



青海祁连圆柏群落种子植物区系研究

李智华 郝家田 文妙霞 胡云云 刘超 刘欢 王含予 向安民

Study on the Flora of Seed Plants in *Juniperus przewalskii* Community in Qinghai Province

Li Zhihua, Hao Jiatian, Wen Miaoxia, Hu Yunyun, Liu Chao, Liu Huan, Wang Hanyu, Xiang Anmin

引用本文:

李智华, 郝家田, 文妙霞, 胡云云, 刘超, 刘欢, 王含予, 向安民. 青海祁连圆柏群落种子植物区系研究[J]. 西南林业大学学报, 2024, 44(2):69–76. doi: 10.11929/j.swfu.202211002

Li Zhihua, Hao Jiatian, Wen Miaoxia, Hu Yunyun, Liu Chao, Liu Huan, Wang Hanyu, Xiang Anmin. Study on the Flora of Seed Plants in *Juniperus przewalskii* Community in Qinghai Province[J]. Journal of Southwest Forestry University(Natural Science), 2024, 44(2):69–76. doi: 10.11929/j.swfu.202211002

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202211002>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

浙江始丰溪国家湿地公园种子植物区系研究

A Floristic Study of Wild Seed Plants in Shifengxi National Wetland Park, Zhejiang Province

西南林业大学学报. 2020, 40(4): 47–52 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201906005>

四川省盐边县种子植物区系分析

Analysis of Seed Plant Flora in Yanbian County, Sichuan Province

西南林业大学学报. 2021, 41(6): 86–92 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202011044>

云南万峰山自然保护区种子植物区系研究

A Study on the Flora of Seed Plants in Wanfeng Mountain Nature Reserve

西南林业大学学报. 2020, 40(4): 53–60 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201906022>

老君山国家级自然保护区小桥沟片区森林种子植物区系分析

Floristic Analysis of Seed Plants in Xiaoqiaogou Region of Laojun Mountain National Nature Reserve

西南林业大学学报. 2021, 41(2): 68–75 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201912060>

滇池湖滨湿地公园园林植物地理区系类型及外来种应用研究

Study on Geographical Flora of Landscape Plants and Application of Exotic Species in Wetland Parks of Dianchi Lake

西南林业大学学报. 2020, 40(6): 58–72 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202003038>

环境因子对珍稀濒危植物裸果木种子萌发特性的影响

Influence of Environmental Factors on Seed Germination of Endangered Plant *Gymnocarpos przewalskii*

西南林业大学学报. 2017, 37(1): 49–53 <https://doi.org/10.11929/j.issn.2095-1914.2017.01.009>

DOI: 10.11929/j.swfu.202211002

引文格式: 李智华, 郝家田, 文妙霞, 等. 青海祁连圆柏群落种子植物区系研究 [J]. 西南林业大学学报 (自然科学), 2024, 44(2): 69–76.

青海祁连圆柏群落种子植物区系研究

李智华¹ 郝家田¹ 文妙霞¹ 胡云云¹ 刘超² 刘欢¹ 王含予¹ 向安民¹

(1. 国家林业和草原局西北调查规划院国家林草局旱区生态水文与灾害防治重点实验室, 陕西 西安 710048;

2. 西安绿环林业技术服务公司, 陕西 西安 710048)

摘要: 以青海省祁连圆柏群落为研究对象, 采用样地调查为主并结合样线调查为辅的调查方法, 调查了德令哈市、泽库县、兴海县、乌兰县、都兰县、祁连县以及互助县等7个市(县)42块样地的圆柏群落种子植物, 在此基础上, 采用植物区系地理的方法, 分析了该群落种子植物区系特征。结果表明: 青海省祁连圆柏群落共有种子植物41科136属258种, 以菊科、蔷薇科、毛茛科、豆科等植物为主, 含1种的属和2~4种的属丰富; 多年生草本有171种, 占绝对优势(66.28%)。科的分布区类型有4个, 以世界分布为主; 属的分布区类型有12个, 温带成分的属最多, 有100属, 占总属数的88.50%。中国特有属3属; 中国特有种106种, 以青藏高原特有为主, 兼有华北、西南—华北、西南成分, 青海特有仅开张龙胆1种。互助县祁连圆柏群落种子植物最丰富, 德令哈市最贫乏; 泽库、互助、兴海群落区系组成较相似, 德令哈、都兰、乌兰群落区系组成较相似。青海省祁连圆柏群落种子植物区系组成较丰富; 温带性质显著; 中国特有属贫乏, 中国特有种较丰富, 但本地特有种贫乏; 不同区域祁连圆柏群落种子植物组成及属间相似性存在差异。

