

DOI:10.14188/j.ajsh.20250523001

青藏高原东缘宗喀山地区种子植物区系研究

李文静¹, 郑清清², 关蓉蓉², 张发起³

- (1. 青海民族大学 药学院, 青海 西宁 810007;
2. 西宁植物园, 青海 西宁 810008;
3. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008)

摘要:通过历史文献查阅以及植物区系调查, 探究宗喀山地区野生种子植物区系特点, 为宗喀山地区植物多样性保护提供科学依据。以线路调研为基础, 对该地区的植物种类、区系组成、表征类群、优势类群及地理成分进行统计分析。宗喀山区域共有种子植物38科98属381种, 植物区系较为贫乏; 科和属的分布区类型以温带成分占据主导地位, 体现该区系显著的温带性质; 种可以分为8个类型和2种变型, 占比最多的是中国特有种, 其次是中国-喜马拉雅分布; 宗喀山种子植物共有8个优势科, 包括菊科、禾本科、毛茛科、蔷薇科、豆科、龙胆科、苜科和十字花科; 珍稀濒危植物29种, 占总种数的7.61%, 说明在该区域中具有一定数量的珍稀保护植物。宗喀山地区的地理成分多样, 温带性质显著, 含有一定比例的珍稀植物, 与祁连山片区相比植物区系的物种丰富度较低。

关键词: 宗喀山; 植物区系; 分布区类型; 种子植物

中图分类号: Q94

文献标志码: A

文章编号: 2096-3491(2025)06-0578-10

Flora of seed plants in Tsong-Kha mountains on the eastern Qinghai-Tibet Plateau

Li Wenjing¹, Zheng Qingqing², Guan Rongrong², Zhang Faqi³

- (1. College of Pharmacy, Qinghai Minzu University, Xining 810007, Qinghai, China;
2. Xining Botanical Garden, Xining 810008, Qinghai, China;
3. Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, Qinghai, China)

Abstract: This study aims to elucidate the characteristics of the wild seed plant flora in the Tsong-Kha Mountains through historical literature review and floristic investigation, thereby providing a scientific basis for biodiversity conservation in the area. Field surveys along transect lines were conducted to statistically analyze plant species composition, floristic elements, characteristic taxa, dominant families, and geographical distribution patterns. A total of 381 seed plant species belonging to 98 genera and 38 families were recorded in the Tsong-Kha Mountains, indicating a relatively depauperate flora. Both family and genus distribution types were predominantly temperate, reflecting the marked temperate nature of the flora. Species can be divided into 8 types and 2 varieties, with Chinese endemic species accounting for the largest proportion, followed by China-Himalayan distribution. Eight dominant families were identified: Asteraceae, Poaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Fabaceae, Gentianaceae, Amaranthaceae, and Brassicaceae. Additionally, 29 rare or endangered plant species were documented, accounting for 7.61% of the total species, highlighting the presence of notable conservation priorities. The flora of Tsong-Kha Mountains exhibits diverse geographical elements, obvious temperate characteristics, and harbors a certain proportion of rare plant species. However, its species richness is comparatively lower than that of the Qilian Mountain sector. These findings underscore the need for targeted conservation strategies to protect this ecologically significant but vulnerable flora.

收稿日期: 2025-05-23 修回日期: 2025-07-14 接受日期: 2025-12-10

作者简介: 李文静(2002-), 女, 硕士生, 研究方向为药物分析与质量标准制订, E-mail: 15163459305@163.com

* 通信作者: 张发起(1983-), 男, 博士, 研究员, 主要从事青藏高原植物适应与进化研究, E-mail: fqzhang@nwpib.cas.cn

基金项目: 青海省重大科技专项(2023-SF-A5)

引用格式: 李文静, 郑清清, 关蓉蓉, 等. 青藏高原东缘宗喀山地区种子植物区系研究[J]. 生物资源, 2025, 47(6): 578-587.

Li Wenjing, Zheng Qingqing, Guan Rongrong, et al. Flora of seed plants in Tsong-Kha mountains on the eastern Qinghai-Tibet Plateau [J]. Biotic Resources, 2025, 47(6): 578-587.

Key words: Tsong-Kha mountains; flora; areal type; seed plant

0 引言

植物区系是指一个地区内所有植物种类的总和,它不仅反映了该地区的生物多样性,还揭示了植物在不同生态环境中的适应性和进化历程^[1]。植物区系研究是揭示某一地区植物种类组成、分布格局及其演化历史的重要途径。通过对植物区系的分析,可以深入了解区域生态系统的结构、功能及其对环境变化的响应机制^[2]。此外,植物区系研究还为生物多样性保护、生态恢复以及资源可持续利用提供了科学依据^[3]。

宗喀山是祁连山脉的重要组成部分,主体横跨中国青海省与甘肃省交界处,平均海拔在3 000~4 500 m,最高峰海拔超过5 000 m,地形以高山、峡谷和冰川地貌为主^[4]。宗喀地区位于青藏高原东北部边缘,地处黄土高原向青藏高原过渡地带,这一独特的地理位置使得它同时受到两大高原自然环境的影响^[5]。它的地理位置和气候条件为多样化的植物群落提供了适宜的生存环境,是珍稀植物和特有植物的聚集地,成为研究植物区系和生物多样性的关键区域。宗喀山不仅在地质构造上具有代表性,其生态系统也因其丰富的植物资源而备受关注。随着对青藏高原生态价值认识的加深,如何协调好保护与发展之间的关系成为了宗喀山乃至整个青藏高原面临的关键问题之一。已有研究证明该地区具有丰富的页岩气、天然气资源^[6],研究该地区的物种多样性对于整个青藏高原的物种保护都有重要意义。目前对于宗喀山的研究主要集中在地质构造、页岩气资源形成等方面^[7-8],缺乏对宗喀山区域整体植物多样性的系统性研究。

