*) 的白刺 (*Nitraria sibirica*)、骆驼蓬 (*Peganum harmala*) 是古地中海或古南大陆的古老或子遗成分；豆科的沙冬青 (*Ammopiptanthus mongolicus*) 是第三纪亚热带常绿阔叶林植物的后裔，上述植物种属仅出现于六盘山地区，沙冬青的最南界位于固原须弥山，这些事实为本区植物区系的热带亲缘提供了依据。另外，小檗属、忍冬属、荚蒾属、蔷薇属、绣线菊属等是本地落叶灌木的主要组成。绣线菊属 (*Spiraea*) 是蔷薇科绣线菊亚科落叶类型中最原始的属，间断分布于欧、亚和北美洲。忍冬属出现地质年代较晚，在山东发现于中新世的化石种 *Lonicera hispida*<sup>[20]</sup>，与现代种相同，该种在六盘山山坡灌木丛中或林缘较常见。除此之外，紫堇属 (*Corydalis*) 起源于横断山区至华中和滇黔桂一带；虎耳草科鬼灯檠属 (*Rodgersia*) 于晚白垩世至早第三纪起源于日本-朝鲜一带；虎耳草科的另一个原始族落新妇在晚白垩世至早第三纪起源于日本-朝鲜-中国吉林-辽宁东部一带；晚白垩纪，龙胆科獐牙菜

属 (*Swertia*) 起源于中国西南山地。这些可以说明六盘山地区植物区系与晚白垩纪至始新世, 以及上新世和第四纪的植物区系有一定联系。

## 5 结论

以上从种类组成、地理分布等方面研究了六盘山地区植物区系的基本特征, 并与邻近山体的植物区系进行了对比, 主要结论如下:

1 六盘山的植物种类组成比较丰富, 共有维管植物 93 科, 359 属, 836 种, 以被子植物占绝对优势, 其中又以蔷薇科、菊科和禾本科等为优势科, 苔草属和忍冬属等为优势属。

2 植物区系的温带性质十分明显, 不仅属种的地理成分以温带成分占绝对优势, 而且优势科、优势属和优势种也多属温带分布类型。

3 六盘山植物区系的过渡性质明显, 区系组成以华北成分为主, 并与华中、华东、西南等成分有一定联系。

4 植物区系组成中含有不少中生代和第三纪的古老成分, 同时又有一定的热带亲缘。

5 六盘山与小陇山、中条山和太白山等山地植物区系的相似性系数较高, 与贺兰山相似性程度最差, 表明六盘山植物区系与北部地区隔离性明显。

本文结合野外工作, 参考多种研究资料和数据对六盘山区的植物区系特征进行了初步探索, 这是下一步区域植物群落分析和植被演化研究的基础。

## 参考文献:

- [1] 王荷生. 植物区系地理. 科学出版社, 1992
- [2] 六盘山自然保护区科学考察编辑委员会. 六盘山自然保护区科学考察. 银川: 宁夏人民出版社, 1998
- [3] 马德滋, 刘惠兰 编著. 宁夏植物志——上、下卷. 银川: 宁夏人民出版社, 1986
- [4] 王荷生. 华北植物区系地理. 北京: 科学出版社, 1997
- [5] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245~ 257
- [6] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理——植物地理(上册). 北京: 科学出版社, 1983
- [7] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究, 1991, 增刊: 1~ 139
- [8] 吴征镒. “中国种子植物属的分布区类型”的增订和勘误. 云南植物研究, 1993, 4(增): 141~ 179
- [9] 吴征镒, 王荷生. 中国自然地理: 植物地理(上册). 北京: 科学出版社, 1983 29~ 103
- [10] 应俊生, 张玉龙 著. 中国种子植物特有属. 北京: 科学出版社, 1994
- [11] 张镜铨. 植物区系地理研究中的重要参数—相似性系数. 地理研究, 1998, 17(4): 429~ 433.
- [12] 应俊生, 李云峰, 郭勒峰, 等. 秦岭太白山地区的植物区系和植被. 植物分类学报, 1990, 28(4): 261~ 293
- [13] 毛学文, 张海林, 孔红. 小陇山种子植物区系组成及特征的研究. 植物研究, 2003, 23(4): 485~ 491
- [14] 傅志军, 郑雪婷. 山西中条山植物区系的特征. 西北植物学报, 1994, 14(2): 148~ 152
- [15] 王好, 康慕谊, 刘全儒, 等. 中条山植物区系及植被研究进展. 北京师范大学学报(自然科学版), 2004, 40(5): 676~ 683
- [16] 狄维忠 主编. 贺兰山维管植物. 西安: 西北大学出版社, 1986
- [17] 陈昌笃. 陕甘边境子午岭梢林区的植被及其在水土保持上的作用. 植物生态学与地植物学丛刊, 1985, 2: 152 ~ 223
- [18] 张希彪, 郭小强, 周天林, 等. 子午岭种子植物区系分析. 西北植物学报, 2004, 24(2): 267~ 274.
- [19] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理——历史自然地理. 北京: 科学出版社, 1983 36~ 40
- [20] 中国科学院《中国新生代植物》编写组. 中国植物化石第三册: 中国新生代植物. 北京: 科学出版社, 1978