关键词: 青海; 祁连圆柏; 种子植物; 植物区系

中图分类号: Q949

文献标志码: A

文章编号: 2095-1914(2024)02-0069-08

Study on the Flora of Seed Plants in *Juniperus przewalskii* Community in Qinghai Province

Li Zhihua¹, Hao Jiatian¹, Wen Miaoxia¹, Hu Yunyun¹, Liu Chao², Liu Huan¹, Wang Hanyu¹, Xiang Anmin¹

(1. Key Laboratory of Ecological Hydrology and Disaster Prevention in Arid Regions, Northwest Surveying and Planning Institute of National Forestry and Grassland Administration, Xi'an Shaanxi 710048, China;

2. Xi'an Lvhuang Forestry Technology Service Company, Xi'an Shaanxi 710048, China)

Abstract: Taking the *Juniperus przewalskii* community in Qinghai Province as the research object, the survey method is mainly based on sample plot survey and supplemented by sample line survey, the seed plants of 42 sample plots of *J. przewalskii* community in Zeku County, Xinghai County, Delingha City, Wulan County, Dulan County, Qilian County and Huzhu County were investigated, on this basis, the method of floristic geography was used, and the flora characteristics of the community seed plants were analyzed. The results show that there are 41 families, 136 genera, and 258 species of seed plants in community. The main plants are Asteraceae, Rosaceae, Ranunculaceae, and Fabaceae, with abundant genera with 1 species, and with 2–4 species; there are 171 species of perennial herbs, occupying an absolute predominance(66.28%). There are 4 areal-types of families, mainly distrib-

收稿日期: 2022-11-01; 修回日期: 2022-12-18

基金项目: 国家林业和草原局计划项目(LC-2-12)资助。

第1作者: 李智华(1978—), 男, 高级工程师。研究方向: 森林资源与生态监测。Email: 39864710@qq.com。

通信作者: 向安民(1963—), 男, 正高级工程师。研究方向: 资源与生态监测。Email: 838441842@qq.com。

uted around the world; There are 12 areal-types of the genera, 100 genera belonged to temperate elements, accounting for 88.50% of the total number of genera. There are 3 genera endemic to China; there are 106 species endemic to China, mainly endemic to the Qinghai-Tibet Plateau. They had both North China, Southwest-North China, and Southwest components. Only 1 species of *Gentiana aperta* is endemic to Qinghai. Huzhu County has the most abundant seed plants, and the least in Delingha City. The communities of Zeku, Huzhu, and Xinghai are similar in composition, and Delingha, Dulan, and Wulan are similar in composition. The seed plant flora of *J. przewalskii* community in Qinghai Province is rich; temperate nature is remarkable; Chinese endemic genera are poor, Chinese endemic species are abundant, but native endemic species are poor; the composition of seed plants and the similarity among genera of *J. przewalskii* community in different regions are different.

Key words: Qinghai; *Juniperus przewalskii*; seed plant; flora

祁连圆柏 (*Juniperus przewalskii*) 属于柏科 (Cupressaceae) 刺柏属 (*Juniperus*) 植物, 常绿小乔木 (很少灌木), 被认为是由第三纪中新世组成温带山地森林树种之一的圆柏属进化而来^[1], 属于中国特有树种之一, 产于青海 (东部、东北部及北部)、甘肃 (河西走廊南部)、四川北部 (松潘)^[2], 在青海地区主要生于海拔 2250~4200 m 的阳坡、半阳坡、河谷、山脊等地。为适应青藏高原干旱和寒冷的气候, 祁连圆柏植物演化出许多特殊的生理结构, 如小而厚的鳞叶和刺叶、发达的根系等, 从而提高了抗寒抗旱, 以及涵养水源和保持水土的能力^[3]。祁连圆柏形成的群落结构简单, 包括乔木层、灌木层和草本层, 常形成单优群落, 多分布于林草交错区, 仅在局部地区与青海云杉 (*Picea crassifolia*) 共同构成混交林^[4]。以祁连圆柏为建群种的干旱森林群落是青海省森林生态系统的重要组成部分, 对维持青藏高原脆弱的生态平衡具有十分重大的意义。

目前, 有关祁连圆柏的研究主要集中在群落学特征^[5-7]、种群结构^[3,8]、树轮与气候的关系^[9-12]、化学成分分析^[13-14]等方面, 多数研究仅涉及局部地区或较小的空间尺度。而对其群落植物区系的研究尚未见报道。为进一步了解青海省祁连圆柏群落的特性, 本研究在实地深入调查的基础上, 从祁连圆柏群落种子植物种类组成的角度出发, 对其群落区系特征进行研究, 旨在阐明青海省祁连圆柏群落种子植物区系组成、区系性质、区系特有现象等方面问题, 以期祁连圆柏群落生物多样性保护提供基础数据和理论依据。