本研究通过历史文献依据以及植物区系的调查,探究宗喀山地区野生种子植物区系特点,为宗喀山地区植物多样性保护提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

宗喀山地区地处青藏高原东北部,地理坐标为北纬35°~38°,东经100°~103°,位于青海省湟中县和平安县西部70 km处的欧拉秀玛乡宗喀沟,东、南、西三面环山,北临黄河,与耸起的河岸形成盆地^[9]。宗喀山地区处于中国第三阶梯向第二阶梯过渡区域,毗邻黄河,同时也是黄河的水源涵养地之一^[10]。宗喀山年平均气温一般在-5~5℃,年降水量大约在500~1 000 mm,属于高原季风气候或高

原湿润季风气候,其特点是夏季相对湿润而冬季较为干燥,年温差较大,同时受到高海拔地区的影响,气温较低^[11]。日照充足,年日照时数约为2 600~2 900 h,紫外线辐射较强^[12]。宗喀山地区生态环境独特,植被垂直分布明显。低海拔地区以草原和灌丛为主,主要植物种类包括针茅、蒿草等;中海拔地区分布有高山草甸和针叶林,常见植物有云杉、冷杉等;高海拔地区主要为高山寒漠和冰川,植被稀疏,以地衣、苔藓为主^[13]。

1.2 研究方法

1)区系数据获取。2023-07-25—2023-08-03采用集中调查的方法,前往宗喀山地区开展植物多样性调查,共采集标本154号,照片1 900余张。标本存放于中国科学院西北高原生物研究所青藏高原生物标本馆内。

2)数据分析方法。根据野外调查搜集到的标本和照片,结合文献[14-15]对宗喀山地区的种子植物进行分析。对宗喀山地区野生种子植物进行科、属和种组成的调查,确定优势科、属与表征科、属,并对其进行分类学研究。优势科是一个地区内所含属和种数均超过平均属、种数的科,而优势属则是一个地区内所含种数超过平均值的属。计算宗喀山野生种子植物区系的重要值,并根据吴征镒等^[16]对种子植物科、属地理成分的分类方法,对其地理分布类型进行了统计,并对其组分和特点进行分析。

依据《国家重点保护野生植物名录》^[17]和《中国生物多样性红色名录——高等植物卷》^[18]确定濒危植物。

2 结果与分析

2.1 植物区系组成

宗喀山地区记录了38科98属共计381种(含种下分类单元)种子植物。其中,裸子植物仅包含1科1属3种,分别占总科数的2.63%、总属数的1.02%及总种数的0.79%;而被子植物则包括37科97属378种,其比例分别为总科数的97.37%、总属数的98.98%以及总种数的99.21%,占据主导地位。宗喀山地区的种子植物种类相对较少,但其科和属的组成表现出较大的差异性。该区共有种子植物38科98属381种,分别占青海全省种子植物总数的40.43%(科)、17.59%(属)和15.26%(种),以及全国种子植物总数的12.62%(科)、5.10%(属)和2.85%(种)。

2.2 科分析

1)科组成。宗喀山地区的种子植物多样性表现出明显的层次结构特征。依据各科内所含属和种的数量将其划分为五个等级:只含1个种的科、含2~5种的科、含6~9种的科、含10~19种的科以及含20种及以上的科。结果显示,含2~5种的科占比最高,达到总科数的33.33%;含6~9种的科次之,占23.07%;含6~9种的科和含10~19种的科以被子植物为主导。

含20种以上的科有菊科(Asteraceae)74种、豆科(Fabaceae)32种、蔷薇科(Rosaceae)28种、禾本科(Gramineae)22种、龙胆科(Gentianaceae)21种,分别占总科、属、种数的13.16%、30.61%、46.46%,所包含种数占总种数的比例最高,是该区系的主要组成成分,均为世界分布的大科,且都是优势科。

含10~19种的共6科,包含21属92种,分别占总科、属、种的15.79%、21.43%和24.15%。毛茛科(Ranunculaceae)17种、玄参科(Scrophulariaceae)17种、十字花科(Brassicaceae)17种、莎草科(Cyperaceae)16种、杨柳科(Salicaceae)12种、罂粟科(Papaveraceae)13种,均为世界分布类型,除莎草科外全都是优势科。

含6~9种的有8科,包含17属61种,分别占总科、属、种的21.05%、17.35%和16.01%。蓼科(Polygonaceae)9种、报春花科(Primulaceae)8种、景天科(Crassulaceae)8种、紫草科(Boraginaceae)8种、虎耳草科(Saxifragaceae)8种、堇菜科(Violaceae)7种、百合科(Liliaceae)7种、伞形科(Umbelliferae)6种,百合科为北温带分布类型,而除上述两科外,其余科均为世界分布,其中没有优势科。

含2~5种的科最多,共有12科,包含23属44种,分别占总科、属、种的31.58%、23.47%和11.55%,包括忍冬科(Caprifoliaceae)5种、茶藨子科(Grossulariaceae)4种、唇形科(Labiatae)4种、杜鹃

花科(Ericaceae)4种、桦木科(Betulaceae)3种、桔梗科(Campanulaceae)2种、兰科(Orchidaceae)3种、柳叶菜科(Onagraceae)4种、石竹科(Caryophyllaceae)5种、小檗科(Berberidaceae)4种、荨麻科(Urticaceae)3种、松科(Pinaceae)3种;其中,世界分布类型的科有6科,泛温带分布类型的科有1科,北温带分布类型的科有4科,南非(主要是好望角)分布类型的科有1科。

仅含1种的有7科,包含7属7种,分别占总科、属、种的18.42%、7.14%和1.84%,含种量最少,包括胡颓子科(Elaeagnaceae)、车前科(Plantaginaceae)、茜草科(Rubiaceae)、芍药科(Paeoniaceae)、牻牛儿苗科(Geraniaceae)、瑞香科(Thymelaeaceae)、茄科(Solanaceae)。