## A primary analysis of the flora on Liupan Mountains: its nature and characteristics

DAI Jun-hu<sup>1</sup>, BAI Jie<sup>1,2</sup>, SHAO Li-yang<sup>1,2</sup>, HAN Chao<sup>1,2</sup>, CUI Hai-ting<sup>3</sup>

(1 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;

3 College of Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** The Liupan Mountains are situated in the intersection of Ningxia Hui Autonomous Region, Shaanxi, and Gansu provinces, between  $35^{\circ}-36^{\circ}10'$  N and  $105^{\circ}4'-106^{\circ}30'$  E. The region is not only the transitional zone between semi-humid and sub-arid climate, but also has rich biodiversity on the Loess Plateau, even in Northwest China, with regional vegetation distributing from warm temperate deciduous broad-leaved forest zone, forest-grassland zone to desert-grassland zone. Studies on the plants' floras of Liupan Mountains show that it comprises 836 species of vascular plant, belonging to 93 families and 359 genera. Its floras can be attributed to the following categories: Loess Plateau subregion, North China region, Sino-Japan forest subkingdom, and Holarctic kingdom. There are 13 distribution types and 12 subtypes of genera of seed plants, of which North temperate elements play an important role in the flora. The plant genera flora on Liupan Mountains connect closely with other floras but have little endemic genera. The floristic affinities of the study area with neighboring three mountains (Taibai, Xiaolong and Zhongtiao mountains) are close, and their coefficients of plant genera flora all exceed 60%, indicating that these mountains have similar bi-climatic conditions without any clear vicariance. While the coefficient with Helan Mountains is under 60%, because the Helan Mountains are located in arid desert and semi-desert region and it is supposed that there is intense vicariance in nature in the development of the Yellow River in Ningxia and Gansu.

**Key words:** Liupan Mountains; flora; transitional zone; endemic genera; coefficient of similarity

付新峰等：雅鲁藏布江流域NDVI变化与主要气候因子的关系

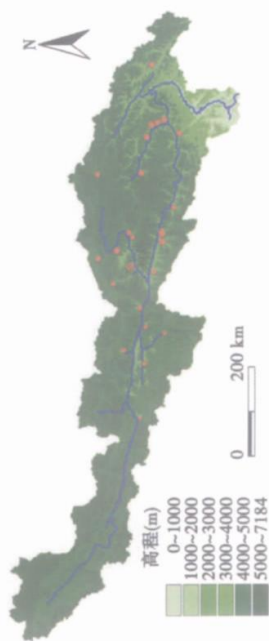


图1 雅鲁藏布江流域及其水文气象站点地理位置  
Fig.1 Geographic position of Yarlung Tsangpo River Basin and its hydrographic and meteorological stations

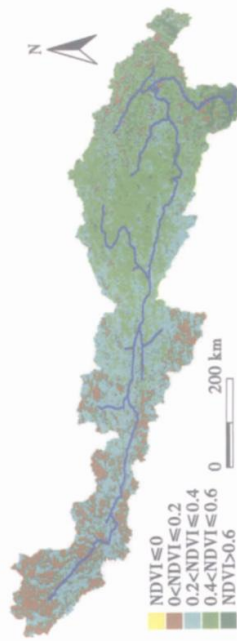


图2 雅鲁藏布江流域NDVI空间分布(2003年8月)  
Fig.2 Spatial distribution of NDVI in Yarlung Tsangpo River Basin

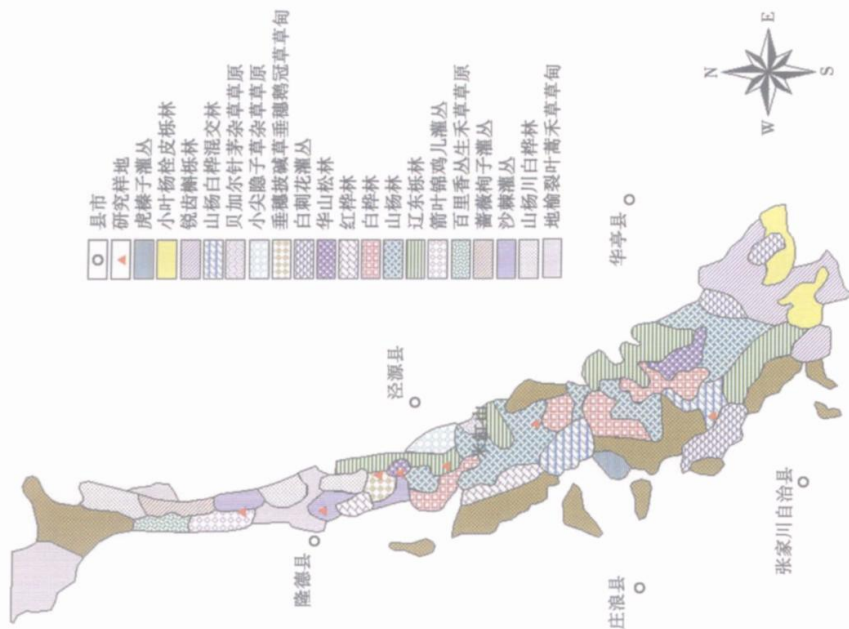


图1 六盘山区植被类型和取样点位置示意图  
Fig.1 Illustration of vegetation and sampling sites on Liupan Mountains