1 研究区概况

青海省位于青藏高原东北部, 地理坐标为 89°35'~103°04'E, 31°09'~39°19'N, 东西长 1200 km, 南北宽 800 km, 总面积 72.23 万 km²,

全省地貌差异显著, 可分为祁连山地、柴达木盆地和青南高原三个区域, 平均海拔 4000 m 以上, 以山地为主, 兼有平地 and 丘陵。属于高原大陆性气候, 具有气温低、昼夜温差大、降雨少而集中、日照长、太阳辐射强等特点, 年均气温为 1.37℃, 最冷的青南地区为 -1.19℃, 最热的东部地区为 3℃, 年均≥0℃的积温为 1771.68℃, 年均降雨量为 365.7 mm, 集中于 6—7 月, 雨热同季。

2 研究方法

2.1 调查方法

于 2018 年 7—8 月、2019 年 7—8 月, 采用样地调查为主并结合样线调查为辅的调查方法, 根据祁连圆柏在青海省分布的状况 [祁连圆柏在青海省分布于海西州、海北州、海南州、海东市、西宁市、黄南州、果洛州 (零星分布)], 选择祁连圆柏分布集中的泽库县、兴海县、德令哈市、乌兰县、都兰县、祁连县以及互助县进行了调查, 共设 20 m×20 m 样地 42 个 (表 1), 利用手持 GPS 记录样地海拔及经纬度, 记录包括植被类型、林分郁闭度、坡向、坡度、土壤类型等内容。采用“对角线”法, 在每个样地的四角和中心设置 5 个 1 m×1 m 草本层样方以及 5 个 3 m×3 m 灌木层样方, 分别记录物种名称、高度、盖度、频度等。此外, 沿生境梯度在群落内布设样线, 样线长度为 500~1000 m, 调查出现在祁连圆柏群落样方外的植物。拍摄植物彩色照片并存档, 现场鉴定植物, 无法确定的物种, 采集标本带回室内鉴定。

整理样地和样线调查数据, 参考相关文献资料^[15-21], 利用《中国植被》^[22]及 Flora of China 修订物种名称, 建立青海省祁连圆柏群落种子植物名录数据库, 作为区系分析的基础资料。

表 1 祁连圆柏群落样地概况

Table 1 General situation of sample plots in the *J. przewalskii* community

区域	地理位置	海拔/m	样地面积/m ²	样地数
泽库县	101°51'05" ~ 101°56'41"E, 35°12'52" ~ 35°18'40"N	2 915 ~ 3 500	400	9
兴海县	100°06'54" ~ 100°07'58"E, 35°00'28" ~ 35°02'58"N	3 240 ~ 3 815	400	6
德令哈市	97°19'40" ~ 97°20'50"E, 37°29'11" ~ 37°29'25"N	3 571 ~ 3 740	400	3
乌兰县	98°36'55" ~ 98°27'00"E, 37°01'10" ~ 37°02'34"N	3 360 ~ 3 710	400	4
都兰县	98°06'31" ~ 98°20'11"E, 35°59'18" ~ 36°17'45"N	3 700 ~ 3 820	400	7
祁连县	100°14'55" ~ 100°18'35"E, 38°04'44" ~ 38°12'49"N	3 170 ~ 3 450	400	5
互助县	102°16'56" ~ 102°32'40"E, 36°46'24" ~ 36°55'37"N	2 820 ~ 3 300	400	8

2.2 分布区类型划分

参照《中国植被》^[22]以及利用《中国植物志》统计种子植物的生活型。根据《种子植物分布区类型及其起源和分化》^[23]以及相关文献资料^[24-25]，对青海省祁连圆柏群落中种子植物科、属的分布区类型进行划分。中国特有种依据《中国特有种种子植物的多样性及其地理分布》^[26]进行划分和统计；中国特有种分布亚型的划分以种的现代地理分布为依据，并参考王荷生等^[27-28]的划分方法。采用相似性指数 [Sc, 公式 (1)]^[29]对不同区域祁连圆柏群落种子植物属的相似性进行分析。

$$Sc = 2A / (B + C) \times 100\% \quad (1)$$

式中：*B* 表示其中一个地区含有的属数；*C* 表示另一个地区含有的属数；*A* 表示两个地区共有的属数；且 *A*、*B*、*C* 均不含世界分布。

3 结果与分析

3.1 植物类群组成

3.1.1 物种组成

经调查统计（表 2），祁连圆柏群落的种子植物共计 258 种，隶属于 41 科 136 属，科、属、种分别占青海省种子植物^[30]（94 科 557 属 2 497 种）总数的 43.62%、24.42%、10.33%，其中裸子植物 3 科 3 属 5 种，被子植物 38 科 133 属 253 种。