2)优势科和表征科。宗喀山种子植物共有8个优势科(45属228种),分别占总科、属、种数的比例依次为21.05%、45.92%和59.84%,包括菊科(9属81种)、禾本科(4属22种)、毛茛科(4属17种)、蔷薇科(5属26种)、豆科(6属32种)、龙胆科(7属20种)、苋科(Amaranthaceae)(5属14种)、十字花科(5属16种),且科的分布区类型均为世界分布。区系重要值采用Takhtajan^[19]与吴征镒^[20]的定义:科的区系重要值是指该科在该区域内含有的属数和种数分别占其世界分布总属数和总种数的比例之和;属的区系重要值是指该属在该区域内含有的种数占其世界分布总种数的比例进行计算。通过对各科区系重要值的排序,并设定大于平均值14%为标准,最终确定了7个表征科,结果如表1所示。

该地区的表征科包含11属27种,分别占总科数的18.42%、总属数的11.22%以及总种数的7.09%。这些表征科的主要地理分布类型有:世界分布(茶藨子科和车前科)、北温带分布(忍冬科和芍药科),以及北温带与南温带间断分布(杨柳科、桦木科和胡颓子科)。

表1 宗喀山种子植物区系表征科的属、种组成及其占世界分布总属、种数的比例

Table 1 The genus and species composition of seed plant flora of Tsong-Kha mountains and its proportion in the total genera and species of world distribution

科名	属数	占世界比例/%	种数	占世界比例/%	区系重要值/%	分布区类型
芍药科(Paeoniaceae)	1	100.00	1	3.33	103.33	8 北温带分布
杨柳科(Salicaceae)	2	66.67	12	1.94	68.60	8-4 北温带和南温带间断分布
胡颓子科(Elaeagnaceae)	1	33.33	1	1.25	34.58	8-4 北温带和南温带间断分布
车前科(Plantaginaceae)	1	33.33	1	0.50	33.83	1 世界分布
忍冬科(Caprifoliaceae)	4	30.77	5	1.00	31.77	8 北温带分布
桦木科(Betulaceae)	1	16.67	3	1.71	18.38	8-4 北温带和南温带间断分布
茶藨子科(Grossulariaceae)	1	12.50	4	5.19	17.69	1 世界分布

3)科的地理成分。宗喀山植物38科可划分7个分布区类型,其中世界分布25科,占总科数的64.10%,由于其广布性难以评价区系特征,所以统计其他科的分布区类型时不考虑世界分布所占的比例(以下分析均排除)。北温带和南温带间断分布6科(15.38%),北温带分布4科(12.82%),南非分布1科(2.56%),欧亚和南美洲温带间断分布1科(2.56%),泛热带分布1科(2.56%),中亚东部至喜马拉雅和中国西南部分布1科(2.56%)。

热带分布科(分布区类型2-7)有1科泛热带分布类型,荨麻科。温带分布科(分布区类型8-14)有11科,占比28.95%。其中占比最高的为北温带和南温带间断分布,包括罂粟科、杨柳科、牻牛儿苗科、胡颓子科和桦木科共5科。北温带分布有5科,分别是芍药科、忍冬科、松科和百合科、杜鹃花科。欧亚和南美洲温带间断分布有1科,小檗科。中亚东部至喜马拉雅和中国西南部分布有1科,菊科。

2.3 属分析

1)属组成。宗喀山地区共有98属381种的种子植物,根据所含物种数量的不同,这些属被划分为4个等级:含16种及以上的属、含6~15种的属、含2~5种的属和只含1种的属。其中,含16种以上的属仅有2属,风毛菊属(*Saussurea*, 21种)和蒿属(*Artemisia*, 20种),分别占该区域总种数的5.51%和5.25%,这两种属均为世界分布的大属。含6~15种的属包含19属172种,分别占总属数的19.20%和总种数的45.14%。包括棘豆属(*Oxytropis*)、锦鸡儿属(*Caragana*)、黄芪属(*Astragalus*)、早熟禾属(*Poa*)、针茅属(*Stipa*)、虎耳草属(*Saxifraga*)、堇菜属(*Viola*)、紫菀属(*Aster*)、火绒草属(*Leontopodium*)、香青属(*Anaphalis*)、龙胆属(*Gentiana*)、獐牙菜属(*Swertia*)、花楸属(*Sorbus*)、委陵菜属(*Potentilla*)、藁草属(*Carex*)、碎米荠属(*Cardamine*)、马先蒿属(*Pedicularis*)、杨属(*Populus*)、紫堇属(*Corydalis*)等。含2~5种的属包括鲜卑花属(*Sibiraea*)、云杉属(*Picea*)、狗娃花属(*Heteropappus*)、葱属(*Allium*)等。尽管含2~5种的属在数量上占比最大,达到38.78%,但含6~15种的属却包含了最多的物种,占总种数的45.14%。由此可以看出,含6~15种的属和含2~5种的属构成了宗喀山植物区系的主要组成部分,显示出较高的种内分化水平。只含一种的属包括车前属(*Plantago*)、胡颓子属(*Elaeagnus*)、芍药属(*Paeonia*)、桦木属(*Betula*)、茶藨子属(*Ribes*)等。

2)优势属和表征属。宗喀山种子植物优势属共

有40属295种,分别占总属、种数的40.82%和77.43%。通过对各属区系重要值进行排序,并设定大于平均值4为标准,最终确定了21个表征属,结果如表2所示。

表2中共计34种,分别占总属数的21.43%和总种数的10.76%。包括芨芨草属(*Achnatherum*)、迷果芹属(*Sphallerocarpus*)、扁穗草属(*Blysmus*)、狼毒属(*Stellera*)、肉果草属(*Lancea*)、双果茅属(*Megadenia*)、鲜卑花属(*Sibiraea*)、金露梅属(*Dasiphora*)、沙棘属(*Hippophae*)、山苣苔属(*Anisodus*)、豆瓣菜属(*Nasturtium*)、蛇莓属(*Duchesnea*)、金莲花属(*Trollius*)、火绒草属、莛子蕪属(*Triosteum*)、披碱草属(*Elymus*)、北藁本属(*Ligusticum*)、毛冠菊属(*Nannoglottis*)、微孔草属(*Microula*)、刺参属(*Acanthocalyx*)、鼬瓣花属(*Galeopsis*)。除鲜卑花属外,所有的表征属分布区类型都为温带分布类型。由此说明宗喀山为典型的温带地区。

3)属的地理成分。相比于科分布区类型,属的分布区类型更能体现出某一植物区系的特征。宗喀山的98属可以划分为9个分布区类型15个亚型。

世界分布有19属,占总属数的19.39%,包括黄芪属、龙胆属、藁草属和毛茛属(*Ranunculus*)等,其中藁草属、蒿属和铁线莲属等所包含的种为林下草本层的伴生种,还有如繁缕属*Stellaria*等属中有不少种群扩散能力较强的属。

热带属性(分布区类型2-7)有2属,分别是苦苣菜属和豆瓣菜属,都是泛热带分布类型,占总属数的2.53%。说明该区同热带植物区系的联系极弱。

温带属性(分布区类型8-14)有76属,占总属数的96.20%。其中北温带分布属最多有42属,占总属数的42.86%,包括棘豆属、报春花属(*Primula*)、点地梅属(*Androsace*)、蒿属、马先蒿属、紫堇属和凤毛菊属(*Saussurea*)等;北极-高山分布分布有2属(2.53%),分别是红景天属*Rhodiola*和金露梅属;北温带和南温带间断分布有9属(11.39%),包括缬草属(*Valeriana*)、景天属(*Sedum*)、柳叶菜属(*Epilobium*)、獐牙菜属、婆婆纳属(*Veronica*)、唐松草属(*Thalictrum*)、无心菜属(*Arenaria*)、荨麻属(*Urtica*)、蝇子草属(*Silene*);欧亚和南美洲温带间断分布有1属(1.27%),只有双果茅属;东亚和北美间断分布有1属(1.27%),只有微孔草属;旧世界温带分布有8属(10.13%),包括筋骨草属(*Ajuga*)、青兰属(*Dracocephalum*)、迷果芹属、扁穗草属、肉果草属、橐吾属(*Ligularia*)、棱子芹属(*Pleurospermum*)、披碱草属;地中海区,至西亚(或中亚和东亚间断分布)

表2 宗喀山种子植物区系表征属的组成
Table 2 Genus composition of seed plant flora in Tsong-Kha mountains

属名	种数	区系重要值/%	分布区类型
芨芨草属(<i>Achnatherum</i>)	1	100.00	14(SH)中国-喜马拉雅
迷果芹属(<i>Sphallerocarpus</i>)	1	100.00	10旧世界温带分布
扁穗草属(<i>Blysmus</i>)	2	66.67	10旧世界温带分布
狼毒属(<i>Stellera</i>)	1	50.00	8北温带分布
肉果草属(<i>Lancea</i>)	1	50.00	10旧世界温带分布
双果芥属(<i>Megadenia</i>)	1	50.00	8-5欧亚和南美洲温带间断分布
鲜卑花属(<i>Sibiraea</i>)	2	50.00	15中国特有
金露梅属(<i>Dasiphora</i>)	2	28.57	8-2北极-高山分布
沙棘属(<i>Hippophae</i>)	1	25.00	8北温带分布
山苣苔属(<i>Anisodus</i>)	1	25.00	1世界分布
豆瓣菜属(<i>Nasturtium</i>)	1	20.00	7热带亚洲分布
蛇莓属(<i>Duchesnea</i>)	1	20.00	8北温带分布
金莲花属(<i>Trollius</i>)	4	16.00	14东亚分布
火绒草属(<i>Leontopodium</i>)	8	14.29	11温带亚洲分布
葎子蕨属(<i>Triosteum</i>)	1	14.29	13中亚特有分布
披碱草属(<i>Elymus</i>)	5	12.50	10旧世界温带分布
北藁本属(<i>Ligusticum</i>)	2	12.50	14(SH)中国-喜马拉雅
毛冠菊属(<i>Nannoglottis</i>)	1	11.11	11温带亚洲分布
微孔草属(<i>Microula</i>)	3	10.34	9东亚和北美间断分布
刺参属(<i>Acanthocalyx</i>)	1	10.00	14(SH)中国-喜马拉雅
鼬瓣花属(<i>Galeopsis</i>)	1	10.00	10-1地中海区,至西亚(或中亚和东亚间断分布)分布

分布有1(1.27%)属,只有鼬瓣花属;温带亚洲分布有6属(7.59%),分别是锦鸡儿属、米口袋属(*Guedenstaedtia*)、大黄属(*Rheum*)、附地菜属(*Trigonotis*)、火绒草属、毛冠菊属;中亚特有分布有1属(1.27%),仅有葎子蕨属;东亚分布有2属(2.53%),包括党参属(*Codonopsis*)和金莲花属;中国-喜马拉雅分布有3属(3.80%),包括芨芨草属、北藁本属和刺参属。中国特有分布属仅有1属鲜卑花属。

除去世界分布与中国特有分布外,热带分布型仅有2属(除世界分布外占比,2.53%下同),而温带分布型共76属(96.20%),以温带成分属占绝对优势。宗喀山地区的温带地理成分十分丰富,充分反映了该地区显著的温带性质,宗喀山种子植物科、属的分布区类型如表3所示。