表 2 青海省祁连圆柏群落种子植物科、属、种统计

Table 2 The number of families, genera and species of seed plant in the *J. przewalskii* community in Qinghai Province

分类群	科		属		种	
	数量	占比/%	数量	占比/%	数量	占比/%
裸子植物	3	7.32	3	2.21	5	1.94
被子植物	38	92.68	132	97.79	253	98.06
合计	41	100.00	135	100.00	258	100.00

3.1.2 科的组成

对各科所含种数进行统计，将青海省祁连圆柏群落种子植物 41 科划分为含 1 种的科、含 2~4 种的科、含 5~14 种的科、≥15 种的科共 4 类（表 3）。其中含 15 种及以上的科有 4 科，分别为菊科（*Asteraceae*）（52 种）、蔷薇科（*Rosaceae*）（25 种）、毛茛科（*Ranunculaceae*）（23 种）、豆科（*Fabaceae*）（15 种），共 49 属 115 种，科、属、种分别占青海省祁连圆柏群落种子植物总科数的 9.76%、总属数的 36.03%、总种数的 44.57%。这 4 科是青海省祁连圆柏群落种子植物科级分类群的主要组成部分；5~14 种的科有禾本科（*Poaceae*）、玄参科（*Scrophulariaceae*）、龙胆科（*Gentianaceae*）等 9 科；2~4 种的科有桔梗科（*Campanulaceae*）、忍冬科（*Caprifoliaceae*）等 19 科；含 1 种的科有麻黄科（*Ephedraceae*）、远志科（*Polygalaceae*）、茄科（*Solanaceae*）等 9 科。以上结果表明，青海省祁连圆柏群落种子植物科的组成多样，分类明显，多数属、种分布于少数科内，而含种数较少的科构成科的主体。

表 3 青海省祁连圆柏群落种子植物科组成统计

Table 3 Statistical analysis of seed plant families in the *J. przewalskii* community in Qinghai Province

各科所含种数	科		属		种	
	数量	占比/%	数量	占比/%	数量	占比/%
1 种	9	21.95	9	6.62	9	3.49
2 ~ 4 种	19	46.34	31	22.79	51	19.77
5 ~ 14 种	9	21.95	47	34.56	83	32.17
≥15 种	4	9.76	49	36.03	115	44.57
合计	41	100.00	136	100.00	258	100.00

3.1.3 属的组成

对各属所含种数进行统计，将青海省祁连圆柏群落种子植物 136 属划分为含 1 种的属、含 2~4 种的属和 ≥5 种的属 3 类（表 4）。其中含 5 种及以上的属有 7 属，共 52 种，属、种分别占

青海省祁连圆柏群落种子植物总属数的 5.15%、总种数的 20.54%，主要有委陵菜属（*Potentilla*）（10 种）、风毛菊属（*Saussurea*）（9 种）、马先蒿属（*Pedicularis*）（9 种）等，这 7 属在群落区系中占有极重要的地位；含 2~4 种的属有 47 属，共 123 种，属、种分别占总属数的 34.56%、总种数的 47.67%；另有小红门兰属（*Ponerorchis*）、山茛菪属（*Anisodus*）、高山豆属（*Tibetia*）等 82 属含 1 种，属、种分别占总属数的 60.29%、总种数的 31.79%。以上结果表明，1 种属和 2~4 种属在群落中占优势，是群落种子植物属的主要组成部分。

表 4 青海省祁连圆柏群落种子植物属组成统计
Table 4 Statistical analysis of seed plant genera in the *J. przewalskii* community

各属所含种数	属		种	
	数量	占比/%	数量	占比/%
1种	82	60.29	82	31.79
2~4种	47	34.56	123	47.67
≥5种	7	5.15	53	20.54
合计	136	100.00	258	100.00

3.2 植物生活型分析

青海省祁连圆柏群落种子植物 258 种按生活型可划分成 8 类（表 5），其中多年生草本最多，有 171 种，占总种数的 66.28%，是草本层主要组成物种；藤本植物有甘青铁线莲（*Clematis tangutica*）、短尾铁线莲（*C. brevicaudata*）2 种；落叶灌木有 36 种，占总种数的 13.95%，是灌木层的主要组成物种；常绿灌木仅唐古特瑞香（*Daphne tangutica*）1 种，为偶见种；常绿乔木有 4 种，祁连圆柏为群落建群种，青海云杉常为伴生种，偶见种有紫果云杉（*Picea purpurea*）、刺柏（*Juniperus formosana*）；无落叶乔木。

表 5 青海省祁连圆柏群落种子植物种的生活型统计
Table 5 Life-form statistics of seed plant species in the *J. przewalskii* community in Qinghai Province

生活型	种数	占比/%
常绿乔木	4	1.55
落叶乔木	0	0
常绿灌木	1	0.39
落叶灌木	36	13.95
1年生草本	28	10.85
2年生草本	16	6.20
多年生草本	171	66.28
藤本	2	0.78
合计	258	100.00

3.3 地理成分分析

3.3.1 科的地理成分

科的地理分布具有一定的稳定性，反映了较久远的地质历史上植物地理分布格局。参照吴征镒等^[24-25]的划分方法，将青海省祁连圆柏群落种子植物 41 科划分为 4 个分布区类型（表 6）。其中世界分布有 27 科，以温带分布为主；热带分布有 3 科，占总科数（不包括世界分布，下同）的 21.43%。温带分布有 11 科，占总科数的 78.57%，其中北温带分布有松科（*Pinaceae*）、百合科（*Liliaceae*）、忍冬科 3 科；北温带和南温带间断分布有杨柳科（*Salicaceae*）、柏科、罂粟科（*Papaveraceae*）等 5 科；欧亚和南美洲间断分布仅有小檗科（*Berberidaceae*）和麻黄科 2 科；欧亚温带分布仅有刺参科（*Morinaceae*）1 科。以上结果表明，青海省祁连圆柏群落种子植物区系具有明显的温带性质。

表 6 青海省祁连圆柏群落种子植物科的分布区类型
Table 6 The areal-types of seed plant families in the *J. przewalskii* community in Qinghai Province

分布区类型		科数	占总科数比例/%
1. 世界分布	温带分布为主的科	10	—
	热带分布为主的科	3	—
	温带、热带广布的科	14	—
2. 热带分布	2. 泛热带分布	3	21.43
3. 温带分布	8. 北温带分布	10	71.43
	10. 欧亚温带分布	1	7.14
	合计	41	100.00

注：百分比不包括世界分布。

3.3.2 属的地理成分

根据吴征镒等^[23]对属的划分方法，将青海省祁连圆柏群落种子植物 136 属划分为 12 个分布区类型（表 7）。其中世界分布有 22 属，主要以温带分布为主，如荨麻属（*Urtica*）、银莲花属（*Anemone*）、繁缕属（*Stellaria*）等。非世界分布有热带分布（2~7）、温带分布（8~13）、中亚与中国特有分布（14~15）。其中温带分布为最高，有 101 属，占总属数的 88.60%，占绝对优势地位，由此表明，青海省祁连圆柏群落种子植物区系具有明显的温带性质。温带分布中典型的北温带分布有 31 属，其中棘豆属（*Oxytropis*）和嵩草属（*Kobresia*）是可以明显体现出本区高山植物区系特点类群；其次是欧亚温带分布有 23 属；北温带和南温带间断分布有 23 属，其他

分布及变型属数少，可忽略不计；东亚与中国特有分布有 9 属，占总属数的 7.89%，其中中国特有分布有毛冠菊属（*Nannoglottis*）、黄缨菊属（*Xanthopappus*）、羽叶点地梅属（*Pomatosace*）3 属，羽叶点地梅属、黄缨菊属为单型属，所含的种均为青藏高原特有种，毛冠菊属为多型属，由此可知，分布于祁连圆柏群落的中国特有属，

主要以青藏高原为分布中心，这对分析群落区系的演化具有重要意义。热带分布有 4 属，占总属数的 3.51%。属的地理成分分析表明，青海省祁连圆柏群落种子植物区系地理成分多样，区系联系较广泛，以北温带成分、欧亚温带成分等为主，具有明显的温带性质。

表 7 青海省祁连圆柏群落种子植物属的分布类型统计
Table 7 The areal-types of seed plant genera in the *J. przewalskii* community in Qinghai Province

分布区类型		属数	占本区属数比例/%
1. 世界分布（22）	温带分布为主的属	11	—
	热带分布为主的属	1	—
	温带、热带广泛分布	10	—
2. 热带分布（4，3.51%）	2. 泛热带分布	1	0.88
	4. 旧世界热带	2	1.75
	7. 热带亚洲	1	0.88
3. 温带分布（101，88.60%）	8. 北温带分布	65	57.02
	9. 东亚及北美间断分布	3	2.63
	10. 欧亚温带分布	23	20.18
	11. 温带亚洲	5	4.39
	12. 地中海区、西亚至中亚分布	3	2.63
	13. 中亚分布	2	1.75
4. 东亚与中国特有分布（9，7.89%）	14. 东亚分布	6	5.26
	15. 中国特有	3	2.63
合计		136	100.00

注：百分比不包括世界分布。

3.4 植物区系特有现象

3.4.1 特有种的组成

区系中国特有种有 106 种，隶属于 24 科 61 属，科、属、种分别占该群落种子植物总科数的 58.54%、总属数的 45.19%、总种数的 41.09%。其中裸子植物 3 科 3 属 5 种，被子植物 21 科 58 属 101 种。