2.4 种分析

依据吴征镒对于科属的分布类型划分对宗喀山地区的381个物种进行了分类,分为8个类型和2种变型,如表4所示。

世界分布有10种,占总种数的2.62%,以草本植物为主,如菊科的黄花蒿(*Artemisia annua* L.);泛热带分布仅有1种,蛇莓[*Duchesnea indi-*

ca (Andr.) Focke];北温带分布有23种,占所有物种的6.04%,这些物种主要分布在含有10~19个物种的科,如禾本科、毛茛科、十字花科、莎草科、杨柳科等;旧世界温带分布有15种,占比3.94%,这些物种主要分布在宗喀山地区的优势科,如豆科的黄芪(*Astragalus membranaceus* Fisch. ex Bunge)、鬼箭锦鸡儿[*Caragana jubata* (Pall.) Poir.],禾本科的阿洼早熟禾(*Poa araratica* Trautv.)、披碱草(*Elymus dahuricus* Turcz. ex Griseb.)、垂穗披碱草(*Elymus nutans* Griseb.)等。温带亚洲分布有46种,占比12.07%,有9种分布在菊科,占该分布类型的19.57%;中亚特有分布、东亚分布分别有25种、13种,占比6.56%和3.41%。作为东亚分布变型的中国-喜马拉雅分布是除了中国特有种以外含物种数最多的分布类型,共有61种,占比16.01%。中国-日本分布有2种,百合科的黄精(*Polygonatum sibiricum* Redouté)和莎草科的针叶薹草(*Carex onoei* Franch. ex Sav.)。中国特有种最多,为185种,占比48.56%。

2.5 宗喀山地区珍稀濒危植物

宗喀山地区共珍稀濒危植物29种,占总种数的

表3 宗喀山种子植物科、属的分布区类型

Table 3 Areal types of families and genera of seed plants in Tsong-Kha mountains

分布区类型	科数	占总科数的比例/%	属数	占总属数的比例/%
1世界分布	25	65.79	19	19.39
2泛热带分布	1	2.63	0	0.00
7热带亚洲分布	0	0.00	2	2.04
8北温带分布	5	13.16	43	43.88
8-2北极-高山分布	0	0.00	2	2.04
8-4北温带和南温带间断分布	5	13.16	9	9.18
8-5欧亚和南美洲温带间断分布	1	2.63	1	1.02
9东亚和北美间断分布	0	0.00	1	1.02
10旧世界温带分布	0	0.00	8	8.16
10-1地中海区,至西亚(或中亚和东亚间断分布)分布	0	0.00	1	1.02
11温带亚洲分布	0	0.00	6	6.12
13中亚特有分布	0	0.00	1	1.02
13-2中亚东部至喜马拉雅和中国西南部分布	1	2.63	0	0.00
14东亚分布	0	0.00	2	2.04
14(SH)中国-喜马拉雅	0	0.00	3	3.06
15中国特有	0	0.00	1	1.02
合计	38	100.00	98	100.00

表4 宗喀山种子植物种的分布区类型

Table 4 Areal types of species of seed plants in Tsong-Kha mountains

分布区类型	种数	占总种数的比例/%
1世界分布	10	2.62
2泛热带分布	1	0.26
8北温带分布	23	6.04
10旧世界温带分布	15	3.94
11温带亚洲分布	46	12.07
13中亚特有分布	25	6.56
14东亚分布	13	3.41
14(SH)中国-喜马拉雅	61	16.01
14(SJ)中国-日本	2	0.52
15中国特有	185	48.56
合计	381	100.00

7.61%,说明在该区域具有一定数量的珍稀保护植物。将其按照不同等级分类方法进行分类,如表5所示。

按照中国生物多样性红色名录评估等级划分,属于濒危的有1种,易危的有5种,近危的有8种;按照中国物种红色名录评估等级划分,属于近危的有1种,近危NT几近符合易危的有7种,易危的有7种;而按照国家保护等级进行划分,其中,一级保护植物1种,二级保护植物9种;按照CITES附录级别划分只有2种二级保护植物。

3 讨论

宗喀山地区共有种子植物38科98属381种,分别占青海全省种子植物科、属、种总数的40.43%、17.59%、15.26%,占全国种子植物科、属、种总数的12.62%、5.10%、2.85%。该地区的属种比例较低,含2~5种的属构成了主体,可能与该地区独有的高寒、干旱的环境存在一定的关系。地区的一些新的特有属,如虎耳草和龙胆属,是青藏高原的优势属,其存在反映了宗喀山的年轻化特征^[21]。该区域内被子植物38科97属378种,占区域内种子植物总科数的97.44%,总属数的98.98%,总种数的99.21%,虽然种类远少于祁连山自然保护区,但区域内被子植物占比略高于祁连山自然保护区^[22]。

科、属的数量统计中,含20种及以上的科和含10~19种的科所含属、种数分别占总属、种数的52.04%和70.60%,是该区域植物多样性的主要成分;含2~5种的属和含6~15种的属包含的种数分别占总种数的38.78%和45.14%,这两者为该区系属的组成主体,占据重要地位。宗喀山优势科有8种,相较祁连山的15种少得多,但优势属有40种,远高于祁连山的14种^[22]。并且与同处于青海省的班玛县的51科154属317种相比,科属数量少但种数多,说明宗喀山植物种内分化水平较高^[23]。该地区的种子植物区系具有显著的优势,表征类群十分显著。这种科属组成反映了高寒环境对植物区系的

表5 宗喀山珍稀保护植物等级划分
Table 5 Classification of rare and protected plants in Tsong-Kha mountains