3.4.2 特有种的分布亚型

参考王荷生等^[27-28]的观点，将分布于青海省祁连圆柏群落的 106 个中国特有种划分为 8 个分布亚型（表 8）。在各分布亚型中，种类最多的为青藏高原特有，有 44 种，占该群落中国特有种总数的 41.51%，其分布区域受到青藏高原独特的地理环境和气候条件限制，代表种有祁连圆柏、青藏棱子芹（*Pleurospermum pulszkyi*）、紫果云杉、矮麻黄（*Ephedra minuta*）等，其中青海特有仅开张龙胆（*Gentiana aperta*）1 种；其次是华北

分布有 21 种，占中国特有种总数的 19.81%，代表种有阿拉善马先蒿（*Pedicularis alaschanica*）、泡沙参（*Adenophora potaninii*）等，其中柳叶菜风毛菊（*Saussurea epilobioides*）、毛冠菊（*Nannoglottis carpesioides*）虽以华北分布为主，但也在四川、云南部分地区有分布；西南-华北分布有 20 种，占总种数的 18.87%；西南分布有 13 种，占中国特有种总数的 12.27%，主要分布于甘肃、青海、四川、西藏，也有少数种分布到云南西北部；东北-华北-华中-西南分布仅蒙古蒲公英（*Taraxacum mongolicum*）1 种，广泛分布于我国大部分省区；华中-华北分布和西南-华中-华北分布各出现 1 种。除此之外，其他特有分布亚型有 5 种，占中国特有种的 4.72%。以上结果表明，青海省祁连圆柏群落种子植物中国特有种分布亚型以青藏高原特有为主，华北、西南-华北、西南成分也占有重要地位。

表 8 青海省祁连圆柏群落中国特有种分布亚型
Table 8 Areal-subtypes of Chinese endemic species in the *J. przewalskii* community in Qinghai Province

分布亚型	种数	比例/%
1. 华北分布	21	19.81
2. 东北-华北-华中-西南分布	1	0.94
3. 华中-华北分布	1	0.94
4. 西南-华北分布	20	18.87
5. 西南-华中-华北分布	1	0.94
6. 西南分布	13	12.27
7. 青藏高原特有	44	41.51
8. 其他特有	5	4.72
合计	106	100.00

3.5 不同区域群落植物区系比较分析

3.5.1 物种组成比较

由表 9 可知,互助县祁连圆柏群落种子植物最丰富,有 144 种,隶属于 34 科 102 属,分别占青海省祁连圆柏群落种子植物总数的 82.93%、75.56%、55.81%;泽库县次之,有 129 种,隶属于 32 科 86 属,分别占种子植物总数的 78.05%、63.70%、50.00%;兴海县有 106 种,隶属于 32 科 51 属,分别占种子植物总数的 78.05%、52.59%、41.09%;其余四个县(市)物种组成较贫乏,差异较小,其中德令哈市祁连圆柏群落种子植物组成最贫乏,有 62 种,隶属于 20 科 41 属,分别占种子植物总数的 48.78%、30.37%、30.37%。祁连圆柏群落物种丰富度存在的区域差异可能与地理位置和水热条件有关,除此之外,各区域调查的样地数和详细程度不尽相同,因而也会在一定程度上影响调查结果。

表 9 不同区域祁连圆柏群落物种组成
Table 9 Species composition of the *J. przewalskii* community in different regions

地区	科		属		种	
	数量	占比/%	数量	占比/%	数量	占比/%
泽库	32	78.05	86	63.70	129	50.00
都兰	22	53.66	51	37.78	73	28.29
德令哈	20	48.78	41	30.37	62	24.03
乌兰	22	53.66	52	38.52	76	29.46
祁连	27	65.85	53	39.26	72	27.91
兴海	32	78.05	71	52.59	106	41.09
互助	34	82.93	102	75.56	144	55.81

3.5.2 属的相似性分析

由表 10 可知,通过对不同区域祁连圆柏林群落种子植物属的相似性系数分析发现,泽库-兴海相似性系数最大,为 76.19,其次为都兰-德令哈(75.65)、泽库-互助(74.36)、都兰-乌兰(71.60)、德令哈-乌兰(68.49)、兴海-互助(63.89)、祁连-兴海(61.22),其余两两区域间的相似性系数均小于 60.00,相似性系数最小的是乌兰-互助,为 42.25。上述差异,可能是由各区域地理位置和自然环境条件所致。

表 10 祁连圆柏群落各两区域种子植物属的相似性系数
Table 10 Similarity coefficients of seed plant genera in 2 regions of the *J. przewalskii* community

地区	泽库	都兰	德令哈	乌兰	祁连	兴海	互助
泽库	—	58.18	54.90	56.88	58.18	76.19	74.36
都兰	58.18	—	75.65	71.60	51.22	55.10	54.69
德令哈	54.90	75.65	—	68.49	48.65	57.78	45.00
乌兰	56.88	71.60	68.49	—	49.38	49.48	42.52
祁连	58.18	51.22	48.65	49.38	—	61.22	53.13
兴海	76.19	55.10	57.78	49.48	61.22	—	63.89
互助	74.36	54.69	45.00	42.52	53.13	63.89	—

4 结论与讨论

青海省祁连圆柏群落中,植物种类较丰富,科、属组成多样。青海省祁连圆柏群落共有种子植物 258 种,隶属于 41 科 135 属。群落中含种数最多的科是菊科、其次是蔷薇科、毛茛科、豆科,这与张静等^[31]对三江源区祁连圆柏群落研究结果较相似;含 1 种和 2~4 种的属丰富,是青海省祁连圆柏群落种子植物属级分类群的主要组成部分,属内种的分化程度低,也在一定程度上表明祁连圆柏群落生存环境恶劣^[32]。种子植物生活型包括乔木、灌木、草本、藤本,其中以多年生草本植物占绝对优势(66.28%),是草本层主要组成物种,这是由青海省特殊的地理位置和气候条件决定的;灌木有 37 种,是群落灌木层的主要组成物种,常绿乔木有 4 种,祁连圆柏为建群种,藤本植物仅 2 种,这符合青海省祁连圆柏群落结构简单的特点。

青海省祁连圆柏群落种子植物区系地理成分多样,温带性质显著。该群落科的分布区类型有 4 个,属的分布区类型有 12 个。其中,科级区系地理成分中,以世界广布科为主,有 27 科,占总科数的 65.85%,而广布科中的蔷薇科被认为是我

国温带地区植物区系和植被的特征科, 菊科被认为是典型的温带科^[33], 说明区系组成在世界分布科的背景下, 渗入了许多温带分布科, 显示出温带性质; 属级区系地理成分中, 温带成分的属有100属, 占总属数的88.50%。进一步表明该群落种子植物区系具有典型的温带性质, 这一定程度支持了孙海群等^[30]对青海省野生种子植物区系研究的结果。除此之外, 世界分布属有22属, 主要由温带分布为主的属(11属)组成, 温带、热带广布属(10属)次之, 热带分布为主的属仅有1属, 表明祁连圆柏群落世界分布的属表现出由热带向温带过渡的性质, 这与吴玉虎^[34]对阿尼玛卿山地区植物区系研究结果基本一致。

青海省祁连圆柏群落种子植物区系中国特有属贫乏, 中国特有种较丰富。该群落中国特有属仅有3属, 包括毛冠菊属、黄缨菊属、羽叶点地梅属。其中, 羽叶点地梅属是从点地梅属(*Androsace*)衍生而来, 黄缨菊属从菊属(*Cirsium*)衍生而来, 且这3个属均为青藏高原特有, 体现出了群落中国特有属这一成分的年轻性和衍生性质^[35]。中国特有种106种, 占该群落种子植物总种数的41.09%, 隶属于24科61属, 以青藏高原特有、华北、西南-华北、西南等成分为主。

不同区域祁连圆柏群落种子植物组成及属间相似性存在差异。互助县祁连圆柏群落种子植物最丰富, 其次是泽库县、兴海县, 这3县地处青海东部和西南部, 水热条件较好, 因此, 物种组成相对丰富, 其余4县(市)物种组成较贫乏, 差异较小, 其中德令哈市祁连圆柏群落种子植物组成最贫乏, 这主要是因为德令哈、乌兰、都兰、祁连地区自然条件较恶劣, 对物种组成影响较大, 此外, 调查精度也在一定程度上对结果产生影响。通过计算不同区域祁连圆柏群落种子植物区系属的相似性系数, 可以在一定程度上反映各地区群落植物区系间物种组成的相似性和差异性, 同时揭示各群落植物区系之间的关系是否密切, 即相似性系数越大, 则各地区群落植物区系组成越相似, 其关系越密切。互助县、泽库县、兴海县3个地区种子植物属的相似性系数较大, 说明这3个地区祁连圆柏群落种子植物属一级组成较相似, 区系关系较密切, 德令哈、乌兰、都兰亦同, 主要是由于兴海、泽库、互助地理位置相近, 气候条件差异较小, 群落植物区系物种组成较相似。德令哈、乌兰、都兰地处海西蒙古族自治州, 为荒漠地区, 物种组成相似, 而与前3个地区差异较大。

[参 考 文 献]