种名	学名	国家保护等级	CITES附录级别	中国生物多样性红色名录评估等级	中国物种红色名录评估等级
黄芪	<i>Astragalus membranaceus</i>	II			
短颖鹅观草	<i>Roegneria breviglumis</i>	II			
狭叶红景天	<i>Rhodiola kirilowii</i>	II		无危(LC)	
小丛红景天	<i>Rhodiola dumulosa</i>	II		无危(LC)	
山萹苢	<i>Anisodus tanguticus</i>	II		无危(LC)	
甘肃贝母	<i>Fritillaria przewalskii</i>			易危(VU)	
狭萼报春	<i>Primula stenocalyx</i>			近危(NT)	
青甘锦鸡儿	<i>Caragana tangutica</i>			近危(NT)	
烈香杜鹃	<i>Rhododendron anthopogonoides</i>			近危(NT)	
鸡爪大黄	<i>Rheum tanguticum</i>			易危(VU)	
洮河红景天	<i>Rhodiola himalensis</i>			濒危(EN)	
青海云杉	<i>Picea crassifolia</i>			无危(LC)	近危 NT
紫果云杉	<i>Picea purpurea</i>			无危(LC)	近危 NT
芍药	<i>Paeonia lactiflora</i>			无危(LC)	近危 NT
管花秦艽	<i>Gentiana siphonantha</i>			近危(NT)	
雪灵芝	<i>Arenaria brevipedata</i>			易危(VU)	
宽叶青杨	<i>Populus cathayana</i>			近危(NT)	
刺瓣绿绒蒿	<i>Meconopsis racemosa</i>			近危(NT)	
多刺绿绒蒿	<i>Meconopsis horridula</i>			近危(NT)	
粗糙叶杜鹃	<i>Rhododendron exasperatum</i>			无危(LC)	易危 VU
唐古红景天	<i>Rhodiola tangutica</i>	II		易危(VU)	易危 VU
柳叶菜风毛菊	<i>Saussurea epilobioides</i>				易危 VU
水母雪兔子	<i>Saussurea medusa</i>				易危 VU
苞叶雪莲	<i>Saussurea obvallata</i>				易危 VU
广布红门兰	<i>Orchis chusua</i>	II		无危(LC)	近危 NT
西藏玉凤花	<i>Habenaria tibetica</i>	II	II	近危(NT)	近危 NT
毛杓兰	<i>Cypripedium franchetii</i>	I	II	易危(VU)	易危 VU
南山龙胆	<i>Gentianagrimum</i>			无危(LC)	易危 VU

筛选作用,耐寒、耐旱的草本植物在严酷的环境中占据主导地位^[24]。其科属组成的简单性可能是由于高寒环境的限制,只有少数适应性强、生态位宽的植物能够在此生存^[25]。

植物区系的地理成分是研究某一地区植物种类构成、分布格局及其演化过程的关键特征^[26]。通过对本区域植物区系的综合分析,科的分布可划分为7种类型,其中温带成分占据主导地位。相较于科,属的分布类型更能揭示植物区系的本质特征及其地理属性^[27]。该区域属的地理成分可分为9种类型,温带分布类型在其中起决定性作用,这充分表明该

区域种子植物区系具有显著的温带性质,北温带成分尤为突出,这与宗喀山地处北半球北温带的地理位置高度一致。宗喀山区系内的植物种类仅占青海省整体的15.26%^[28],在种的方面是以荒漠植物最为常见,符合青海省片区内的特征。这与青藏高原的地形地貌、气候条件有着密切的关系。祁连山与宗喀山同处于青藏高原东北部高原地带,具有相似的高寒条件,但相比于祁连山而言,宗喀山的植物种类较少,科、属的分布区类型也较为贫乏。

在对于宗喀山地区物种分布类型的统计中,中国特有种多为高山草甸、灌丛或岩石生境的适应物

种,许多为多年生草本或矮小灌木,适应寒冷干旱环境,这与宗喀山地区乃至青海省内的高海拔、高寒的特点相符。除中国特有种以外,温带亚洲成分、东亚成分中的中国-喜马拉雅分布在宗喀山区系中也占有重要地位。作为青藏高原东北缘的重要山地,宗喀山处于多个植物区系的交汇地带,这种区位特征使得该地区既保存了本地特有成分,又汇集了周边区系的代表性类群,形成了过渡性明显的复合区系特征。

珍稀植物的形成与低温、强辐射和昼夜温差大的气候以及人口密度较低,人类活动干扰相对较少等原因有关^[29]。宗喀山区域有29种珍稀保护植物,这些植物不仅是青藏高原生物多样性的的重要组成部分,也具有重要的生态和科学研究价值。研究表明,过度放牧、旅游开发和资源采挖是导致珍稀植物种群减少的主要原因^[30]。加之珍稀植物自身的特点,使得其十分脆弱。例如,作为杓兰属的毛杓兰,它的繁殖和栽培都十分困难^[31]。因此,采取措施对珍稀植物进行保护迫在眉睫。

宗喀山地区的植物多样性受地理位置、海拔、气候以及土壤等多种环境因子的影响。宗喀山地处青藏高原西北缘,地理位置特殊,因此其植物区系表现出一定的过渡性,既有青藏高原高寒草甸的典型成分,也有黄土高原和蒙古高原的植物成分。海拔对于植物多样性的影响主要是随着海拔的升高,宗喀山植物种类逐渐减少,群落结构趋于简单。这与青藏高原其他地区的规律也是一致的^[32]。宗喀山地区寒冷干旱,这种气候条件限制了高大乔木的生长,因此草本植物和灌木成为优势类群。除此之外,有研究表明,土壤养分含量低、发育不完全也是限制植物多样性的重要因素^[33]。宗喀山地区土壤贫瘠,只有耐贫瘠的植物才能够在此生存。正是这多种因素的作用才造就了宗喀山植物多样性。

4 结 论

本研究通过对宗喀山地区的植物种类、区系组成、表征类群、优势类群以及地理成分进行统计分析,发现该地区野生种子植物区系有以下特点:

1)植物种类少。宗喀山地区有种子植物38科98属381种,被子植物占主导。科的组成中含6~9种的科最多,含2~5种的科次之;含6~15种的属和含2~5种的属为区系属的组成主体;种可以分为8个类型 and 2种变型,占比最多的是中国特有种,其次是中国-喜马拉雅分布。

2)优势种群突出。菊科、禾本科、毛茛科、蔷薇科、豆科、龙胆科、苋科、十字花科等优势科广泛分布

于保护区全境,具有表征作用。科属组成较为简单,可能与该区域的高寒环境有关。

3)北温带性质显著。该区域种子植物科属的地理成分,以温带分布的北温带性质为主。

4)植物区系较复杂。该区种子植物具有青藏高原唐古特地区高寒植物特征,同时具有黄土高原和蒙古高原植物区系的边缘效应,地理成分呈现出复杂的多样性和区间的广泛性。

5)该区域中具有一定数量的珍稀保护植物,但由于自身生殖力、存活力和适应性较低以及严重的人为干扰等因素,繁殖率较低。应积极开展该地区的环境保护措施,通过宣传教育、制定政策、开展研究、设立自然保护区等方式,使珍稀保护植物得到合理的利用与保护。

参考文献

- [1] Cramer V A, Hobbs R J, Standish R J. What's new about old fields? Land abandonment and ecosystem assembly[J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2008, 23(2): 104-112.
- [2] 孙航,邓涛,陈永生,等.植物区系地理研究现状及发展趋势[J]. *生物多样性*, 2017, 25(2): 111-122. Sun H, Deng T, Chen Y S, et al. Current research and development trends in floristic geography[J]. *Biodiversity Science*, 2017, 25(2): 111-122.
- [3] 陈之端,张晓霞,胡海花,等.中国植物地理学研究进展与展望[J]. *地理学报*, 2022, 77(1): 120-132. Chen Z D, Zhang X X, Hu H H, et al. Plant geography in China: history, progress and prospect[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(1): 120-132.
- [4] 自然资源部中国地质调查局西安地质调查中心.中国区域地质志·祁连山志[M].北京:地质出版社,2024. Xi'an Geological Survey Center, China Geological Survey, Ministry of Natural Resources. *Regional Geology of China and Qilian Mountains*[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2024.
- [5] 高峰,律可心,乔智,等.青藏高原东缘生态过渡带碳中和评估与预测[J]. *生态学报*, 2022, 42(23): 9442-9455. Gao F, Lü K X, Qiao Z, et al. Assessment and prediction of carbon neutrality in the eastern margin ecotone of Qinghai-Tibet Plateau[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2022, 42(23): 9442-9455.
- [6] 徐永锋,郭敏,陈建洲,等.东昆仑八宝山盆地上三叠统页岩气成藏地质条件分析[J]. *矿产与地质*, 2024, 38(3): 418-433. Xu Y F, Guo M, Chen J Z, et al. Geological condition analysis of the formation of shale gas reservoirs of the

- Upper Triassic in Babaoshan Basin, East Kunlun [J]. *Mineral Resources and Geology*, 2024, 38 (3): 418-433.
- [7] 李青, 陈建洲, 王国仓, 等. 青藏高原北部东昆仑地区三叠系元素地球化学组成对古环境的指示意义[J]. *天然气地球科学*, 2021, 32(11): 1714-1723.
- Li Q, Chen J Z, Wang G C, et al. The element compositions of the Triassic shales into the East Kunlun area (northern Tibetan Plateau) and their paleoenvironmental implications[J]. *Natural Gas Geoscience*, 2021, 32 (11): 1714-1723.
- [8] 青海省第四地质勘查院. 青海省东昆仑八宝山盆地页岩气关键问题研究与找矿突破[EB/OL]. [2024-12-10]. <https://kns.cnki.net/kns8s/defaultresult/index?> Fourth Geological Exploration Institute of Qinghai Province. Research on key problems of shale gas in Babaoshan Basin, East Kunlun, Qinghai Province and breakthrough in prospecting[EB/OL]. [2024-12-10]. <https://kns.cnki.net/kns8s/defaultresult/index?>
- [9] 中国科学院地理研究所. 青海省地理志[M]. 北京: 科学出版社, 1986.
- Institute of Geography, China Academy of Sciences. *Geography of Qinghai Province* [M]. Beijing: Science Press, 1986.
- [10] 公丽, 梁康, 刘昌明. 黄河水源涵养区水碳变量的时空变化特征及其影响因素[J]. *地理科学进展*, 2023, 42(9): 1677-1690.
- Gong L, Liang K, Liu C M. Spatial and temporal variation characteristics of the water and carbon variables in the water conservation zone of the Yellow River and their influencing factors [J]. *Progress in Geography*, 2023, 42(9): 1677-1690.
- [11] 中科院青藏高原研究所. 青藏高原东北部气候分区与GIS建模[J]. *地理与地理信息科学*, 2022, 38(2): 45-52.
- Institute of Qinghai-Tibet Plateau, Chinese Academy of Sciences. Climate zoning and GIS modeling in the northeast of Qinghai-Tibet Plateau [J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2022, 38(2): 45-52.
- [12] 湟中县地方志编纂委员会. 湟中县志[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1990.
- Huangzhong County Local Records Compilation Committee. *Huangzhong County Records* [M]. Xining: Qinghai People's Publishing House, 1990.
- [13] 许娟, 张百平, 谭靖, 等. 青藏高原植被垂直带与气候因子的空间关系[J]. *山地学报*, 2009, 27(6): 663-670.
- Xu J, Zhang B P, Tan J, et al. Spatial relationship between altitudinal vegetation belts and climatic factors in the Qinghai-Tibetan Plateau [J]. *Journal of Mountain Science*, 2009, 27(6): 663-670.
- [14] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海植物志[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1996.
- Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences. *Flora Qinghaica* [M]. Xining: Qinghai People's Publishing House, 1996.
- [15] 张发起, 迟晓峰, 韩赞. 青海植物名录(2022)[M]. 西宁: 青海人民出版社, 2022: 324-379. Zhang F Q, Chi X F, Han Y. Checklist of Qinghai plants (2022) [M]. Xining: Qinghai People's Publishing House, 1996.
- [16] 吴征镒, 周浙昆, 孙帆, 等. 种子植物分布区类型及其起源和分化[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006.
- Wu Z Y, Zhou Z K, Sun F, et al. The areal-types of seed plants and their origin and differentiation [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2006.
- [17] 国家林业和草原局, 农业农村部. 国家重点保护野生植物名录 [EB/OL]. (2021-09-07) [2025-09-16]. <https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-09/09/content5636409.htm>.
- National Forestry and Grassland Administration, Ministry of Agriculture and Rural Affairs. List of national key protected wild plants [EB/OL]. (2021-09-07) [2025-09-16]. <https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-09/09/content5636409.htm>.
- [18] 环境保护部, 中国科学院. 中国生物多样性红色名录: 高等植物卷(2020) [EB/OL]. (2013-05-18) [2025-09-16]. <https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/202305/W020230522536560832337.pdf>.
- Ministry of Ecology and Environment, Chinese Academy of Sciences. China biodiversity red list: higher plant volume (2020) [EB/OL]. (2013-05-18) [2025-09-16]. <https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/202305/W020230522536560832337.pdf>.
- [19] Ornduff R, Takhtajan A. The floristic regions of the world [J]. *Systematic Botany*, 1978, 3(3): 350.
- [20] 吴征镒, 王荷生, 陆佩洪. 云南种子植物区系研究 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1987: 45-48.
- Wu Z Y, Wang H S, Lu P H. A study on the spermatophytic flora of Yunnan [M]. Kunming: Yunnan Science & Technology Publishing House, 1987.
- [21] 吴玉虎. 大通河流域植物区系 [J]. *云南植物研究*, 2004, 26(4): 355-372.
- Wu Y H. The flora of Datong River valley in Qinghai, China [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2004, 26 (4): 355-372.
- [22] 邸华, 刘培亮, 车宗玺, 等. 甘肃祁连山自然保护区种子植物区系研究 [J]. *干旱区资源与环境*, 2025, 39