- [1] 魏振铎. 青海省圆柏属植物[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 1990, 6(4): 38-41.
- [2] 陈文年, 吴宁, 罗鹏. 岷江上游祁连山圆柏群落结构研究[J]. 应用生态学报, 2005, 16(2): 197-202.
- [3] 刘建泉, 杨建红. 祁连圆柏种群结构和生活史分析[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(7): 140-144.
- [4] 刘建泉, 屈永才, 王学福, 等. 青海云杉群落空间结构特征研究[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(7): 121-125.
- [5] 陈文年, 吴宁, 罗鹏, 等. 岷江上游祁连山圆柏群落优势种群间的联结性[J]. 应用与环境生物学报, 2004, 10(6): 712-717.
- [6] 陈文年, 吴宁, 罗鹏, 等. 岷江上游林草交错带祁连山圆柏群落的物种多样性及乔木种群的分布格局[J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(3): 221-225.
- [7] 田晓萍, 马力, 占玉芳. 祁连山北坡中段祁连圆柏群落学特征的研究[J]. 西北林学院学报, 2015, 30(2): 77-83.
- [8] 占玉芳. 祁连山北坡中部祁连圆柏种群空间分布格局[J]. 西北林学院学报, 2015, 30(4): 8-13.
- [9] 刘录三, 邵雪梅, 梁尔源, 等. 祁连山中部祁连圆柏生长与更新方式的树轮记录[J]. 地理研究, 2006, 25(1): 53-61.
- [10] Yu G R, Liu Y B, Wang X C, et al. Age-dependent tree-ring growth responses to climate in Qilian juniper (*Sabina przewalskii* Kom.) [J]. Trees, 2008, 22(2): 197-204.
- [11] Zhang J Z, Gou X H, Alexander M R, et al. Drought limits wood production of *Juniperus przewalskii* even as growing seasons lengthens in a cold and arid environment [J]. CATENA, 2021, 196: 104936.
- [12] 金敏艳, 李进军, 车宗玺, 等. 祁连山中部祁连圆柏年内径向生长对气候因子的响应[J]. 生态学报, 2020, 40(21): 7699-7708.
- [13] 刘喜梅, 李海朝. 2个地区祁连圆柏叶挥发油化学成分分析[J]. 林业科学, 2013, 49(10): 149-154.
- [14] 刘喜梅, 李海朝. 不同海拔高度祁连圆柏叶中挥发性成分的比较[J]. 北京林业大学学报, 2014, 36(1): 126-131.
- [15] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海植物志: 第1卷[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1997.
- [16] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海植物志: 第2卷[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1999.

- [17] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海植物志: 第3卷 [M]. 西宁: 青海人民出版社, 1996.
- [18] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海植物志: 第4卷 [M]. 西宁: 青海人民出版社, 1999.
- [19] 张胜邦, 卢学峰. 青海玛可河种子植物 [M]. 西宁: 青海人民出版社, 2010.
- [20] 张胜邦, 卢学峰. 青海野生植物图谱精选 [M]. 西宁: 青海人民出版社, 2010.
- [21] 张胜邦, 卢学峰. 青海澜沧江源种子植物 [M]. 西宁: 青海民族出版社, 2012.
- [22] 中国植被编辑委员会. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [23] 吴征镒, 周浙昆, 孙帆. 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.
- [24] 吴征镒. 《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订 [J]. 云南植物研究, 2003, 25(5): 535-538.
- [25] 吴征镒. 世界种子植物科的分布区类型系统 [J]. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245-257.
- [26] 黄继红, 马克平, 陈彬. 中国特有种子植物的多样性及其地理分布 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- [27] 王荷生, 张懿铨. 中国种子植物特有科属的分布型 [J]. 地理学报, 1994, 49(5): 403-417.
- [28] 王荷生. 华北植物区系地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [29] 张懿铨. 植物区系地理研究中的重要参数: 相似性系数 [J]. 地理研究, 1998, 17(4): 429-434.
- [30] 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.
- [31] 张静, 陈志林, 侯晓巍, 等. 三江源区祁连圆柏群落物种多样性沿海拔梯度的变化格局 [J]. 西北植物学报, 2020, 40(10): 1759-1767.
- [32] 冯霜, 兰登明, 赵宏胜, 等. 阴山北麓木本植物区系研究 [J]. 干旱区研究, 2021, 38(1): 241-246.
- [33] 吴玉虎, 吴瑞华. 青海东部黄河上游谷地种子植物区系 [J]. 云南植物研究, 2006, 28(1): 1-12.
- [34] 吴玉虎. 青海省阿尼玛卿山地区植物区系研究 [J]. 武汉植物学研究, 2004, 22(3): 213-225.
- [35] 吴玉虎. 澜沧江源区种子植物区系研究 [J]. 武汉植物学研究, 2009, 27(3): 277-289.

(责任编辑 陆 驰)