- (2): 192-198.
- Di H, Liu P L, Che Z X, et al. The flora of seed plants in Qilian Mountain nature reserve, Gansu Province[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2025, 39(2): 192-198.
- [23] 胡生彬, 杨仕兵. 青海省班玛县野生药用植物资源多样性调查[J]. 生物资源, 2021, 43(4): 381-387.
- Hu S B, Yang S B. Investigation on diversity of wild medicinal plant resources in Banma County, Qinghai Province [J]. Biotic Resources, 2021, 43 (4) : 381-387.
- [24] AndrésEscrig, Begona. Análisis de cationes y aniones en plantas sometidas a estrés hídrico. Diss[M]. Universitat Politècnica de València, 2011.
- [25] 韩发, 岳向国, 师生波, 等. 青藏高原几种高寒植物的抗寒生理特性[J]. 西北植物学报, 2005, 25(12): 2502-2509.
- Han F, Yue X G, Shi S B, et al. Physiological characteristics in cold resistance of several alpine plants in Qinghai-Tibet Plateau[J]. Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica, 2005, 25(12): 2502-2509.
- [26] 王荷生. 中国植物区系的基本特征[J]. 地理学报, 1979, 34(3): 224-237.
- Wang H S. The basic features of Chinese flora[J]. Acta Geographica Sinica, 1979, 34(3): 224-237.
- [27] 陈灵芝. 中国植物区系与植被地理[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- Chen L Z. Flora and vegetation geography of China [M]. Beijing: Science Press, 2014.
- [28] 孙海群, 孙康迪, 马世鹏. 青海省野生种子植物区系分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(19): 144-150.
- Sun H Q, Sun K D, Ma S P. Flora analysis of wild seed plants in Qinghai province[J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2016 (19) : 144-150.
- [29] Nytko A G, Senior J K, Wooliver R C, et al. An evolutionary case for plant rarity: *Eucalyptus* as a model system [J]. Ecology and Evolution, 2024, 14 (6) : e11440.
- [30] 张鑫, 杨杰. 生物多样性的丧失原因与保护策略[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(10): 69-70.
- Zhang X, Yang J. Causes of biodiversity loss and protection strategies[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2007, 13(10): 69-70.
- [31] 徐可, 王涛, 张毓. 兰科杓兰属(*Cypripedium*)植物种子非共生萌发研究进展[J]. 生物资源, 2020, 42(1): 43-48.
- Xu K, Wang T, Zhang Y. Advances in the study of asymbiotic germination of *Cypripedium* seeds [J]. Biotic Resources, 2020, 42(1): 43-48.
- [32] 钟静怡, 叶采金, 吴浩静, 等. 青藏高原种子植物区系多样性格局及其影响因素[J]. 生态学报, 2025, 45(3): 1389-1405.
- Zhong J Y, Ye C J, Wu H J, et al. Diversity patterns and influencing factors of seed plant flora in the Tibetan Plateau [J]. Acta Ecologica Sinica, 2025, 45 (3) : 1389-1405.
- [33] Hu Z P, Xiao K Q, Zheng H D, et al. The effects of nutrient and water use efficiency on plant species diversity in the understory of broad-leaved evergreen forests [J]. Diversity, 2025, 17(3): 157.